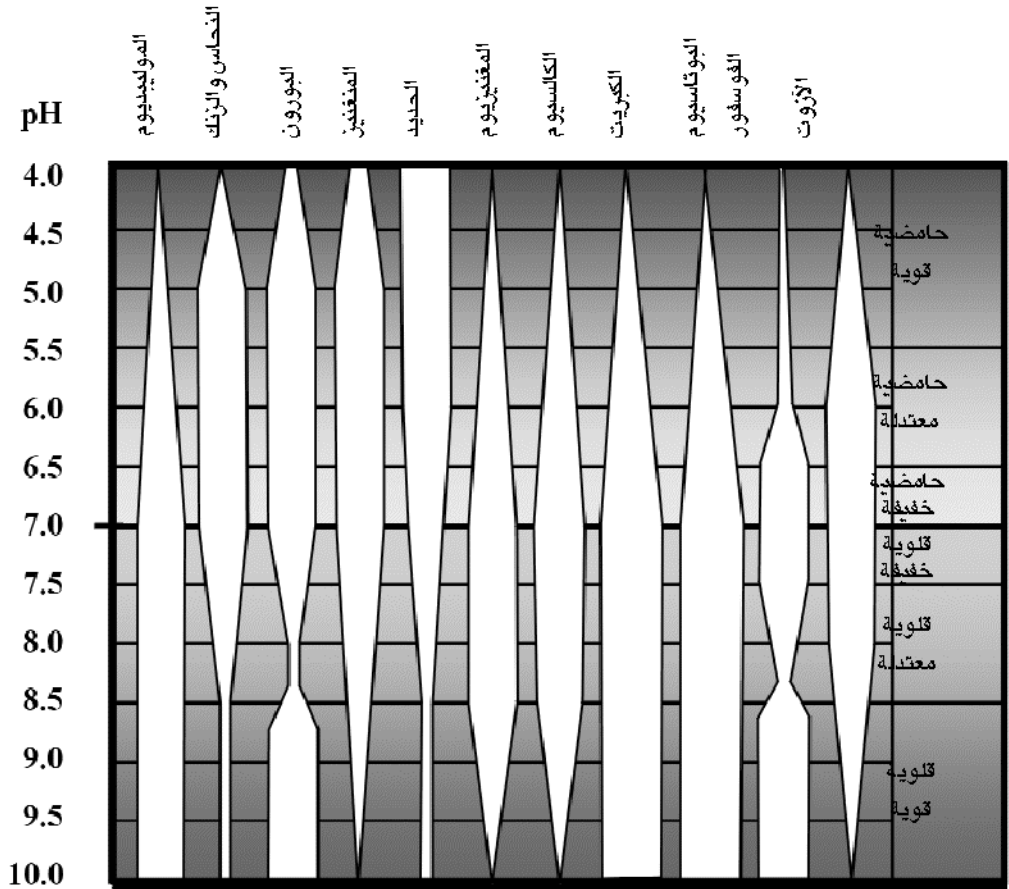


المربع 1

تأثير PH التربة على محتوى العناصر الغذائية في النباتات



المربع 2

تحليل التربة والنبات بواسطة أجهزة مخبرية آلية

مع التقدم الكبير في علوم التكنولوجيا، أضحى بالإمكان الآن إجراء الكثير من تحاليل التربة والنبات بسرعة أكبر باستخدام أجهزة مخبرية آلية automated laboratory equipments، مثل جهاز المحلل الذاتي autoanalyzer وجهاز التحليل الطيفي للروابط الاستقرائية للبلازما inductively coupled plasma spectrometer (ICP).

يعتبر جهاز المحلل الذاتي نسخة متطورة عن جهاز التحليل الضوئي اللوني colorimeter، حيث تُمكنه تقنيته الآلية من إجراء التقديرات اللونية باستمرار وبسرعة أكبر من جهاز التحليل الطيفي الضوئي spectrophotometer.

