صلاحية الماء المقاطر لأبحاث تغذية النبات

للمهندس الزراعى أحمد فؤاد الخولى

رئيس بحوث العناصر النادرة بقسم أبحاث تغذية النبات
(وعضو الإجازة الدراسية بجامعة فاخننجين بهولندا)

مقـــدمة :

لقد جرى العرف منذ أمد بعيد على استعمال الماء المقطر فى الأبحاث الكيماوية التى تتطلب نوعا خاصاً من الدقة ، والتى يراد التحكم فى نتائجها لدراسة فعالية عنصر ما ، وذلك لأن الماء العادى — كما هو معروف — يحتوى على كمية من الأملاح المعدنية قد يتعارض وجودها مع الدقة المطلوبة للحكم على نتائج هذه الدراسة .

والماء المقطر هو ماء عادى قد تم التخلص من أغلب الأملاح المعدنية التى يحتويها ، وذلك بتعريض ماء الصنبور لدرجة الغليان ، ثم يستقبل بخار الماء الناتج ليكثف فيعود ثانية للحالة السائلة ، وكل هذه العمليات اللازمة للحصول على ماء مقطر تحتاج إلى الكثير من الوقت والنفقات ، وخاصة إذا كان المطلوب هو كميات كبيرة من الماء المقطر لتنفيذ تجارب الأصص الخاصة بأبحاث تغذية النبات Nutrient Cultures وغيرها من الاختبارات المعملية الأخرى ، ولهذه الأسباب فكر العلماء فى وسيلة تؤدى نفس الغرض مع خفض فى النفقات وتوفير للوقت .

وكانت الوسيلة هى التخلص من الأيونات المحملة على الماء العادى ، بمعاملته بمركبات صناعية لها خاصية التبادل الأيونى Synthetic Ion-Exchange Resins

فمثلا إذا استعمل مركب الامتصاص للتبادل الكاتيونى ، وليكن مشبعاً

بكاتيون الأيدروجين H-R ، فبملامسته للماء يمتص أكثر الكاتيونات المحملة على الماء ، متبادلة مع الأيدروجين المحمل على الـ Risn ، وبالمثل إذا مرر الماء على مركب الامتصاص للتبادل الأنيونى ، وليكن مشبعاً بأنيون الأيدروكسيل OH-R فإنه سوف يتخلص من معظم الأنات المحملة عليه ، متبادلة مع أنيون الأيدروكسيد المحمل على الـ Resin ، كما هو موضح بالمعادلتين الآتيتين :

$$R^- H^+ + X^- M^+ \rightleftarrows R^- M^+ + X^- H^+ \quad (١)$$

$$R^+ OH^- + X^- H^+ \rightleftarrows R^+ X^- + H^+ OH^- \quad (٢)$$

$$H^+ + OH^- \rightleftarrows H_2O$$

إذ أن : مركب الامتصاص للتبادل الكاتيونى $= R^-$

مركب الامتصاص للتبادل الأنيونى $= R^+$

كاتيون الأيدروجين $= H^+$

أنيون الأيدروكسيد $= OH^-$

كاتيون محمل على الماء العادى $= M^+$

أنيون محمل على الماء العادى $= X^-$

ومن ثم ، فإن الماء الناتج من شق التبادل (الكاتيونى والأنيونى) يكون نقياً خاليا تقريباً من الأملاح المعدنية التى يحتويها الماء العادى، ولنطلق مؤقتاً على هذا النوع من الماء اسم « الماء المعامل » مرادفة لما يسمى بالـ : "Demineralised Water" أو الـ "Deionisèd Water" — أى أن « الماء المعامل » هو الماء العادى الذى عومل بمركبات الامتصاص الصناعية للتبادل الأيونى لتنقيته من أغلب الأيونات المعدنية المحملة عليه .

كفاية الماء المعامل :

كان Leibig et al فى عام ١٩٤٣ أول من اقترح استعمال مركبات الامتصاص الصناعية للتبادل الأيونى ، كطريقة لتنقية الماء العادى بدلا من عملية التقطير ،

وباستعماله مركبات الامتصاص للتبادل الأيونى (Amberlite I R-100 للتبادل الكاتيونى و Amberlite I R-4 للتبادل الأنيونى) ، استطاع أن يصل إلى درجة لا بأس بها من خفض مستويات بعض الأيونات المحملة على الماء العادى كما هو مبين بالجدول التالى :

الجدول رقم ١ — العناصر التى يحتويها ماء الصنبور قبل وبعد معاملته

العناصر	الماء العادى	الماء المعامل
	جزء فى المليون	جزء فى المليون
أملاح كلية	٣٠٩	٢٧
كالسيوم	٤٨	٠,٠١
مغنسيوم	٦	٠,٥
باريوم	٠,٠١٥	٠,٠٠٢
بورون	٠,١	٠,٠٨
نحاس	٠,٠٠٨	٠,٠٠٢
حديد	٠,٠٥	٠,٠٠٢

