

5 – التغذية الآزوتية:

N النتروجين

ضروري لنمو النبات، وهو عنصر متحرك ويسمى بعنصر النمو الخضري، حتى يحصل النبات على نمو جيد لابد من توفر كميات مناسبة من النتروجين في التربة، كما يجب عدم المبالغة بإضافة النتروجين إلى التربة حتى لا يزداد النمو الخضري على حساب النمو الثمرى.

النتروجين الجزئي، النتروجين المعدني، و النتروجين العضوي أهم وظائف النتروجين في النبات

- 1- يدخل في بناء المواد العضوية
- 2- يعتبر أهم مكونات البروتوبلازم
- 3- يدخل في تركيب الكلوروفيل
- 4- يدخل في تركيب أكثر مكونات الأزهار والثمار
- 5- يتحكم في قدرة النبات على امتصاص الفسفور والبوتاسيوم

أعراض نقص النتروجين

- 1- ضعف النمو وتوقفه في حالات النقص الشديد
- 2- نقص حجم الأوراق
- 3- يكون لون الأوراق أصفر شاحب
- 4- تبدأ أعراض النقص على الأوراق القاعدية ثم تنتقل إلى الأوراق في القمة
- 5- تشكل أعناق الأوراق زاوية حادة مع الساق
- 6- تكون الأفرع متخشبة ورفيعة وصغيرة ولونها أحمر أو بني

دورة النتروجين في الطبيعة

أولاً: تحول الأزوت العضوي إلى أزوت معدني

1: آلية توليد الأمونيوم: Ammonification

في هذه الحالة الأزوت العضوي المتواجد في المادة العضوية يتحول إلى الأمونيوم NH_4^+ نتيجة تحللها بفعل الفطريات والبكتيريا، كما يتشكل جزء من الأمونيوم بفعل البكتيريا المثبتة للنتروجين الجوي على مستوى التربة وأيضاً من نواتج المصانع ونشاط البراكين.

ثانياً: النترجة Nitrification

وهي أكسدة الأمونيوم المتشكل من تحلل المادة العضوية إلى نتريت ثم إلى نترات

المرحلة الأولى

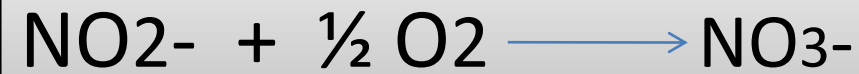
في هذه المرحلة يتم أكسدة الأمونيوم إلى نتريت بفعل بكتيريا Nitrococcus, Nitrosomonas



المرحلة الثانية

Nitrobacter

في هذه المرحلة يتم أكسدة النتريت إلى نترات بفعل بكتيريا



العوامل المؤثرة على النترجة

تصبح عملية النترجة بطيئة في الظروف التالية

1- حموضة التربة

2- الظروف اللاهوائية

3- درجة الحرارة المنخفضة أو المرتفعة (أقل من 5 درجة أو اعلي من 40 درجة)

عملية نزع النيتروجين (تحويل النترات إلى حالة غازية)

