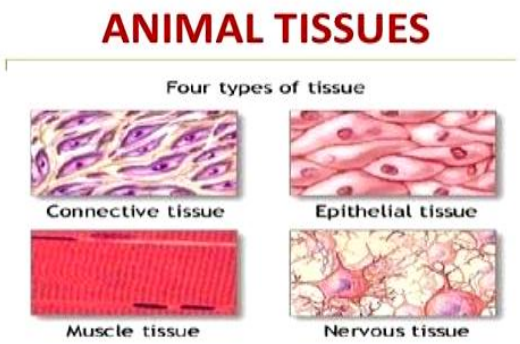
النُّسُج الحيوانيّة
Animal Tissues

- **علم الأنسجة Histology:** هو العلم الذي يختص بدراسة النُّسج المختلفة التي تدخل في تركيب جسم الكائن الحي.
- **النَّسيج:** هو مجموعة من الخلايا متشابه إلى حدٍ ما ترافقها مادة بينية أو حشويّة (Intercellular substance) قد تكون قليلة أو كثيرة، وتقوم خلايا النسيج بوظيفة خاصة بها.
- **يتألَّف جسم الكائنات الحيّة الحيوانية بمختلف أعضائه من أربعة أنواع رئيسية من النُّسج هي:**

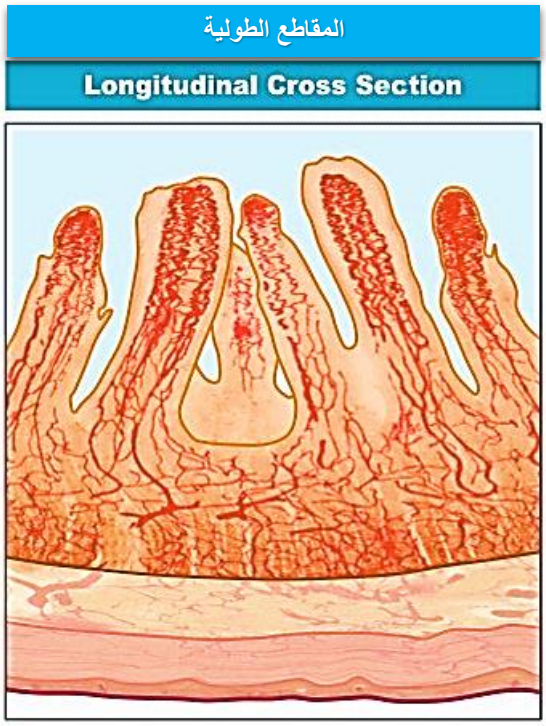


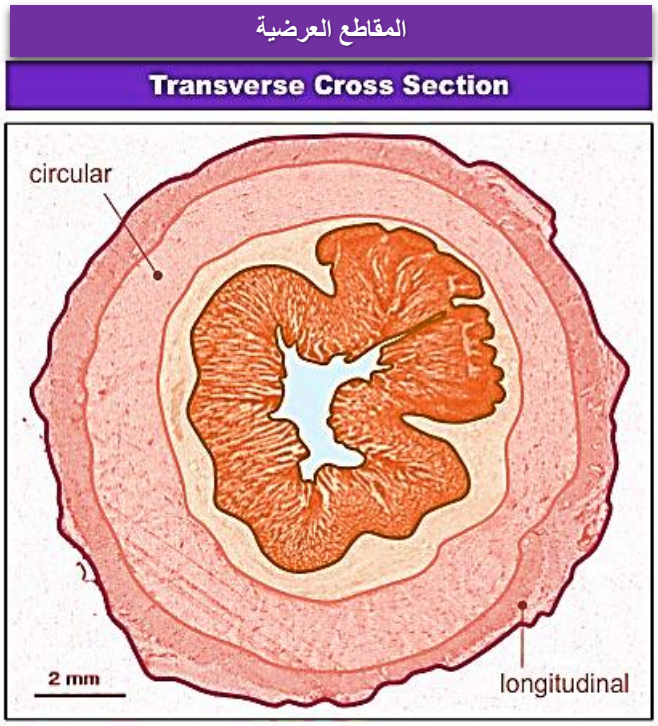
1. النُّسج الطلائية أو الظهارية Epithelial tissues
2. النُّسج الرابطة أو الضّامة Connective tissues
3. النُّسج العضليّة Muscular tissues
4. النُّسج العصبيّة Nervous tissues

- **المقاطع النَّسيجية Histological sections:**

لا بُدَّ من عَمَل مقاطع من الجسم ذات سماكة مناسبة لمعرفة وضع الأعضاء المختلفة في الجسم وتركيبها، تقع هذه المقاطع ضمن مستويات مختلفة، نكتفي هنا بذكر ثلاث أنواع منها فقط وهي:

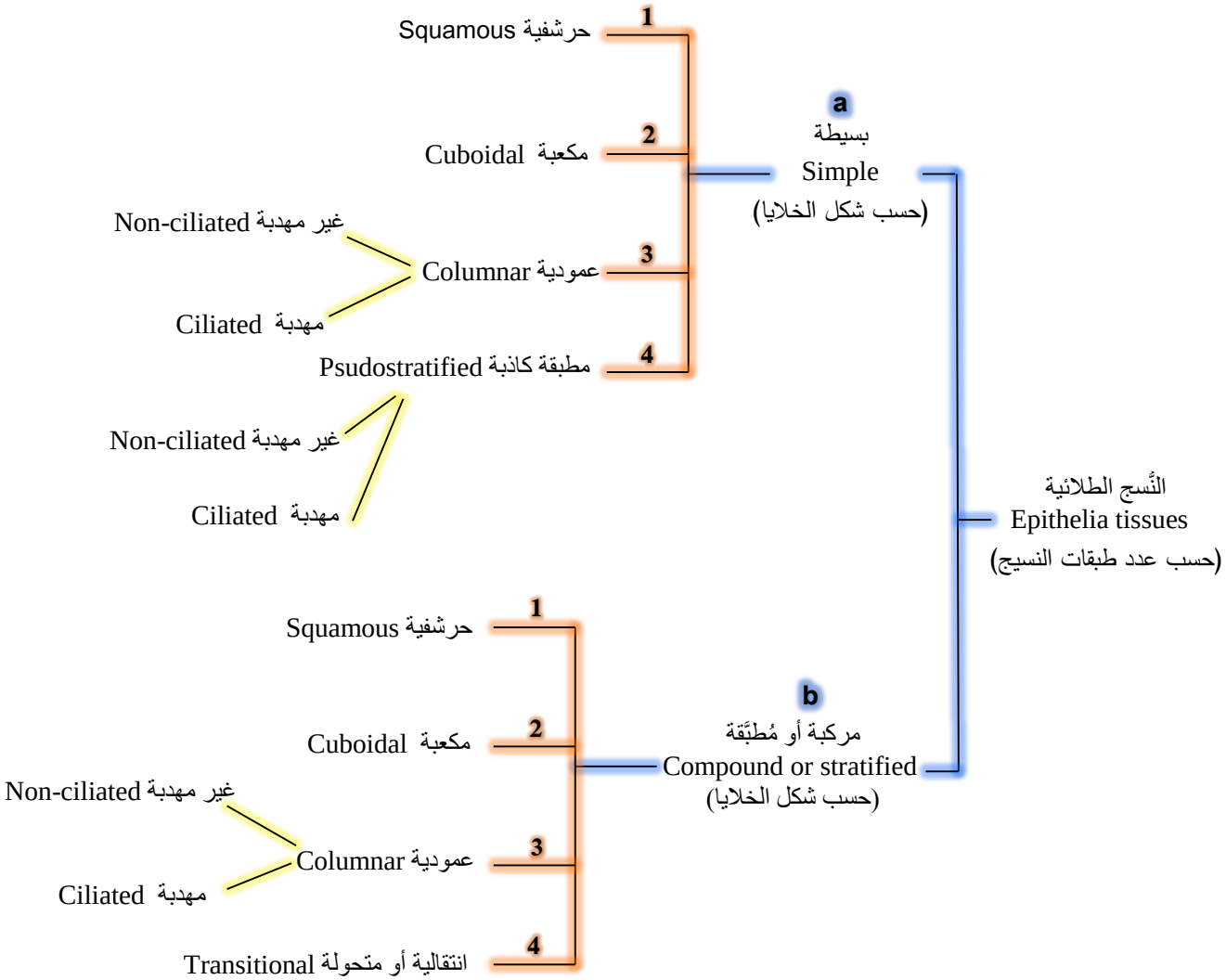
1. *المقاطع العرضية Cross or Transverse sections (C.S, T.S, X.S):* وفيها يكون مستوى القطع عمودياً على المحور الطولي للجسم.
2. *المقاطع الطولية Longitudinal sections (L.S):* وفيها يكون مستوى القطع موازياً للمحور الطولي للجسم أو ماراً به.
3. *المقاطع العمودية Perpendicular sections (P.S):* وفيها يكون مستوى القطع عمودياً على سطح الجسم المراد أخذ المقاطع له.





