الجهاز الهيكلي Skeletal System

الجهاز الهيكلي في الثديات

يتركب الجهاز الهيكلي من غضروف cartilage وعظم bone وأوتار tendons وأربطة ligaments يبقى الهيكل كله غضروفياً في حالة الأسماك الغضروفية ، ويتم ترسيب أملاح الكالسيوم لتدعيمه وتقويته . في الأسماك العظمية ورباعيات القدم ، يتكون معظم الهيكل من العظم ؛ عظم بديل replacing bone يحل محل عظام الجنين الغضروفية ، وعظم غشائي dermal bone يتكون مباشرة في النسيج الضام دون المرور على الطور الغضروفي .

يكون الغضروف معظم الهيكل العام للجسم في المرحلة الجنينية للفرد وينشأ من الاديم المتوسط ويتحول الى عظم عند البلوغ في اغلب الفقريات عدا مناطق الممرات التنفسية وجزء من الاذن وفي مناطق المفاصل. يحتوي الغضروف على مادة مخاطية تدعى كبريتات الكوندرويتين Chondroitin التي تعطي الصلابة والمرونة، بينما يتميز العظم بوجد املاح الكالسيوم مثل فوسفات الكالسيوم وكربونات الكالسيوم التي تكسب العظم الصلابة والقوة.

يتكون العظم بطريقتين :

- التكون الداخل غشائي حيث يتكون من نسيج ضام وينشأ من طبقة الاديم المتوسط مثل عظام الجمجمة المسطحة.
- التكون داخل غضروفي تسمى العظام التي تتكون بهذه الطريقة بالعظام الغضروفية cartilage bone كعظام الاطراف.

وظائف الهيكل العظمي

1. دعم الجسم: يعطي الهيكل العظمي للإنسان شكله المميز ويصلب الجسم.
2. الاتصال: يتصل بالهيكل العظمي العضلات والأربطة والأوتار.
3. الحركة: الهيكل العظمي هو محور الحركة في الجسم.
4. الحماية: يوفر الهيكل العظمي الحماية للأعضاء الحيوية كالمخ داخل الجمجمة، أيضا القفص الصدري يحمي القلب والرئتين.
5. تكوين الدم: تكوين كرات الدم الحمراء يتم داخل العظم.
6. تخزين الأملاح: يقوم العظم بتخزين الأملاح الكالسيوم وغيرها.

ينقسم الهيكل عموماً إلى **هيكل محوري axial skeleton وهيكل طرفي appendicular skeleton** ؛ الهيكل المحوري عبارة عن الجمجمة Skull التي تتكون من الدماغ والعمود الفقري Vertebral column بالإضافة إلى القص sternumوالاضلاع ribs ، والهيكل الطرفي يشمل هيكل الحزام الصدري والحزام الحوضي وهيكل الأطراف الأمامية والخلفية .

الهيكل العظمي المحوري Axial skeleton

يضم هذا القسم العظام التي تقع على المحور المركزي للجسم . تشمل عظام الجمجمة، العمود الفقري، الأضلاع، عظمة القص.

I- الجمجمة skull

تنشأ الجمجمة في جنين الفقاريات على خط أو نموذج واحد ، مكونة من جزئين رئيسين : الجمجمة العصبية وهي تحيط بالدماغ وتحميها كما يحيط أعضاء الحس المزدوجة ، والجمجمة الحشوية التي تنشأ مزدوجة في جذر البلعوم ؛ ولذلك تسمى أقواساً بلعومية pharyngeal arches القوس الأول هو القوس الفكي mandibular arch الذي يكون الفكوك (فيما عدا اللافكيات) ، والثاني هو القوس اللامي hyoid arch الذي يدعم منطقة اللسان ويعلق الفكوك في الأسماك ، أو يتحور إلى أجزاء أخرى في رباعيات القدم .

عظام الجمجمة

تتألف من عظام مترابطة بشكل وثيق، تنعدم معه الحركة باستثناء عظام الفك السفلي. وتضم عظام الجمجمة مجموعتين:

اولا. عظام القحف

وهي مسطحة الشكل تؤلف صندوقاً يضم في داخله الدماغ وتفصل بين عظم وآخر خطوط مسننة الحواف متعرجة تسمى الدروز. وعظام القحف تتألف من:

1- **العظم الجبهي وعددها (1) Frontal** ، يقع فوق الكتلة الوجهية، ويتألف من جزئين علوي وسفلي. يتقوّس العظم الجبهي لتكوين الجبهة والجزء العلوي من الحاجبين، حيث تستقرّ العينان.

