

# الفسلجة النباتية المحاضرة الاولى

العلاقات لمائية في النبات

د. ايمان حسين هادي

أ.م. ر هف وائل محمود

• Plant physiology: هو فرع من فروع علم النبات يهتم بدراسة الفعاليات الحيوية المختلفة للنبات ومعرفة العمليات الفسلجية المختلفة وترابطها مع بعضها البعض ودراسة علاقة هذه العمليات بالمحيط الخارجي الذي يحيط بالنبات , ويرتبط هذا العلم مع العلوم الأخرى للنبات , كما يدرس في هذا العلم التفاعلات الكيميائية الحيوية لمعرفة وظائف النبات على المستوى العام والمستوى الجزيئي وكيفية مساعدة هذه الوظائف النباتية في النمو وتكوين الأزهار والثمار والبذور.

الماء وخواصه الكيمياءوية و الفيزياءوية واهميه لنمو النبات:  
الماء سائل الحياة حيث يشكل 90% من المحتوى الكيماوي  
لكثير من الكائنات الحية ويتميز بخواص فريدة وهي:

1- له حرارة نوعية عالية Specific heat.

2- له حرارة تبخر عالية نسبيا Evaporation heat

3- ترتبط جزيئات الماء مع بعضها البعض بظاهرة التماسك  
وتلتصق على السطوح المختلفة بظاهرة التلاصق وكلاهما  
يمثلان ظاهرة الشد السطحي حيث تعمل على رفع الماء داخل  
الاووعية الخشبية في النبات

- 5-الماء شفاف للاشعة المرئية حيث ينفذ الضوء خلال اعماق الماء للوصول الى الطحالب لغرض قيامها بالبناء الضوئي
- يمتلك الماء درجة انصهار عالية اي يحتاج حرارة عالية لكي ينصهر الجليد وهذا يساعد على عدم ذوبانه بسهولة .
- ان الخواص التي ذكرتت اعلاه نتيجة لتركيب جزيئة الماء التي تتكون من ذرتين هيدروجين ترتبطان تساهميامن جهة واحدة مع ذرة الاوكسجين

8- ان جزيئة الماء قطبية ذا جانب موجب الشحنة H والاكسجين  
O موجب الشحنة

9- ان الماء مذيب عام وله القابلية لتكوين محاليل مع عدد كبير من  
المركبات لقدرته على تكوين اواصر هيدروجينية والطبيعة القطبية  
للماء تجعله مذيب جيد .

10- ان الماء وسط ناقل لجميع المركبات الغروية وينتقل بين  
انسجة النبات باليات هي :

1- الانتشار Diffusion

2- الاوزموزية Osmosis

3- التشرب Imbibition

- الأهمية الفسلجية للماء:
- والعناصر المعدنية والذائبات الأخرى وله نفاذية جيدة عبر الأغشية الخلوية .
- 2-مهم جدا في التفاعلات الحيوية كالبناء الضوئي والتنفس وعملية التحلل المائي مثل تحلل النشا لتكوين السكريات كما انه يدخل في تركيب الانزيمات ومنظمات النمو وعملية ايض النتروجين.
- 3- له دور مهم في عملية غلق وفتح الثغور.
- 4-له دور مهم في عملية انبات البذور وزيادة معدل التنفس .
- 5-له دور مهم في امتلاء الخلايا وتوسيعها .
- 6-يؤثر في عملية توازن البروتوبلازم ومكوناته.

## • المحلول: Solution:

• المحلول: مزيج متجانس من مادتين او اكثر حيث ان جزيئات الذائبتنتشر جزيئات المذيب بصورة متجانسة

• ان المحاليل تكون على نوعين :

• 1- محاليل ناتجه من اذابه مادة غير متأينة مثل السكروز بالماء وتبقى كاملة .

• 2- محاليل ناتجه من اذبه مادة متأينة مثل الملح  $NaCl$  حيث يتاين الى  $Na$  موجب و  $Cl$  سالب وهذا يتطلب طاقة اكبر من الحالة الاولى حيث جزيئات المذيب تتعامل مع نوعين من الايونات تحتاج الى طاقة اكبر مرتين مما في الحالة الاولى.

## • الانتشار Diffusion:

• هو انتقال المادة من المنطقة ذات التركيز العالي الى المنطقة ذات التركيز الواطئ نتيجة للطاقة التي تمتلكها الايونات او الجزيئات من المنطة ذات ضغط انتشاري عالي الى منطقة ذات ضغط انتشاري واطي للمادة.

## • 1- انتشار الغازات: Diffusion of gases:

• تعتبر الغازات اكثر المواد انتشارا نتيجة للمسافات الواسعه الموجودة بين جزيئاتها مقارنة مع المواد الصلبة والسائلة فمثلا عند كسر زجاجه حاوية على غار البروبين ذو اللون البني تكون اسرع انتشار في ناقوس مفرغ من الهواء مقارنة مع ناقوس مملوء بالهواء لان وجود الهواء يقلل من معدل انتشار الغاز من ما لو كان لوحده.

العوامل المؤثرة في معدل انتشار الغازات:

1- كثافة الغاز Density of the gas:

قانون كراهام للانتشار: معدل انتشار الغاز يتناسب عكسيا مع الجذور التربيعية لكثافتها حيث ان :

R1 معدل انتشار الغاز الاول .

R2 معدل انتشار الغاز الثاني .

D1 كثافة الغاز الاول .

D2 كثافة الغاز الثاني

2- درجة الحرارة : يزداد معدل الانتشار بزيادة الحرارة لانها تزيد من الطاقة

الحركية اي الجهد الكيماوي لجزيئة الغاز ويقاس تاثير الحرارة بما يسمى Q10 او معامل الحرارة وهو نسبه سرعة تفاعل ما عند درجة حرارة معينة الى سرعته عند درجة حرارة اقل من السابقة ب10 درجات . القانون يكتب

- ان اهمية حساب Q10 هو لتحديد طبيعة التفاعل فيما اذا كان فيزيائوي او كيميائوي فعند زيادته عن واحد يعني التفاعل فيزيائوي في حين لو كان التفاعل كيميائوي يصل الى 2 او 2,1 او 2,2.
- 3- تدرج الجهد الكيميائي: Chemical potential gradient
- ككل زاد الفرق في تركيز المادة المنتشرة بين منطقة واخرى كلما زاد معدل الانتشار وان اي عامل يسبب زيادة او نقصان في تدرج الجهد الكيميائوي مثل التركيز ودرجه الحرارة سوف يؤثر في معدل الانتشار.
- قابلية الذوبان في وسط الانتشار: كلما زادت قابلية المادة على الذوبان في وسط الانتشار كلما زادت سرعة انتشاره في هذا الوسط وكلما زاد تركيز وسط الانتشار ازدادت مقاومته للمادة المنتشرة فيه ويتاثر هذا بالعوامل الاخرى كدرجه الحرارة وغيرها.

## • الأوزموزية Osmosis

- وهو نوع من أنواع الانتشار حيث ينتقل الماء خلال غشاء اختياري أو انتقائي النفاذية من الوسط الأكثر تركيز إلى الوسط الأقل تركيز نتيجة لامتلاك جزيئات الماء الطاقة الحركية اللازمة لهذه الحركة ,ويمكن قياس العملية الأوزموزية بجهاز Osmometer المكون من جزئين مفصولين بغشاء ذو نفاذية اختيارية وان الغشاء يسمح لمروء الماء فقط وليس الذائبات فاذا وضعنا ماء نقي في وعاء A ووضعتنا محلول السكر في وعاء B الماء النقي يعتبر محلول hypotonic (اقل تركيز) وعلى العكس فان محلول السكر يكون اكثر تركيزا من الماء النقي الموجود في الاناء A وبما ان الغشاء نفاذ للماء لهذا فان الماء ينتقل من والى كل من الوعائين في البداية يكون معدل حركة الماء نحو وعاء B اكبر من الكمية الخارجة منه لان الجهد الكيماوي للماء النقي يكون اعلى وبهذا تكون طاقته الحركية اعلى من الجهد الكيماوي لمحلول السكر .
- اما في محلول السكر فان قسما من الماء يشترك في تفاعل مع دقائق الذائب مختزلا بهذا اعداد جزيئات الماء الحرة وبذلك تنخفض الطاقة الحركية الكليه له وبذلك فان الماء يزداد في وعاء B وبذلك فان المحلول السكري في وعاء B يصبح اكثر تخفيفا وبموجب ذلك يحصل انخفاض في معدل الماء المتحرك نحو وعاء B وبذلك يقل الفرق بالجهد الكيماوي للماء النقي وبين الجهد الكيماوي للمحلول السكري حتى يصل الى حالة الاتزان محلول isotonic الذي تصبح فيه كميء الماء الداخلة الى وعاء B تساوي كمية الماء الخارجة منه .

- ولكي نفهم الاوزموزية نتعرف على المصطلحات الآتية:
- 1- الجهد الاوزموزي: مقياس لقلة او غياب الطاقة التي استنفذت بعملية الاذابة ويرمز له لسا (وهو عن تعبير عن غياب في المحلول نتيجة التفاعل بين الذائب والمذيب مقارنة بالماء النقي تحت الظروف المثالية ) وكلما زاد التركيز تزداد سالييه الجهد الاوزموزي ويرمز له لسا-وان الجهد الاوزموزي للماء النقي صفر لانه خالي من الذائب ويمكن قياس الجهد الاوزموزي للمحاليل مثل السكروز عند درجه صفر مئوية له جهد اوزموزي -22,4 ضغط جوي اوبار وهذه القيم حصل عليها العالم Vant Hoff الذي قام بقياس الجهد الاوزموزي

2- الجهد المائي :مقدار ماينقصه الجهد الكيماوي في المحلول ما عنه للماء النقي (المذيب) و عليه فان الجهد المائي للماء النقي يساوي صفر دائما اما في الانظمة البيولوجية فانه يكون ساليب ويرمز له  $\Psi_w$

3- الجهد الضغطي او الضغط الامتلائي :  $\text{pressure potential or Turgor perrsure}$  وهو ضغط حقيقي يتولد داخل الخلية نتيجة لدخول الماء اليها في العمليه الاوزموزيه وهذا يعمل على دفع الغشاء البلازمي الخارجي نحو الجدار ويحصل انتفاخ بسيط في الخلية ولكن لا تتفجر نتيجة لوجود الجدار الخلوي وتولد الضغط الجداري  $\text{Wall pressure}$  المعاكسه له بالاتجاه مساوية له بالمقدار وتكون قيمة الجهد الضغطي موجب وتكون قيمته تصبح سالبه :

1- عندما تكون الخليه تحت تاثير الشد او السحب 2- حالة البلازما .

