

محاضرة الرابعة في الانزيمات



© HealthMonthly.co.uk

المرافقات الانزيمية

Co-enzymes

الأستاذ المساعد الدكتور ضياء فالح الفكيكي
كيمياء الحيوية - انزيمات
قسم علوم الأغذية - كلية الزراعة
جامعة البصرة

Dr. Dhia .F. Al-Fekaiki
2019

<https://independent.academia.edu/Dhiaalfekaiki/Papers>

تعريف المراافق الإنزيمي



- هو جزء يحتوي على بعض الخواص الفيزيوكيميائية التي لا توجد في سلسلة عديد الببتيد للإنزيم ولذلك يعمل سوياً في حفز التفاعل البيوكيميائي

- الفيتامينات مكونات أساسية للمراافق الإنزيمية

- يتم تحول الفيتامينات الذائبة في الماء إنزيمياً في خلايا الحيوانات الراقية إلى المراافق الإنزيمي المقابل

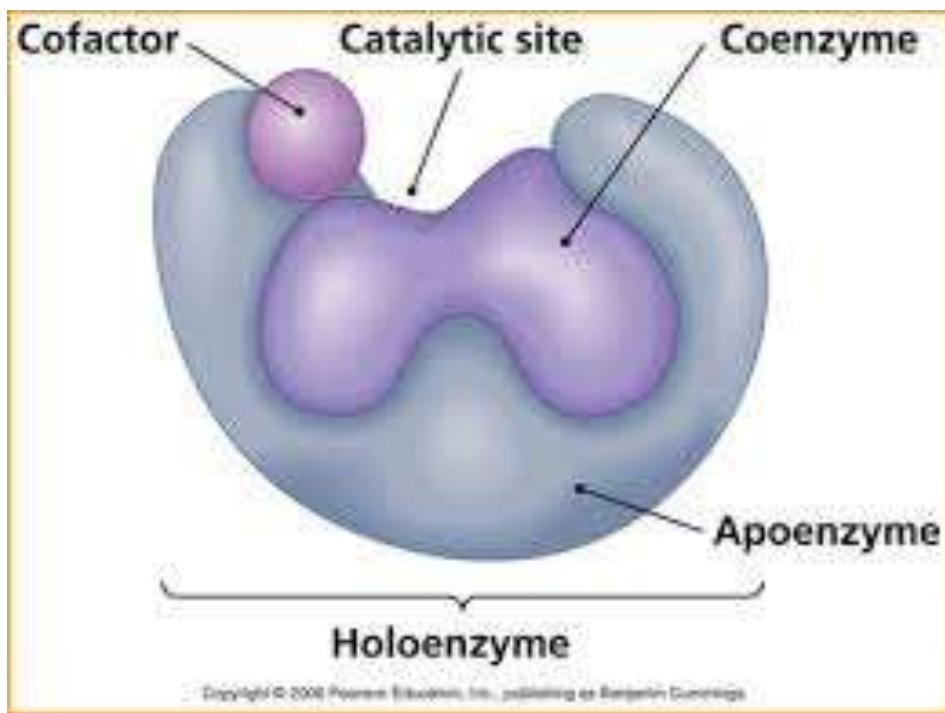
- ثلث الإنزيمات المنتشرة في الأنظمة الحية تحتاج إلى أيون معدني في أكثر من عملية الحفز الإنزيمي

- تقوم أيونات المعدن بتنظيم الحفز الإنزيمي إما عن طريق ربط المادة المتفاعلة بالمركز النشط للإنزيم, أو بالمحافظة على الهيئة البنائية اللازمة لنشاط الإنزيم, كما أن بعض الأيونات قد تشارك في عملية الحفز الإنزيمي بالعمل كحاملات للاكترونات أو المجموعات الكيميائية

- تعمل المراافق الإنزيمية (FMN –FAD-NAD-NADP) في تفاعلات الأكسدة والاختزال مع إنزيمات ديهيدروجينز و أوكسیديز

- حيث تستقبل ذرتى هيدروجين من المادة الهدف (FMN –FAD- -)

