

Enas Mahdi

# حيوان عام / نظري المحاضرة الثانية

المحاضرة الثانية / علم الحيوان العام / مدرس المادة الدكتور خالد جلاب الصالح

**انقسام الخلية Cell Division** : يعد انقسام الخلايا ضرورياً لنمو جميع الكائنات الحية كما لا يمكن الاستغناء عنه في التكاثر الجنسي Sexual reproduction واللا جنسي asexual كما انه ضروري لانتقال الصفات الوراثية من جيل لآخر .

س/ ماهي العوامل المحفزة على انقسام الخلية ؟

- 1- النسبة بين حجم النواة وحجم السايټوبلازم : هنالك نسبة ثابتة بين السايټوبلازم والنواة فاذا اختلفت هذه النسبة تسببت في انقسام الخلية لإرجاع النسبة الى ما كانت عليه .
- 2- تضاعف مادة ال DNA .
- 3- دور النوية اذ يعتقد بأن لها دور في انقسام الخلية .
- 4- الكروموسومات اذ يعتقد البعض بانها تقوم بإفراز مواد تحفز على انقسام الخلية .

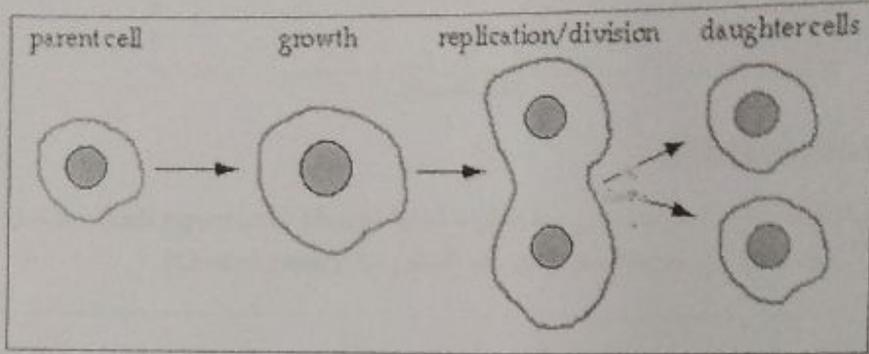
يوجد ثلاث انواع من الانقسام في الخلايا الحيوانية :

- 1- الانقسام اللاخيطي او المباشر Amitosis or direct cell division .
- 2- الانقسام الخيطي او غير المباشر Mitosis or indirect cell division .
- 3- الانقسام الاختزالي Meiosis or reduction division .

## الانقسام اللاخيطي او المباشر Amitosis or direct cell division

- هذا النوع من الانقسام قليل الوجود ويحصل في خلايا مدة حياتها محدودة مثل خلايا الدم البيضاء ، خلايا غضروفية ، وحيدات الخلية كالبيراميسوم والاميبا ، خلايا الاورام السرطانية ، خلايا الفطريات المنقسمة بالتكاثر الخضري وانواع من البكتيريا .
  - ويبدأ هذا الانقسام باستطالة الخلايا في البكتيريا ثم التخصر في وسطها تدريجياً إلى أن يتم انقسامها إلى خليتين متماثلتين ويطلق على هذه العملية أيضاً اسم الانشطار (Fission) أو الانشطار البسيط (Simple Fission) .
  - وغالباً ما يتكون غشاء مستعرض مزدوج داخل الخلية يمتد من حافتها تدريجياً متجهاً نحو مركزها قبل أن يحدث التخصر، ثم يبدأ بعد ذلك ترسيب الجدار الفاصل بين طبقتي الغشاء ممتداً من الخارج تجاه المركز، ويتزامن مع هذا الانقسام المادة الوراثية .
  - يتم هذا الانقسام على مرحلتين :
- أ. مضاعفة المادة الوراثية (الكروموسومات) التي يليها انقسام النواة.
- ب. انقسام السايټوبلازم بحيث يضيق في الوسط ثم ينشطر فينتج خليتين او كائنان يحتويان نفس المادة الوراثية .
- هذا الانقسام سريع جداً ، فالبيراميسوم تنقسم خلال ساعتين وهي تنقسم عادة مرتين في اليوم .

- البكتيريا تستطيع ان تتكاثر كل نصف ساعه اذا توفر الغذاء، الرطوبة ودرجة الحرارة الملائمة.
- كما موضح بالرسم الاتي :



الانقسام الخيطي او غير المباشر Mitosis or indirect cell division :

هو الانقسام الشائع في الخلايا الجسمية للكائنات الحية حقيقية النواة (Eukaryotic) يؤدي إلى نمو النبات والحيوان والفطريات والطلائعيات (Protista). ويتم في دورة منتظمة في مراحل محددة هي:

١. الطور التمهيدي Prophase

٢. الطور الاستوائي Metaphase

٣. الطور الانفصالي Anaphase

٤. الطور النهائي Telophase

الطور التمهيدي (Prophase):

- يتم تمهيد الخلية للانقسام وتتجمع المادة الوراثية وتأخذ الكروموسومات في الظهور في النواة ويخلط وتختفي النويات بالتدرج، ويختفي الغشاء النووي.
- تتكون خيوط المغزل (Spindle Fibers) التي تكون المغزل (Spindle) الذي يتصل بالكروموسومات عند السنتروميير المركزي (Centeromere).
- الكروموسومات مضاعفة (كل كروموسوم مكون من كروموتيدتين متماثلتان).

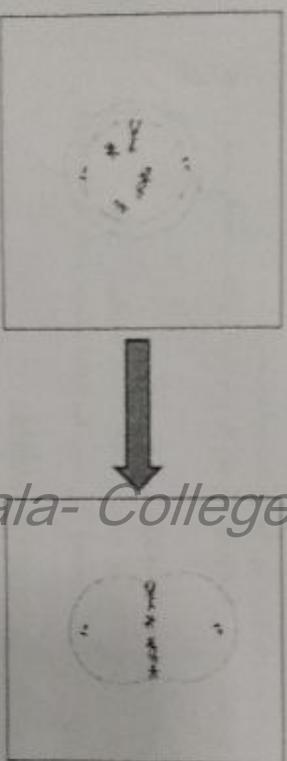




الطور التمهيدي

الطور الاستوائي (Metaphase):

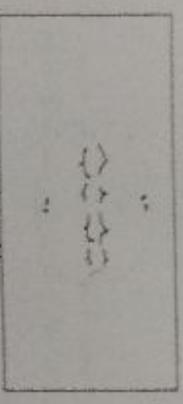
حيث تتجه الكروموسومات إلى خط الاستواء الحائلي (Cell equatorial plane) ويصل كل واحد بخط من خطوط الميزوم من عند السنترومير (Centromere).



الطور الاستوائي

الطور الانفصالي (Anaphase):

حيث يطلق السنترومير إلى أطرافه وتتصل كل كروماتيدة من الكروموسوم من الأخرى. الكروماتيدات المتماثلة تنفرد عن بعضها البعض وكل كروموسوم يتحرك نحو قطب آخر في الحائلي (بمساعدة خيوط الميزوم).  
يبدأ السايكوبلازم في التفسر والاختراق من القوسف في الحائلي النووي، ويبدأ تكوين المسطحة الوسيطة (Midcell lamella) وتتكون ثوالتن جويقتن.

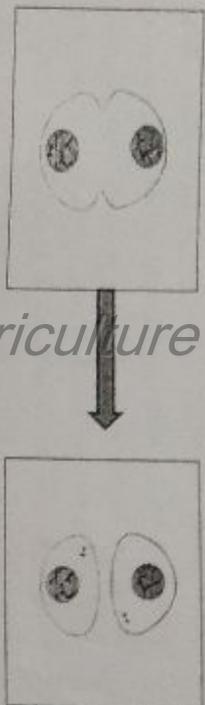


الطور الانفصالي



### الطور النهائي: Telophase

الكروموسومات الجديدة تفر وتزداد سمكاً . وينتج لدينا غشاء نوواة جديد حولها ثم يبدأ الانقسام الخلوي إذ أنه في مرحلة متأخرة تنقسم الميتوكلزوما وينتج خليتين جنينيتين .



الطور النهائي

نهاية الانقسام الخلوي

س/ ماهي أهمية الانقسام الخيطي ؟

- 1- يكون مسؤولاً عن تضاعف عدد الكروموسومات وتوزيعها بالتساوي على الخليتين الجينيتين .
- 2- يعمل على إبقاء حجم الخلية ضمن الحدود الطبيعية والمعقولة .
- 3- تشابه الخلايا المنتجة والتشكل والوظيفة وبنسب يساعد في عملية التجدد (الخلافة).
- 4- يساعد في عملية نمو الأعضاء وتكاثرها .
- 5- تتكاثر العديد من الخلايا تكاثراً لا جنسياً بواسطة الانقسام الخيطي .
- 6- يساعد في زيادة عدد الخلايا الجنسية التي تؤمن في البداية انقساماً خيطياً لزيادة عددها .

### الانقسام الاختزالي: Meiosis or reduction division

يحدث هذا الانقسام في الخلايا الجنسية الموجودة في الغدد التناسلية (الخصى testes و المبايض ovaries) وينتج عن هذا الانقسام خلايا جنوية عن أنصف العدد الأصلي من الكروموسومات. يفقد النقاء الخلوي الأثري (الجسيمات) مع الخلايا الأثريّة-المبيضات) ويقتل العدد الأصلي للكروموسومات، وتتضمن عملية الانقسام الاختزالي انقسامين خلويين متتاليين.

أولاً: الانقسام الاختزالي الأول 1 - Meiosis

1- الدور التمهيدي الأول 1 - Prophase : ويبدأ بطول طور في الانقسام الاختزالي وتتضاعف فيه كمية DNA ويتضمن عدة انوار ثانوية

1- الدور القلبي او الخيطي Leptotene

تبدأ الكروموسومات في الظهور تدريجياً تحت الميكروسكوب الضوئي كاجسام طويلة ، long ، رقيقة slender ، وتشبه الخيط كما يكون مركباً من كل منهما باتجاه احد قطبي الخلية .



ب- الدور الزيجوتي **Zygotene** : يتميز الكروموسومات بالتمسك والتلتصق ويلاحظ ان كروموسومي كل زوج **the homologous pairs** يتقربان من بعضهما ويتجاوزان بحيث ان محوريهما المطولتان يكونان متوازيين ، هذه العملية تعرف باسم الاقتران **synapsis** و عملية الاقتران هذه عملية دقيقة للغاية بمعنى ان الاقتران يتم بين النقط المتماثلة على طول الكروموسومين ويتم هذه العملية بحيث طرق الاقتران قبل النهائي **Proterminal** والاقتران قبل المركزي **Procentric Synapsis** والاقتران العشوائي **Random Synapsis**.

ج- الدور الثالث **Pachytene** : في هذه المرحلة يظهر بوضوح ان كل كروموسوم من الكروموسومين المتقربين مكونا من كروماتيدين فالكروموسومين المتقربين يكونان وحدة ثنائية الكروموسوم **bivalent** ، وكل وحدة ثنائية الكروموسوم تحتوي بدائلي على (4) كروماتيدات . وتتبادل الكروماتيدات غير الشقيقة في الوحدة الثنائية الكروموسوم بعض الأجزاء الكروماتيدية ، وتعرف هذه العملية باسم العبور المتجاوز **Cytological crossing-over** ويترك على حدوث عملية العبور هذه وجود شكل (X) والتي يعرف باسم التصلب **chiasma** .

د- الدور التضاهي **Diplotene** : في هذه المرحلة يتبعد الكروموسومان المتقربان عن بعضهما فيما عدا في منطقة التصلبات ، وفي هذه المرحلة كذلك فان الكروموسومات تستمر في القصر وفي الزيادة وفي السمك .

و- الدور الحركي **Diakinesis** : وفي اخر مرحلة من مراحل الدور النهائي الأول وقبلها تشمل الكروموسومات الى اقصر طول ممكن ويلاحظ ان الوحدات ثنائية الكروموسوم **bivalents** تنتشر متباعدة عن بعضها داخل النواة وعلى ما تقترب من غشاء النواة **nuclear membrane** وتبدأ التصلبات في عملية الانزلاق **terminalization** والتي هي عبارة عن حركة التصلبات الى الخارج نحو الامارات السطحية للكروموسومات وذلك نتيجة لاستمرار عملية قصر الكروموسومات . وفي هذه المرحلة كذلك تبدأ النوية **nucleolus** في الاختفاء وكذلك يبدأ غشاء النواة في التحلل والاختفاء ، ويبدأ المغزل في الظهور .

٢- الطور الاستوائي **Metaphase-1** : تتميزك أزواج الكروموسومات (الثنائيات والرباعيات) نحو الصفحة الاستوائية للمغزل بحيث يقع المركز الحركي اكل تقابلي على احد جانبيه وعلى مسافة متساوية من خط الاستواء ويرابط كل جزء مركزي بليف معزلي كروموسومي مرتبط بأحد القطبين.

٣- الطور الانفصالي ١ - **Anaphase** : في هذا الطور يتفصل الكروموسومان المتقربان عن بعضهما تماما ، وتحرك كل واحد منهما بكره متباينه الى قطبي مخالف للقطب الذي يتحرك اليه قرينه وتؤدي عملية الانفصال هذا الى انقسام عملية الانزلاق للتصلبات.

٤- **الطور النهائي ١- Telophase** : وصول الكروموسومات الى اقطاب المغزل يدل على نهاية طور الانفصال الاول وبداية الطور النهائي الاول ، وتختلف الكائنات الحية بالنسبة لهذا الطور ، ففي بعض الحالات يكون غشاء الخلية حاد الكروموسومات وتظهر الخلية مرة اخرى بحوار منطلة تنظم التربة الخامسة بها تم يتقسم الخلية وتلام وتلك تكون خليتان حديثتان تتخلان العمور البيني interphase الذي يستمر الفول مرابة او فترة قصيرة .

**ثانياً: الانقسام الاختزالي الثاني : Meiosis-II** : ويتضمن مراحل متبوه تلك الموجودة في الانقسام الخيضي الاعتيادي وهذه المراحل هي :

١- **الطور التمهيدي الثاني Prophase-II** : يتقسم فيه المريكز مكوناً مريكزان ويتحور كل منهما نحو احد قطبي الخلية وينتج تكون الخيوط الخيوطية او تكون عمودية على اتجاه الخيوط المغزلية في الانقسام الاول وينتج العلاف النووي والخوية بالانضمام وتختلف كل كروموسوم في هذا الطور من كروماتيد مرتبطتين ببعضهما (بالسنة الحرة المركزية).

٢- **الطور الاستوائي الثاني Metaphase-II** تتحرك في هذا الطور مجموعة الكروموسومات الاحادية لتأخذ موقعها الجديد في المنطقة الاستوائية وترتبط خيوط المغزل بالأجزاء المركزية لهذه الكروموسومات التي يتلف كل منها من كروماتيدين وعليه يمكن تمييز العمور الاستوائي الاول عن الثاني بسهولة اذ تكون الكروموسومات الطور الاستوائي مرتبة بشكل حزم من اربعة كروماتيدات (بسبب وجود كروموسومين متطابقين في كل حزمة ) في حيث ترتب الكروماتيدات في حزم من كروماتيدين (بسبب وجود كروموسومات احادية) في الطور الاستوائي الثاني.