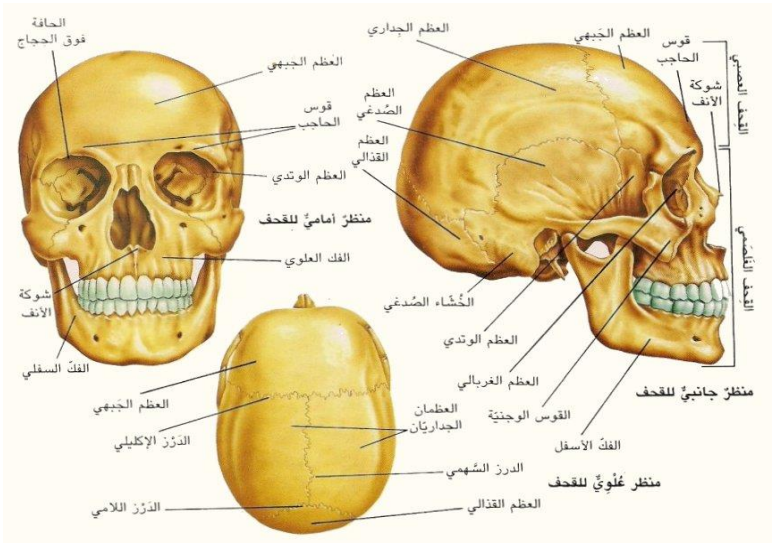
2- العظم الغربالي (المصفوي) وعددها (1) Ethmoid وهو عظم مفرد يقع أسفل العظم الجبهي وهو عظم صغير يشكّل جزءا من المنخرين (الّذين يفصل بينهما الحاجز الأنفيّ). يحوي العظم الغربالي منطقة مثقبة بثقوب صغيرة، تعرف بالصفيحة المصفويّة للعظم الغرباليّ، تمرّ عبرها الأعصاب الشميّة باتجاه الدماغ. وهذا أمر ضروري كي يصل إحساس الروائح إلى الدماغ.

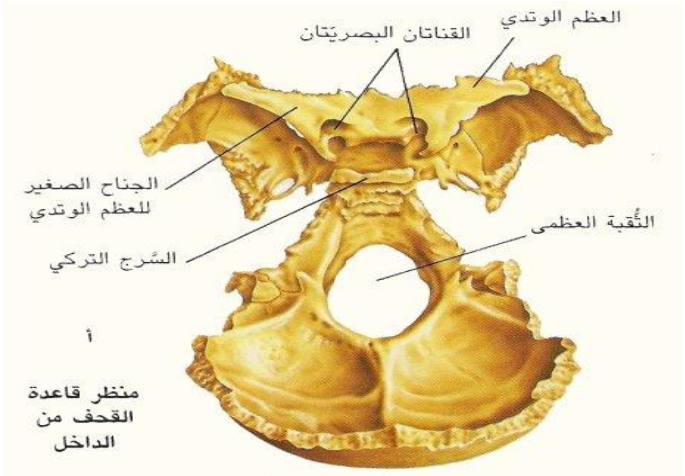
3- العظم الوتدي وعددها (1) Sphenoid يقع في منتصف قاعدة الجمجمة خلف العظمين الغربالي والجبهي وأمام العظم القفوي (القذالي). يشكّل العظم الوتدي جزءا من قاعدة القحف وهو يحمل العظام القحفيّة الأخرى ويثبّتها.

4- العظمان الصدغيان وعددها (2) Temporal وهو عظم مزدوج يقع في الجزء السفلي الجانبي من القحف أمام العظم القفوي، خلف العظم الوتدي. وهما يشكلان جانبي القحف ونجد في داخلها قنوات تصل إلى الأذن الوسطى والداخليّة.

5- العظم الجداري وعددها (2)- Parietal.

6- العظم القذالي وعددها (1) Occipital . يشكّل العظم القذالي الجزء الخلفي من القحف وجزءا من قاعدته. وما يلفت النظر في هذا العظم هو الثقب الكبير في قسمه السفلي والمعروف بالثقبة العظمى أو الثقبة القذاليّة. والتي يمر من خلالها النخاع الشوكي



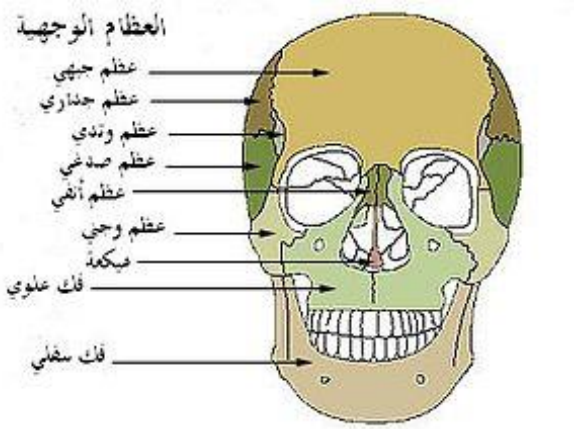


ثانيا :العظام الوجهية

تشكل هيكل الوجه الذي ينقسم إلى:

1- عظام الوجه

- فك علوي وعددها (2) Maxilla
- الوجني وعددها (2) Zygomatic
- فك سفلي وعددها (1) Mandible
- الأنفي وعددها (2) Nasal
- الحنكي وعددها (2) Platine
- محارة الأنف السفلية وعددها (2) Inferior nasal concha
- الدمعي وعددها (2) Lacrimal
- الميكعة وعددها (1) Vomer



2- العضيمات السمعية - (Auditory Ossicles)

- مطرقة وعددها (2) Malleus اي واحدة لكل جهة
- سندان وعددها (2) Incus واحدة لكل جهة
- ركاب وعددها (2) Stapes واحدة لكل جهة

