

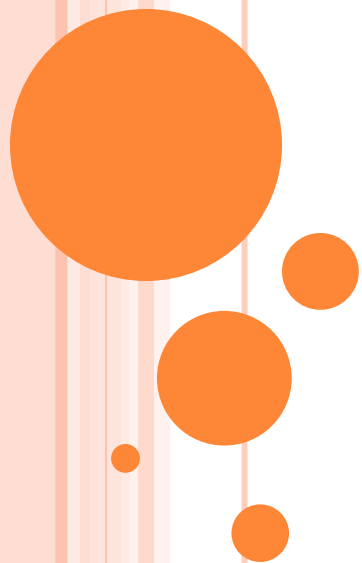


# مقرر فسيولوجيا النبات

الفرقة الأولى  
شعبة العلوم البيولوجية و الجيولوجية  
كلية التربية

د/ شيرين عبدالمحسن عبيد نصر  
قسم النبات و الميكروبيولوجى – كلية العلوم

# الإنزيماٲ



تعريف الإنزيم:

○ يعرف الإنزيم بأنه **مادة كيميائية عضوية**

التركيب **تتأثر بالحرارة** , و تتكون في

النباتات و الحيوانات و الكائنات الدقيقة ,

وتؤدي إلى **زيادة سرعة التفاعل**

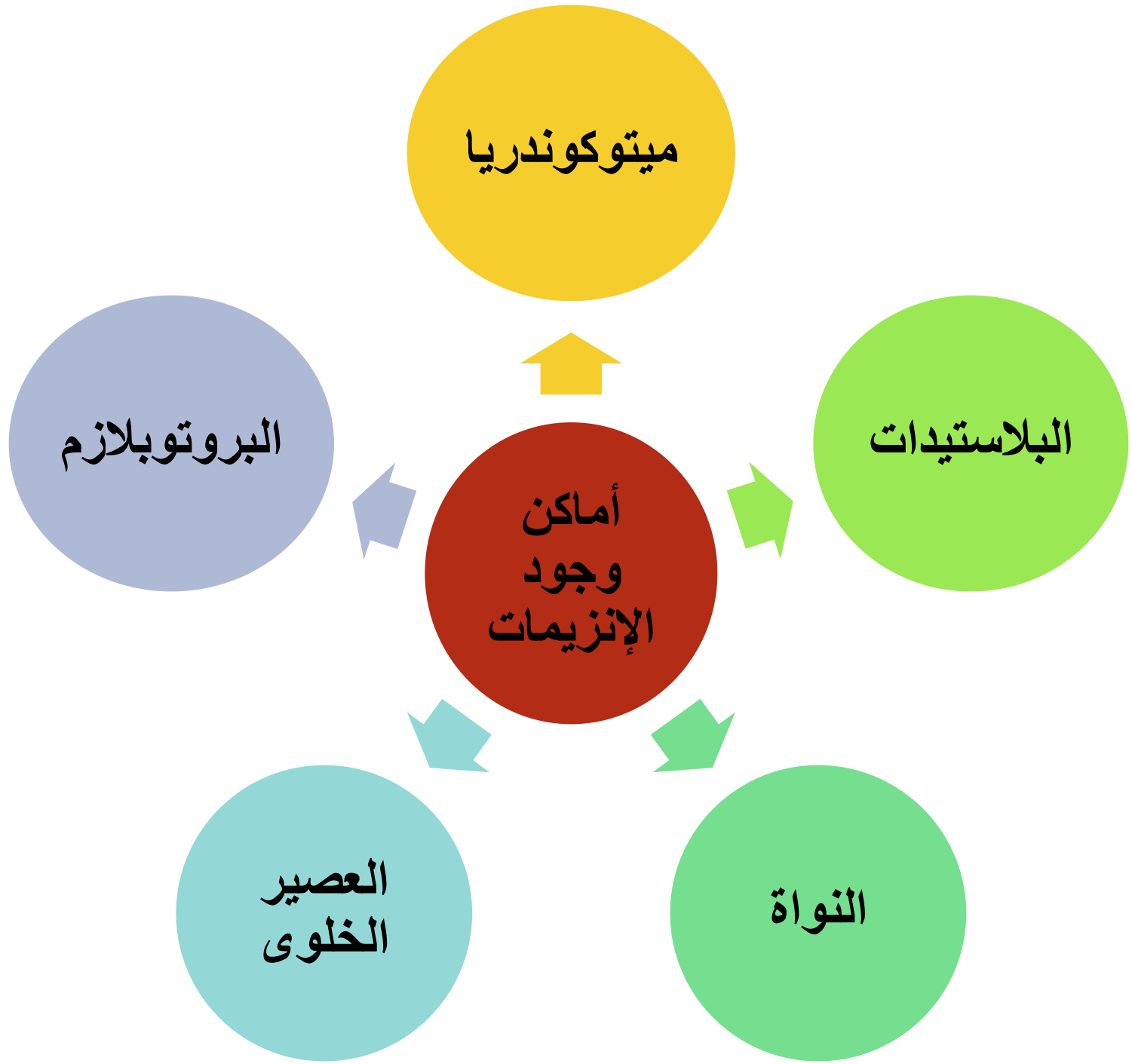
الكيميائي فيها دون أن تستهلك في هذه

العملية , و دون أن تصبح جزءاً من

نواتجها . أى أن الإنزيمات عوامل

مساعدة حيوية من نوع خاص.





## عمل الإنزيمات

خارج الخلايا  
إنزيمات خارجية  
exoenzyme

داخل الخلايا  
إنزيمات داخلية  
endoenzyme

مثل :

إنزيم البروتينيز الذي تفرزه النباتات اكلة الحشرات.

إنزيم الأميليز تفرزه الخلايا الطلانية في بذور الفصيلة النجيلية حيث يعمل على هضم حبيبات النشا الموجودة في الأندوسبرم

مثل إنزيمات اللازمة لعملية البناء الضوئي

## تسمية الإنزيمات

1. تسمى طبقاً لمادة الأساس التي تهاجم الإنزيم أو
2. لنوع التفاعل الذي تحفزه.
3. الإنزيمات يمكن تجميعها تحت تسميات توضح مجموعة معينة من المركبات المهاجمة :  
الكربوهيدريزات – البروتينيزات – الليبيزات.

□ عادة يضاف مقطع « يز » إلى مادة الأساس المهاجمة :

سكروز ..... سكريز

يوريا ..... يوريز



1. الإنزيمات فعالة بمقادير **متناهية** فى الصغر... يحلل إنزيم الإنفرتيز 10 أمثاله من قصب السكر فى ثانية واحدة.
2. الإنزيمات **لا تتأثر** بالتفاعل الذى تحفزه.
3. الإنزيمات **لا تؤثر** على توازن التفاعل على الرغم من أن الإنزيم يودى التفاعل بسرعة.
4. الإنزيمات تظهر **تخصص** للتفاعلات التى تحفزها.



