



الجمهورية العربية السورية
هيئة الطاقة الذرية

هـ ط ذ س - ك / ت ن ب ع ٤٢١
شباط ٢٠٠٩

تقرير نهائي عن بحث علمي
قسم الكيمياء

استخدام تقائتي الـ TXRF و الـ XRF لتعيين
الـ Pb, Sr, Rb, Br, Zn, Cu, Ni, Fe, Mn, Cr, Ti, Ca, K
في بعض الأنواع النباتية و في مستخلصاتها

الدكتور علي خضر

هـ ط ذ س - ك / ت ن ب ع ٤٢١

| الصفحة | المحتويات |
|--------|---|
| 5 | I. المقدمة |
| ٦ | II. المواد و الطرق |
| ٦ | 1.II. اعتيان النباتات و التربة |
| ٨ | 2.II. تحضير العينات النباتية |
| ٨ | 3.II. تحضير العينات الترابية |
| ٨ | III. التحاليل الكيميائية- الفيزيائية |
| ٨ | IV. التحليل العنصري بالانعكاس الكلي بالتفلور بالأشعة السينية (TXRF) |
| ٨ | 1.IV. تحضير العينات النباتية للتحليل بالـ TXRF |
| 9 | 2.IV. التحليل بالـ TXRF |
| 9 | V. التحليل العنصري بالتفلور بالأشعة السينية (XRF) |
| 9 | 1.V. تحليل التربة |
| 9 | 2.V. تحليل النبات |
| 10 | 3.V. تحليل المستخلص النباتي |
| 10 | 1.3.V. طريقة التجفيف |
| 10 | 2.3.V. طريقة التجفيد |
| 10 | 3.3.V. تأثير درجة الحرارة |
| 10 | 4.3.V. صلاحية الطريقة |
| 11 | VI. النتائج التجريبية و مناقشتها |
| 11 | 1.VI. التحاليل الكيميائية-الفيزيائية للتربة |
| 16 | 2.VI. صلاحية التحليل العنصري بالـ TXRF |
| 21 | 3.VI. صلاحية التحليل العنصري بالـ XRF |
| ٢٣ | 4.VI. تحضير المستخلص النباتي للتحليل بالـ XRF |
| ٢٤ | 5.VI. تعيين بعض العناصر الكيميائية في النباتات الطبية و في مستخلصاتها باستخدام الـ XRF |
| ٣٦ | 6.VI. التوافق بين تعيين العناصر الكيميائية في النباتات الطبية باستخدام الـ TXRF و الـ XRF |
| ٤٠ | 7.VI. دراسة انتقال العناصر الكيميائية من النباتات الطبية إلى مستخلصاتها بدلالة درجة الحرارة |
| ٤٦ | 8.VI. تعيين بعض العناصر الكيميائية في التربة باستخدام الـ XRF |
| ٥٣ | 9.VI. الارتباط بين تركيز العناصر الكيميائية في النباتات الطبية و بعض الخواص الفيزيائية-الكيميائية للترب المرافقة |
| ٥٣ | 10.VI. مقارنة بين كميات بعض العناصر الكيميائية المسموح تناولها يومياً و المنتقل من مستخلص بعض النباتات الطبية السورية إلى الإنسان |
| ٥٤ | VII. الاستنتاجات |
| ٥٦ | VIII. المراجع |
| ٥٩ | IX. مُلْحَق I. لمحة حول بعض العناصر الكيميائية في التربة و النبات |
| ٧٧ | X. مُلْحَق II. لمحة حول بعض النباتات الطبية |

استخدام تقائتي الـ TXRF و الـ XRF لتعيين الـ
Pb, Sr, Rb, Br, Zn, Cu, Ni, Fe, Mn, Cr, Ti, Ca, K
في بعض الأنواع النباتية و في مستخلصاتها

علي خضر^١، محمد خالد صوان^١، جهاد قرجو^١، عبد الكريم رزوق^٢

^١ قسم الكيمياء، هيئة الطاقة الذرية السورية، ص.ب. ٦٠٩١، دمشق، سورية
^٢ قسم الزراعة، هيئة الطاقة الذرية السورية، ص.ب. ٦٠٩١، دمشق، سورية

ملخص:

عُيِّنَ محتوى العناصر التالية: Sr, Rb, Br, Zn, Cu, Ni, Fe, Mn, Cr, Ti, Ca, K في بعض النباتات الطبية: الشيح، الهندباء، المليسة، السعتر البري و المزروع، الختمية، إكليل الجبل، النعناع، النعنع المائي، شباشيل الذرة، عرق السوس، الينسون، القريص، ثمار الزعرور الأصفر، الزوفا، البابونج، الكمون باستخدام تقنية TXRF. عين الرصاص بتراكيز فوق حدود كشف طريقة الـ TXRF فقط في أوراق الشيح و بقيمة وسطية ppm 3.6. أثبتت صحة (accuracy) و دقة (precision) طريقة الـ TXRF لتحليل العينات النباتية باستخدام عينات مرجعية معيارية من أوراق الدراق Peach leaves و أوراق التفاح Apple leaves و بودرة القش Hay powder. كانت نتائج تعيين العناصر السابقة صحيحة، باستثناء الـ Br. يمكن أن تعزى الأخطاء الناتجة في تعيين الـ Br إلى ضياع جزئي لهذا العنصر أثناء تبخير العينة على حامل الكوارتز المعد للقياس بالـ TXRF. كانت نتائج تعيين الـ Sr, Mn, Ca بالـ TXRF متوافقة مع النتائج الحاصلة بتقنية XRF و بخطأ معياري نسبي أقل من ١٠ %، بينما حصل على توافق لباقي العناصر بخطأ معياري نسبي في المجال ما بين 11 % و 20 %، باستثناء الـ Br، الذي لم يعين بتقنية الـ TXRF.

لُدرِسَ انتقال الـ Sr, Rb, Br, Zn, Cu, Fe, Mn, Ca, K من نباتات الشيح، و الينسون، و شباشيل الذرة، و السعتر المائي و البري، و الكمون، و عرق السوس، و المليسة، و إكليل الجبل، إلى مستخلصاتها بدرجات حرارة مختلفة و باستخدام طريقة الـ XRF. أثبتت النتائج التحليلية بتحليل عينتين معياريتين من أوراق الدراق Peach leaves و أوراق التفاح Apple leaves.

كان الـ K في كل النباتات المدروسة هو السائد بالمقارنة بالعناصر الأخرى، خاصة في نبات القريص، الذي احتوت جذوره على تراكيز تراوحت بين 59.3 g/Kg و 90.8 g/Kg. انتقل الـ K بنسب مرتفعة من جميع النباتات إلى المستخلصات النباتية، بغض النظر عن درجة الحرارة. إذ، تراوحت نسبة انتقال الـ K بين 57.2 % بالنسبة لأوراق الينسون بالدرجة 25 °C و 91 % بالنسبة لجذور عرق السوس بالدرجة 55 °C. على الرغم من المحتوى العالي نسبياً للـ Fe في العينات النباتية، فقد تراوح انتقال هذا العنصر بين 0.32 % لأوراق النعناع البري في الدرجة 25 °C و 15.5 % لجذور عرق السوس بالدرجة 70 °C. سُجِّلَ انتقال في العناصر المتبقية بقيم وقعت في مجال تلك المسجلة لقيم الـ Fe و K.

بيّنت النتائج أنّ محتوى بعض العناصر في العينات النباتية قد تأثر بمحتواها في التربة و بنوع التربة، مثلاً، كان محتوى الـ K و Fe في شباشيل الذرة، النامية في الترب الطينية، أكبر من محتوى هذين العنصرين في نفس النبات النامي في الترب الطينية الغضارية، بالمقابل كان تأثير الـ Sr بنوع التربة عكس تأثير الـ K و Fe.

الكلمات المفتاح: تقنية التفلور بالأشعة السينية XRF، تقنية الانعكاس الكلي بالتفلور بالأشعة السينية، النباتات الطبية، المستخلص النباتي، نسبة الانتقال، العناصر الأساسية و النزر.

TXRF and XRF techniques for the determination of of K, Ca, Cr, Mn, Fe, Ni, Cu, Zn, Br, Rb, Sr and Pb in some plant species and their infusions

A. Khuder,^{1*} M. Kh. Sawan,¹ J. Karjou,¹ A.K. Razouk²

¹ Department of Chemistry, Atomic Energy Commission, P.O. Box 6091, Damascus, Syria

² Department of Agriculture, Atomic Energy Commission, P.O. Box 6091, Damascus, Syria

Abstract

The content of K, Ca, Ti, Cr, Mn, Fe, Ni, Cu, Zn, Br, Rb, and Sr elements in some medicinal plants, including: *A. herba-alba*, *T. officinale*, *M. officinalis*, *T. syriacus*, *T. vulgaris*, *A. officinalis*, *R. officinalis*, *M. piperita*, *M. aquatica*, *Zea mays*, *G. glabra*, *A. vulgare*, *U. urens*, *C. aronica*, *H. officinalis*, *M. aurea*, *C. cuminum*, was determined using TXRF technique. Concentrations of Pb upper the detection limits of TXRF method was determined only in *A. herba-alba* leaves with a mean value of 3.6 ppm. The accuracy and the precision of TXRF method were verified using Apple leaves, Peach leaves, and Hay Powder Standard Reference Materials (SRM) for the analysis of plant samples. The previously mentioned elements were accurately determined by TXRF, except Br. Errors obtained by Br determination may be obtained by the partial losses of element content during evaporation of sample on quartz carrier proposed for TXRF measurements. TXRF results for Ca, Mn, and Sr elements agreed well with these obtained by XRF method with standard relative error (SR) better than 10 %, while, these obtained for rest elements, except Br, were with SR ranging between 11 %-20 %. Br was not included in the determination of elements by TXRF.

Transfer of K, Ca, Mn, Fe, Cu, Zn, Br, Rb, and Sr from *A. herba-alba*, *A. vulgare*, *Zea mays*, *M. aquatica*, *M. piperita*, *C. cuminum*, *G. glabra*, *M. officinalis*, and *R. officinalis* plant materials to infusions at different temperatures were studied using XRF method. Data analyses were verified by Peach and Apple leaves of Standard Reference Materials.

Potassium represented the dominant element in all studied plants, particularly, in roots of *U. dioica* plant with concentrations in the range of 59.3 g/Kg-90.8 g/Kg. Independently of brewing

temperature, potassium with a high ratio was transferred from plants to infusions. K transfer ratio was in a range from 57.2 % for *A. vulgare* leaves at 25 °C to 91 % for *G. glabra* at 55 °C. Although, Fe content in dry plant samples was relatively high, the transfer ratio was ranged from 0.32 % for *M. piperita* leaves at 25 °C to 15.5 % for *G. glabra* root plant at 70 °C. Transfer ratios for rest elements were obtained in the range values of these obtained for K and Fe elements.

Results showed that, the elemental contents of plant materials were affected by their contents in the soils, in addition to the affect of soil texture, e.g. K and Fe contents in *Zea mays* plant, growing in clay soils, were higher than these contents for the same plant, growing in clay loam soils; Sr was inversely affected with these soil textures.

Keywords: XRF, TXRF, medicinal plants, infusions, transfer ratio, essential and trace elements.

استخدام تقائتي الـ TXRF و الـ XRF لتعيين الـ Pb, Sr, Rb, Br, Zn, Cu, Ni, Fe, Mn, Cr, Ti, Ca, K في بعض الأنواع النباتية و في مستخلصاتها

I. المقدمة

لقي كثير من الأنواع النباتية الشائعة، مثلاً الشاي (Matsuura, et al., 2001)، النعناع (Sahito et al., 2003)، البابونج (Maday, et al., 2000)، الينسون (Metwally et al., 2004)، إلخ، و أيضاً مستخلصاتها (Özdemir & Güçer, 1997; Taşcoğlu & Kök, 1998) اهتماماً كبيراً بسبب استخدامها من قبل الإنسان لعلاج كثير من الأمراض. أدخلت النباتات الطبية الشائعة في مجال الصناعة الدوائية، المرتبطة خصوصاً بالاضطرابات الفيزيولوجية، و ذلك بسبب المعرفة التي حصل عليها الإنسان و المرتبطة باحتواء هذه النباتات على تراكيز عناصر أساسية و نزره كثيرة. بالنتيجة، اعتبر تطوير طرق تحليلية عالية الحساسية مسألة في غاية الأهمية. إذ، بمساعدة هذه الطرق سنحصل على معطيات جديدة مرتبطة بتركيز العناصر الكيميائية في النباتات الطبية الشائعة، و بالتالي، سنستطيع تقييم خواصها الكيميائية و البيولوجية و الدوائية.

استخدمت تقانات مختلفة بهدف تعيين محتوى العناصر الكيميائية في العينات النباتية و في مستخلصاتها، مثلاً التحليل بالتنشيط النيتروني (NAA) (Anderson & Smith, 2002; Muhammedov et al., 2002)، التحريض بالبلازما (ICP) (Özdemir & Güçer, 2002; Matsuura, et al., 2001)، الامتصاص الذري (AAS) (Özdemir & Güçer, 1997; Sud et al., 1995; Taşcoğlu & Kök, 1998)، الانعكاس الكلي بالتفلور بالأشعة السينية (TXRF) (Klockenkämper & Bohlen, 1996)، بالإضافة، أظهرت تقنية التفلور بالأشعة بتشتت الطاقة ED-XRF و باستخدام منابع أشعة مختلفة إمكانية يعول عليها في تعيين عدد من العناصر، مثلاً الـ Zn, Sr, Rb, Mn, K, Fe, Ca, Br (Ivanova et al., 1999). و لكن بسبب محدودية حساسية تقنية الـ ED-XRF المرتبطة بمرتبطة بمرتبطة الأشعة، فقد تقلص استخدامها في تعيين كثير من المغذيات الصغرى في النباتات و في مستخلصاتها. عينت عناصر أكثر و بحدود كشف أفضل باستخدام تقنية الـ ED-XRF المرتبطة بأنبوبة الأشعة السينية (Klockenkämper & Bohlen, 1996). أصبح من الممكن الوصول إلى حدود كشف أقل من 1 mg/Kg لكثير من العناصر باستخدام تقنية الـ ED-XRF ببرمجيات حديثة من أجل إنتاج طيف دقيق و نظيف و عدّ صافي مقابل الذرى المجمع و تصحيح دقيق على تأثير المادة الحاملة و التداخل بين العناصر (Willis, 2002). طورنا مؤخراً التحليل المباشر بتقنية XRF باستخدام وحدات جميع مختلفة و نماذج إثارة أشعة سينية مختلفة لتعيين عناصر مختلفة في العينات البيولوجية (Khuder et al., 2007).

أكدنا في هذا العمل على إمكانية استخدام تقائتي XRF و TXRF في تعيين عناصر كيميائية مختلفة، مثلاً الـ Pb, Sr, Rb, Br, Zn, Cu, Fe, Mn, Cr, Ca, K في النباتات الطبية السورية الشائعة. درس توزع بعض العناصر بين مختلف الأجزاء النباتية و

مستخلصاتها بدرجات حرارة مختلفة باستخدام تقنية الـ XRF. قورن محتوى العناصر الكيميائية في المستخلصات النباتية بالقيم المسموح تناولها يومياً. درست الخواص الفيزيائية و الكيميائية للترب التي تمّ اعتيان العينات النباتية منها، بالإضافة إلى دراسة الارتباط الممكن بين تركيز العناصر الكيميائية في النباتات و الترب.

II. المواد و الطرق

1.II. اعتيان النباتات و التربة

جرى اعتيان ١٧ نوعاً نباتياً (الجدول ١) و هي موزعة على مواقع ترب زراعية مختلفة في القطر (الجدول ٢). كان عدد مكررات الاعتيان لكل نبات بين ٤ و ٥ جمعت من كل موقع (الجدول 2). جُمعت العينات النباتية في أكياس نايلون و أغلقت بشكل محكم لحين معالجتها في المخبر. جُمعت عينات التربة من عمقين مختلفين (٢٠-٠ سم) و (٢٠-٤٠ سم) من كل موقع من المواقع الموافقة لاعتيان النباتات.

الجدول ١. النباتات باللغة العربية و اللاتينية و رمزها

| رمز العينة | الأسم اللاتيني | النبات |
|------------|-------------------------------|----------------|
| Aha | <i>Artemisia herba alba</i> | الشيخ |
| To | <i>Taraxacum officinale</i> | الهندباء |
| Mo | <i>Melissa officinalis</i> | المليسة |
| Ts | <i>Thymus syriacus</i> | السعتر البري |
| Tv | <i>Thymus vulgaris</i> | السعتر المزروع |
| Ao | <i>Althaea officinalis</i> | الختمية |
| Ro | <i>Rosmarinus officinalis</i> | إكليل الجبل |
| Mp | <i>Mentha piperita</i> | النعناع |
| Ma | <i>Mentha aquatica</i> | النعنع المائي |
| Zm | <i>Zea mays</i> | شباشيل الذرة |
| Gg | <i>Glycyrrhiza glabra</i> | عرق السوس |
| Av | <i>Anisum vulgare</i> | الينسون |
| Uu | <i>Urtica urens</i> | القريص |
| Cr | <i>Crataegus aronica</i> | الزعرور |
| Ho | <i>Hyssopus officinalis</i> | الزوفا |
| Mch | <i>Matrcaria aurea</i> | البابونج |
| Cc | <i>Cuminum cyminum</i> | الكمون |

الجدول ٢. أماكن اعتيان العينات النباتية

| النبات | | | | | | | | | | | الموقع | المنطقة | | | | | | | |
|--------|--------|--------|-------|-------|------|--------|---------|--------------|-----|-------|-------------|---------|------|-------|-------|--------|-----|------------------------------------|----------|
| كمون | أخيليا | بابونج | زوفنا | زعرور | قريص | يانسون | عرق سوس | شباتيل الذرة | نوع | | إكليل الجبل | ختمية | ترسع | | مليسة | هندباء | شبح | | |
| | | | | | | | | | بري | مزروع | | | بري | مزروع | | | | | |
| | • | | | | | | | | | | | | | | | | | دمشق-حرجلة- طريق دمشق درعا-١ | الجنوبية |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | دمشق-صوجة-٢ | |
| | | | | | • | | | • | | | | • | | | | | | دمشق - دروشا- ٣ | |
| | | | | | | | | | | | | | • | | | | | دمشق - قطنا-٤ | |
| | | | | | | • | | | | | • | | | | | | | دمشق- الكسوة- درخبية-٥ | |
| | | | | | | | • | | | | | | | | | | | دمشق - الكسوة - مقلبية-٦ | |
| | | • | | | • | | | | | | | | | | | | | درعا-الصنمين-٨ | |
| | | | | • | | | | | | | | • | | | | | | حمص - القيو-٩ | الوسطى |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | حمص- رباح-١٠ | |
| | | | • | | | | | | | | | | | | | | | حماه - مصيف - مشهد عالي-١١ | |
| | | | | | | | | | | | | • | | | | | | حماه-مورك - طريق الفرق-١٢ | |
| | | | | | | | | | | | | | | | • | | | حماه - السلمية- ١٣ | |
| | | | • | | | | | | | | | | | | | | | حماه - مصيف- ١٤ | |
| | • | | | | | | | | | | | | | | | | | حلب - اعزاز- ١٥ | |
| | | | | | | | | | | | • | | | | | | | حلب-تل حديا-٧ | الشرقية |
| | | | | | | | | • | • | | | | | | | | | دير الزور-١٦ | |

2.II. تحضير العينات النباتية

غسلت العينات النباتية (أوراق، ساق، جذور، أزهار، ...) بالماء المقطر عدة مرات بهدف إزالة معلمات التربة المرافقة للنباتات. جففت العينات بالدرجة 80°C و طحنت بعدئذٍ طحناً دقيقاً بحيث نحصل بالنتيجة على حبيبات بأصاف أقطار لا تزيد عن عدة ميكرومترات ($4\ \mu\text{m}$) باستخدام مطحنة كهربائية خاصة بالعينات النباتية. حفظت العينات أخيراً بعبوات مصنوعة من مادة البولي إيثيلين.

3.II. تحضير العينات الترابية

جففت العينات الترابية بدرجة حرارة الغرفة، ثم غربلت بغربال بمسامية 3 mm لإزالة الحصى و الجسيمات الكبيرة الأخرى و غربل جزء من هذه العينات بغربال بمسامية 1 mm لتعيين خصائصها الفيزيائية و الكيميائية. طحن جزء آخر من العينات الترابية طحناً دقيقاً بحيث نحصل بالنتيجة على حبيبات بأصاف أقطار لا تزيد عن عدة ميكرومترات ($4\ \mu\text{m}$) باستخدام مطحنة خاصة بالعينات الصلبة (تحتوي المطحنة على جرن آغار) بهدف الحصول على عينات جاهزة للتحليل بتقنية XRF. حفظت العينات بعدئذٍ بعبوات مصنوعة من مادة البولي إيثيلين لحين التحليل.

III. التحاليل الكيميائية- الفيزيائية

شبعت التربة بالماء، ثم استخلصت الرشاحة لإجراء التحاليل الكيميائية كما هو مبين في عمل سابق (Khuder et al., 1996, 1998). قيست الأملاح الذائبة الكلية عند زمن التوازن (equilibrium time) بجهاز التوصيل الكهربائي (WTW LF 90) EC. استخدم كاشف البيربريت purpurate indicator لمعايرة الكالسيوم و المغنيزيوم بالفيرسيانات، و استخدم كاشف Eriochrom black T لتعيين الكالسيوم و المغنيزيوم معاً. عين الصوديوم و البوتاسيوم باستخدام جهاز اللهب الضوئي Phlamephotometer (PetraCourt PEP 1). استخدم الفينول فتالئين كاشفاً لمعايرة الكربونات و ميثيل أورانج كاشفاً لمعايرة البيكربونات بحمض كلور الماء. استخدم محلول كرومات البوتاسيوم كاشفاً لمعايرة الكلور بنترات الفضة. عينت الكبريتات بطريقة الفرق. استخدم جهاز الحموضة (pH Meter HANNA 8521) لتعيين pH التربة. عينت الكربونات الكلية حجباً باستخدام الكالسيوم متر Collins Calcimeter. عينت المادة العضوية بالمعايرة بطريقة ويكلي-بلاك (Walkely-Black) (Khuder et al., 1996). أجري التحليل الميكانيكي للتربة باستخدام طريقة الهيدروميتر و استعمل هيدروكسيد الأمونيوم كمفرق أو الصوديوم هيكسا ميتا فسفات كمادة مفرقة في الترب الكلسية. عينت السعة التبادلية الكاتيونية للتربة و الكاتيونات المتبادلة بطريقة خلاصات الأمونيوم الأساسية.

IV. التحليل العنصري بالانعكاس الكلي بالتفلور بالأشعة السينية (TXRF)

1.IV. تحضير العينات النباتية للتحليل بالـ TXRF

وزن 0.10 g من كل عينة نباتية مطحونة كما هو مبينة سابقاً (الفقرة 2.II) و وضعت هذه العينات في حاويات التهضيم المصنوعة من التفلون. أضيف 2 ml من حمض الأزوت المركز و 0.5 ml من H_2O_2 30 % إلى العينات النباتية و حرك المزيج جيداً ثم تركت العينات 24 ساعة لحين انطلاق غاز CO_2 الناتج عن عملية تفكك النبات. أغلقت بعدها الهاضمات بإحكام و هضمت في فرن كهربائي بدرجة حرارة $120\text{ }^\circ\text{C}$ لمدة 5 ساعات. تركت الهاضمات بعدئذ تبرد بدرجة حرارة الغرفة، ثم فتحت بحذر و نقل أخيراً المحلول الناتج لكل عينة إلى عبوة صغيرة مصنوعة من مادة البولي إيثيلين للتحليل بتقنية TXRF.

2.IV. التحليل بالـ TXRF

طبقت شروط التشغيل التالية: تيار $I=30\text{ mA}$ و جهد $V=45\text{ kV}$ على أنبوبة الأشعة السينية بهدف ثانوي من الـ Mo و بزمن تجميع قدره 500 sec. و استخدمت طريقة التحليل الكمي البسيط (simple quantitative) (IAEA, 1995-1996) لتعيين العناصر بعد رسم منحنى الحساسية النسبية، الممثل للعلاقة بين الحساسية النسبية R_s (حيث: R_s نسبة شدة العنصر المقاس إلى شدة عنصر الغاليوم، الممثل للشاهد الداخلي) و العدد الذري Z مقابل خطي الطيف $K\alpha$ للعناصر $18 < Z < 39$ ، و $L\alpha$. لبقت الأطياف باستخدام برنامج AXIL المطور في الوكالة الدولية للطاقة الذرية (He and Espen, 1990).

V. التحليل العنصري بالتفلور بالأشعة السينية (XRF)

1.V. تحليل التربة

عين التركيز الكلي لبعض العناصر في عينات التربة بتقنية التفلور بالأشعة السينية بنظام أنبوبة الأشعة السينية و استخدمت أهداف ثانوية Mo, Cu, Ti لإثارة الأشعة السينية. يبين الجدول 3 شروط تشغيل تقنية الـ XRF لتعيين العناصر الكيميائية. استخدمت طريقة التحليل الكمي البسيط (simple quantitative) لتعيين العناصر بعد رسم منحنى الحساسية المشار إليه في الفقرة 2.IV، علماً أن الحساسية في هذه الحالة تقدر بوحدة العد على وحدة التركيز (cps/ppm).

اختبرت طريقة تعيين العناصر الكيميائية في التربة بالطريقة الأنفة الذكر بتحليل عينة تربة معيارية (Soil 7). أخذ 5 g من العينة 7 Soil و وضعت في حامل من البولي إيثيلين، مغلق من أحد طرفيه بورقة مايلر. قيست العينة بشروط التشغيل المبينة في الجدول 3.

2.V. تحليل النبات

استخدمت أيضاً تقنية التفلور بالأشعة السينية (XRF) لتعيين تركيز العناصر الكيميائية في العينات النباتية الجافة. عين عدد من العناصر في العينات النباتية بنفس طريقة التحليل البسيط الأنفة الذكر (طريقة منحنى الحساسية) و حضرت لهذا الغرض عينات نباتية مطحونة بشكل دقيق بوزن 5 g لكل عينة. قيست العينات بتقنية

التفلور بالأشعة السينية بنظام أنبوبة الأشعة السينية باستخدام شروط التشغيل المبينة في الجدول 3.

| الهدف الثانوي | العناصر المحللة | شروط التشغيل |
|---------------|--------------------------------|----------------------------|
| Ti | S, Cl | 20 mA, 25 kV, 1000 seconds |
| Cu | K, Ca, Ti, Mn | 10 mA, 30 kV, 1000 seconds |
| Mo | Fe, Ni, Cu, Zn, Br, Rb, Sr, Pb | 5 mA, 40 kV, 1000 seconds |

3.V تحليل المستخلص النباتي

1.3.V طريقة التجفيف

اختبرت طريقة تحضير العينة بالتجفيف كخيار لتحليل المستخلص النباتي. أخذ، لهذا الغرض، 1 g من عينة نباتية، مثلاً: شباشيل الذرة (Zm.16)، بقصد الحصول على مستخلص نباتي حسب الإجراء التالي: وضعت العينة النباتية في أنبوب بلاستيك (Falcon) بحجم 50 ml. مزجت العينة مع التحريك الجيد بـ 40 ml من الماء المقطر، ثم ترك المزيج عشرة دقائق يرقد بدرجة حرارة ثابتة (25 °C). وضعت العينة بعدئذ في مثقلة بهدف فصل الرشاحة عن المادة الصلبة. ثفلت العينة بسرعة 5000 rpm و لمدة نصف ساعة. فصل الطور السائل عن الطور الصلب و ذلك بترشيح الطور السائل باستخدام ورق ترشيح بمسامية 0.40 µm. نقلت الرشاحة إلى بيشر بحجم 100 ml و جففت تماماً بالدرجة 120 °C. بردت العينة إلى درجة حرارة الغرفة، ثم وزن الراسب الناتج عن تجفيف المستخلص النباتي. نقل 0.100 g من ناتج المستخلص الصلب إلى حامل عينات مصنوع من البولي الإيثيلين و مغلق من أحد طرفيه بورقة مايلر بهدف التحليل بالـ XRF. عينت العناصر الكيميائية في المستخلص النباتي بالتفلور بالأشعة السينية بنفس الشروط المبينة في الجدول 3. عينت العناصر الكيميائية بطريقة منحنى الحساسية باستخدام عينات متوسطة التخانة. أخذ الطور الصلب، الناتج من الإجراء الآنف الذكر، و جفف بالدرجة 80 °C، و وزن لتعيين فرق الوزن (فرق الوزن قبل و بعد المعالجة بالماء) نتيجة الغسل بالماء بهدف إدخال عامل فرق الكتلة في تعيين العناصر الكيميائية المحللة.

2.3.V طريقة التجفيد

اختبرت أيضاً طريقة التجفيد بهدف تحضير عينة المستخلص النباتي. وزن لهذا الغرض 1 g من نفس العينة المبينة في الفقرة 1.3.V (عينة شباشيل الذرة Zm.16). أضيف إلى هذه العينة 40 ml من الماء المقطر. طبقت الإجراءات المبينة في الفقرة 1.3.V مع نقل الرشاحة الناتجة عن المعالجة بالماء إلى زجاجة بسعة 100 ml و اختيار عملية التجفيد بدلاً من التجفيف، ثم وزن الراسب المتبقي بعد عملية التجفيد. عينت العناصر الكيميائية في العينة الناتجة باعتبارها متوسطة التخانة.

3.3.V تأثير درجة الحرارة

درس تأثير درجة حرارة المستخلص النباتي و ذلك بأخذ خمس عينات جزئية، وزن كل منها 1 g، و أخضعت لنفس الإجراءات المبينة في الفقرة 1.3.V مع

تغيير درجة حرارة المستخلص النباتي، المقابلة لدرجة حرارة الترقيد و كانت هذه الدرجات كالتالي: 25°C, 40 °C, 55 °C, 70 °C, 90 °C.

4.3.V. صلاحية الطريقة

درس صحة و دقة النتائج نتيجة معالجة النبات بالماء. عين لهذا الغرض محتوى العناصر الكيميائية في العينتين المعياريتين: Peach leaves و Apple leaves قبل و بعد المعالجة بالماء. حُصِلَ على المستخلص النباتي كما هو مبين في الفقرة 1.3.V. حضرت عينات ثخينة لتعيين العناصر الكيميائية في النباتات قبل المعالجة، بينما كانت العينات متوسطة الثخانة للتليل بعد المعالجة بالماء.

VI. النتائج التجريبية و مناقشتها

1.VI. التحاليل الكيميائية-الفيزيائية للتربة

• تقدير حموضة و قلوية التربة

قيست حموضة و قلوية التربة (الجدول 4) في معلق ٢,٥/١ في معظم المواقع المدروسة التي تمّ اعتيان العينات النباتية منها. و قد تراوحت قيم الحموضة ما بين: ٧,٠٦-٨,٠٤. يستخلص من نتائج قياس الحموضة أنّ تفاعل التربة يميل نحو القلوية في الترب المدروسة.

• الأملاح الكلية الذائبة TSS

قدرت الأملاح الذائبة الكلية في المواقع المختلفة باستعمال طريقة التوصيل الكهربائي (EC) باستخدام قنطرة هيوستن. أعطت هذه الطريقة التركيز الكلي للمكونات المتأتية من المحاليل و التي شكلت مجموع الكاتيونات أو الأنيونات المقدره كيميائياً (m.S/cm/25°C) بعد تعديل درجة الحرارة إلى 25°C. بينت النتائج أنّ الأملاح الذائبة في الترب المدروسة كانت منخفضة جداً و لم تتجاوز 0.436 m.S/cm/25°C في معظم المواقع باستثناء الأملاح الذائبة في ترب موقع دير الزور و التي تراوحت ما بين 0.792 و 2.310 m.S/cm/25°C (الجدول 4).

• الكربونات الكلية Total carbonate

قصد بالكربونات الكلية مجموع الكربونات و البيكربونات الموجودة بالتربة محتسبة على صورة كربونات الكالسيوم، باعتبارها تكوّن الجزء الأكبر من الكربونات في التربة.

أشارت النتائج إلى انخفاض نسبي في الكربونات الكلية (أقل من ١٨ %) في موقعين اثنين: ١-الصنمين (العمق: ٢٠-٠ سم و العمق: ٤٠-٢٠ سم) و ٢-دير الزور (العمق: ٢٠-٠ سم و العمق: ٤٠-٢٠ سم). في حين تراوحت نسبة الكربونات الكلية في المواقع الأخرى ما بين: ٢١,٣٣ % و ٤٨,٨٩ %.

• المادة العضوية Soil Organic Matter

بينت النتائج أنّ الترب المدروسة فقيرة عموماً بالمادة العضوية، إذ، تراوحت نسبتها ما بين: ٠,٣١ % في عمق ٢٠-٤٠ سم في موقع دير الزور إلى ٣,٠٥ % في الطبقة السطحية في موقع دروشة/دمشق.

● **السعة التبادلية الكاتيونية (C.E.C.)** ارتبطت السعة التبادلية الكاتيونية للتربة بشكل جيد بعلاقة لوغاريتمية مع نسبة المادة العضوية في هذه الترب بمعامل ارتباط: $R^2=0.6963$ (الشكل ١).

● **الكاتيونات المتبادلة Cation Exchangeable** تعرف الكاتيونات المتبادلة بأنها الكاتيونات الموجودة في التربة لمعادلة الشحنات السطحية السالبة و التي يمكن أن تتبادل مع الكاتيونات الأخرى الموجودة في محلول التربة أو المضافة إلى التربة و تقسم إلى الكاتيونات القلوية المتبادلة ($Ca^{2+}, Mg^{2+}, Na^+, K^+$) و الكاتيونات الأخرى ($Mn^{2+}, Fe^{2+,3+}, Al^{3+}, H^+$). و تعتبر الكاتيونات القلوية المتبادلة كبيرة الأهمية، بينما الكاتيونات الأخرى قليلة الأهمية في ظروف الأراضي الجافة. أشارت النتائج إلى سيادة الكاتيونات المتبادلة في مجمل الترب المدروسة. و كانت السيادة لعنصر الكالسيوم يليه عناصر المغنيزيوم و البوتاسيوم و الصوديوم، على الترتيب (الجدول 4).

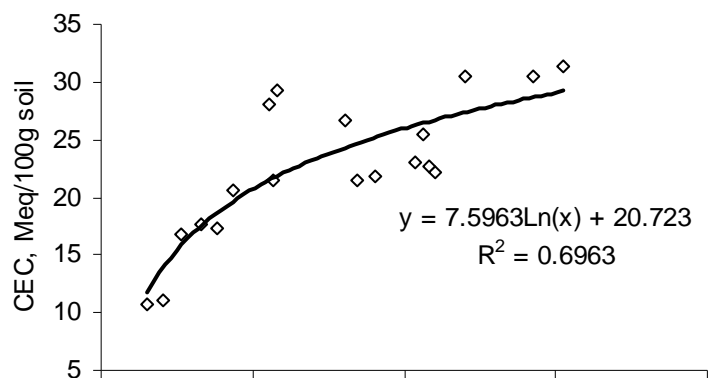
● **التحليل الميكانيكي Mechanical Analysis** أشارت نتائج التحليل الميكانيكي (الجدول 5) أن ٢٨ عينة تربة من أصل ٥٦ عينة تملك قواماً طينياً بنسب طين تتراوح بين ٤١,٤٥ % و ٥٨,٣٣ %. في حين وجد أنّ ١٨ عينة من أصل 56 عينة ذات قوام غضاري طيني (Clay loam) بنسب طين تراوحت ما بين: 28.28 % و 39.37 %. بينما وجد ٨ عينات من أصل ٥٦ ذات قوام غضاري رملي طيني (Sandy clay loam) بنسب طين تراوحت ما بين: ٢٣,٢٦ % و ٣١,٢٥ %. وجدت عينة واحدة ذات قوام غضاري رملي (Sandy loam) بنسب رمل: ٥٣,٨٥ % و عينة واحدة فقط ذات قوام غضاري (Loam) بنسب طين ١٥,٤٢ %.

الجدول 4. التحاليل الكيميائية الفيزيائية للتربة

| الكاتيونات المتبادلة Meq/100g-soil | CEC | % OM المادة العضوية | % CO3 الكربونات الكلية | الأيونات الذائبة مليمكافئ / اللبتر | | | | | | | | | | | .E . C التوصيل الكهربائي m.mhose /Cm | pH درجة الحموضة | العمق Cm | *ت ي |
|---------------------------------------|------|---------------------------|------------------------------|------------------------------------|----------------|-----------------|-------|----------------------|------------------|----------------|-----------------|--------------------------------|-------------------------------|------------------------------|--|-----------------------|-------------|---------|
| | | | | الكاتيونات (شرجبات) | | | | الأنيونات (شرسبات) | | | | | | | | | | |
| | | | | ⁺⁺ Ca | ⁺ K | ⁺ Na | | ⁺⁺ Mg | ⁺⁺ Ca | ⁺ K | ⁺ Na | SO ₄ ^{- -} | HCO ₃ ⁻ | CO ₃ ⁻ | | | | |
| 56.87 | 2.31 | 1.50 | 30.47 | 0.24 | 16.00 | 0.55 | 0.67 | 0.15 | 3.80 | 1.29 | 3.40 | T | 0.48 | 0.380 | 7.97 | 15-30 | | |
| 58.33 | 2.74 | 0.11 | 25.52 | 2.12 | 31.11 | 1.31 | 1.21 | 0.46 | 2.30 | 1.02 | 3.77 | T | 0.48 | 0.360 | 7.91 | 0-20 | M | |
| 66.43 | 2.21 | 0.53 | 27.99 | 1.11 | 17.78 | 1.08 | 1.00 | 0.49 | 1.47 | 0.96 | 2.64 | T | 0.44 | 0.339 | 7.96 | 20-40 | M | |
| 54.24 | 1.01 | 0.29 | 20.56 | 0.87 | 43.11 | 1.73 | 1.55 | 0.14 | 0.73 | 1.34 | ٢,٣٦ | T | 0.46 | 0.340 | 7.26 | 0-20 | M | |
| 59.08 | 1.19 | 0.29 | 17.26 | 0.77 | 48.89 | 1.44 | 1.60 | 0.16 | 0.73 | 0.81 | 2.64 | T | 0.48 | 0.352 | 7.44 | 20-40 | M | |
| 48.82 | 0.47 | 0.30 | 11.06 | 0.41 | 16.89 | 4.43 | 24.94 | 0.53 | 0.40 | 27.86 | 1.89 | T | 0.55 | 2.170 | 7.28 | 0-20 | Al | |
| 66.22 | 0.21 | 0.15 | 10.65 | 0.31 | 16.44 | 9.00 | 23.04 | 0.19 | 0.71 | 31.49 | 1.13 | T | 0.32 | 2.310 | 7.55 | 20-40 | Al | |
| 53.53 | 0.65 | 0.37 | 17.67 | 0.66 | 21.33 | 3.38 | 3.29 | 0.13 | 2.30 | 6.37 | 1.89 | T | 0.85 | 0.792 | 7.36 | 0-20 | T | |
| 51.52 | 0.70 | 0.65 | 16.84 | 0.53 | 21.33 | 6.54 | 7.93 | 0.28 | 2.94 | 15.46 | 1.51 | T | 0.71 | 1.425 | 7.65 | 20-40 | T | |
| 65.90 | 2.42 | 0.28 | 26.76 | 1.61 | 31.11 | 1.13 | 1.43 | 0.27 | 0.76 | 0.04 | 2.64 | T | 0.90 | 0.280 | 7.61 | 0-20 | | |
| 60.26 | 2.79 | 0.27 | 29.23 | 1.16 | 23.56 | 1.16 | 1.11 | 0.23 | 0.68 | 0.03 | 2.64 | T | 0.51 | 0.260 | 7.06 | 20-40 | | |
| 54.40 | 1.63 | 0.15 | 22.62 | 2.16 | 36.89 | 1.49 | 1.87 | 0.26 | 0.61 | 1.30 | 2.64 | T | 0.28 | 0.315 | 7.38 | 0-20 | | |
| 55.85 | 2.39 | 0.23 | 23.04 | 2.07 | 36.00 | 1.29 | 1.47 | 0.29 | 0.56 | 0.65 | 2.64 | T | 0.32 | 0.285 | 7.72 | 20-40 | | |
| 63.13 | 2.52 | 0.20 | 21.39 | 1.69 | 39.11 | 2.76 | 2.57 | 0.48 | 0.51 | 0.97 | 4.91 | T | 0.44 | 0.436 | 7.76 | 0-20 | | |
| 58.36 | 1.81 | 0.10 | 21.39 | 1.14 | 40.00 | 1.43 | 1.46 | 0.27 | 0.81 | 0.95 | 2.64 | T | 0.37 | 0.293 | 7.3 | 20-40 | | |
| 60.92 | 1.88 | 0.18 | 31.30 | 3.05 | 23.11 | 2.14 | 1.68 | 0.41 | 0.66 | 1.12 | 3.40 | T | 0.37 | 0.322 | 7.27 | 0-20 | | |
| 60.67 | 2.83 | 0.23 | 30.47 | 2.85 | 24.00 | 2.62 | 1.87 | 0.47 | 0.66 | 3.40 | 1.89 | T | 0.32 | 0.320 | 7.59 | 20-40 | | |
| 60.73 | 2.93 | 0.30 | 22.21 | 2.20 | 38.67 | 1.62 | 2.05 | 0.69 | 0.81 | 1.44 | 3.02 | T | 0.71 | 0.339 | 8.04 | 0- | | |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|-------|------|------|-------|------|-------|------|------|------|------|------|------|---|------|-------|------|-----------------|
| 4 | 58.75 | 2.40 | 0.23 | 21.80 | 1.81 | 38.22 | 1.33 | 1.63 | 0.39 | 0.66 | 0.45 | 3.02 | T | 0.53 | 0.328 | 7.23 | 20 20- 40 |
|---|-------|------|------|-------|------|-------|------|------|------|------|------|------|---|------|-------|------|-----------------|

حيث: T تركيز نزر. * يشير العدد إلى رقم الموقع.