تقرأ العينات المحضرة (مستخلصات التربة، نباتات مهضومة، ... إلخ) والمتوضعة على مبدل العينات الآلي automatic sample changer (مثلاً كل مجموعة تحتوي على 50 عينة) من خلال شدة كثافة اللون، بعد إضافة المحاليل الكاشفة ألياً لتطوير اللون. وعموماً يستخدم جهاز المحلل الذاتي لتقدير $\text{NO}_3\text{-N}$ ، P ، $\text{NH}_4\text{-N}$... إلخ) وفي الحقيقة يمكن إجراء أكثر من قياس في نفس الوقت اعتماداً على عدد القنوات الفعالة الموجودة في الجهاز.

يعتبر جهاز ICP ذو تقنية عالية ويستخدم لقياس عدد من العناصر في مستخلصات التربة والنبات المهضومة ... إلخ في نفس الوقت. حيث يعمل على مبدأ عمل أجهزة الطيف emission spectroscopy ويستطيع قياس 20-40 (أو أكثر) من العناصر في نفس الوقت وبكمية أقل من المستخلص خلال ثوانٍ. ويستخدم عموماً جهاز ICP في مختبرات تحليل التربة والنبات من أجل تقدير العناصر الغذائية الكبرى والصغرى والمعادن الثقيلة ... إلخ.

بالرغم من الفوائد السابقة للأجهزة المخبرية الآلية مقارنة مع التقليدية منها، يوجد العديد من العوائق والمشكلات من قبيل كلفة جهاز ICP الباهظة وحظر استخدامه في كثير من الحالات، لما يتطلبه من طاقة كهربائية ثابتة ونظام تبريد هوائي فعال وثابت؛ وكافة مستلزماته (مثل غاز الأرجون) بالإضافة إلى ارتفاع كلفة إصلاحه وصيانته (كلفة قطع التبديل والفنيين). والحاجة إلى وجود خبراء مؤهلين بما يكفي لتشغيل الجهاز والعناية به.

لذلك، وكشرط وحيد للحصول على مثل هذه الأجهزة المكلفة والمعقدة يجب أن يكون هناك تبرير قوي لذلك. أي أن يمتلك المختبر الإمكانيات الكافية لتغطية نفقات الاستثمار والصيانة وعدم وجود عوائق للإصلاح والصيانة، عندها يمكن الحصول على الأجهزة المخبرية الآلية. أما في حالات نقص الموارد وكثرة المعوقات، قد تكون الأجهزة ذاتها مصدر إزعاج، لذلك على إدارة مختبرات تحليل التربة والنبات في منطقة CWANA أخذ بعين الاعتبار الميزات والمساوي قبل اختيار مثل هذه النماذج من الأجهزة المعقدة.

المربع 3

تحليل التربة والمياه لتحديد تلوث البيئة

تتلوث التربة أو المياه أو كليهما معاً جراء تلوث مجاري المياه الموحلة بالمعادن الثقيلة، والأراضي المزروعة بالأغنام، فضلاً عن استخدام معدلات زائدة من الأسمدة الأوتية، والنشاطات الأخرى. وعلى الرغم من التركيز الرئيس لمختبرات تحليل التربة والنبات على بقايا الإنتاج الزراعي، تنبعت العديد من مختبرات التحليل في منطقة CWANA إلى خطر التلوث البيئي. وتركز معظم الدراسات البيئية عامة والمتعلقة بالتربة والمياه خاصة على التلوث نتيجة زيادة استخدام النترات، والمعادن الثقيلة، والمركبات العضوية السامة في الواقع ومع تزايد التعقيدات في وسائل البحث والأجهزة، يستطيع أي من المخابر المجهزة معالجة كلا المدلولين البيئي والزراعي. وفيما يلي موجز لبعض دلائل الإجراءات العامة والمتعلقة بتحليل التربة والنبات من أجل تحديد مدى التلوث البيئي.

تحليل التربة من أجل تقدير المعادن الثقيلة

ترجع المخاوف العامة بتلوث التربة إلى المحتويات الزائدة من المعادن الثقيلة مثل الرصاص (Pb)، النيكل (Ni)، الكروميوم (Cr)، الكاديوميوم (Cd)، السيلينيوم (Se) ... إلخ. وبالرغم من أن تحليل التربة عند تقدير المعادن الثقيلة الكلية يعد طريقة مملة، إلا أنه أسهل طرق اختبار التربة التي تعطي دلائل معتمدة لكمية المعادن الثقيلة في التربة ومدى وفرتها في النباتات. ومع ذلك، يجب أن تكون الطرق المستخدمة متناسبة مع نموذج التربة ونوع المعدن المراد تحليلية.