ويكون صفر في حالة البلازما الابتدائية لكون المحلول متعادل التركيز وفي حالة النظام المفتوح .

اهمية الجهد الضغطي :

أ- يساعد في امتلاء الخلايا للقيام بالوظائف الفسلجية

ب- 2- دعم واسناد النبات

ت- 3- زيادة حجم الخلية وانقسامها عند نمو النبات .

ث- اما بالنسبة للعلاقات المائية في الخلايا النباتية فالماء ينتقل من خلية الى اخرى بالية الاوزموزية فينتقل من خلية ذات جهد مائي اقل سالبية الى خلية ذات جهد مائي اكثر سالبيه.

تحدد العلاقة الرياضية بين المصطلحات السابقة .

$$-\Psi_w = \Psi_s + \Psi_p -$$

نستنتج مما سبق:

- 1- يتولد الجهد الضغطي عادة من الخلايا وفي الانظمة الاوزموزية المغلقة .
- 2- في اي محلول يكون الجهد المائي = الجهد الاوزموزي اذا كان النظام مفتوح اي ان الجهد الضغطي = صفر.
- 3- عند وضع المحلول في غشاء ذو نفاذية اختيارية ويوضع في محلول اخر اقل تركيز منه اي ان الجهد المائي اقل سالبة وبالتالي ينتقل الماء من التركيز الذي اقل سالبية (الماء النقي) الى الاكثر سالبية (المحلول) مولد جهد ضغطي تصل الى قيمة الجهد الاوزموزي بعكس الاشارة الى نقطة تتساوى فيها الجهود المائية بين المحلولين .
- 4- تتغير قيمة الجهد المائي للمحلول الداخلي فقط وليس الجهود الاوزموزية اسنادا للعلاقة وعند حدوث الاتزان تساوى الجهود المائية للمحلول والعصير الفجوي .
- 5- ان زيادة قيمة الجهد الضغطي في الداخل هي التي تسبب التغير في الجهود المائية وليس الجهود الاوزموزية .
- 6 قيمة الجهد الضغطي ما بين الصفر الى قيمة الجهد الاوزموزي كاقصى حد و اعلى قيمة يصلها حين يغمر في الماء النقي .
- 7-ينتقل الماء في الخلية او النظام الاوزموزي من الاقل سالبية للجهد المائي الى الاكثر سالبية للجهد المائي لكون الطاقة التي يمتلكها الماء عالية اضافة الى قدرته على الحركة

امثلة تطبيقية: محاول ذو جهد اوزموزي (-40بار) وضع في غشاء ذو نفاذية اختيارية و غمر هذا الغشاء في ماء نقي  
1- ماذا يحدث

2- ماهو الجهد الاوزموزي والمائي والضغطي ؟  
في بداية وضع الغشاء في المحلول

$$\Psi_s = -40 \text{ بار} \quad \Psi_w = -40 \text{ بار} \quad \Psi_p = 0 \text{ الان}$$

لان النظام مفتوح  $\Psi_w = \Psi_s$

وان الجهد المائي والاوزموزي والضغطي = صفر للماء النقي  
ان محصلة انتقال الماء يكون من الماء النقي الى المحلول في الغشاء حتى يصل الى حالة الاتزان عندما تتساوى الجهود المائية بين الماء النقي والمحلول في الغشاء ويتولد جهد امتلائي (ضغطي) +40بار لكي يصبح الجهد المائي للمحلول يساوي صفر

$$\Psi_w = \Psi_s + \Psi_p$$

$$0 = -40 + 40 \text{ صفر}$$

- مثال 2:
- محلول ذو جهد اوزموزي (-40) بار وضع في غشاء ذو نفاذية اختيارية وغمر في محلول اخر ذو جهد اوزموزي (-10) بار
- ماذا يحدث؟
- واين يكون اجاه الماء ؟ وماهي الجهد المائي الاوزموزي والضغطي عند وضع الغشاء في المحلول وعند الاتزان؟
- $\Psi_w = \Psi_s + \Psi_p$
- $40 = 40 + 0$
- ينتقل الماء من الخارج الى داخل الغشاء اي ينتقل الماء من الاقل سالبية -10- بار الى -40- بار ونتيجة دخول الماء يتولد جهد ضغطي مقداره +30 بار
- $\Psi_w = 40 + 30$
- الجهد المائي للمحلول الخارجي = -10- بار ويساوي  $\Psi_w$  للمحلول الداخلي
- عند الاتزان تتساوى الجهود المائية للغشاء لداخلي والمحلول الخارجي اي ان الجهود عن الاتزان للمحلول الداخلي الجهد المائي = -10 بار
- الجهد الاوزموزي = -40 بار
- الجهد الضغطي = +30 بار

مثال 3: في الخلايا النباتية تعتبر النباتات انظمة اوزموزية مغلقة.  
خليتين متجاورتان الاولى A جهدها الاوزموزي للعصير الخلوي -14 بار وجهدها الضغطي +6 بار وخلية B جهدها الاوزموزي -10 بار وجهدها الضغطي +4 بار عند لصقها مع بعض؟ اذكر جهودها المائية في البداية واين يكون محصلة اتجاه الماء وماهو الجهد المائي الاوزموزي والضغطي لكل منها عند الاتزان .

في البداية الخلية A

$$\Psi W = \Psi S + \Psi P$$

$$6 - 14 = -8 \text{ بار}$$

خلية B

$$\Psi W = -10 + 4 = -6$$

اي اتجاه محصلة الماء يكون من خلية B الى خلية A من الاقل سالبية الى الاكثر سالبية عند الاتزان تتساوى الجهود المائية وتكون قيمة جهودها المائية معدل لتلك الجهود.

$$\text{الجهد المائي} = 8 - 2 / (6 -) = 7 \text{ بار}$$

وعليه سوف تتغير قيمة الجهد الضغطي لكل خلية

$$\text{الجهد المائي} = \text{الجهد الاوزموزي} + \text{الجهد الضغطي}$$

$$-7 = 14 + \text{الجهد الضغطي}$$

$$\text{الجهد الضغطي} = -7$$

$$\text{الجهد المائي} = \text{الجهد الاوزموزي} + \text{الجهد الضغطي}$$

$$-7 = 10 + \text{الجهد الضغطي}$$

$$\text{الجهد الضغطي} = -3$$

عند الاتزان تكون الجهود كما يلي:

خلية A

$$\text{الجهد الاوزموزي} = -14 \text{ بار}$$

$$\text{الجهد المائي} = -7 \text{ بار}$$

$$\text{الجهد الضغطي} = -7 + 7 \text{ بار}$$

خلية B

$$\text{الجهد الاوزموزي} = -10 \text{ بار}$$

$$\text{الجهد المائي} = -7 \text{ بار}$$

$$\text{الجهد الضغطي} = -3 = 3 \text{ بار}$$

- مثال :خلية ذات جهد اوزموزي -12بار تبخر الماء منها حتى انكشيت جدران الخلية نحو الداخل اصبحت الخلية تحت تاثير شد اوسحب مقداره -4بار
- ماهو الجهد المائي
- الجهد الاوزموزي
- الجهد الضغطي
- $\Psi W = \Psi S + \Psi P$
- = 4-+12-
- 16-
- فيكون الجهد المائي =-16
- الجهد الاوزموزي =-12
- الجهد الضغطي =-4

- البلازمة Plasmolysis:
- تحدث البلازمة عند فقدان الماء من الخلايا وتكون على نوعين
- 1- البلازمة الابتدائية incipient plasmolysis وهي بداية انسحاب الغشاء الخلوي قليلا عن الجدار وفي بعض الخلايا وليس جميعها حوالي 50% من الخلايا تتبلمر وحدث في محاليل متعادلة التركيز isotonic ويكون الجهد
- الضغطي فيها صفرا ويمكن اعادتها الى الحالة الطبيعية عند نقلها من المحلول الى الماء النقي وتشاهد عندما يكون هناك صف من الخلايا كما في بشرة البصل وتسمى ايضا بالوقتية او المؤقتة.

- البلزمة الدائمة او التامه permanent plasmolysis
- تحدث في محاليل hypertonic ويحدث انسحاب كامل للغشاء عن الجدار الخلوي وتتكور المحتويات البروتبلازمية في البداية والوسط او الجوانب من الخلية ولا تستطيع الخلايا الرجوع الى حالتها الطبيعية وتستعيد امتلائها حتى لو وضعت في ماء نقي وتتبلزم معظم او جميع الخلايا ويكون الجهد الضغطي = صفر نتيجة لخروج كميات كبيرة من الماء لحدوث جفاف وموت الخلايا.

## • التشرّب Imbibition

• وهي حالة من حالات الانتشار تتضمن الية الادمصاص والتجمع السطحي .

• اما شروط حدوثها فهي :

• 1- هناك تجاذب بين المادة المنتشرة وسائل التشرّب

• 2- ان يكون هناك تدرج اوفرق بين الجهد المائي لسائل التشرّب وبين الجهد المائي الموجود في المادة المتشربة.

• خصائص المواد القابلة للتشرّب:

• 1- مؤلفة من دقائق غروية تسمح لحدوث الادمصاص او التجمع السطحي

• 2- وجود مساحات سطحية داخلية كبيرة تشمل الفجوا والفراغات الشعرية وهذا يساعد على انتشار الماء ويشغل الفراغات ويتجمع سائل التشرّب تجمعا سطحيًا حول الدقائق الغروية ثم يصبح هذا الماء جزء من الدقيقة الغروية .

