بســـم الله الرحمـــن الرحيـــم

كلية التربية بالغردقة

الفرقة الرابعة عـــام علوم جيولوجية و بيولوجية

2023

مادة حيوان (8)

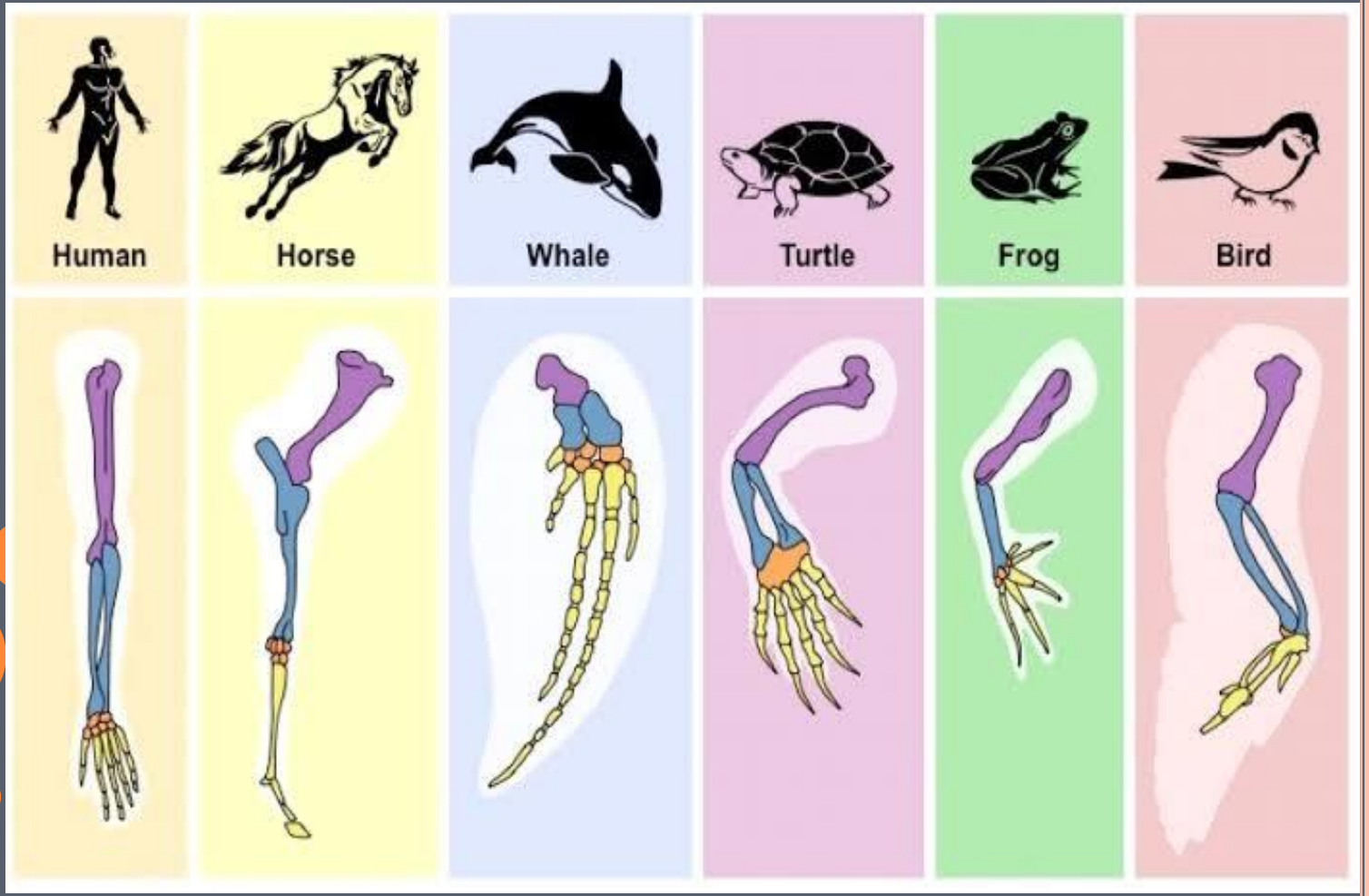
رؤية الكلية

- تسعي الكلية الي مساعدة الجامعة في تحقيق أهدافها الاستراتيجية من خلال أن تكون واحدة من الكليات المتميزة و المنافسة داخليا و خارجيا في التعليم و خدمة المجتمع و البحث العلمي من خلال تحقيق مستوي رفيع من الأداء و تقديم خريج متميز يقابل الاحتياجات المتعددة لسوق العمل المحلي و الخارجي.

رسالة الكلية

- تهدف كلية التربية بالغردقة الي التميز من خلال :
- اعداد المربين و المعلمين المتخصصين و القادة في مختلف التخصصات التربوية.
- تنمية القدرات المهنية و العلمية للعاملين في ميدان التربية و التعليم بتعريفهم بالاتجاهات التربوية الحديثة.
- اجراء البحوث و الدراسات في التخصصات التربوية المختلفة بالكلية.
- نشرالفكر التربوي الحديث و اسهاماته لحل مشكلات البيئة و المجتمع.
- تبادل الخبرات و المعلومات مع الهيئات و المؤسسات التعليمية و الثقافية.
- تنمية جوانب شخصية الطلاب و رعاية الموهوبين و المبدعين.

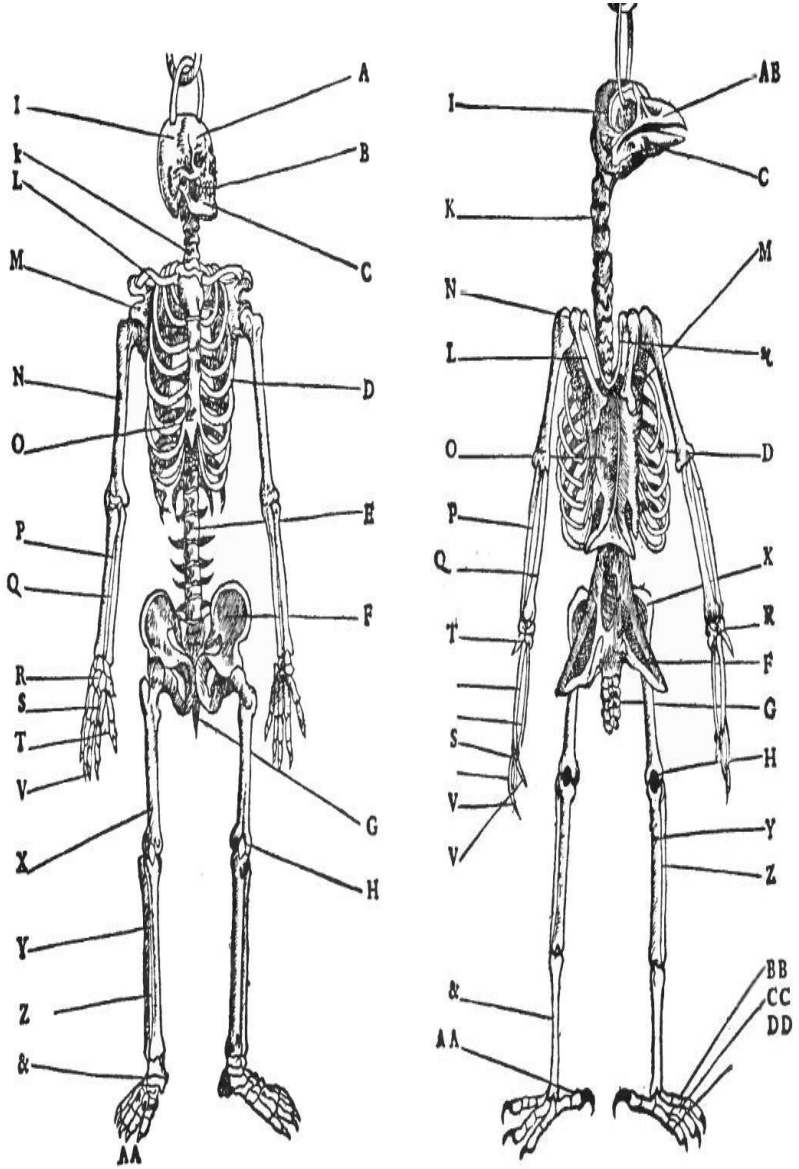
تشريح مقارن و تطور للفقاريات



مقدمة

يعرف التشريح المقارن بأنه دراسة البني الجسمانية للأنواع المختلفة من الكائنات الحية و المقارنة بينها من أجل الوصول لفهم أكبر للتغيرات التي حدثت في تلك البني خلال تمايزها عن بعضها البعض و عن سلفها المشترك.

«بيير بيلون» عالم فرنسي **1555** أول من سجل في كتابه "التاريخ الطبيعي للطيور" التشابهات المذهلة بين هياكل الطيور و هيكل الانسان.



التشريح المقارن هو العلم الذي يهتم بدراسة التشابه و الاختلاف في تشريح المتعضيات .

و هو يتعلق بالتطور.

- **تساعدنا تلك الدراسات المقارنة علي فهم أوسع لقرابة الأنواع و فهم تفرعاتها من بعضها البعض بشكل أفضل**

هو فرع من علم الحيوان يختص بدراسة العلاقات بين تركيب ونشأة ووظائف جميع الأعضاء في جميع الأشكال المختلفة في المملكة الحيوانية (جميع أشكال الحيوانات الفقارية) والمقارنة بينها.

المميزات الأربع الرئيسية للفقاريات

تؤلف الفقريات شعيبة)الفقريات Vertebrataاو القحفيات (Craniataمن شعبة الحبليات . وهي تظهر اربع ميزات تركيبية محددة :

1 -وجود حبل ظهري في الجنين على الأقل

2 -وجود بلعوم مع جيوب او شقوق في جداره في الجنين على الأقل

3 -وجود جهاز عصبي انبوبي ظهري

4- -وجود عمود فقري ** الحبل الظهري والعمود الفقري column vertebral and Notochordal

- يعد **الحبل الظهري** اول تركيب هيكلي يظهر في اجنة الفقريات ، ويكون في اوج نموه قضيبيا يتألف من خلايا حية . يمتد الحبل الظهري من الدماغ المتوسط الى نهاية الذيل ويفسر موقعه جزئيا ، نشوئه من سقف المعي القديم او المعي الجنيني .

يصبح جزء الحبل الظهري الذي يقع في الرأس في اثناء مراحل النمو الأخيرة مقحما في قاع الجمجمة ، كما يصبح الجزء الذي في الجذع والذيل بأستثناء الالفكيات ، محاطا بحلقات غضروفية او عظمية تدعى الفقرات vertebraeالتي توفر دعما قويا للجسم اكثر مما يوفره الحبل الظهري وحده.

تابع المميزات الأربع الرئيسية للفقاريات

- **البلعوم Pharynx**

البلعوم ، هو جزء القناة الهضمية الذي يظهر جيوبا بلعومية في مرحلة الجنين . وقد تنفتح هذه الجيوب الى الخارج لتكّون شقوقا بلعومية وقد تبقى طول الحياة ، او قد تكون وقتية . فإذا استمرت طول الحياة يكون البلعوم البالغ جزءا من القناة الهضمية التي لها شقوق . اما اذا كانت الشقوق وقتية ، فيكون البلعوم البالغ جزءا من القناة الهضمية ويصل التجويف الفمي بالمريء .

- البلعومية والشقوق الجيوب Pharyngeal Pouches and Slits

يتمثل النمط االساس لبلعوم الفقريات في جميع اجنة الفقريات . تنشأ سلسلة زوجية من جيوب بلعومية) حشوية (Visceralكردوب من اندوديرم بلعومي. تغزو الجيوب جدران البلعوم وتنمو نحو سطح الحيوان . ينمو في الوقت نفسه أخدود أكتوديرمي نحو كل جيب بلعومي .تفصل صفيحة خيشومية رقيقة plates Branchialاخدود االكتوديرم عن الجيب البلعومي في وقت مبكر . عند تمزق الصفيحة الخيشومية كما يحدث عادة ينشا ممر بين التجويف البلعومي والخارج يعرف بالشق البلعومي) الحشوي (الذي قد يكون دائميا او مؤقتا .

تابع المميزات الأربع الرئيسية للفقاريات

- **الجهاز العصبي المركزي الظهري المجوف** Dorsal, hollow central nervous system

يتألف الجهاز العصبي المركزي في الفقريات من دماغ وحبل شوكي ، ويحتوي على تجويف مركزي او جوف عصبي .neurocoelتوجد الأجهزة العصبية المركزية الظهرية المجوفة في الحيوانات الحبلية فقط . ويعد موقعها الظهري ووجود تجويف فيها نتيجة لنشوء الجهاز العصبي المركزي نموذجيا كأخدود عصبي neural grooveطولي في الاكتوديرم الظهري ، الذي يغوص في الجدار الظهري للجسم في وقت الحق ليؤلف انبوبا عصبيا tube Neuralمجوفا . يكون الأنبوب العصبي عند طرفه الأمامي أعرض ، ويصبح هذا الجزء دماغا مع تجاويفه . تربط الأعصاب القحفية والشوكية الجهاز العصبي المركزي بأعضاء الجسم وتؤلف الأعصاب مع العقد العصبية والظفائر المرتبطة بها الجهاز العصبي المحيطي. تترتب ألعصاب الشوكية لمعظم الفقريات ترتيبا تعقليا اذ تنشا عند مستوى كل قطعة جسمية وتمر بجلد وعضلات تلك القطعة والى الأحشاء . تنشأ في الأسماك والبرمائيات عشرة ازواج من الأعصاب القحفية واثنا عشر زوجا في الزواحف والطيور واللبائن . العصبان الأضافيان في الفقريات الراقية هما عصبان شوكيان احتبسا داخل الجمجمة .

تابع المميزات الأربع الرئيسية للفقاريات

- **الفقرات العنقية Vertebrae Cervical**
- تتألف الفقرات النموذجية من جسم الفقرة وقوس عصبي ينمو فوق الحبل الشوكي ونتوءات متنوعة . يوجد في الذيل قوس دموي قد يحيط بالشريان والوريد الذنبيين يبقى على امتداد الجذع والذيل ، ولو انه يتخصر داخل كل جسم فقرة . وتطمس معالم الحبل تقريبا في الزواحف الحديثة والطيور واللبائن اثناء النمو ، ويبقى اثر منه في اللبائن داخل االقراص التي بين الفقرات ، اذ يتألف االثر من كتلة كروية طرية من نسيج تدعى النواة اللبية nucleus pulpوال وجود لهذا االثر في الزواحف والطيور . يختلف مصير الحبل الظهري في الحبليات واللافكيات ، ففي الرميح يستمر نموه مع نمو الحيوان ولا يحاط بفقرات لذا يبقى هو الهيكل المحوري الرئيسي طول الحياة وفي البرمائيات الذيلية ، يقتصر وجود الحبل الظهري في الذيل ، ويختفي في مرحلة التحّول عند ضموره . في اللافكيات ينمو الحبل الظهري باستمرار نمو الحيوان ، ولكن تنشأ غضاريف عصبية جانبية زوجية على جانبي الحبل الظهري جزءا مهما من الهيكل المحوري للبالغ ، فانه يكون غلافا مرنا قويا في الخارج ، وغلافا ليفيا في الداخل .

SATELLITE CHARACTERISTICS الميزات الثانوية

- **الجلد skin**

يتألف غطاء الفقرات او جلدها من بشرة تنشأ منن الأكتوديرم Ectodermوتقع تحتها أدمة تنشا من الميزوديرم . كما تختلف بشرة الحيوانات التي تعيش في الماء عن بشرة الحيوانات التي تعيش وأجسامها معرضة للهواء . كانت أدمة الفقر يات القديمة عظمية . تنشا من الجلد انواع كثيرة من الغدد وتفتح على السطح ، كما و يتحور الجلد موضعي ا ليكون اغشية مثل منظمة العين الشفافة ،الأغشية المخاطية للشفاه و السطوح التنفسية . وتعد أعضاء الاضاءة في الأسماك التي تعيش في أعماق البحر غددا جلدية متحورة .

SATELLITE CHARACTERISTICS الميزات الثانوية

- **التعقيل الرتيب metamerism**

ويعني التكرار المتسلسل لتراكيب الجسم في المقطع الطولي كما في القطع الجسمية المتتالية لدودة الأرض من الخارج و الداخل . ويظهر التعقيل الرتيب في الروبيان في المنطقة الذيلية ولن يظهر في المنطقة الظهرية لوجود الدرع. كما تظهر الفقرات تعقيلا رتيبا اساسيا يتمثل بالأجنة ويحتفظ به في كثير من الأجهزة عند البلوغ ، ولا يظهر التعقيل الرتيب في الجلد ولكن اذا سلخ جلد الأسماك او البرمائيات وحتى في بعض الزواحف فتشاهد سلسلة من القطع العضلية المتماثلة. ويعد الترتيب التسلسلي للفقرات والأضلاع ، الأعصاب الشوكية ، أنبيبات الكلية الجنينية ، الشرايين والأوردة العقلية وعضلات الجدار الجسمي كلها تعبير عن التعقيل الرتيب الأساسي للفقر يات .

SATELLITE CHARACTERISTICS الميزات الثانوية

- **الأليات التنفسية mechanism Respiratory**

تؤدي معظم الفقريات مهمة التنفس الخارجي) تبادل الغازات التنفسية بين الحيوان وبيئته (بواسطة اغشيتها الغنية بالأوعية الدموية والمشتقة اساسا من الجدار البلعومي او قاعه . تقع الغلاصم (الخياشيم) الداخلية في جيوب غلصمية تفتح الى الخارج خلال شقوق غلصمية ، وتنشا الغلاصم الخارجية كنمو من القوس البلعومي . تنشا الرئات من بروز بطني وسطي للقاع البلعومي الى الخارج ويعرف ببرعم الرئة الذي يندفع داخل الجوف الجسمي و لكنه يبقى مرتبطا بالبلعوم بواسطة قناة هوائية. تتنفس الفقريات احيانا بوسائل اخرى كالجلد ، والبطانة الفمية البلعومية واغشية خاصة خارج الجنينية) اثناء الحياه الجنينية (تقع تحت قشرة البيضة تماما ، او تكون بتماس مع رحم الأم .

SATELLITE CHARACTERISTICS الميزات الثانوية

- **الجوف Coelom**

يوجد جوف في الفقريات بين الجدار الجسمي واألنبوب الهضمي . يقسم الجوف في االسماك والبرمائيات وكثير من الزواحف الى تجويف تاموري cavity pericardialيحيط بالقلب ، وتجويف بريتوني جنبي cavity peritoneal-pleuraيحيط بمعظم ألحشاء ألخرى التي تشمل الرئتين . وفي كثير من ذكور اللبائن ، تحيط جيوب خارجية ذيلية من الجوف ،الخصيتين . ويعد التجويفان الصفنيان cavities scrotalجزءا رابعا من الجوف الجسمي

- **الأعضاء الهضمية organs Digestive**

تظهر القناة الهضمية مناطق تتخصص لتناول الطعام ومعاملته بسلسلة من العمليات المتعاقبة وخزنه مؤ قتا ثم هضمه وامتصاصه وطرح المتبقي غير الممتص الى الخارج . يتكون الجهاز الهضمي النموذجي من : 1 .التجويف الفمي 2 .البلعوم 3 .المريء)بطول العنق (4 .المعدة واألمعاء ، اذ يكون الجزء ألخير ملتفا غالبا والذي يزيد من مساحة االمتصاص من دون زيادة في طول الجسم .ً 5 .الأنابيب الأعورية او ردوب) الرتوج(diverticulcmوتشمل كبدا liverبنكرياسا ..6 pancreasالمجمع cloaca، الذي يفتح الى الخارج عبر المخرج . anusويضمحل المجمع في الألسماك الحديثة كأنه لاوجود له . ويقسم في اللبائن بحواجز اذ ينعدم في اللبائن البالغة باستثناء أحادية المسلك وفي هذه الحالة تفتح ألمعاء الى الخارج مباشرة عن طريق الشرج .

SATELLITE CHARACTERISTICS الميزات الثانوية

- **الأعضاء البولية التناسلية Urinogenital organs**

تكون الأعضاء البولية والتناسلية في الفقريات مرتبطة ارتباطا وثيقا ببعضها البعض . تنشأ الكلى Kidneyوالغدد التناسلية glands Genitalفي سقف الجوف الجسمي قريبة من بعضها البعض ويشترك الجهازان ببعض الممرات .تعد الكلى(الوحدات الكلوية) الأعضاء الرئيسة لطرح الماء الفائض في تلك الأنواع التي يكون فيها هذا الطرح ضروريا (لا يكون ضروريا في الحيوانات البحرية او الصحراوية) ، وهي ايضا تساعد في المحافظة على توازن مناسب للكهارل (Electrolytes.

SATELLITE CHARACTERISTICS الميزات الثانوية

- **جهاز الدوران circulatory system**

ينحصر وجود الدم اجمعه في الشرايين والأوردة والشعيرات الدموية والجيبانيات . يقع القلب الى الجهة البطنية او الخلفية من البلعوم ، وهو عضو بطني الموقع ، مفرد ، يتألف من عدة ردهات يقوم بمهمة ضخ الدم الى الأبهر البطني ، ثم الى الأبهر الظهري عبر الأقواس الأبهرية . ينتقل الدم من الأبهر الظهري الى المنطقة الخلفية ويوزع الدم المحمل بالأكسجين الى اعضاء وأجهزة الجسم كافة لديمومة الحياة ، كما وهناك جهاز وعائي لمفاوي.

- **Sense organsالحواس أعضاء**

للفقريات اعضاء حواس خاصة كثيرة التنوع عادة) مستقبلات (Receptorsتراقب باستمرار تغيرات البيئة الداخلية والخارجية .

التمـــاثل والتشـــابه بين الأعضـــاء

من الدراسة المقارنة للأعضاء المختلفة للأنواع المختلفة يتضح لنا المصطلحات الآتية:

الأعضاء المتماثلة

هي الأعضاء التي لها أصل جنيني واحد حتي ولم تكن متشابهة أو كانت تؤدي وظائف مختلفة مثل الطرفان الأماميان في الطيور والثدييات.

الأعضاء المتشابهة

هي الأعضاء التي لها أصل جنيني مختلف ولكن نظرا لقيامها بوظيفة متشابهة فان شكلها وتركيبها عادة ما يكون متشابها, فمثلا أجنحة الليمورالطائر جلدية ممتدة بين الطرف الأمامي والطرف الخلفي للحيوان وجناح الطيور هو تحورالطرف الأمامي فقط الي جناح , ولذلك فهي أعضاء متشابهة وليست متماثلة.

INTEGUMENTARY SYSTEM الجهاز الجلدي

يعتبر الجلد الدعامة الخارجية للجسم ويغطي هو وتراكيبه الاضافية الجسم من الخارج ويتركب في الفقاريات من طبقتين:

البشرة : تنشأ من الأكتوديرم

الأدمة : تنشأ من الميزوديرم

يؤدي الجلد وظائف عديدة هامة لأنه العضو المتصل مباشرة بالوسط الخارجي المحيط بالكائن الحي.

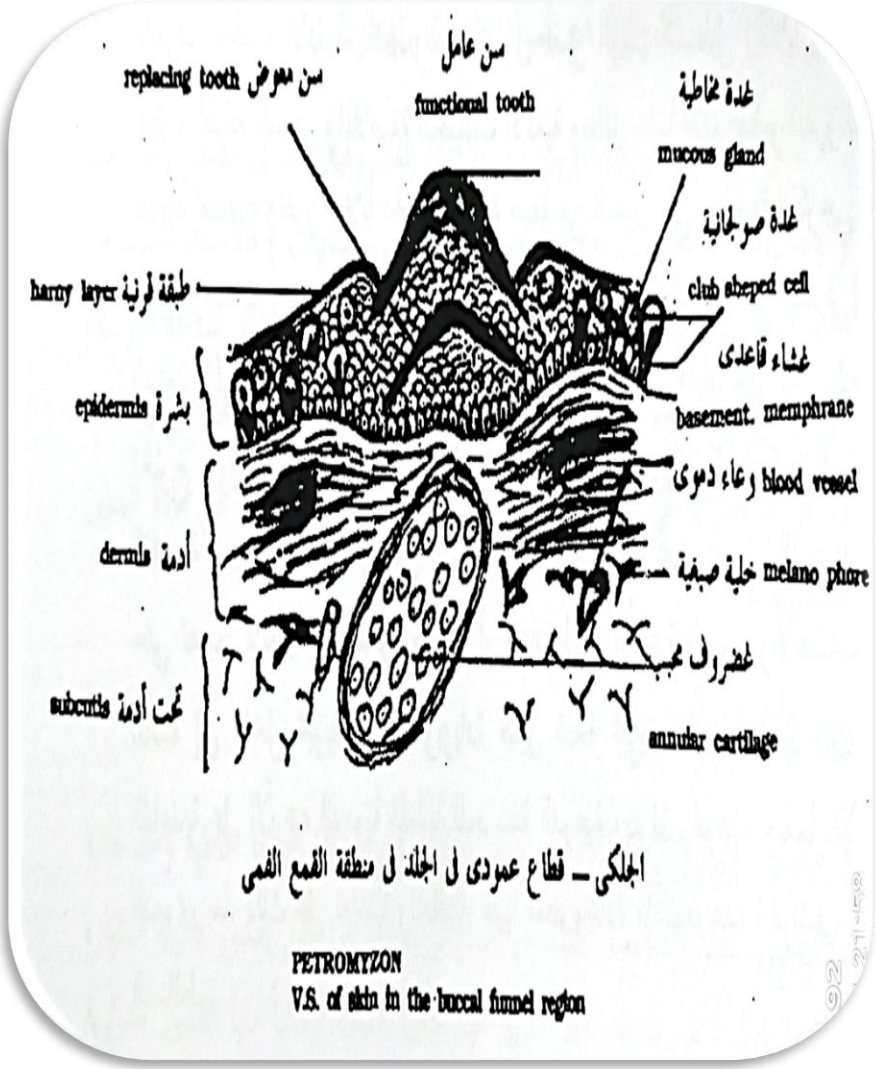
- دعامة الجسم
- الحماية
- الاخراج
- تنظيم درجة حرارة الجسم
- أختزان الدهون
- التنفس
- الاحساس

جلـــد الســهـــيم

- **البشرة:** تتكون من طبقة واحدة من الخلايا المكعبة أو العمادية كما أنها تحتوي على غدد وحيدة تسمي الغدد الكأسية ويغطي الجلد من الخارج طبقة كيتينية رقيقة.

- **الأدمة:** طبقة رفيعة من نسيج ضام تحتوي علي الخلايا اللونية ويوجد تحت الأدمة طبقة تحت أدمية وهي طبقة هلامية تحتوي علي الياف النسيج الضام ومتصلة بالفواصل العضلية الموجودة تحتها.

الجلد في دائرية الفم مثل البترومیزون

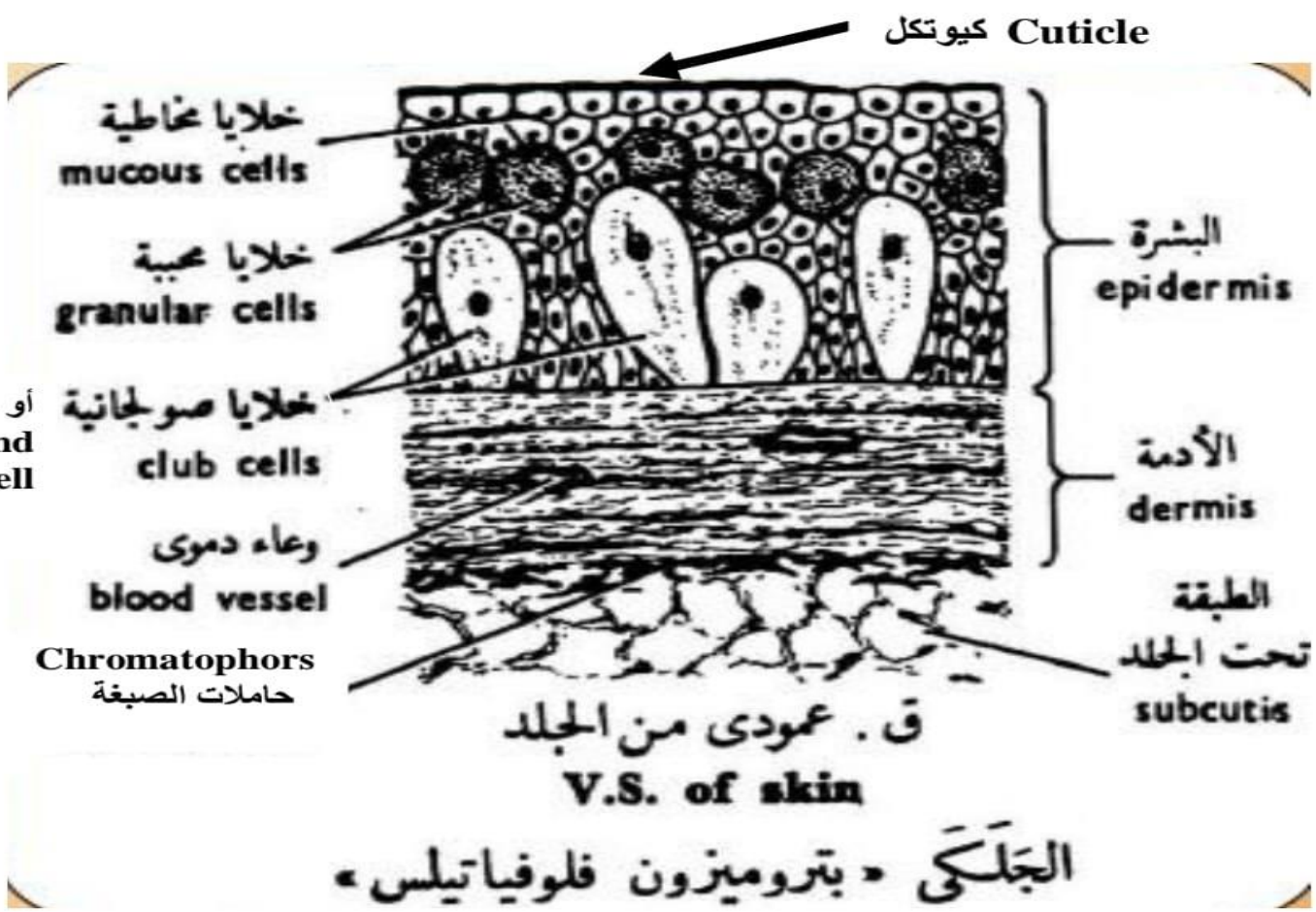


- **البشرة** : طلائية حرشفية مصففة تحتوي علي انواع من الغدد والبشرة ملساء ناعمة لا تحتوي علي مكونات صلبة ويغطيها من الخارج طبقة قرنية رقيقة.
- **الأدمة** : سميكة وتتكون من نسيج ضام كثيف متكون من الياف متلاصقة وممتدة تحت الغشاء القاعدي.

A. **البشرة Epidermis** : نسيج طلائي طبقي ويتألف من عدة صفوف من الخلايا ، الطبقة السطحية خلايا حية تفرز القشيرة الرقيقة الكيوتكل ، ثم طبقة من الخلايا المكعبة التي تحتوي على خلايا حبيبية **Granular cell** وخلايا دورقية **Beaker cell** تفرز مادة مخاطية ، كما تحتوي على خلايا خيطية **Thread cell** تفرز تراكيب خيطية مع المواد المخاطية ، كما تحتوي على خلايا صبغية **Pigment cell** .

B. **الأدمة Dermis** : تحتوي الأدمة على ألياف نسيج رابط مع أوعية دموية وطبقات من نسيج دهني وعضلي .

C. يعزى لون الجلد إلى لوجود حاملات الصبغة **Chromatophores** .



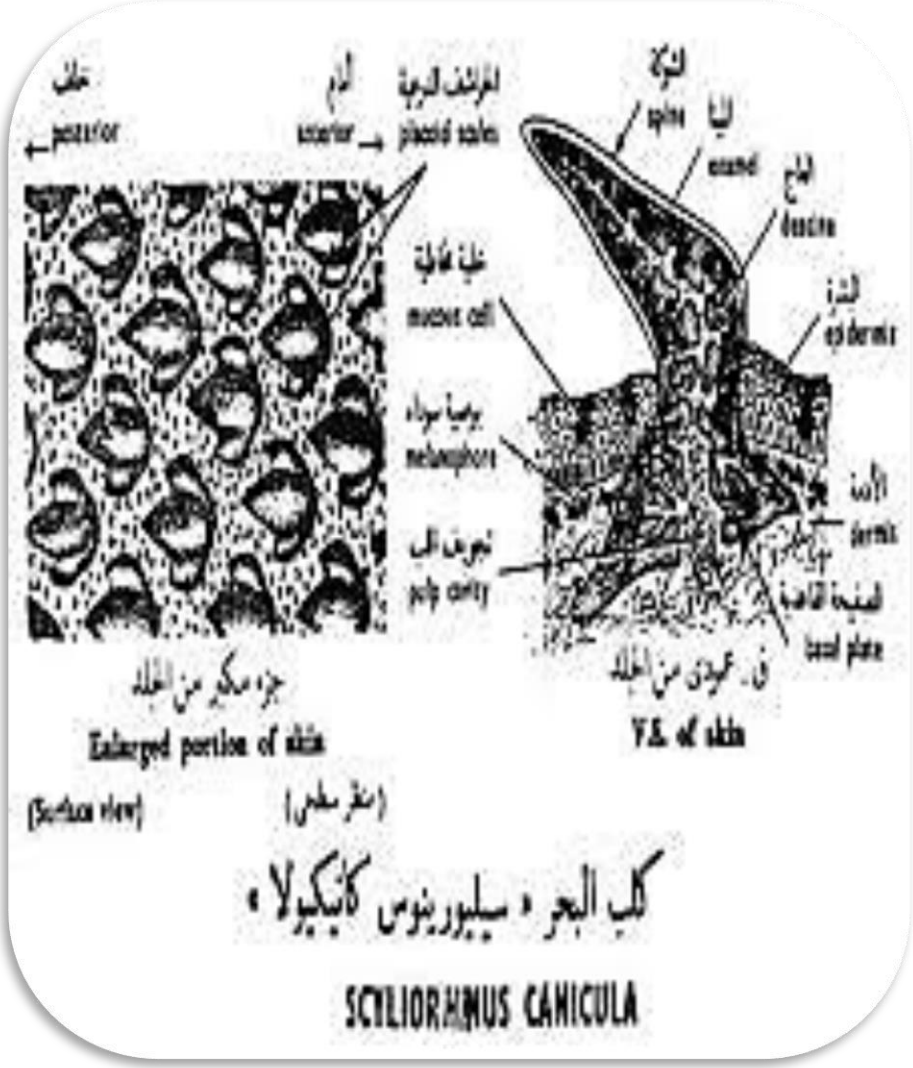
ق . عمودى من الجلد
V.S. of skin

الجَلَكَى « بتروميزون فلوفياتيلس »

الأسنـــان القـــرنية فى الجلـكى

- يحتوي الجلد المبطن للقمع الفمي للجلكي على أسنان قرنية سريعة التساقط والاحلال وتوجد ايضا علي اللسان القاطع وتستخدم لقطع لحم السمكة الكبيرة التي يتعلق بها الجلكي ويتغذي علي دمائها
- تعتبر هذه الأسنان زوائد من البشرة متكونة من تحور في خلايا البشرة الي مادة كيراتينية.
- الأسنان السطحية تسمي الأسنان العاملة ويوجد تحتها أسنان بديلة تحل محلها عند تأكلها أو تساقطها ويدعم كل سن غضروف محبب يوجد في الأدمة ويتكون منها.

جلد الأسماك الغضروفية مثل كلب السمك



البشرة :تتكون من طلائية طبقية وتحتوي على خلايا قليلة مفرزة للمخاط.

الأدمة : تتكون من نسيج ضام يحتوي على خلايا لونية تقع تحت الغشاء القاعدي.

الحراشف أو القشور الدرعية.

3 -الجلد في الأسماك الغضروفية Chondrochthyes :

وكمثال يدرس مقطع عرضي في جلد كلب البحر Dog fish حيث يتكون جلد كلب البحر من طبقتين الأولى هي:

A -البشرة Epidermis : تكون طبقة البشرة رقيقة في كلب البحر وتتكون من نسيج ظهاري طبقي (طلائي) Stratified epithelial tissue ، الخلايا السطحية تكون مسطحة (حرشفية) ، أما خلايا الطبقة القاعدية فتكون عمودية ونشطة انقساميا حيث تكون مسؤولة عن تكوين البشرة بكاملها ، تنتشر بين الخلايا الطلائية الحرشفية الكثير من الخلايا الفارزة للمخاط mucous cell .

B -الأدمة Dermis : تتكون الأدمة من طبقتين، الطبقة السطحية تتكون من نسيج رابط مفكك Loose connective tissue تسمى Stratum laxum تحوي على أعصاب وأوعية دموية وألياف عضلية ملساء ، أما الطبقة الأخرى من الأدمة فتتكون من نسيج ضام متماسك تسمى Stratum compactum التي تكون إلى الداخل من الطبقة الأولى المفككة وتتألف من ألياف الكولاجين Collagen fibers .

C -وجود الخلايا الحاملة للصبغة Chromatophres تقع في الأدمة وفي الأجزاء القريبة من الأدمة والتي تهاجر إلى البشرة أحيانا .

D -انعدام طبقة الكيوتكل

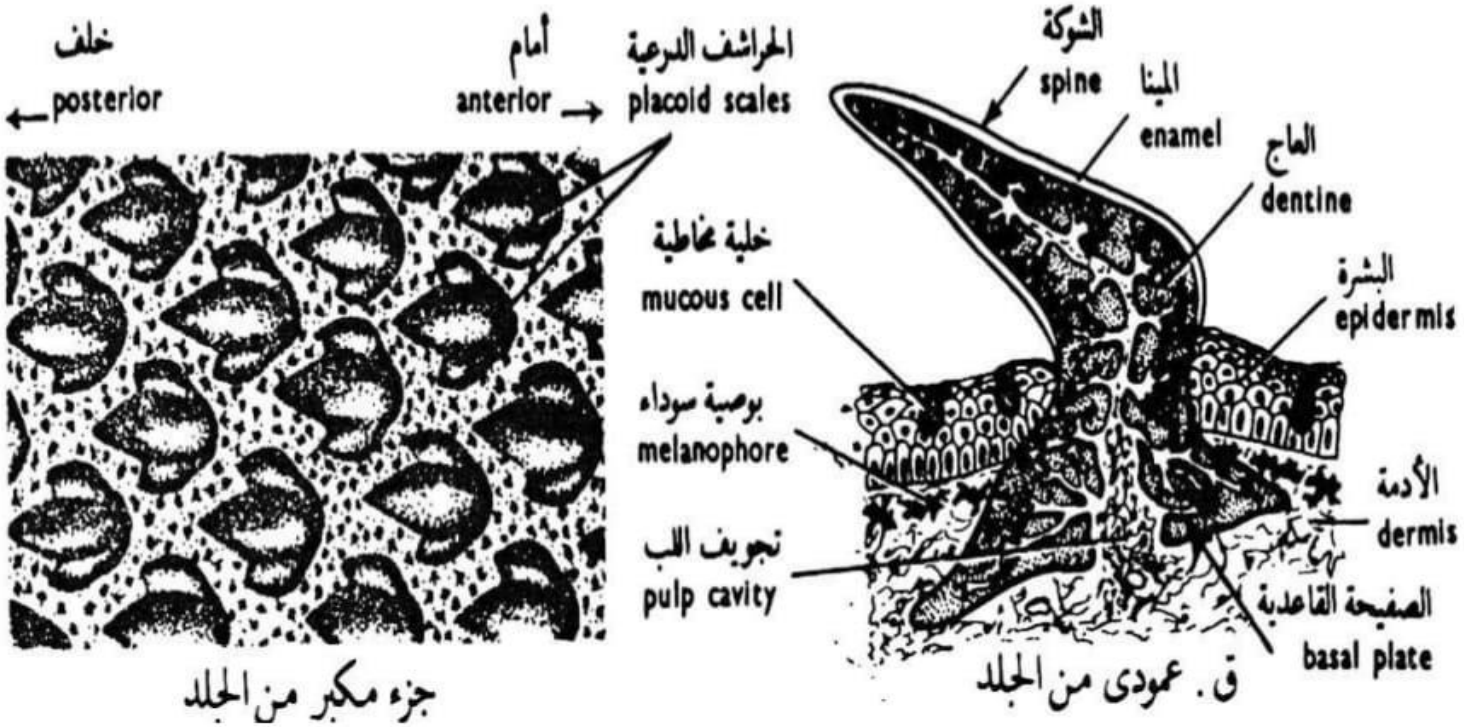
E -نوع الحراشف في الأسماك الغضروفية (حراشف درعية placoid scales)

الحراشف Scales

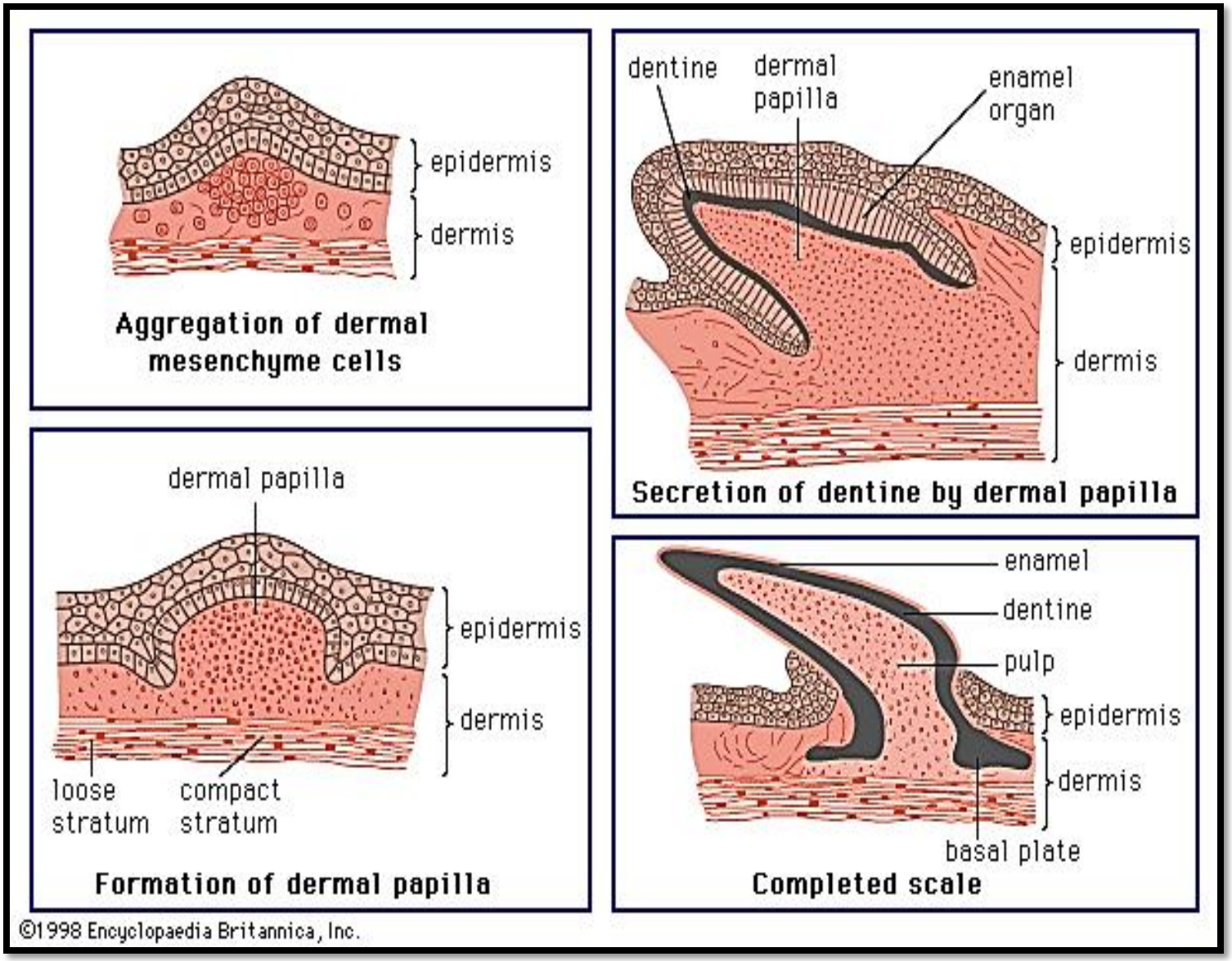
تعد الحراشف من مشتقات الجلد وتنشا من الأدمة لذلك سميت بالمشتقات الآدمية ، تنشا الحراشف من النسيج المتوسط وتتألف من صفائح عظمية أو كلسيه تقع الواحدة بجانب الأخرى أو قد تغطي الواحدة جزءا من الأخرى.