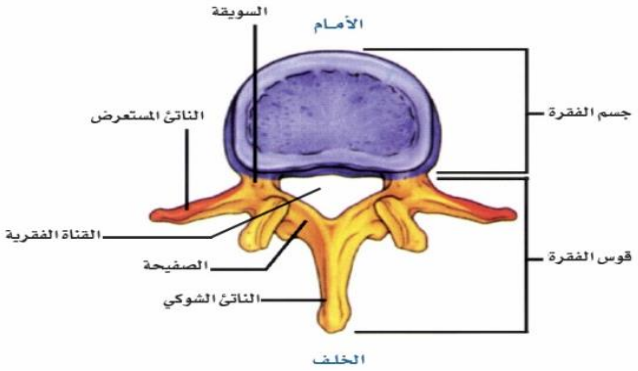
3- العظم اللامي (Hyoid) و هي عظمة واحدة داعمة للحنجرة، ولا تعتبر جزءا من الجمجمة، حيث أنها لا تتصل بأي عظمة أخرى. تحتوي هذه العظمة على قرن كبيرة Greater cornua, وكذلك على قرن صغيرة Lesser cornua.

II- العمود الفقري :

يتكون العمود الفقري من فقرات vertebrae تتفصل مع بعضها لتكون مرونة العمود الفقري ، فيسمح بالحركة التموجية الجانبية في جذع الأسماك، وفي رباعيات القدم ، بالإضافة إلى الحركة الجانبية فإن الحياة على الأرض تستلزم حركة ظهرية بطنية يؤديها العمود الفقري ، يقع الرأس في أعلاه.ويرتكز عليه القفص الصدري والذراعان، بداخله النخاع الشوكي.

وتوجد في العمود الفقري انحناءات، من جميع الجهات.وتوجد بين كل فقرتين أنسجة رابطة تربط الفقرات ببعضها تسمى الأقراص الفقرية وهي تعمل على امتصاص الصدمات.

يتألف العمود الفقري من 33 فقرة Vertebra ، منها :- **7 فقرات عنقية ، 12 فقرة صدرية ، 5 فقرات قطنية ، 5 فقرات عجزية و 4 فقرات عصعصية .**



تتألف الفقرة من **الجسم** و**القوس** . ويتوضع بين كل فقرتين قرص (دسك) . Discويمتد على طول العمود الفقري رابطتان Ligamentsأمامية وخلفية تساعدان على حماية العمود الفقري أثناء الانثناء.

وظائف العمود الفقري

تتمثل الوظائف الثلاث الرئيسية للعمود الفقري في:

- حماية الحبل الشوكي والجذور العصبية، والعديد من أعضاء الجسم الداخلية.
- توفير دعم هيكلي وتوازن للحفاظ على الوضعية المستقيمة المنتصبة.
- السماح للحركة بمرونة.

ملاحظات عامة عن الفقرات:

1- الفقرة من العظام غير منتظمة الشكل (متباينة الشكل) .

2- متحورة لتتمفصل مع الفقرات الأخرى وأيضا لتسمح بمرور النخاع الشوكي خلالها.

3- يختلف حجم الفقرة من منطقة إلى أخرى فنجد أن جسم الفقرة يزداد حجمه كلما أتجهنا إلى المناطق السفلية من العمود الفقري.

4- أصغر الفقرات هي العنقية وأكبرها هي القطنية والعجزية والسبب في ذلك أن تحميل ثقل الجسم على المناطق السفلية أكبر كثيرا من تحميله على المناطق العليا بمعنى أن المنطقة العنقية لا تحمل سوى الرأس بينما المنطقة القطنية تحمل الرأس والصدر وهكذا.

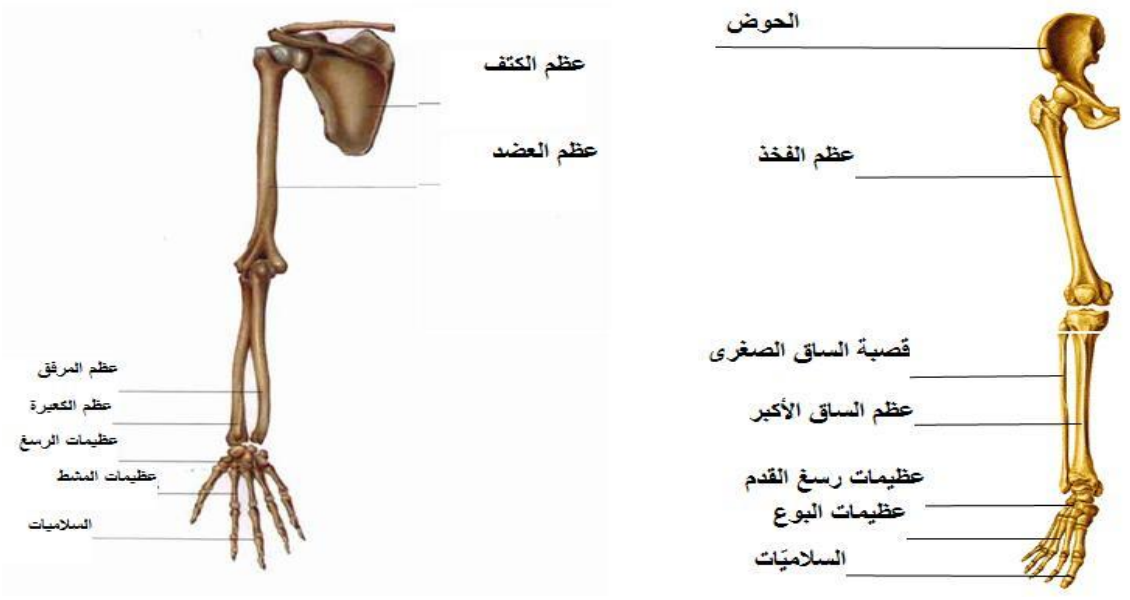
5- كذلك نجد أن بعض زوائد الفقرة قد تتحور بشكل خاص لتخدم غرضا ما مثل النتوءات المستعرضة للفقرات العنقية التي يوجد بها ثقبا لمرور الشريان الفقري ونتوءات الفقرات الصدرية التي تحمل سطحا مفصليا للمفصل مع حدبة الضلع المقابل في منطقة الصدر.