- جهد الحشوة او الجهد المتري Matric potential
- وهو جهد يقابل الجهد الاوزموزي ويمثل اقصى جهد تولده المادة الادمصاصية اذا ما غمرت في الماء النقي وهو بقيمة سالبة

$$\Psi_w = \Psi_m + \Psi_p$$

- وعندما لاتكون الانظمة المتشربة مغلقة اي يكون النظام مفتوح تصبح قيمة الجهد المائي مساوية للجهد المتري اي لا يوجد جهد ضغطي (يساوي صفر) ان قيمة جهد الحشوة للبذور يكون شديد السالبة قد يصل الى 1000 بار وبعد انتهاء التشرب تتساوى الجهود المائية بين الماء في سائل التشرب وبين الماء في المادة المتشربة وما ينطبق على الاوزموزية ينطبق على التشرب.

## العوامل المؤثرة على التشرب:

1- درجة الحرارة: كلما زادت درجة الحرارة يزداد معدل التشرب فقط اما كمية التشرب لا تتاثر بذلك لان الحرارة تزيد من الطاقة الحركية لجزيئات الماء فتزيد من معدل دخول الماء او امتصاصه على الدقائق الغروية لان للتشرب حد معين وان الحرارة من الزمن اللازم لحدوث التشرب لزيادة معدل التشرب.

2- الجهد الاوزموزي لسائل التشرب: ان اضافة ذائب ما الى الماء النقي يجعل الجهد المائي اكثر سالبية ويؤثر هذا على تدرج او فرق في الجهد المائي بين سائل التشرب وكلما زاد الفرق في الجهود المائية كلما زاد معدل التشرب وان التشرب بالماء النقي يكون اكبر من التشرب بالمحلول الملحي وان هبوط الجهد الاوزموزي للمادة المتشربة يسبب نقص في معدل التشرب.

- نواتج عملية التشرّب :
- 1- زيادة الوزن والحجم
- 2- ارتفاع درجة الحرارة النظام
- 3- تولّد ضغط
- اهمية التشرّب :تحصل البذور على الماء بالية التشرّب لتنشيط كثير من الانزيمات في البذور وتحول النشا الى سكر لينمو الجنين الى بادرة وتحدث عملية الانبات .



# العناصر الموجودة في النبات

## Elements Found in plants

### العناصر الاساسية Essential Elements

Essential and Beneficial Elements in Higher Plants																	
H																	He
Li	Be											B	C	N	O	F	Ne
Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl	Ar
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
Cs	Ba	Lu	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
Fr	Ra	Lr	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt									
		La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb		
		Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No		

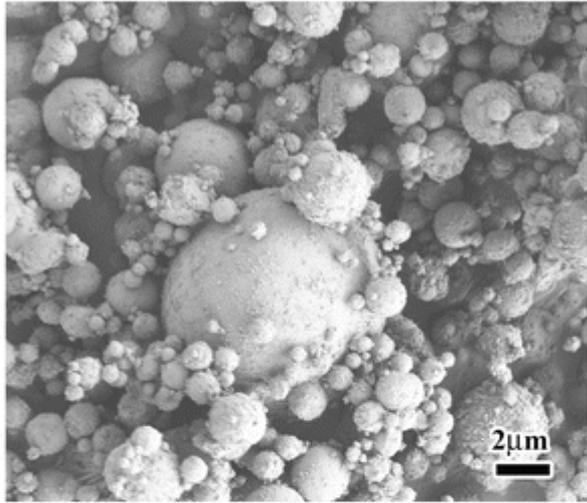
- Essential Mineral Element
- Beneficial Mineral Element
- Essential Nonmineral Element

# هناك نوعين من العناصر الضرورية للنمو الطبيعي والتكثف لمعظم النباتات

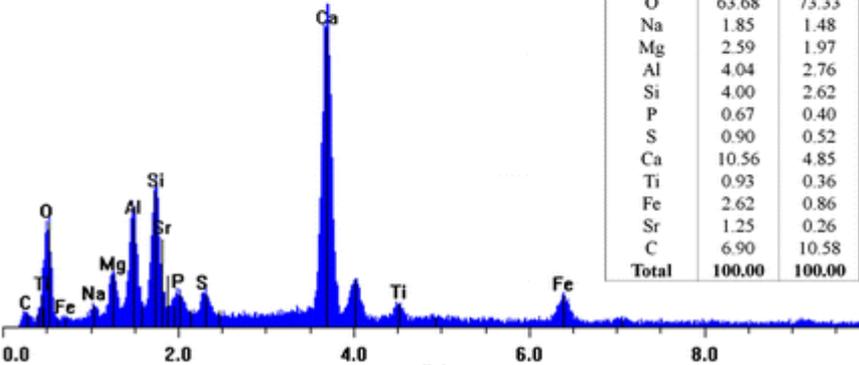
– العناصر الأساسية الكبرى Macroelements: وهي العناصر التي يحتاجها النبات بكميات كبيرة وهي Mg, Fe, I, C, H, O, N, P, K, S, Ca

– العناصر الأساسية الصغرى Microelements: وهي العناصر التي يحتاجها النبات بكميات ضئيلة نسبياً وهي Mn, Zn, B, Cu, Mo وهناك عناصر أخرى تعد أساسية لنمو بعض النباتات وليس لمعظمها وهي Na, Al, Si, Cl, Ga, Co

كيف يمكن الكشف عن هذه العناصر ؟  
بطريقة تحليل الرماد  
والكشف عن العناصر بمركبات كيميائية



(a)



(b)



- ويمكن دراسة تأثير بعض العناصر على النبات باستخدام نوعين من المزارع
- المزارع السائلة .

لهذا النوع من المزارع مساوى هي :

- 1- التلوث بالمواد الكيميائية المستخدمة
- 2- يحتاج هذا النوع من المزارع الى تهوية مستمرة
- 3- يحتاج الى اوعية لزرع النباتات معقمة وخالية من المعادن
- 4- يجب ان يكون خال من العناصر الضئيلة والنادرة



- المزارع الرملية او الصلبة باستخدام الرمل النقي والكوارتز المجروش والذي يحتوي على نسبة ضئيلة جدا يمكن التخلص منه بغسل الرمل بالمحلول المخفف ومن حامض HCL ولهذا النوع من المزارع مساوى منها:

- لايمكن التحكم بالمحلول المغذي كما في المزارع السائلة .

- كذلك لايمكن الحصول على الجذور كاملة عند قلعها

- كما ان الري بالتنقيط يكون صعبا ويجب ان يكون المحلول المضاف مساويا لكمية المحلول المتصرف .

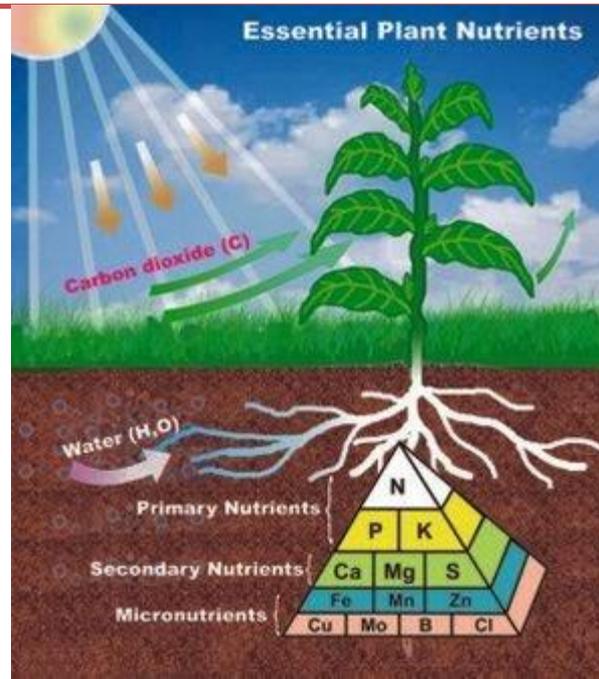


- وهناك محاسن للمزرعة الرملية :
- سهولة الزراعة مباشرة في الرمل
- تهية المزرعة الرملية التهوية السليمة
- تهية الظلام الكافي للجذور
- تكاليفها قليلة