أنواع الحراشف:

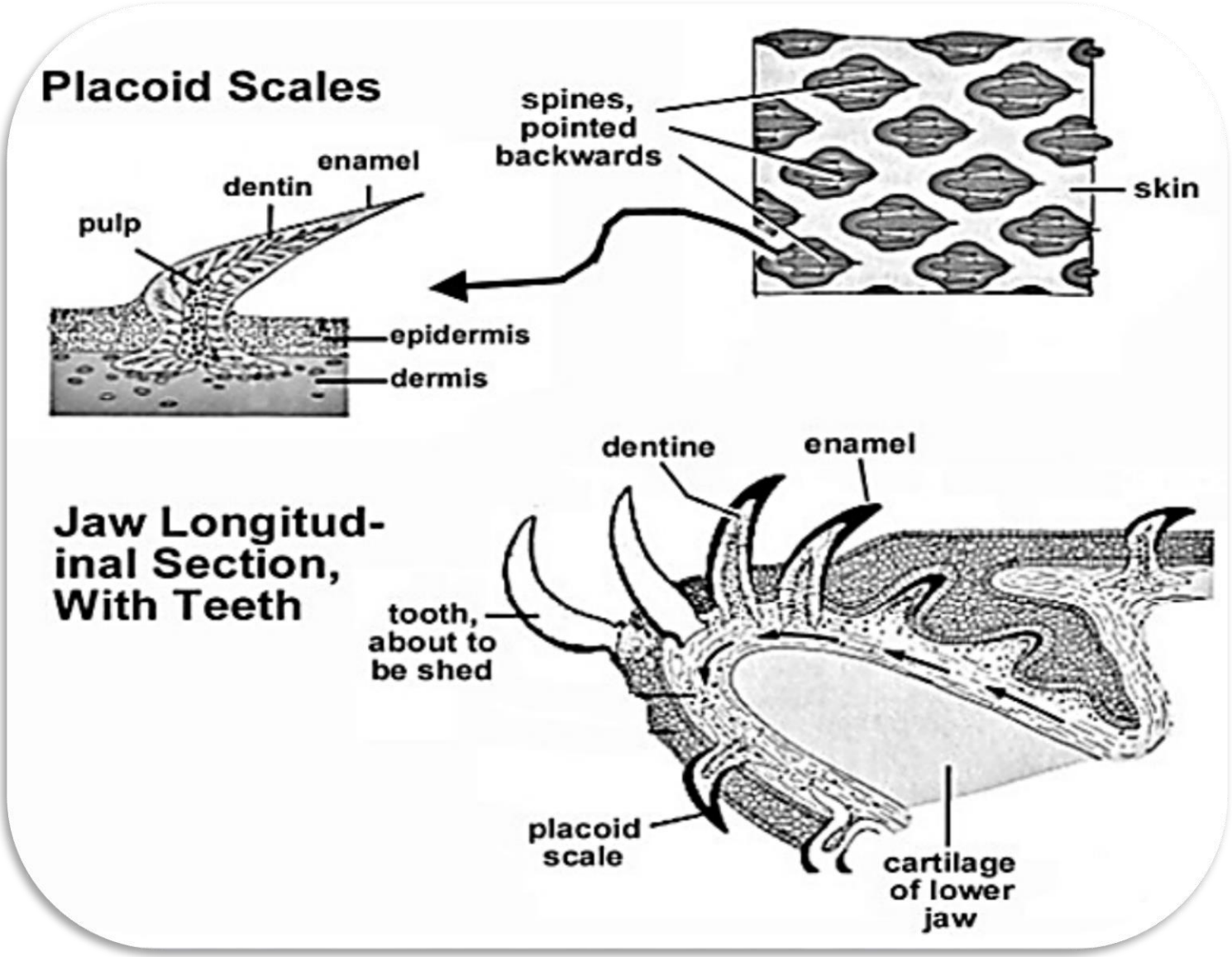
1. **الحراشف الدرعية Placoid scales** : توجد في الأسماك الغضروفية وتتألف من صفيحة عظمية قاعدية دائرية الشكل مندسة في طبقة الأدمة تبرز من الصفيحة القاعدية شوكة خلال طبقة البشرة تتجه نحو المؤخرة تتألف من مادة العاج Dentine ومغطاة بطبقة صلبة من المينا Enamel ، وكلاهما مشتقان من الأديم المتوسط . القسم الأوسط من الشوكة يشكل التجويف اللبي الذي يفتح خلال الصفيحة القاعدية بفتحة إلى الأدمة تدخل خلالها الأوعية الدموية .



مراحل تكوين القشور الدرعية



أسنان الأسماك الغضروفية



الجلـــد في الأسماك العظمية

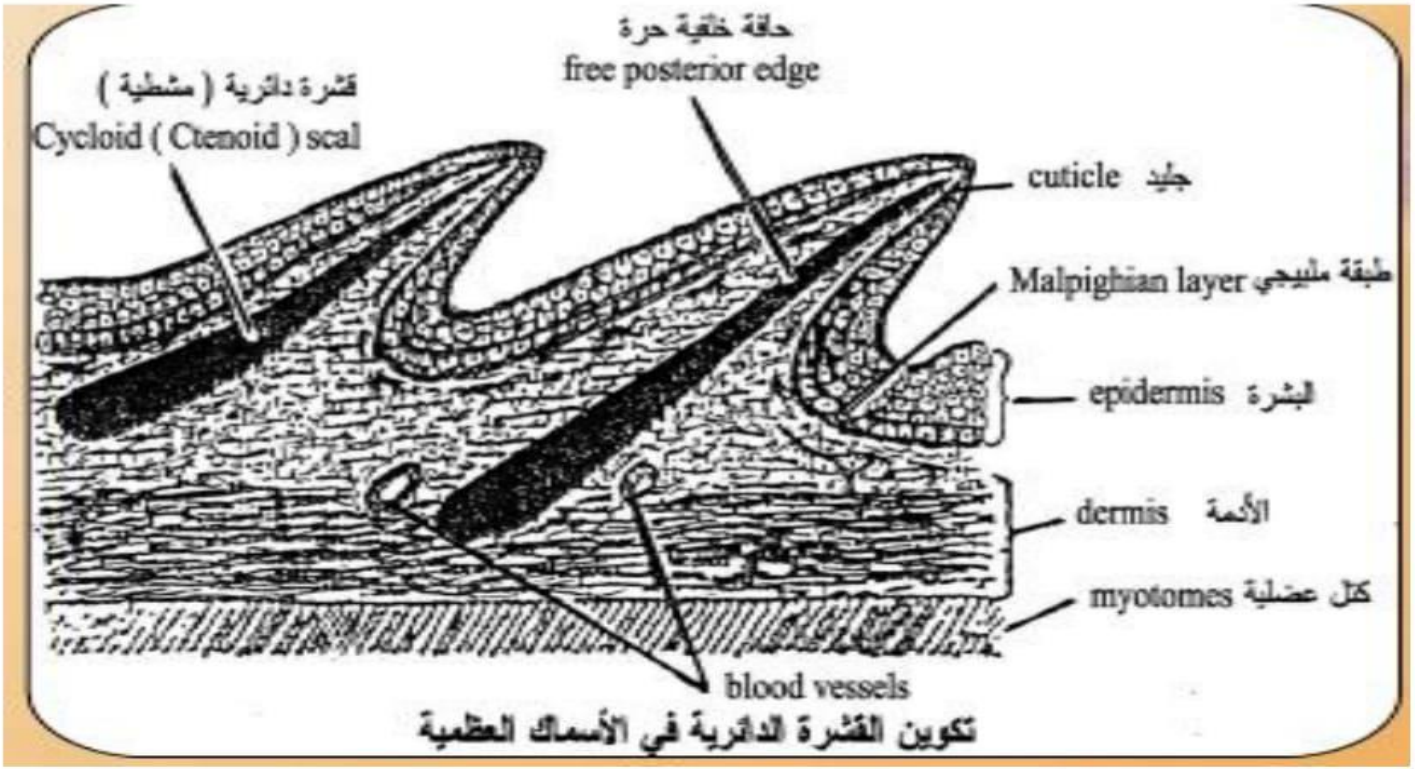
4- الجلد في الأسماك العظمية Osteichthyes:

يكون الجلد حرشفي ورقيق نسبيا وكثير الغدد ومرتبط بقوة بالعضلات الواقعة أسفله، وكمثال يدرس مقطع عرضي في جلد الأسماك العظمية Bony fish حيث يتكون جلد الأسماك العظمية من طبقتين الأولى هي:

A -**البشرة Epidermis** : البشرة رقيقة ، تكون طبقية مكونة من أ كثر من صف واحد من الخلايا ، تنعدم فيها الطبقة المتقرنة

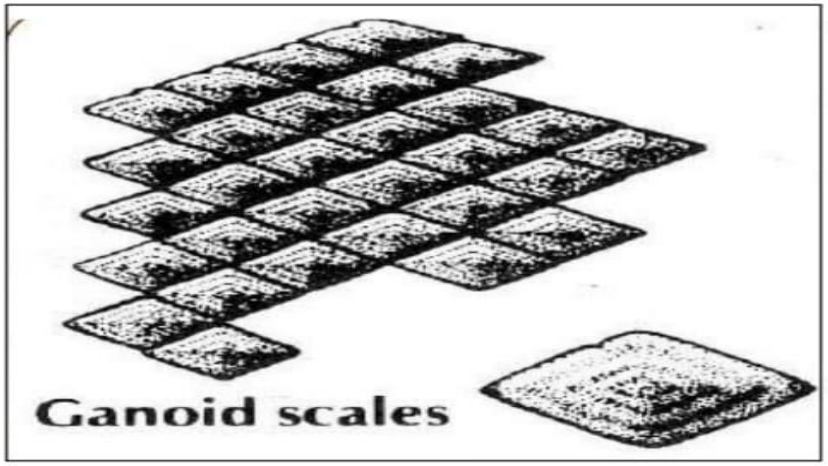
B - **الأدمة Dermis** : تتكون الأدمة من طبقتين ، طبقة مفككة وأخرى متراصة ، ألياف النسيج الضام لا تكون مرتبة بزاوية قائمة ولكنها غالبا ما تكون موازية للسطح.

C -نوع الحراشف في الأسماك العظمية (**حراشف دائرية Cycloid scales ، حراشف مشطية Ctenoid scales حراشف معينية Ganoid scales)**

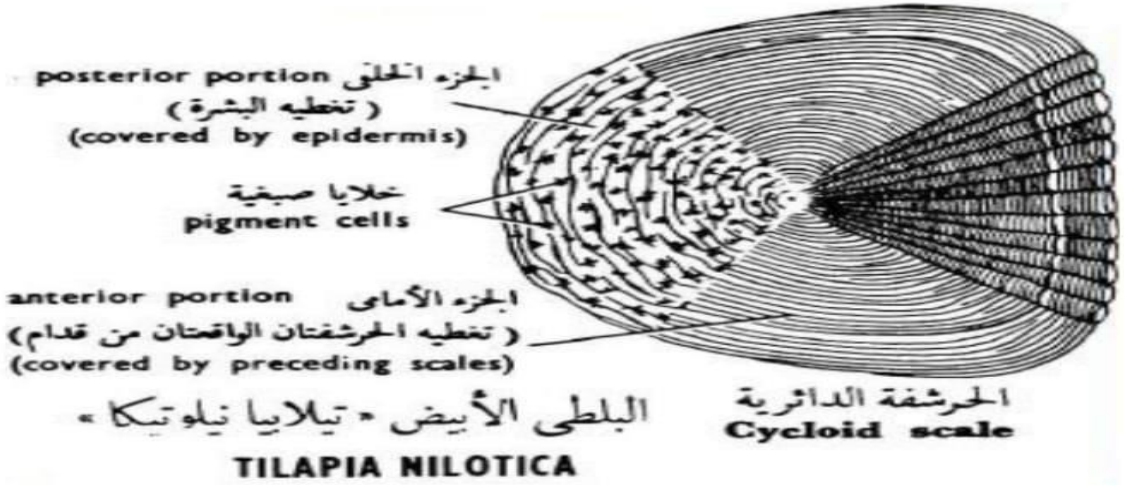


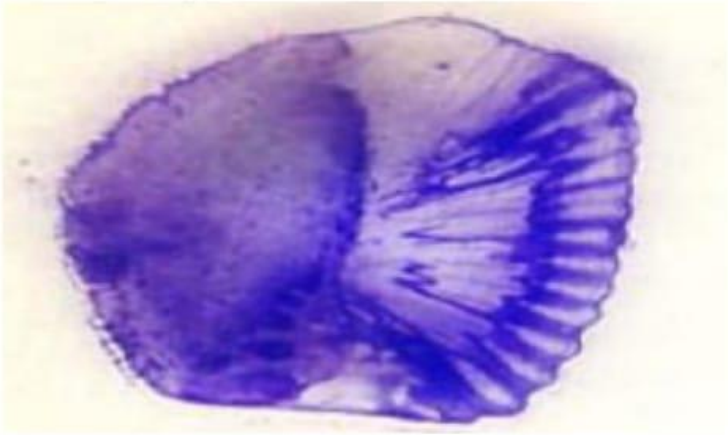
تكوين القشرة الدائرية في الأسماك العظمية

2. **الحراشف المعينية Ganoid scales** : تصطف هذه الحراشف على جسم السمكة فالحافة الخارجية لكل حرشفة تلتقي بحافات الحراشف المجاورة بشكل يماثل وضع البلاط في أرضية البناء ، توجد في الاسماك العظمية البدائية.

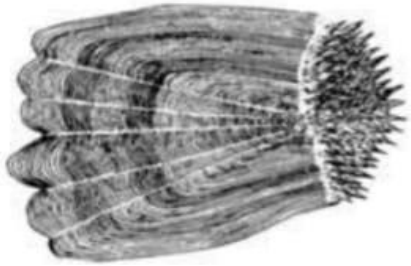


3. **الحراشف الدائرية Cycloid scales** : حراشف دائرية الشكل تقريبا مع خطوط متحدة المركز تمثل مناطق النمو التي تستخدم لتقدير العمر، هناك نهايتين في مثل هذه الحراشف ، نهاية قاصية Distal حرة ونهاية داخل الجلد دانية Proximal والنهاية القاصية لحرشفة تغطي النهاية الدانية للحرشفة الواقعة خلفها توجد في الأسماك العظمية.





4. **الحراشف المشطية Ctenoid scales** : تماثل الدائرية من حيث الشكل والتركيب العام وتمتاز نها يتها القاصية Distal ببروزاتها المشطية الرفيعة ، وللنهاية الدانية (الأمامية) Proximal انحناءات تربط نهايات الخطوط الشعاعية . النهاية القاصية من حرشفة تغطي النهاية الدانية للحرشفة الواقعة خلفها كما هو الحال في الدائرية، توجد في بعض الأسماك العظمية .



الجلد في البـــرمائيـــات

الجهاز الغطائي
Integument System

5- الجلد في البرمائيات Amphibia:

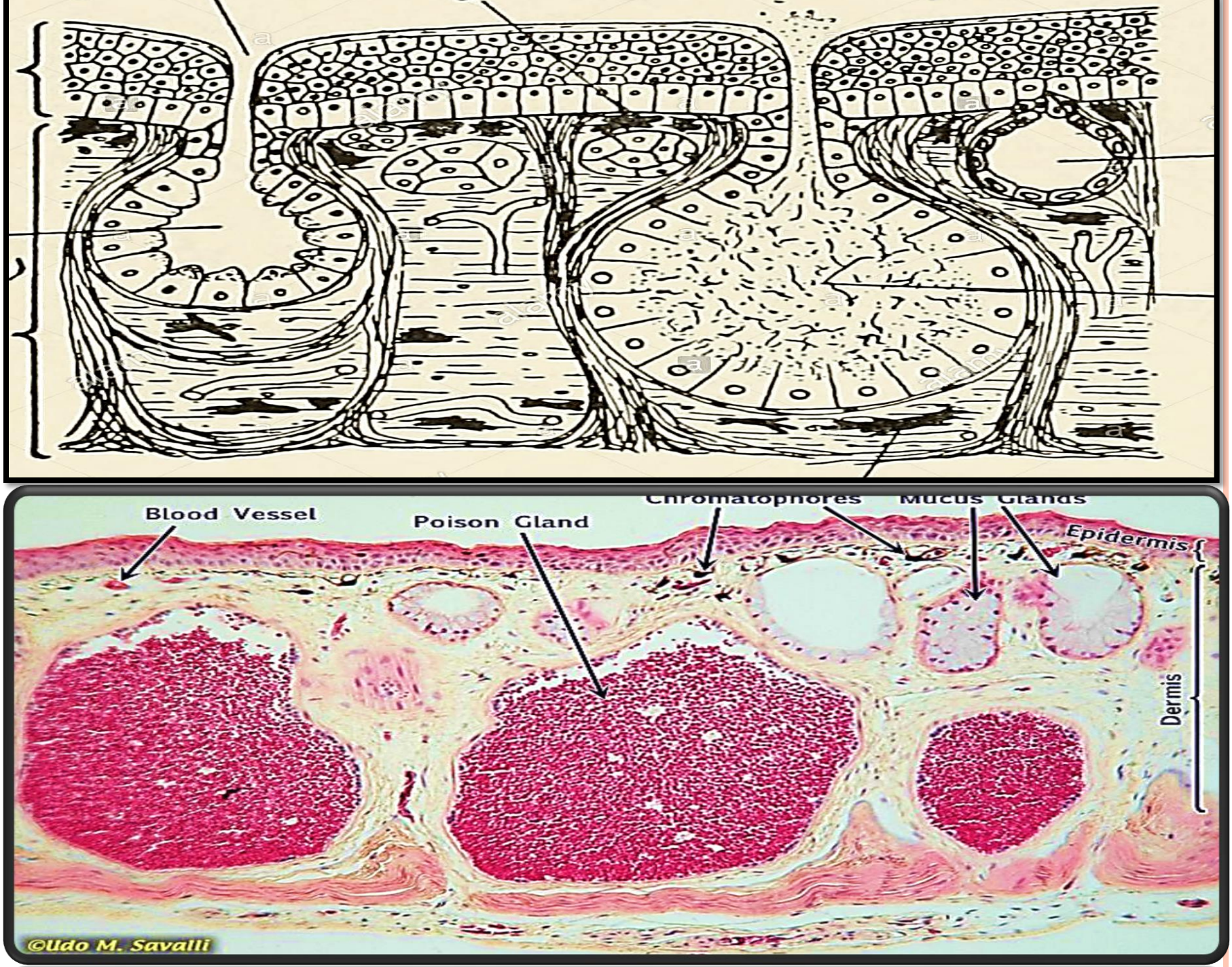
الجلد أملس ورطب وزلق تنعدم فيه الحراشف ، وتكون الطبقة الخارجية فيه والتي تعرف بالطبقة المتقرنة **Stratum Corneum** رقيقة نسبيا ، وكمثال يدرس مقطع عرضي في جلد الضفدع حيث يتكون الجلد من طبقتين الأولى هي :

A - **البشرة Epidermis :** تتكون البشرة من عدة طبقات (5-8) ، الطبقة الخارجية تكون ذات خلايا مسطحة متقرنة، هذه **الطبقة المتقرنة** والميتة تظهر ولأول مرة في البرمائيات تتكيف للمعيشة على اليابسة وتكون أفضل تكوينا وخاصة في تلك التي تقضي وقتا أطول على اليابسة، وهذه الطبقة ليست لحماية الجسم فقط ، وإنما أيضا تمنع فقدان المزيد من الرطوبة.
تدعى الطبقة الداخلية للبشرة والمستندة على الغشاء القاعدي بالطبقة المولدة **Stratum Germinativum** أو بطبقة مالبيجي **Malpighi** ، وهي تتكون من خلايا ظها رية عمودية **Columnar cell** نشطة انقساميا لها القدرة على تكوين خلايا جديدة نحو الخارج والتي تفقد شكلها العمودي وتفقد نواتها لتصبح مسطحة نتيجة للتغير التدريجي في بروتوبلازم الخلية وترسب مادة الكيراتين **Keratin**

سوال 1: ما هو الكيراتين اعطي تعريفا مفصلا؟

B – **الأدمة Dermis :** تكون الأدمة رقيقة نسبيا وتتكون من طبقتين ، الطبقة الخارجية مفككة وغزيرة التجهيز الدموي والعصبي تحتو ي على معظم الغدد وحاملات الصبغة وتدعى بالطبقة الأسفنجية **Spongiosum layer** ، أما الطبقة الداخلية فتكون أكثر تراصا وتماسكا مكونة من نسيج ضام كثيف أليافه في وضع عمودي أفقي تسمى بالطبقة المتماسكة **Compactum layer**.

C – **الغدد Glands** : يوجد في جلد البرمائيات نوعين من الغدد المتعددة الخلايا وهي :
1 - الغدد المخاطية **Mucous glands** : تكون أكثر عددا واصغر حجما دورقيه الشكل ، تفرز سائل مائي عديم اللون يحافظ على رطوبة الجسم ويساعد في عملية التنفس
2 - الغدد السمية **Poison glands** : تكون اقل عددا من المخاطية واكبر حجما تفرز مادة سمية معتدلة السمية تحمي الحيوان


Blood Vessel
Poison Gland
Chromatophores
Mucus Glands
Epidermis
Dermis
©Udo M. Savalli

الجلد في الزواحف

الجهاز الجلدى فى الزواحف: Dermel System of Reptiles

جلد الزواحف ذو طبيعية جافة وتقريبيا لا توجد غدد مـــاعدا منـــاطق معينة فى بعض الأفراد (مثال الغدد الفخذية فى الضب) الجلد أيضا مكـــون من بشرة خلوية وأدمة ليفية البشرة مكونة من صفين أو ثلاثة من الخلايا.

المشتقات الهيكلية الخارجية لجلد الزواحف :

- **القشور القرنية: Horny Scales**

خلايا الطبقة المنبتة تصبح اكثر نشاطا وتنقسم انقسامات متتالية وينتـــج عن ذلك تضاعف وازدياد الطبقة المخاطية وتحولها إلى خلايا اكـــثر تفلطحـــا وانضغاطا ثم تحولها إلى طبقة قرنية بعملية التحول القرنى Cornification

وعندما تنبعج البشرة إلى الخارج تتلوها الأدمة وتسمى الأدمة فى هـــذه المنطقة بالحلمة الجلدية Dermal Papilla ومنطقة البشرة التى تصـــل بيـــن القشور القرنية تسمى بالغشاء المفصلى Articulating membrane وهـــى تظل رقيقة وليست مغطاة بمادة قرنية تسقط القشور القرنيـــة علـــى فـــترات وتستبدل بأخرى من طبقة البشرة وقد تقع تلك القشور التى تغطى الجسم كلـــه فى وقت واحد كما هو الحال فى الثعابين وتعرف بالانسلاخ Ecdysis

- **وفى حالات خاصة :**

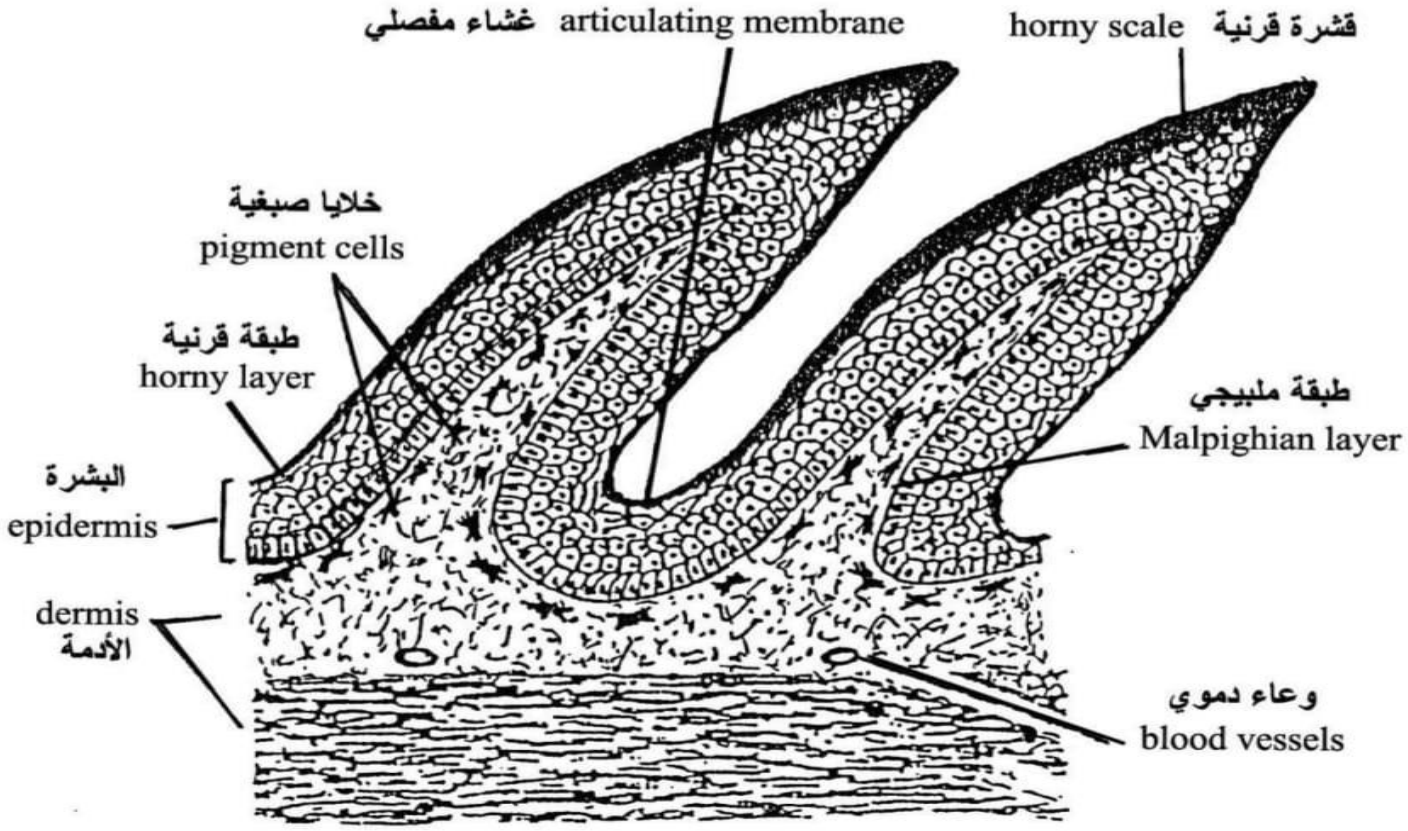
وفى بعض الزواحف البرية والمائية يوجد صندوق عظمـــى يغطـــى سطح الجسم كله هذا الصندوق العظمى يسمى الصدفة Shell وهى تنشأ مـــن طبقة الأدمة على هيئة قشور عظمية أو دروع عظمية تنشأ بطريقة تشبه نشوء القشور العظمية فى الأسماك العظمية.

6- الجلد في الزواحف Reptilia :

الجلد سميك، جاف، حرشفي والطبقة المتقرنة فيه تمنع فقدان الماء، وتنعدم الغدد في الجلد والغد ة الوحيدة الموجودة هي غدد الرائحة ذات العلاقة بالنشاط الجنسي. ، وكمثال يدرس مقطع عرضي في جلد السحلية حيث يتكون الجلد من طبقتين الأولى هي:

A - البشرة Epidermis : تتميز البشرة بطبقة متقرنة **Stratum Corneum** جيدة النمو مكونة من خلايا سطحية ميتة متقرنة وسميكة تتكيف للمعيشة البرية وتنسلخ في أوقات خاصة ، خلايا الطبقة الوسطية تكون شوكيه ، أما الخلايا القاعدية فتكون ذات قابلية على التكاثر.

B – الأدمة Dermis : تكون سميكة وتتكون من طبقة عليا تكثر فيها حاملات الصبغة ، وطبقة سفلى مكونة من نسيج ضام بالإضافة إلى النسيج الضام توجد ألياف عصبية وأوعية دموية وأعصاب.



قطاع رأسي في جلد السحلية

تتكون هذه الصدفة من جزء ظهرى محدب يسمى القصعة Carapace . وجزء بطنى مستو يسمى الدرقة Plastron وهذين الجزئين يتصلان بواسطة بروزات عظمية جانبية تسمى دروع الصدفة Shilelds

- **طريقة تكوين الدروع العظمية : Develoment of bony shields**

تتجمع مجموعة من الخلايا الميزنشيمية بالأدمة تعرف باسم الخلايا الهيكلية او الخلايا العظمية Osteoblasts ثم تنتظم على هيئة أقراص تفرز مادة عظمية لتكون القشور أو الدروع العظمية Osteoscutes

هذه القشور العظمية تكون مغطاة من الخارج بقشور قرنية من اصل بشرى Cornuscutes

- **الإصبع (المخلب) : Finger (Horny claw)**

فى الزواحف تنتهى الأصابع بمخالب قرنية المخلب هو عبارة عن القشور القرنية الطرفية التى تغطى الجزء الطرفى للإصبع بعد تحورها لتكون تركيب سميك من مادة صلبة قرنية أى أن المخلب يتكون من اندماج القشور القرنية الطرفية العلوية والسفلية معا وهو مدبب ويتكون من جزء علوى وأخر سفلى. منطقة الجلد التى تلى المخلب من الناحية البطنية عبارة تركيب سميك لين (ناعم) يعرف باللبادة pad. الإصبع مدعم بهيكل داخلى مكون من قطع عظمية تسمى السلاميات Phalanges.

السلامية الطرفية مدببة تتلاءم مع المخلب المدبب وتكون دعامة له وهذه السلامية تتصل بوتر ظهرى باسط *Extensor tendon* وآخر بطنى مقرب Flexor tendon وكلا الوترين متصلان بعضلات الطرف وبانقباض الوتر المقرب السفلى يسبب انثناء الإصبع لأسفل. من الملاحظ أن المخلب بشرى الأصل حيث انه مكون من القشور القرنية التى تنتج من البشرة.

الجلد في الطيور

الجهاز الغطائي
Integument System

7- الجلد في الطيور Aves:

الجلد جاف ورقيق ومفكك وتكون الأجزاء غير المغطاة بالريش ذات طبقة سميكة، وكمثال يدرس مقطع عرضي في جلد الحمام حيث يتكون الجلد من طبقتين الأولى هي:

A - البشرة Epidermis : البشرة عبارة عن نسيج طلائي حرشفي طباقي

يمكن تلخيص طبقات البشرة كما يلي من الداخل إلي الخارج :

- الطبقة المتقرنة او المفلطحة : وتتكون من خلايا مفلطحة تصبغ بصبغة الإيوسين حيث يلاحظ خلوها من النواة القابلة للصبغ وتتصل الخلايا ببعضها من الجوانب مكونة صفيحة كيرايتينة رقيقة ، تليها طبقة من خلايا أكثر تفلطحاً وذات أنويه أصغر حجماً. **(كل من الطبقتين السابقتين يشكلان الطبقة المتقرنة او الطبقة المفلطحة)**

The flattened, horny cell layer (Stratum Corenum)– the outermost layer

- الطبقة الانتقالية او الشوكية : طبقة من خلايا أكبر حجماً من السابقة وذات شكل عديد الأضلاع تتم يز بانتفاخ النواة ووجود النويات ويخرج من على أسطحها زوائد تعمل علي اتصال الخلايا المتجاورة ببعضها البعض

The transitional layer (Stratum Spinosum) – joins the outer layer to the inner layer.

- الطبقة المولدة : طبقة قاعدية من الخلايا الجرثومية Basal Germinal Layer الحية دائمة الانقسام

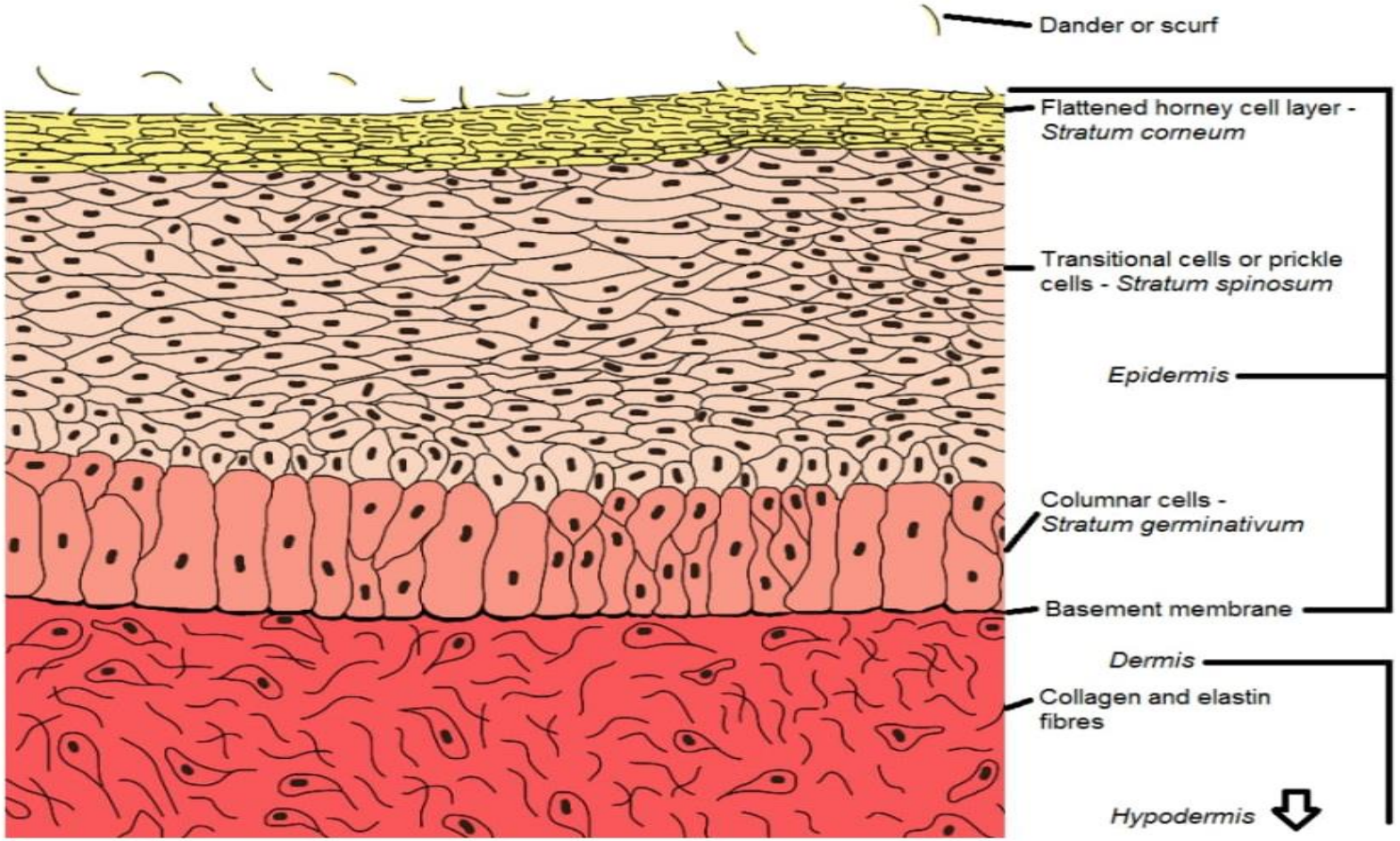
The columnar cell layer (Stratum Germinativum) – this is the innermost layer of the epidermis and is the germinative layer where the cells of the epidermis are formed

أما المناطق العارية والغير مكسوة بالريش وعلي وجه الخصوص الوجه والمنقار والساق والأقدام تكون البشرة أكثر سمكاً وأكثر تعقيداً في التركيب .

B – الأدمة Dermis : الأدمة رقيقة مكونة من ألياف النسيج الضام المتشابكة وألياف عضلية غزيرة لتحريك الريش، وتعد الياف الكولاجين Collagen والياف المطاطية Elastein بالإضافة إلى الأوعية الدموية والأعصاب ، تتألف طبقة الأدمة بصورة رئيسية من طبقة عليا وطبقة سفلى تكون متراصة بينهما طبقة وعائية ، كما تحوي على خلايا دهنية ، تنعدم في جلد الطيور الغدد الجلدية ما عدا الغدد الدبرية Uropygeal gland ، توجد الصبغة في منطقة المناقير والريش والحراشف.

تشتمل المشتقات الجلدية الخارجية الهيكلية للطيور التي تكون بشرية المنشأ على

- الريش
- والحراشف الموجودة على أصابع القدم
- المخالب
- والمنقار القرني



الريش Feathers

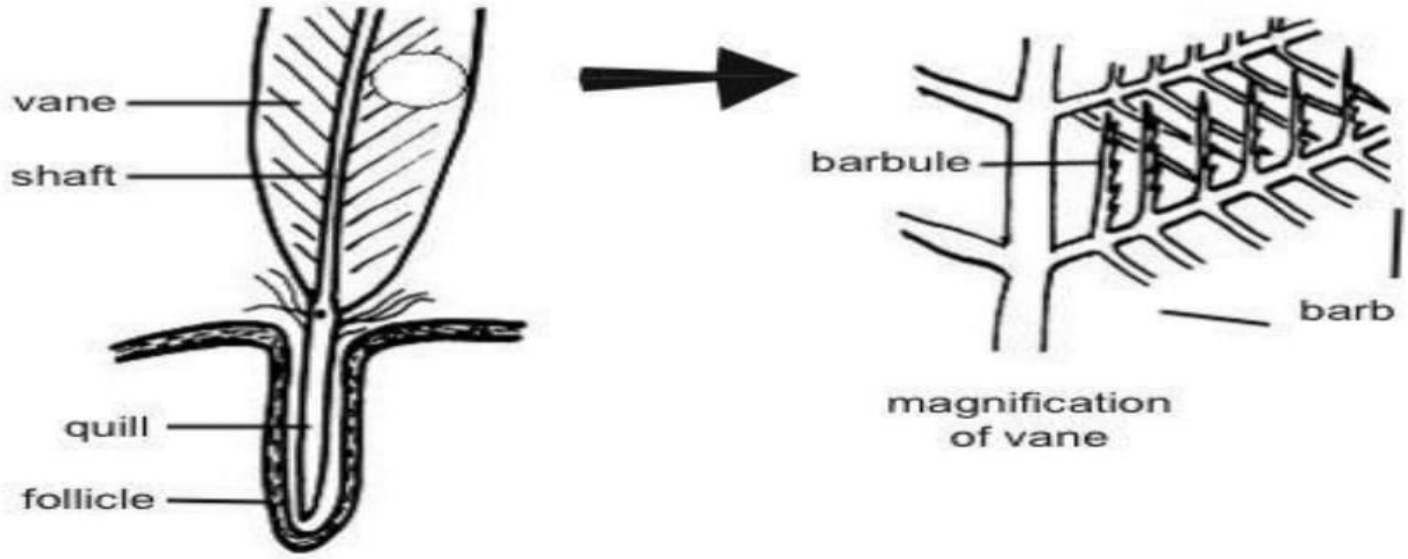
الريش : عبارة عن حراشف بشرية متحورة (حراشف الزواحف المتحورة) وهو صفة الطيور المميزة.

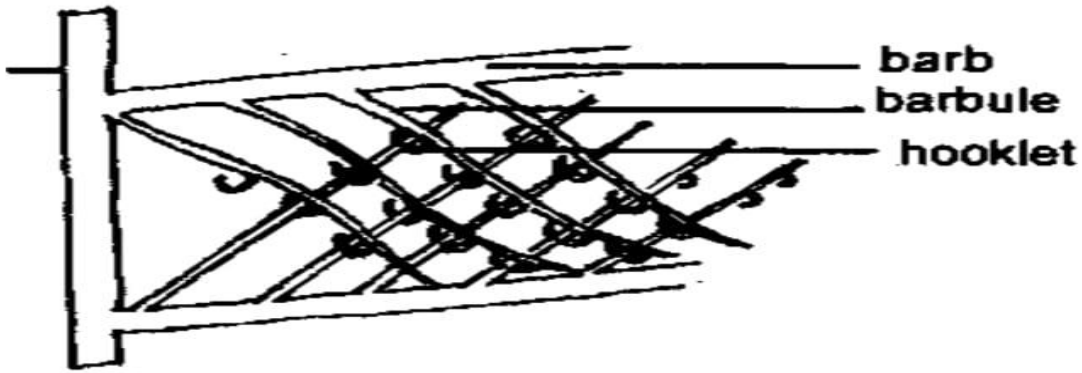
أنواع الريش

1. **الريش المحيطي Counter feathers : ويكون على نوعين :**

A -**ريش الطيران أو الريش القصبي Quills feathers or Flight feathers** : ويكون كبير ويوجد على الجناح والذنب ويسمى بريش الجناح Remiges وريش الذنب Rectrices .

