جامعة بغداد

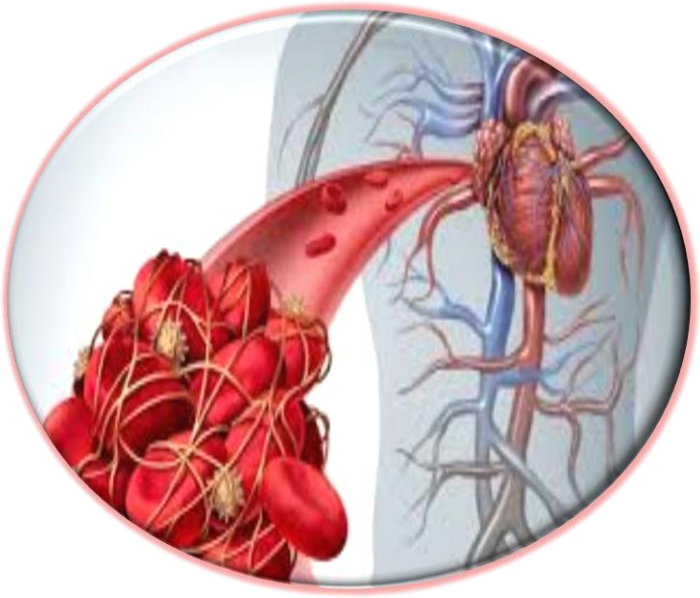
كلية التربية البدنية وعلوم الرياضة للبنات

فرع / العلوم النظرية

للعام الدراسي (٢٠٢٢-٢٠٢٣)

# الانزيمات في جسم الانسان ( Enzymes in the Human Body)

اعداد : ا.م.د اشراق غالب عودة



# محاور المحاضرة

- مفهوم الانزيمات
- عدد الانزيمات في جسم الانسان
- انواع الانزيمات
- اسمية الانزيمات في جسم الانسان
- الانزيمات الهاضمة ووظائفها
- الغذاء الغني بالأنزيمات الهاضمة
- خصائص الانزيمات
- كيف تعمل الأنزيمات في الجسم
- العوامل المؤثرة في فعالية الانزيمات
- الاستخدامات المتنوعة للأنزيمات

- **مفهوم الانزيمات :**

للأنزيمات في جسم الإنسان أهميّة كبيرة فهي تدخل تقريبًا في جميع التفاعلات الكيميائيّة في جسم الإنسان، إلى جانب ذلك فهي تتفاعل مع العديد من المواد الأخرى وتدخل في العديد من التفاعلات البيو كيميائية أيضًا، كما أن لها دوراً مهمًّاً في تسريع التفاعلات في الجسم اذ تعتمد العلميات البيوكيمائية التي تحدث في جسم الإنسان بشكل أساسي على الانزيمات. فحياة الإنسان بدون الإنزيمات غير ممكنة، إذ تنظم عمليتي النمو والاستقلاب الغذائي لدى النباتات والحيوانات تماما كما هو حال لدى الإنسان. الإنزيمات هي جزيئات خاصة ينتجها الجسم وتقوم بتحويل الجزيئات الكبيرة إلى وحدات أصغر، فبواسطتها يتم تحويل النشا إلى الغلكوز ليتمكن الجسم من الاستفادة منه.

كما تقوم الإنزيمات بتحليل الدهون والبروتينات في الجسم. ما يعني أنه بدون الإنزيمات يتوجب على الجسم تحمل أعباء كبيرة. فالإنزيمات مسؤولة عن تنظيم الهضم وتشكيل جميع أنسجة الجسم. ولا يقتصر تأثيرها على الكائنات الحية بل على الكثير من منتجات الحياة العصرية أيضا، ففي المنظفات تزيل الأنزيمات الأوساخ. وبفضلها نحصل من الحليب على الجبن، كما أنها تساعد على تخمر الخبز والكحول.

وللإنزيمات دور مهم في الطب أيضا، إذ تستخدم كدواء في السكتة الدماغية وجلطات الدم الخطيرة في الدماغ. أما إنزيمات حبوب منع الحمل، فتساعد على تخفيف الالتهابات والآلام وأمراض أخرى كالسرطان.

