



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

دراسة كمية ونوعية لغبار مدينة كربلاء وتقييم قدرة التحمل والمعالجة لبعض النباتات

اطروحة مقدمة الى

مجلس كلية التربية للعلوم الصرفة - جامعة كربلاء وهي جزء من متطلبات نيل شهادة
دكتوراه فلسفة في علوم الحياة / بيئة وتلوث

من قبل

أسعد شهيد محمد الحسنوي

ماجستير علوم حياة - 2015

جامعة كربلاء - كلية التربية للعلوم الصرفة

اشراف

أ. د. نجم عبد الحسين نجم
ربيع الثاني - 1440 هـ

أ. د. إبراهيم مهدي السلطان
كانون الأول - 2018 م

بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِیْمِ

﴿وَمَا تُفْسِدُوا فِي الْأَرْضِ بَعْدَ إِصْلَاحِهَا
ذَلِكُمْ خَيْرٌ لَّكُمْ إِن كُنْتُمْ مُؤْمِنِينَ﴾

صَدَقَ اللّٰهُ الْعَلِيِّ الْعَظِيمِ

توصية الاستاذ المشرف

نشهد أنّ اعداد هذه الاطروحة الموسومة (دراسة كمية ونوعية لغبار مدينة كربلاء وتقييم قدرة التحمل والمعالجة لبعض النباتات) قد جرى تحت إشرافنا في قسم علوم الحياة / كلية التربية للعلوم الصرفة / جامعة كربلاء، وهي جزء من متطلبات نيل شهادة دكتوراه فلسفة في علوم الحياة / بيئة وتلوث.

التوقيع:	التوقيع:
الاسم : أ. د . نجم عبد الحسين نجم	الاسم : أ . د . إبراهيم مهدي السلطان
المرتبة العلمية : استاذ	المرتبة العلمية : استاذ
العنوان : كلية التربية للعلوم الصرفة	العنوان : كلية التربية للعلوم الصرفة
جامعة كربلاء	ابن الهيثم/ جامعة بغداد
التاريخ : 2018 / 9 / 25	التاريخ : 2018 / 9 / 25

توصية رئيس قسم علوم الحياة

إشارة الى التوصية أعلاه المقدمة من قبل الأساتذيين المشرفين أحيل هذه الاطروحة الى لجنة المناقشة لدراستها وبيان الرأي فيها.

التوقيع:
الاسم : ياسمين خضير خلف
المرتبة العلمية: أستاذ مساعد
العنوان: كلية التربية للعلوم الصرفة – جامعة كربلاء
التاريخ: 2018 / 9 / 25

اقرار المقوم اللغوي

أشهد أن هذه الأطروحة الموسومة بعنوان (دراسة كمية ونوعية لغبار مدينة كربلاء وتقييم قدرة التحمل والمعالجة لبعض النباتات) تمت مراجعتها من الناحية اللغوية وتصحيح ما ورد فيها من أخطاء لغوية وتعبيرية وبذلك أصبحت الأطروحة مؤهلة للمناقشة بقدر تعلق الأمر بسلامة الأسلوب وصحة التعبير.

التوقيع:

الاسم: د. علي محمد ياسين

المرتبة العلمية: أستاذ مساعد

الجامعة والكلية: جامعة كربلاء /كلية العلوم الإسلامية /قسم اللغة العربية

التاريخ: 2018 / 11 / 8

﴿ اقرار لجنة المناقشة ﴾

نحن أعضاء لجنة المناقشة الموقعين أدناه نشهد بأننا قد اطلعنا على الاطروحة الموسومة بـ (دراسة كمية ونوعية لغبار مدينة كربلاء وتقييم قدرة التحمل والمعالجة لبعض النباتات) المقدمة من قبل الطالب (أسعد شهيد محمد الحساوي) كجزء من متطلبات نيل درجة الدكتوراه في (علوم الحياة / بيئة وتلوث) ، وبعد اجراء المناقشة العلمية وجد أنها مستوفية لمتطلبات الشهادة وعليه نوصي بقبول الاطروحة بتقدير (امتياز) .

رئيس لجنة المناقشة

التوقيع :

الاسم : د . معزز عبد الستار الدباس

المرتبة العلمية : استاذ

مكان العمل : جامعة بغداد / كلية العلوم

التاريخ : 2018 / 12 / 27

عضو اللجنة

التوقيع :

الاسم : د . باسم يوسف ذياب

المرتبة العلمية : استاذ

مكان العمل : جامعة ذي قار / كلية العلوم

التاريخ : 2018 / 12 / 27

عضو اللجنة

التوقيع :

الاسم : د . حسن جميل جواد

المرتبة العلمية : أستاذ مساعد

مكان العمل : جامعة كربلاء / كلية العلوم

التاريخ : 2018 / 12 / 27

عضواً ومشرفاً

التوقيع :

الاسم : د . نجم عبد الحسين نجم

المرتبة العلمية : أستاذ

مكان العمل : جامعة كربلاء / كلية العلوم

التاريخ : 2018 / 12 / 27

عضو اللجنة

التوقيع :

الاسم : د . ميسون مهدي صالح

المرتبة العلمية : استاذ

مكان العمل : جامعة بابل / كلية العلوم

التاريخ : 2018 / 12 / 27

عضو اللجنة

التوقيع :

الاسم : د . قيس حسين عباس

المرتبة العلمية : أستاذ مساعد

مكان العمل : جامعة كربلاء / كلية التربية للعلوم الصرفة

التاريخ : 2018 / 12 / 27

عضواً ومشرفاً

التوقيع :

الاسم : د . إبراهيم مهدي السلطان

المرتبة العلمية : استاذ

مكان العمل : جامعة بغداد / كلية التربية للعلوم الصرفة

التاريخ : 2018 / 12 / 27

مصادقة عمادة كلية التربية للعلوم الصرفة

التوقيع :

الاسم : حسين علي عبد اللطيف

المرتبة العلمية : أستاذ

التاريخ : 201 / /

الاهـداء

(يَا أَيُّهَا الْعَزِيزُ مَسَّنَا وَأَهْلَنَا الضُّرُّ وَجِئْنَا بِبِضَاعَةٍ
مُزْجَاةٍ فَأَوْفِ لَنَا الْكَيْلَ وَتَصَدَّقْ عَلَيْنَا إِنَّ اللَّهَ
يَجْزِي الْمُتَصَدِّقِينَ)

إلى من ينظره (الوجوه بأسره

إلى من على يديه تصفوه (الأنبياء وآمالهم

إلى النبي (الوخرة) الله يسبح به نوره

إلى (اللامح) الثاني عشر (المهدي) المنتظر (عجل الله فرجه الشريف

إحدى ثمره (عزرا) الجهد (المواضع

شكر وتقدير

الحمد لله رب العالمين والصلاة والسلام على أشرف الخلق أجمعين محمد وآل محمد الذين أذهب الله عنهم الرجس وطهرهم تطهيراً .

أتقدم بالشكر الجزيل للأستاذين المشرفين الدكتور إبراهيم مهدي السلमान والدكتور نجم عبد الحسين نجم للمساعدة الكبيرة التي قدماها لي والدعم المتواصل طيلة فترة البحث سائلاً العليّ التقدير أن يمدّ في عمرهما وأن يجعل منهما مناراً علمياً شامخاً لكل العاملين في مجال العلم والمعرفة، كما أتقدم بالشكر الوافر لعامة كلية التربية للعلوم الصرفة ورئاسة قسم علوم الحياة وذلك لالتحفي فرصة أكمل دراستي وتوفير كافة المستلزمات الخاصة بالبحث . ومن الوفاء أن أشكر الدكتورة نيبال مطير (كلية التربية للعلوم الصرفة - جامعة كربلاء) في تأكيد تشخيص نباتات الدراسة وكذلك كل من الدكتور ثامر عبد الشهيد والدكتورة لمى عبد المنعم (كلية التربية ابن الهيثم - جامعة بغداد) للمساعدة في تحليل وتشخيص الفطريات والبكتريا ولا يفوتني كذلك أن أشكر الدكتور خالد عليّ اليساري (كلية العلوم - جامعة كربلاء) والدكتور حسن كطوف جاسم (كلية العلوم - جامعة بغداد) لمساعدتي في بعض تقنيات العمل، كما يسعدني أن أتقدم بالشكر الى كل زملائي في قسم علوم الحياة ومن ساعدني وساندني في انجاز البحث وأخيراً أتقدم بالشكر والامتنان لأبي المرحوم لتعاليمه التي مازالت ترشدني وتحفزني ولوالدتي التي بدعائها تنير طريقي والى زوجتي التي تحملت العبء الأكبر من أجل أكمل دراستي .

والله من وراء القصد

الخلاصة

صممت هذه الدراسة التي ابتدأت من آذار 2017 الى نهاية شباط 2018 لمعرفة تراكيز الغبار المتساقط وخصائصه الفيزيائية ومحتوياته الكيميائية والحيوية وتراكيز الدقائق العالقة وبعض العناصر الثقيلة في الهواء، كذلك دراسة بعض الأنواع النباتية السائدة في المنطقة لتقييم مستوى تأثير تلوث الهواء واختيار أكفا النباتات في إزالة الملوثات في ثلاثة مواقع مختارة، الأولى المنطقة الريفية في بساتين ناحية الحسينية كمنطقة مقارنة، والثانية مركز المدينة ذات الكثافة السكانية العالية والأنشطة البشرية وأخيراً منطقة الحي الصناعي. شخّصت محتويات الغبار باستعمال تقنية المجهر الإلكتروني الماسح (SEM) وطيف تشتت الطاقة بالأشعة السينية (EDS) وتقنية حيود الأشعة السينية (XRD) وأظهرت نتائج الدراسة ارتفاع تراكيز الغبار المتساقط في جميع المواقع وكان المعدل السنوي 36.74 غم/م² والذي تجاوز المحددات البريطانية، وقد وجدت معظم دقائق الغبار المتساقط تحت المجهر الماسح بأشكال غير منتظمة وبعضها مستديرة وكروية مع احتوائها على بعض المكونات العضوية.

تراوحت أحجام الدقائق السائدة ما بين 2-50 ميكرون وهي من الأحجام الخطرة جداً على الصحة، وبيّن التحليل الطيفي للطاقة بالأشعة السينية احتواء دقائق الغبار 16 عنصراً وكانت على الترتيب الآتي من حيث النسب الوزنية لكل عنصر الاوكسجين < الكربون < الكالسيوم < السيلكون < الحديد < الالمنيوم < الكبريت < البوتاسيوم < المغنيسيوم < الكلور < الكاديوم < الكروم < الصوديوم < الرصاص < النيكل < التيتانيوم، واحتوت 5 من العناصر الثقيلة الخطرة على الصحة والنظام البيئي، وأظهر التحليل المعدني للغبار باستعمال تقنية حيود الأشعة السينية أن الكلسايت شكل أكثر المعادن نسبة في دقائق الغبار المتساقطة يليه الكوارتز، الجبس، الألبايت، الكاؤولينيت، باليجورسكيت، الإليت، الدولوميت، الهاليت. احتوى الغبار المتساقط 18 نوعاً من الفطريات تنتمي الى 10 أجناس فطرية *Penicillium, Fusarium, Aspergillus, Rhizopus, Mucor, Alternaria, Cladosporium, Absidia, Candida, Trichoderma* وكانت أعلى نسبة تردد قد سجّلت للأجناس *Aspergillus* و *Penicillium* و *Cladosporium*، بينما كشفت النتائج عن جنسين للبكتريا *Bacillus spp* و *Staphylococcus spp* ساد فيهما الجنس الأول في أغلب مواقع وفصول الدراسة.

كان معدل تركيز الدقائق العالقة الكلية Total Suspended Particles (TSP) 1829.4 ميكروغرام/م³ وقد تجاوزت محددات منظمة الصحة العالمية ووكالة حماية البيئة الأمريكية. كما تمّ تقدير تراكيز أربعة من العناصر الثقيلة شديدة الخطورة في الدقائق العالقة باستعمال جهاز

المطياف الذري وكانت بتراكيز 4.54، 1.08، 0.25 و 0.162 ميكروغرام/م³ لعنصر الرصاص Pb والكاديوم Cd والنيكل Ni والكروم Cr على التوالي، وتجاوزها محددات الوكالة الأوروبية للبيئة. اختبرت سبعة من الأنواع النباتية هي السدر، *Ziziphus spina christi* والكونوكاربس *Conocarpus lancifolius* و الفيكس *Ficus nitida* و الدودونيا *Dodonaea viscosa* و اليوكالبتوس *Eucalyptus camaldulensis* و الدفلى *Nerium oleander* و الزيتون *Olea europaea* لتقييم دليل تحمل تلوث الهواء بالاعتماد على أربعة مقاييس كيموحيوية وفيسيولوجية هي محتوى الكلوروفيل الكلي، درجة الاس الهيدروجيني، محتوى الماء النسبي و حامض الأسكوربيك، إذ أظهرت النتائج أن من بين الأنواع المدروسة نوعان متحملان للتلوث *E. camaldulensis* و *O. europaea* ونوع متوسط التحمل السدر *Z. spina christi* يمكن استعمالها في تكوين الحزام الأخضر لتقليل الملوثات، فيما تستعمل بقية الأنواع كمؤشرات حيوية لنوعية الهواء لحساسيتها للتلوث، و أظهرت النتائج دور حامض الأسكوربيك في مقاومة وتحمل النبات للملوثات والذي ارتبط بدليل تحمل تلوث الهواء ارتباطاً موجباً قوياً ($r=0.886$; $P_{value}=0.001$). تفوق النوعين *C. lancifolius* و *Z. spina christi* في مراكمة الغبار، بينما وجدت الأنواع الآتية *D. viscosa*, *E. camaldulensis*, *N. oleander* أكثر قدرة في مراكمة العناصر الثقيلة الرصاص و الكاديوم و النيكل والكروم. أظهر تحليل نتائج الدراسة ومقارنتها بالدراسات المحلية والدولية والمحددات العالمية أن أغلب مصادر الغبار هي مصادر محلية. وأنّ دقائق الغبار المتساقط هي دقائق خطيرة بأحجامها القادرة على اختراق المجاري التنفسية ومحتوياتها من العناصر المسرطنة والأحياء المجهرية المسببة للحساسية والممرضة للإنسان والنبات، كذلك توصلت الدراسة من خلال مراقبة تلوث الهواء باستعمال طرق التحليل الكيمائية والفيزيائية والحيوية أن بيئة مدينة كربلاء تتعرض لمستوى تلوث هواء عالٍ بالغبار المتساقط والدقائق العالقة الكلية والعناصر الثقيلة، وأن تراكيز هذه الملوثات في مركز المدينة قارب تراكيز المنطقة الصناعية بل فاقها في تركيز عنصري الرصاص والكاديوم، وأوصت الدراسة بنقل موقع الحي الصناعي الى خارج المدينة ومنع انتشار الورش والمولدات داخلها والحد من إضافة الرصاص الى البنزين وانشاء المساحات الخضراء.

قائمة المحتويات

رقم الصفحة	الموضوع
أ - ب	الخلاصة
	الفصل الاول - المقدمة واستعراض المراجع -
1	1 - 1 : المقدمة
2	2 - 1 : الهدف من الدراسة
3	3 - 1 : استعراض المراجع
3	1 - 3 - 1 : الهواء
3	2 - 3 - 1 : مصادر تلوث الهواء
4	3 - 3 - 1 : ملوثات الهواء
4	4 - 3 - 1 : تصنيف ملوثات الهواء
4	5 - 3 - 1 : مراقبة تلوث الهواء
5	6 - 3 - 1 : الغبار
5	7 - 3 - 1 : المواد الدقائقية أو الدقائق العالقة الكلية
10 - 5	1 - 7 - 3 - 1 : خصائص الدقائق العالقة الكلية
10	8 - 3 - 1 : الآثار الصحية المحتملة للملوثات المرتبطة بالغبار
16 - 11	9 - 3 - 1 : استعمال النباتات في المراقبة الحيوية
18 - 16	10 - 3 - 1 : المعالجة النباتية
22 - 18	11 - 3 - 1 : الدراسات السابقة
	الفصل الثاني - المواد وطرائق العمل -
23	1 - 2 : منطقة الدراسة
23	1 - 1 - 2 : وصف مناطق الدراسة
25	2 - 1 - 2 : العوامل المناخية لمدينة كربلاء خلال مدة الدراسة

رقم الصفحة	الموضوع
26	2 - 2 : الأجهزة والمواد المستعملة
27	2 - 3 : الغبار
27	2 - 3 - 1 - 1 : جمع العينات
27	2 - 3 - 1 - 2 : قياس تركيز الغبار المتساقط شهرياً
27	2 - 3 - 1 - 3 : تحليل الغبار باستعمال تقنية تشتت الأشعة السينية
27	2 - 3 - 1 - 4 : تحليل الغبار باستعمال تقنية المجهر الإلكتروني الماسح
28	2 - 4 - 3 - 5 : عزل وتشخيص الأحياء المجهرية المرتبطة بالغبار
29	2 - 4 : الدقائق العالقة الكلية
29	2 - 4 - 1 : جمع العينات
29	2 - 4 - 2 : حساب تراكيز الدقائق العالقة الكلية
30	2 - 4 - 3 : استخلاص العناصر الثقيلة من المرشحات
30	2 - 5 : تحليل الصفات المظهرية والكيموحيوية للنباتات
30	2 - 5 - 1 : وصف الأنواع النباتية
30	2 - 5 - 1 - 1 : السدر <i>Z. spina christi</i>
31	2 - 5 - 1 - 2 : الكونوكاريس <i>C. lancifolius</i>
31	2 - 5 - 1 - 3 : الفيكس <i>F. nitida</i>
32	2 - 5 - 1 - 4 : الدودونيا <i>D. viscosa</i>
32	2 - 5 - 1 - 5 : اليوكالبتوس <i>E. camaldulensis</i>
33	2 - 5 - 1 - 6 : الدفلى <i>N. oleander</i>
33	2 - 5 - 1 - 7 : الزيتون <i>O. europaea</i>
34	2 - 5 - 2 : جمع العينات
34	2 - 5 - 3 : تقدير كمية الغبار المترسب على أوراق النباتات

34	2 - 5 - 4: الصفات المظهرية للنباتات
رقم الصفحة	الموضوع
34	2 - 5 - 5: الصفات الكيموحيوية للنبات
34	2 - 5 - 5 - 1: محتوى الماء النسبي
35	2 - 5 - 5 - 2: الاس الهيدروجيني
35	2 - 5 - 5 - 3: تقدير محتوى حامض الأسكوربيك
35	2 - 5 - 5 - 4: تقدير المحتوى الكلي للكلوروفيل
36	2 - 5 - 5 - 5: دليل تحمل تلوث الهواء
36	2 - 5 - 5 - 6: تقدير الكاروتينات
36	2 - 5 - 5 - 7: هضم واستخلاص العناصر الثقيلة من الأوراق
37	2 - 5 - 5 - 8: حساب عامل التراكم الهوائي
37	2 - 6: التحليل الاحصائي
	الفصل الثالث - النتائج -
38	3 - 1: الغبار المتساقط الكلي
38	3 - 1 - 1: كمية الغبار المتساقط الكلي
39	3 - 1 - 2: التحليل المظهري
40	3 - 1 - 3: حجم دقائق الغبار
54-42	3 - 1 - 4: التركيب الكيميائي لدقائق الغبار باستعمال تقنية EDS
57-54	3 - 1 - 5: تشخيص معادن الغبار باستعمال تقنية XRD
64-57	3 - 1 - 6: الأحياء المجهرية المرتبطة بالغبار
65	3 - 2: الدقائق العالقة الكلية
70-66	3 - 3: العناصر الثقيلة في الدقائق العالقة
70	3 - 4: التحاليل الكيموحيوية للنباتات

70	3 - 4 - 1: محتوى الكلوروفيل الكلي
72	3 - 4 - 2: الاس الهيدروجيني
73	3 - 4 - 3: محتوى الماء النسبي
74	3 - 4 - 4: حامض الاسكوريك
76	3 - 4 - 5: دليل تحمل تلوث الهواء
77	3 - 4 - 6: الكاروتينات
80-78	3 - 1 - 7: تقدير كمية الغبار المتساقط على الأوراق
83-80	3 - 5: الصفات المظهرية للنباتات
88-83	3 - 6: تركيز العناصر الثقيلة في النباتات
90-88	3 - 7: عامل التراكم الهوائي AAF
	الفصل الرابع - المناقشة -
91	4 - 1: الغبار
91	4 - 1 - 1: الغبار المتساقط الكلي
93	4 - 1 - 2: التحليل المظهري
93	4 - 1 - 3: حجم دقائق الغبار
94	4 - 1 - 4: التركيب الكيميائي لدقائق الغبار
95	4 - 1 - 5: معادن الغبار المتساقط الكلي باستعمال تقنية XRD
99-96	4 - 1 - 6: الأحياء المجهرية في الغبار
100	4 - 3: الدقائق العالقة الكلية
102	4 - 4: تراكيز العناصر الثقيلة في الدقائق العالقة الكلية
102	4 - 4 - 1: تركيز الرصاص في الدقائق العالقة
103	4 - 4 - 2: تركيز الكاديوم في الدقائق العالقة
104	4 - 4 - 3: تركيز النيكل في الدقائق العالقة

105	4 - 4 - 4 : تركيز الكروم في الدقائق العالقة
106	5 - 4 : التحاليل الكيموحيوية للنباتات
106	4 - 5 - 1 : محتوى الكلوروفيل الكلي
107	4 - 5 - 2 : الاس الهيدروجيني
108	4 - 5 - 3 : محتوى الماء النسبي
108	4 - 5 - 4 : حامض الاسكوربيك
109	4 - 5 - 5 : دليل تحمل تلوث الهواء
112	4 - 5 - 6 : الكاروتينات
112	4 - 6 : الغبار المتساقط على الأوراق
113	4 - 7 : الصفات المظهرية
113	4 - 8 : تركيز العناصر الثقيلة في النباتات وعامل التراكم الهوائي AAF
117 - 118	الاستنتاجات و التوصيات
119 - 122	المصادر العربية
123 - 146	المصادر الاجنبية
I - III	الملاحق
A - C	المستخلص بالانكليزي

قائمة الجداول

رقم الصفحة	العنوان	رقم الجدول
25	العوامل المناخية لمدينة كربلاء المسجلة خلال مدة الدراسة (الهيئة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي، 2017-2018)	1-2
38	تحليل الارتباط البسيط بين كمية الغبار المتساقط مع العوامل المناخية والدقائق العالقة	1-3
43	معامل الارتباط البسيط بين العناصر المكونة للغبار المتساقط	2-3
57	التركيب المعدني لدقائق الغبار المتساقط في المناطق خلال مدة الدراسة	3- 3
60	النسبة المئوية لظهور وتردد الفطريات خلال فصل الربيع ضمن مناطق الدراسة	4 - 3
61	النسبة المئوية لظهور وتردد الفطريات خلال فصل الصيف ضمن مناطق الدراسة	5 - 3
62	النسبة المئوية لظهور وتردد الفطريات خلال فصل الخريف ضمن مناطق الدراسة	6 - 3
63	النسبة المئوية لظهور وتردد الفطريات خلال فصل الشتاء ضمن مناطق الدراسة	7 - 3
64	عدد المستعمرات لبكتريا <i>Bacillus spp</i> ضمن المناطق خلال مدة الدراسة	8 - 3
66	معامل الارتباط البسيط بين الدقائق العالقة والعناصر الثقيلة والعوامل المناخية والغبار المتساقط	9 - 3
71	محتوى الكلوروفيل ملغم/غم الكلي للنباتات المدروسة خلال فصلي الشتاء والصيف ضمن مناطق الدراسة	10 - 3
72	معامل الارتباط البسيط بين الصفات الكيموحيوية والغبار المتساقط على الأوراق	11 - 3
73	الاس الهيدروجيني للنباتات المدروسة خلال فصلي الشتاء والصيف ضمن مناطق الدراسة	12 - 3

رقم الصفحة	العنوان	رقم الجدول
74	محتوى الماء النسبي (%) للنباتات المدروسة خلال فصلي الشتاء والصيف ضمن مناطق الدراسة	13 - 3
75	محتوى حامض الاسكوربيك للنباتات المدروسة خلال فصلي الشتاء والصيف ضمن مناطق الدراسة	14 - 3
76	دليل تحمل تلوث الهواء للنباتات المدروسة خلال فصلي الشتاء والصيف ضمن مناطق الدراسة	15 - 3
78	محتوى الكاروتينات للنباتات المدروسة خلال فصلي الشتاء والصيف ضمن مناطق الدراسة	16 - 3
79	الغبار المتساقط للنباتات المدروسة خلال فصلي الشتاء والصيف ضمن مناطق الدراسة	17 - 3
84	معامل الارتباط البسيط بين العناصر الثقيلة في النبات	18 - 3
85	ترتيب النباتات المدروسة بحسب قدرتها على مراكمة العناصر الثقيلة	19 - 3
92	المعدل السنوي للغبار المتساقط ومقارنته بالنتائج المحلية والعالمية والمحددات الدولية	1 - 4
95	النسب الوزنية للعناصر المكونة لدقائق الغبار المتساقط ومقارنتها بالنسبة الوزنية لعناصر القشرة الأرضية والدراسات الأخرى	2 - 4
99	مقارنة أجناس البكتريا والفطريات المشخصة في الغبار مع دراسات مختلفة	3 - 4
101	مقارنة الدقائق العالقة والعناصر الثقيلة مع الدراسات المحلية	4 - 4
111	مقارنة دليل تحمل تلوث الهواء مع بعض الدراسات المحلية والدولية	5 - 4
115	مقارنة تركيز العناصر الثقيلة في النباتات مع بعض الدراسات المحلية والدولية	6 - 4

قائمة الأشكال

رقم الصفحة	العنوان	رقم الشكل
24	خريطة العراق ومحافظة كربلاء موضحاً عليها مناطق الدراسة	1 – 2
38	التغيرات الشهرية في كمية الغبار المتساقط الكلي (غم/م ²) خلال مدة الدراسة	1 – 3
39	الصور المجهرية (SEM) لدقائق الغبار مع قوى تكبير مختلفة	2 – 3
40	الإحصاء الوصفي لحجم دقائق الغبار المتساقط ضمن المناطق خلال مدة الدراسة	3 – 3
41	النسبة المئوية للتوزيع التكراري لأحجام دقائق الغبار المتساقط خلال فصول السنة ضمن مناطق الدراسة	4 – 3
42	التركيب الكيميائي للعناصر المرتبطة بدقائق الغبار المتساقط باستعمال تقنية EDS	5 – 3
44	التغيرات الفصلية في النسب الوزنية لعنصر الكربون (C%) في دقائق الغبار المتساقط ضمن مناطق الدراسة	6 – 3
45	التغيرات الفصلية في النسب الوزنية لعنصر الاوكسجين (O%) المرتبط بدقائق الغبار المتساقط ضمن مناطق الدراسة	7 – 3
45	التغيرات الفصلية في النسب الوزنية لعنصر الصوديوم (Na%) في دقائق الغبار المتساقط ضمن مناطق الدراسة	8 – 3
46	التغيرات الفصلية في النسب الوزنية لعنصر المغنيسيوم (Mg%) في دقائق الغبار المتساقط ضمن مناطق الدراسة	9 – 3
47	التغيرات الفصلية في النسب الوزنية لعنصر الألمنيوم (Al%) في دقائق الغبار المتساقط ضمن مناطق الدراسة	10 – 3
47	التغيرات الفصلية في النسب الوزنية لعنصر السيلكون (Si%) في دقائق الغبار المتساقط ضمن مناطق الدراسة	11 – 3
48	التغيرات الفصلية في النسب الوزنية لعنصر الكبريت (S%) في دقائق الغبار المتساقط ضمن مناطق الدراسة	12 – 3

رقم الصفحة	العنوان	رقم الشكل
49	التغيرات الفصلية في النسب الوزنية لعنصر الكلور (Cl%) في دقائق الغبار المتساقط ضمن مناطق الدراسة	13 – 3
49	التغيرات الفصلية في النسب الوزنية لعنصر البوتاسيوم (K%) في دقائق الغبار المتساقط ضمن مناطق الدراسة	14 – 3
50	التغيرات الفصلية في النسب الوزنية لعنصر الكالسيوم (Ca%) في دقائق الغبار المتساقط ضمن مناطق الدراسة	15 – 3
51	التغيرات الفصلية في النسب الوزنية لعنصر الكروم (Cr%) في دقائق الغبار المتساقط ضمن مناطق الدراسة	16 – 3
51	التغيرات الفصلية في النسب الوزنية لعنصر التيتانيوم (Ti%) في دقائق الغبار المتساقط ضمن مناطق الدراسة	17 – 3
52	التغيرات الفصلية في النسب الوزنية لعنصر الحديد (Fe%) في دقائق الغبار المتساقط ضمن مناطق الدراسة	18 – 3
53	التغيرات الفصلية في النسب الوزنية لعنصر النيكل (Ni%) في دقائق الغبار المتساقط ضمن مناطق الدراسة	19 – 3
53	التغيرات الفصلية في النسب الوزنية لعنصر الرصاص (Pb%) في دقائق الغبار المتساقط ضمن مناطق الدراسة	20 – 3
54	التغيرات الفصلية في النسب الوزنية لعنصر الكاديوم (Cd%) في دقائق الغبار المتساقط ضمن مناطق الدراسة	21 – 3
56	أنماط حيود الأشعة السينية لدقائق الغبار المتساقط للمناطق خلال مدة الدراسة	22 – 3
56	معدل النسبة المئوية للمعادن المكونة الغبار المتساقط خلال مدة الدراسة	23 – 3
58	النسبة المئوية للمجاميع الفطرية خلال مدة الدراسة	24 – 3
59	المعدل العام للنسبة المئوية لظهور الفطريات خلال مدة الدراسة	25 – 3
59	المعدل العام للنسبة المئوية لتردد الفطريات خلال مدة الدراسة	26 – 3

رقم الصفحة	العنوان	رقم الشكل
65	التغيرات الشهرية في دقائق الغبار العالق (ميكروغرام/م ³) ضمن المناطق خلال مدة الدراسة	27 – 3
67	التغيرات الشهرية لتركيز الرصاص في الدقائق العالقة (ميكروغرام/م ³) ضمن المناطق خلال مدة الدراسة.	28 – 3
68	التغيرات الشهرية لتركيز الكاديوم في الدقائق العالقة (ميكروغرام/م ³) ضمن المناطق خلال مدة الدراسة.	29 – 3
69	التغيرات الشهرية لتركيز النيكل في الدقائق العالقة (ميكروغرام/م ³) ضمن المناطق خلال مدة الدراسة	30 – 3
70	التغيرات الشهرية لتركيز الكروم في الدقائق العالقة (ميكروغرام/م ³) ضمن المناطق خلال مدة الدراسة	31 – 3
77	المعدل العام لدليل تحمل تلوث الهواء	32 – 3
80	المعدل العام لكمية الغبار المتساقط غم/سم ² لكل نوع نباتي	33 – 3
81	التغيرات في طول ورقة الأنواع النباتية ضمن مناطق الدراسة	34 – 3
82	التغيرات في عرض ورقة الأنواع النباتية ضمن مناطق الدراسة	35 – 3
82	التغيرات في طول سويق ورقة الأنواع النباتية ضمن مناطق الدراسة	36 – 3
83	التغيرات في مساحة ورقة الأنواع النباتية ضمن مناطق الدراسة	37 – 3
84	التغيرات في تركيز الرصاص في الأنواع النباتية في مناطق الدراسة خلال فصلي الصيف والشتاء	38 – 3
86	التغيرات في تركيز الكاديوم في الأنواع النباتية في مناطق الدراسة خلال فصلي الصيف والشتاء	39 – 3
87	التغيرات في تركيز النيكل في الأنواع النباتية في مناطق الدراسة خلال فصلي الصيف والشتاء	40 – 3

رقم الصفحة	العنوان	رقم الشكل
88	التغيرات في تركيز الرصاص في الأنواع النباتية في مناطق الدراسة خلال فصلي الصيف والشتاء	41 – 3
89	عامل التراكم الهوائي للرصاص (غم/م ³) للأنواع النباتية المدروسة	42 – 3
90	عامل التراكم الهوائي للكاديوم (غم/م ³) للأنواع النباتية المدروسة	43 – 3
90	عامل التراكم الهوائي للنكل (غم/م ³) للأنواع النباتية المدروسة	44 – 3
90	عامل التراكم الهوائي للكروم (غم/م ³) للأنواع النباتية المدروسة	45-3
101	مقارنة المعدل السنوي للدقائق العالقة الكلية مع محددات منظمة الصحة العالمية ووكالة حماية البيئة الأمريكية	1 – 4
103	مقارنة المعدل السنوي لعنصر الرصاص مع محددات الوكالة الاوربية للبيئة ووكالة حماية البيئة الأمريكية	2 – 4
104	مقارنة المعدل السنوي للكاديوم مع محددات الوكالة الاوربية للبيئة ووكالة حماية البيئة الأمريكية	3 – 4
105	مقارنة المعدل السنوي للنكل مع محددات الوكالة الاوربية للبيئة ووكالة حماية البيئة الأمريكية	4 – 4
106	مقارنة المعدل السنوي للكروم مع محددات أونتاريو الكندية	5 – 4
116	توافق ارتفاع تراكيز العناصر الثقيلة بين مناطق الدراسة ومستوياتها في الهواء المحيط والنباتات	6 – 4

Chapter One الفصل الأول

المقدمة واستعراض المراجع Introduction and Literatures Review

1-1- المقدمة:

لقد أدركت غالبية المجتمعات اليوم أهمية البيئة و المحافظة عليها وذلك من خلال معاناتهم اليومية من الأضرار الناجمة عن الملوثات البيئية التي تتمثل بأضرار صحية واقتصادية وجمالية وغيرها ، ولم يأتي هذا الاحساس الا بعد أن أصبحت الضغوط البيئية الناتجة عن التلوث ضاغطة بنحو مؤثر في طبيعة التوازن في النظم البيئية بدرجة لم تعد لها القابلية على تحمل هذا الكم الهائل من الملوثات، فقد ذكر السروي (2008) أن ما يضاف الى البيئة سنوياً من مواد غريبة ما يقارب الـ 5000 مركب كيميائي وبطبيعة الحال تختلف هذه المركبات في درجة خطورتها وتأثيرها ومدة بقائها وتحللها .

يعد تلوث الهواء وآثاره من أصعب القضايا العالمية تحدياً للصحة العامة والجودة البيئية (Naddafi *et al.*, 2006)، وقد حذرت المنظمات العالمية من تعاضم خطر تلوث الهواء، إذ قدرت منظمة الصحة العالمية وفاة 1.3 مليون شخصاً سنوياً بسبب تلوث الهواء الخارجي (WHO, 2005)، وارتفع عدد الوفيات الى 7 مليون شخصاً في العام 2012 في جميع أنحاء العالم و ازدياد خطر الإصابة بأمراض الجهاز التنفسي والقلب والأوعية الدموية (WHO, 2016). ومع ازدياد الكثافة الحضرية و وسائل النقل، فمن المتوقع ارتفاع مستوى تلوث الهواء أعلى مما عليه الآن وبالخصوص مستوى تراكيز المادة الدقائقية (PM) Particulate Matter والاوزون O₃ وثنائي أكسيد النيتروجين NO₂ و يؤدي ارتفاع هذه الملوثات الى ازدياد حالات دخول المستشفيات والوفيات إذ أن ارتفاع 10 ميكروغرام /م³ من PM₁₀ (المواد الدقائقية ذات الأحجام الأقل من 10 ميكرون) عن المعدل العام أدت الى ارتفاع الوفيات بنسبة 0.05% (Katsouyanni *et al.*, 2001).

تتعرض أغلب المدن الأمريكية لهواء غير صحي إذ يتعرض قرابة 150 مليون شخصاً الى تلوث الهواء الذي قد يتسبب في سرطان الرئة والقصابات فينتج عن ذلك وفيات تقدر بـ 300 ألف وفاة سنوياً أمّا التكاليف الصحية المرتبطة به في الولايات المتحدة الأمريكية فتقدر بـ 50 بليون دولار سنوياً (Keller, 2007).

يعرّف تلوث الهواء بحسب وكالة حماية البيئة الأمريكية (USEPA,2009) على أنه انحطاط في نوعية الهواء نتيجة وجود مواد غير مرغوب بها أو أي مادة بتراكيز أعلى من تراكيزها الطبيعية في الغلاف الجوي والتي قد ينتج عنها تأثيرات عكسية على الانسان والحيوان والغطاء النباتي والمواد. يعد

التلوث الهوائي أخطر أنواع التلوث البيئي وذلك بسبب صعوبة السيطرة عليه من جهة وكونه عاملاً أساسياً في تلويث النظم البيئية الأخرى مثل التربة والمياه (Hill, 2010).

يمثل الغبار أحد أبرز المشاكل البيئية في العراق وذلك بسبب موقعه الجغرافي الذي يقع ضمن المناطق الجافة وشبه الجافة وكذلك التغيرات المناخية العالمية من ارتفاع درجات الحرارة وزيادة التبخر وقلة سقوط الأمطار التي تمر بها البلاد أدت إلى الجفاف والتعرية وهذه هي أحد أسباب و مصادر الغبار الطبيعية (Sissakian et al., 2013) ، بالمقابل فإن العمليات العسكرية التي شهدتها البلاد منذ عقود واستمرار التفجيرات الارهابية و الحرب ضد الارهاب مضافاً إلى الرعي الجائر وتجريف البساتين من أهم المصادر البشرية للغبار وأكثرها خطورة .

الغبار (Dust) هو دقائق صغيرة جافة تنتقل إلى الهواء بواسطة قوى طبيعية مثل الرياح والانبعثات البركاني أو بواسطة العمليات الميكانيكية أو من صنع الإنسان مثل التكسير والطحن والحفر والهدم والنقل والكنس ، وعادة ما تكون دقائق الغبار بأحجام تتراوح من 1 إلى 100 ميكرون في القطر و تستقر ببطء على سطوح الأجسام تحت تأثير الجاذبية (Calvert, 1990) ويعد الغبار أحد الملوثات الرئيسية للهواء ومن أكثرها تعقيداً وخطورة وذلك بسبب خصائصه الفيزيائية (شكل الدقائق وأحجامها) ومحتوياته الكيميائية (العناصر الثقيلة والمركبات الهيدروكربونية والغازات) والحيوية (البكتريا والفطريات والفيروسات) (Perrino, 2010).

تعد النباتات من أكثر الكائنات تحسناً لتلوث الهواء ولذا استعملت في المراقبة الحيوية (Biomonitoring) لتلوث الهواء ويمكن معرفة ذلك من خلال دراسة الخصائص المظهرية والصفات الكيموحيوية والفسولوجية للنبات إذ تظهر النباتات استجابات مختلفة تبعاً لنوعية الملوث وقابلية التحمل للنبات، ومن هنا صنفت النباتات إلى نباتات متحملة (Tolerante) استعملت كمصرفات بيئية لقدرتها على مراكمة الملوثات، وأخرى غير متحملة حساسة (sensitive) للملوثات والتي تستعمل كأدلة حيوية (Bioindicators) على التلوث ، ويتم استعمال النباتات كمراقبات حيوية لكونها أكثر مصداقية من الأجهزة المستخدمة لرصد تلوث الهواء علاوة على توفرها ورخص ثمنها وكونها صديقة للبيئة (Petrova, 2011).

2-1: الهدف من الدراسة The aim of study

يعد الغبار أحد أهم الملوثات البيئية التي تعاني منها مدينة كربلاء على وجه الخصوص، وذلك بسبب الزيادة المطردة في المساحات الحضرية وتجريف البساتين، علاوة على ذلك ازدياد وسائط النقل والحركة المرورية النشطة بسبب السياحة الدينية إذ يتجاوز عدد الزائرين عشرين مليوناً سنوياً،

كما تنهياً المحافظة لإنشاء مطار دولي وما للغبار من تأثير مباشر على حركة الملاحة الجوية، ولكل ما سبق جاءت هذه الدراسة لتحقيق الأهداف الآتية:

- 1- التعرف على تراكيز الغبار المتساقط وخصائصه الفيزيائية والكيميائية والحيوية.
- 2- تقييم تراكيز دقائق الغبار العالق (الدقائق العالقة الكلية TSP) وبعض العناصر الثقيلة.
- 3- معرفة بعض الأنواع النباتية الحساسة والمتحملة لتلوث الهواء.
- 4- اختبار قدرة بعض الأنواع النباتية على معالجة تلوث الهواء من خلال احتجاز الغبار وامتصاص العناصر الثقيلة.

3-1: استعراض المراجع Literatures Review

1-3-1: الهواء: The Air

يعد الهواء النقي عنصراً أساسياً للحياة على كوكب الأرض لجميع الموجودات الحيّة من النبات والحيوان والأحياء المجهرية ويطلق الهواء النقي على مزيج من الغازات والذي يتركب بصورة تقريبية من 78% نيتروجين و21% أوكسجين و1% من بقية الغازات الأخرى، ويعد الهواء ملوثاً عندما يحصل أي تغيير في تركيبه الكيميائي بسبب ازدياد تراكيز عناصره أو مركباته أو دخول مواد غريبة بتراكيز أعلى من الحدود المسموح بها (Spellman, 2017b).

يعرف تلوث الهواء على أنه الانبعاثات البشرية المصدر للمواد الكيميائية الضارة التي تغير التركيب الكيميائي للغلاف الجوي الطبيعي ويكون لها تأثير سلبي في صحة الكائنات الحية، ويؤثر في المواد الصناعية أو الطبيعية ويقلل مدى الرؤية الجوية (Daly and Zannetti, 2007). وعرف أيضاً بأنه وجود مادة من المواد أو أكثر في الهواء بتراكيز أو لمدة زمنية فوق مستوياتها الطبيعية، مع إمكانية إحداث تأثيرات سلبية (Seinfeld and Pandis, 2016).

2-3-1 مصادر تلوث الهواء: Sources of Air Pollution

هناك ثلاثة مصادر رئيسة لانبعاث الملوثات إلى الهواء بحسب أسلوب انتشار الملوثات إلى الهواء الجوي هي (Lagzi et al., 2014):

- 1- مصادر نقطية Point source: هي المصادر التي تنبعث من موقع أو أكثر من المواقع المحددة والتي يمكن التحكم بها مثل مداخن المصانع ومحطات الطاقة الكهربائية وغيرها.

2- **مصادر مناطقية Area source**: وهي الملوثات التي تنبعث من مصادر عدّة ضمن منطقة محددة مثل الانبعاثات الصادرة من المدن وحرائق الغابات.

3- **مصادر خطية Line source**: تشير بشكل عام الى الملوثات التي تنبعث من وسائط النقل مثل الطائرات والسفن والقطارات والسيارات.

1-3-3 ملوثات الهواء: Air pollutants

هناك ما يقرب 200 نوع من الملوثات الهوائية المشخصة والمدرجة من قبل وكالة حماية البيئة (EPA) ، وتشمل بحسب الوكالة ستة ملوثات رئيسية هي الدقائق العالقة الكلية Total suspended particulates ، ثنائي اوكسيد الكبريت Sulfur dioxide ، احادي اوكسيد الكربون Carbon monoxide ، أكاسيد النتروجين Nitrogen oxides ، الهيدروكربونات Hydrocarbons وأكاسيد الرصاص Lead وتعد هذه الملوثات مسؤولة عن أكثر من 90 % من مشكلة التلوث الهوائي (Hill, 2010; Gaur, 2016)

1-3-4 تصنيف الملوثات الهوائية:

يمكن تصنيف الملوثات بصورة عامة الى عدّة أصناف (Schwela, 2011):

- 1- حسب حالة الملوث State of matter (ملوثات غازية، دقائقية)
- 2- أصل الملوث Origin of pollutants (ملوثات أولية، ثانوية)
- 3- التركيب الكيميائي Chemical composition (ملوثات عضوية، لا عضوية)

1-3-5 مراقبة تلوث الهواء Air Pollution Monitoring

تعرف مراقبة الهواء على أنها تحديد كمية ملوثات الهواء من المصادر المختلفة ودراسة تأثير العوامل الجوية على انتشار هذه الملوثات لكي تحدد تراكيزها ضمن المواقع المختلفة في منطقة المراقبة، ويفهم من مصطلح المراقبة Monitoring بأنه جمع عينات الهواء وتحليلها بجميع الوسائل المتوفرة سواء أكانت أجهزة قياس تقليدية أم اتوماتيكية والتي تجرى بين مدة وأخرى لغرض تمييز مصادر التلوث وتحديد اتجاه مسار الملوثات وبالخصوص تلك المسؤولة عن حالة تلوث معينة (Gurjar et al., 2010; Khare, 2012).

وبشكل عام فإن أي برنامج لمراقبة الهواء يسعى الى تحقيق بعض الأهداف الآتية (Ahmet and van Dijk, 1994; Fisher et al., 1995; Gurjar et al., 2010)

- توفير أساس علمي سليم لتطوير سياسات وحلول مراقبة فعالة من حيث التكلفة للحد من تلوث الهواء
- لتقييم مدى تطابق معايير جودة الهواء مع القيم المحددة والأهداف.
- تقييم الآثار المحتملة لتلوث الهواء على صحة السكان ورفاهيتهم.
- تحديد أثر تلوث الهواء على النظم البيئية وبيئتنا الطبيعية.
- تزويد عامة الناس بمعلومات موثوقة وحديثة عن تلوث الهواء.
- الوفاء بمتطلبات الإبلاغ عن جودة الهواء القانونية.

1-3-6 الغبار: The Dust

يستعمل مصطلح الغبار Dust و المواد الدقائقية (PM) Particulate matter بشكل متبادل الى حد ما إلا في بعض الأحيان التي يميل الى تفضيل مصطلح على آخر ، ويعرّف الغبار Dust بأنه دقائق صلبة عالقة في الجو تتكون نتيجة تحطم وانحلال المواد و يشمل هذا الاصطلاح مدى واسع من الدقائق ولكن دقائق الغبار عادة ما تتراوح أقطارها ما بين 1 الى 76 ميكرون (Porteous, 2013) .

1-3-7-1-7-3-1 المواد الدقيقة (PM) Particulate matter أو الدقائق العالقة الكلية Total (TSP) suspended particulates

عرّفت المواد الدقائقية الجوية (PM) بشكل عام على أنها خليط من الدقائق الصلبة و أو السائلة التي تبقى منتشرة بشكل فردي في الهواء و يمكن أن تنبعث الى الغلاف الجوي من خلال مجموعة واسعة من المصادر التي تؤثر على خصائصها الفيزيائية (الحجم ، المساحة السطحية ، الكثافة) و تركيبها الكيميائي (Perrino, 2010) .

يطلق مصطلح الدقائق العالقة الكلية (TSP) على الدقائق التي تصل أحجامها الى حوالي 50 ميكرون وبالرغم من عدم قدرة الدقائق الكبيرة اختراق الفتحات التنفسية والحجرة الا أنها تتضمن دقائق بأحجام PM_{10} و $PM_{2.5}$ ميكرون الصغيرة القادرة على اختراق المجاري التنفسية والوصول بعيداً الى الرئتين (Daly and Zannetti, 2007).

1-7-3-1-7-3-1 خصائص الدقائق العالقة الكلية TSP

1-1-7-3-1-1-1-7-3-1 الخصائص الفيزيائية:

توجد للغبار العديد من الخصائص الفيزيائية المهمة منها:

1-الحجم:

إن معرفة حجم الدقائق العالقة تعد أمراً هاماً إذ يتوقف على معرفتها تحليل وتنبؤ المخاطر البيئية والصحية والمناخية (Fuzzi *et al.*, 2015)، و تمثل دقائق الغبار التي يتراوح أقطارها ما بين (0.1 - 100) ميكرون دقائق مهمة في دراسة تلوث الهواء لكونها ذات تأثير مباشر على صحة الانسان ولذا صُنِّفت استناداً الى قطر الدقائق التي يمكن استنشاقها من الهواء الى (Botkin and Keller, 2003; Daly and Zannetti, 2007; Tiwary and Colls, 2009):

1. الدقائق الأقل من 100 ميكرون، والتي تسمى أيضا المستنشقة inhalable لأنها يمكن أن تدخل الأنف والفم بسهولة.
2. الدقائق الأقل من 10 ميكرون (PM_{10}) وغالبا ما تسمى بالدقائق الناعمة في أوروبا، وتسمى أيضاً بالصدرية thoracic وذلك لقدرتها على اختراق المناطق العميقة من الجهاز التنفسي .
3. الدقائق الأقل من 4 ميكرون، وتسمى بالدقائق المتنفسة respirable حيث أنها صغيرة بما يكفي لمروها بالكامل من خلال الجهاز التنفسي ودخولها مجرى الدم.
4. الدقائق الأقل من 2.5 ميكرون ($PM_{2.5}$) وتسمى بالدقائق الناعمة في الولايات المتحدة).
5. الدقائق الأقل من 0.1 ميكرون ($PM_{0.1}$ فائقة النعومة).

2-آلية التكوين:

تختلف الدقائق العالقة في آلية تكوينها إذ توجد آليات متعددة تتولد بها الدقائق، مثل دقائق الغبار (Dust) التي تتولد بفعل العوامل الميكانيكية التي تشمل تكسر الدقائق الكبيرة بواسطة الطحن أو السحق أو بالنشر للخشب وتبلغ أقطارها ما بين (1.0-1000) ميكرون و الدخان (Smoke) الذي ينشأ بفعل عمليات الاحتراق غير المتكاملة للوقود وهي بأقطار تتراوح ما بين (0.5-1) ميكرون ، ودقائق الأبخرة (Fumes) التي تنشأ من عمليات التقطير والصرع والتكلس والتكرير وأقطارها ما بين (0.03-0.3) ميكرون ، والرماد (Ash) والذي تطلقه عمليات احتراق المواد العضوية وتتراوح أقطار هذه الدقائق ما بين (0.1-1000) ميكرون، و تعد هذه الأنواع من الدقائق الأربعة التي ذكرت دقائق صلبة (Solid Particles) وأما دقائق السديم (Mist) والرذاذ (Spray) فهما من الدقائق السائلة (Liquid Particles) وتنتج الأولى من عمليات الرش أو تكثيف الأبخرة وتقل أقطارها عن 10 ميكرون في حين تتراوح أقطار الثانية ما بين (10-1000) ميكرون، وتتولد بفعل عمليات التبريد للسوائل ومن أهمها رذاذ المبيدات العشبية والحشرية وغيرها (Vesilind *et al.*, 2010).

3-الترسيب:

تتغير الدقائق العالقة في الهواء في أعدادها وتراكيزها وخصائصها الفيزيائية والكيميائية باستمرار من خلال سلسلة من العمليات الفيزيائية والكيميائية (Rudich *et al.*, 2007)، وتكون دقائق الغبار الجوي غير متجانسة تماماً بالقرب من مصادرها وتحافظ على خصائصها الفيزيائية والكيميائية ولكن تعمل المعالجة الجوية الى جعلها أكثر تجانساً من خلال تحويل نواتج الغازات الى دقائق غبار (Prather *et al.*, 1994) إذ تسلك الدقائق فائقة النعومة سلوك الانتشار (Diffusion)، أمّا الدقائق الأكبر فهي إما تتجمع (Coagulate) مع بعضها لتشكل دقائق أكبر، وهذا ما يزيد من قابلية ترسيبها بصورتها الجافة Dry deposition وازالتها من الغلاف الجوي، أو قد تغسل مع قطرات المطر أو الثلج وترسب بشكلها الرطب Wet deposition (Wayne, 1991)، وتعد صفة الترسيب هذه، من أهم صفات الدقائق لكونها تعد إحدى عمليات التنقية الذاتية للهواء ، ولذا تصنف الدقائق استناداً الى أقطارها، فالدقائق التي تقل أقطارها عن 10 ميكرون تدعى بالدقائق العالقة وهي تبقى في الهواء لمدة طويلة، بالمقابل فإنّ الدقائق التي تتجاوز أقطارها 10 ميكرون يصطلح عليها الغبار المتساقط (dust deposition) وتكون أكبر حجماً وأثقل وزناً وترسب على مقربةٍ من مصادرها (Vallack and Shillito, 1998). ومع ذلك يمكن لآليات النقل واسعة النطاق أن تحمل الدقائق الخشنة الى مسافات طويلة، فعلى سبيل المثال، قد لوحظت دقائق الغبار الصحراوية في بورتوريكو فوق فلسطين المحتلة (Reid *et al.*, 2003) ، وانتقال العواصف الغبارية من الصين الى شمال أمريكا خلال 11 يوماً (Pepper *et al.*, 2011) ، وتعد الدقائق الصغيرة الكروية الشكل دقائق بالغة الخطورة إذ تتناسب مساحتها عكسياً مع حجمها فكلّما قلّ حجمها زادت مساحتها السطحية وبالتالي تزداد قابليتها في الاشتراك والذوبان في التفاعلات السطحية بنسبة أعلى ممّا عليه الدقائق الكبيرة، وكذا تزداد المساحة السطحية للدقائق المتجمعة أو ذات الشقوق أو الثقوب الداخلية (عبد الحميد، 2012).

4-الصفات البصرية:

تؤثر الدقائق المادية العالقة في الجو على مدى الرؤية إذ تشير الدراسات الى أن تواجد دقائق الغبار مع ثنائي أكسيد الكبريت في الهواء ورطوبة نسبية (50%) يؤدي الى انخفاض مدى الرؤية الى 8 كم، ونتيجة لذلك فان حركة الملاحة وبالخصوص الجوية ستتأثر لاحتياج الطائرات مدى رؤية عالي يؤمن المسافة بين الطائرات، وتشير الاحصائيات الى تصادم ما يقارب الـ20 طائرة سنوياً بسبب انخفاض مدى الرؤية بفعل تواجد الدخان والغبار وبقية الملوثات الأخرى في الهواء، وقد تسبب بركان آيسلندا

(نيسان، 2010) في تعطيل الملاحة الجوية في أوروبا وامتد أثره الى شمال أفريقيا نتيجة الانبعاثات (عبد الحسين وآخرون، 2009؛ ناشي، 2011).

1-3-7-1-2- الخصائص الكيميائية:

تختلف المادة الدقائقية من حيث تركيبها الكيميائي ويرجع ذلك الى الأصل الذي نشأت منه وقابليتها على الاشتراك في التفاعلات الكيميائية، وبشكل عام فهي إما أن تحتوي على مكونات عضوية مثل الهيدروكربونية الأروماتية متعددة الحلقات Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) التي تتواجد في أجواء المدن وتكون عادة ممتصة داخل السخام Soot وهي مركبات خطيرة بسبب طبيعتها المسببة للسرطان ومن أهمها Benzo-alpha-pyrene ، Benzofluoranthene و Chrysene (Hill, 2010) أو تحتوي على مركبات لا عضوية والمكونات الكيميائية الرئيسية في الدقائق العالقة هي أيونات غير عضوية وتتكون بشكل أساسي من نترات ، كبريتات أمونيوم ، غبار معدني ، ملح بحري و الهباء الجوي الكربوني (Gieré and Querol, 2010; VanLoon and Duffy, 2011).

1-العناصر الثقيلة Heavy elements:

يشتمل الغبار على مجموعة من العناصر الكيميائية ذات الخطورة البالغة على صحة الانسان والنظم البيئية ويطلق على هذه المجموعة من العناصر مصطلح "العناصر الثقيلة" ويستعمل هذا الاصطلاح للإشارة الى الفلزات metals وأشبه الفلزات metalloids ذات الكثافة الأكبر من 5غم/سم³ (Lozet and Mathieu, 1990) ، وعلى الرغم من كونه اصطلاحاً غير دقيق بنظر البعض (Hill, 2010) واستعمال البعض الأخر مصطلحات بديلة مثل الفلزات السامة toxic metals والعناصر المحتملة السمية potentially toxic elements والفلزات الأثرية trace metals (Duffus, 2002) فإن اصطلاح العناصر الثقيلة يستعمل على نطاق واسع للإشارة إلى تلك العناصر.

عرّفت العناصر الثقيلة بتعاريف عديدة استناداً الى خصائصها المختلفة مثل العدد الذري والوزن الذري والسمية والكثافة (Duffus, 2002) وبحسب هذه التعاريف المختلفة يمكن تليخيص معنى العناصر الثقيلة على أنها الفلزات أو أشباه الفلزات ذات الخطورة الحيوية الهامة والتي تتراكم في الحيوانات والنباتات (Suvarapu et al., 2014)، وتشمل من وجهة نظر البحوث البيئية (استناداً الى سميتها وأهميتها الحيوية) الكروم (Cr) الرصاص (Pb) الزئبق (Hg) الكاديوم (Cd) الزرنيخ (As) النحاس (Cu) المنغنيز (Mn) النيكل (Ni) الزنك (Zn) والفضة (Ag) (Hogan, 2010).

لقد ازداد في السنوات الأخيرة القلق على الصحة العامة والنظم البيئية المرتبطة بالتلوث البيئي مع هذه العناصر، وازداد التعرض البشري لها بشكل كبير نتيجة لكثرة استعمالها في العديد من التطبيقات

الصناعية والزراعية والتكنولوجية (Bradl, 2005). وتعد النفايات الصناعية والزراعية والصيدلانية والرواسب الجوية أبرز مصادر العناصر الثقيلة (He et al., 2005).

2- تصنيف العناصر الثقيلة بحسب الوكالة الدولية لأبحاث السرطان (IARC)

لقد صنّفت الوكالة الدولية لأبحاث السرطان العناصر الثقيلة الى ثلاث مجاميع على أساس قدرتها في احداث السرطان للإنسان:

1- المجموعة الأولى: وهي الفلزات وأشبه الفلزات التي ثبتت قدرتها على احداث السرطنة للإنسان وتشمل الزرنيخ والكادميوم والنيكل ومركباتها والكروم سداسي التكافؤ Hexavalent Cr. وتحدث السرطان للإنسان من خلال الاستنشاق والابتلاع وترتبط مع سرطانات الرئة والكلية والكبد و الأنف (IRAC, 2012).

2- المجموعة الثانية: وتتضمن فئتين:

أ- الفئة الأولى: هي العناصر التي يحتمل أو يرجح كونها مسرطنة، وتشمل الرصاص العنصري (IRAC, 1987) ومركبات الرصاص اللا عضوية (IRAC, 2006).

ب- الفئة الثانية: العناصر التي ربّما أو يمكن أن تكون مسرطنة للإنسان وشملت ميثيل الزئبق.

3- المجموعة الثالثة: وتضم العناصر غير المسرطنة للإنسان وقد أدرج الكروم ثلاثي التكافؤ Trivalent Cr ضمنها (IRAC, 1990) وكذلك الزئبق العنصري ومركبات الرصاص العضوية (IRAC, 1993).

1-3-7-3-1- الخصائص الحيوية:

يستخدم على دقائق الغبار التي تحتوي على مكونات حيوية بالهباء الحيوي Bioaerosol ويطلق عليه أيضاً الغبار العضوي Organic dust وهو الغبار الذي يطلق الى الغلاف الجوي والذي يتكون من أصول حيوانية أو نباتية أو مجهرية (Douwes et al., 2003). ويعرّف على أنها الدقائق التي تكون إما كائن حي أو قطعة من كائن حي أو منتج من منتجاته وتشمل الفيروسات والبكتيريا والفطريات والحشرات مكوناتها أو منتجاتها الأيضية وكذلك القطع الصغيرة وحبوب اللقاح من النباتات، وما ينتج من الحيوانات مثل تساقط الشعر وخلايا الجلد الميتة وفضلاتها وكذلك افرازاتها مثل اللعاب والمخاط (Phalen and Phalen, 2012) ومن وجهة نظر الصحة العامة فإنّ الخصائص الهامة للغبار تشمل حجم دقائق الهباء الحيوي والعدوى، وتتراوح أحجام الهباء الحيوي من 0.05 إلى 0.15 ميكرون للفيروسات و 0.1-4 ميكرون للبكتيريا، أما الجراثيم الفطرية هي 0.5 - 15 ميكرون في الحجم وحبوب اللقاح هي الأكبر 10-30 ميكرون (Després et al., 2012; Fröhlich-Nowoisky et al., 2012).

(2016) ، ولا تتميز تراكيز الهباء الحيوي في الغلاف الجوي بصورة دقيقة بسبب الصعوبات في تقنيات القياس والتشخيص، وتختلف تراكيز الهباء الحيوي تبعاً للموقع والارتفاع والموسم ولكن يمكن تقديرها الى 25% من كتلة الهباء الجوي (Jaenicke, 2005; Lang-Yona et al., 2012). لا يعد الهواء بيئة طبيعية لنمو وتكاثر الأحياء المجهرية لعدم احتوائه على المواد الغذائية اللازمة والظروف غير الملائمة مثل الاشعاع الشمسي ودرجات الحرارة والرطوبة. يمكن أن تتعرض الأحياء المجهرية للتحطيم بسبب العمليات الجوية (مثل الكيمياء الضوئية والتفاعل مع الجذور الحرة) ، مما يؤدي إلى إمكانية فقدان آثارها السامة بعيداً عن مناطق المصدر (Després et al., 2012; Bertrand et al., 2015) بالمقابل فقد أشارت بعض الأبحاث الى امكانية احداث الحساسية لدى الانسان بالأبواغ الفطرية المتأثرة بالتغيرات البيئية مثل ارتفاع تركيز ثاني أكسيد الكربون ومحتوى الكربون في مادة النمو- Lang (Yona et al., 2013). تعد التربة المصدر الأساسي لتلوث الهواء بالأحياء المجهرية التي تنتقل اليه بواسطة الهواء وقد تصل أيضاً من خلال العطاس والسعال و تتواجد باستمرار الأحياء المجهرية مثل الخمائر Yeasts والفطريات مثل *Aspergillus* و *Penicillium* والبكتريا العصوية الهوائية *Bacillus* والبكتريا الكروية المفترزة للصبغات مثل *Micrococcus* و *Sarcina* (عبد الحافظ وآخرون، 1996)

1-3-8- الآثار الصحية المحتملة للملوثات المرتبطة بالغبار:

للغبار تأثيرات عديدة في صحة الانسان فضلاً عن تأثيراته على النبات والحيوان والممتلكات واستناداً الى مراجعة المصادر ذات الشأن (Ghorani- WHO, 2016; Gurjar et al., 2010; Azam et al., 2016) يمكن أن تدرج الآثار الصحية تحت نوعين من التأثيرات :

1- التأثيرات الناتجة بسبب محتويات دقائق الغبار الكيميائية والحيوية والتي قد تمّ الإشارة الى آثارها على صحة الانسان لاحتوائها على المركبات والعناصر المسرطنة والسامة أو الأمراض المعدية والحساسية، ومن أهم الأمراض المرتبطة بتلوث الهواء هي الالتهاب الشعبي، الانتفاخ الرئوي، الربو وسرطان الأنف والحنجرة والرئة فضلاً عن أمراض تهيج العيون والحساسية الجلدية بل عدت بعض الدراسات الى أن تلوث الهواء عامل الخطر البيئي الرئيسي في حدوث وتطور بعض الأمراض مثل الربو، سرطان الرئة، تضخم البطين، أمراض الزهايمر، الباركنسون، المضاعفات النفسية، التوحد، اعتلال الشبكية، ونمو الجنين وانخفاض وزنه عند الولادة (Ghorani-Azam et al., 2016) .

