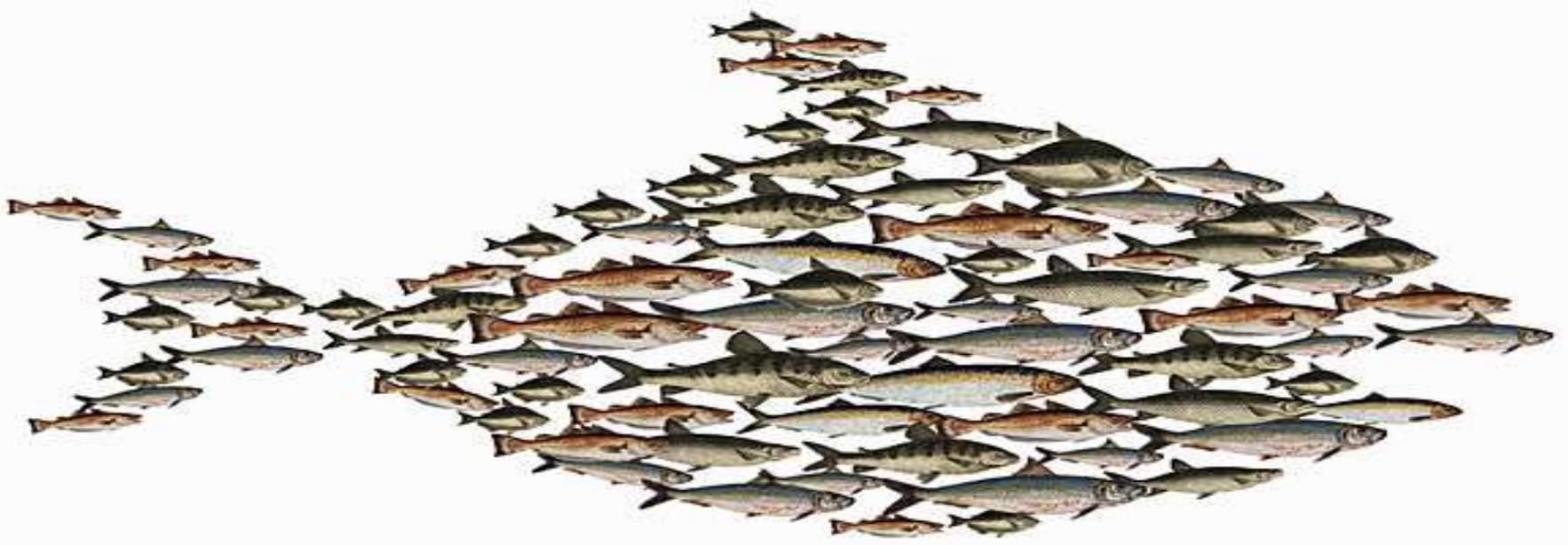


# Ichthyology



## مقدمه

- Ichthyology یا ماهی شناسی از دو کلمه Ichthys یعنی ماهیان و logy یعنی مطالعه تشکیل شده است.
- pices هم به ماهیان عالی و دریایی گفته می شود.
- در دنیا بیش از 25000 نوع تا کنون شناسایی شده است. در حدود  $4/3$  (سه چهارم) آنها مربوط به آبهای باز و اقیانوسها میباشد و حدود  $4/1$  (یک چهارم) در آبهای خشکی (دریاچه ها و رودخانه ها...) میباشد.



## Ichthyology

(from Greek: ἰχθυ, *ikhthu*, "fish"; and λόγος, *logos*, "knowledge") is the branch of zoology devoted to the study of fish. This includes skeletal fish (Osteichthyes), cartilaginous fish (Chondrichthyes), and jawless fish (Agnatha).

An estimated 25,000 to 30,000 fish species exist, comprising a majority of vertebrates. While a majority of species have probably been discovered and described, approximately 250 new species are officially described by science each year.

# ◀ خصوصیات ماهیان

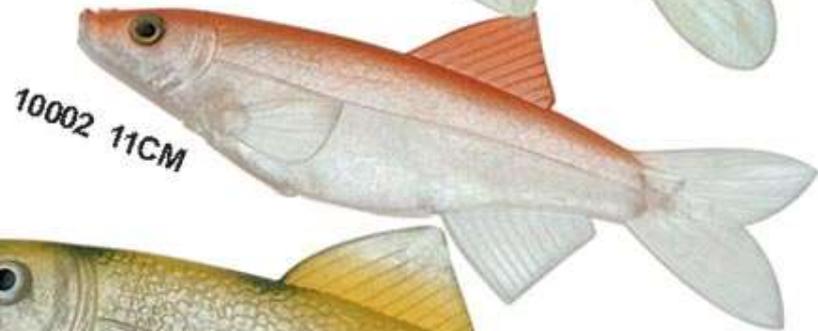
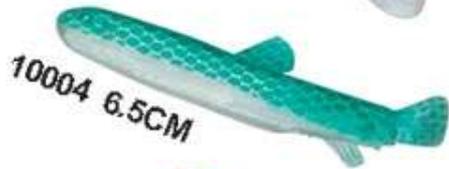
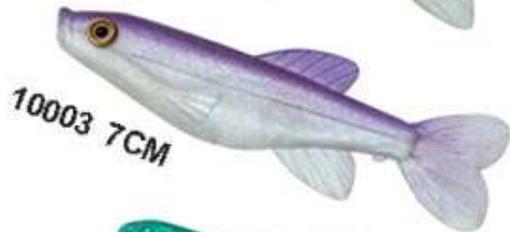
- ماهیان خونسرد هستند
- وزن مخصوص ماهی برابر محیط می باشد
- تبدیل غذایی بالا
- میزان انرژی مورد نیاز ماهی نسبت به حیوانات دیگر کمتر می باشد

# چه استفاده‌هایی از ماهیان می‌شود؟

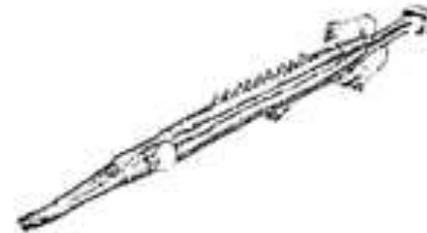
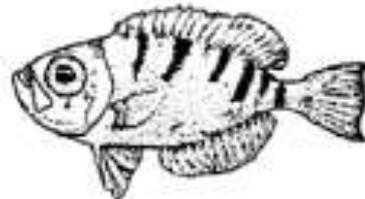
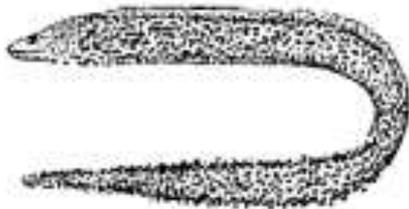
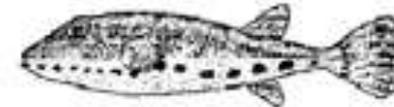
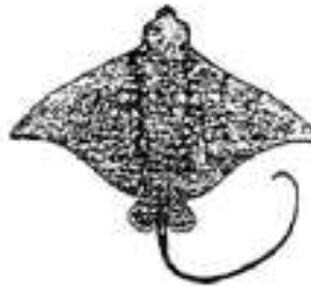
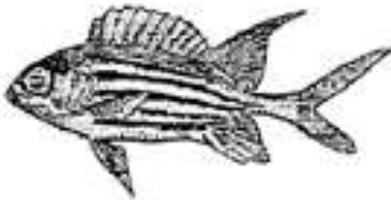
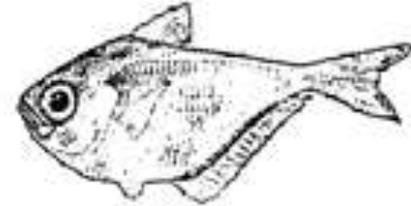
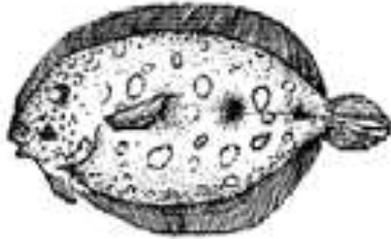
- 1- استفاده از گوشت ماهی (به صورت تازه، دودی، کنسرو و فرآورده‌های مختلف).
- 2- خاویار ( از تخمک ماهیان خاویاری تهیه می‌گردد ).
- 3- تهیه چسب از کیسه شنای ماهیان خاویاری.
- 4- تهیه مروارید مصنوعی از فلس ماهی ( استخراج گوانین ).
- 5- در صنعت چرم سازی.
- 6- درمانی و دارویی ( روغن ماهی منبع سرشار از ویتامین D ).
- 7- غذاهای مختلف ( تهیه سوپ از باله‌ها در ژاپن، استفاده از نوتوکورد در شیرینی پزی ).
- 8- تهیه آرد ماهی.
- 9- تهیه کود جهت مزارع پسته و ...

# Fish size

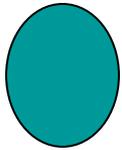
*COLOUR range  
For minnows*



# fish shape



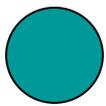
# Fish-Body shapes



➤ Fusiform-spindle shaped, e.g. tuna



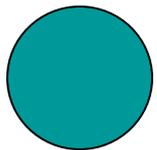
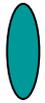
➤ Compressiform-laterally compressed, angelfish, butterfly fish



➤ Anguilliform-eel-like



➤ Filiform-even smaller anguilliform, e.g. snipe eel



➤ Depressiform-flatfish, rays, flounder

➤ Taeniform-gunnel

➤ Sagittiform-e.g. pike

➤ Globiform-e.g. lumpsucker

اصلی ترین شکل بدن ماهی دوکی شکل (Fusiform) می باشد که جهت کاهش اصطکاک بسیار مناسب است، مثل اکثر ماهیان.

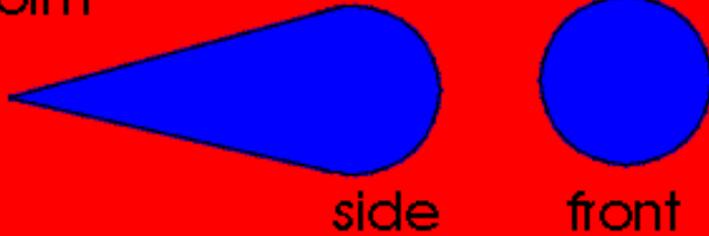
دسته ای از ماهیان از بالا به پایین فشرده اند (Depressi form)

مانند سپرماهیان و دسته ای دیگر از دو طرف یا پهلوها فشرده اند (Compressi form) مانند

کفشک ماهی ، سرخوماهیان ، شانک ماهیان و خورشید ماهیان .

از اشکال دیگر ماری شکل، سهمی شکل، نخی شکل و یا اشکال خاص مثل اسبک دریایی ، ماهیان جعبه ای شکل و .....

Fusiform



side

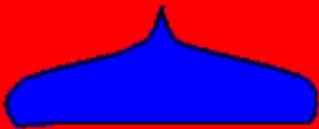
front

Attenuated



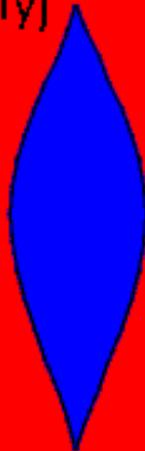
Depressed

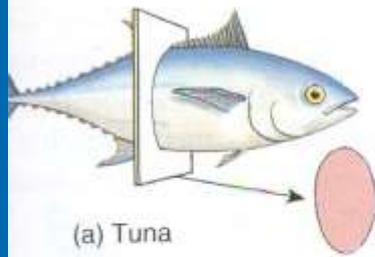
(flattened-dorso ventrally)



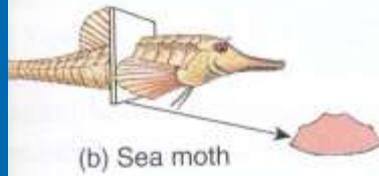
Compressed

(flattened- side to side)

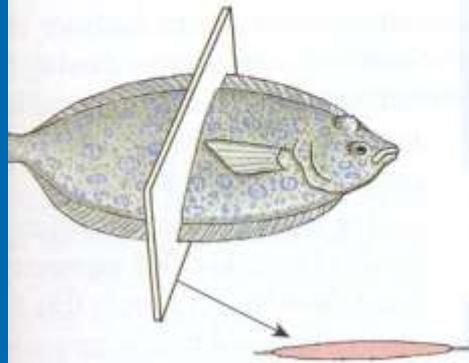




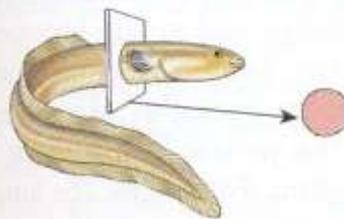
(a) Tuna



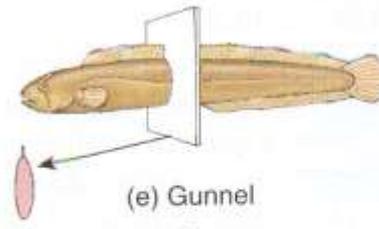
(b) Sea moth



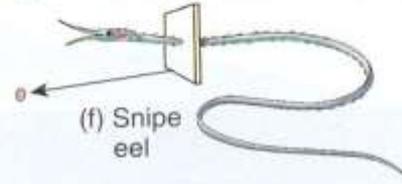
(c) Flatfish (flounder)



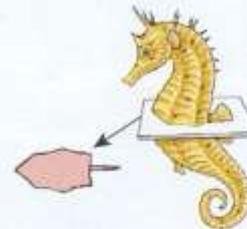
(d) Freshwater eel



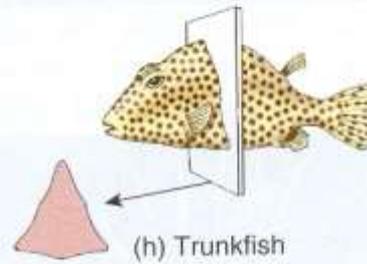
(e) Gunnel



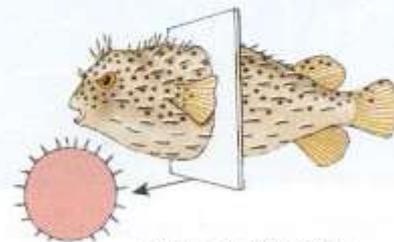
(f) Snipe eel



(g) Seahorse



(h) Trunkfish



(i) Porcupine fish

**53-008 Brown Trout**



**53-009 Greyling**



**53-010 Cod**



**53-011 Walley**



**53-012 Pike**



**53-013 Pearch**



**53-014 Carp**



**53-016 Eel**



**53-017 Salmon**



**53-018 Rainbow Trout**



**53-019 Tench**



**53-020 Sailfish**



**53-021 Sea Trout**



**53-022 Roach**



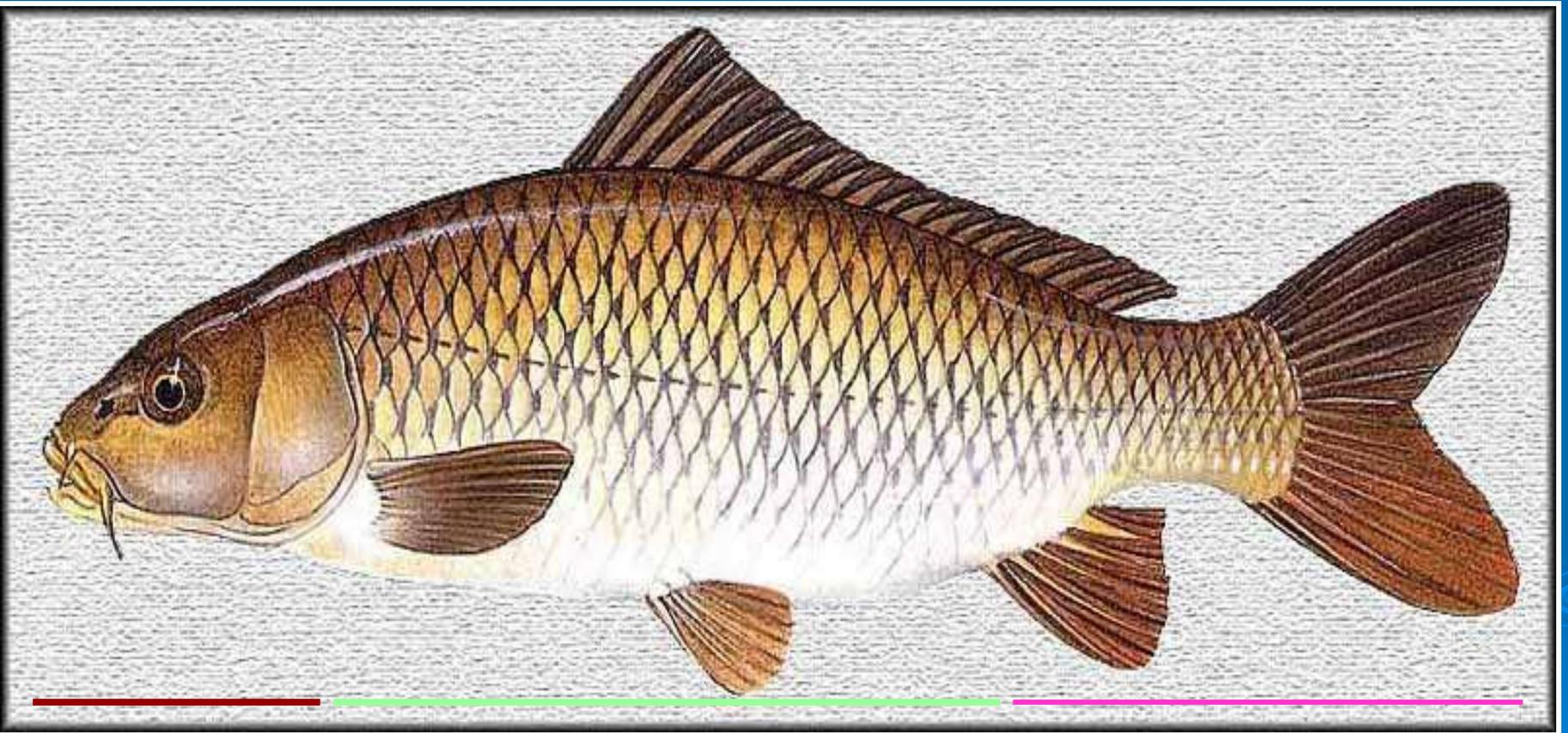
**53-023 Wels**



**53-114 Carp (Length: 40 cm)**



# بدن ماهی از 3 قسمت تشکیل شده



سر

تنه

دم

# biometry

➤ عبارت است از اندازه‌گیری و ثبت مشخصات ماهی



## اهمیت زیست سنجی (بیومتری) ماهانه و نحوه انجام آن

➤ انجام عملیات زیست سنجی (بیومتری) ماهانه برای پی بردن به سرنوشت غذایی که در داخل استخرها ریخته میشود و همچنین برای تعیین میزان رشد ماهی ها و ضریب تبدیل غذایی ضروری است

➤ از طریق زیست سنجی می توان میزان غذای روزانه ماهیان را با دقت بیشتری محاسبه کرد و از هدر رفتن غذا در داخل آب جلوگیری کرد. تعداد ماهیان مورد نیاز جهت نمونه برداری برای انجام عملیات زیست سنجی 5/0 تا 1 در صد مقدار کل ماهیان موجود در هر استخر میباشد

## روش انجام عملیات زیست سنجی

➤ وسایل مورد نیاز برای انجام عملیات عبارتند از يك تشت يا سطل 10 لیتری، يك تور دستي ريز چشمه (ساچوك) و يك ترازوي عقربه اي يا دو كفه اي .

➤ ابتدا داخل سطل مقداري آب ريخته و سطل را با آب وزن كنيد سپس تعدادي از بچه ماهيان را از دو قسمت مختلف استخر با ساچوك صيد كنيد و در داخل سطل بريزيد، وزن آب و ماهي داخل سطل را يادداشت كنيد

➤ وزن خالص ماهي را با استفاده از فرمول زير محاسبه نماييد

➤ **وزن آب سطل - وزن ماهي و آب سطل = وزن خالص ماهي**

➤ ماهیان صید شده را شمارش کرده و وزن متوسط يك قطعه ماهی را به صورت زیر محاسبه کنید .

وزن خالص ماهیان

وزن متوسط يك قطعه ماهی =

تعداد ماهیان شمارش شده

ماهیان بزرگ را به صورت انفرادی وزن کنید .

تعداد ماهیان زنده موجود در استخر  $\times$  (وزن متوسط ماهی در زیست سنجی جدید - وزن متوسط ماهی در زیست سنجی قبلی) = میزان گوشت ماهی تولید شده در فاصله دو زیست سنجی

میزان غذای مصرف شده در

فاصله دو زیست سنجی (کیلو گرم)

$\frac{\text{میزان گوشت ماهی تولید شده در فاصله دو زیست سنجی (کیلوگرم)}}{\text{میزان غذای مصرف شده در فاصله دو زیست سنجی (کیلوگرم)}} =$  ضریب تبدیل غذایی

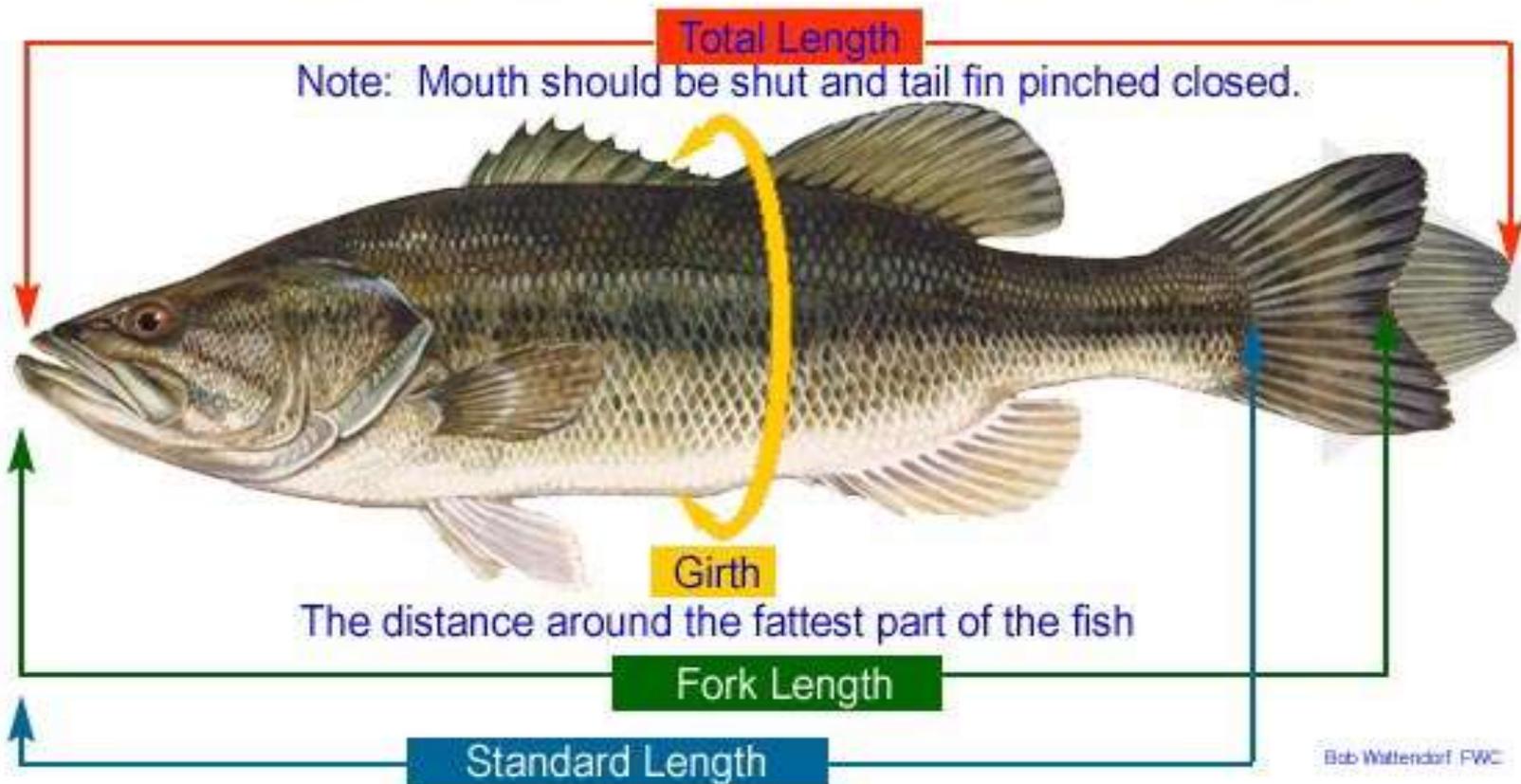
میزان گوشت ماهی تولید شده در

فاصله دو زیست سنجی (کیلوگرم)

# زیست سنجی (Biometry)

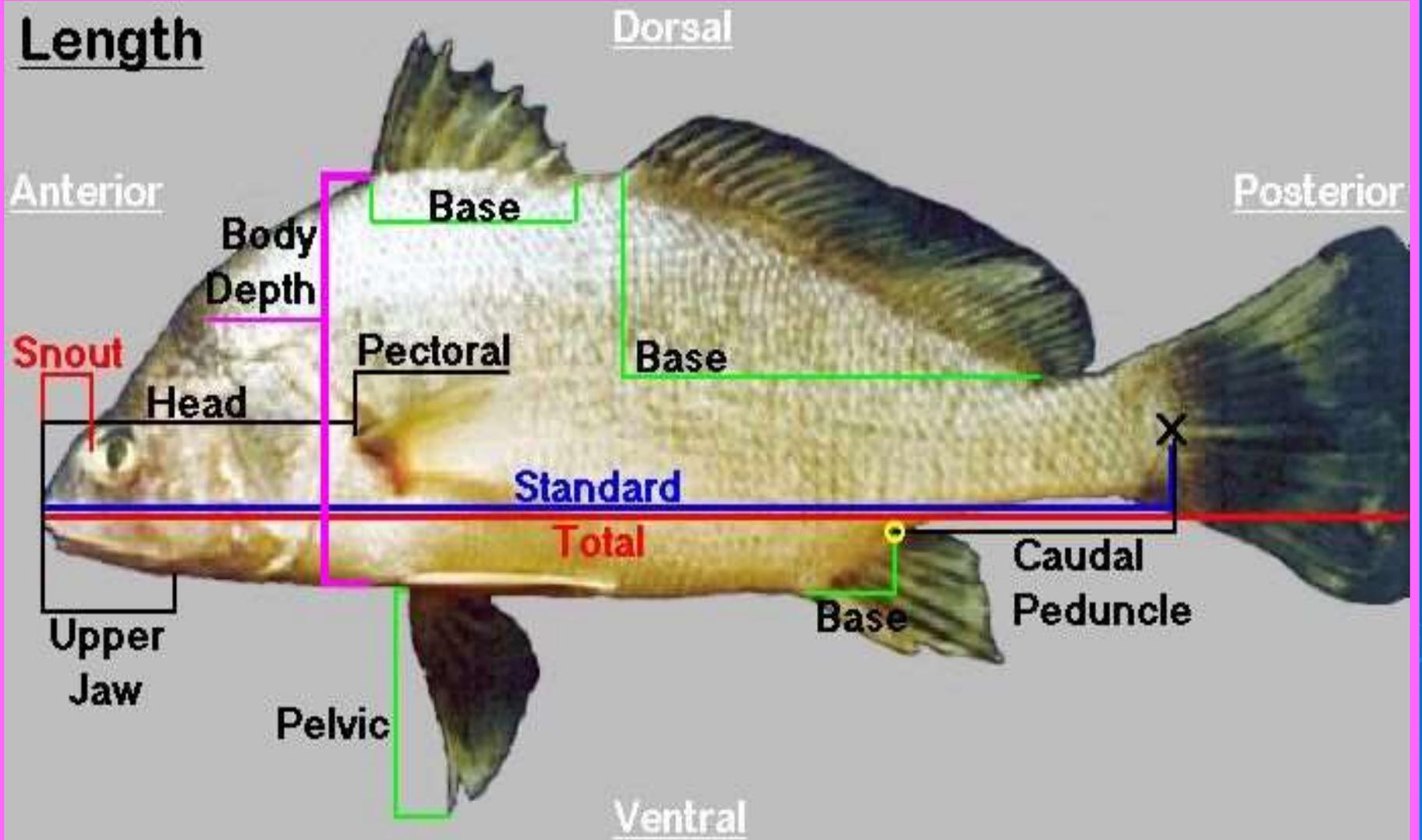
## Common Measurements

In Freshwater Rules only Total Length is used. The measurement is taken flat, not along the curve of the fish.



- -طول كل (T.L) Total length :
- - طول استاندارد (S.L) Standard L. :
- - طول چنگالي (F.L) Forkal L. .:
- - طول سر (H.L) Head L. :
- - طول پوزه (SN.L) Snout L. :
- - ارتفاع بدن (B.D) Body depth :
- - فاصله دو چشم Interorbital width :
- - قطر چشم Orbital diameter :
- - قطر مردمک Pupile diameter :
- - سبيلکها Barbles
- - خط جانبي Lateral line

# Length

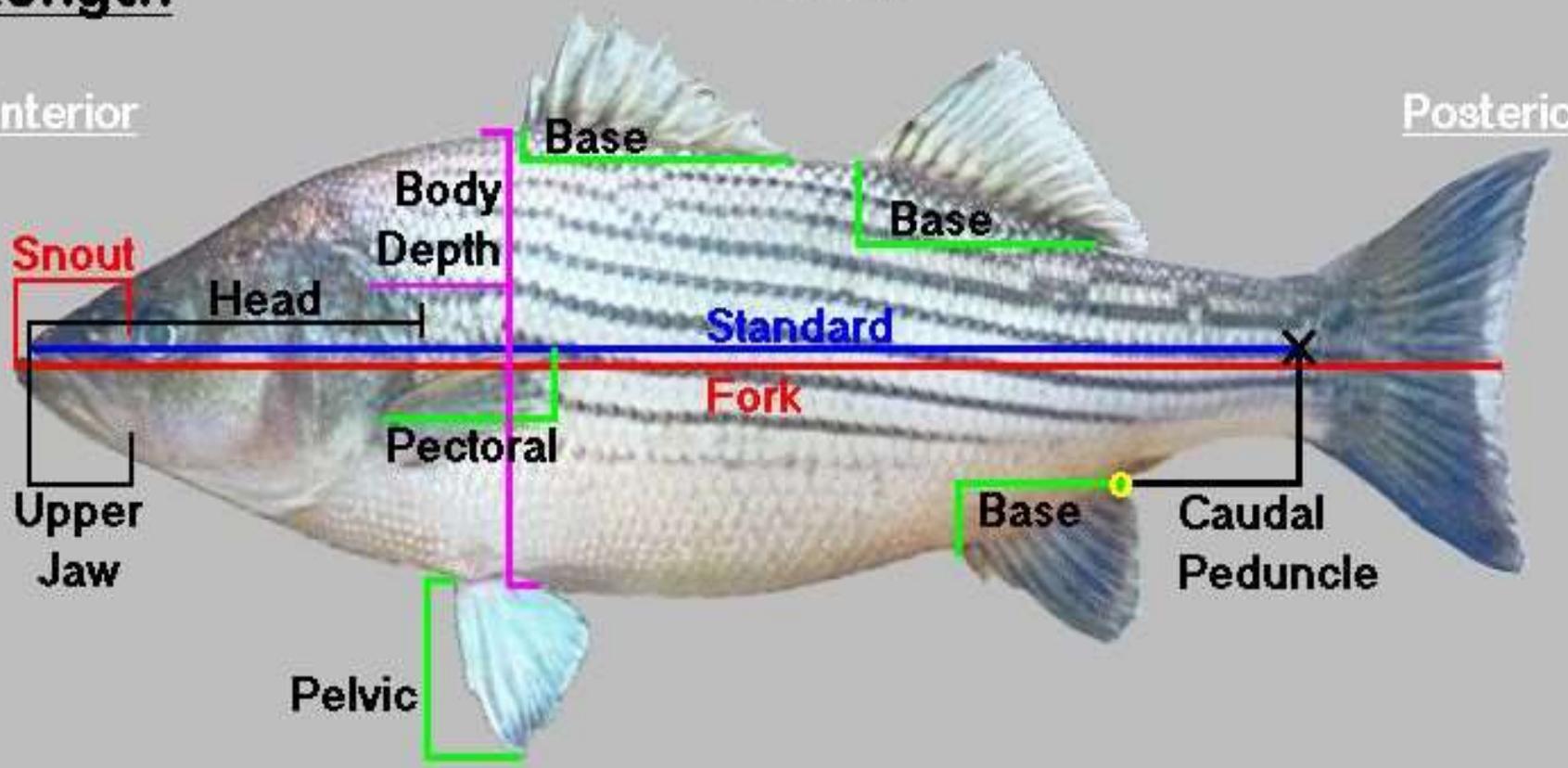


# Length

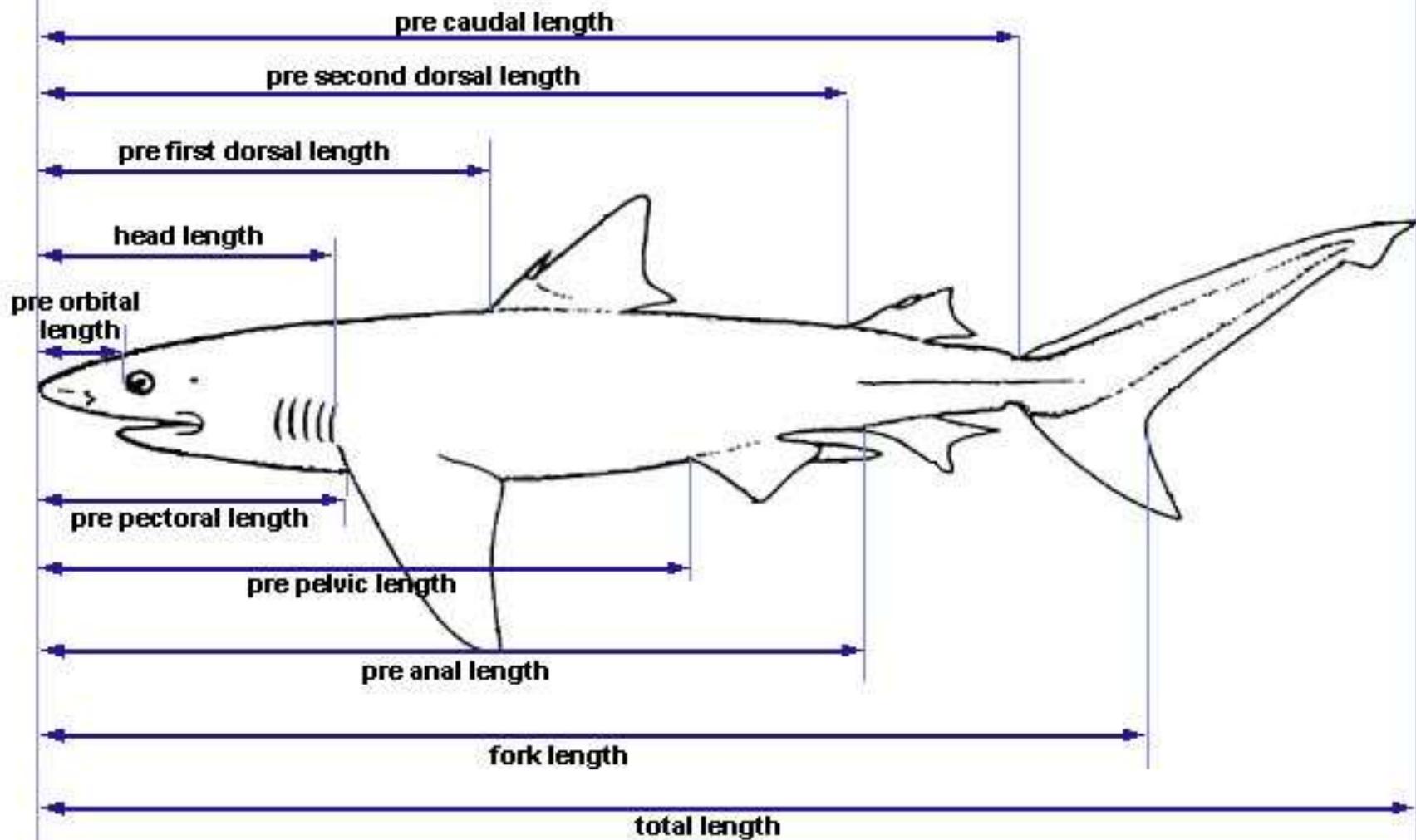
Anterior

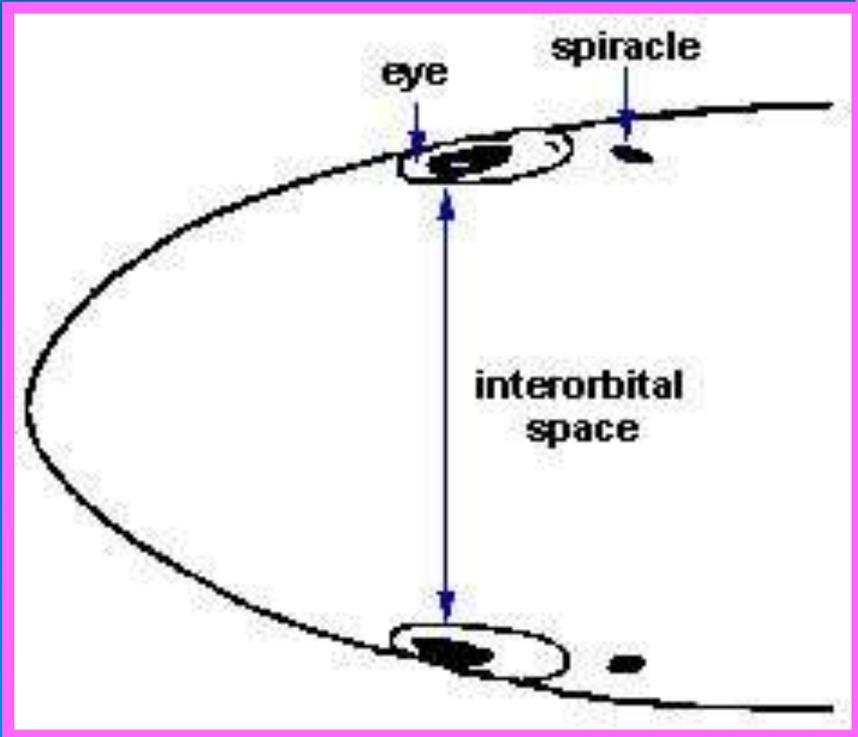
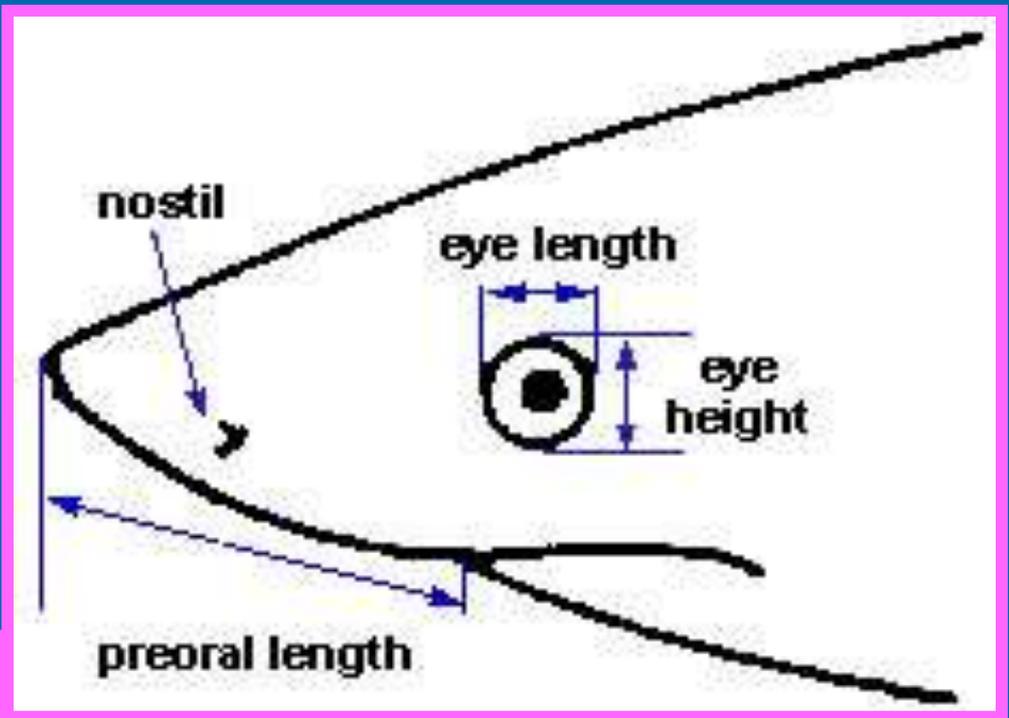
Dorsal

Posterior



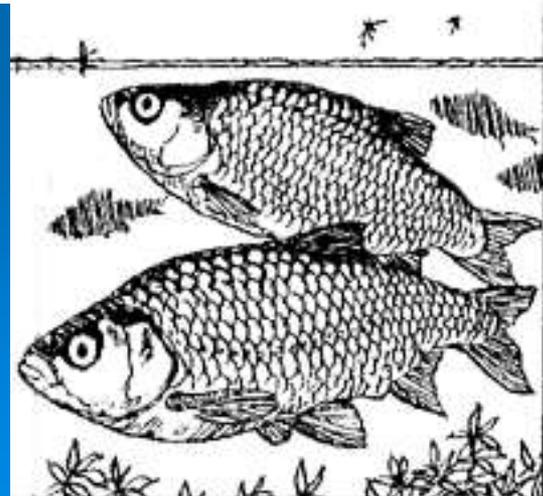
Ventral

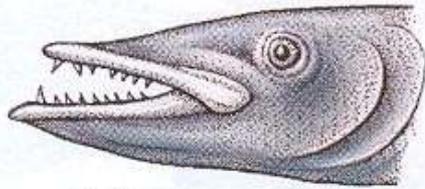




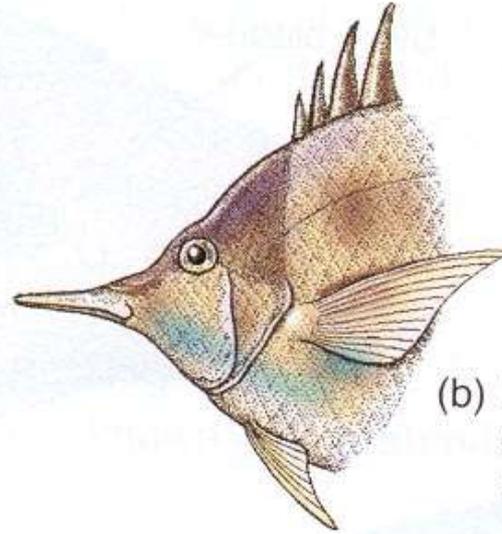


# Mouth

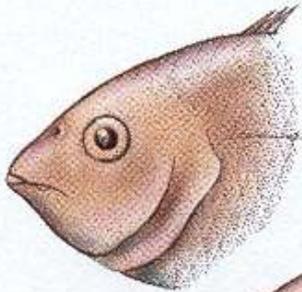




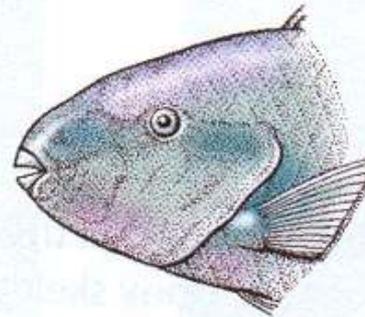
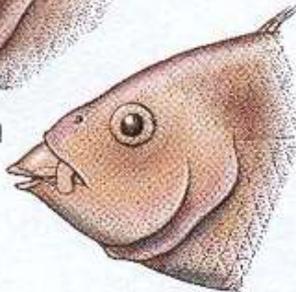
(a) Barracuda