B -**ريش الجسم** : وهو اصغر ويغطي الجسم . (تتكون كل ريشة من قصبة quill or stalk مجوفة قاعدتها تسمى calamus المغروسة في الجلد وتفتح في نهايتها بفتحة تسمى السرة السفلى inferior umbilicus وفي الأعلى فتحة تسمى السرة العليا superior umbilicus ،تلي القصبة stalk جزء صلد هو الساق rachis or shaft وعليه الخيوط الأولية التي تسمى الاسلات barbs التي تشكل بمجموعها النصل vane وكل أسلة barb تحتوي على عدد من الخيوط الثانوية أو خويطات تسمى الاسيلات barbules التي تحتوي من طرفها البعيد على الخطاف أو الكلاليب hamuli or hooklet تربط الخيوط مع بعضها وتكون قطعة واحدة . بين الساق والقلم او القصبة هناك مجموعة من الخيوط و الخويطات وتسمى after-shaft

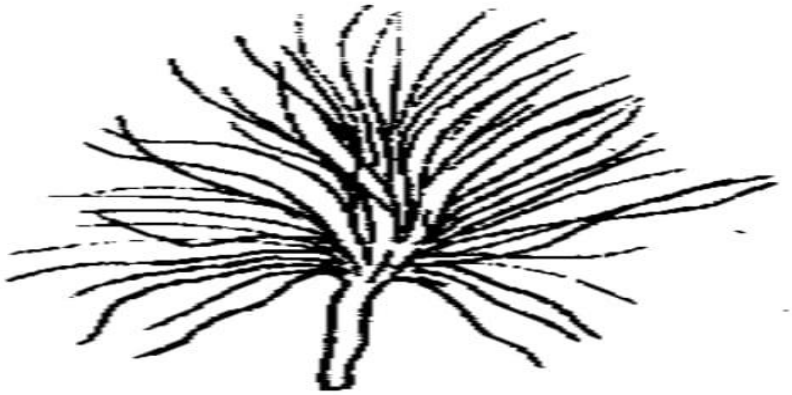




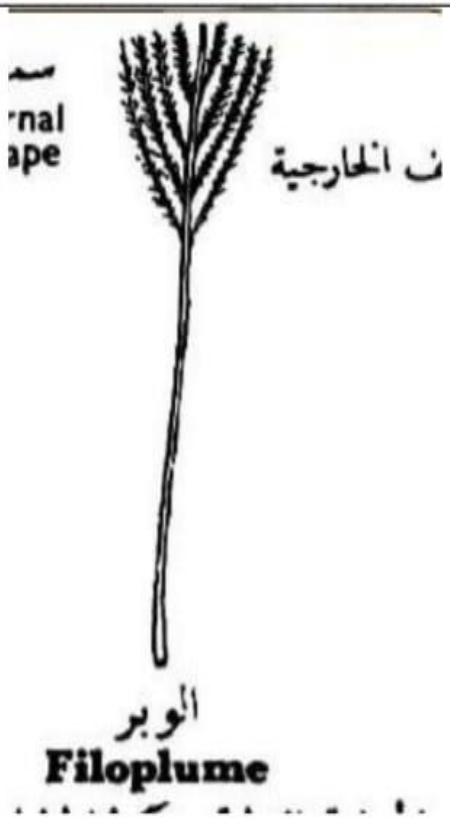
Barbs and Barbules

2. **الريش ألزغبي Down feathers** : يحتوي على قصبة quill صغيرة تحتوي في نهايتها على الخيوط الأولية barb التي تكون طويلة ومرنة كما تحتو ي الاسلات على اسيلات barbules قصيرة وكثيرة العدد من دون وجود الخطاف أو الكلاليب hooklet or hamuli ، يوجد هذا النوع في الصغار فقط.

Down Feather


A down feather

3. **الريش الخيطي Filoplumes** : ريش نحيف يشبه الشعر ، متناثر التوزيع خلال ريش الجسم يحتوي على ساق رفيعة وطويلة خيطية الشكل ذ و اسلات barb نهائية قليلة العدد ويكون عددها من (3-5) واسيلات barbules دون وجود الخطاف أو الكلاليب hooklet or hamuli.


rnal
ape
ف الخارجية
الوبر
Filoplume

مراحل تكوين الريشة

مراحل تكوين الريشة فى جنين الكتكوت :

Development of Feather

فى جنين الكتكوت عمره ٧ أيام من الاحتضان : تتجمع خلايا ميزنشيمية متخصصة داخل نسيج الأدمة وتحت البشرة فى المناطق التى ستتكون بها الريشة وتنشط خلايا الطبقة المنبتة لتبدأ فى الانقسام المتتالى وبذلك تصبح البشرة أكثر سمكا من المناطق المجاورة.

فى جنين كتكوت عمره ١٠ أيام من الاحتضان : تبرز المناطق السميكة من البشرة وتندفع الخلايا الميزنشيمية مع الشعيرات الدموية والنهايات العصبية فى التجاويف تحت البشرة المنبعجة للخارج فيما يسمى بالحلمة الجلدية التى تغذى الريشة النامية.

الطبقة الخارجية من البشرة يحدث لها تحول قرنى وتكون غلاف الريشة.

تنمو الريشة فى الحجم وتظهر خلايا صبغية بين خلايا البشرة فى الطبقة المخاطية وتكون هذه الخلايا الصبغية أولا غير منتظمة ولكن تدريجيا تصبح فى انخفاضات معينة فى الطبقة المنبتة وترتب على هيئة شرائط طولية مكونة الشوارب.

فى جنين كتكوت عمره ٢١ يوم : تغطس الريشة النامية تحت مستوى سطح الجلد مكونة (جراب الريشة) Hair follicle تنمو الريشة فى الحجم فتكبر الشوارب وتزيد فى العدد بواسطة تكثفات جديدة للاصباغ التى تكون أفرع جانبية للشوارب هى الشويربات.

فى الجنين حديث الفقس: نجد ان غلاف الريشة يتمزق وينتج عن ذلك ان الشوارب التى كانت فى وضع ملفوف او منثنى تصبح غير ملفوفة مكونة بذلك صفيحة مفلطحة تعرف بنصل الريشة . ومحور هذه الريشة يمثل فى الواقع اتحاد شاربين ناميين أثناء التكوين المبكر للريشة. وعلى هذا المحور من الناحية البطنية (السفلية) يتكون الميزاب السرى وسرعان ما تتصل الشوارب بعضها البعض عبر الشويربات التى بدورها تترابط بواسطة الخطاطيف Hooks .

الجلـــد في الثدييات (اللبـــائـــن)

الجهاز الجلدى فى الثدييات : Dermal system of Mammals

جلد الثدييات يتركب من بشرة خلوية مصففة كالعادة وأدمة ليفية وهـــو اسمك نسبيا ويتصل مع الأنسجة الداخلية بواسطة نسيج ضام مفكـــك. يلعـــب الجلد دورا هاما فى حياة الثدييات (ارجع لوظائف الجلد السابق ذكرها فى اول المقرر).

يحتوى الجلد على عديد من الغدد منها : العرقية والدهنية والثديية ومنها اشتق اسم الطائفة.

المشتقات الهيكلية الخارجية لجلد الثدييات :

١- القشور القرنية على ذيل الفأر وأرجله Hory scales

٢- المخالب على نهاية الأصابع مثل الكـــلاب والقطـــط (وهـــى قشـــور متحورة). Claws

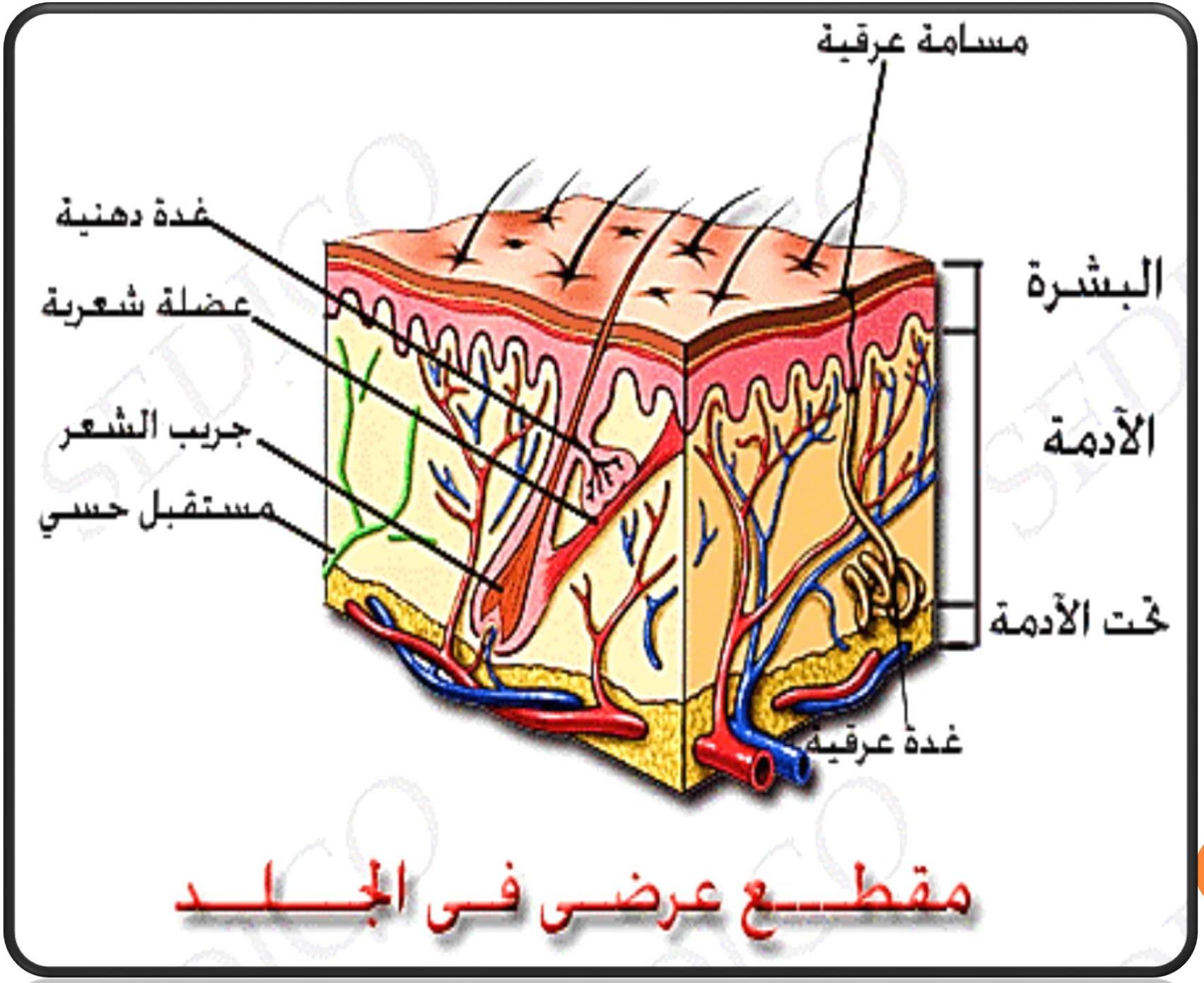
٣- الأظافر كما فى الإنسان Nails

٤- الحوافر كما فى الحفريات مثل الماشية Hoofes

٥- القرون على رأس الماشية والغزال Horns

٦- الشعر وهو الغالبية العظمى للثدييات Hairs

وفى الحيوانات التى بها قشور وشعر نجد أن القشور القرنيـــة تظـــهر مبكرا عن الشعر وهذه الحقيقة تبين أن القشور القرنية أقل تطورا من الشـــعر من ناحية التطور Pylogenetically



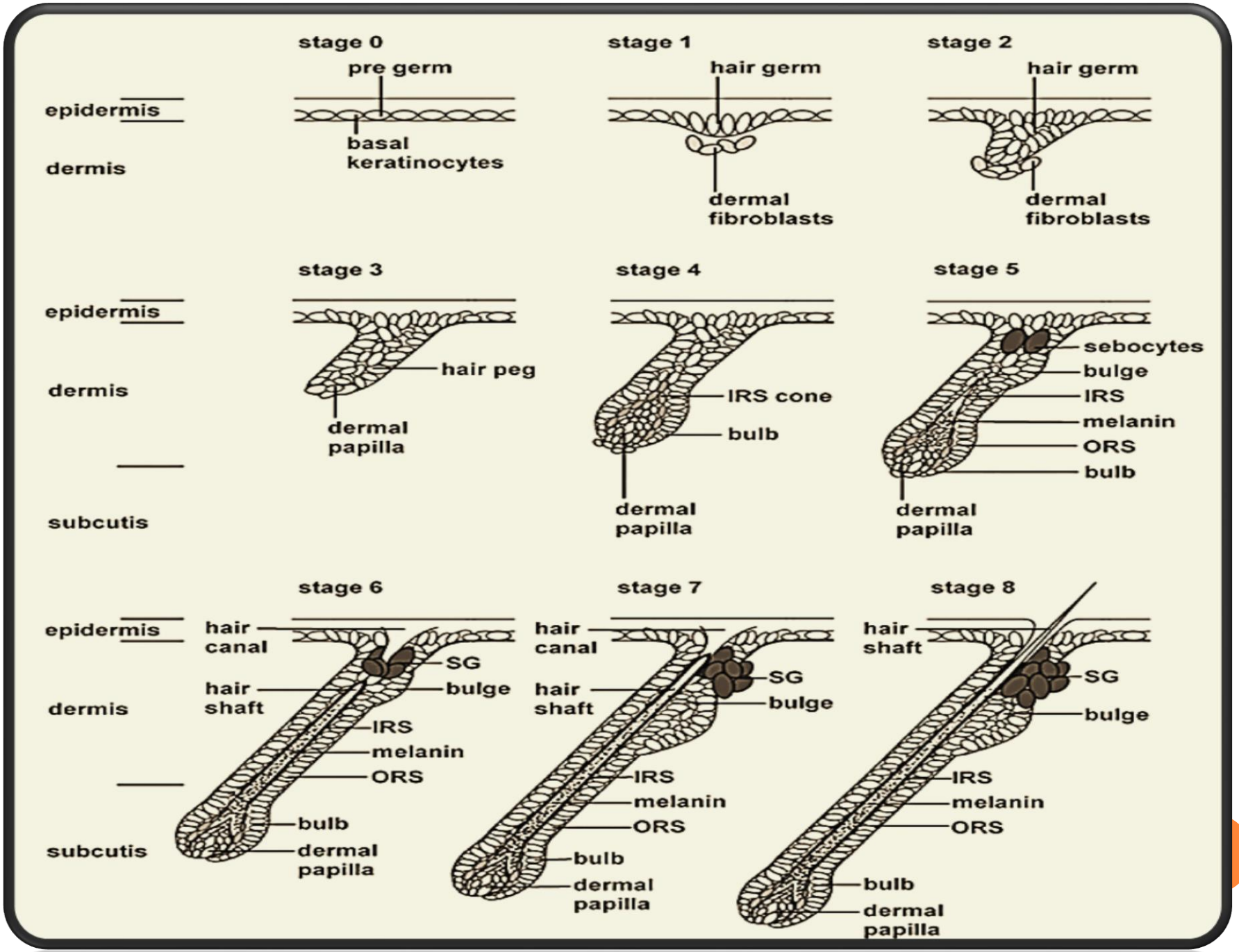
مقطع عرضى فى الجلد

مشتقات الجلـــد في الثدييـــات

١ – الشعر :

مراحل تكوين الشعرة: Development of a hair

- الشعرة بشرية الأصل وفى البداية تتجمع بعض الخلايا الميزنشيمية فى المكان الذى ستتكون به الشعرة فى الأدمة. وهذا التجمع يساعد على تنشيط خلايا البشرة وخاصة الطبقة المنبتة فتصبح أكثر عمادية وتنقسم انقسامات متتالية فتصبح البشرة فى هذه المناطق أكثر سمكا. تبدأ الطبقة المنبتة فى الاندغام إلى أسفل داخل الأدمة ويتبع ذلك اندغام خلايا الطبقة المخاطية وهذا يمثل نبت الشعرة Hair germ على شكل تركيب يشبه اللسان Tongue-like structur . وما تزال خلايا الميزنشيم تحت هذا اللسان حيث تضغط هذه الخلايا على الحافة الداخلية من نبت الشعرة لتتكون بصلة الشعرة Hair bulb . خلايا الميزنشيم مع النسيج الضام بالأوعية الدموية ونهايات الأعصاب داخل بصلة الشعرة تكون الحلمة الجلدية أو حلمة الشعرة Hair papilla. الجزء المغروس من الشعرة يسمى بجذر الشعرة Hair root تحدث عملية تحول قرنى فى الجزء المركزى من نبت الشعرة لتكون اصل الشعرة Hair proper وأصل الشعرة هذا يغلف بغلاف خارجى متصل مباشرة مع الطبقة المنبتة وغلاف داخلى متصل مباشرة مع أصل الشعرة نفسه.
- فى الطور النهائى من نمو الشعرة ينفصل هذين الغلافين عن بعضهما فى المنطقة التى ستبرز منها الشعرة إلى الخارج والتجويف المحيط بالشعرة فى هذه المنطقة يسمى جراب الشعرة Hair follicle ويسمى الجزء الظاهر من الشعرة خارج الجلد بساق الشعرة Hair shaft الغلاف الداخلى للشعرة يتميز إلى طبقة هنل Henle's layer فى الخارج وطبقة هكسلى Huxley's layer فى الداخل.


stage 0
pre germ
epidermis
basal keratinocytes
dermis
stage 1
hair germ
dermal fibroblasts
stage 2
hair germ
dermal fibroblasts
stage 3
epidermis
hair peg
dermis
dermal papilla
subcutis
stage 4
IRS cone
bulb
dermal papilla
stage 5
sebocytes
bulge
IRS
melanin
ORS
bulb
dermal papilla
stage 6
epidermis
hair canal
SG
hair shaft
bulge
dermis
IRS
melanin
ORS
bulb
subcutis
dermal papilla
stage 7
hair canal
SG
hair shaft
bulge
IRS
melanin
ORS
bulb
dermal papilla
stage 8
hair shaft
SG
bulge
IRS
melanin
ORS
bulb
dermal papilla

- والغلاف الداخلى هو الطبقة البيضاء الملتصقة بالشعرة التى تظهر عند نزع الشعرة من الجلد المحيطة بها.
- تتميز الشعرة كاملة النمو إلى ٣ مناطق : نخاع الشعرة المركزى الخلوى يحيط به قشرة الشعرة الليفية ثم جليد الشعرة الرقيق من الخارج.
- عند منطقة بروز الشعرة خارج الجلد تتدغم خلايا الطبقة المنبتة فى الأدمة لتكون غدة دهنية Sebaceous gland وتكون البشرة غدد عرقية ملتوية وملتفة كثيرا Sweat glands عند قاعدة أصل الشعرة توجد كتلة من الخلايا الغير متخصصة والتى تعطى تدريجيا مكونات الشعرة الثلاثة.
- يدعم جذر الشعرة شرائط من الألياف العضلية اللاإرادية التى تنقبض لتجعل الشعرة فى وضع رأسى تقريبا عندما يصاب الفرد بحالة من الذعر أو الشعور بالبرد المفاجئ عندما تقطع الشعرة ولكن تبقى البصلة كما هى فانها تكون شعرة حديثة.

العوامل التى تؤثر فى لون الشعر:

١- طبيعة الجليد Cuticle إذا كان من النوع الجاف أو اللين.
٢- نوع وكمية الحبيبات الصبغية فى ألياف القشرة cortex.
٣- وجود أو عدم وجود الفراغات الهوائية بين خلايا النخاع.

تحورات الشعر فى الثدييات :

١- الشعر الطويل جدا على ذيل الحيوانات مثل الحصان Horse
٢- الشعر القوى على جفون العين Eye lids
٣- الشوارب كما فى القطط أو الأرانب وهى شعر مزود بألياف عصبية أو خلايا حسية.
٤- فى حيوان القنفذ Hedgehog يتحور إلى أشواك Spines

٢- القشور القرنية:

تغطى ذيل الفار وهى تنشأ بطريقة مماثلة كما فى حالة الزواحف وهى من أصل بشرى Epidermal

وتظهر القشور القرنية فى مراحل مبكرة بالنسبة للشعر وهذا يثبت أن القشور القرنية أكثر بدائية من الشعر من ناحية التطور.

٣- المخالب Claws

توجد على أطراف الأصابع فى القطط والكلاب والأسود، يتكون المخلب من قشور قرنية وبطنية على طرف الاصبع وهو غلاف قرنى يحيط بالسلامية الطرفية للإصبع والمخلب دفاعى ويلى المخلب من الناحية البطنية وسادة هى انتفاخ جلدى ناعم بواسطته تستريح الإصبع على الأرض. قاعدة المخلب مدفونة فى ثنية جلدية بارزة نوعا ما.

٤- الأظافر Nails

تشبه المخلب ولكن الجزء الظهرى Unguis يكون الجزء الأكبر من الظفر بينما الجزء البطنى Subunguis ضامر نسبيا وطرف الإصبع يكون جزء منتفخ جلدى ناعم يمثل الوسادة .

٥- الحوافر: Hoofes

وهى على حافة الأصابع فى مجموعة الحافريات. وهى فردية مثل الحصان والحمار وزوجية مثل الأبقار والماشية . يتكون الحافر بنفس طريقة المخلب ونجد أن الجزء الظهرى يحيط بالجزء البطنى تماما وتوجد دائمة وسادة لا تصل إلى مستوى الأرض.

٦- القرون: Horns

وهى على السطح الظهرى لرأس بعض الثدييات وهى كما يلى:

أ- **النوع البسيط :** على رأس الزرافة فمن العظم الجبهى للجمجمة يبرز قرنين عظميين قصيرين وهى مغطاة بطبقة جلدية عادية (Giraffe) ..

ب- **القرن الفردى:** لحيوان وحيد القرن Rhinoceros unicornius (الخرتيت) وهو مكون بواسطة اتحاد تام لألياف قرنية شعرية الشكل تنشأ ن البشرة وهى تتحد لتكون كتلة قوية صلبة تغطى القرن العظمى المصمت الذى ينشأ من عظام الجمجمة.

جـ- **القرن الحقيقى:** وهو يوجد فى الأغنام والماشية والغزال. القرن مكون من مادة قرنية تغطى بروز عظمى أجوف هو القرن العظمى كما فى الماشية.

أما فى الغزال فإن هذه القرون متفرعة وتقع كل عام ليحل محلها قرون جديدة.

دراسة مقارنة للأسنان فى الفقاريات المختلفة:

Comparative study of teeth in various vertebrates

بتتبع دراسة تكوين الأسنان فى الثدييات يلاحظ أنها متشابهة تماما مع مراحل تكوين القشور الدرعية فى الأسماك الغضروفية.

أنواع الأسنان:

(١) الأسنان الغير متجانسة: Heterodont

أسنان الثدييات عموما غير متجانسة وتقوم بوظائف مختلفة وهى:

قواطع	Incisors
أنياب	Canines
ضروس أمامية (ضواحك)	Premolars
ضروس خلفية (طواحن)	Molars

والضروس عامة ذات سطح عريض ليساعد على طحن الطعام

(٢) الأسنان المتجانسة: Homodont

وهى توجد فى الفقاريات الأخرى مثل الأسماك – البرمائيات والزواحف وكذلك فى دائريات الفم ونجد فيها أن الأسنان من نوع واحد.

أنواع التسنين: Types of Dentition

١ – ثنائية التسنين **Diphyodont**

فى الثدييات نجد أنه توجد مجموعتين : مجموعة لبنية فى الأطوار الصغيرة تسقط ثم تظهر المجموعة الدائمة فى الأطوار اليافعة.

٢ – عديدة التسنين: Polyphyodont

وهذا النوع يوجد فى الفقاريات الدنيا مثل الأسماك والبرمائيات والزواحف حيث أن الأسنان تتجدد باستمرار كلما بليت.

وعند مناقشة الأسنان ثنائية التسنين بدقة أكثر نجد أن الأسنان ثنائية التسنين هى القواطع والأنياب والضروس الأمامية أما الضروس الخلفية فإنها تعتبر وحيدة التسنين Monophyodont (أحادية التسنين) حيث أنها تظهر فقط فى المجموعة الدائمة ولا تظهر فى المجموعة اللبنية.

اتصال الأسنان بالفكوك:

١ – الأسنان التاجية (الحافية) Acrodont

الأسنان متحدة تماما مع عظم الفك مثال الحرباء والحردون.

٢ – الأسنان الجنبية Pleurodont

الأسنان كلها متشابهة ومرتبة جميعا فى ميزاب واحد فى عظم الفك بجانب بعضها البعض مثل الدفان.

٣ – الأسنان الغمدية Thecodont

كل سنة لها جيب أو فجوة خاصة بها مثال الثدييات.

مراحل تكوين السنة: Development of a teeth

- تنشط خلايا الطبقة المنبتة وتندغم إلى أسفل ثم تتبعها باقى خلايا البشرة ليكونوا نبت السنة Tooth germ . يستمر نمو نبت السنة إلى أسفل مكونا تركيبا يشبه اللسان تسمى الصفيحة السنية Dental lamina وجزء من هذه الصفيحة يكون بدايات السنة الدائمة ويبقى غير نشط (خامل) وصغير فى الجسم بينما ينمو الجزء الآخر ليكون السنة اللبنية Milk tooth . عند قاعدة

الصفيحة السنية تتجمع بعض الخلايا الميزنشيمية النشطة وتبدأ فى الانقسام لتعطى خلايا السنة التى تترتب فى طبقة واحدة لتبطن تجويف اللب مكونة الحلمة الجلدية Dermal papilla . الطبقة العميقة من الطيقة المنبتة تصبح نشيطة وتعرف بعضو المينا Enamel organ (الخلايا مفرزة المينا) وتبدأ فى افراز مادة صلبة على حوافها الداخلية تسمى المينا Enamel وفى نفس الوقت تبدأ خلايا السن فى إفراز مادة صلبة أخرى على أسطحها الخارجية وهى العاج Dentine . تتقابل مادتى المينا والعاج وجها لوجه حتى يلتصقان تماما ويكونان الجزء القمى من السنة وبزيادة ترسب هاتين المادتين تأخذ السنة النامية طريقها خلال الصفيحة السنية حتى تمزق الجلد وتظهر خارجه.

- الجزء الظاهر من السنة يسمى التاج Crown وهو مكون من مينا فقط.
- أما الجزء العميق المنغرس فى عظم الفك فهو الجذر Root وبين التاج والجذر توجد منطقة العنق Neck عند مستوى بشرة الجلد. يتكون الجذر من طبقة العاج للداخل يحيط بها مادة صلبة أخرى هى الأسمنت والتى تفرز من خلايا متخصصة من الأدمة تسمى الخلايا العظمية Osteoblasts ويوجد الجذر داخل جيب أو حويصلة Alveolus
- بعد سقوط الأسنان اللبنية فإن الجزء من الصفيحة السنية الغير نشيط والموجود فى العمق يصبح أكثر نشاطا ليكون السنة الدائمة Permanent tooth
- أى أن السنة تتكون من أصل بشرى وأدمى معا. مسطح التاج فى الضرس الأمامية والخلفية ليس ناعما وإنما توجد به ارتفاعات خشنة تساعد على طحن الطعام وتسمى درنات. وتتركب هذه الدرنات من طبقتى المينا والعاج معا وتختلف أسنان الحيوانات المختلفة تبعا لشكل وترتيب هذه الدرنات.

الهيكل الداخلي THE ENDOSKELETON

- الهيكل الداخلي يتكون من غضاريف أو عظام , أو الاثنين معا و هذا يعطي دعامة قوية يستطيع الحيوان الاعتماد عليها لحماية الأنسجة الرخوة الموجودة داخلها أو لرفع الجسم عن سطح الأرض, و كذلك لتدعيم الأطراف المسئولة عن الحركة. و كما درست سابقا أن المادة الغضروفية تتكون من نسيج غضروفي cartilaginous tissue به خلايا غضروفية chondroblasts تنشأ من الميزودرم , و كذلك تتكون المادة العظمية من نسيج عظمي bony tissue به خلايا عظمية ostoeblasts تنشأ ايضا من الميزودرمز
- تنقسم العظام الي نوعين :

عظام غضروفية cartilage bone : و هي التي تبدأ كنسيج غضروفي ثم تتحول تدريجيا الي عظام و تسمي بعملية التعظم ossification و يطلق عليها ايضا العظام البديلة replacing bones

عظام ادمية dermal bones : او غشائية في هذا النوع تتحول خلايا الميزودرم الي خلايا عظمية مباشرة , و تظهر في مرحلة متأخرة من النمو و تغطي الغضاريف و لذا يطلق عليها ايضا بالعظام الغطائية covering bones

THE ENDOSKELETONالهيكل الداخلي

ينقسم الهيكل الداخلي للفقاريات الي قسمين :

1- **هيكل محوري :**

يوجد بطول المحور اي الخط المنصف للحيوان و هو يتكون من الجمجمة Skull و العمود الفقري Vertebral column

2- هيكل طرفي:

يشمل هيكل الأطراف الأمامية fore-limbs و الحزام الصدري pectoral girdle و هيكل الأطراف الخلفية hind-limb و الحزام الحوضي pelvic girdle

THE SKULL الجمجمة

الجمجمة : Skull

يكون بداية ظهور الجمجمة فى اجنة الحيوانات الفقارية على هيئة قطع غضروفية منفصلة عن بعضها البعض وتتكون اسفل المخ أى امام وحول الطرف الامامى للحبل الظهرى بالاضافة إلى ما يسمى بالمحافظ الحسية Sensory capsules التى تحيط باعضاء الحس (المحافظ الشمية والبصرية والسمعية).

تتجمع هذه القطع الغضروفية وتندمج مع بعضها البعض وكذلك مع المحافظ الشمية والسمعية فيتكون بذلك قطع غضروفى اسفل المخ. ينمو بعد ذلك جداران ثم سقف غضروفى وبذلك يحاط المخ بما يعرف بصندوق المخ Cranium الذى يتصل بالمحافظ الحسية مكوننا الجمجمة العصبية Neurocranium نظرا لان هذه الجمجمة تتكون من مادة غضروفية فانه يطلق عليها اسم الجمجمة الغضروفية Chondrocranium وهذا النوع يظل مدى الحياة فى الفقاريات التى لا يتكون فيها هيكل عظمى (وهى دائريات الفم والاسماك الغضروفية).

أما فى الفقاريات الارقى فان الغضاريف تتحول إلى عظام وبذلك تتحول الجمجمة الغضروفية إلى جمجمة متعظمة Osteocranium بالاضافة إلى ذلك يتكون ما يسمى بالجمجمة الحشوية Splanchnocranium التى تنشأ من الاجزاء الامامية لهيكل الاقواس الحشوية Visceral arches وهى القوس الفكى والقوس اللامى والاقواس الخيشومية (جميعها اقواس مزدوجة). النوع الاخير من الجماجم هو ما يتكون من عظام ادمية تنشأ مباشرة من خلايا ميزنكيمية تهاجر من ادمة الجلد وتغطى عادة معظم مكونات الجمجمة المتعظمة ولذا يعرف هذا النوع باسم الجمجمة الغطائية أو الادمية Dermatocranium .

الجمجمة في دائريات الفم CYCLOSTOMATA

جمجمة دائريات الفم : Skull of Cyclostomes

يلاحظ ان الجمجمة فى الفقاريات عديمة الفكوك (دائريات الفم ومنها البترومیزون) بسيطة التركيب جدا حيث يبدأ ظهرها فى الطور اليرقى (يرقة الاموسيتس) على هيئة قطعة عصوية الشكل من نسيج غضروفى على كل جانب من جانبى الطرف الامامى للحبل الظهرى يتلوها قطعة اخرى يسمى كل زوج من هذه القطع نظيرا الحبل الظهرى Parachordals يتكون ايضا فى الطور اليرقى محفظة شمية متوسطة امام المخ تحيط بعضو الشم المتوسط ومحفظتان بصريتان على جانبى الجزء الاوسط من المخ يحيطان بالعينين الجانبيتين ومحفظتان سمعيتان على جانبى الجزء الخلفى تحيطان بعضو التوازن. يحدث اثناء النمو اندماج للقطع الغضروفية مع بعضها البعض وتتصل اماما بالمحفظة الشمية وخلفا بالمحفظتين السمعيتين أما المحفظتان البصريتان فتظلان منفصلتين وهذا يسمح للعين الجانبية بحرية الحركة عند انقباض وانبساط عضلات العين.

بهذه الطريقة تتكون جمجمة غضروفية ناقصة التكوين عبارة عن قاع بسيط أسفل المخ متصل بالمحفظة الشمية من الأمام وبالمحفظتين السمعيتين على جانبى المنطقة الخلفية ويتصل هذا التركيب من الخلف بالهيكل الغضروفى الذى يدعم منطقة الخياشيم والمسمى بهيكل السلة الخيشومية.

Skeleton of branchial basket

جمجمة الفكيات: Skull of Gnathostomes

سميت الفكيات بهذا الاسم لوجود فك علوى Upper jaw وفك سفلى Lower jaw فى هذه الحيوانات يتميز هيكل المنطقة البلعومية إلى ما يعرف باسم الأقواس الحشوية وهو قوس فكى Mandibular arch وقوس لامى Hyoid arch وعدد من الأقواس الخيشومية Branchial arches عادة ما تكون خمسة فى حالة الأسماك ولكن يقل عددها فى الفقاريات العليا.

سنقوم هنا بوصف طريقة تكوين الأنواع المختلفة للجماجم – ألا وهى الجمجمة الغضروفية والحشوية والمتعظمة والأدمية والغطائية

مراحل نمو الجمجمة الغضروفية

مراحل نمو الجمجمة الغضروفية:

DEVELOPMENT OF THE CHONDROCRANTUM

أ- تكوين قاع الجمجمة الغضروفية:

- يبدأ تكوين الجمجمة فى الفكيات بظهور صفيحتين غضروفيتين تقع كل واحدة منهما على أحد جوانب النهاية الأمامية للحبل الظهرى تسمى كل.. قطعة غضروفية نظير الحبل الظهرى Parachordal . ينمو أمام هاتين القطعتين زوج آخر من القضبان الغضروفية المقوسة الشكل يطلق عليها اسم العارضتان القرانيوميتان Trabeculae cranii ويلاحظ أن العارضتين تقعان اسفل الجزء أمامى للمخ.
- يتكون عادة بين الزوج الأول والثانى غضروفين قطبيان Polar cartilages أما أسفل النهاية الخلفية للمخ (عند اتصاله بالحبل الشوكى) تنمو قطع غضروفية صغيرة على جانبى الحبل الظهرى تسمى بالأقواس القبل فقرية Prevertebral arches

- بالاضافة إلى ما سبق تنمو المحافظة الحسية وهى:

١- محفظتان شميتان Olfactory capsules تحيطان بعضوى الشم.
٢- محفظتان بصريتان Optic capsules تحيطان بعضوى البصر.
٣- محفظتان سمعيتان Auditory capsules تحيطان بعضوى السمع.

- المحافظة الشمية والسمعية تتكون من مادة غضروفية أما المحفظتان البصريتان فقد يتكونان من مادة غضروفية أو من مادة ليفية ويطلق على كل منهما الطبقة الخارجية لمقلة العين (الصلبة Sclera).

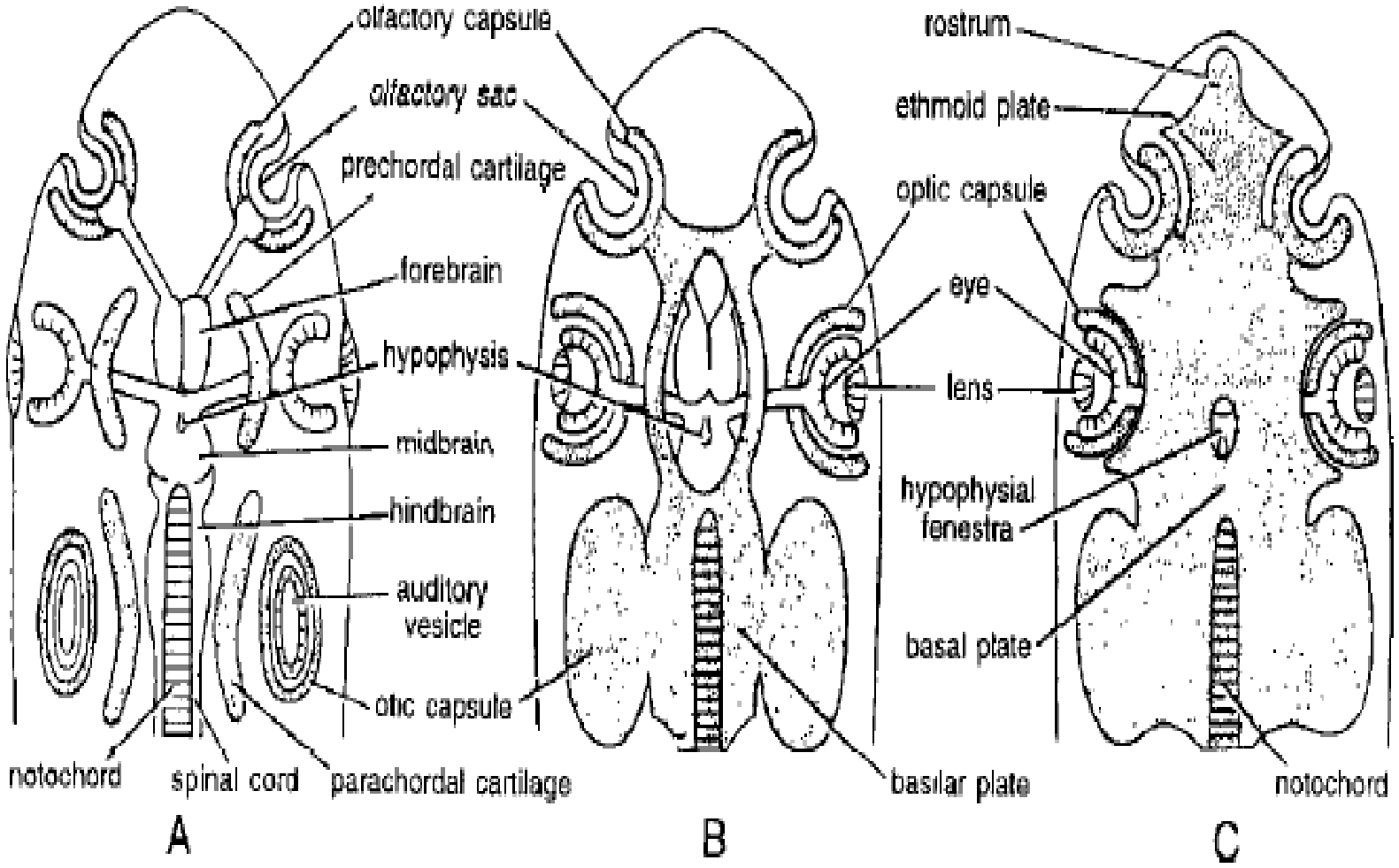


Fig. 1. Stages to show diagrammatic development of chondrocranium or cartilaginous neurocranium in ventral view A—Cartilages appear in head of embryo B—Formation of ethmoid and basilar plates. C—Chondrocranium completed

- بعد تكوين هذه القطع الغضروفية والمحافظة الحسية يحدث اندماج لنظيرى الحبل الظهرى مع بعضهما البعض ومع الجدار البطنى للمحفظتان السمعيتان فيتكون ما يعرف باسم الصفيحة القاعدية basal plate التى تحيط بالحبل الظهرى وتقع أسفل المخ الخلفى كذلك تندمج العارضتان القرانيوميتان فتتكون قطعة غضروفية واحدة أسفل المخ الأمامى والمتوسبط تسمى بالقاعدى القرانيومى Basis caranii . يمتد القاعدى القرانيومى إلى الأمام مكونا صفيحة مصفوية Ethmoid plate التى تتصل بالمحفظتين الشميتين وتبرز أماما على هيئة بوز Rostrum أو حاجز يسمى بالحاجز بين الافقى Internasal septum الذى يقع بين المحفظتين الشميتين. كذلك يمتد من القاعدى القرانيومى نتوء جانبى فى المنطقة الواقعة بين المحفظة الشمية والمحفظة البصرية يسمى هذا النتوء بالصفيحة الحجاجية الشمية orbitonasal lamina . لا يحدث اتصال بين المحفظتان البصريتان وبين الجمجمة الغضروفية لكى تظل العينان حرتا الحركة يتم فى تلك الأونة اندماج الصفيحة القاعدية من جهة الأمام بالغضروفين القطبيين وبالقاعدى القرانيومى ومن جهة الخلف بالأقواس القبل فقرية التى اتحدت مع بعضها مكونة قاع القوس القذالى أو المؤخرى Floor of the occipital arch .

- يلاحظ عند اتمام تكوين قاع صندوق المخ الغضروفى انه يكون على هيئة قطعة غضروفية مصمته بل يوجد به فتحتان إحداهما تسمى بالكوة النخامية Hypophyseal fenestra وهى تقع بين الجزئين القاعديين للعارضتين القرنيوميين لكى تسمح بتكوين الغدة النخامية Pituitary gland فى تلك المنطقة وكذلك بمرور الشريانين السباتين

مراحل نمو الجمجمة المتعظمة

مراحل نمو الجمجمة المتعظمة:

DEVELOPMENT OF THE OSTEOCRANIUM

بعد اكتمال نمو الجمجمة الغضروفية يبدأ الهيكل الغضروفى فى التحول تدريجيا إلى هيكل عظمى ابتداء من (الأسماك العظمية) هذه العظام الغضروفية أو البديلة يمكن تقسيمها إلى عدة أقسام تبعا للمنطقة التى توجد بها.
هذه المناطق هى صندوق المخ والمحافظ الحسية والأقواس الحشوية.

أ- العظام الغضروفية فى منطقة صندوق المخ:

مراكز التعظم فى صندوق المخ تترتب على هيئة حلقات هى من الخلف إلى الأمام:

١- الحلقة القذالية Occiptial ring

تتكون فى المنطقة القذالية أربعة عظام غضروفية هى:
قذالى قاعدى Basiocciptial أسفل الثقب الكبير ، تتكون من الحبل الظهرى الذى يتلاشى فى منطقة الرأس•قذاليان وحشيان exoccipital 2 على جانبى الثقب الكبير، قذالى علوى Supraoccipital يقع فى سقف القوس القذالى وهو يلتصق بالعريش الموصل هذه العظام الأربعة توجد فى جميع الفقاريات العظمية فيما عدا البرمائيات التى تتكون فيها الحلقة القذالية من القذاليان الوحشيان فقط.

تتمفصل الجمجمة مع الفقرة الأولى للعمود الفقرى بواسطة ما يسمى باللقم القذالية Occipital condyles التى هى عبارة عن بروزات خلفية من الحلقة القذالية . توجد فى حالة البرمائيات لقمتان قذاليتان تتكونان من القذاليين الوحشيين وفى حالة الثدييات لقمتان قذاليتان أيضا ولكن تتكون كل واحدة منهما من كلا القذالى القاعدى والقذالى الوحشى المجاور. فى حالة الطيور

والزواحف وبعض الأسماك العظمية تتكون لقمة قذالية واحدة تنشأ من القذالى القاعدى أما فى معظم الأسماك العظمية فلا تتكون بها لقم قذالية ولذلك لا يحدث تمفصل بين الجمجمة والعمود الفقرى.

٢- الحلقة الوتدية الخلفية Posterior sphenoid ring

تتكون فى تلك المنطقة عظمتان غضروفيتان هما القاعدى الوتدى Basisphenoid (فى موضع الصفيحة القاعدية) والوتدى الجانبى Laterosphenoid(وهو مزدوج ، يتكون فى موضع الجزء الخلفى للغضروف الحجاجى)

٣- الحلقة الوتدية الأمامية: Anterior sphenoid ring

تتكون هنا أيضا عظمتان غضروفيتان هما القبل وتدى Presphenoid (فى موضع القرانيومى القاعدى) والحجاجى الوتدى Orbitosphenoid (وهو مزدوج يتكون فى موضع الجزء الوسطى والأمامى للغضروف الحجاجى).

