كلية العلوم

القسم : علم الحياة

السنة : الرابعة

المادة : تغذية ونمو

المحاضرة : الخامسة/نظري/د.ريم

{{ مكتبة A to Z }}

Facebook Group : مكتبة A to Z

2026

يمكنكم طلب المحاضرات برسالة نصية (SMS) أو عبر (What's app-Telegram) على الرقم 0931497960

Syrian Arab Republic Ministry of Higher Education and Scientific Research		الجمهورية العربية السورية وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

مقرر التغذية والنمو

(العناصر المعدنية)

نظريات وآليات الامتصاص والعوامل المؤثرة

إعداد: د. ريم ابراهيم

قسم علم الحياة

كلية العلوم

العام الدراسي 2025-2026

نظريات وآليات تفسير الامتصاص في النبات

مقدمة: يعد **محلول التربة** المصدر الأساسي الذي يستمد منه النبات الماء وجميع عناصره المعدنية الضرورية للنمو. ويمتاز محلول التربة بكونه ممدداً جداً وضغطه الحلولي لا يتجاوز 0.1 إلى 0.2 ض. ج كما تتباين مكونات محلول التربة باختلاف الأراضي وتكون صعبة التحديد حيث لا يمكن استخلاصها من دون أن تكون ملوثة بدقائق التربة أو غروياتها.

تتوزع الشوارد في محلول التربة **بشكل عشوائي** وقد يلاحظ Ca^{++} و Mg^{+2} و Na^{+} و $SO4^{-2}$ والكربونات $HCO3^{-}$ والنترات $NO3^{-}$ ويتراوح تركيز هذه الشوارد ما بين 0.1-1 ميلي مكافئ. وتساهم عمليات التبادل الشاري التي تجري بين المحلول ودقائق التربة في تعويض الشوارد التي تنتزعها النباتات من المحلول.

مصادر العناصر المعدنية: توجد العناصر المعدنية في محلول التربة على هيئة أيونات (مثل: NO_3^-، NH_4^+، K^+، Ca^{2+}، Mg^{2+}، Fe^{2+}/Fe^{3+})، لا يستطيع النبات امتصاص العناصر إلا إذا كانت ذائبة وقابلة للتبادل، وقد يحصل عليها النبات من مصدر طبيعي أو من التسميد.

إن العناصر المعدنية الموجودة في محلول التربة تمثل الجزء الجاهز للامتصاص، ومصادرها الرئيسة يمكن تلخيصها علمياً كما يلي:

- تجوية معادن التربة الأولية والثانوية وتعد المصدر الأساسي طويل الأمد للعناصر الكبرى والصغرى. إذ يؤدي التحلل الكيميائي والفيزيائي لمعادن مثل الميكا، الكربونات، والفوسفات إلى إطلاق أيونات K^+، Ca^{2+}، Mg^{2+}، Fe^{2+}/Fe^{3+}، Mn^{2+}، PO_4^{3-} وغيرها إلى محلول التربة.
- التحلل المعدني للمادة العضوية (Mineralization) تحلل المركبات العضوية بواسطة الأحياء الدقيقة يؤدي إلى تحويل العناصر من الصورة العضوية إلى الصورة غير العضوية القابلة للذوبان مثل: NH_4^+، NO_3^-، $H_2PO_4^-$ ، SO_4^{2-} إضافة إلى العناصر الصغرى المرتبطة بالدبال.
- الأسمدة المعدنية والعضوية المضافة: إذ تمثل مصدراً مباشراً وسريعاً لرفع تركيز الأيونات المغذية في محلول التربة، مع خضوعها لتفاعلات الذوبان، الامتزاز، والتثبيت.
- معقد التربة الغروي (الطين + المادة العضوية): يعمل كمخزن ديناميكي للعناصر عبر ظاهرة التبادل الأيوني، حيث تتحرر الكاتيونات والأنيونات الممتزة إلى محلول التربة وفق توازنات الامتزاز–الإزالة (Adsorption–Desorption).
- نشاط الأحياء الدقيقة في منطقة الرايزوسفير: وذلك من خلال إذابة الفوسفات غير الذائب وتثبيت النيتروجين الجوي.

أكسدة واختزال عناصر مثل Fe وMn، مما يغير ذوبانها وتيسرها الحيوي.