٣- **الطور الانفصالي الثاني Anaphase-II** في هذا الطور يتقسم الجزء المركزي (المستقر وسير) في كل كروموسوم ثم يبدأ كل من الكروماتيدين في الكروموسوم الواحد بالابتعاد عن الآخر متجهاً نحو احد القطبين بمساعدة خيوط العمور التي تسحبها.

٤- **الطور النهائي الثاني Telophase II** : في هذا الطور الكروموسومات الى الاقطاب تبدأ في العودة الى صورتها التي توجد عليها في الطور البيني ، بمعنى انها تستعيد وتلف حول بعضها وتكون حولها الغشاء النووي ، وتعود الخوية الى ظهور ، ثم يتقسم الميتوبلازم فاصلاً كل خوية من الخوية الجديدة عن اخواتها وعليه تتكون المجموع النهائي اربع خلايا ذات مجموعة كروموسومية احادية (في الانسان ٢٣ خلية كروموسوم) تتحول جميع الخلايا الناتجة في الخمسة (الذكور) الى حلمات بينما في البيضة (الانثى) تتحول خلية واحدة من الخلايا الاربعة الى بويضة فعلة ، اما الخلايا الثلاثة البقية تتحول الى اجسام صفوية تتحطم فيما بعد .

### س/ ما هي أهمية الانقسام الاختزالي ؟

١- اهم وظيفة يودها الانقسام الاختزالي صوما هي خفض عدد الكروموسومات الى النصف في الكاميوت الناتجة مما يضمن ثبات عدد الكروموسومات في النوع الواحد في الاجيال التالية ، فننتجة الانقسام الاختزالي تحصل على (4) احياء احادية عدد الكروموسومات haploid من نواة واحدة ثنائية diploid ، وبذلك يعادل تأثير خفضا عفة عدد الكروموسومات الناتجة من عملية اتحاد الكاميوت عدد الاخصاب.

٢- تؤدي عملية التغير الى تكوين كروموسومات جديدة مختلفة عن الاولى و عليه تظهر صفات جديدة في الافراد الناتجة من اتحاد خلايا جنس جارية على مثل هذه الكروموسومات

## الدرس العملي الثاني : الأنسجة الضامة أو المدعمة The Connective or Sustentacular Tissues

تتميز هذه الأنسجة على عكس الأنسجة الظهارية ، بان كمية المادة الخلالية الموجودة بين خلاياها كبيرة جدا، كما إنها لا توجد على السطح أبدا، وإنما وظيفتها الربط بين الأنسجة أو الأعضاء المختلفة ، ومنها ما يكون دعامة لأجزاء الجسم الرخوة ، وبعضها سائل ، وكلها ينشأ من الميزودرم.

وتقسم هذه الأنسجة إلى مجموعتين رئيسيتين :-

### أولاً:- الأنسجة الضامة الأصلية **Connective Tissues Proper** . شكل رقم ( 3 )

( أ ) **النسيج الضام المفكك Loose Connective Tissue** ويتضمن عدة أنواع من الأنسجة وهي :-

(1) **النسيج الضام الفجوي Areolar connective tissue** ، ويقع هذا النسيج تحت الجلد subcutaneous tissue ، ويحتوي على نوعين من الألياف :-

1- الألياف البيضاء أو الغروية white or collagenous fibers وتكون بشكل حزم متموجة غير متفرعة.

2- الألياف الصفراء أو المرنة yellow or elastic fibers وهي رقيقة منفردة وتتفرع فتكون شبكة.

كذلك يحتوي هذا النسيج على أنواع الخلايا التالية :-

1- الخلايا الليفية fibrocytes التي تفرز الألياف، وهي ذات نواة كبيرة وسائتوبلازم رائق.

2- الخلايا البلعمية macrophages وهي كبيرة غير منتظمة الشكل .

3- الخلايا الصارية mast cells تحتوي على سائتوبلازم محبب.

4- الخلايا الدهنية fat cells وتخزن قطرات من الدهن ضمن فجوة كبيرة تشغل حيزا كبيرا وتترك طبقة رقيقة من السائتوبلازم وتندفع النواة إلى أحد جوانب الخلية بحيث يكون شكل الخلية يشبه الخاتم.

5- الخلايا البلازمية plasma cells وهي خلايا صغيرة بها نواة كبيرة .

(2) -النسيج الدهني Adipose tissue :- ويتألف من خلايا دهنية كثيرة محملة بكثير من كريات الدهن، ويوجد في الجسم الدهني للضفدع،

(3) - النسيج الشبكي Reticular tissue :- ويتميز بوجود ألياف شبكية reticular fibers متفرعة ومتشابكة ، وخلايا متفرعة متصل بعضها ببعض وتعرف بالخلايا الشبكية البطانية reticulo – endothelial cells ، ويوجد في الغدد اللمفية مثل الطحال .

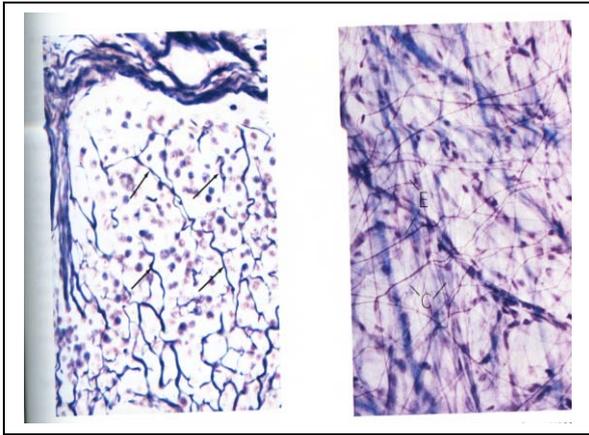
(4) - النسيج المخاطي Mucous tissue :- ويحتوي ألياف قليلة، وكذلك خلايا نجمية الشكل قليلة تقع في مادة خلالية تتكون من مادة

جيلاتينية متسعة عديمة الشكل ، ويوجد في الحبل السري للتدييات .

### ب ) **النسيج الضام الكثيف Dense Connective Tissue** ويتضمن نوعين من الأنسجة وهي :-

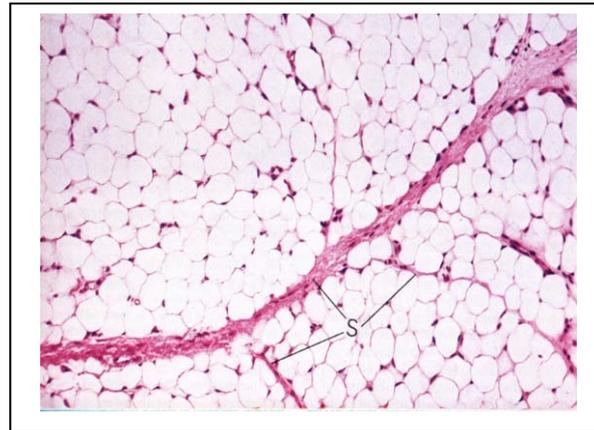
(1) **النسيج الليفي Fibrous tissue** :- ويحتوي على حزم الألياف البيضاء التي تمتد بشكل منتظم كما في الأوتار.

(2) **النسيج المرن Elastic tissue** :- ويحتوي على الألياف الصفراء المتشابكة الكثيرة، أما الألياف البيضاء فهي قليلة كما في الرباط القفوي . ligamentum nuchae

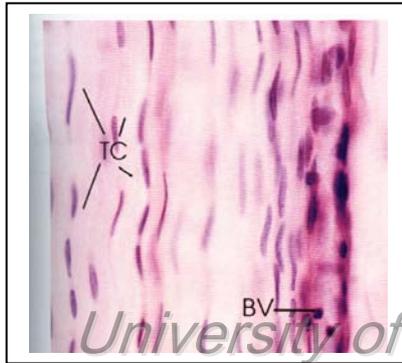


Reticular tissue

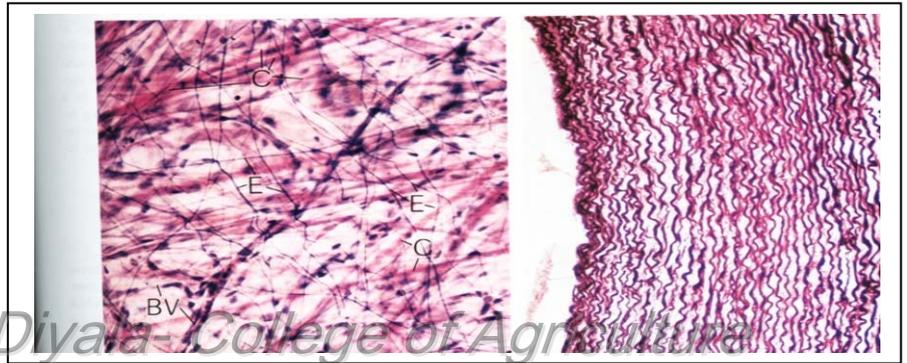
Areolar tissue



Adipose tissue



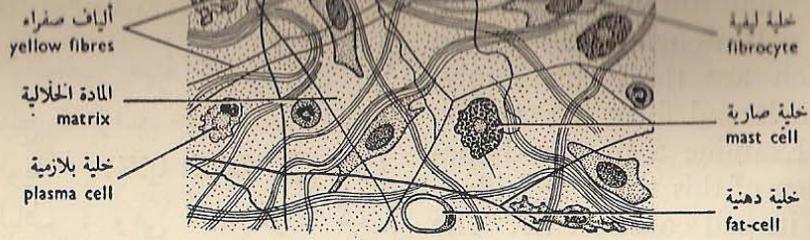
Fibrous tissue



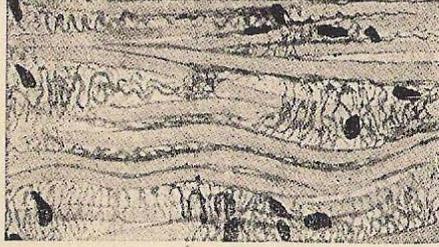
Areolar tissue

Elastic tissue

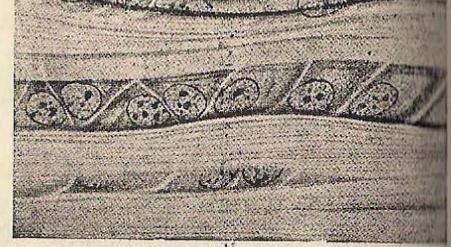
شكل رقم ( 3- 1 ) :- انواع الأنسجة الضامة الاصيلية Proper connective tissues



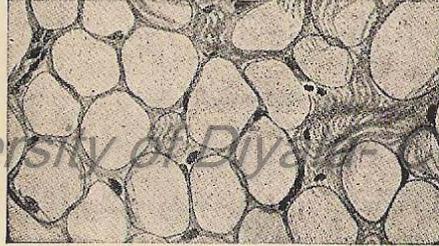
Areolar connective tissue نسيج ضام فجوى  
(From subcutaneous tissue الجلد تحت النسيج)



نسيج ضام مرن  
Elastic connective tissue  
(L.S. of ligamentum nuchae (ق.ط. من الرباط القفوي)



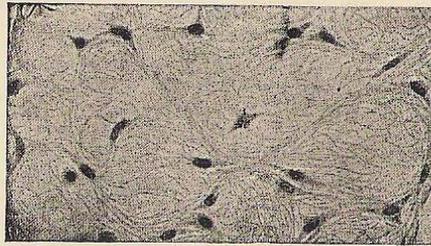
نسيج ضام ليفي  
Fibrous connective tissue  
(L. S. of tendon (ق. ط. من وتر)



نسيج دهني  
Adipose tissue  
(S. of fat-body (قطاع من الجسم الدهني)



نسيج ضام شبكي  
Reticular connective tissue  
(From lymph gland (من غدة لمفية)



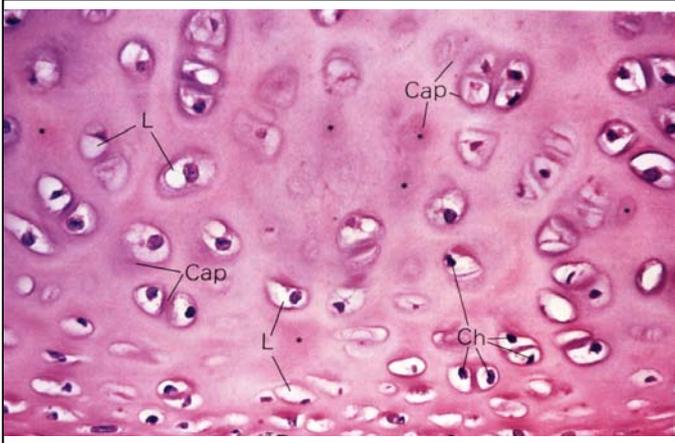
نسيج مخاطي  
Mucous tissue  
(From umbilical cord (من الحبل السري)

شكل (3 - ب) :- شكل تخطيطي يوضح الأنسجة الضامة الأصلية

## ثانيا :- النسيج الضام المتخصص Specialized Connective tissue

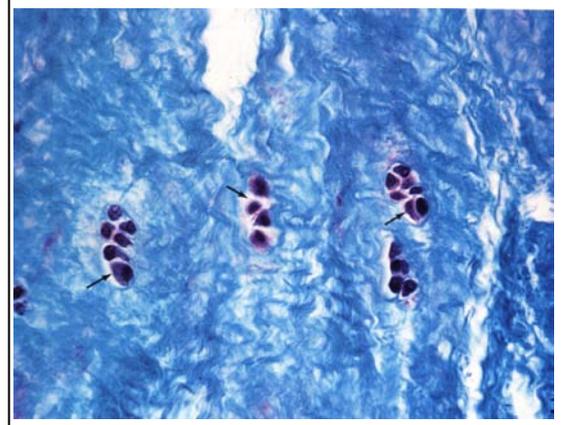
وتشمل :-

- ( أ ) الأنسجة الهيكلية **Skeletal tissue** :- تبني هذه الأنسجة الهيكل، وهي إما أن تكون غضروفا **Cartilage** أو عظام **Bone** .
- 1- **الغضروف Cartilage** :- وتكون فيه المادة الخلالية صلبة ورائقة ، وان الخلايا الغضروفية **chondrocytes** موجودة أما بشكل فرادى أو في مجموعات ، اثنتين اثنتين أو أربعا أربعا ( ومن النادر أن تكون ثمانية)، كما وان هذه الخلايا تقع في محفظة رائقة **capsule or lacunae** . كما ويوجد غشاء ليفي عند حافة الغضروف يسمى الغشاء الغضروفي **perichondrium** . هنالك ثلاثة أنواع من الغضاريف بحسب نوع الألياف وطبيعة المادة الخلالية فيها وهي :-
- ( ا ) **الغضروف الزجاجي Hyaline cartilage** :- وفيه تكون المادة الخلالية رائقة ، ويوجد في القصب الهوائية .
- ( ب ) **الغضروف الليفي Fibro cartilage** :- وفيه تنتشر ألياف بيضاء كثيرة في المادة الخلالية ويفتقد للغشاء الغضروفي ، كالأقراص الغضروفية بين الفقرية في الثدييات .
- ( ج ) **الغضروف المرن Elastic cartilage** :- وفيه تكثر الألياف الصفراء في المادة الخلالية، كالغضروف المدعم لصيوان الأذن في الثدييات. ( شكل رقم 4 - ا ، ب ) .



