مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية – سلسلة العلوم الأساسية المجلد (36) العدد (5) 2014
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Basic Sciences Series Vol. (36) No. (5) 2014

تحديد نزر بعض العناصر المعدنية الثقيلة في دقائق الغبار المترسبة على أوراق بعض الأشجار على الساحل السوري

الدكتور محمد أسعد [*]
الدكتور غياث عباس[**]
الدكتور إبراهيم نيصافي[***]
الدكتور أسامة رضوان[****]

(تاريخ الإيداع 21 / 1 / 2014. قُبِل للنشر في 1 / 9 /2014)

□ ملخّص □

تمّ تحديد كمية دقائق الغبار الصلبة المترسبة على أوراق بعض الأشجار المنتشرة على امتداد الساحل السوري وتراكيز بعض العناصر المعدنية الثقيلة فيها (Zn, Fe, Pb, Cu, Ni, Cd, Co, Mn)، حيث تمّ انتقاء مواقع قريبة من مراكز النشاطات الصناعية وأخرى قريبة من قطاعات النشاط البشري الزراعي ، ومواقع بعيدة نسبياً عن مصادر التلوث. أظهرت النتائج أن كمية دقائق الغبار الصلبة المترسبة على أوراق الأشجار وتراكيز بعض العناصر الثقيلة مثل الكوبالت Co ، الكادميوم Cd ، النيكل Ni ، والرصاص Pb فيها تزداد بالقرب من المواقع الصناعية والحركة المرورية الكثيفة لتنخفض في المواقع البعيدة نسبياً عن مصادر التلوث المباشر، كما أن أشجار السرو تحتجز كميات أكبر من دقائق الغبار الصلبة ، لتأتي بعدها أشجار الازدرخت والكينا والأكاسيا والدفلة وأخيرا النخيل.

الكلمات المفتاحية: العناصر المعدنية الثقيلة، دقائق الغبار الصلبة، أوراق الأشجار، الساحل السوري، السرو، الإزدرخت، الأكاسيا، الدفلة، النخيل والكينا.

[*]**مدرس – قسم الكيمياء البحرية– المعهد العالي للبحوث البحرية– جامعة تشرين– اللاذقية – سورية.**
[**]**أستاذ مساعد – قسم تقانة الأغذية– كلية الهندسة التقنية– جامعة تشرين– طرطوس – سورية.**
[***]**مدرس – قسم الحراج والبيئة – كلية الزراعة– جامعة تشرين– اللاذقية – سورية.**
[****]**مدرس – قسم الحراج والبيئة – كلية الزراعة– جامعة تشرين– اللاذقية – سورية.**

مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية – سلسلة العلوم الأساسية المجلد (36) العدد (5) 2014
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Basic Sciences Series Vol. (36) No. (5) 2014

Determination of some trace heavy metals in dust particles deposed on the leafs of some trees along Syrian coast

Dr. Mohamad Assad [*]
Dr. Ghiyas Abbas [**]
Dr. Ebrahim Nisafe[***]
Dr. Osama Radwan[****]

(Received 21 / 1 / 2014. Accepted 1 / 9 /2014)

□ ABSTRACT □

This study deals with the determination of the quantity of solid dust particles deposed on the leafs of some trees along Syrian coast and the concentration of some heavy metals in it (Zn, Fe, Pb, Cu, Ni, Cd, Co, Mn) .Some sites near to human and industrials activities , and others near to agriculture activities , and others relatively far from pollution sources has been selected. The results showed that the quantity of solid dust particles on leafs trees and concentration of heavy metals in it such as (Pb, Ni, Cd, Co) increasing near the industrials activities and dense traffic, and decreasing in the sites that relatively far from of pollution sources. However Cypress trees attach solid quantities more than Pride of china, following Rever red gum and Blue-leafed wattle and Oleander, and the Palm tree come in the last.

Keywords: heavy metals, solid dust particles ,leafs of trees , Syrian coast, Melia azedarach,Cupressus sempervirence, Eucalyptus camaldulensis Dehnh, Acacia cyanophylla Lindley, Nerium oleander, Phoenix dactylifera.

[*]**Assistant Professor, Marine Chemistry Department, higher institute of marine research, Tishreen University, Lattakia , Syria.**
[**]**Assistant Professor, Food technology department , Faculty of technological engineering, Tishreen University, Tartous , Syria.**
[***]**Assistant Professor, Ecology and forest department, Faculty of agriculture, Tishreen University, Lattakia , Syria**
[****]**Assistant Professor, Ecology and forest department, Faculty of agriculture, Tishreen University, Lattakia , Syria.**

مقدمة:

تُعدُّ العناصر المعدنية وخاصةً الثقيلة من أهم الملوثات التي تؤثر سلباً في جودة الهواء، وهي تدخل إليه نتيجة التحلل الطبيعي والكيميائي للتربة والصخور، وكذلك من ثوران البراكين والنشاطات البشرية المرتبطة بعمل المناجم والتصنيع والمواد التي تحتوي على الملوثات المعدنية . وعلى الرغم من أن بعض المعادن مثل المغنيزيوم والحديد والزنك تُعدُّ من المغذيات الأساسية لبعض الكائنات الدقيقة ، فإن بعضها الآخر مثل الزئبق والكادميوم والرصاص والزرنيخ لا تقتضي الحاجة بالضرورة إلى وجودها ولو بكميات قليلة بالنسبة للكائن الحي. تُعدُّ جميع العناصر عموماً بما فيها العناصر الأساسية المغذية سامة للكائنات الحية والإنسان، وذلك إذا تبين أنها توجد بتراكيز مرتفعة [5-4-3-2-1]، كما أن المعادن الثقيلة هي من أخطر الملوثات اللاعضوية على الوسط المحيط، وذلك نظراً لعدم تحطمها بيولوجياً وبالتالي قدرتها على البقاء لفترة زمنية طويلة في البيئة[6] .

وقد أدى تزايد الأنشطة البشرية بمختلف أنواعها إلى تغيير في الدورة البيوجيوكيميائية للعناصر الثقيلة وتحرير موادّ كيماوية جديدة في البيئة [7]، وبالتالي الإخلال بالتوازن البيئي الطبيعي وتلويث الوسط المحيط [8]، فعلى الرغم من أن العناصر الثقيلة توجد طبيعياً بتراكيز منخفضة ، فإن تراكيز بعضها قد يصل إلى مستويات خطيرة وسامة للكائنات الحية في العديد من الأنظمة البيئية نتيجة للنشاطات البشرية [9].

يحمل الهواء دقائق صلبة تنطلق إليه من مصادر عدة بأحجام و أشكال مختلفة و بتركيب كيميائي متنوع . وتصدر هذه الدقائق إما من مصادر طبيعية أو من نشاطات الإنسان المختلفة، ويلعب التركيب الكيميائي للدقائق الملوثة للهواء دوراً كبيراً في تحديد أثرها السلبي في الكائنات الحية والأوساط الطبيعية، ويتراوح قطرها ما بين 0.002 و 500 ميكرومتر، و يمكن لها أن تبقى عالقة في الهواء لزمن يتراوح بين بضع ثوان إلى سنوات عدة [10] .