- مياه الري والأمطار والترسيب الجوي: تزوّد محلول التربة بكميات متفاوتة من Ca، Mg، NO_3، SO_4، Cl والعناصر الصغرى المحمولة مع الغبار الجوي.

وبالتالي فإن محلول التربة يمثل نتاج توازن معقد بين عمليات التجوية، التحلل الحيوي، التبادل الأيوني، والنشاط الميكروبي، وهو الوسط الفعلي الذي يتم عبره امتصاص العناصر المعدنية بواسطة الجذور.

يمتص النبات العناصر المعدنية على هيئة أيونات من محلول التربة عبر الشعيرات الجذرية، إما بطريقة سلبية مع حركة الماء أو بطريقة نشطة باستخدام الطاقة، ثم تنتقل عبر أنسجة الجذر إلى الخشب وتُوزع إلى باقي أجزاء النبات.

يحتوي محلول التربة على معقدات عضوية معدنية تعرف باسم المتمخلبات وتوجد بشكل معلقات مثل ممخلبات الحديد الثلاثي. وتساهم المتمخلبات في تسهيل عملية الامتصاص، حيث يصعب على بعض النباتات أن تمتص بعض أنواع الشوارد من أملاحها مباشرة.

دور مُمَخْلِبات الحديد في توفير الحديد للامتصاص عند النبات

إشكالية توفر الحديد في التربة: الحديد عنصر وفير كليًا لكنه ضعيف الإتاحة الحيوية. في الترب القلوية أو الجيرية:

يتحول Fe^{3} ⟶ Fe^{2+} و يترسب في صورة هيدروكسيدات غير ذائبة و يؤدي إلى الكلوروز الحديدي (نقص امتصاص الحديد)

مفهوم مُمَخْلِبات الحديد: المُمَخْلِب (Chelator): جزيء عضوي يحيط بأيون Fe^{3} ويشكّل معقّدًا مستقرًا وقابلًا للذوبان

يمنع الترسيب ويُبقي الحديد في صورة قابلة للنقل و مصادر مُمَخْلِبات الحديد مُمَخْلِبات نباتية داخلية (حمض الستريك - حمض الماليك - النيكوتيانامين (Nicotianamine)) دورها: نقل الحديد داخل النبات منع الأكسدة والترسيب في الخشب واللحاء

مُمَخْلِبات جذرية خارجية": الفينولات والأحماض العضوية و تفرزها الجذور تحت نقص الحديد و تختزل Fe^{3} أو تثبّته في صورة ذائبة

مُمَخْلِبات ميكروبية (Siderophores): تنتجها بكتيريا وفطريات الريزوسفير (الشكل 2) و عالية الألفة لـ Fe^{3} و تسهّل امتصاصه غير المباشر

آليات الامتصاص المرتبطة بالمُمَخْلِبات: استراتيجيات امتصاص الحديد

الاستراتيجية I (ثنائيات الفلقة): تحمض الريزوسفير (H^{+}-ATPase) اختزال Fe^{2} ⟶ Fe^{3+} (إنزيم FRO2)

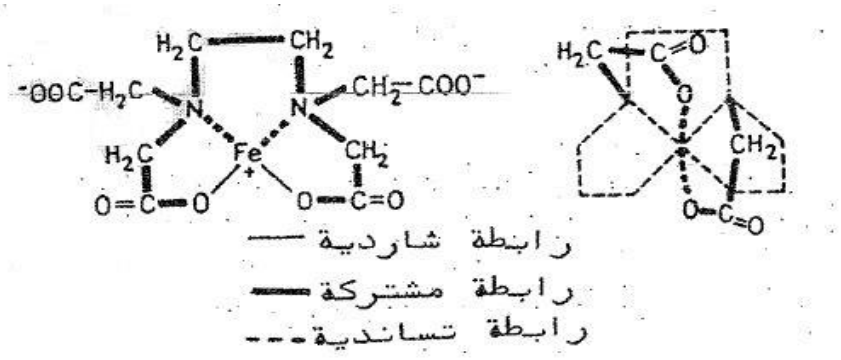
امتصاص Fe^{2} عبر ناقل IRT1 و المُمَخْلِب يحافظ على Fe^{3} ذائبًا وقريبًا من سطح الجذر.

الاستراتيجية II (النجيليات) إفراز فيتوسيدروفورات (Mugineic acids) و تكوين معقّد Fe^{3+}–PS و امتصاص المعقّد عبر ناقل YS1/YSL و هنا يكون المُمَخْلِب هو الآلية الأساسية للامتصاص.