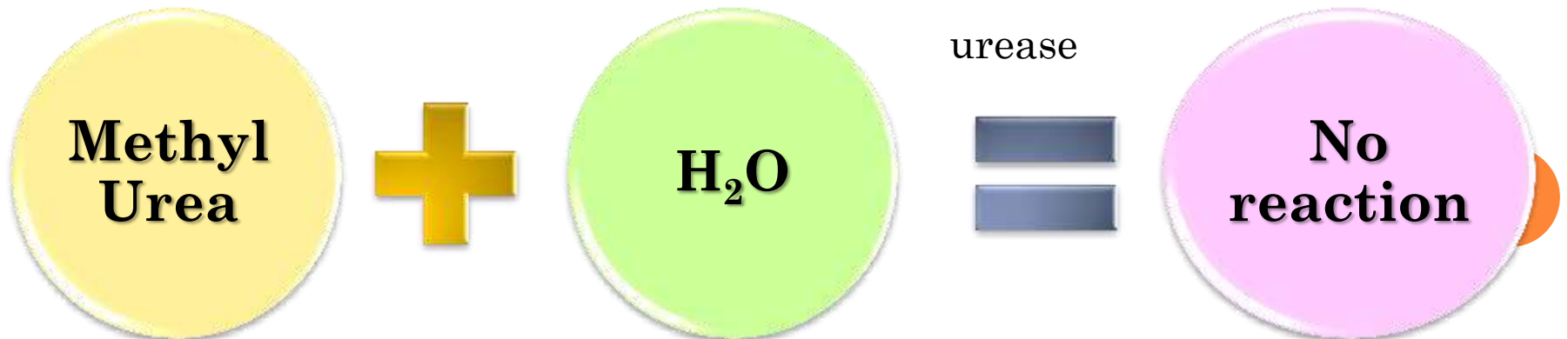
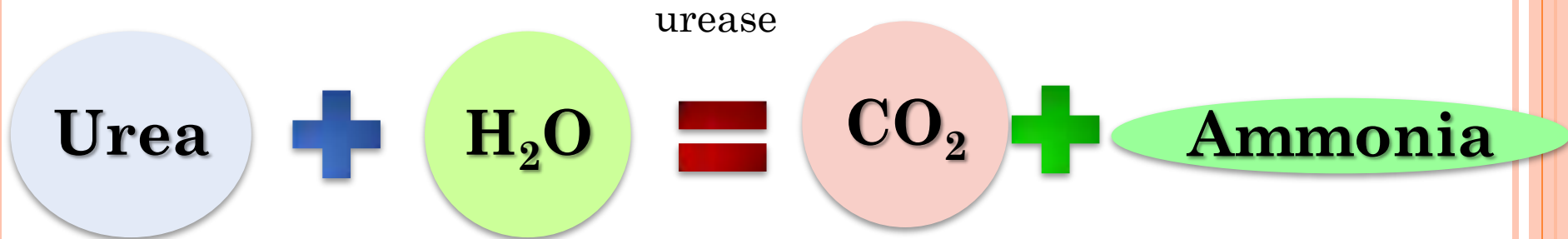
# تخصص الإنزيمات The specific action of enzyme





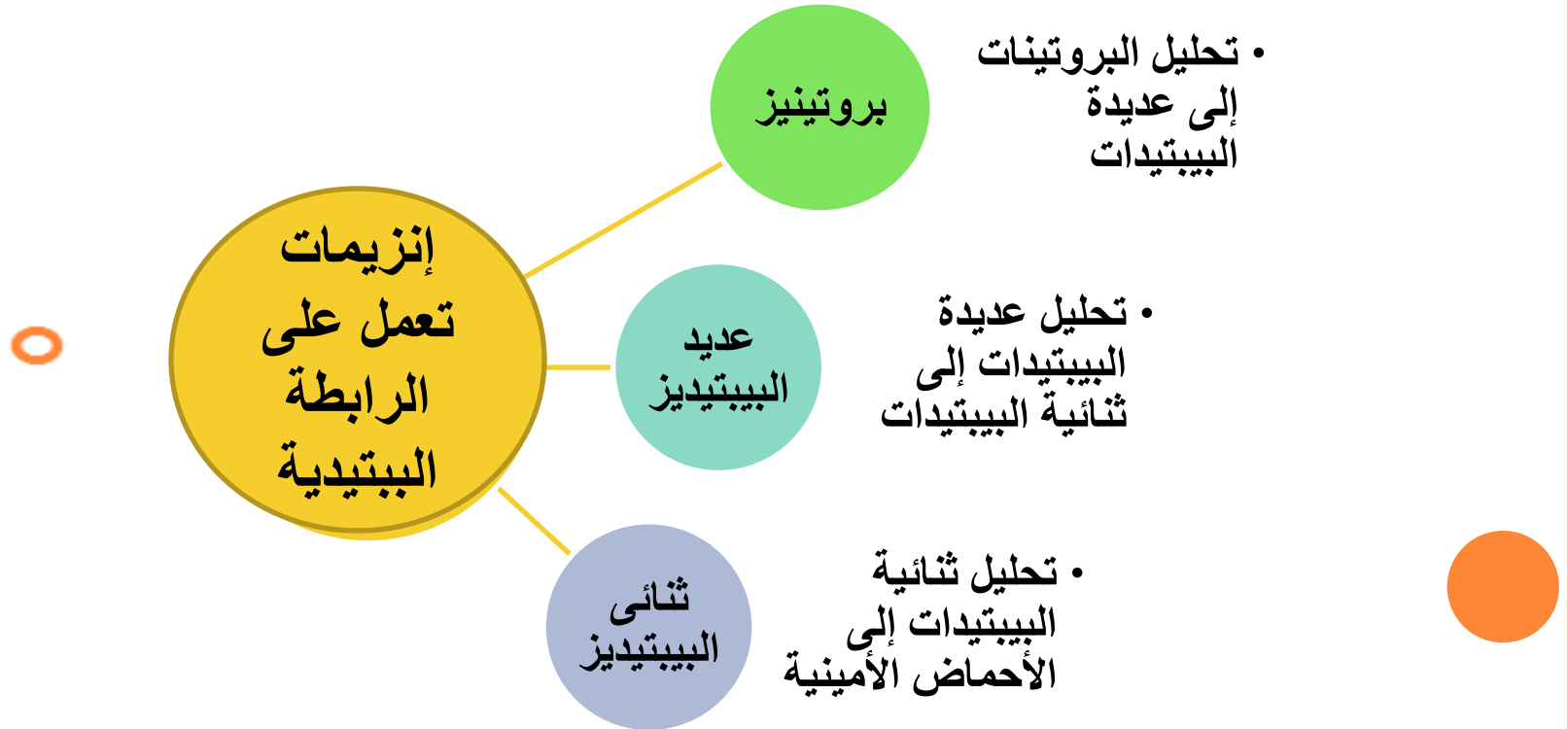
# 1- التخصص المطلق ABSOLUTE SPECIFICITY

○ هذا التخصص ينطبق على إنزيم اليوريز urease الذي يقوم بتحليل اليوريا إلى نشادر في حين لا يعمل على المثيل يوريا.