٤- الحلقة المصفوية: Ethmoid ring

يحدث تعظم فى بعض الثدييات للجزء الأوسط للصفيحة المصفوية والحاجز البين أنفى فيتكون بذلك العظم المصفوى المتوسط Mesethmoid كما هو الحال فى بعض الثدييات.

يلاحظ فى البرمائيات أنه يتكون فى منطقة الحلقة الوتدية الأمامية مركز وحيد للتعظم يعطى العظم الوتدى المصفوى Sphenethmoid

ب- العظام الغضروفية فى منطقة المحافظ الحسية:

١- المحفظة السمعية: Auditory capsule

يتحول غضروف المحفظة السمعية إلى خمسة عظام مرتبة فى مجموعتين : مجموعة علوية من ثلاث عظام هى قبل أذنى Prootic ، فوق أذنى Epiotic وخلف أذنى Opithotic، ومجموعة جانبية من عظمتين هما وتدى أذنى Sphenotic وجناحى أذنى Pterotic هذه العظام الخمسة المكونة للمحفظة السمعية تكون نامية جيدا فى الأسماك العظمية ولكنها تختزل فى الفقاريات الأرقى ولا يبقى منها إلا عظام المجموعة العلوية فقط وقد تندمج العظام الخمس مع بعضها حيث تكون عظما واحدا يسمى حول أذنى periotic كما فى الطيور أو جناحى حلمى Pteromastoid (جدار القلة الطبلية) كما فى الثدييات.

٢- المحفظة البصرية : Optic capsule

سبق أن ذكرنا أن المحفظتان البصريتان لا يتحدان مع الجمجمة لكى تظلان حرتا الحركة قد يحدث تعظم للمحفظة البصرية كما هو الحال فى بعض الزواحف والطيور حيث تتكون حلقة عظمية فى هذه المحفظة تسمى بعظام الصلبة Solerotic bones

٣- المحفظة الشمية: Olfactory capsule

يحدث فى الفقاريات العليا كما فى حالة الثدييات تعظم لجدار المحفظة الشمية حيث تتشعب فيه بروزات أو امتدادات عظمية تسمى بالعظم المفتول Turbinals (Ectethmoid)

جـ- العظام الغضروفية فى منطقة الأقواس الحشوية :

١- الفك العلوى: Upper jaw (Maxillary)

فى حالة الفقاريات العليا حيث يتم حمل الفكوك عن طريق النوع ذاتى الاتصال Autostylic type يحدث تعظم للغضروف الحنكى المربعى Palatoquadrate cartilage وذلك فى مركزين أحدهما مكان النتوء الصاعد مكونا العظم الفوق جناحى (Epipterygoid) (يتحول إلى الوتدى الجناحى Alisphenoid فى حالة الثدييات) والمركز الأخير مكان النتوء السمعى مكونا العظم المربعى Quadrate.

٢- الفك السفلى Lower jaw (Manidbular)

يتعظم أيضا غضروف ميكل Meckel's cartilage فى مركزين هما: الجزء الأمامى الذى يتكون به العظم الذقنى Mentomeckelian bone والجزء الخلفى الذى يتكون به العظم المفصلى Articular bone يتم التمفصل بين الفك العلوى والفك السفلى بواسطة العظم المربعى والعظم المفصلى وذلك فى جميع الفقاريات العليا ما عدا الثدييات التى ينفصل فيها هذين العظمين عن القوس الفكى لتكوين عظمتى الركاب والمطرقة فى الأذن الوسطى وبهذا يتم التمفصل عن طريق العظم القشرى بالجمجمة والعظم السنى بالفك السفلى.

قد يكون اتصال العظم المربعى بباقى أجزاء الجمجمة اتصالا غير وثيقا وبذلك يتحرك أثناء فتح واغلاق الفم مما يساعد على فتح الفم بدرجة كبيرة جدا كما فى حالة السحالى والثعابين والطيور يسمى هذا النوع من الجمجمة المتحركة Streptostylic أما النوع الثانى فهو الجمجمة الغير حركيه أو ثابتة المربعى Monimostylic type وفيه يتصل العظم المربعى اتصالا متينا وثابتا بباقى عظام الجمجمة ولذلك لا يتحرك أثناء فتح واغلاق الفم.

٣- القوس اللامى Hyoid arch

والأقواس الخيشومية Branchial arches:

يتعظم الغضروف الفكى اللامى فى رباعية الأقدام مكونا عويمود الاذن Columella auris (وهو العظمة الوحيدة فى الأذن الوسطى للبرمائيات والزواحف والطيور أما فى الثدييات فإنه يعطى عظمة السندال). أما باقى غضاريف القوس اللامى فإنها تكون مع الأقواس الخيشومية المختزلة هيكلا يدعم منطقة الحنجرة وقاعدة اللسان يسمى بالجهاز الخيشومي اللامى Hyobranchial apparatus

مراحل نمو الجمجمة الأدمية (الغطائية)

DEVELOPMENT OF THE DERMATOCRANIUM

تتكون عظام هذا النوع من ادمة الجلد حيث تهاجر منها مجموعات من خلايا ميزنكيمية تتراكم على الجمجمة الغضروفية خصوصا فى الأماكن التى لم تدعم بعد والمسماه باليافوخ الأمامى والخلفى أى أنها تكمل السقف وكذلك الجدر الجانبية للجمجمة الغضروفية. تتحول الجمجمة بعد تكوين العظام الغطائية إلى مجموعات من العظام متلاصقة تماما لا يمكن التمييز بين نوعيها أى العظام الغضروفية والعظام الغطائية إلا بتتبع مراحل تكوينها فى الجنين. يوجد ترتيب نموذجى متكامل لعظام الجمجمة الأدمية ممثلا فى مجموعتين من الحيوانات رباعية الأقدام المنقرضة هى درعية الرأس التى تتبع البرمائيات ونوع من الديناصورات يسمى COTYLOSAURIA يتبع الزواحف وسندرس هذا الترتيب النموذجى كما وجد فى جمجمة الحيوان الحفرى سيموريا Seymouria الذى ينتمى إلى المجموعة الأخيرة ويعتبر حلقة اتصال فى تطور جميع الرهليات الحديثة من الزواحف الحفرية. جمجمة حيوان السيموريا تتبع نوع الجماجم عديمة النقر الصدغية Anapsidan type حيث تغطى المنطقة الصدغية تماما بعظام أدمية.

ترتب عظام الجمجمة الأدمية أو الغطائية فى حيوان السيموريا فى ستة مجموعات على كل جانب تبعا لموقع كل مجموعة تبعا لموقع كل مجموعة هذه المجموعات هى:

١ – مجموعة ظهرية متوسطة **Dorsomedian series**

تتركب هذه المجموعة من العظام التالية مرتبة من الامام إلى الخلف الأنفى Nasal الجبهى Frontal الجدارى Parietal بالاضافة إلى العظم الخلف جدارى Postparietal وهو غير مزدوج.

٢ – مجموعة جول حجاجية **Circum-orbital series**

تحيط بتجويف الحجاج من الامام ومن أعلى ومن الخلف وهى تتركب من الدمعى Lacrymal القبل جبهى Prefrontal الخلف جبهى Postfrontal والخلف حجاجى Postorbital.

٣–مجموعة صدغية **Temporal series**

خلف حجاج العين وهى تتكون من البين صدغى Intertemporal والفوق صدغى supratemporal والقرص Tabular والقشرى Squamosal الذى يمتد فى الاتجاه البطنى.

٤ – مجموعة الفك العلوى **Upper jaw series**

تغطى هذه العظام الغضروف الحنكى المربعى وتتكون من القبل فكى Premaxilla – الفكى Maxilla – الوجنى Jugal – والوجنى المربعى quadrato-jugal والحاجزى الفكى Septomaxilla الذى يتكون خلف فتحة الأنف الخارجية . أما العظم المربعى الذى هو عظم غضروفى فإنه لا يغطى بعظام أدمية بل يظل ممثلا فى الجزء الخلفى للفك العلوى.

٥- مجموعة الفك السفلى Lower jaw series

تغطى هذه العظام غضروف ميكل والعظم الذقنى الذى يوجد فى الجزء الأمامى لهذا الفك : تتكون هذه المجموعة من سلسلة من العظام الغطائية على الجهة الخارجية للفك السفلى وسلسلة أخرى على الجهة الداخلية ، فيما يختص بالعظام الخارجية يشغل العظم السنى Dentary الجزء العلوى من الفك أما أسفله فيوجد من الأمام إلى الخلف: الطحيلى Sphenial – خلف طحيلى Postsphenial – الزاوى Angular والفوق زاوى Supra – angular المنطقة الخلفية لا يتكون بهاعظام غطائية بل تظل محتلة بواسطة المفصلى Articular الذى هو عظم غضروفى يتبع الجمجمة المتعظمة.

الجانب الداخلى للفك السفلى يحتوى (بالاضافة إلى السنى والطحيلى والخلف طحيلى والزاوى) أربعة عظام جديدة هى من الأمام إلى الخلف القبل تاجى Precoronoid والتاجى Coronoid والقبل مفصلى Pre-articular الذى يقع أسفل التاجى كما سبق القول فإن العظم المفصلى يشغل الجزء الخلفى من الفك السفلى.

٦-مجموعة سقف الحنك Palatal series

تتكون عظام هذه المجموعة على السطح البطنى للجمجمة أى سقف التجويف الفمى وتشمل القبل ميكعى Prevomer والجناحى Pterygoid وعلى الجانب يوجد الحنكى Palatine والجناحى الخارجى Ectopalatine هذا بالاضافة إلى عظم متوسط على هيئة الهلب ويسمى نظير الوتدى Parasphenoid يغطى الوتدى الأمامى والوتدى القاعدى وجزءا من القذالى القاعدى (وهى عظام غضروفية تتبع الجمجمة المتعظمة).

يلاحظ أنه لا توجد عظام غطائية على القوس اللامى او الأقواس الخيشومية.

اتصال الفكوك بالجمجمة JAW SUSPENSION

حمل أو اتصال الفكوك بالجمجمة: Jaw Suspension

تتصل الفكوك بالجمجمة بواسطة ثلاثة أنواع رئيسية يمكن تلخيصها فى الآتى:

أ- النوع لامى الاتصال HYOSTYLIC

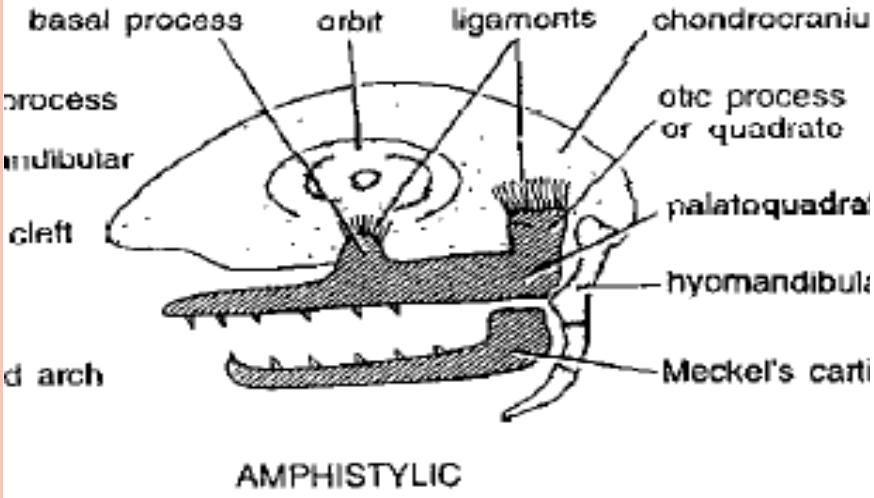
هو النوع الأكثر بدائية حيث لا يحدث هنا اتصال مباشرا بين الفكوك والجمجمة وإنما يتصل الفك العلوى والسفلى على كل جانب بالغضروف الفكى اللامى (القطعة العلوية للقوس اللامى) الذى يرتكز بدوره على الناحية الجانبية لمؤخر الجمجمة. يوجد هذا النوع من معظم الأسماك الغضروفية كما هو الحال فى أسماك القرش.

ب- النوع مزدوج الاتصال Amphistylic

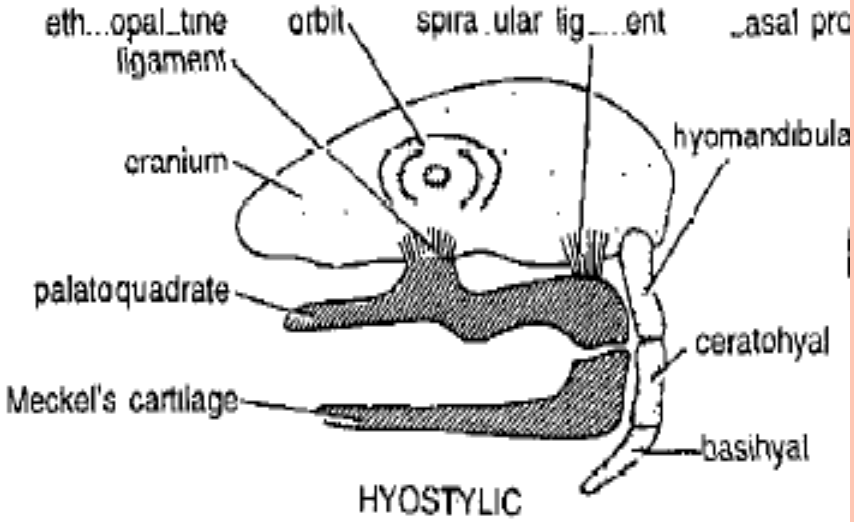
بالاضافة إلى اتصال الفك العلوى والسفلى بالغضروف الفكى اللامى يمتد نتوء هيكلى من الفك العلوى على كل جانب إلى أعلى حيث يتصل اتصالا مباشرا بالجمجمة وبالتحديد بالمحفظة السمعية ولذلك يسمى هذا النتوء بالنتوء السمعى Otic process يوجد هذا النوع فى بعض الأسماك الغضروفية مثل سمك Hexanthus

جـ- النوع ذاتى الاتصال Autostylic

هذا النوع هو الأكثر رقيا من النوعين السابقين ويوجد فى جميع الحيوانات الراقية ابتداء من الأسماك الرئوية وحتى الثدييات فى النوع ذاتى الاتصال يتم حمل أو تعليق الفكوك بطريقة مباشرة حيث يتصل الفك العلوى بالجمجمة مكونا وحدة واحدة وذلك بواسطة أربعة نتوءات غضروفية تسمى

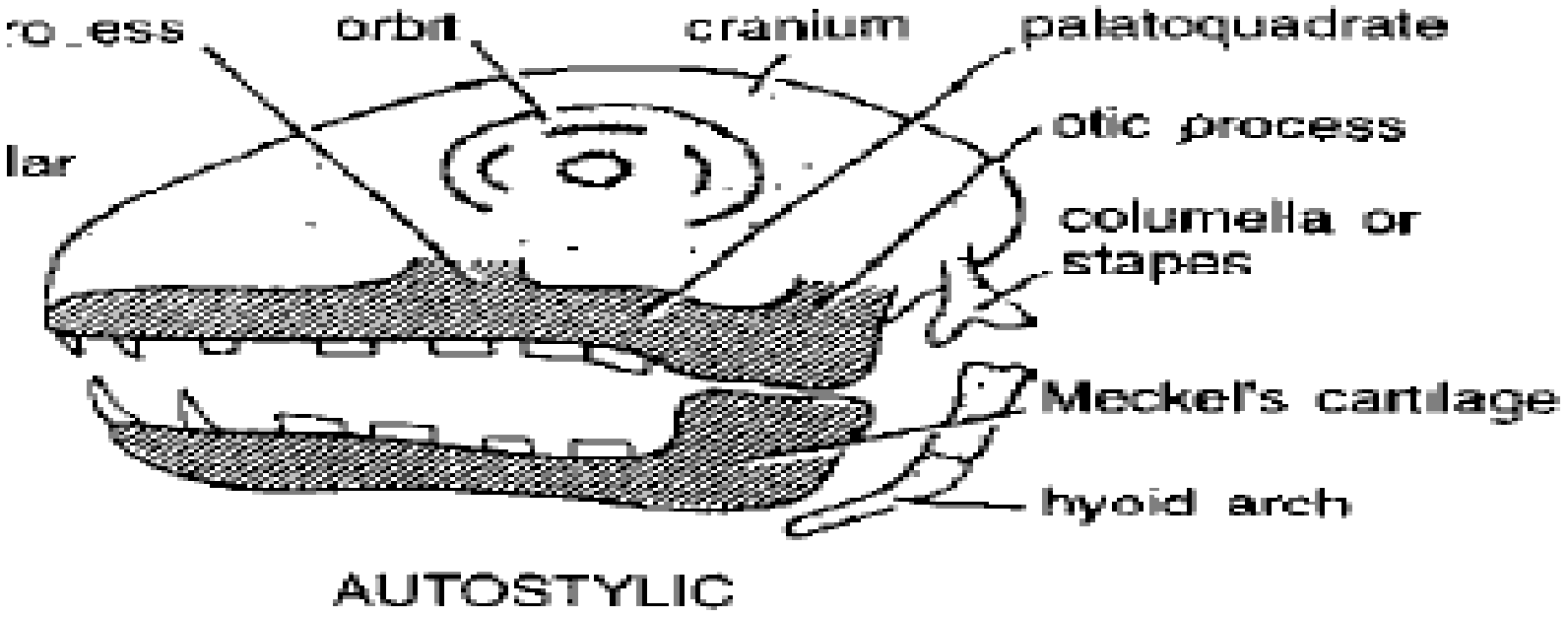


AMPHISTYLIC



HYOSTYLIC

Fig. 2. Types of jaw suspension



AUTOSTYLIC

ia in vertebrates

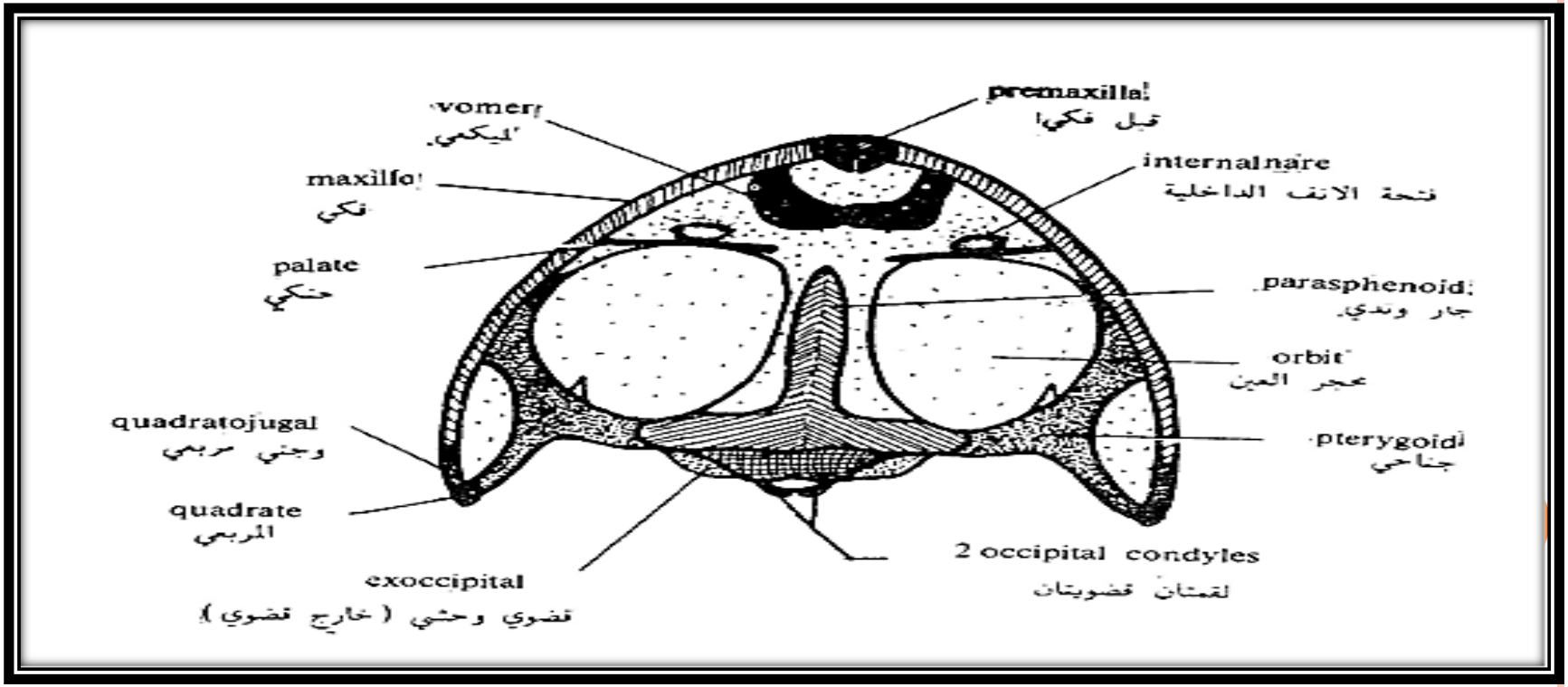
بالنتوء السمعى Otic process والقاعدى Basal والصاعد Ascending والمصفوى Ethmoidal

وكما سبق ان ذكرنا عند دراسة الجمجمة الحشوية Splanchnocranium فإنه يتم تعظم النتوء السمعى ويتكون مكانه العظم المربعى Quadrate وكذلك تعظم النتوء الصاعد ويتكون مكانه العظم فوق الجناحى Epipterygoid (فى حالة الثدييات العظم الوتدى الجناحى Alisphenoid)

أما فيما يختص بالغضروف الفكى اللامى فإنه لا يلعب دورا فى حمل الفكوك فى هذا النوع بل يصبح مختزلا فى الحجم ويتحول إلى عظمة عويمود الأذن Collumella auris أما فى حالة الثدييات فإنه يتحول إلى عظمة الركاب Stapes

جمجمة البرمائيات

- تظهر هذه الجمجمة اختزالاً عظمياً في كل من العظام الغضروفية Replacing Cartilage or bonesوالعظام الادمية او الغشائية dermal or membrane bones فالقوس القفوي مثلاً يتكون من عظمتين فقط بدلاً من اربعة والتي توجد في الجمجمة العظمية الغضروفية النموذجية وهاتان العظمتان هما : قفويتان وحشيتان 2 exoccipitalsومنهما تنشأ لقمتان قفويتان بواسطتهما تتمفصل الجمجمة مع الفقرة الاولى .



تصنيف جماجم الزواحف المنقرضة

تصنيف جماجم الزواحف المنقرضة:

Classification of the extinct reptillian skulls

بعد أن درس علماء التطور جماجم الزواحف المنقرضة انتهوا إلى تصنيفها إلى أربعة أنواع تبعا لتركيب المنطقة الصدغية وغياب أو وجود ما يسمى بالنقر الصدغية Temporal fossae ولاحظوا تشابها بين كل نوع من هذه الأنواع الحفرية بين مجموعة معينة من الحيوانات الحديثة ولذلك أمكن استنتاج تطور كل نوع من هذه الأنواع الأربعة ألا وهى:

١ – الجمجمة عديمة النقر الصدغية Anapsidan type

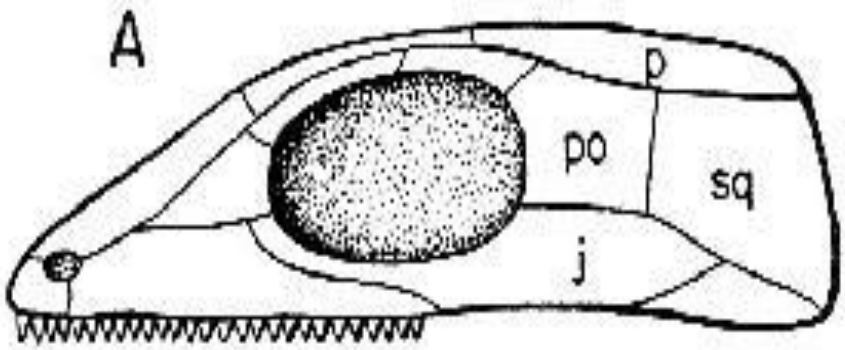
هو النوع الأكثر بدائية من الأنواع الأخرى وقد سبق شرحه بالتفصيل فى الزواحف المنقرضه المسمى بسيموريا الذى ينتمى إلى مجموعة Cotylosauria حيث نجد أن العظام الغطائية فى المنطقة الصدغية كاملة وغير مختزلة وبذلك لا توجد نقر صدغية اطلاقا ومازال هذا النوع البدائى من الجماجم ممثلا فى وقتنا الحاضر فى السلاحف البرية Tortoises والسلاحف البحرية Turtles.

٢ –الجمجمة علوية النقر الصدغية Parapsidan type

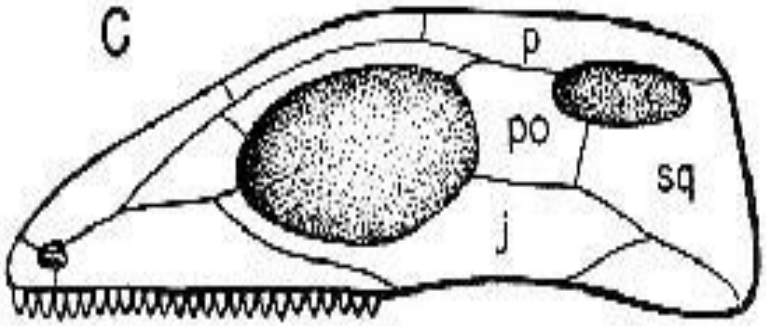
وجد هذا النوع فى مجموعة Ichthyosauria وفيه توجد نقرة فوق صدغية Supra –temporal fossa من هذا النوع تطورت جماجم السحالى والثعابين.

٣ – الجمجمة سفلية النقر الصدغية Synapsidan type

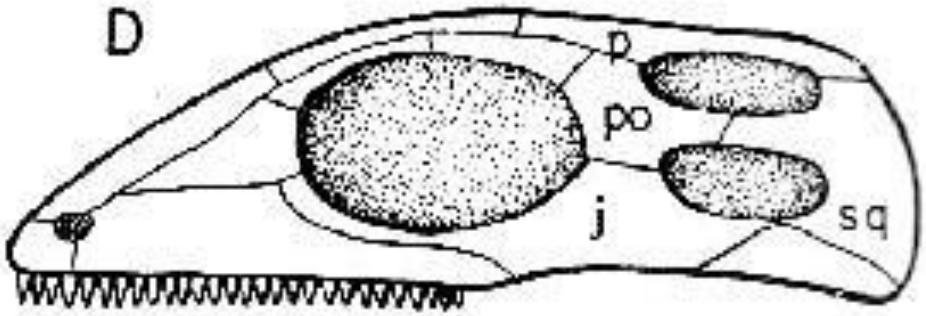
وجد هذا النوع من الجماجم فى مجموعة الزواحف الحفرية المسماة Theramorpha وفيه توجد نقرة تحت صدغية Infra temporal fossa من هذا النوع تطورت جماجم الثدييات.



Anapsidan type (tortoises)



Parapsidan type (lizard)



Diapsidan type (extinct-sphenodon)

٤- الجمجمة ثنائية النقر صدغية Diapsidan type

وجد هذا النوع فى مجموعة Rhyncocephalia ومازال ممثلا فى وقتنا الحاضر بالحيوان الزاحف الذى يسمى Sphenodon وفيه توجد نقرة فوق صدغية واخرى تحت صدغية من هذا النوع تطورت جماجم الطيور

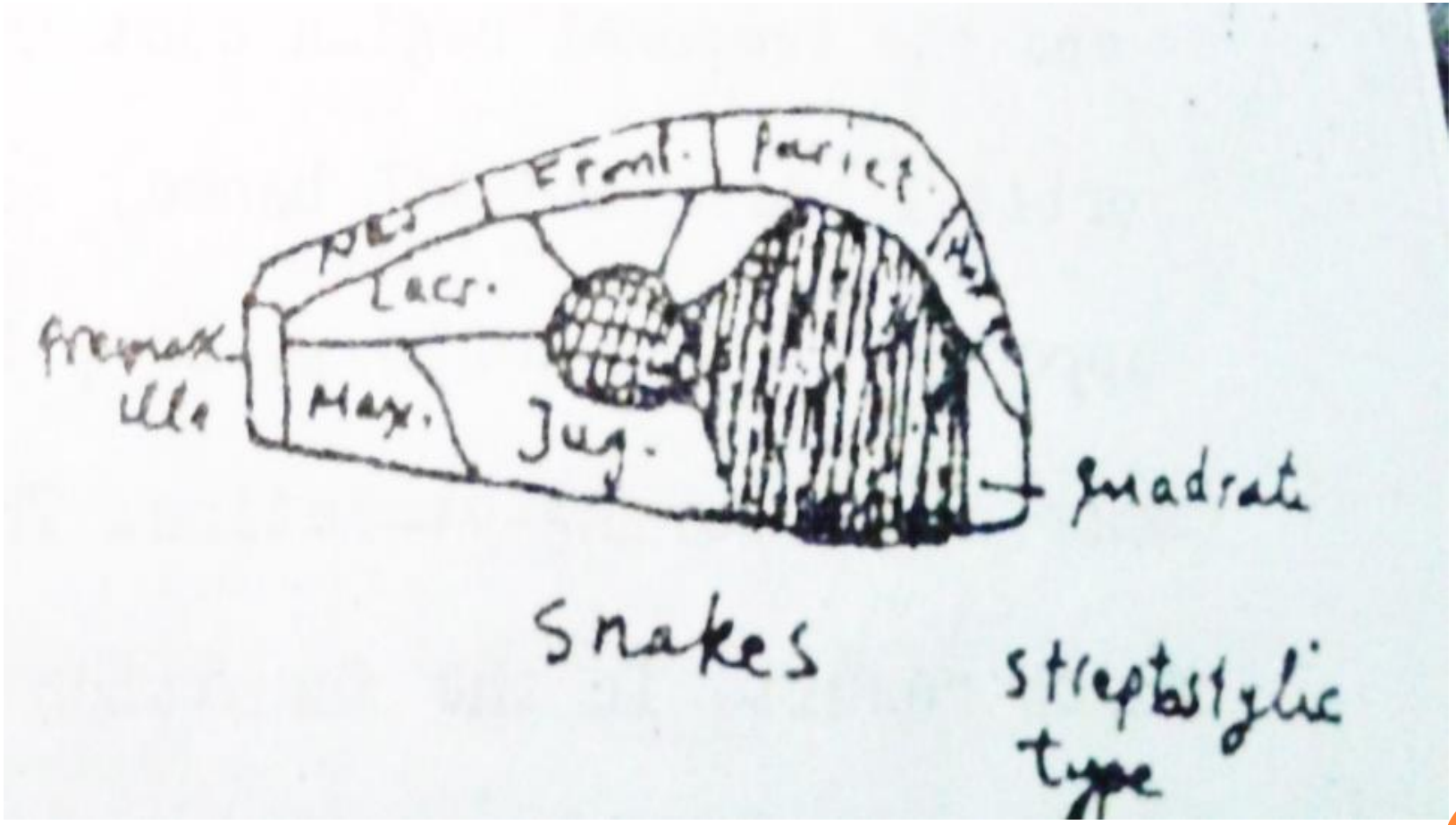
تطور جماجم السحالى والثعابين

Evolution of the skulls of lizards & snakes

تطورت هذه الجماجم كما سبق ان ذكرنا من جمجمة الزواحف الحفرية علوية النقر الصدغية Parapsidan type أثناء التطور أصبح العظم المربعى متصلا اتصالا ضعيفا بباقى عظام الجمجمة وبذلك يستطيع ان يتحرك أثناء فتح وإغلاق الفم أى تحولت الجمجمة ثابتة المربعى Monimostylic type إلى جمجمة متحركة Streptostylic type وبذلك أصبح للسحالى والثعابين القدرة على فتح الفم بدرجة كبيرة وابتلاع الفريسة الكبيرة الحجم نسبيا. سندرس الآن بايجاز التطور الذى حدث أثناء تكوين جماجم السحالى والثعابين الحديثة كل على حدة:

أ- **جماجم السحالى Skull of Lizards:** حدث اختفاء تدريجى لعظم الوجنى المربعى وبذلك تكون تجويف أمام العظم المربعى مما أعطى له القدرة على الحركة الخفيفة أثناء فتح واغلاق الفم.

ب- **جماجم الثعابين Skull of Snakes :** لم يقتصر حدوث الاختفاء هنا على العظم الوجنى المربعى فقط بل تعداه إلى لجهة الظهرية والأمامية حيث تلاشى أيضا العظم الخلفى حجاجى كما اختزال العظم القشرى والفوق


Front.
Pariet.
Lacr.
Max.
Jug.
Snakes
streptostylic
type

صدغى والوجنى. بهذه الطريقة أصبح التجويف المتكون امام العظم المربعى كبير الحجم واتصل من أعلى بالنقرة الفوق صدغية ومن الأمام بتجويف الحجاج. يساعد وجود هذا التجويف الضخم على فتح الفم بدرجة واسعة لابتلاع الفريسة بسهولة.

ميكانيكية حرك عظام الفك العلوى والفك السفلى اثناء فتح واغلاق الفم فى الثعابين

يزود العظم الفكى فى معظم الثعابين بناب يحتوى فى قاعدته على غدة سامة ولذلك يسمى بناب السم Poison fang يلاحظ فى الثعابين أن العظم المربعى كبير ويتصل من أعلى بالعظم القشرى المختزل ويتمركز من أسفل مع العظم المفصلى للفك السفلى بينما يتصل من الأمام بالعظم الجناحى Pterygoid الذى يمتد أماما فى سقف الحنك ويتصل بالعظم الحنكى Palatine وكذلك بالعظم الجناحى الخارجى Ectopterygoid (يسمى أيضا بالحنكى المستعرض) Trans-palatine.

يتصل العظم الجناحى الخارجى من طرفه الأمامى بالجزء الظهرى للعظم الفكى الذى يحمل ناب السم.

عندما يكون الفم مغلقا يكون العظم المربعى مائلا إلى الخلف بينما يكون ناب السم فى وضع أفقى داخل تجويف الفم.

عند فتح الفم يتحرك الفك السفلى وبالتالى العظم المفصلى إلى أسفل وبذلك يدفع الجزء السفلى للعظم المربعى إلى الأمام فيصبح الأخير فى وضع عمودى. باندفاع العظم المربعى إلى الأمام يتحرك العظم الجناحى أيضا فى نفس الاتجاه فينجذب عندئذ العظم الجناحى الخارجى إلى الخلف. ولأن هذا

الأخير يكون متصلا بالجزء العلوى للعظم الفكى فإنه يجذبه معه بالتالى إلـــى الخلف وبذلك يصبح ناب السم مقوسا إلى الخارج ويفتح الفم بدرجة كبيرة.

ومما يزيد اتساع فتحة الفم فى الثعابين هو عدم التحام نصفـــى الفـك السفلى من الأمام كما هو العادة بل يتصلان هنا بواسطة نسيج ضـــام مـرن يساعد على زيادة اتساع فتحة الفم وذلك فى الاتجاه المستعرض.

تطور جماجم الطيـــور

تطور جماجم الطيور

Evolution of the skulls of birds

تطورت جماجم الطيور كما سبق القول من جمجمة الزواحف الحفرية ثنائية الصدغية Diapsidan type وفى هذا النوع من الجماجم تحصر النقرتان الصدغيتان بينهما جزءا من العظم القشرى والعظم الخلف حجاجى. بدراسة الطيور البدائية التى انقرضت فى العصور القديمة يمكننا استنتاج التطور الذى حدث لجماجم الطيور كالتالى:

١- اختفى الجزء السفلى بين النقرة فوق الصدغية والنقرة تحت الصدغية وبذلك اندمجت النقرتان سويا.

٢- تلاشى ما تبقى من العظم الخلف حجاجى وتم اتصال تجويف النقرتين الصدغيتين بتجويف الحجاج فتكون بذلك تجويف واحد مشترك هو تجويف الحجاج الضخم فى الطيور.

٣- استطال الجزء الأمامى للجمجمة مكونا المنقار العلوى نتيجة لذلك تزحزحت فتحة الأنف الخارجية إلى الأمام وتكون تجويف جديد بين فتحة الأنف الخارجية وتجويف الحجاج يسمى بالحفرة القبل حجاجية Pre-orbital fossa .

الجمجمة الحديثة للطيور

الجمجمة الحديثة للطيور (للجمجمة الدجاجة المنزلية)

Skull of Gallus domesticus

بدراسة المنظر الجانبى لجمجمة الدجاجة المنزلية يمكن تلخيص التطور الذى حدث لها فى الآتى:

١- المجموعة الوسطية الظهرية **Dorsal median series**: نتيجة لاستطالة الجزء الأمامى للجمجمة وتكوين الحفرة القبل حجاجية (Preorbital possa) وكذلك تكوين المنقار العلوى تغير مكان العظم الأنفى من المنطقة الوسطية الظهرية إلى الأمام حيث نجد أن العظم الأنفى Nasal bone يقع بين التجويف القبل حجاجى والأنفى Nostril .

العظم الجبهى أصبح كبيرا فى الحجم ويعطى بروزا يمتد خلف تجويف الحجاج الضخم ويسمى بالنتوء الخلف حجاجى للعظم الجبهى Postorbital process of frontal

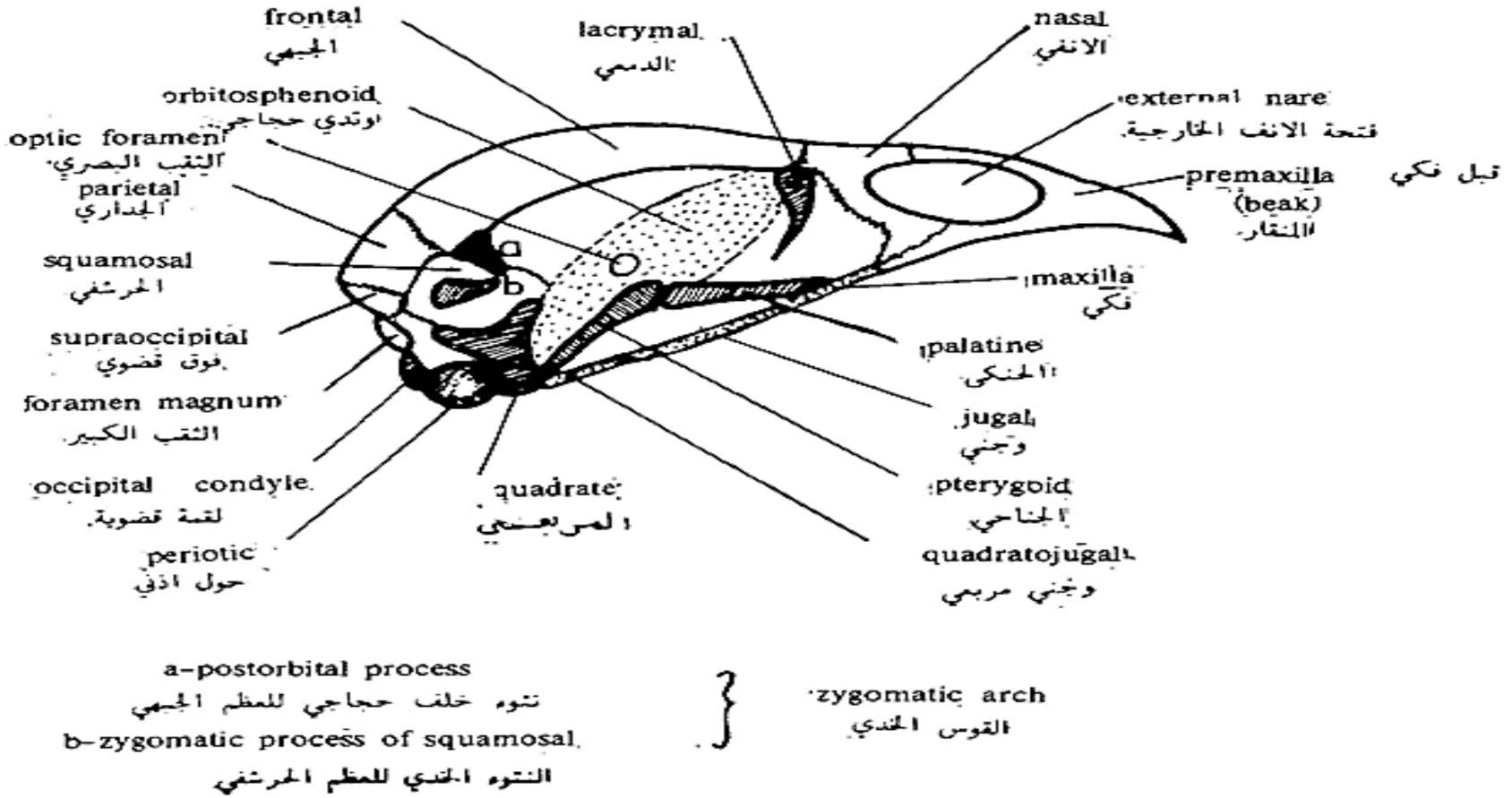
خلف الجبهى يوجد العظم الجدارى إما الخلف جدارى فقد اختفى

٢- المجموعة الحول حجاجية : **Cercum orbital series** عظام هذه المجموعة اختزلت إلى حد كبير ولم يبق منها إلى الدمعى. Lacrymal

يلاحظ أن الجدار الداخلى لتجويف الحجاج يتكون من العظمان المسميان بالوتدى الحجاجى والوتدى الجانبى (وهما عظمان غضروفيان يتبعان الجمجمة المتعظمة).

٣- المجموعة الصدغية **Temporal series**: يحدث لعظام هذه المجموعة أيضا اختزالا كبيرا ولم يبق منها إلا القشرى ويمتد من القشرى نتوء أمامى يسمى بالنتوء الخدى.

LATERAL VIEW OF SKULL OF AVES منظر جانبي لجمجمة الحمامة



a–postorbital process
نتوء خلف حجاجي للعظم الجبهي

b–zygomatic process of squamosal
النتوء الوتدي للعظم الحرشفي

} zygomatic arch
القوس الوتدي

٤-مجموعة الفك العلوى Upper jaw series: وهى المجموعة الوحيدة التى لم يحدث لها اختزال حيث تتكون من القبل فكى والفكى والوجنى والوجنى المربعي وأخيرا العظم المربعى (عظم غضروفى) .

- يلاحظ أن العظمان القبل فكيان قد اتحدا سويا لتكوين المنقار العلوى الكبير الحجم والذى يمتد خلفيا حتى نهاية العظم الجبهى.

أما العظام الثلاثة التالية (الفكي والوجنى والوجنى المربعي). فإنهم على هيئة قضيب رفيع يمتد خلفيا حتى يتصل بالعظم المربعى وهذا الأخير يمتد منه ثلاث نتوءات : نتوء حجاجى فى اتجاه الحجاج، وآخر سمعى فى اتجاه المحفظة السمعية، وثالث مفصلى حيث يتمفصل مع العظم المفصلى للفك السفلى.

- جمجمة الطيور من النوع المتحرك Streptostylic type حيث يتحرك العظم المربعى حركة خفيفة أثناء فتح وغلق الفم.

٥-الحلقة القذالية Occipital ring : فيما يختص بهذه الحلقة والتى تتبع الجمجمة المتعظمة (عظام غضروفية) فإنها تتكون من الأربع عظام المعتادة وهى : قذالى علوى ، قذاليان وحشيان، وقذالى قاعدى. توجد لقمة قذالية واحدة تنشأ من القذالى القاعدى فقط وتتمفصل مع الفقرة الأولى.