الترب القلوية في منطقة CWANA، مثلاً يعطي اختبار DTPA بطريقة (Lindsay and Norvell 1978) قيم مُمهَرسَة ومعتمدة لتقييم المعادن الثقيلة القابلة للإفادة في النبات. وبشكل مماثل، يعد اختبار AB-DTPA بطريقة (Soltanpour and Workman, 1979) فعالاً في غربلة الترب الملوثة بالمعادن الثقيلة. لذلك يجب استخدام المعيار المتوافق مع الطريقة المستخدمة في تفسير معطيات نتائج المختبر.

تحليل المياه من أجل تقدير النترات، القساوة، المعادن الثقيلة

يعتبر تحليل المياه من أبسط طرق العمل في أي مختبر تحليل تربة - نبات من أجل معرفة تركيب المواد الصلبة الذائبة فيه، كما أنه بسيط نظراً لعدم الحاجة لإذابة الأيونات أو المعادن الداخلة فيه أو استخلاصها. وتؤخذ القياسات بشكل مباشر. علاوة على ذلك، تتماثل الإجراءات المستخدمة في قياس العناصر المختلفة مع تلك المتخذة من أجل التربة والنبات. فمثلاً يقاس محتوى الأزوت النتراتي ($\text{NO}_3\text{-N}$) في المياه بالضبط بنفس طريقة مستخلصات التربة (القسم 4.1.6).

ويُعبّر عن قساوة المياه عموماً كميلغرام من كربونات الكالسيوم باللتر، ويمكن أيضاً أن يقاس باتباع طرق خاصة كما هو واضح عند تقدير الكالسيوم الذائب (القسم 5.6) والكربونات الذائبة (القسم 6.6) في التربة. بدون الحاجة إلى أجهزة خاصة أو محاليل إضافية.

لتفسير معطيات التحاليل المخبرية، يمكن استخدام المعيار المتوافق مع الطريقة المناسبة. ويمكن أن نجد بعض المصادر الممكنة للمعلومات والتي تفي بالغرض في (WHO 1996) و (National Research Council 1977) و (Sonneborn et al. 1983) و (Wigle et al. 1986).

المربع 4

تحديد جودة مياه الري

إن تركيز وتركيب الأملاح الذائبة في أي نوع من المياه تحدد نوعية هذا الماء وصلاحيته للري. وتعتبر جودة مياه الري بالغة الأهمية خاصة عند إمكانية تحديد تركيز الأملاح الكلية، أو خطورة الصوديوم، أو خطورة الكربونات والبيكربونات، أو الأيونات السامة (مثل البورون والكلورايد). والتحليل المطلوبة من أجل تقدير جودة مياه الري تتضمن معرفة EC، الكاتيونات والأيونات الذائبة. وتجري أغلب هذه التقديرات بشكل روتيني في مختبرات تحليل التربة والنبات، ويمكن لجميع المختبرات في منطقة CWANA إنجاز التحليل المطلوبة لمعرفة جودة مياه الري. ويُعبر عادة عن EC في مياه الري بالوحدة deciSiemens per meter (dS m^{-1}) عند درجة حرارة 25°م.

الحسابات

$$(69) \quad \text{نسبة الصوديوم الممنص (SAR)} = \frac{\text{Na}^+}{\sqrt{(\text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++})/2}}$$

حيث أن: Na^+ ، Ca^{++} ، Mg^{++} تمثل التركيز مقدره بالمليمكافئ/ليتر لهذه الأيونات في المياه (أو المحلول).

$$(70) \quad \text{كربونات الصوديوم المتبقية (RSC)} = (\text{CO}_3^{--} + \text{HCO}_3^-) - (\text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++})$$

حيث أن: الكاتيونات والأيونات تمثل التراكيز مقدره بالمليمكافئ/ليتر في المياه (أو المحلول). لذلك، يمكن تقدير جودة مياه الري من خلال تفسير المعطيات مستخدمين الدلائل التالية:

| النوعية | EC (dS/m) | نسبة الصوديوم الممنص SAR | كربونات الصوديوم المتبقية RSC ملليمكافئ/ليتر |
|----------------|-------------------------|-----------------------------|---|
| صالحة للري | $1.5 >$ | $7.5 >$ | $2.0 >$ |
| متوسطة | $2.7 - 1.5$ | $15 - 7.5$ | $4.0 - 2.0$ |
| غير صالحة للري | $2.7 <$ | $15 <$ | $4.0 <$ |