الشكل ١. العلاقة بين السعة التبادلية الكاتيونية و
محتوى المادة العضوية في الترب

الجدول 5. التحليل الميكانيكي للتربة

| نوع التربة | طين (%) | سنت (%) | رمل (%) | العمق (Cm) | العينة النباتية* | رقم العينة |
|-----------------|---------|---------|---------|------------|------------------|------------|
| Clay | 55.85 | 21.28 | 22.87 | 0-20 | Zm.3 | 1 |
| Clay | 53.19 | 23.94 | 22.87 | 20-40 | | 2 |
| Clay | 49.87 | 15.75 | 34.38 | 0-20 | Ao.3 | 3 |
| Clay | 47.24 | 18.37 | 34.38 | 20-40 | | 4 |
| Clay | 44.39 | 18.28 | 37.34 | 0-20 | Ma.5 | 5 |
| Clay | 41.67 | 20.83 | 37.50 | 20-40 | | 6 |
| Clay | 55.85 | 21.28 | 22.87 | 0-20 | Tv.14 | 7 |
| Clay | 53.33 | 24.00 | 22.67 | 20-40 | | 8 |
| clay loam | 35.90 | 33.33 | 30.77 | 0-20 | Mp.16 | 9 |
| clay loam | 33.77 | 33.77 | 32.47 | 20-40 | | 10 |
| clay loam | 36.75 | 28.87 | 34.38 | 0-20 | Ho.11 | 11 |
| clay loam | 34.12 | 31.50 | 34.38 | 20-40 | | 12 |
| Clay | 41.88 | 15.71 | 42.41 | 0-20 | Cr.9 | 13 |
| Clay | 41.78 | 15.67 | 42.56 | 20-40 | | 14 |
| clay loam | 38.46 | 23.08 | 38.46 | 0-20 | Zm.16 | 15 |
| clay loam | 35.90 | 23.08 | 41.03 | 20-40 | | 16 |
| loam | 15.42 | 35.99 | 48.59 | 0-20 | Aha.2 | 17 |
| sandy loam | 10.26 | 35.90 | 53.85 | 20-40 | | 18 |
| Sandy clay loam | 28.50 | 25.91 | 45.60 | 0-20 | Mp.10 | 19 |
| clay loam | 31.01 | 28.42 | 40.57 | 0-20 | | 20 |
| Sandy clay loam | 25.38 | 30.46 | 44.16 | 0-20 | Ho.11 | 21 |
| clay loam | 33.51 | 28.35 | 38.14 | 0-20 | | 22 |
| Sandy clay loam | 31.25 | 33.85 | 34.90 | 20-40 | Ao.12 | 23 |
| clay loam | 33.51 | 28.35 | 38.14 | 0-20 | | 24 |
| Sandy clay loam | 23.32 | 20.73 | 55.96 | 0-20 | Ma.10 | 25 |
| Sandy clay loam | 31.01 | 18.09 | 50.90 | 20-40 | | 26 |
| Sandy clay loam | 23.26 | 25.84 | 50.90 | 20-40 | Ao.10 | 27 |
| Sandy clay loam | 23.26 | 25.84 | 50.90 | 0-20 | | 28 |
| clay loam | 33.42 | 30.85 | 35.73 | 0-20 | Ro.7 | ٢٩ |
| clay loam | 30.93 | 30.93 | 38.14 | 20-40 | | ٣٠ |
| Clay | 58.33 | 16.67 | 25.00 | 0-20 | Ao.3 | ٣١ |
| Clay | 54.95 | 19.23 | 25.82 | 20-40 | | ٣٢ |
| Clay | 52.22 | 13.05 | 34.73 | 0-20 | Aha,Ts.2 | ٣٣ |
| clay loam | 31.50 | 26.25 | 42.26 | 0-20 | | ٣٤ |
| Clay | 41.45 | 23.32 | 35.23 | 0-15 | Cc.15 | 3٥ |
| Clay | 41.78 | 23.50 | 34.73 | 15-30 | | 3٦ |
| Clay | 50.00 | 13.16 | 36.84 | 0-15 | To.8 | 3٧ |
| Clay | 50.00 | 13.16 | 36.84 | 15-30 | | 3٨ |
| Clay | 49.74 | 13.09 | 37.17 | 0-20 | Mp, Uu.8 | 39 |
| Clay | 49.61 | 13.05 | 37.34 | 20-40 | | 40 |
| clay loam | 36.27 | 25.91 | 37.82 | 0-20 | Mo.13 | 41 |
| clay loam | 33.68 | 28.50 | 37.82 | 20-40 | | 42 |
| sandy clay loam | 31.17 | 23.38 | 45.45 | 0-20 | Aha.16 | 43 |
| clay loam | 28.50 | 28.50 | 43.01 | 20-40 | | 44 |
| clay loam | 30.93 | 25.77 | 43.30 | 0-20 | To.16 | 45 |
| clay loam | 28.28 | 28.28 | 43.44 | 20-40 | | 46 |
| Clay | 55.26 | 18.42 | 26.32 | 0-20 | Mo.3 | 47 |
| Clay | 52.49 | 21.00 | 26.51 | 20-40 | | 48 |
| Clay | 44.62 | 18.37 | 37.01 | 0-20 | Ma.14 | 49 |
| Clay | 44.39 | 18.28 | 37.34 | 20-40 | | 50 |

| | | | | | | |
|-----------|-------|-------|-------|-------|------|----|
| Clay | 41.88 | 23.56 | 34.55 | 0-20 | Av.5 | 51 |
| clay loam | 39.37 | 26.25 | 34.38 | 20-40 | | 52 |
| Clay | 52.49 | 18.37 | 29.13 | 0-20 | Uu.3 | 53 |
| Clay | 49.61 | 20.89 | 29.50 | 20-40 | | 54 |
| Clay | 44.27 | 23.44 | 32.29 | 0-20 | Gg.6 | 55 |
| Clay | 41.78 | 23.50 | 34.73 | 20-40 | | 56 |

*يشير العدد إلى رقم الموقع.

2.VI. صلاحية التحليل العنصري بالـ TXRF

اختبرت طريقة التحليل باستخدام تقنية الـ TXRF بتعيين عدد من العناصر في العينات النباتية المعيارية التالية: Apple leaves, Peach leaves, Hay Powder. نتائج التحليل مبينة في الجداول 6.

أشارت النتائج إلى أن دقة و صحة تعيين العناصر K, Ca, Rb, Sr و إلى حد ما الـ Cr كانت جيدة جداً، بخطأ معياري نسبي أقل من 10 %، و أن صحة و دقة تعيين Mn, Fe, Ni, Zn كانت جيدة بخطأ معياري نسبي أقل من 20 %. احتاج تعيين الـ Cu إلى معامل تصحيح 0.817، ناتج عن خطأ نظامي، ربما ارتكب بسبب وجود شوائب من النحاس في أنبوبة الأشعة السينية. لم تسمح الطريقة المباشرة المتبعة في هذا العمل بتعيين كل من الـ As و Se بسبب التركيز المنخفض لهذين العنصرين في العينات النباتية. لم تحتو العينات المعيارية المحللة على قيم معيارية خاصة بتعيين عنصر الـ Y، لذا وردت قيم هذا العنصر في العينات المعيارية للاطلاع. لم تسمح طريقة التحليل المباشر بتعيين الـ Br بشكل صحيح و يعود ذلك إلى الخطأ المتأصل في هذه الطريقة بتعيين العناصر الطيارة. وردت قيم الـ Ba في نتائج تحليل العينات المعيارية و المجهولة للاطلاع و ذلك بسبب الخطأ الكبير بنتيجة تعيين هذا العنصر. حسبت حدود الكشف الدنيا (LLD, ppm) من العلاقة:

$$LLD, ppm = (3/s) \cdot (Ib/T)^{1/2}$$

حيث: s الحساسية النسبية، Ib العد مقابل الخلفية الأساسية (background)، T زمن التجميع.

يظهر الجدول ٧ نتائج تعيين التركيز الكلي لبعض العناصر الكيميائية في بعض العينات النباتية بطريقة الـ TXRF. عينت هذه العناصر بنفس الشروط المتبعة في تحليل العينات المعيارية بطريقة الـ TXRF. عين بنتيجة هذا التحليل العناصر الكيميائية التالية: K, Ca, Cr, Mn, Fe, Ni, Cu, Zn, Rb, Sr, Pb في النباتات التالية: الشيح، النعناع البري و المائي، البابونج، الهمدباء، المليسة، الختمية، السعتر، إكليل الجبل، الزعرور، القريص، الينسون، عرق السوس، شباشيل الذرة، الزوفا و التي جمعت من مواقع مختلفة في محافظات: دمشق، حمص، حماه، درعا، حلب. فصلت بعض النباتات إلى أجزائها الأساسية المختلفة: أوراق و ساق و ثمار. عين الرصاص فقط في عينة أوراق الشيح في موقع دير الزور بتركيز ما بين: 1.6 و 8.8 ppm.

الجدول 6. تعيين بعض العناصر في بعض العينات النباتية المعيارية بتقنية TXRF. تكرارية القياس n=5، الموثوقية P=0.95.

| تركيز العناصر في العينة المعيارية | | تركيز العناصر في العينة المعيارية | | تركيز العناصر في العينة المعيارية | | العنصر |
|-----------------------------------|----------------|-----------------------------------|----------------|-----------------------------------|----------------|------------|
| Hay Powder | | Peach leaves | | Apple leaves | | |
| التركيز المعياري | التركيز المقيس | التركيز المعياري | التركيز المقيس | التركيز المعياري | التركيز المقيس | |
| 2.1 (1.9-2.3) | 2.16±0.08 | 2.43 | 2.46±0.11 | 1.61 | 1.61±0.11 | K, % |
| 2.16 (2.1-2.22) | 2.14±0.09 | 1.56 | 1.64±0.09 | 1.526 | 1.59±0.08 | Ca,% |
| 6.5 5.6-7.1 | 5.9±1.1 | 1 | <DL | 0.3 | <*DL | Cr, ppm |
| 47 (32-52) | 45.8±1.5 | 98 | 89.6±1.5 | 54 | 48.3±1.6 | Mn, ppm |
| 185 (177-190) | 195.3±16.7 | 218 | 222±11 | 83 | 90.4±12.0 | Fe, ppm |
| 4.0 (3.8-4.9) | 4.8±0.8 | 0.69 | <DL | 0.91 | <DL | Ni, ppm |
| 9.4 (8.8-9.7) | 11.4±1.4 | 3.7 | 4.5±0.4 | 5.64 | 6.8±0.5 | Cu, ppm |
| 24 (21-27) | 24.5±1.1 | 17.9 | 20.7±1.8 | 12.5 | 14.1±0.8 | Zn, ppm |
| - | <DL | 0.060 | <DL | 0.038 | <DL | As, ppm |
| - | <DL | 0.120 | <DL | 0.050 | <DL | Se, ppm |
| 8 (7-11) | 1.84±1.04 | 11 | 1.54±0.47 | 1.8 | <DL | Br, ppm |
| 7.6 (7.3-7.8) | 7.09±0.22 | 19.7 | 18.8±1.0 | 10.2 | 9.6±0.4 | Rb, ppm |
| 40 (37-44) | 40.8±1.6 | 53 | 54.9±2.2 | 25 | 24.4±0.9 | Sr, ppm |
| - | <DL | - | 2.86±0.09 | - | 9.7±0.4 | Y, ppm |
| 6 (4-7) | <DL | 124 | 107.2±4.7 | 49 | 29.9±3.3 | Ba |
| 1.6 (0.8-1.9) | 1.57±0.13 | 0.87 | <DL | 0.47 | <DL | Pb, ppm |

*حد الكشف (DL, ppm) لكل من العناصر Pb, Ba, Sr, Y, Rb, Br, Se, As, Zn, Cu, Ni, Fe, Mn, Cr, Ti, Ca, K, 1.6, 33.1, 0.34, 1.0, 0.32, 0.72, 0.60, 1.2, 0.61, 0.70, 4.9, 1.6, 2.1, 4.2, 14.4, 18.4, 32.1 على الترتيب.

الجدول 7. تعيين بعض العناصر في العينات النباتية الطبيعية بطريقة الـ TXRF. عدد المكررات النبات في كل موقع ٥.

| العينة | تركيز العنصر | | | | | | | | | | | | | |
|------------|------------------|------------------|---------|---------|----------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|----------------------|-------|-------|
| | Pb, ppm | Ba, ppm | Sr, ppm | Rb, ppm | ⁺ Br, ppm | Zn, ppm | Cu, ppm | Ni, ppm | Fe, ppm | Mn, ppm | Cr, ppm | ⁺ Ti, ppm | Ca, % | K, % |
| L.Ah ١٦ a. | 1.6 ^a | | 115 | 4.2 | 11.2 | 56.7 | 13.0 | 15.0 | ٢٣١ | 107 | 15.6 | 131 | 0.77 | 0.5 |
| | 8.8 ^b | < ⁺ D | 275 | 8.6 | 15.8 | 28.4 | 39.7 | - | ٧ | 195 | 46.2 | 511 | 2.82 | 12. |
| | 3.6 ^c | L | 157 | 6.9 | 12.4 | 39.6 | 21.2 | 50.3 | ٨٠٧ | 141 | 26.3 | 226 | 2.36 | 3 |
| | | | | | | | | 26.1 | ٤ | | | | | 1.7 |
| | | | | | | | | | 420 | | | | | |
| | | | | | | | | | 8 | | | | | |
| R.Ah a.16 | | | 33.1 | 0.61 | | 7.5 | 5.2 | 7.3 | 426 | 34.8 | 8.5 | 48 | 0.68 | 0.3 |
| | <D | | 122 | 2.75 | <DL | 21.8 | 14.4 | 18.5 | 848 | 52.4 | 17.4 | 260 | 1.79 | 7 |
| | L | | 70.0 | 2.01 | | 12.7 | 7.6 | 14.6 | 716 | 48.4 | 15.1 | 113 | 1.26 | 0.9 |
| | | | | | | | | | | | | | | 10.62 |
| L.Ah a.2 | | <DL | 10.6 | 0.51 | 5.67 | 11.2 | 3.6 | | 732 | 44.8 | | 28.8 | 1.10 | 0.6 |
| | | | 40.1 | 4.11 | 9.00 | 52.2 | 31.4 | <D | 255 | 119 | <D | 112 | 2.53 | 4 |
| | | | 18.3 | 2.72 | 7.10 | 27.4 | 12.1 | L | 213 | 72.8 | L | 49.6 | 2.17 | 2.0 |
| | | | | | | | | | 30 | | | | | 1 |
| | | | | | | | | | | | | | | 1.4 |
| | | | | | | | | | | | | | | 5 |
| R.Ah a.2 | | | 18.6 | 3.3 | | 21.9 | 7.5 | | 269 | 21.9 | | | 0.60 | 0.7 |
| | | | 38.6 | 5.9 | <DL | 39.8 | 21.0 | <D | 534 | 30.5 | <D | <D | 1.27 | 6 |
| | | | 27.8 | 5.0 | | 28.4 | 11.1 | L | 451 | 28.5 | L | L | 0.95 | 2.2 |
| | | | | | | | | | | | | | | 71.68 |
| L.Mp. 16 | | | 161 | 4.4 | | 44.1 | 11.2 | 12.9 | 151 | 86.4 | 12.2 | 72 | 2.01 | 0.6 |
| | | | 196 | 7.3 | <DL | 53.5 | 14.0 | 19.2 | 2 | 110 | 18.9 | 325 | 2.50 | 2 |
| | | | 180 | 5.5 | | 48.6 | 12.3 | 16.9 | 278 | 98.3 | 15.1 | 155 | 2.28 | 1.3 |
| | | <DL | | | | | | | 421 | | | | | 81.08 |
| | | | | | | | | | 28 | | | | | |
| L.Mp. 10 | | | 134.6 | 5.0 | 1.3 | 30.3 | 17.3 | | 810 | 22.6 | | 126 | 2.02 | 1.0 |
| | | | 160.6 | 8.4 | 6.3 | 36.8 | 21.2 | <D | 149 | 29.5 | <D | 568 | 2.52 | 3 |
| | | | 148.7 | 6.3 | 2.6 | 33.4 | 18.8 | L | 111 | 26.1 | L | 271 | 2.30 | 1.8 |
| | | | | | | | | | 40 | | | | | 01.50 |
| R.Mp ١٠. | | <DL | 63.3 | 4.5 | | 17.3 | 7.8 | | 34.3 | 3.0 | | | 0.58 | 0.8 |
| | | | 75.5 | 7.6 | <DL | 21.0 | 9.6 | <D | 63.0 | 4.0 | <D | <D | 0.72 | 5 |
| | | | 69.9 | 5.7 | | 19.1 | 8.5 | L | 48.2 | 3.5 | L | L | 0.66 | 1.4 |
| | | | | | | | | | | | | | | 81.23 |
| L.Ma. ١٤ | | | 21.7 | 5.8 | 1.9 | 38.6 | 13.1 | | 128 | 56.0 | | | 2.34 | 1.2 |
| | | | 25.9 | 9.7 | 9.0 | 46.8 | 16.2 | <D | 235 | 64.7 | <D | <D | 2.91 | 6 |
| | | | 24.0 | 7.3 | 3.7 | 42.5 | 14.3 | L | 180 | 73.1 | L | L | 2.66 | 2.2 |
| | | | | | | | | | | | | | | 01.83 |
| R.Ma. ١٤ | | | 9.3 | 4.5 | | 14.3 | 9.3 | | 29.2 | 9.3 | | | 0.45 | 1.0 |
| | | | 11.1 | 7.4 | <DL | 17.3 | 11.6 | <D | 53.5 | 12.1 | <D | <D | 0.56 | 0 |
| | | | 10.3 | 5.6 | | 15.7 | 10.2 | L | 41.0 | 10.7 | L | L | 0.51 | 1.7 |
| | | | | | | | | | | | | | | 41.45 |
| L.Ma. 5 | | | 76.1 | 1.11 | 3.63 | 22.5 | 8.20 | | 265 | 69.3 | | 27.9 | 1.75 | 1.3 |
| | | | 90.9 | 1.74 | 17.4 | 27.2 | 10.2 | <D | 569 | 90.5 | <D | 126 | 2.28 | 4 |
| | | | 84.3 | 1.30 | 7.20 | 24.7 | 9.00 | L | 413 | 80.1 | L | 60.0 | 2.04 | 2.3 |
| | | | | | | | | | | | | | | 31.94 |
| R.Ma. | | | 43.6 | 0.79 | | 11.8 | 9.1 | | 39.4 | 18.0 | | | 0.74 | 1.2 |

| | | | | | | | | | | | | | |
|-------|-----|------|------|-----|------|------|----|------|------|----|----|------|-----|
| 5 | | 52.1 | 1.22 | <DL | 14.3 | 11.3 | <D | 72.3 | 23.5 | <D | <D | 0.92 | 02. |
| | | 48.3 | 0.93 | | 13.0 | 10.0 | L | 55.4 | 20.8 | L | L | 0.84 | 08 |
| | | | | | | | | | | | | | 1.7 |
| | | | | | | | | | | | | | 3 |
| L.Mc | | 96.6 | 3.2 | 1.7 | 87.8 | 25.3 | | 243 | 111 | | | 1.45 | 1.3 |
| h.8 | <DL | 115 | 5.0 | 8.0 | 106 | 31.4 | <D | 445 | 145 | <D | <D | 1.81 | 3 |
| | | 107 | 3.8 | 3.3 | 96.7 | 27.8 | L | 341 | 128 | L | L | 1.65 | 2.3 |
| | | | | | | | | | | | | | 11. |
| | | | | | | | | | | | | | 92 |
| R.Mc | | 117 | 2.7 | <DL | 93.5 | 6.41 | | 65.7 | 79.1 | | | 0.98 | 2.7 |
| h.8 | <DL | 139 | 4.2 | | 113 | 3.61 | <D | 120 | 103. | <D | <D | 1.23 | 64. |
| | | 129 | 3.2 | | 103 | 2.00 | L | 92.2 | 391. | L | L | 1.12 | 80 |
| | | | | | | | | | 2 | | | | 3.9 |
| | | | | | | | | | | | | | 9 |
| L.To. | | 244 | 4.9 | 4.2 | 55.7 | 17.4 | | 319 | 160 | | | 2.14 | 2.4 |
| 16 | | 276 | 7.7 | 6.5 | 72.2 | 20.7 | <D | 455 | 187 | <D | <D | 2.56 | 53. |
| | | 256 | 5.8 | 5.1 | 62.5 | 19.0 | L | 383 | 173 | L | L | 2.40 | 16 |
| | | | | | | | | | | | | | 2.7 |
| | | | | | | | | | | | | | 6 |
| R.To. | | 148 | 9.1 | 5.4 | 35.7 | 12.7 | | 114 | 52.6 | | | 0.94 | 4.5 |
| 16 | | 154 | 12.4 | 5.7 | 37.0 | 17.1 | <D | 162 | 53.7 | <D | <D | 1.08 | 7 |
| | | 150 | 10.3 | 5.5 | 36.1 | 14.7 | L | 144 | 53.1 | L | L | 1.01 | 4.9 |
| | | | | | | | | | | | | | 14. |
| | | | | | | | | | | | | | 79 |

| | | | | | | | | | | | | | |
|--------|-----|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|----|------|------|
| Wild. | | 246 | 3.5 | 26.6 | 147 | 14.5 | | 108 | 47.8 | | | 1.86 | 4.0 |
| L.To. | | 279 | 5.4 | 41.2 | 191 | 17.2 | <D | 154 | 55.9 | <D | <D | 2.22 | 55. |
| 8 | | 258 | 4.1 | 32.3 | 165 | 15.8 | L | 130 | 51.7 | L | L | 2.08 | 22 |
| | | | | | | | | | | | | | 4.5 |
| | | | | | | | | | | | | | 6 |
| Wild. | | 227 | 2.9 | 22.4 | 184 | 24.2 | | 238 | 31.4 | | | 1.28 | 3.3 |
| R.To. | | 236 | 4.0 | 23.6 | 179 | 32.6 | <D | 339 | 32.1 | <D | <D | 1.48 | 93. |
| 8 | | 230 | 3.3 | 22.8 | 177 | 28.0 | L | 301 | 31.7 | L | L | 1.38 | 64 |
| | | | | | | | | | | | | | 3.5 |
| | | | | | | | | | | | | | 5 |
| L.Mo. | | 498 | 3.2 | | 46.2 | 10.6 | | 77 | 220 | | | 3.51 | 0.9 |
| 13 | <D | 518 | 4.4 | <DL | 48.0 | 14.3 | <D | 127 | 226 | <D | <D | 4.37 | 8 |
| | L | 505 | 3.6 | | 46.7 | 12.3 | L | 108 | 223 | L | L | 3.94 | 1.0 |
| | | | | | | | | | | | | | 61. |
| | | | | | | | | | | | | | 03 |
| R.Mo | | 147.6 | 9.2 | | 41.9 | 15.7 | | 48.9 | 36.7 | | | 1.30 | 3.4 |
| . | <DL | 153.6 | 12.6 | <DL | 43.5 | 21.2 | <D | 69.9 | 37.5 | <D | <D | 1.50 | 63. |
| 13 | | 149.7 | 10.3 | | 42.3 | 18.2 | L | 61.9 | 37.1 | L | L | 1.40 | 70 |
| | | | | | | | | | | | | | 3.6 |
| | | | | | | | | | | | | | 1 |
| L.Mo. | | 115.5 | 0.62 | <DL | 30.0 | 10.1 | | 138 | 65.6 | | | 3.44 | 1.7 |
| 3 | | 120.1 | 0.86 | | 34.0 | 13.6 | <D | 196 | 67.2 | <D | <D | 3.98 | 51. |
| | | 117.1 | 0.70 | | 32.0 | 11.7 | L | 174 | 66.4 | L | L | 3.71 | 86 |
| | | | | | | | | | | | | | 1.8 |
| | | | | | | | | | | | | | 2 |
| R.Mo | | 32.4 | 1.3 | | 18.4 | 16.8 | | 28.3 | 15.0 | | | 0.63 | 1.7 |
| . | | 33.8 | 1.7 | <DL | 19.1 | 22.7 | <D | 40.4 | 15.4 | <D | <D | 0.73 | 01. |
| 3 | | 32.9 | 1.4 | | 18.6 | 19.5 | L | 35.8 | 15.2 | L | L | 0.68 | 81 |
| | | | | | | | | | | | | | 1.7 |
| | | | | | | | | | | | | | 7 |
| Petal. | | 35.2 | 16.0 | | 38.2 | 11.5 | | 205 | 12.8 | | | 1.57 | 2.1 |
| Ao.15 | <D | 36.7 | 20.9 | <DL | 39.7 | 15.5 | <D | 292 | 13.2 | <D | <D | 1.81 | 02. |
| | L | 35.7 | 17.2 | | 38.7 | 13.3 | L | 259 | 13.0 | L | L | 1.69 | 24 |
| | | | | | | | | | | | | | 2.1 |
| | | | | | | | | | | | | | 9 |
| Calyx | | 101 | 82.6 | 12.4 | | 59.1 | 9.4 | | 203 | 19.6 | | 4.65 | 1.5 |
| .Ao.1 | | 129 | 86.2 | 16.2 | <DL | 61.5 | 12.7 | <D | 290 | 20.2 | <D | <D | 5.36 |
| 5 | | 115 | 83.8 | 13.3 | | 59.9 | 10.9 | L | 257 | 19.9 | L | L | 5.00 |
| | | | | | | | | | | | | | 60 |
| | | | | | | | | | | | | | 1.5 |
| | | | | | | | | | | | | | 6 |
| Patal. | <D | 104 | 12.1 | 2.26 | 28.6 | 12.2 | | 202 | 9.9 | | | 1.06 | 2.0 |
| Ao.9 | L | 108 | 15.8 | 2.38 | 29.8 | 16.4 | <D | 289 | 10.2 | <D | nd | 1.22 | 72. |
| | | 105 | 13.0 | 2.30 | 29.0 | 14.1 | L | 256 | 10.0 | L | | 1.14 | 21 |
| | | | | | | | | | | | | | 2.1 |
| | | | | | | | | | | | | | 5 |
| Calyx | | 226.0 | 10.7 | 4.4 | 28.1 | 9.6 | | 179 | 14.8 | | | 2.59 | 1.7 |
| .Ao.9 | <D | 235.9 | 14.0 | 4.7 | 29.7 | 12.9 | <D | 255 | 15.2 | <D | nd | 2.98 | 11. |
| | L | 229.3 | 11.5 | 4.5 | 29.0 | 11.1 | L | 226 | 15.0 | L | | 2.78 | 83 |
| | | | | | | | | | | | | | 1.7 |
| | | | | | | | | | | | | | 8 |
| Patal. | | 58.5 | 12.8 | <DL | 59.0 | 15.3 | | 403 | 28.1 | | | 2.33 | 2.0 |
| Ao.12 | <D | 60.8 | 16.7 | | 61.5 | 20.6 | <D | 574 | 29.0 | <D | <D | 2.68 | 52. |

| | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------|--------------------|-------------------------|--------------------|-------------------|----------------------|----------------------|---------|----------------------|----------------------|---------|---------|----------------------|------------------------------|
| | L | 59.1 | 13.7 | | 59.8 | 17.7 | L | 80.9 | 28.4 | L | L | 2.50 | 19 2.1 3 |
| R.Ao. 12 | 163 208 185 | 149.3 155.1 150.8 | 7.2 9.4 7.7 | 2.9 3.1 3.0 | 50.4 52.6 51.1 | 6.7 9.1 7.8 | <D L | 75.2 107 95.0 | 7.8 8.1 7.9 | <D L | <D L | 2.83 3.26 3.04 | 1.2 81. 37 1.3 3 |
| Calyx .Ao.1 2 | 90.8 116 103 | 121.8 126.5 123.0 | 8.9 11.6 9.5 | <DL | 46.0 48.0 46.6 | 14.7 10.8 12.6 | <D L | 158 224 199 | 28.6 29.7 29.0 | <D L | <D L | 4.11 4.73 4.41 | 1.4 21. 51 1.4 7 |
| Calyx .Ao..3 | <D L | 121.1 125.8 122.3 | 2.5 3.3 2.7 | <DL | 33.4 34.8 33.8 | 9.0 12.3 10.5 | <D L | 248 352 312 | 39.1 40.6 39.6 | <D L | <D L | 3.25 3.74 3.49 | 1.5 51. 64 1.6 0 |
| L.Tv. 14 | <D L | 31.8 33.0 32.1 | 5.3 7.0 5.7 | 2.2 2.4 2.3 | 63.1 65.8 63.9 | 10.7 14.6 12.5 | <D L | 179 254 225 | 27.8 28.9 28.2 | <D L | <D L | 2.30 2.65 2.47 | 1.1 91. 26 1.2 3 |
| R.Tv. 14 | | 23.3 24.2 23.5 | 3.8 5.0 4.1 | <DL | 45.3 47.3 45.9 | 7.8 10.6 9.1 | <D L | 57.9 82.2 72.8 | 8.2 8.5 8.3 | <D L | <D L | 0.78 0.90 0.84 | 0.9 30. 98 0.9 6 |
| L.Ts. 2 | | 35.3 36.7 35.6 | 3.1 4.0 3.3 | <DL | 45.8 47.8 46.4 | 11.5 15.6 13.4 | <D L | 333 473 419 | 52.2 54.1 52.8 | <D L | <D L | 2.07 2.39 2.23 | 0.9 91. 04 1.0 2 |
| R.Ts. 2 | <D L | 38.6 40.1 38.9 | 2.4 3.2 2.6 | <DL | 23.1 24.1 23.4 | 8.6 11.6 10.0 | <D L | 116 165 146 | 16.6 17.2 16.8 | <D L | <D L | 1.31 1.51 1.41 | 0.9 91. 04 1.0 2 |

| | | | | | | | | | | | | | |
|-------|----|------|------|------|------|------|-----|------|------|-----|------|------|-----|
| Ts.4 | | 54.1 | 2.2 | | 31.9 | 8.2 | | 482 | 52.3 | | 92.3 | 2.99 | 0.7 |
| | | 56.2 | 3.0 | <DL | 32.7 | 11.0 | <D | 686 | 54.2 | <D | 101 | 3.45 | 60. |
| | | 54.5 | 2.4 | | 31.7 | 9.5 | L | 607 | 52.9 | L | 96.6 | 3.22 | 80 |
| | | | | | | | | | | | | | 0.7 |
| | | | | | | | | | | | | | 8 |
| L.Ro. | | 64.6 | 5.4 | 20.7 | 33.4 | 5.5 | | 273 | 52.6 | | | 0.94 | 1.8 |
| 7 | <D | 67.4 | 8.5 | 22.5 | 34.5 | 8.7 | <D | 389 | 54.5 | <D | <D | 1.12 | 01. |
| | L | 65.1 | 6.2 | 21.6 | 33.6 | 7.0 | L | 344 | 53.2 | L | L | 1.03 | 90 |
| | | | | | | | | | | | | | 1.8 |
| | | | | | | | | | | | | | 5 |
| R.Ro. | | 32.7 | 3.4 | | 17.7 | 7.7 | | 35.8 | 11.9 | | | 0.27 | 0.9 |
| 7 | | 33.9 | 4.6 | <DL | 19.2 | 10.3 | <D | 51.0 | 12.3 | <D | <D | 0.31 | 91. |
| | | 32.9 | 3.7 | | 18.6 | 8.9 | L | 45.1 | 12.0 | L | L | 0.29 | 04 |
| | | | | | | | | | | | | | 1.0 |
| | | | | | | | | | | | | | 1 |
| Green | | 183 | 14.6 | 2.5 | 16.8 | 9.7 | | 150 | 5.55 | | | 1.34 | 1.6 |
| .Cr.9 | | 190 | 19.8 | 2.7 | 18.3 | 13.0 | <DL | 214 | 5.74 | <DL | <DL | 1.54 | 31. |
| | | 184 | 15.9 | 2.6 | 17.7 | 11.2 | | 189 | 5.60 | | | 1.44 | 71 |
| | | | | | | | | | | | | | 1.6 |
| | | | | | | | | | | | | | 6 |
| L.Uu. | <D | | | | | | | | | | | | |
| 3 | L | 331 | 3.4 | | 49.0 | 14.2 | | 4.36 | 43.0 | | 57.4 | 8.33 | 3.7 |
| | | 344 | 4.6 | <DL | 53.4 | 19.0 | <D | 6.22 | 44.5 | <D | 62.8 | 9.57 | 03. |
| | | 333 | 3.7 | | 51.6 | 16.4 | L | 549 | 43.4 | L | 60.1 | 8.95 | 88 |
| | | | | | | | | | | | | | 3.7 |
| | | | | | | | | | | | | | 7 |
| R.Uu. | | 74.0 | 8.1 | | 24.1 | 6.9 | | 127 | 10.7 | | | 1.15 | 8.6 |
| 3 | | 77.0 | 10.9 | <DL | 26.3 | 9.3 | <D | 181 | 11.1 | <D | <D | 1.32 | 69. |
| | | 74.5 | 8.8 | | 25.4 | 8.0 | L | 160 | 10.8 | L | L | 1.23 | 08 |
| | | | | | | | | | | | | | 8.8 |
| | | | | | | | | | | | | | 2 |
| L.Uu. | | 591 | 3.0 | | 40.4 | 5.6 | | 285 | 72.3 | | | 9.54 | 2.8 |
| 8 | | 615 | 4.1 | <DL | 44.1 | 7.6 | <D | 406 | 75.0 | <D | <D | 11.0 | 73. |
| | | 595 | 3.3 | | 42.6 | 6.5 | L | 359 | 74.0 | L | L | 10.2 | 01 |
| | | | | | | | | | | | | | 2.9 |
| | | | | | | | | | | | | | 2 |
| R.Uu. | <D | 145 | 5.3 | 6.9 | 31.2 | 5.4 | | 86 | 20.5 | | | 1.28 | 5.9 |
| 8 | L | 151 | 7.2 | 7.5 | 34.1 | 7.6 | <D | 122 | 21.3 | <D | <D | 1.40 | 36. |
| | | 146 | 5.8 | 7.2 | 32.9 | 6.3 | L | 108 | 20.7 | L | L | 1.38 | 22 |
| | | | | | | | | | | | | | 6.0 |
| | | | | | | | | | | | | | 3 |
| Av.5 | | 54.4 | 1.9 | | 58.1 | 11.7 | | 257 | 52.5 | | 49.5 | 1.45 | 1.3 |
| | | 56.7 | 2.6 | <DL | 62.6 | 16.5 | <D | 448 | 54.1 | <D | 54.1 | 1.67 | 3 |
| | | 54.8 | 2.1 | | 60.7 | 13.7 | L | 374 | 52.9 | L | 51.8 | 1.55 | 1.3 |
| | | | | | | | | | | | | | 91. |
| | | | | | | | | | | | | | 35 |
| R.Gg. | | 111 | 2.0 | | 12.3 | 4.2 | | 101 | 9.9 | | | 1.32 | 0.6 |
| 6 | | 116 | 3.1 | <DL | 13.2 | 6.7 | <D | 143 | 10.3 | <D | <D | 1.55 | 3 |
| | <D | 112 | 2.3 | | 12.8 | 5.2 | L | 127 | 10.0 | L | L | 1.42 | 0.6 |
| | L | | | | | | | | | | | | 60. |
| | | | | | | | | | | | | | 64 |
| Zm.1 | <D | 70.1 | 0.75 | | 80.1 | 10.5 | | 62.1 | 20.6 | | | 0.44 | 0.1 |
| 6 | L | 73.1 | 1.02 | <DL | 87.1 | 15.5 | <D | 92 | 21.4 | <D | <D | 0.51 | 7 |
| | | 70.7 | 0.82 | | 84.0 | 12.5 | L | 80.6 | 20.8 | L | L | 0.47 | 0.1 |

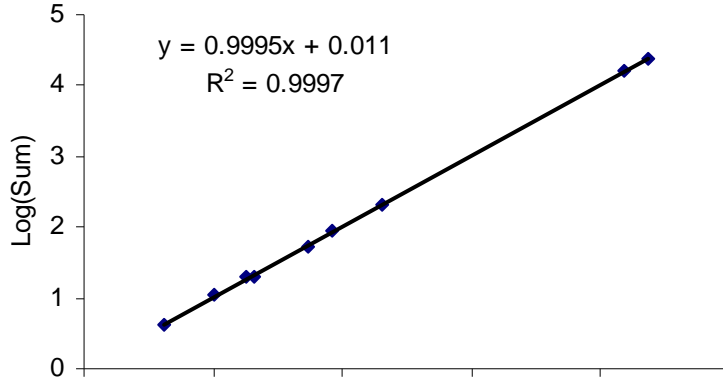
الكيميائية السابقة في عينة أوراق التفاح Apple leaves دقيقة أيضاً و بخطأ معياري نسبي أقل من % 9.4 لكل العناصر، بينما ظهرت أخطاء نظامية في تعيين كل من الـ Cu و Zn و يمكن أن يعود السبب إلى النفس العوامل المبينة سابقاً. تساوى معامل التصحيح في كلتا الحالتين و كان مساوياً لـ 0.880. نتج خطأ نظامي في تعيين الـ Br مساوياً لـ % 23.9 و يعود هذا الخطأ إلى انخفاض تركيز هذا العنصر في هذه العينة المعيارية إلى حدود الكشف.

الجدول ٨. تعيين بعض العناصر في عينتين معياريتين: ١. أوراق نبات الدراق (Peach leaves) ٢. أوراق التفاح (Apple leaves) باستخدام طريقة التحليل الكمي البسيط للتحليل بالـ XRF. المعالجة بالماء بالدرجة 25 °C.

| العنصر | | | | | | | | | التحليل | العينة |
|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|---------------|-------------|
| Rb (ppm) | Br (ppm) | Zn (ppm) | Cu (ppm) | Fe (ppm) | Mn (ppm) | Ca (%) | K (%) | | معياري | معياري |
| 19.7 | 11 | 17.9 | 3.7 | 218 | 98 | 1.56 | 2.43 | 53 | المعياري | أوراق |
| 18.1±1.6 | 10.1±0.7 | 18.8±1.4 | 3.12±0.22 | 206±14 | 93.4±5.2 | 1.53±0.10 | 2.31±0.14 | 4.1±0.5 | العينة الجافة | أوراق |
| 2.65±0.4 | 3.58±0.45 | 11.2±0.7 | 2.10±0.27 | 190±6 | 51.4±5.7 | 1.40±0.09 | 0.44±0.03 | 5.4±0.7 | المتبقي الصلب | Peach leave |
| 16.7±0.1 | 7.70±0.08 | 8.20±0.11 | 1.01±0.10 | 22.3±0.6 | 37.3±0.7 | 0.17±0.02 | 1.91±0.08 | 04±0.04 | المستخلص | |
| 10.2 | 1.8 | 12.5 | 5.64 | 83 | 54 | 1.53 | 1.61 | 25 | المعياري | أوراق |
| 10.1±0.5 | 2.23±0.11 | 12.2±0.8 | 5.41±0.6 | 88.2±3.1 | 51.6±3.7 | 1.49±0.03 | 1.53±0.04 | 2.6 ± 0.5 | العينة الجافة | أوراق |
| 3.76±0.10 | 1.12±0.15 | 7.9±0.7 | 3.63±0.38 | 77.0±7.0 | 41.8±1.1 | 1.41±0.09 | 0.66±0.01 | 9.0±0.7 | المتبقي الصلب | Apple leave |
| 6.01±0.15 | 0.63±0.5 | 4.04±0.13 | 1.49±0.22 | 4.42±0.4 | 7.76±0.7 | 0.10±0.00 | 1.11±0.02 | 37±0.07 | المستخلص | |

حصل على المستخلص النباتي لمنقوع كل من العينتين المعياريتين السابقتين (أوراق الدراق و أوراق التفاح) بالمعالجة بالماء بدرجة حرارة 25 °C. نتج طوران عن نقع كل من هاتين العينتين بالماء: أحدهما صلب و الآخر سائل (المستخلص النباتي). فصل هذان الطوران كما هو مبيناً في الفقرة 2.3.V. حضرت عينات متوسطة الثخانة (0.100 g) لتعيين محتوى العناصر الكيميائية في الجزء الصلب المتبقي. و عينت العناصر الكيميائية في المستخلص النباتي بعد تحويله إلى عينة صلبة باستخدام طريقة التجفيد و حضر من هذا الناتج عينات متوسطة الثخانة (0.100 g)، و حلل الناتج بعدئذٍ بطريقة التحليل البسيط (الجدول ٨). قورنت نتائج تعيين العناصر الكيميائية في العينتين المعياريتين الجافتين مع مجموع محتوى كل عنصر في الطور الصلب و في المستخلص النباتي لكل من هاتين العينتين. كانت العلاقة الناتجة من تعيين العناصر الكيميائية في ورق الدراق المعيارية باستخدام XRF خطية بمعامل انحدار خطي $R^2=0.9997$ (الشكل ٢)، و كانت نتائج المقارنة بين

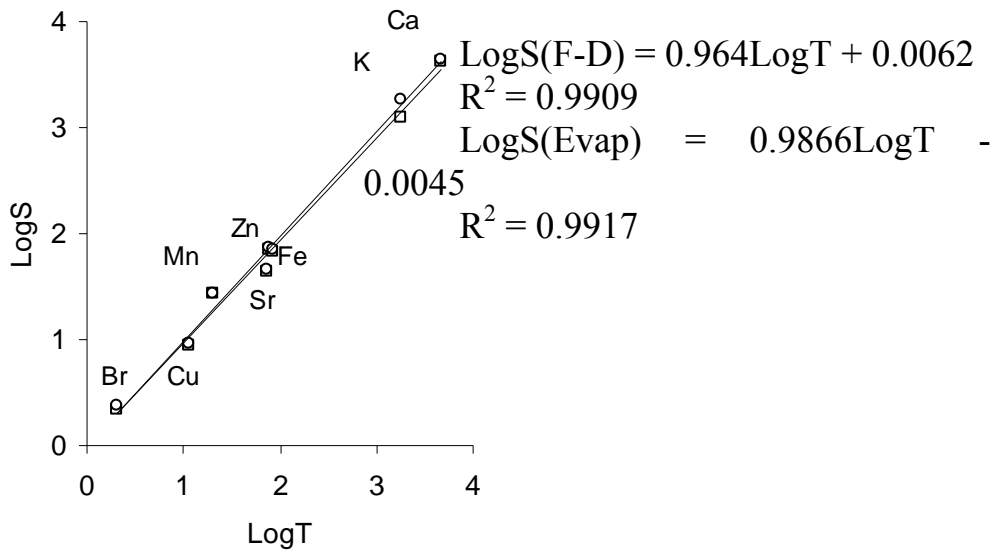
محتوى العناصر في العينة الجافة لورق التفاح المعيارية باستخدام XRF و مجموع محتوى هذه العناصر في الطور الصلب و في المستخلص النباتي عبارة عن علاقة خطية بمعامل انحدار خطي $R^2=0.9996$.



الشكل 5.2 مقارنة بين لوغاريتم محتوى العناصر الكيميائية المقاسة في عينة ورق الدراق المعيارية قبل المعالجة $\text{Log}(C_i)$ و لوغاريتم مجموع محتوى العناصر بعد المعالجة بالماء $\text{Log}(\text{Sum})$. حيث: $\text{Sum} = C_s + C_{in}$ و هو يمثل مجموع محتوى العنصر في الجزء الصلب المتبقي (C_s) و في المستخلص النباتي (C_{in})

4.VI. تحضير المستخلص النباتي للتحليل بالـ XRF

من المعلوم أنّ التحليل بالـ XRF يحتاج إلى تحضير عينات صلبة ذات شكل محدد و ثابت. استدعى هذا الأمر تحويل المستخلصات النباتية من الشكل السائل (المستخلص المائي) إلى الشكل الصلب. استخدمنا لهذا الغرض طريقتين: أولهما طريقة التجفيف و ثانيهما طريقة التجفيد. و لدراسة التوافق بين نتائج تعيين العناصر في المستخلصات النباتية، قمنا بتحضير عينات بالطريقتين السابقتين من نبات الذرة (شباشيل الذرة Zm16، حيث: Zm رمز العينة في موقع ١٦ -دير الزور). يظهر الشكل 3 توافق نتائج تعيين كمية بعض العناصر الكيميائية في العينة الجافة لنبات الذرة Zm16 مع مجموع كميات العناصر في الطورين الصلب و المستخلص، الناتجة عن منقوع النبات بالماء بدرجة حرارة ثابتة (25°C). يظهر من الشكل 3 أيضاً تقارب نتائج تعيين العناصر الكيميائية باستخدام أي من طريقتي تحضير عينات المستخلص النباتي: التجفيف و التجفيد، مع أفضلية بسيطة لطريقة تحضير العينات بالتجفيد الكلي بالمقارنة مع طريقة التحضير بالتجفيد. سنعتمد نتيجة لما تقدم نتائج تحضير العينات بطريقة التجفيف للتحليل بالـ XRF.



الشكل ٣. مقارنة بين محتوى العناصر في أوراق شباشيل الذرة الجافة (T) و في الطورين الناتجين بعد نقع العينة النباتية بالماء (S= محتوى العنصر في المتبقي الصلب بعد النقع بالماء + محتوى العنصر في المستخلص). محتوى العناصر بعد النقع في الماء معين بطريقتين اثنتين: التجفيف (Evap) -o- و التجفيد (F-) -□-. D) درجة حرارة المستخلص 25 °C. رسمت العلاقة اللوغاريتمية لمحتوى العناصر قبل (LogT) و بعد المعالجة (LogS) بسبب اتساع مجال التراكيز.

5.VI. تعيين بعض العناصر الكيميائية في النباتات الطبية و في مستخلصاتها باستخدام الـ XRF

عين التركيز الكلي للعناصر الكيميائية في العينات النباتية الطبية الجافة بطريقة التحليل البسيط (Simple quantitative for XRF) باستخدام الـ XRF. و عين تركيز العناصر الكيميائية في الجزئين الناتجين من المعالجة بالماء (الطور السائل، الممثل للمستخلص النباتي؛ و الطور الصلب، المتبقي بعد فصل المستخلص النباتي) بنفس الطريقة المتبعة لتحليل العينات المعيارية (الجدول من ١,٩ إلى ١١,٩). شكل الجزء الصلب بعد المعالجة بالماء الجزء الأكبر، بينما حولت الرشاحة الناتجة عن المستخلص النباتي إلى شكل صلب بطريقة التجفيد (أو بطريقة التجفيد) بهدف تعيين العناصر الكيميائية في المستخلص النباتي.

تبين أيضاً الجداول (١,٩ - ١١,٩) نتائج تعيين مردود انتقال العناصر الكيميائية من العينات النباتية الجافة إلى المستخلص المائي، علماً أن المرود قد حُسِب من الضرب بمائة حاصل قسمة كمية العنصر في المستخلص المائي على مجموع كمية هذه العنصر في الطور الصلب (المتبقي بعد فصل المستخلص المائي) و الطور السائل (المستخلص المائي).