٦-المحفظة السمعية Otic capsule: اتحدت العظام الغضروفية الخمس التى تتبع الجمجمة المتعظمة (قبل اذنى – فوق أذنى – وتدى أذنى – جناحى أذنى) مكونة عظمة غضروفية واحدة تسمى حول سمعى Periotic

تطور جماجم الثدييات

تطور جماجم الثدييات: Evolution of the mammalian skulls

تطورت جماجم الثدييات من الجمجمة سفلية النقر الصدغية حيث نشأت من مجموعة Theromorpha وذلك نتيجة عدة تحورات يمكن تلخيصها كالآتى:

١- الجزء الأمامى للجمجمة الحفرية استطال بعض الشىء أثناء التطور وتبعا لذلك استطال العظم الأنفى والجبهى. كما ظهرت عظمة خلفية متوسطة هى البين جدارى.

ب- اختفى العظم الخلف حجاجى وبذلك اتصلت النقرة الصدغية السفلية تقريبا بتجويف الحجاج

ت- اختفى الوجنى المربعى وانفصل العظم المربعى عن الجمجمة وتحول إلى عظمة السندال Incus وبذلك أصبح التمفصل يتم بين العظم القشرى والفك السفلى.

جـ- فيما يختص بالفك السفلى اختفى الطحيلى والخلف طحيلى وصغر حجم الزاوى والفوق زاوى ثم تلاشى بعد ذلك أثناء التطور وبذلك تم انفصال العظم المفصلى عن الفك السفلى وتحول إلى عظمة المطرقة Malleus (تحولت عظمة عويمود الأذن التى نتجت عن تعظم الفكى اللامى إلى عظمة الركاب Stapes).

د- تحولت الأسنان المتشابهة فى الجمجمة الحفرية إلى أسنان متنوعة (قواطع وانياب وضروس).

الجمجمة الحديثة للثدييات

الجمجمة الحديثة للثدييات (جمجمة الكلب)

Skull of Canis familiaris

بدراسة المنظر الجانبى لجمجمة الكلب يمكن تلخيص التطور الذى حدث لـــها فى الآتى:

١- تكونت عظام الأذن المتوسطة كما سبق القول من المطرقة (المفصلى)، والسندال (المربعى) ، الركاب (عويمود الأذن).

٢- الأسنان التى يحملها الفك العلوى والسفلى تميزت إلى قواطع وأنيـــاب وضروس أمامية وخلفية.

المعادلة السنية $\frac{٣}{٣}$ ، $\frac{١}{١}$ ، $\frac{٤}{٤}$ ، $\frac{٢}{٣}$

٣- العظم القشرى كبير الحجم ويتمفصل مع الفك السفلى الذى يتكون مـــن عظمة واحدة فقط هى العظم السنى ويبرز من العظم القشرى نتوءا كبـــيرا يسمى بالنتوء الخدى يمتد أماما ليتصل مع العظم الوحشى وبذلك يتكـــون قوسا يسمى بالقوس الخدى يحيط بتجويف الحجاج الكبير الحجم (الذى هـو عبارة عن تجويف الحجاج الأصلى والنقرة الصدغية السفلية).

٤- المجوعة الحول حجاجية ممثلة بـــالدمعى فقـــط. يلاحـــظ أن الجـــدار الداخلى لتجويف الحجاج يتكون من الوتدى الحجاجى (عظم غضروفـــى) يليه عظمة أخرى تفصل بينه وبين القشرى وتسمى بالوتدى الجناحى وهى

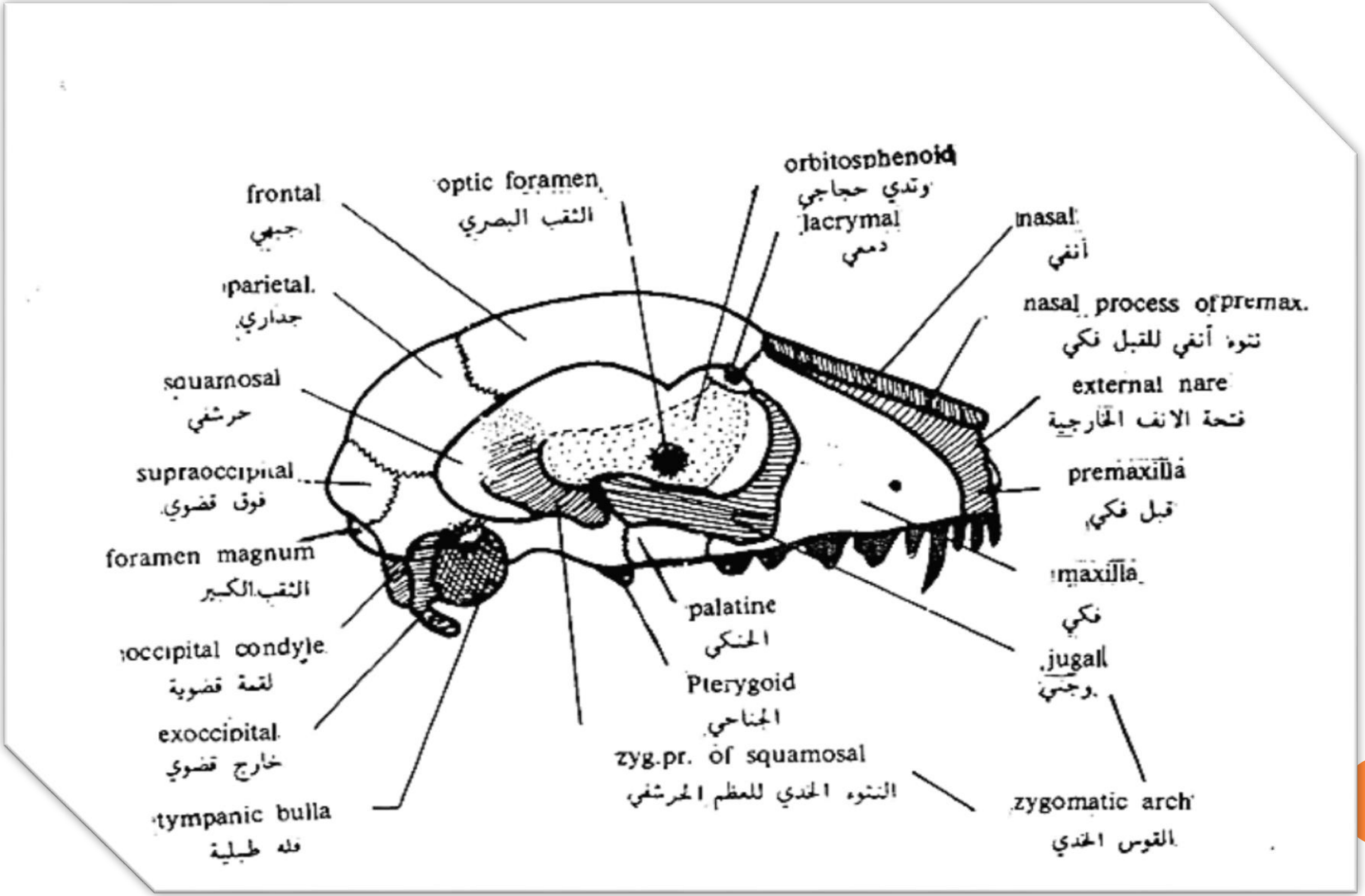
تتكون نتيجة لتعظم النتوء الصاعد للف العلوى (كما سبق أن ذكرنا ذلك أثناء دراسة الجمجمة الحشوية)

٥- الحلقة القذالية تتكون من الأربع عظام المعتادة (قذالى علوى ، قذاليان وحشويان وقذالى قاعدى) تزود هذه الحلقة بلقمتان قذاليتان تنشأ كل واحدة من كلا القذالى القاعدى والقذالى الوحشى المجاور.

يلاحظ ان القذالى الوحشى يعطى نتوءا يسمى بالنتوء الجارقذالى Para-occipital process

٦- اتحدت العظام الغضروفية الخمس التى تتبع الجمجمة المتعظمة والتى تكون المحفظة السمعية مكونة عظمة غضروفية واحدة هى العظم الجناحى الحلمى Pteromastoid أو القلة الطبلية Tympanic bulla

LATERAL VIEW SKULL OF DOG منظر جانبي لجمجمة الكلب



العمود الفقري VERTEBRAL COLUMN

العمود الفقرى : Vertebral column

يتحول الحبل الظهرى الذى يبدأ ظهوره فى الأطوار الجنينية الأولى للفقاريات تدريجيا أثناء النمو إلى هيكل غضروفى أو عظمى مرتبا فى حلقات متتالية تسمى بالفقرات Vertebrae التى تكون فى مجموعها ما يعرف بالعمود الفقرى Vertebral column ينشأ هذا الهيكل من الميزودرم على هيئة خلايا ميزنكيمية تحيط بالحبل الظهرى وتتحول إلى خلايا غضروفية يبرز منها زوجان من قطع هيكلية لكل فقرة قطعتان منهم يطلق عليهما اسم القاعدية الظهرية Basidorsal ويقعان على الناحية العلوية الجانبية للحبل الظهرى يمتدان إلى أعلى مكونان قوسان عصبيان Neural arches حول الحبل الشوكى يلتقيان على هيئة شوكة عصبية Neural spine . القطعتان الأخريتان يسميان بالقاعدية البطنية Basiventral ويقعان على الناحية السفلية الجانبية للحبل الظهرى حيث يمتدان جانبيا فى منطقة الجذع على هيئة نتوئين مستعرضين Transverse processes . أما فى منطقة الذيل فإنهما يسيران فى الاتجاه البطنى ويحيطان بالشريان والوريد الذيليين مكونان قوسان دمويان Haemal arches يتصلان ببعضهما فتتكون الشوكة الدموية Haemal spine

تكون الخلايا الغضروفية التى تحيط بالحبل الظهرى ما يسمى بمركز جسم الفقرة الحولحبلى Perichordal centrum أثناء النمو تغزو الخلايا الغضروفية جدار الحبل الظهرى مكونة مركز جسم فقرة حبلى chordal centrum

فى حالة الفقاريات العليا يضمر الحبل الظهرى تدريجيا حتى يتلاشى تماما أثناء النمو ويحل محله الفقرات التى قد تظل غضروفية كما فى حالة الأسماك الغضروفية او تتحول إلى نسيج عظمى وذلك ابتداء من الأسماك العظمية وحتى الثدييات.

أما فى حالة الحيوانات الفقارية البدائية فإنه تظل بقايا من الحبل الظهرى حتى فى الطور اليافع وحولها مراكز أجسام الفقرات.

تركيب فقرة نموذجية : Structure of a typical vertebra

تتركب الفقرة النموذجية فى الحيوان البالغ لجميع الفقاريات فيما عدا حالات نادرة من ثلاثة اجزاء رئيسية هى :

جسم الفقرة Centrum

ويتكون فى المكان الذى يشغله الحبل الظهرى فى أجنة الفقاريات وتوجد بقايا من الحبل الظهرى تمتد على هيئة محور عند مركز جسم الفقرة فى لفقاريلت الدنيا وتتمفصل أجسام الفقرات المتجاورة مع بعضها عن طريق نهايتها الامامية والخلفية التى قد تكون مقعرة أو محدبة أو مسطحة أو مزيج من هذه الاشكال ويمكن تقسيم اجسام الفقرات حسب شكلها الى عدة أنواع :

أنواع الفقرات المختلفة TYPES OF VERTEBRAE

أنواع الفقرات المختلفة Types of vertebrae

١ – النوع ثنائى التقعر Amphicoelous

ويكون مركز جسم الفقرة مقعر الوجهين من الأمام والخلف كما هو الحال فى الأسماك الغضروفية وبعض الأسماك العظمية.

٢ – النوع خلفى التقعر Opisthocoelous

حيث يكون مركز جسم الفقرة محدبا من الأمام ومقعرا من الجهة الخلفية ومن أمثلته بعض الأسماك العظمية.

٣ – النوع أمامى التقعر Procoelous

فى هذا النوع يكون مركز جسم الفقرة مقعرا من الأمام ومحدبا من الخلف كما هو الحال فى فقرات البرمائيات والزواحف.

٤ – النوع غير متجانس التقعر Heterocoelous

فى هذا النوع يكون مركز الجسم الفقرة من الأمام والخلف ذو تحدب وتقعر فى نفس الوقت ويشبه هنا السرج، كما هو الحال فى الفقرات العنقية للطيور.

٥ – النوع عديم التقعر: Amphiplatyan

ويكون مركز جسم الفقرة هنا مسطح من الأمام والخلف كما هو الحال فى فقرات الثدييات.

- آ -

أ

Amphicelous

مقعرة الوجهين

- ب -

ب

Procelous

امامية التقعر

- جـ -

جـ

Opisthocelous

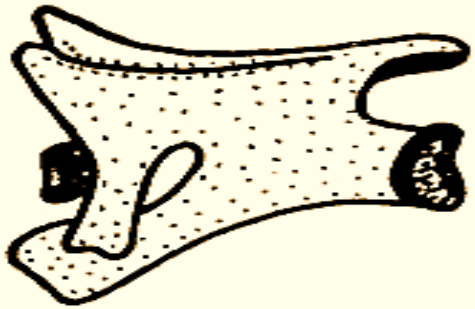
خلفية التقعر

د

- د -

Acelous

عدية التقعر



- هـ -

هـ

Heterocelous

متباينة التقعر

ت- الأقواس Arches :

يوجد فوق جسم الفقرة قوس عصبية تتكون من صفيحتين عصبيتين (يمنى ويسرى) وتكون الاقواس العصبية للفقرات المتتالية قناة فقرية Vertabral cannal تحيط بالحبل الشوكى ويستكمل سقف القناة الشوكية بواسطة سلسلة من الاشواك العصبية وفى الناحية البطنية لجسم الفقرات الذيلية فى كل من الاسماك والبرمائيات الذيلية urodela يوجد ما يعرف بالقوس الدموية haemal arch التى تتكون من التقاء الصفيحتين الدمويتين haemal plates تحت جسم الفقرة عند الخط المنصف البطنى حيث تندغمان سويا كما يوجد تركيب مماثل فى الامنيويات ويتكون من زوج العظام على شكل حرف V تسمى cheveron bones وتكون هذه القوس فى الفقرات المتتالية تسمى قناة دموية تحيط بالشريان والوريد الذيليين.

جـ- النتوءات Processes :

وهى عبارة عن بروزات تنشأ للخارج سواء من جسم الفقرة او القوس العصبية لتهيئ سطوحا مناسبة لاتصال كل من العضلات والضلوع وهذه النتوءات متنوعة فمنها نوع مفرد متوسط الوضع فى الغالب مثل الشوكة العصبية neural spine التى تعلو القوس العصبية neural arch وكذلك الشوكة الدموية haemal spine التى توجد فى قمة القوس الدموية كما أن هناك نتوءات عظمية اخرى بالاضافة الى ما سبق وهى فى الغالب جانبية ومزدوجة ويمكن ان تميز عددا من هذه النتوءات فى الفقاريات العليا أهما :

١) النتوءات النيرية Zygapophyses

وهى نتوءات مفصلية ويوجد منها زوجان أحدهما أمامى ويعرف بالنتوءين النيرين الاماميين prezygapophysis ويتجهان الى أعلى والى الداخل ولكل منهما سطح مفصلى articular facet عند نهايته البعيدة يتجه الى أعلى والزوج الثانى خلفى ويعرف بالنتوءين النيريين الخلفيين postzygapophysis ويتجهان الى اعلى بانحناء الى اسفل ولكل منهما سطح مفصلى عند نهايته البعيدة متجه الى اسفل ويتراكب النتوءان النيران الخلفيان لكل فقرة على النتوءين النيريين الأماميين للفقرة التالية لها من الخلف.

٢) النتوءات المستعرضة Transverse processes

وهى نتوءات تبرز للخارج من جانبى الفقرة وأهم أنواعها :

أ- Diapophysis وهما نتوءات ينشأن من قاعدة القوس العصبية وتتمفصل مع الدرنة tuberculum أو الرأس الظهرية للضلوع ذات الرأسين فى رباعيات القدم.

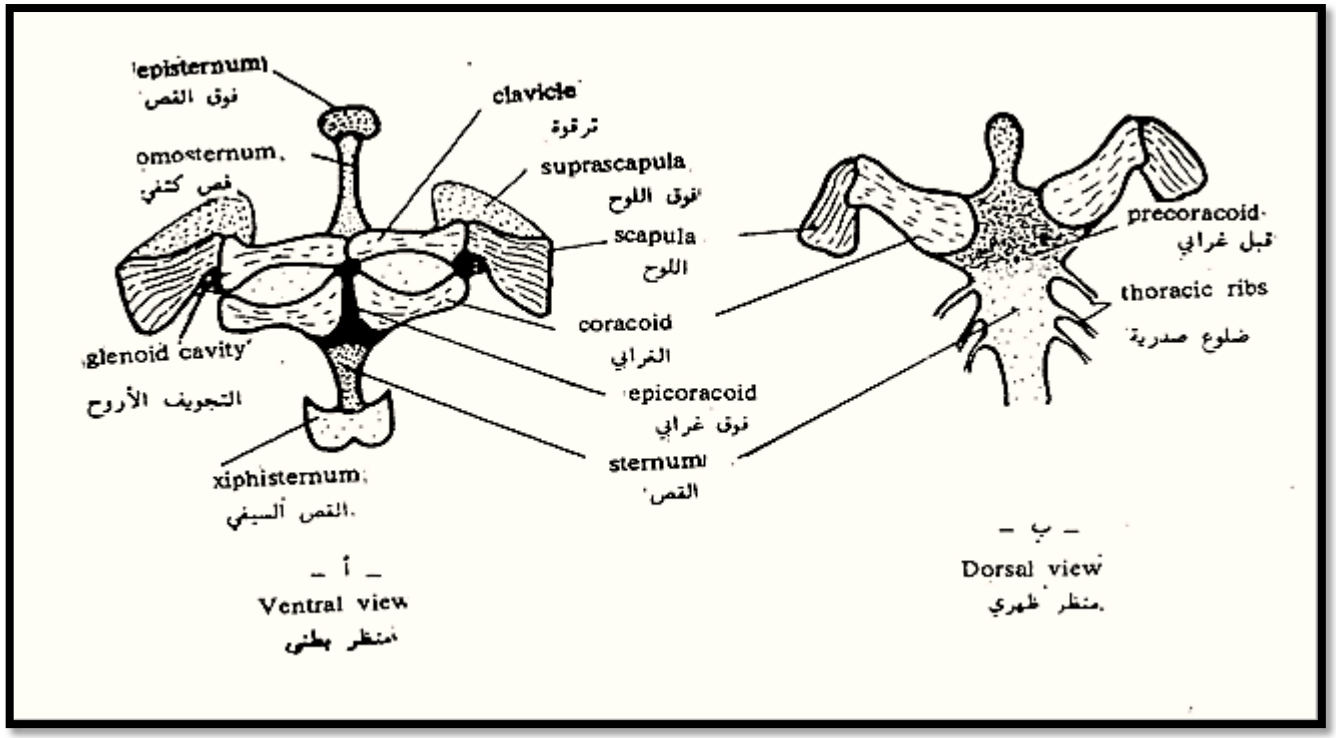
ب- Parapophysis وهما نتوءات ينشأن من جسم الفقرة وتتمفصل مع الرؤس capitulum أو مع الرأس السفلية للضلوع ذات الرأسين فى رباعيات القدم.

ثانياً : عظام القص STERNUM

- تنشأ عظام القص في مجموعة رباعية الاقدام ذات الاطراف الامامية القوية والتي تحتاج الى دعامة هيكلية قوية لارتباط عضلاتها .
- **ففي البرمائيات** :- يتألف عظم القص في البرمائيات الذنبية urodela من قضبان قصيرة غضروفية تمتد جانبياً من الخط الوسطي الى الحواجز الافقية horizontal septaالتي تفصل القطع العضلية بعضها عن بعض اما في البرمائيات اللاذنبية Anuraفيتداخل عظم القص مع عظام الحزام الكتفي **(شكل أ)** .
- **وفي الزواحف** : يتكون القص من صفيحة غضروفية محاطة من الامام بالعظم الغرابي coracoid للحزام الكتفي **(شكل ب)** .

القص والحزام الصدري (الكتفي) في

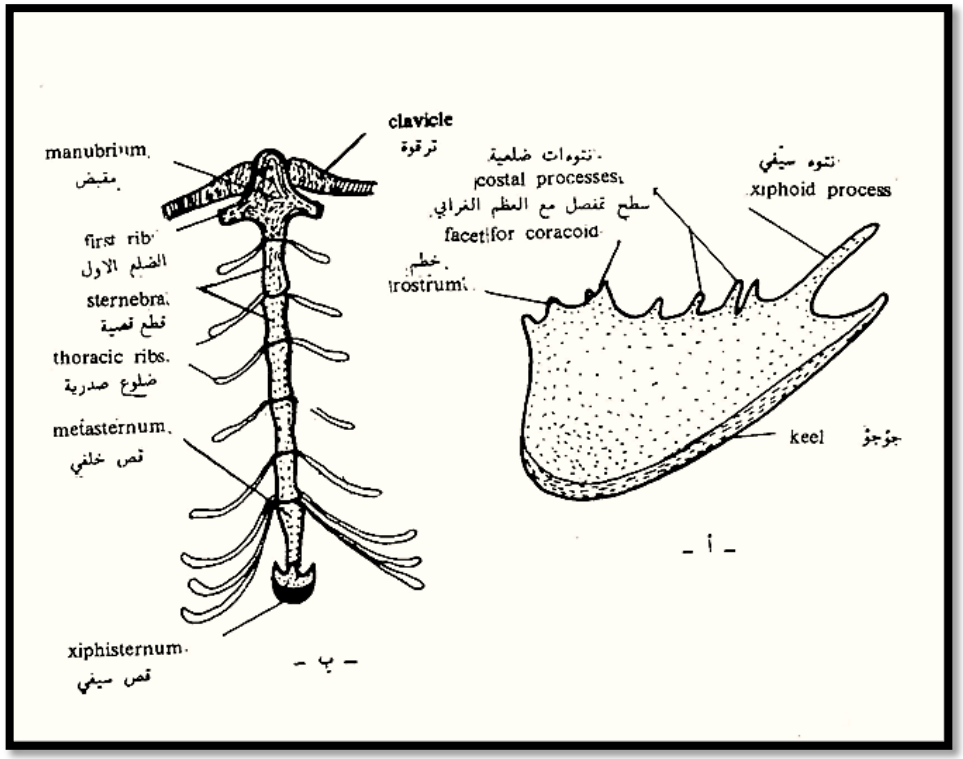
أ- الضفدعة , ب- الزواحف



- **وفي الطيور** : يوجد قص كبير يشبه الدرع وله جؤجؤ keelاو زورق carina طولي وسطي بطني عميق ويمتد منه من جهة الخلف نتوءان سيفيان xiphoid processes ويبرز من الجانبين سطوح لتمفصل الاضلاع **(شكل أ)** .

- **اما في الثدييات** : فيتألف القص من سلسلة من العظام والغضاريف وفي مقدم القص يوجد المقبض manubrium وهو الجزء الاكبر وعليه يرتكز الزوج الاول من الاضلاع والترقوتين 2 clavicles اما القص السيفي xiphisternumوهو الجزء الخلفي فيتكون من مادة غضروفية ولا يتصل بأضلاع **(شكل ب)** .

القص في أ – الطيور ب – الثدييات



الهيكل الطرفي APPENDICULAR SKELETON

- لقد سبق ان ذكرنا ان اطراف مجموعة رباعية الاقدام قد نشأت وتطورت من الزعانف الزوجية التي لاسلافها من الاسماك الرئوية ولقد كانت زعانف هذه الاسماك مدعمة بأشعة غضروفية او عظمية مكونة من عناصر قريبة او قاعدية **basal** يليها عناصر وسطية او الشعاعيات **radials** واخيراً عناصر بعيدة من اشعة الزعنفة الادمية **Dermal fins rays** وبدراسة هيكل هذه الاسماك وجد ان احزمة زعانفها قد نشأت او تطورت من التحام القاعديات بأتجاه الخط الوسطي البطني وان بعض عظام الاطراف قد نشأت من الشعاعيات .

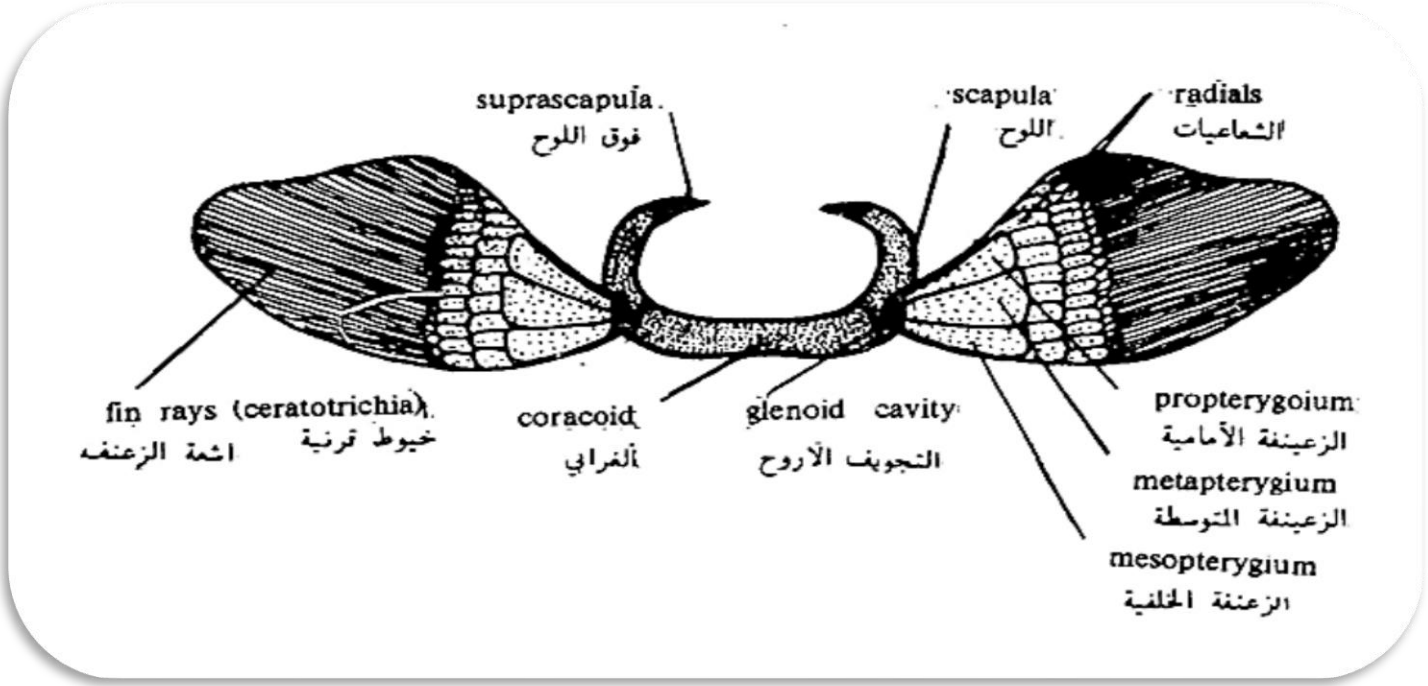
APPENDICULAR SKELETON الهيكل الطرفي

- وعندما انتقلت الحيوانات من الحياة المائية الى الحياة على اليابسة قد تحورت الزعانف الى اطراف قادرة على حمل الجسم وعندما اصبحت الاطراف اقوى كان ولابد وان تصبح الاحزمة اقوى واصبحت متصلة بالعمود الفقري وعظام الاطراف واحزمتها قد نشأت بطريقة متماثلة ولما كان هناك تطابق بين عظام الاطراف واحزمتها في المجاميع المختلفة لذا قال عنها انها متماثلة تسلسلياً ومنها نشأ الطرف النموذجي خماسي الاصابع لرباعية الاقدام **Typical pentadactyle limb of tetrapoda**

PECTORAL GIRDLE التشريح المقارن للحزام الكتفي (الصدري)

- أ- في الاسماك الغضروفية يتركب الحزام الصدري من قطعة غضروفية واحدة على شكل حرف ب .
- والجزء المستعرض لذلك الحزام يوجد على الناحية البطنية ويمثل الغرابي coracoidاما ضلعا ذلك الحزام فيمتدان الى اعلى , وكل ضلع يعرف باللوح Scapulaوفي الزاوية الجانبية الواقعة بين اللوح والغرابي يوجد التجويف الاروح glenoid cavityالذي فيه تستقر الدعائم الغضروفية الثلاث للزعنفة الصدرية .

الحزام الصدري والزعانف الصدرية لكلب البحر



الحزام الصدري والزعانف الصدرية للبلطي

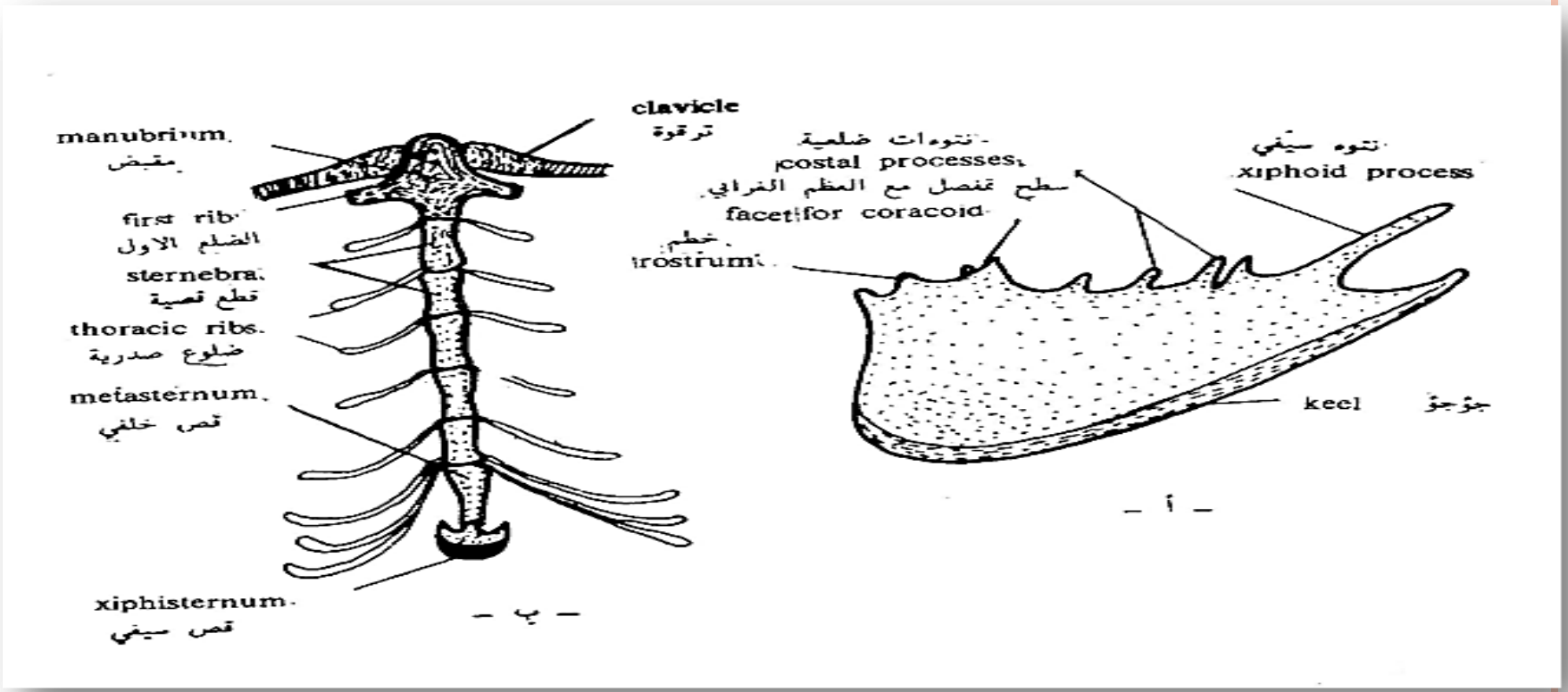
- ب- وفي الاسماك العظمية : يزود هذا الحزام بعظام غشائية اهمها من الناحية التطورية عظمة الترقوة . clavicle

الحزام الصدري للبرمائيات

- ج- وفي البرمائيات : يعتبر الحزام الصدري بدائيا في البرمائيات الذنبية امافي البرمائيات اللاذنبية فهو متقدم التكوين (شكل – أ) اذ ان له ترقوة كبيرة نسبياً وغراباً كبيراً ويتمفصل كل منهما مع عظام القص في الناحية الوسطية اما في الناحية الجانبية فتلتقي عظام الترقوة والغرابي واللوح عند التجويف الاروح glenoid cavity وهو انخفاض يتمفصل فيه رأس العضد Humerusاولى عظام الطرف الامامي , واللوح يستمر ظهرياً كنتوء غضروفي يدعى فوق اللوح . suprascapula

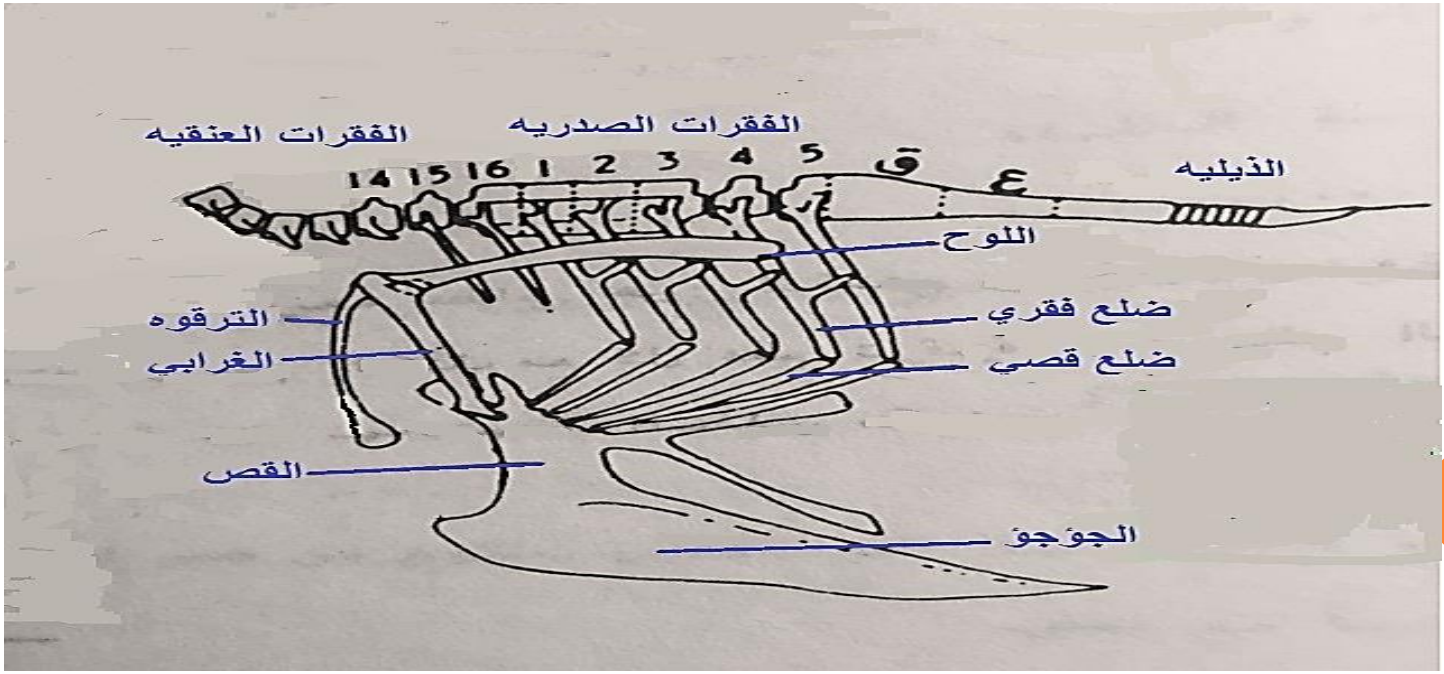
الحزام الصدري للزواحف

- ء- وفي الزواحف : يتألف من نفس المكونات الاساسية اي الثلاث العظام : اللوح والغرابي وقبل الغرابي ولاوجود لعظمة الترقوة ولكن العظم بين الترقوي يتصل بالجزء البطني من القص (**شكل – ب**) .



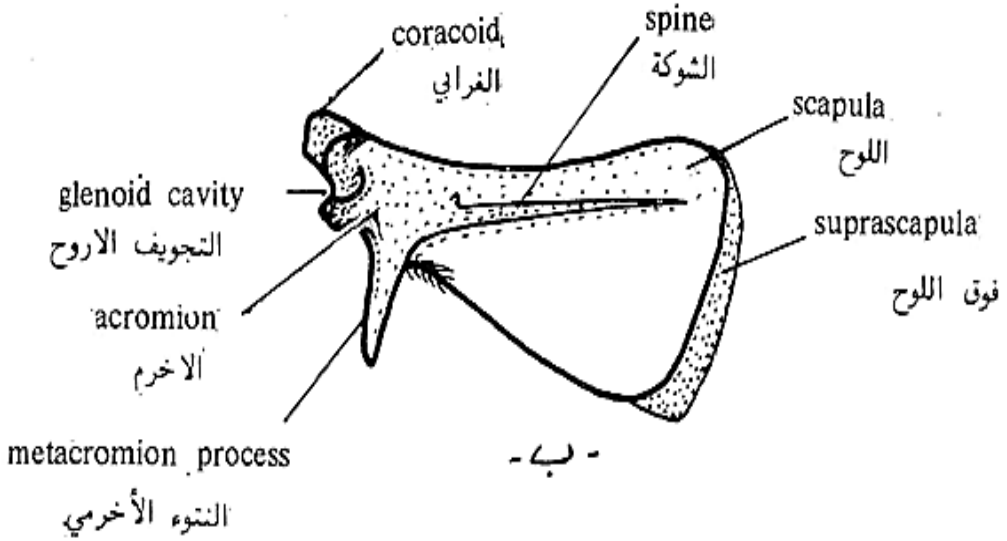
الحزام الصدري للطيور

- هـ - وفي الطيور : يتألف من لوح طويل متجه خلفياً , وغرابي يتجه في وضع رأسي . ويتميز الحزام الصدري هنا بوجود الشعيبة furculaالمؤلفة من الترقوتين متحدتين سوياً وهذه العظام الثلاثة تحصر فيما بينها الثقب الثلاثي foramen triosseum(شكل – أ) .



الحزام الصدري للثدييات

- و- وفي اللبائن : يعتبر عظام اللوح اكبر عظام الحزام الصدري واهمها , ويكون مثلث الشكل ويتمفصل العضد بالتجويف الاروح ويكون النتوء الغرابي الوسطي , كما تتميز عظمة اللوح بوجود شوكة على سطحها الخارجي تنتهي بالنتوء الاحزمي acromion process **(شكل – ب)** .

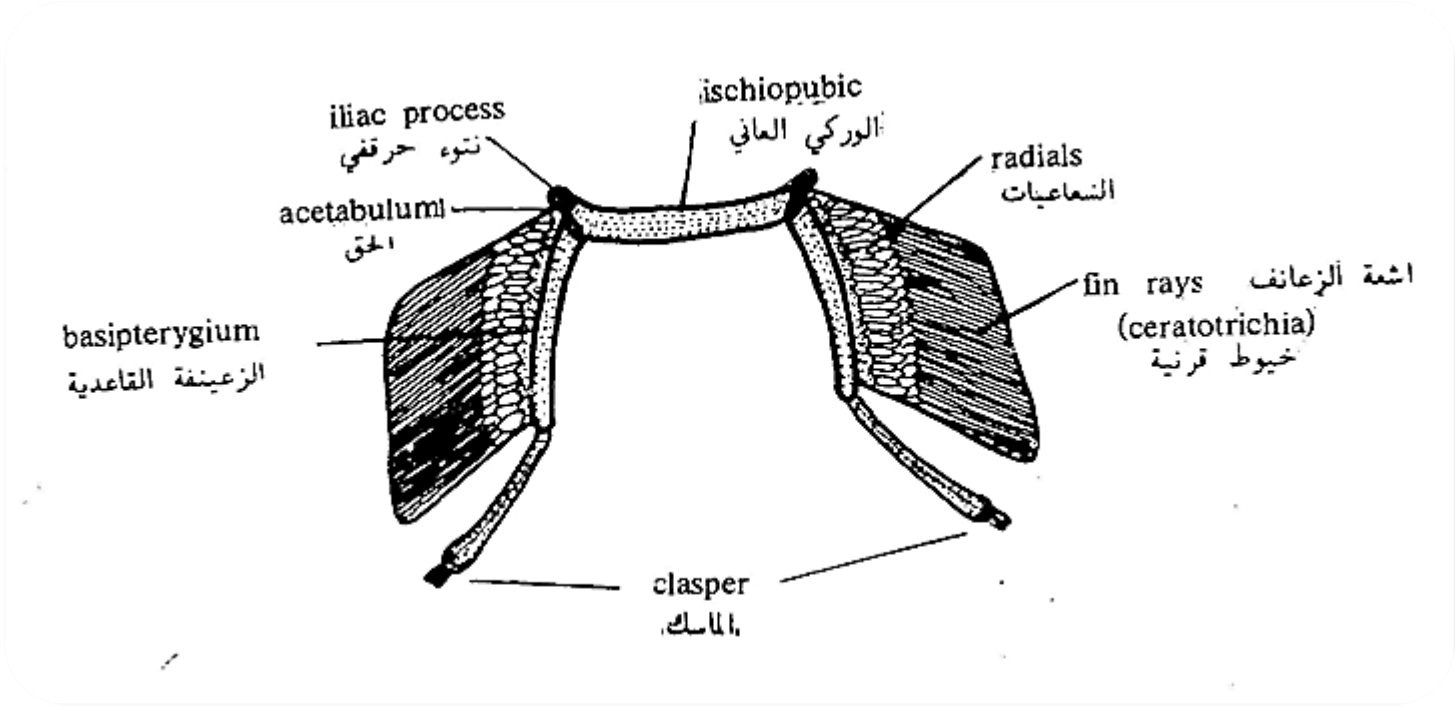


- ب -

التشريح المقارن للحزام الحوضي PELVIC GIRDLE

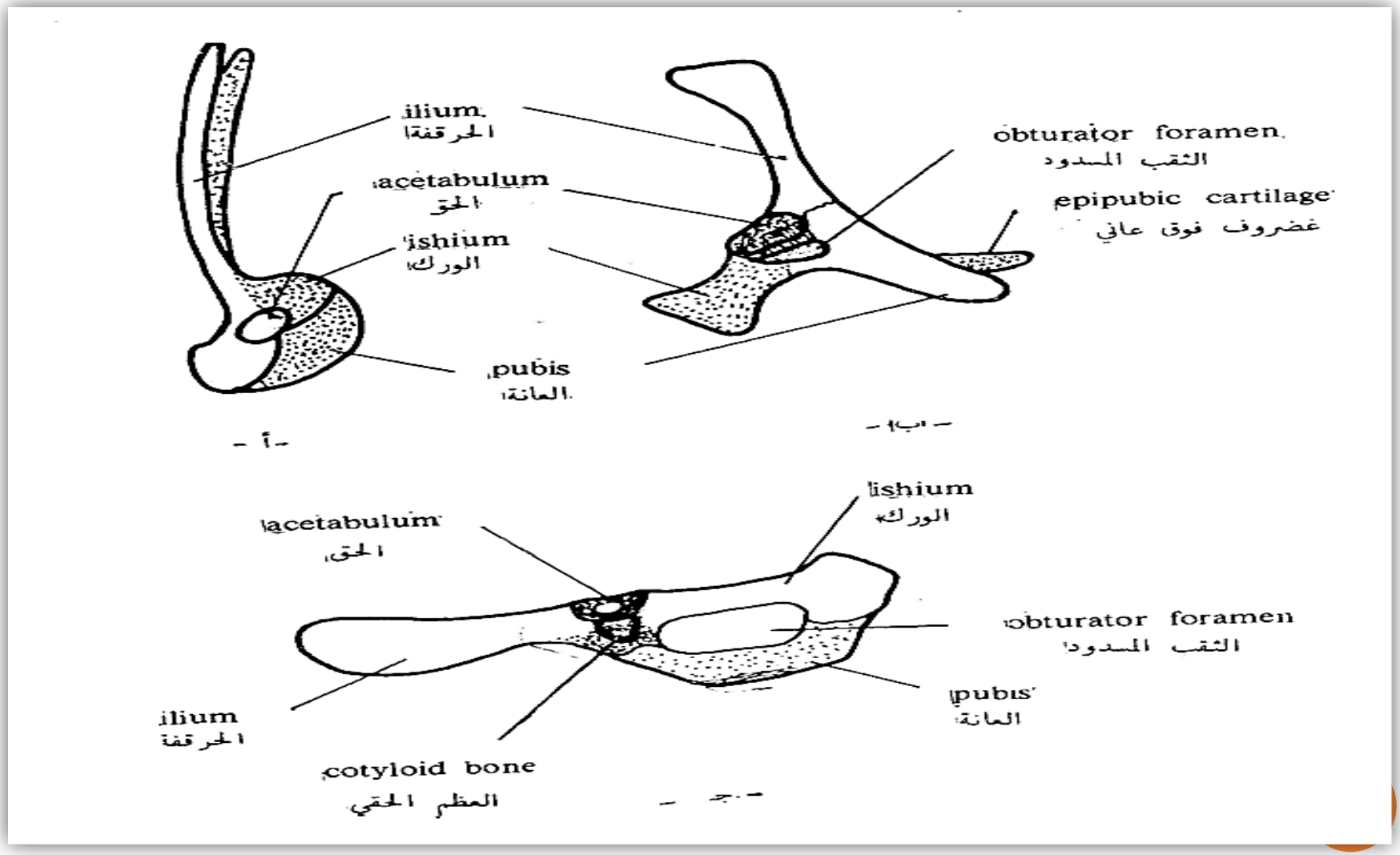
- أ- في الاسماك الغضروفية : ويربط الزعانف الحوضية معاً ويوجد في مؤخرة منطقة الجذع ويتألف من قطعة غضروفية واحدة ولها وضع مستعرض بين قاعدتي الزعانف الحوضية وهذه القطعة تدعى الغضروف الوركي العاني Ischio-pubic) شكل 52) وهي تتكون بألتحام زوجين من الغضاريف في الخط الوسطي البطني وعلى كل جانب من هذا الحزام يوجد تجويف الحق acetatulumخلاله ترتكز دعامة للزعنفة الحوضية , والوركي العاني له امتدادات ظهرية جانبية تعرف بالنتوءات المرفقية . iliac processes

الحزام الحوضي والزعانف الحوضية لكلب البحر (ذكر)



- ب- وفي الاسماك العظمية : لا يختلف الحزام الحوضي كثيراً سوى ان القطعة الهيكلية اعتراها تعظم بدلاً من الغضروف اي ان الخلايا الغضروفية قد استبدلت بخلايا عظمية .