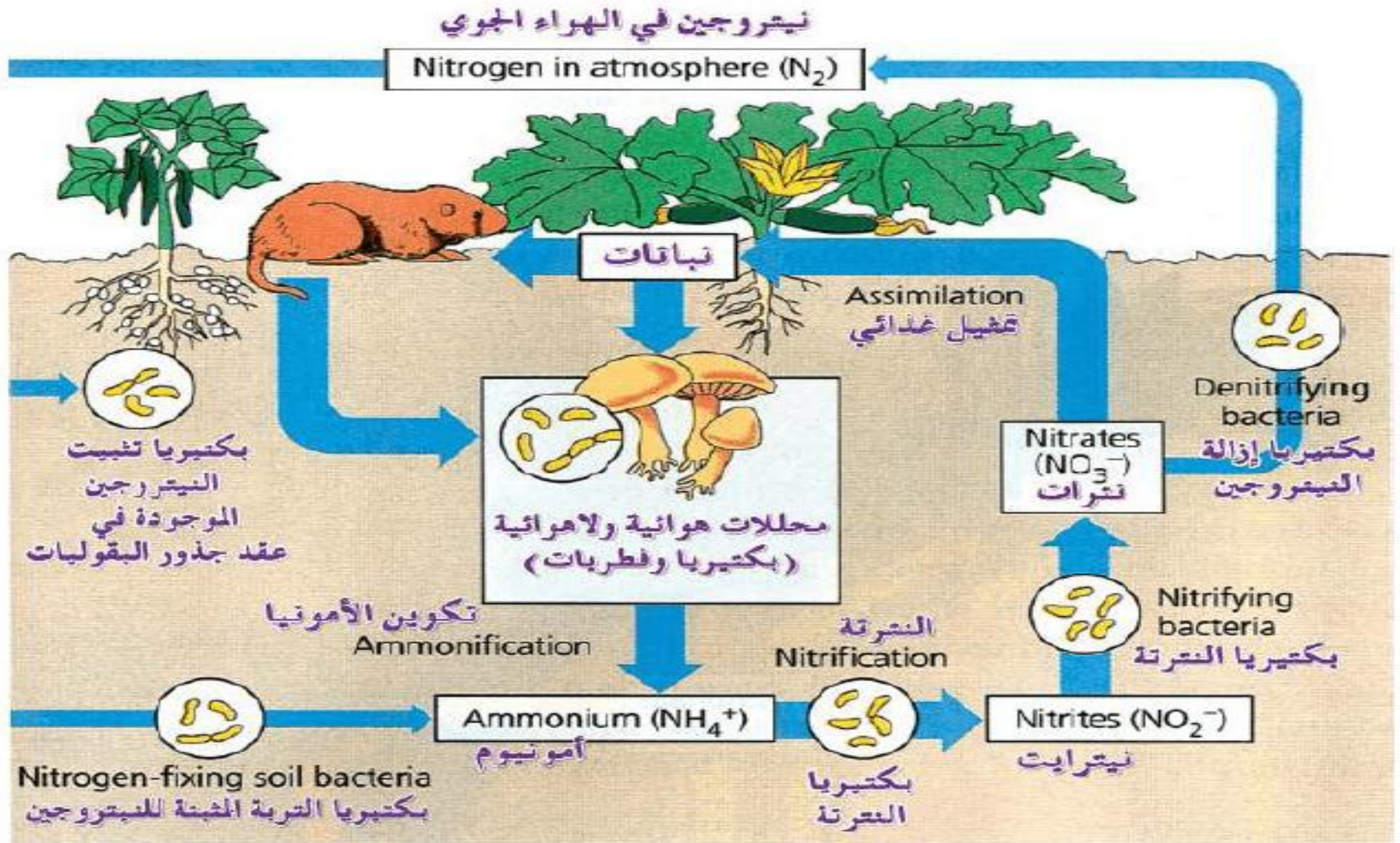
يتحول النترات في هذه الحالة إلى حالة غازية

بمساعدة العوامل التالية

1- ارتفاع تركيز النترات

2- درجة الحرارة مرتفعة

3- تركيز الأكسجين محدود (Barral, J.A.; Sagnier, H., 1889)



دورة النيتروجين في الطبيعة

دورة الأزوت في الطبيعة (Roland, 1995)

5. التغذية الكربونية

- الكائنات الحية لها علاقة تبادلية مع الطبيعة وتتجسد هذه العلاقة في دوران العناصر المعدنية، وأهمها دورة الكربون. وضمن هذه الدورة نجد ما يسمى بالتغذية الكربونية للنباتات وهي مجموعة من التفاعلات الأيضية التي تسمح بتحويل CO_2 إلى كربون عضوي على شكل مركبات عضوية، ويندرج هذا المفهوم ضمن مصطلح آلية التركيب الضوئي. تستعمل نواتج هذه الأخيرة لتلبية الاحتياجات الغذائية للكائنات الحية المصنعة لها وكذا للكائنات الأخرى الغير مصنعة لها.
- بذلك نميز نوعين من الكائنات الحية:
- 1. الكائنات الحية ذاتية التغذية Organismes autotrophes قادرة على استعمال العناصر المعدنية لتصنيع مركباتها العضوية الخاصة.
- 2. الكائنات الحية متغايرة التغذية Organismes hétérotrophes غير قادرة على تصنيع مركباتها بمفردها انطلاقا من العناصر المعدنية.
- تستعمل الكائنات الحية ذاتية التغذية الضوء كمصدر للطاقة حتى تحول العناصر المعدنية إلى مواد عضوية وتسمى في هذه الحالة بذاتية التغذية الضوئية Phototrophes، وهي تضم النباتات الخضراء، الطحالب و البكتيريا الزرقاء.
- لفهم التغذية الكربونية يجب فهم عملية التركيب الضوئي للنباتات الخضراء. كذلك التطرق إلى التفاعلات الأيضية الأخرى الشائعة في النباتات مثل تحلل السكر والتنفس

تستطيع جميع النباتات الخضراء إنتاج مادتها العضوية على شكل سكريات، انطلاقاً من الماء، و ثنائي أكسيد الكربون باستعمال الطاقة الشمسية. إنه التركيب الضوئي. وتتم هذه الظاهرة على مستوى البلاستيدات الخضراء للخلايا اليخضورية.