1- النُّسج الطلائية (الظّهارية) Epithelial tissues:

- تنشأ هذه النُّسج من الطبقات الجنينية الثلاثة أي: الخارجية (الإكتوديرم) Ectoderm، والداخلية (الإندوديرم) Endoderm، والمتوسطة (الميزوديرم) Mesoderm. تتواجد هذه النُّسج بشكل صفيحة من الخلايا تُغطّي السطوح الخارجية أو تبطن السطوح الداخلية، تكون والوظيفة الأساسية لها هي حماية ووقاية السطوح التي تُغطّيها أو التي تبطنها، كما أنَّ منها ما يتخصص بطرق أُخرى لتأدية وظائف مختلفة مثل الامتصاص والإفراز ونقل المواد. وقد تتحور خلايا هذا النسيج مُشكّلةً النسيج الغدّي الذي يكون إمّا معدوم القنوات كالغدد الصّم، أو يكون له قنوات تصله إلى الخارج أو إلى تجويف يؤدّي للخارج ويُسمَّى حينها بالغدد خارجيّة الإفراز (مثل الغدد اللعابية).
- *تتكون النُّسج الطلائية بشكل عام من:*
  - ✓ صفّ واحد أو أكثر من الخلايا Cells.
  - ✓ غشاء قاعدي Basement membrane تستند عليه الخلايا.
  - ✓ مادة بينية (بين خلوية) Intercellular substance والتي تكون قليلة جداً.
- ***<u>تقسيم النُّسج الطلائية:</u>*** يُمكِن تقسيم الأنسجة الطلائية على أساسين:
  - حسب عدد طبقات النسيج.
  - حسب شكل خلايا النسيج. كما في المخطط التالي:

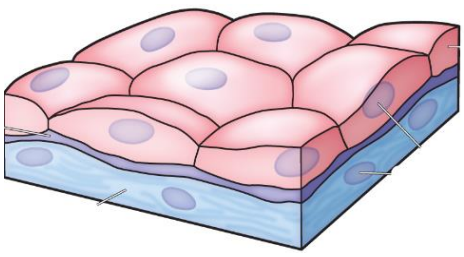


a. النُّسج الطلائية (الظّهارية) البسيطة Simple epithelial tissues:

وهي عبارة عن صفّ واحد من الخلايا التي تستند على غشاء قاعدي، وتقسم حسب شكلها إلى عدّة أنواع:

1) النسيج الطلائي البسيط الحرشفي (المُسطَّح) Simple squamous epithelial tissues:

يكون شكل الخلايا في المقطع الجانبي مسطّح أو رصفيّ حيث تشابه بتوضُّعِها أحجار البناء لذلك تُسمّى رصفيّة (Pavement)، وتكون في المقطع العمودي (P.S) مغزليّة الشكل والنواة كروية أو بيضوية موجودة في مركز الخلية ممّا يسبب ارتفاع بسيط عند مركز الخلية والذي يُعطي الشكل المغزلي للخلايا. يستند مجموع هذه الخلايا على غشاء قاعدي يفصلها عن النسيج الضّام الذي يليها مباشرةً، ويوجد هذا النوع من النسيج في:



- ✓ بطانة الفم والأوعية الدّموية واللمفية وشفاف القلب.
- ✓ جدار محفظة بومان في كبيبة مالبيكي في قشرة الكلية.
- ✓ جدار العين الخلفي.

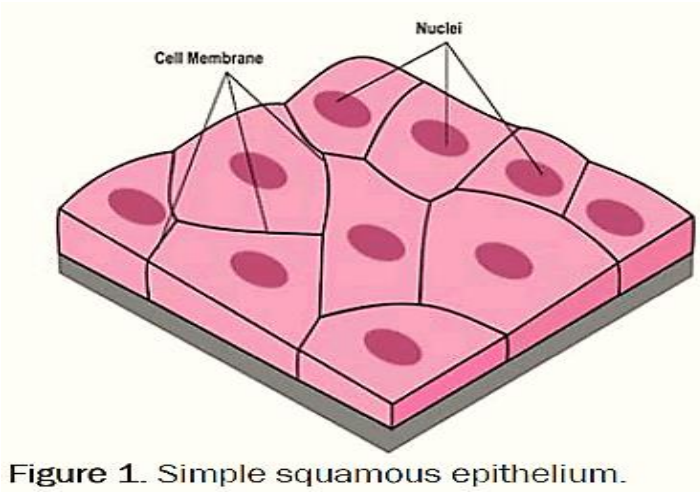
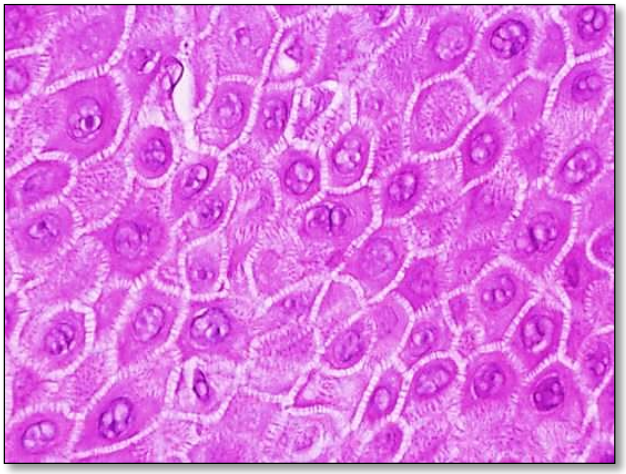


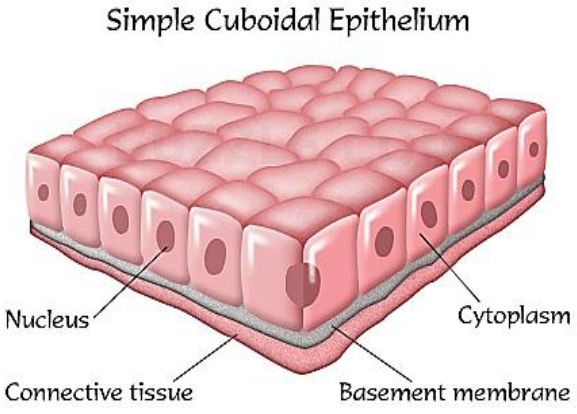
Figure 1. Simple squamous epithelium.



2) النسيج الطلائي البسيط المُكعَّبي Simple Cuboidal epithelial tissues:

تظهر الخلايا مُربَّعة (مُكعّبة) الشكل في المقطع العمودي (P.S) لهذا النسيج وتكون الأنوية مركزيّة وحيدة كروية الشكل، وفي حالة المقاطع العرضية (T.S) يظهر شكل الخلايا مُضلّعاً وقد تظهر الأنوية أو لا تظهر حسب موقع القطع (مرور شفرة القطع) في مستوى النواة أو بعيد عنها. يوجد هذا النوع من النُّسج في:

- ✓ حويصلات الغدة الدرقية Follicles of thyroid gland، والأقنية المفرغة للغدد خارجية الإفراز.
- ✓ وكذلك فهو يُبَطّن النُّبيب القاصي من الكلية Distal tubules of kidney.
- ✓ ظهارة سطح المبيض.
- ✓ الظهارة الخلفية لقرنية العين.

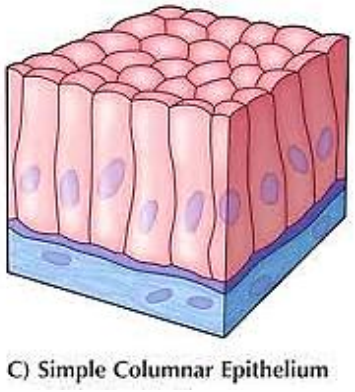


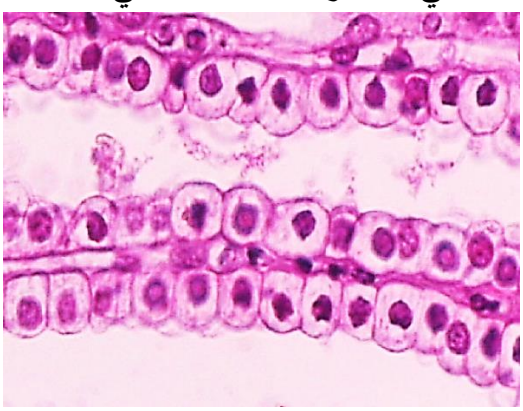
3) النسيج الطلائي البسيط العمودي (الاسطواني) Simple columnar epithelial tissues:

تظهر الخلايا مستطيلة (اسطوانية) الشكل في المقاطع العمودية (P.S) ويمكن رؤية الأنوية ذات موقع قاعدي (قرب قواعد الخلايا) وكما في النسيج المُكعَّبي قد تظهر أو لا تظهر في المقاطع العرضية (T.S) لنفس السبب المذكور.

قد تكون نهاية هذه الخلايا مزودة بأهداب فيكون النسيج عمودي مُهدَّب Ciliated columnar epithelial كما هو الحال في النسيج المبطن للقصيبات الهوائية (Bronchioles) وتجويف الأنف (وتُدعى بالظهارة التنفسيّة).