دور المُمَخْلِبات في النقل داخل النبات منع ترسيب الحديد في الخشب نقل الحديد إلى: الأوراق الفتية البلاستيدات الخضراء

والحفاظ على الحديد في صورة نشطة إنزيميًا

خلاصة تكاملية: لا يكفي وجود الحديد في التربة، وبل يجب تثبيته كيميائيًا (Chelation) ثم تهيئته فسيولوجيًا ليصبح قابلًا للامتصاص والنقل.



الشكل 1: متمخلبات الحديد الثلاثي (اسيتات الحديد الثلاثي)

إن حجم دقائق التربة أيضا يساهم في سهولة عمليات التبادل وتهوية الجذور. وتكون هذه الدقائق قابلة للانحلال جزئياً بماء المطر الغني بغاز ثنائي أوكسيد الكربون والذي يتمتع بحموضة ضعيفة وينحل بشكل أكبر بفضل الجذور النباتية التي تطلق H^+.

من أمثلة **<u>دقائق التربة</u>**: الدقائق الكلسية النشطة متناهية الصغر وذات المسامية العالية والتي تسمح للجذور بالنفاذية عبرها وتنحل في التربة على شكل ثنائي فحمات الكالسيوم وفق التفاعل التالي:

$$2CaCo_3 + 2H^+ \rightleftharpoons Ca(Co_3H)_2 + Ca^{2+}$$

دقائق الفوسفات ثلاثية الكالسيوم وتنحل هذه الدقائق أيضاً بفعل شوارد الهيدروجين المنطلقة من الجذور وفق مايلي:

$$Ca_3(Po_4)_2 + 2H^+ \rightleftharpoons 2Ca(Po_4H) + Ca^{2+}$$

$$2Ca(Po_4H) + 2H^+ \rightleftharpoons Ca(Po_4H)_2 + Ca^{2+}$$

كما ان غرويات التربة بشكليها الغضاري والدبالي كما مر معنا سابقا تمتلك القدرة على ادمصاص الشوارد الموجبة بشكل عكوسي وتتبادل هذه الشوارد مع البروتونات أو شوارد أخرى على الشكل الآتي:

$$Arg.Ca + 2nH^+ \rightleftharpoons Arg.H + nCa^{2+}$$

آليات امتصاص العناصر الغذائية في النبات

منطقة الامتصاص في الجذر يتم الامتصاص أساسًا عبر: منطقة الشعيرات الجذرية خلايا البشرة والقشرة ، **و**الشعيرات الجذرية تزيد المساحة السطحية و تقرّب الجذر من محلول التربة

آليات انتقال العناصر إلى داخل الجذر

يتم امتصاص العناصر من الترب عبر الشعيرات الماصة للجذر وذلك ضمن منطقة محددة تعرف بالرايزوسفير (الشكل1) وذلك وفق نمطيم من الامتصاص:

الامتصاص السلبي (Passive absorption):يحدث دون استهلاك طاقة، ويعتمد على:

الانتشار (Diffusion): انتقال الأيونات من تركيز عالٍ إلى منخفض

الانتشار الميسر (Facilitated diffusion): عبر قنوات بروتينية

التيار الكتلي (Mass flow): مع حركة الماء نحو الجذر

يخص غالبًا العناصر الموجودة بتركيز مرتفع في التربة مثل Ca^{2+} و Mg^{2+}.

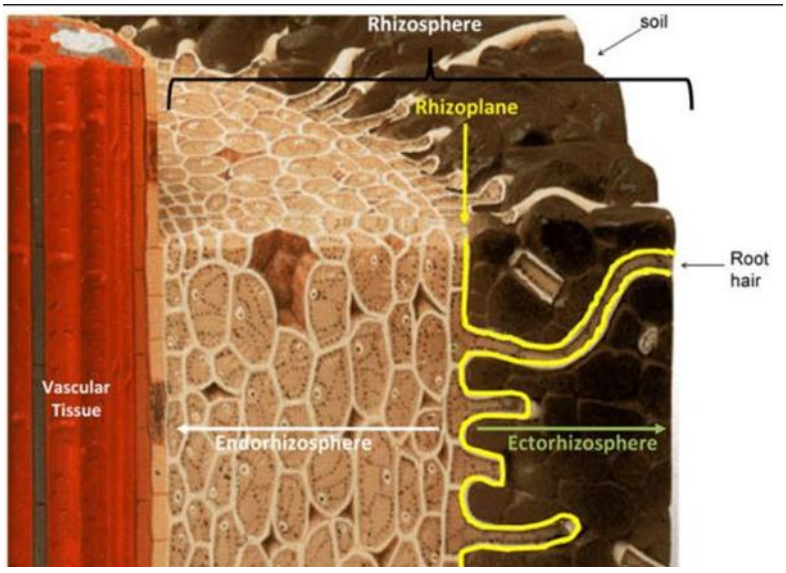
الامتصاص النشط (Active absorption)

