



الجمهورية العربية السورية
جامعة دمشق
كلية الصيدلة
قسم علم تأثير الأدوية والسموم

تحديد تركيز بعض المعادن الثقيلة في عدد من النباتات
الطبية المحلية السورية

Qualitative determination of some heavy metals in known medicinal native Syrian plants

أطروحة قدمت إلى جامعة دمشق لنيل درجة الماجستير في علم السموم

إعداد
وفاء عبد الحميد اليونس

إشراف الأستاذ الدكتور
محمد عامر زمريق

2015 هـ - 1436 م

الجمهورية العربية السورية

جامعة دمشق

قرار مجلس البحث العلمي والدراسات العليا رقم / ٩٨٤ / المعدل
بالمجلس رقم / ١٠ / تاريخ ٢٠١٥/١/٢٦

اطلع مجلس البحث العلمي والدراسات العليا على قرار مجلس كلية الصيدلة رقم / ٤٨٨ / تاريخ ٢٠١٤/٦/٥ .

وبعد الرجوع إلى اللائحة التنفيذية لقانون تنظيم الجامعات الصادرة بالمرسوم / ٢٥٠ / لعام ٢٠٠٦ .
قرار مجلس جامعة دمشق رقم / ١٣٥١٩ / أص تاريخ ٢٠١٢/١٢/١٧ بشأن الموافقة على تسجيل رسالة الطالبة .

وبناءً على المذكرة قرار مجلس البحث العلمي والدراسات العليا :

الموافقة على تأكيد حلة الحكم على رسالة الماجستير في قسم علم تأثير الأدوية والسموم التي أعدتها الطالبة وفاء اليونس بعنوان : ((تحديد تركيز بعض المعادن الثقيلة في عدد من الباتات الطبية المحلية السورية)) بكلية الصيدلة من السادة الأساتذة :

د. ليلى سرح	الأستاذ في قسم علم تأثير الأدوية والسموم	كلية الصيدلة
جامعة دمشق	الاحتفاظ: السوم	عضوأ
د. أحمد حسن	الأستاذ في قسم الكيمياء الصيدلانية والمراقبة الدوائية	كلية الصيدلة
جامعة دمشق	الاحتفاظ: الكيمياء الصيدلانية	عضوأ
د. محمد عامر زمرقق	الأستاذ في قسم علم تأثير الأدوية والسموم	كلية الصيدلة
جامعة دمشق	الاحتفاظ: كيمياء تحليلاً نظيفاً	عضوأ مشرفاً

وذلك وفق ما هو وارد في قرار مجلس الكلية آنف الذكر ،،،

ملاحظة: يرجى بإرسال نسخة عن الإعلان الخاص بتحديد موعد المناقشة فور صدوره إلى مكتب نائب رئيس الجامعة لشؤون البحث العلمي والدراسات العليا.

مدة البحث :

٢٠١٢/١٢/٧

٢٠١٣/٨/٦

تم العمل في :

١. جامعة دمشق - كلية الصيدلة - مخبر الدراسات العليا قسم علم السموم
٢. جامعة دمشق - كلية الصيدلة - مخبر الدراسات العليا قسم المراقبة الدوائية

تاريخ مناقشة الرسالة:

٢٠١٣/٨/١٠

أمام لجنة التحكيم:

برئاسة : أ.د محمد عامر زريق

الفاحص الأول: أ.د نيللي مسوح

الفاحص الثاني: أ.د احمد حسن

الإِهْدَاءُ

إِلَى مَنْ خَطَّتْ كَلْمَاتَهُ دُرْبِي.....
وَتَعْطَرَ بِذِكْرِهِ وَرْدِي.....
وَبَاحَ بِحُبِّهِ وَجْدِي.....

سَيِّدُنَا مُحَمَّدٌ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ

الشكر

إِلَيْكَ إِلَهُ الْخَلْقِ أَرْزُفُ مَحْبَتِي إِلَيْكَ وَشَكْرِي وَامْتَنَانِي

إِلَيْكَ إِلَهُ الْكَوْنِ أَسْوَقْ تَذَلْلِي إِلَيْكَ وَضَعْفِي وَانْكَسَارِي

فَإِنْ كَانَ الْعُقْلُ هَبَةً وَالنُّورُ مَنٌْ وَتَسْدِيدُ الْخَطَا مِنَ الرَّحْمَنِ

فَلَمَنْ أَرْجِي امْتَنَانِي وَالْأَمَانِي إِلَى مَلَكِ قَرِيبِ سَامِعِ هَادِي

وَلَأَبِّ وَهَبْنِي مِنْ رَبِيعِ سَنِينِهِ لِيَخْضُلْ دَرْبِي وَتَزَدَهُرَ الْأَمَانِي

وَلَأَمِّ ضَحَّتْ فَلَنْ أَخْوُضْ بِوَصْفِهَا فَنْبَضْ قَلْبِي أَفْصَحْ مِنْ لِسَانِي

وَلِإِخْوَةِ أَنْسَتَ الْحَيَاةَ بِقَرْبَهُمْ هُمْ لِلرُّوحِ رَاحَةً وَرِيحَانَ

وَلِمَعْلَمِ أَنَارَ دَرْبِي بِعِلْمِهِ

فَاللَّهُ خَيْرُ جَازِ الإِحْسَانِ.

إلى الأسرة التي احتضنتني بكل وفاء وأعطتني بكل صفاء وعلى يصعب بعدها والجفاء.

أسرة قسم علم السموم بأسانتذه ومخبريه

إلى من كان عونا لي بلا تقصير ومنحني من ذرة وقته وجهه الكثير وله مني كل الشكر والتقدير.

أ.د. محمد عامر زمريق

إلى من كانت في دروب العلم مائي، ودون تعثر الخطا فيه وقائي، وبسمي من كل عناء.

أ.د. ليلي مسوح

إلى من تعطر دربي برفقتهم وسر قلبي بصحبتهم وتذلت المصابع بمساندتهم.

سندس حسينو ، نور شحرور ، هبه غبور ، هنا أبو زيد

إلى كل من زرع في دربي زهرة أو أزال من طريقي عثرة أو وهبني من كنوز علمه ثمرة.

الذين هم أكثر من أن تحصيهم أوراقي أو توفيقهم كلماتي

الشكر الجزيل إلى أسرة كلية الصيدلة ممثلة بالعميد الأستاذ الدكتور عبد الحكيم نتوف والوكيل الإداري الأستاذة الدكتورة جمانة الصالح.

كما أتقدم بخالص الامتنان إلى اللجنة التي تقدمت بتحكيم هذه الاطروحة الأستاذ الدكتور أحمد حسن والاستاذة الدكتورة ليلي مسوح مشكورين على الملاحظات التي تقدموها بها لإغناء هذا البحث.

كما أتقدم بالشكر إلى الأستاذ الدكتور عماد القاضي أستاذ التصنيف النباتي بكلية العلوم في جامعة دمشق الذي تفضل بالتصنيف العلمي للنباتات المدرستة والدكتورة رشا الخطيب من قسم العقاقير في كلية الصيدلة التي لم تتوانى عن تقديم المساعدة والنصيحة.

الشكر لإدارة مخبر قسم الكيمياء الصيدلية والمراقبة الدوائية في كلية الصيدلة ممثلة بالأستاذ الدكتور أحمد حسن التي قدمت التسهيلات والتجهيزات الممكنة لإنجاز هذا البحث.

**السيرة الذاتية
المعلومات الشخصية**

الاسم : وفاء عبد الحميد اليونس
المواليد : تسيل 1986/5/22

البريد الإلكتروني : w0younes@gmail.com

الشهادات

بكالوريوس في

الصيدلة والكيميا الصيدلية - كلية الصيدلة - جامعة دمشق - 2010 .

• سجلت ماجستير قسم علم تأثير الأدوية والسموم اختصاص علم السموم عام 2010-2011 تابعت خلالها الدراسة الأكاديمية ، وحضرت رسالة الماجستير بعنوان " تحديد تركيز بعض المعادن الثقيلة في عدد من النباتات الطبية المحلية السورية " .

وكان تاريخ المناقشة 2015/8/10

تصريح

الاسم الكامل: وفاء عبد الحميد اليونس

مكان وتاريخ الولادة: تسيل 1986/5/ 22

عنوان البحث باللغة العربية:

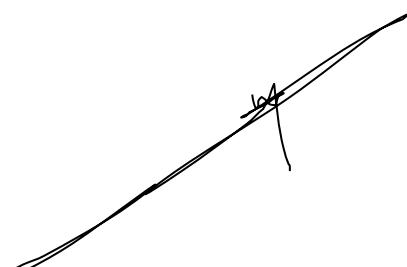
" تحديد تركيز بعض المعادن الثقيلة في عدد من النباتات الطبية المحلية السورية "

لا يوجد أي جزء من هذه الأطروحة تم اقتباسه بالكامل من عمل علمي آخر أو أنجز للحصول على شهادة أخرى في جامعة دمشق أو أية جامعة أخرى أو أي معهد تعليمي داخل أو خارج القطر.

لم يتم قبض أي مبلغ مادي أو مكافأة عينية سواء بشكل مباشر أو غير مباشر مقابل القيام بعمل يمس جوهر هذه الأطروحة أو نتائجها.

أتعهد بأنني لم أقل إلا الحقيقة ولم أخف شيئاً تحت طائلة المعاقبة والمحاسبة القانونية وعليه أوقع

توقيع الباحث



الفهرس

16.....	الدراسة النظرية
17.....	المقدمة Introduction
18.....	1. النباتات الطبية
18.....	1-1 مقدمة
19.....	2-1 العوامل المؤثرة في تراكم المعادن في النباتات
19.....	1-2-1 العوامل المتعلقة بالمعدن
19.....	2-2-1 العوامل المتعلقة بالوسط المحيط
20.....	3-2-1 العوامل المتعلقة بالنبات
20.....	1-3-2-1 نوع النبات
20.....	2-3-2-1 أجزاء النبات
21.....	3-3-2-1 عمر النبات
21.....	3-النباتات الطبية الشائعة الاستعمال
21.....	1-3-1 البابونج الحقيقى
21.....	1-1-3-1 التصنيف العلمي
21.....	2-1-3-1 الوصف النباتي
21.....	3-1-3-1 الجزء المستعمل
22.....	4-1-3-1 المكونات الكيميائية
22.....	5-1-3-1 الاستعمالات الطبية
22.....	2-3-1 الخزامى
23.....	1-2-3-1 التصنيف العلمي
23.....	2-2-3-1 الوصف النباتي
23.....	1-2-3-1 الجزء المستعمل
23.....	4-2-3-1 المكونات الكيميائية
23.....	5-2-3-1 الاستعمالات الطبية
24.....	3-3-1 الريحان
24.....	1-3-3-1 التصنيف العلمي
24.....	2-3-3-1 الوصف النباتي
24.....	3-3-3-1 الجزء المستعمل
24.....	4-3-3-1 المكونات الكيميائية
24.....	5-3-3-1 الاستعمالات الطبية

25.....	4-3-1 الأقحوان.....
25.....	1-4-3-1 التصنيف العلمي.....
25.....	2-4-3-1 الوصف النباتي.....
25.....	3-4-3-1 الجزء المستعمل.....
25.....	4-4-3-1 المكونات الكيميائية.....
26.....	5-4-3-1 الاستعمالات الطبية.....
 26.....	 5-3-1 الشيح العشبي الأبيض.....
26.....	1-5-3-1 التصنيف العلمي.....
27.....	2-5-3-1 الوصف النباتي.....
27.....	3-5-3-1 الجزء المستعمل.....
27.....	4-5-3-1 المكونات الكيميائية.....
27.....	5-5-3-1 الاستعمالات الطبية.....
 28.....	 6-3-1 النعناع.....
28.....	1-6-3-1 التصنيف العلمي.....
28.....	2-6-3-1 الوصف النباتي.....
28.....	3-6-3-1 الجزء المستعمل.....
28.....	4-6-3-1 المكونات الكيميائية.....
28.....	5-6-3-1 الاستعمالات الطبية.....
 29.....	 7-3-1 الزعور الآروني.....
29.....	1-7-3-1 التصنيف العلمي.....
29.....	2-7-3-1 الوصف النباتي.....
29.....	3-7-3-1 الجزء المستعمل.....
29.....	4-7-3-1 المكونات الكيميائية.....
29.....	5-7-3-1 الاستعمالات الطبية.....
 30.....	 8-3-1 الخبزية.....
30.....	1-8-3-1 التصنيف العلمي.....
30.....	2-8-3-1 الوصف النباتي.....
30.....	3-8-3-1 الجزء المستعمل.....
30.....	4-8-3-1 المكونات الكيميائية.....
30.....	5-8-3-1 الاستعمالات الطبية.....
 31.....	 9-3-1 البردقوش.....

31.....	1-9-3-1 التصنيف العلمي.....
31.....	2-9-3-1 الوصف النباتي.....
31.....	3-9-3-1 الجزء المستعمل.....
32.....	4-9-3-1 المكونات الكيميائية.....
32.....	5-9-3-1 الاستعمالات الطبية.....
 32.....	 10-3-1 إكليل الجبل.....
33.....	1-10-3-1 التصنيف العلمي.....
33.....	2-10-3-1 الوصف النباتي.....
33.....	3-10-3-1 الجزء المستعمل.....
33.....	4-10-3-1 المكونات الكيميائية.....
33.....	5-10-3-1 الاستعمالات الطبية.....
 34.....	 2. المعادن الثقيلة.....
34.....	1-2 مقدمة.....
34.....	2-2 التأثيرات الضارة للمعدن على النبات.....
34.....	3-2 التأثيرات الضارة للمعدن على الإنسان.....
35.....	4-2 المعادن الثقيلة في النباتات الطبية.....
 35.....	 1-4-2 الكادميوم.....
35.....	1-1-4-2 الخصائص الفيزيائية والكيميائية.....
35.....	2-1-4-2 مصادر التعرض.....
35.....	3-1-4-2 الاستعمال.....
35.....	4-1-4-2 حركة الكادميوم وسميته.....
36.....	5-1-4-2 التسمم الحاد.....
36.....	6-1-4-2 التسمم المزمن.....
37.....	7-1-4-2 المعالجة.....
 37.....	 2-4-2 الرصاص.....
37.....	1-2-4-2 الخصائص الفيزيائية والكيميائية.....
37.....	2-2-4-2 مصادر التعرض.....
38.....	3-2-4-2 الاستعمال.....
38.....	4-2-4-2 حركة الرصاص وسميته.....
38.....	5-2-4-2 التسمم الحاد.....
38.....	6-2-4-2 التسمم المزمن.....
39.....	7-2-4-2 المعالجة.....

39.....	3-4-2 النikel
39.....	1-3-4-2 الخصائص الفيزيائية والكيميائية
39.....	2-3-4-2 مصادر التعرض
40.....	3-3-4-2 الدور الفيزيولوجي
40.....	4-3-4-2 الاستعمال
40.....	5-3-4-2 حركة النikel وسميته
40.....	6-3-4-2 التسمم الحاد
41.....	7-3-4-2 التسمم المزمن
41.....	8-3-4-2 المعالجة
41.....	9-3-4-2 دور النikel في النبات
 42.....	 4-4-2 النحاس
42.....	1-4-4-2 الخصائص الفيزيائية والكهربائية
42.....	2-4-4-2 مصادر التعرض
42.....	3-4-4-2 الدور الفيزيولوجي
42.....	4-4-4-2 الاستعمال
42.....	5-4-4-2 حركة النحاس وسميته
43.....	6-4-4-2 التسمم الحاد
43.....	7-4-4-2 التسمم المزمن
43.....	8-4-4-2 المعالجة
43.....	9-4-4-2 دور النحاس في النبات
 44.....	 5-4-2 الزنك
44.....	1-5-4-2 الخصائص الفيزيائية والكيميائية
44.....	2-5-4-2 مصادر التعرض
44.....	3-5-4-2 الدور الفيزيولوجي
44.....	4-5-4-2 الاستعمال
44.....	5-5-4-2 حركة الزنك وسميته
45.....	6-5-4-2 التسمم الحاد
45.....	7-5-4-2 التسمم المزمن
45.....	8-5-4-2 المعالجة
45.....	9-5-4-2 دور الزنك في النبات
 46.....	 6-4-2 الكوبالت
46.....	1-6-4-2 الخصائص الفيزيائية والكيميائية
46.....	2-6-4-2 مصادر التعرض
46.....	3-6-4-2 الدور الفيزيولوجي

45.....	4-6-4-2 الاستعمال
47.....	5-6-4-2 حركة الكوبالت وسميته
47.....	6-6-4-2 التسمم الحاد
47.....	7-6-4-2 التسمم المزمن
47.....	8-6-4-2 المعالجة
47.....	9-6-4-2 دور الكوبالت في النبات
 48.....	 7-4-2 الكروم
48.....	1-7-4-2 الخصائص الفيزيائية والكيميائية
48.....	2-7-4-2 مصادر التعرض
48.....	3-7-4-2 الدور الفيزيولوجي
48.....	4-7-4-2 الاستعمال
48.....	5-7-4-2 حركة الكروم وسميته
49.....	6-7-4-2 مقارنة بين مركبات الكروم الثلاثية التكافؤ والسداسية التكافؤ
49.....	7-7-4-2 التسمم الحاد
49.....	8-7-4-2 التسمم المزمن
50.....	9-7-4-2 المعالجة
50.....	10-7-4-2 دور الكروم في النبات
 51.....	 الدراسة العملية
52.....	1. هدف البحث Aim of study
 53.....	 2. المواد والطرائق Materials and Methods
53.....	1-2 العينات النباتية
53.....	1-1-1 جمع العينات النباتية
54.....	2-2 الأدوات المستعملة
54.....	3-2 المواد المستعملة
55.....	4-2 الأجهزة المستعملة
55.....	1-4-4-2 جهاز الامتصاص الذري
 58.....	 3. العمل المخبري
58.....	1-3 تحضير العينات النباتية
 59.....	 3-2 تحضير العيارات
67.....	3-3 طريقة العمل

75.....	4-3 مصداقية الطريقة
75.....	1-4-3 ملائمة النظام System suitability
76.....	2-4-3 الخطية Linearity
78.....	3-4-3 الدقة Precision
78.....	1-3-4-3 التكرارية (ضمن اليوم) Repeatability (intra-day)
79..	2-3-4-3 الدقة الوسطى (من يوم لآخر) Intermediate precision (inter-day)
80.....	4-4-3 حد الكشف والحد الكمي limit of detection
80.....	1-4-4-3 حدود الكشف limit of quantification
80.....	2-4-4-3 حدود التكميم
80.....	5-4-3 المضبوطية Accuracy
82.....	4. النتائج Results
82.....	1-4 نتائج معايرة الكادميوم
83.....	2-4 نتائج معايرة الرصاص
84.....	3-4 نتائج معايرة النيكل
85.....	4-4 نتائج معايرة النحاس
86.....	5-4 نتائج معايرة الزنك
87.....	6-4 نتائج معايرة الكوبالت
88.....	7-4 نتائج معايرة الكروم
89.....	5. المناقشة Discussion
89.....	1-5 الحدود المقبولة للمعادن في النباتات الطبية بحسب المراجع العالمية
90.....	2-5 مناقشة النتائج
90.....	1-2-5 الكادميوم
93.....	2-2-5 الرصاص
97.....	3-2-5 النيكل
99.....	4-2-5 النحاس
102.....	5-2-5 الزنك
104.....	6-2-5 الكوبالت
106.....	7-2-5 الكروم

108.....	3-5 مقارنة تركيز المعادن في النباتات الطبية المدروسة مع بعض الدراسات العالمية ... 108
108.....	1-3-5 البابونج
108.....	2-3-5 الخزامي
109.....	3-3-5 الريحان
109.....	4-3-5 الأقحوان
110.....	5-3-5 الشيح
111.....	6-3-5 النعناع
111.....	7-3-5 الزعور
111.....	8-3-5 الخبيرة
112.....	9-3-5 اكليل الجبل
113.....	6. الاستنتاج Conclusion
114.....	7. المقترفات والتوصيات Suggestions and Recommendations
115.....	8. الخلاصة Summary
119.....	9. المراجع References

فهرس الجداول

الجدول (1) مصادر جمع عينات النباتات المدروسة.....	53
الجدول (2) الجزء المدروس في العينات النباتية	54
الجدول (3) المتثبتات المطبقة على جهاز AAS لقياس المعادن المدروسة	57
الجدول (4) الحجوم المطلوبة من محلول الأم لكل معدن لتحضير السلسلة العيارية.....	60
الجدول (5) تراكيز المحاليل العيارية لكل معدن من المعادن المدروسة.....	61
الجدول (6) قيم الامتصاص لمحاليل السلسلة العيارية للكادميوم	61
الجدول (7) قيم الامتصاص لمحاليل السلسلة العيارية للرصاص	62
الجدول (8) قيم الامتصاص لمحاليل السلسلة العيارية للنيكل.....	62
الجدول (9) قيم الامتصاص لمحاليل السلسلة العيارية للنحاس.....	62
الجدول (10) قيم الامتصاص لمحاليل السلسلة العيارية للزنك.....	63
الجدول (11) قيم الامتصاص لمحاليل السلسلة العيارية للكوبالت.....	63
الجدول (12) قيم الامتصاص لمحاليل السلسلة العيارية للكروم.....	63
الجدول (13) البرنامج الحراري للكادميوم	68
الجدول (14) البرنامج الحراري للرصاص.....	69
الجدول (15) البرنامج الحراري لنيكل.....	70
الجدول (16) البرنامج الحراري للنحاس.....	71
الجدول (17) البرنامج الحراري للزنك.....	72
الجدول (18) البرنامج الحراري للكوبالت.....	73
الجدول (19) البرنامج الحراري للكروم.....	74
الجدول (20) قيم الامتصاص المقابلة لتراكيز مختلفة من محاليل عيارية للرصاص.....	75
الجدول (21) علاقة الارتباط Correlation بين الامتصاص والتركيز.....	76
الجدول (22) تحليل التباين ANOVA	77

الجدول (23) المعاملات ^a Coefficients اللازمة لكتابة معادلة الخط المستقيم وفقاً لبرنامج SPSS.....	77.....
الجدول (24) قيم تركيز الرصاص العلمية المقابلة للقيم النظرية.....	79.....
الجدول (25) مقاييس المكررات لتحديد الدقة الوسطى.....	79.....
الجدول (26) مردود استرجاع طريقة تحديد الرصاص.....	81.....
الجدول (27) تركيز الكادميوم في عينات النباتات الطبية المدروسة	82.....
الجدول (28) تركيز الرصاص في عينات النباتات الطبية المدروسة.....	83.....
الجدول (29) تركيز النيكل في عينات النباتات الطبية المدروسة.....	84.....
الجدول (30) تركيز النحاس في عينات النباتات الطبية المدروسة.....	85.....
الجدول (31) تركيز الزنك في عينات النباتات الطبية المدروسة	87.....
الجدول (33) تركيز الكروم في عينات النباتات الطبية المدروسة.....	88.....
الجدول (34) نتائج الإحصاء الوصفي للكادميوم في العينات النباتية المدروسة	89.....
الجدول (35) نتائج الإحصاء الوصفي للرصاص في العينات النباتية المدروسة.....	90.....
الجدول (36) نتائج الإحصاء الوصفي للنيكل في العينات النباتية المدروسة.....	91.....
الجدول (37) نتائج الإحصاء الوصفي للنحاس في العينات النباتية المدروسة.....	97.....
الجدول (38) نتائج الإحصاء الوصفي للزنك في العينات النباتية المدروسة.....	99.....
الجدول (39) نتائج الإحصاء الوصفي للكوبالت في العينات النباتية المدروسة.....	102.....
الجدول (40) نتائج الإحصاء الوصفي للكروم في العينات النباتية المدروسة.....	104.....
الجدول (41) الحدود المقبولة للمعادن في النباتات الطبية بحسب المراجع العالمية.....	106.....
الجدول (42) مقارنة متوسط تركيز المعادن في البابونج مع بعض الدراسات العالمية.....	108.....
الجدول (43) مقارنة متوسط تركيز المعادن في الخزامى مع بعض الدراسات العالمية.....	109.....
الجدول (44) مقارنة متوسط تركيز المعادن في الريحان مع بعض الدراسات العالمية.....	109.....
الجدول (45) مقارنة متوسط تركيز المعادن في الأقحوان مع بعض الدراسات العالمية.....	110.....
الجدول (46) مقارنة متوسط تركيز المعادن في الشيح مع بعض الدراسات العالمية.....	110.....
الجدول (47) مقارنة متوسط تركيز المعادن في النعناع مع بعض الدراسات العالمية.....	111.....

- الجدول (48) مقارنة متوسط تركيز المعادن في الزعور مع بعض الدراسات العالمية.....111
- الجدول (49) مقارنة متوسط تركيز المعادن في الخبيزة مع بعض الدراسات العالمية.....112
- الجدول (50) مقارنة متوسط تركيز المعادن في اكيل الجبل مع بعض الدراسات العالمية..112

فهرس الأشكال

الشكل (1) حركة الكادميوم وسميته	36
الشكل (2) جهاز الامتصاص الذري من نوع Varian	55
الشكل (3) أقسام جهاز الامتصاص الذري	56.. Atomic absorption spectrometry
الشكل (4) السلسلة العيارية للكادميوم	64
الشكل (5) السلسلة العيارية للرصاص	65
الشكل (6) السلسلة العيارية للنيكل	65
الشكل (7) السلسلة العيارية للنحاس	65
الشكل (8) السلسلة العيارية للزنك	66
الشكل (9) السلسلة العيارية للكوبالت	66
الشكل (10) السلسلة العيارية للكروم	67
الشكل (11) العلاقة بين امتصاص وتركيز الرصاص	78

فهرس المخططات

المخطط (1) المتوسط والانحراف المعياري لتركيز الكادميوم في النباتات الطبية المدرّوسة.....	91.....
المخطط (2) المتوسط والانحراف المعياري لتركيز الرصاص في النباتات الطبية المدرّوسة.....	94.....
المخطط (3) المتوسط والانحراف المعياري لتركيز النيكل في النباتات الطبية المدرّوسة.....	98.....
المخطط (4) المتوسط والانحراف المعياري لتركيز النحاس في النباتات الطبية المدرّوسة.....	100.....
المخطط (5) المتوسط والانحراف المعياري لتركيز الزنك في النباتات الطبية المدرّوسة.....	103.....
المخطط (6) المتوسط والانحراف المعياري لتركيز الكوبالت في النباتات الطبية المدرّوسة.....	105.....
المخطط (7) المتوسط والانحراف المعياري لتركيز الكروم في النباتات الطبية المدرّوسة.....	107.....

قائمة المصطلحات والاختصارات

-A-

acid digestion	الهضم بالحمض
adult respiratory distress syndrome(ARDS)	متلازمة الصائفة التنفسية في البالغين
apoptosis	استسماوات
arteriosclerosis	تصلب الشرايين
atomic absorption spectrometry	جهاز الامتصاص الذري

-B-

british anti- lewisite (BAL) (Dimercaprol)	ثنائي المركابروول
-----------------------------------------------	-------------------

buerger's disease	مرض بورغر
-------------------	-----------

-C-

chelating agent	عامل مستخلب
cofactor	تميم العامل

cytotoxicity	السمية الخلوية
--------------	----------------

chlorosis	داء الاخضرار
-----------	--------------

-D-

D-penicillamine	د - بنسييلامين
-----------------	----------------

deionized water	ماء منزوع الشوارد
DNA (deoxyribonucleic acid)	الحمض النووي النووي المنزوع الأكسجين

dimethyl succinic acid (DMSA) (succimer)	ثنائي ميثيل حمض السكسينيك (سكسيمير)
---------------------------------------------	-------------------------------------

2,3-di-mercaoto-1-propan-sulfonic acid
(DMPS)(unithiol) ٢,٣ ثائي ميركتو-١- بروبان- حمض السلفونيك
(يونيثول)

-E-

ethylene diamine tetra acetic
acid(EDTA) ثائي الأمين الإتيلين رباعي حمض الأسيتيك

the European Commission(EC) المفوضية الأوروبية

-F-

free radicals جذور حرّة

-G-

graphite furnace atomic
absorption spectrometry
(GFAAS) جهاز الامتصاص الذري بالفرن
الغرافيتي

-H-

hollow cathode lamp المصباح المهبطي الأجوف
hydrogen peroxide بيروكسيد الهيدروجين
hydroxyl radical جذر الهيدروكسيل

-I-

the International Agency for
Research On Cancer (IARC) الوكالة العالمية لأبحاث السرطان

-L-

encephalopathy اعتلال دماغي

-M-

metal fume fever (MFF) حمى دخان المعدن
metallothionein (MT) متالوثيونين
monochromatror وحيد لوني

-N-

necrosis

نخر

-O-

oxidative stress

كرب تأكسدي

-P-

photosynthesis

الإنشاء الضوئي (التركيب)

-R-

respiration

التنفس

-U-

United States Pharmacopeia (USP)

دستور الأدوية الأمريكي

-W-

Wilson's disease

مرض ويلسون

World Health Organization (WHO)

منظمة الصحة العالمية

الدراسة النظرية

المقدمة Introduction

تؤدي النباتات الطبية دور رئيسي في تدبير بعض الأمراض في الرعاية الصحية الأولية primary health care، حيث أشارت منظمة الصحة العالمية إلى أن 70-80% من سكان العالم يعتمدون بشكل أساسي في الطب الشعبي على المصادر النباتية^(1,2)، ويعود ذلك إلى مجموعة من الأسباب أهمها :

- ✓ أن كثيراً من الناس يتقون بالقدرة العلاجية للأدوية النباتية⁽³⁾.
- ✓ اعتقاد مستهلكوها أن تأثيراتها الجانبية قليلة مقارنة مع الأدوية التركيبية synthetic drugs.
- ✓ كافتها المناسبة.
- ✓ سهولة توافرها^(4,5).

إلا أنه بالرغم مما ذكر من اعتبارات سابقة كان لها دور في انتشار استعمال النباتات الطبية كمصدر علاجي رديف، فإنه لا يمكن بأي حال من الأحوال إغفال حقيقة أن النباتات عرضة لعدة أنواع من الملوثات وأهمها المعادن الثقيلة^(7,6) التي تعرف بدورها الكامن المهدد للأخياء المائية والبرية بما فيها الإنسان⁽⁴⁾.

نظراً لأن زرع وجمع النباتات الطبية يتم عادة من قبل أشخاص غير مختصين، وضمن شروط غير مدرosaة وتتدفع للسوق لتتشكل الدواء النباتي⁽⁴⁾؛ فإن معظم منتجات النباتات الطبية غير مرخصة؛ فنجاعتها، ومأمونيتها، وجودتها غير محددة⁽⁷⁾، وكان ذلك دافعاً رئيسياً للعديد من دول العالم للتحري عن الملوثات في النباتات الطبية ومن ضمنها المعادن الثقيلة حرصاً منها على صحة أفراد المجتمع.

1. النباتات الطبية Medicinal plants

1-1 مقدمة

إن استعمال النباتات في المجال الطبي من أقدم الطرق التي لجأت إليها البشرية في علاج الأمراض، مما جعل استعمال النباتات الطبية في المعالجة منتشر في كل أنحاء العالم، وقد اشتهر العديد من الطرق العلاجية التقليدية من الطب الصيني والهندي إلى الطب اليوناني والإفريقي والعربي.

إن التداوي بالنباتات الطبية يحتل مكانه مهم في الدول ذات المردود المنخفض والمتوسط نظراً لأنّه يمثل الطريقة العلاجية الوحيدة لدى فئة من الناس. أما في الدول المتقدمة فقد تراجع استعمال النباتات الطبية في بداية القرن السابق مع تطور إنتاج الأدوية التركيبية، إلا أنه عاد وانتشر في أواخر القرن السابق وبطأة القرن الحالي متزامناً مع ازدياد عدد السكان وظهور تأثيرات غير مرغوبة للأدوية التركيبية، دون الانتباه في كثير من الحالات إلى تعرض النباتات إلى مصادر جديدة من التلوث من جراء تطور الصناعات البشرية المختلفة، وانتشار استعمال المبيدات والأسمدة الصناعية وري المزروعات بمياه المجاري وإلقاء فضلات المدن في الأراضي الزراعية، والعديد من الممارسات الأخرى التي تنتهي بترسب هذه الملوثات في التربة أو تعلقها بالغلاف الجوي ومنه وصولها إلى النبات، مما دفع المنظمات الدولية المهمة إلى وضع شروط ومعايير مناسبة لاستنبات النباتات الطبية من أجل الاستعمال الآمن للمعالجة النباتية.