الجدول 1.9. مردود انتقال العناصر الكيميائية من أوراق نبات الشيح (L.Aha.16) إلى المستخلص المائي بدرجات حرارة مختلفة في موقع دير الزور

| ٩٠ °C | ٧٠ °C | ٥٥ °C | ٤٠ °C | ٢٥ °C | *الكسر المحلل | العنصر |
|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|----------------------|--------|
| 2831 ± 119 | 3293 ± 136 | 2741 ± 276 | ٣١١٥ ± 124 | - | m _s (μg) | K |
| 11637 ± 734 | 11115 ± 700 | 8948 ± 573 | 8612 ± 542 | - | m _i (μg) | |
| ١٤٤٦٨ | ١٤٤٠٨ | ١١٦٨٩ | ١١٧٢٧ | - | m _T (μg) | |
| - | - | - | - | 12900 ± 700 | m ₀ (μg) | |
| 80.4 | 77.1 | 76.6 | 73.4 | - | % المردود، | |
| 18421 ± 663 | 18649 ± 672 | 20102 ± 792 | 19984 ± ٧١٤ | - | m _s (μg) | Ca |
| 3200 ± 197 | 3520 ± 238 | 2976 ± 146 | ٢٢٥٨ ± ١٤٢٩ | - | m _i (μg) | |
| 21620 | 22169 | 23078 | 22242 | - | m _T (μg) | |
| - | - | - | - | 22700 ± 400 | m ₀ (μg) | |
| 14.8 | 15.9 | 12.9 | 10.2 | - | % المردود، | |
| 73.3 ± 3.8 | 83.2 ± 4.7 | 78.7 ± 7.8 | 79.7 ± 3.6 | - | m _s (μg) | Mn |
| 22.4 ± 1.7 | 23.3 ± 1.9 | 17.8 ± 2.6 | 15.6 ± 1.4 | - | m _i (μg) | |
| 95.7 | 107 | 96.5 | 95.3 | - | m _T (μg) | |
| - | - | - | - | 146 ± 10 | m ₀ (μg) | |
| 23.4 | 21.8 | 18.5 | 16.4 | - | % المردود، | |
| 2194 ± 79 | 2211 ± 79 | 3164 ± 115 | 3013 ± 108 | - | m _s (μg) | Fe |
| 17.7 ± 1.6 | 22.8 ± 1.9 | 14.7 ± 1.9 | 17.3 ± 1.3 | - | m _i (μg) | |
| 2212 | 2234 | 3179 | 3030 | - | m _T (μg) | |
| - | - | - | - | 3605 ± 64 | m ₀ (μg) | |
| 0.80 | 1.0 | 0.46 | 0.57 | - | % المردود، | |
| 24.5 ± 1.1 | 18.2 ± 0.9 | 23.2 ± 2.4 | 22.5 ± 1.0 | - | m _s (μg) | Cu |
| 12.5 ± 0.4 | 14.0 ± 0.9 | 9.7 ± 0.8 | 8.1 ± 0.6 | - | m _i (μg) | |
| 37.0 | 32 | 32.9 | 30.6 | - | m _T (μg) | |
| - | - | - | - | 27.9 ± 2.8 | m ₀ (μg) | |
| 33.8 | 43.8 | 29.5 | 26.5 | - | % المردود، | |
| 33.8 ± 1.4 | 32.5 ± 1.2 | 33.8 ± 1.8 | 35.1 ± 1.3 | - | m _s (μg) | Zn |
| 9.6 ± 0.3 | 13.8 ± 0.5 | 9.0 ± 0.7 | 8.4 ± 0.6 | - | m _i (μg) | |
| 43.4 | 46.3 | 42.8 | 43.5 | - | m _T (μg) | |
| - | - | - | - | 42.2 ± 2.3 | m ₀ (μg) | |
| 22.1 | 29.8 | 21.0 | 19.3 | - | % المردود، | |
| 3.0 ± 0.1 | 2.2 ± 0.1 | 2.8 ± 0.3 | 3.5 ± 0.1 | - | m _s (μg) | Br |
| 11.5 ± 0.1 | 9.5 ± 0.6 | 11.3 ± 0.8 | 10.4 ± 0.7 | - | m _i (μg) | |
| 14.5 | 11.7 | 14.1 | 13.9 | - | m _T (μg) | |
| - | - | - | - | 12.3 ± 0.6 | m ₀ (μg) | |
| 79.3 | 81.2 | 80.1 | 74.8 | - | % المردود، | |
| 3.1 ± 0.1 | 2.8 ± 0.2 | 2.6 ± 0.3 | 3.3 ± 0.1 | - | m _s (μg) | Rb |
| 3.2 ± 0.1 | 4.7 ± 0.2 | 3.6 ± 0.3 | 3.3 ± 0.1 | - | m _i (μg) | |
| 6.3 | 7.5 | 6.2 | 6.6 | - | m _T (μg) | |
| - | - | - | - | 6.75 ± 0.09 | m ₀ (μg) | |
| 50.8 | 62.7 | 58.1 | 50.0 | - | % المردود، | |
| 119.8 ± 4.2 | 110 ± 4 | 99.2 ± 3.8 | 120 ± 4 | - | m _s (μg) | Sr |
| 23.1 ± 0.6 | 34.8 ± 0.9 | 31.0 ± 1.9 | 25.4 ± ١.6 | - | m _i (μg) | |
| 143 | 145 | 130 | 145 | - | m _T (μg) | |
| - | - | - | - | 154 ± 2.7 | m ₀ (μg) | |
| 16.2 | 24.0 | 23.9 | 17.5 | - | % المردود، | |

m_0 * محتوى العناصر الكيميائية في العينة النباتية الجافة، m_s محتوى العناصر الكيميائية في المتبقي الصلب من العينة النباتية المعالجة بالماء، m_i محتوى العناصر الكيميائية في المستخلص المائي، m_T مجموع محتوى العناصر الكيميائية في الجزئين m_s و m_i ، المرردود يمثل النسبة المئوية لانتقال العناصر الكيميائية إلى المستخلص المائي و يحسب من حاصل قسمة محتوى العنصر في الجزء m_i على مجموع المحتوى m_T مضروباً بـ ١٠٠.

الجدول 2.9. مرردود انتقال العناصر الكيميائية من أوراق نبات الشيح (L.Aha.2) إلى المستخلص المائي بدرجات حرارة مختلفة في موقع الصوجة

| العنصر | *الكسر المحلل | ٢٥ °C | ٤٠ °C | ٥٥ °C | ٧٠ °C | ٩٠ °C |
|--------|-----------------------------------|-------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| K | $m_s(\mu\text{g})$ | 3267 ± 132 | 2967 ± 293 | 2994 ± 124 | 2363 ± 105 | 2570 ± 120 |
| | $m_i(\mu\text{g})$ | 8177 ± 573 | 9073 ± 610 | 9039 ± 610 | 9542 ± 632 | 8377 ± 607 |
| | $m_T(\mu\text{g})$ | 11444 | 12040 | 12033 | 11905 | 10947 |
| | $m_0(\mu\text{g})$ المرردود، % | 11440 ± 540 81.8 | 75.4 | 75.1 | 80.2 | 76.5 |
| Ca | $m_s(\mu\text{g})$ | 15661 ± 735 | 13698 ± 550 | 12950 ± 460 | 13529 ± 489 | 14151 ± 448 |
| | $m_i(\mu\text{g})$ | 3459 ± 256 | 3062 ± 258 | 4063 ± 283 | 3946 ± 270 | 4159 ± 282 |
| | $m_T(\mu\text{g})$ | 19120 | 17260 | 17013 | 17475 | 18310 |
| | $m_0(\mu\text{g})$ المرردود، % | 19480 ± 610 18.1 | 20.6 | 23.9 | 22.6 | 22.7 |
| Mn | $m_s(\mu\text{g})$ | 52.0 ± 2.4 | 56.2 ± 5.1 | 49.8 ± 2.4 | 50.3 ± 2.2 | 54.4 ± 2.4 |
| | $m_i(\mu\text{g})$ | 10.4 ± 2.4 | 12.8 ± 2.5 | 18.4 ± 2.9 | 17.2 ± 2.8 | 15.8 ± 2.8 |
| | $m_T(\mu\text{g})$ | 62.4 | 69 | 68.2 | 67.5 | 70.2 |
| | $m_0(\mu\text{g})$ المرردود، % | 73.5 ± 5.9 16.7 | 18.6 | 27.0 | 25.5 | 22.5 |
| Fe | $m_s(\mu\text{g})$ | 1332 ± 30 | 1388 ± 51 | 1384 ± 38 | 1344 ± 37 | 1202 ± 31.6 |
| | $m_i(\mu\text{g})$ | 6.5 ± 2.0 | 9.3 ± 1.8 | 9.7 ± 2.2 | 14.0 ± 2.4 | 15.9 ± 2.0 |
| | $m_T(\mu\text{g})$ | 1338 | 1397 | 1394 | 1358 | 1208 |
| | $m_0(\mu\text{g})$ المرردود، % | 1392 ± 34 0.49 | 0.67 | 0.70 | 1.03 | 1.32 |
| Cu | $m_s(\mu\text{g})$ | 8.3 ± 0.4 | 6.6 ± 0.8 | 5.1 ± 0.4 | 5.2 ± 0.3 | 7.7 ± 0.7 |
| | $m_i(\mu\text{g})$ | 6.0 ± 0.8 | 5.2 ± 0.6 | 8.1 ± 0.8 | 6.2 ± 0.7 | 5.2 ± 0.6 |
| | $m_T(\mu\text{g})$ | 14.3 | 11.8 | 13.2 | 11.4 | 12.9 |
| | $m_0(\mu\text{g})$ المرردود، % | 11.3 ± 1.2 11.3 | 44.1 | 61.4 | 54.4 | 40.3 |
| Zn | $m_s(\mu\text{g})$ | 25.9 ± 0.9 | 24.6 ± 1.3 | 22.2 ± 0.8 | 23.2 ± 0.9 | 23.9 ± 0.9 |
| | $m_i(\mu\text{g})$ | 8.6 ± 0.8 | 7.0 ± 0.6 | 8.5 ± 0.8 | 8.3 ± 0.7 | 8.3 ± 0.7 |
| | $m_T(\mu\text{g})$ | 34.5 | 31.6 | 30.7 | 31.5 | 32.2 |
| | $m_0(\mu\text{g})$ المرردود، % | 29.8 ± 1.4 24.9 | 22.2 | 27.7 | 26.4 | 25.8 |
| Br | $m_s(\mu\text{g})$ | 1.3 ± 0.1 | 1.6 ± 0.3 | 1.3 ± 0.1 | 1.01 ± 0.07 | 1.42 ± 0.07 |
| | $m_i(\mu\text{g})$ | 6.9 ± 0.5 | 7.1 ± 0.5 | 6.5 ± 0.8 | 7.24 ± 0.51 | 6.68 ± 0.50 |
| | $m_T(\mu\text{g})$ | 8.2 | 8.7 | 7.8 | 8.25 | 8.1 |
| | $m_0(\mu\text{g})$ المرردود، % | 8.11 ± 0.41 84.2 | 81.6 | 83.3 | 87.8 | 82.5 |
| Rb | $m_s(\mu\text{g})$ | 0.54 ± 0.06 | 1.3 ± 0.1 | 0.97 ± 0.07 | 0.72 ± 0.05 | 1.00 ± 0.07 |

| | | | | | | |
|-------------|-------------|-------------|------------|-------------|--------------------|----|
| 1.91 ± 0.25 | 2.01 ± 0.20 | 1.81 ± 0.28 | 1.3 ± 0.2 | 1.8 ± 0.2 | $m_i(\mu\text{g})$ | |
| 2.91 | 2.73 | 2.78 | 2.6 | 2.3 | $m_T(\mu\text{g})$ | |
| | | | | 2.95 ± 0.25 | $m_0(\mu\text{g})$ | |
| 65.6 | 73.6 | 65.1 | 50.0 | 78.3 | % المردود، | |
| 14.8 ± 0.6 | 14.6 ± 0.5 | 14.2 ± 0.6 | 17.2 ± 0.6 | 15.2 ± 0.6 | $m_s(\mu\text{g})$ | Sr |
| 5.3 ± 0.4 | 5.4 ± 0.4 | 4.4 ± 0.4 | 3.6 ± 0.3 | 6.1 ± 0.5 | $m_i(\mu\text{g})$ | |
| 20.1 | 20.0 | 18.6 | 20.8 | 21.3 | $m_T(\mu\text{g})$ | |
| | | | | 21.2 ± 0.9 | $m_0(\mu\text{g})$ | |
| 26.4 | 27.0 | 23.7 | 17.3 | 28.6 | % المردود، | |

m_0^* محتوى العناصر الكيميائية في العينة النباتية الجافة، m_s محتوى العناصر الكيميائية في المتبقي الصلب من العينة النباتية المعالجة بالماء، m_i محتوى العناصر الكيميائية في المستخلص المائي، m_T مجموع محتوى العناصر الكيميائية في الجزئين m_s و m_i ، المردود يمثل النسبة المئوية لانتقال العناصر الكيميائية إلى المستخلص المائي و يحسب من حاصل قسمة محتوى العنصر في الجزء m_i على مجموع المحتوى m_T مضروباً بـ 100.

الجدول 3.9. مردود انتقال العناصر الكيميائية من ساق و جذور نبات الشيح (R.Aha.16) إلى المستخلص المائي بدرجات حرارة مختلفة في موقع دير الزور/M4

| العنصر | *الكسر المحلل | ٢٥ °C | ٤٠ °C | ٥٥ °C | ٧٠ °C | ٩٠ °C |
|--------|--------------------|-------------|------------|-------------|-------------|-------------|
| K | $m_s(\mu\text{g})$ | 1653 ± 226 | 1720 ± 88 | 1853 ± 84 | 1620 ± 79 | 1734 ± 116 |
| | $m_i(\mu\text{g})$ | 3299 ± 214 | 3716 ± 234 | 4404 ± 277 | 3968 ± 268 | 4315 ± 285 |
| | $m_T(\mu\text{g})$ | 4952 | 5436 | 6257 | 5588 | 6049 |
| | $m_0(\mu\text{g})$ | 5663 ± 439 | | | | |
| | % المردود، | 66.6 | 68.4 | 70.4 | 71.0 | 71.3 |
| Ca | $m_s(\mu\text{g})$ | 9418 ± 334 | 9476 ± 340 | 12498 ± 451 | 9932 ± 361 | 10245 ± 434 |
| | $m_i(\mu\text{g})$ | 496 ± 22 | 509 ± 36 | 1280 ± 83 | 1099 ± 79 | 1029 ± 70 |
| | $m_T(\mu\text{g})$ | 9914 | 10035 | 13778 | 11031 | 11274 |
| | $m_0(\mu\text{g})$ | 12350 ± 590 | | | | |
| | % المردود، | 5.0 | 5.6 | 9.2 | 10.0 | 9.1 |
| Mn | $m_s(\mu\text{g})$ | 39.1 ± 4.4 | 39.8 ± 3.4 | 38.1 ± 1.8 | 36.6 ± 1.8 | 43.2 ± 7.4 |
| | $m_i(\mu\text{g})$ | 4.8 ± 0.8 | 7.5 ± 0.6 | 5.7 ± 0.5 | 6.7 ± 1.3 | 7.1 ± 1.0 |
| | $m_T(\mu\text{g})$ | 43.9 | 47.3 | 43.8 | 43.3 | 50.3 |
| | $m_0(\mu\text{g})$ | 42.1 ± 7.8 | | | | |
| | % المردود، | 10.9 | 15.9 | 13.0 | 15.5 | 14.1 |
| Fe | $m_s(\mu\text{g})$ | 978 ± 38 | 801 ± 29 | 978 ± 34 | 978 ± 34 | 999 ± 39 |
| | $m_i(\mu\text{g})$ | 4.7 ± 0.8 | 3.6 ± 0.3 | 6.1 ± 0.5 | 6.0 ± 0.9 | 6.3 ± 0.8 |
| | $m_T(\mu\text{g})$ | 983 | 805 | 984 | 984 | 1005 |
| | $m_0(\mu\text{g})$ | 862 ± 18 | | | | |
| | % المردود، | 0.48 | 0.45 | 0.62 | 0.61 | 0.63 |
| Cu | $m_s(\mu\text{g})$ | 9.6 ± 1.0 | 6.7 ± 1.4 | 5.9 ± 0.5 | 4.7 ± 0.6 | 5.0 ± 1.0 |
| | $m_i(\mu\text{g})$ | 1.8 ± 0.3 | 3.6 ± 0.3 | 2.8 ± 0.1 | 2.4 ± 0.3 | 2.3 ± 0.2 |
| | $m_T(\mu\text{g})$ | 11.4 | 10.3 | 8.7 | 7.1 | 7.3 |
| | $m_0(\mu\text{g})$ | 9.4 ± 2.8 | | | | |
| | % المردود، | 15.8 | 35.0 | 32.2 | 33.8 | 31.5 |
| Zn | $m_s(\mu\text{g})$ | 10.6 ± 0.8 | 11.8 ± 0.5 | 13.3 ± 0.6 | 12.1 ± 0.53 | 12.3 ± 1.0 |
| | $m_i(\mu\text{g})$ | 1.3 ± 0.3 | 2.0 ± 0.10 | 2.7 ± 0.2 | 1.21 ± 0.18 | 1.3 ± 0.3 |
| | $m_T(\mu\text{g})$ | 11.9 | 13.8 | 16.0 | 13.3 | 13.6 |
| | | | | | | |

| | | | | | | |
|-------------|-------------|------------|-------------|-------------|----------------------|----|
| 9.6 | 9.1 | 16.9 | 14.5 | 13.9 ± 1.1 | m ₀ (μg) | |
| <0.6 | <0.6 | <0.6 | <0.6 | 10.9 | % المردود، | |
| 4.4 ± 0.1 | 4.4 ± 0.1 | 4.3 ± 0.1 | 4.4 ± 0.1 | £.3 ± 0.0.1 | m _s (μg) | Br |
| <5.00 | <5.00 | <4.90 | <5.00 | <4.90 | m _i (μg) | |
| 88.5 | 88.5 | 86.5 | 88.5 | 4.97 ± 0.6 | m _T (μg) | |
| <0.6 | <0.6 | <0.6 | <0.6 | 86.5 | m ₀ (μg) | |
| 1.60 ± 0.06 | 1.65 ± 0.08 | 2.1 ± 0.1 | 1.79 ± 0.09 | 1.68 ± 0.06 | % المردود، | Rb |
| <2.20 | <2.25 | <2.70 | <2.39 | <2.28 | m _s (μg) | |
| 64.8 | 63.2 | 85.0 | 72.5 | 2.47 ± 0.5 | m _i (μg) | |
| 52.4 ± 1.7 | 58.4 ± 1.7 | 59.7 ± 1.9 | 56.3 ± 1.7 | 13.8 ± 2.0 | m _T (μg) | Sr |
| 5.4 ± 0.3 | 5.6 ± 0.4 | 7.2 ± 0.5 | 5.7 ± 0.4 | 4.6 ± 0.3 | m ₀ (μg) | |
| 57.8 | 64.0 | 66.9 | 62.0 | 18.4 | % المردود، | |
| 9.3 | 8.8 | 10.8 | 9.2 | 69.9 ± 1.7 | m _s (μg) | |
| | | | | 6.7 | m _i (μg) | |
| | | | | | m _T (μg) | |
| | | | | | m ₀ (μg) | |
| | | | | | % المردود، | |

* m₀ محتوى العناصر الكيميائية في العينة النباتية الجافة، m_s محتوى العناصر الكيميائية في المتبقي الصلب من العينة النباتية المعالجة بالماء، m_i محتوى العناصر الكيميائية في المستخلص المائي، m_T مجموع محتوى العناصر الكيميائية في الجزئين m_s و m_i، المردود يمثل النسبة المئوية لانتقال العناصر الكيميائية إلى المستخلص المائي و يحسب من حاصل قسمة محتوى العنصر في الجزء m_i على مجموع المحتوى m_T مضروباً بـ 100.

الجدول 4.9. مردود انتقال العناصر الكيميائية من أوراق الينسون (L.Av.5) إلى المستخلص المائي بدرجات حرارة مختلفة في موقع الدرخبية-الكسوة

| العنصر | *الكسر المحلل | ٢٥ °C | ٤٠ °C | ٥٥ °C | ٧٠ °C | ٩٠ °C |
|--------|----------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| K | m _s (μg) | ٣٦٦٥ ± ٢٣٦ | ٤٢٠٤ ± ٣٧٨ | ٤٩٩٢ ± 348 | 3463 ± 282 | 4663 ± 201 |
| | m _i (μg) | ٤٨٩٢ ± ٣٦٩ | 7582 ± 573 | ٦٩٢٦ ± ٥١٨ | 8169 ± 619 | 8232 ± 596 |
| | m _T (μg) | ٨٥٥٧ | 11786 | ١١٩١٨ | 11632 | 12895 |
| | m ₀ (μg) | 12900 ± 600 | | | | |
| | % المردود، | 57.2 | 63.6 | 58.1 | 70.2 | 63.8 |
| Ca | m _s (μg) | 12514 ± 501 | 13908 ± 560 | 14238 ± 556 | 12994 ± 512 | 11076 ± 397 |
| | m _i (μg) | 545 ± 47 | 607 ± 85 | 643 ± 61 | 741 ± 95 | 459 ± 36 |
| | m _T (μg) | 13059 | 14515 | 14881 | 13735 | 11526 |
| | m ₀ (μg) | 14900 ± 200 | | | | |
| | % المردود، | 4.2 | 4.2 | 4.3 | 5.4 | 4.1 |
| Mn | m _s (μg) | ٤٧,٤ ± ٥,٦ | 44.9 ± 7.5 | 48.7 ± 6.7 | 43.0 ± 4.5 | 43.0 ± 5.7 |
| | m _i (μg) | ٣,١٦ ± ٠,٩٧ | <3.0 | <3.0 | <3.0 | 3.8 ± 0.7 |
| | m _T (μg) | ٥٠,٦ | <47.9 | <51.7 | <46.0 | 46.8 |
| | m ₀ (μg) | 50.3 ± 7.8 | | | | |
| | % المردود، | 6.3 | <6.3 | <5.8 | <6.5 | 8.1 |
| Fe | m _s (μg) | 343 ± ١٤ | 339 ± 17 | 434 ± 17 | 378 ± 16 | 297 ± 30 |
| | m _i (μg) | 7.6 ± 1.0 | 7.8 ± 1.9 | 10.3 ± 2.1 | 11.6 ± 1.8 | 10.1 ± 0.6 |
| | m _T (μg) | 351 | 347 | 444 | 390 | 307 |
| | m ₀ (μg) | 385 ± 6 | | | | |
| | % المردود، | 2.2 | 2.3 | 2.3 | 3.1 | 3.3 |
| Cu | m _s (μg) | 14.1 ± 1.1 | 16.1 ± 1.6 | 14.2 ± 1.6 | 11.9 ± 1.6 | 11.5 ± 0.7 |

| | | | | | | |
|------------|------------|------------|-------------|-------------|--------------------|----|
| 2.6±0.2 | 3.2 ±0.5 | 4.9 ±0.4 | 3.5 ±0.5 | 2.0±0.3 | $m_i(\mu\text{g})$ | |
| 14.1 | 15.1 | 19.1 | 19.6 | 16.1 | $m_T(\mu\text{g})$ | |
| | | | | 15.1 ± 2.8 | $m_0(\mu\text{g})$ | |
| 18.4 | 21.2 | 25.7 | 17.9 | 12.4 | % المردود، | |
| 55.1±2.5 | 48.2±2.1 | 58.1± 2.6 | 47.8± 2.1 | 42.3± 2.0 | $m_s(\mu\text{g})$ | Zn |
| 4.5 ±0.3 | 9.5±0.8 | 7.7±0.7 | 7.6±0.2 | 5.8 ±0.5 | $m_i(\mu\text{g})$ | |
| 59.6 | 57.7 | 65.8 | 55.4 | 48.1 | $m_T(\mu\text{g})$ | |
| | | | | 60.2 ± 2.5 | $m_0(\mu\text{g})$ | |
| 7.6 | 16.5 | 11.7 | 13.7 | 12.1 | % المردود، | |
| <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | $m_s(\mu\text{g})$ | Br |
| 0.58 ±0.07 | 1.33 ±0.19 | 1.32 ±0.16 | 1.51±0.19 | 0.61±0.09 | $m_i(\mu\text{g})$ | |
| <2.58 | <3.33 | <3.32 | <3.51 | <2.61 | $m_T(\mu\text{g})$ | |
| | | | | 2.76 ± 0.45 | $m_0(\mu\text{g})$ | |
| <22.5 | <39.9 | <39.8 | <43.0 | <23.4 | % المردود، | |
| <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | $m_s(\mu\text{g})$ | Rb |
| 0.67±0.04 | 0.81±0.13 | 0.75 ±0.17 | 0.93 ± 0.13 | 0.45 ± 0.06 | $m_i(\mu\text{g})$ | |
| <2.67 | <2.81 | <2.75 | <2.93 | <2.45 | $m_T(\mu\text{g})$ | |
| | | | | 2.54 ± 0.44 | $m_0(\mu\text{g})$ | |
| <25.1 | <28.8 | <27.3 | <31.7 | <18.4 | % المردود، | |
| 48.0 ± 1.8 | 45.0 ±2.0 | 50.8 ±2.0 | 46.4 ±2.0 | 35.9± 1.4 | $m_s(\mu\text{g})$ | Sr |
| 2.72±0.21 | 3.37 ±0.30 | 3.0± 0.4 | 3.6± 0.0 | 1.8 ± 0.2 | $m_i(\mu\text{g})$ | |
| 50.7 | 48.4 | 53.8 | 50.0 | 37.7 | $m_T(\mu\text{g})$ | |
| | | | | 48.5 ± 1.7 | $m_0(\mu\text{g})$ | |
| 5.4 | 7.0 | 5.6 | 7.2 | 4.8 | % المردود، | |

m_0^* محتوى العناصر الكيميائية في العينة النباتية الجافة، m_s محتوى العناصر الكيميائية في المتبقي الصلب من العينة النباتية المعالجة بالماء، m_i محتوى العناصر الكيميائية في المستخلص المائي، m_T مجموع محتوى العناصر الكيميائية في الجزئين m_s و m_i ، المردود يمثل النسبة المئوية لانتقال العناصر الكيميائية إلى المستخلص المائي و يحسب من حاصل قسمة محتوى العنصر في الجزء m_i على مجموع المحتوى m_T مضروباً بـ 100.

الجدول 5.9. مردود انتقال العناصر الكيميائية من شباشيل الذرة (Zm.16) إلى المستخلص المائي بدرجات حرارة مختلفة في موقع دير الزور

| العنصر | *الكسر المحلل | ٢٥ °C | ٤٠ °C | ٥٥ °C | ٧٠ °C | ٩٠ °C |
|--------|--------------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| K | $m_s(\mu\text{g})$ | 611 ± 86 | 462 ± 114 | 615 ± 92 | 353 ± 97 | 473 ± 97 |
| | $m_i(\mu\text{g})$ | 1401±121 | 1452±107 | ١٢٧٨ ± ٩٥ | 1310±95 | 1136±89 |
| | $m_T(\mu\text{g})$ | 2012 | 1914 | ١٨٩٣ | 1663 | 1609 |
| | $m_0(\mu\text{g})$ | 1807 ± 126 | | | | |
| | % المردود، | 69.6 | 75.9 | 67.5 | 78.8 | 70.6 |
| Ca | $m_s(\mu\text{g})$ | 4197 ±152 | 3694 ±135 | 4034 ±185 | 4005 ± 145 | 3960 ± 202 |
| | $m_i(\mu\text{g})$ | 582 ± 48 | 649± ٦٩ | 587 ± 43 | 770 ±57 | 682 ±51 |
| | $m_T(\mu\text{g})$ | 4779 | ٤٣٤٣ | 4621 | 4775 | 4642 |
| | $m_0(\mu\text{g})$ | 4632 ± 100 | | | | |
| | % المردود، | 12.2 | 14.9 | 12.7 | 16.1 | 14.7 |
| Mn | $m_s(\mu\text{g})$ | 20.2 ±1.4 | 19.2 ±3.5 | 18.8 ±2.1 | 18.9±2.1 | 15.4 ±4.4 |
| | $m_i(\mu\text{g})$ | 2.03 ±0.45 | 1.34 ±0.21 | 1.95 ±0.37 | 1.41 ±0.42 | 2.02 ±0.25 |
| | $m_T(\mu\text{g})$ | 22.2 | 20.6 | 20.8 | 20.3 | 17.4 |
| | $m_0(\mu\text{g})$ | 20.6 ± 2.9 | | | | |

| 11.6 | 7.0 | 9.4 | 6.5 | 9.1 | المردود، % | |
|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|--------------------|----|
| 76.8±5.1 | 73.7±3.2 | 73.0±2.9 | 73.8±3.2 | 74.6±3.2 | $m_s(\mu\text{g})$ | Fe |
| 5.8±0.5 | 3.7±0.3 | 3.5±0.3 | 5.2±0.4 | 3.2±0.5 | $m_i(\mu\text{g})$ | |
| 82.6 | 77.4 | 76.5 | 79.0 | 77.8 | $m_T(\mu\text{g})$ | |
| | | | | 76.9±2.5 | $m_0(\mu\text{g})$ | |
| 7.0 | 4.8 | 4.6 | 6.6 | 4.1 | المردود، % | |
| 9.5±1.1 | 10.1±1.7 | 10.5±1.5 | 10.8±1.5 | 9.7±1.1 | $m_s(\mu\text{g})$ | Cu |
| 1.6±0.1 | 1.7±0.3 | 1.2±0.2 | 1.6±0.2 | 1.1±0.1 | $m_i(\mu\text{g})$ | |
| 11.1 | 11.8 | 11.7 | 12.4 | 10.8 | $m_T(\mu\text{g})$ | |
| | | | | 11.4±1.1 | $m_0(\mu\text{g})$ | |
| 14.4 | 14.4 | 10.3 | 12.9 | 10.2 | المردود، % | |
| 50.3±3.8 | 70.7±2.9 | 77.2±3.3 | 75.2±2.2 | 80.4±2.9 | $m_s(\mu\text{g})$ | Zn |
| 3.6±0.3 | 4.1±0.3 | 4.0±0.3 | 4.0±0.3 | 4.1±0.30 | $m_i(\mu\text{g})$ | |
| 53.9 | 74.8 | 81.2 | 79.2 | 84.5 | $m_T(\mu\text{g})$ | |
| | | | | 82.6±2.5 | $m_0(\mu\text{g})$ | |
| 6.7 | 5.5 | 4.9 | 5.1 | 8.5 | المردود، % | |
| <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | $m_s(\mu\text{g})$ | Br |
| 0.30±0.03 | 0.35±0.07 | 0.18±0.02 | 0.28±0.03 | 0.34±0.05 | $m_i(\mu\text{g})$ | |
| <2.30 | <2.35 | <2.18 | <2.28 | <2.34 | $m_T(\mu\text{g})$ | |
| | | | | 2.02±0.15 | $m_0(\mu\text{g})$ | |
| <13.0 | <14.9 | <8.3 | <12.3 | <14.5 | المردود، % | |
| <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | $m_s(\mu\text{g})$ | Rb |
| 0.38±0.03 | 0.46±0.05 | 0.43±0.04 | 0.47±0.06 | 0.41±0.04 | $m_i(\mu\text{g})$ | |
| <2.38 | <2.46 | <2.43 | <2.47 | <2.41 | $m_T(\mu\text{g})$ | |
| | | | | <1.2 | $m_0(\mu\text{g})$ | |
| <16.0 | <18.7 | <17.7 | <19.0 | <17.0 | المردود، % | |
| 66.4±2.5 | 55.8±2.2 | 67.3±4.4 | 63.1±2.3 | 64.8±2.2 | $m_s(\mu\text{g})$ | Sr |
| 8.9±0.6 | 10.5±0.8 | 7.2±0.6 | 8.2±0.6 | 5.8±0.4 | $m_i(\mu\text{g})$ | |
| 75.3 | 66.3 | 74.5 | 71.3 | 70.6 | $m_T(\mu\text{g})$ | |
| | | | | 71.6±1.7 | $m_0(\mu\text{g})$ | |
| 11.8 | 15.8 | 9.7 | 11.5 | 8.2 | المردود، % | |

* m_0 محتوى العناصر الكيميائية في العينة النباتية الجافة، m_s محتوى العناصر الكيميائية في المتبقي الصلب من العينة النباتية المعالجة بالماء، m_i محتوى العناصر الكيميائية في المستخلص المائي، m_T مجموع محتوى العناصر الكيميائية في الجزئين m_s و m_i ، المردود يمثل النسبة المئوية لانتقال العناصر الكيميائية إلى المستخلص المائي و يحسب من حاصل قسمة محتوى العنصر في الجزء m_i على مجموع المحتوى m_T مضروباً بـ 100.

الجدول 6.9. مردود انتقال العناصر الكيميائية من أوراق النعنع المائي (L.Ma.5) إلى المستخلص المائي بدرجات حرارة مختلفة في موقع الدرخبية-الكسوة

| العنصر | *الكسر المحلل | ٢٥ °C | ٤٠ °C | ٥٥ °C | ٧٠ °C | ٩٠ °C |
|--------|--------------------|-----------|------------|-----------|-----------|-----------|
| K | $m_s(\mu\text{g})$ | 4312±173 | 5088±200 | 4332±171 | 4779±209 | 3651±158 |
| | $m_i(\mu\text{g})$ | ١٠٧٥٨±٧٨١ | 13514±1010 | 12112±875 | 13745±996 | 12539±914 |
| | $m_T(\mu\text{g})$ | 15070 | ١٨٦٠٢ | ١٦٤٤٤ | ١٨٥٢٤ | 16190 |
| | $m_0(\mu\text{g})$ | 17120±620 | | | | |
| | المردود، % | 71.4 | 72.7 | 73.7 | 74.2 | 77.5 |
| Ca | $m_s(\mu\text{g})$ | 15864±577 | 16129±578 | 17435±621 | 15424±559 | 15901±570 |
| | $m_i(\mu\text{g})$ | 2848±207 | 3718±283 | 3937±285 | 3736±271 | 3690±271 |

| 19591 | 19160 | 21372 | 19847 | 18712 | $m_T(\mu\text{g})$ 19740 ± 710 $m_0(\mu\text{g})$ المردود، % | |
|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|---|----|
| 18.8 | 19.5 | 18.4 | 18.7 | 15.2 | | |
| 62.9 ± 3.0 | 62.4 ± 3.0 | 65.4 ± 2.6 | 58.6 ± 2.5 | 62.1 ± 2.5 | $m_s(\mu\text{g})$ | Mn |
| 19.7 ± 2.8 | 15.0 ± 1.8 | 12.4 ± 1.5 | 10.2 ± 1.3 | 10.7 ± 1.4 | $m_i(\mu\text{g})$ | |
| 82.7 | 77.4 | 77.8 | 68.8 | 72.8 | $m_T(\mu\text{g})$ | |
| | | | | 74.3 ± 3.4 | $m_0(\mu\text{g})$ | |
| 23.8 | 19.4 | 15.9 | 14.8 | 14.7 | المردود، % | |
| 412 ± 16 | 398 ± 15 | 342 ± 12 | 398 ± 15 | 421 ± 16 | $m_s(\mu\text{g})$ | Fe |
| 19.5 ± 3.1 | 11.1 ± 1.5 | 10.4 ± 1.6 | 18.1 ± 3.6 | 11.7 ± 1.7 | $m_i(\mu\text{g})$ | |
| 432 | 409 | 352 | 416 | 433 | $m_T(\mu\text{g})$ | |
| | | | | 408 ± 15 | $m_0(\mu\text{g})$ | |
| 4.7 | 2.7 | 3.0 | 4.4 | 2.7 | المردود، % | |
| 7.3 ± 0.4 | 7.1 ± 0.5 | 7.2 ± 0.5 | 7.0 ± 0.5 | 7.5 ± 0.8 | $m_s(\mu\text{g})$ | Cu |
| 2.2 ± 0.4 | 1.4 ± 0.2 | 1.8 ± 0.4 | 1.6 ± 0.4 | 2.0 ± 0.3 | $m_i(\mu\text{g})$ | |
| 9.5 | 8.5 | 9.0 | 8.6 | 9.5 | $m_T(\mu\text{g})$ | |
| | | | | 9.81 ± 0.71 | $m_0(\mu\text{g})$ | |
| 23.2 | 16.5 | 20.0 | 18.6 | 21.1 | المردود، % | |
| 19.4 ± 0.7 | 16.6 ± 0.7 | 21.3 ± 0.9 | 15.4 ± 1.4 | 19.7 ± 0.8 | $m_s(\mu\text{g})$ | Zn |
| 5.5 ± 0.4 | 5.4 ± 0.4 | 6.0 ± 0.4 | 5.1 ± 0.5 | 4.1 ± 0.3 | $m_i(\mu\text{g})$ | |
| 24.9 | 22.0 | 27.3 | 20.5 | 23.8 | $m_T(\mu\text{g})$ | |
| | | | | 23.7 ± 1.9 | $m_0(\mu\text{g})$ | |
| 22.1 | 24.6 | 22.0 | 24.9 | 17.2 | المردود، % | |
| <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | $m_s(\mu\text{g})$ | Br |
| 6.3 ± 0.5 | 6.5 ± 0.5 | 7.1 ± 0.5 | 6.6 ± 0.5 | 5.7 ± 0.4 | $m_i(\mu\text{g})$ | |
| <8.3 | <8.5 | <9.1 | <8.8 | <7.7 | $m_T(\mu\text{g})$ | |
| | | | | 6.77 ± 0.2 | $m_0(\mu\text{g})$ | |
| <75.9 | <76.5 | <78.0 | <75.0 | <74.0 | المردود، % | |
| <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | $m_s(\mu\text{g})$ | Rb |
| 0.80 ± 0.12 | 1.10 ± 0.09 | 0.72 ± 0.07 | 1.02 ± 0.18 | 0.74 ± 0.07 | $m_i(\mu\text{g})$ | |
| <3.8 | <3.1 | <2.72 | <3.02 | <2.74 | $m_T(\mu\text{g})$ | |
| | | | | <2 | $m_0(\mu\text{g})$ | |
| <21.1 | <35.5 | <26.5 | <33.8 | <27.0 | المردود، % | |
| 70.0 ± 2.5 | 66.5 ± 2.4 | 77.2 ± 2.7 | 62.0 ± 1.9 | 68.7 ± 2.5 | $m_s(\mu\text{g})$ | Sr |
| 16.9 ± 1.3 | 19.1 ± 1.4 | 17.1 ± 1.3 | 17.7 ± 1.3 | 11.5 ± 0.8 | $m_i(\mu\text{g})$ | |
| 86.9 | 85.6 | 94.3 | 79.7 | 80.2 | $m_T(\mu\text{g})$ | |
| | | | | 79.9 ± 3.2 | $m_0(\mu\text{g})$ | |
| 19.5 | 22.3 | 18.1 | 22.2 | 14.3 | المردود، % | |

* m_0 محتوى العناصر الكيميائية في العينة النباتية الجافة، m_s محتوى العناصر الكيميائية في المتبقي الصلب من العينة النباتية المعالجة بالماء، m_i محتوى العناصر الكيميائية في المستخلص المائي، m_T مجموع محتوى العناصر الكيميائية في الجزئين m_s و m_i ، المردود يمثل النسبة المئوية لانتقال العناصر الكيميائية إلى المستخلص المائي و يحسب من حاصل قسمة محتوى العنصر في الجزء m_i على مجموع المحتوى m_T مضروباً بـ ١٠٠.

الجدول 7.9. مردود انتقال العناصر الكيميائية من أوراق النعناع البري (L.Mp.16) إلى المستخلص المائي بدرجات حرارة مختلفة في موقع دير الزور

| العنصر | *الكسر المحلل | ٢٥ °C | ٤٠ °C | ٥٥ °C | ٧٠ °C | ٩٠ °C |
|--------|--------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| K | $m_s(\mu\text{g})$ | 2720 ± 255 | 1982 ± 90 | 2149±270 | 2218 ± 108 | 2542 ± 106 |
| | $m_i(\mu\text{g})$ | ٧٢٦٣±٥٢٩ | 7090± 513 | 6999± 524 | 6995±518 | 6763± 489 |
| | $m_T(\mu\text{g})$ | ٩٩٨٣ | 9072 | 9148 | 9213 | 9305 |
| | $m_0(\mu\text{g})$ | 9346 ± 445 | | | | |
| | % المردود، | 72.8 | 78.2 | 76.5 | 75.9 | 72.7 |
| Ca | $m_s(\mu\text{g})$ | 19805 ± 561 | 20208 ± 584 | 20252 ± 639 | 20351 ± 589 | 20597 ± 591 |
| | $m_i(\mu\text{g})$ | ٢٢٣١ ± ١٦٢ | 2178 ± 159 | 2117 ± 163 | 2190 ± 150 | 2315 ± 168 |
| | $m_T(\mu\text{g})$ | ٢٢٠٣٦ | 22386 | 22369 | 22541 | 22912 |
| | $m_0(\mu\text{g})$ | ٢٢450 ± 710 | | | | |
| | % المردود، | 9.94 | 9.73 | 9.46 | 9.72 | 10.1 |
| Mn | $m_s(\mu\text{g})$ | 80.7 ± 7.7 | 89.1 ± 3.8 | 86.1 ± 6.9 | 97.6 ± 4.6 | 93.0 ± 4.6 |
| | $m_i(\mu\text{g})$ | 10.4 ± 1.4 | 7.6 ± 0.7 | 11.1 ± 2.1 | 7.2 ± 1.8 | 10.1 ± 1.0 |
| | $m_T(\mu\text{g})$ | 91.1 | 96.7 | 97.2 | 104.8 | 103.1 |
| | $m_0(\mu\text{g})$ | 98.5 ± 8.4 | | | | |
| | % المردود، | 11.4 | 7.9 | 11.4 | 6.9 | 9.8 |
| Fe | $m_s(\mu\text{g})$ | 2300 ± 85 | 2126 ± 76 | 2365 ± 89 | 2091 ± 75 | 2540 ± 91 |
| | $m_i(\mu\text{g})$ | 7.3 ± 1.2 | 16.6 ± 1.3 | 10.2 ± 1.7 | 10.0 ± 0.3 | 26.6 ± 2.0 |
| | $m_T(\mu\text{g})$ | 2307 | 2143 | 2375 | 2101 | 2567 |
| | $m_0(\mu\text{g})$ | 2299 ± 85 | | | | |
| | % المردود، | 0.32 | 0.78 | 0.43 | 0.48 | 1.04 |
| Cu | $m_s(\mu\text{g})$ | 10.2 ± 0.8 | 11.3 ± 0.5 | 7.8 ± 1.2 | 10.5 ± 1.5 | 8.2 ± 0.5 |
| | $m_i(\mu\text{g})$ | 1.6 ± 0.3 | 1.7 ± 0.20 | 1.4 ± 0.4 | 1.7 ± 0.5 | 2.2 ± 0.2 |
| | $m_T(\mu\text{g})$ | 11.8 | 13.0 | 9.2 | 12.2 | 10.4 |
| | $m_0(\mu\text{g})$ | 11.3 ± 1.71 | | | | |
| | % المردود، | 13.6 | 13.1 | 15.2 | 13.9 | 21.2 |
| Zn | $m_s(\mu\text{g})$ | 35.3 ± 1.6 | 38.2 ± 1.6 | 37.2 ± 1.8 | 40.2 ± 1.6 | 41.6 ± 1.6 |
| | $m_i(\mu\text{g})$ | 3.2 ± 0.3 | 3.5 ± 0.3 | 3.5 ± 0.3 | 3.6 ± 0.3 | 4.2 ± 0.3 |
| | $m_T(\mu\text{g})$ | 38.5 | 41.7 | 40.7 | 43.8 | 45.8 |
| | $m_0(\mu\text{g})$ | 42.1 ± 1.9 | | | | |
| | % المردود، | 8.3 | 8.4 | 8.6 | 8.2 | 9.2 |
| Br | $m_s(\mu\text{g})$ | 2.7 ± 0.2 | 3.4 ± 0.4 | 2.7 ± 0.3 | 2.9 ± 0.4 | 3.0 ± 0.4 |
| | $m_i(\mu\text{g})$ | 2.4 ± 0.2 | 3.2 ± 0.2 | 4.0 ± 0.3 | 4.3 ± 0.3 | 4.3 ± 0.3 |
| | $m_T(\mu\text{g})$ | 5.1 | 6.6 | 6.7 | 7.2 | 7.3 |
| | $m_0(\mu\text{g})$ | 6.57 ± 0.53 | | | | |
| | % المردود، | 47.1 | 48.5 | 59.7 | 59.7 | 58.9 |
| Rb | $m_s(\mu\text{g})$ | ٤.5 ± 0.2 | 4.2 ± 0.1 | 4.2 ± 0.3 | 3.9 ± 0.3 | 4.8 ± 0.1 |
| | $m_i(\mu\text{g})$ | 1.1 ± 0.1 | 1.5 ± 0.1 | 2.0 ± 0.3 | 2.1 ± 0.2 | 2.1 ± 0.2 |
| | $m_T(\mu\text{g})$ | ٥.6 | 5.7 | 6.2 | 6.0 | 6.9 |
| | $m_0(\mu\text{g})$ | 5.07 ± 0.39 | | | | |
| | % المردود، | 19.6 | 26.3 | 32.3 | 35.0 | 30.4 |
| Sr | $m_s(\mu\text{g})$ | 161 ± 6 | 160 ± 6 | 152 ± 5 | 162 ± 6 | 164 ± 7 |
| | $m_i(\mu\text{g})$ | 10.3 ± 1.1 | 15.3 ± 1.5 | 21.2 ± 1.1 | 22.8 ± 0.5 | 24.4 ± 1.7 |
| | $m_T(\mu\text{g})$ | 171 | 175 | 173 | 184 | 188 |
| | $m_0(\mu\text{g})$ | 173 ± 6.2 | | | | |

المردود، % 6.0 8.7 12.3 12.4 13.0
 m_0^* محتوى العناصر الكيميائية في العينة النباتية الجافة، m_s محتوى العناصر الكيميائية في المتبقي الصلب من العينة النباتية المعالجة بالماء، m_i محتوى العناصر الكيميائية في المستخلص المائي، m_T مجموع محتوى العناصر الكيميائية في الجزئين m_s و m_i ، المردود يمثل النسبة المئوية لانتقال العناصر الكيميائية إلى المستخلص المائي و يحسب من حاصل قسمة محتوى العنصر في الجزء m_i على مجموع المحتوى m_T مضروباً بـ 100.