المصدر: (Muhammed, 1996)

يعتبر تركيز البورون أمناً في مياه الري حتى 0.7 ppm، بينما يُعد تركيز الصوديوم والكلورايد أمناً في مياه الري حتى أقل من 70 و 140 ppm، على التوالي (Muhammed, 1996).

8 المراجع باللغة الإنكليزية

- Anderson, J. M., and J.S.I. Ingram. 1993. p. 68-71. In *Tropical soil biology and fertility: A handbook of methods*. CAB International, Wallingford, U.K.
- Ayers, R.S., and D. W. Westcot. 1985. Water quality for agriculture. FAO Irrigation Drainage Paper 29: Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome , Italy
- Berger, K. C, and E. Truog. 1939. Boron determination in soils and plants. *Ind. Eng. Anal. Ed.* 11: 540 - 545.
- Bell, R. W. 1997. Diagnosis and prediction of boron deficiency for plant production. *Plant Soil* 193: 149 - 168.
- Bingham, F. T. 1982. Boron, p. 431 - 448. In A. L. Page (ed.), *Methods of soil analysis*, Part 2: *Chemical and mineralogical properties*. Amer. Soc. Agron., Madison, WI, USA.
- Bohn, H. L., B. L. McNeal, and G. A. O'Connor. 1985. Soil chemistry, 2nd ed. John Wiley and Sons, New York.
- Bouyoucos, G. J. 1962. Hydrometer method improved for making particle-size analysis of soils. *Agron. J.* 53: 464 - 465.
- Brady, N. C., and R. R. Weil. 1999. The nature and properties of soils, 12th ed. Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey, USA.
- Bremner, J. M., and D. R. Keeney. 1965. Steam distillation methods for determination of ammonium, nitrate, and nitrite. *Anal. Chem. Acta.* 32: 215 - 163.
- Bremner, J. M., and C. S. Mulvaney. 1982. Nitrogen total. p. 595 - 624. In A. L. Page (ed.), *Methods of soil analysis*. Agron. No. 9, Part 2: *Chemical and microbiological properties*, 2nd ed., Am. Soc. Agron., Madison, WI, USA.
- Brookes, P. C., A. Landman, G. Pruden, and D. S. Jenkinson. 1985. Chloroform fumigation and release of soil nitrogen; a rapid extraction method to measure microbial biomass nitrogen in soil. *Soil Biol. and Biochem.* 17: 837 - 842.
- Brown, J. R. (ed.). 1987. Soils testing: sampling, correlation, calibration, and interpretation. *Soil Sci. Soc. Amer. Spec. Publ. 21. Soil Sci. Soc. Am.* Madison, WI, USA.
- Buresh, R. J., E. R. Austin, and E. T. Craswell. 1982. Analytical methods in N-15 research. *Fert. Res.* 3: 37 - 62.
- California Fertilizer Association, Soil Improvement Committee, 1980. Western Fertilizer Handbook. 6th (ed.), Interstate Printers and Publishers. Danville IL, USA.
- Chapman, H. D., and P. F. Pratt. 1961. *Methods of analysis for soils, plants and water*. Univ. California, Berkeley, CA, USA.
- Day, P. R. 1965. Particle fractionation and particle size analysis. p. 546 - 566. In C. A. Black (ed.), *Methods of soil analysis*, Agron. No. 9, Part I: *Physical and mineralogical properties*. Am. Soc. Agron., Madison, WI, USA.

