

التمرين رقم	التمرين	عناصر الإجابة																														
01	<p>تستعمل الخلايا غير ذاتية التغذية المادة العضوية المنتجة من طرف النباتات اليخضورية للتزود بالطاقة الضرورية لنشاطها. لتحديد مصدر هذه الطاقة و التعرف على طرق تجديدها نقترح الدراستين التاليتين:</p> <p>• <b>الدراسة الأولى:</b></p> <p>تم زرع خلايا الخميرة في وسطين (أ) و (ب) في ظروف مختلفة، وبعد مدة زمنية تختلف باختلاف الوسط تم القيام بمجموعة من القياسات، يترجم الجدول أسفله الظروف التجريبية و النتائج المحصل عليها:</p> <table><tr><th colspan="2">ظروف التجربة</th><th colspan="4">النتائج المحصل عليها</th></tr><tr><th>الوسط</th><th>الأوكسجين</th><th>كتلة الكليكويز ب g</th><th>كتلة الكليكويز ب g</th><th>كتلة الخميرة المركبة ب g</th><th>الكحول الإيثيلي</th><th>H2O</th><th>الطاقة</th></tr><tr><td>أ</td><td>+</td><td>150</td><td>0</td><td>1.97</td><td>-</td><td>+</td><td>Q1</td></tr><tr><td>ب</td><td>-</td><td>150</td><td>105</td><td>0.25</td><td>+</td><td>+</td><td>Q2</td></tr></table> <p><b>ملحوظة:</b> (+): موجود (-): غياب (Q1 أكبر من Q2) الكحول الإيثيلي : C2H5OH</p> <p>من جهة أخرى بينت الملاحظات بواسطة المجهر الالكتروني لخلايا الوسطين وجود العضوي (هـ) الممثل في الوثيقة جانبه بكثافة في خلايا الوسط (أ) بينما لا يلاحظ إلا نادرا في خلايا الوسط (ب).</p> <p>1- تعرف العضوي (هـ) ثم انقل الحروف و اكتب الأسماء المناسبة لها؟</p> <p>2- معتمدا على معطيات الجدول و الملاحظة المجهرية حدد معللا إجابتك في أي الوسطين تحدث ظاهرة التنفس وفي أيهما يحدث التخمر؟</p> <p>3- بتوظيفك للمعطيات الواردة في الجدول أكتب التفاعل الكيميائي الإجمالي لهاتين الظاهرتين.</p> <p>علما أن التفاعلات الكيميائية لظاهرة التنفس تتم على ثلاث مستويات داخل الخلية.</p> <p>4- أذكر اسم كل مرحلة مبينا المستوى الخلوي الذي تحدث فيه.</p> <p>• <b>الدراسة الثانية:</b></p> <p>قمنا بحساب العدد النهائي لجزيئات ATP التي تتكون أثناء التفاعلات الحيكيميائية للتنفس و التخمر فوجدنا أن التنفس ينتج 38 ATP بينما التخمر ينتج 2 ATP.</p> <p>5- بين كيف تتدخل ATP في تحرير الطاقة في الوسطين (أ) و (ب).</p> <p>6- كيف يمكن تفسير الفرق في كتلة الخميرة المركبة في كلا الوسطين.</p>	ظروف التجربة		النتائج المحصل عليها				الوسط	الأوكسجين	كتلة الكليكويز ب g	كتلة الكليكويز ب g	كتلة الخميرة المركبة ب g	الكحول الإيثيلي	H2O	الطاقة	أ	+	150	0	1.97	-	+	Q1	ب	-	150	105	0.25	+	+	Q2	<p>1- الميتوكوندري – (أ) الغشاء الخارجي، (ب) الغشاء الداخلي، (ج) الماتريس، (د) العرف.</p> <p>2- تحدث ظاهرة التنفس بالوسط (أ)، استهلاك تام للكليكويز و ارتفاع كثافة الميتوكوندري في خلايا هذا الوسط.</p> <p>- تحدث ظاهرة التخمر بالوسط (ب)، نظرا لتشكل الكحول و الاستهلاك الغير التام للكليكويز و ندرة الميتوكوندريات.