الإنزيمات هي محفِّزاتٌ بيولوجية جزيئة بروتينه. تسرِّعُ التفاعلات الكيميائية .تُسمى الجزيئات التي تمارس الأنزيمات تأثيرها عليها بالركائز، حيث يحوّل الإنزيم الركيزة إلى جزيئات تُعرف باسم النواتج .تحتاج معظم عمليات( الاستقلاب) الأيض إلى إنزيمات من أجل أن تحدث بسرعة كافية للحفاظ على الحياة . وتحدد الإنزيمات في الخلية أي مسار استقلابي سيحدث في تلك الخلية. وتُعرف دراسة (الإنزيمات بالإنزيمولوجي ) وهناك حقل جديد فيه لتحليل «الإنزيمات الكاذبة» ينمو باستمرار، حيث يدرس هذا الحقل الإنزيمات التي فقدت قدرتها التحفيزية البيولوجية خلال التطور وهذا غالباً ما يؤثر على تسلسلات الأحماض الأمينية تعرف الإنزيمات بقدرتها على تحفيز أكثر من (٥٠٠٠ )نوع من التفاعلات الكيميائية الحيوية .معظم الإنزيمات بروتينات، ولكن بعضها جزيئات محفزة للرن (RNA) تدعى( **ريبوز ومات**)..

و الانزيمات هي جزيئات حيوية مصنوعة من البروتينات تساعد على تحفيز وزيادة سرعة التفاعلات الكيميائية داخل الخلايا الحيويّة في جسم الإنسان .تستطيع الإنزيمات القيام بوظائف عدّة، مثل: الهضم، وعمليّات الأيض، لذلك يعد وجودها أهمية بالغة في حياة الإنسان

- **عدد الإنزيمات في جسم الإنسان :**

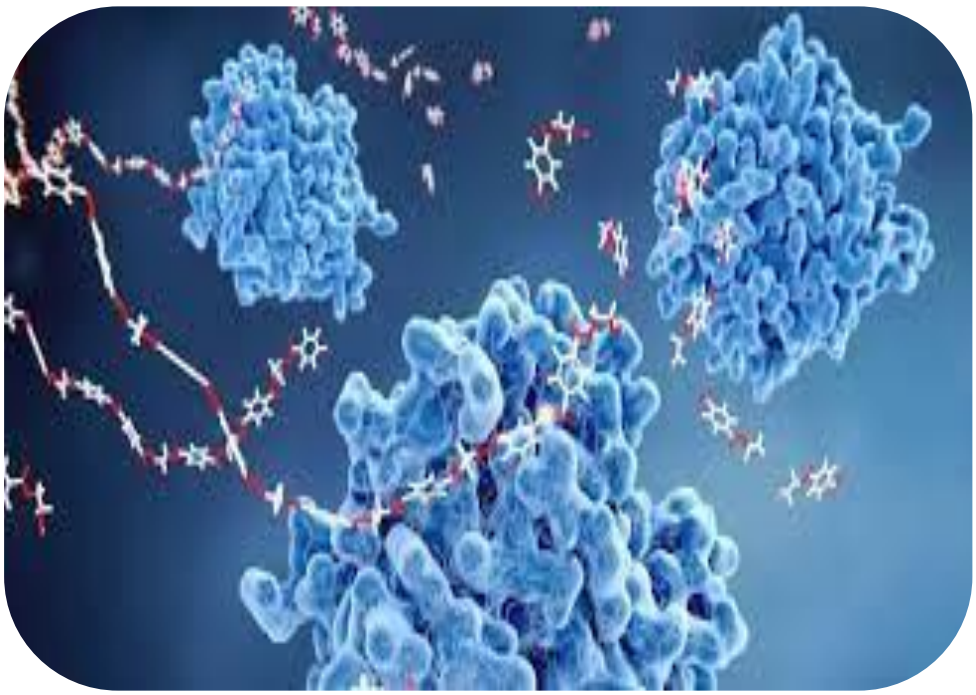
يوجد في جسم الإنسان **أكثر من (٥٠٠٠) نوع** من الإنزيمات، ويقوم كل منها بوظيفة معينة، وتأخذ الإنزيمات أشكالًا معقدة ودقيقة تتناسب مع حجم الجزيئات التي تلتحق بها لبدء عمليات التفاعل المختلفة.