تحتوي الدقائق المعلقة في الهواء على خليط من الجسيمات الأساسية الناتجة من عمليات الاحتراق غير الكامل، وجسيمات ثانوية المنشأ تنجم عن التفاعلات الكيميائية في الغلاف الجوي ، بالإضافة إلى عناصر معدنية سامة مثل الرصاص، الكادميوم، الكروم وغيرها. تنتج هذه الملوثات في الغالب عن احتراق الوقود ، (إذ تنبعث الدقائق المعلقة عن وسائط النقل العاملة على الديزل بقدر يزيد بين 30 و50 % عن وسائط النقل العاملة على البنزين) [11]، وعن بعض العمليات الصناعية، وذلك إما عن طريق حرق الوقود اللازم لهذه الصناعة أو لكونها من نواتج العمليات الصناعية في خطوط الإنتاج، وتلعب صناعة النفط والإسمنت والأسمدة ومحطات توليد الطاقة دوراً رئيساً في هذا التلوث، بالإضافة إلى بعض المنشآت الصغيرة مثل مجابل الإسمنت والكسارات [12]. تترك الدقائق العالقة في الهواء تأثيرات سلبية في الصحة العامة سواءً على العاملين أو القاطنين في المناطق المجاورة ، إذ تؤدي إلى أمراض خطيرة في الجهاز التنفسي مثل أمراض الربو والسعال والانتفاخ الرئوي والتصلب الرئوي، وبالتالي إلى قصور في وظيفة الرئتين والقلب. يتوقف تأثير هذه الدقائق المعلقة على حجمها، وتعدّ الدقائق ذات الأقطار الأقل من 10 ميكرونات الأكثر ضرراً كونها قابلة للاستنشاق، وأكثرها خطورة على الإطلاق الدقائق ذات القطر الأقل من 2.5 ميكرون لأنّها تستطيع اختراق دفاعات الأنف والتوغل إلى أعماق بعيدة في الجهاز التنفسي بما في ذلك الرئتين، كما يساهم سطحها النوعي المرتفع في امتصاص العناصر المعدنية الثقيلة مثل الرصاص. [13]، أضف إلى ذلك قدرتها على الانتقال إلى مسافات بعيدة عن مصادر تشكلها تصل تبعاً لأحجامها إلى عشرات الكيلومترات[14].

يلعب الغطاء النباتي دوراً أساسياً في تنقية البيئة (تربة، ماء وهواء) من المعادن الثقيلة عبر فلترتها وامتصاصها ومراكمتها في أجزائها المختلفة بتراكيز تفوق تراكيزها في البيئة المحيطة ، مشكّلةً بذلك حلاً جزئياً لظاهرة التلوث بالعناصر المعدنية الثقيلة [15].

أهمية البحث وأهدافه:

أثبتت الدراسات أن الأمواج البحرية تلعب دوراً كبيراً في شحن الهواء الجوي على اليابسة بعدد كبير من المركبات ذات المنشأ البحري و على رأسها مركبات العناصر المعدنية الثقيلة [16]، كما أجمعت العديد من الدراسات المحلية والعالمية التي أجريت في هذا المجال أن أوراق الأشجار والنباتات داخل المدن وخاصةُ تلك التي تشهد نشاطات بشرية وصناعية واضحة تحتجز الدقائق الصلبة الغبارية التي تحتوي على مركبات للعناصر المعدنية الثقيلة [17-18-19-20-21-22-23].

تكمن أهمية هذا البحث في تحديد مدى تلوث مواقع الدراسة ببعض العناصر المعدنية الثقيلة، وفيما إذا كانت تراكيز هذه العناصر مرتفعة ، الأمر الذي يعتبر مؤشراً على تلوث الهواء في هذه المواقع ، ما قد يشكّل خطراً على سكان هذه المناطق.

تهدف هذه الدراسة إلى:

-تحديد كمية الدقائق الصلبة المترسّبة على أوراق بعض الأشجار المنتشرة على الساحل السوري.

-تحديد تراكيز بعض العناصر الثقيلة، مثل: الزنك، الحديد، الرصاص، النحاس، النيكل، الكادميوم، الكوبالت، والمنغنيز في الدقائق الصلبة المترسبة على أوراق أشجار: الازدرخت، الدفله، الأكاسيا، الكينا، السرو والنخيل.

-تحديد القطاعات الأكثر تلوثاً بالعناصر المعدنية الثقيلة على الساحل السوري، وكذلك الأشجار الأكثر فعالية في احتجاز الدقائق الصلبة المعلقة ونزر العناصر المعدنية الثقيلة.

طرائق البحث ومواده:

منطقة الدراسة

أجريت هذه الدراسة في المعهد العالي للبحوث البحرية في جامعة تشرين خلال الفترة الممتدة بين 01/24 /2012 و 30 / 11 / 2013 بحيث شملت الفصول الأربعة، إضافةً إلى أماكن مختلفة على الساحل السوري، حيث وزعت العينات على أماكن تمّ تحديدها ، بحيث تكون متاخمة للشريط الساحلي. تجدر الإشارة إلى أن بعض هذه المواقع تشهد نشاطاً صناعياً، وبعضها الآخر نشاطاً سكنياً وزراعياً، و تمّ اختيار منطقة شاهدة بعيدة نسبياً عن مصادر التلوث، ويبين الجدول(1) مناطق الاعتيان.

الجدول (1): مناطق الدراسة ورموزها

الموقع	السمات العامة للموقع	رمز المنطقة	بعد موقع الاعتيان عن مصادر التلوث	تاريخ الاعتيان	جهة نقطة الاعتيان بالنسبة لمصادر التلوث
اللاذقية–الشاطئ الأزرق (المعهد العالي للبحوث البحرية)	بعيدة نسبياً عن مصادر التلوث	St_1	10 تقريباً عن الشاطئ	(شباط ، نيسان ، حزيران ، تشرين أول) – 2012	باتجاه الشرق عن البحر
شمالي مدينة جبلة	نشاط بشري زراعي (حقول زراعية)	St_2	100 م عن الشاطئ		باتجاه الشرق عن البحر، اتجاه الغرب عن النشاط الزراعي
جنوب مدينة بانياس	نشاط صناعي (مصفاة النفط في بانياس والمحطة الحرارية)	St_3	500 م تقريباً عن المنشآت الصناعية		جنوب المصفاة والمحطة الحرارية
مدينة طرطوس	نشاط بشري (حركة وسائل النقل ونشاطات بشرية متنوعة)	St_4	10 م تقريباً عن الحركة المرورية		الحركة المرورية والنشاط البشري من جميع الجهات

الأجهزة والمواد الكيميائية المستخدمة:

- جهاز امتصاص ذريّ (Varian 220) يعمل بتقانتي اللهب و فرن الغرافيت .
- محاليل عيارية للعناصر التالية: Zn , Fe , Pb , Cu , Cd , Mn , Co, Ni بتركيز 1 غرام/ليتر .
- حمض الآزوت (HNO_3) تركيز (1N)، عالي النقاوة .
- عبوات بولي بروبيلين .
- أكياس بولي إثيلين .

طريقة العمل:

تمّ اختيار بعض أنواع الأشجار الأكثر انتشاراً على الساحل السوري: ازدرخت (*Melia azedarach*)، دفله (*Nerium oleander*)، نخيل(*Phoenix dactylifera*)، كينا(*Eucalyptus camaldulensis Dehnh*)، سرو(*Cupressus sempervirence*)، أكاسيا(*Acacia cyanophylla Lindley*)، ثمّ تحديد نزر العناصر المعدنية الثقيلة موضوع الدراسة، ومنها تلك التي تتوافر بتراكيز مرتفعة نسبياً المياه البحرية مثل الزنك والنحاس والحديد وعناصر أخرى تتوافر بتراكيز منخفضة في المياه لكنها مرتفعة في الهواء خاصةً في المناطق التي تشهد نشاطات بشرية كثيفة وعلى رأسها الصناعية مثل الرصاص والكادميوم والمنغنيز إضافةً إلى النيكل والكوبالت التي توجد عادةً بتراكيز منخفضة في كلا الوسطين أي الهواء والمياه البحرية.

تمّ أخذ عينات أوراق الأشجار بأداة حادة ووضعها في أكياس بولي إثيلين نظيفة فارغة معلومة الوزن يمكن إغلاقها بإحكام. تمّ وزن هذه الأكياس في المخبر وتحديد وزن الأوراق مع ما يوجد عليها من دقائق صلبة. عزلت الدقائق الصلبة عن سطح الأوراق بغسلها بحمض الآزوت (1N) المسخن حتى درجة الحرارة (70°C) مع تحريك الكيس لمدة 15 دقيقة. تنقل بعدها الرشاحة إلى عبوات بولي بروبيلين تمّ غليها مسبقاً في حمض الآزوت عالي النقاوة (65 %) ، ثم في الماء المقطر وتجفيفيها عند درجة الحرارة (70°C) ، وتصبح بذلك جاهزة للتحليل على جهاز الامتصاص الذريّ (Varian 220) المتوافر في مخابر المعهد العالي للبحوث البحرية ، بغية تحديد تراكيز نزر العناصر المعدنية ، تم تحليل العناصر التالية: الكوبالت Co ، الكادميوم Cd، النيكل Ni والرصاص Pb وفق تقانة

فرن الغرافيت ، أمّا العناصر: الزنك Zn، النحاسCu ، المنغنيزMn والحديد Fe ، فتم تحليلها وفق تقانة اللهب، إذ حُضّرت سلسلة من المحاليل العيارية لكلّ عنصر انطلاقاً من المحلول الأصل ذي التركيز 1غرام/ليتر وذلك وفق المجال الخاص لكل عنصر ، كما هو موضح بالمنحنيات العيارية للعناصر المبينة على الشكل (1)، كذلك الأمر بالنسبة للمحلول الشاهد للعيّنات الذي تمّ تحضيره بنفس طريقة تحضير العينة، ويبين الجدول(2) والجدول(3) الشروط الآلية والحرارية لكلّ من تقانة فرن الغرافيت وتقانة اللهب.