</p> <p>3- التفاعل الكيميائي الإجمالي لظاهرة التنفس هو: <math>C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \rightarrow 6H_2O + 6CO_2</math></p> <p>- التفاعل الكيميائي الإجمالي لظاهرة التخمر هو: <math>C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2C_2H_5OH + 2CO_2</math></p> <p>4- المرحلة 1: انحلال الكليكويز و تتم على مستوى الجبلة الشفافة.</p> <p>- المرحلة 2: دورة Krebs و تتم على مستوى الماتريس.</p> <p>- المرحلة 3: السلسلة التنفسية و تتم على مستوى الغشاء الداخلي للميتوكوندري.</p> <p>5- عن طريق الحلمأة.</p> <p>6- يعود الفرق في كتلة الخميرة المركبة في كلا الوسطين إلى عدد جزيئات ATP المحلأة، حيث كلما كان عدد الجزيئات ATP المحلأة مرتفعا إلا و ازدادت كتلة الخميرة المركبة، وذلك بالنسبة للوسط (أ)، و العكس صحيح بالنسبة للوسط (ب).</p>
	ظروف التجربة		النتائج المحصل عليها																													
الوسط	الأوكسجين	كتلة الكليكويز ب g	كتلة الكليكويز ب g	كتلة الخميرة المركبة ب g	الكحول الإيثيلي	H2O	الطاقة																									
أ	+	150	0	1.97	-	+	Q1																									
ب	-	150	105	0.25	+	+	Q2																									
	<p>في إطار دراسة كيفية حصول بعض الكائنات الحية على الطاقة اللازمة لإنتاج مادتها و نموها، نعتبر المعطيات التالية:</p> <p>تم زرع كمية متماثلة (360g) من خميرة البيرة (كائن وحيد الخلية) في وسطين لهما نفس التركيب، لكن الأول هوائي و الثاني لاهوائي. بعد مدة زمنية معينة، تم قياس كتلة الخميرة بالوسطين. يلخص الجدول جانبه النتائج المحصل عليها.</p> <p>1- أ- ذكر بالطبيعة الكيميائية للكليكويز.</p> <p>ب- أكتب صيغته الكيميائية الإجمالية.</p> <p>ت- ماهو إذن دور الكليكويز في الوسطين 1 و 2؟</p> <p>بواسطة معدات خاصة، تم تحديد نواتج التفاعلات بالوسطين المذكورين أعلاه.</p> <p>يلخص الجدول أسفله النتائج المحصل عليها.</p> <p>2- أ- استنتج الظاهرة التي تحدث في كل وسط. وضح جوابك.</p>	<table><tr><th>الوسط</th><th>كتلة الخميرة بعد استهلاك مول واحد من الكليكويز</th></tr><tr><td>1: وسط غني ب O2 + مول واحد من الكليكويز.</td><td>468 g</td></tr><tr><td>2: وسط عديم O2 + مول واحد من الكليكويز.</td><td>363.6 g</td></tr></table> <p>1- أ- ب- سكر أحادي C6H12O6 ت- مصدر الطاقة بالنسبة لخلايا الخميرة.</p> <p>2- أ- في الوسط 1 = التنفس: الحصول على H2O و CO2 مواد غير طاقية.</p> <p>في الوسط 2 = التخمر: الحصول على CO2 + مواد عضوية طاقية.</p> <p>ب- انظر التمرين 1 السؤال 3.</p>	الوسط	كتلة الخميرة بعد استهلاك مول واحد من الكليكويز	1: وسط غني ب O2 + مول واحد من الكليكويز.	468 g	2: وسط عديم O2 + مول واحد من الكليكويز.	363.6 g																								
الوسط	كتلة الخميرة بعد استهلاك مول واحد من الكليكويز																															
1: وسط غني ب O2 + مول واحد من الكليكويز.	468 g																															
2: وسط عديم O2 + مول واحد من الكليكويز.	363.6 g																															