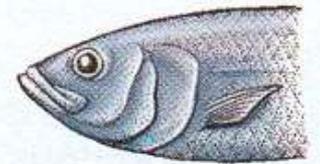
(b) Long-billed,  
six-spined  
butterflyfish



(c) Slipmouth



(d) Parrotfish



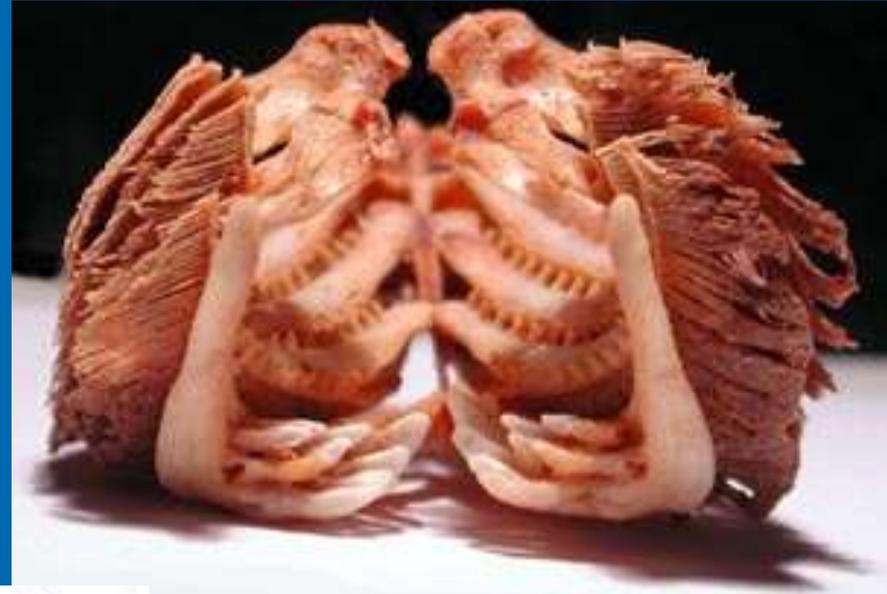
(e) Herring

# teeth





# Pharyngeal teeth



# skin

- **epidermis** lacking dead cornified cells The epidermis . contains : single-celled mucus-secreting glands which appear as clear circles in the epidermis.
- Some schooling fishes have alarm cells which secrete a chemical signal to alert other fish.
- **dermis** of connective tissue in varying densities.
- pigment cells in the dermis.
- Scale pocket



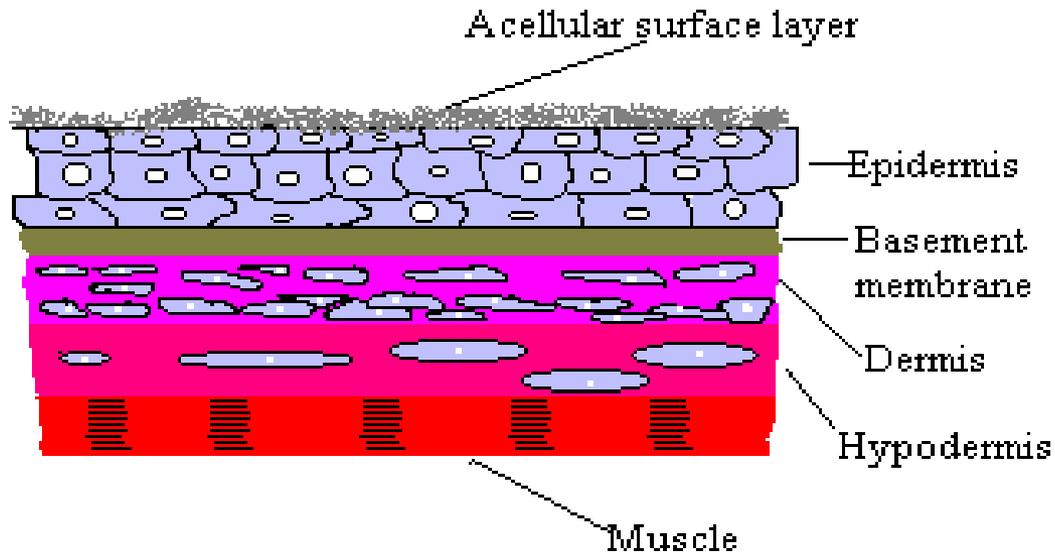
# پوست (skin)

پوششی است که بدن موجود را از محیط جدا می کند و نقش حفاظتی برای موجود دارد و بسیاری از ارتباطات با محیط خارج از طریق آن صورت می گیرد

پوست ماهیان بر خلاف سایر مهره داران فاقد سلول های شاخی است  
وظایف پوست :

حفاظت، برقراری ارتباط، دریافت پیام های حسی، حرکت، تنفس،  
تنظیم یونی، ترشح و تنظیم حرارتی

# ساختر عمومی پوست



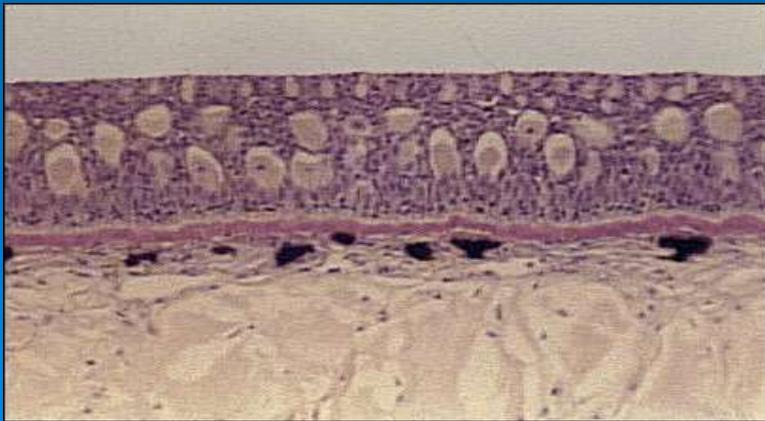
Typical layers of integument

اپیدرم

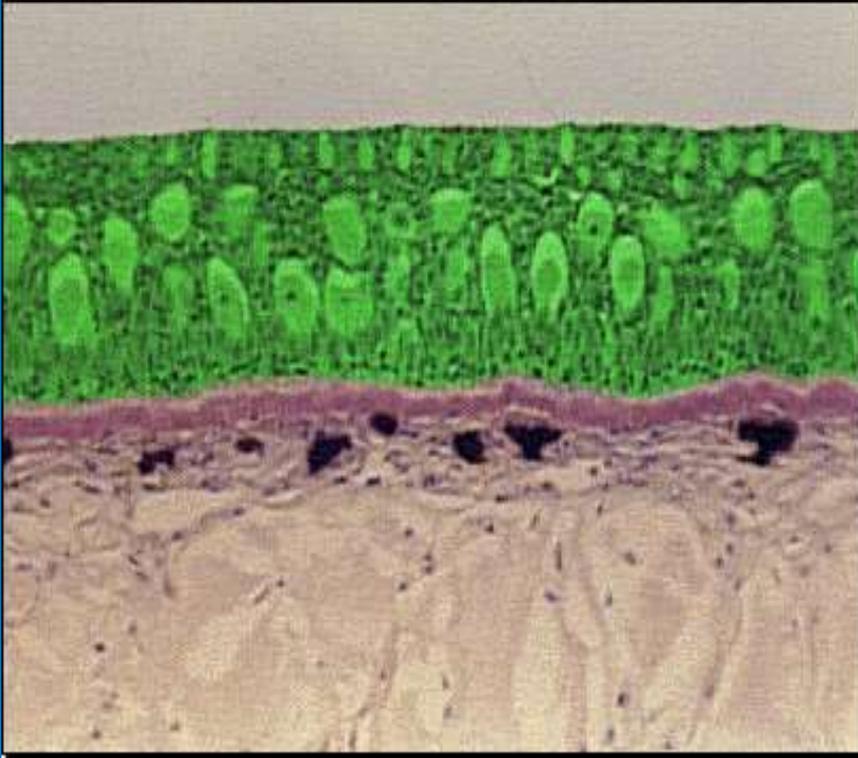
درم

هیپودرم

عضلات



# اپیدرم ( Epiderm )



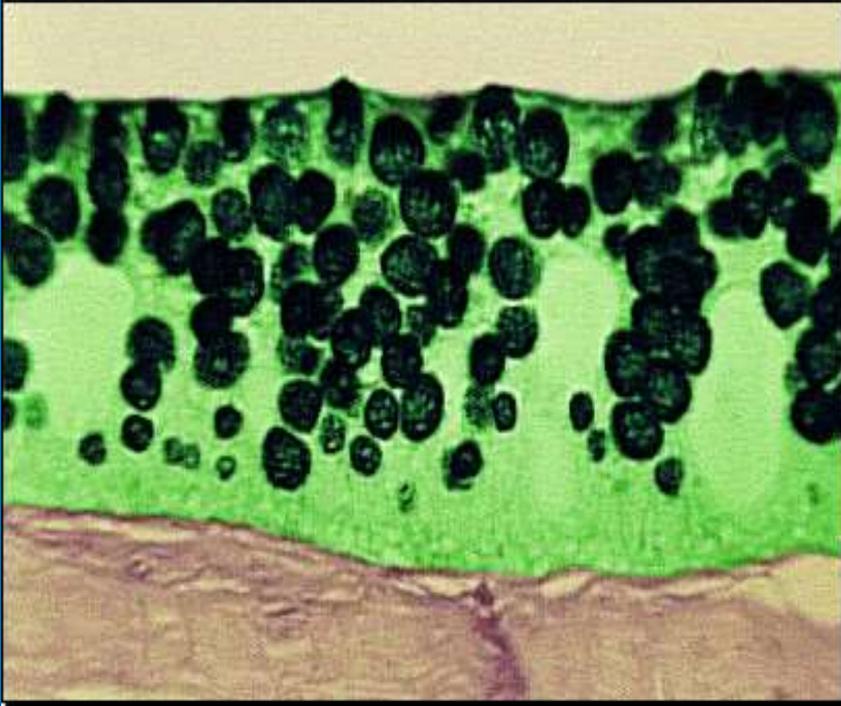
➤ از اکتودرم منشأ می گیرد و از چندین لایه سلول پوششی تشکیل شده است

➤ در ماهیان نازک است و از ۱۰-۳۰ لایه سلولی با ضخامت ۲۵۰ میکرون تشکیل شده

➤ این لایه در ماهیان از نظر تشریح به دلیل عدم وجود رنگدانه یا میزان کم رنگدانه شفاف بنظر می رسد

➤ ضخامت آن بستگی به گونه ماهی، سن، شرایط محیطی و... دارد

# انواع سلولهای اپیدرمی



- سلولهای پوششی ( epithelial cell )
- سلولهای جامی شکل ( goblet cell )
- سلولهای شیپوری (succiform cell )
- سلولهای گریزی شکل ( club cell )
- سلولهای دانه دار ( granular cell )
- سلولهای نخعی ( thread cell )
- سلولهای سمی ( venom cell )
- سلولهای یونی ( ionocytes )
- سلولهای مرکل ( merkel cell )
- سلولهای مهاجر اپیدرم ( migratory epi cell )
- سلولهای مولد نور ( photophores )

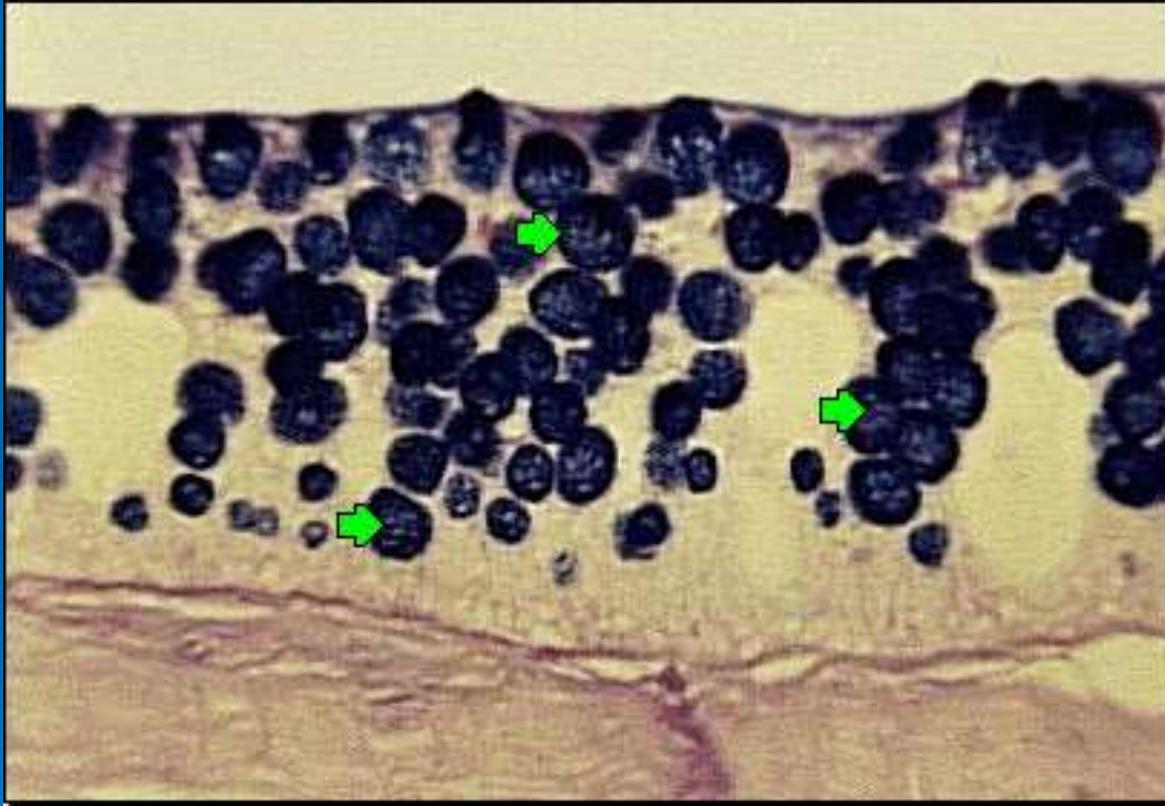
# سلول های پوششی ( epithelial cell )

- ساختمان پایه اصلی اپیدرم را بوجود می آورند
- نسبت به سایر سلولهای اپیدرمی کوچکتر هستند و سیتوپلاسم شان به رنگ بازوفیلی است
- هسته شان چین خورده بوده و توسط اندامچه های میتوکندری، دستگاه گلژی و لیزوزومها احاطه اند
- در ماهیان تلوست از نظر سوخت و ساز فعال بوده و قادر به انجام تقسیمات میتوزی در سرتاسر لایه اپیدرم می باشند ولی در ماهیان فاقد آرواره فعالیت میتوزی شان محدود لایه های پایین می باشد

# وظایف سلول های پوششی

- ترمیم زخم های روی پوست ماهی
- ایجاد سد مکانیکی در برابر عفونتها و عوامل بیماریزای فرصت طلب ( از طریق فعالیت بیگانه خواری )
- حذف مواد خارجی از پوست ماهی
- هیپرپلازی اپیدرمی
- در ماهیان آب شیرین در تبادل یونی بین ماهی و محیط اطراف دخالت دارند

# سلولهای جامی شکل ( goblet cell )



# وظایف سلول های موکوسی

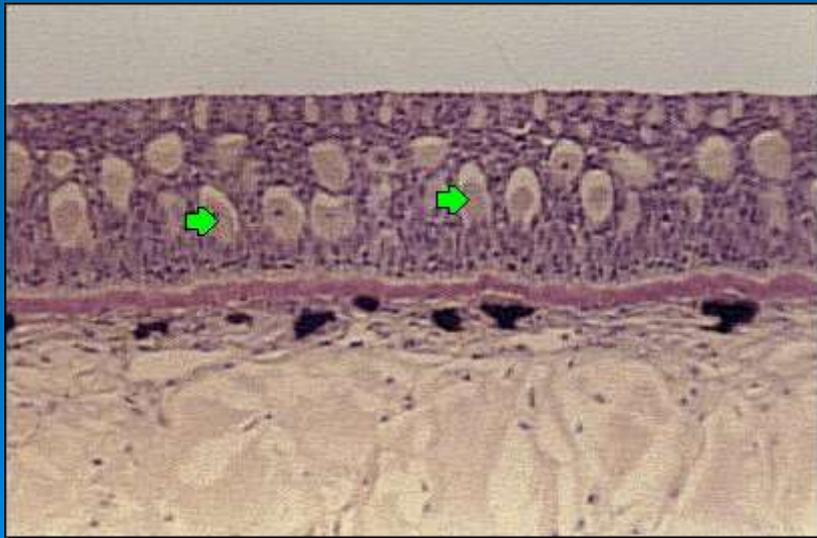
- تسهیل شناوری ماهی و سریعتر حرکت کردن ماهی
- جلوگیری از نفوذ عوامل بیماریزا
- تنظیم اسمزی
- ایجاد پيله در هنگام خواب تابستانه در ماهیان شش دار توسط موکوس
- همچنین ماهیان سه خاره از موکوس برای لانه سازی استفاده می کنند
- در ماهی دیسکاس ترشحات موکوسی به عنوان غذا در مراحل اولیه رشد استفاده می شود

# سلولهای شیپوری (succiform cell)

- منشا آنها از سلولهای پوششی است
- هسته شان در قاعده قرار داشته و سیتوپلاسم شان حالت دانه دار ظریف دارد
- در ماهیان غضروفی، پلی پتریدها و سایر ماهیان تلئوست وجود دارند ولی ماهیان شش دار، هاگ فیش و لامپری فاقد این سلولها می باشند
- وظایف :
- دفع سموم و عوامل بیماریزا از پوست ماهی
- التیام زخمهای پوستی

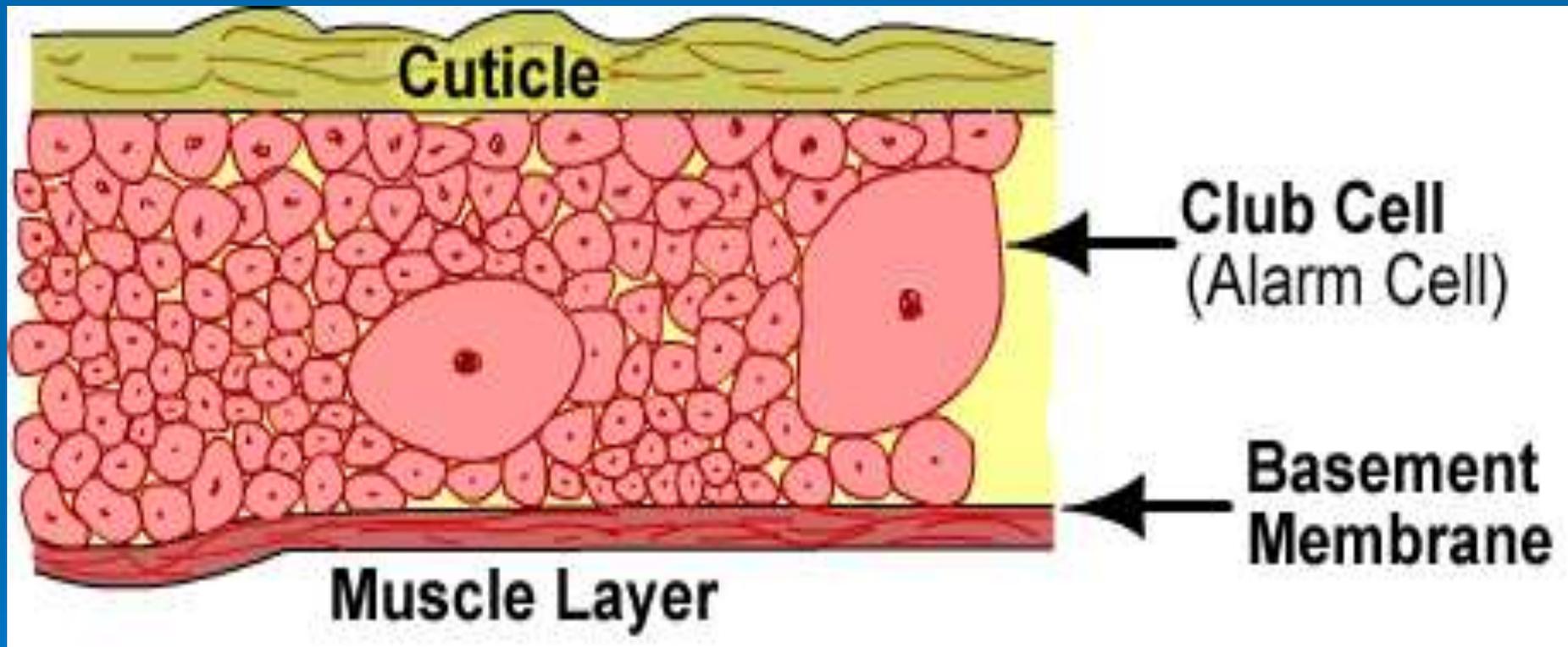
# سلول های گزری شکل ( club cell )

- بزرگ و سیلندریک هستند و در لایه های میانی اپیدرم قرار دارند
- در اپیدرم ماهیان استاریوفیزی و راسته مارماهیان وجود دارند
- در مارماهیان این سلولها در سیتوپلاسم شان دارای رشته های مارپیچی منظم ولی در ماهیان استاریوفیزی دارای رشته های مارپیچی نا منظم هستند



وظایف :

- حفاظت هیدروستاتیک اپیدرم
- ترشح ماده هشدار دهنده یا عصاره ترس در ماهیان استاریوفیزی
- تولید مواد حفاظتی در مقابل انگل ها



# سلول های دانه دار ( granular cell )

➤ در نواحی میانی تا بالایی تر اپیدرم قرار دارند و بزرگ می باشند

➤ دارای میتوکندری، شبکه آندوپلاسمی و دانه های متعددند

➤ تعدادشان در نواحی مختلف بدن متفاوت بوده و در خلال دوره زندگی ماهی تغییرات کمی در آنها رخ می دهد

➤ در ماهیان لامپری وجود دارند ولی در ماهیان تلتوست به اشتباه معمولا سلولهای جامی سروزی را سلولهای دانه دار می گویند

➤ سلول های نخعی ( thread cell )

➤ بیضی شکل و هسته شان نزدیک به قاعده سلول است

➤ همراه سلولهای جامی موکوسی در دو طرف بدن قرار گرفته اند

➤ فقط در هاگ فیش ها مشاهده شده اند

➤ سلول های سمی ( venom cell )

➤ در ماهیانی که دارای غده سمی هستند دیده می شوند که نقش دفاعی دارند

➤ سیتوپلاسم این سلولها تقریبا بطور کامل با دانه های ترشحاتی پر شده است

# سلول های یونی ( ionocytes )

- در بافت پوششی آبشش و پوست یافت می شوند و هسته شان در نزدیکی قاعده شان قرار دارد
- در تمام گروه های مختلف ماهیان یافت می شوند
- دارای میتوکندری های زیادی هستند و تعدادشان در گونه های یوری هالین افزایش می یابد
- در ماهیان تلئوست در هنگام مهاجرت از دریا به آب شیرین تعداد و اندازه این سلوله کاهش می یابد ولی در مهبانی که از آب شیرین به دریا مهاجرت می کنند تعداد و اندازه شان افزایش می یابد

# وظایف سلولهای یونی

➤ ترشح یون به داخل آب دریا در ماهیان دریایی (در شرایط  
آبدهی)

➤ جذب یون در ماهیان آب شیرین (در شرایط آبگیری)

➤ ترشح یون کلر در ماهیان سازگار شده به آب دریا

➤ تنظیم اسید-باز

## ➤ سلولهای مرکل ( merkel cell )

➤ در بافت پوششی پوست و دهان یافت می شوند

➤ وظایف :

➤ گیرنده حس لامسه

➤ سلولهای تنظیم کننده عصبی و هورمونی

## ➤ سلولهای مهاجر اپیدرم ( migratory epiderm cell )

➤ برای شناخت فعالیتهای ایمنی پوست مهم هستند و نقش دفاعی دارند

➤ لنفوسیتها و ماکروفاژها، گلبولهای سفید و انواع مختلفی از گرانولوسیتها نیز در اپیدرم ماهی دیده می شوند که در بین شان گلبولهای قرمز بیشترین فراوانی را دارند

# اندامهای مولد نور (*photophores*)

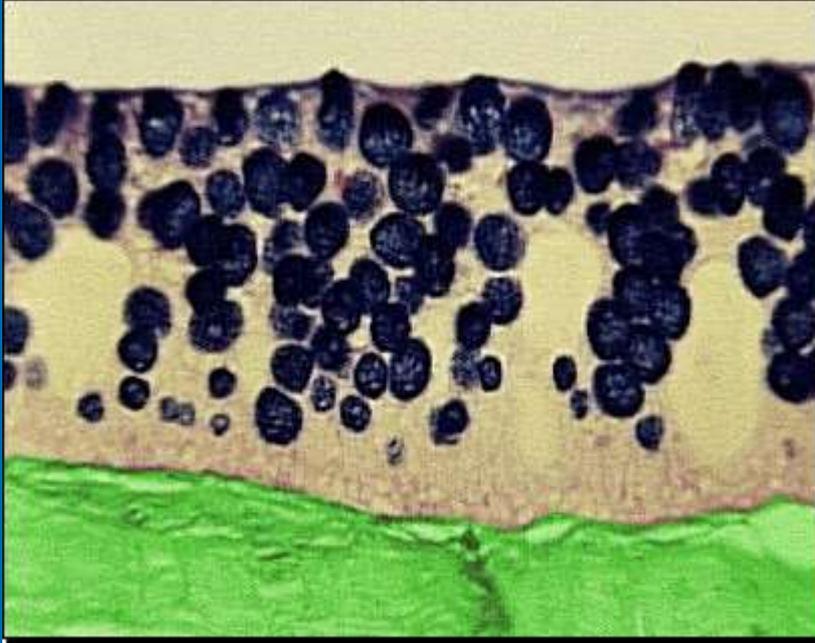
➤ نور زیستی در ماهیان دو نوع هستند:

(۱) باکتریایی  
(۲) خودبخودی

این اندامها منشا اپیدرمی داشته و تقریبا در هر جایی از بدن یافت می شوند

بیشتر در ماهیان آبهای عمیق و آب شور مشاهده شده اند

# درم (dermis)



➤ منشاء مزودرمی دارد و اساسا از بافت همبند کلاژنی تشکیل شده است

➤ توسط لایه فاقد سلولی بنام غشای پایه از لایه اپیدرم جدا می شود

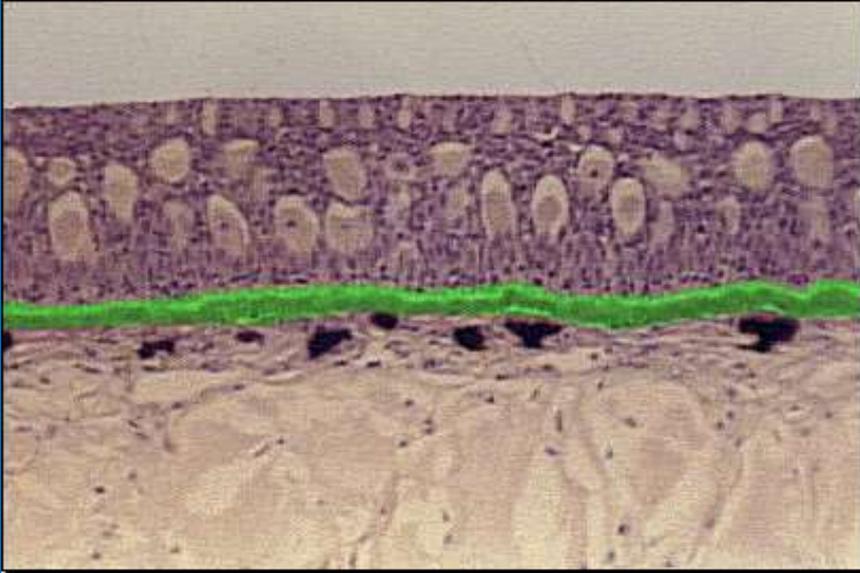
➤ واجد سلولهای رنگدانه ای، رگهای خونی اعصاب، اندامهای مولد نور، فلسها و **scutes** می باشد

➤ در بیشتر ماهیان به دو لایه عمده تشکیل می شود :

➤ لایه فوقانی : لایه اسفنجی (**stratum spongiosum**)

➤ لایه زیرین : لایه فشرده (**stratum compactum**)

# غشای پایه (basal membrane)



➤ لایه ای است که اپیدرم را از درم جدا می کند

➤ در بین درم و اپیدرم قرار دارد ولی جز درم به حساب می آید

➤ وظایف :

➤ بعنوان سد تصفیه کننده عمل می کند (عبور سلولها و مولکولهای بین بافتهای مختلف را کنترل می کند)

➤ محل اتصال برای سلولهای پوششی و سایر سلولها

➤ التیام زخم

➤ مرفوژنز

# لایه اسفنجی (stratum spongiosum)



➤ در مجاورت غشای پایه و در قسمت فوقانی درم قرار دارد

➤ واجد فلسها و انواعی از اجزای عروقی و عصبی نیز می باشد

➤ عناصر سلولی این لایه شامل فیرو بلاستها

➤ سلولهای رنگدانه ای، گلبولهای سفید و سلولهای مربوط به سازنده فلسها می باشد

➤ بافت حمایت کننده آن شبکه سستی از کلاژن و رشته های رتیکیلین است

# لایه فشرده (**stratum compactum**)

- در قسمت زیرین درم قرار دارد و در فعالیت حرکتی حائز اهمیت می باشد
- اجزای اصلی آن دستجات کلاژنی متراکم و فشرده می باشند که در بالای هیپودرم قرار دارند
- ساختار چند لایه ای آن یک **rigidity** ساختاری در مقابل استرسهایی که به پوست وارد می شود ایجاد می نماید
- سلولهای رنگدانه ای نیز ممکن است در این لایه دیده شوند

# بافت پوششی داخلی پوستی (*dermal endothelium*)

➤ این لایه سلولی در درم و در قسمت عمقی درم قرار دارد که لایه فشرده را در قسمت پایین احاطه می کند

➤ در لامپری ها و شماری از ماهیان تلئوست یافت شده است

➤ **viteir ( 1986 a )** و همکاران گزارش دادند که این لایه سلولی ممکن است در تنظیم عبور مایعات بین لایه فشرده و هیپودرم نقش داشته باشد

# سلولهای رنگی (chromatophores)

➤ در تمام ماهیان از لامپریها تا ماهیان تلوست در درم دیده می شوند  
واز تاج عصبی منشاء می گیرند



# انواع سلولهای رنگی غالب عبارتند از

➤ 1- **ملانوفورها** Melanophoren : ملانوزوم

سلولهای ستاره‌ای شکل که حاوی ضمایم مختلف است و دارای دانه‌های رنگی قهوه‌ای و سیاه می‌باشند.

➤ 2- **اگزانتوفورها** Xanthophoren : گزانتوم

دارای مواد رنگی زرد روشن تا نارنجی تیره هستند.

➤ 3- **اریتروفورها** Erythrophoren : اریتروزوم

حاوی مواد رنگی قرمز می‌باشند که بیشتر در ماهیان گرمسیری مثل ماهی حوض دیده می‌شود.



➤ 4- **لوکوستین (لوکوفور)**

➤ 5- **گوانوستین (ایریدوفور)** گوانین

➤ سیانوفورها در کالیمونیمید

## ملانوفورها

- متداولترین و بزرگترین سلولهای رنگی با زواید شاخه شاخه هستند
- این سلولها تک هسته ای یا دو هسته ای بوده و تقریبا در هر جایی از پوست و حتی ممکن است در اپیدرم نیز وجود داشته باشند
- دارای رنگدانه های سیاه تا قهوه ای هستند و رنگدانه های موجود در داخل شان را ملانوزوم گویند
- سریعترین زمان تجمع و پراکندگی رنگدانه ها را در پاسخ به محرکهای عصبی و هورمونی از خود نشان می دهند
- در تغییرات سریع رنگ در بسیاری از گونه نقش پیشگامی دارند

# melanophore



# اریتروفورها و گزانتوفورها

- سلولهای رنگی جذب کننده نور هستند ولی کوچکتر از ملانوفورها می باشند
- دارای زواید شاخه شاخه بوده و رنگدانه های **قرمز و زرد** را ایجاد می کنند
- از نظر ریخت شناسی شبیه ملانوفورها بوده ولی فقط در درم وجود دارند

## ➤ لوکوفورها

➤ سلولهای رنگی منعکس کننده نور بوده که در ماهیان کپور دندانی وجود دارند

➤ دارای زواید شاخه شاخه کمتری نسبت به دیگر سلولهای رنگی هستند ولی از نظر اندازه مشابه آنها می باشند

➤ واجد پورین های سفید فاقد رنگ (گوانین) هستند که بصورت بلورهای کوچک و متحرک می باشند

## ➤ ایریدوفورها

➤ سلولهای رنگی فاقد زواید شاخه شاخه می باشند که به اشکال کروی یا گرد هستند

➤ واجد پورین های سفید رنگ (گوانین) هستند که بصورت بلورهای بزرگ و غیر متحرک می باشند

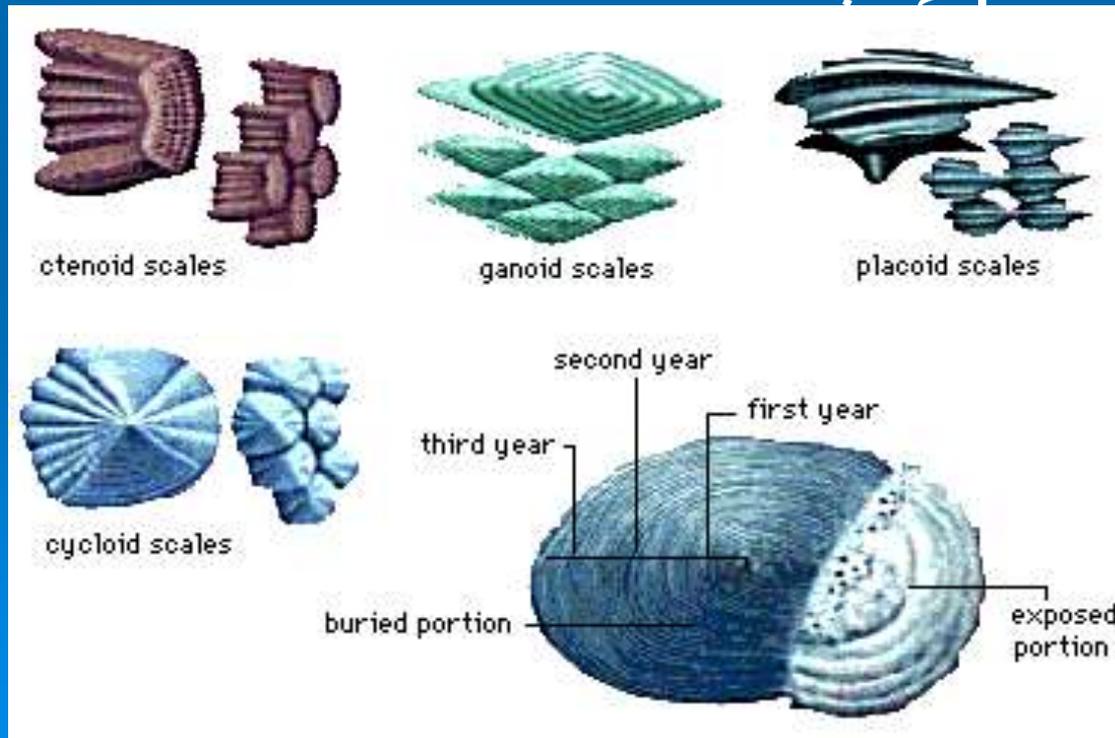
# Color



Sam Yeh / AFP-Getty Images

# فلس Scale

➤ فلسها قطعات اسکلتی هستند که در حفرات مخصوصی از پوست (جیب فلس Scale pocket) جایگزین شده‌است و از درم منشاء می‌گیرند. علم فلس‌شناسی را



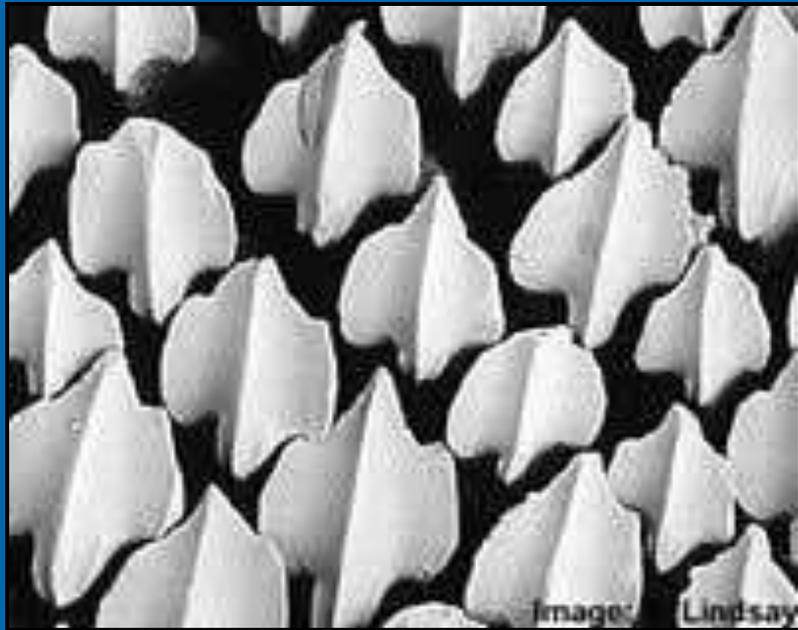
ology

# Fish Scales

- ✿ First appear as dermal bone
- ✿ Found in fossil of Cambrian period (570 mya)
- ✿ Layered bone, solid armor-constrained movement
- ✿ Evolved smaller and reduced into scales
- ✿ 5 types of scales (examples with images to follow)
  - ✿ Placoid
  - ✿ Cosmoid
  - ✿ Ganoid
  - ✿ Cycloid
  - ✿ Ctenoid



# Fish Scales: Placoid



- ✿ Found in elasmobranchs (sharks & rays)
- ✿ “teeth like”, same composition
- ✿ As fish grows, do not increase in size, instead new scales are added

# Fish Scales: Cosmoid

- ✿ In the Sarcopterygii (fish with fleshy lobe fins), primitive fish
- ✿ Less evolved than Elasmobranchs and Actinopterygii (fish with rayed fins)
- ✿ Scales found in fossil record but not in any living fish,
- ✿ Except in simplified version of coelocanth and lungfish



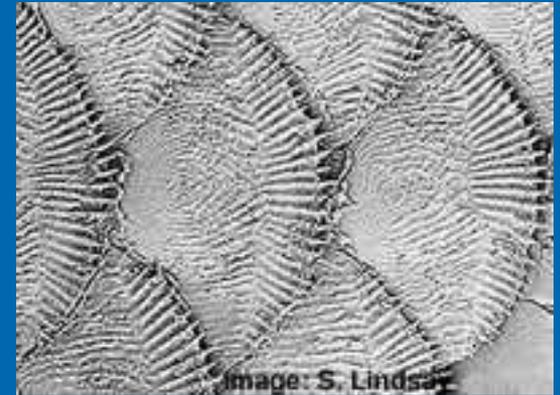
# Fish Scales: Ganoid



- ✿ In primitive Actinopterygii
- ✿ Found in reedfish, polypterus, gar, bowfin, and sturgeons
- ✿ Were thick heavy scales when first appeared
- ✿ Rhomboid-shaped
- ✿ Developed into teleost scales

# Fish Scales: Teleost scales

- ✿ Two types:
  - ✿ Ctenoid-higher fish
  - ✿ Cycloid-soft-rayed, anchovies, sardine
- ✿ Mineralized surface layer & inner collagenous layer
- ✿ Scales surrounded by dermis, in dermal pockets
- ✿ Grow from top, bottom, and insides; overlap lower part
- ✿ Scales grow with fish
- ✿ Characterized by concentric ridges

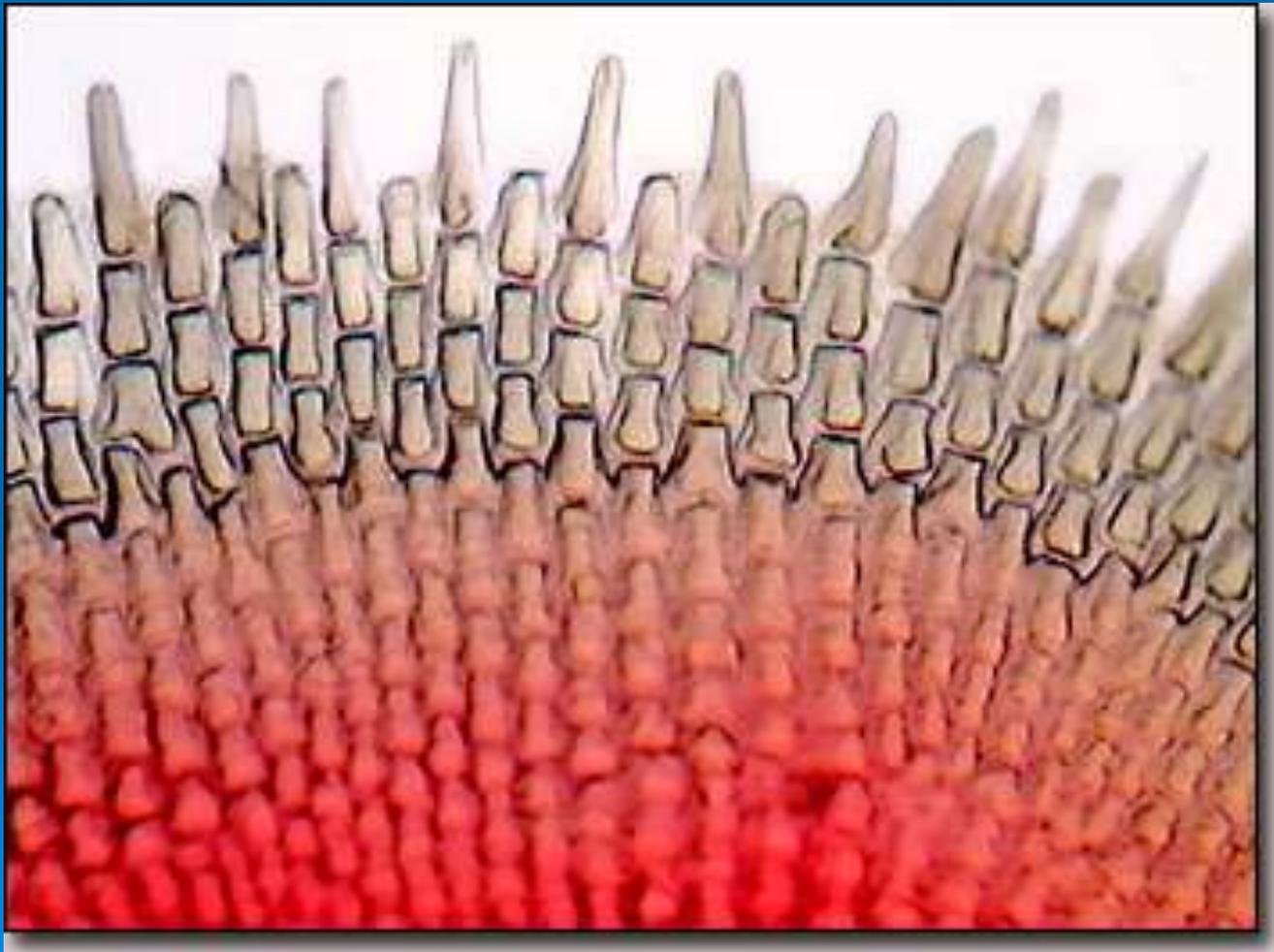


Ctenoid scales



Image: C. Bento

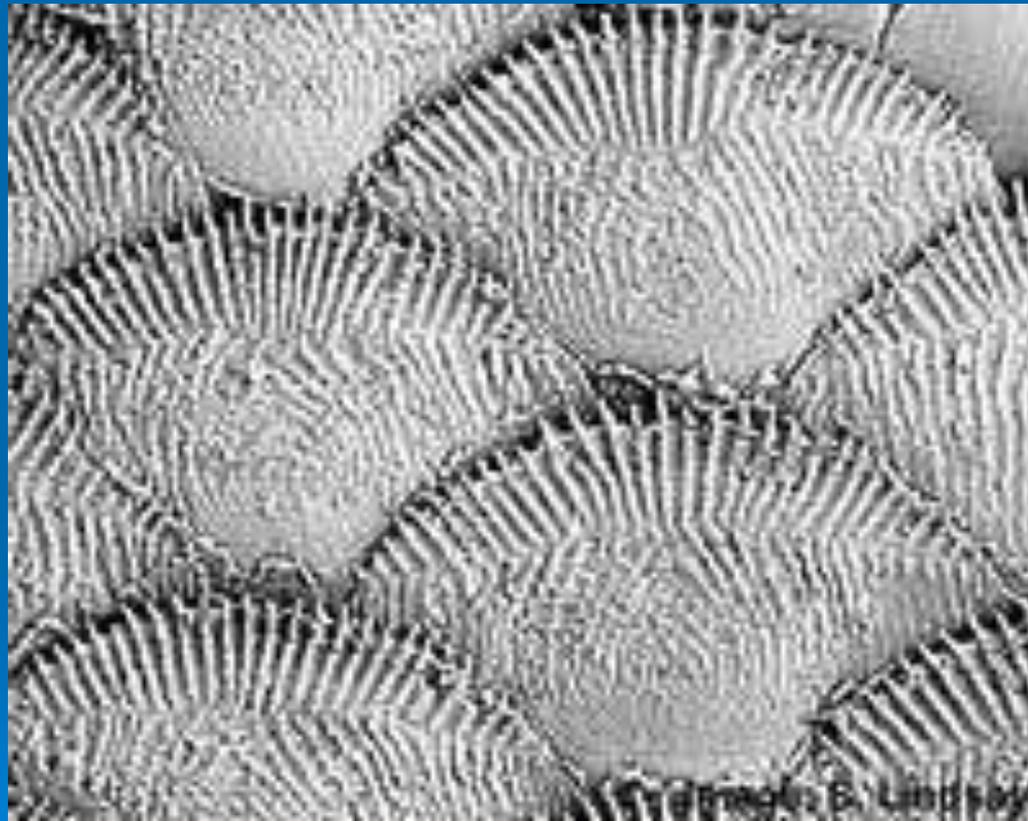
# فلس شانهاي Ctenoid :



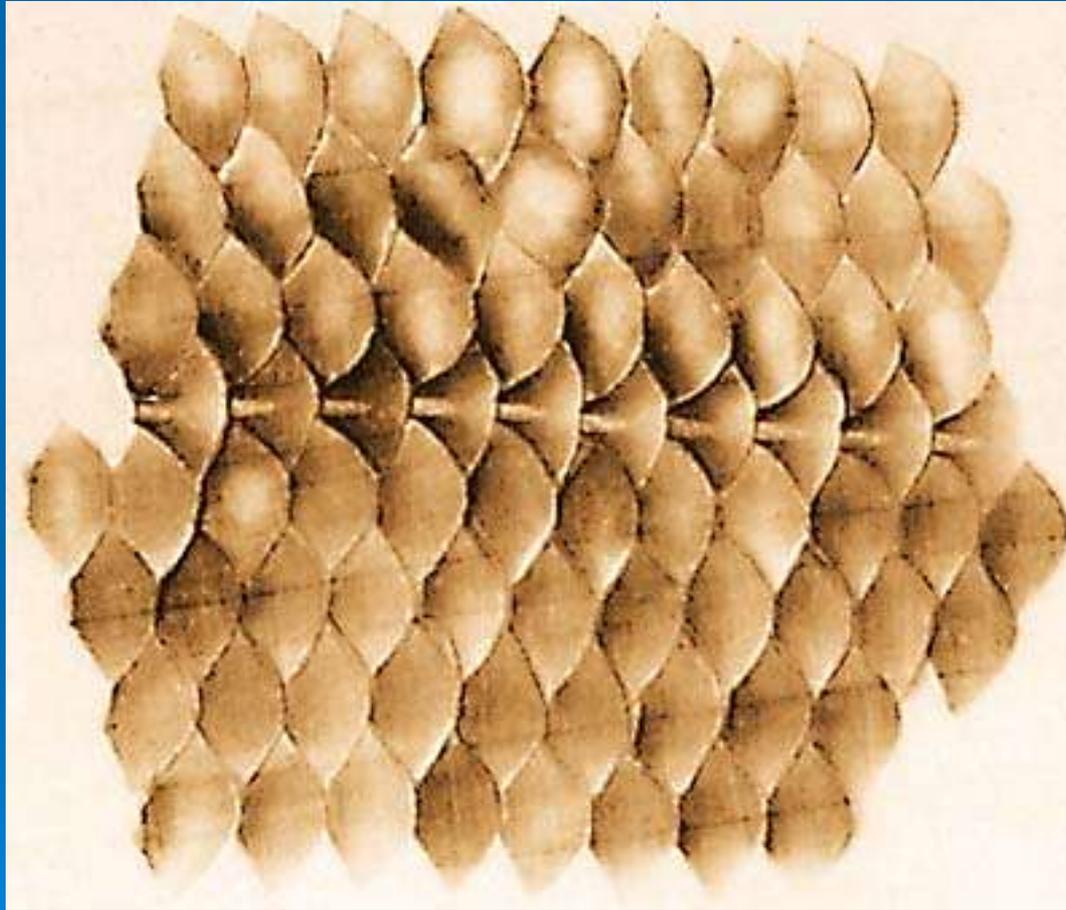
## Ctenoid scales

Note: spiny posterior margins

(Greek "cteno", comb-like ctenii on the margin of the scale.)