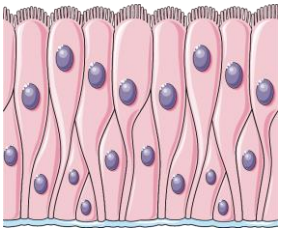
وقد يكون النسيج غير مُهدَّب أو (النسيج العمودي المخطّط) حيث يتميّز ببروزات فوق مجهرية تدعى زغيبات تُعطي المظهر المخطط، كما في حال النسيج المبطن للمعدة (Stomach) والأمعاء (Intestine).

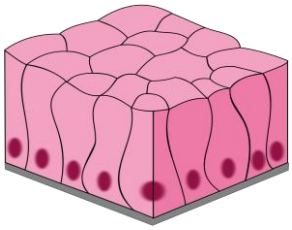




4) النسيج الطلائي البسيط المطبق الكاذب Pseudostratified epithelial tissues:

يظهر هذا النَّسيج وكأنَّه مُكوَّن من عدّة طبقات (مُطبَّق) ولكنّه في الحقيقة يتكوّن مِنْ صفّ واحِد مِن الخَلايا المُستنِدة على غشاء قاعدي واحد جميعاً، إلّا أنَّ وجود الأنوية في مستويات مختلفة وكذلك عدم وصول بعض الخلايا إلى الحافّة الحُرَّة للنسيج يُعطي النسيج مظهراً مُطبَّقاً (أي مكون من عدّة طبقات).





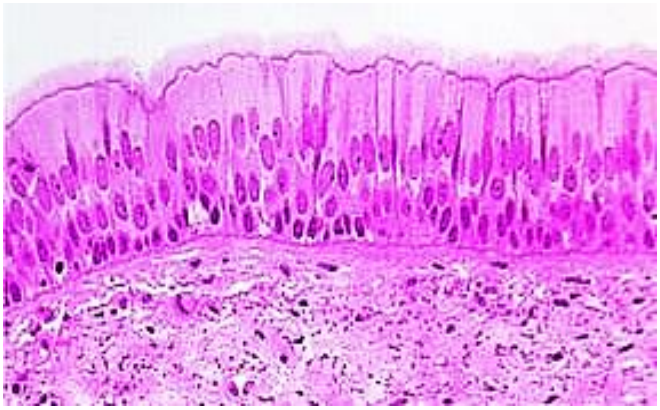
هناك ثلاث أنواع من الخلايا في هذا النسيج هي:

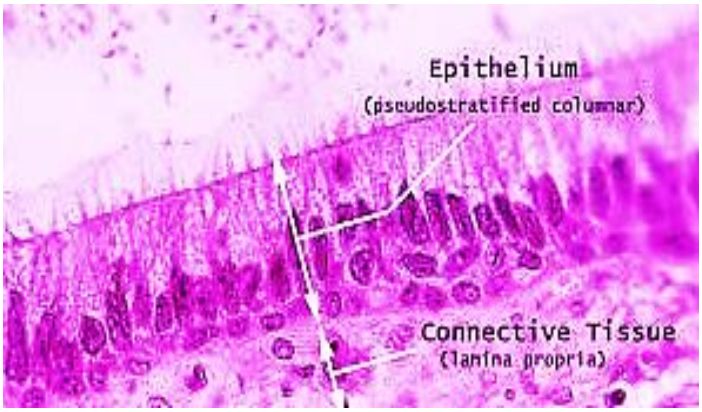
1- خلايا عمودية Columnar cells.

2- خلايا مِغزليّة Fusiform cells.

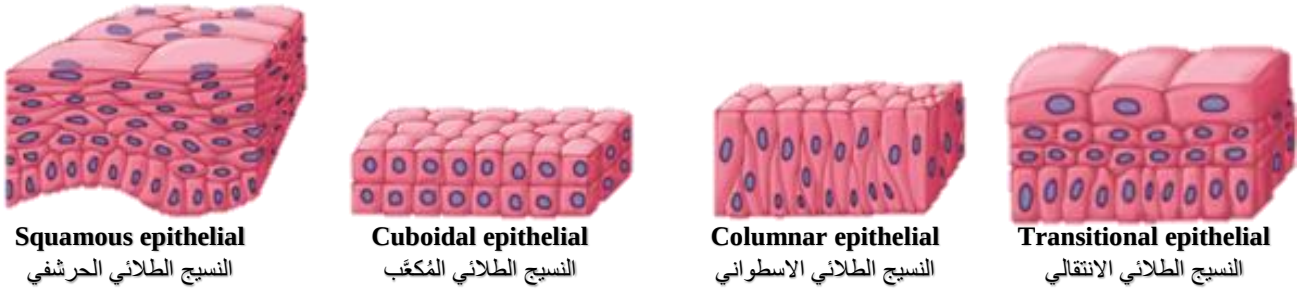
3- خلايا قاعدية Basal cells.

ويتخلَّل هذه الأنواع الثلاثة نوع آخر من الخلايا يُعرَف بالخلايا الكأسية Goblet cells. وهذا النسيج أيضاً قد يكون مُهدَّباً كما في الرُّغامى Trachea، وكذلك قد يكون غير مُهدَّب كما في الجدار المُبطّن لقنوات بعض الغدد الكبيرة مثل الغدد اللعابية Salivary glands وفي أجزاء من الإحليل Urethra عند الذكور.





b. النُّسج الطلائية (الظّهارية) المطبقة Compound or stratified epithelial tissues:



Squamous epithelial
النسيج الطلائي الحرشفي

Cuboidal epithelial
النسيج الطلائي المُكعَّب

Columnar epithelial
النسيج الطلائي الاسطواني

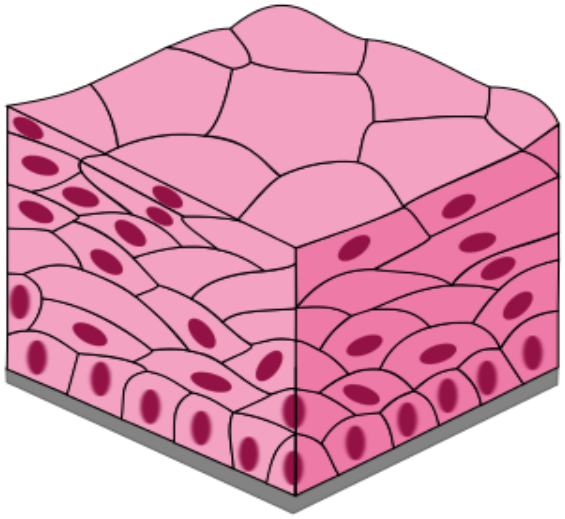
Transitional epithelial
النسيج الطلائي الانتقالي

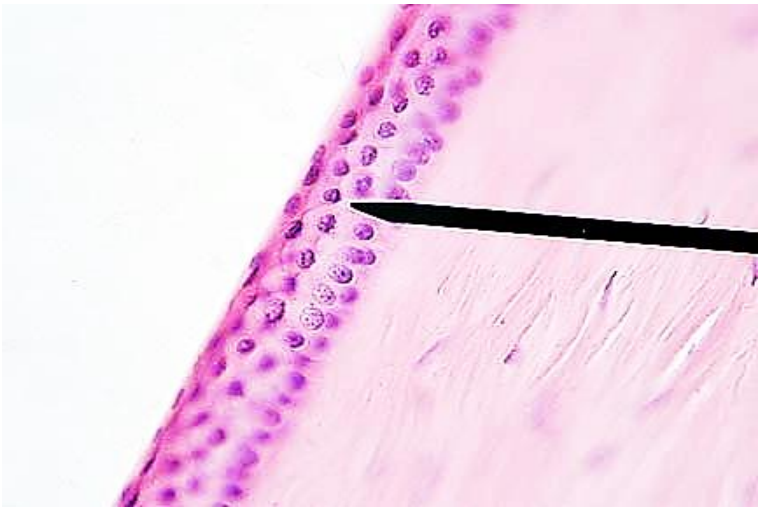
1) النسيج الطلائي الحرشفي المطبق Stratified squamous epithelial tissue:

يَظهَر هذا النسيج في المقطع العمودي(P.S) له مُكوَّناً من عدة طبقات من الخلايا، وتكون أشكال خلايا الطبقة العميقة (أي المُستَندة على الغشاء القاعدي) عموديَّة الشكل وذات نوى بيضوية، فيما تكون خلايا الطبقة الوسطية مُضلَّعة وذات نوى مستديرة، أمَّا خلايا الطبقات السطحية فتكون مسطحة حُرشفيّة وذات نوى مسطحة أو متطاولة باتجاه سطح النسيج.

وعندما تكون خلايا هذه الطبقة غير مُتقرّنة فإنَّ النسيج يُطلق عليه بالنسيج الطلائي الحرشفي المُطبَّق غير المُتقرّن non-keratinized، ويُكوِّن هذا النسيج بطانة المري Esophagus.