يتم وزن أوراق الأشجار بعد تجفيف سريع للطبقة الرطبة عن سطحها من خلال ضخ كمية من الهواء بدرجة الحرارة العادية لمدة (1–2) دقيقة. يصبح عندئذ بالإمكان تحديد وزن الترسبات الصلبة على سطح الأوراق بعد حساب وزن الكيس الفارغ ووزن الأوراق النظيفة. تمّ حساب مساحة سطح الأوراق الشجرية بعد ذلك ، وذلك بتقسيم كلّ ورقة إلى قطاعات منتظمة بوساطة المسطرة وذلك بحسب كلّ نوع من الأوراق ، حيث تكون هذه القطاعات عبارة عن مربعات أو مستطيلات متساوية يسهل حساب مساحة كلّ منها ، ويضاف إليها مساحة الحواف الغير منتظمة التي يتمّ تقريبها ، ومن ثم تحديد المساحة بأقل نسبة خطأ ممكن، لكن أوراق السرو تمّ وضعها على ورقة ميليمترية بحيث تغطي الأوراق الخضراء مساحة ما بشكل كامل، ليصبح عندئذ من السهل حساب المساحة التقريبية التي تشغلها هذه الأوراق. يصار بعد ذلك إلى تحديد كمية الدقائق الصلبة في واحدة المساحة، بحيث إن: وزن الترسبات= وزن مجموع(كيس+وزن الورقة+وزن الترسبات) – وزن مجموع (الكيس + الورقة بعد غسلها وتجفيفها).

الجدول (2) الشروط الآلية المستخدمة في تقانة اللهب لجهاز الامتصاص الذري Varian –220

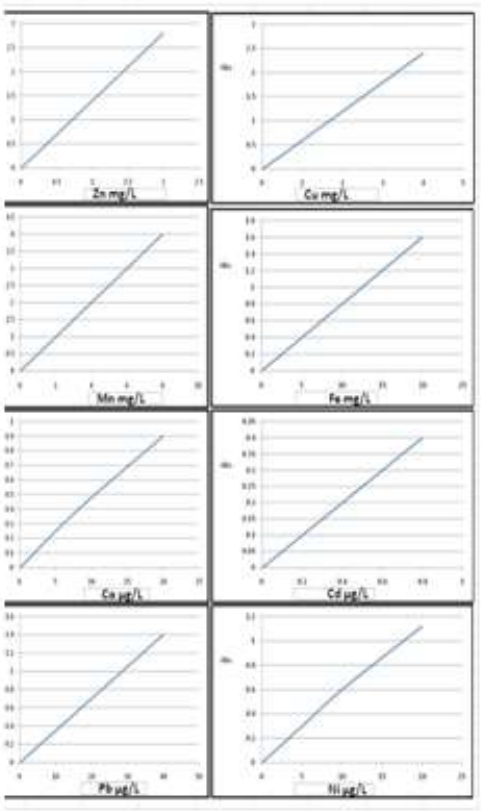
العنصر المدروس	نوع المصباح	طول الموجة(nm)	شدة تيار المصباح(mA)	فتحة الشق(nm)	نوع اللهب
Zn	HCL	213.9	5	0.2	هواء– أستيلين
Fe	HCL	248.3	5	0.2	هواء– أستيلين
Mn	HCL	279.5	5	0.2	هواء– أستيلين
Cu	HCL	324.8	4	0.5	هواء– أستيلين

الجدول (3) الشروط الآلية والحرارية المستخدمة في تقانة فرن الغرافيت لجهاز الامتصاص الذري Varian –220

العنصر	المرحلة	درجة الحرارة C°	زمن التسخين (S)	سرعة تدفق الغاز (L/min)	طول الموجة (nm)	فتحة الشق (nm)	شدة التيار (mA)	المنبع الضوئي	الزمن التكاملي للإشارة (sec)
Cd	تجفيف	120	10	3	228.8	0.5	4	HCL	5
	ترميد	250	5	3					
	تحليل	1800	2	0					
	تنظيف	1800	2	3					
Pb	تجفيف	120	10	3					
	ترميد	400	5	3					

	تحليل	2100	2	0	217.0	1.0	12	HCL	5
	تنظيف	2100	2	3					
Ni	تجفيف	120	10	3	248.3	0.2	5	HCL	5
	ترميد	800	5	3					
	تحليل	2400	2	0					
	تنظيف	2400	2	3					
Co	تجفيف	120	10	3	240.7	0.2	7	HCL	5
	ترميد	750	5	3					
	تحليل	2300	2	0					
	تنظيف	2300	2	3					

العنصر	تراكيز السلسلة المعيارية	Abs الامتصاصية
Zn- mg/l	0	0
	0.5	0.7
	1	1.4
	1.5	2.1
	2	2.8
Cu- mg/l	0	0
	1	0.6
	2	1.2
	3	1.8
	4	2.4
Mn- mg/l	0	0
	2	1
	4	2
	6	3
	8	4
Fe- mg/l	0	0
	5	0.4
	10	0.8
	15	1.2
	20	1.6
Co- µg/l	0	0
	5	0.24
	10	0.48
	15	0.72
	20	0.96
Cd- µg/l	0	0
	0.2	0.1
	0.4	0.2
	0.6	0.3
	0.8	0.4
Pb- µg/l	0	0
	10	0.35
	20	0.7
	30	1.05
	40	1.4
Ni- µg/l	0	0
	5	0.3
	10	0.6
	15	0.9
	20	1.2



الشكل(1) المنحنيات المعيارية للعناصر المعدنية المدروسة وتراكيز السلسلة المعيارية ومايقابلها من شدة الامتصاص

النتائج والمناقشة:

كمية الدقائق الصلبة المترسبة:

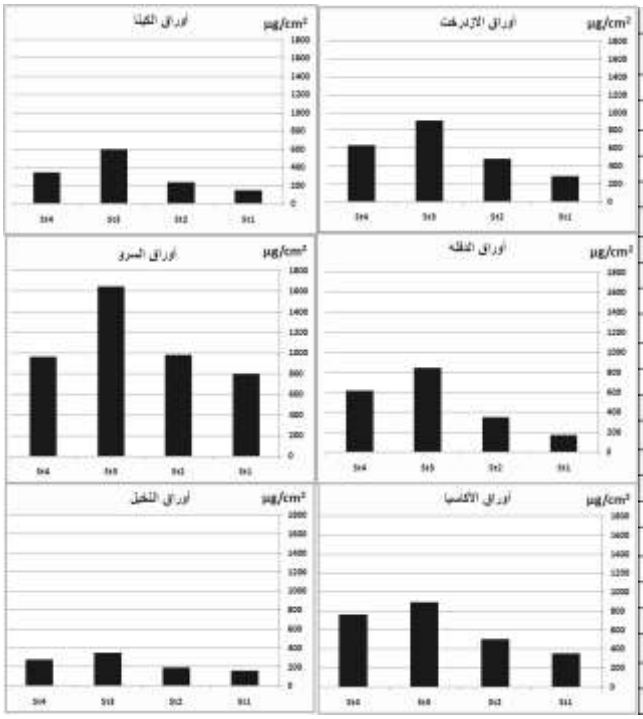
تفاوتت كمية الدقائق الصلبة المترسبة على أسطح أوراق الأشجار بين منطقة وأخرى ، وذلك تبعاً للأنشطة البشرية والصناعية المحيطة بكل منطقة، وبلغ هذا التفاوت حدّه الأعظمي ، وبخاصةً بين الموقع (St_3) وبقية المواقع (الجدول 4)، ويعود سبب ذلك على الأرجح لوجود منشآت صناعية كبيرة في محيط هذا الموقع (مصفاة النفط في بانياس والمحطة الحرارية).

