# الحبليات

**الحبليات (Chordata)** هي مجموعة حيوانية متنوعة واسعة الانتشار تكيفت للمعيشة في بيئات مختلفة فمنها حيوانات متكيفة للمعيشة المائية مثل الاسماك ومنها متكيفة للمعيشة على اليابسة وفي الماء مثل البرمائيات واخرى تكيفت للمعيشة على اليابسة وهذه انتشرت وسادت على الارض نتيجة لقدرتها على مقاومة الجفاف والقيام بالفعاليات الهوائية ومثالها الزواحف والطيور واللبائن.

**الصفات الرئيسية للحبليات:**

1. وجود الحبل الظهري Notochord في مرحلة من مراحل حياتها. وهو عبارة عن قضيب محوري مرن تستند عليه العضلات ويمثل اول جزء للهيكل الداخلي الذي يظهر في الجنين ويستمر وجود الحبل الظهري طيلة حياة الحيوان في معظم الحبليات الاولية وبعض الفقريات الابتدائية الا انه يستبدل في الفقريات بسلسلة من التراكيب الغضروفية او العظمية تعرف بالفقرات Vertebrae تؤلف بمجموعها ما يعرف بالعمود الفقري Vertebral Column.

2. وجود الانبوب العصبي ظهري الموقع Dorsal Nerve Cord في مرحلة من مراحل حياة الحيوان. ينشأ الانبوب العصبي من الاديم الظاهر عند الخط الوسطي الظهري ويتسع في مقدمته ليكون الحوصلة الدماغية Brain Vesicle كما في الرميح وفي الفقريات يقع الانبوب العصبي داخل الاقواس العصبية Neural arches للفقرات وفي مقدمته ويتمايز مكونا الدماغ الذي يحاط بالقحف Cranium الغضروفي او العظمي.

3. وجود الشقوق الخيشومية Gill Slits وهذه الشقوق قد يستمر وجودها في مراحل الحياة المختلفة او قد يقتصر وجودها على مرحلة من مراحل الحياة. تتكون الشقوق الخيشومية في الأدوار الجنينية الاولى على جانبي البلعوم نتيجة لانبعاج الاديم الباطن Endoderm الى الخارج وانبعاج الاديم الظاهر Ectoderm الى الداخل ويتكون الشق الخيشومي عند منطقة تماس الانبعاجين.

**الصفات ثانوية للحبليات:**

1. التناظر جانبي Bilateral Symmetry وفيه يكون الجانب الايمن شبيها بالجانب الايسر وعلى الاقل في الطور الجنيني.

2. للحبليات جوف حقيقي Coelom يتكون من ردهتين في الحبليات الاولية (حول قلبية وحول حشوية) او اربع ردهات (حول قلبية وحول حشوية وردهتان جانبيتان) كما في الفقريات.

3. القلب بطني الموقع ويضخ الدم في جهاز مغلق من الاوعية الدموية.

4. تشترك الحبليات في ظاهرة الرأسية Cephalization تعني نزعة نشوئية لتجمع اعضاء الحيوان الحسية المهمة فيه او قربة.

5. تشترك الحبليات في ظاهره التجزؤ Segmentation والتكرار المتسلسل Metamerism والتي تظهر في بعض التراكيب كالعضلات والاعصاب والاوعية الدموية.

6. الهيكل الداخلي Endoskeleton جيد النمو وقد يكون للبعض منها هيكلا خارجيا Exoskeleton جيد النمو اضافة للهيكل الداخلي.

7. للحبليات ذيل يقع خلف نهاية القناه الهضمية Anal tail

## تصنيف الحبليات Classification of Chordates

اتفق علماء التصنيف على ترتيب مجاميع الاحياء ترتيبا هرميا وعلى الشكل التالي:

مملكة Kingdom

شعبة Phylum

شعيبة Subphylum

فوق الصنف Super Class

صنف Class

فوق رتبة Sub Class

رتبة Order

رتيبة Sub order

فوق عائلة Super Family

عائلة Family

عويلة Sub Family

جنس Genus

نوع Species

## شعبة الحبليات Phylum: *Chordata*

تقسم شعبة الحبليات الى اربعة شعيبات. الثلاث الاولى منها تمثل الحبليات الاولية او البدائية Protochordata وقد تسمى اللاقحفيات Acraniata وتضم شعيبات نصفية الحبل hemichordate وذيلية الحبل Urochordata ورأسية الحبل Cephalochordate اما الشعيبة الرابعة فتعرف بالقحفيات Vertebrata.

**A . شعيبة نصفية الحبل Subphylum Hemichordate**

تضم حيوانات بحرية المعيشة دودية الشكل طرية الجسم تعيش منفردة او بشكل مستعمرات وتمتاز بوجود حبلين عصبيين بطني وظهري وحبل فمي وشقوق خيشومية.

**B . شعيبة ذيلية الحبل Subphylum Urochordata ذات الرداء Tunicate**

تضم هذه الشعيبة حيوانات بحرية المعيشة وقد سميت بذات الرداء لأنها محاطة بغلاف غير حي يحتوي على السليلوزcellulose . تضم هذه الشعيبة الاصناف التالية:

- صنف الكيسيات Class: Ascidacea
- صنف اليافعات Class: Thaliacea
- صنف اليرقات Class: Larvacea

**C . شعيبة رأسية الحبل Subphylum: Cephaochordata**

تعد هذه الشعيبة من اهم شعيبات الحبليات الاولية حيث تظهر افرادها الصفات المميزة للحبليات وتضم حيوانات بحرية المعيشة ومن امثلتها الرميح (الاسم الشائع) Amphioxus (الاسم العلمي للرميح Branchiostoma).

**D . شعيبة الفقريات Subphylum Vertebrata**

تقسم شعيبة الفقريات الى مجموعتين رئيسيتين يمثل كل منها فوق صنف وهما:

- **فوق صنف الأسماك Super Class: Pisces**
- **فوق صنف رباعية الاقدام super class: Tetrapoda**

**يضم فوق صنف الاسماك الاصناف التالية:**

**a. صنف مصفحة الجلد Class: Ostracodermi**

**b . صنف دائرية الفم Class: Cyclostomata**

**c. صنف صفيحية الجلد Class: Placodermi**

**d. صنف الاسماك الغضروفية Class: Chondrichthyes** اسماك ذات هيكل داخلي غضروفي والفم فيها بطني او شبة نهائي والزعنفة الذنبية متباينة وهي ذات سلسلة من الفتحات الخيشومية الخارجية ويفتقد هذا النوع الى كيس السباحة. يقسم هذا الصنف الى:

- رتبة الاشلاق Order: Selachii تضم هذه الرتبة انواع القروش وكلاب البحر مثل القرش ابو مطرقة hammer head shark
- رتبة القوابع Order: Batoidea مثالها السمك الرعاد الكهربائي Electric Tropedo

**e . صنف الأسماك العظمية Class: Osteichthyes** يمتاز أفراد هذا الصنف بان الهيكل الداخلي فيها يظهر تعظما بدرجات متفاوتة ضمن المجاميع المختلفة. والفم فيها طرفيا وقد يزاح قليلا الى الجهة البطنية او

الظهرية والفكوك تحمل اسنانا الا ما ندر والزعانف مفردة او مزدوجة مزودة بأشعة زعنفية غضروفية او عظمية والزعنفة الذنبية تكون في الغالب متناظرة Homoceral وكيس السباحة موجود في الغالب وتشمل:

I. صنيف شعاعية الزعانف SubClass: Actinopterygii يضم هذا الصنيف السمكة المجذاف Paddle fish والسمكة ابو منقار Gar fish والسمكة الشبوط *Barbusgrypus* .

II . صنيف لحمية الزعانف Subclass: Sarcopterygii يضم هذا الصنف

- السمكة الرئوية الاسترالية Neoceratodus
- السمكة الرئوية الافريقية Protopterus
- السمكة الرئوية الامريكية الجنوبية Lepidosiren

**فوق صنف رباعية الاقدام Super class: Tetrapoda تضم رباعية الاقدام اربعة أصناف هي:**

A . **صنف البرمائيات Class: Amphibia** يضم صنف البرمائيات ثلاثة رتب هي:

- رتبة شبيهات الافاعي (Order: Gymnophionaعديمة الاقدام)
- رتبة الذيليات Order: Urodela
- رتبة القافزات) عديمة الذنب Order: Salienitia)

B . **صنف الزواحف Class: Reptilia** ويضم الرتب التالية:

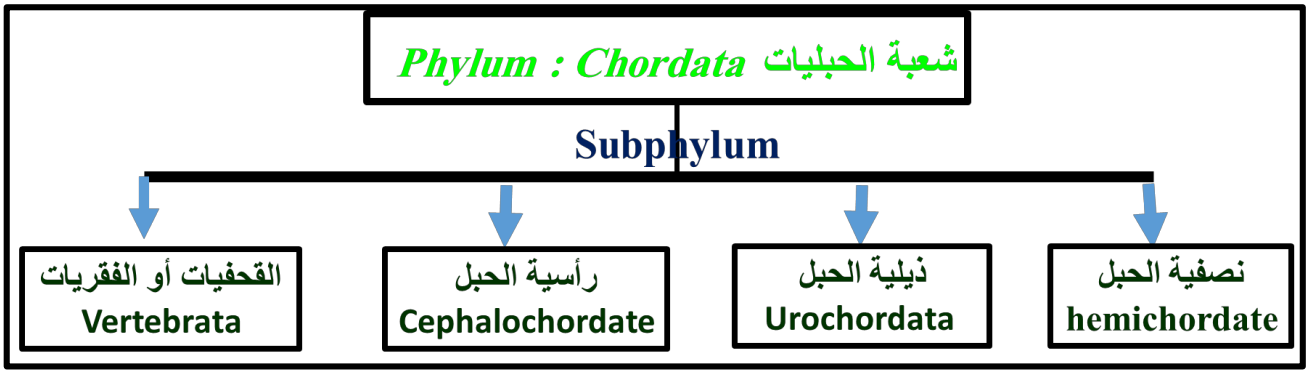
- رتبة السلاحف Order: Testudines
- رتبة الحرشفيات Order: Squamata
- رتبة التماسيح Order: Crocodilia

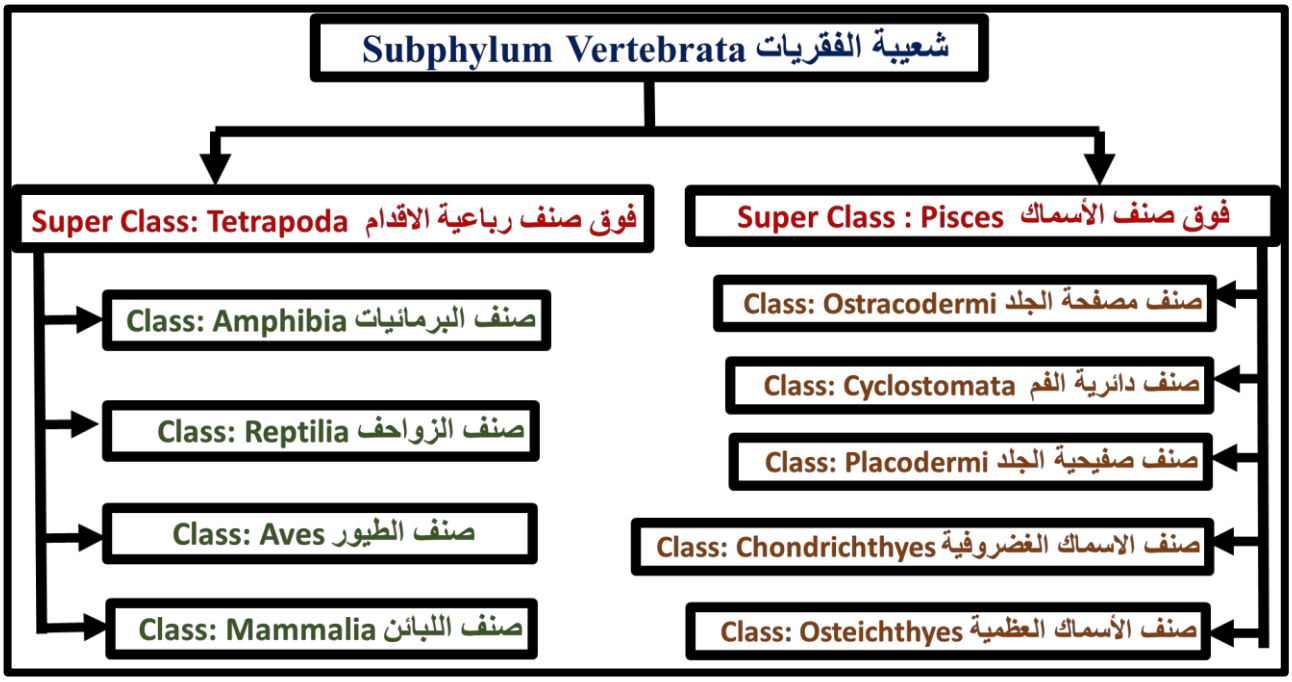
C **. صنف الطيور Class: Aves** يضم صنف الطيور صنيفين:

- ❖ صنيف الطيور القديمة Archaeornithes
- ❖ صنيف الطيور الحديثة Neornithes

**D** . **صنف اللبائن Class: Mammalia** يضم صنف اللبائن ثلاث مجاميع يعرف كل منها بصنيف وهي:

- صنيف اللبائن الاولية Subclass: Prototheria مثالها حيوان منقار البط.
- صنيف اللبائن المعدية Subclass: Metatheria يتمثل هذا الصنيف برتبة واحدة هي رتبة الكيسيات Marsupialia ومن امثلتها حيوان ابسوم Opossum الذي ينتشر في أمريكا يشبه الفأر.
- صنيف اللبائن الحقيقية Subclass: Eutheria وتعرف هذه المجموعة بالسخديات Placentalia نسبة لوجود السخد Placenta الذي يحصل الجنين بواسطته على الغذاء.


Phylum : Chordata شعبة الحبليات
Subphylum
القحفيات أو الفقريات
Vertebrata
رأسية الحبل
Cephalochordate
ذيلية الحبل
Urochordata
نصفية الحبل
hemichordate


Subphylum Vertebrata شعيبة الفقريات
Super Class: Tetrapoda فوق صنف رباعية الاقدام
Super Class : Pisces فوق صنف الأسماك
Class: Amphibia صنف البرمائيات
Class: Reptilia صنف الزواحف
Class: Aves صنف الطيور
Class: Mammalia صنف اللبائن
Class: Ostracodermi صنف مصفحة الجلد
Class: Cyclostomata صنف دائرية الفم
Class: Placodermi صنف صفيحية الجلد
Class: Chondrichthyes صنف الاسماك الغضروفية
Class: Osteichthyes صنف الأسماك العظمية

# الحبليات

## الحبليات الأولية Protochordates :

**شعيبة نصفية الحبل Subphylum: Hemichordata** وهي مجموعة صغيرة من الحيوانات بحرية المعيشة دودية الشكل تعيش في المياه الضحلة بشكل مستعمرات او مستقلة والبعض منها جالس والبعض متحرك وتتباين اطوالها كثيرا فهناك انواع صغيرة (2 سم) واخرى طويلة تصل الى 2.5 م . تضم اربعة اصناف وهي:

A . **صنف معوية التنفس Class: Enteropneusta** تمتاز بوجود العديد من الشقوق الخيشومية ولها صفان من الاعاور الكبدية Hepatic caeca والقناة الهضمية مستقيمة والمخرج نهائي.

**B. صنف نصف حبليات Class: Planctosphaeroidea** يعرف منها الطور اليرقي فقط وقناتها الهضمية (في اليرقة ) على شكل U.

**C . صنف جناحية الخياشم Class: Pterobranchia** تتميز بكونها جالسة ويحمل الطوق اذرع لامسية اما الشقوق الخيشومية فيوجد منها زوج واحد او تنعدم وقناتها الهضمية على شكل حرف U والمخرج ظهري الموقع قرب الفم وتكاثرها عن طريق التبرعم.

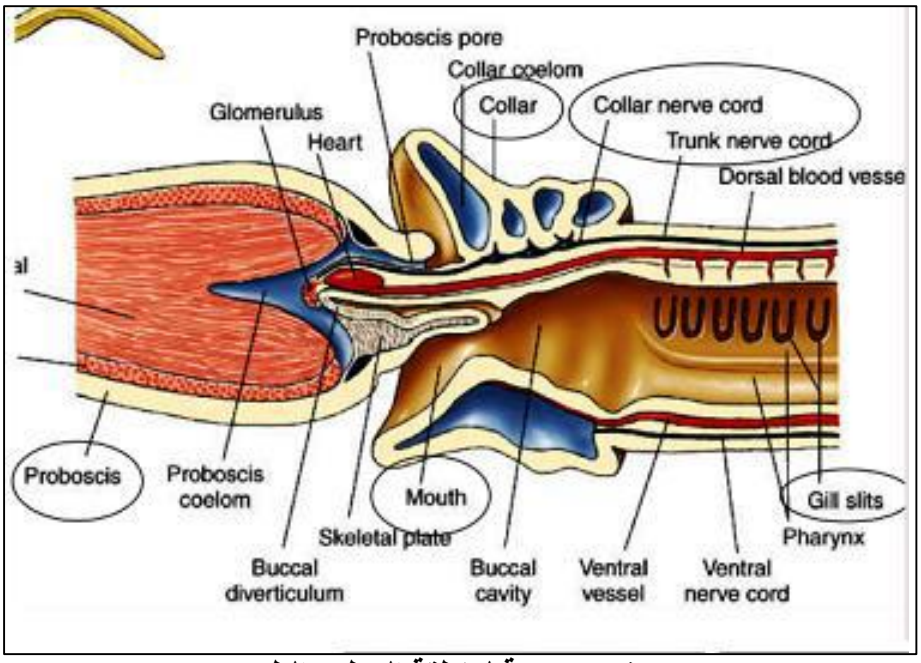
**D. صنف الخطيات Class: Graptolita** تعيش على شكل مستعمرات وعرفت من التراكيب المتحجرة لأنابيبها مثالها:

## الدودة البلوطية *Balanoglossus* :

تتصف بكونها ذات طول يتراوح بين ٢,٥سم –٢م وهي تعيش في أنفاق على شكل U وتكون نهايتها مفتوحة ويغطى الجسم بأهداب تساعد الحيوان على الحركة. ويقسم الجسم الى ثلاثة مناطق:

- **الخطم Proboscis** وهو تركيب قمعي مجوف ذو جدران عضلية سميكة يستمر نحو الخلف ليتصل بالطوق عن طريق ساق الخطم Proboscis stalk ويفتح الخطم للخارج عن طريق فتحة او اثنان تعرف بفتحة الخطم pore proboscis والى الاسفل من الساق تحمل قاعده الخطم انخفاض مهدب يدعى العضو قبل الفمي المهدب preoralciliary organ يقوم بتذوق الطعام الداخل مع الماء الى الفم.
- **الطوق Collar** ينقسم تجويفا الطوق الى قسمين ايمن وايسر عن طريق مسراق ظهري وبطني وهذان التجويفان لا يتصلان بتجويف الخطم لكن اتصالهما يكون مع الخارج عن طريق زوج من الفتحات الطوقية Collar pores وتبرز وظيفة التجاويف والفتحات من خلال مساعدة الخطم في التحريك وتكوين الانفاق. ان امتلاء تجويف الخطم بالماء وقوة العضلات تساعد في دفع الخطم في الرمل حيث يتكون ثقب ويقوم الخطم بتفريغ محتواه المائي عبر الفتحة مما يؤدي الى انكماشه وهذا ما يسمح للطوق بدخول الثقب. ويقوم

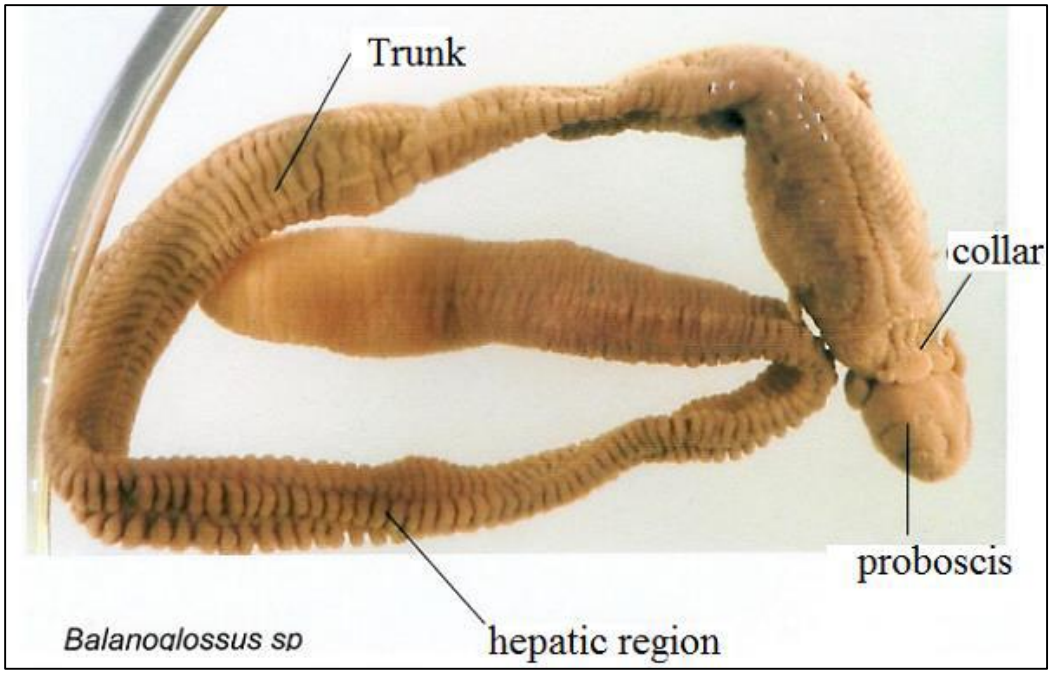
الطوق بأخذ الماء مما يؤدي الى اتساعه ليصبح محشورا في الثقب مثل السداد الفليني وذلك يسهل حركة الخطم من خلال استناده عليه وبتكرار العمل يزداد عمق الثقب.