## 2- التخصص فى نوع الرابطة الكيميائية

- يتطلب عمل الإنزيم فى هذه الحالة وجود رابطة كيميائية من نوع ما فى مادة التفاعل التى تؤثر عليها فمثلا :
- إنزيم **الليباز** يعمل على **رابطة الأستر** الموجودة فى الدهون بغض النظر عن طبيعة الأحماض المكونة لهذه الدهون.
- إنزيم **أكسيداز الأدهيد** يعمل **أكسدة الأدهيدات** عن طريق نقل الهيدروجين منها, و لكن لايمتد عمل هذا الإنزيم إلى أى مجموعة أخرى غير الأدهيد.



### 3- التخصص فى البناء الفراغى

- يعمل الإنزيم على إحدى مادتين متشابهتين (isomers) دون الأخر.
- مثال: إنزيم اللاكتيك ديهيدروجينيز يعمل على اللاكتيك اليسارى و لا يعمل على اللاكتيك اليمينى.



# أنواع الإنزيمات

2- إنزيمات مرتبطة (معقدة)

Conjugated Enzymes  
(Complex)

تتكون من شق بروتيني و شق آخر  
غير بروتيني (يسمى الإنزيم الكامل  
(Holoenzyme)

الشق الغير بروتيني  
يسمى : العامل المساعد  
الإنزيمي ( Enzyme )  
(Cofactor

الشق البروتيني  
يسمى: جزيء الإنزيم  
الأساسي أو الإنزيم  
المجرد (Apo-  
enzyme)

1- إنزيمات بسيطة التركيب  
Simple Enzymes

تتكون من شق بروتيني فقط  
مثال:  
إنزيمات التحلل المائي



# العوامل المساعدة (Enzyme Cofactor)

المرافقات الإنزيمية Coenzymes

تختلف المرافقات الإنزيمية عن المجموعات الملاصقة في تكوينها وأهمية الإتصال بالجزء البروتيني بحيث يسهل فصل أحدهما عن الآخر لكونها ذات تركيب معقد للغاية

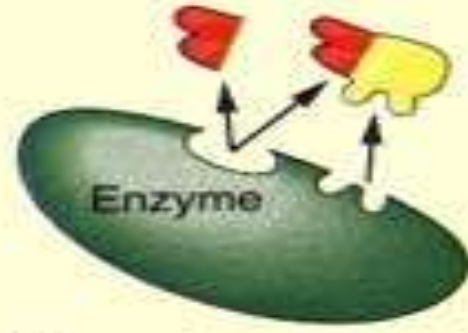
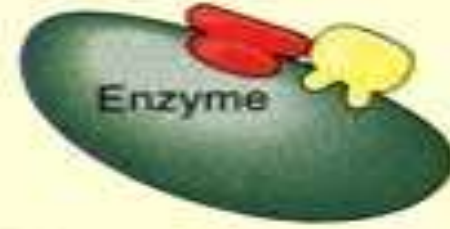
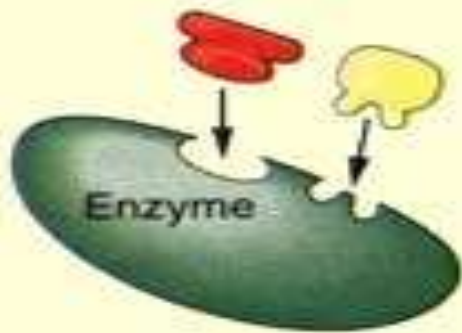
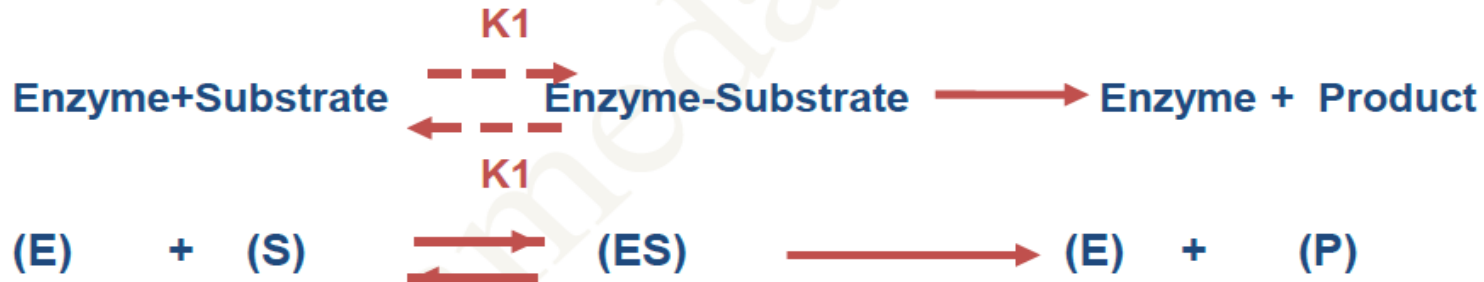
المجموعات الملاصقة (الإضافية)  
Prosthetic Group

وتعتبر جزء من الإنزيم ذاته لأنها وثيقة الارتباط بالجزء البروتيني للإنزيم بحيث يصعب فصل أحدهما عن الآخر.

تمثل غالباً بفلزات عناصر ثقيلة مثل الحديد – النحاس – الماغنسيوم – الكوبالت  
\* ايونات الحديد المرتبطة بإنزيم السيتوكروم

# آلية عمل الإنزيم

- الإنزيمات تعمل على تنشيط مادة التفاعل بالإتحاد معها أولاً مكونة مركب وسطي غير ثابت يسمى **الكتلة النشطة** التي تتحلل بعد ذلك إلى نواتج التفاعل و الإنزيم.
- و يكون هذا الأتحاد بين مادة لتفاعل و الإنزيم عن طريق مناطق نشطة على سطح الإنزيم تسمى **active sites**.



