وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة ديالى
كلية التربية للعلوم الصرفة
قسم علوم الحياة

دراسة التلوث البيئي بالرصاص والكادميوم في مدينة بعقوبة وضواحيها

رسالة مقدمة إلى مجلس كلية التربية للعلوم الصرفة- جامعة ديالى وهي جزء من متطلبات نيل درجة الماجستير في علوم الحياة (علم النبات)

من قبل

احمد هاشم ابراهيم الجوراني

بإشراف

أ.م.د نجم عبد الله جمعة الزبيدي

1434 هـ جمادي الاولى 2013 م آذار

Ministry of Higher Education
And Scientific Research
University of Diyala
College of Education for Pure Science
Biology Department

The Study of Ecological Pollution with Lead and Cadmium in Baquba City and its Suburbs

A Thesis
Submitted to the College of Education for Pure Science -Diyala university
in Partial Fulfillment of the Requirements for Degree of M.Sc.
in Biology / Botany

Ahmad Hashim Ibrahim AL-jourani

Supervised by

Assis.Prof.Dr

Najm Abdullah Jumaah AL-Zubaidi

2013 A.D 1434 H

بسم الله الرحمن الرحيم

(إقرار لجنة المناقشة)

نشهد بأننا أعضاء لجنة المناقشة اطلعنا على رسالة الطالب (احمد هاشم ابراهيم) والموسومة بـ **(دراسة التلوث البيئي بالرصاص والكادميوم في مدينة بعقوبة وضواحيها)** وناقشنا الطالب في محتوياتها وفيما له علاقة بها , ونؤيد بأنها جديرة بالقبول بدرجة (جيد جداً) . لنيل درجة الماجستير في علوم الحياة / اختصاص النبات .

رئيس اللجنة
الاسم : د. حكمت عباس العاني
المرتبة العلمية : أستاذ متمرس
العنوان : جامعة بغداد / كلية الزراعة
التاريخ : / / 2013

عضواً
الاسم : د. وسام مالك داود
المرتبة العلمية : أستاذ
العنوان : جامعة ديالى / كلية التربية للعلوم الصرفة
التاريخ : / / 2013

عضواً
الاسم : د. منذر حمزة راضي
المرتبة العلمية : مدرس
العنوان : جامعة ديالى / كلية العلوم
التاريخ : / / 2013

عضواً ومشرفاً
الاسم : د. نجم عبد الله جمعة
المرتبة العلمية : أستاذ مساعد
العنوان : جامعة ديالى / كلية التربية للعلوم الصرفة
التاريخ : / / 2013

صادق مجلس كلية التربية للعلوم الصرفة في جامعة ديالى على قرار لجنة المناقشة .

الاسم : د. عباس عبود فرحان
المرتبة العلمية : أستاذ
عميد كلية التربية للعلوم الصرفة
التاريخ : / / 2013

بسم الله الرحمن الرحيم

إقرار المشرف

أشـهد ان إعـداد هـذه الرسـالة الموسـومة بـ **(دراسـة التلـوث البيئـي بالرصـاص والكـادميوم فـي مدينـة بعقويـة وضـواحيها)** التـي قـدمها الطالـب (احمـد هاشـم ابـراهيم) قـد جـرى تحـت إشـرافي فـي كليـة التربيـة للعلـوم الصـرفة - جامعـة ديـالى وهـي جـزء مـن متطلبـات نيـل درجـة الماجسـتير فـي علـوم الحيـاة / اختصاص النبات .

التوقيع :

المشرف أ.م.د. نجم عبد الله جمعة الزبيدي

التاريخ : / / 2013 م

<u>إقرار رئيس القسم</u>

بناء على التوصيات من قبل المشرف والمقوم اللغوي أرشح هذه الرسالة للمناقشة

التوقيع :

أ.م.د. نجم عبد الله جمعة الزبيدي

رئيس قسم علوم الحياة

التاريخ : / / 2013 م

بِسْمِ اللهِ الرَّحْمنِ الرَّحِيمِ

﴿ ظَهَرَ الْفَسَادُ فِي الْبَرِّ وَالْبَحْرِ بِمَا كَسَبَتْ أَيْدِي

النَّاسِ لِيُذِيقَهُم بَعْضَ الَّذِي عَمِلُوا لَعَلَّهُمْ

يَرْجِعُونَ (٤١) ﴾

صدق الله العظيم

سورة الروم :٤١

I

الإهداء

إلى روحِ رسولِ السلام ، وخيرِ الانامِ وحبيبِ الملكِ العلامِ ، عليه الصلاة والسلام .

إلى أرواح آل بيتهِ وصحابتهِ الكرامِ.

إلى من سهرا الليالي وأنارا لي دربي ووفقني الله بدعائهما ... أمي وأبي العزيزينِ .

إلى من آزرني في طموح ي وأبهجهم فرحتي وسروري ... أخواني وأخو اتي الأعزاء .

إلى من شاركتني حياتي في السراءِ والضراءِ ... زوجي الحبيبة

إلى ريحانة قلبي وفلذةَ كبدي ... ابني الحنون

إلى كل من علمني وأشار علي وقدم لي العون ...أساتذتي وزملائي الأفاضل

اهدي هذا الجهد المتواضع . سائلاً الباري (جل في علاه) إن يكون خالصاً لوجههِ الكريم آمين .

الباحث

احمد هاشم ابراهيم

قائمة المحتويات

ت	الموضوع	الصفحة
	الإهداء .	**I**
	الشكر والامتنان	**II**
	الخلاصة .	**III**
	قائمة المحتويات .	VI
	قائمة الجداول .	VIII
	قائمة الأشكال .	IX
	قائمة الملاحق .	X
	قائمة المختصرات .	XI
الفصل الاول		
1	المقدمة .	1
الفصل الثاني		
2	استعراض المراجع .	4
1-2	الأهمية الإحيائية و البيئية للمعادن الثقيلة .	4
2-2	أشكال وجود المعادن الثقيلة في البيئة	5
3-2	صفات الرصاص واستخداماته .	9
4-2	مصادر التلوث بالرصاص .	11
5-2	التأثيرات الصحية للرصاص .	12
6-2	صفات الكادميوم واستخداماته .	14
7-2	مصادر التلوث بالكادميوم .	15
8-2	التأثيرات الصحية للكادميوم .	16
9-2	المستويات البيئية للرصاص والكادميوم .	17
1-9-2	بيئة الهواء .	17
2-9-2	بيئة التربة .	19
3-9-2	بيئة الماء .	22
10-2	العوامل المؤثرة في ادمصاص الرصاص والكادميوم في التربة .	24
1-10-2	درجة الأس الهيدروجيني (pH) .	24
2-10-2	المادة العضوية .	25
3-10-2	الملوحة .	26
4-10-2	كربونات الكالسيوم (الكلس) .	26
الفصل الثالث :		
3	المواد وطرائق العمل .	28
1-3	وصف منطقة الدراسة .	28
2-3	مواقع الدراسة .	31
3-3	العمل الحقلي .	32
1-3-3	عينات التربة .	33
2-3-3	عينات المياه .	33
3-3-3	عينات الرواسب .	33
4-3	الأجهزة والمواد المستعملة .	34

5-3	المواد الكيميائية المستعملة .	35
6-3	العمل المختبري .	36
1-6-3	الصفات الكيميائية لبعض الترب ومياه الأنهار والجداول ورواسبهما في منطقة الدراسة .	36
1-1-6-3	درجة الأس الهيدروجيني (pH) .	36
2-1-6-3	التوصيل الكهربائي .	36
3-1-6-3	الملوحة .	36
4-1-6-3	المادة العضوية في التربة .	37
5-1-6-3	كربونات الكالسيوم (الكلس) .	37
6-1-6-3	الايونات الذائبة .	38
2-6-3	تقدير عنصري الرصاص والكادميوم الكلي .	38
1-2-6-3	قياس تركيز عنصر الرصاص .	38
2-2-6-3	قياس تركيز عنصر الكادميوم .	38
3-6-3	التحليل الإحصائي .	39
الفصل الرابع :		
4	النتائج والمناقشة .	40
4- 1	تركيز عنصري الرصاص والكادميوم في التربة .	40
4-1-1	تركيز عنصر الرصاص .	40
4-1-2	تركيز عنصر الكادميوم .	50
2-4	تركيز عنصري الرصاص والكادميوم في مياه الأنهار والجداول ورواسبهما	55
3-4	تركيز عنصري الرصاص والكادميوم في الأوراق لبعض النباتات في منطقة الدراسة	60
4-4	الصفات الكيميائية للتربة ومياه الأنهار والجداول ورواسبهما .	64
1-4-4	الصفات الكيميائية للتربة .	64
1-1-4-4	درجة الأس الهيدروجيني (pH) .	64
2-1-4-4	التوصيل الكهربائي .	66
3-1-4-4	كربونات الكالسيوم (الكلس) .	68
4-4-1-4	محتوى المادة العضوية في التربة .	70
4-4-2	الصفات الكيميائية لمياه الأنهار والجداول ورواسبهما .	72
4-5	الايونات الذائبة قي التربة ، ومياه الأنهار والجداول ورواسبهما .	75
4-5-1	الايونات الذائبة في التربة .	75
4-5-1-1	الايونات الموجبة الذائبة (الكالسيوم والمغنسيوم) .	75
4-5-1-2	الايونات السالبة الذائبة (الكربونات والبيكربونات والكلوريدات) .	77
4-5-2	الايونات الذائبة لمياه الأنهار والجداول ورواسبهما .	79
الفصل الخامس :		
5	الاستنتاجات والتوصيات .	81
1-5	الاستنتاجات .	81
2-5	التوصيات .	82
	المصادر	83
	الملاحق	101

المستخلص باللغة الانكليزية .	A

قائمة الجداول

رقم الجدول	الموضوع	الصفحة
1	مواقع الدراسة .	31
2	الأجهزة والمواد المستعملة في الدراسة واسم الشركة المجهزة .	34
3	المواد الكيميائية المستعملة في الدراسة واسم الشركة المجهزة .	35
4	تركيز عنصري الرصاص والكادميوم لعينات التربة في منطقة الدراسة ، معبرا عنها بوحدات (ppm)	41
5	مقارنة الحدود القصوى لتركيز عنصري الرصاص والكادميوم في ترب الدراسة عمق 10-15 سم (ملغم . كغم$^{-1}$ (ppm) تربة) مع الحدود المسموح بها في بعض دول العالم .	47
6	معدلات تركيز عنصري الرصاص والكادميوم للتربة في الدراسة الحالية مقارنة مع بعض الدراسات السابقة في العراق ، والمعدلات المقترحة عالميا للتربة ، معبرا عنها بوحدات (ppm) .	49
7	تركيز عنصري الرصاص ، والكادميوم لعينات رواسب مياه الأنهار والجداول في مواقع الدراسة ، معبرا عنها بوحدات (ppm) .	57
8	معدلات تركيز عنصري الرصاص والكادميوم في رواسب مياه الأنهار والجدول في الدراسة الحالية بالمقارنة مع بعض الدراسات الأخرى في العراق ، معبرا عنها بوحدات (ppm) .	59
9	تركيز عنصري الرصاص والكادميوم في الأوراق لعينات نباتات منطقة الدراسة، معبرا عنها بوحدات (ppm)	61
10	بعض الصفات الكيميائية لعينات التربة في مناطق الدراسة .	65
11	محتوى المادة العضوية في عينات مختارة لعنصر الرصاص .	71
12	محتوى المادة العضوية في عينات مختارة لعنصر الكادميوم .	71
13	بعض الصفات الكيميائية لعينات مياه الأنهار والجداول في مواقع الدراسة .	73
14	بعض الصفات الكيميائية لعينات رواسب مياه الأنهار والجداول في مواقع الدراسة .	74
15	تركيز بعض الايونات الذائبة لعينات التربة في مناطق الدراسة ، معبرا عنها بوحدات ($Meq.L^{-1}$) .	76
16	تركيز بعض الايونات الذائبة لعينات مياه الأنهار والجداول في مواقع الدراسة ، معبرا عنها بوحدات ($Meq.L^{-1}$) .	80
17	تركيز بعض الايونات الذائبة لعينات رواسب مياه الأنهار والجداول في مواقع الدراسة ، معبرا عنها بوحدات ($Meq.L^{-1}$).	80

قائمة الاشكال

رقم الشكل	الموضوع	الصفحة
1(A)	خريطة تبين موقع منطقة الدراسة بالنسبة للعراق ومحافظة ديالى .	29
1(B)	خريطة تبين مواقع الدراسة في مدينة بعقوبة وضواحيها .	30
2	تركيز الرصاص في تربة منطقة جوانب الطرق .	42
3	تركيز الرصاص في تربة المنطقة الصناعية .	42
4	تركيز الرصاص في تربة المنطقة السكنية .	42
5	تركيز الرصاص في تربة المنطقة الزراعية .	46
6	معدلات تركيز الرصاص في تربة مناطق الدراسة .	46
7	تركيز الكادميوم في تربة منطقة جوانب الطرق .	51
8	تركيز الكادميوم في تربة المنطقة الصناعية .	51
9	تركيز الكادميوم في تربة المنطقة السكنية .	51
10	تركيز الكادميوم في تربة المنطقة الزراعية .	54
11	معدلات تركيز الكادميوم في تربة مناطق الدراسة .	54

قائمة الملاحق

رقم الملحق	الموضوع	الصفحة
1	العلاقات الارتباطية بين تركيز الرصاص و pH لعينات التربة في مناطق الدراسة .	101
2	العلاقات الارتباطية بين تركيز الكادميوم و pH لعينات التربة في مناطق الدراسة .	102
3	العلاقات الارتباطية بين تركيز الرصاص والملوحة لعينات التربة في مناطق الدراسة.	103
4	العلاقات الارتباطية بين تركيز الكادميوم والملوحة لعينات التربة في مناطق الدراسة .	104
5	العلاقات الارتباطية بين تركيز الرصاص و $CaCO_3$ لعينات التربة في مناطق الدراسة .	105
6	العلاقات الارتباطية بين تركيز الكادميوم و $CaCO_3$ لعينات التربة في مناطق الدراسة .	106
7	العلاقات الارتباطية بين كل من تراكيز الرصاص والكادميوم مع محتوى المادة العضوية لعينات التربة في مناطق الدراسة .	107
8	العلاقات الارتباطية بين تركيز الرصاص و pH والملوحة لعينات الرواسب في مناطق الدراسة .	108
9	العلاقات الارتباطية بين تركيز الكادميوم و pH والملوحة لعينات الرواسب في مناطق الدراسة .	108
10	المعدلات الشهرية والسنوية للعناصر المناخية (السطوع الشمسي ، الأمطار، التبخر، درجات الحرارة) لمحطة الخالص للسنوات (2005 – 2012) .	109
11	المعدلات الشهرية للعناصر المناخية (السطوع الشمسي ، الأمطار، التبخر، درجات الحرارة) لمحطة الخالص خلال فترة الدراسة لسنة (2011 – 2012) .	110
12	منحني توزيع معدلات الامطار ودرجات الحرارة الشهرية في محطة الخالص للسنوات (2005 – 2012) .	111

قائمة المختصرات

APHA	American Pubic Health Association
ATSDR	Agency for Toxic Substance and Disease Registry
CDC	Centers for Disease Control
EPA	Environmental Protection Agency
ECDGE	European Commission Director General Environment
FOEFL	Federal Office of Environment, Forests and Landscape
IARC	International Agency for Research on Cancer
NEPC	National Environment Protection Council
NIRC	National research council drinking and health
OSHA	Occupational Safety and Health Administration
POM	Practical Occupational Medicine
PVC	Polyvinyl Chloride
USDA	United Stated Department of agriculture
WHO	World Health Organization

الشكر والامتنان

الحمد لله رب العالمين والصلاة والسلام على اشرف المرسلين سيدنا محمد (صلى الله عليه وعلى آله وصحبه) الطيبين الطاهرين ومن تبعهم إلى يوم الدين ، وبعد ...

يسعدني ان اتقدم بخالص شكري وتقديري واحترامي الى استاذي المشرف الأستاذ المساعد الدكتور نجم عبد الله جمعة الزبيدي لما أبداه من رعاية علمي ة وملاحظات وتوجيهات قيمة مثنياً على تواضعهِ الكبير مع طلبته واسلوبه العلمي في تعامله مع الباحث ، الذي كان له الأثر الكبير في انجاز الرسالة . كما اشكر الدكتور منذر حمزة راضي في كلية العلوم لما قدمه من نصح وتوجيه علمي .

كما اتقدم بشكري وتقديري الى عمادة كلية التربية للعلوم الصرفة ، والى ر ئيس قسم علوم الحياة والكيمياء وتدريسيهم أجمعين – جامعة ديالى لما قدموه من عونٍ وتشجيع .

وعرفانا بالجميل اتقدم بشكري الجزيل الى الدكتور عدنان نعمة عبد الرضا لما وفره لي من مستلزمات خاصة بالبحث ، واشكر زملائي الذين شاركوني هموم المختبر وعناء البحث وهم السيد علاء حسن فهمي والسيد انس وسام مالك والسيد مهند وهيب مهدي ، وأتقدم بالشكر إلى جميع طلبة الماجستير في القسم لما أبدوه من مساعدة ودع ما لي واخص منهم بالذكر ياسر موفق مهدي واحمد فرحان فليح ومحمد ياسين مح يي وعماد خلف نجم .

وفي الختام أسأل الباري عز وجل ، ان يوفق الجميع لخدمة العراق الحبيب

الخلاصة

أجريت هذه الدراسة الميدانية في مدينة بعقوبة وضواحيها ، بهدف التعرف على مستويات التلوث بعنصري الرصاص والكادميوم ، وتحديد تراكيزها في التربة ومياه الأنهار والجداول ورواسبه ما وبعض النباتات المتواجدة فيها .

تضمنت الدراسة الحالية نمذجة وتحليل 51 عينة من التربة و 36 عينة من مياه الأنهار والجداول ورواسبهما و 14 عينة من النباتات لمناطق مختلفة من مدينة بعقوبة وضواحيها تضمنت 18 موقعا مثلت مناطق صناعية ، وسكنية ، وزراعية وجوانب الطرق ، وتحديد بعض الصفات الكيميائية لترب ومياه الأنهار والجداول ورواسبهما لمناطق الدراسة وعلاقتها في زيادة تراكم أو تراكيز عنصري الرصاص والكادميوم في التربة والمياه . إذ تم دراس ة علاقة كل من الأس الهيدروجيني والتوصيل الكهربائي ، وكربونات الكالسيوم ، والمادة العضوية مع تركيز الرصاص والكادميوم في التربة ، ورواسب مياه الأنهار والجداول .

أظهرت نتائج الدراسة الحالية إن المعدلات العامة لتركيز الرصا ص بلغت 36.96, أثر , 21.72 ppm ف ي عينات التربة ، ومياه الأنهار والجداول ، ورواسب الأنهار والجداول على التوالي ، فيما بلغت معدلات تراكيز الكادميوم 0.14 , أثر , 0.17 ppm في عينات التربة ، ومياه الأنهار والجداول ، ورواسب الأنهار والجداول على التوالي . كما يلاحظ من النتائج ان تركيز الرصاص تراوحت بين 0.4 – 2.5 ppm , 5.68 – 11.52 ppm , 5.74 – 11.53 ppm في عينات سعف نخيل التمر ، وأوراق البرتقال ، والنارنج ، على التوالي . وتراوحت تركيز الكادميوم بين

ppm 0.11 – 0.009 , ppm 0.151 – 0.021 , ppm 0.21– 0.008 في عينات سعف نخيل التمر ، وأوراق البرتقال ، والنارنج ، على التوالي .

يلاحظ من النتائج التي تم التوصل اليها ارتفاع تراكيز الرصاص في تربة مدينة بعقوبة وضواحيها ، إذ تجاوزت تراكيزها أربع مرات المعدلات العالمية المقترحة لتراكيز الرصاص المسموح بها والبالغة 10 ppm ، وكانت تراكيز التلوث بالرصاص مرتفعة في تربة المناطق الصناعية والسكنية ، في حين كانت منخفضة في تربة المناطق الزراعية وجوانب الطرق ، إذ تراوحت تراكيز الرصاص بين 20.20 – 104.66 ppm و 28.29 – 50.17 ppm في ترب المناطق الصناعية والسكنية على التوالي ، بينما تراوحت بين 21.94 – 27.97 ppm و 19.60 – 29.11 ppm في ترب المناطق الزراعية وجوانب الطرق على التوالي . بينما وجد أعلى نسبة لتركيز الكادميوم في تربة مدينة بعقوبة وضواحيها في منطقة جوانب الطرق ، إذ تراوحت بين 0.09 – 0.45 ppm ، في حين كانت منخفضة وبنسب متقاربة في ترب مناطق الصناعية والسكنية و الزراعية إذ تراوحت بين 0.05 – 0.14 ppm و 0.09 – 0.19 ppm و 0.07 – 0.16 ppm على التوالي .

بناءً على النتائج المستحصلة في الدراسة الحالية تم استنتاج ان المسبب الرئيس لارتفاع تراكيز الرصاص في عناصر بيئة مدينة بعقوبة وضواحيها هو النشاط البشري ويأتي في المقدمة ال بنز ين المضاف اليه رابع اثيلات الرصاص ، ويليه في ذلك المصانع التي تتعامل مع الرصاص ومركباته ، فضلا عن الصناعات والأنشطة الأخرى ، وأما بالنسبة لتراكيز الكادميوم فكانت أعلى قيمة في جوانب الطرق لان المسبب أو المصدر الرئيس للتلوث بالكادميوم هي إطارات السيارات .

وقد أظهرت نتائج الصفات الكيميائية لترب المناطق المدروسة ، ان قيم الاس الهيدروجيني كانت متعادلة أو مائلة إلى القاعدية إذ تراوحت بين 7.17 - 8.24 ، اما

بالنسبة لقيم التوصيل الكهربائي فكانت متفاوتة إذ تراوحت بين 4.21 – 27.73 ديسيمنز.م$^{-1}$. وتبعا للقيم العالية لكربونات الكالسيوم المسجلة خلال فترة الدراسة والتي تراوحت بين 30.46 – 44.73 % اعتبرت ترب الدراسة جميعها كلسية . واما قيم المادة العضوية فكانت منخفضة إذ تراوحت بين 13.48 - 23.3 غم .كغم$^{-1}$ واما فيما يخص الايونات الذائبة والتي كانت مقدرة بوحدة مليمكافىء. لتر$^{-1}$ كانت كالآتي :- إذ تراوحت قيم تركيز الكالسيوم بين 18.33 – 35.86 وهي قيم عالية نسبيا، والمغنيسيوم بين 12.26 – 24.46 واما قيم الكربونات فكانت منخفضة إذ تراوحت بين أثر – 1.20 ، والبيكربونات بين 5.53 – 12.00 والكلوريدات بين 8.20 – 120.46 التي كانت مرتفعة نسبيا في ترب الدراسة .

أظهرت نتائج الصفات الكيميائية لمياه الأنهار والجداول ورواسبهما في مناطق الدراسة ان قيم الأس الهيدروجيني للمياه تراوحت بين 7.89 – 8.02 والرواسب بين 7.47 – 7.64 ، واما التوصيل الكهربائي للمياه فتراوحت بين 0.53 –1.48 ديسيمنز.م$^{-1}$ والرواسب بين 1.92 – 6.78 ديسيمنز.م$^{-1}$ ، واما فيما يخص الايونات الذائبة والتي كانت مقدرة بوحدة مليمكافىء.لتر$^{-1}$ كانت قد تراوحت قيم الكالسيوم بين 3.86 – 8.20 و بين 12.83 – 19.33 ، والمغنيسيوم بين 1.73- 6.60 وبين 3.66 – 9.33 ، و الكربونات بين أثر – 0.66 و (أثر)، والبيكربونات بين 5.06 – 6.80 و 13.66 – 20.66 ، والكلوريدات بين 0.66 – 6.06 و 3.00 – 4.66 للمياه والرواسب على التوالي .

الفصل الأول

المقدمة Introduction

كثرت التحذيرات خلال السنوات الأخيرة من القرن العشرين حول مصير الحياة على الكرة الأرضية ، كما وجهت انتقادات كثيرة إلى تدخلات الإنسان في التوازن البيئي الطبيعي . وقد تزايد القلق بسبب استخدام الإنسان للوسائل المؤثرة والناجمة عن التطور الهائل للتكنولوجيا والصناعة والتعدين ، الأمر الذي أوجد مستويات غير مألوفة من التدخل لم يسبقها مثيل مما أصبح يهدد التوازن البيئي الطبيعي . ولعل من أهم المشكلات التي تواجه إنسان العصر الحالي هي كيفية الحفاظ على التوازن البيئي الطبيعي في بيئته ، لأجل الحصول على مقومات حياته (السعدي ، 2002) .

يعدّ تلوث البيئة Environmental Pollution من المشكلات الهامة التي تواجه الإنسان في العصر الحديث ، وقد بدأت هذه المشكلة بدخول الإنسان عصر الصناعة والتعدين ومعرفته بمصادر الطاقة كالفحم والبترول بما ينطلق منها من غازات ونفايات . فضلا عن الكثير من المركبات الكيميائية التي أستحدثها الإنسان والتي لم تكن موجودة طبيعيا في البيئة مثل المنظفات الصناعية والمبيدات بأنواعها المختلفة والمخصبات الزراعية وأنواع البلاستك واللدائن الصناعية (السيد ، 2007) .

ويمكن تعريف التلوث البيئي Ecological pollution بأنه تعكير أو اضطراب في البيئة يعمل على تغيير صفاتها الطبيعية ويجعلها رديئة الاستغلال والمنفعة وغير مناسبة بشكل أو بأخر للحياة ، إن مخاطر التلوث تصيب المحيط الحيوي من هواء ، وماء ، وتربة وبذلك تؤثر في معظم إن لم يكن في كل الأنظمة الطبيعية أو الاصطناعية (السعدي ، 2002) .

ويمكننا تعريف التلوث Pollution بأنه التغيير الكمي والنوعي في مكونات البيئة سواء الحية أو غير الحية ، على أن يكون هذا التغير خارج مجال ال مديات الطبيعية لهذه المكونات إذ يؤدي هذا التغير إلى حدوث اختلال ما في أتزان البيئة الطبيعي (السيد ، 2007) .

إن مصطلح التلوث يبحث حول إدخال ملوثات إلى البيئة (هواء ، وغذاء ، وماء ، وتربة) بكميات وخصائص ومدة بقاء معينة ، يحتمل إن تحدث ضررا بحياة الإنسان ، والحيوان ، والنبات.

لذا فإن أي تغيير في مكونات البيئية الطبيعية من حيث الزيادة أو النقصان ، أو من خلال ظهور مركبات جديدة خارج الحدود المسموح بها صحيا أو دوليا يعد تلوثا (اللامي ، 2007) .

إن التلوث بالمعادن الثقيلة في البيئة الطبيعية أصبح مشكلة رئيس ة تهدد الصحة البشرية ونوعية البيئة (Purves , 1985 و Chen وآخرون , 1996 و Ma وRao , 1997) . لقد ازدادت تراكيز المعادن الثقيلة في البيئة لأسباب عدة منها تأثير النشاط البشري . وهذه الزيادة في التركيز لا تتشابه بالنسبة لجميع المعادن ، وتعتمد أساسا على مقدار وطريقة انتقالها ، وكذلك مصادر التلوث . وان تراكم كميات كبيرة من المعادن الثقيلة خلال فترة طويلة في التربة يؤدي إلى التأثير على الكائنات الحية في التربة التي لها دور كبير في نشوء و تطور التربة (Atanassvo وآخرون ، 1999) .

تعد التربة المستقبل الطبيعي للمعادن الثقيلة ويمكن أن تكون التربة بمثابة وسيلة لتحويل المعادن الثقيلة في النظام البيئي (Ma , 1996) . ويعدّ Schulthess و Huang (1990) التلوث بالمعادن الثقيلة خطير اً للغاية ، لان المعادن لا تتحلل في التربة ، ولذا فإن المعادن الثقيلة هي ملوثات يمكن أن تستمر في أشكال سامة لمئات الآلاف من السنين .

ان المعادن الثقيلة في التربة تعرض النظام البيئي وا لسكان للخطر عندما تترشح إلى المياه السطحية أو الجوفية في المناطق الملوثة بالمعادن (Robinson وآخرون ، 2006 و Yang وآخرون ، 2002 و Zhang وآخرون ، 2004) . وتعد المعادن الثقيلة سامة جدا كأيونات أو مركبات وتذوب في الماء ، وبالرغم من عدم الحاجة إليها واحتياجها بدرجة ضئيلة إلا إنها خلال وصولها إلى جسم الإنسان عبر طرائق التغذية المختلفة ترتبط بالمكونات الخلوية الحيوية مثل ا لبروتينات ، والأنزيمات ، والأحماض الام ينية ، وتحدث تأثيرات مضرة ومستديمة (Baird , 2001).

يعد الرصاص عنصر اً ساماً وله القدرة على التراكم ذا تأثيرات سلبية على الكائنات الحية حتى في تراكيزه الواطئة جداً ، وهو عنصر ذو سمية شديدة (Neis , 1999) . إن الحركة المرورية على الطرق والأنشطة الصناعية وتجوية المواد هي من المصادر المهيمنة لأكثر من 80 عام ، وكذلك الأنشطة البشرية التي يمكن تزيد الرصاص في كثير من الترب (Zhang , 2003) .

ان تراكم الكادميوم في الأنظمة الحيوية نتيجة الأنشطة البشرية أصبحت مشكلة بيئية رئيسة . فلسرتخدام حمأة الصرف الصحي ، والنفايات المعدنية ، والأسمدة المحتوية على الكادميوم

سببت زيادة محتوى الكادميوم في التربة (Williams و David ,1973) ومما يزيد من خطورة هذا العنصر هو قدر ته على تكوين معقدات قوية مع الجزيئات الحيوية biomolecular حتى بكميات صغيرة يمكن ان يسبب خطرا على النظام الحيوي . وبسبب سميته العالية ، فإن دخوله إلى الترب والمياه يمكن ان يؤدي إلى خلق مشكلات بيئية إذ ما سمح له بالدخول إلى السلسلة الغذائية (Bolt و Evans , 1996) .

بينت دراسات Turer و Maynard (2003) و Awofolu (2005) بأن الملوثات المعدنية قد تكون ضارة للنباتات المزروعة على جوانب الطرق وفي المناطق السكنية .

ونتيجة للنشاط الحضاري ، والاجتماعي ، والصناعي في محافظة ديالى ، فمن المتوقع ان تعاني مدينة بعقوبة من مشاكل التلوث بالمعادن الثقيلة بدرجات متفاوتة ومن مصادر مختلفة منها الملوثات المنبعثة من المصانع المختلفة ، وعوادم وسائط النقل ، والمخلفات السائلة المطروحة مباشرة من الأحياء السكنية ، فضلا عن إضافة الأسمدة الكيميائية والمبيدات المختلفة إلى المواقع الزراعية . إضافة إلى ملوثات أخرى منها بيئية كالغبار وصناعية كالأغذية .

ولأهمية هذا الموضوع نتيجة التلوث البيئي الحاصل وتراكم بعض المعادن السامة في التربة والمياه ورواسبها والنباتات فإن الدراسة الحالية تهدف إلى ما يأتي :-

1 -تحديد مستويات الرصاص ، والكادميوم في ترب ومياه وأوراق نباتات مدينة بعقوبة وضواحيها . و مقارنة الحدود القصوى لهذه العناصر مع الحدود الطبيعية المسموح بها في مناطق العراق الأخرى وفي دول العالم .
2 -تحديد المصادر والعوامل المؤثرة في زيادة تراكم أو تركيز التلوث بعنصري الرصاص والكادميوم .
3 -دراسة بعض الصفات الكيميائية لبعض ترب ومياه مدينة بعقوبة وضواحيها ومدى علاقتها في زيادة أو نقصان تراكم أو تركيز التلوث بعنصري الرصاص والكادميوم .

الفصل الثاني

استعراض المراجع LITERATURES REVIEW

1-2 الأهمية الإحيائية و البيئية للمعادن الثقيلة

Biological and Ecological Importance of Heavy Metals

تعتبر المعادن الثقيلة هي التي تمتلك كثافة أعلى من 5 غم . سم$^{-3}$ وتوجد بتراكيز واطئة جدا في الأنظمة الحية وتكون ذات استقرارية عالية (Neis , 1999) .

تعد العناصر الثقيلة من اكبر الملوثات البيئية ، إذ يؤدي استمرار انبعاثها من مصادرها المختلفة (الطبيعية والصناعية) إلى زيادة تراكيزها في النظام البيئي Ecosystem . وتضم العناصر الثقيلة مجموعة كبيرة من العناصر ، منها ما هو ضروري للفعاليات الحيوية للكائنات الحية مثل الحديد (Fe) والنحاس (Cu) والمنغنيز (Mn) والزنك (Zn) والكروم (Cr) والكوبالت (Co) . ومنها ما هو غير ضروري مثل الرصاص (Pb) والكادميوم (Cd) والزئبق (Hg) والنيكل (Ni) والتي تعد مواداً ملوثةً وذات سمية عالية للكائنات الحية (Kruus وآخرون ، 1991) .

إن العناصر الضرورية (للنبات والحيوان أو لتغذية الإنسان) تكون مطلوبة في تركيزات منخفضة ، وبالتالي تعرف باسم العناصر النزرة أو النادر ة "trace elements" أو المغذيات الدقيقة " micro nutrients " وأما العناصر غير الضرورية تكون سامة للنبات والحيوان ومعروفة على نطاق واسع باسم العناصر السامة "toxic elements " إن كلا المجموعتين تعد مواداً سام ةً ل نباتات والحيوانات والإنسان في التراكيز العالي ة (Nriagu , 1988) .

أما العالم Neis (1999) فقد حدد سبعة عشر عنصرا ثقيلا صنفهما اعتمادا على شدة سُميتها للكائنات الحية كما يأتي :-

1 -سمية منخفضة وتشمل عناصر المنغيز والمولبدينوم والحديد .

2 -سمية معتدلة وتشمل عناصر الكروم والتنكستين والكوبالت والفانديوم والنحاس والنيكل والزنك .

3 -سمية شديدة وتشمل عناصر اليورانيوم والرصاص والزئبق والكادميوم والانتيمون والفضة والزرنيخ .

إن معظم المعادن الثقيلة ثابتة نظ را لطبيعتها غير المتحركة. فالكادميوم كما هو معروف أكثر قابلية للذوبان والحركة من المعادن الأخرى في التربة ، ولكن من المعروف إن الرصاص غير متحرك نسبيا وغير متاح لامتصاص النبات ؛ لذلك فالرصاص يعد مصدرَ قلقٍ لصحة الإنسان عندما يتراكم على سطوح النبات (Adriano , 1986) .

2- 2 أشكال وجود المعادن الثقيلة في البيئة

Kinds of Exist Presence Heavy Meatless in Ecology

لاحظ Begum وآخرون (2009) كميات كبيرة من الملوثات تدخل باستمرار إلى النظم البيئية نتيجة للتطور التكنولوجي والعمليات الصناعية . إذ ان المعادن الثقيلة والملوثات العضوية الثابتة يمكن إن تتضخم احيائيا في السلاسل الغذائية ، وتصبح أكثر خطورة على البشر والحياة البرية . ولذلك فان قياس تراكيز الملوثات في مختلف مكونات النظام البيئي مهم ة للوقاية من المخاطر البيئية المهمة في الحياة الطبيعية والصحة العامة . يتم دخول المعادن الثقيلة في البيئة بصورة رئيسة عبر ثلاث طرائق هي :- أولا : ترسب الجسيمات في الغلاف الجوي ، ثانيا : التخلص من المعادن الثقيلة في مياه الصرف الصحي والنفايات السائلة ، ثالثا : عن طريق المنتجات الثانوية لعملية تعدين المعادن ، وحرق وقود السيارات ، واستخدام المبيدات الزراعية .

ترتبط الخواص الكيميائية للمعادن وكذلك درجة سميتها والمشاكل التي تسببها للبيئة ارتباطا وثيقا بمواقعها في الجدول الدوري ، وترجع خطورة العناصر الثقيلة إلى كونها من العناصر الانتقالية Transition elements ولها القدرة على تكوين معقدات Complexes ثابتة مع مجموعة كبيرة من المركبات العضوية وغير العضوية الموجودة في أجسام الكائنات الحية . ومع ذلك فبعض العناصر يمكن ضمها للعناصر الثقيلة عند الحديث عن أضرارها البيئية مع إن عددها الذري اقل بكثير من 100 وذلك لتأثيرها الذي يشابه تأثير العناصر الثقيلة مثل الألمنيوم (السيد ،2007) .

ترتبط سمية العناصر المعدنية بتركيبها الفيزياكيميائي Physicochemical structure فالمعادن ممكن إن تتواجد في الطبيعة على صور متعددة مثل الصور الأيونية المرتبطة بالماء Hydrated ionic species أو في صور معقدات متعددة مع مركبات عضوية أو غير عضوية ، وهذه المركبات أما قائمة على الارتباط الالكتروستاتيكي أو التساهمي أو كليهما (السيد ،2007) .

وتعد جزيئات المعادن الثقيلة أخطر الجزيئات المترسبة . فالكادميوم (Cd) تمتصه النباتات ويجد طريقه إلى ثمارها ، وبالتالي إلى جسم الإنسان فيلحق الأذى بالرئتين ، والكليتين ، والعظام . وتشير الدراسات التي أجريت في الدول الأوربية إلى إن ثلث الكادميوم الموجود في التربة يعود إلى الجزيئات الصلبة المترسبة من الجو ، أما الثلث الأخير فمصدره الأسمدة الفوسفاتية التي تحتوي على الكادميوم على شكل شوائب ، أما الرصاص الذي تنفثه عوادم السيارات بشكل أساس ، وبعض الصناعات بشكل جزئي ،فتمتصه النباتات بسهولة اكبر من الكادميوم ، وذلك لأنه يخرج من العوادم على شكل بروميد أو كلوريد الرصاص ، وقد قدر احد علماء التربة الألمان مساحة الأراضي الألمانية الملوثة بالمعادن الثقيلة (كالكادميوم والرصاص) والتي لم يعد من الجائز استهلاك الإنسان لمحاصيلها الزراعية بحوالي 7 % من مجمل مساحة ألمانيا (الصفدي والظاهر ، 2008) .

