وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة بغداد – كلية الزراعة
قسم الانتاج الحيواني
المرحلة : الثانية

مدرس المادة :.أ.م.د.محمد شاكر
رقم المحاضرة :.
العام الدراسي :. 2017/2016

المحاضرات النظرية علم الاسماك

الأسماك : Fishes – تعريف عام –

حيوانات فقريه مغزلية الشكل ، تعتمد على الماء كليا كوسط للمعيشه ، تتنفس الهواء المذاب في الماء بواسطة الغلاصم gills ، تتحرك بمساعدة الزعانف fins وتغطي اجسامها القشور او الحراشف scales . يوجد اكثر من 20 الف نوع من الأسماك يعيش في مختلف انواع المياه التي تغطي ثلاثة ارباع المساحه الكليه للكره الأرضيه . تختلف الأسماك فيما بينها من ناحية الشكل ، اللون ، الحجم .. فهناك الأسماك ذات الشكل المغزلي وهو الأكثر شيوعا ، الدائري ، المسطح ، المعيني ، المتطاول وغيره .. وهناك الأسماك الصغيرة الحجم التي لا يزيد طولها عن بضعة سنمترات مثل سمكة الكمبوزيا وبعض انواع اسماك الزينه ، واخرى كبيره جدا تصل اطوالها اكثر من 21 متر مثل سمكة الكوسج الحوت whale shark ..! وتختلف الاسماك فيما بينها من حيث تواجدها ، وطبيعة معيشتها وتغذيتها . فبعض الأسماك تعيش في المياه البارده cold water fishes (تصل درجة الأنجماد الصفر المئوي) والبعض الأخر يعيش في المياه الدافئه او الحاره warm water fishes (تصل درجة الحراره 40 مْ) . وقسم منها يعيش في المياه العذبه fresh water fishes والقسم الأخر في المياه المالحه marine water fishes . ومنها ما يسبح قرب القاع او يعيش في الكهوف واخرى تفضل العيش قرب سطح الماء . ومن الأسماك ماهي نباتية التغذيه herbivorous وحيوانية التغذيه carnivorous ومختلطة التغذيه omnivorous .. ومنها ماهي ولوده viviparous واخرى بيوضه oviparous .

علم دراسة الأسماك : Ichthyology

هو العلم الذي يختص بدراسة الأسماك ككائن حي مستقل ، وعلاقة هذا الكائن بالظروف الحياتيه والبيئيه المحيطه به . وعلم الأسماك هو احد فروع علوم الحياة Biology ، ويرتبط مباشرة بعلم الحيوان Zoology .

ومن أهم العلوم المتفرعه من علم دراسة الأسماك :

أ- علم تصنيف الأسماك . ب- علم تشريح الأسماك .
ج- علم الوراثه والتطور . د- علم البيئه
هـ- علم الفسلجه والكيمياء الحياتيه . و- علم تربية الأسماك .

تصنيف الأسماك :

المملكه الحيوانيه Animal Kingdom
شعبة الحبليات phylum : chordata
شعبه الفقريات الثانويه sub phylum : vertebrate
فوق صنف الأسماك super class : pisces
ويقسم فوق صنف الاسماك الى ثلاثة أصناف Classes :

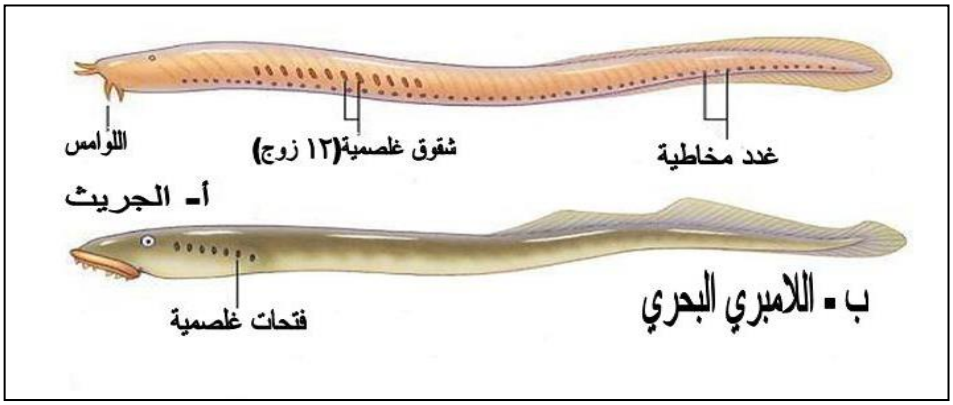
اولاً: صنف الأسماك عديمة الفكوك Agnatha

أهم مميزاته :

1- وجود حبل ظهري شبيه بالحبل .
2- الفكوك معدومه .

3- الهيكل الداخلي غضروفي .
4- توجد قناتان هلاليتان على كل جانب من الرأس في عضو التوازن والسمع .
5- لا توجد أقواس غلصميه تسند الغلاصم .
6- لا توجد زعانف زوجيه – كتفيه وحوضيه .
7- الحراشف معدومه .
8- وجود فتحه منخريه واحده nostril فقط وسطية الموقع .
9- تقع الغلاصم في أكياس تفتح كل منها للخارج بفتحه دائريه وينعدم فيها الغطاء الغلصمي.
10- الأخصاب خارجي .

مثال : الجلكي البحري (شكل 1) *Petromyzon marinus*



(شكل - 1) سمكة الجريث والجلكي البحري وهي من الاسماك اللافكية

ثانياً : صنف الأسماك الغضروفية Chondrichthyes

أهم مميزاته :

1- الحبل الظهري يشبه الخرز او العقد .
2- وجود زوج من الفكوك .
3- الهيكل الداخلي غضروفي .
4- توجد ثلاث قنوات هلاليه على كل جانب من الرأس في عضو التوازن والسمع .
5- توجد أقواس غلصميه غضروفيه تسند الغلاصم .
6- وجود الزعانف الزوجيه .
7- وجود الحراشف .
8- وجود فتحتان منخريتان على جانب الرأس .
9- تفتح الغلاصم للخارج بشقوق غلصميه وينعدم الغطاء الغلصمي .
10- الأخصاب داخلي على الأغلب .

مثال : القروش والقوبعيات sharks & rays (شكل 2) .

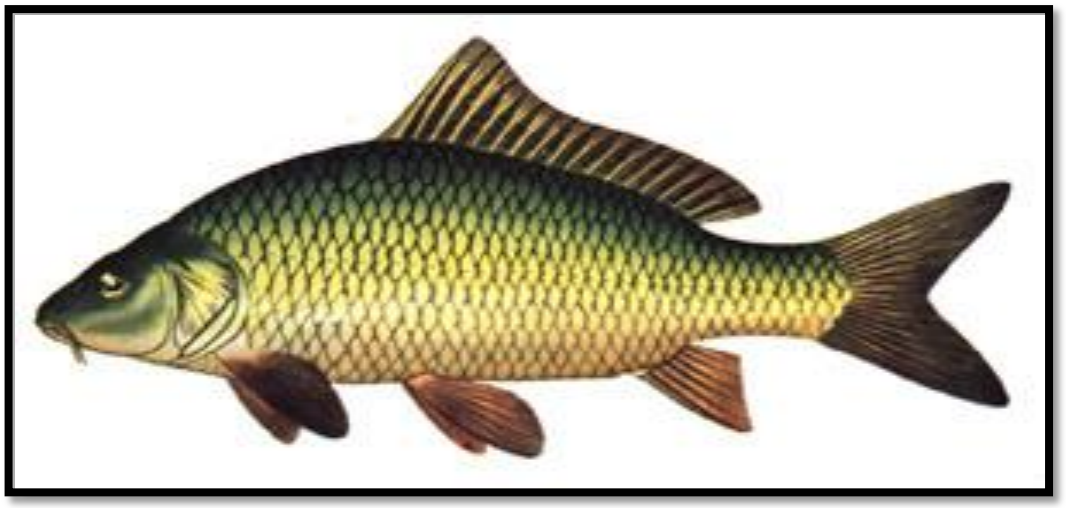
شكل (2) سمكة القرش -غضروفيه-

ثالثاً : صنف الأسماك العظمية Osteichthyes

أهم مميزاته :

1- الحبل الظهري يشبه الحبل ذو عقد تنفصل عن بعضها البعض .
2- وجود زوج من الفكوك .
3- الهيكل الداخلي عظمي .
4- توجد ثلاث قنوات هلاليه على كل جانب من الرأس في عضو التوازن والسمع .
5- توجد أقواس غلصميه عظميه .
6- وجود الزعانف الزوجيه .
7- وجود الحراشف .
8- وجود فتحتان منخريتان على جانبي الرأس .
9- تفتح الغلاصم للخارج بفتحه غلصميه واحده يغطيها غطاء غلصمي عظمي .
10- الأخصاب خارجي على الأغلب .

مثال : سمكة الكارب والأسماك العراقيه مثل البني ، الكطان ، البز ....(شكل 3) .