# Cycloid دایره ای

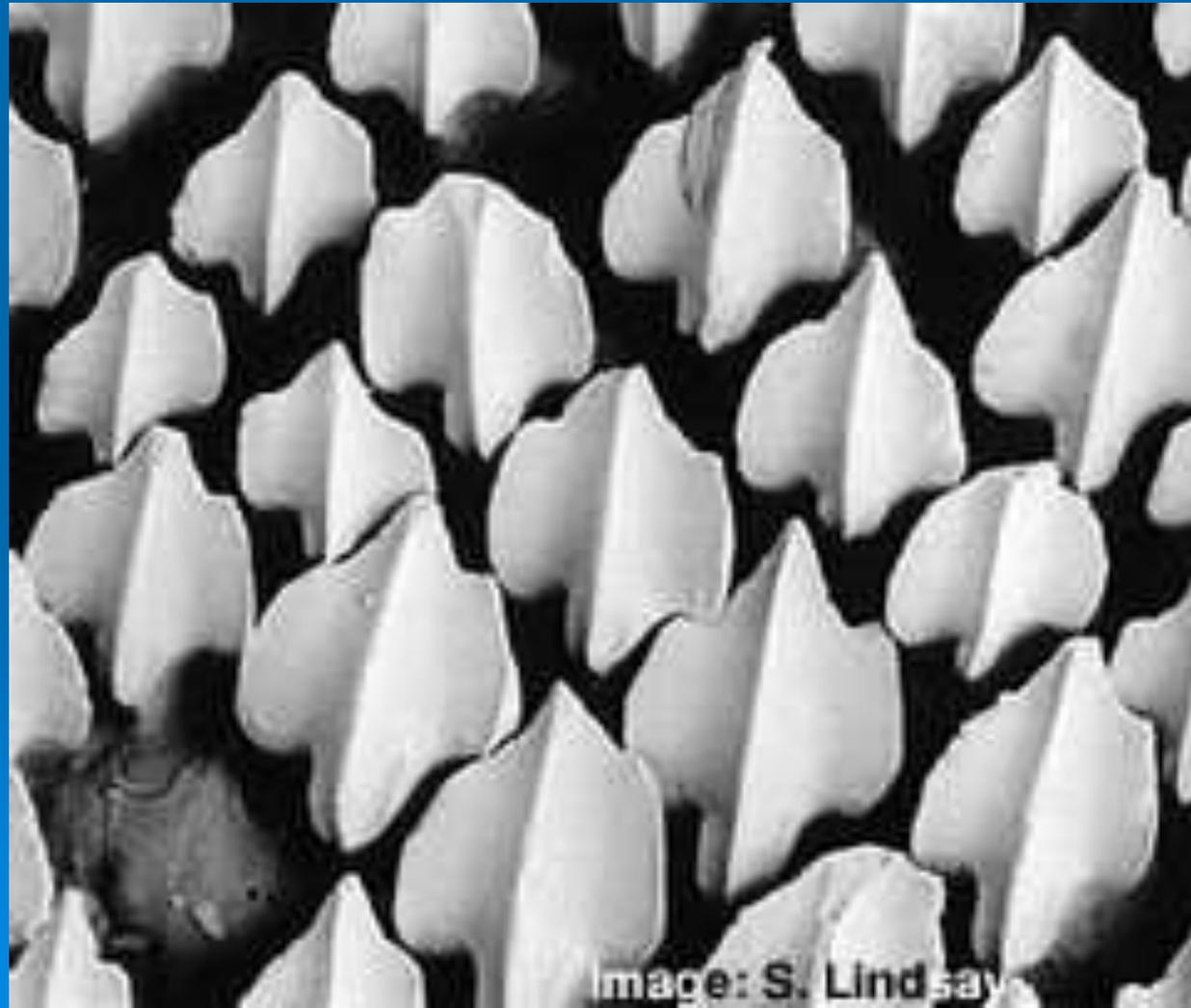


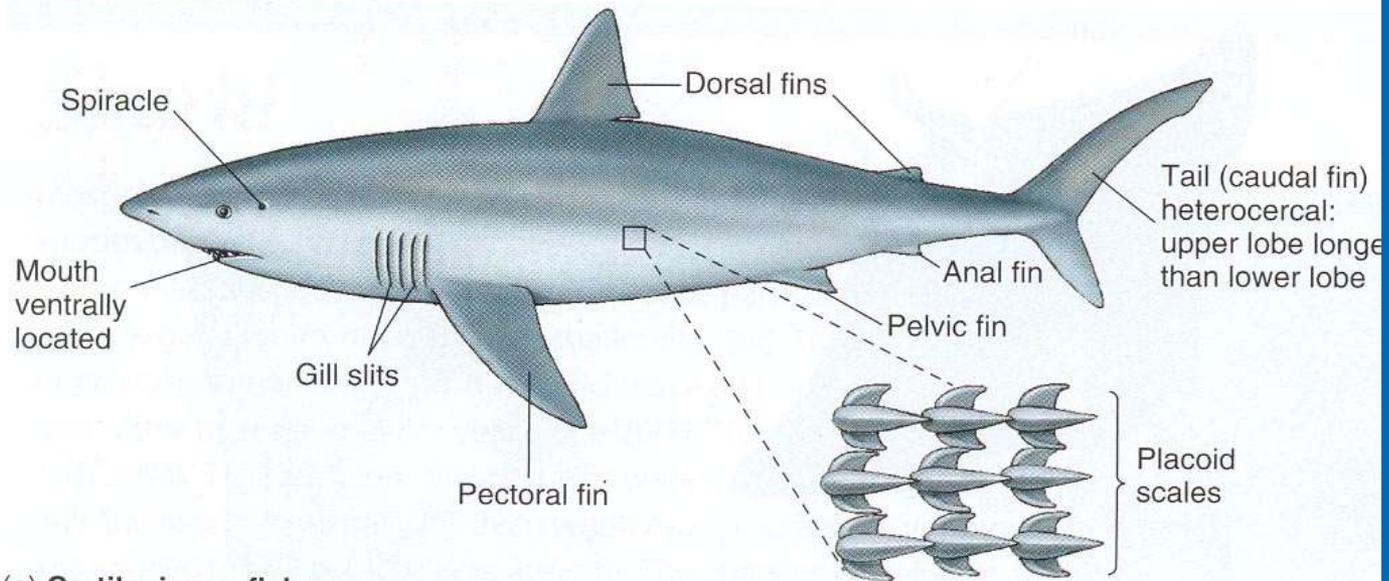
# Ganoid نوزی



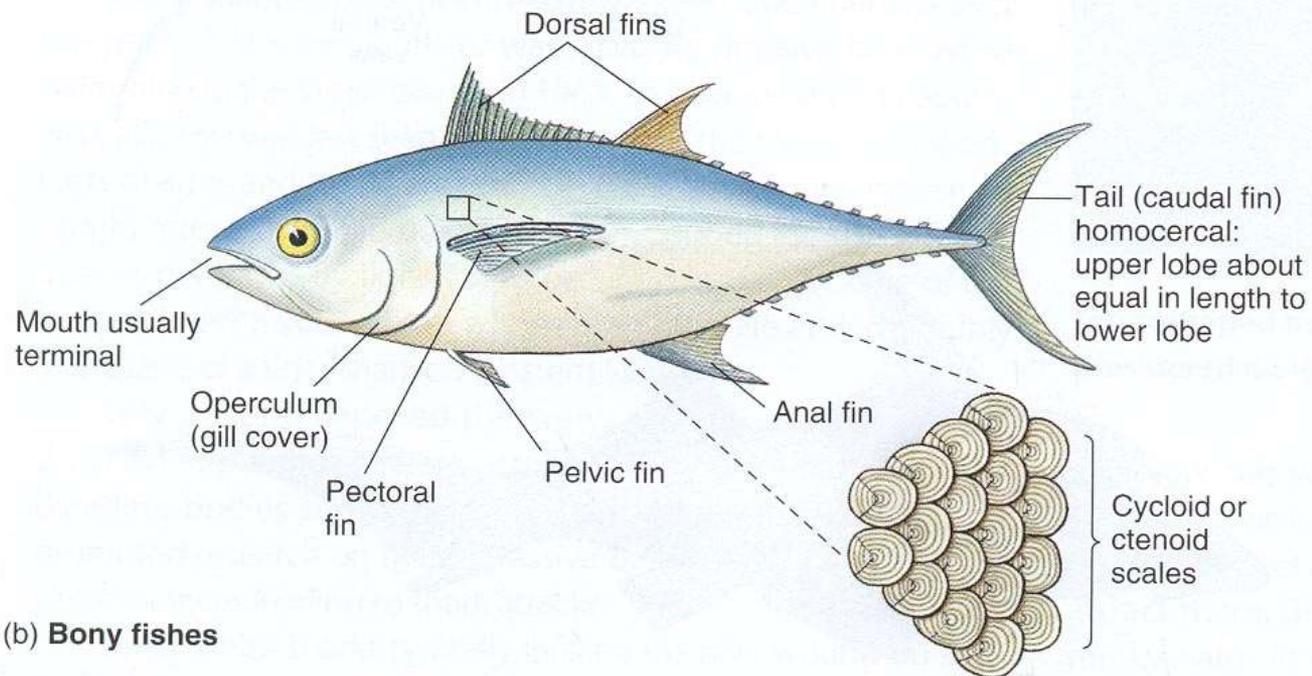
Image: C. Bento

# Placoid صفحہ ای



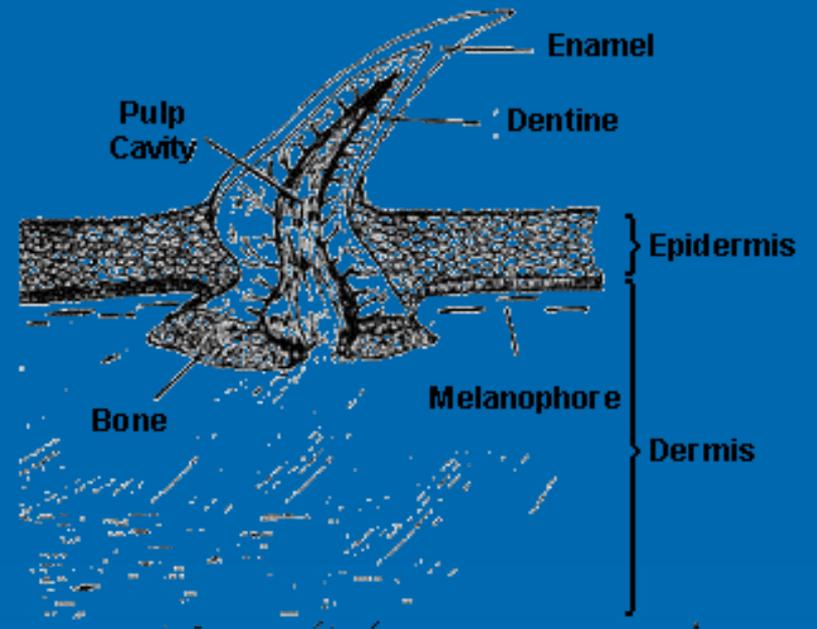
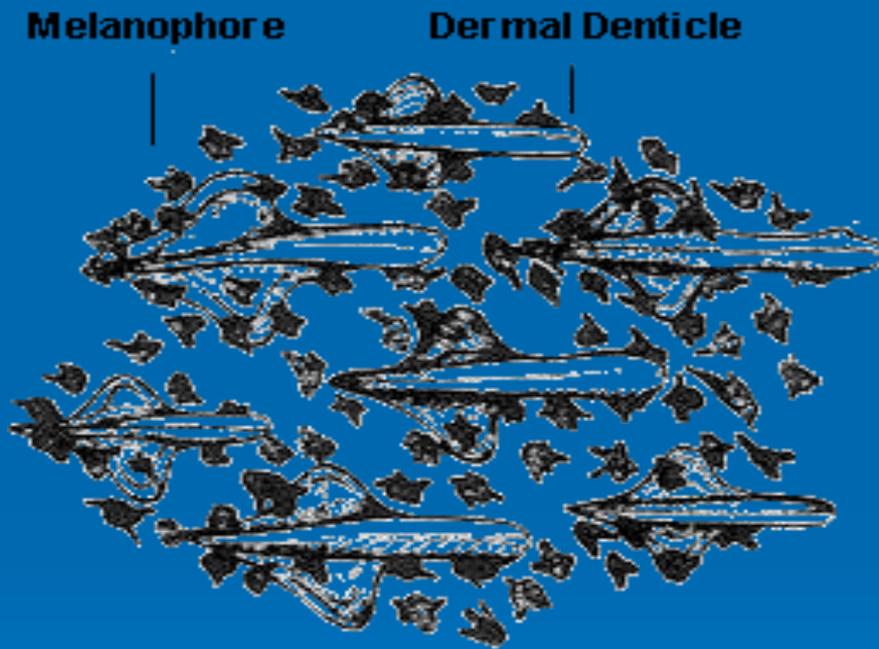


(a) **Cartilaginous fishes**



(b) **Bony fishes**

# Skin from Sharks



# Cosmoid scales



Image: C. Behlo

Common to Lungfishes (family Ceratodidae) and some fossil fishes.

Similar to placoid scales (Probably evolved from the fusion of placoid scales.)

Two basal layers of bone, a layer of dentine-like cosmine, and an outer layer of vitrodentine.

Scale becomes larger as fish grows and new bone is added to the basal layers.

# تعیین سن

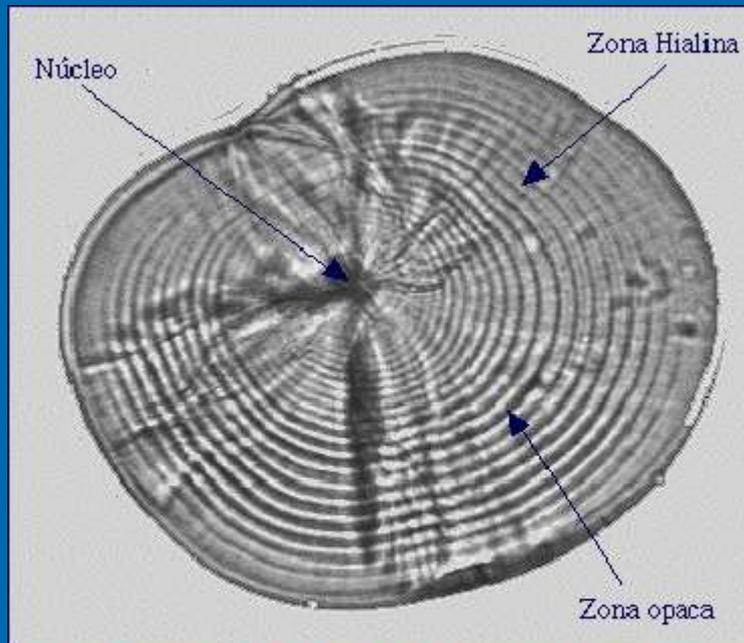


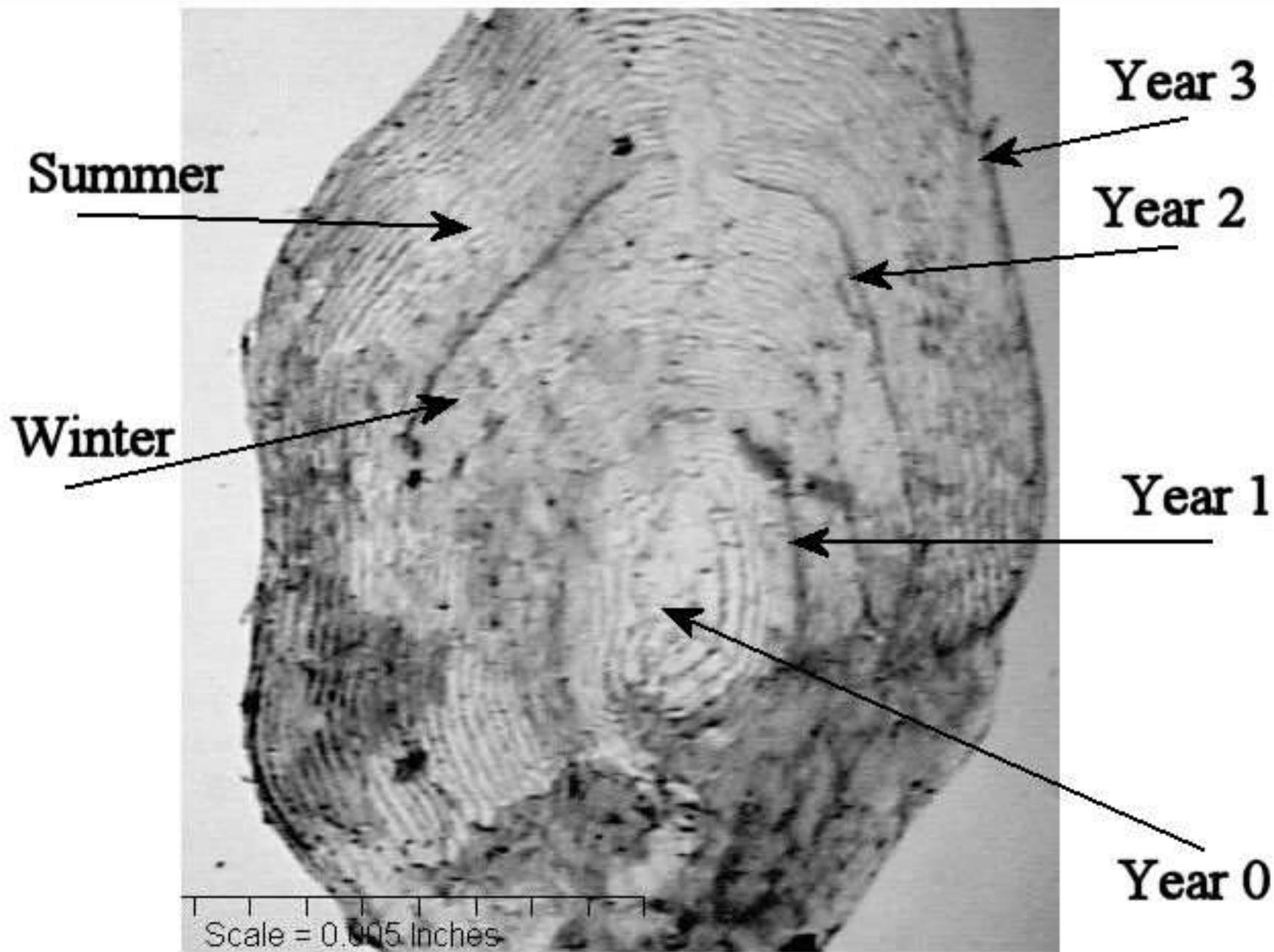
Figura 2. Otolito de larva de sardina (*Sardina pilchardus*) de 21 días

➤ فلس

➤ اتولیت

➤ اولین شعاع سخت

باله سینه ای

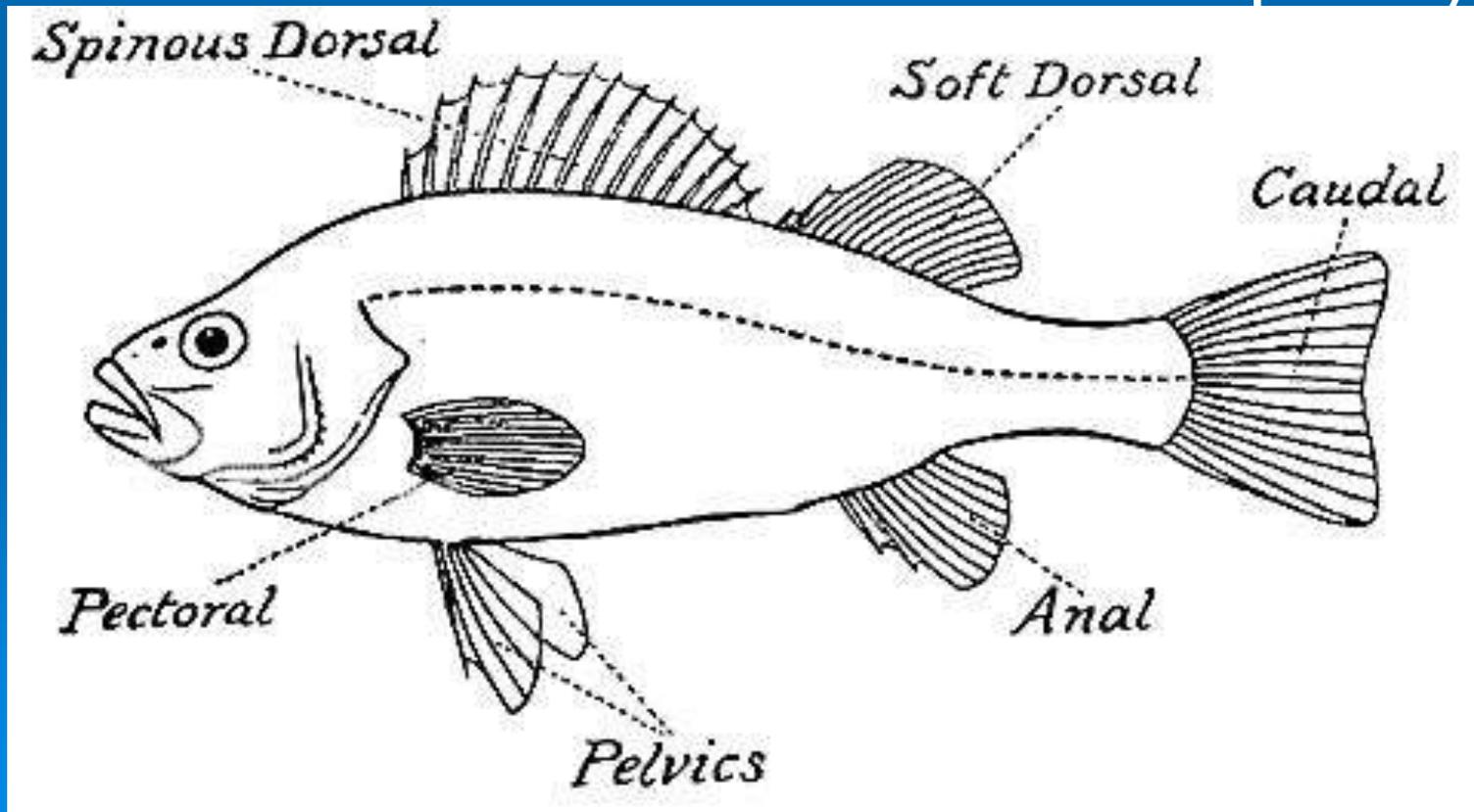


# باله Fin

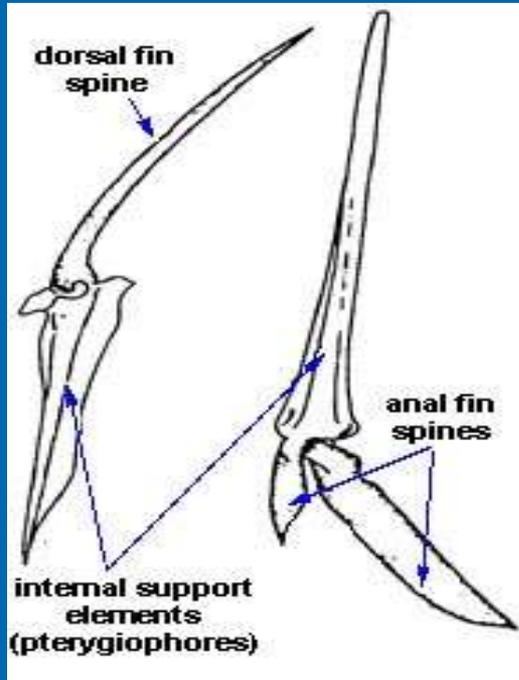
➤ باله‌ها در حقیقت چین‌های پوستی هستند که دارای دو نوع شعاع سخت (HAR) و نرم (SOFT) می‌باشند.

➤ فرمول باله‌ها-

➤ Isospondyli



## Spines vs. Rays



### Spines

Hard, pointed tissue  
Unsegmented  
Unbranched  
Solid

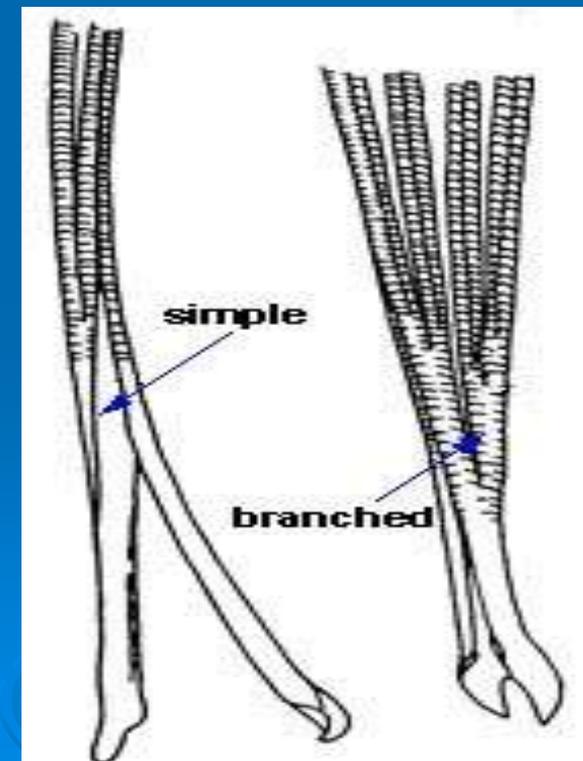
## Soft Finned Rays

### Rays

Soft, unpointed  
Segmented

Branched

Bilateral (lt. and rt. halves)





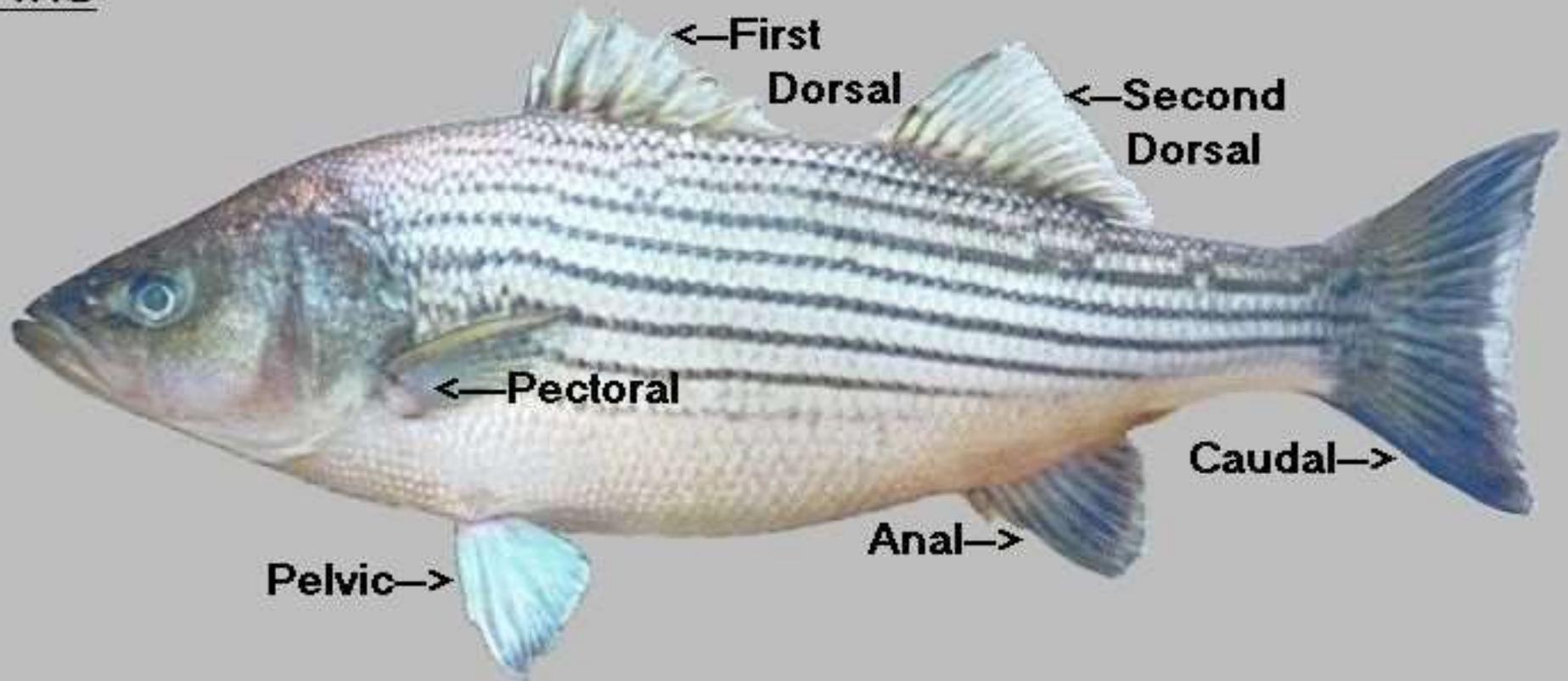
**نکته :** تعداد شعاعهای سخت و نرم باله ها برای شناسایی ماهیان بسیار مهم است. برای نمایش تعداد شعاعهای سخت از اعداد رومی و جهت نمایش شعاعهای نرم از اعداد لاتین استفاده می شود.

$$D = IV / 6$$

$$A = II / 7$$

$$D_1 = II / 4 , D_2 = 5$$

# Fins



# Kind of Fins:

➤ الف: باله های فرد:

**1- Dorsal Fin** : ایجاد حرکات موجی مقابله  
با حرکات ناشی از فشار آب

**2- Caudal Fin** : سکان ماهی و عامل  
اصلی حرکت

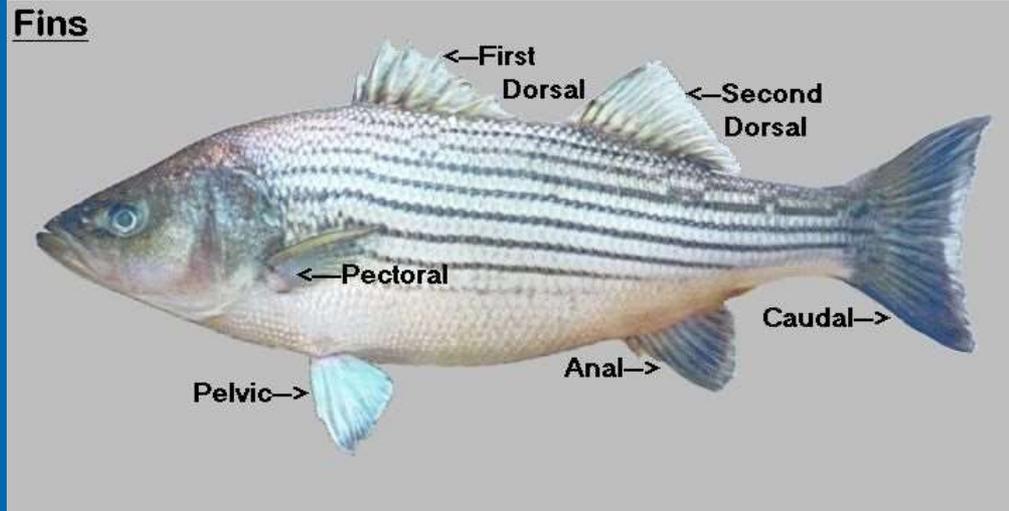
**3- Anal Fin** : شکافنده آب (مانند لبه کشتی)

**4- Adipose Fin** : مختص آزاد ماهیان

# Dorsal



## Fins



*Cod - Gadus morhua - 70-110 cm*

## Pacific Mackerel (*Scomber japonicus*)

Wavy black bars on a greenish blue dorsal surface

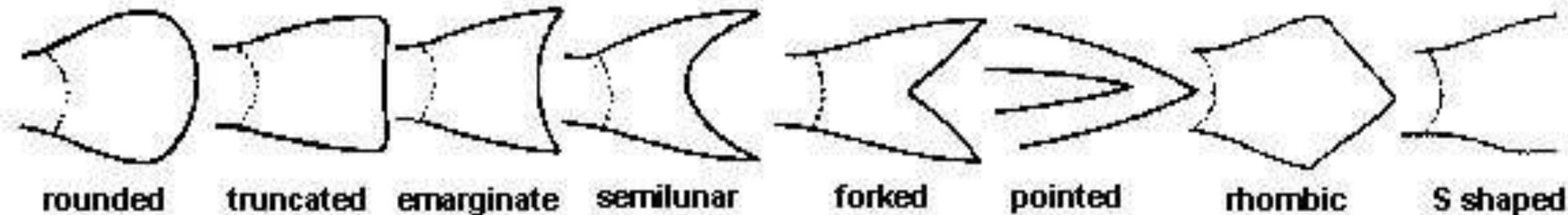
Two dorsal fins are widely separated



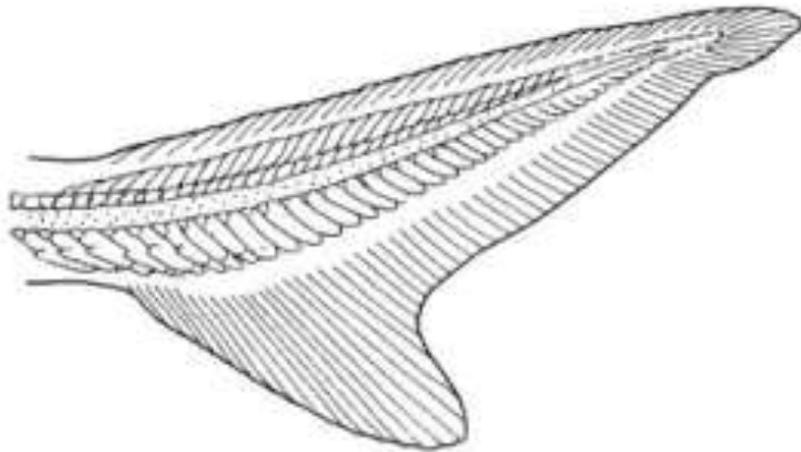
Very short pectoral fin

# Caudal Fins

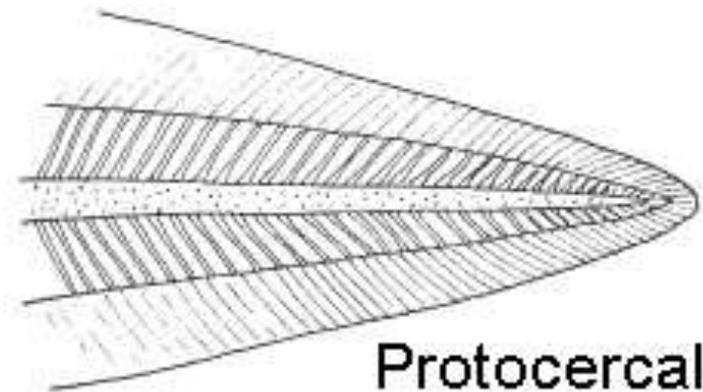
- Caudal fins are highly variable in shape but essentially serve the same function; that being forward motion, although some do it better than others and some provide additional benefits.



