مبادئ علم الاسماك Ecthology

المقدمة :

الأسماك حيوانات فقرية ، من ذوات الدم البارد ، تتنفس بواسطة الغلاصم وتتحرك بمساعدة الزعانف وتعتمد كليا على الماء لمعيشتها .يغطي جسم معظم أنواعها قشور Scales وهناك أكثر من 20 ألف نوع Species من الأسماك .

تختلف انواع الاسماك في احجامها واشكالها والوانها مثل اسماك الكمبوزيا Gambusia التي لايزيد طولها عن بضع سنتمترات وهي اكلة للبعوض واخرى عملاقة مثل الكوسج الحوتي Whale shark الذي يصل طولة الى اكثر من 21 متر .

هناك عدة علوم متخصصة في دراسة الاسماك اهمها :

١- علم الاسماك Ichthyology / يعني بدراسة الاسماك ككائن حي وعلاقته بالظروف الحيوية والبيئية المحيطة بها .

٢- علم الاحياء الما ئية Hydrobiology / يهتم بدراسة الاحياء المائية ومن ضمنها الاسماك وعلاقتها بالماء من حيث الغذاء وتنظيم بيئتها .

٣- علم الماء Hydrology / يعني هذا العلم بدراسة الماء وخصائصة الكيميائية والفيزيائية والحيوية .

٤- علم التشريح المقارن Comparative anatomy / يعني بتشريح الاسماك ومقارنتة مع الفقريات والاسماك الاخرى .

اما اهم العلوم المتفرعة من دراسة علم الاسماك فهي :

١- علم تصنيف الاسماك : أي تقسيم المجاميع السمكية الى رتب وعوائل واجناس وانواع وذلك لتسهيل دراستها ومعرفتها .

٢- علم تشريح الاسماك : أي دراسة تركيب جسم السمكة الخارجي والداخلي

٣- علم الوراثة والتطور : يشمل دراسة وراثة الاسماك وطريقة تحسين الانواع بالانتخاب واحداث الطفرات الوراثية .

٤- علم البيئة : يشمل علاقة الاسماك بالبيئة وطرق معيشتها وتاثير هذه العوامل على حياتها ونموها وتكاثرها وهجرتها .

٥- علم وظائف الاعضاء والكيمياء الحياتية Physiology and Biochemistry

٦- علم تربية الاسماك : أي نمو السمكة وتغذيتها وتكاثرها للوصول الى مرحلة الانتاج

تصنيف الاسماك : Fish taxonomy

المملكة الحيوانية Animal : Kingdum

شعبة الحبليات Phylum : chordata

شعبة الفقريات الثانوية sub phylum : vertebrata

فوق صنف الاسماك super class : Pisces

يقسم فوق صنف الاسماك الى ثلاثة اصناف هي :

١ – صنف الاسماك عديمة الفكوك class cyclostomata مثل سمك الجلكي وتمتاز هذة المجموعة ب :

أ- الحبل الظهري غير محدد

ب- عديمة الفكوك

ت- الهيكل الجسمي غضروفي

ث- الزعانف الزوجية (الصدرية والبطنية) مفقودة

ج- لها منخر واحد وسطي

ح- ليس لها اقواس غلصمية

خ- ليس لها غطاء غلصمي بل شقوق غلصمية يخرج منها الماء في عملية التنفس

د- لها فم ماص ولسان مسنن

٢ – صنف الاسماك الغضروفية class chondrichthyes ويضم الكواسح والرعادات وشياطين البحر ، ويمتاز ب :

أ- الحبل الشوكي محدد بالفقرات

ب- يكون لها فكان

ت- الهيكل الجسمي غضروفيا

ث- الزعانف الزوجية موجودة

ج- لها زوج من الفتحات المنخرية

ح- لها اقواس غلصمية غضروفية

خ- ليس لها غطاء غلصمي بل شقوق غلصمية

يمكن تصنيف الاسماك الغضروفية الى رتبتين :

١- رتبة الكواسج او القروش ، ومن اهم الاسماك التي تقع ضمن هذة الرتبة

أ- الكوسج الحوت الضخم

ب- الكوسج القاتل

ت- كلب السمك

٢- رتبة القوبعيات ، ومن اهمها القوابع الرعاد (الذي يحوي جسمة على عضو خاص يحدث رعشة كهربائية قوية عند لمسة لاي شيء)

٣- صنف الاسماك العظمية class osteochthyes

ويكون اكثر من ٩٠ % من الاسماك المعروفة في العالم ، ومن اهم مميزات هذة المجموعة :

أ- الحبل الظهري يكون محددا او غير محدد

ب- يكون لها فكان

ت- الهيكل الجسمي عظميا

ث- الزعانف الزوجية موجودة

ج- لها زوج من الفتحات المنخرية

ح- لها اقواس غلصمية

خ- لها غطاء غلصمي

يمكن تقسيم صنف الاسماك العظمية الى مجاميع عديدة اهمها هو (صنف الأسماك الشعاعية الزعانف الثانوي) يضم هذا الصنف غالبية الاسماك التي تعيش في المياه العذبة والمالحة واهم رتب هذا الصنف هي :

١- رتبة الشبوطيات / مثل سمك الشبوط والبني والكطان والبز والكارب وغالبا ما تفتقد هذه الأسماك إلى الاسنان الفكية وتحتوي عادة على الاسنان البلعومية التي تتحور من القوس الغلصمي الاخير

٢- رتبة الجري / مثل سمك الجري وابو الحكم وتتميز هذه الرتبة بجلدها الاملس الخالي من الحراشف وبوجود لوامس فمية طويلة وتعيش في المياه العذبة والمالحة

٣- رتبة السلمون / تعيش هذه الاسماك في المياه العذبة الباردة ومياه البحار والمحيطات مثل اسماك السلمون والتراوت

٤- رتبة الصابوغيات / مثل الصبور واسماك السردين

٥- رتبة البياح / وتضم اسماك البياح والخشني

الجهاز الهيكلي : skeletal system

ان شكل الجسم والحركة في الاسماك يحددها الترابط والتداخل بين الجهازين العظمي والعضلي . فالجهاز الهيكلي يحتوي على العظام والغضاريف والانسجة الرابطة والحراشف والاسنان والاشعة الزعنفية ، هذه المكونات العديدة مرتبة لتكوين الهيكلين الخارجي والداخلي للسمكة .

الهيكل الخارجي للسمكة :

يقصد به الهيكل المرئي من جسم السمكة والذي يمكن رؤيتة بدون تشريح ، مثل الحراشف والاشعة الزعنفية والانسجة الرابطة التي تقوي الجلد وتربطة بالعضلات التي تقع اسفلة .

الهيكل الداخلي للسمكة :

يتكون الهيكل الداخلي للسمكة من الجمجمة والعمود الفقري والاضلاع والعظام التي تقع بين العضلات والعظام التي تسند الزعانف .

١- الجمجمة // وتتكون من عدد كبير من العظام (حوالي ٤٥ عظم) توصل بينهما غضاريف اهم هذه العظام عظام الفكين والجبهة وعظام الغطاء الغلصمي .

٢- العمود الفقري والاضلاع // يتكون العمود الفقري في الاسماك من سلسلة من الفقرات ، جميع الفقرات ذات تراكيب متشابهة تقريبا حيث تتكون من جزء وسطي مقعر الوجهين يدعى بجسم الفقرة centrum الا ان لها بعض التحويرات في موقعها من الجسم ، فالفقرتان الاماميتان الاولى والثانية هما الاطلس والمحور atlas , axis تعملان على العمود الفقري بالجمجمة ولاتحويان على زوائد عظمية جانبية .اما الفقرات الجذعية فلكل منها زائدتان جانبيتان طويلتان تقع في الجزء العلوي من جسم الفقرة تدعى بالاقواس العصبية تلتحم مع بعضها مكونة القوس العصبي الذي يمر من خلالة الحبل الشوكي وتوجد الشوكة العصبية neural spin فوق القوس العصبي . اما فقرات المنطقة الذنبية فانها تشابه الفقرات الجذعية فيما يتعلق بالقناه العصبية ولكنها تختلف عنها بكونها لاتحتوي على اضلاع بل على زوائد تدعى بالاقواس الدموية hemal canal التي يمر من خلالها الوعاء الدموي المحوي الرئيسي .وتختلف الفقرة الذنبية الاولى بعدم وجود الشوكة الدموية hemal spine .

٣- العظام التي تقع بين العضلات // هناك اشكال عديدة من العظام الصغيرة تعرف بعظام الشظية splint bones تقع بين العضلات ، فقسم منها يكون بشكل حرف C حيث تمتد هذه العظام بين العضلات الى الشوكة العصبية في الفقرات ، وهناك شكل من العظام يشبة حرف Y حيث تتصل ذراع من هذه العظام برباط الى الشوكة العصبية في الفقرات بينما تنغمر الذراع الاخرى للعظمة وقاعدتها بالعضلات .

٤- العظام التي تسند الزعانف // ان العظام التي تسند الزعانف الزوجية (الكتفية والحوضية) تكون مايعرف بالحزامين الكتفي والحوضي . اما العظام التي تسند بقية الزعانف فلا تكون اي حزام . ان الفائدة الاساسية للجهاز العظمي هولاسناد الجسم واعطاءه الصلابة والشكل الضروري لحياة الكائن الحي ، فضلا عن ذلك فان للهيكل العظمي فوائد اخرى اهمها تكوين الدم وان بعض التحويرات للهيكل العظمي تؤدي دورا في تلقيح بعض الانواع من الاسماك التي تتلقح داخليا .