**صورة توضيحية لمنطقة الخطم والطوق**

**الجذع Trunk** وهو الجزء الخلفي المتطاول والمسطح من الجسم ويتكون من الأجزاء التالية:

- المنطقة الغلصمية التناسلية bronchio-genital region الى الامام.
- المنطقة الكبدية hepatic region وهي المنطقة الوسطية.
- المنطقة البطنية abdominal region وهي المنطقة الاطول وتقع الى الخلف.



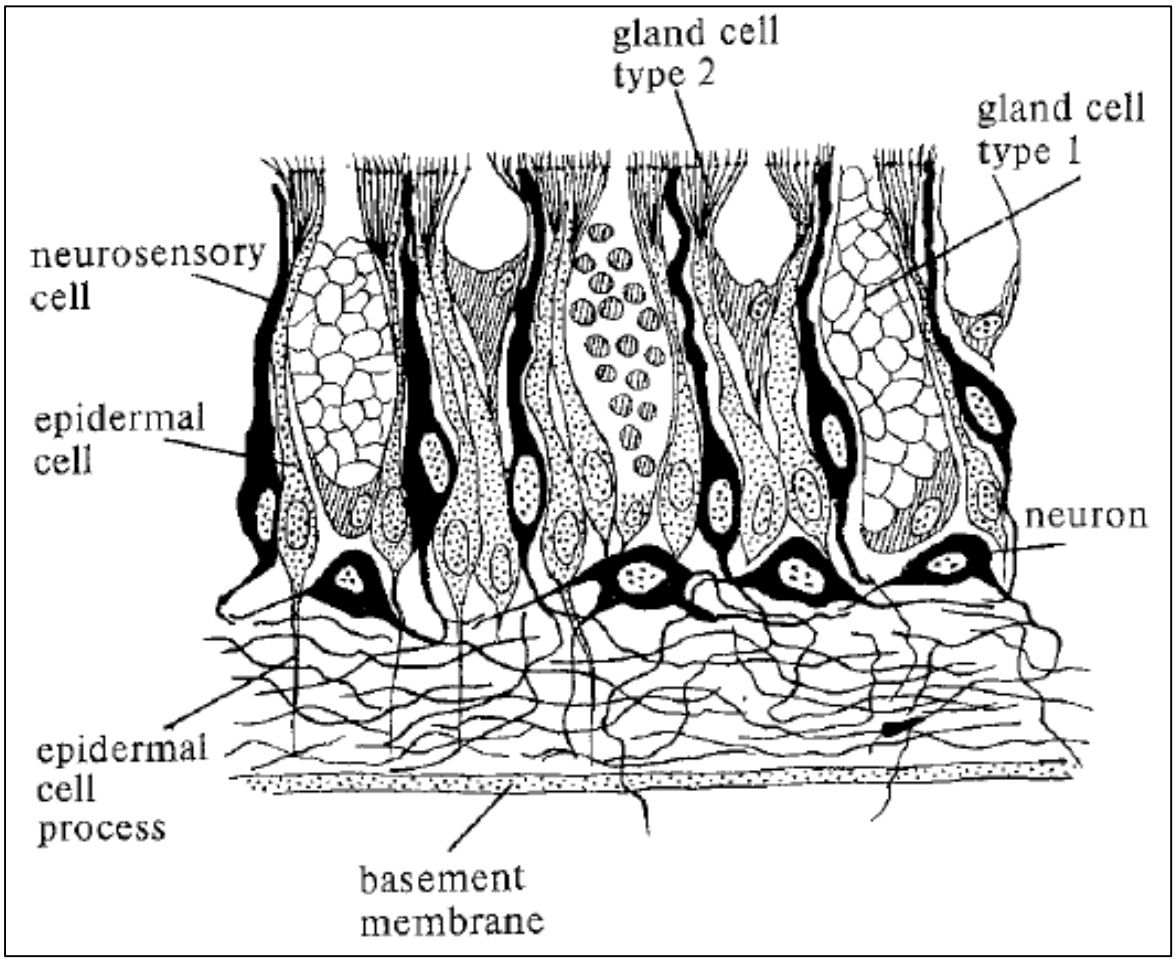

**اقسام الجسم**

## الجهاز الغطائي: يتكون جدار الجسم من:

**A** . البشرة: وهي عبارة عن طبقة احادية الخلية من نسيج طلائي متطاول مهدب تنتشر فيه ثلاث أنواع من الخلايا الغدية الفارزة للمخاط وهي خلايا غدية شبكية reticulate gland cells وأخرى كأسية goblet cells وخلايا غدية حبيبية granular gland cells.

B . طبقة عصبية nervous layer توجد تحت البشرة حيث تنعدم الادمة وتتكون من خلايا عصبية والياف شبكية.

C . الغشاء القاعدي basement membrane ويقع تحت الطبقة العصبية.




مقطع في جدار نصفية الحبل

**الجهاز الهيكلي**: ليس للدودة البلوطية هيكل داخلي محدد لكن هنالك اربعة تراكيب تتميز بنوع من الصلابة وهي:

i . الردب الفمي buccal diverticulum وهو بروز خارجي قبل فمي مجوف وقصير يمتد في الخطم ويتكون جداره من طبقة واحدة من خلايا اندوديرمية نحيفة وكان يعتقد بانه حبل ظهري.

ii .الهيكل الخطمي proboscis skeleton وهو تركيب كايتيني على شكل حرف y يتكون من تسمك الغشاء القاعدي ويتفرع في الخلف الى قرنين.

iii .الهيكل الخيشومي bronchial skeleton ويتكون من الغشاء القاعدي ويتألف من قضبان هيكلية كايتينية على شكل حرف M وتقع في جدار البلعوم.

iv .الحبل الدبري pygochord تسمك قضباني الشكل يقع في المنطقة خلف الكبدية ويقوم بإسنادها.

## الجهاز الهضمي:

يقع الفم الدائري الواسع على الجانب البطني من الحيوان ويقود الفم الى تجويف فمي قصير يشغل منطقة الطوق ويبطن بخلايا ظهارية مهدبة وغدية والى الامام من جداره الظهري يتكون الردب الفمي buccal diverticulum يتصل التجويف الفمي مع البلعوم ويمتد على طول الجدار الخارجي للبلعوم انقباض طولي يبرز في جوف البلعوم كرفوف تدعى الرفوف جنب الغلصمية parabranchial وهذه الرفوف تقسم البلعوم بصورة غير كاملة الى جزء ظهري تنفسي portionrespiratory وجزء بطني هضمي digestive portion ويتصل البلعوم بعد اخر زوج من الشقوق الغلصمية بالمريء ومنه الى الامعاء ويبرز من الجزء الخلفي للأمعاء الامامية بروزات كيسية تدعى الاعاور الكبدية hepatic caeca وتستمر المنطقة الخلفية من الامعاء لتفتح في المخرج الذي تحرسه عضلات عاصرة اما باقي جدار القناة الهضمية فلا توجد بها العضلات.

## الجهاز التنفسي:

يتألف الجهاز التنفسي من جيوب خيشومية gill pouches تصل عددها الى 711 زوج تفتح الى البلعوم عن طريق فتحات خيشومية gill pores والى الخارج عن طريق شقوق خيشومية تأخذ شكل U تتم عملية التبادل الغازي بين الدم وتيار الماء من خلال جدار البلعوم الحاوي على ضفيرة من الجيوب الدموية التي يكونها الوعاء البطني.

## الجهاز الوعائي الدموي: -

يكون الجهاز الوعائي من النوع المفتوح lacunar type وهو يتألف من:-

- دم عديم اللون
- جيب مركزي central sinus وحويصلة قلبية heart vesicle
- اوعية موزعة او شرايين واشباه الجيوب.
- اوعية جامعة او واردة.

**الجهاز الابرازي :-**

تتكون الكبيبة من عدة بروزات انبوبية مغلقة وهي تقوم بإزالة المواد الابرازية الحاوية على اليوريا وحامض اليوريك وطرحها الى جوف ثم الى الخارج عبر فتحة الخطم.

**الجهاز العصبي :** وهو بدائي جدا يتكون من خلايا عصبية ثنائية القطب bipolar ومتعددة الاقطاب multipolar والياف تمتد في الغشاء القاعدي لجدار الجسم تتثخن الشبكة العصبية على طول الخط الوسطي الظهري مكونة حبل عصبي ظهري يمر الى الطوق حيث يصبح اكثر تثخنا فوق التجويف الفمي ويفترض بانه المركز العصبي للحيوان لكنه لا يشبه الدماغ , اما تثخن الشبكة العصبية على الخط الوسطي البطني فانه يكون الحبل العصبي البطني ventral nerve cord ويرتبط الحبلان الظهري والبطني بطوق عصبي nerve ring يتكون من خلال تثخن الشبكة العصبية ايضا.

**اعضاء الحس:** ترتبط بالشبكة العصبية خلايا عصبية حسية neurosensory cells كثيرة وتكون حساسة للضوء واللمس كما قد توجد مستلمات ضوئية photoreceptors وهناك انخفاض على الجانب البطني من الخطم يدعى العضو الهدبي قبل الفمي preoralciliary organ يكون ذو خلايا هدبية تعمل كمستلمات كيمياوية.

**<u>تكوين نصفية الحبل</u>:** تكون الاجناس منفصلة ولا يمكن تميز الجنسين عدا اختلاف لون المناسل في النماذج الحية. تطرح البيوض والنطف عن طريق فتحات تناسلية وتكون النطف ذات رأس مدور وذيل سوطي اما البيوض فهي نوعين نوع صغير قطره (0.06) ملم يكون يرقة تورناريا Tornaria تنمو الى البالغ ( نمو غير مباشر كما في الدودة البلوطية ) وهناك نوع ثاني اكبر حجما من الاول (0.4) ملم لا تنمو الى يرقة (نمو مباشر كما في *Balanoglossus* **)**

## شعيبة ذيلية الحبل *Subphylum: Urochordata*

تضم حيوانات بحرية تدعى بخاخ البحر sea squirts او الكيسيات Ascidians وقد يطلق عليها الغلاليات (ذات الرداء) Tunicates وبالرغم من ان الافراد البالغين يفتقدون الى الصفات التي تربطهم بالحبليات الا ان هذه تظهر بوضوح في الطور اليرقي. وحيوانات هذه الشعبة تحاط بغلالة او جبة Tunica تظهر اختلافا في تركيبها. ما يجمع افرادهما هو انها خنثية وعديمة الجوف وينعدم فيها التكرار المتسلسل. تقسم ذيليات الحبل الى ثلاث اصناف وهي:

**A . صنف اليرقيات Class: Larvacea** تمتاز افرادها بكونها:

- حرة السباحة وهائمة وذات حبل ظهري دائم. والجزء الخلفي من الجسم يأخذ شكل لاحقة كبيرة الذنب.
- الجبة مؤقتة والجوف وفتحته مفقودة.
- يوجد زوج من الشقوق الغلصمية تفتح الى الخارج مباشرة والحيوانات خنثية وليس هناك تحول يرقي.
- يفتح المخرج بطنيا على سطح الجسم.

**B . صنف الكيسيات Class Ascidiacea** تتصف افراد هذا الصنف بما يلي:

- مثبتة او حرة وبسيطة او معقدة ووحيدة او بشكل مستعمرات.
- ليس للبالغات ذيل وليس هناك اثر للحبل الظهري.
- الجبة دائمية وجيدة التكوين وذات فتحة بهوية ظهرية.
- الكيس الغلصمي كبير وجيد التكوين وجدرانه مثقبة بالكثير من الشقوق الغلصمية.
- التكاثر جنسيا او لا جنسيا عن طريق التبرعم. مثالها *Ciona , Herdamania*

**C . صنف اليافعات Class: Thaliacea** تمتاز بما يلي:

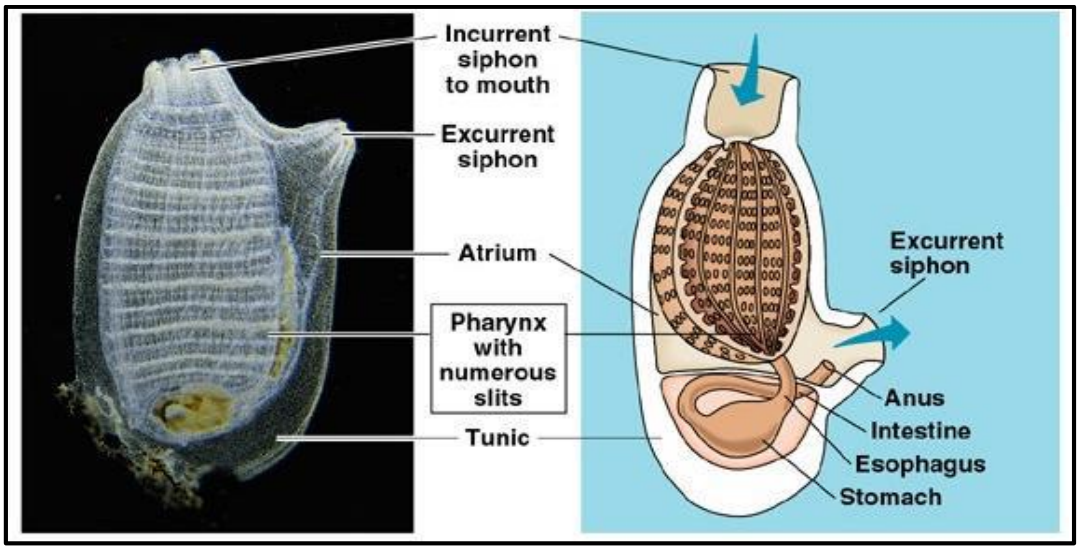
- حرة السباحة وهائمة ومفردة او بشكل مستعمرات.
- الجبة دائمية وشفافة والفم وفتحة البهو تقعان في جهتين متضادتين.
- عضلات الجسم بشكل حزم دائرية والكيس الغلصمي ذو شقين كبيرين او شقوق كثيرة صغيرة.
- الذيل والحبل معدومان في البالغة.
- تظهر تبادلا في الاجيال حيث تتكاثر جنسيا ولا جنسيا بالتبرعم المعقد مثالها: Salpa

## حيوان هيردمانيا *Herdamania*

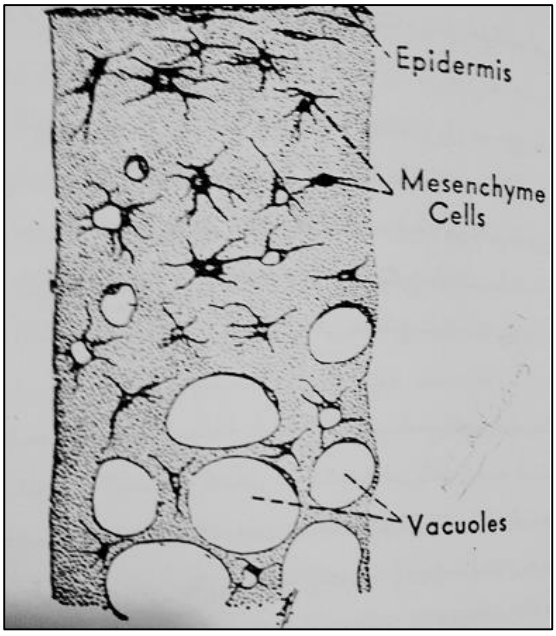
يعود لشعيبة ذيلية الحبل وهو حيوان بحري يلتصق بقاع البحر عن طريق قدم يتراوح طوله بين 3-4 سم ويختلف شكله حسب طبيعة الوسط الذي يستقر عليه والجسم متطاول او مضغوط جانبيا. تظهر عند نهايته الحرة بروزين قصيرين يدعيان بالسايفون الغلصمي siphon branchinal والسايفون البهوي atrial siphon توجد في كل واحد منهما فتحة تدعى الفتحة الغلصمية branchia aperture والفتحة

البهوية atrial aperture والحيوان بشكل عام ذو لون وردي وعندما يكون طريا يغطى بجبة شفافة في الانواع الفتية ومعتمة في البالغة منها. وتتكون الجبة من:

- مادة بينية matrix جيلاتينية.
- كريات corpuscles ويوجد ستة او سبعة انواع منها وهذه ذات اصل ميزوديرمي.
- الياف متشابكة interlacing fibers وهي لييفات دقيقة يكون بعضها شبيه بالألياف العضلية الملساء والاخرى شبيهة بالألياف العصبية بالإضافة الى ذلك توجد خلايا عصبية متعددة الأقطاب.
- اشواك كأسية منها ما يكون صغيرا microscleres ومنها ما يكون كبيرا megascleres
- تنتشر في الجبة اوعية دموية ذات نهايات متفرعة ومنتفخة تدعى الامبولات الوعائية vascular Ampullae تعمل على تزويد الجبة بالدم.




**الكيسيات ( بخاخ البحر)**




**مقطع في جلد الغلاليات (الكيسيات)**

## التشريح العام للجسم

يقسم الجسم الى جزئين: جزء بارز في ماء البحر وتقع فيه جميع الاجزاء الطرية يدعى الجسم الاصلي body proper وجزء يلتصق بالقاع يدعى القدم foot يقوم جدار الجسم او البرنس mantle بإفراز الجبة ويتكون الجدار من ثلاث طبقات:

- البشرة الخارجية outer epidermis وتتكون من طبقة واحدة من خلايا سداسية تفرز الجبة.
- النسيج الميزنكيمي mesenchyme ويتكون من نسيج ضام واوعية دموية والياف عصبية. فضلا عن العضلات غير المخططة.
- البشرة الداخلية inner epidermis وتكون بطانة البرنس وتتكون من نسيج ظهاري حرشفي مسطح.

**التنفس:** يجهز البلعوم بأوعية وجيوب دموية blood sinuses تمتد من جدرانه وما بين الثغور كما ان الجبة هي الاخرى مجهزة بأوعية دموية وهذا ما يوفر مساحة كبيرة للتبادل الغازي واما الصبغة التنفسية في الدم ليست قادرة على حمل الاوكسجين كون امتصاصها واطئ جدا.

**جهاز الدوران:** يتكون من قلب انبوبي ويحيط به تامور pericardium سميك الجدار ويفتح القلب بطنيا الى الابهر البطني ventral aorta يقوم بتزويد الجبة عن طريق وعاء جبي بطني ويزود جدار البلعوم بأوعية دموية مزدوجة تعود لترتبط بالأبهر الظهري ويزود الكبد والمناسل والمريء والمعدة والامعاء بالدم عن طريق الوعاء الغلصمي الاحشائي bronchio-visceral vessel المتفرع من الابهر الظهري يتصل بالجهة الظهرية من القلب وعاء اخر يعرف بالوعاء القلبي الاحشائي cardio- visceral vessel تتصل به اوعية دموية تنتهي في الجبة والكبد والمناسل والمريء والمعدة والامعاء.

**الجهاز العصبي:** تنعدم الاعضاء الحسية الخاصة لكن هناك تراكيب بسيطة متعددة منفصلة او بشكل تجمعات خلوية ذات نهايات عصبية مثل المستلمات. ويقع في جدار الجسم وفي المنطقة ما بين السايفونين دماغ او عقدة عصبية nerve ganglion تخرج منها ثلاث اعصاب أحدهما يزود السايفون الغلصمي واثنتان يزودان السايفون البهوي وتنتشر في الجبة والسايفونين العديد من المستلمات العصبية فهناك مستلمات ضوئية photoreceptors وهناك مستلمات حساسة لتيار الماء rheoreceptors واخرى للتغيرات في درجة الحرارة thermoreceptors ومستلمات كيمياوية chemoreceptors .

**الجهاز الابرازي :**تقوم خلايا نفريدية nephrocytes توجد في الدم بجمع الفضلات وايصالها الى الغدة العصبية ومن ثم الى قناتها التي تقوم بطرحها في البلعوم.