إذا هناك مخاطر صحية للعلاج بالنباتات الطبية ترتبط بالاستعمال خاصة المzman لنباتات ملوثة بملوثات تكمن خطورتها على الإنسان في تأثيرها التراكمي في الجسم، ومن أهم هذه الملوثات المعادن الثقيلة^(8,9).

مع العلم بأنه من غير المتوقع إحصائياً أن تساهم حمولة النباتات الطبية لوحدها من المعادن الثقيلة في تعرض الإنسان للسمية المعدنية، إلا أن هذه الحمولة ستتضاف إلى الحمولة المعدنية لمواد الإنسان الأخرى كالطعام والشراب، مما يُظهر دور النباتات الطبية في زيادة الوارد المعدني الداخل إلى جسم الإنسان⁽⁸⁾.

1-2 العوامل المؤثرة في تراكم المعادن في النباتات

يمكن تقسيم العوامل المؤثرة في تراكم المعادن في النبات إلى عوامل متعلقة بالمعادن نفسه وعوامل متعلقة بالوسط المحيط وعوامل متعلقة بالنبات.

1-2-1 العوامل المتعلقة بالمعادن

يتضمن ذلك الشكل الكيميائي للمعدن وحالته التأكسديه فهناك عناصر تمتاز بسهولة الامتصاص والانتقال في نسج النبات في حين أن بعضها الآخر ليس كذلك.

الكروم والرصاص على سبيل المثال يرتبط بقوة في التربة ويتربس فيها أو بألياف جذر النبات، ولا ينتقل بكميات مؤذية إلى أجزاء النبات العلوية من الأزهار والأوراق والجذوع حتى لو كانت التربة غنية به. في حين أن عناصر أخرى كالزنك والكادميوم من السهل نسبياً أن تمتص وتنقل إلى أجزاء النبات العلوية.

تجدر الإشارة إلى أن ارتفاع نسبة بعض المعادن في التربة كالنيكل والزنك تؤدي عند امتصاصها إلى النبات إلى تغيرات شكلية في النبات تجعله غير مقبول للاستهلاك من قبل الإنسان؛ فزيادة تركيز النيكل في النبات مثلاً تؤدي إلى تخر النبات وحدوث داء الأخضرار ⁽¹⁰⁾. إن مثل هذا الأمر يمكن أن يساهم في حماية المستهلك من التعرض لتراكيز مرتفعة من هذه المعادن.

1-2-2 العوامل المتعلقة بالوسط المحيط

إن تغير شروط الوسط المحيط تؤثر في تراكم المعادن في النباتات فعلى سبيل المثال pH التربة، الرطوبة، محتوى التربة من المicrobates، مستوى العناصر الأخرى الموجودة بالتربة جميعها تتدخل في انتقال المعادن إلى النبات.

على سبيل المثال: زيادة pH التربة ينتج عنها تثبيت أكبر للمعدن في التربة وبالتالي فإن فرصة انتقاله للنبات تقل ⁽¹¹⁾، بينما يزيد مستوى تراكم بعض الأشكال المعدنية في النبات بزيادة الرطوبة⁽¹²⁾.

كما يؤثر وجود بعض المicrobates القادر على قبط المعادن في التربة في توفيره للنبات فعلى سبيل المثال تقل كمية الكادميوم المنتقلة من التربة إلى النبات بوجود مicrobates في التربة قادرة على امتصاصه مثل *Staph. Aureus*^(13,14).

كذلك فإن امتصاص بعض المعادن يتتأثر بوجود عناصر أخرى في التربة فمثلاً ينقص انتقال الكادميوم للنبات بزيادة كمية الرصاص والنحاس في التربة بسبب حدوث تناقص بين الكادميوم وهذه العناصر في عملية الامتصاص إلى النبات⁽¹¹⁾.

3-2-1 العوامل المتعلقة بالنبات

يتعلق تراكم المعادن في النبات بنوع النبات، أجزاء النبات، عمر النبات (10,12).

1-3-2-1 نوع النبات

هناك فصائل نباتية محددة تعرف بقدرتها على زيادة تراكم المعادن الثقيلة، من هذه الفصائل: الصليبية *Brassicaceae*، الفولية *Fabaceae*، الإيفورية *Euphorbiaceae*، النجمية *Scrophulariaceae*، الشفوية *Lamiaceae*، الخنازيرية *Asteraceae* (11).

ولقد تمت الاستفادة من هذه الخاصة التي تتمتع بها هذه النباتات باستعمالها في نزع المعادن من الهواء والماء والتربة فيما اصطلاح على تسميتها **Phytoremediation**: وهي عملية تستخدم إما الكائن الحي المكروبي أو النبات كوسيلة لإزالة التلوث من البيئة (9,11).

2-3-2-1 أجزاء النبات

يُحدد مصدر انتقال المعادن إلى النباتات الجزء المفضل لتراكم المعادن فيها إن كان من التربة أو من الغلاف الجوي.

عندما تنتقل المعادن من التربة تتوضع أعلى نسبة منها بشكل عام في جذور النبات يليه الأوراق ثم الساق، ويعزى ذلك إلى أن:

الجذر هو أول جزء من النبات تصله المعادن الممتصة من التربة وهو على تماس دائم معها، إضافة إلى ذلك فإن مساحة سطحه الواسعة لوجود الشعيرات عليه تساعد على قبض المعادن والمغذيات على حد سواء، وإن الكمية الزائدة من المعادن والتي لا تنتقل للأجزاء العلوية من النبات تترافق في الجذر.

أما الأوراق فتمتلك موقع التخزين للمغذيات والمعادن التي تقبط من جذور النبات من أجل استعمالها فيما بعد في العمليات الاستقلالية.

في حين أن الساق يشكل قناة مرور المعادن لأجزاء النبات الأخرى التي تترسب فيها فيحتفظ بالكمية الأقل من المعادن (15).

علماً أن هذه التسلسليّة في تراكم المعادن في أجزاء النبات يمكن أن تتغير تبعاً لألفة معدن بذاته لجزء محدد من نبات معين كما ذكرنا سابقاً.

أما عندما يكون الغلاف الجوي هو مصدر انتقال المعادن، فالأوراق هي الجزء الذي يتواضع فيه التركيز الأعلى من المعادن، يتعلق ذلك بقابلية الامتصاص الورقي للمعادن ونوع المعادن (16).

1-3-2-3 عمر النبات

تتأثر نسبة المعدن المتواجدة في النبات بعمر النبات فعلى سبيل المثال بينت دراسة لكرامب وزملائه Crump et al. في عام 1980 على نوع من الأعشاب الحولية أن نصل الورقة الهرمة يحوي كمية من الرصاص تبلغ (10) أمثال ما هو موجود في نصل الورقة الفتية لنفس النبات⁽¹¹⁾.

1-3 النباتات الطبية الشائعة الاستعمال

من النباتات الشائعة الاستعمال محلياً في المعالجة النباتية ذكر:

Chamomile German البابونج الحقيقي



1-1-3-1 التصنيف العلمي:

الاسم النباتي: *Matricaria recutita*

الفصيلة النباتية: النجمية *Asteraceae* (المركبة *Compositae* سابقاً)

1-3-2 الوصف النباتي:

عشب حولي، أجرد، طوله 40-10 سم، الساق بسيطة أو متفرعة من القاعدة، أزهاره بيضاء تتحني للأسفل بعد الإزهار⁽¹⁷⁾.

1-3-3-1 الجزء المستعمل:

.الأزهار.

4-1-3-1 المكونات الكيميائية:

- ✓ الزيت الطيار Volatile oil 0.4-1.5%: أهم مكوناته البيزابولول bisabolol
- ✓ الفلافونويدات Flavonoids: أهمها الغليكوزيدات الفلافونية flavone glycosides.
- ✓ هيدروكسي الكومارينات Hydroxycoumarins: منها الأمبيليفرون umbelliferone.
- ✓ المركبات اللعابية (لثا) Mucilages: منها الرامانوغالاكتورونان rhamanogalacturonane^(18,19).

4-1-3-1 الاستعمالات الطبية:

تتمتع الأزهار بما تحويه من مواد فعالة بخواص مضادة للاحتقان، حالة لتشنج العضلات الملساء، وتساعد على شفاء الجروح والتقرحات الجلدية⁽²⁰⁾.

ويستعمل العقار:

- ✓ داخلياً على شكل منقوع لمعالجة التشنجات الهضمية والأمراض الالتهابية للجهاز الهضمي. كما يستعمل في علاج تخرش الأغشية المخاطية في الفم والحلق والبلعوم.
- ✓ موضعياً على شكل:
 - غرغرة لمعالجة التهاب اللثة.
 - تبخيره لمعالجة التهابات الطرق التنفسية.
 - غسولات لمعالجة التهابات المسالك التناسلية والتهابات الجلد والأغشية المخاطية، وللمعالجة الداعمة للجروح والقرح الجلدية.
 - مغاطس للتخفيف من آلام البواسير وخاصة بعد إجراء العمليات الجراحية ومعالجة الأمراض الالتهابية النسائية.^(21,22)

2-3-1 Lavender الخزامي



1-2-3-1 التصنيف العلمي:

الاسم النباتي: *Lavandula angustifolia*

الفصيلة النباتية: الفاغرية *Lamiaceae* (الشفوية سابقاً)

1-2-3-2 الوصف النباتي:

جنبة عطرية، كثيرة التفرع، طولها 30-80 سم، الأفرع قائمة رمادية، المزهرة منها أطول من المورقة. الأوراق بسيطة، متقابلة، خطية. الأزهار زرقاء تجتمع في نوارات تضم 6-10 أزهار، يشكل مجموعها سنابل طويلة⁽²⁰⁾.

1-2-3-3 الجزء المستعمل:

الأزهار.

1-2-3-4 المكونات الكيميائية:

- ✓ الزيت الطيار *Volatile oil* (%3-1): أهم مكوناته اللينالول *linalool* (%50-20) وللليناليل أسيتات *linalyl acetate* (%40-30).
- ✓ هيدروكسي الكومارينات *Hydroxycoumarins*: منها الأمبليفرون *umbelliferon*.
- ✓ تانينات *Tannins* (%13).
- ✓ حمض الكافيك ومشتقاته *Caffeic acid and derivatives*: منها حمض الروزماريك *rosmarinic acid*^(18,19).

1-2-3-5 الاستعمالات الطبية:

يتمتع العقار بخواص مضادة للجراثيم والفطور، خافية للشحوم والكوليستيرول، كما له تأثير مهدئ مركزي وطارد للريح.

يستعمل العقار:

- ✓ داخلياً على شكل منقوع في علاج اضطرابات الجهاز الهضمي العلوي الوظيفية، وفي حالة القلق واضطرابات النوم.
- ✓ موضعياً يستعمل الزيت الطيار على شكل حمامات مائية لتخفيض التوتر والاسترخاء، ولمعالجة الجروح صعبة الاندماج والشفاء، كما يستخدم في علاج الأكزيما الشرجية وللوقاية من البرد وتنشيط جهاز الدوران^(20,23).

3-3-1 الريحان Basil



1-3-1 التصنيف العلمي:

الاسم النباتي: *Ocimum basilicum*

الفصيلة النباتية: الفاغرية *Lamiaceae*

2-3-1 الوصف النباتي:

نبات شجيري صغير، يزرع في الحدائق كنبات زينة، والنبات مغطى بزغب ناعم، له أوراق بسيطة معنقة بيضاوية حافتها كاملة، والأزهار متجمعة في نوارات مكتظة وهي بيضاء أو بيضاء حمراء قليلاً⁽²⁰⁾.

3-3-1 الجزء المستعمل:

الأوراق.

4-3-1 المكونات الكيميائية:

- ✓ الزيت طيار *Volatile oil*: أهم مكوناته الاستراجول *estragole*, اللينالول *eugenol*, الأوجينول *linalool*
- ✓ مشتقات حمض الكافئيك *Caffeic acid derivatives*
- ✓ الفلافونوئيدات *Flavonoids*^(18,24).

5-3-1 الاستعمالات الطبية:

له خواص مضادة للمicrobates ومدرة للبول.

يستعمل:

- ✓ داخلياً على شكل منقوع في علاج الزحار والإسهال المزمن، وفي الالتهابات الرئوية ونزلات البرد، كما أنه يستعمل كمدر للبول.
- ✓ موضعياً على شكل غرغرة في حالة التهاب اللثة وقرحة الفم⁽¹⁷⁾.

4-3-1 الألحوان Marigold



1-4-3-1 التصنيف العلمي:

الاسم النباتي: *Calendula officinalis*

الفصيلة النباتية: النجمية *Asteraceae*

2-4-3-1 الوصف النباتي:

عشب حولي، طوله 20-50 سم. الساق متفرعة، موبرة. الأوراق متناوبة، بيضوية مقلوبة إلى رمحية. الأزهار برتقالية مصفرة اللون⁽²⁰⁾.

3-4-3-1 الجزء المستعمل:

الأزهار.

4-4-3-1 المكونات الكيميائية:

- ✓ السaponينات ثلاثية التربين Triterpene saponins 10-2% غلوكوزيد من A إلى F.
- ✓ الكحولات ثلاثية التربين Triterpene alcohols lupeol: ومنها اللوبيلول.
- ✓ الفلافونويدات Flavonoids 0.8-0.3% منها غликوزيدات الكيوريسين quercetin glycosides

- ✓ هيدروكسي الكومارينات Hydroxycoumarins: تتضمن الأمبليفرون . scopoletin، umbelliferone، الأسكوليتيين esculetin، السكوبوليتين lutein، الكاروتينويدات Carotinoids: من أهم مكوناتها اللوتين zeaxanthine، الزكسانتين.
- ✓ الزيت الطيار Volatile oil: (0.2%) أهم مكوناته الألfa كادينول alpha-cadinol، fatty acids التي كادينول T-cadinol، الحموض الدسمة Water-soluble polysaccharides: عديدات السكاريد المنحلة في الماء .rhamnoarabinogalactans (15%) منها الرامانوارابينوكالاكتانات .Polyyynes بولينات (18,19).

5-4-3-1 الاستعمالات الطبية:

تنتمي الأزهار بما تحويه من الزيت الطيار والفالفونات بخواص مضادة للالتهاب ومجده لخلايا النسيج الظهاري (25).

تستعمل:

- ✓ داخليا على شكل منقوع في علاج التهاب المعدة والقرحة المزمنة، وفي تحسين الهضم وزيادة إفراز العصارة الصفراوية للتخفيف من تشنجات الأمعاء.
- ✓ موضعيا على شكل مرهم في علاج التهاب ملتحمة العين والجلد والأغشية المخاطية، كما تستعمل في حالات الجروح والإكزيما وتشقق اليدين والناسور وحلمة الثدي وفي طب النساء إذ أنه يساعد على اندماج الجروح gynecology (20).

5-3-1 الشيح العشبي الأبيض Arabian Wormwood



1-5-3-1 التصنيف العلمي

الاسم النباتي : Artemisia Herba-alba

الفصيلة النباتية: النجمية Asteraceae

2-5-3-1 الوصف النباتي:

جنبة صغيرة، طولها 20-40 سم، عطرة الرائحة، كثيرة السوق، جذورها سطحية.

3-1 الجزء المستعمل:

الفروع النهائية⁽²⁰⁾.

4-1 المكونات الكيميائية:

- ✓ الزيت الطيار **Volatile oil**: المكونات الرئيسية فيه السينول 1,8-1,7% . السانтолين cineol ، الكامفور camphor ، اللينالول linalool ، التوجون thujone ، كحول santolina alcohol .
- ✓ اللاكتونات السيسكوتربينية **Sesquiterpenelactones**: تتضمن الفولكارين .santonin ، الأرتيميسينين artemisinin ، السانتونين vulgarin .
- ✓ الفلافونويدات الأليفة للشحم **Lipophilic flavonoids** .
- ✓ البوليئات **Polynes** .
- ✓ هيدروكسي الكومارينات **Hydroxycoumarins**: مثل الأمبيليفرون ^(18,19) .umbelliferone .aesculetin ، الأسكوليتين

5-3-1 الاستعمالات الطبية:

يتمتع الزيت الطيار بما يحويه من التوجون وكحول السانтолين بخواص مضادة للجراثيم والفطور ⁽¹⁸⁾ ، بينما يتمتع مركب السانتونين بخواص طاردة للديدان المغوية، ودلت الأبحاث على دوره في علاج الليشمانيا الجلدية، أما مركب الأرتيميسينين فيدخل في تصنيع أدوية الملاريا.

يستعمل:

- ✓ داخليا مغلي النبات في علاج السعال والبلغم وتشنج المعدة واضطرابات الهضم وطرد الغازات والديدان وللحد من الإسهال.
- ✓ موضعيا على شكل كمادات كمطهر مضاد للجراثيم والفطور الجلدية ومعالجة البثور والتقرحات الجلدية والأكزيما. ⁽²⁰⁾

6-3 النعناع Peppermint



1-6-3-1 التصنيف العلمي

الاسم النباتي: *Mentha piperita*

الفصيلة النباتية: الفاغرية *Lamiaceae*

2-6-3-1 الوصف النباتي:

عشبة معمرة. الساق منتصبة، متفرعة، مربعة المقطع، طولها بحدود 70 سم. الأوراق بسيطة، متقابلة، بيضوية الشكل. الأزهار زرقاء بنفسجية.

3-6-3-1 الجزء المستعمل:

الأوراق⁽²⁰⁾.

4-6-3-1 المكونات الكيميائية:

✓ الزيت الطيار *Volatile oil*: أهم مكوناته المنتول (45-35%)، المنتون (20-15%)، منتيل الأسيتات (5-3%)، النيومنتول (3.5-2.5%)، الإيزومنتون (3-2%)، المنتوفوران (7-2%).

✓ حمض الكافيك *Caffeic acid*: منها حمض الروزماريك.

✓ الفلافونويدات *Flavonoids*: منها الأبيجينين *apigenine*^(19,26).

5-6-3-1 الاستعمالات الطبية:

يتمتع بخواص مهدئة وحالة للتشنج، مضادة للجراثيم والفيروسات، مدرة للبول والصفراء.

يستعمل:

- ✓ داخلياً على شكل منقوع في علاج أمراض الكبد والمرارة واضطرابات الهضم والتشنجات التي تصيب المجاري الهضمية العلوية ومجاري الصفراء وعلاج القولون المتهيج. صبغة في حالات التهابات الأغشية المخاطية في الفم والبلعوم، التهاب القصبات والجهاز التنفسي، مبردة للجلد⁽²⁰⁾.

7-3-1 الزعور الآروني Hawthorn



1-7-3-1 التصنيف العلمي:

الاسم النباتي.. *Crataegus Azaralusl.var.aronial*

الفصيلة النباتية: الوردية Rosaceae

1-7-3-2 الوصف النباتي:

شجيرة متساقطة الأوراق، يمكن أن يصل طولها إلى 5 م. الأوراق متناوبة جلدية القوام إلى حد ما. الأزهار بيضاء موبره.⁽²⁰⁾

1-7-3-3 الجزء المستعمل:

الأوراق.

1-7-3-4 المكونات الكيميائية:

- ✓ الفلافونويدات hyperoside (1.8%): منها الهيبروسيد rutin (0.28%).
- ✓ عديد الفينولات Polyphenols: أهمها الأوليغوميركربو أنتوسيانيدين .tyramine (2.4%) تتضمن التيرامين Oligomericpro anthocyanidins
- ✓ التيربينات الثلاثية Triterpenes : تتضمن حمض الأوليانوليک (18,19). oleanolic acid

5-7-3 الاستعمالات الطبية:

له تأثير مقوٍ للقلب، موسِّع للأوعية التاجية، خافض للضغط، مضاد للأكسدة.

يستعمل داخلياً على شكل كبسول في حالات الفشل القلبي وضعف عضلة القلب وتصاب الشرابين **Buerger's disease** وفي مرض بورغر **arteriosclerosis** (الالتهاب الوعائي الخثاري المُسْدَد) ^(19,20,27).

Common Mallow 8-3-1 الخبزة



1-8-3-1 التصنيف العلمي:

الاسم النباتي: *Malva sylvestris*

الفصيلة النباتية: الخبازية *Malvaceae*

2-8-3-1 الوصف النباتي:

عشب حولي ، طوله 20-70 سم. الساق منتصبة إلى صاعدة مستلقية أحياناً، متفرعة. الأوراق بسيطة. الأزهار إبطية، لونها وردي معرق بالبنفسجي ⁽²⁰⁾.

3-8-3-1 الجزء المستعمل:

الأوراق.

4-8-3-1 المكونات الكيميائية:

- ✓ الفلافونويدات **Flavonoids**: منها الهيبوليتيны **hypolaetin**
- ✓ المركبات المعافية (اللثاء) **Mucilages**: منها الغالاكتورون رامان **galacturonorhamane** .

5-8-3-1 الاستعمالات الطبية:

تتمتع المركبات اللعابية (اللثأ) وبشكل خاص غالاكتورون رامان بخواص واقية من تهيج الأغشية المخاطية.

تستعمل:

- ✓ داخلياً: على شكل منقوع في حالات السعال الجاف، التهاب القصبات والنزلات الصدرية، التهاب الفم والبلعوم، التهابات الجهاز الهضمي.
- ✓ موضعياً: يستعمل مغلي الأوراق في علاج الجروح والسعادات الجلدية، تهيج الجلد شديد الحساسية، ألم ظهور الأسنان ولسع الحشرات. ^(17,18)

9-3-1 البردقوش Syrian marjoram



1-9-3-1 التصنيف العلمي:

الاسم النباتي: *Syriacum origanum*

الفصيلة النباتية: الفاغرية *Lamiaceae*

2-9-3-1 الوصف النباتي:

جنبة صغيرة، طولها 30-50 سم يكسوها وبر صوفي – رمادي. السوق منتصبة، صلبة، تتفرع بشكل عنقودي. الأوراق بسيطة، بيضاوية الشكل. يرافق الأزهار أوراق لها شكل بيضاوي مقلوب إلى مدور ⁽²⁰⁾.

3-9-3-1 الجزء المستعمل:

الأوراق ^(18,20).

4-9-3 المكونات الكيميائية:

- ✓ الزيت الطيار Volatile oil (3-1%): ذو طبيعة فينولية أهم مركباته الكارفاكROL carvacrol 44%， التيمول thymol 16%.
- ✓ الفلافونويدات Flavonoids: منها diosmetin.
- ✓ غليكوزيدات الهيدروكينون Hydroquinone glycosides: والتي تتضمن الأربوتين arbutin بقيم تراوح بين (0.15-0.45%).
- ✓ مشتقات حمض الكافيك Caffeic acid derivatives: منها حمض الروزمارينيك chlorogenic acid، حمض الكلوروجينيك rosmarinic acid.
- ✓ عديد السكاريد المنحلة في الماء Water soluble polysaccharides (%13).
- ✓ التربيبات الثالثية Triterpenes: والتي تتضمن حمض الأرسوليک ursolic acid بنسبة (0.2%)^(18, 28) وحمض الأوليانوليک oleanolic acid بنسبة (0.5%).

5-9-3-1 الاستعمالات الطبية:

يتمتع زيت البردقوش الطيار بما يحويه من مركبات فينولية بخواص مضادة للجراثيم والفطور والفيروسات، كما يتمتع بخواص مضادة للأكسدة ومنبهة لجهاز المناعة بما يحويه من مركبات فينولية وفلافونويدات.

يُستعمل:

- ✓ داخلياً: مغلي الأوراق لخواصه المقصعة والطاردة للغازات والهاضمة والمضادة للتشنج المعدي، ولعلاج التهاب الأغشية المخاطية للجهازين الهضمي والتنفسـي (السعال التشنجي والتهابات القصبات التهاب الجيوب الأنفية والحنجرة)، التهابات الجهاز البولي.
- ✓ موضعياً: على شكل كمادات في علاج الالتهابات الجلدية والجروح والحرائق والتهاب المفاصل والألم الروماتيزمية.⁽²⁰⁾

10-3-1 إكليل الجبل Rosemary



1-10-3-1 التصنيف العلمي:

الاسم النباتي: *Rosmarinus Officinalis*

الفصيلة النباتية: الفاغرية *Lamiaceae*

2-10-3-1 الوصف النباتي:

جنبة معمرة، دائمة الخضرة، متخلبة، كثيرة التفرع، طولها 50-150 سم. الأوراق عطرية، خطية. الأزهار زرقاء أو بنفسجية تجتمع في نوارات عنقودية قصيرة⁽²⁰⁾.

3-10-3-1 الجزء المستعمل:

الأوراق.

4-10-3-1 المكونات الكيميائية:

- ✓ الفلافونويدات Flavonoids: منها الديوسمين diosmin والديوسمنين diosmetin
- ✓ الفينولات Phenols: مثل حمض الكافيك Caffeic acid وحمض الكلوروجينيك chlorogenic acid.
- ✓ الزيت الطيار oil: Volatile oil (1-25%) يحتوي بشكل أساسي على أحadiات التربين monoterpene والكامفين camphene والليمونين limonene.
- ✓ التيربينويدات Terpenoids: مثل الكارنوزول Carnosol وحمض الكارنوزولييك carnosolic acid^(19,29).

5-10-3-1 الاستعمالات الطبية:

يتمتع إكليل الجبل بخواص واقية للكبد، حالة لتشنج الطرق المرارية الوراثي، مضادة للأكسدة، وله تأثير مدر للبول والصفراء، طارد للبلغم.

يستعمل:

- ✓ داخليا مغلي الأوراق في علاج اضطرابات الهضم، والاحتقانات الأنفية والصدرية، وعسر الطمث dysmenorrhea وانقطاعه.
- ✓ موضعيا على شكل كمادات لتنشيط الدورة الدموية وعلاج الروماتيزم، وفي تطهير وعلاج الجروح وترميم النسج الجلدية والاكرزيما^(20,29).

2 . المعادن الثقيلة Heavy metals

1-2 مقدمة

تعتبر المعادن الثقيلة مكونات طبيعية للقشرة الأرضية، يتبدل الشكل الكيميائي الحيوي لها من شكل لآخر دون أن تدرك^(30,31).

تصنف بحسب الدراسات البيئية والبيولوجية إلى:

- ✓ معادن أساسية essential metals: مثل (Cu، Zn)، وهي ضرورية لجسم الإنسان بكميات محددة، إلا أن دخولها بتركيز مرتفع ينبع عنه تأثير سام على صحة الإنسان.
- ✓ معادن غير أساسية nonessential metals أو معادن سامة: مثل (Cd، Pb)، وهي سامة على صحة الإنسان حتى لو دخلت الجسم بتركيز منخفض⁽³²⁾.

والمعادن تصل إلى الأحياء إما بشكل مباشر من الماء والهواء والتربة، أو بشكل غير مباشر نتيجة للنشاطات البشرية ووفقاً للسلسلة الغذائية فوجود المعادن بالنباتات مثلًا يعني انتقال هذه المعادن إلى مستهلكي هذا النبات، وبالتالي فالنبات يشكل إحدى طرق انتقال المعادن إلى الإنسان.^(13, 33)

2-2 التأثيرات الضارة للمعدن على النبات

إن زيادة تركيز المعادن في النبات يمكن أن تؤثر على عدة مستويات بحسب نوع المعادن وتركيزه، إذ من الممكن أن يتناول تأثيرها كمية وجودة الإنتاج، أو نشاط ونمو النبات من خلال تأثيرها بالعمليات الفيزيولوجية كالتحلية الضوئي والتنفس الخلوي، كما أنها قد تؤثر في فعالية الإنزيمات النباتية وإنتاج المركبات الفعالة في النبات. أما على المستوى الجزيئي والخلوي فيمكن أن يحدث تخرُّب في الدنا DNA وزيادة إنتاج الجذور الحرة في النبات⁽³⁴⁾.

2-3 التأثيرات الضارة للمعدن على الإنسان

تؤدي زيادة تركيز معدن ما في جسم الإنسان إلى مجموعة من التأثيرات تلاحظ على عدة أجهزة وأعضاء على الرغم من توضع النسبة الأعلى من كل معدن بمكان محدد من الجسم. فالسمية المعدنية مرتبطة بالعديد من التأثيرات الفيزيولوجية المرضية للإنسان: منها ما يتعلق بالتأثيرات السلوكية العصبية الشاذة، الخلل الوظيفي للقلب، تشوهات الأجنة، أمراض أخرى كداء ويلسون⁽³⁵⁾.

2-4 المعادن الثقيلة المتواجدة في النباتات الطبيعية

من أهم المعادن الثقيلة المتواجدة في النباتات الطبيعية:

1-4-2 الكادميوم Cadmium

1-1-4-2 الخصائص الفيزيائية والكيميائية

الكادميوم معدن لين، طري، يتراوح لونه من أبيض إلى فضي، يعطي لمعة زرقاء، مطواع، سهل القطع. رقمه الذري 47 ، وزنه الذري 112.0441 غ.مول⁻¹ ، درجة انصهاره C ° 321.07 ، درجة الغليان C ° 767 ، كثافته 8.65 غ.سم⁻³ عند درجة حرارة الغرفة .

2-1-4-2 مصادر التعرض

يمكن أن يتعرض الإنسان للكادميوم:

- ✓ عن طريق جهاز الهضم: من الطعام أو الشراب الملوث بالكادميوم.
- ✓ عن طريق جهاز التنفس: من الهواء الملوث بغاز الكادميوم أو من استنشاق أبخرة حاوية على الكادميوم، إضافة إلى أن دخان السجائر مصدر مهم لاستنشاق الكادميوم⁽³⁶⁾.

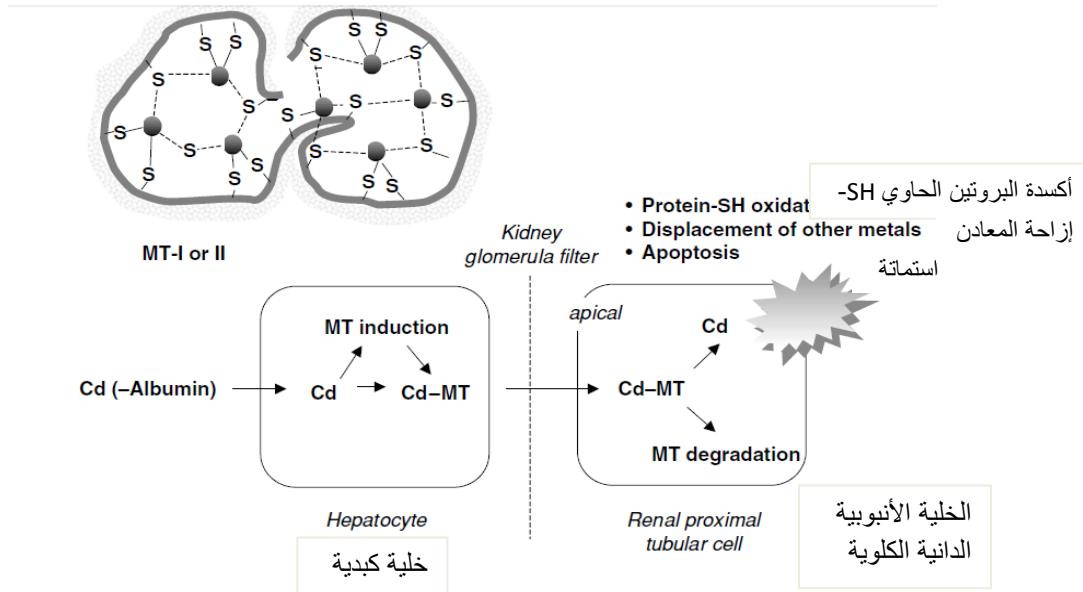
3-1-4-2 الاستعمال

للكادميوم استعمالات عديدة منها: استخدامه كصباغ ملون في الدهانات والبلاستيك، وكمادة للمهبط في بطارياتnickel - Cadmium⁽³¹⁾.

4-1-4-2 حرکية الكادميوم وسميته

يتراوح الامتصاص التنفسى للكادميوم بين 5-30% من الكمية المستنشقة⁽³⁶⁾ ، في حين يمتص حوالي 6% من الكادميوم الموجود ضمن الغذاء عبر الأمعاء وينتقل عبر الدم مرتبطة بالألبومين إلى الكبد (حيث يتم في الكبد اصطناع بروتين الميتالوتينين MT metallothionein) ، وعندما يحدث ارتباط مبدئي بين الكادميوم و MT ويتشكل معقد كادميوم – ميتالوتينين (MT-Cd) داخل الكبد، يُطرح هذا المعقد إلى الدورة الدموية ليصل إلى الكليتين حيث يرشح ويعاد امتصاصه عبر الخلايا الأنبوية الدانية في النبيبات الكلوية كما يبين الشكل (1). في هذه المنطقة يقسم المعقد إلى قسمين يطرح مع البول خارج الجسم، والقسم الآخر تطرأ عليه عمليات تفكك بواسطة بعض الإنزيمات، فتفقد هذه الخلايا النبيبية الكلوية باصطناع بروتين الميتالوتينين ليتحد مع الكادميوم ويشكل المعقد من جديد. وعندما تصبح هذه الخلايا غير قادرة على اصطناع كميات إضافية من هذا البروتين يتراكم الكادميوم الحر ضمنها، وبالنتيجة يحدث تخرّب نسيجي لا يمكن عكسه وتتحول الخلايا الكلوية غير قادرة على إطراح الكادميوم مما يؤدي إلى تراكمه^(37,38,39).