الجهاز العصبي nervous system :

ان الجهاز العصبي موجود في الاسماك ولكنة يكون بدائيا غير متخصص ويتكون من ثلاثة اقسام رئيسية هي :

١- المخ
٢- النخاع الشوكي
٣- الاعصاب

المخ في الاسماك عبارة عن انتفاخ في الجزء الامامي للنخاع الشوكي بقع في قحف الجمجة يتالف من أ- المخ الامامي for brain . ب- المخ الوسطي midbrain . ج- المخ الخلفي hindbrain .

يتالف المخ الامامي من فصوص الشم ويكون متخصصا لاستقبال وايصال الحوافز الشمية smell impulses ويعتمد حجمة على دور حاسة الشم في التغذية للسمكة فالاسماك التي تعتمد على الشم في البحث عن غذائها يكون المخ الامامي فيها كبير نسبيا . اما المخ الوسطي فيتكون من فصوص النظر ، والمخ الخلفي يتالف من المخيخ والنخاع المستطيل وفصوص السمع . يعمل المخيخ على السيطرة على توازن السمكة اثناء السباحة وتوجية حركتها ويحافظ على توتر العضلات muscular tonus . اما النخاع المستطيل فيحتوي على مراكز السيطرة على الوظائف اللارادية مثل وظائف الاحشاء . اما النخاع الشوكي فيحتوي على منطقة وسطية من مادة رمادية تتكون من خلايا عصبية محاطة بمادة بيضاء هي عبارة عن الياف عصبية هذه الالياف تتصل مع بعضها على شكل حزم bundles حسب وظيفتها وطريقة اتصالها . اما المنطقة الرمادية من النخاع الشوكي فتقع القناة الوسطية central canal التي تشبة حرف X بوجود قرون امامية وخلفية حيث تستقبل القرون الخلفية الالياف الحسية القادمة من الاحشاء والجسم اما القرون الامامية فتسيطر على الحركة لاحتوائها على مراكز عصبية تتصل بالجهاز العضلي . هناك نوعان من الاعصاب اولهما لاستقبال الحوافز الخارجية المختلفة وايصالها الى الدماغ والثانية لارسال الاوامر من الدماغ للرد على تلك الحوافز .

الجهاز البولي urinary system

يعمل الجهاز البولي في الاسماك على التخلص من الفضلات النتروجينية السائلة فضلا عن بعض الاملاح والماء . تعتبر الكلية عضو تنقية الدم وترشيح الفضلات النيتروجينية منه واطلاقها الى الخارج . تقع الكليتان على جانبي العمود الفقري من الجهة الظهرية وتحتوي كل كلية من عدد كبير من النفرون nephrons يتكون من القلنسوه البولية renal corpuscle او ما يسمى جسيم مالبيجي malpigian body ووعاء كلوي kidney tubule تتصل الاوعية الكلوية مكونة مجرى واحد يخرج من خلف كل كلية يدعى مجرى الكلية المتوسط mesonephric duct

ويتحد المجريان الخارجان من الكليتين مكونين المجرى المشترك common mesonephric duct ينتفخ المجرى المشترك مكونا المثانة البولية urinary bladder ثم الى الخارج .

الافراز والتنظيم الازموزي للاسماك :

ان الاسماك تفرز الفضلات الناتجة من الفعاليات الحيوية عن طريق القناة الهضمية والجهاز البولي والغلاصم والجلد . فالكلية تفرز الماء والاملاح المعدنية والبول وكذلك الجلد والقناة الهضمية فانة يفرز الماء والاملاح بينما الغلاصم تفرز الامونيا واليوريا والايونات من الصوديوم والكالسيوم .

الاسماك النهرية تعيش في محيط ذا تركيز ملحي اقل من سوائلها الجسمية وبذلك فان الماء يدخل الى داخل جسمها من المحيط الخارجي لانة ينتقل من المحيط الاقل تركيز الى الاكثر ، ويكون البول في الاسماك النهرية مخففا وتميل الاسماك النهرية الى الاحتفاظ بالاملاح . اما الاسماك البحرية فانها تعيش في بيئة اكثر تركيزا من سوائلها الجسمية وبذلك فان الماء يخرج من جسمها عن طريق الجلد باستمرار فالاسماك البحرية هذه تعيش في حرمان من الماء وتكون مهددة بالجفاف وتعادل الاسماك البحرية هذه الظاهرة بابتلاعها كمياة كبيرة من الماء كما ان البول فيها يكون مركزا جدا وتميل الى اخراج الاملاح المعدنية عن طريق القناة الهضمية ايضا .ان البول في الاسماك النهرية يتكون من وبعض الاحماض الامينية وقليل جدا من اليوريا والامونيا والماء الذي يكون نسبة عالية والمكونات نفسها توجد في الاسماك البحرية فيما عدا تركيز البول الذي يكون عاليا لتعادل الاملاح داخل جسم الاسماك النهرية . للمحافظة على الضغط الازموزي فان هناك عملية تبادل ايوني فعال يحدث بين الجسم والمحيط الخارجي عن طريق الغلاصم والجلد للتعويض عن الفقدان غير الفعال للايونات مع الماء .

ان السيطرة على كمية البول والتوازن الملحي للاسماك تنظم عن طريق افرازات الغدد الصماء فالهورمونات المفرزة من الغدة النخامية تسيطر على ضغط الدم بحيث تغير من الترشيح في خلايا الكلية وبذلك تسيطر على كمية السوائل المفرزة كذلك تسيطر على عمليات الترشيح والامتصاص في الغلاصم .

الجهاز التناسلي :

يتكون الجهاز التناسلي الذكري من الخصيتين testes والوعاء الناقل vasdeferens الذي يفتح الى الخارج عن طريق الفتحة المشتركة . اما الجهاز التناسلي الانثوي فيتكون من المبيضين وقناتي البيض ثم الفتحة المشتركة . وان الغدد الصماء تؤدي دورا كبيرا في السيطرة على عملية التكاثر باطلاقها الهرمونات المحفزة ، ومن اهم هذه الغدد هي الغدة النخامية التي تفرز هرمونات تحفز المبايض او الخصى على تكوين واطلاق البيوض والحيامن .، ويكون الاخصاب في الاسماك العظمية خارجيا في اغلب الانواع فيما عدا بعض انواع اسماك الزينة التي يكون الاخصاب فيها داخليا .

الاخصاب والتكاثر في الاسماك // هناك ثلاثة انواع من التكاثر

١- التكاثر الجنسي / وهو النوع الاكثر شيوعا ويتم عن طريق الحيامن والبيوض من الذكور والاناث .
٢- التكاثر الخنثي / وفية يحدث الاخصاب الجنسي بين الاعضاء الذكرية والانثوية في الحيوان نفسة ويدعى بالاخصاب الذاتي كبعض انواع سمك القط .
٣- التكاثر العذري / وهو تطور الجنين بدون اخصاب ويحدث في بعض انواع الاسماك الاستوائية .

التكاثر الطبيعي والاصطناعي في الاسماك :

تعتبر عملية التكاثر احدى اهم حلقات الحياة في الاسماك ، لكل نوع من انواع الاسماك خواصة التكاثرية .طبيعة تكاثر الاسماك تتحدد بحياة الاسماك في الماء . فعند اغلب الاسماك تجري عملية الاخصاب خارج جسم الامهات عندما تكون الحيامن والبيوض لبعض الوقت قبل لحظة الاخصاب خارج الجسم .

ان الاسماك لها القابلية على التكاثر في مختلف الظروف وحسب طبيعة التكاثر وبالدرجة الاولى حسب اماكن التعايش التي يجري فيها رمي البيوض والاخصاب والتطور ، يمكن تحديد المجاميع البيئية التكاثرية التالية :

١- الحصوية /مثل الشبوط والكطان والبز والسلمون
٢- النباتية /مثل سمكة البني والكارب .

٣- الرملية / الاسماك التي تضع بيوضها على القيعان الرملية قرب الشواطيء .
٤- مجموعة الهائمة التكاثر/ مثل اسماك الشلك والصبور .
٥- هناك مجاميع من الاسماك وخاصة البحرية تضع بيوضها في جيوب وعلى بعض القواقع والسرطانات البحرية .

وقت حدوث البلوغ الجنسي لدى مختلف الانواع السمكية يختلف كثيرا ، فهناك اسماك تبلغ جنسيا يعمر يزيد على العشر سنوات مثل الاسماك الغضروفية وسمكة البز في حين ان هناك اسماك تبلغ جنسيا بعمر عدة شهور مثل التلابيا والكارب ، كما ان البلوغ الجنسي يختلف ايضا في النوع نفسة فالاسماك التي تعيش في اعالي الانهار في المناطق الشمالية والباردة تبلغ جنسيا بعمر اكثر من تلك التي تعيش في مصبات الانهار في المناطق الحارة بغض النظر عن انها من النوع نفسة ، فسمكة الكارب مثلا تبلغ جنسيا في البلدان الحارة في السنة الثانية من عمرها في حين انها في المناطق الشمالية من البلدان الاوربية تحتاج الى اكثر من ثلاث سنوات لتبلغ جنسيا بسبب الظروف الغذائية ودرجة الحرارة وطول فترة الضوء وغيرها من العوامل البيئية الاخرى .