يتطلب طاقة (ATP): يتم ضد تدرج التركيز

يعتمد على: مضخات البروتون (H^+-ATPase)، نواقل غشائية نوعية (Transporters)

مثال: امتصاص K^+، NO_3^-، PO_4^{3-} عند انخفاض تركيزها في التربة

دور الغشاء البلازمي الغشاء شبه منفذ ويحتوي على؛ قنوات أيونية و نواقل مشتركة (Symport / Antiport) **ومضخة** البروتون؛ تطلق +H إلى الجدار الخلوي، تخلق فرق جهد يسهل دخول الأيونات



الشكل2: الرايزوسفير وهو مركز التحكم البيولوجي الكيميائي لامتصاص العناصر للنبات وهو نقطة التفاعل بين الجذر والتربة والميكروبات.

مسارات انتقال العناصر داخل الجذر: المسار غير الحي (**Apoplastic pathway**)،عبر الجدر الخلوية والمسافات بين الخلايا يتوقف عند شريط كاسبار في الطبقة الداخلية.

المسار الحي (**Symplastic pathway**): عبر السيتوبلازم من خلية لأخرى عبر البلازموديسماتا، هو المسار الإجباري بعد الإندودرمس.

الانتقال إلى الأجزاء الهوائية: بعد الوصول إلى الخشب: تُنقل العناصر المعدنية مع الماء بواسطة تيار النتح، تختلف حركة العناصر حسب قابليتها لإعادة النقل (Phloem mobility).

عوامل تؤثر في الامتصاص: pH التربة، درجة الحرارة، التهوية، الرطوبة، التنافس بين الأيونات، نشاط الكائنات الدقيقة والجذور الفطرية (Mycorrhiza)

خلاصة:

1. الامتصاص السلبي (Passive Absorption) انتقال الأيونات أو الجزيئات من التربة إلى جذور النبات دون استهلاك الطاقة، متأثر بالفرق في التركيز أو الجهد الكهربائي، ويتم عن طريق الانتشار البسيط (Simple Diffusion) الذي يحدث عبر الغشاء البلازمي حسب فرق التركيز، كما في امتصاص الماء وبعض الأيونات مثل Cl^- في حالات معينة. كما يمكن أن يتم عن طريق التسرب (Facilitated Diffusion): عبر بروتينات ناقلة (Transporters) في الغشاء، دون استهلاك ATP. مثال: امتصاص الكالسيوم أو البوتاسيوم عند وجود فرق تركيز مناسب بين التربة وسيتوبلازم الجذر ويتأثر أيضا بدرجة الحموضة (pH) ودرجة الملوحة و حرارة التربة.

2. الامتصاص النشط (Active Absorption): نقل الأيونات ضد فرق التركيز باستخدام طاقة ATP. ويتم عن طريق البروتينات الناقلة (مثل H^+-ATPase pumps) والتي تخلق تدرجًا كهربائيًا وكيميائيًا لدفع العناصر إلى داخل الخلية. مثال: امتصاص NO_3^-، K^+، Fe^{2+}، Zn^{2+}. وتأتي أهميته من أنه يتيح للنبات امتصاص العناصر حتى عند انخفاض تركيزها في التربة و يساهم في التوازن الغذائي الداخلي للنبات.

3. النقل عبر القشرة الجذرية (Apoplast vs Symplast)

Apoplast (المسار الخلوي خارج الغشاء): الانتقال عبر جدران الخلايا والمسافات بين الخلايا ويتميز بانه سريع لكنه يتوقف عند طبقة Casparian strip في القشرة.

Symplast (المسار الخلوي داخل الغشاء): النقل عبر السيتوبلازم من خلية إلى أخرى عن طريق Plasmodesmata. ويسمح بالتحكم بالنقل وإضافة الطاقة في الامتصاص النشط.