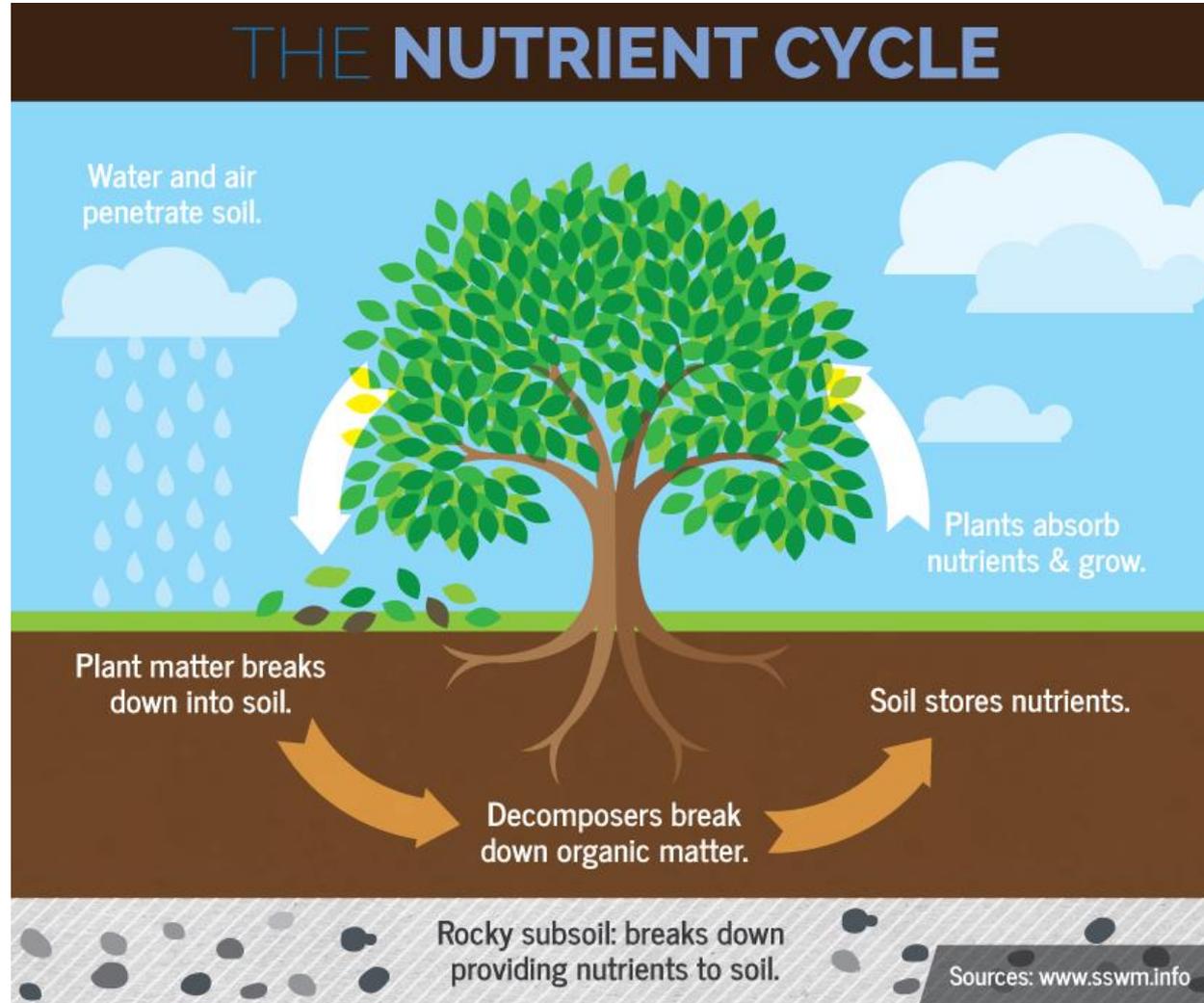


# الشروط الواجب توفرها بالعنصر لكي يكون اساسي

- ان يدخل في تركيب او تكوين احد اعضاء النبات المهمة مثل N يدخل في تركيب البروتين
- يساهم في اتمام التفاعلات الحيوية المهمة مثل Mn الذي يساعد في انشطار الماء ضوئيا في عملية البناء الضوئي
- لايمكن لعنصر اخر تعويضة مثل Na لايعوض ابد Ca في وظائفها
- بغياب العنصر يتوقف النمو او يصبح النمو شاذ او تظهر اعراض النقص مثل نقص Mg يظهر اصفرار الاوراق لانه يدخل في تركيب الكلورفيل



- وجود العنصر يزيل التأثير السام لبعض المركبات السامة مثل Fe يدخل في تركيب انزيم الكاتليز الذي يزيل التأثير السام لبيروكسيد الهيدروجين
- ملاحظة ان عنصر H<sub>2</sub>O ياخذ من الجو ويدخل عن طريق الثغور.



# عنصر النروجين N

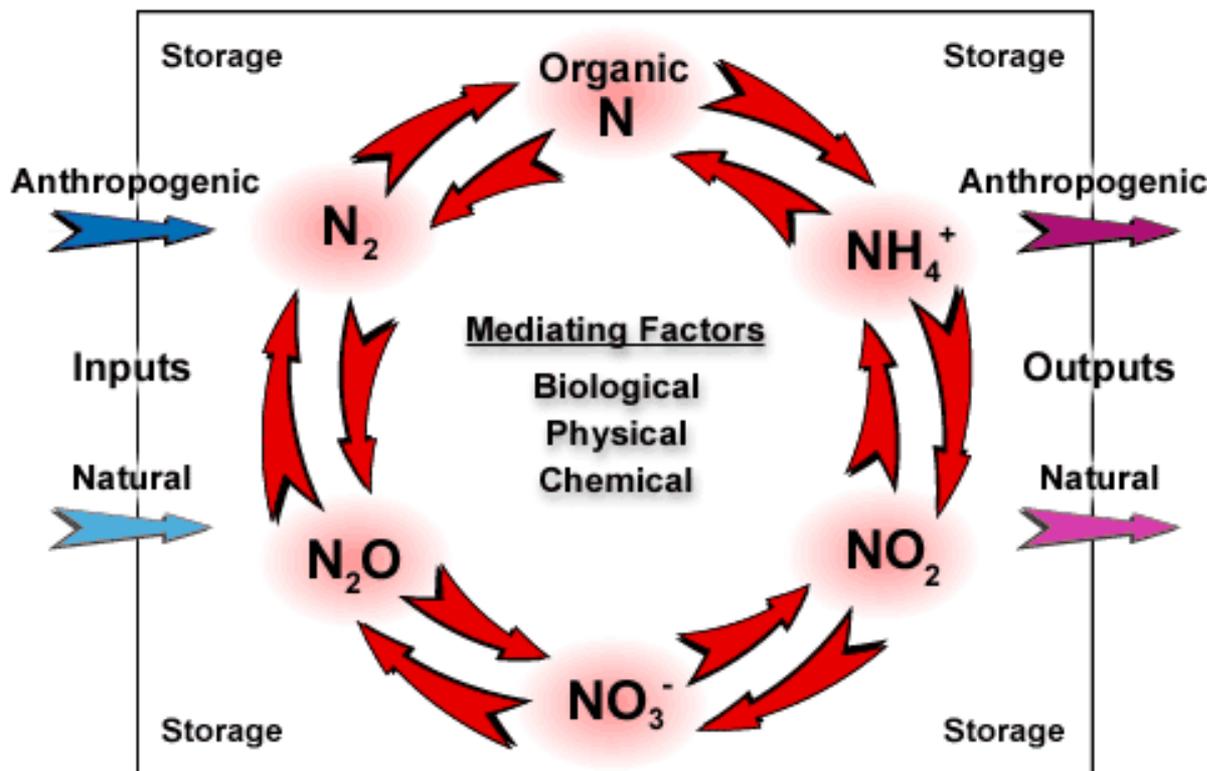
• الصيغة التي يمتصها النبات ويصبح جاهزا :

• بشكل نترات  $NO_3$

• الامونيا  $NH_4$

نروجين عضوي

وايسرهم للنبات هو النترات



# الاهمية الفسلجية لعنصر النتروجين

- نمو النبات يتوقف عند غياب عنصر النتروجين في النبات
- يدخل في تركيب جزئي البروتين
- يدخل في تركيب القواعد النتروجينية
- يدخل في تركيب المرافقات الانزيمية
- يدخل في تركيب الهرمونات النباتية
- تحتوي الفيتامينات على عنصر النتروجين
- يوجد في بعض الانزيمات ذات الاهمية في العمليات الايضية
- يدخل في تركيب الروفرين



# اعراض نقص عنصر النتروجين

- اصفرار الاوراق (شحوب كلورفيلي Chlorosis)
- يؤدي نقص هذا العنصر في بعض النباتات الى زيادة تكون صبغة (الانثوسيانين) وتلون اعناق الاوراق وعروقها باللون الارجواني كما في نبات الطماطة
- يؤدي نقص هذا العنصر الى قلة حجم الخلية ومعدل الانقسام

## اعراض نقص النيتروجين في التفاح



الفراولة



الموالج



العنب



الطماطم



الذرة



البطاطس



الموالج



القمح

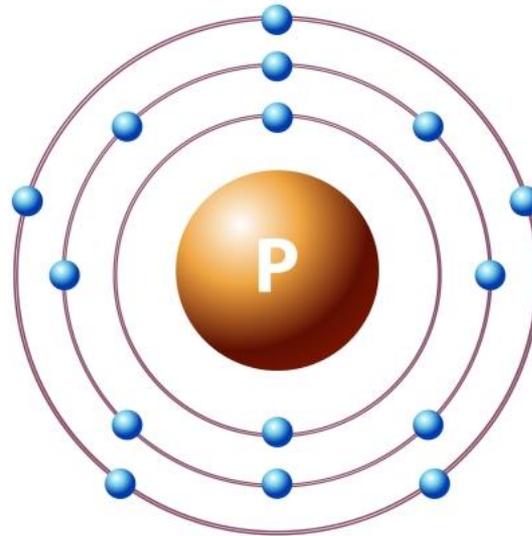
## عنصر الفسفور p

يوجد الفسفور في التربة بعدة اشكال منها الجاهز (الفسفور المعدني) مثل :  
الفسفور الاحادي  $H_2PO_4$  يوجد في PH حامضي (درجه تفاعل التربة)  
• الصيغة التي يمتصها النبات ويصبح جاهزا  
الفسفور الثنائي  $HPO_4-2$  يوجد في PH المتعادل  
الفسفور الثلاثي  $PO_4-3$  يوجد في وسط قاعدي

