الفـــسـفور

الفسفور الذي يعتبر من العناصر الغذائية الاساسية في التغذية النباتية، ويطلق عليه مفتاح الحياة وذلك لدوره المباشر في تنظيم العمليات الحيوية داخل الخلايا النباتية والكائنات الحية بشكل عام والتي لاتتم بدونه. يشكل الفسفور في القشرة الارضية نسبة 0.11% وتتراوح نسبته الكلية في الترب من 0.02–0.15%، والكمية الاساس من هذه النسبة تكون مرتبطة بمادة التربة العضوية.

تبرز **أهمية عنصر الفسفور(P)** في وجوده أساسا في جميع الخلايا النباتية والحيوانية،وفي حالة نقصه فإنه لا يمكن استبداله بأي عنصر غذائي آخر ليحل مكانه في العمليات الحيوية الهامة. والفسفور هو أحد العناصر الغذائية الاساسية في المجموعة التي تشمل (17)ّ عنصر تحتاجها النباتات خلال مرحلتي النمو والتكاثر. كما يعد الفسفور أحد العناصر احد العناصر الغذائية الرئيسية الثلاثة التي تشمل ايضا النيتروجين والبوتاسيوم وقد تم تسميتها بالعناصر الرئيسية لان النباتات تحتاجها بكميات كبيرة نسبياونقصها يؤثر في الحد من نمو النبات.

الفسفور في النبات

يمتلك الفسفور العديد من المزايا والوظائف الهامة، فهو عنصر ضروري في العملية التي تحول فيها النباتات الطاقة الشمسية إلى غذاء وألياف وزيوت. كما أن للفسفور دورا في العمليات الحيوية التي تحدث في النبات وتشمل التمثيل الضوئي، التمثيل الغذائي رئيسيا للسكريات، تخزين الطاقة ونقلها، انقسام ونمو الخلية ونقل الصفات الجينية والوراثية.
والفسفور يعمل على تشجيع النمو السليم لجذور النباتات والنمو المبكر للبادرات، كذلك اساسي في DNA ,RNAالتي تحوي على الشفره الوراثية للنبات لانتاج البروتين والمركبات الاساسية لنمو النبات وانتاج البذور، ويسرع نمو الغطاء النباتي على سطح الأرض ويحمي التربة من التعرية، ويعزز جودة محاصيل الفاكهة والخضراوات والحبوب ويعتبر عنصر حيوي لتكوين البذور. إضافة إلى ذلك فإن وجود الفسفور الجاهز للنبات بالكمية الكافية له فوائد عديدة فهو يزيد من كفاءة امتصاصّ النبات للماء، ويحسن كفاءة امتصاص العناصر الغذائية الأخرى مثل النيتروجين، ويساهم في

مقاومة الأمراض في بعض النباتات، ويساعد النباتات على التكيف مع درجات الحرارة ّ المنخفضة والأجهاد الرطوبي، ويسرع نضوج النباتات ويحمي البيئة من خالل نمو النباتات.

الفسفور في التربة:

تمتص جذور النباتات الفسفور عندما يكون ذائبا فقط في محلول التربة، ونتيجة لذلك فإنالفسفور يوجد بتراكيز قليلة جدا في محلول التربة ويجب أن يتم تجديده بإستمرار عن طريق المعادن والمادة العضوية في التربة لتعويض النقص في تركيز الفسفور نتيجة امتصاص النباتات له. وبصفة عامة تمتص جذور النباتات الفسفور بالصيغة غير العضوية أيونات ألاورثوفوسفات(H_2PO_4 - HPO_4^{-2}) بينما يبقى الفسفور في المادة العضوية في التربة بصيغ غير جاهزة للامتصاص من قبل النباتات حتى يتم تحويله من مركبات عضوية معقدة إلى مركبات غير عضوية بسيطة بواسطة ألاحياء الدقيقة الموجودة في التربة.

هناك العديد من العوامل التي تؤثر على جاهزية الفسفور للنبات وتشمل:

1- نوع وكمية المعادن ّفي الطين
2- تركيز الفسفور
3- العوامل التي تؤثر على النشاط الجذري (مثل التهوية ورص التربة)
4- محتوى الرطوبة في التربة
5- درجة الحرارة
6- الكمية الكافية من العناصر الغذائية ّ ألاساسية للنبات
7- والخصائص الجذرية للمحصول.
8- درجة حموضة التربة حامضية أو قاعدية تؤثر بشكل كبير على جاهزية الفسفور للنباتات وفي كثير من الحالات يتم إلاستفادة من فطريات المايكوريزا في التربة ونموها سويا مع جذور النباتات لتحسين كفاءة امتصاص الفسفور.