تعد التربة واحدة من المستودعات الرئيسة للنفايات البشرية ، والعمليات الكيموحيوية التي يمكن تعبئتها لتلويث مخزون المياه والتأثير على سلاسل الغذاء (Begum وآخرون ، 2009) . وبسبب عمليات الغلاف الجوي تنطلق المعادن الثقيلة من مصادرها إلى مسافات بعيدة عن نقطة انطلاقها لتلوث موارد المياه والتربة . وان المعادن الثقيلة تدخل الهواء عن طريق حرق الفحم وغيره من الوقود الاحفوري وعمليات الصهر ، والتعرية بسبب الرياح ، وبالتالي تؤثر سلبيا على نوعية الهواء . فبعض المعادن الثقيلة مثل السيلنيوم ، والرصاص ، والكادميوم والقصدير يمكن إن تتواجد في الغلاف الجوي عند تركيز 1000 مرة أكثر من تركيزها في الهواء العادي (Kabata و Pendias, 1992) .

ذكر Akbar وآخرون (2006) إن تلوث التربة والنباتات بالمعادن النزرة من مصادر السيارات تعد مشكلة بيئية خطرة . وان وجودها يؤدي إلى آثار صحية خطرة وهذه المعادن غير ضرورية لأنها لا تظهر أي وظيفة سواءً في النباتات أو الحيوانات . وان هذه المعادن يتم إطلاقها خلال عمليات مختلفة من وسائل النقل البري مثل الاحتراق ، وسير المركبات وتسرب السوائل وتآكل المعادن .

أشار Dolan وآخرون (2006) إلى إن الرصاص ، والكادميوم ، والنحاس ، والزنك تعد من المعادن الملوثة الرئيسة للبيئة على جوانب الطرق ويتم إطلاقها عن طريق حرق الوقود واحتكاك إطارات السيارات وتسرب الزيوت وتآكل البطاريات وأجزاء معدنية مثل التبريدات .

وجد Sutherland (2000) و Sutherland و Tolasan (2001) عند دراستهم للتربة الموجودة على جانب الطريق في حوض مانود أواهو في هاواي إن النحاس ، والرصاص ، والزنك قد ازدادت تراكيزها بسبب الأنشطة البشرية وان هذه التربة الملوثة يمكن إن تشكل مصدراً محتملاً للتراكم الإحيائي بالمسطحات المائية المجاورة .

في حين كشفت دراسة أجريت على مدى 40 عام على تربة مناطق ذات الكثافة المرورية العالية ازدياد الرصاص من 17 غم إلى أكثر من 50غم في التربة (Page و Ganje ,1970) .

إن تراكيز الرصاص في التربة بعمق 0-15 سم تزداد مع قدم المنزل . وتشمل مصادر المعادن في تربة الحديقة رمي مخلفات الوقود الاحفوري (رماد و سخام) ونفايات المنزل ، وإشعال النار ، وأجزاء الأصباغ المحتوية على الرصاص ، واستخدام الأسمدة الفسفورية المحتوية على الكاد ميوم على المدى الطويل وترسيب جسيمات الغلاف الجوي من عمليات الصرف الصناعي وانبعاثات المركبات (Davies , 1978 و Thornton و آخرون , 1985 ؛ Royal Commission of Environmental Pollution , 1985) .

أشارت دراسة Alegria وآخرون (1999) للتربة الملوثة بالمعادن الثقيلة العلاقة الايجابية بين الكادميوم الموجود في التربة والخضروات النامية في التربة . والعلاقة السلبية بين الرصاص الموجود في التربة والخضروات النامية في التربة ومع ذلك فإن انتقال المعادن من التربة إلى النبات هي وظيفة الخصائص الفيزيائية والكيميائية للتربة ونوع النبات .

يتأثر النبات تأثيراً سلبياً بامتصاصه لهذه العناصر السامة فتقل نضارته وقدرته على الإثمار وتقل قدرته على التنفس الضوئي Photorespiration نتيجة سقوط الدقائق المعدنية على الأوراق . كما يظهر هذا التأثير على العمليات الحيوية التي تتم داخل أنسجته كالبناء الضوئي Photosynthesis . وتختلف النباتات في شدة تحملها للتلوث بالمعادن الثقيلة ، فكلما زاد تحمل النبات للتلوث زادت كمية السموم التي تحتويها أنسجته والتي تكون غالبا متركزة في منطقة الجذور (السيد ، 2007) .

بين Kupper وآخرون (1998) إن إحلال العناصر الثقيلة مثل الزئبق Hg ، والنحاس Cu ، والكادميوم Cd ، والنيكل Ni ، والزنك Zn ، والحديد Fe محل المغنيسيوم Mg الذي يشغل الذرة المركزية للكلوروفيل يؤدي إلى تدمير عملية البناء الضوئي للنباتات المائية .

ومن الأضرار الأخرى الناتجة عن التعر ض للعناصر الثقيلة مثل الكادميوم (Cd) هي تراكم بيروكسيد الهيدروجين H_2O_2 وهذا يؤدي إلى تصلب الجدار الخلوي للخلايا النباتية وبالتالي يؤدي إلى الموت (Ros Barcello, 1997) .

وجدت دراسة Muhammad (2003) على أوراق نبات الدفلة *erium oleander l*، ونبات القصب *Phragmites australis l* النامين على حافتي الطريق داخل وحول مدينة اربيل . إن أعلى تركيز لعنصر الرصاص في أوراق نبات الدفلة 65.39 ppm ولنبات القصب 47. 86 ppm أما الكادميوم فقد سجل 0.323- 0.652 ppm في كلا النوعين ، وأن المحطات ذات الكثافة المرورية العالية يكون تركيز عنصر الرصاص فيها أعلى من مناطق السيطرة (المناطق غير الملوثة) وهذا يؤكد إن التركيز العالي للرصاص في النماذج النباتية على طول الطريق الرئيس في مدينة اربيل هو بسبب وسائط النقل المارة من هذا الطريق .

أكدت النور (1989) على وجود تلوث عضوي ، وارتفاع في تراكيز بعض العناصر الثقيلة في نهر ديالى نتيجة الإضافات المستمرة من قبل منشأة القادسية في ديالى . في حين بين حمزة (2005) في دراسته لتلوث بعض ترب ومياه نهر ديالى بالكادميوم عن وجود تلوث في بعض الترب المروية بمياه نهر ديالى في جزئه الجنوبي بعنصر الكادميوم وارتفاع تراكيزه في بعض ترب نهر ديالى ومياهه نتيجة تصريف الملوثات إلى مياه النهر .

وللتحري عن التغايرات الموسمية للعناصر الثقيلة في نهر Keritis في اليونان تم دراسة خمسة عناصر وهي (النحاس ، والزنك ، والكادميوم ، والرصاص ، والكروم) إذا كانت تراكيزها في الصيف أعلى مما هو في الشتاء بسبب اتخفاض مستوى النهر وارتفاع معدلات التبخر (Papafilippaki وآخرون ، 2008)، أما في العراق فقد بين (حسين و فهد،2007) في دراسة على نهر الغراف انخفاض في تراكيز العناصر الثقيل ة (Ni , Zn , Cu , Cd) في فصل الشتاء وارتفاعها في فصول السنة الأخرى باستثناء عنصر النيكل (Ni) نتيجة لرمي فضلات المجاري المنزلية في النهر مباشرة دون معالجة .

تعد الرواسب مصدراً ر ئيساً وكذلك ناقلاً للملوثات كالعناصر الثقيل ة (Forstner وآخرون ، 1984) . فقد لاحظ Huang و Lin (2003) ارتفاع مستوى العناصر الثقيلة

(Zn , Pb , Cu, Cd) في رواسب نهر Keelung في تايوان ، ولذلك عدت هذه العناصر ملوثة بسبب تصريف المخلفات الصناعية .

بينّ العادلي (1992) تأثير الفعاليات البشرية في مياه نهر ديالى عند جزئه الأسفل ، وأكد إن مياه النهر ورواسبه ملوثة بالعناصر الثقيلة الناتجة من مصادر عدة . وجد حنف (2009) إن تركيز الرصاص أعلى من النحاس في رواسب شط العرب إذ وصل تركيز الرصاص إلى 117.58 مايكروغرام .غم$^{-1}$ وزن جاف بينما وصل تركيز النحاس إلى 52.39 مايكروغرام . غم$^{-1}$ وزن جاف والسبب وراء ذلك هو المخ لفات الزراعية وخاصة المبيدات المستخدمة لمكافحة الآفات الزراعية ومنها زرنيخات الرصاص ($Pb_3As_2O_8$) وكذلك مياه المجاري في تلك الفترة .

اشارت دراسة Al- Awady (2011) على نهر مصب العام قرب مدينة الناصرية إلى ان معدلات تركيز الرصاص والكادميوم في رواسب النهر بلغت 26.01 , 4.07 ppm على التوالي ، وترجع الزيادة في هذه العناصر إلى التركيب السفلي للنهر ، مستويات المياه ، مصادر التلوث ، الأنشطة البشرية وكثافة الناس على ضفة النهر .

2- 3 صفات الرصاص واستخداماته

Characteristics and Uses of lead

عنصر الرصاص ذو لون رمادي مزرق ، وهو معدن لين مرن ذو وزن ذري 207.19 وعدد ذري 82 ، ينصهر في 327.5 درجة مئوية ويغلي في 1749 درجة مئوية وله كثافة تعادل 11.34 غرام . سم$^{-3}$ في درجة حرارة 25 درجة مئوية . الرصاص له أربعة نظائر مستقرة [204(%1.5) , 206(%23.6) , 207 (%22.6) , 208(52.3 %)] . الرصاص يوجد بأربع حالات أكسدة هي اوكسيد الرصاص PbO ، Pb^{+} ، Pb^{2+} ، Pb^{4+} وجميع أشكاله مهمة بيئيا ما عدا أحادي الأكسدة Pb^{+} . يوجد الرصاص في الطبيعة بصورة ثنائي الأكسدة Pb^{2+} الذي يتأكسد إلى رباعي الأكسدة Pb^{4+} فقط تحت ظروف مؤكسدة قوية ، وعدد قليل من المركبات البسيطة للرباعي Pb^{4+} تكون مستقرة بخلاف PbO_2 (NRCC , 1973 و Boggess , 1977 و Harrison و Laxen , 1981 و Demayo وآخرون , 1982) .

إن الأشكال الثلاثة للرصاص الأكثر شيوعا وأهمية من الناحية الاقتصادية هي كبريتيد الرصاص (PbS) الذي يعرف باسم (galena) وكربونات الرصاص

($PbCO_3$) الذي يعرف باسم (certussite) وكبريتات الرصاص ($PbSO_4$ الذي يعرف باسم (anglesite) (2001, Adriano) .

يعد الرصاص من أكثر العناصر الثقيلة استخداما في الصناعة إذ يتصف بقابليته على الطرق وبسبب درجة انصهاره الواطئة زاد من استخدامه مبكرا في العديد من المنتجات المعدنية وهو عنصر غير قابل للحرق ذو كثافة عالية ومقاومة للصدأ ، لذلك يستخدم في تغليف الأسلاك الكهربائية وله قابلية امتصاص الصوت والاهتزازات لذلك يستخدم بوصفه عازلاً للصوت ، ومادة لتخفيف الهزات الأرضية (Brain , 2002) .

عنصر الرصاص له قابلية ذوبان واطئة في المياه الحاوية على حامض ضعيف ، وقابل للذوبان في الحوامض المركزة مثل حامض الكبريتيك والنتريك المركزين ، فضلا عن وجود الرصاص بوصفه فلزاً فانه يوجد في الطبيعة على شكل كبريتيد الرصاص (PbS) وعلى شكل مركبات عضوية مثل رباعي اثيل الرصاص $Pb(C_2H_5)_4$ ، ورباعي مثيل الرصاص $Pb(CH_3)_4$ ومركبات لاعضوية مثل بروميد كلوريد الرصاص (Pb Cl Br) وكبريتات الرصاص $PbSO_4$ واوكسيد الرصاص (PbO) ، وان الشكل اللاعضوي هو الأكثر شيوعا إذ تبلغ نسبة الأملاح اللاعضوية للرصاص أكثر من 95% من الرصاص الكلي الموجود في البيئة (IPCS ,1995) .

يدخل الرصاص في الكثير من الصناعات مثل الأصباغ ، وحروف الطباعة القديمة ، والاطلاقات النارية ، وصناعة البطاريات ، وأسلاك لحام المعادن وفي طلاء الأنابيب ، والأسلاك الكهربائية ، كما يضاف إلى البنزين لتحسين اشتعاله وذلك على شكل رباعي اثيل الرصاص Tetraethyl Lead ($Pb(C_2H_5)_4$) (العمر ،2000) .

ومن الاستخدامات الأخرى لمركبات الرصاص استخدام أملاح الرصاص في الأصباغ لتميزه ببريق اللون وثباته مثل كرومات الرصاص ($PbCrO_4$) (الرصاص الأصفر) الذي يضاف إلى الأصباغ التي تستخدم لطلاء أرصفة الشوارع ومركبات النقل . واوكسيد الرصاص الثلاثي (Pb_3O_4) (الرصاص الأحمر) الذي يدخل في صناعة الأصباغ المقاومة للصدأ كما استخدمت كربونات الرصاص ($PbCO_3$) (الرصاص الأبيض) بشكل واسع حتى منتصف القرن العشرين مادة أساساً في طلاء الأبواب الخارجية ولكونها مادة شديدة السمية استبدلت بمادة ثنائي اوكسيد التيتانيوم (TiO_2) فضلا عن استخدام خلات الرصاص كمادة د اخلة في صناعة أصباغ الشعر وبعض مساحيق التجميل (Baird , 2001) .

4-2 مصادر التلوث بالرصاص Sources of Pollution with Lead

تنتشر المصادر المسببة للتلوث بعنصر الرصاص (Pb) انتشارا كبيرا إذ ينتج التلوث من مداخن المصانع ومن صناعات عدة مثل البطاريات الجافة و صرقل الخزف كما يستعمل بكثرة في لحام العلب المعدنية التي تستخدم في حفظ الأطعمة والأسماك (السيد ،2007) .

إن الأنشطة البشرية التي تؤدي إلى زيادة مستويات الرصاص في الهواء والتربة تشمل مصاهر الرصاص، وحرق البنزين المحتوي على الرصاص المقاوم لعوامل الفرقعة ، واحتراق الفحم ، ومصانع البطاريات الجافة ، وإنتاج الأصباغ (NRCC , 1973) .

وجد Badawy وآخرون (2002) أن أجواء المدن تتعرض هي الأخرى إلى تلوث عالٍ بمُركبات الرصاص والتي أهمها رابع مثيل الرصاص Tetra methyl Lead ورباعي اثيل الرصاص Tetraethyl Lead اللذين تأتي مصادرهما عن طريق إضافتهما إلى وقود السيارات لتحسين كفاءة الوقود في إدارة المحركات و إزالة فرقعتها إذ يمثل الرصاص الخارج من عوادم السيارات ،الذي غالبا ما يكون في صورة بروميد الرصاص الذي يعد أكثر ملوث لجوٍّ المدن التي تعاني من زخم مروري إذ يكون معلقا ضبابياً يبقى في الجو مدة طويلة .

في حين ذكر كل من الصفدي والظاهر (2008) إن التلوث بالرصاص ينتج من مخلفات نواتج البترول ، وكذلك من مصانع صهر المعادن غير الحديدية ، وتع د وسائل المواصلات المسؤولة عن 34% من كميات الرصاص الموجودة سنويا في الجو ، ولقد نجحت الولايات المتحدة خلال مشروعين لحماية الهواء من التلوث في خفض كمية الرصاص الموجود في الجو من 21100 طن عام 1958 م إلى 8000 طن عام 1987م ، ثم إلى 7600 طن متري عام 1988م . ويرجع ذلك إلى تقليل تركيز الرصاص في البنزين ، فعلى سبيل المثال كان البنزين يحتوي من الرصاص عام 1970م على غرام واحد لكل غالون ، وأصبح نصف غرام في الغالون عام 1985 م ثم انخفض ليكون 0.1 غرام لكل غالون عام 1987م ، وتقدر كمية الرصاص التي تخلفها وسائل النقل سنويا في الولايات المتحدة بـ 2600 طن عام 1988م ، بعد أن كانت 94.6 ألف طن عام 1979م ، وكميات الرصاص الناتجة من مصادر الطاقة 500 طن عام 1988م ، بعد أن كانت 4900 طن عام 1979م .

في عام 1975 قامت وكالة حماية البيئية (EPA) بوضع برنامج للتقليل من كمية الرصاص المضاف للوقود ، وفي عام 1988 حقق هذا البرنامج اختزال في كمية الرصاص الكلي

إلى اقل من 1% وفي عام 1996 أقرت الوكالة (EPA) القرار النهائي الذي يتضمن استخدام وقود السيارات الخالي من الرصاص (EPA , 1996) .

يستخدم الرصاص بشكل واسع في صناعة البطاريات (Lead acid – batteries) إذ وصل معدل استهلاك الرصاص في صناعة البطاريات في الولايات المتحدة عام 1990 نحو 87 % من مجمل استخدامات الرصاص في الصناعة ويزداد تدريجيا بمعدل سنوي يصل إلى حوالي 5.2 % (Lannefors وآخرون , 1983) .

بين CDC (2002) أن مياه الشرب تتعرض هي الأخرى إلى تلوث بمُركبات الرصاص ويرجع مصدره الأول إلى تآكل الوصلات الرصاصية بشبكة المياه ، لذا ينصح بعدم استخدام المياه للشرب أو الطهي عند بداية فتح الصنابير إذ ما يتدفق أولا في مياه الصنبور تحتوي على تراكيز عالية من الرصاص .

5-2 التأثيرات الصحية للرصاص Health Effects of Lead

يعد الرصاص من أوائل ما عرف من المواد الصناعية السامة ويعد من أهم مصادر الإصابات السمية الخطيرة في الصناعة ولا يزال التسمم بالرصاص واحداً من أخطار المهنة الأكثر انتشارا وواحدا من مشاكل الصحة العامة في كثير من المجتمعات ويعد الرصاص من العناصر غير الضرورية للكائنات الحية إذ يمكن إن يوصف بأنه عنصر سام بمختلف مستوياته وأشكاله أي ليس هناك مستوى آمن يظهر فوائد وظيفية لجسم الكائن الحي الذي يدعى بمستوى العتبة Threshold values وهو الحد الأدنى من التعرض أو الجرعة التي تسبب تغيرا ب يولوجياً لا يضر بقدرة الجسم على الاستتباب (1992, ATSDR) .

يعد الرصاص واحد اً من المعادن الثقيلة السامة في البيئة بسبب تأثيراته على الأنظمة العصبية البشرية والدورة الدموية . خصوصا انه يضر الأطفال الصغار ، وحتى بتراكيز منخفضة. إن الرصاص يدخل جسم الإنسان عن طريق الاستنشاق والابتلاع ، وعلى الرغم من إن امتصاص الرصاص بطيء إلا انه يطرح بصورة أبطأ من ذلك . وبالتالي يميل الرصاص إلى إن يتراكم في الجسم ، إذ يتركز في الكبد ، والكلى ، والعظام ، والأسنان ، والدماغ . وان ارتفاع مستويات الرصاص في الدم أكثر من 60 ملغم.لتر$^{-1}$ يمكن إن يضر الأعضاء الداخلية والجهاز العصبي

المركزي ، مما يؤدي إلى آثار صحية ضارة ، تتضمن فقر الدم واعتلال وظيفي في المخ (Nriagu , 1988 ؛ Schwartz, 1994 ؛ Bellinger, 1995) .

كما وجد CDC (2002) إن الأشخاص يختلفون فيما بينهم في مدى تأثرهم بالرصاص ، فأكثرهم تأثرا به صغار الأطفال ، والحوامل لقابليتهم المرتفعة لامتصاص عنصر الرصاص ، فيظهر على صغار الأطفال نقص في معدلات الذكاء ،وصعوبة في التركيز قد تصل إلى حالة تخلف عقلي ، ويرجع ذلك إلى ترسب الرصاص في المخ ، وقد وجد أن ارتفاع معدلات الرصاص عند الحوامل أدت إلى نقص أوزان أجنتهن ، وقد ينتج عن ذلك التلوث ولادة أطفال متخلفين عقليا أو مشوهين .

أكد الصفدي والظاهر (2008) إن للمستوى العالي من الرصاص تأثير ا ضار ا على الإنسان والبيئة ، ويعد الرصاص ضاراً جدا بالكائنات الحية الدقيقة ، ويثبط هدم المواد العضوية ، والتركيز العالي منه يثبط عملية البناء الضوئي ، وللرصاص تأثير شديد على الجهاز العصبي خاصة الأطفال ، ويسبب أمراض الكلى ، ويقلل من عملية النمو ، ويقلل من المناعة في الجسم . ويؤثر الرصاص على الجهاز الهضمي ويتسبب بالإسهال المزمن .

ويتسبب الرصاص في حدوث تلوث للنباتات بمعدل كبير وبخاصة تلك الموجودة على جوانب طرق مرور السيارات ، وأكثر النباتات تأثرا به الخضروات الورقية والفاكهة التي تحتوي على قشرة رقيقة مثل المشمش ، والخوخ (السيد ، 2007) .

تعد عوادم السيارات من أكثر الملوثات شيوعا وغالبا ما يكون الرصاص الخارج من العادم بشكل بروميد الرصاص يكون معلقاً ضبابياً متبايناً يبقى في الجو لمدة طويلة مما يؤثر بذلك سلبا على الفعالية الحيوية والتأثير الواضح على النبات إذ تقل فعالية الثغور Stomata أو إحداث خلل فيها فتتساقط الأوراق أو تذبل (Wiitig , 1993) .

كما ان الرصاص يثبط نمو النبات ، إذ يخفض عملية البناء الضوئي والانقسام mitosis وامتصاص الماء (Demayo وآخرون , 1982) .

ويعد الرصاص من العناصر السامة جدا على النباتات المائية بالترافق مع انخفاض الأس الهيدروجيني للمياه الذي يزيد من سميته نتيجة لازدياد ذوبانه بالدرجات الواطئة من الأس الهيدروجيني واهم مظاهر السمية هو اختزال الكتلة الحيوية المتمثلة بالكلوروفيل الكلي ،

والنتروجين وغيرها من المكونات التي تكون ذات علاقة عكسية مع هذا العنصر (Saygideger وآخرون ,2004) .

6-2 صفات الكادميوم واستخداماته

Characteristics and Uses of Cadmium

الكادميوم عنصر ذو عدد ذري 48 ، وذو وزن ذري 112.4 . وله كثافة عالية (وزن نوعي 8.6) غم . سم $^{-3}$ ، لونه ابيض – فضي ، وهو معدن قابل للطرق وينصهر في 320.9 درجة مئوية ويغلي في 765 درجة مئوية . وعادة ما يوجد في حالة أكسدة ثنائية (2+) وأشكال عديدة من المركبات غير العضوية، التي تشمل الكلوريد ، والكبريتات. تكون معظمها قابلة للذوبان في الماء ، بأستثناء اوكسيد وكبريتيد الكادميوم يذوبان بصورة قليلة . إن العديد من مركبات الكادميوم العضوية يمكن إن تتجمع Synthesized، لكنها تكون غير مستقرة وتحدث طبيعيا والخاص بالفيزيائية المهمة للكادميوم هي قدرته على امتزاز النيوترونات absorb neutrons . وهذه تجعله مهما في عصا التحكم في المفاعل النووي (Cook , 1991) .

أكتشف الكادميوم بوصفه عنصراً مستقلاً منذ عام 1817م ، يوجد في الغالب بشكل مرافق للخارصين في الطبيعة نظرا للتشابه الكبير في تركيبهما الذري وخصائصهما الكيميائية (العمر ،2000) .

الكادميوم بصورة عامة هو أحد العناصر الثقيلة السامة على نطاق واسع في الطبيعة وان كان ب كميات صغيرة . وهو شائع التلوث في استخدام الأسمدة الف وسفاتية (Williams و David ,1973 ; Mann , 1989) .

يصل الكادميوم إلى البيئة مع مياه الصرف لمعامل الطلاء الكهربائي ومعامل الصناعات المعدنية كصناعة أسلاك اللحام واللدائن ، وتستخدم اكاسيده في تلوين الزجاج والسيراميك ، وفي صناعة أصباغ الملابس والبطاريات . ويتواجد في النفط الخام ويتحرر من عوادم السيارات مع الرصاص ومن إطارات السيارات (Cook,1977و OSHA , 2004) .

بين Wilson (1988) بأن الكادميوم له عدد محدود من الاستخدامات ولكن ضمن هذا المدى يستخدم المعدن في مجموعة كبيرة ومتنوعة من المواد الصناعية والاستهلاكية . وتقسم

الاستخدامات الرئيسة للكادميوم إلى خمس فئات هي : طلاء واقٍ من الصدأ ، ومثبتات للبولي كلوريد الفنيل (PVC) وصبغات في صناعة البلاستك والزجاجيات ، ومادة القطب الكهربائي في بطاريات نيكل - كادميوم ، وبوصفه عنصراً ضرورياً للسبائك المختلفة .

إن واحداً من الاستعمالات الرئيسة للكادميوم ، والذي يقدر بحدود 55% من أنتاج العالم . هو استعماله في خلية البطارية الجافة نيكل - كادميوم (Nickel – Cadmium) . و8 % أخرى تستعمل في الطلاء الكهربائي (electroplating) (1991,Cook) .

7-2 مصادر التلوث بالكادميوم

Sources of Pollution with Cadmium

ذكر Hem (1978) أن الكادميوم يتكون في البيئة نتيجة للمصادر الطبيعية والمصادر الخارجية (الأنشطة البشرية) (Anthropogenic) . وتعد المصادر الخارجية من اكبر التهديدات البيئية ، وتشمل أنشطة المصانع مثل عمليات الصهر ، والنفايات الحضرية ،والصناعية، وإنتاج الأسمدة واستخدامها .

أشار Sillanpää و Jansson (1992) إلى إن النشاط البشري يعد المصدر الرئيس للكادميوم المتواجد في البيئة ، خاصة عن طريق عمليات حرق الوقود ، والزيوت ، ورماد الفضلات المنزلية ، التي تعد مصدرا أساساً للكادميوم المحمول هوائيا ، فضلا عن مصاهر النحاس، والحديد والرصاص ، وما تقذفه البراكين من أبخرة وغبار كلها تسهم في إضافة نسب لا بأس بها من الكادميوم إلى الجو . وينتج هذا العنصر من عدة صناعات مثل البطاريات الجافة والأصباغ ومخلفات المناجم (السيد ، 2007) .

بين Nriagu و Pacyna (1988) أن صهر خامات المعادن غير الحديدية هي اكبر مصدر للإنسان لطرح الكادميوم إلى البيئة المائية . وإن المتوسط الإجمالي للانبعاثات العالمية لهذا العنصر من مصادر الأنشطة البشرية في عام 1983 كانت 7570 طن وهي تشمل حوالي نصف الكمية الإجمالية للكادميوم المنتج في تلك السنة .

الكادميوم هو عنصر نادر (Trace element) يوجد طبيعياً في التربة ، ولكن يمكن أيضا إن يدخل إلى التربة من خلال الترسيب (deposition) من الغلاف الجوي ، والتلوث الصناعي

ومياه المجاري ومياه الري ، والمدخلات الزراعية مثل الأسمدة العضوية (الدمن) (manures) والأسمدة الكيماوية ومحسنات التربة (Alloway و Steinnes ,1999 و Sheppard وآخرون ,2009) .

وعلى الرغم من إن الأسمدة الفوسفاتية تمثل مدخلا رئيسياً للفسفور إلى التربة الزراعية ، فان كل من الأسمدة الفوسفاتية غير العضوية ومصادر الفسفور العضوية مثل مياه المجاري والسماد قد تحتوي على الكادميوم (Sheppard وآخرون ,2009) .

وان متوسط الكادميوم الداخل 5غرام .ه كتار $^{-1}$ يمثل حوالي 1% من الكادميوم المحمول في التربة السطحية . ومن خلال هذه النسبة الصغيرة الداخلة باستمرار مع استخدامات الأسمدة الفوسفاتية يمكن إن تزداد تراكيز الكادميوم في التربة (Williams و David,1976 و Andersoon و Hahlin ,1981) .

8-2 التأثيرات الصحية للكادميوم Health Effects of Cadmium

بين Tudoreanu و Philips (2004) إن الكادميوم يحصل على المزيد والمزيد من العناية نظرا لكونه واحداً من أكثر المعادن السامة للبيئة التي يمكن إن تظهر أثار سلبية كبيرة على النشاط البيولوجي في التربة ، والتنوع الاحيائي ، والتمثيل الضوئي في النبات وصحة البشر والحيوانات . هذا المعدن لا يظهر له أي وظائف بيولوجية، لكن نظرا لحركته العالية في التربة، يمكن إن يمتص بسهولة عن طريق المحاصيل والمياه الجوفية الملوثة . الكادميوم يمكن إن يتراكم في النباتات غير السامة ولكن يمكن إن تكون سامة للغاية بعد تناول الحيوانات لهذه النباتات . وتكون سمية الكادميوم أكثر في البشر من الحيوانات ، بسبب طول العمر ، وتراكم الكادميوم في أعضائهم بعد تناول الأغذية الملوثة بالكادميوم .

أشار Zbigniew (1999) إلى إن تأثير الكادميوم على النباتات يظهر بارتباط تأثيره في عملية البناء الضوئي . إذ ان زيادة الكادميوم يثبط النمو باختزاله لعملية التنفس والبناء الضوئي وكذلك محتوى الكلورفيل في الأوراق (Sandolio وآخرون , 2001) .

ذكر خنفر (2010) إن الكادميوم معدن سام حتى بمعدلات ضئيلة ومن المعروف عنه انه يتراكم في كبد الإنسان وكليته ، وانه يسبب فرط ضغط الدم ، وانتفاخ الرئة ويؤذي الكلية ، ومن الممكن إن يتحول إلى مادة مسرطنة للثدييات .

بين السيد (2007) إن الكادميوم (Cd) من المعادن الثقيلة شديدة السمية وتظهر أعراضه بعد سنين عدة من تراكمه في الجسم ، ومن أعراضه : اضطراب وظائف الكليتين ، ولين العظام نتيجة لاضطراب دورة الكالسيوم في الجسم .ويطلق على أعراض التسمم بالكادميوم "إيتاي إيتاي " وهو اسم مقاطعة في اليابان ظهر فيها المرض لأول مرة نتيجة تلوث ما بها بالمخلفات الصناعية ، وكان هذا الماء يستخدم في زراعة الرز وتربى فيه الأسماك .

9-2 المستويات البيئية للرصاص والكادميوم

Environmental Levels of Lead and Cadmium

1-9-2 بيئة الهواء Air Environment

يقدر المستوى الطبيعي للرصاص في الهواء حوالي 0.005 مايكروغرام . م$^{-3}$ ومن الممكن إن يزداد هذا التركيز عن مستواه الطبيعي تحت تأثير عدد من العوامل مثل الكثافة السكانية وكثافة وسائل النقل إذ إن حوالي 98% من الانبعاث الكلي لمركبات الرصاص إلى الهواء الجوي ناتجة عن احتراق البنزين الحاوي على رابع اثيل الرصاص ، ويزداد تركيز الرصاص عن المعدل الطبيعي في الطرق السريعة خلال ساعات الصباح المزدحم ليصل إلى أكثر من 150 مايكروغرام . م$^{-3}$ وأيضا لطبيعة المنطقة (صناعية و تجارية و سكنية) دور كبير في التأثير على معدل الرصاص مثل توافر المعامل ، والمصانع ، والمصاهر إذ يرتفع تركيز الرصاص إلى أكثر من 2500 م ايكروغرام . م$^{-3}$ وينخفض التركيز مع البعد عن مصدر الانبعاث (IARC , 1986) .

لاحظ كل من Boggess (1977) و Harrison وآخرون (1985) على طول جوانب الطرق انتشار أكثر من 90% من ارنعاثات الرصاص في الغلاف الجوي بعيدا عن المنطقة المجاورة للطريق ، إذ يستقر الهواء المحتوي على مستويات من الرصاص عند مسافة أقل من 30 متراً من الطريق نتيجة للسقوط السريع للجسيمات ذات الأقطار الأكبر من 5 مايكرون واتجاه الريح يحدد الجسيمات المضطربة في الغلاف الجوي . وقد اتفق عموما على إن احتواق البنزين المحتوي على الرصاص هو المصدر الرئيس للرصاص في الغلاف الجوي ، لذلك الرصاص في الغلاف الجوي عادة ما يتحول إلى معلق ضبابي ذ ي أقطار اقل من 0.2 مايكرون ويزال بكفاءة عن طريق الترسيب ، وله وقت قصير للبقاء في الغلاف الجوي يصل إلى أيام ولكن قد يصل مداه إلى 14 أسبوعا اعتمادا على الظروف الجوية ، ويمكن نقله لمسافات طويلة عن مصادر الانبعاث (NRCC , 1973 و Harrison و Laxen , 1981 و Harrison وآخرون , 1985) .

ذكر خرفي (2010) إن الرصاص من أكثر المعادن السامة انتشارا في الهواء وأخطرها وتقدر كمية الرصاص المنطلقة من انبعاثات السيارات في العالم بأكثر من 500 ألف طن سنويا .

أشار Chip و Lena (2002) إلى إن الدقائق الخارجة من فوهات عوادم المركبات إلى الهواء الجوي تكون بشكل هاليدات الرصاص مثل Pb Br Cl ويتواجد الرصاص كذلك في الهواء الجوي بشكل كبريتات الرصاص ($PbSO_4$) وكربونات الرصاص ($PbCO_3$) .

بين Thomas (2000) إلى إن تركيز الرصاص المسموح به في الهواء الجوي يبلغ 2ملغم . م$^{-3}$ (ppm) .

إن العديد من البلدان نفذت برامج الرصد للكادميوم في الهواء الجوي إذ أشارت البيانات المتوافرة في مختلف الدول الأوربية إلى إن قيم متوسط المدى تراوح بين 1-5 ملغم .م$^{-3}$ (ppm) في المناطق الريفية و 5-15 ملغم.م$^{-3}$ (ppm) في المناطق الحضرية ، و 15-50 ملغم .م$^{-3}$ (ppm) في المناطق الصناعية (1987,WHO).

وجد Muskett وآخرون (1979) أن تركيزات الكادميوم في الهواء الجوي عالية في المناطق القريبة من مصادر انبعاثات المعدن . ومع ذلك فإن هذه القيم يمكن إن تتغير على نطاق واسع نتيجة لتغير خصائص الانبعاثات والظروف الجوية .

إن الكادميوم يظهر في الهواء نتيجة للنشاطات البشرية والصناعية . وان هذا المعدن يطلق كبخار ، وبهذه الهيئة يتفاعل بسرعة مكونا مركبات جديدة (أكاسيد ، وكبريتات وكلوريدات) (خنفر، 2010) .

بينت OSHA (2004) إلى إن تركيز الكادميوم 2.5 ملغم . م$^{-3}$ (ppm) مسموحا في بيئة الهواء الجوي .

2-9-2 بيئة التــربة Soil Environment

يقدر المستوى الطبيعي للرصاص في التربة 10 ppm (Davies ,1980) . يعد الرصاص واحداً من العناصر المعدنية الثقيلة الأكثر وفرة في القشرة الأرضية ، وتحتوي القشرة على رصاص يقارب 15 ملغم . كغم $^{-1}$ (ppm) (Adriano,2001 و Allowy ,1995) . وفي التربة غير الملوثة تكون تركيزات الرصاص عادة اقل من 1 ملغم.كغم $^{-1}$ (ppm) ومع ذلك وجدت حدود قصوى للرصاص 12 و 18 و 27 ملغم .كغم$^{-1}$ (ppm) في كندا والولايات المتحدة والصين على التوالي (Adriano, 2001 و Chen وآخرون ,1991) .

قدرت لوكسمبورغ والمملكة المتحدة الحدود القصوى المسموح بها للرصاص في التربة بـ 300 ملغم.كغم $^{-1}$ (ppm) ، في حين انخفضت في البلدان الأخرى ففي النمسا 100 ملغم.كغم $^{-1}$ (ppm) ، وهولندا والسويد 40 ملغم.كغم $^{-1}$ (ppm) في التربة . ومن اسباب ارتفاع مستويات الرصاص في التربة الأنشطة البشرية بشكل أساس ، نتيجة استخدام الرصاص في العمليات الصناعية والمنتجات الاستهلاكية (الطلاء ، والبنزين ، الديزل ، وغيرها من المنتجات البتروكيميائية) (Curtis و Smith , 2002) .

ذكر Kabata و Pendias (2001) إن معدل تركيز الرصاص الأنموذج للتربة السطحية في العالم 32 ملغم . كغم$^{-1}$ (ppm) .

يتأثر مستوى الرصاص في التربة السطحية بمعدل ما يترسب ويتراكم من دقائق من الهواء الجوي المنبعثة من مصادر خارجية بسبب ازدياد الكثافة السكانية والكثافة المرورية . ويقل التركيز تدريجيا مع البعد عن مصدر الانبعاث إضافة إلى تأثير الظروف المناخية مثل الغسل الجوي بالأمطار للملوثات وترسيبه على سطح التربة (WHO , 1977) .

يحدث تلوث التربة بالمعادن الثقيلة بمعدل اقل من تلوث الهواء والماء وتبقى العناصر الملوثة بها لفترة طويلة إذ يصعب التخلص منها . والسبب الأساس في تلوث التربة يرجع لممارسات الإنسان في الكثير من مجالات الحياة ، فالتلوث السطحي يتركز بالقرب من المراكز الصناعية التي من أهمها عمليات التعدين وصهر المعادن وكذلك على جوانب طرق مرور السيارات . ومن العناصر شديدة السمية التي يمكن إن تصيب التربة عناصر الكادميوم ، والرصاص ، والزرنيخ نتيجة وجودها في بعض أنواع أسمدة السوبر فوسفات (السيد ،2007) .