2- التأثيرات الناتجة بسبب الطبيعة الفيزيائية لدقائق الغبار من حيث نشاطها الاشعاعي وكذلك حجم الدقائق وأشكالها، إذ لا تتوقف خطورة الغبار بسبب محتوياته الخطرة فحسب، بل تعمل ذرات الغبار الناعمة نفسها وبالخصوص ذوات الحافات المسننة والمدببة من الالتصاق مع الأغشية الرقيقة للحويصلات الهوائية واتلافها وينتج عن ذلك، تقليل المساحة السطحية الفعالة في التبادل الغازي مما يؤدي الى قصور في عملية التنفس، وبالتالي يتحتم على القلب أن يعمل بجهد أكبر لتعويض ذلك مما يكون سبباً في اجهاد عضلة القلب.

1-3-9-استعمال النباتات في المراقبة الحيوية: Biomonitoring

1-9-3-1- المراقبة الحيوية:

تشمل المراقبة الحيوية استعمال استجابات أفراد أو عوائل نباتية على عدة مستويات تنظيمية حيوية للتنبؤ واكتشاف التغيرات التي تحدث في البيئة ومتابعة تطورها مع الزمن (Temmerman *et al.*, 2004). لقد وجدت العديد من الطرائق الفيزيائية والكيميائية والحيوية لتشخيص ورصد ومراقبة الملوثات الهوائية وتأثيراتها المحتملة على مستقبلات بيئتنا، إذ تعطي الطرائق الفيزيائية والكيميائية معلومات جيدة عن انبعاث الملوثات من المصدر وانتقالها ضمن الغلاف الجوي وتراكيزها في الهواء المحيط القريب من سطح الأرض، ويمكن استعمال هذه البيانات لتقييم المخاطر باستعمال انموذج محاكاة عندما تكون العلاقة بين الجرعة والاستجابة معلومة لملوث معين ، غير أن ملوثات الهواء تسمح الا باستنتاج التأثير المحتمل ولا تعطي أي استنتاج حقيقي بشأن حدوث التأثير الحقيقي ، ويؤدي اهمال هذه الحقيقة في كثير من الأحيان الى سوء الفهم، إذ أن الطرق الكيميائية وحدها تتضمن الاستبعاد الأمن لآثار تلوث الهواء المحتملة ، ويمكن ملئ هذه الفجوة باستعمال نظام المراقبة الحيوية كنظام إضافي يستعمل الى جانب قياس تراكيز الانبعاثات .

لقد استعملت العديد من المصطلحات للإشارة الى المراقبة الحيوية أوجبت التشويش والخلط فيما بينها ولذا قام مجموعة من الباحثين (Falla *et al.*, 2000) بتمييز وتعريف المصطلحات المستعملة في المراقبة الحيوية كما يأتي:

1-3-9-2- المصطلحات:

1- الأدلة الحيوية : Bioindicators

تظهر بعض النباتات على مستوى الفرد Individual أعراض مرئية Visible symptoms مختلفة مثل التنخر Necrosis والاصفرار Chlorosis والاضطرابات الفسيولوجية Physiological disturbance مثل اجهاض الثمار والأزهار واختزال قطر الأزهار و الأغصان ونصل الأوراق والسويق واختزال النمو.

2- المستشعرات الحيوية أو المؤشرات الحيوية: Biosensors or Biomarkers

هي تفاعل النباتات مع الملوثات الهوائية الموجودة مع وجود آثار خفية Hidden effects هذه الآثار تكون بشكل تغيرات غير مرئية non-visible change على المستويات الخلوية و الجزيئية و الكيموحيوية و الفسيولوجية. إنَّ تشخيص واكتشاف هذه الآثار يحتاج الى استعمال التقنيات المجهرية والفسيولوجية وكذلك التحليلات الكيموحيوية.

3- المراكمات الحيوية: Bioaccumulators

هي النباتات التي تكون بشكل عام أقل تحسس لتلوث الهواء لكنها تقوم بمراكمة دقائق الغبار الجوي والغازات على أنسجتها وداخلها أيضاً، أغلب الملوثات الغازية تدخل الأوراق وأما الدقائق فهي غالباً ما تتراكم على سطح الورقة، إذ تتراكم المواد العضوية المحبة للدهون lipophilic أولاً في الطبقات الشمعية Wax layers ثم بعد ذلك تجري عمليات التبادل الأيوني Ion exchange بين أنسجة الورقة وسطحها.

4- الأدلة البيئية: Ecological indicators

خصص هذا الاصطلاح بشكل أساسي كمؤشر بيئي على مستوى العشائر النباتية Plant population أو المجتمع النباتي Plant community للتعامل مع التغيرات الظاهرة وغير الظاهرة في تركيب النوع species composition والتغيرات في الكثافة density ، ولا تقتصر الأدلة البيئية على آثار التلوث والمناخ على مديات زمنية طويلة فحسب، بل وكذلك الآثار الناتجة عن التنافس بين الأنواع species competition .

تلعب النباتات دوراً هاماً في المراقبة والمحافظة على التوازن البيئي من خلال المشاركة في دورة المغذيات والغازات مثل ثنائي اوكسيد الكربون، وكذلك توفر مساحة ورقية هائلة لصد وامتصاص ومراكمة ملوثات الهواء (Escobedo *et al.*, 2008; Das and Prasad, 2010) ، واستعملت النباتات لمراقبة تلوث الهواء و هي تختلف في قدرتها على تحمل الملوثات الهوائية واستجابتها لها ،

فالأصناف النباتية الأكثر حساسية للملوثات يمكن أن تستعمل كأدلة حيوية بينما تستعمل الأنواع النباتية الأكثر تحملاً لملوثات الهواء في المناطق الحضرية لتكوين المدن الخضراء بهدف تحسين نوعية الهواء وتقليل الملوثات (Agrawal and Tiwari, 1997) ، إذ يعمل الغطاء النباتي كمصارف لملوثات الهواء ليست الغازية منها فحسب، بل حتى الملوثات الدقائقية (Miria and Khan, 2013). وعلى الرغم من وجود أبحاث متعددة في المراقبة الحيوية إلا أنها وصفت بالقليلة من قبل الباحثين Suvarapu and Baek (2016) فقد ذكرا في دراستهما الاستعراضية لتحديد العناصر الثقيلة في الهواء الجوي إلى وجود عدد قليل من الدراسات التي استعملت المواد النباتية كمراقبات حيوية لمستوى العناصر في الهواء المحيط.

1-3-9-3-مزايا استعمال النباتات كمراقبات حيوية:

لقد ذكر الباحثون مزايا عديدة لاستعمال النباتات كمراقبات حيوية يمكن ايجازها بالنقاط الآتية (Temmerman *et al.*, 2004; Singh and Tripathi, 2007; Yang and Liu, 2011; Badamasi, 2017):

- 1- تكون المراقبة الحيوية أقل كلفة من بقية الطرائق، ولذا فهي مناسبة لمراقبة التلوث في مساحات واسعة ولمدة زمنية طويلة بدون الحاجة إلى نشر معدات متطورة وصيانتها.
- 2- توفر النباتات المستعملة كأدلة حيوية طريقة مباشرة لدراسة التأثيرات السائدة لتلوث الهواء على الكائنات الحيّة.
- 3- تزود المراقبة الحيوية مقياساً متكافئاً لتأثير جميع العوامل البيئية بما في ذلك ملوثات الهواء والظروف الجوية.
- 4- يمكن أن تستعمل البيانات الحيوية لتقدير الأثر البيئي أو الأثر المحتمل على بقية الكائنات الحيّة بما في ذلك الانسان.
- 5- سهولة أخذ العينات وعدم وجود أي ضرورة للمعدات التقنية باهظة الثمن.
- 6- يمكن دراسة العلاقة بين تراكيز ملوثات الهواء وتأثيراتها على النباتات عند قياس كليهما في الموقع نفسه.
- 7- إمكانية تحديد الاتجاهات المكانية والزمانية في حدوث العديد من ملوثات الهواء وشدة تأثيراتها على النباتات الطبيعية والمزروعة.
- 8- يمكن كذلك تحليل الملوثات التي تراكمت بشكل كبير داخل النبات.

1-3-9-4 اختيار النباتات في المراقبة الحيوية:

لاختيار النبات كمراقب حيوي يجب توفر الشروط الآتية فيه (Wolterbeek, 2002; Joshi *et. al.*, 2009)

- 1- يمكن التعرف على النباتات بسهولة في الحقل.
- 2- تمتلك استجابة متميزة بحيث تعطي القدرة على التنبؤ بكيفية استجابة الأنواع أو النظم البيئية للإجهاد.
- 3- أن تكون منتشرة على نطاق واسع ضمن المدى الجغرافي للتلوث.
- 4- سهولة أخذ العينات وتكرارها على مدار السنة من أجل التعرف على التقلبات الزمنية.
- 5- ينبغي أن تكون ميسورة ورخيصة الثمن.

1-3-9-5- تأثيرات تلوث الهواء على وظائف النباتات:

يعد تلوث الهواء عاملاً متعدد الاجهاد (multi-stress agent) ، إذ تطلق أنواع مختلفة من الملوثات الغازية مثل (SO_x and NO_x) (Volatile organic compounds (VOCs) و المواد الدقائقية مثل العناصر الثقيلة والمركبات الأروماتية متعددة الحلقات الى الهواء كملوثات ، و لا تمتلك النباتات أي خيار سوى مواجهة هذه الملوثات والتعرض لها ، وتستطيع هذه النباتات أن تكون مؤشرا على تلوث الهواء عن طريق التغيرات في العوامل الفيسيولوجية مثل تحطيم الصبغات، تلف الأغشية، إنتاج أيضا مضادة للأكسدة production of antioxidant metabolites والتغير في أنشطة الانزيمات المضاد للأكسدة (Ram *et al.*, 2015). ويمكن تحديد مقاومة النبات أو حساسيته لملوثات الهواء من خلال تحديد المؤشرات الفيسيولوجية والكيموحيوية (Singh *et al.*, 1991; Agbaire and Esiefarienrhe, 2009) ، ويبيّن (Ulrich, 1984) أنّ ملوثات الهواء تسبب أضرارا على نمو النبات والإنتاجية الأولية ، وأن توقف نمو النبات واختزال انتاج المحاصيل هو استجابة لارتفاع تراكيز الملوثات، وهذا ما أكدته بعض الدراسات (Pakeman *et al.*, 2000) من أن تلوث الهواء له آثار عكسية على النبات من خلال اختزال الصبغات الضوئية ، تثبيط بعض العمليات الفيسيولوجية ، التغير في الوظائف الأيضية وفعاليات الانزيمات ، وقد أشار العديد من الباحثين الى تأثر النباتات واستجابتها للإجهاد من خلال حدوث تغيرات كيموحيوية والتي اشتملت على انخفاض محتوى الكلوروفيل والكاروتينات وزيادة في محتوى (Malondialdehyde (MDA (Chen and Gallie, 2005; Heath, 2008)

أشار Pandey وآخرون (1991) الى وجود علاقة بين انخفاض محتوى الكلوروفيل وتلف الكلوروبلاست ، بينما عزي انخفاض محتوى الكلوروفيل الى تثبيط عمليات بنائه الحيوي (Sharma and Tripathi, 2009) . ويشير محتوى الكلوروفيل الكلي الى فعالية وأنشطة عمليات البناء الضوئي في النبات، بينما الكاروتينات carotenoids تقوم بوظيفة الحماية الضوئية وحماية الكلوروفيل من ضرر الأكسدة الضوئية (Siefermann-Harms, 1987) ، ولكن تحت ظروف الاجهاد فان وظيفة الكاروتينات تعاق بسبب تأثير ملوثات الهواء عليها (Larcher, 2003) ولاحظ الباحثان Prajapati and Tripathi (2008) الى انخفاض محتوى الكلوروفيل والكاروتينات في نوعين من النباتات (*Ficus benghalensis* and *Dalbergia sissoo*) بالقرب من المواقع التي يكون فيها مستوى تلوث الهواء مرتفع . وفي دراسة مماثلة أشار اليها Nayek وآخرون، (2011) الى انخفاض كبير في محتوى الكلوروفيل الكلي في النباتات (*Alstonia scholaris* ، *Shorea robusta* ، *Lagerstroemia* ، *Tectona grandis* ، *Albizia lebbeck* ، *Peltophorum pterocarpum*) *speciose* and *Delonix regia*) في المناطق المتعرضة للتلوث الصناعي .

1-3-9-6- آلية إزالة الملوثات بواسطة النبات:

تمتلك النباتات القدرة على جمع الغبار الموجود في الهواء الجوي وتخفيف تركيز الغازات السامة والضارة مثل ثنائي اوكسيد الكبريت، ثنائي اوكسيد النتروجين والعناصر الثقيلة وغيرها، فبعد امتصاص ملوثات الهواء فان النباتات تقوم بتغييرها الى منتجات ايسية غير ضارة من خلال عمليات فيسيولوجية مختلفة، ولا يستطيع كل نبات أن يكون عاملاً في السيطرة على تلوث الهواء بل فقط النباتات التي تستطيع تحمل الملوثات وتعمل على تخفيفها (Govindaraju *et al.*, 2012). وتمتلك النباتات ثلاثة وسائل لإزالة الملوثات (Rawat and Banerjee, 1996; Liu and Ding, 2008) هي :

1- الامتصاص: مثل امتصاص الأوكاسيد والعناصر الثقيلة والدقائق الصغيرة الحجم بواسطة الأوراق.

2- الترسيب: تترسب الدقائق على سطوح النباتات وبالخصوص الأوراق.

3- تكوين حواجز لصد الملوثات: تعمل الأحزمة الخضراء على صد الملوثات وبالخصوص دقائق الغبار والعواصف الرملية.

تترسب الدقائق العالقة تحت تأثير الجاذبية والتساقط على سطوح النباتات وتتباين سرعة الترسيب نتيجة اختلاف الدقائق بالكثافة والشكل وغيرها من العوامل، وينظم معدل انتقال الغازات الملوثة من الهواء الى خلايا الورقة الداخلية بواسطة العوامل الثغرية stomatal factors وبالتحديد هي سرعة

الرياح، حجم الورقة وشكلها الهندسي، لزوجة الغاز والانتشار. تنظم المقاومة الثغرية بواسطة فتحات الثغور والتي قد تتأثر بنقص الماء وتركيز ثنائي اوكسيد الكربون وشدة الإضاءة (Kabel *et al.*, 1976).

يكون معدل إزالة الملوثات تحت الظروف الحقلية واطئ جداً، ويمكن أن ينظم معدل امتصاص الملوثات بواسطة قوى متعددة، فإذا تم تحديد خصائص الورقة وسرعة الرياح والرطوبة الجوية ودرجة الحرارة وشدة الإضاءة، فإنّ معدل امتصاص الملوث يمكن تقديره، فقد أشارا Bennett and Hill (1973) الى تأثير شدة الإضاءة وسرعة الرياح على معدل امتصاص الملوثات تحت الظروف المختبرية، ولاحظا الباحثان أنّ امتصاص الملوثات بكفاءة أكثر عن طريق الأوراق النباتية قرب السطوح المظللة حيث تكون شدة الإضاءة متوسطة وعندها يكون معدل الأيض وانتشار الملوثات بأقصى درجة، إذ وجد أنّ ثنائي اوكسيد الكبريت و ثنائي اوكسيد النتروجين يؤخذان عن طريق تنفس الأوراق في الظلام ولكن يكون معدل امتصاصها منخفضاً جداً مقارنةً بالنهار. وكما يتم إزالة ثنائي اوكسيد الكبريت بواسطة عمليات الامتصاص وذلك بسبب قابلية الذوبان العالية له في الماء، ولذا تمتص كميات كبيرة من ثنائي اوكسيد الكبريت من خلال سطوح النباتات الخارجية عندما تكون رطبة، وأمّا في ظروف الجفاف فان ثنائي اوكسيد الكبريت يمكن أن يمتص بسهولة من خلال الأوراق النباتية فقط ويؤكسد سريعاً الى كبريتات في خلايا النسيج المتوسط (Smith, 2012).

قام Roberts وآخرون (1974) بقياس امتصاص ثنائي اوكسيد الكبريت في بعض أنواع النباتات من عمر البادرات الى سنة واحدة، وأظهرت النتائج قابلية جميع هذه الأنواع على اختزال الملوث ضمن الظروف المختبرية. وأجريت أبحاث قليلة نسبياً على الأشجار التي تعد كمصرفات لفلوريد الهيدروجين HF وهو غاز يذوب في الماء وشديد التفاعل والذي يمكن أن يمتص على سطوح النباتات ومن خلال الثغور، ويمكن أن يُنتج ثنائي أوكسيد النتروجين الذائب في الماء أيونات النترات والنترات والذي يختزل في الأخير الى امونيا في خلايا الورقة (Bennett and Hill, 1973).

10-3-1 المعالجة النباتية: Phytoremediation

تعد المعالجة النباتية وسيلة لتخفيف التلوث البيئي مثل تلوث الهواء، الماء والتربة، عن طريق النباتات (Cunningham and Ow, 1996; Schröder *et al.*, 2002).

1-10-3-1 المعالجة النباتية لملوثات الهواء

الملوثات الدقائقية:

يستعمل الغطاء النباتي في الكثير من البلدان للحد من تأثير الغبار وتدعى هذه العملية بالترشيح النباتي Phytofiltration، فيمكن للحزام الأخضر النباتي الواسع بعرض (8m) القدرة على اختزال ما يقارب من نصف الى ثلثي كمية الغبار المتساقط، وتعد الخصائص المظهرية مثل ترتيب الورقة على الأغصان وحجم وشكل الورقة وطبيعة السطح، ووجود أو غياب الكساء السطحي وترسب المواد الشمعية عوامل مهمة تعتمد عليها عملية الترشيح النباتي لاحتجاز الغبار من الهواء المحيط (Singh and Tripathi, 2007).

الملوثات غير العضوية: Inorganic pollutants

أكاسيد النتروجين: NO_x

هي ملوثات هوائية وإحدى مسببات التفاعلات الكيموضوئية وتستطيع الوصول الى النبات من خلال عمليات الترسيب الرطب والجاف على الورقة، ويعتمد اختراق NO_x للأوراق النباتية على نوع النبات والعمر وتركيز NO_x والظروف البيئية، وبعد دخول NO₂ النبات فالغالبية العظمى منه سوف يتم تمثيلها الى مركبات عضوية مثل الأحماض الأمينية amino acid خلال مسار تمثيل النترت Nitrite assimilation pathway. تلعب الانزيمات النباتية مثل nitrite reductase, nitrite reductase, glutamine synthetase دوراً هاماً في هذه العملية (Lam et al., 1996; Krapp et al., 1998).

ثنائي أكسيد الكبريت: SO₂

ما يقارب 70% من SO₂ في الغلاف الجوي يكون مصدره عمليات احتراق الوقود الأحفوري، يدخل SO₂ النبات بشكل أساسي عن طريق الثغور، إذ يتم تحويله الى SO₄⁻² أو SO₃⁻² في جدران الخلية أو يدخل في مسارات أيضية لتكوين الحامض الأميني Cysteine أو في بقية المركبات العضوية (Yang and Liu, 2011).

الملوثات العضوية:

الفورمليدهايد: Formaldehyde

يعد من الملوثات الهوائية الخطرة جداً والضارة لدرجة صنفت من ضمن المواد المطفرة Mutagen والمسرطنة carcinogen ولأوراق النباتات القدرة على إزالته في حالة التراكيز المنخفضة في الهواء (Wolverton, 1988). وقام Giese وآخرون (1994) بإجراء تجارب على نبات

*Chlorophytum comosum*L. بتعرضه الى تراكيز منخفضة من الفورمالديهايد وأظهرت النتائج قدرة المجموع الخضري على تمثيله الى حوامض عضوية وأحماض أمينية وسكريات ودهون والى مكونات جدر الخلايا.

البنزين والتولين Benzene and toluene

وهما من أنواع المركبات العطرية المتطايرة (Volatile Organic Compounds, VOCs) وللبنزين سمية جينية genotoxicity ومسرطن carcinogenicity بينما التولين هو مادة كيميائية ذات سمية عصبية neurotoxic (Pariselli et al., 2009). تستطيع النباتات إزالة التولين والبنزين من الهواء وتمثيلهما بحسب ما بيّنتها نتائج الدراسات التي أجراها كل من Porter (1994) و Ugrehelidze وآخرون (1997). وتمثل عملية hydroxylation الخطوة الأولى في انشطار حلقة البنزين في النباتات الراقية (Ugrehelidze et al., 1997). وقد أشارت بعض الأبحاث الى دور الأحياء المجهرية المرافقة لنمو النباتات في الأوساط في إزالة التولين والبنزين (Orwell et al., 2006)

1-3-10-2 نموذج الحجرتين Two compartments Model

يعتقد أن عملية التبادل التي تحدث بين أوراق الأشجار والهواء هو الطريق الأساسي لاستيعاب النبات للملوثات الهوائية وبالخصوص المواد العضوية شبه المتطايرة والمتطايرة والدقائق العالقة. استعمل نموذج الحجرتين لشرح ظاهرة التراكم الأحيائي لملوثات الغلاف الجوي، أي امتصاص أولي سريع نسبياً متبوعاً بفترة أبطأ من الامتصاص. في الانموذج، تم تقسيم الورقة إلى حجرتين حسب بنيتها، يمكن إحالة الحجرة الأولى إلى المواد غير الحية من بشرة النبات (الكيوتكل)، حيث يحدث الامتصاص الفيزيائي الكيميائي للمركبات المحبة للدهون المحمولة جواً. أما الحجرة الثانية فهي ضمن أنسجة الورقة الداخلية حيث توجد عمليات الامتصاص والتمثيل الغذائي للمركبات العضوية (Keymeulen et al., 1995; Mackay et al., 2006).

1-3-11-1 الدراسات السابقة:

1-3-11-1 الدراسات المتعلقة بالغبار:

تناولت دراسات عالمية عديدة دراسة الغبار وتأثيراته المختلفة والتي تم الإشارة سابقاً الى بعضها، ولذا ارتأت الدراسة استعراض الدراسات المحلية والتركيز عليها لأهميتها، ومن هذه الدراسات هي دراسة الشمري، (1993) في مدينة النجف لبعض ملوثات الهواء والتي أظهرت وجود تراكيز عالية من

غاز وكبريتيد الهيدروجين وأول اوكسيد الكربون، بينما كان تركيز اكاسيد النتروجين والكبريت واطئة نسبيا. وكانت تراكيز الدقائق العالقة TSP على ارتفاع 1.5 متر بحدود 1437.4 ميكروغرام/م³ على مقربة من معمل سمنت الكوفة. كما وأظهرت الدراسة ارتفاع تراكيز العناصر الثقيلة في الدقائق العالقة والتي كانت بحدود 23.511 حديد، 1.369 خارصين، 2.781 رصاص، و0.008 كادميوم ميكروغرام/م³.

أما دراسة الساعدي (1999) التي أجريت في مدينة بغداد لتقييم تركيز الدقائق المادية وغاز أول اوكسيد الكربون وبعض العناصر الثقيلة، لوحظ ارتفاع الملوثات عن المحددات العالمية والدراسات السابقة كما أظهرت نتائج الدراسة الى وجود علاقة ارتباط بين ارتفاع تراكيز هذه الملوثات وبين عوامل المناخ.

أجرى رسول (2001) في مدينة بغداد دراسة لملوثات هواء مدينة بغداد بالعناصر الثقيلة (الرصاص، النيكل، النحاس والكروم) والدقائق العالقة وبعض الغازات من خلال اختيار مناطق سكنية وصناعية وزراعية للمقارنة، وبيّنت نتائج الدراسة ارتفاع تراكيز العناصر الثقيلة والدقائق في أغلب مواقع الدراسة، في حين كانت مستويات تراكيز الغازات ضمن الحدود المسموح بها من قبل منظمة الصحة العالمية.

درست الخصائص الكيميائية والفيزيائية للغبار المتساقط في مدينة الديوانية خلال العام 2001 وأظهرت النتائج ارتفاع تراكيز الغبار المتساقط خلال الأشهر الجافة مقارنة بالأقل جفافاً ، وميل درجة الاس الهيدروجيني الى قاعدية معتدلة وانخفاض قيم المحتوى العضوي والرطوبة لدقائق الغبار، وبيّنت نتائج تحليل حيود الأشعة السينية (XRD) الى ارتفاع نسبة معدن الكالساييت وانخفاض معدن الاليات، وأما بالنسبة للعناصر الثقيلة فكان أعلى تركيز للرصاص والحديد قد سجل هو 1.23، 20.2 ميكروغرام/غم خلال أيلول على التوالي، بينما كانت تراكيز النحاس نزره جدا (جابر وآخرون، 2007).

كذلك قام جار الله وآخرون (2007) بدراسة حيوية وفيزيائية وكيميائية للغبار المتساقط في مدينة الديوانية، إذ أخذت العينات على مدار أربعة أعوام (2002-2003-2004-2005) وأظهرت النتائج أن نسجة العينات كانت مزيجية غريزية وارتفاع ملحوظ في قيم السعة التبادلية الكاتيونية (CEC) والايصالية الكهربائية بينما كانت قيم الاس الهيدروجيني متعادل الى قليل القاعدية وارتفاع قيم البوتاسيوم والكبريتات، وأظهرت نتائج الدراسة الحيوية الى أن الفطر *Aspergillus niger* كان أكثر الأنواع تردداً يليه *Aspergillus nidulans* و *Monilia monili* وقد سجل أعلى نسبة ظهور للفطرين

Aspergillus flavus و *Aspergillus niger* في حين كان العام 2002 أقل الأعوام تنوعاً للفطريات بالمقابل كان العام 2003 أكثر الأعوام تنوعاً.

أجرى أحمد (2007) بتحليل بيئي للعوامل الجغرافية المؤثرة على كمية ونوعية العوالق المتساقطة في محافظة ذي قار خلال العام 2006-2007 ضمن أحد عشر موقعاً مختاراً داخل المحافظة وبينت النتائج ارتفاع تراكيز الغبار المتساقط وكذلك العناصر الثقيلة وعزيت الزيادة في ارتفاع تركيز الملوثات داخل المدينة الى تأثير وسائل النقل وحرق النفايات.

في دراسة أجريت في كربلاء بهدف تقدير تراكيز بعض الملوثات (الدقائق العالقة، العناصر الثقيلة والغازات) في هواء وترب ونباتات المدينة خلال العام 2012-2013 أظهرت النتائج ارتفاع تراكيز الدقائق العالقة والعناصر الثقيلة في المناطق المزدهمة مقارنة بالمناطق الزراعية وتجاوزها المحددات العالمية WHO (الموسوي، 2013).

قام الحسنوي (2015) بدراسة محتوى غبار الشوارع في بعض مناطق مدينة كربلاء خلال العام 2014 ومدى تأثيره في زيادة تلوث الهواء بالغبار العالق والمتساقط، ودلت النتائج على احتواء دقائق الغبار على أحد عشر عنصراً ثقيلًا (Cr, Al, Se, As, Fe, Co, Mn, Zn, Cu, Cd, Pb) فضلاً عن وجوده بأحجام وأشكال خطيرة على الصحة وكذلك وجدت علاقة ارتباط بين غبار الشوارع وبين الملوثات الهوائية في المنطقة وخلصت الدراسة الى عدّ غبار الشوارع أحد مصادر الهواء الهامة في تلوث بيئة المدن.

نتيجة للأمراض التي لحقت الجنود الأميركيين المتواجدين في العراق والكويت وأفغانستان استدعى ذلك اجراء دراسات عديدة لتحليل نوعية الغبار وارتباطه بالأمراض الحادة والمزمنة التي يعاني منها الجنود أثناء الخدمة وبعدها (Falvo et al., 2015; Helmer et al., 2007; McAndrew et al.,) (2012) فقد بينت احدى الدراسات الهامة التي أجريت لتحليل نوعية غبار العراق والكويت عن وجود 37 عنصراً ووجد 15 عنصراً منها ذات تأثيرات حيوية هامة وخطرة وكذلك سجلت الدراسة ظهور سبعة أجناس من الفطريات وستة أجناس من البكتيريا وشكّل ما يقرب 30% منها أنواع ممرضة للإنسان ومقاومة للمضادات الحيوية (Lyles et al., 2010). واختبرت دراسة أخرى تأثير عينات الغبار القابلة للاستنشاق المأخوذة من العراق على الفئران وأظهرت نتائج الدراسة إصابة أنسجة الرئة وظهور أعراض مشابهة لما يعاني منها الجنود العائدين من العراق (Szema et al., 2014).

1-3-11-2-الدراسات المتعلقة بالنباتات:

أجريت في مدينة بغداد دراسة لبعض الأنواع النباتية المنتشرة في شوارع بغداد (النخيل *Phoenix dactylifera* ، الدفلى *Nerium oleander* ، اليوكالبتوز *Eucalyptus spp* ، شجرة الحناء *Lawsonia inermis* ، فرشاة البطل *Callistemon* ، كف مريم *Vitex sp* ، ورد الجهني *Bougainvillea sp* ، الزفر *Typha angustifolia* و السدر (*Ziziphus spina-christi* لاختبار قدرتها في مراكمة العناصر الثقيلة واستعمالها كمراقبات حيوية، وأظهرت النتائج ارتفاع تراكيز العناصر الثقيلة للأنواع النباتية المقابلة للشوارع مقارنة بالجهة الأخرى في عينات الأوراق مع وجود تفاوت فيما بين النباتات في مراكمة بعض العناصر دون البعض الآخر (السلمان، 2004).

أظهرت دراسة الميآحي، (2009) التي أجريت في مدينة البصرة الى إمكانية تقليل مستوى التلوث البيئي الناجم من الغبار، من خلال مقارنة كمية الغبار المتساقط في المناطق الريفية كثيفة الأشجار مع بيئة المدينة، إذ دلت النتائج الى وجود انخفاض ملحوظ في كمية الغبار المتساقط في المناطق الريفية مقارنة بغيرها مشيرة الى دور هذه الأشجار في صد واحتجاز دقائق الغبار.

تبين من الدراسة التي قام بها عبد الواحد و وادي (2011) أنّ الأوراق النباتية تمتلك خصائص تجعلها قادرة على احتجاز ملوثات الهواء وبالخصوص دقائق الغبار وهذا ما أظهرته الدراسة التي أجريها في محافظة ديالى لتقييم دور ونوعية الكساء السطحي للأوراق النباتية في احتجاز ومسك دقائق الغبار إذ اختيرت مجموعة من الأنواع النباتية المنتشرة دائمة الخضرة (الدفلى، الزيتون، السدر، اليوكالبتوس، نخل التمر والحمضيات) وبيّنت النتائج قدرة نبات السدر في مسك وترسيب كميات كبيرة من الغبار مقارنة بالأنواع الأخرى وعزي ذلك الى خصائص ونوع الكساء السطحي لهذه الأوراق.

درس تأثير تلوث الهواء على بعض الخصائص المظهرية والفسولوجية في بعض الأنواع النباتية دائمة الخضرة في مدينة بغداد (*Albizia lebbeck, Eucalyptus camaldulensis* and *Conocarpus erectus*)، وبيّنت الدراسة حصول تغيرات واضحة في الخصائص المدروسة وتأثرها بتلوث الهواء وعزيت هذه التغيرات الى زيادة قدرة النبات على تحمل ومواجهة الاجهاد الناتج تحت تأثير تلوث الهواء، كما أظهرت نتائج الدراسة الى قدرة النوع *Albizia lebbeck* في تقليل تلوث الهواء مقارنة بالأنواع الأخرى (أحمد و رؤوف، 2015).

اختبرت كفاءة بعض الأنواع النباتية في مدينة كربلاء في قدرتها على امتصاص ومراكمة بعض العناصر الثقيلة والغبار (*Conocarpus lancifolius, Eucalyptus spp, Albizia lebbeck* and *Dodonaea viscosa*) ، أظهرت النتائج تفوق النوع *Albizia lebbeck* على مراكمة أغلب

العناصر المدروسة في حين امتاز النوع *C. lancifolius* في احتجاز أكبر كمية من دقائق الغبار (AI- hesnawi and Alsalman, 2017)

أجرى الشمري و الالوسي (2017) في مدينة تكريت اختباراً لتقييم كفاءة بعض الأشجار والشجيرات المزروعة على جوانب الطرق (*Conocarpus*، *Eucalyptus spp*، *Olea europaea*) في احتجاز الغبار ومراكمة بعض العناصر الثقيلة وأظهرت النتائج ازدياد تراكيز العناصر الثقيلة مع زيادة الكثافة المرورية وقربها من المصدر كما ازداد تركيز الغبار بالمناطق البعيدة عن مركز المدينة، تفاوتت النباتات في قدرتها على مراكمة العناصر الثقيلة إذ كان النوع *D. viscosa* أكثر قدرة في مراكمة العناصر في حين كان النوع *C. lancifolius* أكثر في اقتناص دقائق الغبار.

أجريت في محافظة بابل دراسة لتقييم تأثير بعض المعامل في تلوث الهواء من خلال اختيار موقعين، الموقع الأول في اتجاه الرياح السائدة والموقع الثاني في عكس الاتجاه بالنسبة لمعامل الطابوق في الكفل، إذ تم تقدير دليل تحمل تلوث الهواء (APTI) لنوعين من النباتات (*Conocarpus lancifolius and Dodonaea viscosa*) من خلال تقدير المحتوى النسبي للماء، درجة الحموضة، حمض الأسكوربيك والكلوروفيل الكلي وأظهرت النتائج أن النبات *Conocarpus lancifolius* يمكن أن يكون متحملاً لتلوث الهواء بالمقارنة مع النبات *Dodonaea viscosa* الذي يعتبر أكثر تحسناً لتلوث الهواء (Maysoon and Luma, 2017).

استعمل مؤشر دليل تلوث الهواء وبعض الخصائص المظهرية لأوراق نوعين من النباتات (الفكس *Ficus* والكونوكاريس *Conocarpus*) في مواقع متعددة ضمن محافظة بابل، وأظهرت الدراسة أن النوعين كليهما كانا من الأنواع الحساسة لتلوث الهواء تبعاً لقيم المؤشر والذي كان أقل من 10 (Salih and Al-Adily, 2017).

Chapter Two الفصل الثاني

مواد العمل وطرائقه Materials and Methods

2-1-1 منطقة الدراسة The study area:

تقع مدينة كربلاء على بعد حوالي 105 كم جنوب العاصمة بغداد، وتشغل موقع متميز على حافة الصحراء في غربي الفرات وعلى الجهة اليسرى لجدول الحسينية، وتقع المدينة على خط طول 44 درجة و40 دقيقة وعلى خط عرض 33 و31 دقيقة، ويحدها من الشمال والغرب محافظة الانبار ومن الجنوب محافظة النجف ومن الشرق والشمال الشرقي محافظة بابل (شكل 2-1).

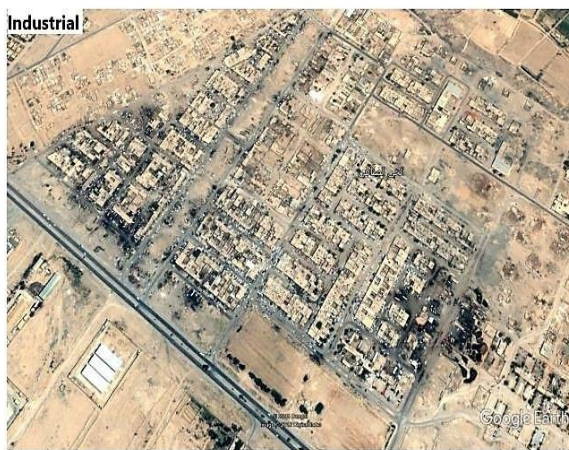
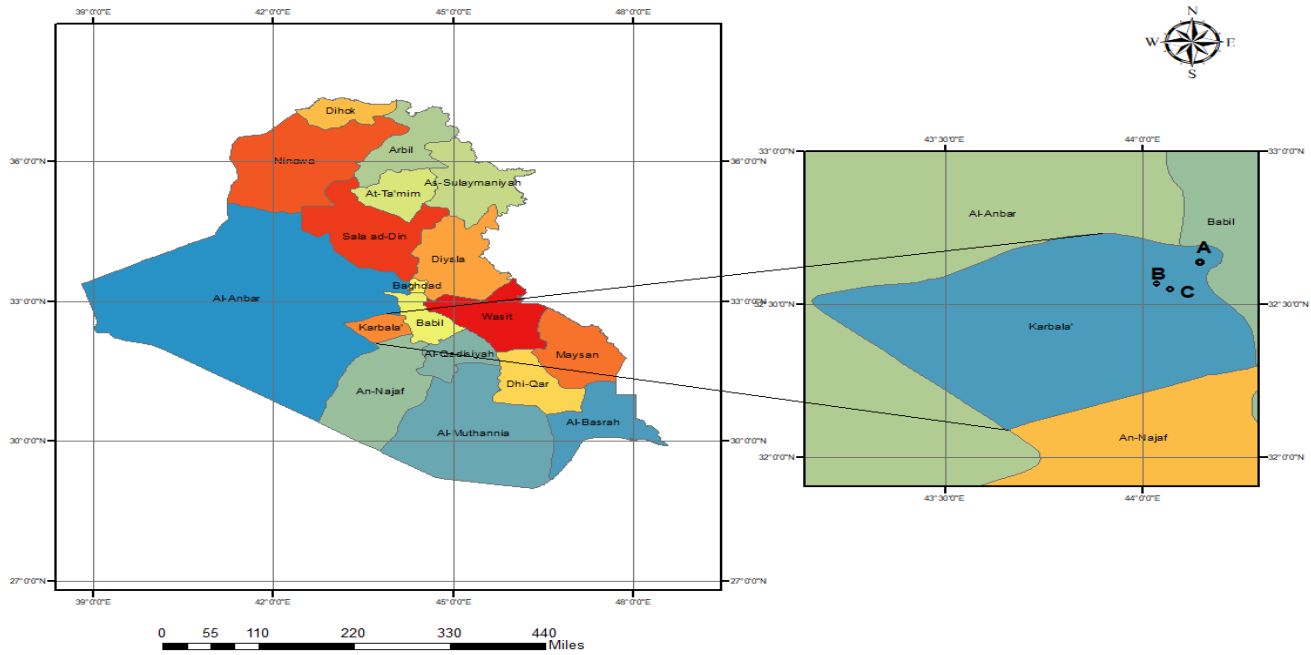
2-1-1-1 وصف مناطق الدراسة:

اختيرت ثلاثة مناطق (شكل 2-1) متميزة في صفاتها ضمن منطقة الدراسة بالاعتماد على المعايير الموصوفة لاختيار مناطق مراقبة الهواء (Mulgrew and Williams, 2000; Harrop, 2001; Schwela, 2011; Harrison, 2012)

1- المنطقة الريفية Rural area : اختيرت منطقة الحسينية (32°39'33 شمال 8°54.59 شرق) كونها منطقة كثيفة الأشجار وأقل كثافة سكانية، وكذلك قليلة المصادر الملوثة وبعيدة عن المنطقة الصناعية ومركز المدينة والطرق الرئيسية.

2- المنطقة الحضرية (مركز المدينة) Urban area: تم اختيار المدينة القديمة لمدينة كربلاء (32°36'48 شمال 1°56.26 شرق) والتي تعد منطقة ذات كثافة سكانية عالية وأنشطة تجارية ومراكز تسوق ومؤسسات حكومية مع زيادة في الكثافة المرورية ووسائل النقل المختلفة وتشهد توافد أعداد كبيرة من السياح للعبتين المقدستين إذ يتجاوز عددهم سنوياً 20 مليوناً سائحاً مما يشكل ضغطاً بيئياً هائلاً على المدينة.

3- المنطقة الصناعية Industrial area: اختيرت منطقة الحي الصناعي (32°34'34 شمال 2°51.82 شرق) بيئة صناعية ومصدراً مهماً في انبعاث الملوثات الى المدينة نتيجة الأنشطة المختلفة التي تستعمل فيه، مضافاً لذلك فإن التوسع العمراني المتزايد قد أصبح قريباً منه بل تجاوزت المناطق السكنية المنطقة الصناعية وهذا ما يشكل خطراً يهدد المدينة والسكان.



شكل (1-2) خريطة العراق ومحافظة كربلاء موضحاً عليها مناطق الدراسة (A:Rural, B:Urban and C:Industrial)

2-1-2-العوامل المناخية لمدينة كربلاء خلال مدة الدراسة:

تبين من خلال مراجعة البيانات المتحصل عليها من الهيئة العامة للأنواء الجوية للعام 2017-2018 أن المعدلات العامة لدرجات الحرارة تراوحت ما بين 13.4 - 40.1 درجة مئوية، خلال كانون الثاني وتموز على التوالي، بينما وجدت أعلى معدل للرطوبة النسبية في شباط % 63 وأقل معدل في تموز % 20، وقد سجل أعلى معدل لكمية الأمطار المتساقط في شباط 61.8 ملم، بينما تراوحت معدلات سرعة الرياح ما بين 1.4 م/ثانية والتي سجلت خلال تشرين الأول والثاني وكانون الأول الى 2.9 خلال حزيران (جدول 1-2). واتجاه الرياح السائدة هي الشمالية الغربية.

جدول (1-2) العوامل المناخية لمدينة كربلاء المسجلة خلال مدة الدراسة (الهيئة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي، 2017-2018).

الشهور	درجة الحرارة الصغرى م	درجة الحرارة العظمى م	معدل درجات الحرارة م	الرطوبة النسبية %	كمية الأمطار المتساقطة ملم	سرعة الرياح م/ثانية
آذار-17	13.5	24.9	19.2	55	20.300	2.5
نيسان-17	17.8	31.3	24.6	40	11.200	2.8
أيار-17	24.6	38.9	31.8	26	0.000	2.6
حزيران-17	28.1	43.2	35.7	22	0.000	2.9
تموز-17	32.3	47.8	40.1	20	0.000	2.7
آب-17	31.4	47.6	39.5	22	0.000	2.1
أيلول-17	27.8	43.9	35.9	25	0.000	1.7
تشرين الأول-17	20.2	34.4	27.3	33	0.001	1.4
تشرين الثاني-17	13.2	25.7	19.5	54	7.700	1.4
كانون الأول-17	8.0	21.5	14.8	52	0.000	1.4
كانون الثاني-18	7.0	19.8	13.4	55	2.500	1.8
شباط-18	10.7	21.3	16.0	63	61.800	1.6

2-2-2: الأجهزة والمواد المستعملة:

2-2-1-1: الاجهزة المستعملة:

الشركة المصنعة	اسم الجهاز
Lap. Companion	Hot plat صفحة ساخنة
Memmert	Electrical Oven فرن حراري كهربائي
Sartorius	Sensitive balance ميزان حساس
HANNA	pH meter جهاز قياس الأس الهيدروجيني
HANNA	Electrical conductivity meter جهاز قياس الايصالية الكهربائية
SHIMADZU	Atomic Absorption Spectrophotometer جهاز طيف الامتصاص الذري
BINDER	Incubator حاضنة
Germany	Low Volume Air Sampler (Sniffer) portable Dust Sampler جهاز جمع الدقائق العالقة
USA	Scanning Electron Microscope المجهر الالكتروني الماسح
Olympus-Japan	Light microscope compound المجهر الضوئي
Bruker D2 Phaser	X-ray diffraction جهاز قياس حيود الأشعة السينية

2-2-2-2: المواد الكيميائية المستعملة Chemical Materials

الشركة المصنعة	اسم المادة
Fluka	Ammonium molybdate
GCC	Acetone
BDH	Ascorbic acid
BDH	Ethylene diamine tetra acetic acid disodium (EDTA)
BDH	Perchloric acid
BDH	meta phosphoric acid
BDH	Nitric acid
BDH	Sulpharic acid

3-2-الغبار:Dust

2-3-1- الغبار المتساقط: Dust fall

2-3-1-1- جمع العينات: Sample collection

جمعت عينات الغبار المتساقط شهريا خلال المدة من آذار 2017 الى شباط 2018 من خلال وضع اسطوانات مصنوعة من البولي اثلين بقطر 20 سم وارتفاع 38سم (ملحق 1) طبقاً للمعايير القياسية (ارتفاع الأسطوانة ضعف قطرها وأن لا يقل قطر الاسطوانة عن 15 سم) في مناطق الدراسة المذكورة أعلاه وبواقع ثلاثة مكررات لكل منطقة وعلى ارتفاع 3 أمتار عن مستوى سطح الأرض لمدة 30 يوماً (Harrison, 2012).

2-3-1-2- قياس تركيز الغبار المتساقط شهريا:

جمعت الاسطوانات شهريا واخذت للمختبر ووزنت كمية الغبار واستخرجت كمية الغبار الكلية

TDF طبقاً للمعادلة الآتية:

$$TDF = \frac{W2 - W1}{A}$$

W1 : الوزن الأول للاسطوانة قبل الجمع

W2 : الوزن الثاني للاسطوانة بعد الجمع

A : مساحة قاعدة الاسطوانة The area of circle والتي استخرجت طبقاً للمعادلة الآتية :

$$\text{The area of circle} = R^2 \times \pi$$

حيث :

R : نصف القطر

π : النسبة الثابتة (3.14)

2-3-1-3- تحليل الغبار باستعمال تقنية حيود الأشعة السينية X-Ray diffraction

اجري التحليل المعدني للغبار في قسم علوم الأرض-كلية العلوم/جامعة بغداد باستعمال تقنية حيود الأشعة السينية (ملحق 2) واستعمل اشعاع النحاس ($\text{CuK}\alpha$ radiation = 1.5418Å)، ثم بعدها تم مقارنة نتائج الرسم البياني مع بطاقات حيود الأشعة السينية الخاصة بكل معدن.

2-3-1-4- تحليل الغبار باستعمال تقنية المجهر الالكتروني الماسح وطيف تشتت الطاقة بالأشعة

السينية The use of Scanning Electron Microscopy / Energy Dispersive X-Ray

Spectroscopy (SEM/EDS)

تحضير العينات: أخذ (300 mg) من كل عينة غبار ووضعت على لاصق مثبت على حامل العينة ثم طلي الحامل بالذهب بواسطة جهاز الطلاء (ملحق 3) بعدها تكون العينة جاهزة لفحصها تحت المجهر. **الصفات المظهرية للغبار:** تم التعرف على الصفات المظهرية للغبار من خلال صور المجهر الإلكتروني (SEM) التابع للمركز الاستشاري لكلية التربية في جامعة بغداد وتم قياس حجم الدقائق باستعمال برنامج (Image J Software)، بالاعتماد على الصور المجهرية، وصنفت أحجام دقائق الغبار وفقاً للحدود الحجمية لمفصولات التربة بحسب نظام وزارة الزراعة الأمريكي (Hausenbuiller, 1978).

التركيب الكيميائي لدقائق الغبار: تم التعرف على النسب الوزنية للعناصر المكونة للغبار باستعمال تقنية طيف تشتت الطاقة بالأشعة السينية.

2-3-1-5- عزل وتشخيص الأحياء المجهرية المرتبطة بالغبار المتساقط:

2-3-2-5-1- الفطريات:

جمع العينات: لغرض معرفة الأحياء المجهرية (الفطريات والبكتريا) المرتبطة بالغبار، جمع الغبار شهرياً من مناطق الدراسة بواسطة اسطوانات مصنوعة من البولي أثلين وعلى ارتفاع 3 أمتار.

عزل فطريات الغبار: استعملت طريقة التخفيف المذكورة من قبل شريف (2012) في عزل فطريات الغبار، إذ أخذ واحد غرام من الغبار من كل موقع ووزن باستعمال ميزان حسّاس وعلّق في 9 مل ماء مقطر معقم، ومزج جيداً بالتحريك لمدة تتراوح من 5 الى 10 دقائق، ثم عملت خمسة تخفيف عشرية (0.1-0.01-0.001-0.0001-0.00001)، واخذ واحد مل من المعلّق ونشر في طبق حاوي على وسط غذائي نوع (PDA) Potato Dextrose Agar، ثم حضنت على درجة حرارة 25 درجة مئوية.

تشخيص الفطريات:

شخصت الفطريات أولاً وذلك بملاحظة مظهر المستعمرات ثم فحصت تحت المجهر باتباع المفاتيح التشخيصية (Pitt and Hocking, 2009; Watanabe, 2010) وحسبت النسبة المئوية للتردد والظهور، وفقاً للمعادلتين الآتيتين (Krebs, 1972):

$$\text{Frequency \%} = \frac{\text{No. of isolated of fungus}}{\text{Total No. of isolated}} \times 100$$

$$\text{Occurrence \%} = \frac{\text{No. of Observation in which species appeared}}{\text{Total No. of samples}}$$

2-3-2-5-2-البكتريا:

أخذ غرام واحد من الغبار ووضع في 9 مل ماء مقطر ثم عملت التخفيف العشرية بالطريقة ذاتها التي أجريت للفطريات، واضيف وسط الأكار المغذي إلى 1 مل من التخفيف 10^7 وحضنت لمدة 24 ساعة على درجة 37 م، وحسبت عدد المستعمرات بطريقة عد الأطباق وشخصت البكتريا استناداً لصفاتها المظهرية والمجهريّة (الطائي وبهجت، 2007).

2-4-2-الدقائق العالقة الكلية TSP:

2-4-2-1-جمع العينات: جمعت العينات خلال المدة من آذار 2017 إلى شباط 2018 بواقع 144 عينة إذ استخرج المعدل اليومي من ثلاثة قياسات يومية توزعت على ثلاثة أوقات (8-9 صباحاً) ومن (12-1 ظهراً) ومن (4-5 عصرًا) لمرة واحدة اسبوعياً ولكل منطقة.

2-4-2-2-حساب تركيز الدقائق العالقة الكلية TSP: حسبت الدقائق العالقة باستعمال جهاز جمع الدقائق العالقة (Sniffer) متوسط التدفق (ملحق 4) وتم اتباع الخطوات المذكورة من قبل (CPCB, 2011):

- فحص الجهاز للتأكد من عمله بالشكل الدقيق بعد تنظيفه جيداً.
- وزنت المرشحات (Whatman No.1) بميزان حسّاس قبل إدخالها الجهاز وسجل الوزن الأول W1.
- استخرج متوسط معدل تدفق الهواء من خلال تسجيل القراءة الأولى (initial flow rate) والأخيرة (final flow rate) للجهاز قبل اطفائه وحسبت بتطبيق المعادلة الآتية:

$$Average\ flow\ rate = \frac{Initial\ flow\ rate + final\ flow\ rate}{2}$$

- حساب الحجم الكلي لعينات الهواء في المتر المكعب (TVA) Total volume of air sampled in بتطبيق المعادلة الآتية:

$$TVA = \frac{Q \times T}{1000}$$

حيث:

Q = متوسط المعدل لتدفق الهواء في المتر المكعب

T = الوقت المستغرق لأخذ العينة (لتر / دقيقة)

حسبت تراكيز الدقائق العالقة الكلية (TSP) وفقاً للمعادلة الآتية:

$$TSP\ Con. = \frac{(W2 - W1)}{TVA}$$

حيث:

W2 = وزن المرشح بعد الشفط بوحدة الميكروغرام

W1 = وزن المرشح قبل الشفط بوحدة الميكروغرام

TVA = الحجم الكلي لتدفق الهواء في المتر المكعب

2-4-3- استخلاص العناصر الثقيلة من المرشحات:

استخلصت العناصر الثقيلة من المرشحات بعد تقطيعها الى قطع صغيرة ووضعت في بيكر سعة 100 مل واضيف اليها 20 مل مزيج من حامض HNO₃ و HCIO₄ بنسبة 1:4 على التوالي وسخن المحلول على صفيحة ساخنة، واكمل الحجم الى 25 مل من الماء المقطر، ثم قيست تراكيز العناصر الأتية (الكروم، الرصاص، الكاديوم، النيكل) بجهاز المطياف الذري. (Chow *et al.*, 1993):
حسبت تراكيز العناصر الثقيلة في المتر المكعب وفقاً للمعادلة الأتية (CPCB, 2011):

$$\text{Heavy Metal Conc. } (\mu\text{g}/\text{m}^3) = \frac{(Ms - Mb) \times Vs \times Fa}{V \times Ft}$$

Ms = تركيز العنصر الثقيل ميكروغرام/مل

Mb = تركيز العينة القياسية ميكروغرام/مل

Vs = الحجم الكلي للمستخلص في مليلتر

Fa = المساحة الكلية المعرضة من المرشح في السنتيمتر المربع

V = حجم الهواء المتدفق في المتر المكعب

Ft = مساحة المرشح المهضومة في السنتيمتر المربع

2-5- تحليل الصفات المظهرية والكيموحيوية للنباتات:

2-5-1- وصف الأنواع النباتية :

اجري مسح للنباتات السائدة في مناطق الدراسة لغرض استعمالها في مراقبة الهواء واختبار كفاءتها في تخفيف بعض ملوثاته إذ وجدت سبعة أنواع منتشرة من الأشجار والشجيرات دائمة الخضرة والتي وصفت طبقاً لما جاء في الفلورا العراقية والقطرية (Townsend and Guest, 1980; Norton *et al.*, 2009):

2-5-1-1- نبات السدر:

التسمية: الاسم الشائع للنبات هو السدر أو النبق واسمه العلمي هو *Ziziphus spina-christi* ويرجع الى العائلة السدرية Rhamnaceae .

الوصف العام: وهي شجرة يتراوح ارتفاعها ما بين (7-14 م) وتمدد بحدود (5-9 م). تتكاثر بالبذور ونقل الشتلات والعقل. أوراقها شبه دائمة الخضرة متبادلة بيضاوية، والأشواك الصغيرة سمه بارزة لأفرع النبات، الأزهار تكون محمولة بشكل مجموعات تشبه الخيمة، لونها أخضر فاتح الى أصفر وتزه من أيار الى تموز. الثمار من نوع لحمية تشبه التفاح يتراوح حجمها ما بين (1.3-1.8 سم) تظهر بلون أخضر في بداية تكوينها ثم تتحول الى اللون البني.

البيئة والانتشار: موطن شجرة السدر هي منطقة البحر المتوسط والمناطق شبه الاستوائية وجنوب غرب آسيا. والنبات مقاوم في البيئات الحضرية والجافة لكنه حساس للبيئات الغدقة، ويتحمل مستويات ملوحة عالية تصل الى 12.5 ديسي سيمنز. م⁻¹. وله قدرة على تحمل درجات الصقيع تصل الى 20 درجة تحت الصفر، والنبات له قدرة عالية في التأقلم مع المناخات الصحراوية القاسية ومع مناخ المدن وله تأثير مهم في صد الرياح وتقليل الغبار.

2-1-5-2-نبات الكونوكاريس:

التسمية: يطلق عليه محلياً في العراق اسم الكاريس أو الكويتي وعريباً الدمس واسمه العلمي *Conocarpus lancifolius* ويعود الى العائلة Combretaceae.

الوصف العام: شجرة أو شجيرة يصل طولها الى (15 م) وتمدد الى (6 م). لها تاج كثيف، يتكاثر بالبذور والعقل والترقيد. أوراقها دائمة الخضرة، وشكلها بيضاوية مقلوبة الى شريطية مغطاة بشعيرات. أزهارها صفراء اللون باهته يبلغ طولها (0.6 سم) موعد ازهارها من نيسان الى أيار. الثمار من نوع المخاريط بطول (1.5 سم).

البيئة والانتشار: موطنه الأصلي المناطق الاستوائية وبالتحديد شرق أفريقيا واليمن ويوجد في جميع أنحاء الجزيرة العربية وهو مقاوم للبيئات الحضرية وحساس للجفاف ويظهر مقاومة للبيئة الغدقة والمالحة إذ يتحمل الملوحة بحدود 46.87 ديسي سيمنز. م⁻¹. ولهذه الأشجار أهمية بيئية في الحد من التصحر وإزالة العناصر الثقيلة والنفط الخام من التربة. وله أضرار كبيرة على أنابيب المياه وشبكات المجاري إذ تمتد جذوره الى هذه الشبكات مسببة لها أضراراً كبيرة تؤدي الى انسدادها.

2-1-5-3-نبات الفيكس:

التسمية: يطلق عليه محلياً اسم البراق ويسمى علمياً *Ficus nitida* وينتمي الى عائلة Moraceae .
الوصف العام: أشجار طويلة يتراوح طولها ما بين (8-25 م) وتمدد بحدود (8-20 سم). تتكاثر بالترقيد الهوائي والعقل. أوراقها دائمة الخضرة سميكة تتميز بلونها البراق شبه مستديرة متبادلة. واللحاء ذو لون

بني الى أحمر تظهر عليه بقع افقية الترتيب، لون الزهرة أصفر باهت ويكون موعد ازهارها من نيسان الى أيار. الثمار لحمية أو عصيرية يبلغ طولها ما بين (0.6-1 سم).

البيئة والانتشار: الموطن الأصلي للنبات هو المناطق الاستوائية وشبه الاستوائية والنبات مقاوم للظروف البيئية الحضرية إلا أنه حساس للجفاف والبيئات الغدقة ويتحمل ملوحة بحدود 3.125 ديسي سيمنز. م⁻¹. ودرجة الصقيع بحدود الصفر المئوي.

2-5-1-4-نبات الدودونيا:

التسمية: اسمه العلمي هو *Dodonaea viscosa* ينتمي الى العائلة السابندية Dodonaeoideae ويعرف محلياً باسم الدودونيا، والشت في منطقة الخليج.

الوصف العام: شجيرة متوسطة الى كبيرة الحجم لها أشكال مظهرية متباينة. يتكاثر بالبذور والعقل. الأوراق دائمة الخضرة فاتحة اللون لها أهمية طبية، وتظهر الأزهار وقت الربيع (من أيار الى حزيران) بلون أخضر فاتح أو مصفر بحجم يصل الى (0.3 سم)، عديمة البتلات تحمل على نورات عنقودية، الثمار تظهر وقت الخريف بلون وردي جذاب من نوع علبة بحجم (2 سم).

البيئة والانتشار: موطنه البحر المتوسط والمناطق شبه الاستوائية والاستوائية سريع النمو والنبات انتشر بشكل واسع في شبه الجزيرة العربية وهو مقاوم للجفاف وحساس للبيئات الغدقة ويتحمل درجات ملوحة عالية تصل الى 10.93 ديسي سيمنز. م⁻¹. ويتحمل الصقيع الى 9 تحت الصفر درجة مئوية.

2-5-1-5-نبات اليوكالبتوس:

التسمية: يطلق عليه محلياً قلم طوز وكالبتوز وعربياً باسم الكينا أو الكافور واسمه العلمي *Eucalyptus camaldulensis* ويعود الى العائلة الآسية Myrtaceae.

الوصف العام: شجرة كبيرة ذات أغصان متهدله وتاجها مفتوح تصل ارتفاعها الى (25-35 م) وتمتد (7-10 م) تتكاثر بالبذور ونقل الشتلات، اللحاء أملس لونه أبيض او رمادي يتساقط على هيئة أشطره طويلة ينتج عن تكشفها طبقة بلون أحمر. الأوراق دائمة الخضرة خضراء اللون مزرقّة قليلاً غير برّاقة، وشكلها رمحيه مستقيمة أو منحنية النصل وذات رائحة عطرية مميزة. لون الأزهار بيضاء مصفرة ذات رائحة عطرية تزهّر في بداية الصيف من حزيران الى آب. الثمار بحجم البسلة نوع علبة سامة حجمها (0.6 سم).

البيئة والانتشار: الموطن الأصلي لليوكالبتوس هو قارة استراليا والمناطق الاستوائية وشبه الاستوائية والبحر الأبيض، ومقاوم للبيئة الحضرية والغدقة والجفاف ودرجة تحمله للملوحة عالية جداً تصل الى 20.31 ديسي سيمنز. م⁻¹. وتصل درجة تحمله للصقيع الى 9 درجة مئوية تحت الصفر. والنبات يعد

مصدراً جيداً للرياح ويزرع في حول المدن وداخلها الى أن زراعته قرب المناطق السكنية أو القريبة من المازة يشكل خطراً إذ تتساقط أفرعه الضخمة من دون علم مسبق أو تنبيه وهي تمثل نوعاً من التقليل الذاتي للنبات. كما أنّ جذوره قوية جداً وتمتد الى مسافات بعيدة ملحقاً الضرر بالبنى التحتية.

2-5-1-6-نبات الدفلى:

التسمية: يطلق عليه اسم الدفلى واسمه العلمي *Nerium oleander* ينتمي الى العائلة الدفلية Apocynaceae .

الوصف العام: شجيرة يصل ارتفاعها ما بين (2-3 م) ويتمدد بحدود (2-6 م) شكلها مستدير أو بيضاوي متعددة السوق والأفرع. يتكاثر بالبذور ونقل الشتلات والعقل، الأوراق دائمة الخضرة، رمحية. أزهاره جذابة تزهر في الصيف من أيار الى أيلول تختلف ألوانها (وردي، وردي فاتح وبيضاء) باختلاف أصنافها، الثمار ذات شكل نجمية نوع قرنه، حجمها ما بين (12-18 سم) وهي شديدة السمية. **البيئة والانتشار:** تعد منطقة شبه البحر المتوسط والبحر المتوسط (القوقاز والبلقان والشرق الأوسط) موطن نبات الدفلى وهو نبات سريع النمو مقاوم للبيئة الحضرية والجفاف وحساس للبيئات الغدقة متحمل لدرجات الملوحة العالية بحدود 14.06 ديسي سيمنز. م⁻¹. وتبلغ درجة تحمله للصقيع 9 درجة مئوية تحت الصفر.