15

Phosphorus

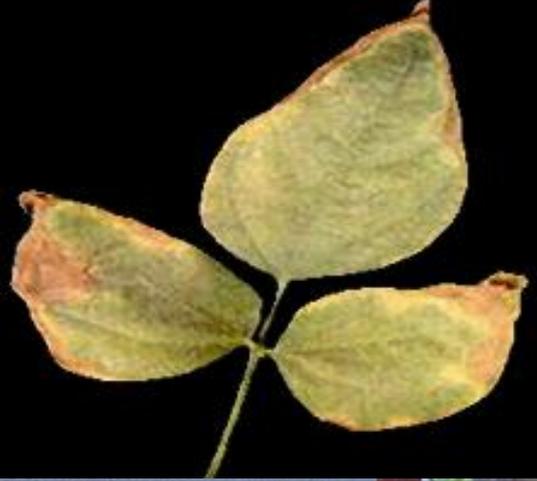
P



Atomic mass: 30.973

Electron configuration: 2, 8, 5

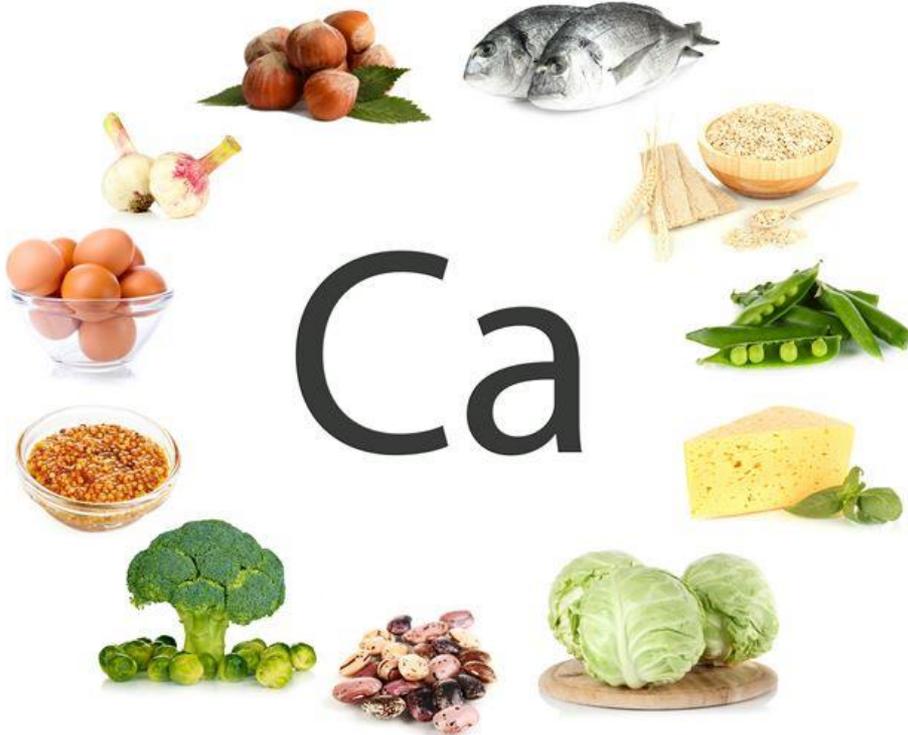
# الاهمية الفسلجية لعنصر الفسفور



- يدخل في تركيب الحوامض النووية
- يدخل في تركيب المبيدات المفسفرة
- يدخل في بناء مركبات الطاقة ATP
- يدخل في تركيب السكريات المفسفرة
- **اعراض نقص عنصر الفسفور P في النبات**
- ضعف نمو المجموعتين الخضري والجزري
- التساقط المبكر للاوراق غير الناضجة
- تظهر النباتات متقزمة واوراقها ذات لون داكن
- تظهر على الاوراق السفلى لسهولة تحرك عنصر الفسفور في النبات
- ضعف وقلة الافرع الجانبية وقلة الازهار والبنور والحاصل

## عنصر الكالسيوم Ca

الصيغة التي يمتصها النبات ويصبح جاهزا  
ايونات الفوسفات الاحادية  $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)$   
ايونات الفوسفات الثنائية  $\text{CaHPO}_4$   
ايونات الفوسفات الثلاثية  $(\text{Ca}_3\text{PO}_4)_2$   
والاول ايسر للنبات ويطرسب في الترب القاعدية

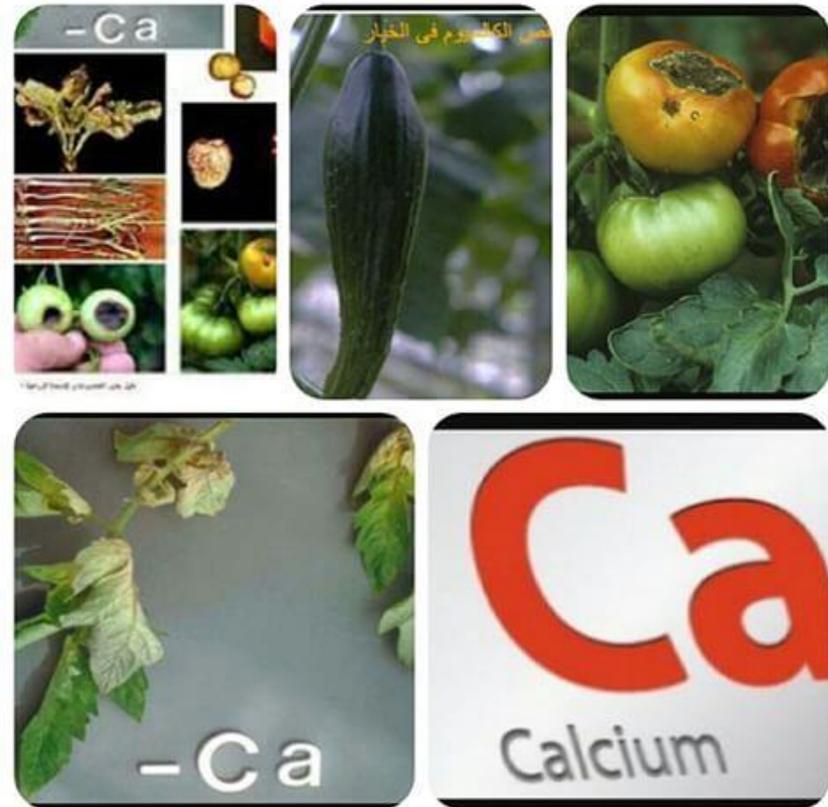


## الاهمية الفسلجية لعنصر الكالسيوم

- مكون رئيسي للجدران الخلوية
- مهم للانقسام الخيطي الاعتيادي
- يدخل في تركيب اللبيدات مثل Lecithin
- منشط لبعض الانزيمات .

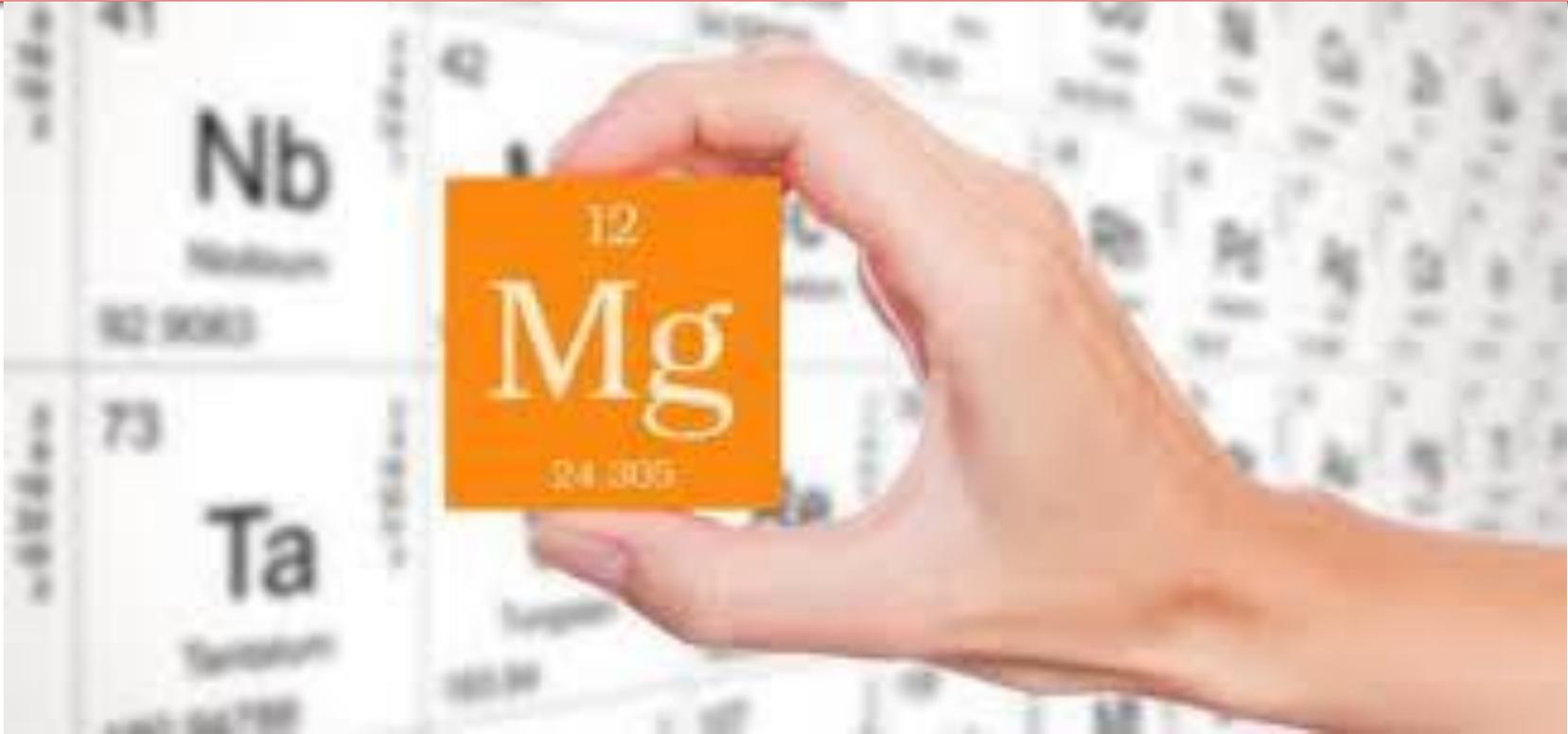
## اعراض نقص عنصر الكالسيوم

- توقف النمو في اعضاء النبات
- تصبح الجذور غليظة وقصيرة وبنية اللون
- يظهر الشحوب الكلورفيلي على حواف الاوراق
- تصبح الجدران الخلوية سريعة الانكسار
- هو من العناصر غير المتحركة في النبات لذلك اعراض نقصه تظهر على الاوراق الفتية ومناطق النمو الفتية