أشار Al-Bassam وآخرون (1985) في دراسة عن تركيز بعض العناصر الثقيلة في الترب العراقية إلى ان مستوى الرصاص كان ضمن المعدل الطبيعي لتركيزه في التربة غير الملوثة وبمعدل 10 ppm إذ كان مستوى الرصاص في الصحراء الجنوبية والغربية 7 ppm ومنطقة السهل الرسوبي 9 ppm وهذا يعود إلى كون هذه المناطق تخلو من مصادر التلوث الصناعية والطبيعية وقلة الغطاء النباتي ، ووجود المناخ الجاف في المنطقة الصحراوية . في حين لوحظ زيادة في مستوى الرصاص في مناطق الطيات في الموصل واربيل على الرغم من محدودية مصادر التلوث الصناعي ؛ وذلك بسبب كثافة الغطاء النباتي والمناخ الرطب ووجود مصادر التلوث الطبيعية في المناطق الشمالية الجبلية في شمال شرق العراق لوجود خامات الرصاص ولكن في بغداد لوحظ ارتفاع في مستوى الرصاص في بغداد بسبب كثرة مصادر التلوث بوقود السيارات ولاستخدام البنزين الحاوي على الرصاص وكثرة السيارات التي بلغت 400 ألف سيارة عام 1985 .

إن انخفاض الأس الهيدروجيني للتربة يزيد من قابلية ذوبان الرصاص في التربة مما يسهل من حركته في عمود التربة ويسهل امتصاصه من قبل النباتات ، بينما يؤدي ارتفاع الأس الهيدروجيني 6 – 8 إلى إعاقة حركة الرصاص في التربة نتيجة تكوين معقدات غير ذائبة يصعب امتصاصها من قبل النباتات مما يزيد من مستوى الرصاص في الترب (ATSDR, 1999) .

لاحظ Shuman (1991) أن الكادميوم والرصاص يوجدان في بيئة التربة بصور عديدة أهمها 1- ذائبة في محلول التربة 2- متبادلة أو مدمصة على سطوح مكونات التربة غير العضوية 3- مرتبطة مع المادة العضوية غير الذائبة 4- مترسبة بهيأة رواسب نقية أو خليطه 5- داخلة في تركيب معادن التربة .

وجد CDC (2002) و EPA (2002) إن الرصاص يرتبط بقوة على سطوح دقائق مفصولات الطين الناعمة فضلا عن المواد العضوية وعند اضافته الى الأفاق السطحية للتربة فإنه يتركز ضمن الأعماق 1-5 سم العليا من تلك الأفاق .

لقد حدد Chaney وآخرون (1989) التركيز المسموح للرصاص في بيئة التربة بأنه لا يزيد عن 40 ppm . بينما حدد Mengel و Kirkby (1982) ان المعدل المسموح للرصاص يقدر بـ 15 ملغم . كغم$^{-1}$ (ppm) في التربة .

أظهرت دراسات APHA (1998) أن الكادميوم يوجد بمقادير ضئيلة في الطبيعة ، إذ يبلغ معدل تواجده في القشرة الأرضية 0.16 مايكروغرام . غرام$^{-1}$ (ppm) . وان متوسط المحتوى

الطبيعي لعنصر الكادميوم في التربة في مناطق مختلفة من العالم يساوي 0.53 ppm (Browen , 1979) .

يقدر الحد الاقصى المسموح به للكادميوم في تربة لوكسمبورغ والمملكة المتحدة بـ 3 ملغم . كغم$^{-1}$ (ppm) بينما يكون في بقية البلدان كحد أدنى ، وان الحد الاقصى المسموح به في تربة النروج 1 ملغم . كغم$^{-1}$ (ppm) (Reimann واخرون , 1997) ، وكذلك في ايرلندا ، والبرتقال (ECDGE , 2010) . وقدر الكادميوم في سويسرا بـ 0.8 ملغم . كغم$^{-1}$ (ppm) (FOEFL , 1987) . بينما في السويد حدد الكادميوم بـ 0.4 ملغم . كغم$^{-1}$ (ppm) (ECDGE , 2010) .

بين Mattigod وآخرون (1981) إن العناصر الثقيلة يمكن إن تظهر في محلول التربة بهيئة ايونات حرة Cr^{+3} و Zn^{+2} و Pb^{+2} و Cd^{+2} غير معقدة التركيب أو قد تظهر بهيئة معقدات ذائبة مع المواد غير العضوية أو العضوية مثل $CdSO_4$, $CdCl_3$ أو قد تكون مشتركة مع الغرويات العضوية أو الغرويات غير العضوية المتحركة .

إن من أهم العوامل المؤثرة على تراكم الكادميوم في التربة هو الأس الهيدروجيني للتربة (Davis و Coker , 1980 ؛ Page وآخرون , 1981) .

يعد الأس الهيدروجيني للتربة هو العامل الرئيس الذي يتحكم بتركيز الكادميوم في محلول التربة .إذ يدمص الكادميوم إلى جسيمات التربة بشكل اكبر في الترب القاعدية أو الطبيعية من الترب الحامضية وهذا يؤدي إلى زيادة مستويات الكادميوم في محلول التربة . ونتيجةً طبيعية يقل امتصاص الكادميوم من قبل النبات بلزدياد الأس الهيدروجيني للتربة . أما العوامل الأخرى في التربة التي تؤثر على توزيع الكادميوم في التربة ومحلول التربة تشمل السعة التبادلية للايونات الموجبة ومحتويات الاكاسيد المائية من المنغنيز ، والحديد ، والمادة العضوية ، وكربونات الكالسيوم (Alloway وآخرون , 1988) .

أشار Bridge (1989) إلى إن التراكيز المسموح بها للكادميوم في بيئة التربة 1 مايكروغرام .غرام$^{-1}$ (ppm) قياسا في حين عدَّ التركيز 5 مايكروغرام .غرام$^{-1}$ حرجا (ppm)، وإذا زاد تركيز الكادميوم عند 20 مايكروغرام .غرام$^{-1}$ (ppm) فيعد تركيزا ملوثا لبيئة التربة .

3-9-2 بيئة الماء Water Environment

يقدر المستوى الطبيعي للرصاص في مياه الأنهار والبحيرات بحوالي 1-10 ملغم . لتر$^{-1}$ (ppm) (Mundell وآخرون , 1989) .

أظهرت دراسة ATSDR(1992) إن تركيز الرصاص في المياه السطحية يتأثر بالأس الهيدروجيني للمياه إذ يزداد تركيز الرصاص ليصل إلى حوالي 500 ملغم . لتر$^{-1}$ (ppm) في المياه الحامضية ذات أس هيدروجيني اقل من 5 في حين لا يزداد عن 30 ملغم . لتر$^{-1}$ (ppm) في المياه القاعدية ذات أس هيدروجيني أعلى من 6 وتعمل أيضا ايونات الكبريتات والكربونات في المياه في تقليل ذوبان الرصاص بسبب تكون مركبات معقدة من كربونات أو كبريتات الرصاص غير الذائبة.

ذكرت دراسات NRCC (1973) وBogges (1977) و Harrison و Laxen(1981) و Demayo وآخرون (1982) إلى إن بعض أملاح الرصاص قابلة للذوبان في الماء نسبيا فخلات الرصاص 443, غرام . لتر $^{-1}$ ونترات الرصا ص 565 غرام . لتر$^{-1}$ وكلوريدات الرصاص 9.9 غرام . لتر$^{-1}$ ، في حين إن البعض الآخر يذوب بصورة قليلة إذ ان كبريتات الرصاص 42.5 ملغم . لتر$^{-1}$ واوكسيد الرصاص 17 ملغم . لتر$^{-1}$ وكبريتيد الرصاص 0.86 ملغم . لتر$^{-1}$ ويزداد الذوبان عند درجات حرارية تتراوح بين 0 - 40 درجة مئوية .

تختلف الصور التي يتواجد عليها الرصاص في الماء تبعا لنوعي ته وخواصه الكيميائية ،وتحتوي المياه الطبيعية على حوالي 0.1 – 1 مايكروغرام . لتر$^{-1}$ نتيجة استعمال الأنابيب المصنوعة من الرصاص في توصيل المياه إلى المنازل (السيد ، 2007) .

أشار Demayo وآخرون (1982) إلى إن مركبات الرصاص تميل إلى التركيز في الطبقة الرقيقة للمياه السطحية مثل أعلى من 0.3 ملم وخصوصا عند المواد العضوية السطحية الموجودة في الأغشية الرقيقة .

بين Benes وآخرون (1985) إن مركبات الرصاص توجد في المياه السطحية بثلاثة أشكال : مذابة غير مستقرة مثل Pb^{+2} و $PbOH^{+}$ و $PbCO_3$ ومذابة بسرعة مثل الغرويات أو معقدات قوية أو تكون على شكل جسيمات .

يميل الرصاص لتشكيل مركبات غير قابلة للذوبان منخفضة مع الايونات السالبة الرئيسة المتواجدة في المياه الطبيعية ، بالرغم من تواجد دقائق ذات صور مختلفة من الرصاص في المياه

بهيئة دقائق غروية ، أو دقائق كبيرة غير ذائبة من كربونات واكاسيد وهيدروكسيدات الرصاص (POM , 2000) .

أشارت NIRC (1993) إلى إن الحدود المسموح بها لتركيز الرصاص في مياه الشرب كحد أعلى يبلغ 0.05 ملغم . لتر $^{-1}$ (ppm) .

ويعد الكادميوم من أكثر العناصر حركة داخل البيئة المائية ويتراكم داخل أجسام الكائنات الحية . ووجد إن الكادميوم له نصف عمر يبلغ 10 – 30 سنة في البيئة المائية يبقى فيها فعالا (1997, USPHS) .

بينت APHA (1998) إن مستويات الكادميوم في الانهار اقل من 1 مايكروغرام .لتر$^{-1}$ (ppm) وفي المياه الجوفية 1 – 10 مايكروغرام . لتر $^{-1}$ (ppm) . في حين أشار Meranger وآخرون (1981) إلى إن مياه الشرب عموما تحتوي على مستويات منخفضة من الكادميوم تقدر بحوالي 1 مايكروغرام . لتر $^{-1}$ (ppm) أو اقل وهي تمثل قيمة مفترضة في معظم الحالات .

أظهرت Untersteiner (2005) إن ذوبان الكادميوم يزداد بالماء كلما نقص الأس الهيدروجيني ويظهر كأيون حر بالماء تحت أس هيدروجيني pH = 8 ، ويمكن الحصول على الكادميوم بوصفه عنصراً حراً من خلال التصنيع ؛ وذلك لعدم تواجده بهذه الصيغة في الطبيعة إلا ويكون متحدا .

أشار Baham و Sposito (1986) إن الكادميوم يدخل البيئة المائية بشكل ايون أو معقداً غير عضوي أو يكون بهيأة كربونات وهيدروكسيدات وكبريتات الكادميوم أو معقداً عضوياً مع حامض الهيومك humic acid .

حدد NEPC (1999) و Ayers و Westcot (1994) التركيز المسموح للكادميوم في مياه الشرب والسقي بـ 0.002 و 0.01 ملغم . لتر $^{-1}$ (ppm) على التوالي .

2 -10 العوامل المؤثرة في ادمصاص الرصاص والكادميوم في التربة

Factors Affecting the Adsorption of Lead and Cadmium in Soil

2-10-1 درجة الأس الهيدروجيني (pH)

يعد الأس الهيدروجيني مقياسا مهما جدا في نظام التربة . إذ يؤثر بصورة مباشرة أو غير مباشرة في الا دمصاص والترسيب والإذابة وتكوين المعقدات وتفاعلات الأكسدة والاختزال وله أهمية كبيرة في تحديد سلوك العناصر وجاهزيتها في الترب (Mclean و Bledsoe , 1992).

لقد تناولت العديد من الدراسات (McBride و Cavallaro , 1978و Harter , 1983 و Chip و Lena , 2002) تأثير الأس الهيدروجيني في عملية ادمصاص عنصري الكادميوم والرصاص . إذ لوحظ إن كمية الرصاص والكادميوم المدمصة على سطوح دقائق مفصول الطين كانت تزداد مع زيادة الأس الهيدروجيني .

ذكر Page وآخرون (1981) ان من أهم العوامل المؤثرة على تراكم الكادميوم في التربة هو الأس الهيدروجيني للتربة ، إذ يعد الأس الهيدروجيني للتربة هو العامل الرئيس الذي يتحكم في تركيز الكادميوم في محلول التربة ، إذ يدمص الكادميوم على جسيمات التربة بشكل اكبر في الترب القاعدية عنها في الترب الحامضية .

إن ذوبان الكادميوم في التربة يتأثر بدرجة اكبر بالأس الهيدروجيني إذ يمكن ان يعزى ذلك إلى تأثير الأس الهيدروجيني على مواقع ادمصاص adsorbing الكادميوم . إن انخفاض الأس الهيدروجيني يزيد من مجاميع الهيدروكسيل والكاربوكسيل التي من المفترض هي مجاميع مسؤولة عن الامتزاز النوعي Specific Sorption للكادميوم ويقلل من كثافة الشحنة السالبة على الغرويات في التربة . هناك أيضا تغيير في تركيبة استبدال الايونات الموجبة ، إذ يتناقص استبدال القواعد بينما يزداد Al^{3+} و H^{+} . خصوصا يزداد Al^{3+} تحت أس هيدروجيني pH 5.5 ونظرا لتكافؤه العالي ، فقد يتنافس بفعالية مع الكادميوم (Garcia – Miragaya و Page , 1978) .

2 – 10 - 2 المادة العضوية Organic Matter

بين Mclean و Bledsoe (1992) إن المادة العضوية في التربة تتكون من 1- كائنات حية ، 2- كيميائيات حيوية biochemicals [أحماض أمينية وبروتينات وكربوهيدرات وأحماض عضوية ولكنين] ، و 3- مواد هيوميكية غير ذائبة وبفعل تركيبتها المعقدة فهي توفر مواقع (مجاميع وظيفية ، كمجاميع الكاربوكسيل والفينول والكحول والمجاميع الامينية) لادمصاص الايونات .

تشكل المادة العضوية نسبة قليلة من وزن التربة في المناطق الجافة وشبه الجافة ، إذ تتراوح نسبتها على سبيل المثال في الترب العراقية بين 0.1 – 2.7 % (Al-Taie , 1968) . وعليه فأن وجودها في التربة وأن كان بنسبة قليلة لاتزيد من بين 0.5-3 % فأنها تؤثر على بناء التربة وعلى قابلية التربة للاحتفاظ بالماء (الراوي وآخرون ، 1986) .

بين Evans وآخرون (2003) الآلية الرئيسة لاحتجاز الايونات على سطوح المادة العضوية والتي تتم عن طريق الادمصاص (adsorption) بوساطة الأجزاء الدبالية التي تعمل على تقليل جاهزية الايونات بصورة كبيرة . ذكر Stevenson (1976) إن المعقدات التي تكونها العناصر الثقيلة كالزئبق ، والرصاص والكادميوم مع الأجزاء الهيوميكية في التربة تعد ضرورية في تحديد مصير العناصر الملوثة في التربة .

استنتج Mclean و Bledsoe (1992) إن عملية ربط الايونات بالمادة العضوية تتضمن سلسلة من قوى الربط للمواقع الفعالة في المادة العضوية تتراوح ما بين قوة الجذب الضعيفة إلى روابط كيميائية قليلة .

أما Lee وآخرون (1996) فقد أشار إلى إن عملية تثبيت الأس الهيدروجيني مع توافر محتوًّ عالٍ من المادة العضوية ، زاد من عملية ادمصاص الكادميوم والرصاص بسبب الأهمية الكبيرة للمادة العضوية في السيطرة على عملية الادمصاص .

2- 10- 3 الملوحة Salinity

اشارت ا للامي (2007) إلى ان احتمالية وجود أيوني الكادميوم والرصاص ضمن مركبات الكلوريدات و الكاربونات والبيكاربونات والتي قد تكون بهي أة مركبات غروية متحركة (mobile colloidal materials) وارتباط الأيونين بهذه الصور يضفي أهمية كبيرة على سلوكهما في ترب الدراسة خصوصاً تأثيرهما الملوث.

كما ان تواجد تراكيز عالية من أيونات الكاربونات ، والبيكاربونا ت وكذلك أيونات الكلورريدات ض من محلول التربة أدى إلى حدوث حالة نشوء مركبات جديدة أطلق عليها بحالة التنوي (nucleation) في هي أة كاربونات ، وبيكاربونات الكادميوم والرصاص ، والتي أما أن تكون بحالة غروية متحركة أو مترسبة في هي أة أغلفة على سطوح معادن الكاربونات (McBride , 1980 و McBride و Cavallaro , 1978) .

ان ايونات الكادميوم قد ترتبط بايونات البيكربونات المتوافرة في محلول التربة ، مكونة معقدا في هي أة بيكربونات الكادميوم ($CdHCO_3$) ، الذي يمتلك معامل ربط عالٍ جدا (Hirsch وآخرون ,1989) .

ذكر حمزة (2005) ان الصورة المفترضة لارتباط ايون الكادميوم بمعادن الكربونات في التربة هي ذات ارتباط قوي تعمل على احتجاز الايون الملوث بصورة نسبية في هي أة كربونات أو معقدات بيكربونات الكادميوم .

2-10-4 كربونات الكالسيوم (الكلس) Calcium Carbonate (Lime)

ذكر McBride (1980) ان آلية الامتزاز الكيميائي (Chemisorption) ربما تكون مهمة في تقليل حركة الكادميوم والرصاص قي الترب الكلسية . وان امتزاز الكادميوم والرصاص اعتمد بصورة رئيسة على حجم دقائق الكربونات ، وان إضافة مستويات عالية من الكادميوم أدت إلى تكوين كربونات الكادميوم ($CdCO_3$) المترسبة في هيأة أغلفة على سطوح كربونات الكالسيوم ($CaCO_3$) . كما أشار إلى ان الامتزاز الكيميائي الأولي للكادميوم على سطوح كربونات الكالسيوم كان سريعا جدا .

وجد McBride (1980) ان عملية التنافس الحاصلة بين ايون الكالسيوم ، والكادميوم لاحتلال مواقع التبادل يتحكم فيها كل من نصف قطر الايون وتركيزه ضمن محلول التربة . إذ يمتلك ايون الكادميوم نصف قطر مقداره 0.05 nm والذي هو مقارب جدا إلى نصف قطر ايو ن الكالسيوم البالغ 0.051 nm الأمر الذي يسهل عملية التبادل واحتلال المواقع بينهما ،لكن طبيعة ترب الدراسة الكلسية تجعل تركيز الكالسيوم يتفوق على الكادميوم في محلول التربة وبالتالي يعمل على إزاحته من سطوح مواقع التبادل ،أي سيادة تأثير تركيز الايون في حالة تنافس ،الأمر الذي أدى إلى انخفاض كمية ايونات الكادميوم المرتبطة بسطوح الطين في التربة من جانب ، والى زيادة حركتها من جانب آخر (Mclean و Bledsoe , 1992) .

ولأهمية معادن الكربونات في التقليل من الأثر الضار لايونات الكادميوم والرصاص وإصلاح النظام البيئي فقد أكد McBride و Cavallaro (1978) ان الترب الكلسية هي مستودع Sink وكفاءة عالية في احتجاز الكادميوم والرصاص بالمقارنة مع الترب غير الكلسية .

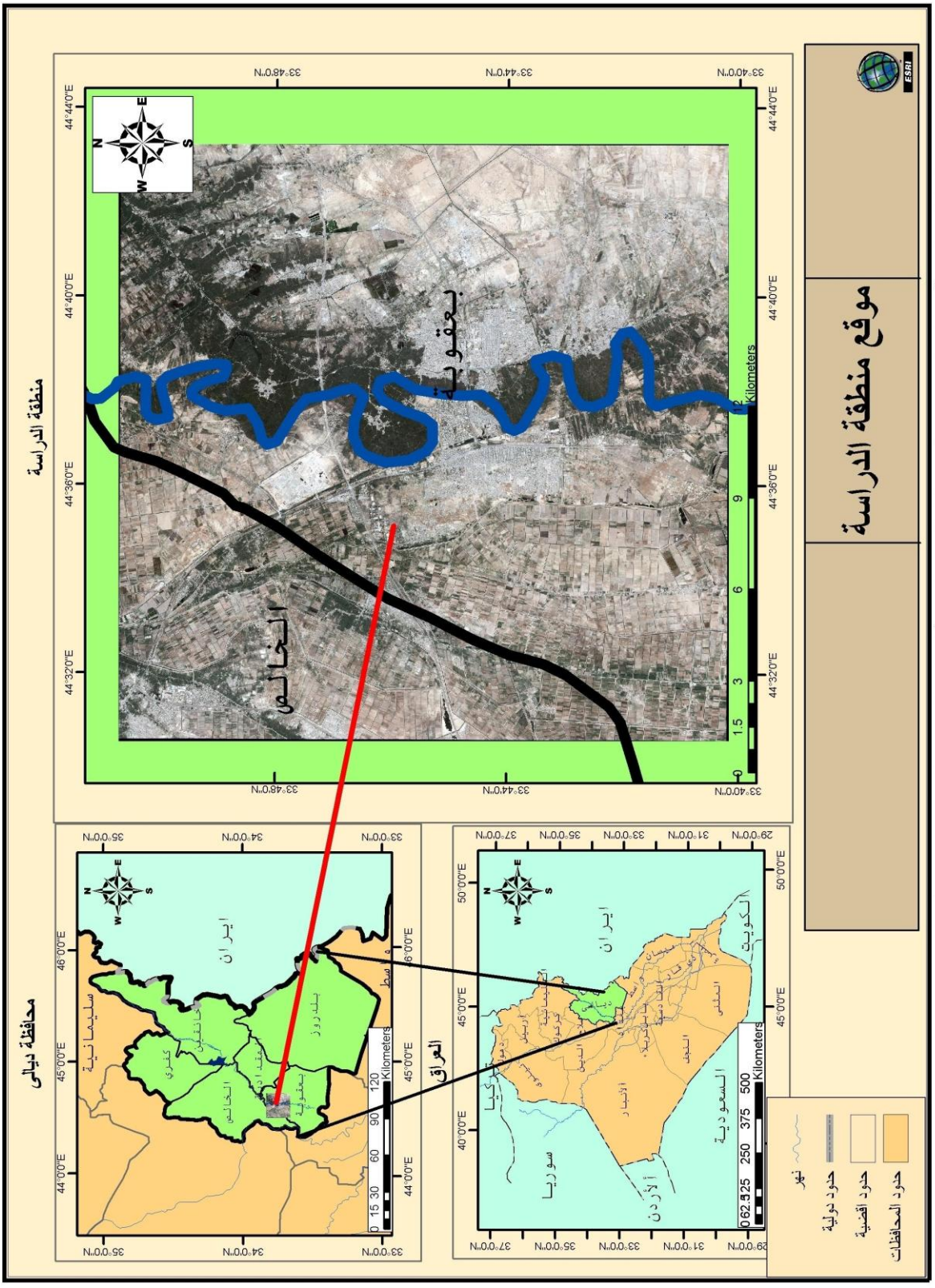
الفصل الثالث

3- المواد وطرائق العمل Materials and Methods

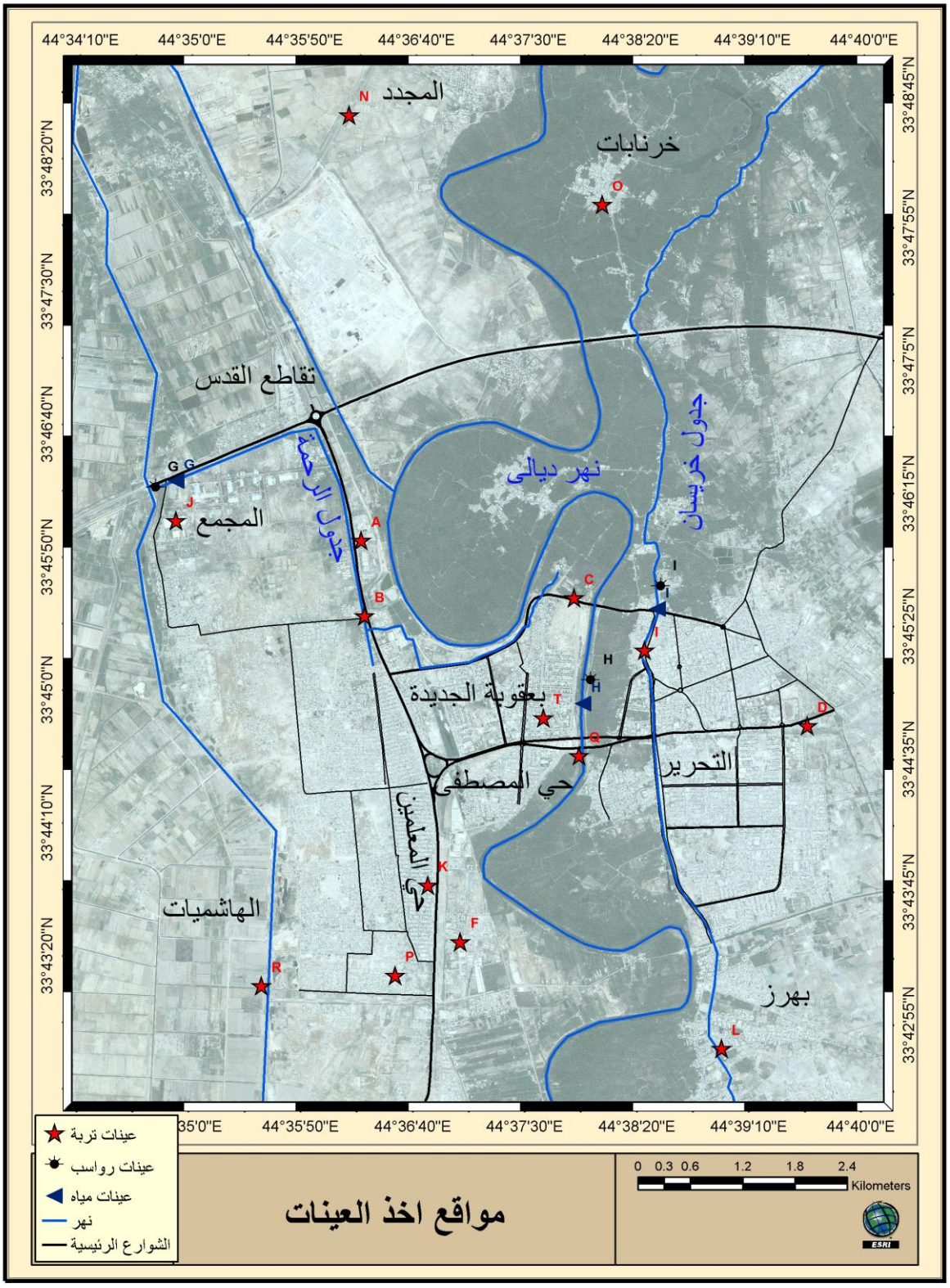
3-1 وصف منطقة الدراسة

بعقوبة مدينة عراقية تقع شمال شرق بغداد ، ضمن قضاء بعقوبة ، مركز محافظة ديالى ، يمر بها نهر ديالى ويقسمها إلى جزأين شرقي وغربي كما يمر في جزئها الشرقي جدول خريسان وهو احد فروع نهر ديالى . يقع قضاء بعقوبة في الجزء الجنوبي الغربي من محافظة ديالى بين دائرتي عرض 25-33 ° و 54-33 ° شمالاً ، وخطي طول 24-44 ° و 58-44 ° شرقاً (اليعقوبي ، 2000) . اما المعدل السنوي للعناصر المناخية ، السطوع الشمسي 8.3 ساعة/ يوم والتبخر 204.1 ملم ودرجات الحرارة 22.6 مº ، وكان مجموع كمية الأمطار 125.2 ملم لمحطة الخالص للسنوات (2005- 2012) وكما موضح في الملحق (10) (الهيئة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي العراقية ، 2012) . يبلغ عدد سكان قضاء بعقوبة لعام 2012 (253.937 نسمة) (الجهاز المركزي للإحصاء ، 2012) . تنفرد مدينة بعقوبة بخصائص ميزتها من بقية المراكز الحضرية في المحافظة فهي مركز قضاء بعقوبة وعاصمة المحافظة ، وهي اقرب مدن المحافظة بالنسبة إلى العاصمة بغداد إذ تقع في ظلها وفي منطقة تأثيرها الوظيفي مما جعلها وبدرجة كبيرة مدينة جاذبة للسكان . تتمتع محافظة ديالى بمقومات طبيعية وبشرية جعلتها من أهم مناطق التركز السكاني في القطر. فهي تتميز بتنوع مظاهر السطح ، وسعة أراضيها الصالحة للزراعة ، وتربتها الخصبة القليلة الملوحة ، وتو افر الموارد المائية الكافية للزراعة كما تشتهر بتوافر مساحات من بساتين النخيل النادرة الأنواع كتلك الم توافرة في منطقة مندلي ، وبساتين الحمضيات خاصة في مدينة بعقوبة (شفتة وبهرز وخرنابات والهويدر) لذلك سميت مدينة بعقوبة وبحق (مدينة البرتقال) كما تنتشر فيها بساتين الرمان والأعناب خاصة في قضاء المقدادية والمعروف بـ (رمان شهربان) ذي النوعية الممتازة (الشمري ، 2006) .

وتعد مدينة بعقوبة منطقة سكنية صناعية كثيفة مزدحمة بوسائل النقل، إذ تضم مناطق صناعية مثل الحي الصناعي ، ومحطات الوقود ، والشركة العامة للصناعات الكهربائية في ديالى ، ومناطق سكنية مثل بعقوبة الجديدة ، والتحرير ، وحي المصطفى ، وحي المعلمين ، والمفرق ، ومناطق زراعية مثل خرنابات ، وشفته والهاشميات ، ودورة . ويوضح الشكل (1) مواقع الدراسة في مدينة بعقوبة وضواحيها .



شكل(1)A خريطة تبين موقع منطقة الدراسة بالنسبة للعراق ومحافظة ديالى .



شكل B(1) خريطة تبين مواقع الدراسة في مدينة بعقوبة وضواحيها .

المصدر : بالاعتماد على خريطة الاساس A (1) وبيانات الجدول (1) .

2-3 مواقع الدراسة

تم اختيار 18 موقع كما في شكل (1) والتي مثلت مناط ق جوانب الطرق و الصناعية والسكنية والزراعية أخذت منها عينات تربة ومياه ورواسب بعض الأنهار و الجداول وبمعدل لثلاث عينات ، وعينة واحدة من أوراق بعض النباتات المتواجدة فيها وبحسب الجدول الآتي :

جدول (1) مواقع الدراسة .

المنطقة	اسم الموقع	نوع العينات
جوانب الطرق	كاطون الرحمة (B)	تربة
	خان اللوالوة (C)	تربة
	المجدد (N)	تربة
	بعقوبة المركز(شارع خريسان) (I)	تربة نبات نخيل التمر والنارنج
المناطق الصناعية	محطة تعبئة وقود بعقوبة المؤجرة (A)	تربة
	محطة تعبئة وقود بعقوبة القديمة (D)	تربة
	الحي الصناعي الأول (F)	تربة
	الشركة العامة للصناعات الكهربائية في ديالى (J)	تربة نبات نخيل التمر
المناطق السكنية (داخل المسكن)	حي المعلمين (K)	تربة نبات البرتقال والنارنج
	بهرز(حي القادسية) (L)	تربة نبات النارنج
	كاطون الرازي (P)	تربة نبات البرتقال والنارنج
	بعقوبة الجديدة (T)	تربة نبات النارنج

المناطق الزراعية	دُوره	(M)	تربة نبات نخيل التمر والبرتقال
	خرنابات	(O)	تربة نباتين برتقال ونبات نارنج
	حي المصطفى	(Q)	تربة
	الهاشميات	(R)	تربة
مياه الأنهار والجداول ورواسبها	جدول الوحمة	(G)	مياه رواسب المياه
	نهر ديالى	(H)	مياه رواسب المياه
	جدول خريسان	(I)	مياه رواسب المياه

3-3 العمل الحقلي :-

جمعت عينات التربة ، ومياه الأنهار والجداول ، ورواسبهما وأوراق بعض النباتات ابتداءً من شهر تشرين الأول لسنة 2011 م إلى شهر نيسان لسنة 2012 م ، وتم جمع العينات من مواقع مثلت مناطق جوانب الطرق والصناعية والسكنية والزراعية لمدينة بعقوبة وضواحيها شكل (1) وجدول (1) ، وتم تجهيز استمارة خاصة لكل عينة تتضمن رقم العينة ، واسم الموقع ، وبعدها عن العينات الأخرى .

3-3-1 عينات التربة :-

أخذت عينات التربة من عمق يتراوح بين 10- 15 سم تحت سطح التربة ، إذ جمعت العينات داخل أكياس من البولي اثيلين ، ونقلت إلى المختبر ، وجففت بتعريضها لأشعة الشمس ثم وضعت في فرن كهربائي بدرجة حرارة 60 درجة مئوية لمدة ساعة ، وطحنت ثم مررت من خلال منخل 2 ملم وجمعت في علب بلاستيكية حتى إجراء الفحوصات المختبرية الخاصة بها.

2-3-3 عينات المياه :-

أخذت من عمق 5 سم من سطح الماء وبمسافة 30 سم من ض فاف الأنهار والجداول الجارية المتوافرة في منطقة الدراسة ، ثم وضعت المياه في قناني بلاستيكية سعة 0.5 لتر ونقلت إلى المختبر ووضعت في ثلاجة حتى إجراء الفحوصات المختبرية الخاصة بها .

3-3-3 عينات الرواسب :-

أخذت من عمق 5 سم من رواسب القاع وبمسافة 30 سم من ضفاف الأنهار والجداول الجارية المتوافرة في منطقة الدراسة ثم وضعت الرواسب في علب بلاستيكية ، وجففت وطحنت ثم مررت من خلال منخل 2 ملم وجمعت في علب بلاستيكية حتى إجراء الفحوصات المختبرية الخاصة بها .

4-3-3 عينات النبات :-

جمعت أوراق المسنة لبعض النباتات المتوافرة (نخيل التمر والبرتقال والنارنج) في منطقة الدراسة ثم وضعت في أكياس من البولي اثيلين ، ونقلت إلى المختبر ، وجففت في فرن كهربائي بدرجة حرارة 60 درجة مئوية لمدة ساعة ، وطحنت ثم مررت من خلال منخل 2 ملم وجمعت في علب بلاستيكية حتى إجراء الفحوصات المختبرية الخاصة بها .

4-3 الأجهزة والمواد المستعملة :-

جدول (2) الأجهزة والمواد المستعملة في الدراسة واسم الشركة المجهزة .

تسلسل	اسم الجهاز	الشركة المجهزة
1	جهاز قياس التوصيل الكهربائي . Electrical Conductivity meter	HANNA H12300
2	جهاز قياس درجة الأس الهيدروجيني . pH meter	HANNA PH211
3	جهاز مطياف الامتصاص الذري اللهبي . Flame Atomic Absorption Spectrophotometer	Shimad24 AA-680
4	جهاز مطياف الامتصاص الذري عديم اللهب . Flameless Atomic Absorption Spectrophotometer	Shimad24
5	صفيحة تسخين . Hot Plate	Gallen Kamp
6	فرن كهربائي . Electronic Oven	Electric Blast Dry-Box WG43
7	فرن كهربائي . Electronic Oven	RAPID HETING
8	ميزان حساس . Sensitive Balance	Metller PC 440
9	ورق ترشيح . Membrane filter	Whattman
10	ثلاجة Refirigtator	VESTEL
11	منخل 2 ملم Sieve	Commercial
12	زجاجيات Glasses	Germany

5-3 المواد الكيمائية المستعملة :-

جدول (3) المواد الكيميائية المستعملة في الدراسة واسم الشركة المجهزة .

ت	اسم المادة	الشركة المجهزة
1	Ammonium chloride	BDH
2	Ammonium hydroxide	BDH
3	Buffer Solution	BDH
4	Calcium hydroxide	BDH
5	Ethylene Diamine Tetra Acetic acid	BDH
6	Ethanol	Fluke
7	Eriochrome Black	BDH
8	Hydrochloric Acid	Fluke
9	Hydroxylamine hydrochloride	Fluke
10	Manganese chloride	BDH
11	Murxide	BDH
12	Methyl orange	BDH
13	Phenonephthaline	BDH
14	Potassium carbonate	BDH
15	Potassium chloride	BDH
16	Potassium chromate	BDH
17	Potassium Sulfuric	BDH
18	Sodium chloride	BDH
19	Sodium hydroxide	Fluke
20	Sulfuric acid	Ride_Dehean
21	Silver nitrate	BDH

6-3 العمل المختبري :-

1-6-3 الصفات الكيميائية لبعض الترب ومياه الأنهار والجداول ورواسبها في منطقة الدراسة

قدرت الصفات الكيميائية في التربة ورواسب مياه الأنهار بعد الحصول على مستخلص التربة 1:1 و 5:1 (تربة : ماء مقطر) على وفق الطريقة (3c) وقدرت في مياه الأنهار والجداول كذلك على وفق الطرائق الواردة في U.S.D.A Hand Book No. 60,1954 وكما يأتي :-

1-1-6-3 درجة الأس الهيدروجيني pH Degree

تم قياس الأس الهيدروجيني باستعمال جهاز pH meter في التربة ورواسب المياه على وفق الطريقة (21 b) ، وفي المياه على وفق الطريقة (75) .

2-1-6-3 التوصيل الكهربائي Electrical Conductivity

تم قياس التوصيل الكهربائي باستعمال جهاز Electrical Conductivity meter في التربة ورواسب المياه على وفق الطريقة (4b) ، وفي المياه على وفق الطريقة (72) .