2-5-1-7-الزيتون:

التسمية: اسمه الشائع الزيتون واسمه العلمي هو *Olea europaea* والذي يرجع الى العائلة الزيتونية Oleaceae .

الوصف العام: وهي أشجار معمرة يصل ارتفاعها الى (6-9 م) ويمتد تاج الشجرة الكثيف ما بين (6-8 م) وهو ما يعطي هذه الشجار منظر جميل جذّاب تتكاثر بالتعجيل والتطعيم، الأوراق دائمة الخضرة رمحية الشكل يمتاز السطح العلوي بلون أخضر بينما سطحها السفلي باللون الأخضر الفضي، تزهر الشجرة من أيار الى حزيران ولها رائحة عطرية قوية ومحبيه. الثمار من النوع اللحمي يبلغ حجمها ما بين (3-4 م).

البيئة والانتشار: تنتشر أشجار الزيتون في حوض البحر المتوسط وكذلك في الجنوب الغربي لآسيا وجنوب شرق أفريقيا، تظهر شجرة الزيتون مقاومة للبيئات الحضرية والجافة إلا أنه حساس للأراضي الغدقة ودرجة تحمله للملوحة عالية تصل الى 10.93 ديسي سيمنز. م⁻¹. كما أنه يتحمل الصقيع تصل الى 9 درجات تحت الصفر. تفضل زراعة الزيتون في المتنزهات والحدائق والأماكن العامة من المناطق الحضرية وذلك بسبب مظهره الجميل سواء زرعت بشكل مفرد أو مجموعات.

2-5-2- جمع العينات:

اختيرت الأنواع النباتية المتقاربة في الأعمار قدر الإمكان والمواجهة لضوء الشمس وغير معرضة للتقليم وجمعت الأوراق النباتية خلال فصلي الصيف والشتاء واختيرت الأوراق كاملة النضج لكل نوع نباتي عشوائياً على ارتفاع يتراوح ما بين (1.5-2 م) بعناية بالغة ووضعت في علب بلاستيكية، وحملت إلى المختبر لإجراء التحليلات اللازمة.

2-5-3- تقدير كمية الغبار المترسب على أوراق النباتات:

لتقدير الغبار المترسب على الأوراق تمّ حساب المساحة السطحية للأوراق (A) وذلك بمطابقتها مع أوراق بيانية (Saini et al., 2011; Vora et al., 1986) ثم قدرّت كمية الغبار المترسبة على سطوح الأوراق وفقاً لما ذكر (Prusty et al., 2005) إذ وزنت الأوراق مع الغبار بميزان دقيق حسّاس وسجل الوزن الأولي لها (W2) ثم غسلت بالماء المقطر وتركت لتجف في درجة حرارة المختبر وسجل الوزن النهائي (W1) لها كما في المعادلة الآتية :

$$Dust\ deposition\ mg/cm^2 = \frac{W2(mg) - W1(mg)}{A\ (cm^2)}$$

2-5-4- الصفات المظهرية للنبات:

تم التعرف على بعض الصفات المظهرية لأوراق الأنواع النباتية المدروسة إذ تمّ قياس طول النصل وعرضه وكذلك طول السويق مباشرة على الأوراق الناضجة للنبات بواسطة مسطرة قياس وبواقع 20 مكرر لكل نوع.

2-5-5- الصفات الكيموحيوية للنبات:

2-5-5-1- محتوى الماء النسبي: (RWC%)

استخرج محتوى الماء النسبي وفقاً للمعادلة الآتية (Sivakumaran and Hall, 1978):

$$RWC\% = \frac{FW - DW}{TW - DW} \times 100$$

حيث:

FW = الوزن الطري يؤخذ مباشرة بعد إزالة الغبار من على الأوراق.

TW = وزن الامتلاء يؤخذ بعد ترك الأوراق لمدة ليلة كاملة في الماء المقطر.

DW = الوزن الجاف تم الحصول عليه بعد تجفيف الأوراق في فرن عند 70 لمدة ليلة كاملة.

2-5-5-2 الأس الهيدروجيني: pH

وزن 0.5 غرام من الأوراق النباتية وتمّ مجانسيتها في 50 مل من الماء المقطر وقدر الاس الهيدروجيني بعد معايرة الجهاز بمحاليل المعايرة pH 9, pH 7 and pH 4 (Singh and Rao, 1983).

2-5-5-3 تقدير محتوى حامض الاسكوربيك: Ascorbic acid content

وزن واحد غرام من كل عينة نباتية ووضع في قارورة سعة 25 مل ثم أضيف 10 مل من حامض Oxalic acid (0.05M) وتركت في الظل لمدة ليلة كاملة، ثم اخذ 2.5 مل من كل عينة واضيف اليها 2.5 مل من Oxalic acid (0.05M) و 0.5 مل من meta-Phosphoric acid و 1 مل من sulfuric acid و 2 مل من Ammonium molybdate بعدها اكمل الحجم الى 25 مل بالماء المقطر، ثم قرئت العينات بجهاز المطياف الضوئي على طول موجي 760 nm وقورنت بالمنحنى القياسي لحامض الاسكوربيك والذي تمّ تحضيره مسبقاً ورسمت العلاقة بين تركيز حامض الأسكوربيك وقيم الامتصاصية لكل تركيز، واستعمل هذا المنحنى كما هو موضح في الملحق رقم (5) لحساب قيم تركيز حامض الأسكوربيك في كل عينة (Iqbal et al., 2010).

2-5-5-4 تقدير المحتوى الكلي للكلورفيل : Total Chlorophyll Content (TCH)

تم تقدير المحتوى الكلي للكلوروفيل باستعمال الطريقة الموصوفة من قبل Singh وآخرون (1991). إذ وزن 0.2 غرام من الأوراق النباتية وطحنت بهاون خزفي مع 80% أسيتون واخذت القراءة في جهاز المطياف الضوئي على الطول الموجي 645 و 663 نانومتر. وحسب المحتوى الكلي للكلوروفيل وفقاً للمعادلة الآتية (Arnon, 1949):

$$TOTAL\ Chlorophyll\ (mg/g) = \frac{20.2 (A645) + 8.02(A663) \times V}{1000 \times W}$$

حيث :

A645 = الامتصاصية على الطول الموجي 645

A663 = الامتصاصية على الطول الموجي 663

V = الحجم النهائي ml

W = الوزن النهائي g

2-5-5-5-5-5 دليل تحمل تلوث الهواء: (APTI) Air pollution tolerance index determination

لمعرفة قيم دليل التحمل لأنواع النباتات التي وصفت أعلاه تم اتباع الطريقة المقترحة من قبل الباحثين Singh and Rao (1983). بتطبيق المعادلة الآتية:

$$APTI = \frac{AA(TCH + P) + RWC\%}{10}$$

حيث :

AA = حامض الاسكوريك (mg/g)

TCH = محتوى الكلوروفيل الكلي (mg/g)

P = درجة الاس الهيدروجيني pH

RWC% = محتوى الماء النسبي

صنّفت النباتات بحسب قيم دليل تحمل تلوث الهواء الى ثلاث فئات متحملة ($APTI \leq 17$) ومتوسطة التحمل ($APTI 12-16$) وحساسة ($APTI > 12$) طبقاً لتصنيف بعض الباحثين (Singh *et al.*, 1991; Padmavathi *et al.*, 2013).

2-5-5-6-5-5 تقدير الكاروتينات:

لتقدير محتوى الكاروتينات اتبعت الخطوات السابقة في تقدير محتوى الكلوروفيل الكلي وحسبت وفقاً للمعادلة الآتية (Kirk and Allen, 1965):

$$\text{Carotenoid}(mg/g) = 480 + (0.114 \times A663) - (0.638 \times A645)$$

2-5-5-7-5-5 هضم واستخلاص العناصر الثقيلة من الأوراق:

جمعت الأوراق النباتية الناضجة وغسلت جيداً بالماء المقطر و جففت في فرن على درجة حرارة 70 درجة مئوية ثم طحنت جيداً بهاون خزفي ، واستخلصت العناصر بطريقة الهضم الرطب بوزن غرام من كل عينة ووضعت في 10 مل حامض النتريك المركز HNO_3 وتركت ليلة كاملة ثم اضيف إليها 4 مل من حامض البيركلوريك $HClO_4$ وسخن على صفيحة ساخنة Hot plate الى أن تحول المحلول الى اللون الراق واكمل بعدها الحجم الى 50 مل ماء مقطر (Havlin and Soltanpour, 1980).

2-5-5-8- حساب عامل التراكم الهوائي (AAF):

تم حساب عامل التراكم الهوائي وفقاً للمعادلة الآتية (Mulgrew and Williams, 2000):

$$AAF = \frac{PAc(\mu g/g)}{CA(\mu g/m^3)}$$

حيث:

PAc = تركيز العنصر في النبات ($\mu g/g$)

CA = تركيز العنصر في الهواء ($\mu g/m^3$)

2-6- التحليل الاحصائي : Statistical Analysis

تم تحليل النتائج احصائياً باستعمال اختبار ت (t-test) وتحليل التباين الأحادي (one-way analysis of variance) كما استعملت طريقة دنكن لاختبار المدى المتعدد للمقارنات البعدية Duncan's Multiple Range Test (DMRT) وفق النظام الاحصائي الحاسوبي (SPSS. Ve.22)، كذلك استخرجت قيم الانحراف المعياري ومعامل الارتباط والمعدل والمدى.

قد أجريت جميع الاختبارات عند مستوى دلالة ($P_{value} \leq 0.05$) باستثناء معامل الارتباط الذي اعتمد على مستوى دلالة ($P_{value} \leq 0.05$) ومستوى ($P_{value} \leq 0.01$) التي اشير اليها في الجداول (الراوي، 2000; الامام، 2008; Seltman, 2012).

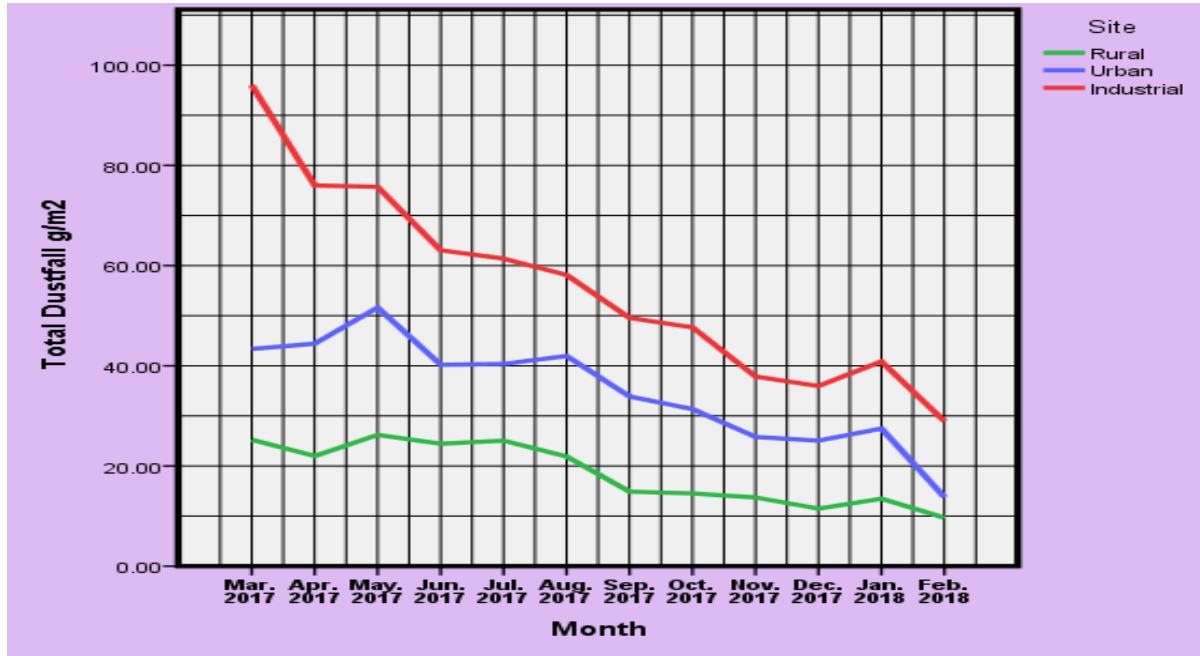
Chapter Three الفصل الثالث

Results النتائج

1-3- الغبار المتساقط:

1-1-3- كمية الغبار المتساقط الكلي:

أظهرت النتائج أن أقل معدل لكمية الغبار المتساقط كان في المنطقة الريفية 9.66 غم/م² خلال شباط من العام 2018، في حين كان أعلى معدل في المنطقة الصناعية 96.04 غم/م² خلال آذار من العام 2017، (شكل 1-3)، وكان المعدل العام السنوي 36.47 غم/م²، وبينت نتائج التحليل الاحصائي وجود فروق معنوية بين الأشهر وبين المواقع ووجود علاقة ارتباط موجبة متوسطة مع الدقائق العالقة وضعيفة مع سرعة الرياح، بينما وجدت علاقة سالبة مع الرطوبة النسبية وكمية الأمطار (جدول 1-3).

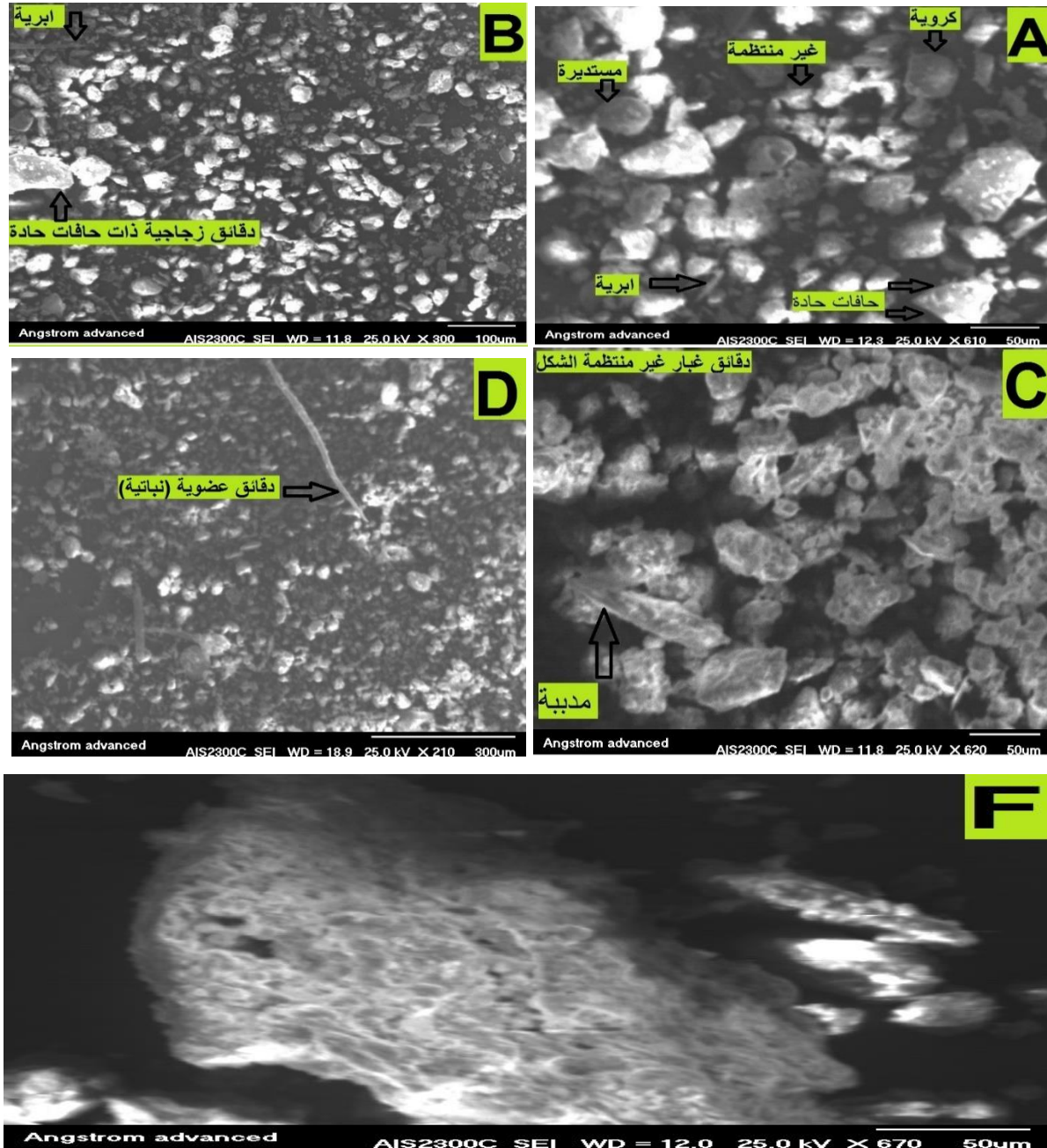


شكل (1-3) التغيرات الشهرية في كمية الغبار المتساقط الكلي (غم/م²) خلال مدة الدراسة. جدول (1-3) تحليل الارتباط البسيط بين كمية الغبار المتساقط مع العوامل المناخية والدقائق العالقة.

Pearson correlation	R	P- Value
Total Dustfall g/m ²		
Temperature (C)	0.259	0.007
Humidity (%)	-0.265	0.006
Rain (mm)	-0.184	0.057
Wind Speed (m/s)	0.456	0.000
TSP Con. µg/m ³	0.585	0.000

3-1-2- التحليل المظهري:

أظهرت نتائج تحليل المجهر الالكتروني الماسح SEM (شكل 2-3) أن دقائق الغبار المتساقط مكونة من خليط من الدقائق غير المتجانسة ضمن المواقع وخلال الفصول في الشكل والمظهر وأغلبها كانت ذات أشكال غير منتظمة وبعضها يمتلك حافات حادة أو نهايات مدببة أو ابرية، واخرى متجمعة مع ظهور بعض الدقائق باستدارة واضحة وأخرى بأشكال كروية، كذلك وجدت بعض الدقائق ذات الأصول العضوية النباتية.

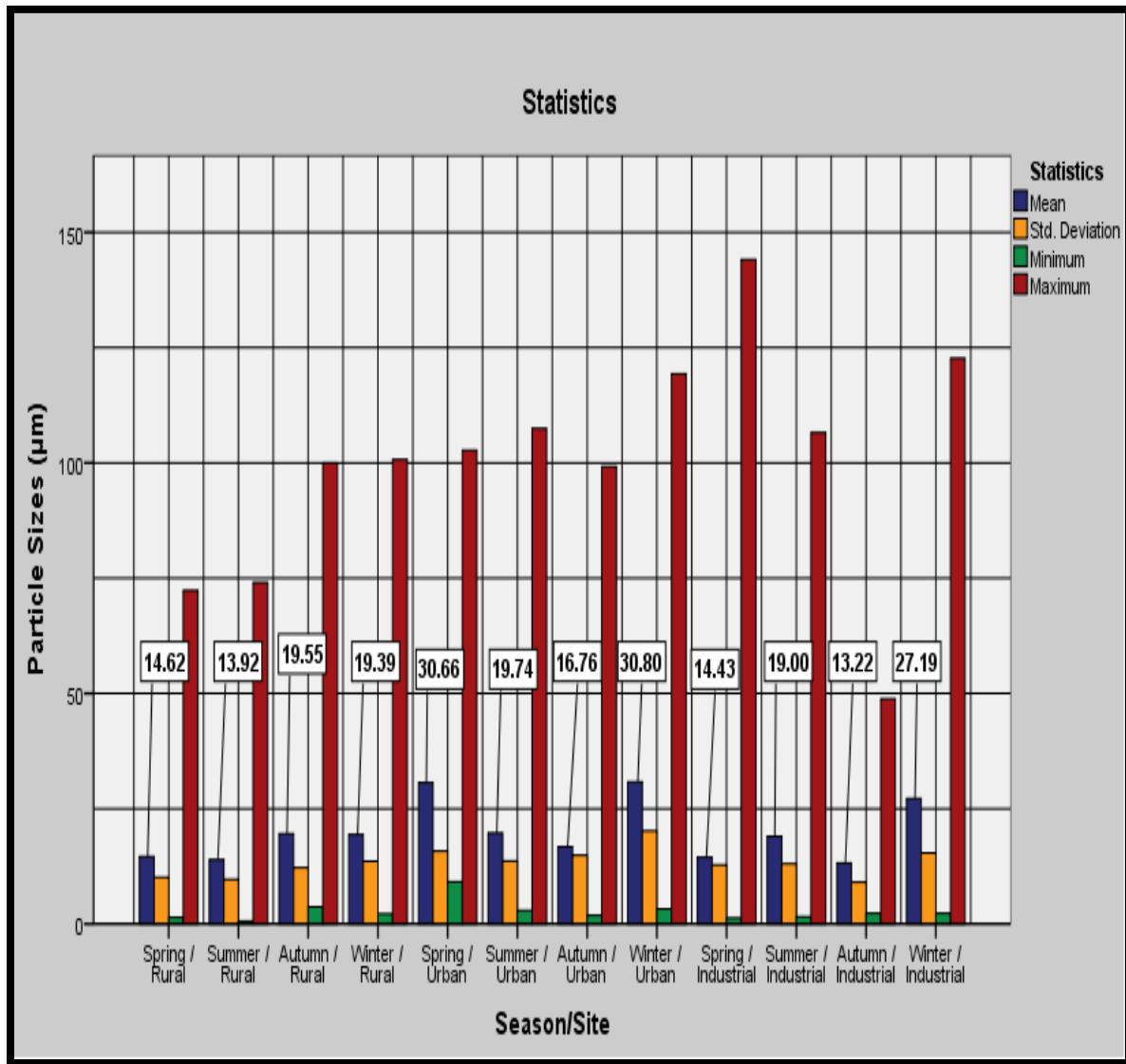


شكل(2-3) الصور المجهرية (SEM) لدقائق الغبار مع قوى تكبير مختلفة.

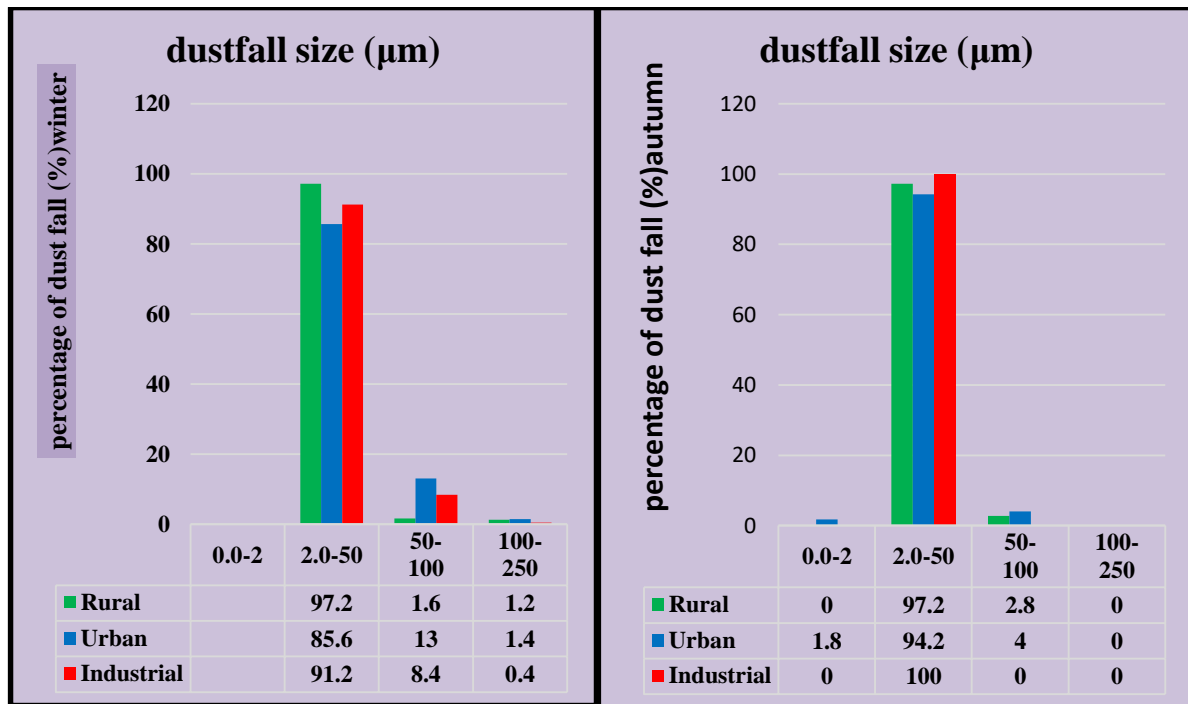
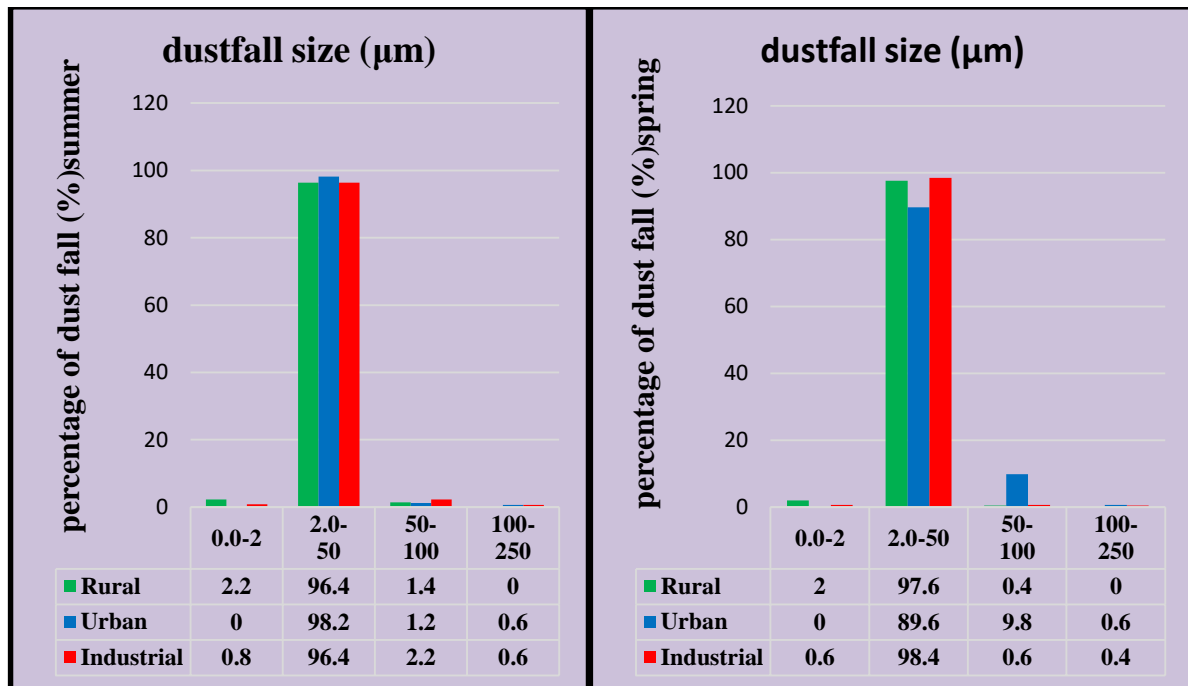
3-1-3- حجم دقائق الغبار

أظهرت النتائج تبايناً في معدلات دقائق الغبار فكان أقل معدل 13.22 ميكرون في المنطقة الصناعية خلال فصل الخريف بينما كان أعلى معدل 30.80 ميكرون في مركز المدينة خلال فصل الشتاء، وكان المعدل العام 19.94 ميكرون (شكل 3-3).

بيّنت نتائج النسبة المئوية للتوزيع التكراري لأحجام دقائق الغبار المتساقط أنّ الحجم السائد للغبار هو 2-50 ميكرون في جميع المواقع وخلال فصول السنة جميعها، ولم يسجل أي ظهور للحجم 2-0 ميكرون في جميع المواقع خلال فصل الشتاء، كذلك لم تسجل أيضاً أي ظهور للحجم 100-250 في جميع المواقع خلال فصل الخريف (شكل 3-4).



شكل (3-3) الإحصاء الوصفي لحجم دقائق الغبار المتساقط (ميكرون) ضمن المناطق خلال مدة الدراسة.



شكل (3-4) النسبة المئوية للتوزيع التكراري لأحجام دقائق الغبار المتساقط خلال فصول السنة ضمن مناطق الدراسة.

3-1-4- التركيب الكيميائي للعناصر المرتبطة بدقائق الغبار المتساقط باستخدام تقنية EDS.

أظهرت نتائج تحليل التركيب الكيميائي للعناصر المرتبطة بدقائق الغبار المتساقط باستخدام مطيافية تشتت الطاقة بالأشعة السينية (EDS) وجود 16 عنصراً (شكل 3-5) بعضها من العناصر الثقيلة الخطرة، وقد وجدت علاقة ارتباط معنوية بين أغلب العناصر كما هي موضحة في الجدول (3-2) وهذه العناصر هي المكونات التي يتألف منها الغبار المتساقط وكانت المعدلات العامة للنسب الوزنية (%) على النحو الآتي:



شكل (3-5) التركيب الكيميائي للعناصر المرتبطة بدقائق الغبار المتساقط باستخدام تقنية EDS.

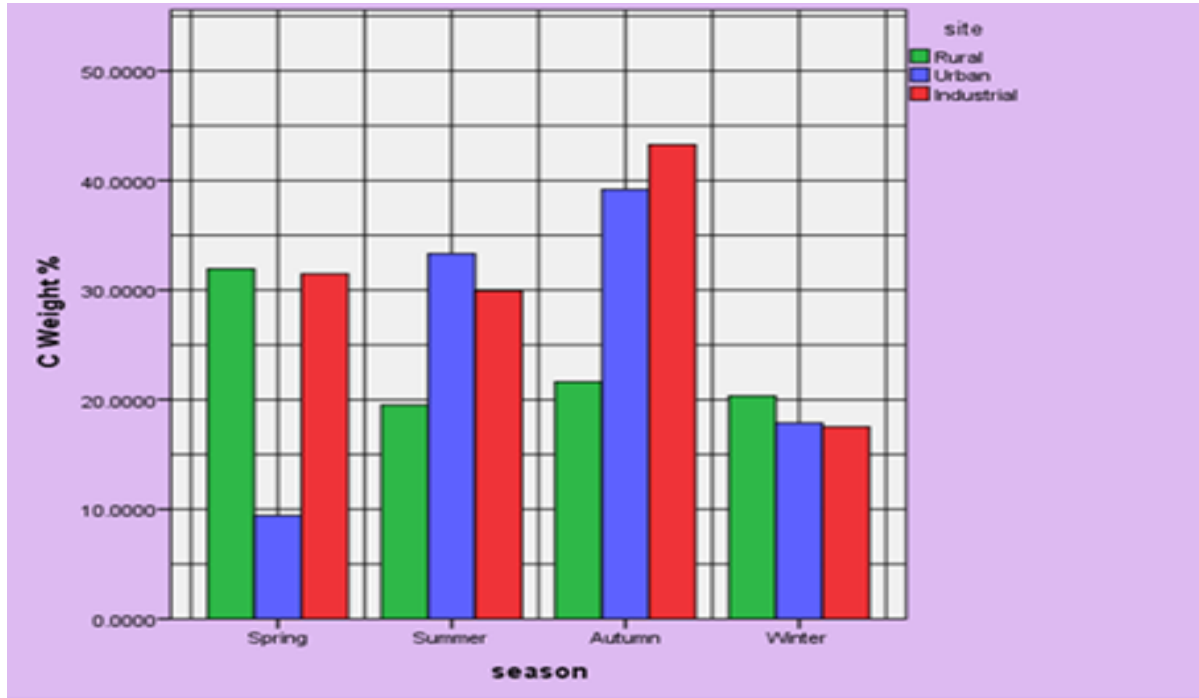
جدول (2-3) معامل الارتباط البسيط بين العناصر المكونة للغيبار

	C	O	Na	Mg	Al	Si	S	Cl	K	Ca	Cr	Ti	Fe	Ni	Pb	Cd
C	1	-.697**	-.494**	-.686**	-.765**	-.699**	-.421*	-.281	-.372*	-.569**	0.149	-.079	-.643**	-.02	0.28	0.089
O		1	.505**	.473**	.332	0.125	0.004	0.05	-.204	0.041	-.105	-.21	0.267	0.073	-.377*	-.398*
Na			1	0.242	.408*	0	.424**	0.256	-.031	0.121	-.247	-.039	0.06	-.051	-.0274	-.206
Mg				1	.730**	.589**	0.312	0.199	0.293	0.098	-.268	0.308	.629**	0.043	-.351*	-.1
Al					1	.703**	.404*	0.119	.679**	.451**	-.213	0.281	.627**	-.093	-.243	0
Si						1	.446**	0.305	.702**	.558**	-.054	0.168	.587**	-.117	0.006	0.159
S							1	.624**	0.119	0.224	-.168	0.077	0.257	-.112	0.098	0.164
Cl								1	-.087	-.157	-.195	-.014	0.037	-.202	0.045	0.064
K									1	.547**	0.004	0.317	.447**	-.104	0.103	0.272
Ca										1	0.071	0.175	.446**	0.07	0.039	0.187
Cr											1	-.209	-.065	-.074	0.079	0.013
Ti												1	0.315	-.223	-.086	0.248
Fe													1	-.183	-.329	0.108
Ni														1	0.095	-.165
Pb															1	0.119
Cd																1

** Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed). * Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

الكربون %C:

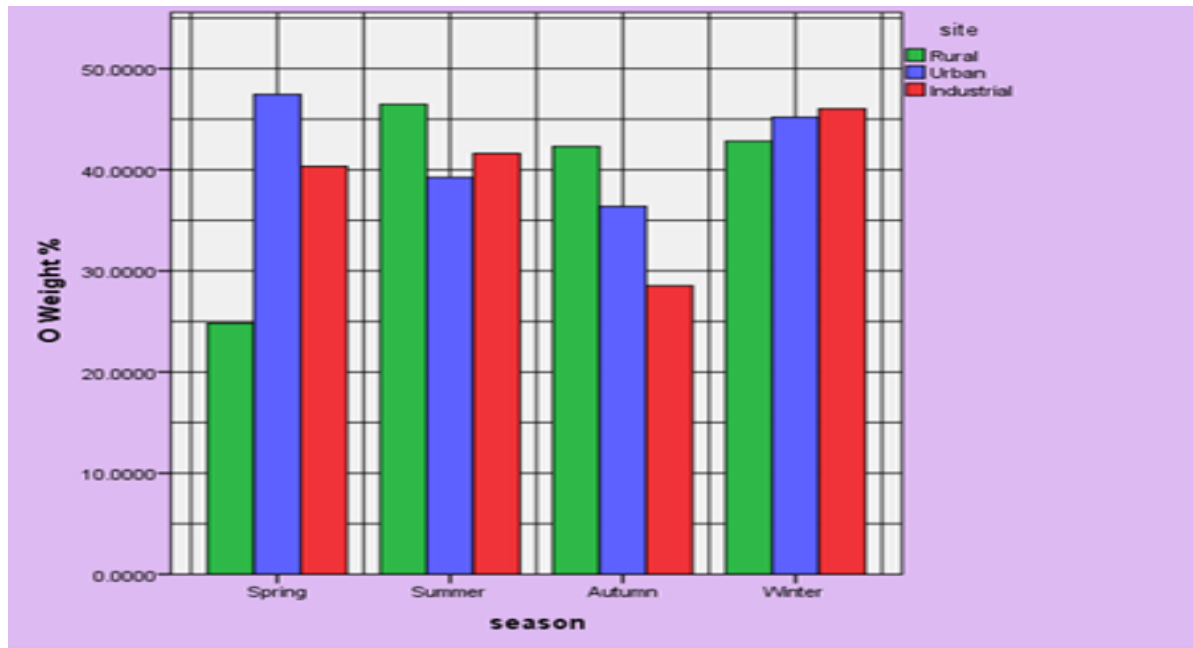
كان أقل معدل سجل للكربون 9.43 % في مركز المدينة في فصل الربيع في حين كان أعلى معدل قد سجل 43.26 في المنطقة الصناعية خلال فصل الخريف (شكل 3-6) وكان المعدل العام 26.28 % (شكل 3-5). لم تظهر نتائج التحليل الاحصائي أي فروق معنوية بين الفصول وبين المواقع ولوحظ وجود علاقة ارتباط سالبة قوية مع الالمنيوم ومتوسطة مع الاوكسجين والمغنيسيوم والسيلكون، الكالسيوم والحديد، وضعيفة مع الصوديوم والكبريت والبوتاسيوم (جدول 3-2).



شكل (3-6) التغيرات الفصلية في النسب الوزنية لعنصر الكربون (C%) في دقائق الغبار المتساقط ضمن مناطق الدراسة.

الاوكسجين %O:

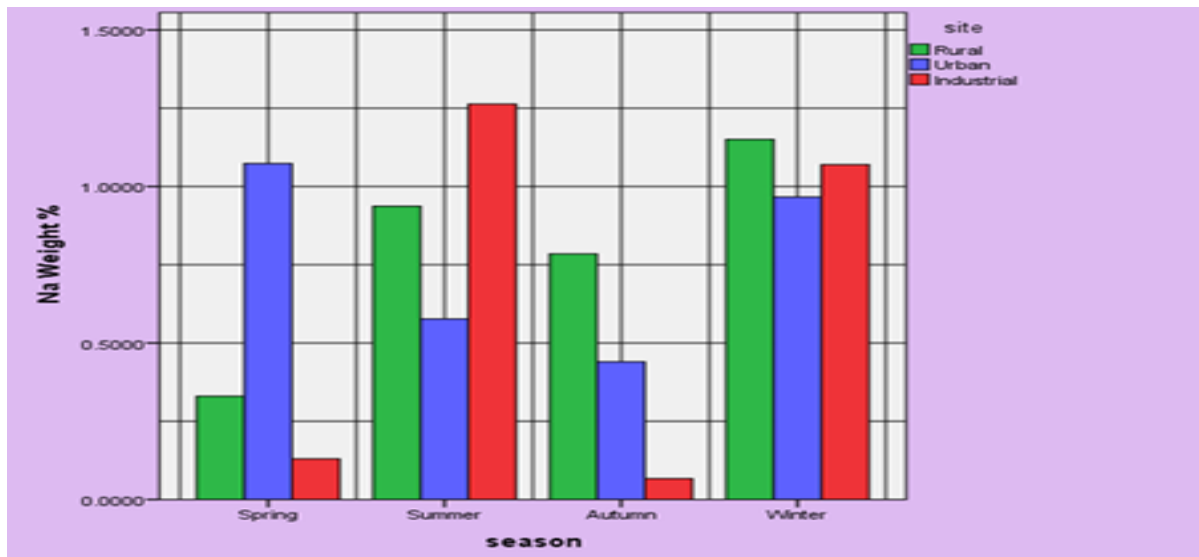
سجلت النتائج أقل وأعلى معدل للاوكسجين المرتبط بدقائق الغبار في المنطقة الريفية ومركز المدينة خلال فصل الربيع 24.815 - 47.446 % على التوالي (شكل 3-7) بينما كان المعدل العام 40.10 % (شكل 3-5). لم تظهر نتائج التحليل الاحصائي أي فروق معنوية بين مواقع الدراسة وكذلك بين الفصول، ووجدت علاقة ارتباط موجبة متوسطة بين الكربون والصوديوم وضعيفة مع المغنيسيوم والالمنيوم بينما كانت العلاقة سالبة ضعيفة مع الرصاص والكاديوم (جدول 3-2).



شكل (7-3) التغيرات الفصلية في النسب الوزنية لعنصر الاوكسجين (O%) المرتبط بدقائق الغبار المتساقط ضمن مناطق الدراسة.

الصوديوم %Na:

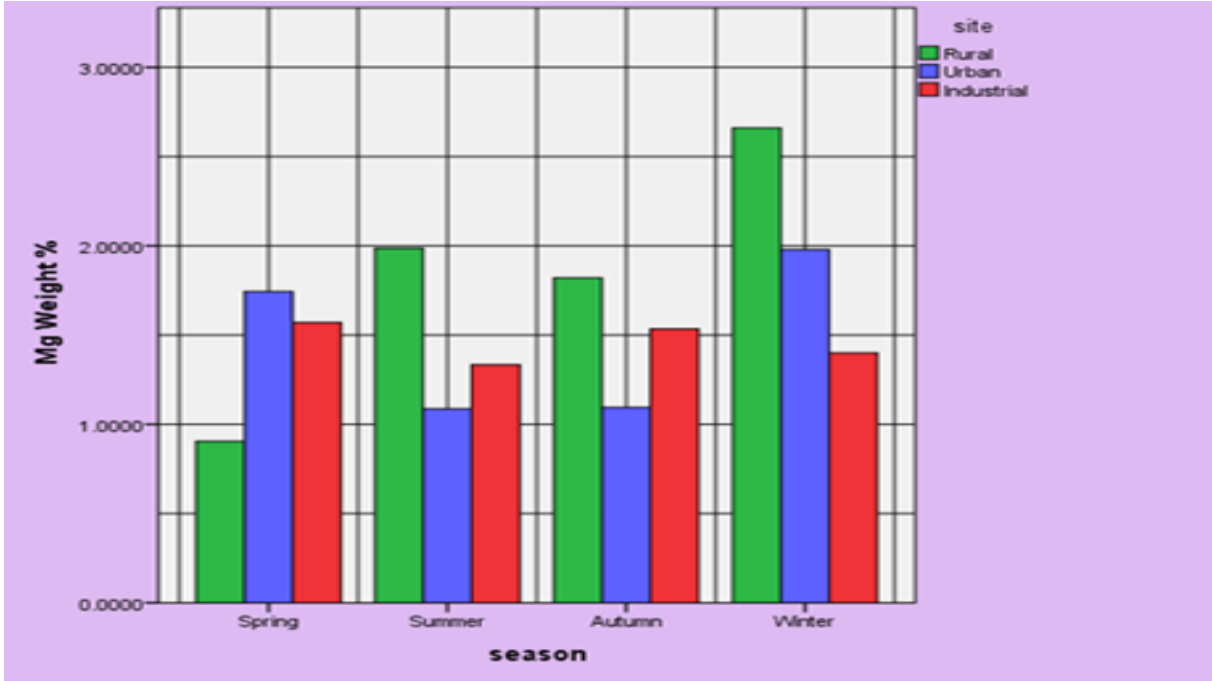
تراوحت معدلات الصوديوم ما بين -0.066 - 1.263 % أقل وأعلى معدل في المنطقة الصناعية خلال فصلي الخريف والصيف على التوالي (شكل 3-8)، بينما كان المعدل العام 0.73 % (شكل 3-5). دلت نتائج التحليل الاحصائي على وجود فروق معنوية بين الفصول في حين لم تظهر أي فروق بين المواقع، ووجدت علاقة ارتباط سالبة ضعيفة مع الكربون وعلاقة ارتباط موجبة ضعيفة مع الالمنيوم والكبريت (جدول 3-2).



شكل (8-3) التغيرات الفصلية في النسب الوزنية لعنصر الصوديوم (Na%) في دقائق الغبار المتساقط ضمن مناطق الدراسة.

المغنيسيوم % Mg :

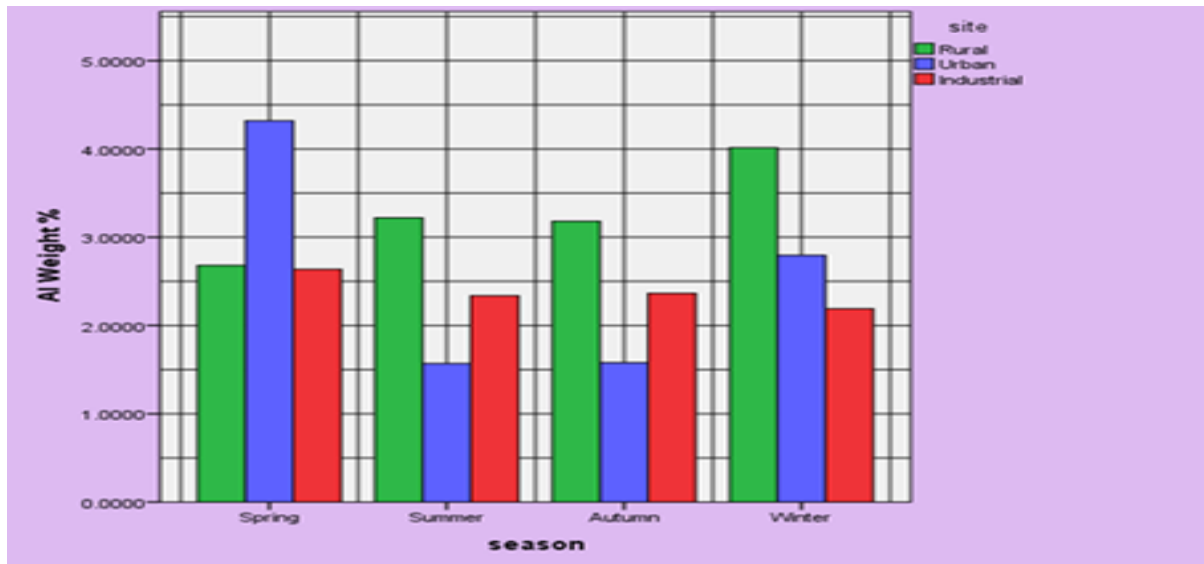
سجلت النتائج أقل وأعلى معدل للمغنيسيوم خلال مدة الدراسة في المنطقة الريفية في فصل الربيع والشتاء 0.905-2.660% على التوالي (شكل 3-9)، وكان المعدل العام 1.59% (شكل 3-5).
لم تظهر نتائج التحليل الاحصائي أي فروق معنوية بين المواقع والفصول، بينما وجدت علاقة ارتباط سالبة متوسطة مع الكربون وضعيفة مع الرصاص، في حين كانت علاقة الارتباط موجبة متوسطة مع الألمنيوم والسيلكون والحديد (جدول 3-2).



شكل (3-9) التغيرات الفصلية في النسب الوزنية لعنصر المغنيسيوم (Mg%) في دقائق الغبار المتساقط ضمن مناطق الدراسة.

الألمنيوم % Al :

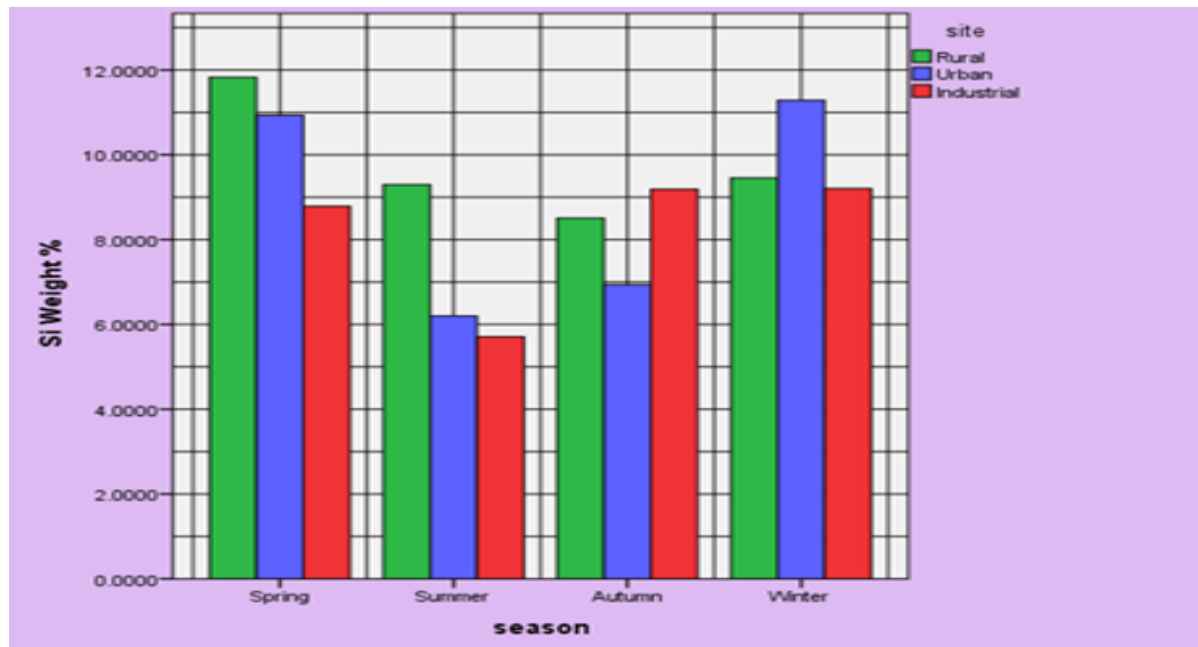
كان أقل وأعلى معدل للألمنيوم قد سجل في مركز المدينة 1.57 – 4.32% خلال فصل الصيف والربيع على التوالي (شكل 3-10) وبمعدل عام 2.74% (شكل 3-5). بيّنت نتائج التحليل الاحصائي عدم وجود فروق معنوية بين الفصول وكذلك بين المواقع، وأظهر تحليل معامل الارتباط وجود علاقة ارتباط سالبة قوية مع الكربون بينما كانت موجبة متوسطة مع المغنيسيوم والسيلكون والبوتاسيوم والحديد وضعيفة مع الصوديوم والكبريت والكالسيوم (جدول 3-2).



شكل (10-3) التغيرات الفصلية في النسب الوزنية لعنصر الألمنيوم (Al%) في دقائق الغبار المتساقط ضمن مناطق الدراسة.

السيكون Si% :

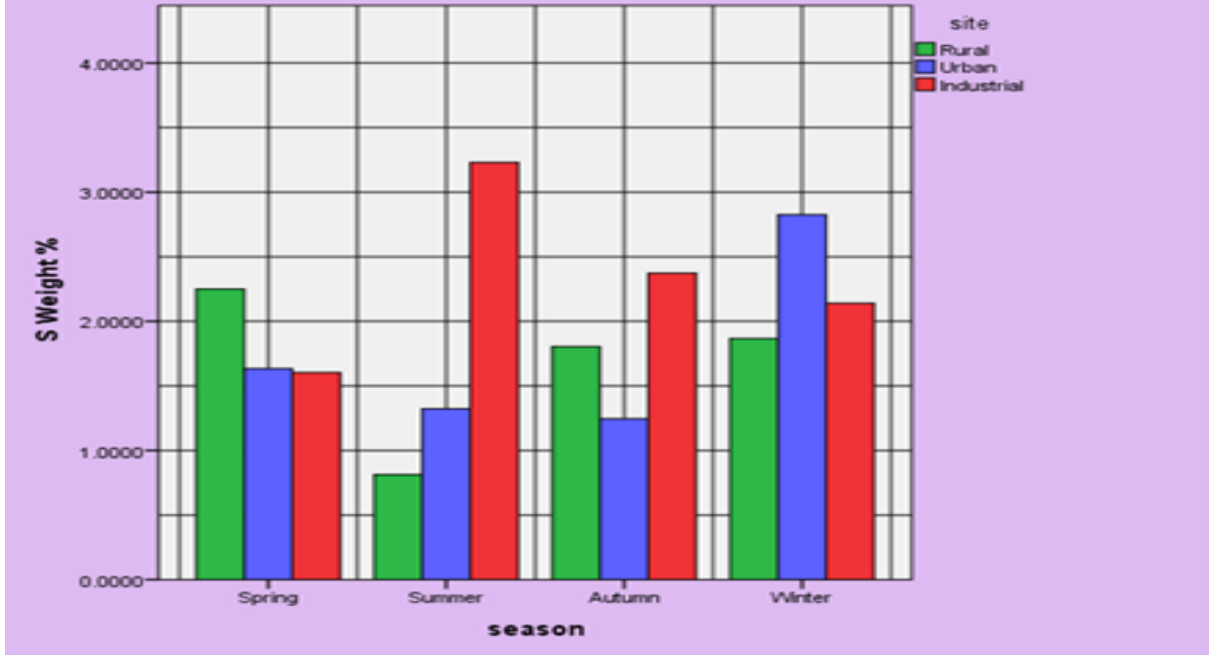
تراوحت معدلات السيلكون ما بين 5.706 – 11.830% أقل وأعلى معدل في المنطقة الصناعية والريفية خلال الصيف والربيع على التوالي (شكل 3-11) وكان المعدل العام 8.94% (شكل 3-5). ولم يتبين من خلال تحليل النتائج احصائياً فروق معنوية بين المواقع وكذلك بين الفصول، ولوحظت علاقة ارتباط معنوية سالبة متوسطة مع الكربون في حين كانت علاقة الارتباط موجبة ضعيفة مع الكبريت ومتوسطة مع كل من المغنيسيوم والالمنيوم والبوتاسيوم والكالسيوم والحديد (جدول 3-2).



شكل (11-3) التغيرات الفصلية في النسب الوزنية لعنصر السيلكون (Si%) في دقائق الغبار المتساقط ضمن مناطق الدراسة.

الكبريت %S:

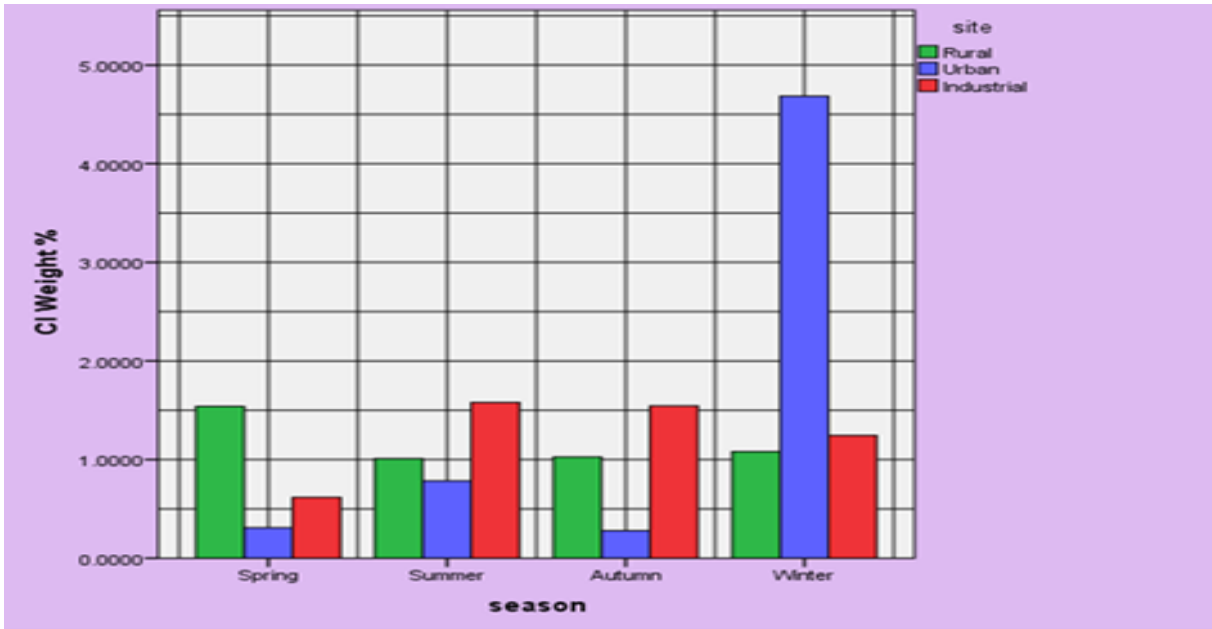
سجلت النتائج أقل معدل للكبريت 0.813 % في المنطقة الريفية في فصل الصيف بينما أعلى معدل في المنطقة الصناعية خلال فصل الصيف 3.230 % (شكل 3-12) وكان المعدل العام 1.93 % (شكل 3-5)، ولم تسجل نتائج التحليل الاحصائي أي فروق معنوية بين المواقع وكذلك بين الفصول، ودلت النتائج على وجود علاقة ارتباط سالبة ضعيفة مع الكربون بينما كانت موجبة ضعيفة مع الصوديوم والالمنيوم والسيلكون ومتوسطة مع الكلور (جدول 3-2).



شكل (3-12) التغيرات الفصلية في النسب الوزنية لعنصر الكبريت (S%) في دقائق الغبار المتساقط ضمن مناطق الدراسة.

الكلور %Cl:

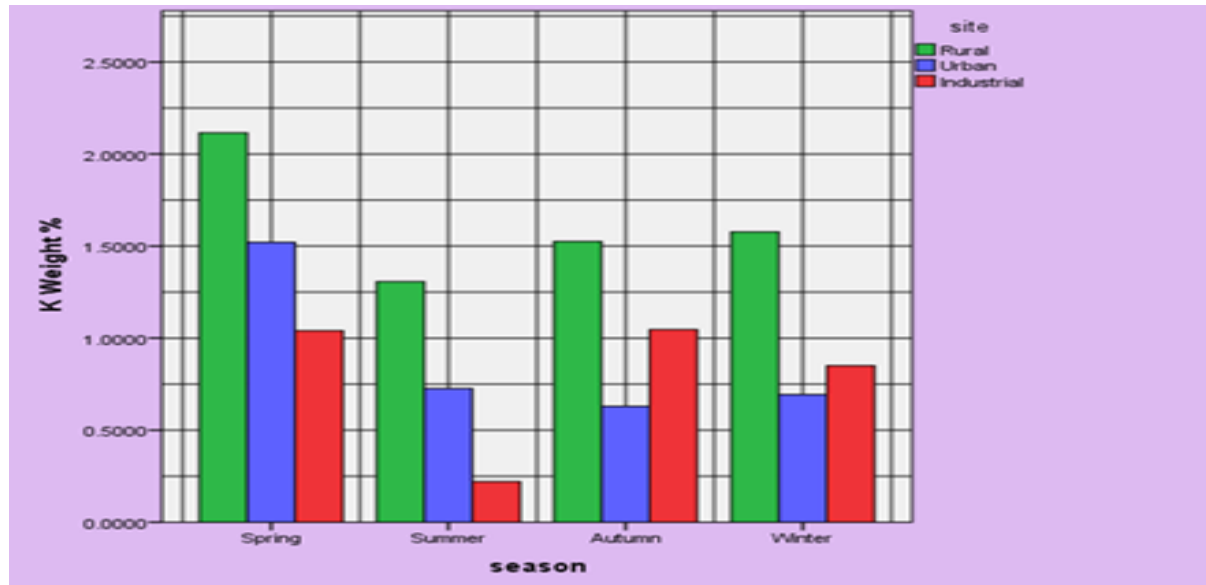
كان أقل وأعلى معدل قد سجل في مركز المدينة 0.280 – 4.685 % خلال فصل الخريف والشتاء على التوالي (شكل 3-13) وبمعدل عام 1.30 % (شكل 3-5). تبين من خلال تحليل النتائج احصائياً عدم وجود فروق معنوية بين المواقع وكذلك بين فصول السنة، كما لم يظهر معامل الارتباط أي علاقة ارتباط مع العناصر باستثناء علاقة ارتباط موجبة متوسطة مع الكبريت (جدول 3-2).



شكل (13-3) التغيرات الفصلية في النسب الوزنية لعنصر الكلور (Cl%) في دقائق الغبار المتساقط ضمن مناطق الدراسة.

البوتاسيوم %K:

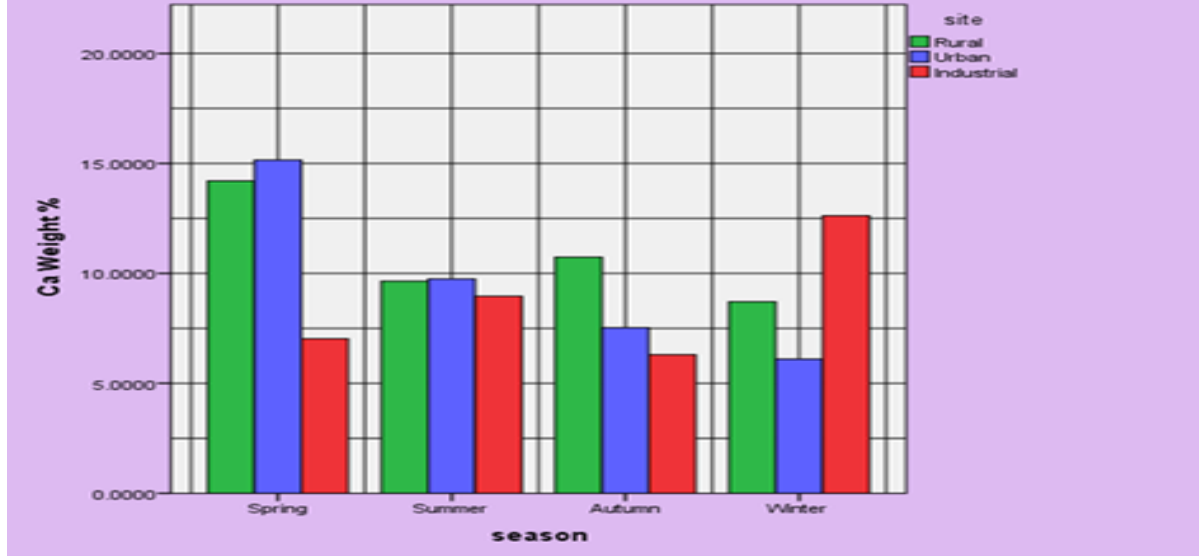
تراوحت معدلات البوتاسيوم ما بين 0.220 – 2.115 % في المنطقة الصناعية والريفية خلال فصل الصيف والربيع على التوالي (شكل 3-14) وكان المعدل العام 1.10 % (شكل 3-5). دلت نتائج التحليل الاحصائي على عدم وجود فروق معنوية بين الفصول وكذلك بين مواقع الدراسة، وبينت النتائج وجود علاقة ارتباط سالبة ضعيفة مع الكربون في حين كانت علاقة الارتباط موجبة متوسطة مع الالمنيوم والسيلكون والكالسيوم وضعيفة مع الحديد (جدول 3-2).



شكل (14-3) التغيرات الفصلية في النسب الوزنية لعنصر البوتاسيوم (K%) في دقائق الغبار المتساقط ضمن مناطق الدراسة.