يقوم الكادميوم بإبطال مفعول الأنزيمات التي تحوي في تركيبها مجموعة السلفهدريل (-SH)، كما ويستطيع أن يحل محل المغنيزيوم والكالسيوم والزنك في العديد من الأنظمة الحيوية وخاصة تلك التي تحوي على جذر السلفهدريل (-SH) فقوتها ارتباطه مع هذا الجذر مثلاً تفوق الزنك بأكثر من عشر مرات^(40,41).



الشكل (1) حركة الكادميوم وسميته⁽⁴²⁾

5-1-4-2 التسمم الحاد

تنتج السمية الحادة عن تناول أطعمة أو مشروبات حاوية على كميات كبيرة نسبياً من الكادميوم، وتظهر الأعراض على شكل غثيان وإقياء مع آلام بطنيه حادة وضعف عضلي ونざف معدى معوي⁽⁴³⁾.

أما استنشاق الأبخرة الحاوية على مركبات الكادميوم فتؤدي إلى حدوث التهاب رئوي كيميائي حاد ووذمة رئوية، وقد تؤدي في حال الكميات الكبيرة إلى الوفاة⁽⁴⁴⁾.

6-1-4-2 التسمم المزمن

إن التعرض لمستويات قليلة من الكادميوم لفترة طويلة ينجم عنه العديد من التأثيرات على الأعضاء والأجهزة:

- ✓ **الجهاز التنفسى:** أمراض رئوية انسدادية مزمنة ونفاخ وتليف الجهاز التنفسى السفلى وهي تتناسب مع زمن ومستوى التعرض.
- ✓ **الجهاز البولى:** قصور في عمل النبيبات والكبيبات الكلوية يتظاهر ببيلة بروتينية⁽³¹⁾، وينتهي بقصور كلوي حاد. قد يحدث الفشل الكلوي الحاد كنتيجة للposure الشديد^(45,46).

- ✓ النسيج العظمي: زيادة اطراح فوسفور الكالسيوم، وخل في استقلاب فيتامين D نتيجة لتأثيره السام على الكلية مما ينتج عنه هشاشة في العظام⁽⁴⁷⁾.
- ✓ الجهاز العصبي: هياج وصداع، أرق وهلوسة، تشنجات واحتلالات⁽⁴⁸⁾، كما لوحظ حدوث تخلف عقلي وصعوبة في التعلم وهو ما يدعى dyslexia⁽⁴⁹⁾.
- ✓ وقد أثبتت الوكالة العالمية لأبحاث السرطان وبرنامج السمية الوطني International Agency for Research on Cancer and the National Toxicology Program (IARC) التأثير المسرطن للcadmium ومركيباته على الرئة والبروستات عند الإنسان^(50,51).

7-1-4-2 المعالجة

لا يوجد علاج نوعي وفعال للتسمم بالcadmium، وإنما يعطى المريض عادة علاجات داعمة وذلك تبعاً لطبيعة الأعراض التي تظهر عليه من جراء التسمم، وممكن إعطاء بعض العوامل الخالبة التي تكون فعالة في بعض الأحيان مثل:

- الأحيان كخيار أول من أجل تخلص الجسم من cadmium وخاصة في منطقة الكلية.
- di-mercaptop-1-propan-sulfonic acid (DMPS) يونيثiol يعتبر الخيار الثاني في المعالجة.
- فيتامين C يستطيع أن يتحد مع cadmium ويقلل من فعاليته.
- بعض المركبات الكبريتية ممكن أن تكون فعالة^(52,53).

2-4-2 الرصاص Lead

2-4-1 الخصائص الفيزيائية والكيميائية

الرصاص من العناصر المعدنية الثقيلة ، لونه رمادي يميل إلى الزرقة. يأتي في المجموعة الرئيسية الرابعة من الجدول الدوري . وزنه الذري 207.19 غ.مول⁻¹، درجة انصهاره °C 327.5 ، درجة الغليان °C 1749 ، كثافته 11.53 غ.سم⁻³ عند درجة حرارة الغرفة .

2-4-2 مصادر التعرض

يمكن أن يتعرض الإنسان للرصاص:

- ✓ عن طريق جهاز الهضم: من الطعام والمياه الملوثة بالرصاص.
- ✓ عن طريق جهاز التنفس: فالاحتراق الوقود الحاوي على الرصاص هو المصدر الرئيسي للتلوث الهواء المستنشق من قبل الإنسان^(55,56).
- ✓ عن طريق الجلد: غالباً نتيجة التعرض المهني لمركبات الرصاص العضوية⁽¹⁴⁾.

3-2-4-2 الاستعمال

يدخل الرصاص في صناعة المجوهرات والفارينيات، وفي صقل الزجاج وتلوينه، وكذلك في الذخائر الحربية. كما يدخل في تركيب بعض مبيدات الهوام pesticides مثل مركب أرسينات الرصاص lead arsenate⁽⁵⁴⁾.

4-2-4-2 حركية الرصاص وسميته

تتراوح كمية الرصاص الممتصة عن طريق الجهاز الهضمي عند البالغين بين 5-15% من الكمية الإجمالية المتناولة⁽⁵⁷⁾. ينتقل الرصاص بعدها مرتبطة بخلايا دموية ليتوزع ضمن نسيجين رئيسيين: الأول هو النسج الرخوة وبشكل أساسى الكبد والكلية، حيث يتوضع فيها ما يقارب 5% من الرصاص الممتص على شكل مخزون قابل للتبدل، بينما يتحجز القسم الأكبر والأبطأ حركية 95% ضمن العظام بشكل فرسفات الرصاص غير المنحل والذي يساهم بحوالي 50% من محتوى الدم من الرصاص⁽⁵⁸⁾. يطرح الرصاص غير الممتص مع البراز خارج الجسم، بينما يغادر حوالي ثلاثة أرباع الرصاص الممتص الجسم عن طريق البول^(37,38).

فسمية الرصاص تنتج عن مهاجمته للأنزيمات ومضادات الأكسدة الحاوية على مجموعة السلفهدريل (SH-)، وتحريض تشكيل أنواع مختلفة من الأكسجين التفاعلي، وزيادة الكرب التأكسدي Oxidative Stress⁽⁵⁹⁾.

5-2-4-2 التسمم الحاد

تتظاهر الأعراض الناتجة عن التسمم الحاد بالرصاص بحدوث مucus حاد وقهم وسوء هضم وإمساك، مع ظهور علامات الإرهاق والتعب الشديد المرافق لفقر الدم. أما على مستوى الجهاز العصبي فيلاحظ حدوث شلل وأنذية دماغية، ويؤدي ارتفاع تركيز الرصاص في الدم إلى حوالي 80 مكغ/100 مل عند الأطفال إلى حدوث اعتلال دماغي Lead encephalopathy⁽⁶⁰⁾.

6-2-4-2 التسمم المزمن

يعتبر الرصاص سُمٌ تراكمي ويشمل تأثيره السام:

- ✓ اضطراب الاصطناع البيولوجي للدم يرافقه فقر بالدم ناجم عن تثبيط الأنزيمات المسئولة عن إنتاج الهيم في نقي العظام.
- ✓ اضطراب كلوي مزمن غير قابل للعكس يؤدي إلى خلل وظيفي ينتج عنه بيلة سكرية وبروتينية، ويضعف الإنتاج الكلوي للفيتامين D3 مما يسبب حدوث ترقق في العظام⁽⁴⁹⁾.
- ✓ تأثيرات عصبية تتجلى بهياج وصداع وحدوث اختلالات واضطرابات سلوكية⁽³⁷⁾.

- ✓ أما عند الأطفال فيلاحظ حدوث انخفاض في درجة ذكائهم، وضعف قدراتهم المعرفية، حيث يبدأ ظهور ذلك من السنة الثانية من العمر⁽⁴⁴⁾.
- ✓ تأثيره في القدرة الإنجابية: يسبب ارتفاع تركيز الرصاص عند المرأة الحامل الإجهاض، أما بتركيز منخفض فإنه يسبب نقص في وزن الأجنة وضعف نموهم. أما عند الرجال فإن التعرض لتركيز مرتفعة من الرصاص ولفترات طويلة ينتج عنه انخفاض في عدد النطاف وضعف حركتها⁽⁵⁰⁾.
- ✓ تأثيره في جهاز الهضم: يؤدي إلى آلام تشنجية بطنية وإمساك شديد وتغير في لون اللثة إلى الزرقة المائلة إلى البنفسجي.
- ✓ تأثيره المسرطني حيث تصنف منظمة IARC الرصاص على أنه مسرطن من الفئة الثانية 2B⁽⁵¹⁾.

7-2-4-2 المعالجة

لا يوجد علاج نوعي وفعال للتسمم بالرصاص، وإنما يعطى المريض عادة علاجات داعمة وذلك تبعاً لطبيعة الأعراض التي تظهر عليه من جراء التسمم، ويفضل إعطاء بعض العوامل الخالبة التي تكون فعالة مثل:

- يستخدم dimethyl succinic acid (DMSA) والذي يدعى سكسمير succimer كخيار أول في المعالجة بشكل خلطة مع EDTA إذ أن EDTA يستطيع أن يرتبط مع الرصاص الدموي ويزيد من نسبة إطرافه بشكل كبير لخلص الجسم من أكبر قدر ممكن من الرصاص⁽⁵⁸⁾.
- يستخدم DMPS كخيار ثان في المعالجة.
- فيتامين C يستطيع أن يتحد مع الرصاص ويقلل من تركيزه بالدم بشكل واضح عند اليافعين أكثر من البالغين⁽⁶¹⁾.
- بعض المركبات الكبريتية قد تكون فعالة.

3-4-2nickel

1-3-4-2 الخصائص الفيزيائية والكيميائية

النيكل معدن قاسٍ وقابل للطرق ذو لون أبيض فضي لامع، يوجد غالباً في الطبيعة مع الكبريت والحديد. رقمه الذري 28، وزنه الذري 58.6934 غ.مول⁻¹، درجة انصهاره 1455 °C ، درجة الغليان 2913 °C ، كثافته 8.908 غ.سم⁻³ عند درجة حرارة الغرفة .

2-3-4-2 مصادر التعرض

يمكن أن يتعرّض الإنسان للنيكل:

- ✓ عن طريق جهاز التنفس: نتيجة التعرض المهني لغبار أو أبخرة النيكل، كما ويعتبر دخان السجائر مصدر مهم للتعرض.
- ✓ عن طريق الجلد: عند التماس اليومي مع أغراض حاوية نيكيل كأدوات الطبخ والمجوهرات.
- ✓ عن طريق جهاز الهضم: من الطعام والشراب الحاوي على مقادير عالية نسبياً من النيكل⁽⁶²⁾.

3-3-4-2 الدور الفيزيولوجي

من العناصر الزهيدة الأساسية. له دور مهم في النشاط الأنزيمي المسؤول عن عملية الضبط الهرموني، ويساهم في إنتاج الأنسولين، ويؤدي دور تميم عامل في امتصاص الحديد من الأمعاء، وقد حدد خبراء اللجنة المشتركة WHO/FAO الوارد اليومي للنيكل بحوالي 0.3 مغ^(62,63,64,65).

4-3-4-2 الاستعمال

يدخل النيكل في صناعة الستانلس ستيل والعديد من الخلائط المعدنية، ويمكن أن يتواجد في الأجزاء المعدنية من الملابس والحلي التقليدية والملونات⁽³¹⁾.

5-3-4-2 حرکية النيكل وسميته

يمتص ما بين 3-40% من الكمية الدالة من النيكل بالطريق الهضمي (حيث أن امتصاصه يزداد عند وجوده في الشراب، وبعدها عن الشراب). يرتبط بشكل أساسي مع بروتين معدني يدعى nickeloplasmin ومع الميناتالوتينين MT ويشكل معقدات مع كل من السيسينتين والهيستدين وحمض الاسبارتيك⁽⁶⁶⁾، ويتووضع في النسج المفضلة له وأهمها الكلية⁽⁶⁷⁾. يطرح النيكل الممتص بشكل أساسي عن طريق البول، أما جزيئات النيكل غير الممتصة من الغذاء فتطرح عن طريق البراز⁽⁶⁸⁾.

أما بالطريق التنفسي فإن ترسب وامتصاص وطرح جزيئات النيكل الدالة للجسم تعتمد على حجم الجزيئات وتركيز النيكل، حيث يصل حوالي 35% من النيكل المستنشق إلى الدم⁽⁶⁷⁾. والنikel كغيره من المعادن الثقيلة مولد للجذور الحرة مباشرة من الأكسجين الجزيئي، مما يؤدي إلى تشكيل أنيون فوق الأكسيد وباستمرار وجود المعادن الثقيلة يتولد بيروكسيد الهيدروجين وجذر الهيدروكسيل؛ مما ينتج عنه العديد من التأثيرات الضارة من أكسدة للدنا وللبروتين، وتفاعلات البيروكسيد للشحوم، واستماتة للتعبير الجيني.

6-3-4-2 التسمم الحاد

إن سمية النيكل تعتمد على طريقة التعرض وذوبانية مركب النيكل.

فمعظم حالات التسمم الحاد سببها استنشاق عرضي لكربونيل النيكل يتظاهر بمراحلتين: الأولى مباشرة بعد الاستنشاق حيث تظهر أعراض تمثل بصداع ودوار وغثيان وإقياء وتهيج للمسالك التنفسية تنتهي في عدة ساعات يتبع ذلك فترة عديمة الأعراض تمتد من الساعة الثانية عشرة من

بدء التعرض إلى اليوم الخامس قبل بدء الأعراض الأجلة التي تتناظر بألم في الصدر وسعال وانقطاع النفس وزراق وتسريع القلب واضطرابات بصرية، ويمكن أن يحدث الموت بسبب توقف القلب. أما عمال رذ النيكل باستعمال القوس الحراري يحدث عندهم الموت لحدث متلازمة الضائقة التنفسية المحرضة بالنikel عند البالغين **Adult respiratory distress syndrome (ARDS)**.

أما الابتلاع الحاد العرضي لأحد أملح النيكل فتظهر أعراضه بعد ثلاثة أيام وتشمل غثيان وإقياء وإسهال وصداع وسعال وضيق نفس.

كذلك فإن تماس الجلد مع النيكل أو مركباته ينتج عنه تحسس الجلد وتهيجه.⁽⁶⁶⁾

7-3-4-2 التسمم المزمن

يحدث التسمم المزمن غالباً مهنياً نتيجة استنشاق غبار النيكل أو أبخرة النيكل ما يؤدي لحدوث اضطرابات تنفسية مثل الربو والتهاب القصبات والتهاب الأنف والتهاب الجيوب وتتغير الرئة **pneumoconiosis**، إضافة إلى حدوث التهاب الجلد التماسي، والعديد من حالات الإجهاض التلقائي عند المرأة الحامل.

تصنف منظمة IARC النيكل على أنه من مسرطnen، ويزداد حدوث سرطان الرئة والمسالك الأنفية عند العمال المعرضين مهنياً لمركبات النيكل.⁽⁶⁶⁾

8-3-4-2 المعالجة

عند التعرض التنفسى لمركبات النيكل يتم إخراج المريض إلى الهواء الطلق وثراقب الشدة التنفسية. أما ابتلاع النيكل عن طريق جهاز الهضم فنادرًا ما تتم معالجته بتحريض الإقياء بل تتم المعالجة باستعمال العوامل الخالية، والعامل الخالب المفضل هو ثنائى ثيل ثنائى ثيو كاربامات الصوديوم **Sodium diethyldithiocarbamate**.⁽⁶⁹⁾

9-3-4-2 دور النيكل في النبات

يعتبر النيكل من العناصر الأساسية للنبات، فهو يساهم في العديد من العمليات الاستقلابية في النبات كاستقلاب المعادن ويقوم بتفعيل بعض الأنزيمات.

أما زيادة تركيز النيكل في النبات فيؤدي إلى تخر النبات وحدوث داء الأخضرار **chlorosis**، كما ويؤثر سلباً على عمليات التنفس والتخلق الضوئي والفتح.^(70,71)

4-4-2 النحاس Copper

1-4-4-2 الخصائص الفيزيائية والكيميائية

معدن شكله بلوري، يتمتع بأنه موصل جيد للحرارة والكهرباء ، وهو قابل للطرق والسحب . رقمه الذري 29، وزنه الذري $63.546 \text{ غ.مول}^{-1}$ ، درجة انصهاره 1083.4°C ، درجة الغليان 2567°C ، كثافته 89 غ.سم^3 عند درجة حرارة الغرفة .

2-4-4-2 مصادر التعرض

يحدث تعرض الإنسان للنحاس:

- ✓ عن طريق جهاز الهضم: من الغذاء بشكل رئيسي، كما أن بقاء المياه الحامضية على تماس مع الأنابيب المصنوعة من النحاس لفترة طويلة تؤدي إلى انتقال النحاس إليها.
- ✓ عن طريق الجلد: عند تماس الجلد مع النحاس والأدوات الحاوية عليه.
- ✓ عن طريق الاستنشاق: غالبا عند التعرض المهني للهواء الملوث بدقائق النحاس المعدني. (64,72,73,74)

3-4-4-2 الدور الفيزيولوجي

يدخل النحاس في جميع الخلايا الحية فهو يساهم في عمليات التوازن الشاردي داخل الخلوي، ويعتبر مكون أساسى للعديد من الأنزيمات المعدنية metalloenzyme وأهمها أنزيم السيروبلوبلاسمين ceruloplasmin وتميم عامل في أنزيمات أخرى، كما يدخل النحاس في تخلق الهيموغلوبين والميلانين والكولاجين، وفي تحفيز الأكسدة الاستقلابية، وقد حدد خبراء اللجنة المشتركة WHO/ FAO الوارد اليومي للنحاس بحوالي 3-2 مغ يوميا. (64,65,72)

4-4-4-2 الاستعمال

تدخل مركبات النحاس في تركيب العديد من الملونات (31)، وفي تركيب بعض الأسمدة مثل سلفات النحاس وبعض مبيدات الفطور fungicides مثل أوкси كلور النحاس (75,76).

5-4-4-2 حرکية النحاس وسميته

يمتص 50% من النحاس الداخل بالطريق الهضمي عن طريق الأمعاء، ويرجع الشكل الثنائي منه في الخلايا الكبدية إلى الشكل الأحادي الذي يشكل معقد مع الغلوتاتيون ثم مع الميتالوتيونين وينتهي بتشيكل معقد النحاس - ميتالوتيونين وهو شكل التخزين الطبيعي للنحاس في الجسم. يُطرح النحاس بشكل أساسي عن طريق الصفراء (77).

تحدث السمية الخلوية بالنحاس عندما يرتبط النحاس الحر مع مجموعة التيول (-SH) في بروتين السستين مما يؤدي إلى تعطيل الأنزيمات الأساسية، وفي حال وجود الأكسجين فإن الرابط التيولي المعدني يتآكسد وتتعطل الأنزيمات بشكل غير عكوس. كما أن التعرض للنحاس

شكل مزمن يؤدي إلى تشكيل أنيونات فوق الأكسيد وبيروكسيد الهيدروجين ويحفز تشكيل جذور الهيدروكسيل عالية السمية التي تتبع تعطيل الإنزيمات الأساسية وتفاعلات البيروكسيد للشحوم (78).

6-4-4-2 التسمم الحاد

تتظاهر الأعراض السمية الناتجة عن دخول النحاس بالطريق الهضمي في حالات التسمم الخفيفة بالغثيان والإقياء والإسهال وفرط سيلان اللعاب، أما في الحالات الشديدة فتؤدي الكميات الزائدة منه إلى أذية كلوية وتتخر كبدي حاد ووفاة (79).

7-4-4-2 التسمم المزمن

يظهر تأثير التعرض المزمن للنحاس على الجهاز العصبي المركزي والكبد؛ إذ يحدث تخرب كبدي يؤدي إلى تحرر النحاس في مجرى الدم والذي بدوره يحل كريات الدم الحمراء، مما ينتج عنه فقر دم انحلالي hemolytic anemia. ويعتبر داء ويلسون إحدى المتلازمات المرتبطة بالنحاس والذي ينجم عن تراكمه في الكبد والكلية والقرنية نتيجة ضعف آلية الاطراح الصفراوي المرتبط بعوامل وراثية (64,77).

يؤدي تماس الجلد مع المعادن والأدوات الحاوية على النحاس إلى حدوث التهاب فيه (54). ويكون العرض الأكثر شيوعاً للتسمم بالنحاس اصطباغ الجلد باللون الأخضر المزرق والمترافق مع الحكة (80).

8-4-4-2 المعالجة

- في حالة الابتلاع الفموي لأملاح النحاس يمكن أن يعطى محلول آح البيض في الماء، أو الحليب ثم يُجرى غسيل للمعدة بمحلول فيروسيانور البوتاسيوم ثم يعطى الفحم الفعال.
- في حالات التسمم الشديد يعطى العامل الخالب -D-penicillamine بنسيلامين (69,81,82) كخيار أول و CaNa₂EDTA أو BAL كخيار ثان.
- تغسل العين جيداً بالماء بعد التعرض العيني للنحاس.
- يعالج التهاب الجلد المسبب بالنحاس بمرهم كورتيزون مع إزالة العامل المسبب (69).

9-4-4-2 دور النحاس في النبات

يعتبر النحاس إحدى المعادن الأساسية من أجل النمو الطبيعي للنبات وتطوره، ويؤدي دور رئيسي في العديد من السبل الاستقلالية. إلا أن وجوده بمستويات مرتفعة في النبات يثبط نموه، ويُثبط عدد كبير من الإنزيمات، ويتدخل مع العديد من العمليات الحيوية للنبات وأهمها التحليق الضوئي (83).

5-4-2 الزنك Zinc

1-5-4-2 الخصائص الفيزيائية والكيميائية

الزنك فلز أبيض قابل للزرقة، صلب ولكنه قابل للسحب والطرق، مقاوم للصدأ. رقمه الذري 30، وزنه الذري 65.38 غ.مول⁻¹، درجة انصهاره °C 491.53 ، درجة الغليان °C 907 ، كثافته 3 غ.سم⁻³ عند درجة حرارة الغرفة .

1-5-4-2 مصادر التعرض

يمكن أن يتعرض الإنسان للزنك:

- ✓ عن طريق جهاز الهضم: من الأطعمة والأشربة ذات الطبيعة الحامضية والمخزنة لفترة طويلة في أوعية يدخل الزنك في تركيب أغلفتها.
- ✓ عن طريق جهاز التنفس: عند استنشاق دخان يحوي الزنك عند عمال صناعات الغلفنة galvanization، وعند الجنود المعرضين لقنابل الدخانية الحاوية أكسيد الزنك أو كلوريد الزنك.
- ✓ عن طريق الجلد: نتيجة امتصاص الزنك من قبل الجلد. حيث يعد أكسيد الزنك من أهم المركبات التي تتمتع بأهمية علاجية، بينما يعد كلوريد الزنك من المركبات الكاوية التي لها تأثير مخرش قوي⁽⁸⁴⁾.

2-5-4-2 الدور الفيزيولوجي

يعتبر الزنك من الشوارد التي لها دور هام تحفيزي وبنائي وتنظيمي. يعمل كتميم عامل لأكثر من 200 إنزيم معدني metalloenzymes ويدعم النمو الطبيعي والتطور أثناء الحمل والطفولة والمراحلة، وله دور أساسي في النشاط التناصلي عند الذكور، وفي صيانة خلايا T المفاوية الطبيعية، إضافة لدوره في تمييزها ونضجها، ويساهم في التئام الجروح^(83,85,86). وقد حدد خبراء اللجنة المشتركة WHO/ FAO الوارد اليومي للزنك 11-2 11-2 مع يختلف المقدار حسب العمر والجنس^(87,64).

3-5-4-2 الاستعمال

يستعمل في الصناعة من أجل تغليف النحاس والأنباب البلاستيكية⁽⁷⁵⁾، كما أنه شائع الاستخدام في الزراعة كسماد ورقي على شكل سلفات الزنك، ويدخل في تركيب بعض مبيدات الهوام على شكل فسفيد الزنك^(76,88).

4-5-4-2 حرکية الزنك وسميته

يمتص الزنك بالطريقين الهضمي والتنفسي. ففي الظروف الطبيعية يمتص ما يقارب 20-30% من الزنك الداخل بالطريق الهضمي إلى الدم، فيرتبط ثلثيه بالألبومين بينما يبقى القسم المتبقى حر أو مرتبط ببروتينات أخرى.

بحسب الدراسة التي أجرتها كازين Cousins فإن الزنك الممتص يرتبط بشكل مباشر مع نوى البروتين المسؤول عن اصطناع الميتالوتيونين في الخلايا المخاطية للأمعاء، وبالتالي فإن زيادة دخول الزنك تؤدي إلى زيادة التعبير عن الميتالوتيونين وزيادة الارتباط معه؛ مما ينتج عنه تشكيل معقدات زنك - ميتالوتيونين أكثر يتم امتصاصها من الخلايا المخاطية للأمعاء على حساب امتصاص النحاس (الذي تكون ألفته عادة أكبر من الزنك لارتباط بالميتالوتيونين)، مما يؤدي إلى نقص في امتصاص النحاس. ولأن الزنك والنحاس يتنافسان على الارتباط بالميتالوتيونين في الخلية المخاطية المغوية فهما إما أن يرتبطان بالميتالوتيونين ويخرجان داخل الخلية المغوية وهذه المعقدات عندما تصل لأعلى مستوى داخل لمعة الأمعاء تقلب الخلية المخاطية المغوية وتترفرغ في لمعة الأمعاء وتقل كمية النحاس التي تعبر الخلايا إلى الجسم وبذلك يحدث عوز النحاس، أو ببقيان بالحالة غير المرتبطة حيث ينتقلان إلى الدوران (89,90). يطرح الزنك بشكل أساسي عن طريق البراز، وتطرح كميات قليلة منه عن طريق البول (91).

5-4-2 التسمم الحاد

يعتمد التسمم الحاد على طريق الدخول؛ فابتلاع كميات كبيرة من الزنك عن طريق الفم يؤدي إلى حدوث اضطرابات هضمية من إقياء واسهال مدمى ويرقان وفشل كبدي وكولي وفقر دم وسبات (87,43).

بينما يؤدي استنشاق بخار أكسيد الزنك إلى الإصابة بمتلازمة حمى دخان المعدن Metal Fume Fever(MFF) التي تظهر أعراضها العكوسية بعد ساعات من التعرض الحاد، وتتواتر بحدوث حمى وألم عضلي وغثيان وتعب وألم في الصدر وسعال وعسر التنفس (87).

6-5-4-2 التسمم المزمن

إن التناول المزمن للزنك يؤدي إلى حدوث اضطرابات هضمية من معدن بطيء وغثيان وإقياء، بالإضافة إلى ظهور أعراض عوز النحاس، خلل بحركة الحديد يؤدي إلى حدوث فقر دم ونقص بالكريات البيض وقلة العدلات وزيادة الكوليسترون بالبلازما، وشذوذ بوظيفة القلب (87,64).

7-5-4-2 المعالجة

تتضمن الإجراءات اللاحقة عند التعرض لكميات زائدة من الزنك إخراج المصايب من منطقة التعرض المباشرة إلى الهواء الطلق في حال الاستنشاق، والغسل الجيد بالماء في حال التعرض العيني والجلدي. إن تناول كميات كبيرة من الحليب والجبن يقلل من امتصاص الزنك في الجهاز الهضمي نظراً لاحتوائها على مستويات مرتفعة من الفوسفور والكلاسيوم بعد امتصاص الزنك، ويتم العلاج بالعوامل الخالية في حال امتصاصه باستخدام CaNa₂-EDTA بالدرجة الأولى، كما يستعمل BAL أيضاً (81,92).

8-5-4-2 دور الزنك في النبات

من العناصر الأساسية في النبات، ويؤدي دور مهم في العديد من التفاعلات الكيميائية الحيوية؛ فهو يساعد على تشكيل اليخضور في أوراق النبات، ويضاف كسماد لمحاصيل الزراعية للحصول على النمو الأمثل^(93,94).

6-4-2 الكوبالت Cobalt

1-6-4-2 الخصائص الفيزيائية والكيميائية

الكوبالت معدن صلب لامع، لونه رمادي. رقمه الذري 27، وزنه الذري 58.9331 غ.مول⁻¹ ، درجة انصهاره C ° 1495 ، درجة الغليان C ° 2927 ، كثافته 8.90 غ.سم⁻³ عند درجة حرارة الغرفة.

2-6-4-2 مصادر التعرض

يمكن أن يتعرض الإنسان للكوبالت:

- ✓ عن طريق جهاز الهضم: عند وجود كمية كبيرة من الكوبالت في مياه الشرب أو عند تناول نباتات مزروعة في تربة غنية بالكوبالت (نتيجة استعمال الأسمدة الفوسفاتية الحاوية على الكوبالت)، كما أن الكوبالت يضاف إلى البيرة (لأجل تثبيت الرغوة).
- ✓ عن طريق جهاز التنفس: غالباً عند التعرض المهني نتيجة استنشاق كمية كبيرة من غبار الكوبالت خاصة عند العاملين في الصهر والتعدين والتقطية والحرق.
- ✓ عن طريق الجلد: خاصة عند عمال إنتاج المعادن الصلبة.
- ✓ عند المعالجة طويلة الأمد بمركبات الكوبالت هضميأ أو وريديا لعلاج فقر الدم⁽⁶⁴⁾.

3-6-4-2 الدور الفيزيولوجي

معدن أساسى يدخل في تركيب الفيتامين B12(سيانو كوبالamin)⁽⁹³⁾، ويساهم في إنتاج كريات الدم الحمراء؛ وهذا ما يفسر استخدامه في علاج فقر الدم ، كما يشكل تميم عامل cofactor لاصطناع هرمون الغدة الدرقية التирوكسين. وقد حدد خبراء اللجنة المشتركة WHO/ FAO الوارد اليومي للكوبالت 0.04 مغ⁽⁶⁴⁾.

4-6-4-2 الاستعمال

يدخل الكوبالت في صناعة الخلائط المعدنية المستعملة في درجات الحرارة العالية، وفي صناعة المغناط الدائمة، ويدخل في تركيب بعض الأسمدة بشكل أكسيد الكوبالت. كما تستعمل أملاحه كمواد محفزة ومجففة في صناعة الدهانات والملونات⁽⁹⁴⁾.

5-6-4-2 حركية الكوبالت وسميته

يختص الكوبالت من الطريقين الهضمي والتتنفسى وعن طريق الجلد، ويمكن أن تصل نسبة امتصاصه بالطريق الهضمي إلى 45% من الكمية الداخلة، ومع ذلك فإن الامتصاص الزائد من الكوبالت بالطريق الهضمي لا يؤدي إلى حدوث تراكم شديد لأن 90% من الكوبالت المختص يطرح في البول بالدرجة الأولى والبراز بالدرجة الثانية، وبالتالي فاحتمالية التسمم بالكوبالت منخفضة نسبياً.

تؤدي زيادة نسبة الكوبالت في الجسم إلى حدوث تداخل للكوبالت في استقلاب الحديد؛ فالكوبالت يرتبط مع الترانسفيرين الذي ينقل الحديد الفيزيولوجي إلى كريات الدم الحمراء وإلى الخلايا الكبدية (حيث تكون مستقبلات الترانسفيرين). إذا فهو يتناقض مع الحديد على الارتباط بجزء الترانسفيرين مما يؤدي إلى حدوث فقر دم⁽⁹⁵⁾.