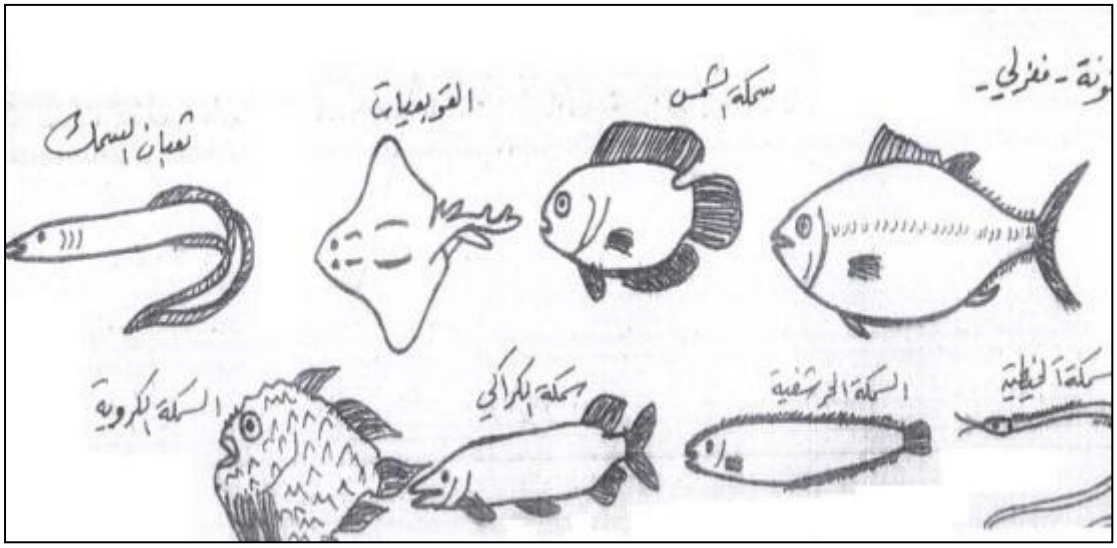
شكل (3) سمكة الكارب (عظميه)

شكل الجسم : Body form

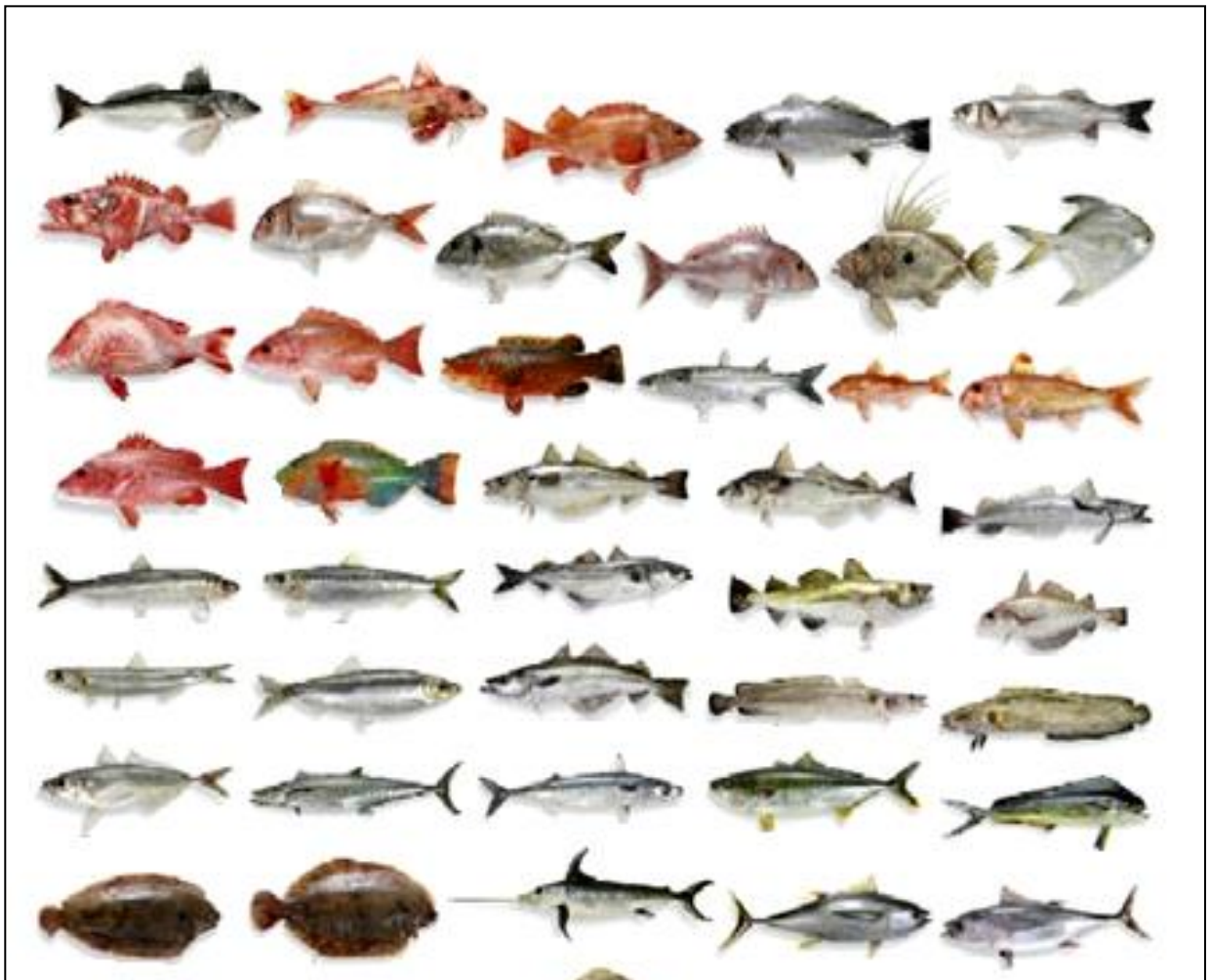
يمكن استخدام شكل جسم السمكه كوسيله لمعرفة أسلوب حياتها ... ولجسم السمكه أشكال عديده منها :

- الشكل المغزلي Fusi form ويكون شائعا في الأسماك سريعة السباحه في عرض البحر كما في أسماك التونه .
- الشكل المضغوط من الجانبين Compressi form مثل سمكة الزبيدي والشمس .
- الشكل المضغوط ظهريا وبطنيا (من الأعلى والأسفل) Depressi form هذا الشكل يلائم حياة القاع كما في أسماك القوبعيات .
- الشكل الثعباني (المتطاول) Elongate form كما في سمكة الثعبان .
- الشكل الخيطي Fili form كما في الأسماك الخيطيه .
- الشكل الشريطي Taeni form كما في الأسماك الحرشفيه .
- الشكل السهمي Sagitti form تشبه الرمح كما في أسماك الكراكي .
- الشكل الكروي Globi form كما في الأسماك الكرويه .

وهناك أشكال شاذه مثل أسماك الصندوق التي تأخذ شكلا مربعا يشبه الصندوق ، وهناك أسماك لها رأس يشبه رأس البقرة سميت بالأسماك البقريه ، وأخرى تشبه الحصان سميت بأسماك حصان البحر .



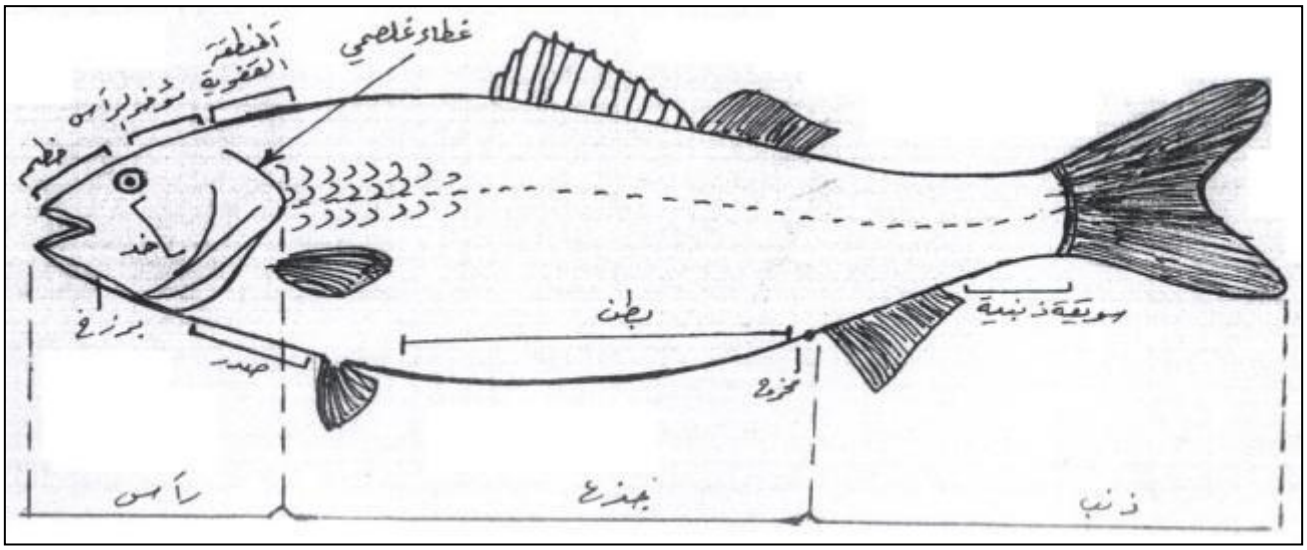
شكل (4) نموذج لانواع من الاسماك مختلفة الأشكال



اشكال مختلفة من الاسماك

طوبوغرافية الجسم : Topography of body

تم وصف بعض مناطق الجسم بمصطلحات تساعد في تعيين الصفات المدروسة (شكل 5) :



شكل (5) مناطق الجسم في الاسماك

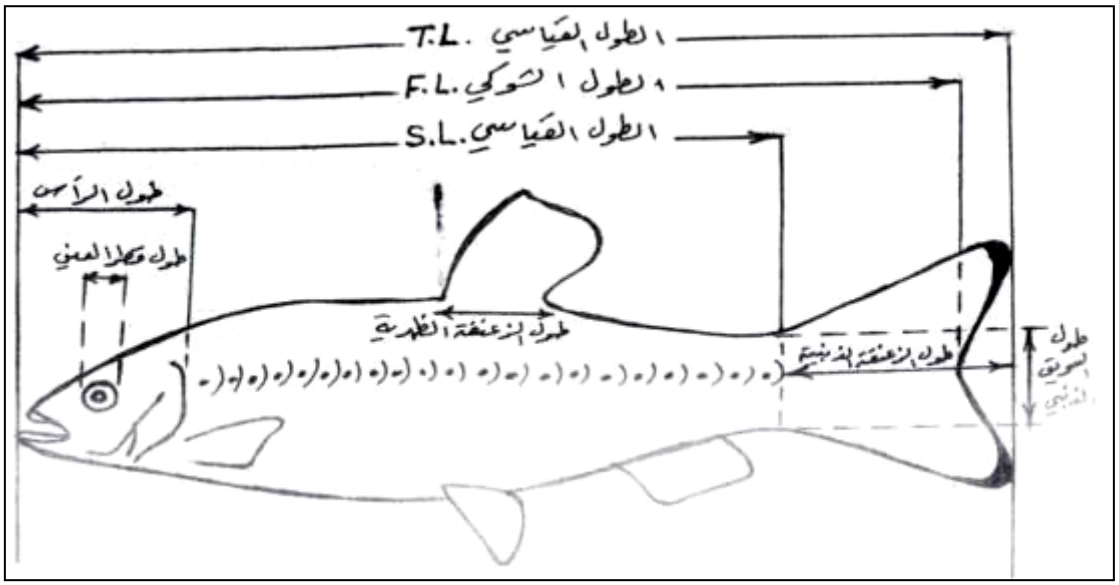
يتضح من الشكل أعلاه المناطق التاليه :- بدءً من الرأس الى الذنب :

- الخطم Snout : وهو الجزء المحصور بين العين والطرف الأمامي للفك العلوي .
- مؤخر الرأس Occiput : الجزء الواقع خلف الخطم في أعلى الغطاء الغلصمي .
- المنطقه القفويه Nuchal region : تمثل السطح الظهري الى الخلف مباشرة من مؤخر الرأس وغالبا ما تتميز بوجود سنام او حدبه hump .
- الخد Cheek : المنطقه المحصوره بين العين وزاوية عظم الغطاء الغلصمي الأمامي .
- الذقن او البرزخ Chin : يمثل الجزء الأمامي البطني من الجسم الممتد أسفل وبين فتحات الغلاصم .