منظر للحزام الحوضي أ – للضفدع ب – للسلحفاة جـ - للارنب



الحزام الحوضي للزواحف

- ء- وفي الزواحف : الحزام الحوضي اكثر وضوحاً حيث تكون التداريس (الفواصل) Suturesالتي تفصل ما بين العظام الثلاثة مرئية ويلتقي الزوجان من العظام البطنية هما العانتان في الجهة الامامية والوركيان في الجهة الخلفية مع الحرقفتين في الجهة الظهرية **(شكل– ب).**
- والعظمان العانيان ملتحمان في الخط الوسطي البطني ومكونان الارتفاق العاني symphysis pubisالذي غالباً ما يظل غضروفياً .ويوجد بين عظمي العانة والورك ثقب كبير نسبياً يدعى الثقب المسدود . foramen obturator

الحزام الحوضي للطيــور

- **هـ - وفي الطيور** : يتألف الحزام من العظام الثلاثة وهي صفائح ملتحمة ببعضها وتتصل بالعجز المركب synsacrumوالحرقفة هي اكبر العظام ويفصل بينها وبين الوركي ثقبان
- 1- حرقفي وركي ilioischiatic foramen
- 2- تجويف الحق acetabulum
- وعلى طول الحافة البطنية للورك توجد العانة وهي عظمة ضيقة رفيعة يفصلها عنها الثقب المسدود .

الحزام الحوضي للثدييـات

- و- وفي الثدييات : الحرقفة هنا كبيرة وطرفها الامامي يتمفصل مع الفقرة العجزية والعانيان يلتقيان في الخط الوسطي ويكونان الارتفاق العاني والحق يحاط اماماً بالحرقفة وبطنياً بالعانة وخلفياً بالورك ويمكن مشاهدة التداريس (الفواصل) الفاصلة بين العظام الثلاثة في الحيوانات صغيرة السن ويتميز الحزام الحوضي في اللبائن بوجود عظمة اضافية بجوار الحق هي العظم الحقي . Cotyloid boneوالثقب المسدود يوجد ايضا بين الحرقفة والورك **(شكل – ج)** .

التشريح المقارن للاطراف

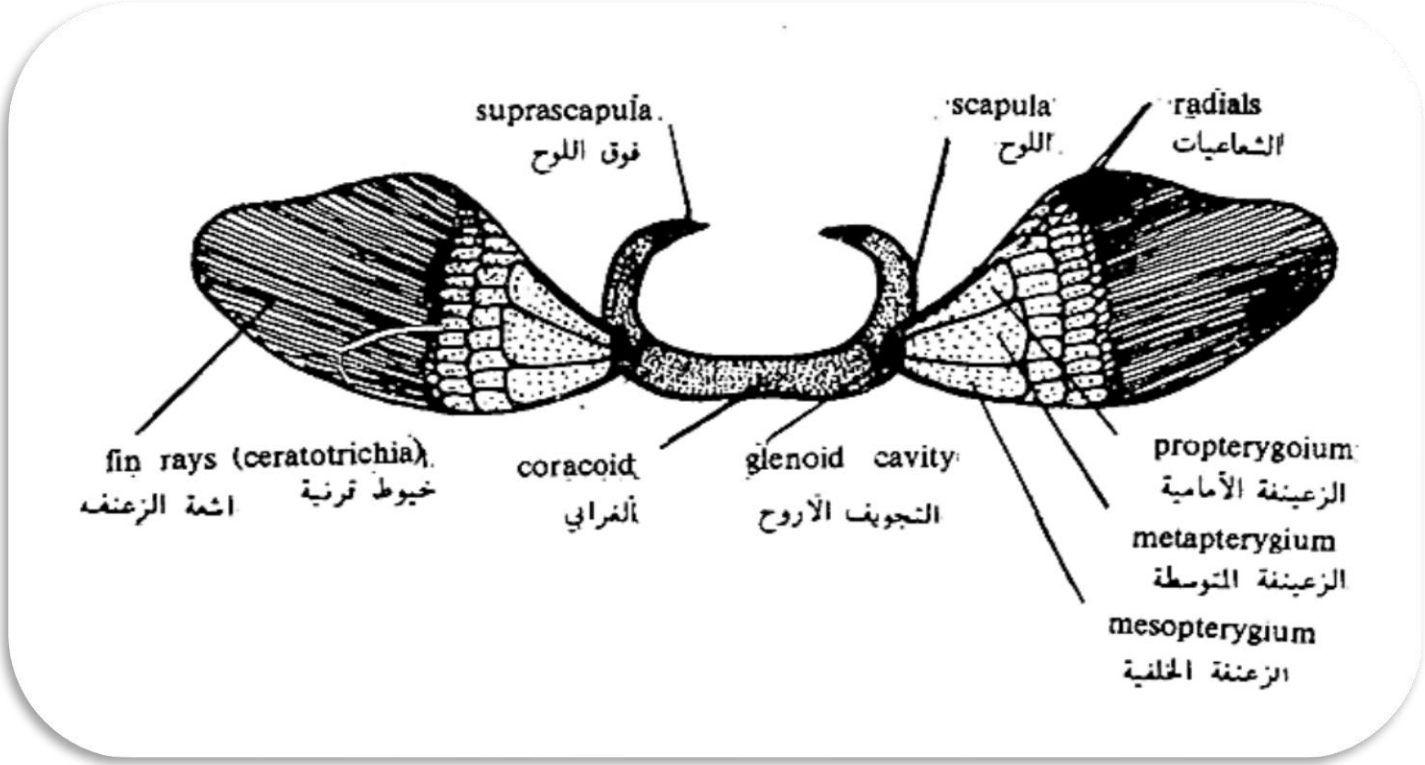
١- الاسماك

الاطراف في الاسماك ممثلة بالزعانف الزوجية الصدرية والحوضية والزعنفة الصدرية يدعمها ثلاثة غضاريف هي :

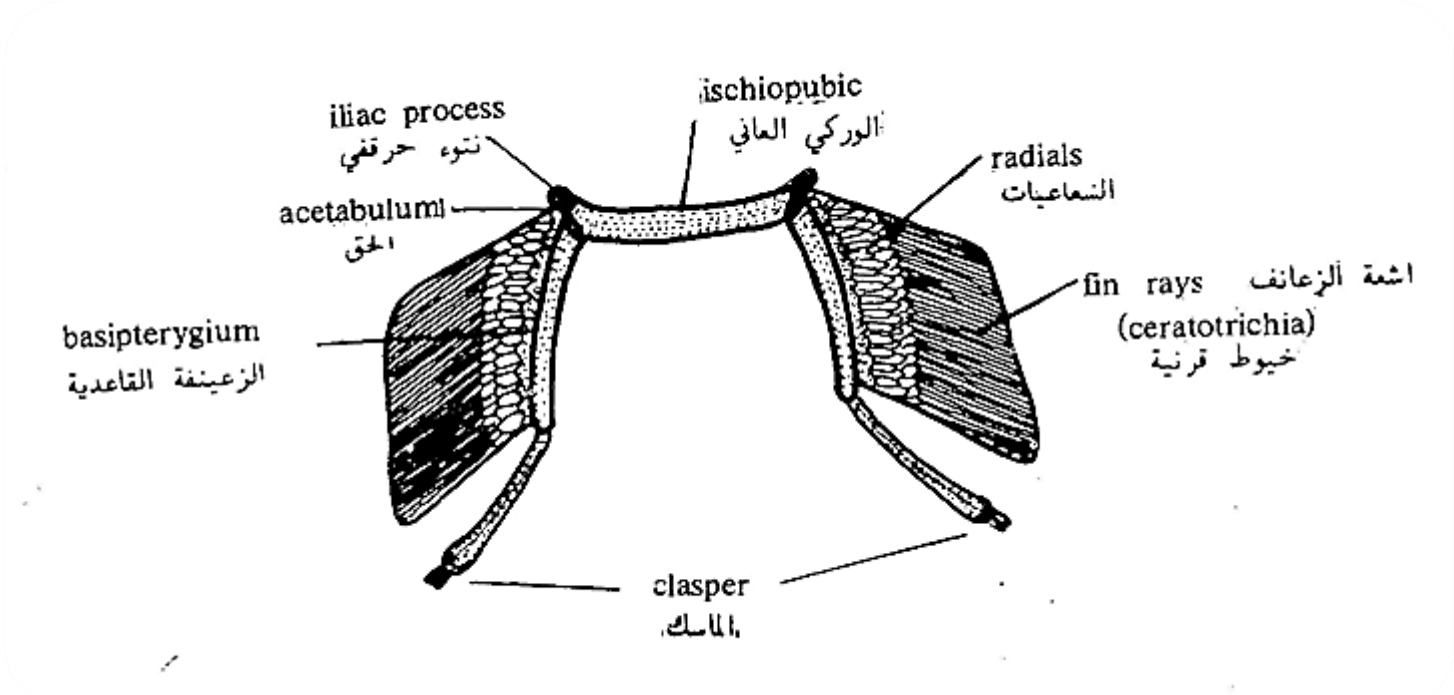
الزعينفة الاولية **propterygium** والزعينفة المتوسطة **Mesopterygium** والزعينفة الخلفية **Metapterygium** وتحمل هذه القطع الهيكلية قطعاً هيكلية اخرى صغيرة تدعى الشعاعيات radials.

اما الزعنفة الحوضية فتدعمها قطعة غضروفية واحدة هي الزعينفة القاعدية **basipterygium** وهناك تباين كبير في تركيب زعانف الاسماك العظمية بأنواعها المختلفة .

الحزام الصدري والزعانف الصدرية لكلب البحر



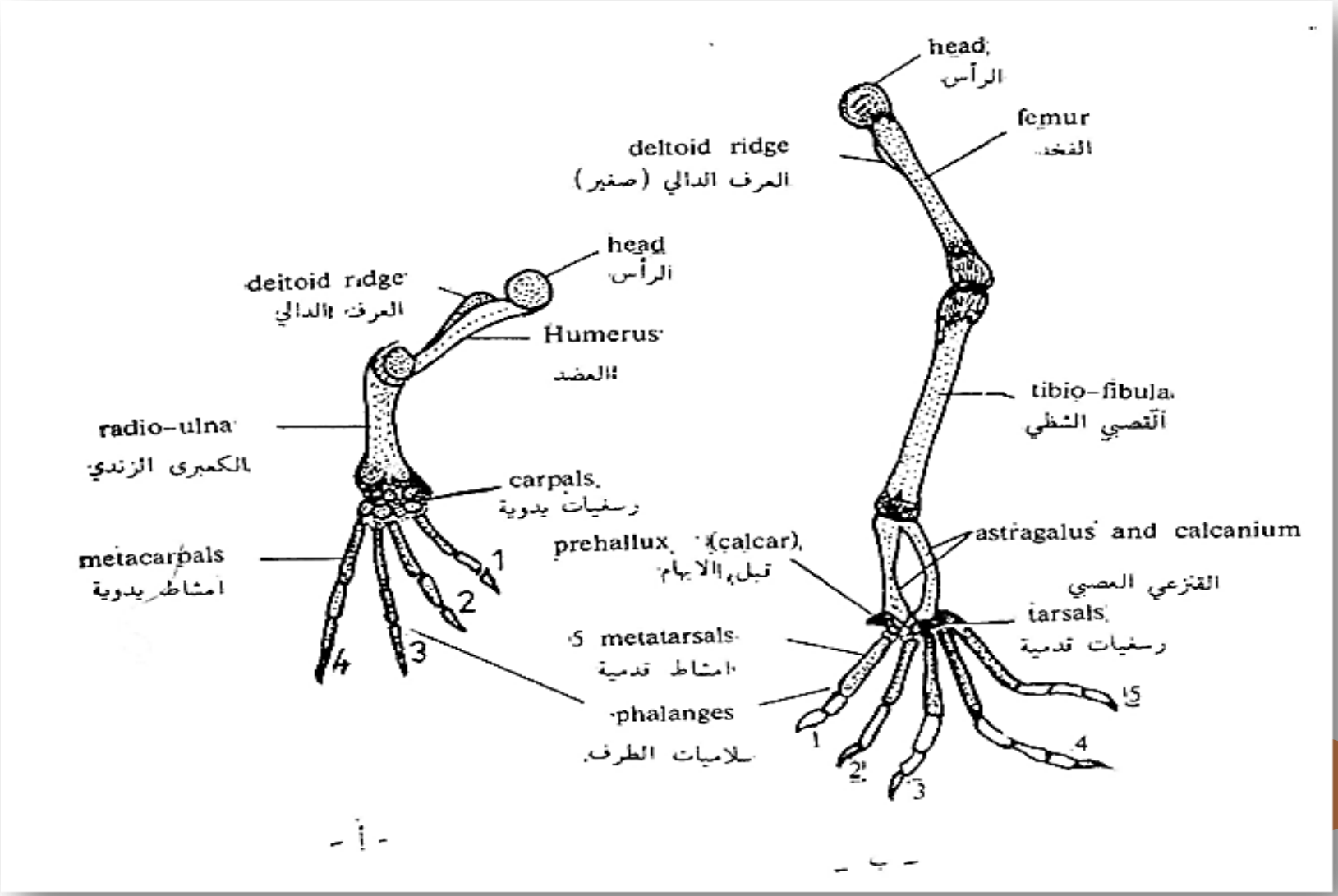
الحزام الحوضي والزعانف الحوضية لكلب البحر (ذكر)



الأطراف الأمامية و الخلفية للبرمائيـــات

- **ب- البرمائيات**
- الاطراف في البرمائيات اللاذنبية Anuransاكثر تخصصاً من مثيلاتها في البرمائيات الذنبية urodela فعظمة العضد Humerusوعظمة الفخذ femurمن النوع النموذجي ولكن عظمتي الكعبرة radius, والزند ulnaفي الطرف الامامي يلتحمان سوياً ويكونان عظمة واحدة هي الكعبري الزندي Radioulnaوكذلك عظمتا القصبة tibiaوالشظية fibulaفي الطرف الخلفي يلتحمان سوياً يكونان عظمة واحدة هي القصبي – الشظي Tibiofibula.
- والطرف الامامي رباعي الاصابع بينما الطرف الخلفي خماسي الاصابع والعظام الرسغية القدمية Tarsalsمتحورة وتكون صفين : الصف القريب proximal rowويحتوي على عظمتين طويلتين : عظمة داخلية هي القنزعي astragalusواخرى خارجية هي العقبي . Calcaneum
- اما عظام الصف البعيد distal rowفهي مختزلة الى (2 أو 3) قطع غضروفية او عظمية . والامشاط القدمية Metatarsulsوسلاميات الاصابع phulangesللطرف الخلفي طويلة ومتصلة بعضها مع بعض بواسطة غشاء كبير ويوجد عادة عظمة اضافية هي قبل الابهام prehallluxوتقع على الجانب القصبي للعظم القصبي الشظي وهو يعتبر احياناً كأصبع اثري اضافي او عظم رسغي اضافي .

عظام الطرف الامامي – أ – والطرف الخلفي – ب – للضفدع



الأطراف الأمامية و الخلفية للزواحف

ج- الزواحف

- الاطراف في الزواحف لا تظهر اي مميزات غير عادية فهي من النوع خماسي الاصابع النموذجي حتى في الانواع المائية والاختلافات الرئيسة في اطراف المجموعات المختلفة من الزواحف تبدو اكثر وضوحاً في العظام الرسغية اليدوية والقدمية حيث يعتريها اختزال في عددها نتيجة لألتحام بعضها مع بعض .
- ويتميز الطرف الخلفي للزواحف بوجود مفصل jointداخل العظم الرسغي intratarsalsبين صفي العظام الرسغية القدمية وبواسطة هذا المفصل تتم حركة الطرف بصورة اكثر وضوحاً عنها عند المفصل الموجود بين الرسغيات القدمية وبين القصبة والشظية . وفي بعض السحالي تظهر الرضفة patellaلأول مرة والرضفة عبارة عن قطعة هيكلية تمثل غطاء الركبة . Knee cup

الأطراف الأمامية و الخلفية للطيـــور

ء- الطيـــــور

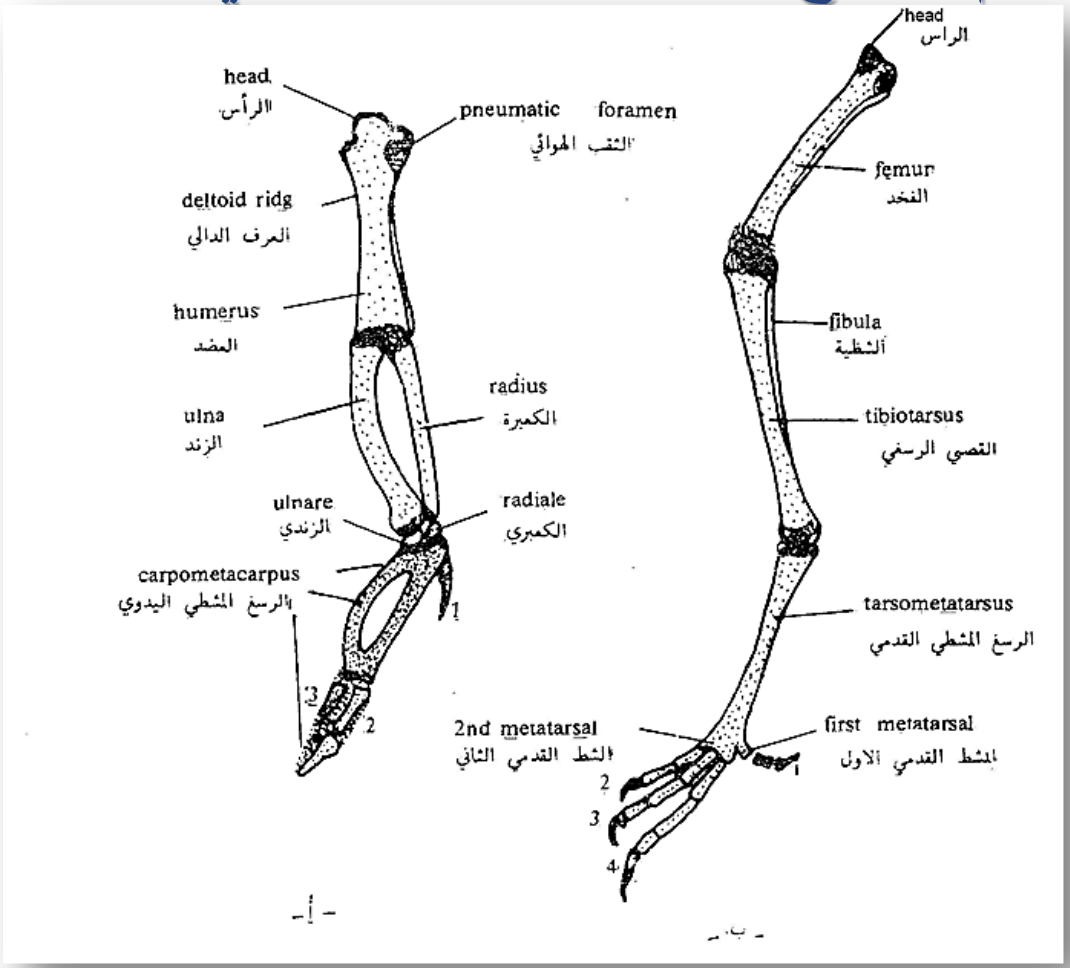
- تظهر مجموعة من التحورات الواضحة فقد تحورت الاطراف الامامية الى اجنحة للطيران وهي ايضاً من النوع خماسي الاصابع النموذجي الا ان الرسغيات اليدوية القريبة ممثلة بعظمتين فقط هي الكعبري radiale والزندي ulnare ويقعان عند قاعدتي الكعبرة والزند على التوالي .

- اما باقي العظام الرسغية (الرسغيات الوسطية والرسغيات البعيدة) فتندمج مع عظام الامشاط اليدوية Metacarpals وعددها خمس مكونة عظمة واحدة مركبة هي : عظمة الرسغ المشطي اليدوي carpometacarpus وعلى هذه العظمة ترتكز الاصابع الثلاثة للجناح والاصبع الاول يوجد بالقرب من التقاء القدم الذاتية autopodium مع القدم الثنائية zeugopodium وله سلامية واحدة , والاصبع الثاني فهو بعيد عن الاول وله سلاميتان اما الاصبع الثالث فهو يمتد بمحاذاة الاصبع الثاني وهو ضامر ومكون من سلامية واحدة صغيرة وتكون صيغة الطرف الاصبعية Digital formulaهي 1:2:1 .

- وتتميز عظام الاطراف للطيور بقنواتها الهوائية لأختزال وزنها ويمكن تمييز العضد Humerus بخفة وزنه لأحتوائه على ثقب هوائي pneumatic foramen وكبر عرفه الدالي deltoid ridge وكبر الرأس ايضا الذي يتمفصل مع التجويف الاروح للحزام الصدري .

- اما **الطرف الخلفي** فيتميز بأن عظام الرسغيات القدمية القريبة قد التحمت مع عظمة القصبة مكونة عظمة واحدة مركبة هي عظمة القصبي الرسغي tibio-tarsusلذلك تندمج الرسغيات القدمية البعيدة مع الامشاط القدمية الثلاثة لأصابع القدم رقم 2 , 3 , 4 ليتكون منها عظمة واحدة مركبة اخرى هي العظم الرسغي المشطي القدمي tarsometatarsusوعلى هذه العظمة ترتكز الاصابع الثلاثة للقدم , الاصبع الثاني يتكون من ثلاث سلاميات والاصبع الثالث له اربع سلاميات والاصبع الرابع مكون من خمس سلاميات اما المشط القدمية الاولى فتظل سائبة غير متحدة وتحمل الاصبع الاول ومكون من سلاميتين وبذلك تكون صيغة الطرف الاصبعية هي 5:4:3:2

عظام الجناح – أ – والطرف الخلفي – ب – للحمام



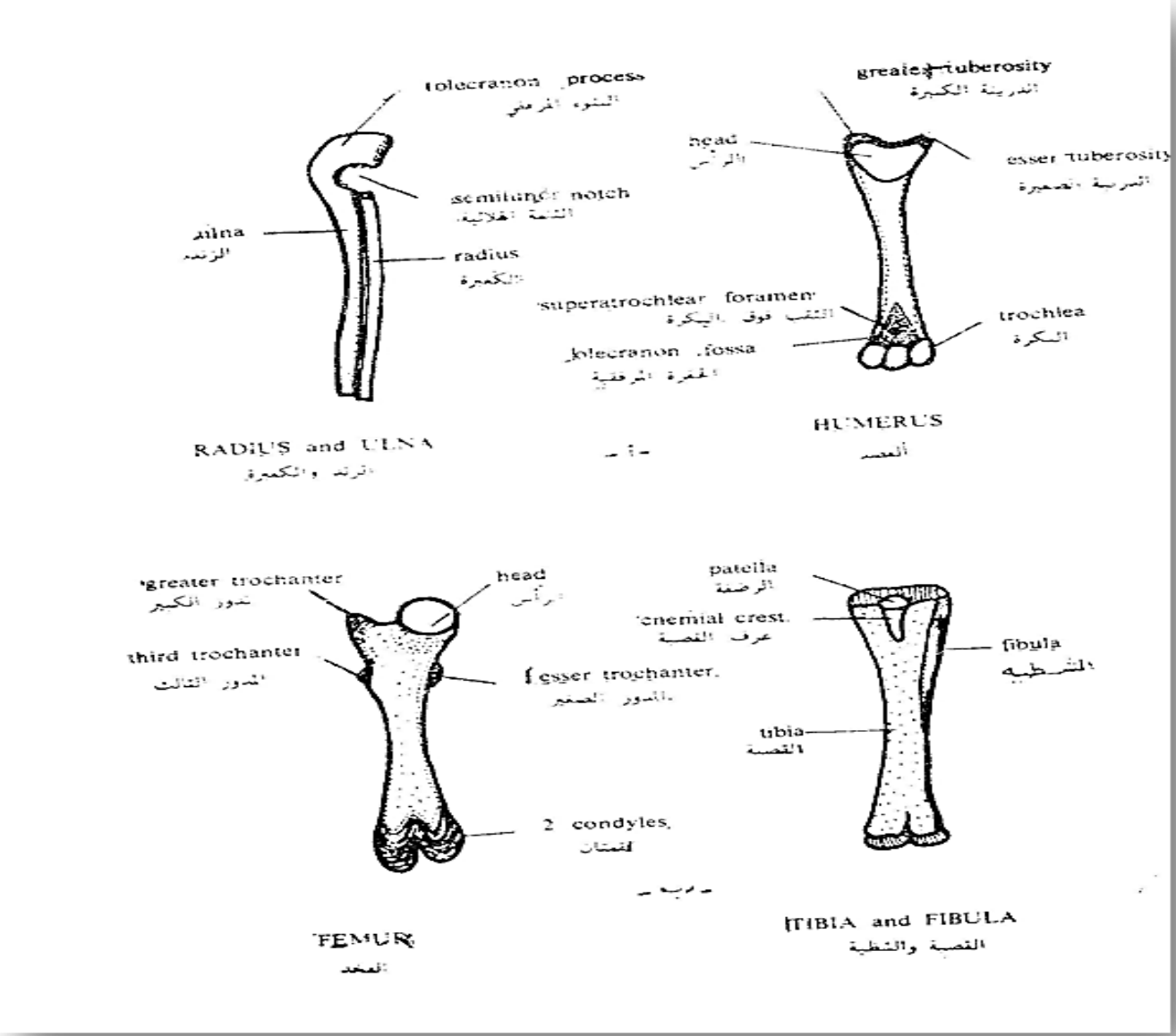
الأطراف الأمامية و الخلفية للثدييـــات

- : **الاطراف الامامية** في اللبائن اقرب من الطرف خماسي الاصابع النموذجي والعضد يتميز بأحتوائه في طرفه القريب على رأس كبير مستدير تقريباً ودرنية كبيرة greater tuberosityودُرنية صغيرة lesser tuberosityاما طرفه البعيد فيكوّن البكرة Trochleaالتي تتمفصل مع الثلمة الهلالية semilunar notchللزند . والنتوء المرفقي للزند Olecranon processوالذي يعرف بالكوع يتمفصل مع الحفرة المرفقية للعضد olecranon fossa.
- ويوجد في الرسغيات اليدوية عدد كبير من العظام التي يختلف ترتيبها من حيوان لآخر واعطيت اسماء مختلفة . اما الامشاط اليدوية فهي طويلة ويتكون الاصبع الاول من سلاميتين وباقي الاصابع تتكون من ثلاث سلاميات وتحمل السلامية البعيدة لكل اصبع الظفر او المخلب او الحافر . واختزال عدد الاصابع في اللبائن شائع .

- ومن بين التحورات العديدة والهامة في الطرف الامامي للبائن هي الموجودة في الخفاش حيث ان معظم عناصر الطرف طويلة والاصابع طويلة جداً يتخللها غشاء جلدي رقيق قابل للتمدد والانبساط , والكعبرة هنا ضامرة بشكل واضح . كذلك اختزال الاصابع في الحصان فخلال نمو الحصان (الخيول) تظهر اربعة اغشية اصبعية وعدة عناصر رسغية الا انه في الحصان البالغ لا يبقى سوى اصبع واحد فقط يمثل الاصبع الثالث وتختفي باقي الاصابع .

- **والطرف الخلفي** لا يختلف في اللبائن كثيراً عنه في الفقريات الاخرى الا ان عظمة القصبة تكون كبيرة والشظية صغيرة تلتحم احياناً معها . وهناك العديد من التحورات في عظام الطرف الخلفي ففي اغلب اللبائن التي ترعى تكون عظام مشط القدم – كما في عظام مشط اليد – طويلة جداً وعددها مختزل لألتحام بعضها ببعض .

عظام الطرف الامامي – أ – والطرف الخلفي – ب – للأرنب



محتوي مقرر التطور

تعريف النشوء والأنقراض ومفهوم التطور على المدي الزمني القصير.
التاريخ العرقي بين الأنواع والنشوء النوعي.
الحياة المبكرة.
النمط الجغرافي الحديث والنشوء النوعي.
الأنقراض والتطور المشترك.
التطور بالأنتخاب الطبيعي (رأي داروين).
أدلة التطور (1- الجغرافيا الحيوية).
تابع أدلة التطور (2- علم التصنيف والتشريح المقارن وعلم الأجنة).

النشوء والأنقراض

- ثلاث نظريات تفسر تاريخ الحياة :

1. التطور Evolution
2. التحول Transformism
3. نظرية الخلق المنفصل Separate creation

الشواهد والأدلة على فكرة التطور

1. التطور علي المدى الزمني القصير
2. التشابه بين الأنواع
3. الشفرة الوراثية
4. التماثل

التاريخ العرقي بين الأنواع وشجرة التطور

سجلات الأحافير

(Fossil Records)

أعطتنا الأحافير معلومات كثيرة عن نشوء الأنواع وأشكال الأسلاف التي نشأت منها الأنواع المعاصرة ومعرفة النشوء التطوري للانواع ودراسة الأختلافات أو التغييرات التي حدثت منذ نشأة الأرض.

طرق التحفير

- كلمة أحفر « للدلالة على أي بقايا متحجرة أو محفوظة للكائن الحي »

1. **الحبس في الثلج:**

يبطل الثلج فعل البكتيريا والفطريات تماما ويحفظ العينة بحالة جيدة جدا مثل حفريات فيل الماموث ووحيد القرن التي وجدت مدفونة

2- الحفظ في الكهرمان

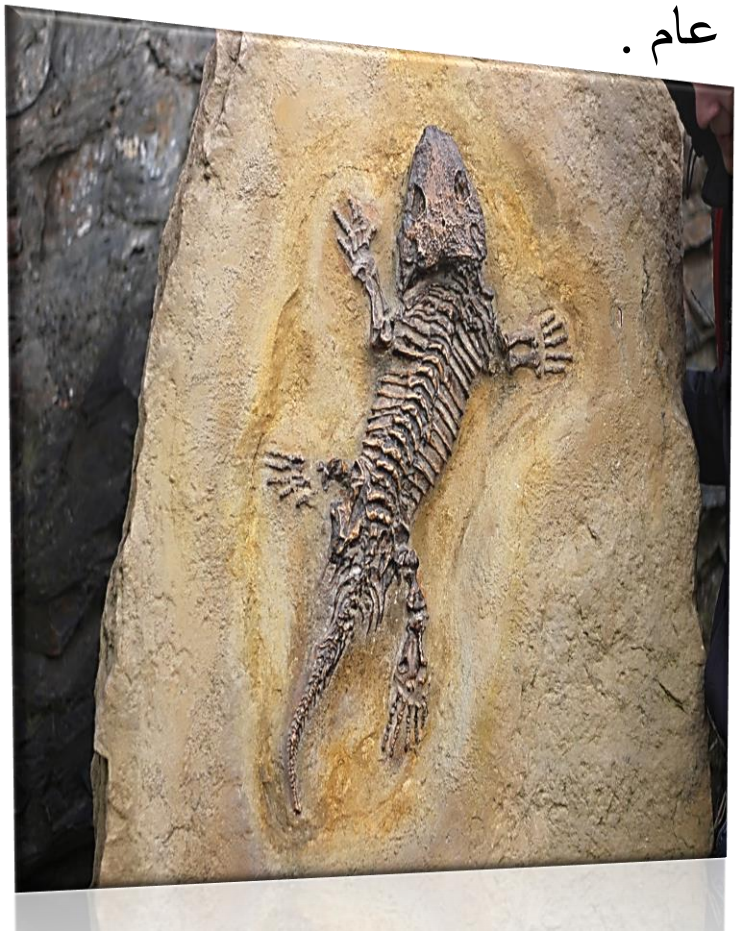
ينشأ الكهرمان من تجميد المواد الصمغية التي تفرزها أشجار الصنوبر, يحفظ العينات الصغيرة مثل الحشرات التي تلتصق أو تنطمر به قبل تجمده.

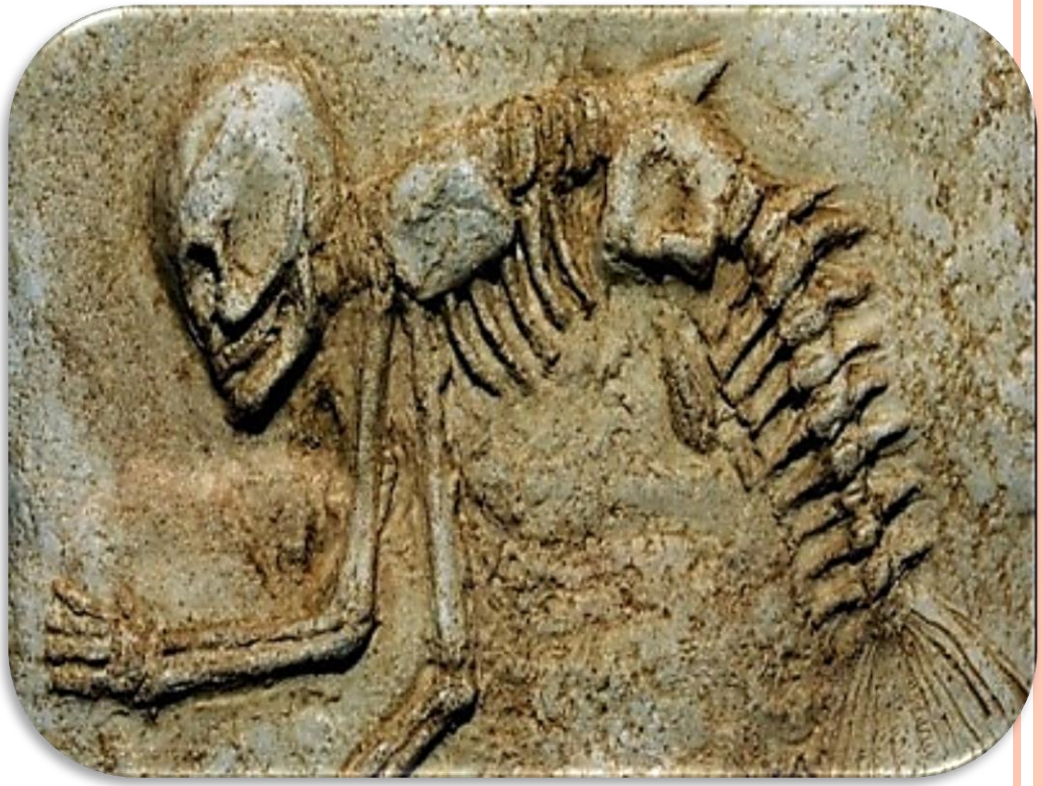
3- الحفظ في القطران والمواد الزيتية

- تم أستخراج أسنان وعظام بعض الحيوانات في اسفلت مأخوذ من جنوب كاليفورنيا وتم استخراج هياكل عظمية للنمر مسيف الأسنان والعديد من الذئاب.

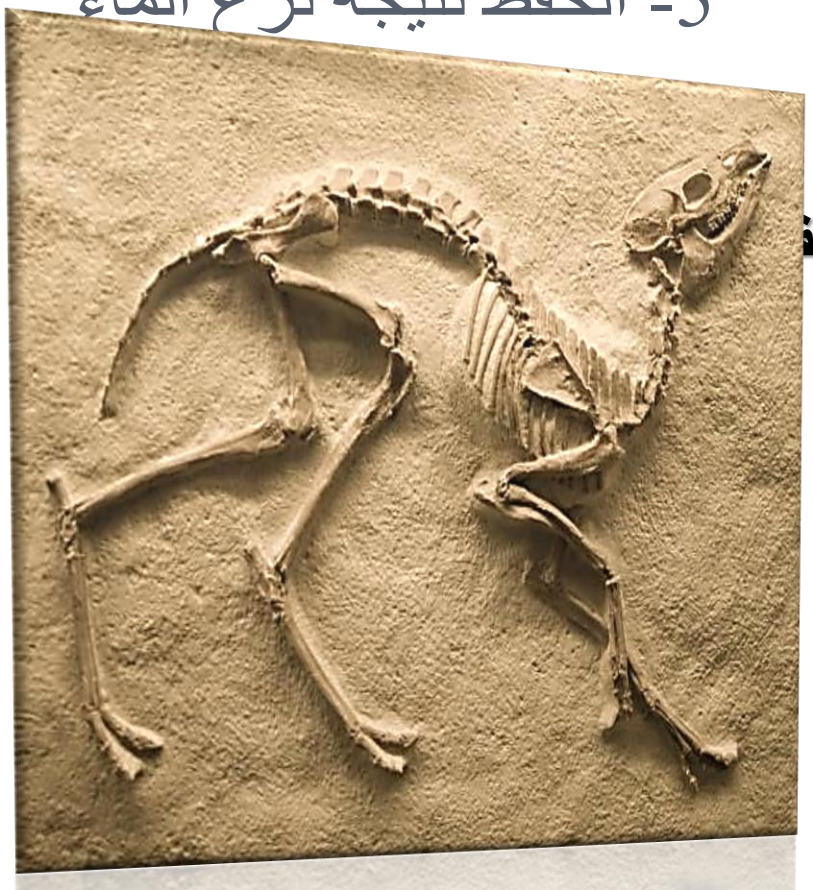
4- الحفظ في المستنقعات الحمضية

تمنع الحالة الحمضية للمستنقعات الحامضة عملية تحلل الاجزاء الصلبة من الكائنات وقد عثر على احافير لنباتات خشبية ةهياكل عظمية مثل الايل الأيرلندي وأنسان يبلغ عمره حوالي 2500 عام .