- (NAD-NADP) تستقبل ذرة هيدروجين واحدة في صورة أيون هيدريد (H^-) بينما الذرة الأخرى تتحرر إلى محلول في صورة بروتون (H^+)



Copyright © 2008 Pearson Education, Inc., publishing as Pearson Benjamin Cummings

تسرع الإنزيمات من تفاعلات الخلية الكيميائية بتقليل حواجز الطاقة

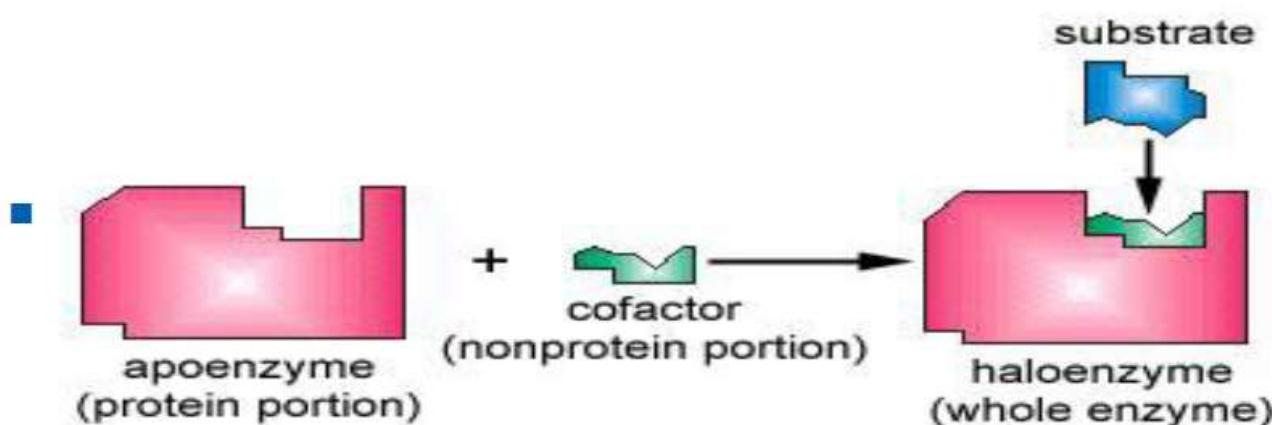
▪ تستخدم الخلية **عملية الحفز** لتسريع التفاعلات الحيوية

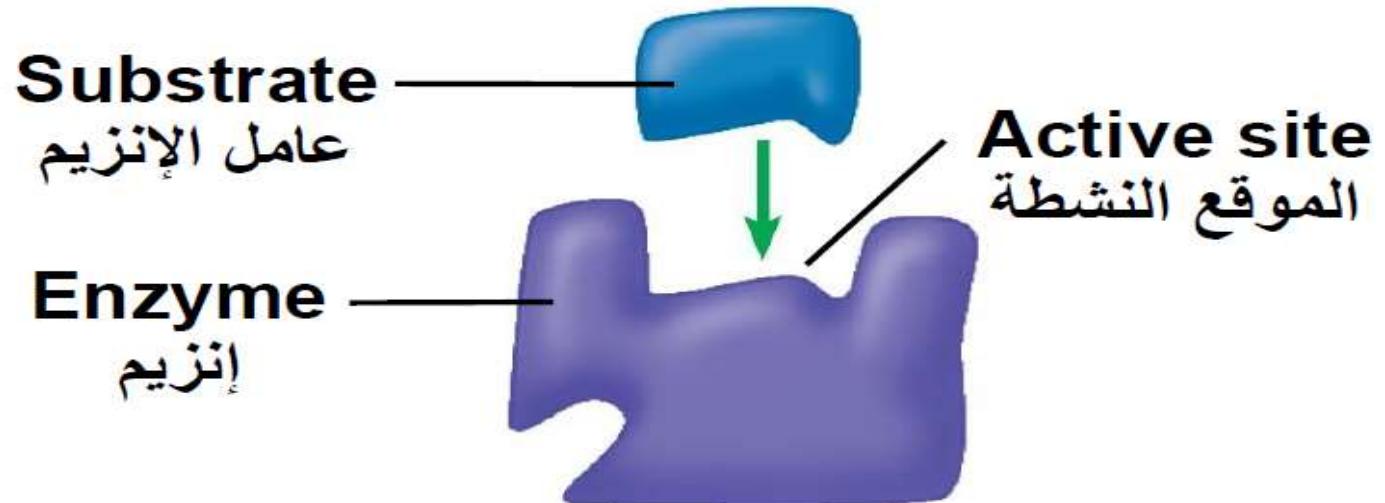
- يتم انجاز عملية الحفز **بإنزيمات** وهي بروتينات تعمل كمحفزات حيوية كل إنزيم له هدف محدد من الجزيئات يسمى **بالمادة الهدف**
- كل تفاعلاً خلويًا يحفز بواسطة إنزيمًا معيناً
- **الإنزيمات لها شكل ثلاثي الأبعاد فريد من نوعه**
 - الشكل أساسى لدورها كعوامل تحفيز حيوية
 - ونتيجة لشكله، يمتلك الإنزيم **منطقة نشطة**(مركز الفعال) حيث يتفاعل مع المادة الهدف الخاص به
 - وبالتالي، تتغير الطبيعة الكيميائية لمادة الهدف لتكوين الناتج من **التفاعل الإنزيمي**