الجدول 8.9. مردود انتقال العناصر الكيميائية من أوراق الكمون (L.Cc.15) إلى المستخلص المائي بدرجات حرارة مختلفة في موقع حلب-أعزاز

| العنصر | *الكسر المحلل | ٢٥ °C | ٤٠ °C | ٥٥ °C | ٧٠ °C | ٩٠ °C |
|--------|--------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| K | $m_s(\mu\text{g})$ | 2082 ± 196 | 2232 ± 316 | 2176 ± 260 | 2054 ± 251 | 2161 ± 273 |
| | $m_i(\mu\text{g})$ | 9863 ± 771 | 10365 ± 754 | 10184 ± 768 | 11897 ± 950 | 12171 ± 885 |
| | $m_T(\mu\text{g})$ | 11945 | 12597 | 12360 | 13951 | 14332 |
| | $m_0(\mu\text{g})$ | 13040 ± 730 | | | | |
| | المردود، % | 82.6 | 82.3 | 82.4 | 85.3 | 84.9 |
| Ca | $m_s(\mu\text{g})$ | 12101 ± 506 | 12124 ± 539 | 12745 ± 593 | 11912 ± 569 | 12471 ± 562 |
| | $m_i(\mu\text{g})$ | 1506 ± 131 | 1648 ± 120 | 1381 ± 107 | 1607 ± 136 | 1857 ± 136 |
| | $m_T(\mu\text{g})$ | 13607 | 13772 | 14126 | 13519 | 14328 |
| | $m_0(\mu\text{g})$ | 13870 ± 610 | | | | |
| | المردود، % | 11.1 | 12.0 | 9.8 | 11.9 | 13.0 |
| Mn | $m_s(\mu\text{g})$ | 27.3 ± 4.1 | 27.5 ± 3.8 | 21.0 ± 3.8 | 22.8 ± 4.3 | 28.0 ± 5.0 |
| | $m_i(\mu\text{g})$ | <5 | <5 | <5 | <5 | <5 |
| | $m_T(\mu\text{g})$ | <29.3 | <32.5 | <26.0 | <27.8 | <29.0 |
| | $m_0(\mu\text{g})$ | 24.6 ± 7.1 | | | | |
| | المردود، % | <17.1 | <15.4 | <19.2 | <18.0 | <17.2 |
| Fe | $m_s(\mu\text{g})$ | 214 ± 9 | 259 ± 12 | 249 ± 10 | 235 ± 10 | 236 ± 10 |
| | $m_i(\mu\text{g})$ | 10.9 ± 1.3 | 15.6 ± 1.2 | 10.0 ± 1.4 | 12.3 ± 2.3 | 14.1 ± 1.2 |
| | $m_T(\mu\text{g})$ | 225 | 275 | 259 | 247 | 250 |
| | $m_0(\mu\text{g})$ | 251 ± 11 | | | | |
| | المردود، % | 4.8 | 5.7 | 3.9 | 5.0 | 5.6 |
| Cu | $m_s(\mu\text{g})$ | 10.9 ± 1.6 | 12.2 ± 1.4 | 12.5 ± 1.4 | 12.3 ± 1.4 | 10.3 ± 1.8 |
| | $m_i(\mu\text{g})$ | 5.8 ± 0.9 | 5.5 ± 0.5 | 4.9 ± 0.6 | 6.7 ± 0.9 | 5.3 ± 0.4 |
| | $m_T(\mu\text{g})$ | 16.7 | 17.7 | 17.4 | 19.0 | 15.6 |
| | $m_0(\mu\text{g})$ | 17.4 ± 1.71 | | | | |
| | المردود، % | 34.7 | 31.1 | 28.2 | 35.3 | 34.0 |
| Zn | $m_s(\mu\text{g})$ | 38.7 ± 1.7 | 46.0 ± 2.2 | 44.9 ± 2.0 | 42 ± 1.9 | 44.6 ± 2.0 |
| | $m_i(\mu\text{g})$ | 9.6 ± 0.9 | 10.0 ± 0.8 | 9.1 ± 0.7 | 10.1 ± 0.6 | 10.5 ± 0.8 |
| | $m_T(\mu\text{g})$ | 48.3 | 56 | 54.0 | 52.1 | 55.1 |
| | $m_0(\mu\text{g})$ | 53.1 ± 2.3 | | | | |
| | المردود، % | 19.9 | 17.9 | 16.9 | 19.4 | 19.1 |
| Br | $m_s(\mu\text{g})$ | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 |
| | $m_i(\mu\text{g})$ | 2.40 ± 0.20 | 2.70 ± 0.20 | 2.62 ± 0.21 | 2.83 ± 0.61 | 3.3 ± 0.2 |
| | $m_T(\mu\text{g})$ | <4.40 | <4.70 | <4.63 | <4.83 | <5.5 |
| | $m_0(\mu\text{g})$ | 4.99 ± 0.39 | | | | |
| | المردود، % | <54.6 | <57.5 | <56.6 | <58.6 | <60.0 |
| Rb | $m_s(\mu\text{g})$ | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 |
| | $m_i(\mu\text{g})$ | 2.5 ± 0.2 | 2.6 ± 0.2 | 2.6 ± 0.2 | 2.9 ± 0.2 | 3.6 ± 0.3 |

| | | | | | | |
|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|--------------------|----|
| <5.6 | <4.9 | <4.6 | <4.6 | <4.5 | $m_T(\mu\text{g})$ | |
| | | | | 4.86 ± 0.43 | $m_0(\mu\text{g})$ | |
| <64.3 | <59.2 | <56.5 | <56.5 | <55.6 | % المردود، | |
| 63.7 ± 2.5 | 57.2 ± 2.2 | 64.7 ± 2.5 | 60.2 ± 2.3 | 48.7 ± 1.8 | $m_s(\mu\text{g})$ | Sr |
| 13.8 ± 1.0 | 11.1 ± 0.9 | 11.1 ± 0.9 | 11.8 ± 0.9 | 11.7 ± 0.9 | $m_i(\mu\text{g})$ | |
| 77.5 | 68.3 | 75.8 | 72.0 | 60.4 | $m_T(\mu\text{g})$ | |
| | | | | 70.8 ± 2.6 | $m_0(\mu\text{g})$ | |
| 17.8 | 16.3 | 14.6 | 16.4 | 19.4 | % المردود، | |

* m_0 محتوى العناصر الكيميائية في العينة النباتية الجافة، m_s محتوى العناصر الكيميائية في المتبقي الصلب من العينة النباتية المعالجة بالماء، m_i محتوى العناصر الكيميائية في المستخلص المائي، m_T مجموع محتوى العناصر الكيميائية في الجزئين m_s و m_i ، المردود يمثل النسبة المئوية لانتقال العناصر الكيميائية إلى المستخلص المائي و يحسب من حاصل قسمة محتوى العنصر في الجزء m_i على مجموع المحتوى m_T مضروباً بـ 100.

الجدول 9.9. مردود انتقال العناصر الكيميائية من ساق نبات عرق السوس (Gg.6) إلى المستخلص المائي بدرجات حرارة مختلفة في موقع الكسوة-مقيلية

| العنصر | *الكسر المحلل | ٢٥ °C | ٤٠ °C | ٥٥ °C | ٧٠ °C | ٩٠ °C |
|--------|--------------------|------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| K | $m_s(\mu\text{g})$ | 693 ± 194 | <500 | 521 ± 97 | <500 | <500 |
| | $m_i(\mu\text{g})$ | 5310 ± 407 | 4900 ± 396 | 5256 ± 394 | 5356 ± 373 | 4454 ± 327 |
| | $m_T(\mu\text{g})$ | 6003 | 5892 | 5777 | 5892 | 5892 |
| | $m_0(\mu\text{g})$ | 5892 ± 284 | | | | |
| | % المردود، | 88.5 | 83.2 | 91.0 | 90.9 | 75.6 |
| Ca | $m_s(\mu\text{g})$ | 129929 ± 572 | 14603 ± 735 | 12975 ± 487 | 11681 ± 543 | 13298 ± 761 |
| | $m_i(\mu\text{g})$ | 967 ± 90 | 821 ± 79 | 882 ± 86 | 1040 ± 78 | 821 ± 61 |
| | $m_T(\mu\text{g})$ | 13896 | 15424 | 13875 | 12721 | 14119 |
| | $m_0(\mu\text{g})$ | 14300 ± 640 | | | | |
| | % المردود، | 7.0 | 5.3 | 6.4 | 8.2 | 5.8 |
| Mn | $m_s(\mu\text{g})$ | <5 | <5 | <5 | <5 | <5 |
| | $m_i(\mu\text{g})$ | 4.4 ± 0.6 | <5 | <5 | 4.7 ± 0.8 | 5.1 ± 0.9 |
| | $m_T(\mu\text{g})$ | <9.4 | <10 | <10 | <9.7 | <10.1 |
| | $m_0(\mu\text{g})$ | 10.0 ± 3 | | | | |
| | % المردود، | <46.8 | <50.0 | <50.0 | <48.5 | <50.5 |
| Fe | $m_s(\mu\text{g})$ | 125 ± 14 | 165 ± 11 | 109 ± 6 | 78.6 ± 9.9 | 112 ± 14 |
| | $m_i(\mu\text{g})$ | 11.8 ± 3.4 | 8.9 ± 2.6 | 9.4 ± 3.4 | 14.4 ± 1.5 | 12.0 ± 1.1 |
| | $m_T(\mu\text{g})$ | 137 | 174 | 118 | 93 | 124 |
| | $m_0(\mu\text{g})$ | 130 ± 8 | | | | |
| | % المردود، | 8.6 | 5.1 | 8.0 | 15.5 | 9.7 |
| Cu | $m_s(\mu\text{g})$ | 3.7 ± 0.9 | 2.8 ± 0.9 | <4.0 | <4.0 | <4.0 |
| | $m_i(\mu\text{g})$ | 1.8 ± 0.2 | 2.1 ± 0.3 | 1.4 ± 0.2 | 1.9 ± 0.2 | 2.2 ± 0.2 |
| | $m_T(\mu\text{g})$ | 5.5 | 4.9 | <5.4 | <5.9 | <6.2 |
| | $m_0(\mu\text{g})$ | 5.20 ± 1.23 | | | | |
| | % المردود، | 32.7 | 42.9 | <25.9 | <32.2 | <35.5 |
| Zn | $m_s(\mu\text{g})$ | 8.8 ± 0.8 | 9.3 ± 1.0 | 8.3 ± 0.7 | 6.9 ± 0.9 | 7.7 ± 0.7 |
| | $m_i(\mu\text{g})$ | 4.4 ± 0.5 | 5.1 ± 0.5 | 3.5 ± 0.4 | 5.9 ± 0.4 | 6.1 ± 0.4 |
| | $m_T(\mu\text{g})$ | 13.2 | 14.4 | 11.8 | 12.8 | 13.8 |
| | $m_0(\mu\text{g})$ | 13.2 ± 1.3 | | | | |
| | % المردود، | 33.3 | 35.4 | 29.7 | 46.1 | 44.2 |

| | | | | | | |
|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------------------------------|----|
| < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | $m_s(\mu\text{g})$ | Br |
| 0.64 ± 0.05 | 0.73 ± 0.05 | 0.49 ± 0.09 | 0.68 ± 0.08 | 0.81 ± 0.09 | $m_i(\mu\text{g})$ | |
| <2.64 | <2.73 | <2.49 | <2.68 | <2.81 | $m_T(\mu\text{g})$ | |
| <24.2 | <26.7 | <19.7 | <25.4 | 2.51 ± 0.39 | $m_0(\mu\text{g})$ المردود، % | |
| < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | $m_s(\mu\text{g})$ | Rb |
| 1.07 ± 0.07 | 1.22 ± 0.09 | 0.92 ± 0.09 | 1.22 ± 0.22 | 1.43 ± 0.12 | $m_i(\mu\text{g})$ | |
| <3.07 | <3.22 | <2.92 | <3.22 | <3.43 | $m_T(\mu\text{g})$ | |
| <34.9 | <37.9 | <31.5 | <37.9 | 2.23 ± 0.26 | $m_0(\mu\text{g})$ المردود، % | |
| 84.0 ± 3.2 | 69.3 ± 2.4 | 78.7 ± 2.4 | 99.2 ± 3.6 | 94.4 ± 3.6 | $m_s(\mu\text{g})$ | Sr |
| 2.20 ± 0.39 | 2.09 ± 0.16 | 1.50 ± 0.13 | 1.79 ± 0.14 | 2.12 ± 0.18 | $m_i(\mu\text{g})$ | |
| 86.2 | 71.4 | 80.2 | 101 | 96.5 | $m_T(\mu\text{g})$ | |
| 2.6 | 2.9 | 2.1 | 1.8 | 110 ± 4 | $m_0(\mu\text{g})$ المردود، % | |

* m_0 محتوى العناصر الكيميائية في العينة النباتية الجافة، m_s محتوى العناصر الكيميائية في المتبقي الصلب من العينة النباتية المعالجة بالماء، m_i محتوى العناصر الكيميائية في المستخلص المائي، m_T مجموع محتوى العناصر الكيميائية في الجزئين m_s و m_i ، المردود يمثل النسبة المئوية لانتقال العناصر الكيميائية إلى المستخلص المائي و يحسب من حاصل قسمة محتوى العنصر في الجزء m_i على مجموع المحتوى m_T مضروباً بـ 100.

الجدول 10.9. مردود انتقال العناصر الكيميائية من أوراق المليسة (L.Mo.13) إلى المستخلص المائي بدرجات حرارة مختلفة في موقع السلمية

| العنصر | *الكسر المحلل | ٢٥ °C | ٤٠ °C | ٥٥ °C | ٧٠ °C | ٩٠ °C |
|--------|----------------------------------|--------------------------|------------------|------------------|-----------------|-----------------|
| K | $m_s(\mu\text{g})$ | 964 ± 58 | 1110 ± 248 | 1272 ± 85 | 1052 ± 73 | 1112 ± 73 |
| | $m_i(\mu\text{g})$ | 8549 ± 625 | 8353 ± 655 | 8391 ± 663 | 7625 ± 559 | 7947 ± 633 |
| | $m_T(\mu\text{g})$ | 9513 | 9463 | 9663 | 8677 | 9059 |
| | $m_0(\mu\text{g})$ المردود، % | 9338 ± 348 89.9 | 90.4 | 86.8 | 87.9 | 87.7 |
| Ca | $m_s(\mu\text{g})$ | 25722 ± 951 | 27990 ± 1332 | 27700 ± 1019 | 24871 ± 946 | 24905 ± 933 |
| | $m_i(\mu\text{g})$ | 9648 ± 704 | 9685 ± 767 | 9794 ± 765 | 10876 ± 794 | 10289 ± 827 |
| | $m_T(\mu\text{g})$ | 35370 | 37675 | 37494 | 35747 | 35194 |
| | $m_0(\mu\text{g})$ المردود، % | 36960 ± 1350 27.3 | 25.7 | 26.1 | 30.4 | 29.2 |
| Mn | $m_s(\mu\text{g})$ | 206 ± 8 | 215 ± 12 | 209 ± 8 | 192 ± 5 | 171 ± 3 |
| | $m_i(\mu\text{g})$ | 5.54 ± 0.71 | 4.77 ± 0.61 | 4.73 ± 0.61 | 14.3 ± 1.9 | 37 ± 3 |
| | $m_T(\mu\text{g})$ | 212 | 220 | 213 | 206 | 208 |
| | $m_0(\mu\text{g})$ المردود، % | 217 ± 8 2.61 | 2.17 | 2.22 | 6.94 | 17.8 |
| Fe | $m_s(\mu\text{g})$ | 106 ± 4 | 97.5 ± 6.0 | 104 ± 4 | 95 ± 4 | 90.9 ± 3.3 |
| | $m_i(\mu\text{g})$ | 4.3 ± 2.0 | 6.5 ± 1.7 | 10.1 ± 2.8 | 12.4 ± 1.5 | 15.5 ± 3.1 |
| | $m_T(\mu\text{g})$ | 110 | 104 | 114 | 107 | 106 |
| | $m_0(\mu\text{g})$ المردود، % | 107 ± 4 3.90 | 6.25 | 8.86 | 11.6 | 14.6 |
| Cu | $m_s(\mu\text{g})$ | 7.72 ± 0.59 | 7.70 ± 1.17 | 9.41 ± 0.61 | 7.72 ± 0.58 | 6.52 ± 0.58 |
| | $m_i(\mu\text{g})$ | 4.32 ± 0.39 | 4.90 ± 1.27 | 4.48 ± 0.97 | 6.66 ± 0.63 | 4.19 ± 0.84 |

| | | | | | | |
|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|--------------------|----|
| 10.7 | 14.4 | 13.9 | 12.6 | 12.0 | $m_T(\mu\text{g})$ | Zn |
| | | | | 13.5 ± 0.9 | $m_0(\mu\text{g})$ | |
| 39.2 | 46.3 | 32.2 | 38.9 | 36.0 | % المردود، | |
| 25.9 ± 1.1 | 28.6 ± 1.1 | 29.1 ± 1.1 | 25.5 ± 1.5 | 26.7 ± 1.0 | $m_s(\mu\text{g})$ | |
| 10.1 ± 0.9 | 13.0 ± 1.0 | 11.6 ± 1.0 | 11.4 ± 1.0 | 10.9 ± 0.8 | $m_i(\mu\text{g})$ | |
| 36.0 | 41.6 | 40.7 | 36.9 | 37.6 | $m_T(\mu\text{g})$ | Br |
| | | | | 40.2 ± 1.3 | $m_0(\mu\text{g})$ | |
| 28.1 | 31.3 | 28.5 | 30.9 | 29.0 | % المردود، | |
| < 1.65 | < 1.66 | < 1.74 | < 1.74 | < 1.70 | $m_s(\mu\text{g})$ | |
| 2.70 ± 0.28 | 2.80 ± 0.21 | 3.41 ± 0.28 | 3.37 ± 0.29 | 3.08 ± 0.23 | $m_i(\mu\text{g})$ | |
| < 4.35 | < 4.46 | < 5.15 | < 5.11 | < 4.78 | $m_T(\mu\text{g})$ | Rb |
| | | | | 3.10 ± 0.19 | $m_0(\mu\text{g})$ | |
| < 62.1 | < 62.8 | < 66.2 | < 66.0 | < 64.4 | % المردود، | |
| < 1.65 | < 1.66 | < 1.74 | < 1.74 | < 2 | $m_s(\mu\text{g})$ | |
| 1.68 ± 0.19 | 1.95 ± 0.14 | 2.15 ± 0.22 | 1.91 ± 0.18 | 2.13 ± 0.17 | $m_i(\mu\text{g})$ | |
| < 3.33 | < 3.61 | < 3.89 | < 3.65 | < 4.13 | $m_T(\mu\text{g})$ | Sr |
| | | | | 3.1 ± 0.13 | $m_0(\mu\text{g})$ | |
| < 50.5 | < 50.0 | < 55.3 | < 52.2 | < 51.6 | % المردود، | |
| 423 ± 8 | 451 ± 9 | 465 ± 10 | 479 ± 10 | 404 ± 9 | $m_s(\mu\text{g})$ | |
| 66.8 ± 4.9 | 79.7 ± 5.7 | 67.5 ± 4.9 | 65.5 ± 4.8 | 62.5 ± 4.5 | $m_i(\mu\text{g})$ | |
| 590 | 531 | 533 | 545 | 517 | $m_T(\mu\text{g})$ | |
| | | | | 513 ± 15 | $m_0(\mu\text{g})$ | |
| 11.3 | 15.0 | 12.7 | 12.0 | 12.1 | % المردود، | |

* m_0 محتوى العناصر الكيميائية في العينة النباتية الجافة، m_s محتوى العناصر الكيميائية في المتبقي الصلب من العينة النباتية المعالجة بالماء، m_i محتوى العناصر الكيميائية في المستخلص المائي، m_T مجموع محتوى العناصر الكيميائية في الجزئين m_s و m_i ، المردود يمثل النسبة المئوية لانتقال العناصر الكيميائية إلى المستخلص المائي و يحسب من حاصل قسمة محتوى العنصر في الجزء m_i على مجموع المحتوى m_T مضروباً بـ 100.

الجدول 11.9. مردود انتقال العناصر الكيميائية من أوراق إكليل الجبل (L.Ro.7) إلى المستخلص المائي بدرجات حرارة مختلفة في موقع تل حديا/حلب

| العنصر | *الكسر المحلل | ٢٥ °C | ٤٠ °C | ٥٥ °C | ٧٠ °C | ٩٠ °C |
|--------|--------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| K | $m_s(\mu\text{g})$ | 1512 ± 150 | 2503 ± 105 | 2401 ± 193 | 2059 ± 165 | 2117 ± 91 |
| | $m_i(\mu\text{g})$ | 16140 ± 1359 | 16080 ± 1311 | 16504 ± 1325 | 15878 ± 1251 | 15826 ± 2302 |
| | $m_T(\mu\text{g})$ | 17652 | 18583 | 18905 | 17937 | 17943 |
| | $m_0(\mu\text{g})$ | 17940 ± 660 | | | | |
| | % المردود، | 90.0 | 86.5 | 87.3 | 88.5 | 88.2 |
| Ca | $m_s(\mu\text{g})$ | 6436 ± 257 | 6703 ± 246 | 6988 ± 335 | 7174 ± 317 | 6659 ± 285 |
| | $m_i(\mu\text{g})$ | 3207 ± 304 | 2936 ± 297 | 2476 ± 240 | 2901 ± 281 | 2720 ± 246 |
| | $m_T(\mu\text{g})$ | 9643 | 9639 | 9464 | 10075 | 9379 |
| | $m_0(\mu\text{g})$ | 10280 ± 380 | | | | |
| | % المردود، | 33.3 | 30.5 | 26.2 | 28.8 | 29.0 |
| Mn | $m_s(\mu\text{g})$ | 41.8 ± 7.4 | 40.2 ± 2.8 | 42.6 ± 5.5 | 41.9 ± 3.7 | 42.8 ± 1.8 |
| | $m_i(\mu\text{g})$ | 11.8 ± 3.3 | 13.0 ± 3.6 | 13.2 ± 2.3 | 12.2 ± 1.8 | 13.4 ± 1.9 |
| | $m_T(\mu\text{g})$ | 53.6 | 53.2 | 55.8 | 54.1 | 56.2 |
| | $m_0(\mu\text{g})$ | 58.9 ± 3.3 | | | | |

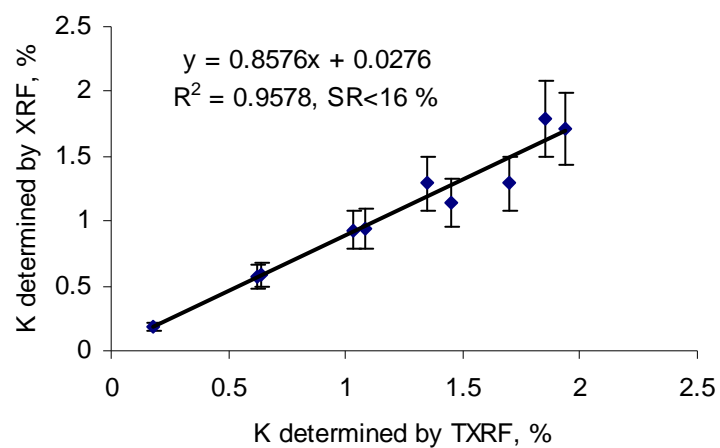
| 23.8 | 22.6 | 23.7 | 24.4 | 22.0 | المردود، % | |
|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------------|----|
| 354 ± 9 | 352 ± 11 | 341 ± 10 | 357 ± 16 | 349 ± 17 | $m_s(\mu\text{g})$ | Fe |
| 20.3 ± 4.4 | 22.9 ± 3.3 | 11.9 ± 1.9 | 13.5 ± 2.1 | 26.2 ± 4.2 | $m_i(\mu\text{g})$ | |
| 374 | 375 | 353 | 371 | 376 | $m_T(\mu\text{g})$ | |
| | | | | 375 ± 14 | $m_0(\mu\text{g})$ | |
| 5.4 | 6.1 | 3.4 | 3.6 | 7.0 | المردود، % | |
| 1.09 ± 0.30 | <1 | <1 | <1 | <1 | $m_s(\mu\text{g})$ | Cu |
| 6.08 ± 1.52 | 5.55 ± 1.37 | 5.73 ± 1.02 | 5.76 ± 1.33 | 5.83 ± 1.30 | $m_i(\mu\text{g})$ | |
| 7.17 | <6.55 | <6.73 | <8.76 | <6.83 | $m_T(\mu\text{g})$ | |
| | | | | 7.08 ± 0.54 | $m_0(\mu\text{g})$ | |
| 84.8 | <78.4 | <80.9 | <81.4 | <74.5 | المردود، % | |
| 16.6 ± 0.6 | 16.2 ± 1.0 | 15.4 ± 1.0 | 11.9 ± 0.5 | 10.5 ± 0.8 | $m_s(\mu\text{g})$ | Zn |
| 11.1 ± 1.4 | 12.4 ± 1.7 | 13.5 ± 1.2 | 14.3 ± 1.5 | 16.9 ± 1.6 | $m_i(\mu\text{g})$ | |
| 27.7 | 28.6 | 28.9 | 26.2 | 27.4 | $m_T(\mu\text{g})$ | |
| | | | | 28.5 ± 1.1 | $m_0(\mu\text{g})$ | |
| 40.1 | 43.4 | 46.7 | 54.6 | 61.7 | المردود، % | |
| < 2.0 | <2.0 | <2.0 | <2.0 | < 2.0 | $m_s(\mu\text{g})$ | Br |
| 26.7 ± 2.0 | 23.2 ± 1.8 | 23.0 ± 1.6 | 27.0 ± 1.9 | 22.1 ± 1.6 | $m_i(\mu\text{g})$ | |
| <28.7 | <25.2 | <25.0 | <29.0 | <24.1 | $m_T(\mu\text{g})$ | |
| | | | | 25.4 ± 0.9 | $m_0(\mu\text{g})$ | |
| <93.0 | <92.1 | <92.0 | <93.1 | <91.7 | المردود، % | |
| < 1.20 | < 1.24 | <1.24 | < 1.30 | < 1.33 | $m_s(\mu\text{g})$ | Rb |
| 6.15 ± 0.53 | 5.77 ± 0.51 | 5.34 ± 0.44 | 6.17 ± 0.51 | 5.65 ± 0.49 | $m_i(\mu\text{g})$ | |
| <7.35 | <7.01 | <6.58 | <7.47 | <6.98 | $m_T(\mu\text{g})$ | |
| | | | | 6.61 ± 0.27 | $m_0(\mu\text{g})$ | |
| <83.7 | <82.3 | 87.1 | <82.6 | <81.0 | المردود، % | |
| 44.1 ± 0.9 | 47.0 ± 1.1 | 48.9 ± 1.1 | 47.9 ± 0.7 | 46.4 ± 0.6 | $m_s(\mu\text{g})$ | Sr |
| 12.8 ± 1.1 | 12.5 ± 1.0 | 10.7 ± 0.9 | 12.3 ± 1.0 | 10.7 ± 0.9 | $m_i(\mu\text{g})$ | |
| 56.9 | 59.5 | 59.6 | 60.2 | 57.1 | $m_T(\mu\text{g})$ | |
| | | | | 60.6 ± 2.2 | $m_0(\mu\text{g})$ | |
| 22.5 | 21.0 | 18.0 | 20.4 | 18.7 | المردود، % | |

* m_0 محتوى العناصر الكيميائية في العينة النباتية الجافة، m_s محتوى العناصر الكيميائية في المتبقي الصلب من العينة النباتية المعالجة بالماء، m_i محتوى العناصر الكيميائية في المستخلص المائي، m_T مجموع محتوى العناصر الكيميائية في الجزئين m_s و m_i ، المردود يمثل النسبة المئوية لانتقال العناصر الكيميائية إلى المستخلص المائي و يحسب من حاصل قسمة محتوى العنصر في الجزء m_i على مجموع المحتوى m_T مضروباً بـ 100.

6.VI. التوافق بين تعيين العناصر الكيميائية في النباتات الطبية باستخدام الـ TXRF و الـ XRF

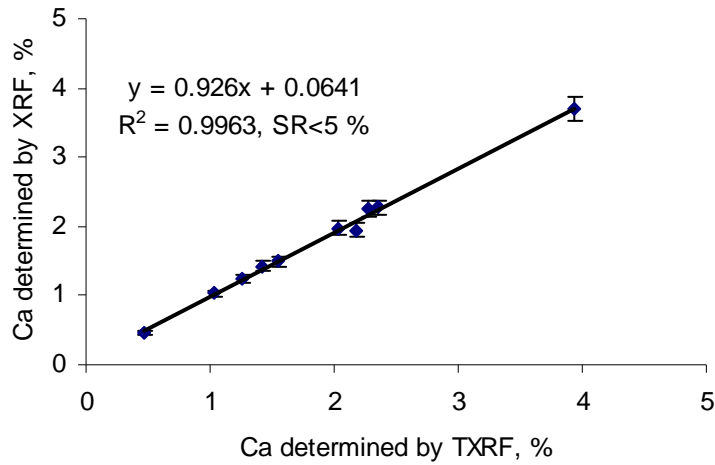
درس التوافق (Agreement) بين نتائج تعيين العناصر الكيميائية في العينات النباتية الجافة بتقنيتي الـ TXRF و الـ XRF. تظهر الأشكال 1.4-9.4 توافقاً في نتائج تعيين كل من الـ Mn, Sr, Ca بخطأ معياري نسبي 5%، 5%، 10%، على الترتيب. في حين تظهر هذه الأشكال توافقاً في نتائج تعيين كل من الـ Cu, K, Rb، Zn, Fe, Br بخطأ معياري نسبي 11%، 12%، 13%، 15%، 16%، 20%، على الترتيب. أظهرت طريقة الـ XRF لتعيين الـ Br أفضلية نسبية على تعيين

هذا العنصر بتقنية الـ TXRF، و يمكن أن يعود السبب إلى ضياع جزئي في الـ Br أثناء تبخير العينة على حوامل الكوارتز للتحليل بالـ TXRF.



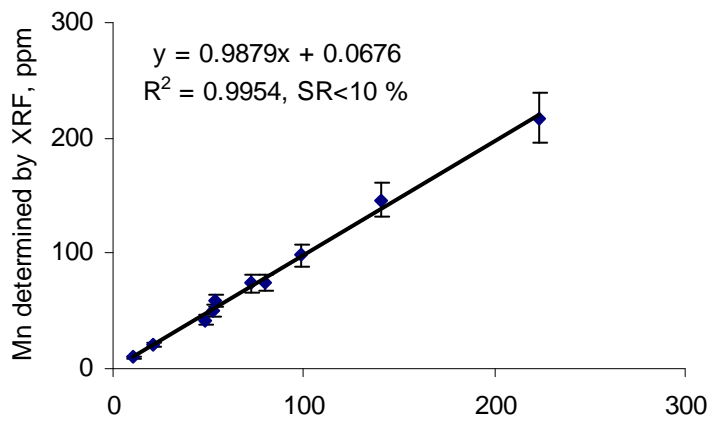
الشكل 4. ١. مقارنة تعيين الـ K في العينات النباتية بتقنيتي الـ TXRF و الـ

XRF



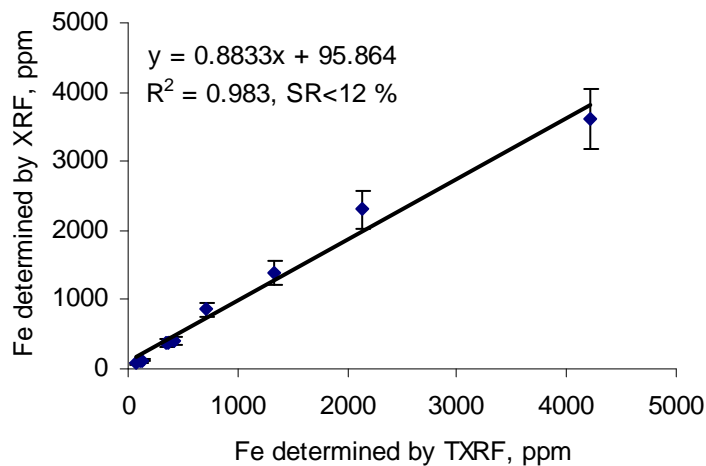
الشكل 4. ٢. مقارنة تعيين الـ Ca في العينات النباتية بتقنيتي الـ TXRF و الـ

XRF



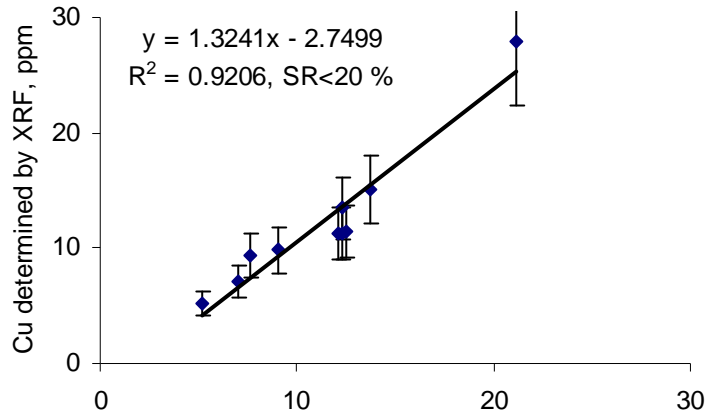
الشكل 4. ٣. مقارنة تعيين الـ Mn في العينات النباتية بتقنيتي الـ TXRF و الـ

XRF



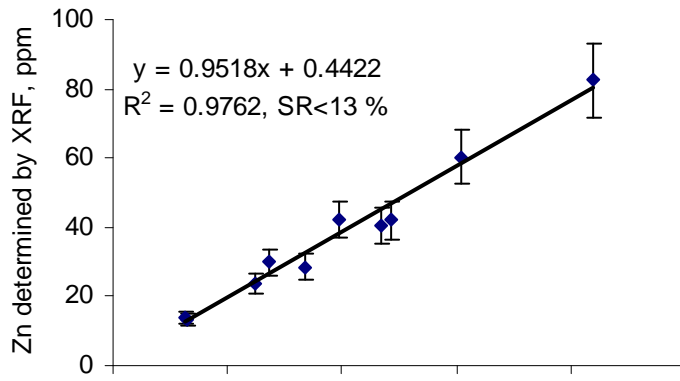
الشكل 4. 4. مقارنة تعيين الـ Fe في العينات النباتية بتقنيتي الـ TXRF و الـ

XRF



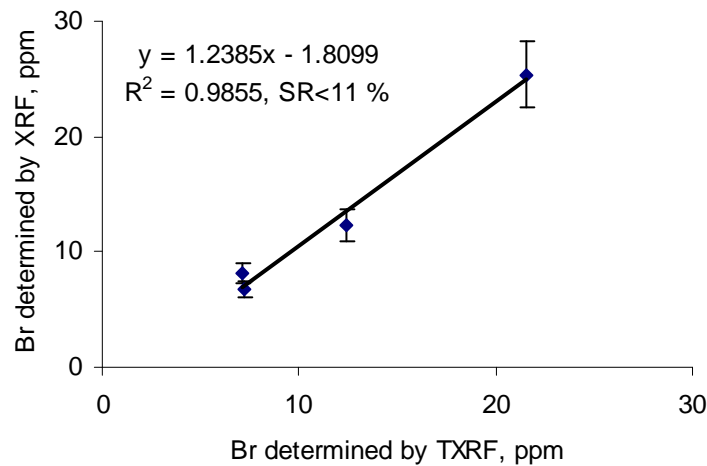
الشكل 4. 5. مقارنة تعيين الـ Cu في العينات النباتية بتقنيتي الـ TXRF و الـ

XRF



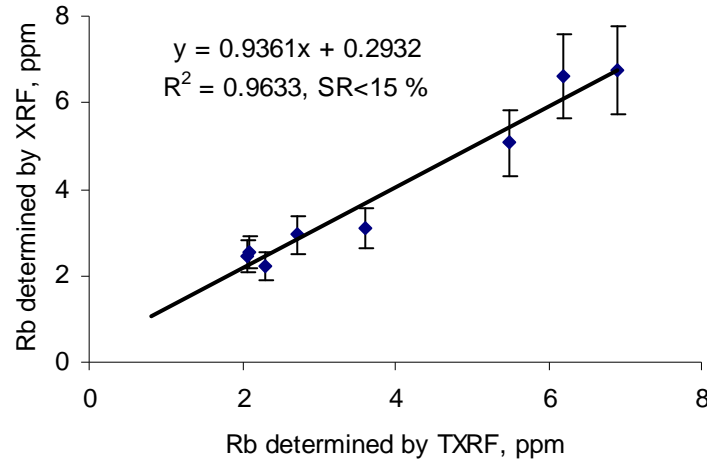
الشكل 4. 6. مقارنة تعيين الـ Zn في العينات النباتية بتقنيتي الـ TXRF و الـ

XRF



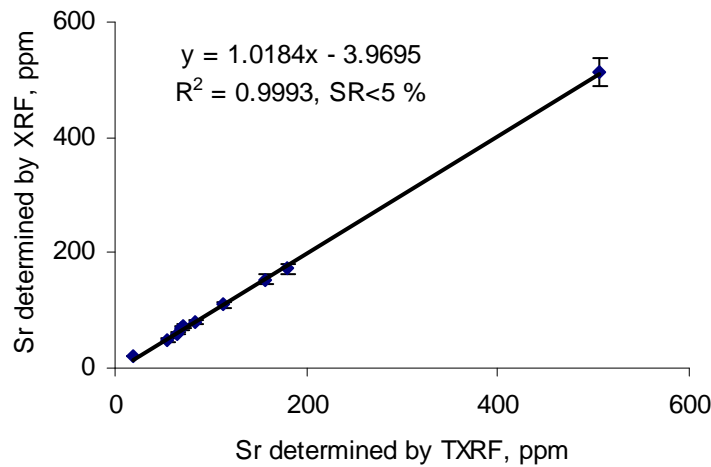
الشكل 4.7. مقارنة تعيين الـ Br في العينات النباتية بتقنيتي الـ TXRF و الـ

XRF



الشكل 4.8. مقارنة تعيين الـ Rb في العينات النباتية بتقنيتي الـ TXRF و الـ

XRF



الشكل 4.9. مقارنة تعيين الـ Sr في العينات النباتية بتقنيتي الـ TXRF و الـ

XRF

7.VI. دراسة انتقال العناصر الكيميائية من النباتات الطبية إلى مستخلصاتها بدلالة درجة الحرارة

درس مردود انتقال بعض العناصر الكيميائية إلى مستخلص بعض النباتات بدلالة درجة الحرارة باستخدام تقنية الـ XRF و أشارت النتائج إلى ما يلي:

البوتاسيوم. تراوح تركيز الـ K الكلي ما بين 1807 ± 126 ppm في شباشيل الذرة/دير الزور (Zm.16) و 17940 ± 660 ppm في أوراق إكليل الجبل/تل حديا- حلب (L.Ro.7). انتقل الـ K من العينات النباتية إلى المستخلص النباتي بنسب كبيرة تتراوح ما بين: ٥٧,٢ % في أوراق نبات الينسون/الكسوة-درخبية (L.Av.5) و ٩٠ % في أوراق نبات إكليل الجبل (L.Ro.7) بالدرجة 25°C ، مع ملاحظة زيادة مردود انتقال هذا العنصر بارتفاع درجة حرارة المستخلص، حيث وصل مردود الانتقال إلى حدود عظمى ٩١ % بدرجتي حرارة المستخلص المائي 55°C و 70°C لنبات عرق السوس/مقلبية-الكسوة-دمشق (Gg.6). بينت النتائج أنّ الـ K يتأثر طردياً بدرجة حرارة المستخلص المائي فقط بالنسبة للعينات النباتية التالية: أوراق الشيح/دير الزور (L.Aha.16) و وساق و جذور الشيح/دير الزور (R.Aha.16) و أوراق النعنع المائي/درخبية-الكسوة-دمشق (L.Ma.5) و أوراق نبات الكمون/إعزاز-حلب (L.Cc.15) (الشكل 1.5).

الكالسيوم. تراوح تركيز الـ Ca الكلي ما بين 4632 ± 100 ppm في شباشيل الذرة/دير الزور (Zm.16) و 36960 ± 1350 ppm في أوراق المليسة/السلمية- حماه (L.Mo.13). انتقل الـ Ca من العينات النباتية إلى المستخلص النباتي بنسب صغيرة، بالمقارنة بالـ K، تراوحت ما بين قيمة صغرى: 4.44 ± 0.54 % من التركيز الكلي في أوراق نبات الينسون/الكسوة-درخبية (L.Av.5) بغض النظر عن درجة حرارة المستخلص و قيمة انتقال عظمى: 29.56 ± 2.60 % في أوراق نبات إكليل الجبل (L.Ro.7) و بغض النظر عن درجة الحرارة. يظهر الشكل 2.5 انتقال الـ Ca بمردود أعظمي في مجال درجة حرارة المستخلص من 55°C إلى 70°C في معظم العينات النباتية المدروسة.

المنغنيز. كان تركيز الـ Mn في أوراق المليسة/السلمية-حماه (L.Mo.13) مرتفعاً نسبياً بتركيز كلي وصل إلى 217 ± 8 ppm، بينما انخفض تركيز هذا العنصر إلى حدود دنيا 10.0 ± 3 ppm في عرق السوس/مقلبية-الكسوة-دمشق (Gg.6)، مما يشير إلى أنّ تركيز الـ Mn في عدد من النباتات الطبية أعلى من تركيزه في كثير من الخضار و ثمار الفواكه التي يتناولها الإنسان (Kabata-Pendias (1.3-29 ppm) and Pendias, 1984). كان عموماً تركيز الـ Mn في المستخلص النباتي بالمقارنة مع تركيز هذا العنصر في الجزء الصلب صغيراً (الشكل 6). تأثر انتقال الـ Mn من العينات النباتية إلى المستخلص النباتي بدرجة حرارة المستخلص المائي. و كان أكثر العينات النباتية تأثراً بزيادة درجة حرارة المستخلص من 25°C إلى 90°C العينتين التاليتين: أوراق النعنع المائي/درخبية-الكسوة-دمشق (L.Ma.5) و أوراق المليسة/السلمية-حماه (L.Mo.13)، حيث ارتفع مردود انتقال الـ Mn من 14.7 % إلى 23.8 % و من 2.61 % إلى 17.8 %، في العينتين الأنفتين الذكر، على الترتيب (الشكل 3.5).