لدراسة نضوج الاجهزة التناسلية وفصل مراحل محددة في الدورة التكاثرية للاسماك يمكن اتباع مايلي :

- **المرحلة الاولى //** تكون فيها الافراد الفتية غير البالغة جنسيا ، تكون الاعضاء التناسلية على شكل خيط رفيع شفاف يلتصق بجدران البطن الداخلية ، الخلايا التناسلية عند الاناث ممثلة ببيوض فتية في مرحلة النمو او التنامي البروتوبلازمي، اما الخلايا الذكرية فممثلة هنا بالخلايا الذكرية الاولية .
- **المرحلة الثانية //** المبايض نصف شفافة حمراء عادة وعند فحص المبيض تحت العدسة تظهر جيدا البيوض او الخلايا البيضوية المنفردة ذات

مرحلة النمو البروتوبلازمي . الخصى ذات شكل خيوط مضغوطة ذات لون وردي مبيض ، الخلايا الجنسية الذكرية ممثلة بالخلايا الذكرية الاولية في حالة الانقسام او التكاثر .

- **المرحلة الثالثة //** الغدد التناسلية متنامية جيدا نسبيا ولكنها بعيدة عن البلوغ ، المبايض تشغل حوالي ثلث حجم الجوف البطني وذات لون مصفر وانها مملؤة محببة قليلا تحوي بيوض صغيرة ذات لون معتم مصفر تظهر دون الاستعانة بالعدسات ، الخصى كبرت في هذه المرحلة بوضوح واصبحت اكثر كثافة وقوية اللمس نسبيا ، لونها ابيض وردي او ابيض مصفر لايسيل منها السائل المنوي . في هذة المرحلة من التطور تجري عملية التحول في نمو الحيمن بسرعة وعند فحص المقطع التشريحي للخصى يمكن ملاحظة حيامن الطور الاول والثاني ولاتوجد حيامن متكاملة بعد .
- **المرحلة الرابعة //** الغدد التناسلية وصلت اوتكاد تصل التطور الكامل ، اي البلوغ للنواتج الجنسية . البيوض كبيرة نسبيا وتنعزل عن بعضها بسهولة ، لون المبيض لدى مختلف الانواع غير متشابهة ولكن عادة مصفر او يكون مائلا الى الرمادي او البني احيانا كما في سمكة الكارب ، ويصل الى اللون الاسود او الرمادي الغامق لدى الاسماك الحمراء . اما الغدد الجنسية الذكرية في هذه المرحلة فتكون كبيرة الحجم مفصصة عادة مملوءة وذات لون ابيض حليبي وعند قطعها بسكين تشريح حاد فان حافاتها تتحدب بسرعة خارجا منها السائل المنوي ويسقط على شكل قطرات كثيفة بيضاء وفي هذه المرحلة تنتهي عملية تكون الحيامن والقنوات الخصوية تحوي على حيامن خارجة من الحويصلات .
- **المرحلة الخامسة //** تسمى الاسماك في هذه المرحلة الرائبة اي التي تحمل مواد جنسية جارية او سائلة عادة لانها متكاملة وتجري عند اول استفزاز للسمكة او التاثير الفيزياوي عليها . البيوض في هذه المرحلة تتخذ

شكلا اكثر شفافية ويكتمل تهيئتها لعملية الاخصاب ، اما في الخصى فيكون السائل الحيمني والحاوي على نسبة عالية منها في حالة سائلة او الحيمن يكون هنا ايضا متكاملا وفي ذروه قوته .

- **المرحلة السادسة //** وهي مرحلة مابعد رمي البيوض والسائل المنوي مباشرة حيث تكون الاناث والذكور قد افرغت مايمكن من نواتجها الجنسية التكاملة بهدف الاخصاب والتطور . يمكن تسمية هذه المرحلة بصورة عامة مرحلة الهدوء ، المبايض والخصى تصبح صغيرة ورخوه الهيكل كالمريضة ومليئة بالسوائل الدموية المظهر . الحويصلات خالية ومجعدة والبيوض الغير الملقاه تبدا بالاضمحلال لامتصاصها من قبل الجسم ، والحيامن الغير الملقاة تخضع ايضا لعملية (ابتلاعها) من قبل الحويصلات ، وبعد امتصاص الحويصلات البيضوية الخالية يتحول المبيض الى المرحلة الثانية مرة اخرى ولدى الاسماك التي تتكاثر عدة مرات خلال السنة يتحول المبيض الى المرحلة الثالثة للتطور الجنيني .

ان هذا النظام للبلوغ الجنسي لاعضاء التناسل يصلح للاسماك ذات التكاثر لمرة واحدة خلال السنة التي ترمي غالبية نواتجها الجنسية خلال فترة قليلة عادة ، وعند الاسماك التي ترمي نواتجها الجنسية البالغة عدة مرات خلال الموسم التكاثر الواحد فبعد رمي وجبة من البيوض لايتحول المبيض الى المرحلة السادسة بل الى المرحلة الرابعة نهاية الثالثة والتي تتصف بوجود حويصلات بيضوية خالية بجانب بيوض صغيرة ذات النمو البروتوبلازمي الحي ، تتحول بسرعة الى المرحلة الرابعة مرة اخرى .

التكثير الطبيعي للاسماك :

عند تهيئة الاسماك لعملية التكاثر الطبيعية ترمي الاناث عادة بيوضها على القاع او المواد الملائمة لتخصيب وتطور بيوضها ، فالكارب مثلا يتكاثر في الاحواض على النباتات الموجودة فيه وخاصة على نباتات الموسم الماضي ، ويكون رمي بيوضها عند ملائمة جميع الموثرات البيئية من درجة حرارة ومؤثرات اخرى في الصباح الباكرحيث تتحرك الاناث سابحة قرب سطح الماء على شواطي الحوض النباتية ولاتلبث البيوض ان تخرج الى الماء ،يقوم الذكر بقذف السائل المنوي حيث تتخصب البيوض وتلتصق مباشرة بالنباتات .

يعتمد المربو الاسماك عندما يرغبون بزيادة فعالية تكاثر الاسماك المرباة لديهم الى اضافة اعشاش خاصة تعمل من النباتات او جريد النخيل وليفة على اطارخشبي وتوضع هذه الاعشاش في الماء على ان يغمر الاطار قليلا تحت سطح الماء ، تتم عملية التكاثر الطبيعي الموجهة في المزارع السمكية بوضع الامهات (الاناث والذكور معا) بعد تحديد الاعداد المناسبة (وضع ذكرين او ثلاثة لكل انثى واحدة) في الاحواض المتخصصة لعملية التكاثر وتكون هذه الامهات متغذية جيدا خلال الموسم السابق للتكاثر واختيار الاناث والذكور نوعا وكما ويتم بعدها التاكد من انتهاء العملية واخراج الامهات من الحوض وملاحظة التطور الجنيني ونمو اليرقات وتغذيتها .

التكثير الاصطناعي للاسماك :

من الطرق الحديثة التي تزيد من فعالية تكاثر الاسماك لتربيتها في الاحواض بطرق تعتمد على اعداد كبيرة من يرقاتها واصبعياتها وهي طرق التربية الفعالة والكثيفة ويمتاز هذا النوع من التكثير بعده امتيازات اهمها :

١- يلغي مرحلة جمع الامهات واليرقات معا مما يعطي امكانية الحصول على اليرقات خالية من مصادر التلوث والامراض المعدية والطفيليات القادمة اليها من الامهات الحاملة لمصادر العدوى هذه .

٢- عملية تحضير الامهات وتهيئتها للتكاثر وكذلك الحصول على البيوض وحضنها موجهة بشكل يقلل بدرجة كبيرة من الاعتماد او التاثر بالظروف الهيدرولوجية والمناخية .

٣- امكانية الحصول على يرقات وصغار اسماك مبكرة وتنميتها في حواض التنمية تزيد من انتاجية الاحواض وتسهل الحصول على اصبعيات كبيرة ومبكرة .

٤- يمكن تقليل اعداد الامهات الى درجة اقتصادية كبيرة وخاصة على حساب الذكور .

٥- من خلال عملية التكاثر الاصطناعي يمكن اجراء عمليات التهجين المختلطة وانتاج الانواع المحسنة .

ان اساس طريقة التكثير الاصطناعي للاسماك هو حث او تحفيز الامهات على عملية التكاثر المرحلية والانية باستخدام الهورمونات الجنسية او مصادرها – الغدة النخامية، وهنا نلخيص مراحل التكثير الاصطناعي :

١- **حفظ الامهات تحت حرارة التكاثر بانتظار الحقن الهرموني** وخلال هذه الفترة

- تعطى حقنة هورمون اولية (غدة نخامية) تحت درجة حرارة التكاثر بواقع ٢-٣ ملغم غدة نخا مية للانثى التي تزن ٢- ٥ كغم .
- الحفنة النهائية تعطى بعد الاولى بفترة تتراوح بين ١٢-٢٤ ساعة وبواقع ٥-٨ ملغم غدة نخامية لكل ١ كغم من وزن الجسم .
- الذكور عادة تعطى الحقنة النهائية فقط بواقع ٥-١٠ ملغم للفرد .
- تعطى الحقنة عادة في العضلات الظهرية بمستوى الزعنفة الظهرية العمودي او تحت الزعنفة الكتفية ، في الذنب او بين الزعانف الحوضية .