تلعب الجذور نباتية دوراً هاماً في زيادة المساحة السطحية للامتصاص، وكذلك الشعيرات الجذرية (Root Hairs)، أو ما يسمى بالأوبار الماصة تزيد مساحة التماس مع التربة و تعتبر الموقع الرئيسي لامتصاص الماء والأيونات.

مصادر العناصر المعدنية في التربة

توجد العناصر في: محلول التربة (الصورة المتاحة للامتصاص) و معقد التبادل الكاتيوني و المركبات المعدنية والعضوية

يعتمد توفر العنصر على: PH التربة و الرطوبة و النشاط الميكروبي وكذلك التفاعلات الأيونية

ثالثًا: طرق انتقال العناصر إلى سطح الجذر

الانتشار (Diffusion): انتقال الأيونات من منطقة عالية التركيز إلى منطقة منخفضة التركيز (مهم للفوسفور والبوتاسيوم).

التدفق الكتلي (Mass Flow): انتقال العناصر مع حركة الماء نحو الجذر نتيجة النتح (مهم للنيترات والكالسيوم والمغنيسيوم).

الاعتراض الجذري (Root Interception): تلامس الجذر مباشرة مع أيونات التربة أثناء نموه.

تنظيم امتصاص العناصر

يخضع الامتصاص إلى: حالة النبات الغذائية التوازن الأيوني الإشارات الهرمونية يوجد تنظيم جيني لناقلات العناصر (مثل NRT, PHT, IRT

نواقل النترات في النبات (Nitrate Transporters (NRT / NPF Families

أولًا: أهمية النترات

النترات (NO_3^-) هي المصدر الرئيسي للنيتروجين المعدني في أغلب النباتات. ويتم امتصاصها ونقلها يتم عبر نواقل غشائية متخصصة ذات تنظيم جزيئي دقيق.

ثانيًا: العائلات الرئيسية لنواقل النترات

عائلة NRT1 / NPF: Nitrate Transporter 1 / Nitrate Peptide Family

الخصائص: نواقل منخفضة الألفة (Low-Affinity Transport System – LATS) تعمل عند تركيزات نترات مرتفعة (>1 mM) تعتمد على النقل المشترك مع البروتون (H^+/NO_3^- symport)

وظائف لعائلة NPF:

نقل النترات لمسافات طويلة تحميل وتفريغ النترات في الخشب واللحاء

عائلة NRT2 High-Affinity Nitrate Transporters

الخصائص: نواقل عالية الألفة (HATS) و فعالة عند تركيزات نترات منخفضة (<1 mM) وهي تعتمد على الطاقة (H^+-ATPase) و تتطلب بروتينًا مرافقًا: NAR2 / NRT3 ويكون ضروري لاستقرار وعمل نواقل NRT2

التنظيم الهرموني:

الأوكسين: يعزز التعبير عن NRT2

السيتوكينين: يثبط الامتصاص الجذري

الإيثيلين: ينشّط الاستجابة لنقص النيتروجين

نواقل النترات ليست مجرد قنوات نقل، بل هي أنظمة استشعار وتنظيم وتوزيع وتتحكم في التوازن النيتروجيني للنبات على المستويين الخلوي والجهازي.

دور الكائنات الدقيقة كالفطريات الجذرية (Mycorrhizae والتي تعمل على زيادة المساحة الامتصاصية و تحسين امتصاص الفوسفو والعناصر الصغرى كما تعمل البكتيريا المثبتة للنيتروجين على تحسين امتصاص النتروجين.

إن امتصاص العناصر المعدنية عملية ديناميكية متكاملة تشترك فيها التربة، والجذر، والغشاء الخلوي، والتنظيم الجزيئي، بما يضمن كفاءة التغذية المعدنية واستدامة نمو النبات.

العوامل المؤثرة على امتصاص الأملاح: .

تؤثر في عملية الامتصاص العديد من العوامل منها الفيزيائية كالرطوبة، درجة الحرارة، تركيب التربة و تهويتها و عوامل كيميائية:pH التربة، تركيز العناصر، وجود أملاح أو معقدات. عوامل بيولوجية مثل ميكروبات التربة، و الفطريات الطفيلية (مثل الفطريات الميكوريزية).