اذ اكتشاف ما يقارب (٧٥٠٠٠ )إنزيم داخل جسم الإنسان، كما تمّ تقسيم هذه الإنزيمات إلى ثلاث فئاتٍ رئيسّة، وهي:

إنزيمات الأيض (Metabolic enzymes).

إنزيمات الهضم (Digestive enzymes).

إنزيمات الطّعام (Food enzymes).



## - انواع الإنزيمات:

قديمًا كان يتمّ تصنيف الإنزيمات تبعًا للعالم الذي اكتشفها، ولكن في السنوات الأخيرة فقد قسّم الاتّحاد الدولي للكيميائيين الحيويين (**IUB**) الإنزيمات إلى( ٦ )أنواع رئيسيّة حسب وظائفها والتفاعلات الكيميائيّة التي تقوم بتنظيمها أو تسريعها وهي كالاتي :

### ١- إنزيمات الأكسدة الاختزال (Oxidoreductases)

تكون هذه الإنزيمات مسؤولة عن انتقال الإلكترونات من وإلى الجزيئات في وسط التّفاعل الكيميائيّ.

### ٢- إنزيمات انتقاليّة (Transferases)

تساعد هذه الإنزيمات على انتقال المجموعات الوظيفيّة الكيميائيّة بين الجزيء المرسل والجزيء المستقبل في أوساط التفاعلات الكيميائيّة.

### ٣- إنزيمات التحلل المائيّ (Hydrolases)

هي تنظّم عمليات إضافة جزيء من الماء لقطع رابطة كيميائية، وإضافة جزيئات الماء مكانها.

### ٤- إنزيمات الليّاز (Lyases)

هي تقوم بتكوين الروابط الكيميائيّة الثنائيّة عن طريق إضافة الجزيئات المختلفة أو حذفها من التفاعل.

### ٥- إنزيمات الايزوميريز (Isomerases)

هي تساهم في إعادة تغيير شكل الجزيئات وهيكلتها.

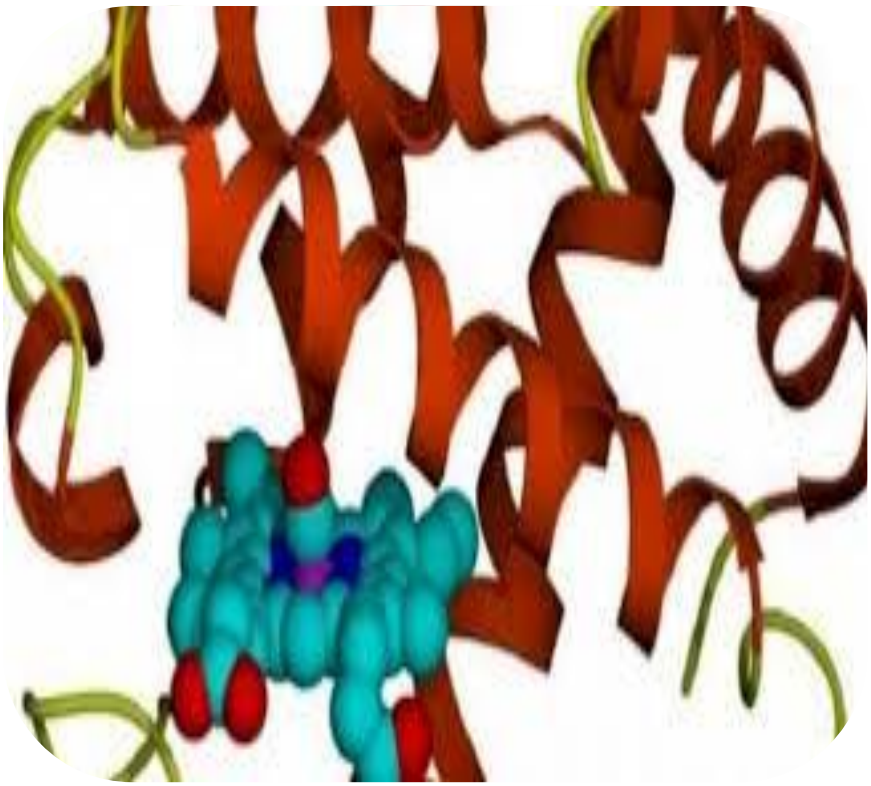
### ٦- إنزيمات ليجيز (Ligases)

تقوم هذه الإنزيمات بتشكيل رابطة كيميائية حديثة نتيجة دمج مركبين كيميائيين مختلفين.