٢- **حفظ الامهات بعد المعاملة بالهورمونات** (خلال هذه المرحلة)

- توضع الامهات المحقونة منفصلة عن الذكور في احواض الانتظار او في اقفاص عائمة في الاحواض الترابية .
- تطول او تقصر المده اللازمة لاكتمال تنامي البيوض في اناث وحصول التبيض حسب درجة حرارة الماء وتجري عملية فحص الاناث حيث يتم تهيئتها للتبيض عاده كل ٢ -٣ ساعة .

٣- **الحصول على النواتج الجنسية المتكاملة** .

- تجري عملية تحصيل اخراج البيوض من الا ناث عند اكتمال تبيضها في اواني او حاويات مطلية او بلاستيكية في الظل وذلك عبر عملية المساج الهاديء وبرفق على بطن الاناث .
- يجري اعادة الاناث التي لم تعطي كل البيوض الى احواض الانتظار ويتم فحصها كل ٠.٥ – ١ ساعة .
- السائل المنوي يتم جمعة في قناني اختبار عريضة عاده وذلك بالضغط الخفيف على منطقة مابين الزعانف البطنية والفتحه التناسلية .

٤- **عملية الاخصاب**

- ان الوقت الذي يمكن حفظ البيوض خلالة خارج جسم الانثى حتى لحظة الاخصاب لايزيد عن ٣٠-٤٥ دقيقة بشرط ان تكون محفوظة في مكان مظلم ، اما الوقت الذي يمكن فية حفظ السائل المنوي مع حفظة بفعالية يصل حتى ساعة ونصف .
- تجري عملية الاخصاب باضافة السائل المنوي الى البيوض وخلطها بواسطة ريشة طائر كبير (ملائمة) لمدة ٢- ٣ دقائق دون اضافة الماء . بعد ذلك الخلط الجيد يضاف الماء وتبدء عملية ازالة تكتلات السائل المنوي الزائد وعملية ازالة اللزوجة ، ويمكن استخدام المحلول الملحي بدلا من الماء .

٥ - **عملية غسل البيوض** اضافة المحلول العالق لمادة البودرة المذابة بالماء او الحليب السائل او المادة المختارة الى البيوض المخصبة بواقع ٢٠٠ مللتر محلول

الى لتر واحد من البيوض ويبداء بغسل هذة البيوض لمدة حوالي ٤٠ دقيقة تزول بعدها خاصية اللزوجة التي تتصف بها بيوض الكارب عادة .

٦- **حضن البيوض في الحاضنات المخروطية الزجاجية** (اجهزة فيسا)

- يكون عادة حجم هذة الحاضنات ٨ لتر ويستعمل سرعة تيار الماء فيها ٢- ٣ لتر / دقيقة وحسب فترة ادخال البيض ، وتكون في البداية حساسة لسرعة التيار .

- تكون مدة الحضن حسب نوع السمكة ودرجة حرارة الماء وكما هو مبين في الجدول التالي :

درجة احرارة م	يوم
٢٢	٢,٥
٢٠	٣,٥
١٩	٤,٥

٧- الفقس

- بالنسبة للكارب عملية الفقس تجري على مدى ١٠ -١٥ ساعة .
- بعد الفقس مباشرة تحول اليرقات الى اقفاص . الحضانة اليرقية والتي تبقى فيها حتى يكتمل امتصاص كيس المح .

٨- حفظ وسلامة اليرقات تبقى اليرقات في اقفاص الحضانة الثانوي اي بعد اكتمال امتصاص كيس المح لفترة لاتقل عن ثلاثة ايام داخل المفقس او تحول الى احواض معدنية او بلاستيكية تتوفر فيها حركة ماء ودرجة حرارة مناسبة .

٩- نقل اليرقات تتم عملية النقل الى احواض التنمية بعد تهيأتها وذلك بواسطة اكياس مزودة بالاوكسجين اذا كانت المسافات طويلة او بواسطة اوعية بلاستيكية مناسبة اذا كان في المزرعة نفسها .

١- الجهاز التنفسي Respiratory system

تمتلك السمكة جهازا تنفسيا يقوم بامتصاص الاوكسجين المذاب في الماء لذا يعتبر معقدا لاختلافة عن بقية الاحياء الاخرى ويتكون الجهاز التنفسي من

أ- الاقواس الغلصمية Gill arches // وهي عبارة عن اقواس عظمية عددها خمسة في كل جانب من جانبي الجسم تقع تحت الغطاء الغلصمي وتتصل الاقواس الغلصمية بقحف الجمجمة من الاعلى وبقاعدة اللسان من الاسفل .

ملاحظة // يحتوي كل قوس غلصمي (ما عدا القوس الخامس) على نتوءات عظمية دقيقة تقع في الجهة الا مامية تدعى بالامشاط الغلصمية Gill raler تعمل على تصفية الماء الداخل للغلاصم لحماية الخيوط الغلصمية Gill filaments تقع الخيوط الغلصمية على الجهة الخلفية من القوس الغلصمي .

ب- الامشاط الغلصمية Gill raler // تعمل الامشاط الغلصمية على وقاية الخيوط الغلصمية الدقيقة من المواد الموجودة في الماءالداخل الى التجويف الغلصمي ، ولها علاقة بطبيعة التغذية .

ت- الخيوط الغلصمية Gill filaments // وهي خيوط تقع على الاقواس الغلصمية وهي تمثل مركز التبادل الغازي في الاسماك حيث تحتوي الخيوط الغلصمية على اوعية دموية تنقل الدم من الجسم الى الغلاصم وبالعكس وتكون مزودة بعدد من الطيات لزيادة سطح التبادل الغازي .

كيفية حدوث عملية التنفس في الاسماك :

يدخل الماء الى التجويف الفمي عن طريق الفم المفتوح ثم تتقلص العضلات الفمية بضمنها العضلة الدافعة ويتمدد التجويف الفمي ويؤدي الى دفع الماء ، وبعدها يتمدد الغطاء الغلصمي واندفاع الماء من التجويف الفمي الى الغلاصم فتنغمر الغلاصم بالماء وتتم عملية التبادل الغازي فياخذ الدم الاوكسجين ويطرح ثاني اوكسيد الكاربون الى الماء ثانية ويستمر الماء بالحركة ليخرج من فتحة الغطاء الغلصمي وتعاد العملية نفسها .

ان الاسماك كبقية الفقريات يحوي دمها على خلايا حمراء ذات قابلية عالية على حمل الغازات وان الوحدة الحجمية الواحدة من الدم يمكن ان تحتوي على كمية من الاوكسجين تعادل ١٥-٢٥ مرة ما يمكن ان يحمله الحجم نفسة من الماء ، بعض انواع الاسماك قد تتكيف لتنفس الهواء الحر لمواجهة نقص الاوكسجين المذاب في بيئتها المائية ، وهناك انواع من الاسماك الرئوية تتنفس الهواء الحر .

المثانة الهوائية او الكيس الهوائي Air sac or gas bladder

وهي عضو متخصص للتوازن ويوجد في الاسماك العظمية ولايوجد في الا سماك الغضروفية او الاسماك العديمة الفكوك وبعض الاسماك العظمية مثل الاسماك المسطحة ، ولهذا العضو فوائد في جسم السمكة منها :

أ- دور المثانة الهوائية كعضو تنفسي : ان غالبية الاسماك الرئوية تستعمل المثانة الهوائية عضوا تنفسيا اما وقتيا او اضافيا ، لان لها القابلية على العيش في المياه

الخالية من الاوكسجين لابتلاعها الهواء الحر ، حيث توجد في هذه الاسماك قناة تصل البلعوم او المريء بالمثانة الهوائية التي تكون جدرانها مزودة باوعية دموية تاتي اما من الابهر الظهري او الاوعية الغلصمية وقد تتزود المثانة الهوائية باكثر من وعاء دموي ويرجع الدم الى القلب بوساطة احد الاوردة الرئيسية .

ب- دور المثانة الهوائية في عملية استقبال وتوليد الاصوات : في بعض الانواع من الاسماك تتصل المثانة الهوائية بالاذن الداخلية واي تغيير في الضغط بسبب الموجات الصوتية يمكن نقلة الى الاذن الداخلية . ان الاسماك لاتعتبر من الحيوانات الصامتة حيث اثبت جهاز سمع الاصوات داخل الماء hydrophone ان غالبية الاسماك تنتج اصوات متنوعة ، وهناك عدة تراكيب تستخدم في توليد الاصوات منها الاسنان البلعومية كما في سمك السنجاب او حركة العضلات . والاصوات التي تنتج من المثانة الهوائية ذات تردد خافت بينما التي تنتج من الاسنان تكون ذات تردد عال ، ان الاصوات في الاسماك لها دور كبير في التناسل والدفاع عن النفس ضمن منطقتها .