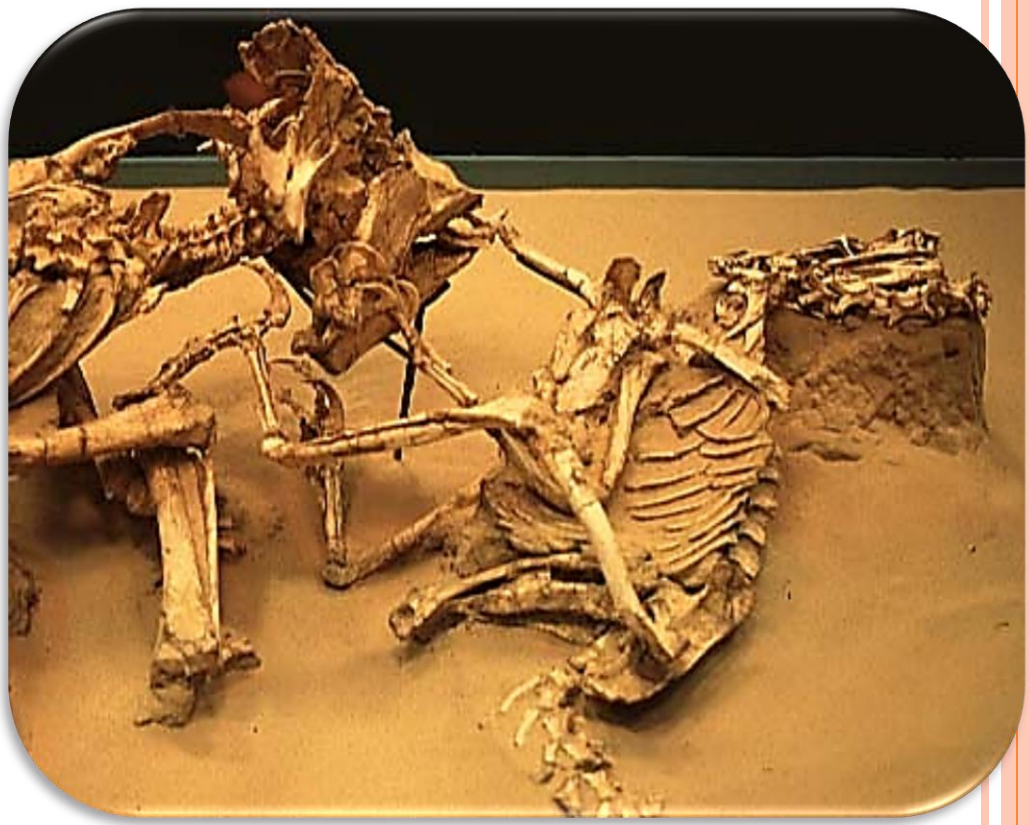




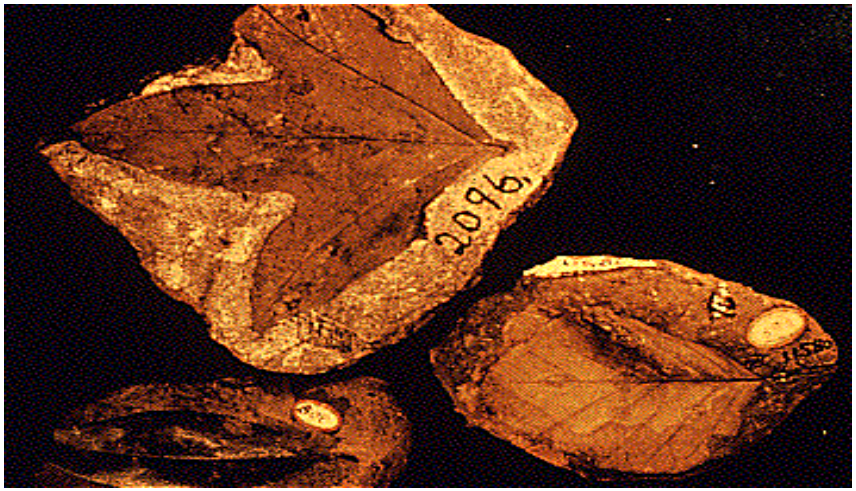
5- الحفظ نتيجة نزع الماء



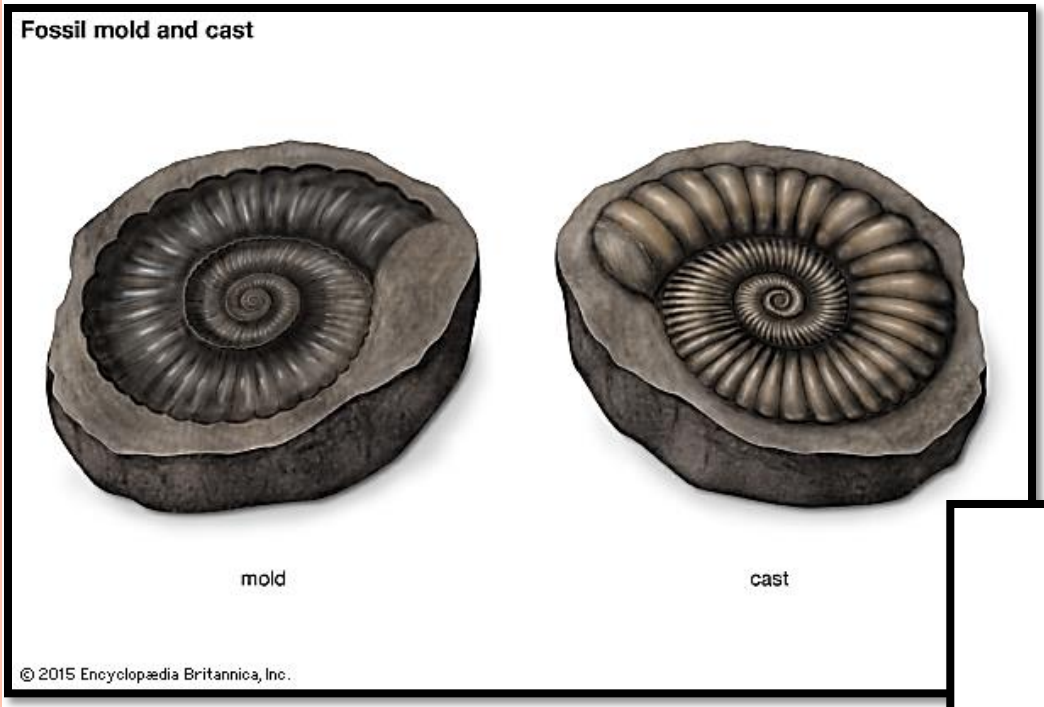
تحفظ بقايا الحيوانات تحت ظروف الجفاف
الشديد في الصحراء.

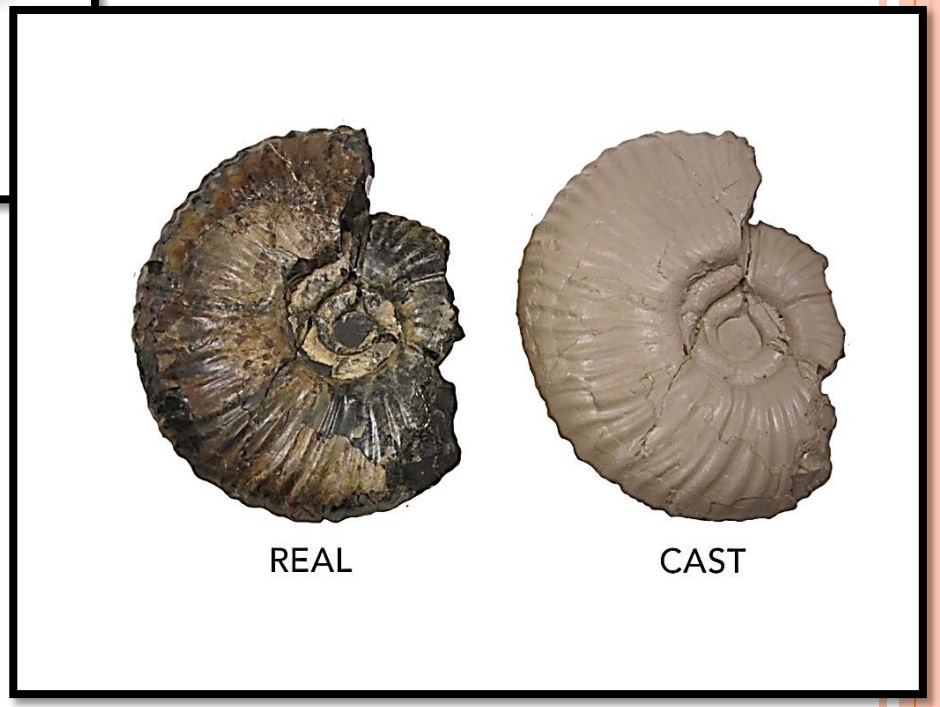


6- تكوين البصمات أو الطوابع



7- التقلوب


Fossil mold and cast
mold
cast
© 2015 Encyclopædia Britannica, Inc.


REAL
CAST

8- التحجير

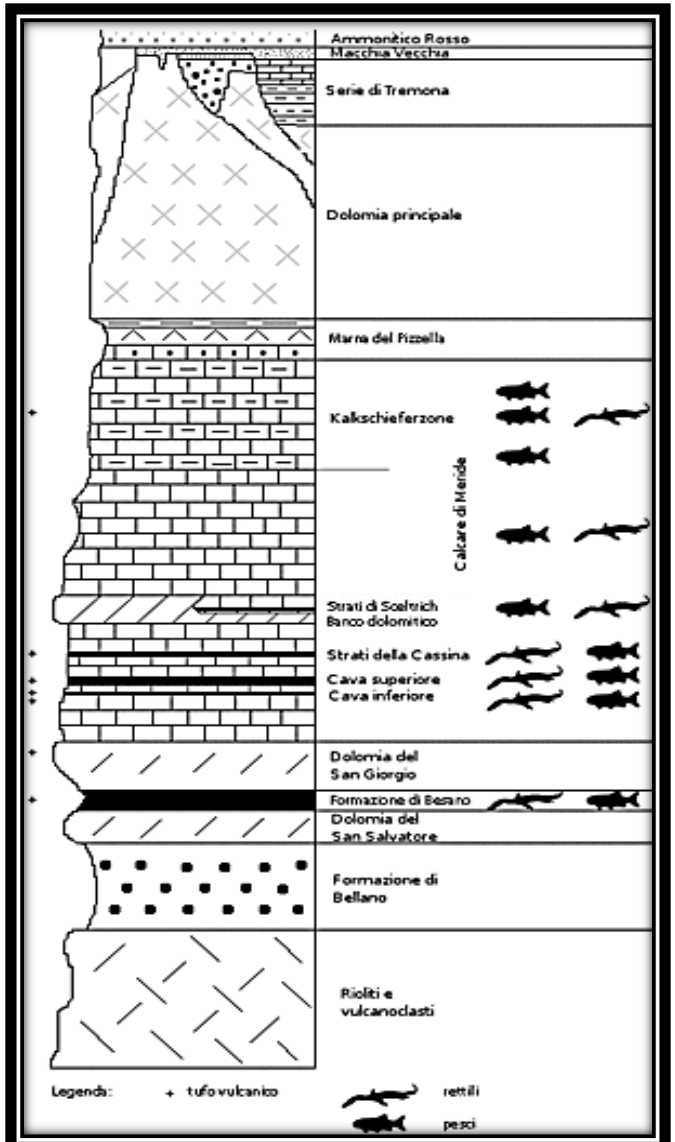
وهي الاحافير الحقيقية التي نشأت نتيجة التحجر أو بمعني اخر تحول الكائن الحي أو النباتات الي تكوين صخرى ويحدث التحجر في وجود مياه غنية بالمعادن.

تاريخ الأحافير

يمكن تقدير عمر الأحافير أذا علم عمر الصخور أو الرواسب التي تحملها.

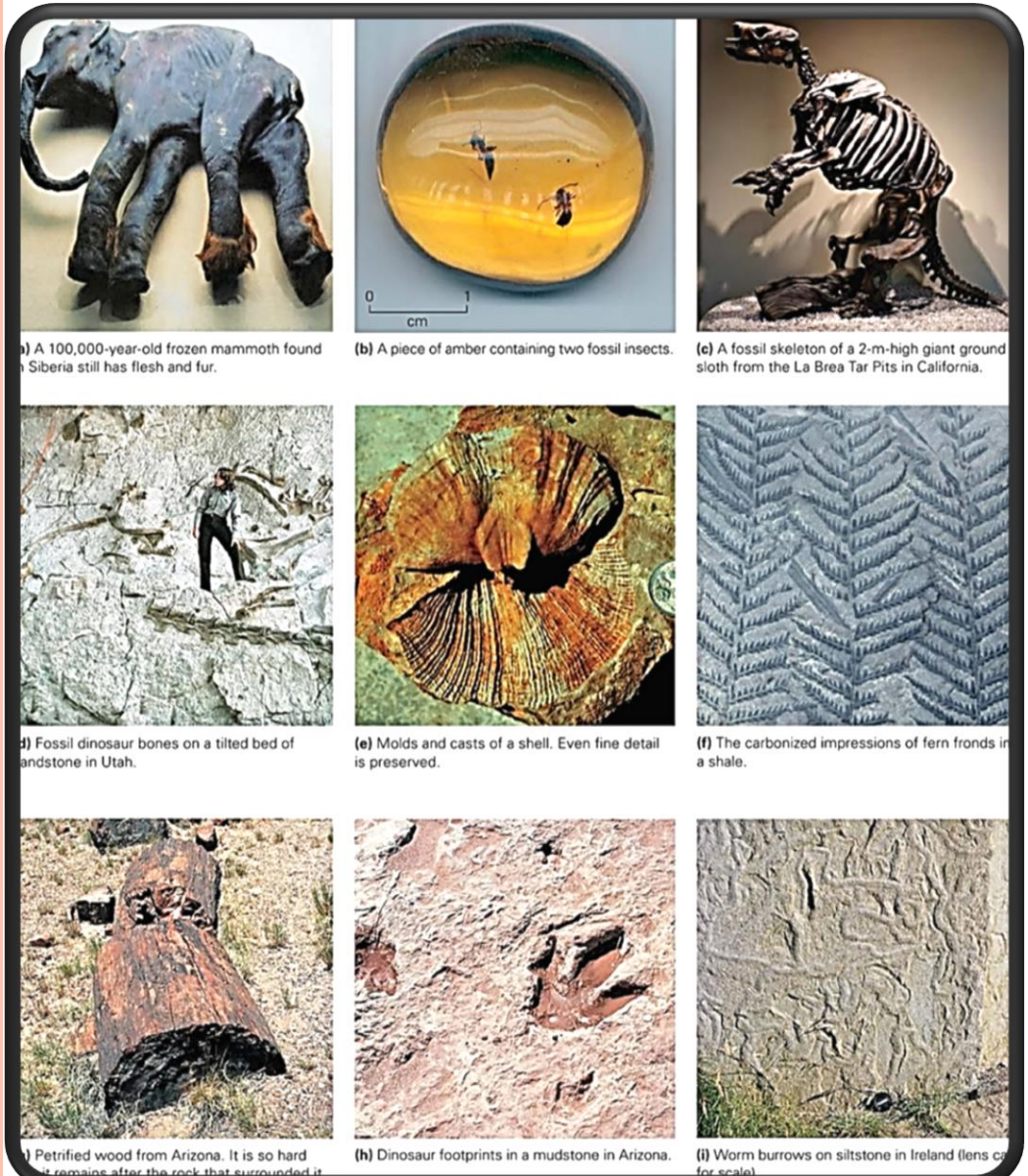
وهناك طرق عديدة لتقدير عمر الصخور.

1- التراصف (دراسة الطبقات الجيولوجية)



هو التحليل الجيولوجي لتتابع الصخور أو الطبقات الصخرية التي ترسبت واحدة تلو الاخرى.

2- التراصف البيولوجي



) A 100,000-year-old frozen mammoth found Siberia still has flesh and fur.

(b) A piece of amber containing two fossil insects.

(c) A fossil skeleton of a 2-m-high giant ground sloth from the La Brea Tar Pits in California.

d) Fossil dinosaur bones on a tilted bed of andstone in Utah.

(e) Molds and casts of a shell. Even fine detail is preserved.

(f) The carbonized impressions of fern fronds i a shale.

) Petrified wood from Arizona. It is so hard

(h) Dinosaur footprints in a mudstone in Arizona.

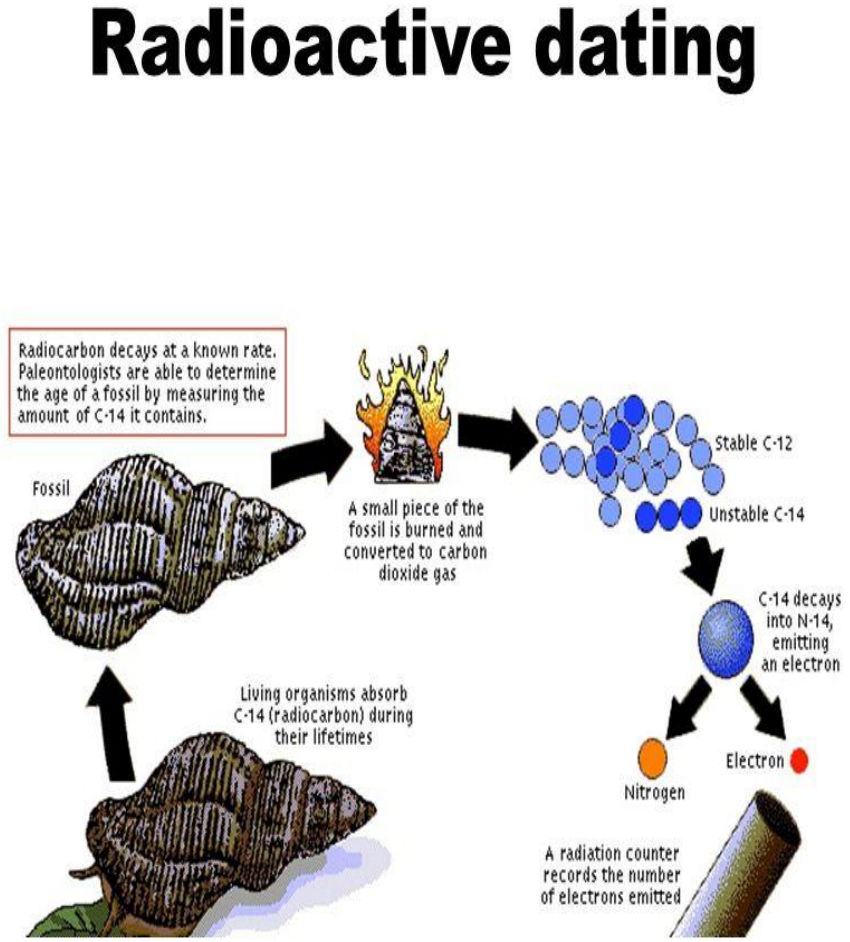
(i) Worm burrows on siltstone in Ireland (lens c

هو مقارنة أعمار الصخور بأعمار الأحافير التي تحتوي عليها.

التنوع في سجلات الأحافير

تنوع الحياة في السجلات الحفرية يعكس معدلات الأنقراض والنشوء النوعي.

قياس كثافة الطاقة الأشعاعية



- يعتمد تقدير عمر الأحافير بقياس الطاقة الاشعاعية علي اضمحلال أو تاكل انوية عناصر معينة خاصة الكربون المشع 14 حتي يتحول الي نظير الكربون غير المشع.

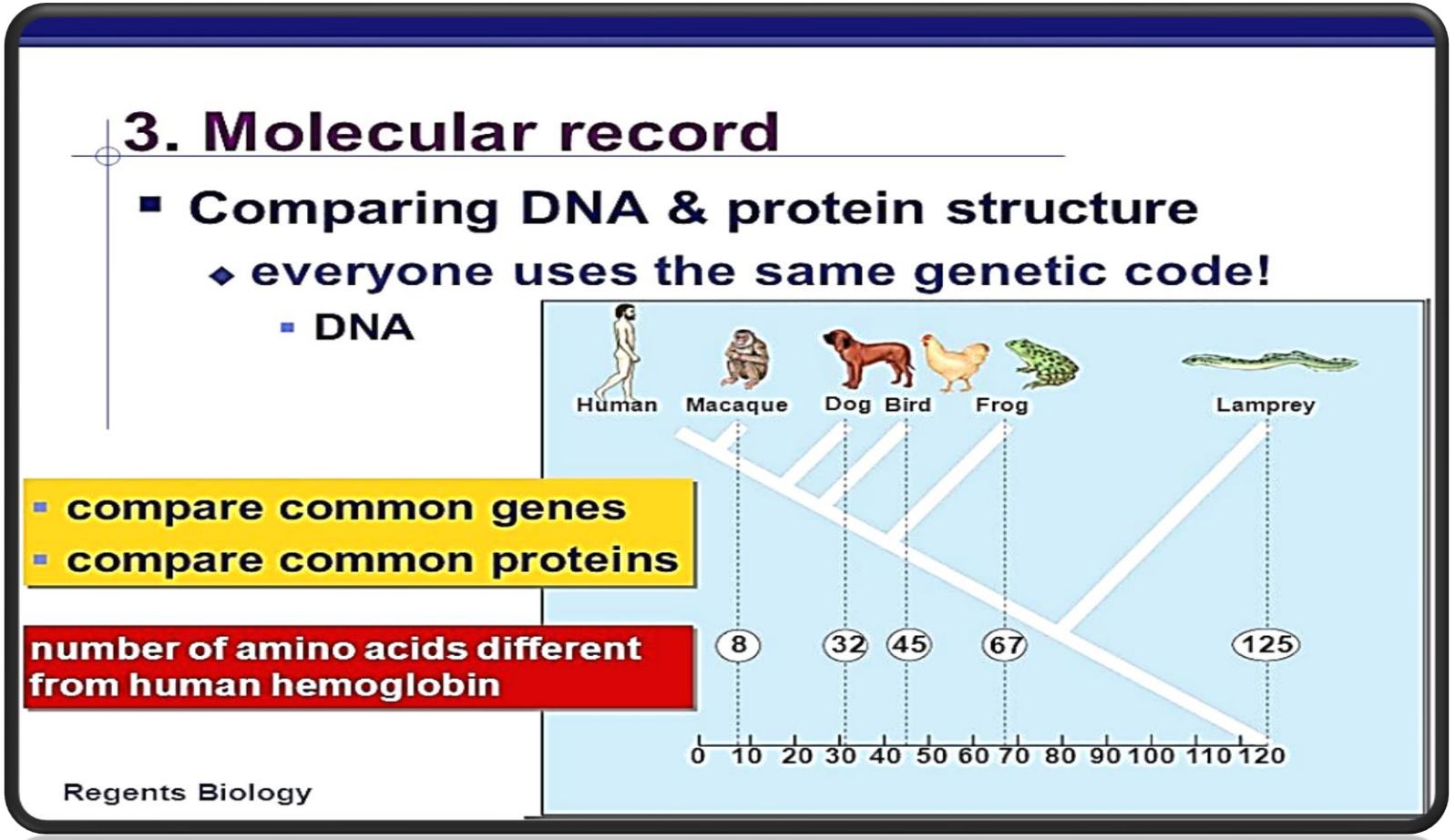
- وتسمي الفترة الزمنية التي تضمحل فيها نصف كمية المادة المشعة

ب فترة نصف العمر **Half-life**

- يمكن تحديد عمر الصخور بدقة عن طريق تحديد نسبة المواد المشعة ونواتجها .. تستعمل هذه التقنية فقط في الصخورالبركانية.

السجلات الجزيئية

- تعتبر البروتينات والأحماض النووية مصدرا هاما للمعلومات عن المسارالتطوري للكائنات الحية.



تاريخ الحياة على الأرض

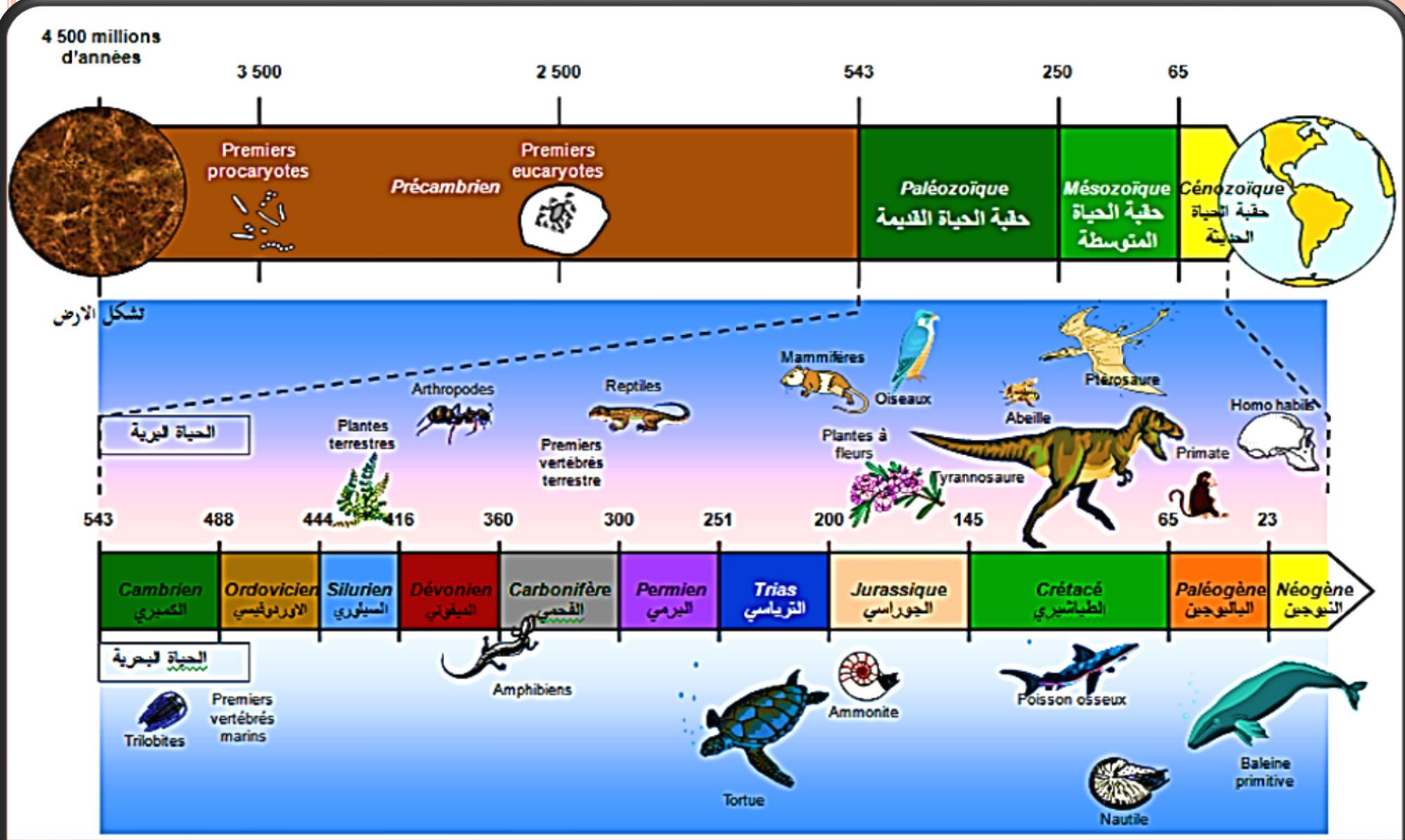
الحياة المبكرة

(Early life)

الكائنات متعددة الخلايا

ظهور الفقاريات

الزمن	العصر	الحقبة (بمليون سنة)	الأحداث الجيولوجية الهامة
الرابع 2-4 مليون سنة	الهلوسين البليستوسين	1,6	• ظهور الإنسان
الثالث 60 مليون سنة	البليوسين	5	• بداية توزع القارات • تكون البراكين • نشأة السلاسل الالتوائية الحديثة
	الميوسين	24	
	الاليكوسين	36	
	الايوسين	54	
65	الباليوسين	65	• تكون الأحواض الرسوبية • انقراض الزواحف والحيتان الضخمة والديناصورات
الثاني 180 مليون سنة	الكريتاسي	144	
	الجوراسي	208	• طغيان البحار وانسحابها وخاصة في العصر الكريتاسي
245	الترياسي	245	
الأول 325 مليون سنة	البرمي	286	• تسطح الكتل القديمة بفعل التعرية وظهور القاعدة القديمة (الدروع) • ظهور النباتات البرية • ظهور الحيوانات البرية الضخمة
	الفحمي	360	
	الديفوني	408	
	السيلوري	438	
	الأردفيسي	500	• نشأة الكتل القديمة • ظهور الحيتان البحرية الضخمة
570	الكمبري	540	
ما قبل الكمبري	الأركي 4,6 مليار سنة		• آثار غامضة للحياة على سطح الأرض • نشأة كوكب الأرض



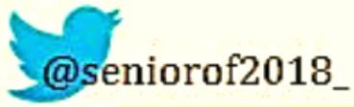
تاريخ الحياة عبر الازمنة الجيولوجية

الشكل (٣-٩): سلّم الزمن الجيولوجي (المعلومات الواردة في الشكل جميعها ليست للحفظ).

* قُسّم العصر الثلاثي حديثًا إلى عصرين، هما: النيوجين (بمدة من ٢٣-٦٥,٥ مليون سنة)، والبوجين (بمدة من ٢٣-٢,٦ مليون سنة).

سلم الزمن الجيولوجي

سلم الزمن الجيولوجي



زمن (دهر) اللاحياة

سبب التسمية : لعدم وجود ما يدل على الحياة فيه

أهم الأحداث:-

- تشكل الأرض
- النشاط البركاني الهائل
- تكون الغلاف الصخري والمائي والغازي
- تكون أساس القارات

زمن (دهر) الحياة المستترة

سبب التسمية : تميزت صخوره بصور قليلة من الحياة البحرية البسيطة جدًا في التركيب كالبكتريا والطحالب الخضراء المزرقة

أهم الأحداث:-

- **بناء سلاسل جبال تعرف باسم السلسلة الهورونية (عظل)** بسبب حدوث الحركة الهورونية في نهايته
- انحسار للبحر عن أماكن كثيرة في العالم

انقسم إلى حُقبين :

-حقب الحياة السحيقة

-حقب الحياة الأولية

زمن (دهر) الحياة الظاهرة

قُسم إلى ثلاثة أحقاب على أساس:

-تدرج الحياة فيها

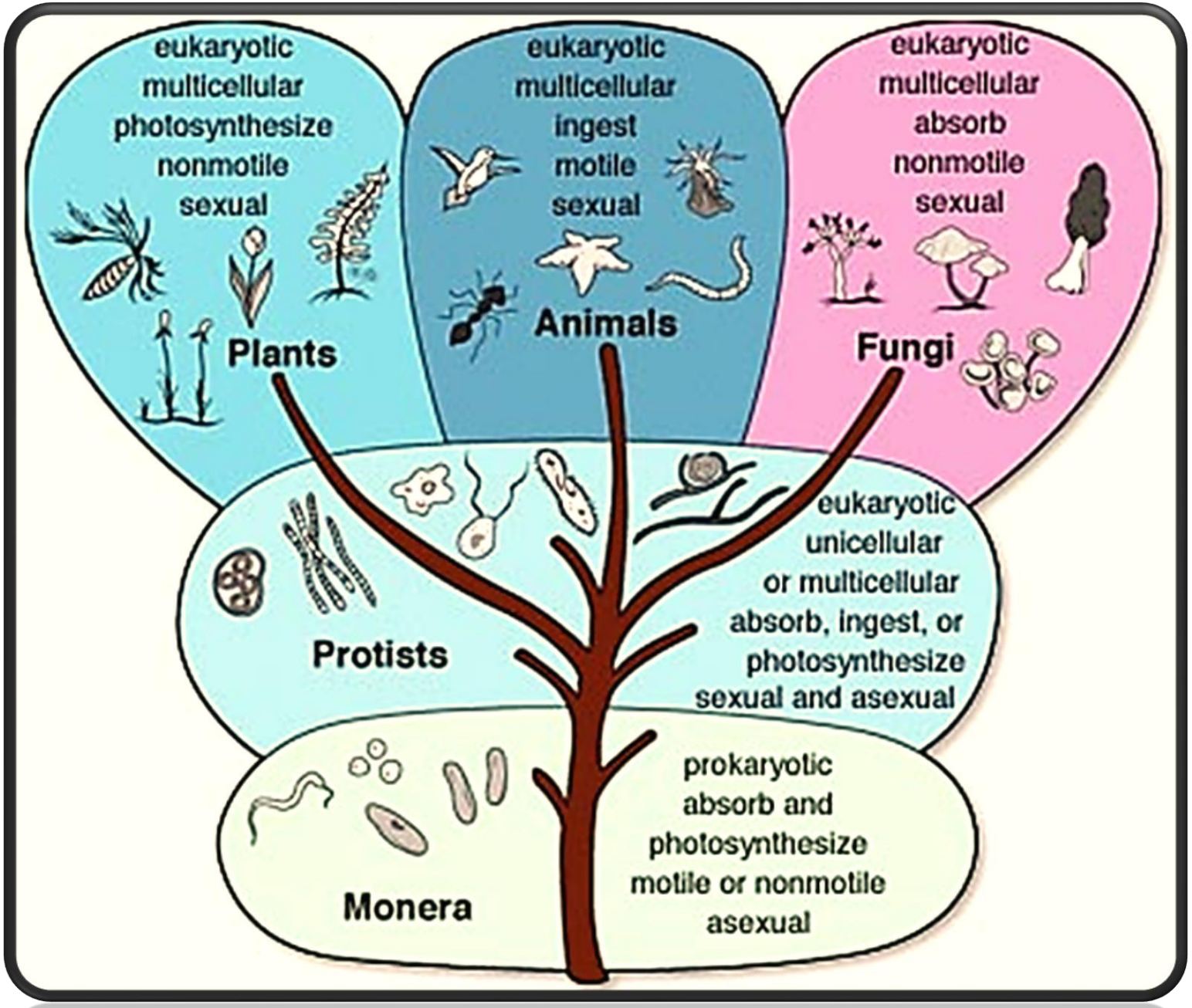
-الحركات الأرضية فيها

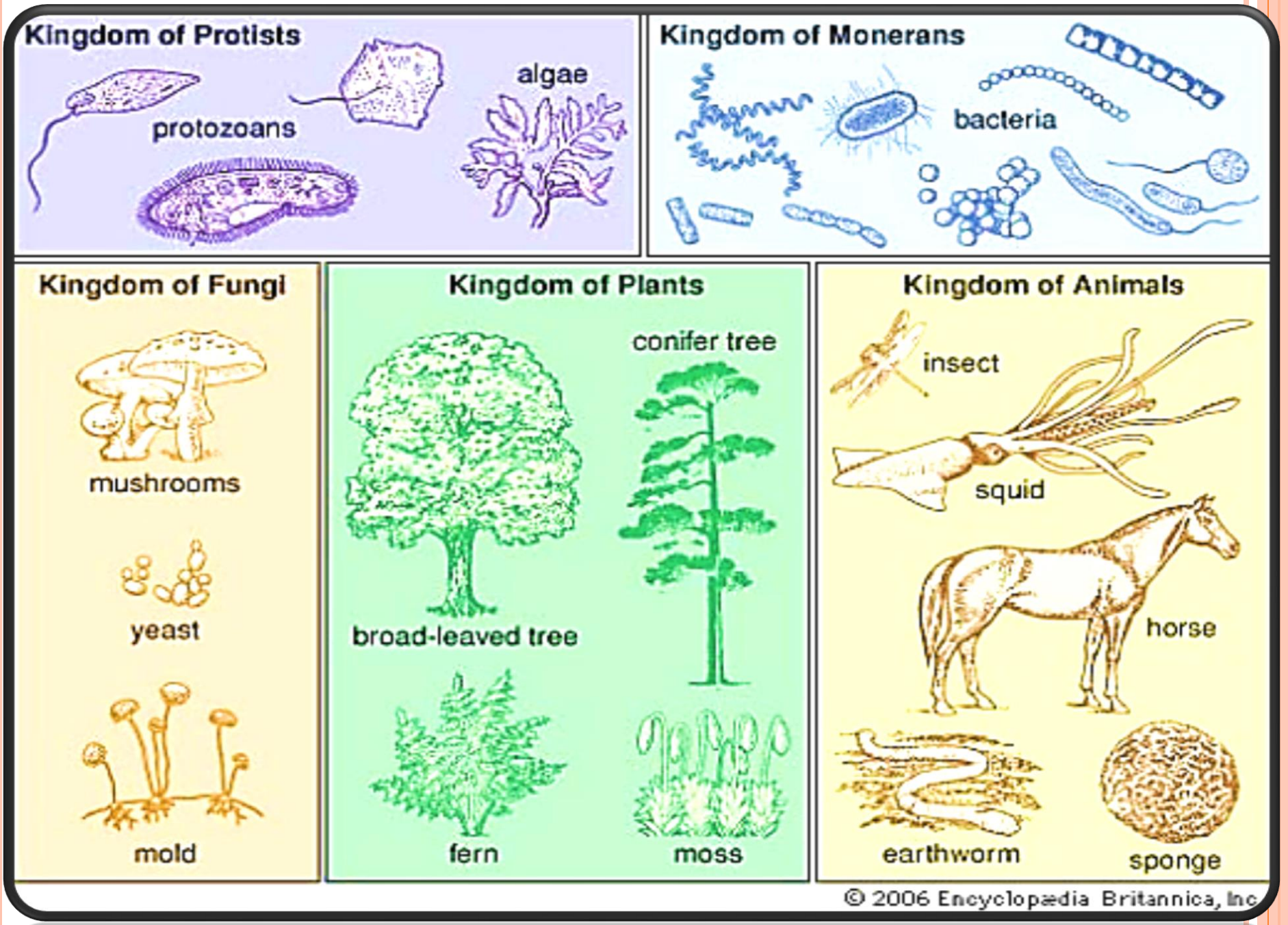
حُقب الحياة القديمة

حُقب الحياة المتوسطة

حُقب الحياة الحديثة

سبب التسمية : تميزت صخوره بغناها بأحافير جيدة التأحفر وواضحة التركيب العضوي للكائنات التي عاصرت هذا الزمان


eukaryotic
multicellular
photosynthesize
nonmotile
sexual
Plants
eukaryotic
multicellular
ingest
motile
sexual
Animals
eukaryotic
multicellular
absorb
nonmotile
sexual
Fungi
Protists
eukaryotic
unicellular
or multicellular
absorb, ingest, or
photosynthesize
sexual and asexual
Monera
prokaryotic
absorb and
photosynthesize
motile or nonmotile
asexual


Kingdom of Protists
protozoans
algae
Kingdom of Monerans
bacteria
Kingdom of Fungi
mushrooms
yeast
mold
Kingdom of Plants
conifer tree
broad-leaved tree
fern
moss
Kingdom of Animals
insect
squid
horse
earthworm
sponge
© 2006 Encyclopædia Britannica, Inc.

النمط الجغرافي الحديث

- يمكن ان يظهر تأثير حركة بناء القارات علي عملية التطور من خلال دراسة توزيع النباتات والحيوانات علي سطح الكرة الأرضية.
- معظم المصنفات الأعلي تستوطن مناطق جغرافية معينة Wallace, 1878
- قسم والاس العالم الي ستة مناطق جغرافية حيوية ولا يزال تقسيم والاس يستعمل حتي اليوم.

سؤال:

هل ظهرت جميع هذه الانماط التوزيعية نتيجة حركة بناء القارات فقط؟

الأجابة : لا

- بعض الحالات تنتشر الانواع خارج المنطقة التي نشأت فيها وهذا النوع من الانتشار اشهل في حالة الحشرات والطيورنظرا لقدرتها علي الطيران وهو ممكن أيضا بالنسبة للأحياء المائية التي يمكن ان تنجرف مع حركة المد والجزر.
- أقترح Van Valen , 1973 أن أنقراض الأجناس والفصائل لا يعتمد علي فترة تواجد هذه المصنفات , علي سبيل المثال وجد ان متوسط فترة حياة اللافقاريات البحرية حوالي 1101 مليون سنة و 8 سنة لاكلات اللحوم.

النشوء النوعي

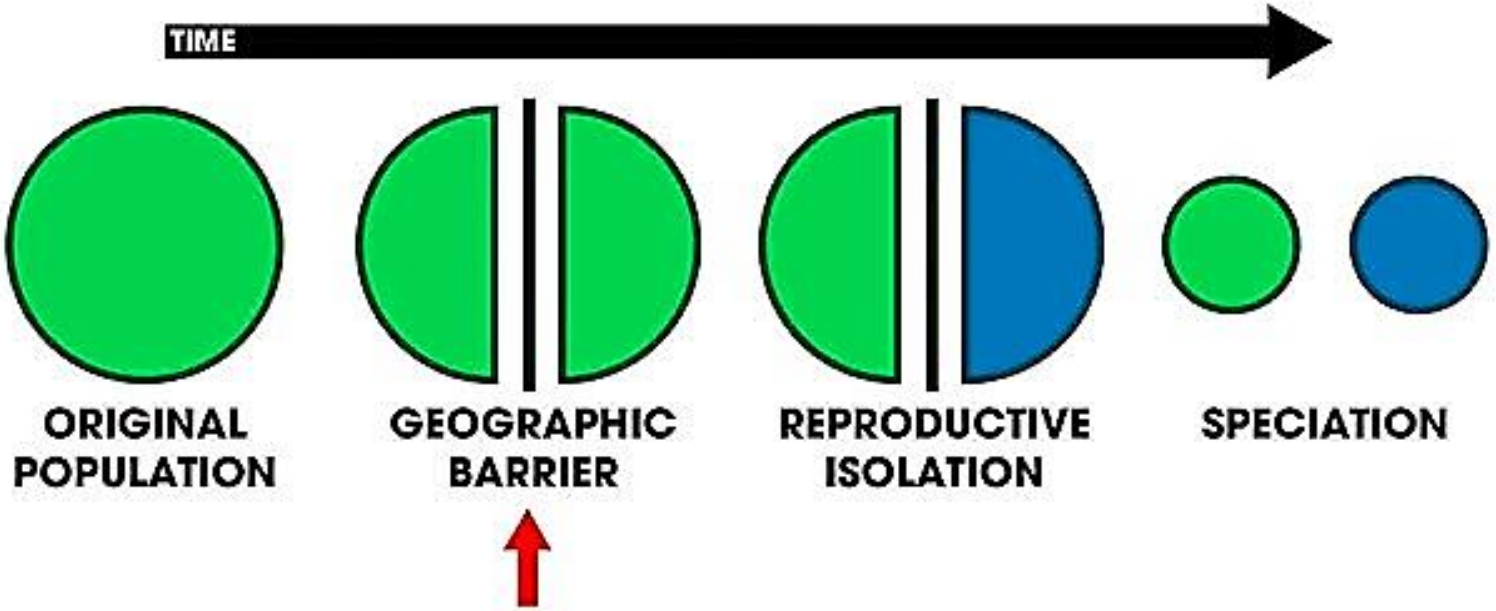
- قياس معدلات التطور يعتمد علي نشوء وأنقراض الفصائل أو المصنفات الاخرى.
- **النوع Species : مرتبة تصنيفية واحدة يمكن اعتبارها حقيقية وغير عشوائية .**
- النوع هو مجموعة من الجماعات الطبيعية المتزاوجة فعلا (او لها القدرة علي التزاوج) ومنعزلة تناسليا عن مثيلاتها من المجموعات الاخرى ويجب ان يؤخذ في الأعتبار ان الأنواع المتناسلة لاجنسيا تعتبر أنواعا Mayr, 1942

أنواع النشوء

1- نشوء نوعي غير متواطن ALLOPATRIC

- يشتمل النشوء غير المتواطن على أنعزال اهلات النوع الواحد بالحواجز الجغرافية وعلي سبيل المثال اذا انفصلت اهلات نوع واحد عن طريق حاجز مائي مثل النهر , يمكن ان يحدث تباعد نتيجة عدم انسياب الجينات بين المجموعتين مما يؤدي الي فصل اهلات النوع الواحد الي وحدات جديدة يمكن ان تنشأ منها أنواع جديدة.