مكونات الإنزيمات

- يتكون الإنزيم من واحدة من الأشكال الآتية :

 - ١ - **الإنزيمات التي تتكون من البروتينات البسيطة** : وتتألف من سلسلة واحدة او عدة سلاسل ببتيدية
 - مثل الإنزيمات المحللة : إنزيم اليوبيز وإنزيم الأميليز
 - ٢ - **الإنزيمات التي تتكون من شقين**: أحدهما بروتيني والأخر غير بروتيني
 - ٣ - **بعض الإنزيمات تتألف من سلاسل بروتينية ومكونات أخرى يحتاجها الإنزيم لفعاليته وتسماى العوامل المرافقة Cofactor**, وأحيانا يكون المرافق الإنزيمي أحد العناصر المعدنية مثل الحديد والزنك والنحاس ويكون مرتبطا ارتباطا وثيقا بالجزء البروتيني من الإنزيم المسمى بالأبوإنزيم **Apoenzyme**
 - وإذا نزع من الإنزيم بقي الجزي البروتوني عاجزا عن تسريع التفاعل مثل الحديد في إنزيم الكاتلizer

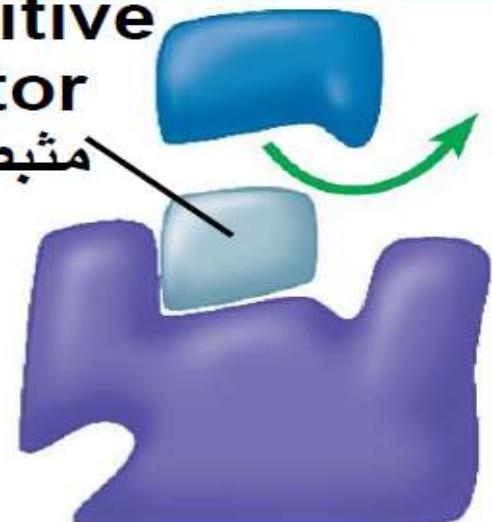




Normal binding of substrate ارتباط طبيعي لعامل الإنزيم

كيفية تداخل المثبّطات مع ارتباط عوامل الإنزيم