3-1-6-3 الملوحة Salinity

تم حساب الملوحة اعتمادا على قيم التوصيل الكهربائي ، بعد تحويل هذه القيم إلى قيم التوصيل الكهربائي عند درجة حرارة (25 درجة مئوية) بالاعتماد على طريقة (Golterman وآخرون ،1978) على وفق المعادلة الآتية:

$$\text{الملوحة} = \frac{\text{قيمة التوصيل الكهربائي} - 14.78}{1589.08}$$

عبر عن النتائج جزء بالألف (p.p. t Part Per thousand

3-1-6-4 المادة العضوية في التربة Organic Matter in the Soil

لغرض تقدير كمية المادة العضوية في التربة وللكشف عن العلاقة بين ارتفاع معدلات الرصاص والكادميوم في تربة مدينة بعقوبة وضواحيها مع محتوى المادة العضوية تم اختيار ست عشرة عينة في التربة (أعلى عينتين واقل عينتين في تركيز الرصاص والكادميوم في ك ل منطقة) ، و قدرت المادة العضوية في التربة في شركة ابن سينا العامة بطريقة (Fusion Gravimetric Analysis) الموصوفة في (Vogel , 1954) وذلك بأخذ وزن محدود 1 غم من التربة ومن ثم تجفيفها في فرن Electric Blast Dry-Box WG 43 في درجة حرارة 100 درجة مئوية للتخلص من الرطوبة وحساب الفرق بالوزن قبل التجفيف وبعد التجفيف . ثم اخذ النموذج المجفف ووضعه في فرن كهربائي RAPID HETING في درجة حرارة 900 درجة مئوية ولمدة ساعة واحدة وبعد تبريد النموذج يتم وزنه واخذ الوزن قبل وبعد الحرق .

$$\text{نسبة المادة العضوية}(\%) = \frac{\text{الفرق بين الوزنين}}{\text{الوزن الاصلي الماخوذ}} \times 100$$

3-1-6-5 كربونات الكالسيوم (الكلس) Calcium Carbonate (Lime)

قدرت كربونات الكالسيوم في التربة على وفق الطريقة (23 b) ، بواسطة فقدان CO_2 ، إذ تم إضافة 10 مل من حامض HCl (3عياري) إلى الفلاسك سعة 50 مل ثم نزن الفلاسك مع الحامض (الوزن الأول) ، ثم ننقل 5 غم من عينة التربة إلى الفلاسك ، ثم يترك لمدة ساعتين حتى نزن الفلاسك ومحتوياته من الحامض والتربة (الوزن الثاني) . ثم تجرى الحسابات وفق المعادلات الآتية :

وزن CO_2 المفقود = (الوزن الأول للفلاسك + الحامض) – (الوزن الثاني للفلاسك + الحامض + التربة)

النسبة المئوية لكربونات الكالسيوم ($CaCO_3$) = وزن CO_2 المفقود × 227.4 \ وزن عينة التربة

3-6-1-6 الايونات الذائبة Soluble Ions

تم تقدير الايونات الموجبة والسالبة الذائبة وكما يأتي :-

1 - **الكالسيوم والمغنيسيوم :-** تم تقديرهما في التربة ورواسب المياه على وفق الطريقة (7) ، وفي المياه على وفق الطريقة (79) ، بوساطة التسحيح مع الفرسنيت (EDTA) (0.01 عياري).

2 - **الكربونات والبيكربونات :-** تم تقديرهما في التربة ورواسب المياه ع لى وفق الطريقة (12) بوساطة التسحيح مع حامض الكبريتيك (0.01 عياري) ، وفي المياه على وفق الطريقة (82) بوساطة التسحيح مع حامض الكبريتيك (0.05 عياري) .

3 - **الكلوريد :-** قدرت ايونات الكلوريد في التربة ورواسب المياه على وفق الطريقة (13) بوساطة التسحيح مع نترات الفضة (0.005عياري) ، وفي المياه على وفق الطريقة (84) بوساطة التسحيح مع نترات الفضة (0.05عياري) .

3-6-2- تقدير عنصري الرصاص والكادميوم الكلي

قدرت ايونات الرصاص والكادميوم في شركة ابن سينا العامة على وفق الطريقة المتبعة من قبل Banks و Klingman (1956) و Marczenko (1976) .

3-6-2-1 قياس تركيز عنصر الرصاص

استخدم جهاز مطياف الامتصاص الذري اللهبي Flame Atomic Absorption Spectrophotometer لغرض قياس تراكيز عنصر الرصاص .

3-6-2-2 قياس تركيز عنصر الكادميوم

استخدم جهاز مطياف الامتصاص الذري عديم اللهب Flameless Atomic Absorption Spectrophotometer لغرض قياس تراكيز عنصر الكادميوم .

3-6-3 التحليل الإحصائي

تم تحليل النتائج إحصائيا ، و استخرجت قيم معامل الارتباط (r) لإيجاد مدى العلاقة بين الصفات الكيميائية وتركيز عنصري الرصاص ، والكادميوم للتربة ، ورواسب مياه الأنهار والجداول ، وتم حساب متوسطات العناصر والصفات الكيميائية والايونات بوساطة البرنامج الإحصائي SPSS الإصدار العاشر (الكناني ، 2009) .

الفصل الرابع

النتائج والمناقشة Results and Discussion

1-4 ترئيز عنصري الرصاص والكادميوم في التربة

1-1-4 تـركيز عنصر الرصاص

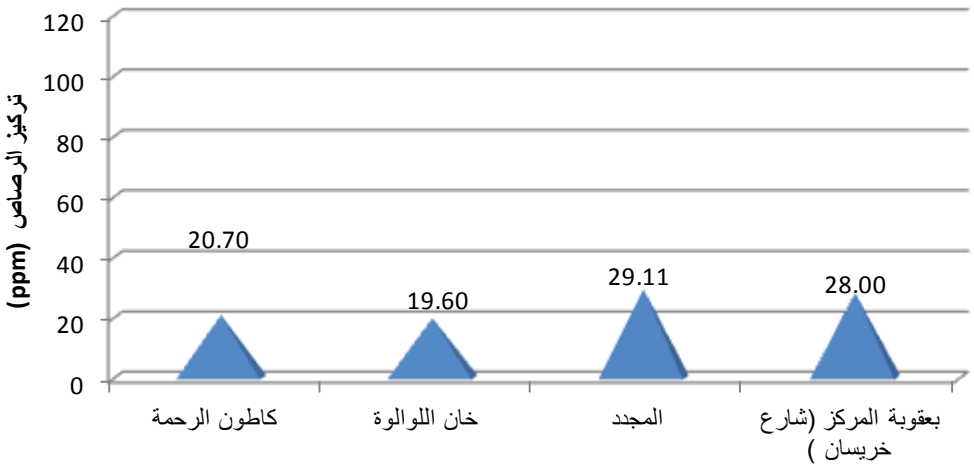
أظهرت نتائج الجدول (4) أن تركيز عنصر الرصاص في تربة جوانب الطرق تراوحت بين 19.60 – 29.11 ppm وبمعدل 24.35 ppm ، واما في المنطقة الصناعية فتراوحت بين 20.20 – 104.66 ppm وبمعدل 63.41 ppm ، في حين تراوحت في المنطقة السكنية بين 28.29 – 50.17 ppm وبمعدل 34.77 ppm ، وفي المنطقة الزراعية تراوحت بين 21.94 – 27.97 ppm وبمعدل 25.32 ppm .

من هذه النتائج يلاحظ ان أعلى قيمة لمعدلات تركيز الرصاص ظهرت في المنطقة الصناعية إذ بلغت 104.66 ppm مقارنة مع أدنى قيمة ظهرت في منطقة جوانب الطرق 19.60 ppm .

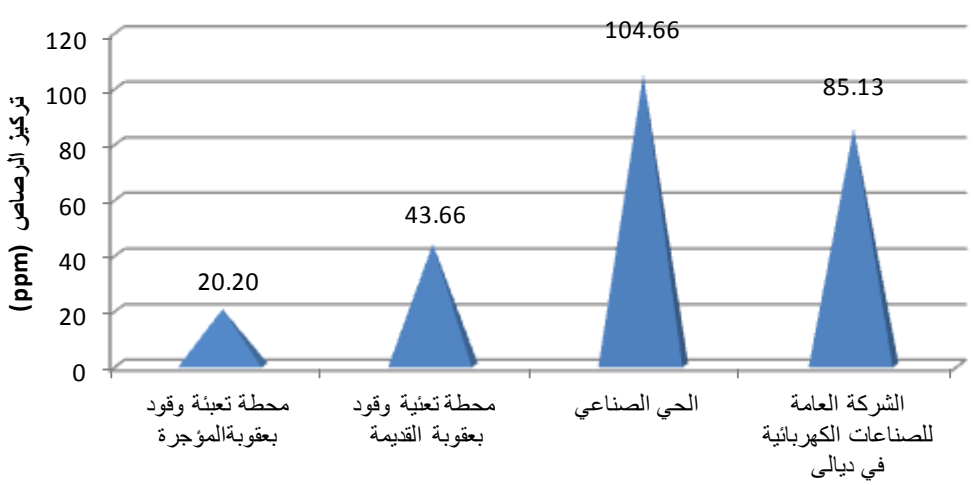
تشير النتائج في منطقة جوانب الطرق شكل (2) إلى ارتفاع تركيز الرصاص في موقع المجدد ، إذ كانت أعلى القيم 29.11 ppm ، والسبب يعود إلى الكثافة المرورية للسيارات ، إذ بينت الدراسة التي أجراها كل م ن (Jardat و Momani , 1999) عن تلوث التربة والنبات والهواء بالعديد من العناصر الثقيلة ومن ضمنها الرصاص في الأردن كان سببها الكثافة المرورية بوسائط النقل (السيارات) التي ما زالت تستخدم البنزين المضاف إليه رابع اثيلات الرصاص . وربما يكون السبب ناتجاً عن وقوع هذا الموقع بالقرب من معمل الطابوق ، إذ اشارت شنشل (2004) في دراستها لتأثير التلوث الناتج من معامل الطابوق والدباغة على التربة في النهروان ان ن سبة الرصاص في التربة يمكن ان تأتي من مختلف أنواع الوقود المستخدم في تشغيل معامل الطابوق ، إذ كان تركيز الرصاص عاليا في هذه المخلفات .

جدول (4) تركيز عنصري الرصاص والكادميوم لعينات التربة في منطقة الدراسة ، معبرا عنها بوحدات (ppm) .

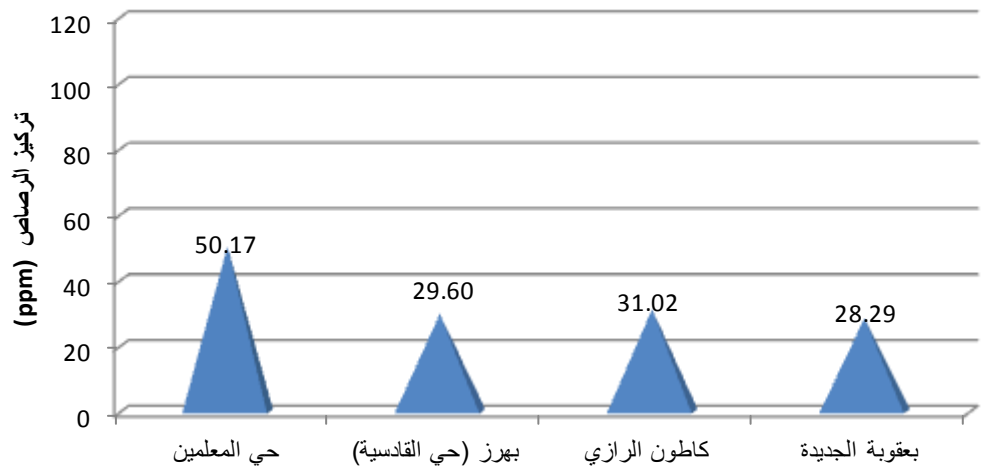
المنطقة	المواقع	تركيز العناصر	
		عنصرPb ppm	عنصرCd ppm
جوانب الطرق	كاطون الرحمة	20.70	0.45
	خان اللوالوة	19.60	0.09
	المجدد	29.11	0.32
	بعقوبة المركز (شارع خريسان)	28.00	0.11
	المتوسط	24.35	0.24
المناطق الصناعية	محطة تعبئة وقود بعقوبة المؤجرة	20.20	0.05
	محطة تعبئة وقود بعقوبة القديمة	43.66	0.12
	الحي الصناعي الأول	104.66	0.14
	الشركة العامة للصناعات الكهربائية في ديالى	85.13	0.13
	المتوسط	63.41	0.11
المناطق السكنية	حي المعلمين	50.17	0.19
	بهرز (حي القادسية)	29.60	0.09
	كاطون الرازي	31.02	0.14
	بعقوبة الجديدة	28.29	0.14
	المتوسط	34.77	0.14
المناطق الزراعية	دُوره	21.94	0.07
	خرنابات	25.21	0.10
	حي المصطفى	27.97	0.16
	الهاشميات	26.16	0.08
	المتوسط	25.32	0.10
المعدل الكلي للدراسة		36.96	0.14



شكل (٢) تركيز الرصاص في تربة منطقة جوانب الطرق



شكل (٣) تركيز الرصاص في تربة المنطقة الصناعية



شكل (٤) تركيز الرصاص في تربة المنطقة السكنية

كذلك هو الحال بالنسبة ل موقع بعقوبة المركز (شارع خريسان) الذي شهد ارتفاعا نسبيا في تركيز الرصاص إذ بلغ 28.00 ppm ؛ لان هذا الموقع من المناطق السكنية والتجارية القديمة التي شهدت كثافة سكانية ومرورية عالية نسبيا بسبب توافر مرائب عديدة لوقوف السيارات المختلفة . إذ بينت دراسة Harrison و Dyer (1984)؛ Boggess (1977) ؛ Chmiel و Harrison(1981) ؛ Way و Schroder (1982) إلى إن كميات الرصاص تزداد في ترب جوانب الطرق نتيجة احتراق البنزين المحتوي على جزيئات الرصاص المضافة ، وبشكل عام تزداد كميات الرصاص على طول جوانب الطرق مع ارتفاع الكثافة المرورية للسيارات .

ويلاحظ وجود انخفاض نسبي في قيم تركيز الرصاص المسجلة في الموقعين كاطون الرحمة وخان اللوالوة البالغة 20.70 , 19.60 ppm في جوانب الطرق على التوالي ، وكان موقع خان اللوالوة اقل القيم ، إذ تـنماز هذه المواقع بـوصفـها مناطق سكنية وتجارية حديثة تكثر فيها الحدائق العامة والمنزلية .

بينت النتائج في المنطقة الصناعية شكل (3) ان أعلى القيم قد سجلت في موقع الحي الصناعي الأول إذ بلغت 104.66 ppm ، والسبب هو نوعية المخلفات الصناعية المطروحة من المعادن الثقيلة ومنها الرصاص إذ يشهد هذا الموقع العديد من المعامل والمصانع التابعة للصناعات الغذائية في ديالى ، وكذلك محلات الحدادة ، وورش تصليح السيارات ، والمكائن الزراعية ، والصناعية المختلفة فضلا عن زيادة عدد السيارات والتي تعتبر من أهم مصادر التلوث بالرصاص .

وأما قيم تراكيز الرصاص المسجلة في موقع الشركة العامة للصناعات الكهربائية في ديالى ، البالغة 85.13 ppm فكانت ذات تراكيز عالية بسبب تسربها من الشركة العامة للصناعات الكهربائية ، ولكن كانت هذه التراكيز اقل نسبيا من الموقع السابق للحي الصناعي الأول ؛ بسبب توقف نشاط العديد من معامل الشركة العامة للصناعات الكهربائية في الوقت الحاضر نتيجة نقص المواد الأولية الداخلة في الصناعة مثل معامل المكواة ؛ والمنتجات الكهربائية باستثناء معملي التوزيع ومحولات القدرة والمكائن اللذان استمرا بالعمل إلى يومنا هذا، ولذا يعزى إليهما هذه الزيادة في تركيز الرصاص فضلا عن ا رتعاثات الرصاص من عوادم سي ارات الحمل الصغيرة والكبيرة المارة في هذا الموقع .

أما بالنسبة لقيم تركيز الرصاص المسجلة في الموقعين محطة تعبئة وقود بعقوبة القديمة وبعقوبة المؤجرة ، البالغة 43.66 , 20.20 ppm على التوالي ، فإن النتائج تبين وجود زيادة في قيم تركيز الرصاص المسجلة في موقع محطة تعبئة وقود بعقوبة القديمة مقارنة بموقع محطة تعبئة وقود بعقوبة المؤجرة ، وتعزى هذه الزيادة إلى انبعاثات عوادم السيارات من وسائط النقل المختلفة فضلا عن تسرب الوقود من مشتقات النفط الأخرى . في حين كان لنتائج موقع محطة تعبئة وقود بعقوبة المؤجرة اقل القيم ، نتيجة وقوعه في مناطق ذات كثافة سكانية قليلة نسبيا وبوصفها من محطات الوقود الحديثة نسبيا.

أشارت النتائج إلى إن قيم تراكيز الرصاص في الترب السكنية شكل (4) المسجلة في موقع حي المعلمين ، البالغة 50.17 ppm تشهد ارتفاعا في قيمها ؛ لان هذا الموقع من المناطق السكنية التي تكثر فيها ورش تصليح السيارات المختلفة ومحلات لصبغ السيارات ، وتصليح البطاريات ، وكذلك أماكن تجمع النفايات المنزلية وحرقها والتي تبعث الكثير من الغازات الحاوية على العناصر الثقيلة المختلفة ومن ضمنها الرصاص ، فضلا عن الكثافة المرورية العالية مما أدى إلى زيادة نسبة عنصر الرصاص في التربة . إذ بين Wong (2006) ان من وسائل تراكم المعادن الثقيلة في الترب السكنية يكون من ان بعاثات الغلاف الجوي ، وتصريف مياه الصرف الصحي والنفايات الصلبة (مثل مقالع القمامة) .

في حين كان لنتائج المو قعين كاطون الرازي وبهرز (حي القادسية) ، البالغة 31.02 ، 29.60 على التوالي شأناً أخراً ، إذ يمكن ان تتأثر بمصادر تلوث أخرى ، مثل انبعاثات الرصاص من احتراق محركات الديزل والبنزين لتوليد الطاقة الكهربائية للمنازل فضلا عن رمي مخلفات الوقود (الرصاص وال س خام) . إذ اشارت دراسة Fleming و Parle (1977) عن تلوث الرصاص في الترب السكنية بأن أبخرة المركبات واحتراق الفحم ، و استخدام المبيدات الحشرية ، وبطاريات السيارة ، والطلاء القديم يمكن ان تكون كلها مصادر للرصاص الملوث للتربة في الناطق السكنية .

واما موقع بعقوبة الجديدة فكان اقل القيم إذ بلغ 28.29 ppm لأنه يعد من المواقع التي تكون ذات كثافة سكانية قليلة وتكثر فيه الحدائق العامة ، والمنزلية وتقل فيها المولدات التي تعمل بالديزل .

بينت النتائج ان قيم تراكيز الرصاص في المنطقة الزراعية شكل(5) المسجلة في موقع حي المصطفى البالغة 27.97 ppm كانت أعلى القيم ؛ بسبب الترسيب الجوي للرصاص من عوادم السيارات ،فضلا عن ري ترب هذا الموقع بالمياه الملوثة من نهر ديالى والاستخدام المفرط للأسمدة الكيميائية الحاوية على الرصاص والكادميوم ، إذ بين KHAN (2005) بأن معدن ي الرصاص والكادميوم ملوثا ن يضافان إلى التربة باستمرار من خلال الأنشطة الزراعية المختلفة مثل استخدام الكيمياويات الزراعية والاستخدام الطويل لحمأة الصرف الصحي المدنية في الترب الزراعية ، والأنشطة الصناعية مثل رمي النفايات ومخلفات المنظفات المنزلية ، وعوادم السيارات .

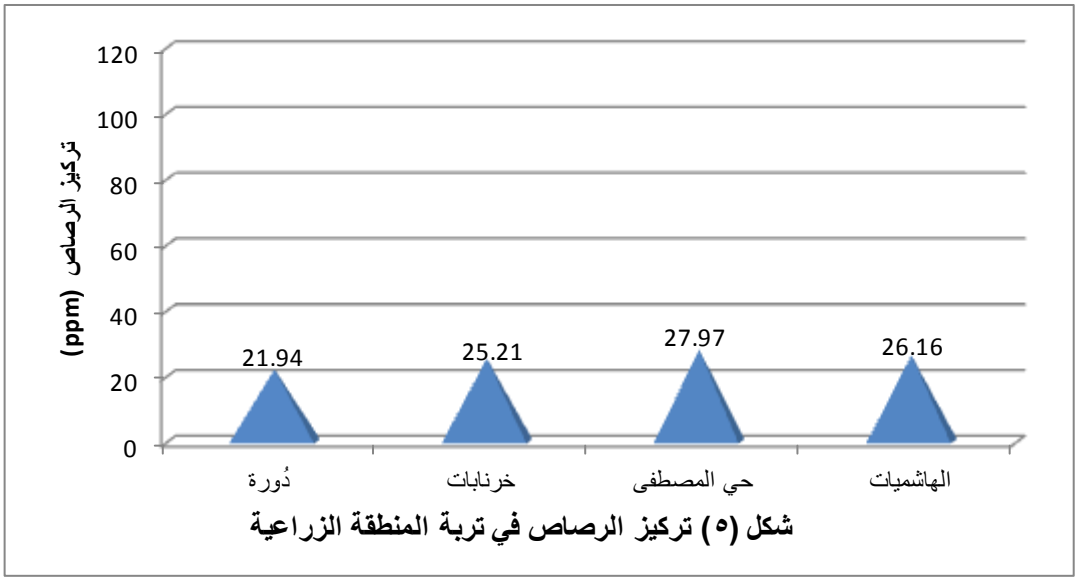
ان قيم تراكيز الرصاص المسجلة في موقع الهاشميات ، البالغة 26.16 ppm تكون مرتفعة بالرغم من وقوعه خارج مدينة بعقوبة ، ربما ترجع هذه الزيادة إلى وجود عنصر الرصاص في بعض أنواع أسمدة السوبر فوسفات (السيد، 2007). إذ ينماز هذا الموقع بزراعة المحاصيل الحقلية ومنها الحنطة ، والشعير ،وعادة ما يتم استخدام مثل هذه الأسمدة .

وإما بالنسبة لقيم تراكيز الرصاص المسجلة في موقع خرنابات ، البالغة ppm25.21 فكانت تراكيزها مرتفعة بالرغم من وقوعه خارج مدينة بعقوبة ، إلا إنها يمكن ان تتأثر بمصادر تلوث أخرى ، مثل الاستخدام المتكرر للسما د ، والأسمدة التي تحتوي على تراكيز كبيرة من المعادن الثقيلة في بعض الأحيان ومنها الرصاص (Alloway , 2004).

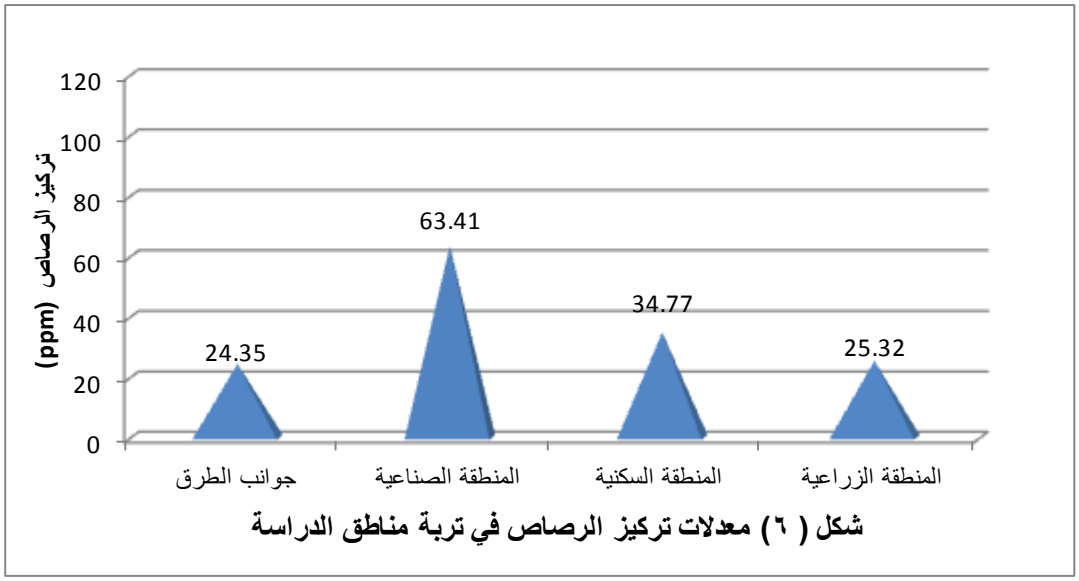
أما قيم تراكيز الرصاص المسجلة في موقع دُوره ، والبالغة 21.94 ppm فكانت اقل القيم لوقوع هذا الموقع خارج مدينة بعقوبة ، وعدم تأثره بمصادر التلوث المذكورة في المواقع السابقة ؛ وذلك لقلة استخدامها للأسمدة الكيميائية ،فضلا عن قلة مرور السيارات فيها .

أظهرت نتائج الدراسة الجدول (4) وشكل (6) بأن تراكيز الرصاص كانت مرتفعة في المناطق الصناعية والسكنية في حين كانت منخفضة في المناطق الزراعية وجوانب الطرق ، وان محتوى التربة من عنصر الرصاص في المواقع كافة أعلى من الحد المسموح به للرصاص في التربة والذي يقدر بـ 15 ملغم . كغم $^{-1}$ (ppm) (Mengel و Kirkby , 1982) .

يتبين من الجدول (5) ان أعلى قيمة لعنصر الرصاص في ترب الدراسة ، البالغة 104.66 ppm كانت أعلى من الحدود القصوى المسموح به في دول العالم مثل اسبانيا ، والدنمارك ، وهولندا ، والسويد ، وكندا ، والولايات المتحدة ، والصين . وتتقارب مع الحدود القصوى المسموح بها في المانيا ، وفرنسا ، والنمسا .واقل من الحدود القصوى المسموح بها في لوكسمبورغ ، والمملكة المتحدة .



شكل (٥) تركيز الرصاص في تربة المنطقة الزراعية



شكل (٦) معدلات تركيز الرصاص في تربة مناطق الدراسة

جدول (5) مقارنة الحدود القصوى لتركيز عنصري الرصاص والكادميوم في ترب الدراسة عمق 10-15 سم (ملغم . كغم$^{-1}$ (ppm) تربة) مع الحدود القصوى المسموح بها في بعض دول العالم.

موقع الدراسات	المصدر	تركي ز الرصاص ملغم . كغم$^{-1}$ (ppm)	تركيز الكادميوم ملغم . كغم$^{-1}$ (ppm)
بعقوبة وضواحيها	الدراسة الحالية	104.66	0.45
المانيا1992	1993 , McGrath	100	1.5
اسبانيا1990		50	1
الدنمارك1989		40	0.5
فرنسا1988		100	2
لوكسمبورغ والمملكة المتحدة	Curtis و Smith 2002 ,	300	——
النمسا		100	——
هولندا والسويد		40	——
لوكسمبورغ والمملكة المتحدة	Reimann وآخرون 1997,	——	3
النرويج		——	1
ايرلندا	2010 , ECDGE	——	1
البرتغال		——	1
السويد		——	0.4
سويسرا	1987 , FOEFL	——	0.8
كندا	2001 , Adriano	12	——
الولايات المتحدة	Chen وآخرون	18	——
الصين	1991 ,	27	——

يلاحظ من الجدول (6) ان المعدل الكلي لتركيز الرصاص في تربة مدينة بعقوبة وضواحيها بلغ 36.96 ppm . ومن خلال مقارنة معدلات الدراسة الحالية مع المعدل العالمي ال مقترح لتركيز الرصاص في تربة غير ملوثة البالغ 10 ppm (Aubert و Pinta ,1977 ؛ IPCS ,1995) فـإن تراكيز الرصاص في الدراسة الحالية تجاوزت المعدل العالمي المقترح(4) مرات تقريبا .

تمت مقارنة معدلات الدراسة الحالية لمدينة بعقوبة وضواحيها مع معدلات الدراسات السابقة لبعض الترب العراقية والموضحة في جدول (6) إذ لوحظ ان تراكيز الرصاص في الدراسة الحالية اقل من المعدلات السابقة لتربة مدينة بغداد (1998) البالغة 50 ppm (عبد الله ، 1998) . واقل من المعدلات لعام (1986) التي وصل فيها تركيز الرصاص في تربة مدينة بغداد 96 ppm وفق تسجيلات (Hana و Al-Hilali , 1986) . واقل من المعدلات السابقة لتربة مدينة بغداد عام (2005) التي وصل فيها تركيز الرصاص 102.9 ppm وفق تسجيلا ت (عبد الكريم ،2005) .

في حين لوحظ ارتفاع اً كبير اً في تراكيز الرصاص في تربة الدراسة الحالية عن معدلاتها في تربة بعض المناطق الريفية في المحافظات 17.2 ppm التي تمثل مناطق بعيدة عن التجمعات السكانية والنشاط الب شري ، إذ كان المعدل العام في ديالى (بعقوبة) 15 ppm (عبد الكريم ،2005) .

كما شهدت ارتفاع كبير في تراكيز الرصاص في تربة الدراسة الحالية عن معدلاتها في تربة ضواحي بغداد التي شملت مناطق بعيدة عن النشاط البشري والصناعي إذ بلغ تركيز الرصاص حوالي 15 ppm (Hana و Al-Hilali , 1985) .

ولوحظ كذلك ارتفاع تراكيز الرصاص في الدراسة الحالية لمدينة بعقوبة وضواحيها بالنسبة لتراكيزه في الترب المحيطة بمصفى الدورة في بغداد ، إذ تراوح تركيز الرصاص حوالي 9.1 – 29.2 مايكرو غرام .غرام $^{-1}$ (ppm) (اللامي ، 2007) . وكذلك لوحظ ان تراكيز الرصاص في تربة الدراسة الحالية أعلى من المعدلات السابقة لتربة الموصل عام (2005) إذ بلغ 32.23 ملغم . كغم $^{-1}$ (ppm) وفق تسجيلات (الإرياني ، 2005) .

جدول (6) معدلات تركيز عنصري الرصاص والكادميوم للتربة في الدراسة الحالية مقارنة مع بعض الدراسات السابقة في العراق ، والمعدلات المقترحة عالميا للتربة ، معبرا عنها بوحدات (ppm) .

موقع الدراسة	المصدر	تركيز الرصاص (ppm)	تركيز الكادميوم (ppm)
بعقوبة وضواحيها	الدراسة الحالية	36.96	0.14
ديالى(بعقوبة) (2005)	عبد الكريم ،2005	15	——
المحافظات		17.2	——
بغداد		102.9	——
بغداد	عبد الله ،1998	50	——
بغداد	Hana و Al-Hilali, 1986	96	——
بغداد	حمزة ، 2005	——	8.01-1.33
مصفى الدورة - بغداد	اللامي ،2007	29.2 - 9.1	9.9 - 3.3
ضواحي بغداد	Hana و Al-Hilali, 1985	15	——
الموصل	الإرياني ،2005	32.23	3.56
الصحراء الجنوبية والغربية - العراق	Al-Bassam وآخرون ،1985	7	——
السهل الرسوبي - العراق		9	——
المعدل الطبيعي للترب العراقية		10	——
مناطق الطيات - اربيل		21	——
المعدل العالمي المقترح	Aubert و Pinta, 1977؛ IPCS, 1995	10	——
المعدل العالمي المقترح	Browen , 1979	——	0.53

وبالمقارنة مع معدلات بعض الترب العراقية الموثقة في دراسات سابقة لوحظ كذلك ارتفاع مستويات الرصاص في تربة الدراسة الحالية لمدينة بعقوبة وضواحيها بالنسبة لمستوياته في الترب العراقية غير الملوثة 10 ppm والصحراء الجنوبية ، والغربية 7 ppm ومنطقة السهل الرسوبي 9 ppm ومناطق الطيات في اربيل 21 ppm وفق تسجيلات (Al –Bassam وآخرون ،1985) .

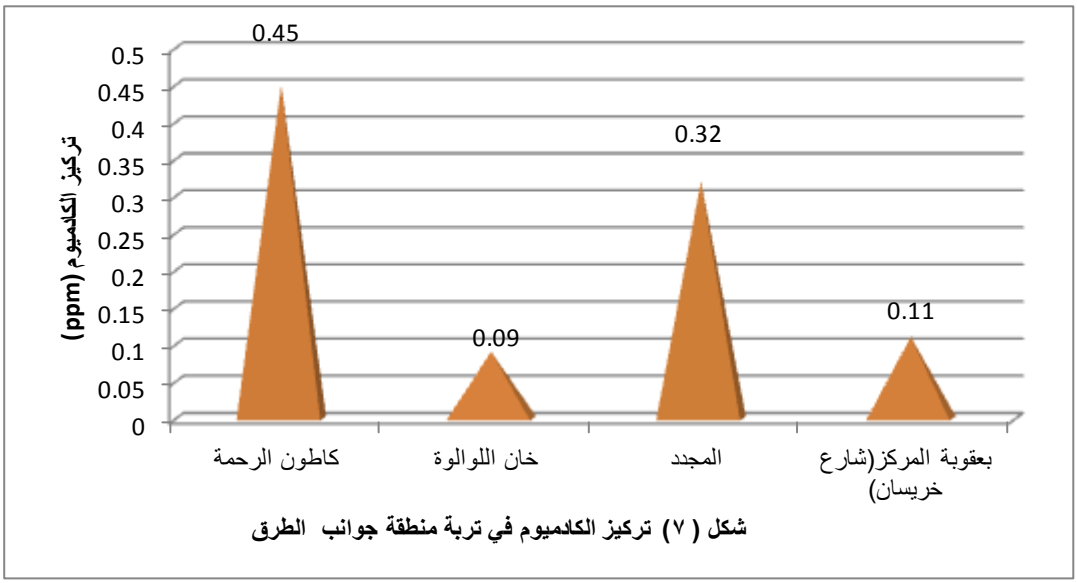
من المعلومات الواردة أعلاه يلاحظ ان هناك ارتفاعا في تركيز الرصاص في تربة مدينة بعقوبة وضواحيها يبلغ 4 مرات تقريبا عن المعدلات العالمية ا لمقترحة لعنصر الرصاص ، وكذلك كان مرتفعا عن معظم الدراسات السابقة ، وهذا ينذر بالخطر المتوقع للتلوث بالرصاص ، وضرورة وضع الحلول الناجمة لغرض تقليل هذا التلوث الحاصل بعنصر الرصاص .

4-1-2 ترئيز عنصر الكادميوم

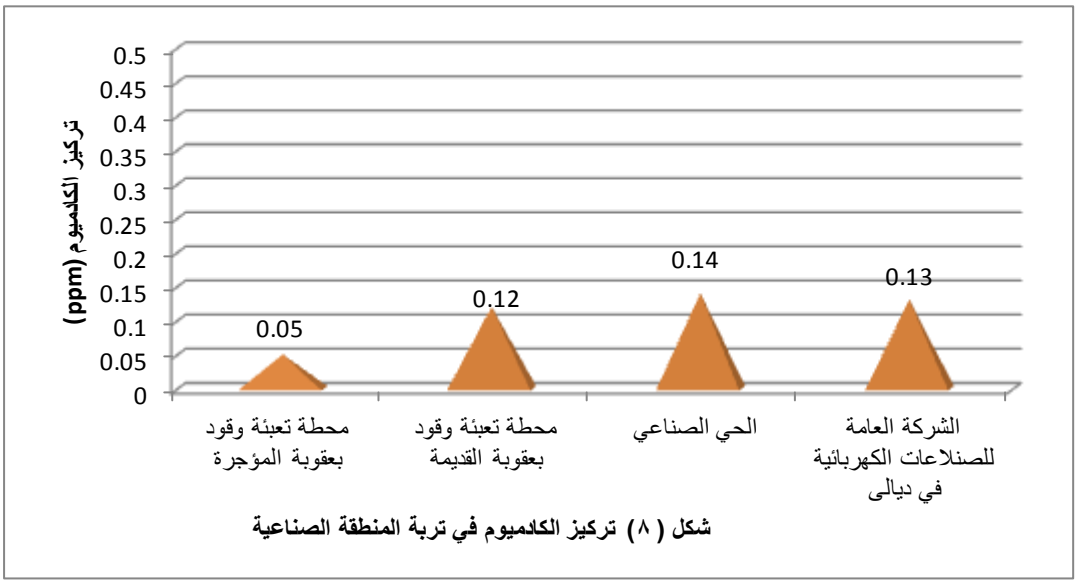
اظهرت نتائج الجدول (4) ان تركيز الكادميوم في تربة جوانب الطرق تراوحت بين 0.09 – 0.45 ppm وبمعدل 0.24 ppm ، في حين تراوح ت بين 0.05 – 0.14 ppm وبمعدل 0.11 ppm في المنطقة الصناعية ، وتراوحت بين 0.09 – 0.19 ppm وبمعدل 0.14 ppm في المنطقة السكنية ، وفي المنطقة الزراعية تراوحت بين 0.07 – 0.16 ppm وبمعدل 0.10 ppm .

ومن هذه النتائج يلاحظ ان أعلى قيم ة لمعدلات تركيز الكادميوم في الدراسة الحالية ظهرت في منطقة جوانب الطرق إذ بلغت 0.45 ppm مقارنة بأدنى قيمة التي ظهرت في المنطقة الصناعية 0.05 ppm .