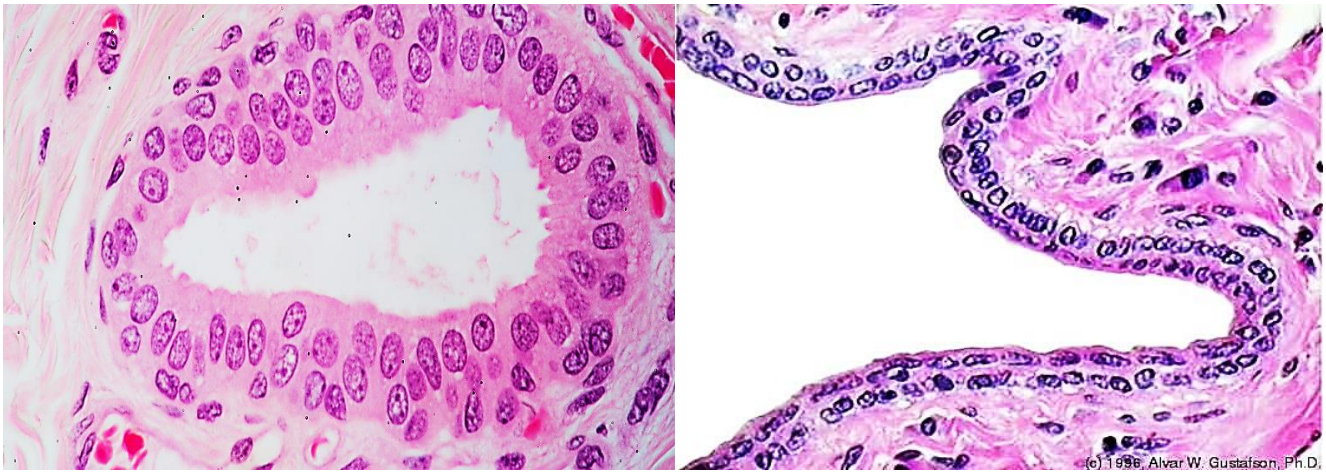
أمَّا عندما تكون خلايا الطبقة السطحية مُتقرّنة أو ميتة (أي أنها فاقدة للأنوية) عندئذٍ يُطلق على هذا النسيج بالطلائي الحرشفي المُطبَّق المُتقرّن Keratinized، ويوجد هذا النوع في بشرة الجلد epidermis of skin.





2) النسيج الطلائي المُكعَّبي المطبق Stratified cuboidal epithelial tissue:

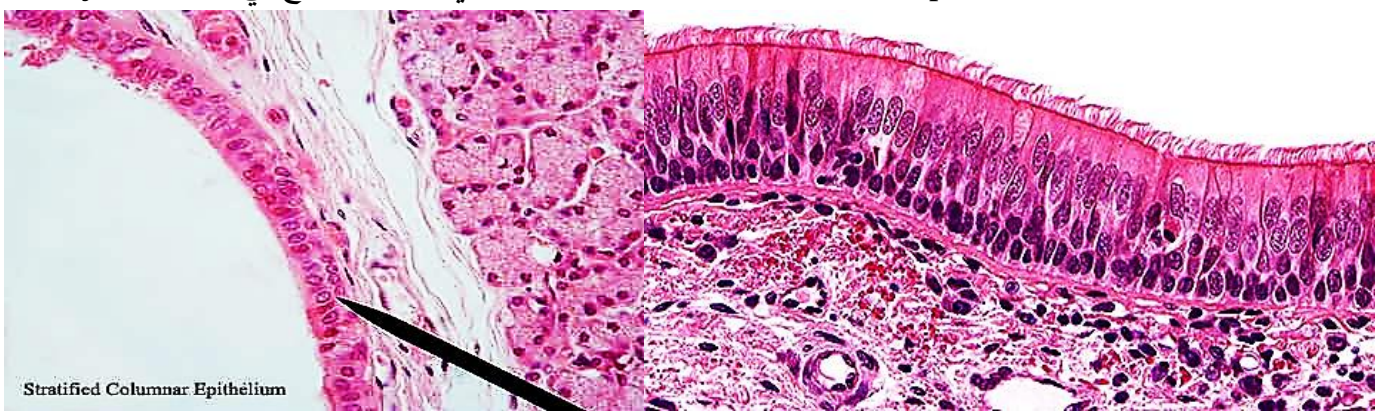
عند فحص مقطع عمودي في الجلد يُوضّح مقاطع لقنوات الغدد العرقية Ducts of sweat gland نُلاحظ أنَّ قنوات هذه الغدد مُكوَّنة من طبقتين من الخلايا المُكعَّبة، وهذه تمثل النسيج الطلائي المُكعَّبي المُطبَّق.



3) النسيج الطلائي العمودي المطبق Pseudo-stratified columnar epithelial tissue:

تظهر خلايا الطبقة السطحية لهذا النسيج في المقاطع العمودية (P.S) عمودية الشكل وذات نوى بيضوية أمَّا عن خلايا الطبقات التي تحتها فتكون مُضلَّعة وأصغر حجماً من الخلايا السطحية وذات نوى مستديرة.

وتكون خلايا الطبقة القاعدية مُكعَّبة أو عمودية وعندما يكون هذا النسيج حاوياً على أهداب فيسمى بالعمودي المُطبَّق المُهدَّب Stratified columnar ciliated epithelial tissue، ويوجد هذا النسيج في الحُنجرة larynx.



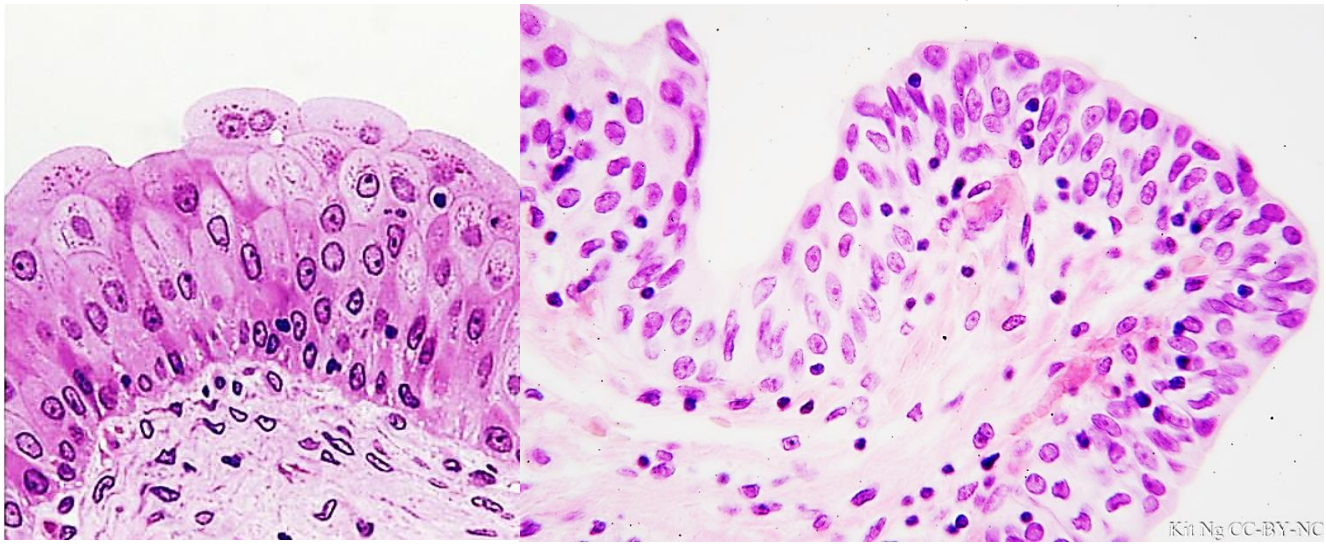
4) النسيج الطلائي المتحول أو الانتقالي Transitional epithelial tissue:

يُشبِه هذا النسيج الطلائي المُطبَّق الحرشفي غير المُتقرّن عندما يكون مشدوداً أو مُتمدّداً، ويوجد هذا النسيج في بطانة المثانة البولية Urinary bladder.

عندما تكون المثانة البولية مملؤة بالبول عندئذ يكون النسيج مشدوداً أو مُمتدّداً Stretched حيثُ تأخذ خلايا الطبقة السطحية شكلاً حرشفياً، ولكن عندما يكون النسيج غير مشدود أو مُتقلّص Contracted أي عندما

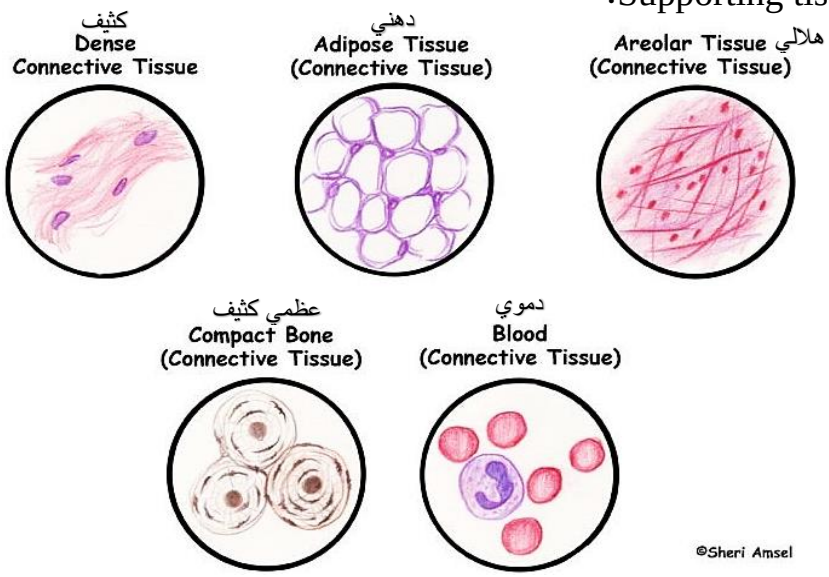
تكون المثانة فارغة تأخذ خلايا الطبقة السطحية أشكالاً مدورة وشبيهة بالمظلة بدلاً من أن تكون حرشفية أمّا خلايا الطبقات الوسطية فتكون مُضلَّعة وكُمَّثرية الشكل.

