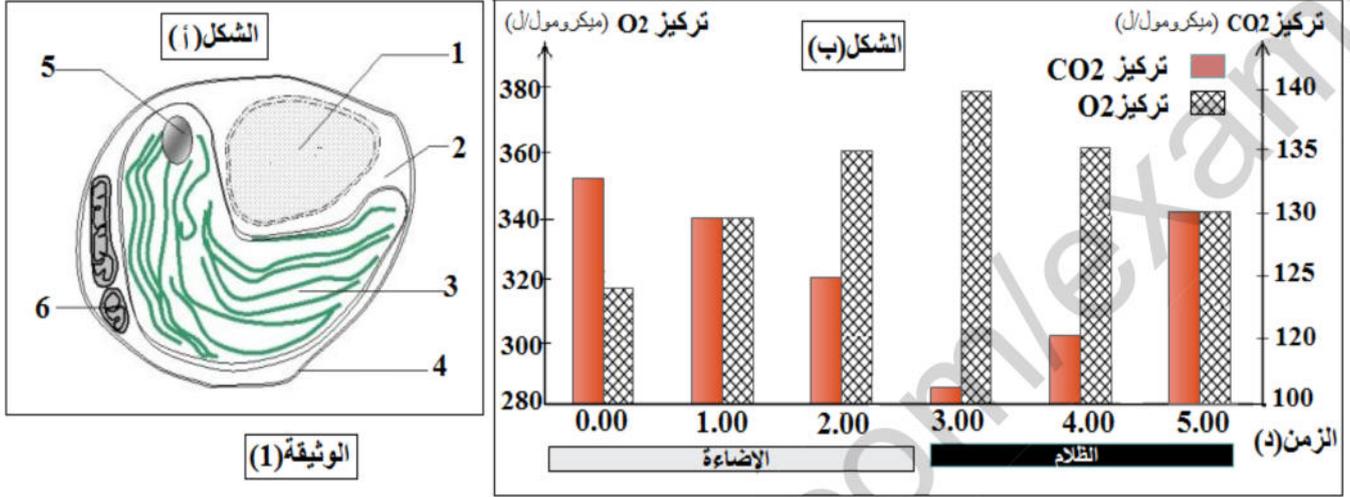


**التمرين:** { تمرين من كتاب المبتكر في علوم الطبيعة و الحياة الجزء 03 }

تقوم النباتات الخضراء بظاهرة حيوية تؤهلها لإنتاج المواد العضوية. لفهم شروط حدوث إحدى آليات هذه الظاهرة اليك هذه الدراسة:

1) تستعمل في هذه الدراسة الكلوريللا (chlorelles) و هو طحلب أخضر وحيد الخلية اذ يمثل الشكل (أ) ما فوق بنيته الخلية و الشكل (ب) يمثل اعمدة بيانية لتطور تركيز  $CO_2$  و  $O_2$  في معلق طحلب الكلوريللا في شروط تجريبية مختلفة:



(أ) حدد نمط التغذية عند الكلوريللا. علل جوابك.

(ب) قدم البيانات المرقمة لشكل (أ).

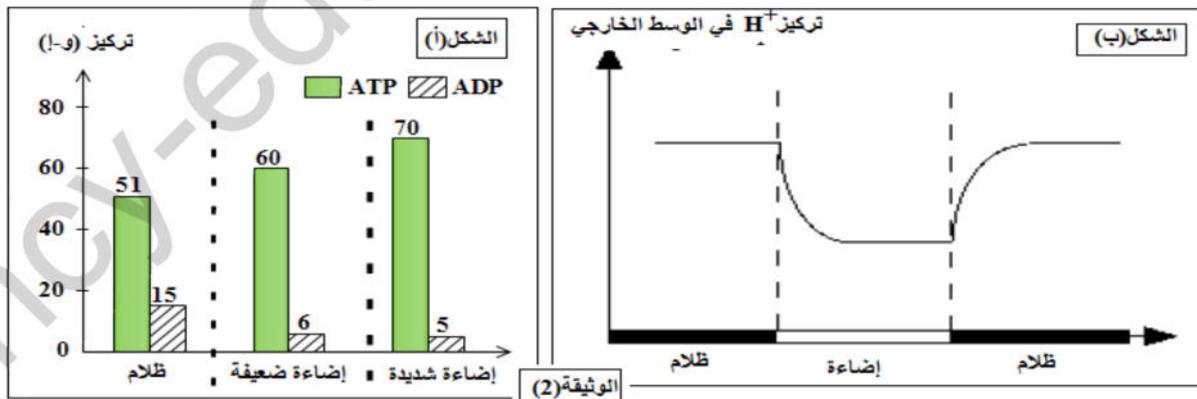
(ج) حلل الأعمدة البيانية الممثلة في الشكل (ب). ما هي المعلومات المستنتجة؟

(د) قدم فرضية تفسر بها سبب مواصلة تركيز  $CO_2$  في الانخفاض و تركيز  $O_2$  في الارتفاع عند الزمن 3.00 د.