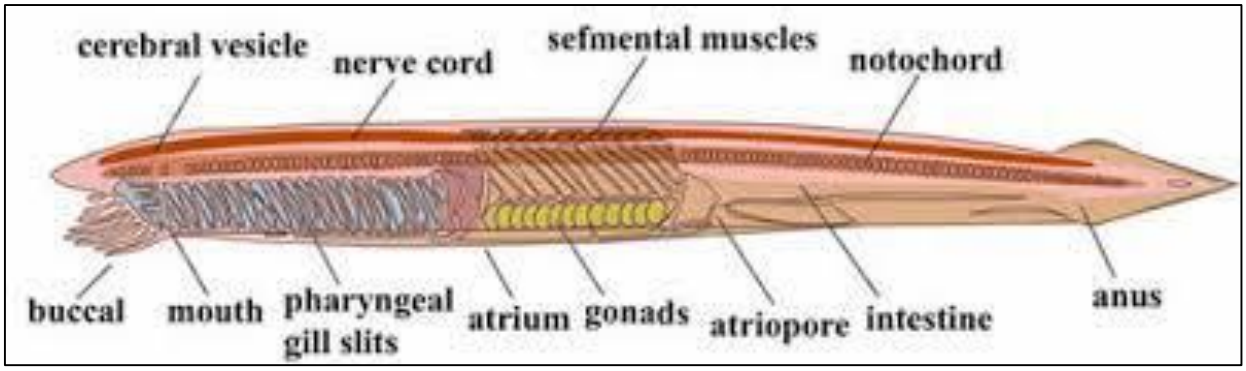
**الجهاز التناسلي:** الحيوانات خنثية وينطمر في الجبة زوج من المناسل الكبيرة يتكون كل منها من فصوص وكل فص ذو جزء خصوي testicular ينتج النطف وقسم داخلي مبيضي ovarian part ينتج البيوض عن طريق قنيات ضيقة. كما يتصل الجزء الخصوي بقنوات ضيقة. وتسير القناتان متوازيتان حيث تفتحان في التجويف البهوي لتخرج البيوض والنطف والاخصاب يتم في ماء البحر.

## شعيبة راسية الحبل *Subphylum: cephalochordate*

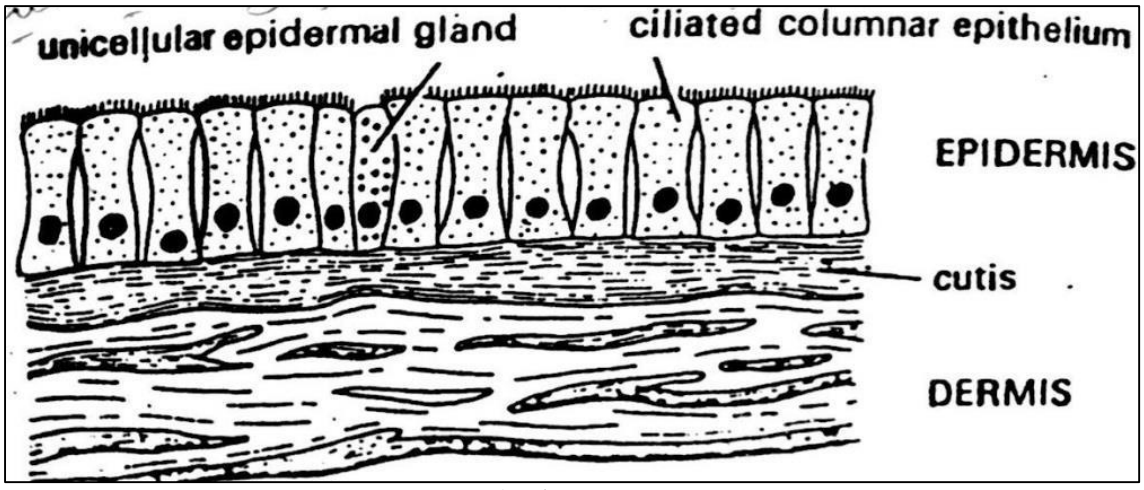
تتمثل هذه الشعيبة بجنسين هما الرميح *Branchiostoma* و *Asymmetron* وسنتناول الجنس الأول (الرميح) Amphioxus بشيء من التفصيل:

**الرميح:** حيوان مغزلي الشكل مدبب النهايتين مضغوط الجانبين نصف شفاف لا يتميز فيه الراس وينقسم الى الجذع وهي المنطقة الامامية الكبرى والذنب وهي النهاية الخلفية القصيرة. والجسم مزود بعدد من الزعانف الفردية مدعمة بأشعة زعنفية مكونة من مادة جيلاتينية ونسيج ضام وتتمثل هذه الزعانف بزعنفة ظهرية تمتد على طول الحيوان تعرف بالزعنفة الظهرية dorsal fin وتتصل عند الذيل زعنفة ذات فصين تعرف بالزعنفة الذيلية caudal fin.

**الجهاز الغطائي:** يتكون الجلد من بشرة مكونة من طبقة واحدة من خلايا ظهارية عمودية مهدبة في اليافعات لكن تفتقدها البالغة وتستند هذه الخلايا على غشاء قاعدي وتوجد بين هذه الخلايا خلايا حسية sensory وخلايا غدية gland تعرف بالخلايا الكأسية goblet cells في حين تنعدم حاملات الصبغة. وتلي البشرة طبقة رقيقة من نسيج ضام ليفي خشن يؤلف ادمة غير حقيقة تعرف بـ cutis وتحت هذه الطبقة توجد طبقة مكونة من مادة جيلاتينية ذات الياف وقنوات جلدية cutaneous canal تعرف بـ subcutis والجلد بشكل عام أملس وينعدم فيه الهيكل الخارجي exoskeleton .




**الرميح: موضحا فيه بعض التراكيب الخارجية والداخلية**




**مقطع في جلد رأسية الحبل**

**الجهاز العضلي:** تترتب العضلات بشكل قطع (51-65 قطعة) تأخذ شكل (>) يفصل بينها حواجز من نسيج ضام تدعى myocomma والياف العضلات تكون من النوع المخطط.

**الجهاز الهضمي:** يؤدي الدهليز الفموي الى فتحة تتوسط غشاء يحمل 12 مجسا يعرف بالشراع velum وتعرف بالمجسات البرقعية velar tentacles وظيفتها السماح للمواد الغذائية بالمرور عبر فتحة الفم. وتودي فتحة الفم الى البلعوم pharynx وعلى الجانب البطني من البلعوم يمتد اخدود ذو اربعة مسارات من خلايا غدية gland cells وهذه المسارات مفصولة بخلايا مهدبة ويطلق على هذا الاخدود القلم الداخلي endostyle كما ان هناك أربعة مسارات فوق بلعومية epipharyngeal grooves تقود الى المريء esophagus يفتح المريء في معي وسطي وعند اتصال المريء بالمعي يوجد ردب على الجهة اليمنى يعرف بالأعور الكبدي hepatic caecum او الكبد. ويستمر المعي الوسطي الى الخلف كمعي خلفي hind gut وهنا يتم معظم الامتصاص حيث ان القليل يتم في المعي الوسطي.

**جهاز الدوران:** يتكون جهاز الدوران من اوعية دموية متشابهة في معظمها وان كان يطلق عليها شرايين واوردة. والشرايين ذات جدران عضلية والقلب غير موجود كما تنعدم الصبغات التنفسية ويكون الدم عديم اللون وعديم الكريات.

**الجهاز الابرازي**: يتم الابراز عن طريق 51 زوج من الاعضاء الابرازية التي يطلق عليها النفريديا الاولية pronephridia تقع فوق الشقوق الخيشومية.

**اعضاء الحس:** في الرميح عدة مستلمات حسية وهي:

1. العيون: عبارة عن صف واحد من بقع صبغية سوداء يتكون كل منها من خلية حساسة للضوء photosensitive cell وخلية صبغية melanocyte pigment cell وعدسة على شكل جسم زجاجي vitreous body.

2. البقعة الصبغية pigment spot تقوم بوقاية العين من تأثير الضوء عندما يكون الحيوان مطمورا في الرمل ويحتمل ان تكون مستلما حراريا.

3. العضو القمعي infundibular organ انخفاض في قاع الحوصلة الدماغية يقوم باكتشاف تغيرات ضغط السائل المخي الشوكي.

4. نقرة كوليكز kollike's pit جيب اكتوديرمي يقع فوق الحوصلة الدماغية ولا يعد عضوا شميا لانعدام الخلايا الحسية وانعدام ارتباطها بالدماغ.

5. الحليمات papillae خلايا حسية توجد في المجسات الفمية والبرقعية حساسة للمس كما انها مستلمات كيمياوية لها وظيفة تذوقية وشمية.

6. خلايا حسية sensory cells وهي خلايا تستجيب للتماس وتحديد طبيعة الرمل تنتشر في خلايا البشرة.

## الجهاز الغطائي Integumentary System

يعرف الجزء الخارجي الذي يغطي الجسم بالجلد ويكون مع مشتقاته الجهاز الغطائي. ولا يقتصر وجوده على السطح الخارجي فقط بل يمتد الى فتحات الجسم فهو يستمر مع الغشاء المخاطي المبطن للفم والجفون والمناخر وفتحة المخرج والفتحة البولية التناسلية اما وظيفته فهي:

1. الحماية وتشمل على:
   - ★الحماية من الاضرار الميكانيكية كالضغط والاحتكاك.
   - ★الحماية من غزو الاحياء المجهرية والمواد الغريبة.
   - ★الحماية من الاعداء بفعل وجود بعض المشتقات الجلدية من غدد سمية ومخالب واظافر.
   - ★انتاج مادة مخاطية تغطي الجلد في الاسماك والانواع الزلقة في البرمائيات.
   - ★حماية الجسم من خلال منع فقدان الماء.
   - ★توفير الحماية للصغار كما في الكنغر.
2. خزن الطعام: للجلد القابلية على خزن الغذاء في الطبقة تحت الجلدية على شكل دهون يبقى لأسابيع وربما أشهر حيث يكون الخزن في الكبد والعضلات مؤقتا ويبلغ سمك الطبقة الشحمية في الحيتان عدة انجات وتشكل هذه الطبقة عازلا حراريا.
3. تنظيم حرارة الجسم ويتم ذلك بطريقتين: فسيولوجية physiological regulation حيث يتأثر الجلد وما يحتويه من اوعية بالهواء الذي يكون على تماس معه فاذا كان باردا فانه يسبب انكماش الجلد وجدران الأوعية وبالتالي تقليل الحرارة المفقودة والعكس صحيح. اما الطريقة الثانية فهي فيزيائية physical regulation حيث يؤدي تبخر العرق الى فقدان الحرارة مما يسبب معه برودة الجسم.
4. التنفس: يعتبر الجلد عضوا تنفسيا كما في البرمائيات.
5. الحس: يحتوي الجلد على مستسلمات حسية متنوعة من حرارة والم وضغط وغيرها.
6. طرح الفضلات: يقوم الجلد بطرح الفضلات الأيضية مع العرق او من خلال تساقط الطبقة المتقرنة.
7. الافراز: يحتوي الجلد على انواع مختلفة من الغدد منها ما يقوم بإفراز المخاط او السم او الحليب.
8. الحركة: يساهم الجلد في تكوين اعضاء الحركة مثل الزعانف وريش اجنحة الطيور.
9. يعطي الجلد شكل المميز للحيوان كما يساهم في جذب الجنس الاخر من خلال لون الجهاز الغطائي.
10. قد ينتج الجلد في يرقة الضفدع انزيمات فقسية hatching enzymes تعمل على اذابة غشاء البيضة مؤدية الى الفقس.

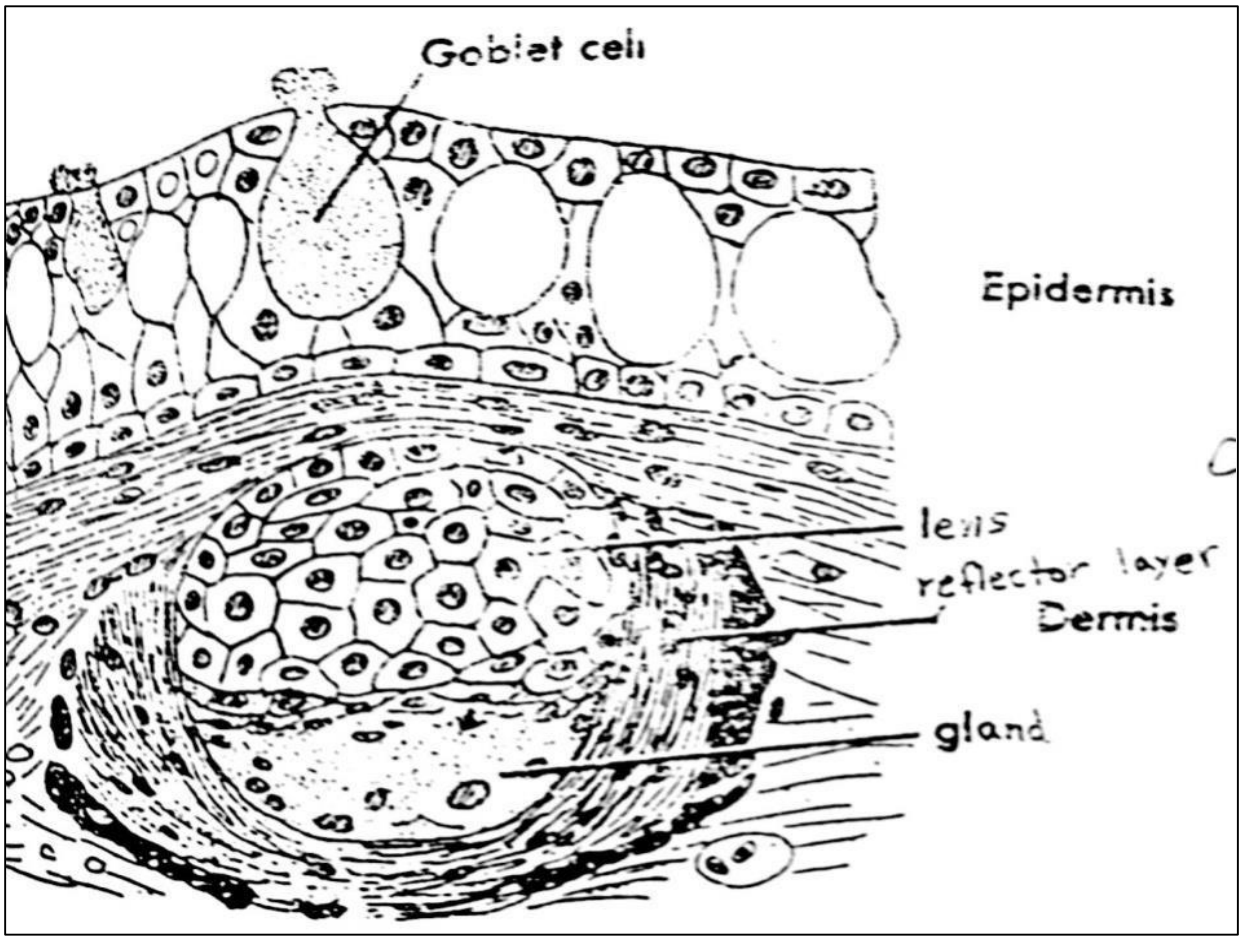
**تركيب الجلد**: يتألف الجلد في الحبليات من طبقتين اساسيتين هما:

**البشرة epidermis** التي تتكون من نسيج ظهاري، **والأدمة dermis** مكونة من نسيج ضام وكلا الطبقتين قد تتميز الى طبقات ثانوية. يقع لون الحيوان في الأدمة او البشرة او في بعض التحويرات البشرية وينتج اللون عن وجود صبغة كما انه قد ينتج عن التركيب الفيزيائي الذي يتسبب في عكس اطوال موجية معينة من الضوء ويعرف باللون التركيبي structural colour يعود أصل الخلايا الحاملة للون الى العرف الصبغي وتعتبر حاملات الميلانين melanphores هي الاكثر شيوعا وتكون على شكلين: Eumelanin تعطي اللون القهوائي او الاسود. و Phaeomelanin تعطي اللون الاصفر القهوائي. وينتج اللون الذي يكون تركيبا عن الحاملات القزحية iridiophores وهذه الخلايا لا تحتوي صبغة بل على بلورات من الكوانين او البيورين التي تقوم بعكس جميع الاطوال الموجية منتجة تأثير فضي او تعكس الموجات القصيرة فقط.

## التشريح المقارن للجلد:

1.**الأسماك**: يتكون الجلد في الاسماك من طبقتين البشرة والأدمة وينعدم فيه الكرياتين بالكامل وتكثر فيه الغدد المخاطية والمخاط المفرز glycoprotein معقد يحوي بروتين الالبومين يساعد على تنظيف الجسم مما علق به من مواد واحياء مجهرية. وتكون الغدد أكثر عددا عندما تقل الحراشف في الجلد.

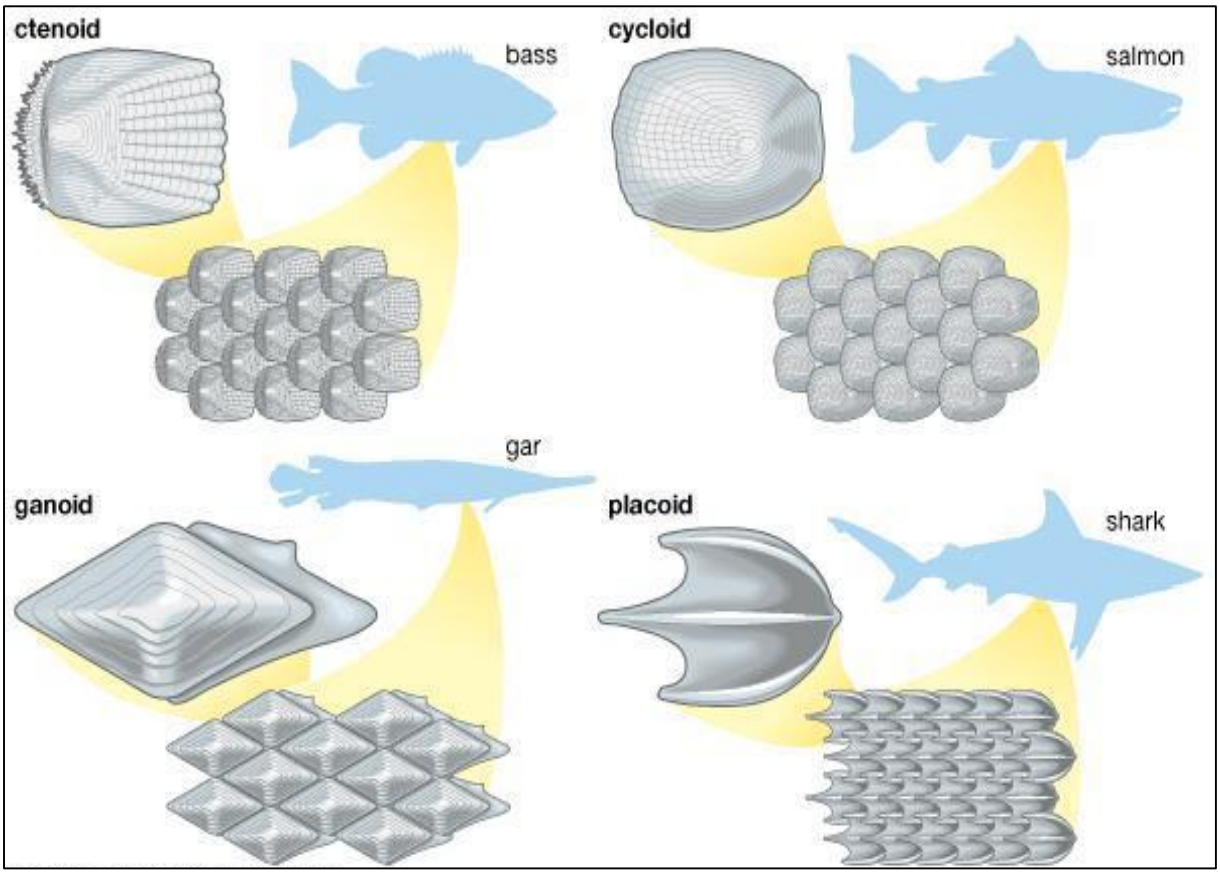
**A . الاسماك الغضروفية: cartilaginous fish** تكون طبقة الجلد رقيقة مكونة من نسيج ظهاري طبقي والخلايا السطحية مسطحة اما خلايا الطبقة القاعدية فتكون عمودية ونشطة وتكون مسؤولة عن تكوين البشرة بكاملها اما طبقة الأدمة فتتكون من طبقة سطحية من نسيج ضام مفكك يدعى stratum laxum وطبقة من نسيج ضام اكثف يدعى stratum compactum يوجد بالإضافة الى النسيج الضام الياف عضلية ملساء واوعية واعصاب وعلى مقربة من البشرة وتوجد خلايا صبغية تدعى melanophores تكون مسؤولة عن اللون السنجابي للسطح الظهري والجانبي للجسم في حين تنعدم من السطح البطني. وفي الاسماك الغضروفية التي تعيش في قاع البحار التي لا يصلها الضوء توجد اعضاء حسية تعرف بالأعضاء المضيئةluminous organs او حاملات الضوء (عبارة عن مجموعة من خلايا البشرة تقع في الأدمة تخصصت الى طبقة سفلى غدية) وتقع اسفلها طبقة عاكسة وصبغية بينما تكون الطبقة العليا عدسة. ينشا من جلد الاسماك حراشف درعية placoid scale واسنان درعية placoid teeth وخيوط قرنية ceratotrichia.