- **أهمية الإنزيمات في جسم الإنسان :**

**للإنزيمات أهميّة بالغة ووظائف عديدة في جسم الإنسان نذكر بعضًا منها :**

١- تكسير جزيئات الطعام الكبيرة لجزيئات أصغر منها، وتساعد على استخدامها كطاقةٍ للجسم كمادة السّكر.
٢- تساهم في عملية انقسام الحمض النووي -ويعرف اختصارًا بال **(DNA)**حيث تحتوي كل خلّية تقريبًا من خلايا الجسم على المادة الوراثيّة، ومن المهم عند انقسام الخلايا أن يُنسخ الحمض النووي كما هو في الخلايا المُنقسمة أيضًا، لذلك تلعب الإنزيمات دورًا في فك ارتباط ونسخ الحمض النووي.
٣- تفتيت السّموم الموجودة في الكبد، لذلك يحتاج الكبد لمجموعة من الإنزيمات أيضًا.
٤- توليد الطّاقة من أجل تقلّص العضلات.
٥- تستخدم لإنتاج الهرمونات.
٦- تساهم في امتصاص ونقل المواد الغذائيّة.



## - الإنزيمات الهاضمة ووظائفها :

تلعب الإنزيمات الهاضمة دورًا بالغ الأهميّة لتكسير الطعام الذي نأكله وتحويله إلى أجزاء صغيرة يمكن للجهاز الهضمي امتصاصه، حيث تختلف أنواع إنزيمات الهضم وأماكن إنتاجها، وعملها، فمثلًا يحتوي اللّعاب على إنزيمات الهضم، كما أنّه يتم إنتاجها من أعضاء مختلفة في الجسم كالبنكرياس، والمرارة، والكبد وإلى جانب ذلك فإن الخلايا الموجودة على سطح الأمعاء تقوم بتخزينها أيضًا للإنزيمات هاضمة اساسية

تلعب الإنزيمات الهاضمة دورًا محوريًا في عملية هضم الطعام في الجسم، إذ تقوم بتحفيز التفاعلات الكيميائية اللازمة لعمليات الهضم المختلفة، ومن هذه الإنزيمات الهاضمة الآتي:

### ١. إنزيم الأميليز (Amylase) :

يعمل على تحفيز عملية هضم وتحويل الكربوهيدرات إلى سكريات، ويتواجد هذا الإنزيم في الغدد اللعابية، والبنكرياس، والأمعاء الدقيقة.

ويؤثر نقص هذا الإنزيم على الصحة ككل لا على عمليات الهضم فحسب؛ لأنه مسؤول أيضًا عن تحليل خلايا الدم البيضاء الميتة، وعدم تحللها قد يؤدي تورمات عديدة .

### ٢. إنزيم البروتيز (Protease) :

وهو مسؤول عن تحليل البروتينات وتحويلها إلى أحماض أمينية (Amino Acid) ويتركز إنزيم بروتيز في المعدة، والبنكرياس، والأمعاء الدقيقة.

وإن أي نقص في هذا الإنزيم قد يتسبب بعدة مشاكل في الجسم مثل: القلق، وقلة النوم، والتهاب المفاصل وهشاشة العظام نتيجة نقص كمية الكالسيوم في الدم.

ولأن إنزيم بروتيز يعمل على التخلص من بعض أنواع البكتيريا والفيروسات في الدم فقد يؤدي نقصه كذلك إلى الالتهابات المختلفة وانخفاض كفاءة جهاز المناعة في الجسم.

### ٣. إنزيم ليبيز (Lipase) :

تكمن وظيفة هذا الإنزيم الرئيسة في عملية تحليل الدهون، وتحفيز عملية تحويلها إلى أحماض دهنية في البنكرياس والأمعاء الدقيقة. وإن أي نقص في هذا النوع من الإنزيمات قد يكون له تأثيرات سلبية على صحة الإنسان وارتفاع نسبة الكوليسترول والدهون الثلاثية. مواجهة صعوبة في إنقاص الوزن. والإصابة بمرض السكري. وتخلص خلايا الجسم من الفضلات أو امتصاصها للغذاء بصعوبة وبعد عناء المعاناة من تشنج العضلات خصوصًا في منطقة الأكتاف بسبب نقص الكالسيوم في الدم.