الكالسيوم %Ca:

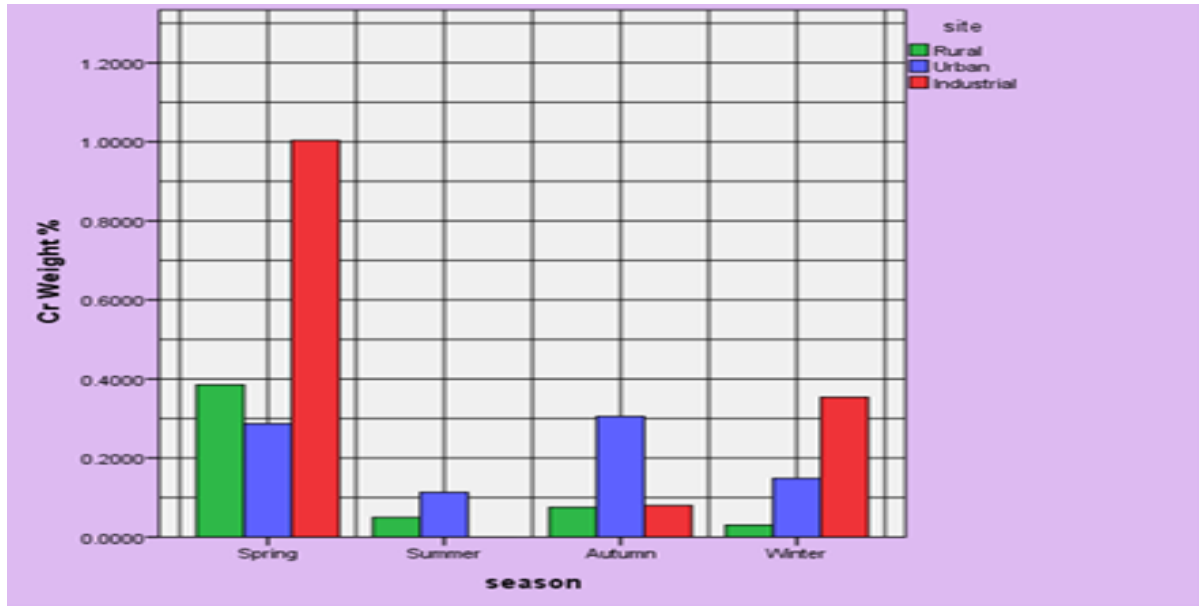
سجل أقل وأعلى معدل 6.101 – 15.153 % للكالسيوم في مركز المدينة خلال فصل الشتاء والربيع على التوالي (شكل 3-15) وبمعدل عام 9.83 % (شكل 3-5).
لم يتبين من تحليل النتائج احصائياً وجود أي فرق معنوي بين مواقع الدراسة وكذلك بين الفصول، وأظهرت نتائج معامل الارتباط على وجود علاقة سالبة متوسطة مع الكربون بينما كانت علاقة الارتباط موجبة متوسطة مع السيلكون والبوتاسيوم وضعيفة والالمنيوم والحديد (جدول 3-2).



شكل (3-15) التغيرات الفصلية في النسب الوزنية لعنصر الكالسيوم (Ca%) في دقائق الغبار المتساقط ضمن مناطق الدراسة.

الكروم %Cr:

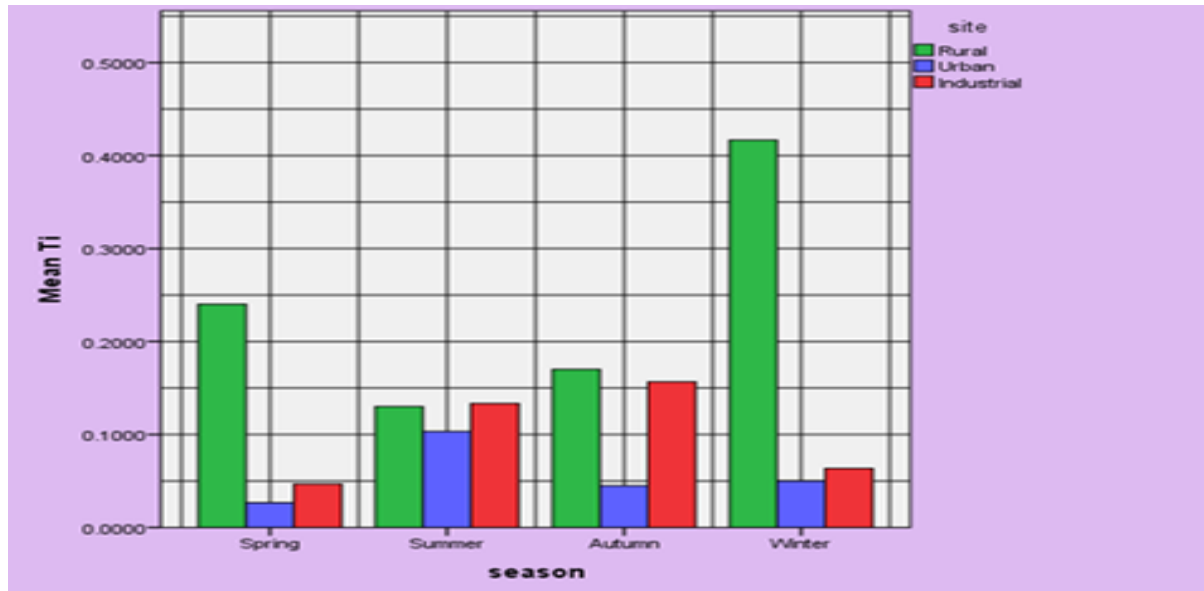
تراوحت معدلات الكروم ما بين دون مستوى التحسس في المنطقة الصناعية خلال فصل الصيف و1.003 % كأعلى معدل قد سجل في المنطقة الصناعية في فصل الربيع (شكل 3-16) وكان المعدل العام 0.24 % (شكل 3-5).
عند تحليل النتائج احصائياً وجدت فروق معنوية بين الفصول في حين لم تظهر فيما بين المواقع، كما أنه لم يظهر تحليل معامل الارتباط أي علاقة ارتباط للكروم مع بقية العناصر (جدول 3-2).



شكل (3-16) التغيرات الفصلية في النسب الوزنية لعنصر الكروم (Cr%) في دقائق الغبار المتساقط ضمن مناطق الدراسة.

التيتانيوم %Ti:

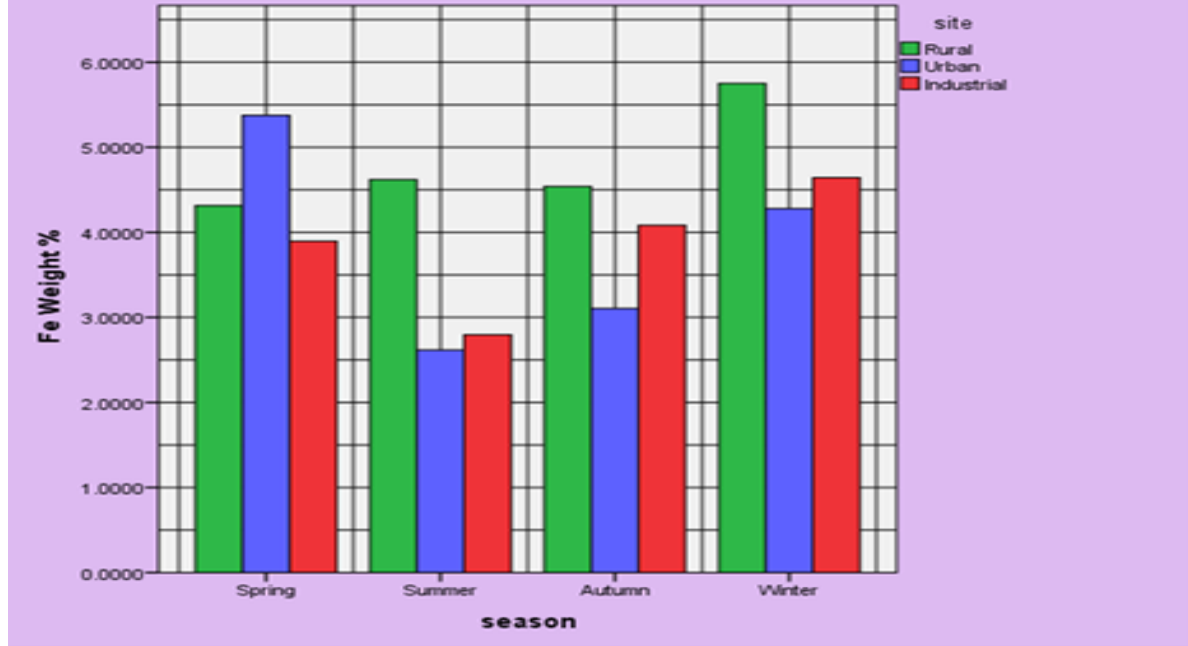
أظهرت النتائج أن أقل معدل سجل للتيتانيوم 0.026 % في مركز المدينة خلال فصل الربيع، بينما سجل أعلى معدل 0.416 % في المنطقة الريفية خلال فصل الشتاء (شكل 3-17) وكان المعدل العام 0.13 % (شكل 3-5). وتبين من تحليل النتائج احصائياً وجود فروق معنوية بين مواقع الدراسة بينما لم تظهر بين فصول السنة، ولم يلحظ وجود علاقة ارتباط معنوية مع أي من العناصر الأخرى (جدول 3-2).



شكل (3-17) التغيرات الفصلية في النسب الوزنية لعنصر التيتانيوم (Ti%) في دقائق الغبار المتساقط ضمن مناطق الدراسة.

الحديد %Fe:

تراوحت معدلات الحديد ما بين 2.616 – 5.750 % أقل وأعلى معدل سجل في مركز المدينة والمنطقة الريفية خلال الصيف والشتاء على التوالي (شكل 3-18) وبمعدل عام 4.17 % (شكل 3-5). لم يظهر من تحليل النتائج احصائياً أي فروق معنوية بين المواقع وكذلك بين الفصول، وبينت نتائج معامل الارتباط على وجود علاقة ارتباط سالبة ضعيفة مع الكربون بينما وجدت علاقة ارتباط موجبة متوسطة مع المغنيسيوم والالمنيوم والسيلكون وضعيفة مع البوتاسيوم والكالسيوم (جدول 3-2).

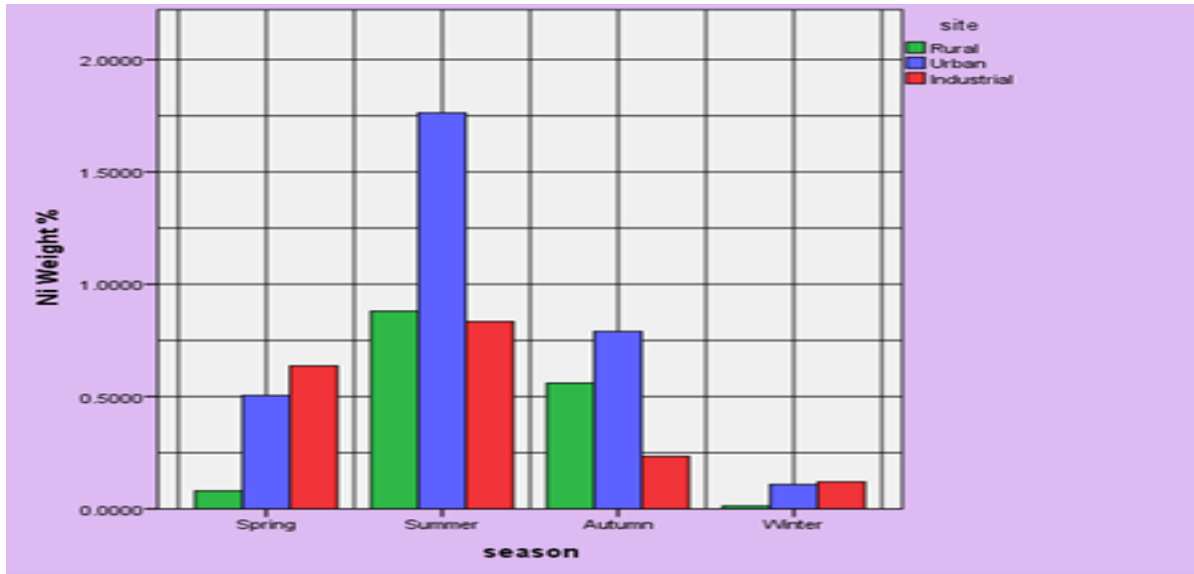


شكل (3-18) التغيرات الفصلية في النسب الوزنية لعنصر الحديد (Fe%) في دقائق الغبار المتساقط ضمن مناطق الدراسة.

النikkel %Ni:

بيّنت النتائج أن أقل معدل للنikkel قد سجل في المنطقة الريفية في فصل الشتاء 0.013 % بينما سجل أعلى معدل في مركز المدينة خلال فصل الصيف 1.763 % (شكل 3-19)، وبمعدل عام 0.54 % (شكل 3-5).

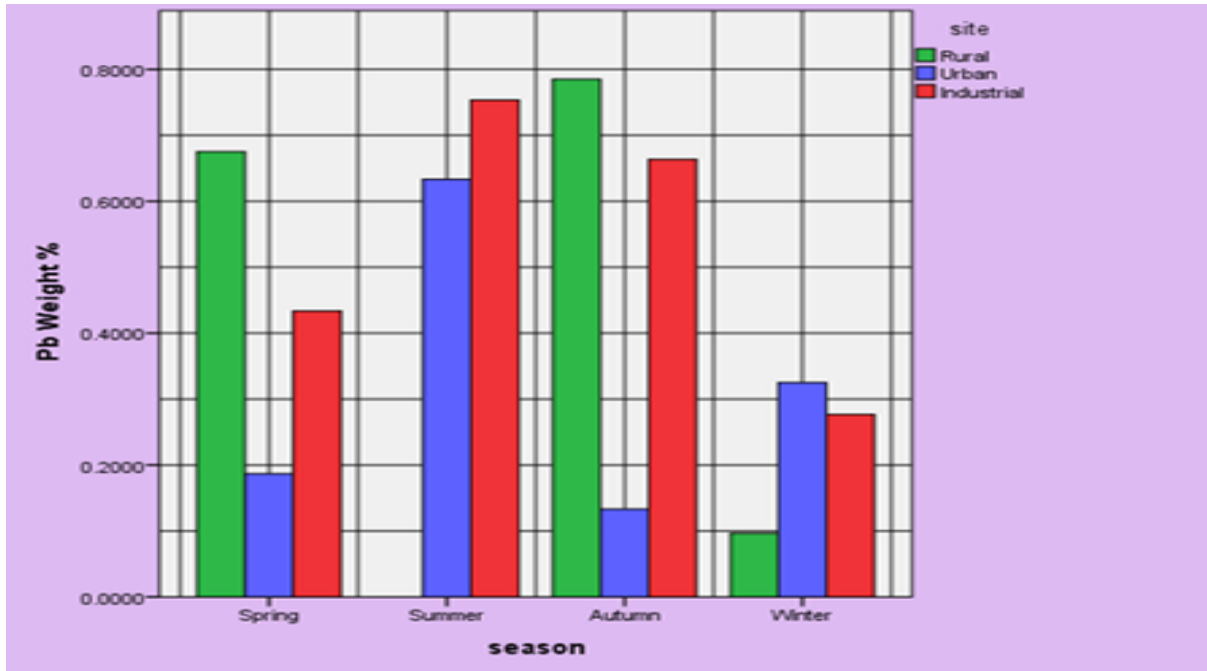
تبين عند تحليل النتائج احصائياً وجود فروق معنوية بين الفصول فيما لم تسجل أي فروق معنوية ضمن المواقع، كما لم تسجل النتائج وجود أي علاقة ارتباط للنikkel مع العناصر الأخرى (جدول 3-2).



شكل (3-19) التغيرات الفصلية في النسب الوزنية لعنصر النيكل (Ni%) في دقائق الغبار المتساقط ضمن مناطق الدراسة.

الرصاص %Pb:

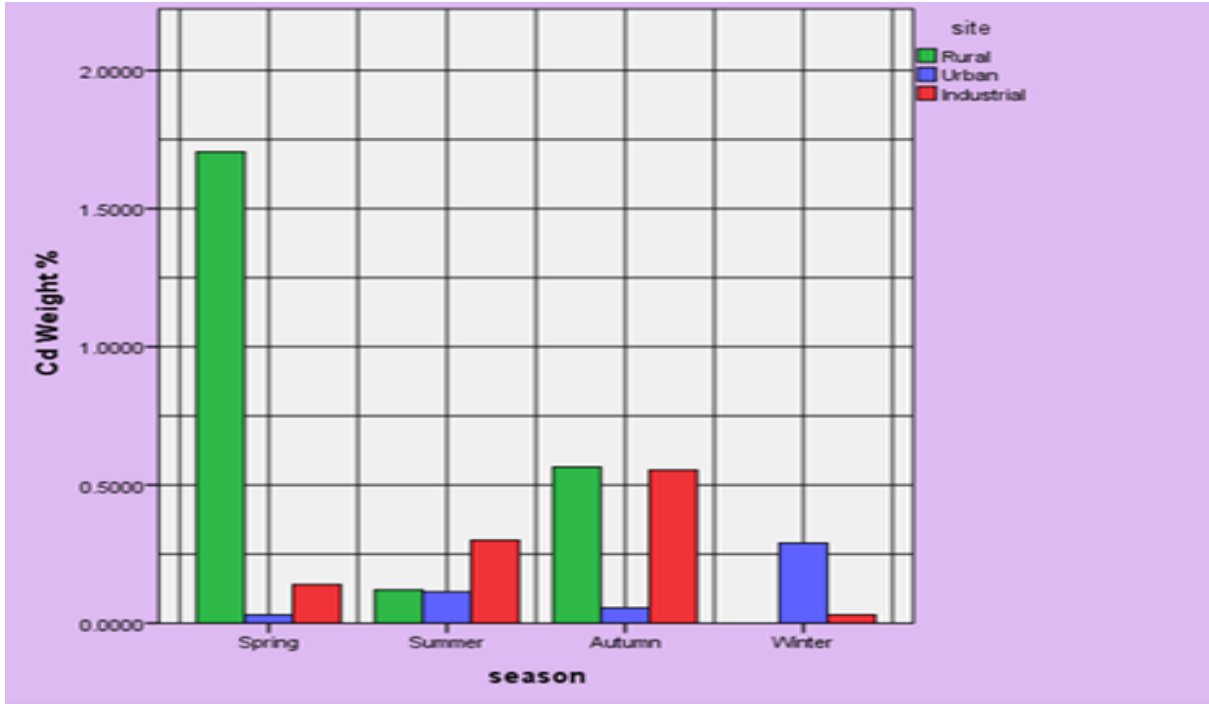
تراوحت معدلات الرصاص ما بين دون مستوى التحسس -0.785% وأعلى معدل قد سجل في المنطقة الريفية خلال فصل الصيف والخريف على التوالي (شكل 3-20)، وكان المعدل العام للرصاص 0.41% (شكل 3-5)، وعند تحليل النتائج احصائياً لم تظهر فروق معنوية بين المواقع وكذلك بين فصول السنة، بينما وجدت علاقة ارتباط سالبة ضعيفة مع الاوكسجين والمغنيسيوم (جدول 3-2).



شكل (3-20) التغيرات الفصلية في النسب الوزنية لعنصر الرصاص (Pb%) في دقائق الغبار المتساقط ضمن مناطق الدراسة.

الكاديوم %Cd:

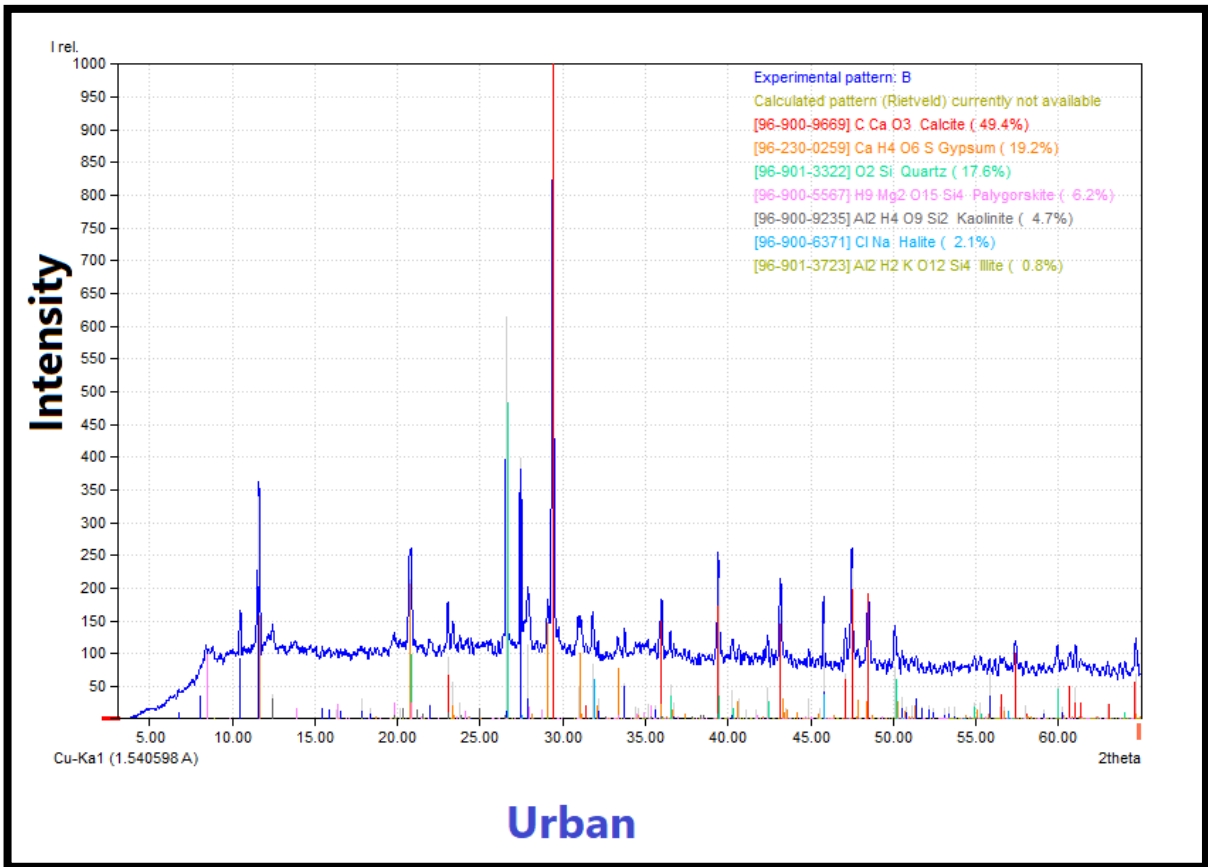
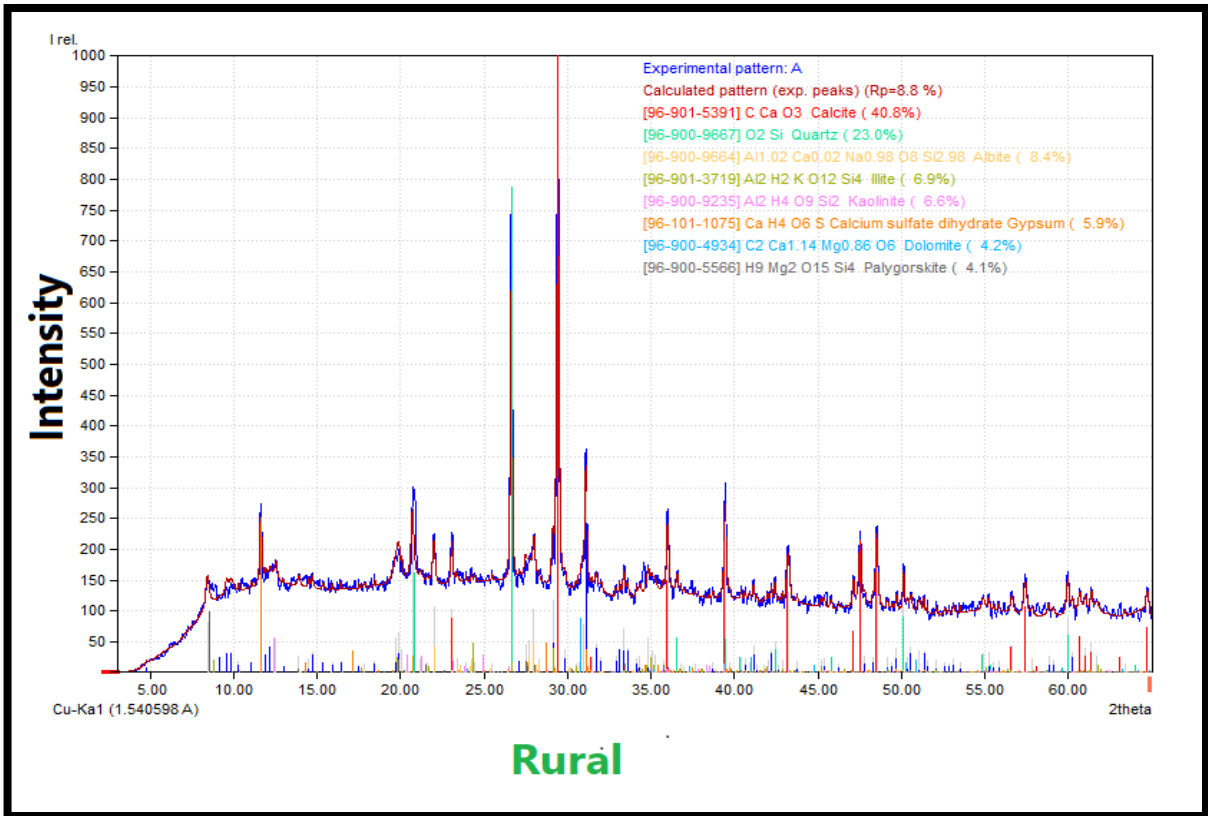
تراوحت معدلات الكاديوم ما بين دون مستوى التحسس - 1.705 % أقل وأعلى معدل في المنطقة الريفية خلال فصل الشتاء والربيع على التوالي (شكل 3-21) وكان المعدل العام 0.33 % (شكل 3-5)، ومن خلال تحليل النتائج احصائياً لم تظهر أي فروق معنوية بين الفصول وكذلك بين المواقع، في حين أظهر معامل الارتباط وجود علاقة ارتباط سلبية ضعيفة مع الاوكسجين (جدول 3-2).

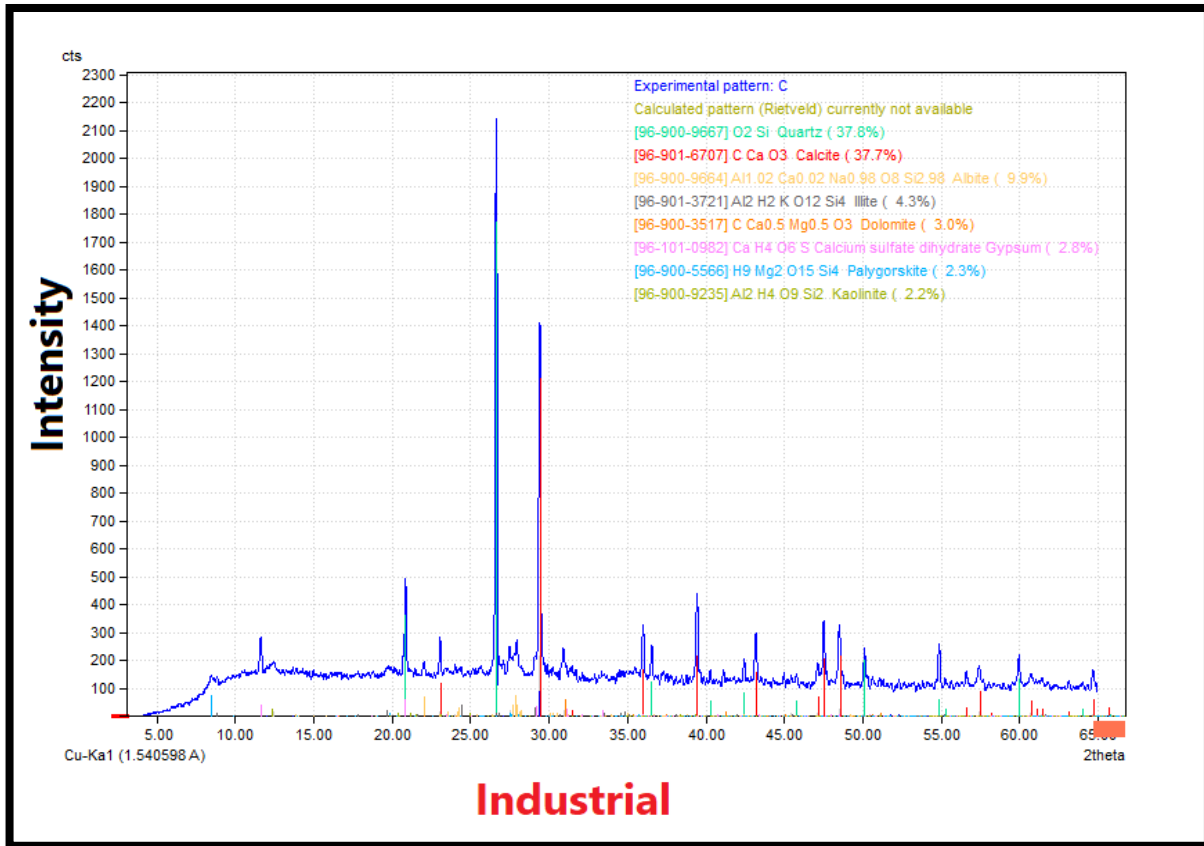


شكل (3-21) التغيرات الفصلية في النسب الوزنية لعنصر الكاديوم (%Cd) في دقائق الغبار المتساقط ضمن مناطق الدراسة.

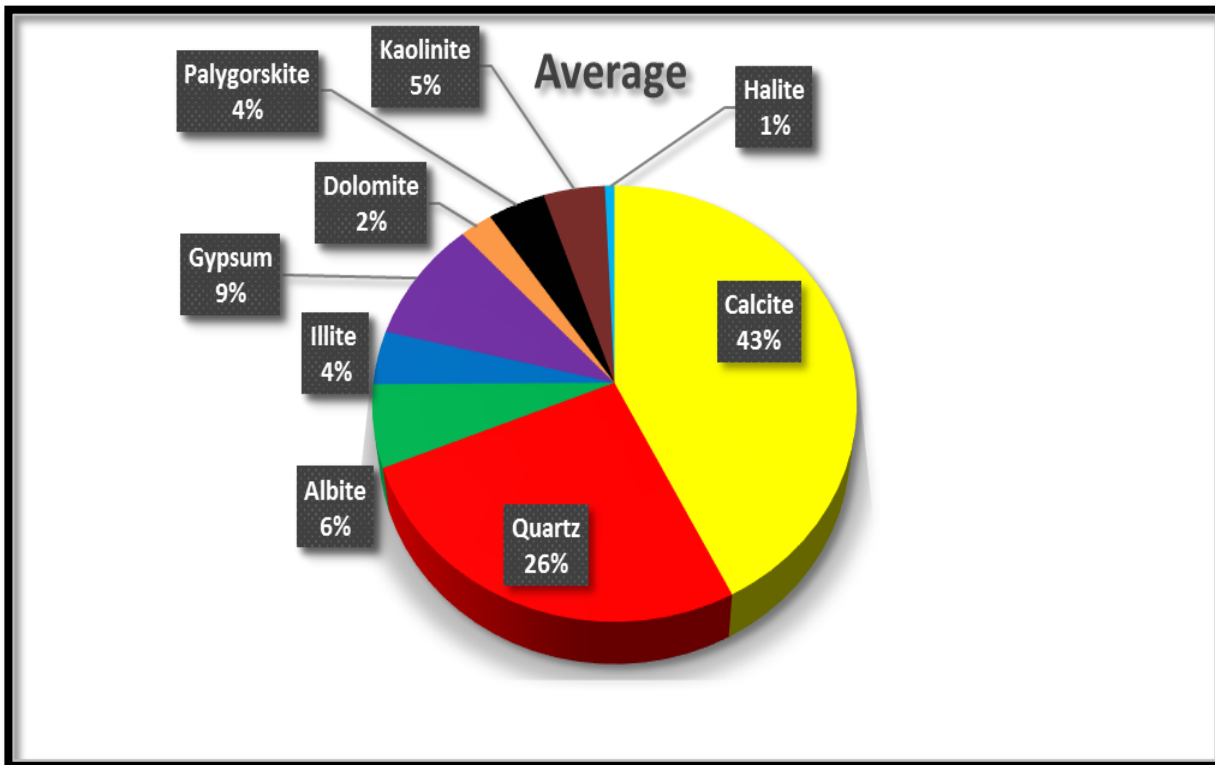
3-1-5- تشخيص معادن الغبار المتساقط باستعمال تقنية XRD:

أظهرت نتائج تحليل دقائق الغبار باستعمال حيود الأشعة السينية أن قمم حيود الأشعة السينية الرئيسية كانت ما بين 5 و 50 (2θ) كما في الشكل (3-22). وتبين من تحليل النتائج تشخيص 9 أنواع من المعادن المكونة للغبار المتساقط (شكل 3-23)، وكانت أعلى نسبة سجلت للكلاسايت في مركز المدينة 49.4 % في حين كانت أقل نسبة سجلت للكاؤولينايت 2.2 % في المنطقة الصناعية ولم يظهر معدن الهاليت الا في مركز المدينة (جدول 3-3).





شكل (22-3) أنماط حيود الأشعة السينية لدقائق الغبار المتساقط للمناطق خلال مدة الدراسة.



شكل (23-3) معدل النسبة المئوية للمعادن المكونة للغبار المتساقط خلال مدة الدراسة.

جدول (3-3) التركيب المعدني لدقائق الغبار المتساقط في المناطق خلال مدة الدراسة.

MINERALS	Site			Statistics			
	Rural	Urban	Industrial	Average	SD	MIN	MAX
Quartz (%)	23.0	17.6	37.8	26.1	10.5	17.6	37.8
Albite (%) (Feldspar)	8.4	0.0	9.9	6.1	5.3	0.0	9.9
Palygorskite (%)	4.1	6.2	2.3	4.2	2.0	2.3	6.2
Kaolinite (%)	6.6	4.7	2.2	4.5	2.2	2.2	6.6
Illite (%)	6.9	0.8	4.3	4.0	3.1	0.8	6.9
Calcite (%)	40.8	49.4	37.7	42.6	6.1	37.7	49.4
Gypsum (%)	5.9	19.2	2.8	9.3	8.7	2.8	19.2
Dolomite (%)	4.2	0.0	3.0	2.4	2.2	0.0	4.2
Halite (%)	0.0	2.1	0.0	0.7	1.2	0.0	2.1

3-1-6-الأحياء المجهرية المرتبطة بالغبار:

3-1-6-1-الفطريات:

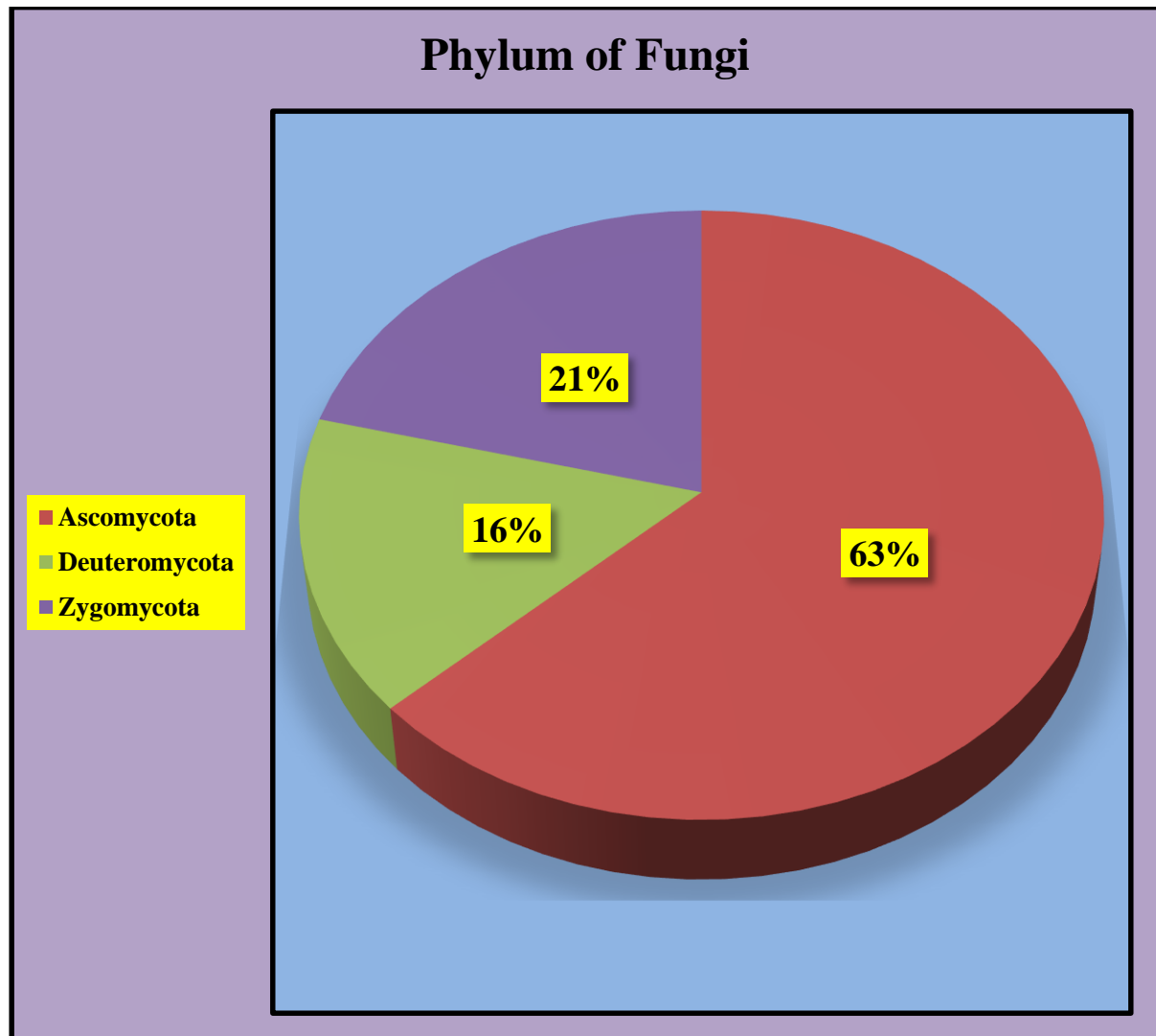
لقد أظهرت نتائج الدراسة تشخيص 18 نوعاً من الفطريات والتي تعود الى 10 أجناس في دقائق الغبار المتساقط، ترجع هذه الفطريات الى 3 مجاميع كما هي موضحة في الشكل (3-24) (جدول 3-4، 3-5، 3-6 و 3-7) وشكلت الفطريات الكيسية أعلى نسبة من المجاميع الفطرية 63 % تواجدا خلال مدة الدراسة بينما سجلت الفطريات اللاقحية أقل نسبة من المجاميع الفطرية وكانت 16 %.

نسبة الظهور (%):

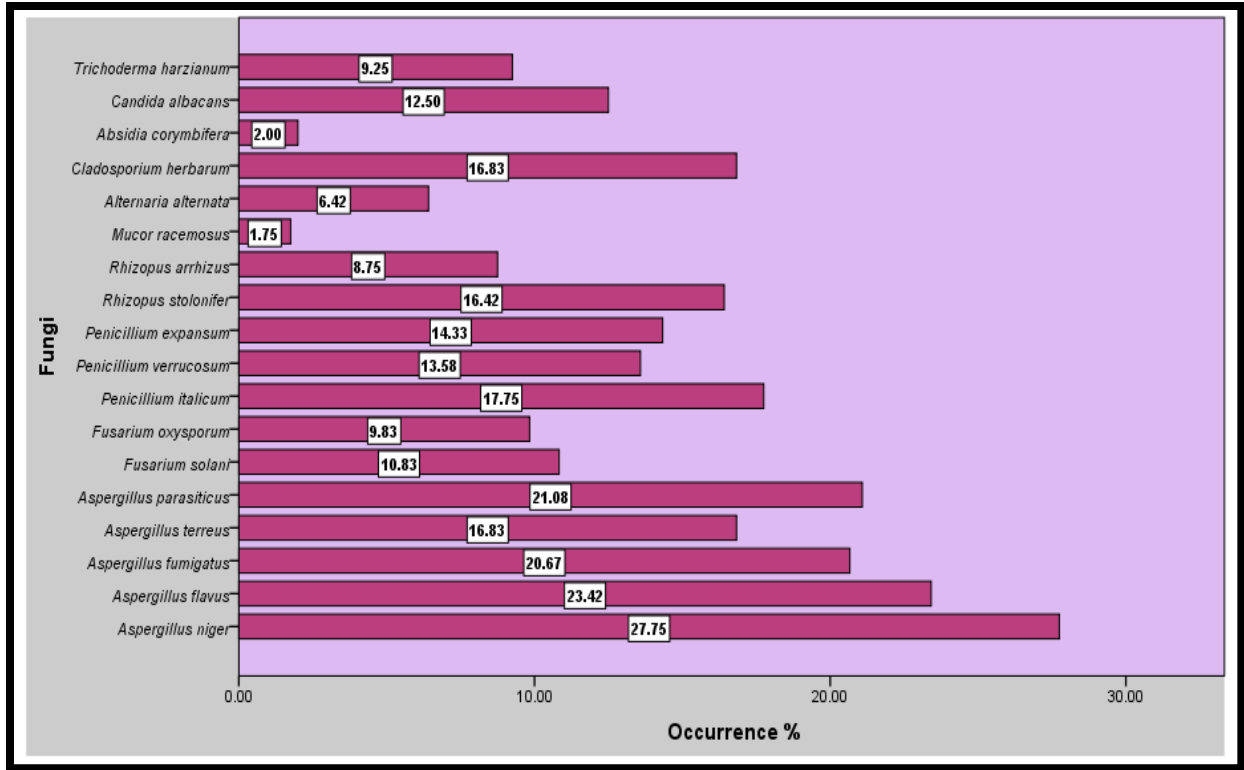
أظهرت النتائج أن أعلى نسبة ظهور كانت للفطر *Aspergillus niger* 52 % في مركز المدينة تلاه الفطر *Cladosporium herbarum* 43 % على التوالي في المنطقة الريفية خلال فصل الربيع في حين لم تسجل الدراسة في جميع المواقع أي ظهور للفطر *Fusarium oxysporum* و *Fusarium solani* و *Mucor racemosus* خلال فصل الشتاء وكذلك النوعين *Absidia*

Candida albicans و *corymbifera* خلال فصل الخريف والشتاء على التوالي. وتراوح المعدل العام للظهور ما بين 1.75% و 27.5% أقل وأعلى معدل للظهور للفطرين *M. racemosus* و *A. niger* على التوالي (جدول 3-4، 3-5، 3-6 و 3-7) (شكل 3-25).
نسبة التردد %:

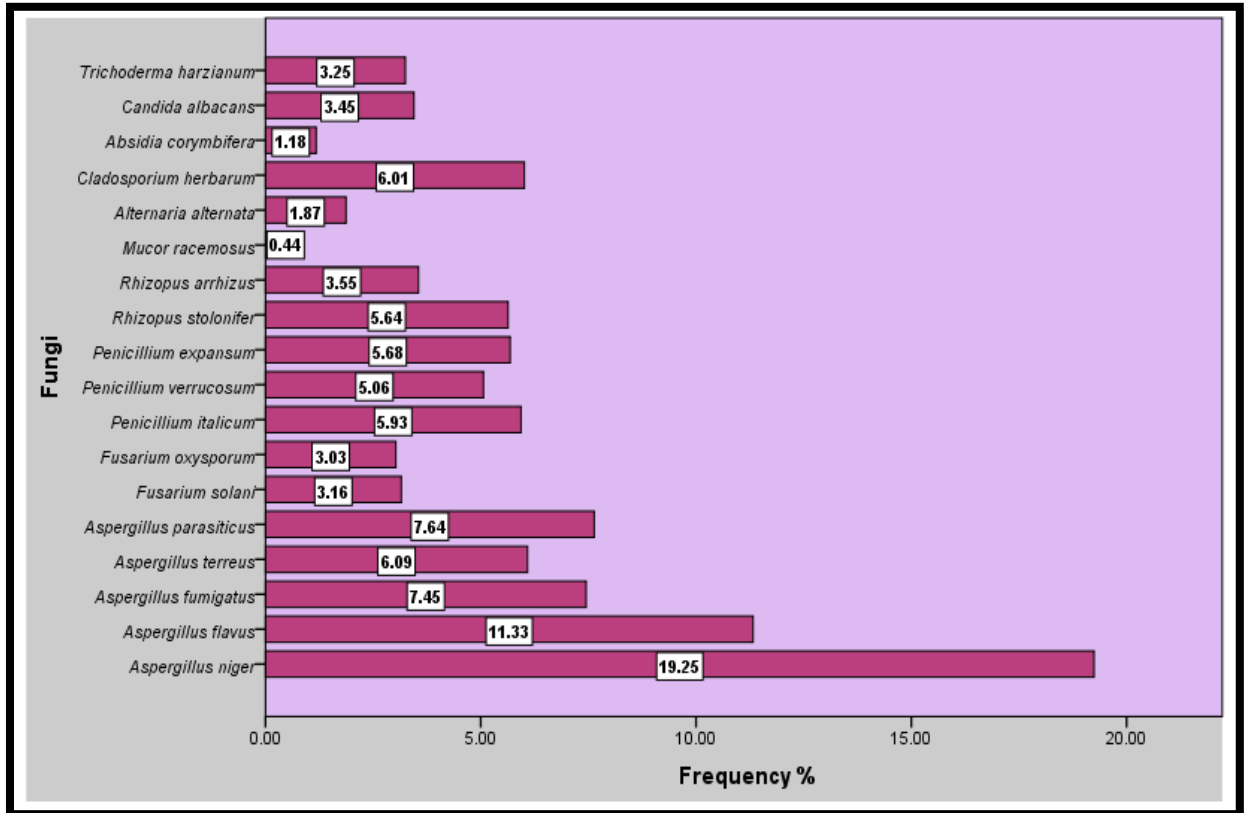
يتضح من الجدول (3-4) أن أقل معدل تردد 0.82% قد سجل للفطر *A. corymbifera* في المنطقة الصناعية خلال فصل الربيع، بينما أعلى معدل تردد 22.95% سجل هو للنوع *A. niger* في المنطقة الريفية خلال فصل الصيف ، ويبيّن الشكل (3-26) أن أعلى معدل عام للتردد كان للفطر *A. niger* 19.25% بينما أقل معدل وجد للفطر *A. corymbifera* 0.44% .



شكل (3-24) النسبة المئوية للمجاميع الفطرية خلال مدة الدراسة.



شكل (3-25) المعدل العام للنسبة المئوية لظهور الفطريات خلال مدة الدراسة.



شكل (3-26) المعدل العام للنسبة المئوية لتردد الفطريات خلال مدة الدراسة.

جدول (4-3) النسبة المئوية لظهور وتردد الفطريات خلال فصل الربيع ضمن مناطق الدراسة.

Species of fungi	Spring					
	Occurrence %			Frequency %		
	Rural	Urban	Industrial	Rural	Urban	Industrial
<i>Aspergillus niger</i>	43	52	34	16.96	13.38	14.5
<i>Aspergillus flavus</i>	35	47	32	9.54	11.62	10.96
<i>Aspergillus fumigatus</i>	33	40	30	5.22	6.61	8.14
<i>Aspergillus terreus</i>	24	39	20	5.96	6.31	5.97
<i>Aspergillus parasiticus</i>	30	43	28	5.06	7	6.66
<i>Fusarium solani</i>	42	12	8	6.8	2.62	2.99
<i>Fusarium oxysporum</i>	40	11	7	6.33	2.39	6.71
<i>Penicillium italicum</i>	30	35	23	4.75	5.77	6.51
<i>Penicillium verrucosum</i>	23	28	19	3.96	8.22	5.56
<i>Penicillium expansum</i>	22	33	17	3.64	5.46	5.29
<i>Rhizopus stolonifer</i>	28	35	20	4.35	6	5.7
<i>Rhizopus arrhizus</i>	11	23	7	2.37	3.46	2.71
<i>Mucor racemosus</i>	3	8	4	1.05	1.69	1.22
<i>Alternaria alternata</i>	30	12	3	8.75	2.46	4.09
<i>Cladosporium herbarum</i>	45	25	10	7.12	6.85	5.8
<i>Absidia corymbifera</i>	2	5	2	1.02	1.7	0.82
<i>Candida albicans</i>	21	38	9	3.16	5.92	3.66
<i>Trichoderma harzianum</i>	24	12	7	3.96	2.54	2.71
Total				100 %	100 %	100 %

جدول (5-3) النسبة المئوية لظهور وتردد الفطريات خلال فصل الصيف ضمن مناطق الدراسة.

Species of fungi	Summer					
	Occurrence %			Frequency %		
	Rural	Urban	Industrial	Rural	Urban	Industrial
<i>Aspergillus niger</i>	9	20	7	22.95	19.55	21.41
<i>Aspergillus flavus</i>	8	14	4	10.36	12.24	14.33
<i>Aspergillus fumigatus</i>	5	13	3	7.57	6.87	8.25
<i>Aspergillus terreus</i>	4	10	3	6.68	5.5	7.29
<i>Aspergillus parasiticus</i>	6	14	10	4.46	8.24	15.63
<i>Fusarium solani</i>	11	5	0	7.44	3.3	0
<i>Fusarium oxysporum</i>	12	4	0	6.55	2.75	0
<i>Penicillium italicum</i>	5	12	9	3.57	6.59	7.29
<i>Penicillium verrucosum</i>	3	10	2	2.68	5.49	5.31
<i>Penicillium expansum</i>	2	8	3	4.79	4.94	6.25
<i>Rhizopus stolonifer</i>	4	7	4	2.68	4.4	8.33
<i>Rhizopus arrhizus</i>	4	10	1	5.98	5.49	3.83
<i>Mucor racemosus</i>	0	0	0	0	0	0
<i>Alternaria alternata</i>	0	0	0	0	0	0
<i>Cladosporium herbarum</i>	14	5	0	8.93	5.3	0
<i>Absidia corymbifera</i>	2	5	1	1.79	3.3	2.08
<i>Candida albicans</i>	0	0	0	0	0	0
<i>Trichoderma harzianum</i>	5	11	0	3.57	6.04	0
Total				100 %	100 %	100 %

جدول (6-3) النسبة المئوية لظهور وتردد الفطريات خلال فصل الخريف ضمن مناطق الدراسة

Species of fungi	Autumn					
	Occurrence %			Frequency %		
	Rural	Urban	Industrial	Rural	Urban	Industrial
<i>Aspergillus niger</i>	36	48	27	17.08	20.15	21.68
<i>Aspergillus flavus</i>	28	43	24	12.45	9.95	11.62
<i>Aspergillus fumigatus</i>	26	38	22	6.24	7.25	9.34
<i>Aspergillus terreus</i>	19	36	13	3.73	6.8	6.37
<i>Aspergillus parasiticus</i>	23	40	19	4.78	7.7	8.49
<i>Fusarium solani</i>	38	10	4	9.46	2.72	2.55
<i>Fusarium oxysporum</i>	33	8	3	6.5	2.27	2.87
<i>Penicillium italicum</i>	22	30	13	4.59	6.07	6.37
<i>Penicillium verrucosum</i>	16	23	10	3.16	4.99	5.45
<i>Penicillium expansum</i>	18	29	11	5.63	5.98	5.52
<i>Rhizopus stolonifer</i>	23	32	12	4.78	6.35	5.73
<i>Rhizopus arrhizus</i>	7	21	5	2.1	3.63	2.76
<i>Mucor racemosus</i>	0	6	0	0	1.36	0
<i>Alternaria alternata</i>	23	9	0	4.78	2.36	0
<i>Cladosporium herbarum</i>	40	22	10	7.65	3.81	5.94
<i>Absidia corymbifera</i>	0	0	0	0	0	0
<i>Candida albicans</i>	15	32	6	2.96	6.35	3.19
<i>Trichoderma harzianum</i>	20	8	3	4.11	2.26	2.12
Total				100 %	100 %	100 %

جدول (7-3) النسبة المئوية لظهور وتردد الفطريات خلال فصل الشتاء ضمن مناطق الدراسة.

Species of fungi	Winter					
	Occurrence %			Frequency %		
	Rural	Urban	Industrial	Rural	Urban	Industrial
<i>Aspergillus niger</i>	19	23	15	21.11	20.42	21.76
<i>Aspergillus flavus</i>	14	19	13	11.22	10.47	11.14
<i>Aspergillus fumigatus</i>	11	15	12	8.4	6.94	8.56
<i>Aspergillus terreus</i>	10	14	10	5.24	6.25	6.95
<i>Aspergillus parasiticus</i>	12	17	11	7.71	7.87	8.02
<i>Fusarium solani</i>	0	0	0	0	0	0
<i>Fusarium oxysporum</i>	0	0	0	0	0	0
<i>Penicillium italicum</i>	11	14	9	6.79	6.48	6.42
<i>Penicillium verrucosum</i>	9	12	8	5.25	5.32	5.35
<i>Penicillium expansum</i>	8	13	8	6.01	7.79	6.88
<i>Rhizopus stolonifer</i>	9	14	9	6.42	6.48	6.42
<i>Rhizopus arrhizus</i>	4	9	3	3.71	3.94	2.67
<i>Mucor racemosus</i>	0	0	0	0	0	0
<i>Alternaria alternata</i>	0	0	0	0	0	0
<i>Cladosporium herbarum</i>	19	8	4	7.32	6.7	6.74
<i>Absidia corymbifera</i>	2	3	2	0.93	1.39	1.07
<i>Candida albicans</i>	9	15	5	4.64	6.71	4.81
<i>Trichoderma harzianum</i>	10	7	4	5.25	3.24	3.21
Total				100 %	100 %	100 %

3-1-6-2-البكتريا:

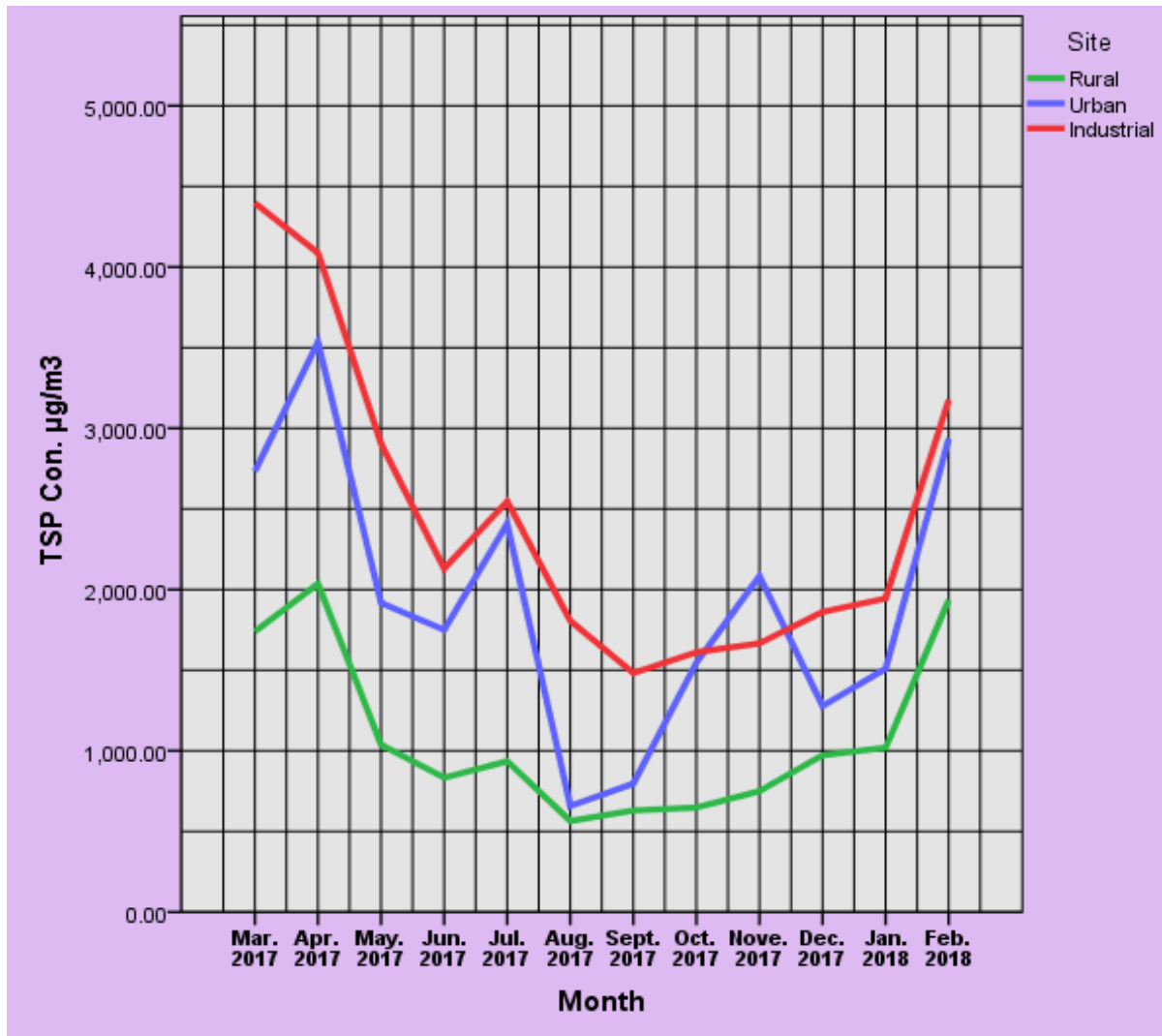
لقد تبين من خلال الفحوصات المختبرية تشخيص جنسين من البكتريا *Bacillus spp* و *Staphylococcus spp* ، الا أن ظهور الجنس الأخير كان قليلاً جداً مقارنة بالجنس الأول الذي ظهر بأعداد كبيرة خلال أشهر الدراسة، وأظهرت النتائج تبايناً واضحاً في أعداد المستعمرات عند مواقع الدراسة وكذلك خلال الأشهر، إذ تراوحت أعداد المستعمرات ما بين (0 – أكبر من 300) مستعمرة (جدول 3-8) على مستوى التخفيف 10^7 ، وكان أعلى معدل سجل لعدد المستعمرات (أكبر من 300) في نيسان وحزيران في المنطقة الريفية ومركز المدينة على التوالي، وبالمعدل ذاته خلال آب و أيلول في مركز المدينة وكذلك في كانون الثاني في المنطقة الصناعية، ولم تسجل النتائج أي ظهور في أشهر أيلول وتشرين الأول و تشرين الثاني وكانون الأول في المنطقة الريفية و أشهر أيار وحزيران وتموز وتشرين الثاني في المنطقة الصناعية وشهر كانون الثاني في مركز المدينة.

جدول (3-8) عدد المستعمرات لبكتريا *Bacillus spp* ضمن المناطق خلال مدة الدراسة

Month	CFU of <i>Bacillus spp</i> 10^7		
	Site		
	Rural	Urban	Industrial
Mar. 2017	32	42	35
Apr. 2017	>300	> 300	110
May. 2017	> 300	> 300	0
Jun. 2017	8	0	0
July 2017	47	> 300	0
Aug. 2017	26	>300	8
Sep. 2017	0	>300	0
Oct. 2017	0	0	31
Nov. 2017	0	37	0
Dec. 2017	0	0	15
Jan. 2018	1	15	>300
Feb. 2018	1	1	1

2-3-الدقائق العالقة الكلية TSP:

تراوحت معدلات الدقائق العالقة ما بين 546.81 ميكروغرام/م³ كأقل معدل سجل في المنطقة الريفية خلال آب و4397.57 ميكروغرام/م³ أعلى معدل سجل في المنطقة الصناعية خلال آذار (شكل 27-3)، وكان المعدل السنوي للدقائق العالقة خلال مدة الدراسة 1829.37 ميكروغرام/م³. دلت نتائج التحليل الاحصائي على وجود فروق معنوية بين المواقع وكذلك بين أشهر الدراسة، كما بيّن معامل الارتباط عن وجود علاقة ارتباط سالبة ضعيفة مع درجة الحرارة والكاميوم، بينما كانت علاقة الارتباط موجبة متوسطة مع الغبار المتساقط و ضعيفة مع سرعة الرياح والرطوبة النسبية وكمية الأمطار والكروم (جدول 9-3).



شكل (27-3) التغيرات الشهرية في دقائق الغبار العالق (ميكروغرام/م³) ضمن المناطق خلال مدة الدراسة.

جدول (9-3) معامل الارتباط البسيط بين الدقائق العالقة والعناصر الثقيلة والعوامل المناخية والغبار المتساقط.