(a)

(b)

(c)



## العوامل التي تؤثر على النشاط الإنزيمي

1- تركيز مادة التفاعل

2- تركيز الإنزيم

3- درجة الحرارة

4- الرقم الهيدروجيني

5- المنشطات

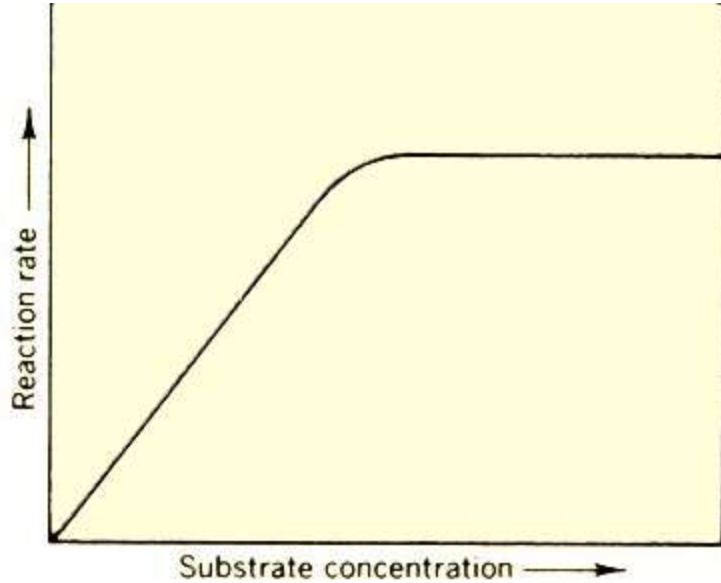
6- المثبطات

7- المحتوى المائي



## 1- تركيز مادة التفاعل

○ تزداد سرعة التفاعل الإنزيمي بزيادة تركيز مادة التفاعل ثم تصل إلى مرحلة ثبات و ذلك بسبب شغل جميع المراكز النشطة للإنزيم بجزئيات مادة التفاعل و بذلك يصبح أى زيادة فى تركيز مادة التفاعل غير مؤثر فى سرعة التفاعل.



○ يمكن ان يحدث تأثير معطل للتركيزات العالية من مادة التفاعل على النشاط الإنزيمي و ذلك بسبب:

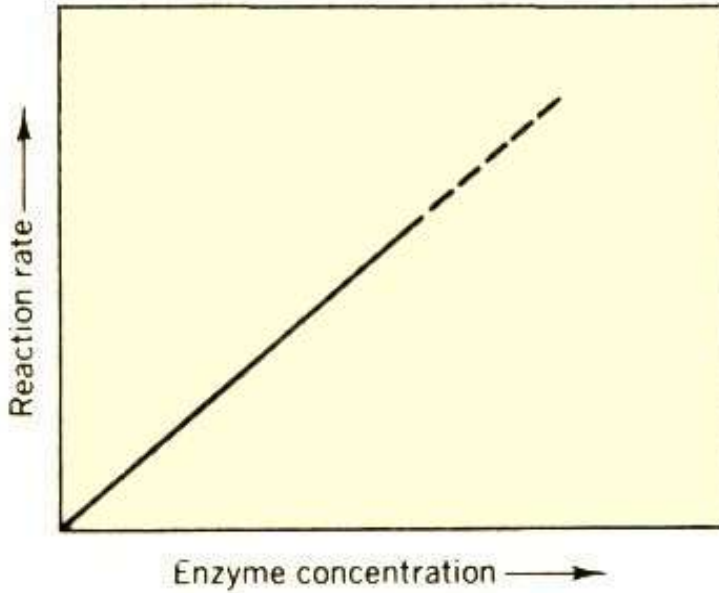
1. نتيجة لزيادة سرعة تراكم النواتج النهائية و بالتالى تقل فرصة التقاء مادة التفاعل مع الإنزيم.

2. قلة تركيز الماء التى تؤدى إلى منع حدوث تفاعل الإنزيم بطاقةه الكاملة.

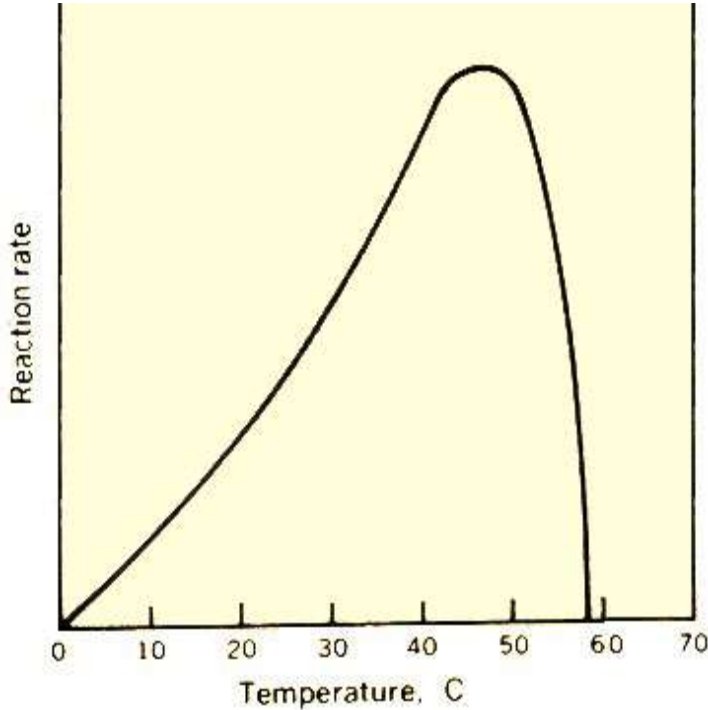


## 2- تركيز الإنزيم

- يزداد معدل التفاعل الإنزيمي زيادة طردية بزيادة تركيز الإنزيم , فبمضاعفة الإنزيم يتضاعف معدل التفاعل بشرط ثبات العوامل الأخرى.



### 3- درجة الحرارة

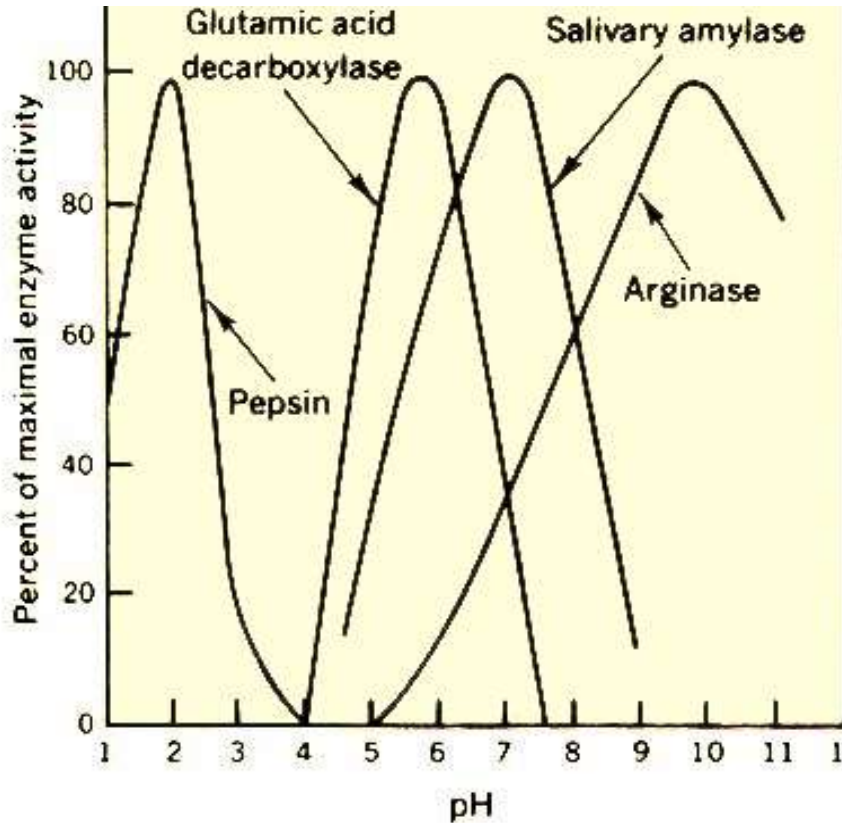


○ تتأثر سرعة سير التفاعل الإنزيمي بالحرارة و تتأثر أيضاً بطول الفترة التي يتعرض لها خليط التفاعل في هذه الدرجة .