التركيب الضوئي عبارة عن تتابع مرحلتين مرتبطتين فيما بينهما:
التفاعلات الضو كيميائية: تتم هذه التفاعلات على مستوى التيلاكويدات حيث تلتقط الطاقة الضوئية

من طرف صبغات اليخضور و تحول إلى ($NADPH, H^+$ و ATP) طاقة كيميائية على شكل

. هذه التفاعلات تستهلك الماء وتحرر الأكسجين

التفاعلات البيو كيميائية (دورة كالفن): تتم في الستروما، حيث يستعمل ثنائي أكسيد الكربون

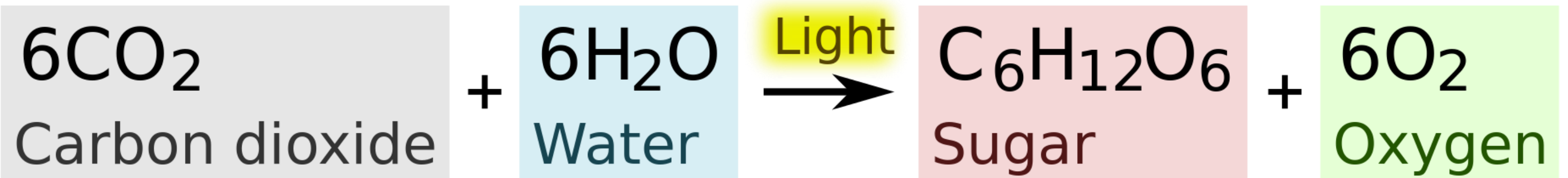
في تركيب السكريات باستعمال الطاقة الكيميائية المنتجة خلال المرحلة الوسيطة السابقة (استعمال المركبات $NADPH, H^+$ و ATP).

التركيب الضوئي

تتم تفاعلات التركيب الضوئي داخل الصانعة الخضراء، وهي عضوية محاطة بغشاءين خارجي وداخلي يحصر بداخله سائل يسمى المادة الأساسية أو الحشوة أو ستروما. تحتوي الحشوة على صفائح بعضها كبيرة تسمى صفائح حشوية والبعض الآخر صغيرة تسمى كيبسات أو تيلاكويد. تتوضع فوق الريبوزومات. ADN بعضها مشكلة **لغرانا (البذيرات)**

- **المميزات البنيوية للصانعة الخضراء :**

- ذات بنية حجيرية: لأنها مقسمة إلى ثلاث فراغات: 1- المسافة بين الغشائين، 2 - التجويف الذي تملأه الحشوة، 3 - تجويف الكيبسات.
- اختلاف التركيب الكيموحيوي لكل من أغشية التيلاكويد و الحشوة.



تسمى هذه التفاعلات حلقة كالفن نسبة إلى مكتشفها ، وتحدث في ستروما البلاستيدات وذلك لوجود الإنزيمات اللازمة لها، ولا تحتاج إلى ضوء وتستخدم الطاقة المخزنة في نواتج التفاعلات اللاضوئية يدخل الكربون حلقة كالفن على شكل ثاني أكسيد الكربون و يغادرها على شكل سكر

يتم استهلاك جزيئات
ATP كمصدر للطاقة

NADPH كعامل اختزال قوي يضيف الكترولونات ذات طاقة عالية و
أيونات هيدروجين لصنع جزيئات السكر.
تتضمن حلقة كالفن ثلاث مراحل رئيسية هي

المرحلة الأولى تثبت الكربون

يتم تثبت 3 جزيئات ثاني أكسيد الكربون

كل جزيء يربط بمركب خماسي الكربون يسمى ريبولوز
ثنائي الفوسفات بواسطة إنزيم روبيسكو، ينتج 3 جزيئات من
مركب نشط سداسي الكربون غير ثابت