العوامل الفيزيائية:

1- **الحرارة والضوء:** يزداد امتصاص أغلب الشوارد بازدياد درجة الحرارة في الحدود الفيزيولوجية أي بدءاً من بضع درجات وحتى 35-40م، وبعد ذلك فإن الامتصاص أما أن يزداد أو يتناقص وذلك بحسب تركيز الوسط.

يزيد الضوء من شدة الامتصاص وذلك بشكل غير مباشر، حيث أن الضوء يزيد من التعرق وتيار الماء وبالتالي يزيد من نسبة السكر وذلك في النباتات الراقية. أما في الطحالب فإن للضوء تأثير مباشر على بنية السيتوبلاسما وبالتالي الخلية وعملية الامتصاص.

2- **أهمية PH:** تتراوح قيم PH محلول التربة بين 5 و8 في الأراضي الكلسية وتكون الحموضة مقاربة للرقم 3 أي ترب حمضية في الأراضي الدبالية، وأما الأراضي الملحية فتكون قيمة مرتفعة 9.5.

إن أفضل درجات الحموضة للترب الزراعية هي بين 5إلى 8 وتختلف العتبة المثلى لكل منها حسب النوع النباتي؛ ويمكن أن نفهم تأثير درجة الحموضة من خلال فهم دورها في تشكيل الشوارد أو تأثرها بها، حيث تعمل درجات الحموضة القاعدية على تشكيل مائيات فحم غير منحلة مثل ماءات الحديد فيPH=6 على النحو التالي:

$$FeCl_3 + 3OH^- \rightleftharpoons Fe(OH)_3 + 3Cl^-$$

وتعالج مثل هذه الظاهرة بالمتمخلبات العضوية التي تقلل من عدد المائيات الغير منحلة.

أما في حالة PH الحامضية تنحل فوسفات وكربونات الكالسيوم عن طريق تحقيق التوازن الشاردي:

$$PO_4^{3-} + H^+ \rightleftharpoons HPO_4^{2-} \qquad K = 4.8.10^{-13}$$

$$HPO_4^{2-} + H^+ \rightleftharpoons H_2PO_4^- \qquad K = 7.5.10^{-8}$$

$$CO_3^{2-} + H^+ \rightleftharpoons HCO_3^- \qquad K = 5.6.10^{-11}$$

حيث K ثابت التشرد ويحسب من العلاقة: $K= (H+)\ (A-)/\ (AH)$

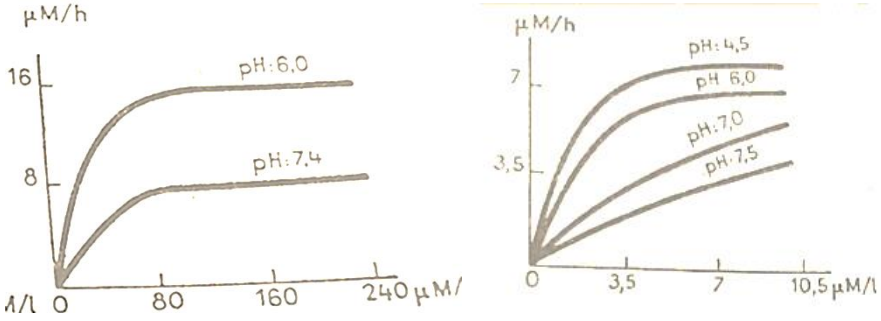
زيادة +H تؤثر على التوازن السابق في كل معادلة، ولأملاح العناصر المعدنية درجات انحلال مختلفة، وبالتالي يتأثر امتصاص العنصر حسب انحلاله بالماء. مثلاً في حالة أملاح فوسفات الكالسيوم: تزداد +H في الوسط وبالتالي تكون قيمة PH منخفضة وتكون الأملاح الموجودة هي أملاح فوسفات أحادية الكالسيوم (PO4H2)2Ca التي تذوب بنسبة 16 غرام/ل، بينما عندما ترتفع قيم PH تكون الأملاح الموجودة هي فوسفات ثنائية PO4HCaذات الانحلالية 0.2غرام/ل أو فوسفات ثلاثية الكالسيوم $(PO4)2Ca_3$ ذات الانحلالية 0.02غرام/ل.

تنشط PH الفضلى الجمل الانزيمية وتتعلق درجة النتنشيط بطبيعة الجملة الأنزيمية ونوعية التفاعلات التي تتوسطها.