Correlations										
	Pb	Cd	Ni	Cr	Temperature	Humidity	Rain	Wind	Dust fall	TSP
Pb	1	.326**	.179	.000	.056	-.051	.000	.029	-.005	.080
Cd		1	-.165	-.233*	-.189	.196*	.078	-.202*	-.559**	-.293**
Ni			1	-.118	-.323**	.307**	.082	-.440**	.023	.056
Cr				1	.104	-.126	-.072	.319**	.499**	.335**
Temperature					1	-.961**	-.463**	.493**	.259**	-.232*
Humidity						1	.628**	-.489**	-.265**	.284**
Rain							1	-.158	-.184	.420**
Wind								1	.456**	.336**
Dust fall									1	.585**
TSP										1

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

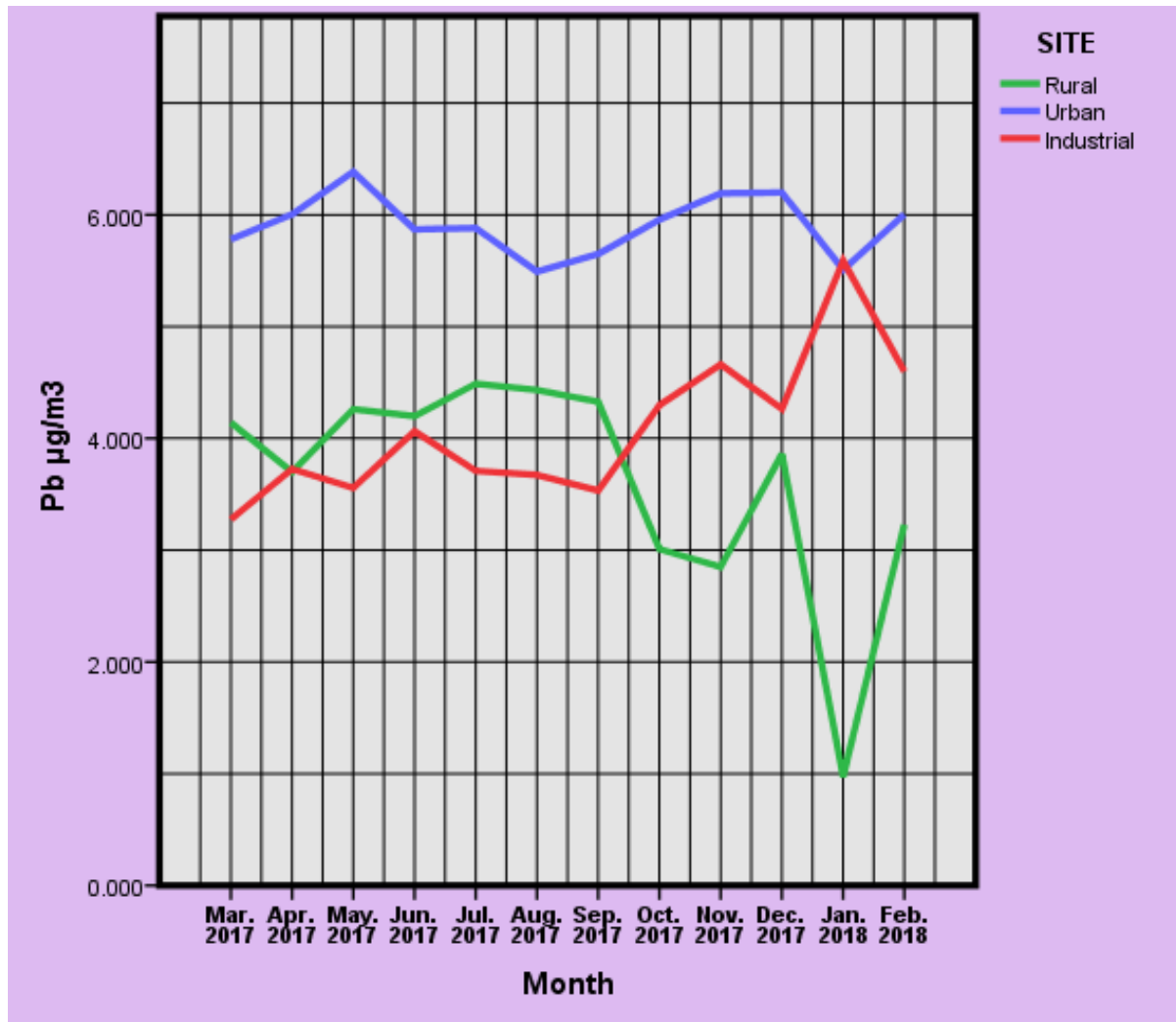
* . Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

3-3-العناصر الثقيلة في الدقائق العالقة:

الرصاص Pb :

أظهرت النتائج أن أقل معدل للرصاص سجل في المنطقة الريفية خلال شباط 0.973 ميكروغرام/م³، بينما سجل أعلى معدل في المدينة خلال أيار 6.385 ميكروغرام/م³ في مركز المدينة (شكل 3-28) وكان المعدل العام 4.537 ميكروغرام/م³.

بيّنت نتائج التحليل الاحصائي وجود فروق معنوية بين مواقع الدراسة وكذا بين أشهر الدراسة لكل موقع باستثناء مركز المدينة فلم تظهر النتائج أي فروق معنوية بين الأشهر، ودلت النتائج على وجود علاقة ارتباط بين الرصاص والكادميوم ولم تظهر النتائج أي علاقة ارتباط مع العوامل المناخية (جدول 9-3).

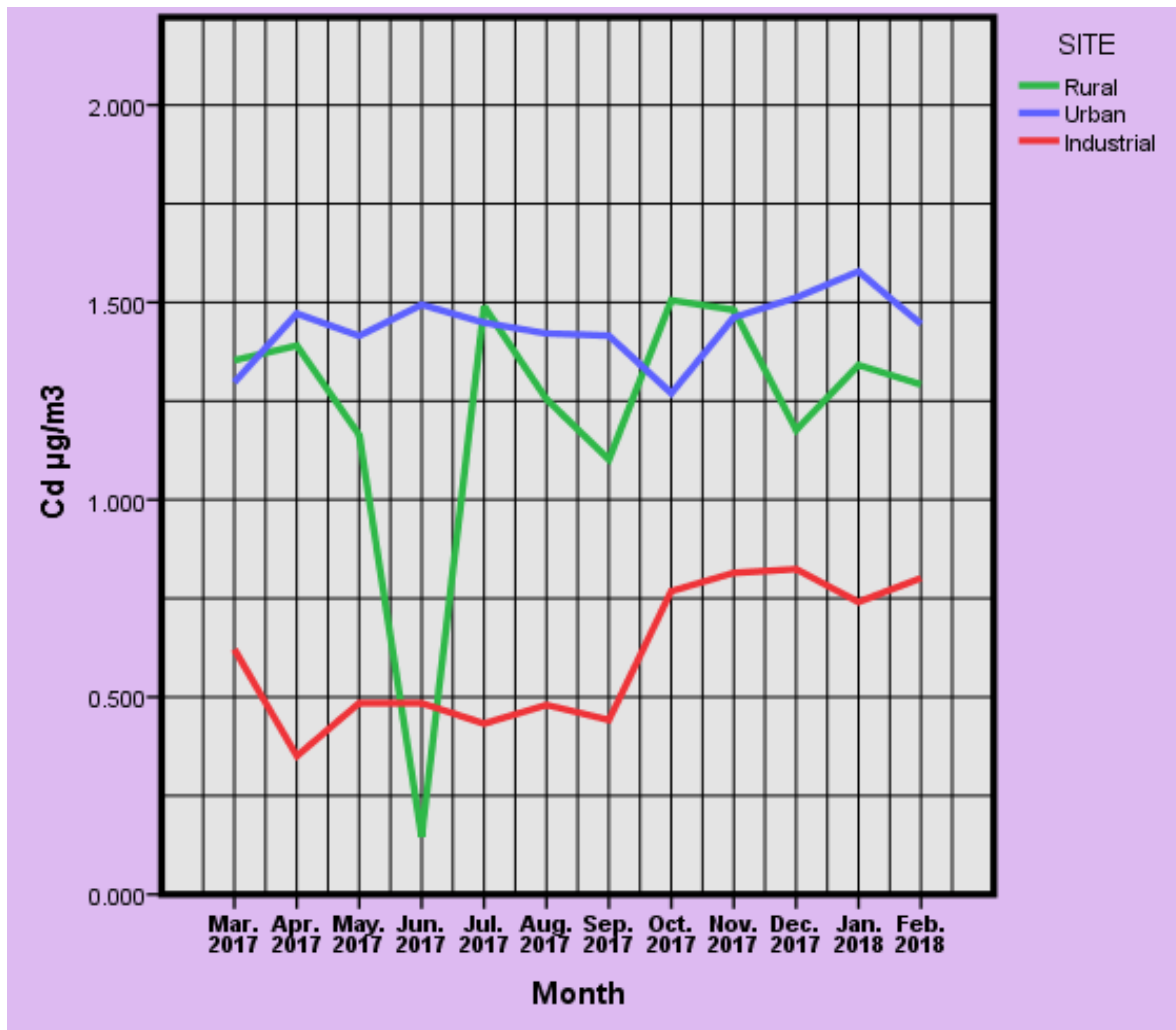


شكل (3-28) التغيرات الشهرية لتركيز الرصاص في الدقائق العالقة (ميكروغرام/م³) ضمن المناطق خلال مدة الدراسة.

الكاديوم Cd:

كان أقل معدل سجل للكاديوم في المنطقة الريفية خلال حزيران 0.145 ميكروغرام/م³ في حين سجل أعلى معدل في كانون الثاني في مركز المدينة 1.578 ميكروغرام/م³ (شكل 3-29) والمعدل العام للكاديوم كان 1.088 ميكروغرام/م³.

لقد تبين من خلال تحليل النتائج احصائياً وجود فروق معنوية بين المواقع وكذلك وجود فروق معنوية بين الأشهر ضمن المواقع ماعدا مركز المدينة، ودلت نتائج تحليل الارتباط عن وجود علاقة ارتباط سالبة مع الكروم وسرعة الرياح والغبار المتساقط والدقائق العالقة الكلية وموجبة مع الرطوبة (جدول 3-9).

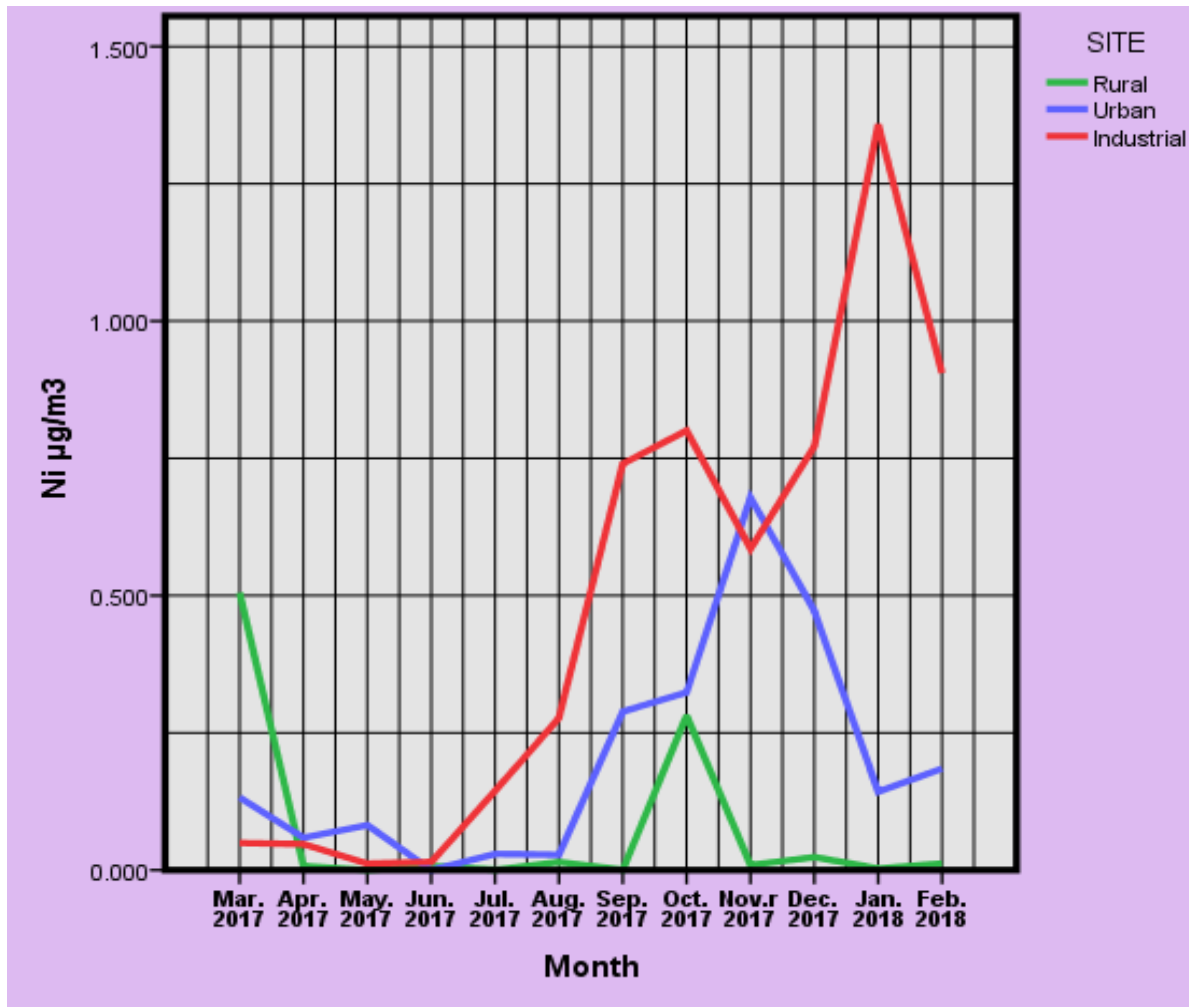


شكل (3-29) التغيرات الشهرية لتركيز الكاديوم في الدقائق العالقة (ميكروغرام/م³) ضمن المناطق خلال مدة الدراسة.

النیکل Ni:

تراوحت معدلات النيكل ما بين دون مستوى التحسس في المنطقة الريفية ومركز المدينة خلال أيار وحزيران على التوالي و1.358 ميكروغرام/م³ خلال كانون الثاني في المنطقة الصناعية وكان المعدل العام للنیکل 0.250 ميكروغرام/م³ (شكل 3-30).

أظهرت نتائج التحليل الاحصائي وجود فروق معنوية بين المواقع وكذا بين أشهر الدراسة لكل موقع بينما لم تسجل النتائج فروقاً معنوياً بين أشهر مركز المدينة. وبيّنت النتائج على وجود علاقة ارتباط سالبة مع درجة الحرارة وسرعة الرياح وموجبة مع الرطوبة (جدول 3-9).

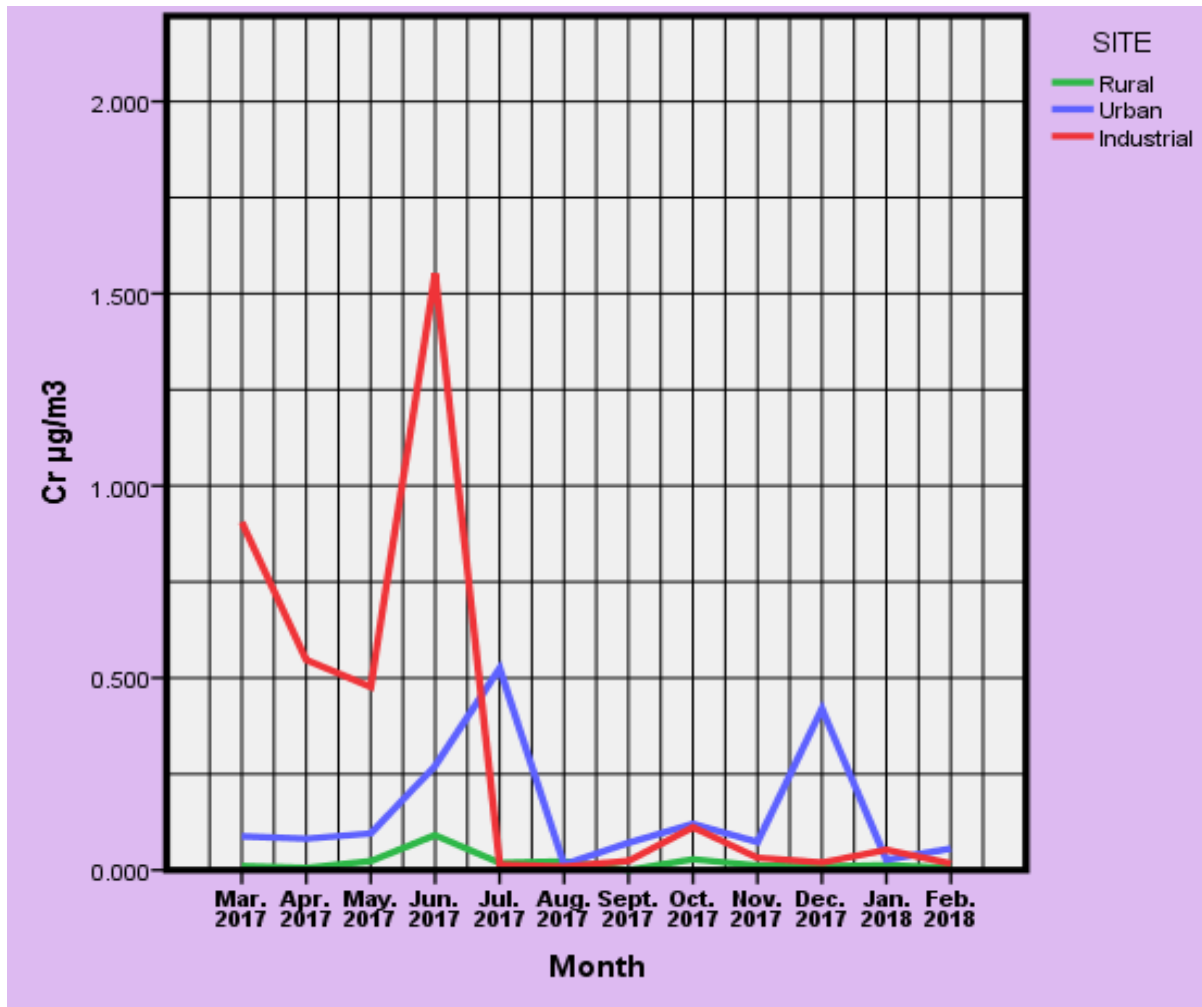


شكل (30-3) التغيرات الشهرية لتركيز النيكل في الدقائق العالقة (ميكروغرام/م³) ضمن المناطق خلال مدة الدراسة.

الكروم :Cr

تراوحت قيم معدلات الكروم ما بين دون مستوى التحسس - 1.552 ميكروغرام/م³ أقل وأعلى معدل سجل في المنطقة الريفية والصناعية خلال أيلول و حزيران على التوالي ، وكان المعدل العام 0.162 ميكروغرام/م³ (شكل 31-3).

أظهرت نتائج التحليل الاحصائي وجود فروق معنوية بين المواقع بينما لم تظهر النتائج أي فروق معنوية بين أشهر الدراسة في المنطقة الريفية ومركز المدينة بينما وجدت في المنطقة الصناعية، كما دلت نتائج تحليل عامل الارتباط عن وجود علاقة ارتباط سالبة مع الكادميوم بالمقابل أظهرت النتائج عن وجود علاقة ارتباط موجبة مع سرعة الرياح والغبار المتساقط والدقائق العالقة (جدول 3-9).



شكل (3-31) التغيرات الشهرية لتركيز الكروم في الدقائق العالقة (ميكروغرام/م³) ضمن المناطق خلال مدة الدراسة.

3-4- التحاليل الكيموحيوية للنباتات:

3-4-1- محتوى الكلوروفيل الكلي:

يظهر من الجدول (3-10) أن أقل معدل سجل لنبات الفيكس 0.12 ملغم/غم في المنطقة الصناعية خلال فصل الشتاء بينما كان أعلى معدل قد سجل للكلوروفيل 4.76 ملغم/غم في نبات اليوكالبتوس خلال فصل الصيف في المنطقة الريفية.

أظهرت نتائج التحليل الاحصائي فروق معنوية بين المواقع وبين فصلي الصيف والشتاء، كما أظهرت النتائج وجود علاقة ارتباط موجبة قوية مع الكاروتينات وضعيفة مع الاس الهيدروجيني ودليل تحمل تلوث الهواء وحامض الاسكوربيك، بينما كانت علاقة الارتباط سالبة ضعيفة مع الغبار المتساقط، (جدول 3-11).

جدول (10-3) محتوى الكلوروفيل ملغم/غم الكلي للنباتات المدروسة خلال فصلي الشتاء والصيف ضمن مناطق الدراسة.

Total chlorophyll (mg/g)	Summer				Winter			t-Test Summer and Winter
	Statistics	Rural	Urban	Industrial	Rural	Urban	Industrial	
<i>Z. spina christi</i>	Mean	1.50 a	1.27 b	1.10 c	1.39a	1.09 b	0.97 b	*
	S.D	0.09	0.03	0.03	0.11	0.12	0.07	
	Min.	1.43	1.23	1.06	1.30	0.95	0.91	
	Max.	1.60	1.29	1.13	1.51	1.18	1.04	
<i>C. lancifolius</i>	Mean	2.11 a	2.03 a	1.45 b	1.98a	1.31 b	0.97 c	**
	S.D	0.13	0.23	0.08	0.08	0.12	0.04	
	Min.	1.98	1.76	1.39	1.93	1.19	0.92	
	Max.	2.24	2.17	1.54	2.07	1.42	1.00	
<i>F. nitida</i>	Mean	2.06 a	1.85 a	0.17 b	2.08a	1.14 b	0.12 c	*
	S.D	0.03	0.57	0.01	0.08	0.15	0.00	
	Min.	2.03	1.25	0.16	2.01	0.97	0.12	
	Max.	2.09	2.38	0.17	2.17	1.24	0.12	
<i>D. viscosa</i>	Mean	3.01 a	2.46 b	0.47 c	2.11a	2.46 a	0.48 b	*
	S.D	0.03	0.30	0.06	0.06	0.33	0.01	
	Min.	2.98	2.14	0.42	2.05	2.09	0.48	
	Max.	3.04	2.71	0.53	2.17	2.73	0.49	
<i>E. camaldulensis</i>	Mean	4.76 a	4.62 a	1.96 b	4.52a	3.29 b	2.08 c	*
	S.D	0.17	0.39	0.18	0.69	0.12	0.03	
	Min.	4.56	4.17	1.76	3.89	3.17	2.04	
	Max.	4.88	4.85	2.12	5.25	3.41	2.10	
<i>N. oleander</i>	Mean	1.60 a	1.48 a	0.38 b	1.15a	1.09 a	0.34 b	*
	S.D	0.31	0.08	0.04	0.05	0.14	0.04	
	Min.	1.26	1.40	0.35	1.11	0.99	0.30	
	Max.	1.85	1.56	0.43	1.20	1.25	0.38	
<i>O.europaea</i>	Mean	2.88 a	2.63 a	1.02 b	2.33a	1.77 a	1.02 b	*
	S.D	0.04	0.37	0.11	0.13	0.15	0.10	
	Min.	2.84	2.24	0.91	2.20	1.63	0.91	
	Max.	2.92	2.98	1.12	2.46	1.93	1.12	

جدول (3-11) معامل الارتباط البسيط بين الصفات الكيموحيوية والغبار المتساقط على الأوراق.

Correlations							
	Total chlorophyll	pH	Relative Water Content	Ascorbic acid	Air Pollution Tolerant Index	Carotenoids	Dust deposition
Total chlorophyll	1	.484**	.173	.182*	.471**	.855**	-.404-**
pH		1	.331**	.427**	.722**	.445**	-.589-**
Relative Water Content			1	-.495-**	-.099	-.011	-.415-**
Ascorbic acid				1	.886**	.310**	.077
Air Pollution Tolerant Index					1	.508**	-.204-*
Carotenoids						1	-.337-**
Dust deposition							1
**. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).							
*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).							

3-4-2-الاس الهيدروجيني:

تراوحت معدلات الاس الهيدروجيني ما بين 4.83 – 8.37 أقل وأعلى معدل في نباتي الدودونيا واليوكالبتوس في المنطقة الصناعية والريفية خلال فصل الصيف والشتاء على التوالي (جدول 3-12). دلت نتائج التحليل الاحصائي على وجود فروق معنوية بين المواقع بينما لم تظهر أي فروق معنوية بين فصلي الصيف والشتاء، ووجدت علاقة ارتباط معنوية موجبة متوسطة مع دليل تحمل تلوث الهواء وضعيفة مع محتوى الماء النسبي وحامض الاسكوربيك والكاروتينات في حين وجدت علاقة ارتباط سالبة متوسطة مع الغبار المتساقط ((جدول 3-11)).

جدول (3-12) الاس الهيدروجيني للنباتات المدروسة خلال فصلي الشتاء والصيف ضمن مواقع الدراسة.

pH	Summer			Winter			t-Test Summer and Winter	
	Statistics	Rural	Urban	Industrial	Rural	Urban		Industrial
<i>Z. spina christi</i>	Mean	6.90 a	6.30ab	6.10 b	7.07 a	6.77 b	6.57 b	*
	S.D	0.20	0.62	0.10	0.15	0.06	0.31	
	Min.	6.70	5.60	6.00	6.90	6.70	6.30	
	Max.	7.10	6.80	6.20	7.20	6.80	6.90	
<i>C. lancifolius</i>	Mean	5.43 a	5.23 b	5.20 b	5.50 a	5.37 a	5.30 a	*
	S.D	0.15	0.06	0.00	0.10	0.31	0.10	
	Min.	5.30	5.20	5.20	5.40	5.10	5.20	
	Max.	5.60	5.30	5.20	5.60	5.70	5.40	
<i>F. nitida</i>	Mean	7.00 a	7.10 a	6.93 a	7.17 a	6.97 ab	6.70 b	*
	S.D	0.20	0.00	0.12	0.25	0.21	0.10	
	Min.	6.80	7.10	6.80	6.90	6.80	6.60	
	Max.	7.20	7.10	7.00	7.40	7.20	6.80	
<i>D. viscosa</i>	Mean	5.57 a	5.27 b	4.83 c	5.53 a	5.50 a	5.00 b	*
	S.D	0.15	0.12	0.15	0.32	0.26	0.10	
	Min.	5.40	5.20	4.70	5.30	5.20	4.90	
	Max.	5.70	5.40	5.00	5.90	5.70	5.10	
<i>E. camaldulensis</i>	Mean	8.30 a	7.67 b	7.37 c	8.37 a	8.20 a	7.60 b	*
	S.D	0.10	0.15	0.15	0.06	0.10	0.20	
	Min.	8.20	7.50	7.20	8.30	8.10	7.40	
	Max.	8.40	7.80	7.50	8.40	8.30	7.80	
<i>N. oleander</i>	Mean	6.23 a	6.20 a	6.03 a	6.53 a	6.20 ab	5.87 b	*
	S.D	0.06	0.10	0.21	0.35	0.10	0.15	
	Min.	6.20	6.10	5.80	6.20	6.10	5.70	
	Max.	6.30	6.30	6.20	6.90	6.30	6.00	
<i>O.europaea</i>	Mean	6.90 a	6.60 b	6.60 b	7.07 a	6.50 b	6.50 b	*
	S.D	0.10	0.10	0.00	0.15	0.20	0.30	
	Min.	6.80	6.50	6.60	6.90	6.30	6.20	
	Max.	7.00	6.70	6.60	7.20	6.70	6.80	

3-4-3-3 محتوى الماء النسبي (%):

كان أقل معدل للمحتوى المائي قد سجل 52.71 % لنبات الزيتون خلال فصل الصيف في المنطقة الصناعية في حين وجد أعلى معدل 95.05 % في نبات الفيكس في المنطقة الريفية خلال فصل الشتاء (جدول 3-13).

لقد بيّنت نتائج التحليل الاحصائي وجود فروق معنوية بين المواقع وكذلك بين فصلي الدراسة، كما أظهر معامل الارتباط وجود علاقة ارتباط موجبة ضعيفة مع الاس الهيدروجيني، بينما كانت علاقة الارتباط سالبة ضعيفة مع حامض الاسكوريك والغبار المتساقط (جدول 3-11).

جدول (3-13) محتوى الماء النسبي (%) للنباتات المدروسة خلال فصلي الشتاء والصيف ضمن مواقع الدراسة.

Relative Water Content (%)	Summer			Winter			t-Test Summer and Winter	
	Statistics	Rural	Urban	Industrial	Rural	Urban		Industrial
<i>Z. spina christi</i>	Mean	76.86 a	70.33 ab	65.73 b	82.68a	80.65 a	70.28 b	**
	S.D	1.63	2.79	5.38	3.00	3.82	5.36	
	Min.	75.05	67.71	60.35	79.44	77.77	64.55	
	Max.	78.22	73.26	71.11	85.37	84.98	75.18	
<i>C. lancifolius</i>	Mean	86.99 a	84.97 ab	83.38 b	88.00a	84.75 ab	80.12 b	*
	S.D	1.48	1.21	2.24	2.96	3.40	3.61	
	Min.	85.35	83.97	80.97	85.37	81.27	76.27	
	Max.	88.21	86.31	85.41	91.21	88.06	83.44	
<i>F. nitida</i>	Mean	93.49 a	92.70 a	89.27 b	95.05a	93.40 ab	90.37 b	*
	S.D	0.64	1.00	1.37	2.55	1.14	1.54	
	Min.	93.03	92.04	87.72	92.42	92.11	88.86	
	Max.	94.22	93.85	90.31	97.52	94.28	91.93	
<i>D. viscosa</i>	Mean	69.45 a	66.54 a	55.53 b	72.19a	70.53 a	55.53 b	*
	S.D	2.44	2.41	2.49	2.36	3.38	2.49	
	Min.	66.71	64.30	52.91	69.83	67.76	52.91	
	Max.	71.40	69.09	57.87	74.54	74.30	57.87	
<i>E. camaldulensis</i>	Mean	87.52 a	82.62 a	75.39 b	89.84a	85.32 b	84.54 b	**
	S.D	1.93	2.37	4.18	2.27	2.25	2.24	
	Min.	85.41	80.29	70.71	87.56	83.22	82.21	
	Max.	89.21	85.02	78.77	92.10	87.69	86.67	
<i>N. oleander</i>	Mean	77.80 ab	78.99 b	70.86 a	78.85a	80.17 a	75.63 a	*
	S.D	5.69	1.45	2.32	3.17	3.48	9.16	
	Min.	71.41	77.43	68.87	75.67	77.43	65.41	
	Max.	82.31	80.29	73.41	82.01	84.09	83.11	
<i>O.europaea</i>	Mean	60.15 a	56.85 a	52.71 b	62.39a	62.44 a	58.57 b	*
	S.D	2.08	1.59	1.32	1.28	2.74	4.62	
	Min.	58.32	55.14	51.39	61.34	59.72	55.02	
	Max.	62.41	58.29	54.03	63.82	65.20	63.79	

3-4-4-4-4-3- حامض الاسكوريك:

كان أقل معدل سجلته نتائج الدراسة لمحتوى حامض الأسكوريك لنبات الدفلى 1.14 ملغم/غم في المنطقة الريفية خلال فصل الصيف في حين أعلى معدل قد سجل في نبات الزيتون 17.14 ملغم/غم في المنطقة الصناعية خلال فصل الصيف أيضاً (جدول 3-14).

تبين من خلال تحليل النتائج احصائياً وجود فروق معنوية بين المواقع وبين فصلي الدراسة لبعض الأنواع، كما بين معامل الارتباط وجود علاقة ارتباط معنوية موجبة قوية مع دليل تحمل تلوث الهواء وضعيفة مع محتوى الكلوروفيل الكلي والاس الهيدروجيني والكاروتينات بينما كانت علاقة الارتباط سالبة ضعيفة مع محتوى الماء النسبي (جدول 3-11).

جدول (3-14) محتوى حامض الاسكوربيك ملغم/غم للنباتات المدروسة خلال فصلي الشتاء والصيف ضمن مواقع الدراسة.

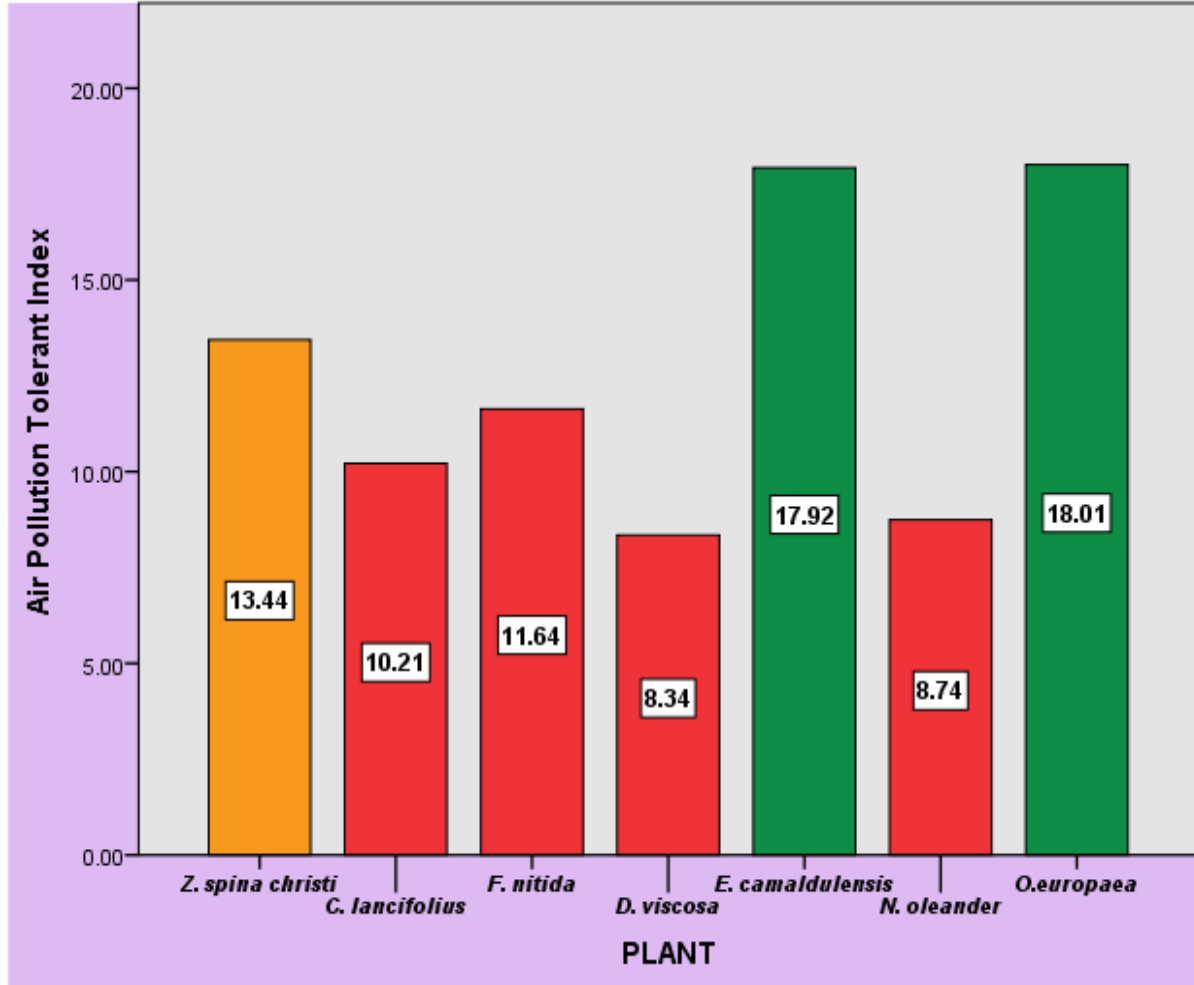
Ascorbicacid (mg/g)	Summer				Winter			t-Test Summer and Winter
	Statistics	Rural	Urban	Industrial	Rural	Urban	Industrial	
<i>Z. spina christi</i>	Mean	5.87 a	6.16 a	9.38 b	6.33a	8.00 b	10.62 c	*
	S.D	0.55	0.37	0.70	0.17	0.49	0.11	
	Min.	5.24	5.75	8.61	6.16	7.55	10.52	
	Max.	6.20	6.46	9.97	6.51	8.52	10.73	
<i>C. lancifolius</i>	Mean	1.50 a	2.05 ab	2.98 b	2.22a	3.11 b	3.37 b	**
	S.D	0.29	0.92	0.25	0.20	0.48	0.13	
	Min.	1.21	1.02	2.76	2.03	2.60	3.24	
	Max.	1.78	2.79	3.24	2.42	3.55	3.50	
<i>F. nitida</i>	Mean	2.26 a	2.49 b	2.80 c	3.51a	3.25 a	3.29 a	**
	S.D	0.13	0.11	0.04	0.05	0.25	0.07	
	Min.	2.11	2.43	2.76	3.46	3.02	3.22	
	Max.	2.35	2.62	2.84	3.56	3.52	3.36	
<i>D. viscosa</i>	Mean	2.19 a	2.44 b	2.81 c	2.30a	3.04 b	3.01 b	*
	S.D	0.08	0.07	0.06	0.06	0.18	0.02	
	Min.	2.11	2.36	2.75	2.25	2.86	2.99	
	Max.	2.27	2.50	2.86	2.37	3.21	3.03	
<i>E. camaldulensis</i>	Mean	6.01 a	7.40 a	10.86 b	6.35a	8.59 b	12.29 c	*
	S.D	0.22	1.02	1.70	0.06	0.15	0.61	
	Min.	5.78	6.60	9.78	6.29	8.42	11.60	
	Max.	6.21	8.54	12.82	6.42	8.70	12.77	
<i>N. oleander</i>	Mean	1.14 a	1.23 ab	1.29 b	1.28a	1.79 b	2.03 b	*
	S.D	0.06	0.04	0.07	0.02	0.24	0.11	
	Min.	1.10	1.19	1.21	1.26	1.57	1.90	
	Max.	1.21	1.26	1.35	1.30	2.04	2.10	
<i>O.europaea</i>	Mean	13.55 a	14.69 a	17.14 b	12.82a	12.91 a	13.45 b	**
	S.D	0.52	1.35	0.15	0.90	1.67	1.55	
	Min.	13.20	13.60	16.97	12.05	11.05	12.16	
	Max.	14.15	16.19	17.23	13.81	14.29	15.16	

3-4-5 دليل تحمل تلوث الهواء (APTI):

تراوحت قيم دليل تحمل تلوث الهواء ما بين 7.05-20.33 أقل وأعلى معدل لنباتي الدودونيا واليوكالتوس خلال فصلي الصيف والشتاء في المنطقة الصناعية على التوالي (جدول 3-15). واستناداً الى التصنيف المذكور سابقاً أنّ من بين الأنواع المدروسة وجد نوعان متحملان لتلوث الهواء (اليوكالتوس والزيتون) ونوع متوسط التحمل (الصدر) في حين كانت بقية الأنواع حسّاسة للتلوث (شكل 3-32). وبيّنت نتائج التحليل الاحصائي وجود فروق معنوية بين المواقع وبين فصلي الصيف والشتاء، وأظهر تحليل الارتباط وجود علاقة ارتباط موجبة قوية مع حامض الاسكوريك ومتوسطة مع الاس الهيدروجيني وضعيفة مع محتوى الكلوروفيل وسالبة ضعيفة مع الغبار المتساقط (جدول 3-11).

جدول (3-15) دليل تحمل تلوث الهواء للنباتات المدروسة خلال فصلي الشتاء والصيف ضمن مواقع الدراسة.

Air Pollution Tolerant Index	Statistics	Summer			Winter			t-Test Summer and Winter
		Rural	Urban	Industrial	Rural	Urban	Industrial	
<i>Z. spina christi</i>	Mean	12.62 ab	11.68a	13.33 b	13.62 a	14.34 ab	15.03 b	**
	S.D	0.46	0.43	0.68	0.26	0.73	0.32	
	Min.	12.09	11.18	12.69	13.45	13.77	14.67	
	Max.	12.94	11.97	14.05	13.92	15.17	15.30	
<i>C. lancifolius</i>	Mean	9.83 a	9.99a	10.32 a	10.46 a	10.56 a	10.13 a	*
	S.D	0.35	0.58	0.23	0.26	0.65	0.45	
	Min.	9.43	9.38	10.07	10.17	9.81	9.61	
	Max.	10.09	10.55	10.53	10.67	11.02	10.47	
<i>F. nitida</i>	Mean	11.39 a	11.50a	10.92 b	12.75 a	11.98 b	11.28 c	**
	S.D	0.08	0.08	0.12	0.24	0.23	0.07	
	Min.	11.30	11.42	10.81	12.48	11.72	11.21	
	Max.	11.45	11.58	11.04	12.89	12.14	11.36	
<i>D. viscosa</i>	Mean	8.83 a	8.54a	7.05 b	8.98 a	9.47 a	7.20 b	*
	S.D	0.21	0.17	0.24	0.20	0.29	0.24	
	Min.	8.58	8.34	6.77	8.79	9.15	6.93	
	Max.	8.98	8.65	7.23	9.20	9.70	7.40	
<i>E. camaldulensis</i>	Mean	16.60 a	17.35a	17.66 a	17.17 a	18.41 b	20.33 c	**
	S.D	0.41	1.43	1.16	0.33	0.36	0.19	
	Min.	16.25	16.26	16.67	16.81	18.01	20.13	
	Max.	17.05	18.97	18.93	17.43	18.70	20.52	
<i>N. oleander</i>	Mean	8.67 a	8.84a	7.92 b	8.87 a	9.32 a	8.82 a	*
	S.D	0.51	0.14	0.26	0.37	0.51	0.97	
	Min.	8.12	8.72	7.67	8.50	9.02	7.73	
	Max.	9.12	8.99	8.18	9.25	9.91	9.58	
<i>O.europaea</i>	Mean	19.27 a	19.25a	18.33 a	18.30 a	16.91a	15.98 a	**
	S.D	0.30	1.50	0.41	1.15	1.58	1.47	
	Min.	19.00	17.72	17.89	17.17	15.18	14.28	
	Max.	19.59	20.72	18.71	19.48	18.27	16.93	



شكل (3-32) المعدل العام لدليل تحمل تلوث الهواء (يمثل اللون الأخضر النباتات المتحملة للتلوث، يمثل اللون البرتقالي النباتات متوسطة التحمل للتلوث، واللون الأحمر النباتات الحساسة لتلوث الهواء)

3-4-6-الكاروتينات:

تراوحت معدلات الكاروتينات ما بين 0.18-1.01 ملغم/غم أقل وأعلى معدل لنباتي الفيكس واليوكالبتوس خلال فصلي الشتاء والصيف في المنطقة الصناعية والريفية على التوالي (جدول 3-16). كشفت نتائج التحليل الاحصائي عن وجود فروق معنوية بين المواقع، بينما لم تظهر أي فروق معنوية بين فصلي الدراسة باستثناء نبات الزيتون. وأظهرت النتائج وجود علاقة ارتباط موجبة قوية مع المحتوى الكلي للكلوروفيل ومتوسطة مع دليل تحمل تلوث الهواء وضعيفة مع الاس الهيدروجيني، بينما كانت سالبة ضعيفة مع الغبار المتساقط (جدول 3-11).

جدول (3-16) محتوى الكاروتينات ملغم/غم للنباتات المدروسة خلال فصلي الشتاء والصيف ضمن مناطق الدراسة.

Carotenoids (mg/g)	Statistics	Summer			Winter			t-Test Summer and Winter
		Rural	Urban	Industrial	Rural	Urban	Industrial	
<i>Z. spina christi</i>	Mean	0.43 a	0.40a	0.33 a	0.33 a	0.37 a	0.34 a	*
	S.D	0.05	0.04	0.07	0.01	0.01	0.08	
	Min.	0.38	0.36	0.25	0.32	0.36	0.25	
	Max.	0.47	0.44	0.37	0.34	0.39	0.40	
<i>C. lancifolius</i>	Mean	0.47 a	0.46a	0.29 b	0.50 a	0.44 a	0.35 b	*
	S.D	0.05	0.06	0.04	0.01	0.02	0.06	
	Min.	0.42	0.41	0.25	0.49	0.42	0.30	
	Max.	0.51	0.53	0.33	0.51	0.46	0.42	
<i>F. nitida</i>	Mean	0.50 a	0.50a	0.19 b	0.49 a	0.45 b	0.18 c	*
	S.D	0.10	0.09	0.02	0.01	0.02	0.01	
	Min.	0.40	0.42	0.16	0.47	0.43	0.17	
	Max.	0.60	0.59	0.21	0.50	0.47	0.19	
<i>D. viscosa</i>	Mean	0.59 a	0.55a	0.35 b	0.65 a	0.46 b	0.33 c	*
	S.D	0.10	0.09	0.04	0.01	0.04	0.01	
	Min.	0.49	0.45	0.32	0.64	0.42	0.31	
	Max.	0.70	0.60	0.40	0.67	0.48	0.34	
<i>E. camaldulensis</i>	Mean	1.01 a	0.88a	0.60 b	0.87 a	0.57 b	0.44 c	*
	S.D	0.17	0.12	0.01	0.02	0.04	0.03	
	Min.	0.82	0.77	0.58	0.85	0.53	0.42	
	Max.	1.11	1.00	0.61	0.89	0.61	0.48	
<i>N. oleander</i>	Mean	0.41 a	0.38a	0.29 a	0.37 a	0.32b	0.30 c	*
	S.D	0.13	0.08	0.05	0.01	0.02	0.01	
	Min.	0.31	0.28	0.24	0.36	0.30	0.29	
	Max.	0.56	0.44	0.33	0.37	0.34	0.30	
<i>O.europaea</i>	Mean	0.82 a	0.68a	0.60 a	0.57 a	0.44 a	0.36 a	**
	S.D	0.10	0.06	0.15	0.07	0.00	0.00	
	Min.	0.72	0.61	0.49	0.52	0.44	0.36	
	Max.	0.92	0.73	0.77	0.65	0.44	0.37	

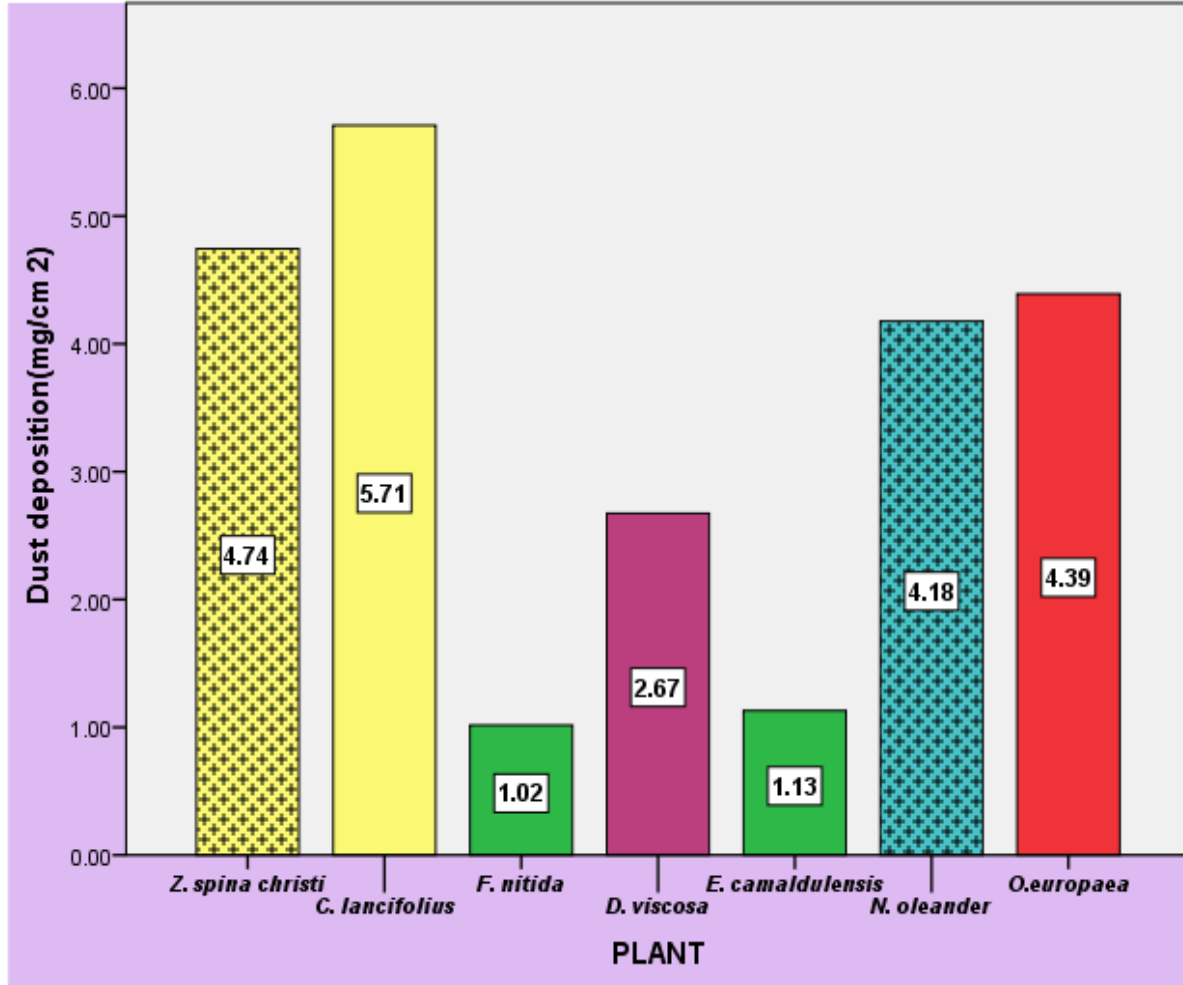
3-4-7- تقدير كمية الغبار المتساقط على الأوراق:

أظهرت نتائج الدراسة أن أقل معدل لكمية الغبار المتساقط على الأوراق 0.84 ملغم/سم² لنبات الفيكس في المنطقة الريفية خلال فصل الشتاء بينما كان أعلى معدل 6.45 ملغم/سم² لنبات الكونوكاريس في المنطقة الصناعية خلال فصل الشتاء (جدول 3-17).
 دلّت النتائج أن أكثر النباتات قدرة في ترسيب الغبار نبات الكونوكاريس يليه السدر في حين كان نبات الفيكس أقل قدرة في احتجاز ومراكمة الغبار (شكل 3-33).

تبيّن من خلال تحليل النتائج احصائياً وجود فروق معنوية موقعياً وزمانياً، وكان ترتيب النباتات بحسب قدرتها على مراكمة الغبار كما يأتي: الكونوكاريس < السدر < الدفلى < الزيتون < الدودونيا < اليوكالبتوس < الفيكس .

أظهر تحليل معامل الارتباط وجود علاقة ارتباط سالبة متوسطة مع الاس الهيدروجيني وضعيفة مع محتوى الكلوروفيل الكلي ومحتوى الماء النسبي ودليل تحمل تلوث الهواء والكاروتينات (جدول 3-11).
جدول (3-17) الغبار المتساقط ملغم/سم² على أوراق النباتات المدروسة خلال فصلي الشتاء والصيف ضمن مناطق الدراسة.

Dust deposition(mg/cm ²)		Summer			Winter			t-Test Summer and Winter
		Rural	Urban	Industrial	Rural	Urban	Industrial	
<i>Z. spina christi</i>	Mean	4.54 a	5.38 b	5.89 b	3.43 a	3.86 a	5.36 b	*
	S.D	0.51	0.16	0.29	0.33	0.21	0.19	
	Min.	4.00	5.21	5.60	3.19	3.62	5.20	
	Max.	5.01	5.53	6.18	3.80	4.03	5.57	
<i>C. lancifolius</i>	Mean	5.58 a	6.00 b	6.45 c	4.89 a	5.24 a	6.10 b	**
	S.D	0.13	0.11	0.16	0.11	0.18	0.33	
	Min.	5.43	5.88	6.30	4.79	5.09	5.77	
	Max.	5.69	6.10	6.62	5.01	5.44	6.42	
<i>F. nitida</i>	Mean	0.99 a	1.08 ab	1.22 b	0.84 a	0.94 ab	1.04 b	**
	S.D	0.04	0.07	0.10	0.11	0.04	0.06	
	Min.	0.95	1.01	1.11	0.71	0.90	0.99	
	Max.	1.02	1.15	1.31	0.91	0.97	1.11	
<i>D. viscosa</i>	Mean	2.00 a	2.46 b	4.13 c	1.88 a	2.11 a	3.46 b	*
	S.D	0.16	0.12	0.23	0.10	0.10	0.25	
	Min.	1.85	2.34	3.92	1.78	2.01	3.23	
	Max.	2.17	2.58	4.37	1.97	2.21	3.73	
<i>E. camaldulensis</i>	Mean	1.11 a	1.24 ab	1.32 b	0.96 a	1.02 ab	1.13 b	**
	S.D	0.09	0.14	0.06	0.06	0.08	0.07	
	Min.	1.03	1.10	1.27	0.89	0.95	1.08	
	Max.	1.20	1.37	1.39	1.01	1.10	1.21	
<i>N. oleander</i>	Mean	3.65 a	4.63 b	5.08 b	3.35 a	3.89 a	4.47 b	*
	S.D	0.40	0.39	0.25	0.20	0.17	0.41	
	Min.	3.20	4.27	4.82	3.18	3.71	4.08	
	Max.	3.98	5.05	5.31	3.57	4.04	4.89	
<i>O.europaea</i>	Mean	4.09 a	4.59 b	5.14 c	3.90 a	4.13 b	4.50 c	**
	S.D	0.30	0.21	0.11	0.27	0.07	0.25	
	Min.	3.79	4.43	5.02	3.60	4.07	4.22	
	Max.	4.39	4.83	5.24	4.11	4.21	4.70	



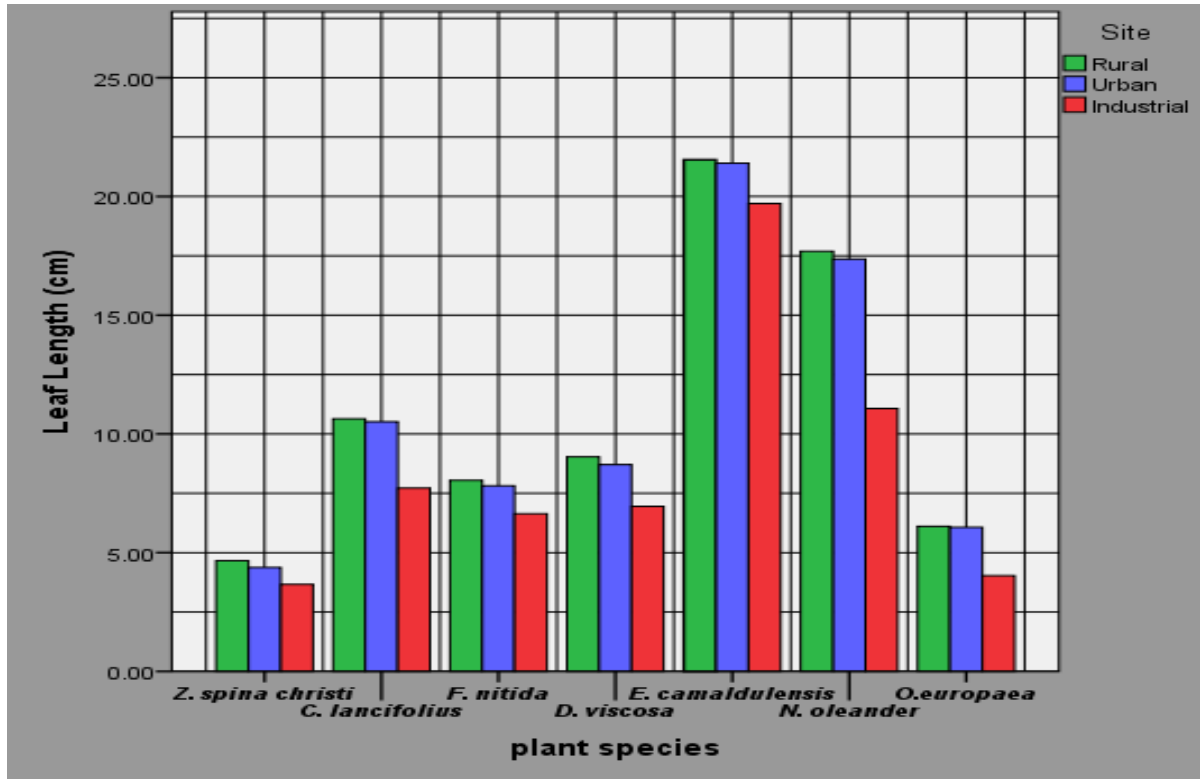
شكل (3-33) المعدل العام لكمية الغبار المتساقط (ملغم/سم²) لكل نوع نباتي تشير الألوان والنقوش المتشابهة الى عدم وجود فروق معنوية بينما تشير المختلفة الى وجود فروق معنوية بين كل نوع باستعمال اختبار دنكن للمدى المتعدد.

3-5- الصفات المظهرية للنبات

أظهرت النتائج بشكل عام تدرجاً في طول الورقة النباتية وعرضها وطول السويق وكذلك مساحة الورقة على الترتيب الآتي المنطقة الريفية > مركز المدينة > المنطقة الصناعية وكانت على النحو الآتي:

طول الورقة:

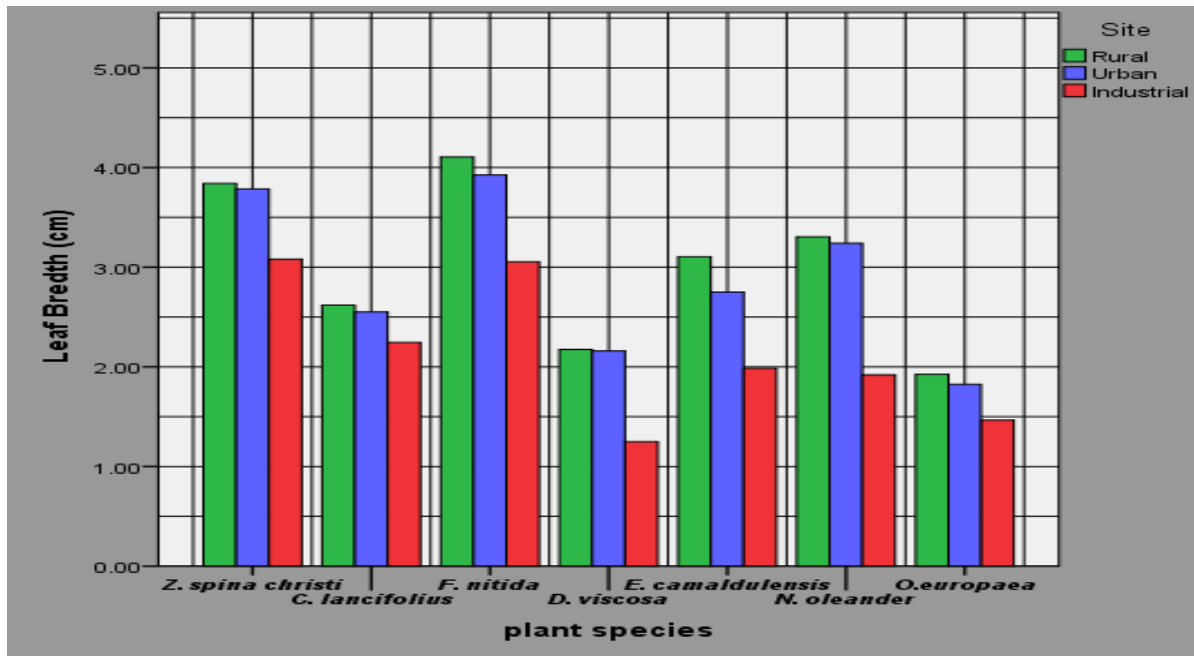
كان أقل طول للأوراق النباتية قد سجل لنبات الزيتون 4.035 سم في المنطقة الصناعية في حين سجل أعلى معدل لنبات اليوكالبتوس 21.454 سم في المنطقة الريفية (شكل 3-34).
بيّنت نتائج التحليل الاحصائي عدم وجود فروق معنوية بالنسبة لطول أوراق النباتات بين المنطقة الريفية ومركز المدينة، في حين وجدت فروق معنوية مع المنطقة الصناعية.



شكل (34-3) التغيرات في طول ورقة الأنواع النباتية ضمن مناطق الدراسة.

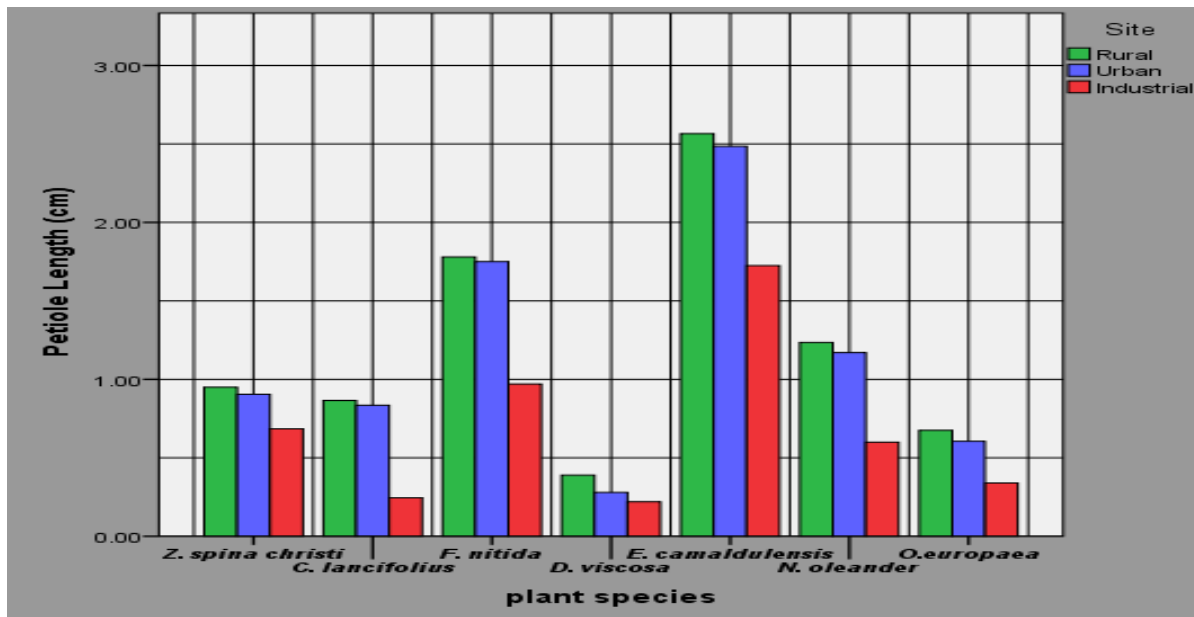
عرض الورقة:

تراوحت معدلات عرض أوراق النباتات ما بين 1.250 - 4.105 أقل وأعلى معدل سجل لنباتي الدودونيا والفيكس في المنطقة الصناعية الريفية على التوالي (شكل 3-35).
 لم تظهر نتائج التحليل الاحصائي أي فروق معنوية بين المنطقة الريفية ومركز المدينة بالنسبة لعرض أوراق الأنواع النباتية، بينما وجدت فروق معنوية مع المنطقة الصناعية باستثناء نبات اليوكالبتوس الذي وجدت له فروق معنوية بين جميع مواقع الدراسة.