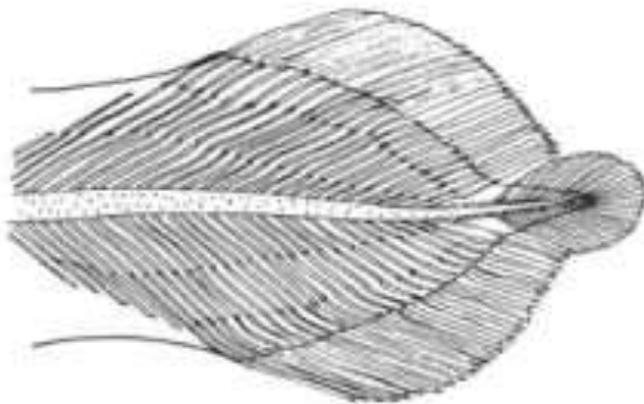
# Caudal



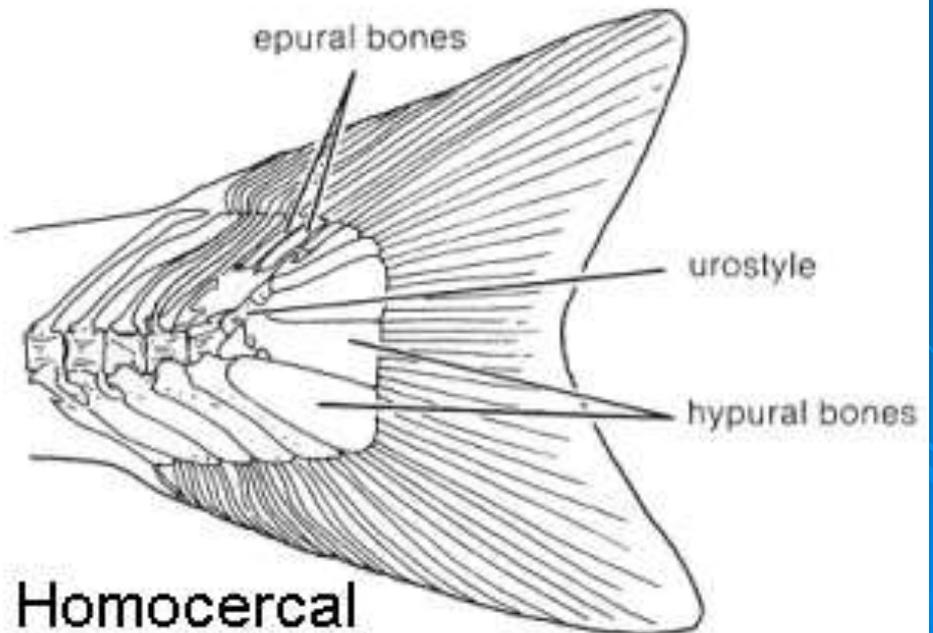
Heterocercal



Protocercal



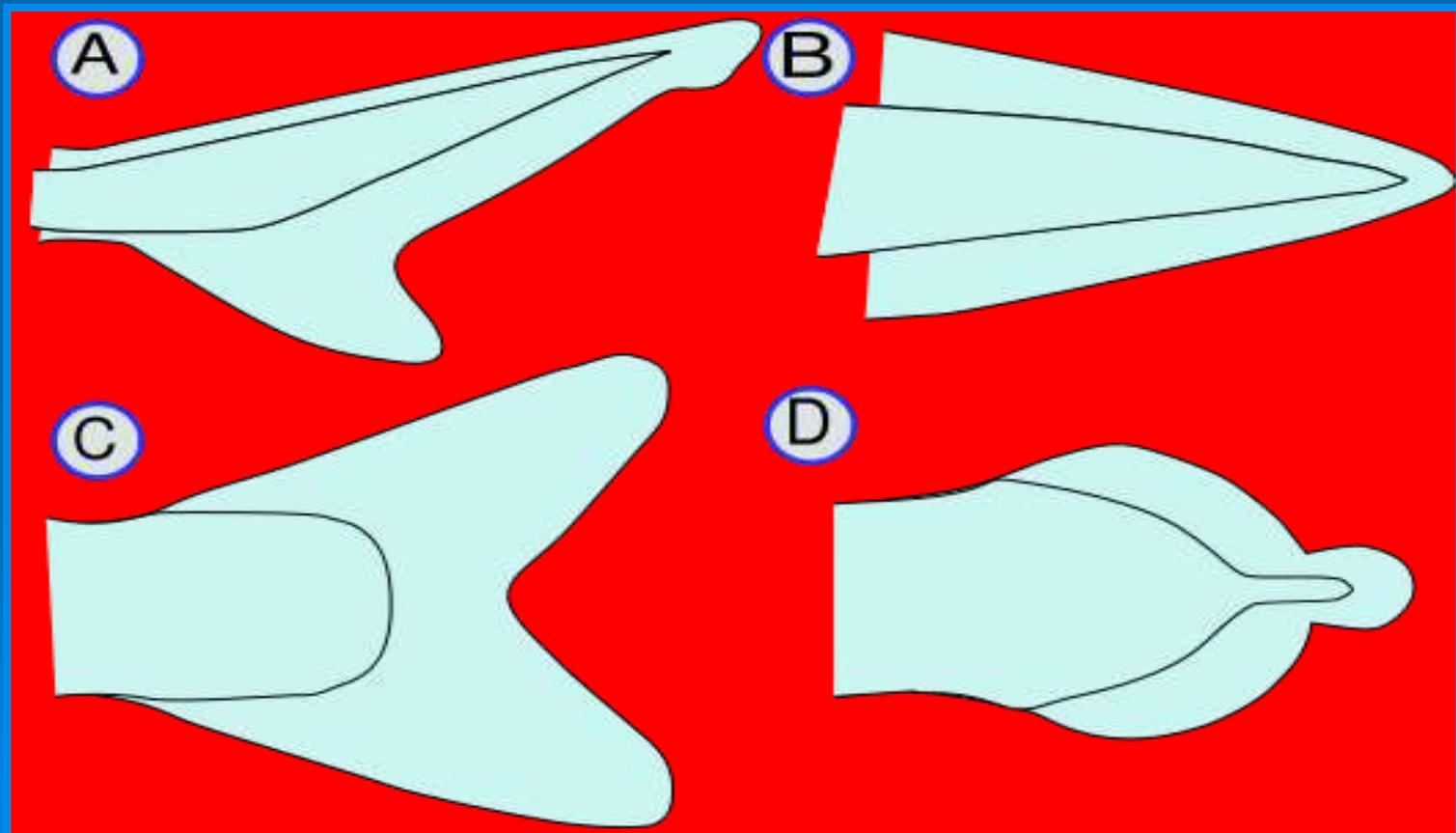
Diphyccercal

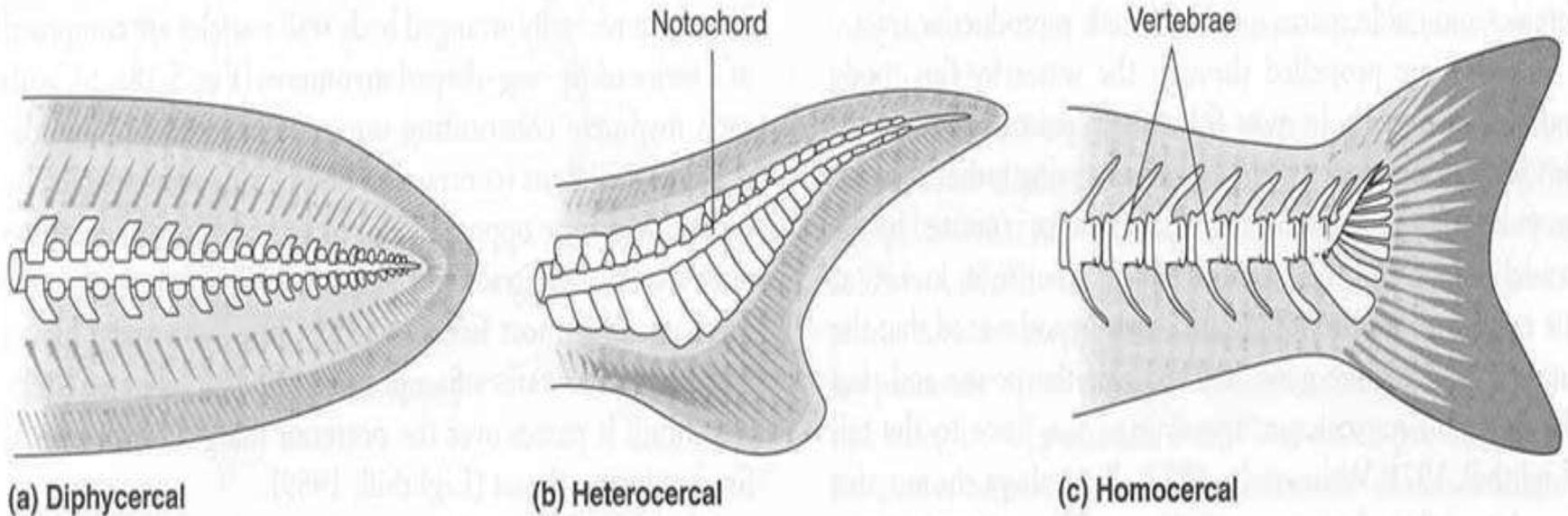


Homocercal

## types of caudal fin :

(A) - Heterocercal, (B) - Protocercal,  
(C) - Homocercal, (D) - Diphycercal



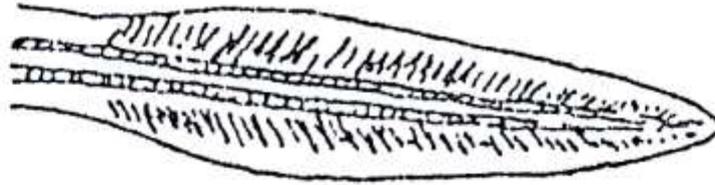


**(a) Diphyccercal**

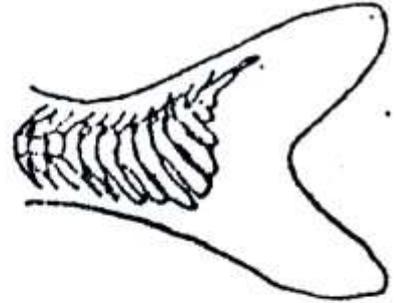
**(b) Heterocercal**

**(c) Homocercal**

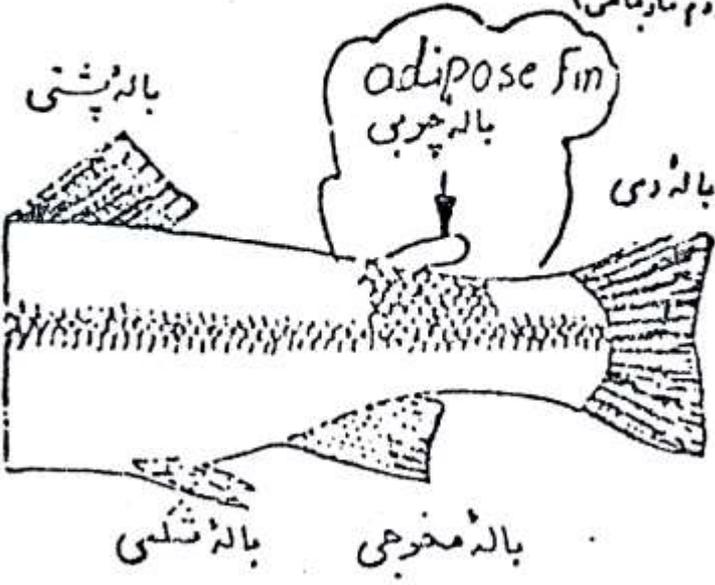
Major caudal fin (tail) modifications in fishes: (a) diphyccercal (lungfishes and bichirs); (b) heterocercal (sharks); (c) homocercal (most bony fishes).



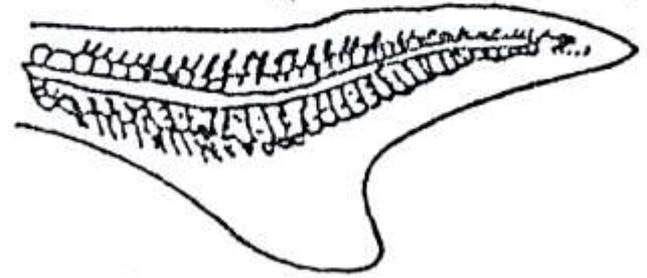
باله دوس ابتدائی (دم مارماہی)



باله دوس منجھاس (دم ماہی استخوانی)



باله چیرس در آزاد مینھاس



باله دوس نا منجھاس (دم نالی ماہی)

Protocercal—primitive, extends around the posterior end (lancelets)





Leptocercal—dorsal and anal rays joined with caudal around posterior of fish (lungfishes, coelocanth).

**Heterocercal—unequal lobed, vertebral column extends into the upper portion (sharks, sturgons, gar)**



Homocercal—equal lobes (most bony fish)





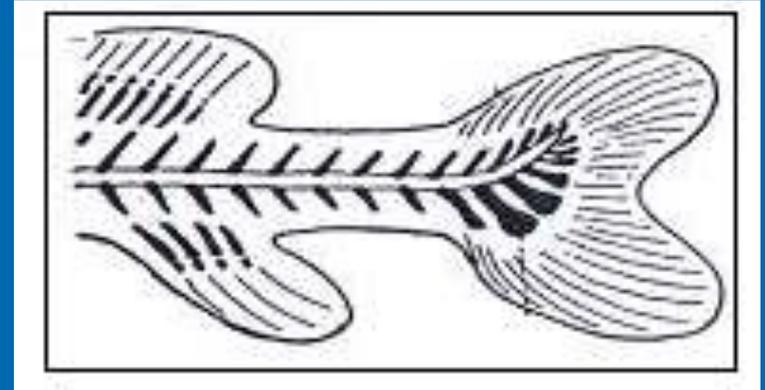
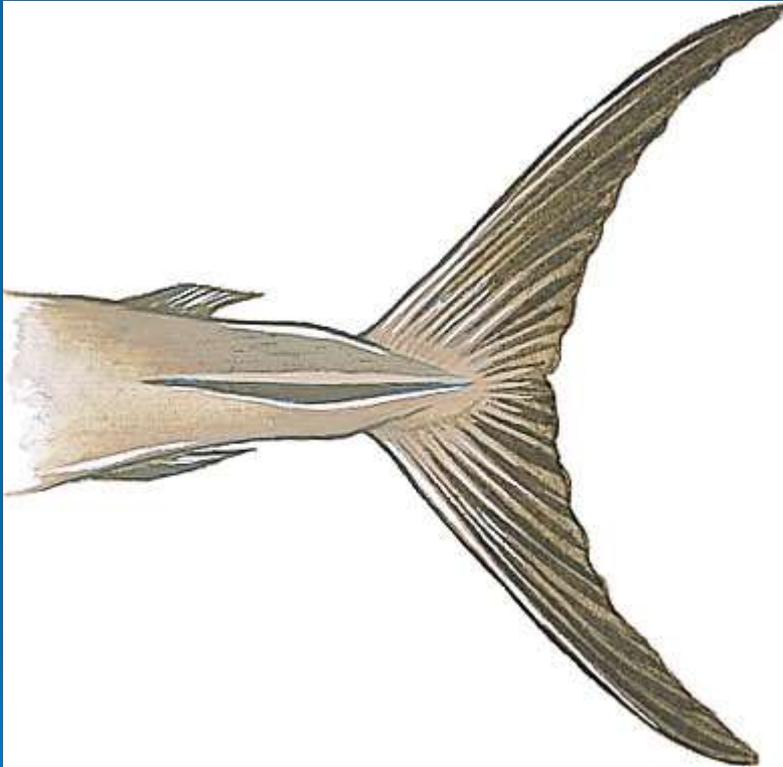
Isocercal—last vertebrae modified (cods)

**Gephyrocercal—”bridge tail”  
Dorsal and anal fins have grown around  
posterior end of fish. (Mola)**

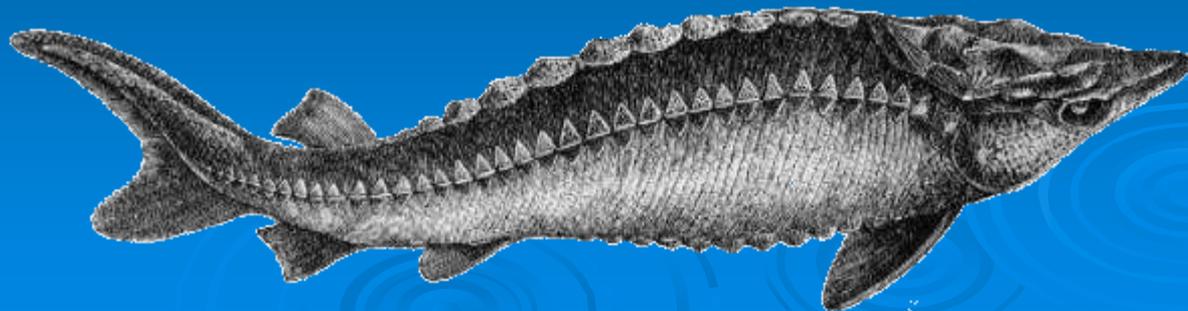
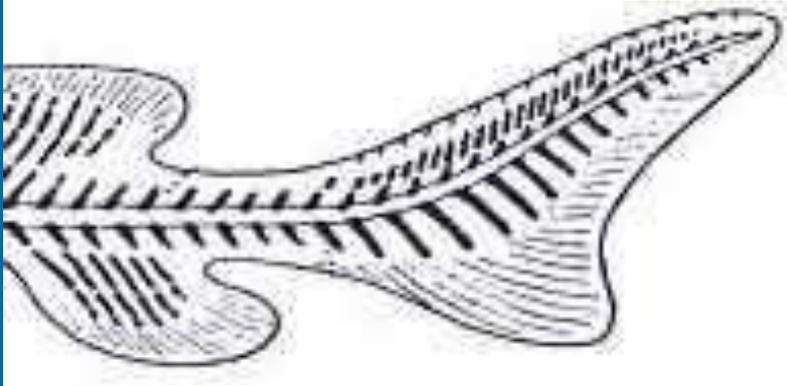


**Copyright David Wrobel**

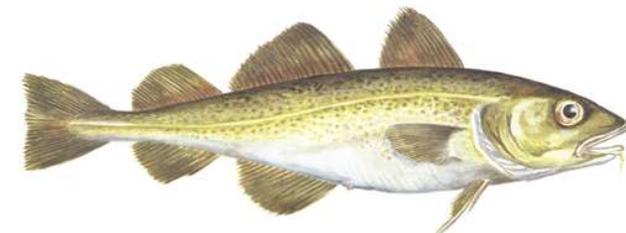
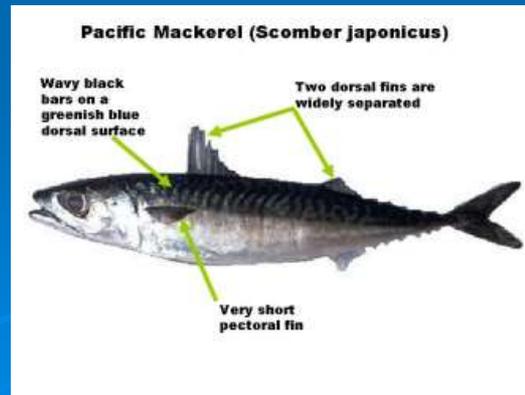
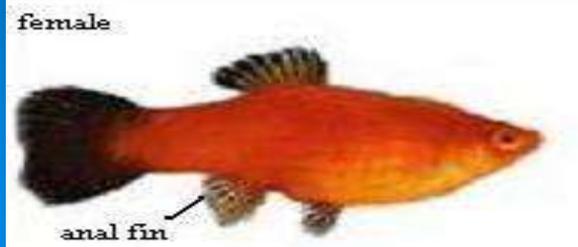
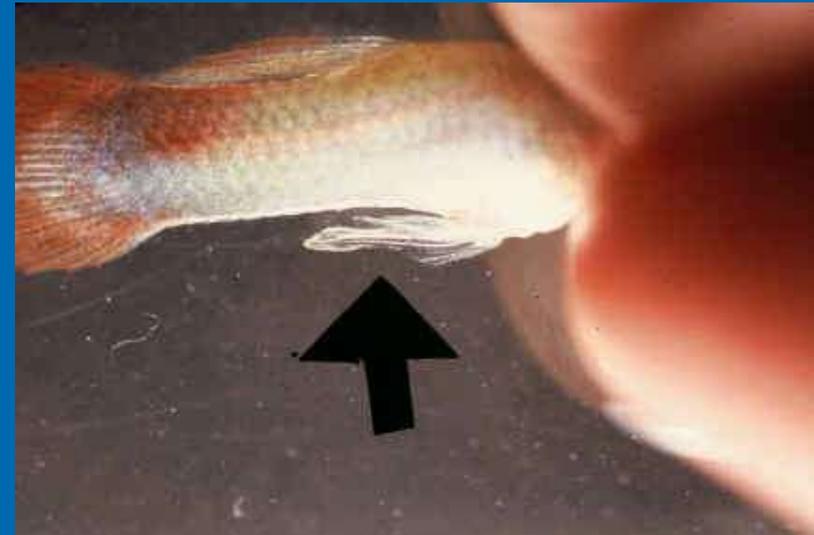
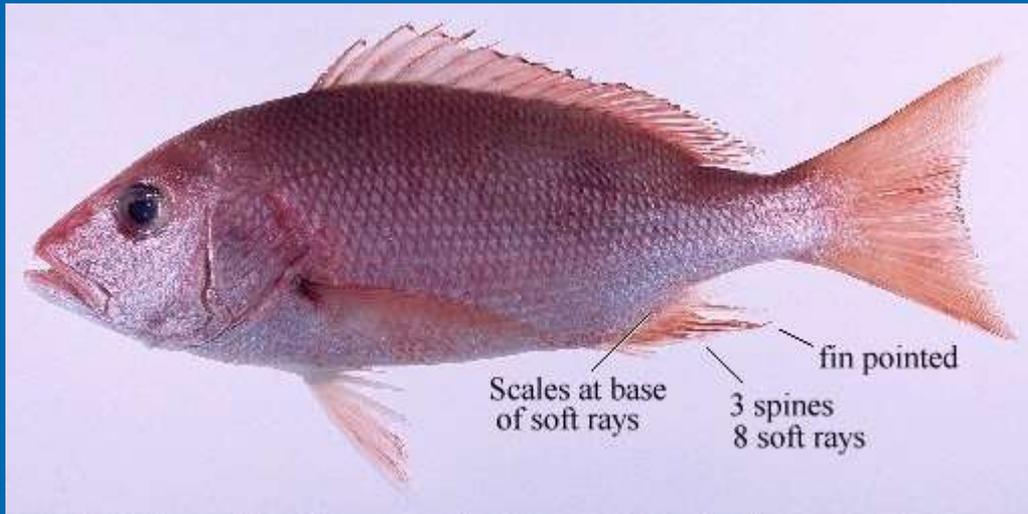
# Homocercal Tail



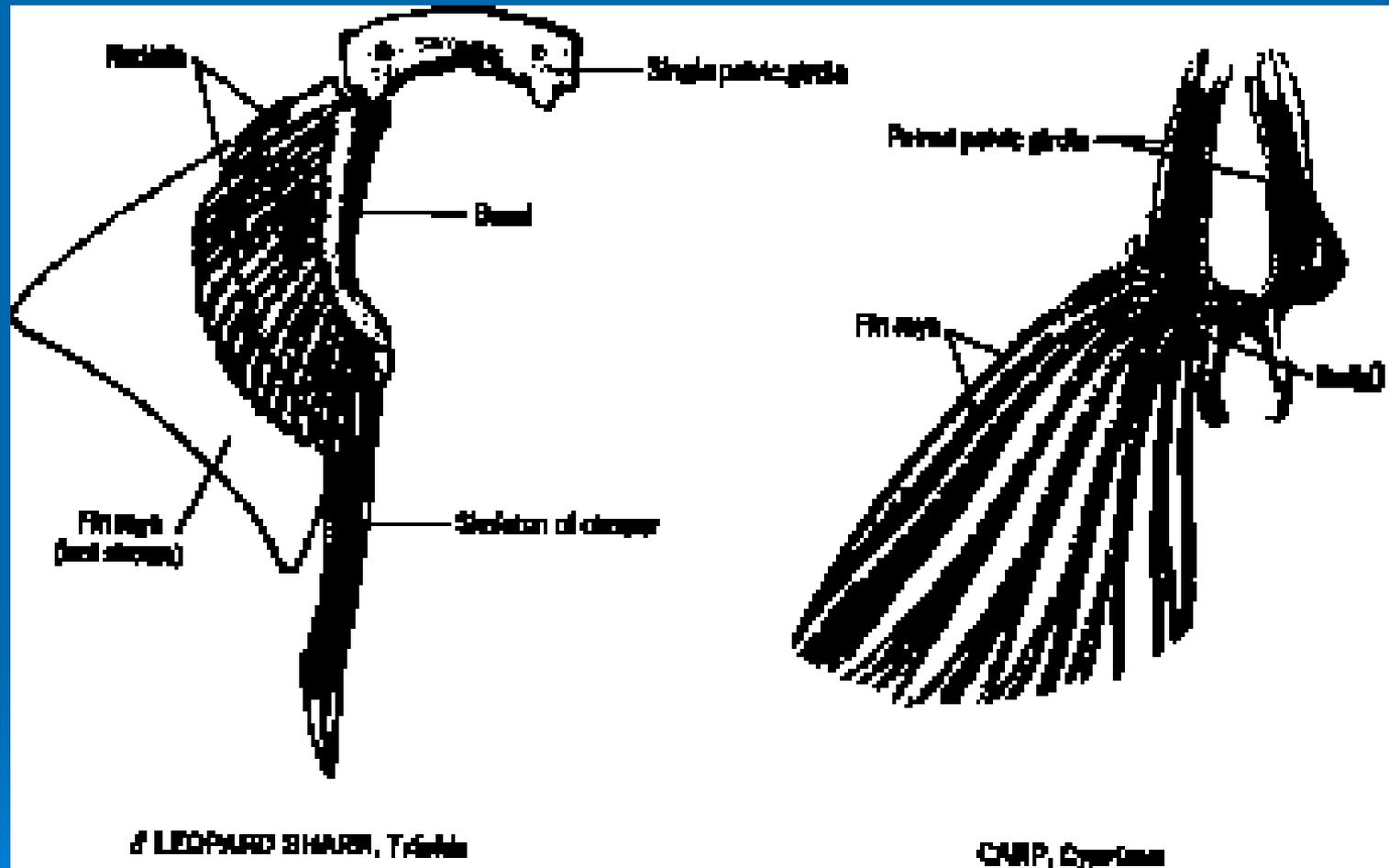
# heterocercal fin



# Anal-(Gonopodium)



*Cod - Gadus morhua - 70-110 cm*

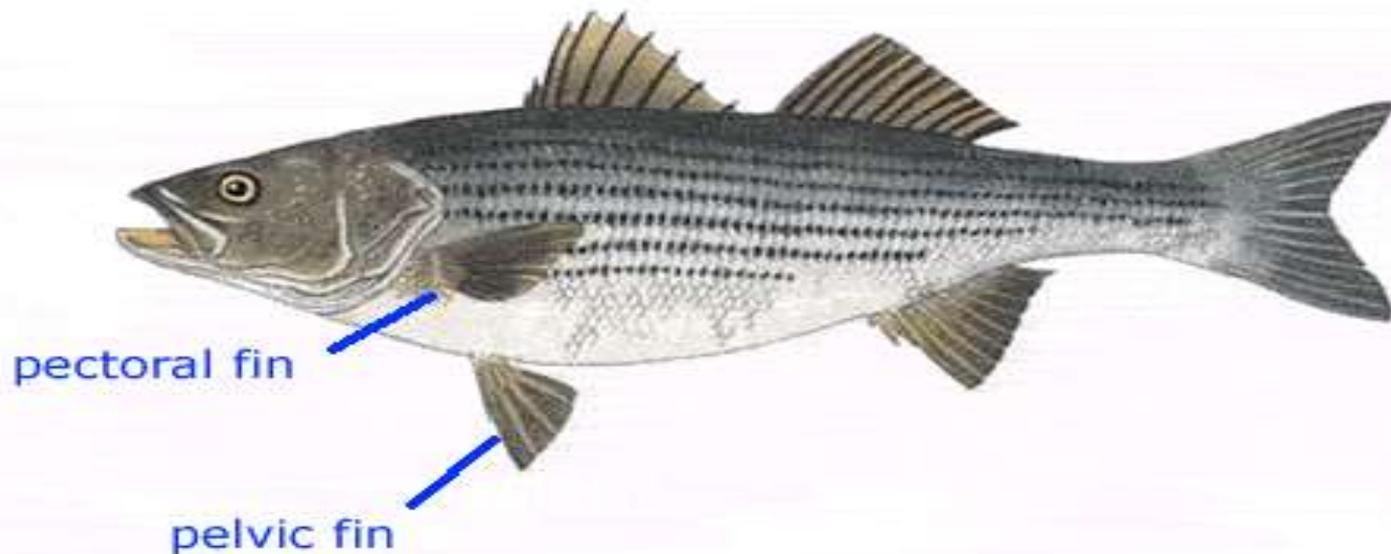


## باله های زوج :

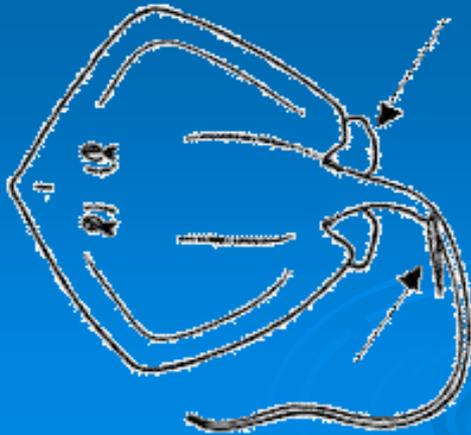
### Pectoral Fin-1

### Pelvic Fin or Ventral Fin -2

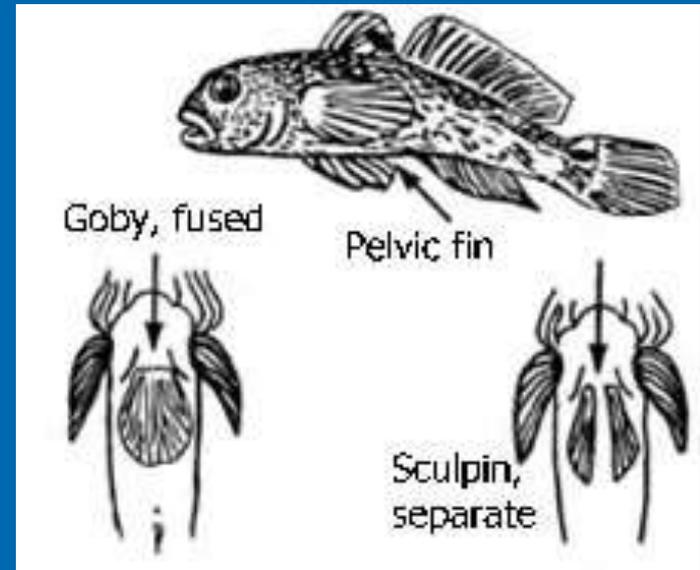
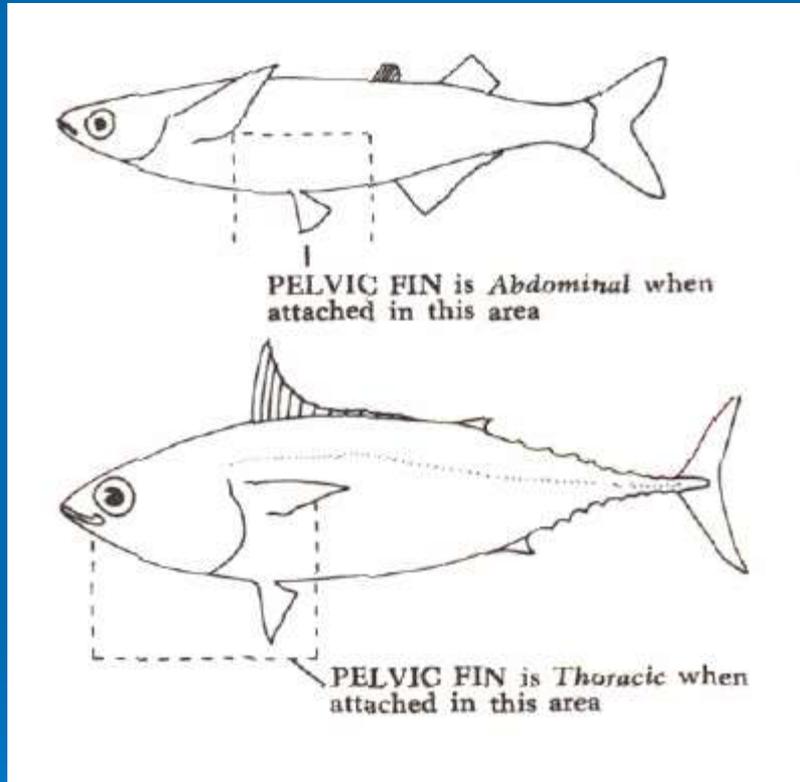
نقش این باله ها در چرخش ، تعادل ، حرکت  
رو به جلو و عامل بازدارنده می باشد.



# Pectoral



# Pelvic(Ventral)



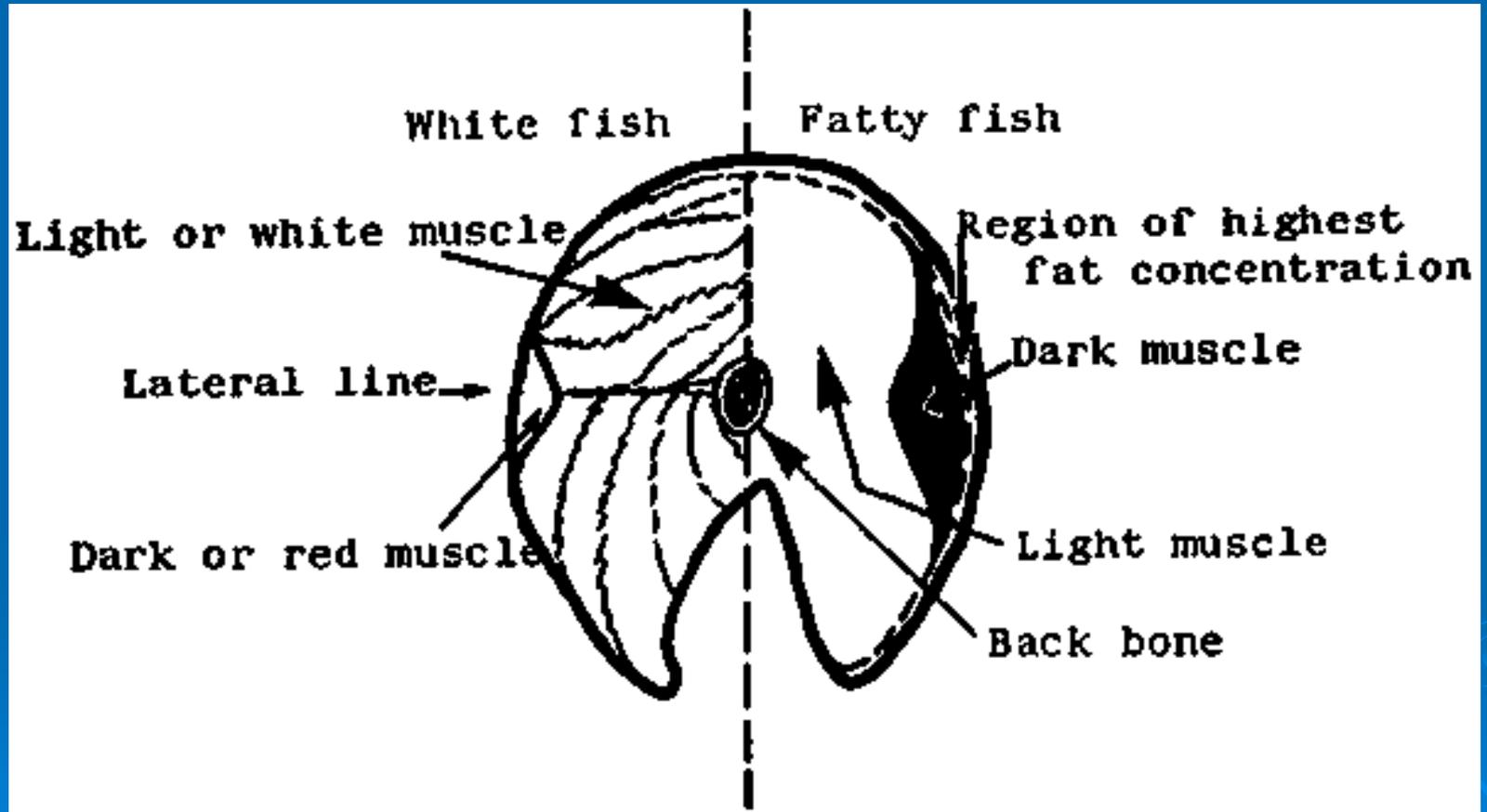
# clasper



# Muscle types

- Fish have the same three basic types of muscles as other vertebrates: skeletal, smooth, and cardiac.
- Skeletal: Voluntary, used for locomotion, comprises the majority of the fish's muscle mass.
- Smooth: Involuntary such as intestine, many organs, and the circulatory system.
- Cardiac: Heart

# Fish muscle

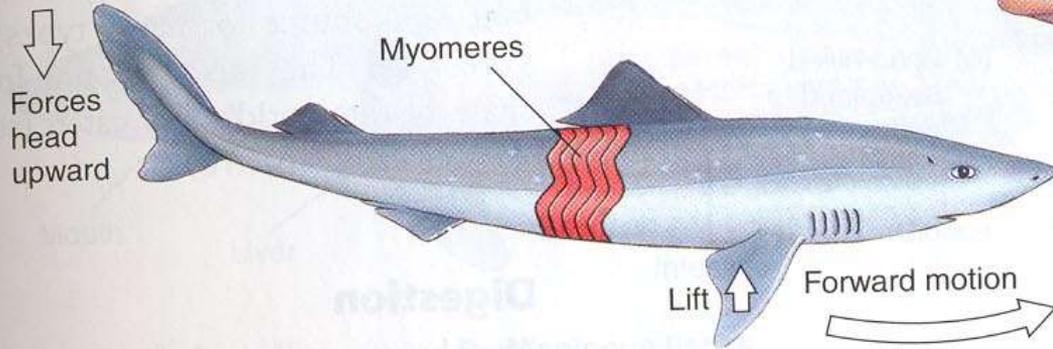


## Skeletal Fish Muscle:

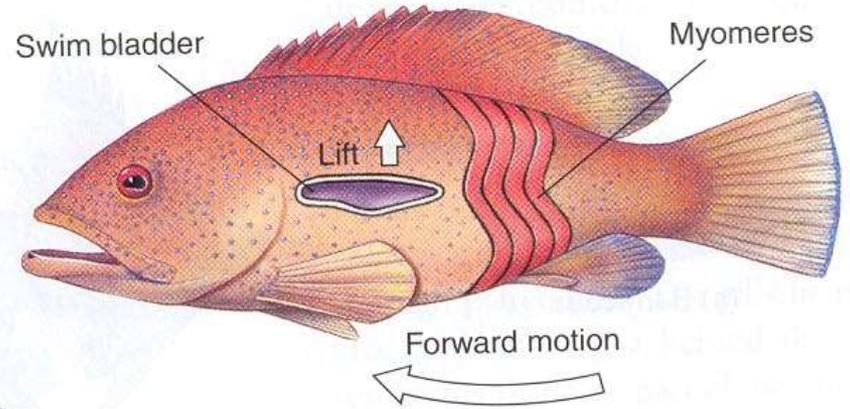
- Essentially three types of fish muscle: **red**, **white**, **pink**.
- Red muscle (oxidative): Highly vascularized, myoglobin containing tissue used during sustained swimming. Small diameter and high blood volume = rich O<sub>2</sub> supply! Presence leads to strong flavor in some fishes (tuna).
- White muscle (glycolytic): Little vascularization. Used during “burst” swimming. Large diameter fibers.
- Pink muscle: This one is sort of in between red and white. Serves in sustained swimming, but not to the extent that red muscle is used.

## Red vs. White Muscle Fibers

	Red	White
Capillary beds	<b>Extensive</b>	Sparse
Muscle fiber density	<b>Low</b>	High
Myoglobin content	<b>High</b>	Low
Glycogen content	<b>Low</b>	High
Muscle mass	<b>Low</b>	High



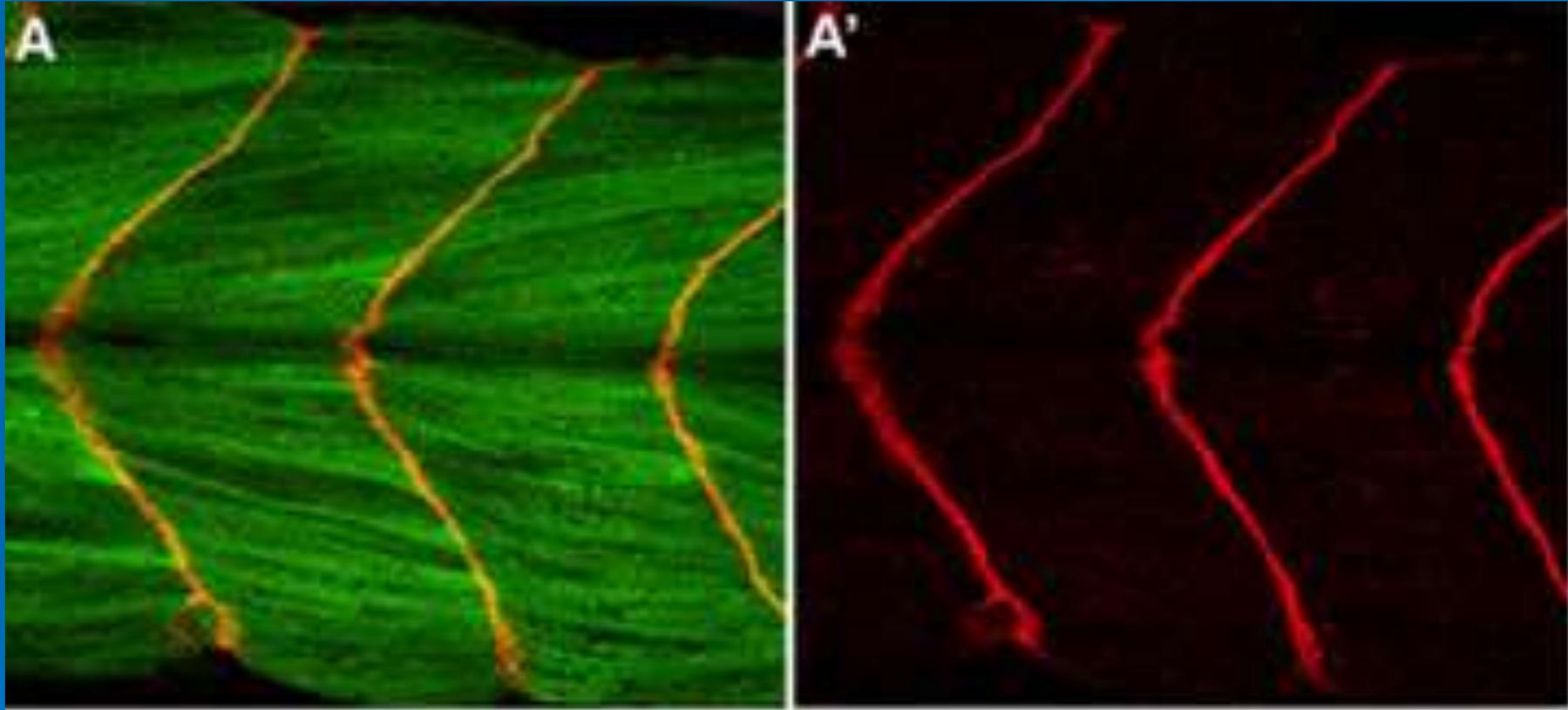
(a) **Cartilaginous fishes**

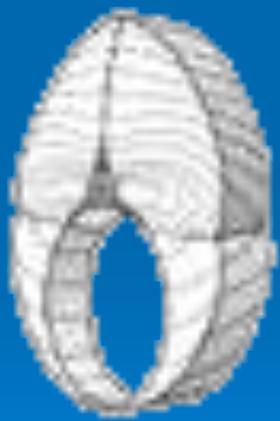


(b) **Bony fishes**

...tion in the water. (a) Sharks use their fins for lift

# Myosepta & myomer





# Skeleton of a fish

➤ ستون مهره ها

➤ جمجمه

➤ ستون مهره ها در ماهیان شامل دو بخش تنه و دم می باشد.

