٩ - ٣ - ٢ : أعراض نقص الفوسفور

تختلف أعراض نقص الفوسفور فى النباتات ذات الفلقة الواحدة ، عنها فى النباتات ذات الفلقتين . ففى نباتات الفلقة الواحدة يؤدى نقص العنصر إلى ظهور لون أحمر أو أرجوانى فى مناطق مختلفة من الورقة فى مرحلة النمو الخضرى . أما فى ذوات الفلقتين ، فإن العروق الرئيسية للأوراق المسنة تأخذ لونًا أحمر أو أرجوانيًا ، بينما تبقى الأوراق الحديثة بلون أخضر داكن أو أخضر رمادى . ويزداد اللون الأرجوانى على عروق الأوراق وعلى السيقان ، وبخاصة على الناحية السفلية للأوراق . ونظرًا لأن الفوسفور يتحرك بسهولة فى النبات highly mobile ، فإن الأعراض تظهر على الأوراق السفلية المسنة أولًا ، لأن الأوراق الحديثة تسحب احتياجاتها من الفوسفور ، حتى ولو تطلب الأمر تحرك العنصر من الأوراق المسنة إلى الأوراق الحديثة . ويكون تحرك العنصر فى صورة أيون الفوسفات .

وبصفة عامة .. يكون نمو النباتات التى تعانى من نقص الفوسفور بطيئًا ، وسيقانها رفيعة ومتليفة ، وتتأخر فى النضج . وقد تسقط البراعم الزهرية والأزهار ، وتكون الثمار صغيرة الحجم .

هذا .. ويرجع ظهور اللون الأرجوانى عند نقص الفوسفور إلى أن نقص العنصر يؤدى إلى نقص تمثيل البروتين ، وذلك يعنى تراكم تركيزات مرتفعة من السكريات بالأوراق ، وهذه تتوفر لتمثيل صبغة الأنثوسيانين .

٩ - ٣ - ٣ : أعراض زيادة الفوسفور

تؤدى زيادة الفوسفور فى التربة إلى زيادة امتصاصه على حساب عنصرى الزنك والحديد ، الأمر الذى يؤدى إلى ظهور أعراض نقصهما على النباتات . ويحدث ذلك بصورة واضحة فى كل من الفاصوليا ، والذرة السكرية (Wittwer ١٩٦٩) .

كما أن زيادة الفوسفور فى الأوقات التى تسودها درجات الحرارة المرتفعة قد تؤدى إلى نقص كمية المحصول ، ويعزى ذلك إلى أن ارتفاع درجة الحرارة وازدياد الفوسفور يسرعان من نضج النبات ، مما ينشأ عنه نقص فى النمو الخضرى الضرورى لإنتاج محصول وافر . وتلاحظ هذه الظاهرة أحيانًا فى الأراضى الرملية (مرسى وآخرون ١٩٥٩) .

٩ - ٣ - ٤ : الصور التى يمتص عليها الفوسفور

يمتص النبات عنصر الفوسفور فى صورة أيونات الفوسفات فقط ، وهى تكون فى إحدى الصور التالية :

$H_2PO_4^-$ (يدّ٢ فو ا٤) dihydrogen phosphate

HPO_4^{--} (يد فو ا٤ $^{--}$) monohydrogen phosphate

PO_4^{---} (فو ا٤ $^{---}$) phosphate

والصورة الأولى (H_2Po_4) هى أكثر الصور امتصاصًا ، لأنها أكثرهم ذوبانًا ، ولكن يتوقف مدى توفر هذه أو تلك على pH التربة . ويتوفر الفوسفور فى صورة H_2Po_4 ، خاصة فى pH من ٥,٥ - ٦,٥ .

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

٩ - ٣ - ٥ : تيسر الفوسفور فى التربة

يتوفر الفوسفور فى التربة بين pH ٦,٥ - ٧,٥ ، ويقل نسبيًّا فى pH ٦ - ٦,٥ ، ٧,٥ - ٨ ويصبح النقص خطيرًا فى الأراضى التى يقل فيها الـ pH عن ٦ ، ولكنه يتوفر مرة أخرى فى الأراضى التى يزيد فيها الـ pH عن ٨,٥ . ويرجع نقص الفوسفور فى الأراضى الحامضية إلى تكوين فوسفات الألمونيوم ، وفوسفات الحديد ، وكلاهما غير قابل للذوبان . أما فى الأراضى القلوية ، فيتكون فوسفات الكالسيوم الثلاثى ، وهو أيضًا غير قابل للذوبان .