الجسم المضيء في سمكة Porichthyes

**B . الاسماك العظمية bony fish** يكون الجلد حرشفي ورقيق وكثير الغدد ومرتبط بقوة بالعضلات الواقعة اسفله والبشرة رقيقة وطبقية وتنعدم فيها خلايا اللون والطبقة المتقرنة باستثناء بعض الحالات كما في بعض الاسماك طرفية التعظم حيث تظهر بعض التراكيب اثناء موسم التكاثر تدعى الأعضاء اللؤلؤية pearl organs وتزول بانتهاء موسم التكاثر. والأدمة مكونة من طبقتين طبقة مفككة واخرى متراصة والياف النسيج الضام وتنطمر في الأدمة حراشف او شعيرات زعنفية lepidotrichia كما توجد في ادمة الكثير من الانواع التي تعيش في الاعماق حاملات الضوء photophores. وهناك عدة انواع من الحراشف العظمية اهمها الدائرية cycloid والمشطية ctenoid والمعينية ganoid و placoid.

**C . الاسماك الرئوية lung fishes** تلعب الغدد المخاطية دورا اضافيا في الاسماك الرئوية مثل السمكة الأفريقية حيث توجد غدد مخاطية احادية الخلايا واخرى متعددة تندفع الى الأدمة والمخاط المفرز يشكل ما يشبه الشرنقة يعمل على ابقاء السمكة حية اثناء جفاف الانهار.



انواع القشور في الاسماك

**2.البرمائيات:** الجلد املس ورطب وزلق تنعدم فيه الحراشف وتكون الطبقة الخارجية فيه التي تعرف بالطبقة المتقرنة stratum corneum رقيقة نسبيا والجلد ضعيف الاتصال بما تحتوي بسبب وجود الفسح اللمفية تحت الجلدية. يتألف جلد الضفدعة من البشرة المكونة من 5-8 طبقات الخارجية منها ذات خلايا مسطحة متقرنة وهذه الطبقة ليست للحماية فقط وانما تمنع فقدان الماء اما الكيراتين فيها من النوع الطري. ويكون الانسلاخ ecdysis بشكل قطع او يكون سقوطها ككل حيث تؤكل من قبل الضفدع. وتدعى الطبقة الداخلية بالطبقة المولدة stratum germinativum او طبقة مالبيجي malpighii تعمل على تكوين خلايا جديدة. ويوجد الى الاسفل من البشرة غشاء قاعدي رقيق تقع خلفه الأدمة والتي تكون رقيقة مكونة من طبقتين خارجية مفككة تحوي معظم الغدد وحاملات الاصباغ تدعى الطبقة الإسفنجية stratum spongiosumاما الداخلية أكثر تراصا وسمكا وتتكون من نسيج ضام كثيف. ويوجد في البرمائيات نوعين من الغدد مخاطية mucous gland واخرى سمية poison glands يوجد في الضفادع الشجرية وسلمندرات معينة نوع اخر من الغدد توجد على الاقدام تفرز مواد تمكن البرمائيات من الالتصاق بالأسطح وفي السلمندرات عموما توجد غدد ذقنية mental glands تفرز ماده تجذب الانثى. وجلد البرمائيات عديم الحراشف عدا البرمائيات عديمة الاقدام caecilian التي تنطمر في جلدها حراشف ادمية اثرية. وهناك حراشف على درجة عالية من التقرن في اقدام بعض العلاجيم toads وتكون ذات مظهر مخلبي تستخدم في الحفر كما في العلجوم الافريقي.

يختلف جلد البرمائيات الحديثة عن الاسماك في ثلاث صفات:

★الحراشف معدومة في معظم البرمائيات الحديثة.
★الغدد البشرية عديدة الخلايا بدلا من احادية الخلية.
★يظهر في البشرة على الاغلب طبقة متقرنة.

**3.الزواحف:** الجلد سميك وجاف وحرشفي والطبقة المتقرنة فيه تمنع فقدان الماء وتنعدم الغدد على الاغلب في جلد الزواحف والغدد الوحيدة الموجودة هي غدد الرائحة ذات العلاقة بالنشاط الجنسي. والبشرة طبقية (3-6) طبقات ذات طبقة متقرنة تتساقط دوريا بعملية الانسلاخ وتكون الطبقة الوسطية ذات خلايا شوكية اما القاعدية فهي خلايا قابلة الانقسام. والأدمة سميكة لكن سمكها يختلف باختلاف الانواع وهي مكونة من طبقة عليا تكثر فيها حاملات الصبغة في الحيات والسحالي وتكون السفلى ذات حزم من نسيج ضام بالإضافة الى الالياف العصبية والأوعية الدموية والاعصاب. للزواحف حراشف بشرية واخرى ادمية كما تحوي ملحقات جلدية اخرى مثل المخالب والقرون. ويختلف جلد الزواحف عن جلد البرمائيات بما يلي:

★ يظهر في جلد الزواحف طبقة متقرنة سميكة نسبيا.
★ الحراشف في معظم الحالات مشتقة من البشرة على الرغم من وجود حراشف ادمية ايضا.
★ يظهر من الطبقة المتقرنة العديد من التحورات مثل المخالب والقرون.
★ تكون الغدد الجلدية نادرة وبالتالي فان الجلد جاف.

**4.الطيور:** الجلد جاف ورقيق ومفكك وتكون الاجزاء غير المغطاة بالريش ذات طبقة متقرنة سميكة والبشرة مكونة من عده طبقات خارجية epitrichium مكونة من صف واحد من خلايا مسطحة رقيقة والوسطى مسطحة متقرنة تقوم بالحماية تعرف بالطبقة المتقرنة أما الداخلية فهي الطبقة المولدة germinativum والأدمة رقيقة ومكونة من الياف نسيج ضام والياف عضلية غزيرة لتحريك الريش اضافة الى الأوعية الدموية والاعصاب وتتألف الأدمة من طبقة عليا واخرى سفلى متراصة بينهما طبقة وعائية كما تحوي الأدمة خلايا دهنية. تنعدم في الجلد الغدد عدا الغدد الدبرية uropygeal glands وهي من النوع الكيسي المتفرع ولا توجد في الجلد حاملات الصبغة والصبغة موجودة في الريش والحراشف فقط. تشمل المشتقات الخارجية على الريش والحراشف القرنية الموجودة على اصابع القدم والمخالب والمنقار القرني وتكون بشرية المنشأ.

**5.اللبائن:** الجلد مطاطي لا يسمح بدخول الماء ويتباين في السمك بدرجة كبيرة تبعا للنوع والمكان. والأدمة سميكة جدا وتكون البشرة ذات طبقة خارجية متقرنة stratum corneum محتوية على الكيراتين وهو بروتين صلب غير ذائب ولا يسمح بدخول الماء تتباين في سمكها حيث تكون سميكة بالأماكن المعرضة للاحتكاك والضغط مثل باطن اليد وأخمص القدم وتقع تحت الطبقة المتقرنة طبقة شفافة stratum lucidum وتعرف بالمانعة barrier layer تكون خلاياها متراصة مكونة منطقة تمنع مرور المواد الى داخل الجسم تحتوي الطبقة الشفافة على ماده الاليادين eleidin ويعد الكيراتين الزجاجي keratohyalin والاليادين منتجات وسطية في تكوين الكيراتين. تقع تحت الطبقة الشفافة طبقة

تعرف بالحبيبية stratum granulosum تتألف من خلايا محملة بالكيراتين الزجاجي والى أسفل الطبقة المحببة تقع الطبقة الشوكية stratum spinosum والتي ترتبط فيها الخلايا مع بعضها عن طريق جسور بينية والى الاسفل توجد الطبقة المولدة stratum germinativum والتي تستقر خلاياها العمودية على الغشاء القاعدي.

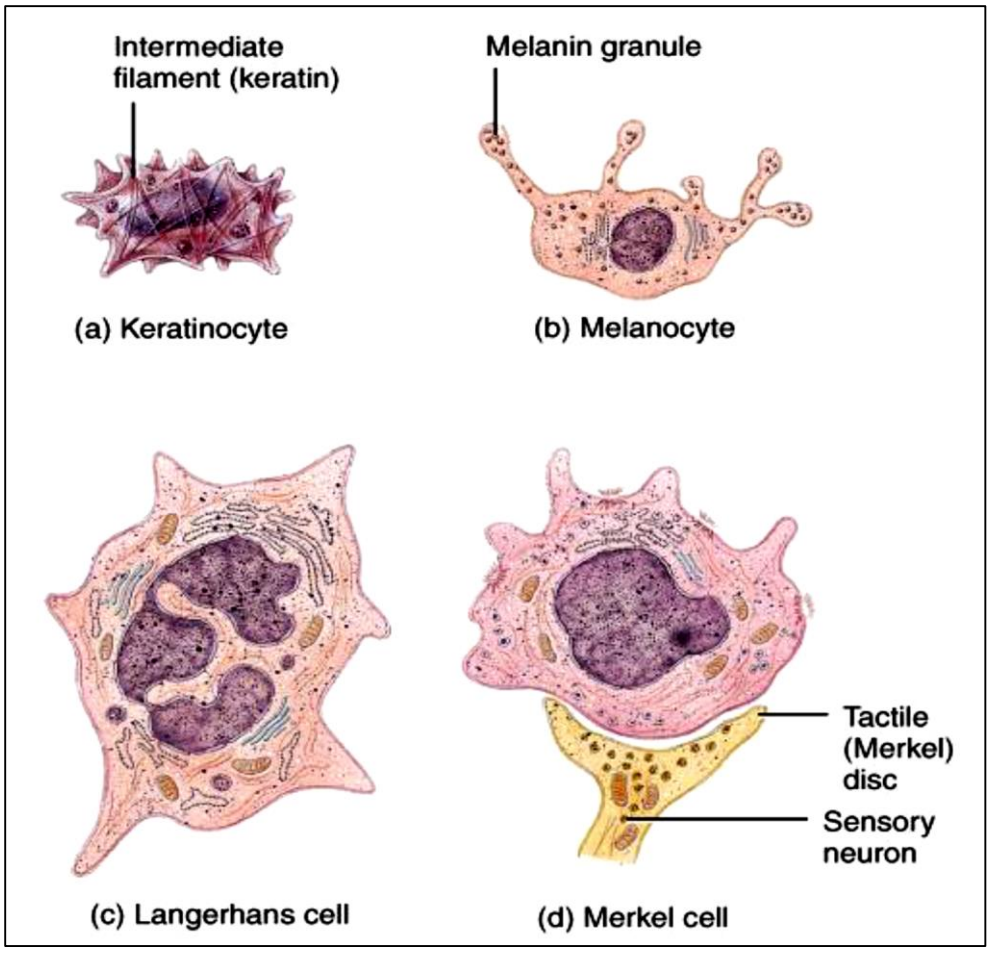
ويمكن ملاحظة الخلايا التالية في طبقة البشرة:

★الخلايا الكيراتينية keratinocytes تؤدي دورا مهما في الجهاز المناعي الجلدي لامتلاكها مستضدات.

★الخلايا الميلانية melanocytes وهي الخلايا المكونة للصبغة.

★خلايا ميركل Merkel's cells وهي تعد مستلمات عصبية neuroreceptors

★الخلايا الجذعية stem cells وهي خلايا ذات قدرات انقسامية عالية تقوم بالتعويض عن الخلايا المزالة.




الأدمة جيده التكوين الجزء العلوي منها على تماس مع البشرة يعرف بالطبقة الحليمية papillary layer وتتكون من الياف مطاطية وكولاجينية واوعية دموية. وتعرف الطبقة السفلى من الأدمة بالطبقة الشبكية reticular layer وتكون ذات الياف مطاطة وكولاجينية. ويوجد بين الطبقتين اوعية دموية واعصاب وعضلات ملساء وغدد والياف لأنسجة ضامة. ويقع تحت الأدمة نسيج تحت جلدي subcutaneous ذو طبقة من خلايا دهنية يكون ما يعرف بالنسيج الدهني الذي يساعد على حفظ درجة حرارة الجسم.

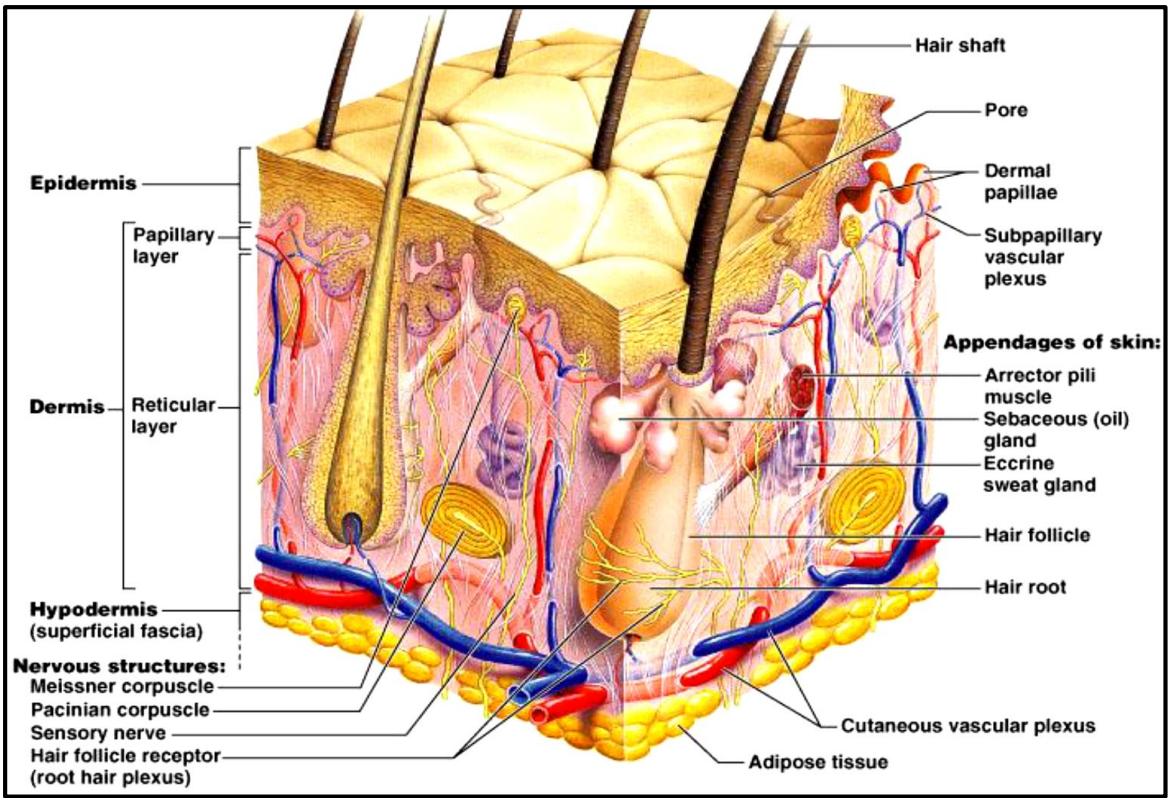
**يوجد في جلد اللبائن العديد من الغدد وهي:**

- الغدد العرقية sweet glands وهي غدد بسيطة انبوبية ملتفة بشكل كبير وهي تقوم بإفراز مادة مائية تحوي على الاملاح واليوريا وتكون على نوعين:

– Eccrine glands وهي ذات افراز دوري تفرز العرق ذو المحتوى المائي العالي وتكون فعالة في تنظيم درجة الحرارة وتوجد في المناطق عديمة الشعر مثل الوسائد القدمية في معظم اللبائن.

– Apocrine glands تكون اكبر وذات قنوات اطول واعرض وملتفة في الجزء الافرازي الواقع في الأدمة وهي تفتح الى حويصلات الشعر ويكون افرازها حليبي ابيض مائل الى الاصفرار وتوجد في الابط والمناطق التناسلية وحول حلمة الثدي.

- الغدد الدهنية sebaceous glands غدد متفرعة حويصلية كلية الافراز ترتبط بجريبات الشعر تطرح البطانة نفسها في عملية الافراز يدعى الافراز sebum تعمل على حفظ نعومة الشعر والجلد وتكسب الفرد رائحته الخاصة.
- غدد الرائحة scent glands غدد كبيرة حويصلية مركبة تقع تحت السيطرة الهرمونية تستخدم
- الغدد اللبنية mammary glands غدد مركبة تقع تحت السيطرة الهرمونية وتكون اثرية في الرجال. وتكون في اللبائن الأولية من النوع النبيبي المركب وعديمة الحليمات وتفتح الى السطح في منطقة منخفضة بالجلد. وفي اللبائن المعدية مثل الكنغر واللبائن الكيسية مثل اكلات اللحوم وفي الانسان تكون الغدد حويصلية مركبة مكونة من فصوص وتفتح الى قمة حلمة بواسطة قنوات او بقناة واحدة في حالة وجود الصهريج في الحلمة وهناك اختلافات تشريحية بين الحلمة الكاذبة teat والحقيقة nipple من خلال وجود الصهريج في الاولى وانعدامه في الثانية مع وجود القنوات الموصلة.




مقطع في جلد الانسان

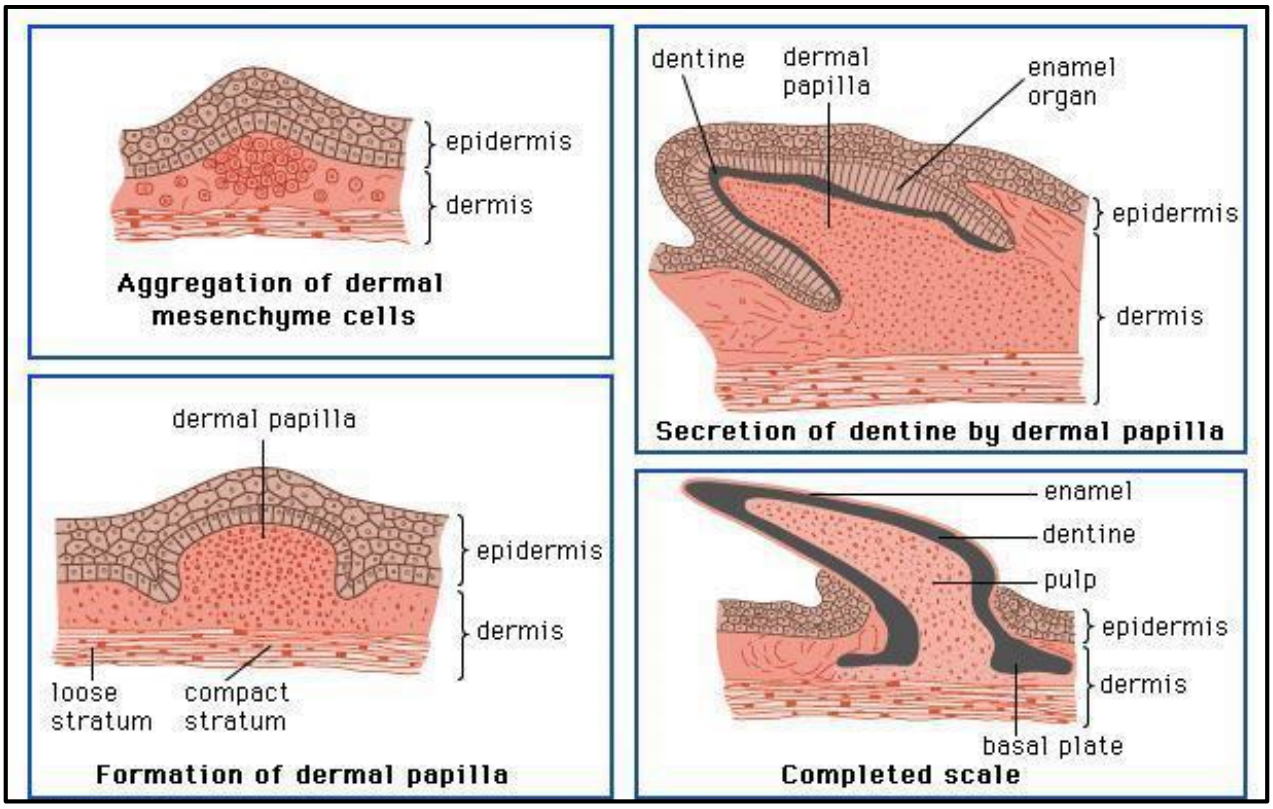
# الجهاز الغطائي Integumentary System

## المشتقات الجلدية *skin derivatives*

تضم المشتقات الجلدية في الفقريات الحراشف والريش والشعر والقرون ونهايات الاصابع (المخالب والاظافر والحوافر)

**الاسماك الغضروفية:** يغطي الجسم في الاسماك الغضروفية حراشف او قشور.

- **القشور الدرعية placoid scales** هي عبارة عن تراكيب صغيرة غالبا ما تكون مخروطية وتعد من الحراشف البدائية وتتألف الحرشفة الدرعية من جزئين رئيسيين هما: الصفيحة القاعدية basal plate والشوكة spine الصفيحة القاعدية معينية الشكل مطمورة في الأدمة، والسطح الداخلي لها يقود الى تجويف لبي pulp cavity يمتلئ بنسيج ضام ويحتوي على ارومات عاجية odontoblasts واوعية دموية واعصاب وقنوات لمفية lymph channels. اما الشوكة هي بروز مسطح تخترق الجلد وتتكون من مادة جيرية صلبة تدعى العاج dentine تمر خلالها قنيات صغيرة ويغطى العاج بطبقة كثيفة صلبة تدعى المينا enamel. تشتق الحرشفة الدرعية جزئيا من الأدمة وجزئيا من البشرة، الصفيحة القاعدية وعاج الشوكة تشتقان من الميزوديرم بينما تفرز المينا من الاكتوديرم. ويختلف العاج عن العظم بكونه لا خلوي ولا وعائي وعديم النهايات العصبية.