فيما تأخُذ خلايا الطبقة القاعدية أشكالاً مُضلَّعة صغيرة أو عمودية قصيرة. كما تكون عدد الطبقات في حالة تمدد النسيج أقل منها في حالة التقلُّص.



2- النُّسج الضَّامة أو الرابِطة Connective tissues:

تنشأ النُّسج الضامة من نسيج يدعى بالنسيج الوسيط (الميزنكيمي) Mesenchymal tissue الذي ينشأ بدوره من الطبقة الجنينية الوسطى Mesoderm، وبالإضافة إلى وظيفة النسيج الضام في ربط أجزاء الجسم المختلفة بعضها ببعض فأنه يَعمل أيضاً على إسناد ودعم أجزاء الجسم المختلفة لذا فهو يُطلق عليه أيضاً في بعض الأحيان بالنسيج الدَّاعم Supporting tissue.



يَتكوَّن النسيج الرابط (الضّام) بصورة عامّة من عناصر رئيسية ثلاثة هي:

1. الخلايا Cells، 2. الألياف Fibers، 3. الكثير من المادة الأساسية Grand substance.

- **خلايا النَّسيج الضّام Cells of Connective tissue:**

1. الأرومة الليفية (الخلية المولدة الليفية) Fibroblast:

تُلاحَظ في النسيج الضام الخلالي أو الهلالي Areolar connective tissue، وتكون ذات بروزات متفرعة وسيتوبلازم فاتح اللون ونواة كبيرة بيضوية الشَّكل، تُوجَد أيضاً في النسيج الضام المُخاطي Mucous connective tissue.

2. الخلية الجسميّة (البدنيّة) Mast cell:

تُوجَد أيضاً في النسيج الضام الهلالي وقريباً من الأوعية الدموية، تكون هذه الخليّة ذات شكل بيضوي ولكن ذات حدود غير منتظمة، والنواة مركزية الموقع تقريباً وصغيرة الحجم مقارنة بالحجم العام للخلية ويصعب تمييزها لأنَّ سيتوبلازم الخلية مملوء بحبيبات كبيرة وصغيرة غامقة اللون تُصطَبَغ بالأصباغ القاعدية (القلوية).

وهناك أنواع أُخرى من الخلايا هي:

A. البلعم الكبير Macrophage.

B. الخلية البلازمية Plasma cell.

C. الخلية الدهنية Fat cell: وتتميز هذه الخلية بأنَّها كروية الشكل ذات نواة مضغوطة على جانب من الخلية، وتحوي هذه الخلية على فجوة كبيرة تظهر فارغة تحت المجهر، وتحتل الخلية كلّها تقريباً ما عدا طبقة رقيقة من السيتوبلازم حيث تقع النواة.

D. الخلية الخُضابيّة (الصباغية) Pigment cell.

E. الخلية الميلانية Melanocytes.

F. خلية النسيج المتوسط Mesenchymal cell.

G. الخلية الشبكية Reticular cell تتميَّز ببروزاتها التي تتَّصل مع بروزات الخلايا المجاورة.

H. خلايا الدم البيضاء Leukocytes.

- **ألياف النسيج الضام Fibers of connective tissue:**

1. الألياف البيضاء أو الغرويّة Whites or collagenous fibers:

تُوجَد بشكل حزم متموجة وقد تكون هذه الحزم متفرعة وتكون ذات طبيعة لينة وقوية ولكنها غير مطاطة ويمكن ملاحظتها في مقطع للنسيج الضام الهلالي أو الخلالي Areolar connective tissue.

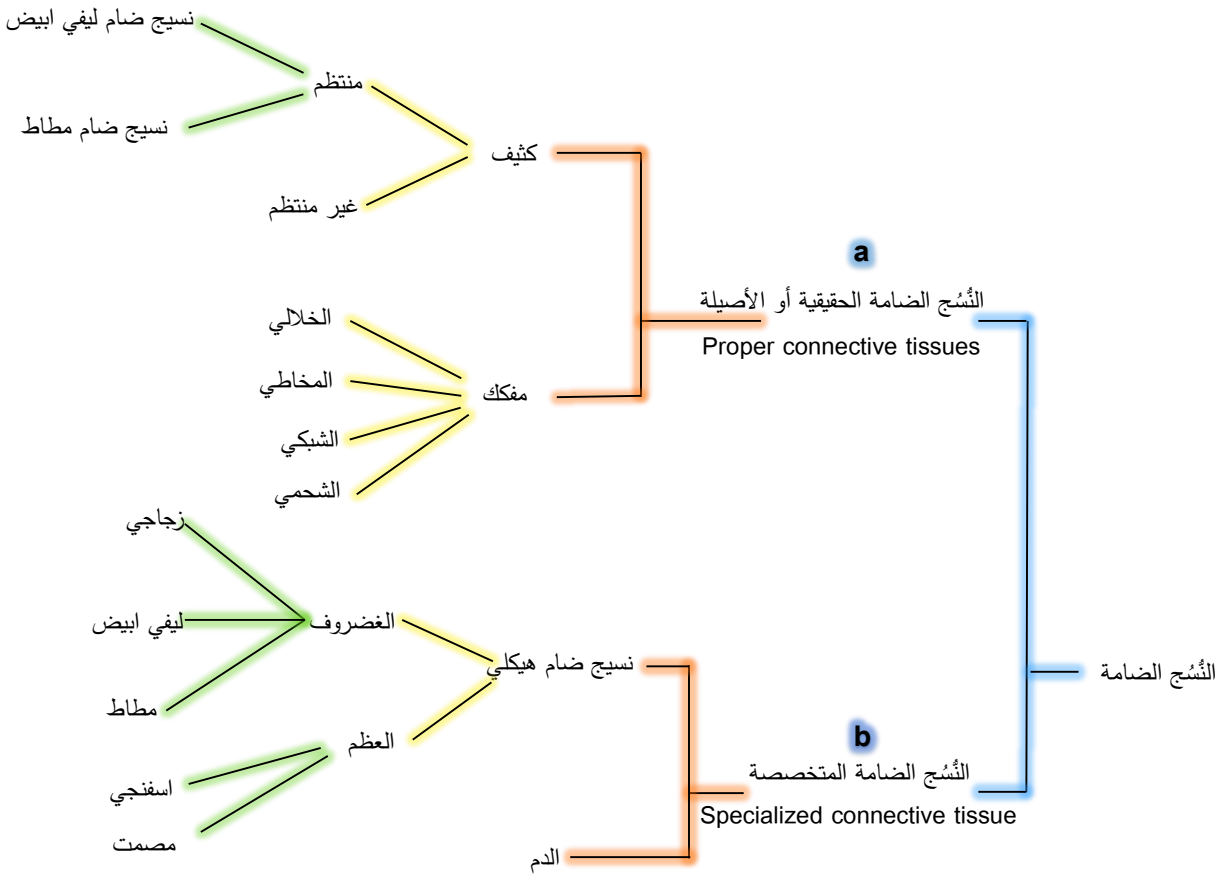
2. الألياف الصفراء أو المطاطة Yellow or elastic fibers:

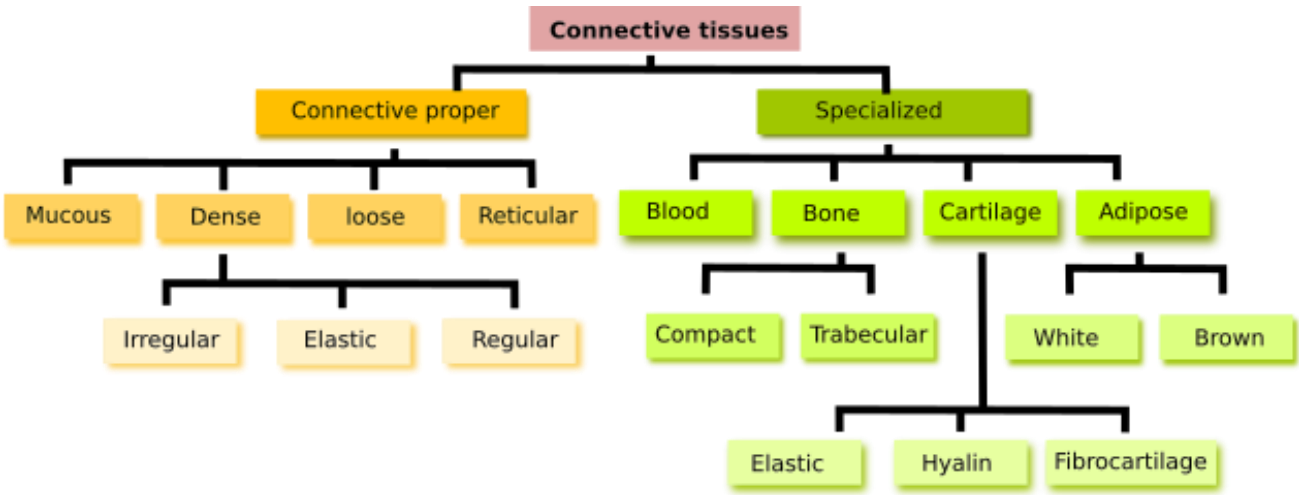
تُوجَد بشكل ألياف مفردة ولا تُشّكل حِزَماً وتكون طويلة ومتفرعة، وهي ذات طبيعة مطّاطية وسهلة التمدد لهذا سميت بالمطاطة، وسميت بالصفراء لأنَّها تُضفِي اللون الأصفر للنسيج الطري عندما توجد فيه بكميات كبيرة، قد توجد هذه الألياف في النسيج الضام الخلالي.