○ سرعة التفاعلات الإنزيمية تزداد بزيادة الحرارة حتى تصل إلى درجة الحرارة المثلى.

○ لكل إنزيم ثلاثة درجات : درجة الحرارة الصغرى – درجة الحرارة المثلى – درجة الحرارة العظمى , وهي تختلف من إنزيم لآخر

## 4- الرقم الهيدروجيني



○ يتأثر نشاط الإنزيم بدرجة كبيرة بتركيز أيون الهيدروجين في الوسط الذي يحدث فيه التفاعل.

○ نشاط الإنزيم يكون في أحسن حالاته عند درجة مثلى من تركيز أيون الهيدروجين ثم يتدرج في القلة بسرعة بزيادة أو نقص تركيزه.

○ يختلف الرقم الهيدروجيني الأمثل من إنزيم لآخر.



## 5- المنشطات

### ○ المنشطات مركبات كيميائية متخصصة

تسرع من معدلات التفاعلات الإنزيمية.

### ○ بعض المنشطات تكون عامة في تأثيرها

بمعنى أنها تزيد من نشاط جميع الإنزيمات أو معظمها ( التركيزات المنخفضة من أملاح القلوويات و قلوويات المعادن).

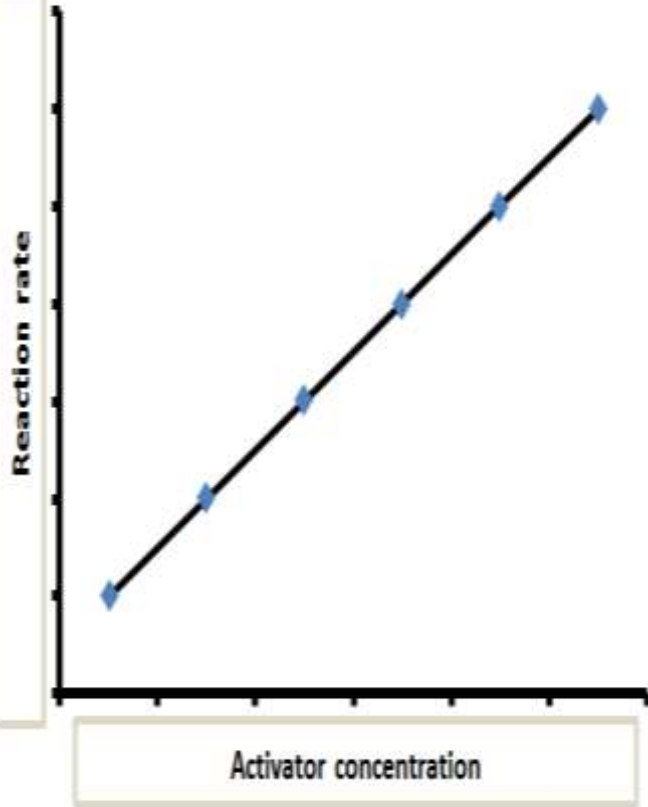
### ○ و بعض المنشطات تكون خاصة بإنزيمات

معينة (أيونات المنجنيز و الماغنسيوم).

### ○ يكون تأثير المنشطات أما مباشر على

الإنزيم وإما بإبعاد تأثير بعض المواد أو العوامل التي يؤدي وجودها إلى إبطال عمل

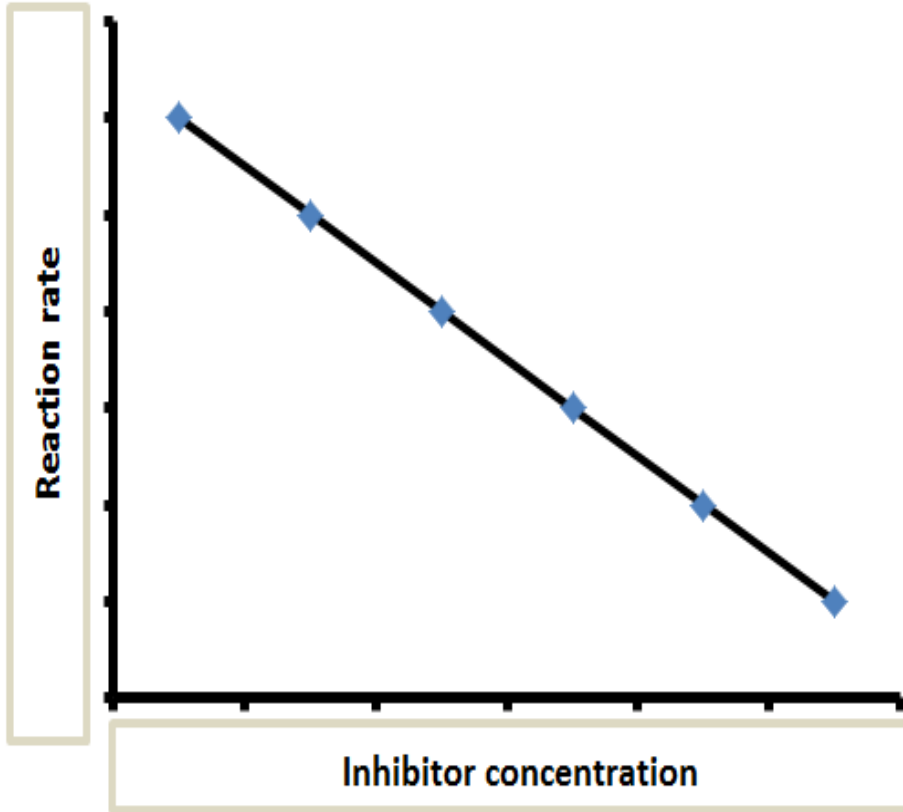
الإنزيم.



## 6- المثبطات

○ هناك مركبات يؤدي وجودها إلى وقف أو تعطيل عمل الإنزيمات تسمى المثبطات.

○ يعزى تأثيرها المثبط إلى أنها تتنافس مع مادة التفاعل في الأتحاد مع الإنزيم.