ويتوفر الفوسفور فى الأراضى التى تكون قد سمدت لعدة سنوات سابقة بغزارة بالأسمدة الفوسفورية ، إذ إن الفوسفور يثبت فى التربة بسهولة ، ولكن بعد فترة من التسميد الغزير تقل مقدرة التربة على تثبيته . وعمومًا .. فإن كمية الفوسفور المستخدمة فى التسميد تزيد كثيرًا عن حاجة النبات الفعلية من هذا العنصر ، لأن جانبًا كبيرًا من الفوسفور المضاف يثبت قبل أن يستعمله النبات .

ويوجد الفوسفور فى التربة فى صورتيه العضوية وغير العضوية . ومن الصور العضوية : الأحماض النووية ، والفوسفوليبدات والـ inositol phosphates . ويعتبر الفوسفور العضوى غير ميسر للنبات ، لأنه غير قابل للامتصاص ، ولكنه يتحلل فى النهاية إلى الصورة غير العضوية .

ومن العوامل التى تزيد من تيسر الفوسفور وتقلل تثبيته فى التربة ما يلى :

١ - تركيز الأسمدة الفوسفاتية قريبًا من النبات فى شريط ضيق ، فتزداد بذلك نسبة الفوسفور السمادى الذى يظل غير مثبت ، ويبقى ميسرًا للنبات .

٢ - استخدام الأسمدة الفوسفاتية المحببة granular ، بدلًا من المسحوقية ، نظرًا لصغر المساحة التى يتلامس فيها السماد مع حبيبات التربة فى الحالة الأولى ، فتقل فرصة تثبيت الفوسفور .

٣ - خلط الفوسفور غير العضوى مع الأسمدة العضوية ؛ فتقل بذلك فرصة تثبيته ، إذ إن الأحماض العضوية الموجودة بالأسمدة العضوية تعمل على تحويل الفوسفات من صورته الثلاثية إلى صورتيه الثنائية والأحادية ، وبذلك يزيد التسميد العضوى من تيسر الفوسفور فى الأراضى القلوية .

٤ - يتصاعد غاز CO_2 من جذور النباتات أثناء تنفسها ، وكذلك نتيجة لتنفس الكائنات الدقيقة فى التربة ، ويتكون منه حامض الكربونيك الذى يعمل على تحويل الفوسفات الثلاثى إلى فوسفات ثنائى كما يلى :

$$Ca_3(PO_4)_2 + HCO_3 \longrightarrow Ca_3(H_2PO_4)_2 + CaCO_3$$

٥ - بالمحافظة على pH التربة بين ٦ - ٧ يمكن تقليل تثبيت الفوسفور إلى الحد الأدنى .

هذا .. وتجدر ملاحظة أن الفوسفور المثبت يظل مخزونًا فى التربة ، وقد يصبح ميسرًا تحت ظروف أخرى .

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

٩ - ٤ - ١ : دور البوتاسيوم فى النبات

يمتص النبات البوتاسيوم بكميات أكبر مما يمتص أى عنصر آخر . ويعتبر هو الكاتيون السائد فى النبات . ومعظم النباتات تمتص كميات من البوتاسيوم أكثر من حاجتها الفعلية للنمو وإعطاء محصول جيد . ويسمى الامتصاص الزائد للبوتاسيوم باسم الاستهلاك الترفى Luxury Consumption . ولا يدخل البوتاسيوم فى التركيب الكيمائى للنبات كالعناصر الأخرى ، فهو يتواجد كملح غير عضوى ، إلّا أنه يتواجد أيضًا كملح بوتاسيوم للأحماض العضوية .

ويبدو أن للبوتاسيوم علاقة بتمثيل الأحماض النووية فى النبات ، كما أن له أهمية كبيرة فى عملية انقسام الخلايا ، وتنظيم نفاذية الأغشية فى النبات . وقد وجد أن نقص البوتاسيوم يؤدى إلى تراكم مركبات النيتروجين الذائبة ، بينما يقل محتوى النباتات من النيتروجين ، ويعنى ذلك أن البوتاسيوم مرتبط بطريق ما بتمثيل البروتين من الأحماض الأمينية . كما وجد أن نقص البوتاسيوم يؤدى أيضًا إلى بطء عملية التمثيل الضوئى ، وزيادة التنفس ، وينظم البوتاسيوم تمثيل الكربون فى النبات .