### ٤. إنزيم البابين (Papain) :

وهو إنزيم مسؤول عن تحفيز عملية تحليل البروتينات الموجودة باللحوم، إذ يساعد هذا الإنزيم على معالجة مشاكل الهضم والغازات، والتخلص من الأنسجة الميتة والضارة في الجسم.

### ٥. إنزيم اللاكتيز (Lactase) :

وظيفة هذا النوع من الإنزيمات تكمن في تحليل وهضم اللاكتوز المتواجد في سكر الحليب.

ويؤثر نقصه على الإنسان عند الكبر، فقد يسبب نقصه صعوبة في هضم هذا النوع من السكريات، في حالة يطلق عليها عدم تحمل اللاكتوز (Lactose Intolerant).

### ٦. إنزيم البروميلين (Bromelain) :

وهو من الإنزيمات المضادة للالتهاب، ويساهم في منع حدوث التهاب المفاصل.

## - الغذاء الغني بالإنزيمات الهاضمة :

إن عدم وجود الإنزيمات في الجسم بالكميات الكافية والطبيعية قد يؤدي إلى الإصابة بأمراض عدة، لذا على الإنسان أن يحرص على تناول الأغذية الغنية بالإنزيمات الهاضمة لتفادي الأمراض، وهناك أنواع طعام غنية بالإنزيمات هذه مثل:

السمك، والخضار والفواكه، والبذور، والمكسرات، والحبوب الكاملة، والبقوليات.

الفاكهة والخضار غير المطبوخة فهي غنية بالإنزيمات الأساسية (بروتيز، وأميليز، وليبيز).

فاكهة البابايا التي تحتوي على إنزيم (بابين) بينما يحتوي الحليب واللبن غير المبسترين على إنزيم (اللاكتيز) أما إنزيم( البروماليين )فهو يتواجد بثمرة الأناناس.

اخذ الكبسولات الخاصة والغنية بهذه الانزيمات .

- **خصائص الإنزيمات :**

بدايةً تتكون كل الإنزيمات الموجودة في الجسم من بروتينات، وبما أنّ كل إنزيم هو بروتين فوحدة البناء الأساسيّة للإنزيم هي( **الأحماض الأمينيّة** )وسلسة الأحماض الأمينيّة هي التي تحدّد شكل ووظيفة كل إنزيم وترتبط الإنزيمات بمركبّات كيميائيّة أخرى تسمّى العامل المساعد (Cofactor) والذي يكون عاملًا مساعدًا في بعض التفاعلات الكيميائية والنشاطات الإنزيميّة وقد يكون العامل المساعد إنزيم مساعد (Coenzyme) مثل: بعض أنواع الفيتامينات أو قد يكون أيونًا معدنيًا، كما أنّ بعض الإنزيمات قد تتطلب وجود الاثنين معا ويجدر بالذكر أنّ الإنزيم قد يتعرّض لتغيّرات تؤثر في وظيفته وتفقده بعض خصائصه، كما قد تصل في بعض المراحل إلى تعطل وظيفة الإنزيم كليًّا .

- **كيف تعمل الإنزيمات في الجسم :**

يتكون الإنزيم كما ذكر سالفاً من بروتين، وغالباً ما يكون كبيراً نسبياً وله شكل ثابت، بالإضافة لذلك فإنّ لكل إنزيم موقع معيّن يسمى الموقع النشط وهو الموقع الذي يرتبط به مع المواد المتفاعلة (Substrate) أثناء حدوث التفاعل، وغالبًا ما يتم وصف عمليّة ارتباط الإنزيم بمادة أو جزيء آخر ومدّى دقّتها بمثال المفتاح والقفل حيث لا يمكن إدخال وارتباط المفتاح بالقفل إلّا بأشكال معيّنة ومحدّدة لكليهما، وعند اختلاف أحدهما لا تتم هذه العملية، وكذلك للإنزيم والجزيء؛ فلكلّ إنزيم -وهو القفل في هذه الحال- شكل محدد ومعيّن مناسب لشكل المادّة المتفاعلة -وهي المفتاح-، وعند حدوث الارتباط يبدأ التفاعل الكيميائي ويُنتج مواد جديدة تختلف في خصائصها عن المواد المتفاعلة .