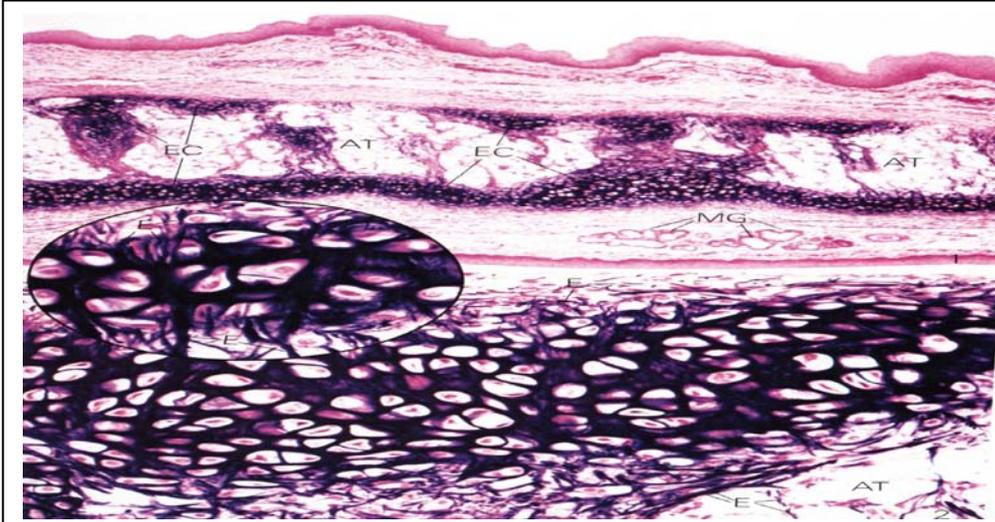
**Hyaline cartilage**

**Cap:** capsule , **Ch:** chondrocytes , **L :** lacuna, **P:** perichondrium  
**Asterisk,** capsule of a lacuna contained chondrocyte



**Fibrous cartilage**

**C:** cartilage , **F:** fibroblast , **Arrow,** lacuna



**Elastic cartilage**

**P :** perichondrium

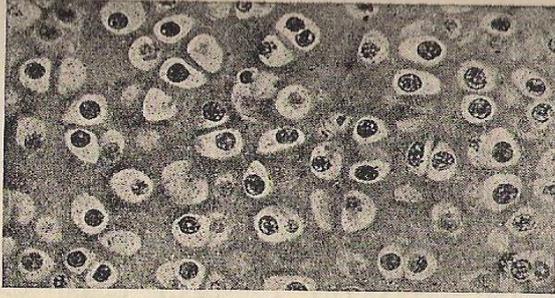
**AT:** adipose tissue

**E :** elastic fiber

**EC:** elastic cartilage

**MG:** mucous gland

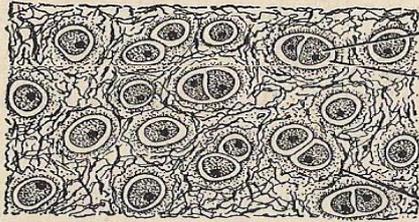
( شكل رقم 4 - أ ) :- انواع الغضاريف



غضروف زجاجي  
Hyaline cartilage

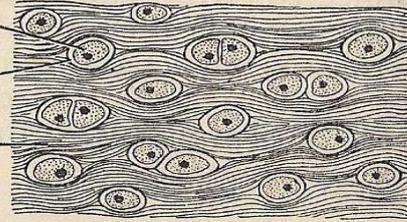
( من القصبة الهوائية )  
(From Trachea)

( After Carleton  
and Short )

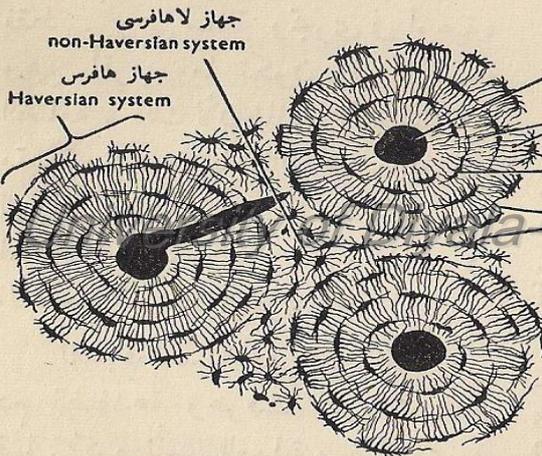


Elastic cartilage مرن  
( من صوان الأذن )  
(From ear-pinna)

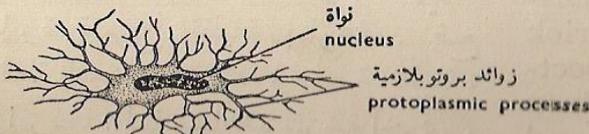
خلايا غضروفية  
chondrocytes  
مخاطف  
lacunae  
ألياف بيضاء  
white fibres  
ألياف صفراء  
yellow fibres



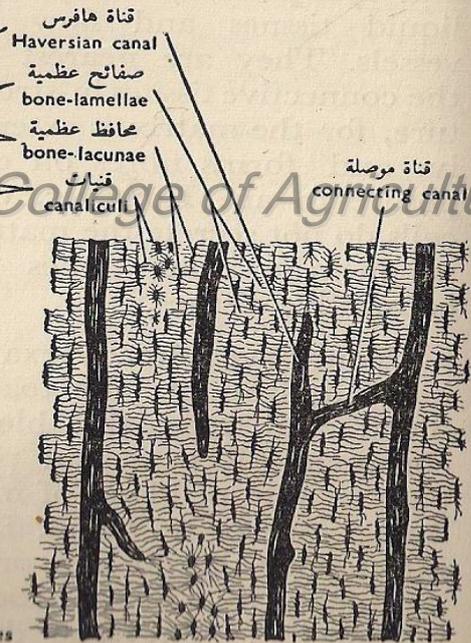
غضروف ليفي  
( من القرص بين الفقري )  
(From intervertebral disc)



قطاع عرضي من عظم كثيف  
T.S. of Dense Bone



خلية عظمية  
An Osteocyte



قطاع طول من عظم كثيف  
L.S. of Dense Bone

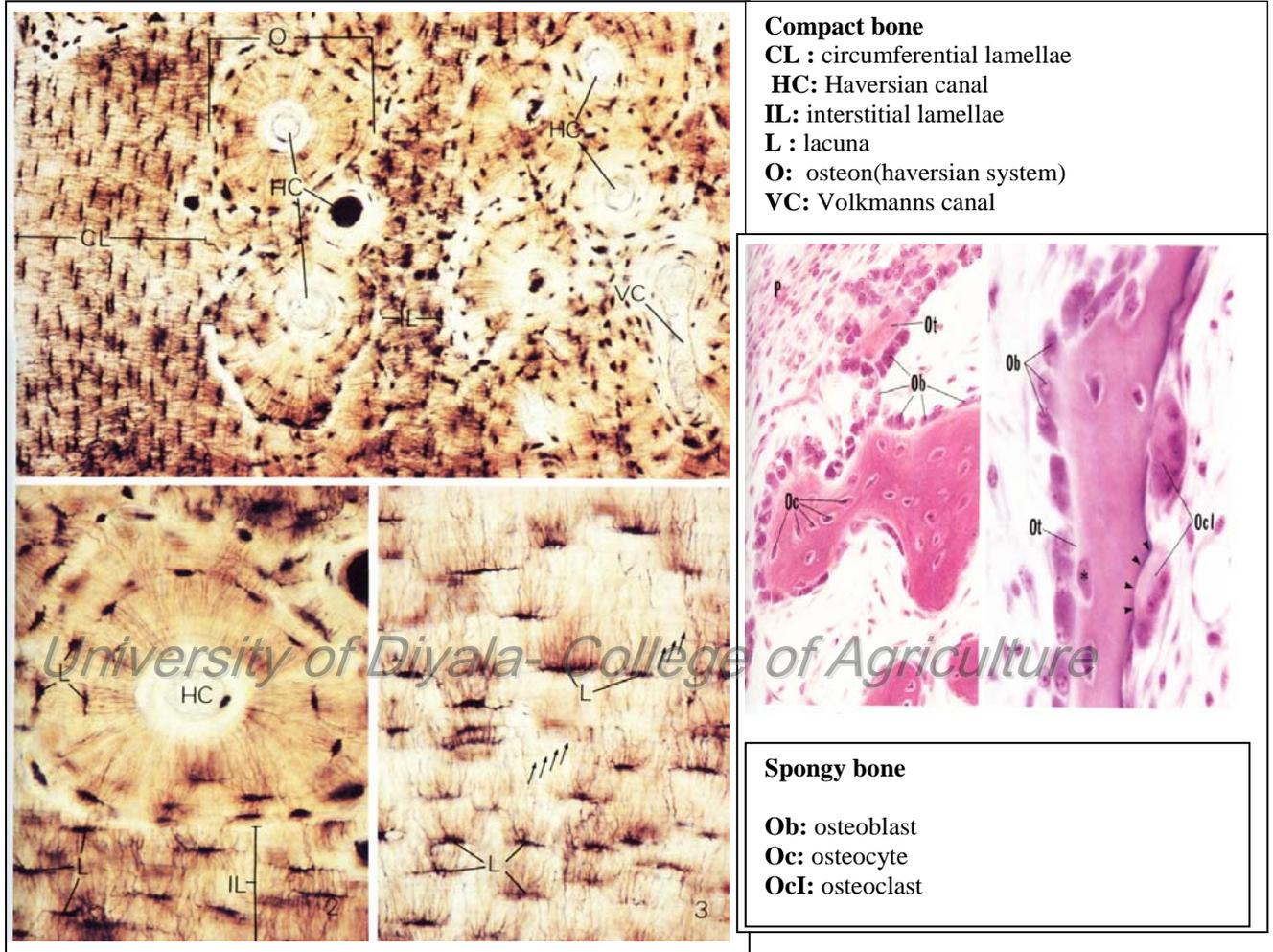
شكل ٤٠ - الأنسجة الهيكلية

FIG. 40 - SKELETAL TISSUES

شكل ( 4 - ب ) :- شكل تخطيطي يوضح الأنسجة المتخصصة الهيكلية

## 2- العظم Bone :- وهناك نوعان من العظم وهي:-

(1) العظم المصمت أو الكثيف Compact bone: ويتألف من أجهزة أو مجموعات هافرس Haversian system ، ويتركب كل منها من قناة هافرس Haversian canal في الوسط وتحيط بها حلقات من الخلايا العظمية osteocytes تقع كل منها في محفظة lacuna وتتصل هذه المحافظ بقنوات دقيقة canaliculi. وتقع بين حلقات الخلايا العظمية حلقات رقيقة جدا هي الصفائح العظمية bone lamellae التي تكون المادة الخلالية لهذا النسيج ، كما إن هنالك عددا من الصفائح العظمية والمحافظ موجودة بين أجهزة هافرس ولا تتوسطها قنوات هافرس تسمى مثل هذه الصفائح ، الصفائح أو الأجهزة اللاهافرسية non – Haversian system . ( شكل رقم 4 -ب و 5 )



## الشكل رقم ( 5 ) أنواع العظم والتركيب النسيجي لها

(ب) العظم الأسفنجي Spongy bone :- وفيه تكون الصفائح العظمية بشكل حويجزات غير منتظمة trabeculi تنتشر في هذه الحويجزات الخلايا العظمية osteocytes ضمن محافظ أيضا كما في العظم المصمت وعلى أسطح هذه الحويجزات يوجد نوع آخر من الخلايا وهي الخلايا المولدة للعظم osteoblasts وهي خلايا مكعبية الشكل تترتب بشكل صف واحد على امتداد الحويجزات العظمية وتقع ما بين هذه الخلايا نوع ثالث من الخلايا هي الخلايا الناقضة للعظم osteoclasts وتكون كبيرة الحجم متعددة الأنوية تقع في حفرة تدعى Howships lacunae . ( شكل رقم 5 ) .

وتقسم العظام على اساس مظهرها الخارجي إلى :

#### 1- العظام الطويلة: Long Bones

وتشمل العظام التي تتكون من ساق اسطواني يدعى بجسم العظم diaphysis وجزأين كبيرين في الحجم يقعان في نهايتي جسم العظم ويدعان بالكردوس epiphysis وينمو العظم ويزداد في الطول من منطقة غضروف الكردوس epiphyseal cartilage والذي يقع عند منطقة اتصال جسم العظم بالكردوس .

#### 2- العظام القصيرة: Short Bones

وهي ذات شكل مكعب cuboid وتركيبها الداخلي عبارة عن مواد اسفنجية مملوءة بالفراغات النخاعية وهي لا تحتوي على التجويف النخاعي . وفي الخارج تتكون من طبقة رقيقة من المادة المصمتة compact substance ووظيفة العظام الصغيرة امتصاص الصدمات وهي توجد في المفاصل المعقدة complex joint مثال ذلك الرسغ (الركبة) Carpus (knee) .

#### 3- العظام المسطحة: Flat Bones

وتكون رقيقة نسبياً وتتكون من صفيحتين two plates من العظام المصمتة مفصولة عن بعضها بواسطة المادة الأسفنجية .

#### 4- العظام السمسائية: Sesamoid Bones

عظام تشبه بذور السمسم وتعمل على تقليل الاحتكاك أثناء حركة الأوتار أو تغير حركتها أو شد العضلات وهي تعطي ميكانيكية خاصة أثناء عملها وان الرضفة patella وهي اكبر العظام السمسائية في الجسم .

#### 5- العظام الهوائية: Pneumatic Bones

وتحتوي هذه العظام على فراغات أو تجاويف هوائية تتصل بخارج العظم ومثال ذلك العظام الجبهية والجانبية للجمجمة .

#### 6- العظام غير المنتظمة: Irregular Bones

وهي عظام غير منتظمة وتشمل الفقرات وقسم من العظام غير المنتظمة للجمجمة ولا يمكن تصنيفها إلى أي نوع من أنواع العظام بصورة صحيحة وهي تخدم في الحماية ومسك العضلات .

*University of Diyala- College of Agriculture*

المصادر

محمد ، رحاب غالب وراضي، فاضل عباس (2010) . ملزمة فسلجة الحيوان العملي . قسم الثروة الحيوانية . كلية الزراعة . جامعة بابل .

# الانزيمات

*University of Diyala- College of Agriculture*

# استعراض الشرائح

تصنيف وتسمية الأنزيمات

التحفيز و طاقة التنشيط

تعريفات لطاقة التنشيط

طاقة التنشيط

التحفيز طاقة التنشيط

تعريف الأنزيمات

وظيفة الأنزيم

خصائص الأنزيمات

وظائف الأنزيمات

الصفات العامة للأنزيمات

العوامل المساعدة التي يحتاجها الأنزيم لفاعليته





# تعريف الأنزيمات

□ **الأنزيمات** محفزات بيوكيميائية (كيميائية حيوية) ذات تركيب بروتيني عالي الوزن الجزيئي، وكغيره من البروتينات يتألف الأنزيم من عدد كبير من الأحماض الأمينية يوجد فيما بينها روابط بيبتيدية و تكون هذه الأحماض الأمينية سلسلة أو أكثر من سلاسل عديدة البيبتيد .





# وظيفة الأنزيم

تعمل الأنزيمات كمواد عضوية محفزة أي مسرعة ( Catalyst ) لتفاعلات كيميائية معينة ، محولة مجموعة محددة من المواد المتفاعلة ( Substrates ) إلى نواتج محددة عند درجة حرارة الجسم .