مراحل تكوين الحرشفة الصفيحية

- **الاسنان الدرعية placoid teeth** الحراشف الدرعية والاسنان الدرعية بقايا متحورة عن الصفائح الأدمية العظمية في مصفحات الجلد والدرعيات.

- **الخيوط القرنية ceratotrichs** وهي خيوط بسيطة غير مقسمة وغير متقرنة تنشأ من ادمة الجلد تعمل على دعم الاجزاء الظاهرة من الزعنفة وقد تتحد معا مكونة شوكة، اما طبيعتها فهي ليفية.

**الاسماك العظمية** تشمل المشتقات الجلدية الاتية:

❖**الحراشف:** هي مشتقات ادمية اصلها ميزوديرمي وتكون على انواع:

I. الحراشف الكوزمويدية cosmoid scales.

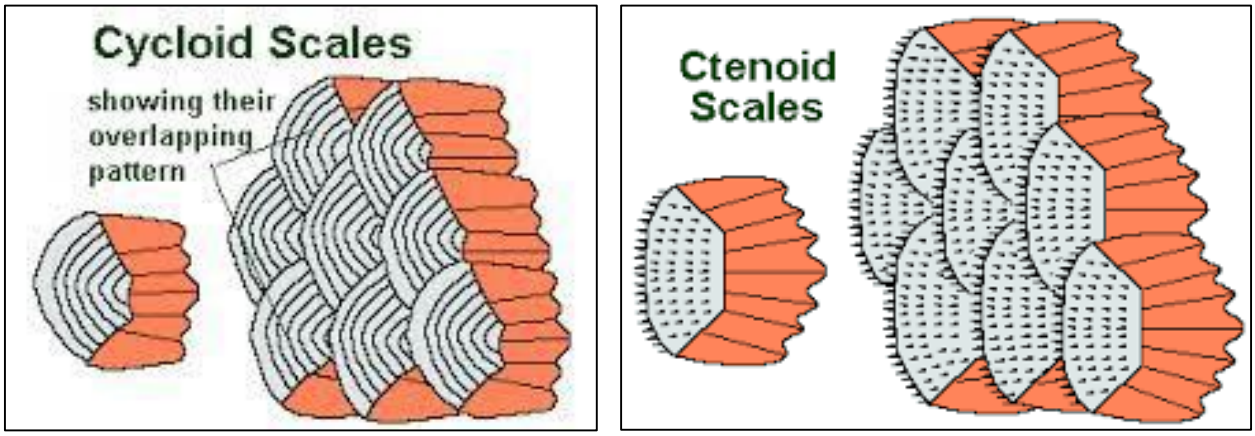
II. الحراشف المعينية ganoid scales.

III. الحراشف الدائرية cycloid scales

IV. الحراشف المشطية ctenoid scales.

**تكوين الحراشف العظمية**: تتجمع الارومات الهيكلية في مواقع أسفل البشرة وتبدء بالتكاثر وإفراز مادة عظمية في تجويف الجيب مؤدية الى تكوين حرشفة عظمية تزداد مساحتها بازدياد ترسب المادة العظمية وتبدء بدفع البشرة التي تعلوها كما في الحراشف الدرعية ويفصل الحراشف عن بعضها اشرطة من نسيج ضام مكونة ما يعرف بالجيوب الحرشفية scale pockets

❖**الشعيرات الزعنفية lepidotrichia** توجد في الاسماك العظمية وتكون اعرض قليلا من الخيوط القرنية ومنشأها طبقة الأدمة وتتحد هذه الشعيرات مكونة بروزات صلبة تحمي الزعنفة تعرف بالشوكة.




شكل يوضح انواع من الحراشف في الاسماك العظمية

**البرمائيات**: جلد البرمائيات عديم الحراشف ماعدا القليل من العلاجم حيث تكون مطمورة في ادامة الرأس او الظهر وقد تكون البشرة ذات تراكيب مخلبية الشكل كما في اصابع السلمندر وبعض انواع العلاجم الأفريقية وفي البرمائيات عديمة الاقدام توجد الحراشف في جيوب تحت البشرة وهي بذلك تشبه حراشف الاسماك لكنها تختلف بوجود 4-6 حراشف في الجيب الواحد.

**الزواحف**: تشمل المشتقات الهيكلية الخارجية للجلد التالية:

◉**الحراشف البشرية epidermal scales** تغطي اجسام الزواحف حراشف بشرية المنشأ تمثل مناطق متسمكة من الطبقة المتقرنة ويكون الجزء الصلب منها مكون من الكيراتين. وقد تعاني بعض الحراشف تحويرات معينة فقد تكون اشواكا او تراكيب تشبه القرون والاجراس كما في الحيوانات ذات الاجراس rattle snake

◉**الدروع shields** يتألف الهيكل الخارجي في السلاحف (عدا لينة الجلد) من جزئيين جزء ظهري يدعى **الدرع carapace** (يتكون السطح الظهري للدرع من تروس بشرية متقرنة ورقيقة تظهر حدودها كأخاديد) وجزء بطني يدعى **الصدار plastron** يتكون الصدار من مجموعة تروس بشرية متقرنة تغطي الصفائح الأدمية ويكون السطح الخارجي (البطني) يربط بينهما درع حافي.

◉ **المخالب claws** مناطق متقرنة تكونها البشرة في نهايات الاصابع وذلك بتجمع واندماج الحراشف مكونة تركيب قرني سميك يسمى المخلب ينمو من الطبقة المولدة في البشرة وهو يتألف من صفيحة ظفرية او مخلبية الى الاعلى وصفيحة سفلية تعرف بتحت الظفرية او تحت المخلبية.

◉ **المناقير المتقرنة horney beaks** تتمثل بأغلفة بشرية تحيط عظام الفكين العلوي والسفلي في الزواحف وهي تقوم مقام الاسنان الموجودة في الانواع الاخرى من الزواحف.

◉ **القرون horns** لقد ظهرت القرون في الفقريات لأول مرة بشكل بروزات عظمية في الراس لبعض انواع الديناصورات والجنس *phyrynosoma* من الزواحف التي تمتلك قرون وتسمى خطأ بالعلاجيم ذات القرون وقرونها ذات قيمة دفاعية.

**الطيور:** تضم المشتقات الهيكلية الخارجية للجلد التالية:

★**المخالب claws** تكون المخالب في الطيور شبيهة بمخالب الزواحف لكنها تختلف حسب اسلوب حياتها وطريقة الغذاء فالتي تتغذى على الفرائس تكون مخالبها قوية وعلى شكل كلاليب لكنها نحيفة وحادة لتساعد على التثبيت في السطوح كما في نقار الخشب وقد تكون قوية وقصيرة كما في الدجاجيات.

★**الحراشف**: مشتقات متقرنة من الطبقة المولدة للبشرة وتوجد في المناطق غير المغطاة بالريش من سيقان واقدام والبعض منها عند قاعده المنقار كما يحوي صفاق اقدام الطيور المائية حراشف بشرية.

★**الريش feathers** عبارة عن حراشف بشرية متحورة ويكون على ثلاث أنواع:

🡸الريش الخيطي او الابري (pin feathers) ريش نحيف يشبه الشعر متناثر التوزيع فوق الجسم وبين الريش المحيطي.

🡸الريش الزغبي او التحتي (down feathers) ينعدم وجود هذا النوع في الحمام البالغ. يعرف الريش الزغبي الذي يغطي جسم صغار الطيور بريش الحضانة التحتي. وفي الحمام البالغ يستبدل بالريش المحيطي.

🡸الريش القصبي او المحيطي quill feathers or contour feathers وهو عدة انواع:

☒ريش الجناح remigs.

☒ريش الذنب rectrices وهو ريش قصبي حول الدبر وفي الحمام يعمل مثل المكابح عند النزول وكدفة عند الاستدارة الجانبية او العمودية.

☒الريش المغطي coverts ويكون الغطاء العام للجسم وهو صغير.

**اللبائن**: تضم المشتقات الهيكلية الخارجية للجلد التالية:

❖**الحراشف**: تنعدم **الحراشف الأدمية** في اللبائن عدا القليل منها مثل حيوان المدرع وبعض الحيتان (في الزعانف الظهرية والجهة الظهرية) اما **الحراشف البشرية** فيقتصر وجودها على الذنب والكف كما في القوارض لكنها في بعض اللبائن توجد على جميع انحاء الجسم تقريبا كما في آكل النمل الحرشفي.

❖**الشعر hairs** الشعرة تركيب بشري المنشأ يوجد في اللبائن فقط ويشتق من الطبقة المولدة للبشرة ويبرز بزاوية واحدة من الجلد. للشعر وظائف عديدة منها اضفاء الناحية الجمالية والوقاية والمحافظة على درجة حرارة الجسم ويقوم شعر المنخرين والاذن بمنع دخول الأتربة ويعمل شعر الرموش على وقاية العين والشعر على الذيل لطرد الحشرات كما يقوم بواجب دفاعي كما في الدعلج والقنفذ وفي بعض الحيوانات مثل الاسد وبعض القردة يميز الذكور. وتتكون الشعرة من بروز علوي عبارة عن خلايا ميتة يعرف بالساق shaft وجزء قاعدي في حويصلة الشعرة hair follicle مغروس في الأدمة هو الجذر root حيث يتسع عند قاعدة الحويصلة مكونا البصيلة bulb يتم نمو الشعر في الجذر فقط حيث توجد طبقة مالبيجي ذات النشاط الانقسامي كما تقوم حلمة الأدمة بتغذية الشعرة الواقعة تحت البصلة والخلايا الواقعة فوق البصلة تموت تدريجيا مكونة الساق. ويمتد من الجزء العلوي للأدمة الى الجزء القاعدي من حوصلة الشعرة عضلة ناصبة arrector pili مكونة من الياف عضلية ملساء وهذه العضلة تسحب قاعدة الشعر مسببة انتصابها في ظروف مثل الخوف والغضب.

❖**المخالب claws** يتميز المخلب في اللبائن بكون الصفيحة السفلى مختزلة كثيرا ومستمرة مع الوسادة عند نهاية الاصبع وتكون المخالب في عائلة القطط قابلة للسحب لتصبح داخل غلاف عند عدم استعمالها وفي معظم رتب الظلفيات تتطور المخالب الى حوافر تتحمل وزن الحيوان.

❖**الاظافر nails** عبارة عن صفائح متقرنة تغطي السطح الظهري للسلاميات النهائية وتعرف بالصفيحة العليا وتكون هذه الصفيحة كبيرة ومسطحة ومكونة من خلايا الطبقة الشفافة والمقترنة للبشرة. يتألف الظفر من جزء قريب يعرف بالمنبت او المنشأ matrix يكون مسؤول عن نمو الظفر يليه جزء اخر يعرف بصفيحة الظفر nail plate اما الصفيحة السفلى فتكون مختزلة وتتمثل ببقايا صغيرة تقع تحت قمة الظفر.

❖**الحوافر hoofs** تتكون من صفيحة سميكة وبطيئة التأكل تنحني بأكملها حول نهاية الأصابع والى الخلف من الحافر تقع وسادة عضلية تعرف بالكلوه frog.

❖**القرون horns** هي مشتقات جلدية تظهر على السطح الظهري لبعض اللبائن وتكون على أنواع منها:

I . القرون القرنية الليفية keratin –fiber horns كما في الكركدن الهندي.

II . القرون الوعلية antlers horns توجد في ذكور عائلة الغزلان.

III . القرون الشائكة prong horns يوجد هذا النوع في الظبي الروسي.

IV . القرون المجوفة hollow horns يوجد في الماعز والاغنام وقد يقتصر وجودها في أنواع معينة على الذكور دون الاناث. وقرون الزرافة giraffe horns قصيرة وغير متفرعة ودائمة وتوجد في كلا الجنسين.

# الجهاز الهضمي Digestive System

يضم الجهاز الهضمي في الفقريات القناة الهضمية والغدد الملحقة بها، والقناة الهضمية تكون أطول في الحيوانات آكلة النبات منها في الحيوانات آكلة اللحوم. ويقسم الجهاز الهضمي الى عدة أعضاء تبدأ بالفم ثم البلعوم والمريء والمعدة والامعاء الدقيقة والغليظة **والمجمع Cloaca** (المجمع يوجد في الحيوانات البالغة في الطيور والزواحف والبرمائيات وهو غرفة مشتركة تفتح فيها كل من الأمعاء الغليظة والقناة البولية والتناسلية Urinogenital duct في حين لا يوجد المجمع في اللبائن وتكون كل قناة معزولة وتنتهي بالمستقيم ثم فتحة المخرج) وملحقات الجهاز الهضمي كالغدد اللعابية والكبد والبنكرياس.

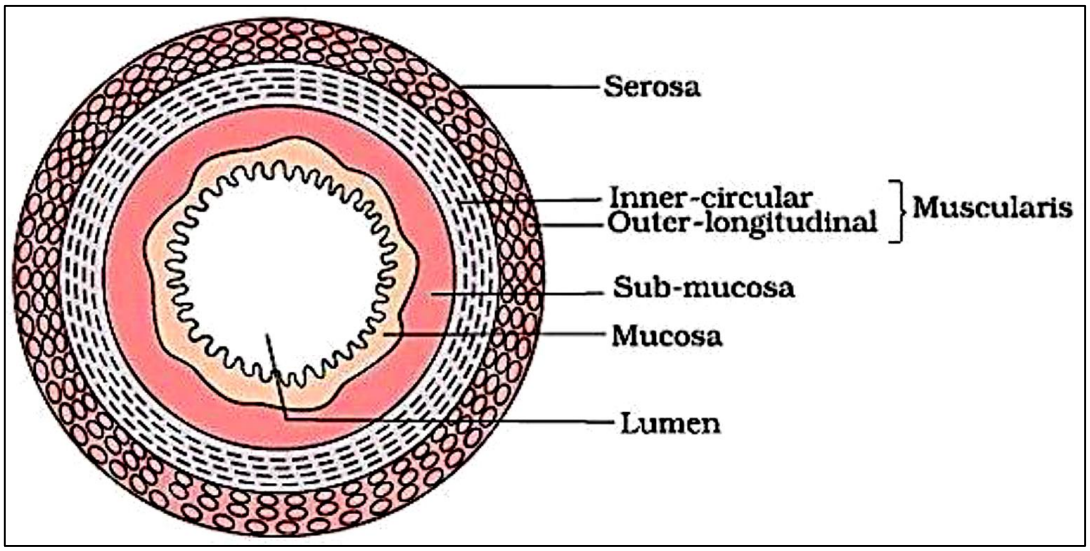
يتكون جدار القناة الهضمية في الفقريات من أربعة طبقات رئيسية:

1- **الطبقة المخاطية Mucosa** هي الطبقة الداخلية التي تبطن تجويف القناة الهضمية وهي مؤلفة من نسيج طلائي يليه طبقة من نسيج رابط يتخللها طبقة عضلية في بعض الأحيان.

2- **الطبقة تحت المخاطية Submucosa** وهي طبقة سميكة مؤلفة من نسيج رابط واوعية دموية واعصاب.

3- **الطبقة العضلية Muscularis** تتكون من أكثر من طبقة من الالياف العضلية الملساء تحيط بالقناة الهضمية بشكل دائري من الداخل وبشكل طولي من الخارج.

4- **الطبقة المصلية Serosa** هي الطبقة الخارجية لجدار القناة الهضمية وهي تتكون من طبقة واحدة من النسيج الطلائي الحرشفي يستند على نسيج رابط.

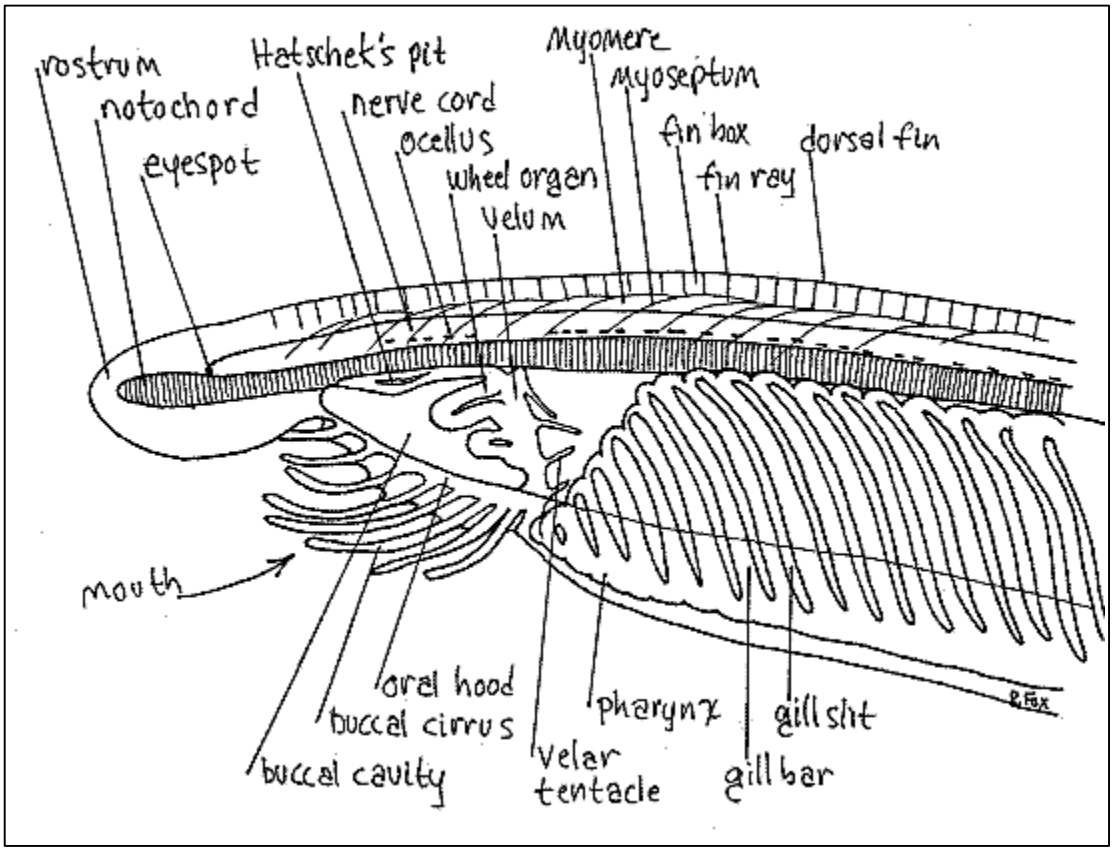



طبقات جدار القناة الهضمية

# التشريح المقارن للجهاز الهضمي

**اولاً: مجموعة الحبليات الأولية:** مثل الجهاز الهضمي للرميح الذي يتكون من الأجزاء التالية:

التجويف الفموي او الدهليز Vestibule يحاط بالقلنسوة الفمية ويقع في جداره حاجز مستعرض يسمى النقاب (البرقع) Velum الذي يحمل عدداً من اللوامس كما يقع الى الامام منه عضو غريب هو العضو العجيلي Wheel organ الذي يساعد في سحب تيار الماء محمل بدقائق الغذاء الى الفم وبذلك فان الرميح هدبي التغذية. وتتم عملية غلق الفم بأنشاء جوانب القلنسوة الفمية على بعضها البعض، وتساعد الاهداب الفمية Oral cirri منع دخول جزيئات الرمل الى التجويف الفموي.