ب- اكتب التفاعل المناسب لكل ظاهرة.  
ت- كيف تفسر إذن كون الطاقة المحررة خلال الظاهرة التي تمت في الوسط 1، أكبر من تلك المحررة خلال الظاهرة التي تمت في الوسط 2؟

نواتج التفاعلات		
المواد المحررة	كمية الطاقة المحررة	
الوسط 1	CO <sub>2</sub> . H <sub>2</sub> O	2815 Kj
الوسط 2	CH <sub>3</sub> -CH <sub>2</sub> -OH	167 Kj

علما أن جزءا من الطاقة المحررة في الوسطين تم تحويله إلى ATP على الشكل التالي:

- في الوسط 1: تم تحويل 1138 Kj.
- في الوسط 2: تم تحويل 67 Kj.

3-

أ- احسب المردودية الطاقية في كل وسط.

ب- كيف تفسر إذن الاختلاف الملاحظ في نمو الخميرة؟

تبين الوثيقة 1 رسمين تخطيطيين لخلايتي خميرة البيرة، (الشكل أ) و (الشكل ب)) تم أخذهما على التوالي من الوسطين 1 و 2.

4- اعط انطلاقا من الوثيقة 1 العناصر التي قد تكون مسؤولة عن إنتاج الطاقة في الوسط الهوائي. علل جوابك

في وسط تجريبي مناسب ومعزول عن الوسط الخارجي يحتوي على Pi وكمية محددة من O<sub>2</sub> وضع عدد معين من الميتوكوندريات (على شكل محلول). تم قياس تغير نسبة O<sub>2</sub> بالوسط بعد إضافة إليه ADP و CNK. تبين الوثيقة 2 النتائج المحصل عليها.

5-

أ- قدم - باعتبار معطيات التجربة و نتائجها، العناصر المستعملة لإنتاج ATP على مستوى الميتوكوندري.

ب- كيف تفسر إذن عدم إنتاج ATP في الحالة 2 للوثيقة 2؟

ت- علما أن تفاعل المواد الكيميائية المكونة ل ATP يحتاج لطاقة، اكتب تفاعل تركيب ATP.

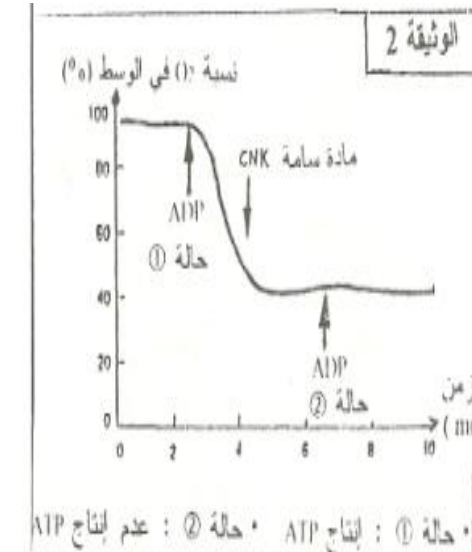
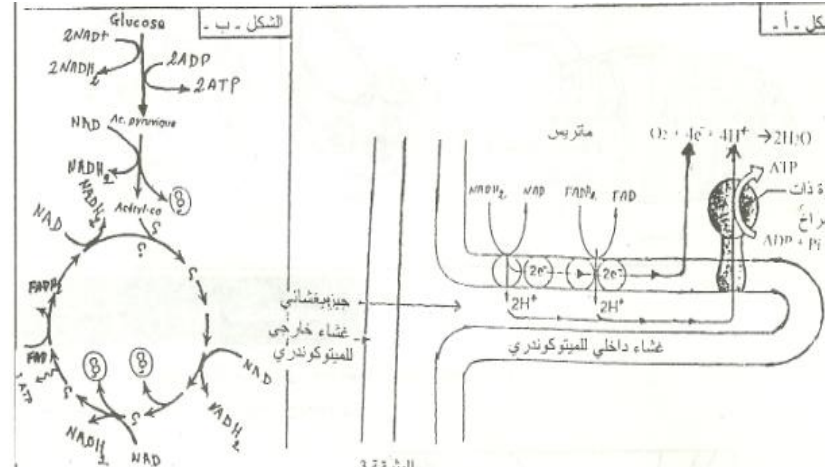
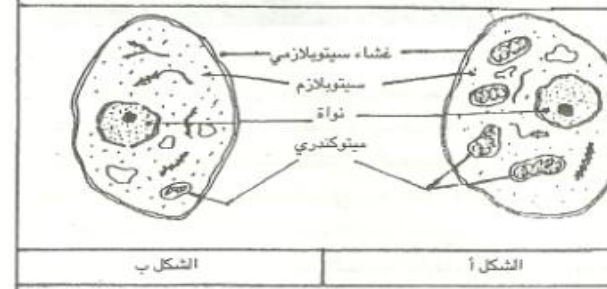
على مستوى الجبلة الشفافة للخلية، تعطي جزيئة واحدة من الكليكو ز جزيئتين من حمض البيروفيك. يبين الشكلان أ و ب للوثيقة 3 بعض التفاعلات الأساسية التي تحدث على مستوى الخلية الحية.