الجدول (4): متوسط كمية الدقائق الصلبة المترسبة على سطح أوراق الأشجار مقدرةً ب: µg/cm2

	متوسط كمية الدقائق المترسبةعلى أوراق الأشجار خلال فترة الدراسة مقدرةً ب: µg/cm2									
نوع الاشجار		ازدرخت	دفله	كينا	سرو	أكاسيا	نخيل	AVERAGE	STDEV.	CONFIDENCE
رمز الموقع	St1	289	169	148	796	357	163	320.3	247.4	197.9
	St2	478	349	233	983	507	195	457.5	286.4	229.2
	St3	908	847	598	1645	893	348	873.1	435.8	348.7
	St4	631	616	345	964	762	279	599.5	256.1	204.9

يلحظ من الجدول (4) ترسب كميات أكبر من الدقائق الصلبة على أوراق أشجار الموقع(St_4)، ويعود سبب ذلك إلى كثافة النشاطات البشرية وحركة المرور مقارنةً مع الموقع (St_2) الذي يغلب عليه النشاط البشري الزراعي. لحظ من ناحية ثانية أن كمية الدقائق الصلبة المترسبة على أوراق أشجار الموقع (St_1) أقلّ من جميع المواقع الأخرى بسبب بعدها عن مصادر التلوث المباشر، مع ضرورة التنويه إلى أن بعض الدقائق الصلبة تعود بمصدرها كما يعتقد إلى الرذاذ البحري المتطاير إلى الهواء عن طريق الأمواج البحرية المرتطمة بالشاطئ[16]، على اعتبار هذا الموقع يخلو فعلياً من كافة أشكال النشاطات الصناعية والزراعية، كم أن عوامل الحت والتعرية التي يمكن للتربة أن تتعرض لها تكون بحدها الأدنى ، كونها مغطاة بشكل شبه كامل بالأعشاب و الأشجار، ومحاطةً من ثلاث جهات بالبحر ، حيث الشاطئ الصخري الذي يسهم في زيادة فعالية انفلات أيرزولات بحرية إلى الهواء مع زيادة شدة الأمواج .

يبيّن الشكل (2) مقارنةً بين كمية الدقائق الصلبة المترسبة على أوراق الأشجار (الإزدرخت ، الكينا، الدفلة، السرو، الأكاسيا ، النخيل) ، حيث يلحظ أن أشجار السرو تحجز كميات من الدقائق الصلبة أكثر من الأنواع الأخرى، وينطبق الأمر نفسه على جميع مواقع الدراسة، لتأتي بعدها أوراق الإزدرخت والأكاسيا والدفلة التي كانت قريبةً نسبياً بعضها من بعض في كمية الدقائق الصلبة المترسبة على أوراقها، بينما كانت أوراق أشجار النخيل غير المرتفع (حتى ثلاثة أمتار) هي الأقل تجميعاً للدقائق الصلبة ، ويبدو أن لطبيعة سطح الورقة الخشن أو الأملس ولكثافة يخضور الورقة دوراً أساسياً في احتجاز الدقائق الصلبة المعلقة في الهواء.



متوسط وزن الترسبات الغبارية في واحدة خلال الفصول الأربعة المساحة-ميكروغرام/سم²

نوع الأشجار	رمز المنطقة	AVERAGE	STDEV.	CONFIDENCE
إيرفت	St1	289	148	145
	St2	478	243	238
	St3	908	475	465
	St4	631	275	269
دفلة	St1	169	88	86
	St2	349	29	29
	St3	847	446	437
	St4	616	301	295
كينا	St1	148	65	63
	St2	233	126	124
	St3	598	234	230
	St4	345	204	200
سرو	St1	796	465	456
	St2	983	582	571
	St3	1645	903	885
	St4	964	430	422
أكاسيا	St1	357	196	192
	St2	607	331	324
	St3	893	565	554
	St4	762	455	446
نخيل	St1	163	115	113
	St2	195	108	106
	St3	348	174	171
	St4	279	150	147

الشكل (2) : كمية الدقائق الصلبة المترسبة على أوراق الأشجار مقدرةً ب $\mu g/cm^2$

تراكيز العناصر المعدنية الثقيلة في الدقائق الصلبة المترسبة:

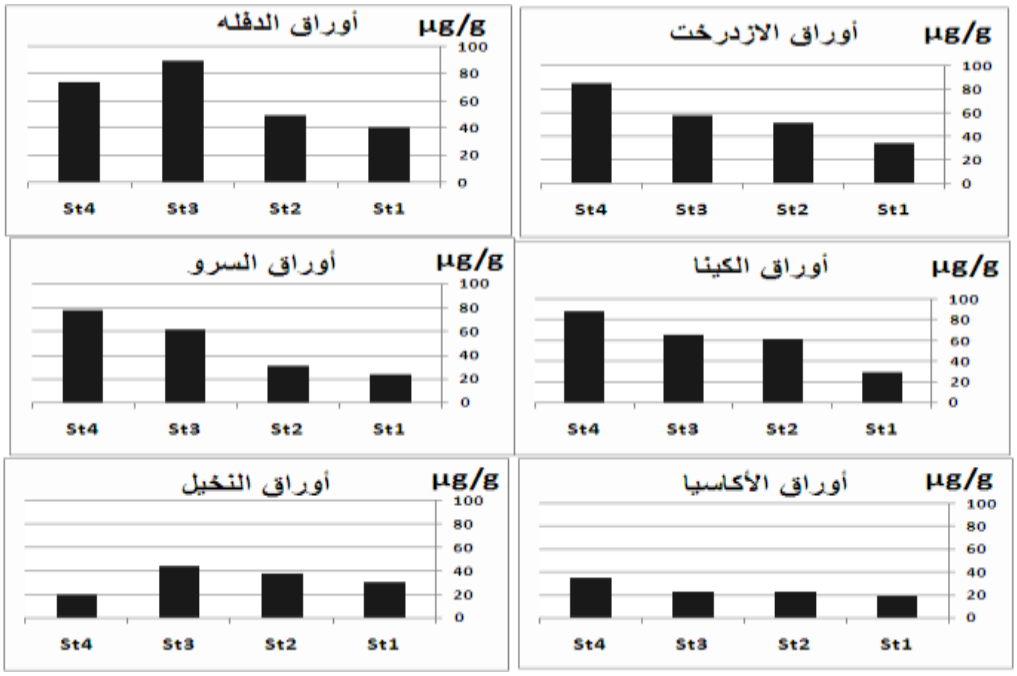
يبيّن الجدول (4) متوسط تراكيز العناصر المعدنية المدروسة خلال عام كامل تضمّن فصول السنة الأربعة، وذلك ليتسنى وضع تصوّر عن الحمولات السنوية لهذه العناصر على الأوساط البيئية ، وإجراء مقارنة بين مواقع القياس ضمن هذا المنظور. تبيّن الأشكال (3)،(4)؛(5)،(6)؛(7)؛(8)؛(9)،(10) تراكيز نزر العناصر المعدنية المدروسة (Zn ,Cu, Mn, Fe, Cd, Pb, Ni, Co) في الدقائق الصلبة المترسبة على أوراق الأشجار، وبما أن القيمة التي يظهرها جهاز الامتصاص الذري المستخدم واحدتها هي mg/l ، والمطلوب الحصول على تركيز العنصر في الترسبات الصلبة أي بالواحدة µg/g ، فقد تمّ ضرب القيمة التي تظهر على الجهاز بحجم العينة المحضرة ، ومن ثم التقسيم على الوزن الجاف للعيّنة المحسوب سلفاً.