6-6-4-2 التسمم الحاد

تتضمن أعراض التسمم الحاد بالكوبالت أعراض هضمية من العثيان والإقياء والإسهال، وأحمرار الجلد في منطقة الرأس والرقبة، وارتفاع الحرارة، وتسريع القلب، وانخفاض ضغط الدم، وضيق النفس، وازرقاق، وفي معظم الحالات تظهر تشنجات، ويحدث الموت نتيجة شلل الجهاز التنفسى.⁽⁹⁶⁾

7-6-4-2 التسمم المزمن

يؤدي التسمم المزمن بالكوبالت إلى مجموعة من التأثيرات أهمها اعتلال عضلة القلب **Cardiomyopathy**⁽⁹⁷⁾، وزيادة حجم الدم من خلال زيادة العدد الكلي للكريات الحمراء، كما يمكن أن يتسبب بمرض الدراق **Goiter** وتآثيرات تنفسية متعددة من تهيج الجهاز التنفسى، وازدياد تواتر السعال، وأزيز، وضيق النفس، ونقص الوظيفة الرئوية، وربو، والتهاب تنفسى. ويحدث التهاب الجلد عند التماس المزمن مع مركبات الكوبالت.^(96,97,98,99)

8-6-4-2 المعالجة

يتم تحريض الإقياء وغسل المعدة عند دخوله بالطريق الهضمي ويعتبر ن-أستيل سيستين **N-acetylcysteine** العامل الخالب الأكثر فعالية في حال امتصاص الكوبالت، ويمكن أن تعطى عوامل خالبة أخرى مثل **BAL** و **EDTA**.⁽⁹⁶⁾

9-6-4-2 دور الكوبالت في النبات

يعتبر الكوبالت مكون أساسى للعديد من الأنزيمات والتمائم الأنزيمية النباتية، ويشارك في تصنيع اليخصوصور، ويؤثر في عمليات النمو والاستقلاب في النبات.

تؤدي زيادة الكوبالت في النبات إلى عدة آثار منها سقوط الأوراق، وتثبيط ظهور اللون الأخضر في النبات، وعوز بالحديد⁽¹⁰⁰⁾.

7-4-2 الكروم Chromium

1-7-4-2 الخصائص الفيزيائية والكيميائية

الكروم معدن صلب، لونه رمادي فضي. رقمه الذري 24، وزنه الذري 51.9961 غ.مول⁻¹، درجة انصهاره °C 1907 ، درجة الغليان °C 2671 ، كثافته 7.19 غ.سم³ عند درجة حرارة الغرفة .

2-7-4-2 مصادر التعرض

يعد قبط الكروم السداسي من مصادر غذائية أو عن طريق الهواء أسرع من قبط الكروم ثلاثي التكافؤ، ويمكن أن يتعرض الإنسان للكروم:

- ✓ عن طريق جهاز الهضم: في حال الابتلاع العرضي لترابة غنية بالكروم الثلاثي التكافؤ أو عند تناول نباتات تنمو على هذه التربة.
- ✓ عن طريق جهاز التنفس: عند التعرض المهني غالبا نتيجة استنشاق غبار ملوث بالكروم سداسي التكافؤ، حيث يزداد التركيز مع العمر نتيجة لتراكم الكروم المستنشق في الرئتين.
- ✓ عن طريق الجلد: يحدث الامتصاص للكروم سداسي التكافؤ بملامسة سطح التربة أو سطح حائط الأبنية الحاوية عليه (101).

2-7-4-3 الدور الفيزيولوجي

يعتبر الكروم ثلاثي التكافؤ إحدى العناصر الزهيدة الضرورية للإنسان. له دور مهم في استقلاب الكوليسترون، ويؤدي دور تميم عامل cofactor في عمل الانسولين من خلال تسهيل تثبيت الانسولين على مستقبلاته في النسج المحيطية، كما يرتبط الكروم ثلاثي التكافؤ مع RNA ويساعد اصطناع DNA. وقد حدد خبراء اللجنة المشتركة WHO/FAO المدخول اليومي من الكروم 5-2.5 مغ^(64,65).

2-7-4-4 الاستعمال

تعتبر كرومات الصوديوم من أهم أكاسيد الكروم سداسية التكافؤ المستعملة في الصناعة. وبناء على ذلك تعد المصدر الرئيسي للتعرض للكروم بالنسبة للإنسان، وتدخل في عملية صباغ الجلد، ومثبتات الصباغ، وكمادة مانعة للصدأ في الأواني المنزلية والمراجل.

2-7-4-5 حركية الكروم وسميته

يمتص الكروم عن طريق الجهازين الهضمي والتنفسي وعن طريق الجلد. ففي الطريق الهضمي يمتص 1-2 % من الكمية الداخلة من الكروم، وترجع أكاسيد الكروم سداسية التكافؤ في البيئة الحمضية للمعنة المعدة إلى ثلاثة التكافؤ. إلا أن هناك دراسات أفادت بأنه من الممكن أن يمتص قسم من الكروم سداسي التكافؤ الداخل بالطريق الهضمي دون أن يتحول لثلاثي

التكافؤ و يؤدي إلى تشكيل جذور الأكسجين الفعالة المسيبة للشدة التأكسدية وأن يتفاعل مع الدنا ويُحدث ضرر في بنيتها وبالتالي يكون مسؤولاً عن التأثيرات المسرطنة للكروم.

بشكل عام تتركز الكمية العظمى للكروم في الرئتين ثم في الكبد والكليتين، ويطرح بشكل أساسى عن طريق البول وبشكل ثانوى عن طريق البراز^(101,102,103,104).

6-7-4-2 مقارنة بين مركبات الكروم الثلاثية التكافؤ والسداسية التكافؤ

إن التأثيرات السمية الحادة والمزمنة للكروم مرتبطة حسراً بمركبات الكروم سداسية التكافؤ، فيما تنسب التأثيرات الحيوية المذكورة سابقاً إلى مركبات الكروم ثلاثة التكافؤ، حيث أن:

- ✓ سمية مركبات الكروم سداسية التكافؤ تعادل 100-1000 مرة سمية مركبات الكروم ثلاثة التكافؤ فيما إذا أعطي كلاهما بالطريق الفموي.
- ✓ التهيج الجلدي والأرجية **allergy** مرتبطة بالتماس المتكرر مع مركبات الكروم سداسية التكافؤ الذوبابة.
- ✓ السمية الخلوية **cytotoxicity** لمركبات سداسية التكافؤ المنحللة وغير المنحللة تعادل 100-1000 مرة ما تسببه مركبات الكروم ثلاثة التكافؤ.
- ✓ تسبب مركبات الكروم سداسية التكافؤ سمية جينية أكثر بأربع مرات من مركبات الكروم ثلاثة التكافؤ.
- ✓ السرطان مرتبطة باستنشاق المركبات سداسية التكافؤ قليلة الذوبانية أو غير ذوبابة، فالحالة التأكسدية والذوبانية هي عوامل مهمة في الاعتبارات السمية للكروم⁽¹⁰⁵⁾.

7-4-2 التسمم الحاد

يتظاهر التأثير الرئيسي لتناول كميات كبيرة من الكروم السداسي التكافؤ بنخر على مستوى النبيبات الكلوية، كما يمكن أن يؤدي إلى حدوث نخر كبدي ونزف شديد في الجهاز الهضمي وتشنجات واحتلالات بحسب الكمية المتناولة^(106,107).

7-4-2 التسمم المزمن

إن الآفات الناتجة عن التعرض المهني للكروم السداسي هي عادة موضعية. فالكروم سداسي التكافؤ مادة أكلالة يؤدي التعرض المزمن لها إلى ظهور تقرحات تظهر على:

- الأغشية المخاطية الأنفية ينتج عنها انثقاب الحاجز الأنفي.
- سطح الجلد تدعى التقرحات الكروممية تتوضع على الأصابع وظهر اليدين والسواعد بشكل مستقل عن التهاب الجلد الأرجي التحسسي الناتج عن فرط حساسية الجلد تجاه المادة ذاتها.

فيما لا تعزى لمركبات الكروم ثلاثة التكافؤ أية تأثيرات أكلالة ومهيجية⁽⁹⁷⁾.

إن استنشاق تراكيز مرتفعة من الكروم سداسي التكافؤ عند التعرض المهني يؤدي إلى حدوث سرطان رئة (108,109).

9-7-4-2 المعالجة

يجب إخراج المريض إلى الهواء الطلق بعد التعرض الحاد بالاستنشاق ومراقبة الشدة التنفسية، كما يعطى المصاب الأكسجين والأدوية الموسعة للقصبات. يجب تحريض الإقياء وغسل المعدة عند التعرض الهضمي ما لم يتم امتصاصه، أما بعد امتصاص الكروم في الجسم فتتم المعالجة بإعطاء العوامل الخالية مثل Calcium EDTA. وفي حال التعرض عن طريق الجلد يغسل الجلد جيداً بالماء لمنع امتصاص الكروم (69,104).

10-7-4-2 دور الكروم في النبات

يعد الكروم من العناصر الأساسية. فهو ينظم فعالية الإنزيمات النباتية والعديد من العمليات الاستقلابية في النبات كاستقلاب المعادن (110).

إن التأثيرات الضارة للكروم على النبات تعتمد على الحالة التكافؤية فالكروم السداسي التكافؤ أشد ضرر من الثلاثي التكافؤ فهو يؤثر على انتشار ونمو النبات من خلال التأثير على عملية التحليق الضوئي والعمليات الاستقلابية الأخرى (93).

الدراسة العملية

1. هدف البحث Aim of study

تعتبر النباتات الطبية إحدى طرق العلاج التي يلجأ إليها المريض للاستشفاء عادة دون الرجوع إلى طبيب، وهي تحوي إلى جانب المواد الفعالة بعض العناصر المعدنية المفيدة مع إمكانية وجود بعض المعادن التي لها تأثيرات سامة على صحة الإنسان. وبالتالي فإن التناول المزمن للنباتات تحوي كمية زائدة من المعادن المفيدة أو نسبة المعادن السامة فيها تتجاوز الحد الذي سمحت به المراجع العالمية قد يفضي إلى تأثيرات سلبية على صحة الإنسان، وعليه فهناك ضرورة ملحة لتحديد تراكيز بعض العناصر المعدنية المفيدة والسامة في النباتات الطبية. لذلك فإن هذا البحث يهدف إلى:

- تحديد تراكيز المعادن الثقيلة التالية (Cd, Pb, Zn, Ni, Cu, Cr, Co) في عدد من النباتات الطبية المحلية المستخدمة في سوريا.
- تحري مدى مأمونية استعمال هذه النباتات من خلال مقارنة نسبة المعادن الموجودة فيها بالقيم المقبولة في المراجع العالمية.
- إجراء مقارنات إحصائية بين تراكيز كل معدن من المعادن السالفة الذكر في عينات النباتات الطبية.

Materials and Methods 2. المواد والطرق

1-2 العينات النباتية

1-1-2 جمع العينات

تم اختيار عشر نباتات طيبة شائعة ذات استهلاك محلي كبير نسبياً من سبع متاجر لبيع النباتات الطيبة تم اختيارها عشوائياً من مناطق مختلفة من دمشق بحيث تم تأمين من كل من هذه النباتات من كل متجر بحيث بلغ عدد العينات المدروسة 70 عينة، وذلك ضمن فترة زمنية امتدت من شهر أيار ولغاية شهر كانون الأول لعام 2013، ورمزت مصادر هذه النباتات وفق الجدول (1)

الجدول(1) مصادر جمع عينات النباتات المدروسة

رمز المصدر	المصادر
A	الأول
D	الثاني
K	الثالث
N	الرابع
S	الخامس
Z	السادس
M	السابع

وقد احتوت العينات النباتية المدروسة على الجزء المستعمل في العلاج، كما يظهر في الجدول

(2)

الجدول(2) الجزء المدروس في العينات النباتية

الجزء المدروس	النبات الطبي
الأزهار	البابونج
الفروع النهائية	الشيح
الأزهار	الخزامي
الأوراق	الزرعور
الأوراق	العناع
الأزهار	الأقحوان
الأوراق	الخبيزة
الأوراق	الريحان
الأوراق	البردقوش
الأوراق	إكليل الجبل

2-2 الأدوات المستعملة:

- بوائق بورسلان سعة 50 مل نظيفة وجافة.
- ممصات زجاجية معايرة ومدرجة سعة 1 مل ، 10 مل.
- بيasher زجاجية.
- أقماع ترشيح زجاجية.
- عبوات زجاجية نظيفة وجافة.
- ورق ترشيح (Whatman no. 42).

2-3 المواد المستعملة

- حمض النتريك 65 % عالي النقاوة من شركة ميرك.
- بيكربونات الهيدروجين 30% عالي النقاوة من شركة ميرك.
- حمض السلفوريك المركز 95 % عالي النقاوة من شركة ميرك.
- محليل عيارية بتركيز (1000 ppm) لكل من المعادن المدروسة (Cd , Ni, Cu, Zn, Co, Cr, pb) من شركة ميرك.
- ماء مقطر منزوع الشوارد Deionized Water خاص بجهاز الامتصاص الذري.

4-2 الأجهزة المستعملة:

- ميزان حساس من نوع Sartorius BL150S
- فرن ترميد كهربائي من نوع Kelvin Heraew
- سخانة كهربائية من نوع Memert
- محم كهربائي من نوع J.P. Selecta,s.a
- جهاز الامتصاص الذري الغرافيتي Graphite Furnace Atomic Absorption
- جهاز الامتصاص الذري (GFAAS) Spectrophotometer (varian) موجود في مخابر كلية الصيدلة بجامعة دمشق. يبين الشكل (2) جهاز الامتصاص الذري.



الشكل (2) جهاز الامتصاص الذري من نوع Varian

2-4-1 جهاز الامتصاص الذري (AAS):⁽¹¹¹⁾

مبدأ الجهاز:

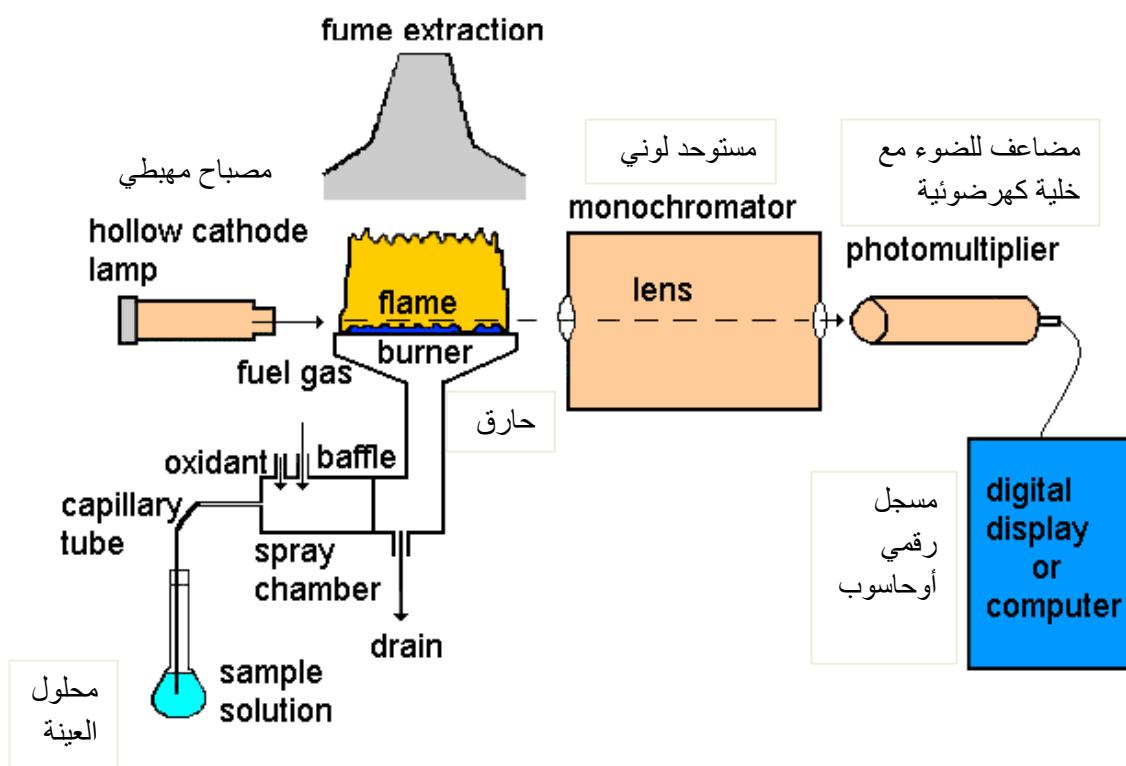
عندما يكتسب عنصر ما طاقة تعطى له فإنه سيمر من الحالة الثابتة إلى الحالة المهيجة أو المحرضة excited state ممتصاً جزءاً من الطاقة التي اكتسبها على شكل إشعاع، ثم يعود إلى حالته الأصلية فوراً مروراً بعدة مراحل، يحرر في كل مرحلة قسماً من الطاقة على شكل إشعاع. وفي المرحلة الأخيرة التي تسبق مباشرة العودة إلى حالته الأصلية يحرر العنصر قسماً

كبيراً من الطاقة بشكل عنيف؛ مطلقاً إليها على شكل إشعاع كبير الشدة، وتحمل اسم أشعة الطنين التي تمتصها ذرات المعدن نفسه.

تسمح هذه الطريقة بمعايرة بعض العناصر المعدنية باستعمال أطيفات أشعتها وذلك بالاعتماد على قانون كيرشوف Kirchhoff الذي يقول: إن الذرة تستطيع امتصاص الأشعة التي تقوم هي ذاتها بإصدارها.

إن عمل جهاز الامتصاص الذري يقوم على مجموعة من المبادئ هي:

- الحصول على أشعة الطنين من المنبع الضوئي (المصباح المهبطي الأجوف) Hollow Cathode lamp المؤلف من العنصر المراد دراسته. أي أن المنبع نوعي حسب طبيعة العنصر المراد دراسته يتغير بتغييره.
- تشكيل بخار ذري للعنصر باستعمال الحارق.
- إمرار أشعة الطنين من خلال هذا البخار حيث يقوم بامتصاص جزء منه.
- تحديد النسبة المئوية لامتصاص عن طريق قياس الانخفاض الحاصل على شدة الحرزة الضوئية والتي تكون متناسبة مع تركيز البخار الذري للمعدن المراد قياسه ضمن شروط تجريبية محددة. حيث يبين الشكل (3) أقسام جهاز الامتصاص الذري.



الشكل (3) أقسام جهاز الامتصاص الذري AAS

لابد من الإشارة إلى أن المثباتات المطبقة على جهاز الامتصاص الذري تختلف باختلاف المعادن المُفَاس، كما يبين الجدول (3)

الجدول (3) المثباتات المطبقة على جهاز AAS لقياس المعادن المدروسة

المعادن المدروسة							مثباتات القياس
Cr	Co	Zn	Cu	Ni	Pb	Cd	
357.9 nm	242.5 nm	213.9 nm	324.8 nm	232.0 nm	283.3 nm	228.8 nm	طول الموجة Wavelength
0.2 nm	0.2 nm	1.0 nm	0.5 nm	0.2 nm	0.5 nm	0.5 nm	عرض الشق Slit width
7 mA	7 mA	5 mA	4 mA	4 mA	5 mA	4 mA	شدة تيار اللمة Lampcurrent
(HCl) - Cr	(HCl) - Co	(HCl) - Zn	(HCl) - Cu	(HCl) - Ni	(HCl) - Pb	(HCl) - Cd	نوع اللمة Lamp type

3. العمل المخبري

1-3 تحضير العينات النباتية

تم تحضير العينات وفقاً للبروتوكول (USEPA method 3050b)⁽¹¹²⁾ والذى يتبع طريقة US Environmental Protection Agency method 3050b الهضم الحمضي acid digestion من أجل تحضير العينات للفياس وفق الخطوات التالية:

- 1) تم وزن 500 غ من العينة النباتية الجافة وطحنها جيداً ومجانستها ثم نخلها وأخذ 5 غ منها إلى بوتقة من البورسلان.
- 2) أضيف لها 0.5 مل من حمض السلفوريك المركز (95%) ثم وضعت في فرن ترميد بدرجة حرارة (480°C) لمدة 4 - 5 ساعات حتى تم الحصول على رماد أبيض اللون.
- 3) حللت العينة المرمدة في 2 مل من حمض النتريك المركز (65%) و1مل من بيكروكسيد الهيدروجين (30%), وجفت بالتسخين على السخانة الكهربائية بدرجة حرارة حوالي 90°C إلى أن تم الحصول على البقية الجافة. حللت بعد ذلك البقية الجافة من جديد في 2 مل من حمض النتريك (65%) مع التسخين اللطيف على السخانة الكهربائية.
- 4) رُشحت العينة على دورق معايرة سعة 50 مل باستعمال ورق ترشيح وتم إكمال الحجم بالماء منزوع الشوارد حتى خط العيار مع التحريك وبذلك يكون الحجم قد مُدد 10 مرات.
- 5) بذلك أصبحت العينة جاهزة للفياس على جهاز الامتصاص الذري من أجل تحديد تركيز الكadmium والرصاص والنikel والزنك والنحاس والكوبالت والكروم في العينات النباتية.

أما بالنسبة للزنك والنحاس فمن أجل قياسها مُددت كل عينة 500 مل وذلك بأخذ 0.1 مل من كل عينة إلى دورق معايرة سعة 50 مل وإكمال الحجم بالماء المنزوع الشوارد.

تم تحضير ثلاث مكررات للعينة الواحدة لضمان دقة النتائج وتم قياسها وأخذ المتوسط الحسابي لنتائج الفياس.

3-2 تحضير العيارات

تم تحضير محلول عياري (لكل معدن من المعادن المذكورة) بتركيز 1 مغ/ل وذلك بأخذ 0.1 مل من محلول العياري عالي النقاوة المحضر مسبقاً من إنتاج شركة ميرك Merck الألمانية ذي التركيز (1000 مغ/ل) إلى دورق معايرة سعة 100 مل وإكمال الحجم بالماء منزوع الشوارد حتى خط العيار. ثم حُضِّرَت السلسلة العيارية لكل معدن بأخذ الحجوم التي تظهر في الجدول (4) من محلول المحضر سابقاً ذي التركيز 1 مغ/ل من كل معدن ووضعها في دورق معايرة سعة 100 مل وإضافة 4 مل من حمض النتريك ثم إكمال الحجم بالماء منزوع الشوارد حتى خط العيار.

فعلى سبيل المثال عند تحضير السلسلة العيارية للكادميوم فمنا بما يلي:

من أجل تحضير محلول عياري من الكادميوم بتركيز 0.05 مكغ/ل تم أخذ 0.005 مل من محلول العياري للكادميوم ذي التركيز 1 مغ/ل وأضيف له 4 مل من حمض النتريك وأكملا الحجم بالماء المنزوع الشوارد حتى خط العيار .

من أجل تحضير محلول عياري من الكادميوم بتركيز 0.1 مكغ/ل تم أخذ 0.01 مل من محلول العياري للكادميوم ذي التركيز 1 مغ/ل وأضيف له 4 مل من حمض النتريك وأكملا الحجم بالماء المنزوع الشوارد حتى خط العيار .

من أجل تحضير محلول عياري من الكادميوم بتركيز 0.2 مكغ/ل تم أخذ 0.02 مل من محلول العياري للكادميوم ذي التركيز 1 مغ/ل وأضيف له 4 مل من حمض النتريك وأكملا الحجم بالماء المنزوع الشوارد حتى خط العيار .

من أجل تحضير محلول عياري من الكادميوم بتركيز 0.4 مكغ/ل تم أخذ 0.04 مل من محلول العياري للكادميوم ذي التركيز 1 مغ/ل وأضيف له 4 مل من حمض النتريك وأكملا الحجم بالماء المنزوع الشوارد حتى خط العيار .

كما حُضِّرَ محلول شاهد Blank بأخذ 4 مل من حمض النتريك المركز وإكمال الحجم بالماء منزوع الشوارد حتى 100 مل.

الجدول (4) الحجوم المطلوبة من المحلول الأم لكل معدن لتحضير السلسلة العيارية

الحجوم المأخوذة من المحلول العياري لكل معدن ذي التركيز 1مغ/ل لتحضير السلسلة العيارية (مل)				المعادن المدرستة
الرابع	الثالث	الثاني	الأول	
0.04	0.02	0.01	0.005	الكادميوم
0.5	0.2	0.1	0.05	الرصاص
0.3	0.2	0.1	0.05	النيكل
0.3	0.2	0.1	0.05	النحاس
0.15	0.1	0.05	0.02	الزنك
0.4	0.3	0.2	0.1	الكوربالت
0.4	0.3	0.2	0.1	الكروم

بالتالي تم الحصول على التراكيز المذكورة في الجدول (5) للسلسلة العيارية للمعادن المدرستة، وذلك اعتماداً على قانون مور:

$$C1.V1 = C2.V2$$

حيث $C1$ هو التركيز قبل التمديد، $V1$ هو حجم المحلول قبل التمديد (الحجم المطلوب أخذة من المحلول الأصلي).

$C2$ هو التركيز بعد التمديد ، $V2$ هو حجم المحلول بعد التمديد.

الجدول (5) تراكيز المحاليل العيارية لكل معدن من المعادن المدروسة

تراكيز المحاليل العيارية مقدرة مكعب/ل				المعادن المدروسة
الرابع	الثالث	الثاني	الأول	
0.4	0.2	0.1	0.05	الكامديوم
5	2	1	0.5	الرصاص
3	2	1	0.5	النيكل
3	2	1	0.5	النحاس
1.5	1	0.5	0.2	الزنك
4	3	2	1	الكوبالت
4	3	2	1	الكرום

3-3 طريقة العمل

بعد أن تم تشغيل الجهاز ومعايير المصباح المبهطي الأجوف (لكل معدن مصباح موافق له) وذلك بأخذ أعلى امتصاص له عن طريق معايرة اللولب الأوتوماتيكية الموجودة في الجهاز، مررت عينات محلول الشاهد والمحاليل العيارية المحضررة سابقاً على جهاز الامتصاص الذي الغرافتي بواسطة الحاقن الآلي الذي يحتاج إلى 20 مل من محلول، وتم الحصول على نتائج قياسات الامتصاص للمحاليل العيارية كما في الجداول التالية:

الجدول (6) قيم الامتصاص لمحاليل السلسلة العيارية للكامديوم

الامتصاص	التركيز (مكعب/ل)	رقم العياري
0.0148	0.05	1
0.0318	0.1	2
0.0620	0.2	3
0.1118	0.4	4

الجدول (7) قيم الامتصاص لمحاليل السلسلة العيارية للرصاص

الامتصاص	التركيز (مكغ/ل)	رقم العياري
0.0351	0. 5	1
0.0523	1	2
0.0920	2	3
0.265	5	4

الجدول (8) قيم الامتصاص لمحاليل السلسلة العيارية للنيكل

الامتصاص	التركيز (مكغ/ل)	رقم العياري
0.0361	0. 5	1
0.0644	1	2
0.1681	2	3
0.2461	3	4

الجدول (9) قيم الامتصاص لمحاليل السلسلة العيارية للنحاس

الامتصاص	التركيز (مكغ/ل)	رقم العياري
0.0724	0. 5	1
0.1504	1	2
0.3180	2	3
0.4221	3	4

الجدول (10) قيم الامتصاص لمحاليل السلسلة العيارية للزنك

الامتصاص	التركيز (مكغ/ل)	رقم العياري
0.1288	0. 2	1
0.2213	0.5	2
0.4755	1	3
0.6003	1.5	4

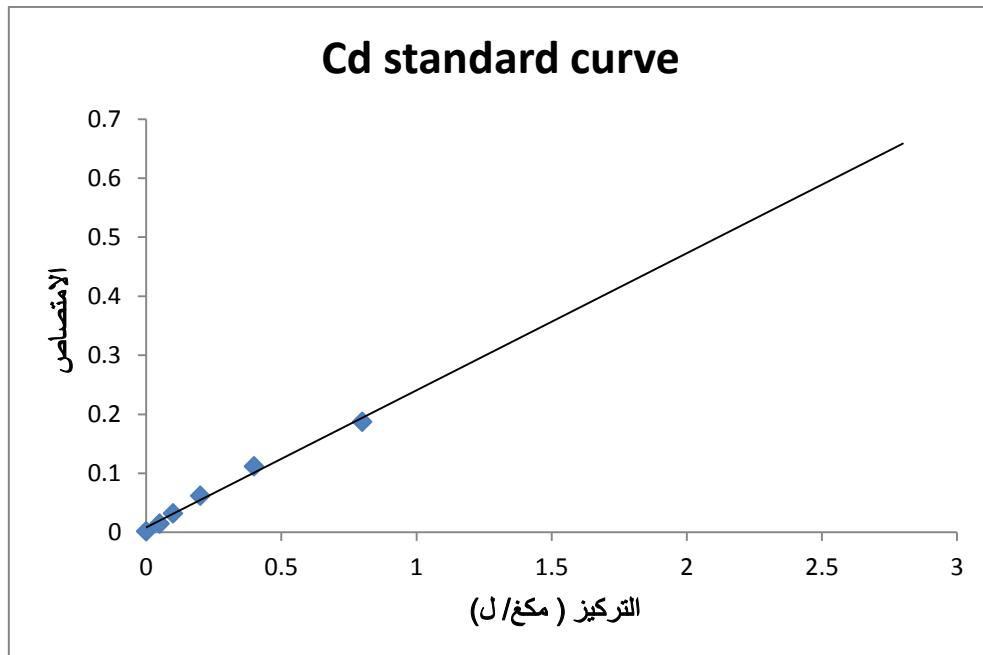
الجدول (11) قيم الامتصاص لمحاليل السلسلة العيارية للكربالت

الامتصاص	التركيز (مكغ/ل)	رقم العياري
0.1250	1	1
0.2110	2	2
0.3421	3	3
0.4322	4	4

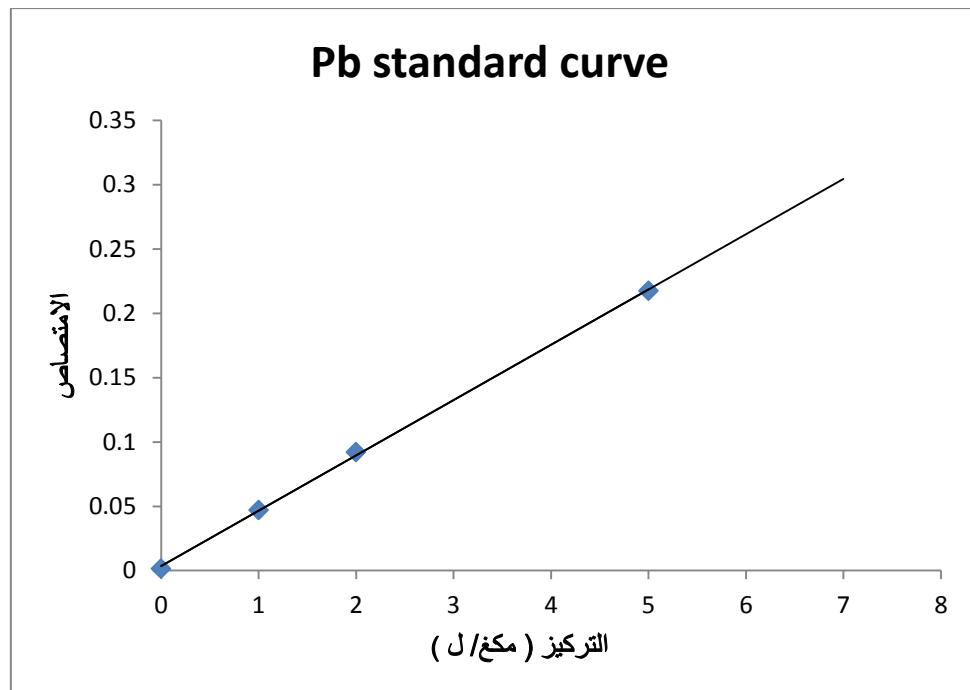
الجدول (12) قيم الامتصاص لمحاليل السلسلة العيارية للكروم

الامتصاص	التركيز (مكغ/ل)	رقم العياري
0.0592	1	1
0.1224	2	2
0.2052	3	3
0.2863	4	4

ونتج عنها الخطوط البيانية التي تبين العلاقة بين الامتصاص والتركيز لكل معدن من المعادن المدروسة كما ظهر المنحنيات البيانية التالية:

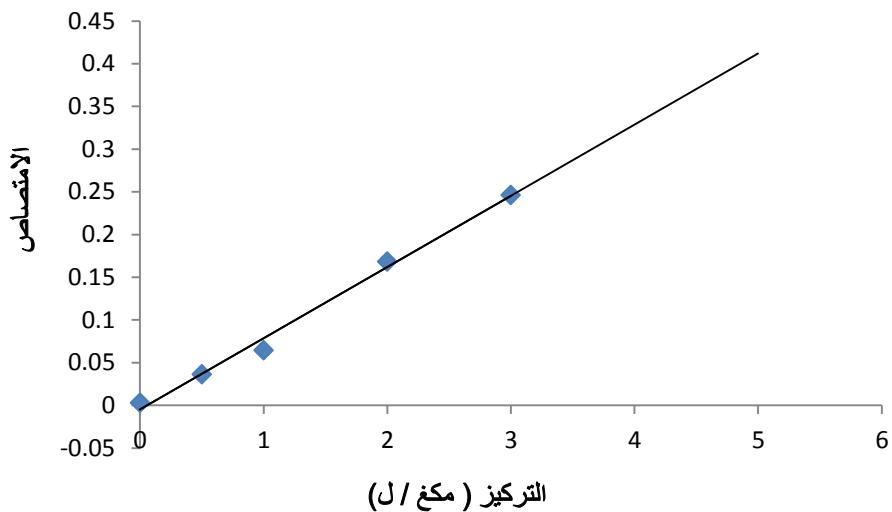


الشكل (4) السلسلة العيارية للكادميوم



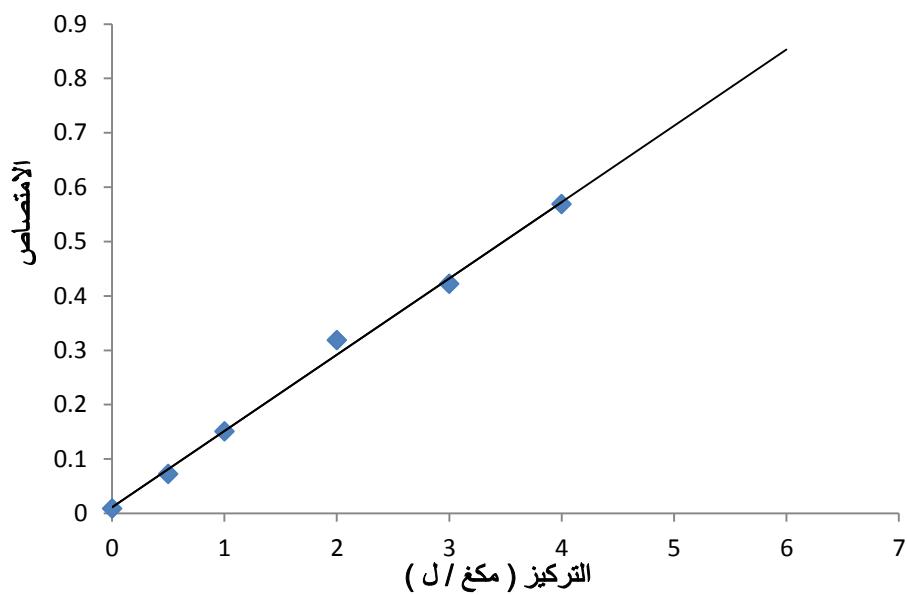
الشكل (5) السلسلة العيارية للرصاص

Ni standard curve

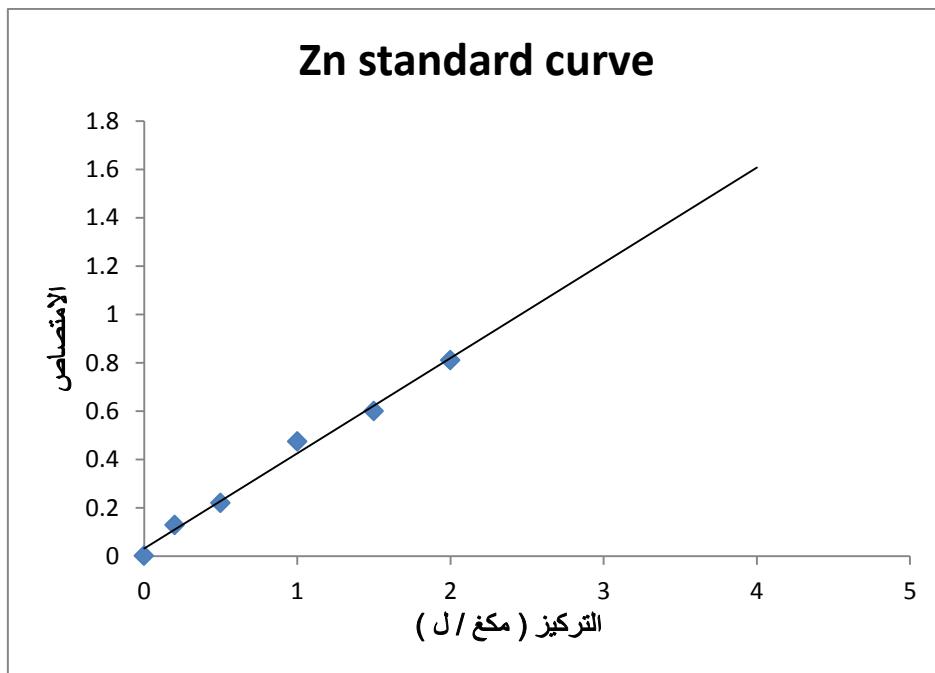


الشكل (6) السلسلة العيارية للنيكل

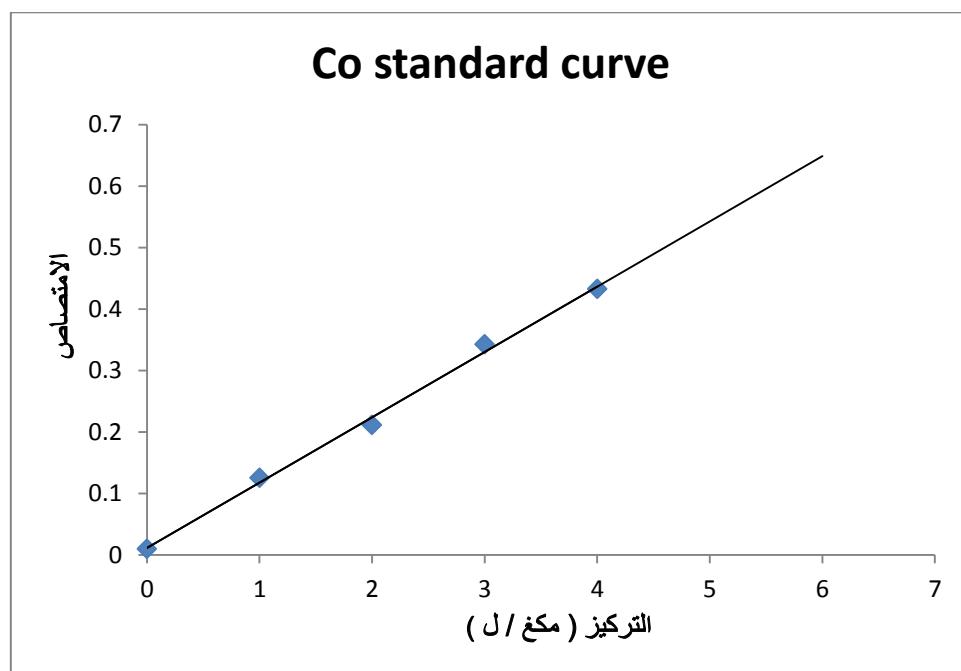
Cu standard curve



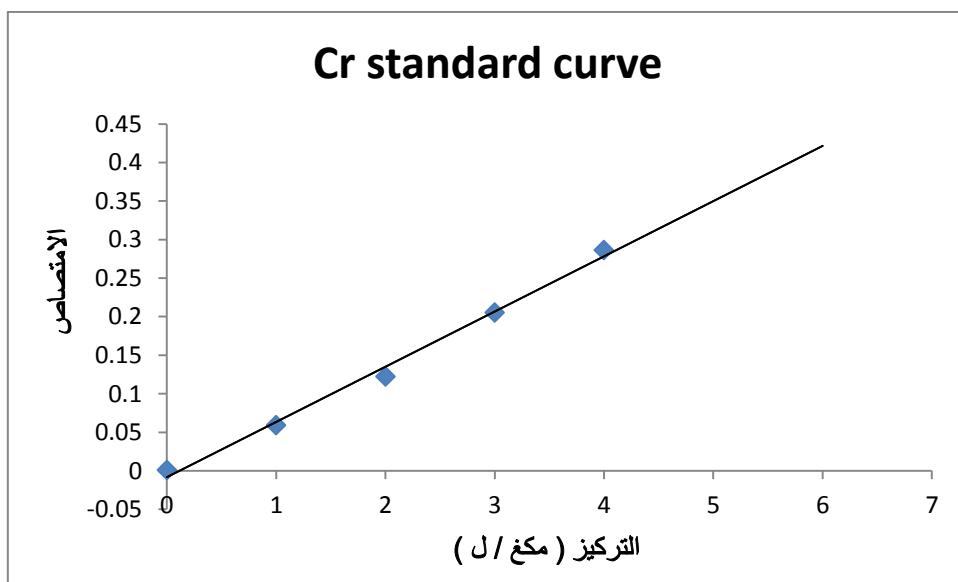
الشكل (7) السلسلة العيارية للنحاس



الشكل (8) السلسلة العيارية للزنك



الشكل (9) السلسلة العيارية للكوبالت



الشكل (10) السلسلة العيارية للكروم

ثم مُررت بعد ذلك العينات النباتية التي تم تحضيرها، وتم الحصول على قيمة تركيز كل معدن من المعادن المدروسة في العينات النباتية مقدراً مكغ / ل، حيث تم اعتماد البرامج الحرارية التالية لكل عنصر من العناصر المعدنية المقاسة:

الجدول (13) البرنامج الحراري للكادميوم

Cd Atomic Number 48					
Matrix 0.1% Nitric Acid Atomizer Pyrolytic Coated Partitioned Graphite Tube Furnace Operating Condition					
Step No.	Temperature (°C)	Time (Sec)	Gas Flow (L/Min)	Gas Type	Read command
1	85	5	3.0	Argon	No
2	95	40	3.0	Argon	No
3	120	10	3.0	Argon	No
4	250	5	3.0	Argon	No
5	250	1	3.0	Argon	No
6	250	2	0	Argon	No
7	1800	0.8	0	Argon	Yes
8	1800	2	0	Argon	Yes
9	1800	2	3.0	Argon	No
Instrument Parameters					
Lamp Current			4	mA	
Spectral Bandwidth			0.5	nm	
Wavelength			228.8 nm		

الجدول (14) البرنامج الحراري للرصاص

Pb Atomic Number 82					
Matrix 0.1% Nitric Acid Atomizer Pyrolytic Coated Partitioned Graphite Tube Furnace Operating Condition					
Step No.	Temperature (°C)	Time (Sec)	Gas Flow (L/Min)	Gas Type	Read command
1	85	5	3.0	Argon	No
2	95	40	3.0	Argon	No
3	120	10	3.0	Argon	No
4	400	5	3.0	Argon	No
5	400	1	3.0	Argon	No
6	400	2	0	Argon	No
7	2100	1	0	Argon	Yes
8	2100	2	0	Argon	Yes
9	2100	2	3.0	Argon	No
Instrument Parameters					
Lamp Current 5 mA					
Spectral Bandwidth 0.5 nm					
Wavelength 283.3 nm					

الجدول (15) البرنامج الحراري للنيكل

Ni Atomic Number 28					
Matrix 0.1% Nitric Acid Atomizer Pyrolytic Coated Partitioned Graphite Tube Furnace Operating Condition					
Step No.	Temperature (°C)	Time (Sec)	Gas Flow (L/Min)	Gas Type	Read command
1	85	5	3.0	Argon	No
2	95	40	3.0	Argon	No
3	120	10	3.0	Argon	No
4	800	5	3.0	Argon	No
5	800	1	3.0	Argon	No
6	800	2	0	Argon	No
7	2400	1.1	0	Argon	Yes
8	2400	2	0	Argon	Yes
9	2400	2	3.0	Argon	No

Instrument Parameters	
Lamp Current	4 mA
Spectral Bandwidth	0.2 nm
Wavelength	232.0 nm

الجدول (16) البرنامج الحراري للنحاس

Cu Atomic Number 29					
Matrix 0.1% Nitric Acid Atomizer Pyrolytic Coated Partitioned Graphite Tube Furnace Operating Condition					
Step No.	Temperature (°C)	Time (Sec)	Gas Flow (L/Min)	Gas Type	Read command
1	85	5	3.0	Argon	No
2	95	40	3.0	Argon	No
3	120	10	3.0	Argon	No
4	800	5	3.0	Argon	No
5	800	1	3.0	Argon	No
6	800	2	0	Argon	No
7	2300	1.1	0	Argon	Yes
8	2300	2	0	Argon	Yes
9	2300	2	3.0	Argon	No
Instrument Parameters					
Lamp Current			4	mA	
Spectral Bandwidth			0.5	nm	
Wavelength			324.8	nm	

الجدول (17) البرنامج الحراري للزنك

Zn Atomic Number 30					
Matrix 0.1% Nitric Acid Atomizer Pyrolytic Coated Partitioned Graphite Tube Furnace Operating Condition					
Step No.	Temperature (°C)	Time (Sec)	Gas Flow (L/Min)	Gas Type	Read command
1	85	5	3.0	Argon	No
2	95	40	3.0	Argon	No
3	120	10	3.0	Argon	No
4	300	5	3.0	Argon	No
5	300	1	3.0	Argon	No
6	300	2	0	Argon	No
7	1900	0.8	0	Argon	Yes
8	1900	2	0	Argon	Yes
9	1900	2	3.0	Argon	No
Instrument Parameters					
Lamp Current			5	mA	
Spectral Bandwidth			1.0	nm	
Wavelength			213.9	nm	

الجدول (18) البرنامج الحراري للكوبالت

Furnace Operating Condition					
Matrix 0.1% Nitric Acid Atomizer Pyrolytic Coated Partitioned Graphite Tube					
Step No.	Temperature (°C)	Time (Sec)	Gas Flow (L/Min)	Gas Type	Read command
1	85	5	3.0	Argon	No
2	95	40	3.0	Argon	No
3	120	10	3.0	Argon	No
4	750	5	3.0	Argon	No
5	750	1	3.0	Argon	No
6	750	2	0	Argon	No
7	2300	1.1	0	Argon	Yes
8	2300	2	0	Argon	Yes
9	2300	2	3.0	Argon	No

Instrument Parameters

Lamp Current	7	mA
Spectral Bandwidth	0.2	nm
Wavelength	242.5	nm

الجدول (19) البرنامج الحراري للكروم

Cr Atomic Number 24					
Matrix 0.1% Nitric Acid Atomizer Pyrolytic Coated Partitioned Graphite Tube Furnace Operating Condition					
Step No.	Temperature (°C)	Time (Sec)	Gas Flow (L/Min)	Gas Type	Read command
1	85	5	3.0	Argon	No
2	95	40	3.0	Argon	No
3	120	10	3.0	Argon	No
4	1000	5	3.0	Argon	No
5	1000	1	3.0	Argon	No
6	1000	2	0	Argon	No
7	2600	1.2	0	Argon	Yes
8	2600	2	0	Argon	Yes
9	2600	2	3.0	Argon	No
Instrument Parameters					
Lamp Current	7 mA				
Spectral Bandwidth	0.2R nm				
Wavelength	357.9 nm				

4-3 مصداقية الطريقة: (113,114)

تمت دراسة مصداقية الطريقة للرصاص من خلال مجموعة من المعايير وبالاعتماد على البرنامج الاحصائي SPSS كما يلي:

1-4-3 ملائمة النظام System suitability

يهدف هذا الاختبار إلى التأكيد من ملائمة النظام ككل بما فيه الأدوات والقواشف والمحاليل لعملية القياس، وقد تمَّ أخذ الانحراف المعياري النسبي لخمس قراءات لامتصاص لستة تراكيز متسلسلة محضرة ابتداءً من محلول عياري للرصاص تركيزه 1 مغ/مل كما يظهر في الجدول .(20)

الجدول (20) قيم الامتصاص المقابلة لتركيزات مختلفة من محلاليل عيارية للرصاص

الانحراف المعياري النسبي %	قيمة الامتصاص للمكرر 5	قيمة الامتصاص للمكرر 4	قيمة الامتصاص للمكرر 3	قيمة الامتصاص للمكرر 2	قيمة الامتصاص للمكرر 1	التركيز مقدراً مكغ/ل
1.383	0.04	0.04	0.039	0.04	0.039	0.5
1.495	0.051	0.051	0.049	0.05	0.05	1
0.989	0.091	0.090	0.091	0.089	0.091	2
0.577	0.15	0.15	0.151	0.151	0.149	3
0.618	0.21	0.209	0.211	0.212	0.212	4
0.316	0.263	0.265	0.264	0.264	0.265	5

إن جميع قيم الانحراف المعياري النسبي الناتجة لم تتجاوز الحد الموصى به لهذه القيمة والذي يبلغ 2% ما يدل على ملائمة النظام بما فيه جهاز الامتصاص الذري لعملية القياس.

2-4-3 الخطية Linearity

إن خطية طريقة تحليلية ما هي قابليتها لإعطاء نتائج متناسبة طرداً مع تركيز المادة المحللة في العينة ضمن المجال المعطى لها.

وقد تمت عملية القياس لامتصاص المحاليل العيارية المحضرة بالتركيز 5,4,3,2,1,0.5 مكغ/ل عند طول موجة nm 283.3 كما يظهر في الجدول (20) وجرى حساب قيمة معامل الارتباط R^2 (correlation coefficient) باستعمال برنامج SPSS للتحقق من وجود علاقة ارتباط بين التركيز والامتصاص كما يظهر في الجدول (21).

الجدول (21) علاقة الارتباط Correlation بين الامتصاص والتركيز

	Con	Abs
Con	Pearson Correlation Sig. (2-tailed) N	.995** .000 6
Abs	Pearson Correlation Sig. (2-tailed) N	1 .000 6

**. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

كانت قيمة معامل الارتباط ($R^2=0.995$) وهي قريبة من الواحد وبالتالي هناك علاقة ارتباط قوية بين قيم التركيز والامتصاص. ولتحديد نوع الارتباط نلجأ لتحديد قيمة ($F_{significanc}$) من خلال تحليل الانحدار (Regression Statistic) وتحليل التباين ANOVA ، كما يظهر في الجدول (22)

الجدول (22) تحليل التباين ANOVA

Model	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Regression	.040	1	.040	378.436	.000 ^a
1 Residual	.000	4	.000		
Total	.041	5			

a. Predictors: (Constant), concentration

b. Dependent Variable: absorpance

يُظهر تحليل التباين ANOVA أن قيمة $F_{significance}$ بلغت 0.0004، وهذه القيمة أصغر من مستوى الدلالة (0.05) وبالتالي فإن نوع الارتباط بين قيم الامتصاص والتركيز خطى.

ومن الجدول (23) يمكن استنتاج معادلة الخط المستقيم على الشكل التالي:

$$Y=0.052X+0.001$$

حيث يمثل Y قيمة الامتصاص المقابلة لقيمة التركيز X

وإن القيمة 0.001 تمثل نقطة تقاطع الخط المستقيم مع محور العينات

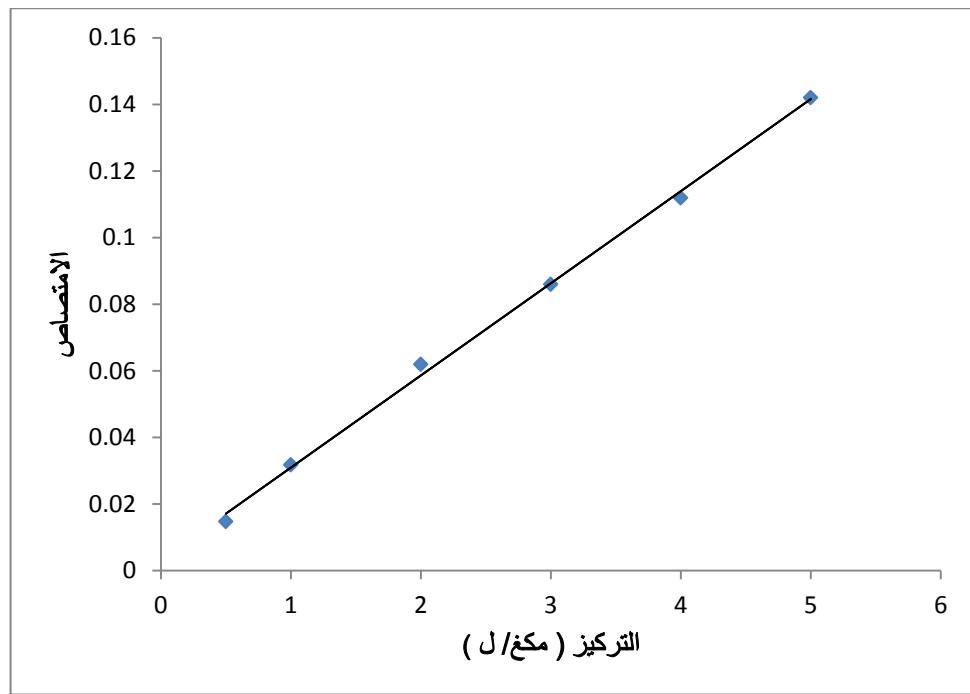
والقيمة 0.052 تمثل ميل الخط المستقيم

الجدول (23) المعاملات^a اللازمة لكتابة معادلة الخط المستقيم وفقاً لبرنامج SPSS Coefficients

Model	Unstandardized Coefficients		Beta	T	Sig.	95.0% Confidence Interval for B	
	B	Std. Error				Lower Bound	Upper Bound
1	(Con stant)	.001	.008	.117	.912	-.021	.023
	Con	.052	.003				

a. Dependent Variable: Abs

يظهر الشكل (11) الخط البياني الممثل لخطية طريقة تحديد تركيز الرصاص.



الشكل (11): العلاقة بين امتصاص وتركيز الرصاص

Precision 3-4-3

تعبر الدقة عن مدى توافق نتائج الاختبارات الإفرادية فيما بينها عند إجراء عدد من القياسات لمكررات العينة نفسها، وقد درست دقة الطريقة على مستويين من خلال دراسة التكرارية والدقة الوسطى.

1-3-4-3 التكرارية (ضمن اليوم) (Intra-day Repeatability)

تعبر التكرارية بنفس اليوم عن مدى تكرار النتائج نفسها ضمن شروط العمل نفسها (نفس المختبر ونفس محلل ونفس الأجهزة) بعد فترة زمنية قصيرة، وقد تم حساب الانحراف المعياري النسبي لخمس قياسات للعينة ذي التركيز 3 مكغ/ل للرصاص بفواصل زمنية ثابتة كل نصف ساعة، وكانت النتائج كما يظهر في الجدول (24)

الجدول (24) قيم تركيز الرصاص العملي المقابلة لقيم النظرية والانحراف المعياري النسبي

الانحراف المعياري النسبي %	التركيز العملي (مكغ/ل)	التركيز النظري (مكغ/ل)	العينة
0.4729	2.98	3	1
0.7106	2.97	3	2
0.2353	3.01	3	3
0.4698	3.02	3	4
0.6300	3.04	3	5

بلغت قيمة الانحراف المعياري النسبي 0.5% وهذا يبين أن هذه الطريقة تتمتع بتكرارية جيدة.

2-3-4-3 الدقة الوسطى (من يوم لآخر) (inter-day)

تعني مدى اختلاف النتائج لدى تطبيق الطريقة نفسها ضمن المختبر نفسه لكن عند اختلاف أحد شروط التحليل (أيام مختلفة أو محللين مختلفين أو أجهزة مختلفة)، وقد تم قياس تركيز محلولين عياريين على ثلاثة أيام متتالية كما يظهر في الجدول (25)

الجدول (25) مقاييس المكررات لتحديد الدقة الوسطى

الانحراف المعياري النسبي (%)	التركيز العملي (مكغ/ل)	التركيز النظري (مكغ/ل)	اليوم	العينة
0.9994	3.59	3	1 st	1
0.7292	3.37	3	2 nd	
0.4732	3.48	3	3 rd	
0.7339				
0.7264	4.20	4	1 st	2
1.2735	4.34	4	2 nd	
1.1735	4.50	4	3 rd	
1.0573				

للحظ بأن قيم الانحراف المعياري النسبي والتي بلغت 0.7339 % للتركيز الأول و 1.0573 % للتركيز الثاني لم تتجاوز القيمة الموصى بعدم تجاوزها والتي بلغت 2 % وهذا ما يظهر دقة هذه الطريقة ويبين أن اختلاف اليوم لم يؤد إلى اختلاف في النتائج.

4-4-3 حدود الكشف وحد التكميم

1-4-4-3 حدود الكشف limit of detection

هو أقل تركيز من المادة المُحللة يمكن كشفه.

تم تحديد حد الكشف انطلاقاً من الخط البياني الممثل للتغيرات الامتصاص بتغيير التركيز وذلك انطلاقاً من العلاقة:

$$LOD=3.3 Sd(b)/a$$

حيث $Sd(b)$: هي الانحراف المعياري لنقطة تقاطع الخط المستقيم مع محور العينات وقيمتها هنا 0.008

a : هي ميل الخط المستقيم وقيمتها هنا 0.052

حيث تم الحصول على قيمة هذه الثوابت من الجدول (23)

ومنه نجد أن حد الكشف يساوي 0.507 مكغ/ل .

2-4-4-3 حد التكميم limit of quantification

هو أقل تركيز من المادة المُحللة يمكن تحديده كمياً بتكرارية ذات مستوى مقبول من الدقة precision والصحة trueness .

تم حسابه من العلاقة التالية:

$$LOQ=10 Sd(b)/a$$

ومنه نجد أن الحد الكمي يساوي 1.538 مكغ/ل

5-4-3 المضبوطية Accuracy

تعرف المضبوطية بأنها انسجام نتائج الاختبار مع القيم الحقيقة.

يتم التأكيد من المضبوطية من خلال تحديد مردود الاستخلاص (Recovery) وذلك بإضافة مقدار ثابت من الرصاص لثلاث عينات نباتية تحوي تركيزات مختلفة من الرصاص كما يظهر في الجدول (26).

الجدول (26): مردود استرجاع طريقة تحديد الرصاص.

العينة القيمة الوسطية لمردود الاسترجاع %Recovery	متوسط تركيز الرصاص في العينة بعد الإضافة (ppm)	مقدار الإضافة (ppm)	متوسط تركيز الرصاص في العينة(ppm)	العينة
100.092	1.83	0.5	1.35	1
99.729	3.70	0.5	3.19	2
99.363	4.71	0.5	4.18	3
99.728	RSD=0.36%			

تراوحت قيم الاسترجاع في الدراسة بين 99.363% و 100.092% (recovery% ≤ 99.363 ≤ 100.092) وهي ضمن مجال القيم المقبولة للاسترجاع (%80 ≤ recovery ≤ %110)

مما يدل على مضبوطية جيدة للطريقة التحليلية المعتمدة في القياس.

Results 4. النتائج

تمت قراءة تركيز المعادن المحددة في عينات النباتات المدروسة التي تم تحضيرها آنفًا باستعمال مقاييس الامتصاص الذري، وكانت النتائج كالتالي:

4-1 نتائج معايرة الكادميوم

تبين نتائج القياس أن قيم تركيز الكادميوم قد تراوحت بين 0.01 ppm و 0.19 ppm في عينات النباتات المدروسة، ولقد كانت أعلى قيمة مقاسة للكادميوم في عينة لنبات الخزامي، في حين كانت أخفض قيمة للكادميوم في عينة لنبات البردقوش، كما يظهر في الجدول (27)

الجدول (27) تركيز الكادميوم في عينات النباتات المدروسة مقدر ppm

M	Z	K	D	S	N	A	Cd
0.14	0.04	0.07	0.13	0.05	0.07	0.06	البابونج
0.14	0.08	0.08	0.03	0.13	0.08	0.10	الشيح
0.19	0.15	0.06	0.06	0.08	0.03	0.06	الخزامي
0.18	0.11	0.10	0.06	0.11	0.08	0.04	الزرعور
0.03	0.11	0.08	0.06	0.04	0.09	0.06	العناع
0.04	0.08	0.06	0.05	0.09	0.07	0.08	الأقحوان
0.04	0.08	0.07	0.07	0.06	0.07	0.08	الخبازة
0.05	0.09	0.05	0.04	0.07	0.08	0.06	الريحان
0.04	0.11	0.01	0.10	0.05	0.07	0.09	البردقوش
0.02	0.06	0.05	0.05	0.04	0.08	0.09	إكليل الجبل

2-4 نتائج معايرة الرصاص

يبين الجدول أن قيم تركيز الرصاص في عينات النباتات المدروسة تراوحت بين 0.50 ppm و 6.73 ppm، وقد كانت أعلى قيمة لتركيز الرصاص في عينة لنبات الأقحوان، فيما كانت أخفض قيمة لتركيز الرصاص في عينة لنبات النعناع، كما يظهر في الجدول (28)

الجدول (28) تركيز الرصاص في عينات النباتات المدروسة مقدر ppm

M	Z	K	D	S	N	A	Pb
2.17	0.72	2.19	2.33	0.51	2.33	5.63	البابونج
2.21	0.69	4.16	1.35	2.31	1.05	1.36	الشيح
4.18	2.97	3.19	0.80	2.04	1.70	0.61	الخزامي
5.33	2.98	3.58	0.64	0.61	3.60	0.51	الزرعور
2.48	0.57	0.90	0.54	0.70	0.73	0.50	النعناع
2.26	5.25	6.73	2.22	1.30	0.73	5.25	الأقحوان
2.11	2.19	0.52	1.67	0.79	4.37	0.71	الخبازة
2.83	0.61	0.55	0.75	0.90	1.91	0.55	الريحان
2.57	0.58	2.27	0.61	0.99	2.19	1.27	البردقوش
2.36	6.58	0.91	0.56	0.59	1.41	0.77	إكليل الجبل

3-4 نتائج معايرة النikel

تراوحت نتائج قياس تركيز النikel في العينات النباتية المدروسة بحسب الجدول بين 0.03 ppm في عينة لنبات إكليل الجبل و ppm1.3 في عينة لنبات الشيح، كما يظهر في الجدول (29)

الجدول (29) تركيز النikel في عينات النباتات المدروسة مقدر ppm

M	Z	K	D	S	N	A	Ni
0.27	0.31	0.94	0.44	1.00	0.60	0.91	البابونج
0.21	0.57	0.33	1.30	0.44	0.06	1.21	الشيح
0.07	0.22	0.73	0.96	0.26	0.23	0.30	الخزامي
0.08	0.06	0.12	0.05	0.54	0.45	0.41	الزرعور
0.09	0.45	0.56	0.64	1.05	0.47	0.48	النعناع
0.06	0.05	0.07	0.60	0.15	0.13	0.09	الأقحوان
0.16	1.01	0.58	0.75	0.56	0.07	0.96	الخبيزة
0.08	0.57	0.21	0.56	0.04	0.11	0.65	الريحان
0.05	0.54	0.46	0.06	0.57	1.08	0.36	البردقوش
0.05	0.21	0.03	0.18	0.52	0.26	0.87	إكليل الجبل

4-4 نتائج معايرة النحاس

تبين نتائج القياس أن أعلى قيمة لتركيز النحاس كانت 74.36 ppm في عينة لنبات الخزامي، بينما كانت أخفض قيمة 1.01 ppm في عينة لنبات إكليل الجبل، كما يظهر في الجدول (30)

الجدول (30) تركيز النحاس في عينات النباتات المدروسة مقدر ppm

M	Z	K	D	S	N	A	Cu
4.61	16.85	7.63	3.91	70.00	9.39	12.34	البابونج
3.60	6.87	34.78	6.42	30.05	36.52	6.87	الشيح
11.35	13.99	6.87	74.36	9.69	4.41	2.75	الخزامي
6.98	3.40	6.58	4.07	6.27	4.18	15.42	الزرور
3.85	7.97	7.485	14.00	46.18	5.29	14.72	العناع
7.06	8.75	13.14	32.64	7.67	8.94	13.28	الأقحوان
6.91	8.53	8.42	5.99	8.70	12.96	5.33	الخيزة
3.72	17.73	18.23	12.42	27.07	8.96	9.72	الريحان
10.34	6.61	4.31	5.89	7.76	9.43	5.44	البردقوش
8.93	33.25	1.01	45.08	8.41	0.67	8.41	إكليل الجبل

5-4 نتائج معايرة الزنك

يبين الجدول أن قيم تركيز الزنك في عينات النباتات الطبية المدروسة قد تراوحت بين ppm 4.98 و ppm 43.87 وقد ظهرت أعلى وأخفض قيمة للزنك في عينتين لنبات إكليل الجبل، كما يظهر في الجدول (31)

الجدول (31) تركيز الزنك في عينات النباتات المدروسة مقدر ppm

M	Z	K	D	S	N	A	Zn
27.99	27.31	43.19	14.24	19.83	35.53	36.60	البابونج
30.80	19.95	28.2	23.99	26.19	33.28	31.13	الشيح
32.76	10.14	13.61	9.56	24.13	24.48	21.04	الخزامي
32.82	25.91	25.27	25.78	24.23	20.51	22.86	الزعور
32.97	27.01	13.69	16.97	8.07	8.41	15.01	العناع
26.31	21.28	28.16	26.28	11.43	11.26	12.12	الأقحوان
27.65	24.58	33.66	36.92	16.88	20.41	12.86	الخبزية
23.83	18.46	19.16	14.16	14.55	12.64	16.02	الريحان
36.10	16.88	21.98	19.93	8.55	12.71	10.87	البردقوش
25.82	8.78	5.13	4.98	13.24	11.70	43.87	إكليل الجبل

6-4 نتائج معايرة الكوبالت

تبين نتائج القياس أن قيم تركيز الكوبالت تراوحت بين 0.06 ppm و 0.81 ppm في عينات النباتات المدروسة، وقد ظهرت أعلى قيمة لتركيز الكوبالت في عينة لنبات الشيح بينما كانت أخفض قيمة في عينة لنبات الأقحوان، كما يظهر في الجدول (32)

الجدول (32) تركيز الكوبالت في عينات النباتات المدروسة مقدر ppm

M	Z	K	D	S	N	A	Co
0.53	0.25	0.13	0.10	0.09	0.49	0.11	البابونج
0.07	0.16	0.14	0.81	0.21	0.16	0.33	الشيح
0.14	0.15	0.15	0.02	0.13	0.11	0.10	الخزامي
0.11	0.12	0.11	0.21	0.70	0.13	0.21	الزرور
0.12	0.11	0.13	0.10	0.15	0.10	0.11	العناع
0.12	0.12	0.10	0.12	0.11	0.06	0.11	الأقحوان
0.19	0.13	0.12	0.13	0.15	0.11	0.07	الخبيزة
0.25	0.15	0.18	0.17	0.67	0.19	0.13	الريحان
0.10	0.24	0.10	0.11	0.13	0.13	0.15	البردقوش
0.12	0.09	0.13	0.10	0.17	0.16	0.17	إكليل الجبل

7-4 نتائج معايرة الكروم

تراوحت نتائج القياس بين 0.03 ppm في عينة لنبات البابونج و 1.47 ppm في عينة لنبات النعناع، كما يظهر في الجدول (33)

الجدول (33) تركيز الكروم في عينات النباتات المدروسة مقدر ppm

M	Z	K	D	S	N	A	Cr
0.21	0.95	0.43	0.03	0.19	0.08	0.57	البابونج
0.15	0.29	0.47	0.86	0.75	0.40	0.92	الشيح
0.13	1.03	0.36	0.11	0.25	0.15	0.31	الخزامي
0.14	0.09	0.10	0.09	1.28	0.12	0.20	الزعور
0.22	0.26	1.47	0.18	0.82	0.43	0.41	النعناع
0.08	0.19	0.21	0.11	1.44	0.22	0.31	الأحوان
0.39	0.08	1.11	0.79	0.51	0.32	0.17	الخبزة
0.22	0.13	0.55	0.38	0.24	0.91	0.55	الريحان
0.19	1.05	0.21	0.43	0.98	1.17	0.75	البردقوش
0.08	0.17	0.14	0.10	0.12	0.28	0.19	إكليل الجبل

5. المناقشة Discussion

5-1 الحدود المقبولة للمعادن في النباتات الطبية بحسب المراجع العالمية

يبين الجدول (34) الحد الأعلى المقبول لتركيز بعض المعادن الثقيلة في النباتات الطبية والذي يجب عدم تجاوزه بحسب بعض المراجع العالمية.