➤ مهره ها از سه بخش تشکیل شده اند

➤ جسم مهره در وسط

➤ کمان عصبی

➤ کمان خونی

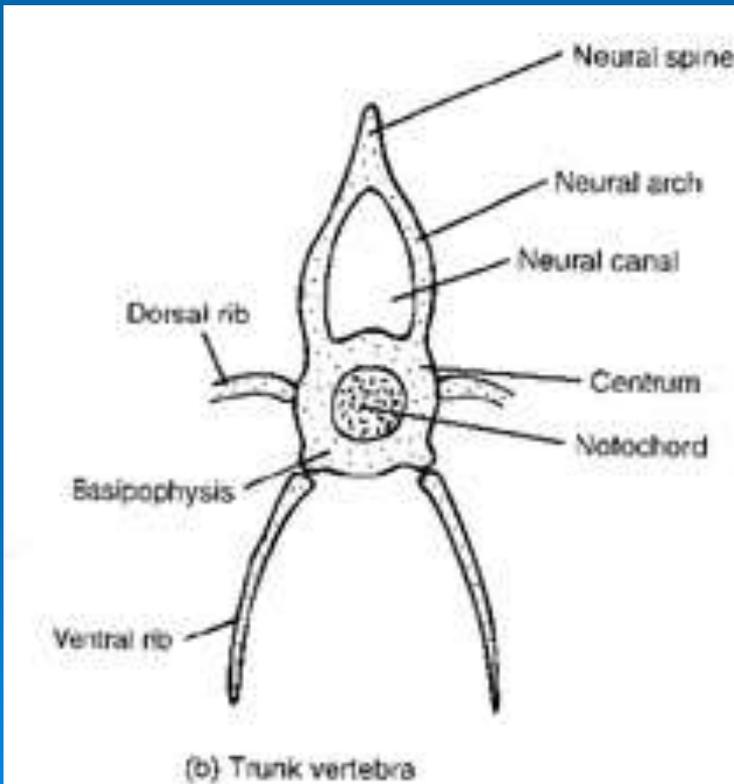
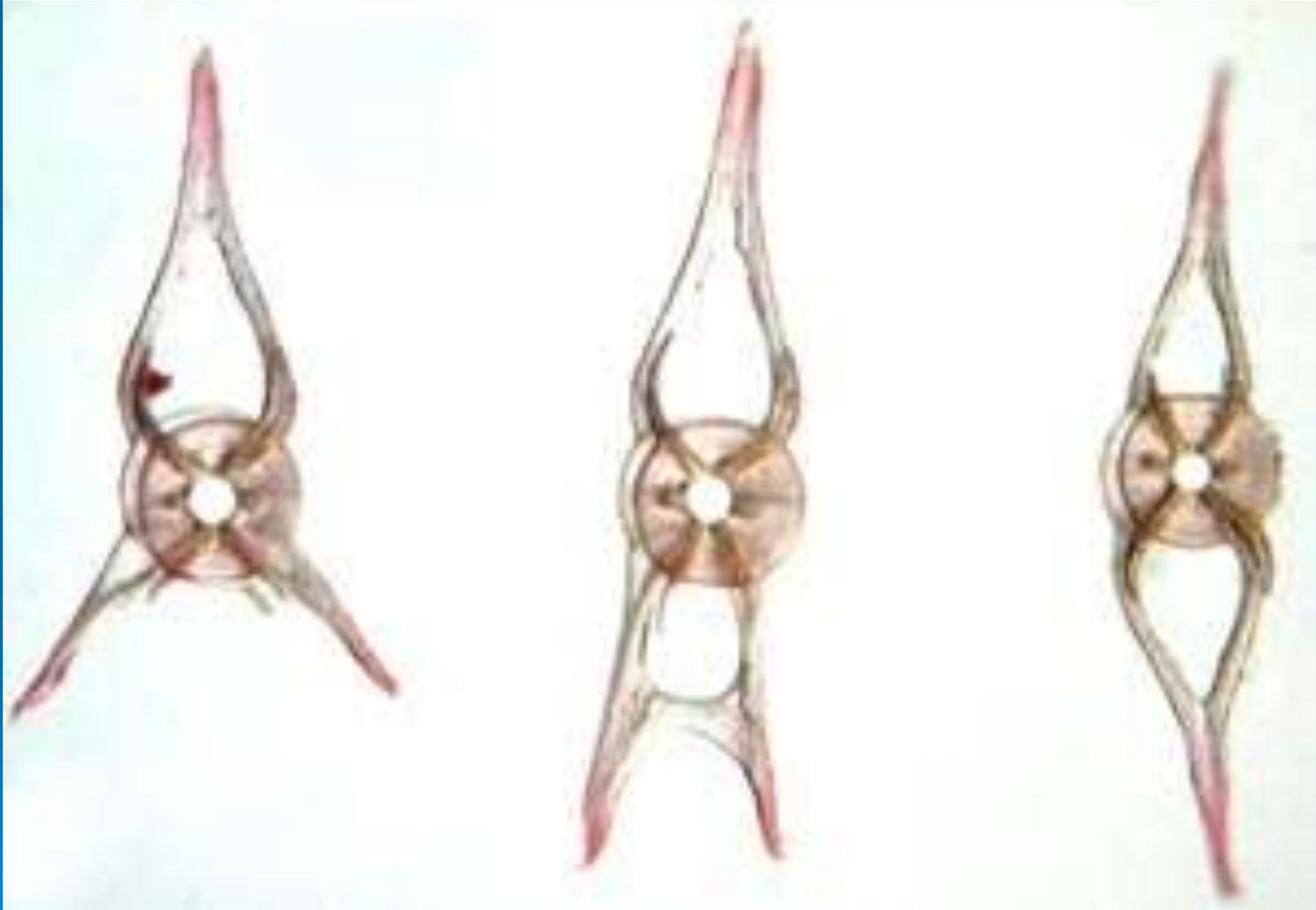


FIGURE 8.6 Ribs.

# spine



# Fish Vertebrae

# Shark Vertebrae

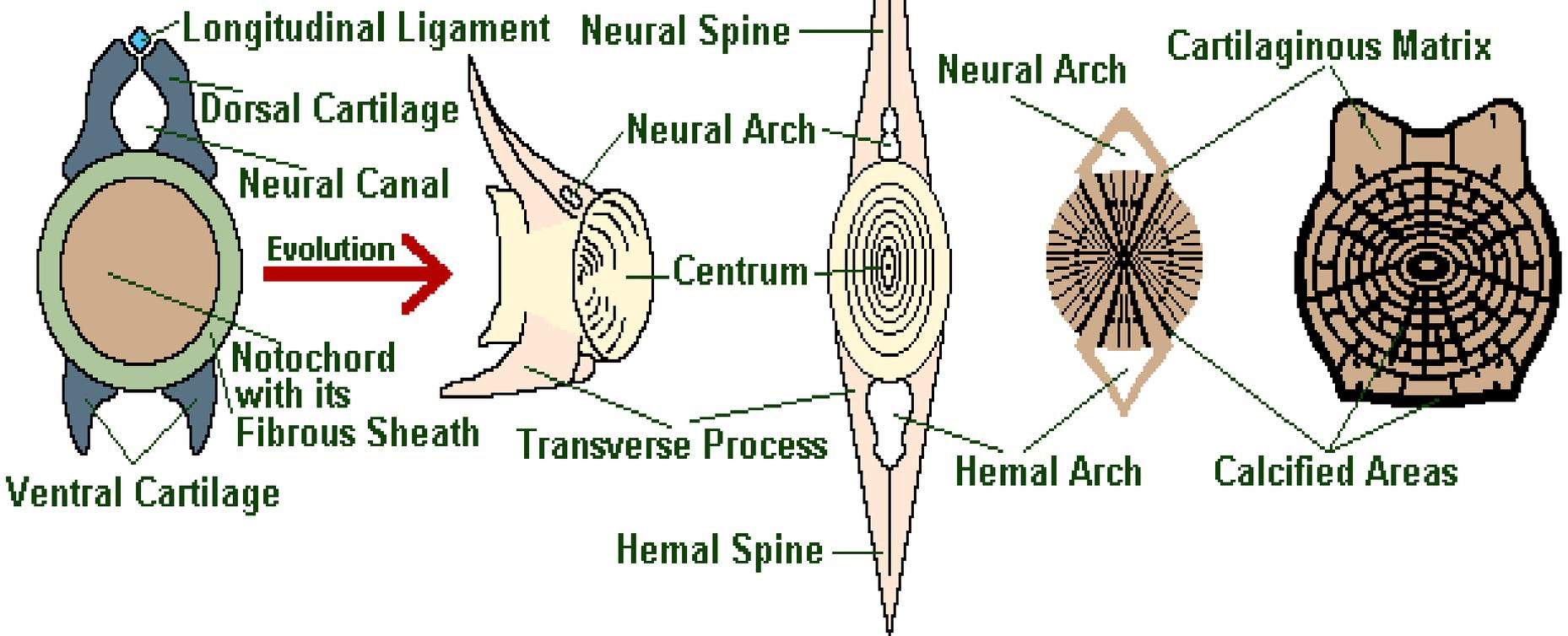
Sturgeon

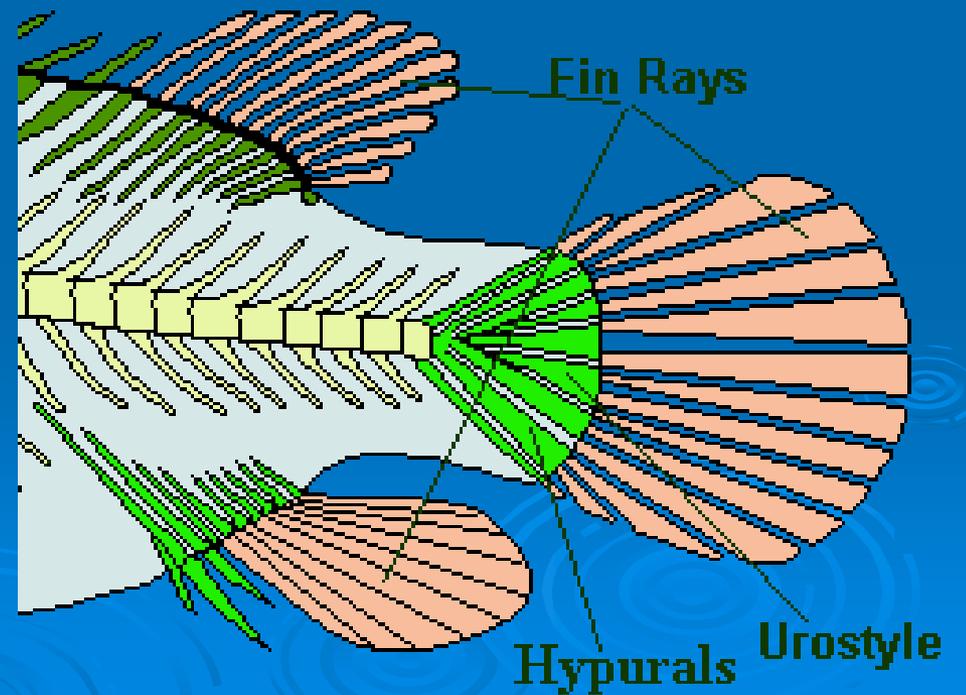
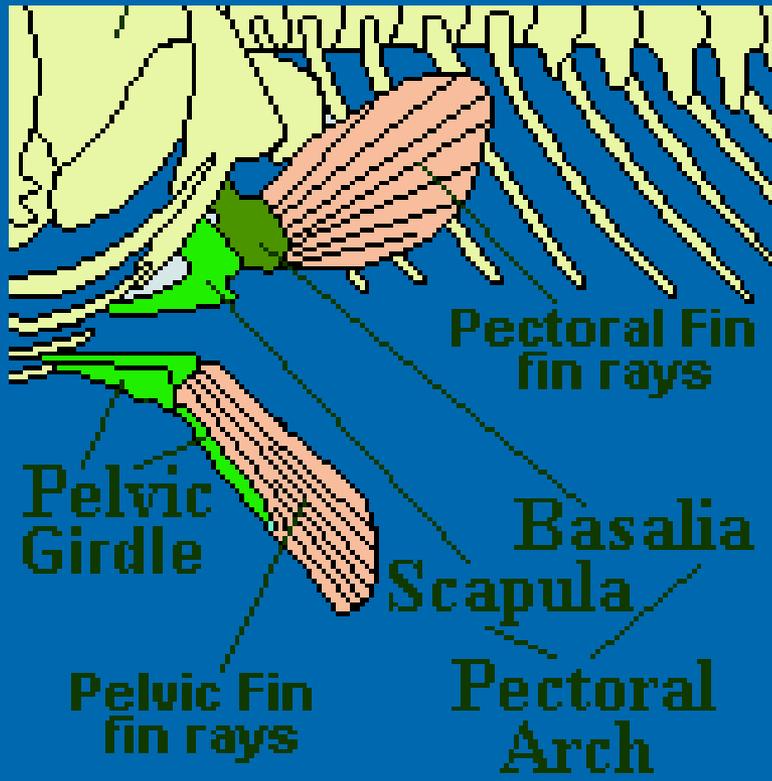
Cod

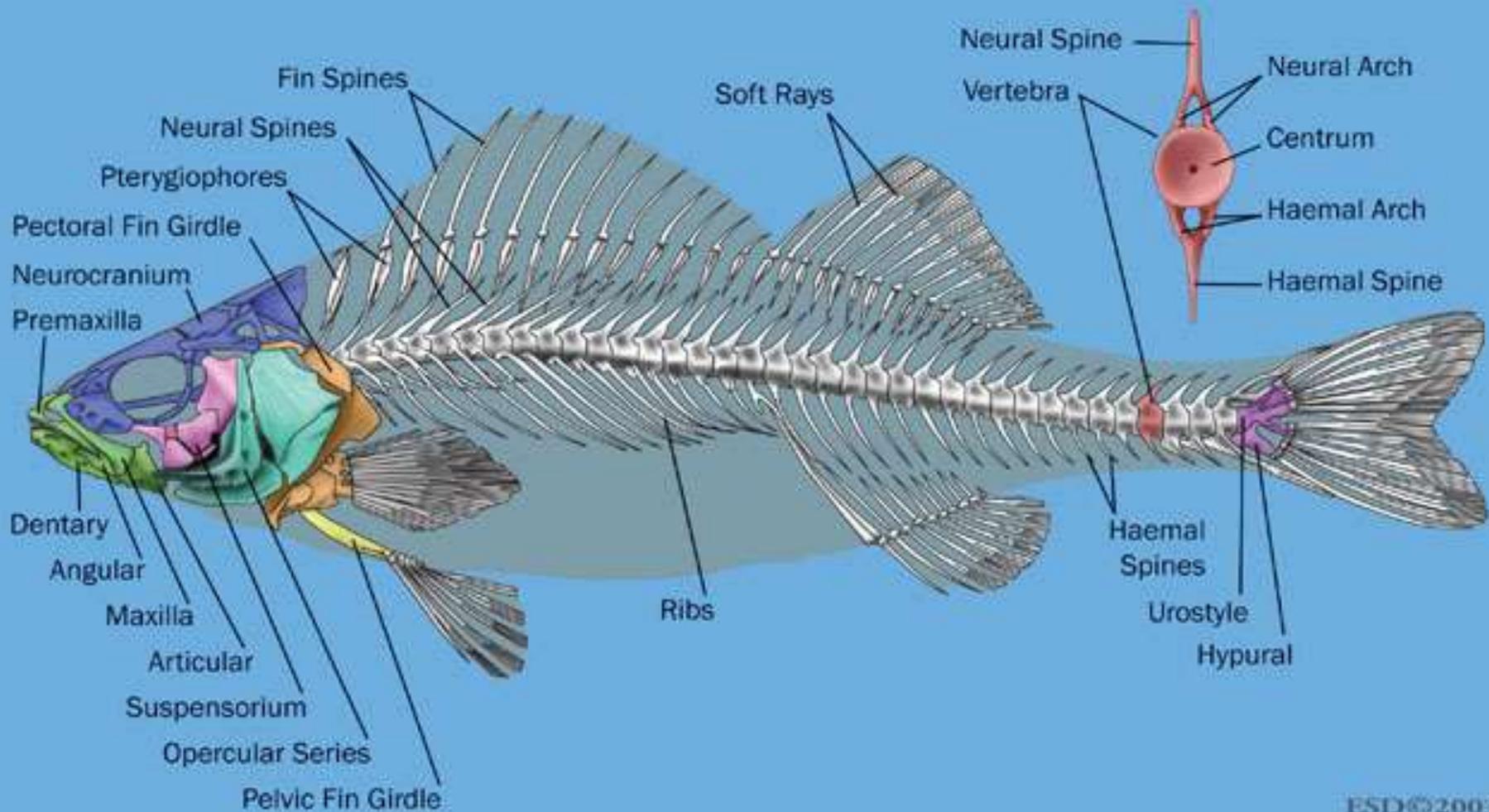
Salmon

White Shark

Angel Shark







# جمجمه ماهیان استخوانی:

- جمجمه از دو قسمت تشکیل شده است:
- 1- محفظه مغزی Neuro cranium
- 2- اسکلت احشایی Visceral cranium
- محفظه مغزی شامل 4 بخش میباشد:
- 1- کیسول بویایی Regio nasalis
- 2- کیسول بینایی Regio orbitalis
- 3- کیسول شنوایی Regio otica
- 4- رابط میانی Regio occipitalis

# کپسول بویایی از 6 استخوان تشکیل شده است

- 1- استخوان بینی Nasal
- 2- استخوان پیشانی Frontal
- 3- استخوان تیغهای Vomer
- 4- استخوان کام Palatinum
- 5- استخوان پرویزنی Ethmoid
- 6- استخوان رجلي Pterygoid

# کپسول بینایی از 4 استخوان تشکیل شده است

- 1- استخوان پروانه‌ای Sphenoid
- 2- قاعده‌ای پروانه‌ای Basissphenoid
- 3- بالی پروانه‌ای Alisphenoid
- 4- حلقه‌ای پروانه‌ای Orbitosphenoid

# کپسول شنوایی از 3 استخوان تشکیل شده است:

Preotic -1 ➤

Opisthotic-2 ➤

Epiotic -3 ➤



# رابط میانی که مغز را به نخاع متصل می‌کند دارای 4 استخوان می‌باشد

- 1- استخوان پس سری Occipital
- 2- پس سری جانبی Occipital lateralis
- 3- استخوان فوق پس سری Superoccipital
- 4- قاعده پس سری Basioccipital

# اسکلت احشایی

➤ در فك بالا استخوانهاي فكي Maxillary و Premaxillary پیش فكي مشاهده میگردد.

➤ در فك پایین استخوانهاي دنداني Dentary ، زاويه اي Angular و مفصلي Articular مشاهده میگردد.

➤ Parietal - آهیانه Frontal - پیشانی Ethmoid -

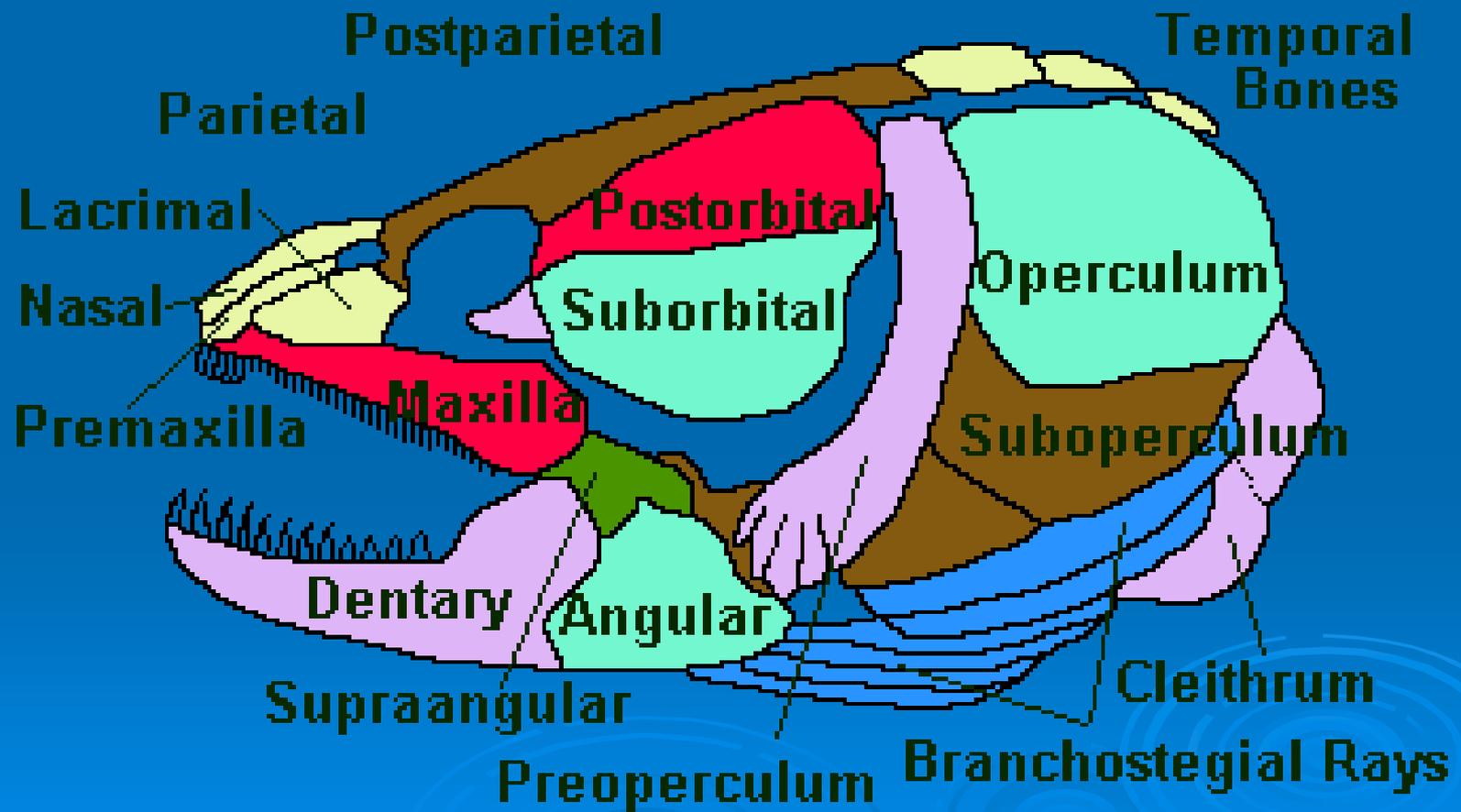
پرویزني Circumorbital - حلقه چشمي Lacrimal -

اشكي Occipital - پس سري Symplectic - ساده Quadrate -

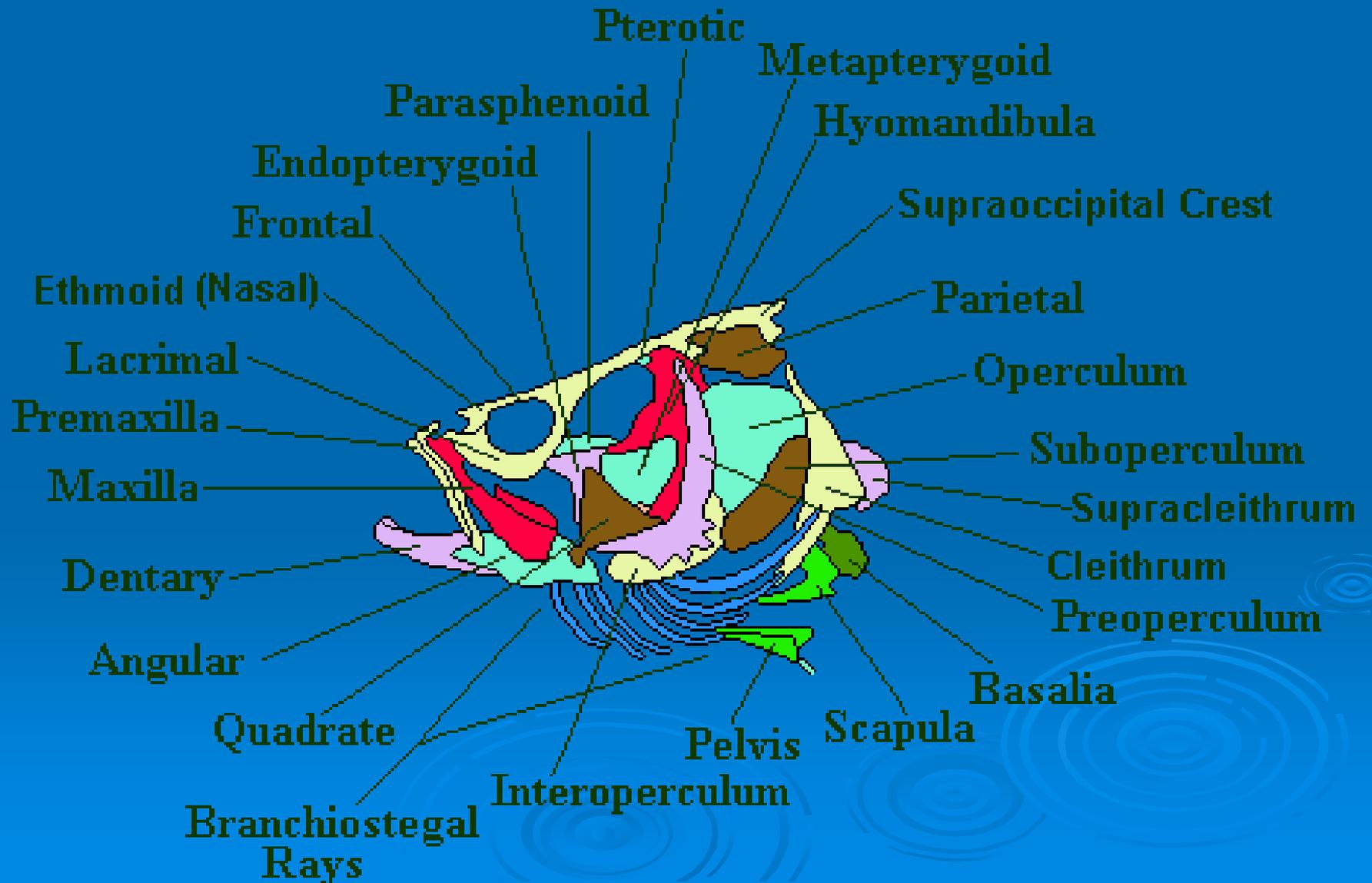
مربعي Dentary - دنداني - کمر بند شانهاي (شامل کتف Scapula

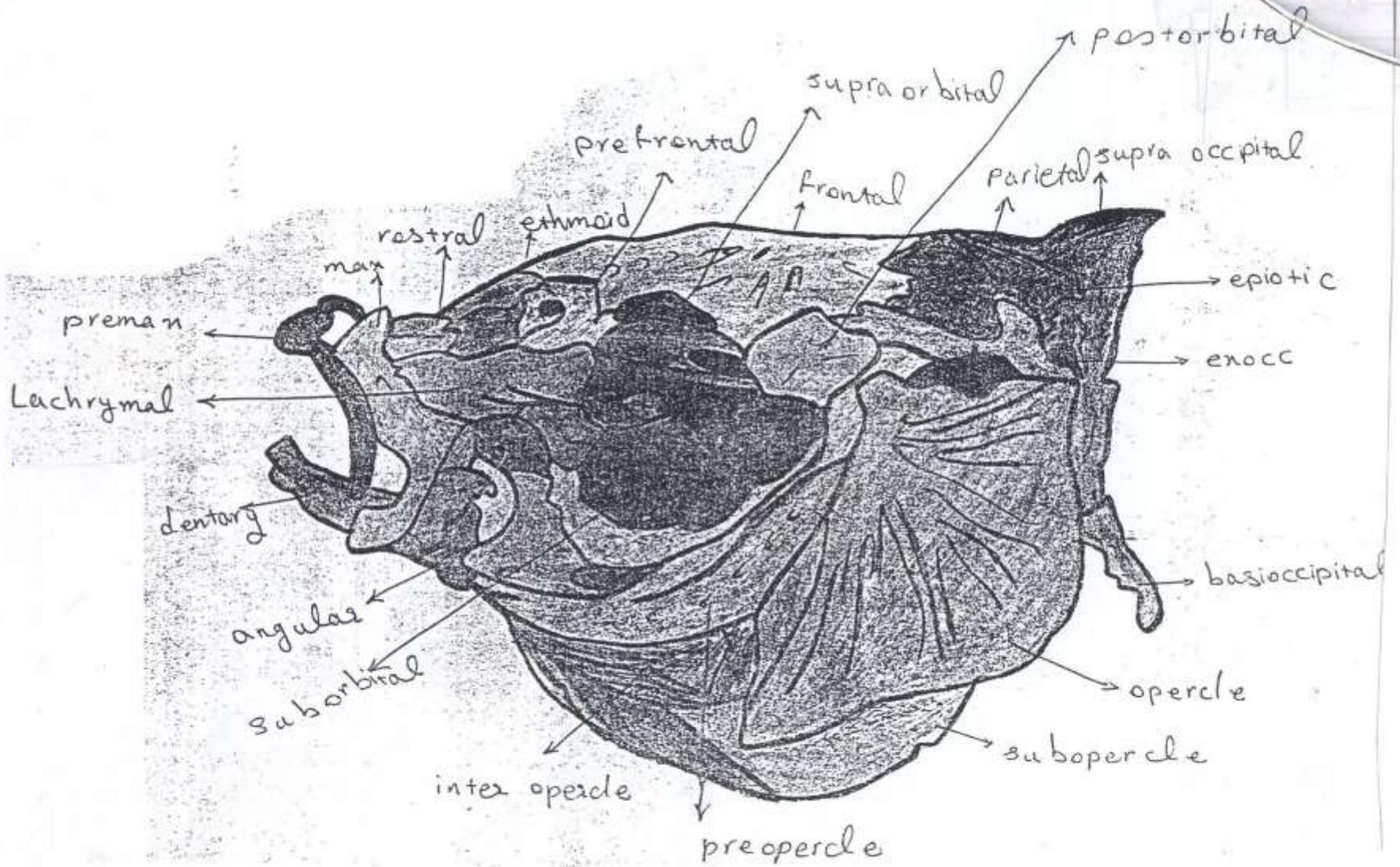
، غرابي Cleithrum و ترقوه Coracoid) Pterygoid - رجلي

# A Primitive Bony Fish Skull



# A Generalised Representation of the Skull of a Ray-finned Fish





اسخوانه های سر (اسکلت احشایی)

# استخوانهاي سرپوشي آبششي عبارتند از

- 1- پيش سرپوش آبششي Preopercle
- 2- سرپوش آبششي Opercle
- 3- بين سرپوش آبششي Interopercle
- 4- زير سرپوش آبششي Subopercle



# اندام شنوایی و تعادل

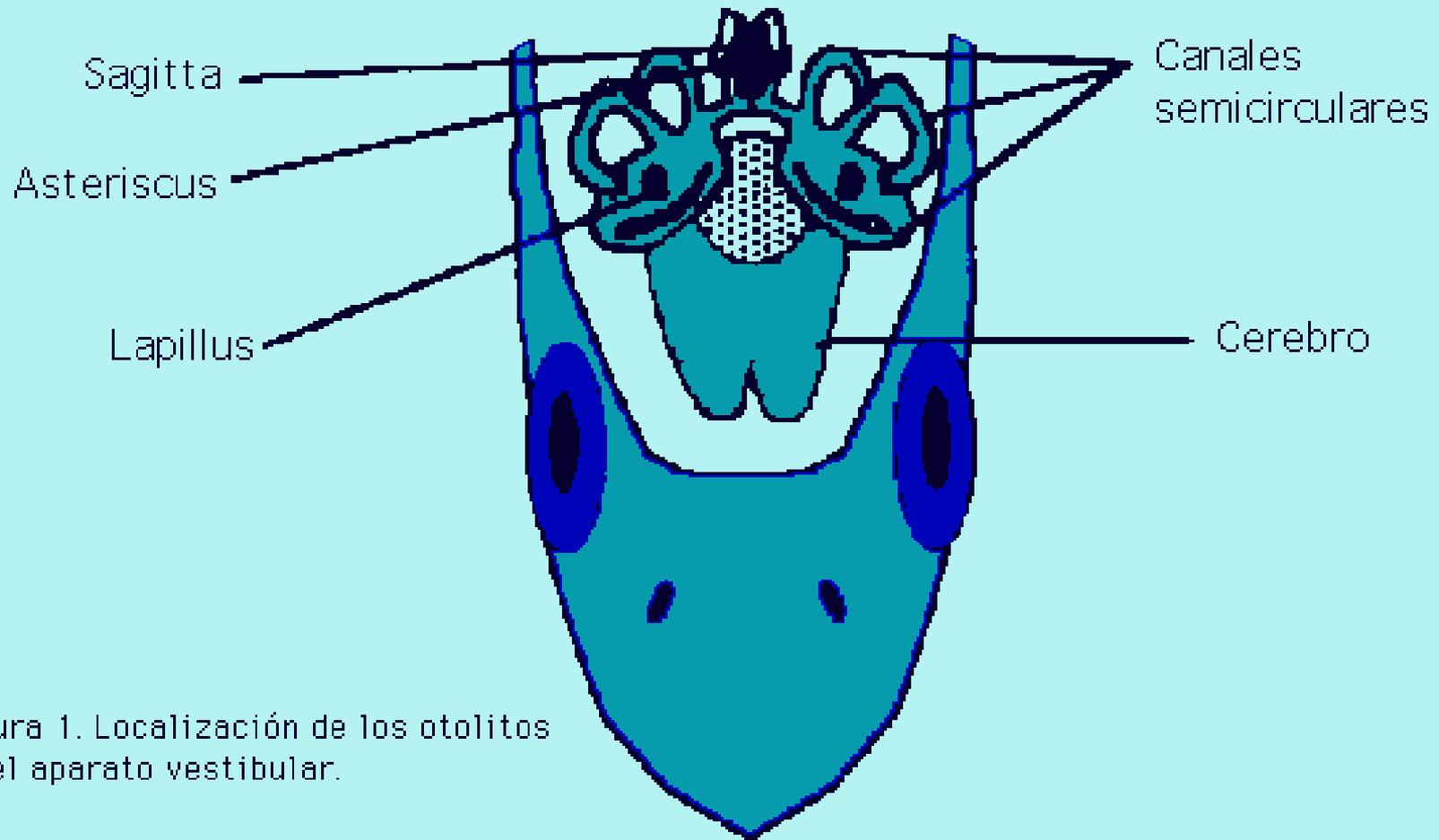
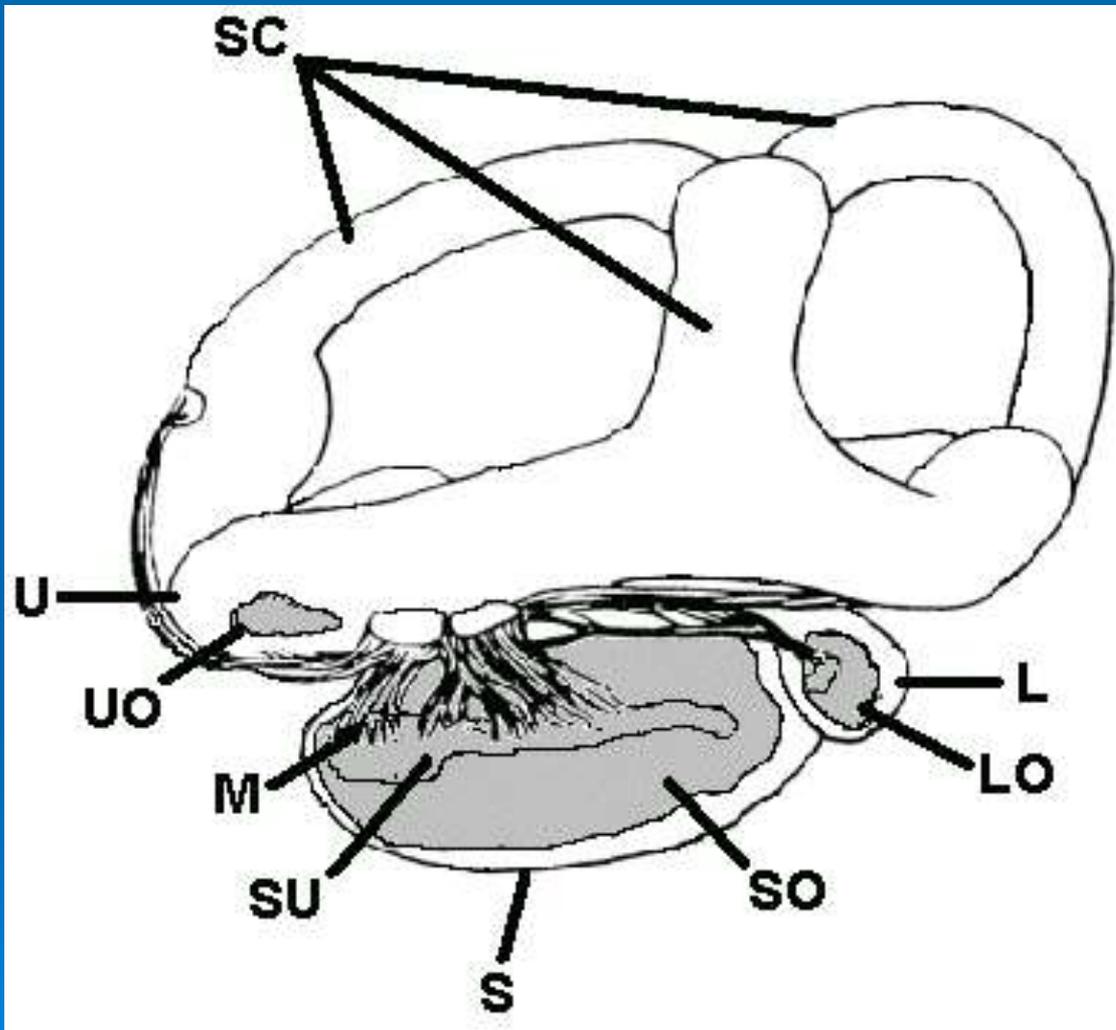
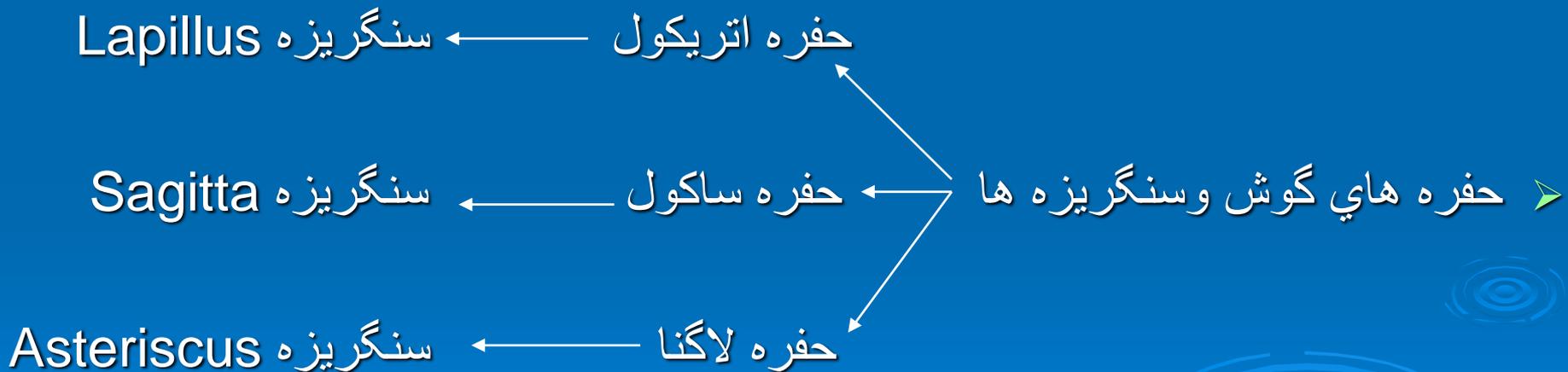
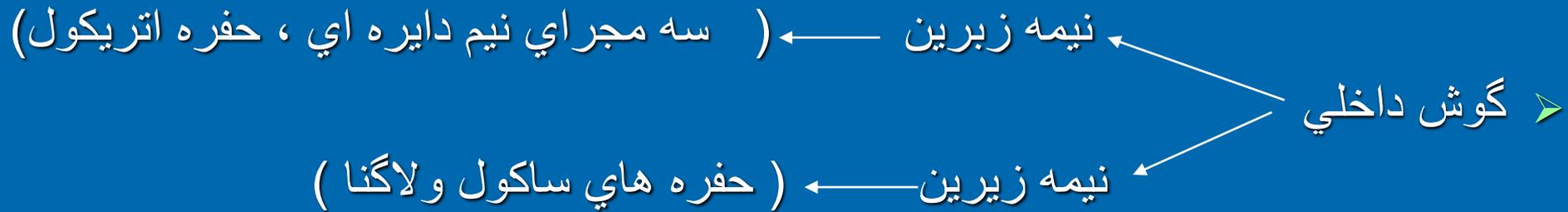


Figura 1. Localización de los otolitos en el aparato vestibular.