الجدول(4):متوسط تراكيز العناصر المعدنية المدروسة خلال عام كامل

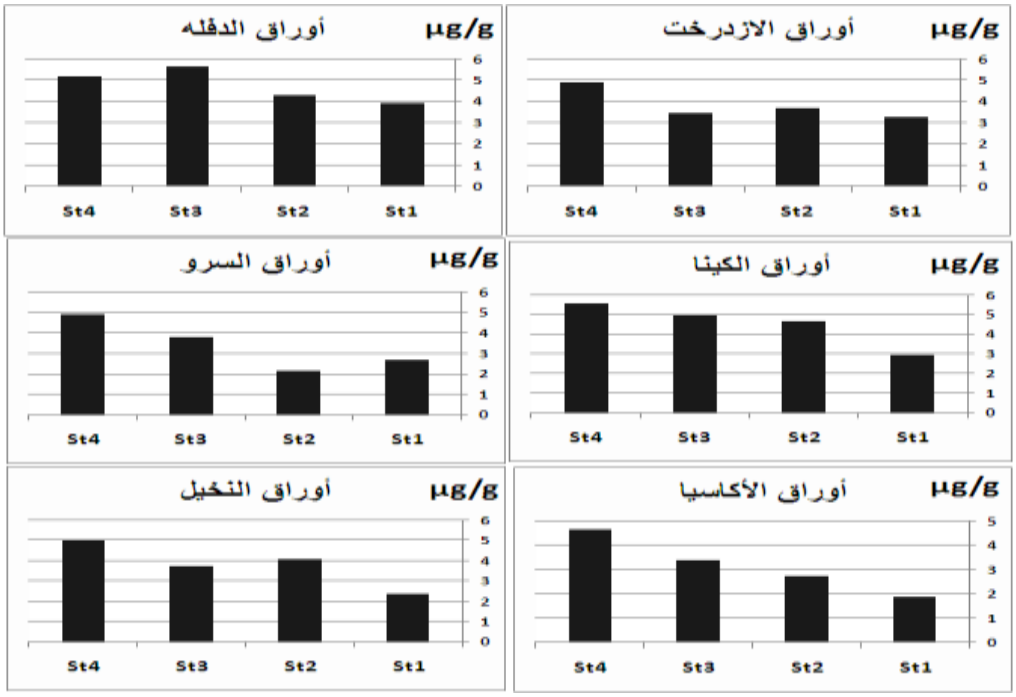
متوسط تراكيز العناصر المعدنية الثقيلة في الدقائق المترسبة على أوراق الاشجار خلال الفصول الأربعة - µg/g

	Fe				Mn				Cu				Zn				العنصر	
	St4	St3	St2	St1	St4	St3	St2	St1	St4	St3	St2	St1	St4	St3	St2	St1	رمز الموقع	
ازدرخت	8.77	7.92	7.17	6.34	1.74	1.19	1.03	0.93	4.89	3.45	3.67	3.24	85.17	57.78	51.74	34.33	AVERAGE	
	1.44	1.82	2.15	2.13	0.60	0.67	0.47	0.43	0.92	0.97	0.59	0.78	11.55	13.60	9.99	6.80	STDEV	
	1.42	1.78	2.11	2.09	0.59	0.65	0.46	0.42	0.90	0.96	0.58	0.76	11.32	13.33	9.79	6.66	CONFIDENCE	
دفلة	9.85	8.34	7.72	6.83	1.43	1.79	1.18	0.97	5.15	5.62	4.28	3.92	74.23	89.91	49.48	40.82	AVERAGE	
	1.00	1.42	1.44	1.85	0.28	0.54	0.42	0.39	0.71	0.86	1.07	0.61	23.75	17.70	14.95	1.04	STDEV	
	0.98	1.39	1.41	1.81	0.27	0.53	0.41	0.39	0.70	0.84	1.05	0.60	23.27	17.34	14.65	1.02	CONFIDENCE	
كينا	11.87	11.36	10.53	6.96	2.95	2.67	2.05	0.75	5.54	4.95	4.64	2.93	88.34	65.87	61.49	29.64	AVERAGE	
	2.32	2.33	1.71	1.71	0.65	0.95	0.64	0.26	0.91	0.91	0.85	0.90	32.68	13.83	17.36	12.96	STDEV	
	2.27	2.28	1.67	1.68	0.64	0.93	0.63	0.26	0.89	0.90	0.83	0.88	87.93	13.56	17.01	12.70	CONFIDENCE	
سرو	8.87	8.44	6.72	7.49	1.68	1.53	0.56	0.81	4.89	3.78	2.11	2.65	77.51	61.67	30.41	23.72	AVERAGE	
	1.43	2.35	1.06	1.23	0.60	0.42	0.29	0.17	0.89	0.70	0.90	0.57	25.03	23.50	13.43	7.11	STDEV	
	1.41	2.31	1.03	1.21	0.59	0.42	0.28	0.17	0.87	0.69	0.88	0.56	24.53	23.02	13.16	6.96	CONFIDENCE	
أكاسيا	6.06	7.95	6.74	5.43	1.19	1.05	0.81	0.74	4.68	3.39	2.76	1.89	35.05	22.91	22.74	19.14	AVERAGE	
	1.46	1.67	1.28	1.05	0.45	0.58	0.36	0.37	0.84	1.32	1.23	0.81	16.49	8.38	8.60	4.24	STDEV	
	1.43	1.64	1.25	1.03	0.44	0.56	0.36	0.36	0.82	1.30	1.21	0.79	16.16	8.21	8.43	4.16	CONFIDENCE	
نخيل	5.06	8.83	7.94	4.86	1.92	1.83	1.71	1.64	5.03	3.72	4.06	2.35	19.78	44.56	37.79	30.42	AVERAGE	
	1.52	2.14	1.06	1.40	0.57	0.99	0.98	0.58	0.89	1.43	1.01	0.88	10.56	19.85	19.18	8.10	STDEV	
	1.49	2.10	1.04	1.37	0.56	0.97	0.96	0.57	0.87	1.40	0.99	0.86	10.35	19.46	18.79	7.94	CONFIDENCE	

	Co				Ni				Pb				Cd				العنصر	
	St4	St3	St2	St1	St4	St3	St2	St1	St4	St3	St2	St1	St4	St3	St2	St1	رمز الموقع	نوع الشجرة
ازدرخت	0.037	0.071	0.014	0.006	0.042	0.097	0.016	0.007	0.049	0.087	0.042	0.029	0.021	0.036	0.008	0.004	AVERAGE	
	0.041	0.090	0.017	0.007	0.052	0.087	0.020	0.008	0.045	0.047	0.027	0.023	0.029	0.054	0.010	0.003	STDEV	
	0.040	0.088	0.017	0.007	0.051	0.085	0.019	0.008	0.044	0.046	0.027	0.023	0.028	0.052	0.009	0.003	CONFIDENCE	
دفلة	0.039	0.051	0.009	0.003	0.067	0.082	0.011	0.005	0.045	0.064	0.031	0.016	0.014	0.029	0.006	0.003	AVERAGE	
	0.072	0.060	0.010	0.003	0.089	0.085	0.014	0.006	0.041	0.050	0.021	0.016	0.016	0.020	0.005	0.004	STDEV	
	0.070	0.059	0.010	0.003	0.087	0.084	0.014	0.006	0.040	0.049	0.020	0.016	0.016	0.019	0.005	0.004	CONFIDENCE	
كينا	0.034	0.029	0.011	0.006	0.071	0.068	0.013	0.009	0.038	0.051	0.037	0.017	0.009	0.019	0.005	0.003	AVERAGE	
	0.045	0.049	0.018	0.007	0.075	0.073	0.015	0.011	0.022	0.032	0.024	0.018	0.006	0.016	0.004	0.003	STDEV	
	0.044	0.048	0.018	0.007	0.073	0.072	0.015	0.011	0.022	0.031	0.024	0.018	0.006	0.016	0.004	0.003	CONFIDENCE	
سرو	0.008	0.046	0.017	0.012	0.014	0.081	0.033	0.019	0.038	0.083	0.033	0.047	0.031	0.041	0.007	0.005	AVERAGE	
	0.012	0.067	0.020	0.017	0.014	0.089	0.030	0.026	0.032	0.057	0.016	0.027	0.026	0.042	0.007	0.003	STDEV	
	0.012	0.066	0.020	0.017	0.014	0.087	0.029	0.025	0.031	0.056	0.016	0.027	0.026	0.041	0.007	0.003	CONFIDENCE	
أكاسيا	0.038	0.032	0.008	0.005	0.075	0.057	0.006	0.004	0.091	0.074	0.024	0.017	0.016	0.007	0.005	0.003	AVERAGE	
	0.047	0.044	0.009	0.006	0.081	0.060	0.007	0.005	0.095	0.048	0.023	0.018	0.015	0.007	0.007	0.004	STDEV	
	0.046	0.043	0.009	0.006	0.080	0.059	0.007	0.005	0.094	0.047	0.022	0.018	0.014	0.007	0.007	0.003	CONFIDENCE	
نخيل	0.073	0.059	0.007	0.007	0.068	0.079	0.007	0.004	0.089	0.041	0.009	0.006	0.013	0.015	0.002	0.002	AVERAGE	
	0.074	0.050	0.008	0.008	0.054	0.072	0.008	0.006	0.104	0.040	0.012	0.002	0.015	0.012	0.003	0.002	STDEV	
	0.073	0.049	0.008	0.008	0.053	0.070	0.007	0.006	0.102	0.039	0.012	0.002	0.015	0.011	0.003	0.002	CONFIDENCE	