شكل (3-35) التغيرات في عرض ورقة الأنواع النباتية ضمن مناطق الدراسة.
طول سويق الورقة:

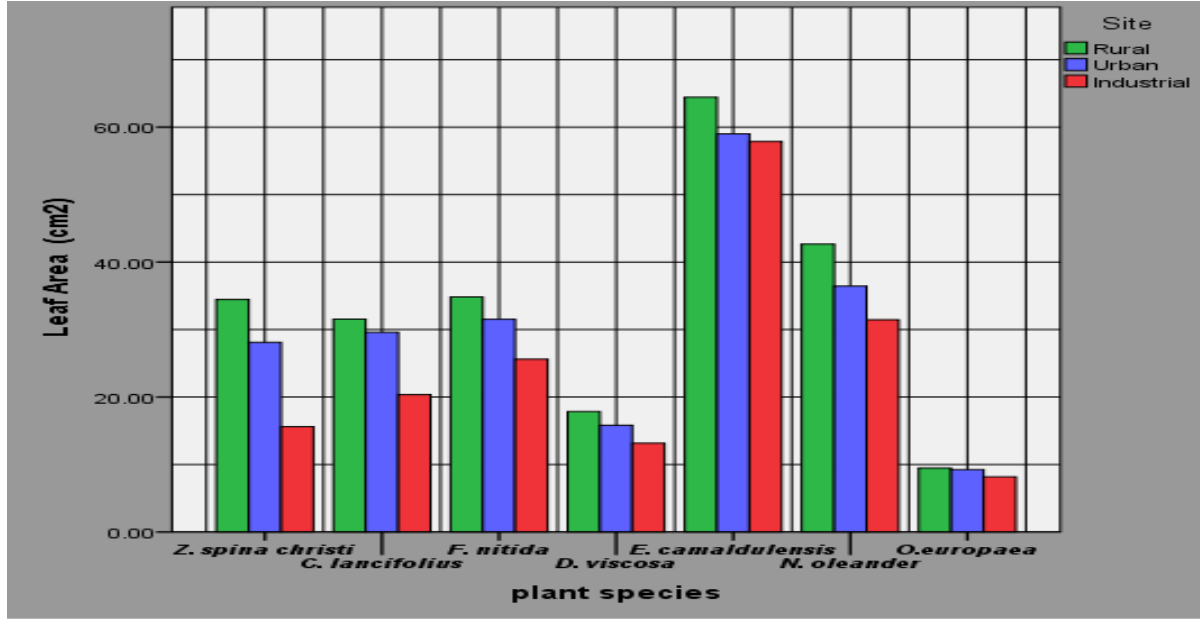
كان أقل وأعلى معدل سجل لطول سويق الأوراق 0.220 و 2.565 لنباتي الدودونيا واليوكالبتوس في المنطقة الصناعية والريفية على التوالي (شكل 3-36).
لم تظهر أي فروق معنوية عند تحليل النتائج احصائياً بين المنطقة الريفية ومركز المدينة بالنسبة لطول سويق الأوراق في حين وجدت فروق معنوية مع المنطقة الصناعية باستثناء نبات الدودونيا الذي لم تظهر النتائج أي فروق معنوية في جميع مواقع الدراسة.



شكل (3-36) التغيرات في طول سويق ورقة الأنواع النباتية ضمن مناطق الدراسة.

مساحة الورقة:

كان أقل معدل مساحة ورقية سجلت لنبات الزيتون 8.175 سم² في المنطقة الصناعية في حين أعلى معدل مساحة وجدت 64.425 سم² لنبات اليوكالبتوس في المنطقة الريفية (شكل 3-37).
دلّت نتائج التحليل الاحصائي على وجود فروق معنوية بين جميع المواقع بالنسبة لمساحة الورقة لنبات السدر، الفيكس، الدودونيا والدفلى، وأما بالنسبة لبقية الأنواع فلم تظهر النتائج فروق معنوية بين المنطقة الريفية ومركز المدينة، بينما وجدت فروق معنوية مع المنطقة الصناعية.



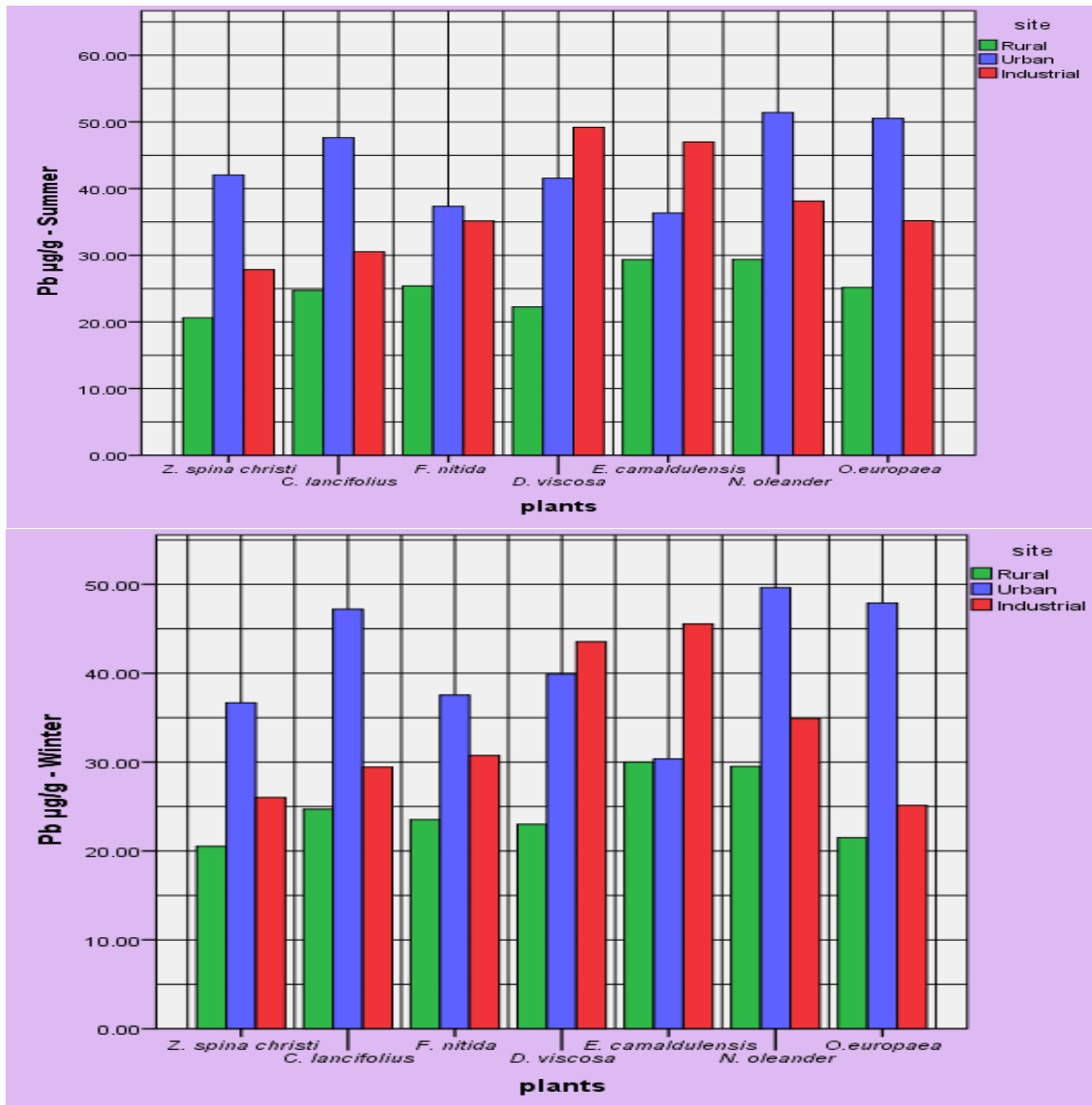
شكل (37-3) التغيرات في مساحة ورقة الأنواع النباتية ضمن مناطق الدراسة.

3-6- تركيز العناصر الثقيلة في النبات:

الرصاص Pb:

تراوحت معدلات تركيز الرصاص في أوراق النباتات ما بين 20.518 ميكروغرام/غم في نبات السدر في المنطقة الريفية خلال فصل الشتاء و 51.400 ميكروغرام/غم في نبات الدفلى في مركز المدينة خلال فصل الصيف (شكل 3-38).

أظهرت النتائج وجود فروق معنوية بين المواقع، فيما لم تظهر أي فروق معنوية بين النباتات وكذلك بين فصلي الصيف والشتاء، كما وجدت علاقة ارتباط معنوية موجبة متوسطة مع الكاديوم وضعيفة من النيكل (جدول 3-18)، وكان ترتيب الأنواع النباتية بحسب قدرتها في مراكمة الرصاص على النحو الآتي: الدفلى < الدودونيا < اليوكالبتوس < الزيتون < الكونوكاريس < الفيكس < السدر (جدول 3-19).



شكل (3-38) التغيرات في تركيز الرصاص في الأنواع النباتية في مناطق الدراسة خلال فصلي الصيف والشتاء. جدول (3-18) معامل الارتباط البسيط بين العناصر الثقيلة في النبات.

	Pb	Cd	Ni	Cr
Pb	1	.605**	.291**	.158
Cd		1	.272**	-.162
Ni			1	.157
Cr				1

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

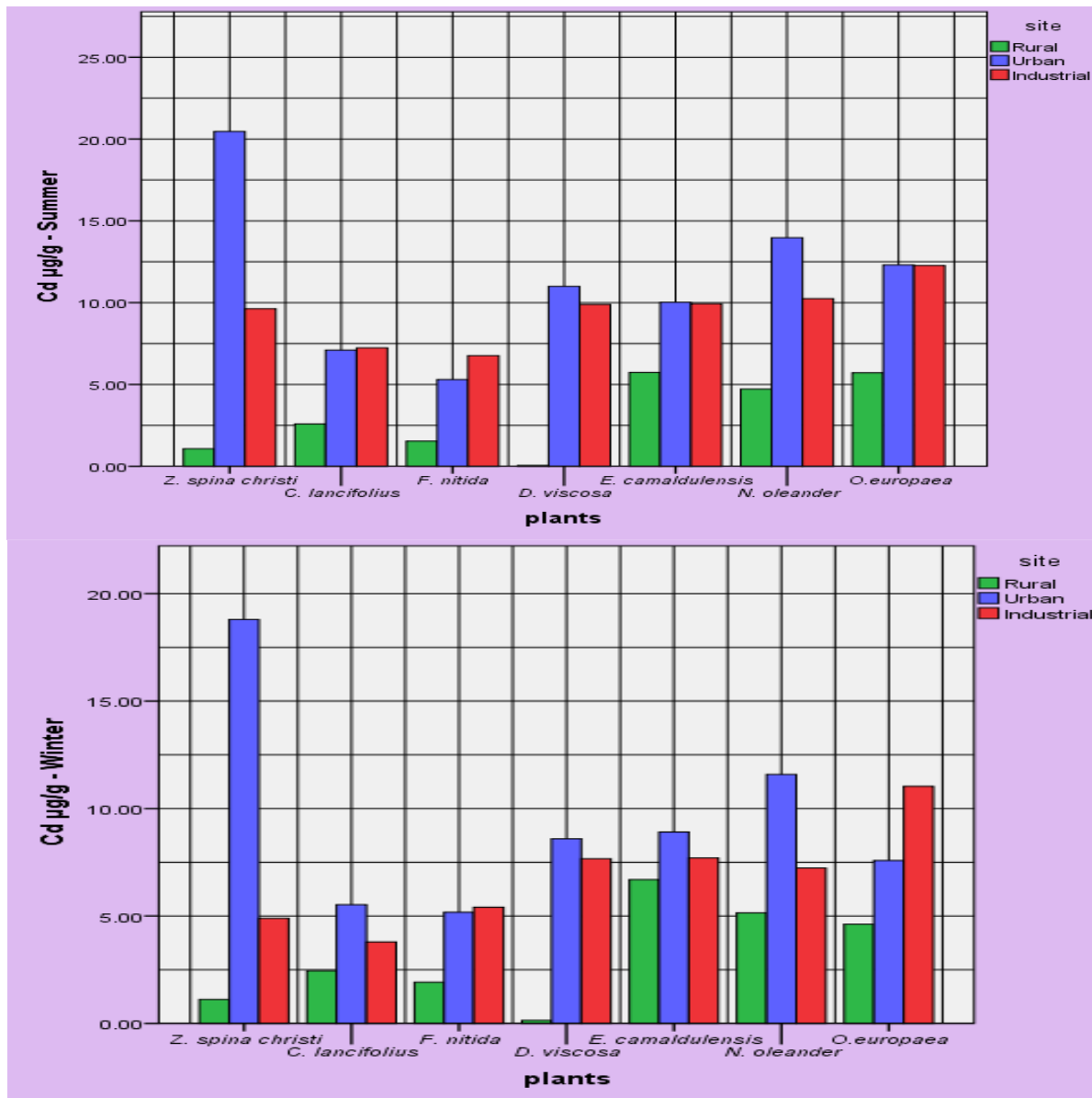
جدول (19-3) ترتيب النباتات المدروسة بحسب قدرتها على مراكمة العناصر الثقيلة.

Elements	Order of accumulation in studied plants							P value
	1	2	3	4	5	6	7	
Pb	<i>N. oleander</i>	<i>D. viscosa</i>	<i>E. camaldulensis</i>	<i>O. europaea</i>	<i>C. lancifolius</i>	<i>F. nitida</i>	<i>Z. spina christi</i>	0.426
Cd	<i>Z. spina christi</i>	<i>O. europaea</i>	<i>N. oleander</i>	<i>E. camaldulensis</i>	<i>D. viscosa</i>	<i>C. lancifolius</i>	<i>F. nitida</i>	0.050
Ni	<i>D. viscosa</i>	<i>N. oleander</i>	<i>E. camaldulensis</i>	<i>Z. spina christi</i>	<i>C. lancifolius</i>	<i>O. europaea</i>	<i>F. nitida</i>	0.633
Cr	<i>E. camaldulensis</i>	<i>C. lancifolius</i>	<i>D. viscosa</i>	<i>F. nitida</i>	<i>N. oleander</i>	<i>Z. spina christi</i>	<i>N. oleander</i>	0.000

الكاديوم Cd:

كان أقل معدل تركيز سجل للكاديوم 0.051 ميكروغرام/غم في نبات الدودونيا في المنطقة الريفية خلال فصل الصيف، بينما وجد أعلى معدل 20.461 ميكروغرام/غم في نبات السدر خلال فصل الصيف في مركز المدينة (شكل 3-39).

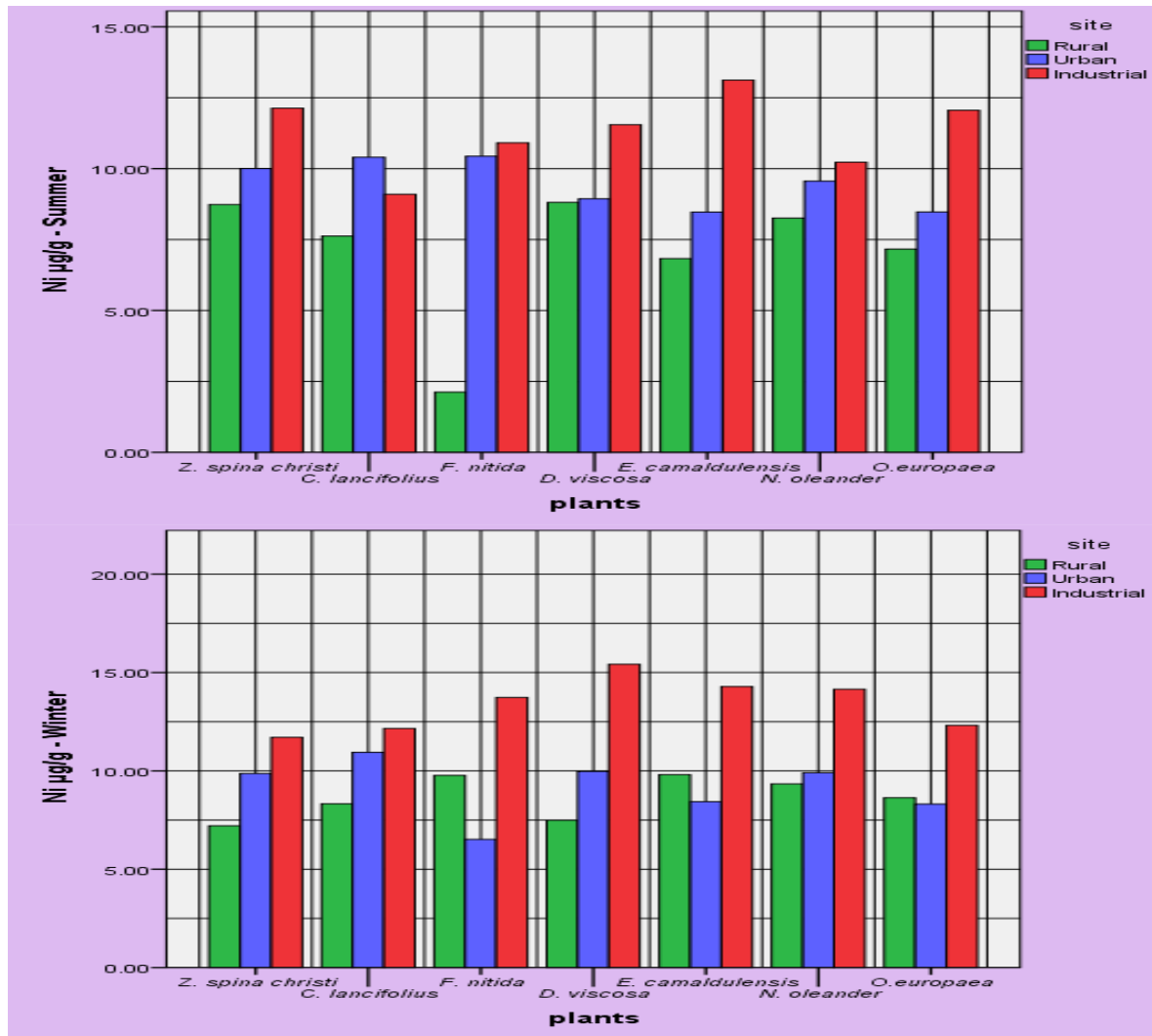
لم تظهر نتائج التحليل الاحصائي أي فروق معنوية بين فصلي الصيف والشتاء فيما دلت على وجود فروق معنوية بين المواقع وكذلك بين النباتات، وأظهرت نتائج معامل الارتباط وجود علاقة ارتباط معنوية موجبة متوسطة مع الرصاص وضعيفة مع النيكل (جدول 3-18)، وتفاوتت الأنواع النباتية في مراكمتها للكاديوم، لذا وجدت فروقاً معنوية بين الأنواع المدروسة وكانت ترتيبها من حيث المعدل العام كالاتي: السدر < الزيتون < الدفلى < اليوكالبتوس < الدودونيا < الكونكاريس < الفيكس (جدول 3-19).



شكل (3-39) التغيرات في تركيز الكاديوم في الأنواع النباتية في مناطق الدراسة خلال فصلي الصيف والشتاء.

النكل Ni:

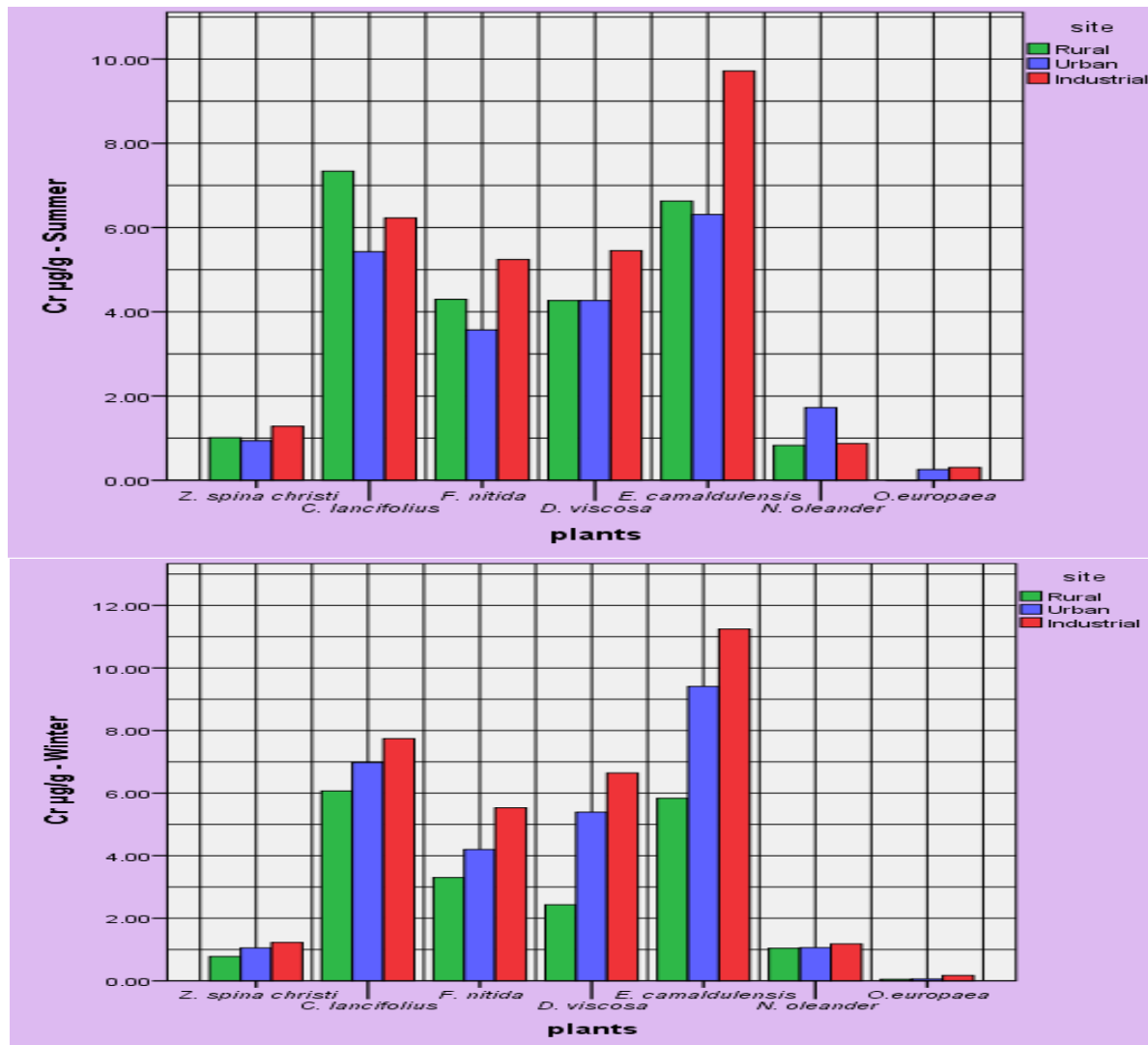
تراوحت معدلات تركيز النكل من 2.118 ميكروغرام/غم في نبات الفيكس خلال فصل الصيف في المنطقة الريفية الى 15.419 ميكروغرام/غم في نبات الدودونيا خلال فصل الشتاء في المنطقة الصناعية (شكل 3-40). وبيّنت النتائج وجود فروق معنوية بين المواقع وكذلك بين الشتاء والصيف فيما لم تظهر أي فروق معنوية بين النباتات، كما وجدت علاقة ارتباط موجبة ضعيفة مع الرصاص والكاديوم (جدول 3-18)، وكان ترتيبها بالنسبة للمعدل العام في مراكمة النكل بالشكل الآتي: الدودونيا < الدفلى < اليوكالبتوس < السدر < الكونوكاريس < الزيتون < الفيكس (جدول 3-19).



شكل (3-40) التغيرات في تركيز النيكل في الأنواع النباتية في مناطق الدراسة خلال فصلي الصيف والشتاء.

الكروم: Cr

سجلت النتائج أقل وأعلى معدل تركيز للكروم في نبات الزيتون واليوكالبتوس 0.002-1.240 ميكروغرام/غم خلال فصلي الصيف والشتاء في المنطقة الريفية والصناعية على التوالي (شكل 3-41). أظهرت نتائج التحليل الاحصائي وجود فروق معنوية بين المواقع وبين فصلي الصيف والشتاء وكذلك بين النباتات، ولم تظهر النتائج أي علاقة ارتباط معنوية للكروم مع بقية العناصر (جدول 3-18)، ومن حيث المعدل العام بالنسبة لقدرة الأنواع النباتية في مراكمه عنصر الكروم فقد جاءت على النحو الآتي: اليوكالبتوس < الكونوكاريس < الدودونيا < الفيكس < الدفلى < السدر < الزيتون (جدول 3-19).

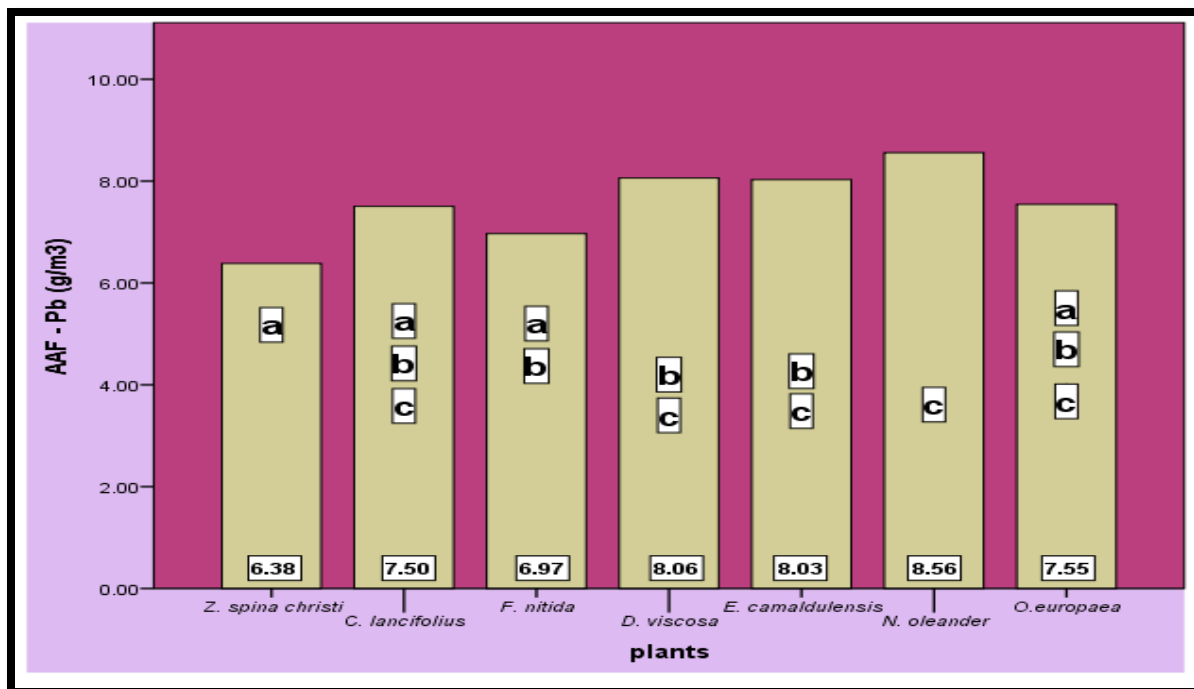


شكل (3-41) التغيرات في تركيز الكروم في الأنواع النباتية في مناطق الدراسة خلال فصلي الصيف والشتاء.

7-3- عامل التراكم الهوائي AAF :

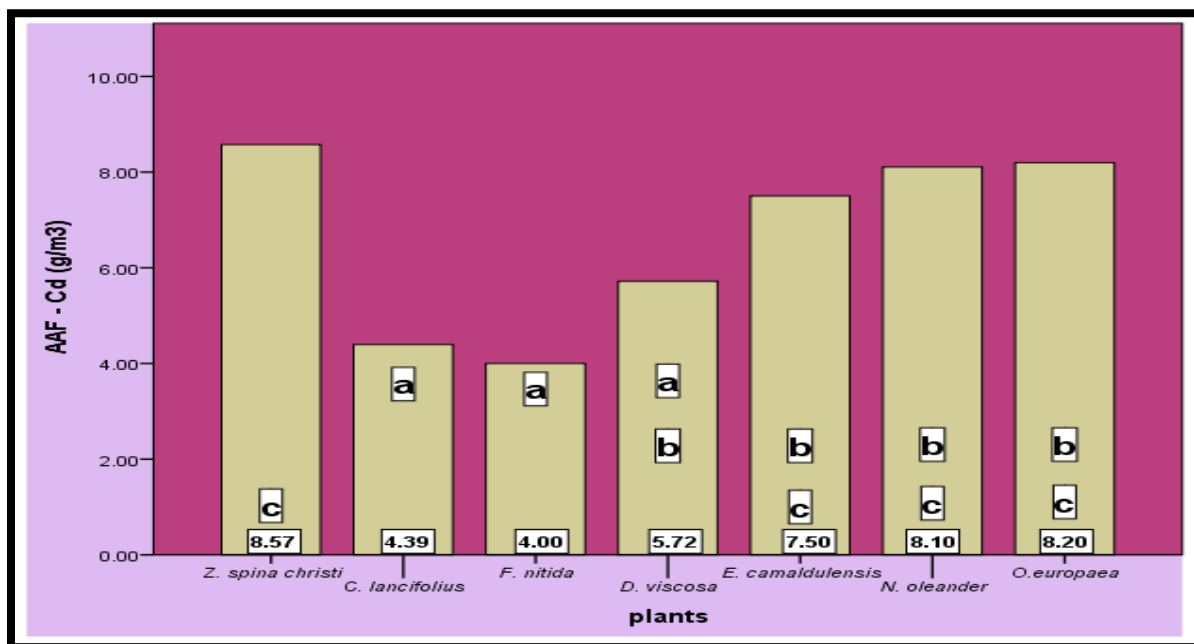
عامل التراكم الهوائي للرصاص Pb:

أظهرت نتائج الدراسة أن أقل معدل لعامل تراكم الرصاص الهوائي في النباتات كان 6.38 غم/م³ بينما سجل أعلى معدل 8.56 غم/م³ (شكل 3-42)، واستناداً إلى تحليل دنكن للمدى المتعدد أظهرت النتائج أن أكثر نبات قدرة في مراكمة الرصاص الجوي هو نبات الدفلى يليه في الرتبة الثانية الدودونيا واليوكالبتوس.



شكل (3-42) عامل التراكم الهوائي للرصاص (غم/م³) لأنواع النباتات المدروسة.
عامل التراكم الهوائي للكاديوم Cd :

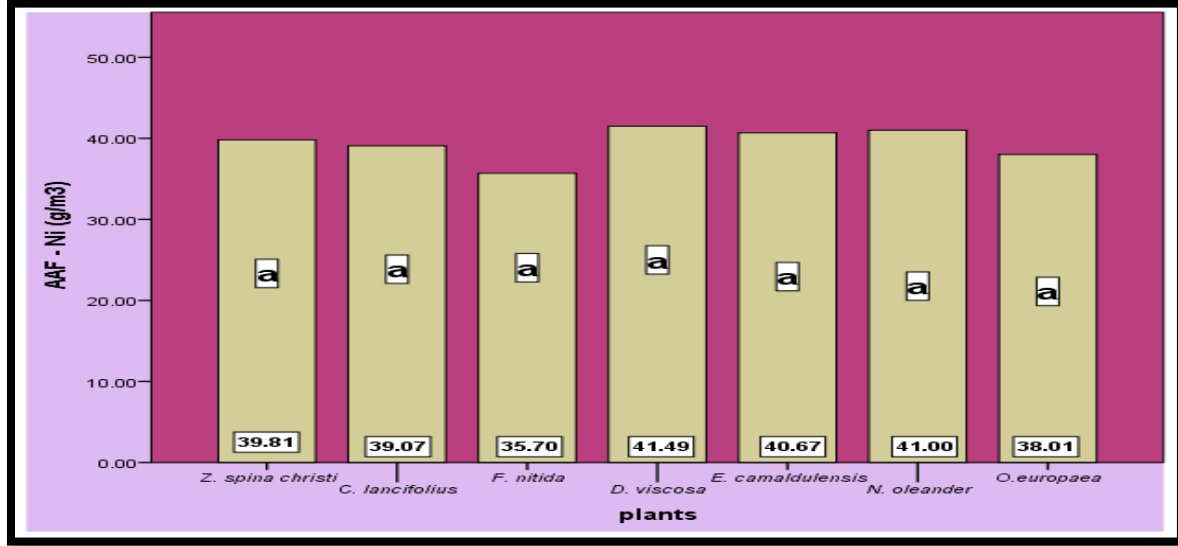
تراوحت معدلات عامل التراكم الهوائي للكاديوم ما بين 8.57-4.00 غم/م³ أقل وأعلى معدل في النباتات المدروسة (شكل 3-43)، وأظهرت نتائج اختبار دنكن أن نبات السدر كان أقدر الأنواع النباتية في مراكمة الكاديوم يليه نباتي الزيتون والدفلى.



شكل (3-43) عامل التراكم الهوائي للكاديوم (غم/م³) لأنواع النباتات المدروسة.

عامل التراكم الهوائي للننكل Ni:

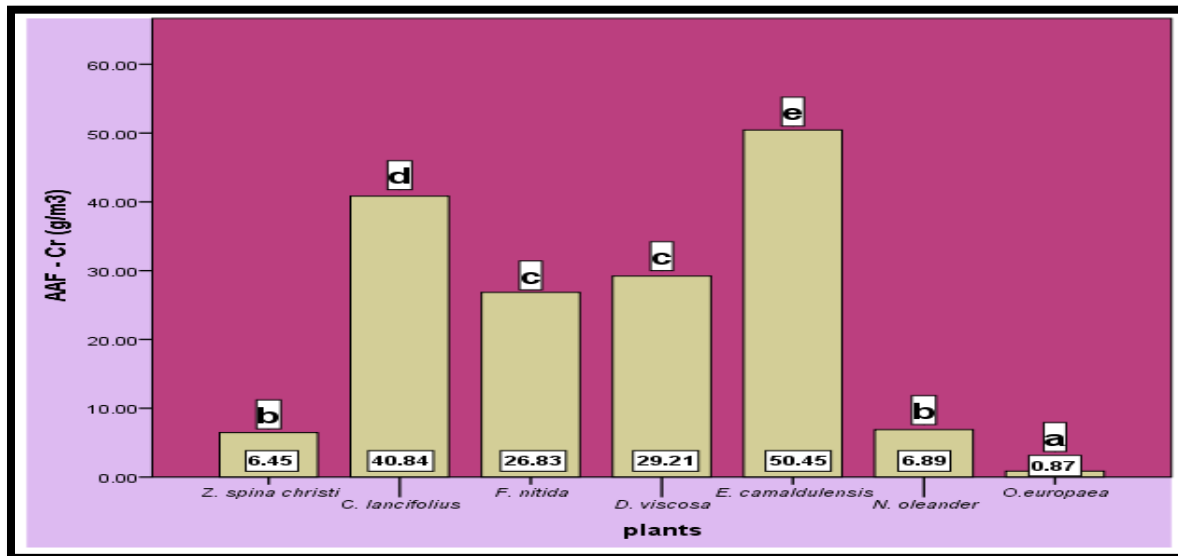
كان أقل معدل لعامل تراكم الننكل الهوائي هو 35.70 غرام/م³ في حين سجل أعلى معدل غم/م³ 41.49 غم/م³ (شكل 3-44) للأنواع النباتية ولم تظهر نتائج التحليل الاحصائي أي فروق معنوية بين الانواع النباتية المدروسة.



شكل (3-44) عامل التراكم الهوائي للننكل (غم/م³) للأنواع النباتية المدروسة.

عامل التراكم الهوائي للكروم Cr:

أظهرت نتائج الدراسة أن أقل معدل لعامل تراكم الكروم الهوائي هو 0.87 غم/م³ بينما سجل أعلى معدل 50.45 غم/م³ (شكل 3-45)، ومن خلال تحليل النتائج احصائياً تبين أن أقدر نوع نباتي في مراكمة الكروم هو نبات اليوكالبتوس يليه نبات الكونوكاريس ثم نباتي الدودونيا والفيكس.



شكل (3-45) عامل التراكم الهوائي للكروم (غم/م³) للأنواع النباتية المدروسة.

Chapter Four الفصل الرابع

Discussion المناقشة

4-1-الغبار:

4-1-1-الغبار المتساقط الكلي:

يتضح من نتائج الدراسة المؤكدة بمعنوية تحليل التباين بين المواقع وجود تأثير ملحوظ لكل موقع على كمية الغبار المتساقط الكلي، إذ كانت أعلى كمية غبار متساقط هي في المنطقة الصناعية تلاها مركز المدينة وانخفاض واضح في المنطقة الريفية، ويمكن أن يعزى ذلك الى طبيعة الأنشطة المكونة للغبار في المنطقة الصناعية بسبب ازدياد الانبعاثات الصادرة من المصانع والورش وعدم اكساء أغلب الشوارع والتي تتراكم فيها المخلفات الصناعية والتي غالباً ما تثار بوسائط النقل، ويرجع انخفاض كمية الغبار في مركز المدينة مقارنة بالمنطقة الصناعية الى قلة الأنشطة الصناعية مقارنة بها وارتفاع أبنيتها التي تعد حواجز صد للغبار، ويتضح جلياً دور الغطاء النباتي في المنطقة الريفية على خفض كمية الغبار إذ تلعب النباتات حواجز صد طبيعية للعواصف الغبارية مضافاً لاحتجازها دقائق الغبار العالقة في الجو على سطوحها (Singh and Tripathi, 2007).

يرجع وجود فروق معنوية بين الأشهر الى تأثير العوامل المناخية وبالخصوص العواصف الغبارية، لذا ارتفعت كمية الغبار المتساقط خلال شهر آذار ونيسان وأيار والتي شهدت تكراراً للعواصف الغبارية والغبار المتصاعد، وتمتاز هذه الأشهر في العراق بارتفاع معدلات الظواهر الغبارية والتي سجلت ارتفاعاً في نتائج دراسات متعددة (وزارة البيئة، 2009 ; الكواز وآخرون، 2011 ; جابك، 2012) ، كذلك ارتفعت كمية الغبار في أشهر الصيف مقارنة بالخريف والشتاء وهذا ما أكده معامل الارتباط إذ وجد ارتباط معنوي موجب مع درجات الحرارة وسرعة الرياح، وهما عاملان أساسيان في ازدياد كمية الغبار المتساقط فكلما ارتفعت درجة الحرارة ازدادت نسبة التبخر وقلت اوزان الدقائق الى مستوى تكون الرياح قادرة على اثارها ونشرها في الهواء، كما أن عوامل التنقية الذاتية التي يسلكها الغلاف الجوي في تنقيته من الشوائب تلعب دوراً هاماً في ذلك من خلال عوامل الترسيب الجاف بسبب الجاذبية، لذا وجدت علاقة ارتباط موجبة معنوية بين دقائق الغبار المتساقط والدقائق العالقة الكلية إذ تميل الدقائق الصغيرة الى التفاعل فيما بينها مكونة دقائق كبيرة تمتلك سرعة ترسيب أكبر، بالمقابل تتأثر كمية الغبار المتساقط بالرطوبة النسبية من خلال وجود علاقة ارتباط معنوية سالبة ، لذا انخفضت كمية الغبار في هذه الأشهر، وقد توافقت نتائج عامل الارتباط مع بعض الدراسات (Biglari et al., 2017). تجاوز

المعدل العام السنوي للغبار المتساقط 36.74 غرام/م² المحددات البريطانية 6 غرام/م² و النيوزيلندية 4 غرام/م²، ويعد تجاوز الغبار المتساقط في بيئة المدن 7 غرام/م² زيادة مفرطة يلزم الحد منها (VanLoon and Duffy, 2011)، ويتضح من مقارنة نتائج الدراسة مع دراسات سابقة (جدول 4-1) كانت أقل مما سجلته وزارة البيئة لمحافظة كربلاء في العام 2009 ومتفاوتة مع بقية المحافظات ، بينما كانت قريبة مما سجله جابك (2012) في محافظة بابل، ويرجع هذا التذبذب بالدرجة الأساس الى العوامل المناخية وبالخصوص كمية الأمطار وارتفاع درجات الحرارة والى الطبيعة الجغرافية لكل محافظة، كذلك يلعب ازدياد الأنشطة البشرية من سنة وأخرى بين المحافظات دوراً في هذا التفاوت، ولذات الأسباب كانت كمية الغبار المتساقط أقل مما سجل في الكويت وأعلى مما سجل في ايران.

جدول(4-1) المعدل السنوي للغبار المتساقط ومقارنته بالنتائج المحلية والعالمية والمحددات الدولية.

Provinces of Iraq	Dust Fall g/m ²	Reference / Iraqi Studies
Nineveh	32	(وزارة البيئة، 2009)
Kirkuk	67	
Salah Al-Deen	167	
Dyala	17	
Anbar	30	
Baghdad	34	
Babil	40	
Wasit	33	
Kerbala	50	
Diwanyia	23	
Najaf	44	
Muthana	32	
Misan	19	
Thiqar	74	
Basra	25	(جابك، 2012) 2009* - 2010**
Babil	37.53* 41.55**	
Nineveh	12.80*	(Ahmed, 2016) 2012*
Kirkuk	44.40*	
Salah Al-Deen	57.00*	
Kerbala	36.74	The present study (2017-2018)
Reference / International Studies		
Kuwait	53.00	(Al-Awadhi and AlShuaibi, 2013)
Iran	14.41	(Malakootian <i>et al.</i> , 2013)
UK Standard 1996	9.00	(Porteous, 2013)
New Zealand Standard 1994	4.00	(MfE, 1994)

4-1-2- التحليل المظهري:

اختلفت دقائق الغبار في أشكالها في جميع مواقع الدراسة والفصول وأغلبها بأشكال غير منتظمة وغير متجانسة ويرجع ذلك الى اختلاف مصادر الغبار وتركيبه، والغبار الطبيعي يكون بأشكال غير منتظمة (Buseck *et al.*, 2000) وغالباً ما يعتمد شكل الدقائق على تركيب وصفات العناصر المكونة لها، عمرها الزمني والنقل في الغلاف الجوي (Satsangi and Yadav, 2014)، تكون الدقائق الناتجة من الاحتراق بأشكال مختلفة وبصورة عامة فإنّ الدقائق الكروية الشكل تتكون نتيجةً للتفاعلات الثانوية (Li and Shao, 2009) بينما تكون الدقائق غير المنتظمة نتيجة الفرز الأولي أو بسبب عمليات التكتل فيما بينها (Breed, Arocena and Sutherland, 2002) واتفقت هذه النتائج مع (Bell, 2014) في كون دقائق غبار العراق هي دقائق غير منتظمة الشكل في الغالب، وهذا يعني أن دقائق الغبار حديثة التكوين تنتج إما من الأنشطة الصناعية أو من عمليات التعرية للترب القريبة من موقع الدراسة، وأما الدقائق الكروية والمستديرة التي وجدت بأعداد قليلة مقارنة بغير المنتظمة فيمكن أن تشير الى بعد مصادرها لأن عمليات النقل لأكثر من 100 كيلومتر تعمل على جعل الدقائق مستديرة وكروية (Perry and Taylor, 2009).

وجود المواد العضوية له تأثير كبير في استحثاث الحساسية كما أنّ ظهور بعض الدقائق بأشكال ابرية ومدببة تكون خطرة على صحة الانسان من خلال قدرتها على خدش الأنسجة التي تصلها. توافقت نتيجة الدراسة بالنسبة لطبيعة أشكال الدقائق لدراسات متعددة (Kumar, Verma and Kulshrestha, 2014; Ram *et al.*, 2014; Aïssa *et al.*, 2016)

4-1-3- حجم دقائق الغبار:

تعد جميع دقائق الغبار المتساقط ضمن مواقع الدراسة دقائق خطرة على صحة الانسان بسبب صغر حجم دقائق الغبار المتساقط والتي كان معدلها العام 19.94 ميكرون، وذلك لخطورة الدقائق ذات الأقطار الأقل من 100 ميكرون، والتي يمكن استنشاقها بسهولة عبر الأنف والفم، ويمكن بلوغها مناطق عميقة في الرئتين (WHO, 2016; Lyles, 2010)، مضافاً لذلك فإن الدقائق كلما صغر حجمها ازدادت مساحتها السطحية وقدرتها على ادمصاص الملوثات الاخرى مما يجعلها خطرة جداً وهو ما أكدته نتائج الدراسة من احتوائها على 16 عنصراً بعضها عناصر ثقيلة ومسرطنة.

كان الحجم السائد للغبار المتساقط ما بين 2-50 ميكرون في جميع مواقع الدراسة وبنسبة تراوحت ما بين 85 الى 100% من مجموع حجم الدقائق وخلال جميع الفصول وهي أحجام دقائق الغرين بحسب تصنيف وزارة الزراعة الأمريكية لدقائق التربة، وهذا يعزز الاستنتاج السابق بكون مصدر دقائق الغبار

هي بالغالب من تعرية التربة بسبب الجفاف مضافاً للأنشطة الصناعية الموجودة في كل موقع، كما يرجع انخفاض نسبة ظهور الدقائق الأقل من 2 ميكرون الى صعوبة ترسيبها بسبب قلة أوزانها في الغالب ولعدم استقرارها وتطايرها أثناء الجمع والفحص، أو ميلها الى التجمع والالتصاق فيما بينها مكونةً دقائق بأحجام أكبر، بينما يمكن أن يعزى قلة نسب الدقائق ذات الأحجام الكبيرة 100-50 و 100-250 الى زيادة وزنها والتي تحتاج الى سرعة رياح عالية لتستطيع اثارها ورفعها، مع الأخذ بنظر الاعتبار ارتفاع أسطوانة جمع الغبار الى 3 أمتار عن سطح الأرض، إذ تحتاج الدقائق ذات الحجم 100 ميكرون الى سرعة رياح 100 كم/ساعة (محمود وحسن، 2010 ; اللامي، 2012)، وجاءت هذه الدراسة متوافقة مع دراسات متعددة أجريت في مدينة الديوانية (جابر وآخرون 2001: جار الله وآخرون، 2007) والتي سادت فيها دقائق الغرين، وقريبة من دراسة التي أجريت في جزيرة جاوا في اندونيسيا (Azmi et al., 2015) والتي كان الحجم السائد فيها 10-100.

يتضح من خلال تحليل أحجام الغبار أن مصادر الغبار يمكن أن تعزى الى المصادر المحلية داخل المحافظة مثل تعرية التربة وغيرها من الأنشطة مثل الورش العشوائية والحركة المرورية، وليس من تأثير الكثبان الرملية من الصحراء الغربية وذلك لصغر أحجام الدقائق فقد اقترحت بعض الدراسات أن دقائق الغبار الأصغر من 50 ميكرون مصدرها الأنشطة البشرية وليست الكثبان الرملية المتحركة والتي تكون أحجام دقائقها أكبر من 100 ميكرون (Mori et al., 2002; Wang et al., 2003, 2005).

4-1-4- التركيب الكيميائي لدقائق الغبار EDS:

أظهرت النتائج وجود 16 عنصراً و يوجد أغلبها بصورة طبيعية في التربة والقشرة الأرضية وكانت على الترتيب الآتي من حيث النسبة الوزنية لكل عنصر $O < C < Ca < Si < Fe < Al < S$ و $K < Mg < Cl < Cd < Cr < Na < Pb < Ni < Ti$ ، واحتوت 5 من العناصر الثقيلة (Pb, Cd, Ni, Cr and Cu) الخطرة على الصحة والنظام البيئي، وجود التغيرات في النسب الوزنية للعناصر ضمن المواقع والفصول يرجع الى العمليات الجيوكيميائية لكل موقع بالإضافة الى الأنشطة المحلية التي تسهم في زيادة عنصر معين على حساب آخر ويمكن أن يعزى وجود عناصر Si، Al، Fe، Ca، K و Mg الى وفرة العناصر الطينية الكربوناتيية (Miler, 2014) بينما يعزى وجود العناصر الثقيلة الى الأنشطة الصناعية وعوادم وسائط النقل والأنشطة البشرية (Ram et al., 2014).

يعزى وجود علاقة ارتباط موجبة بين اثنين أو أكثر من العناصر قد يكون بسبب وحدة مصادر الملوثات أو تواجدهما بشكل طبيعي في البيئة. (Satsangi and Yadav, 2014).

قاربت بعض العناصر في نسبها الوزنية النسبة الوزنية الموجودة في القشرة الأرضية وأخرى تباينت معها وكذا مع الدراسات الأخرى (جدول 4-2)، ويرجع ذلك الى اختلاف طبيعة مصدر الغبار وتأثير العوامل الجيوكيميائية التي تسبب تآكل الصخور لكل منطقة وطبيعة الأنشطة فيها (Bell, 2014).

جدول (2-4) النسب الوزنية للعناصر المكونة لدقائق الغبار المتساقط ومقارنتها بالنسبة الوزنية لعناصر القشرة الأرضية والدراسات الأخرى.

Elements	(Birkeland and Larson, 1989)	The present study (2018)	(Satsangi and Yadav, 2014)	(Miler, 2014)
O	46.6	40.10	14.3	58.3
Si	27.7	8.94	3.14	22.0
Al	8.1	2.74	1.36	8.0
Fe	5.0	4.17	0.89	4.5
Ca	3.6	9.83	1.24	2.4
Na	2.8	0.73	1.68	0.5
K	2.6	1.10	1.3	1.6
Mg	2.1	1.59	0.69	1.4
Ti	0.4	0.13	0.49	0.4
H	0.14	-	-	-
C	-	26.28	48.2	-
S	-	1.93	2.89	0.2
Cd	-	0.33	-	-
Cr	-	0.24	-	-
Pb	-	0.41	0.62	-
Ni	-	0.54	-	-
	Percentage of the crust	Kerbala - Iraq	Pune- India	Ljubljana- Slovenia

4-1-5 معادن الغبار المتساقط الكلي باستعمال تقنية X-Ray:

شكّل الكالسايت أكثر المعادن نسبة في دقائق الغبار المتساقط يليه الكوارتز، الجبس، الفلسبار (الأبايت) ، الكاؤولينايت، باليجورسكيت، الإليت، الدولوميت، الهاليت. وأظهرت النتائج أن أعلى نسبة

كلسايت هي 49.4 سجلت في مركز المدينة (جدول 3-3) ، ولقد عدت بعض الأبحاث وجود الكالسايت في بيئة المدن مؤشر على تلوثها بغبار الإسمنت (Ram et al., 2014)، ولهذا المعدن تأثيرات بيئية فهو المعدن الأساسي للحجر الجيري والرخام وله ارتباطات بمشاكل بيئية متعددة لأنه يتجوى كيميائياً بسرعة ويدخل في كثير من الصناعات مثل الأسمدة والبلاستيك والأسفلت وكذلك يدخل في مبيدات الحشرات (Keller, 2007)، بالمقابل فإن معدن الكوارتز معدن مقاوم للتجوية وهو أكثر المعادن شيوعاً في القشرة الأرضية و المكون الرئيسي لأغلب الصخور كما أنه فقير العناصر المغذية و محدود النشاط الكيميائي (Sparks, 2003) ويمكن أن يكون مصدره الصحراء المحاذية لكربلاء والذي قد ينتقل طبيعياً بفعل الرياح أو بسبب اثاره الرمال من المقالع في صحراء كربلاء أو من أعمال البناء داخل المدينة، كما يعد معدن الفلسبار من المعادن الشائعة المكونة للصخور أيضاً.

يمكن أن يعزى وجود معدن الجبس والهاليت الى ارتفاع درجات الحرارة وذلك لأنهما من مجموعة معادن الأملاح التبخرية التراكمية إذ يمتازان بقدرتهما على الذوبان بسرعة ويترآمان على سطح التربة نتيجة الغسيل أو التبخر (Sparks, 2003)، ويعد معدن الدولوميت والإليت و باليجورسكيت من المعادن الطينية وشكلت ما يقارب 13.7% من نسب المعادن المكونة للغبار، وجود هذه المعادن يعكس بشكل واضح الظروف المناخية للمناطق الجافة وشبه الجافة كما أن مصادر المعادن الطينية هي من الرواسب المختلفة و التكوينات الصخرية التي تتعرض لطاقة الرياح (Al-Dabbas et al., 2011). توافقت نتائج الدراسة الى حد كبير مع دراسة Al-Dabbas و آخرون (2011) لدى دراسته لغبار العواصف الغبارية، الذي جمع من 8 محافظات عراقية والتي ساد فيها معادن الكوارتز وال الفلسبار ونسب قليلة من الجبس و ظهور بعض المعادن الطينية باليجورسكيت، الإليت، الدولوميت، كذلك قاربت الدراسة الى حد ما دراسات متعددة اجريت في الديوانية (جابر وآخرون، 2007) وبغداد (Al Derzi and Naji, 2014) والكويت (Al-Awadhi and AlShuaibi, 2013) وقطر (Aïssa et al., 2016).

4-2-الأحياء المجهرية في الغبار:

4-2-1- الفطريات:

كشفت نتائج الدراسة عن وجود 18 نوعاً من الفطريات تنتمي الى 10 أجناس فطرية وكانت المجموعة الفطرية السائدة هي الفطريات الكيسية بنسبة 63% تليها الفطريات الناقصة وأخيراً الفطريات اللاقحية، ويمكن أن يعزى تواجد الفطريات الكيسية الى كونها أكثر تطوراً من بقية المجاميع الفطرية الأخرى و متكيفة بنحو أفضل للمعيشة على اليابسة (Webster and Weber, 2007)، مقارنة

بالفطريات اللاقحية التي سجّلت أقل نسبة ظهور. واتفقت هذه النتيجة مع بعض الدراسات التي أجريت في الصين (Xu et al., 2017).

يتبين من ملاحظة نسب ظهور الأنواع الفطرية خلال المواقع والفصول أن أعلى نسبة ظهور كانت في مركز المدينة تليها المنطقة الريفية ثم منطقة الحي الصناعية، ويمكن أن يرجع سبب ذلك الى كون أغلب الأنواع المذكورة هي رمية التغذية أو اختيارية التطفل ولذا تتواجد حيث توجد الأوساط المغذية المناسبة والتي تتواجد في مركز المدينة حيث تتراكم النفايات أو النباتات العائلة لها في المنطقة الريفية. وما يعزز هذا الاستنتاج كون أغلب الفطريات التي ظهرت في المنطقة الريفية هي فطريات ممرضة للنبات *A. alternate* ، *F.oxysporum* *C. herbarum* ، *R. arrhizus* *R. stolonifer* (Agrios, 2005) بينما سجّلت الأنواع الفطرية *M. racemosus* ، *A. fumigates* ، *A. niger* ، *C. albacans* ، *A. corymbifera* أعلى نسبة ظهور في مركز المدينة وهي فطريات انتهائية ممرضة للإنسان مثل مرض الأسبرجلوسس وقادرة على إنتاج سموم فطرية خطيرة جدا (Razzaghi-Abyaneh et al., 2015)، ومضافاً لكون الفطرين *C. herbarum* و *A. alternata* ممرضين للنباتات فهما من أكثر الفطريات التي تتسبب بحدوث أمراض الحساسية لدى الانسان، فإن أغلب الناس يتحسسون من الفطر *A. alternate* (Cosentino et al., 1995)، بينما يسبب الفطر *C. herbarum* أمراض الربو والحساسية نتيجة أبواغه ذات الكثافة العالية في الهواء (Vijay et al., 1991). واختلفت نتائج الدراسة مع دراسة مماثلة أجريت في مصر والتي سجلت فيها المناطق الريفية أكثر نسبة ظهور للفطريات من المناطق الحضرية (Awad et al., 2013).

لوحظ أن أعلى نسبة ظهور للفطريات كانت في فصل الربيع تلاه الخريف ثم الشتاء بينما سجل فصل الصيف أقل نسبة ظهور للفطريات، وذلك كون الفطريات بشكل عام لها ظروف بيئية مثلى للنمو وبالأخص درجة الحرارة والرطوبة وهي ما تتوفر في فصل الربيع وتفتقد في فصل الصيف والتي توافقت مع دراسة التي أجريت في مدينة الرياض (Al-Barakah et al., 2014) واختلفت مع دراسة أخرى في كون فصل الخريف أكثر الفصول نسبة ظهور تلاه فصل الربيع (Awad et al., 2013) يأتي تحديد مواقع ظهور الفطريات وتحديد نشاطها الفصلي الى أهميتها الاقتصادية والصحية على وجه الخصوص، وذلك لتنبه المزارعين والمؤسسات الصحية عن وقت نشاط الممرضات وظهور أعراض الحساسية الناشئة من الفطريات (Xu et al., 2017).

قد سجّل الجنس *Aspergillus* أعلى نسبة تردد وجاءت النتيجة مقارنة للعديد من الدراسات (Lyles, 2010; Al-Dabbas et al., 2011; Al-Barakah et al., 2014). يظهر من مقارنة

نتائج الدراسة مع الدراسات الأخرى (جدول 3-4) توافق النتائج في تسجيل ظهور معظم الأجناس الفطرية بينما يرجع ظهور البعض وغياب البعض الآخر الى الظروف البيئية المناسبة لنمو هذه الأجناس في منطقة دون أخرى وقدرتها على تحمل بيئة الهواء المتطرفة والى تقنيات التشخيص المستعملة.

4-2-2- البكتريا:

تم تشخيص جنسين من البكتريا في الغبار المتساقط هما بكتريا *Bacillus spp* و *Staphylococcus spp* وقد ساد الجنس الأول في أغلب فصول ومواقع الدراسة مقارنة بالجنس الثاني الذي كان قليل التواجد، ويرجع ذلك الى دورها في تثبيت النتروجين الجوي وقدرة بعض سلالاتها المحبة للحرارة العالية من النمو بدرجات حرارة تصل الى 70 م (Bertrand et al., 2015) وتكوينها للأبواغ، ولذا توافقت الدراسة من حيث تسجيل الجنس المذكورين وشيوع جنس *Bacillus* مع أغلب الدراسات التي أجريت لتحليل الغبار (جدول 3-4)، ويمكن أن يعزى قلة ظهور أجناس البكتريا الأخرى الى طريقة الجمع والتي تبقى العينات الى مدة شهر كامل تتعرض للظروف الجوية القاسية مثل ارتفاع درجات الحرارة والأشعة فوق البنفسجية التي تعد بمنزلة التعقيم للأحياء المجهرية.

أظهرت النتائج تبايناً واضحاً في أعداد المستعمرات لبكتريا *Bacillus* ، إذ تراوحت ما بين 0 الى أكثر من 300 مستعمرة عند مستوى التخفيف 10^7 ويمكن أن يعزى هذا التباين الى ميل الأحياء المجهرية الى اتخاذ استراتيجية البداوة (R- Strategy) ، لذا تتصف هذه الأحياء بقدرتها على مضاعفة وحداتها التكاثرية ما أن تتوفر الظروف البيئية المناسبة وتزداد بشكل مفاجئ وسريع ثم يتبع ذلك انحداراً شديداً في أعدادها (Deacon, 2013)، وبشكل عام ازدادت أعداد المستعمرات البكتيرية خلال شهري نيسان و أيار في المنطقة الريفية ومركز المدينة وقد يعزى ذلك الى الظروف البيئية المناسبة خلال هذين الشهرين أو يرجع الى تأثير العواصف الغبارية، إذ سجلت النتائج ارتفاع كمية الغبار المتساقط خلال هذين الشهرين من السنة وازدياد العواصف الغبارية فيهما، توافقت هذه النتيجة مع دراسة أجريت في المملكة العربية السعودية (Al-Barakah et al., 2014) والتي كانت بكتريا الـ *Bacillus* سائدة بشكل كبير خلال مواقع الدراسة وفصول السنة وبالخصوص الأشهر الربيعية وعزى ذلك الى الظروف الملائمة لنمو هذا الجنس أو انتقاله مع الغبار من دول الجوار، وأما ارتفاع أعداد المستعمرات في مركز المدينة فقد يرجع السبب الى كون المناطق المغلقة أكثر تلوثاً من المفتوحة وخصوصاً بيئات المدن، وعلى الرغم من كون هذا الجنس من الأجناس الشائعة بيئياً إلا أن كثرة أعداده لا سيما في مركز المدينة يجعلها خطراً جداً على الصحة العامة.

جدول (3-4) مقارنة أجناس البكتيريا والفطريات المشخصة في الغبار مع دراسات مختلفة.