الجدول (34) الحدود العليا المقبولة للمعادن في النباتات الطبية بحسب المراجع العالمية مقدرة ppm

	Cd	Pb	Ni	Cu	Zn	Co	Cr
World Health Organization WHO(2007)	0.3 ⁽⁸⁾	10 ⁽⁸⁾		20 ⁽²⁾	50 ⁽²⁾		2 ⁽⁸⁾
The European Commission EC1881/2006 (2008)	1 ⁽⁵⁴⁾	3 ⁽⁵⁴⁾					
The European Pharmacopoeia Ph. Eur.(2008)	0.5 ⁽⁵⁴⁾	5 ⁽⁵⁴⁾					
The United State Pharmacopeia USP(2009)			1.5 ⁽¹¹⁵⁾			1 ⁽¹¹⁵⁾	
The United State Pharmacopeia USP(2010)	0.5 ⁽³⁰⁾	1 ⁽³⁰⁾					

2-5 مناقشة النتائج

تحصل النباتات على محتواها من المعادن الثقيلة من الوسط المحيط من التربة والمياه والهواء، وإن محتوى هذا الوسط من المعادن الثقيلة يعود إلى المحتوى المعدني الأساسي، بالإضافة إلى ما تسمم به نشاطات الإنسان من زيادة في هذا المحتوى في الوسط المحيط.

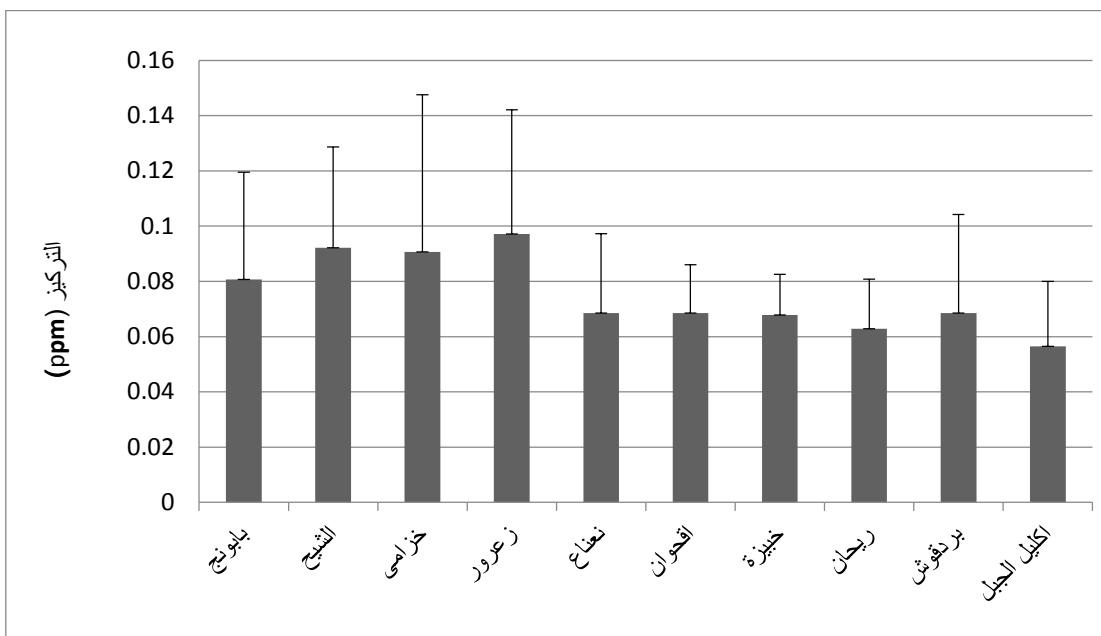
1-2-5 الكادميوم

كانت نتائج الإحصاء الوصفي للكادميوم في العينات النباتية على الشكل التالي:

الجدول (35) نتائج الإحصاء الوصفي للكادميوم في العينات النباتية المدروسة مقدرة ب ppm

الانحراف المعياري	المتوسط الحسابي	القيمة العظمى	القيمة الصغرى	Cd
0.038776	0.0807	0.14	0.04	البابونج
0.036499	0.0921	0.14	0.03	الشيح
0.056894	0.0907	0.19	0.035	الخزامي
0.044987	0.0971	0.18	0.04	الزرعور
0.028681	0.0685	0.11	0.03	العناع
0.017491	0.0685	0.09	0.04	الأقحوان
0.014679	0.0678	0.085	0.04	الخبيزة
0.017995	0.0628	0.09	0.04	الريحان
0.035674	0.0685	0.11	0.01	البردقوش
0.023579	0.0564	0.09	0.02	اكليل الجبل

و بالتمثيل البياني لمتوسط تركيز الكادميوم في عينات النباتات الطبية المدروسة وبحساب الانحراف المعياري نحصل على المخطط (1).



المخطط (1) المتوسط والانحراف المعياري لتركيز الكادميوم في النباتات الطبية المدروسة

يُلاحظ من النتائج التي تم الحصول عليها أن أعلى قيمة لمتوسط تركيز الكادميوم كانت لعينات نبات الزعور يليه الشيح > الخزامي > البابونج > البردوتش - الأقحوان - النعناع > الخبيرة > الريحان > إكليل الجبل.

كانت جميع قيم المعادن في عينات النباتات المدروسة أقل من الحدود العليا للدراسات المرجعية والتي بلغت القيمة 1 ppm ضمن المعاشرة الأوروبية EC رقم 1881 / 2006، والقيمة 0.5 ppm في دستور الأدوية الأمريكي USP (2010) وفي دستور الأدوية الأوروبية (WHO Ph. Eur.)، والقيمة 0.3 ppm بحسب منظمة الصحة العالمية . حيث بلغت أعلى قيمة وسطية 0.0971 ppm لنبات الزعور، فيما كانت أدنى قيمة وسطية 0.0564 ppm لنبات إكليل الجبل. كما لوحظ تشتت قليل للقيم التي تم الحصول عليها لكل مجموعة من مجموعات النباتات والتي تتتألف من سبع عينات، حيث تراوحت قيم الانحراف المعياري لجميع النباتات بين 0.014679 و 0.056894.

بالرغم من أن الكادميوم من المعادن غير الأساسية والتي لا يساهم وجودها بأي دور حيوي في النبات إلا أن النباتات إجمالاً قادر على تحمله، ويمكن أن يعزى تواجد الكادميوم كمصدر ملوث للبيئة إلى:

انتشار استعمال الكادميوم في صناعات متعددة كإنتاج البطاريات والسبائك والبلاستيك وتحرره من عمليات الصهر والصقل إلى الهواء⁽³⁰⁾، بالإضافة إلى استعمال الأسمدة الفوسفاتية الحاوية على الكادميوم أو استعمال مياه الري الملوثة بالكادميوم والتي تعرض النبات لهذا المعدن بشكل مباشر أو غير مباشر⁽¹¹⁶⁾.

أما فيما يتعلق بتوارد الكادميوم في النباتات بشكل عام فنستطيع القول إن معدن الكادميوم يتمتع بحركية عالية في التربة تجعل من قبته من قبل النبات أمراً سهلاً وتكون أفتة بشكل عام عالية لأجزاء النبات العلوية⁽¹⁰⁾.

كما أن قيم الكادميوم في النبات تتأثر بنوع النبات من جهة وبزمن الحصاد من جهة أخرى فالنباتات التي تحصد بوقت متأخر تكون أغنى بالكادميوم من النباتات التي تحصد بوقت مبكر⁽⁵⁴⁾.

كما لابد من الإشارة إلى أن وجود المعدن في محاط النبات هو شرط لازم وغير كاف لانتقاله إلى النبات؛ فهناك عوامل خارجية تهيئ لانتقال المعدن للنبات أو تقلل من انتقاله إليه، ويمكن لهذه العوامل أن تعطي تفسير لتلوث أو عدم تلوث العينات النباتية حتى التابعة لنفس النبات فمثلاً: يقل انتقال الكادميوم إلى النبات عند نمو هذا النبات في تربة قلوية وعند توارد المicrobates القادرة على تحمل الكادميوم مثل العنقودية الذهبية *Staph. aureus* في التربة؛ إذ أنها تعمل على امتصاصه^(13,14).

كذلك فإن وجود الرصاص والزناس في التربة يقلل من انتقال الكادميوم إلى النبات؛ بسبب حدوث تناقص بين هذه الشوارد على الانتقال إلى النبات،⁽¹¹⁾ وهذا ما تبين من خلال الدراسة؛ فالعينة التي احتوت أعلى تركيز من الرصاص ppm 6.58 وهي العينة Z من إكليل الجبل والتي كان تركيز النحاس فيها عالي أيضاً حيث بلغ ppm 45.08 كان تركيز الكادميوم فيها منخفض 0.06 ppm ، كذلك بالنسبة للعينة التي احتوت على أعلى تركيز من النحاس ppm 74.36 وهي العينة D من الخزامي كان تركيز الكادميوم فيها منخفض أيضاً 0.06 ppm.

إضافة لذلك فإن غنى التربة بالزنك يقلل من توافر الكادميوم في النبات لأن الزنك يثبط قبط الكادميوم بالإضافة إلى تثبيط حركيته من الجذر باتجاه الأعلى⁽¹¹⁾. وهذا ما قد يفسر ما تم ملاحظته في النتائج التي تم عرضها مسبقاً؛ إذ أن العينات النباتية التي احتوت قيم مرتفعة من الزنك 43.87 ppm و 43.19 ppm وهي العينة K من البابونج والعينة A من إكليل الجبل على الترتيب كانت نسبة الكادميوم فيها منخفضة 0.07 ppm و 0.09 ppm على الترتيب.

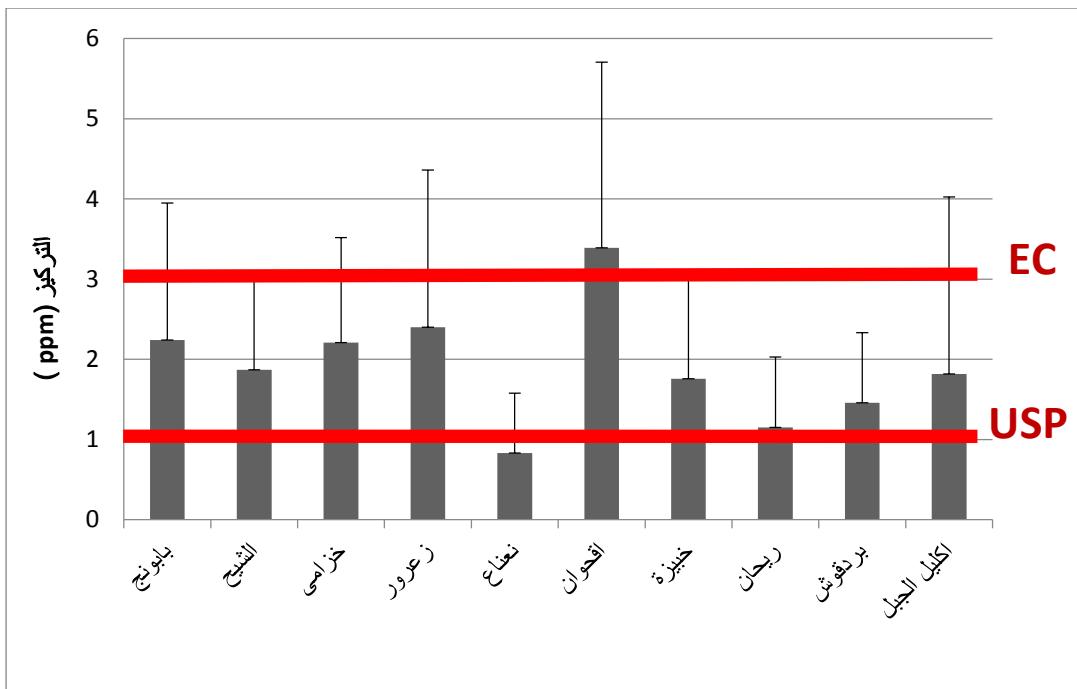
2-5 الرصاص

كانت نتائج الإحصاء الوصفي للرصاص في العينات النباتية على الشكل التالي:

الجدول (36) نتائج الإحصاء الوصفي للرصاص في العينات النباتية المدروسة مقدرة ب ppm

الانحراف المعياري	المتوسط الحسابي	القيمة العظمى	القيمة الصغرى	Pb
1.67	2.26	5.63	0.51	البابونج
1.165	1.87	4.16	0.69	الشيح
1.307	2.21	4.18	0.61	الخزامى
1.897	2.46	5.33	0.51	الزعور
0.702	0.92	2.48	0.50	العناع
2.315	3.39	6.73	0.73	الأقحوان
1.335	1.76	4.37	0.52	الخبازة
0.878	1.15	2.83	0.55	الريحان
0.833	1.49	2.57	0.58	البردقوش
2.164	1.88	6.58	0.56	إكليل الجبل

وبالتمثليل البياني لمتوسط تركيز الرصاص في عينات النباتات الطيبة المدروسة وبحساب الانحراف المعياري نحصل على المخطط (2).



المخطط (2) المتوسط والانحراف المعياري لتركيز الرصاص في النباتات الطبية المدروسة

يُلاحظ أن أعلى قيمة لمتوسط تركيز الرصاص كانت لعينات نبات الأقوان > الزعور > البابونج > الخزامي > الشيح > إكليل الجبل > الخبزة > البردقوش > الريحان > النعناع.

بمقارنة النتائج التي تم الحصول عليها مع قيمة الحد الأعلى التي حددتها المراجع العالمية وجد ما يلي:

بالنسبة **USP(2010)** الذي ذكر حداً أعلى للرصاص في النباتات الطبية بقيمة لا تتجاوز 1 ppm فقد تجاوزت هذا الحد حوالي أربعين عينة من أصل سبعين عينة من عينات النباتات المدروسة وهو ما يشكل نسبة قدرها 57%， وكانت عينات الشيح والأقوان هي الأكثر تلوثاً بوجود ست عينات من أصل سبعة متتجاوزة للحد المقبول يليها البابونج والخزامي ثم الزعور والخبزة والبردقوش. بينما كانت ثلاثة عينات من إكليل الجبل متتجاوزة للحد المقبول واثنتان من الريحان وواحدة من النعناع.

أما بحسب **EC** والتي حددت القيمة العظمى المقبولة لتركيز الرصاص في النباتات الطبية بقيمة قدرها 3 ppm ، فقد تجاوزت هذا الحد حوالي اثنتا عشرة عينة من أصل سبعين عينة وهو ما يشكل نسبة قدرها 15.7%. وقد كانت عينات نبات الزعور والأقوان هي الأكثر تلوث بالرصاص باحتوائهما ثلاثة عينات متتجاوزة للحد الأعلى المقبول، فيما كانت عينتان من الخزامي وعينة واحدة من البابونج والشيح والخبزة وإكليل الجبل ملوثة بمعدن الرصاص، أما عن البردقوش والريحان والنعناع فلم تتجاوز في أي من عيناتها الحد الأعلى المقبول بهذا المرجع.

فيما جاء في **Ph.Eur.** والذي بلغ الحد الأعلى المقبول للرصاص فيه 5 ppm فقد تجاوزت ست عينات من أصل سبعين عينة وهو ما يشكل نسبة قدرها 8.57% الحد الأعلى المدرج

فيه. وكانت ثلاثة عينات من نبات الأقحوان وعينة واحدة في كل من البابونج والزعور وإكليل الجبل متجاوزة للحد المقبول.

أما فيما يتعلق WHO والتي وضعت حداً بعيداً عن الحد الأعلى المقبول في كل من EC وUSP Ph.Eur بلغ 10 ppm فقد بقي تركيز الرصاص في جميع عينات النباتات الطبية المدروسة دون الحد الأعلى المقبول فيها.

إنَّ مركبات الرصاص يمكنها أن تنتقل إلى النبات من الغلاف الجوي والتربة والمياه^(10,117)، وبالتالي فإن ارتفاع نسبة الرصاص في النباتات الطبية يمكن أن يعزى إلى تعرُّضها إلى واحد أو أكثر من الأسباب التالية:

- ✓ نمو النباتات في تربة ترتفع فيها تركيز الرصاص بشكل طبيعي نتيجة لوجود المناجم فيها مثلاً، أو ملوثة بالرصاص نتيجة للنشاطات التي يقوم بها الإنسان من عمليات الصهر والتعدين، أو نتيجة لوجود مركبات النفايات بالقرب منها.
- ✓ رى النباتات بمياه المجاري (التي ترتفع فيها نسبة الرصاص والكادميوم⁽²⁴⁾)، أو استعمال مياه رى ملوثة بالرصاص.
- ✓ نمو النباتات بجوار الطرق العامة؛ حيث ترتفع نسبة الرصاص هناك في الغلاف الجوي والتربة نظراً لوجود آثار من مركبات الرصاص التي كانت تصاف قديماً إلى وقد السيارات (الغازولين)، علماً أنَّ مستويات الرصاص في التربة والنباتات المحاذية لطرق المواصلات مرتبطة بصورة مباشرة بكثافة السير في الطرق⁽¹⁷⁾، وهذا ما توصلت إليه دراسة أجريتنا في كلية الصيدلة الأولى بعنوان دراسة تواجد الرصاص في بعض النباتات في أماكن مختلفة من مدينة دمشق كمؤشر للتلوث البيئي، والثانية بعنوان دراسة وجود الرصاص في التربة في أماكن مختلفة من محافظتي دمشق وريف دمشق كأحد مؤشرات التلوث البيئي.
- ✓ تعرُّض النبات للرصاص من الغلاف الجوي من جراء انبعاثات صهر المعادن ومداخن المصانع أو نتيجة للإطلاق الذاتي للرصاص من مياه المجاري المقدمة عند وجود النبات على مقربة من هذه الأماكن.
- ✓ فرط استعمال مبيدات الهوام التي تدخل مركبات الرصاص في تركيبها مثل زرنيخات الرصاص في رش النباتات، أو انتقال المبيدات إليها عند رش نباتات على مقربة منها، إضافة إلى استعمال الأسمدة الفوسفاتية الملوثة بالرصاص.

على الرغم من أن تركيز الرصاص يعتمد على نوع النبات ووقت الحصاد⁽¹⁰⁾ فمن الملاحظ أن العينات النباتية التي احتوت تراكيز مرتفعة من الرصاص لم تكن مرتبطة بنوع معين من النباتات ولم تقتصر على مصدر دون آخر، ما يمكن أن يوجه إلى انتشار مصادر انبعاث الرصاص من وقود السيارات ومياه المجاري والمبيدات والأسمدة الملوثة بالرصاص.

في حين يُستبعد أن يكون مصدر التلوث هو الصهر أو التعدين أو وجود هذه النباتات بالقرب من المناجم نظراً لطبيعة منطقتنا وطبيعة صناعاتنا المنتشرة بالمنطقة.

إضافة إلى ذلك فإن وجود النبات في تربة حمضية، تقل فيها المкроوبات المتحملة للرصاص مثل *Ralstonia sp.* تزيد من احتمالية انتقال الرصاص من التربة إلى النبات في حال وجوده فيها⁽¹⁴⁾.

أما بالنسبة للنباتات فوجود الرصاص بتركيز عالٍ في نبات الشيح يمكن أن يفسر بأن هذا النبات يراكم المعادن الثقيلة بشكل كبير ضمن كتلته البيولوجية وله قابلية كبيرة على التلاويم معها، فيما يتتوافق مع الدراسة التي أجرتها Atilla et al. في عام 2006⁽¹¹⁸⁾.

فيما يُعلل ارتفاع تركيز الرصاص في أزهار الأقحوان إلى وجوده بتربة ملوثة بالرصاص حسراً إذ لا يمكن لهذا النبات أن يتمتص المعادن إلا عن طريق الجذور. ولقد أشار Meos وزملائه⁽¹¹⁹⁾ في الدراسة التي أجريت في عام 2011 لمعرفة محتوى أزهار وأوراق الأقحوان من الرصاص إلى عدم وجود علاقة بين تركيز الرصاص في الأقحوان والبعد عن الطرق السريعة في حين كانت العلاقة إيجابية بين تركيز الرصاص في النبات والكمية المترسبة منه في التربة

إضافة إلى ذلك فإن المكان المفضل لتراكم المعادن الثقيلة في الخزامي هو الأزهار، فيما تتشكل الجذور المكان الأكثر ملائمة لتراكم المعادن في نبات الريحان وهذا ما يمكن أن يفسر انخفاض تركيز الرصاص في أوراق الريحان. وهذا ما تدعمه الدراسة التي أجرتها Angelova et al. في بلغاريا لمعرفة مكان تراكم Zn، Pb، Cd، في الريحان والخزامي⁽¹²⁰⁾، في حين أشار شيزولا وزملائه Chizzola et al. في عام 2003 إلى تعرض عينات الريحان في دراسته إلى تلوث بالرصاص بحسب USP⁽³³⁾.

أما الجزء المفضل لتراكم المعادن في النعناع هو الجذر وليس الأوراق التي هي موضع الدراسة التي أجريت ما يجعل نسبة التلوث بها قليلة كما أشار زلجازكوف وزملائه⁽¹²¹⁾. Zheljazkov et al. في الدراسة التي أجريت عام 1996 على النعناع

وتشكل أوراق إكليل الجبل بعد الأزهار مكان تراكم المعادن في النبات بحسب ما أشار إليه Rjoob وزملائه El- في دراسته التي أجرتها على هذا النبات عام 2008⁽³²⁾.

وبالنظر إلى طبيعة الورقة الجليدية التي يتمتع بها نبات الزعور والتي تساهم في قبط الغبار الذي لمعدن الرصاص؛ يمكننا أن نعزي تلوث الزعور بالرصاص إلى نموه في بيئه ملوثة التربة أو الهواء. إذ توصل Little في دراسته على العلاقة بين التلوث بالمعادن الثقيلة وسطوح الأوراق إلى وجود علاقة بين بنية الورقة والامتصاص الورقي وتراكم المعادن في النبات⁽¹²²⁾.

كما ويستطيع البابونج أن يراكم الرصاص خاصة في الجذر كما أشار Kováčik وزملائه⁽¹²³⁾. Kováčik et al. في الدراسة التي أجريت في عام 2008.

كما يراكم نباتي الخبز والبردقوش الرصاص كما يظهر في الدراسة.

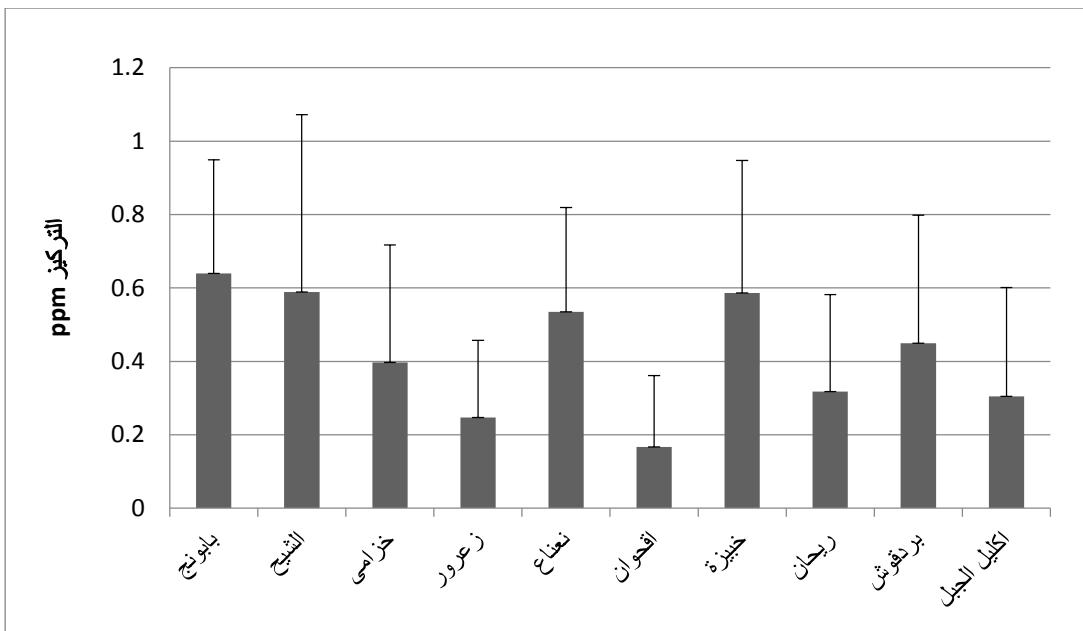
5-2-3 النikel

كانت نتائج الإحصاء الوصفي للنيكل في العينات النباتية على الشكل التالي:

الجدول (37) نتائج الإحصاء الوصفي للنيكل في العينات النباتية المدروسة مقدرة ب ppm

الانحراف المعياري	المتوسط الحسابي	القيمة العظمى	القيمة الصغرى	Ni
0.309429	0.6396	1	0.2774	البابونج
0.483369	0.5890	1.3	0.06	الشيج
0.320664	0.3968	0.96	0.0781	الخزامى
0.210381	0.2467	0.54	0.0501	الزرعور
0.284272	0.5350	1.05	0.0951	النعناع
0.194885	0.1664	0.6	0.0511	الأفهوان
0.360948	0.5862	1.01	0.0791	الخبازة
0.264534	0.3175	0.65	0.04	الريحان
0.349072	0.4489	1.08	0.0571	البردقوش
0.296574	0.3048	0.87	0.0319	اكليل الجبل

وبالتمثليل البياني لمتوسط تركيز النikel في عينات النباتات الطبية المدروسة وبحساب الانحراف المعياري نحصل على المخطط (3).



المخطط (3) المتوسط والانحراف المعياري لتركيز النيكل في النباتات الطبية المدروسة

يُلاحظ من النتائج التي تم الحصول عليها أن متوسط تركيز النيكل في عينات النباتات الطبية كان وفقاً للترتيب التالي: البابونج > الشيح > الخبزية > النعناع > البردقوش > الخزامي > الريحان > إكليل الجبل > الزعور > الأقحوان.

كانت جميع القيم لعينات النباتات المدروسة أقل من الحد الأعلى الذي حدده USP(2009) ppm 0.6396 والذي يصل إلى 1.5 ppm . حيث كانت أعلى قيمة لمتوسط تركيز النيكل لعينات نبات البابونج، فيما كانت أدنى قيمة وسطية ppm 0.1664 لعينات نبات الأقحوان.

كما لوحظ تشتت صغير في القيم التي تم الحصول عليها، حيث تراوحت قيم الانحراف المعياري بين 0.194 و 0.483 . يمكن أن يُعزى الاختلاف في تركيز النيكل من نبات لآخر إلى التركيب المعدني للترابة والمياه ولنوع النبات من جهة ولشروط المحيطة بالنبات من جهة أخرى فالتربة الحمضية تساهم بانتقال النيكل إلى النبات خاصة أن هذا المعدن يتمتع بحركة عالية في التربة⁽¹¹⁾ ، أما وجود مicrobats متحملة للنيكل في التربة مثل Ralstonia sp. تؤدي إلى تقليل كمية النيكل الواقلة للنبات⁽¹⁴⁾ .