- Drouineau, G. 1942. Dosage rapid du calcire actif du sol. Nouvelles donnies sur la reportation de la nature des fractions calcaires. *Ann. Agron.* 12: 411 - 450.
- FAO. 1970. Physical and chemical methods of soil and water analysis. *Soils Bull. No. 10*. Food and Agriculture Organization, Rome, Italy.
- FAO. 1974. The Euphrates Pilot Irrigation Project. *Methods of soil analysis*, Gadeb Soil Laboratory (A laboratory manual). Food and Agriculture Organization, Rome, Italy.
- FAO. 1980. Soil testing and plant analysis. *Bull. No. 38/1*, Food and Agriculture Organization, Rome, Italy.
- FAO. 1990. Management of gypsiferous soils. *Soils Bull. No. 62*, Food and Agriculture Organization, Rome, Italy.
- Gaines, T. P., and G. A. Mitchell. 1979. Boron determination in plant tissue by the azomethine-H method. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 10: 1099 - 1108.
- Hach Company. 1992. *Soil and irrigation water interpretation manual*. Hach, USA.
- Hadjidemetriou, D. G. 1982. Comparative study of the determination of nitrates in calcareous soils by the ion-selective electrode, chromotropic acid, and phenodisulphonic acid methods. *Analyst* 107: 25 - 29.
- Hesse, P. R. 1971. *A Textbook of Soil Chemical Analysis*. John Murray, London.
- Jones, Jr., J. B., B. Wolf, and H. A. Mills. 1991. *Plant analysis handbook*. Micro-Macro Publishing, Inc., Athens, GA, USA.
- Jones, Jr., J. B. 1991. *Kjeldahl method for nitrogen determination*. Micro-Macro Publishing Inc., Athens, GA, USA.
- Johnson, G. V., and P. E. Fixen. 1990. Testing soils for sulfur, boron, molybdenum, and chlorine. p. 265 - 273 In R. L. Westerman (ed.), *Soil testing and plant analysis*, 3rd ed., Soil Sci. Soc. Am. Madison. WI, USA.
- Kalra, Y. P., and D. G. Maynard. 1991. *Methods manual for forest soil and plant analysis*. Forestry Canada, Northwest Region, Edmonton, Alberta, Canada. Inf. Rep. NOR-X-319.
- Kamphake, L. J., S. A. Hannah, and J. M. Cohen. 1967. Automated analysis for nitrate by hydrazine reduction. *Water Research* 1: 205 - 216.
- Katyal, J. C., and B. D. Sharma. 1980. A new technique of plant analysis to resolve iron chlorosis. *Plant Soil* 55: 105 - 119.
- Kausar, M. A., M. Tahir, and A. Hamid. 1990. Comparison of three methods for the estimation of soil available boron for maize. *Pakistan J. Sci. Ind. Res.* 33: 221 - 224.
- Keeney, D. R., and D. W. Nelson. 1982. Nitrogen-inorganic forms. p. 643 - 698. In A. L. Page (ed.), *Methods of soil analysis*. Agron. 9, Part 2: *Chemical and microbiological properties*, 2nd ed., Am. Soc. Agron., Madison, WI, USA.
- Keren, R., and F. T. Bingham. 1985. Boron in water, soils, and plants. *Adv. Soil sci.* 1: 229 - 276.
- Klute, A. (ed.). 1986. *Methods of soil analysis*, Agron. 9, Part 1: Physical and mineralogical methods. Am. Soc. Agron., Madison, WI, USA.
- Lindsay, W. L., and W. A. Norvell. 1978. Development of a DTPA soil test for zinc, iron,