ويلعب البوتاسيوم دورًا هامًّا فى انتقال السكريات والبروتين فى النبات ، وبالتالى فإنه يؤثر على اختزان المواد إلكربوهيدراتية فى أعضاء التخزين (Buckman & Brady ١٩٦٠) .

هذا .. ولا يمكن الاستغناء عن البوتاسيوم ، أو إحلاله نهائيًا بعنصر شبيه له بدرجة كبيرة ، كالصوديوم أو الليثيوم . ويمتص العنصر فى صورة أيون البوتاسيوم K^+ (بو$^+$) .

ويزداد تركيز البوتاسيوم فى المناطق الحديثة النشطة ، خاصة البراعم والأوراق الصغيرة والقمم النامية للجذور ، بينما يقل وجوده فى البذور والثمار الناضجة .

ينظم البوتاسيوم سمك الجدر الخلوية ، وبالتالى يؤثر على صفات النبات المرتبطة بذلك كالرقاد وخلافه . وعند نقص البوتاسيوم تكون الأنسجة الوعائية ضعيفة .

ويمكن الرجوع إلى الندوة العلمية لجمعية علوم البساتين الأمريكية (Amer Soc. Hort. Sci. ١٩٦٩) للتفاصيل الخاصة بعنصر البوتاسيوم ودوره فى النبات ، ومدى حاجة المحاصيل البستانية المختلفة منه .

٩ - ٤ - ٢ : أعراض نقص البوتاسيوم

عند نقص البوتاسيوم فى التربة ينتقل العنصر من الأوراق المسنة إلى الأوراق الحديثة ، لأنه يوجد بحالة ذائبة فى النبات ، وعليه .. تظهر أعراض نقصه فى الأوراق المسنة أولًا ، فتظهر أعراض النقص فى البداية فى صورة اصفرار خفيف على حواف الأوراق ، يتبعه تقدم الاصفرار على امتداد العروق ، ويتغير لون الحواف إلى اللون البنى الداكن . وتسمى هذه الحالة باسم انسفاع أو احتراق Scorching . وقد تأخذ حواف الأوراق لونًا برونزيًّا وتجف ، وتظهر بقع بنية متناثرة على حواف الورقة . وفى الخيار تصبح حواف الأوراق المسنة صفراء ، ولكن يبقى العرق الوسطى والعروق الأخرى بالورقة خضراء اللون . وفى الطماطم والبطاطا تصبح الأوراق خشنة الملمس ومجعدة puckered ، وتلتف حوافها لأسفل ، وتصفر ، وفى النهاية تتحول إلى اللون البنى . وفى نباتات الفلقة

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

الواحدة يبدأ الاصفرار من قمة الأوراق ، ويمتد لأسفل نحو الحواف

اللون .

وعمومًا .. فإن نمو النبات الذى ينقصه البوتاسيوم يكون بطيئًا ، ولا تكون الثمرة الواحدة متجانسة فى نضجها ، كما فى حالة النضج المتبقع Blotchy Ripening فى الطماطم .

ومن أهم أعراض نقص البوتاسيوم نقص التغليظ الثانوى فى الجذور والدرنات ، مما ينتج عنه تكوين أعضاء تخزين (جذور أو درنات) رفيعة .

ويؤدى نقص البوتاسيوم إلى نقص المقدرة على التخزين ، وإلى النضج المتبقع فى الطماطم ، كما تقل نوعية البطاطس (Humbert ١٩٦٩) .

٩ - ٤ - ٣ : تيسر البوتاسيوم فى التربة

يتوفر البوتاسيوم فى التربة فى pH أكثر من ٦ ، ويقل نسبيًّا فى pH ٥ - ٦ ، ويصبح النقص شديدًا فى pH أقل من ٥ .