- ❖ الغطاء الغلصمي Operculum : يغطي الغلاصم ويقع أمام الزعنف الكتفيه .
- ❖ الصدر Breast : المنطقه الواقعه الى الخلف من البرزخ.
- ❖ البطن Belly : المنطقه الواقعه الى الخلف من الصدر .
- ❖ السويقه الذنبيه Peduncle : المقبض الضيق للسمكه الواقع في الجهه الخلفيه للجسم قبل الزعنفه الذنبيه .

قياسات الطول Length measurements

لقياس أطوال الأسماك تستخدم لوحه قياس خاصه صممت لهذا الغرض .. حيث توضع السمكه المراد قياس طولها على اللوحه بصوره مستقيمه بحيث يلتصق الخطم بالجانب المرتفع من اللوحه والفم مغلق . وهناك ثلاث قياسات طوليه رئيسيه تستعمل في الدراسات البايولوجيه



للأسماك كما في الشكل (6) التالي :

شكل (6) قياسات الطول في الاسماك

1- الطول الكلي Total length : هو طول السمكه من بداية الخطم الى أبعد نقطه من الأشعه الزعنفيه الذنبيه .

2- الطول القياسي .Standard L : هو طول السمكه من بداية الخطم الى نهاية عظمة الذنب .

3- الطول الشوكي .Forked L : هو طول السمكه من بداية الخطم الى النهايه الغضروفيه أو العظميه للأشعه الذنبيه الوسطيه .

سؤال : هل يمكن ان يتساوى الطول الكلي مع الطول الشوكي ؟ كيف ذلك ؟

- ❖ كما توجد قياسات طوليه اخرى لها أهميه في دراسة الأسماك هي :

1- طول الرأس :وهي المسافه الأفقيه الواقعه بين الخطم وأبعد نقطه من الغطاء الغلصمي .

2- قطر العين : وهي المسافه الأفقيه بين جانبي العين في أعرض نقطه .

3- طول الزعنفه الظهريه : وهي المسافه الواقعه بين نقطة اتصال الزعنفه الظهريه من الجهه الأماميه وأبعد نقطه من الأشعه الزعنفيه الظهريه .وفي حالة وجود زعنفتين ظهريتين تقاس الثانيه بنفس الطريقه . وهكذا وبالطريقه نفسها يمكن قياس أطوال الزعانف الأخرى مثل الزعانف الكتفيه والحوضيه (البطنيه) والمخرجيه (الشرجيه) .

4- طول الزعانف الذنبيه : هي المسافه الواقعه بين نقطة اتصال الزعنفه الذنبيه مع مؤخرة الجسم وأبعد نقطة من الأشعه الزعنفيه الذنبيه .

أهم القياسات العموديه التي لها أهميه تطبيقيه فهي :

1- عمق الرأس : هو المسافه العموديه بين الخطين الوسطيين الظهري والبطني في أعرض منطقه من الرأس .
2- عمق الجسم : هو المسافه العموديه بين الخطين الوسطيين الظهري والبطني في أعرض منطقه من الجسم .
3- عمق او طول السويق الذنبي : هو المسافه العموديه بين الخطين الوسطيين الظهري والبطني في أضيق منطقه من الجهه الخلفيه للجسم .

أما اهم القياسات الجانبيه التي لها أهميتها في دراسة الأسماك فهي :

1- العرض الصدري : وهي المسافه الجانبيه بين الزعنفتيين الصدريتين (الكتفيتين) .
2- عرض الجسم : وهي المسافه بين جانبي الجسم في أعرض منطقه .
3- المسافه بين الحدقتين : وهي المسافه الجانبيه بين العينين من مستوى مركزي البؤبؤين .

قياسات الوزن Weight measurement

توزن الأسماك وهي حيه ، مخدره ، ميته حديثا ، محفوظه بالتجميد او بالمواد الحافظه كالفورمالين وعادة ما تختلف أوزان الأسماك بعد الحفظ بسبب التغيرات الفيزيوكيميائيه التي تسبب انكماش او تمدد خلايا الجسم في الأسماك المحفوظه . وغالبا ما يصعب تقدير الوزن بصورة دقيقة نظراً للأختلاف في درجة امتلاء القناة الهظميه بالغذاء او ابتلاع السمكه كميه من الماء أثناء الصيد واختلاف درجة النضج الجنسي .

ولوزن الأسماك الحيه يفضل وزن وعاء يحتوي كميه كافيه من الماء توضع فيه السمكه بعد تجفيفها بورق النشاف . يحسب وزن السمكه من طرح كمية الزياده الحاصله في وزن الوعاء . ويمكن وزن السمكه مباشرة بعد تجفيفها ويشترط بهذه الحاله توفر الخبره والمهاره . واحيانا تتطلب الدراسه أخذ وزن السمكه بعد قطع الرأس والزعانف ونزع الأحشاء الداخليه .

ان وزن السمكه يدخل في المعاملات الحسابيه الخاصه بالعلاقه بالطول والوزن وتقدير العمر والنمو في الأسماك ومعرفة معامل حالة السمكه ومعدل التحويل الغذائي لها . وتستعمل استمارات خاصه تملأ بالمعلومات المتعلقه بذلك .... (شكل 7) :

اسم المسطح المائي ..... طريقة جمع العينات ..... نوع السمكه	التأريخ ..... اسم الجامع .....

ت	طول السمكه	وزن السمكه	عمر السمكه	جنس السمكه	ملاحظات اخرى

شكل (7) نموذج استمارة معلومات خاصة بجمع عينات الاسماك

سؤال : هل يزداد طول السمكة ام يقصر بعد موتها ؟ ولماذا ؟
سؤال : لماذا يتقلص حجم السمكه بالتجميد ؟

لواحق الجسم : Body appendix

تشمل اللواحق في الأسماك كل من الزعانف والزوائد اللحميه . أما الزعانف Fins فهي من أهم المعالم المميزه لجسم السمكه ، وتكون مدعمة بواسطة الهيكل الطرفي وتتكون من أشواك صلبه spines وأشعه زعنفيه متصله fin rays مع بعضها بواسطة غشاء جلدي رقيق ، والزعانف على نوعين :

1- الزعانف الزوجيه Paired fins : وتشمل الزعانف الكتفيه Pectoral fins وتسمى أيضا الصدريه ، والزعانف الحوضيه Pelvic fins وتسمى أيضا البطنيه ، تقع الزعنفتان الكتفيتان خلف الغطاء الغلصمي وتُحملان بواسطة حزام الكتف . عادة ما تكون الزعانف الكتفيه غير واضحه او مختزله في الأسماك الثعبانيه ، ومعدومه في الأسماك اللافكيه ، بينما تكون متطاوله وعريضة كالجناح في الأسماك الطياره .

تستخدم الزعانف الكتفيه في : التوازن ، تغير اتجاه الحركه ، الأستداره والتوقف المفاجئ والعروض العدوانيه . أما الزعنفتان الحوضيتان فهما أصغر حجما عادة من الكتفيتان وغالبا ما تكونا بطنيتا الموقع ومحمولتان بواسطة حزام الحوض . تقتصر وظيفتها على الموازنه والتوقف. (لها وظيفه جنسيه في بعض أنواع الكواسج) .

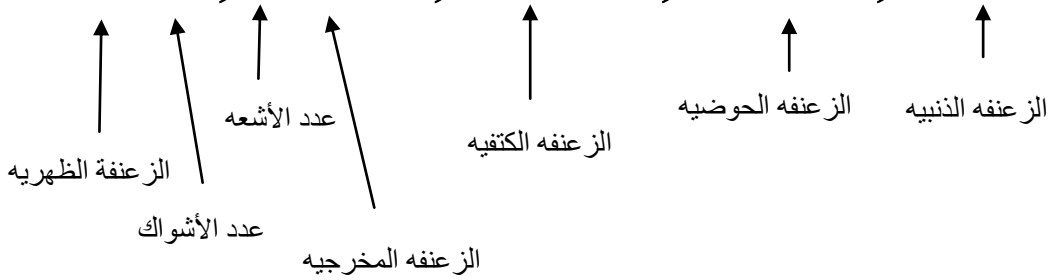
2- الزعانف المفرده Single fins : وتسمى أيضا الزعانف المتوسطه median fins وتضم الزعانف الظهريه Dorsal fins والمخرجية (الشرجيه) Anal fins والذنبيه Caudal fin وتمتد الزعنفه (او الزعانف) الظهريه على الخط الوسطي الظهي للسمكه وقد تكون مقسمه الى زعنفتين كما في سمكة الخشني او ثلاث زعانف كما في أسماك الكود ، ونادرا ما تكون مفقوده كما في الأسماك العاريه . تعمل الزعنفه الظهريه على موازنة السمكه في وضع عمودي داخل الماء وتساعد في تحقيق تغيرات سريعه في الأتجاه كما تستخدم في التوقف بالتنسيق مع الزعانف الذنبيه والمخرجيه . أما الزعانف المخرجيه فتقع خلف المخرج مباشرة على الخط الوسطي البطني ولها دور مهم في الحفاظ على جعل السمكه بوضع منتصب أو عمودي ، بينما تعتبر الزعنفه الذنبيه مركز القياده في السمكه حيث تتحكم باتجاهها وتقع في نهاية الجسم .