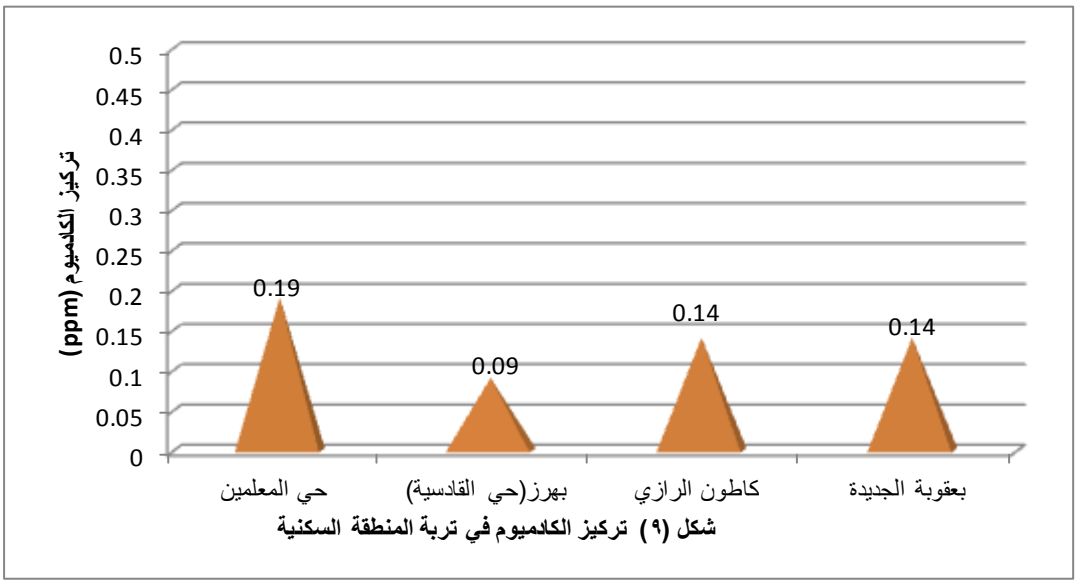
واشارت النتائج إلى ان قيم تركيز الكادميوم في منطقة جوانب الطرق شكل (7) في موقع كاطون الرحمة ، البالغة 0.45 ppm كانت اعلى القيم ؛ لانه يعدّ من المناطق السكنية والتجارية ذات حركة مرور كثيفة ، إذ بين (Cook , 1977 و OSHA , 2004) بأن الكادميوم يتحرر من عوادم السيارات مع الرصاص ومن إطارات السيارات . كما أشا ر Okunola وآخرون (2008) ان تمزق قطع غيار السيارات وتآكلها قد تكون مسؤولة عن نسبة عالية من الكادميوم المتراكم في التربة .



شكل (٧) تركيز الكادميوم في تربة منطقة جوانب الطرق



شكل (٨) تركيز الكادميوم في تربة المنطقة الصناعية



شكل (٩) تركيز الكادميوم في تربة المنطقة السكنية

اما بالنسبة لقيم تراكيز الكادميوم في موقع المجدد ، البالغة 0.32 ppm ، فكانت اقل من الموقع السابق كاطون الرحمة لكنها مرتفعة بعض الشيء ، بسبب احتراق مخلفات الوقود المستعملة في تشغيل معمل الطابوق القريب من هذا الموقع فضلا عن الكثافة المرورية للسيارات .

اما بالنسبة لقيم تراكيز الكادميوم في الموقع ين بعقوبة المركز (شارع خريسان) وخان اللوالوة ، البالغة 0.11 , 0.09 ppm على التوالي ، فكانت منخفضة بشكل ملحوظ ؛ لأنها من المناطق السكنية والتجارية التي تكثر فيها الحدائق العامة والمنزلية التي تعمل على تقليل تركيز الكادميوم في التربة وبسبب عمليات الغسل، والتنظيف المستمرة ، وإزالة التربة المترسبة الملوثة بالكادميوم والرصاص إلى يوميا منها .

اشارت النتائج إلى ان ليس هناك فروق واضحة بين قيم تركيز الكادميوم في المنطقة الصناعية شكل (8) في مواقع الحي الصناعي الأول والشركة العامة للصناعات الكهربائية في ديالى ومحطة تعبئة وقود بعقوبة القديمة ، ا لبالغة 0.14 , 0.13 , 0.12 ppm على التوالي ، إذ كانت مرتفعة بعض الشيء ، وقد تعزى هذه الزيادة إلى عمليات اطلاق المعادن النزرة ومنها الكادميوم من خلال عمليات مختلفة من وسائ ل النقل البري مثل الاحتراق ، وسير المركبات ، وتسرب السوائل وتآكل المعا دن (Akbar وآخرون ،2006) .

كما بينت النتائج إلى ان قيم تركيز الكادميوم في موقع محطة تعبئة وقود بعقوبة المؤجرة والبالغة 0.05 ppm كانت ا قل القيم مقارنة بالمواقع الأخرى ؛ لأنه من المواقع البعيدة عن النشاطات السكانية ، إذ يرجع المصدر الرئيس للكادميوم في التربة إلى السيارات التي تدخل الموقع للتزود بالوقود .

اظهرت نتائج الدراسة في المنطقة السكنية شكل (9) بان موقع حي المعلمين كان أكثر تلوثا بالكادميوم ، إذ بلغ تركيز الكادميوم فيه 0.19 ppm ويعود هذا الارتفاع بالتلوث إلى كون هذا الموقع من المناطق السكنية التي تكثر فيها ورش تصليح السيارات المختلفة وكذلك كثرة محلات صبغ السيارات وتصليح البطاريات فضلا عن الكثافة المرورية العالية فيها .

كما بينت النتائج ان قيم تركيز الكادميوم في المو قعين كاطون الرازي وبعقوبة الجديدة كانت مرتفعة إذ بلغت 0.14 ppm لكل منهما ، وهذا يعود إلى استخدام الأسمدة الفسفورية

المحتوية على الكادميوم على المدى الطويل في تربة الحدائق المنزلية وترسيب جسيمات الغلاف الجوي من عمليات المصانع وانبعاثات المركبات (Davies , 1978 و Thornton و آخرون 1985, و Royal Commission of Environmental Pollution ,1985) . فضلا عن انبعاث الأدخنة المحتوية على جسيمات الكادميوم من احتراق محركات الديزل والبنزين المولدة للطاقة الكهربائية سواء أكانت داخل المنزل أو خارجه ومن احتراق الإطارات والبطاريات والمخلفات المنزلية .

اما بالنسبة لقيم تركيز الكادميوم في موقع بهرز (حي القادسية) ، البالغة 0.09 ppm فكانت منخفضة ، قد يعود السبب إلى تأثرها بمصادر تلوث اقل من المواقع السابقة كونها بعيدة نوعا ما عن طرق السيارات وان التلوث سببه المولدات الكهربائية التي تعمل بمحركات الديزل .

كما اشارت النتائج إلى ان قيم تركيز الكادميوم في المنطقة الزراعية شكل(10) المسجلة في الموقع ين حي المصطفى وخرنابات ، البالغة 0.16 , 0.10 ppm على التوالي كانت مرتفعة بعض الشيء ، بسبب ترسيب الكادميوم من عوادم السيارات واستخدام الأسمدة المحتوية على الكادميوم ، وهذا يتماشى مع ما جاء به Alloway وSteinnes (1999) ؛ Sheppard وآخرون (2009) بأن الكادميوم يدخل إلى التربة من خلال الترسيب من الغلاف الجوي ، ومياه الري ، والمدخلات الزراعية مثل الأسمدة العضوية والأسمدة الكيمياوية ومحسنات التربة .

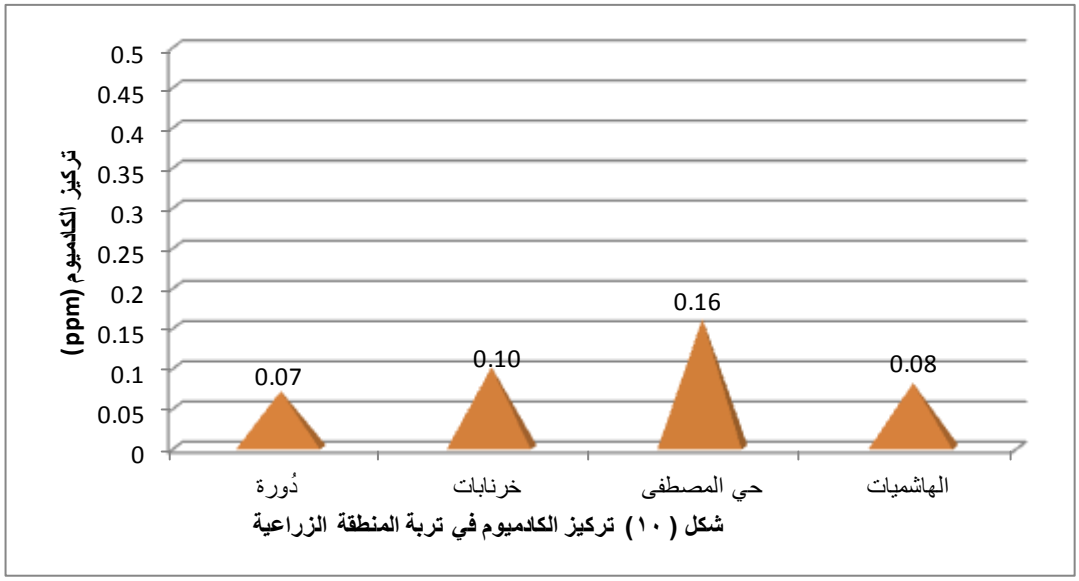
اما قيم تركيز الكادميوم في الموقع ين الهاشميات و دُوره ، البالغة 0.08 , 0.07 ppm على التوالي فكانت تشير إلى انخفاض ملحوظ في قيمها ، بسبب وقوعها خارج مدينة بعقوبة بعيدا عن مصادر التلوث المذكورة أعلاه .

أظهرت نتائج الجدول (4) وشكل (11) بأن تراكيز الكادميوم كانت مرتفعة في منطقة جوانب الطرق في حين كانت منخفضة وبنسب متقاربة في المناطق السكنية والصناعية والزراعية . وان محتوى التربة من عنصر الكادميوم في المواقع كافة اقل من التركيز المسموح به للكادميوم في بيئة التربة 1 مايكروغرام .غرام $^{-1}$ (ppm) (Bridge , 1989) .

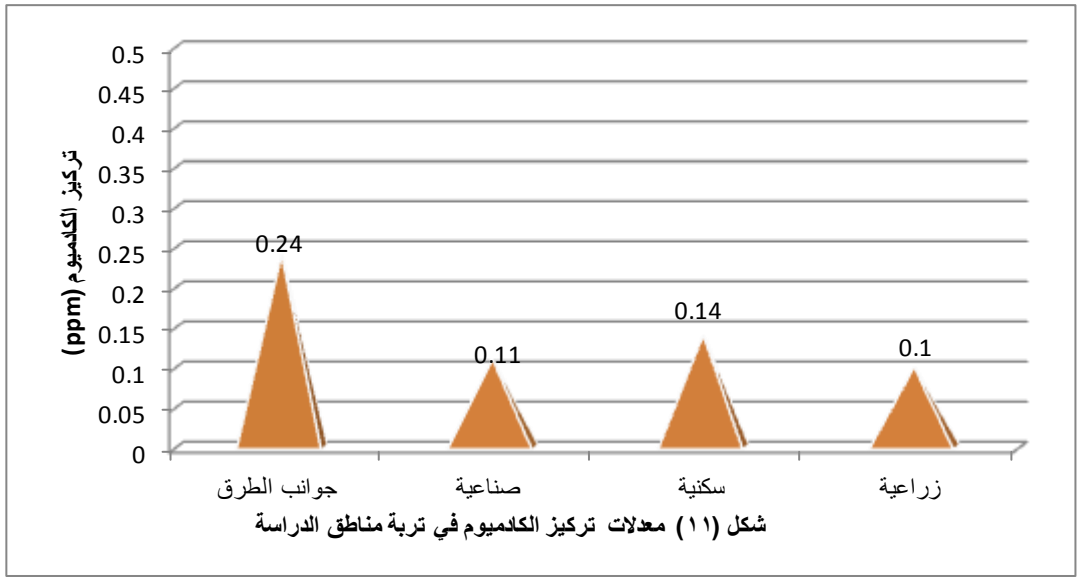
كما بين الجدول (5) بأن أعلى قيمة لعنصر الكادميوم في الدراسة الحالية ، البالغة 0.45 ppm كانت أعلى م ن الحدود القصوى المسموح بها في السويد

وسويسرا ، وكانت اقل م ن الحدود القصوى المسموح بها في المانيا ، واسبانيا ، والدنمارك ، وفرنسا ، ولكسمبورغ ، والمملكة المتحدة ، والنروج ، وايرلندا ، والبرتغال.

يتبين من الجدول (6) ان المعدل الكلي لتركيز الكادميوم في تربة مدينة بعقوبة وضواحيها بلغ 0.14 ppm وعند المقارنة مع المعدل العالمي ال مقترح لتركيز الكادميوم في ترب مختلفة من العالم البالغ 0.53 ppm (Browen , 1979) . فـإن تراكيز الكادميوم في الدراسة الحالية لم تتجاوز المعدل العالمي المقترح.



شكل (١٠) تركيز الكادميوم في تربة المنطقة الزراعية



شكل (١١) معدلات تركيز الكادميوم في تربة مناطق الدراسة

ومن خلال مقارنة معدلات الدراسة الحالية لمدينة بعقوبة وضواحيها مع معدلات الدراسة السابقة لبعض الترب العراقية والموضحة في جدول (6) لوحظ ان تراكيز الكادميوم في تربة الدراسة الحالية اقل من المعدلات السابقة لترب ومياه نهر ديالى عام (2005) إذ تراوحت بين 1.33-8.01 مايكروغرام . غرام $^{-1}$ (ppm) بسبب الظروف العسكرية التي كانت تمر بها المنطقة في تلك الفترة (حمزة ، 2005) . وكانت اقل من المعدلات السابقة للترب المحيطة بمصفى الدورة عام (2007) إذ تراوحت بين 3.3 - 9.9 مايكروغرام ز غرام $^{-1}$ (ppm) (اللامي ، 2007) . واقل من المعدلات السابقة لتربة الموصل عام (2005) إذ بلغت 3.56 ملغم .كغم $^{-1}$ (ppm) (الإرياني ، 2005) .

من المعلومات الواردة أعلاه يلاحظ ان هناك انخفاضا في تركيز الكادميوم في تربة مدينة بعقوبة وضواحيها عن المعدلات العالمية ال مقترح ة لعنصر الكادميوم ، وكذلك لوحظ انخفاض في تراكيزه في تربة الدراسة الحالية عن الدراسات السابقة بشكل عام .

2-4 تركيز عنصري الرصاص والكادميوم في مياه الأنهار والجداول ورواسبهما

تبين من نتائج الدراسة ان المعدلات الكلية لتركيز العناصر الثقيلة الذائبة في الماء في مواقع منطقة الدراسة وهي جدول الرحمة ونهر ديالى كانت كالآتي :- الرصاص (أثر) والكادميوم (أثر) وهذه النتائج عند مقارنتها بالرواسب نجدها منخفضة جدا ، وذلك لصعوبة تقدير الصورة الذائبة لعنصري الرصاص والكادميو م بوساطة جهاز مطياف الامتصاص الذري اللهبي وعديم اللهب على التوالي لكونها دون تحسس الجهاز .أو قد تعزى إلى النشاطات البشرية القليلة من المخلفات المنزلية المطروحة وعمليات التسميد و توقف العمليات الصناعية خلال الفترة السابقة بسبب ظروف الحرب الأخيرة ، إذ توقفت مثلا الشركة العامة للصناعات الكهربائية في ديالى وبالتالي قلت المخلفات الصناعية المطروحة التي تحتوي على تراكيز عالية إلى مياه نهر ديالى ، وبالتالي انخفاض مستويات هذه العناصر في مياه النهر ، وكذلك يعزى هذا الانخفاض إلى جريان ماء النهر وتحرك الم لوثات نحو مصب النهر من نهر دجلة ، فضلا عن عدم ذوبان الرصاص والكادميوم في المياه وترسبها في رواسب النهر وذالك بسبب

ارتفاع الأس الهيدروجيني لمياه النهر، إذ يؤثر الأس الهيدروجيني بصورة مباشرة وغير مباشرة في الادمصاص والترسيب والإذابة (Mclean و Bledsoe , 1992) . وان قاعدية المياه في الأنهار والجداول والتي تراوحت بين 7.89– 8.02 أدت إلى قلت ذوبان عنصري الرصاص والكادميوم وترسيبهما وادمصاصهما على سطوح دقائق الطين في رواسب هذه الأنهار والجداول . إذ أشار (Chip و Lena , 2002) إلى ان كمية الرصاص والكادميوم المدمصة على سطوح دقائق الطين تزداد مع زيادة الأس الهيدروجيني .

اما الرواسب فتعد المآل لجميع نواتج الفعاليات الطبيعية والبشرية التي تدخل النظام البيئي المائي ؛ ولذلك تع د من أهم الدلائل البيئية للتلوث بالعناصر الثقيلة التي تميل إلى التراكم فيها (Saeed و Shaker ,2008) ، وعادة ما تكون العناصر الثقيلة في الرواسب أعلى مما هو عليه في المياه مرات عدة نتيجة لعدم تحطيمها وقابليتها على البقاء والتراكم داخل الكائنات الحية وزيادة معدل التحلل العضوي لأجسادها بعد الموت ممّا يؤدي إلى زيادة تراكيزها في الرواسب (Defew وآخرون ،2005) . وتعد الرواسب القاع ية دليلاً مفيد اً للتلوث في بيئة المياه إذ تعمل بوصفها مصيدة للعناصر ، فتركز العناصر فيها يعكس درجة التلوث في المنطقة (Forstner و Wittmann ,1979) .

كانت المعدلات العامة لتراكيز العناصر الثقيلة في الرواسب جدول (7) كالآتي : الرصاص 21.72 ppm والكادميوم 0.17 ppm . إن مصدر هذه العناصر هو المياه الملوثة ، إذ ذكر العديد من الباحثين أن العناصر الثقيلة غير المرتبطة بالتراكيب ال سلك ية في الرواسب يكون أصلها من المياه الملوثة (Chester و Hughes , 1967) وتعد هذه التراكيز عالية ؛ وربما يعود السبب في التراكيز العالية إلى تأثيرات الإنسان الزراعية والصناعية . إذ لاحظ Huang و Lin (2003) ارتفاع مستويات العناصر الثقيلة (Zn , Pb , Cu , Cd) في رواسب نهر Keelung في تايون ؛ ولذلك عدت هذه العناصر ملوثة بسبب تصريف المخلفات الصناعية . كما أكد العادلي (1992) إلى ان مياه نهر ديالى ورواسبه عند جزئه الأسفل ملوثة بالعناصر الثقيلة الناتجة من مصادر عدة . ويرجع تلوث الرواسب بالرصاص إلى مصادر متنوعة منها حركة المرور الكثيفة (Scoullos , 1986) .

كما يلاحظ من نتائج الجدول (7) ان أعلى قيم الرصاص كانت في رواسب جدول خريسان إذ بلغت 29.41 ppm ويعزى ذالك إلى موقع الجدول في منطقة

مزدحمة جدا بالسيارات وكثرة الورش الصناعية ، ومحلات الأصباغ ، والمطاعم ، وزيادة الأنشطة البشرية مما يؤدي إلى زيادة ما يلقى في هذا الجدول من مخلفات المصانع والورش الصناعية ، والمطاعم ، فضلا عن انبعاث مخلفات الرصاص من عوادم وسائط النقل . وكانت اقل قيم الرصاص في نهر ديالى إذ بلغت 12.33 ppm ، ويعزى هذا الانخفاض إلى سرعة جريان النهر مما يؤدي إلى نقل هذه الرواسب إلى الجزء الأسفل من نهر ديالى (العادلي ، 1992) .

اما بالنسبة لتراكيز عنصر الكادميوم في عينات رواسب مياه الأنهار والجداول فكانت منخفضة في المواقع جميعها إذ كانت 0.11 و 0.11 و0.30 ppm في كل من رواسب مياه جدول الرحمة وجدول خريسان ونهر ديالى على التوالي ، وتعد هذه التراكيز منخفضة جدا مقارنة مع تراكيز الكادميوم في رواسب المياه لمناطق مختلفة من العراق جدول (8) .

جدول (7) تركيز عنصري الرصاص ، والكادميوم لعينات رواسب مياه الأنهار والجداول في مواقع الدراسة ، معبرا عنها بوحدات (ppm) .

المواقع	عنصر Pb (ppm)	عنصر Cd (ppm)
جدول الرحمة	23.42	0.11
نهر ديالى	12.33	0.30
جدول خريسان	29.41	0.11
المتوسط	21.72	0.17

وعند مقارنة معدلات تراكيز ا لعناصر الثقيلة (الرصاص والكادميوم) البالغة 21.72 , 0.17 ppm على التوالي في الرواسب خلال الدراسة الحالية مع ما سجل في بعض الدراسات الأخرى في العراق جدول (8) نجد إن معدلات تراكيز الرصاص اقل مما سجل في دراسة (Al-Awady , 2011) على نهر مصب العام قرب مدينة

الناصرية ، البالغة 26.01 ppm . وكانت اقل مما سجل في دراسة (Mahmood , 2008) على نهر الكرمة في محافظة البصرة ، البالغة 48.53 ppm . وكانت اقل أيضا مما سجل في دراسة (Al-Taee , 1999) على نهر الحلة ، البالغة 58.20 ppm .

في حين كانت معدلات تركيز الرصاص أعلى مما سجل في دراسة (Abaychi و DouAbul ,1985) على نهر شط العرب ، البالغة 11.30 ppm . وكانت أعلى مما سجل في دراسة (سلمان ، 2006) على نهر الفرات بين سدة الهندية والكوفة ، البالغة 14.14 ppm . وكانت أعلى مما سجل في دراسة (Al-Khafaji , 1996) على مصب شط العرب ، البالغة 17.74 ppm .

كذالك لوحظ انخفاض معدلات تراكيز الكادميوم في الرواسب عن الدراسات السابقة بشكل عام ، إذ كانت اقل مما سجل في دراسة (Abaychi و DouAbul ,1985) على نهر شط العرب ، البالغة 0.18 ppm . ودراسة (Al-Khafaji , 1996) على مصب شط العرب ، البالغة 0.27 ppm . ودراسة (Al-Taee , 1999) على نهر الحلة ، البالغة 3.92 ppm . ودراسة (Awady , 2011) على نهر مصب العام قرب مدينة الناصرية ، البالغة 4.07 ppm . ودراسة (Mahmood , 2008) على نهر الكرمة في محافظة البصرة ، البالغة 6.53 ppm . و دراسة (سلمان ، 2006) على نهر الفرات بين سدة الهندية والكوفة ، البالغة 67.77 ppm .

جدول (8) معدلات تركيز عنصري الرصاص والكادميوم في رواسب مياه الأنهار والجداول في الدراسة الحالية بالمقارنة مع بعض الدراسات الأخرى في العراق، معبرا عنها بوحدات (ppm) .

موقع الدراسات	المصدر	تركيز عنصر الرصاص ppm	تركيز عنصر الكادميوم ppm
مدينة بعقوبة وضواحيها	الدراسة الحالية	21.72	0.17
نهر شط العرب	Abaychi و 1985, DouAbul	11.30	0.18
مصب شط العرب	1996 , Al-Khafaji	17.74	0.27
نهر الحلة - العراق	1999 , Al-Taee	58.20	3.92
نهر الفرات بين سدة الهندية والكوفة	سلمان ، 2006	14.14	67.66
نهر الكرمة - البصرة	2008 , Mahmood	48.53	6.53
نهر مصب العام - قرب مدينة الناصرية	2011 , Al-Awady	26.01	4.07

3-4 تركيز عنصري الرصاص والكادميوم في الأوراق لبعض النباتات في منطقة الدراسة

أظهرت نتائج الجدو ل (9) أن قيم تركيز عنصر الرصاص في سعف نخيل التمر *Phoenix dactylifera* في منطقة الدراسة تراوحت بين 0.4 - 2.5 ppm ، وتعزى الزيادة في تركيز عنصر الرصاص في موقع الشركة العامة للصناعات الكهربائية في ديالى إلى تربة هذا الموقع الملوثة بهذا العنصر والتي يتأثر بها النبات ، إذ بينت عبد الكريم (2005) بان مصادر الرصاص في سعف النخيل هي التربة الملوثة بمركبات الرصاص ، وان زيادة تراكيز الرصاص في التربة يؤدي إلى اغناء التربة بهذا العنصر وبالتالي زيادة تراكيزه الجاهزة مما يسهل من امتصاصه من قبل النباتات . فضلا عن مصادر أخرى للرصاص في سعف النخيل وهو الغبار المحمل بدقائق الرصاص الناتج من حرق البنزين المضاف إليه رابع اثيل الرصاص والمنبعث من عوادم السيارات .

أما بالنسبة لقيم تركيز عنصر الرصاص في أوراق نبات البرتقال *Citrus sinensis* في منطقة الدراسة فتراوحت بين 5.68 - 11.52 ppm ، هذا التقارب بين تراكيز الرصاص في مواقع الدراسة (السكنية والزراعية) يعود إلى استخدام المبيدات الزراعية والأسمدة الفوسفاتية المحتوية على الرصاص ، والى دقائق الرصاص المنبعثة من عوادم السيارات، وهذا يتفق مع ما ذكرته عبد الكريم (2005) بان استخدام الكيميائيات الزراعية الحاوية على الرصاص مثل زرنيخات الرصاص المستخدم كمبيد ضد الآفات الزراعية يؤثر على مستوى الرصاص في العديد من النباتات .

أشارت النتائج إلى إن قيم تركيز عنصر ا لرصاص في أوراق نبات النارنج *Citrus aurantium* فـي منطقة الدراسة التي تراوحت بين 5.74 – 11.53 ppm ، شهدت ارتفاعا في قيمها ، والسبب يعود في ذلك إلى التربة الملوثة بهذا العنصر التي ينمو فيها النبات ، و إلى ترسب جسيمات الرصاص المنبعثة من احتراق وقود السيارات على المجموع الخضري للنبات ، إذ بينت EPA (1980) إن الفواكه والخضراوات تكسب الرصاص عن طريق الترسيب السطحي Surface deposition من مياه الأمطار ، والغبار ، ومن خلال الامتصاص الحيوي لنظام الجذر من التربة .

جدول (9) تركيز عنصري الرصاص والكاديوم في الأوراق لعينات نباتات منطقة الدراسة ، معبرا عنها بوحدات (ppm) .

المنطقة	نوع النبات	اسم الموقع	تركيز العناصر	
			عنصرPb ppm	عنصرCd ppm
جوانب الطرق	نخيل التمر	بعقوبة المركز (شارع خريسان)	0.4	0.008
	البرتقال	ـــــ	ـــــ	ـــــ
	النارنج	بعقوبة المركز (شارع خريسان)	7	0.012
المناطق الصناعية	نخيل التمر	الشركة العامة للصناعات الكهربائية في ديالى	2.5	0.21
	البرتقال	ـــــ	ـــــ	ـــــ
	النارنج	ـــــ	ـــــ	ـــــ
المناطق السكنية (داخل المسكن)	نخيل التمر	ـــــ	ـــــ	ـــــ
	البرتقال	حي المعلمين	6.93	0.04
		كاطون الرازي	11.39	0.022
	النارنج	حي المعلمين	9.58	0.098
		بهرز (حي القادسية)	11.53	0.11
		كاطون الرازي	7.34	0.022
		بعقوبة الجديدة	6.63	0.009
المناطق الزراعية	نخيل التمر	دُوره	1.90	0.017
	البرتقال	دُوره	5.68	0.151
		خرنابات	11.52	0.068
		خرنابات	7.67	0.021
	النارنج	خرنابات	5.74	0.038

بينت نتائج الجدول (9) أن قيم تركيز عنصر الكادميوم في سعف نخيل التمر *Phoenix dactylifera* في منطقة الدراسة قد تراوحت بين 0.008 - 0.21 ppm ، وترجع الزيادة في تركيز عنصر الكادميوم في موقع الشركة العامة للصناعات الكهربائية في ديالى إلى تأثر النبات بمسببات عدة للتلوث منها التربة الملوثة بهذا العنصر ومقدار التلوث به وجاهزية العنصر بالتربة وتراكم ما يطرح من مخلفات وقود وسائل النقل ومحركات الديزل على سعف نخيل التمر ، إذ أوضح Lombi وآخرون (2001) إن ما يتراكم من العناصر الثقيلة ضمن المجموع الجذري والخضري للنبات يعتمد على العديد من المسببات ، والتي من أهمها مقدار التلوث الحاصل للترب التي ينمو فيها النبات ، وكذلك كمية ما يتيسر من العنصر الملوث في التربة ، وقابلية النبات على ادمصاص تلك العناصر .

أما بالنسبة لقيم تركيز عنصر الكادميوم في أوراق نبات البرتقال *Citrus sinensis* في منطقة الدراسة قد تراوحت بين 0.021 - 0.151 ppm ، وكانت متقاربة جدا في مواقع الدراسة (السكنية والزراعية) ، بسبب استخدام الأسمدة الملوثة بالكادميوم في ترب هذه المواقع ، وهذا يتفق مع ما ذكره Rayment و Hamilton (1989) بان المستويات العليا للكادميوم أحياناً توجد في النباتات لسببين هما ، استخدام الأسمدة الملوثة بالكادميوم، واستخدام مياه الصرف الصحي الملوثة في الترب الزراعية .

أظهرت النتائج إلى إن قيم تركيز عنصر ا لكادميوم في أوراق نبات النارنج *Citrus aurantium* في منطقة الدراسة كانت قد تراوحت بين 0.009 – 0.11 ppm، ويعود سبب الزيادة إلى تأثر هذا النبات بعنصر الكادميوم في التربة الملوثة التي ينمو فيها ، والى ترسبه من الهواء الجوي بفعل عوادم السيارات .

ومن خلال النتائج يبدو ان تركيز عنصري الرصاص والكادميوم في أوراق النباتات المتوافرة في منطقة الدراسة كانت تتفاوت من نبات إلى أخر بسبب عدة عوامل منها ، نوع النبات ، العمر ، وقابلية النبات على نقل وتراكم هذه العناصر ضمن أنسجته ، والعوامل المؤثرة على انتقالها وجاهزية النبات لها مثل الأس الهيدروجيني للتربة والايونات الذائبة فيها ، وأماكن اخذ عينات التربة ، والمصادر المسببة لتلوث هذه العناصر في الجو والتربة والماء . وهذا يتفق مع ما جاء به كل من Lombi وآخرون (2001) و Lasat (2000) و Blaylock و Huang(1999) بان تركيز العناصر

الثقيلة ومنها الكادميوم والرصاص داخل النبات تتحكم بها عوامل منها ما يخص الجوانب الفسلجية للنبات أو منها عوامل خارجية كموقع النبات بالنسبة لمصدر التلوث ، وجاهزية العنصر بالتربة .

وبالمقارنة مع الدراسات السابقة ، بينت نتائج الدراسة الحالية لمدينة بعقوبة وضواحيها ان تركيز عنصر الرصاص في سعف نخيل التمر التي تراوحت بين 0.4 - 2.5 ppm كانت أعلى من المعدلات السابقة لتركيز عنصر الرصاص في سعف نخيل التمر في مصفى الدورة في بغداد التي تراوحت بين 0.18 - 0.21 مايكروغرام . غرام $^{-1}$ (ppm) ومنطقة الميكانيك لمدينة بغداد ، البالغة 0.01 مايكروغرام . غرام $^{-1}$ (ppm) (اللامي ، 2007) .

وأما بالنسبة لتركيز عنصر الكادميوم في سعف نخيل التمر التي تراوحت بين 0.008 - 0.21 ppm كانت أقل من المعدلات السابقة لتركيز عنصر الكادميوم في سعف نخيل التمر في مصفى الدورة في بغداد التي تراوحت بين 0.54 - 0.63 مايكروغرام . غرام $^{-1}$ (ppm) وكانت متقاربة مع تراكيز الرصاص في منطقة الميكانيك لمدينة بغداد ، البالغة 0.01 مايكروغرام . غرام$^{-1}$ (ppm) (اللامي ، 2007) .

4-4 الصفات الكيميائية للتربة ومياه الأنهار والجداول ورواسبهما

4-4-1 الصفات الكيميائية للتربة

4-4-1-1 درجة الأس الهيدروجيني pH Degree

يلحظ من نتائج الجدول (10) ان قيمة الأس الهيدروجيني في منطقة جوانب الطرق كانت تتراوح بين 7.42 – 8.06 ، وفي حين تراوحت في المنطقة الصناعية بين 7.33– 8.24 ، واما في المنطقة السكنية تراوحت بين 7.68– 8.03 ، وتراوحت في المنطقة الزراعية بين 7.17–8.22 .

بينت هذه النتائج ان أعلى قيمة للأس الهيدروجيني كانت قد ظهرت في المنطقة الصناعية في موقع الشركة العامة للصناعات الكهربائية في ديالى إذ بلغت 8.24 مقارنة بأدنى قيمة ظهرت في المنطقة الزراعية 7.17 في موقع حي المصطفى وتعزى الزيادة للأس الهيدروجيني في المنطقة الصناعية في موقع الشركة العامة للصناعات الكهربائية في ديالى إلى وجود النسبة العالية من كربونات الكالسيوم . واما موقع حي المصطفى والذي يمثل منطقة زراعية (بستان) تنخفض فيه قيمة الأس الهيدروجيني ، على الرغم من وجود كربونات الكالسيوم بنسبة عالية ، بسبب الغطاء النباتي وفعالية الإنسان الزراعية التي يمكن ان تلعب دورا إضافيا في هذا الاتجاه ، وذلك من خلال إضافة الأسمدة الحامضية كالأسمدة الحاوية على الكبريتات والنترات بكميات كبيرة وباستمرار إلى التربة (الراوي وآخرون ، 1986).

وكان المعدل العام لقيم الأس الهيدروجيني في مناطق الدراسة 7.84 و 7.78 و 7.75 و 7.73 للمناطق السكنية و الصناعية وجوانب الطرق والزراعية على التوالي .

ومن هذه النتائج يتبين ان ترب الدراسة تكون ذات أس هيدروجيني قاعدي أو مائل إلى القاعدية وهذه النتائج تأتي متفقة مع ما جاء به Al-Rawi و Al-Khafaji (1975) إذ بينوا ان معظم ترب منطقة السهل الرسوبي العراقي هي ذات أس هيدروجيني قاعدي أو مائل إلى القاعدية .

جدول (10) بعض الصفات الكيميائية لعينات التربة في مناطق الدراسة .

المنطقة	المواقع	الصفات الكيميائية			
		pH	EC $dS.m^{-1}$	الملوحة جزء بالألف	$CaCO_3$ %
جوانب الطرق	كاطون الرحمة	7.72	8.78	5.51	39.13
	خان اللوالوة	7.42	27.73	17.44	42.20
	المجدد	7.82	16.55	10.40	39.76
	بعقوبة المركز (شارع خريسان)	8.06	12.86	8.08	40.40
	المتوسط	7.75	16.48	10.35	40.37
المناطق الصناعية	محطة تعبئة وقود بعقوبة المؤجرة	7.33	19.12	12.02	34.33
	محطة تعبئة وقود بعقوبة القديمة	7.68	4.44	2.78	43.7
	الحي الصناعي الأول	7.88	11.88	7.46	44.73
	الشركة العامة للصناعات الكهربائية في ديالى	8.24	8.66	5.44	40.16
	المتوسط	7.78	11.02	6.92	40.73
المناطق السكنية (داخل المسكن)	حي المعلمين	7.78	10.84	6.81	34.13
	بهرز (حي القادسية)	8.03	11.47	7.20	40.06
	كاطون الرازي	7.68	17.70	11.12	40.16
	بعقوبة الجديدة	7.88	4.21	2.64	30.46
	المتوسط	7.84	11.05	6.94	36.20
المناطق الزراعية	دُوره	8.22	4.62	2.89	38.26
	خرنابات	7.92	6.24	3.91	43.56
	حي المصطفى	7.17	7.46	4.68	40.56
	الهاشميات	7.63	7.58	4.76	37.93
	المتوسط	7.73	6.47	4.06	40.07

إن الأس الهيدروجيني القاعدي لتلك الترب قد يعود بالأساس إلى عوامل وعمليات تكوينها والتي تعمل بدورها في زيادة محتواها من كربونات وكبريتات الكالسيوم إذ ان اغلب الترب العراقية ناتجة عن تجوبة مادة الأصل والتي هي عبارة عن صخور كلسية ، اذ اوضح Olson و Watanabe (1959) بأن قيم الأس الهيدروجيني العالي لترب المناطق الجافة وشبه الجافة يعود سببها إلى وجود الكميات العالية من كربونات الكالسيوم فيها . إذ ت نماز كربونات الكالسيوم بالقدرة التنظيمية والتي تقاوم التغيرات الحادثة للأس الهيدروجيني في تلك الترب .

كما بيّن عواد (1986) بأن قيمة الأس الهيدروجيني في المياه ومحاليل التربة تختلف باختلاف البيئة فهو يختلف في البيئة الجافة عن الرطبة وفي المناطق الجافة وشبه الجافة تكون درجة الأس الهيدروجيني قاعدية بسبب انعدام الغسل للترب لقلة الأمطار .

لقد دلت نتائج الدراسة ملحق (1) على وجود علاقة ارتباط طرديۀ معنوية (r =0.80) بين تركيز الرصاص وقيمة الأس الهيدروجيني في منطقة جوانب الطرق والمنطقة الصناعية ، واما في المنطقة السكنية فكانت هناك علاقة ارتباط عكسية (r= ˉ0.60) ، واما في المنطقة الزراعية فكانت علاقة ارتباط عكسية تامة (r = ˉ1.00) .

بينت نتائج الدراسة ملحق (2) على وجود علاقة ارتباط طرديه ضعيفة (r=0.20) بين تركيز الكادميوم وقيمة الأس الهيدروجيني في منطقة جوانب الطرق ، وكانت هناك علاقة ارتباط طردية معنوية (r=0.80) في المنطقة الصناعية ، واما في المنطقة السكنية وجدت علاقة ارتباط عكسية ضعيفة (r= ˉ 0.40)، وكانت هناك علاقة ارتباط عكسية معنوية (r= ˉ 0.80) في المنطقة الزراعية .

2-1-4-4 التوصيل الكهربائي Electrical Conductivity

تبين نتائج الجدول (10) ان قيمة التوصيل الكهربائي في ترب منطقة جوانب الطرق تراوحت بين 8.78 – 27.73 $ds.m^{-1}$ وفي المنطقة الصناعية تراوحت القيمة بين 4.44 – 19.12 $ds.m^{-1}$ ، في حين تراوحت بين 4.21 – 17.70 $ds.m^{-1}$ في المنطقة السكنية ، واما في المنطقة الزراعية فتراوحت بين 4.62 – 7.58 $ds.m^{-1}$.