*University of Diyala- College of Agriculture*

تزيد الأنزيمات من معدل سرعة التفاعل الكيميائي الذي تحفزه إلى حوالي 10<sup>14</sup> .

إذا قامت الأنزيمات بتسريع تفاعل ما فإنها لا تتأثر بهذا التفاعل ولا يتغير تركيبها أثناء التحفيز لذلك تسمى الأنزيمات

بالعوامل المحفزة .



# خصائص الأنزيمات

✿ الأنزيمات مواد بروتينية يمكن أن يحدث لها تخرن ، لذلك هي تتطلب درجة حرارة مثالية و pH مثالية لتقوم بوظيفتها .

✿ أي عامل يستطيع تحطيم تركيب البروتين الطبيعي للأنزيم مثل (التسخين الشديد ، معاملة الأنزيم بأحماض أو قواعد قوية )

*University of Diyala- College of Agriculture*

سوف يفقد الأنزيم تركيبه الثانوي والثلاثي والرباعي ( إن وجد) مما يؤدي إلى تحطيم تركيبه و تعطيل صفاته الطبيعية وبذلك يفقد الأنزيم فعاليته المحفزة.



# ماذا يحدث للأنزيم أثناء التفاعل الذي يحفزُه؟

❖ لا تستهلك أثناء التفاعل الذي تحفزُه .

*University of Diyala- College of Agriculture*

❖ كميات قليلة من الأنزيم تكفي لتحفيز التفاعلات

لعدد كبير من المواد المتفاعلة.

# خصوصية الأنزيمات

## تجاه

## المادة الأساس

الأنزيمات مواد متخصصة ، فتقريباً معظم الأنزيمات

*University of Diyala- College of Agriculture*

تقوم بتحفيز تفاعل مادة معينة يرتبط معها الأنزيم

بصورة خاصة ولا يرتبط مع غيرها من المواد ، أي أن

الأنزيم الذي يحفز تفاعل ما قد لا يحفز تفاعل آخر

بمواد متفاعلة مختلفة .



# وظائف الأنزيمات

## ما هي المادة الأساس؟

■ المادة الأساس أو المادة الهدف ( Substrate ) هو المصطلح الذي يستخدم للتعبير عن المادة الخاصة التي يعمل عليها الأنزيم ، يرتبط معها و يسرع تفاعلها.

*University of Diyala- College of Agriculture*

■ توجد الأحماض الأمينية في سلاسل الأنزيمات متعددة الببتيد وفق تتابع معين خاص بكل أنزيم مما يؤدي في النهاية إلى تركيب فراغي محدد يمكن الأنزيم من القدرة على الارتباط بمادة معينة وتسريع حدوث تفاعلها الداخلي فيه .



# الصفات العامة للإنزيمات

## تركيب الإنزيمات

1. تتكون الإنزيمات من سلسلة واحدة أو من عدة سلاسل

متعددة البيبتيد.

*University of Diyala- College of Agriculture*

العوامل المساعدة

2. تحتوي بعض الإنزيمات على مواد كيميائية إضافية مرتبطة

فيها يحتاجها الأنزيم لفعاليتها وتسمى هذه المواد بالعوامل

المساعدة (Co-Factors).

# العوامل المساعدة للإنزيمات

## Co-Factors

■ العوامل المساعدة ( **Co-Factors** ) هي مواد غير بروتينية تكون مرتبطة ببعض الإنزيمات و تكون مطلوبة لنشاط هذه الإنزيمات.

### ■ العوامل المساعدة:

1- معادن

2- جزيئات عضوية (مشتقات من الفيتامينات) وتسمى بالكوإنزيم ( **Coenzymes** ).

# الصفات العامة للإنزيمات

□ العوامل المساعدة (Co-Factors) التي يحتاجها الأنزيم  
لفاعليته :

## العوامل المساعدة

*University of Diyala- College of Agriculture*

■ على شكل جزيئات  
عضوية

تسمى بمساعدات الأنزيم  
العضوية

**Co-Enzymes**

■ على شكل معادن معقدة  
مثل:

(1) Mg (المغنسيوم)

(2) Mn (المنجنيز)

(3) Zn (الزنك)

(4) Fe (الحديد)

# العوامل المساعدة التي يحتاجها الأنزيم لفاعليته

❖ بعض الأنزيمات تحتاج إلى كلا النوعين

مساعدات الأنزيم العضوية

الأيونات المعدنية

*(Coenzymes) University of Diyala- College of Agriculture*

■ أحياناً ترتبط العوامل المساعدة مع الجزء البروتيني من الأنزيم بقوة وفي مثل هذه الحالة يطلق على العوامل المساعدة بالمجموعة المترابطة.

■ هذه العوامل المساعدة تكون ثابتة عند التسخين بينما يتأثر الجزء

البروتيني المكون للإنزيم بالتسخين .

# العوامل المساعدة للإنزيمات

## Co-factors

- الهولو إنزيم (Holoenzyme) يتكون من الأنزيم و العوامل المساعدة، الكوفاكتر ( Co-factor ).
- الأبو إنزيم ( Apoenzyme ) عبارة عن القسم البروتيني من الهولو إنزيم.

أبو إنزيم + عوامل مساعدة ← هولو إنزيم

يوجد عامل  
مساعد مرتبط

لا يوجد عامل  
مساعد



# العوامل المساعدة التي يحتاجها الأنزيم لفاعليته

## ❖ بعض الكوفاكترز ( Co-Factors ) :

العوامل المساعدة ترتبط بلأنزيم ارتباط ضعيف ترتبط مع الأنزيم عندما يبدأ الأنزيم بتحفيز تفاعله ( الخاص به ) و تنفصل عنه بعد إنتهاء الأنزيم من تحفيزه للتفاعل، في هذه الحالة لا يطلق على مثل هذه العوامل بالمجموعة المترابطة.

# العوامل المساعدة للإنزيمات

## Co-Factors

- في غياب الكوفاكتر المطلوب للإنزيم فإن الأبوأنزيم تكون

*University of Diyala, College of Agriculture*  
وظيفته التحفيزية معطلة.

- **المجموعة المترابطة (البروستيثيك جروب) :** عبارة عن **كوفاكتر ( Co-Factor )** : كواينزيم ( Coenzyme ) أو معدن مرتبط بقوة مع الأنزيم ولا ينفصل عنه.

# تسمية الأنزيمات

□ في السابق، كانت تسمى الأنزيمات:

1. استناداً إلى اسم المادة التي يعمل عليها الإنزيم والمسماة

المادة الأساس ( Substrate )  
*University of Diyala- College of Agriculture*

■ **مثل:** يحفز أنزيم اليوريز التحلل المائي لليوريا ويحفز أنزيم الأرجينيز التحلل المائي للأرجينين.

2. أو استناداً إلى طبيعة التفاعل الذي تحفزه .

■ **مثل:** يحفز أنزيم الديكربوكسيليز إزالة مجموعة الكربوكسيل من المادة الأساس.

# تسمية الأسمات

❖ في بعض الحالات أعطي للأسمات أسماء لا تعود إلى

*University of Diyala- College of Agriculture*

طبيعة التفاعل الذي تحفزه: مثل البيسبين والتربسين

التي تحفز التحلل المائي للبروتينات .

# تصنيف الأتزمات

سابقا لم يكن هناك تصنيف نظامي للأتزمات أما حاليا فهناك تصنيف نظامي علمي يسهل دراسة الأتزمات و التفاعلات التي

تحفزها

*University of Diyala- College of Agriculture*

❖ في الوقت الحاضر يستعمل تصنيف نظامي خاص للأتزمات .

❖ وضعت الأتزمات في مجموعات أي قسمت إلى ستة أصناف استناداً إلى نوع التفاعل الذي تحفزه ، كذلك وضعوا لكل أنزيم عدد تصنيفي مميز خاص بهذا الأنزيم فقط .

# تصنيف الأنزيمات الحديث

□ مثال على العدد التصنيفي المميز لأنزيم ما و ما يعنى

هذا التصنيف:

*University of Diyala- College of Agriculture*

■ E.C 1.2.1.7 يدل الرقم الأول على النوع الرئيسي للتفاعل

بينما يدل الرقم الثاني على النوع الفرعي ، و يدل الرقم

الثالث على النوع الفرعي - الفرعي ، و يدل الرقم الرابع

على الإنزيم نفسه.

# تصنيف الأنزيمات

■ فمثلا إنزيم الليبيز رقمه ( ES 3.1.1.3 ) فالرقم الأول وهو [ 3 ]

يدل على القسم الذي ينتمي له هذا الأنزيم (3) وهو أنزيمات التحلل المائي

والرقم [ 1 ] يدل على تحت القسم ( subclass ) حيث يعمل هذا الأنزيم

على تحليل روابط الإستر (3.1) والرقم الثالث [ 1 ] يدل على تحت –

تحت القسم ( sub-subclasses ) أي أن الروابط الأستر التي يحللها

هذا الأنزيم هي روابط أستر كربوكسيلييه (3.1.1) والرقم الأخير [ 3 ]

يدل على الرقم المسلسل الخاص بالليبيز من ضمن الأنزيمات التي تحلل

الأستر الكربوكسيلي ( 3.1.1.3 ).

# تصنيف الأنزيمات

تصنيف الأنزيمات إلى ستة أنواع رئيسية:

1. أنزيمات النقل **Transferases**
2. أنزيمات الأكسدة و الإختزال **Oxidoreductases**
3. أنزيمات التميؤ **Hydrolases**
4. إنزيمات الفصل **Lyases**
5. أنزيمات التشكل **Isomerases**
6. أنزيمات الارتباط **Ligases**

*University of Diyala- College of Agriculture*

# تصنيف الأنزيمات

## □ تصنيف الأنزيمات إلى ستة أنواع رئيسية:

### 1. أنزيمات النقل **Transferases**

و تشمل جميع الإنزيمات التي تعمل في التفاعلات الخاصة بنقل المجموعات من مركب إلى آخر . فهي تقوم بنقل مجموعة كيميائية من مادة هدف إلى أخرى ، و من أمثلتها الإنزيم الذي ينقل مجموعة الفوسفات من مركب أدينوسين ثلاثي الفوسفات (ATP) إلى جلوكوز: أنزيم الـ **Hexokinases** أو الذي ينقل الجلوكوز إلى الجليكوجين: أنزيم الـ **Glycogen Synthase** ، و منها أنزيمات : **Transmethylasses** و **Transaminases**

# تصنيف الأنزيمات

## 2. أنزيمات الأكسدة و الإختزال Oxidoreductases

□ وتشمل جميع الأنزيمات التي تعمل في تفاعلات الأكسدة والإختزال ، و هي تقوم بنقل الإلكترونات من مادة الهدف إلى أخرى فتؤكسد الأولى و تختزل الثانية ، و منها إنزيمات :

Oxidases و Peroxidases و Hydrases

و Dehydrogenases.

# تصنيف الأنزيمات

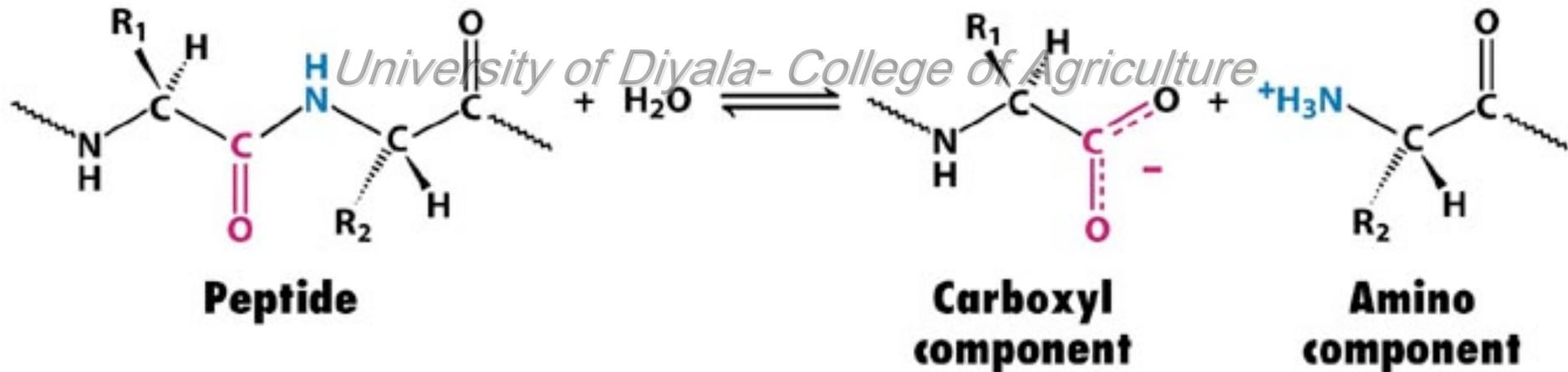
## 3. أنزيمات التميؤ Hydrolases

□ و تشمل جميع الأنزيمات التي تعمل في تفاعلات التحلل المائي ، وهي تقوم بتحطيم بعض الروابط بإضافة الماء ، و منها الإنزيمات التي تعمل على تميؤ الروابط الجلايكوسيدية و الإسترية و البيبتيدية. أمثلة:

**Sucrase, Proteases , Amylase**

**(Proteases) : تكسر الروابط البيبتيدية بإضافة الماء**

# عمل الأنزيمات البروتيزز ( Proteases )



# تصنيف الأنزيمات

## 4. إنزيمات الفصل Lyases

□ و تشمل جميع الأنزيمات التي تعمل على نزع مجموعة كيميائية

*University of Diyala- College of Agriculture*

من المادة الهدف دون إضافة الماء ، حيث يحل محل ذرات

المجموعة المنزوعة رابطة مزدوجة مثل فصل مجموعة الأمين

(  $\text{NH}_2$  ) في صورة أمونيا (  $\text{NH}_3$  ) و منها إنزيمات :

**Deaminases** و **Decarboxylases** و **Aldolases**.

# تصنيف الأنزيمات

## 5. أنزيمات التشكل Isomerases

□ تشمل جميع الأنزيمات التي تعمل على تحويل المادة

*University of Diyala- College of Agriculture*

الهدف إلى متشكل آخر ، و منها : أنزيمات

**Cis- Transisomerases**

**Intramolecular Transferases و**

# تصنيف الأنزيمات

## 6. أنزيمات الارتباط Ligases

□ تشمل جميع الأنزيمات التي تعمل على إنشاء رابطة جديدة

*University of Diyala- College of Agriculture*  
بين مركبين مختلفين ، و تعتمد في ذلك على الطاقة

المخزنة في جزيء أدينوسين ثلاثي الفوسفات ATP.

■ و منها أنزيم RNA Ligase

الذي يشارك في عمليات بناء البروتين في الخلية .

الأنزيمات

تحول التفاعلات

*University of Diyala- College of Agriculture*

الغير تلقائية إلى

تفاعلات تلقائية

# ميكانيكية عمل الأنزيمات

❖ لا تؤثر الأنزيمات على ثابت الإتزان في التفاعل  
الذي تحفزه ولكنها تسرع التفاعل للوصول إلى حالة  
الإتزان بمعدل سريع للغاية .

# ميكانيكية عمل الأنزيمات

## Enzymes do not:

Change the equilibrium constant for a reaction.  $K_{eq}$  depends only on the difference in energy level between reactants and products.