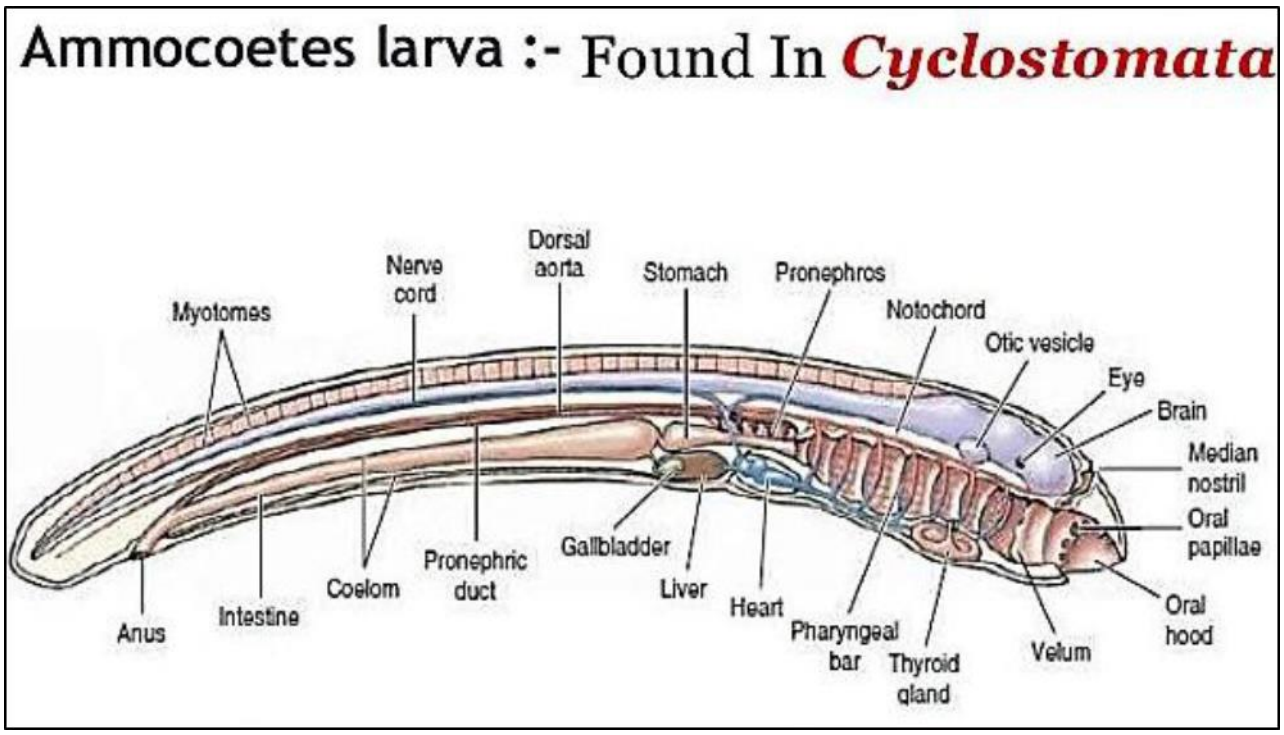

الجزء الامامي للقناة الهضمية للرميح

ان البلعوم Pharynx هو منطقة كبيرة من الانبوب الهضمي ويمتد من البرقع الى بداية الأمعاء وتبدو جدرانه كالشبكة لوجود الحواجز الغلصمية او الإحسائية Gill or Visceral septa حيث تفصل بين هذه الحواجز الشقوق الغلصمية او الإحشائية Gill or Visceral clefts. ويحد البلعوم من الأسفل اخدود مهدب يدعى بالقلم الداخلي Endostyle كما يحد البلعوم من الامام شريطين حول بلعوميين peripharyngeal bands. وينتهي البلعوم في مؤخرته بجزء ضيق يؤدي الى انبوبة ضيقة تدعى المريء esophagus ويليه منطقة

متسعة هي المعدة stomach والتي يخرج منها على الجهة اليمنى كيس مغلق يدعى الأعور الكبدي liver diverticulum والذي يمثل الكبد في الحبليات المتقدمة. تؤدي المعدة الى الأمعاء ثم تنتهي فتحة المخرج.

## ثانياً: الجهاز الهضمي في دائرية الفم

مثال لدائرية الفم حيوان **البترميزون Petromyzon أو الجلكي** ويرقة هذا الحيوان هي **الاموسيتس Ammocetes** تتغذى على المواد العالقة في الماء لذلك فان جهازها الهضمي بسيط ومناسب لطبيعة هذا الطور اليرقي، يبدأ بفتحة الفم وهي فتحة متسعة في مقدمة الجسم وتحمل بروزات اصبعية تسمى الزوائد الفمية وتؤدي فتحة الفم الى التجويف الفموي يتلوه كيس متسع هو البلعوم الذي يتصل بسطح الجسم بواسطة سبع ازواج من الشقوق الخيشومية ويتصل بقاع البلعوم تركيب غدي هو القلم الداخلي كالذي يوجد في الرميح.




وتعتمد هذه اليرقة في تغذيتها على الطريقة الهدبية اذ ان البطانة الداخلية للبلعوم مهدبة. ولكن عندما تتحور اليرقة الى الطور البالغ او البترومیزون فان جهازها الهضمي يعتريه تحور هام ليناسب طبيعة الطور البالغ كطفيلي خارجي Ectoparasite واهم هذه التحويرات:

1- منطقة الفم: تختفي الزوائد الفمية ويتحول التجويف الفموي الى تجويف كبير قمعي الشكل يدعى القمع الفموي Oral funnel يدعمه غضروف حلقي يحيط به ويتكون على حافة القمع حلمات جلدية تساعد الحيوان على الالتصاق بالفريسة التي يتغذى عليها. وتعمل الاسنان في القمع الفموي على تفتيت الفريسة

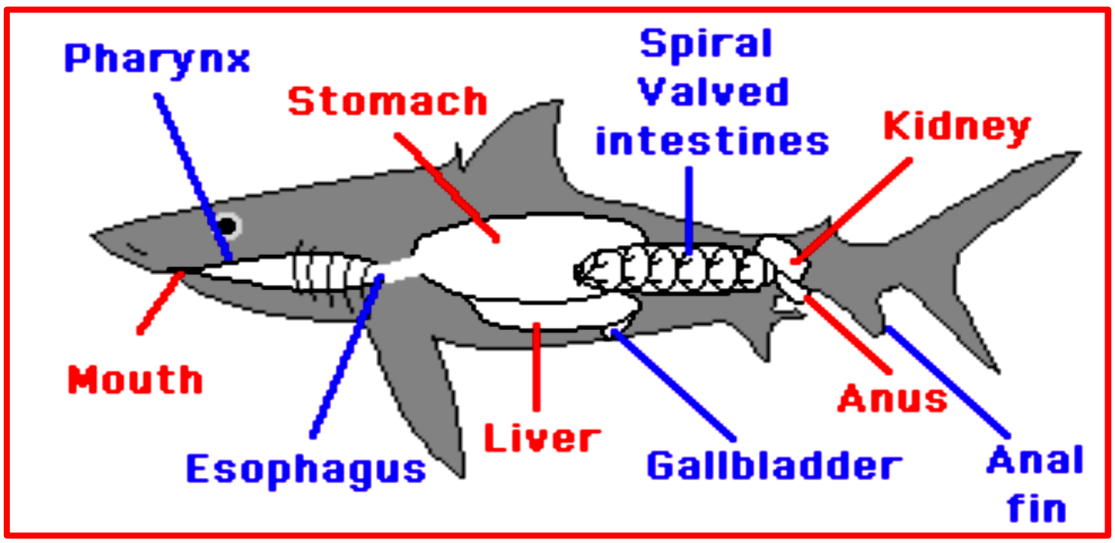
وتوجد هذه الاسنان على اللسان ايضاً يسمى اللسان المبردي Rasping tongue وينشأ من قاع القمع الفموي عدد من الغدد اللعابية ويختفي البرقع.

2- منطقة البلعوم: ينقسم كيس البلعوم طوليا بواسطة حاجز افقي الى ممرين: ممر انبوبي علوي يعرف بالمريء، والممر الاخر سفلي ويدعى بالأنبوبة التنفسية وهذه الانبوبة مغلقة في نهايتها الخلفية وتتصل من كلا الجانبين بسبعة ازواج من الثقوب الخيشومية الداخلية تؤدي الى الغرف الخيشومية التي تفتح الى الخارج بالشقوق الخيشومية على جانبي الرأس. كذلك يتحور القلم الداخلي الى الغدة الدرقية وان الطور البالغ لا يحتاج الى المادة المخاطية التي يفرزها القلم الداخلي.

3- منطقة الأمعاء: تصبح أكثر طولا وتتميز الأمعاء بانها مزودة بطية جانبية او صمام حلزوني في بطانتها الداخلية مما يزيد من مساحة الامتصاص.

**ثالثاً: الجهاز الهضمي في الفكيات**

A. الأسماك الغضروفية: تقع فتحة الفم على النهاية البطنية لمنطقة الخطم وللتجويف الفموي فكان علوي وسفلي يحملان اسنان صغيرة هي الاسنان الدرعية ويؤدي التجويف الفموي الى تجويف البلعوم الذي يخترق جدارة خمسة ازواج من الشقوق الخيشومية، يتلو البلعوم انبوبة ضيقة هي المريء الذي يؤدي الى غرفة متسعة هي المعدة ثم الامعاء الدقيقة والغليظة وتتصل الأخيرة بالمجمع. عند اتصال الأمعاء الدقيقة بالغليظة تفتح غدة على شكل زائدة اعورية اصبعية الشكل تدعى غدة المستقيم. ومن الأعضاء المرافقة للقناة الهضمية البنكرياس والكبد الذي يتكون من فصين أيسر صغير وايمن كبير كذلك يوجد الطحال مثلث الشكل الذي يلتصق بالمعدة.



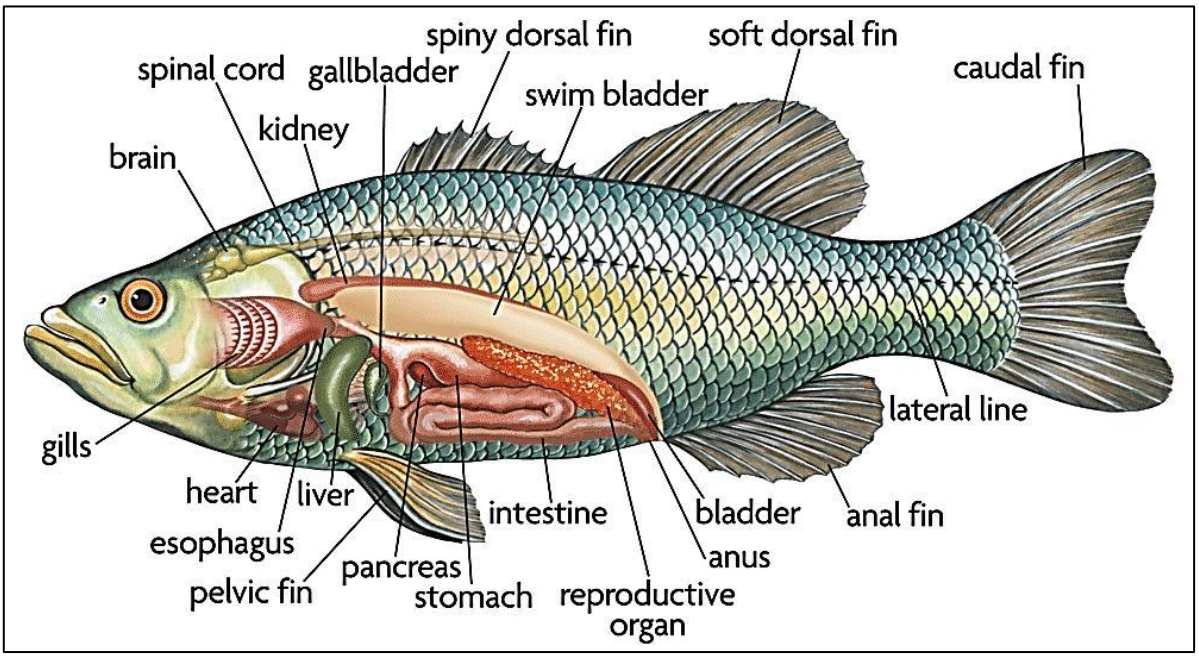
# الجهاز الهضمي Digestive System

**B- الأسماك العضمية**

تشبه الأسماك الغضروفية الا ان فتحة الفم تكون طرفية الموقع ويحوي تجويف الفم على الغدد المخاطية التي تساعد في عملية ابتلاع الطعام ويؤدي التجويف الفموي الى البلعوم الذي هو عبارة عن كيس متسع وعلى جانبه توجد الغرف الخيشومية وتقوم الامشاط الخيشومية gill rackers الموجودة على الحافة الداخلية للاقواس الخيشومية بتصفية جزيئات الطعام من الماء الذي يصرف عن طريق الشقوق الخيشومية. كما يوجد لسان بدائي في قام تجويف الفم الذي يحتوي على براعم التذوق. ويؤدي البلعوم الى المريء وهو قصير وله طيات طولية تسمح بتمدده عند الحاجة اثناء ابتلاع فريسة كبيرة.

المعدة مؤلفة من جزئين جزء كبير ومغلق من الخلف يدعى الجزء الفؤادي الاعوري في حين يكون شكل الجزء الثاني انبوبي وضيق يدعى الجزء البوابي الذي يؤدي الى الأمعاء وتكون طويلة جدا وكثيرة الالتواء وتفتح الى المستقيم الذي ينتهي بفتحة الشرج.

الكبد صغير عند مقارنته مع الأسماك الغضروفية ويتألف من فصين ايسر كبير وايمن صغير ويرتبط به كيس الصفراء الذي يكون كبير الحجم. والبنكرياس يكون بشكل بقع متناثرة على المساريق المجاورة للامعاء الدقيقة. ويوجد الطحال عند مستوى الجزء الامامي من المعدةوهو عضو صغير مثلث الشكل لونه احمر داكن.




تشريح السمكة العظمية

**C- البرمائيات**

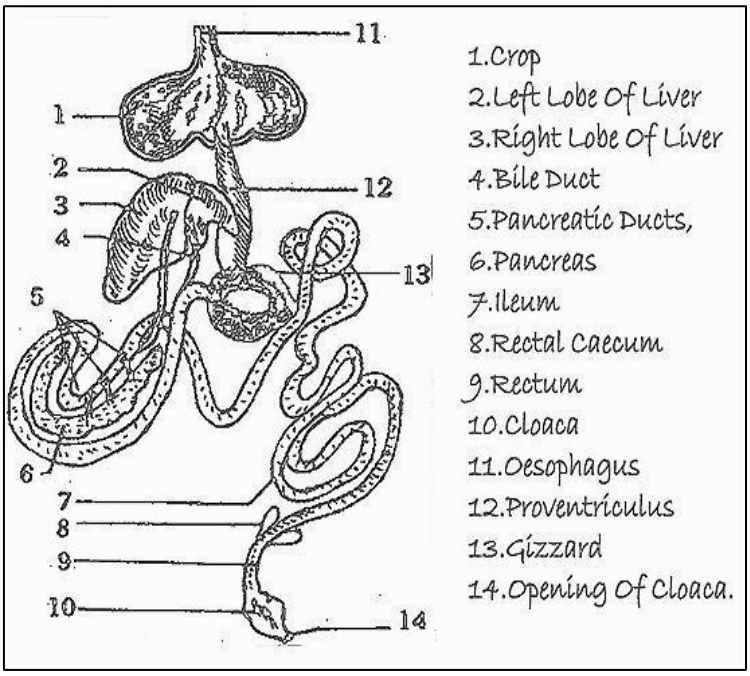
يحوي التجويف الفموي البلعومي Buccopharyngeal cavity على العديد من الغدد المخاطي التي تساعد على قنص الفريسة وابتلاعها بسرعة وسهولة واللسان قرصي الشكل ومثبت من الامام وسائب من الخلف مما يجعله ينطلق الى الامام وينسحب بسرعة الى الخلف مما يسهل اقتناص الفريسة. يلي التجويف الفموي البلعومي المريء الي يكون قصير ويؤدي الى المعدة التي تكون مغزلية الشكل جزئها الامامي متسع يدعى الجزء الفؤادي في حين يكون الجز الخلفي قصير ويدعى الجزء البوابي. الأمعاء الدقيقة تتميز بوجود الزغابات في بطانتها الداخلية وتنتهي الأمعاء الدقيقة بالمستقيم الذي يفتح في المجمع. والكبد يتكون من فصين ايمن وايسر مشقوق. والطحال عبارة عضو كروي صغير يقع بالقرب من المستقيم.

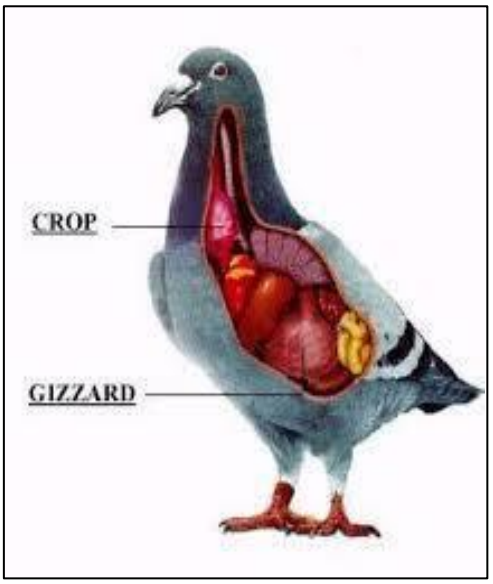
**D- الزواحف**

التجويف الفموي البلعومي مقسم بواسطة حاجز عظمي هو الحنك او سقف الفم palate الى ممرين ظهري هو المسالك الانفية وممر بطني هو التجويف الفموي ويحمل التجويف الفموي فكان ذو اسنان قصيرة ولسان صغير وبسيط كما في السلاحف والتماسيح ولا تبرز خارج الفم في حين يكون لسان الحيات والثعابين طويلاومشقوقا عند حافته الامامية ويمكن ابرازه الى الخارج. والتجويف الفموي يحوي العديد من الغدد: غدد لسانية وغدد حنكية وغدد تحت لسانية والبعض من هذه الغدد يتحور الى غذذ سامة كما في الثعابين، المريء يكون طويل نسبيا نظرا لنمو المنطقة العنقية وللمريء طيات طولية تسمح باتساعه عند ابتلاع فريسة كبيرة الحجم. والمعدة تكون ذات شكل مغزلي ولها جدران عضلية سميكة وتؤدي المعدة الى الأمعاء الدقيقة وعند نقطة اتصاله ينشأ اعور مستقيم rectal caecum.

**E- الطيور**

تقع فتحة الفم في المنقار القرني وتجويف الفم مزود بعدد من الغدد المخاطية واللسان يكون طويل ويتخذ اشكالا واحجما مختلفة حسب نو الطير والاسنان معدومة. المريء طويل يمتد على طول الرقبة تليه الحوصبة crop التي تخزن الطعام وترطبه قبل وصوله المعدة التي تتكون من جزئين امامي هي المعدة الهاضمة او المعدة الاصلية proventriculus التي تقوم بافراز العصارات الهاضمة، والجزء الاخر من المعدة يسمى القانصة gizzard ذو جدران سميكة وتقوم بطحن الطعام نظرا لما تحويه من حصى يبتلعها الطير وبها يمتزج الطعام بالعصارات الهاضمة.