## 7- المحتوى المائى

○ **البذور الجافة** يكون النشاط الإنزيمى بها ضئيل أو معدوم و عندما تبدأ البذور فى تشرب الماء يزداد النشاط الإنزيمى زيادة طردية حيث زيادة نسبة الماء فى الأنسجة تعمل على خفض لزوجة البروتوبلازم فيساعد على سهولة انتشار مادة التفاعل و الإنزيم و نواتج التفاعل.

○ يعتبر الماء عامل هام و ضرورى فى التفاعلات الإنزيمية الذى **يمثل الماء فيها إحدى التفاعلات** , فمثلاً بذور الشعير لا تنبت إلا فى وجود الماء لأنه يشترك مع إنزيم الأميليز فى تحليل النشا.

○ قد ترجع أهمية الماء أحياناً إلى أنه يساعد على **تحول** الإنزيم من صورته الغير فعالة إلى الصورة الفعالة.

# تقسيم الإنزيمات

1- إنزيمات التحلل المائي  
Hydrolysing enzymes

2- إنزيمات الأكسدة – الإختزال  
Oxidation – reduction  
enzymes

3- إنزيمات الإضافة  
Adding enzymes

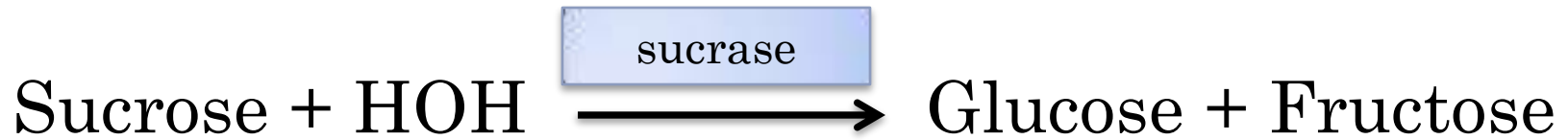
4- إنزيمات النقل  
Transferring enzymes

5- إنزيمات الأزمرة  
Isomerizing enzymes



## 1- إنزيمات التحليل المائي

يشمل هذا القسم الإنزيمات التي تساعد عمليات تحلل المواد المركبة تحللاً مائياً إلى جزيئات بسيطة التركيب، من البداية حتى النهاية بدون تدخل أي نوع آخر من الإنزيمات.

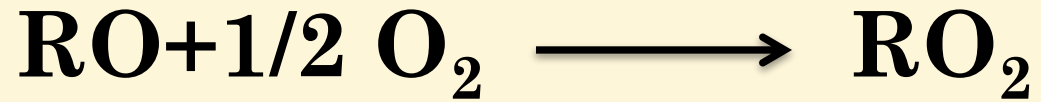




## 2- إنزيمات الأكسدة – الإختزال OXIDATION – REDUCTION ENZYMES

- الأكسدة و الإختزال عمليتان متضادتان متلازمتان , فإذا تأكسدت مادة إختزلت مادة أخرى فى نفس الوقت.
- تعتبر عمليات الأكسدة هى المصدر الأول للحصول على الطاقة فى الخلايا الحية.
- تتم عملية الأكسدة بطريقة أو أكثر من الطرق التالية:

1- إضافة  
أكسجين



2- نزع  
هيدروجين



3- فقد  
إلكترون أو  
أكثر



# تقسيم إنزيمات الأوكسدة – الإختزال

1- أكسيديزات oxidases

2- بيروأكسيديز  
peroxidases

3- كتاليز catalase

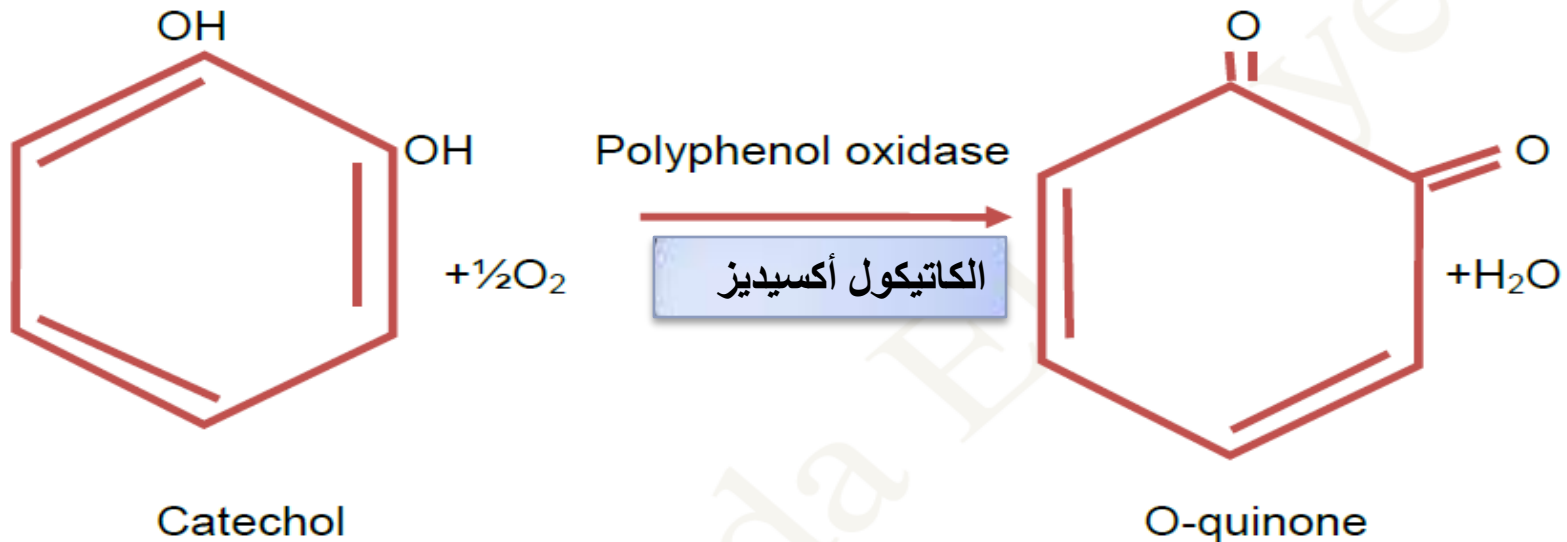
4- ديهيدروجينيزات هوائية  
aerobic  
dehydrogenases