وفي هذه النتائج يلاحظ ان أعلى قيمة للتوصيل الكهربائي كانت 27.73 $ds.m^{-1}$ في منطقة جوانب الطرق في موقع خان اللوالوة ، واما أدنى قيمة كانت 4.21 $ds.m^{-1}$

في المنطقة السكنية في موقع بعقوبة الجديدة ويعزى سبب الزيادة في موقع خان اللوالوة والذي يمثل منطقة جوانب الطرق ، إلى وجود كميات زائدة من الأملاح المعدنية التي تتجمع في منطقة التربة العليا نتيجة عملية التبخر التي تسبب رفع الماء الأرضي الحاوي على الأملاح (النعيمي، 2000) . واما موقع بعقوبة الجديدة والذي يمثل منطقة سكنية تكون فيه كمية الأملاح قليلة ؛ وذلك لكثرة النباتات المتوا فرة في هذا الموقع منها الأشجار النفظية والمعمرة والحشائش التي تخفض من ملوحة التربة فضلا عن عمليات السقي المستمرة والتي تعمل على غسل الأملاح ، وكذلك توافر شبكة صرف جيدة تصب في نهر ديالى .

كان المعدل العام لقيم التوصيل الكهربائي في مناطق الدراس ة 16.48 و 11.05 و 11.0 و6.47 $ds.m^{-1}$ للمناطق جوانب الطرق والسكنية والصناعية والزراعية على التوالي .

ان قيم التوصيل الكهربائي لترب الدراسة كانت عالية بعض الشيء ربما يعود السبب إلى تواجد الأملاح الذائبة في التربة التي تنتج من مصادر عدة منها :

1- تجوية المعادن الأولية في صخور القشرة الأرضية خلال عملية تكوين ونشوء التربة .

2- الماء الجوفي ذو المحتوى العالي من الأملاح الذائبة .

3- الأملاح الذائبة التي تضاف إلى التربة عن طريق ماء الري .

4- الأملاح الذائبة في الترب الملحية التي تتكون بشكل كبير من الايونات الموجبة التي هي الكالسيوم ، والمغنيسيوم ، والصوديوم ، والايونات السالبة التي هي الكلوريدات والكبريتات وبعض الأحيان الكربونات (النعيمي ،1990).

لقد دلت نتائج الدراسة ملحق (3) على وجود علاقة ارتباط عكسية ضعيفة (r = - 0.20) بين تركيز الرصاص وقيمة الملوحة في جوانب الطرق ، والمنطقة الصناعية ، واما في المنطقة السكنية فقد وجدت علاقة ارتباط طردية ضعيفة (r = 0.40) وكانت علاقة ارتباط طردية معنوية (r=0.80) في المنطقة الزراعية .

بينت نتائج الدراسة ملحق (4) على وجود علاقة ارتباط عكسية معنوية (r= - 0.80) بين تركيز الكادميوم وقيمة الملوحة ، واما في المنطقة الصناعية فكانت هناك علاقة ارتباط عكسية

ضعيفة (r = ¯ 0.20)،ولوحظ كذلك عدم وجود علاقة ارتباط (r=0.00) في المنطقة السكنية ، ووجدت علاقة ارتباط طرديةضعيفة (r=0.40) في المنطقة الزراعية .

3-1-4-4 كربونات الكالسيوم (الكلس) Calcium Carbonate (Lime)

بينت نتائج الدراسة الجدول (10) ان قيمة كربونات الكالسيوم في منطقة جوانب الطرق كانت بين 39.13–40.40 % ، في حين تراوحت بين 34.33– 44.73 % في المنطقة الصناعية ، واما في المنطقة السكنية فكانت تتراوح بين 30.46–40.16 % ، بينما في المنطقة الزراعية فتراوحت بين 37.93–43.56 % .

وفي هذه النتائج يلاحظ ان أعلى قيمة لكربونات الكالسيوم كانت 44.73 % في المنطقة الصناعية في موقع الحي الصناعي الأول ، مقارنة بأدنى قيمة (30.46 %) ظهرت في المنطقة السكنية في موقع بعقوبة الجديدة ، ويعود سبب المحتوى العالي لكربونات الكالسيوم في موقع الحي الصناعي الأول والذي يمثل المنطقة الصناعية إلى ظروف المناخ الجاف الذي يتميز بقلة سقوط الأمطار، وارتفاع كميات الأملاح الذائبة نتيجة التبخر العالي لماء التربة ، إذ أشار Issam و Antoine(2007) إلى ان ترب المناطق الجافة وشبه الجافة تتميز بالتراكم المرتفع لكربونات الكالسيوم بسبب قلة سقوط الأمطار ، والتبخر العالي ، والترشيح المحدود، وتراكم الأملاح الذائبة إلى بعض المستويات العالية في بعض مناطق التي تؤدي إلى ظروف مالحة . ويعود المحتوى المنخفض بعض الشيء لكربونات الكالسيوم في موقع بعقوبة الجديدة والذي يمثل المنطقة السكنية إلى تو افر النباتات المختلفة والتي تزيد من عمليات النتح ، وبالتالي تقلل عمليات التبخر فضلا عن ري ترب الموقع بالماء عن طريق مياه الإسالة بشكل مستمر فتقلل بذلك الأملاح .

كان المعدل العام لقيم كربونات الكالسيوم في مناطق الدراسة 40.73 و 40.37 و 40.07 و 36.20 % للمناطق الصناعية وجوانب الطرق وال زراعية والسكنية على التوالي .

تبين هذه النتائج ان ترب الدراسة جميعها كلسية ، إذ اشار عواد (1986) ان أهم ما تميز به الترب الكلسية هو سيادة ايونات OH^- , $HCO3^-$, Ca^{++} في محلول تربها ، التي تسيطر على مجمل التفاعلات الكيميائية الجارية

$$CaCO_3 + H_2O \longrightarrow HCO_3^- + OH^- + Ca^{+2}$$

وهذه النتائج تتفق مع ما توصلت إليه USDA (1998) ان الترب التي تحتوي على أس هيدروجيني يتراوح ضمن نطاق 8.0 تكون في كثير من الأحيان كلسية Calcareous وان الترب الكلسية لديها محتوى عالٍ من كربونات الكالسيوم . وتع د مياه الري والمياه الجوفية المصدر الأساس لتكوين الكلس في التربة ؛ وذلك بسبب احتوا ها على كمية معتبرة من البيكربونات والكالسيوم (الزبيدي ،1989) .

لقد دلت نتائج الدراسة ملحق (5) على وجود علاقة ارتباط عكسية ضعيفة ($r=^-0.40$) بين تركيز الرصاص وقيمة كربونات الكالسيوم في منطقة جوانب الطرق ، وكانت هناك علاقة ارتباط طردية معنوية ($r=0.80$) في المنطقة الصناعية . وفي المنطقة السكنية وجدت علاقة ارتباط طردية ضعيفة ($r=0.40$)، واما في المنطقة الزراعية لوحظ عدم وجود علاقة ارتباط ($r=0.00$).

بينت نتائج الدراسة ملحق (6) وجود علاقة ارتباط عكسية أكثر معنوية ($r=^-$ 1.00) ين الكادميوم وقيمة كربونات الكالسيوم ،واما في المنطقة الصناعية فقد وجدت علاقة ارتباط طرديۀ معنوية ($r=0.80$)، واما في المنطقة السكنية لوحظ عدم وجود علاقة ارتباط ($r=0.00$) ، واما في المنطقة الزراعية فكانت هناك علاقة ارتباط طردية متوسطة ($r=0.60$).

4-1-4-4 محتوى المادة العضوية في التربة

The Continue of Organic Matter in the Soil

اظهرت نتائج الجدول (11) ان كمية المادة العضوية في عينات التربة ذات التركيز الأقل من الرصاص والذي تراوح بين 12.1-20.8 ppm وفي عينات التربة ذات التركيز العالي ، والذي تراوح بين 33.76-189 ppm ، تراوحت بين أدنى قيمة وكانت 16.91غم . كغم $^{-1}$ في منطقة جوانب الطرق في عينة الموقع بعقوبة المركز (شارع خريسان) وأعلى قيمة لها 23.3غم . كغم $^{-1}$ في المنطقة الزراعية في عينة الموقع حي المصطفى .

كما ظهرت نتائج الجدول (12) ان كمية المادة العضوية في عينات التربة ذات التركيز الأقل من الكادميوم بين 0.061- 0.011 ppm وفي عينات التربة ذات التركيز الأعلى بين 0.01 - 1.2 ppm ، تراوحت بين أدنى قيمة وكانت 13.48 غم . كغم $^{-1}$ في المنطقة الصناعية في عينة الموقع محطة تعبئة وقود بعقوبة القديمة وأعلى قيمة لها 22.16 غم . كغم $^{-1}$ في المنطقة الزراعية في عينة الموقع دُوره .

يلحظ من النتائج التي تم التوصل إليها والموضحة في جدول (11) و(12) ان كمية المادة العضوية لترب الدراسة تراوحت بين 13.48 –23.3 غم . كغم $^{-1}$ ، وهي قيم مقاربة لما سجل في دراسة حمزة (2005) إذ تراوحت بين 1.6 – 22.0 غم . كغم $^{-1}$ ودراسة اللامي (2007) إذ تراوحت بين 6.20-22.30غم . كغم $^{-1}$.

بينت هذه النتائج ان المادة العضوية ذات محتوى منخفض لترب الدراسة ، وهذا يتفق مع ما جاء به عواد (1986) إذ بين بأن محتوى ترب المناطق الجافة من المادة العضوية ينخفض إذ يصل إلى (2%) أو أقل من ذلك .

ان المحتوى المنخفض من المادة العضوية لترب الدراسة يرجع إلى ارتفاع معدلات درجة الحرارة السنوية التي تزيد من فعالية الأحياء الدقيقة التي تحلل المادة العضوية فضلا عن قلة الرطوبة في التربة ، والأمطار القليلة المتساقطة ، وكذلك قلة كثافة الغطاء النباتي . إذ أوضح النعيمي (2000) ان المناطق الجافة ، وشبه الجافة تتصف بالظروف البيئية السائدة من ارتفاع في درجة الحرارة التي تزيد من سرعة تحلل المادة العضوية ، وكذلك قلة الأمطار المتساقطة التي لا تؤدي إلى تكوين غطاء نباتي جيد يساعد على بناء مادة التربة العضوية .

جدول (11) محتوى المادة العضوية في عينات مختارة لعنصر الرصاص .

المنطقة	العينات	عنصر Pb ppm	المادة العضوية غم .كغم $^{-1}$
صناعية	محطة تعبئة وقود بعقوبة المؤجرة	12.1	17.93
جوانب الطرق	كاطون الرحمة	16.8	21
سكنية	حي المعلمين	19.9	18.11
زراعية	دُوره	20.8	22.16
زراعية	حي المصطفى	33.76	23.3
جوانب الطرق	بعقوبة المركز (شارع خريسان)	43	16.91
سكنية	حي المعلمين	81.52	18.32
صناعية	الشركة العامة للصناعات الكهربائية في ديالى	189	20.31

جدول (12) محتوى المادة العضوية في عينات مختارة لعنصر الكاديوم .

المنطقة	العينات	عنصر Cd ppm	المادة العضوية غم .كغم $^{-1}$
زراعية	دُوره	0.061	22.16
جوانب الطرق	المجدد	0.728	19.64
صناعية	الشركة العامة للصناعات الكهربائية في ديالى	0.784	18.95
سكنية	حي المعلمين	0.011	18.11
صناعية	محطة تعبئة وقود بعقوبة القديمة	0.1	13.48
سكنية	حي المعلمين	0.155	17.57
زراعية	حي المصطفى	0.299	18.83
جوانب الطرق	كاطون الرحمة	1.2	21

بينت نتائج الدراسة ملحق (7) على وجود علاقة ارتباط طردي ة ضعيفة (r=0.07) بين تركيز الرصاص ومحتوى المادة العضوية ، وكانت هناك علاقة ارتباط طردية ضعيفة (r=0.38) بين تركيز الكادميوم ومحتوى المادة العضوية .

لذلك تمكن الاستنتاج بأن المادة العضوية الموجودة في عينات التربة ليست من العوامل المسببة لا رتفاع تركيز الرصاص والكادميوم أو انخفاضهما في ترب مدينة بعقوبة وضواحيها .

4-4-2 الصفات الكيميائية لمياه الأنهار والجداول ورواسبهما

توضح نتائج الجدول (13) ان قيم الأس الهيدروجيني للمياه تراوحت بين 7.89 – 8.02 إذ سجلت اقل القيم في موقع جدول خريسان ، ا لبالغة 7.89 وأعلاها في موقع نهر ديالى ، البالغة (8.02) ، بسبب ارتفاع كمية الأملاح الذائبة إذ بزيادة أملاح المياه تزداد دالتها الحامضية وبذلك تكون قاعدية (الزاملي وآخرون ،2009) . وبشكل عام تميل المياه الطبيعية إلى القاعدية بسبب وجود أملاح الكربونات والبيكربونات (APHA , 1989) . وعلى العموم تميل مياه الأنهار إلى القاعدية ، وبالتالي تكون مشابهة لبقية الأنهار العراقية ، إذ تتميز المياه الداخلية العراقية بالقاعدية بصورة عامة إذ إنها تصل إلى أكثر م ن 8 في بعض الأحيان (مولود وآخرون ، 1992) . وعند المقارنة بين قيم هذه الحدود لمياه الأنهار والجداول مع قيم محددات نظام صيانة الأنهار العراقية رقم 25 لسنة 1967 نجدها ضمن الحدود المسموح بها 6.5 – 8.5 .

تبين النتائج ان قيم التوصيل الكهربائي لمواقع الدراسة قد تراوحت ما بين 0.53 - 1.48 $dS.m^{-1}$. إذ سجلت اقل القيم في موقع جدول الرحمة ، البالغة 0.53 $dS.m^{-1}$ وأعلاها في موقع نهر ديالى ، البالغة 1.48 $dS.m^{-1}$ ، قد يعزى ارتفاع قيم التوصيل الكهربائي في موقع نهر ديالى إلى انخفاض مستوى مياه نهر ديالى ، الأمر الذي يؤثر في نسبة التخفيف لمياه النهر ، وبالتالي زيادة تراكيز الايونات (العادلي ، 1992) . فضلا عن النشاط الزراعي المتمثل ببقايا الأسمدة المضافة للأراضي الزراعية التي تترسب إلى المياه ، إذ تزداد قيمة التوصيل الكهربائي في المناطق التي تقع تحت النشاط الزراعي والصناعي (سلمان ، 2006) .

إما بالنسبة لقيم الملوحة فقد تراوحت بين 0.32 – 0.92 جزء بالألف وقد سجلت أعلى القيم في موقع نهر ديالى إذ بلغت 0.92 جزء بالألف ويعزى ارتفاع قيم الملوحة في موقع نهر ديالى ، إلى الأراضي الزراعية المحيطة بالنهر والتي تسهم في رفع نسبة الملوحة عند غسل هذه التربة بالأمطار أو السقي (الخالدي ، 2003) . وربما تعود ملوحة المياه إلى وجود الايونات كأيونات الكربونات والكبرت يات والكلوريدات المختلفة وغيرها (مولود وآخرون ،1992). إذ تتواجد في هذا الموقع نسبة عالية من الكربونات والكلوريدات مقارنة بالمواقع الأخرى .

جدول (13) بعض الصفات الكيميائية لعينات مياه الأنهار والجداول في مواقع الدراسة .

المواقع	الصفات الكيميائية		
	pH	EC $dS.m^{-1}$	الملوحة جزء بالألف
جدول الرحمة	8.00	0.53	0.32
نهر ديالى	8.02	1.48	0.92
جدول خريسان	7.89	0.58	0.35
المتوسط	7.97	0.86	0.53

يبين الجدول (14) ان قيم الأس الهيدروجيني للرواسب كانت تتراوح بين 7.47 – 7.64 وهي تتفق بميلها إلى القاعدية مع الأس الهيدروجيني لمياه الأنهار والجدول . واما قيم التوصيل الكهربائي فكانت تتراوح بين 1.92 – 6.78 $dS.m^{-1}$ وه ي قيم مرتفعة مقارنة مع مياه الأنهار والجداول . واما قيم الملوحة فكانت تتراوح بين 1.19 – 4.25 جزء بالألف وهي تتطابق مع قيم التوصيل الكهربائي ، وتكون مرتفعة عن قيم الملوحة في مياه الأنهار والجداول.

وقد اظهرت نتائج الدراسة لعينات الرواسب ملحق (8) عدم وجود علاقة ارتباط (r= 0.00) بين تركيز الرصاص وقيمة الأس الهيدروجيني ، في حين كانت علاقة عكسية ضعيفة (r 0.50 ⁻ =) بين تركيز الرصاص والملوحة .

وبينت نتائج الدراسة الملحق (9) وجود علاقة ارتباط عكسية ضعيفة (0.50r ⁻ =) بين تركيز الكادميوم والأس الهيدروجيني ، ووجود علاقة ارتباط طردية معنوية (r= 0.86) بين تركيز الكادميوم والملوحة .

جدول (14) بعض الصفات الكيميائية لعينات رواسب مياه الأنهار والجداول في مواقع الدراسة .

المواقع	الصفات الكيميائية		
	pH	EC $dS.m^{-1}$	الملوحة جزء بالألف
جدول الرحمة	7.64	1.92	1.19
نهر ديالى	7.47	6.78	4.25
جدول خريسان	7.47	3.06	1.91
المتوسط	7.52	3.92	2.45

4-5 الايونات الذائبة في التربة ومياه الأنهار والجداول ورواسبهما

4-5-1 الايونات الذائبة في التربة

وتشمل الايونات الموجبة (الكالسيوم والمغنيسيوم) والايونات السالبة (الكربونات والبيكربونات والكلوريدات) الذائبة في محلول التربة . ويظهر الجدول (15) تراكيز الايونات الذائبة معبرا عنها بـ $Meq.L^{-1}$.

4-5-1-1 الأيونات الموجبة الذائبة (الكالسيوم والمغنيسيوم)

ان قيم أيون الكالسيوم تراوحت بين 28.33 – 30.66 $Meq.L^{-1}$ في منطقة جوانب الطرق ، وتراوحت بين 21.46 – 35.86 $Meq.L^{-1}$ في المنطقة ال صناعية ، وتراوحت بين 18.33 – 29.26 $Meq.L^{-1}$ في المنطقة السكنية ، و اما في المنطقة الزراعية فتراوحت بين 18.93 – 29.06 $Meq.L^{-1}$.

وكان المعدل العام ل ه 30.46 و 29.34 و 25.49 و 23.13 $Meq.L^{-1}$ للمناطق الصناعية وجوانب الطرق والسكنية والزراعية على التوالي .

تظهر هذه النتائج ان ترب الدراسة تحتوي على تراكيز عالية من الكالسيوم بسبب المحتوى العالي لكربونات الكالسيوم ، إذ أشار ت اللامي (2007) ان ارتفاع تراكيز ايون الكالسيوم يعود إلى المحتوى العالي من كربونات الكالسيوم في التربة والتي تع دّ من أهم مصادر الكالسيوم بالتربة عند ذوبانها .

كما تبين النتائج سيادة أيون الكالسيوم في ترب الدراسة ، إذ ذكر العا ني (1980) ان أيون الكالسيوم والمغنيسيوم يسود على معقد التبادل في ترب المناطق الجافة كما في معظم الترب العراقية إذ ت تواجد أملاح الكالسيوم والمغنيسيوم كالكلوريدات والكبريتات وغيرها في معظم ترب العراق .

اما أيون المغنيسيوم فإنه يلي الكالسيوم من حيث السيادة إذ تراوحت تراكيزه بين 17.80–24.33 $Meq.L^{-1}$ في منطقة جوانب الطرق ، وتراوحت بين 15.93–21.46 $Meq.L^{-1}$ في المنطقة الصناعية ، وترواحت بين 12.96 – 24.46 $Meq.L^{-1}$ في المنطقة السكنية ، واما في المنطقة الزراعية فتراوحت بين 12.26 – 17.26 $Meq.L^{-1}$.

جدول (15) تركيز بعض الايونات الذائبة لعينات التربة في مناطق الدراسة ، معبرا عنها بوحدات ($Meq.L^{-1}$).

المنطقة	المواقع	الايونات الذائبة $Meq.L^{-1}$				
		Ca^{++}	Mg^{++}	$CO_3^{=}$	HCO_3^{-}	Cl^{-}
جوانب الطرق	كاطون الرحمة	28.40	24.33	أثر	7.86	32.33
	خان اللوالوة	30.00	24.33	1.06	8.80	120.46
	المجدد	28.33	20.60	أثر	7.40	86.26
	بعقوبة المركز(شارع خريسان)	30.66	17.80	0.40	9.26	56.86
	المتوسط	29.34	21.76	0.36	8.33	73.97
المناطق الصناعية	محطة تعبئة وقود بعقوبة المؤجرة	32.20	19.86	أثر	6.06	85.10
	محطة تعبئة وقود بعقوبة القديمة	21.46	16.38	أثر	7.06	12.73
	الحي الصناعي الأول	35.86	15.93	0.40	11.60	54.33
	الشركة العامة للصناعات الكهربائية في ديالى	32.33	21.46	0.66	7.00	28.40
	المتوسط	30.46	18.40	0.26	7.93	45.14
المناطق السكنية (داخل المسكن)	حي المعلمين	29.26	24.46	0.53	12.00	37.00
	بهرز (حي القادسية)	27.60	23.16	0.93	6.00	36.00
	كاطون الرازي	26.80	19.33	0.40	7.80	89.33
	بعقوبة الجديدة	18.33	12.96	0.13	6.06	29.86
	المتوسط	25.49	19.97	0.49	7.96	48.04
المناطق الزراعية	دُوره	18.93	12.26	أثر	5.66	8.20
	خرنابات	29.06	16.26	1.20	6.53	14.60
	حي المصطفى	22.00	16.06	0.93	10.03	24.86
	الهاشميات	22.53	17.26	0.40	5.53	54.40
	المتوسط	23.13	15.46	0.63	6.93	25.51

وكان المعدل العام له 21.76 و 19.97 و 18.40 و 15.46 $Meq.L^{-1}$ للمناطق جوانب الطرق والسكنية والصناعية والزراعية على التوالي .

يلحظ من هذه النتائج ان ترب الدراسة تحتوي على تراكيز عالية من المغنيسيوم بسبب ملوحة ترب الدراسة ، إذ بيّن الز بيدي (1989) أن تراكيز ايونات المغنيسيوم تزداد عند مستويات الملوحة العالية لمحلول التربة .

4-5-1-2 الأيونات السالبة الذائبة (الكربونات والبيكربونات والكلوريدات)

ان قيم ايون الكربونات تراوحت بين أثر – 1.06 $Meq.L^{-1}$ في منطقة جوانب الطرق ، وتراوحت بين أثر – 0.66 $Meq.L^{-1}$ في المنطقة الصناعية ، وتراوحت بين 0.13 – 0.93 $Meq.L^{-1}$ في المنطقة السكنية وتراوحت بين أثر – 1.20 $Meq.L^{-1}$ في المنطقة الزراعية .

وكان المعدل العام له 0.63 و 0.49 و 0.36 و 0.26 $Meq.L^{-1}$ للمناطق الزراعية والسكنية وجوانب الطرق والصناعية على التوالي

اظهرت هذه النتائج ان قيم ايون الكربونات كانت كميتها قليلة في ترب الدراسة ، نظرا لترسبه بشكل كربونات الكالسيوم وتزداد فعاليته في الترب القلوية لتكون كربونات الصوديوم الذائبة (الراوي وآخرون ،1986) .

واما ايون البيكربونات فكانت قيمة تتراوح بين 7.40 – 9.26 $Meq.L^{-1}$ في منطقة جوانب الطرق ، وتراوحت بين 6.06–11.60 $Meq.L^{-1}$ في المنطقة الصناعية ، وتراوحت بين 6.00 – 12.00 $Meq.L^{-1}$ في المنطقة ال سكنية ، وتراوحت بين 5.53 – 10.03 $Meq.L^{-1}$ في المنطقة الزراعية .

وكان المعدل العام ل ه 8.33 و 7.96 و 7.93 و 6.93 $Meq.L^{-1}$ للمناطق جوانب الطرق والسكنية والصناعية والزراعية على التوالي .

كما اظهرت النتائج سيادة ايون البيكربونات على الكربونات في ترب الدراسة ، نتيجة التحلل المائي لكربونات الكالسيوم في الترب الكلسية (McBrid , 1980 ؛ Mench وآخرون ، 1994) .

واما ايون الكلوريد فكانت قيمته في منطقة جوانب الطرق تتراوح بين 32.33 – 120.46 $Meq.L^{-1}$ ، وفي المنطقة الصناعية تراوحت قيمته ب ين 12.73 – 85.10 $Meq.L^{-1}$ ، وفي المنطقة السكنية تراوحت ب بن 29.86 – 89.33 $Meq.L^{-1}$ ، وتراوحت بين 8.20 – 54.40 $Meq.L^{-1}$ في المنطقة الزراعية .

وكان المعدل العام ل ه 73.97 و 48.04 و45.14 و 25.51 $Meq.L^{-1}$ للمناطق جوانب الطرق والسكنية والصناعية والزراعية على التوالي .

تظهر هذه النتائج ان ترب الدراسة تحتوي على كميات كبيرة من الكلوريد نتيجة لارتفاع مستويات الملوحة في التربة ، إذ اشار الزبيدي (1989) إلى ان الأملاح الكلوريدية جميعها تتصف بقابلية عالية على الذوبان وان كمية الكلوريدات في التربة تزداد مع زيادة الملوحة .

كما تبين النتائج سيادة ايون الكلوريد ، بسبب كميته الكبيرة جدا في الترب الملحية إذ يحتل المرتبة الأولى مما يسبب إعاقة لنمو جذور النباتات والسمية (الراوي وآخرون ،1986) .

وبشكل عام نجد أن الايونات السالبة الذائبة في محلول ترب الدراسة كانت تتبع التسلسل الآتي في السيادة

الكلوريدات > البيكربونات >الكربونات .

4-5-2 الايونات الذائبة لمياه الأنهار والجداول ورواسبهما

بينت نتائج الجدول (16) ان قيم ايونات الكالسيوم للمياه قد تراوح ت بين 3.86 – 8.20 $Meq.L^{-1}$ ، وترجع الزيادة في ارتفاع قيم ايونات الكالسيوم إلى طبيعية التربة المحاذية للنهر والجدول ، إذ يعود مصدر ايونات الكالسيوم والمغنيسيوم إلى الطبيعة الجيولوجية للمناطق المحاذية لمصدر المياه (Dreure , 1997) .

واما قيم المغنيسيوم فقد تراوحت بين 1.73 – 6.60 $Meq.L^{-1}$ ، ويعود سبب الزيادة إلى ترسيب المغنيسيوم من الأراضي الزراعية المجاورة والمبازل التي تصب في النهر أو نتيجة تحلل الكائنات الحية الحاوية في تراكيبها على المغنيسيوم . وعلى العموم يتواجد المغنيسيوم بكميات اقل من الكالسيوم بصورة ذائبة لميله للترسيب بكميات كبيرة (APHA , 1995) . واما بالنسبة لأيونات الكربونات فتراوحت القيم بين أثر – 0.66 $Meq.L^{-1}$ وترجع الزيادة القليلة لأيونات الكربونات إلى إذابتها بالماء الحاوي على (CO_2) وتحولها إلى بيكربونات .

وتبين النتائج ان قيم ايونات البيكربونات فقد تراوحت بين 5.06 – 6.80 $Meq.L^{-1}$ ويعزى ارتفاع قيمها إلى تزايد النشاطات البشرية والصناعية ، إذ تتواجد في الماء عن طريق فعل الإذابة للبكتريا المولدة للغاز (CO_2) من المعادن المحتوية على الكربونات ، وكذلك من النشاط الصناعي والسكاني (كاتوت ، 2008) .

واما قيم ايونات الكلوريدات فتراوحت بين 0.66 – 6.06 $Meq.L^{-1}$ وان سبب ارتفاع ايونات الكلوريدات هو ترسب المياه للأراضي الزراعية نتيجة الري وزيادة معدلات التبخر العالية لمياه الأنهار والجداول ، وان من أهم مصادر الكلوريدات عمليات البزل للأراضي الزراعية فضلا عن المصادر الأخرى مثل الفضلات السائلة البشرية والحيوانية والفضلات الصناعية (منى ،2001) .

واما فيما يخص الايونات الذائبة للرواسب فقد بيت نتائج الجدول (17) ان قيم ايونات الكالسيوم تتراوح بين 12.83 – 19.33 $Meq.L^{-1}$ وكانت أعلى من قيم المغنيسيوم إذ تراوحت بين 3.66 – 9.33 $Meq.L^{-1}$ وكانت معدلات قيم الكربونات (أثر) بسبب إذابتها وتحولها إلى ايونات البيكربونات ، ولذلك تكون قيم ايونات البيكربونات عالية إذ تراوحت بين 13.66 – 20.66 $Meq.L^{-1}$. واما بالنسبة لايونات الكلوريد فكانت طبيعية إذ تراوحت بين 3.00 – 4.66 $Meq.L^{-1}$.

جدول(16) تركيز بعض الايونات الذائبة لعينات مياه الأنهار والجداول في مواقع الدراسة ، معبرا عنها بوحدات $Meq.L^{-1}$.

المواقع	الايونات الذائبة $Meq.L^{-1}$				
	Ca^{++}	Mg^{++}	$CO_3^{=}$	HCO_3^{-}	Cl^{-}
جدول الرحمة	4.60	1.73	0.26	5.53	1.60
نهر ديالى	8.20	6.60	0.66	6.80	6.06
جدول خريسان	3.86	3.00	أثر	5.06	0.66
المتوسط	5.55	3.77	0.30	5.79	2.77

جدول(17) تركيز بعض الايونات الذائبة لعينات رواسب مياه الأنهار والجداول في مواقع الدراسة ، معبرا عنها بوحدات $Meq.L^{-1}$.

المواقع	الايونات الذائبة $Meq.L^{-1}$				
	Ca^{++}	Mg^{++}	$CO_3^{=}$	HCO_3^{-}	Cl^{-}
جدول الرحمة	12.83	3.66	أثر	20.66	3.00
نهر ديالى	18.00	9.33	أثر	13.66	4.66
جدول خريسان	19.33	6.33	أثر	18.66	4.00
المتوسط	16.72	6.44	أثر	17.66	3.88

الفصل الخامس : الاستنتاجات والتوصيات

Conclusions and Recommendations

1-5 الاستنتاجات :- Conclusions

في ضوء ما تقدم في نتائج الدراسة الحالية يمكن ان نستنتج :-

1 - إن السبب الرئيس لارتفاع تركيز الرصاص في بيئة مدينة بعقوبة وضواحيها هو البنزين المضاف إليه رابع اثيل الرصاص المنبعث من عوادم السيارات ومخلفات المصانع والورش الصناعية فضلا عن المولدات الكهربائية التي تعمل بمحركات الديزل . وبعض العوامل الأخرى المسببة لارتفاع تركيزه وتراكمه بالتربة كالأس الهيدروجيني والملوحة وكاربونات الكالسيوم .

2 - ارتفاع تركيز الرصاص في المناطق الصناعية والسكنية في حين كانت منخفضة في المناطق الزراعية وجوانب الطرق .

3 - ان تركيز عنصر الرصاص في المواقع كافة ضمن مدينة بعقوبة هي أعلى من الحد المسموح به للرصاص في التربة والذي يقدر بـ 15 ملغم .كغم $^{-1}$ (ppm) Mengel و Kirkby (1982) . وقد تجاوزت تراكيز الرصاص المعدل العالمي المقترح (10 ppm) بـ (4) مرات تقريبا ، وهو اشارة إلى ضرورة الانتباه لهذه الظاهرة الخطرة . و إن هناك انخفاض واضح في تركيز الكادميوم في تربة الدراسة الحالية ، مقارنة مع تركيز الكادميوم في الدراسات السابقة بشكل عام ، وهي إشارة إلى إن التلوث الموجود هو في حده الأدنى ولا ضرورة للخوف من التلوث بالكادميوم في مدينة بعقوبة في الوقت الحالي .

4 - ان أعلى نسبة لتركيز الكادميوم كانت في منطقة جوانب الطرق في حين كانت منخفضة وبنسب متقاربة في المناطق الصناعية ، والسكنية ، والزراعية .

5 - زيادة تراكيز الرصاص والكادميوم في الرواسب على تركيزهما في المياه،وكانت أعلى القيم لتركيز عنصر الرصاص في رواسب جدول خريسان وأدنها كانت في نهر ديالى . وكانت تراكيز الكادميوم في الرواسب منخفضة في المواقع جميعاً.

6 - ان من أهم أسباب ارتفاع تركيز الرصاص في أورق نباتات مدينة بعقوبة وضواحيها هي التربة الملوثة بهذا العنصر الذي يمتص بسهولة من قبل النباتات .

2-5 التوصيات Recommendations

بناءً على ما تقدم توصي الدراسة الحالية بما يأتي :-

1 - من الضروري إجراء دراسات جدية لاستخدام البنزين الخالي من الرصاص والاستعاضة عن الرصاص المضاف إلى البنزين بمواد اقل سمية وضررا على البيئة . والاستفادة من مشاريع الولايات المتحدة لحماية الهواء من التلوث وذالك بخفض كمية الرصاص في البنزين .

2 - وضع الحلول الناجمة لحالة الاختناقات المرورية والازدحام بسبب تزايد أعداد وسائط النقل .

3 - زيادة الرقعة الزراعية داخل مدينة بعقوبة من خلال زراعة الأشجار على جانبي الطريق والإكثار من الحدائق العامة والعناية بزراعة النباتات التي لها القابلية على امتصاص العناصر السامة من الغبار الجوي .

4 - ضرورة تخصيص أماكن خارج المدينة لأصحاب ورش تصليح السيارات وأصحاب المعامل ، وورش الحدادة ، والنجارة وغيرها من الأنشطة الصناعية .

5 - فرض رقابة شديدة على المناطق الصناعية وخصوصا أصحاب المعامل والمصانع التي تستخدم شبكات الصرف الصحي للتخلص من مخلفاتهم الصناعية وإلزامهم بإقامة وحدات معالجة لمخلفاتهم الصناعية قبل طرحها في شبكات الصرف الصحي .

6 - استحداث معمل في مدينة بعقوبة لمعالجة وإعادة تصنيع البطاريات الجافة التي تستخدم الرصاص والكادميوم في تصنيعها .

7 - نشر الوعي البيئي بين أفراد المجتمع عبر وسائل الأعلام والمناهج التعليمية لتعريفهم بمخاطر التلوث البيئي وكيفية الحفاظ على بيئة نظيفة خالية من التلوث البيئي .

المصادر العربية

الإرياني ، عادل قائد علي ،(2005) . دراسة تقدير الخصائص النوعية والعناصر الاثرية والثقيلة في ترب ومياه مجاري مدينة الموصل وفي النباتات المروية بها وتحديد كفاءة زهرة الشمس *Helianthus annuus L.* في ازالتها . اطروحة دكتوراه . جامعة الموصل .

الجهاز المركزي للإحصاء (2012) ، مديرية إحصاء ديالى . وزارة التخطيط – العراق .

الخالدي ، ساهرة حسين حسن ،(2003). دراسة بيئية وبكتريولوجية في الجزء الجنوبي لنهر ديالى . رسالة ماجستير . جامعة بغداد .

الراوي ، احمد عبد الهادي واحمد حيدر الزبيدي ونظيمة قدوري (1986) . كيمياء التربة ، وزارة التعليم العالي والبحث العلمي ، جامعة بغداد .

الزاملي ، طالب فليح ، وميثم عبد الرضا عبد الحسين و ساهر عبد الرضا علي (2009) . تقييم الخواص الفيزيائية والكيميائية لمياه أهوار ذي قار . مجلة القادسية للعلوم الصرفة ، 14 (1) : 182 – 191 .

الزبيدي ، احمد حيدر ، (1989). ملوحة التربة ، وزارة التعليم العالي والبحث العلمي ، جامعة بغداد .

السعدي ، حسين علي ، (2002) .علم البيئة والتلوث ، وزارة التعليم العالي والبحث العلمي ، جامعة بغداد ، العراق ، 615 صفحة .

السيد ، جمال عويس ، (2007). الملوثات الكيميائية للبيئة ، دار الفجر للنشر والتوزيع ، القاهرة – مصر .

الشمري ، مسلم كاظم حميد ، (2006). التحليل المكاني للتوسع والامتداد الحضري للمراكز الحضرية الرئيسية في محافظة ديالى . أطروحة دكتوراه . كلية التربية ابن رشد ، جامعة بغداد .

الصفدي ، عصام حمدي و نعيم الظاهر ، (2008). صحة البيئة وسلاماتها ،دار اليازوري العلمية للنشر والتوزيع ، عمان – الأردن .

العادلي ، عقيل شاكر ، (1992) . تأثير الفعاليات البشرية على نوعية مياه نهر ديالى الأسفل . رسالة ماجستير ، كلية العلوم ، جامعة بغداد .

العاني ، عبدا لله نجم ، (1980) . مبادئ علم التربة .مؤسسة دار الكتب للطباعة والنشر .جامعة الموصل .

العمر ، مثنى عبد الرزاق ، (2000) . التلوث البيئي ، دار وائل للنشر ، عمان ـ الأردن .

اللامي ، انعام خلف عيسى ،(2007) . دراسة حالة التلوث بعنصري الرصاص والكادميوم في الترب المحيطة بمصفى الدورة . أطروحة دكتوراه . جامعة بغداد .

الكناني ، عايد كريم ، (2009) . مقدمة الإحصاء وتطبيقات SPSS ، ط1، دار الضياء للطباعة والتصميم – العراق .

النعيمي ، سعد الله نجم عبد الله ، (2000) . مبادئ تغذية النبات ، مترجم ، دار الكتب للطباعة والنشر ، جامعة الموصل .

النعيمي ، سعد الله نجم عبد الله ، (1990) . علاقة التربة بالماء والنبات ، دار الكتب للطباعة والنشر ، جامعة الموصل .