ينشط المركب الغير ثابت الى جزيئين من حمض جليسرين
أحادي الفوسفات

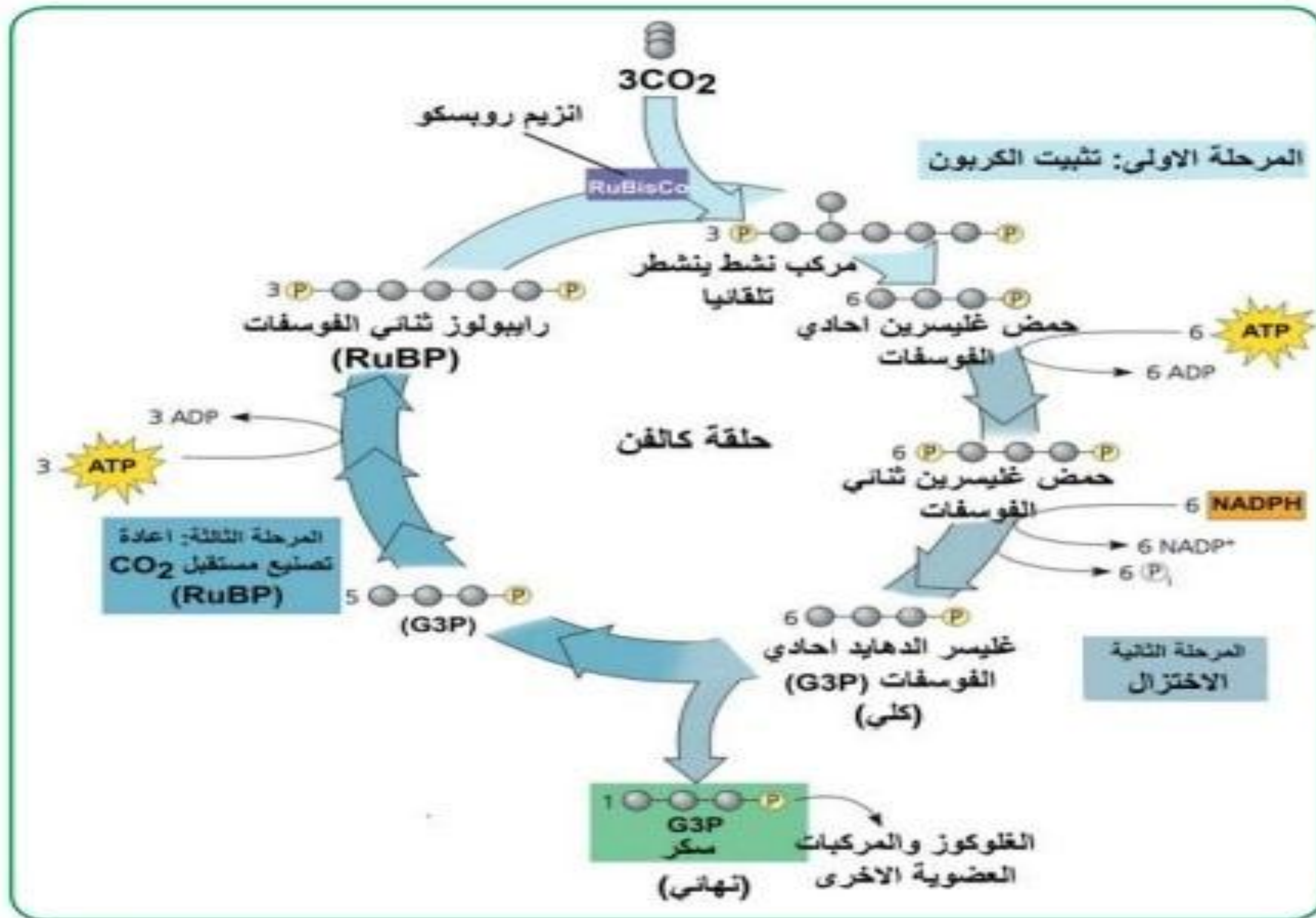
المرحلة الثانية: الاختزال

تضاف مجموعة الفوسفات من ATP إلى حمض الجليسرين
أحادي الفوسفات فيتكون حمض الجليسرين ثنائي الفوسفات