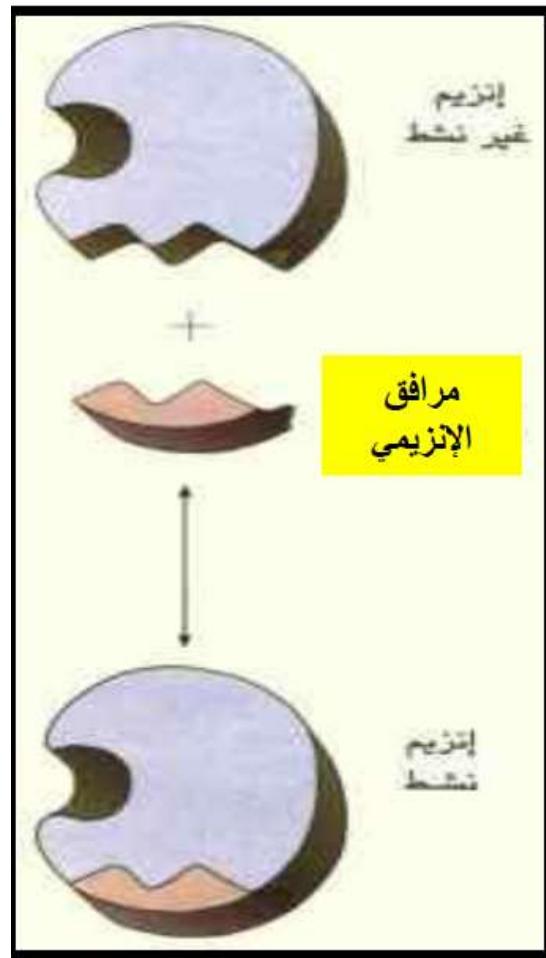
Competitive Inhibitor مثبط تنافسي



Noncompetitive Inhibitor مثبط غير تنافسي

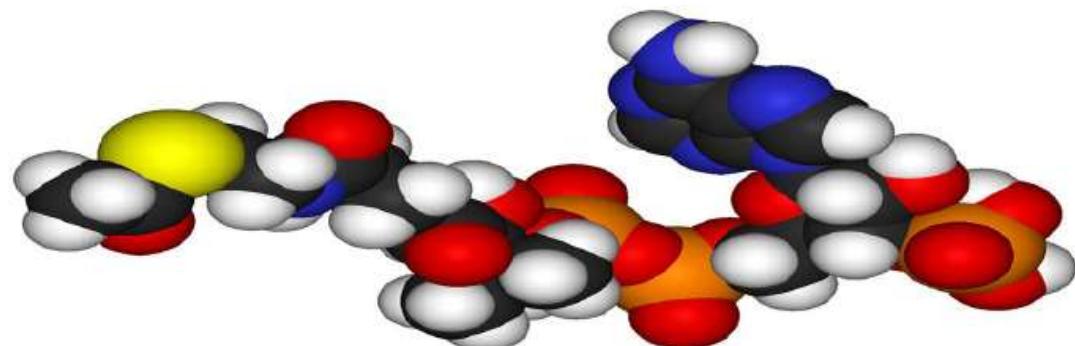


Enzyme inhibition التثبيط الإنزيمي



بـ أو قد تكون بشكل جزيئات عضوية معقدة تسمى **مرافق الإنزيم**، مثل الفتامينات (فتامين B) و هي ترتبط بالجزيء البروتيني من الإنزيم وقت التفاعل فقط .

Acetyl CoA مثل



● تحتاج بعض الإنزيمات أحياناً لكلا النوعين الأيونات الفلزية والجزئيات العضوية المعقدة.

1 Enzyme available with empty active site
إنزيم مجهز بموضع نشط فارغ

الموضع النشط
Active site



Enzyme (sucrase)
إنزيم (السكاريز- محلل للسكر)

Substrate (sucrose)
عامل إنزيمي (السكروز - سكر القصب)

2 Substrate binds to enzyme with induced fit
يرتبط العامل بإنزيمه
بعملية حد مناسبة



H_2O

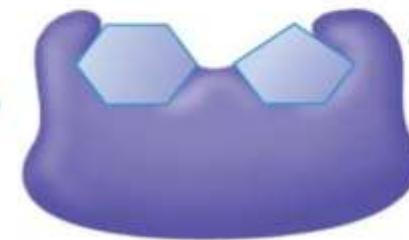
The catalytic cycle of an enzyme
دورة الحفز للإنزيم