3.الألياف الشبكية Reticular fibers:

ألياف رفيعة تتفرّع وتتشابك فروعها مكوّنة ما يُشبه الشبكة، تظهر تحت المجهر الإلكتروني مكونة من ليفيات مُشابِهة لليُفيات الألياف البيضاء، ولهذا يمكن اعتبارها ألياف بيض فتية غير تامة التكوين خاصَّةً وأنَّ هذا النوع من الألياف هو أول أنواع الألياف ظهوراً في الجنين، يُمكن ملاحظة هذا النوع من الألياف في العقدة اللمفية Lymph node.

- **المادة الأساس الكثيرة (Grand substance):** مادة ليس لها شكل معيّن، تتفاوت بين نصف سائلة إلى صلبة جيلاتينية، شفافة متجانسة، تنغمر فيها الألياف والخلايا.

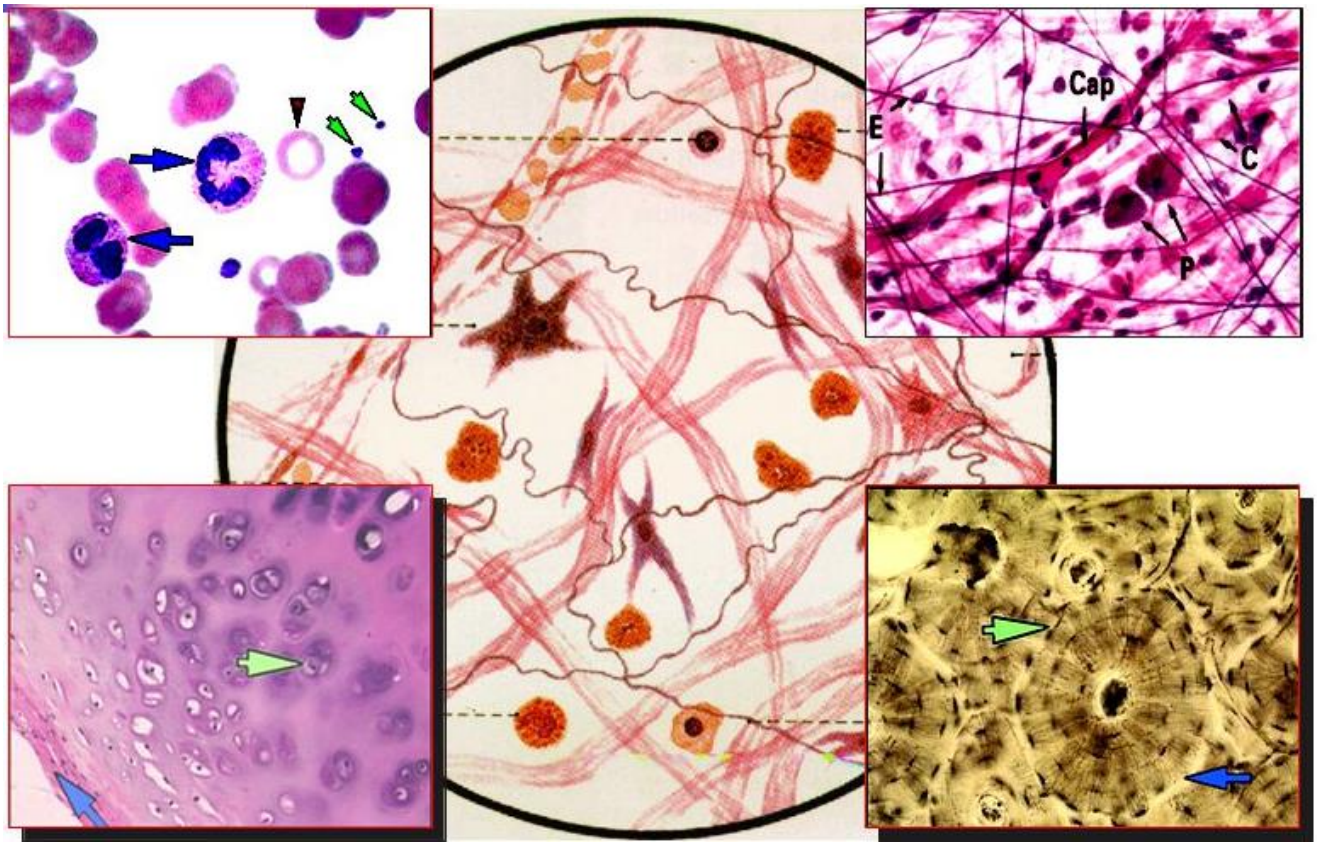




a. النَّسيج الضّام الحقيقي أو الأصيل Proper connective tissues:

1) النُّسج الضامة الحقيقية المفككة *Loose connective tissues:*

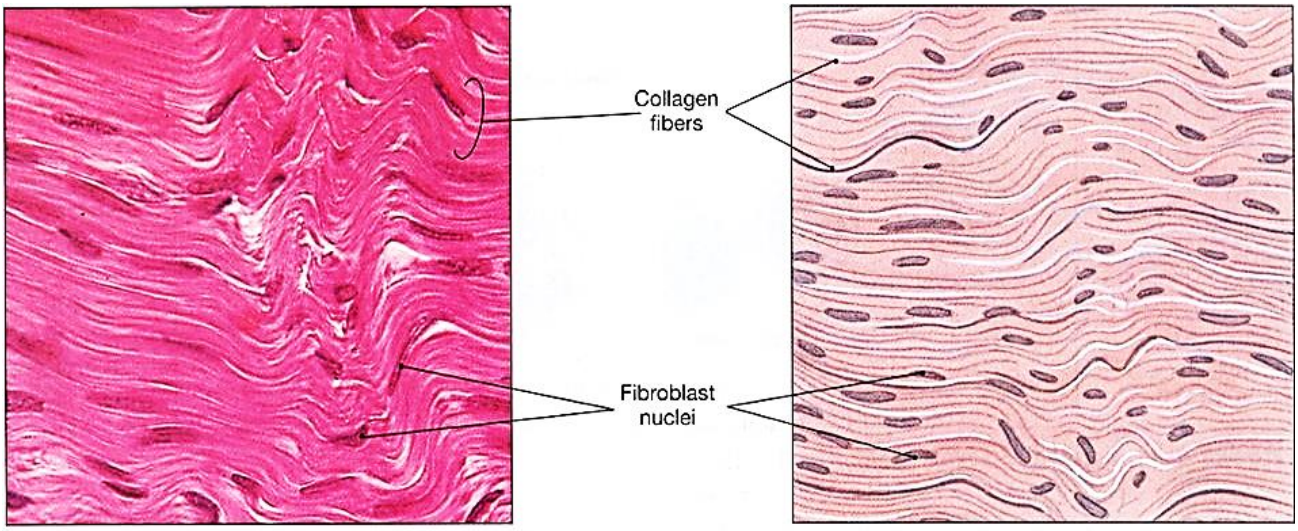
- **النَّسيج الضَّام الهلالي Areolar connective tissue:** يوجد في مناطق عديدة من الجسم فهو يوجد في المساريق Mesenteries، ويحوي على مُعظَم مكونات النُّسج الضامة فيُمكِن ملاحظة الألياف البيضاء والصفراء والأرومة الليفية والخلية البدينة وغيرها.
- **النَّسيج الضَّام المخاطي Mucous connective tissue:** يوجد في الحبل السري Umbilical cord، ويحتوي على قليل من الألياف البيضاء والصفراء وخلايا نجمية ذات بروزات هي الأرومات الليفية.
- **النَّسيج الضَّام الشبكي Reticular connective tissue:** يوجد في مقاطع العقدة اللمفية Lymph node، ويحتوي على ألياف شبكية وكذلك خلايا شبكية مكونة ما يشبه الشبكة.
- **النَّسيج الضَّام الشحمي Adipose connective tissue:** يُمكن ملاحظته في مقاطع في طبقة تحت الادمة Hypoderms، معظم الخلايا المؤلفة له هي خلايا دهنية Fat cells.
- **النَّسيج الضَّام الوسيط Mesenchymal connective tissue:** يوجد هذا النسيج في الجنين Embryo في الأسابيع المُبكرة من العمر ثم يأخذ بالاختفاء ليتخصص إلى أنواع أُخرى من النُّسج، يتكون هذا النسيج من الخلايا الوسيطة (الميزنكيمية).