النور ، تغريد هاشم جاسم ، (1989) . التلوث بالعناصر الثقيلة وبعض الع وامل الفيزيائية والكيميائية من منشأة القادسية في ديالى . رسالة ماجستير ، جامعة بغداد.

الهيئة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي العراقية ، قسم المناخ، بيانات غير منشورة.

اليعقوبي ، سليم ياوز جمال احمد ، (2000) . إعداد خرائط استعمالات الأرض الزراعية باستخدام تقنيات الاستشعار عن بعد فضاء بعقوبة . رسالة ماجستير. كلية التربية ابن رشد ، جامعة بغداد .

حسين ، صادق علي و فهد ، كامل كاظم (2007) . التغيرات الشهرية في تراكيز العناصر النزرة في مياه قناة نهر الغراف إحدى الأفرع الرئيسية لنهر دجلة . وقائع المؤتمر الوطني الثالث للبيئة والموارد الطبيعية ، كلية العلوم ، جامعة البصرة .

حمزة ، حازم عزيز، (2005) .تلوث بعض ترب ومياه نهر ديالى بعنصر الكادميوم. رسالة ماجستير. كلية الزراعة . جامعة بغداد .

حنف ، رجاء عبد الكاظم (2009) . النباتات المائية كأدلة حياتية للتلوث بعنصري النحاس والرصاص في نهر شط العرب . رسالة ماجستير ، كلية الزراعة ، جامعة البصرة ، ص82 .

خريطة العراق الإدارية وخريطة محافظة ديالى الإدارية ، (2011) .

خرفر، عايد راضي (2010). التلوث البيئي ، دار ا لي ازوري العلمية للنشر والتوزيع ، عمان الاردن .

سلمان ، جاسم محمد ، (2006) . دراسة بيئية للتلوث المحتمل في نهر الفرات بين سدة الهندية و منطقة الكوفة – العراق ، أطروحة دكتوراه ، كلية العلوم ، جامعة بابل.

شنشل ، سميرة محمود حسين، (2004) . تأثير التلوث الناتج عن معامل الدباغة والطابوق على التربة والمياه في منطقة النهروان- شرق بغداد ، رسالة ماجستير ،قسم علوم الأرض، جامعة بغداد، 135 صفحة.

عبد الكريم ، نور نزار ،(2005) . دراسة التلوث بعنصر الرصاص في مدينة بغداد . رسالة ماجستير . جامعة بغداد .

عبد الله ، ميثم سلطان، (1998) . الحصاة البولية. دراسة في الجيوكيمياء الطبية، رسالة ماجستير، قسم علوم الأرض،جامعة بغداد، 220 صفحة.

ع واد ، كاظم مشحوت ، (1986) . مبادئ كيمياء التربة .وزارة التعليم العالي والبحث العلمي ،جامعة البصرة .

كاتوت ، سحر أمين ، (2008) . علم المياه ، دار دجلة ، بغداد – العراق .

منى ، عامر احمد غازي ، (2001) . سبل حماية وتحسين بيئة المصانع ، مطبعة دار الحرف العربي – بغداد .

مولود ، بهرام خضر وحسين علي السعدي وحسين احمد شريف الاعظمي ، (1992) . علم البيئة والتلوث ، وزارة التعليم العالي والبحث العلمي ، جامعة بغداد .

نظام صيانة الأنهار العراقية من التلوث رقم 25 لسنة 1967 والتعديلات الملحقة. وزارة الصحة – البيئة – حزيران – 1988 .

المصادر الأجنبية

Abaychi , J.K. & DouAbul , A.Z. (1985) . Trace metals in Shatt Al – Arab river , Iraq . Water Res. 19 (4) : 457- 462 .

Adriano, D.C; 1986. Trace Elements in the Terrestrial Environment. Springer, New York, USA.

Adriano, D.C; 2001. Trace elements in terrestrial Environments Biogeochemistry , bioavailability, and risks of metals, 2nd edition. Springer- Verlag , New York.

Akbar, K.F; W.H.G. Hale, . Headley A.D. and Athar M. 2006. Heavy metal contamination of roadside soils of Northern England. Soil Water Res., 1: 158-163.

Al –Awady , A.AM . 2011 : Concentrations of Some trace metals in water , Sediments and two *cyprinidae species* in AL – Masab ALamm , Al – Nassiriya – Iraq . M .Sc . College of Education , University of Thi-Qar . 139 p .

Al-Bassam, K.S, Hana, A.K and Al-Hilali, A.H., 1985 Concentration of some heavy elements in Iraqi soils, Geological survey and mineral-Investigation, p10.

Alegria, A; Barbera, R; Boluda, R; Irrecalde, R; Farre, R; Lagarda, M.J.1999 Environmental cadmium, lead and nickel contamination: possible relationship between soil and vegetable content. Fresenius Journal of Analytical Chemistry,339: 651-657; .

Al-Khafaji, B.Y. 1996: Trace metal in water, sediments and fishes from Shatt Al-Arab estuary north-west Arabian Gulf. Ph.D. Thesis, College of Education, Univ. of Basrah , 131 pp. (In Arabic).

Alloway , B.J. and Steinnes , E. 1999. Anthropogenic additions of cadmium to soils. In: McLaughlin, M.J., Singh, B.R. (Eds.), Cadmium in Soils and Plants. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, pp. 97-123.

Alloway ,B. J. 1995. Cadmium. In: Heavy Metals in Soils, Second Edition (BJ Alloway, ed.). Blackie, New York, pp.122 - 151.

Alloway, B. J. 2004 Contamination of soils in domestic gardens and allotments: a brief overview. Land Contamination and Reclamation, 12(3), 179-187.

Alloway, B. J., Thornton, I., Smart, G.A., Sherlock, J.C., and Quinn , M.J. (1988) Metal availability. Sci. total Environ., 75: 41-69.

Al–Rawi , A.H.and A. Al-Khafaji . 1975. Chemical and mineralogical propetion of some calcareous soils in the dry farming area of Talafer . scientific Research foundation , second scientific conference, Baghdad .

Al-Taee, M.M. (1999): Some metals in water, sediments, fishes and plants of Shatt Al-Hilla river, Ph.D. Thesis. Univ. of Babylon. Iraq. 128 pp. (In Arabic).

Al – Taie , F. H. 1968. The Soils of Iraq. Ph.D. Thesis Univ .of Ghant, Belgium .

Andersson, A. and Hahlin, M. (1981) Cadmium effects from phosphorus fertilization in field experiments. Swed. J. agric. Res., 11: 3-10.

APHA . (American Public Health Association). 1989. Standard methods for the examination of water and wastewater . 17 th . Ed . American Public Health Association . Inc . Washington , DC.USA .

APHA (American Pubic Health Association). 1998. Standard methods for examination of water and wastewater .20th Ed .N. Y. Bridge, E. M. 1989. Polluted Contaminated Soil , In Annual report of ISRIC . Pub. Pp. 6-27.

APHA (American Public Health Association) . 2003 . Standard methods for examination of water and wastewater , 20 th , Ed. Washington , DC . USA .

Atanassov, I., Vassileva, V., Shegunova, P. (1999): Applications of data for background concentrations of Pb, Zn, Cu and Cd in soils for calculating critical loads, pp. 137-140. In U:UBA. Effects-Based Approaches for Heavy Metals. Workshop Schwerin, 12-15, October. Germany .

ATSDR(Agency for Toxic Substance and Disease Registry). 1999 . Cadmium U.S Department of Health and Human Services. http://www.Atsdr.cdc.gov/toxfag.html.

ATSDR(Agency for Toxic Substance and Disease Registry). 1992. Toxicology Profile for Lead Draft: Agency for Toxic Substance and Disease Registry, U.S. Department of Health and Human Services, pp504-541.

Aubert, H; and Pinta, M; (1977) Trace elements in soil, Elsevier Scientific Publishing Company. Amesterdam.Oxford. P392.

Awofolu, O.R., 2005. A survey of trace metals in vegetation, soil and lower animals along some selected major and roads in metropolitan city of Lagos. Environ. Monit. Assess., 105: 431-447.

Ayers, R. S .and D. W. Westcot, 1994. Water quality for Agriculture. FAO Irrigation and Drainage. Paper 29 R.V.I.

Badawy , S.H.; M.I.D. Helal ; A.M. chaudri; K. Lawlor and S. P. Mc Grath .2002. Soil solid – phase controls Lead activity in soil Solution . J. of Env. Q.31:162-167.

Baham, J.and.G. Sposito,1986 . Proton and metal complexation by water – Soluble ligands extracted fromanaerobically digested Sewage sludge . J. Environ .Quall. 15:239-244.

Baird, C., (2001) Environmental chemistry, University of Western Ontario ,W.H, Freeman and Company, New York .Vol 1:pp398-401.

Banks C.V . and Klingman D.W . Anal Chim Acta . 15 : 356 (1956) .

Begum A, Ramaiah M, Harikrishna, Khan I, Veena K (2009). Analysis of Heavy Metals Concentration in Soil and litchens from Various Localities of Hosur Road, Bangalore, India. E-J. Chem., 6(1): 13-22. http://www.e_journals.net.

Bellinger,D.1995. Neuropsychological function in children exposed to environmental lead. Epidemiology. 6, 101-103.

Benes, P; M. Cejchanova, and Havlik. B. 1985. Migration and speciation of lead in a river system heavily polluted from a smelter. Water Res. 19:1-6.

Blaylock, M. J., and Huang . J. W. 1999. Phytoextraction of metals .In pytoremediation . of Toxic metals : using plants to clean up the Environment eds.1 . Raskin, and B.D Ensley, PP .53-70, John Wiley and sons Inc, New York, Ny .

Boggess , W.R. (ed.). 1977. Lead in the environment. Natl. Sci. Found. Rep . NSF /RA-770214. 272 pp. Avail. from U.S. Gov. Printing Office , Washington , D.C. 20402.

Bolan., Bon- Jun, Koo., R Naid ., Vander , L. D., J, Vangronsveld . And W, Wenzelw . 2002. Natural remediation processes: bioavailability interaction in contamination soils .17th WCSS, Thailand, paper no. (501) .

Bolan, N. R.; R. Naidu; J. K. Syers and R. W. Tillman. 1999.Surface charge and solute interaction in soils . Adv . Agron . 67:88-141.(C.F. Adriano et al .,2002) . (C.F. Adriano, D.C.,N.S,

Bolt , K.A., Evans , L.J. 1996 . Cadmium adsorption Capacity of Selected Ontario Soils . Can . J .Soil Sc:.76 :183 – 189 .

Brain, O.E, (2002) Sources of Lead. J of Lead Advisory Service Vol 1 No 1:pp53-58.

Bridge, E. M. 1989. Polluted Contaminated Soil , In Annual report of ISRIC . Pub. Pp. 6-27.

Browen , H.M. (1979). “Environmental Chemistry of the elements”. Academic press . London , AP , 60 – 61 .

CDC.(Centers for Disease Control).2002.lead in Residential Soils: Sources , testing ,and reducing exposure .Lead Poisoning prevention Program. 1600 Clifton Rd., N E Atlanta, GA30333. http://www.cdc.gov/nceh/progams/Lead/Lead.htm(404)488-7330.

Chaney, R.L; H.W. Mielke and S.B.sterrett.1989. Speciation, Mobility ,and bioavailability of Soil lead .[proc. Intern. conf. lead in Soils :Guidelines. B.E Davies and B.G. Wixson (eds)] .Environ. Geocr. Health 11(Supplement) : 105-129.

Chen , Z.S., Lee, D.Y., Lin, C.F., Lo, S.L., Wang, .P.,1996.Contamination of rural and urban soils in Taiwan. In: Naidu, R., Kookuna, R.S., Oliver, D.P., Rogers, S. ,McLaughlin, M.J. (Eds.), Contaminants and the Soil Environment in the Australasia ± Paci ®c Region. Proceedings of the First Australasia ± Paci ®c Conference on Contaminants and Soil Environment in the Australasia ± Pac ®c Region. Adelaide, Australia, 18±23 February, Kluwer Academic Publishers, Boston, London, pp. 691±709.

Chen, J., F. Wei, Y. Wu, and D.C. Adriano. 1991. Background concentrations of elements in soils of China. Water, Air, Soil Pollute. 57-58:699-712.

Chester , R. , and Hughes , M. J. (1967) ." A chemical technique for the separation of Ferro – manganese minerals , Carbonate minerals and absorbed elements from pelagic Sediment Chem. . Geol. ". 2:249-262.

Chip A .and Lena. M . 2002.Concentration , PH, and Surface Charge effects on Cd and Pb sorption in three tropical Soils .j. Environ .Qual .31:581-589.

Chmiel, K.M., and Harrison. R.M. 1981. Lead content of small mammals at a roadside site in relation to the pathways of exposure. Sci. Total Environ. 17:145-154.

Cook , M . E . (1991) Cadmium – Production , Eigenschaften , Aussichten , Metal , 45,278.81 .

Cook, J.(1977). Environmental Pollution by heavy metals, Intern. J. Environ Studies, 9: 253-366 .

Curtis LR, Smith BW (2002). Heavy Metal in Fertilizers: Considerations in Setting Regulations in Oregon. Oregon Department of Agriculture , Salem, Oregon, p. 10.

Davies , E., Brain, (1978).Plant – available Lead and other metals in British garden soils , The science of the Total Environment , 243-262 .

Davies, E., Brain, (1980) Applied Soil trace elements, John Wiley and Sons, Chichester, New York p482.

Davies, R.D. & Coker, E.G. (1980) Cadmium in agriculture, with special reference to the utilization of sewage sludge on land, Medmenham, United Kingdom, Water Research Centre (Technical Report TR/139).

Defew , L.H. ; Mair , J.M. & Guzman , H.M. (2005). An assessment of metal contamination in mangrove sediments and leaves from Punta Mala bay , Pacific Panama . Marine Poll. Bull. , 50 : 547- 552.

Demayo, A., M.C. Taylor, K.W. Taylor, and P.V. Hodson. 1982. Toxic effects of lead and lead compounds on human health, aquatic life, wildlife plants, and livestock. CRC Crit. Rev. Environ. Control 12:257-305.

Dolan, L.M.J; H. van Bohemen, P. Whelan, K.F. Akbar, V. O'Malley, G. O'Leary and P.J. Keizer, 2006. Towards the Sustainable Development of Modern Road Ecosystem. In: The Ecology of Transportation Managing Mobility for the Environment, Davenport J. and J.L. Davenport (Eds.). Springer Netherlands, UK., pp: 275-331.Environment . htm . Environment and health. Agius . com domain http://www.agius.com/P1-4.

Dreuer, M. 1997. Water Wells. Implementation, Maintenance and Restoration. John Wiley And Sons, London. 379pp.

EPA(Environmental Protection Agency).1980. Ambient water quality criteria for lead. U.S. Environ Protection Agency Rep. 440/5-80-057 . 151 pp. Avail. from Natl. Tech. Infor. Serv., 5285 Port Royal Road, Springfield, Virginia 22161.

EPA(Environmental Protection Agency).1996 . Determination of Reportable quantities for hazards substance .U.S. Department Environment protection Agency . Vol . 57 : 15- 19 .

EPA (Environmental Protection Agency).2002.Lead in American Schools. Research Department 9201 west Broadway ,suite 600.Brooklyn Park, MN 55445. http://www.hazardousmaterialsconsulting.com .

European Commission Director General Environment, ECDGE (2010).Heavy Metals and Organic Compounds from Wastes Used as Organic Fertilizers. Final Rep., July. WPA Consulting Engineers Inc. Ref. Nr. TEND/AML/2001/07/20, pp.73-74. http:// ec. europa.eu/environment/waste/compost/pdf/hm_finalreport.pdf.

Evans, L. J.; Sendy; Boua; D. G. Lumsdon and Standury, D.A. 2003. Cadmium adsorption by an organic soil: a Comparison of some humic -metals complexation models. Chemical Speciation and Bioavailability, 15(4).93-100.

Evans, L.J. 1989. Chemistry of metal retention by soils . Environ. Sci. Technol.,23:1046-1056.

Federal Office of Environment, Forests and Landscape, FOEFL (1987). Commentary on the Ordinance Relating to pollutants in Soil .Ben : Switzerland . Greenpeace Int., (1991 -93) Amsterdam : Netherland. http: //www. things .org /~jym/green peace/myth -of-batteryrecycling. html.

Fleming, G.A., P.J. Parle, and I.J. Agric.1977. Heavy metals in soils ,herbage and vegetables from an industrialized area west of Dublin city. Res. 16:35-48.

Forstner , U. ; Ahlf , W. ; Calmano , W. and Selhorn , C. (1984) . Metal interactions with organic solids in estuarine waters – experiments on the combined effects of salinity and organic chelators . In : Proc. Inter. Confer . " Environmental contamination " . London , pp. 567- 572.

Forstner , U. and Wittmann , G. T. W., (1979) . " Metal Pollution in the aquatic environment" 2nd edition . Springer – Verlag . New York ,486p.

Garcia-Miragaya, J and Page, A.L. 1978. Sorption of trace quantities of cadmium by soils with different chemical and mineralogical composition. Water, Air and Soil Pollution 9, 289-199.

Golterman , H.L., R . S . Clymo , and OhustacI M . A. , (1978) . Method for Physical Chemical analysis of fresh water . 2 nd . Edi : Ibp . Hand no . 8 . black well Scientific Publications , Osney mead , Oxford . USDA (1998).

Hana, A.K and AL-Hilali, A.H., (1986), Investigation of some environmental aspects of Baghdad. Dep of geology survey and mineral investigation, University of Bagdad .

Hana, A.K and AL- Hilali, A.H.,(1985) Environmental and geochemical investigation of Mesoptaniam plain sediments ,Geosurv, report the Ministry of Industry and Minerals .

Harrison, P.D., and M.I. Dyer. 1984. Lead in mule deer forage in Rocky Mountain National Park, Colorado. J. Wildl. Manage. 48:510-517.

Harrison, R.M., and D.P.H. Laxen. 1981. Lead pollution. Causes and control. Chapman and Hall, New York. 168 pp.

Harrison, R.M., W.R. Johnston, J.C. Ralph, and S.J. Wilson. 1985. The budget of lead, copper and cadmium for a major highway. Sci. Total Environ. 46:137-145.

Harter, R. D. 1983. Effect of soil PH on adsorption of Pb, Zn, and Ni. Soil Sci. Soc. Am. J. 47:47-51.

Hem, J.D., 1978, Study and interpretation of the chemical characteristics of natural water :U.S. Geological Survey Water-Supply Paper 2254, 363 p.

Hirsch , D; Nir, S . and Banin , A; (1989) . Prediction of cadmium complexation in solution and adsorption to montmorillonite . Soil Sci . Soc .Am.J.53:716- 721.

Huang , S.M. & Lin , S. (2003) . Consequences and implication of heavy metal spatial variations in sediments of the Keelung River drainage basin. Taiwan Chemosphere , 53 : 113- 421.

IARC, 1986 Some metal and metallic compounds. International Agency for Research on Cancer. Monograph on the evaluation of the carcinogenic risk of chemicals to human. Vol 23:pp325-385.

IPCS, 1995Environmental Health Criteria 165:Inorganic lead. Geneva. WHO, p300.

Issam I . Bashour and Antoine H . Sayegh .(2007) . methods of analysis for soil of arid and semi – arid regions . America University of Beirut, Lebanon .

Jardat, Q., Al-Momani, K., (1999) Contamination of roadside soil, plant and air with heavy metals in Jordan. (A comparative study), Turk.J. Chem Vol 23:pp209-220.

Kabata-Pendias, A., and H. Pendias. 1992. Trace elements in soils and plants (2nd edition).CRC Press, Boca Raton, FL.

Kabata - Pendias , A. and H . Pendias . 2001 .Trace elements in soils and Plants . 3 rd Ed.CRC Press , Boca Raton , fl , USA.

KHAN , A . G . (2005) : Role of Soil Microbes in the rhizopheres of Plants growing on trace metal Contaminated Soils in Phytoremediation . Trace Elem . Med . Boil . 18 : 355 -64 .

Kruus, P., Demmer, M.and Mc Caw, (1991) Chemical in the environment, chapter 5: pp123-140. Poly Science Publication.

Kupper , H. ; Kupper , F. and Spiller , M. (1998) . In situ detection of heavy metals substituted chlorophylls in water plants. Photosynthesis Research , 58 (2) : 123-133.

Lasat, M.M. 2000. Phytoextraction of metals from contaminated Soil . Areview of plant /Soil/ metal Interaction and assessment of Pertinent agronomic Issues. J. of Hazardous substance Research. 2:5-18 .

Lannefors , H ; Hansson , H.C. and Granat ,L. 1983. Environment exposure to lead acid – batteries . Environ . Res .Vol . 761 pp 120-130 .

Lee, S-H; H.E Allen; C. P. Huang; D. L. Sparks ; P. F. Sanders and W .J. G. M. Peijneuburg . 1996 . Predicting Soil-Water Partition Coefficients for cadmium . Environ. Sci. Techno. 30:3418-3424 .

Lombi, E; F . J. Zhao; Dunham. S.J. and McGrath. S.P.. 2001 . pytoremediation of Heavy Meal- Contaminated Soils J. of Environ. Quality 30: 1919 – 1926 .

Ma, L.Q. 1996. Factors influencing the effectiveness and stability of aqueous lead immobilization by hydroxyapatite. J. Environ. Qual. 25:1420-1429.

Ma, L.Q., Rao, G.N., 1997. Chemical fractionation of cadmium, copper, nickel, and zinc in contaminated soils. J. Environ .Qual. 26, 259±264.

Mahmood, A.A. (2008): Concentrations of pollutants in water, sediments and aquatic plants in some wetlands in south of Iraq, Ph.D. Thesis, College of Science, Univ. of Basrah, 244 pp. (In Arabic).

Mann , S.S.(1989). Cadmium in fertilizers and Soil . phD Prelim. University of Western Australia .

Marczenko .Z ., " Spectrophotometer Determination of elements " , John Wiley and Sons Inc ., N.Y. (1976) .

Mattigod , S. V.; G. Sposito and A. L. Page.1981. Factors affecting the solubilities of trace metals in soils. In D. E. Baker (Ed.).Chemistry in the soil environment. ASA Special Publication No 40. Amer. Soc. Agronomy, Madison, WI.

McBride, M. B. 1980. Chemisorptions of Cd^{+2} on calcite surface. Soil Sci. Soc. Am. J. 44:26-28.

McBride, N. and M . B.Cavallaro. 1978. Copper and cadmium adsorption characteristics of selected acid and calcareous soils . Soil Sci. Soc. Am .J. 42:550-556.

McGrath, S.P.(1993). Soil quality in relation to agricultural uses, Eijsacke.

Mclean, J.E. and B. E. Bledsoe. 1992. Behavior of Metals in Soils. EPA. Ground Water Issue / 540/ S- 92 / 018.

Mench, M.; V. L. Didier; M. L offer; A. Gomez, and P. Masson .1994. A mimicked in Situ remediation study of metal- Contaminated soils with emphasis on cadmium and Lead . J. Environ. Qual. 23:58-63

Mengel, K and Kirkby, E.A (1982) Principles of Plant nutrition, International. Potash. Institute Berne, Switzerland, pp45-48.

Meranger, J.C., Subramanian, K.S., & Chalifoux, C. (1981) Metals and other elements. Survey for cadmium, cobalt, chromium, copper, nickel, lead, zinc, calcium, and magnesium in Canadian drinking - water supplies. J. Assoc. Off. Anal. Chem., 64: 44-53.

Muhammad , S.F.(2003). Ecological studies on some air pollutions impact human health, Nerium oleander L. and Phragmites australls L. Plants within Hawler City, M.Sc. thesis, Salahaddin University.

Mundell, J.A., Hill, K.R and Weaver, J.W., (1989) Leach able lead required precipitation immobilization hazardous waste management. pp23-27.

Muskett , C.J., Roberts, L.H., & Page , B.J. (1979) Cadmium and Lead pollution from secondary metal refinery operations. Sci. total Environ., 11: 73-87.

Neis, D.H. (1999). Microbial heavy metal resistance, Appl. Microbio . And Biotechnol. , 51 (6):730 – 750.

NEPC (National Environment Protection Council).1999 .Guideline on the Investigation Levels for Soil and Groundwater . 13(1) Ephc . gov . av / pdf / cslcs – 01 inv – Levels . pdf .

NIRC, (1993) National research council drinking and health. Washington, DC. National Academy of Science.

NRCC. 1973. Lead in the Canadian environment. Natl. Res. Coun. Canada Publ. BY73-7 (ES). 116 pp. Avail. from Publications, N.RCC/CNRC, Ottawa, Canada KlA OR6.

Nriagu , J . O (1988) A silent epidemic of environmental metal poisoning. Environmental Pollution 50, 139-161.

Nriagu , J.O. and Pacyna , J.M. (1988) Quantitative assessment of worldwide contamination of air, water and soils by trace metals. Nature (Lond.), 333: 134-139.

Okunola ,O.J. , Uzaira ,A., Ndukwe, G.I., and Adewwsi S.G.,2008.Assessment of Cd and Zn in Roadside Surface Soil and Vegetal Kaduna Metropolis , Nigeria . Journal of Environmental Sciences, 2:20 .

Olson ,S.R .and F.s Watanabe , 1959 . Solubility of CaCO3 Calcareous . Soils . Sci .88:123-129.

OSHA (Occupational Safety and Health Administration). 2004.Cadmium . www.osha.gov.

Page, A.L., Bingham, F.T., & Shang, A.C. (1981) Cadmium. In: Lepp, N.W., ed. Effect of heavy metal pollution on plants, Barking, Essex, Applied Science Publishers, Vol. 1, pp. 77-109.

Page, A.L. and Ganje, T.G. 1970. Accumulation of lead in soils for regions of high and low motor vehicles traffic density Environ. Sci. Technol. 4, 140-142.

Papafilippaki , A.K. ; Koti , M.E. and Stavroulakis , G.G. (2008) . Seasonal variation in dissolved heavy metals in the Keritis river , Chania , Greece . Global NEST J. 10 (3) : 320 – 325.

POM (Practical Occupational Medicine. 2000. Lead in the Environment and health. Agius . com domai http://www.agius.com / P1-4.

Purves, D., 1985. Trace-Element Contamination of the Environment. Elsevier, Amsterdam, The Netherlands.

Rayment, G.E., Best, E.K and Hamilton, D.J. (1989) Cadmium in fertilizers and soil amendments. *Chemistry International Conference*, Brisbane, 28 August-2 September . Royal Australian Chemical Institute, Canberra .

Reimann C, Boyd R, De Caritat P, Halleraker JH, Kashulin G, Niskavaara H, Bogatyrey L (1997) . Topsoil (0-15 cm) Composition in the Eight Artic Catchments in Northern Europe (Finland, Norway and Russia). Environ . Pollut ., 95 (1): 45-56 .

Robinson , B.,N , Bolan , and S. Mahimairaja .2006.Solubility , Mobility , and Bioaccumulation of Trace Elements : A biotic Process in the Rhizosphere . P . 97-110. In M.N.V. Prasad et al . (ed) Trace elements in The environment : biotechnology , and bioremediation . Technology &Industrial Arts . CRC Press , Boca Roton , fl.

Ros Barcelo , A. (1997) . Lignifications in plants cell wall s . Int . Rev. Cytol. 176 : 87- 132.

Royal Commission of Environmental Pollution (1985) . Managing waste : the Dyty of Care . 11th Report CMND 9675, HMSO, London .

Saeed , S.M. & Shaker , I.M. (2008). Assessment of heavy metals pollution in water and sediments and their effects on Oreochromis niloticus in the northern Delta lakes , Egypt. 18th Int. Symposium on Tilapia in Aqua. , pp : 475- 490.

Sandalio, L.M;Dalurzo, H.C; and Gomez, M.(2001). Cadmium induced Change in The growth and oxidative metabolism of pea plants, Journal of Experimental Botany, 52(364) : 2115-2126 . (abst.).

Saygideger , S; Dogan , M. and Keser , G .(2004). Effects of PH on lead uptake, chlorophyll and nitrogen content *Typha latifolia L.* . and Ceratophyllum demersum L. Int. J. Agric. and Biol., 6(1) :168-172.

Schulthess, C.P., and C.P. Huang. 1990. Adsorption of heavy metals by silicon and aluminum oxide surfaces on clay minerals. Soil Sci. Soc. Am. J. 54:679-688.

Schwartz, J. 1994. Low-level lead exposure and children's IQ, a meta-analysis and search for a threshold. Environ. Res. 65, 42-55.

Scoullos, M.J. 1986. Leadin coastal sediments: the case of the Elefsis Gulf, Greece. Sci. Total Environ. 49:199-219.

Sheppard, S.C., Grant, C.A., Sheppard, M.I., De Jong, R. and Long, J. 2009. Risk indicator for agricultural inputs of trace elements to Canadian soils. J. Environ. Qual., 38: 919-932.

Shuman, L. M. 1991. Chemical forms micronutrients in soils . In J. J. Mortvedt (ed.). Micronutrients in agriculture. Soil Soc. Amer. Book Series #4. Soil Sci. Soc. Amer.,Inc., Madison, WI. (C.F. Mclean , J.E and Bledsoe, B. E.1992. Behavior of Metals in Soils. EPA. Ground Water Issue / 540 / S- 92 / 018).

Sillanpää , M. and H. Jansson. 1992. Status of cadmium, lead, cobalt and plants of thirty countries . FAO. SOIL BULLETIN(65).

Stevenson, F. J. 1976. Stability Constants of Cu, Pb, and Cd Complexes with Humic Acid. Soil Sci. Soc. Am. J. 40:665 - 672. .

Sutherland R,A, Tolasan C.A.2001 Variation in total and extractable elements with distance from roads in an urban watershed, Honolulu, Hawaii. Water, Air, ,Soil Pollution, 127, 315-338; .

Sutherland, R. A.2000 Depth variation in copper, lead, and zinc concentrations and mass enrichment rations in soils of an urban watershed. Journal of Environment Quality, 29: 1414-1422.

Thomas. D. 2000. lead in the Environment. Lead pollution . tdetwyle @trwsp.edu. last updated 25 Oct . 2002 file ://H:\lead .

Thornton . I ., Gulbard , E . B .,Moorcroft , S., Watt , J. ,Wheatley. M .,Thompson . M ., Thomas , J.F.A (1985) . Metals in urbane dusts and Soils . Environment Technology Letters , . 137 – 145 .

Tudoreanu , L . and C.J.C Philips . 2004 . Modeling Cadmium uptake and accumulation in Plants Adv .

Turer, D. and J.B. Maynard ,2003. Heavy metal contamination in highway soils. Comparison of corpus Christi, TX and Cincinnati, OH shows organic matter is key to mobility. Clean Technol. Environ. Policy, 4: 235-245.

U. S. D. A. Staff- 1954. Diagnosis and improvement of Saline and Alkali Soil USDA. Hand book No. 60- US. Gov . printing Press, Washington D.C. USA.

Untersteiner , H. ; Grctschel , G . ; Puchner , J . ;Napetschmig , S . & Kaiser , H . (2005). Monitoring behavioral responses to the heavy metal cadmium in the marine shrimp *hippolyte inermis* . Lench (Crustacea : Decapoda) with Video imaging . zoological stud . , 44 (1) : 77 – 80 .

USDA (U.S. Department of Agriculture).1998 . www.nssc.nrcs.usda.gov.

USPHS. (1997) . Toxicology Profile for zinc on CD – Rom. Agency for toxic substance and disease . Registry . U . S . Pub . Health , 348 – 354 .

Vogel , A.I (1954) . Inorganic Analysis Practical , 3rd edition . London .

Way, C.A., and G.D. Schroder. 1982. Accumulation of lead and cadmium in wild populations of the commensal rat Rattus norvegicus. Arch. Environ. Contam. Toxicol. 11:407-417.

WHO (1987) Air quality guidelines for Europe, Copenhagen, World Health Organization, Regional Office for Europe, pp. 200-209 (European Series, Vol. 23).

WHO, (1977) Environmental health criteria 3: Lead –Geneva.

Williams, C.H. & David , D.J. (1973) The effect of superphosphate on the cadmium content of soils and plants. Aust. J. Soil Res., 11: 43-56.

Williams, C.H. & David , D.J. (1976) The accumulation in soil of cadmium residues from phosphate for fertilizers and their effect on the cadmium content of plants. Soil Sci., 121: 86-93.

Wilson , D.N. (1988) Cadmium - market trends and influences. In: Cadmium 87. Proceedings of the 6th International Cadmium Conference, London, Cadmium Association, pp. 9-16.

Wittig, R. (1993) : General Aspect of Biomonitoring Heavy Metals by plants In B. Market (ed) : plants as Biomonitors : Indicters for Heavy Metals in the Terrestrial, VCH, Weinheim .

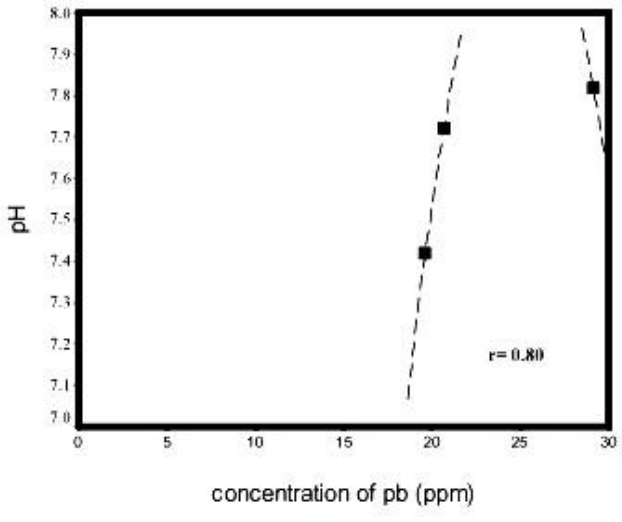
Wong, C. S. C., Li, X. and Thornton, I. (2006) Urban environmental geochemistry of trace metals. Environmental Pollution, 142(1), 1-16.

Yang, J., D.E. Mosby, S.W. Casteel, and R.W. Blanchar. 2002. In vitro lead bioaccessibility and phosphate leaching as affected by surface application of phosphoric acid in lead-contaminated soil. Arch. Environ. Contam. Toxicol. 43:399-405.

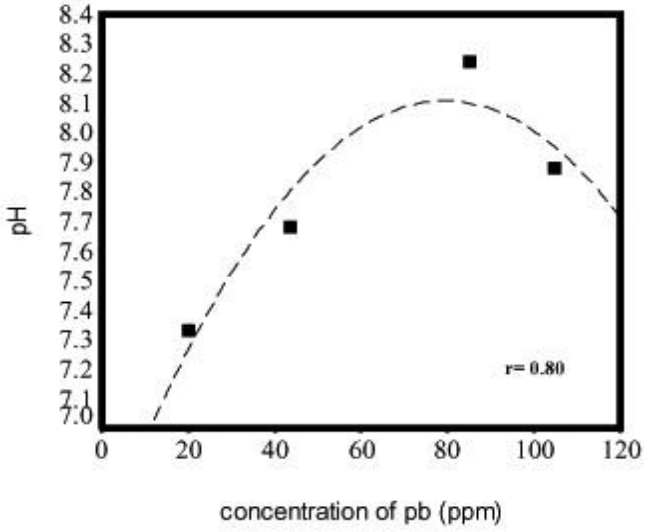
Zbigniew, KZ (1999) Cadmium against higher plant photosynthesis—a variety of effects and where do they possibly come from? Naturforsch 54, 723-729.

Zhang, M.K., Z.L. HE, P.J. Stoffells, D.V. Calvert, X.E. Yang, Y. P. Xia, and S. B. Wilson.2004. Solubility of Phosphorus and Heavy Metals in Potting Media Amended with Yard Waste – Biosolids Compost . J. Environ. Qual. 33:373–379.

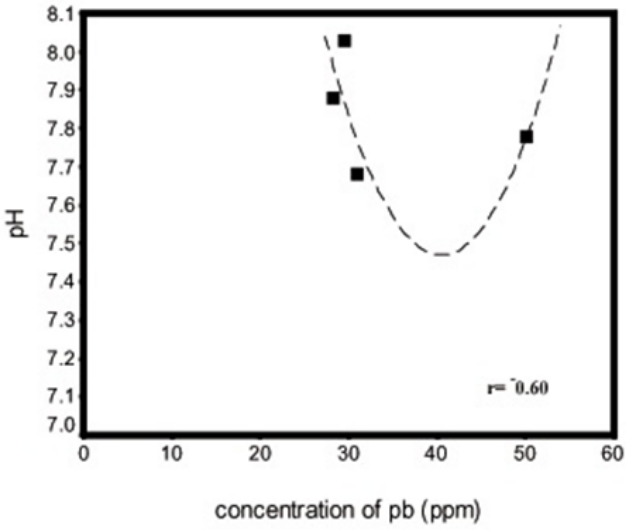
Zhang, Y. 2003. 100 years of Pb deposition and transport in soils in hampaign, Illinois, USA. Water, Air and Soil Pollute. 146, 197- 210.



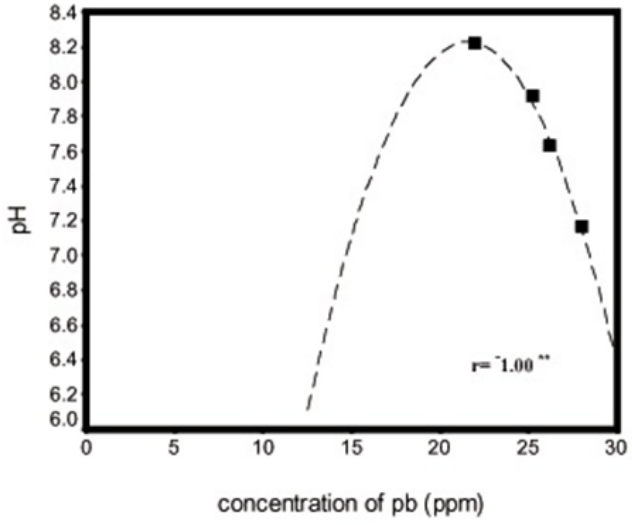
ملحق (1) A العلاقة الارتباطية بين تركيز Pb وpH لعينات تربة جوانب الطرق .



ملحق (1) B العلاقة الارتباطية بين تركيز Pb و pH لعينات تربة المنطقة الصناعية .