الحديد. تراوح التركيز الكلي للـ Fe ما بين 76.9 ± 2.5 ppm في شباشيل الذرة/دير الزور (Zm.16) و 3605 ± 64 ppm في أوراق الشيح/دير الزور (L.Aha.16) و هذا المجال من التراكيز أعلى من مجال تركيز الـ Fe في كثير من ثمار الفواكه و الخضار عموماً (6-86 ppm) (Kabata-Pendias and Pendias, 1984). انتقل الـ Fe من العينات النباتية إلى المستخلص النباتي بنسب صغيرة بالمقارنة مع باقي العناصر الكيميائية. تراوح مردود انتقال هذا العنصر ما بين قيمة صغرى: 0.702 ± 0.241 % من التركيز الكلي في أوراق الشيح/دير الزور (L.Aha.16) بغض النظر عن درجة حرارة المستخلص و قيمة انتقال عظمى: 9.38 ± 3.82 % في عرق السوس/مقلبية-الكسوة-دمشق (Gg.6) و بغض النظر عن درجة الحرارة. تأثر عموماً انتقال الـ Fe من العينة النباتية إلى المستخلص النباتي بدرجة حرارة المستخلص المائي. يلاحظ من الشكل 4.5 تابعة انتقال الـ Fe إلى المستخلص المائي بدلالة درجة الحرارة. يلاحظ من هذا الشكل تابعة عالية للـ Fe في أوراق المليسة/السلمية-حماء (L.Mo.13) بدلالة درجة الحرارة بالمقارنة مع العينات النباتية الأخرى.

النحاس. كان التركيز الكلي للـ Cu في عرق السوس/مقلبية-الكسوة-دمشق (Gg.6) منخفضاً 5.20 ± 1.23 ppm بالمقارنة مع العينات النباتية الأخرى، و كان أعلى تركيز لهذا العنصر 27.9 ± 2.8 ppm في أوراق الشيح/دير الزور (L.Aha.16)، مما يشير إلى أن تركيز الـ Cu في عدد من النباتات الطبية أكبر مما هو عليه في بعض الخضروات و ثمار الفواكه (1.1-8.8 ppm) (Kabata-Pendias and Pendias, 1984). لوحظ ارتفاع ملحوظ في مردود انتقال الـ Cu من العينات النباتية بدلالة درجة حرارة المستخلص المائي في عدد من العينات النباتية، مثلاً: L.Av.5, L.Aha.16, L.Aha.2, R.Aha.16. إذ، لوحظ وجود قفزة في مردود انتقال هذا العنصر في مجال من درجة الحرارة 40°C و حتى 90°C بالمقارنة بدرجة الحرارة 25°C (الشكل 5.5). ارتفع مردود انتقال الـ Cu إلى حدود عظمى 61.4 % مقابل درجة حرارة المستخلص المائي 55°C بالنسبة لأوراق الشيح/صوجة-دمشق (L.Aha.2) و انخفض مردود انتقال الـ Cu إلى حدود دنيا 10.2 % في شباشيل الذرة/دير الزور (Zm.16) مقابل درجة حرارة المستخلص المائي 25°C .

الزنك. تراوح التركيز الكلي للـ Zn ما بين 13.2 ± 1.3 ppm في عرق السوس/مقلبية-الكسوة-دمشق (Gg.6) و 82.6 ± 2.5 ppm في شباشيل الذرة/دير الزور (Zm.16) و يتناسب هذا المجال مع مجال تركيز هذا العنصر في كثير من الخضروات و ثمار الفواكه (1.2-73 ppm) (Kabata-Pendias and Pendias, 1984). لم تظهر زيادة طردية في مردود انتقال الـ Zn مع ارتفاع درجة حرارة المستخلص المائي، بل ظهر، على العكس، في بعض العينات النباتية انخفاض نسبي في مردود انتقال الـ Zn مع ارتفاع درجة حرارة المستخلص، مثلاً: الانخفاض التدريجي لانتقال الـ Zn مع ارتفاع درجة حرارة المستخلص في أوراق نبات إكليل الجبل (L.Ro.7) (الشكل 6.5).

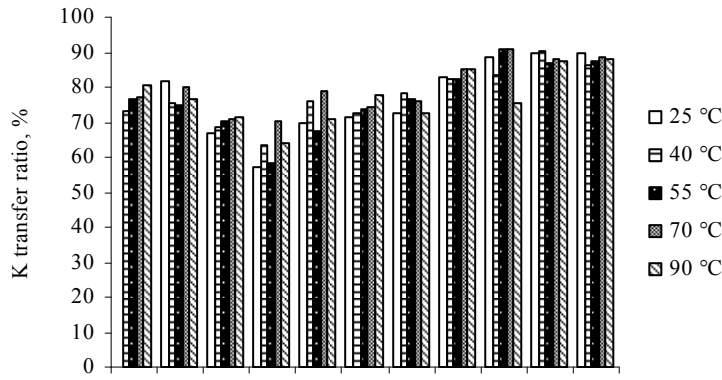
البروم. تراوح التركيز الكلي للـ Br في العينات النباتية المدروسة ما بين 2.02 ± 0.15 ppm في شباشيل الذرة/دير الزور (Zm.16) و 25.4 ± 0.9 ppm في أوراق نبات إكليل الجبل (L.Ro.7) و هذا المجال يوازي مجال تركيز هذا العنصر في عدد من الخضروات أو قد يقل عنه كما هو الحال بالنسبة لنبات الخس (20-22 ppm) و الفجل (24-26 ppm) و يقل أيضاً عما هو بالنسبة لبعض الأعشاب الرعوية، مثلاً البرسيم (19-52 ppm). أشارت النتائج (الجدول 1.8-11.8) إلى ارتفاع مردود انتقال الـ Br من العينات النباتية المدروسة إلى المستخلص المائي و خاصة في العينات النباتية: R.Aha.16, L.Aha.2, L.Aha.16 (الشكل 7.5)، حيث ارتفع مردود انتقال هذا العنصر إلى قيمة عظمى % 87.8 مقابل درجة حرارة المستخلص المائي 70°C في أوراق الشيح/صوجة-دمشق (L.Aha.2)، و انخفض نسبياً في أوراق النعناع/دير الزور (L.Mp.16) إلى حدود دنيا % 47.1 مقابل درجة حرارة المستخلص 25°C . لم يعين مردود انتقال الـ Br في عدد من الحالات و ذلك بسبب انخفاض تركيز الـ Br المتبقي في الناتج الصلب بعد المعالجة بالماء أو في المستخلص المائي.

الروبيديوم. تراوح التركيز الكلي للـ Rb في العينات النباتية المدروسة ما بين $1.2 <$ ppm في شباشيل الذرة/دير الزور (Zm.16) و 6.75 ± 0.09 ppm في أوراق الشيح/دير الزور (L.Aha.16). و كان تركيز الـ Rb في عدد من العينات النباتية دون حدود الكشف، و يعتبر عموماً مجال تركيز الـ Rb في النباتات الطبية المدروسة في هذا البحث أقل من تراكيز لهذا العنصر في كثير من ثمار الفاكهة، مثلاً ثمار التفاح (50 ppm) و الأفوكاته (20 ppm) و أقل بكثير من تركيزه في بعض الأغذية النباتية، مثلاً حبوب الصويا (Kabata-Pendias and Pendias, 220 ppm) (1984). أشارت النتائج (الجدول 1.8-11.8) إلى ارتفاع مردود انتقال الـ Rb من العينات النباتية المدروسة إلى المستخلص المائي و خاصة في العينات النباتية: R.Aha.16, L.Aha.2, L.Aha.16 كما هو الحال بالنسبة للـ Br (الشكل 8.5)، حيث ارتفع مردود انتقال هذا العنصر إلى قيمة عظمى % 78.3 مقابل درجة حرارة المستخلص المائي 25°C في أوراق الشيح/صوجة-دمشق (L.Aha.2)، و انخفض نسبياً في أوراق النعناع/دير الزور (L.Mp.16) إلى حدود دنيا % 19.6 مقابل درجة حرارة المستخلص 25°C ، مع ملاحظة عدم وجود علاقة ارتباط بين درجة حرارة المستخلص و مردود انتقال هذا العنصر.

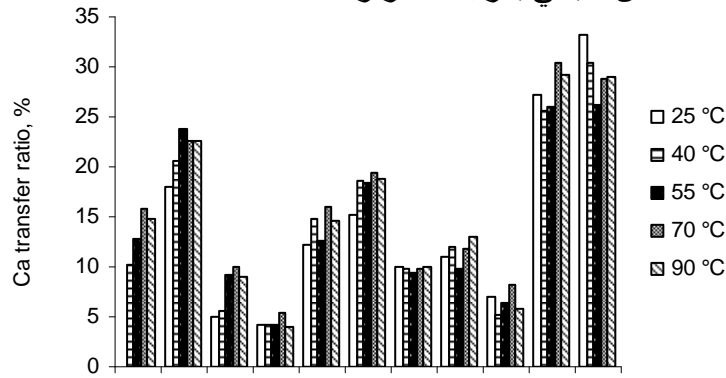
السترانسيوم. تراوح التركيز الكلي للـ Sr ما بين 513 ± 15 ppm في أوراق المليسة/السلمية-حماء (L.Mo.13) و 25.4 ± 0.9 ppm في أوراق الشيح/صوجة-دمشق (L.Aha.2)، و يعتبر هذا المجال أوسع مما هو عليه بالنسبة لبعض الحبوب، مثلاً حبوب القمح (0.48-2.3 ppm)، و أوسع أيضاً مما هو عليه بالنسبة لثمار بعض الفواكه، مثلاً ثمار التفاح (0.5-1.7 ppm)، أو إلى حدّ معين بالنسبة لبعض الخضروات، مثلاً السبانخ (45-70 ppm) و ورق الملفوف (1.2-150 ppm) و الجزر (1.5-131 ppm). لم تعين علاقة ارتباط واضحة ما بين مردود انتقال الـ Sr و درجة حرارة المستخلص. ارتفع مردود الـ Sr إلى حدود عظمى في أوراق المليسة/السلمية-حماء (L.Mo.13) إلى % 28.6 بدرجة حرارة المستخلص المائي 25°C و كان هذا

المردود في حدوده الدنيا % 1.8 بدرجة حرارة المستخلص المائي 40 °C في عرق السوس/مقلبية-الكسوة-دمشق (Gg.6) (الشكل 9.5).

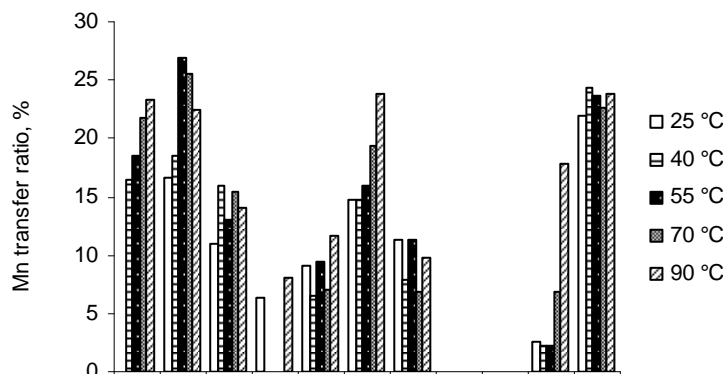
أظهر تعيين العناصر و مردود انتقالها إلى المستخلص النباتي بدلالة درجة الحرارة ارتفاع تركيز هذه العناصر في أوراق نبات الشيح بالمقارنة مع تركيزها في جذور هذا النوع النباتي، بالإضافة إلى نفس التوجه المتعلق بمردود انتقال هذه العناصر إلى المستخلص النباتي، باستثناء العنصرين الكيميائيين الـ Br و Rb، حيث وجد أنّ مردود الانتقال من الجذور إلى المستخلص النباتي أكبر مما هو بالنسبة للأوراق (الجدولان: 1.9 و 3.9 و الأشكال: 9.5-1.5).



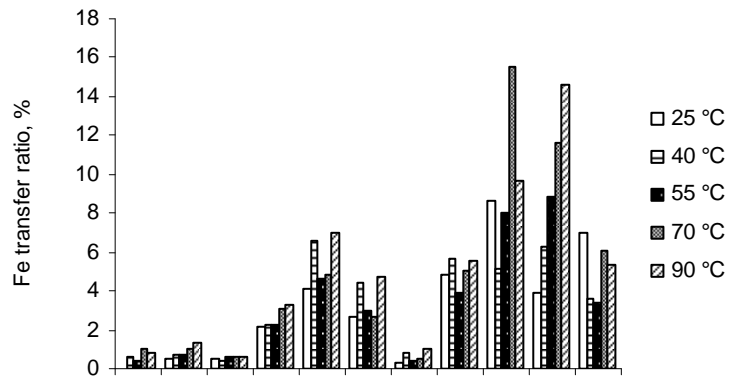
الشكل ١,٥ نسبة انتقال الـ K من أجزاء مختلفة لبعض النباتات إلى المستخلص النباتي بدرجات حرارة مختلفة



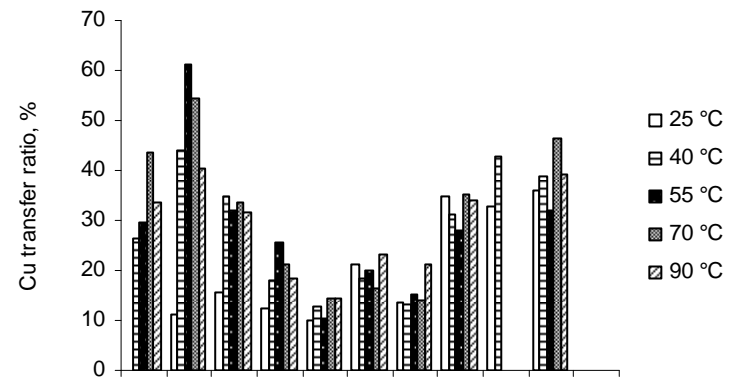
الشكل ٢,٥ نسبة انتقال الـ Ca من أجزاء مختلفة لبعض النباتات إلى المستخلص النباتي بدرجات حرارة مختلفة



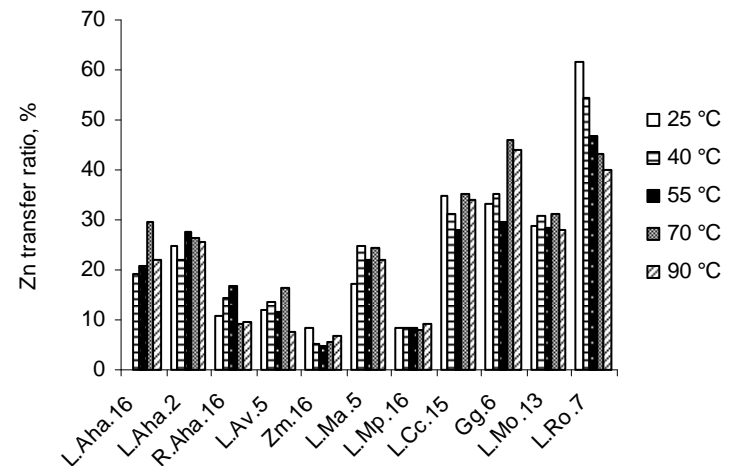
الشكل ٣,٥ نسبة انتقال الـ Mn من أجزاء مختلفة لبعض النباتات إلى المستخلص النباتي بدرجات حرارة مختلفة



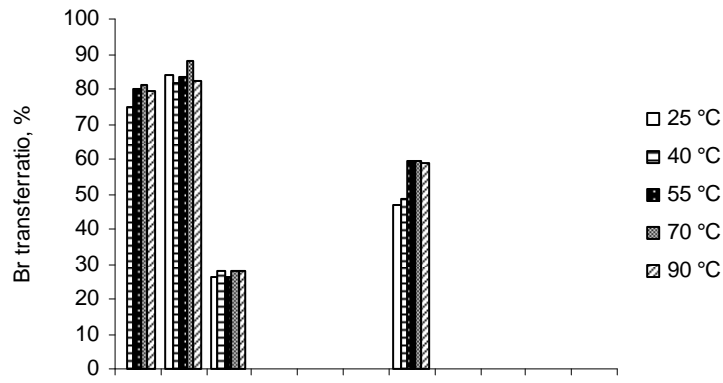
الشكل ٤,٥ نسبة انتقال الـ Fe من أجزاء مختلفة لبعض النباتات إلى المستخلص النباتي بدرجات حرارة مختلفة



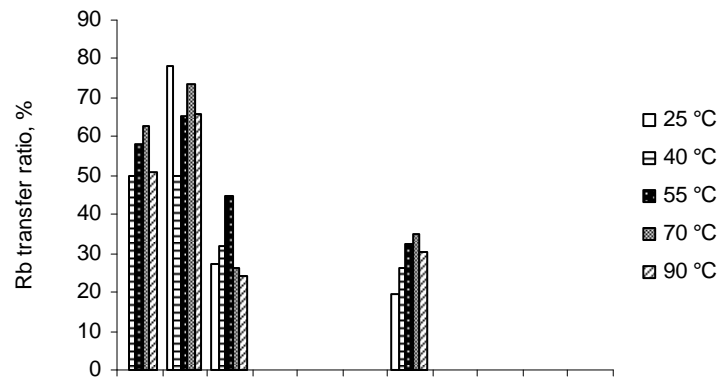
الشكل ٥,٥ نسبة انتقال الـ Cu من أجزاء مختلفة لبعض النباتات إلى المستخلص النباتي بدرجات حرارة مختلفة



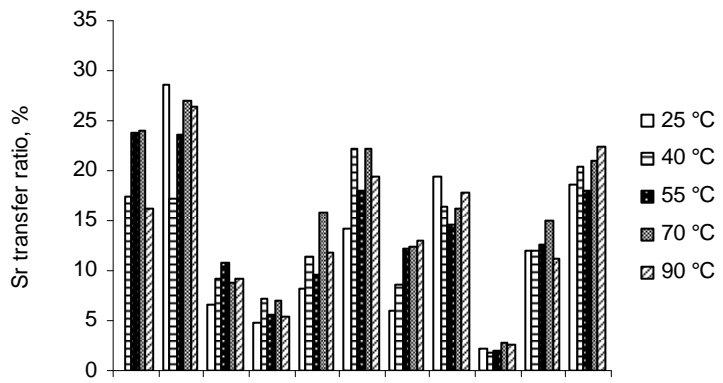
الشكل ٦,٥ نسبة انتقال الـ Ca من أجزاء مختلفة لبعض النباتات إلى المستخلص النباتي بدرجات حرارة مختلفة



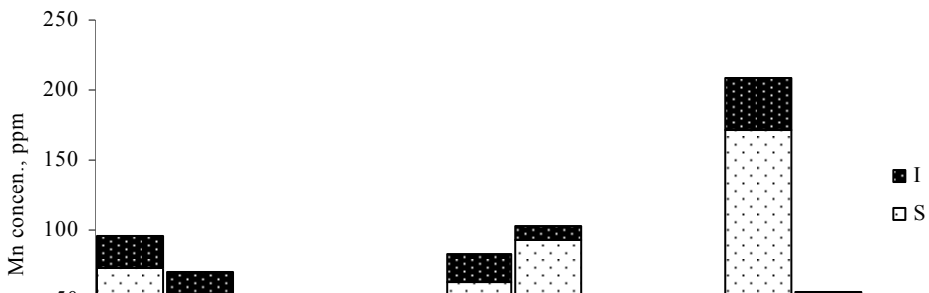
الشكل ٧,٥ نسبة انتقال الـ Br من أجزاء مختلفة لبعض النباتات إلى المستخلص النباتي بدرجات حرارة مختلفة



الشكل ٨,٥ نسبة انتقال الـ Sr من أجزاء مختلفة لبعض النباتات إلى المستخلص النباتي بدرجات حرارة مختلفة



الشكل ٩,٥ نسبة انتقال الـ Mn من أجزاء مختلفة لبعض النباتات إلى المستخلص النباتي بدرجات حرارة مختلفة



الشكل ٦. مقارنة بين محتوى الـ Mn في المستخلص النباتي (I) و في المتبقي الصلب بعد المعالجة (S) لبعض العينات النباتية. درجة حرارة المستخلص المائي 90 °C

8.VI. تعيين بعض العناصر الكيميائية في التربة باستخدام الـ XRF
 ضبطت طريقة التحليل البسيط لتعيين العناصر الكيميائية في عينات التربة بالـ XRF بتحليل عينة معيارية: Soil 7. نتائج تعيين هذه العينة مبينة في الجدول 10. كانت نتائج تعيين العناصر الكيميائية في العينة Soil 7 دقيقة و صحيحة، باستثناء ارتفاع بسيط لتركيز الـ Ni عن مجال القيمة المعيارية و يمكن أن يعود السبب لوجود بعض شوائب من هذا العنصر في أنبوبة الأشعة.

الجدول ١٠. تعيين بعض العناصر الكيميائية في العينة المعيارية Soil 7 بتقنية الـ XRF

| العنصر | التركيز المعياري | التركيز المقاس | |
|----------|------------------|----------------|------------|
| (%) K | 1.13 – 1.27 | 1.17 ± 0.05 | |
| (%) Ca | 15.7 – 17.4 | 16.4 ± 0.2 | |
| (ppm) Ti | 2600 – 3700 | 3469 ± 31 | |
| (ppm) Mn | 604 – 650 | 653 ± 31 | |
| (%) Fe | 2.52 – 2.63 | 2.60 ± 0.01 | |
| (ppm) Ni | 21 – 37 | 42.8 ± 5.5 | |
| (ppm) Cu | 9- 13 | 14.4 ± 1.7 | |
| (ppm) Zn | 101 – 113 | 109 ± 3 | |
| (ppm) As | 12.5 – 14.2 | 12.2 ± 1.7 | |
| (ppm) Br | 3 – 10 | 7.63 ± 1.31 | |
| (ppm) Rb | 47 – 56 | 48.3 ± 1.5 | |
| (ppm) Sr | 103 – 114 | 115 ± 5 | |
| (ppm) Y | 15 – 27 | 24.1 ± 1.1 | طبقت |
| (ppm) Pb | 55 - 71 | 61.9 ± 1.3 | XRF لتعيين |

العناصر في

التربة المرافقة للنباتات الطبية النامية فيها. يبين الجدولان ١١ و ١٢ نتائج تعيين التركيز الكلي لبعض العناصر الكيميائية في العينات الترابية المرافقة للنباتات المدروسة في عمقين اثنين: ٠-٢٠ سم و ٢٠-٤٠ سم، على الترتيب، باستخدام تقنية الـ

XRF-طريقة التحليل البسيط (Simple quantitative for XRF). عينت بنتيجة هذا التحليل كل من العناصر الكيميائية التالية: K, Ca, Ti, Mn, Fe, Cu, Zn, Rb, Br, Sr, Pb بتطبيق نفس الشروط المبينة في الجدول 3.

البوتاسيوم. تواجد الـ K في الترب السطحية الموافقة لمواقع اعتيان النباتات بتركيز ضمن المجال من حدود دنيا 5000 ppm و حتى 10300 ppm. يبدي الـ K صفات مقاومة لانتقال بعض العناصر إلى النبات، مثلاً (Al, B, Hg, Cd, Cr, F, Mo, Mn, Rb) ، و هذه المقاومة للـ K أقل من مقاومة عناصر أساسية أخرى، مثلاً: Ca, P, Mg، التي تعتبر المصدر الرئيسي المقاوم لانتقال العناصر النزرية إلى النبات. من الملاحظ أن مجمل النباتات المدروسة في هذا البحث، قد امتصت الـ K بكميات يمكن أن تؤدي إلى استنزاف محتوى هذا العنصر في الترب السطحية، مثلاً: امتصاص نباتات الشيح، الينسون، الننع المائي، الكمون، المليسة، إكليل الجبل لعنصر الـ K.

الكالسيوم. يتمتع الـ Ca عموماً بسيادة مطلقة في الترب السطحية في المناطق الجافة و نصف الجافة (Khuder et al., 1998). و يتواجد الـ Ca في الترب الكلسية على شكل مركبات أساسية، مثلاً: الكالسيت $CaCO_3$ و الدولوميت $CaMg(CO_3)_2$ ، و يمكن أن يتواجد الـ Ca على شكل مركبات أخرى ثانوية، مثلاً: الأروغوانيت $CaCO_3$ و هو شكل أولي التبلور لكاربونات الكالسيوم، و مركب الجبس $CaSO_4 \cdot 2H_2O$. و يتواجد الـ Ca كإحدى مكونات الغضار، التي هي مركبات مؤلفة من سليكات ألومينية مغنيزية حديدية كلسية. يمكن لكاربونات الكالسيوم أن ترتبط بالعناصر النزرية و خاصة بالعناصر المعدنية في التربة. و هكذا، فإن إمكانية النبات على تحريض تحرير الكالسيوم من التربة إلى الجذور، سيساهم أيضاً بتحرير العناصر النزرية المرتبطة بالكاربونات و حتى تلك المرتبطة بفسفات الكالسيوم. تواجد الـ Ca في الترب السطحية التي تمّ اعتيانها في هذا البحث في مجال من التراكيز: 7.48% - 18.10% و هي كميات تتناسب مع محتوى الـ Ca في الترب الكلسية عموماً.

المنغنيز. يتواجد الـ Mn في الترب العالمية بمجال واسع 9000-10 ppm، و الأكثر تردداً مجال من التراكيز 200-800 ppm. عين التركيز الوسطي للـ Mn في الترب العالمية بـ 545 ppm، بينما كان هذا الوسطي لترب الولايات المتحدة الأمريكية 495 ppm. تواجد الـ Mn بتركيز يقع في المجال: 529 ppm - 958 ppm في الترب المدروسة في هذا البحث. من الملاحظ أن نبات المليسة من أكثر النباتات امتصاصاً للـ Mn، على الرغم من التركيز المحدود له في الموقع المرافق/السلامية (436 ppm)، بينما لوحظ تركيز محدود 10 ppm للـ Mn في نبات عرق السوس بغض النظر عن تركيزه في تربة الموقع المرافق/مقيلية-كسوة-دمشق (675 ppm).

الحديد. يعتبر الـ Fe أحد المكونات الأساسية لليابسة و تتراوح نسبته الطبيعية في الترب العالمية % 0.5-5. احتوت الترب المرافقة للنباتات المدروسة في هذا البحث على تركيز حديد في المجال: % 0.69-11.1 متجاوزة أحياناً التركيز الطبيعي. لم

يتناسب انتقال الـ Fe من التربة إلى النبات مع تركيز هذا العنصر في التربة، بل لوحظ انتقال محدود جداً بالـ Fe من التربة الغنية نسبياً بهذا العنصر، مثلاً انتقال الحديد من التربة في موقع تل حديا/حلب إلى نبات إكليل الجبل. في حين، كان انتقال الـ Fe من تربة دير الزور إلى نبات الشيح الأكثر وفرة. و يمكن أن يعود السبب إلى عدد من العوامل و من أهمها المتيسر من الـ Fe في التربة و نوع النبات و قابليته لامتناسص العنصر الكيميائي.

النحاس. ينتشر النحاس جيداً في الترب الزراعية. و يتواجد هذا العنصر في الترب العالمية بتركيز وسطي 60-6 ppm. و يتواجد الـ Cu في ترب الولايات المتحدة الأمريكية الكلسية في المجال 7-70 ppm و بتركيز وسطي 21 ppm، أما الزيادة عن هذه الحدود فيمكن أن تنجم عن مصدر خارجي (Kabata-Pendias and Pendias, 1984). تواجده الـ Cu في الترب المدروسة في هذا البحث في مجال محدود من التراكمات تراوح ما بين 30 ppm < و 38 ppm. لوحظ أن الـ Cu ينتقل بتركيز محدود إلى عدد من النباتات و أقل انتقال له إلى نبات عرق السوس بتركيز 5.2 ppm، بينما وصل انتقال هذا العنصر في أوراق نبات الشيح إلى حدود عظمى 27.9 ppm.

الزنك. تحوي الترب العالمية على تركيز وسطي من الـ Zn في المجال 17-125 ppm. أما محتوى الترب الكلسية في الولايات المتحدة الأمريكية فيقع في المجال 10-106 ppm (Kabata-Pendias and Pendias, 1984). تراوح تركيز الـ Zn ما بين 11.5 ppm و 145 ppm في الترب المرافقة للعينات النباتية المدروسة في هذا البحث. لوحظ ارتفاع نسبي بتركيز الـ Zn في النباتات التالية: النعناع، النعنع المائي و شباشيل الذرة، مقارنة بتركيز هذا العنصر في الترب المرافقة. يمكن أن يعزى السبب إلى ارتفاع مردود انتقال هذا العنصر من التربة إلى النباتات الأنفة الذكر، مما أثر على محتوى الـ Zn في الترب المرافقة.

البروم. تحوي القشرة الأرضية على تركيز وسطي من الـ Br في المجال 0.2-10 ppm، و يتركز الـ Br في الترب الطينية بشكل أوفر. تتشابه مركبات الـ Br و الـ Cl، لذلك نجد أن النسبة Br/Cl تشكل عاملاً مهماً يحدد في تحديد بعض الوحدات المتعارف عليها جيولوجياً. يعتبر الـ Br عنصراً سهل التطاير، و مركباته سهلة الانحلال. يتواجد الـ Br في الترب السطحية من خلال التزود بهذا العنصر من الغلاف الجوي. و تحوي عموماً الطبقة السطحية في مناطق مختلفة من العالم على تركيز من هذا العنصر في المجال 5-40 ppm. تواجده الـ Br في الترب المدروسة في هذا البحث بتركيز محدود ما بين 8 ppm و 12.3 ppm. ارتفع تركيز الـ Br في نباتي إكليل الجبل/تل حديا-حلب (25.4 ppm) و ورق الشيح/دير الزور (12.3 ppm)، بينما انخفض تركيز الـ Br إلى حدوده الدنيا في شباشيل الذرة/دير الزور (2.02 ppm).

الروبيديوم. يرتبط تواجده الـ Rb في التربة بالـ K من ناحية عوامل التعرية و الشروط المناخية المحيطة. و يرتبط الـ Rb بالمادة الأساسية (parent material)

المتأتي منها. مثلاً، يتواجد الـ Rb بوفرة، 100-120 ppm، في الترب الكامنة فوق الصخور الغرانيتية و البازلتية أو حتى ترب الطمي (alluvial soils)، بينما يتواجد الـ Rb بتركيز قليل، 30-50 ppm، في الترب الرملية. يتواجد الـ Rb في الترب الطينية و الترب الطينية الغضارية في الولايات المتحدة الأمريكية في المجال 45-120 ppm و بتركيز وسطي 80 ppm. بينما، يتواجد الـ Rb في مختلف الترب في العالم في المجال 33-270 ppm. تساهم المادة العضوية و فلزات الميكا (micaceous clay minerals) في زيادة سعة امتصاص التربة للـ Rb. يتواجد الـ Rb في الترب المدروسة في هذا البحث بمجال من 29.6 ppm في تربة السلمية/حماء إلى 43.2 ppm في تربة تل حديا/حلب. انتقل الـ Rb من التربة إلى النباتات بمجال تركيز منخفض من 1.2 ppm في شباشيل الذرة/دير الزور إلى 6.75 ppm في ورق الشيح/دير الزور.

السترانسيوم. تعتبر الصفات الجيولوجية و الكيمائية الحيوية لهذا العنصر متشابهة بتلك الصفات للـ Ca. لهذا، فإنّ الـ Sr يرتبط ارتباطاً وثيقاً بالـ Ca و إلى حدّ ما بالـ Mg في المجال البيئي. ينتقل الـ Sr بسهولة أثناء عمليات التعرية الجوية، و خاصة في الظروف البيئية الحمضية المؤكسدة، ليرتبط بعدئذٍ بمعدن الطين و ليتثبت بقوة بالمادة العضوية في التربة، علماً أنّ معظم الـ Sr يترسب بالكربونات ذات المصدر الحيوي، و خاصة بقواقع الحيوانات اللاقارية. يتواجد الـ Sr بشكل أساسي بالصيغة التكافؤية Sr^{2+} ، لذلك فمن المتوقع أنّ يلعب هذا العنصر دوراً مهماً في الدورة الحياتية المشابهة لدورة الـ Ca. يتوزع الـ Sr في الترب العالمية في مجال واسع 18-3500 ppm، إذ قد تكون ترب الغابات في الظروف المناخية الرطبة فقيرةً بهذا العنصر، مثلاً في الدانمارك. يتواجد الـ Sr في ترب الولايات المتحدة الأمريكية في المجال 110-445 ppm، حيث يكون تركيزه مرتفعاً في الترب الصحراوية و في الترب الصخرية من منشأ باطن الأرض. يتواجد الـ Sr بمجال واسع نسبياً من التراكيز في الترب المدروسة في هذا البحث: 33 ppm - 314 ppm. انتقل الـ Sr إلى النباتات بمجال من 48.5 ppm في أوراق نبات الينسون/درخبية-الكسوة-دمشق إلى حدود مرتفعة 513 ppm في أوراق نبات المليسة/السلمية-حمام.

| Pb, ppm | Sr, ppm | Rb, ppm | Br, ppm | Zn, ppm | Cu, ppm | Fe, % | Mn, ppm | Ti, ppm | Ca, % | K, % | العينة* |
|---------|---------|---------|---------|---------|---------|-------|---------|---------|-------|------|---------|
|---------|---------|---------|---------|---------|---------|-------|---------|---------|-------|------|---------|

الجدول ١١. تعيين بعض العناصر الكيميائية باستخدام الـ XRF في الترب المدروسة في عمق ٠.٢ سم في المناطق المرافقة لمواقع اعتيان النباتات.

| | | | | | | | | | | | |
|------------------|------------------|--------------|------------------|-----------------------|----------|-----------------------|----------------|--------------|-------------------|-------------------|----------------|
| <15 | 143 ±4 | 41.4 ±2.3 | 12.1 ±2.3 | 79 ±9 | <30 | 4.0 1± 0.0 9 | 958 ± 81 | 6459±5 00 | 10.7± 0.3 | ٠.٨٤± 0.2 | Cc.15 |
| <15 | ٢٧٢ ±٧ | ٥٥,٤ ±٣,٥ | <8 | ١١١ ± ١٢ | ٣٥ ±٥ | ٥,١ ٩± ٠,١ ٢ | ٩٦٠ ± ٧٨ | ٦٤٤٥± ٣٥١ | ٦,٧٨ ± ٠,٢٣ | 0.81± 0.18 | To.8 |
| 74. 6± 7.7 | 198 ±7 | 12.1 ±2.1 | <8 | 137 ± 13 | <30 | 1.5 2± 0.0 6 | 423 ± 86 | <2000 | ٣٥,٥ ±١,٢ | 0.57± 0.18 | Ao.12 |
| <15 | 126 ±5 | 35.2 ±2.2 | <8 | 70. 2± 11. 1 | <30 | ٣,٦ ٩± ٠,١ ٢ | ٦٤٥ ± 81 | ٤١٦٧± ٥٠٥ | ١٧,٧ ±٠,٦ | 1.3± 0.2 | Gg.4 |
| <15 | ١٩٢ ±٧ | ٣٢,٤ ±٢,١ | ١٢, ١± ٢ | ٧٠, ٤± ٨,٧ | <30 | ٣,٣ ١± ٠,١ ١ | ٥٦٣ ± ٦٦ | ٤٧١٤± ٣٥٦ | ١٦,٦ ±٠,٦ | ٠,٧٧ ± ٠,١٨ | Av.5 |
| <15 | ١٦٩ ±٦ | ٣٦,٩ ±٢,١ | ١٠, ٩± ١,٩ | ١٣٦ ± ١٠ | ٣٢ ±٧ | ٤,٢ ٨± ٠,١ ٤ | ٨٥٥ ± ٦٥ | ٥٧٦٤± ٣٣٦ | ٩,٩٧ ± ٠,٣٩ | ٠,٦٠ ± ٠,١٥ | Uu3 |
| <15 | ٦٣, ٩± ٢,٦ | ٤٣,١ ±٢,٣ | ٢٠, ٩± ٢,١ | ٥٦, ٦± ٧,٣ | <30 | ٣,٢ ٢± ٠,١ ١ | ٥٢١ ± ٦٨ | ٣٣٢٦± ٢٩١ | ١٢,٢ ± ٠,٤٦ | ٠,٦٨ ± ٠,١٥ | Ho.11 |
| ٢٨, ٨± ٤,١ | ٦٠ ±٢ | ٦٥,٩ ±٢,٧ | ١٠, ٢± ١,٦ | ٨٦ ±٩ | <30 | ٤,٧ ٩± ٠,١ ٦ | ٦٤٣ ± ٥٤ | ٥٦٠٥± ٣١٦ | ٢,٥٤ ± ٠,١٢ | ٠,٧٥ ± ٠,١٣ | Ho14 |
| <15 | ٢١٤ ±٧ | ٤٣,٢ ±٢,٣ | <8 | ٨٨ ± ٩١ | <30 | ٤,٧ ١± ٠,١ ٥ | ٧٣٣ ± ٦٥ | ٤٨٦٠± ٤٠٧ | ٨,٨٢ ±٠,٣٤ | ٠,٦٨ ±٠,١٥ | Ro.7 |
| <15 | ٣٧٧ ± ١٢ | <8 | <8 | <30 | <30 | ٠,٦ ٩± ٠,٠ ٢ | <15 0 | ٧٦٧± ١٣٥ | ١٣,٧ ±٠,٥ | <0.50 | **Aha.16 M2 |
| <15 | ٣,٣ ± ١٠ | ٣١,٦ ±٢,١ | <8 | ٦٠, ٥± ٧,٧ | <30 | ٢,٧ ١± ٠,٠ ٩ | ٥٢٩ ± ٥٧ | ٣٦٦٦± ٢٧٧ | ٩,٠١ ±٠,٣ | <0.50 | **Aha16 M1 |

| | | | | | | | | | | | |
|------------------|------------------|--------------|-------------------|-------------------|-------------------------|-----------------------|------------------|-----------------|-------------------|-------------------|----------------|
| 24. 9± 4.7 | 154 ± 5.7 | 36.7 ±2.1 | 8.1 ± 1.9 | 93 ±9 | <30 | ε,0 γ± 0,1 0 | γ60 ± 81 | 7139± ε23 | 12,3 ±0,0 | 0,77 ± 0,17 | Mo.3 |
| 23, 7± 6,3 | 29ε ± 2.0 | 29,7 ±2,0 | 11, 1± 2 | 1ε0 ± 11 | <30 | 3,1 9± 0,1 | ε37 ± 7.0 | 0291± ε10 | 18,1 ±0,7 | 0,01 ±0,1 | Mo.13 |
| <15 | 290 ± 1.0 | ε0,0 ±2,1 | <8 | 06, 0± 7 | <30 | 3,ε 8± 0,1 1 | 773 ± 7.0 | 3113± 283 | 8,00 ±0,3 | 0,87 ± 0,17 | To.16 |
| <15 | 207 ±9 | 32,1 ±2,1 | 9,9 ± 2,1 | 90 ±9 | <30 | 3,7 8± 0,2 | 770 ± 81 | 0810± 381 | 17,2 ±0,7 | 0,98 ± 0,17 | Gg.6 |
| <15 | 2,3 ±7 | 11,1 ±1,ε | <8 | 110 ±9 | <30 | 8,3 ε± 0,2 γ | 110 8± 7.0 | 133.0 ±07.0 | 0,93 ± 0,07 | <0.50 | Cr.9 |
| <15 | 293 ± 1.0 | ε1,8 ±2,1 | <8 | 81, 7± 7,8 | 38 ± 1.0 | 3,8 0± 0,1 2 | 819 ± 7.0 | 3073± 37.0 | 7,ε8 ± 0,29 | 0,80 ± 0,12 | Zm.16 |
| <15 | 173 ±7 | ε0,2 ±3,9 | <8 | 12ε ± 1ε | 37 ±9 | 0,1 0± 0,1 γ | 972 ± 1.00 | 77ε3± ε78 | 9,00 ±0,ε | 1,εε ±0,3 | Zm.3 |
| 77, 1± 0,1 | 1.07 ±ε | ε3,2 ±2,2 | 1.0, 2± 1,8 | 1ε7 ± 1.0 | 3.0 ± 1.0 | 3,8 ε± 0,1 2 | 772 ± 70 | 0233± ε17 | 1.0,9 ±0,ε | 0,77 ±0,2 | Mp.14 |
| <15 | 197 ±7 | 33,7 ±2,3 | 12, 3± 2,2 | 1.00 ± 1.0 | <30 | 3,ε ε± 0,1 1 | 7.ε ± 7.0 | 0.22± ε17 | 10,1 ±0,0 | 1.0,3 ±0,2 | Ma.5 |
| <15 | 31ε ± 1.0 | 37,9 ±2,1 | 11, 0± 1,9 | 71, 7± 7,7 | 31 ±0 | 3,ε 9± 0,1 1 | 821 ± 7ε | 3933± 287 | 8,73 ±0,1 | 0,89 ± 0,17 | Mp.16 |
| <15 | 72, 3± 2,0 | 02,9 ±2,ε | <8 | 9.0, 2± 8,2 | <30 | ε,7 9± 0,1 0 | 920 ± 7ε | ε97.0± 287 | ε,28 ±0,2 | 0,08 ± 0,17 | Ao.15 |
| <15 | 127 ±0 | 8,81 ±1,7 | <8 | 1.07 ±9 | 0.0, 9± 1.0, 1 | 9,7 1± 0,3 1 | 113 9± 7ε | 1729.0 ±77.0 | 1,30 ± 0,01 | <0.50 | Ao.9 |
| <15 | 3,8 ± 1.0 | 33,7 ±2,2 | 1.0, 3± 2,3 | 79, 0± 7,9 | <30 | 3,0 7± 0,1 2 | 7ε7 ± 81 | 3713± 279 | 8,38 ±0,3 | <0.50 | **Mp.16. M2 |
| <15 | 1ε9 ± 0,2 | 31,9 ±2,1 | <8 | 89, 1± 9,2 | <30 | ε,3 3± 0,1 0 | 838 ± 88 | 0737± 302 | 12,8 ±0,0 | 0,8ε ± 0,2ε | Ao.3 |
| 77, 2± 0,3 | 12.0 ± ε,0 | 37,3 ±2,ε | 1.0, 0± 1,9 | 10.0 ± 1.0 | 39, 1± 1.0, 2 | 3,0 7± 0,1 1 | 777 ± 7ε | ε897± 329 | 12,ε ± 0,ε8 | 0,81± 0,17 | Tv.14 |
| <15 | 139 ±0 | <8 | <8 | 13.0 ± | 08 ± | 11, 1± | 171 2± | 2177.0 ±80.0 | 1,ε8 ± | <0.50 | Mp.10 |

| | | | | ١٠ | ١٤ | ٠,٤ | ١٠٣ | | ٠,٠٩ | | |
|---------|---------|---------|---------|---------|---------|------|---------|---------|------|----|---------|
| Pb, ppm | Sr, ppm | Rb, ppm | Br, ppm | Zn, ppm | Cu, ppm | %F e | Mn, ppm | Ti, ppm | %Ca | K% | العينة* |

عين الزرنيخ في كافة المواقع دون حد الكشف: <15 ppm
* تشير الأحرف إلى رمز العينة النباتية كما هو مبين في الجدول ١ و يعين الرقم المرافق لرمز العينة رقم الموقع كما هو مبين في الجدول ٢.
** M1 و M2 يشيران إلى المكرر ١ و المكرر ٢.