2) النَّسيج الضام الحقيقي الكثيف *Dense connective tissue:*

يُصنَّف هذا النسيج بالنسبة إلى ترتيب الألياف فيه إلى:

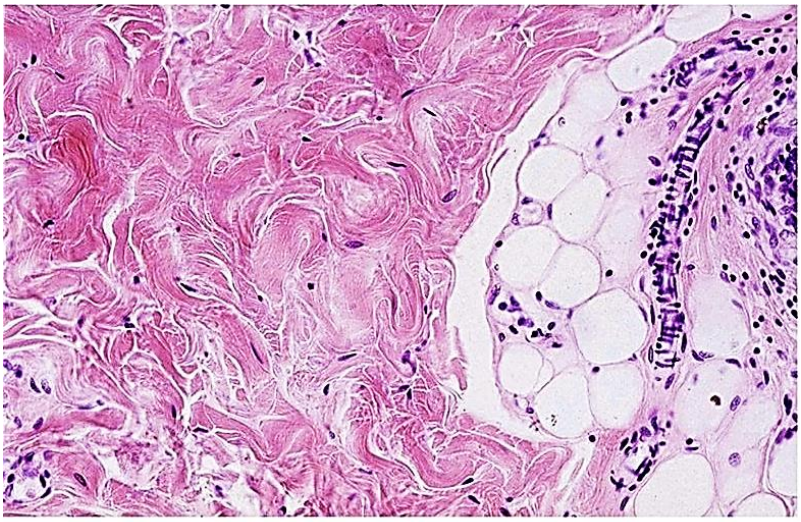
- **النَّسيج الضام الكثيف غير المنتظم Dense irregular connective tissue:** يكون هذا النسيج جزءاً كبيراً من الأدمة Dermis، أليافه تتشابك فيما بينها بغير انتظام وفي اتجاهات مختلفة لذا فهو يقاوم التوتر في مختلف الاتجاهات. تكون الألياف البيضاء هي السائدة في هذا النسيج ولكن يمكن ملاحظة القليل من الألياف الصفراء والشبكية. يكون النسيج شبيهاً بالنسيج الضام الخلالي ولكن حزم الألياف البيضاء أسمك وأكثر تراصّاً، حيثُ تَظهر في مستويات مختلفة من القطع منها الطولي والعرضي والمائل لعدم انتظام ترتيبها.



- **النَّسيج الضام الكثيف المنتظم Dense regular connective tissue:** تترتَّب الألياف فيه بصورة منتظمة وبهذا تقاوم الشَّد أو التوتر من اتجاه واحد فقط، يُصنَّف هذا النسيج إلى نوعين نسبة إلى نوع الألياف السائدة فيه إلى:

i. **النَّسيج الضام الليفي الأبيض White fibrous connective tissue:** يتمثَّل هذا النسيج في الأوتار Tendons التي تربط العضلات مع العظام غالبية النسيج مكون من حزم من الألياف البيضاء المرتبة بصورة موازية بعضها البعض. توجد بين هذه الحزم الخلايا الليفية والتي تسمى في هذا النسيج بالخلايا الوترية Tendon cell تتخذ نواها شكل صفوف طولية أيضاً موازية لبعضها البعض. هذا في المقطع الطولي للوتر، فيما تظهر الخلايا الوترية نجمية الشكل في المقطع العرضي للوتر.

ii. **النَّسيج الضام المطاطي Elastic connective tissue:** يوجد هذا النوع في الاربطة Ligaments التي تربط العظام بعضها ببعض، يتألف من ألياف صفر مطاطة سميكة ومتفرعة، تنحصر بين الألياف الصفراء فسح ضيقة تحتوي على ألياف بيض تظهر متموجة وأرومات ليفية Fibroblast أو خلايا ليفية Fibrocytes.



b. النُّسج الضامة المتخصصة Specialized connective tissues:

وتشمل على:

1) النَّسيج الضام الهيكلي Skeletal connective tissue:

سُمّي كذلك لأنَّه يدخل في تركيب هيكل الجسم وهو يشمل على الغضروف Cartilage والعظم Bone وتكون المادة البينية في كليهما صلبة.

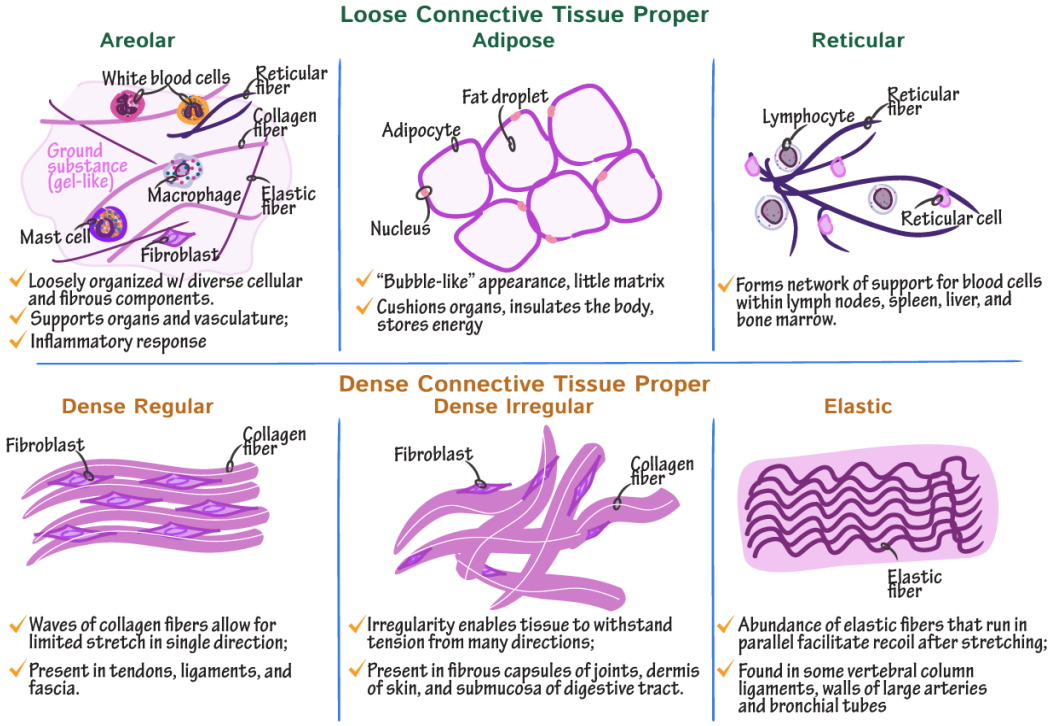
- **الغضروف Cartilage:** عبارة عن نسيج ضام متخصص هيكلي قوي مؤلف من خلايا تدعى بالخلايا الغضروفية Chondrocytes أو Cartilage cells ومادة أساسية تحتوي على ألياف. يُكوِّن الغضروف معظم هيكل الجسم في الحياة الجنينية للفرد ويحل محل معظمه عظم في البالغ ولكنه يبقى بشكل غضروف فوق سطوح تمفصل العظام ويشكل هيكل ساند للممرات التنفسية وجزءاً من الأذن، ويحاط الغضروف بغلاف ليفي يدعى السمحاق الغضروفي Perichondrium ويكون بثلاث أنواع:

i. **الغضروف الزجاجي Hyaline cartilage:** يوجد في الرُّغامى Trachea يحاط بغشاء ليفي وعائي يحتوي على حزم من الألياف البيضاء وأرومات ليفية وأوعية دموية يدعى هذا الغلاف بالسمحاق الغضروفي Perichondrium، المادة البينية له شفافة وتتقبل الاصباغ القاعدية كما تحتوي على فجوات Lacunae تحوي بداخلها خلايا تدعى الخلايا الغضروفية Chondrocytes وتوجد هذه الخلايا أمَّا بشكل منفرد أو بشكل مجاميع خلوية تشكل ما يسمى بالعش الخلوي Cell nest تحاط الفجوات مع محتوياتها بمحافظ Capsules، بالنسبة للخلايا القريبة من السمحاق الغضروفي تكون مسطحة وفي مستوى موازي لسطح النسيج تدعى هذه الخلايا بالأرومات الغضروفية Chondroblast.

ii. **الغضروف المطاط (الليفي الأصفر) Elastic cartilage:** يوجد في صيوان الأذن الخارجية، يماثل الغضروف الزجاجي غير أنَّه أكثر عتومة والمادة البينية تحتوي على شبكة من الألياف الصفراء المطاطة المتفرعة والمتشابكة مع بعضها والتي تعطي مرونة ومطاطية للغضروف ولوناً