- manganese, and copper. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 42: 421 - 428.
- Ludwick, A. E. (ed.). 1995. Western Fertilizer Handbook, 8th ed. Soil Improvement Committee, California Fertilizer Association. Interstate Publ., Danville, IL, USA.
- Martens, D. C, and W. L. Lindsay. 1990. Testing soils for copper, iron, manganese, and zinc. p. 229 - 264. In R. L. Westerman (ed.), *Soil testing and plant analysis*, 3rd ed., Soil Sci. Soc. Am., Madison, WI, USA.
- Matar, A., P. N. Soltanpour, and A. Chouinard (ed.). 1988. Soil Test Calibration in West Asia and North Africa. Proc. Second Regional Workshop. Ankara, Turkey, Sept 1 - 7, 1987. ICARDA, Aleppo, Syria.
- McGill, D, and Figueiredo. 1993. Total Nitrogen, p. 201 - 211. In M. R. Carter (ed.), *Soil sampling and methods of analysis*. Lewis Publ., Boca Raton, FL, USA.
- McKeague, J. A. (ed.). 1978. Manual on soil sampling and methods of analysis. Canadian Society of Soil Science: 66 - 68.
- McLean, E. O. 1982. Soil pH and lime requirement. p. 199 - 224, In A. L. Page (ed.), *Methods of soil analysis, Part 2: chemical and microbiological properties*. Am. Soc. Agron., Madison, WI, USA.
- Miller, R. W., and R. L. Donahue. 1992. Soils: An introduction to soils and plant-growth. 6th ed. Prentice Hall of India, New Delhi.
- Muhammed, S. 1996. Soil salinity, sodicity, and water logging. p. 472 - 506. In A. Rashid and K. S. Memon (Managing Authors). *Soil Science*. National Book Foundation, Islamabad, Pakistan.
- Munson, R. D, and W. L. Nelson. 1990. Principles and practices in plant analysis. p. 223 - 248. In R. L. Westerman (ed.), *Soil testing and plant analysis*, 3rd ed. Soil Sci. Soc. Am., Madison, WI, USA.
- Murphy, J., and J. P. Riley. 1962. A modified single solution method for determination of phosphate in natural water. *Analytic Chimica Acta.* 27: 31 - 36.
- National Research Council. 1977. Drinking water and health. National Academy of Sciences, Washington, DC, USA.
- Okalebo, J. R., K. W. Gathua, and P. L. Woome. 1993. Laboratory methods of soil and plant analysis: A working manual. *Soil Sci. Soc. East Africa. Tech. Publ. No. 1*. Marvel EPZ, Nairobi, Kenya.
- Olsen, S. R., C. V. Cole, F. S. Watanabe, and L. A. Dean. 1954. Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate. *U.S. Dep. Agric. Circ.* 939, USA.
- Olsen, S. R., and L. E. Sommers. 1982. Phosphorus. p. 403 - 430. In A. L. Page (ed.), *Methods of soil analysis, Agron. No. 9, Part 2: Chemical and microbiological properties*, 2nd ed., Am. Soc. Agron., Madison, WI, USA.
- Page, A. L. (ed.). 1982. *Methods of soil analysis, Agron. 9, Part 2: Chemical and mineralogical properties*, 2nd ed., Am. Soc. Agron., Madison, WI, USA.
- Ponnamperuma, F. N., M. T. Caytan, and R. S. Lantin. 1981. Dilute hydrochloric acid as an

- extractant for available zinc, copper, and boron in rice soils. *Plant Soil*. 61: 297 - 310.
- Quick, J. 1984. *California soil testing procedures*. Cooperative Extension, Univ. California, Davis, CA, USA.
- Rashid, A. 1986. Mapping zinc fertility of soils using indicator plants and soils analyses. *PhD Dissertation*, University of Hawaii, HI, USA.
- Rashid, A., E. Rafique, and N. Bughio. 1994. Diagnosing boron deficiency in rapessed and mustard by plant analysis and soil testing. *Commun. Soil sci. Plant Anal.* 25: 2883 - 2897
- Rashid, A., E. Rafique, and N. Bughio. 1997. Micronutrient deficiencies in calcareous soils of Pakistan. III. Boron nutrition of sorghum. *Commun. Soil sci. Plant Anal.* 28: 441 - 454.
- Reisenauer, H. M. (ed.) 1983. *Soil and plant tissue testing in California*. Davis, CA, USA.
- Reuter, D. J., and J. B. Robinson (ed.). 1986. *Plant analysis: An interpretation manual*. Inkata Press, Melbourne, Australia.
- Reuter, D. J., and J. B. Robinson (ed.). 1997. *Plant analysis: An interpretation manual*, 2nd ed. CSIRO Publ., Australia.
- Rhoades, J. D. 1982. Cation exchange capacity. p. 149 - 157. In A. L. Page (ed.), *Methods of soil analysis*, Agron. No. 9, Part 2: *Chemical and mineralogical properties*. Am. Soc. Agron., Madison, WI, USA.
- Rhoades, J. D., and Polemio, M. 1977. Determining cation exchange capacity: A new procedure for calcareous and gypsiferous soils. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 41: 524 - 300.
- Richards, L. A. 1954. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. *USDA Agric. Handbook* 60. Washington, D. C.
- Ryan, J. 2000. Soil and plant analysis in the Mediterranean region: Limitations and potential. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 31(11 - 14): 2147 - 2154.
- Ryan, J., and A. Matar. 1990. Soil test calibration workshop in West Asia - North Africa. Proc. 3rd regional workshop. Amman, Jordan, Sept. 3 - 9, 1988. ICARDA, Aleppo, Syria.
- Ryan, J., and A. Matar. 1992. Fertilizer use efficiency under rain-fed agriculture in West Asia and North Africa. *Proc. 4th regional soil test calibration workshop in West Asia - North Africa region*. Agadir, Morocco, 5 - 10, 1991. ICARDA, Aleppo, Syria.
- Ryan, J., and S. Garabet. 1994. Soil test standardization in West Asia - North Africa region. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 25 (9&10): 1641 - 1653.
- Ryan, J., S. Garabet, A. Rashid, and M. El-Gharous. 1999. Assessment of soil and plant analysis laboratories in the West Asia - North Africa region. *Commun. Soil Sci. Plant Analysis.* 30:885 - 894.
- Sayegh, A. H., N. A. Khan, P. Khan, and J. Ryan. 1978. Factors affecting gypsum and cation exchange capacity determinations in gypsiferous soils. *Soil Sci.* 125: 294 - 300.
- Schollenberger, C.J., and R.H.Simon. 1945. Determination of exchange capacity and exchangeable in soil-ammonium acetate method. *Soil Sci.*59:13-24.