Glucose
جلوكوز

Fructose
فروكتوز

4 Products are released
تحرر النواتج

3 Substrate is converted to products
يتحول العامل الإنزيمي إلى نواتج



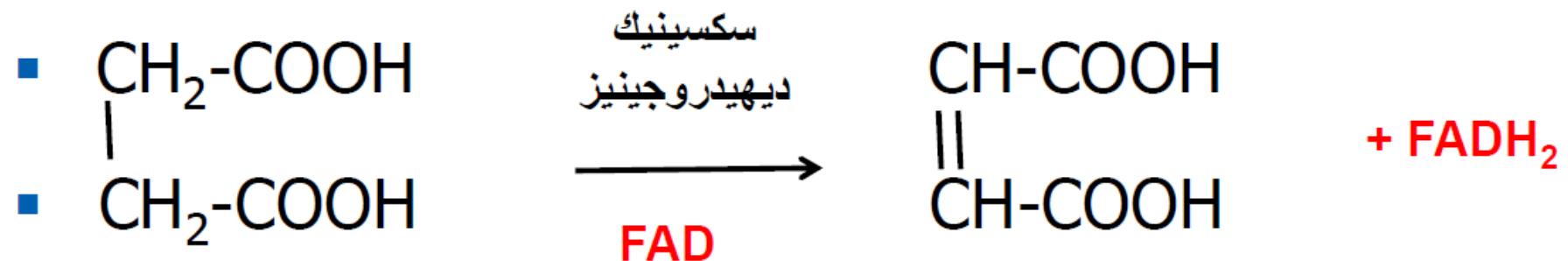


- **يحتاج الإنزيم لظروف بيئية معينة للقيام بنشاطه الأمثل**
 - درجة الحرارة هامة جداً ، حيث تعمل إنزيمات الإنسان بطريقة أفضل وأمثل عند درجة حرارة ٣٧ درجة مئوية (أو درجة حرارة الجسم)
 - درجة الحرارة العالية تؤدي إلى افساد "تغير طبيعة" إنزيمات الإنسان
 - تتطلب الإنزيمات أيضاً pH متعادل تقريباً من أجل نتائج أفضل

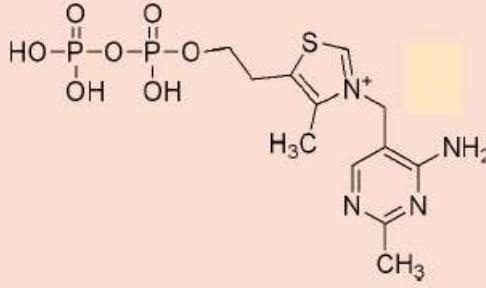
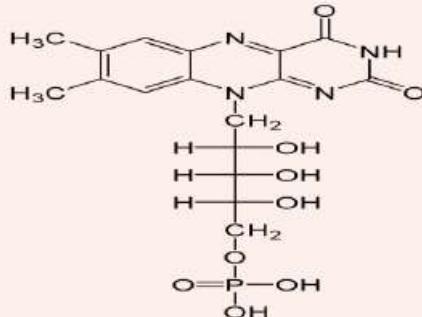
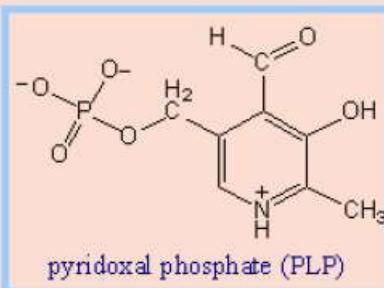
المرافق الإنزيمية