6- استخرج دور ال O<sub>2</sub> في هذه التفاعلات.

علما أن أكسدة: - جزيئة واحدة من NADH<sub>2</sub> يتم تركيب 3 ATP.

- جزيئة واحدة من FADH<sub>2</sub> يتم تركيب 2 ATP.

7- احسب مستعينا بالشكل ب، الوثيقة 3، عدد جزيئات ATP الناتجة عن استعمال جزيئة واحدة من الكليكو ز من طرف الخلية الحية في الوسط الهوائي.



ت- في الوسط 1: تم الهدم التام الكلي للكليكو ز مع استخراج كلي للطاقة الكامنة فيه.

في الوسط 2: هدم غير تام للكليكو ز مع الحصول على مواد عضوية بها طاقة كامنة.

3-أ- في الوسط 1: 40%

في الوسط 2: 2.3%

ب- في وسط غني ب O<sub>2</sub> يسمح بهدم تام للكليكو ز و توفير نسبة أكبر من جزيئات ATP، وهذه الطاقة كافية لمختلف

الاستقلابات و التركيبات و بالتالي نمو أكبر. والعكس صحيح بالنسبة للوسط المفتقر ل O<sub>2</sub>.

4- العنصر المسؤول عن إنتاج الطاقة هو الميتوكوندري نظرا لبروز بنيتها و ارتفاع عددها في الخلية الموجودة في الوسط الهوائي.

5-أ- O<sub>2</sub> - Pi - ADP ب- بعد إضافة المادة السامة

CNK لا يتم استهلاك الأوكسجين. ت-

ATP ----- ADP + Pi + energie

6- دور الأوكسجين في هذه المتقلبات هو المتقبل النهائي للبروتونات H<sup>+</sup>.

7- خلال الأكسدة التنفسية: من حمض البيروفيك إلى أستيل مساعد الأنزيم A.

1NADH<sub>2</sub>===== 3ATP  
1ATP ===== 1ATP  
3NADH<sub>2</sub> ===== 9ATP  
1 FADH<sub>2</sub> ===== 2 ATP