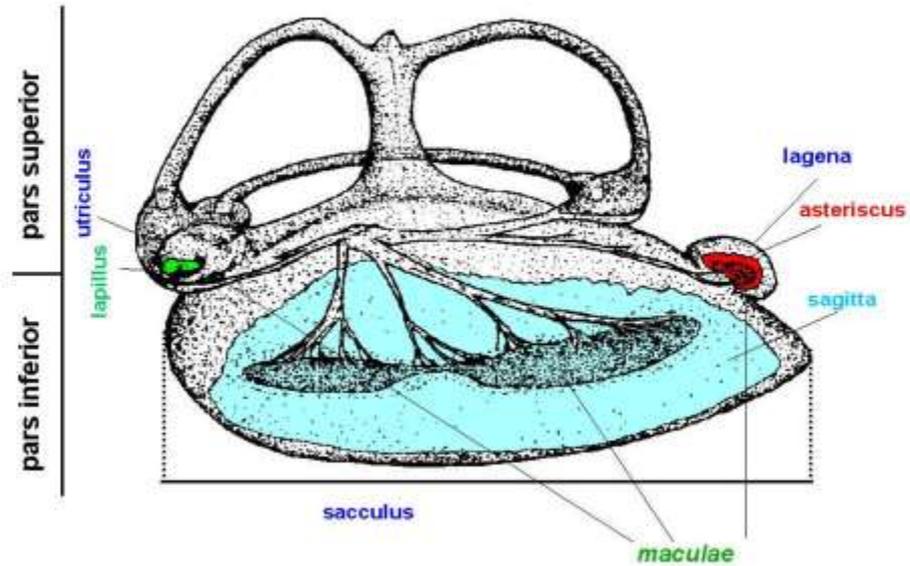
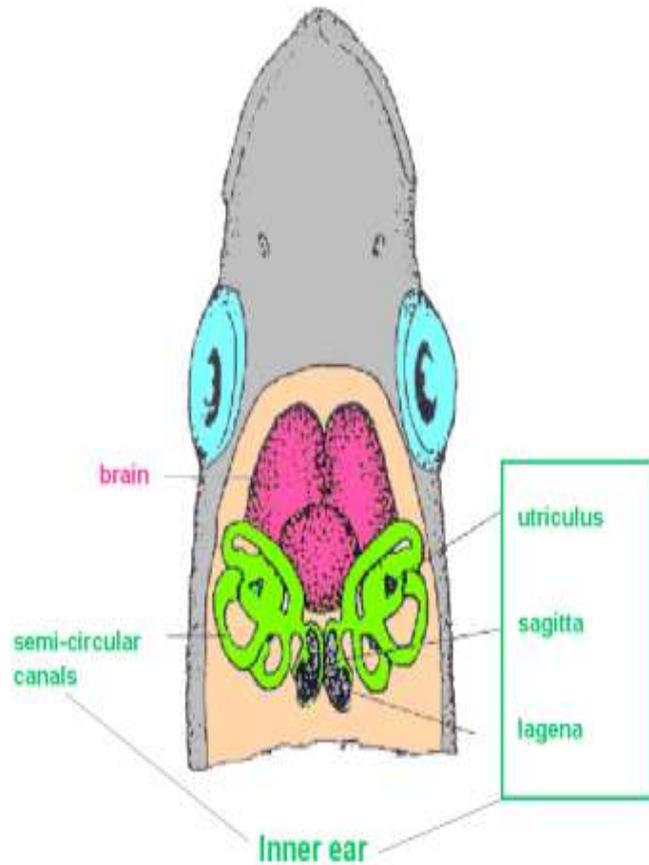


- **لابیرنت غشایی** حاوی سه  
اطاقک مجزا می باشد:
- **اوتریکولوس** در سطح فوقانی  
حاوی سنگریزه **لاپیلوس**
- **ساکولوس** و **لاگنا** در قسمت  
تحتانی حاوی سنگریزه های  
**ساجیتا** و **آستریکوس**
- دارای 3 مجرای نیمدایره که  
در محل اتصال به اوتریکول  
واجد آمپول می باشند. در  
سطح آمپول کریستا  
واجدکلاهدک ژلاتینی و زوائد  
موماند

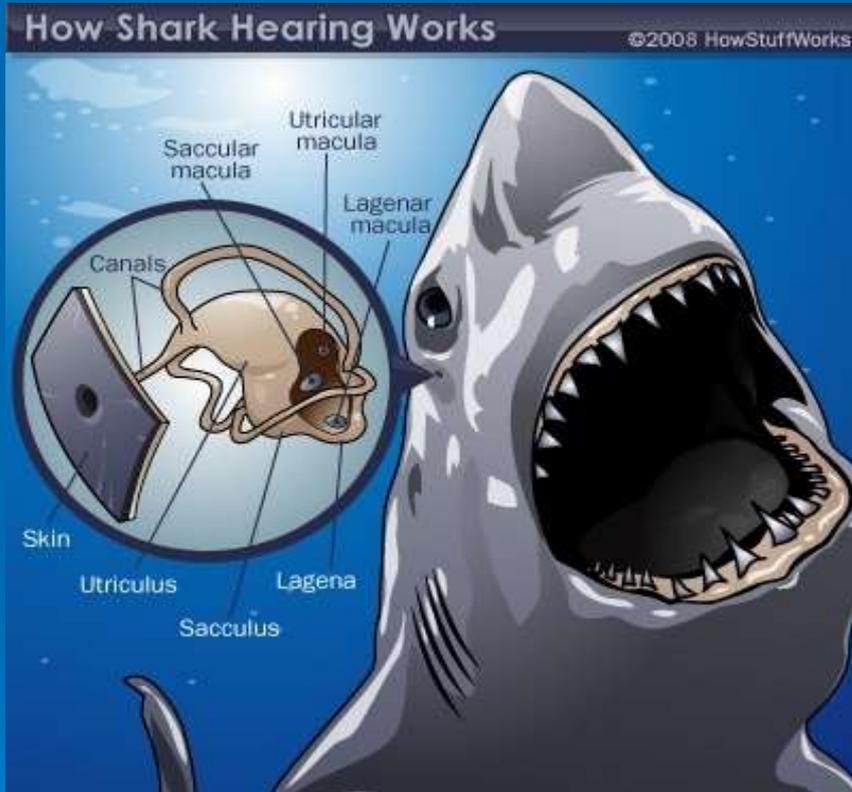
## ساختار گوش داخلی در ماهیان



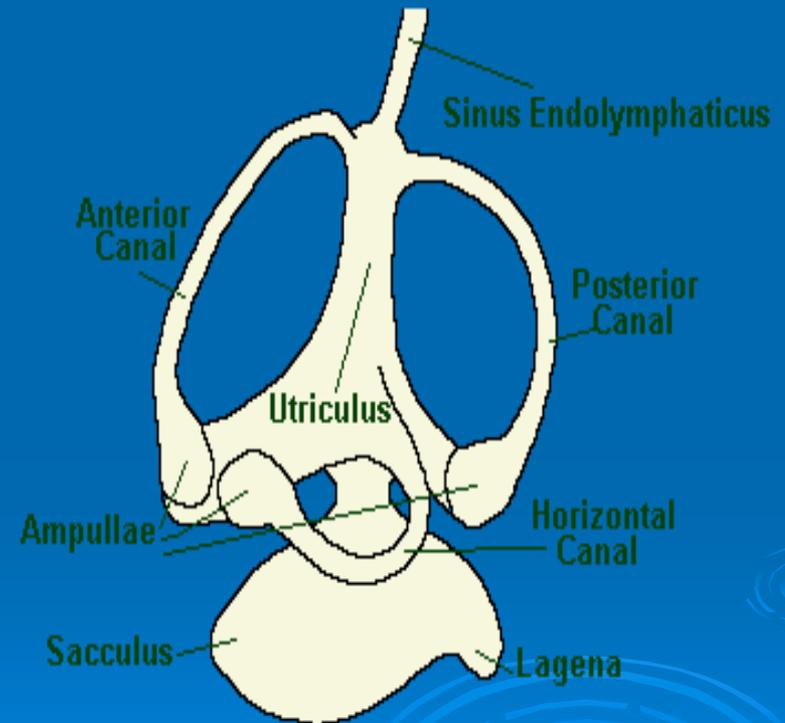
# Fish Inner Ear Structure



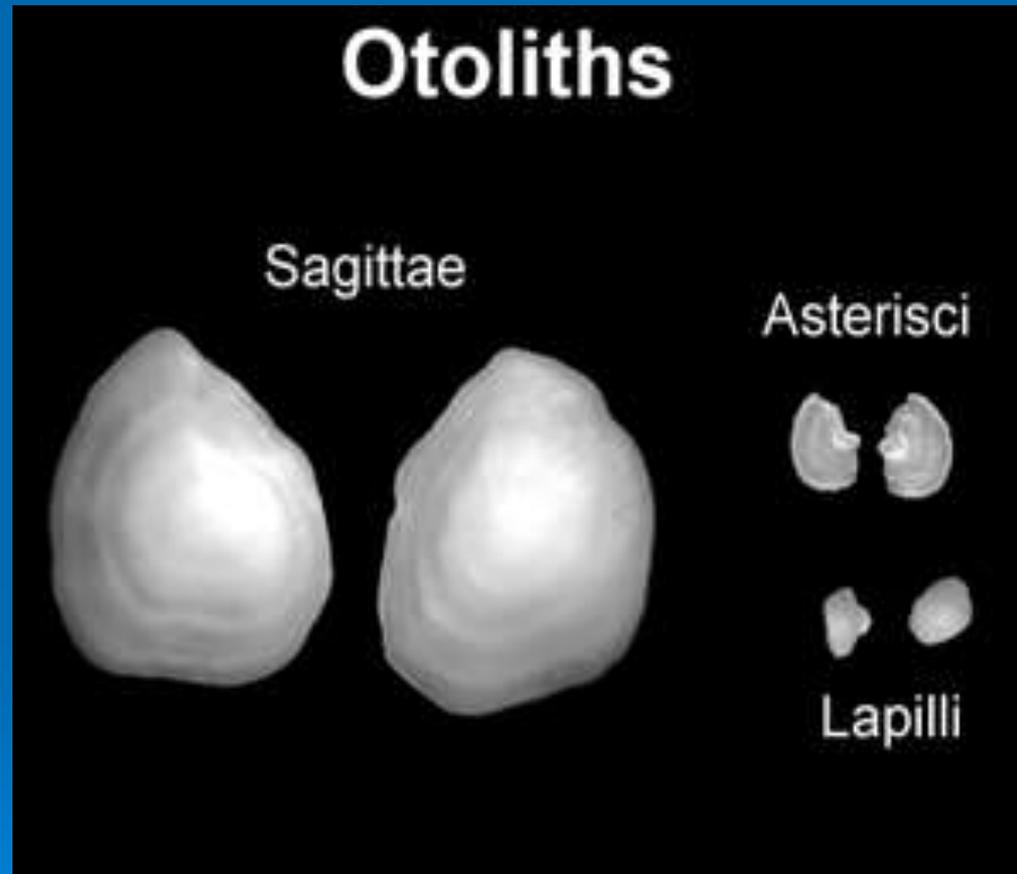
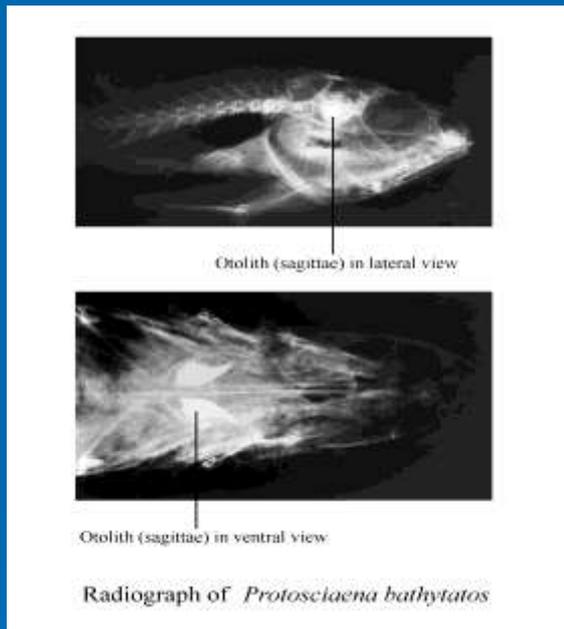
# Teleost Fish and Shark Inner Ear Structure



## Diagrammatic Representation of a Teleost Ear



# سنگریزه های شنوایی ماهیان

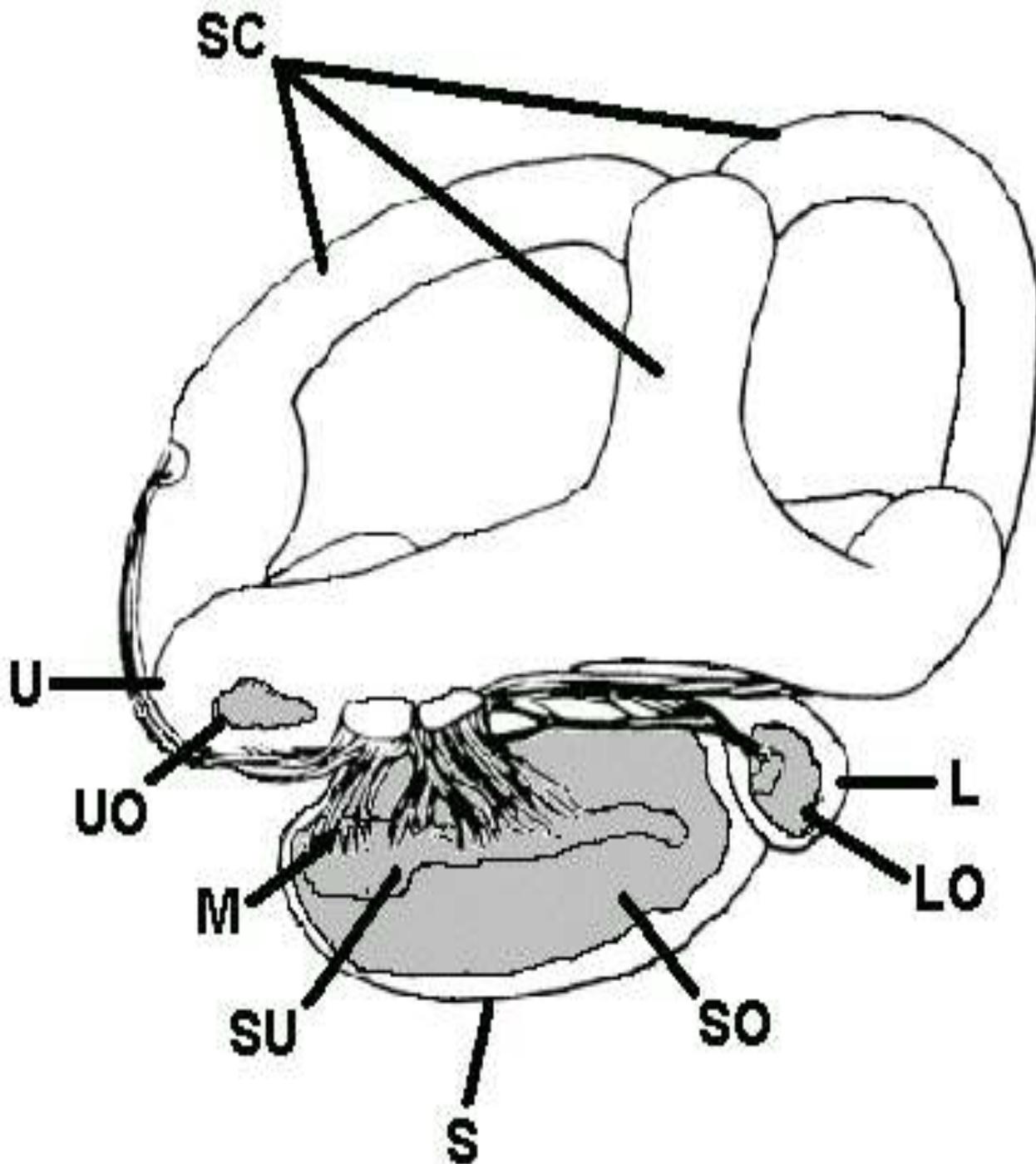


# نحوه عمل گوش داخلی در ماهیان

➤ نیمه زبرین ← در حس تعادل نقش دارد

➤ نیمه زیرین ← در گرفتن صدا و شنوایی نقش دارد

➤ در ماهیان استاریوفیزی، دستگاه شنوایی به کمک زنجیری از استخوانهای کوچک به نام استخوانک های وبر به کیسه شنا متصل می گردد که این سبب تقویت صدا خواهد شد



Inner Ear of Fishes  
Lateral View.  
SC= Semicircular  
Canals, U=  
Utriculus,  
UO=Utricular Otolith  
or Lapillus,  
M=Macula,  
SU=Sulcus,  
S=Sacculus,  
SO=Saccular Otolith  
or Sagitta,  
L=Lagena,  
LO=Lagena Otolith  
or Asteriscus.  
Modified from  
Popper and Coombs  
(1982).

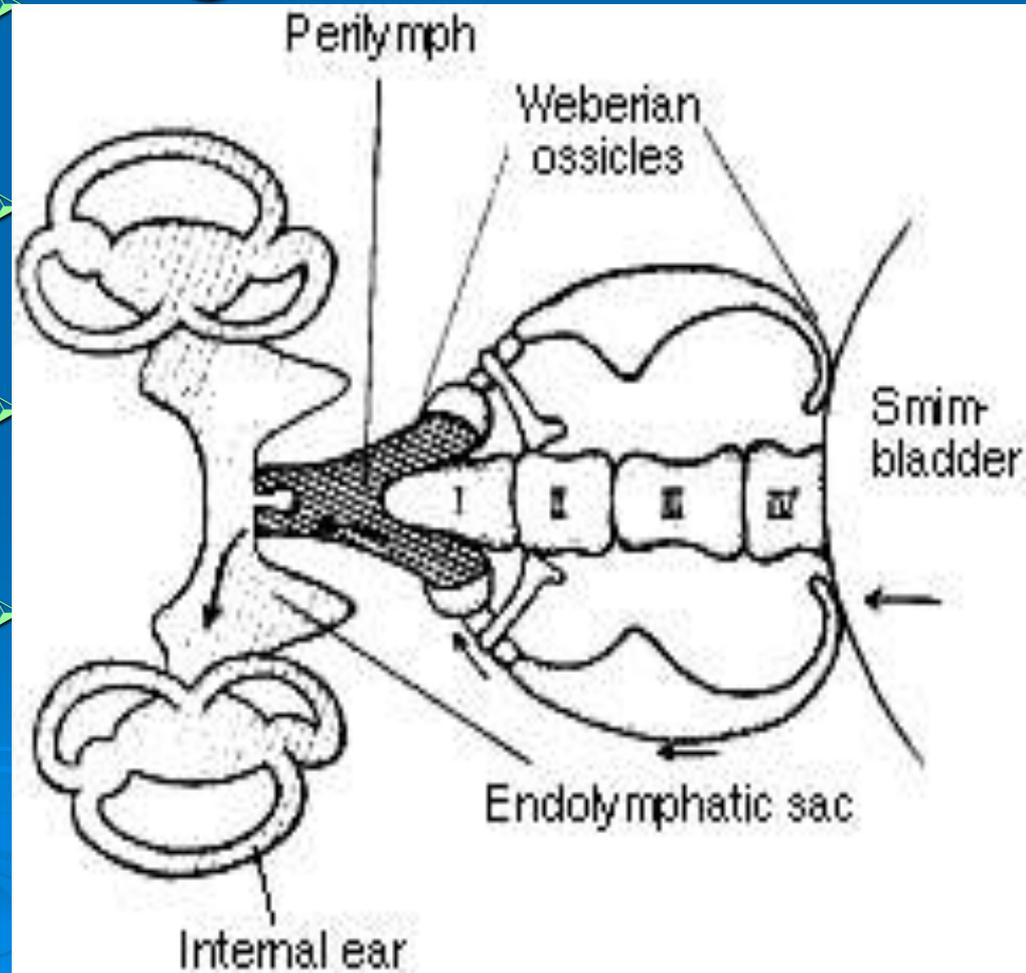
# Weberian Apparatus - enhanced sensitivity of hearing

Found only in  
Ostariophysi (minnows,  
catfishes, characins)

Apparatus is made of  
modified pleural ribs of  
first four vertebrae

Sound waves impinge on  
swim bladder and make it  
vibrate

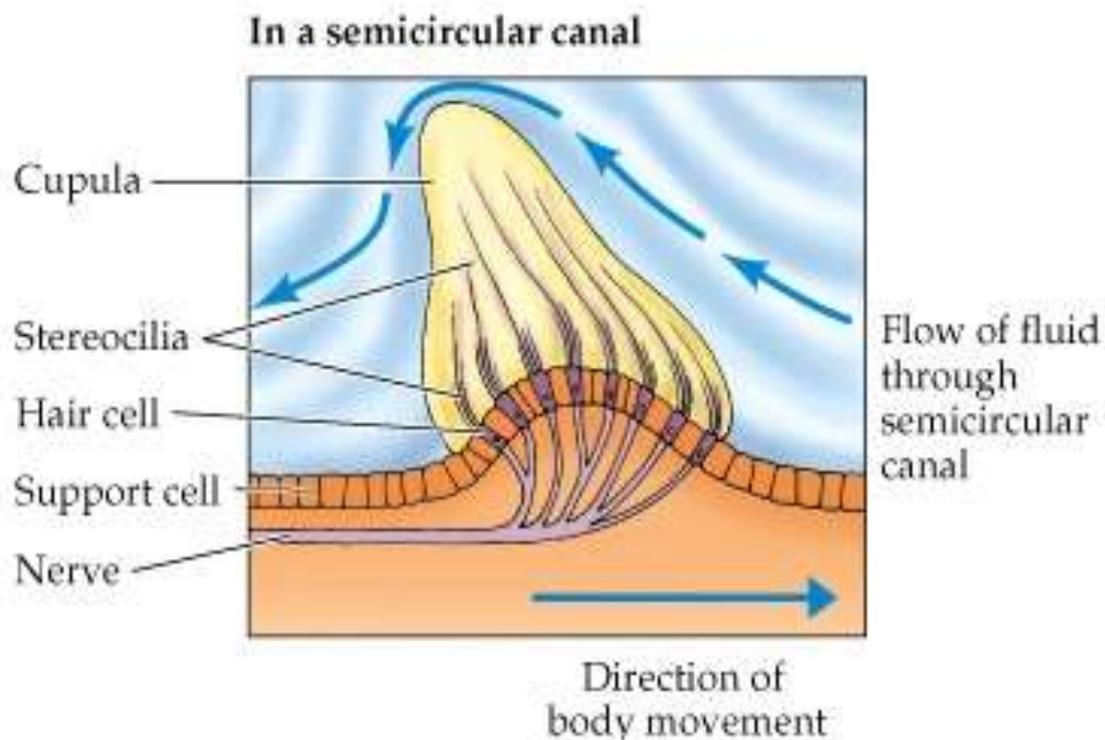
swim bladder vibrations  
transmitted mechanically  
by W.A. to pars inferior



# Inner ear structure & function

## ➤ Pars superior - semicircular canals

- 3 canals arranged in three dimensions (x, y, z axes)
- filled with viscous fluid
- inner walls lined with naked hair cells
- function to detect position and movement (inertia)
- input integrated with input from



# اندام بینایی

- اندام بینایی چشمها هستند.
- چشمها جهت تغذیه، شکار و جهت‌یابی استفاده می‌گردند.
- اندازه چشمها در ماهیان متفاوت
- در غارها زندگی می‌کنند عمدتاً کور بوده و فاقد چشم هستند. بعضی ماهیها چشمهای زیر پوستی دارند مانند مارماهی دهان گرد.
- قدرت بینایی در ماهیان کلاً ضعیف
- در شبکیه دو نوع سلول استوانه‌ای (تشخیص نور)
- و مخروطی (جهت تشخیص رنگ) وجود دارد.

➤ ساختمان چشم ماهیها مانند مهره‌داران عالی است (شبکیه، مشیمیة، زجاجیه و زلالیه)

➤ عدسی ماهیها کروی شکل است، در جلوی صلبیه قرنیة است که شفاف بوده و ضریب شکست آن مساوی آب است که باعث می‌شود اجسام را در جای خود ببیند.

➤ ماهیان فاقد پلک هستند. بعضی کفال ماهیان، شگ ماهیان، تن ماهیان و بمبک معمولی واجد پلک سوم هستند.

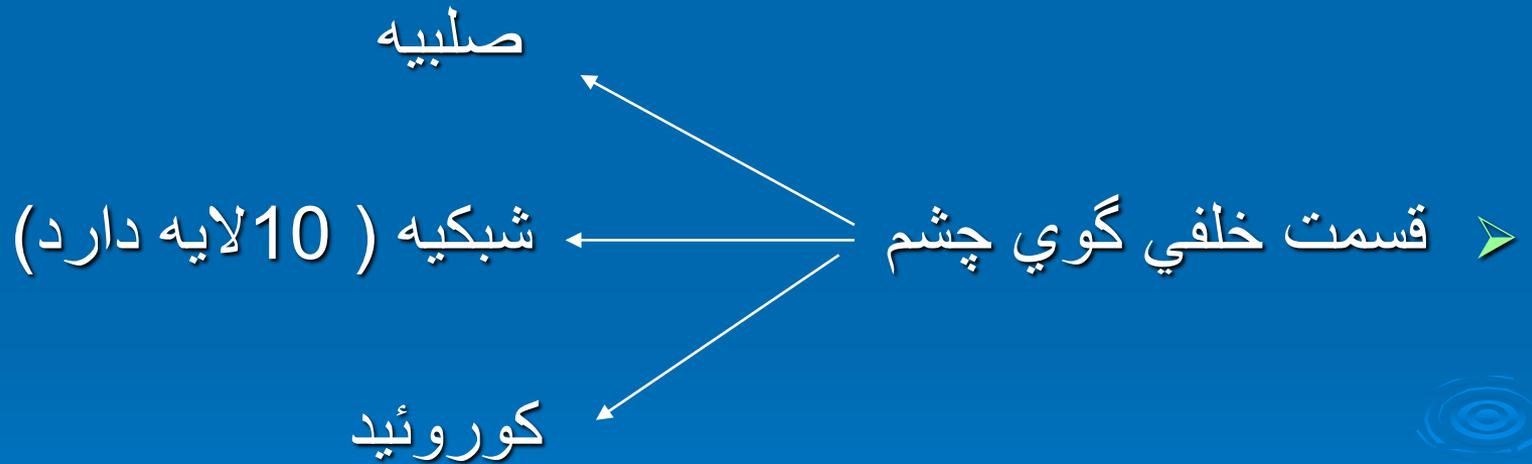
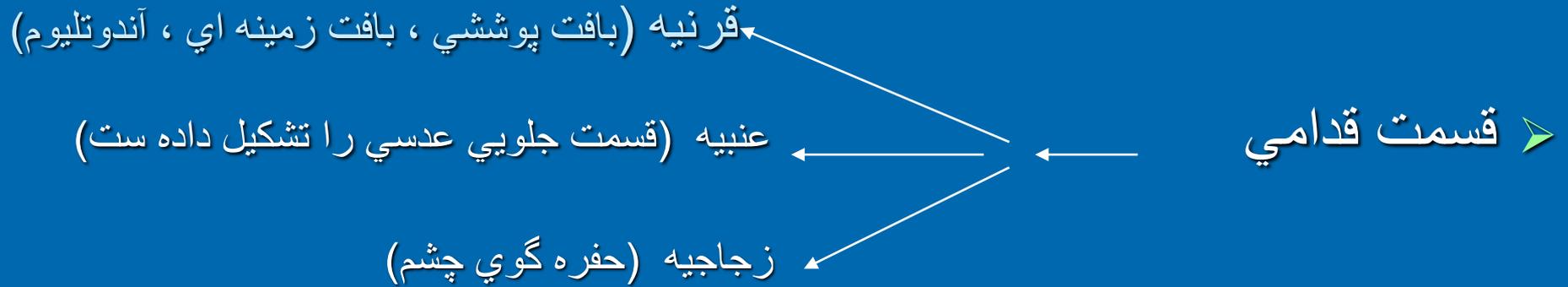
➤ وسعت دید در ماهیها 70-160 درجه بصورت افقی و 150 عمودی است و همچنین ماهی قادر است اشیاء خارج از آب را که در زاویه بین دو چشم 97-98 قرار داشته باشند را ببیند.

➤ محل اتصال چشم

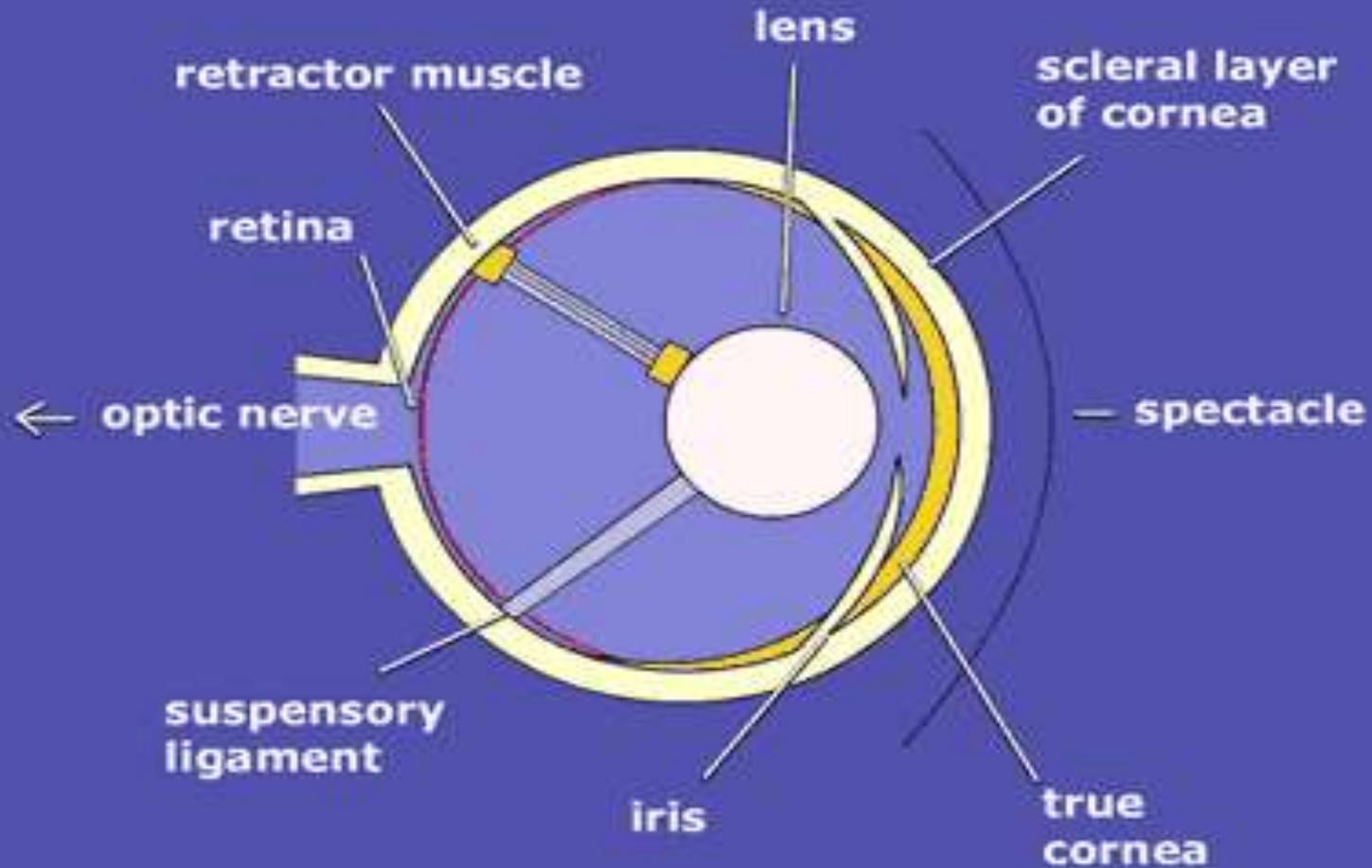
# حس بینایی

- رژیم های نوری محیط آبی به ۳ دسته تقسیم می شوند:
- رژیم نوری روزانه: که در روز و در سطح آب این نوع نور حاکم است.
- رژیم نوری شبانه: که در عمق های پایین آب حاکم است.
- رژیم نوری انتقالی: حد واسط بین رژیم نوری روزانه و رژیم نوری شبانه است که در ناحیه ستون آب حاکم است و ماهی بیشترین تغذیه را در این منطقه دارد.

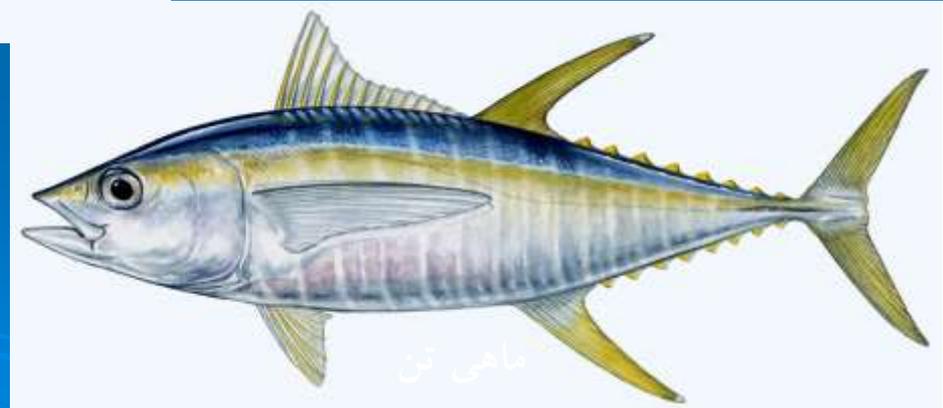
# ساختمان عمومی چشم



# FISH EYE STRUCTURE



➤ در برخی از ماهیان صفحه نازک چربی مانند‌ی به نام پلک سوم یا پلک چربی (**Nictitant**) وجود دارد که بیشتر در ماهیان پلازیک در کوسه ها، شگ ماهیان (**Clupeidae**)، کفال ماهیان (**Mugilidae**) و ماهیان تن دیده می شود.



➤ در برخی از ماهیان چشم در بالاترین نقطه قرار دارد.



➤ در برخی در پایین ترین نقطه بدن قرار دارد.



فیتوفاگ

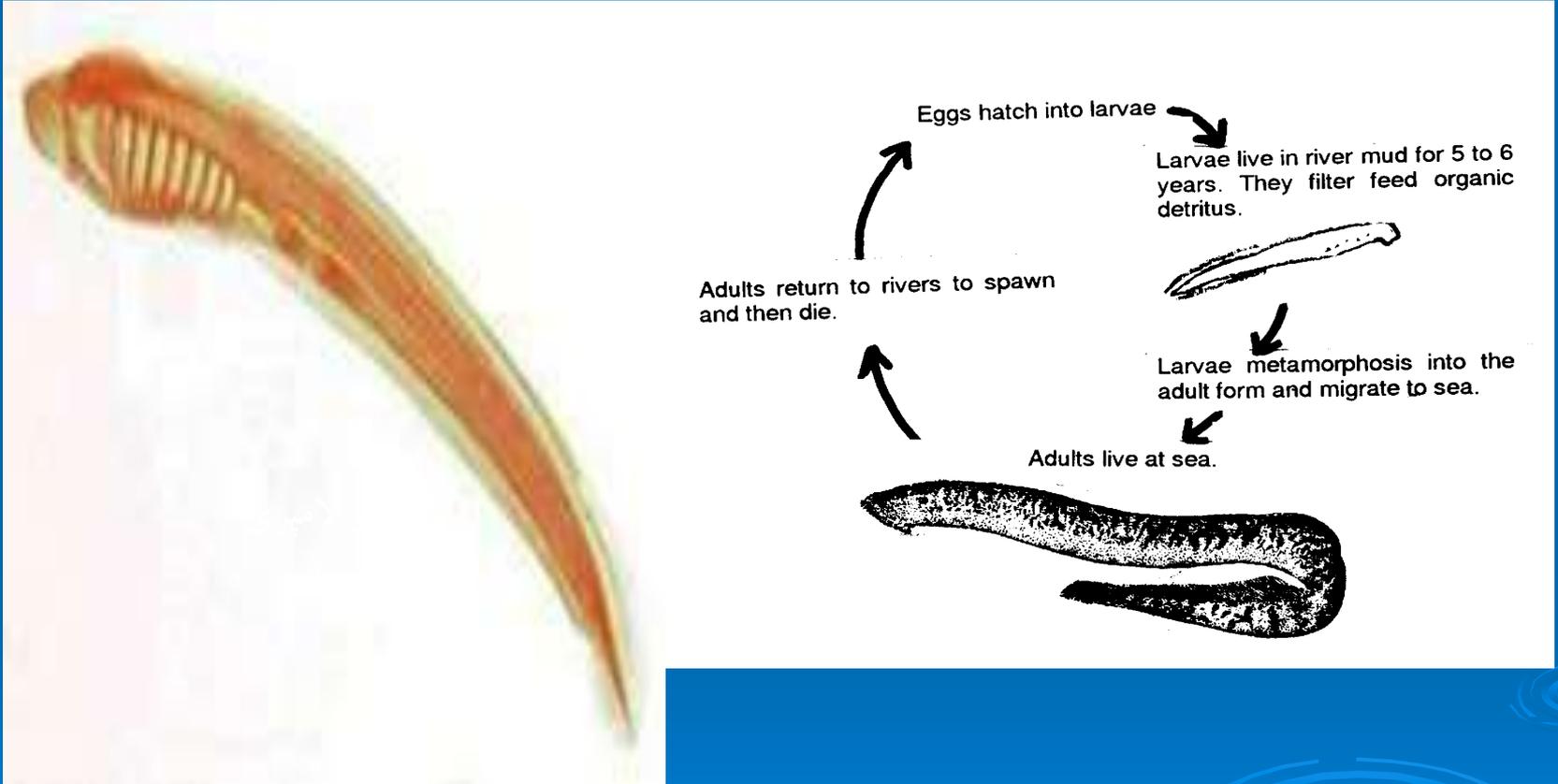


بیگ هد



بیگ هد

# ➤ لارو مارماهی دهان گرد

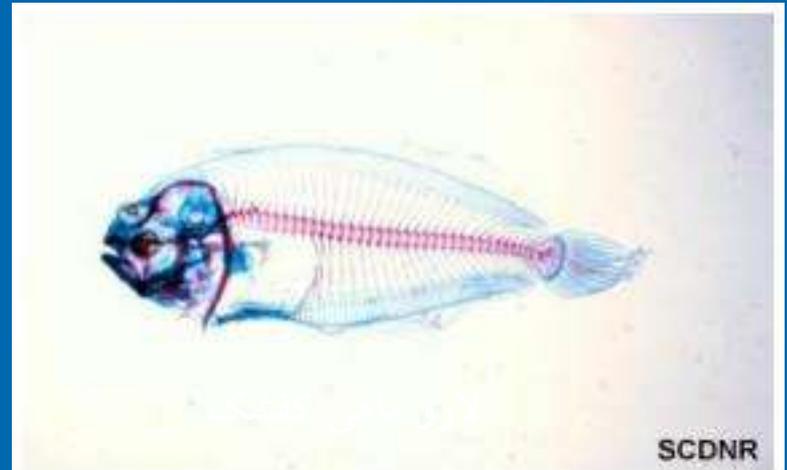


## ➤ ماهی کور غارزی





**Bothidae**

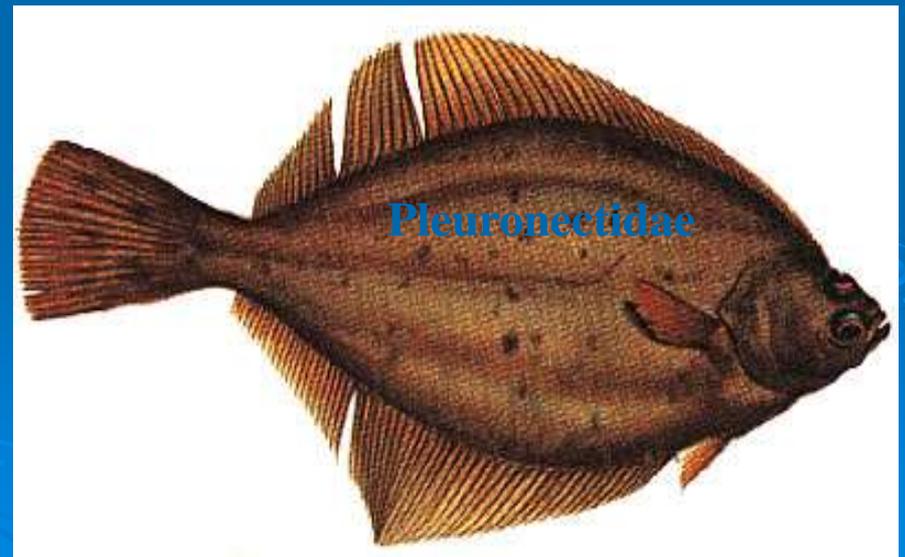


SCDNR

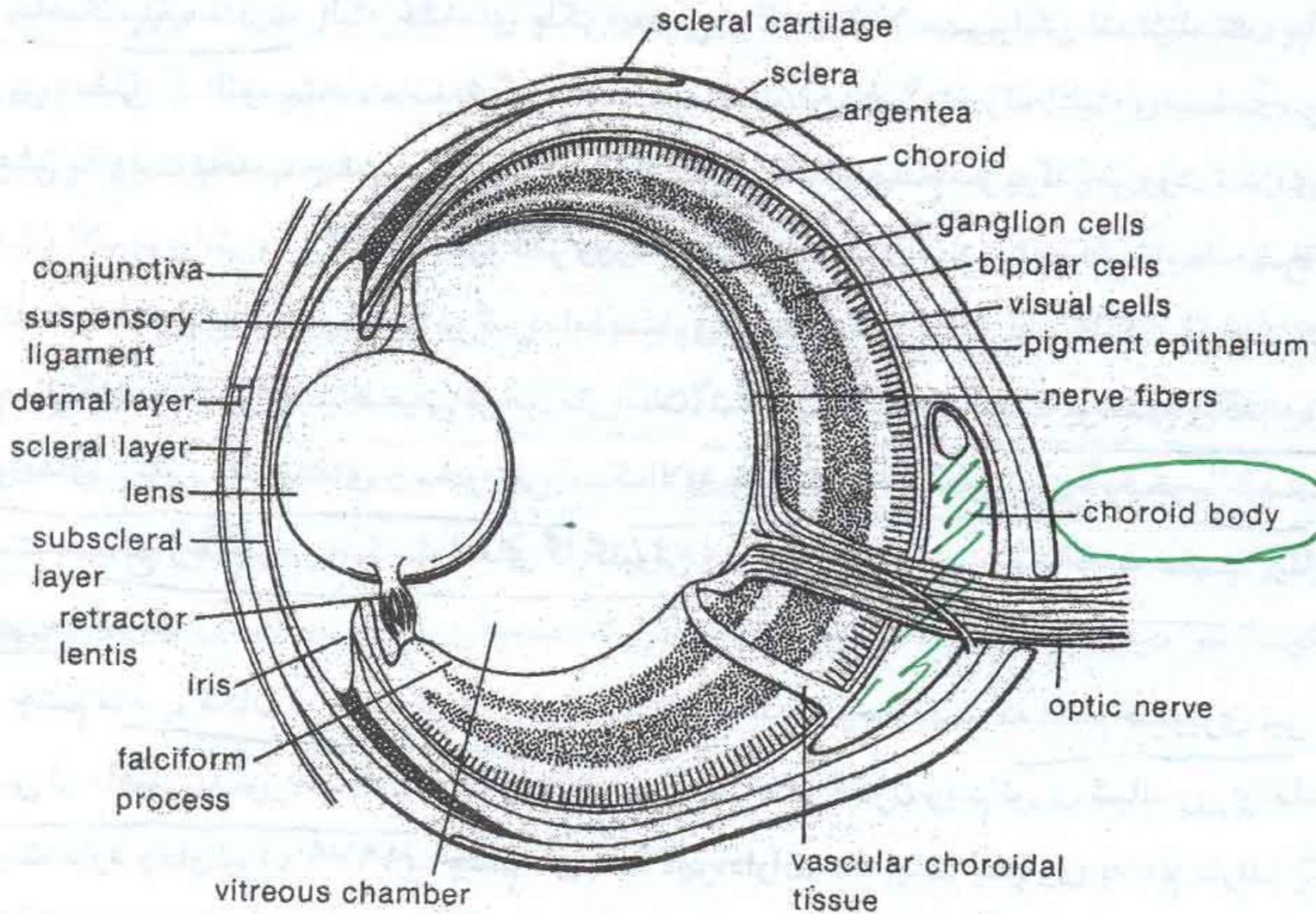
**Larval southern flounder**



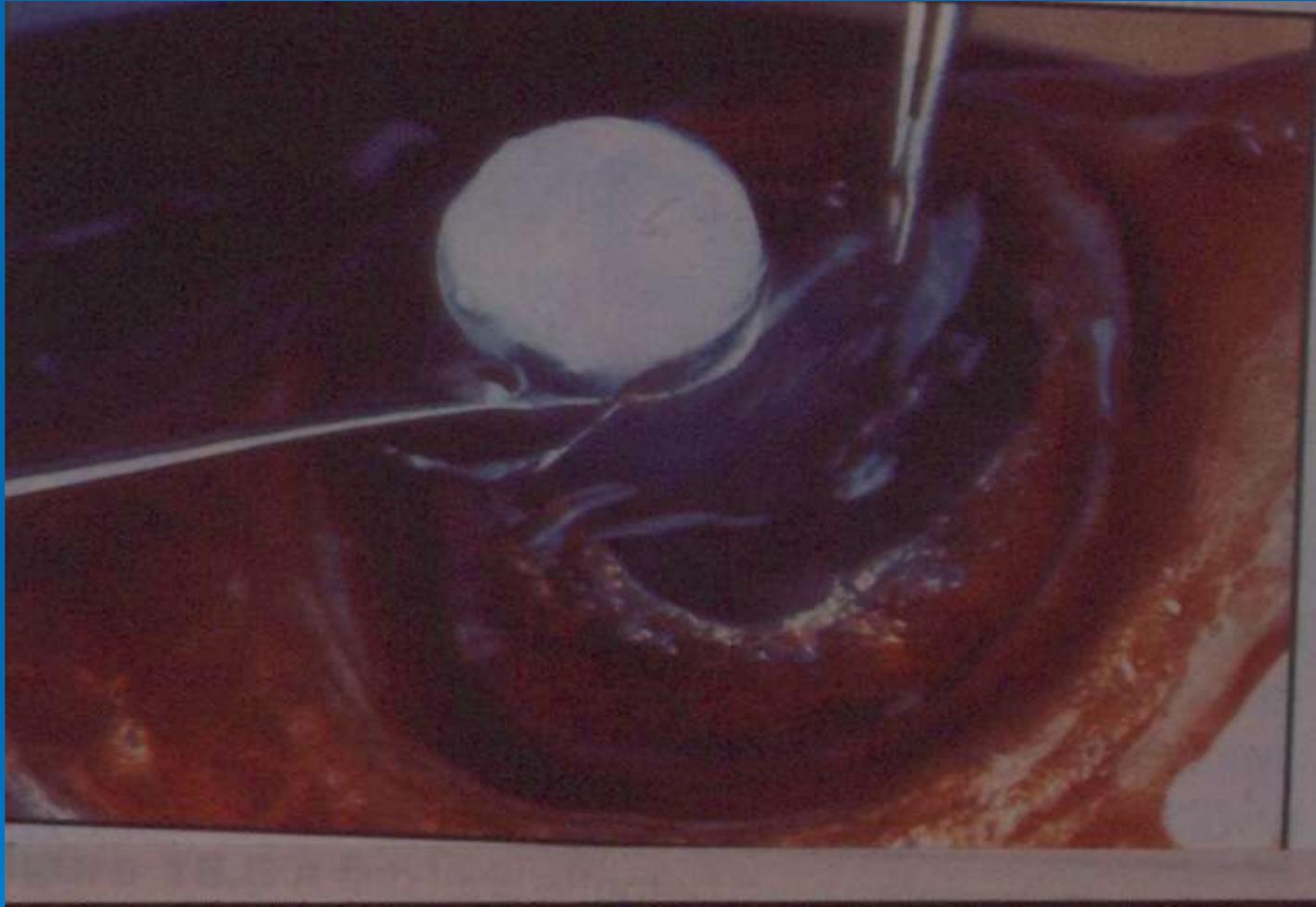
**Soleidae**



**Pleuronectidae**



تصویر ۸ - ۱۰ - نمودار مقطع عمودی چشم ماهیان استخوانی تلتوست (بدون معیار اندازه گیری) که نشان دهنده ارتباطات قسمت های مختلف آن می باشد (اقتباس از بوند، ۱۹۷۹).