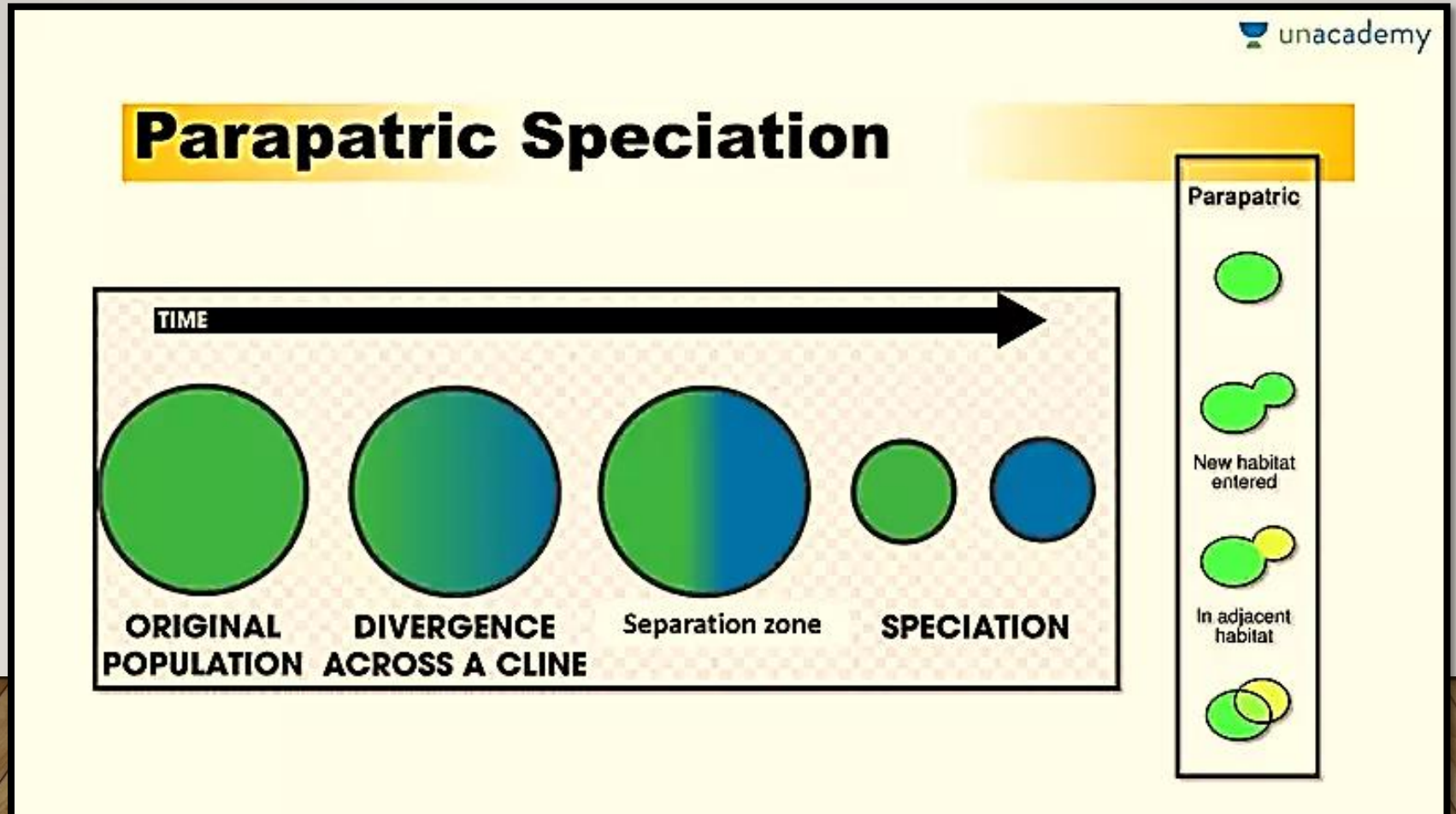
Allopatric Speciation



once some kind of barrier is in place
speciation is only a matter of time

النشوء النوعي المتوازي PARAPATRIC

- تنشأ الأنواع المتوازية من أهلات متقاربة وليست معزولة , ويحدث في منطقة التهاجن Hybrid zone , ومنطقة التهاجن هي منطقة تلاقي أو تلامس أو اتصال بين أشكال او سلالات مختلفة لأحد الانواع.



1- نشوء نوعي متواطن
SYMPATRIC SPECIATION

النشوء المتواطن يعني نشوء أنواع جديدة في منطقة لا ينعزل الأفراد فيها جغرافيا ويمكن أن يبدأ بعض أفراد في الأنعزال وراثيا , وفي هذه الحالة فقط يمكن أن ينشأ نوع جديد.

الأنقراض: أسبابه وانماطه

تعريف الانقراض

- يحدث الانقِراض عندما يختفي نوعٌ أو صنف من النباتات أو الحيوانات بشكلٍ كاملٍ من الطبيعة ولا يوجد في أي منطقةٍ من العالم عندها نقول أن نوع النبات أو الحيوان هذا قد انقرض.

- يمكن للانقراض أن يحدث بشكلٍ تدريجيٍّ ويكون جزءًا طبيعيًا من دورة الحياة كما يمكن أن يحدث بشكلٍ سريعٍ ومفاجئٍ مثل انقراض الديناصورات الذي حصل في نهاية العصر الطباشيري قبل 65 مليون عام بسبب ظروف بيئية ومناخية أصابت كوكب الأرض

أسباب الانقراض

- تبدل البيئة الناتج عن التغيرات المناخية يمكن اعتباره القوة الرئيسية المسببة للتطور عبر الازمنة الجيولوجية, بالأضافة الي ان الكثير من الأنقراض الحديث يعزي الي اسباب بشرية.

الانقراض الأوردوفيشي

- حدث هذا الانقراض قبل حوالي أربعمائة وأربعون مليون سنة ويعتقد أن السبب الرئيسي لهذا الانقِراض هو انجراف القارات وتباعدها عن بعضها البعض الذي أدى لتغييراتٍ مناخيةٍ على الكوكب.

- يعتقد العلماء أن هذا الانقراض حصل على مرحلتين، المرحلة الأولى هي العصر الجليدي الذي عم كامل سطح الكوكب وبالتالي موت كل الأصناف والأنواع التي لم تستطع التكييف مع درجات الحرارة شديدة الانخفاض.

- وحدثت المرحلة الثانية عند ذوبان الثلوج مما أدى لغمر معظم المناطق بالمياه وقضت على ما يقارب 85% من الأنواع الحية حينها.

الانقراض الديفوني

- وقد حدث هذا الانقراض منذ حوالي 375 مليون عام ويرجع العلماء أسباب الانقِراض لعدة عواملَ ممكنةٍ منها:

- انخفاض مستويات الأكسجين في المحيطات.
- انخفاض درجة حرارة الهواء.
- الانفجارات البركانية .
- نيازك أصابت الأرض
- قضى هذا الانقراض على ما يقارب من 80 % من الأحياء البري والمائية.

الانقراض البرمي

- حصل هذا الانقراض قبل مائتين وخمسين مليون سنة ويطلق عليه أيضًا اسم الموت العظيم حيث أدى لفناء ما يزيد على 96% من الأنواع الحية حينذاك.

- وقد عزيت أسباب هذا الانقِراض إلى تصادم الكويكبات والنيازك بالكرة الأرضية أو إلى نشاطاتٍ بركانيةٍ عظيمةٍ حصلت حينها.

الانقراض الترياسي الجوراسي

- حصل هذا الانقراض قبل حوالي 200 مليون عام وتسبب بموت وزوال ما يقارب خمسون في المائة 50% من الأصناف والأنواع الحية في ذلك الوقت، ويعتقد العلماء أن هذا الانقِراض جاء تتويجًا لسلسلةٍ طويلةٍ من الانقراضات الصغيرة التي استمرت على مدى ثمانية عشر مليون سنة قبل وقع الانقراض الجماعي.

- كما يعتقد العلماء أن سبب هذا الانقِراض هو النشاط البركاني الكبير بالإضافة للفيضانات وبعض التغييرات المناخية التي أصابت الأرض حينها مثل تغيير درجة الحموضة وتغيير مستويات الماء في البحار.

الانقراض الطباشيري K-T

- صل هذا الانقراض قبل حوالي 65 مليون سنة وأدى إلى اختفاء ما يقارب خمسة وسبعون في المائة 75% من الأصناف الحية حينذاك.

- يعزى سبب هذا الانقراض إلى ظاهرةٍ تسمى بالشتاء المضطرب التي أدت إلى تغييرٍ جذريٍّ للمناخ على كوكب الأرض

الانقراض والبشر

- رغم أن الانقراض في كل الأمثلة والحالات التي ذكرناها في الأعلى كان بسبب عوامل ومسببات طبيعية، إلا أن هذا النوع من الانقِراض يحدث خلال فتراتٍ وأزمنةٍ سحيقة البعد لدرجة أننا نجد صعوبةً في تخيل كل تلك الملايين من السنين!، إلا أن الإنسان يلعب دورًا هامًّا وسلبيًّا للأسف في حالات الانقِراض السريعة وذلك بسبب الصيد وإساءته للبيئة من حوله.

- فقد انقرضت العديد من الأنواع الحية بسبب الصيد والإفراط في قطع الأشجار لتحويل الأراضي الرطبة والغابات إلى أراضي زراعيةٍ بهدف الإنتاج الزراعي، كما أن التلوث الذي يحدثه الإنسان والمواد السامة التي تطلقها المعامل أدت لتدمير أنماط معينة من البيئة وانقراض بعض أصناف الحيوانات.

- في الواقع يقدر علماء الأحياء أن معدلات الانقراض الحالية التي يسببها الإنسان أكبر بحوالي 1000 مرةً عن معدلات الانقِراض الطبيعية السابقة مما دفع بعض العلماء إلى تسمية عصرنا الحديث بعصر الانقِراض الجماعي السادس the sixth mass extinction.

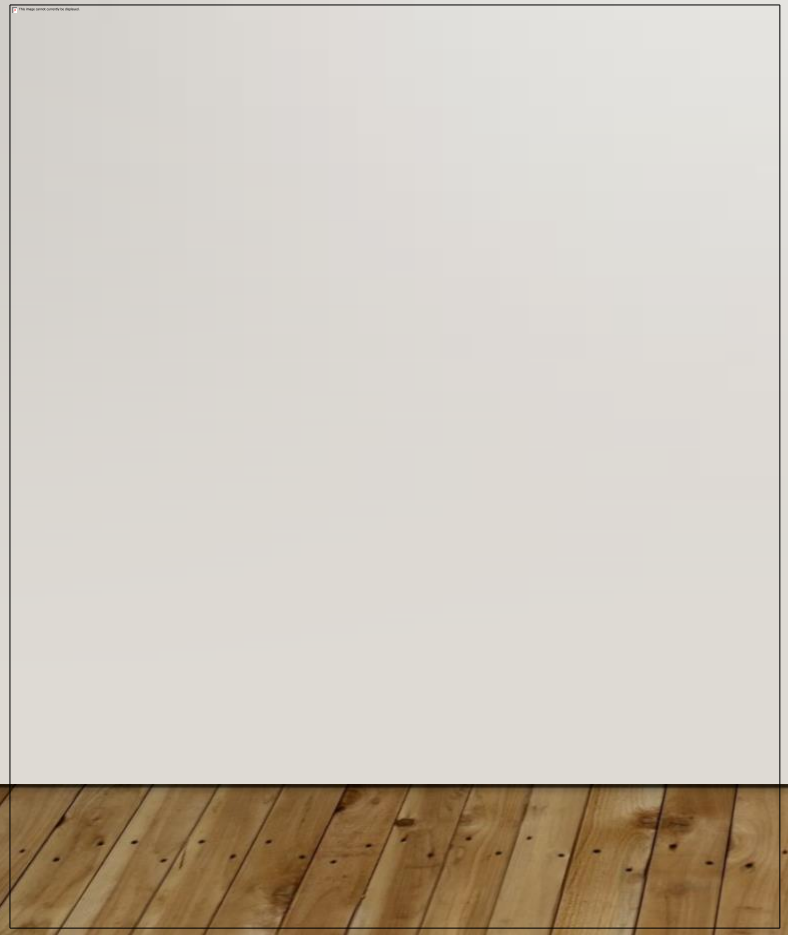
- ويعزى هذا المعدل المخيف للانقراض إلى النمو السكاني الهائل حيث ارتفع عدد البشر من حوالي 1 مليار في عام 1850 إلى 2 مليار في عام 1930 وأكثر من 7.7 مليار في عام 2019 !.

- بسبب هذه الزيادة المطردة في أعداد البشر فإن مساحاتٍ أكبر من الغابات ستتحول لمزارعَ للإنتاج الزراعي أو ربما مدن لسكن البشر وبالتالي ستنقرض المزيد من الكائنات الحية في تلك الغابات.3

- في الحقيقة يعتبر الانقراض ظاهرةً مخيفةً ويجب التعامل معها بجدية حيث يقدر الاتحاد العالمي لحماية البيئة (the International Union for Conservation of Nature)أن ثلاثة وعشرون في المائة من الثديات و اثنا عشر في المائة من الطيور مهددة بشكلٍ جديٍّ بالانقراض ما لم تتخذ إجراءات لحمايتها ورعايتها

التطور المشترك

- يُستخدم مصطلح التطور المشترك لوصف الحالات التي يقوم فيها نوعين (أو أكثر) بالتأثير على تطور بعضهما بشكلٍ متبادلٍ. فعلى سبيل المثال، ربما يؤثّر تغيّرٌ تطوريٍّ في تشكّل النبات على تشكّل النباتيّ الذي يأكل ذلك النبات، والذي بدوره قد يؤثّر على تطور النبات، والذي ربما يؤثّر تطور النباتيّ... وهلمّ جرّاً.
- من المرجّح أن يحدث التطور المشترك عندما يكون للأنواع المختلفة تفاعلاتٍ قريبةٍ في النظم البيئية مع بعضها البعض. وتشمل هذه العلاقات البيئية:



- المفترس/الفريسة والطفيليّ/الحاضن.
- الأنواع التنافسية.
- أنواع التكافل الحيويّ.

- تمثّل النباتات والحشرات حالةً تقليديةً من التطور المشترك، والذي يكون عادةً متكافلاً حيوياً ولكن ليس دائماً. فكثيرٌ من النباتات وملقّحاتها تعتمد بشدةٍ على بعضها البعض، كما أن علاقاتها حصريةٌ جداً لدرجة أن علماء الأحياء لديهم سببٌ جيدٌ للاعتقاد بأن "التطابق" بين الاثنين هو نتيجةٌ لعملية تطورٍ مشتركةٍ.

- لكننا نستطيع أن نرى "تطابقاتٍ" مهمةً بين النباتات والحشرات حتى في غياب التلقيح. فبعض أنواع الأكاسيا في أمريكا الوسطى تملك أشواكاً جوفاء ومسماتٍ في قاعدة أوراقها والتي تفرز الرحيق (انظر الصورة بالأسفل). وتعد هذه الأشواك الجوفاء موقعاً حصرياً لعش بعض أنواع النمل الذي يشرب الرحيق. إلا أن النمل لا يستفيد فقط من النبات، بل يقومون أيضاً بالدفاع عن نبات الأكاسيا الخاصة بهم ضد النباتيّين.
- إن هذا النظام ناتجٌ عن التطور المشترك على الأرجح: فلن تطوّر النباتات أشواكاً جوفاء أو مسامات الرحيق ما لم يتأثر تطورّها بالنمل، كما أن النمل لن يطوّر سلوكياتٍ للدفاع ضد آكلة النبات ما لم يتأثر تطوره بالنباتات.

نظريّة التطوّر

- يُعرَّف التَّطور بأنَّه التغيُّر فِي الصّفات الوراثية المُتَوارَثَة بَين الكائنات الحية مَع الوَقتِ، مما يؤدي إلى إنتاج أنواعٍ متعددةٍ، أَو إِحداث تَغيُّراتٍ فِي النَّوع الواحد للكائنات الحيَّة.

- وقد تمَّت صياغة نظرية داروين للتطوّر عن طريق الانتقاء الطبيعي للمرة الأولى في كِتابه حول "أصل الأنواع" (Origin of Species)والذي كتبه داروين في عام 1859م، وتنص هذه النظرية على أنَّ الكائنات الحية تتغير مع مرور الزمن نتيجة لِتغيرات في السِّمات الجسمية، أو السلوكيات الوراثية، مما يُتيح للكائن الحي التكيُّف مع بيئته بصورة أفضل ويساعده على البقاء والتكاثر.
- يُعتقد أن نظرية التطور عن طريق الانتقاء الطبيعي تعتبر مِن أفضل النظريات التي تم دعمها تاريخياً، إذ يُزعم وجود مجموعة مِن الأدلة العلمية التي تدعم هذه النظرية، مِثل: علم الحفريات، وعلم الوراثة، والجيولوجيا، وعلم الأحياء التطوري

صاحب نظرية التطور

- يُعتَبَر العَالِم الإنجليزي تشارلز روبرت داروين صَاحِب أشهر نَظريَة للتَّطور والتي عُرفت باسمه، وَهو عالم فِي التَّاريخ الطَّبيعي، وُلد سنة 12 فبراير مِن عام 1809م، وتُوفي في 19 إبريل 1882م، وكان والده طبيباً معروفَاً، وتعتبر نظريته في التطور عبر الانتقاء الطبيعي الأساس للدراسات الحديثة المتعلقة بهذا المجال، وقد نَشر داروين كِتابه (أصل الأنواع) والذي وضح فيه نظرية التطور الشهيرة الخاصة به فِي عام 1859م، بعد عقدين من صياغتها أثناء رحلته البحرية حول العالم في الفترة بين عامي 1837-1839م

- ويُعتقد أن السبب الحقيقي وراء شهرته هو ابتكار هذه النظرية، والمعروفة أيضًا باسم الداروينية Darwinism

آلية التطور حسب رأي داروين

- تفترض نظرية التطور وجود تغيير في التركيب الجيني للبشر على الأجيال المتعاقبة، وينتج هذا التغيير عن زواج الأقارب، أو الانتقاء الطبيعي، أو التهجين، أو الطفرات، وللتطور آليات رئيسية هي:
- الانتقاء الطبيعي : (Natural selection)، التي تفترض نجاح الأفراد الذين يمتلكون صفات مميزة في البقاء، وتمرير هذه الصفات إلى الأجيال التالية.
- الطفرات الوراثية : (Mutations) في الجينات التي تؤدي إلى التأثير على تمرير الصفات الوراثية عبر الأجيال المختلفة.
- الانحراف الجيني : (Genetic drift):وهي تغيرات عشوائية تحدث في الصفات التي تحملها المجموعة.

- الهجرة الجينية : (Gene flow) وذلك عند تزاوج الأفراد من مجموعات مختلفة مع بعضها البعض.

- يفترض العالم داروين كذلك امتلاك بعض الأفراد ضمن أي مجتمع في السابق للصفات التي تساعدهم على العيش والتكاثر، وهؤلاء الأفراد تركوا وراءهم عدداً أكبر من الأبناء مقارنة بنظرائهم، مما أدّى بالتالي إلى شيوع هذه الصفات في الجيل التالي بشكل أكبر مما سبق، ومع مرور الوقت وانتقال الصفات المرغوبة بهذه الطريقة من جيل لآخر أصبح المجتمع بأكمله أكثر تكيّفاً مع المجتمع المحيط به، وأكثر قدرة على العيش والتكاثر فيه

نظرية الانتخاب الطبيعي

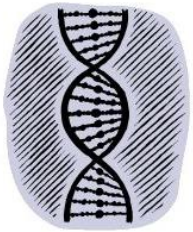
- يمكن تعريف عملية الإصفاء أو الانتقاء أو الانتخاب الطبيعي : natural selection بأنها الآلية التي تتم من خلالها عملية التطور، لذلك فإن أفضل وصف لهذه العملية هو أن الصفات التي تبقى في الكائنات الحية هي الصفات التي تمكّنها من العيش والتكاثر في بيئتها، وفي المقابل تقل لديها الصّفات التي لا تحمل أية فوائد بقائية أو تكاثرية، أي يمكن التعبير عن ذلك بقانون البقاء للأصلح.

الأدلة التي تشكك في صحة نظرية التطور

- من الأدلة العلمية التي تشكك في صحة نظرية التطور ما يلي:
- تعتمد نظرية التطور على حدوث الطفرات بشكل عشوائي وغير موجّه لحدوث التطور، وبناء على ذلك تقول عالمة الأحياء لين مارغوليس العضو في الأكاديمة الأمريكية الوطنية للعلوم إنّ الطفرات لا تسبب تطور أنواع جديدة من الكائنات الحية، وإنما تؤدي بدلاً من ذلك إلى إنتاج أفراد مصابين بعيوب خَلقية.
- الكيمياء الحيوية لا تدعم وجود نظرية التطور؛ حيث يقول عالم الأحياء بروس ألبيرتس وهو الرئيس السابق للأكاديمية الأمريكية الوطنية للعلوم إن الخلايا في جسم الإنسان تعمل كمصنع متكامل ومعقد، ولا يمكن للعمليات العشوائية وغير الموجّهة أن تنتج هذا النظام المعقّد من التنظيم الخلوي.
- الافتقار لوجود الأحافير التي تُظهر المرحلة الوسطى من تطور الكائنات الحية؛ حيث يقول عالم الأحياء المختص بالتطور إرنست ماير إن معظم الاحافير تُظهر الأنواع الجديدة والمتطورة بشكل مفاجئ دون اتصال بأسلافهم عبر وجود أحافير تُظهر المرحلة الانتقالية بين النوعين

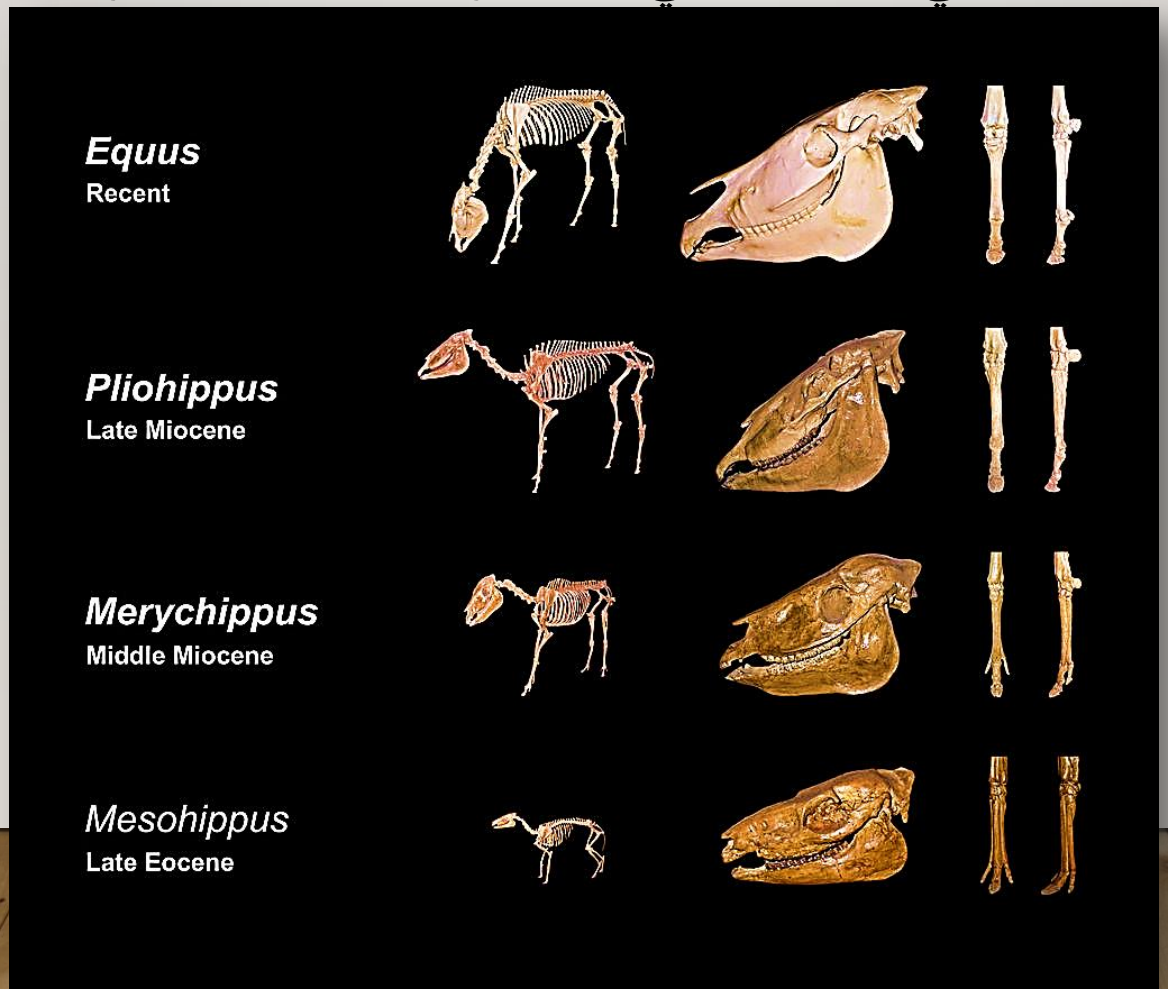
Evidence of Evolution

- Fossils
- Vestigial Structures
- Embryonic Development
- DNA sequences

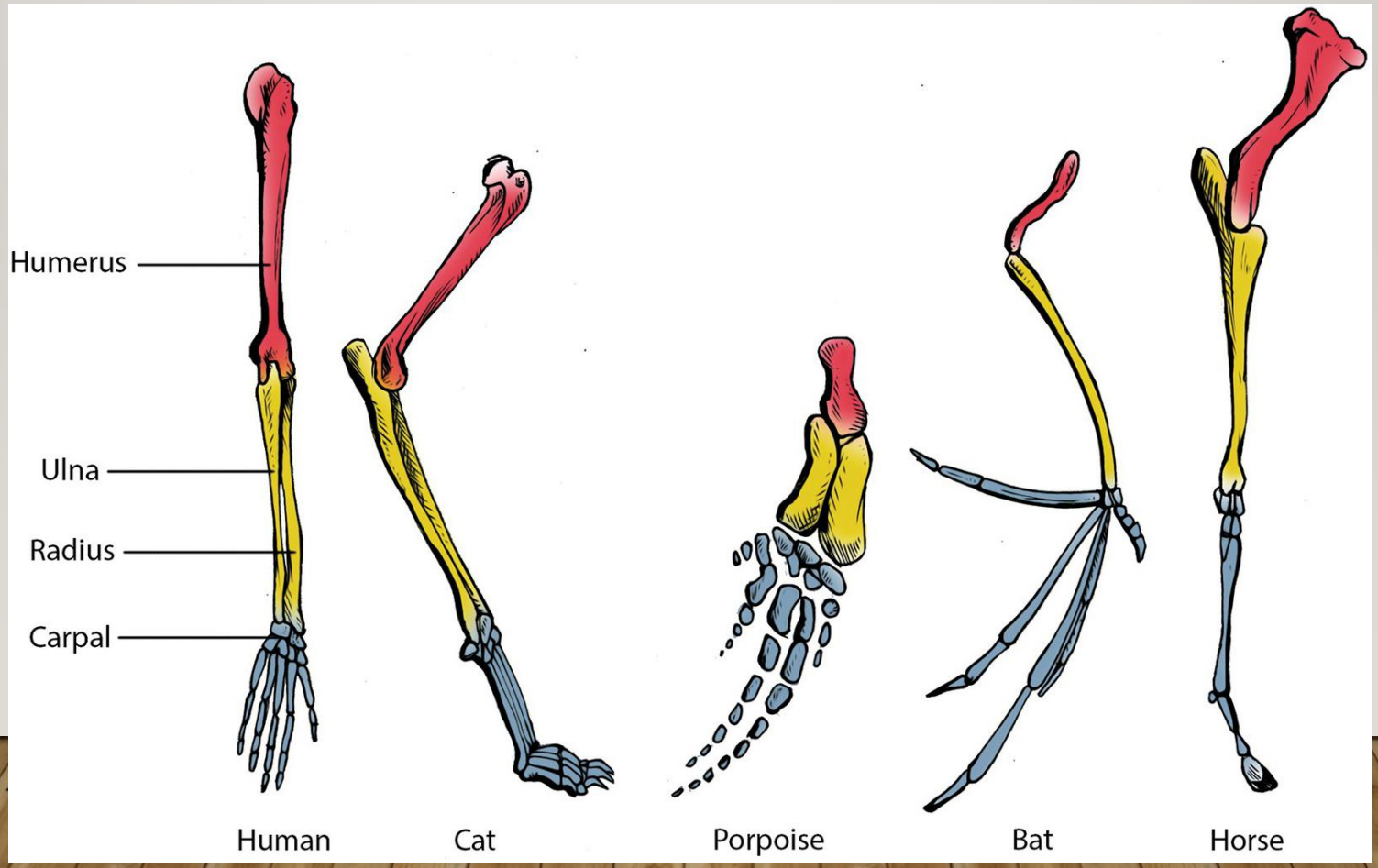


الأدلة التي تدعم نظرية التطور

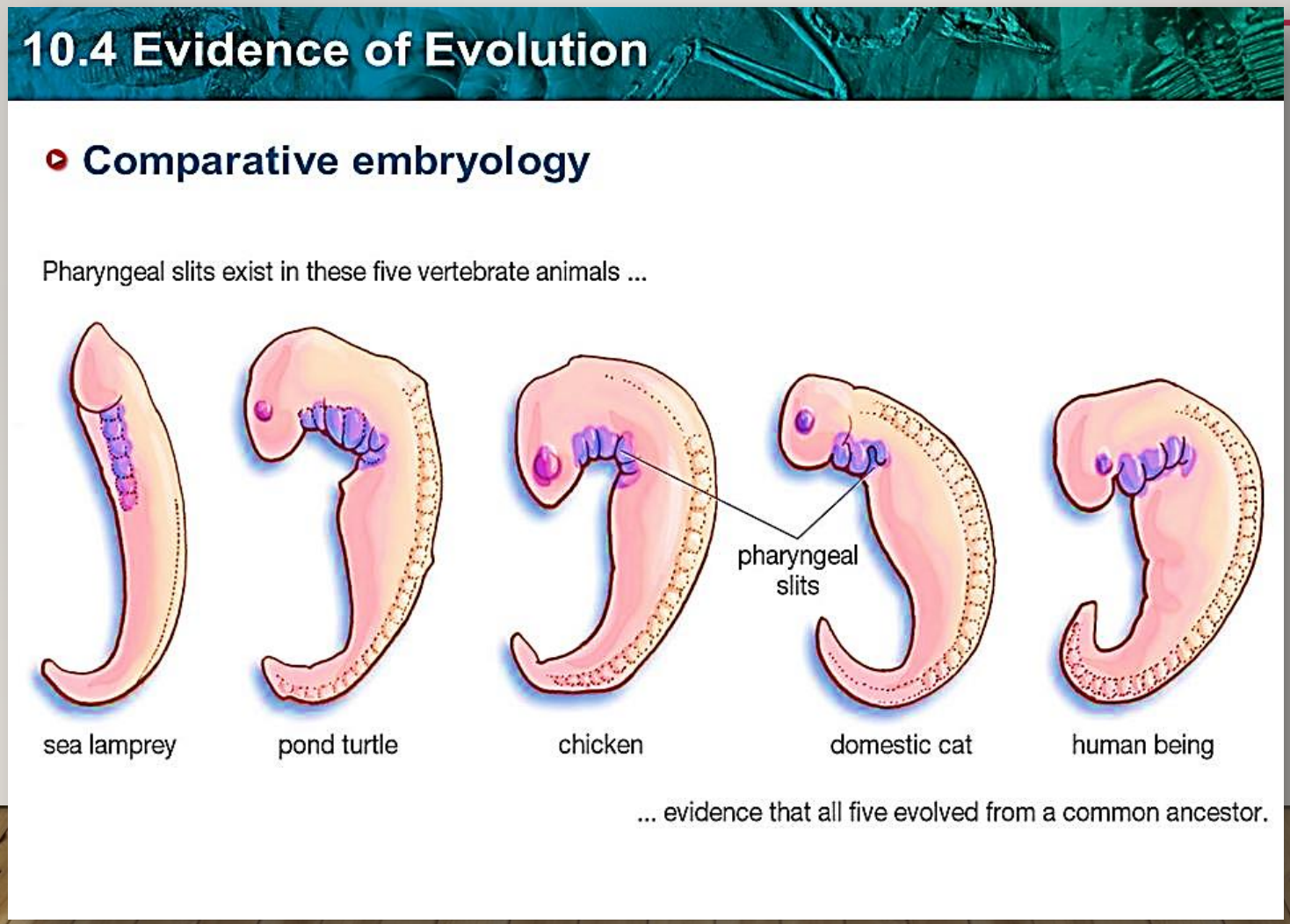
- **الأحافير**: حيث يمكن من خلال الأحافير معرفة الشكل الذي كانت عليه الحياة في السابق؛ فهي تُظهر تطور الكائنات عبر الأزمنة المختلفة، وتعطي أدلة كافية قد تدعم صحة نظرية أن الكائنات الحية المعقّدة في الوقت الحالي قد انحدرت من كائنات أخرى أكثر بساطة منها في السابق.



- تماثل التركيب بين الكائنات المختلفة وهو الأمر الذي قد يدل على انحدار كل مجموعة من الأنواع من سلف مشترك، ومن الأمثلة على ذلك تشابه أذرع الإنسان، مع الأطراف الأمامية للقطط والكلاب، وأجنحة الطيور، وزعانف الحيتان وامتلاكها لنفس النوع من العظام.



- تشابه أجنة النوع الواحد من الكائنات الحية، وهو الأمر الذي قد يعد دليلاً على تشاركها في السلف؛ فعلى سبيل المثال تمتلك جميع أجنة الفقاريات ذيلاً، وشقوقاً خيشومية، لتختفي هذه التراكيب مع مرور الوقت عند البعض منها، وفي المقابل فإنها تبقى عند البعض الآخر.



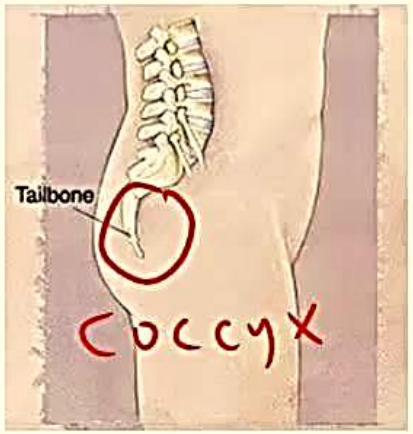
- الأعضاء الضامرة: فقد يدل وجود بعض الأعضاء مثل عظم الذيل أو العصعص، والزائدة الدودية عند الإنسان على صحة نظرية التطور حيث أدّى التطور إلى تقليل حجمها بسبب انعدام الحاجة إليها في الوقت الحالي.

Vestigial Structures

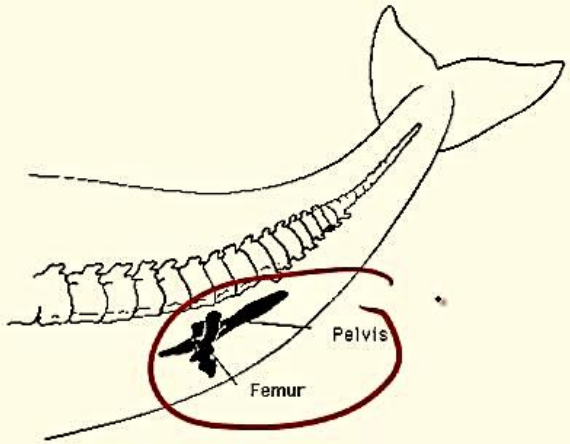
- features present in modern animals that are no longer in use
- give hints as to the evolution of organisms

Ex: human tailbone, whale pelvis, appendix

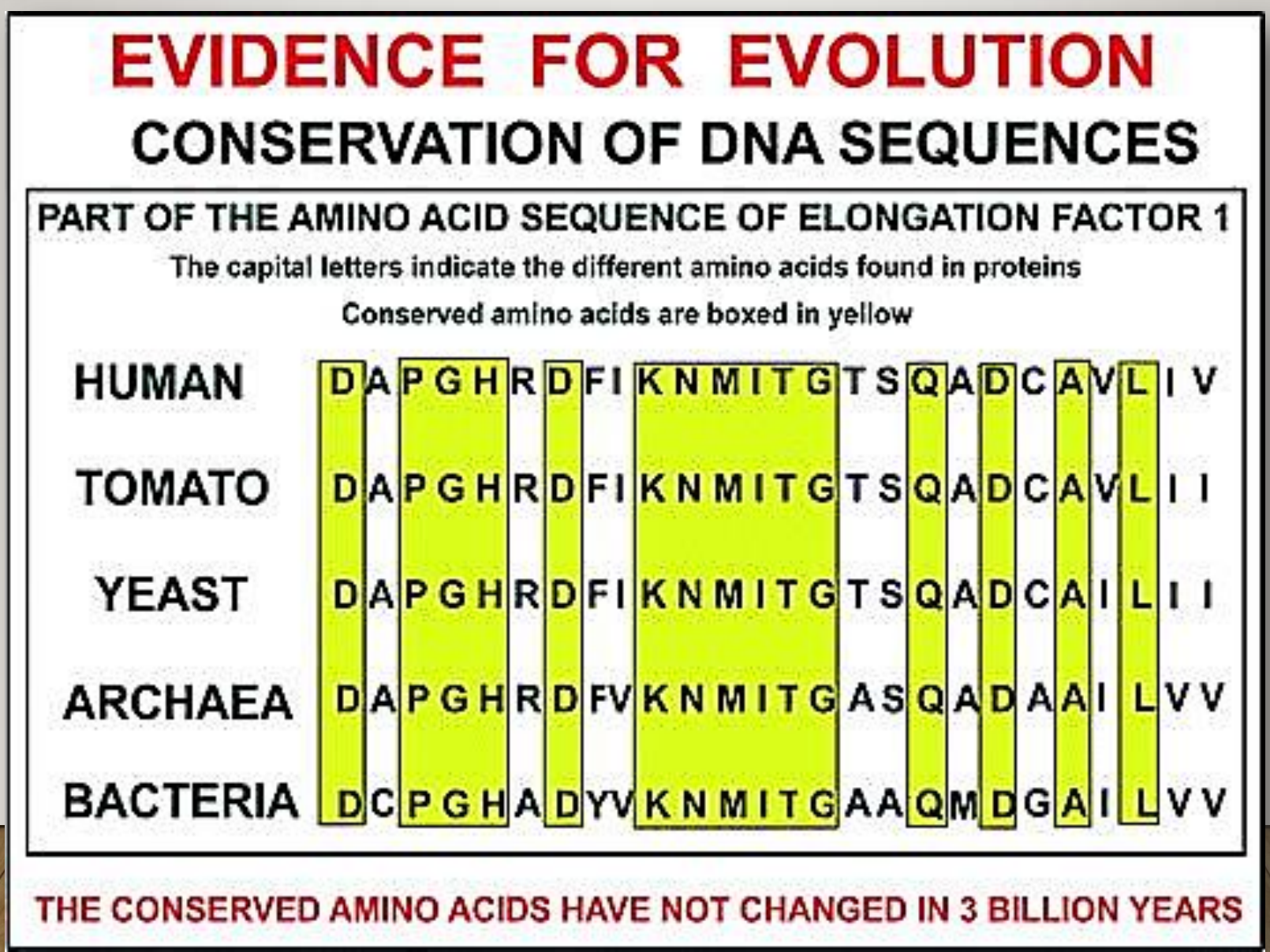
organs behaviors



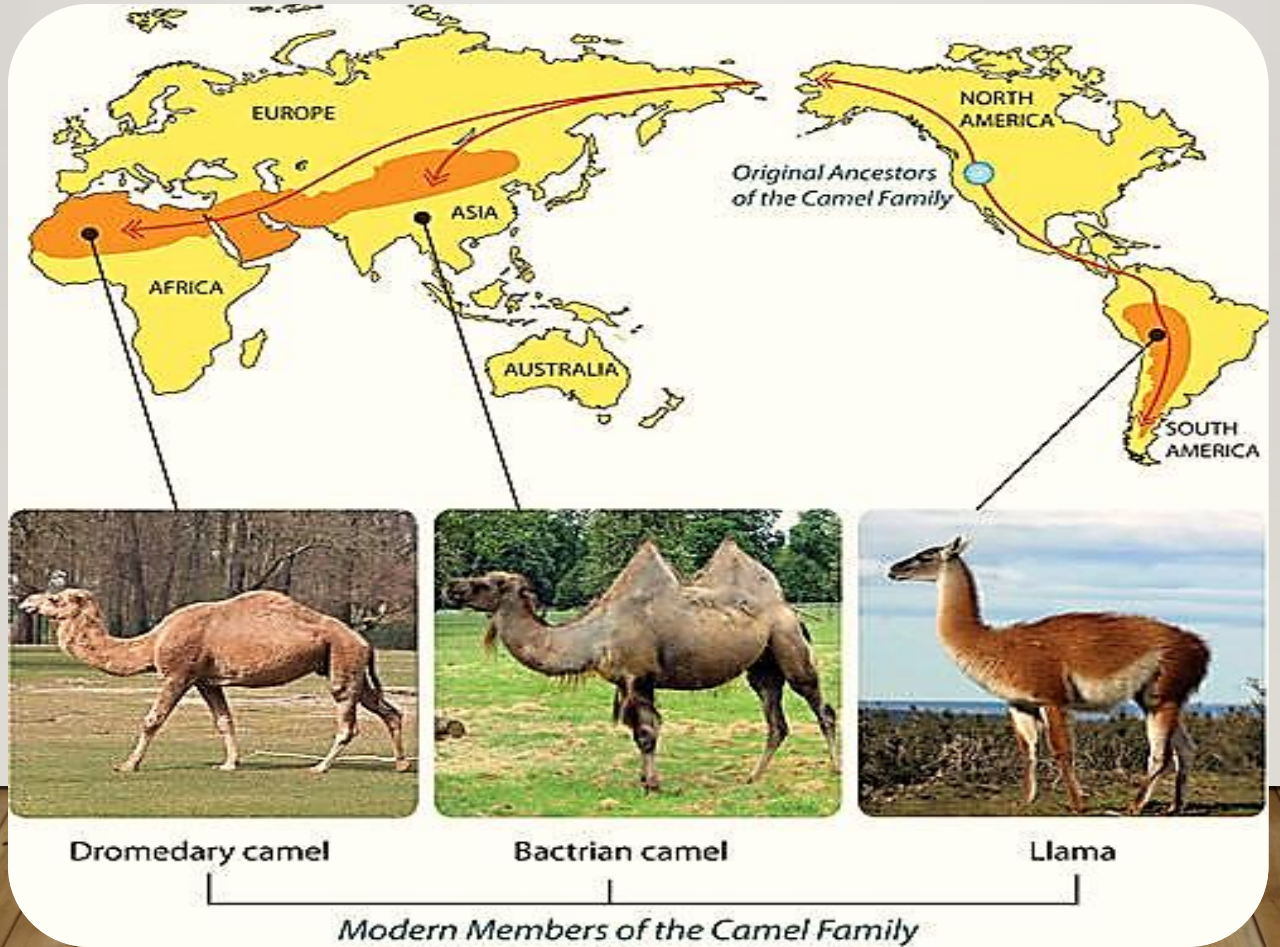
wisdom teeth



- تماثل تسلسل الحمض النووي الريبوزي بين جميع الكائنات الحية.



- توزيع الكائنات على سطح الأرض؛ حيث يمكن ملاحظة تشابه الكائنات الحية في مكانين ما على الأرض مع بعضها واختلافها عن الكائنات الحية الموجودة في مكان آخر منها على الرغم من تشابه المناخ في المنطقتين، وهو الأمر الذي قد يدل على أن هذه الكائنات المتشابهة قد هاجرت في الأصل من مكان إلى آخر وتطوّرت هناك لتكوّن أنواعاً جديدة أكثر تكيفاً على العيش في تلك المنطقة، وهو ما يفسّر تشابه الكائنات بين تلك المنطقتين



تم بحمد الله