الجدول ١٢. تعيين بعض العناصر الكيميائية باستخدام الـ XRF في الترب المدروسة في عمق ٢٠-٤٠ سم في المناطق المرافقة لمواقع اعيان النباتات

| | | | | | | | | | | | |
|-----|------------|------------------|----|------------------|-----|----------------------|----------------|--------------|---------------|-------------------|-------|
| <15 | 158 ± 5 | 45.6 ± 2.3 | <8 | 81. 4 ± 10 | <30 | 4.2 ± 0.0 9 | 870 ± 81 | 6417 ±500 | 10.7 ±0.30 | 0.84 ± 0.20 | Ao.15 |
|-----|------------|------------------|----|------------------|-----|----------------------|----------------|--------------|---------------|-------------------|-------|

| | | | | | | | | | | | |
|-------------------|-------------------|---------------|-----------------------|-------------------|--------------|---------------------|-----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|
| <15 | 285 ± 7 | 56.7 ± 2.8 | <8 | 123 ± 12 | 43. ± 0.0 | 5.4 ± 0.1 2 | 96± 10. 0 | 7077 ± 405 | 6.42 ± 0.23 | 1.22 ± 0.18 | To.8 |
| <15 | nd | nd | <8 | nd | nd | nd | nd | nd | nd | nd | Ao.12 |
| <15 | 119 ± 4 | 30.5 ± 2.2 | <8 | 96. ± 10. 4 | <30 | 2.5 ± 0.1 1 | 618 ± 86 | 4917 ± 423 | 18.7 ± 0.6 | 0.77 ± 0.17 | Gg.4 |
| <15 | 189 ± 7 | 29.7 ± 2.9 | 13. 7 ± 2. 3 | 59. 2± 8.7 | <30 | 2.2 ± 0.1 1 | 454 ± 64 | 4656 ± 391 | 16.2 ± 0.6 | 0.92 ± 0.18 | Av.5 |
| <15 | 163 ± 6 | 34.6 ± 2.1 | 13. 1 ± 1.9 | 116 ± 10 | <30 | 4.4 ± 0.1 4 | 939 ± 78 | 5787 ± 376 | 10.1 ± 0.39 | 0.78 ± 0.10 | Cr.3 |
| <15 | 63, 9 ± 2.6 | 43.1 ± 2.3 | 20, 9 ± 2.1 | 06, 6 ± 7.3 | <30 | 2.2 ± 0.1 1 | 021 ± 68 | 3326 ± 291 | 12.2 ± 0.46 | 0.68 ± 0.10 | Ho.11 |
| 28, 8 ± 4.1 | 58. 9 ± 2.5 | 67.8 ± 3.1 | 9.7 4 ± 1.6 | 79. 2 ± 7.2 | <30 | 4.80 ± 0.1 6 | 747 ± 58 | 5415 ± 309 | 2.46 ± 0.12 | 0.81 ± 0.13 | Ho.14 |
| <15 | 191 ± 7 | 36.1 ± 1.9 | <8 | 79. ± 10. 0 | <30 | 4.17 ± 0.1 0 | 722 ± 71 | 4848 ± 307 | 8.76 ± 0.34 | <0.50 | Ro.7 |
| <15 | 521 ± 17 | <8 | <8 | <30 | <30 | 0.4 4 ± 0.9 | <15 0 | <2000 | 14.4 ± 0.0 | <0.50 | **Aha.16.M 2 |
| <15 | 310 ± 10 | 25.4 ± 1.6 | <8 | 34. 7 ± 8.1 | <30 | 2.65 ± 0.1 9 | 588 ± 70 | 3396 ± 297 | 9.74 ± 0.30 | <0.50 | **Aha.16.M 1 |
| 17. 2 ± 4.7 | 143 ± 6 | 37.1 ± 2.1 | <8 | 95. 0 ± 9 | <30 | 4.53 ± 0.1 0 | 730 ± 62 | 6078 ± 342 | 9.16 ± 0.00 | 0.78 ± 0.17 | Mo.3 |
| 47. 7 ± 6.8 | 603 ± 20 | 23.3 ± 2.1 | 9.6 1 ± 2.2 | 148 ± 14 | <30 | 2.62 ± 0.1 0 | 534 ± 68 | 4030 ± 326 | 18.8 ± 0.6 | <0.50 | Mo.13 |
| <15 | 309 ± 10 | 41.5 ± 2.5 | <8 | 79. 9 ± 8.4 | <30 | 3.61 ± 0.1 1 | 785 ± 73 | 3505 ± 340 | 8.77 ± 0.30 | 1.01 ± 0.16 | To.16 |
| <15 | 206 ± 9 | 22.1 ± 2.1 | 9.9 ± 2.1 | 100 ± 10 | <30 | 4.06 ± 0.1 13 | 606 ± 74 | 6613 ± 441 | 16.8 ± 0.6 | 1.06 ± 0.16 | Gg.6 |
| <15 | 202 ± 7 | 11.5 ± 1.4 | <8 | 129 ± 9 | <30 | 8.51 ± 0.1 27 | 127 6± 91 | 13840 ± 620 | 0.84 ± 0.07 | <0.50 | Cr.9 |
| <15 | 298 ± 10 | 43.8 ± 2.2 | <8 | 77. 3 ± 8.3 | <30 | 3.98 ± 0.1 2 | 839 ± 70 | 3562 ± 267 | 8.14 ± 0.31 | 0.99 ± 0.12 | Zm.16 |
| <15 | 163 | 40.8 | <8 | 92. | <30 | 4.83 | 807 | 6203 | 7.93 | 0.63 | Zm.3 |

| | | | | | | | | | | | |
|------|------------|------------|-----------------|------------|-----------------|-----------------|----------|-------------|-------------|-------------|----------------|
| | ± ٦ | ± 2.9 | | 5 ± 11 | | ± ٠,١ ٧ | ± 67 | ± 337 | ± ٠,3 | ± ٠,12 | |
| 44.2 | 86.9 ± ٥,١ | 58.8 ± ٢,٢ | 12.9 ± 2.6 | 129 ± 12 | <30 | 4.57 ± ٠,١ ٢ | 605 ± 58 | 5817 ± 315 | 6.66 ± ٠,26 | ٠,64 ± ٠,٢ | Mp.14 |
| <15 | 206 ± ٧ | 35.1 ± ٢,2 | 11.4 ± ٢,٢ | 119 ± ١٠ | <30 | 3.51 ± ٠,١ ١ | 703 ± ٧٠ | 5270 ± 372 | 15.3 ± ٠,٥ | 0.97 ± ٠,17 | Ma..5 |
| <15 | 289 ± ١٠ | ٣8.9 ± ٢,١ | 8.8 ± ١,8 | 73.5 ± ٧,٧ | <30 | 3.46 ± ٠,١ ١ | 764 ± ٦٤ | 3679 ± 333 | 8.21 ± ٠,3 | ٠,66 ± ٠,١٦ | **Mp.16.M 2 |
| <15 | 61.5 ± ٢,٥ | 49.3 ± ٢,٤ | <8 | 84.1 ± ٨,٢ | <30 | ٤,5 ± ٠,١ ٥ | 881 ± 66 | 5110 ± 278 | 3.91 ± ٠,17 | <0.50 | Ao.15 |
| <15 | 140 ± ٥ | <8 | <8 | 100 ± ٩ | 4 ± ٠,٩ ١٠,١ | 9.42 ± ٠,٣ ١ | 104 ± ٧٤ | 16690 ± 630 | 1.51 ± ٠,11 | <0.50 | Ao.9 |
| <15 | ٣,٨ ± ١٠ | ٣٣,٦ ± ٢,٢ | ١٠,٣ ± ٢,٣ | ٦٩,٥ ± ٧,٩ | < | ٣,٥ ± ٠,١ ٢ | ٧٤٧ ± 81 | ٣٧١٣ ± ٢٦٩ | ٨,٣٨ ± ٠,٣0 | <0.50 | **Mp.16.M 2 |
| <15 | ١٤٩ ± ٥,٢ | 37.6 ± ٢,١ | <8 | 95.5 ± ٩,٢ | <30 | 4.58 ± ٠,١ ٥ | 847 ± 66 | 6639 ± ٣٥٢ | 10.6 ± ٠,4 | 1.07 ± ٠,٢٤ | Ao.3 |
| 90.8 | 130 ± ٥,٣ | ٣٦,٣ ± ٢,٤ | 9.21 ± ١,٩ 1 | 162 ± ١٠ | ٣0.1 ± 5.2 | 3.65 ± ٠,١ 2 | 605 ± 71 | 5343 ± 407 | 13.4 ± ٠,٤٨ | ٠,87 ± ٠,١٦ | Tv.14 |
| <15 | 141 ± ٥ | <8 | <8 | 134 ± ١٠ | 50.2 ± 1١ | 11.3 ± ٠,٤ | 174 ± 85 | 22080 ± 870 | 1.76 ± ٩1٠, | <0.50 | Mp.10 |

nd غير معين.

عين الزرنيخ في كافة المواقع دون حدود الكشف: <15 ppm باستثناء 20.1±3.4 ppm و 18.5±3.6 ppm في الموقعين: ١٤ و ١٦، على الترتيب.

* تشير الأحرف إلى رمز العينة النباتية كما هو مبين في الجدول ١ و يعين الرقم المرافق لرمز العينة رقم الموقع كما هو مبين في الجدول ٢.

**M1 و M2 يشيران إلى المكرر ١ و المكرر ٢.

9.VI. الارتباط بين تركيز العناصر الكيميائية في النباتات الطبية و بعض الخواص الفيزيائية الكيميائية للتربة المرافقة

على الرغم من أن محتوى التربة المدروسة كان عموماً فقيراً بالمادة العضوية، إلا أنه وجدت علاقة ارتباط واضحة بين محتوى المادة العضوية و الناقلية الكهربائية للتربة (الشكل ١)، مما يمكن أن يكون مؤشراً غير مباشر على وفرة الكاتيونات المعدنية الحرة في المحلول المائي للتربة و المرافق لارتفاع نسبة المادة

العضوية في التربة. كان قوام عدد كبير من عينات التربة طينياً أو طينياً غضارياً، علماً أن هذا النوع من الترب يمثل أحد المؤشرات الهامة على إمكانية نمو النباتات فيها. تأثر انتقال بعض العناصر من التربة إلى النبات تبعاً لقوام التربة، فمثلاً، كان هناك فرق معنوي بالتركيز الوسطي لـ Fe و Mn في أزهار نبات الختمية النامية في الترب الطينية مقارنة مع تركيز هذه العناصر في نفس الجزء النباتي النامي في الترب الممتزجة طين-رمل-غضار. وكذلك وجد أن الـ K, Fe, Zn, Rb في شباشيل الذرة في الترب الطينية أكثر من تركيزها في هذا النبات النامي في الترب الطينية الغضارية. لم تتأثر عناصر أخرى أو ربما كان هناك تأثيراً عكسياً لما هو مبين بالنسبة للعناصر السابقة، مثلاً حال العنصرين الـ Ca و Sr. لم تظهر فروق معنوية في تركيز العناصر المعدنية باستثناء العناصر المعدنية التالية: Mn, Fe, Ni, Zn في أوراق نبات النعناع البري النامي في الترب الطينية-الغضارية بالمقارنة مع نفس الجزء من النبات النامي في الترب الرملية-الطينية-الغضارية. بينما ظهرت زيادة ملحوظة لدى الـ Cu و Ti في نفس الجزء من النبات النامي في الترب الرملية-الطينية-الغضارية مقارنة مع تركيز هذين العنصرين في الترب الطينية-الغضارية.

10.VI. مقارنة بين كميات بعض العناصر الكيميائية المسموح تناولها يومياً و المنتقل من مستخلص بعض النباتات الطبية السورية إلى الإنسان

يبين الجدول ١٣ مقارنة بين كمية العناصر على أساس استهلاك مستخلصات نباتية طبية سورية وزن كل منها ١٠ غرام و الكمية المسموح تناولها يومياً (Obiajunwa et al., 2002). تؤكد هذه النتائج أن كمية أي من العناصر المدروسة الأساسية و النزررة على أساس ١٠ غرام مستهلكة من خلال تناول مستخلصاتها المائية في اليوم الواحد، هي أقل من المسموح تناوله من هذه العناصر يومياً. مما يشير إلى إمكانية تناول النباتات الطبية السورية المدروسة في هذا البحث بغرض العلاج الطبي و تزويد الجسم بالعناصر الكيميائية اللازمة. بمقارنة نتائج تعيين كمية العناصر الكيميائية في المستخلصات النباتية و المسموح تناوله يومياً من هذه العناصر و بالربط ما بين محتوى العناصر الكيميائية في الترب و في النباتات و في مستخلصاتها ، نستطيع التوصل إلى اعتبار أن النباتات الطبية المحللة في هذا العمل قد جمعت من أماكن صالحة للزراعة و بعيدة عن أي مصدر تلوث خارجي.

الجدول ١٣. مقارنة بين كمية بعض العناصر الكيميائية في المستخلصات المائية للنباتات الطبية السورية (EAL) و المسموح تناوله في الغذاء اليومي Recommended Daily Dietary Allowance (RDA) (

| Element | *EAL, mg | **RDA, mg |
|---------|-------------|-----------|
| K | 13.1-158 | 550-5625 |
| Ca | 6.5-103 | 800-1200 |
| Ti | ****nd | ***NA |
| Cr | nd | 0.02-0.20 |
| Mn | 0.018-0.292 | 1.0-5.0 |
| Fe | 0.048-0.255 | 10-18 |

| | | |
|----|-------------|-----------|
| Ni | nd | 0.13-0.40 |
| Cu | 0.014-0.093 | 1.0-3.0 |
| Zn | 0.017-0.174 | 15 |
| Br | 0.036-0.097 | 1.5-2.5 |
| Rb | 0.015-0.037 | ***NA |
| Sr | 0.026-0.657 | ***NA |

* حسب المعطيات مقابل استهلاك كمية ١٠ غرام لأي من المستخلصات النباتية المدروسة في يوم واحد و بغض النظر عن درجة حرارة المستخلص. ** حصل على هذه المعطيات من المرجع: Obiajunwa et al., 2002. ***معطيات غير متوفرة. **** غير معين.

VII. الاستنتاجات

أثبتت إمكانية تعيين عدد من العناصر الكيميائية في النباتات الطبية باستخدام تقناتي الـ TXRF و الـ XRF. و كانت عموماً النتائج دقيقة بخطأ معياري نسبي أقل من ١٠ % لكل من الـ Sr, Mn, Ca و بخطأ معياري نسبي في المجال % 20-11 للعناصر الـ Rb, Zn, Cu, Fe, Ti, K باستخدام تقنية الـ TXRF. عين الـ Br بتقنية الـ TXRF بصحة غير كافية، و يمكن أن يعود الخطأ الكبير بتعيين هذا العنصر بتقنية الـ TXRF إلى الإجراءات التجريبية، التي تستخدم التبخير على حامل كوارتز و ضياع جزئي من محتوى هذا العنصر. عين الـ Cr بحدود كشف 4.2 ppm، و هي حدود غير كافية لتعيين تركيز هذا العنصر في كثير من النباتات الطبية؛ في حين ظهرت بعض التراكيز المرتفعة للـ Cr فقط في أوراق و جذور الشيح بتركيز وسطي 26.3 ppm و 15.1 ppm، على الترتيب و عين أيضاً الـ Cr بتركيز مرتفع نسبياً في النعنع البري بتركيز وسطي 15.1 ppm. كذلك الأمر بالنسبة لعنصر الـ Ni، فقد عين في معظم العينات الطبية المدروسة دون حدود الكشف (4.9 ppm)، و ظهر تركيز هذا العنصر مرتفعاً نسبياً فقط في أوراق و جذور نبات الشيح بتركيز وسطي 26.1 ppm و 14.6 ppm، على الترتيب، و عين الـ Ni أيضاً في النعنع البري بتركيز وسطي 16.9 ppm. عين الـ Ba في العينات النباتية بخطأ نظامي مرتفع، و ذكرت نتائج تتعلق بهذا العنصر فقط كنتائج نصف كمية. عين الـ Pb بحدود كشف 1.6 ppm و هذه الحدود غير كافية لتعيين هذا العنصر في العينات النامية في الترب غير الملوثة؛ في حين ظهر تركيز وسطي للـ Pb في عينة واحدة عبارة عن أوراق الشيح في موقع دير الزور. يظهر من النتائج الآنف الذكر أن نبات الشيح يملك مقدرة عالية نسبياً على امتصاص العناصر الثقيلة مقارنة بالعينات النباتية الأخرى و بالتالي يمكن لهذا النبات أن يصلح كمشعر للتلوث البيئي في مكان ما.

أكدت النتائج التجريبية على توافق جيد بين تقناتي الـ TXRF و الـ XRF للعناصر المعينة سابقاً، باستثناء الـ Br. استخدم في التأكد من صحة و دقة الطريقتين الأنفتين الذكر عينات معيارية نباتية: Peach and Apple leaves و Hay powder. استخدمت تقنية XRF في تعيين انتقال Sr, Rb, Br, Zn, Cu, Fe, Mn, Ca, K من النباتات التالية: الشيح، الينسون، شباشيل الذرة، السعتر المائي و البري، الكمون، عرق السوس، المليسة، و إكليل الجبل، إلى مستخلصاتها بدرجات حرارة مختلفة. تأثر انتقال بعض العناصر طرماً مع ارتفاع درجة حرارة المستخلص من الدرجة 25

°C و حتى الدرجة 90 °C ، مثلاً، تأثر انتقال الـ K و Mn في نبات الشيح في موقع دير الزور و في النعناع المائي في موقع درخبية-الكسوة/دمشق.

عين الـ Pb, Y, Sr, Rb, Br, As, Zn, Cu, Ni, Fe, Mn, Ti, Ca, Ca, K في عينات التربة المرافقة للنباتات النامية فيها بتقنية XRF. كانت نتائج تعيين العناصر الكيميائية في عينات التربة دقيقة و صحيحة، باستثناء ارتفاع بسيط في تركيز الـ Ni ، و يمكن أن يعود السبب لوجود بعض شوائب من هذا العنصر في أنبوبة الأشعة.

أمكن تعيين المحتوى الكلي للعناصر التالية: K, Ca, Mn, Fe, Cu, Zn, Br, Rb, Sr و محتوى الأجزاء النباتية بعد المعالجة بالماء للحصول على المستخلص النباتي للنباتات الطبية التالية: الشيح، الينسون، شباشيل الذرة، النعنع المائي و البري، كمون، عرق السوس، المليستو إكليل الجبل، و بالنتيجة عينا نسب انتقال العناصر الأنفة الذكر في معظم هذه النباتات بدلالة درجة الحرارة.

لوحظ ارتفاع تركيز الـ K بشكل ملحوظ في بعض النباتات الطبية المدروسة، و كان نبات القريص أكثر النباتات الطبية إمكانية على امتصاص الـ K و بكميات تصل إلى تركيز وسطي % 8.82. و بصورة عامة فإن انتقال الـ K من النباتات الطبية إلى مستخلصاتها كان كبيراً نسبياً بنسبة مئوية % 57.2-91، بغض النظر عن درجة حرارة المستخلص.

احتوت الأوراق النباتية على مجال من الـ Ca يتراوح بين % 1.02-10.2 و الجذور و الساق على المجال % 0.29-3.04 و التويج على المجال % 1.14-2.50 و الكأس على المجال % 2.78-4.41 و احتوت ثمار نبات الزعرور على المجال % 1.34-1.54. تراوح انتقال الـ Ca من النباتات الطبية إلى المستخلص النباتي من حد أدنى % 4.1 في أوراق الينسون إلى حدٍ أعظمي % 33.3 في جذور عرق السوس، بغض النظر عن درجة الحرارة.

احتوت النباتات الطبية المدروسة على تراكيز مختلفة من الـ Mn و كان أوفر هذه التراكيز متركزاً في الأوراق النباتية في المجال ppm 26.1-223 و في الجذور -3.5 ppm 91.2 و في الأجزاء الأخرى، مثلاً البتلات و الكأس و الثمار فكان مجال التراكيز أقل مما هو مبين في الأوراق و الجذور. أشارت النتائج إلى أن تركيز الـ Mn في النباتات الطبية كان أكبر مما هو مبين من المراجع العالمية في الخضروات و الفاكهة. كان انتقال الـ Mn من النباتات الطبية إلى المستخلص النباتي ضعيفاً لدى نبات عرق السوس و الكمون و الينسون، بينما ارتفع هذا الانتقال إلى % 27 في أوراق نبات الشيح مقابل الدرجة °C 55.

احتوت النباتات الطبية على كميات كبيرة نسبياً من الـ Fe مقارنة بمحتوى هذا العنصر في الخضروات و في بعض أنواع الفاكهة. و احتوت عموماً الأوراق على أعلى التراكيز بالمقارنة مع الجذور و الأجزاء الأخرى من النباتات. لوحظ انخفاض نسبة انتقال الـ Fe إلى المستخلص النباتي، و كان أعلى هذه النسب في جذور عرق السوس (% 15.5) مقابل درجة الحرارة °C 70 و أقلها في جذور الشيح (% 0.45). و كان محتوى الحديد المنتقل إلى المستخلص النباتي في كل العينات دون الحدود المسموح بتناولها من قبل الإنسان يومياً.

تواجد الـ Cu في النباتات الطبية بتركيز جيدة، كان أعلاها في الأوراق: 6.5-27.8 ppm و الجذور و الساق 2-28 ppm و في الأجزاء الأخرى مثلاً الأزهار و الثمار 9.7-17.7 ppm و هذه التراكيز أعلى عموماً مما هو متوفر في الخضروات و الفاكهة (1.1-8.8 ppm). تفاوت انتقال الـ Cu إلى المستخلص النباتي من حدود منخفضة (أقل من حدود كشف التقنية) في نبات إكليل الجبل و حتى % 61.4 بالنسبة لأوراق الشاي بغض النظر عن درجة الحرارة.

احتوت أوراق النباتات الطبية على تراكيز من الـ Zn في المجال 27.4-165 ppm و كان تركيز هذا العنصر في جذور هذه النباتات واقعاً في المجال 12.7-177 ppm، في حين تراوح تركيز هذا العنصر في باقي الأجزاء النباتية: الأزهار و الثمار: 16.8-59.8 ppm. انتقل الـ Zn من نسب منخفضة % 4.9 إلى المستخلص النباتي لشباشيل الذرة إلى نسب مرتفعة نسبياً % 61.7 بالنسبة لنبات إكليل الجبل، بغض النظر عن درجة الحرارة.

احتوت أوراق النباتات الطبية على مجال مقبول من الـ Br: 2.02-25.4 ppm، و انخفض تركيز هذا العنصر في الجذور إلى المجال: 2.51-4.97 ppm، في حين كان تركيز الـ Br في باقي الأجزاء النباتية تحت حدود كشف التقنية. لم تسجل نسبة انتقال الـ Br إلى المستخلص النباتي في عدد من النباتات الطبية: الينسون، شباشيل الذرة، النعنع المائي، الكمون، عرق السوس، المليسة، إكليل الجبل، بسبب انخفاض تركيز البروم في هذه النباتات و في أجزاء المستخلص النباتي، في حين ظهرت انتقالات كبيرة في نبات الشاي و النعناع البري.

لوحظ انتقال الـ Rb إلى النهايات العليا للنباتات الطبية (الأزهار و الثمار): 2.7-19.8 ppm بتركيز أكثر مما هو في الأوراق 0.70-7.30 ppm و الجذور 0.90-10.3 ppm. تشابه انتقال الـ Rb مع انتقال الـ Br إلى المستخلص النباتي. كان امتصاص الـ Sr من قبل النباتات الطبية كبيراً نسبياً و خاصة من قبل الأوراق 18.3-505 ppm و الجذور 10.3-230 ppm و محالاً مماثلاً للأخير بالنسبة لباقي الأجزاء النباتية.

VIII. المراجع References

- Anderson, Kim A. & Smith, Brian W. 2002. Chemical profiling to differentiate geographic growing origins of coffee. *J. Agric. Food Chem.* 50, 2068-2075.
- Haswell, S.J. & Walmsley, A.D. 1998. Multivariate data visualisation methods based on multi-element analysis of wines and coffees using total reflection X-ray fluorescence analysis. *J. Anal. Atom. Spectrom.*, 13, 131-134.
- He, F. & Espen, Van. 1990. *Nucl. Instr. Meth. Phys. Res.* A299, 580.
- IAEA, 1995-1996. Quantitative X-ray Analysis System. QXAS, Doc. Version 1.2, p.139.
- Ivanova, Ju, Djingova, R. & Kuleff, I. 1999. Possibilities of ED-XRF with radionuclide sources for analysis of plants. *J. Radioanal. Nucl. Chem.* 242, 569-575.
- Kabata-Pendias, A. & Pendias, H. Trace elements in soils and plants. CRC Press, Inc. Boca Raton, Florida, 1984, 315p.
- Klockenkämper, R. & Bohlen, von A. 1996. Elemental analysis of environmental samples by total reflection X-ray fluorescence: a Review. *X-Ray Spectrom.* 25, 156-162.
- Khuder, A., Bakir, M.A., Karjou, J. & Sawan, M. Kh. 2007. XRF and TXRF techniques for multi-element determination of trace elements in whole blood and human hair samples. *J. Radioanal. Nucl. Chem.* 273, 435-442.
- Khuder, A, Bakir, M.A., Hasan, R., Mohammad, A. 2008. Determination of nickel, copper, zinc and lead in human scalp hair in Syrian occupationally exposed workers by total reflection X-ray fluorescence. *Environ. Monit. Assess.* 143(1-3) 67-74.
- Khuder, A., Khalifa, K. & Abbas, M. 1998. Distribution of some elements in soils of Barada river bank in Syria. *Commun. Soil. Sci. Plant Anal.*, 29 (17 & 18) 2631-2645.
- Khuder, A., Khalifa, Kh. & Abbas, M. 1996. Distribution of some chemical elements in Barada river soils. Final report: AECS-C/FRSR 112, pp. 73.
- Maday, E., Szentmihalyi, k., Then, M. & Szoke, E. 2000. Mineral element content of chamomile. *Acta Alimentaria (Hungary)*. No.1, 51-58.
- Matsuura, H., Hokura, A., Katsuki, F, Itoh, A. & Haraguchi, H. 2001. Multielement determination and speciation of major-to-trace elements in black tea leaves by ICP-AES and ICP-MS with the aid of size exclusion chromatography. *Analytical Sciences* 17, 391-398.

- Metwally, E., Abd-el-khalek & H., El-sweify, F.H. 2004. Analysis of various kinds of seeds for some trace elements using NAA. The Egyptian Society of Nuclear Sciences and Applications, Cairo (Egypt). Proceedings of the Eighth Conference of Nuclear Sciences and Applications, I, 256-263.
- Muhammedov, S., Tillaeva, Kh., Omanov, Sh., Omanova, Kh. 2002. Determination of content of microelements the some plants. In Abstracts of 2. Eurasian Conference on Nuclear Science and its Application. Institute of Nuclear Physics of NNC RK, Almaty, (Kazakhstan), 357-359.
- Obiajunwa, E. I., Adebajo, A. C. & Omobuwajo, O.R. 2002. Essential and trace element contents of some Nigerian medicinal plants. J. Radioanal. Nucl. Chem. 252 (3) 473-476.
- Özdemir, Y. & Güçer, Ş. 1997. Speciation of manganese in tea leaves and tea infusions. Food Chem. 61,
- Sahito, S., Kazi, G.H., Kazi, T. Shar, G.Q., Hafeez u Raman Shaikh & Memon, A.N. 2003. Mineral constituents of medicinally important herbs mentha arvensis and ocimum basilicum. Pakistan J. Analyt. Chem. 4(1) 27-30.
- Sud, R. G., Prasad, R. & Bhargava, M. 1995. Effect of weather conditions on concentration of calcium, manganese, zinc, copper and iron in green tea (*camellia sinensis* (L) O Kuntze) leaves of north-western India. J. Sci Food Agric, 67, 341-346.
- Taşcoğlu, S. & Kök, E. 1998. Temperature dependence of copper, iron, nickel and chromium transfers into various black and green tea infusions. J. Sci Food Agric 76, 200-208.
- Willis, J.P. 2002. Trace element analysis - some tried and tested procedures for obtaining good quality data. The National Conference and Exhibition of the Australian X-ray Analytical Association Inc. Melbourne, VIC, Australia, 75.

كلمة شكر

نتوجه بالشكر إلى السيد الأستاذ الدكتور إبراهيم عثمان، المدير العام لهيئة الطاقة الذرية لرعايته واهتمامه بإنجاز هذا العمل، ونتوجه بالشكر للسيد رئيس قسم الكيمياء، الدكتور توفيق ياسين، و الدكتور الياس حنا بكرجي رئيس دائرة الكيمياء التحليلية لمناقشتهم وتوجيههما لإنجاز أعمال هذا البحث. كما ونتوجه بالشكر لكل من السادة المهندس الزراعي عبد الكريم رزوق، الذي ساعد في تأمين العينات النباتية و الترابية و تحليل التربة ميكانيكياً و إنجاز التحاليل الفيزيائية-الكيميائية لعينات التربة. و نخص من قسم الكيمياء السادة الزملاء: جهاد قرجو بإجراء القياسات على جهاز الـ TXRF، و خالد صوان و مازن الرز لإجراء القياسات و التحليل باستخدام تقنية الـ XRF، و لانسى السيد بسام الدرا، الذي ساهم ببعض أعمال الاستخلاص من عينات التربة.

IX. مُلْحَق I. لمحة حول بعض العناصر الكيميائية في التربة و النبات*

*التراكيز الوسطية و مجال تركيز العناصر في بعض الخضروات و ثمار الفواكه و في الترب المختلفة مستقاة من كتاب Kabata-Pendias & Pendias, 1984

البوتاسيوم Potassium

احتوت الترب التي جمعت منها العينات النباتية على كميات مقبولة من الـ K تراوحت بين % 0.5-1.44. يمكن أن يرتفع محتوى الـ K في بعض العينات نظراً لوجود بعض الغضاربات المرافقة للظمي.

يبدي الـ K صفات مقاومة لوجود بعض العناصر (Al, B, Hg, Cd, Cr, F, Mo, Mn, Rb) أخرى، مثل: Ca, P, Mg، التي تعتبر المصدر الرئيسي المقاوم لانتقال العناصر النزرية إلى النبات، فمثلاً يقاوم الـ Ca انتقال العناصر التالية: Al, B, Ba, Be, Cd, Al, As, B, Co, Cr, Cs, Cu, F, Fe, Li, Mn, Ni, Pb, Sr, Zn؛ و الـ P يقاوم انتقال: Al, As, B, Be, Cd, Cr, Cu, F, Fe, Hg, Mo, Mn, Ni, Pb, Rb, Se, Si, Sr, Zn و يقاوم الـ Mg انتقال العناصر التالية: Al, Be, Ba, Cr, Mn, F, Zn, Ni, Co, Cu, Fe

يعتبر الـ K أحد العناصر الأساسية لمعظم النباتات. إذ، تمتص النباتات هذا العنصر بكميات كبيرة نسبياً، مما يستنزف محتواه في الترب التي تزرع أو ينمو فيها غطاء نباتي كثيف. يمكن أن يعوض محتوى التربة من الـ K بعمليات التسميد المنظمة (Maksimovic et al., 2000). يؤثر عموماً الـ K المنحل في التربة على نمو النبات، و تختلف النباتات بتأثرها اتجاه نقص الـ K في التربة، فمثلاً، يتأثر إنباتش (germination) أنواع من نبات الداتورة *Datura species* بتوفر الـ K في محلول التربة (Toth, 2001). تتواجد أنواع من الفطريات من النوع *Aspergillus carneus* التي يمكن أن تنمو في وسط فقير بالـ K مع ملاحظة ضعف في نمو هذا النوع النباتي

بالمقارنة مع وسط تربة غني بالـ K، بينما ينمو نوع الـ *Aspergillus ellipticus* نمواً جيداً من دون ظهور أية أعراض على هذا النوع النباتي (Rauwald et al., 1992). احتوت العينات النباتية الطبية المحللة في هذا البحث على تراكيز مختلفة من الـ K تراوحت % 0.18-4.56 في الوراق و في مجال أوسع في الجذور و ساق هذه النباتات % 0.62-8.82 ، بينما احتوى تويج بعض هذه النباتات % 2.10-2.24 و احتوى الكأس على % 1.33-1.78 و احتوت ثمار الزعرور على % 1.63-1.71. من الملاحظ من خلال استعراض نتائج هذا البحث، أنّ نبات القريص أكثر النباتات الطبية إمكانية على امتصاص الـ K و بكميات تصل إلى تركيز وسطي % 8.82.

المراجع

- Maksimovic, S.; Stepanovic, B.; Jevdjovic, R. 2000. Effect of mineral fertilizers on the yield and quality of mint stolons. *Zemljiste-i-biljka* (Serbia and Montenegro). 49(1) 29-37.
- Toth,-E. 2001. Changes in germination ability during genebank storage at some medicinal plant seeds belonging to the Solanaceae family. *International Journal of Horticultural Science* (Hungary) 7(2) 51-55.
- Rauwald, H.W.; Hoenig, J.; Flindt, S. & Geck, P. 1992. Efficacy of heavy metals and mineral deficiency on the growth of *Aspergillus carneus* and *Aspergillus ellipticus* isolated from medicinal plant *Citrullus colocynthis* from Saudi Arabia. *Zeitschrift fuer Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz* (Germany). (1992). 99(6) 647-652.
- Kabata-Pendias, A. & Pendias, H. Trace elements in soils and plants. CRC Press, Inc. Boca Raton, Florida, 1984, 315p.

الكالسيوم Calcium

يتمتع الـ Ca عموماً بسيادة مطلقة في الترب السطحية في المناطق الجافة و نصف الجافة (Khuder et al., 1998). و يتواجد الـ Ca في الترب الكلسية على شكل مركبات أساسية، مثلاً: الكالسيت $CaCO_3$ و الدولوميت $CaMg(CO_3)_2$ ، و يمكن أن يتواجد الـ Ca على شكل مركبات أخرى ثانوية، مثلاً: الأروغوانيت $CaCO_3$ و هو شكل أولي التبلور لكربونات الكالسيوم، و مركب الجبس $CaSO_4 \cdot 2H_2O$. و يتواجد الـ Ca كإحدى مكونات الغضار، التي هي مركبات مؤلفة من سليكات ألومينية مغنيزية حديدية كلسية. يمكن لكربونات الكالسيوم أن ترتبط بالعناصر النزرة و خاصة بالعناصر المعدنية في التربة. و هكذا، فإنّ إمكانية النبات على تحريض تحرير الكالسيوم من التربة إلى الجذور، سيساهم أيضاً بتحرير العناصر النزرة المرتبطة بالكربونات و حتى تلك المرتبطة بفسفات الكالسيوم. بينت نتائج Hinsinger & Gilkes (1996) زيادة تركيز الـ Ca و الـ P في التربة النامية فيها أنواع من الحبوب (الجاودار ryegrass) و البرسيم (clover) كنتيجة لتحرر البروتين و بالتالي تفكك أنواع من مركبات الفسفات، مثلاً الأباتيت.

يمكن أن تساهم المفرزات النباتية في التربة في تغيير القوى الأيونية في محلول التربة و بالتالي تغير مجرى المنافسة بين العناصر المعدنية و حتى عناصر الأتربة القلوية. فمثلاً، لوحظ أنه عند زيادة تركيز الـ Ca من 42 mg/dm^3 إلى 1042 mg/dm^3 في محلول التربة، فإنّ الكسر من الـ Zn و الـ Cd، المتواجدين كأيونين معدنيين حرين، يزداد من 8 % إلى 14 % و من 83 % إلى 100 %، على الترتيب، كنتيجة لتشكّل معقدات أو مخلّبات مع الـ Ca بدلاً من الـ Zn و الـ Cd. يترسب الـ Ca على شكل CaCO_3 في محلول الترب المشبعة بهذا العنصر. و يمكن أن تشبع الترب بمحلول الـ Ca عند ازدياد تركيز الـ $\text{CO}_2(\text{H}_2\text{CO}_3)$ في المناطق الغنية بالمادة العضوية. و تترسب العاصر الثقيلة في الترب الكلسية مع كربونات الكالسيوم، و خاصة العناصر ذات نصف القطر الأيوني المماثل تقريباً للـ Ca، الـ Zn و الـ Mg و الـ Mn.

احتوت عينات التربة المرافقة للعينات النباتية المدروسة على تركيز وسطي من الـ Ca في مجال واسع نسبياً: 35.5 % - 0.84. و احتوت الأوراق النباتية على مجال من الـ Ca يتراوح بين 1.02-10.2 % و الجذور و الساق على المجال 0.29-3.04 % و التوزيع على المجال 1.14-2.50 % و الكأس على المجال 2.78-4.41 % و احتوت ثمار نبات الزعرور على المجال 1.34-1.54 %.

المراجع

- Khuder, A., Khalifa, K. & Abbas, M. 1998. Distribution of some elements in soils of Barada river bank in Syria. Commun. Soil. Sci. Plant Anal., 29 (17 & 18) 2631-2645.
- Hinsinger, P. & Gilkes, R.J. 1996. Mobilization of phosphate from phosphate rock and alumina-sorbed phosphate by the roots of ryegrass and clover as related to rhizosphere pH, Eur. J. Soil Sci. 47, 533-544.

التيتانيوم Titanium

يعتبر الـ Ti أحد مكونات الصخور الطبيعية و يتراوح تركيزه ما بين % 0.03 و % 1.4، بينما، تحوي الترب السطحية تركيزاً من الـ Ti في المجال % 0.1-0.9، و يمكن اتساع هذا التركيز في بعض أنواع التربة و منها الترب الطينية و الطينية الغضارية كما هو في ترب نيوزلندا (% 0.54-2.40) تواجد الـ Ti في عينات التربة السطحية المرافقة للنباتات المدروسة بتركيز في المجال % 0.08-2.18، مما يشير إلى ارتفاع نسبي في بعض العينات عن التركيز الوسطي و مقاربتها بالترب الطينية و الترب الطينية الغضارية. يتواجد الـ Ti بشكل رئيسي بتكافؤ رباعي على شكل مركبات رئيسية من الأكاسيد و التيتانات و السيليكات. يقاوم الـ Ti ظروف التعرية الجوية. و يعتبر الـ Ti من أكثر العناصر ثابتية في التربة.

لم يتضح حتى الآن وجود دور مهم للـ Ti في مجال الكيمياء الحيوية، باستثناء بعض الدراسات التي أشارت إلى دخول الـ Ti في الوساطة الضوئية. كما أشارت الدراسات إلى عدم تيسر هذا العنصر لكثير من النباتات. يختلف تركيز الـ Ti في النباتات في المجال DW 15-1500 ppm. وجدت دراسات قليلة تعنى بسمية الـ Ti، و منها ما يشير إلى زوال اللون الأخضر للنبات و ظهور نخر في أوراق الفاصوليا التي تحوي على تركيز DW 200 ppm من الـ Ti. أشارت النتائج في هذا العمل إلى تفاوت تركيز الـ Ti في أوراق النباتات الطبية في المجال DW 4.8-226 ppm <، و كان تركيز هذا العنصر في الساق و جذور هذه النباتات أقل، و انخفض التركيز في الأزهار و الثمار إلى حدود الكشف للطريقة (<4.8 ppm) (الجدول ١٩).

الجدول ١٩. التراكيز الوسطية و مجال تركيز الـ Ti في بعض الأغذية

| النبات | الجزء النباتي | مجال التركيز |
|------------------|---------------|--------------|
| Wheat | Grains | 0.9 |
| Corn | Grain | 2.0 |
| Snap bean | Pods | 3.2 |
| Onion | Bulbs | 1.6 |
| Apple | Fruits | 0.18 |
| Orange | Fruits | 0.15 |
| Food plants | Edible parts | 0.2-80 |
| Medicinal plants | Leaves | <4.8-226 |
| | Roots | <4.8-113 |
| | Petal | <4.8 |
| | Calyx | <4.8 |
| | Fruits | <4.8 |

النباتية و النباتات الطبية
/DW/(ppm)

الكروم Chromium

يتواجد الـ Cr في الطبيعة بدرجتين تكافؤ +3 (Chromic) و +6 (Chromate). تعتبر أشكال الكروم ذات الأكسدة المرتفعة أقل ثباتاً من الشكل Cr^{3+} . يتشابه Cr^{3+} مع كل من Fe^{3+} و Al^{3+} في الحجم الشاردي و بالخواص الجيوكيميائية. يشكل كاتيون الـ Cr^{6+} أنيون الكرومات CrO_4^{2-} ، الذي يعتبر أنيوناً متحركاً و من السهل امتصاصه بمعدن الطين و بالأكاسيد المائية. يعتبر عموماً الـ Cr قليل الحركة باستثناء الحالة التي يتواجد فيها في الترب شديدة الحمضية.

يعتبر تحول الـ Cr من الشكل Cr^{6+} إلى الشكل Cr^{3+} مهماً جداً، باعتبار أن الكاتيون الأخير هو الشكل المسؤول عن تسر هذا العنصر للنبات. يمكن أن نجد كل من الشكلين الأنفين الذكر في محلول التربة و يتبع ذلك الشروط البيئية المحيطة.

يتفاوت محتوى الـ Cr في الطبيعة من تراكيز مرتفعة في بعض الفلذات، مثلاً فلذ السربنتين serpentine (0.2-0.4 %) إلى محتوى منخفض في بعض الترب، مثلاً، الترب الرملية و ترب الهستوسول (Histosols)، إذ، تحوي هذه الترب على أكثر من 30 % المادة العضوية كنتيجة للشروط البيئية المشبعة، و بالتالي يدخل في المكونات الأساسية لهذه الترب المادة العضوية. تحوي الترب السطحية في الولايات المتحدة الأمريكية على تركيز وسطي من الـ Cr يقدر بـ 54 ppm و تحوي الترب العالمية على تركيز وسطي من هذا العنصر 65 ppm. احتوت عينات التربة في الأعماق 0-40 cm التابعة للنباتات النامية فيها على تركيز من الـ Cr دون حد الكشف (4.8 ppm).

تحوي عموماً مختلف الترب العالمية على محتوى من الـ Cr، إلا أن المشكلة في الجزء المتيسر في محلول التربة للنبات. يمكن إضافة كميات مدروسة من أملاح الـ Cr إلى التربة لتعويض النقص بهذا العنصر. يتركز بالنتيجة الـ Cr في معظم الأحيان في الجذور أكثر مما هو في الأوراق أو في الفروع و أقل كمية يمكن أن تتواجد في البذور.

زاد الاهتمام مؤخراً بدراسة الـ Cr و محتواه في النباتات، و ذلك بعد التعرف على دوره المهم في عمليات تفكيك السكريات (الغلوكوز) و الكلسترول. عموماً تحوي معظم النباتات على الـ Cr بتركيز في المجال 0.02-0.20 ppm DW. يمكن أن تتأثر بعض النباتات بزيادة تركيز الـ Cr في التربة، مثلاً، انسمام نبات الشوفان (Oats) بتركيز حرج من الـ Cr يقدر بـ 49 ppm ناجم عن التربة النامي فيها و التي تحوي تركيز Cr 634 ppm. تظهر على النبات أعراض الذبول بالقمم و تؤدي الجذور لدى الإصابة بالانسمام بالـ Cr، بالإضافة إلى إمكانية الإصابة بزوال اللون الأخضر في الأوراق الفتية و في العصابات الغضة عند الحبوب و تحولها إلى لون أسمر محمر. يعرض الجدول تركيز الـ Cr في بعض الأغذية النباتية و النباتات العلفية و بعض النباتات الطبية. يلاحظ من خلال هذه النتائج ارتفاع نسبي في تركيز

الـ Cr في بعض النباتات الطبية و خاصة في أوراق نبات الشاي و النعناع البري
 و 12.2-46.2 ppm DW و 8.5-17.4 ppm DW في جذور نبات الشاي، في حين

| النبات | الجزء النباتي | مجال التركيز |
|------------|---------------|--------------|
| Buckwheat | Seeds | 0.03 |
| Wheat | Grains | 0.014-0.20 |
| Sweet corn | Grains | 0.15 |
| Bean | Pods | 0.15 |
| Onion | Bulbs | 0.021 |
| Potato | Tubers | 0.021 |
| Tomato | Fruits | 0.074 |
| Apple | Fruits | 0.013 |
| Orange | Fruits | 0.029 |
| Vegetables | Edible parts | 0.05-8.0 |
| Alfalfa | Tops | 0.101-0.91 |
| Grass | Tops | 0.11-3.4 |

انخفض تركيز هذا العنصر في باقي النباتات الطبية المدروسة في هذا البحث إلى
 دون حدود الكشف طريقة الـ TXRF الـ 4.2 ppm DW < ، أما تركيز الـ Cr في باقي
 الأغذية النباتية و الرعوية فكان محدود و لم يزد على 8 ppm DW في بعض
 الخضروات.

الجدول ٢٠. التراكيز الوسطية و مجال تركيز الـ Cr في بعض الأغذية
 النباتية و النباتات الرعوية و النباتات الطبية (ppm)/DW/

| | | |
|-----------|--------|------------------|
| <4.2-46.2 | Leaves | Medicinal plants |
| <4.2-17.4 | Roots | |
| <4.2 | Petal | |
| <4.2 | Calyx | |
| <4.2 | Fruits | |

المنغنيز Manganese

يعتبر الـ Mn من العناصر النزرة الأكثر وفرة في اليابسة، و تركيزه الطبيعي في الصخور يقع في المجال من 350 ppm إلى 2000 ppm. يرتبط الـ Mn مع عدد من الفلزات المعدنية، و يتواجد بشكل طبيعي على شكل كاتيون، إما ثنائي التكافؤ Mn^{2+} ، أو ثلاثي التكافؤ Mn^{3+} ، أو رباعي التكافؤ Mn^{4+} ، إلا أن التكافؤ الثنائي لهذا العنصر فهو الأوفر و خاصة في الصخور السليكاتية. يستطيع الكاتيون Mn^{2+} استبدال بعض الكاتيونات الثنائية و منها Fe^{2+} و Mg^{2+} في المركبات السليكاتية و الأكاسيد.

تتأكسد مركبات الـ Mn أثناء تعرية التربة و بالشروط المناخية السائدة و تعود أكاسيد الـ Mn لتترسب من جديد على شكل فلزات الـ Mn الثنائية. يرتبط انحلال الـ Mn بدرجة حموضة التربة (pH) و بكمون الإرجاع، لذلك فإنّ التفاعلات المناسبة التي تحدث في محلول التربة عبارة عن تفاعلات الأكسدة-إرجاع و الحلمة. ينظم انتقال الـ Mn المنحل في التربة دخوله في ارتباطات ليشكل معقدات عضوية. و هكذا، فإنّ إرجاع الـ Mn (MnO_2) في محلول التربة بجانب الجذور و تعقيده بمؤكسدات ناتجة عن مفرزات الجذور من أهم العوامل التي تضبط حركة الـ Mn.