15 ATP X 2 = **30 ATP**

2 ATP ===== 2 ATP  
2 NADH<sub>2</sub> ===== 6 ATP

**8 ATP**

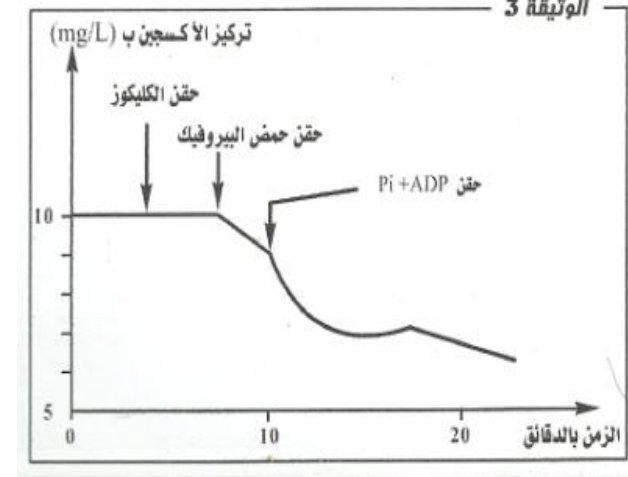
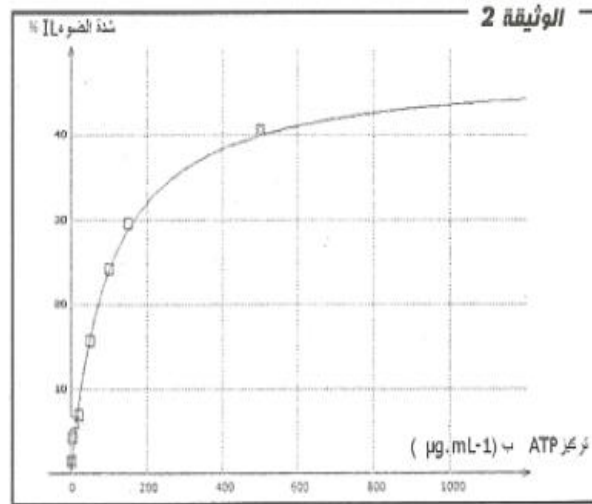
إذن جزيئة واحدة من الكليكو ز تنتج **38 ATP**.

اليراعة Le Lampyre حشرة تضئ ليلا، وتسمى هذه الظاهرة بـ "التلألؤ البيولوجي" Bioluminescence. تستهلك هذه الظاهرة الطاقة الكامنة في ATP ، وتستخدم هذه الأضواء على وجه الخصوص أثناء فترة التزاوج. لمعرفة بعض أوجه تدخل و إنتاج ATP في هذه الظاهرة، نقترح المعطيات التالية:

- تم عزل أنزيم Luciferase ومادة Luciférine الموجودتين في سيتوبلازم خلايا حشرة اليراعة، وأجريت تجارب "التلألؤ البيولوجي".
- يلخص جدول الوثيقة 1 ظروف و نتائج هذه التجارب.

أنابيب الاختبار	محتوى الأنابيب	النتائج
1	أنزيم + ATP + Luciferase + مادة	عدم إصدار الضوء
2	أنزيم + O <sub>2</sub> + Luciferase + مادة	عدم إصدار الضوء
3	أنزيم + ATP + Luciferase + O <sub>2</sub> + مادة	إصدار الضوء

- تم وضع مستخلصات بطن اليراعة بوجود الأوكسجين في الوسط، كما تم قياس شدة الضوء حسب تركيز ATP في الوسط، و توضح الوثيقة 2 النتائج المحصل عليها.
- 1- انطلاقا من تحليلك لمعطيات الوثيقتين 1 و 2 ، استخلص شروط حدوث ظاهرة "التلألؤ البيولوجي" و بين كيف يتدخل ATP في هذه الظاهرة.
- قصد فهم كيفية إنتاج ATP داخل الخلية، تم عزل الميتوكوندري من خلايا حيوانية، وتم تتبع تركيز الأوكسجين في الوسط، باستعمال عدة التجارب المنجزة بمساعدة الحاسوب (ExAO)، و تبين الوثيقة 3 الظروف و النتائج التجريبية المحصل عليها.
- 2- بالاستناد إلى معطيات الوثيقة 3، وعلى معلوماتك بين كيف يتم إنتاج ATP داخل الخلية؟