Reference/Location	Fungal genera	Bacterial genera
(Kwaasi <i>et al.</i> , 1998) Saudi Arabia	<i>Alternaria</i> , <i>Aspergillus</i> , <i>Botrytis</i> , <i>Cladosporium</i> , <i>Mortierella</i> , <i>Mucor</i> , <i>Penicillium</i> , <i>Pythium</i> <i>Ulocladium</i> , and <i>Verticillium</i>	<i>Bacillus</i> , <i>Pseudomonas</i> , and <i>Staphylococcus</i>
(Lyles <i>et al.</i> , 2005) Kuwait	<i>Alternaria</i> , <i>Cryptococcus</i> , <i>Mortierella</i> , <i>Penicillium</i> , <i>Phoma</i> , <i>Rhodotorula</i> , and <i>Stemphylium</i>	<i>Arthrobacter</i> , <i>Bacillus</i> , <i>Cryptococcus</i> , <i>Flavimonas</i> , <i>Kurthia</i> , <i>Neisseria</i> , <i>Paenibacillus</i> , <i>Pseudomonas</i> , <i>Ralstonia</i> , and <i>Staphylococcus</i>
(Prospero <i>et al.</i> , 2005) Barbados	<i>Alternaria</i> , <i>Arthriniun</i> , <i>Aspergillus</i> , <i>Cladosporium</i> , <i>Curvularia</i> , <i>Neurospora</i> , <i>Penicillium</i> , and <i>Periconium</i>	<i>Bacillus</i>
(Griffin <i>et al.</i> , 2007) Turkey	<i>Alternaria</i> , <i>Cladosporium</i> , <i>Microsporium</i> , and <i>Penicillium</i>	<i>Arthrobacter</i> , <i>Corynebacterium</i> , <i>Microbacterium</i> , <i>Nocardioides</i> , <i>Planococcus</i> , <i>Saccharothrix</i> , and <i>Streptomyces</i>
(Al-Dabbas <i>et al.</i> , 2011) Iraq	<i>Aspergillus</i> and <i>Candida</i>	<i>Bacillus</i> , <i>Pseudomonas</i> , <i>Staphylococcus</i> , <i>Escherichias</i> , <i>Enterobacter</i> , <i>Proteus</i> and <i>Klebsiella</i>
(Al-Barakah <i>t al.</i> , 2014) Saudi Arabia	<i>Aspergillus</i>	<i>Bacillus</i> , <i>Pseudomonas</i> , and <i>Staphylococcus</i>
The present study (2018) Kerbala	<i>Aspergillus</i> , <i>Fusarium</i> , <i>Penicillium</i> , <i>Rhizopus</i> , <i>Mucor</i> , <i>Alternaria</i> , <i>Cladosporium</i> , <i>Absidia</i> , <i>Candida</i> , <i>Trichoderma</i>	<i>Bacillus</i> and <i>Staphylococcus</i>

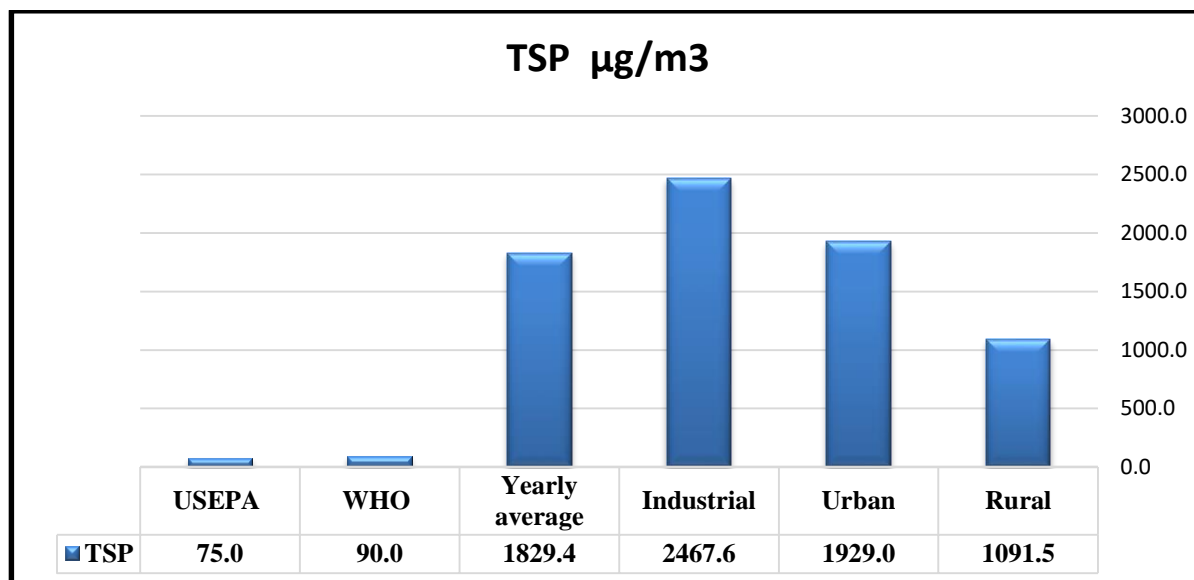
3-4-الدقائق العالقة الكلية TSP:

يظهر من الشكل (3-27) تأثير الموقع بشكل واضح على تركيز الدقائق العالقة الكلية والذي أكدته نتائج التحليل الاحصائي بوجود الفروق المعنوية بين مواقع الدراسة، ويرجع ذلك الى ازدياد الأنشطة الصناعية المختلفة في المنطقة الصناعية وعدم اكساء وتبليط أغلب شوارعه وتراكم نفايات الورش والذي يثار بأدنى حركة مرور وسائط النقل لاسيما وسائط النقل الكبيرة التي تسبب اثاره كميات كبيرة نتيجة نفث الهواء، ومما يعزز ذلك ارتفاع تراكيز الدقائق خلال شهر تشرين الثاني في مركز المدينة أعلى من المنطقة الصناعية بسبب توقف شبة تام للورش الصناعية لتزامنها مع زيارة الأربعين التي تتوقف عن العمل ما لا يقل عن 10 أيام، بالمقابل ازدادت الأنشطة البشرية في مركز المدينة بسبب كثرة الزائرين وما يرافقه من أعمال مثل حرق الوقود لطهي الأطعمة وكثرة المخلفات نتيجة الأعداد الضخمة من الزائرين وغيرها من الأمور المحتملة لزيادة تراكيز الدقائق في الهواء فضلاً عن كثرة وسائط النقل التي تنقل الزائرين خلال المناسبات الدينية.

كانت أعلى تراكيز للدقائق العالقة قد سجلت خلال الأشهر الربيعية وهي الأشهر الوحيدة التي تم تسجيل حدوث العواصف الغبارية خلال مدة الدراسة، ويعزى وجود الفروق المعنوية بين أشهر الدراسة الى العوامل المناخية وهذا ما أكدته علاقة الارتباط بين تركيز الدقائق العالقة في الجو والعوامل المناخية ، فقد كانت علاقة ارتباط الدقائق العالقة سالبة مع درجة الحرارة بينما كانت موجبة مع الرطوبة النسبية وكمية الأمطار، ويمكن أن يعزى ذلك الى كون ارتفاع درجة الحرارة خلال فصل الصيف يعمل على خلط الهواء بين طبقات الجو بسبب التيارات الهوائية وحركة الرياح (Srimuruganandam and Nagendra, 2011)، بينما يرجع ارتفاع تراكيزها مع ارتفاع رطوبة الهواء وكمية الأمطار التي غالباً ما تزداد في فصل الشتاء الى ارتباط الدقائق مع جزيئات الماء ممّا يزيد من وزنها وجعلها قريبة من سطح الأرض مضافاً لإمكان حصول حالة الانقلاب الحراري الذي يتسبب في ازدياد تراكيز الملوثات الهوائية نتيجة انخفاض درجات الحرارة (Seinfeld and Pandis, 2016; Spellman, 2017a).

يظهر من خلال مقارنة نتائج الدراسة الحالية (شكل 4-1) مع محددات منظمة الصحة العالمية (WHO, 2005) ووكالة حماية البيئة الأمريكية (USEPA, 2008) تجاوز تراكيز الدقائق العالقة في جميع مواقع الدراسة المحددات المذكورة، وقد تجاوز المعدل السنوي أكثر من 20 ضعفاً، وهذا ما ينذر بمخاطر جمة تهدد الصحة العامة فضلاً عن المخاطر الاقتصادية، كون أغلب الدقائق العالقة هي دقائق صغيرة الحجم قابلة للاستنشاق والتي يقدر تركيزها نصف تركيز الدقائق العالقة الكلية (VanLoon

(and Duffy, 2011) وقاربت النتائج دراسة سلطان وآخرون (2012) في بغداد وأقل مما سجله السلطاني في مدينة النهروان (2006) (جدول 4-4).



شكل (1-4) مقارنة المعدل السنوي للدقائق العالقة الكلية مع محددات منظمة الصحة العالمية ووكالة حماية البيئة الأمريكية.

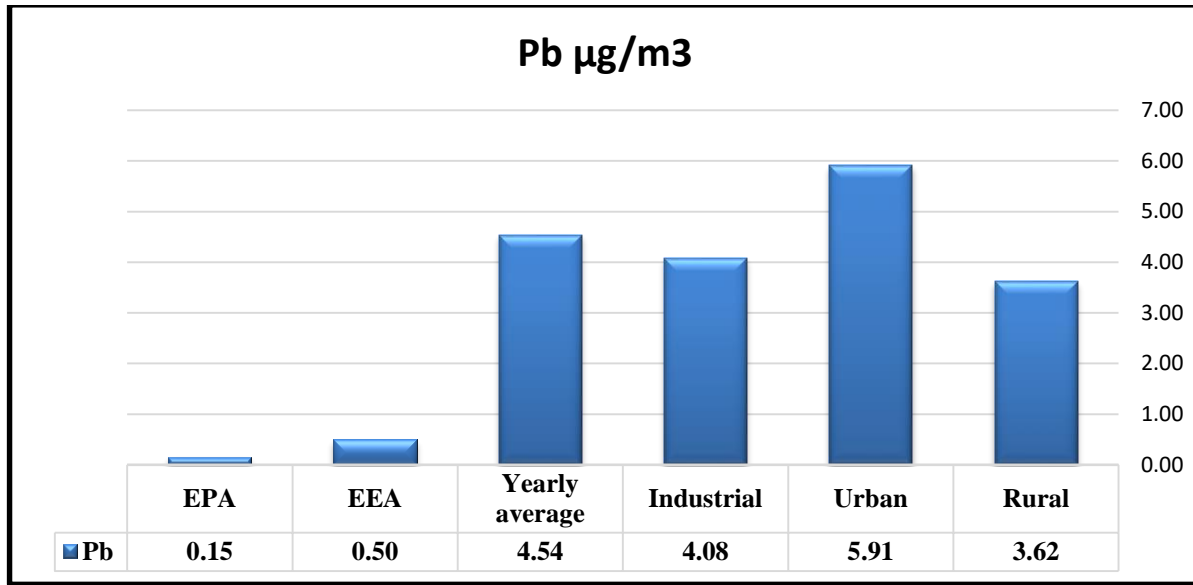
جدول (4-4) مقارنة الدقائق العالقة والعناصر الثقيلة مع الدراسات المحلية.

City	Reference	TSP $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Pb $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Cd $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Ni $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Cr $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Baghdad	(السلطاني، 2006)	2391.8	26.13	1.38	8.72	1.81
Baghdad	(وزارة البيئة، 2009)	*786	0.9*	0.150	5.883	6.566
Baghdad	(سلطان وآخرون، 2012)	2241.73	Nd	nd	nd	nd
Najaf	(الأسدي وآخرون، 2013)	13643.55	0.95	1.31	-	3.73
Baghdad	(Al-Azzawi and Al-Dulaimi, 2015)	723	3.4	0.1	6.8	15.6
Kerbala	(الحسناوي، 2015)	1520	1.096	1.567	-	0.766
Kerbala	The present study (2018)	1829.4	4.54	1.08	0.25	0.162
2008 Average *						

4-4-4-تراكيز العناصر الثقيلة في الدقائق العالقة الكلية:

4-4-4-1-تركيز الرصاص في الدقائق العالقة الكلية Pb:

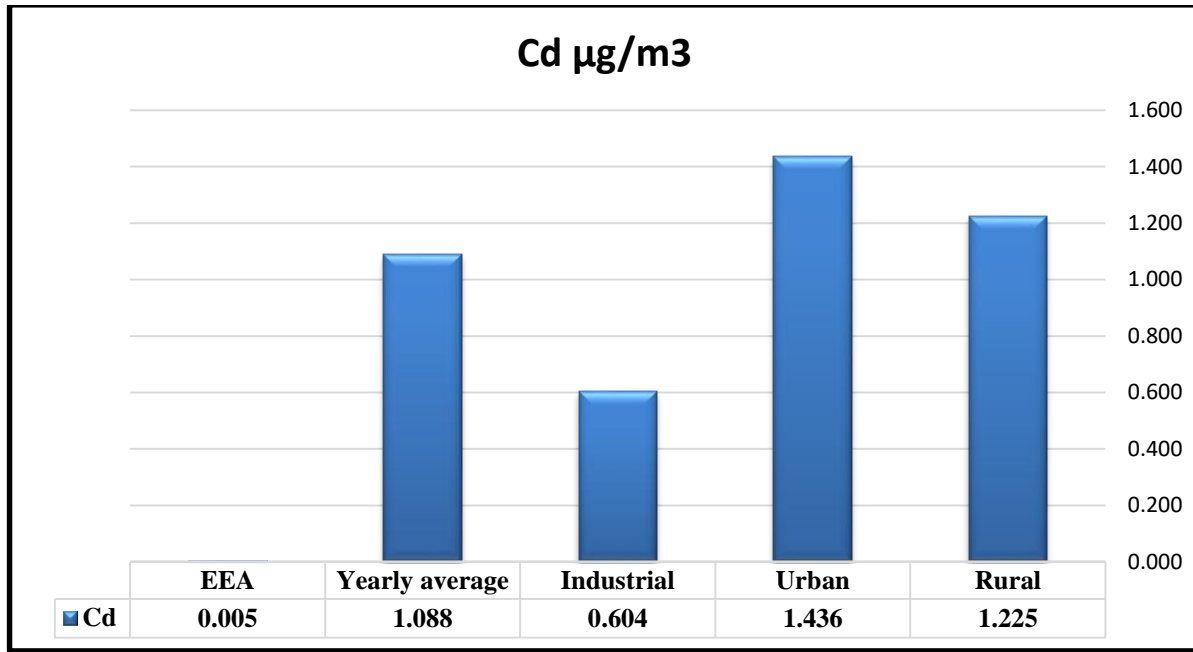
يتبين من نتائج الدراسة ارتفاع تراكيز الرصاص بمستوى ملحوظ وينذر بخطورة كبيرة على الصحة فقد تجاوز المعدل السنوي أكثر من 9 أضعاف الوكالة الاوربية للبيئة (EEA, 2017) و30 ضعفاً لمحددات وكالة حماية البيئة الأمريكية (USEPA, 2008) (شكل 4-2) ويرجع سبب ذلك الى كثرة وسائط النقل والتي ما زالت تستخدم البنزين مع رابع اثيل الرصاص إذ أن كل لتر بنزين يحتوي على 0.8 غرام من رابع أثيل الرصاص ومما يؤكد ذلك هو ارتفاع تركيز الرصاص في مركز المدينة والذي تجاوز المنطقة الصناعية فضلاً عن المنطقة الريفية كما قد تلعب بيئة المدينة المغلقة بسبب ارتفاع البنايات الى ارتفاع التراكيز داخل أجواء المدينة (VanLoon and Duffy, 2011)، مضافاً الى عوادم المولدات و تراكم النفايات و حرقها من قبل الأهالي، والحاوية على معدن الرصاص إذ يدخل في العديد من الصناعات مثل اللحام والطلاء والزجاج والبلاستيك (Tchounwou *et al.*, 2012) ، كما يحتمل أن يكون مصدر الرصاص في المنطقة الريفية يرجع الى استعمال المبيدات والأسمدة (Bradl, 2005) أو تأثرها ببيئة المدينة، وينذر عدم وجود فروق معنوية بين أشهر الدراسة في مركز المدينة الى استمرار مستوى التلوث بالرصاص على مدار السنة بتراكيز ثابتة، ومن المعلوم أن تأثير الملوث يعتمد بالدرجة الأساس على تركيز الملوث ومدة التعرض والكائن المتعرض له، وبالتالي فإن التأثيرات الصحية للرصاص على الإنسان فضلاً عن الأضرار الأخرى واقعة لا محال، و ما يؤكد ذلك ارتفاع عدد حالات الإصابة بالسرطان في كربلاء فعلى الرغم من كون ترتيب محافظة كربلاء يأتي بالمرتبة السابعة من حيث تسجيل عدد حالات الإصابة بالسرطان الا أنها كانت الأولى على محافظات العراق بالقياس الى نسبة عدد السكان (ARICR , 2015) وقد حلّ سرطان القصبات والرئة المرتبة الثانية بعد سرطان الثدي في مدينة كربلاء والذي يتأثر بصورة مباشرة بتلوث الهواء. وهذا الاستنتاج يشمل جميع العناصر الثقيلة والتي هي أكثر خطورة من الرصاص بحسب الوكالة الدولية لأبحاث السرطان.



شكل (2-4) مقارنة المعدل السنوي لعنصر الرصاص مع محددات الوكالة الأوروبية للبيئة ووكالة حماية البيئة الأمريكية.

2-4-4-2- تركيز الكاديوم في الدقائق العالقة الكلية Cd:

يظهر من النتائج ارتفاع تراكيز الكاديوم بشكل ملحوظ وتجاوز المعدل العام السنوي محددات الوكالة الأوروبية للبيئة بأكثر من 217 مرة (شكل 3-4)، وهو من العناصر شديدة الخطورة والمسرطنة وأظهرت النتائج وجود فروق معنوية بين المواقع وكان أعلى معدل قد سجل في مركز المدينة ثم المنطقة الريفية وأخيراً المنطقة الصناعية، ويمكن أن يرجع ذلك إلى كون مصادر الكاديوم هي ذاتها مصادر الرصاص وما يعزز ذلك هو وجود علاقة ارتباط معنوية بينهما، ويدخل الكاديوم في صناعات متعددة مثل البلاستيك والسبائك المعدنية والأصباغ والبطاريات والمبيدات وهي من أبرز المصادر للكاديوم في المدينة (Tchounwou *et al.*, 2012)، ويمكن أن يعزى وجود تراكيز عالية من الكاديوم في المنطقة الريفية وتجاوزها المنطقة الصناعية إلى استعمال المبيدات والأسمدة الفوسفاتية والتي تحتوي على تراكيز مرتفعة من الكاديوم (Satarug *et al.*, 2003; Modaihsh, Al-Swailem and Mahjoub, 2004).

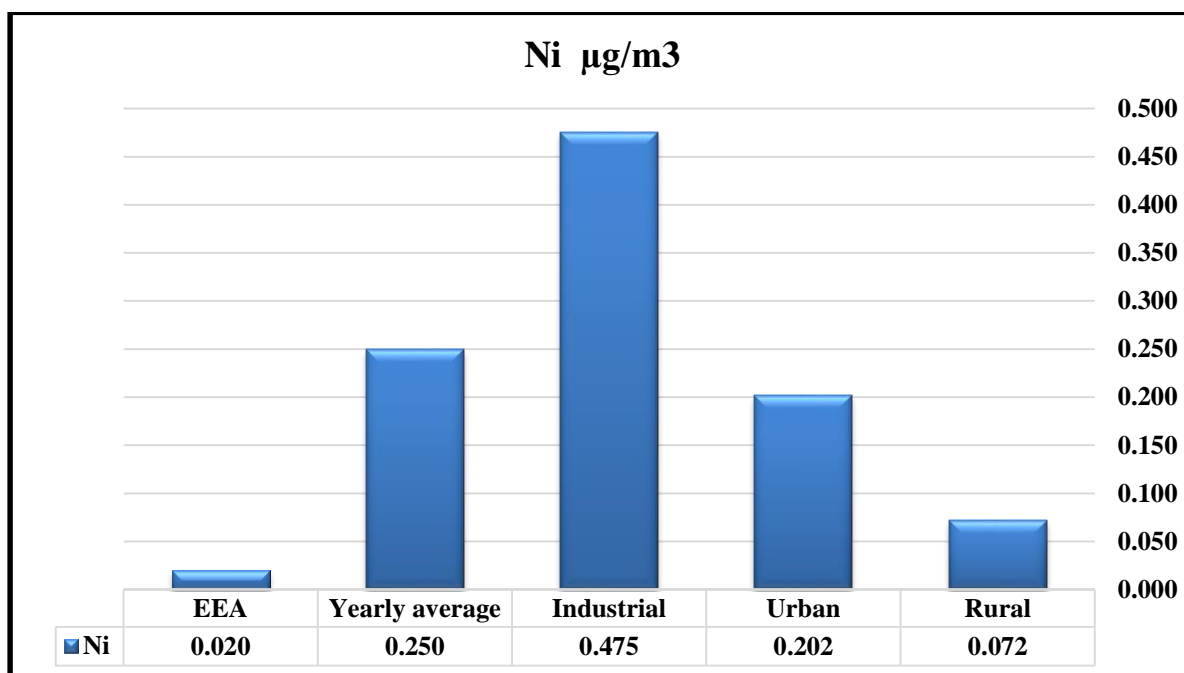


شكل (3-4) مقارنة المعدل السنوي للكاديوم مع محددات الوكالة الاوربية للبيئة ووكالة حماية البيئة الأمريكية.

3-4-4-3- تركيز النيكل في الدقائق العالقة الكلية Ni:

يتبين من نتائج الدراسة تأثير موقع الدراسة على تركيز النيكل في الدقائق العالقة والذي سجل أعلى معدل له في المنطقة الصناعية ثم مركز المدينة والريفية، وهو ما أكدته نتائج التحليل الاحصائي من وجود فروق معنوية بين مواقع الدراسة، ويعزى ذلك الى دخول النيكل ومركباته في العديد من الاستعمالات الصناعية والتجارية، إذ يستعمل معظم النيكل في إنتاج الفولاذ المقاوم للصدأ وسبائك النيكل الأخرى ذات المقاومة العالية للتآكل والحرارة، وتوجد في المنطقة الصناعية معامل لصهر العناصر وإعادة تدويرها، وكذلك بعض الورش التي تستخدم النيكل في الطلاء، وتشمل المصادر الطبيعية لمستويات النيكل في الغلاف الجوي الغبار المنقول بفعل الرياح، والذي ينبعث من تجوية الصخور والترربة (Cempel and Nikel, 2006). يمكن أن يعزى وجود الفروق بين أشهر الدراسة الى تأثير العوامل المناخية على تركيز النيكل في الدقائق العالقة فقد وجدت علاقة ارتباط موجبة مع الرطوبة النسبية ويحتمل بسبب سهولة ذوبانه في الأحماض المؤكسدة المخففة (Cempel and Nikel, 2006) من خلال تفاعل جزيئات الماء مع الأكاسيد في الهواء التي قد ينتج عنها حامض الكربونيك، وعلاقة ارتباط سالبة مع درجة الحرارة وسرعة الرياح ويمكن أن يعزى ذلك الى دور الرياح في خلط وانتشار الملوثات وعدم تركيزها في مكان معين.

يظهر من مقارنة معدلات النيكل السنوية بالمحددات الدولية ارتفاع تركيز النيكل الى أكثر من 12 ضعفاً من المحددات المذكورة في الجدول (4-4).

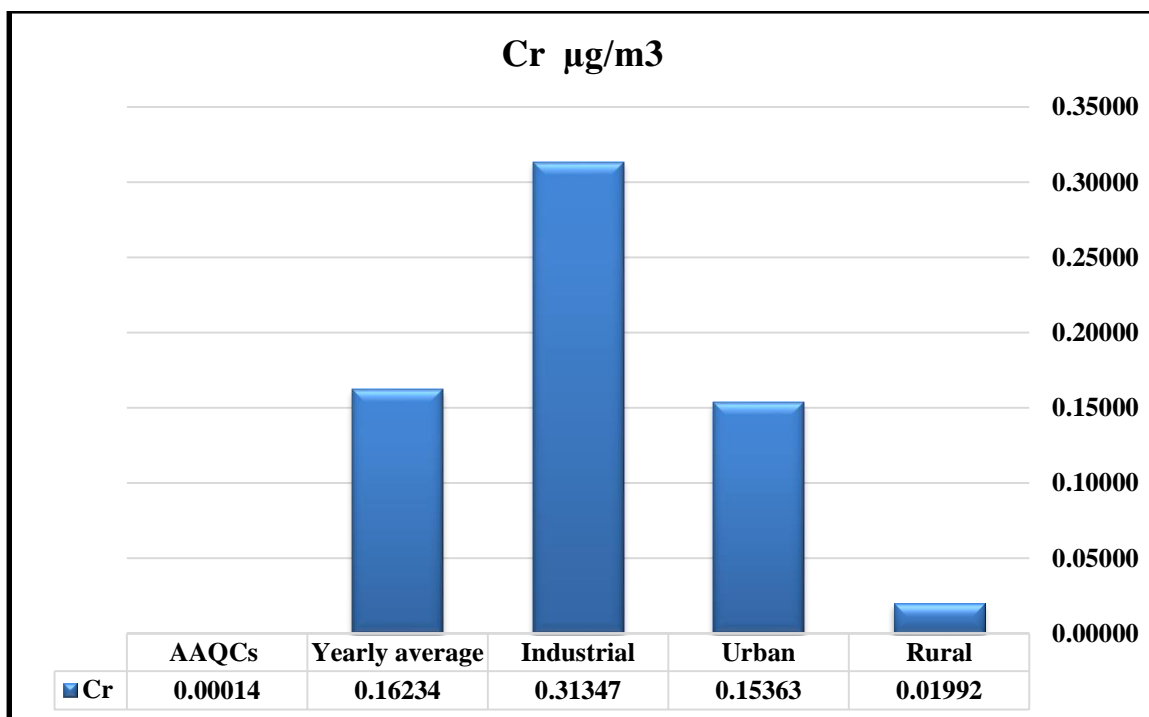


شكل (4-4) مقارنة المعدل السنوي للنيكل مع محدّدات الوكالة الأوروبية للبيئة ووكالة حماية البيئة الأمريكية.

4-4-4- تركيز الكروم في الدقائق العالقة الكلية Cr:

يتبين من نتائج الدراسة تبايناً واضحاً بين المواقع في تركيز الكروم وهو ما أكدته الفروق المعنوية بين المواقع ، ولم تظهر الدراسة فروقاً معنوية بين الأشهر بالنسبة للمنطقة الريفية ومركز المدينة ويمكن أن يعزى ذلك الى كون مصادر الكروم محلية في حين يعزى وجود الفروق المعنوية بين أشهر الدراسة للمنطقة الصناعية الى تأثيرها بالعوامل المناخية، إذ وجدت علاقة ارتباط موجبة مع سرعة الرياح، والى كون الغبار المتساقط والعالق هو أهم مصادر الكروم من خلال ما بيّنه تحليل الارتباط والذي أكد وجود علاقة ارتباط موجبة مع الغبار المتساقط والدقائق العالقة الكلية، و قد دلّت النتائج على ارتفاع تراكيز الدقائق العالقة وكمية الغبار المتساقط فيها.

كشفت النتائج ارتفاع معدلات الكروم وتجاوزها معايير جودة الهواء المحيط بأونتاريو الكندية (AAQCs, 2016) بأكثر من ألف مرة بالنسبة للمعدل السنوي (شكل 4-5)، وهذا ما يندرج بخطر كبير على الصحة العامة كون الكروم من العناصر الثقيلة المسرطنة (Tchounwou *et al.*, 2012).



شكل (4-5) مقارنة المعدل السنوي للكروم مع محددات أونتاريو الكندية.

4-5- التحاليل الكيموحيوية للنباتات:

4-5-1- محتوى الكلوروفيل الكلي:

يتبين من خلال نتائج الدراسة الحالية انخفاض محتوى الكلوروفيل الكلي بشكل عام لجميع الأنواع النباتية المدروسة في المنطقة الصناعية ومركز المدينة مقارنة بالمنطقة الريفية والتي سجلت أعلى المعدلات ويمكن أن يعزى ذلك إلى حالة التلوث لكل منطقة فقد استعمل انخفاض محتوى الكلوروفيل الكلي مؤشراً على تلوث الهواء (Katiyar and Dubey, 2001; Ninave *et al.*, 2001) وهذا ما تؤكدته النتائج السابقة من ارتفاع تراكيز الملوثات الغبارية والعناصر الثقيلة في المنطقة الصناعية ومركز المدينة وأكادته الفروق المعنوية بين مواقع الدراسة، وكذلك تحليل عامل الارتباط الذي أظهر وجود علاقة ارتباط سالبة بين محتوى الكلوروفيل الكلي وبين كمية الغبار المتساقط على الورقة النباتية، حيث يتراكم عليها مسبباً اصفرار الأوراق وتلف أنسجتها (Danesh *et al.*, 2011) والذي تمّ ملاحظته بشكل واضح في بعض أوراق نباتات المنطقة الصناعية، ويؤدي تراكم الغبار على الأوراق إلى تقليل كمية الإضاءة الواصلة إلى البلاستيدات وغلغ الثغور الذي يمنع التبادل الغازي وبالتالي تأثر عمليتي البناء الضوئي والأبيض بشكل كبير (Bharti *et al.*, 2017)، كما يمكن أن يرجع انخفاض المحتوى الكلي للكلوروفيل إلى تثبيط عملية بناءه من خلال تراكم ثنائي أكسيد الكبريت كما أشارت إليه بعض

الدراسات من خلال تلف وتدمير الكلوروبلاست (Indira *et al.*, 2015) أو قد يعمل على تنشيط الانزيمات المحللة للكلوروفيل (Prajapati, 2012).

بيّنت النتائج أن أعلى محتوى كلوروفيل كان قد سجل في نبات اليوكالبتوس بينما أقل معدل قد سجل في نبات الفيكس ويحتمل ذلك بسبب قدرة وتكيف النوع الأول لتحمل ظروف الاجهاد بعكس الثاني، لذا وجدت علاقة ارتباط موجبة بين محتوى الكلوروفيل الكلي ودليل تحمل تلوث الهواء، وبالرغم من انخفاض المحتوى الكلي للكلوروفيل في فصل الشتاء إلا أنّ نتائج التحليل الاحصائي لم تظهر فروق معنوية بين فصلي الصيف والشتاء الا في نبات الكونوكاريس والذي يمكن عزوه الى تراكم كمية الغبار المتساقط على أوراق هذا النوع أكثر ممّا في الصيف كما بينته نتائج الدراسة.

4-5-2- الاس الهيدروجيني:

تشير انخفاض قيم الاس الهيدروجيني في المنطقة الصناعية ومركز المدينة بالمقارنة مع المنطقة الريفية والذي بينته نتائج الدراسة من خلال وجود فروق معنوية بين المواقع الى وجود الملوثات الحامضية مثل أكاسيد النتروجين والكبريت (Indira *et al.*, 2015; Bharti *et al.*, 2017)، ويلعب الاس الهيدروجيني دوراً هاماً في تحمل الاجهاد إذ تستطيع النباتات التي تمتلك أس هيدروجيني مرتفع على تحمل ظروف الاجهاد بسبب قدرتها على تحويل السكر السداسي الى حامض الاسكوريك وهو من مضادات الأكسدة الذي ينشط في ظروف الاجهاد (Escobedo *et al.*, 2008) وما يؤكد ذلك وجود علاقة الارتباط الموجبة بينه وبين الاس الهيدروجيني، بينما انخفاض درجة الاس الهيدروجيني في النبات يجعلها حسّاسة لتلوث الهواء ولذا يمكن استعمالها كمؤشر حيوي لتلوث الهواء (Liu and Ding, 2008). كما وجدت علاقة ارتباط موجبة بين الاس الهيدروجيني ودليل تحمل تلوث الهواء. يمكن أن يفسّر انخفاض الاس الهيدروجيني الى كون الدقائق الغبارية حاوية أكاسيد تسبب الحموضة أو أن غلق الثغور يؤدي الى تراكم ثنائي أكسيد الكربون والذي قد ينتج عنه حامض الكربونيك مؤدياً الى انخفاض درجة الاس الهيدروجيني وما يعزز هذا الاستنتاج هو وجود علاقة ارتباط سالبة بين الاس الهيدروجيني وكمية الغبار المتساقط على الأوراق.

توافقت هذه النتائج مع دراسات متعددة من انخفاض الاس الهيدروجيني في المناطق الملوثة مقارنة مع مناطق السيطرة (Rai *et al.*, 2013; Nwadinigwe, 2014; Maysoon and Luma, 2017)

4-5-3-3-5-4 محتوى الماء النسبي:

تعتمد معظم العمليات الفيسيولوجية في النباتات على الماء ولذا وجوده ضروري لتنظيم العمليات الحيوية المرتبطة به (Innes and Haron, 2000)، وعند انخفاض معدلاته المثلى يؤثر بشكل مباشر على قدرة النباتات على تحمل ظروف الاجهاد، وأظهرت نتائج الدراسة وجود فروق معنوية بين المواقع، وبشكل عام انخفض محتوى الماء النسبي في مركز المدينة والمنطقة الصناعية بالمقارنة مع النباتات النامية في المنطقة الريفية.

تباينت نتائج الدراسة مع الدراسات الأخرى (Rai *et al.*, 2013; Nwadinigwe, 2014; Bharti *et al.*, 2017) والتي ارتفع فيها محتوى الماء النسبي في المدن الصناعية مقارنة بمناطق السيطرة وفسّر على أنه استجابة طبيعية لتحمل ظروف الاجهاد، بينما توافقت الدراسة مع دراسات أخرى من حيث انخفاض محتوى الماء النسبي في المناطق الملوثة (Danesh *et al.*, 2011; Gholami *et al.*, 2016)، ويمكن أن يعزى ذلك الى أنّ تراكم الغبار بكميات كبيرة على أوراق النباتات يعمل على امتصاص الماء من أنسجة الورقة مضافاً الى أن غلق الثغور يعمل على تقليل عملية النتج وهي الأساس في عملية صعود الماء من الجذور الى الأوراق (Taiz and Zeiger, 2010)، وما يعزز هذا الاستنتاج وجود علاقة ارتباط سالبة بين محتوى الماء النسبي والغبار المتساقط.

أرجع بعض الباحثين اختلاف النباتات في محتوى الماء النسبي الى وجود أو غياب طبقة الكيوتكل الشمعية (Pradhan *et al.*, 2016)، ويحتمل أن ارتفاع محتوى الماء النسبي لنوع دون الآخر يعتمد على الصفات التركيبية والفيسيولوجية للنبات، إذ أنّ الصفات التركيبية تساعد في حفظ الماء ومنع تبخره، في حين يسلك النبات عند تعرضه الى ظروف الاجهاد الى اعتماد السلوك الفيسيولوجي ذاته عندما يتعرض لظروف الاجهاد بسبب مواجهته لإجهاد الملوحة أو الجفاف من خلال تعزيز بعض المركبات التي لها دور في استتباب التوازن المائي داخل الخلية.

4-5-4-4 حامض الأسكوربيك:

يعد حامض الأسكوربيك أحد مضادات الأكسدة القوية والمهمة لتخليق جدار الخلية والدفاع والانقسام الخلوي كذلك يكسب النباتات مقاومة للتأثيرات الضارة بما في ذلك تلوث الهواء (Conklin, 2001)، كما له القدرة على تثبيط تكوين الجذور الحرة المعروفة بأضرارها الكيموحيوية والفيسيولوجية على النبات (Pathak *et al.*, 2011).

بناءً على ذلك فإن ارتفاع محتوى حامض الأسكوربيك في مركز المدينة والمنطقة الصناعية مقارنة بالمنطقة الريفية دليل على ارتفاع مستوى تلوث الهواء بين مواقع الدراسة والذي أكدته التحليل الإحصائي من وجود الفروق المعنوية بين المواقع.

تباين محتوى حامض الأسكوربيك ما بين 17.14 و 1.14 ملغم/غم لنبات الزيتون و الدفلى على التوالي، ولذا عدّ حامض الأسكوربيك أحد أهم العوامل التي تمنح النباتات القدرة والقابلية لتحمل الملوثات (Aghajanzadeh *et al.*, 2016; Aguiar-Silva *et al.*, 2016) ويعد الاس الهيدروجيني أحد أهم العوامل التي تؤثر على محتوى الأسكوربيك فإن انخفاض درجة الاس الهيدروجيني يمنع تحول السكر السداسي الى حامض الأسكوربيك (Escobedo *et al.*, 2008; Joshi *et al.*, 2011)، وهذا ما أكدته الدراسة من خلال وجود علاقة الارتباط الموجبة بين محتوى الأسكوربيك وبين درجة الاس الهيدروجيني.

4-5-5-4 دليل تحمل تلوث الهواء (APTI):

يعتمد دليل تحمل تلوث الهواء على أربعة مقاييس فسيولوجية وكيميائية التي تم ذكرها أعلاه وهو أداة جيدة للتنبؤ بنوعية وجودة الهواء (Gholami *et al.*, 2016) وصنفت النباتات بحسبه الى متحملة ($17 \leq \text{APTI}$) ومتوسطة التحمل ($12-16 \text{ APTI}$) وحساسة ($\text{APTI} > 12$) طبقاً لتصنيف بعض الباحثين (Singh *et al.*, 1991; Padmavathi *et al.*, 2013) واستناداً اليه عدت الدراسة نباتي الزيتون واليوكالبتوس نباتات متحملة ونبات السدر ضمن النباتات متوسطة التحمل في حين عدت نباتات الفيكس والكونوكاريس والدفلى والدودونيا نباتات حساسة لتلوث الهواء، وعليه يمكن استعمال نباتي الزيتون واليوكالبتوس وكذلك السدر في تكوين الأحزمة الخضراء حول المدن لقدرتها على تحمل وخفض مستوى تلوث الهواء، بالمقابل يمكن استعمال بقية الأنواع كمؤشرات حيوية على تلوث الهواء نتيجة تحسسها للملوثات الهوائية وبالتالي تكون كأجهزة انذار مبكر عن وجود حالة التلوث في المنطقة النامية فيها.

يرجع وجود الفروق المعنوية بين مواقع الدراسة وبين فصلي الشتاء والصيف لبعض الأنواع النباتية الى تأثر أحد العوامل التي يستند اليها في حساب قيم دليل تحمل تلوث الهواء والتي تتغير من موقع لآخر ومن فصل لآخر أيضاً.

يتبين من تحليل عامل الارتباط أن أكثر العوامل تأثيراً في دليل تحمل تلوث الهواء هو حامض الأسكوربيك من خلال وجود علاقة ارتباط قوية جداً معه ($r=0.886$; $P_{value}=0.001$) ، وقد جاءت هذه النتيجة قريبة جداً من نتائج بعض الدراسات (Priyanka and Dibyendu, 2009) ($r=0.864$) و أخرى (Bharti *et al.*, 2017) التي وجد فيها ارتباط شبه تام ($r=0.947$) .

يظهر من مقارنة نتائج الدراسة الحالية (جدول 4-5) مع نتائج الباحثين للنوع النباتي نفسه أو الجنس في داخل البلد أو البلدان الأخرى نجدها تتوافق أو قريبة من بعض النتائج و تختلف مع نتائج أخرى ، فقد يكون نبات ما متحمل وفق دراسة ومتوسط التحمل وفق أخرى أو حسّاس، ويحتمل أن يرجع ذلك بالدرجة الأساس الى طبيعة الملوثات المنتشرة في كل منطقة دراسية والتي تؤثر على قيم دليل تحمل تلوث الهواء، لذا عندما تكون طبيعة الملوثات قاعدية كما في بعض الدراسات (Radhapriya *et al.*, 2012) فان قيم الاس الهيدروجيني لا تنخفض عن الحدود المثلى التي تؤثر في عملية تكوين حامض الأسكوربيك، وبالتالي يمكن للنبات زيادة عملية تحويل السكر السداسي الى حامض الأسكوربيك، كذلك أظهرت بعض النباتات ارتفاع قيم محتوى الكلوروفيل الكلي في المناطق الملوثة (Assadi *et al.*, 2011; Seyyednejad and Koochak, 2011) ولذا ترتفع قيم دليل تحمل تلوث الهواء والذي يرتبط ارتباطاً معنوياً موجباً مع الكلوروفيل وحامض الأسكوربيك.

جدول (4-5) مقارنة دليل تحمل تلوث الهواء مع بعض الدراسات المحلية والدولية.

The present study (2018)	APTI		Plant species	Reference	The City
<i>Z. spina christi</i>	13.44	18.27	<i>Ziziphus jujuba</i>	a	Jharsuguda, India
		10.32	<i>Ziziphus mauritiana</i>	j	Lucknow, India
		21.37	<i>Zizyphus jujuba</i>	f	Varanasi, India
		11.6	<i>Zizyphus jujuba</i>	e	Tamil Nadu, India
<i>C. lancifolius</i>	10.21	8.68-12.03	<i>Conocarpus lancifolius</i>	i	Babylon, Iraq
		7.42-9.42	<i>Conocarpus sp</i>	k	Babylon, Iraq
		6.26-6.59	<i>Conocarpus sp</i>	h	Ahvaz, Iran
<i>F. nitida</i>	11.64	6.64-9.68	<i>Ficus sp</i>	k	Babylon, Iraq
		10.02	<i>Ficus bengalensis</i>	b	Chennai, India
		10.10	<i>Ficus religiosa</i>	b	Chennai, India
		11.94	<i>Ficus benjamina</i>	b	Chennai, India
<i>D. viscosa</i>	8.34	7.98-11.13	<i>Dodonaea viscosa</i>	i	Babylon, Iraq
<i>E. camaldulensis</i>	17.92	18.11	<i>Eucalyptus Citriodora</i>	a	Jharsuguda, India
		21.54	<i>Eucalyptus globus</i>	j	Lucknow, India
		24.10	<i>Eucalyptus spp</i>	g	Nigeria
		8.71	<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	c	Isfahan, Iran
<i>N. oleander</i>	8.74	8.80	<i>Nerium oleander</i>	d	Esfahan City, Iran
		8.16	<i>Nerium oleander</i>	c	Isfahan, Iran
		16.4	<i>Nerium oleander</i>	e	Tamil Nadu, India
<i>O.europaea</i>	18.01	20.09	<i>Olea europea</i>	l	Tunisia
		7.84	<i>Olea europea</i>	d	Isfahan, Iran
Reference: (Thakar and Mishra, 2010) ^a (Govindaraju <i>et al.</i> , 2012) ^b (Sadeghian and Mortazaienezhad, 2012) ^c (Esfahani <i>et al.</i> , 2013) ^d (Krishnaveni <i>et al.</i> , 2013) ^e (Pandey <i>et al.</i> , 2015) ^f (Aji, Adamu and Borkoma, 2015) ^g (Gholami, Mojiri and Amini, 2016) ^h (Salih and Al-Adily, 2017) ⁱ (Bharti, Trivedi and Kumar, 2017) ^j (Maysoon and Luma, 2017) ^k (Elloumi <i>et al.</i> , 2018) ^l .					

4-5-6- الكاروتينات:

يتضح من نتائج الدراسة تدرج قيم الكاروتينات إذ سجلت النتائج أعلى المعدلات في المنطقة الريفية ثم مركز المدينة وأخيراً المنطقة الصناعية مع وجود فروق معنوية لبعض مواقع الدراسة.

تعد الكاروتينات إحدى الصبغات النباتية المساعدة التي تذوب في الدهون وتلعب دوراً هاماً في وقاية الكلوروفيل من الأكسدة الضوئية وامتصاص ونقل الطاقة إلى الكلوروفيل أ (Taiz and Zeiger, 2010) وما يؤكد دور الكاروتينات هو علاقة الارتباط المعنوية الموجبة مع محتوى الكلوروفيل الكلي ودرجة الاس الهيدروجيني وحامض الأسكوربيك، وبالرغم من عدم استناد قيم دليل حمل تلوث الهواء إلى الكاروتينات، فقد وجدت علاقة ارتباط معنوية موجبة معها، وهذا يعني أنّ بازياد الكاروتينات ترتفع قيم دليل حمل تلوث الهواء لكل نوع نباتي، بالمقابل فإن علاقة الارتباط المعنوية السالبة مع الغبار المتساقط على الأوراق النباتية يؤكد النتائج السابقة من كون الغبار أحد أهم العوامل المؤثرة على صحة النبات.

تتأثر الكاروتينات بشكل مباشر بتلوث الهواء ولذا تنخفض عن معدلاتها الطبيعية في المناطق الملوثة كما اتضح ذلك من نتائج الدراسة وأشارت إليه دراسات عدّة (Joshi and Swami, 2009; Seyyednejad and Koochak, 2011; Giri *et al.*, 2013)

4-6- الغبار المتساقط على الأوراق:

أظهرت نتائج الدراسة وجود فروق معنوية بين مواقع الدراسة وهذا يعني تأثير الموقع في كمية الغبار المتساقط على النباتات والذي وجد بأعلى المعدلات في المنطقة الصناعية تلتها مركز المدينة ثم المنطقة الريفية وهو ما يؤكد نتائج الدراسات السابقة والتي بيّنت أن المنطقة الصناعية ومركز المدينة أكثر تعرضاً للغبار المتساقط والدقائق العالقة، ويظهر اختبار دنكن للمدى المتعدد أن أقدار النباتات في احتجاز ومراكمة الغبار على أوراقها هو نبات الكونوكاريس بالمقابل وجد نبات الفيكس أقل الأنواع المدروسة مراكمة للغبار، ويرجع اختلاف النباتات في مراكمتها للغبار إلى شكل الورقة وترتيبها على الساق وطول السويق وطبيعة الكساء السطحي لبشرتها من حيث وجود أو غياب الغدد، الأشواك، الشعيرات، الكيوتكل وكذلك طبيعة والشكل الهندسي للشعور، (Prusty *et al.*, 2005; Esfahani *et al.*, 2013; Bharti *et al.*, 2017)

سجلت بعض الأنواع النباتية فروقاً معنوية بين فصلي الصيف والشتاء ويمكن أن يعزى الى تأثير هطول الأمطار أو نشاط بعض الغدد الموجودة على البشرة، أو افرازات بعض الحشرات التي تنمو على نوع دون آخر لمواد لزجة تلتصق بها دقائق الغبار.

4-7-الصفات المظهرية للنباتات:

يظهر بشكل واضح من خلال نتائج الدراسة تأثير تلوث الهواء على الصفات المظهرية للنباتات من خلال اختزال طول وعرض النصل ومساحة الورقة، وكذلك طول السويق مع وجود فروق معنوية بين مواقع الدراسة، وكانت النباتات في المنطقة الصناعية أكثر تأثراً ثم النباتات في مركز المدينة، وهذا يتوافق والنتائج السابقة التي دلت على كون المنطقة الصناعية أكثر المناطق تلوثاً ثم مركز المدينة مقارنة بالمنطقة الريفية، ويمكن أن يعزى سبب اختزال طول السويق ومساحة الورقة الى التدابير الوقائية التي تقوم بها النباتات لمقاومة تلوث الهواء ولذا يحد هذا الاجراء من شدة التلوث من خلال تقليل ملامسة الملوثات (Seyyednejad *et al.*, 2009)، وبالإضافة الى ذلك يمكن أن يكون سبب الاختزال نتيجة الاجهاد الذي يتعرض له النبات فبدل من أن يصرف النبات الطاقة في بناء الكتلة الحية وزيادة المساحة السطحية وزيادة الفروع، يكون مرغماً على تكوين مواد مضادة للأكسدة الناتجة بسبب التلوث مثل مضادات الأكسدة الأنزيمية وغير الأنزيمية، وما يعزز هذا الاستنتاج ارتفاع حامض الأسكوربيك في النباتات المتواجدة في مركز المدينة والمنطقة الصناعية. أشارت بعض الدراسات الى أن تلوث الهواء بالعناصر الثقيلة وثنائي أكسيد الكبريت يؤثر بشكل كبير على الأجزاء الهوائية للنباتات الخشبية (Assadi *et al.*, 2011)، ووفقاً لنتائج الدراسة يمكن استعمال الصفات المظهرية للنباتات المدروسة كمؤشرات حيوية لتلوث الهواء.

وافقت الدراسة نتائج دراسات متعددة اختزلت فيها مساحة الورقة وطول السويق في المناطق الملوثة مقارنة بمناطق السيطرة (Seyyednejad *et al.*, 2009; Assadi *et al.*, 2011; Seyyednejad and Koochak, 2011; Leghari and Zaidi, 2013; Ekpemerechi *et al.*, 2014)

4-8-تركيز العناصر الثقيلة في النباتات وعامل التراكم الهوائي AAF:

عدّ بعض الباحثين أن تراكيز العناصر الثقيلة بحدود 10 الى 50 ميكروغرام/غم هي تراكيز عادةً ما تحدث السمية للنبات، ورغم ذلك تستطيع النباتات لا سيما الأنواع المدروسة تحمل هذه الحدود من التراكيز، وقد يرجع ذلك الى قدرة بعض النباتات على تحويلها الى مركبات غير فعّالة وضارة أو ربطها

بجران الخلايا أو احلالها محل عنصر آخر (الوهيبي، 2007)، وفسّرت عملية تراكم العناصر الثقيلة بتقاسير عديدة وفقاً لنتائج بعض الباحثين من كونها وسيلة دفاعية تقي النباتات من الإصابة الفطرية واليرقات والحشرات (Hanson *et al.*, 2003) أو وسيلة تنافسية لإثراء تربة النبات المراكم بالعناصر الثقيلة لمنع نمو أي نبات آخر (Boyd and Jaffré, 2001) كما في ظاهرة الأليلوباثي، وأيضاً فسّرت على كونها رد فعل لمقاومة الجفاف أو ضرورة لامتناس بعض العناصر الضرورية الأخرى (الوهيبي، 2007).

يظهر من خلال نتائج الدراسة (شكل 4-6) أن النباتات المدروسة تعكس بشكل واضح حالة التلوث الموجودة في الهواء، وهذا يؤكد إمكانية استعمال الأنواع المدروسة مراقبات حيوية لتلوث الهواء من خلال أنّ ارتفاع أي معدن في الهواء لأي موقع رافقه زيادة تراكمية في الأنواع النباتية المتواجدة في المنطقة ذاتها باستثناء تفاوت طفيف لعنصر الكاديوم بين المنطقة الريفية والصناعية وقد يعزى ذلك إلى قرب النباتات في المنطقة الصناعية من مصادر الكاديوم.

يعد نبات الدفلى واليوكالبتوس والدودونيا أقدر الأنواع من حيث المجموع في مراكمة العناصر الثقيلة وقد أكّدت الدراسة نتائج الباحثين السابقين (Al-Shayeb, 2002; السلمان، 2004; نيسافي، 2011) من كون نبات الدفلى من أقدر النباتات في مراكمة الرصاص.

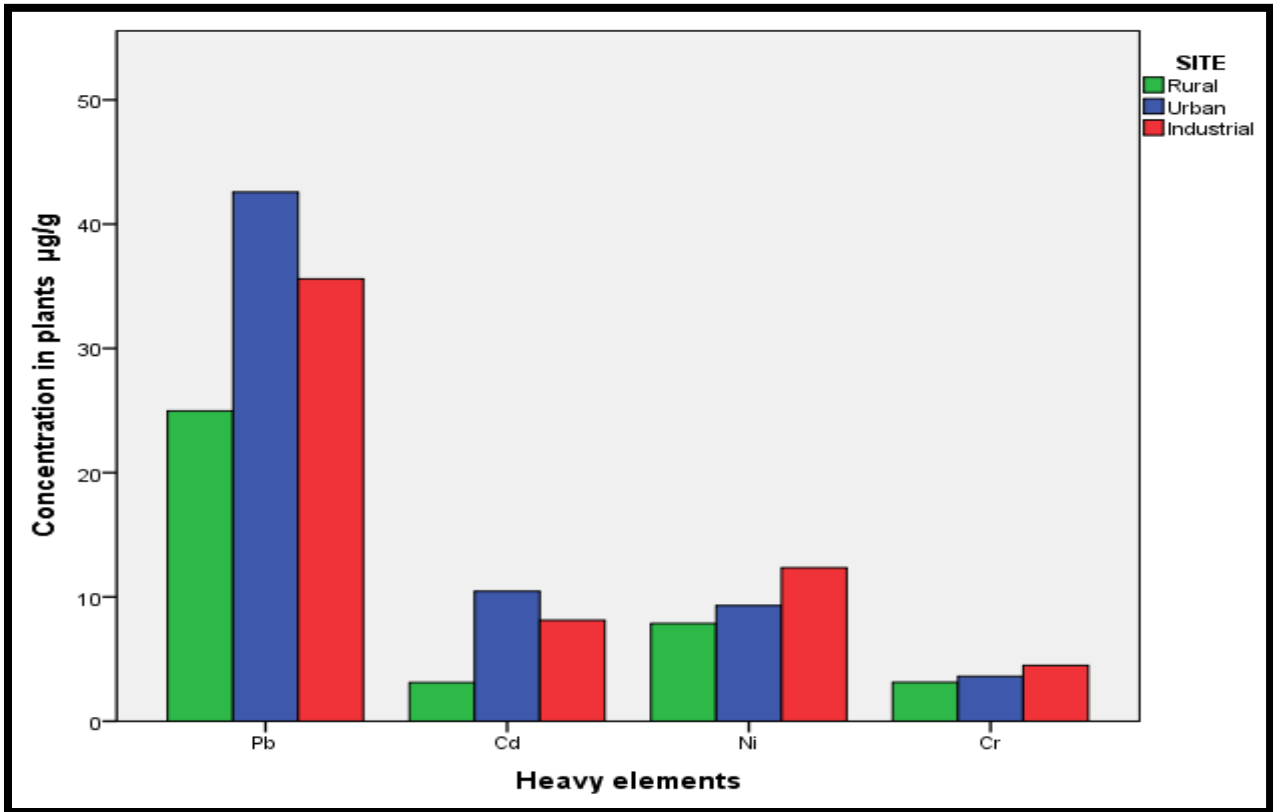
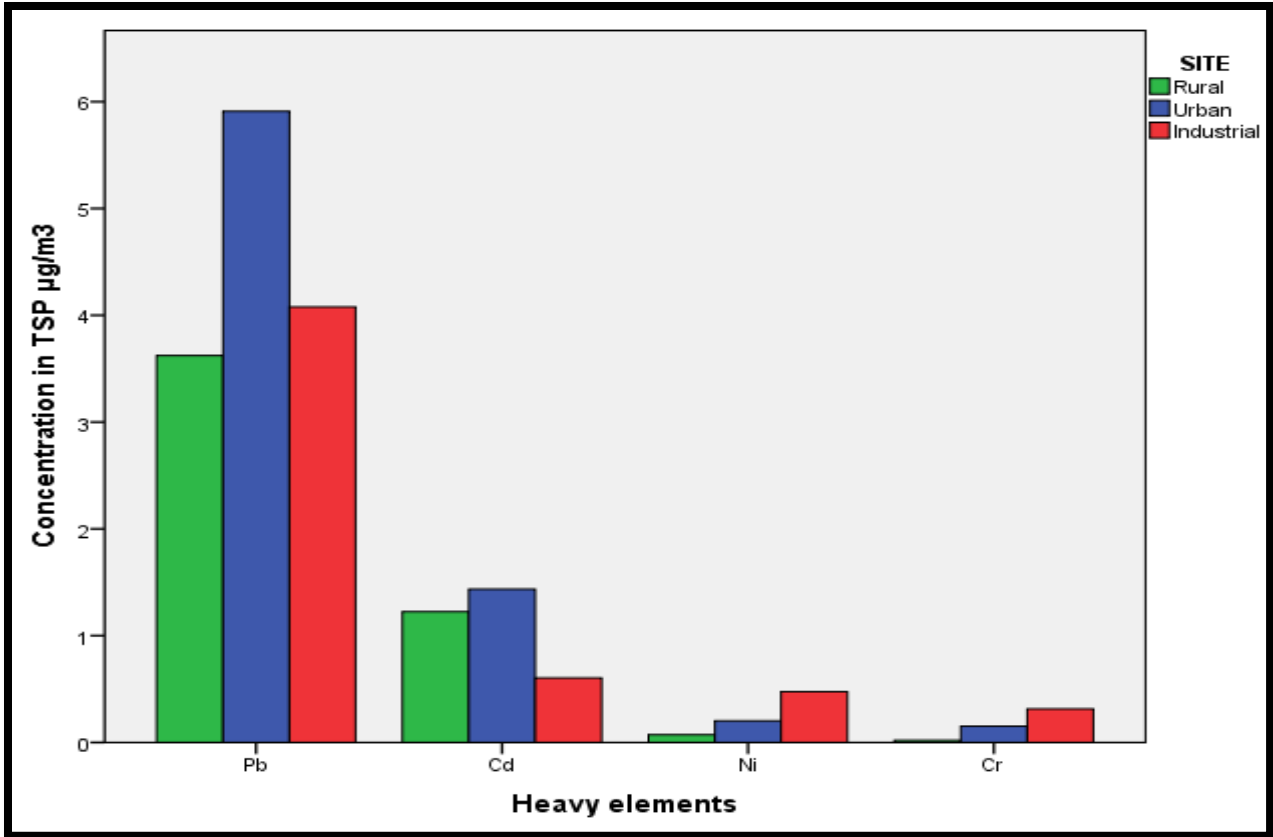
يتضح من مقارنة نتائج الدراسة مع الدراسات الأخرى (جدول 4-6) أن نتائج الدراسة قاربت بعض النتائج وتباينت مع البعض الآخر للأنواع نفسها، ويمكن أن يعزى ذلك إلى الأنشطة البشرية وقرب النباتات من مصدر الملوثات أو بعدها عنها، وهذا ما تؤكده مقارنة نتائج الدراسة الحالية ودراسة الألوسي والشمري، (2017) بالنسبة لعنصر الرصاص، وذلك لكون دراستهما كانت للنباتات المحاذية للشوارع الرئيسية وهذا ما يجعلها بتماس مباشر مع الرصاص المنبعث من عوادم وسائط النقل، لذا ارتفعت معدلات الرصاص المتراكم في الأوراق إلى الضعف، كذلك تلعب العوامل المناخية مثل الرطوبة النسبية وكمية الأمطار ودرجات الحرارة وعمر النبات دوراً في عميلة التراكم (Naqvi *et al.*, 2005).

تختلف النباتات بقدرتها وقابليتها على مراكمة الدقائق والعناصر الثقيلة من الهواء ولذا فإن قياس عامل التراكم الهوائي AAF هو أداة جيدة لتقييم تلك القدرة (Mulgrew and Williams, 2000) مضافاً لذلك كشفت نتائج التحليل الإحصائي باستعمال اختبار دنكن للمدى المتعدد للمقارنة بين الأنواع

النباتية في اختيار أقدر الأنواع لمراكمة العناصر الثقيلة من الهواء، وكان نبات الدفلى أكبر الأنواع قدرةً في مراكمة الرصاص والكاديوم بالمقابل فإن نبات اليوكالبتوس كان أقدر الأنواع النباتية في مراكمته للكروم، فيما لم تظهر أي فروق معنوية بين الأنواع في مراكمتها للنكل.

جدول(4-6) مقارنة تركيز العناصر الثقيلة في النباتات مع بعض الدراسات المحلية والدولية.

Plant species	Heavy Elements ($\mu\text{g/g}$)				The City	
	Pb	Cd	Ni	Cr		
<i>Z. spina christi</i>	28.95	9.32	9.94	1.04	Kerbala, Iraq	*
	29.00		9.00		Baghdad, Iraq	a
<i>C. lancifolius</i>	34.04	4.78	9.75	6.62	Kerbala, Iraq	*
	1.34	6.28	-	0.40	Kerbala, Iraq	b
	51.417				Tikrit, Iraq	c
<i>F. nitida</i>	31.61	4.35	8.91	4.35	Kerbala, Iraq	*
	0.20	nd	-	0.07	Tripoli, Libya	d
<i>D. viscosa</i>	36.57	6.22	10.36	4.74	Kerbala, Iraq	*
	0.45	0.04	-	0.6	Tripoli, Libya	d
	6.69	0.06	3.18	4.14	Pakistan	e
	1.43	1.23	-	0.20	Kerbala, Iraq	b
	83.084				Tikrit, Iraq	c
<i>E. camaldulensis</i>	36.43	8.16	10.15	8.19	Kerbala, Iraq	*
	20.00		7.00		Baghdad, Iraq	a
	1.026	0.423	-	0.226	Kerbala, Iraq	b
	3.4-1.4	12-10	6.1-37.7	54.2-46.3	Kirkuk, Iraq	f
	74.58				Tikrit, Iraq	c
<i>N. oleander</i>	38.82	8.81	10.24	1.11	Kerbala, Iraq	*
	30	-	8	-	Baghdad, Iraq	a
	14.59	-	4.22	1.91	Riyadh, Saudi Arabia	g
	42.60				Lattakia, Syria	h
<i>O. europaea</i>	34.23	8.91	9.49	.14	Kerbala, Iraq	*
	106.208				Tikrit, Iraq	c
Reference: (Khan <i>et al.</i> , 2013) ^e (بن يوسف، 2008) ^d (الألوسي و الشمري، 2017) ^b (الحسناوي، 2015) ^a (السلمان، 2004) (The present study, 2018) ^h (نيسافي وآخرون، 2011) ^g (Al-Shayeb, 2002) ^f (Al-Dabbas, Ali and Afaj, 2015) ^e (The present study, 2018) [*]						



شكل (4-6) توافق ارتفاع تراكيز العناصر الثقيلة بين مناطق الدراسة ومستوياتها في الهواء المحيط والنباتات.

الاستنتاجات:

- 1- توصلت الدراسة من خلال تحليل الخصائص الفيزيائية والكيميائية والحيوية للغبار المتساقط الى خطورة الغبار المتساقط بكمياته وأشكاله وأحجامه ومحتوياته الكيميائية والحيوية، على النظم البيئية والصحة العامة ويحتمل أن يكون السبب في تزايد أعداد المصابين بأمراض الجهاز التنفسي والسرطان في المحافظة لاسيما سرطان الرئة والقصبات فضلاً عن حالات الحساسية.
- 2- يتضح من خلال تحليل أشكال وأحجام دقائق الغبار ومحتوياته من العناصر أنّ أغلب مصادره هي مصادر محلية تعكس بشكل واضح طبيعة الأنشطة الناتجة عنها.
- 3- كشفت الدراسة من خلال مراقبة تلوث الهواء باستعمال طرق التحليل الكيميائية والفيزيائية والحيوية أن بيئة مدينة كربلاء تتعرض لمستوى تلوث عالٍ (الغبار المتساقط والدقائق العالقة الكلية والعناصر الثقيلة) وتجاوزها المحددات الدولية وأن تراكيز الملوثات في مركز المدينة قاربت تراكيز المنطقة الصناعية بل فاقتها في عنصري الرصاص والكاديوم كذلك لم تكن المنطقة الريفية بمنأى عن التلوث وخصوصاً بمعدن الكاديوم.
- 4- تم تشخيص جنسين من البكتريا و18 نوعاً من الفطريات تعود الى 10 أجناس بعضها من الممرضات للنبات والانسان ومن مسببات الحساسية.
- 5- يعد نبات الزيتون واليوكالبتوس والسدر من أكثر النباتات تحملاً لتلوث الهواء ويمكن استعمالها كمصرفات بيئية وتكوين الحزام الأخضر لتقليل تركيز الملوثات، بينما يمكن أن تستعمل نباتات الكونوكاريس والدودونيا والفيكس والدفلى كأدلة حيوية على تلوث الهواء نتيجةً لحساسيتها العالية للملوثات الهوائية وعدّها جهاز انذار مبكر لنوعية الهواء.
- 6- تعد نباتات الدفلى والدودونيا واليوكالبتوس أقدر النباتات المدروسة في مراكمة العناصر الثقيلة من الهواء بينما الكونوكاريس والسدر أكبر الأنواع النباتية قدرةً في احتجاز ومراكمة الغبار.

التوصيات:

- 1- تحليل المركبات الهيدروكربونية العطرية المدمصة على الغبار وتقييم النشاط الاشعاعي لها.
- 2- دراسة الملوثات الهوائية في ثمار النباتات.
- 3- تشخيص الفيروسات المرتبطة بالغبار أو تشخيص الأحياء المجهرية بتقنيات حديثة.
- 4- دراسة أنواع نباتية أخرى لمعرفة مدى كفاءتها في تقليل تراكيز الملوثات الهوائية.