يتواجد الـ Mn في الترب الغنية بالـ Fe و/أو بالمادة العضوية و في ترب المناطق الجافة و نصف الجافة. و يمكن لهذا العنصر أن يتركز في مقاطع مختلفة من التربة، خاصة بتلك الأماكن الغنية بأكاسيد و هيدروكسيدات الحديد. يتواجد أيضاً هذا العنصر في الطبقة السطحية من التربة كنتيجة لتثبته بالمادة العضوية. يتواجد الـ Mn في الترب العالمية بمجال واسع 9000-10 ppm، و الأكثر تردداً مجال من التراكيز 200-800 ppm. عين التركيز الوسطي للـ Mn في الترب العالمية بـ 545 ppm، بينما كان هذا الوسطي لترب الولايات المتحدة الأمريكية 495 ppm.

يؤثر على انتقال الـ Mn من التربة إلى النبات نوع النبات و المتيسر من هذا العنصر في التربة. و ينتقل عادة الـ Mn في سوائل النبات و يستخلص عندئذٍ على شكل كاتيون حر Mn^{2+} و يمكن أن يشكل مركبات معقدة في مفرزات اللحاء. توجد عادة علاقة ارتباط عكسية بين تركيز الـ Mn في النباتات و زيادة pH محلول التربة، بينما توجد علاقة طردية مع المادة العضوية في التربة.

يعتبر الـ Mn من العناصر المهمة للنبات. إذ، يعتبر الـ Mn^{2+} مكوناً أساسياً لأنزيمين اثنين الأرخيناز Arginase و الفسفوترانسفيراز Phosphotransferase، و يمكن لهذا العنصر أن يبادل Mg في أنزيمات أخرى. و يمكن أن يشارك الـ Mn في عمليات الاصطناع الضوئي عن طريق نقل الإلكترونات في الوسط.

تعاني أنواع مختلفة من الترب العوز بالـ Mn خاصة في الترب الكلسية. و تعتبر صناعات اليخضور من أهم الأجزاء النباتية الحساسة لنقص الـ Mn. على الرغم من أنّ الـ Mn يعتبر عنصراً مغذياً للنبات، و تتأقلم معظم النباتات مع وجود زيادة من هذا العنصر في التربة، إلا أن هناك بعض الحالات التي سجل فيها التأثير السمي للـ Mn (Burke, 1990)، و هذه الحالات غالباً ما ترتبط بالترب التي تميل إلى الوسط الحمضي.

يتأثر سلباً كل من الـ Mn و الـ Fe ببغضهما البعض في بعض الحالات الخاصة فقط، مثلاً: حالة الترب ذات الحمضية القوية، إذ، يمكن أن يتوفر في محلول هذه الترب تركيز مرتفع نسبياً من كاتيونات الـ Mn . عموماً، يساهم الـ Mn و الـ Fe بعمليات الاستقلاب لدى النبات، و بالتالي فإنّ النسبة الضرورية لهذين العنصرين Fe/Mn يجب أن تقع في المجال 1.5-2.5 للوصول إلى نبات نامي في بيئة صحية. يتواجد الـ Mn في النباتات بمجال واسع التركيز، حتى عند تلك النباتات النامية في نفس الشروط البيئية المحيطة. فمثلاً، تحوي الأعشاب النامية في بلدان مختلفة على تركيز من الـ Mn في المجال التالي: 17-334 ppm و على مجال من التركيز في نبات البرسيم clover : 25-119 ppm. كذلك تتفاوت تراكيز الـ Mn في الأغذية ذات المصدر النباتي، مثلاً: تحوي جذور الشوندر على تراكيز 36-113 ppm DW، بينما تنخفض إلى 1.3-1.5 ppm DW في ثمار الأشجار. عموماً، يتأثر محتوى الـ Mn في النباتات بنوع النبات، مرحلة النمو، الاختلاف بين أجزاء النبات، الشروط المناخية و البيئية، أما، التركيز الحرج الأدنى للـ Mn فيمكن أن يقع في المجال 15-25 ppm DW. أظهرت نتائج البحث الحالي أنّ الـ Mn يتركز جيداً في أوراق النباتات الطبية و من ثم في جذور هذه النباتات، بينما ينخفض تركيز هذا العنصر بصورة ملحوظة في ثمار الفاكهة، مثل ثمار التفاح و البرتقال و ثمار الزعرور (الجدول ١٧).

الجدول ١٧. التراكيز الوسطية و مجال تركيز الـ Mn في بعض الأغذية النباتية و النباتات الطبية (ppm)/DW

| مجال التركيز | الجزء النباتي | النبات | |
|--------------|---------------|------------------|------------------------------|
| 3.6 | Grains | Sweet corn | |
| 29 | Leaves | Lettuce | |
| 14-28 | Leaves | Cabbage | |
| 21 | Pods | Bean | |
| 8.5-28 | Roots | Carrot | |
| 16-24 | Bulbs | Onion | |
| 3.6-15 | Tubers | Potato | |
| 12 | Fruits | Tomato | |
| 1.3 | Fruits | Apple | |
| 1.5 | Fruits | Orange | |
| 26.1-223 | Leaves | Medicinal plants | الحديد Iron |
| 3.5-91.2 | Roots | | |
| 10.0-28.4 | Petal | | |
| 15.0-39.6 | Calyx | | |
| 5.55-5.74 | Fruits | | |

يعتبر الـ Fe واحد من المكونات الأساسية لليابسة و تتراوح نسبته الطبيعية في الترب العالمية % 0.5-5. بالمقارنة، احتوت الترب المرافقة للنباتات المدروسة في هذا البحث على تركيز حديد في المجال: % 0.69-11.1 متجاوزة أحياناً التركيز الطبيعي.

يرتبط تفاعل الـ Fe في عمليات التعرية بـ pH التربة و الناقلية الكهربائية للوسط البيئي و على تكافؤ الـ Fe في فلذاته المنتشرة. يرتبط انتقال الـ Fe في التربة بشروط الأوكسدة و الإرجاع المتوفرة في الوسط البيئي. يترسب عموماً الحديد ثنائي التكافؤ على شكل أكاسيد و هيدروكسيدات، و يمكن أن يتبادل مع الـ Mg و الـ Al و مع فلذات معدنية أخرى و أشكال معقدة مع المادة العضوية. يتمخبط (Chelate) الـ Fe مع المادة العضوية في سطح التربة. تنتقل مركبات الـ Fe المعدنية و العضوية في التربة، و يظهر وضوحاً تأثير المادة العضوية على تشكيل أكاسيد الـ Fe. يعتبر تركيز الـ Fe المنحل في التربة محدوداً جداً بالمقارنة بالتركيز الكلي لهذا العنصر، علماً أنه لا يوجد عوز بالـ Fe حتى في ظروف الترب الفقيرة، و إنما حالة العوز بالـ Fe مرتبط بالمتيسر من هذا العنصر في محلول التربة. يساهم الكاتيون Fe^{2+} قليلاً بالجزء المنحل من الـ Fe في ظروف ترب المناطق الجافة، باستثناء حالة توفر ترب بـ pH مرتفع جداً. ينحل الـ Fe اللاعضوي في الترب الحمضية أكثر مما هو عليه في الترب المعتدلة أو الكلسية. لهذا السبب، نجد أن الـ Fe يتفاوت بخواصه من الشكل السام في ظروف الترب الحمضية إلى الحالة التي تصل إلى عوز الـ Fe في ظروف الترب القلوية في المناطق الجافة. ينتقل الـ Fe^{3+} إلى شكل الـ Fe^{2+} في الأراضي المغمورة بالماء، و يزداد انحلال الـ Fe عندئذٍ، مثلاً، في الأماكن التي تُعوم فيها التربة بالماء بهدف زراعة الرز.

يميل الـ Fe لتشكيل معقدات و مركبات متمخبطة منحلة. تعتبر هذه المعقدات مسؤولة بشكل كبير عن هجرة و انتقال الـ Fe في مستوي التربة و بالتالي مسؤولة

عن تزويد النبات بالـ Fe. تنتشر في العالم مناطق كثيرة تعاني من نقص الـ Fe في محلول التربة، مثلاً: المناطق الجافة ذات طبيعة التربة الكلسية و القلوية. على العكس، لا تعاني التربة في المناطق الرطبة من وموضوع العوز بالـ Fe . تعتبر مقدرة الجذور على إرجاع الـ Fe^{3+} إلى شكل الـ Fe^{2+} أساساً لفهم آلية امتصاص مجمل النباتات لهذا العنصر. تلعب معقدات الـ Fe العضوية في الوسط المعتدل الدور المهم بتزويد النبات بهذا العنصر. لا ينتقل الـ Fe بسهولة في نسج النبات، لهذا يظهر العوز بالـ Fe أولاً على أجزاء النبات الفتية. تؤثر عدد من العوامل على امتصاص و انتقال الـ Fe في النبات، من أهمها: pH التربة، تركيز كل من الـ Ca و الـ P و نسبة عدد من العناصر الثقيلة.

يملك الـ Fe الدور المفتاح في نقل الطاقة التي يحتاجها النبات في عمليات الاصطناع الخلوي و العمليات الأخرى. لهذا، فإنّ العوز بالـ Fe يؤدي إلى تأخر نمو النبات و نقص الإنتاج. بينما، تملك الزيادة بالـ Fe آثاراً سمية للنبات خاصة في التربة شديدة الحمضية و التربة المشبعة بالماء، إذ، أنّ تركيز Fe^{2+} 500 ppm في محلول التربة المشبعة و المعدة لزراعة الرز، يمكن أن يقتل شتلات الرز النامية في هذا الوسط. يمكن أن يؤثر على الدور السمي للـ Fe وجود العناصر الأخرى في التربة، و من أهمها الـ Mn. تتلاءم النباتات عموماً مع الزيادة من الـ Fe في حال توفر تركيز عالٍ من الـ Ca في التربة. توجد عموماً حالة تنافرية بين الـ Fe و بعض العناصر الثقيلة و من أهمها: Ni, Co, Mn و التي تسبب زيادة منها نقصان امتصاص و انتقال الـ Fe و بالتالي نقص في إنتاج الكلوروفيل في النبات. على العكس، فإنّ زيادة تركيز الـ Fe في محلول التربة يؤدي إلى نقصان امتصاص و انتقال عدد من العناصر المعدنية النزر.

من المهم أن يصل النبات و بالتالي الحيوان و الإنسان كميات مناسبة من الـ Fe. فمثلاً، تمتص الأعشاب المختلفة كميات متفاوتة و كبيرة نسبياً من الـ Fe تقع ضمن المجال 2127-3580 ppm DW و تتراوح تراكيز الـ Fe في الأعشاب العلفية 18-1000 ppm DW. تحوي الأجزاء الصالحة للأكل في الخضروات تراكيز من الـ Fe في المجال 29-130 ppm DW. أما النباتات الطبية فتحتوي على تراكيز مرتفعة من الـ Fe في الأوراق و كميات أقل في الجذور و الساق، و تكون تركيز هذا العنصر في أجزاء أزهار النبات و الثمار معتدلة مقارنة بالأجزاء السابقة.

الجدول ١٧. التراكيز الوسطية و مجال تركيز الـ Fe في بعض الأغذية النباتية و النباتات الطبية (ppm)/DW/

النیکل Nickel

يوجد تشابه عام ما بين توزع الـ Fe و الـ Ni و الـ Co في القشرة الأرضية. تحوي الصخور الرسوبية على مجال من تركيز الـ Ni: 5-90 ppm مع زيادة في التركيز في الترب الطينية و انخفاض في الترب الرملية. يتبع في كثير من الأحيان الـ Ni معدن الـ Fe.

يعتبر الـ Ni عنصراً متحركاً أثناء ظروف التعرية الجوية و يترسب في مرحلة لاحقة مع أكاسيد الـ Fe و الـ Mn. ينتقل الـ Ni، باعتباره ثابت في الوسط المائي، إلى مسافات بعيدة. يتواجد الـ Ni في الطبقة السطحية من التربة مرتبطاً في أغلب الأحوال بالمادة العضوية ارتباطاً شديداً، و من هذا الارتباط العضوي يوجد كسر محسوس على شكل معقدات متمخلبة و منحلة. يترافق الـ Ni مع معقدات الـ Fe و الـ Mn لينتقل في هذه الحالة مرافقاً هذين العنصرين إلى النبات.

يتوزع الـ Ni في التربة مرتبطاً إما مع المادة العضوية أو مع الأكاسيد اللابلورية أو مع فلذ الطين، حسب نوع التربة. وجد أن مجال تركيز الـ Ni الوسطي في الترب العالمية 4-55 ppm و في ترب الولايات المتحدة الأمريكية 19 ppm. لم تظهر الدراسات حتى الآن أهمية للـ Ni في الاستقلاب الحيوي عند النباتات،

على

| الرجم | مجال التركيز | الجزء النباتي | النبات | من |
|-------|--------------|---------------|------------------|-----|
| | 17 | Grains | Sweet corn | بعض |
| | 130 | Leaves | Lettuce | |
| | 42 | Leaves | Cabbage | |
| | 84-86 | Pods | Bean | |
| | 16-54 | Roots | Carrot | |
| | 29-33 | Bulbs | Onion | |
| | 21-41 | Tubers | Potato | |
| | 58 | Fruits | Tomato | |
| | 6 | Fruits | Apple | |
| | 15 | Fruits | Orange | |
| | 71 | Roots | Red beet | |
| | 108-4208 | Leaves | Medicinal plants | |
| | 35.8-716 | Roots | | |
| | 256-509 | Petal | | |
| | 199-312 | Calyx | | |
| | 150-214 | Fruits | | |

الدراسات التي أشارت إلى التأثير المفيد لـ Ni على نمو النباتات، و بالتالي الاستدلال على وجود دور ما يتعلق بنمو و حياة النباتات.

يعتبر الـ Ni مكوناً أساسياً في تشكيل أنزيم اليورياز Urease (أنزيم يحول البولة إلى كربونات الأمونيوم)، و هكذا فإنّ البقوليات يمكن أن تكون بحاجة ماسة للـ Ni أثناء تشكل البراعم فيها، و التي تكون وسيلة لنقل الـ N من الجذور إلى القمم على شكل مركبات البولة.

يشبه الكاتيون الـ Ni^{2+} الكاتيونات الثنائية التكافؤ Co^{2+} , Cu^{2+} , Zn^{2+} بتشكيله مركبات عضوية و معقدات. فمثلاً، وجد الـ Ni مرتبطاً بأيونات المعقدات العضوية في مفرزات اللحاء. على الرغم من أنّ نقل و تخزين الـ Ni يبدو عملاً فيزيولوجياً أيضاً، إلا أنّ هذا العنصر يعتبر متحركاً في النباتات و يمكن له أن يتجمع في كلّ من الأوراق و بذور الثمار.

ينتقل الـ Ni بسرعة من التربة إلى النبات، و يرتبط انتقال هذا العنصر بتركيزه في التربة. يعتبر كلّ من عامل التربة و النبات من المؤثرات المعروفة على امتصاص الـ Ni، إلا أنّ عامل حموضة التربة (الـ pH) من أهم هذه العوامل. أشارت الدراسات على أنّ عدداً من المحاصيل أو النباتات المختلفة، مثلاً: القمح، الجزر، الخس (Singh, 1995)، و بعض النباتات الطبية كالسعتر (Maksimovic, 1998) قد تناقص محتواها بالـ Ni مع ازدياد pH التربة. تؤثر تراكيز إضافية من الـ Ni أو تعريض التربة إلى زيادة في كميات الـ Ni على امتصاص العناصر المغذية و على نمو الجذور و على التطور الفيزيولوجي للنبات.

يمكن لمختلف النباتات أن تمتص كميات مختلفة من الـ Ni. و تتراوح كمية الـ Ni في مختلف النباتات النامية في الترب الملوثة بهذا العنصر على مجال من التركيز 10-100 ppm DW، علماً أنّ هناك نباتات متحملة جداً للترب الملوثة بالـ Ni و يمكن بالتالي استخدام عدد منها كمؤشر للتلوث الكيميائي الحيوي في منطقة ما.

يتأثر امتصاص الـ Ni بتركيز عدد من العناصر الأخرى في التربة، و خاصة الـ Fe و أيضاً الـ Cu و الـ Zn. يمكن للحديد الثلاثي التكافؤ أن لا يؤثر على امتصاص الـ Ni في بعض أجزاء النبات. تلعب النسبة Ni/Fe مؤشراً أقوى للتعرف على سمية الـ Ni في الوسط المحيط.

يمكن لتركيز الـ Ni في النباتات النامية في الترب غير الملوثة أن يختلف اختلافاً بيناً باعتبار هذا العنصر يعكس عوامل بيئية و بيولوجية. بينما، يلاحظ أنّ تركيز الـ Ni في بعض النباتات المغذية و الحبوب و بعض الأعشاب في بلدان مختلفة لا يختلف كثيراً (الجدول ١٨). أشارت نتائج هذا العمل أنّ تركيز الـ Ni في معظم النباتات الطبية كان دون حد كشف تقنية الـ TXRF (4.9 ppm DW)، باستثناء نبات الشاي و النعناع. إذ، عين الـ Ni في أوراق الشاي و النعناع في مجال من التراكيز 15.0-50.3 ppm، بينما انخفض التركيز في الجذور إلى المجال 7.3-18.5 ppm.

الجدول ١٨. التراكيز الوسطية و مجال تركيز الـ Ni في بعض الأغذية النباتية و النباتات الطبية (ppm)/DW/

المراجع

Maksimovic, S.; Jakovljevic, M. & Ristic, M. 1998. Chemical composition of thyme (*Thymus vulgaris* L.). *Zemljiste-i-biljka*

| مجال التركيز | الجزء النباتي | النبات |
|--------------|---------------|------------------|
| 0.22-0.34 | Grains | Sweet corn |
| 1.0-1.8 | Leaves | Lettuce |
| 0.62-0.99 | Leaves | Cabbage |
| 0.26-0.98 | Roots | Carrot |
| 0.59-0.84 | Bulbs | Onion |
| 0.29-1.0 | Tubers | Potato |
| 0.43-0.48 | Fruits | Tomato |
| 0.06 | Fruits | Apple |
| 0.39 | Fruits | Orange |
| <4.9-50.3 | Leaves | Medicinal plants |
| <4.9-18.5 | Roots | |
| <4.9 | Petal | |
| <4.9 | Calyx | |
| <4.9 | Fruits | |

(Yugoslavia). 47(2) 83-90.

Singh, B.R.; Narwal, R.P.; Jeng, A.S. & Almas, A. 1995. Crop uptake and extractability of cadmium in soils naturally high in metals at different pH levels. *Communications in soil science and plant analysis (USA)*. 26(13/14) 2123-2142.

النحاس Copper

ينتشر النحاس جيداً في الترب الزراعية. و يتواجد هذا العنصر في الترب العالمية بتركيز وسطي ppm 6-60. و يتواجد الـ Cu في ترب الولايات المتحدة الأمريكية الكلسية في المجال ppm 7-70 و بتركيز وسطي ppm 21، أما الزيادة عن هذه الحدود فيمكن أن تنجم عن مصدر خارجي. احتوت الترب التي تم اعيانها في هذا البحث و المرافقة للنباتات النامية فيها على الـ Cu بتركيز ppm 30-58. و هذه التراكيز تقع ضمن الحدود المسموح بها لنفس نوع الترب المدروسة.

ينتقل الـ Cu إلى النبات بمكانيكية ما زالت غير واضحة جيداً. و يختلف توزيع الـ Cu في النباتات اختلافاً بيناً. يرتبط الـ Cu بالطبقة الخارجية من الجذور و يكون انتقاله من هذه الطبقة صعباً جداً. ينتقل الـ Cu إلى الفروع و البراعم عند فترة النمو أو في حال زيادة تركيز هذا العنصر في محلول التربة.

يؤثر نقص الـ Cu على الحالة الفيزيولوجية للنبات و بالتالي على إنتاج النبات. أظهرت الدراسات أن تركيزاً أقل من 2 ppm من الـ Cu ستكون غير كافية للنبات. بالمقابل، فإن زيادة انتقال الـ Cu من الترب الملوثة يؤثر سلباً على النبات، و من ذلك تخريب الأوراق و زيادة استطالة خلايا الجذور، و تغيير بالنسيج الحيوي، مما يسبب نفوذ الأيونات من الجذور (مثلاً، نفوذ الـ K^+ , PO_4^{3-}).

يوجد تنافر (antagonism) بين الـ Cu و بعض العناصر الأخرى. فزيادة كبيرة من الـ Cu في النبات تقلل من تركيز الـ Fe في الخلايا اليخضورية (chloroplasts)، بينما تقلل زيادة من الـ Fe انتقال الـ Cu من محلول التربة إلى النبات، و تختلف نسبة Cu/Fe حسب الأنواع النباتية. أشارت الدراسات إلى وجود تفاعل بين الـ Cu و الـ Mn و يمكن أن يكون هذا التفاعل إما تعاوني (synergistic) أو تنافري (synergistic) في شروط محددة و بتراكيز مرتفعة. لوحظ وجود الأثر التعاوني بين Cu-Ni بنفس الشروط الموافقة لـ Cu-Mn.

تفيد كميات مناسبة من الـ Cu كلاً من النبات و الإنسان. يوجد عدداً من النباتات، التي تركز هذا العنصر في نسيجها الحية. و يمكن أن يتبع تركيز الـ Cu في النبات تركيزه في محلول التربة أو تركيزه الكلي في التربة. تختلف هذه التابعية حسب نوع النبات و الجزء من النبات. يبين الجدول ١٤ نتائج تعيين الـ Cu في بعض الأغذية النباتية.

الجدول ١٤. نتائج تعيين الـ Cu في بعض الأغذية النباتية و النباتات الطبية (التركيز بالـ ppm في المادة الجافة DW)

| مجال وسطي التركيز | الجزء النباتي | النبات |
|-------------------|---------------|------------------|
| 1.4-2.1 | Grains | Sweet corn |
| 5.1 | Pods | Bean |
| 2.9-3.3 | Leaves | Cabbage |
| 8.1 | Leaves | Lettuce |
| 8.1 | Roots | Beet |
| 4.6-8.4 | Roots | Carrot |
| 4.6-6.0 | Bulbs | Onion |
| 3.7-6.6 | Tubers | Potato |
| 8.8 | Fruits | Tomato |
| 1.1 | Fruits | Apple |
| 1.9 | Fruits | Orange |
| 6.5-27.8 | Leaves | Medicinal plants |
| 2.0-28.0 | Roots | |
| 13.3-17.7 | Petal | |
| 10.5-12.6 | Calyx | |
| 9.7-13.0 | Fruits | |

الزنك Zinc

تحتوي التربة العالمية على تركيز وسطي من الـ Zn في المجال 17-125 ppm . أما محتوى التربة الكلسية في الولايات المتحدة الأمريكية فيقع في المجال 10-106 ppm. احتوت التربة المرافقة للنباتات الطبية المدروسة في هذا البحث على تركيز وسطي من الـ Zn في المجال 30-150 ppm.

ينتقل الـ Zn من محلول التربة و من التربة عموماً إلى النبات بشكل متيسر و هذه العلاقة يمكن أن تكون خطية في بعض الحالات. يختلف عموماً امتصاص الـ Zn باختلاف نوع النبات و بالوسط المحيط. تؤثر عموماً العناصر الأخرى في التربة على انتقال الـ Zn ، مثلاً الـ Ca. أشار بعض الباحثون إلى أنه يمكن اعتبار الـ Zn ذو حركية متوسطة إلى الشديدة عند انتقاله من التربة إلى النبات. تحوي الجذور في كثير من الأحيان كميات وافرة من الـ Zn أكثر من النهايات العليا للنبات. و يمكن الـ Zn أن يتركز في الخلايا صانعة اليخضور، مثلاً في السبانخ.

يلعب الـ Zn دوراً مهماً في الاستقلاب الحيوي و يعتبر أساساً في تركيب عدد من الأنزيمات. و من المؤكد أن الـ Zn يحفز على مقاومة النباتات للظروف المناخية الجافة و الحارة، بالإضافة إلى اعتباره محفزاً مقاوماً لأمراض البكتيريا و الفطور.

يمكن أن يؤثر على تيسر الـ Zn عدداً من العوامل من أهمها: محتوى التربة المنخفض من الـ Zn، التربة الكلسية و pH التربة أكبر من 7، انخفاض محتوى المادة العضوية في التربة، نشاط جرثومي معطل في التربة، امتصاص محدود للـ Zn من قبل الجذور محدود المنطقة المنتشرة فيها، بالإضافة إلى مرور فصل ربيع بارد، استجابة مختلفة للأصناف و الأصناف النباتية، التأثيرات المضادة. يمكن أن يصل الـ Zn إلى حدود السمية لأسباب مختلفة، منها الاستخدام المستمر للأسمدة، أو بسبب التلوث الصناعي. يمكن استخدام بعض الأنواع النباتية كمؤشر على التلوث الكيميائي الحيوي في منطقة ما. يمكن لكثير من النباتات تحمل انتقال نسب مرتفعة من الـ Zn دون ظهور أعراض مرضية واضحة. يتنافس الـ Zn مع عدد من العناصر الكيميائية، فمثلاً النسبة الحرجة Fe/Zn في نبات الذرة الصفراء حوالي 6. يتنافس أيضاً الـ Zn مع عدد آخر من العناصر الكيميائية، مثلاً: Cd, Cu, As, P، بالإضافة إلى ذلك، يرتبط تأثير الـ Zn بالـ Ca و الـ Mg بنوع النبات و بالوسط المحيط.

يختلف محتوى الـ Zn في النباتات اختلافاً بيناً بسبب عدد من العوامل من أهمها العامل البيئي و العامل الوراثي. يمكن أن يكون المجال (DW) 10-20 ppm مؤشراً على نقص التركيز في النباتات. بينما، يمكن للنباتات النامية في الأوساط الملوثة أن تمتص تراكيز مرتفعة من الـ Zn في الجذور. يعرض الجدول ١٦ التركيز الوسطي للـ Zn في بعض الأغذية النباتية و النباتات الطبية.

| مجال التركيز | الجزء النباتي | النبات |
|--------------|---------------|------------------|
| 25-36 | Grains | Sweet corn |
| 44-73 | Leaves | Lettuce |
| 24-31 | Leaves | Cabbage |
| 32-38 | Pods | Bean |
| 21-27 | Roots | Carrot |
| 22-32 | Bulbs | Onion |
| 10-26 | Tubers | Potato |
| 17-26 | Fruits | Tomato |
| 1.2 | Fruits | Apple |
| 5.0 | Fruits | Orange |
| 27.4-165 | Leaves | Medicinal plants |
| 12.7-177 | Roots | |
| 29.0-59.8 | Petal | |
| 29.0-46.6 | Calyx | |
| 16.8-18.3 | Fruits | |

الجدول ١٦. التراكيز الوسطية و مجال تركيز الـ Zn في بعض الأغذية النباتية و النباتات الطبية (ppm)/DW

البروم Bromine

تحتوي القشرة الأرضية على تركيز وسطي من الـ Br في المجال 0.2-10 ppm، و يتركز الـ Br في الترب الطينية بشكل أوفر. تتشابه مركبات الـ Br بمركبات الـ Cl، لذلك نجد أنّ النسبة Br/Cl تشكل عاملاً مهماً يحدد في تحديد بعض الوحدات المتعارف عليها جيولوجياً. يعتبر الـ Br عنصراً سهل التطاير، و مركباته سهلة الانحلال. يتواجد الـ Br في الترب السطحية من خلال التزود بهذا العنصر من الغلاف الجوي. و تحوي عموماً الطبقة السطحية في مناطق مختلفة من العالم على تركيز من هذا العنصر في المجال 5-40 ppm. عين الـ Br في الترب السطحية (0-

(40 cm) المرافقة للعينات النباتية المدروسة في هذا البحث و كان تركيزه في المجال 8-20.9 ppm.<

تحتوي عموماً النباتات البحرية على الـ Br أكثر مما تحويه النباتات البرية. على الرغم من أن الـ Br يتواجد في نسيج النباتات، إلا أنه من غير المعروف حتى الآن إذا كان هذا العنصر يعتبر مهماً لنمو النبات. تحوي النباتات على كميات طبيعية من الـ Br تصل إلى حدود 40 ppm ويمكن أن ترتفع التراكيز عن هذه الحدود في حالة التلوث. دلت أيضاً الدراسات إلى أن محتوى بعض الأعشاب من الـ Br لا يرتبط بمحتوى التربة من هذا العنصر أو ببعض خواص التربة، مثلاً: نموذج التربة، تصريف المياه، الـ pH. لهذا، فإنه من المعروف أن أنواعاً مختلفة من النباتات تمتص بصورة ملحوظة الـ Br في الترب ذات التراكيز الوافرة بهذا العنصر. تعاني كثير من النباتات من ظاهرة الإنسمام بالـ Br. مثلاً، تعاني الحمضيات من وجود كميات إضافية من هذا العنصر، إذ، يتأثر نمو هذه النباتات بوجود الـ Br بكميات كبيرة. بينما، تقاوم نباتات أخرى وجود زيادات كبيرة من الـ Br، مثلاً: الجزر، التبغ، البندورة، الكرفس celery، و البطيخ، إذ، يمكن لهذه الأنواع النباتية من أن تحوي على تراكيز من الـ Br تصل حتى 2000 ppm DW. يظهر الجدول ٢١ محتوى الـ Br في بعض الأغذية النباتية و النباتات العلفية و النباتات الطبية.

الجدول ٢١. التراكيز الوسطية و مجال تركيز الـ Br في بعض الأغذية النباتية و النباتات الرعوية و النباتات الطبية (ppm)/DW/

| النبات | الجزء النباتي | مجال التركيز |
|------------------|---------------|--------------|
| Barley | Grain | 2.1-6.4 |
| Oats | Grain | 3.1 |
| Triticale | Grain | 33.0 |
| Lettuce | Leaves | 20-22 |
| Peas | Seed | 3.3 |
| Beans | Seed | 15 |
| Cabbage | Leaves | 0.37 |
| Radish | Roots | 24-26 |
| Celery | Stalk | 17 |
| Carrot | Roots | 0.85 |
| Onion | Bulbs | 0.021 |
| Potato | Tubers | 4.2-14.3 |
| Tomato | Fruits | 10 |
| Cucumber | Fruits | 10-20 |
| Apple | Fruits | 0.002 |
| Orange | Fruits | 0.04 |
| Legumes | Hay | 2.1-6.4 |
| Clover | Tops | 19-52 |
| Grass | Tops | 17-119 |
| Medicinal plants | Leaves | 2.02-25.4 |
| | Roots | 2.51-4.97 |
| | Petal | - |
| | Calyx | - |
| | Fruits | - |

الروبيديوم Rubidium

يرتبط تواجد الـ Rb في التربة من ناحية عوامل التعرية و الشروط المناخية المحيطة بالـ K. كما يرتبط الـ Rb بالمادة الأساسية (parent material) المتأني منها. مثلاً، يتواجد الـ Rb بوفرة، 100-120 ppm، في الترب الكامنة فوق الصخور الغرانيتية و البازلتية أو حتى ترب الطمي (alluvial soils)، بينما يتواجد الـ Rb بتركيز قليل، 30-50 ppm، في الترب الرملية. يتواجد الـ Rb في الترب الطينية و الترب الطينية الغضارية في الولايات المتحدة الأمريكية في المجال 45-120 ppm و بتركيز وسطي 80 ppm. بينما، يتواجد الـ Rb في مختلف الترب في العالم في المجال 33-270 ppm. تساهم المادة العضوية و فلزات الميكا (micaceous clay minerals) في زيادة سعة امتصاص التربة للـ Rb.

عين الـ Rb في الترب المرافقة للعينات النباتية و كان تركيز هذا العنصر في هذه الترب بعمق 0-40 cm واقعاً في المجال 2.2-67.8 ppm، مما يشير إلى انخفاض نسبي بتركيز هذا العنصر بالمقارنة مع تركيزه في ترب دول مختلفة. يمتص الـ Rb بسهولة من قبل النباتات، كباقي العناصر ذات التكافؤ الأحادي. يمكن أن يبادل الـ Rb جزئياً الـ K أثناء امتصاصه من قبل النبات، لكنه بالوقت نفسه لا يستطيع أن يستبدل دور الـ K في عمليات الاستقلاب الحيوي، لذلك فإن تركيز الـ

Rb المرتفع يمكن أن يكون ساماً للنبات. يسلك عموماً الـ Rb^+ سلوك الـ Cs^+ و الـ K^+ أثناء انتقاله من الجذر إلى نهاية النبات في وسط التراكيز المنخفضة و المتوازنة من هذه الكاتيونات، بينما، يزداد الفرق بين سلوك انتقالها مع فارق التركيز (Sacchi, 1997). يبين الجدول ١٣ تركيز الـ Rb في أنواع مختلفة من النباتات الغذائية (foodstuffs) و في النباتات العلفية (fodders) و في النباتات الطبية، المحللة في هذا العمل.

الجدول ١٣. تركيز الـ Rb في أنواع مختلفة من الأغذية النباتية (foodstuffs) و في النباتات العلفية (fodders) و في النباتات الطبية*

| النبات | الجزء الباتي | وسطي التركيز |
|------------------|--------------|--------------|
| Cereal | Grains | 4 |
| Corn | Grains | 3 |
| Onion | Bulbs | 1 |
| Lettuce | Leaves | 14 |
| Cabbage | Leaves | 12 |
| Bean | Pods | 51 |
| Soybean | Seeds | 220 |
| Apple | Fruits | 50 |
| Avocado | Fruits | ٢٠ |
| Clover | Tops | 44 |
| Medicinal plants | Leaves | 0.70-7.30 |
| | Roots | 0.90-10.3 |
| | Petal | 13.0-17.2 |
| | Calyx | 2.7-13.3 |
| | Fruits | 14.6-19.8 |

*النتائج مأخوذة من هذا العمل

المراجع

Sacchi, G.A.; Espen, L.; Nocito, F. & Cocucci, M. 1997. Cs^+ uptake in subapical maize [*Zea mays*] root segments: Mechanism and effects on H^+ release, transmembrane electric potential and cell pH. *Plant and Cell-Physiology* (Japan). 38(3) 282-289.

السترانسيوم Strontium

تعتبر الصفات الجيولوجية و الكيميائية الحيوية لهذا العنصر متشابهة بتلك الصفات للـ Ca. لهذا، فإن الـ Sr يرتبط ارتباطاً وثيقاً بالـ Ca و إلى حدٍّ ما بالـ Mg في المجال البيئي. ينتقل الـ Sr بسهولة أثناء عمليات التعرية الجوية، و خاصة في الظروف البيئية الحمضية المؤكسدة، ليرتبط بعدنٍّ بمعدن الطين و لينتبت بقوة بالمادة العضوية في التربة، علماً أن معظم الـ Sr يترسب بالكربونات ذات المصدر الحيوي، و خاصة بقواقع الحيوانات اللافقارية. يتواجد الـ Sr بشكل أساسي بالصيغة التكافؤية Sr^{2+} ، لذلك فمن المتوقع أن يلعب هذا العنصر دوراً مهماً في الدورة الحياتية المشابهة لدورة الـ Ca. يتوزع الـ Sr في الترب العالمية في مجال واسع 18-3500 ppm، إذ قد تكون ترب الغابات في الظروف المناخية الرطبة فقيرةً بهذا العنصر، مثلاً في

الدانمارك. يتواجد الـ Sr في ترب الولايات المتحدة الأمريكية في المجال 110-445 ppm ، حيث يكون تركيزه مرتفعاً في الترب الصحراوية و في الترب الصخرية من منشأ باطن الأرض. أشارت نتائج هذا البحث إلى اتساع كبير تركيز الـ Sr في الترب المرافقة للنباتات النامية فيها في مجال 2.3-603 ppm.

ينتشر الـ Sr في النباتات بتراكيز في مجال واسع ppm (DW) 1-10000 < . و تحوي عموماً الأغذية النباتية على مجال ppm (DW) 10-1500. تحوي ثمار الفاكهة و الحبوب و درنات البطاطا على أقل تركيز وسطي من الـ Sr. بينما، يحوي نبات البقلة على تركيز من الـ Sr في المجال ppm (DW) 219-662. ينتقل الـ Sr بصورة محسوسة من جذور الباتات إلى الأغصان المتفرعة و النهايات العليا.

يتنافس كل من الـ Ca و الـ Sr ، إلا أنّ الـ Sr لا يستطيع أن يحل محل الـ Ca في الوظائف الكيميائية الحيوية. فمثلاً، يملك إنزيم الأميلاز amylase الذي يحوي على الـ Sr عوضاً عن الـ Ca نشاطاً كاملاً، إلا أنّهما يختلفان بالخواص الفيزيائية. ينتقل النظير ⁹⁰Sr بسهولة إلى النبات، إلا أنّه يمنع تيسره للنبات بإضافة الـ Ca و الـ Mg و الـ K و الـ Na للتربة. يعرض الجدول ١٥ التراكيز الوسطية و مجال التراكيز للـ Sr في الأغذية النباتية و العلفية و في النباتات الطبية (نتائج البحث).

الجدول ١٥. التراكيز الوسطية و مجال تركيز الـ Sr في بعض الأغذية النباتية و العلفية و النباتات الطبية

| النبات | الجزء النباتي | مجال التركيز | وسطي التركيز |
|------------------|---------------|--------------|--------------|
| Wheat | Grains | 0.48-2.3 | 1.5 |
| Oats | Grains | 1.8-3.2 | 2.5 |
| Oats | Green tops | 9-31 | 20 |
| Corn | Grains | 0.06-0.4 | - |
| Lettuce | Leaves | - | 74 |
| Spinach | Leaves | 45-70 | - |
| Cabbage | Leaves | 1.2-150 | 45 |
| Bean | Pods | 1.5-67 | 18 |
| Soybean | Leaves | 58-89 | - |
| Carrot | Roots | 1.5-131 | 25 |
| Onion | Bulbs | 10-88 | 50 |
| Potato | Tubers | - | 2.6 |
| Tomato | Fruits | 0.4-91 | 9 |
| Apple | Fruits | 0.5-1.7 | *0.9 |
| Orange | Fruits | - | *0.5 |
| Clover | Tops | 95-850 | 219 |
| Lucerne(Alfalfa) | Tops | 50-1500 | 662 |
| Grass | Tops | 6-37 | 24 |
| Medicinal plants | Leaves | 18.3-505 | - |
| | Roots | 10.3-230 | - |
| | Petal | 35.7-105 | - |
| | Calyx | 83.8-229 | - |
| | Fruits | 14.6-19.8 | - |

*على أساس FW

الرصاص Lead

يتوفر الـ Pb في سلسلة الصخور الحمضية و في الماغما المنبعثة من باطن الأرض و في الرسوبيات الطينية بمجال من التراكيز 10-40 ppm، بينما يتواجد في الرسوبيات الكلسية في المجال 0.1-10 ppm.

يتواجد الـ Pb بشكل أساسي بالتكافؤ الثنائي Pb^{2+} ، على الرغم من وجود التكافؤ +4 لهذا العنصر، و الذي يشكل عدداً من المركبات غير المنحلة في الماء. يمكن لسلفيدات الرصاص أن تتأكسد ببطء و يمكن لها أن تشكل كربونات و يمكن للرصاص أن يرتبط مع معدن الطين. يشبه الـ Pb^{2+} لبعض الشيء مجموعة عناصر القلوية الترابية ثنائية التكافؤ، لذلك فإن الـ Pb يملك القدرة على التبادل مع K, Ba, Sr و حتى مع الـ Ca.

يتوفر الـ Pb في الطبقة السطحية من التربة و التركيز الوسطي لهذا العنصر في ترب دول مختلفة يقع في المجال 10-67 ppm و بمعدل وسطي 32 ppm. سجل تركيز مرتفع أكثر من 100 ppm من الـ Pb في ترب الدانمارك، اليابان، بريطانيا، و إيرلندا، و يمكن أن يكون معظم هذه التراكيز مؤشر على مصادر للتلوث. حددت بعض المصادر أقل من تركيز 70 ppm من الـ Pb في التربة كحد طبيعي مقبول. عين التركيز الوسطي للترب السطحية في الولايات المتحدة الأمريكية بـ 20 ppm. عين الـ Pb في الترب السطحية (0-40 cm) للعينات المجمععة في هذا البحث من مناطق مختلفة في القطر في المجال 5-90.8 ppm، مما يشير إلى وجود بعض الترب الملوثة بالـ Pb.

يعتبر الـ Pb من أقل العناصر الثقيلة حركية في التربة، و يدعم هذه الفكرة تركيز هذا العنصر المحدود في محلول التربة. يتواجد عموماً الـ Pb مرتبطاً مع معدن الطين و أكاسيد المنغنيز و هيدروكسيدات الحديد و الألمينيوم و المادة العضوية. و في حالات أخرى، يمكن للـ Pb أن يتركز مع الكربونات و الفسفات. تحد كثيراً المادة العضوية المتواجدة في الطبقة السطحية من التربة من حركية الـ Pb في مقطع التربة.

تشير الدراسات إلى أن التركيز السمي للـ Pb يمكن أن يقع في المجال 100-500 ppm. تتواجد مصادر مختلفة للتلوث بالرصاص و منها المناجم التي تحوي على هذا العنصر على شكل مركبات مختلفة و من حركة النقل العام. تصدر عن وسائل النقل جزيئات غير ثابتة تتحول إلى شكل أكاسيد و كربونات و سلفات.

لا يعتبر الـ Pb مهما للنبات. يمكن لهذا العنصر أن يمتص من قبل الجذور و يتركز في محيط الساق، بينما لا ينتقل إلا كسر صغير مما هو متوفر في الجذور إلى النهايات العليا. يتواجد الـ Pb في النباتات النامية في الترب غير الملوثة في مجال من التركيز 0.1-10 ppm DW و بتركيز وسطي 2 ppm. يعرض الجدول ٢٢ محتوى الـ Pb الوسطي في الأغذية النباتية و النباتات الطبية. تظهر النتائج أن النباتات الطبية تحوي على الـ Pb بتركيز أقل من حد الكشف لتقنية الـ TXRF (1.6 ppm) في الأجزاء المختلفة للنباتات المدروسة، باستثناء بعض التراكيز المعينة في أوراق نبات الشاي (1.6-8.8 ppm DW)، و هذه التراكيز تقع عموماً ضمن التراكيز المسموح بها في الترب غير الملوثة.

الجدول ١٦ . مجال تركيز الـ Pb في بعض الأغذية النباتية و النباتات
الطبية (ppm)/DW/

| مجال التركيز | الجزء النباتي | النبات |
|--------------|---------------|------------------|
| 0.3-3 | Grains | Sweet corn |
| 0.7-2 | Roots | Beet (Red) |
| 0.7-3.6 | Leaves | Lettuce |
| 1.5-2 | Pods | Beans |
| 1.7-2.3 | Leaves | Cabbage |
| 0.5-3 | Roots | Carrot |
| 0.5-3 | Bulbs | Onion |
| 0.5-3 | Tubers | Potato |
| 1-3 | Fruits | Tomato |
| 0.05-0.2 | Fruits | Apple |
| 1.6-8.8 | Leaves | Medicinal plants |
| <1.6 | Roots | |
| <1.6 | Petal | |
| <1.6 | Calyx | |
| <1.6 | Fruits | |

.X

مُلْحَق II. لمحة حول بعض النباتات الطبية*

* لمحة عن النباتات الطبية: استعمالها و مكوناتها الفعالة، مأخوذة من كتاب موسوعة التداوي بالنباتات الطبية، د. محمد العودات، الأهالي للطباعة، الطبعة الأولى، ٥٠٤ ص.

الشيح (Wormwood) *Artemisia herba alba*

شجيرة صغيرة لا يزيد ارتفاعها عن ٥٠ سم، لونها رمادي، و أوراقها عميقة التفصص و مقسمة إلى أجزاء شريطية متطاولة-تحتوي على عدة أزهار. ينتشر الشيح بشكل واسع في البادية. الجزء المستعمل: الأزهار و الأفرع الفتية مع أوراقها. تحتوي الأزهار على زيت طيار له رائحة الكافور تقريباً، كما تحتوي على غليكوزيد السانتونين Santonin و إليه يعزى المفعول الطبي، و تختلف كمية السانتونين باختلاف مكان نمو النبات و وقت جمعه، و عموماً نسبته غير مرتفعة في الشيح الذي ينمو في سورية، كما تحتوي الأزهار على مادة الأرتيميزين Artemisin إضافة إلى الثوجون Thujone و الأبسنيتين Abinthine.

تستعمل مادة السانتونين بجرع محددة لا يجوز تجاوزها و ذلك بسبب سميتها، و ذلك لطرد الديدان المستديرة Round Worms. تحدث زيادة السانتونين صداعاً و اضطراباً في النظر.