وفى عام ١٩٤٦ استطاع Hewitt بانجلترا أن يحصل على علامات نقص الأزوت والفوسفور والبوتاسيوم والكالسيوم والبورون على نباتات الطاطم والقرنبيط وبنجر السكر وغيرها باستعمال الماء المعامل بالـ Permutite Synthetic Resins ، والجدول رقم ٢ يبين الفرق بين محتويات الماء العادى والماء المعامل كما وجدها Hewitt :

الجدول رقم ٢ — تنقية الماء بالمعاملة "Demineralization"

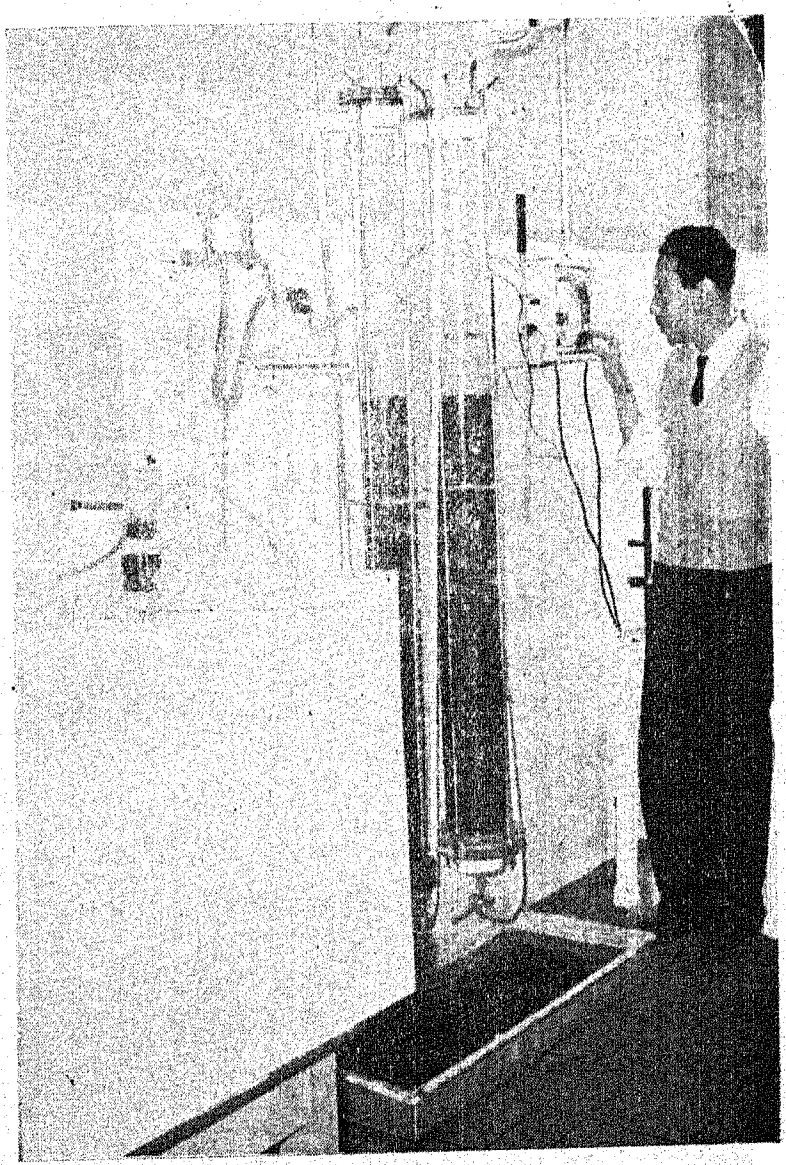
العناصر	ماء صنبور	ماء معامل
	جزء فى المليون	جزء فى المليون
كالسيوم	١٠٢	٠,١٥
مغنسيوم	١١,٢	٠,٠٠٧
صوديوم + بوتاسيوم	١١,—	٠,٣٥
حديد	٠,٠٤	٠,٠٣
زنك	٠,٠٧	٠,٠٢

وفى فاخننجن بهولندا أجريت عدة اختبارات كيماوية على « الماء المعامل » لإمكان إحلاله فى أعمال المعمل بدلا من المـــاء المقطر ، وباستعمال مركبات الامتصاص للتبادل الأيونى (Dowex 50 للتبادل الكاتيونى و Dowex 2 للتبادل الأنيونى) أمكن الحصول على « ماء معامل » خال تقريباً من العناصر الضرورية الكبرى Macroelements ، وبه آثار ضئيلة جداً من العناصر الضرورية الدقيقة Microelemnts ، لا تحول دون استعمال هذا الماء فى أبحاث تغذية الماء .