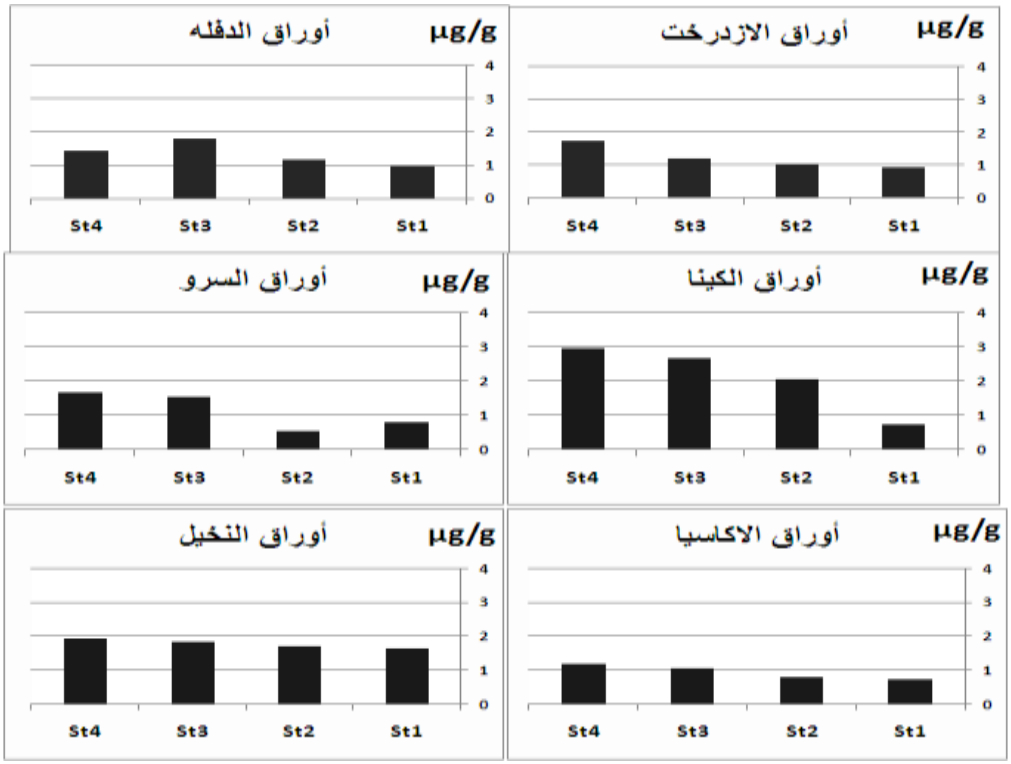
الشكل (3) : تركيز عنصر الزنك (Zn) في الدقائق الصلبة المترسبة على أوراق الأشجار مقدرةً ب µg/g



الشكل (4) : تركيز عنصر النحاس (Cu) في الدقائق الصلبة المترسبة على أوراق الأشجار مقدرةً ب µg/g

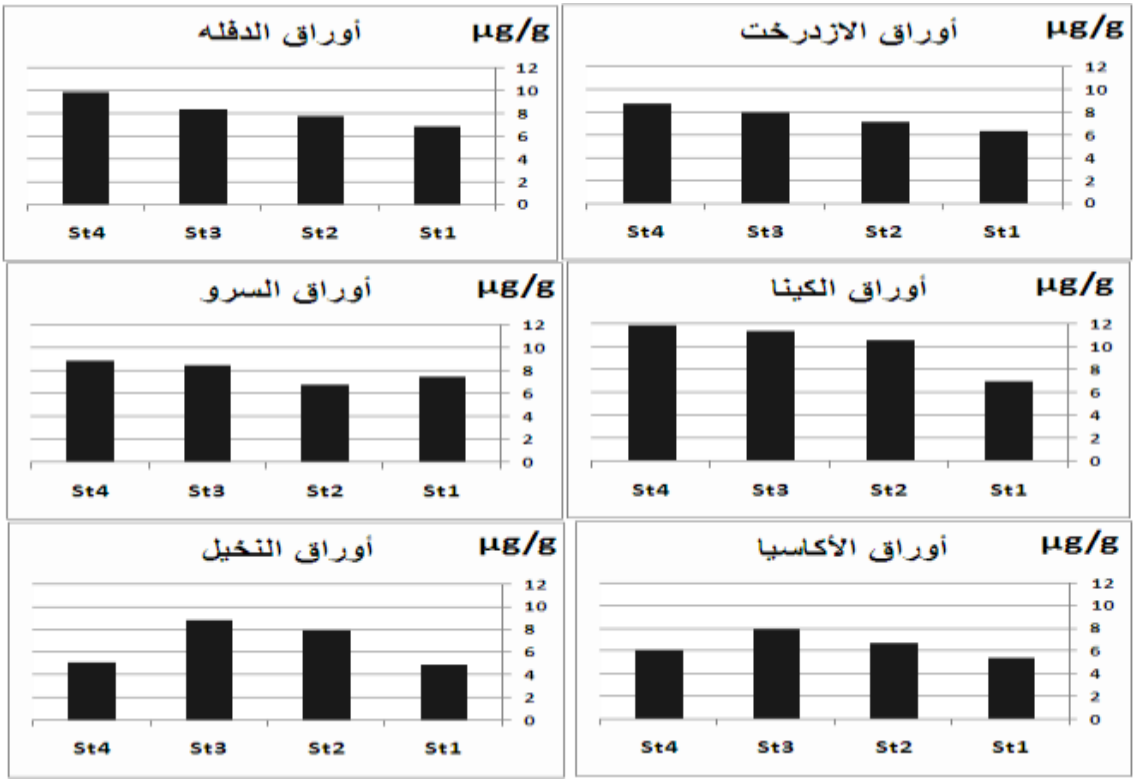
يلحظ من الشكل (3) أن عنصر الزنك هو الأكثر وفرةً في الدقائق الصلبة قياساً بالعناصر الأخرى التي شملتها الدراسة، ويعود سبب ذلك على الأرجح إلى أن مواقع الدراسة جميعها تقع بالقرب من الشاطئ البحري، كون المياه البحرية وافرة بهذا العنصر، كما أن الدقائق الصلبة على أوراق أشجار الدفلة ، الإزدرخت ، السرو، والكينا كانت تحتوي على تراكيز أعلى من الزنك مقارنةً مع تلك التي على أوراق الأكاسيا والنخيل. علاوةً على ذلك، يبدو واضحاً انخفاض

تركيز عنصر الزنك في الموقع (St_1) مقارنةً مع المواقع (St_2)،(St_3) و(St_4) التي لم تكن فيها تراكيز هذا العنصر متقاربةً عموماً، إذ تراوحت الفروقات بين 10–30 µg/ g فيما بينها. ينطبق ذلك أيضاً على عنصر النحاس (الشكل 4)، إلا أن الفروقات لم تكن حادةً كذلك بين الأنواع الأربعة لأوراق الأشجار التي شملتها الدراسة .