وهناك معادله خاصه بالزعانف تسمى معادلة الزعانف تكتب حسب التسلسل التالي :

1- الزعنفه الظهريه ورمزها (D) .
2- الزعنفه المخرجيه ورمزها (A) .
3- الزعنفه الكتفيه ورمزها (P) .
4- الزعنفه الحوضيه ورمزها (P) .
5- الزعنفه الذنبيه ورمزها (C) .

وبعد كل رمز زعنفه يكتب رقمان يفصلان بفارزه يمثل الرقم الأول عدد الأشواك الزعنفيه ويكتب بالأرقام اللاتينيه ، ويمثل الرقم الثاني عدد الأشعه الزعنفيه ويكتب بالأرقام العربيه (تسمى خطأ بالأرقام الأنكليزيه) وكالاتي :

D. III , 8 . A . II , 5 . P . IV , 15 . P . I , 7 . C . 19

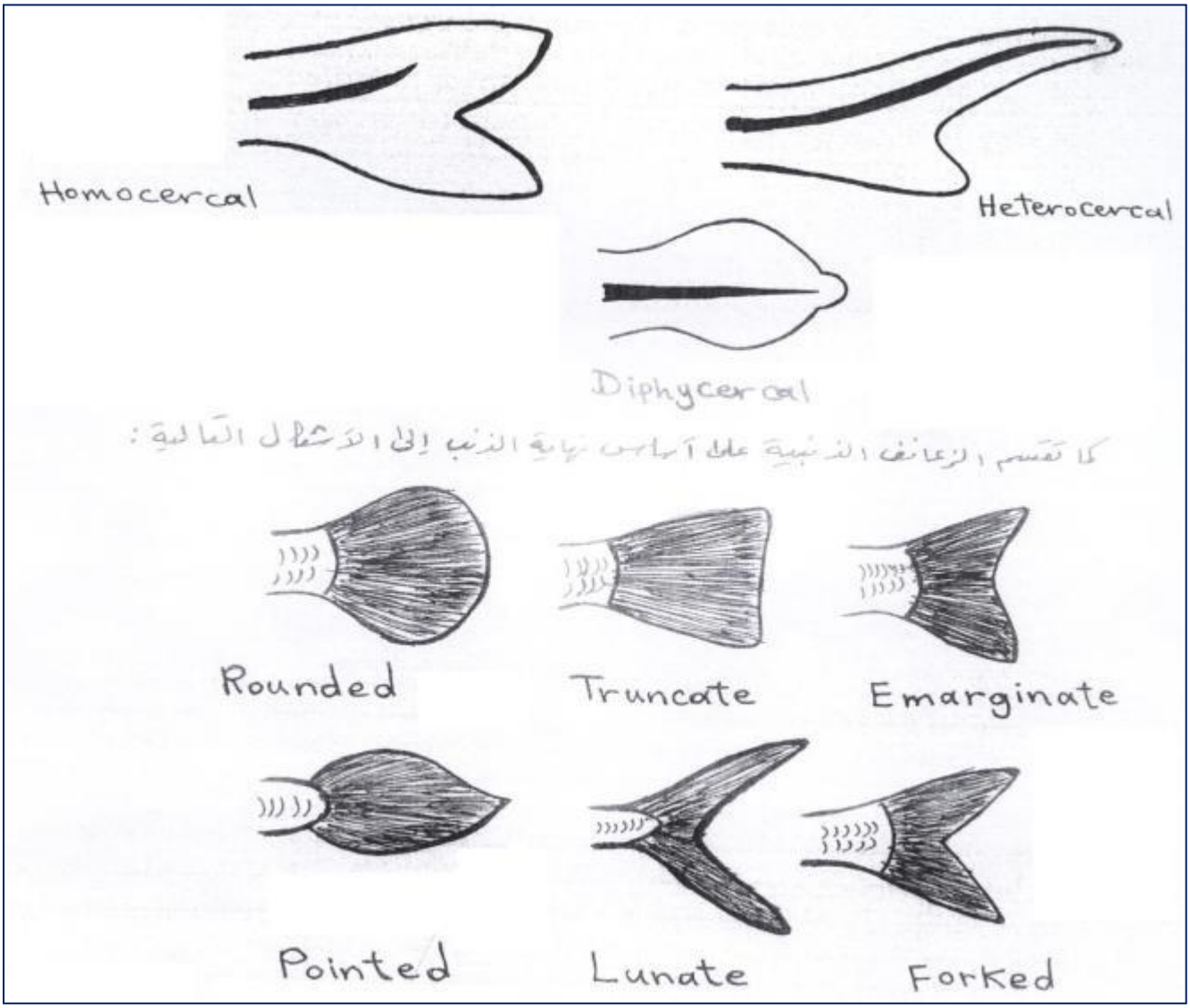


سؤال : ماذا يحصل للسمكة لو تم قطع جميع زعانفها ؟

تقسم الزعانف الذنبيه على أساس تناظر الفصين المكونين للزعنفه فوق الحبل الظهري epichordal وتحت الحبل الظهري hypochordal الى ما يلي :

1- متباينة الفصين heterocercal كما في الكواسج .

2- متشابهة الفصين homocercal كما في معظم الأسماك العراقيه كالكطان والبني .



3- متحدة الفصين diphycercal كما في سمكة الجري (شكل 8) .

شكل (8) اشكال الزعانف الذيلية في الاسماك

1- المسننه Emarginate كما في أسماك الكود .
2- المقطوعه Truncate كما في أسماك اللزاق .
3- المدوره Rounded كما في أسماك الكمبوزيا .
4- المتشعبه أو المشطوره Forked كما في أسماك الكارب .
5- الهلاليه Lunate كما في أسماك التونه .
6- المدببه Pointed كما في الأسماك الصائدة .

❖ كما تقسم الزعانف الذنبيه على أساس نهاية الذنب الى الأشكال التاليه :

سيتم التركيز على دراسة الأسماك العظمية وذلك نظراً لتوفرها من ناحيه ولكونها تضم جميع انواع الأسماك العراقيه من ناحيه أخرى .

المظهر الخارجي External morphology

مناطق الجسم Body regions

يقسم جسم السمكه الى ثلاث مناطق هي :

1- الرأس head : ويبدأ من أطرف نقطه من الخطم وينتهي بنهاية الغطاء الغلصمي .
2- الجذع trunk : ويبدأ من نهاية الغطاء الغلصمي وحتى فتحة المخرج أمام الزعنفه المخرجيه
3- الذنب tail : ويبدأ من فتحة المخرج وحتى نهاية الزعنفه الذنبيه .

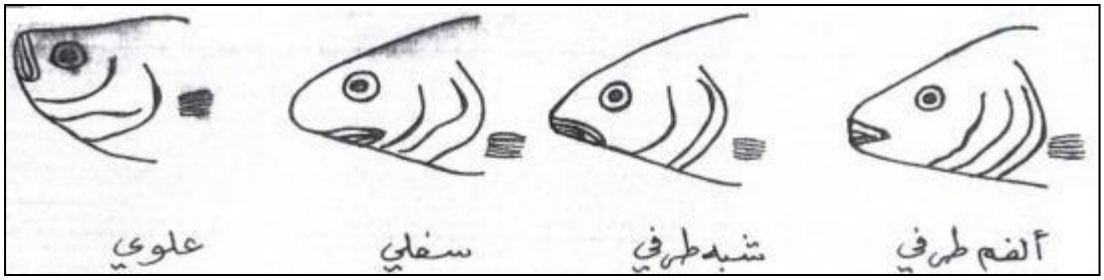
على الرأس يمكن مشاهدة العينين ، الخطم ، مؤخر الرأس ، المنطقه القفويه ، الخد أو الوجنه ، الذقن ، الغطاء الغلصمي وأحيانا الزوائد اللمسيه barbels والفتحتين المنخريتين .
على الجذع يمكن مشاهدة الزعنفه أو الزعانف الظهريه ، الكتفيه ، الحوضيه والخط الجانبي .
وعلى الذنب يمكن مشاهدة الزعنفه المخرجيه ، الذنبيه ، نهاية الخط الجانبي والسويقه الذنبيه peduncle .

فتحات الجسم Body openings

الفتحات الرئيسيه في جسم السمكه والمرتبطه بالقناة الهظميه هي : فتحة الفم ، فتحات الغلاصم وفتحة المخرج . أما فتحات أعضاء الحس فهي المناخر nares والثقوب الحسيه المتواجده على جانبي الجسم والمسماة بالخط الجانبي lateral line .

1- الفم mouth : ويقع في الجهه الأماميه من رأس السمكه ويمثل بداية الجهازين الهظمي والتنفسي . ويختلف نوع الفم وموقعه اعتماداً على طريقة التغذية (شكل 8) :

a. الفم الطرفي Terminal : حيث تقع فتحة الفم في مقدمة الرأس عندما يتساوى الفكان كما في سمكة الكارب ، السالمون .
b. الفم شبه الطرفي sub terminal : يكون الفم قريبا من مقدمة الرأس كما في سمكة الداس .
c. الفم السفلي inferior : تكون فتحة الفم أسفل الرأس حيث يكون الفك العلوي طويلا كما في الكواسج .
d. الفم العلوي superior : تكون فتحة الفم أعلى الرأس حيث يكون الفك السفلي طويلا كما في سمكة الرمل sand fish .



(شكل 8) مواقع الفم في الأسماك

2- فتحة الغلاصم : في الأسماك التي تمتلك غطاء غلصمي operculum توجد فتحه مفرده للغلاصم على كل جانب من جانبي الرأس تقع عادة الى الأمام من قاعدة الزعنفه الكتفيه .
3- فتحة المخرج : يفتح المخرج على الخط الوسطي للجهه البطنيه ، وتقع الفتحه عادة في النصف الثاني من طول الجسم الكلي خلف قاعدة الزعنفه الحوضيه وقبل الزعنفه المخرجيه مباشرة . وهذه الفتحه تكون مشتركه في الأسماك العظميه للتناسل وأخراج الفضلات الصلبه والسائله .