5- ديهيدروجينيزات لاهوائية  
anaerobic  
dehydrogenases



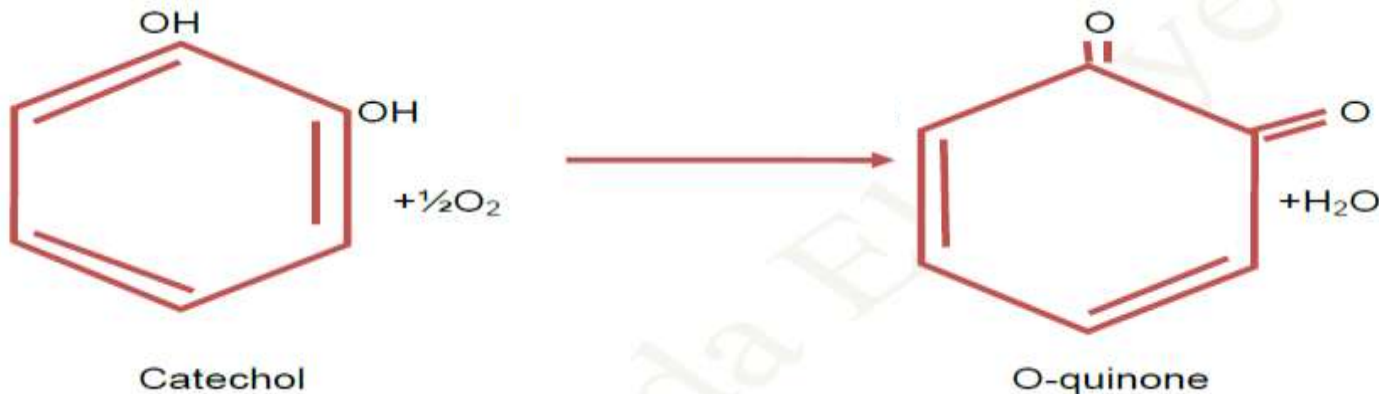
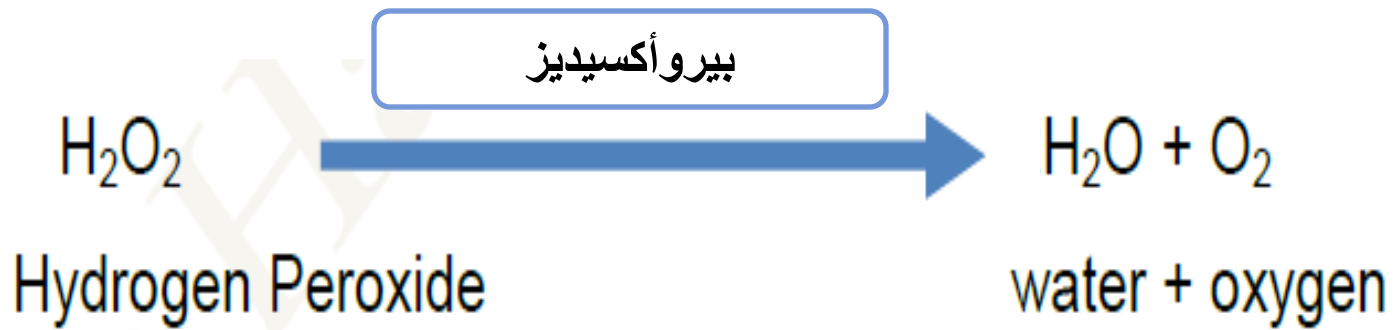
# 1- أكسيديزات OXIDASES

- هي مجموعة من إنزيمات الأكسدة تتركب من بروتينات متداخلة و تكون مجموعتها الفعالة إما بسيطة التركيب تتكون من ذرة نحاس و إما مركب عضوى به ذرة حديد أو زنك.
- مثال: أكسيديزات الفينول: هي تساعد على أكسدة المواد الفينولية بواسطة الأكسجين الجزئى . مثال الكاتيكول أكسيديز



## 2- بيروأكسيداز PEROXIDASES

- تعمل أفراد هذه المجموعة في وجود فوق الأكاسيد العضوية أو في وجود فوق أكسيد الهيدروجين , الذي يتكون أثناء التحولات الكيميائية التي تحدث في الخلايا الحية و يشكل تراكمها خطراً على حياة النبات.





## 4- ديهيدروجينيزات هوائية AEROBIC DEHYDROGENASES

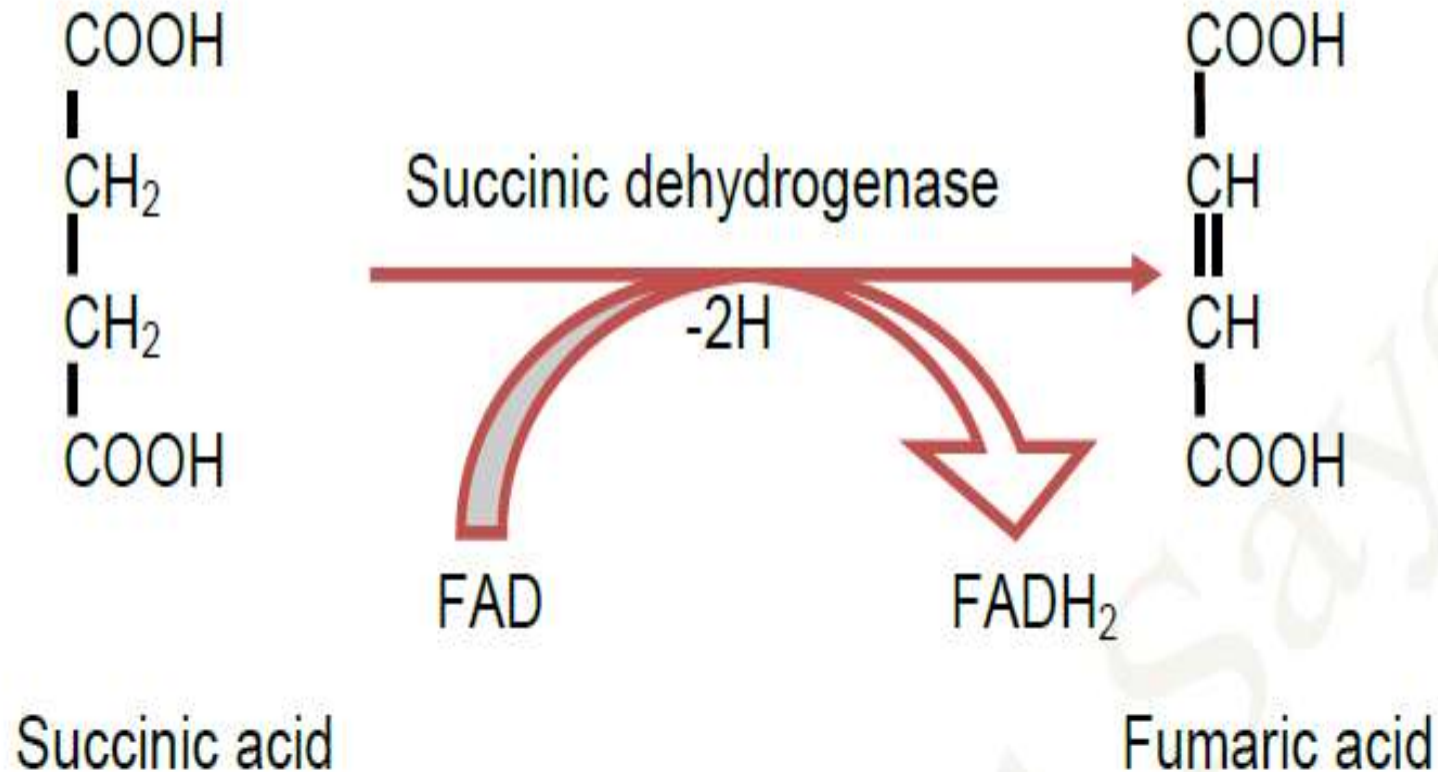
○ تشمل الإنزيمات التي تساعد على أكسدة بعض المواد العضوية بنقل الهيدروجين منها إلى الأوكسجين الجزيئي أو إلى أزرق الميثيلين إذا أضيف إلى وسط التفاعل حيث يختزل و يختفى لونه.