يختزل مركب NADHP حمض الجليسرين ثنائي الفوسفات

المرحلة الثالثة : إعادة تصنيع رايبولوز ثنائي الفوسفات RuBP (مستقبل CO_2)

- 1- ينتج جزيء واحد فقط من G3P ويستخدم في إنتاج المركبات العضوية المختلفة مثل الجلوكوز
- 2- جزيئات G3P الخمسة الأخرى تستخدم في إعادة بناء مركب رايبولوز ثنائي الفوسفات في سلسلة من التفاعلات تستهلك ATP



Alain Raveneau et al., 2014. Biologie végétale

لعوامل التي تؤثر في التركيب الضوئي

يتأثر معدل البناء الضوئي بعوامل عديدة، داخلية تتعلق بالنبات وخارجية تتعلق بالبيئة.

العوامل الداخلية:

تركيب الورقة: ويشمل مساحة الاوراق سمك القشرة والبشرة، وجود الأوبار على سطحها، تركيب النسيج المتوسط، حجم المسام وتوزعها.

نواتج التمثيل الضوئي: عندما يزداد تركيز نواتج التمثيل الضوئي في الخلايا الخضراء يقل معدل العملية وخاصة إذا كان انتقال تلك النواتج بطيئاً.

حالة المادة الحية البروتوبلازم والإنزيمات وبخاصة جفاف البروتوبلازم واضطراب عمل الإنزيمات.

العوامل الخارجية:

تشمل العوامل الخارجية: الحرارة، الضوء وشدة، تركيز ثاني أكسيد الكربون ، الماء، العناصر المعدنية.

ملاحظة

شدة الضوء.

تركيز غاز ثاني أكسيد الكربون.

درجة الحرارة.

تعرف هذه العوامل باسم "العوامل المحددة".

مع زيادة شدة الضوء، يزداد معدل التفاعل المعتمد على الضوء، وبالتالي يزداد معدل التمثيل الضوئي بشكلٍ عام ومتناسب مع زيادة شدة الضوء.

5- تتمثل الوظيفة الأساسية لعملية التمثيل الضوئي في تحويل الطاقة الشمسية إلى طاقة كيميائية، ثم تخزين تلك الطاقة الكيميائية لاستخدامها في المستقبل.

6- التركيب الضوئي المصدر الأول للأكسجين في الغلاف الجوي.

7- يساهم في دورة الكربون بين الأرض والمحيطات والنباتات والحيوانات.

8- يساهم في العلاقة التكافلية بين النباتات والبشر والحيوانات.

9- يؤثر بشكل مباشر أو غير مباشر على معظم الحياة على الأرض

10- بمثابة مصدرا لطاقة أولية لمعظم الأشجار والنباتات.

تتضمن قوة الضغط الجذري في دفع الماء وصعوده عدة قوى أهمها
قوة التشرب: جدران الأوعية الخشبية قادرة عن تشرب الماء لكونها
سلولوزية التركيب ذات طبيعة غروية

الخاصية الشعرية وتعنى صعود الماء في الأنابيب الرفيعة (الضيقة)
أقطارها من 2-5مم ، وهذا يتوفر في الأوعية الخشبية.

عيوب نظرية الضغط الجذري هي

- 1- لا يتجاوز أقصى ضغط جذري في معظم الأحوال (3) بار.
- 2- لا يلاحظ ضغط جذري في الكثير من نباتات عاريات البذور كالصنوبر
يعد تأثير خاصية التشرب في صعود العصارة محدود جداً، كما أن الماء
لا يرتفع ضمن أضيق الأنابيب أكثر من
150سم.

تكون الفعالية القصوى للضغط الجذري لدى النباتات متساوية الأوراق في فصل الربيع، إذ تكون الأوراق فتية وغير مكتملة النمو، في حين تتراجع هذه الفعالية بشدة في فصل الصيف عندما يكتمل النمو.

3 - نظرية التماسك والشد

تعتمد على ثلاث قوى مهمة وهي

قوة تماسك جزيئات الماء وارتباطها بعضها ببعض داخل الأوعية الخشبية و قوة تلاصقها مع جدران الأوعية و قوة الشد الناتجة من النتح.

القوى الثلاث تعمل مجتمعة على شد عمود الماء وسحبه من الأعلى، ليجرى من الجذر عبر الساق باتجاه الأوراق مجتازا مسافات مرتفعة قد تصل على مايزيد 100م.