أعضاء الحس Sense organs

1- المنخر nostril او المنخرين nares : في معظم الأسماك يوجد منخر واحد (تسمى احادية المنخر Monorhinous) او المنخران (تسمى ثنائية المنخر Dirhinous) . وفي الأسماك العظميه تقع فتحة المنخر على كل جانب من جانبي الرأس من الجهه العليا في أعلى الخطم حيث تؤدي هذه الفتحه الى كيس مغلق يمثل عضو الشم في الأسماك .
2- العينان eyes : هما مركز حاسة البصر ، وتقعان على جانبي الرأس ، وبسبب كونها عديمة الأجفان فأنها تكون مفتوحه على الدوام ولا يمكن غلقها . تكون العيون علوية الموقع في الأسماك

القاعيه ، وتكون على جانب واحد من الرأس في الأسماك المسطحه ، بينما تكون مختزله او مفقوده في بعض اسماك الكهوف .

3- الخط الجانبي lateral line : فتحات عديده دقيقه تمثل أعضاء حسيه مستلِمة تقع على جانبي الجسم موزعه بأنتظام على جلد السمكه او حراشفها . وهي تمتد من نهاية الرأس وحتى بداية الزعنفه الذنبيه .

4- الزوائد الفميه barbels : استطالات جلديه توجد حول الفم ذات أعداد واطوال ومواقع مختلفه تحتوي على خلايا حسيه ومزوده ببراعم ذوقيه . كما في أسماك الكارب والجري .

5- أعضاء السمع والتوازن balance hearing organs : تنعدم الأذن الخارجيه والوسطى في الأسماك وتقتصر على وجود الأذن الداخليه فقط حيث تتصل بأعصاب الخط الجانبي فتتسلم منه الأحساسات الخارجيه . وتحتوي الأذن الداخليه على صخرة الأذن otolith التي تستخدم كوسيله لقياس وتقدير العمر في الأسماك .

6- أعضاء الشم Smelling organs : حاسة الشم تساعد السمكه في البحث عن غذائها والكشف عن أعدائها . ويمثل المنخر nostril الفتحه الخارجيه للجهاز الشمي في الأسماك ، ويقود الى كيس مغلق مبطن بخلايا طلائيه حسيه تتصل بالمخ الأمامي من خلال العصب الشمي Olfactory nerve .

الحراشف Scales

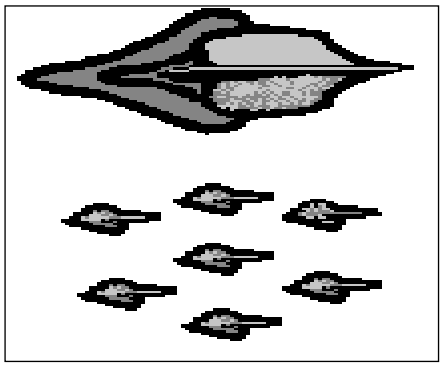
يغطي جسم معظم الأسماك غطاء من القشور او الحراشف Scales وهي تراكيب بارزه عن الجلد ناشئه من الأدمه في الأصل dermis ، ويستفاد منها كوسيله مهمه في الدراسات الخاصه بتقدير العمر والنمو في الأسماك . قد تكون الحراشف مفقوده في بعض الأسماك كما في الجري او متحوره الى صفائح عظميه في أسماك أخرى كما في أسماك الحفش . تقسم الحراشف اعتمادا على أشكالها الى أربعة أنوع :

1- الحراشف الدرعيه Placoid : وهي عباره عن صفائح تحمل قروناً صغيره ، كما في الكواسج وهي غير صالحه لدراسة العمر والنمو .

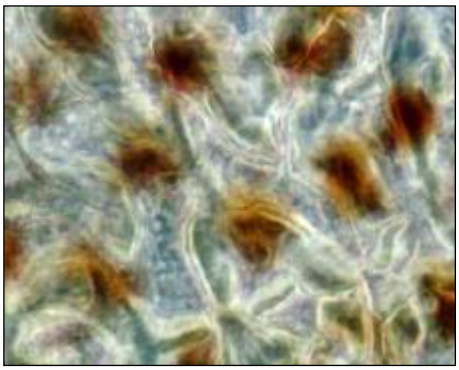
2- الحراشف اللامعه ganoid أو الماسيه rhombic : وهي ذات شكل معيني لها امتدادات أماميه . كما في أسماك القصب والبشير .

3- الحراشف القرصيه أو الدائريه Cycloid : وهي حراشف رقيقه قرصية الشكل أو شبه دائريه ذات اطار ناعم ولس لها امتدادات . تمتلك هذه الحراشف معظم الأسماك العظميه بضمنها الأسماك العراقيه .

4- الحراشف المشطيه Ctenoid : حراشف ذات أشواك دقيقة تتراكب على بعضها مكونه صفاً يشبه المشط كما في أسماك الفرخ وذئب البحر .....(شكل 9) .

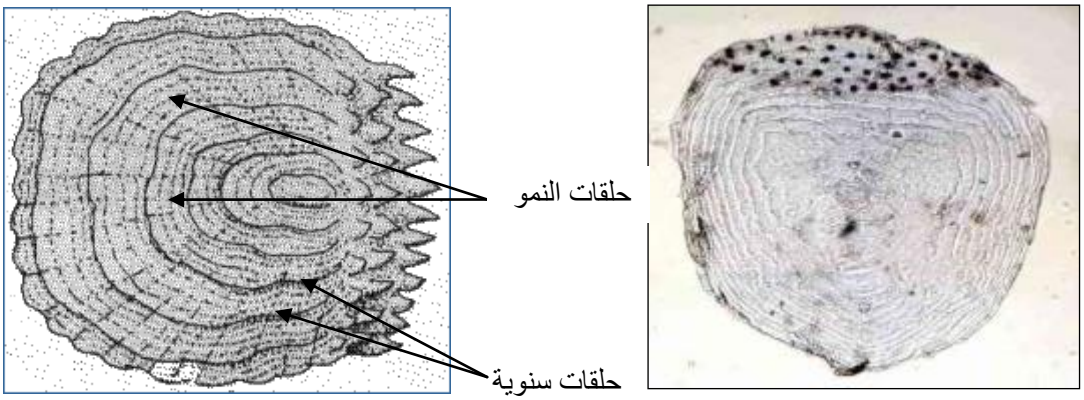


أ - الحراشف الدرعية



ب- الحراشف اللامعة

بؤرة



ج - الحراشف القرصية **د - الحراشف المشطية**

(ألشكل- 9) أشكال الحراشف في الأسماك

تُعد طريقة تقدير نمو وعمر الأسماك بواسطة الحراشف أوسع الطرق أنتشاراً وذلك لشكلها المناسب وسهولة جمعها وتنظيفها . حيث يستخدم ملقط مدبب لنزع الحراشف من الأسماك وهي طازجه وذلك بعد غسلها ومسحها للتخلص من الحراشف الغريبه التي قد تكون عالقه على جسم السمكه . وعادة تؤخذ الحراشف من المنطقه الأماميه للجسم والمحصوره بين الزعنفه الظهريه والرأس فوق الخط الجانبي ، ويفضل أخذ 10-20 حراشف لضمان دقة تقدير العمر . تحفظ الحراشف وهي جافه في ظروف ورقيه مكتوب عليها بعض المعلومات الخاصه بالدراسه مثل رقم السمكه ، نوعها ، طولها ووزنها . وهنا يمكن تنظيف الحراشف بمحلول من هيدروكسيد الصوديوم بتركيز 5% . وقبل أن يتم فحص الحراشف يفضل وضعها بين شريحتين زجاجيتين بعد تثبيت جانبيها لضمان عدم تجعد والتفاف جوانب الحرشفه . وتكتب المعلومات على الشريحه ثم تعاد الى الظرف الخاص بها ولحين فحصها .

ان الحلقات الدائريه المسماة circuli والمنتشره على سطح الحرشفه تعد مفاتيح مهمه لحل الألغاز المتعلقه بتاريخ حياة السمكه . حيث يمكن تفسير الحلقات السنويه المسماة Annuli المحيطه بمركز الحرشفه من خلال فحص الحراشف تحت المجهر التشريحي Dissecting microscop او بواسطة مجهر فحص الحراشف Projectina . يسمى مركز الحرشفه بالبؤره focus بينما تسمى الخطوط الماره من البؤره الى حافة الحرشفه بأسم الأشعه radii .

وهناك معادله تسمى معادلة الحراشف او معادلة الخط الجانبي تكتب بالشكل التالي :

4/3 40-38 L.l. ومعناها ان عدد الحراشف في الخط الجانبي يتراوح ما بين 38-40 حرشفه ويبلغ عدد الصفوف الطوليه للحراشف بين الخط الجانبي وقاعدة الزعنفه الظهريه 4 صفوف وعددها بين الخط الجانبي وقاعدة الزعنفه الحوضيه او المخرجيه 3 صفوف .

التشريح الداخلي للأسماك العظمية

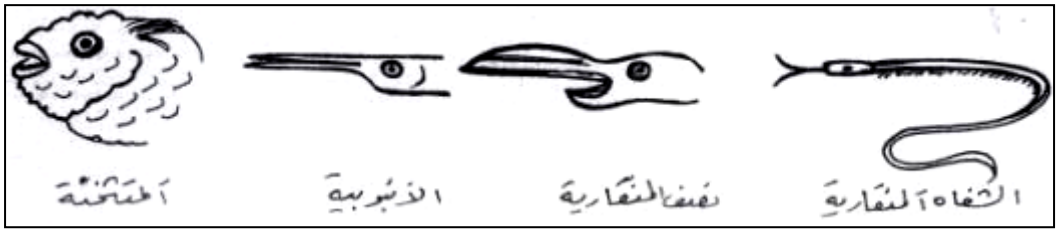
الجهاز الهضمي Digestive system

تختلف الأسماك في نوعية وكمية الغذاء الذي تحتاجه للقيام بفعالياتها الحيويه المختلفه . حيث انها تقسم حسب طبيعة تغذيتها الى أسماك نباتية التغذيه (عاشبه) Herbivorous وحيوانية التغذيه (لاحمه) Carnivorous ومختلطة التغذيه (قارته) Omnivorous ولهذه الأختلافات في طبيعة الغذاء تأثير واضح على شكل أعضاء جهاز الهضم ، حيث تتحور هذه الأعضاء من بداية الجهاز وحتى نهايته لتلائم نوعية الغذاء . ويتألف الجهاز الهضمي في الأسماك العظمية من الأجزاء التالية (شكل 11) :

1- الفم mouth : في الأسماك النموذجيه يقع الفم عند الطرف الأمامي للرأس أو قريباً جداً منه . ويمثل الفم مدخل الجهاز الهضمي ويتحدد شكله وحجمه وموقعه تبعا لطبيعة تغذية الأسماك .