يمكن للجذور أن تساهم في تخفيض درجات PH من خلال طرح الشوارد +H في الوسط كما يمكن حل الأسمدة الفوسفورية بمعالجتها بحمض الكبريت.

كما أن لـ PH دور هام في تحديد فلورا التربة (الاحياء الدقيقة في التربة) حيث لا يمكن للجراثيم ان تعيش في PH=6؛ وبهذا تؤثر PH سلباً في عمليات النترجة في مثل هذه الحالة، وتساهم التربة الحامضية في تشكيل المعقد الدبالي (معقد غضاري – دبالي) حيث يكون سيء التشكل في PH=4. كما أن هذه القيمة من PH يمكن أن تخرب الغلف الخلوية مما يؤدي لخروج المواد من النبات.

ومن الدرجة 9 حتى الدرجة 4 فإن انخفاض PH أي زيادة تركيز +H يؤدي إلى نقصان نفوذية الشوارد الموجبة (الكاتيونات) كما لو أن هناك تنافسا بينها وبين +H، وزيادة PH تؤدي إلى نقصان امتصاص الشوارد السالبة.

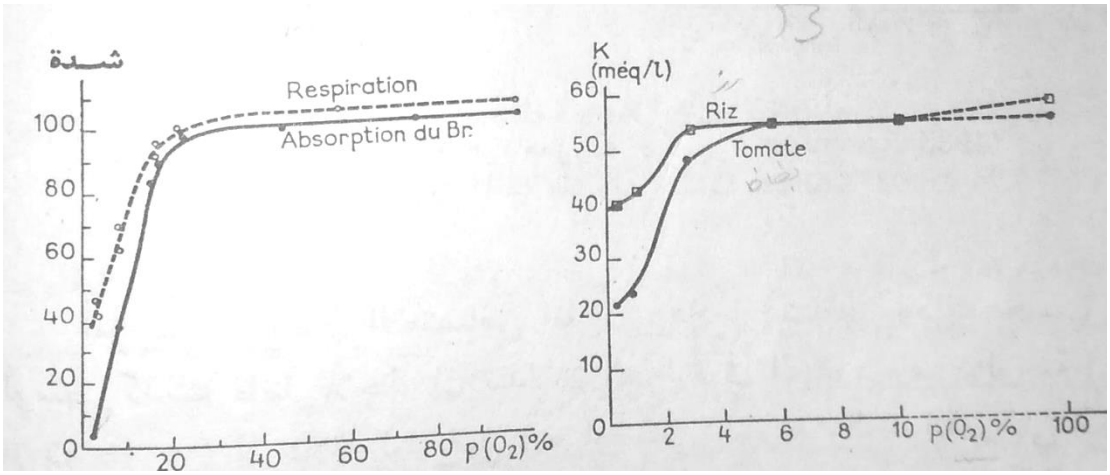


الشكل 2: أثر PH على امتصاص شوارد الفوسفات الشكل 3: أثر PH على امتصاص شوارد الآزوت

3- ضغط الاوكسجين:

يتناقص الامتصاص كثيرا عندما تكون نسبة الاوكسجين قليلة ويتعلق ذلك بنوع النبات، حيث يتناقص بالنسبة لدرنات البطاطا إذا قل ضغط الأوكسجين عن 20% بينما لا نلاحظ ذلك بالنسبة للجذور (الجذور تتحمل النقص حتى 5% إلى 3%، أما بالنسبة لجذور الرز المتكيفة مع نقص الأوكسجين فإن امتصاصية الجذور تتناقص بنسبة 20% إلى 30% من القيمة الأساسية للامتصاص عندما ينقطع الأوكسجين نهائياً (الشكل 4).

لذلك من الضروري التهوية الجيدة للأعضاء النباتية المغمورة في التربة أو الماء حتى لا تتعرض الجذور للاختناق.