# عنصر المغنسيوم Mg

- الصيغة التي يمتصها النبات ويصبح جاهزا
- يوجد المغنسيوم في التربة بثلاثة صور
- الصورة الذائبة في محلول التربة
- الصورة المتبادلة
- الصورة المثبتة في المعادن
- ويعتبر الدولوميت من اكثر المصادر الاخرى توفرا لنبات



# الاهمية الفسلجية لعنصر المغنسيوم

- مكون لجزيئة الكلورفيل
- يلعب دورا في عملية البناء الضوئي
- يلعب دورا في ايض الكربوهيدرات
- ينشط كثير من الانزيمات وخاصة انزيمات ايض الكربوهيدرات وانزيمات بناء الاحماض النووية
- يحل محل Mn



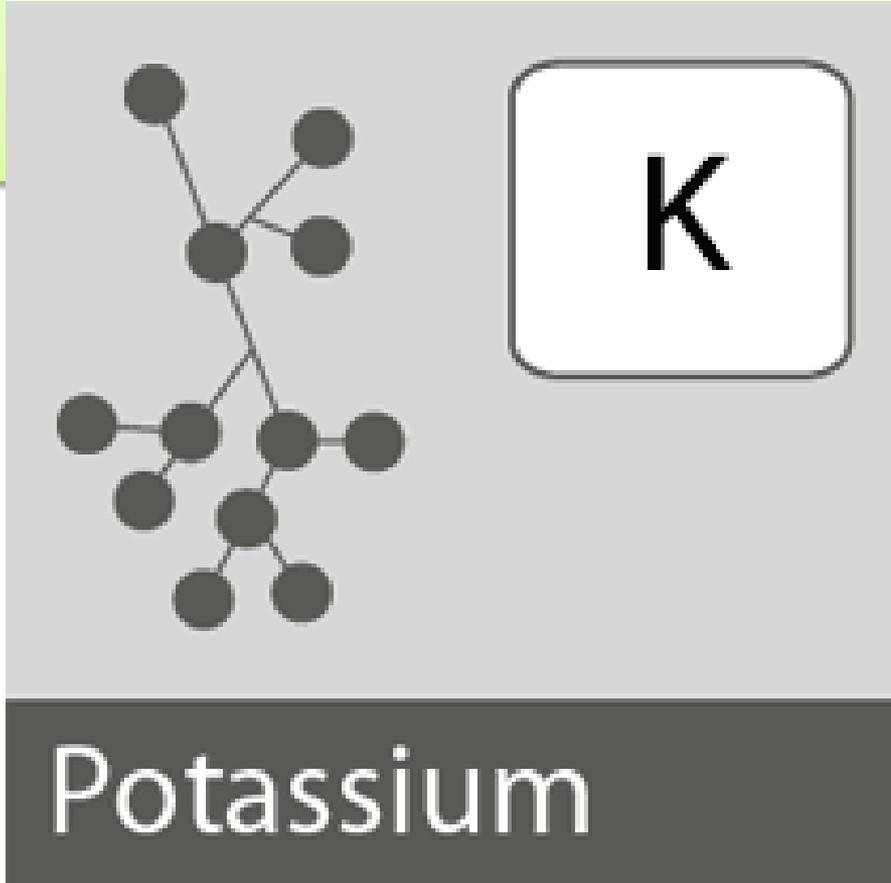
# اعراض نقص عنصر المغنسيوم في النبات

- لكونه عنصر متحرك في النبات فان اعراض نقصه تظهر على الاوراق المسنة اولا ثم الفتية
- الشحوب الشديد ما بين العروق للاوراق ظهور صبغة الانثوسيانين بعد الاصفرار
- ظهور بقع ميتة عند النقص الشديد



# عنصر البوتاسيوم k

- الصفة التي يمتصها النبات ويصبح جاهزا
- الصورة الذائبة
- الصورة المتبادلة
- الصورة المثبتة
- $K \rightarrow \underline{k} \rightarrow k$



# الاهمية الفسلجية لعنصر البوتاسيوم

- له دور في غلق الثغور وفتحها
- يوجد في المناطق المرستيمية
- له دور في بناء الهياكل الكربونية التي تستخدم في بناء البروتين
- يساهم في ايض الكربوهيدرات



## اعراض نقص عنصر البوتاسيوم

- يظهر الاصفرار المبرقش يعقبه تكون مناطق ميتة عند القمة وحافة الورقة
- انحناء قمة الورقة الى الاسفل
- يسبب تقزم النبات وتكون السلاميات قصيرة
- النقص الشديد يسبب ضعف النمو الخضري



## عنصر الكبريت S

الصيغة التي يمتصها النبات ويصبح جاهزا  
يوجد في معادن الباريت والكوبالتيت والجبس  
كذلك يوجد في محلول التربة بشكل ايونات الكبريت  $SO_4^{2-}$   
ويصبح الكبريت العضوي متيسرا للنبات من خلال نشاط  
الاحياء المجهرية



# الاهمية الفسلجية لعنصر الكبريت

- يدخل في تركيب الحوامض الامينية الحاملة للكبريت مثل
- Cysteine
- Cysteine
- Methionine
- يدخل في تركيب الفيتامينات مثل , Biotine, Thiamine والمرافق الانزيمي COA
- يدخل في ايض النتروجين
- يدخل في بناء Fd وبناء الكنين



## اعراض نقص عنصر الكبريت

- تتشابه اعراض نقص عنصر الكبريت مع اعراض نقص عنصر النروجين وتظهر اعراض النقص على الاوراق الفتية اولا لصعوبة انتقاله بالنبات



# عنصر الحديد Fe

من العناصر الصغرى يوجد في معدن الليمونيت ويصبح متيسرا للنبات بشكل  $Fe^{++}$ ,  $Fe^{+++}$  ويكون جاهزا في الترب الحامضية ويطرسب في الترب القاعدية

## الاهمية الفسلجية لعنصر الحديد

يدخل في تركيب السايكو كرومات

يدخل في تركيب الفيردوكسين (Fd) وهو مركب مهم في عملية البناء الضوئي

يدخل في بناء الكلورفيل

يدخل في بناء بروتينات البلاستيدة الخضراء

يدخل في تركيب FAD

يكون انزيم الكاتليز والبيروكسيديز



EDTA-Fe

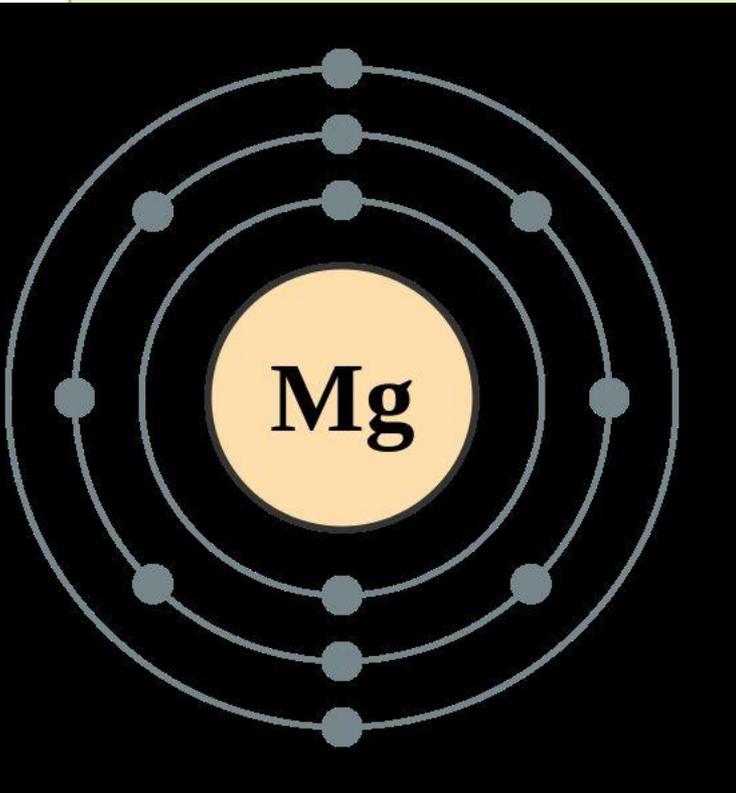
# اعراض نقص عنصر الحديد في النبات

- يظهر الشحوب الكلوروفيلي على الاوراق الفتية لكونه عنصر غير متحرك
- يثبط تكوين البلاستيدات الخضر من خلال تثبيط بناء البروتين
- ظهور الاصفرار بين العروق



# الصيغة التي يمتصها النبات من عنصر المنغنيز Mn

- يكون متيسر للنبات بشكل  $Mn^{+++}$  و  $Mn^{++}$  ويعتبر الثنائي ايسرهم في الترب الحامضية ذات التهوية الرديئة
- الأهمية الفسلجية لهذا العنصر:
- ينشط الانزيمات الخاصة بالتنفس وايض النتروجين
- يشترك في انشطار الماء ضوئيا في عملية البناء الضوئي
- مهم في اختزال النترات
- يعمل على هدم الاوكسين IAA