ويشتمل الفم على الشفاه lips العليا والسفلى ، وهذه تأخذ أشكالا مختلفه وتحورات عديدة من أجل تسهيل وصول الطعام الى الفم .... ومن هذه الأشكال والتحورات :

A. الشفاه المنقاريه beaked : حيث تمتد كلتا الشفتين العليا والسفلى الى الأمام على شكل منقار . كما في سمكة مخيط النبي .
B. الشفاه نصف المنقاريه half-beaked : في هذه الحاله تمتد احدى الشفتين الى الأمام على شكل منقار ، كما في أسماك المغدف التي تمتد فيها الشفه العليا للأمام .
C. الشفاه الأنبوبيه tubular : تكون الشفتان العليا والسفلى ملتحمتين وتمتدان للأمام بشكل أنبوب طويل كما في سمكة حصان البحر .
D. الشفاه المتثخنه thickened : تتثخن الشفاه لتصبح قويه وقاطعه شبيهه بمنقار الببغاء كما في السمكه الكرويه (الفهقه) . (شكل - 10) .



الشكل (10) أنواع الشفاه في الأسماك

2- الأسنان teeth : تقسم الأسنان حسب مواقعها الى ثلاثة أنواع :

أولا : الأسنان الفكيه jawed teeth : وتنتشر على الفكين أو على أحدهما . حيث تكون في الأسماك المفترسه حادة وقوية للمسك بالفريسة وتقطيعها ، بينما تنعدم في الأسماك التي تتغذى على الهائمات والأحياء الدقيقه . وتشتمل على الأنواع التاليه :

أ- المدببه cardiform : اسنان صغيرة حادة النهايه .
ب- الزغابيه villiform : اسنان طويله نسبيا وغير حادة النهايه .
ج- الأنياب canines : أسنان طويله مستقيمه او مقوسه تبرز خارج الفم أحيانا .
د- القاطعه incisors : أسنان ذات حافه حاده وطويله .
هـ- الطاحنه molariform : اسنان ذات نهايه عريضه تفيد في سحق الطعام .

ثانيا : الأسنان البلعومية pharyngeal teeth : أسنان واقعه تحت الصفيحه الغلصميه الأخيرة وهي عبارة عن تحور الزوج الخامس من الأقواس الغلصميه ، تستخرج الأسنان البلعوميه من العظام البلعوميه بواسطة ملقط رفيع أو أبرة معقوفة النهايه يتم ادخالها عن طريق الغطاء الغلصمي ثم ترفع بحذر وعنايه وبعد ذلك تنظف ، وتعدُّ الأسنان البلعوميه في كل صف من الجهه اليسرى الى الجهه اليمنى . ثم تعطى الصيغه على شكل أرقام وكالاتي :-

1,1,3:3,1,1 وهذه الصيغه تعني أن هناك ثلاثة صفوف من الأسنان البلعوميه فالعظمه اليسرى تحوي من اليسار الى اليمين على ثلاثة صفوف ، الصفين الأول والثاني يحتوي كل منهما على سن واحد أما الصف الثالث فيحتوي على ثلاثة أسنان . والعظمى اليمنى تحتوي على ثلاثة صفوف أيضا . ويحتوي الصف الاول من جهة اليسار على ثلاثة أسنان ثم سن واحد في كل من الصفين الثاني والثالث . وهذه الصيغه تمثل الأسنان البلعوميه لسمكة الكارب . وتستخدم الأسنان البلعوميه لسحق الغذاء في الأسماك التي تتغذى على الديدان والرخويات ، وتقسم حسب أشكالها الى :

أ- المشطيه comb-like : أسنان طويله تشبه المشط متقاربة من بعضها لتسهل تصفية الطعام .
ب- الساحقه grinding : اسنان ذات نهايات شبه دائريه عريضه .
ج- الممزقه tearing : أسنان ذات حافه داخليه مسننه .
د- القابضه أو الماسكه grasping : أسنان مدببه أو عريضة النهايه تتواجد في عدة صفوف.

ثالثا : الأسنان الفميه mouth teeth : أسنان قصيرة دقيقه تنتشر في بطانة الفم في سقف التجويف الفمي أو على قاعدة الفم او فوق اللسان .

3- البلعوم pharynx : يقع الى الخلف مباشرة من التجويف الفمي ويحتوي الغلاصم gills والتي غالباً ما تكون أربع أزواج في الأسماك العظميه . تتألف الغلصمه الواحده من قوس غلصمي gill arch مزود من جهته الخارجيه بأستطالات لها وظيفه تنفسيه تسمى الخيوط الغلصميه gill filaments ، ومن جهته الداخليه بنتوءات مسننه صغيرة تسمى الأسنان أو الأمشاط الغلصميه gill rakers لها دور مهم في مسك وابتلاع الطعام . والان يُعمل شقاً طولياً في الخط الوسطي البطني يبدأ من فتحة المخرج أمام الزعنفه المخرجيه بأتجاه الأمام ماراً تحت الغلاصم وصولاً الى المنطقه أسفل العينين . يعمل قطعتين من الطرفين الأمامي والخلفي للقطع الطولي ، ثم نثبت الطيتين الناتجتين عن هذا القطع المستعرض بواسطة كلاليب لكي نحصل على أحسن كشف للتجويف البطني والفمي وبأمكاننا ايضا ان نفتح القناة الهضميه لكي نشاهد طبيعة جدارها الداخلي .

4- المرئ Esophagus : عضو عضلي قصير قابل للتوسع طولياً وعرضياً يوصل بين البلعوم والمعده . يمتاز بكونه منتفخا في الأسماك المفترسه ويتمدد بحجم الفريسه بحيث يمكن ابتلاع الفرائس الكبيره دون أن تختنق ، بينما يكون أقل انتفاخا في الأسماك التي تتغذى على الأحياء الدقيقه . جدران المرئ مزوده بطبقات من عضلات مخططه دائريه وطوليه . وتتألف من بطانه من خلايا طلائيه طبقيه وعموديه والعديد من الغدد المخاطيه ، وفي بعض الأنواع توجد براعم ذوقيه taste buds .

5- المعدة Stomach : وهي عضو الهضم الرئيسي في الأسماك ، تأخذ أشكالا وتحورات عديده حسب طبيعة التغذيه ونوع الغذاء لتسهيل عملية الهضم الحاصله فيها ومن هذه الأشكال:

أ- المعدة الكيسيه saccular : وتكون واسعه ومميزه عن بقية أعضاء جهاز الهضم ، وتتواجد في الأسماك القارته (مختلطة التغذيه) Omnivorous كما في سمكة الجري (أسماك القط) .

ب- المعدة القانصه gizzard shaped : تكون المعدة بين جزئين أحدهما سميك الجدران هو الجزء البوابي pyloric كما في الأسماك ذات التغذيه القاعيه illiophagic حيث تتواجد كميه من الرمل والطين وجدران الدايتومات diatoms (هائمات نباتيه وحيدة الخليه) في الغذاء ، أما الجزء الأخر فيكون رقيق الجدران ويسمى بالجزء الفؤادي cardiac كما في سمكة الخشني (مختلطة التغذيه) التي تمتلك معده كأسية الشكل لها القدره على طحن الطعام .

ج- المعده المتطاوله elongated : تكون المعده أوسع من الأجزاء الأخرى المكونه لجهاز الهضم ومميزه عنها ، وتتواجد في الأسماك اللاحمه (المفترسه) carnivorous كالشلك .

د- المعدة الأنبوبيه tubular : تكون المعدة قصيرة وغير مميزة عن الأمعاء ، وتتواجد في الأسماك العاشبه عادة herbivorous مثل سمكة الحمري .

6- الأمعاء intestine : قد تحتاج عملية هضم الغذاء لوقت طويل أو قصير حسب نوعية الغذاء لذا تتحور الأمعاء التي تُعد عضو الأمتصاص الرئيسي لتأخذ أشكالا وأحجاما مختلفه وكما يلي :

أ- الأمعاء المستقيمه Straight : تكون أنبوبيه قصيرة مميزة عن المعده وتتواجد في الأسماك المفترسه (اللاحمه) التي تتميز بسرعة هضم الغذاء .

ب- الأمعاء الملتفه Coiled : تكون أنبوبيه طويله يفوق طولها طول جسم السمكه بعدة مرات كونها ملتفه وذات طيات عديده ، تملأ الجوف الجسمي ولا تتميز عن المعدة . تتواجد في الأسماك العاشبه التي تتميز ببطء هضم الغذاء .

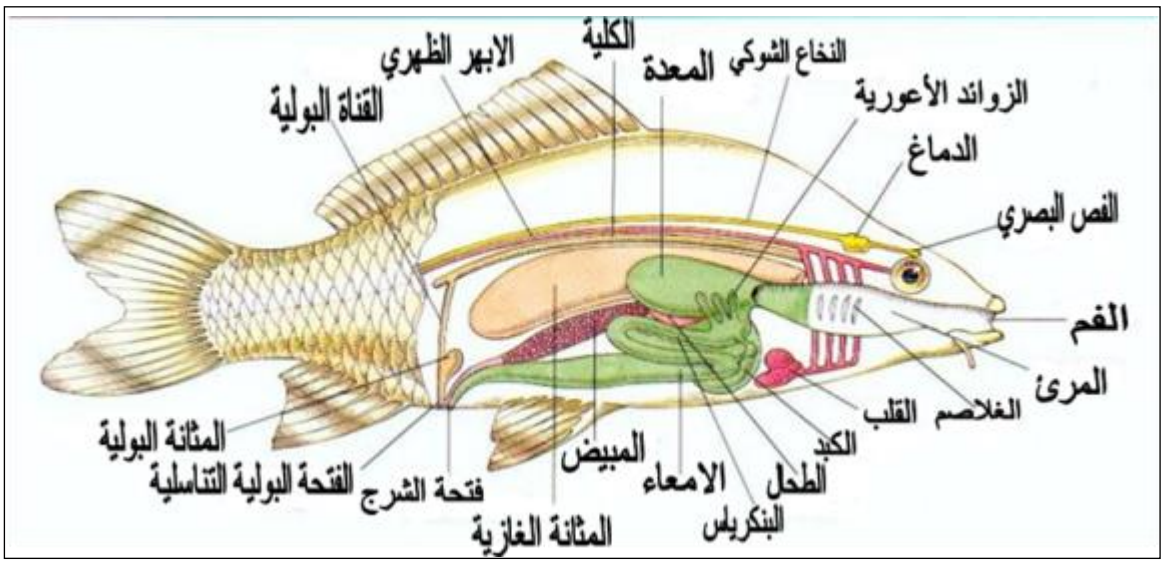
7- الأعوره البوابيه pyloric caeca : عدة أكياس مسدودة النهايه توجد على أمعاء معظم الأسماك العظميه عند النهايه البوابيه للمعده ، وقد تنعدم في بعض الأسماك كالجري . تختلف أعدادها وأطوالها حسب نوع الأسماك ففي بعض الأنواع يوجد أعور بوابي واحد وفي البعض الأخر يوجد ثلاثه بينما قد يصل عددها الى 200 أو أكثر في أسماك أخرى . تحتوي الأعوره

البوابيه أنزيمات هاضمه تساعد في هضم المواد الغذائيه كما انها تساهم في زيادة المساحه السطحيه للأمتصاص .