ت- دور المثانة الهوائية كعضو توازن للجسم : ان كثافة لحم السمك اكثر من كثافة الماء وماء البحر ، ولكي لاتغطس الاسماك الى داخل الماء تضطر الى تجميع الدهون في لحمها او كبدها للتقليل من كثافة جسمها او تستخدم الغاز في المثانة الهوائية للتقليل من وزنها الكلي ، وفي حالة عدم وجود المثانة الهوائية فان الاسماك تصرف طاقة كبيرة للحفاظ على موقعها . تكون المثانةالهوائية حوالي ٤ – ١١ % من حجم الاسماك التي عيش في لمياه العذبة ومايتراوح بين ٧ – ١١ % من حجم الاسماك البحرية .يمكن تقسيم الاسماك الى قسمين حسب ارتباط المثانة الهوائية – الاسماك ذات المثانة الهوائية المغلقة - الاسماك ذات المثانة الهوائية المفتوحة . ان امتلاء المثانة الهوائية بالهواء تعود الى الفترة الاولى من حياة السمكة والاسماك تزيد او تقلل من كمية الهواء عن طريق الدم الواصل الى جدران الكيس الهوائي .في بعض الاسماك تنشاء تراكيب نسيجية بسيطة لتعمل على استلام الاكسجين من

الهواء الحر لفترة مؤقتة ، فمثلا قد ينطوي الجدار الداخلي للغطاء الغلصمي مكونا كيسا يمتليء بالاوعية الدموية ، او قد يتحور جزء من الامعاء الى كيس رقيق الجدران يقوم بعملية تنفس الهواء الحر ، وفي بعض الاحيان يعمل الجزء الوسطي والاخير من القناة الهضمية عضوا تنفسيا وهضميا في الوقت نفسة

٢- جهاز الدوران :

يتكون جهاز الدوران من القلب والاوعية الدموية التي تنقل الدم المؤكسج (النقي) والاوعية الدموية التي تنقل الدم الغير مؤكسج (الفاسد) . يعمل القلب كمضخة ذات صمام يدفع الدم الى الغلاصم ليزود بالاوكسجين بعد ان يتخلص من ثاني اوكسيد الكاربون ، ثم يوزع الدم المؤكسج على الانسجة الجسمية لتزويدها بالاوكسجين الضروري لفعاليتها الحيوية .

القلب :

يقع القلب في الحهة البطنية من الجسم قرب الردهة الغلصمية ، يتكون قلب الاسماك من مخدعين هما اذين atrium وبطين ventricle . يتصل الاذين من الامام بكيس صغير رقيق الجدران يسمى بالكيس الوريدي sinus venos تعتبر اقسام القلب هذه نموذجية لجميع الاسماك ابيداء من الاسماك الدائرية الفم ، في الاسماك الغضروفية يضاف المخروط الشرياني conus arteriosus عند قاعدة البطين ويكون تركيب جدرانة سميكا وعضليا كتركيب جدار البطين وله القابلية على الانقباض ، ويحوي صمام عضلي يسمح بمرور الدم باتجاه واحد فقط . اما في الاسماك العظمية فيتحور المخروط الشرياني الى مايسمى بالمنتفخ الشرياني balbus arteriosus وتكون جدرانة رقيقة وليس له حركات انقباضية بل يكون مطاطيا ويتمدد وينقبض حسب ضغط الدم الناتج من الحركة الانقباضية systole والانبساطية diastole للقلب . في الاسماك الرئوية ينقسم كل من مخدعي القلب

والمنتفخ الشرياني جزئيا بواسطة حاجز septum وبذلك فان الدم في الجزء الايمن من القلب يذهب الى القوسين الغلصمين الاخيرين ، اما الجزء الايسر من القلب والكيس الوريدي فانهما يستلمان الدم المؤكج الراجع من الاوردة الغلصمية .

الاوعية الدموية ودوران الدم :

يغادر الدم المؤكسج غلاصم السمكة الى الابهر الظهري dorsal aorta الذي ينقسم الى قسمين احدهما يتجة الى الامام فيزود منطقة الراس بالاوكسجين ويدعى بالشريان السباتي carotid artery ينقسم هذا الشريان الى شرايين ادق واوعية شعرية لتزويد جميع خلايا الراس بالاوكسجين الضروري ، والقسم الاخر من الابهر الظهري يتجة الى الخلف ويزود الدم المؤكسج الى الاحشاء والعضلات والمنطقة الذيلية من خلال شريان كبير يدعى بالشريان الذنبي caudal artery ينقسم هذا الشريان الى عدة شرايين اصغر لتوزيع الدم المؤكسج الى الكليتين والكبد والاعضاء التناسلية والامعاء والعضلات . يتجمع الدم الفاسد من انحاء الجسم بوساطة عدة اوردة تصب في الوريد الجيبي الخلفي posterior cardinal vein ، يتجمع الدم الفاسد من منطقة الراس بواسطة اوردة تصب في الوريدالجيبي الامامي anterior cardinal vein ثم يتجمع الدم في الوريد الجيبي العام على كل جانب من جانبي المريء الذي يصب في الكيس الوريدي ، يندفع الدم بعد ذلك الى القلب ثم الى الابهر البطني ventral aorta الذي يتفرع الى اربعة شرايين في كل جهة من الراس تتجة الى الاقواس الغلصمية تدعى بالشرايين الغلصمية الواردة ، يبقى الدم في الغلاصم ثم يعود محملا بالاوكسجين بواسطة الاوردة الغلصمية الصادرة التي تصب في الابهر الظهري .

الدم :

يتكون الدم من جزئين احدهما سائل يدعى البلازما تسبح فية الخلايا مكونة الجزء الصلب منة . وهناك نوعان من الخلايا الدموية هي الخلايا الدم الحمراء erythrocytes والخلايا البيضاء leuckocytes تتميز خلايا الدم الحمراء في الاسماك بكونها بيضوية وحاوية على نواة وتعتبر الكريات الحمر واسطة لنقل الاوكسجين الى الجسم ، اما الخلايا البيضاء ففائدتها الدفاع عن الجسم ضد المواد الغريبة مثل الجراثيم والسموم او اية مواد اخرى غريبة . اما البلازما فهي سائل رائق يحتوي على الاملاح المعدنية والغذاء الممتص والفضلات الجسمية السائلة فضلا عن الانزيمات والاجسام المضادة والغازات اما مكونات البلازما فهي مواد بروتينية اهمها الالبومين والكلوبيولين والفايبرينوجين وتعمل الاخيرة على تخثر الدم .

٣- الجهاز الهضمي Digestive system

يتكون الجهاز الهضمي في الاسماك من الاجزاء التالية :

١- الفم mouth // وهو مدخل الجهاز الهضمي ويحدد شكلة وموقعه طبيعة التغذية في الاسماك .

٢- الاسنان teeth // هناك ثلاثة انواع من الاسنان في الاسماك العظمية تقسم حسب موقعها وهي الاسنان الفكية والفمية والبلعومية ، فالفكية تقع على الفكين وتكون على عدة اشكال اهمها الانياب canine والقواطع incisors والاضراس molars ، اما الاسنان الفمية فعادة توجد في سقف التجويف الفمي او على قاعدة الفم او فوق الاسنان ، والاسنان البلعومية عبارة عن تحور الزوج الخامس من الاقواس الغلصمية .تختلف اعداد وانواع الاسنان في الاسماك حسب طبيعة التغذية ونوع الغذاء ، فالاسماك المفترسة تكون اسنانها الفكية حادة وقوية ومتخصصة لمسك الفريسة وتقطيعها . اما الاسماك التي تتغذى على الهائمات والاحياء الدقيقة فيكون فمها خاليا من الاسنان والاسماك التي تتغذى على الديدان

والرخويات والاحياء ذات الاجسام الصلبة فانها تستعمل الاسنان البلعومية لسحق غذائها .

٣- الامشاج الغلصمية Gill raler // تعمل الامشاط الغلصمية جهاز مرشح او مصفى يفصل المواد الداخلة مع الماء حسب حجمها ، ان عدد وطول وشكل الامشاط الغلصمية يعتمد على نوعية التغذية ، فمثلا الاسماك التي تتغذى على اجزاء غذائية كبيرة تكون الامشاط الغلصمية قليلة العدد وقصيرة ، اما الاسماك التي تتغذى على الهائمات والاحياء الدقيقة فتكون امشاطها الغلصمية طويلة وكثيرة ومتقاربة ، وفي الاسماك المختلطة التغذية تكون الامشاط الغلصمية قصيرة وغليضة .

٤- المريء esophagus // هو عضو عضلي قصير له قابلية كبيرة على التوسع طوليا وعرضيا بسبب تركيبة ، يوصل المريء بين البلعوم والمعدة . يمكن للمريء ان يتمدد بحجم الفريسة لذا فنادرا ماتختنق الاسماك بسبب ابتلاعها لفريسة كبيرة .

٥- المعدة stomach // وهي عضو الهضم الرئيسي وتختلف احجامها واشكالها حسب طبيعة ونوعية التغذية فالاسماك المفترسة تكون معدتها متطورة وطويلة كما في اسماك الكراكي ، اما الاسماك المختلطة التغذية فتكون معدتها كيسية وتشبة معدة اللبائن مثل سمك الجري ويكون شكلها كاسيا وتعمل عمل عضو طاحن كما في سمك الخشني . ليس لجميع انواع الاسماك معدة حقيقية فمعظم اسماك عائلة الشبوطيات يتحور الجزء العلوي من الامعاء الى انتفاخ ذي افرازات حامضية . ويختلف التركيب النسيجي لبطانة هذا الانتفاخ عن بقية الامعاء حيث يعمل هذا الجزء عمل المعدة في هذه الانواع من الاسماك مثل الشبوط والكارب والكطان وغيرهم .