- Sims, J. R., and G. D. Jackson. 1971. Rapid analysis of soil nitrate with chromotropic acid. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 35: 603 - 606.
- Soil and Plant Analysis Council. 1992. *Handbook on reference methods for soil analysis*, Athens, GA, USA.
- Soltanpour, P. N., and A. P. Schwab (ed.). 1977. A new soil test for simultaneous extraction of macro -and micro- nutrients in alkaline soils. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 8: 195 - 207.
- Soltanpour, P. N., and S. Workman. 1979. Modification of the NaHCO₃ DTPA soil test to omit carbon black. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 10: 1411 - 1420.
- Soltanpour, P. N. 1985. Use of ammonium bicarbonate-DTPA soil test to evaluate elemental availability and toxicity. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 16: 323 - 338.
- Soltanpour, P. N. (ed.). 1987. *First West Asia - North Africa Soil Test Calibration Workshop Proc.*, June 23 - 25, 1986. ICARDA, Aleppo, Syria.
- Sonneborn, M. 1983. Health effects of inorganic drinking water constituents, including hardness, iodide, and fluoride. *CRC Critical Reviews on Environmental Control* 13: 1 - 22.
- Tandon, H. L. S. 1991. *Sulphur research and agricultural production in India*. 3rd ed., The Sulphur Institute, Washington, D.C.USA.
- Tandon, H. L. S. (ed.). 1993. *Methods of analysis of soils, plants, waters and fertilizers*. Fertilizer Development and Consultation Organization, New Delhi, India.
- Tekalign, T., I. Haque, and E. A. Aduayi. 1991. *Soil, plant, water, fertilizer, animal manure, and compost analysis manual*. Plant Science Division Working Document 13. ILCA, Addis Ababa., Ethiopia.
- Van Schouwenberg, J. CH., and I. Walinge. 1973. *Methods of analysis for plant material*. Agric. Univ., Wageningen, The Netherlands.
- Vance, E. D., Brooks, P. C., and Jenkinson, D. S. 1987. An extraction method for measuring soil microbial biomass C. *Soil Biol. and Biochem.* 19: 703 - 707.
- Verma, B.C. 1977. An improved turbidimetric procedure for the determination of sulphate in plants and soils. *Talanta* 24: 49 - 50.
- Walkley, A. 1947. A critical examination of a rapid method for determining organic carbon in soils: Effect of variations in digestion conditions and of organic soil constituents. *Soil Sci.* 63: 251 - 263.
- Walsh, L. M., and J. D. Beaton. 1973. Soil testing and plant analysis. *Soil Sci. Soc. Am.*, Madison, WI, USA.
- Watanabe, F. S., and S. R. Olsen. 1965. Test of an ascorbic acid method for determining phosphorus in water and NaHCO₃ extracts from soil. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 29: 677 - 678.
- Westerman, R. L. (ed.) 1990. Soil testing and plant analysis. 3rd ed. *Soil Sci. Soc. Am.* Madison, WI, USA.