8- الكبد liver : غده هاضمه كبيره تقع فوق المعدة أو تحيط بها جزئيا ، غالبا ما يكون الكبد ثنائي الفص ، تنشأ من كلا الفصين قناتا صفراء bile duct تقودان لكيس الصفراء gall bladder ، لقناتا الصفراء وظيفه في خزن أفرازات الكبد . تشتمل وظيفة الكبد على افراز الماده الصفراء وخزن الكلايكويجين والقيام بعدد من العمليات الكيموحياتية .

9-البنكرياس Pancreas : ينتشر النسيج البنكرياسي في الكبد أو حوله عادة في الأسماك العظميه ، وقد يتحد بالكبد مكونا البنكرياس الكبدي hepato pancreas . يفرز البنكرياس عدة أنزيمات هاضمه نشطة بالأضافه الى وظيفة الأفراز الداخلي وهي انتاج الأنسولين .

10- الطحال Spleen : تركيب أحمر غامق هرمي الشكل غالبا ما يقع على المعده ويرتبط بها بواسطة رباط شبيه بالحزمه . وبالرغم من وجوده مع أعضاء الجهاز الهضمي الا انه ليس له دورا في عملية الهضم ، وتنحصر أهميته في تكوين خلايا الدم .



شكل (11) التشريح الداخلي في الاسماك العظمية

الجهاز التنفسي Respiratory system

تمتلك الأسماك جهازاً تنفسياً معقداً يختلف عن بقية الأحياء الأخرى ، وتقوم خلاله بأمتصاص الأوكسجين المذاب في الماء . يمر الماء عن طريق الفم الى الغلاصم ويخرج عن طريق الفتحة الغلصميه الى الخارج حيث تتم عملية التبادل الغازي في منطقة الغلاصم .

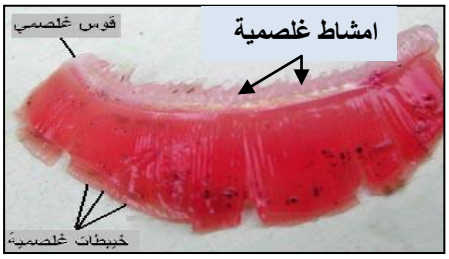
الغلاصم gills : عباره عن امتدادات ضيقه تحتوي على الأوعيه الدمويه الشعريه والتي يتم خلالها تبادل الغازات بين الدم والماء لأنجاز عملية التنفس .تتكون الغلاصم من ثلاثة أجزاء هي:

1- الأقواس الغلصميه gill arches : عباره عن أقواس عظميه عددها خمسه في كل جانب من جانبي الجسم تقع تحت الغطاء الغلصمي operculum ، وتتصل الأقواس الغلصميه بقحف الجمجمه من الأعلى وبقاعدة اللسان من الأسفل ، تتجمع في ردهه غلصميه تغطى من الخارج بالغطاء الغلصمي الذي يكون عظميا وينمو بنمو السمكه وبذلك يفيد في تقدير العمر .

2- الأمشاط الغلصميه gill rakers : يحتوي كل قوس غلصمي (عدا القوس الخامس) على نتوءات عظميه تقع في الجهه الأماميه (الداخليه) منه تدعى الأمشاط أو الاسنان الغلصميه تعمل على تصفية الماء الداخل الى التجويف الفمي من المواد العالقه به ، ولها وظيفه أخرى لها علاقه بطبيعة التغذيه (شكل 12) .

3- الخيوط الغلصميه gill filaments : هي استطالات شعريه رقيقه تقع على الجهه الخلفيه (الخارجيه) للقوس الغلصمي . وتمثل الخيوط الغلصميه مركز التبادل الغازي في الأسماك

لأحتوائها على أوعيه دمويه تقوم بنقل الدم من الجسم الى الغلاصم وبالعكس مزوده بعدد من الطيات والصفائح (lamellae) لزيادة سطح التبادل الغازي .



شكل (12) أجزاء الغلاصم

المثانه الهوائيه –الغازيه- Air or gas bladder

توجد في الأسماك العظميه عموما وتنعدم في بعضها مثل الأسماك ذات المعيشه القاعيه كالأسماك المسطحه . والمثانه الهوائيه عباره عن كيس رقيق الجدار يشغل الجهه الظهريه من التجويف الجسمي أسفل الكليه مباشرة ، وتمثل 4-11% من الحجم الكلي للسمكه . تنقسم المثانه الهوائيه في عائلة الشبوطيات Cyprinidae (الكارب ومعظم الأسماك العراقيه) الى ردهتين أماميه وخلفيه ترتبطان مع بعضهما بواسطة فتحه تسيطر عليها عضلة عاصرة sphincter (شكل 13) . تشتمل وظائف المثانه الهوائيه على توازن الجسم من خلال موازنة ضغط الماء ، وانتاج واستقبال الأصوات وفي التنفس . تتم السيطرة على توازن الجسم من خلال أستخدام الغاز الموجود في المثانه الهوائيه للتقليل من الوزن الكلي للسمكه حيث انها تزيد أو تقلل من كمية الهواء عن طريق الدم الواصل الى جدران المثانه الهوائيه . فالسمكه التي تنزل من السطح الى 10 م عمقا سيختزل فيها حجم المثانه الهوائيه الى نصف حجمها التي كانت عليه والسمكه في السطح ..! بينما في حالة الصعود مثلا من عمق 100 م الى 90 م (10 م صعوداً) فأن حجم المثانه الهوائيه قد يزداد بمقدار 10% .

تساعد المثانه الهوائيه في أنتاج الأصوات ذات التردد الخافت من خلال عملها كجهاز تضخيم صوت resonator مرتبط بالأذن الداخليه أما بواسطة امتداد أو عبر سلسله من عظيمات Ossicles متصله تعرف بأسم جهاز ويبر Weberian apparatus وهو ميزه شائعه في الأسماك ذات الأذن الداخليه العظميه Ostariophysine والتي من ضمنها أسماك الكارب والجري . وفي حالة عمل المثانه الهوائيه كعضو تنفسي فأنها تكون متصله بالبلعوم أو المرئ بواسطة قناة رابطه حيث يصل الدم المحمل بالأوكسجين (المؤكسج) بواسطة الأبهر الظهري أو الشريان المساريقي الى المثانه الهوائيه عن طريق الأوعيه الدمويه الشعريه المنتشره على جدرانها ، ثم يرجع الدم الى القلب بواسطة أحد الأورده الرئيسيه .

شكل (13) المثانة الهوائية

كيفية حدوث عملية التنفس

يدخل الماء الى التجويف الفمي عن طريق الفم المفتوح ولاتلبث ان تتقلص العضلات الفمية بضمنها العضلات الدافعة palantineare وبالوقت نفسه يتمدد التجويف الفمي وينتج عن ذلك تولّد ضغط داخله يؤدي الى دفع الماء وبسبب ضغط الماء الخارجي لايمكن ان يخرج الماء من الفم ، بعد ذلك يتمدد الغطاء الغلصمي مؤدياً الى حدوث تخلخل في ضغط الماء داخل التجويف الغلصمي مما ينتج عنه اندفاع الماء من التجويف الفمي فتنغمر الغلاصم بالماء وتتم عملية التبادل الغازي اذ يأخذ الدم الاوكسجين ويطرح ثاني اوكسيد الكربون الى الماء ثانيةً ويستمر الماء بالحركة ليخرج من فتحة الغطاء الغلصمي وهكذا تتكرر العملية .

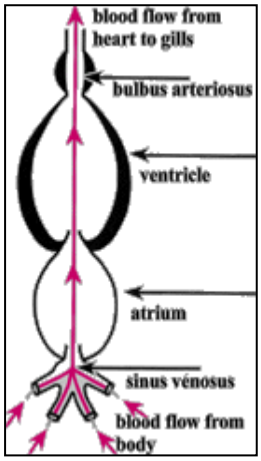
يحتوي دم الاسماك كبقية الفقريات على خلايا حمراء ذات قابلية عالية على حمل الغازات وان الوحدة الحجمية الواحدة من الدم يمكن ان تحتوي على كمية من الاوكسجين تعادل 15-25 مرة

مايمكن ان يحمله الحجم نفسه من الماء . تحمل خلايا الدم الحمراء حوالي 99% من الاوكسجين الموجود بالدم بينما يحمل البلازما ملايزيد عن 1% منه . يوجد الهيموغلوبين الذي يمثل صبغة تنفسية في خلايا الدم الحمراء ويحتوي على ذرة من الحديد تقع في مركز عدد من ذرات صبغية تدعى بالهيم وهذه الصبغة هي التي تكسب الدم لونه اللأحمر .

بعض انواع الاسماك قد تتكيف لتنفس الهواء الحُرّ (الجوي) لمواجهة نقص الاوكسجين المذاب في بيئتها المائية ، وهناك انواع من الاسماك تتنفس الهواء الحُرّ حتى في حالة توفر كمية كافية من الاوكسجين المذاب في الماء مثل الاسماك الرئوية Lungfish .