٦- الامعاء intestine // وهي عضو الامتصاص الرئيسي وتختلف احجامها واشكالها حسب طبيعة ونوعية الغذاء فالاسماك المفترسة يتم معظم الهضم في

معدتها لذلك تكون امعائها قصيرة ومستقيمة ومتخصصة للامتصاص فقط .اما الاسماك النباتية التغذية فتكون امعائها طويلة وملتفة لان المواد النباتية تحتاج الى فترة اطول للهضم والامتصاص بسبب احتوائها على المواد السليلوزية .

٧- الاعاور البوابية cecum // توجد الاعاور البوابية في بعض انواع الاسماك المفترسة في منطقة اتصال المعدة بالامعاء . وتختلف اعدادها واطوالها حسب نوع السمكة وقد تستعمل احيانا لاغراض تصنيفية ، تقوم الاعاور البوابية بافراز انزيمات هاضمة تساعد على عملية هضم المواد الغذائية ، كما انها تساعد على زيادة المساحة السطحية للامتصاص .

عملية الهضم :

يقوم الجهاز الهضمي بعملية هضم المواد الغذائية وتحويلها الى مواد سائلة بسيطة التركيب ليمكن امتصاصها بوساطة الدم ونقلها الى انحاء الجسم . اما المواد غير القابلة للهضم فانها تخرج الى الخارج ويتخلص منها الجسم بوساطة التقلصات العضلية ، ان عملية الهضم تتم بطريقتين هما :

١- الطريقة الميكانيكية / حيث تتقلص جدران القناة الهضمية بوساطة عضلاتها اللاارادية وتعمل على سحق وطحن ومزج الغذاء .

٢- الطريقة الكيمياوية / حيث تفرز الغدد الملحقة بالقناة الهضمية كالبنكرياس والكبد وبعض الانزيمات الهاضمة فضلا عن الانزيمات الموجودة في جدران القناة الهضمية نفسها وتعمل الانزيمات على تحلل المواد الغذائية الى تراكيب ابسط ، تقوم المعدة بعملية الهضم الاولية لانة لاتوجد للاسماك غدد لعابية . تفرز جدران المعدة حامض الهيدروليك الذي يعمل عاملا مساعدا مع انزيم الببسين على تحلل المواد البروتينية وتحويلها الى مركبات ابسط مثل الاحماض الامينية وفي حالة وجود الاعاور البوابية فانها تفرز بعض الانزيمات الهاضمة مثل اللاكتيز الذي يهضم المواد النشوية والبروتييز لهضم البروتينات . تتم عملية الهضم في بداية

الامعاء حيث تفرز املاح المرارة بوساطة قناة من الكبد وتعمل على استحلاب الدهنيات وتحويلها الى مركبات ابسط تركيبا كاللاحماض الدهنية .

ملاحظة // ان معظم المواد البروتينية يتم هضمها في المعدة وهناك انزيم يدعى بالبروتيز يفرز اما من الامعاء او البنكرياس او الاعاور البوابية يعمل على تكسير بعض الاواصر الرابطة بين الاحماض الامينية المكونة للبروتينات ، اما هضم المواد النشوية فيتم بصورة رئيسية في الامعاء بواسطة انزيمات تفرز من بطانة المعدة والبنكرياس .

بعد ان يتم هضم المواد الغذائية المختلفة وتحويلها الى مواد ذائبة دقيقة تمتص من جدران الامعاء الى الدم ليتم نقلها الى انحاء الجسم المختلفة لادامة الفعاليات الحيوية الضرورية للحياة والنمو .

٤-الجهاز العضلي skeletal system //

يتكون الجهاز العضلي في الاسماك من ثلاثة انواع من العضلات هي

أ- العضلات الملساء smooth muscles / وهي العضلات اللاارادية التي تكون جداران الجهاز الهضمي والاوعية الدموية والجهازين البولي والتناسلي والعضلات التي تحرك عدسة العين وتتصل هذة العضلات بالجهاز العصبي السمبثاوي .

ب- عضلات القلب cardiac muscles // وهي عضلات ملساء ولكنها متفرعة ومعقدة التركيب وتكون حركتها لاارادية ، هذه العضلات تكون القلب ويكون لونها احمر غامقا .

ت- العضلات المخططة striated muscles // وهي العضلات التي تغطي العظام وتقوم بالحركات الارادية في جسم السمكة كالسباحة . وتتصل هذه العضلات بالجهاز العصبي المركزي . يمكن تقسيم العضلات المخططة التي تكون غالبية

العضلات الجسمية الى ثلاثة مجاميع هي عضلات الراس وعضلات الزعانف وعضلات الجذع . وبصورة عامة تكون الانسجة العضلية في الاسماك بيضاء بسبب احتوائها على نسبة من البروتين اعلى من الانسجة الحمراء كما ان نسبة الدهون في الانسجة البيضاء اقل منها في الانسجة الحمراء .

الحركة في الاسماك :

تتحرك الاسماك داخل الماء بمساعدة الخصائص التالية :

١- شكل الجسم : الشكل المثالي لجسم السمكة هو الشكل المغزلي مما يقلل من مقاومة الماء لحركة السمكة وبالتالي يسهل حركة السمكة داخل الوسط المائي الذي تعيش فية فضلا عن ذلك فان الطبقة المخاطية التي تغطي جسم معظم الاسماك يسهل من انزلاقها داخل الماء . ان كل تحور في شكل الجسم يعتبر نوع من التكيف للبيئة ، فالاسماك التي تعيش في المياه الهادئة الغنية بالاحياء المائية وعلى الاعشاب المائية يكون جسمها مضغوطا جانبيا ليساعدها على الحركة بين النباتات الكثيفة حيث ان حركة هذه الانواع من الاسماك تتميز بالاستدارة السريعة والقصيرة . اما الاسماك التي تعيش في القعر فغالبا مايكون جسمها مضغوطا من الاعلى الى الاسفل ليساعدها على ان تنغمر كليا في طين القعر ، ان هذا التحور يساعد الاسماك على ان تحتفظ بمكانها لكي لاتنجرف مع سرعة التيار .

٢- الزعانف : تساعد الزعانف بعض الاسماك في حركتها حيث تتمكن انواع عديدة من الاسماك على تحريك زعانفها لمساعدتها على الحركة ولكن يبقى الاعتمادها الرئيسي على انثناءات جسمها اثناء الحركة ، فللزعنفة الذنبية مثلا اهمية كبيرة لسباحة الاسماك اثناء السرعة العالية او الفعالية الكبيرة ، ان الزعانف المفردة لها دور واضح في المحافظة على وضع السمكة في وضع منتصب او عمودي فضلا عن ذلك فان وجود العضلات على قاعدة الزعانف الفردية والتي تتحكم في حركة

كل جزء من اجزاء الزعنفة على حده تساهم بدرجة كبيرة من المناورات الحركية للسمكة ، أما الزعانف الزوجية فوظائفها الأساسية هي في أداء الحركات التي تحتاجها السمكة أثناء السباحة إلى الأعلى أو إلى الأسفل أو في الاستدارة والتوقف داخل الماء ، وتعتبر الزعانف الكتفية هي الأعضاء الرئيسية لأداء هذه الحركات أما الزعانف الحوضية فدورها ثانوي . ملاحظة // على الرغم من أهمية جميع الزعانف في توازن السمكة فانه عند إزالة أية زعنفة يستعاض عن عملها بعمل الزعانف الأخرى . وقد دلت التجارب أن الزعانف الحوضية اقلها أهمية في عملية التوازن ، أما بالنسبة للحركة والسباحة فانه حتى عند إزالة جميع الزعانف تبقى السمكة قادرة على السباحة ولكن بسرعة اقل .

٣- العضلات : أن الحركة الرئيسية للأسماك تتم عن طريق العضلات فعند تقلص الألياف العضلية تقصر العضلة على احد جانبي جسم السمكة ينحني الرأس والذنب باتجاه ذلك الجانب فان الجانب الأخر يتمدد. إن هذه السلسلة المتعاقبة من التقلصات والتمددات العضلية لجهتي الجسم تؤدي إلى ثني السمكة بحركة تموجية وبسبب تشابك الأجزاء العضلية في الأسماك فان هذه الحركة التموجية تنقل من الرأس إلى الذنب وتؤدي إلى اندفاع السمكة في الماء . هناك نوعان من الحركة يمكن تمييزها في الأسماك هما :

أ- الحركة السلبية : هي الحركة المتسببة عن التيار المائي كما يحدث في حركة بيوض ويرقات الأسماك بصورة عامة حيث تنقل من أماكن الإخصاب والتفقيس إلى السواحل عن طريق حركة تيار الماء للتغذي هناك وهذا الطور من حياة الأسماك يدعى بالطور الهائم plank tonic أو قد يكون انتقالها إلى أماكن أخرى بوساطة اسماك أو أحياء مائية أخرى وذلك بتعلقها أو اتصالها بها .

ب- الحركة الايجابية : وهي الحركة التي تقوم بها السمكة نتيجة مجهودها العضلي كالسباحة ، تسبح الأسماك بحثا عن غذائها أو للتكاثر أو الهروب من الأعداء أو

للهجوم أو الهجرة وغيرها . يمكن تقسيم السرعة التي تستخدمها الأسماك للحركة إلى :

١- السرعة الاعتيادية cruising speed : هي السرعة التي تستعملها السمكة في الرحلات اليومية الاعتيادية ويمكن إيجادها بواسطة ترقيم مجموعة من الأسماك ثم إطلاقها في بيئتها الطبيعية ثم يتم صيدها على بعد معين ، يمكن معرفة السرعة التي قطعتها بعد معرفة الزمن الذي استغرقته للوصول إلى المسافة المقررة .