الشكل (5) : تركيز عنصر المنغنيز (Mn) في الدقائق الصلبة المترسبة على أوراق الأشجار مقدرةً ب µg/g

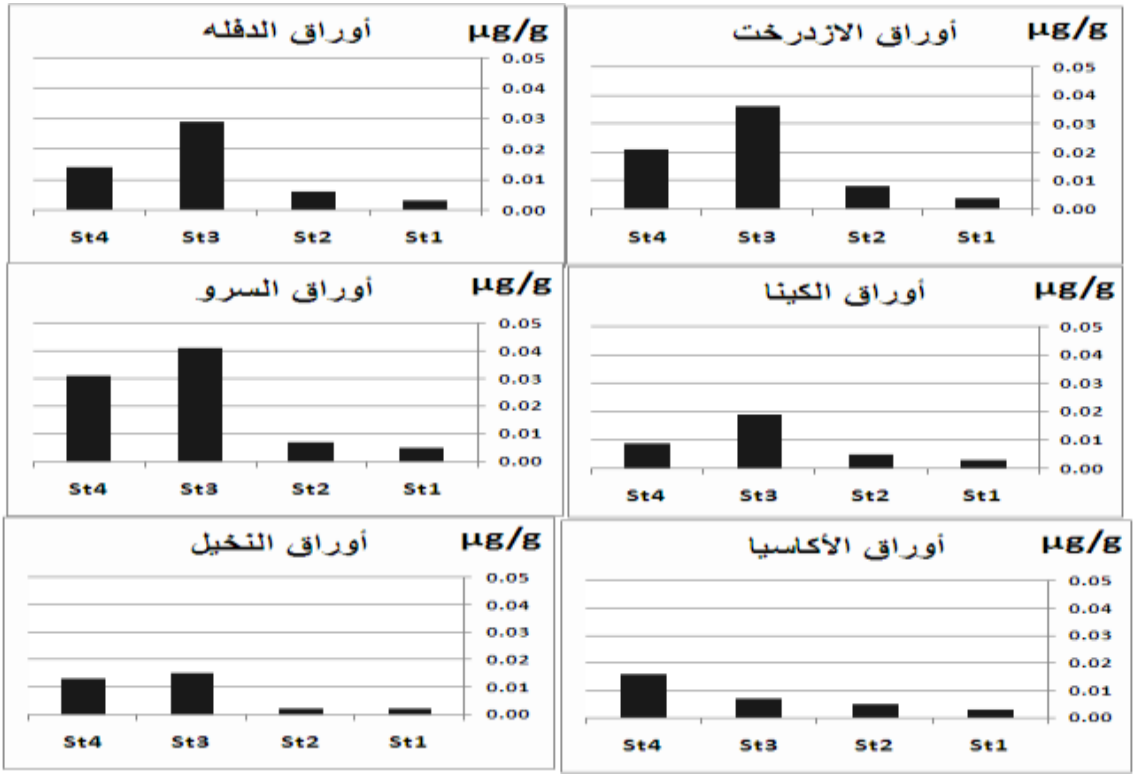
يبدو واضحاً من الشكل(5) أن تراكيز عنصر المنغنيز في الدقائق الصلبة المترسبة كان أعلاها على أوراق الكينا، بينما أقلها على أوراق الأكاسيا، كما يبدو أن الموقع (St_1) البعيد نسبياً عن مصادر التلوث المباشر كان يشهد ارتفاعاً في تراكيز المنغنيز .



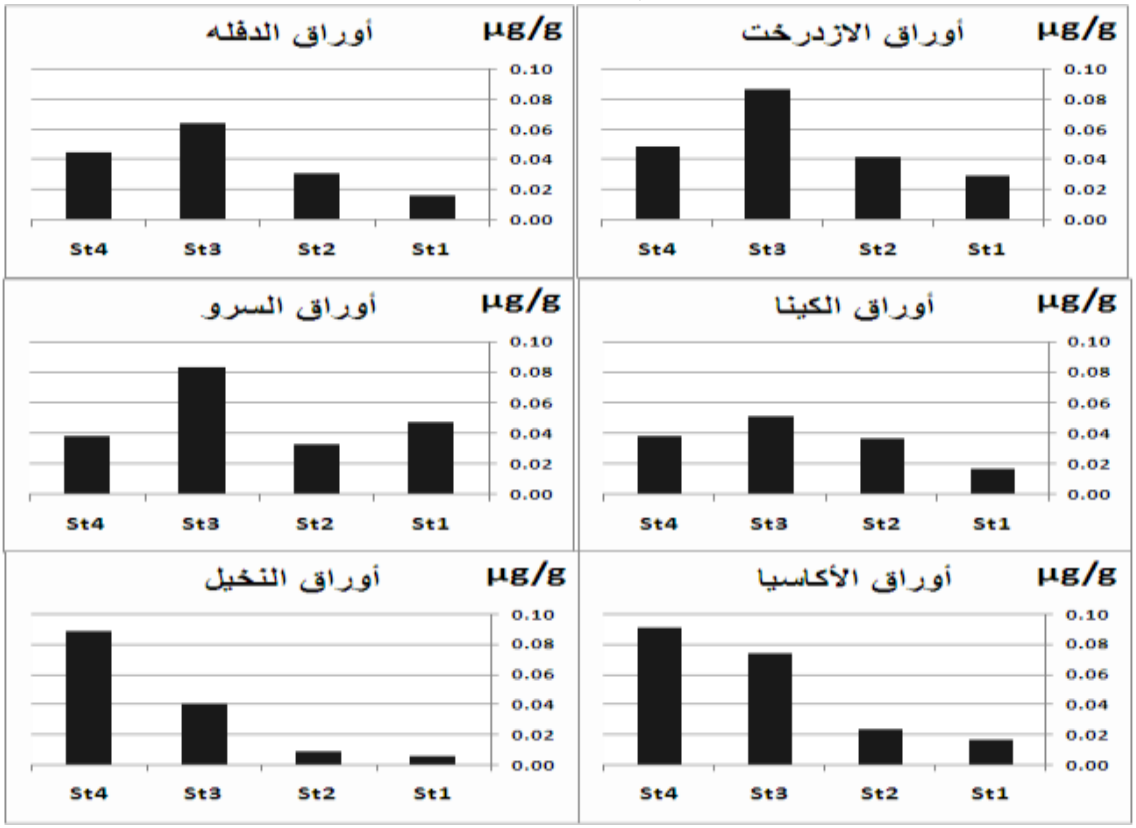
الشكل (6) : تركيز عنصر الحديد (Fe) في الدقائق الصلبة المترسبة على أوراق الأشجار مقدرةً ب µg/g

يوضح الشكل (6) أن تراكيز عنصر الحديد كانت مرتفعة عموماً في مواقع الدراسة، وأن الدقائق الصلبة المترسبة على أوراق أشجار الازدرخت والدفله والكينا والسرو كانت تحتوي على تراكيز أعلى للحديد من أوراق أشجار الأكاسيا والنخيل.