الهيكل طرفي Appendicular skeleton

اولا- الطرفان العلويان

يتركب الطرف العلوي من عظام الكتف ثم العضد فالساعد ثم الرسغ ثم الأمشاط وتسمى راحة اليد. فالأصابع، ويتصل الطرف العلوي بالهيكل المحوري بواسطة الكتف.

- لوح الكتف Scapula: وهو عظم منبسط الشكل مثلث موجود جهة الظهر، طرفه الداخلي عريض والخارجي مدبب، به بروز صغير يتصل به عظم رفيع متجه إلى الأمام ليتصل بالقفص الصدري ويسمى هذا العظم الترقوة.
- الترقوة Clavicle: وهي عبارة عن عظم طويل يتصل بالكتف وبأعلى القفص الصدري وهي تساعد على توجيه الكتفين إلى الخلف.
- العضد Humerus: وهو عظم طويل قوي يكون الجزء الأعلى من الذراع ورأسها مستدير، يستقر في تجويف المفصل الكتفي وطرفها السفلي، وبه نتوءات بارزة تتصل بالزند اتصالا مفصليا لتكون المفصل المرفقي.
- الساعد Forearm: يتركب من عظمتين هما: الزند Ulna والكعبرة Radius ، والطرف العلوي للزند سميك، ويتصل بالعضد، أما الطرف السفلي فرفيع ويتصل بعظمتين من عظام الرسغ، والزند هو العظم المواجه للخنصر أما الكعبرة فهي عظم أصغر من الزند ومواجه للإبهام، والزند يظل ثابتا في موضعه إذا قلبت اليد إلى الأسفل، أما الكعبرة فهي تتحرك بحيث تقاطع الزند، وهذا يساعد في انطلاق اليد في الأعمال اليدوية التي تؤديها.
- رسغ اليد wrist : وهو يتركب من ثمانية عظام موضوعة في صفين متوازيين يتصل بعضهما مع العظام المجاورة لها بواسطة أربطة تسهل لكل منها حركة انزلاقية تمكن اليد من الانثناء على الساعد وحركة الرسغ مضافة إلى حركة الزند والكعبرة تعطيان اليد مرونة في حركتها.
- الأمشاط والسلاميات phalanges: تكون عظام راحة اليد وتسمى الأمشاط، وعظام الأصابع تسمى السلاميات، والأمشاط هي خمسة عظام طويلة رفيعة يتصل بكل منها أصبع مكون من ثلاث سلاميات ماعدا الإبهام فهو مكون من سلاميتين، ويتحرك الإبهام حركة واسعة لكي يمكنه من مقابلة الأصابع الأخرى وهذا يمكن الإنسان من استعمال أصابعه في التقاط الأشياء الكبيرة والصغيرة