٢- السرعة القصوى maximum speed : وهي السرعة التي تستخدمها الأسماك في الرحلات الطويلة وهي أعلى من السرعة الاعتيادية واقل من السرعة العليا .

٣- السرعة العليا top speed : وهي السرعة التي تستخدمها الأسماك لقطع مسافات ليست طويلة ولكن بفترة قصيرة جدا ، تختلف السرعة التي تتحرك بها الاسماك حسب نوع السمكة وحجمها ودرجة حرارة الماء

الجلد SKIN /

يغطي الجلد جسم السمكة كما في الفقريات الأخرى ومن أهم فوائد الجلد في الأسماك هي :

١- يعتبر الخط الأول للدفاع ضد الأمراض والعوامل الميكانيكية الخارجية

٢- يحتوي الجلد على المستقبلات الحسية sensory receptors مثل السمع والذوق والشم والإحساس وغيرها

٣- له وظائف تتعلق بتنافذ الماء والايونات

٤- له علاقة بالعمليات التنفسية ولابرازية في الجسم

٥- يحتوي الجلد على عوامل التلوين التي تعتبر وسيلة دفاع وإعلان لبعض الأسماك

٦- جلد بعض الأسماك يحتوي على أعضاء ذات قابلية كهربائية مثل سمك ثعابين الماء الكهربائية

٧- بعض الأسماك تحتوي على غدد سامة في جلدها كوسيلة دفاعية .

يتكون جلد الأسماك من طبقتين ، الطبقة الأولى تسمى البشرة epidermis والتي تتكون من عدة طبقات من خلايا مسطحة يصبح شكلها اسطوانيا في الطبقات الداخلية وتحتوي هذه الطبقة على خلايا كاسية الشكل لها قنوات تفتح إلى الخارج وتدعى هذه الخلايا بالغدد المخاطية وتفرز هذه الغدد المادة المخاطية التي تغطي جسم السمكة وتعمل على تسهيل انزلاق السمكة داخل الماء ، وهذا الإفراز المستمر للمادة المخاطية يعمل على التخلص من الطفيليات التي تكون ضارة للأسماك في حالة تجمعها على الجلد وتعطي هذه المادة المخاطية الرائحة المميزة للأسماك . أن الخلايا الاسطوانية الشكل تمتلك القدرة على الانقسام وبذلك فأنها تعوض عن الخلايا التالفة من البشرة . أما الطبقة الثانية من الجلد فتدعى بالأدمة Dermis والتي تقع تحتها وتتكون هذه الطبقة من أنسجة رابطة وأوعية دموية وأعصاب حسية وتؤدي الأدمة الدور الرئيسي في تكوين الحراشف والتراكيب الجلدية الأخرى التي تعمل عمل الحراشف كالأشواك .

مصدر الالوان في الاسماك :

هناك مصدران للتلون في الاسماك

١- الخلايا الصبغات الحقيقية التلون chromatophores

٢- خلايا الانعكاسات الفيزياوية irridocytes

خلايا الصبغات الحقيقية : تقع هذه الخلايا في منطقة الادمة dermis من جلد الاسماك وقد توجد احيانا في الغشاء البريتوني وحول الدماغ والحبل الشوكي ، ان سايتوبلازم هذه الخلايا يحوي على حبيبات صبغية تعتبر المصدر الحقيقي للالوان وعندما تنتشر هذة الحبيبات خلال الخلية تعطي ظلا فاتح اللون اما اذا تمركزت هذة الحبيبات في الوسط فيصبح اللون غامقا في جهة ومعدوما في جهة اخرى ، لان الصبغة الموجوده في هذه الحبيبات تعكس بعض الموجات الضوئية الطويلة ويمتص البعض الاخر فالموجات التي تنعكس هي التي تظهر للعين اما تلك التي تمتص فلا يمكن رؤيتها .

تقسم الخلايا الصبغية الحقيقية الى عدة الوان منها :

أ- الخلايا الحمراء البرتقالية Erythrophores

ب- الخلايا الصفراء xanthophores

ت- الخلايا السوداء melanophores

ث- الخلايا البيضاء Leucophores

ان الخلايا الحمراء البرتقالية والصفراء لها علاقة بفيتامين A الذي يكون مصدره الرئيسي الغذاء اما الخلايا السوداء فهي ناتج عرضي من تحطم بعض الاحماض الامينية .

ملاحظة // الاسماك قد تظهر الوانا اخرى وذلك بسبب مزج بين الالوان الرئيسية من الخلايا الصبغية .

الخلايا الانعكاسات الفيزياوية :

وتدعى احيانا بخلايا المرأه Mirror cells وذلك لاحتوائها على مواد تمتص الضوء والذي يتكون من الالوان التي نراها ، وهذة المادة العاكسة في هذة الخلايا هي مادة الكوانين المتبلورة (وهي احدى الفضلات الناتجة من الدم نتيجة الفعاليات الحيوية) والتي تكون عبارة عن مادة عاكسة لونها يتراوح بين الداكن والابيض الى الفضي .

فوائد التلون في الاسماك :

١- الاختباء

٢- التنكر

٣- الدعاية

الاختباء :

هي مطابقة لون جسم السمكة مع لون البيئة المحيطة ، ان هذة التغيرات تنتج من الضوء الساقط من السطوح المجاورة واتي تؤثر على عين السمكة والتي تنقلها بدورها بوساطة الاعصاب الى الدماغ الذي يامر الخلايا الصبغية بالايعاز المناسب بحيث تتلون السمكة بلون البيئة المحيطة . قد يكون التلون بطيئا في بعض الاسماك بينما يعتبر سريعا جدا في بعضها الاخر بحيث لا يستغرق سوى بضع دقائق كما في سمك Flounder . ان تغير اللون في الاسماك يحدث في مراحل حياة السمكة المختلفة ، وخلال الهجرة والتكاثر وهذا التغيير في اللون يكون رجعي

Reversable أي يزول بزوال المسبب وترجع حبيبات الخلايا الصبغية الى حالتها الاولى وحسب ماتتطلبة البيئة .

التنكر :

وهذة الطريقة تستند على حقيقة ان شكل جسم السمكة تحددة خطوط معينة تميز الشكل وتبرزه ، تغطية الجسم برقع متلونة بشكل غير منتظم ذي الوان وظلال مختلفة ومتنائرة يؤدي الى جلب اهتمام عين المشاهد الى هذه الاشكال والالوان دون التفات الى شكل الجسم وبالتالي عدم تمييز الجسم ومعرفة نوعة ، حيث تستطيع تغيير لونها بحيث تشابه غصن او ساق نبات مائي .

الدعاية :

قد تستخدم الاسماك الالوان البراقة والزاهية لاغراض مختلفة تماما وهي الاعلان عن نفسها خصوصا في موسم التزاوج وذلك لاجتذاب الجنس الاخر .

اعضاء الاضاءة :

يمكن تقسيم الاسماك المضيئة الى قسمين :

أ- الاسماك الحاوية على بكتريا مضيئة تتعاون مع السمكة بطريقة تعايشية (تتبادلان المنفعة المشتركة) ، تعيش هذة البكتريا في جيوب متعددة في جلد السمكة وهذة البكتريا تعمل عمل المرأة وتحوي من الخارج على تراكيب تنظم خروج الضوء مثل سمك القد والباز .

ب- الاسماك التي تنتج الاضاءه فيها من خلال خلايا خاصة على السمكة تدعى بالخلايا الضوئية Photophores . وهي عبارة عن مجموعة من الخلايا الحاوية على غدد خاصة لتنظيم استخراج الضوء بواسطة عمل الدماغ او الغدد الصم مثل بعض انواع الرعادات والكواسج . يعتقد ان فائدة هذة الاعضاء الضوئية

هي للاعلان عن السمكة وخاصة في الاعماق المظلمة وللجنس الاخر وايضا في جذب الغذاء او وسيلة دفاعية .

ت- ظاهرة افراز السموم :

ان بعض الاسماك تحتوي على غدد سامة تنشأ من الجلد وتفرز السم Venom الذي يسبب الما عند زرقة في جسم الانسان ، يعتقد ان له دور في الغذاء والمهاجمة والدفاع عن النفس .

يتكون الجهاز السمي في القوابع اللاسعة من الشوكة الذنبية اللاسعة المكونة من محور عاجي وعاءي مكسو من الخارج بطبقة ميناء . ولهده الأشواك أسنان تتجه نحو قاعدة الشوكة وتقع الشوكة اللاسعة داخل غلاف جلدي وتقوم أنسجة البسرة بتكوين المادة السمية في خلايا فجوية هراوية وتطرح المادة السمية عبر أخدودين جانبيين في الشوكة وتمتاز الطبقة الأدمية .بوفرة الأوعية الدموية . أما في المنطقة السطحية فهناك طبقة كثيفة متقرنة . إن المادة السمية هي مادة بروتينية . يتمثل الجهاز السمي في أسماك من شوكتين من عظم العظاء الغلصمي وأشواك ظهرية وأنسجة الجلد المحيطة بالأشواك . ويتكون جهاز السم في أسماك من شوكتين ترقويتين تبرزان خلف الحافة العليا لغطاء الغلاصم وبداية الشوكة مسطحة ونهايتها مدببة حادة . يتكون الجهاز السمي في الأسماك العقربية من ١٥ شوكة ظهرية وثلاث مخرجية واثنين حوضية

الأسماك المسممة والسامة Poisonous nd Venomous Fishes

- إن الأسماك التي توجد في أنسجتها مواد سامة هي الأسماك المسممة .