جهاز الدوران Circulatory system

يتألف جهاز الدوران في الأسماك عموما من القلب والأوعيه الدمويه . يعمل القلب كمضخه ذات صمام تدفع الدم الى الغلاصم ليتزود بالأوكسجين بعد ان يتخلص من ثاني أوكسيد الكاربون ، ثم يتوزع الدم المؤكسج على أنسجة الجسم لتزويدها بالأوكسجين الضروري لأدامة الفعاليات الحيويه .



شكل (14) جهاز الدوران في الاسماك العظمية

للكشف عن القلب : أزل الجلد من السطح البطني للرأس ما بين الفم وحزام الكتف . أزل بعض النسيج العضلي المحيط بحزام الكتف وأستمر بالقص في الخط الوسطي البطني من البطن وعبر وسط حزام الكتف . أزل العضلات الواقعه أمام حزام الكتف مباشرة حتى يتم الوصول الى غشاء . اقطع هذا الغشاء لتكشف التجويف الحاوي على القلب (شكل 14) .

القلب والأوعيه الدمويه Heart & Blood vesselse

يقع القلب في التجويف الشغافي pericardial cavity الواقع أمام حزام الكتف في الجهه البطنيه للجسم أسفل الغلاصم أو خلفها قليلا . يتكون القلب في الأسماك العظميه من ردهتين رئيسيتين هما : الأذنين atrium (auricle) والبطين ventricle ، إضافة الى الكيس الوردي sinus vonosus وهو كيس صغير رقيق الجدران يتصل بالأذين من الأمام . يتصل بالبطين من جهته العليا كيسا مطاطيا رقيق الجدران منتفخ قليلا يسمى المتفخ الشرياني bulbus arteriosis له القابليه على التقلص والأنبساط حسب ضغط الدم الناتج عن الحركه الأنقباضيه systole والأنبساطيه distole للقلب . يخرج الدم من القلب الى الغلاصم عن طريق الأبهر البطني ventral aorta الذي يتفرع الى أربعة شرايين في كل جهه من الرأس تتجه الى الأقواس الغلصميه وتدعى بالشرايين الغلصميه الواردة afferent branchial arteries . ينقى الدم في الغلاصم ويخرج منها محملاً بالأوكسجين بواسطة الشرايين الغلصميه الصادره efferent branchial arteries التي تصب في الأبهر الظهري dorsal aorta والذي بدوره ينقسم الى قسمين أحدهما يتجه الى الأمام فيزود منطقة الرأس وخلاياها بالأوكسجين اللازم للأدامة فعالياتها الحيويه ويسمى بالشريان السباتي carotid artery بينما يتجه القسم الأخر من الأبهر الظهري الى الخلف ليزود العضلات والأحشاء الداخليه والمنطقه الذنبيه بالدم المؤكسج ويدعى بالشريان الذنبي caudal artery الذي بدوره ينقسم الى عدة شرايين أصغر توزع الدم المؤكسج الى الكليتين ، الكبد ، الأعضاء التناسليه ، الأمعاء ، العضلات بالأضافه الى شرايين أخرى توزع

الدم الى المعده ، الطحال ، البنكرياس والكبد . يتجمع الدم الفاسد (غير المؤكسج) من الكلى والغدد التناسليه (المناسل) ومن العضلات بواسطة أورده عديده تصب في الوريد الخلفي الرئيسي posterior cardinal vein . ويتجمع الدم الفاسد من منطقة الرأس بواسطة أورده تصب في الوريد الرئيسي الامامي anterior cardinal vein أو يسمى الوريد الجيبي الأمامي . ثم يتجمع الدم في الوريد الجيبي العام common cardinal vein (أو يسمى الوريد الرئيسي المشترك أو قناة كوفير duct of cuvier) على كل جانب من جانبي بالمرئ الذي يصب في الكيس الوردي. وبعد ذلك يندفع الدم الى القلب ثم الى الأبهر البطني وهكذا تعاد الدوره الدمويه من جديد . هناك نظامان بوابيان يعملان على تنظيم نقل الدم داخل أنسجة الجسم ويقومان بأداء بعض الفعاليات المهمه في الجسم . الأول هو النظام البوابي الكبدي Hepatic portal system الذي ينقل الغذاء الممتص مع الدم من القناة الهضميه الى الكبد بواسطة الوريد البابي (البوابي) الكبدي إذ يقوم الكبد بعملية تنظيم الغذاء فيأخذ منه المواد القابلة للخزن ويحول المواد الاخرى الى مركبات مشابهة لتراكيب الخلية واحتياجاتها ثم ينقل الغذاء المتبقي غير القابل للخزن مع الدم الفاسد الى الدورة الدموية . اما النظام الثاني فهو النظام البوابي الكلوي Renal portal system الذي يحمل الدم من الأورده الجسميه الخلفيه الى الكليتين بواسطة الوريدين البوابيين الكلويين . تعمل الكلية على تصفية الدم من اليوريا والاملاح الناتجة من هدم المواد البروتينية نتيجة الفعاليات الجسمية لتوليد الطاقة . يعود الدم الخالي من المواد السامة بعد تنظيم تراكيز الاملاح فيه الى الدورة الجسمية .

دم الأسماك Blood of fishes

يعد حجم الدم في الأسماك بشكل عام أصغر من حجمه في بقية الفقريات ، حيث يتراوح في الأسماك العظميه عادة ما بين 2-4 مل لكل 100 غم من وزن الجسم . يتكون الدم من جزئيين رئيسيين : الأول يدعى البلازما plasma والثاني هو خلايا الدم blood cells . والبلازما عباره عن سائل رائق يحتوي على الأملاح المعدنيه والغذاء الممتص والفضلات الجسميه السائله فضلا عن الأنزيمات والأجسام المضاده antibodies والغازات . أما مكوناته فهي مواد بروتينه أهمها الألبومين albumin والكلوبيولين globulin والفايبرينوجين fibrinogen والبروتين الأخير له دور مهم في عملية تخثر الدم coagulation . أما خلايا الدم التي تسبح في بلازما الدم وتمثل الجزء الصلب منه فأنها على نوعين هما : الخلايا الحمر أو كريات الدم الحمراء Erythrocytes والخلايا البيضاء أو كريات الدم البيضاء Leucocytes . تتميز كريات الدم الحمراء في الأسماك بكونها بيضوية الشكل وحاويه على نواة وتقوم بنقل الأوكسجين الى الجسم عن طريق الدم . تحصل الكريات الحمراء على لونها المميز من الهيموغلوبين المتكون من إتحاد بروتين عديم اللون هو الغلوبين globin ومن صبغة الهيم heme الحمراء المصفره الحاويه على الحديد . أما الكريات البيضاء فوظيفتها الدفاع عن الجسم ضد الأجسام الغريبه كالجراثيم germs والسموم toxins . وتضم الكريات البيضاء أربعة أنواع من الخلايا هي : الخلايا الحبيبيه granulocytes ، الأقراص الدمويه thrombocytes ، الخلايا اللمفيه lymphocytes والخلايا وحيدة الخليه monocytes .

الجهاز البولي والتناسلي Urogenital System

يعمل الجهاز البولي في الأسماك على التخلص من الفضلات النتروجينيه السائله فضلاً عن بعض الأملاح والماء . وتعد الكليتان العضو الرئيسي في الجهاز البولي ، حيث تقومان بتنقية الدم وترشيحه من الفضلات النتروجينيه وإطلاقها الى الخارج .

الكليتان Kidneys :

زوج من تراكيب حمراء غامقة اللون متطاوله ونحيفه تمتد على طول الناحيه الظهريه لجدار الجسم . وعند إزالة الأحشاء من الجوف الجسمي يمكن مشاهدة الكليتين بوضوح من خلال البريتون peritoneum (تجويف يقع خلف حزام الكتف) . وغالباً ما تكون الكليتان على مقربه من بعضهما البعض في الأسماك العظميه وقد تتحدان على طول الخط الوسطي لهما .

تقسم الكليه عادة الى جزئين أمامي (رأس الكليه) وآخر خلفي ، حيث تتركز الوظيفه الأبرازيه في الجزء الخلفي ، أما الجزء الأمامي من الكليه فيرتبط بالجهاز التناسلي الذكري . تعتبر الوحده الكلويه (النفرون) nephron أو أُنيبيب الكليه Kidney tubule بمثابة الوحده التركيبيه للكليه . وهي تتألف من كريه كلويه renal corpuscle أو ما يسمى بجسم مالبيجي malpigian body ومن أُنيبيب ملتوي يؤدي الى قنوات تطرح البول للخارج . تتألف الكريه الكلويه من محفظة بومان Bowman's capsule مزدوجة الجدار ومن كبيبه glomerulus عباره عن كتله من أوعيه دمويه شعريه داخل المحفظه . تتصل الكليتان مع بعضهما بواسطة قناة وسطيه تتجه خلفاً لتصب في كيس أو مثانه تدعى المثانه البوليه Urinary bladder .

المناسل أو الغدد التناسليه Gonads

مناسل الأسماك عبارة عن تراكيب متطاوله عادة ومعلقه بالمساريق من الناحيه الظهريه للجوف البطني . ويتكون الجهاز التناسلي الذكري من الخصيتين testes والوعاء الناقل vessel ويفتح الى الخارج عن طريق الفتحه المشتركه الواقعه أمام الزعنفه المخرجيه . الخصيتان في أغلب الأسماك العظميه عباره عن أعضاء بيضاء اللون ومفصصه تقع على إمتداد المثانه الغازيه. أما الجهاز التناسلي الأنثوي فيتكون من المبيضين ovaries وقناتي البيض oviducts ويفتحان أيضاً الى الخارج عن طريق الفتحه المشتركه . فضلاً عن هذه الأعضاء التناسليه فأن الغدد الصماء Endocrine gland تؤدي دوراً كبيراً في السيطره على عملية التكاثر بأطلاقها الهرمونات المحفزه . ومن أهم هذه الغدد هي الغده النخاميه pituitary gland وتسمى أيضاً بسيدة الغدد Master gland لأهميتها الكبيره ، حيث تقوم بأفراز هرمونات تحفز الخصى والمبايض على تكوين وإطلاق الحيامن والبيوض . ويكون الإخصاب في الأسماك العظميه خارجياً على الأغلب ،عدا بعض أنواع الأسماك الزينه التي يكون فيها الإخصاب داخلياً.