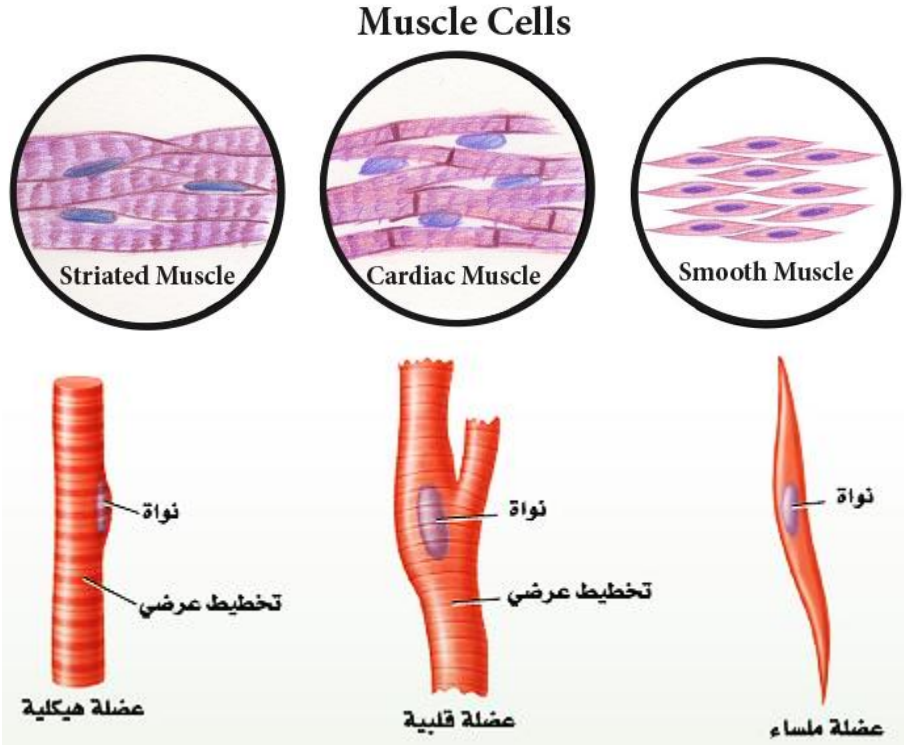
أصفراً وتتركز هذه الألياف حول الخلايا الغضروفية الوسطية أكثر مما هو عليه في المناطق الأُخرى.

iii. **الغضروف الليفي الأبيض White-fibro cartilage**: يوجد في المناطق التي تحتاج إلى إسناد وشد قوي كالأقراص بين الفقرات Intervertebral disc تحتوي المادة الأساس على حزم من الألياف البيضاء المتوازية مع بعضها تقريباً وتنحصر بينها مساحات ضيقة تحتوي على الخلايا الغضروفية الموجودة في فجواتها. يلاحظ انعدام السمحاق الغضروفي في هذا النوع من الغضاريف، يكون على اتصال وثيق مع النسيج الضام الكثيف لذا يعتبر هذا الغضروف مرحلة انتقالية بين الغضروف والنسيج الضام الكثيف.



3- النسيج العضلي Muscular tissues:

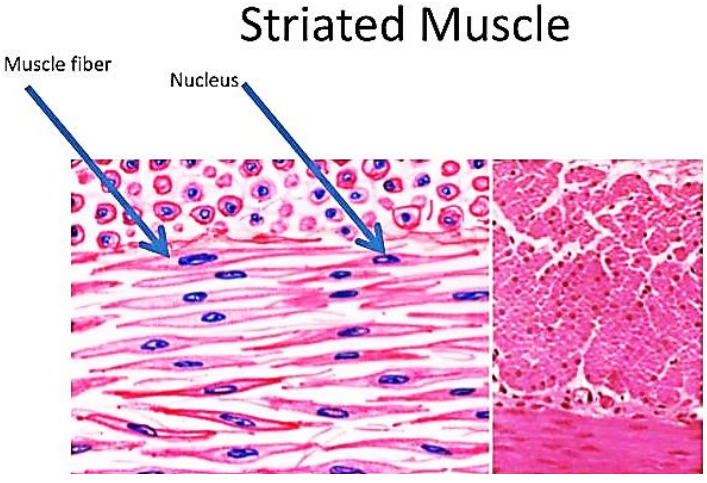
تُعرف الخلايا العضلية القادرة على الانقباض بالنسيج العضلي. ويكون لهذا النسيج عدّة وظائف وهي إنتاج القوة والحركة. إمّا بالتنقل أو التنقل داخل الأعضاء الداخلية.



يُقسم النسيج العضلي إلى ثلاث أنواع رئيسية:

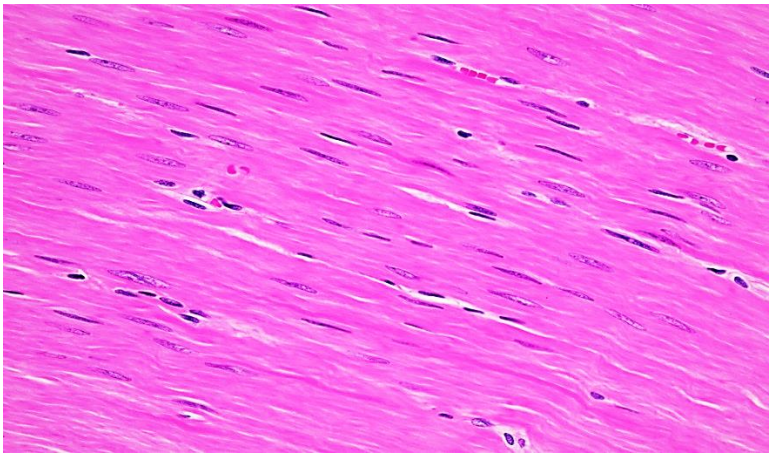
a. العضلة الهيكلية المخططة أو (العضلة الإرادية) Striated muscle:

وهي العضلات المتّصلة بالعظام (العظمية)، وهي تزوّد العظم بالحركة. ويثبتها الوتر (أو السفق عند مناطق قليلة) بالعظم وتستخدم للتأثير على حركة الهيكل العظمي مثل حركة وفي الحفاظ على وضعية الجسد. وعلى الرغم من أن التحكم في وضعية الجسد عادةً ما يتم الحفاظ عليها بفعل منعكس لا إرادي، فإن العضلات المسئولة تتفاعل مع التحكم الإرادي كما هي العضلات غير الوضعية. فيتكون متوسط الذكر البالغ من 42% من العضلات الهيكلية والأنثى من 36% (كنسبة مئوية من كتلة الجسد) وللعضلة الهيكلية أيضاً خطوط بخلاف العضلة الملساء.



b. العضلات الملساء الغير مخططة (أو اللاإرادية) Smooth muscle:

توجد العضلة الملساء أو "العضلة اللاإرادية" بداخل جدران الأعضاء وبنيتها مثل المريء، المعدة، الأمعاء، الشُعب، الرحم، إحليل، مثانة، الأوعية الدموية، والعضلات الناصبة (الموقفة) في الجلد (والتي تتحكم في وقوف شعر الجسد–القشعريرة). وبخلاف العضلة الهيكلية، فإن العضلة الملساء لا تخضع للتحكم الإرادي.

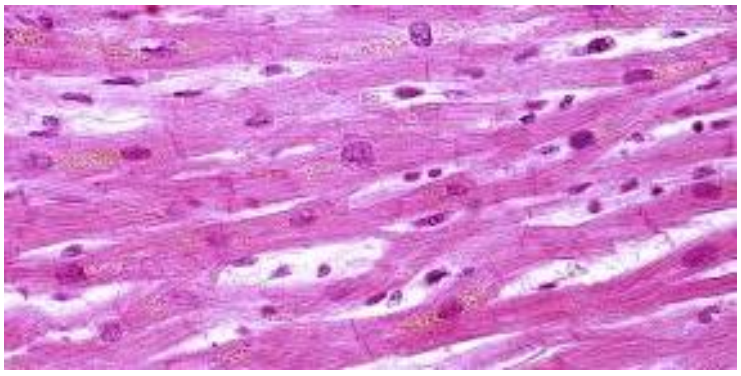


c. عضلة القلب Cardiac muscle:

ويكون هذا النسيج العضلي في الفقاريات، وتسمح العضلات القلبية للقلب بالتقلص وضخ الدم في جميع أجزاء الكائن الحي. وهي أيضاً "عضلة لاإرادية" ولكنها أكثر قرباً في بنيتها إلى العضلة الهيكلية، ولا توجد سوى في القلب.

وتعد كلاً من الخلايا العضلية الهيكلية والقلبية خلايا مخططة بحيث تتكون من ساركومير كما إنها مكتظة بترتيبات شديدة الانتظام من الحزم؛ بينما لا يتوافر ذلك في العضلة الملساء.

وعلى الرغم من أن العضلات الهيكلية مرتبة على هيئة حزم منتظمة ومتوازية، فإن عضلة القلب تتصل عند زوايا متفرعة وغير منتظمة (يُطلق عليها القرص المقحم). تنقبض العضلات المخططة وترتاح، في رشقات شديدة وقصيرة، في حين أنَّ العضلات الملساء تديم الانكماش بشكل أطول أو شبه دائم.



(نهاية الجلسة الرابعة)