تظهر أعراض نقص البوتاسيوم غالبًا فى الأراضى الخفيفة الرملية ، وفى أغلب الأراضى العضوية . ومعظم الأراضى تحتوى على كميات كبيرة من البوتاسيوم ، لكنه يوجد فى صورة غير قابلة للذوبان . وترتبط كمية البوتاسيوم الذائبة ارتباطًا قويًّا بكمية الطين فى التربة ، حيث تحتوى الأراضى الغنية بالطين على كميات عالية من البوتاسيوم الذائب . ويرجع غنى بعض الأراضى بالبوتاسيوم إلى غنى المعدن الذى تكونت منه التربة بهذا العنصر ، وإلى عدم تسربه من التربة بالرشح فى المناطق شبه الجافة.

ويتوفر البوتاسيوم فى التربة على ثلاث صور متبادلة كالتالى :

بوتاسيوم غير متبادل ⇌ بوتاسيوم متبادل ⇌ بوتاسيوم فى المحلول الأرضى ، ومع امتصاص النبات للبوتاسيوم يزداد التبادل نحو الجهة اليسرى .

٩ - ٤ - ٤ : احتياجات محاصيل الخضر من البوتاسيوم

ينخفض محصول الخضروات عندما يقل محتوى التربة من البوتاسيوم عن ٩٠ كجم/فدان . وتظهر أعراض نقص البوتاسيوم عندما تكون كمية البوتاسيوم المتبادل فى التربة من ٤٥ - ٧٠ كجم/ فدان . ومعظم الخضروات ذات احتياجات عالية من البوتاسيوم . وتزداد الكمية المُزالة من العنصر بالتربة فى حالة الخضروات الورقية ، كالكرفس ، والخس ، بينما تكون الكمية المُزالة أقل ما يمكن فى حالة المحاصيل البذرية ، كالبسلة ، والفاصوليا . وتتراوح الكمية المُزالة من التربة من ٣٥ كجم/ فدان فى حالة البسلة إلى ١٦٠ كجم/ فدان فى حالة الكرفس ، ويبلغ المتوسط حوالى ٤٥ - ٧٠ كجم/ فدان (Wilcox ١٩٦٩) .

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

٩ - ٥ : الكالسيوم

٩ - ٥ - ١ : أهمية الكالسيوم للنبات

يلعب الكالسيوم دورًا كبيرًا فى تكوين الجدر الخلوية ، وخاصة فى تكوين الصفيحة الوسطى middle lamella ، حيث يتفاعل حمض البكتيك pectic acid مع الكالسيوم ، مكونًا بكتات الكالسيوم غير القابلة للذوبان . وتعمل بكتات الكالسيوم مع بكتات المغنسيوم على لصق سلاسل السليلوز ببعضها البعض أثناء عمل الجدر الخلوية . ولذلك .. فوجود الكالسيوم مهم فى الأنسجة السريعة النمو ، كمرستيم الساق ، والجذر ، والكامبيوم .

ويعتقد أن للكالسيوم دورًا فى تكوين الأغشية الخلوية أيضًا إذ إن ملح الكالسيوم للمادة الدهنية lecithin يدخل فى تركيب الغشاء الخلوى .كذلك يعتقد أن للكالسيوم دورًا فى الانقسام الخلوى الميتوزى ، وأنه قد يكون له دور فى تكوين المغزل ، وفى تركيب وثبات الكروموسوم ، لأن لنقص الكالسيوم علاقة بظهور بعض التراكيب الكروموسومية غير الطبيعية Chromosomal abnormalities . وللكالسيوم دور منشط لبعض الإنزيمات ، مثل : phospholipase ، و arginine kinase ، و adenosine triphosphatase وغيرهم . ويبدو أن الكالسيوم ضرورى لامتصاص النيتروجين النتراتى ، حيث تتراكم السكريات والنشويات فى النباتات النامية فى بيئة فقيرة فى الكالسيوم ، وتكون غير قادرة على امتصاص النيتروجين النتراتى ، لكن يتغير هذا الوضع بسرعة ، وتظهر النترات فى وقت قصير عند التسميد بالكالسيوم . ويتراكم معظم الكالسيوم فى النبات فى الأوراق ، ويمتصه النبات فى صورة أيون الكالسيوم Ca^{++} .