*University of Diyala- College of Agriculture*

Change  $\Delta G$  for a reaction. As shown in the graphs above, enzymes only lower activation energy, but do not change the difference in energy levels between reactants and products.



# ميكانيكية عمل الأنزيمات

❁ لا تؤثر على تغيرات الطاقة الحرة للتفاعل .

❁ لا تغير الإختلاف في مستوى الطاقة بين المواد

*University of Diyala- College of Agriculure*  
المتفاعلة و المواد الناتجة.

❁ تعمل على تخفيض طاقة التنشيط المطلوبة لبدء التفاعل

المحفز بالأنزيم و الوصول به إلى “ مرحلة الإنتقال ” .

# تعريف طاقة التنشيط

■ طاقة التنشيط : هي الطاقة اللازمة لبدء التفاعل و نقل المواد المتفاعلة إلى مستوى طاقة يكفي لتحويل المواد المتفاعلة إلى نواتج هذا المستوى يعرف "بالحالة الانتقالية المؤقتة".



# التحفيز بواسطة الأنزيمات

## طاقة التنشيط

□ آلية عمل الأنزيمات ( في تسريعها للتفاعلات

*University of Diyala- College of Agriculture*

الكيميائية ) تكون عن طريق تقليل أو خفض طاقة

التنشيط اللازمة للتفاعل .





# التحفيز بواسطة الأنزيمات

## طاقة التنشيط

□ هناك طريقتان رئيسيتان لتعجيل التفاعل الكيميائي،

*University of Diyala- College of Agriculture*

**إحداهما:**

(1) زيادة درجة الحرارة والتي تزيد الحركة الحرارية والطاقة للجزيئات

المتفاعلة و بذلك تؤدي إلى زيادة عدد الجزيئات التي تصل إلى حالة

الانتقال (الحالة التي تسبق تكوين النواتج).

□ عادة تتضاعف سرعة التفاعل عند رفع درجة الحرارة 15 درجة مئوية.



# التحفيز بواسطة الأنزيمات

## طاقة التنشيط

❖ بواسطة الأنزيمات: نستطيع القول بأن التفاعل الذي يحتاج إلى

درجات حرارة مرتفعة جداً يحدث تستطيع الأنزيمات تحفيزه عند  
*University of Diyala- College of Agriculture*

درجات حرارة منخفضة, و ذلك أيضا عن طريق تقليل  
“طاقة التنشيط” .

❖ التفاعلات الكيميائية تتطلب هذه الطاقة “ طاقة التنشيط ” التي  
يحفزها الأنزيم لتكسير الروابط التساهمية وبدء التفاعل .

# التحفيز بواسطة الأنزيمات

## طاقة التنشيط

❖ الأنزيمات تخفض العوائق التي طبيعياً تمنع التفاعل

الكيميائي من البدء ( أو تبطئه ) عن طريق تقليل

“طاقة التنشيط” المطلوبة .

❖ كلما قلت طاقة التنشيط كلما زادت سرعة التفاعل.



# التحفيز بواسطة الأنزيمات

## طاقة التنشيط

□ هناك طريقتان رئيسيتان لتعجيل التفاعل الكيميائي، ثانيهما:

(2) تتضمن الطريقة الثانية إضافة مادة محفزة تعجل التفاعلات الكيميائية

*University of Diyala- College of Agriculture*

بخفض طاقة التنشيط لها و ذلك عن طريق الإتحاد مع المواد المتفاعلة

لتصل بالتفاعل بصورة سريعة إلى "حالة الإنتقال" الخاصة بالتفاعل

المحفز التي من بعدها تتكون النواتج بسهولة و بسرعة.

❖ وعندما يتكون الناتج يعاد توليد المادة المحفزة طليقة.



# التحفيز بواسطة الأنزيمات

## طاقة التنشيط

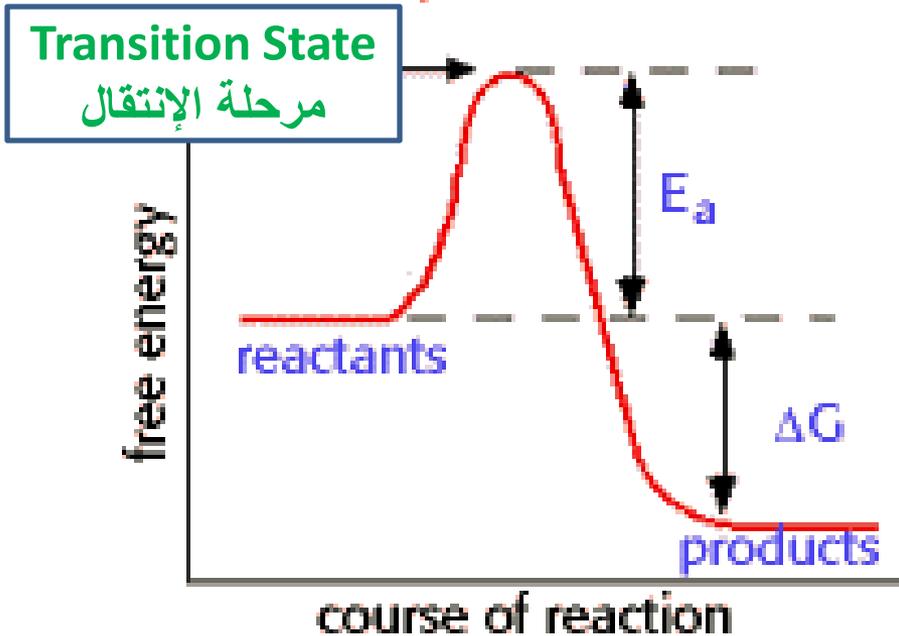
- ❖ بواسطة الأنزيمات: نستطيع القول بأن التفاعل الذي يحتاج إلى درجات حرارة مرتفعة جداً ليحدث تستطيع الأنزيمات تحفيزه عند درجات حرارة منخفضة, و ذلك أيضا عن طريق تقليل طاقة التنشيط .
- ❖ التفاعلات الكيميائية تتطلب هذه الطاقة “ طاقة التنشيط ” التي يحفزها الأنزيم لتكسير الروابط التساهمية وبدء التفاعل .

# التحفيز بواسطة الأنزيمات

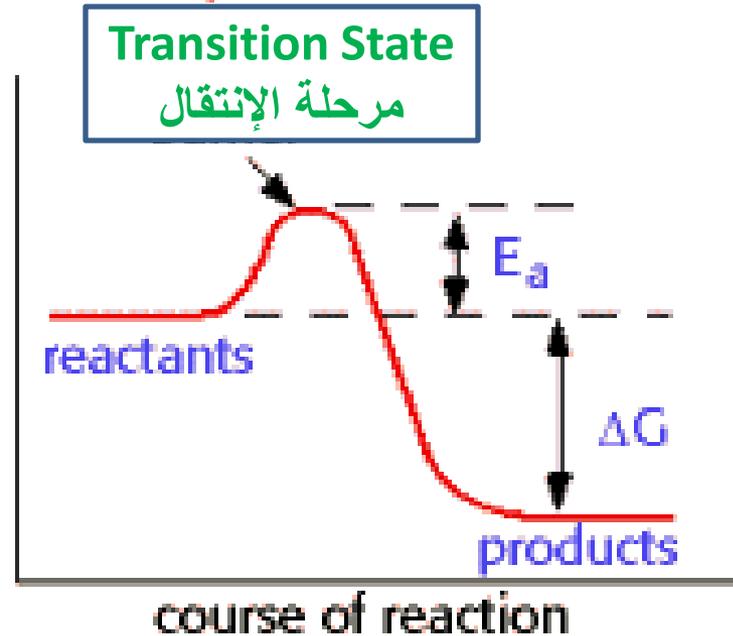
## طاقة التنشيط

تعمل الأنزيمات على تخفيض طاقة التنشيط بواسطة الارتباط المؤقت مع المواد المتفاعلة ( Substrate ) حيث أنها تعمل على تقليل الطاقة المطلوبة للوصول إلى مرحلة الإنتقال ( أو الوصول إلى طاقة الإنتقال ) التي بعدها يحدث التفاعل بسرعة عند درجة الحرارة الطبيعية.