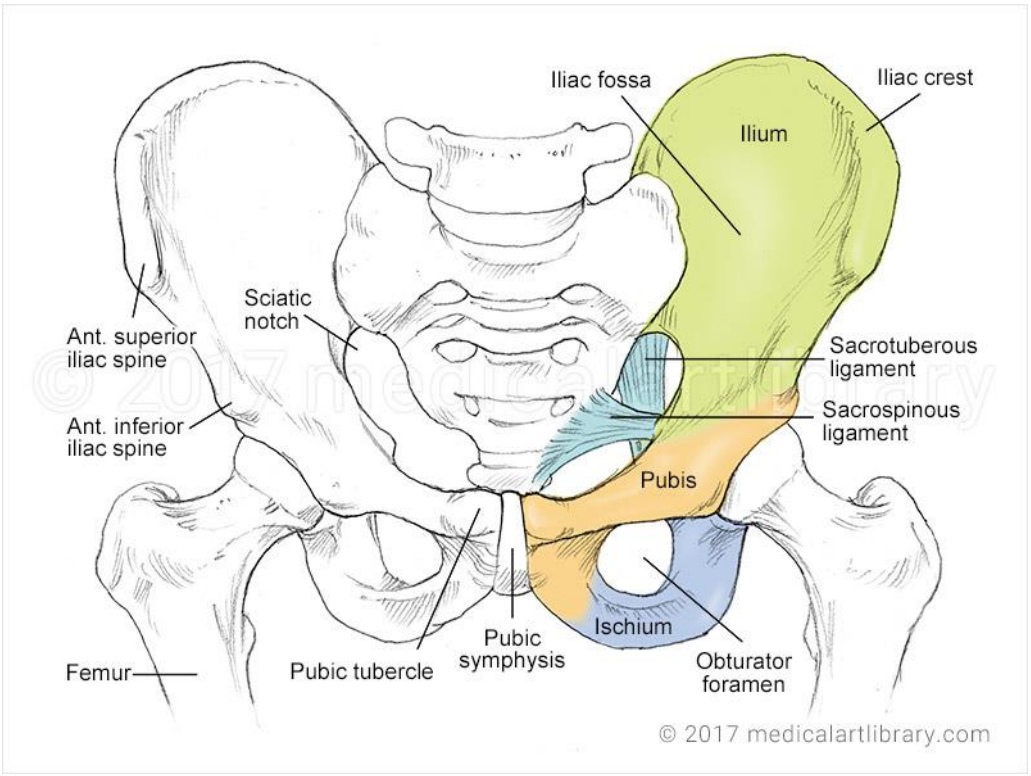


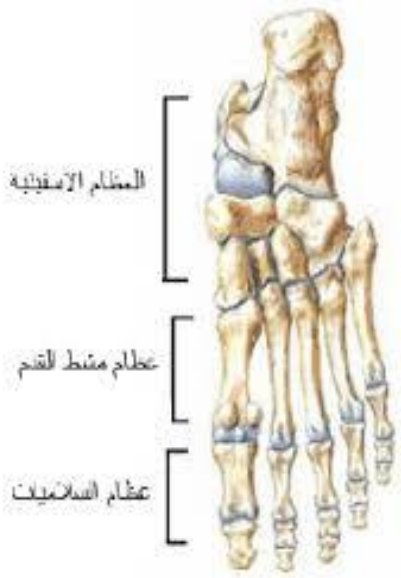
ثانيا- الطرفان السفليان

يتصل الطرفان السفليان بالهيكل المحوري بواسطة **الحزام الحوضي** الذي يتركب من عظام الحوض وهم العجز والعصعص في الخلف وعظم الورك في الجانب والأمام، ويوجد على جانبي عظم الورك تجويفان يعرف كل

منهما بالتجويف الحقي ويستقر فيه رأس عظم الفخذ. ويتركب الطرف السفلي من عظم الورك الذي يتصل به عظم الفخذ ثم الساق ثم رسغ القدم قم القدم.

- عظم الورك pelvisهو عظم كبير ذو شكل غير منتظم، يتكون من ثلاثة عظام هي :عظم الحرقفةilium وعظم العانة pubis وعظم الإسك ischium يتصل من الناحية الأمامية الباطنية بارتفاق العانة pubic symphysis ومن الناحية الخلفية الظهرية بعظم العجز.
- عظم الفخذ Femur هو عظم طويل قوي رأسه مستدير يستقر في التجويف الحقي وبطرفه الأسفل نتوءان كبيران يتصلان بالظنبوب اتصالا مفصليا، مكونان المفصل الركبي.
- الساق يتركب من عظمتين هما الظنبوب tibia وهي كبراهما والشظية fibula وهي الصغيرة منهما، ويوجد أمام المفصل الركبي عظم صغير مستدير يسمى الرضفة. وظيفتها حماية هذا المفصل ومنع انثناء الساق للأمام.
- رسغ القدم يتكون من سبعة عظام إحداها كبيرة ممتدة إلى الخلف وتكون عقب القدم.
- القدم يتكون من الأمشاط والسلاميات. والأمشاط خمسة رفيعة طويلة (راحة القدم)، وتتصل بكل مشط أصبع مكونة من ثلاث سلاميات ماعدا الإبهام فهو مكون من سلاميتين. وإبهام القدم لا يتحرك بسهولة كإبهام اليد.



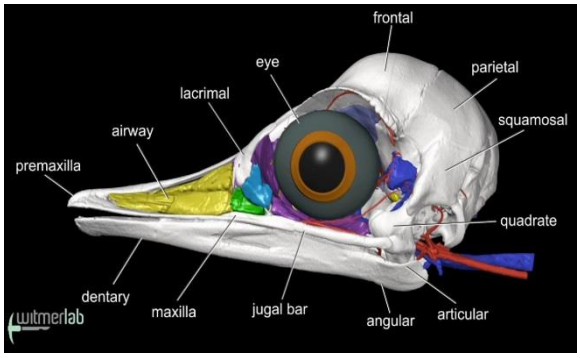


الجهاز الهيكلي في الطيور

الجمجمة الطيور

تتميز بسعتها وخفة وزنها كون العظام المكونة لها من النوع الاسفنجي وتكون العظام تامة الالتحام . تتكون الجمجمة من القحف والمحافظ الحسية والهيكل الحشوي. يتميز القحف بسعته النسبية نظرا لزيادة نمو الدماغ وهو يتالف من:

1- المنطقة القفوية Occipital region . وتقع فيها منطة الثقب الاعظم.
2- المنطقة الجدارية Parietal region وتقع الى الامام من المنطقة القفوية .
3- المنطقة الجبهوية frontal region .

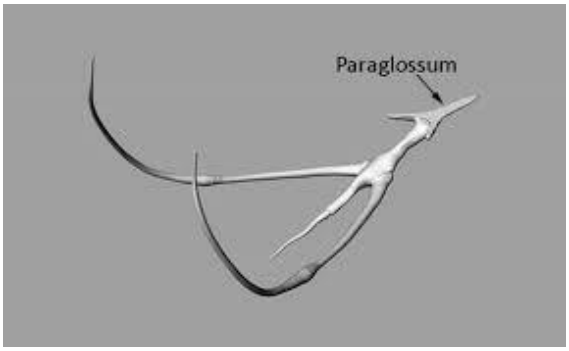


تتالف المحافظ الحسية من المحفظتان السمعيتان والبصريتان والشميان. تتميز حاسة الشم في الطيور بضعفها وتكون المحفظة ذات طبيعة غضروفية

يتالف الهيكل الحشوي من الفكين اللذان يتكونان من التحام عدد من العظام

- الجهاز اللامي في الطيور يقع اسفل اللسان ويتالف من جزء غضروفي واخر عظمي. يساعد في حركة اللسان .