٩ - ٥ - ٢ : أعراض نقص الكالسيوم

يعد الكالسيوم من العناصر غير الذائبة فى النبات ، لذلك فإنه لا ينتقل من الأوراق المسنة إلى الأوراق الحديثة عند نقصه فى التربة ، وتظهر أعراض النقص فى الأوراق الحديثة والأنسجة المرستيمية أولًا .

وأعراض نقص العنصر هى : ظهور لون أخضر مصفر على الأوراق الحديثة ، بينما تبقى الأوراق المسنة بلون أخضر عادى ، إلّا أن حوافها تكون عادة أقل اخضرارًا من مركز الورقة . ومع استمرار نقص العنصر تظهر بقع متحللة فى الأوراق الحديثة وتلتف أطرافها لأسفل ، وأحيانًا تكون حوافها متموجة وغير منتظمة النمو ، كما يكون النبات متخشبًا ، والنمو متقزمًا ، والجذور قصيرة وسميكة ، وذلك لارتباط الكالسيوم بالانقسام الميتوزى فى النبات . ولنفس السبب تموت القمم النامية بالسيقان والأوراق والجذور ، ويتوقف النمو .

ويؤدى نقص الكالسيوم إلى ظهور العديد من الأمراض الفسيولوجية فى محاصيل الخضر ، منها : تعفن الطرف الزهرى فى الطماطم والفلفل ، والقلب الأسود فى الكرفس . (Meyer وآخرون ١٩٦٠) .

ويعالج نقص الكالسيوم بإضافة العنصر للتربة ، أو عن طريق الأوراق .. فيضاف الكالسيوم للتربة عند استخدام الجير فى رفع pH التربة ، أو عند استخدام نترات الكالسيوم أو السوبرفوسفات

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

كأسمدة ، ولكن يمكن أيضًا إضافة الكالسيوم رشًا بأحد المركبين التاليين :

١ – كلوريد الكالسيوم (٣٦,١٪ كا) بتركيز ٢,٥ – ٥ كجم/ ٤٠٠ لتر ماء للفدان .

٢ – نترات الكالسيوم (٢٠٪ كا) بتركيز ٢,٥ – ٨ كجم/ ٤٠٠ لتر ماء للفدان .

٩ – ٥ – ٣ : تيسر الكالسيوم فى التربة

يتوفر الكالسيوم فى التربة فى pH أعلى من ٧ ، ويقل نسبيًا فى pH من ٥,٥ – ٧ ، ويصبح النقص شديدًا فى pH أقل من ٥,٥ .

والكالسيوم هو الكاتيون السائد فى معظم الأراضى ، ويشكل عادة أكبر نسبة من الكاتيونات المتبادلة ، ولكنه يفقد بسهولة بالرشح ، حيث يحل الأيدروجين محله فى غرويات التربة ، ويؤدى ذلك إلى زيادة حموضة التربة . والجزء الأكبر من الكالسيوم الموجود فى التربة يوجد فى صورة غير متبادلة ، فيوجد متحدًا كيميائيًا مع عناصر أخرى فى تركيب بعض المعادن كالأنورثيت (Ca Al_2 Si_2 O_8) anorthite وفى الكالسيت (Ca Co_3) Calcite فى المناطق الجافة وشبه الجافة . ويكثر فوسفات الكالسيوم الثلاثى غير القابل للذوبان فى الأراضى القلوية .

٩ – ٦ : المغنسيوم

٩ – ٦ – ١ : دور المغنسيوم فى النبات

يعد المغنسيوم عنصرًا ضروريًا لتكوين جزىء الكلوروفيل ، حيث يدخل فى تركيب كل من كلوروفيل أ ، ب ، لذلك فهو أساسى لعملية البناء الضوئى . كما أن بكتات المغنسيوم تشترك مع بكتات الكالسيوم فى لصق ألياف السليلوز عند بناء جدر الخلايا ، لذلك فهو ضرورى لعملية انقسام الخلايا .

ويعمل المغنسيوم كعامل منشط للعديد من الإنزيمات الهامة فى تحولات التمثيل الغذائى للمواد الكربوهيدراتية . كما يعمل كمنشط للإنزيمات التى تشترك فى تمثيل الأحماض النووية DNA و RNA . ويبدو أنه يقوم بدور هام كعامل لاصق للميكروسومات microsomes التى يتم عليها تمثيل البروتين .