### Uncatalyzed Reaction

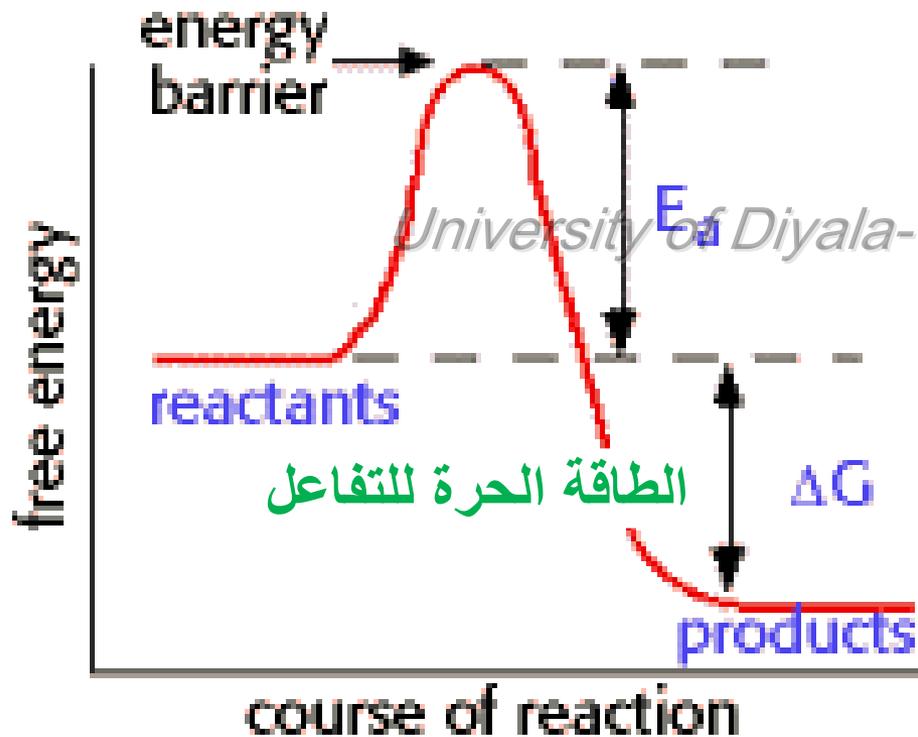


### Catalyzed Reaction

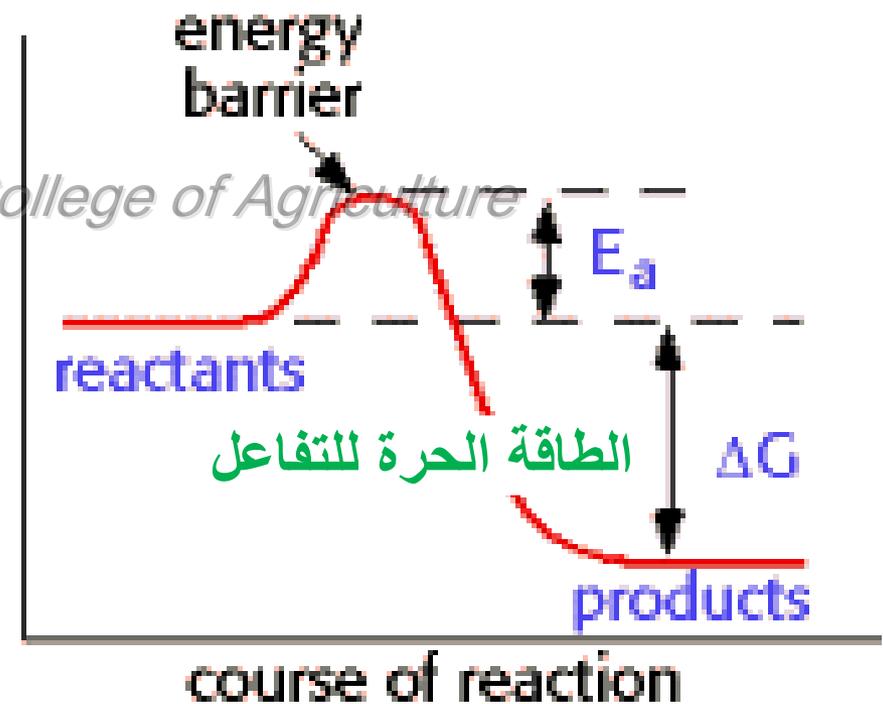


# الأنزيمات لا تغير الطاقة الحرة للتفاعل

## Uncatalyzed Reaction



## Catalyzed Reaction

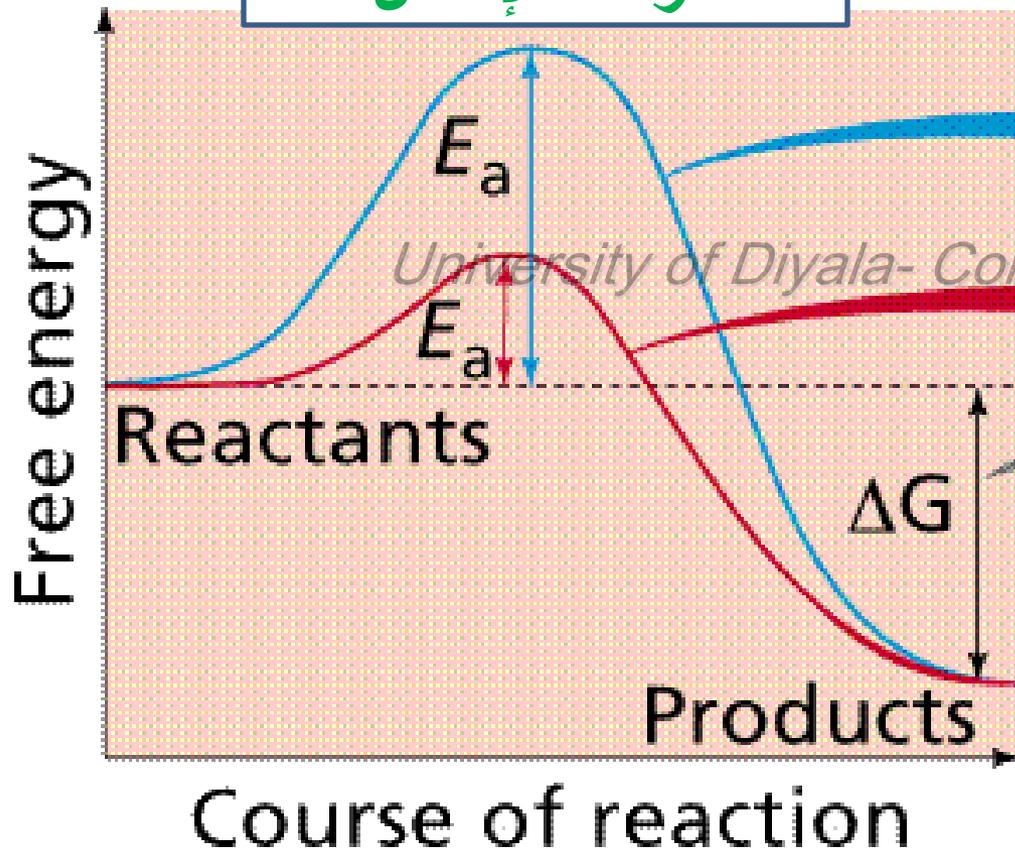


# التحفيز بواسطة الأنزيمات

## طاقة التنشيط

Transition State

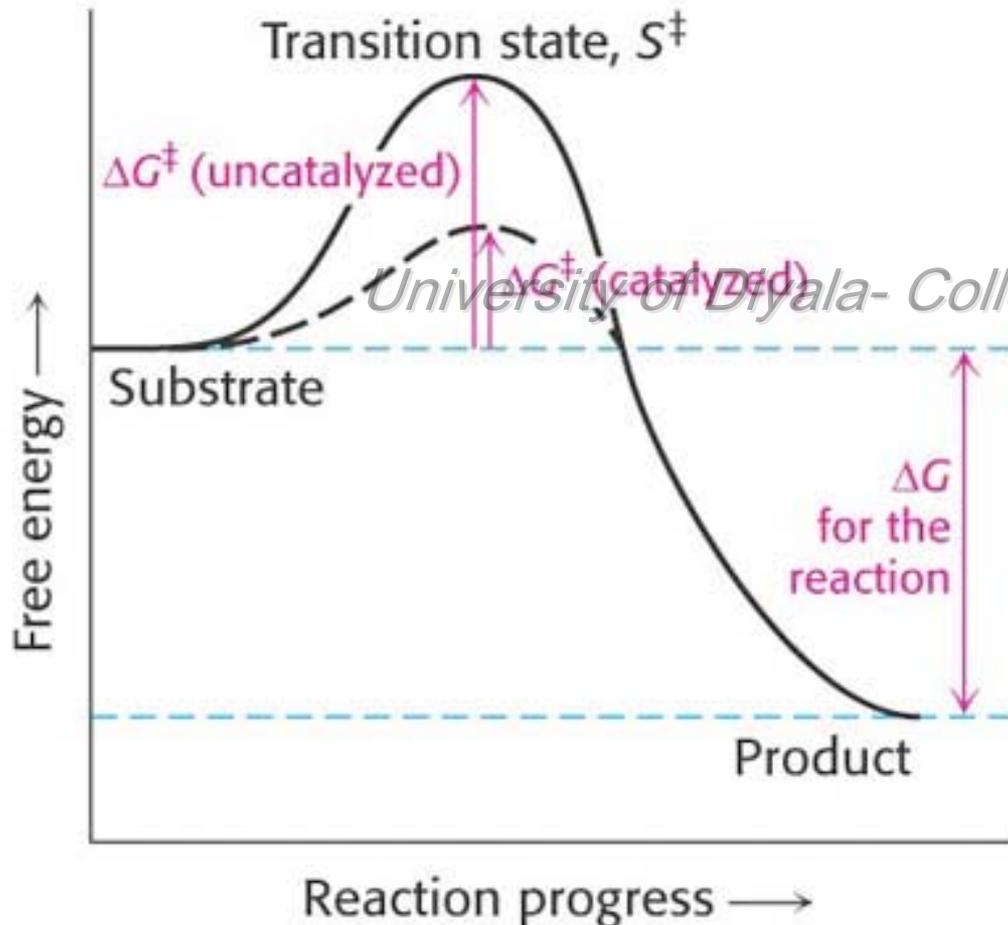
مرحلة الإنتقال



An uncatalyzed reaction requires a higher activation energy than does a catalyzed reaction

There is no difference in free energy between catalyzed and uncatalyzed reactions

# FREE ENERGY DIAGRAM FOR THE REACTION $S \longrightarrow P$



- free energy  $G$  vs. progress of reaction (i.e., the "reaction coordinate")
  - Enzymes decrease activation energy ( $\Delta G^\ddagger$ ) for reactions they catalyze.
- $\Delta G$  = overall difference in free energy between final (P) and starting (S), not affected by enzyme.
- RATE of reaction IS affected by enzyme. RATE depends on  $\Delta G^\ddagger$ , the Arrhenius activation energy (i.e., the *free energy of activation* for the reaction).

Berg et

# آلية عمل الأنزيمات

□ في أي تفاعل أنزيمي يرتبط الأنزيم ( E ) مع المادة الهدف (S) ليكونا معا معقد الأنزيم و المادة الهدف

*University of Diyala- College of Agriculture*

( ES Complex )



هكذا :-

■ و يتم هذا الارتباط في موقع معين في تركيب الإنزيم يسمى **بالموقع النشط (Active Site)**.

# آلية عمل الإنزيمات

□ الخطوة التي تلي ارتباط الإنزيم بالمادة الهدف هي تحول الهدف ( S ) إلى ناتج ( P ) .

■ أما الخطوة الأخيرة فهي تفكك ناتج التفاعل ( P ) عن الإنزيم ( E ) .

■ هذا و يمكن تلخيص خطوات التفاعل الإنزيمي كما يلي:



# آلية عمل الأنزيمات

□ تصور أن المعادلة السابقة قائمة على أساس أن الأنزيم أحد مواد التفاعل و أحد نواتجه ، حيث يفسر هذا إمكانية استمرار عمل الأنزيم في تسريع التفاعل لكميات كبيرة من المادة الهدف بواسطة حتى كمية قليلة من الأنزيم ، فجزء الإنزيم الذي ينتج بعد تحول كل جزيء من جزيئات المادة الهدف إلى ناتج هو أنزيم حر بشكله الطبيعي لم يتأثر فإنه يكون قادر على إعادة الكرة ليحول جزيئاً ( من مادة متفاعلة إلى ناتج ) ثانياً و ثالثاً و هكذا.

■ هذه التغيرات تتم في فترة وجيزة لا تتجاوز جزءاً من الثانية .

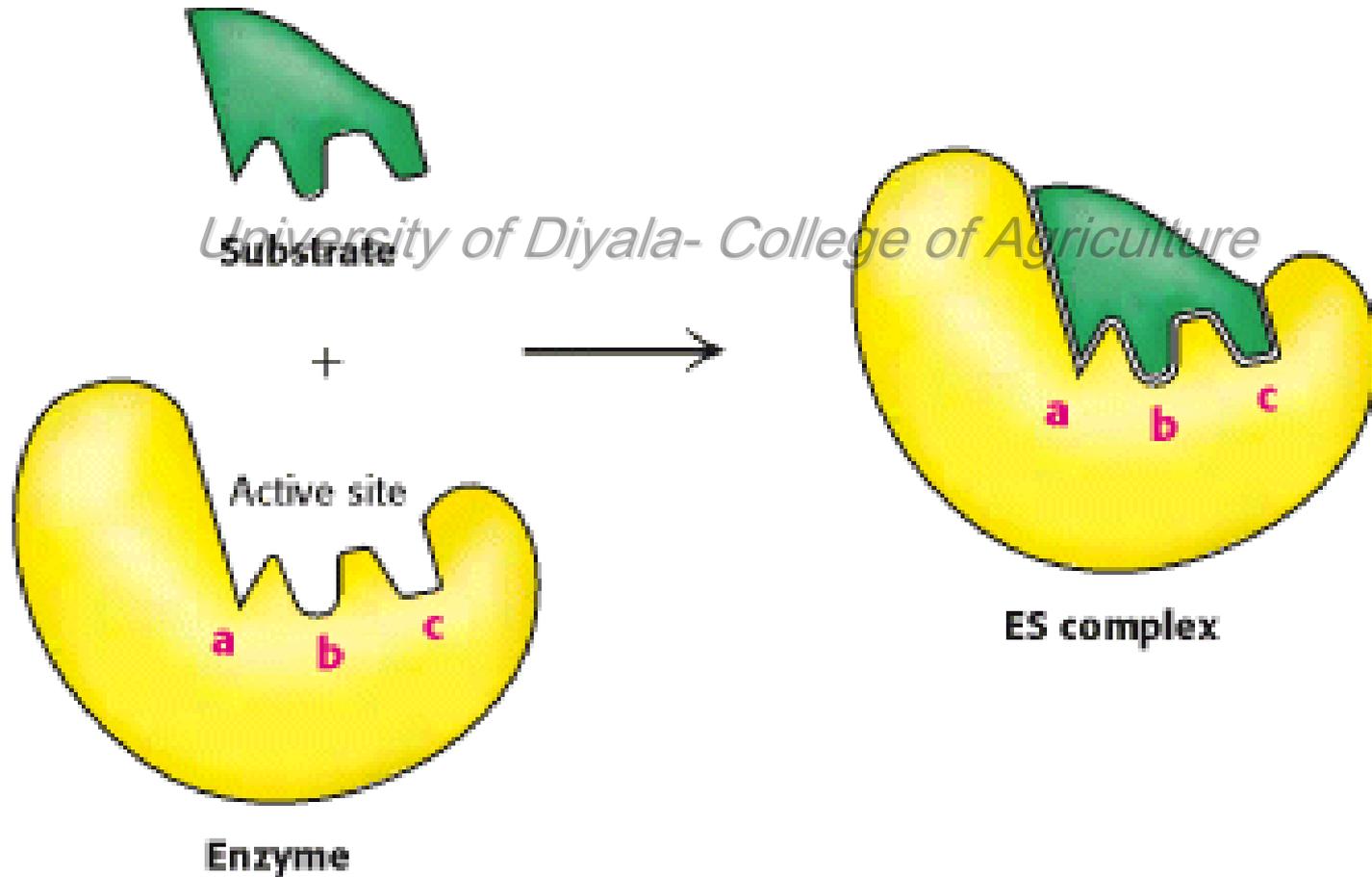
# آلية عمل الأنزيمات

## نظرية القفل و المفتاح

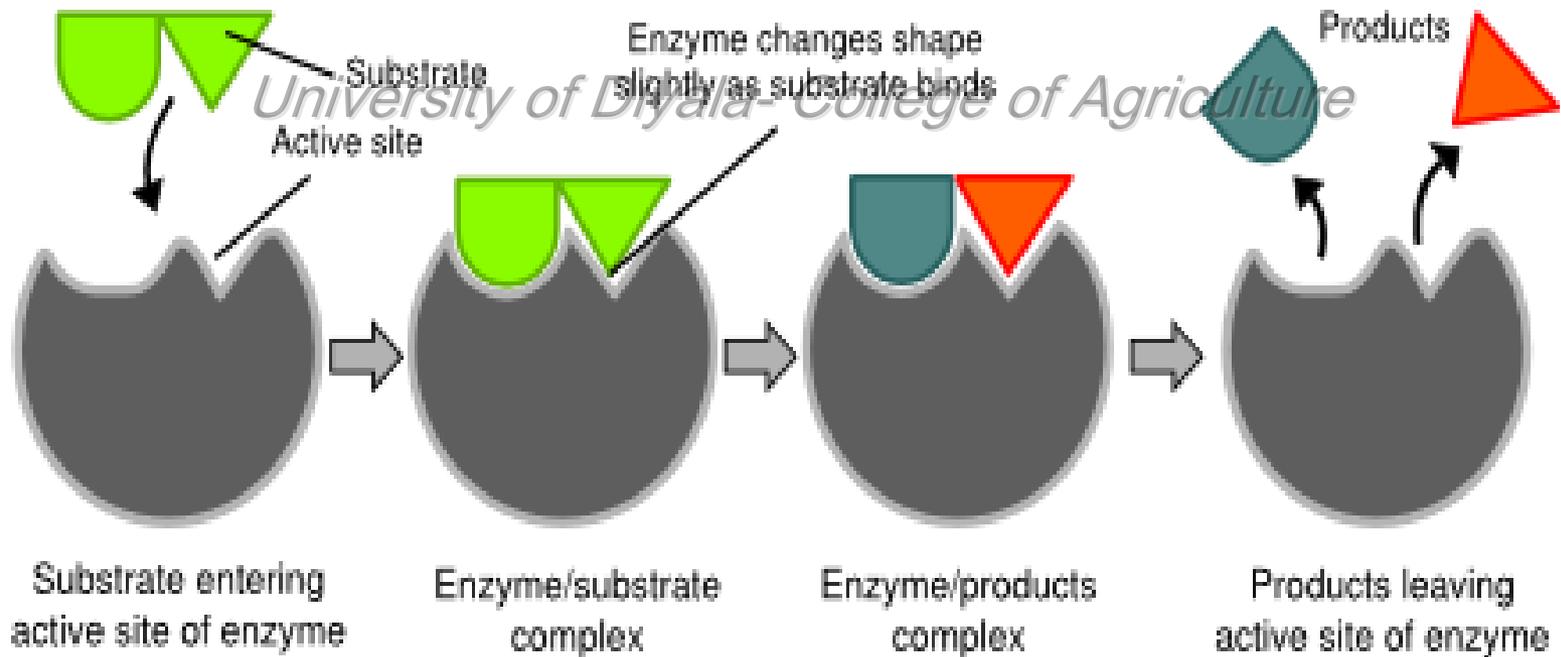
### □ الموقع النشط:

- لا يشغل سوى حيز بسيط من سطح الإنزيم.
- يتألف من عدد محدود من الأحماض الأمينية المشكلة لجزيء الإنزيم ،  
*University of Diyala- College of Agriculture*
- و ليس من الضروري أن تكون الأحماض الأمينية المشكلة للموقع النشط متتابعة أو متقاربة في سلسلة عديد الببتيد ، بل هي غالبا تتكون من انثناءات السلسلة المتعددة الببتيد أو انحنائاتها ، فتتقارب لتعطي بناءا محدودا يناسب على نحو ما بناء المادة الهدف . و تشبه ملائمة أي أنزيم للمادة الهدف الخاصة به **بملائمة المفتاح للقفل** الذي صمم له .

# آلية عمل الأنزيمات نظرية القفل و المفتاح



# نظرية القفل و المفتاح



# آلية عمل الأنزيمات

## نظرية التوافق المستحث

- بما أن الأنزيمات عبارة عن مركبات مرنة فإن الموقع النشط  
*University of Diyala- College of Agriculture*  
للأنزيم سوف يغير شكله بصورة مستمرة إلى الشكل الذي  
يناسب شكل المادة الأساس لترتبط به عن طريق تفاعلات  
أو روابط ضعيفة بين الأنزيم و المادة الأساس. هذه النظرية  
تسمى **نظرية التوافق المستحث**.