أما الأسماك التي تولد السموم في خلايا خاصة وتحقنها بواسطة اللسع والعض هي الأسماك السامة .

الأسماك المسممة Poisonous Fishes:

يقسم التسمم السمكي للأنواع التالية :١- الأسماك سامة اللحوم وهي كافة الأسماك التي تحوي سموم في العصلات والأمعاء والجلد .٢- الأسماك السامة البيوض وهي الأسماك التي تولد السموم في الغدد الجنسية وهي من أسماك المياه العذبة .٣- الأسماك السامة الدم وهي أسماك ذات دم سام مثل بعض الأسماك البحرية .٤- الأسماك السامة الغدد وهي تولد السموم في الغدد وليس لها جهاز سمي .تدعى سموم القوابع والسكيت والأسماك الجردية . تدعى سموم الأسماك الكروية والدعلجية والزنادية والصندوقية والمبردية .

الأسماك السامة :

يتكون الجهاز السمي في القوابع اللاسعة من الشوكة الذنبية اللاسعة المكونة من محور عاجي وعاءي مكسو من الخارج بطبقة ميناء . ولهده الأشواك أسنان تتجه نحو قاعدة الشوكة وتقع الشوكة اللاسعة داخل غلاف جلدي وتقوم أنسجة البشرة بتكوين المادة السمية في خلايا فجوية هراوية وتطرح المادة السمية عبر أخدودين جانبيين في الشوكة وتمتاز الطبقة الأدمية .بوفرة الأوعية الدموية . أما في المنطقة السطحية فهناك طبقة كثيفة متقرنة . إن المادة السمية هي مادة بروتينية . يتمثل الجهاز السمي في أسماك من شوكتين من عظم الغطاء الغلصمي وأسواك ظهرية وأنسجة الجلد المحيطة بالأشواك . ويتكون جهاز السم في أسماك من شوكتين ترقويتين تبرزان خلف الحافة العليا لغطاء الغلاصم وبداية الشوكة مسطحة ونهايتها مدببة حادة . يتكون الجهاز السمي في الأسماك العقربية من ١٥ شوكة ظهرية وثلاث مخرجية واثنين حوضية .

فحص الاسماك Examination of fish

بعد جمع عينات الاسماك تقاس اطوالها واوزانها وتؤخذ منها الحراشف اوعظمة الاذن الداخلية لتقدير العمر . وبعد ذلك تفتح البطن ويعرف الجنس ومرحلة النضج الجنسي وفي حالة وجود الطفيليات او اعراض مرضية داخلية فانها تسجل ، اما القناة الهضمية فتوزن ثم تحفظ بالفورمالين او الكحول .

- **المجتمع السمكي : Fish Population**

- يوجد حوالي ٦٨نوع من الاسماك النهرية في مياهنا الداخلية والتي تقسم الى ثلاثة مجاميع هي :-

١- الاسماك البيضاء White fishesوالتي تعيش في المياه المفتوحة او الجارية مثل الكطان B. xanthopterusوالشلك A . vorax

2-الاسماك السوداء Black fishesوالتي تعيش في المياه الضحلة وقليلة الاوكسجين مثل سمك الجري S. triostegusوالسمنان A. moselensis

3-الاسماك الرمادية Grey fishesوتضم اسماك البني B. sharpeyi الحمري B. luteusوالكارب Cyprinus Carpioوالتي تتألف منها اغلب التجمعات السمكية في مياهنا الداخلية

- تقدير المخزون السمكي

- هنالك عدة طرق لتقدير اعداد الاسماك في المسطحات المائية منها :-

١- الطرق الغير مباشرة وتضم:

-التعليم واعادة الصيد

يعتمد حساب عدد الاسماك على افتراض ان نسبة الاسماك المعلمه في عينة عشوائية من التجمع السمكي هي ذاتها في التجمع نفسه والذي تكون فيه معلومة العدد وحسب المعادلة التالية :

- $N = m (u + r) / r$

- احسن تقدير للمجتمع = N

عدد الاسماك المعلمة في المجتمع = m

عدد الاسماك الغير معلمة في العينة العشوائية = u

عدد الاسماك المعلمة المعاد اصطيادها = r

- 2-الطريقة المباشرة :

هي طريقة العد المباشر ففي الاجسام المائية الصغيرة يمكن صرف الماء ثم عد الاسماك الموجودة اما في الجداول والمسطحات المائية ينصب فخاخ لها ثم يتم عدها عند المرور . او استغلال الكوارث الطبيعية وقلة والهلاكات الحاصلة من تقدير العد الحقيقي للاسماك . وقد يستخدم عملية سم لجزء من البحيرة او المستنقع وافتراضه منطقة عشوائية ثم يقدر العدد الكلي للمسطح المائي او استخدام الطائرات او الكاميرات التلفزيونية تحت الماء والغواصين لتغطية المساحات المطلوبة وتبعا للبيانات المتوفرة من منظمة الغذاء والزراعة الدولية FAOفان معدلات الصيد للاسماك في المياه الداخلية للفترة من ١٩٩٥-٢٠٠١ تراوحت بين ٥٠٠٠- ٣٠٠٠٠ طن حيث ارتفعت النسبة الى اعلى قيمتها البالغة ٢٣٠٠٠ طن في عام ١٩٩٥ ثم انخفضت بسبب تجفيف الاهوار وسوء الادارة السمكية في المياه الداخلية لتصل الى ٨٠٠٠- ٩٠٠٠ طن لفترة من ١٩٩٨- ٢٠٠١ .

- ظواهر انخفاض الانتاج في الاسماك

- اول علامات انخفاض الانتاج هو عدم الحصول على متوسط الاعمار للاسماك المصادة حيث أن أي عشيرة من الحيوانات يكتب لها البقاء من خلال التوازن بين معدلات توالدها ونفوقها واكبر سبب لنفوق الاسماك هو الافتراس اذ أن كبيرها يفترس صغيرها . فضلا عن أن الانسان يستهلك هذه الاسماك بعمليات الصيد كذلك فان العوامل البيئية والملوثات وبناء

السدود تعد سببا في زيادة النفوق في الاسماك .

أن عمليات الصيد لدرجة كبيرة وبالطرق التقليدية لا يتسبب في اختفاء الاسماك تماما لانه كلما قلت كمية الاسماك اصبحت حرفة الصيد غير مجزية .فيهجرها اهلها مما يعطي الفرصة للاعداد الباقية بالتزايد والتوالد

ولكن العمليات التي تعد حالات خطيرة على حياة الاسماك هي :

استخدام المبيدات في عمليات الصيد حيث يؤدي هلاكات كاملة للعشائر صغيرها وكبيرها فضلا عن الجوانب السلبية على البيئة والصيادين انفسهم .

سد قنوات المرور للهجرة المائية للاسماك لانتقالها الى اماكن وضع البيض وتكاثرها يولد نقص حاد في الولادات التي تعوض النقص الحاصل في الخزين .

التركيز على انواع محددة من الاسماك اثناء الصيد مما يؤدي الى انقراض الكبار وافتراس بيوض الاخيرة من فبل الانواع الاكثر عددا لحصول النقص الحاصل في النوع الاول .

حالات التلوث البيئي وعكورة الماء وتغير الخصائص الفيزيائية والكيميائية لبيئات الاسماك يولد تناقص اعدادها بشكل حرج وخطير .

- كيفية تنظيم الانتاج

- هنالك عدة طرق لتنظيم الانتاج السمكي من هذه الطرق :-

١. منع الصيد في مواسم التكاثر :

حيث سن قانون ٣٢ لعام ١٩٦٥ وقانون ٤٨ لسنة ١٩٧٦ وتعديلاته رقم ١٠ لسنة ١٩٩١ والذي حدد اوقات منع الصيد في المناطق المختلفة للعراق حيث يمنع الصيد من ١٥ شباط ولغاية ١٥ نيسان في المناطق الجنوبية و من ١ نيسان ولغاية ١ حزيران في المناطق الوسطى ومن ١ حزيران الى ١ تموز في المناطق الشمالية.

٢. منع صيد الاعمار السمكية الصغيرة من خلال :-

- منع الصيد في المناطق التي يكثر فيها صغار الاسماك
- تحديد احجام الاسماك المصادةضمن قوانين
- وضع قيود على فتحات وانواع واحجام الشباك المستخدمة

٣. منع استخدام الطرق غير التقليدية لصيد الاسماك كالمبيدات ، الصعق الكهربائي ،القنابل الصوتية .

٤. توفير محطات تفقيس وباعداد كافية لرفد المسطحات المائية بالاصبعيات لسد النقص الحاصل في المخزون السمكي

٥. تشجيع عمليات الاستزراع السمكي وتوفير كميات الاعلاف اللازمة لتزويد الاسواق المحلية بالاسماك اللازمة للاستهلاك اليومي .

٦. القيام بحملات توعية للمواطنين حول الاثر الاقتصادي والصحي لاساليب الصيد المتبعة حاليا واسهام المجتمع المدني والجهات ذات العلاقة بهذه الحملات .

٧. مراقبة معامل علف الحيوانات ومنع استخدام صغار الاسماك كمصدر للبروتين في العلائق المصنعة .