2) لتعرف على إحدى مرحلتي التركيب الضوئي يتم انجاز الدراسة التالية:

**المرحلة (1):** يتم معايرة التركيز الخلوي للـ  $ATP$  و  $ADP + Pi$  في معلق من طحلب الكلوريللا المستنبت (المزروع) في وسط زرع ملائم و النتائج سمحت بإنشاء الأعمدة البيانية الممثلة في الشكل (أ) من الوثيقة (2).

**المرحلة (2):** توضح التيلاكويديات المعزولة من طحلب الكلوريللا في جهاز مزود بالكترود لمعايرة تركيز البروتونات ( $H^+$ ) في الوسط الخارجي و النتائج المحصل عليها سمحت بإنشاء المنحنى الممثل في الشكل (ب) من الوثيقة (2).

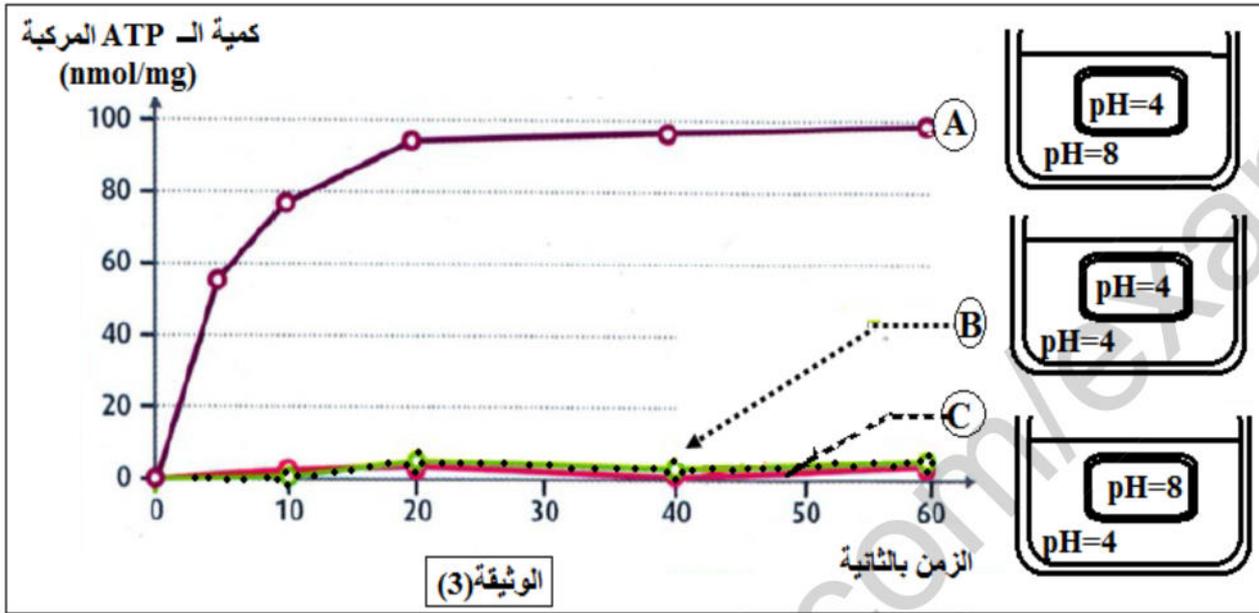


(أ) أذكر العملية المسؤولة عن تركيب الـ  $ATP$  على مستوى التيلاكويديت.

(ب) فسر العلاقة الموجودة بين معطيات الشكلين (أ) و (ب) من الوثيقة (2).

3) قام العالم جاغوندورف (Jagendorf) و مساعديه بتجربة شهيرة لتأكد من نظرية احد العلماء التي توضح آلية الفسفرة الضوئية.