# نظرية التوافق المستحث

■ هذه النظرية تقول بأن المادة الأساس لا ترتبط بسهولة مع الموقع

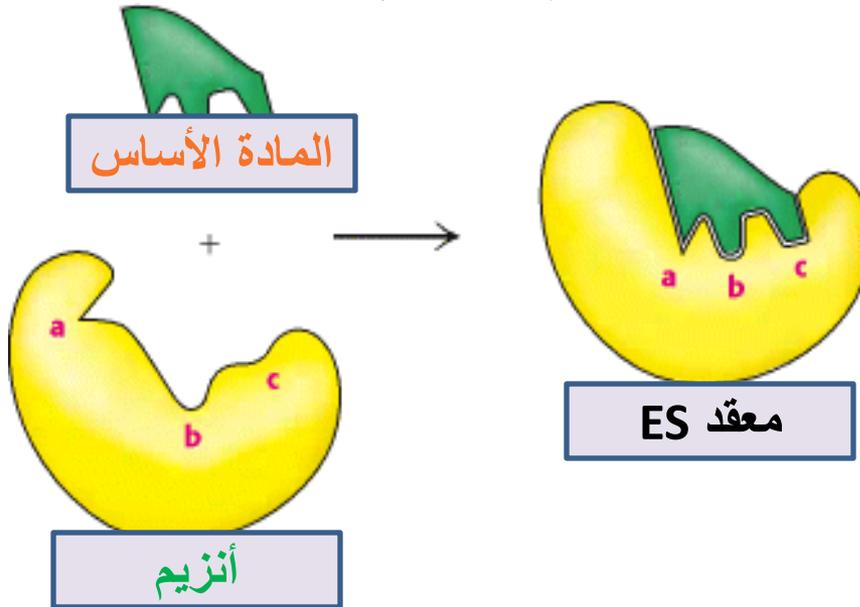
النشط الثابت الشكل، فالسلاسل الجانبية للأحماض الأمينية

المكونة للموقع النشط للأنزيم سوف تشكل نفسها لتعطي الموقع

*University of Diyala- College of Agriculture*

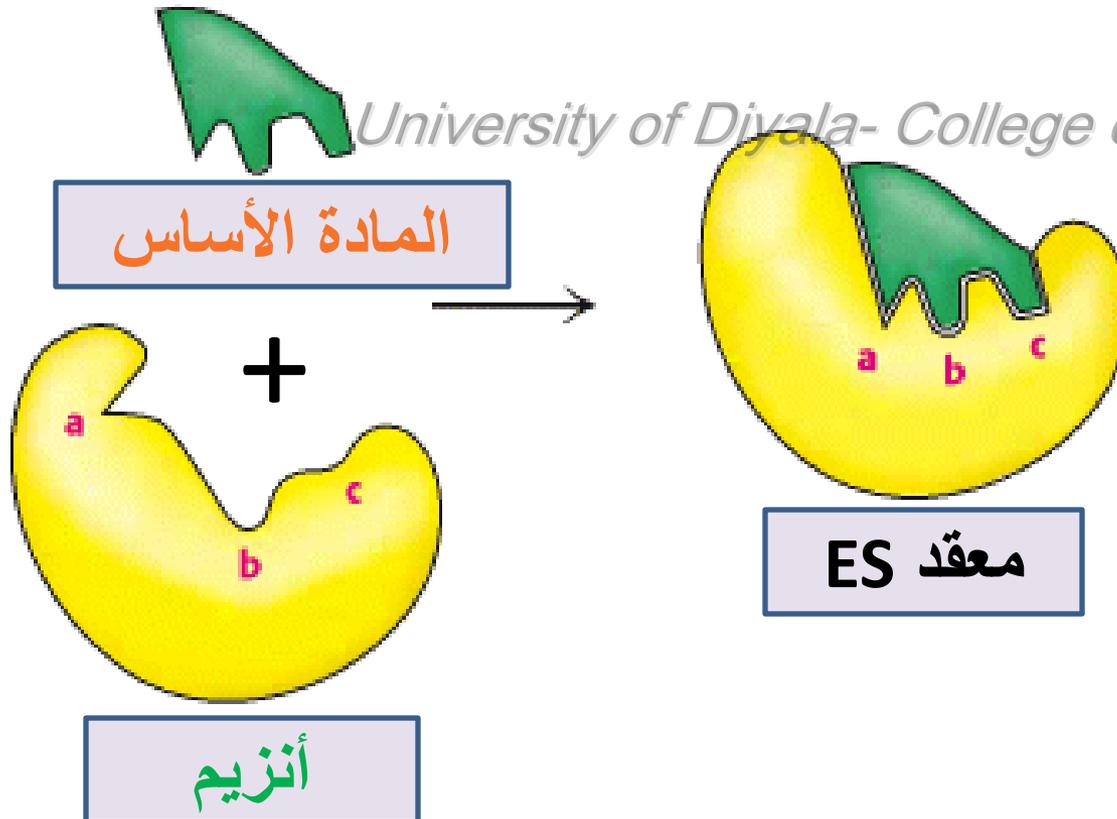
الصحيح دقيق الشكل الذي يساعد الأنزيم ليؤدي وظيفته المحفزة

و يرتبط بالمادة الأساس.



# نظرية التوافق المستحث

- في بعض الأحيان المادة الهدف أيضا تغير من شكلها قليلا عندما تدخل الموقع النشط لترتبط فيه. الموقع النشط يستمر



بالتغيير حتى

تصبح المادة الأساس  
مرتبط تماما به.

# العوامل المؤثرة على سرعة التفاعل الأنزيمي

1- تركيز المواد المتفاعلة (المادة الأساس)

2- تركيز الأنزيم

3- درجة الحرارة

*University of Diyala- College of Agriculture*

4- الأس الهيدروجيني ( تركيز أيونات الهيدروجين )

5- وجود مثبطات

إنزيم + مواد متفاعلة  $\leftarrow$  إنزيم + مواد ناتجة

## ((علم بيئة الحيوان))

**علم البيئة Ecology:** هو دراسة علاقة الكائنات الحية بمحيطها الخارجي، ويعني علم البيئة حرفياً دراسة الكائن في موطنه.

أطلق مصطلح علم البيئة من قبل العالم الألماني (1869) Haecke وهو مركب من كلمتين (Oikos) وتعني بيت (House) و Logy وتعني علم. وقد عني به هذا العالم دراسة علاقة الكائن الحي بمحيطه العضوي (organic environment) واللاعضوي (inorganic environment).

إن التعبير (علاقات متبادلة) بين الكائنات الحية وبيئتها هو المحور الذي يدور حوله تعريف علم البيئة وعلينا فهم هذه العلاقات. وعليه يجب أن نملك معلومات واسعة عن كل من الكائن الحي ذاته وعن البيئة التي يستوطنها، فيجب أن نعرف شيئاً عن تصنيف الكائن الحي وتركيبه وغذائه وان نعرف بصوره شاملة طبيعة كل من العوامل البيئية الحية وغير الحية ذات الصلة بالكائن، وعلى الأقل المؤثرة منها.

### تعريف البيئة المحيطة Environment:

يتضح من تعريف علم البيئة أن هناك عنصرين أساسيين هما الكائن والبيئة ويؤثر أحدهما بالآخر، أي إن التأثير متبادل.

يمكن تجزئه البيئة إلى أربعة مكونات رئيسية، يمكن تحديدها وتحليلها على انفراد وهذه المكونات هي:

1- الطقس Weather

2- الغذاء Food

3- الحيوانات والكائنات الأخرى المسببة للأمراض.

4- مكان العيش.

وتنقسم هذه المكونات الأربعة إلى ابعده من ذلك فمثلاً يمكن أن تكون مكونات الطقس الحرارة والرطوبة وربما الضوء. وللغذاء عدة جوانب بعض منها وظيفي أكثر من بيئي وتشمل الحيوانات والكائنات الأخرى أنواع مختلفة وتشمل أيضا الفيروسات Viruses والجراثيم والفطريات الممرضة. أما مكان العيش فيمثل البيئة وهو ذو قيمة لأنه يساعد في فهم التفاعلات المتنوعة بين المكونات المتنوعة البيئية.

### بعض المصطلحات الخاصة بالأنظمة البيئية :

يشمل النظام البيئي Ecosystem كل من:

أ- المجتمع Community.

ب- البيئة غير الحية التي يتعامل معها.

**المجتمع Community:** هو عدد من الجماعات Populations التي تعيش في منطقة معينة متوافقة ومتعايشة مع بعضها.

**الجماعة Population:** هي مجموعة من الأفراد التي تنتمي إلى نوع واحد من الكائنات الحية كالإنسان والغزلان والجمال وأسماك البني وغيرها.

**العالم البيئي Ecosphere:** ويشمل جميع الكائنات الحية الموجودة على سطح الأرض والتي تتعامل مع البيئة الطبيعية.

**المحيط الحيوي (الغلاف الحيوي) biosphere:** وتشمل الأرض بما في ذلك التربة إلى عمق قد يصل إلى 2 كيلومتر ويشمل الجزء السفلي من الجو والمحيطات.

**الوطن Habitat:** هو مكان عيش الكائن الحي وتأثيره عليه.

**المجاميع الأحيائية Biota:** وهو مصطلح يطلق على مجموعتين من الأحياء هي المجموعة الحيوانية Fauna والمجموعة النباتية Flora في منطقة معينة.

**الموطن الخاص Niche:** وهو البيئة الخاصة للحيوان الذي يشغله في المحيط الحيوي وعلاقته بالغذاء والأعداء.

### بعض العلوم البيئية:

*University of Diyala- College of Agriculture*

**علم بيئة الفرد Autoecology:** يهتم بدراسة الاحتياجات الخاصة بالفرد وتفاعله مع البيئة وتأثير البيئة عليه (علاقة وثيقة بالموطن) مثل بيئة الإنسان أو بيئة أشجار البلوط أو بيئة بكتريا القولون.

**علم بيئة الأنواع Synecology:** وهو العلم الذي يهتم بدراسة بيئة كل من الكائنات الحية التي تشمل الأنواع النباتية أو الحيوانية مع الأخذ بنظر الاعتبار التداخل والارتباط بين المجموعات المختلفة ضمن منطقة معينة (على سبيل المثال بيئة الأهوار أو بيئة البحيرة أو بيئة الغابة أو بيئة الجبل أو بيئة النهر).

**النظام البيئي Ecosystem:** هو التركيب المعقد المكون من وجود النباتات والحيوانات (Biota) معاً ضمن المجتمع Community تتأثر بجميع العوامل المتداخلة للبيئة الحية وغير الحية المحيطة به.

### العوامل البيئية Environmental Factors:

**مفهوم العامل البيئي:** تخضع الأحياء جميعها في الوسط الذي تعيش فيه للتأثير المشترك للعوامل المناخية وعوامل التربة والعوامل الأحيائية المختلفة، ويطلق اسم العوامل البيئية على عناصر الوسط التي يمكن أن تؤثر بشكل مباشر في الكائنات الحية على الأقل في مرحلة من مراحل تطورها

تؤثر العوامل البيئية في الكائنات الحية بأشكال مختلفة :

- 1- عن طريق إبعاد بعض الأنواع من منطقة ما حيث تكون بعض العوامل الكيماوية والفيزيائية والمناخية غير ملائمة لهذه الأنواع وبالتالي تؤثر في التوزيع الجغرافي لهذه الأنواع.
- 2- عن طريق تغير معدل الخصوبة والوفيات لبعض الأنواع، كما تؤثر العوامل البيئية في دورة التطور فتبطنها أو تسرعها وتسبب الهجرات، فهي تؤثر إداً في غزارة (كثافة) الجماعات (Population).
- 3- عن طريق ظهور بعض التغيرات التكيفية مثل تعديل كمية الأيض والدخول في مرحلة السكون والسبات الشتوي والخمول الصيفي وكذلك ردود الفعل على الفترة الضوئية.

تقسيم العوامل البيئية : تقسم العوامل البيئية إلى :

أ/ العوامل اللاحياتية **Abiotic Factors**: وهي العوامل الفيزيائية والكيميائية والمناخية مثل الحرارة والرطوبة والإضاءة وعوامل التربة.

ب/ العوامل الأحيائية **Biotic Factors**: مثل التنافس بين الأنواع والتعايش والافتراس والتطفل .

إذاً يقسم علم البيئة **Ecology** إلى قسمين هما :

أولاً // بيئة الحيوان **Animal Ecology**: وهي علاقة الحيوانات بمحيطها (Environment).

ثانياً // بيئة النبات **Plant Ecology**: وهو علاقة النباتات بمحيطها .

المحيط **Environment**: هو عبارة عن مجموعة العوامل المحيطة في الوسط الذي يعيش فيه الكائن الحي وهو على نوعان:

1- محيط فيزيائي **Physical Environment (Abiotic factors)**: ويشمل الهواء والماء

والتربة والجاذبية والطاقة التي مصدرها الشمس والمركبات الكيميائية ( عوامل لا أحيائية).

2- محيط حيوي **Biotic Environment**: ويشمل العلاقات المتداخلة التي تخص المظهر

الخارجي والفسلجة والتكيف للكائنات الحية، أي هي علاقة الأحياء مع بعضها في المحيط

الواحد (عوامل أحيائية **Biotic factors**).

*University of Diyala- College of Agriculture*

## البيئة ودورها في حياة الكائن الحي

تلعب البيئة المحيطة دوراً هاماً في حياة الحيوان، وذلك بسبب مجموعة من العوامل أهمها المناخ الذي يعتبر حصيداً لجملة من العناصر مثل درجة الحرارة، الرطوبة، الندى، حركة الهواء، أشعة الشمس، الضغط الجوي. ومن بين هذه العناصر نجد أن درجة الحرارة والرطوبة وأشعة الشمس ذات تأثير كبير على صحة الحيوان. كما أن هناك عوامل أخرى لها تأثيرها على قطعان الحيوانات ومنها الارتفاع عن سطح البحر والإضاءة والتلوث البيئي.

وقد تتأثر الحيوانات في هذا السياق بطريقة مباشرة من خلال الأثر على الظروف البيئية للحيوانات أو بطريقة غير مباشرة من خلال التأثير على نوع ونمو المحاصيل العلفية، وانتشار بعض الأمراض. كما أن تعرض الحيوان لأي عامل بيئي غير طبيعي سيكون له الأثر البالغ على الكفاءة الإنتاجية للحيوان. وتعتمد الآثار الناجمة عن التغيرات البيئية عند الحيوان على مجموعة من العناصر أهمها شدة العامل البيئي ونوعية الحيوان. إلا أن بعض الحيوانات يمكنها التأقلم مع الظروف البيئية المحيطة بشكل مناسب، وتصبح قادرة على استعادة طاقتها الإنتاجية من اللحم والحليب والكفاءة التناسلية.

### تكيف أو أقلمة الحيوانات:

تعرف الأقلمة بأنها عبارة عن مجموعة متداخلة من العمليات التي تحدث للحيوانات لكي تجعلها قادرة على مسايرة الظروف التي تعيش فيها، كما يمكن تعريف القدرة على التأقلم بأنها قابلية الحيوان لتنظيم إمكانياته الفسيولوجية للعيش في ظروف بيئية مختلفة من خلال تعرفه بشكل مستمر أو متقطع إلى نوع من الضغوط البيئية. وتنقسم الحيوانات من حيث قدرتها على التكيف مع درجة الحرارة مثلاً إلى نوعين:

#### 1- الحيوانات ذات الدم الحار:

ومثال ذلك الطيور والثدييات وهي تقوم بتغيير طفيف في درجة حرارة جسمها عندما يحدث تغير ملحوظ في درجة حرارة الجو، أي أن لها القدرة على تنظيم درجة حرارة جسمها في حدود ضيقة في وجه التغير الواسع بدرجة حرارة الجو.

#### 2- الحيوانات ذات الدم البارد:

ومثال ذلك الأسماك والزواحف، وهي تقوم بتغيير ملحوظ في درجة أجسامها عندما تتغير درجة حرارة الجو أي أن ليس لها القدرة على التحكم في تثبيت درجة حرارة جسمها. وهناك تباين كبير بين الأنواع الحيوانية المختلفة، وكذلك بين أفراد نفس النوع في القدرة على التأقلم، وتعد قابلية الحيوان الوراثية والنظام الإداري للحيوان من أهم العوامل التي تحدد مستوى ودرجة أقلمة الحيوان مع البيئة، وبالإمكان الحكم على بعض الحيوانات بأنها ذات قابلية جيدة للتأقلم مع البيئة من خلال جملة من الدلائل العينية مثل:

1- الكفاءة التناسلية العالية للحيوانات.

2- المقاومة العالية للأمراض المختلفة.

3- أقل نسبة ممكنة في الوزن الحي.

4- انخفاض معدلات النفوق وطول عمر الحيوان.