وفى عام ١٩٥٨ اختبر الكاتب « الماء المعامل » ، والماء المقطر مرة واحدة فى أجهزة معدنية Ordinary Distilled Water ، والماء المعاد تقطيره فى أجهزة زجاجية Redistilled Water — اختبار ابيولوجيا باستخدام الفطر Aspergillus niger — لدراسة وجود آثار من عنصر النحاس فى كل ، فظهر بوضوح عدم وجود أى فرق على الإطلاق بين « المـاء المعامل » والمـاء المعاد تقطيره ، كما وضحت أفضلية « الماء المعامل » على الماء المقطر مرة واحدة .

جهاز المعاملة ووصفه :

الجهاز اللازم لمعاملة المـاء العادى بمركبات الامتصاص الصناعية للتبادل



الشكل ١ — جهاز لمعاملة ماء الصنبور بمركبات الامتصاص للتبادل الأيونى
أجزاؤه من اليسار إلى اليمين كالآتى :

(ا) صنبور الماء العادى . (ب) أنبوبة معدنية تحتوى على صوف زجاجى glass wool لترشيح الماء مما قد يحتويه من شوائب فى بعض الأحيان .

(جـ) أنبوبة من الزجاج أو البلاستيك تحتوى على مركب الامتصاص الكاتيونى .

(د) « « « « « « « « الأنيونى .

(هـ) جهاز قياس درجة توصيل الماء الناتج للتيار الكهربائى .

الأيونى للحصول على « ماء معامل » ، كما هو موضح بالشكل رقم ١ يتألف من أنبوبتين من الزجاج أو البلاستيك ، تحتوى إحداهما على مركب الامتصاص للتبادل الكاتيونى والأخرى على مركب الامتصاص للتبادل الأنيونى .

يمرر ماء الصنبور خلال الأنبوبة الأولى من أعلى إلى أسفل ثم خلال الثانية بنفس الطريقة ، ومنها يستقبل الماء الناتج أو « الماء المعامل » ، وينقل إلى حيث يستخدم .

وتتوقف سرعة مرور التيار المائى خلال أنبوبتى جهاز المعاملة على سعة الجهاز ، وعلى كفاءة مركبات الامتصاص المستعملة ، وكذلك على درجة النقاوة المطلوبة ، التى يمكن تقديرها بواسطة مقياس درجة التوصيل الكهربائى Electric Conductivity للماء الناتج .

ولمركبات الامتصاص المستعملة ، قدرة ثابتة على الامتصاص تعادل سعتها الامتصاصية ، وبعد تشبع هذه المركبات من كل من الأنيونات أو الكاتيونات المحملة على ماء الصنبور ، يمكن تجديدها Regeneration ، وذلك بإمرار كمية مناسبة من حامض الهيدروكلوريك على مركب الامتصاص الكاتيونى ، وإمرار كمية مناسبة من هيدروكسيد الصوديوم أو البوتاسيوم على مركب الامتصاص الأنيونى ، ثم يعاد تمرير تيار من ماء الصنبور للتخلص من الزيادة فى كل من الـ HCl أو الـ KOH أو الـ Na OH حتى نصل إلى الدرجة المطلوبة من التوصيل الكهربائى ، وعندها يعتبر الماء صالحاً للاستعمال .

الخلاصـــة :

مما تقدم تتضح بصورة جلية صلاحية « الماء المعامل » لاستعماله فى الأبحاث الكيماوية ، وخاصة فى أبحاث تغذية النبات التى تتطلب كميات كبيرة من الماء لإقامة تجارب الأصص ذات المحاليل المغذية ، للمزايا التالية :

١ — « الماء المعامل » يفوق الماء المقطر Ordinary Distilled Water ، ولا فرق إطلاقاً بينه وبين الماء المعاد تقطيره Redistilled Water من حيث درجة خلوه تقريباً من الأملاح المعدنية الذائبة .

٢ — استعمال « الماء المعامل » يوفر الكثير من الوقت والنفقات التي تتطلبها عملية التقطير ، إذ أن تكاليف إنتاج اللتر من الماء المقطر تربو على عشرة أمثال تكاليف إنتاج اللتر من « الماء المعامل » ، هذا فضلا عن سهولة وسرعة الحصول على « الماء المعامل » إذا قورن بالماء المقطر .

المراجـــع

1. Hewitt, E. J. Sand and water culture methods used in the study of Plant Nutrition, C. A. B., London 1952.

2. Kunin, R. Ion-Exchange Resins. Chapman & Hall Ltd., 1958.

3. Leibig, G. F.; Vanselow, H. P., and Chapman, H. D., The suitability of water purified by synthetic ion-exchange resins for the growing of plant in controlled nutrient cultures. Soil Sci., 35 : 371 - 376, 1943.

4. Osborn, G. H. Synthetic Ion-exchangers. Chapman & Hall Ltd., 1955.