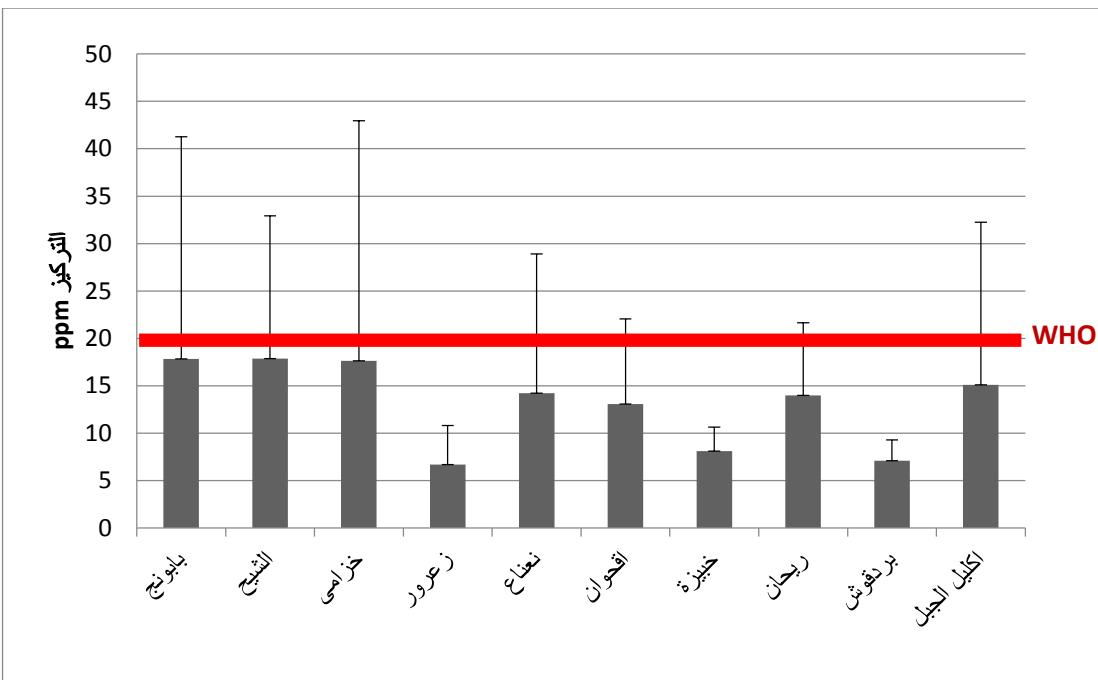
4-2-5 النحاس

كانت نتائج الإحصاء الوصفي للنحاس في العينات النباتية على الشكل التالي:

الجدول (38) نتائج الإحصاء الوصفي للنحاس في العينات النباتية المدروسة مقدرة ب ppm

الانحراف المعياري	المتوسط الحسابي	القيمة العظمى	القيمة الصغرى	Cu
23.43976	17.8201	70.001	3.91	البابونج
15.04838	17.875	36.52	3.605	الشيح
25.31884	17.6342	74.365	2.755	الخزامي
4.09332	6.70357	15.425	3.4	الزرعور
14.68157	14.2157	46.18	3.85	العناع
8.982689	13.0727	32.645	7.065	الأقحوان
2.509888	8.12142	12.96	5.33	الخبزية
7.685698	13.9792	27.07	3.725	الريحان
2.182971	7.1142	10.345	4.315	البردقوش
17.13974	15.1128	45.085	0.675	إكليل الجبل

وبالتمثليل البياني للمتوسط تركيز النحاس في عينات النباتات الطبية المدروسة وبحساب الانحراف المعياري نحصل على المخطط (4)



المخطط (4) المتوسط والانحراف المعياري لتركيز النحاس في النباتات الطبية المدروسة

كان متوسط تركيز النحاس لعينات النباتات الطبية على الترتيب التالي: الشيح > البابونج > الخزامي > إكليل الجبل > النعناع > الريحان > الأقحوان > الخبيزة > البردقوش > الزعور.

بمقارنة النتائج التي تم الحصول عليها مع قيمة الحد الأعلى المذكورة من قبل WHO والتي تبلغ 20 ppm ، يلاحظ أن عشر عينات من أصل سبعين عينة تمت دراستها والتي تشكل نسبة قدرها 14.28 % كانت قيم النحاس فيها أعلى من القيمة المسموح بها. وقد كانت أعلى قيمة لمتوسط تركيز النحاس 17.875 ppm لنبات الشيح، وأدنى قيمة وسطية 6.7035 ppm لنبات الزعور مع وجود تشتت كبير في القيم تراوح بين 2.1829 و 25.3188 .

حيث يبين الجدول أن عينات الشيح هي الأكثر تلوثاً بالنحاس بوجود ثلاثة عينات من أصل سبع بقيم متتجاوزة للحد المقبول، تلاها إكليل الجبل باحتوائه عينتين، في حين احتوت عينات البابونج والخزامي والنعناع والأقحوان والريحان عينة واحدة لكل منها متتجاوزة للحد المقبول. ولم تظهر بأي من عينات الزعور والخبيزة والبردقوش قيم للنحاس متتجاوزة للحد المقبول.

أما تعليل وجود النحاس بكميات متتجاوزة للحد المقبول في WHO فيمكن أن يعزى بشكل عام إلى:

- ✓ انتقال النحاس من التربة أو المياه أو الغلاف الجوي الملوث به نتيجة للنشاطات الصناعية التي يقوم بها الإنسان من عمليات الصهر والسبك والاحتراق إلى هذه النباتات.
- ✓ فرط استعمال مركبات النحاس كأسمرة مثل كبريتات النحاس أو كمبيدات الفطور مثل أوكسي كلور النحاس، أو انتقالها مع جزيئات الهواء نتيجة الرش في أماكن مجاورة

للنباتات المدروسة. فقد أشارت منظمة الصحة العالمية في عام (2001) إلى أن زيادة استعمال النحاس لأغراض زراعية يؤدي إلى ارتفاع 2% من النحاس المستخدم لهذه الأغراض إلى التربة⁽¹⁵⁾.

عما بأن النحاس ينتقل إلى النبات من الغلاف الجوي والماء والتربة⁽¹²⁾. وإن زيادة تركيز النحاس في النبات يتأثر بمجموعة من العوامل تتضمن نوع النبات، مستوى ومدة التعرض، التركيب الكيميائي للتربة والمياه وما تحتويه من مicrobes يمكنها تحمل النحاس مثل E.coli^(13,14,15).

وبالإشارة إلى أن النحاس يتميز بألفته الكبيرة للجذور، وإن العينات النباتية المدروسة لم تحتوي على جذور، فإن انتقال النحاس من التربة إلى أجزاء النبات العلوية يتطلب أن تكون تراكيز النحاس عالية نسبياً في التربة، أما انتقاله عبر الغلاف الجوي وذلك مثلاً عبر تطبيق مبيدات الفطور الحاوية على مرکبات النحاس مثل أوكسي كلور النحاس أو استعمال الأسمدة الورقية الحاوية على مرکبات النحاس مثل كبريتات النحاس والتي تضاف إلى منظومات الري بالرش، فهو يساهم بشكل أكبر في توزيع النحاس على سطح النبات، ويؤدي إلى ارتفاع تركيزه في أجزاء النبات التي تنمو فوق التربة من الأزهار والأوراق والفروع النهائية^(10,76).

وإن التفاوت الواسع في قيم الانحراف المعياري للعينات المدروسة يمكن أن يشير لاختلاف الأوساط المزروعة فيها هذه النباتات واختلاف نسبة التطبيقات الزراعية للنحاس من مكان لآخر.

أما بالنسبة للنباتات فقد أشرنا سابقاً إلى قدرة الشيج الكبيرة على تخزين المعادن الثقيلة كما أشار Atilla و زملائه⁽¹¹⁸⁾ في عام 2006.

في حين أن النحاس يفضل التراكم في جذر نبات الخزامي وهذا ما يفسر انخفاض تركيزه في الأزهار إذا استبعنا احتمالية وجود هذا النبات في مكان غير ملوث بالنحاس، كما أشارت دراسة Zheljazkov et al.⁽¹²⁴⁾ التي أجريت في عام 1996.

أما الريحان فقد كان متوسط تركيز النحاس فيه دون الحد المسموح به في حين تجاوز متوسطه في دراسة Shizwola و زملائه Chizzola R et al.⁽³³⁾ التي تمت عام 2003 هذا الحد.

فيما يفضل النعناع أن يراكم المعادن بما فيها النحاس في الجذر كما أشار Zeljazkov و زملائه⁽¹²¹⁾ في دراستهم في عام 1996 في حين أشار Shizwola و زملائه Chizzola R et al.⁽³³⁾ في الدراسة التي تمت عام 2003 على نبات النعناع كاملاً على وجود تراكيز مرتفعة من النحاس فيه دون تحديد مكان تركزها في أجزاء النبات⁽³³⁾. أما مكان تراكمه في إكليل الجبل يكون في الأوراق بحسب ما أشار إليه Rjoob و زملائه El- Rjoob et al.⁽³²⁾ في دراستهم عام 2008 وهذا ما ظهر في بعض العينات التي تجاوز تركيز النحاس فيها الحد الأعلى المقبول علماً أن متوسط تركيزه بقي ضمن المجال المقبول به بالنسبة لجميع عينات النباتات الطبية المدروسة.

كما لابد من الإشارة إلى أن وجود النحاس بتركيز عالي في التربة يؤدي إلى تراجع في نمو جذر نبات البابونج، كما أشار كوفيسك وزملائه Kováčik et al في دراسته عام 2008⁽¹²³⁾، مما يوحي بإمكانية أن يكون هذا النبات قد تلوث من الغلاف الجوي.

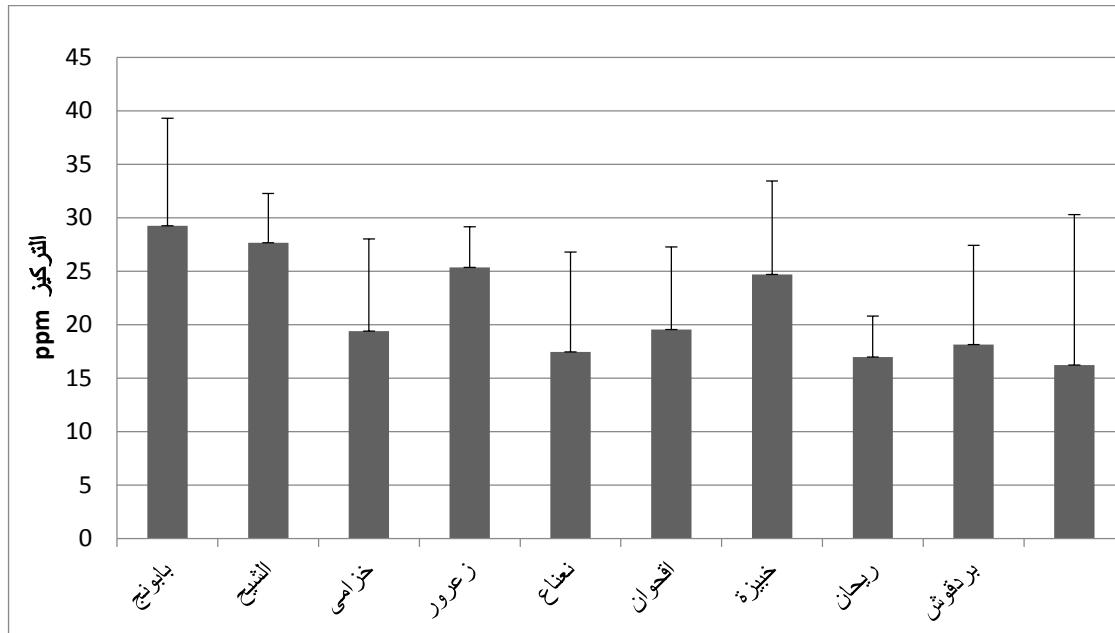
5-2-5 الزنك

كانت نتائج الإحصاء الوصفي للزنك في العينات النباتية على الشكل التالي:

الجدول (39) نتائج الإحصاء الوصفي للزنك في العينات النباتية المدروسة مقدرة ب ppm

الانحراف المعياري	المتوسط الحسابي	القيمة العظمى	القيمة الصغرى	Zn
10.05959	29.2414	43.19	14.24	البابونج
4.634217	27.6487	33.28	19.95	الشيح
8.61796	19.3894	32.766	9.56	الخزامي
3.8139	25.3408	32.826	20.51	الزرور
9.332063	17.4482	32.977	8.07	النعناع
7.724484	19.5488	28.16	11.26	الأقحوان
8.738054	24.7098	36.92	12.86	الخبيزة
3.820013	16.9750	23.835	12.64	الريحان
9.278705	18.1463	36.104	8.55	البردقوش
14.08792	16.2182	43.87	4.98	إكليل الجبل

و بالتمثيل البياني لمتوسط تركيز الزنك في عينات النباتات الطبية المدروسة وبحساب الانحراف المعياري نحصل على المخطط (5).



المخطط (5) المتوسط والانحراف المعياري لتركيز الزنك في النباتات الطبية المدروسة

يُلاحظ من النتائج التي تم الحصول عليها أن عينات البابونج سجلت أعلى متوسط لتركيز الزنك يليه الشيح فالزعرور يلي ذلك الخبيرة > الأقحوان > الخزامي > البردقوش > النعناع > الريحان > إكليل الجبل.

وقد كانت جميع قيم الزنك في عينات النباتات المدروسة أقل من الحد الأعلى الذي حدده WHO والذي بلغ 50 ppm . حيث بلغت أعلى قيمة 29.2414 ppm لنبات البابونج فيما كانت أدنى قيمة 16.2182 ppm لنبات إكليل الجبل. كما لوحظ تشتت كبير في القيم تراوح بين 3.8239 و 14.0879 .

بالنسبة للزنك الذي يشكل معدن أساسى ضروري للنبات، فإن اختلاف تركيزه من نبات لآخر يمكن رده للتركيب المعدنى للتربة والمياه ولنوع النبات من جهة ولشروط المحيطة بالنبات من جهة أخرى؛ إذ أن الزنك كما النikel كما توفر التربة الحمضية وسط ملائم لانتقاله للنبات في حين أن انتقاله يقل بوجود المicrobates المتحملة له في التربة مثل *E. coli* (11,14)

كذلك فإن الزنك من العناصر التي تتميز بألفتها العالية للأوراق بشكل عام (10) ، وكون أغلب العينات النباتية هي عبارة عن عينات ورقية فإننا نتوقع أن يكون تركيز الزنك فيها أعلى من بقية الأجزاء الأخرى وهذا ما يقلل احتمالية وجود تلوث نباتي بالزنك.

إن وجود اختلافات كبيرة في قيم تركيز الزنك في نوع النبات الواحد مثل نبات إكليل الجبل والذي احتوى العينة A تركيز الزنك فيها 43.87 ppm في حين أن تركيز الزنك في العينة D كان 4.98 ppm وفي العينة K كان 5.13 ppm لا يمكن تقسيمه بنوع النبات وإنما يسلط الضوء على العوامل الأخرى من التركيب المعدنى للتربة والمياه والشروط المحيطة

بالنبات، بالإضافة إلى إمكانية تعرض النبات بشكل مباشر أو غير مباشر إلى الأسمدة أو مبيدات الهوام الحاوية على الزنك مثل كبريتات الزنك بسبب انتشار استعماله عند المزارعين للحصول على النمو الأمثل للمحاصيل الزراعية لما للزنك من دور مهم في تشكيل اليخصوصور في أوراق النبات وفي العديد من التفاعلات الكيميائية الحيوية في النبات، دون إغفال الدور الذي يؤديه وجود الزنك كشائبة في الأسمدة الفوسفاتية في رفع قيمة الزنك في أماكن تطبيق هذه الأسمدة (76)

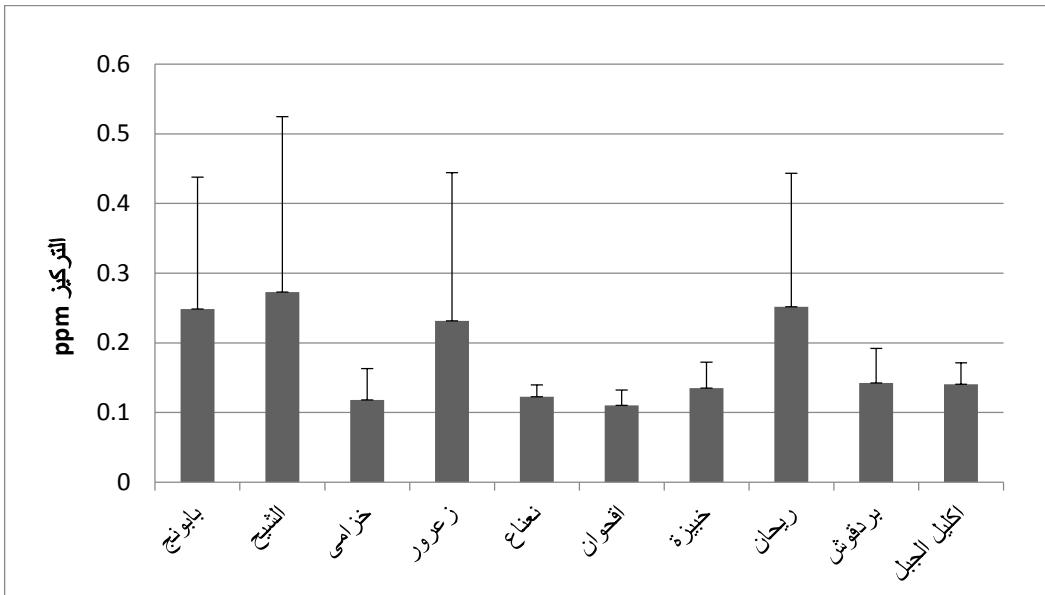
6-2-5 الكوبالت

كانت نتائج الإحصاء الوصفي للكوبالت في العينات النباتية على الشكل التالي:

الجدول (40) نتائج الإحصاء الوصفي للكوبالت في العينات النباتية المدروسة مقدرة ب ppm

الانحراف المعياري	المتوسط الحسابي	القيمة العظمى	القيمة الصغرى	Co
0.189178	0.2485	0.5306	0.098	البابونج
0.251717	0.273	0.8152	0.0772	الشيح
0.04502	0.1178	0.1551	0.02486	الخزامي
0.212827	0.2315	0.7034	0.1128	الزرعور
0.016874	0.1225	0.155	0.1039	العناع
0.022497	0.1099	0.1293	0.0619	الأقحوان
0.037226	0.1349	0.1975	0.0777	الخبيزة
0.191679	0.2518	0.6778	0.1301	الريحان
0.049716	0.1421	0.2474	0.1021	البردقوش
0.031073	0.1403	0.1758	0.099	اكليل الجبل

و بالتمثيل البياني لمتوسط تركيز الكوبالت في عينات النباتات الطبية المدروسة وبحساب الانحراف المعياري نحصل على المخطط (6).



المخطط (6) المتوسط والانحراف المعياري لتركيز الكوبالت في النباتات الطبية المدروسة

توضح النتائج التي تم الحصول عليها أن متوسط تركيز الكوبالت في عينات النباتات المدروسة كان وفقاً للترتيب التالي: الشيح > الريحان > البابونج > الزعور > البردقوش > إكليل الجبل > الخبيزة > النعناع > الخزامي > الأقحوان.

يُلاحظ أن تركيز الكوبالت في جميع العينات النباتية المدروسة كان دون القيمة العظمى التي حددها USP(2009) والتي بلغت 1 ppm . حيث كانت أعلى قيمة لمتوسط تركيز الكوبالت لنبات الشيخ 0.273 ppm ، فيما كانت أخفض قيمة وسطية 0.1099 ppm لنبات الأقحوان ، مع وجود تشتت قليل في قيم الانحراف المعياري للعينات النباتية المدروسة تراوح بين 0.022497 و 0.251717 .

يُشكل الكوبالت إحدى المعادن الضرورية للنبات ويتميز بحركته الفلليلة فيها؛ وهذا ما يحد من انتقاله إلى الأوراق والجذوع⁽¹⁰⁾ والتي تشكل معظم العينات النباتية المدروسة وبالتالي يمكن اعتبار هذا الأمر إحدى العوامل التي تفسر انخفاض تركيز الكوبالت في العينات المدروسة.

إلا أن وجود بعض القيم الشاذة لتركيز الكوبالت ضمن العينات المدروسة لنباتات محددة كما في حالة قيمة العينة D التي بلغت 0.8 ppm في نبات الشيح الذي تراوح تركيز الكوبالت في باقي عيناته بين 0.07- 0.3 ppm ، وكذلك بالنسبة للعينة S من نبات الزعور حيث بلغت قيمة تركيز الكوبالت فيها 0.7 ppm بينما تراوحت باقي قيم التركيز في عيناته ما بين 0.1- 0.2 ppm ، أيضاً العينة S من الريحان والتي بلغ تركيز الكوبالت فيها 0.6 ppm في حين تراوح التركيز في باقي العينات ما بين 0.1- 0.2 ppm ؛ من الممكن تفسيره باختلاف التركيب المعدني للترابة والمياه من مكان آخر واختلاف شروط الوسط المحيط كوجود المicrobats المتحملة للكوبالت فيه أحياناً مثل Ralstonia sp ، وبإمكانية تعرض هذه

النباتات لمركبات الكوبالت التي تستخدم لأغراض زراعية كاستعمالها في الأسمدة على شكل أكسيد الكوبالت بشكل مباشر أو غير مباشر⁽¹⁴⁾

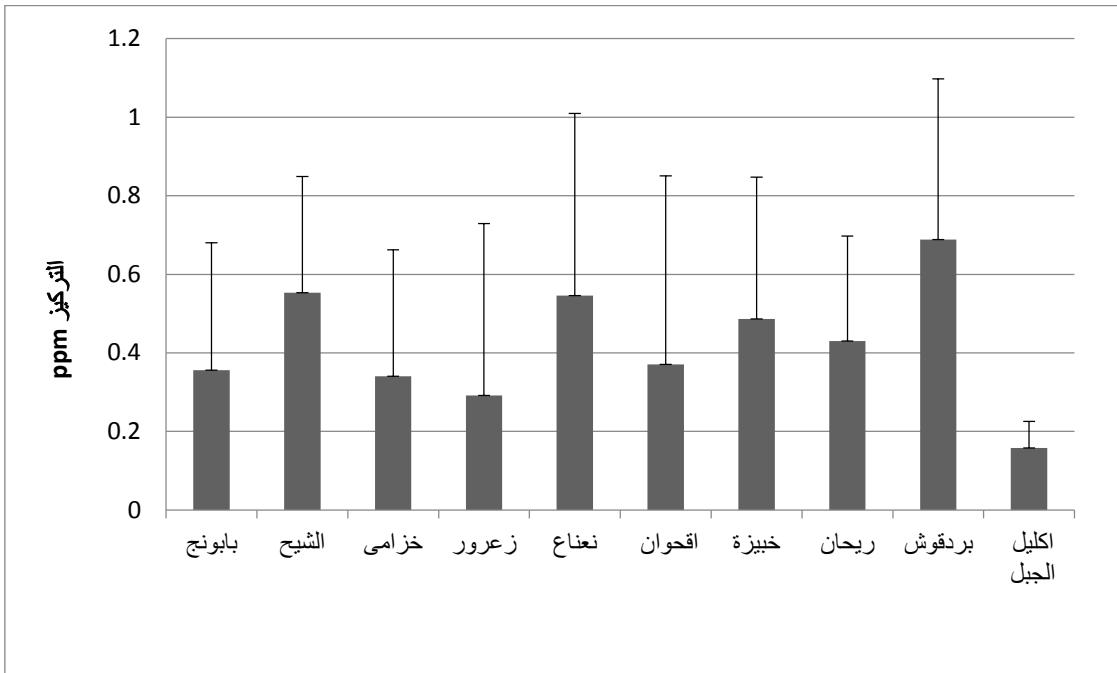
7-2-5 الكروم

كانت نتائج الإحصاء الوصفي للكروم في العينات النباتية على الشكل التالي:

الجدول (41) نتائج الإحصاء الوصفي للكروم في العينات النباتية المدروسة مقدرة ب ppm

الانحراف المعياري	المتوسط الحسابي	القيمة العظمى	القيمة الصغرى	Cr
0.32443	0.3561	0.9536	0.0363	البابونج
0.29637	0.5530	0.9218	0.1591	الشيح
0.32160	0.3405	1.0374	0.11818	الخزامي
0.43782	0.2917	1.2808	0.0919	الزرعور
0.46342	0.5459	1.4771	0.1821	العناع
0.47993	0.3706	1.4456	0.0887	الأقحوان
0.36063	0.4865	1.1142	0.0863	الخبازة
0.26793	0.4299	0.9149	0.1344	الريحان
0.40853	0.6888	1.1793	0.1915	البردقوش
0.06702	0.1581	0.281	0.0853	إكليل الجبل

و بالتمثيل البياني لمتوسط تركيز الكروم في عينات النباتات الطبية المدروسة وبحساب الانحراف المعياري نحصل على المخطط (7).



المخطط (7) المتوسط والانحراف المعياري لتركيز الكروم في النباتات الطبية المدروسة

يُلاحظ من النتائج التي تم الحصول عليها أن أعلى متوسط لتركيز الكروم كان لعينات نبات البردقوش يليه الشيح > النعناع > الخبيزة > الريحان > الأفحوان > البابونج > الخزامي > الزعور > إكليل الجبل.

كان تركيز الكروم الذي يشكل معدن ضروري للنبات في جميع العينات النباتية دون الحد الأعلى الذي سمحت WHO به والذي بلغ 2 ppm . وقد كانت أعلى قيمة وسطية لتركيز الكروم 0.6888 ppm لنبات البردقوش ، فيما كانت أدنى قيمة وسطية 0.1581 ppm لنبات إكليل الجبل، فيما لوحظ تشتت قليل في القيم تراوح بين 0.06702 و 0.4799 .

يفضل معدن الكروم التراكم في جذر النبات، ويمكن تعليل اختلاف تركيز الكروم من نبات لأخر باختلاف التركيب المعدني للترابة التي تنمو عليها هذه النباتات ونسبة في مياه الري، بالإضافة إلى احتمالية وجود المicroorganisms المتحملة لهذا المعدن مثل *Ps. Aeruginosa* في التربة⁽¹⁴⁾.

3-5 مقارنة تركيز المعادن في النباتات الطبية المدروسة مع بعض الدراسات العالمية

بمقارنة متوسط تركيز المعادن في كل من النباتات الطبية المدروسة مع ما يقابلها في بعض الدراسات العالمية نجد:

1-3-5 البابونج

بالنسبة لنبات البابونج كان تركيز الكادميوم في الدراسة المجرأة أعلى مما جاء في دراسة الوكيل Al wakeel التي تمت في السعودية وأدنى مما جاء في دراستي شيزولا وزملائه Chizzola et al التي تمت في النمسا وجاسر وزملائه Gasser et al التي تمت في ألمانيا كما يظهر في الجدول (42). أما الرصاص والنحاس فقد كان تركيزهما في الدراسة المجرأة هو الأعلى من بين الدراسات المذكورة، وكذلك الأمر بالنسبة للزنك الذي كان تركيزه في الدراسة المجرأة بالإضافة إلى دراسة شيزولا وزملائه Chizzola et al أعلى مما توصلت إليه دراسة الوكيل Al wakeel.

الجدول (42) مقارنة متوسط تركيز المعادن في البابونج مع بعض الدراسات العالمية

	Cd	Pb	Ni	Cu	Zn	Co	Cr
الدراسة المجرأة	0.08	2.24	0.63	17.82	29.24	0.24	0.35
Chizzola et al (2003) ⁽³³⁾	0.23	0.31		6.0	30.6		
Al wakeel (2008) ⁽³⁵⁾	0.017	0.128		0.282	0.641		
Gasser et al (2009) ⁽⁵⁴⁾	0.5	1.2					

2-3-5 الخزامي

نلاحظ من الجدول (43) أن قيمة تركيز الكادميوم في الخزامي كان متقارباً في الدراستين، في حين أن تركيز الرصاص كان في دراسة جاسر وجاءه Gasser et al التي تمت في ألمانيا أعلى مما توصلت إليه الدراسة المجرأة.

الجدول (43) مقارنة متوسط تركيز المعادن في الخزامي مع بعض الدراسات العالمية

	Cd	Pb	Ni	Cu	Zn	Co	Cr
الدراسة المجرأة	0.09	2.21	0.39	17.63	19.3	0.11	0.34
Gasser et al (2009) ⁽⁵⁴⁾	0.08	4.08					

3-3-5 الريحان

تُظهر النتائج في الجدول (44) أن تركيز الكادميوم في الريحان كان في الدراسة المجرأة أعلى مما ذُكر في دراسة شيزولا وزملائه Chizzola et al التي تمت في النمسا وأقل مما ذُكر في دراسة كريبيسيو وزملائه Krejpcio et al التي تمت في بولندا. أما النحاس والرصاص فقد كان تركيزهما في الدراسة المجرأة أقل مما توصلت إليه دراسة شيزولا وزملائه Chizzola et al وأعلى مما توصلت إليه دراسة كريبيسيو وزملائه Krejpcio et al ، وبالنسبة للزنك فتركيزه في دراستي شيزولا وزملائه Chizzola et al وكريبيسيو وزملائه Krejpcio et al كان أعلى مما توصلت إليه الدراسة المجرأة .

الجدول (44) مقارنة متوسط تركيز المعادن في الريحان مع بعض الدراسات العالمية

	Cd	Pb	Ni	Cu	Zn	Co	Cr
الدراسة المجرأة	0.06	1.15	0.31	13.97	16.9	0.25	0.42
Chizzola et al (2003) ⁽³³⁾	0.02	1.34		23.3	85.2		
Krejpcio et al (2007) ⁽⁸⁶⁾	0.07	0.55		9.21	20.07		

4-3-5 الأقحوان

احتوت دراسة جاسر وزملائه Gasser et al التي تمت في ألمانيا على قيمة لتركيز الكادميوم في نبات الأقحوان أعلى مما توصلت إليه الدراسة المجرأة، في حين كانت قيمته في دراسة شيزولا وزملائه Chizzola et al التي تمت في النمسا أقل مما ذُكر في الدراستين. أما الرصاص فكان تركيزه في الدراسة المجرأة أعلى مما جاء في دراستي شيزولا وزملائه Chizzola et al وجاسر وزملائه Gasser et al ، بينما أظهرت دراسة ميوس وزملائه Meos et al التي تمت في الولايات المتحدة الأمريكية قيمة للرصاص مرتفعة وأعلى مما

جاء في كل الدراسات الأخرى المذكورة، بالنسبة للنحاس والزنك فقد تجاوز تركيزهما في دراسة شيزولا وزملائه Chizzola et al التركيز الذي توصلت إليه الدراسة المجرأة كما يبين الجدول (45).

الجدول (45) مقارنة متوسط تركيز المعادن في الأقوان مع بعض الدراسات العالمية

	Cd	Pb	Ni	Cu	Zn	Co	Cr
الدراسة المجرأة	0.06	3.39	0.16	13.07	19.5	0.10	0.3
Chizzola et al (2003) ⁽³³⁾	0.03	1.1		14.6	47.6		
Gasser et al (2009) ⁽⁵⁴⁾	0.44	0.92					
Meos et al (2011) ⁽²⁵⁾		9.34					

5-3-5 الشيح

كان تركيز الكادميوم في نبات الشيح في الدراسة المجرأة أعلى مما جاء في دراسة الوكيل Al wakeel التي تمت في السعودية وأقل مما ذكر في دراسة جاسر وزملائه Gasser et al التي تمت في ألمانيا كما يظهر في الجدول (46). أما بالنسبة للرصاص والنحاس والزنك فقد كانت قيم تركيزها في الدراسة المجرأة أعلى مما ورد في باقي الدراسات.

الجدول (46) مقارنة متوسط تركيز المعادن في الشيح مع بعض الدراسات العالمية

	Cd	Pb	Ni	Cu	Zn	Co	Cr
الدراسة المجرأة	0.09	1.87	0.58	17.87	27.6	0.27	0.55
Al wakeel (2008) ⁽³⁵⁾	0.017	0.123		0.128	0.451		
Gasser et al (2009) ⁽⁵⁴⁾	0.85	0.63					

6-3-5 النعناع

نلاحظ من الجدول (47) أن قيم تراكيز الكادميوم والرصاص في نبات النعناع كانت في الدراسة المجرأة أقل مما توصلت إليه دراسة جاسر وزملائه Gasser et al التي تمت في ألمانيا.

الجدول (47) مقارنة متوسط تركيز المعادن في النعناع مع بعض الدراسات العالمية

	Cd	Pb	Ni	Cu	Zn	Co	Cr
الدراسة المجرأة	0.06	0.83	0.53	14.2	17.4	0.12	0.54
Gasser et al (2009) ⁽⁵⁴⁾	0.08	1.21					

7-3-5 الزعور

كانت قيم تراكيز الكادميوم والرصاص في نبات الزعور في دراسة جاسر وزملائه Gasser et al التي تمت في ألمانيا أعلى مما ظهر في الدراسة المجرأة كما يبين الجدول (48).

الجدول (48) مقارنة متوسط تركيز المعادن في الزعور مع بعض الدراسات العالمية

	Cd	Pb	Ni	Cu	Zn	Co	Cr
الدراسة المجرأة	0.09	2.4	0.24	6.7	25.3	0.23	0.29
Gasser et al (2009) ⁽⁵⁴⁾	0.21	4.21					

8-3-5 الخبيزة

تُظهر النتائج في الجدول (49) أن قيم تراكيز الكادميوم والزنك في دراسة شيزولا وزملائه Chizzola et al التي تمت في النمسا كانت أعلى مما جاء في الدراسة المجرأة ، بينما كانت قيم تراكيز الرصاص والنحاس في نبات الخبيزة أعلى في الدراسة المجرأة.

الجدول (49) مقارنة متوسط تركيز المعادن في الخبيزة مع بعض الدراسات العالمية

	Cd	Pb	Ni	Cu	Zn	Co	Cr
الدراسة المجرأة	0.06	1.76	0.58	8.12	24.7	0.13	0.48
Chizzola et al (2003) ⁽³³⁾	0.16	0.74		6.7	65.9		

9-3-5 اكليل الجبل

كانت قيم تراكيز الكادميوم والرصاص في الدراسة المجرأة أعلى مما توصلت إليه دراسة شيزولا وزملائه Chizzola et al التي تمت في النمسا وأقل مما ذكر في دراسة جاسر وزملائه Gasser et al التي تمت في ألمانيا كما يظهر في الجدول (50)، بينما كانت قيم تراكيز الزنك والنحاس في الدراسة المجرأة أعلى مما جاء في دراسة شيزولا وزملائه Chizzola et al.