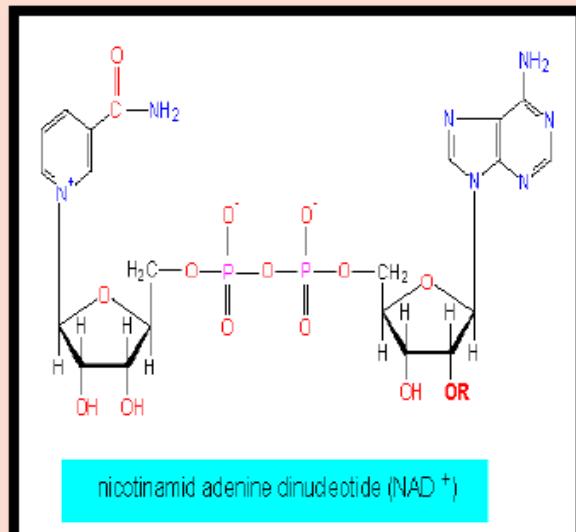
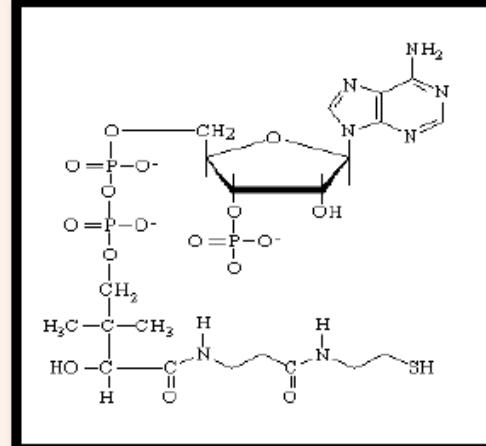


- المرافق الإنزيمية والمجموعات المرتبطة ضرورية لتفاعلات الإنزيمية
 فهي تعتبر حاملة لأحد نواتج التفاعل فمثلا عند عمل إنزيم السكسينيك ديهيدروجين على حامض السكسينيك فإنه ينتج حامض الفيوماريك والهيدروجين(دورة كربس) وهذا التفاعل يحتاج إلى FAD كمرافق إنزيمي والذي يحمل H₂ ولذلك يسمى حامل الهيدروجين



أمثلة على المرافق الإنزيمية الهامة الموجودة في الجسم

| الصيغة الكيميائية | نوع التفاعل الإنزيمي | الفيتامين | المرافق الإنزيمي |
|--|---|-----------------------------|---|
|  | إزالة مجموعة الكربوكسيل من الأحماض الكيتونية - الفا | الثiamين فيتامين B1 | الثiamين بيروفوسفات TPP |
|  | تفاعلات الأكسدة والاحتزال | الريبيوفلافين فيتامين B2 | فلافين أدنين أحادي FMN فلافين أدنين ثنائي النيكلوتيد FAD |
|  pyridoxal phosphate (PLP) | نقل مجموعة الأمينو | بيرودوكسين فيتامين B6 | بيردوكسال فوسفات PLP |

| الصيغة الكيميائية | نوع التفاعل الإنزيمي | الفيتامين | المرافق الإنزيمي |
|---|---------------------------|--|--|
|  <p>nicotinamid adenine dinucleotide (NAD^+)</p> | تفاعلات الأكسدة والاختزال | حمض النيكوتنيك B فيتامين المعقد | نيكوتيناميد أدينين ثانوي NAD نيكوتيناميد أدينين ثانوي NADP فوسفات |
|  | نقل مجموعة استايل | حمض البانتوثينيك B فيتامين المعقد | كو إنزيم A |

Examples of some enzymes that require metal ions as cofactors is shown in the table below



| cofactor | enzyme or protein |
|---------------------------------------|-------------------------|
| Zn ⁺⁺ | carbonic anhydrase |
| Zn ⁺⁺ | alcohol dehydrogenase |
| Fe ⁺⁺⁺ or Fe ⁺⁺ | cytochromes, hemoglobin |
| Fe ⁺⁺⁺ or Fe ⁺⁺ | ferredoxin |
| Cu ⁺⁺ or Cu ⁺ | cytochrome oxidase |
| K ⁺ and Mg ⁺⁺ | pyruvate phosphokinase |



Food sciences- Biochemistry /enzymes

Dhia Falih Al-fekaiki



<https://scholar.google.com/citations?user=EFkC7y4AAAAJ&hl=en>

<http://www.researcherid.com/rid/F-1710-2019>

<https://independent.academia.edu/Dhiaalfekaiki>

<https://www.mendeley.com/profiles/dhia-falih-al-fekaiki3/>

https://www.researchgate.net/profile/Dhia_Al-Fekaiki

<https://orcid.org/0000-0002-7510-5881>

<https://www.linkedin.com/in/dr-dhia-al-fekaiki-60265186/>

<https://publons.com/researcher/1718509/dhia-al-fekaiki/>



ACADEMIA



ORCID



Scopus®