- تؤدي ظاهرة التنفس على مستوى الخلية الحية إلى استهلاك تام لجزيئة الكليكو و إنتاج ATP عبر سلسلة من تفاعلات أكسدة – إختزال داخل الجبلة الشفافة و داخل الميتوكوندري. لفهم كيفية إنتاج ATP عن طريق هذه التفاعلات نقترح المعطيات الآتية:
- بواسطة تقنية خاصة تم وضع ميتوكوندريات حية في وسط ملائم مشبع بثنائي الأوكسجين ذو  $PH = 7.5$  ، ثم نتتبع تطور تركيز كل من الأوكسجين و ATP في هذا الوسط. تمثل الوثيقتان 1 و 2 الظروف و النتائج المحصل عليها.
- استنادا إلى الوثيقتين 1 و 2، اعط تفسيرا للنتائج المحصل عليها.
  - تمثل الوثيقة 3 تغير تركيز ATP بدلالة الزمن قبل و بعد إضافة ثنائي الأوكسجين لوسط يحتوي على ميتوكوندريات.
  - باستعانك بالوثيقة 3 و معلوماتك، استخلص العلاقة بين O<sub>2</sub> و إنتاج ATP .
  - اعتمادا على معطيات السابقة، أنجز رسما تخطيطيا وظيفيا يوضح إنتاج ATP على مستوى الميتوكوندري.

1- يتبين أن الأوكسجين و ATP ضروريان لانبعاث الضوء. يبين الأنبوب 2 على أن الطاقة ليست بالطاقة الكيميائية التي يتم تحويلها مباشرة إلى فتونات. يبين الأنبوب 3 أن أكسدة جزيئة Luciferine المحفزة بأنزيم Luciferase تولد الضوء. تؤكد الوثيقة 2 أن ATP و الأوكسجين ضروريان، كما أن ATP و بتركيزات أقل من 200 ميكروغرام/ لتر يعد عامل محدد، وكل إضافة لجزيئات ATP ينجم عنها زيادة في شدة "التلألؤ البيولوجي" Bioluminescence. ظاهرة "التلألؤ البيولوجي" تتطلب وجود أربع جزيئات:

Luciferase - Luciferine - الأوكسجين – ATP

2- الميتوكوندري غير قادر على استعمال الكليكو كمستقلب، لكنه قادر على انتزاع الكربون و استخلاص الطاقة من حمض البيروفيك الناتج عن انحلال الكليكو في الجبلة الشفافة. ويستدل بذلك بارتفاع استهلاك الأوكسجين عند إضافة حمض البيروفيك. الأوكسجين هو المتقبل النهائي للإلكترونات و البروتونات، وخلال تفاعلات الأكسدة و انتزاع الكربون التي تحدث تجري عملية نقل البروتونات وتبدأ الأنزيمات ATP synthétase بفسفرة ADP + Pi لإعطاء ATP إذن ADP + Pi ضروريان، ويجب أن يجددان بانتظام لاستمرار دورة Krebs .

1- **t0** و **t1** بعد إضافة السكر و الكليكو لم يتغير تركيز O<sub>2</sub> و ATP في الوسط، لأن الميتوكوندري لا تستعمل هذه المستقلبات مباشرة لإنتاج الطاقة.

2- **t** بعد إضافة حمض البيروفيك نلاحظ انخفاض طفيف في تركيز O<sub>2</sub> مع ارتفاع طفيف في تركيز ATP ويمكن تفسير هذا، بكون حمض البيروفيك

المضاف محدود، أدى تفكيكها الى استهلاك كمية ضعيفة من  $O_2$  مع انتاج كمية ضعيفة من ATP باستغلاله ل ADP و  $P_i$  المتواجدة في الميتوكوندري والتي سرعان ما تنفذ.