يتم عزل تيلاكويدات بفضل تقنية الطرد المركزي لصانعات خضراء تمّ تمزيق أغلفتها، وتوضع التيلاكويدات في وسط ملائم مع تغير درجة الـ pH في تجويف الكبيس و في الوسط الخارجي، معايرة كمية الـ ATP المتشكلة في ثلاث أوساط (B.C.A) سمحت بإنشاء منحنيات الوثيقة (3):



أ) اذكر النظرية المقصودة و على ماذا تنص؟

ب) حلل منحنيات الوثيقة (3).

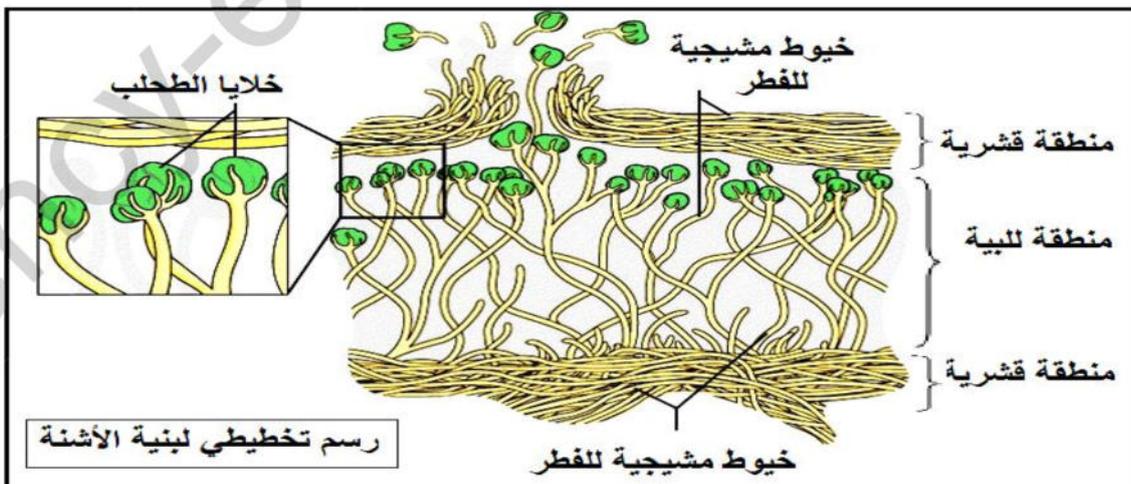
ج) بإستغلال معطيات الموضوع و مكتسباتك الخاصة استخلص شروط تركيب الـ ATP. مثل برسم تخطيطي بسيط لآلية الفسفرة الضوئية على مستوى التيلاكويد.

د) قدم نصا علميا توضح فيه آلية حدوث المرحلة الكيموضوئية و أهميتها .

{إنتهى مع تمنياتي لكم بالتوفيق}

**معلومة مفيدة:** كثيرا ما لا يتم التمييز بين مفهوم الطحلب و مفهوم الأشنة (lichen) إذ أن هذا الأخير يمثل

تعايش بين فطر متكون من خيوط مشيجية و خلايا طحلب وحيد الخلية كما توضحه الوثيقة التالية.



- (أ) تحديد نمط تغذية طحلب الكلوريل مع التعليل: الطحلب ذاتي التغذية.  
التعليل: يركب غذائه بنفسه اذ يقوم بعملية التركيب الضوئي لاحتوائه على الصانعات الخضراء.  
 (ب) البيانات: (1) نواة  
 (2) هيولى اساسية  
 (3) صانعة خضراء  
 (4) جدار هيكلي (جدار سيليلوزي)  
 (5) حبيبة نشوية  
 (6) ميتوكوندري

**(ج) تحليل الأعمدة البيانية:**

تمثل الأعمدة البيانية تطور تركيز الـ O<sub>2</sub> و الـ CO<sub>2</sub> في معلق من طحلب الكلوريل في شروط تجريبية مختلفة.

**في الإضاءة**

- في ز=0.00: تركيز الـ O<sub>2</sub> عال و مقدر بـ 320 ميكرومول /ل و تركيز الـ CO<sub>2</sub> قليل و مقدر بحوالى 132 ميكرومول/ل.  
 - في ز=1.00: يرتفع تركيز الـ O<sub>2</sub> و ينخفض تركيز الـ CO<sub>2</sub>.  
 - في ز=2.00: يواصل تركيز الـ O<sub>2</sub> في الارتفاع و تركيز الـ CO<sub>2</sub> في الانخفاض .