الفسفور في التربة يمكن ان يقسم الى ثلاث اقسام من حيث الجاهزية:

1- الفسفور في محلول التربة- الفسفور الذائب:ويكون الفسفور في هذا الجزء على هيئة الاورثوفوسفات الثنائية والاحادية ($H_2PO_4^{-1}$، HPO_4^{-2}) اذ يمتص النبات الاورثوفوسفت الاحادي$H_2PO_4^{-1}$ بسرعة تقدر عشر اضعاف من امتصاص الــاورثوفوسفات الثنائيHPO_4^{-2} والنسبة بين $H_2PO_4^{-1}$و HPO_4^{-2} تعتمد على الPH وتتساوى عند الرقم 7.22 ويعد الفسفور الذائب في الماء مؤشر للجاهزية الحيوية لانه الوسط التي تأخذ منه النباتات الراقية احتياجاتها.

2- الفسفور القابل للتجهيز (القابل للتغيير):هوالمحمول (الممتز)على سطوح حبيبات التربة المختلفة مثل اسطح معادن الطين والكاربونات والمادة العضوية ويمكن ان يتحرر الى محلول التربة هو في حالة اتزان مع فسفور محلول التربة (اي يقوم بتعويض النقص في الفسفور الناجم عن امتصاص جذور النباتات وهو مهم في تغذية النباتات).

3- الفسفور الغير الجاهز (الغير القابل للتغيير):غير الذائب وغير الجاهز للنبات .

- ان تحلل المادة العضوية الحاوية على الفسفور العضوي الى الفسفور المعدني الذي يتحرر الى محلول التربة ثم يتم امتصاصه من قبل النبات يعد عملية غير مرغوب فيها حيث يتعرض الفسفور في محلول التربة الى الفقدان من خلال :

1 – التفاعلات الكيميائية بكاتيونات محلول التربة.

2- الامتصاص من قبل التربة.

3- الفقد عن طريق الغسل.

4- الفقد عن طريق التعرية المائية.

5- الفقد بعملية الادمصاص.

هناك عدة عوامل تؤثر في حفظ فسفور التربة هي : –

1- كمية الطين ونوعيته.

2- زمن التفاعل بين الفسفور والتربة.

3- درجة تفاعل التربة.

4- ارتفاع درجة الحرارة.

5- المادة العضوية .

6- حالة فسفور التربة.

تداخل النتروجين مع الفسفور

النتروجين يحفز ويشجع امتصاص الفسفور بواسطة جذور النبات من خلال:

1-زيادة نمو الجزء العلوي للجذر

2-تغيير البناء الحيوي للنبات

3-زيادة ذوبانية وجاهزية الفسفور.

-وهنا السماد النتروجيني الامونياكي يكون له تأثير اكبر من خلال دوره في خفظ الـــPh وتشجيع الامتصاص.

أعراض نقص الفسفور:

تتلخص أهم أعراض نقص الفسفور بما يلي:

1-مشاهدة النباتات المتقزمة والتي غالبا ما تكون أول مؤشر ألأعراض نقص الفسفور،ولكن تكمن الصعوبة في اكتشاف هذه الحالة في تمييز العنصر المسبب للنقص.

2-تظهر الاوراق مشوهة الشكل وغالبا ماتكون الاوراق داكنه احمر او بنفسجي

3-يؤدي النقص الشديد إلى موت ألأوراق والثمار والسيقان

4-تتأثر ألاوراق القديمة بالنقص قبل االوراق الحديثه وذلك بسبب إنتقال الفسفور من ألاجزاء القديمة إلى االجزاء الحديثة داخل النبات.

5-يظهر اللون ألاحمر أو ألارجواني على ألاوراق السفيلة والسيقان في بعض النباتات مثل الذرة، ويعزى ذلك إلى تراكم السكريات في النباتات التي تعاني من نقص في كميات ي من نقص في كميات الفسفور خاصة خالل ظروف درجات الحرارة المنخفضة.

6-تظهر أعراض نقص الفسفور واضحة على المحاصيل الزراعية حيث يقل إلنتاج وتنخفض مستويات النوعية والجودة وألارباح إلاقتصادية.

***نادرا ماتحدث سميه مباشره للفسفور لأن معظم الترب تنضم الفسفور المضاف.**

تقدير الفسفور الكلي

1-يؤخذ 5 مللتر من العينة المهضومة المخففة وتوضع في دورق معياري حجم 25مللتر ويضاف 5مللتر من خليط مولبيدات الامونيوم +حامض الاسكوربيك التي تحضر انياً ويكمل الحجم الى حد العلامة بالماء المقطر.

2- يتم القياس بأستعمال جهاز المطياف الضوئيSpectrophotometer وعلى طول موجي 882 نانومتر بعد تحضير محاليل فسفور قياسية.

3-يتم حساب تركيز الفسفور من المعادلة الاتية:

$$\text{تركيز الفسفور (\%)} = \frac{\text{تركيز الفسفور من الجهاز او المنحني} \times 25 \times \text{حجم محلول الهضم(25) مللتر (ح التخفيف)}}{\text{وزن العينة النباتية 0.2 غم} \times \text{حجم الراشح (5مللتر)} \times 100000} \times 100$$

الأجهزة

جهاز التحليل الطيفي الضوئي أو اللوني، طول الموجة 882 nm.
جهاز رج كهربائي، ترددي.
قارورة استخلاص، سعة 250 مل مع سدادة.
أدوات زجاجية مخبرية قياسية : كؤوس، دوارق حجميه، ماصات، أقماع.

المحاليل

أ. محلول ماءات الصوديوم (NaOH)، 5 *N*

أذب 200 غ من *ماءات الصوديوم* في الماء المقطر، وأنقل المحلول إلى دورق حجمي سميك الجدران سعة ليتر، دعه يبرد، وأكمل إلى الحجم بالماء المقطر.

ب. محلول بيكربونات الصوديوم ($NaHCO_3$)، 0.5 *M*

أذب 42 غ من *بيكربونات الصوديوم* في حوالي 900 مل الماء المقطر، عدل المحلول إلى pH 8.5 بمحلول NaOH 5 *N*. وأكمل الحجم إلى ليتر بالماء المقطر. حافظ على القارورة مغلقة، لا تحتفظ بها لأكثر من شهر في وعاء زجاجي؛ أو استخدم قارورة من البولي ايثلين لفترات تزيد على الشهر الواحد.

ج. محلول حمض الكبريت (H_2SO_4)، 5 *N*

خفف 148 مل من حمض *الكبريت المركز* (في **حجرة شفط الأبخرة**) بالماء المقطر، امزج جيداً، دعه يبرد، وأكمل الحجم إلى ليتر بالماء المقطر.

محلول الأم القياسي

- جفف حوالي 2.5 غ من *فوسفات البوتاسيوم ثنائي الهيدروجين* (KH_2PO_4) بالفرن على درجة حرارة 105°م لمدة ساعة واحدة، برد بالمجفف، واحفظه في زجاجة محكمة الإغلاق.
- أذب 2.197 غ من *فوسفات البوتاسيوم ثنائي الهيدروجين* المجففة في الماء المقطر، وأكمل الحجم إلى ليتر بالماء المقطر. يحتوي هذا المحلول على *500 ppm من الفوسفور (محلول الأم)*.
- خفف 50 مل من محلول الأم إلى دورق سعته 250 مل حجم نهائي بإضافة الماء المقطر. هذا المحلول يحتوي على 100 ppm من الفوسفور (*محلول الأم المخفف*).
- حضر سلسلة من المحاليل القياسية من محلول *الأم المخفف* كالتالي: خفف 5، 10، 15، 20، 25 من محلول الأم المخفف إلى دوراق حجميه سعة 500 مل. تحتوي هذه المحاليل على 1، 2، 3، 4، 5 ppm من الفوسفور، على التوالي.

محلول A

- أذب 12 غ من *ميبتا موليبدات الأمونيوم* $(NH_4)_6Mo_7O_{24}.4H_2O$ في 250 مل من الماء المقطر.

- أذب 0.2908 غ من *طرطرات البوتاسيوم الأنتيموني* ($KSbO.C_4H_4O_6$) في 100 مل من الماء المقطر.
- أضف كلا المحلولين المذابين إلى دورق حجمي سعة ليترين، ثم أضف ليتر من محلول $N5\ H_2SO_4$ (148 مل من H_2SO_4 المركز لكل ليتر) إلى المزيج. أمزج جيداً، ثم خفف الحجم إلى ليترين بالماء المقطر. احفظ المزيج في قارورة بيركس Pyrex في مكان مظلم و بارد.

محلول B

أذب 1.056 غ من حمض *الاسكوربيك* ($C_6H_8O_6$) في 200 مل من **محلول A**، امزج جيداً. يجب تحضير هذا المحلول عند الضرورة لصعوبة الاحتفاظ به أكثر من 24 ساعة.