# خط جانبی

- در دو طرف بدن ماهی از لبه خلفی سرپوشش آبششی تا ابتدای باله دم کشیده شده است
- يك ساختار دریافت محرك مکانیکی است و نسبت به ارزش امواج و جریان آب حساس است.
- در خط جانبی گیرنده‌هایی به نام نوروماست Neuromast وجود دارد. هر نوروماست مجموعه‌ای از سلولهای مژه دار است که مژه‌های آنها در يك توده ژلاتینی به نام کاپولا قرار دارد.
- کاپولا درون کانال خط جانبی قرار گرفته و با حرکت آب حرکت کرده

- خط جانبي در ماهيان مختلف متفاوت است:
- -برخي شگ ماهيان، کفال ماهيان و تن ماهيان فاقد خط جانبي مي باشند.
- -در ماهيان Garangidae مانند ملاقه و وارونه است.
- -در شمشير ماهي plecus بصورت موج ميباشد.
- -در ماهي رودئوس يا Bilter ling (ماهي مخرج لوله‌اي) ناقص ميباشد.
- فرمول خط جانبي 30 6/5 L.L:25 يعني تعداد فلسهاي روي خط جانبي 25 تا 30، تعداد فلسهاي بالاي خط جانبي 5 عدد و تعداد فلسهاي پائين خط جانبي 6 عدد ميباشد.

➤ وظایف مهم خط جانبی:

➤ مهمترین وظیفه به عنوان يك محرك مکانیکی و دریافت امواج و فشارهای ناشی از آب (با توجه به شدت امواج حتی قادر به تشخیص فاصله موجود یا جسم تا خود میباشد)

➤ تشخیص کیفیت آب: به عنوان يك آنالیزر شیمیایی عمل کرده، شورپی و PH را میتواند تشخیص دهد.

➤ شنوایی: ماهیان امواج زیر 50HZ را توسط خط جانبی دریافت میکنند (بین 50 تا 7000 هرتز را توسط گوش داخلی دریافت میکنند)

## دستگاه تعادلی - جانبی

➤ مجموعه ای از نوروماستهای خط جانبی و سلولهای حسی گوش داخلی که عملکرد یکسانی داشته که این دو دستگاه حسی مجموعاً دستگاه تعادلی - جانبی گویند

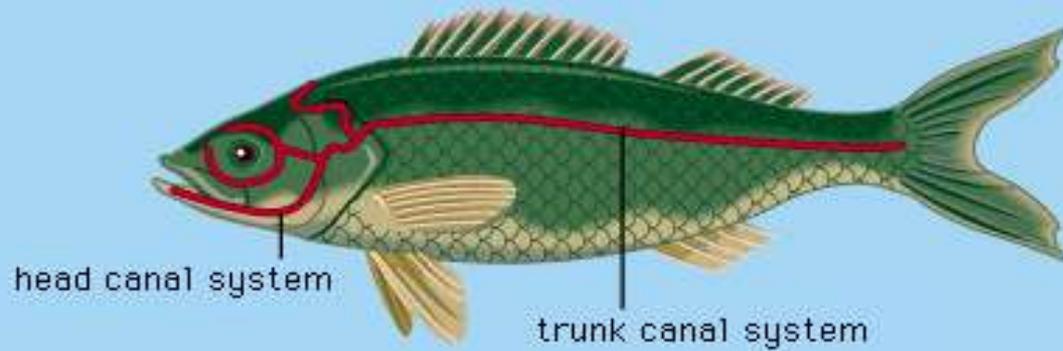
➤ انواع نوروماست: نوروماست های حفره ای و نوروماستهای لوله ای

➤ سلولهای نوروماست از سلولهای حساس ثانویه بوده و جنس آنها از مو کو پلی ساکارید است

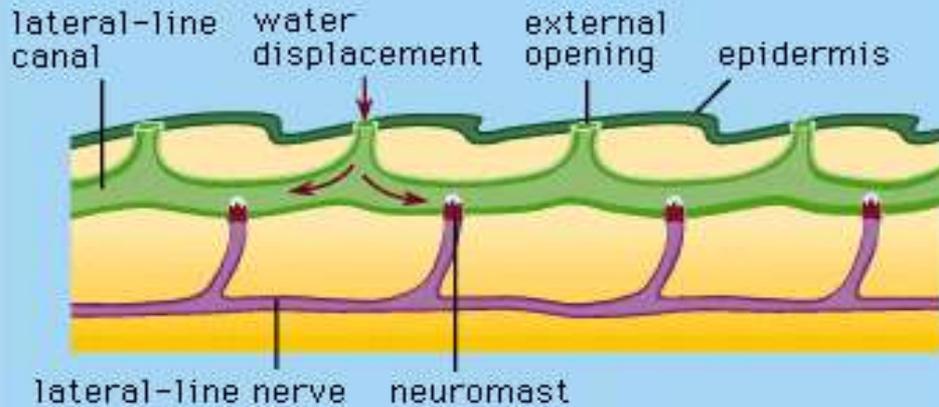
➤ اعصاب کنترل کننده نوروماست: عصب صورتی (Facial)، عصب حلقی - زبانی (Glossopharyngeal) و عصب واگ (Vagus) (Penemugastric)

# خط جانبي

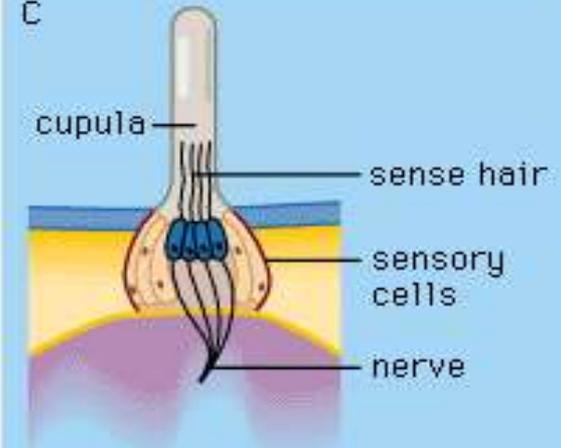
A

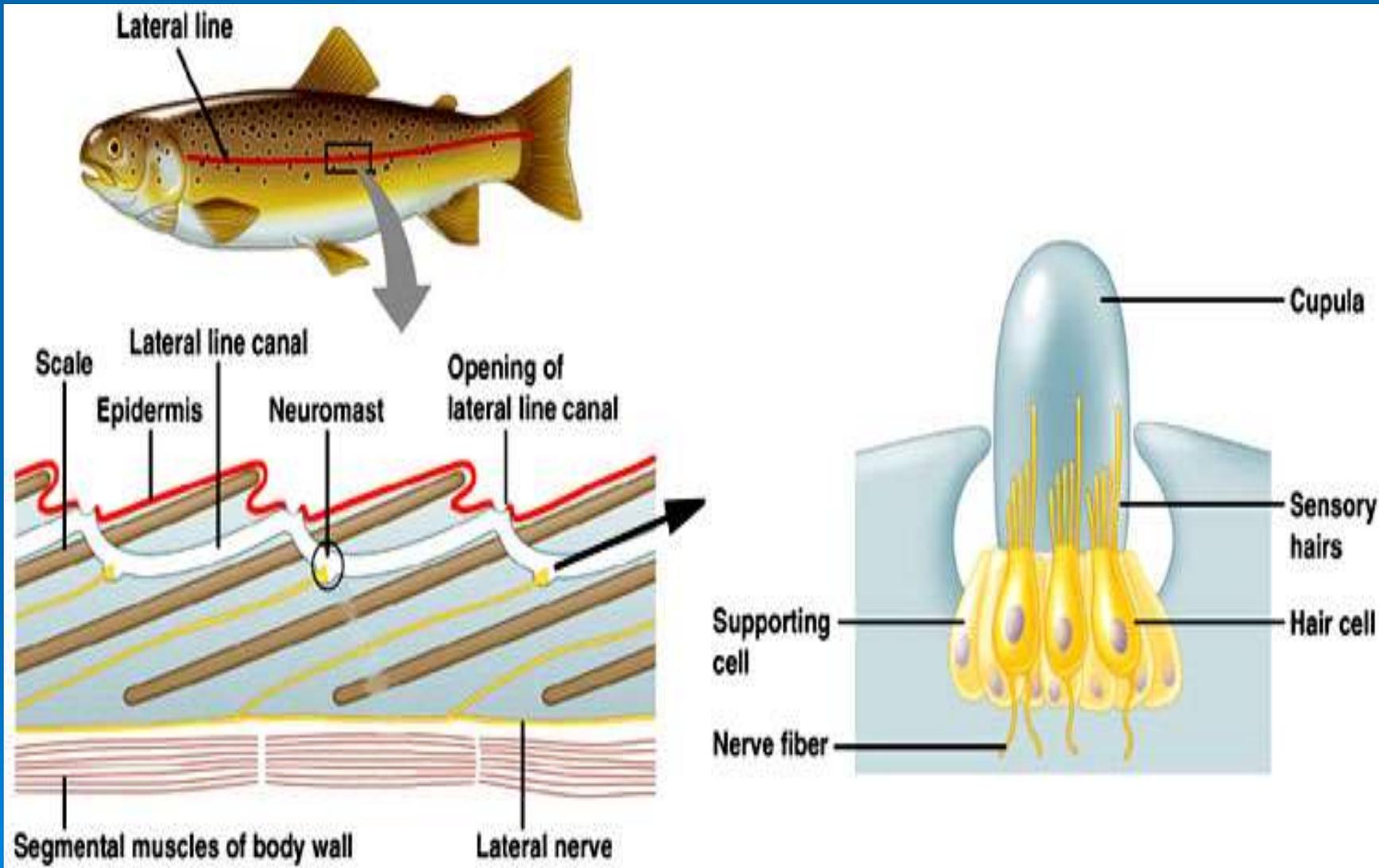


B

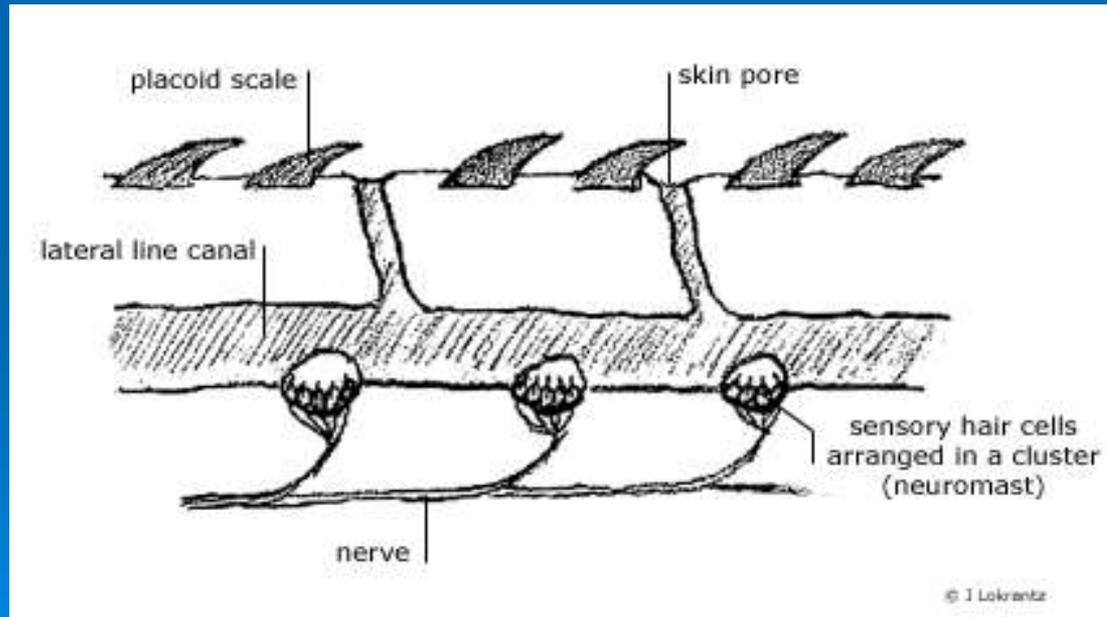
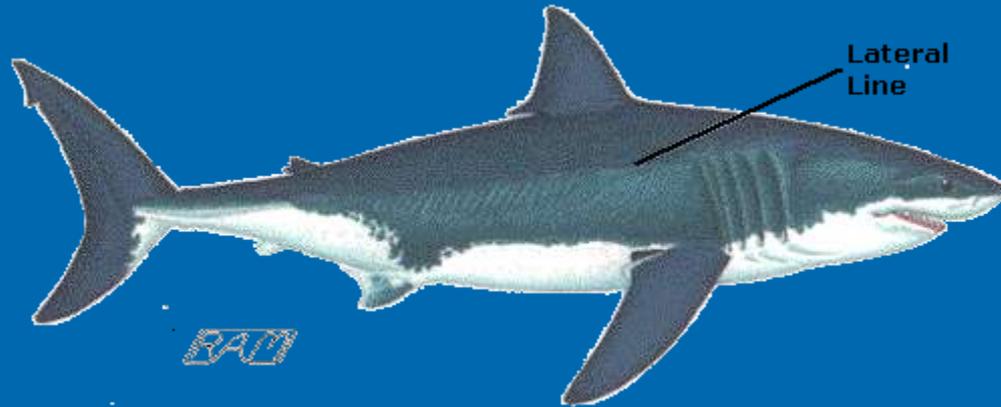


C

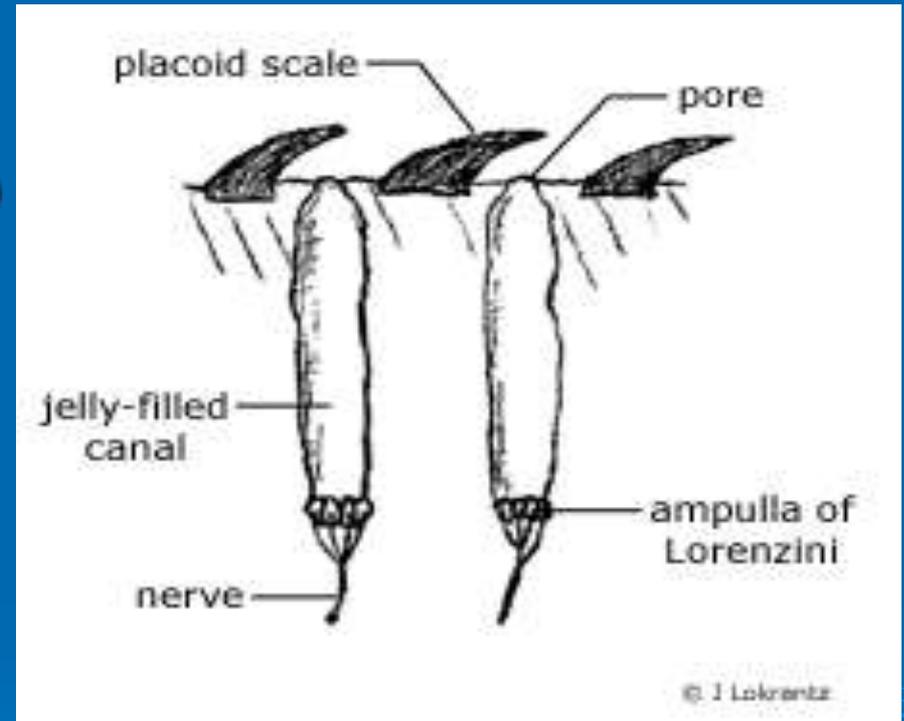
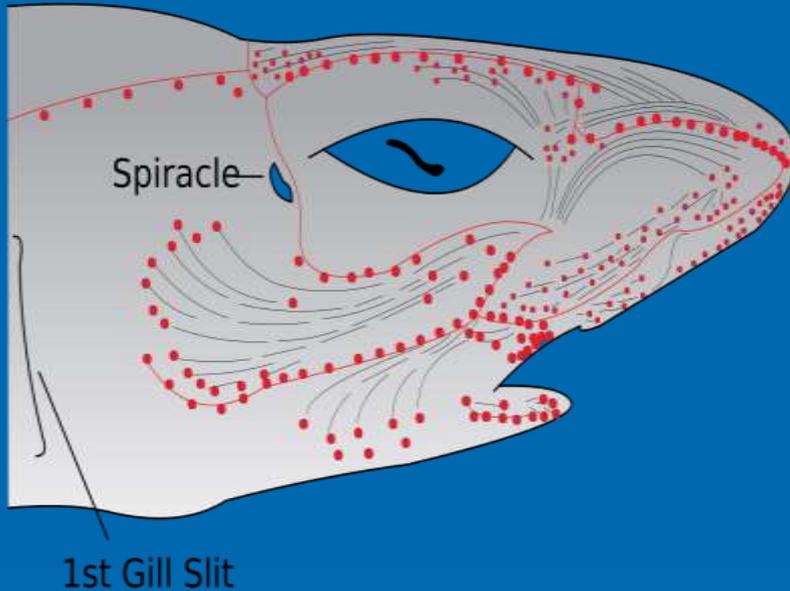




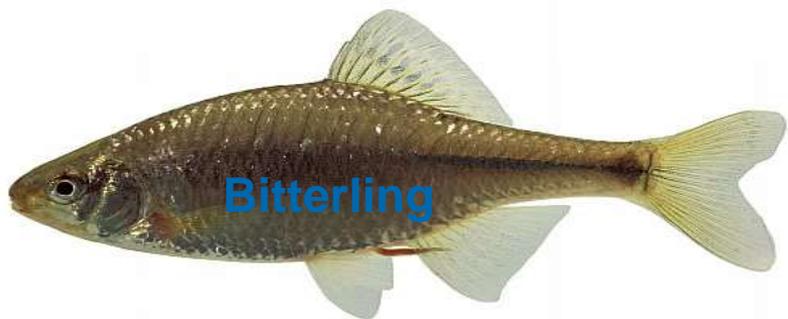
# خط جانبی کوسه



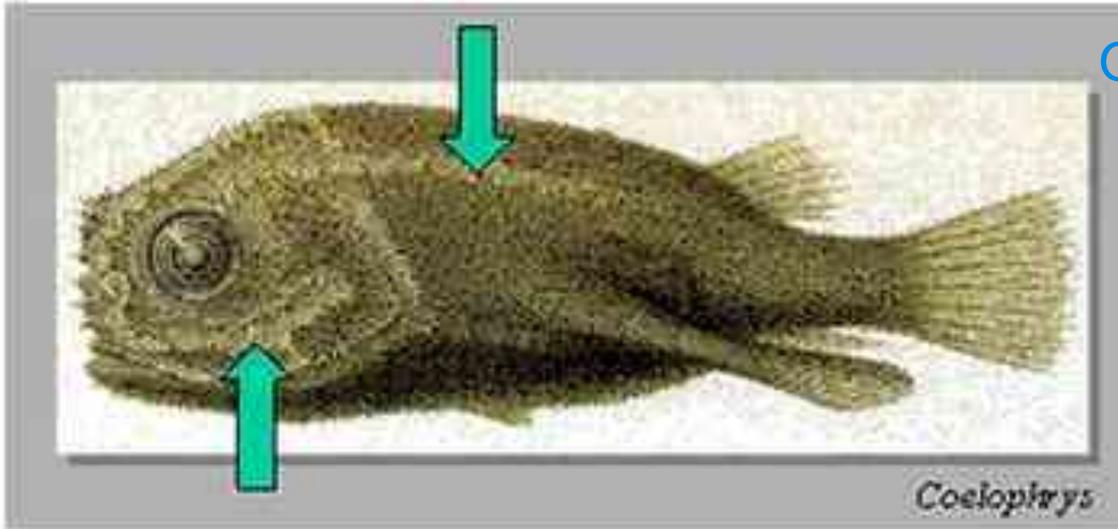
➤ ماهیان غضروفی و استخوانی - غضروفی به جای خط جانبی دارای اندام جایگزینی بنام آمپولهای لورنزینی هستند



- در ماهی مخرج لوله ای (**Rhodeus sp** یا **Bitterling**) از خانواده کپورماهیان خط جانبی ناقص می باشد.
- در شمشیرماهی (**Pelecus sp**) از کپورماهیان خط جانبی زیگزاگ مانند و کامل است.
- در گیش ماهیان (**Carangidae**) خط جانبی ملاقه ای شکل است و در قسمت جلو به سمت بالا انحناء دارد.
- در ماهی پرنده (**Exocoetidae**) خط جانبی در قسمت شکمی قرار گرفته است.



# Lateral Line Organs

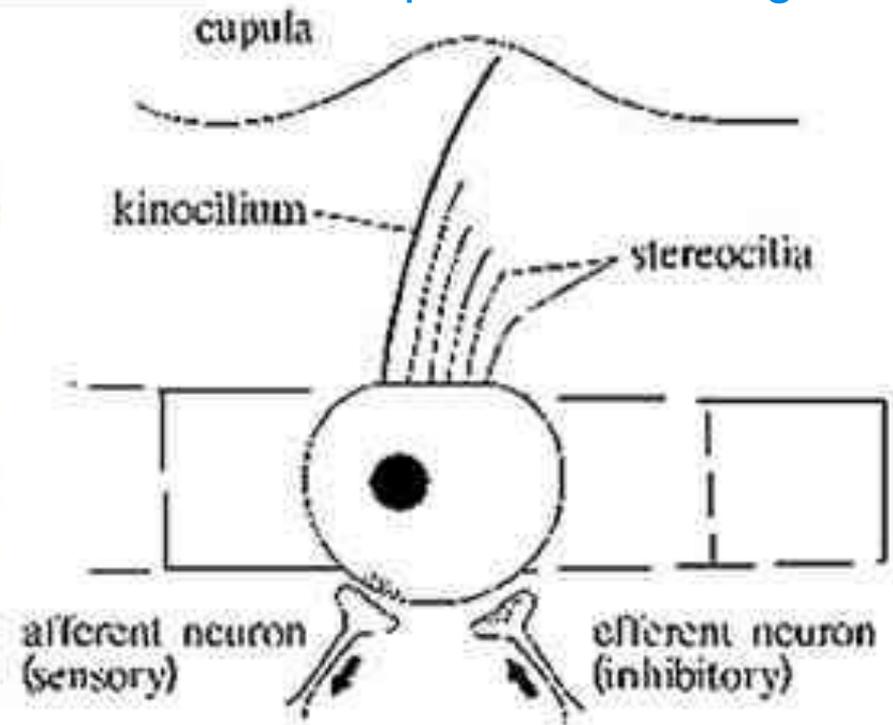


Only works in water! (Surprise!)

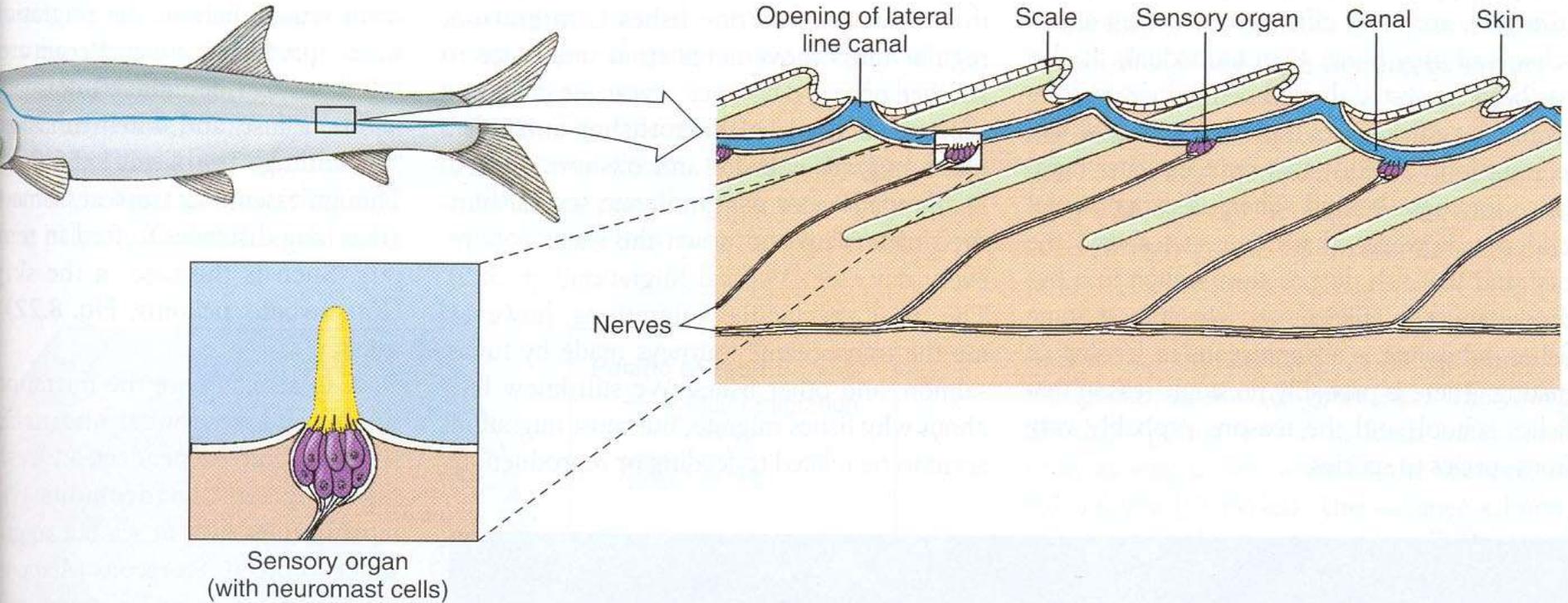
Senses movement of  
Important for:  
Detecting prey  
Avoiding predators  
Schooling  
Interpret surroundings

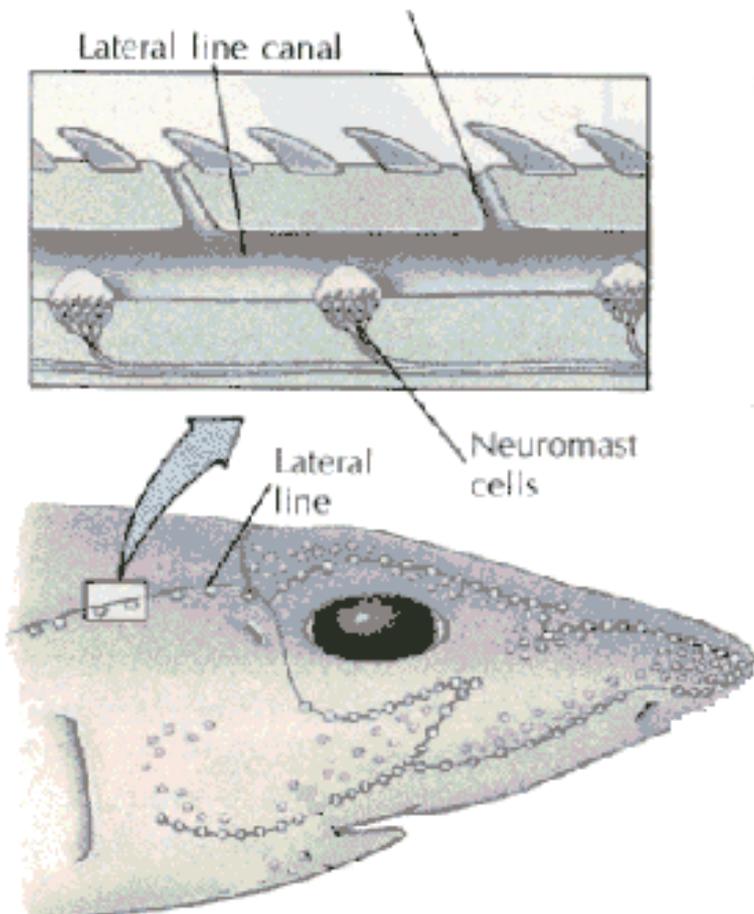
Locations: ➤

- Lateral (side) canal
- Supraorbital (above eye) canal
- Infraorbital (below eye) canal
- Hyomandibular (lower jaw) canal



# Lateral line

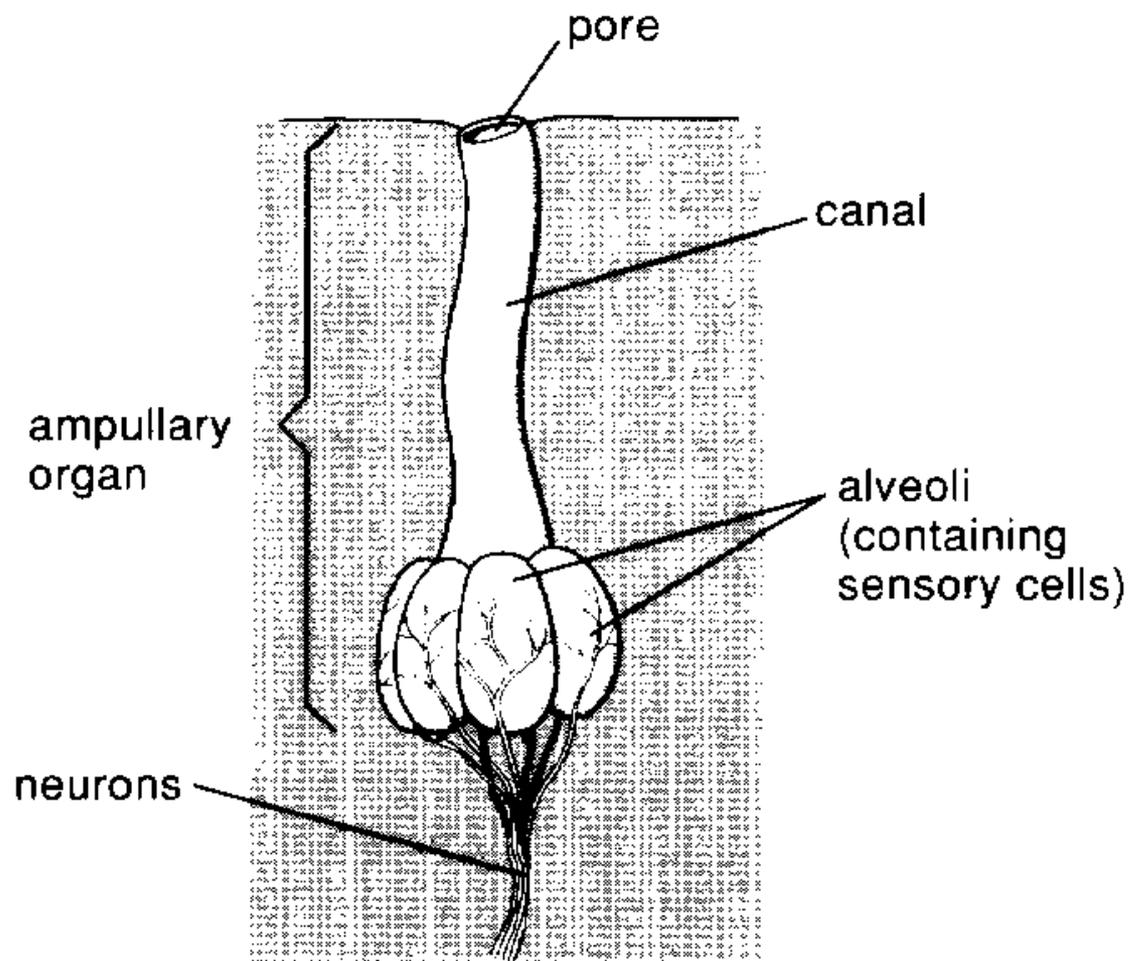




**FIGURE 28-10** Sensory canals and receptors in a shark.

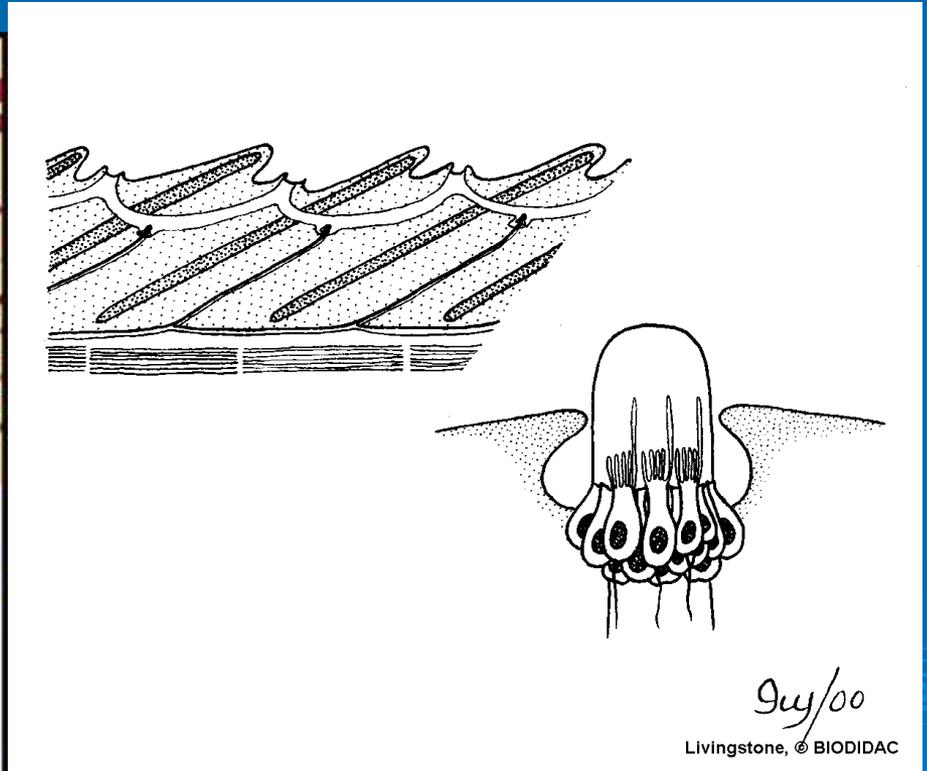
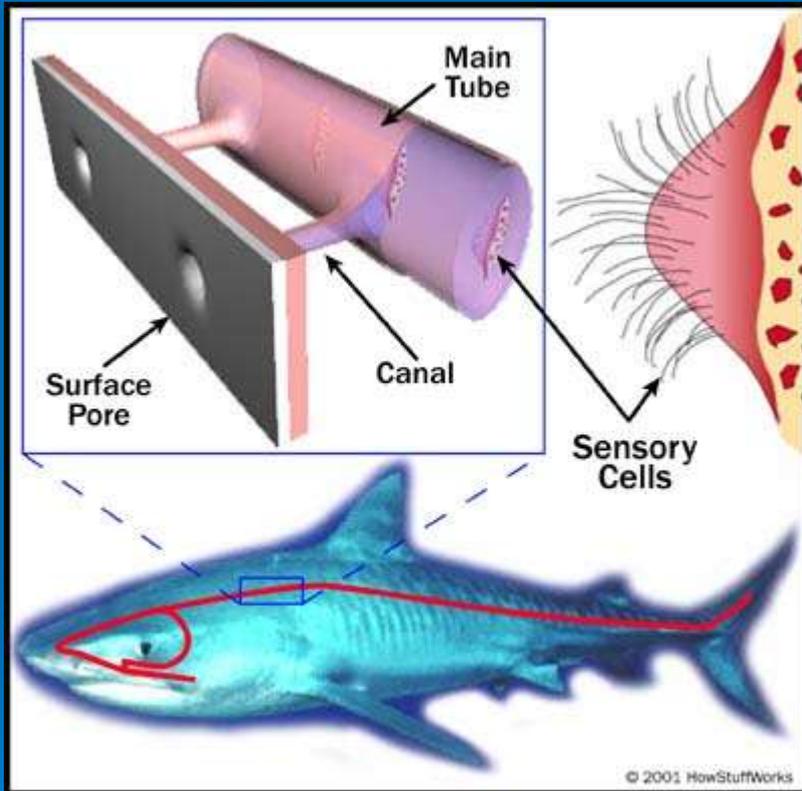
The lateral line sensors, called neuromasts, are sensitive to disturbances in the water, enabling the shark to detect nearby objects by reflected waves in the water.

Hickman et al. 1994



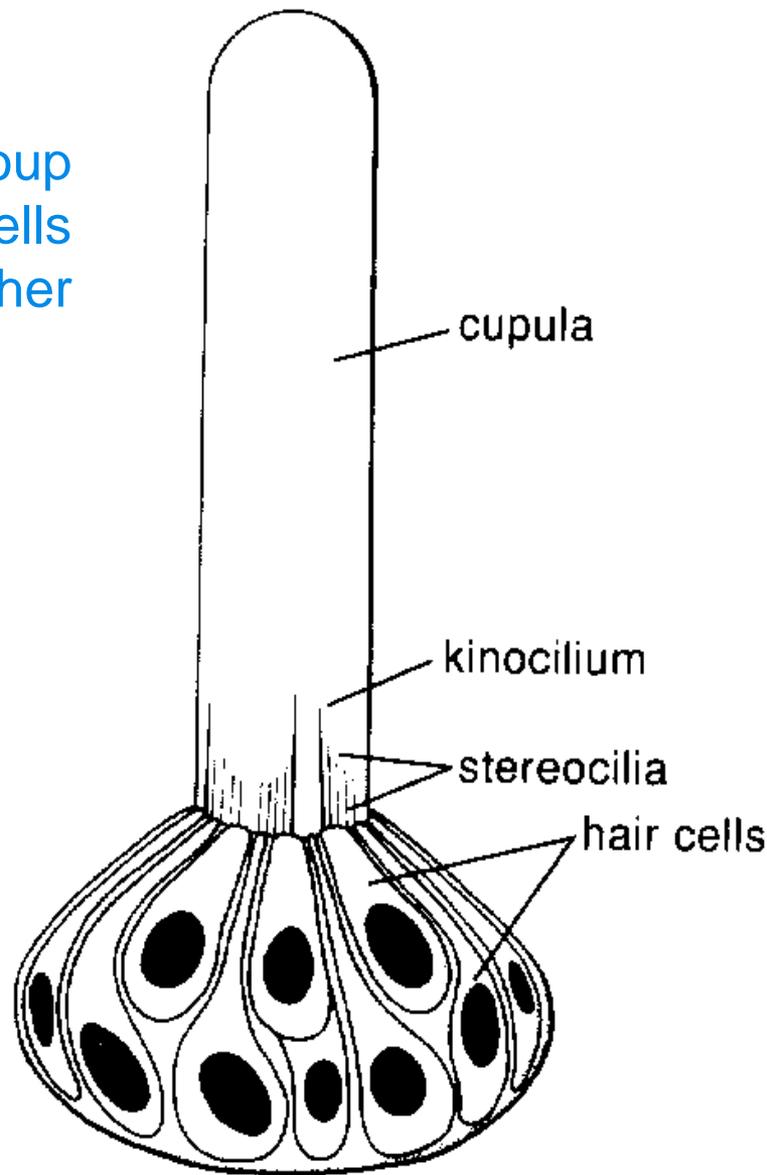
**FIGURE 21-5** Diagram of ampulla of Lorenzini.

# Lateral line



Neuromast—group of hair cells bundled together

Cupula—gelatinous sheath over cilia of hair cells in neuromast

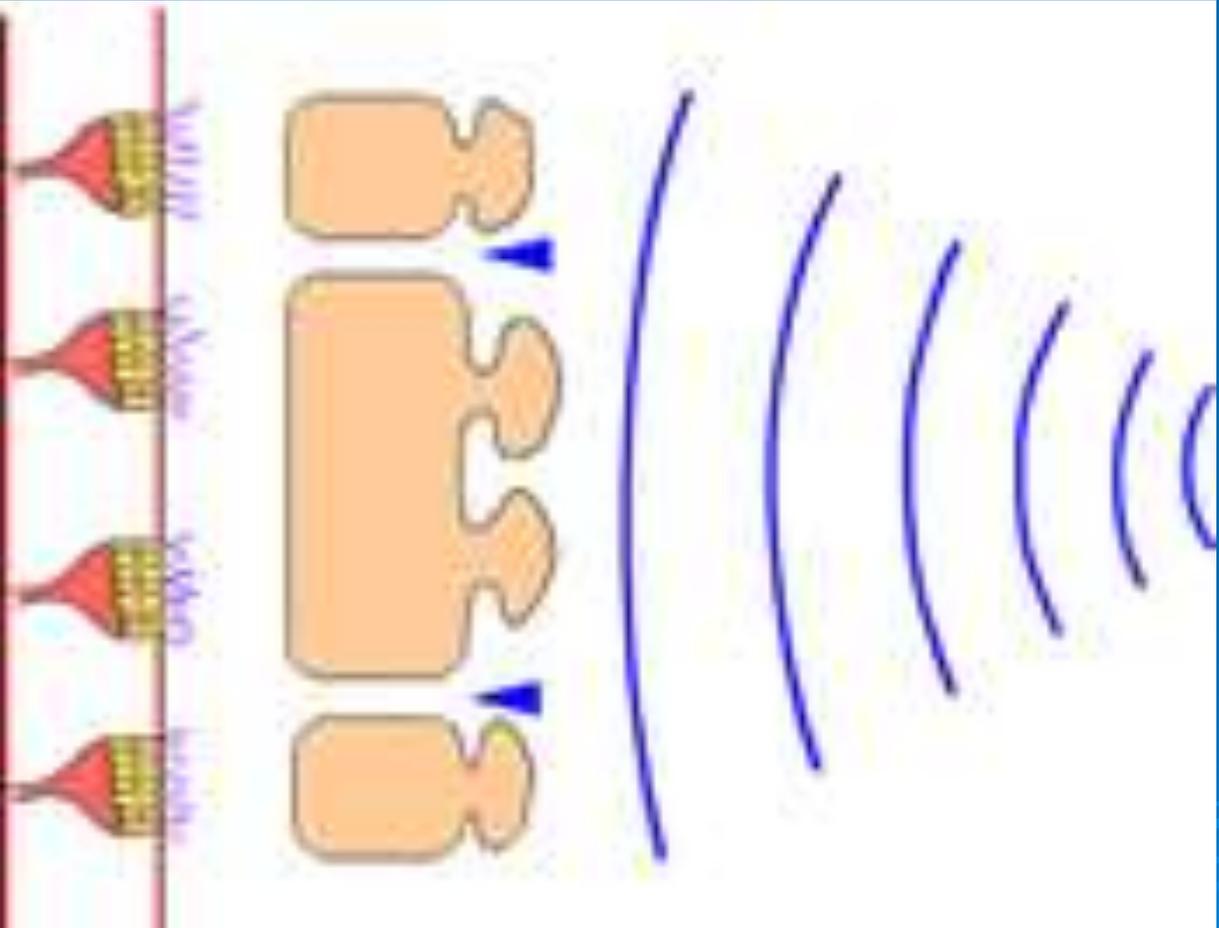


Hair cell—cilia on exposed surface of cell

Kinocilium—long, serves as trigger

Stereocilia—shorter graded, serve to condition kinocilium for being triggered

**FIGURE 21-7** Lateral line organ (neuromast).



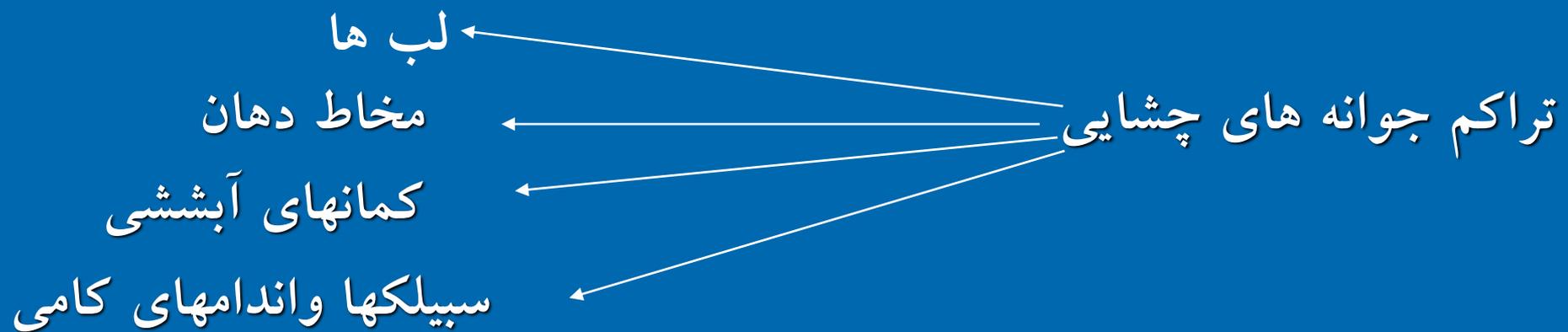
A large shark is shown underwater, swimming towards the viewer with its mouth wide open. A piece of red meat is suspended from a hook above the shark's mouth, and the shark is in the process of eating it. The water is a deep, clear blue. The word "Taste!!" is written in a light blue, sans-serif font in the upper right quadrant of the image.