ويمتص العنصر فى صورة أيون المغنسيوم Mg^{++} .

٩ – ٦ – ٢ : أعراض نقص المغنسيوم

عند نقص المغنسيوم فى التربة نجد أن العنصر ينتقل من الأوراق المسنة إلى الأوراق الحديثة ، لذا تظهر أعراض نقصه على الأوراق المسنة أولًا . وفى الحالات الشديدة تظهر الأعراض على الأوراق الحديثة أيضًا .

وتكون الأعراض فى شكل تبقعات صفراء مبرقشة mottling تنتشر فى الورقة ، خاصة فى الأوراق المسنة ، كما تظهر بقع بنية على حواف وقمم الأوراق . وفى الصليبيات تأخذ الأوراق مظهرًا براقًا . وفى معظم النباتات يظهر اصفرار بين العروق فى الأوراق المسنة ، ثم يتغير لونها تدريجيًا من الأخضر الداكن إلى الأخضر المصفر فالأصفر ، بينما تبقى العروق خضراء اللون . وتبدأ هذه الأعراض من

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

حواف الورقة ، ثم تتجه تدريجيًا نحو مركزها . ومع ازدياد نقص العنصر تتحول الأجزاء الصفراء إلى اللون البنى ، ثم تموت هذه الأنسجة .

وتقسم الخضروات حسب مقدرتها على تحمل نقص المغنسيوم فى التربة إلى مجموعتين كالتالى :

١ - خضروات تتحمل نقص المغنسيوم فى التربة ، ومنها : الفاصوليا ، والبنجر ، والسلق ، والخس ، والبسلة ، والفجل ، والبطاطا ، وفول الصويا .

٢ - خضروات لا تتحمل نقص المغنسيوم فى التربة ، ومنها : الكرنب ، والذرة السكرية ، والخيار ، والباذنجان ، والقاوون ، والفلفل ، والبطاطس ، والقرع العسلى ، والروتاباجا ، والطماطم ، والبطيخ .

٩ - ٦ - ٣ : تيسر المغنسيوم فى التربة

يتوفر المغنسيوم فى مدى pH من ٧ - ٨,٥ ، ويقل قليلًا فى الأراضى الأكثر قلوية من ذلك ، كما يقل نسبيًا فى مدى pH من ٥,٥ - ٧ ، ويصبح النقص شديدًا فى الأراضى التى يقل فيها الـ pH عن ٥,٥ .

وأفقر الأراضى فى المغنسيوم هى الرملية الخفيفة ، ولكن تظهر أعراض نقص العنصر أيضًا فى الأراضى الشديدة الحموضة ، بغض النظر عن قوامها .

يوجد المغنسيوم فى التربة فى صورة مثبتة ، وفى صورة ذائبة فى الماء ، وفى صورة متبادلة . وتقل كميته فى التربة كثيرًا عن الكالسيوم ، سواء بالنسبة للصور المثبتة ، أم الذائبة أم المتبادلة .

ويؤدى التسميد البوتاسى الغزير إلى نقص امتصاص النبات للمغنسيوم ، وتظهر أعراض نقصه ، ولكن إضافة الجير للأراضى الحامضية تؤدى غالبًا إلى زيادة المغنسيوم الميسر للامتصاص بها . كذلك فإن زيادة الكالسيوم فى المزارع المائية تؤدى إلى ظهور أعراض نقص المغنسيوم .

ويعالج نقص المغنسيوم فى التربة بالتسميد بإحدى الطرق التالية :

١ - إضافة الحجر الجيرى الدولوميتى (كربونات الكالسيوم والمغنسيوم) dolomitic limestone (فى الأراضى الحامضية) بمعدل ١٠ - ١٥ كجم من المغنسيوم (Mg) أو ١٨ - ٢٥ كجم من أكسيد المغنسيوم (MgO) للفدان .

٢ - إضافة كبريتات المغنسيوم Epson Salt ($MgSo_4 . 7H_2o$) المحتوية على ٩,٨٪ مغنسيوم ، بمعدل ٧٠ - ٩٠ كجم للفدان .

٣ - الرش بكبريتات المغنسيوم بمعدل ٥ - ٧ كجم/ ٤٠٠ لتر ماء للفدان .

٤ - الرش بنترات المغنسيوم .

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner