دراسات فسيولوجية فى تغذية النبات :

تأثير العناصر الغذائية على نمو ومحصول البسلة

للدكتور محمد بكر أحمد

بقسم النبات الزراعي فى كلية الزراعة بجامعة القاهرة

أثبتت الأبحاث الكثيرة أن النباتات الراقية تحتاج إلى عدد محدود من العناصر الأساسية حتى تنمو وتتم دورة حياتها . وهذه العناصر هى الأزوت والفسفور والبوتاسيوم ، والكالسيوم ، والمغنسيوم ، والكبريت ، والحديد ، فضلا عن الكربون الذى يحصل عليه النبات من ثاني أكسيد الكربون الموجود فى الجو والأكسجين والأيدروجين اللذين يحصل عليهما من الماء عن طريق الجذور . ويطلق على هذه العناصر جميعها اسم « المغذيات الكبرى Macro - Nutrients تمييزاً لها من المغذيات الصغرى « Micro - nutrients » أو العناصر النادرة Trace Elements وهى العناصر التى يحتاج إليها النبات بكميات ضئيلة جداً لسد حاجته منها ، ولكن أهميتها له تعادل أهمية المغذيات الكبرى . والعناصر النادرة الأساسية للنبات هى : المنجنيز ، والبورون ، والنحاس ، والزنك ، والمولبدنيوم .

والنبات إذا ما حرم من أى عنصر من العناصر الغذائية الأساسية السالفة الذكر أو نقص إمداده منها ظهرت عليه فى الغالب أعراض مرضية ، وضعف نموه ونقص محصوله . وتختلف النباتات حسب درجة حساسيتها لنقص العناصر الغذائية المختلفة ، فبعضها شديد الحساسية لنقص عناصر خاصة ، وهذا البعض سرعان ما تظهر عليه أعراض مميزة تعبر عن نقص هذا العنصر ، فالكرنب والقنبيط يعتبران من أكثر النباتات حساسية لنقص عنصر المولبدنيوم ، ونبات الكرفس أكثر حساسية كذلك لنقص عنصر البورون . أما نبات الطماطم فيعتبر فى مقدمة النباتات ذات الحساسية الشديدة لأكثر العناصر الغذائية الأساسية .

والعادة أن تكون لكل عنصر أعراض مميزة تظهر على النبات حين نقص هذا العنصر فيه ولكن هذه الأعراض قد تختلف باختلاف النباتات . وكثير من الزراع يعول على هذه الأعراض كوسيلة لمعرفة أى العناصر يحتاج إليها النبات حتى يبادر باضافة السماد اللازم بمجرد ظهور تلك الأعراض على النبات ، ولكن هناك كثير من المحاصيل الهامة لا تعبرعن نقص العناصر الغذائية بها بواسطة الأعراض الظاهرية ، بل كل ما يطرأ عليها هو هبوط معدل نموها الخضرى . وكثيراً ما يصعب على المزارع فى مثل هذه الحالات أن يلاحظ ذلك على نباتات حقله ولكن عند ما يأتى دور الحصاد يجد نقصاً كبيراً فى المحصول من حيث الكمية ودرجة الجودة . وهنا تكون الطامة الكبرى حيث لا يجدى أى علاج وتكون الخسارة جسيمة . ومثل هذا النوع من النباتات يحتاج إلى عناية خاصة من حيث توفير احتياجاتها الغذائية وعدم الاعتماد اطلاقا على الشكل الظاهرى للنبات كوسيلة لمعرفة احتياجاته الغذائية .

والغرض من التجربة الحالية هو دراسة تأثير نقص كل من الأزوت والفسفور والكالسيوم والبوتاسيوم والمغنسيوم على نمو نبات البسلة ومحصوله ، ودراسة مدى حساسية هذا النبات لكل من هذه العناصر من حيث ظهور أعراض نقص هذه العناصر عليه .

وقد استعملت طريقة المزرعة الرملية Sand - Culture فى هذه التجربة وكانت الأوانى المستخدمة للزراعة من الفخار المطلى من الداخل والخارج بطلاء يمنع نفاذ الماء ، وبالقرب من قاع الأصيص فتحة جانبية مسدودة بسدادة تنفذ منها أنبوبة زجاجية تنحنى انحناء رأسيا إلى أسفل خارج الأصيص ، أما طرفها الذى بداخل الأصيص فمغطى بقطعة من قماش الموسلين تمنع نفاذ حبيبات الرمل إلى الخارج وتسهل مرور الماء الزائد إلى الخارج .

وقد اتبع فى إعداد المزرعة الرملية ومعاملها الطريقة ذاتها التى يستخدمها Hewitt فى تجاربه بمحطة أبحاث Long Ashton بجامعة برستول بانجلترا ،وهى طريقة تعتبر من أحدث الطرق التى تستخدم الآن فى المزارع الرملية بل أفضلها .

وقد تمت زراعة بزور البسلة [صنف Little Marvel] فى ١٩٥٤/١١/١٦ بمعدل ٥ بزور فى الأصيص . وتم الانبات وظهور البادرات فى ١١/٢٢ ثم خفت النباتات بحيث تركت ثلاث نباتات فقط فى كل أصيص ، ورغبة فى تشجيع النمو الخضرى فى أوائل حياة النبات أعطيت جميع الإصص مرتين متتاليتين محلولا كامل العناصر الغذائية بما فيها العناصر النادرة : أولاها فى ١١/٢٢ ، والثانية فى ١١/٣٠ . وفى يوم ١٢/٥ أضيف لكل أصيص لتران من الماء لغسل أكبر كمية من العناصر الغذائية الموجودة بالأصيص تمهيداً لبدء المعاملات المختلفة . وفى يوم ١٢/٦ قسمت الأصص إلى ست مجموعات كما يلى :

مجموعة (ا) نباتات تغذى بمحلول كامل العناصر الغذائية
مجموعة (ب) » » » ينقصه الأزوت فقط
مجموعة (حـ) » » » » الفسفور فقط
مجموعة (د) » » » » البوتاسيوم فقط
مجموعة (و) » » » » الكلسيوم فقط
مجموعة (هـ) » » » » المغنسيوم فقط

وفيما يلى أهم المشاهدات التى لوحظت على نباتات المجموعات المختلفة خلال دورة حياتها :

نباتات المجموعة (ا) :

هى النباتات التى كانت تمد بمحلول كامل العناصر الغذائية وكانت نباتاتها مطردة النمو ، قوية ، ذات أوراق خضراء كبيرة . وقد أزهرت بغزارة وأنتجت ثماراً كبيرة الحجم ممتلئة ، فاقت نباتاتها جميع نباتات المجموعات الأخرى من حيث حجم النبات وعدد أوراقه ومساحة الأوراق وعدد الثمار وأحجامها .

نباتات المجموعة (ب) :

هى النباتات التى حرمت من الأزوت : وجدير بالذكر أن نقرر أولا أن بزور البسلة

لم تلقح بالبكتريا العقدية الخاصة بالبسلة قبل زراعتها من المزرعة الرملية ، ولهذا لم تظهر على المجموع الجذرى للنباتات أى عقد بكتيرية .

وكان من الملاحظ فى نمو نباتات هذه المجموعة خلال الأسبوعين الأولين أنها نمت نمواً عاديا اعتماداً على كمية الأزوت التى أعطيت لها فى أول التجربة كما سبق القول ، ولكن بدأ بعد ذلك ظهور أعراض نقص هذا العنصر ، فقد أخذت الأوراق السفلى تفقد لونها الأخضر تدريجيا ، واصفرت ثم بدأت تجف وتتساقط .

وأثناء ذلك بدأت نفس الأعراض تظهر على الأوراق التى تعلوها مباشرة ، وهكذا أخذت هذه الأعراض طريقها إلى أعلى النبات حتى إذا اكتمل مرور خمسة أسابيع من بدء التجربة صارت أوراق النبات جميعاً ذات لون أبيض عاجي ، ثم تحولت إلى لون بنى فاتح وفقدت النباتات أكثر أوراقها ، ولكنها أنتجت بعض الأزهار وانعقدت بها ثمار قليلة العدد كما سيأتى بعد .

ومن أهم الأعراض الأخرى لنقص الأزوت على نبات البسلة صغر حجم النبات ومساحة أوراقه وعددها على النبات وضعف التفريع (انظر الشكل رقم ١) ، وقبل انتهاء التجربة جفت كل الأوراق وماتت النباتات .

نباتات المجموعة (حـ) :

هى النباتات التى حرمت من عنصر الفسفور ، وهى تنمو فى بادىء الأمر نموا عاديا ، ولاتظهر عليها طوال مدة التجربة أى أعراض ظاهرية على الأوراق تدل على نقص الفسفور سوى احتراق حواف الأوراق السفلية . ويكون ذلك خلال مرحلة متأخرة من حياة النبات ، ومن أهم ما لوحظ على نباتات هذه المجموعة صغر حجمها نسبياً وصغر مساحة أوراقها ، ونقص واضح فى عدد الثمار .

نباتات المجموعة (ى) :

هى النباتات التى حرمت من عنصر البوتاسيوم فقط ، وهذه أيضاً لم تظهر عليها أى أعراض تدل على نقص البوتاسيوم سوى نقص واضح فى حجم النبات خصوصاً عند بلوغه دور الإثمار . ومن أهم ما لوحظ ضعف المحصول .

الشكل رقم ١ — تأثير نقص الأزوت على المجموع الخضرى لنبات البسلة

نباتات المجموعة (هـ) :

غذيت بمحلول ينقصه عنصر الكالسيوم ، ولكنها بدورها لم تظهر عليها أى أعراض ظاهرة ولكن المجموع الخضرى للنبات والمحصول ظهرا أقل بكثير مما فى النباتات الكاملة التغذية .

نباتات المجموعة (و) :

هى النبـاتات المحرومة من عنصر المغنسيوم ، وهى أيضـاً لم تظهر عليها أى أعراض ظاهرة ، ولـكن التأثير كان واضحاً على حجم النبات وكمية الثمار .

ويتبين من هذا أن نقص الأزوت فقط هو الذى سبب ظهور أعراض مميزة واضحة على النبات . أما نقص العناصر الأخرى فقد كان تأثيرها ملحوظا فقط على حجم النبات وكمية المحصول .

تأثير نقص العناصر الغذائية على المحصول :

جمعت الثمار الخضراء بمجرد تمام نضجها واستكمال نموها ثم أجرى عدها وتقدير وزنها الرطب Fresh weight وحدث مثل هذا فى البزور . ثم جففت هذه جميعاً فى فرن كهربائى على درجة ١٠٥°م لمدة ٢٤ ساعة وقدر الوزن الجاف (Dry weight) .

والجدول الآتى يبين النتائج الخاصة بمحصول الثمار (محصول ٣ نباتات فى كل معاملة) :

المعـاملة	عدد الثمار	الوزن الرطب للثمار	الوزن الجاف للثمار
كاملة التغذية	٢٤	١١٤,٠٤١ جم	١٩,١٣٣ جم
نقص المغنسيوم	١٢	» ٧٠, ٣١	» ١١,٨٥
نقص الـكالسيوم	٨	» ٤٢, ٨٩	» ٧,٢٣
نقص الفسفور	٧	» ٣٣, ٢٢	» ٥,٦٠
نقص البوتاسيوم	٤	» ١٦, ٣٢	» ٢,٧٥
نقص الأزوت	٥	» ٣, ٩٨	» ٠,٦٧

ويتبين بوضوح من الجدول السابق مدى النقص الجسيم الذى يتعرض له المحصول بسبب غياب أى عنصر من العناصر الغذائية الأساسية للنبات . فنجد أن مجرد نقص المغنسيوم — وهو عنصر يحتاج إليه النبات بكميات ضئيلة نسبياً — يسبب خفض عدد الثمار إلى النصف ، كما يخفض وزنها من ١١٤,٤١ جم إلى ٧٠,٣١ . أما فى حالة نقص الـكالسيوم فقد هبط عدد الثمار إلى ثلث ثمار

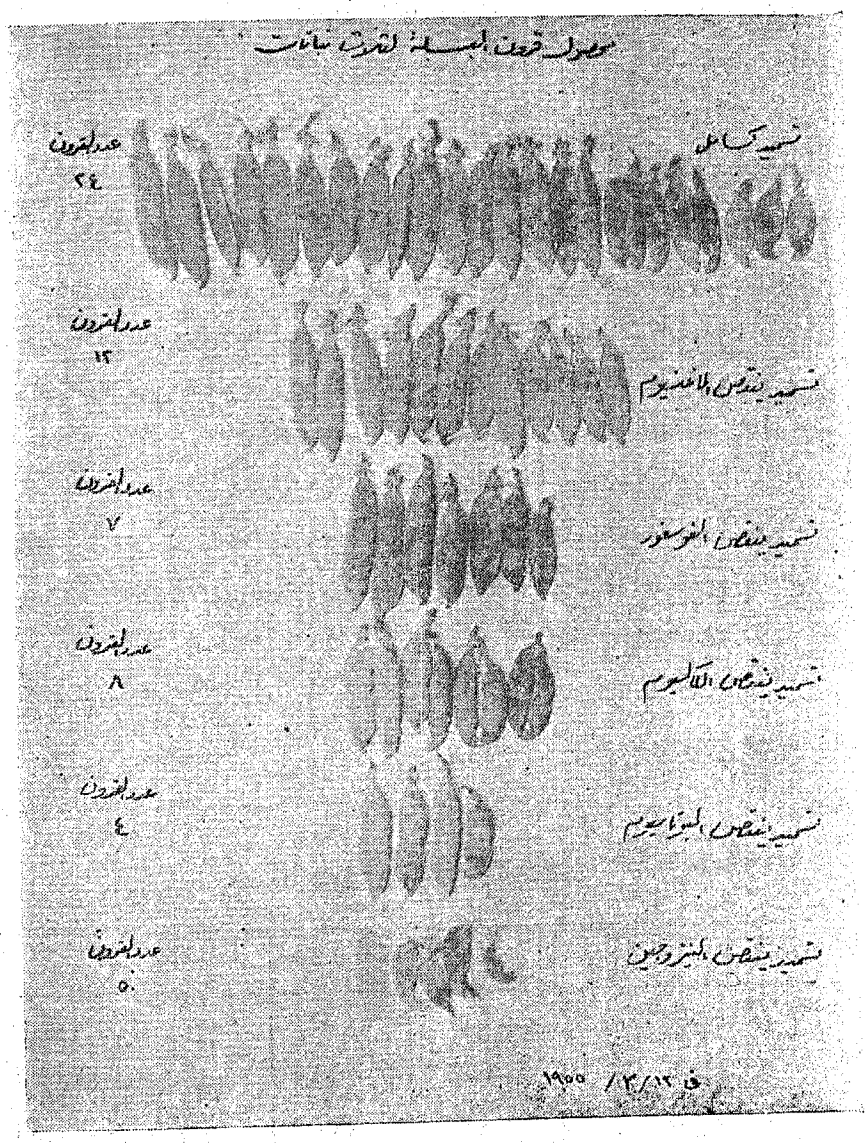
النباتات الكاملة التغذية ، كما هبط وزنها ، وكان تأثير نقص الفسفور على عدد الثمار ووزنها أكثر وضوحاً ، فقد أنتجت نباتات هذه المجموعة سبع ثمار فقط وزنها ٢٣,٢٢ جم ، أما فى حالة نقص البوتاسيوم فلم تنتج هذه النباتات سوى ½ عدد الثمار التى أنتجتها النباتات الكاملة التغذية ، وكان وزن ثمارها أيضاً يعادل ½ وزن مثيلاتها فى النباتات الكاملة التغذية .

وكان أكثر النباتات تأثراً تلك التى كانت محرومة من عنصر الأزوت ، فقد أنتجت خمس ثمار وزنها يعادل ٣,٥٪ فقط من وزن ثمار النباتات الكاملة التغذية أى أن مجرد نقص عنصر الأزوت فقط سبب نقص وزن المحصول بمقدار ٩٦,٥٪ وهذا دليل كاف على مدى أهمية إمداد النباتات بجميع العناصر الغذائية الأساسية ضماناً للحصول منه على محصول جيد ، وأن مجرد غياب أحد هذه العناصر الأساسية يؤدى إلى نقص فى المحصول يتراوح بين ٣٩و٥٠٪ كما فى حالة نقص المغنسيوم ، ٩٦,٥٪ كما فى حالة نقص الأزوت . ومن الواضح أيضاً أن المغنسيوم هو أقل هذه العناصر أثراً على المحصول يليه الكالسيوم ثم الفسفور ثم البوتاسيوم وأخيراً الأزوت (انظر الشكل رقم ٢) .

هذا من ناحية تأثير العناصر الغذائية على محصول الثمار ، أما تأثيرها على البذور فالجدول التالى يوضح ذلك :

محصول بذور ٣ نباتات فى كل معاملة

المعاملة	عدد البذور	الوزن الرطب للبذور	الوزن الجاف للبذور
كاملة التغذية	٨١	٧٠,٥٩ جم	١٥,٠٢ جم
نقص المغنسيوم	٥٢	» ٤٦,٧٧	» ٩,٩٥
نقص الكالسيوم	٣٧	» ٢٣,٩١	» ٥,١٥
نقص الفسفور	٢٢	» ١٨,٦١	» ٣,٩٦
نقص البوتاسيوم	١٠	» ١٠,٩١	» ٢,١٧
نقص الأزوت	١	» ٠,٤٧	» ٠,١٠



الشكل رقم ٢ — تأثير نقص العناصر الغذائية على محصول الثمار فى البسلة

ويلاحظ من الجدول السابق أن إنتاج البذور قد سلك مسلك الثمار . ومن أهم ما تمكن ملاحظته أنه فى حالة نقص الأزوت أنتجت الخمس ثمار بذرة

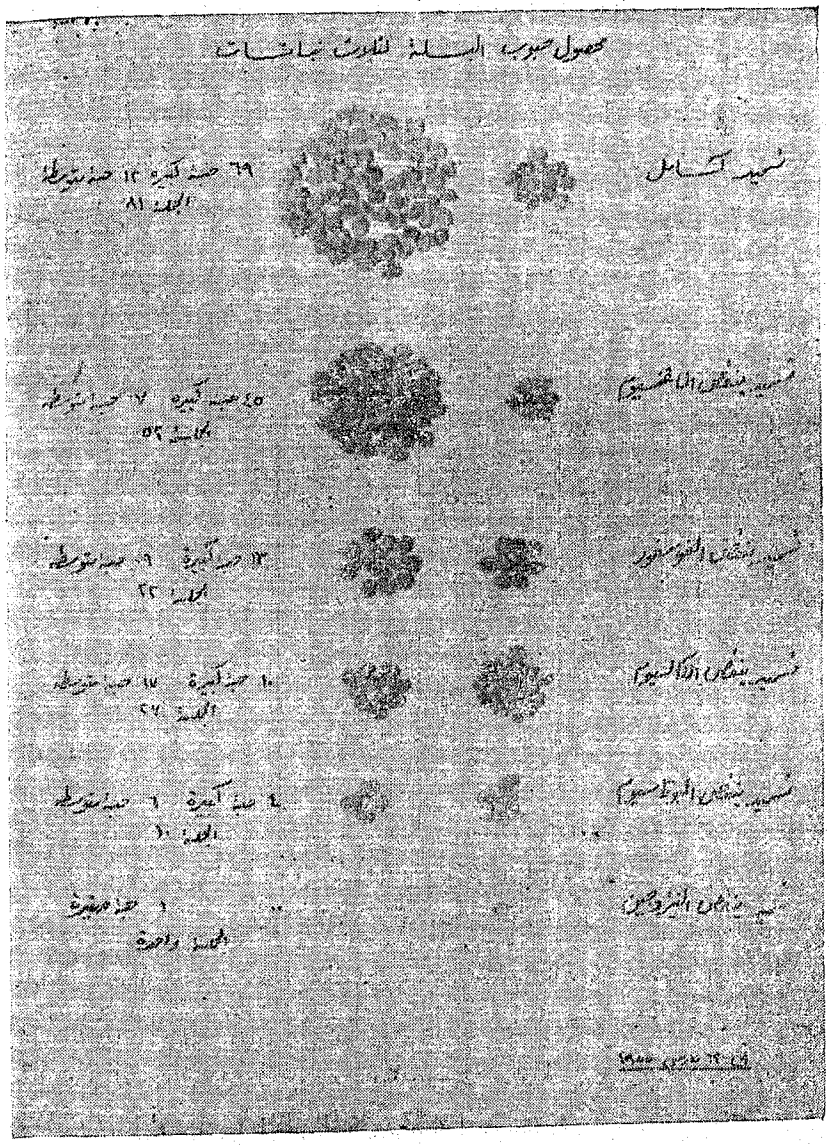
واحدة فقط ، وهذا معناه أن أربع ثمار منها كانت عقيمة أما الثمرة الخامسة فأنتجت بذرة واحدة وليس هذا فحسب ، بل إن نقص بعض العناصر الغذائية قد أثر على درجة جودة البذور الناتجة من حيث حجمها ، وهذا أمر له أهمية عظمى فى صناعة حفظ بذور البسلة بالعلب حيث إن هذه الصناعة تتطلب بذوراً ذات حجم خاص .

وقد أجريت عملية التدريج على بذور كل مجموعة وقسمت إلى ثلاث مجاميع بالنسبة لحجمها ، وهى بذور كبيرة ، ومتوسطة ، وصغيرة ، والجدول التالى يبين بوضوح هذه النتائج :

المعاملة	عدد البذور الكبيرة الحجم	عدد البذور المتوسطة الحجم	عدد البذور الصغيرة الحجم	مجموع عدد البذور الناتجة
كاملة التغذية	٦٩	١٢	—	٨١
نقص المغنسيوم	٤٥	٧	—	٥٢
نقص الفسفور	١٣	٩	—	٢٢
نقص الكالسيوم	١٠	١٧	—	٢٧
نقص البوتاسيوم	٤	٦	—	١٠
نقص الأزوت	—	—	١	١

ويدل الجدول السابق عن أنه فضلا عن أن غياب أى عنصر من هذه العناصر الأساسية قد سبب نقصاً فى عدد البذور الناتجة فإنه أيضاً له تأثير على خفض عدد البذورة الممتازة حجما ، فى حالة النباتات الكاملة التغذية مثلا كان ٨٥,٢٪ من البذور الناتجة كبيرة الحجم ممتازة ، بينما هبطت هذه النسبة فى حالة نقص كل من الفسفور والكالسيوم والبوتاسيوم والأزوت إلى ٥٩٪ و٣٧٪ و٤٠٪ وصفر ٪ على التوالى (انظر الشكل رقم ٣) .

هذا وجميع النتائج السابقة تدل على مدى أهمية مد النبات بالعناصر الغذائية الأساسية ومدى الخسارة التى يتعرض لها المزارع بسبب نقص أى عنصر من هذه العناصر فى النبات .



الشكل رقم ٣ — تأثير نقص العناصر الغذائية على محصول البذرة فى البسلة

ومن أهم ما يلفت النظر أيضاً فى هذه التجارب أن نبات البسلة لم تظهر عليه خلال فترة نموه الخضرى أى أعراض تدل على نقص عنصر من العناصر الغذائية

سوى فى حالة واحدة هي نقص الأزوت فقط ، ولكن التأثير كان واضحاً فى المحصول ، وهذه ظاهرة لها خطورتها ، إذ أن أى علاج فى هذه الحالة لا يجدى بل إن الخسارة تكون محققة .

لهذا يمكن القول بأن بعض المحاصيل — كما فى حالة البسلة — لا يمكن الاعتماد فى تشخيص نقص العناصر الغذائية فى نباتها بطريقة مشاهدة الأعراض الظاهرة عليه خصوصاً من أوراقه ، ولهذا اتجه الرأى فى مثل هذه الأحوال إلى استخدام طريقة التحليل الكيمائى لأنسجة النبات لمعرفة المستوى الغذائى له من ناحية مدى احتوائه على العناصر الغذائية الأساسية .

ومما يؤخذ على هذه الطريقة أنها تتطلب وقتاً وجهداً كبيرين ، وقد ظهرت فى السنين الأخيرة محاولات عدة لاستخدام طرق كيمائية سريعة مبسطة تحل محل الطرق المعقدة ، والعمل لا يزال جاريا منذ سنتين فى قسم النبات الزراعى بكلية الزراعة فى جامعة القاهرة للوصول إلى طرق سريعة دقيقة يمكن بواسطتها الوقوف على درجة احتواء النبات على العناصر الغذائية ، فى أى طور من أطوار حياته ، وبالتالى مدى حاجته إلى كل منها إذا ظهر أى نقص فيها ليمكن إمداده بما يحتاج اليه من عناصر غذائية قبل أن يستفحل الضرر ولا يجدى أى علاج . وقد نجحت هذه الطرق نجاحاً كبيراً وباتت تستخدم بنجاح الآن للكشف عن عناصر الأزوت والفسفور والكالسيوم والبوتاسيوم والمغنسيوم ، وهى طرق فضلا عن بساطتها وسرعتها تمتاز بدرجة عالية من الدقة .

ولا يسعنى فى ختام هذا البحث إلا أن أشكر السيد الأستاذ محمد شاكر المدرس بمدرسة الزراعة الثانوية بمشتهر والطالب بقسم الدراسات العليا فى كلية الزراعة على مساعداته القيمة ، فضلا عن قيامه مشكوراً بتسجيل الصور الفوتوغرافية الخاصة بهذا البحث بدقة يهنأ عليها .

المراجع

1- Bear, F.B et al. « Hunger Signs in Crops ». Washington,1949.

2- Goodall, D. W. and Gregory, F. G. « Chemical composition of plants as an index of their nutritional status ». I. A. B. Wales. 1947.

3- Hewitt, F. J. Experiments in mineral nutrition. Ann. Ref. Long Ashton Res. Sta. Enqland, 1945.

4- Hewitt, F. J. « Sand and Water Culture Methods used in the Study of Plant Nutrition ». C. A. B. 1952.

5- Lundegardh, H. « Leaf Analysis ». Hilger & Watts Ltd. England. 1951.

6- Truog, E. «Mineral Nutrition of Plants ». The University of Wisconsin Press. U. S. A., 1953.

7- Wallace, T. The Diagnosis of Mineral Deficiencies in Plants by Visual Symptoms. H. M. Stationery Office, London, Enqlond, 1951.