العمود الفقري



يتميز العمود الفقري في الطيور بصلابته ويعود ذلك الى تصلب المفاصل بين الفقرات في الوقت الذي تكون فيه للمنطقة العنقية قدرة كبيرة على الحركة بينما في المناطق الاخرى تكون محدودة.

يقسم العمود الفقري في الدجاج الى:

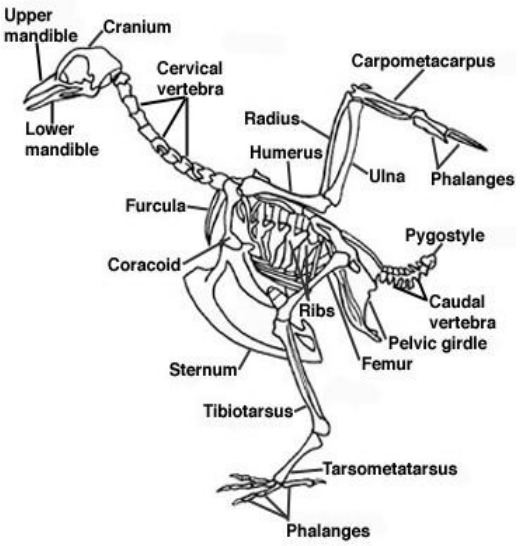
1- العنقية يتراوح عدد الفقرات فيها بين 8-25. تتميز فقرة اطلي بكونها صغيرة وحلقية الشكل ويكون الجسم الفقري والشوكة العصبية والبروزات المستعرضة مفقودة. اما فقرة المحور فتتميز بانعدام البروزات المستعرضة والاضلاع .
2- الصدرية تتكون من فقرات ملتحمة (الثلاثة الاولى) واخرى حرة .
3- العجزية: مكونة من التحام 14-16 فقرة
4- الذنبية: يتكون من فقرات حرة وملتحمة تكون صغيرة الحجم وتنتهي بالشاخص الذنبي المكون من التحام عدد من الفقرات الذنبية ويكون بشكل مثلث تنعدم فيه اجسام الفقرات والشوكة العصبية ، ويقوم بأسناد ريش الذنب.

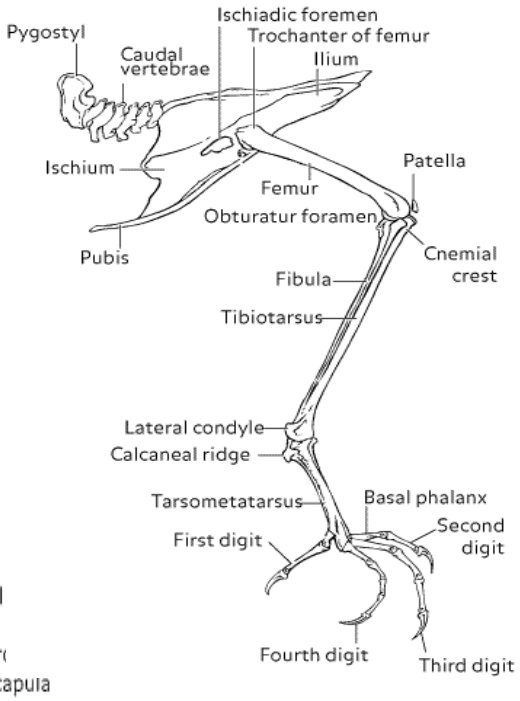
الاطراف

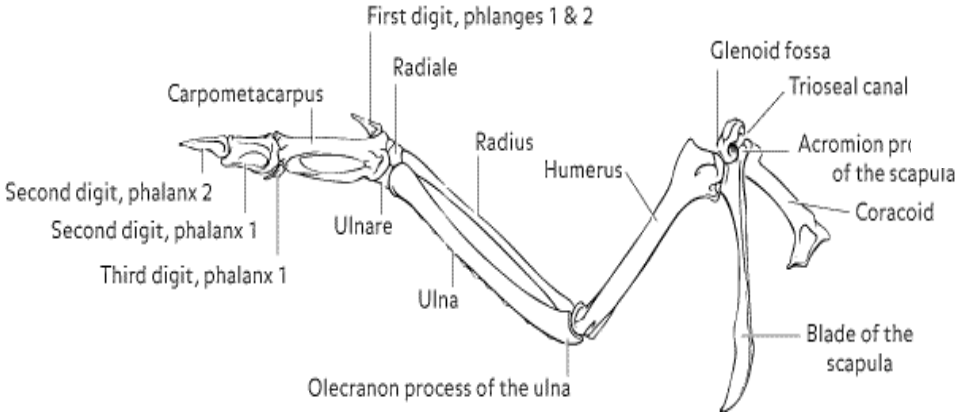
يتالف الجناح من عظم مجوف طويل يعرف بالعضد يتمفصل مع الكعبرة والزند ، يكون عظم الكعبرة نحيفا ومستقيما ويتصل بالرسغ. اما الزند فهو جيد التكوين ويكون اثخن واكبر من الكعبرة كما انه منحني قليلا ويتمفصل ايضا مع الرسغ. يختلف الرسغ باختلاف الطيور ففي الحمام هناك صفان من العظام الصغيرة صف يتمفصل مع الزند والكعبرة وصف يندمج في امشاط اليد الثلاثة مكونة الرسغ المشطي وتكون الامشاط ملتحمة عند قواعدها فيما تحمل النهايات البعيدة السلاميات وعددها واحد للاول واثنان للثاني وواحد للثالث وغالبا ما يكون الاصبع الاول مخلبي.

تتحور الاطراف الخلفية تبعا للوظيفة لكن عموما تتالف من عظم الفخذ الذي يكون قصيرا وقويا وكبير الراسين تتمفصل احدى نهايتيه مع الحوض اما النهاية الاخرى تتمفصل مع العظم القصبي والشظية .

يتحد الصف القريب من الرسغ مع العظم القصبي مكونا العظم القصبي الرسغي اما عظم الشظية فانه يكون نحيفا. تندمج الرسغيات مع امشاط القدم الثلاثة مكونة العظم الرسغي المشطي مثل المهماز في ارجل الديكة. يتالف الاصبع الثاني من ثلاث سلاميات والثالث من اربع سلاميات اما الرابع فيحتوي خمس سلاميات.







الجهاز الهيكلي في الاسماك

الجمجمة في الاسماك الفضروفية

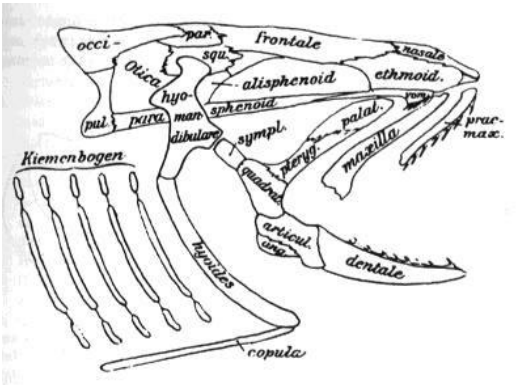
تتالف الجمجمة من :

قحف غضروفي غير منتظم يحيط بالدماغ ويقوم بحمايته.

محفظة حسية ملتحمة مع القحف.

هيكل حشوي يكون الفكوك ويقوم باسناد البلعوم والخياشم .

تقسم مناطق الجمجمة الى اربعة مناطق



1- المنطقة الغربالية(المصفوية) Ethmoid region .

2- المنطقة المحجرية Orbital region تقع على جانبي القحف وخلف المنطقة الغربالية ويوجد فيها العينان وعضلاتها.

3- المنطقة السمعية Optic region . تقع بعد المنطقة المحجرية وتشتمل على المحافظ السمعية الواقية للاذن الداخلية .

4- المنطقة القفوية Occipital region وتمثل الجزء الخلفي من القحف يتوسطها فتحة كبيرة تسمى بالثقب الاعظم يمر منها الحبل الشوكي.

الجمجمة في الاسماك العظمية

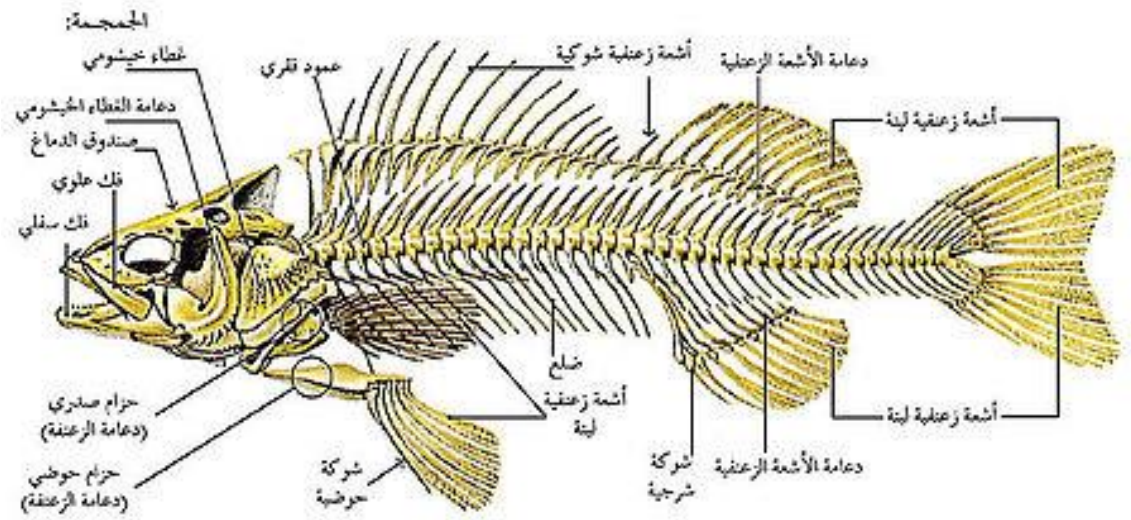
تتميز بكثرة العظام وتتالف من :