يستعمل منقوع الشيح في مداواة المغص المعدي و المعوي و ضدّ التشنجات و طارداً للبلغم و في علاج مرض اليرقان و البول السكري و تنشيط الدورة الدموية و تنظيم ضربات القلب و علاج كسل الكبد و تنشيطه و خافض لدرجة الحرارة في أمراض الحمى و يفيد في حالات فقر الدم، و يستعمل غرغرة لإزالة رائحة الفم غير المستحبة.

يحضر المنقوع من ملعقة شاي من الأوراق المسحوقة، يضاف إليها ٢٠٠ مل ماء بدرجة الغليان، و تترك منقوعة نصف ساعة و تصفى. و يستعمل ١٠٠ مل ثلاث مرات، قبل الطعام بنصف ساعة.

يحتوي الشيح على كثير من العناصر الكيميائية بكميات مختلفة. فمثلاً تحتوي أوراق الشيح كميات متوسطة من البوتاسيوم (% 0.51-2.30) و الكالسيوم (% 0.77-2.82). و تعتبر أوراق الشيح غنية بالحديد (% 0.073-0.807). و تحوي أوراق الشيح تراكيز نزره من بعض العناصر الكيميائية: التيتانيوم، الكروم، المنغنيز، النيكل، النحاس، الزنك، البروم، الروبيديوم، السترانسيوم. و يمكن أن تمتص أوراق الشيح تراكيز معينة من الرصاص السام في الترب الملوثة. يحوي ساق نبات الشيح على كميات من العناصر الكيميائية الأنفة الذكر و إنما بتركيز أقل.

الهندباء (Taraxacum officinale (Dandelion)

عشب معمر، جذره وتدي، و تشكل أوراقه وريدة ورقية على سطح التربة، و الورقة متطاولة و مفصصة، و الساق الزهرية أسطوانية مجوفة، يتراوح طولها بين ١٠ و ٣٠ سم، و تنتهي بنورة رؤسية، و الأزهار لسينية صفراء ذهبية اللون، و الثمار صغيرة لها ذؤابة تساعد على الانتشار بوساطة الرياح. ينتشر في معظم مناطق سورية، كما يوجد منزرعاً.

يستعمل كامل العشب و الجذور. يحتوي العشب على زيت طيار و راتنج و على التاراكسانتين و فلافوكسانتين و لوتين و أغوال تريثيربينويدية و فيتامين B1, C, A و أملاح بعض العناصر الكيميائية. أما الجذور فتحتوي على التاراكسانترول و بيتا- سيتوستيرين ستيغماستيرين و تاراكسول و الإينولين و المطاط، و زيت يتكون من غليسريدات حمض النخل و الزيت و اللينالول و غيرها.

تعتبر الهندباء (الجذر و الأوراق) فاتحة للشهية و معرقة و مفرزة للصفراء و مدرة و مهدئة و مضادة للحساسية و واقية من تصلب الشرايين العصيدي و محسنة للبشرة، و يفيد الجذر في أمراض السكري و تضخم الغدة الرقية و أمراض الكبد و المثانة.

يحضر مغلي الجذور من ملعقة طعام من الجذور المسحوقة، يضاف إليها ٢٠٠ مل ماء بدرجة الغليان، تسخن على نار هادئة لمدة ربع ساعة و ترقد بعدها ٤٥ دقيقة، و تصفى، يؤخذ منه ٧٠ مل ثلاث مرات في اليوم، دافئاً قبل الطعام بربع ساعة.

يستعمل عصير الهندباء في مداواة التهاب المعدة المترافق مع انخفاض الحموضة و ملين و يفيد في حالات البواسير المزمنة، كما أنه معرق و مدر و مفرز للصفراء، و مزيد للحليب عند المرضعات. تتقع الأوراق لتحضير العصير ٢٠ دقيقة في ماء مالح، ثم تغسل و توضع في ماء حار فترة قصيرة حتى تذبل، ثم تعصر. يضاف الماء إلى العصير بقدر حجمه ثم يغلى لمدة دقيقتين، و يؤخذ بمعدل ٥٠ مل مرتين في اليوم قبل الطعام بعشرين دقيقة.

تحوي الهندباء على عدد من العناصر الكيميائية المهمة. فمثلاً، تتواجد كميات معتبرة من البوتاسيوم في أوراق (% 2.45-3.16) و في جذور (% 4.57-4.91) الهندباء المنزرعة أو في أوراق (% 4.05-5.22) و في جذور (% 3.39-3.64) الهندباء البرية. و تحوي الهندباء المنزرعة على كميات أقل من الكالسيوم في الأوراق (% 2.14-2.56) و الجذور (% 0.94-1.08) و كميات مماثلة من الكالسيوم في أوراق الهندباء البرية (% 1.86-2.22) و في الجذور (% 1.28-1.48)

(%) و تحتوي اليندباء المنزرعة و البرية سواء الأوراق أو الجذور على عدد من العناصر النزره، مثلأ: الحديد، المنغنيز، النحاس، الزنك، البروم، الروبيديوم، السترانسيوم.

المليسة (*Melissa officinalis* (Lemon-blam, Bee blam)

نبات معمر معروف يصل ارتفاعه إلى أكثر من المتر. أوراقه مسننة الحواف و عليها غدد تحتوي على زيت طيار له رائحة ليمونية، و أزهاره بيضاء أو قرمزية، تزرع بشكل واسع، كما توجد برية.

تستعمل الأوراق الحديثة، أما الأوراق القديمة فتصبح رائحتها غير مستحبة، إذ، يحدث للزيت الطيار الموجود فيها بعض التحويلات الكيميائية.

تحتوي أوراق المليسة على زيت طيار له رائحة الليمون، يحتوي على السيترال Citral و السترونيلال Citronellal و الجيرانبول Geraniol و اللينالول Linalol، كما تحتوي الأوراق على مواد عفصية و مواد مرة و مواد لعابية و راتنج و حموض عضوية و فيتامين C و كاروتين.

يستعمل منقوع أوراق المليسة لتحسين عمل الجهاز الهضمي و التشنج و مسكن للألم و الصداع و في حالات الضعف و التوهيم بالمرض، و يفيد في حالات فقر الدم و حالات خفقان القلب العصبي و الشعور بالألم في منطقة القلب و ضيق التنفس و كخافض لضغط الدم، و مسكناً للمغص و آلام الجهاز الهضمي و الأسنان و علاج الغثيان و الأرق و اضطرابات الأعصاب و محسن للذاكرة.

يحضر المنقوع من ملعقة طعام من الأوراق، و يضاف إليها ٢٠٠ مل ماء بدرجة الغليان و تنقع ساعة، يؤخذ بمعدل ١٠٠ مل ثلاث مرات في اليوم قبل الطعام.

يحتوي نبات المليسة عناصر كيميائية في الأوراق و الجذور. إذ، يعتبر الكالسيوم أكثر العناصر الكيميائية وقره و بنسب تتراوح بين % 3.44 و % 4.37 في الأوراق، بينما ينخفض محتوى هذا العنصر إلى % 0.63-1.5 في الجذور. تحتوي المليسة أيضاً على كمية مرتفعة نسبية من البوتاسيوم % 0.98-1.86 في الأوراق و على نسب أكبر في الجذور % 1.70-3.70. كما تحتوي المليسة على عدد من العناصر الكيميائية النزره أوفرها بالنسبة للسترانسيوم 518 mg/Kg-120 mg/Kg في الأوراق و المنغنيز أيضاً في الأوراق 226 mg/Kg-65 mg/Kg، و تنخفض هذه التراكيذ بصورة عامة في الجذور كما هو الحال للسترانسيوم 154 mg/Kg-32.4 mg/Kg و المنغنيز 37.5 mg/Kg-15.0 mg/Kg، باستثناء الريبديوم الذي يزداد مجال تركيذه 12.6 mg/Kg-1.3 mg/Kg في الجذور مقارنة بالمجال 4.4 mg/Kg-0.62 mg/Kg في الأوراق.

السعتر

السعتر البري (*Thymus serpyllum* (Wild Thyme, Creeping thyme)

عشب معمر، رائحته عطرة، و أفرعه مستلقية و نهايتها تنمو إلى الأعلى، و طوله ١٥-٢٥ سم، و أوراقه بيضية طولها ٥-١٠ مم، و النورة شبه رؤيس انتهائي، و الأزهار وردية-بنفسجية اللون. ينتشر في الأودية في مناطق متعددة من سورية.

تستعمل الأوراق و الأفرع الفتية. تحتوي الأوراق و القمم الزهرية على زيت طيار، يتكون أساساً من التيمول Thymol، إضافة إلى الكارفيكول Carvacol و السيمين Cymene و السيمول Cymol و البينين و اللينالول و غيرها، و يحتوي العشب على فلافونويدات و مواد عفصية و راتنجية و مواد و حموض عضوية و أملاح معدنية.

تعود الخواص الدوائية للسعتر إلى احتوائه على التيمول، الذي يمتلك خواصاً مطهرة و معقمة و قاتلة للبكتيريا و الفطور المرضية. و يستعمل منقوع السعتر في مداواة الالتهاب الشعبي و التهاب اللتين و الربو، و يعتبر منقوع السعتر مثبطاً للبكتيريا في الفم و الحلق، و مزيد للعصارات الهاضمة و يوصف مضاد لتشنج الجهاز الهضمي و طارد للغازات و مقشع و قاتل للفطريات الجلدية، كما تثبتت فعاليته في مداواة التهاب الكبد، و طارد للديدان الأسطوانية، و منشط للجملعة العصبية و العمل الذهني.

يستعمل الزيت الطيار خارجياً في حالات العصابات و الروماتيزم و التهاب النهايات العصبية و التهاب اللثة و الطفح الجلدي و الجروح و التقيحات. يحضر منقوع السعتر من ملعقة طعام من الأوراق و القمم الزهرية. يضاف إليها ٢٠٠ مل ماء بدرجة الغليان و ينقع ساعة واحدة و يؤخذ بمعدل ١٠٠ مل ثلاث مرات في اليوم قبل الطعام. و يمكن استعمال شاي الزعتر الذي يحضر كما الشاي. يحوي السعتر البري على كميات متوسطة من الكالسيوم في الأوراق (2.39 % - 2.07%) و في الجذور (% 1.31 - % 1.51). و يحوي على البوتاسيوم بتركيز % 0.99 - 1.04 في الأوراق و في الساق. يحوي أيضاً السعتر البري على عناصر نزره من المنغنيز و الحديد و النحاس و الزنك و الروبيديوم و السترانسيوم.

السعتر المزروع (*Thymus vulgaris* (Garden Thyme, Pot-herb Thyme))

نبات عشبي معمر، يصل ارتفاعه إلى ٤٠ سم و أكثر، ساقه مربعة الأضلاع، و أوراقه صغيرة و ضيقة و لها شكل رمحي، طولها حتى ٢ سم و عرضها لا يزيد عن ٨,٠ سم و أزهاره أرجوانية متجمعة في نورة عنقودية و يشبه في حرافته النعناع. له استعمالات السعتر البري نفسها.

تحوي أوراق السعتر المزروع على كميات من الكالسيوم (% 2.30 - % 2.65) مماثلة تقريباً لما تحويه أوراق السعتر البري. بينما، تنخفض تراكيز الكالسيوم في ساق السعتر المزروع (% 0.78 - % 0.90) بالمقارنة لما يحويه ساق السعتر البري. و يحوي السعتر المزروع على كميات متوسطة أيضاً من البوتاسيوم في الأوراق (% 1.19 - % 1.26) و في الساق (% 0.93 - % 0.98). يحوي أيضاً السعتر المزروع على عناصر كيميائية نزره، مثلاً: المنغنيز و الحديد و النحاس و الزنك و الروبيديوم و السترانسيوم.

الختمية (*Althaea officinalis* (Marsh-mallow))

عشب معمر يصل ارتفاعه إلى أكثر من ١,٥ م، ساقه قائمة قليلة التفرع، و أوراقه مقصصة كفية و مسننة الحافة، الأزهار كبيرة الحجم و لها ألوان مختلفة،

بيضاء أو حمراء أو وردية، و بذوره سوداء كلوية الشكل طولها ٢-٢,٥ مم. تزرع بشكل واسع في سورية.

يستعمل في الختمية الجذور و الجذامير و الأزهار. تحوي الجذور و الجذامير على مواد لعابية تصل نسبتها إلى ٣٥ % و تحوي على نشا و سكر و مواد بكتينية و بيتائين و قليل من الزيت الطيار.

يستعمل منقوع الجذور في مداواة التهاب الطرق التنفسية و الحلق و الحنجرة و في التهابات المعدة و الأمعاء خاصة عند ارتفاع حموضة المعدة و القرحة المعدية و الإثني عشرية، و في حالات الإسهال، و في حالات علاج اللثة و التهاب الأغشية المخاطية للفم.

يحضر المنقوع من ١٠ غ من مسحوق الجذامير و يضاف إليها ٢٠٠ مل بدرجة حرارة الغرفة، و يترك ٨-١٠ ساعات، حيث يتم استخلاص المواد اللعابية (الهلامية) فقط. يؤخذ بمعدل ملعقة طعام ٥-٦ مرات في اليوم.

يستعمل مغلي الجذور في حالات التهاب المثانة و الكلية و القرحة المعدية و الأثني عشرية، و خارجياً في التهابات البشرة على شكل كمادات لمدة ٥-١٠ دقائق صباحاً و مساءً. يحضر المغلي من ملعقتي طعام من الجذور المسحوقة و يضاف إليها ٢٠٠ مل ماء بدرجة الغليان، ثم يغلي على نار هادئة لمدة نصف ساعة، و يترك بعدها منقوعاً في الماء ١٥ دقيقة ثم يصفى و يؤخذ بمعدل ٧٠-١٠٠ مل ثلاث مرات في اليوم قبل الطعام.

يفيد مسحوق الجذور في معالجة البهاق دهناً مع الجلوس في الشمس. و تعتبر مستحضرات جذر الختمية على شكل منقوع بارد فعالة في التهابات التجويف الفموي و الحلق (غرغرة) و على شكل كمادات في مداواة الأكرما و الصدفية.

تحوي الختمية عدداً من العناصر الكيميائية بتراكيز مختلفة في أجزاء النبات من الجذر و حتى الأزهار. فمثلاً، يرتفع تركيز البوتاسيوم في تويج أزهار الختمية إلى مجال من التركيز (2.05%-2.24%) و في كأس الأزهار إلى (1.42%-1.83%) (%، بينما ينخفض تركيز هذا العنصر في جذور الختمية إلى المجال (1.37%-1.28%) (%). يزداد تركيز الكالسيوم في أزهار الختمية أو ينقص بعكس زيادة أو نقصان تركيز البوتاسيوم. و عموماً، يمكن أن يصل مجال تركيز الكالسيوم في تويج الأزهار إلى (1.06%-2.68%) و في الكأس إلى (2.59%-5.36%)، بينما يصل تركيز الكالسيوم في الجذور إلى مجال (2.83%-3.26%). يحتوي نبات الختمية في أجزائه المختلفة على تراكيز نزره من بعض العناصر الكيميائية، مثلاً: المنغنيز، الحديد، النحاس، الزنك، الروبيديوم، السترانسيوم. يرتفع تركيز المنغنيز في الكأس قليلاً بالمقارنة بتركيزه في التويج و يكون محتواه أقل في الجذور. و هكذا، فإن المنغنيز يصل إلى تركيز أقصى 40.6 mg/Kg في الكأس و 29.0 mg/Kg في التويج و ينخفض في الجذور إلى تركيز 8.1 mg/Kg. يزداد تركيز الحديد في التويج عما هو في الكأس و يكون تركيزه أقل في الجذور، و بالتالي فإن تركيز الحديد يسلك سلوكاً عكسياً عما هو مبين بالنسبة للمنغنيز في أقسام نبات الختمية. يمكن أن يصل الحديد في التويج إلى تركيز وسطي 509 mg/Kg و تركيز وسطي في الكأس 312 mg/Kg و تركيز وسطي في الجذور 95 mg/Kg. يشابه النحاس في توزيعه بين أجزاء نبات

الختمية عنصر الحديد. بينما، يتأثر الزنك في هذه الأجزاء بعوامل مختلفة، منها عمر النبات و الخواص الفيزيائية و الكيميائية و الخواص الميكانيكية للتربة. يرتفع قليلاً تركيز الروبيديوم في نبات الختمية بالمقارنة بالنباتات الطبية الأخرى، و هكذا يصل تركيزه إلى المجال (12.1 mg/Kg-20.9 mg/Kg) في التويج و مجال من التراكييز (2.5 mg/Kg-16.2 mg/Kg) في الكأس و (7.2 mg/Kg-9.4 mg/Kg) في الجذور. يصل تركيز السترانسيوم في الكأس إلى أكثر من ضعف تركيزه في التويج و يمكن أن يزداد تركيزه في الجذور عن حده في الكأس و التويج.

إكليل الجبل (*Rosmarinus officinalis* (Common rosemary, old man)

شجيرة صغيرة يتراوح ارتفاعها بين ٥٠ و ١٥٠ سم، دائمة الخضرة، و كثيرة التفرع، أفرعها القديمة بنية اللون و قشرتها سهلة الانفصال، أما الفروع الفتية فشكلها مربع على المقطع العرضي، و تغطيها الشعيرات. الأوراق لاطئة جلدية متطاولة، و حوافها مطوية للأسفل، و جهها العلوي أملس و السفلي موبر، و يتراوح طولها بين ١ سم و ٢,٥ سم. النورة عنقودية، و الأزهار زرقاء قاتمة اللون. يملك إكليل الجبل رائحة عطرة. الجزء المستعمل من هذا النبات- الأوراق.

تحتوي الأوراق على زيت طيار بنسبة ١-٢ % من الوزن الجاف. و يتكون الزيت من البينين و الكامفين و البورنيول و السنيول، إضافة إلى التربينات. و للزيت رائحة مميزة و طعم كافوري حاد. و تحتوي الأوراق على مواد عفصية و راتنجية و مواد مرة و حموض ثلاثة التربين و حمض غليكوليك، الذي تعزى إليه خاصية إدرار البول، و حمض الروزمارينيك و غيرها، كما تحتوي على قلويدات فصل منها قلويد الروزماريسين.

يستعمل منقوع الأوراق منشطاً للدورة الدموية، و لعلاج احتباس البول، فهو مدر للبول، و لعلاج التهاب الكبد و ضعف الأعصاب و مسكناً للآلام الصداع النصفي (الشقيقة) و مطهراً للكلى و مقو للذاكرة، و منشطاً للمعدة و الكبد و المرارة، و يفيد في حالات الأرق و الأمراض الصدرية كالربو و السعال، و يستعمل شاي إكليل الجبل لعلاج التهابات المفاصل و آلام الروماتيزم، و التهاب النهايات العصبية، و يستعمل الزيت (تدلياً) في الحالات نفسها، و المنقوع مفيد لزيادة نمو الشعر و معالجة أكزيما الرأس، و لتنظيف بشرة الوجه و إعطائها نظارة، و معالجة الرمذ الربيعي للعيون. كما يفيد في حالات الحصيات الكلوية.

يحضر المنقوع من ملعقة طعام من الأوراق المسحوقة، يضاف إليها ٢٠٠ مل ماء بدرجة الغليان، و تترك منقوعة نصف ساعة، تؤخذ الكمية على ثلاث دفعات قبل الطعام بنصف ساعة، و هي الجرعة اليومية. لا تستعمل مستحضرات إكليل الجبل من قبل الحوامل.

يتركز عدد من العناصر الكيميائية في أوراق إكليل الجبل ، بينما ينخفض تركيز هذه العناصر انخفاضاً ملحوظاً في ساق و جذور هذا النبات. فمثلاً، تحوي الأوراق على تركيز وسطي من 65.1 mg/Kg Sr, 6.5 mg/Kg Rb, 21.6 mg/Kg Br, 33.6 mg/Kg Zn, 7.0 mg/Kg Cu, 344 mg/Kg Fe, 53.2 mg/Kg Mn, 10.3 g/Kg Ca, 18.5 g/Kg K . بالمقابل، ساق و جذور إكليل الجبل على تركيز وسطي

من 32.9 mg/Kg Sr, 3.7 mg/Kg Rb, 18.6 mg/Kg Zn, 8.9 mg/Kg Cu, 45.1 mg/Kg Fe, 12.0 mg/Kg Mn, 2.9 g/Kg Ca, 10.1 g/Kg K.

النعناع- النعناع الفلفلي (*Mentha piperita*)

عشب مزروع و معروف، يصل ارتفاعه إلى ٥٠ سم و أكثر و ساقه مربعة، و أوراقه متقابلة قلبية القاعدة و منشارية الحافة، طولها ٣ إلى ٦ سم، و أزهاره بنفسجية-قرمزية و رائحته عطرة معروفة، يزرع بشكل واسع. الجزء المستعمل: الأوراق و الأزهار. تحتوي الأوراق على زيت طيار (زيت النعناع) من أهم مكوناته المنثول Menthol، إضافة إلى مواد تربينية أخرى مثل الليمونين و المنثون و الفلاندرين و البينين Pinene و حمض التانيك و غيرها. و تحتوي القمم و الأوراق الفتية على الكاروتين و البيتاين و فلافونويدات و هسبيريدين و مواد عفصية.

يعتبر النعناع من الأدوية الناجعة في علاج الاضطرابات المرارية و المعوية و طارد للغازات و مدر للصفراء و مضاد للالتهابات و مهدئ للأعصاب و منشط للكبد و البنكرياس، و يفيد في علاج السعال و الربو و الجهاز التنفسي و التهاب البلعوم، و مهدئ في حالات العصابات و الأرق، و زيت النعناع موسع للأوعية القلبية و الدماغية و مسكن للألام و الشقيقة، و شاي النعناع منشط للجسم. و يستعمل النعناع خارجياً لعلاج الروماتيزم و المفاصل و الالتهابات تدلياً للأجزاء المصابة. و يستعمل المنثول في حالات الشقيقة و الصداع و الزكام.

يحضر المغلي من ملعقتي طعام من الأوراق، يضاف إليها ٢٠٠ مل ماء بدرجة الغليان، يسخن على نار هادئة لمدة ربع ساعة، و يؤخذ منه ٥٠-٧٠ مل ثلاث مرات في اليوم قبل الطعام (دافئاً). أما المنقوع فيحضر من ملعقتي طعام من الأوراق، يضاف إليها ٢٠٠ مل ماء بدرجة الغليان، و تترك منقوعة ساعتين و يؤخذ بمعدل ٥٠-٧٠ مل ثلاث مرات في اليوم.

يعتبر النعناع غنياً بالعناصر المعدنية و العناصر الكيميائية عموماً. و تحوي الأوراق عموماً على تراكيز أكثر من الساق و الجذور. و هكذا تحوي الأوراق على تراكيز العناصر التالية: 6.2-18.0 g/Kg K, 20.1-25.2 g/Kg Ca, 72-568 mg/Kg Ti, <12.3 mg/Kg Cr, 22.6-110 mg/Kg Mn, 810-2784 mg/Kg Fe, <19.3 mg/Kg Ni, 11.2-21.2 mg/Kg Cu, 30.3-53.5 mg/Kg Zn, < 6.4 mg/Kg Br, 4.4-8.4 mg/Kg Rb, 135-196 mg/Kg Sr بينما تحوي الساق و الجذور على تراكيز متوسطة من العناصر التالية: 12.3 g/Kg K, 6.6 g/Kg Ca, 3.5 mg/Kg Mn, 48.2 mg/Kg Fe, 8.5 mg/Kg Cu, 19.1 mg/Kg Zn, 5.7 mg/Kg Rb, 69.9 mg/Kg Sr.

نعنع الماء- فوتنج نهري، حبق الماء، فوتنج مائي (*Mentha aquatica*) (Water mint)

عشب معمر، يشبه نعنن بوليو، و لكن ساقه قائمة محمرة قليلاً و أوراقه كبيرة طولها ٣-٩ سم و أزهاره ليلى اللون و مكتظة حول الساق فيما يشبه الرؤيس، يعيش حول الجداول و البحيرات.

يحتوي على مكونات فعالة من المنترول Menthol، و يحتوي على الكارفون و مواد عفسية.

يستعمل كما النعناع الفلفلي، و يستعمل زيت الطيار في حالات الحصيات الكلوية و المثانية و منبه للقلب و الجملة العصبية.

يحتوي نعنق الماء على عدد من العناصر الكيميائية مع تركيز محتوى هذه العناصر في الأوراق و ليس في الساق أو الجذور. و يعتبر الـ Fe من أهم العناصر المعدنية الذي يتركز في أوراق هذا النبات: 265-569 ppm Fe و تتواجد في الأوراق أيضاً كميات جيدة من الـ Mn: 69.3-90.5 ppm، أما الـ K و Ca فيتواجدان في الأوراق بمجال من التراكيز: 10.0-17.4 g/Kg و 17.5-22.8 g/Kg، على الترتيب.

الذرة الصفراء *Zea mays (maize)*

نبات عشبي حولي-يزرع بشكل واسع في سورية. الجزء المستعمل منه شباشيل الذرة و زيت الذرة.

تحتوي شباشيل الذرة على سيتوستيرول و ستيغماستيرول و اينوزيد و قلويدات و صابونينات و فلافونويدات، و فيتامين C و K و راتنج و مواد مرة و زيت دسم.

يستعمل مغلي شباشيل الذرة مسرعاً لتخثر الدم في الأنزفة الداخلية لأنه يزيد زمن البروتروميين، و يستعمل مدرأ في حالات الحصاة الكلوية و في أمراض و الالتهابات الكبد و المرارة و مفرزاً للصفراء و خافضاً للزوجتها و يهدئ قليلاً و يستعمل في الوزمات القلبية المنشأ و في حالات السمنة. يحضر المغلي من شباشيل الذرة المسحوقة بإضافة ٣٠٠ مل من الماء بدرجة الغليان و يسخن المزيج لمدة ٣٠ دقيقة و يترك بعدها ٤٥ دقيقة. يؤخذ بمعدل ثلاث ملاعق طعام ثلاث مرات في اليوم، قبل الطعام بـ ٢٠ دقيقة.

يحضر المنقوع من ملعقة طعام من شباشيل الذرة، و يضاف إليها ٢٠٠ مل ماء بدرجة الغليان، و تترك منقوعة مدة ٢٠ دقيقة، يؤخذ بمعدل ثلاث ملاعق طعام أربع مرات في اليوم قبل الطعام بـ ٢٠ دقيقة.

يستعمل زيت الذرة كواق من تصلب الشرايين العصيدي، و خافض للكوليسترول.

تحتوي شباشيل الذرة على عدد من العناصر الكيميائية. و يتأثر تواجد هذه العناصر الكيميائية مباشرة بقوام التربة و محتوى التربة من العناصر الكيميائية. فمثلاً يمكن أن يصل تركيز الـ K و Fe إلى تركيز وسطي 26.2 و 257 mg/Kg، على الترتيب، في شباشيل الذرة النامية في الترب الطينية و الغنية بهذين العنصرين، بينما ينخفض التركيز الوسطي لهذين العنصرين في شباشيل الذرة النامية في الترب الطينية الغضارية إلى 1.8 g/Kg و 80.6 mg/Kg، على الترتيب. يسلك عموماً الـ Sr سلوكاً معاكساً للعنصرين الأنفين الذكر، إذ، يمكن أن يصل تركيزه في هذا النبات النامي في الترب الطينية الغضارية إلى 70.7 mg/Kg، بينما إلى 30 mg/Kg في ظروف الترب الطينية الغضارية، أخذين بعين الاعتبار الارتفاع النسبي لتركيز الـ K و Fe و الانخفاض النسبي لتركيز الـ Sr في الترب الطينية، بالمقارنة مع الترب الطينية الغضارية. تتواجد تراكيز جيدة من بعض العناصر المعدنية أيضاً، مثلاً: الـ Mn, Cu, Zn.

عرق السوس (*Glycyrrhiza glabra* (Liquorice root))

عشب معمر، يتراوح ارتفاعه بين ٥٠ و ١٤٠ سم، أوراقه مركبة ريشية، و نورته عنقودية و أزهارها بنفسجية، و الثمرة قرن. يستعمل من عرق السوس الجذامير و الجذور. تحتوي الجذامير على الغليسيريدين بمعدل ٨-١٢ %، و هو الملح الكلسي و البوتاسي لحمض الغليسيريدين. و يعتبر الغليسيريدين مسؤولاً عن حلاوة عرق السوس، و تزيد قدرته على التحلية عن السكر بـ ٥٠ مرة و أكثر. كما تحتوي الجذامير على السكروز و الغلوكوز و مواداً مرة و أحماضاً عضوية و زيتاً طياراً و مواداً ستيروئيدية، و كومارين و فلافونويدات و مواد عفصية.

تستعمل مستحضرات عرق السوس في مداواة القرحة المعدية و الإثني عشرية، و مضادة للروماتيزم، و مضادة للالتهابات و للهستامين، و بعد اكتشاف بعض صفات الغليسيريدين استعملت مستحضراته في القرحة، أما الغليسيريدين نفسه فيؤدي إلى حبس السوائل داخل الجسم و يرفع الضغط، و من هنا كان تأثيره القاطع للعطش. تفيد مجموعة الفلافونويدات، في القرحة و الأنزفة الشعرية و الدوالي و أنزفة اللثة و احمرار العيون، و يعود إليها أيضاً التأثير المدر الخفيف، و الملين و التأثير المضاد للتشنج.

أشارت بعض الدراسات الأخيرة إلى أن لحمض الغليسيريدين تأثير في علاج سرطان الدم، و علاج بعض حالات مرض أديسون، إضافة إلى تأثيره في علاج الالتهابات.

يستعمل مسحوق الجذامير لعمل شراب منعش و ملطف و قاطع للعطش، و مقشع و ملين، و في التهابات المجاري التنفسية و التهاب الرئة و الربو، و الكلى و المثانة و مضاد للالتهابات الجلدية و الأكزما.

يحضر المغلي من ٦ غ من الجذور (ملعقة طعام)، يضاف إليها ٢٠٠ مل ماء بدرجة الغليان، و يسخن في حمام نصف ساعة و يصفى و يحفظ في البراد. يستعمل المغلي بمعدل ملعقة إلى ملعقتي طعام، ثلاث مرات في اليوم بعد الطعام. أما المنقوع فيحضر من ملعقة من الجذامير المسحوقة، يضاف إليها ٥٠٠ مل ماء بدرجة الغليان، و يسخن على نار هادئة عشر دقائق و يصفى، و يستعمل المنقوع بمعدل ١٠٠ مل، ثلاث إلى أربع مرات في اليوم قبل الطعام.

لا يوصى باستعمال عرق السوس من قبل المرضى الذين يعانون من هبوط في القلب و ارتفاع في ضغط الدم أو السمنة و التهاب الكلى.

تحتوي جذور عرق السوس تراكيز منخفضة نسبياً من العناصر الكيميائية، فمثلاً تحوي هذه الجذور، النامية في الترب الطينية، على تركيز وسطي لكل من العناصر المرافقة: 6.4 g/Kg K, 14.2 g/Kg Ca, 10.0 mg/Kg Mn, 127 mg/Kg Fe, 5.2 mg/Kg Cu, 12.8 mg/Kg Zn, 2.3 mg/Kg Rb, 112 mg/Kg Sr .

الينسون (*Anisum vulgare*=*Pimpinella anisum*)

عشب حولي يصل ارتفاعه إلى ٥٠-٦٠ سم، ساقه متفرعة، و لأوراقه غمد يحيط بعقد الساق، و لأوراقه السفلية معلاق طويل و حوافها ذات أسنان كبيرة، أما الأوراق العلوية فشبه لاطئة، و مقسمة إلى فصوص خيطية. نورته خيمة و أزهاره

صغيرة بيضاء، و ثماره منشقة إلى ثمرتين، و لها رائحة عطرة. يزرع بشكل واسع في سورية. تستعمل الثمار. تحتوي الثمار على زيت طيار يتكون معظمه من الأنيثول Anethol و ميثيل الكافيكول Methyl chavicol، كما يحتوي الزيت الطيار على كيتونات أنيسية و ألدهيد أنيسي Anisic aldehyde و حمض أنيسي و تربينات. يستعمل الينسون بغرض طرد الغازات و لتخفيف المغص و خاصة عند الأطفال، و يستعمل منقوع و مغلي الثمار في مداواة الأمراض الصدرية و ذات الرئة و التهاب الحلق و القصبات، و يعتبر الينسون مدرراً للحليب و الطمث و يساعد في تقبض عضلات الرحم. و يستعمل الينسون في أدوية السعال و طارداً للبلغم و محسناً لطعم كثير من الأدوية.

يحضر المغلي من ملعقة شاي من الثمار المسحوقة، يضاف إليها ٢٠٠ مل بدرجة الغليان، ثم يسخن في حمام مائي، أو على نار هادئة، لمدة ١٠-٥ دقائق، يؤخذ بمعدل ١٠٠ مل ثلاث مرات في اليوم قبل الطعام بنصف ساعة. يحضر المنقوع من ملعقة شاي من الثمار، يضاف إليها ٢٠٠ مل ماء بدرجة الغليان، و تترك منقوعة نصف ساعة و تصفى، يؤخذ بمعدل ٧٠-٥٠ مل ثلاث مرات في اليوم قبل الطعام بنصف ساعة.

يحتوي نبات الينسون على عدد من العناصر الكيميائية بالتراكيز التالية: 13.5 g/Kg K, 15.5 g/Kg Ca, 51.8 mg/Kg Ti, 52.9 mg/Kg Mn, 374 mg/Kg Fe, 13.7 mg/Kg Cu, 60.7 mg/Kg Zn, 2.1 mg/Kg Rb, 54.8 mg/Kg Sr

القريص (*Urtica dioica* (Stinging nettle))

عشب معمر يصل ارتفاعه إلى المتر. ساقه رباعية الزوايا و مثلمة و تكسوها الأوبار، و الأوراق معلاقية متقابلة بيضية متطاولة، و قاعدتها قلبية و حوافها منشأوية، و تغطي الأوراق و الساق الأوبار الحارقة، و الأزهار وحيدة الجنس خضراء ناصلة اللون، و الثمرة بيضية الشكل و صفراء ناصلة اللون، ينتشر في الحقول و الأماكن المهجورة و حول المنازل في مناطق سورية كافة. تستخدم الأوراق من القريص.

تحتوي الأوراق على الفلافونويدات و مواد عفصية و حموض عضوية (حمض النمل و حمض الخل و حمض البانتوني Panthothenic و الهستامين و الفيولاكسانتين Violaxantine و السيتوستيرين و فيتامينات C, B1, B2, B3, K و الكاروتين و غليكوزيد أروتيسين Urticine).

تستعمل الأوراق و الفرع الفتية في الغذاء، إذ، تعادل قيمتها الغذائية تلك التي تملكها البقوليات. و يستعمل مع علف الدجاج لزيادة الإباضة في الشتاء خاصة.

يستعمل منقوع القريص لوقف الأنزفة الرحمية و أنزفة البواسير و الرئة و الأمعاء و في حالات الرعاف، و يرفع عدد الكريات الحمراء و الهيموغلوبين في الدم و يقوي جدر الأوعية الدموية و العضلات الملساء و ينشط عمل الجملة القلبية الوعائية و التنفس، و يرفع مقاومة الجسم، و يفيد في حالات تصلب الشرايين و فقر الدم و السكري و التهابات الكبد و المرارة و الجهاز الهضمي و يسرع من التأم الجروح، كما يستعمل للوقاية من التهاب المفاصل و تشكل الحصيات الكلوية، و يفيد في مقاومة السرطانات و وقاية و علاجاً.

يحضر المنقوع من ملعقتي طعام من الأوراق الجافة، يضاف إليها ٢٠٠ مل ماء بدرجة الغليان، و تنقع لمدة ١٠ دقائق و تعصر و تصفى ثم يؤخذ بمعدل ملعقتي طعام ثلاث مرات يومياً بعد الطعام.

يستعمل منقوع الأوراق في حالات سقوط الشعر و القشرة، و يحضر المنقوع من ٢٠ غ من الأوراق و يضاف إليها ٢٠٠ مل ماء بدرجة الغليان و تنقع نصف ساعة، و يغسل به الرأس دون أن يجفف، و يستعمل لمدة أسبوعين و تكرر العملين بعد استراحة أسبوع، ثلاث إلى أربع مرات.

تستخدم صبغة القريص الكحولية في تنشيط الجسم، و رفع مقاومته للعوامل غير المناسبة، و تحسن عمل القلب و يصبح الجسم أكثر مرونة. تحضر الصبغة الكحولية بإضافة نصف ليتر كحول ٧٠% إلى ٢٠٠ غ من العشب الطازج، يترك المزيج في اليوم الأول في الغرفة، أما في الأيام التالية (٨ أيام) فيوضع في مكان مظلم، و بعدها يصفى و يعصر، و تحفظ الصبغة في مكان مظلم. تستعمل الصبغة بمعدل ملعقة شاي مساءً قبل النوم، حتى انتهاء الكمية.

يستعمل القريص من نوع آخر *Urtica urens* كسابقه و يستعمل عصيره فركاً في معالجة الروماتيزم و التشنجات.

تحتوي جذور القريص على تراكيز مرتفعة من الـ K تقع في المجال 59.3 g/Kg-90.8 g/Kg، بينما تنخفض تراكيز هذا العنصر في الأوراق و تقع في المجال 28.7 g/Kg-38.7 g/Kg. يتبادل الـ Ca الدور مع الـ K، إذ، يتركز الـ Ca في الأوراق (83.3 g/Kg-110 g/Kg) أكثر من الجذور (11.5 g/Kg-14.0 g/Kg). تحوي أوراق القريص على عدد من العناصر الكيميائية بالتراكيز المتوسطة التالية: 60.1 mg/Kg Ti, 43.4-73 mg/Kg Mn, 359-549 mg/Kg Fe, 6.5-16.4 mg/Kg Cu, 42.6-51.6 mg/Kg Zn, 3.7-5.8 mg/Kg Rb, 333-595 mg/Kg Sr العناصر الآتية الذكر في جذور القريص بالمقارنة مع تركيزها في الأوراق، باستثناء عنصر الـ Rb الذي يسلك سلوك الـ K بتزايد في الجذور (5.8-8.8 mg/Kg) مقارنة بتركيزه في الأوراق.

الزعرور *Crataegus*

يتواجد الزعرور على كل شجيرات، نادراً ما يصل طولها إلى خمسة أمتار، أوراقها ساقطة، و نورتها عذقية، و أزهارها بيضاء، و ثمارها لحمية. يوجد في سورية عدة أنواع أهمها:

١. الزعرور العاروني *Crataegus aronica*

أزهار هذه الشجيرة بيضاء اللون، قطرها حوالي ١,٥ سم، و الثمرة كروية صفراء اللون، قطرها نحو ١ سم و تحوي ٢-٣ بذور.

٢. الزعرور الصمصيلي *Crataegus monogyna*

الأزهار بيضاء اللون، و الثمرة بيضية مقلوبة، حمراء اللون، و طولها نحو ١ سم، تنتشر في المناطق السهلية.

٣. الزعرور العادي *Crataegus azarolus*

الأزهار بيضاء، و الثمار حمراء قطرها حوالي ١,٣ سم. تنتشر في الغابات الساحلية.

يستعمل من الزعرور الزهار و الثمار.

تحتوي الثمار على السكر و مواد فلافونويدية و صابونينات و غليكوزيدات و فيتوستيرين و كاروتين و كولين و مواد عفصية، و حموض عضوية أهمها كمض ازعرور و الليمون و حمض الأورسولي و حمض التفاح و حمض الأسكوربيك و غيرها، كما و تحتوي على مشتقات البورين- Purine derivatives. و تحتوي الأزهار على زيت طيار و مواد فلافونويدية و صابونينات و الكويرسيتين و تري ميتيل أمين Trimethylamine و كولين و هيبروزيد و حموض عضوية و غيرها.

تعتبر مستحضرات ثمار و أزهار الزعرور منشطة للدورة الدموية و تزيد تروية الدماغ و العضلة القلبية، و تفيد في حالات الذبحة الصدرية و حالات خلل النشاط الوظيفي للقلب و ضعف عضلة القلب و ارتفاع الضغط و القلق و الرق، كما أنها حالة للتشنج و خافضة للكولسترول، و مفيدة في اضطرابات سن اليأس. يحضر منقوع الأزهار من ملعقة طعام من الأزهار، يضاف إليها ٢٠٠ مل من الماء بدرجة الغليان، تترك لمدة ١٥ دقيقة. يؤخذ من المنقوع ١٠٠ مل ٢-٣ مرات في اليوم قبل الطعام ب ١٥ دقيقة.

يحضر مغلي الثمار من ملعقة طعام من الثمار المسحوقة، يضاف إليها ٢٠٠ مل بدرجة الغليان، تسخن على نار هادئة لمدة نصف ساعة. يؤخذ من المغلي ٧٠-١٠٠ مل ٢-٣ مرات في اليوم قبل الطعام ب ١٥ دقيقة.

تحضر من أزهار الزعرور الطازجة صبغة كحولية. يضاف إلى أزهار الزعرور الفتية عند تفتحها ١٠ أجزاء من الكحول ٧٠ %، و تترك في مكان مظلم لمدة أسبوع و تحرك دورياً. تصفى بعد ذلك و توضع في وعاء زجاجي عاتم اللون و نحفظ في مكان بارد. تستعمل الصبغة الكحولية بمعدل ١٥-٢٠ قطرة مرتين إلى ثلاث مرات في اليوم بعد الطعام.

يحضر منقوع الأزهار و الثمار من ملعقة طعام من المزيج، و يضاف إليها ٢٠٠ مل ماء بدرجة الغليان، و تسخن في حمام مائي ربع ساعة و تبرد و تصفى. و يستعمل بمعدل ١٠٠ مل مرتين إلى ثلاث مرات في اليوم.

تحتوي ثمار الزعرور الفتية كميات من العناصر الكيميائية كما يلي: 16.3-17.1 g/Kg K, 13.4-15.4 g/Kg Ca, 5.55-5.74 mg/Kg Mn, 150-214 mg/Kg Fe, 9.7-13.0 mg/Kg Cu, 16.8-18.3 mg/Kg Zn, 2.5-2.7 mg/Kg Br, 14.6-19.8 mg/Kg Rb, and 183-190 mg/Kg Sr

الزوفا *Hyssopus officinalis*

شجيرة صغيرة يصل ارتفاعها إلى ٦٥ سم، و فروعها متخشبة رباعية الزوايا و أوراقها رمحية و لاطئة، و أزهارها متجمعة في نورة شبه سنبله، و أزهارها زرقاء- سماوية اللون و أحياناً وردية أو بيضاء. تنتشر في القطر العربي السوري، خاصة في المناطق الجبلية و الساحلية.

يستعمل من الزوفا العشب في فترة الإزهار. يحوي العشب في نبات الزوفا على زيت طيار يدخل في تركيبه البيبين و السينيول و غيرهما، و يحتوي على مواد

عفصية و غليكوزيدات (ديوسمين Diosmine و هيسوبين) و الحمض الأولياني و الأورسولي و مواد مرة.

تستخدم الزوفا للتشنج و قابضة في حالات الالتهاب الشعبي و الربو القصبي و آلام الصدر و السل و مقشعة، كما أنها مفيدة في حالات الاستسقاء و زيادة التعرق و فقدان الشهية.

يحضر المنقوع من ملعقة طعام من العشب، يضاف إليها ٢٠٠ مل من ماء بدرجة الغليان، و ينقع ساعتين. يؤخذ بمعدل ١٠٠ مل ثلاث مرات في اليوم قبل الطعام، و يستعمل المنقوع خارجياً لغسل الجروح و التقرحات و العيون، و يستعمل غرغرة في حالات التهاب الحلق و الفم. يمكن أن يستخدم عطر الزوفا مضاداً للصرع.

يحتوي عشب الزوفا على عدد من العناصر الكيميائية بتراكيز كما يلي: -5.8
6.6 g/Kg K, 14.2-16.2 g/Kg Ca, 20.5-21.3 mg/Kg Mn, 289-407 mg/Kg Fe,
11.6-16.2 mg/Kg Cu, 46.6-50.8 mg/Kg Zn, 2.7-3.6 mg/Kg Rb, 26.7-
.32.5 mg/Kg Sr

SYRIAN ARAB REPUBLIC
ATOMIC ENERGY COMMISSION
DAMASCUS- P.O.BOX: 6091



Final Report on Scientific Research
Department of Chemistry

**TXRF and XRF techniques for the determination of
K, Ca, Cr, Mn, Fe, Ni, Cu, Zn, Br, Rb, Sr and Pb in
Some plant Species and their infusions**

Dr. A. Khuder

AECS – CH\ RSS 421

February 2009