**في الظلام**

- في ز=3.00: يواصل تركيز الـ O<sub>2</sub> في الارتفاع الى قيمة اعظمية و تركيز الـ CO<sub>2</sub> في الإنخفاض إلى نسبة ضئيلة جدا  
 - في ز=4.00: ينخفض تركيز الـ O<sub>2</sub> من جديد و يرتفع تركيز الـ CO<sub>2</sub> .  
 - في ز=5.00: يواصل تركيز الـ O<sub>2</sub> في الانخفاض و تركيز الـ CO<sub>2</sub> في الارتفاع.

**المعلومات المتسخرصة:**

- الضوء ضروري لحدوث التركيب الضوئي.
- خلال التركيب الضوئي يمتص الـ O<sub>2</sub> و يطرح الـ CO<sub>2</sub>.
- بوجود الضوء ينتج عناصر ضرورية لاستمرار التركيب الضوئي.
- في الظلام المبادلات الغازية التنفسية تكون بارزة.
- (د) الفرضية المقترحة: مباشرة بعد توقف الإضاءة تتواصل عملية التركيب الضوئي لمدة قصيرة نتيجة لبقاء نواتج تم تركيبها بوجود الضوء.

**2- (أ) العملية المسؤولة عن تركيب الـ ATP : الفسفرة الضوئية.****(ب) تفسير العلاقة الموجود بين معطيات الشكلين :**

يمثل الشكل (أ) تطور تركيز الـ ADP و الـ ATP في معلق من طحلب الكلوريل و الشكل (ب) يمثل تطور تركيز البروتونات (H<sup>+</sup>) في وسط خارجي حاوي على معلق التيلاكوييدات.  
 تحدث المرحلة الكيموضوئية بوجود الضوء إذ يتأكسد الماء محرر البروتونات و الإلكترونات ، تنقل هذه الاخيرة عن طريق نواقل الالكترونات الموجودة ضمن غشاء التيلاكوييد ، يتحرر من هذا الانتقال طاقة تسمح بضخ البروتونات من الستروما الى تجويف الكيبس عن طريق الناقل T<sub>2</sub> ينتج عن ذلك تراكم البروتونات في التجويف بالتالي تناقصها في الوسط الخارجي ، ينتج عن ذلك نشأة تدرج في تركيز البروتونات بين تجويف الكيبس و الوسط الخارجي و في هذه الظروف تتشكل الـ ATP بفسفرة الـ ADP التي يتناقص تركيزها. هذه العملية تكون شديدة في الإضاءة القوية و منعقدة في الظلام.

**3- (أ) النظرية المقصودة و نصهتا:**

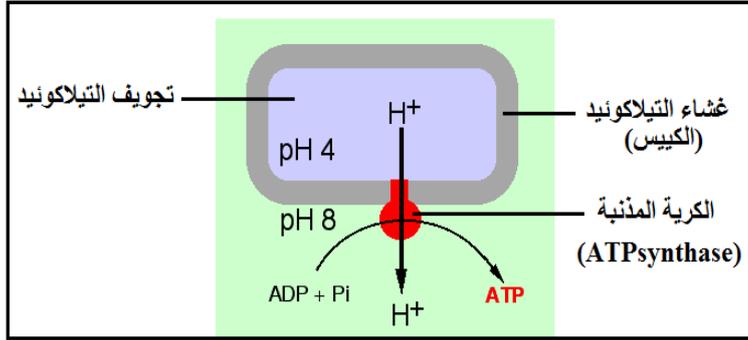
نظرية الكيموأوسموزية لميتشال (Mitchell).

تنص على الشروط اللازمة لحدوث فسفرة الـ ADP على مستوى الـ ATPsynthase اذ يشترط ذلك وجود تدرج في تركيز البروتونات ما يؤدي الى تدفق تيار منها عبر الكرية المذنبة ما يسمح بإنتاج طاقة تسمح بالفسفرة.

(ب) تحليل منحنيات الوثيقة (3): تمثل تغيرات كمية الـ ATP المركبة حسب درجة pH الوسط الخارجي و تجويف الكيبس.