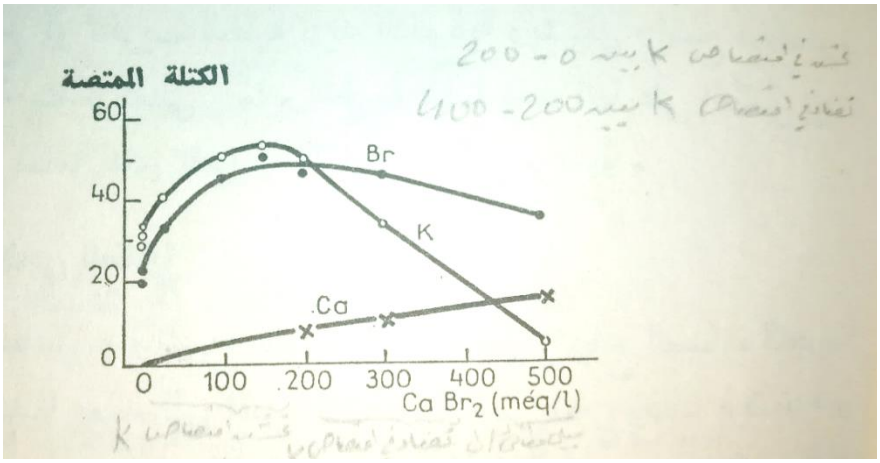


الشكل 4: تأثير نقص الاوكسجين على الامتصاص عند أقراص درنات البطاطا والجذور المعزولة لنبات الرز ونبات البندورة.

4- نسبة الشوارد المختلفة وردود الفعل الشاردية والتضاد التنافسي:

غالبا ما يتأثر امتصاص شاردة معدنية ما بالشوارد الأخرى في الوسط المغذي والتي إما أن تزيد أو تنقص من امتصاص شاردة أخرى، نقول عن عنصرين أنهما متنافسان عندما ينقص العنصر الأول نفوذ الثاني، ويتم ذلك كما لو أن بينهما تنافساً على الدخول إلى الخلية. مثلا في تجربة أجريت على بذور الشعير لوحظ تحسن في امتصاص البوتاسيوم بتأثير وجود

الكالسيوم وذلك في التراكيز التي تزيد عن 200 ميلي مكافئ (الشكل5). كما لوحظ أيضاً النباتات الملحية زيادة في امتصاص البوتاسيوم بوجود الصوديوم.



الشكل 5: تأثير التراكيز المختلفة من الكالسيوم على امتصاص البوتاسيوم والبروم من قبل جذور الشعي

5- مكونات الوسط الأخرى:

وجود السكاكر القابلة للاستقلاب يزيد الامتصاص (نباتات في الظلام، فطر، جذور معزولة...الخ)، مثبطات التنفس مثل KCN تنقص الامتصاص، DNP الذي يحول دون عملية الفسفرة التأكسدية ينقص الامتصاص.

التبدلات الناتجة عن الحالة الفيزيولوجية للخلية، نعلم أن الطبقة السيتوبلاسمية ليست نصف نفوذه إلا في حال كون الخلية حية. إضافة إلى ذلك إن الاصطفاء والارتكام (مراكمة الأملاح في الخلية ويعتمد على تركيز العصارة الخلوية والوسط الخارجي حيث تستطيع الخلية الحية أن تدخل الأملاح إلى عصارتها وتراكمها عندما تكون في الحالة الجنينية ويحدث العكس للخلية الميتة) يفترضان أن الخلية تكون حية. أما الخلية الميتة فتدخل إليها الأملاح والماء وتخرج منها بحادثة الانتشار، وكل ما يؤدي إلى جرح الخلية أو تخريبها يزيد النفوذية.

يؤثر التركيب الملحي للخلايا على الامتصاص كذلك، مثلا عندما نعمد إلى إفقار خلية ما بعنصر معين ومن ثم نضعها في وسط غني بهذا العنصر فإنها تمتصه بنسبة كبيرة أكثر من امتصاصها لهذا العنصر عندما تكون غنية به.

يؤثر التوازن الملحي أيضاً على عملية الامتصاص أي العلاقة بين الكاتيونات (الشوارد الموجبة) المعدنية والأنيونات (الشوارد السالبة) المعدنية والعضوية فعندما يختل توزعها على جانبي الخلية فإن النبات يتدخل ليعدل الخلل بعملية الامتصاص. مثلا إن تغذية نبات التبغ بأملاح الأمونيوم بدلاً من أملاح النترات تؤدي إلى نقصان نسبة الشوارد الموجبة في الخلية وخاصة الكالسيوم، كما تتناقص نسبة الأنيونات العضوية بسبب تدفق شاردة الفوسفات لتحقيق التوازن الحمضي– القلوي. أخيراً إن زيادة السكر وسرعة النمو تؤثر في الامتصاص وتؤدي إلى تبدلات هامة في قيمه.

مكتبة A to Z