وتجدر الإشارة إلى انه بالإمكان التعرف على مقدار الإجهاد أو الضغط البيئي الذي يتعرض له الحيوان من خلال التغيرات التي تظهر على سلوكياته وتصرفاته، إضافة إلى عدد من العمليات الحيوية الأخرى مثل التنفس.

### مراحل التأقلم البيئي للحيوانات:

إن تعرض الحيوانات لأي تغيرات بيئية غير طبيعية كارتفاع درجة حرارة الجو مثلاً يمكن أن ينشأ عنها تغيرات فسيولوجية عديدة لتجنب الآثار البيئية الضارة التي قد تتعرض لها، وإن الفشل في الوصول إلى هذه الدرجة من التوازن مع المتغيرات البيئية قد يؤدي إلى حالات خطيرة قد تفضي إلى النفوق أحياناً. ويمر الحيوان بعدة مراحل للتأقلم هي:

### 1- المرحلة التمهيديّة:

حيث يواجه الحيوان هذه الظروف بجملة من العمليات الفسيولوجية الطارئة، والمصحوبة بانخفاض في

معدلات الغذاء والطاقة وزيادة في نشاط عدد من الغدد الصماء.

### 2- مرحلة المقاومة:

وتكون في العادة أطول من سابقتها، وتتصف بانخفاض في معدل النمو والخصوبة والإنتاج، وتكون مصحوبة بانخفاض ملحوظ في الطعام والطاقة، وقد تستطيع بعض الحيوانات استرداد معدلات أدائها الطبيعي وتتأقلم مع التغير البيئي، فيما لا تستطيع بعضها ذلك مما يجعلها عرضة للإرهاك وظهور أعراض الضعف والهزال العام والتوقف عن الإنتاج وهذا مؤشر لأعراض التأقلم البيئي.

### 3- مرحلة التأقلم أو النفوق:

وتعتمد وضعية الحيوان خلال هذه الفترة على حالته أثناء المرحلة السابقة، فالحيوانات التي استطاعت التأقلم مع الأثر البيئي يمكنها العيش والبقاء، أما تلك التي لم تظهر استعداداً لمقاومة التغير البيئي فإنها في الغالب لا تلبث أن تنهك وتكون نهايتها النفوق.

### البيئة: Environment:

هي الوسط الجغرافي الذي يعيش فيه الكائن الحي وهو مجموع عناصر تشمل المناخ من حرارة وبرودة

وجفاف ورطوبة وأمطار ورياح وتلوج وإشعاعات، والأرض بما تحتوي من تضاريس وسهول وصخور

وتربة ومياه ونبات وحيوان، والهواء بكافة عناصره وغازاته ومكوناته، ومختلف الخواص الفيزيائية والكيميائية للمكونات السابقة، بالإضافة إلى الإنسان وأنشطته وفعالياته المختلفة.

## علم البيئة: Ecology

هو فرع من العلوم البيولوجية ( علوم الحياة ) يهتم بدراسة العلاقة المتبادلة بين كائنات حية أو مجموعات من الكائنات الحية والعوامل المحيطة بها والتي تشكل الوسط أو البيئة.

## المنظومة البيئية (الإيكولوجية)

هي مجموعة من الأنواع الحية التي تتعايش معاً جنباً إلى جنب في موقع معين ومحدد جغرافياً وبيئياً بحيث تتفاعل عناصره الحية من حيوان ونبات وكائنات دقيقة مع بعضها البعض ومع عناصر البيئية غير الحية بحيث تعيش حالة من التوازن والاكتمال الذاتي بين هذه العناصر المختلفة.

## الغلاف البيئي (Ecosphere) والغلاف الحيوي (Biosphere)

رغم التداخل الكبير بينهما الذي يصل إلى حد التوافق. فالغلاف الحيوي يشمل المجال الذي تتواجد فيه الكائنات الحية بأنواعها المختلفة، في حين يتضمن الغلاف البيئي على المجال الحيوي للأحياء ومدى درجة تأثيرها المباشر وغير المباشر بالأغلفة الأرضية الأخرى ( الصخري والتربة والمائي والهوائي ). وبذا فإن مفهوم الغلاف البيئي أوسع وأشمل.

## الموطن والسكن: Habitat

هو ذلك الجزء أو المساحة المحيطة بالكائن الحي التي قد تتشابه بالظروف المحيطة بالكائن، وقد تكون هذه المساحة مختلفة الحجم ابتداءً من البيئات الدقيقة مثل جذوع الأشجار وقد تكون بيئات كبيرة مثل الصحاري والمحيطات لبعض الكائنات.

وأخيراً إن علم البيئة يهدف بشكل عام إلى:

1- دراسة العلاقات المتبادلة بين أفراد الحيوانات المختلفة وعوامل الوسط، الفيزيائية والكيميائية المحيطة بها.

2- دراسة تطور وبيئة الجماعات المختلفة.

3- دراسة دور أنواع الحيوانات في المجتمعات الطبيعية.

4- دراسة تدهور الأوساط الطبيعية الحاصل بفعل الإنسان.

5- حماية البيئة.

## فروع علم البيئة:

حدد العلماء في الوقت الحاضر فرعان أساسيان لعلم البيئة (Ecology branches) هما: علم البيئة الفردية (Autecology) وعلم البيئة الجماعية (Synecology) وتتركز اهتمامات العلم الأول على دراسة أفراد معينين أو نوع واحد أو يتعدى ذلك لدراسة مجموعة قليلة مترابطة من الأنواع تعيش مع بعضها وتتأثر ببعضها والبيئة المحيطة ويهتم الفرع الثاني في جميع نواحي الحياة بما في ذلك النباتات والحيوانات والعناصر اللاحيائية البارزة في منطقة معينة ، ويتعرض في دراسته إلى مجموعة من الكائنات تكون مجتمعاً ، وقد يمتد إلى دراسة نظام بيئي مثل بيئة الأنهار وبيئة المستنقعات وبيئة الصحراء وبيئة الغابات وغير ذلك. وقد اتبع بعض من علماء البيئة أسلوباً سهلاً في تقسيم علم البيئة إلى قسمين هما: البيئة النباتية (Plant ecology) والبيئة الحيوانية (Animal ecology) ونشأت بعد ذلك تخصصات دقيقة لبعض الفروع البيئية مثل علم البيئة القديمة (Paleoecology) وهو يدرس الظروف الحياتية والبيئية التي كانت سائدة في العصور القديمة. وعلم الجغرافية الحيوانية (Zoogeography) ، وهو يبحث في الدراسة العملية للتوزيع الجغرافي الحيواني، وعلم البيئة الفضائية وعلم البيئة الإشعاعية وعلم الغابات، وعلم إدارة الحياة البرية، وعلم المياه العذبة (Limnology) ، وهو دراسة مكونات المياه الحية وغير الحية، وعلم بيئة المحيطات (Oceanography) ، وهو يدرس الظروف الحياتية وغير الحياتية السائدة في المحيطات والخلجان ومصبات الأنهار وغيرها. وكذلك علم البيئة المائية وعلم البيئة الأرضية وغيرها.

*University of Diyala - College of Agriculture*

### التركيب الحيوي للبيئة:

كما ذكرنا سابقاً في تعريف علم البيئة بأنه العلاقات بين الكائنات مع بعضها البعض وعلاقتها مع البيئة لذا لا بد لنا هنا أن نتكلم عن مركبات المجتمع والنظام الحيوي.

فالنظام الحيوي Ecosystem عبارة عن مجموعة من المجتمعات الحيوية Biotic community والذي يعرف على أنه تجمعات لكائنات حية تنتمي لأنواع مختلفة وتعيش مع بعضها البعض تحت ظروف بيئية معينة وتحصل فيها تداخلات بيولوجية مثل التكافل ، التطفل ، التعايش ، الافتراس . فالمجتمع البيئي قد يحتوي على نباتات وحيوانات وبكتيريا وفطريات ، لذا يعرف بالمجتمع الحي.

وقد يصبح المجتمع كبيراً جداً مثل الغابات المخروطية أو صغيراً جداً كما في أنواع اللاقاريات على شجرة بلوط . وقد يكون المجتمع رئيسياً أو ثانوياً . والمجتمع الرئيسي يشارك بالدور الأكبر في تدفق الطاقة وتوزيعها عبر النظام الحيوي وكذلك يقدر على العيش مستقلاً، بينما يعيش المجتمع الثانوي في رعاية المجتمع الرئيسي ولا يقدر على العيش مستقلاً.

## الظروف البيئية المؤثرة في البيئة:

### العوامل البيئية: Ecological factors

البيئة هي مجموعة الظروف والعوامل الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية التي تؤثر في حياة الكائنات الحية وتقسم هذه العوامل إلى ما يلي:

### العوامل الأولية: Primary factors

#### 1- الضوء: Light

يعتبر الضوء مصدر للطاقة لجميع الكائنات الحية. وتؤثر شدة الاستضاءة ونوعية الضوء والفترة الضوئية على كفاءة عملية التركيب الضوئي وبالتالي على توزيع النباتات والحيوانات حسب البيئات المختلفة. سواء فيما يتعلق بالتوزيع الأفقي لحيوانات اليابسة أو العمودي بالنسبة للأحياء البحرية المائية. وللفترة الضوئية تأثيراً مباشراً على سلوك الكائنات الحية منها على سبيل المثال هجرة الطيور والحشرات والأسماك من بيئة إلى أخرى، كذلك تتحكم الفترة الضوئية بالعديد من الدورات التناسلية في الثدييات والطيور عن طريق التحكم في الإنتاج الهرموني لديها وخاصة الكائنات البحرية.

#### 2- الحرارة: Temperature

هي المنسوب الحراري كماً ونوعاً التي تؤثر في حياة الكائن الحي حيث يوجد لكل كائن حي مجالاً حرارياً معين يستطيع العيش فيه وهي ما تسمى بالحدود الدنيا والحدود العليا، وأي تغير في هذا المجال يؤدي إلى اختلال في حياة ذلك الكائن ويتراوح المجال الحراري للأحياء بين 300 درجة لبعض أنواع البكتيريا وأثناء مراحل الخمول أو الرقود Dormancy في البذور. وغالباً ما يكون مجال التغير الحراري في المياه أضيق منه للكائنات التي تعيش على اليابسة، إذ قد تلجأ الحيوانات إلى البيات الشتوي Hypernation كما في الزواحف وهجرة الطيور لمقاومة البرودة أو أن تصنع مركبات أيضية لمقاومة التجمد والبرودة كما في النباتات.

#### 3- الرطوبة: Humidity

تعرف الرطوبة على أنها نسبة بخار الماء في حجم معين من الهواء، وأما الرطوبة النسبية فهي نسبة الرطوبة تحت ظروف معيارية، وتتراوح نسبة الرطوبة بين 1-100؟ وذلك حسب الموقع الجغرافي وفصول السنة. وتنتج الرطوبة عن تبخر الماء عن سطح الأرض وذلك تختلف نسبها حسب المواطن البيئية، الأمر الذي يؤثر على توزيع الكائنات الحية النباتية والحيوانية وحسب حاجتها لنسبة الرطوبة من عدمه.

#### 4- الغازات: Gases

تؤثر الغازات التي يتكون منها الهواء على تواجد الكائنات الحية في اليابسة والماء باختلاف أنواعها ، فمثلاً يعتبر الأوكسجين ضروري لتنفس جميع الكائنات الحية . ونسبته في الهواء 21 ؟ في حين يوجد ثاني أكسيد الكربون في الهواء بنسبة 0.03 ؟ وتزداد تبعاً لدرجة التلوث . وبذلك يؤثر كل من الأوكسجين وثاني أكسيد الكربون على توزيع وفسولوجية وبيئة الكائنات الحية في مختلف المواطن البيئية.

#### 5- الرياح: Winds

تؤثر الرياح على توزيع الكائنات الحية وذلك حسب شدة الرياح وفترات التعرض لها ، وخاصة عملية النتح والتبخر وانتقال حبوب اللقاح في النباتات ، كذلك تؤثر في تدرج نموها حسب الارتفاع عن سطح البحر من أسفل الجبل إلى أعلاه وحسب البعد عن خط الاستواء.

### العوامل الثانوية: Secondary Factors

#### العوامل الموقعية (Location (Latitude and altitude)

يؤثر ارتفاع الموطن البيئي عن سطح البحر تأثيراً مباشراً على توزيع الكائنات الحية وخاصة النباتات وذلك لاختلاف كمية الأمطار والحرارة والغذاء والأوكسجين والضغط بين الوديان وقمم الجبال ، ومن الأمثلة على ذلك التدرج الواضح في نمو الأشجار في الغابات من أسفل إلى سفح قمة الجبل . كما ويتباين تشكل الموطن البيئية تبعاً لبعدها عن محيط الاستواء ، حيث تتباين درجات الحرارة وكمية الأمطار والرطوبة وطول الفترة الضوئية وشدة الإضاءة . وتبعاً لخطوط العرض تقسم الكرة الأرضية إلى مناطق حيوية مميزة ، ولكل منطقة كائناتها الحية التي تتناسب مع البيئة المحيطة.

#### خصائص التربة: Soil features

تؤثر خواص التربة الفيزيائية ( درجة التهوية ، الحرارة ، الرطوبة ) والكيميائية ( درجة الحموضة ، درجة الملوحة ، المحتوى العضوي وغير العضوي ) والبيولوجية ( الكائنات الحية التي تعيش في التربة ) في نمو وتوزيع الكائنات الحية ، حيث تتباين هذه الكائنات حسب الظروف الملائمة اللازمة لاستمرارها . وتتكون التربة بفعل التعرية الجوية Weathering والإنجراف Erosion والترسيب sedemination وتتكون عادة من الرمل Sand والطين Clay والغرين Silt.

## العوامل الكيميائية: Chemical factors

### المناخ الكيميائي: Chemical climate

يؤثر المناخ الكيميائي ( درجة الحموضة والملوحة والمحتوى العضوي والغير عضوي ) لمكان معين على تشكل المواطن البيئية للكائنات الحية بحيث يحدث تفاوتاً في التوزيع والنوعية لهذه الكائنات.

### عامل الماء: Water factor

يتأثر توزيع الكائنات الحية حسب درجة توفر الماء في الشكل المطلوب ويقصد بذلك حالة التجمد والملوحة والحموضة والحرارة ، فمثلاً يتصف المناخ الاستوائي بكثرة الأمطار نتيجة لزيادة منسوب التبخر هناك مما يساعد على زيادة تنوع الكائنات الحية هناك.

### المناخ المحلي: Micro-climate

وهو يمثل المناخ الحقيقي بالنسبة للخلية البيئية أو الوحدة البيئية Niche حيث تكون أحياناً في مناطق باردة ولكن داخل جذع شجرة مما يقلل البرودة وبالتالي يصبح مناخاً محلياً لهذا المكان. وبالتالي عرف بأنه : دراسة شروط مناخية خاصة في منطقة محدودة الأبعاد، تختلف أحياناً عن المناخ العام اختلافاً كبيراً. وتنتج هذه الشروط المناخية بسبب وجود عوامل جغرافية صغيرة مثل حائط أو صخرة أو جذع شجرة بحيث تحدث تغيراً غير ملموساً بالنسبة لنا ولكنه مهم ومؤثر بالنسبة للحيوانات اللافقارية والفقارية الصغيرة مثل الزواحف والضفادع والثدييات