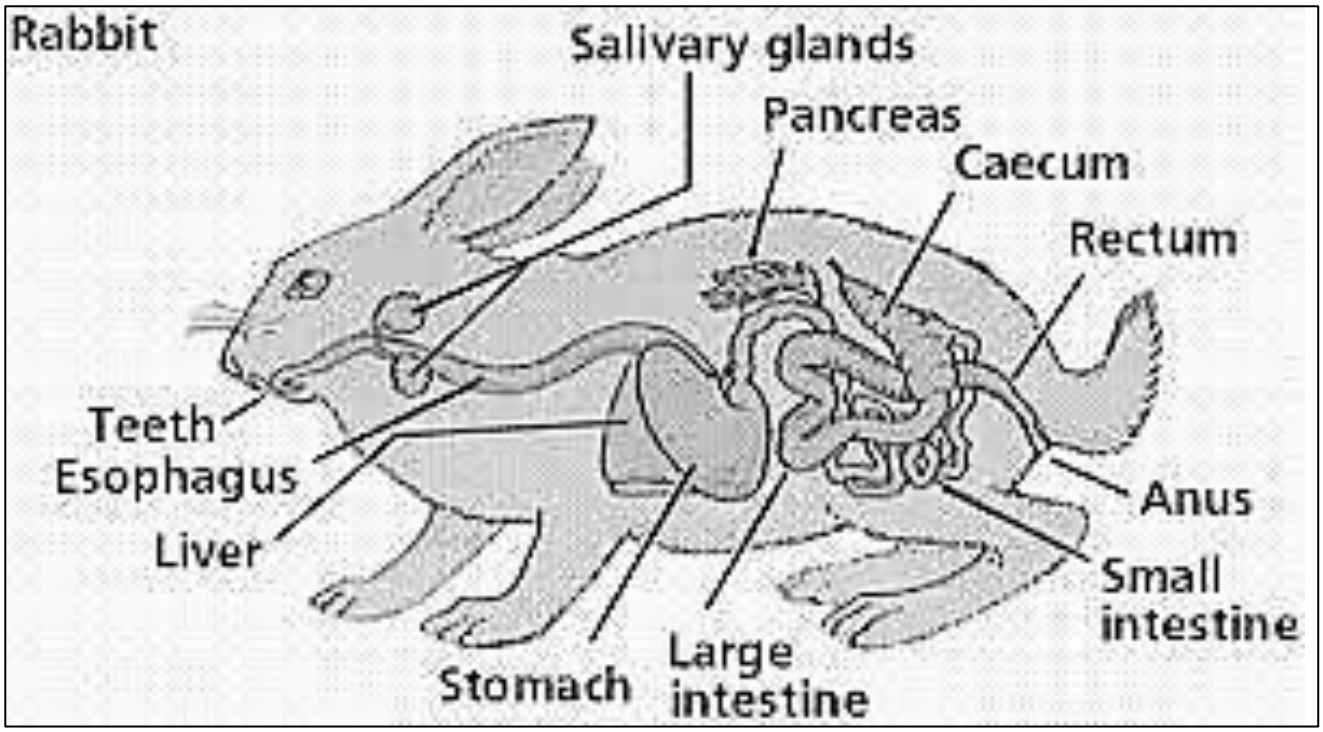

القناة الهضمية للحمامة

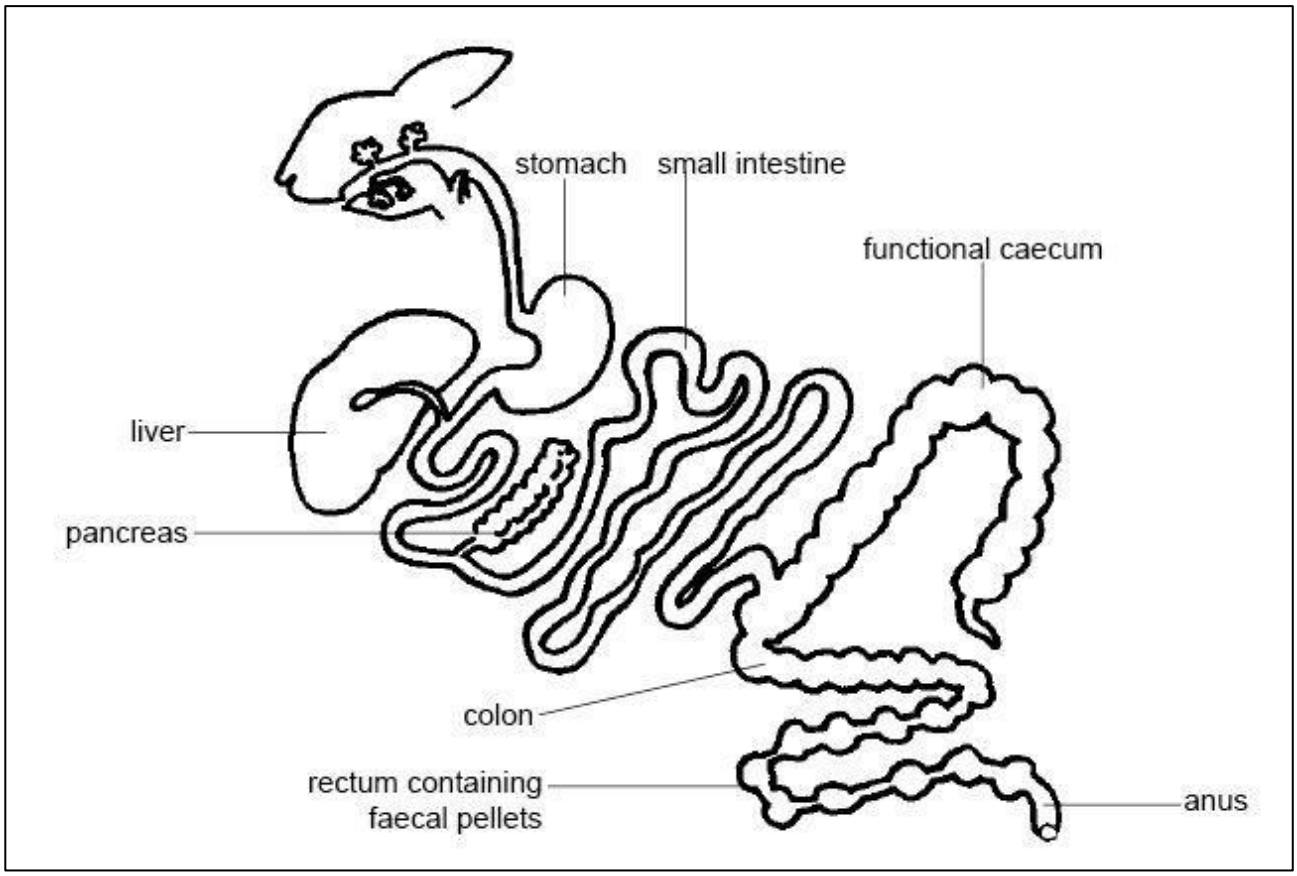
يلي القانصة الأمعاء التي تبدأ بالاثني عشري الذي يكون على شكل حرف U يحصر بداخله البنكرياس وتنتهي الأمعاء بالمستقيم وعند هذه النقطة تبرز زائدتان اعوريتان ويفتح اعور المستقيم بالمجمع.

**F- اللبائن**

تتميز اللبائن بان للفم شفاه علوية وسفلية وخدود عضلية متحركة ويوجد داخل تجويف الفم ثلاثة ازواج من الغدد اللعابية كما يوجد اللسان العضلية الذي له اشكال ووظائف مختلفة حسب النوع ويلي الفم البلعوم وهو قصير ثم المريء وهو انبوبة ضيقة تمتد ظهريا عبر منطقة العنق والصدر وينتهي بالمعدة ويتفاوت شكل بالمعدة في مختلف اللبائن وفي العموم المعدة تشبه الكيس ويسمى جزء المعدة المرتبط بالمريء بالجزء الفؤادي في حين يسمى الجزء البعيد بالجزء البوابي الذي يؤدي الى الأمعاء الدقيقة التي تكون شديدة الالتواء. يلي الأمعاء الدقيقة الأمعاء الغليظة التي تتكون من القولون والمستقيم ويكون المستقيم اقل اتساعا من القولون ويفتح المستقيم الى الخارج. ويوجد عند اتصال الأمعاء الدقيقة بالغليظة انبوبة متسعة تدعى الأعور caecum وفي نهاية الأعور توجد الزائدة الدودية وهذه الزائدة كبيرة الحجم في الارنب وهي صفة مميزة للبائن اكلة الأعشاب لانها تفرز انزيم لهضم السليلوز.

الكبد كبير ومكون من خمسة فصوص وهو احمر وداكن اللون وعلى سطحه الخلفي توجد المرارة ويقع البنكرياس في المسراق الممتد بين فرعي الاثني عشر. والطحال وهو جسم ذو لون داكن ويوجد بالقرب من الجزء الفؤادي للمعدة.




الجهاز الهضمي للارنب

# الجهاز التنفسي Respiratory system

تتم عملية التنفس بتحرير الطاقة اللازمة للفعاليات الحيوية للجسم من الخلايا عن طريق اكسدة المواد الغذائية بواسطة الاوكسجين اللازم لإتمام التنفس. والتنفس قد يكون خارجيا external respiration اي بتبادل الغازات بين الدم والمحيط الخارجي وقد يكون التنفس داخلياً Internal respiration اي بتبادل الغازات بين الدم الموجود في الشعيرات وبين الانسجة. ويقوم بميكانيكية التنفس جهاز مختص يدعى بالجهاز التنفسي. ويوجد في الفقريات نوعان من الاعضاء التنفسية: الخياشيم gills والرئات lungs.

والخياشيم عبارة عن تراكيب خيطية الشكل ومزودة بشعيرات دموية ومغطاة بطبقة رقيقة من نسيج ظهاري بسيط وهذه الخياشيم تتميز بأتساع سطحها لتسهيل عملية تبادل الغازات وبالإضافة الى الخياشيم فأن للأسماك العظمية مثانة عوم swim bladder تقع في الناحية الظهرية وهي كيس مغلق متصل بالجزء الامامي من القناة الهضمية (المريء) عبر قنوات مفتوحة في بعض الانواع ومغلقة في انواع اخرى.

والمثانة الهوائية او مثانة العوم تساعد السمكة على العوم في طبقات الماء المختلفة فهي تجعل الكثافة النوعية مساوية للكثافة النوعية للوسط المائي المحيط بها وذلك بتغيير كمية الغاز الموجود بداخلها.

## التشريح المقارن للجهاز التنفسي

### ١-الحبليات الاولية

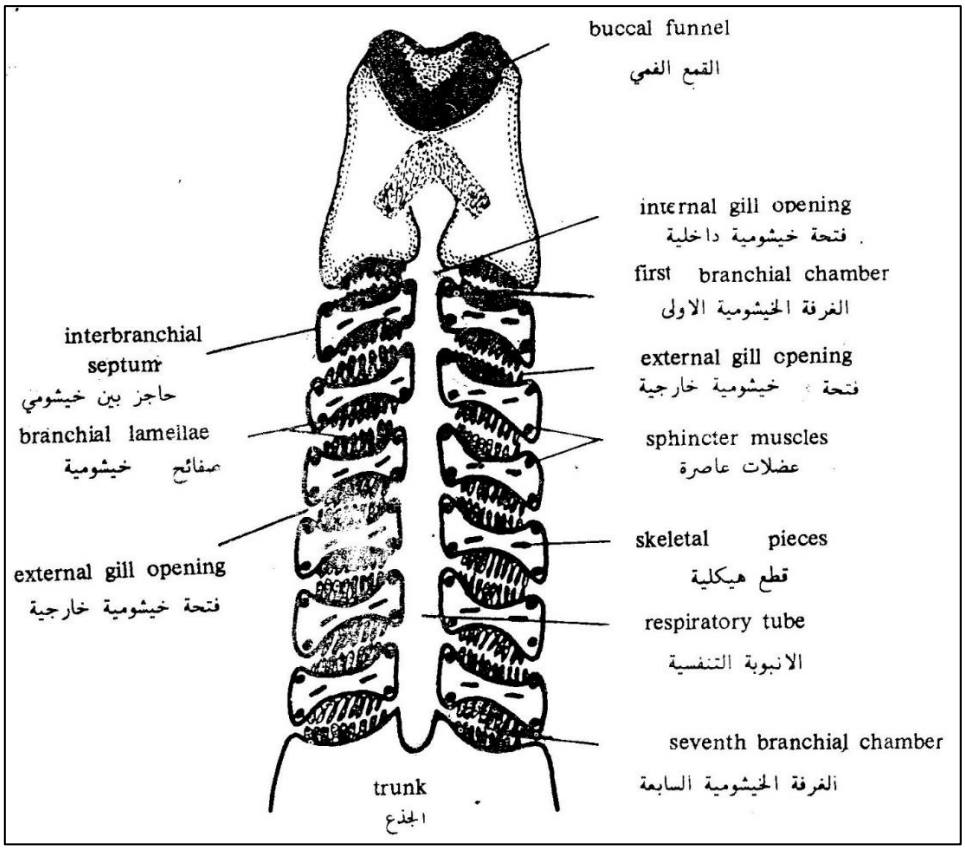
يخترق جدار البلعوم في الرميح العديد من الشقوق الخيشومية gill slits والتي يفصل بعضها بعض القضبان الخيشومية gill bars ويفتح البلعوم من الجانبين الى غرفة البهو atrium.

وعند مرور تيار الماء تتم عملية تبادل الغازات خلال جدران القضبان الخيشومية المزودة بالشعيرات الدموية ثم يطرد الماء عبر الشقوق الخيشومية الى تجويف البهو ومنه الى خارج جسم الحيوان بواسطة فتحة البهو atripore.

**٢- دائرية الفم**

ليرقة الاموسيتس سبعة ازواج من الشقوق الخيشومية على جانبي البلعوم واثناء عملية التحول الى الطور البالغ (اللامبري) ينشطر البلعوم طولياً الى ممرين: ممر ظهري هو المريء وممر اخر بطني هو الانبوبة التنفسية Respiratory tube والانبوبة التنفسية مغلقة من الخلف وتؤدي على الجانبين الى سبعة ازواج من الغرف الخيشومية branchial chambers وكل غرفة خيشومية لها فتحة خيشومية داخلية تفتح في الانبوبة التنفسية وفتحة اخرى خارجية تفتح على السطح الخارجي للجسم ويندفع تيار الماء الى داخل الانبوبة التنفسية اما عبر فتحة القمع الفمي اذا كان الحيوان سابحاً وقت الراحة او عبر الشقوق اذا كان الحيوان ملتصقاً بضحاياه شاغلاً كل القمع الفموي، وفي كلتا الحالتين يصل الماء الى الغرف الخيشومية على كلا الجانبين.

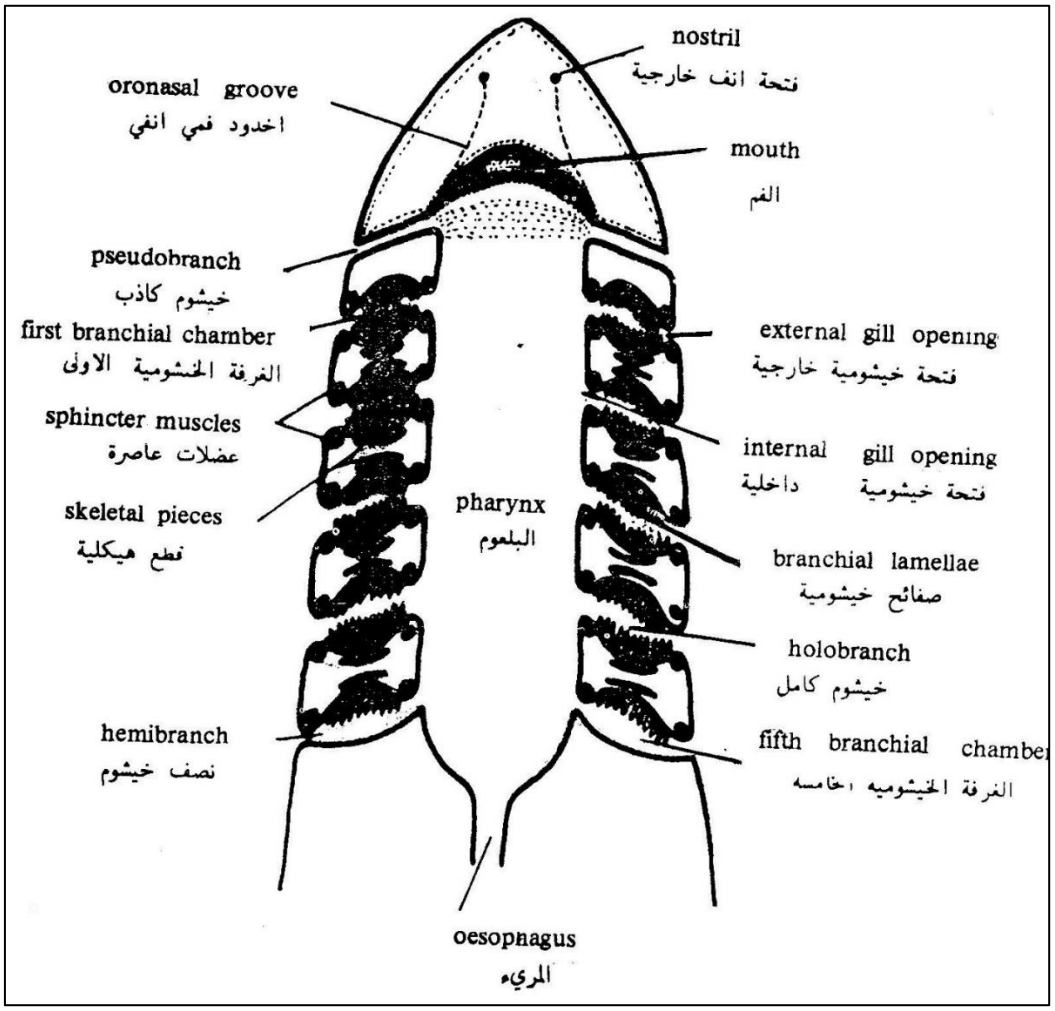
الغرف الخيشومية مزودة بعدد كبير من بروزات اصبعية الشكل تدعى الصفائح الخيشومية gill lamellae وهذه تمدها بأوعية دموية غزيرة وخلال جدرانها الرقيقة تتم عملية تبادل الغازات. وتفصل الغرف الخيشومية بعضها بعض حواجز خيشومية Interbranchial septa التي يدعمها قطع هيكلية غضروفية وعضلات عاصرة تنظم فتح وغلق الشقوق الخيشومية الداخلية والخارجية اثناء دخول وخروج الماء الى الغرف الخيشومية.




الجهاز التنفسي للبتروميزون Respiratory system of Petromyzon

**٣-الاسماك الغضروفية**

يوجد خمسة ازواج من الغرف الخيشومية: الاربعة الامامية منها فقط تمتلك صفائح خيشومية على كل من جانبيها الامامي والخلفي ولذا يدعى كل من هذه الغرف بالخيشوم الكامل Holobranch اما الغرفة الخامسة فلها صفائح خيشومية على الناحية الامامية فقط نظراً لأن ناحيتها الخلفية متصلة بمنطقة الجذع، ولذا تعرف هذه الغرفة بنصف خيشوم Hemibranch وخلف العين يوجد شق خيشومي مختزل يدعى ثغراً تنفسياً spiracle او الخيشوم الكاذب pseudobranch نظراً لأنه لا يقوم بوظيفة تنفسية.

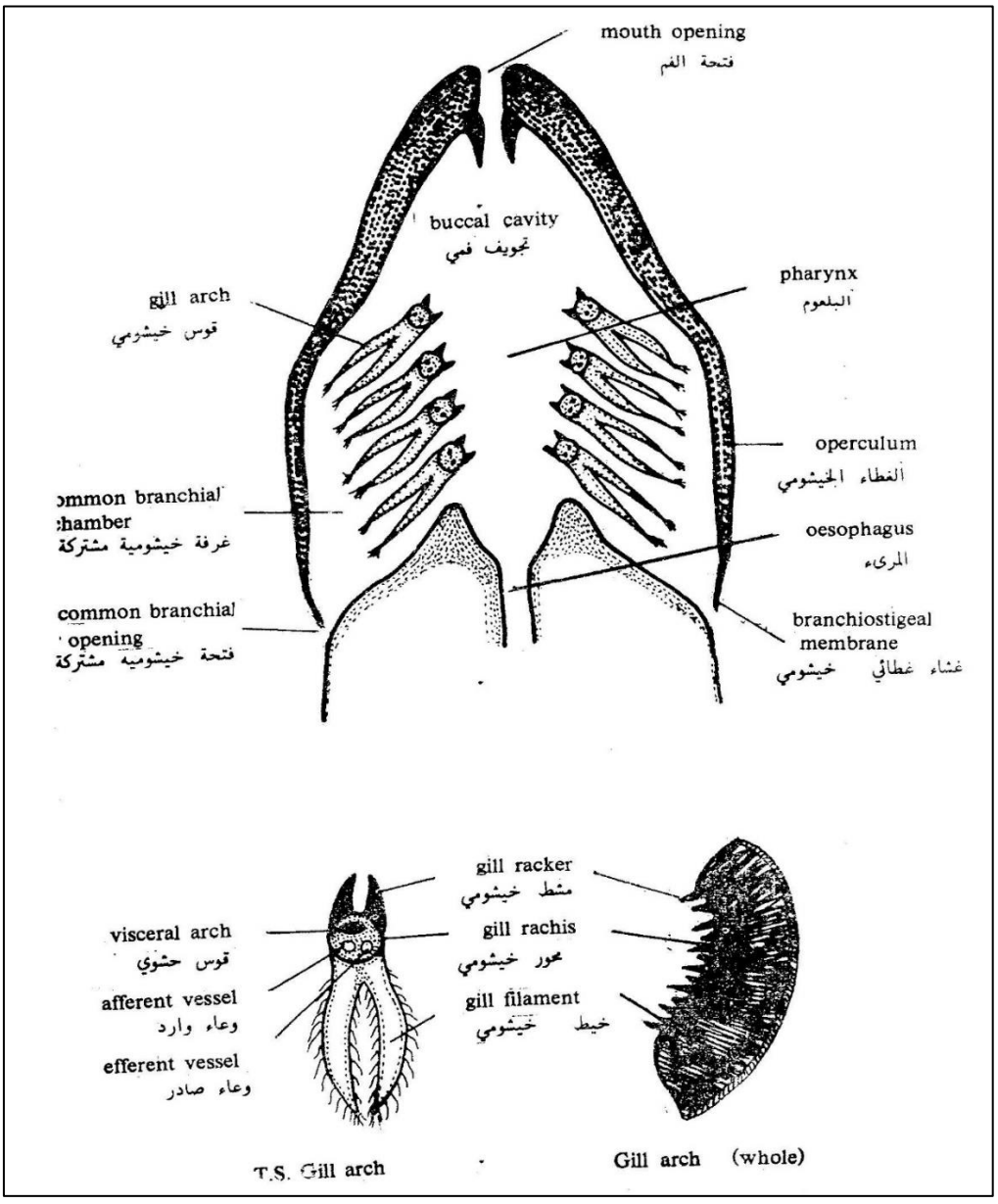



الجهاز التنفسي لكلب البحر Respiratory system of Dog fish

**٤-الاسماك العظمية**

يوجد ايضاً خمسة ازواج من الغرف الخيشومية، الاربعة الامامية منها فقط هي الفعالة اما الغرفة الخامسة فهي متصلة كلياً بالجذع ويفصل هذه الغرف جزئياً اربعة اقواس خيشومية gill arches حيث ان هذه الغرف تفتح في تجويف مشترك يدعى الغرفة الخيشومية العامة common

branchial chamber ويحدها من الخارج الغطاء الخيشومي operculum وهذه الغرفة تفتح بفتحة خيشومية عامة في مؤخرة البلعوم. ويتحكم في فتح وغلق هذه الفتحة غشاء الغطاء الخيشومي branchiostigeal membrane وكل قوس خيشومي يحمل على ناحيته الخارجية صفين من الخيوط الخيشومية branchial filaments كما يحمل على ناحيته الداخلية صفين من الاسنان الخيشومية gill rakers يعملان كدعامة اضافية لهذه الاقواس.