الجدول (50) مقارنة متوسط تركيز المعادن في اكليل الجبل مع بعض الدراسات العالمية

	Cd	Pb	Ni	Cu	Zn	Co	Cr
الدراسة المجرأة	0.05	1.82	0.30	15.11	16.2	0.14	0.15
Chizzola et al (2003) ⁽³³⁾	0.00	1.45		3.1	14.2		
Gasser et al (2009) ⁽⁵⁴⁾	0.07	1.91					

أما عن تفسير ما يمكن ملاحظته من اختلاف في تركيز المعادن في النباتات بين الدراسة المجرأة والدراسات المقارنة فيمكن أن يُعزى إلى اختلاف طبيعة المنطقة المزروعة فيها النباتات الطبية المدرّوسة وما يتبعها من اختلاف في شروط الوسط المحيط من الهواء والمياه السطحية والجوفية والتربة واختلاف طبيعة الصناعات المحيطة بحقول الزراعة والتي تساهم في إحداث تفاوت في تركيز المعادن من بيئه لأخرى، بالإضافة إلى اختلاف نسبة استعمال المعادن في التطبيقات الزراعية كالأسمدة والمبيدات.

6. الاستنتاج Conclusion

تخلص الدراسة التي أجريت إلى مجموعة من النقاط أهمها:

- إن وجود معدني الرصاص والكادميوم في جميع عينات النباتات الطبية المدروسة تؤدي بانتشار هذين المعدنين السامين في البيئة سواءً أكان ذلك ناتجاً عن استعمالهما أو انتقالهما إلى الوسط المحيط.
- إن وجود الرصاص بتركيز متزايدة للحد العللي المسموح بها في النباتات الطبية بالنسبة لبعض المراجع العالمية يلقي الضوء على خطورة انتشار هذا المعدن.
- إن وجود معدن الكادميوم السام في جميع عينات النباتات الطبية المدروسة يمكن أن يوجه نحو دور النباتات الطبية في زيادة الوارد الداخلي من هذا المعدن إلى جسم الإنسان.
- إن وجود النحاس بتركيز متزايدة للحد المسموح به في WHO يثير الانتباه نحو إمكانية أن تكون النباتات الطبية مصدر تسمم بهذا المعدن.
- بينت الدراسة من خلال العينات المدروسة أنه ليس هناك من مؤشرات على خطورة تواجد كل من الزنك والنikel والكوبالت والكروم في النباتات الطبية المدروسة حيث كانت ضمن المجال المقبول به عالمياً.
- إن أعلى متوسط لتركيز كل من النikel والزنك كان في نبات البابونج.
- إن أعلى متوسط لتركيز كل من النحاس والكوبالت والكادميوم كان في نبات الشيح.
- إن أعلى متوسط لتركيز الكروم كان في نبات البردقوش.
- إن أعلى متوسط لتركيز الرصاص كان في نبات الأقحوان.
- إن عدم وجود أماكن محددة لزراعة النباتات الطبية ضمن شروط مدرستة يجعل من غير الممكن الاعتماد على مصدر محدد يتمتع بثبات موثوق للتوجه نحو التزود منه بالنباتات الطبية الآمنة.

7. المقترنات والتوصيات Suggestions and Recommendations

- تخصيص مناطق زراعية محددة لزراعة النباتات الطبية بحيث تكون بعيدة عن مصادر التلوث بالمعادن الثقيلة ومراقبة تراكيزها في المبيدات والأسمدة.
- ضرورة وضع برنامج رقابة على متاجر بيع النباتات الطبية بحيث تجري فحوص دورية على النباتات المباعة وخاصة التي تتصرف بمراعاتها للمعادن الثقيلة لضمان مأمونيتها في ظل شح المعلومات عن مصادر استنباتها في وضعها الراهن.
- إجراء المزيد من الدراسات المتضمنة معرفة العلاقة بين نوع كل نبات وتراكم المعادن الثقيلة فيه من جهة، وبين العلاقة بين تراكم المعادن الثقيلة والشروط المحيطة بالنبات من جهة أخرى.
- متابعة الدراسة لتتضمن جميع النباتات الطبية المتواجدة في السوق المحلية والتي يمكن أن تكون مصدر إضافي للتلوث.
- التوسيع بالمواصفات القياسية السورية لتناول الحدود العليا المسموح بتواجدها للمعادن الثقيلة في النباتات الطبية.
- إجراء دورات تقييفية تتعلق بالحد من استعمال الأسمدة والمبيدات التي يمكن أن تكون سبباً لزيادة تركيز المعادن في النباتات الطبية.
- تنفيذ مستهلكي النباتات الطبية بالمخاطر الصحية المحتملة من جراء تناول المنتجات البيئية ووضع لصاقات على المنتج النباتي توضح تركيز المعادن فيه.

الخلاصة Summary

المقدمة:

تؤدي النباتات الطبية دور رئيسي في قطاع العناية الصحية. لكن معظم منتجات النباتات الطبية غير مرخصة، فنجاجتها وأمانيتها وجودتها غير محددة. لذلك فإن النباتات الطبية ربما يكون لها دور في ادخال العديد من الملوثات إلى جسم الإنسان مثل المعادن الثقيلة.

تشكل المعادن الثقيلة مكونات طبيعية للقشرة الأرضية لا تترك أو تتخرّب، تدخل لجسم الإنسان مع الطعام وماء الشرب والسجائر والهواء.

الزنك والنikel والنحاس والكروم والكوبالت معادن أساسية بتراكيز منخفضة لكن بتراكيز مرتفعة لها تأثير سام على صحة الإنسان. الرصاص والكادميوم معادن غير أساسية ولها تأثيرات سامة على صحة الإنسان حتى بتراكيز منخفضة.

هدف الدراسة:

إن الهدف من الدراسة هو تحديد تحديد تركيز المعادن الثقيلة التالية (Cd , Pb , Zn , Ni , Cu , Cr, Co) في عدد من النباتات الطبية المحلية المستخدمة في سوريا.

الطرائق:

أجريت الدراسة على 70 عينة من عشر نباتات أخذت من سبعة متاجر في دمشق. تم تحديد مستويات المعادن (الكادميوم، الرصاص، النikel، النحاس، الزنك، الكوبالت، الكروم) في النباتات المدروسة باستعمال مقياس الامتصاص الذري AAS. خضعت العينات لهضم حمضي بحسب البروتوكول (method 3050b) لكي يتم قياسها باستعمال AAS. تتطلب طريقة الهضم هذه ترميد العينات قبل حلها بحمض النتريك.

النتائج:

في النباتات المدروسة:

- كانت تراكيز الرصاص أعلى من الحد الأعلى المقبول في USP في 57% من العينات المدروسة، بينما تجاوزت فقط 15.7% من العينات المدروسة الحد الأعلى المقبول في EC 1881/2006، ولم تتجاوز أي من العينات الحد الأعلى المقبول في WHO.
- كانت تراكيز النحاس أعلى من الحد الأعلى المقبول في WHO في 14.2% من العينات المدروسة.
- كانت تراكيز الكادميوم، النikel، الزنك، الكوبالت، الكروم أدنى من الحد الأعلى المقبول في المراجع العالمية.

الاستنتاجات

وجوب فحص النباتات الطبية الموجودة في المتاجر من التلوث بالمعادن الثقيلة ل تكون آمنة للمستهلكين.

الكلمات المفتاحية:

المعادن الثقيلة، النباتات الطبية، الحدود المقبولة، المراجع العالمية، جهاز الطيف الضوئي بالامتصاص الذري.

Summary

Introduction:

Medicinal plants play a major role in the health care sector. However, most medicinal plant products are unlicensed. Their efficacy, safety or quality are still undetermined, so medicinal plants may play role in entering many pollutants to human body as heavy metals.

Heavy metals are natural components of the Earth's crust. They cannot degrade or destroy and can enter human body via food, drinking water, cigarettes and air.

Zn, Ni, Cu, Cr and Co are essential metals in low concentration but they cause toxic effect for human health in high concentration.

Cd and Pb are nonessential metals and toxic for human health even in very low concentration.

Aim of study:

The aim of the study is to determine lead, cadmium, nickel, copper, zinc, cobalt and chromium in known medicinal native Syrian plants.

Methods:

The study was applied on a group of 70 samples of ten plant species were taken from seven markets of Damascus city.

The levels of the heavy metals (Pb, Cd, Ni, Cu, Zn, Co, Cr) in the studied plants were determined using the atomic absorption spectroscopy. The samples were subjected to an acid digestion according to method 3050b in order to prepare the samples for being measured in AAS. This acid digestion requires the samples to be ashed before being dissolved by nitric acid.

Results:

In studied plants:

- Lead concentrations was over the maximum permissible limit in USP in 57% of studied samples, whereas only 15.7% of studied samples were over the maximum permissible limit in EC 1881/2006 and no samples were over the maximum permissible limit in WHO.
- Copper concentrations was over the maximum permissible limit in WHO in 14.2% of studied samples.
- Cadmium, nickel, zinc, cobalt, chromium concentrations was under the maximum permissible limit in international authorities.

Conclusion:

Medicinal plants available in market must be checked for heavy metal contamination in order to make them safe for human consumption.

Keywords:

Heavy metals, medicinal plants, permissible limit, international authorities, Atomic absorption spectroscopy (AAS).

المراجع References

1. Annan K, Kojo A, Cindy A, Samuel A, and Tunkumgnen B. Profile of heavy metals in some medicinal plants from Ghana commonly used as components of herbal formulations .*Pharmacognosy Res.*2010 Jan-Feb; 2(1):41-44.
2. Jothivel S, Pillai S, Suburayan A and Kaliyaperumal R .Copper and Zinc Accumulation In Few Medicinal Plants And Their Commercial Product In Tiruchirappalli Gandhi Market ,Tamilnadu ,India .*African Journal Of Basic & Applied Sciences* .2011;3(5):223-227.
3. Chaudhury R. Herbal Medicine for Human Health.World Health Organization Regional Office for South-East Asia Newdelhi .Regional Publication, Searo. 1992.
4. Menna A, Bansal P A and KummarS.Estimination of Heavy Metals in Commonly Used Medicinal Plants: Amarket Basket Survey .*EnvionMonit Assess* .2010; 170:657-660.
5. Zuh F, wang X, Fan W, Qu L, Qiao M and Yao S. Assessment of potential risk for arsenic and heavy metals in some herbal flowers and their infusions consumed in China .*EnvionMonit Assess* .2013; 185:3909-3916.
6. AlomaryA,El Jamal E ,Almomani, Attiyat A and Obeidat S .Pb in medicinal plants from Jordan.environmental chemistry letters.2013;11:55-63.
7. Yap C ,MohdFitri M ,Mazyhar Y and Tan S. Effects of metal-contamination soils on the accumulation heavy metals in different parts of centellaasiatica:AlaboratoryStudy. *SainsMalaysiana*. 2010;39(3):347-352.
8. WHO guidelines for assessing quality of herbal medicines with reference to contaminants and residues. Avenue Appia, Geneva, Switzerland. 2007:1,13,24.
9. Rahimi M, Farhadi R and Mehdizadeh R. Phytoremediation: Using plants to clean up contaminated soils with heavy metals. *International Journal of Agriculture* .2013; 3 (1): 148-152.

10. Chaney R, Sterrett S and Mielke H. The Potential for Heavy Metal Exposure from Urban Gardens and Soils. *Agricultural Research Service*.1984;37-84.
11. Ghosh M and Singh S. A Review on phytoremediation of Heavy Metals and Utilization of It's by Products. *As. J. Energy Env.* 2005; 6(4): 214-231.
12. Sembratowicz I, Rusinek E, Ognik K and Truchliński J. Concentrations of trace elements and heavy metals at selected medicinal plants harvested in two vegetation periods .*Herbal Pollution*.2009;22-28.
13. Ziarati P, Persia Behbahani P and Mohammad N. Role of unprofessional storage methods on the heavy metal content of Rosa damascena (Gole Mohammadi). *Journal of Pharmaceutical & Health Sciences*. 2012; 1(4).
14. Sarkar B .Heavy Metals in the Environment .2002:647-680.
15. Ong G, Yap C, Maziah M and Tan S .Heavy metal accumulation in a medicinal plant from peninsular Malaysia .*Journal of Biological Sciences*. 2011; 11(2):146-155.
16. Letowska A, Oszmianski J and Wojdylo A. Antioxidant activity of the phenolic compounds of hawthorn, pine and skullcap. *Food Chemistry*.2007; 103(3): 853-859
17. Grigalaviciene I, Rutkoviene V, Marozas V. The accumulation of heavy metals Pb, Cu and Cd at roadside forest soil. *Polish Journal of Environmental Studies*.2005;F 14:109-115.
18. PDR for Herbal Medicines. 2000.
19. Barnes J, Anderson L and Phillipson D. *Herbal Medicines*. Third edition. 2007.
21. Ohara M, Kiefer D, Farrell K and Kemper K .A review of 12 commonly used medicinal herbs. American Medical Association .1998:523-536.
22. SinghO,Khanamz,Misra N, andSrivastavaM. Chamomile (*Matricariachamomilla L.*): An overview.*PHarmacogn Rev*. 2011; 5(9): 82–95.
23. Cavanagh H and Wilkinson J.Biological activities of Lavender essential oil. *PhytotherapyResearch*. 2002; 16(4):301-308.
24. Moursy A, Abdel Aziz H. and Mostafa A .The effect of irradiated and non irradiated sewage sludge application on

- uptake of heavy metals by Jatrophacurcas L plants.
International Journal of Advanced Research.2014; 2(1): 1072-1080.
25. MeosA,Jüriado T, Matto V and RaalA. Lead content in Pot Marigold (*Calendula officinalis* L.) Inflorescences and Leaves: impact of precipitations and vicinity of motorway.2011;140(2):244 -251.
 26. McKayD and Blumberg J.A review of the bioactivity and potential health benefits of peppermint tea (*Mentha piperita* L.).*Phytotherapy Research*.2006; 20(8):619-633.
 27. Letowska A, Oszmianski J and Wojdylo A. Antioxidant activity of the phenolic compounds of hawthorn, pine and skullcap.*Food Chemistry*.2007; 103(3): 853-859.
 28. Lukas B, Schmiderer C, Franz C and Novak J. Composition of Essential Oil Compounds from Different Syrian Populations of *Origanum syriacum* L. (Lamiaceae).*J. Agric. Food Chem*.2009;57 (4): 1362–1365.
 29. Al-Sereitia M, Abu-Amerb K and Sena P. Pharmacology of rosemary (*Rosmarinus officinalis* Linn.) and its therapeutic potentials. *Indian Journal of Experimental Biology*.1999;37:124-131.
 30. Adepoju-Bello A, Issa O, Oguntibeju O, Ayoola A. and Adejumo O. Analysis of some selected toxic metals in registered herbal products manufactured in Nigeria . *African Journal of Biotechnology*.2012; 11(26):6918-6922.
 31. Curtis D. Klaassen, PH.D., CASARETT AND DOULL'S Toxicology: The basic science of poisons, sixth edition. Toxic responses of the skin.2001; 4(19):653-659.
 32. El RjoobA, Massadeh A and OmariM. Evaluation of Pb ,Cu ,Zn , Cd ,Ni and Fe levels in *Rosmarinus officinalis* labaiatae (Rosemary) medicinal plant and soils in selected zones in Jordan .*Environmental Monitoring and Assessment*. 2008; 140(3):61-68.
 33. Chizzola R, Michitsch H and Franz C. Monitoring of metallic micronutrients and heavy metals in herbs, spices and medicinal plants from Austria. *Eur Food Res Technol*.2003; 216:407- 411.

34. Nasim S and DhirB. Heavy metals alter the potency of medicinal plants .*Reviews of Environmental Contamination and Toxicology*.2010; 203:139-149.
35. Alwakeel S .Microbial and heavy metals contamination of herbal medicine. *Journal of Microbiology*. 2008; 3 (12):683-691.
36. ATSDR: Cadmium (Update) Washington, DC: U.S. Department of Healthand Human Services (1998).
37. ConorR. Its significance for food quality and human health. *Metal Contamination of Food*, Third edition .Blackwell Science Ltd. 2002: 52-53, 81-93,100-106.
38. Conor R. Pollutants in food metals and metalloids. *Mineral Components in Foods*. 2007: 370-372.177- 369.
39. Arnold S, Zarnke R, Lynn T and Frank A. Public health evaluation of cadmium concentrations in liver and kidney of moose from four areas of alaska. *Science of Total Environment*. 2006; 357(3): 103-111.
40. Fornazier R, Ferreira R, Vitoria A, Molina S and Azevedo R. Effect of cadmium on antioxidant enzyme activities in human. *Journal of Biometals*.2002; (45): 91- 97.
41. Jamieson D. Cadmium is non-essential and toxic to allorganisms. *Journal of Nature Genetics*.2005; (31): 228-230.
42. Boelsterli U. Mechanistic Toxicology .First Edition. Taylor & Francis e-Library. New York.2003:94,113,134.
43. Duruibe J, Ogwuegbu M and Egwurugwu J. Heavy metal pollution and human biotoxic effects. *International Journal of Physical Sciences*.2007; 2 (5):112-118.
44. William S and Beckett M. Occupational respiratory diseases. *New England Journal of Medicine*. 2000; 342:406-413.
45. Burbure C, Buchet JP, Leroyer A, Nisse C, Haguenoer JM, Mutti A, Jakubowski M and Bernd A. Renal and Neurologic Effects Of Cadmium, Lead, Mercury, and Arsenic in Human: Evidence of Early Effects and Multiple Interactionat The Environmental Exposure Levels. *Journal of Toxicology and Environmental Health*. 2006; 37: 264-279.

46. JohriN, Jacquillet G and Unwin R. Heavy metal poisoning: the effects of cadmium on the kidney. *BioMetals*. 2010; 23(5):783-792.
47. Uriu K, Morimoto I, Kai K, Qie YL, Okimoto N, Kaizu K, Nakamura TandETO S. Uncoupling between bone formation and resorption in ovariectomized rats with chronic cadmium exposure. *Toxicology and Applied Pharmacology*.2000; 164(3): 264-272.
48. Billeck B, Hunt R, Wageman Rand BrunskillG. Symptoms of cadmium exposre. *International Chemical Safety Cards (ICSC)*. 2002; 17(5): 19-43.
49. Wright R and Baccarelli A. Metals and Neurotoxicology . *The Journal of Nutrition*.2007; 137: 2809–2813.
50. HuffJ,Lunn R ,Waalkes M, Tomatis L and Infante P. Cadmium-induced cancers in animals and in humans. *International Journal of Occupational and Environmental Health*.2007; 13(2):202-212.
51. Goyer R, Liu J and Waalkes M .Cadmium and cancer of prostate and testis. *BioMetals*.2004; 17: 555- 558.
52. Koba AB, Horvat M, PrezeljM,Briski AS, Krsnik M, Falnga I, DarjaKobal D, OsredkarJ.Treatment for Cadmium Poisoning. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology*.2005;17(4):261-274.
53. BasingerMA,Jones MM, Craft WA, Walker EMJ, Sanders MM. Chelating-agent Suppression of Cadmium-induced Hepatotoxicity. *Toxic Environ Health*.1987;(22):261-271.
54. Gasser U, Klier B, Kuhn A and Steinhoff B. Current Findings on the Heavy Metal Content in Herbal Drugs.*Pharneuropa*.2009:37- 49.
55. ATSDR, Toxicological Profile for Lead. Washington, DC: U.S. Department of Health and Human Services, Agency for Toxic Substances and Disease.2004.
56. Council of Europe's Policy Statements. Concerning Materials and Articles Intended to Come into Contact with Foodstuffs. Policy Statement Concerning Metals and Alloys. Guidelines on Metals and Alloys Used as Food Contact Materials. 2002: 37-40.

57. Flora G, Gupta D and Tiwari A. Toxicity of lead: A review with recent updates .*Interdiscip Toxicol.* 2012; 5(2): 47–58.
58. Jennifer A. Lowry. Oral chelation therapy for patients with lead poisoning .*Kansas USA.* 2010: 1-13.
59. Nemsadze K, Sanikidze T, Ratiani L, Gabunia L and Sharashenidze T. Mechanisms of lead-induced poisoning.*US National Library of Medicine National Institutes of Health.* 2009 ;92(6): 172-173.
60. Toxicology Factsheet Series. Mercury, Lead, Cadmium, Tin and Arsenic in Food. *Food Safety Authority of Ireland.* May 2009;1: 1- 6.
61. Simon J, Esther S.H. Relationship of Ascorbic Acid to Blood Lead Levels. *JAMA (The Journal of the American Medical Association).*1999;281(24):2289-2293.
62. Khan S, Khan L, Hussain I, Marwat KB and AkhtarN .Profile of heavy metals in selected medicinal plants.*Pak. J. Weed Sci. Res.*2008; 14(1-2): 101-110.
63. RehmanA, Ullah H, Rehman AU, UllahN, ZebS, Ahmad I and Ahmad I.Profile of heavy metals in medicinal plants collected from Khyber Pakhtunkhwa, Pakistan. *International Journal of Bioassays.*2013; 2(2).
64. Farid S and Enani. Levels of trace elements incommercial fruit juices in Jeddah, Saudi Arabia. *Medical Journal of Islamic World Academy of Sciences.* 2010; 18(1): 31-38.
65. Yagi S, Abd Rahman A, ELhassan G and Mohammed A. Elemental Analysis of Ten Sudanese Medicinal Plants Using X-ray Fluorescence. *Journal of Applied Toxicology.* 2013.
66. Das K, Das S and Dhundasi D. Nickel, its adverse health effects & oxidative stress .*Indian J Med Res* 128. Oct 2008: 412-425.
67. TabataMand Sarkar B. Specific nickel (II)-transfer process between the native sequence peptide representing the nickel (II) transport site of human albumin and L-histidine (abstr). *J Inorg Biochem.*1992; 45:93–104.
68. Nordberg G, Fowler B, Nordberg M, Friberg L, Handbook on The toxicology of metals 3rd edition (2005).

69. Fowler B.A., Nordberg G.F, Nordberg M. and Friberg L. *Handbook on Toxicology of Metals*:Academic Press. 2011.
70. Mishra D and Kar M . Nickel in plant growth and metabolism .*Botanical Review*.1974;40(4):395- 452.
71. Pavlova D and Karadjova I . Toxic element profiles in selected medicinal plants growing on serpentines in Bulgaria.*Biol Trace Elem Res* .2013;156:288–297.
72. WHO, IPCS Environmental Health Criteria: Copper. Geneva:World Health Organization ,1998.
73. Agency for Toxic Substances and Disease Registry. (ATSDR). Toxicological profile for copper. Department of Health and Human Services. Atlanta, US.2004.
74. Stern B.R.,Solioz M.,Krewski D., et al .Copper and human health : biochemistry ,genetics, and strategies for modeling dose-response relationships .*Journal of Toxicology and Environmental Health, Part B* 2007;10:157-222.
75. FilhoE, Lopes R and Paumgartten F .Comparative study on the susceptibility of freshwater species to copper-based pesticides. *chemosphere*.2004; 56 (4):369-374.
77. Frank A. Barile (2004) Clinical toxicology principles and mechanisms.2001; 24(7): 304-306.
78. Freedman J, Ciriolo M and Peisach J. The Role of glutathione in copper metabolism and toxicity. *The American Society for Biochemistry and Molecular Biology*. 1999; 264 (10):5598-5605.
79. Chan S, Gerson B, Subramanian S, The role of copper, molybdenum, selenium and zinc in nutrition and health. *Clin Lab Med*.1998; 18:673–685.
80. Nordlind, K., and Lidén, S. Contact Dermatitis.1992; 27: 157–160.
81. Barile F.A. Clinical toxicology:principles and mechanism: CRC Press.2003.
83. Radulescu C, Stihă C, Popescu I, Ionita I,Dulama I, Chilian A , Bancuta O, Chelarescu E and Let D. Assessment of heavy metals level in some Perennial medicinal plants by flame

atomic absorption spectrometry. *Environmental Physics*. 2013;65 (1) : 246 -260.

84. Robson A .Zinc in soils and plants .*Development in Plant and Soil Sciences*, 23, 1993.
85. Muller T,Muller W and FeichtingerH. Idiopathic copper toxicosis.*Am J ClinNutr* .May 1998; 67 (5) 1082-1086.
86. Krejpcio Z, Król E and Sionkowski S. Evaluation of Heavy Metals Contents in Spices and Herbs Available on the Polish Market. *Polish J. of Environ.* 2007; 16(1): 97-100.
87. Plum L, Rink L and HaaseH. The essential toxin: impact of zinc on human health. *Int. J. Environ. Res. Public Health*. 2010; 7(4): 1342-1365.
88. Robson A .Zinc in soils and plants .*Development in Plant and Soil Sciences*, 23, 1993.
89. SandsteadH.Requirements and toxicity of essential trace elements, illustrated by zinc and copper. *Am J ClinNutr*.1995; 61(1):621-624.
90. Igic P, Lee E; Harper W and Roach K. Toxic Effects Associated With Consumption of Zinc. *Mayo Clin Proc*. 2002; 77:713-716.
91. Miles AT, Hawksworth GM, Beattie JH, et al. Induction, regulation, degradation and biological significance of mammalian metallothioneins(abstr).2000;35 :35–75.
92. Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR) Toxicological Profile for Zinc.US Department of Health and Human Services.Atlanta,US.1993.
93. Gajalakshmi S ,Iswarya V, AshwiniR, Divya G ,Mythili S and Sathiavelu A .Evaluation of heavy metals in medicinal plants growing in Vellore District . *European Journal of Experimental Biology*.2012; 2 (5):1457-1461.
94. Radulescu C, Stihii C, Popescu I, Dulama D, Chelarescu E and Chilian A. Heavy metal accumulation and translocation indifferent parts of *Brassica OleraceaL*. *Journal Of Physics*.2013; 58:1337-1354.
95. Barceloux DG and Barceloux D. Cobalt .*Clinical Toxicology*.1999; 37(2): 201-216.

96. Agency for Toxic Substances and Disease Registry. *Toxicological Profile for Cobalt*. US Department of Health and Human Services .Atlanta,US.2004.
97. Seghizzi.,et al .Cobalt cardiomyopathy.A critical review of the literature .*The Science of the Total Environment* . 1994; 150: 105-109.
98. Forsyth B.A.,NordbergG.F,Nordberg M. and FribergL.*Handbook on the Toxicology of Metals* :Academic Press .2011.
99. Payne L.R.The hazards of cobalt .*Journal of social and Occupational Medicine* .1997;27:20-25.
100. Palit S, Sharma A and Talukder G.Effects of cobalt on plants.*The Botanical Review*. 1994; 60(2): 149-181.
- 101.Paustenbach D, Finley B, Mowat F and Kerger B. Human health risk and exposure assessment of chromium (vi) in tap water. *Journal of Toxicology and Environmental Health*.2003;66(17):1295- 1339.
- 102.Kirman C,Aylward L,Suh M and etal.physiologically based pharmacokinetic model for humans orally exposed to chromium. *Science Direct* .2013; 204(1):13-27.
- 103.Sedman R, BeaumontJ, McDonaldT, ReynoldsS,Krowech G and HowdR. Review of the Evidence Regarding the Carcinogenicity of Hexavalent Chromium in Drinking Water .*Journal of Environmental Science and Health*. 2006; 24 (1):155-182.
- 104.Agency for Toxic Substances and Disease Registry. *Toxicological profile for Chromium*. US Department of Health and Human Services. Atlanta,US.2012.
- 105.Katz SA, Salem H . The toxicology of chromium with respect to its chemical speciation.*Journal of Applied Toxicology*.1993;13(3):217-224.
- 106.Environment Agency. Contaminations in soil of toxicology data and intake value for humans.Chromium.2002.
- 107.Chromate Toxicity Review Committee. Scientific Review of Toxicology and Human Health Issues Related to the Development of aPublic Health Goal for Chromium (VI). 2001.
- 108.Das A and Singh S. Occupational health assessment of chromite toxicity among Indian miners. *Indian Journal of Occupational and Environmental Medicine*. 2011; 15(1):6-13.

109. Edmundson W.F. Chromate Ulcers of Skin and Nasal Septum and their relation to patch Testing. Clinical Investigations. Branch, Division of Industrial Hygiene, Public Health Service, Federal Security Agency, D.C. 1951; 2:17-19.
110. Samantaray S, Rout G and Das P. Role of chromium on plant growth and metabolism. *Physiologiaeplantarum*. 1998; 20(2):201-212.
112. Edgell, K. USEPA Method Study 37 - SW-846 Method 3050 Acid Digestion of Sediments, Sludges, and Soils. EPA Contract No. 68-03-3254. November 1988.
113. Taverniers I , Loose M.D and Bockstaele E.V . Trends in quality in the analytical laboratory. II. Analytical method validation and quality assurance. *Trends in Analytical Chemistry*.2004; 23(8): 535-552.
114. Ata S, Wattoo F.H, Ahmed M, Wattoo M.H, Tirmizi S.A and Wadood A. A method optimization study for atomic absorption spectrophotometric determination of total zinc in insulin using direct aspiration technique . *Alexandria Journal of Medicine*.2015;51:19-23.
115. Shamsa F, Reza Zadeh S, Shamsa H and Abdi K. A Quantitative investigation on some toxic and non-toxic metals in popular medicinal herbs in Iranian market. *Iranian Journal of Pharmaceutical Research* .2009;8(2).
116. Yap C ,Mohd Fitri M ,Mazyhar Y and Tan S. Effects of metal-contamination soils on the accumulation heavy metals in different parts of centellaasiatica :Alaboratory Study. *Sains Malaysiana*.2010;39(3):347-352.
117. Zheliazkov V, Craker L and Xing B. Effect of Cd ,Pb and Cu on growth and essential contents in dill , peppermint , and basil .*Environmental and Experimental Botany* .2006:58 (3):9-16.
118. Atilla Y ,Esmira A, Eldar S, İsmail C, Levent O,Sevda A, Tamilla SandValida A. Heavy metal accumulation in Artemisia and Foliaceous Lichen species from the Azerbaijan flora. *Forest Snow and Landscape Research*.2006; 80 (3):339-348.
119. Mani D,Kumar C and Patel N.Hyperaccumulator oilcake mansure as an alternative for chelate-induced

- phytoremediation of heavy metals contaminated alluvial soils.*International Journal of Phytoremediation* .2014.
120. Angelova V, Ivanova R., Ivanova K. Heavy metals uptake by plants from family lamiaceae growing in polluted soils. *Geophysical research* .2007;9.
121. Zheljazkov V and Nielsen N. Effect of heavy metals on peppermint and cornmint. *Plant and Soil*. 1996; 178(1): 59-66.
122. Little P. A study of heavy metal contamination of leaf surface. *Environmental Pollution* , 1973;5(30):159-172.
123. Kováčik J, Bačkor M and Kaduková J. Physiological responses of *Matricaria chamomilla* to cadmium and copper excess. *Environmental Toxicology*, 2008; 23(1):123-130.
124. Zheljazkov V and Nielsen N. Studies on the effect of heavymetals (Cd, Pb, Cu, Mn, Zn and Fe) upon the growth, productivity and quality of Lavender (*Lavandulaangustifolia* Mill.) production. *Journal of Essential Oil Research*. 1996; 8 (3): 259-274.
-
- 20- الحكيم وسيم هاني، السعدي محمد بدوي، اغا عصام حسن، القاضي عماد صبحي، دركت احمد عبد الفتاح، الشاطر زهير صديق، ابراهيم ثروات حبيب، قربصية محمد شاكر. أطلس النباتات الطبية والعلطوية في الوطن العربي. جامعة الدول العربية المركز العربي لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة أكساد. دمشق 2012.
- 76- فرحان حماد نواف، الدليمي ثامر مهدي بدوي. تأثير التسميد الورقي ببعض المغذيات الصغرى على نمو وانتاجية القمح (*Triticum aestivum L.*). المجلة الأردنية في العلوم الزراعية. 2011;7(1):105-118.
- 82- الدقاد م ومسوح ل. علم السموم. دمشق: مطبوعات جامعة دمشق;1998 الطبعة السادسة.
- 111- عطائي محمد منير، البوز سامية. مقرر الكيمياء التحليلية (2)، القسم النظري. منشورات جامعة دمشق 1995-1996.