- 5- نقل الحي الصناعي من الموقع الحالي القريب من مركز المدينة والذي تحيط به الأحياء السكنية الى خارج المدينة بحيث ينعلم تأثير انبعاثاته عليها.
- 6- الحد من إضافة الرصاص الى البنزين أو سير وسائط النقل ذات المحركات القديمة غير الكفوءة.
- 7- تكثيف زراعة نبات الزيتون واليوكالبتوس والسدر في تكوين الحزام حول المدينة كونها نباتات متحملة للتلوث كذلك زراعة الدفلى والدودونيا كونها داخل المدينة كونها أكثر النباتات قدرة في تقليل العناصر الثقيلة والتي ازداد تركيزها داخل المدينة.

المصادر العربية:

أحمد، زهراء شهاب و رؤوف، أياد وجيه. (2015). تأثير تلوث الهواء على بعض الخصائص المظهرية والفسولوجية في بعض النباتات دائمة الخضرة في مدينة بغداد، العراق. المجلة العراقية للتكنولوجيا الحيوية. 14(2):429-443 .

أحمد، زياد وهاب. (2007). تحليل بيئي للعوامل الجغرافية المؤثرة في كمية ونوعية المتساقطات الجوية في محافظة ذي قار ، رسالة ماجستير، جامعة البصرة- كلية التربية.

الإمام محمود محمد الطاهر. (2010). تصميم وتحليل التجارب، الطبعة الثالثة، دار المريخ للنشر، ردمك.

الأسدي ، كفاح صالح و الأسدي قاسم كاظم و الدحيدحاوي ،فارس جواد . (2013) . تقييم بيئي لبعض ملوثات هواء مدينة الكوفة . مجلة جامعة بابل ،عدد خاص / وقائع المؤتمر الدولي للعلوم البيئية، جامعة بابل-مركز بحوث البيئة 3-5 كانون الأول 2013 .

بن يوسف ، خالد علي أحمد (2008) . تقييم ملوثات الهواء الجوي بمدينة طرابلس باستخدام النبات كمرآب حيوي. رسالة ماجستير، جامعة سبها – كلية العلوم الهندسية والتقنية / قسم علوم البيئة .

جابر ، فردوس عباس و العادلي ، خالد جواد و حبيب ، حسن عباس و حسين ايمان راجي . (2007) . دراسة الخصائص الكيميائية و الفيزيائية لحبيبات الغبار المتساقط في مدينة الديوانية مجلة القادسية للعلوم الصرفة (فصلية) . 12(3) : 1-12.

جائبك ، علي جليل (2012) . دراسة كمية الغبار المترسب في محافظة بابل / العراق خلال عامي 2009 و 2010 . مجلة جامعة بابل - العلوم الهندسية . 20 (1) : 369-381.

جار الله ، رائد شعلان و الطويل ، لمى صالح جبار و جبار ، رنا صالح (2007) . دراسة الخصائص الفيزيائية والكيميائية والحيوية للغبار الجوي في مدينة الديوانية. مجلة القادسية للعلوم الصرفة (فصلية) 12(4) : 1-14.

الحسناوي، أسعد شهيد محمد. (2015). دراسة نوعية لغبار الشوارع في بعض مناطق مدينة كربلاء واستخدام النباتات كمرآب حيوي. رسالة ماجستير، جامعة كربلاء-كلية التربية.

الراوي خاشع محمود (2000) . مدخل الى الاحصاء. الطبعة الثانية، دار الكتب للطباعة والنشر، جامعة الموصل .

رسول، سامي رجب .(2001). تقييم نوعية الهواء المحيط في مدينة بغداد مع اقتراح محددات لنوعية الهواء المحيط، رسالة ماجستير ، قسم العلوم التطبيقية ، الجامعة التكنولوجية، 156ص.

الساعدي، احمد نعمة . (1999) . تلوث الهواء في مدينة بغداد وضواحيها باحادي اوكسيد الكربون والفلزات الثقيلة . رسالة ماجستير، كلية العلوم ، جامعة بغداد، 118 ص.

السروي، أحمد . (2008) . الكيمياء البيئية. الطبعة الاولى، الجيزة، الدار العالمية للنشر والتوزيع، القاهرة.

سلطان، ميثم عبد الله و الربيعي ، مهدي صالح و عبد الرحيم ، عصام . (2012) . تقييم تراكيز العناصر السامة والمسرطنة في الغبار والتربة في مدينة بغداد ومدى تأثيرها في انتشار بعض الأمراض . المجلة العراقية العلمية ، وقائع المؤتمر الأول للعواصف الترابية وتأثيرها – الأسباب والمعالجات ، 17- 18 تشرين الأول .

السلطاني، احمد رحيم عبد الحمزة (2006). تلوث هواء وتربة منطقة النهروان- شرق بغداد بالفلزات الثقيلة الناتجة من معامل الطابوق ، رسالة ماجستير ، كلية العلوم جامعة بغداد ، العراق .

السلمان، ابراهيم مهدي عزوز . (2004). اختبار كفاءة أنواع مختلفة من النباتات في الرقابة الحياتية لتلوث الهواء وسحب العناصر الثقيلة. ندوة الاثار البيئية للمخلفات الكيميائية في الوطن العربي، المكتب الوطني للبحث والتطوير، 19-20 أبريل ، طرابلس – ليبيا .

شريف، فياض محمد .(2012). سلسلة أساسيات الفطريات - بيئة الفطريات، الطبعة الأولى. الذاكرة للنشر والتوزيع ، بغداد- العراق.

الشمري، عمار فخري و نصر، شكري الالوسي. (2017). اختبار كفاءة بعض اشجار وشجيرات جوانب الطرق في مدينة تكريت في احتجاز دقائق الغبار ومراكمة العناصر الثقيلة. مجلة جامعة تكريت للعلوم الزراعية 17(وقائع المؤتمر العلمي السادس للعلوم الزراعية): 59-76.

الطائي، شهاب أحمد وبهجت، شبابة عبد اللطيف. (2007). الأحياء المجهرية – العملي، منشورات جامعة الموصل.

عبد الحافظ، عبد الوهاب محمد و مبارك، محمد الصاوي محمد .(1996). الميكروبيولوجيا التطبيقية. الطبعة الأولى، المكتبة الأكاديمية للنشر، القاهرة.

عبد الحسين، فائزة عبد الأمير، نعمان، عمر صفوان، عبد الحسين، علي و محسن، رؤى فاروق .(2009). اجراء تقييم وتحليل احصائي لقياسات مجموع الدقائق العالقة والرصاص في هواء مدينة بغداد لعام 2008. اصدار دائرة بيئة بغداد- شعبة مراقبة نوعية الهواء.

عبد الحميد ، زيدان هندي . (2012) . السمية البيئية و التفاعلات الحيوية للكيميائيات والمبيدات . الطبعة الثانية ، الدار العربية للنشر والتوزيع ، القاهرة .

عبد الواحد، خالد ضياء و وادي، خزعل ضبع .(2011). تأثير الكساء السطحي للأوراق النباتية على مسك أو احتجاز ملوثات الغبار المتساقط وأكاسيد الكبريت في الهواء الجوي . مجلة ديالى للعلوم الزراعية، 3 (2) 692- 680 .

الكوّاز ، حازم أمين و اليازجي ، ياسر ميسر و محمود حازم جمعة . (2011) . التحليل الكمي والحجمي للغبار المتساقط على مدينة الموصل وضواحيها ومقارنتها مع الأعوام السابقة . مجلة جامعة تكريت للعلوم الصرفة . 16 (3) : 243-236.

الأمي ، هدى عباس حميد (2012). الغبار في العراق . اصدار الهيئة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي .

محمود ، داود شاكر و حسن ، ساجدة علي (2010) . توزيع ظاهرة الغبار في العراق ،اصدار الهيئة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي .

الموسوي، عدنان رضا مهدي .(2013). تقدير تراكيز بعض العناصر الثقيلة والغازات الملوثة لهواء ونباتات وتربة مدينة كربلاء المقدسة. كلية التربية جامعة الكوفة.

المياحي ، منار زباري سبتي . (2009) . دراسة دور النباتات في الحد من التلوث البيئي (الغبار المتساقط) في محافظة البصرة . مجلة دراسات البصرة .(8) : 68-47 .

ناشي ، حسن عبد اللطيف .(2011) . الملوثات الكيميائية وأثارها على الصحة البيئية المشكلة والحل . الطبعة الاولى ، دار النشر للجامعات .

نيسافي ، ابراهيم و رضوان، أسامة و صالح ، لانا . (2011) . مقارنة قدرة ثلاثة أنواع نباتية مزروعة في أتوستراد الثورة (مينة اللاذقية) على امتصاص عنصر الرصاص ومراكمته (Pb) .
مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية .33(4) : 169-182.

الوهيبي، محمد بن حمد (2007) . ظاهرة تراكم العناصر الثقيلة في النباتات. المجلة السعودية للعلوم
البيولوجية 14(2) : 1-28

وزارة البيئة العراقية . (2009) . تقرير الاحصاءات البيئية للعراق لسنة 2009. اصدار وزارة البيئة
العراقية .

وزارة النقل العراقية . (2018) . الهيئة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي، قسم المناخ الزراعي،
بيانات غير منشورة - محطة كربلاء المناخية خلال العام 2017-2018.

References:

- AAQCs, (2016). Ontario's Ambient Air Quality Criteria <https://www.ontario.ca/page/ontarios-ambient-air-quality-criteria-sorted-contaminant-name#fn9>.
- A Pradhan *et al.* (2016) 'Air pollution tolerance index of three tree species along national high way-6 between Ainthapalli to Remed , Sambalpur', *Biolife*, 4(1), pp. 111–120. doi: 10.17812/blj.2016.4116.
- Agbaire, P. O. and Esiefarienrhe, E. (2009) 'Air Pollution tolerance indices (apti) of some plants around Otorogun Gas Plant in Delta State, Nigeria.', *Journal of Applied Sciences and Environmental Management*. Department of Pure & Industrial Chemistry, University of Port Harcourt, 13(1).
- Aghajanzadeh, T., Hawkesford, M. J. and De Kok, L. J. (2016) 'Atmospheric H₂S and SO₂ as sulfur sources for Brassica juncea and Brassica rapa: Regulation of sulfur uptake and assimilation', *Environmental and experimental botany*. Elsevier, 124, pp. 1–10.
- Agrawal, S. and Tiwari, S. L. (1997) 'Susceptibility level of few plants on basis of air pollution tolerance index', *Indian Forester*, 123(4), pp. 319–322.
- Agrios, G. N. (2005) 'Plant Pathology. 5th eds', *Department of Plant Pathology. University of Florida. United States of America*.
- Aguiar-Silva, C. *et al.* (2016) 'Antioxidant responses of Atlantic Forest native tree species as indicators of increasing tolerance to oxidative stress when they are exposed to air pollutants and seasonal tropical climate', *Ecological indicators*. Elsevier, 63, pp. 154–164.
- Ahmed, M. T. (2016) 'Quantitative Analysis of Precipitated Dust in Nineveh, Tikrit and Kirkuk Cities-IRAQ for the years 2011 and 2012 Compared with

- the Previous’, *Diyala Journal For Pure Science*. Diyala University, 12(4–part 2), pp. 149–163.
- Ahmet, S. and van Dijk, M. (1994) *Monitoring of Air Quality in the Port Phillip Control Region, 1979-1991*. Environment Protection Authority.
- Aïssa, B. *et al.* (2016) ‘Structural and physical properties of the dust particles in Qatar and their influence on the PV panel performance’, *Scientific reports*. Nature Publishing Group, 6, p. 31467.
- Aji, M. M., Adamu, A. M. and Borkoma, M. B. (2015) ‘Determination of Air Pollution Tolerance Index of selected trees in selected locations in Maiduguri’, *Int J Sci Res Sci Technol*. Citeseer, 4(1), pp. 249–254.
- Al-Awadhi, J. M. and AlShuaibi, A. A. (2013) ‘Dust fallout in Kuwait city: deposition and characterization’, *Science of the total environment*. Elsevier, 461, pp. 139–148.
- Al-Azzawi, M. N. A. and Al-Dulaimi, S. H. H. (2015) ‘Measuring the concentration of Suspended Particulate Matter and some heavy metals in air of two areas of Rusafa in Baghdad’, *Iraqi Journal of Science*. Baghdad University, 56(1B), pp. 361–366.
- Al-Barakah, F., Radwan, S. M. and Modaihsh, A. S. (2014) ‘Seasonal and spatial variation of microbial contents in falling dust in Riyadh city, Saudi Arabia’, *Int J Curr Microbiol Appl Sci*, 3, pp. 647–656.
- Al-Dabbas, M. A., Ali, L. A. and Afaj, A. H. (2015) ‘THE CHEMISTRY OF THE LEAVES OF PLANT *Eucalyptus camaldulensis* AS ENVIRONMENTAL CONTAMINATION INDICATOR OF SELECTED LOCATIONS AT KIRKUK-IRAQ’, *Bull. Iraq nat. Hist. Mus*, 13(2), pp. 39–50.
- Al-Dabbas, M., Abbas, M. A. and Al-Khafaji, R. (2011) ‘The mineralogical and micro-organisms effects of regional dust storms over Middle East region’,

International Journal of Water Resources and Arid Environments, 1(2), pp. 129–141.

Al-hesnawi, A. S. M. and Alsalman, I. M. (2017) ‘Test the Efficiency of Some Plants Scattered in The Northwestern Part of Karbala City in The Deposition of Dust and Uptake of Heavy Metals’, *Ibn AL-Haitham Journal For Pure and Applied Science*, 28(2), pp. 200–207.

Al-Shayeb, S. M. (2002) ‘Comparison study of Phoenix dactylifera L. and Nerium oleander L. as biomonitors for lead and other elements’, *Asian Journal of Chemistry*. *Asian Journal of Chemistry*, 14(2), p. 597.

Arnon, D. I. (1949) ‘Copper enzymes in isolated chloroplasts. Polyphenoloxidase in Beta vulgaris’, *Plant physiology*. American Society of Plant Biologists, 24(1), p. 1.

Assadi, A. *et al.* (2011) ‘Impact of air pollution on physiological and morphological characteristics of Eucalyptus camaldulensis’, *J. Food Agric. Environ*, 9(2), pp. 676–679.

Awad, A. H. A. *et al.* (2013) ‘Coarse and fine culturable fungal air concentrations in urban and rural homes in Egypt’, *International journal of environmental research and public health*. Multidisciplinary Digital Publishing Institute, 10(3), pp. 936–949.

Azmi, A. *et al.* (2015) ‘Analysis of dustfall generation from Regosol soil in Java Island, Indonesia’, *measurement*.

Badamasi, H. (2017) ‘Biomonitoring of Air Pollution Using Plants’, *MAYFEB Journal of Environmental Science*, 2.

Bell, J. M. (2014) ‘Characterization, composition and source identification of Iraqi aerosols’.

- Bennett, J. H. and Hill, A. C. (1973) 'Absorption of gaseous air pollutants by a standardized plant canopy', *Journal of the Air Pollution Control Association*. Taylor & Francis, 23(3), pp. 203–206.
- Bertrand, J.-C. *et al.* (2015) *Environmental microbiology: Fundamentals and applications*. Springer.
- Bharti, S. K., Trivedi, A. and Kumar, N. (2017) 'Urban Climate Air pollution tolerance index of plants growing near an industrial site', *Urban Climate*. Elsevier, (October), pp. 0–1. doi: 10.1016/j.uclim.2017.10.007.
- Biglari, H. *et al.* (2017) 'Relationship between air particulate matter and meteorological parameters', *Fresenius Environmental Bulletin*. PARLAR SCIENTIFIC PUBLICATIONS (PSP) ANGERSTR. 12, 85354 FREISING, GERMANY, 26(6), pp. 4047–4056.
- Birkeland, P. W. and Larson, E. E. (1989) *Putnam's geology*. Oxford University Press Oxford.
- Botkin, D. B. and Keller, E. A. (2003) 'Environmental Science: Earth as a Living Planet', *Management of Environmental Quality: An International Journal*. Emerald Group Publishing Limited, 14(5), p. 623.
- Boyd, R. S. and Jaffré, T. (2001) 'Phytoenrichment of soil Ni content by *Sebertia acuminata* in New Caledonia and the concept of elemental allelopathy', *South African Journal of Science*. Academy of Science for South Africa (ASSAf), 97(11–12), pp. 535–538.
- Bradl, H. (2005) *Heavy metals in the environment: origin, interaction and remediation*. Elsevier.
- Breed, C. A., Arocena, J. M. and Sutherland, D. (2002) 'Possible sources of PM10 in Prince George (Canada) as revealed by morphology and in situ chemical composition of particulate', *Atmospheric Environment*. Elsevier, 36(10), pp. 1721–1731.

- Buseck, P. R. *et al.* (2000) 'Minerals in the air: An environmental perspective', *International Geology Review*. Taylor & Francis, 42(7), pp. 577–593.
- Calvert, J. G. (1990) 'Glossary of atmospheric chemistry terms (Recommendations 1990)', *Pure and applied chemistry*. De Gruyter, 62(11), pp. 2167–2219.
- Cempel, M. and Nickel, G. (2006) 'Nickel: A review of its sources and environmental toxicology.', *Polish Journal of Environmental Studies*, 15(3).
- Chen, Z. and Gallie, D. R. (2005) 'Increasing tolerance to ozone by elevating foliar ascorbic acid confers greater protection against ozone than increasing avoidance', *Plant Physiology*. Am Soc Plant Biol, 138(3), pp. 1673–1689.
- Chow, J. C. *et al.* (1993) 'The DRI thermal/optical reflectance carbon analysis system: description, evaluation and applications in US air quality studies', *Atmospheric Environment. Part A. General Topics*. Elsevier, 27(8), pp. 1185–1201.
- Conklin, P. L. (2001) 'Recent advances in the role and biosynthesis of ascorbic acid in plants', *Plant, Cell & Environment*. Wiley Online Library, 24(4), pp. 383–394.
- Cosentino, S., Fadda, M. E. and Palmas, F. (1995) 'Pollen and mould allergy in Southern Sardinia (Italy): comparison of skin-test frequencies and air sampling data', *Grana*. Taylor & Francis, 34(5), pp. 338–344.
- CPCB, A. Q. M. and Emission, I. (2011) 'Source Apportionment Study for Indian Cities', *Central Pollution Control Board, Delhi, India*.
- Cunningham, S. D. and Ow, D. W. (1996) 'Promises and prospects of phytoremediation.', *Plant physiology*. American Society of Plant Biologists, 110(3), p. 715.
- Daly, A. and Zannetti, P. (2007) 'An introduction to air pollution—definitions, classifications, and history', *Ambient air pollution*. P. Zannetti, D. Al-Ajmi

- and S. Al-Rashied, *The Arab School for Science and Technology and The EnviroComp Institute*, pp. 1–14.
- Danesh, N. *et al.* (2011) ‘Physiological Responses of Some Tree Species to Air Pollution Stress around Bhadravathi Town , India’, 410(Naaqm 2006).
- Das, S. and Prasad, P. (2010) ‘Seasonal variation in air pollution tolerance indices and selection of plant species for industrial areas of rourkela’, *Indian Journal of Environmental Protection*, pp. 978–988.
- Deacon, J. W. (2013) *Fungal biology*. John Wiley & Sons.
- Al Derzi, N. and Najji, A. M. (2014) ‘Mineralogical and heavy metal Assessment of Iraqi soils from urban and rural areas’, *Journal of Al-Nahrain University-Science*. Al-Nahrain University, 17(2), pp. 55–63.
- Després, V. *et al.* (2012) ‘Primary biological aerosol particles in the atmosphere: a review’, *Tellus B: Chemical and Physical Meteorology*. Taylor & Francis, 64(1), p. 15598.
- Douwes, J. *et al.* (2003) ‘Bioaerosol health effects and exposure assessment: progress and prospects’, *The Annals of occupational hygiene*. Oxford University Press, 47(3), pp. 187–200.
- Duffus, J. H. (2002) ‘Heavy metals” a meaningless term’, *Pure Appl. Chem*, 74(5), pp. 793–807.
- Ekpemerechi, S. E. *et al.* (2014) ‘Effect of air pollution on the foliar morphology of some species in the family Euphorbiaceae in southwestern Nigeria’, *Journal of Science and Technology (Ghana)*. Kwame Nkrumah University of Science and Technology (KNUST), 34(1), pp. 21–29.
- Elloumi, N. *et al.* (2018) ‘A Comparative Study of Air Pollution Tolerance Index (APTI) of Some Fruit Plant Species Growing in the Industrial Area of Sfax, Tunisia’, *Pollution*. University of Tehran, 4(3), pp. 439–446.

- Escobedo, F. J. *et al.* (2008) ‘Analyzing the cost effectiveness of Santiago, Chile’s policy of using urban forests to improve air quality’, *Journal of environmental management*. Elsevier, 86(1), pp. 148–157.
- Esfahani, A. A. *et al.* (2013) ‘Assesment of air pollution tolerance index of higher plants suitable for green belt development in east of Esfahan city, Iran’, *Journal of Ornamental and Horticultural Plants*, 3(2), pp. 87–94.
- European Environment Agency (2017) *Air quality in Europe — 2017 report No 13/2017, EEA Technical Report*. doi: 10.2800/850018.
- Falla, J. *et al.* (2000) ‘Biological air quality monitoring: a review’, *Environmental Monitoring and Assessment*. Springer, 64(3), pp. 627–644.
- Falvo, M. J. *et al.* (2015) ‘Airborne hazards exposure and respiratory health of Iraq and Afghanistan veterans’, *Epidemiologic reviews*. Oxford University Press, 37(1), pp. 116–130.
- Fisher, G. W., Graham, B. W. L. and Bell, M. J. (1995) *Design of a national ambient air quality monitoring network for New Zealand*. Ministry for the Environment.
- Fröhlich-Nowoisky, J. *et al.* (2016) ‘Bioaerosols in the Earth system: Climate, health, and ecosystem interactions’, *Atmospheric Research*. Elsevier, 182, pp. 346–376.
- Fuzzi, S. *et al.* (2015) ‘Particulate matter, air quality and climate: Lessons learned and future needs’, *Atmospheric Chemistry and Physics*, 15(14), pp. 8217–8299. doi: 10.5194/acp-15-8217-2015.
- Gaur, R. C. (2016) *Basic environmental engineering*. Nea Age.
- Gholami, A., Mojiri, A. and Amini, H. (2016) ‘Investigation of the air pollution tolerance index (APTI) using some plant species in Ahvaz region’, *J. Anim. Plant Sci*, 26(475), p. e480.

- Ghorani-Azam, A., Riahi-Zanjani, B. and Balali-Mood, M. (2016) 'Effects of air pollution on human health and practical measures for prevention in Iran', *Journal of research in medical sciences: the official journal of Isfahan University of Medical Sciences*. Wolters Kluwer--Medknow Publications, 21.
- Gieré, R. and Querol, X. (2010) 'Solid particulate matter in the atmosphere', *Elements*. Mineralogical Association of Canada, 6(4), pp. 215–222.
- Giese, M. *et al.* (1994) 'Detoxification of formaldehyde by the spider plant (*Chlorophytum comosum* L.) and by soybean (*Glycine max* L.) cell-suspension cultures', *Plant Physiology*. Am Soc Plant Biol, 104(4), pp. 1301–1309.
- Giri, S. *et al.* (2013) 'Effect of Air Pollution on Chlorophyll Content of Leaves', *Current Agriculture Research Journal*, 1(2), pp. 93–98. doi: 10.12944/CARJ.1.2.04.
- Govindaraju, M. *et al.* (2012) 'Identification and evaluation of air-pollution-tolerant plants around lignite-based thermal power station for greenbelt development', *Environmental Science and Pollution Research*. Springer, 19(4), pp. 1210–1223.
- Griffin, D. W. *et al.* (2007) 'Airborne desert dust and aeromicrobiology over the Turkish Mediterranean coastline', *Atmospheric environment*. Elsevier, 41(19), pp. 4050–4062.
- Gurjar, B. R., Molina, L. T. and Ojha, C. S. P. (2010) *Air pollution: health and environmental impacts*. CRC press.
- Hanson, B. *et al.* (2003) 'Selenium accumulation protects *Brassica juncea* from invertebrate herbivory and fungal infection', *New Phytologist*. Wiley Online Library, 159(2), pp. 461–469.

- Harrison, R. M. (2012) *Handbook of air pollution analysis*. Springer Science & Business Media.
- Harrop, O. (2001) *Air quality assessment and management: A practical guide*. CRC Press.
- Hausenbuiller, R. L. (1978) *Soil science; principles and practices*.
- Havlin, J. L. and Soltanpour, P. N. (1980) 'A nitric acid plant tissue digest method for use with inductively coupled plasma spectrometry', *Communications in Soil Science and Plant Analysis*. Taylor & Francis, 11(10), pp. 969–980.
- He, Z. L., Yang, X. E. and Stoffella, P. J. (2005) 'Trace elements in agroecosystems and impacts on the environment', *Journal of trace elements in medicine and biology*. Elsevier, 19(2–3), pp. 125–140.
- Heath, R. L. (2008) 'Modification of the biochemical pathways of plants induced by ozone: what are the varied routes to change?', *Environmental Pollution*. Elsevier, 155(3), pp. 453–463.
- Helmer, D. A. *et al.* (2007) 'Health and exposure concerns of veterans deployed to Iraq and Afghanistan', *Journal of occupational and environmental medicine*. LWW, 49(5), pp. 475–480.
- Hill, M. K. (2010) *Understanding environmental pollution*. Cambridge University Press.
- Hogan, M. (2010) 'Heavy metal. Encyclopedia of Earth. National Council for Science and the Environment', *Washington, DC*.
- Humans, I. W. G. on the E. of C. R. to (1990) *IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans: Chromium, Nickel and Welding*. International Agency for Research on Cancer.
- Indira, P. D. A., Shamshad, S. and Paul, M. J. (2015) 'The effect of air pollution on some biochemical factors of some plant species growing in Hyderabad.',

International Journal of Pharma and Bio Sciences, 6(1), pp. 1349–1359.
Available at: <http://www.ijpbs.net/current-issue.php>.

Innes, J. L. and Haron, A. H. (2000) *Air pollution and the forests of developing and rapidly industrializing regions*. CABI.

Iqbal, H. *et al.* (2010) ‘UV spectrophotometric analysis profile of ascorbic acid in medicinal plants of Pakistan.’, *World Applied Sciences Journal*. IDOSI Publications, 9(7), pp. 800–803.

IARC (International Agency for Research on Cancer) (1987) IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans. Some metals and metallic compounds. Volume 23. Available at: <http://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/vol23/volume23.pdf> (accessed 15 December 2015).

IARC (1990) IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans. Chromium, Nickel and Welding. Volume 49. Available at: <http://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/vol49/index.php> (accessed 20 December 2015).

IARC (1993) IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans. Beryllium, Cadmium, Mercury and exposures in the glass manufacturing industry. Volume 58. Available at: <http://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/vol58/index.php> (accessed 18 December 2015).

IARC (2006) IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans. Inorganic and organic lead compounds. Volume 87. Available at: <http://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/vol87/index.php> (accessed 12 December 2015). Google Scholar

IARC (2012) IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans. Arseni, metals, fibres, and dusts. A review of human carcinogens.

Volume 100C. Available at:
<http://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/vol100C/index.php> (accessed
12 December 2015).

ARICR (2015) 'Annual Report Iraqi Cancer Registry'. Republic of Health
Ministry of Health\Environment -Iraqi Cancer Board, 2015.

Jaenicke, R. (2005) 'Abundance of cellular material and proteins in the
atmosphere', *Science*. American Association for the Advancement of
Science, 308(5718), p. 73.

Joshi, N., Bora, M. and Haridwar, U. (2011) 'Impact of air quality on
physiological attributes of certain plants', *Report and Opinion*, 3(2), pp. 42–
47.

Joshi, N., Chauhan, A. and Joshi, P. C. (2009) 'Impact of industrial air pollutants
on some biochemical parameters and yield in wheat and mustard plants',
The Environmentalist. Springer, 29(4), pp. 398–404.

Joshi, P. C. and Swami, A. (2009) 'Air pollution induced changes in the
photosynthetic pigments of selected plant species', *Journal of
Environmental Biology*. Journal of Environmental Biology, 30(2), pp. 295–
298.

Kabel, R. L. *et al.* (1976) 'A preliminary model of gaseous pollutant uptake by
vegetation', *Center for Air Environment Studies, Publ*, (455–76).

Katiyar, V. and Dubey, P. S. (2001) 'Sulphur dioxide sensitivity on two stages of
leaf development in a few tropical tree species', *Indian Journal of
Environment and toxicology*. JAI RESEARCH FOUNDATION, 11(2), pp.
78–81.

Katsouyanni, K. *et al.* (2001) 'Confounding and effect modification in the short-
term effects of ambient particles on total mortality: results from 29

- European cities within the APHEA2 project’, *Epidemiology*. LWW, 12(5), pp. 521–531.
- Keller, E. A. (2007) *Introduction to environmental geology*. Prentice-Hall, Inc.
- Keymeulen, R., Schamp, N. and Van Langenhove, H. (1995) ‘Uptake of gaseous toluene in plant leaves: a two compartment model’, *Chemosphere*. Elsevier, 31(8), pp. 3961–3975.
- Khan, Z. I. *et al.* (2013) ‘Toxic and some essential metals in medicinal plants used in herbal medicines: a case study in Pakistan’, *African Journal of Pharmacy and Pharmacology*. Academic Journals, 7(21), pp. 1389–1395.
- Khare, M. (2012) *Air pollution: monitoring, modelling and health*. In Tech.
- Kirk, J. T. O. and Allen, R. L. (1965) ‘Dependence of chloroplast pigment synthesis on protein synthesis: effect of actidione’, *Biochemical and biophysical research communications*. Elsevier, 21(6), pp. 523–530.
- Krapp, A. *et al.* (1998) ‘Expression studies of Nrt2: 1Np, a putative high-affinity nitrate transporter: evidence for its role in nitrate uptake’, *The Plant Journal*. Wiley Online Library, 14(6), pp. 723–731.
- Krebs, C. J. (1972) ‘The experimental analysis of distribution and abundance’, *Ecology*. New York: Harper and Row.
- Krishnaveni, M. *et al.* (2013) ‘Air pollution tolerance index of plants at Perumalmalai hills, Salem, Tamil Nadu, India’, *International Journal of Pharmaceutical Sciences Review and Research*, 20(1), pp. 234–239.
- Kumar, B., Verma, K. and Kulshrestha, U. (2014) ‘Deposition and mineralogical characteristics of atmospheric dust in relation to land use and land cover change in Delhi (India)’, *Geography Journal*. Hindawi, 2014.
- Kwaasi, A. A. A. *et al.* (1998) ‘Aeroallergens and viable microbes in sandstorm dust: Potential triggers of allergic and nonallergic respiratory ailments’, *Allergy*. Wiley Online Library, 53(3), pp. 255–265.

- Lagzi, I. *et al.* (2014) 'Atmospheric chemistry'. hgpu. org.
- Lam, H.-M. *et al.* (1996) 'The molecular-genetics of nitrogen assimilation into amino acids in higher plants', *Annual review of plant biology*. Annual Reviews 4139 El Camino Way, PO Box 10139, Palo Alto, CA 94303-0139, USA, 47(1), pp. 569–593.
- Lang-Yona, N. *et al.* (2012) 'Annual distribution of allergenic fungal spores in atmospheric particulate matter in the Eastern Mediterranean; a comparative study between ergosterol and quantitative PCR analysis', *Atmospheric Chemistry and Physics*. Copernicus GmbH, 12(5), pp. 2681–2690.
- Lang-Yona, N. *et al.* (2013) 'Changes in atmospheric CO₂ influence the allergenicity of *Aspergillus fumigatus*', *Global change biology*. Wiley Online Library, 19(8), pp. 2381–2388.
- Larcher, W. (2003) *Physiological plant ecology: ecophysiology and stress physiology of functional groups*. Springer Science & Business Media.
- Leghari, S. K. and Zaidi, M. (2013) 'Effect of air pollution on the leaf morphology of common plant species of Quetta city', *Pak. J. Bot*, 45(S1), pp. 447–454.
- Li, W. J. and Shao, L. Y. (2009) 'Observation of nitrate coatings on atmospheric mineral dust particles', *Atmospheric Chemistry and Physics*. Copernicus GmbH, 9(6), pp. 1863–1871.
- Liu, Y. and Ding, H. (2008) 'Variation in air pollution tolerance index of plants near a steel factory: Implication for landscape-plant species selection for industrial areas', *WSEAS Transactions on Environment and development*. Citeseer, 4(1), pp. 24–32.
- Lozet, J. and Mathieu, C. (1990) *Dictionary of soil science*. Technique et Documentation-Lavoisier.

- Lyles, M. B. *et al.* (2005) ‘The chemical, biological and mechanical characterization of airborne micro-particulates from Kuwait’, in *Presentation at: 8th Annual Force Health Protection Conference*.
- Lyles, M. B. (2010) ‘Medical geology: Dust exposure and potential health risks in the Middle East’, in *International Seminar On Nuclear War And Planetary Emergencies—42nd Session*. World Scientific, pp. 497–502.
- Mackay, D. *et al.* (2006) ‘Chemical partitioning to foliage: the contribution and legacy of Davide Calamari’, *Environmental Science and Pollution Research*. Springer, 13(1), pp. 2–8.
- Malakootian, M. *et al.* (2013) ‘Urban dust fall concentration and its properties in Kerman City, Iran’, *Health Scope*. Kowsar, 1(4), pp. 192–198.
- Maysoon, M. S. and Luma, S. A. (2017) ‘Assessment of air pollution using air pollution tolerance index (APTI) by two species plant (Conocarpus lancifolius) and Dodonaea viscosa) in babylon provinus’, *Mesopotemia Environmental journal*, 3(2), pp. 11–17.
- McAndrew, L. M. *et al.* (2012) ‘Environmental exposure and health of Operation Enduring Freedom/Operation Iraqi Freedom veterans’, *Journal of occupational and environmental medicine*. LWW, 54(6), pp. 665–669.
- (MfE) NZ Ministry for Environment. (1994). *Ambient Air Quality Guidelines*.
- Miler, M. (2014) ‘SEM/EDS characterisation of dusty deposits in precipitation and assessment of their origin’, *Geologija*. Directory of Open Access Journals, 57(1), pp. 5–14.
- Miria, A. and Khan, A. B. (2013) ‘Air pollution tolerance index and carbon storage of select urban trees-a comparative study’, *International Journal of Applied Research and Studies*, 2(5), pp. 1–7.
- Modaihsh, A. S., Al-Swailem, M. S. and Mahjoub, M. O. (2004) ‘Heavy metals content of commercial inorganic fertilizers used in the Kingdom of Saudi

- Arabia', *Journal of Agricultural and Marine Sciences [JAMS]*, 9(1), pp. 21–25.
- Mori, I. *et al.* (2002) 'Estimation of the concentration and chemical composition of kosa aerosols at their origin', *Atmospheric Environment*. Elsevier, 36(29), pp. 4569–4575.
- Mulgrew, A. and Williams, P. (2000) 'Biomonitoring of air quality using plants', *Who*.
- Naddafi, K. *et al.* (2006) 'Evaluation of dustfall in the air of Yazd', *Iranian Journal of Environmental Health, Science and Engineering*. Iranian Association of Environmental Health (IAEH), 3(3), pp. 161–168.
- Naqvi, I. I., Ahmed, M. F. and Farrukh, M. A. (2005) 'A Comparative Environmental Study on the Variation of the Heavy Metals in Soil and Plants Species by Flame Atomic Absorption Spectroscopy', *Journal of Saudi Chemical Society*, 9(1), pp. 27–36.
- Nayek, S. *et al.* (2011) 'Assessment of air pollution stress on some commonly grown tree species in industrial zone of Durgapur, West Bengal, India.', *Journal of environmental science & engineering*, 53(1), pp. 57–64.
- Ninave, S. Y. *et al.* (2001) 'Foliar biochemical features of plants as indicators of air pollution', *Bulletin of environmental Contamination and Toxicology*. Springer, 67(1), pp. 133–140.
- Norton, J. *et al.* (2009) *An illustrated checklist of the flora of Qatar*. Browndown Publications Gosport.
- Nwadinigwe, a. O. (2014) 'Air pollution tolerance indices of some plants around Ama industrial complex in Enugu State, Nigeria', *African Journal of Biotechnology*, 13(11), pp. 1231–1236. doi: 10.5897/AJB2014.13616.

- Organization, W. H. (2005) ‘WHO Air quality guidelines for particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulphur dioxide. Global Update 2005. Summary of risk assessment’, *Google Scholar*.
- Organization, W. H. (2016) ‘WHO Expert Consultation: Available Evidence for the Future Update of the WHO Global Air Quality Guidelines (AQGs)’, *WHO: Geneva, Switzerland*.
- Orwell, R. L. *et al.* (2006) ‘The potted-plant microcosm substantially reduces indoor air VOC pollution: II. Laboratory study’, *Water, Air, and Soil Pollution*. Springer, 177(1–4), pp. 59–80.
- Padmavathi, P., Cherukuri, J. and Reddy, M. A. (2013) ‘Impact of Air pollution on crops in the vicinity of a power plant: a case study’, *Int J Eng Res Technol (IJERT)*, 2(12), pp. 3641–3651.
- Pakeman, R. J., Osborn, D. and Hankard, P. K. (2000) *Plants as biomonitors of atmospheric pollution: a review of their potential use in integrated pollution control*. Environment Agency.
- Pandey, A. K. *et al.* (2015) ‘Air pollution tolerance index and anticipated performance index of some plant species for development of urban forest’, *Urban Forestry & Urban Greening*. Elsevier, 14(4), pp. 866–871.
- Pandey, D. D., Sinha, C. S. and Tiwari, M. G. (1991) ‘Impact of coal dust pollution on biomass, chlorophyll and grain characteristics of rice’, *Journal of Biology*, 3, pp. 51–55.
- Pariselli, F. *et al.* (2009) ‘Effects of toluene and benzene air mixtures on human lung cells (A549)’, *Experimental and Toxicologic Pathology*. Elsevier, 61(4), pp. 381–386.
- Pathak, V., Tripathi, B. D. and Mishra, V. K. (2011) ‘Evaluation of Anticipated Performance Index of some tree species for green belt development to

- mitigate traffic generated noise’, *Urban forestry & urban greening*. Elsevier, 10(1), pp. 61–66.
- Pepper, I. L., Gerba, C. P. and Brusseau, M. L. (2011) *Environmental and pollution science*. Elsevier.
- Perrino, C. (2010) ‘Atmospheric particulate matter’, *Biophysics and Bioengineering Letters*, 3(1).
- Perry, C. and Taylor, K. (2009) *Environmental sedimentology*. John Wiley & Sons.
- Petrova, S. T. (2011) ‘Biomonitoring Study of Air Pollution with *Betula pendula* Roth., from Plovdiv, Bulgaria.’, *Ecologia balkanica*, 3(1).
- Phalen, R. F. and Phalen, R. N. (2012) *Introduction to Air Pollution Science A Public Health Perspective*.
- Pitt, J. I. and Hocking, A. D. (2009) ‘The ecology of fungal food spoilage’, in *Fungi and food spoilage*. Springer, pp. 3–9.
- Porteous, A. (2013) *Dictionary of environmental science and technology*. John Wiley & Sons.
- Porter, J. R. (1994) ‘Toluene removal from air by *Dieffenbachia* in a closed environment’, *Advances in Space Research*. Elsevier, 14(11), pp. 99–103.
- Prajapati, S. K. (2012) ‘Ecological effect of airborne particulate matter on plants’, *Environmental Skeptics and Critics*. International Academy of Ecology and Environmental Sciences (IAEES), 1(1), p. 12.
- Prajapati, S. K. and Tripathi, B. D. (2008) ‘Seasonal variation of leaf dust accumulation and pigment content in plant species exposed to urban particulates pollution’, *Journal of environmental quality*. American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, Soil Science Society, 37(3), pp. 865–870.

- Priyanka, C. and Dibyendu, B. (2009) 'Biomonitoring of air quality in the industrial town of asansol using the air pollution tolerance index approach', *Res J Chem Environ*, 13(1), pp. 46–51.
- Prospero, J. M. *et al.* (2005) 'Interhemispheric transport of viable fungi and bacteria from Africa to the Caribbean with soil dust', *Aerobiologia*. Springer, 21(1), pp. 1–19.
- Prusty, B. A. K., Mishra, P. C. and Azeez, P. A. (2005) 'Dust accumulation and leaf pigment content in vegetation near the national highway at Sambalpur, Orissa, India', *Ecotoxicology and Environmental Safety*. Elsevier, 60(2), pp. 228–235.
- Radhapriya, P. *et al.* (2012) 'Assessment of air pollution tolerance levels of selected plants around cement industry, Coimbatore, India', *Journal of environmental biology*. Triveni Enterprises, 33(3), p. 635.
- Rai, P. K. *et al.* (2013) 'Comparative assessment of air pollution tolerance index (APTI) in the industrial (Rourkela) and non industrial area (Aizawl) of India: An ecomanagement approach', *African journal of environmental science and technology*. Academic Journals, 7(10), pp. 944–948.
- Ram, S. S. *et al.* (2014) 'Physico-chemical characterization of street dust and re-suspended dust on plant canopies: An approach for finger printing the urban environment', *Ecological indicators*. Elsevier, 36, pp. 334–338.
- Ram, S. S. *et al.* (2015) 'A review on air pollution monitoring and management using plants with special reference to foliar dust adsorption and physiological stress responses', *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*. Taylor & Francis, 45(23), pp. 2489–2522.
- Rawat, J. S. and Banerjee, S. P. (1996) 'Urban forestry for improvement of environment', *Energy Environment Monitor*. FORESTS GOVERNMENT OF INDIA, 12, pp. 109–116.

- Razzaghi-Abyaneh, M., Shams-Ghahfarokhi, M. and Rai, M. (2015) *Medical Mycology: Current Trends and Future Prospects*. CRC Press.
- Reid, J. S. *et al.* (2003) ‘Comparison of size and morphological measurements of coarse mode dust particles from Africa’, *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*. Wiley Online Library, 108(D19).
- Roberts, B. R. (1974) ‘Foliar sorption of atmospheric sulphur dioxide by woody plants’, *Environmental Pollution (1970)*. Elsevier, 7(2), pp. 133–140.
- Rudich, Y., Donahue, N. M. and Mentel, T. F. (2007) ‘Aging of organic aerosol: Bridging the gap between laboratory and field studies’, *Annu. Rev. Phys. Chem.* Annual Reviews, 58, pp. 321–352.
- Sadeghian, M. M. and Mortazaienezhad, F. (2012) ‘Selection and identification of air pollution-tolerant plants by air pollution tolerance index (APTI) in urban parks of Isfahan, Iran’, *African Journal of Biotechnology*. Academic Journals (Kenya), 11(55), pp. 11826–11829.
- Saini, Y., Bhardwaj, N. and Gautam, R. (2011) ‘Effect of marble dust on plants around Vishwakarma Industrial Area (VKIA) in Jaipur, India.’
- Salih, M. M. and Al-Adily, B. M. H. (2017) ‘Evaluation of Air Pollution Tolerance Index (APTI) by two species of terrestrial plants in some stations within Babylon Province, Iraq’, *Baghdad Science Journal*. Baghdad University, 14(2), pp. 349–355.
- Satarug, S. *et al.* (2003) ‘A global perspective on cadmium pollution and toxicity in non-occupationally exposed population’, *Toxicology letters*. Elsevier, 137(1–2), pp. 65–83.
- Satsangi, P. G. and Yadav, S. (2014) ‘Characterization of PM 2.5 by X-ray diffraction and scanning electron microscopy–energy dispersive spectrometer: its relation with different pollution sources’, *International*

- Journal of Environmental Science and Technology*. Springer, 11(1), pp. 217–232.
- Schröder, P., Harvey, P. J. and Schwitzguébel, J.-P. (2002) ‘Prospects for the phytoremediation of organic pollutants in Europe’, *Environmental Science and Pollution Research*. Springer, 9(1), pp. 1–3.
- Schwela, D. (2011) ‘GAP Forum Air Pollution Monitoring Manual’, in *Global Atmospheric Pollution Forum*.
- Seinfeld, J. H. and Pandis, S. N. (2016) *Atmospheric chemistry and physics: from air pollution to climate change*. John Wiley & Sons.
- Seltman, H. J. (2012) ‘Experimental design and analysis’, *Online at: <http://www.stat.cmu.edu/~hseltman/309/Book/Book.pdf>*.
- Seyyednejad, S. M. and Koochak, H. (2011) ‘A study on air pollution-induced biochemical alterations in *Eucalyptus camaldulensis*’, *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 5(3), pp. 601–606.
- Seyyednejad, S. M., Niknejad, M. and Yusefi, M. (2009) ‘Study of air pollution effects on some physiology and morphology factors of *Albizia lebbek* in high temperature condition in Khuzestan.’, *Journal of Plant Sciences. Academic Journals*, 4(4), pp. 122–126.
- Sharma, A. P. and Tripathi, B. D. (2009) ‘Biochemical responses in tree foliage exposed to coal-fired power plant emission in seasonally dry tropical environment’, *Environmental monitoring and assessment*. Springer, 158(1–4), pp. 197–212.
- Siefermann-Harms, D. (1987) ‘The light-harvesting and protective functions of carotenoids in photosynthetic membranes’, *Physiologia Plantarum*. Wiley Online Library, 69(3), pp. 561–568.
- Singh, S. K. *et al.* (1991) ‘Air pollution tolerance index of plants’, *Journal of Environmental Management*. Elsevier, 32(1), pp. 45–55.

- Singh, S. K. and Rao, D. N. (1983) 'Evaluation of plants for their tolerance to air pollution', in *Proceedings of symposium on air pollution control*, pp. 218–224.
- Singh, S. N. and Tripathi, R. D. (2007) *Environmental bioremediation technologies*. Springer Science & Business Media.
- Sissakian, V., Al-Ansari, N. and Knutsson, S. (2013) 'Sand and dust storm events in Iraq', *Journal of Natural Science*, 5(10), pp. 1084–1094.
- Sivakumaran, S. and Hall, M. A. (1978) 'Effects of age and water stress on endogenous levels of plant growth regulators in *Euphorbia lathyris* L.', *Journal of experimental Botany*. Oxford University Press, 29(1), pp. 195–205.
- Smith, W. H. (2012) *Air pollution and forests: interactions between air contaminants and forest ecosystems*. Springer Science & Business Media.
- Sparks, D. L. (2003) *Environmental soil chemistry*. Elsevier.
- Spellman, F. R. (2017a) *Environmental science and technology: concepts and applications*. Bernan Press.
- Spellman, F. R. (2017b) *The science of environmental pollution*. Crc Press.
- Srimuruganandam, B. and Nagendra, S. M. S. (2011) 'Characteristics of particulate matter and heterogeneous traffic in the urban area of India', *Atmospheric environment*. Elsevier, 45(18), pp. 3091–3102.
- Suvarapu, L. N. and Baek, S.-O. (2016) 'Determination of heavy metals in the ambient atmosphere: A review', *Toxicology and Industrial Health*. SAGE Publications Ltd STM, 33(1), pp. 79–96. doi: 10.1177/0748233716654827.
- Suvarapu, L. N., Seo, Y.-K. and Baek, S.-O. (2014) 'Heavy metals in the Indian atmosphere: a review', *Research Journal of Chemistry and Environment*, 18(8), pp. 99–111.

- Szema, A. M. *et al.* (2014) 'Iraq Dust is Respirable, Sharp, Metal-Laden, and Induces Lung Inflammation with Fibrosis in Mice via IL-2 Upregulation and Depletion of Regulatory T Cells', *Journal of occupational and environmental medicine/American College of Occupational and Environmental Medicine*. NIH Public Access, 56(3), p. 243.
- Taiz, L. and Zeiger, E. (2010) 'Plant physiology 5th Ed', *Sunderland, MA: Sinauer Associates*.
- Tchounwou, P. B. *et al.* (2012) 'Heavy metal toxicity and the environment', in *Molecular, clinical and environmental toxicology*. Springer, pp. 133–164.
- Temmerman, L. De *et al.* (2004) 'Biomonitoring of air pollutants with plants—considerations for the future'.
- Thakar, B. K. and Mishra, P. C. (2010) 'Dust collection potential and air pollution tolerance index of tree vegetation around vedanta aluminium limited, jharsuguda', *The Bioscan*, 3, pp. 603–612.
- Tiwary, A. and Colls, J. (2009) *Air pollution: measurement, modelling and mitigation*. Taylor & Francis.
- Townsend, C. and Guest, E. (1980) 'Flora of Iraq vol 4 part 1', *Cornaceae to Rubiaceae. Ministry of Agriculture and Agrarian Reform, Baghdad*.
- Ugrekheldze, D., Korte, F. and Kvesitadze, G. (1997) 'Uptake and transformation of benzene and toluene by plant leaves', *Ecotoxicology and environmental safety*. Elsevier, 37(1), pp. 24–29.
- Ulrich, B. (1984) 'Effects of air pollution on forest ecosystems and waters—the principles demonstrated at a case study in Central Europe', *Atmospheric Environment (1967)*. Elsevier, 18(3), pp. 621–628.
- U.S. Environmental Protection Agency. (2008). National Ambient Air Quality Standards for six principal pollutants : Final Rule. Federal Register 71 (200):61143-61233

- U.S. Environmental Protection Agency. (2009). Air pollution definition
<https://www.epa.gov/ebtpages/airairpollutants.html>.
<http://cfpub.epa.gov/ncea/CFM/recordisplay.cfm?deid=216546>.
- Vallack, H. W. and Shillito, D. E. (1998) ‘Suggested guidelines for deposited ambient dust’, *Atmospheric Environment*. Elsevier, 32(16), pp. 2737–2744.
- VanLoon, G. W. and Duffy, S. J. (2011) *Environmental chemistry: a global perspective*. Oxford university press.
- Vesilind, P. A., Morgan, S. M. and Heine, L. G. (2010) *Introduction to Environmental Engineering-SI Version*. Cengage Learning.
- Vijay, H. M. *et al.* (1991) ‘Allergenic components of isolates of *Cladosporium herbarum*’, *Grana*. Taylor & Francis, 30(1), pp. 161–165.
- Vora, A. B., Bhatnagar, A. R. and Patel, T. S. (1986) ‘Comparative study of dust fall on the leaves in high pollution and low pollution areas of Ahmedabad. II. Effect on carbohydrates’, *Journal of environmental biology*.
- Wang, X. *et al.* (2003) ‘Grain size characteristics of dune sands in the central Taklimakan Sand Sea’, *Sedimentary Geology*. Elsevier, 161(1–2), pp. 1–14.
- Wang, X. *et al.* (2005) ‘Surface sample collection and dust source analysis in northwestern China’, *Catena*. Elsevier, 59(1), pp. 35–53.
- Watanabe, T. (2010) *Pictorial atlas of soil and seed fungi: morphologies of cultured fungi and key to species*. CRC press.
- Wayne, R. P. (1991) ‘Chemistry of atmospheres.’, *Chemistry of atmospheres.*, by Wayne, RP. Clarendon Press, Oxford (UK), 1991, 460 p., ISBN 0-19-855571-7,.
- Webster, J. and Weber, R. (2007) *Introduction to fungi*. Cambridge University Press.

Wolterbeek, B. (2002) 'Biomonitoring of trace element air pollution: principles, possibilities and perspectives', *Environmental pollution*. Elsevier, 120(1), pp. 11–21.

Wolverton, B. C. (1988) 'Foliage plants for improving indoor air quality'.

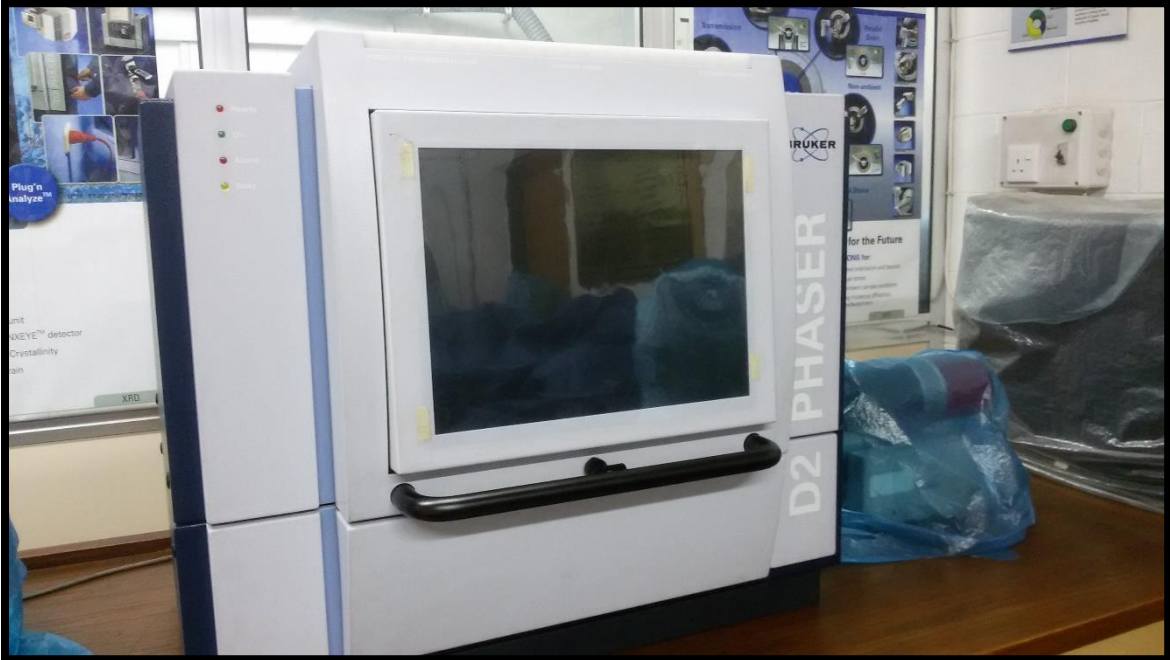
Xu, C. *et al.* (2017) 'Fungi diversity in PM 2.5 and PM 1 at the summit of Mt. Tai: abundance, size distribution, and seasonal variation', *Atmospheric Chemistry and Physics*. Copernicus GmbH, 17(18), pp. 11247–11260.

Yang, H. and Liu, Y. (2011) 'Phytoremediation on air pollution', in *The Impact of Air Pollution on Health, Economy, Environment and Agricultural Sources*. InTech.

الملاحق Appendix



ملحق (1) أسطوانة جمع الغبار المتساقط في المنطقة الصناعية وكمية الغبار المتساقط فيها خلال شهر آذار.



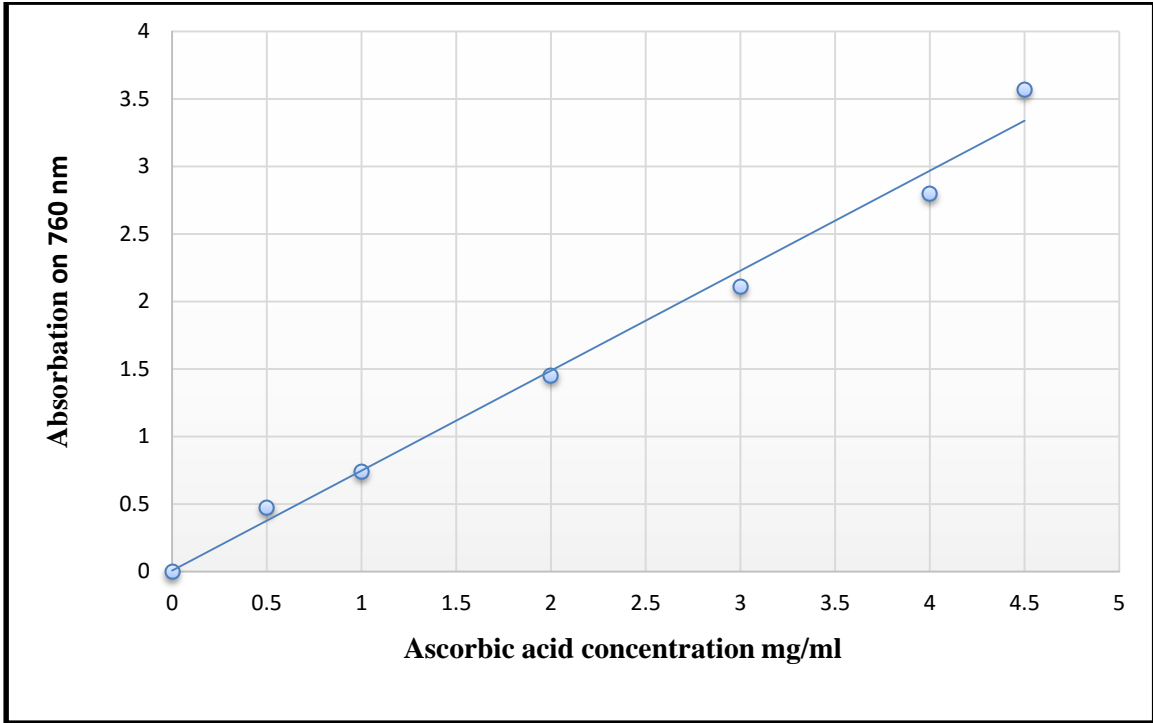
ملحق (2) جهاز قياس حيود الأشعة السينية XRD



ملحق (3) جهاز طلاء العينات لتهيئتها للفحص بالمجهر الإلكتروني الماسح (EDS/SEM)



ملحق (4) جهاز جمع الدقائق العالق TSP (Sniffer) وصور المرشحات لكل منطقة.



ملحق (5) المنحنى القياسي لحامض الاسكوربيك عند الطول الموجي 760 nm

Summary:

This study, which began from March 2017 to the end of February 2018 was designed to determine the concentrations of the falling dust, its physical properties, its chemical and biological contents, the concentrations of suspended particles and some heavy elements in the air. Also examined some of the dominant plant species in the region to assess the effect of air pollution and to select of the most efficient plants assist contaminants reduction in three selected sites. The first is the rural area in Husayniyah groves as a control area, the second is the densely populated urban area and the third is the industrial area. The dust contents were identified using the scanning electron microscopy / energy dispersive X-ray spectroscopy (SEM/EDS) and X-ray diffraction technology (XRD). The results of the study showed a high concentration of dust in all locations, and the annual rate was 36.74 g/m², which exceeded the British determinants. The scanning electron microscope showed that most of the dust particles were irregular, with some particles appearing in tubular, round and spherical shapes. Particle sizes ranged from 2-50 microns which are very dangerous to health. The analysis of X-ray dispersion spectroscopy showed that dust particles contained 16 elements with the following weight ratio order: Oxygen < Carbon < Calcium < Silicon < Iron < Aluminum < Sulfur < Potassium < Magnesium < Chlorine < Cadmium < Chromium < Sodium < Lead < Nickel < Titanium, contained 5 heavy elements hazardous to health and the ecosystem. The analysis of the dust using X-ray diffraction showed that calcite was the most common mineral in the falling dust particles followed by quartz, gypsum, albite, kaolinite, palygorskite, illite, dolomite, halite. It also contained 18 species of fungus belonging to 10 fungal genus: *Aspergillus*, *Fusarium*, *Penicillium*, *Rhizopus*, *Mucor*, *Alternaria*, *Cladosporium*, *Absidia*, *Candida* and *Trichoderma*.

Penicillium and *Cladosporium*, while two genus of bacteria were also diagnosed *Bacillus spp* and *Staphylococcus spp* , the first genus was dominant in all sites and seasons. The total suspended particulate matter (TSP) was 1829.4 $\mu\text{g} / \text{m}^3$ which exceeded the determinants of the World Health Organization and the US Environmental Protection Agency. The concentrations of four heavy elements in the suspended particles were estimated using the atomic absorption spectroscopy with concentrations of 4.54, 1.08, 0.25 and 0.162 $\mu\text{g} / \text{m}^3$ for Pb, Cd, Ni and Cr respectively, and exceeded by the European Environment Agency. Seven of the plant species, *Ziziphus spina christi*, *Conocarpus lancifolius*, *Ficus nitida*, *Dodonaea viscosa*, *Eucalyptus camaldulensis*, *Nerium oleander* and *Olea europaea*, were evaluated to assess air pollution tolerance index based on four bio-chemical and physiological parameters, total chlorophyll, pH, water content and the ascorbic acid. Findings revealed that among 7 plant species, *O.europaea* *E. Cameladensis* were tolerant towards air pollution, *Z. spina Christi* was intermediate can be used in the formation of the green belt to reduce pollutants. Whereas, the others were found sensitive and can be used to biomonitors for air pollution. The two species were *C. lancifolius* and *Z. Spina Christi* are more efficient in capturing dust while finding the following species *D. viscosa*, *E. camaldulensis* and *N. oleander* more capable of accumulating heavy elements lead, cadmium, nickel and chromium. Analysis of the results of the study and its comparison with local and international studies and global determinants showed that most sources of dust are local sources. And the dust falling particles are dangerous particles in sizes capable of penetrating the respiratory tracts and their contents of carcinogenic minerals and microorganisms that cause allergies and pathogens for humans and plants. The study also concluded by monitoring air pollution using chemical, physical and biological analysis methods that the environment of Kerbala city is exposed to high air

pollution level from falling dust, total suspended particles and heavy elements and concentrations of these pollutants in the center of the city were closer to the concentrations of the industrial area and exceeded their in concentration of lead and cadmium. The study recommended removing the industrial site outside the city and preventing the spread of workshops and generators inside urban area and limiting the addition of lead to gasoline and creation more green spaces.

Ministry of Higher Education and Scientific Research
University of Kerbala
College of Education for Pure Sciences
Department of Biology



**Quantitative and qualitative study for Kerbala city
dust and assessment the tolerance ability and
treatment for some plants**

A Thesis

**Submitted to the Council of College of Education for Pure
Sciences University of Kerbala In Partial Fulfillment of the
Requirements for the Degree of Doctor of Philosophy in
Biology / Ecology and Pollution**

By

Asaad Sh. M. Alhesnawi

M.Sc. Biology – 2015

University of Kerbala - College of Education for Pure Sciences

Supervisors

Prof. Dr.

Prof. Dr.

Ibrahim Mahdi Alsalman

Najem A. Najem

December 2018 A.D.

Rabi' Al-thani 1440 A.H.