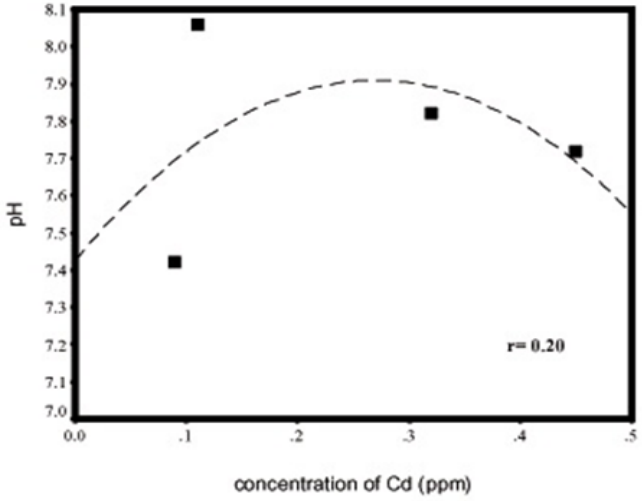


ملحق (1) C العلاقة الارتباطية بين تركيز Pb و pH لعينات تربة المنطقة السكنية .

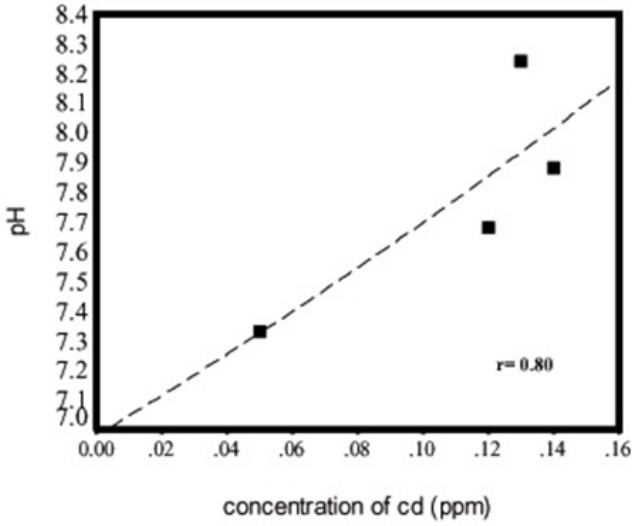


ملحق (1) D العلاقة الارتباطية بين تركيز Pb و pH لعينات تربة المنطقة الزراعية .

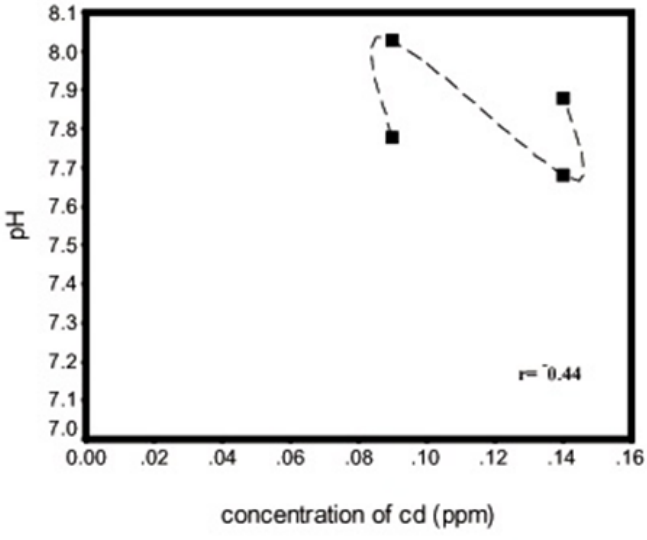
ملحق (1) العلاقات الارتباطية بين تركيز الرصاص وpH لعينات التربة في مناطق الدراسة .



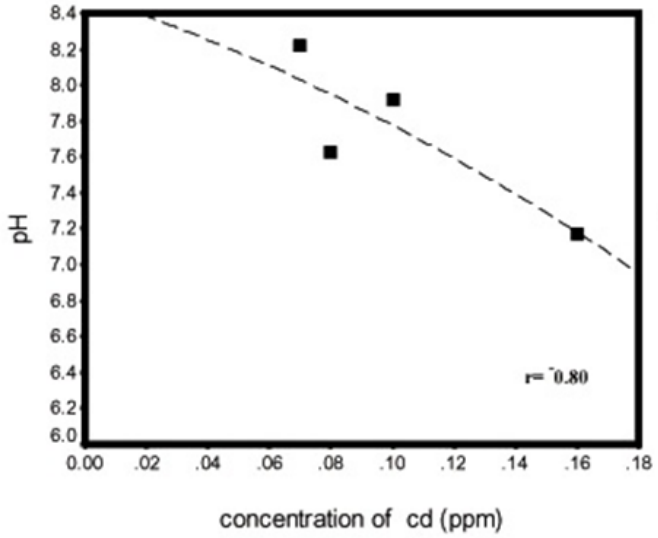
ملحق(2) A العلاقة الارتباطية بين تركيز Cd و pH لعينات تربة جوانب الطرق .



ملحق (2) B العلاقة الارتباطية بين تركيز Cd و pH لعينات تربة المنطقة الصناعية .

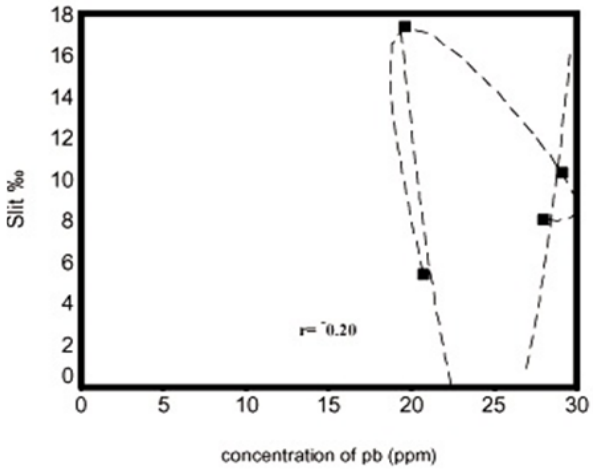


ملحق (2) Cالعلاقة الارتباطية بين تركيز Cd و pH لعينات تربة المنطقة السكنية .

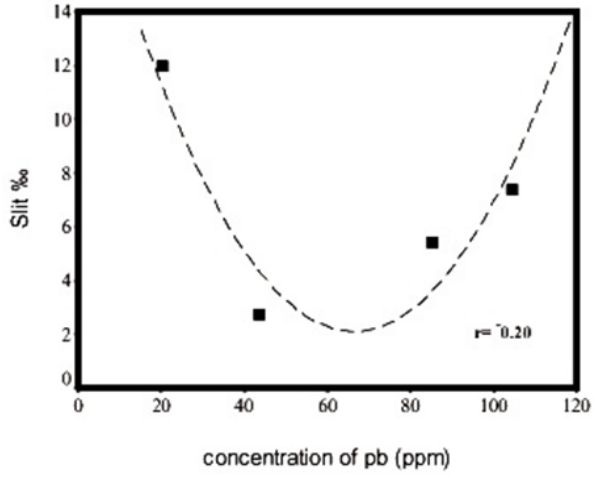


ملحق (2) D العلاقة الارتباطية بين تركيز Cd و pH لعينات تربة المنطقة الزراعية.

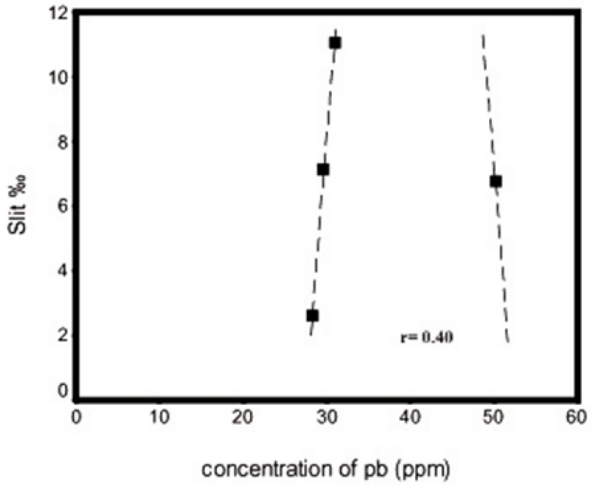
ملحق(2) العلاقات الارتباطية بين تركيز الكادميوم و pH لعينات التربة في مناطق الدراسة .



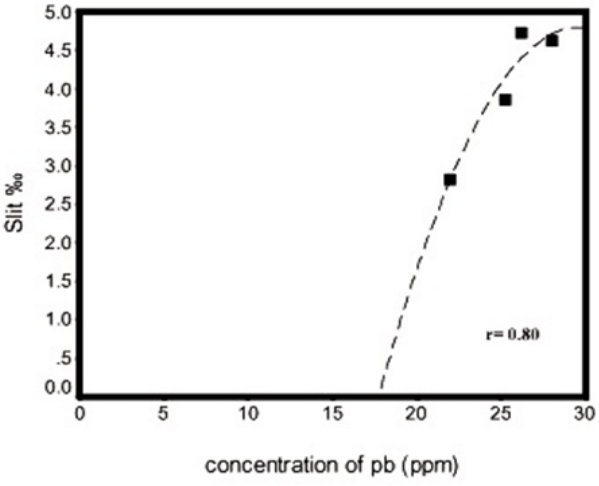
ملحق (3) A العلاقة الارتباطية بين تركيز Pb والملوحة لعينات تربة جوانب الطرق .



ملحق (3) B العلاقة الارتباطية بين تركيز Pb والملوحة لعينات تربة المنطقة الصناعية .

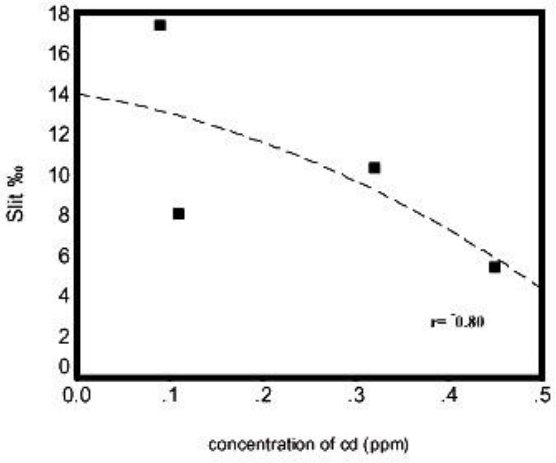


ملحق (3) C العلاقة الارتباطية بين تركيز Pb والملوحة لعينات تربة المنطقة السكنية .

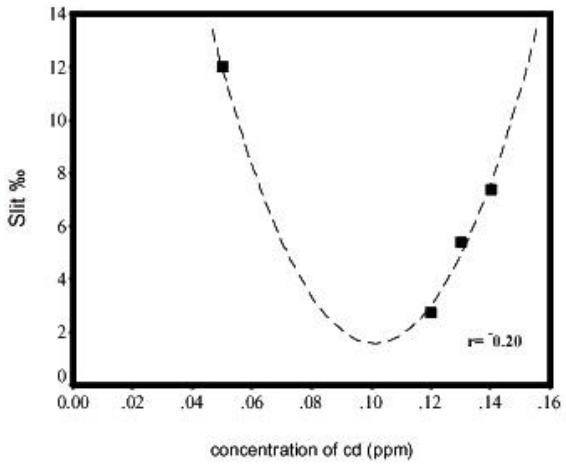


ملحق (3) D العلاقة الارتباطية بين تركيز Pb والملوحة لعينات تربة المنطقة الزراعية .

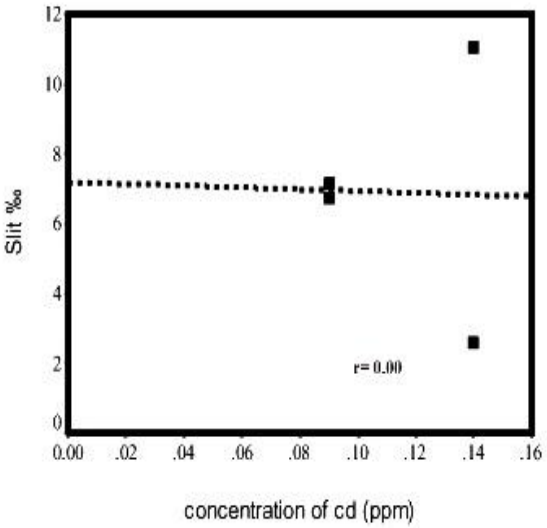
ملحق (3) العلاقات الارتباطية بين تركيز الرصاص والملوحة لعينات التربة في مناطق الدراسة.



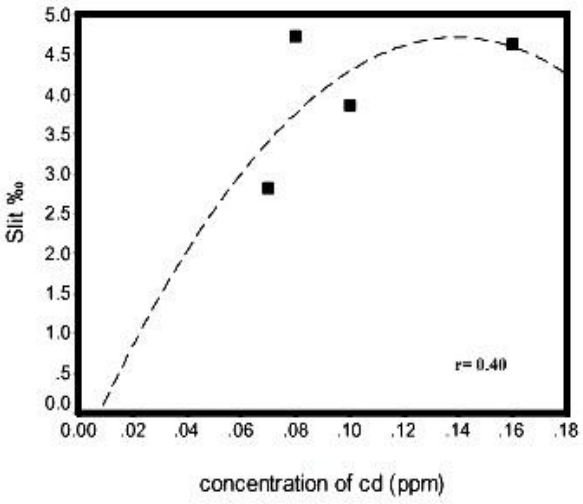
ملحق (4) A العلاقة الارتباطية بين تركيز Cd والملوحة لعينات تربة جوانب الطرق .



ملحق (4) B العلاقة الارتباطية بين تركيز Cd والملوحة لعينات تربة المنطقة الصناعية .

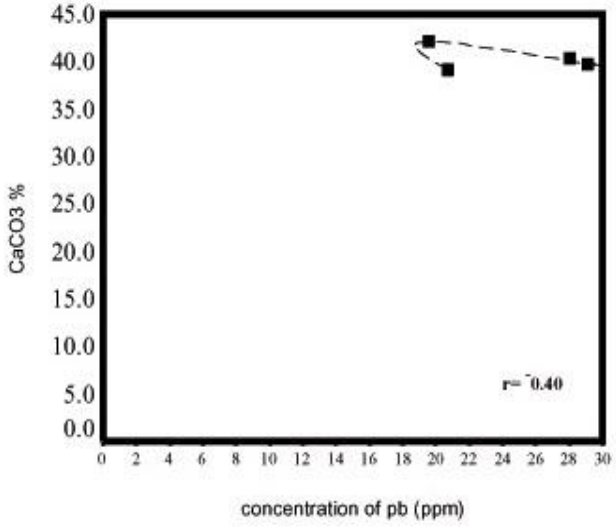


ملحق (4) C العلاقة الارتباطية بين تركيز Cd والملوحة لعينات تربة المنطقة السكنية .

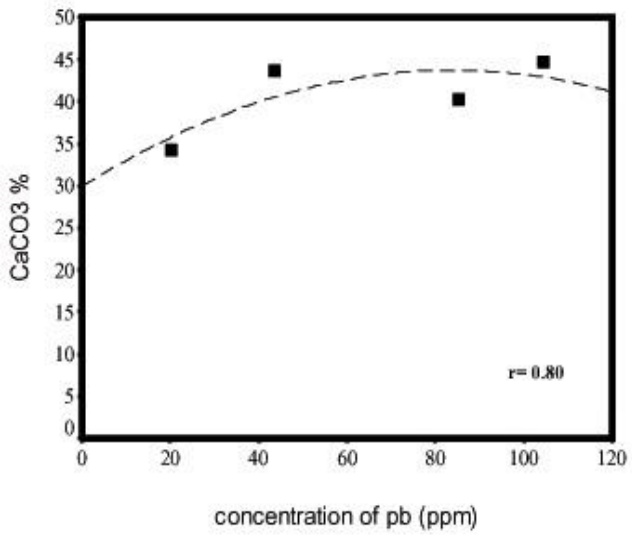


ملحق (4) D العلاقة الارتباطية بين تركيز Cd والملوحة لعينات تربة المنطقة الزراعية .

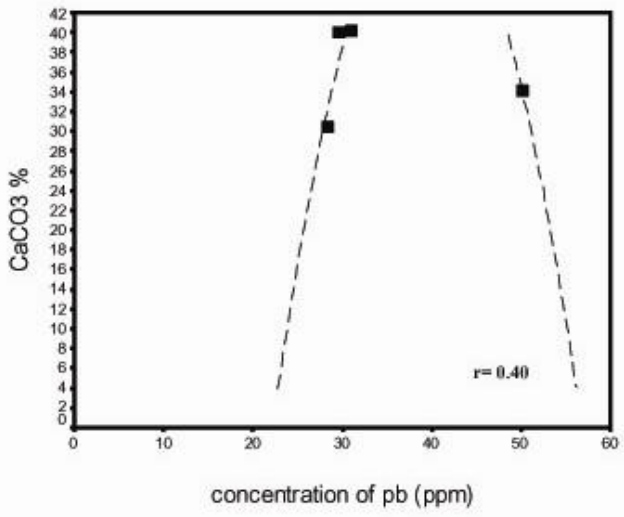
ملحق (4) العلاقات الارتباطية بين تركيز الكادميوم والملوحة لعينات التربة في مناطق الدراسة .



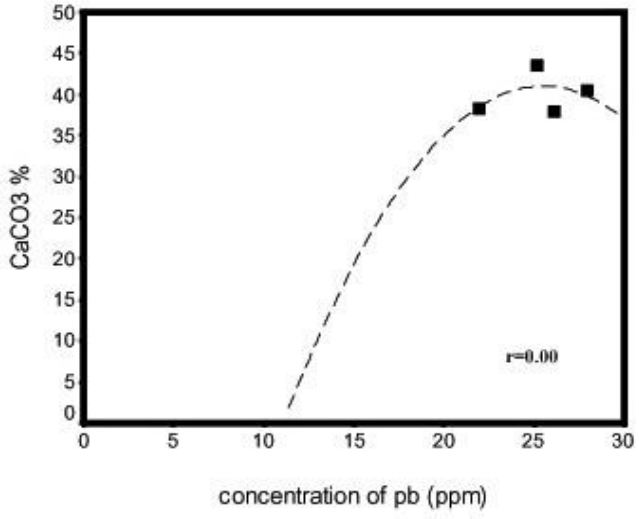
ملحق(5) A العلاقة الارتباطية بين تركيز Pb و $CaCO_3$ لعينات تربة جوانب الطرق .



ملحق (5) B العلاقة الارتباطية بين تركيز Pb و $CaCO_3$ لعينات تربة المنطقة الصناعية .

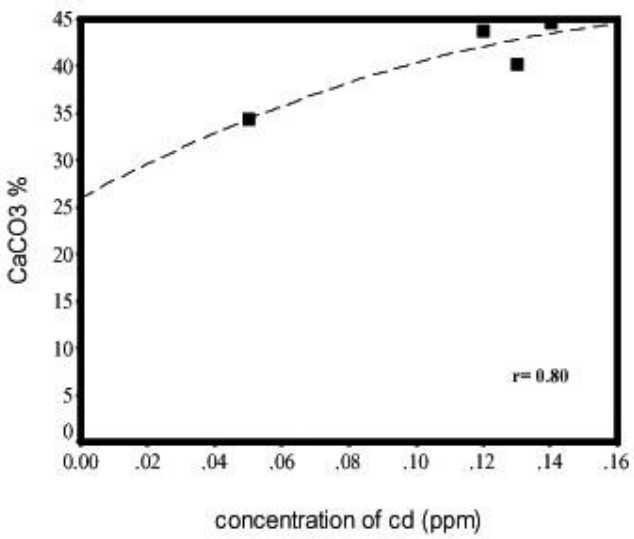


ملحق (5) C العلاقة الارتباطية بين تركيز Pb و CaCo3 لعينات تربة المنطقة السكنية .

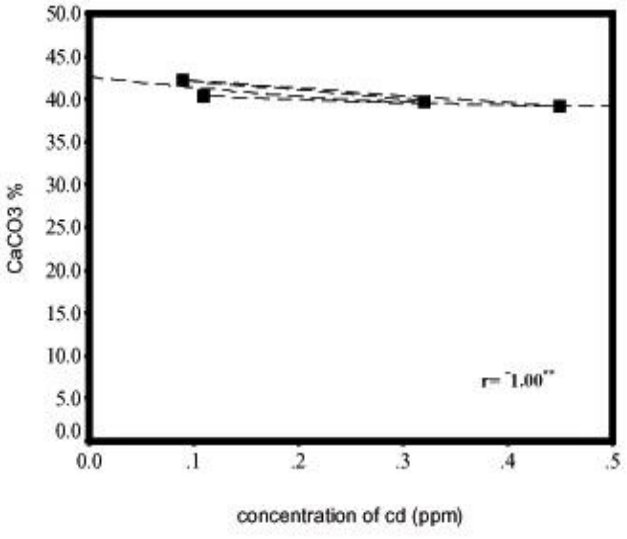


ملحق (5) D العلاقة الارتباطية بين تركيز Pb و$CaCO_3$ لعينات تربة المنطقة الزراعية.

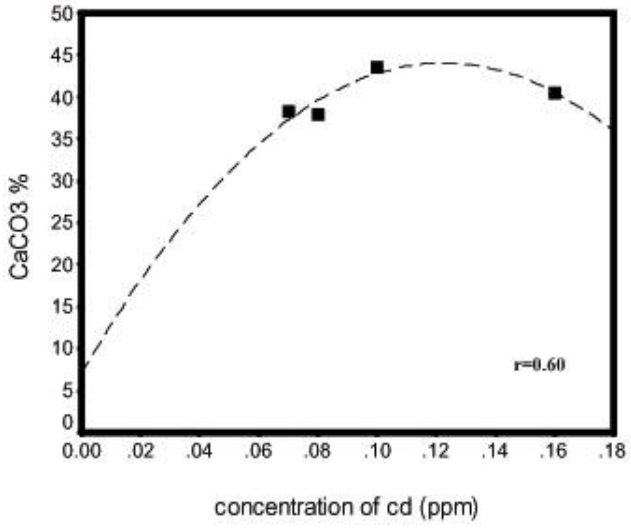
ملحق (5) العلاقات الارتباطية بين تركيز الرصاص و $CaCO_3$ لعينات التربة في مناطق الدراسة .



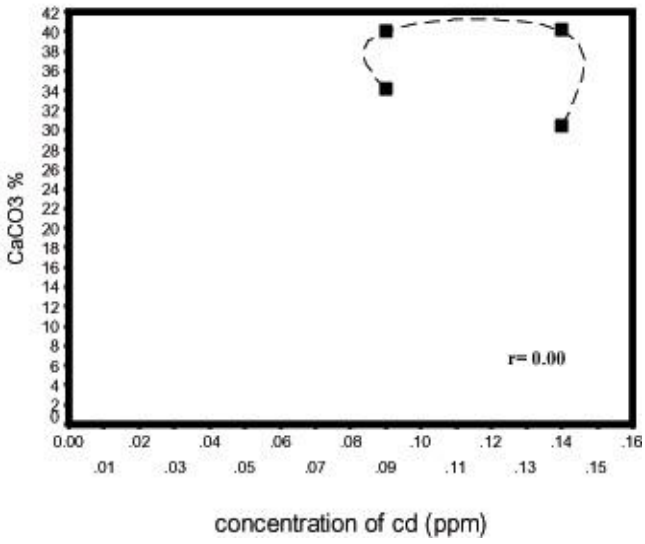
ملحق (6) A العلاقة الارتباطية بين تركيز Cd و $CaCO_3$ لعينات تربة جوانب الطرق .



ملحق (6) B العلاقة الارتباطية بين تركيز Cd و $CaCO_3$ لعينات تربة المنطقة الصناعية .

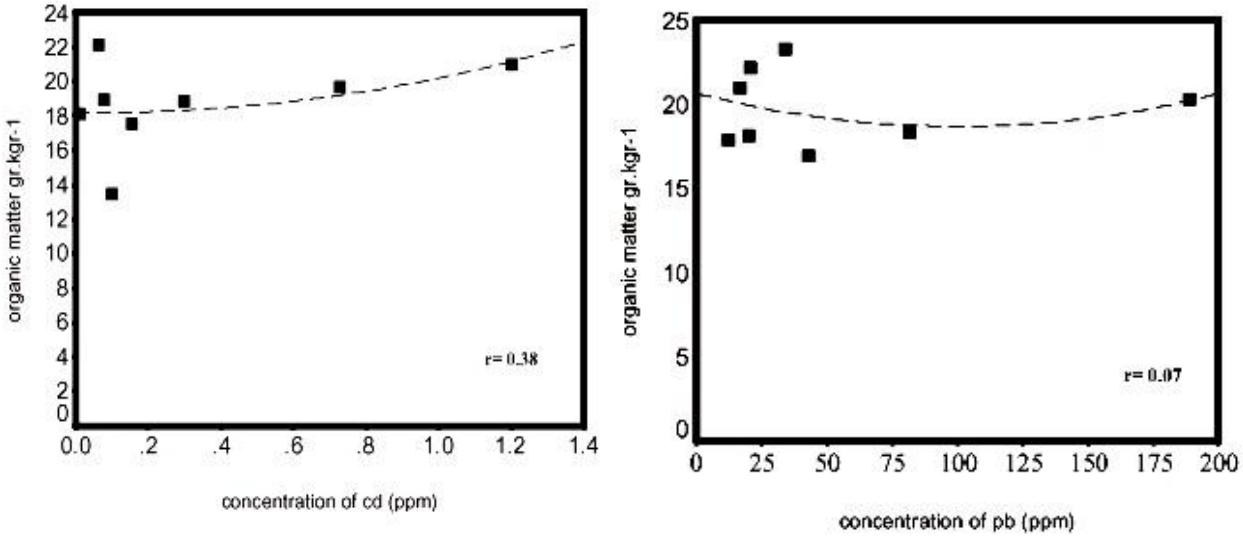


ملحق (6) C العلاقة الارتباطية بين تركيز Cd و $CaCO_3$ لعينات تربة المنطقة السكنية .



ملحق (6) B العلاقة الارتباطية بين تركيز Cd و $CaCO_3$ لعينات تربة المنطقة الزراعية .

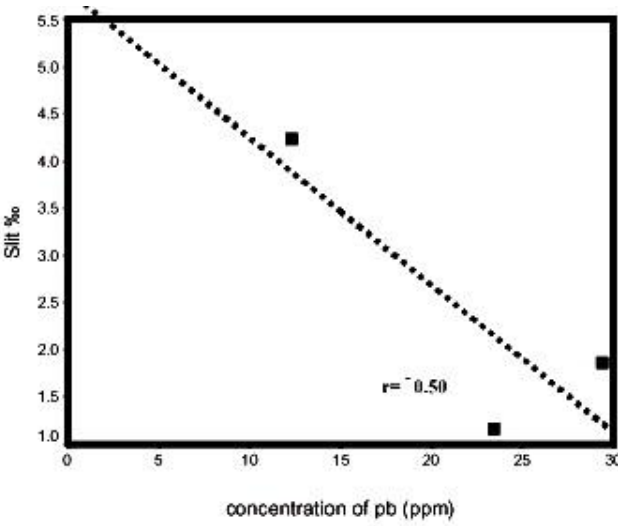
ملحق (6) العلاقات الارتباطية بين تركيز الكادميوم و $CaCO_3$ لعينات التربة في مناطق الدراسة .

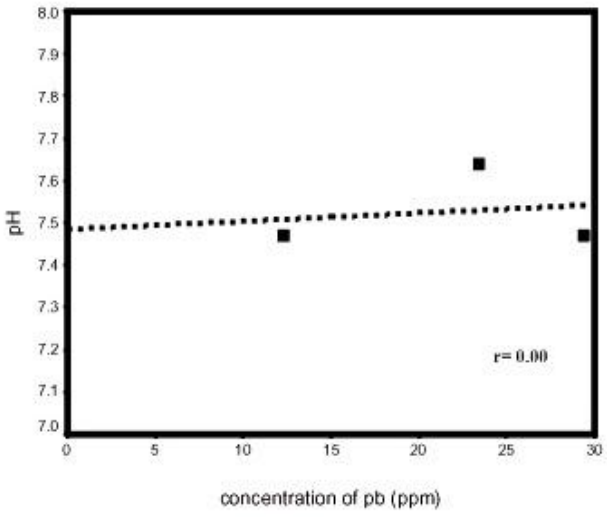


ملحق(7) A العلاقة الارتباطية بين تركيز Pb ومحتوى المادة العضوية في عينات التربة .

ملحق (7) B العلاقة الارتباطية بين تركيزCd ومحتوى المادة العضوية في عينات التربة .

ملحق (7) العلاقات الارتباطية بين كل من تراكيز الرصاص والكادميوم مع محتوى المادة العضوية لعينات التربة في مناطق الدراسة.

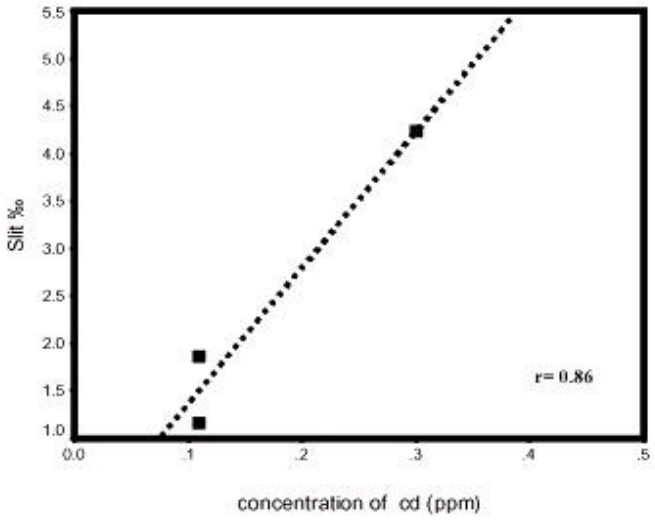


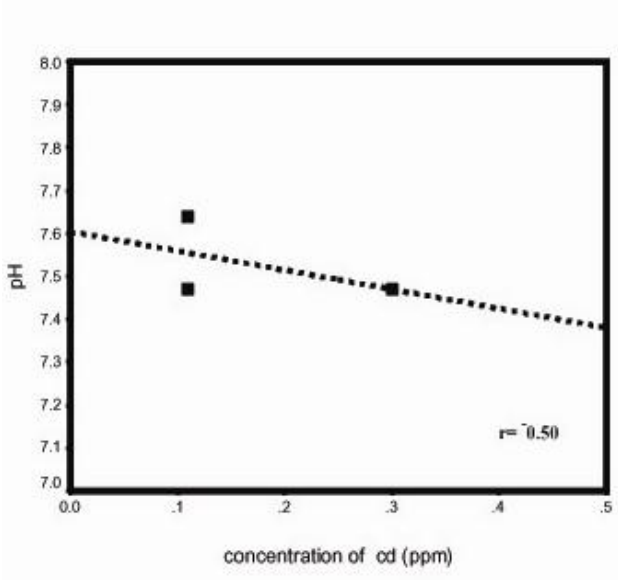


ملحق (8) A العلاقة الارتباطية بين تركيز Pb و pH لعينات الرواسب .

ملحق(8) B العلاقة الارتباطية بين تركيز Pb والملوحة لعينات الرواسب .

ملحق (8) العلاقات الارتباطية بين تركيز الرصاص وpH والملوحة لعينات الرواسب في مناطق الدراسة .





ملحق (9) Aالعلاقة الارتباطية بين تركيز Cd و pH لعينات الرواسب .

ملحق (9) B العلاقة الارتباطية بين تركيز Cd و الملوحة لعينات الرواسب .

ملحق (9) العلاقات الارتباطية بين تركيز الكادميوم وpH والملوحة لعينات الرواسب في مناطق الدراسة .

الأشهر	المعدلات الشهرية للعناصر المناخية			
	السطوع الشمسي (ساعة / يوم)	الأمطار (ملم)	التبخر (ملم)	درجات الحرارة (م˚)
كانون الثاني	6.1	30.6	67.5	8.7
شباط	6.1	22.2	80.1	12.6
آذار	7.7	14.1	166.0	17.4
نيسان	7.7	18.7	203.8	22.1
مايس	8.7	4.2	271.4	27.8
حزيران	10.6	0.0	385.5	32.3
تموز	10.7	0	248.9	34.2
آب	10.8	0	377.0	34.5
أيلول	9.8	0.0	291.0	30.0
تشرين الأول	7.6	14.6	193.8	24.8
تشرين الثاني	7.4	15.9	95.4	15.7
كانون الأول	6.5	4.9	69.0	11.4
المجوع السنوي		125.2	2449.4	271.5
المعدل السنوي	8.3			22.6

ملحق (10) المعدلات الشهرية والسنوية للعناصر المناخية (السطوع الشمسي ، الأمطار ، التبخر، درجات الحرارة) لمحطة الخالص للسنوات (2005 – 2012) .

الأشهر	السنة	المعدلات الشهرية للعناصر المناخية			
		السطوع الشمسي (ساعة / يوم)	الأمطار (ملم)	التبخر (ملم)	درجات الحرارة (م˚)
تشرين الأول	2011	7.9	4.1	188.3	22.35
تشرين الثاني	2011	7.3	1.0	96.1	12.55
كانون الأول	2011	6.2	4.9	75.1	8.75
كانون الثاني	2012	6.0	7.3	66.6	ـــــ
شباط	2012	6.0	15.9	86.7	ـــــ
آذار	2012	8.0	31.8	164.6	ـــــ
نيسان	2012	8.1	6.4	231.0	ـــــ

ملحق (11) المعدلات الشهرية للعناصر المناخية (السطوع الشمسي ، الأمطار، التبخر ، درجات الحرارة) لمحطة الخالص خلال فترة الدراسة لسنة (2011 – 2012) .

المصدر: الهيئة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي العراقية ، قسم المناخ ، بيانات غير منشورة .

Summary

This field study was conducted in Baquba city and its suburbs, to investigate the pollution levels of lead and cadmium elements, and determine its concentrations in the soil and river water and its sediments and some plants found its .

The present study included sampling and analysis of 51 of soil samples and 36 samples of rivers water, streams and Sediments and 14 samples of plant form different areas of Baquba city and its suburbs included areas of 18 locations that represented industrial , residential , agricultural and roadsides , and determine some of the chemical characteristics of soils, river water, streams and Sediments to study their relation to the increase in accumulation or concentrations of lead and cadmium elements in soil and water. The relationship of each of pH, electrical conductivity , calcium carbonate and organic matter was studied , with the concentration of lead and cadmium in the soil , river water, streams and their Sediments.

The results of the present study showed that the averages of lead concentration reached 36.96 , trace , 21.72 ppm in soil samples , river water and river sediment, respectively, while the average concentrations of cadmium were 0.14, trace , 0.17 ppm in soil samples , river water and river sediments , respectively . And The results show that lead concentration ranging between 0.4 - 2.5 ppm , 5.68 -11.52 ppm , 5.74 - 11.53 ppm in leaves samples *Phoenix dactylifera* , *Citrus sinensis* , *Citrus aurantium* , respectively . And ranging concentrations of Cadmium between 0.008 - 0.21 ppm , 0.021 - 0.151 ppm , 0. 009 - 0.11 ppm in leaves

samples *Phoenix dactylifera* , *Citrus sinensis* , *Citrus aurantium*, respectively .

The results show the high concentrations of lead in the soil of Baquba city and its suburbs, exceeding four times the suggest global average concentrations of lead accepted, amounting to 10 ppm . The concentrations of lead contamination were high in the soils of industrial and residential zones, while they were low in Soils 0f agricultural areas and roadsides, ranging lead contamination from 20.20 - 104.66 ppm and 28.29 - 50.17 ppm in the soil of industrial and residential areas respectively, while they ranged from 21.94 - 27.97 ppm and 19.60 - 29.11 ppm in the soil of agricultural areas and roadsides respectively. High percentage concentrations of cadmium are from in the soils of Baquba city and its suburbs in roadsides area , ranging between 0.09 - 0.45 ppm , while lowed and neared percentages in the soils of , industrial , residential , agricultural areas, ranging between 0.05 - 0.14 ppm , 0.09 - 0.19 ppm , 0.07- 0.16 ppm respectively.

Based on the results obtained in the present study it can be concluded that the main cause of the high concentrations of lead in the environment of Baquba city and its suburbs was the human activities. At the first of them comes gasoline genitive tetra Ethyl lead and followed by the factories that deal with lead and its compounds as well as industries and other activities, and for cadmium concentrations were highest values on roadsides because the cause or the main source of cadmium pollution are automobile tires.

The results of the chemical characteristics of the soils studied , showed that the pH values were natural or Semi basic ranging between 7.17 - 8.24 , while the values of electrical conductivity was variation ranged between 4.21- 27.73 $ds.m^{-1}$. Depending on the values of calcium

carbonate high recorded during the study period 30.46 - 44.73 % all types of studied Soil are regarded calcareous. And values of organic matter was low ranged between 13.48 - 23.30 gm.Kg^{-1} As for the dissolved ions which are determined by Meq.L^{-1} units were as follows :- the level of calcium ranged between 18.33 - 35.86 and values lowed , of magnesium between 12.26 - 24.46 , of carbonates was lowed between trace - 1.20 , bicarbonate between 5.53 - 12.00 and of chlorides 8.20 - 120.46 which were relatively high in the studied soils.

The results of the chemical characteristics of the river water, streams and Sediments in the study areas showed that the pH values of water ranged from 7.89 - 8.02 and sediment between 7.47 - 7.64 , while electrical conductivity of water ranged between 0.53 - 1.48 $dS.m^{-1}$ and sediment between 1.92 – 6.78 $dS.m^{-1}$ As for the dissolved ions which are determined by Meq.L^{-1} units had calcium values ranging between 3.86 - 8.20 and 12.83 - 19.33 , magnesium between 1.73 -6.60 and 3.66 - 9.33 , carbonates between trace - 0.66 and trace , bicarbonate between 5.06 - 6.80 and 13.66 -20.66 , chlorides between 0.66 - 6.06 and 3.00 - 4.66 for water and sediments respectively.