مقطع طولي (جبهي) في مقدم جسم سمكة عظمية يوضح الجهاز التنفسي

**٥-الاسماك الرئوية**

بالإضافة الى وجود الغرف الخيشومية – فقد ظهرت الرئة البدائية وهذه الرئة ما هي الا مثانة العوم بعد ان تحورت وهي تقوم ايضاً بعملية تبادل الغازات وبها يتأكسج الدم ليعود مؤكسجاً الى الاذين الايسر للقلب.

# الجهاز التنفسي Respiratory system

**٦-البرمائيات**

البرمائيات هي اولى الفقريات التي تتنفس الهواء الجوي حيث ان الخياشيم قد استبدلت اثناء التحول من الطور اليرقي الى الطور البالغ بالرئات lungs، وللبرمائيات بلعوم كبير متسع يؤدي في مؤخرته الى الحنجرة larynx وهي بدائية ويدعمها زوج من الغضاريف الطرجهالية (الفنجانية) arytenoids cartilages حول المزمار كذلك يدعمها غضروف حلقي cricoids cartilage من ناحيتها السفلى، وهذه الغضاريف تؤلف أطار الحنجرة البسيطة. وللضفادع حبال صوتية ضامرة ولكن يوجد بالذكور منها اكياس صوتية vocal sacs وعندما تمتلئ هذه الاكياس بالهواء تنبعث منها الاصوات المميزة للضفادع والتي تعرف بنقيق الضفادع.

لا توجد قصبة هوائية في البرمائيات، بل يفتح المزمار مباشرة في الرئتين. والمزمار ينقسم الى شعبتين عند نهايته الخلفية وتفتح كل شعبة في الرئة المجاورة لها. والبطانة الداخلية للرئة مقسمة الى تجاويف تدعى الحويصلات alveoli بواسطة حواجز تدعى العوارض Trabeculae وفي البرمائيات التي تقضي معظم حياتها على اليابسة نجد ان سطح الرئة يكون أكبر حتى يعوض عن نقص عملية التنفس الجلدي الذي يتم في الاماكن الرطبة. وهناك بعض البرمائيات الذنبية مثل السلمندرات ليس لها رئة او خياشيم لذا كان اعتمادها على التنفس الجلدي الى حد كبير.

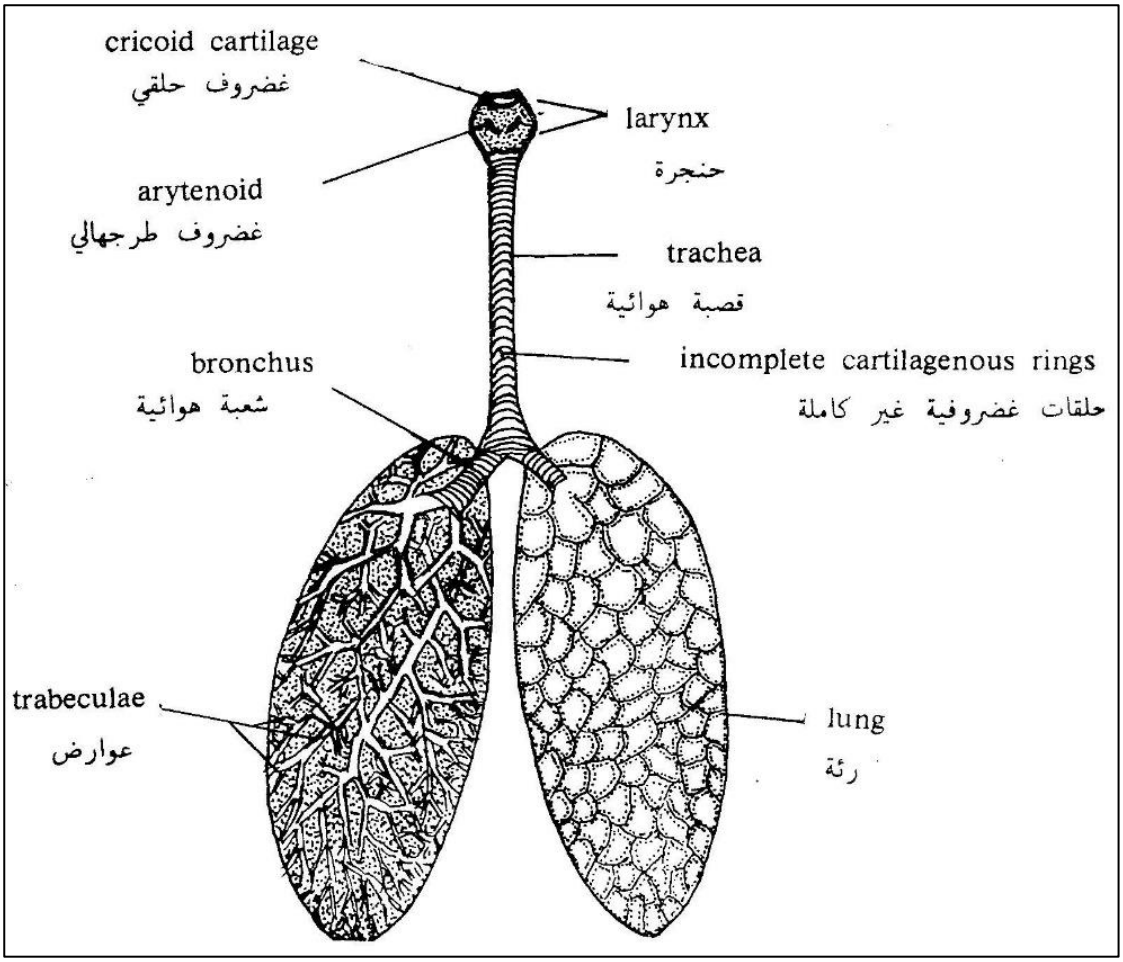
تتم عملية التنفس في البرمائيات الحاوية على رئتين بإدخال الهواء الجوي واخراجه بخفض ورفع قاع الفم ويتسبب ذلك في فتح وغلق الفتحات الشمية الخارجية nostrils وعندما يندفع الهواء الى الداخل ويصل الرئتين تتم عملية تبادل الغازات بين الهواء والشعيرات الدموية الغزيرة الموجودة في العوارض التي تفصل الحويصلات الهوائية.

**٧-الزواحف**

يؤدي المزمار الى حنجرة بدائية مدعمة بغضروف حلقي وغضروفين طرجهالين ولبعض السحالي حبال صوتية صغيرة وتنتهي الحنجرة بالقصبة الهوائية التي تظهر لأول مرة في هذا الصنف (صنف الزواحف). والقصبة الهوائية Trachea هنا قصيرة نسبياً في السحالي وطويلة في

التماسيح والسلاحف ويدعمها حلقات غضروفية غير كاملة في الناحية الظهرية لتسمح بتمدد المريء الواقع فوقها اثناء ابتلاع الطعام ذو الاحجام الكبيرة.

تتفرع القصبة الهوائية الى شعبتين: كل شعبة تؤدي الى الرئة المجاورة والرئة في الزواحف أكثر تطوراً منها في البرمائيات حيث انها اسفنجية القوام بصورة اوضح فهي لذلك أقرب الى رئة اللبائن وفي بعض الانواع يبرز من السطح الخلفي للرئة عدد من البروزات الدقيقة والمجوفة التي توجد موزعة بين الاحشاء وقد اعتبر بعض العلماء ان هذه البروزات تعد اسلافاً للأكياس الهوائية الكبيرة والموجودة في الطيور. وتتم ميكانيكية التنفس في الزواحف بواسطة حركات قاع البلعوم ورفع الاضلاع وخفضها بفعل العضلات المرتبطة بها.




الجهاز التنفسي في السحلية Respiratory system of a Lizard

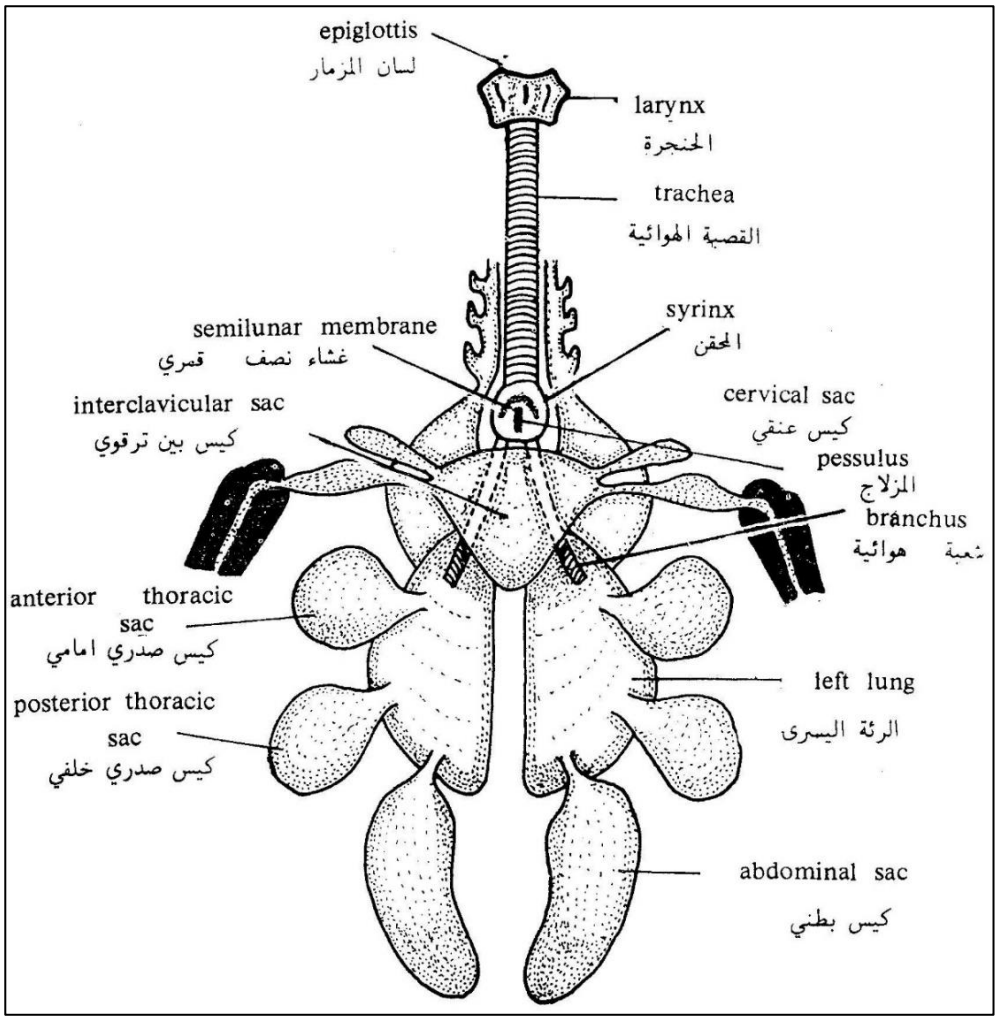
**٨-الطيور**

يبدأ الجهاز التنفسي بفتحة المزمار وهي شبيهة بالشق ويدعمها غضروفان طرجهالين ويقع المزمار في الجزء الخلفي للتجويف الفموي. وتؤدي فتحة المزمار الى غرفة تدعى الحنجرة التي يدعمها قطعتان غضروفيتان طرجهاليتان وغضروفان حلقيان.

الحنجرة ليس بها حبال صوتية فهي لا تعد عضو الصوت كباقي الحيوانات بل يوجد عضو الصوت في مؤخرة القصبة الهوائية التي تمتد بطول الرقبة. وتؤدي الحنجرة الى القصبة الهوائية وهي انبوبة مستقيمة طويلة يدعمها حلقات عظمية كاملة وتتفرع القصبة الى شعبتين وكل شعبة تتجه الى الرئة المجاورة وعند نقطة التفرع توجد الحنجرة السفلية او عضو الصوت او المحقن او المصفار syrinx وهو عبارة عن انتفاخ يحتوي على صفيحة هيكلية رأسية تدعى المزلاج pessulus يتصل بها من الامام غشاء نصف قمري semilunar membrane يتركب من نسيج ضام وتري. وعند اندفاع الهواء داخل القصبة الهوائية فأن صفيحة المزلاج تهتز وبذلك يهتز الغشاء النصف القمري داخل القصبة فيحدث الصوت المميز للطيور والذي يعرف بتغريد الطيور.

وتتفرع كل شعبة هوائية الى العديد من الشعيبات داخل نسيج الرئة وهذه الشعيبات توجد على هيئة انابيب هوائية دقيقة تعطي للرئة طبيعتها الاسفنجية وتتصل الشعيبات بمستودعات مغلقة للهواء تعرف بالأكياس الهوائية air sacs وهي عبارة عن استطالات غشائية من الشعبتين الهوائيتين وهذه الاكياس توجد خارج منطقة الرئتين حيث تتغلغل بين الاحشاء وتخترق عظامه. وجدران هذه الاكياس رقيقة جداً وتملأ التجويف الداخلي لجسم الطائر وفي الحمام يوجد تسعة اكياس هوائية اربعة منها مزدوجة وهي: كيس عنقي cervical air sac وكيس صدري امامي anterior Thoracic وكيس صدري خلفي posterior Thoracic وكيس بطني abdominal اما الكيس الفردي فهو الكيس بين الترقوي Interclavicular air sac ويقع بين الترقوتين، وهذه الاكياس هي مخازن الهواء الذي يدفع ثانية الى الرئتين بفعل العضلات وحركات وضغط الاحشاء، واثناء دخول وخروج الهواء الى ومن تلك الاكياس تتم عملية تبادل الغازات ولذا يعد الجهاز التنفسي في الطيور ذو كفاءة عالية لتلائم معيشة الطيور لما تحتاجه من اوكسجين وفير للقيام بعملية الطيران.

وللأكياس الهوائية وظيفة اخرى غير تنفسية هي تقليل الوزن النوعي للجسم وهي تناظر كيس العوم في الاسماك. وتقع الرئتان في التجويف البلوري pleural cavity الذي ينفصل عن التجويف الحشوي بواسطة حاجز رقيق يدعى الحاجز المائل oblique septum ويرتبط بهذا الغشاء وبالأضلاع بعض العضلات التي تسبب تمدد الرئتين (شهيق inspiration) وتقلصهما (زفير expiration).



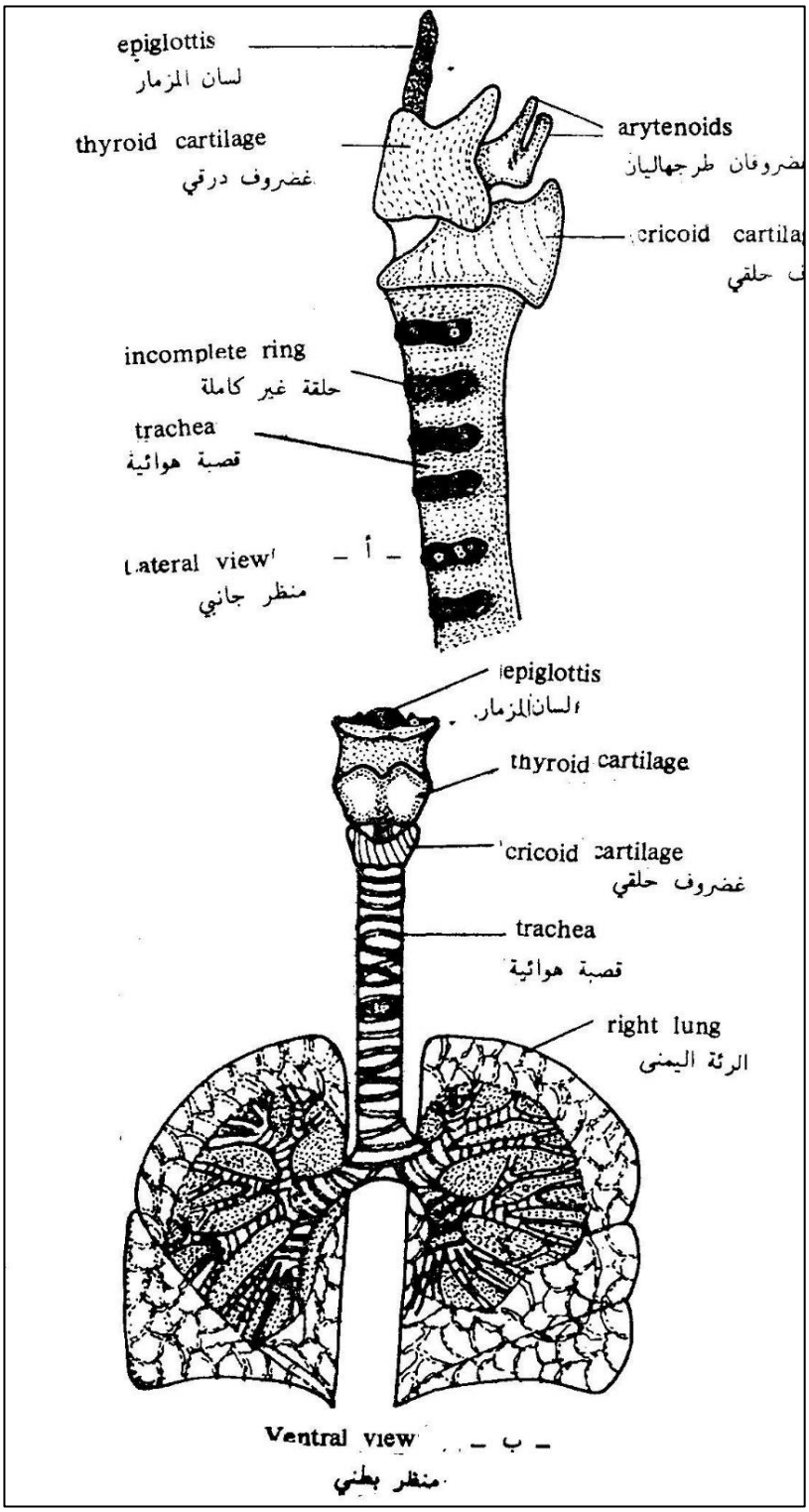

الجهاز التنفسي للحمام Respiratory system of the Pigeon

**٩-اللبائن**

يحرس فتحة المزمار في اللبائن فقط عضو عضلي هو لسان المزمار. وتؤدي فتحة المزمار الى حنجرة جيدة التكوين يدعمها غضروفان طرجهالين على سطحها الخلفي كما يدعمها غضروف حلقي وكل هذه الغضاريف مغطاة من الجهة البطنية بغضروف آخر درعي الشكل يدعى الغضروف الدرقي Thyroid cartilage كما توجد طيات جلدية وترية ممتدة بين الغضروف الدرقي والغضروفين الطرجهالين وهذه الطيات هي التي تكوّن الحبال الصوتية وتؤدي الحنجرة الى القصبة الهوائية التي يختلف طولها باختلاف طول العنق وهي مدعمة بحلقات عظمية غير كاملة في الجهة الظهرية المواجهة للمريء.

وتتفرع كل شعبة هوائية داخل الرئة تفرعات عديدة وتستضيق تجاويفها تدريجياً حتى تنتهي بقنوات هوائية تدعى الشعيبات التنفسية bronchioles التي ينشأ منها الحويصلات الهوائية alveoli التي خلال جدرانها الرقيقة تتم عملية تبادل الغازات. والرئة في اللبائن اسفنجية ذو لون

وردي مفصص وعدد فصوص كل رئة يختلف في الحيوانات المختلفة وعدد فصوص الرئة اليمنى أكبر من عدد فصوص الرئة اليسرى. وتقع الرئتان في التجويف البلوري pleural cavity (تجويف حول كل رئة) وهذا التجويف منفصل كلياً عن التجويف البريتوني او الحشوي بواسطة حاجز عضلي هو الحجاب الحاجز diaphragm وعند تقلص وانبساط هذا الحجاب الحاجز يرتفع وينخفض القفص الصدري وتنتهي الحركات الرئيسة لعمليتي الشهيق والزفير.




الجهاز التنفسي في اللبائن Respiratory system of Mammal (a) Lateral (b) Ventral