# 5- ديهيدروجينيزات لاهوائية ANAEROBIC DEHYDROGENASES

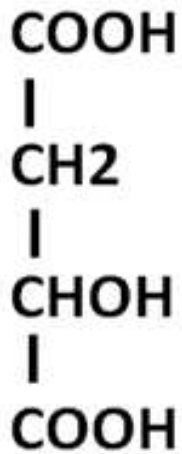
تقوم بنقل الأيدروجين إلى أي مستقبل أيدروجيني خلاف الأكسجين ومن أمثلتها إنزيم

ديهيدروجينيز السكسينيك ويحفز التفاعل التالي :-

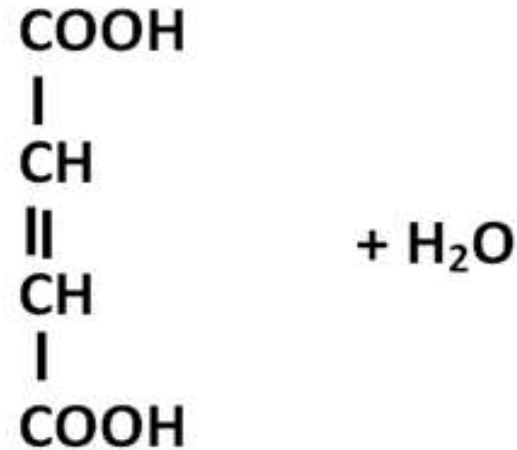


### 3- إنزيمات الإضافة ADDING ENZYMES

- تشمل الإنزيمات التي تساعد على الأنشقاق البسيط بدون تدخل متفاعلات أخرى.
- مثال إنزيم الفيوماريز الذي يساعد على تحول حامض المالك إلى حامض الفيوماريك و ماء. (يلاحظ أن التفاعل العكسي عملية إضافة لذلك سميت هذه الإنزيمات بإنزيمات الإضافة).



Malic acid



Fumaric acid

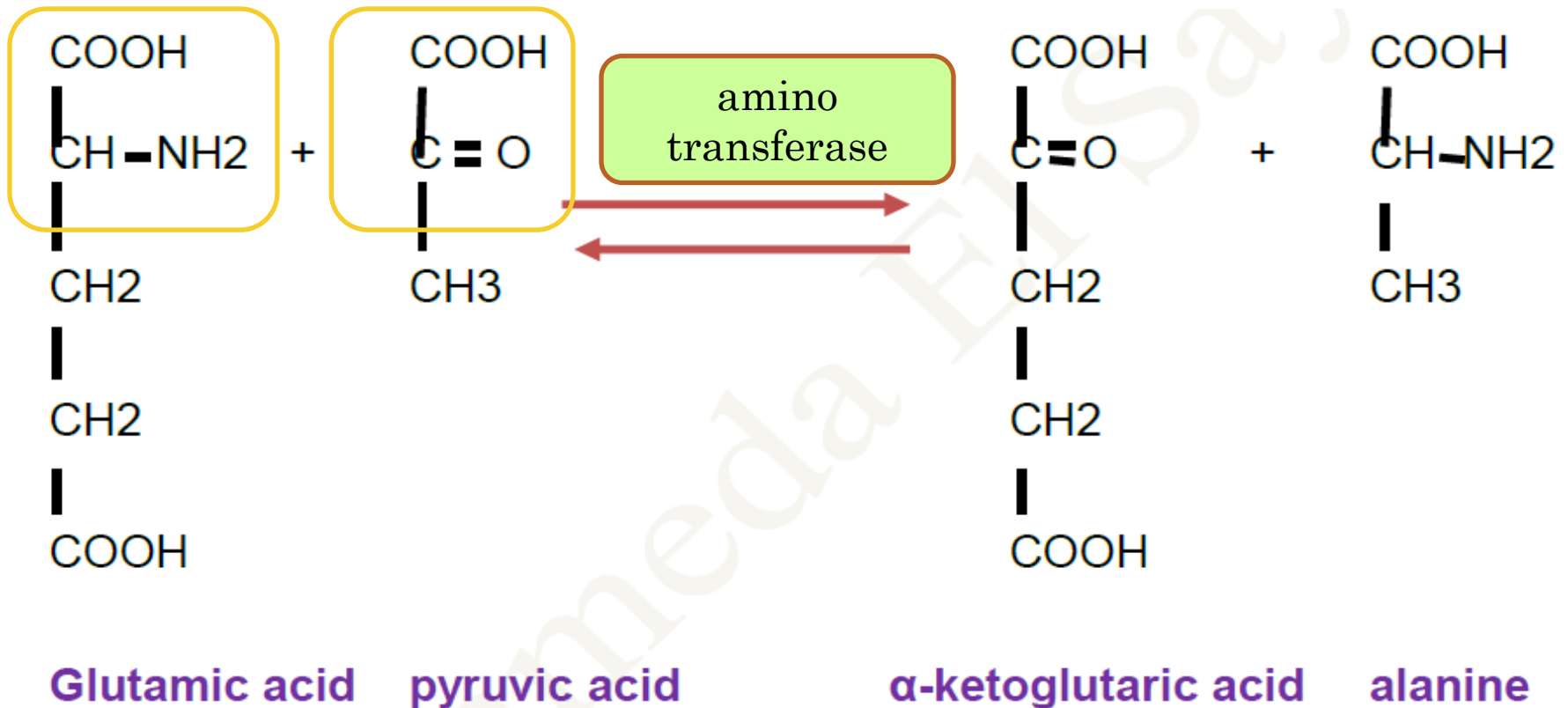




## 4-إنزيمات النقل

# TRANSFERRING ENZYMES

- تشمل مجموعة الإنزيمات التي تعمل على نقل بعض المجموعات من جزيء مادة عضوية إلى جزيء مادة أخرى.



## 5-إنزيمات الأزمرة ISOMERIZING ENZYMES

- إنزيمات خاصة بالتغير الداخلي في تركيب المادة . و هي هامة جداً في عملية التنفس.
- مثال : إنزيمات تحول فوسفات الجلوكوز إلى فوسفات الفركتوز بواسطة جلوكوز فوسفات أيزومريز.



**[https://staffsites.sohag-univ.edu.eg/shereen\\_ebaid](https://staffsites.sohag-univ.edu.eg/shereen_ebaid)**