- **العوامل المؤثرة في فعالية الإنزيمات :**

قد تتأثّر فعاليّة ونشاط الإنزيمات بالعديد من العوامل أهمّها :

- تركيز الإنزيم والمواد المتفاعلة: حيث إن وجود كميّة كبيرة من الإنزيم والمادة المراد الارتباط بها، يزيد من معدّل حدوث التفاعل وبذلك سيزيد من الإنتاج أيضًا.
- درجة الحرارة: حيث يوجد لكلّ إنزيم درجة حرارة مثاليّة ولكن عند ارتفاعها أكثر من المطلوب قد يؤثّر في شكل الإنزيم مما قد يسبّب فساده وفقدانه لوظيفته وأيضاً في حال تعرّض الإنزيم لدرجات حرارة منخفضة فقد يسبّب ذلك قلّةً في نشاط الإنزيم.
- الوسط الحمضي: وهو ما يعرف اختصارًا بال **(PH )**فلكلّ إنزيم وسط حمضي مناسب له، حيث زيادة أو نقصان في هذا الوسط - أي زيادة في حامضيّة الوسط أو قاعديّته- قد تسبّب فسادًا في الإنزيم أيضًا، بالإضافة لذلك فحدوث تغيّراتٍ في الوسط الحمضي قد يسبّب صعوبةً في ارتباط الجزيء فيه.
- تركيز الأملاح: لكلّ إنزيمٍ أيضًا درجة أملاح مناسبة ومثاليّة له، وأيّ تغيّر في تركيز الأملاح قد تتسبب في فساده.

## - الاستخدامات المتنوّعة للإنزيمات : -

تطوّرت في السنوات الأخيرة العلوم والأبحاث التي تعنى بدراسة الإنزيمات، وأصبح هناك معرفة جيّدة بطرق هندسة هذه الإنزيمات، وذلك من أجل تطويعها واستخدامها في صناعات وتطبيقات متنوّعة ومختلفة، وتزداد أهميّة هذه الاستخدامات مع الوقت نذكر منها الاتي :

### ١- استخدام الإنزيمات في الصناعات الصيدلانية :

يمكن للإنزيمات أن تحضّر على شكل أدوية يستخدمها الإنسان ويستفيد منها من أجل علاج مشاكل صحيّة معيّنة قد يعاني منها. فعلى سبيل المثال يتمّ استخدام إنزيمات تساعد الإنسان على تحسين وظيفة الجهاز الهضميّ وتسهم في تخفيف مشاكل سوء الهضم واضطرابات القولون وغيرها.

### ٢- استخدام الإنزيمات في الصّناعات الغذائيّة :

تأتي أغلب الإنزيمات التي يتمّ استخدامها في الصّناعات الغذائيّة من مصادر حيوانيّة أو نباتيّة. ومن أكثر الأمثلة استخدامًا إنزيمات تعمل على تحليل أنواع مختلفة من البروتينات، ويعتبر إنزيم (Glucoamylase) أحد أكثر الإنزيمات استخدامًا في عمليّات معالجة الأطعمة.

### ٣- استخدام الإنزيمات في الصناعات الخفيفة :

حيث يتمّ استخدام الإنزيمات بكثرة في صناعات النسيج، الورق، الجلود، المنظّفات وغيرها من الصناعات الإنتاجيّة. فعلى سبيل المثال يكثر استخدام إنزيم (Amylase) وإنزيم (Lipase) في صناعة الأنسجة، المبيّضات وامتصاص الأصباغ.

### ٤- استخدام الإنزيمات في التقنيات الحيويّة :

حيث تُستخدم هذه الإنزيمات في التّقنيات الهندسة الجينيّة، المناعة التطبيقيّة، الأدوية وتقنيات تشخيص بعض الأمراض.

### ٥- استخدام الإنزيمات في التطبيقات البيئيّة :

حيث تستخدم الإنزيمات بطريقة فعّالة للحفاظ على بيئة نظيفة وبطرق متعدّدة، إذ يتمّ استخدام الإنزيمات في تعقيم وتنظيف البيئات المغلقة من الميكروبات، وللمساعدة على التّحكم في إدارة الفضلات والقاذورات.