- WHO. 1996. Guidelines for drinking water quality, 2nd ed. Vol. 2. Health criteria and other supporting information. World Health Organization, Geneva, Switzerland.
- Wigle, D. T. 1986. Contaminants in drinking water and cancer in Canadian cities. *Canadian J. Public Health* 77: 335 - 342.
- Williams, C. H., and A. Steinbergs. 1959. Soil sulphur fractions as chemical indices of available sulphur in some Australian soils. *Aust. J. Agric. Res.* 10: 340 - 352.

9. المراجع باللغة الإنكليزية للمطالعة

- Anonymous. 1992. Handbook on reference methods for soil analysis. Soil and Plant Analysis Council, Athens, Georgia, USA.
- Black, C. A. 1993. Soil fertility evaluation and control. Lewis Publishers, Boca Raton, Florida, USA.
- Boutton, T. W., and S. Yamasaki. (ed.). 1996. Mass spectrometry of soils. Marcel Dekker, New York, USA.
- Brady, N. C., and R. R. Weil. 1999. The nature and properties of soils, 12th ed. Prentice Hall, New Jersey, USA.
- Bergman, W. (ed.). 1992. Nutrient disorders of plant development: Visual and analytical diagnosis. Gustav Fischer, Jena, Stuttgart, New York, USA.
- Carter, M. R. (ed.). 1993. Soil sampling and methods of analysis. Lewis Publishers, Boca Raton, Florida, USA.
- Council on Soil Testing and Plant Analysis. 1999. Soil and plant analysis laboratory registry for the United States and Canada, 2nd ed. Council on Soil Testing and Plant Analysis, Athens, Georgia, USA.
- Elliott L. F., and F. J. Stevenson (ed.). 1977. Soils for management of organic wastes and wastewaters. Soil Sci. Soc. Amer., Madison, Wisconsin, USA.
- Foth, H. D., and B. G. Ellis. 1997. Soil fertility, 2nd ed. Lewis Publishers, Boca Raton, Florida, USA.
- Glendinning, J. S. (ed.). 1999. Australian soil fertility manual. CSIRO Publishing, Collingswood, Victoria, Australia
- Havlin, J., and J. S. Jacobsen (ed.). 1994. Soil testing: Prospects for improving nutrient recommendations. Soil Sci. Soc. Amer., Madison, Wisconsin, USA.
- Kalra, J. P. (ed.). 1998. Handbook of reference methods for plant analysis. Soil and Plant Analysis Council, Athens, GA, USA.
- Mortvedt, J. J., F. R. Cox, L. M. Shuman, and R.M. Welch (ed.). 1991. Micronutrients in agriculture, 2nd ed. Soil Sci. Soc. Amer., Madison, Wisconsin, USA.
- Mortvedt, J. J., P. M. Giordano, and W. L. Lindsay. 1972. Micronutrients in agriculture. Soil Sci. Soc. Amer., Madison, Wisconsin, USA.
- Peck, T. R. (ed.). 1977. Soil testing: Correlating and interpreting the analytical results. Amer. Soc. Agrono., Madison, Wisconsin, USA.
- Smith, K. A. (ed.). 1996. Soil analysis: Modern instrumental techniques, 2nd ed. Marcel Dekker, New York, USA.
- Smith, K. A., and C. E. Mullins (ed.). 1996. Soil analysis: Physical methods. Marcel Dekker, New York, USA.
- Sparks, D. L. (ed.). 1996. Methods of soil analysis: Part 3 - Chemical methods. Soil Sci. Soc. Amer., Madison, Wisconsin, USA.

- Sumner, E. M. (ed). 1999. Handbook of soil science. CRC Press, Boca Raton, Florida, USA.
- Peeverill, K. I., L. A. Sparrow, and D. J. Reuter (ed.). 1999. Soil analysis: An interpretation manual. CSIRO Publishing, Collingswood, Victoria, Australia.
- Weaver, R. W. (ed.). 1994. Methods of soil analysis: Part 2 - Microbiological and biological properties. Soil Sci. Soc. Amer., Madison, Wisconsin, USA.