Taste!!

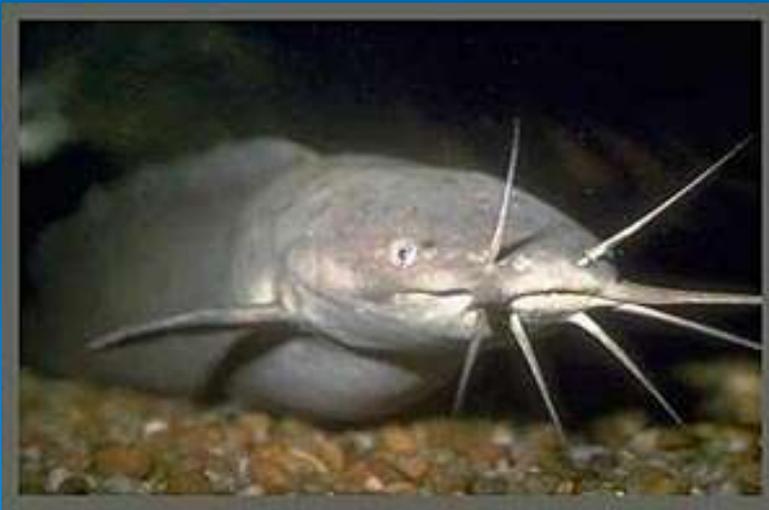
Fish tast buds are located on: head, mouth  
Sometimes...all over body for catfish!

# حس چشایی

- گیرنده های چشایی ← جوانه های چشایی
- جایگاه جوانه های چشایی ← راس پرده های پوستی
- شکل جوانه های چشایی ← عمدتاً پیازی شکل
- سلولهای جوانه چشایی ← سلولهای روشن، تیره و پایه
- سلولهای روشن ← سلولهای لوله ای شکل (t)
- سلولهای تیره ← سلولهای رشته ای شکل (f)



# Barbel



# سپیلکها

➤ به عنوان اندامهای چشایی و لامسه ای نقش دارند

➤ اعصاب کنترل کننده

عصب صورتی : چشایی



عصب سه قلو: لامسه ای



- ماهیان استخوانی عالی اغلب فاقد سبیلک میباشند،
- بعضی ماهیان استخوانی، ماهیان خاویاری، گربه ماهیان و کوسه ماهیان واجد سبیلک میباشند.
- سبیلکها به عنوان عضو چشایی بوده
- از سبیلکها جهت شناسایی و تفریق گونه‌ای ماهیان نیز استفاده می‌گردد:
- - میکسینها از مار ماهیان دهان گرد دارای یکسری زوائد سبیلک مانند (ریشک) هستند.
- - روغن ماهیان دارای یک زائده سبیلک مانند گوشتالو در فك بالا هستند.

➤ - تعداد سبيلك‌ها در ماهيان متفاوت مي‌باشد.

➤ 1 جفت در لاي ماهي Tincatinca ( سبيلك‌ها خيلي كوچك هستند )

➤ 2 جفت در سس ماهي Barbus ( 2 زوج بزرگ هستند )

➤ 2 زوج در كپور ماهي Cyprinus carpio ( يك زوج بزرگ ، يك زوج كوچك )

➤ 3 زوج در اسبله معمولي Silurus glanis ( يك زوج بلند و 2 زوج کوتاه )

➤ 4 زوج در اسبله‌ي جنوب Bagridae , Sisurida

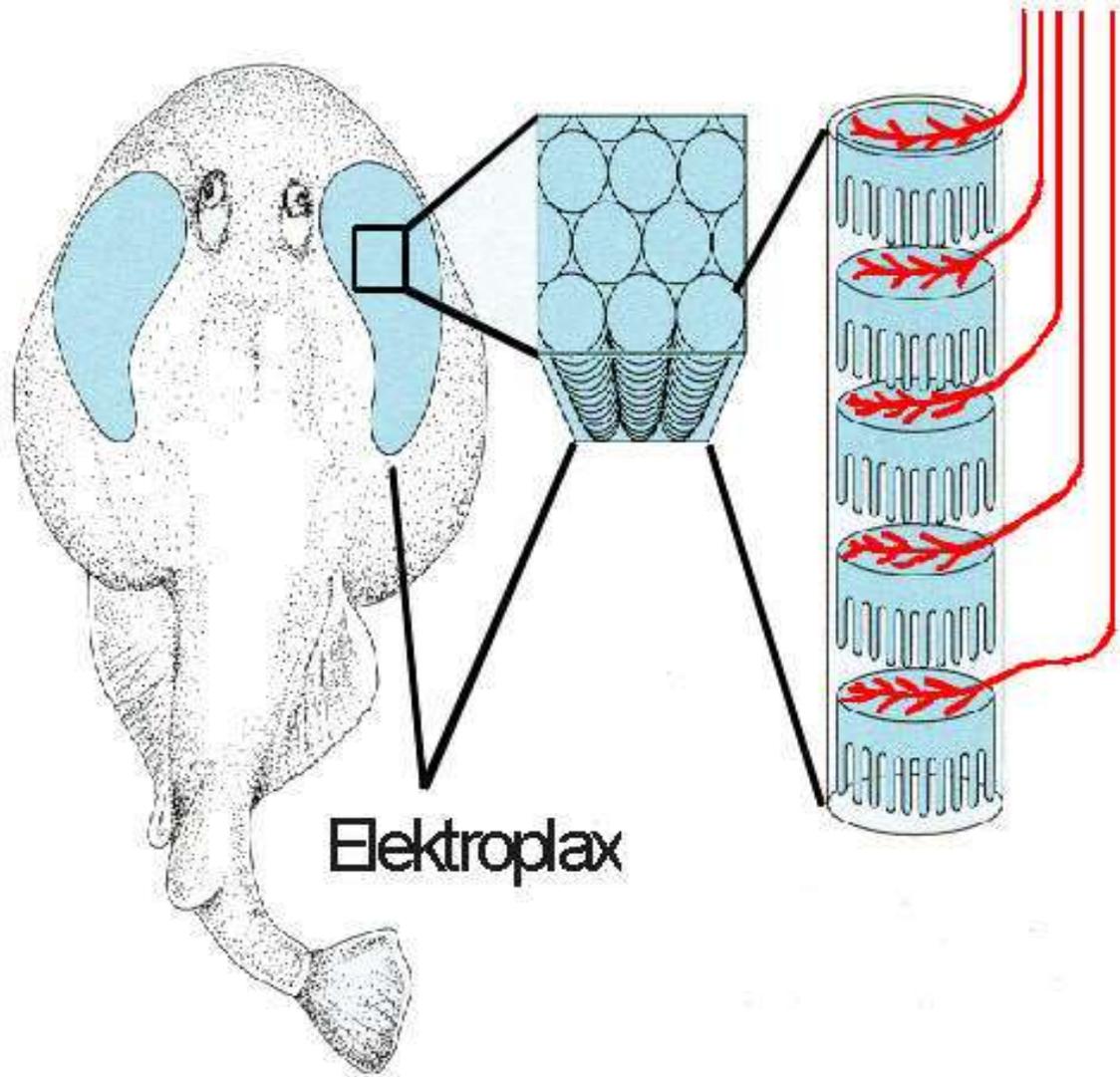
➤ ماهي 8 شاخ: اشلبو Heteropneustes

➤ 3 تا 5 زوج در سگ ماهيان جويباري Cobitidae

# تولید الکتریسیته در ماهیان

- تولید الکتریسیته در ماهیان توسط اندام های الکتریکی مجزا و مستقل که از تغییر شکل بخش های ماهیچه ای بوجود می آید صورت می گیرد.
- اندام های الکتریکی از سلولهای بزرگ و دیسک مانند بنام الکتروپلت یا الکتروسل تشکیل شده است.
- هر الکتروسل دارای دو سطح متفاوت از هم است:
  - ۱- سطح صاف: که بوسیله پایانه های عصبی پوشیده شده
  - ۲- سطح چین خورده: دارای زواید کرک مانند و غیر عصبی

# ساختار اندام الکتریکی



# طرز تولید الکتریسیته در ماهیان

➤ آزاد کردن الکتریسیته در اختیار ماهی است و ۲ مرکز کنترل، آزادسازی الکتریسیته را به عهده دارد:

➤ مرکز مغزی کنتری (۲) مرکز بیضوی شکل نخاع

➤ معمولا ۶ راسته از ماهیان شامل ۹ خانواده ماهیان استخوانی و ۲ خانواده از ماهیان غضروفی توانایی تولید برق را دارند که شامل:

➤ راسته Rajiiformes : Rajiidae ، Torpedinidae

➤ راسته Siluriformes : Malapteridae

➤ راسته Gymnotiformes : Electrophoridae

Rhamphichthidae ، Apterontidae ، Gymnotidae

➤ راسته Perciformes : Uranoscopidae

➤ راسته Petromyzontiformes : Petromyzontidae

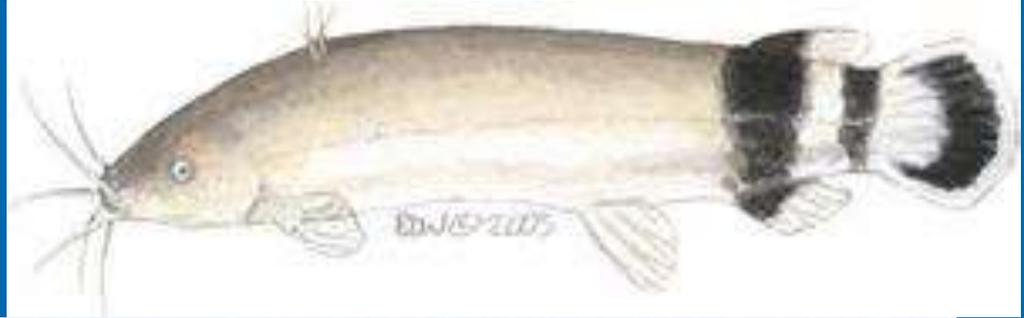
➤ راسته Osteoglossiformes : Mormyridae

Gymnarchidae

➤ Rajiforms: Rajidae, Torpedinidae



➤ Siluriformes : Malapteridae



گربہ ماہی الکتریکی



➤ Gymnotiformes : Electrophoridae, Gymnotidae, Aptereronotidae, Rhamphichthidae



چافو ماهی

➤ Perciformes : Uranoscopidae



➤ Petromyzontiformes : Petromyzontidae



➤ Osteoglossiformes : Mormyridae, Gymnarchidae



**Knollenorgan** : گیرنده های الکتریکی لوله ای شکل در پوست فیل ماهی مورمیرید

➤ ماهیان الکتریکی را به صورت زیر تقسیم بندی می توان نمود:

➤ ماهیان الکتریکی قوی

➤ ماهیان الکتریکی ضعیف

➤ ماهیانی که قادر به تولید الکتریسیته نیستند ولی آن را درک می کنند

➤ ماهیان الکتریکی قوی

➤ سپر ماهیان الکتریکی (*Torpedinidae*): کفزی هستند دارای شوک های الکتریکی ۱۰-۲۲۰ ولت

➤ مار ماهی الکتریکی (*Electrophorus electricus*) که از مار ماهیان حقیقی نمی باشد، به خاطر درازی بدن و شباهت به مار به آن مار ماهی می گویند. نیمی از عضلات بدن این ماهی به اندام های الکتریکی تبدیل شده است و بسته به طول بدن ماهی میتواند ۳۵۰ تا ۶۵۰ ولت الکتریسیته تولید کند.

➤ گربه ماهی الکتریکی (*Malapterurus electricus*) تا طول یک متر می رسند و تا ۳۵۰ ولت الکتریسیته تولید می کنند و در آبهای تیره آفریقا زندگی می کنند.

➤ ماهیان استار گازر (ستاره جو)

➤ ماهیانی که الکتریسیته ضعیف ایجاد می کنند:

➤ نایف فیش ها

➤ ژیمنوتیده

➤ آپترونوتیده

➤ رامف ایکتیده



## • خصوصیات مشترک ماهیان الکتریکی:

- حرکت کند دارند.
- شب ها فعالیت می کنند یا در آب های تیره باشفافیت کم به سر می برند.
- پوست ضخیم دارند که به عنوان عایق عمل می کنند .
- چشم در بسیاری از آن ها تحلیل رفته و بعضی از تورپدوها کورند.
- ماهیانی که دارای حس الکتریکی هستند، تطابق قابل ملاحظه ای در مغز آنها صورت گرفته مخچه خصوصاً در مورمیریدها، بزرگ است .

## • ماهیان حساس به الکتریسیته :

- این ماهیان قادر به تولید الکتریسیته نیستند ولی الکتریسیته را درک می کنند. مانند: لامپری ها ، الاسمو برانش ها، واریته هایی از ماهیان استخوانی، استورژن ها و **Dipnoi**.
- این ماهیان حساس به فرکانس های پائین هستند در حالیکه ماهیان الکتریکی ضعیف به فرکانسهای بالا حساس هستند.

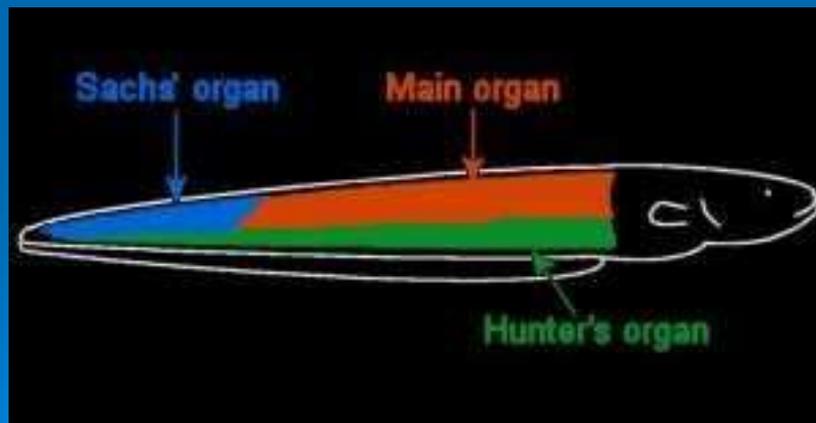
## • اندام های تولید کننده الکتریسیته در ماهیان خانواده آپرونوتیده:

- در این ماهیان نقش الکتروسیت را نورو ن های نخاعی ایفا می کنند.
- نورو ن های بزرگ شده پس از ورود به اندام الکتریکی، به سمت جلو امتداد یافته و سپس به سمت عقب خمیدگی پیدا می کنند.
- قطر آنها در قسمت های جلورونده و عقب رونده، بیش از ۱۰۰ میکرون است.

• اندام های تولید کننده الکتریسیته در مار ماهیان:

مار ماهیان الکتریکی دارای ۳ اندام الکتریکی مجزا هستند:

- اندام اصلی که در زیر ستون فقرات و در ناحیه دمی قرار دارد،
- اندام هانتر که در امتداد سطح شکمی واقع شده اند،
- اندام ساکس که در قسمت خلفی اندام اصلی واقع شده اند.



## • اندام های تولید کننده الکتریسیته در گربه ماهیان:

- اندام های الکتریکی در داخل پوست قرار دارند و بیشتر عضلات بدن را می پوشانند.
- الکتروسیتها ورقه مانند هستند که در حدود یک میلیمتر قطر
- منشا جنینی این اندام، عضلات سینه ای است
- جریان از جلو به عقب برقرار می شود.

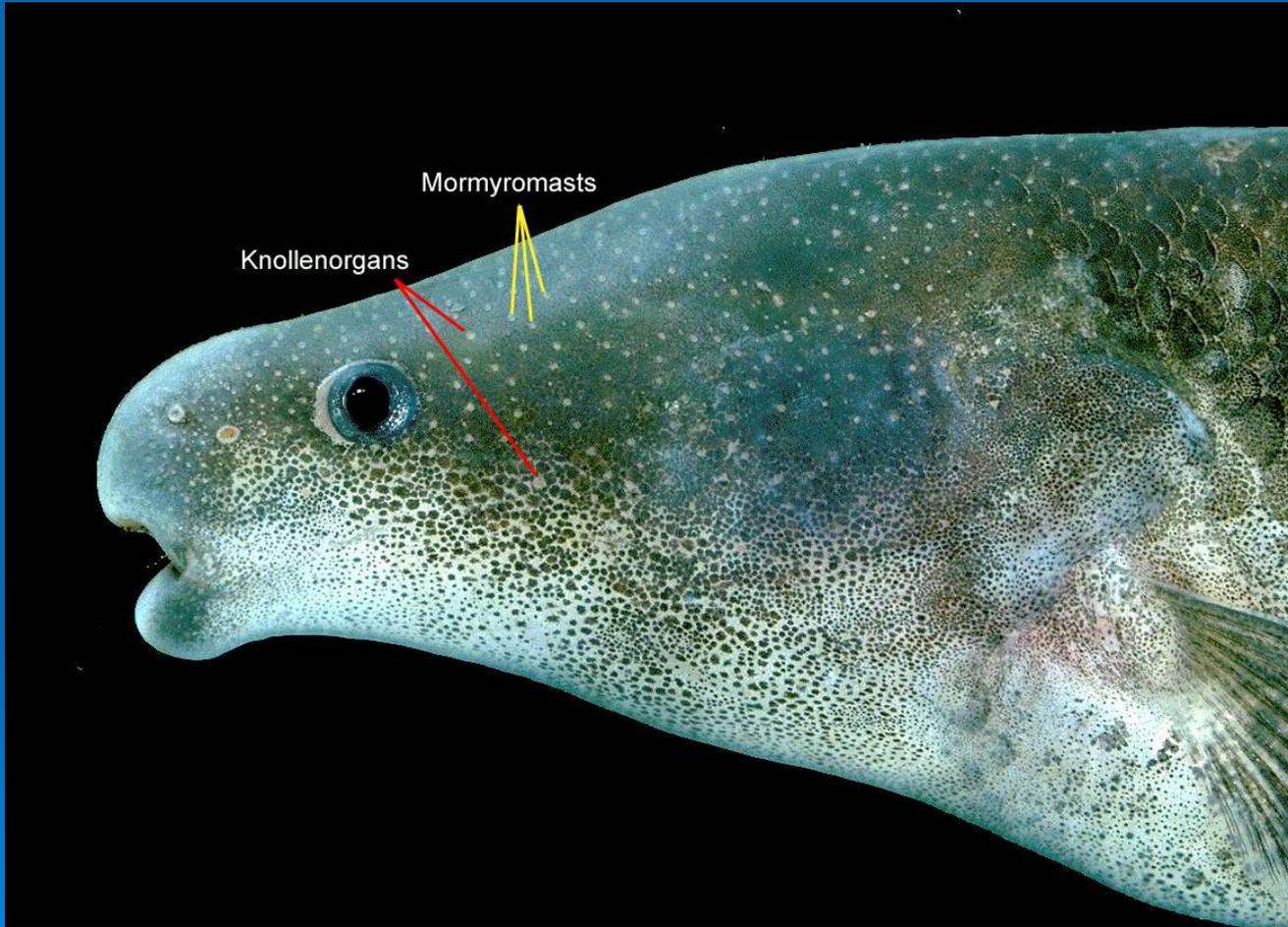
## • اندام های تولید کننده الکتریسیته در سپر ماهیان:

- این ماهیان در هر طرف بدنشان دارای یک اندام الکتریکی کلیه مانند بزرگ هستند که در مجاورت ناحیه سر و آبشش ها واقع شده است. از سطح پشتی تا شکمی کشیده شده اند. قطر سلولهای الکتریکی به ۷ میلی متر هم می رسد
- از عضلات آبششی منشا می گیرند.
- جریان از سطح شکمی به پشتی است.

• اندام های تولید کننده الکتریسیته ماهیان استارگازر:

- دارای اندام الکتریکی در ناحیه سر می باشند که از سطح پشتی به شکمی پهن شده است.
- این اندام نسبتاً کوچک در قسمت خلفی چشم قرار گرفته و منشا آن عضلات چشم است.
- جهت جریان از سطح پشتی به شکمی است.

# در مور میرید



## • وظیفه اندام الکتریکی:

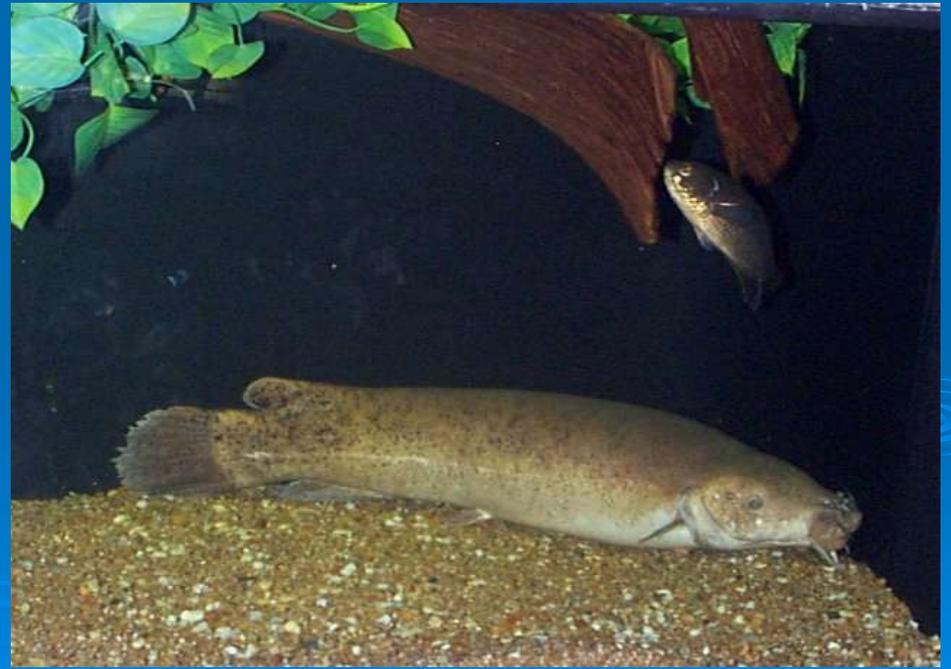
- بی حس کردن طعمه یا ایجاد بی میلی در ماهیان سرزده یا عوامل شکارچی برای بدست آوردن طعمه
- محل قرار گرفتن اشیای نزدیک مشخص می شود.
- به تعیین موقعیت حیوان در داخل محیط
- برقراری ارتباط

# Electrical fish

- Electric Eel: note the short body and long tail. In this fish the muscles of the long tail generate the electrical shock.



- Electric Catfish: note the longer body. In this fish the muscles of the anterior half of the body generate the electrical shock .



# Types of Electric Field

## **Strong electric fields** ➤ **(EOD-induced)**

**10's to 100's of volts •**  
**(stunning)**

**torpedo rays (20 - 50 volts)**

**electric catfish (300 volts)**

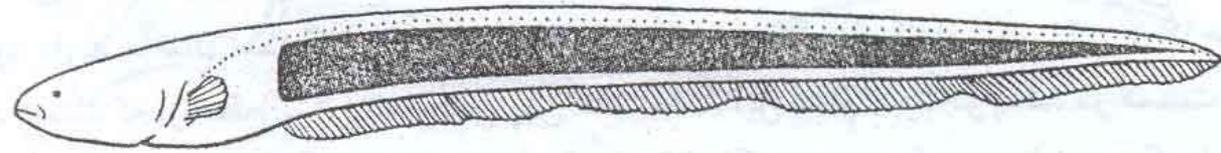
**electric eel\* (500 volts!)**



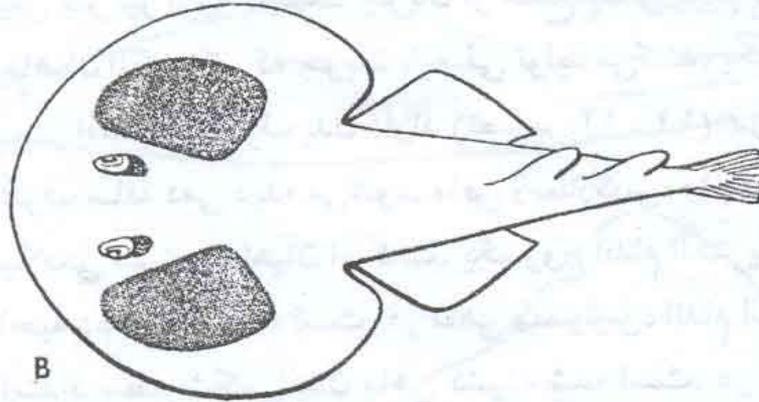
**\*Enough to knock a human**

# Electrical ray

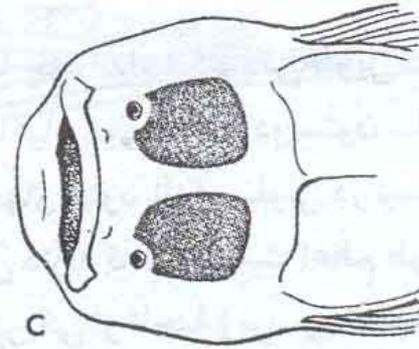




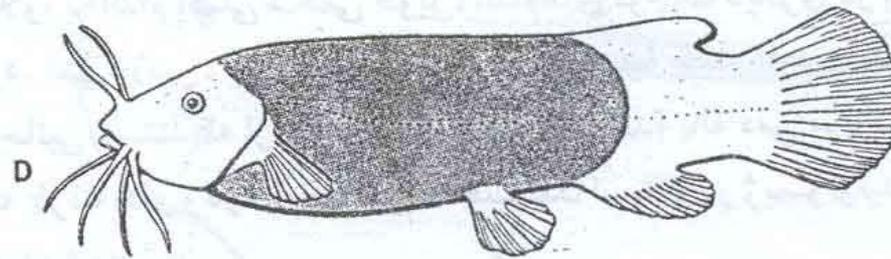
A



B

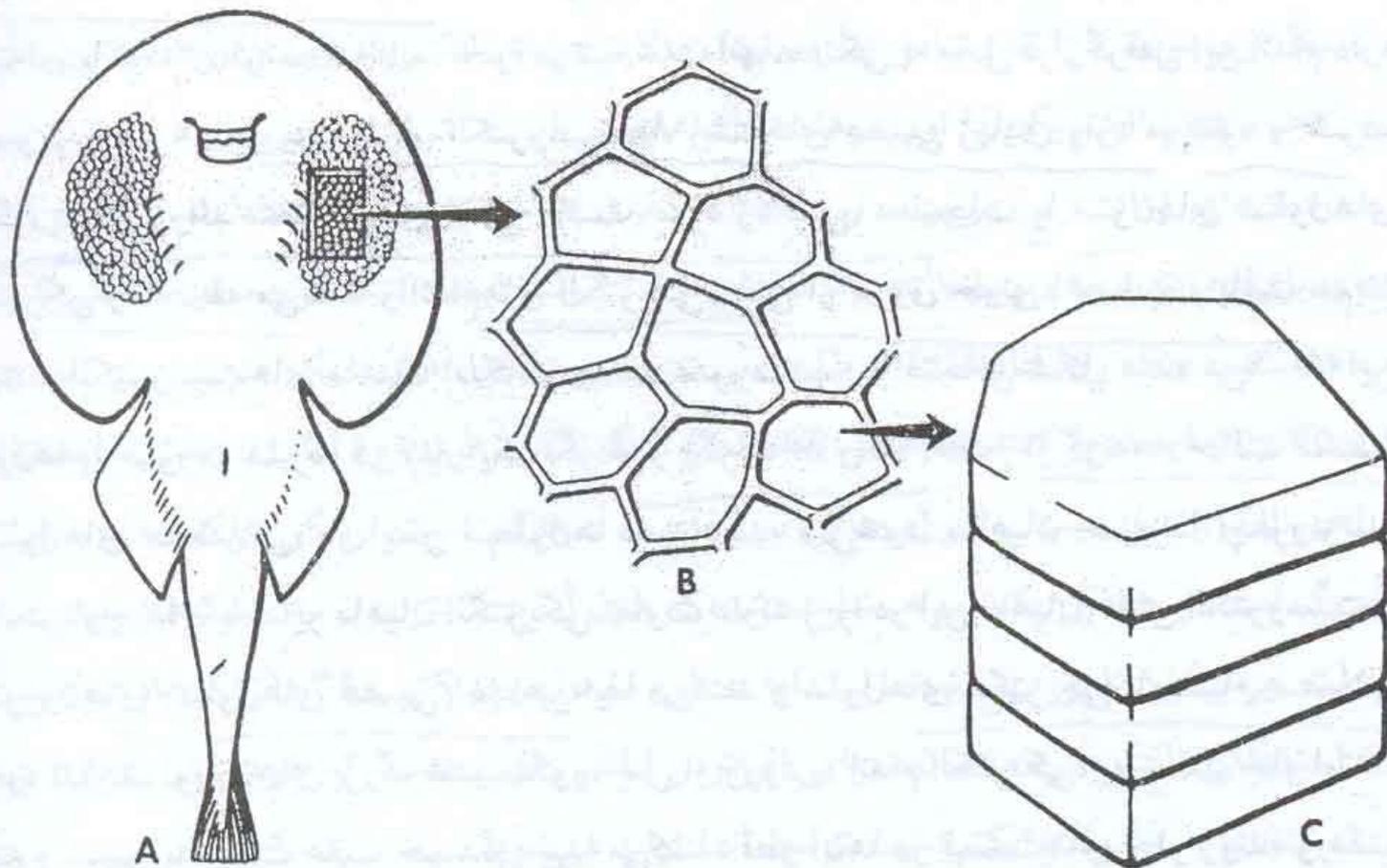


C



D

تصویر ۱۴ - ۱۰ - نمودار وضعیت قرار گرفتن اندام‌های الکتریکی در ماهیان الکتریکی قوی. A: مارماهی الکتریکی (الکتروفوروس)؛ B: سپر ماهی الکتریکی (تورپدو)؛ C: استارگازر (اورانوسکوپوس)؛ D: گربه ماهی الکتریکی (مالاپتوروس) (اقتباس از بوند، ۱۹۷۹).



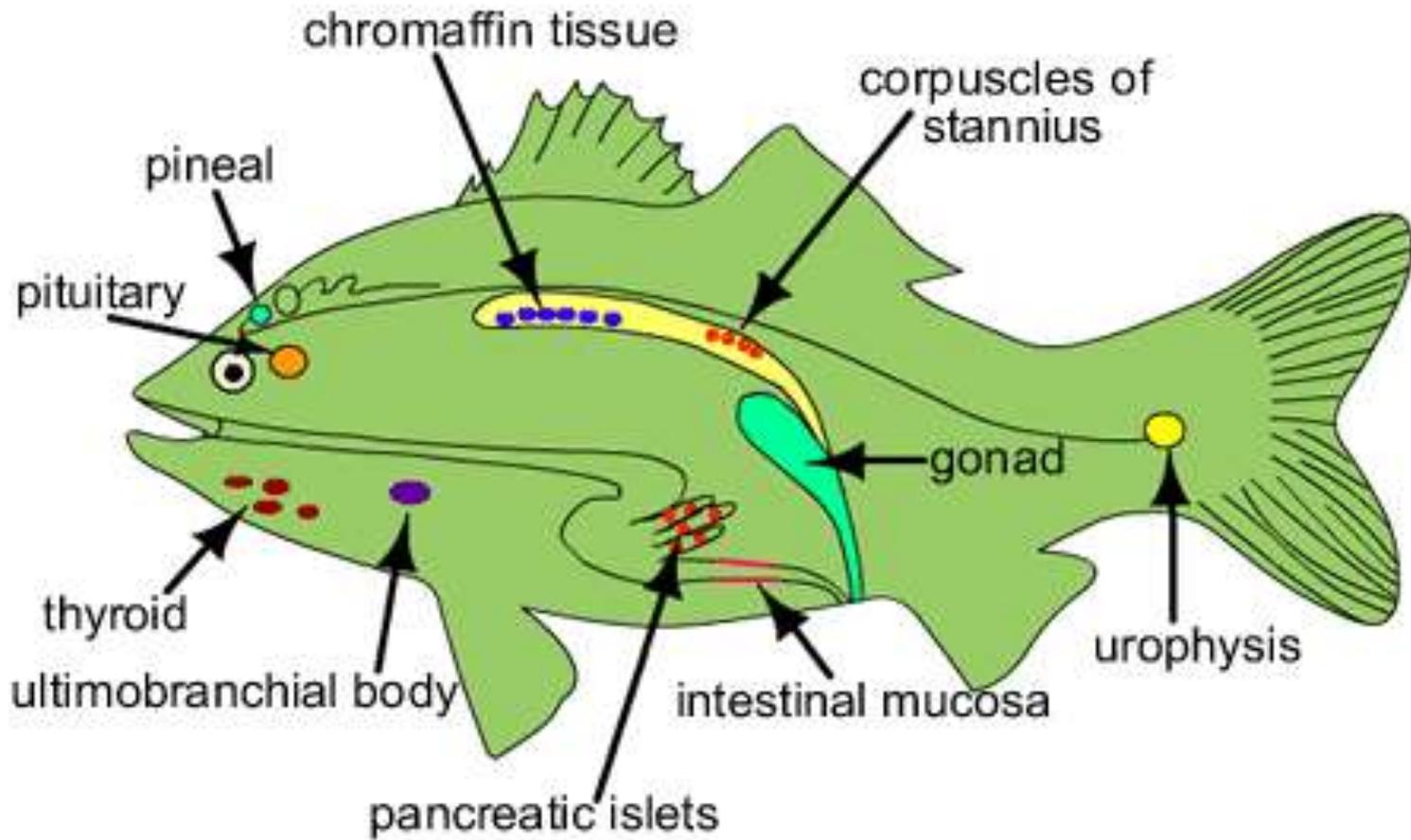
تصویر ۱۴ - ۹ - A: نمای شکمی سپر ماهی الکتریکی (تورپدو) که وضعیت اندام‌های الکتریکی را نشان می‌دهد؛ B: شکل الکتروسیت‌ها از نمای شکمی؛ C: نمای وضعیت قرارگرفتن یک دسته از الکتروسیت‌ها (اقتباس از بوند، ۱۹۷۹).

# غدد

- تیروئید: تیروکسین
- تیموس: لنفاوی
- هیپوفیز: دارای سه بخش است
- قدامی: هورمون های رشد
- میانی: تنظیم رنگدانه
- خلفی: رنین انپیوتانسین
- پانکراس: دارای دو بخش است
- درون ریز: انسولین
- برون ریز: آنزیم های گوارشی
- آدرنال (اینتررنال): کورتیزول
- کلیه:
- اجسام استانیوس: هیپوکلسین
- سلول های کرومافین
- سلولهای مجاور گلومرولی
- غدد رکتال: کوسه
- پینه آل : ترشح ملاتونین در تنظیم رنگدانه



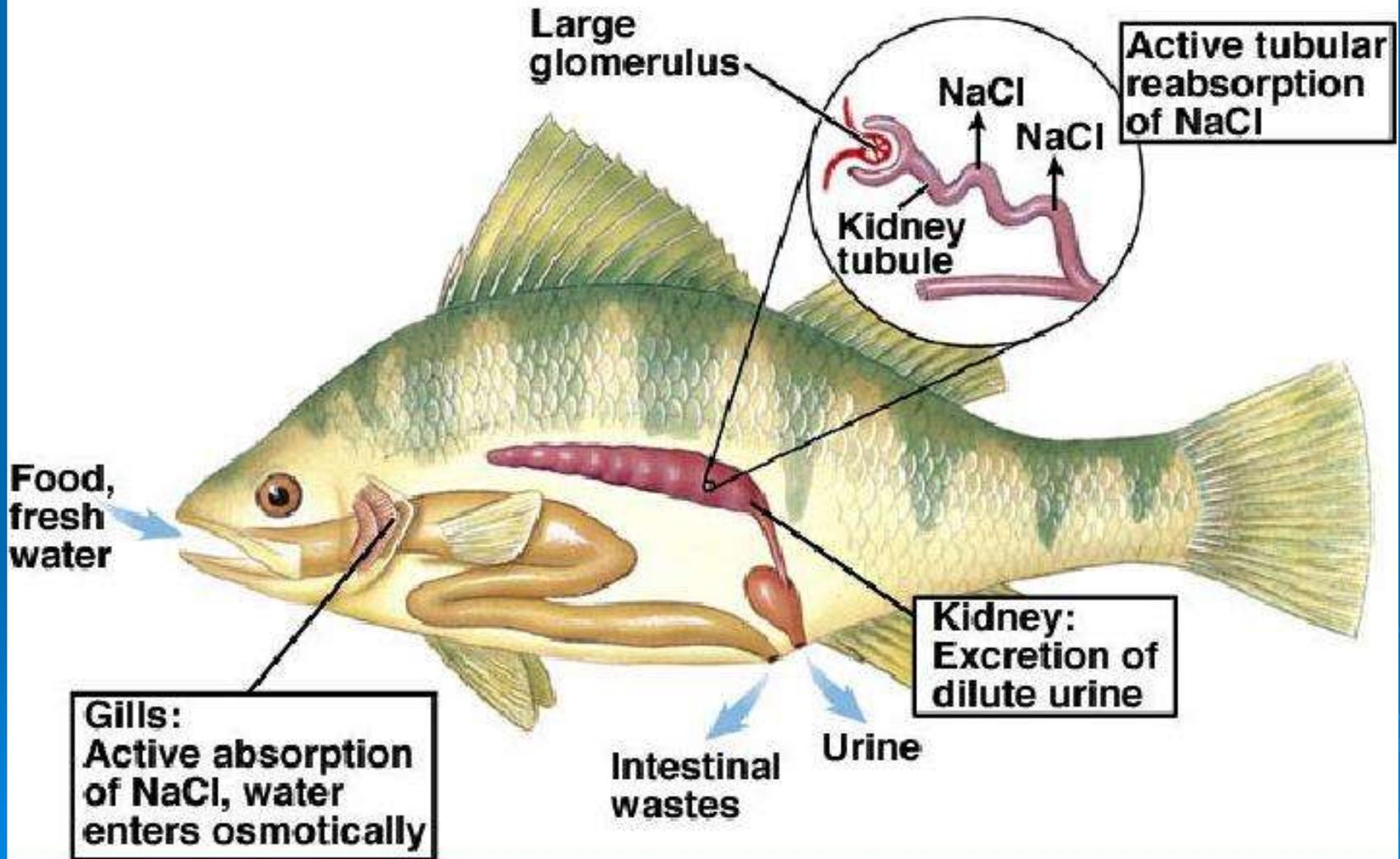
غدد اندورین در قزل آلاک



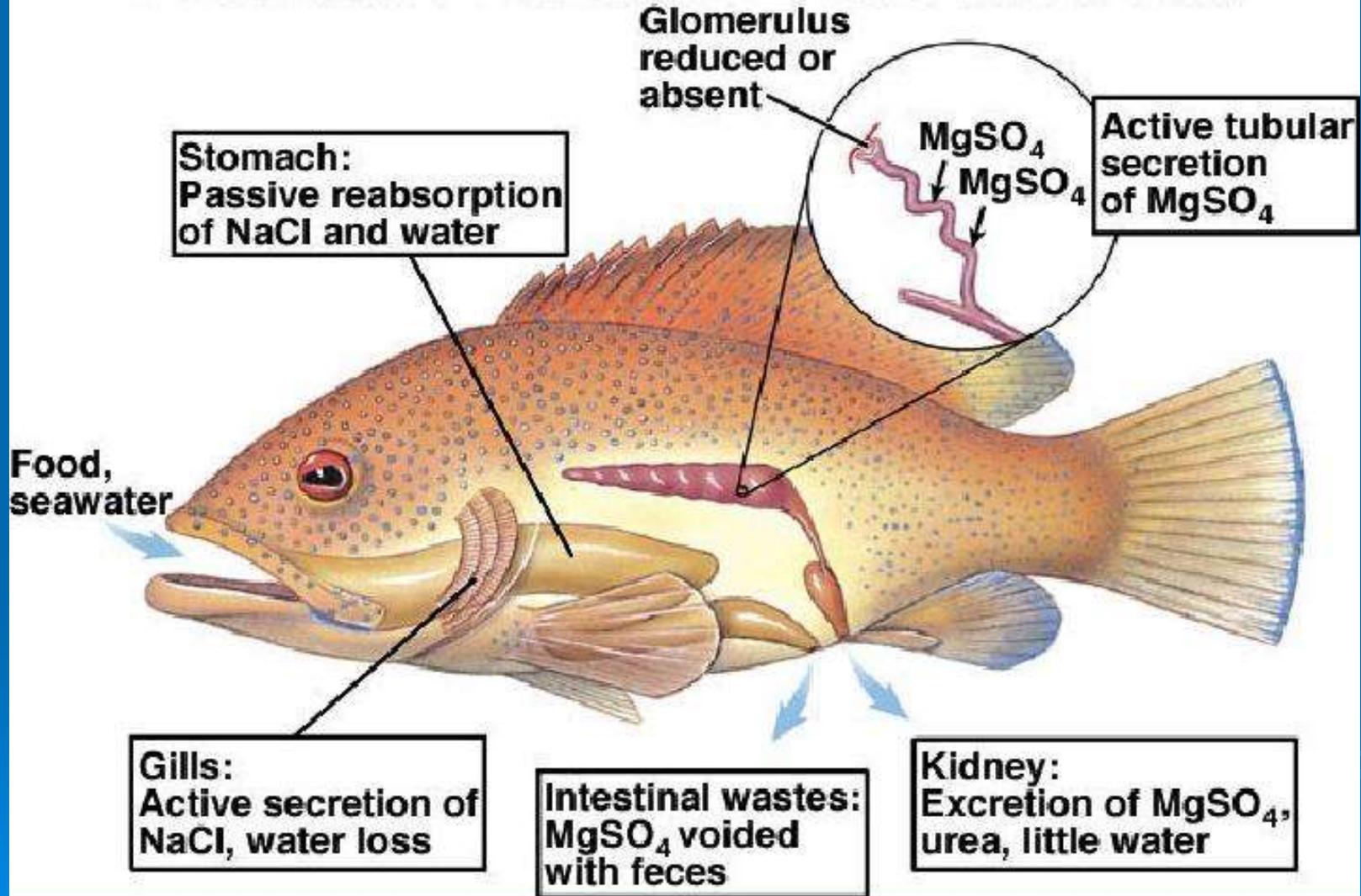
# Osmoregulation in fish

- Depends on environment
  - Freshwater
    - Cells are hypertonic to environment, must defend against water uptake
      - Excretion of dilute urine
      - Mucous covering of epidermis
  - Marine
    - Cells are hypotonic to environment, must defend against water loss
      - Water gain through food uptake and drinking
      - Concentration of urine

# Osmotic Balance—Freshwater Fish



# Osmotic Balance — Marine Fish



# مهاجرت

- Anadromous از آب شور به شیرین: ماهی آزاد, سفید, خاویاری
- Catadromous از آب شیرین به شور, :مار ماهی مهاجر
- Amphidromous از آب شیرین به شور و بالعکس: ماهیان پهن
- Potamodromous در آب شیرین: قزل آلاهی قهوه ای
- Oceanodromous در آب شور: تن ماهیان