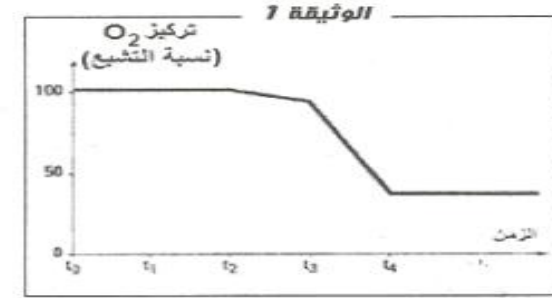
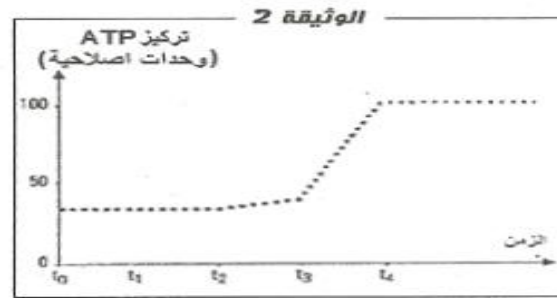
**t 3** بعد إضافة حمض البيروفيك و ADP و  $P_i$  يلاحظ انخفاض كبير في  $O_2$  و ارتفاع في انتاج ATP داخل الميتوكوندري، ويفسر هذا بوجود كل من المستقبل القابل للتأكسد بوجود الأوكسجين (حمض البيروفيك) و أيضا العناصر المتدخلة في التفسفر المؤكسد  $ADP + P_i$ .

**t 4** بعد إضافة مادة كابحة للنشاط الأنزيمي نلاحظ ثبات تركيز كل من  $O_2$  و ATP أي توقف استهلاك  $O_2$  و معه يتوقف إنتاج ATP من طرف الميتوكوندري، يعود ذلك إلى توقف عمل الأنزيمات المتدخلة في الأكسدة التنفسية.

2- قبل إضافة  $O_2$  للوسط كانت كمية ATP منعدمة، أما بعد إضافته فنلاحظ ارتفاعا في تركيز ATP ، هذا يعني أن الميتوكوندريات لا تنتج ATP إلا بوجود الأوكسجين، الذي يعتبر المتقبل النهائي للإلكترونات الناتجة عن أكسدة النواقل  $NADH+H^+$  و  $FADH_2$ .

على مستوى السلسلة التنفسية، يصاحب نقل الإلكترونات ضخ أيونات  $H^+$  من الماتريس نحو الحيز البيغشاني، يترتب عنه نشوء ممال للبروتونات من جهتي الغشاء الداخلي للميتوكوندري يعتبر بمثابة طاقة كامنة، تستغل على مستوى الكرات ذات الشمراخ التي تسمح بتدفقها نحو الماتريس لتكوين ATP عن طريق فسفرة ADP.

3- رسم تخطيطي يوضح إنتاج ATP على مستوى الميتوكوندري.



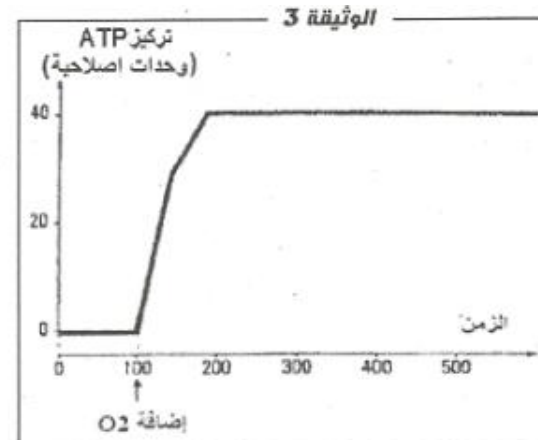
-  $t_0$ : إضافة السكروز.

-  $t_1$ : إضافة الكليكوز.

-  $t_2$ : إضافة حمض البيروفيك.

-  $t_3$ : إضافة حمض البيروفيك و  $ADP + P_i$ .

-  $t_4$ : إضافة مادة كابحة للنشاط الأنزيمي.



04