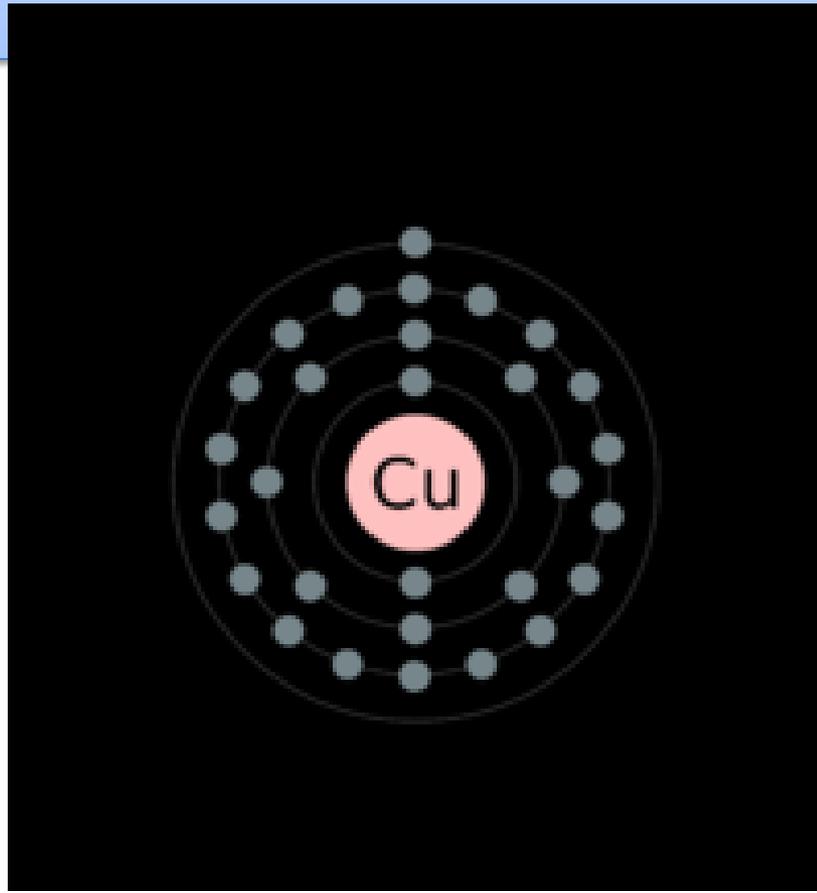
## اعراض نقص عنصر Mn

تظهر بقع صفراء ميته في المساحات ما بين العروق او على الاوراق الفتية اولا والبلاستيديات والكلوروفيل تتاثر بنقص هذا العنصر لصعوبة انتقاله في النبات في نبات الشوفان الذي هو اكثر انواع المحاصيل حساسية من محاصيل الحبوب الأخرى فان اعراض نقص هذا العنصر تظهر عليه وتعرف بالتبقع الرمادي



## عنصر النحاس Cu

- الصيغة التي يمتصها النبات ويصبح جاهزا
- يوجد الجزء الاكبر منه على هيئة جالكوبيريت  
Chalcopyrite(CuFeS<sub>2</sub>)



# الأهمية الفسلجية لعنصر النحاس

- يدخل في تركيب عدد من الانزيمات (Ascobate Oxidase) يدخل في تركيب البلاستوسيانين (pc) وبذلك هو يلعب دورا في عملية البناء الضوئي يساعد او يشترك في عملية تثبيت ثاني اوكسيد الكربون بعملية البناء الضوئي



# اعراض نقص عنصر النحاس

- ظهور التصبغ على اشجار الفاكهه
- ظهور بقع ميتة وتبقع بني على الاوراق والثمار
- يسبب نقص العنصر موت في قمم الاوراق الحديثة وتسقط نتيجة لذلك



# عنصر الزنك Zn



- الصيغة التي يمتصها النبات ويصبح جاهزا
- يوجد في المعادن الحديدية المغنسية (المنغنيت ,البايوتيت )
- ويتحرر الزنك بشكل  $Zn^{++}$
- الاهمية الفسلجية لهذا العنصر
- يسهم في البناء الحيوي لنمو IAA
- ينشط الكثير من الانزيمات
- يشترك في تكوين بعض الانزيمات مثل الكحول ديهيدروجينيز
- اعراض نقص هذا العنصر
- اصفرار المساحات ما بين عروق الاوراق الكبيرة
- ظهور بقع بيضاء ايضا على الاوراق وتسمى بظاهرة التورد

قصر السلاميات

عدم تكون الازهار

توقف نمو الجذور

عنصر البورون B

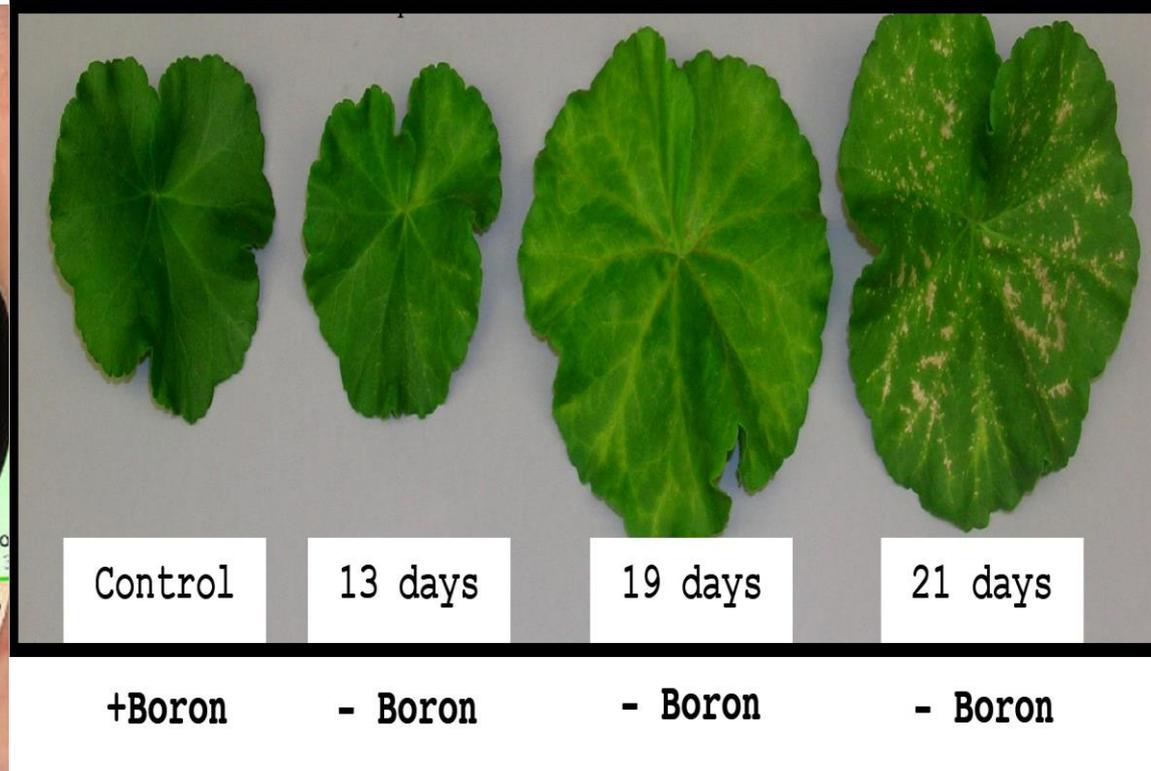
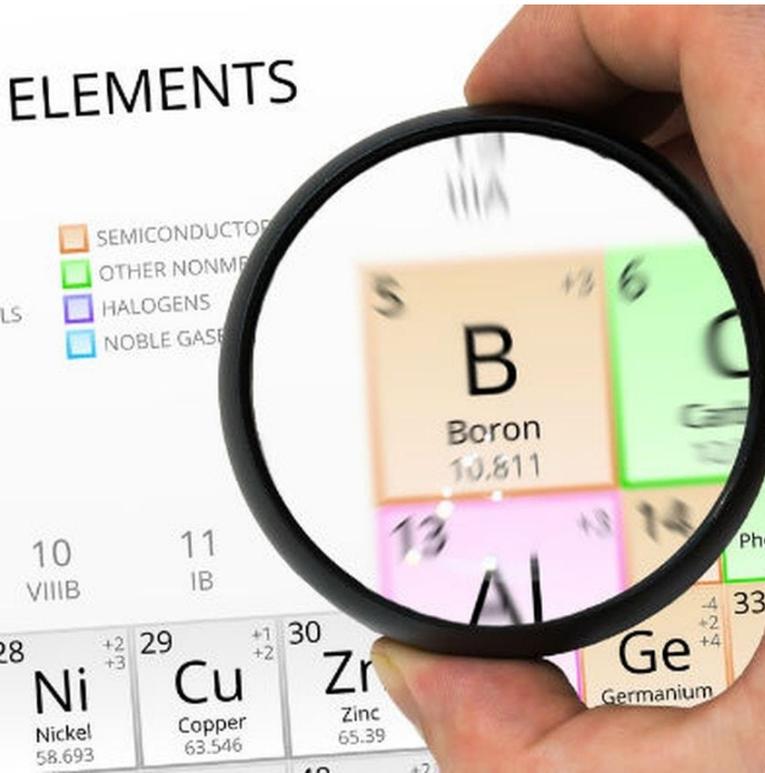
يعد من العناصر الصغرى المهمة لنمو النبات

الصيغة التي يمتصها النبات (بورات الكالسيوم , حامض البوريك) وان PH القاعدي يقلل جاهزيته في التربة



# الاهمية الفسلجية لعنصر البورون

- له دور في نقل الكربوهيدرات في داخل النبات
- له دور في بناء DNA في المرستيمات
- يساعد ويحفز على تكوين المركبات الفينولية
- ينظم النشاط الانزيمي
- ضروري في تكوين خلايا النبات



# عنصر الموليبيديوم Mo

يكون بشكل ايونات  $MoO_4^{2-}$  اما اكثرهم تيسرا للنبات فهو  $MoO_3$  وهو اكثر جاهزية في PH القاعدي

**الاهمية الفسلجية :**

يساهم في تثبيت النتروجين وتمثيل النترات يلعب دورا مهما في ايض الفسفور

**اعراض النقص :**

تبرقش المناطق المصفرة ما بين العروق في الاوراق السفلى وموت الحواف والتفاف الاوراق يسبب مرض الذنب السوطي على القرناييط



## العناصر الأخرى

- قد تحتاج نباتات الرز والدخن والشعير وزهرة الشمس الى السليكون فهو عنصر ضروري لنمو الحنطة السوداء والطماطة
- اما البروم فهو يحل محل Cl في نباتات البنجر السكري حيث يكون Cl ضروري لأكسدة H<sub>2</sub>O في البناء الضوئي
- اما الكوبلت فهو مهم للطحالب الخضراء المزرقاء ولكن هو ساما للنباتات الراقية