1- المنطقة الغربالية Ethmoid region وهي المنطقة الامامية من القحف وقد تسمى بالمنطقة الشمية لانها تحتوي على العظمتان الانفيتان .
2- المنطقة المحجرية Orbital region يوجد فيها عظم الجبهة .
3- المنطقة السمعية:Optic region : تتالف من عظام عديدة منها العظم الجداري parietal والعظم القفوي وتوجد فيها منطقة الثقب الاعظم .
4- المنطقة القحفية القاعدية Basicranial region .
5- المنطقة الفمية الفكية oromandibular:

- الجهاز اللامي hyoid apparatus :يسند الفك ويزيد من كفاءته الميكانيكية في الحركة

العمود الفقري

يتالف العمود الفقري فيها من سلسلة فقرات عظمية او غضروفية وهو ينقسم الى منطقتين الاولى **منطقة جذعية** ترتبط الفقرات بينها بنسيج ضام ليفي مما يمنح الفقرات حركة محدودة. والثانية **منطقة ذيلية**



الزعانف في الاسماك

هي عبارة عن مجموعة من أشعة أصلها عظمي ومتصلة مع بعضه بوساطة غشاء جلدي رقيق والأشعة هذه أما أن تكون بسيطة التركيب أو سلامية أو أحادية قوية أو متشعبة بسيطة ، تستعمل السمكة الزعانف للموازنة والحركة وتكون إما مفردة أو زوجية ، والزوجية مثل الزعنفة الكتفية وتقابل الأطراف العليا والحوضية وتقابل الأطراف السفلى في اللبائن ، أما الزعانف الفردية فهي الظهرية والمخرجية والذيل ، وتوجد زعنفة شحمية خلف الزعنفة الظهرية وتستعمل الزعانف للحركة والموازنة ، أما الذيلية فتكون للتوجيه ويستفاد من مواقع الزعانف على الجسم وشكلها وعدد الأشعة اللينة أو الصلبة فيها للوصول إلى التسمية الصحيحة للسمكة.

1- الزعانف الزوجية : وتشمل الزعانف الكتفية والحوضية

أ- الزعانف الكتفيةPectoral fine –

تدعم الزعانف الكتفية بأشعة رخوة وتحمل بوساطة حزام الكتف وتكون على جانبي الجذع وظيفتها الطبيعية في الأسماك المتطورة لمساعدتها على الحركة والأستدارة والتوقف الفجائي والأستفادة منها في إظهار العروض العدوانية لأفزاع أعداءها ، وقد تتقدم وتختزل في مجاميع قليلة من الأسماك كما في الأسماك المتطاولة فيمكنها من شق طريقها

بصورة ملتوية في القاع، وتتوسع الزعانف الكتفية لكي تمكنها من الوقوف عالياً فوق الماء ، وتنمو بشكل كبير كما في الأسماك الطيارة التي تمكنها من الطيران في الهواء

ب- الزعانف الحوضية Pelvic fine

تكون الزعانف الحوضية أصغر من الزعانف الكتفية وتحمل بوساطة حزام الحوض وتكون فائدتها قليلة جداً في حركة السمكة وتقتصر وظيفتها على الموازنة والتوقف وموقعها غير ثابت في الأسماك فبعضها تكون بطنية الموقع بينما تكون في منطقة الصدر تحت الزعانف الكتفية في العديد من الاسماك ذات الأشعة الشوكية وقد تتقدم على الزعانف الكتفية .

2- الزعانف المفردة

تقع الزعانف التي على محور السمكة والمتمثلة بالزعنفة الظهرية والذنبية والمخرجية وتتواجد هذه الزعانف في معظم الأسماك وتوجد زعنفة شحمية صغيرة على السويق الذنبي قد تفقد في بعض الأنواع.

أ- الزعانف الظهريةDorsal fine :

تفيد الزعانف الظهرية في الموازنة والمساعدة على تحقيق تغييرات سريعة في الاتجاه ويمكن أستعمالها في التوقف بالتنسيق مع الزعانف الذنبية والمخرجية.

قد تختزل الزعنفة الظهرية في الأسماك إلى بضع أشواك كما هو الحال في الأسماك أبو شوكة وتتحور الزعانف الظهرية إلى قرص ماص في أعلى الرأس كما في أسماك الشلك وتستفاد منه في لصق السمكة بالكواسج وأنتقالها بدون جهد.

ب- الزعانف المخرجية Anal fine:

توجد الزعنفة المخرجية قرب فتحة المخرج وقد تفقد في بعض الأسماك مثل الخرافيات والقوابع وبعض الكواسج ، كما قد توجد أكثر من زعنفة مخرجية واحدة كما في أسماك الكود وقد تتحور إلى أعضاء إيلاج كما في الأسماك الولودة.

جـ- الزعنفة الذنبيةCaudal fine :

يوجد أختلاف في أشكال الزعانف الذنبية للأسماك وبصورة عامة تكون هلالية الشكل ويلاحظ أن السويقة الذنبية تكون ضيقة في أسرع الأسماك سباحة ، أما الزعانف المقطوعة أو المدورة أو المسننة فتوجد في الأسماك بطيئة السباحة ، في حين تمتاز الأسماك ذات الزعانف الذنبية الصغيرة أو المستمرة مع الزعنفة الظهرية والمخرجية لأن تكون سابحات ضعيفة أو قد تتحرك بطريقة التموج على القاع.