- **في المنحنى (A):** تجويف الكبيس جد حامضي (pH=4) بينما الوسط الخارجي قاعدي (pH=8) فنسجل خلال 5 ثواني تزايد كمية الـATP المركبة من 0 الى 60nmol/L بشكل سريع ثم من 15 الى 20 ثانية نسجل تزايد بطيء لكمية الـATP المركبة من 60 الى 100nmol/L بعد ذلك تصبح الكمية ثابتة في هذه القيمة.
- **في المنحنيين (B) و (C):** في حالة تساوي درجة الـpH بين تجويف الكبيس و الوسط الخارجي (pH=4) و في حالة كون تجويف الكبيس قاعدي (pH=8) بالمقارنة مع الوسط الخارجي الحامضي (pH=4) فكمية الـATP المركبة خلال التجربة تبقى منعدمة.

### ج) شروط تركيب الـATP:

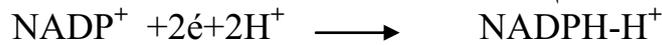


رسم تخطيطي مبسط لآلية الفسفرة الضوئية

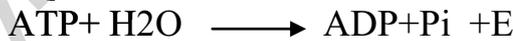
- ✓ وجود تدرج في تركيز البروتونات بين تجويف الكبيس و الوسط الخارجي.
- ✓ سلامة غشاء التيلاكويد و الكريات المذبذبة.
- ✓ توفر الـADP+ Pi

### د) النص العلمي: توضيح آلية حدوث المرحلة الكيموضوئية.

- ✓ إن عملية التركيب الضوئي هي تحويل الطاقة الضوئية الى طاقة كامنة في الجزيئات العضوية و تمثل المرحلة الكيموضوئية إحدى مرحلتها، فما هي آلية حدوث هذه الأخيرة و ما هي أهميتها؟
- ✓ تحتوي الصناعة الخضراء على الستروما و التيلاكويدات اذ ان كل منهما يقوم بوظيفة معينة، على مستوى التيلاكويد تحدث المرحلة الكيموضوئية و التي يتطلب حدوثها الضوء المستقبل النهائي للألكتونات (NADP+) و Pi+ ADP. يوجد على مستوى غشاء التيلاكويد نظامين ضوئيين PSI و PSII ، نواقل الإلكترونات و الكريات المذبذبة (ATP synthase) ، يلتقط PSII الفوتون بطول موجة  $\lambda = 680\text{nm}$  أو طاقة التنبيه (طاقة الرنين = résonance) الصادرة من جزيئات هوائية النظام إذ تتأكسد جزيئتان من chl aII المتواجدة في مركز التفاعل بالموازاة مع أكسدة جزيئة الماء التي تفقد إلكترونات التي تتسبب في إرجاع chl aII المؤكسدة .
- اما الإلكترونات المتحررة من PSII فيتم إنتقالها عبر سلسلة من النواقل (T1 - T2 - T3) إذ أن T2 يلعب دور مضخة البروتونات من الحشوة إلى تجويف الكبيس باستعمال الطاقة المفقودة خلال إنتقال الإلكترونات حسب القانون التفاضلي من كمون أكسدة و إرجاع منخفض إلى كمون أكسدة وإرجاع مرتفع . يلتقط PSI فوتون بطول موجة  $\lambda = 700\text{nm}$  او طاقة التنبيه الصادرة من جزيئات هوائية النظام فتتأكسد جزيئتان من chl aI المتواجدة في مركز التفاعل و يتم استرجاع الإلكترونات من أكسدة PSII فينتج ارجاع chl aI المؤكسدة . اما الإلكترونات المتحررة من PSI تنتقل عبر الناقلين T<sub>1</sub> T<sub>2</sub> إلى المستقبل النهائي للإلكترونات NADP<sup>+</sup> الذي سيتم ارجاعه مع أخذ بروتونين من الحشوة علما ان الناقل T<sub>2</sub> يلعب دور انزيم و هذا وفق المعادلة التالية:



- نتج عن أكسدة الماء و السلسلة التركيبية الضوئية تراكم البروتونات في تجويف الكبيس ما يؤدي الى تشكيل تدرج في تركيز البروتونات ما يسمح بتدفقها عبر الكريات المذبذبة و الطاقة المتحررة من هذا التدفق تسمح بفسفرة الـADP و تشكل الـATP حسب المعادلة التالية:



ATP synthase

- ✓ تتمثل نواتج المرحلة الكيموضوئية في ATP و NADPH-H<sup>+</sup> الضرورية لحدوث المرحلة الكيموجيوية المسؤولة عن دمج CO<sub>2</sub> و على هذا النحو يتم تحويل الطاقة الضوئية الى طاقة كيميائية كامنة في المواد العضوية .