# امتصاص وانتقال الاملاح المعدنية

Mineral salt Absorption  
& Translocation

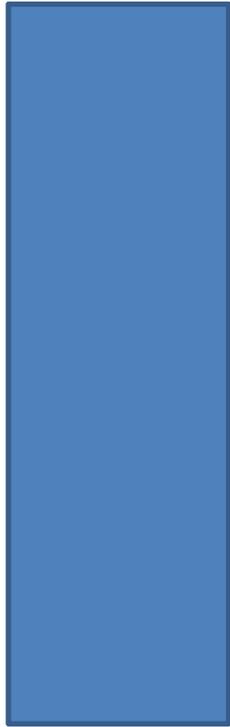
# اليات امتصاص الاملاح المعدنية وانتقالها

- هناك نوعين من انواع الامتصاص
- الامتصاص السلبي Passive Absorption
- الامتصاص الايجابي (الفعال) Active Transport
- الامتصاص السلبي: يحدث امتصاص الملح عن طريق التلامس المباشر للمجموع الجذري ومحلول التربة وهناك جزء من الخلية النباتية او النسيج الذي يسمح بالانتشار الحر يسمى بالحيز الحر  
Free space
- هناك اليات لحدوث الامتصاص السلبي او تراكم الايونات ضد تدرج التركيز (الجهد الكيميائي) ودون وجود للطاقة الايضية (وهناك ثلاث اليات )

## • اتزان دونان :Donnan Equilibrium

- يفسر اتزان دونان تأثير الايونات غير القابلة للانتشار كما انها تاخذ بنظر الاعتبار تراكم الايونات ضد تدرج التركيز
- يلاحظ ان الغشاء غير منفذ للايونات الموجبه C والايونات السالبة A من المحلول الخارجي وهذا يعني ان كميات متساوية من الايونات الموجبة والسالبة تنفذ من المحلول الخارجي عبر الغشاء حتى حصول حالة التوازن غير ان هذا الاتزان لا بد وان يتعادل كهربيا لذلك فان هناك حاجة الى ايونات موجبه اضافية لموازنة الايونات السالبة الثابتة (غير القابلة للانتشار ) على الجانب الداخلي للغشاء وعلية فان الايونات الموجبة تكون بتراكيز اكبر في المحلول الداخلي للخلية مما في المحلول خارج الخلية كذلك فان تركيز الايونات السالبة في الداخل يكون اقل مما في خارج الخلية

- 2- هناك حاجة للايونات السالبة لموازنة الايونات الموجبة الثابتة M (غير القابلة للانتشار) على الجانب الداخلي للغشاء وعلية ستكون الايونات السالبة بتراكيز اعلى مما في المحلول الخارجي وان تركيز الايونات الموجبة في المحلول الداخلي سيكون اقل مما في المحلول الخارجي .



- ولا بد من تحقيق شرطين للوصول الى الاتزان
- تركيز الايونات الموجبة يساوي تركيز الايونات السالبة على كل جانب من الغشاء البلازمي .
- نسبة الايونات الموجبة القابلة للنفوذ في الداخل الى نسبتها في الخارج لابد ان تساوي نسبة الايونات القابلة للنفوذ في الخارج الى نسبتها في الداخل بمعنى
- الايونات الموجبة في الداخل = الايونات السالبة في الخارج
- الايونات الموجبة في الخارج = الايونات السالبة في الداخل

- التدفق الكتلي للايونات (انسياب الكتلة )

- Mass flow of IONS

- ان الايونات التي تمر عن طريق الجذور يمكن ان تزداد بزيادة معدل النتح وقد يكون تاثير مباشر او غير مباشر حيث تتحرك الايونات بطريقة التدفق الكتلي مع جزيئات الماء من محلول التربة ثم الى الجذور والمجموع الخضري وقد شوهد انه باستخدام الكالسيوم المشع  $Ca^{45}$  يزداد امتصاصه بزيادة عملية النتح اي ان التدفق الكتلي للايونات خلال نسيج الجذور يكون بفعل السحب النتحي .

# النقل الفعال Active Transport

وجد ان تراكم الايونات الموجبه السالبة يحصل في النبات ضد تدرج التركيز وان التبادل الايوني واطزان دونان غير كافي لتفسير هذا التراكم من الايونات وهناك ادلة على وجود النقل الفعال:

تركيز الايونات ينخفض عند انخفاض درجة الحرارة

تركيز الايونات ينخفض عند نقص  $O_2$

تركيز الايونات ينخفض عند استخدام المثبطات الايضية

من اهم اليات النقل الفعال :

فكرة الحامل : ان النقل الفعال للايون عبر الغشاء يتم عن طريق تركيب يسمى الحامل Carrier يوجد في الغشاء ويسمى بالحاجز او الفراغ الواقع بين الغشاء الداخلي والخارجي وتعد غير منفذة للايونات ويكون هذا الحامل معقد مع الايونات وينشط بواسطة ATP فيؤخذ الايونات من قبل الحامل وينقل عبر الحاجز ثم الى الداخل فيعمل انزيم الفوسفوريز على فصل الفسفور ويتحرر الايون الى الفراغ الداخلي ويصبح داخل الخلية

# هناك ادلة على وجود النقل النشط

- ان الايونات المتشابهه غير قابلة للتبادل :اي ان النظائر لايمكن ان تحل محل الايونات في الامتصاص
- عند زيادة تركيز الملح (اي التشبع)جميع المواقع الفعالة تكون مشغولة
- هناك تخصص للحوامل من قبل الايونات وخاصة للايونات الكيميائية المتشابهة
- يزداد معدل التنفس للنبات عند نقله الى محلول ملحي ويسمى هذا التنفس الملحي

# نظرية الامتصاص الفعال للملح بواسطة لندكارد Lundegard

- يكون امتصاص الانيون (-) مستقلا عن امصاص الكتيون (+) ويحصل باليات مختلفة حيث يمتص (+) بشكل سلبي (-) بشكل فعال
- يوجد تدرج في تركيز الاوكسجين من السطح الخارجي الى السطح الداخلي للغشاء وبالتالي يشجع الاكسدة على السطح الخارجي والاختزال على السطح الداخلي
- يحصل النقل الفعلي للايونات عن طريق ETS النظام السائتو كرومي لقد لاحظ لندكارد ان (-) تنقل بشكل فعال بواسطة انزيم Cytochrome pump حيث توضح امتصاص (+) بطريقة سلبية بينما امتصاص (-) بصورة فعالة نشيطة.

# جهد الغشاء الناقل ومعادلة نيرنست Nernst Equation

- يتولد جهد الغشاء الناقل او جهد التيار الكهربائي عبر الغشاء نتيجة لاختلاف التركيز للايونات على كل جانب من جوانب الغشاء ويظهر فرق الجهد المتغير ما بين داخل وخارج الخلية ويرجع هذا الى خواص الغشاء ومدى نفاذيته للايونات حيث يتولد تدرج كيميائي كهربائي وبصورة عامة يظهر في هذه المعادلة ان تراكم الايونات يعود الى الامتصاص السلبي للايونات الموجبه (+) بينما يكون انتقال الايونات السالبة (-) انتقال او امتصاص فعال (وجود طاقة) في الخلايا النباتية.

# الـية الـامل الـملـضمـنة (ATP) الـورة الـوسفـالـية

- الـضمـن الـمصـاص الـملـح الـوجود الـATP الـالـمصـاص الـفعال الـلـملـح الـقد الـفـترض الـان الـلبـيدـات الـمـفسـرة الـمهمـة الـفي الـعملـية الـنقل الـالـكلـترون الـعبر الـالـغـشية الـغير الـالـمنـفـذة الـلالـيونـات الـفـمـثـلا الـان الـالسـثـين Lecithin (الـبـيد الـمـفسـر) الـيـتـكون الـويـتحـلل الـمـائـيا الـبـطـرـيقة الـدائـرية الـليـاخذ الـايـونات الـمن الـسطـح الـالخـارجي الـويـطـلقـها الـمرة الـثانية الـبواسـطة الـتحـلل الـالمـائي الـالى الـفـراغ الـاو الـالـغـشاء الـالـداخـلي الـوتـسمى الـهذه الـبالـورة الـالفـوسفـالـية Phosphatide cycle الـوبـصورـة الـعامـة الـلايـحتوي الـالنبات الـعلى الـالسـثـين الـاو الـالكـولين الـاو الـانـزيم الـالـاسـترـكـولين الـولـكن الـتـعـتبر الـمن الـانواع الـالنقل الـاو الـالـمصـاص الـفعال

# العوامل المؤثرة في امتصاص الملح

- درجة الحرارة :تؤدي زيادة درجة الحرارة الى تسريع في امتصاص الملح ولكن في مدى ضيق نتيجة لمسح البروتين بالحرارة العالية وتوقف فعالية الانزيم
- تركيز ايوم الهيدروجين PH:ان التغير الحاصل في PH التربة يؤثر في امتصاص الاملاح من قبل النبات
- الضوء :يؤثر الضوء بطريقة غير مباشرة نتيجة لتاثيره في عملية غلق وفتح الثغور ودخول الغازات  $CO_2, O_2$  وتأثير عمليات البناء الضوئي والتنفس .

- الاجهاد الاوكسجيني ( $O_2$ ): ينشط النقل الفعال بوجود  $O_2$  وتتوقف عملية التنفس بعدم وجود الاوكسجين وبالتالي عدم وجود ATP لعدم حدوث التنفس
- تاثير الفعل المتبادل: ان امتصاص ايون ما يتاثر بوجود ايون او ايونات اخرى فمثلا امتصاص K يتاثر بوجود تراكيز عالية من Ca, Mg
- النمو: ان نمو النسيج او الخلايا يزيد من المساحة السطحية وعدد الخلايا وبناء مواقع ارتباط جديدة او حوامل جديدة وهذا كله يحفز امتصاص الملح كما في الخلايا المرستيمية