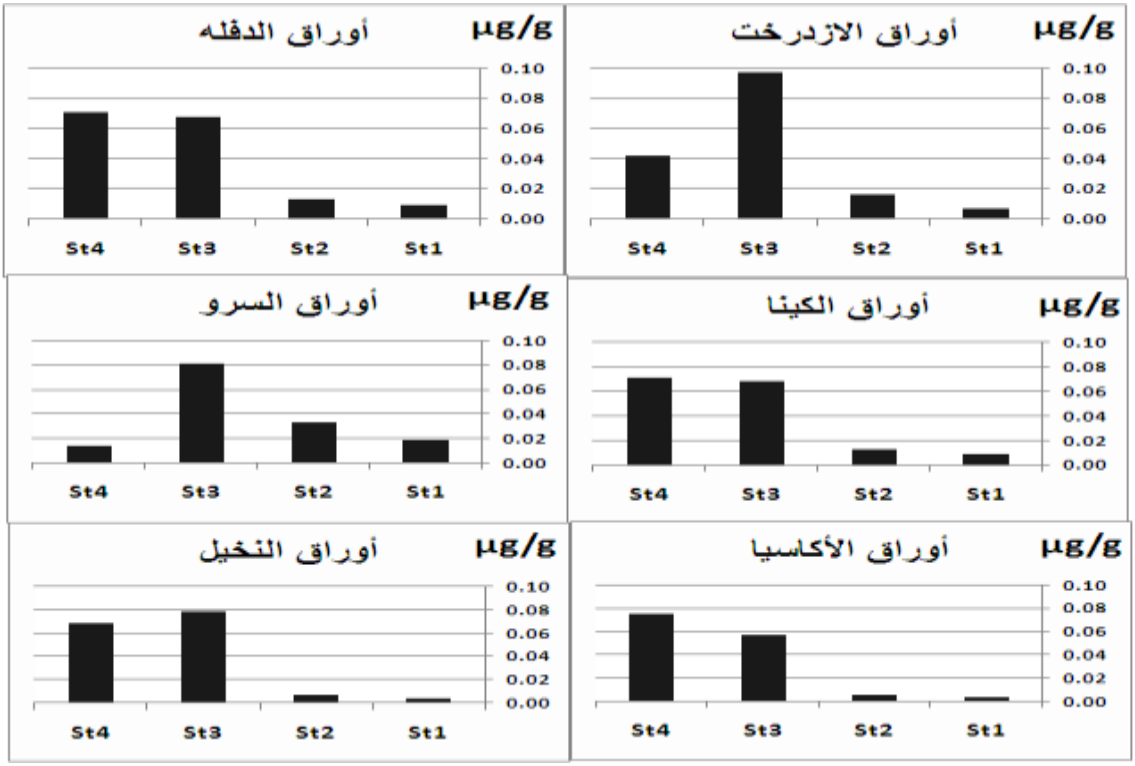
لا بد من التنويه إلى أن الحديد، النحاس والمنغنيز كما الحال مع الزنك هي من العناصر الموجودة بوفرة في المياه البحرية، لكن الزنك أكثرها وفرةً [14-10-7-6] ، ولعلّ في ذلك السبب وراء ارتفاع تراكيز هذه العناصر في الدقائق المترسبة على سطح أوراق الأشجار مقارنةً مع بقية العناصر المدروسة (الكادميوم، الرصاص، النيكل والكوبالت)، ولكن ذلك لا ينفي احتمالية أن يكون جزء منها ناجم عن النشاطات البشرية المختلفة.



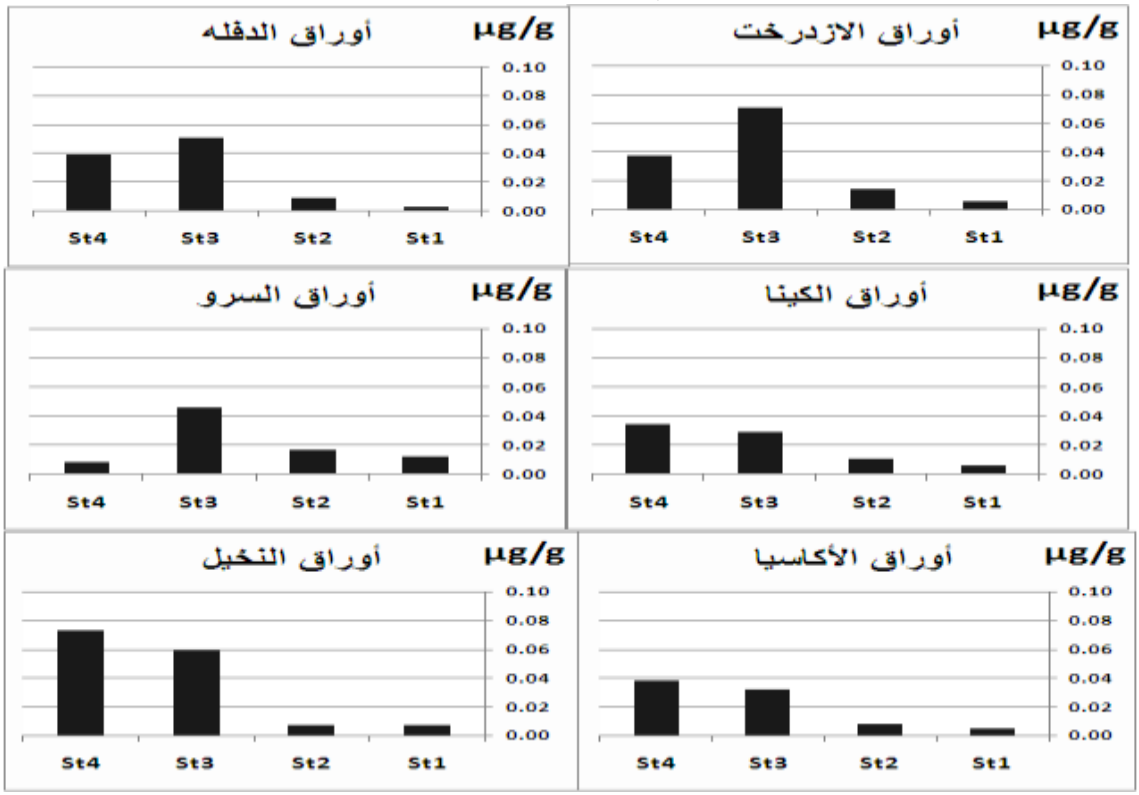
الشكل (7) : تركيز عنصر الكادميوم (Cd) في الدقائق الصلبة المترسبة على أوراق الأشجار مقدرةً ب µg/g



الشكل (8) : تركيز عنصر الرصاص (Pb) في الدقائق الصلبة المترسبة على أوراق الأشجار مقدرةً ب µg/g



الشكل (9) : تركيز عنصر النيكل (Ni) في الدقائق الصلبة المترسبة على أوراق الأشجار مقدرةً ب µg/g



الشكل (10) : تركيز عنصر الكوبالت (Co) في الدقائق الصلبة المترسبة على أوراق الأشجار مقدرةً ب µg/g

بينت الدراسة أن تراكيز نزر عناصر الكادميوم، الرصاص، النيكل والكوبالت كانت الأعلى في مواقع الدراسة القريبة من النشاطات الصناعية (St_4, St_3)، حيث مصفاة النفط والمحطة الحرارية في بانياس(St_3) ، وأثر معمل الأسمنت مضافاً إليه الحركة المرورية الكثيفة في طرطوس(St_4) (الأشكال 7,8,9,10)، إذ إنّ مواقع الاعتيان كانت تقع ضمن دائرة الأثر لتلك النشاطات كما ورد في الجدول(1)، في حين سجلت تراكيز هذه العناصر قيماً منخفضة في المواقع البعيدة عن النشاط الصناعي ومصادر التلوث المباشر، أو تلك التي تشهد نشاطاً زراعياً غير كثيف (St1 ,St2). تجدر الإشارة إلى أن نوع أوراق الأشجار المدروسة لا يلعب دوراً ذا أهمية في انخفاض تلك التراكيز أو ارتفاعها، على الرغم من أن الكثافة الورقية للشجرة تلعب دوراً هامّاً في احتجاز الجسيمات الصلبة ، إلّا أن تراكيز العناصر المدروسة في الترسبات ليس بالضرورة أن تتناسب طرداً مع كمية هذه الترسبات.

الاستنتاجات والتوصيات:

يمكن تلخيص أهم نتائج هذه الدراسة في النقاط الآتية:

-تزداد كمية الدقائق الصلبة المترسبة على أوراق الأشجار تبعاً لقربها من المواقع الصناعية والحركة المرورية الكثيفة لتنخفض في المواقع البعيدة نسبياً عن مصادر التلوث المباشر.

-تحتجز أشجار السرو كميات أكبر من الدقائق الصلبة لتأتي بعدها أشجار الإزدرخت والأكاسيا والدفلة والكينا وأخيرا النخيل.

-لم يتم لحظ أية علاقة مباشرة بين النشاط الصناعي وقيم تراكيز العناصر المعدنية الثقيلة (الزنك، النحاس، المنغنيز، الحديد) في الدقائق الصلبة المترسبة على أوراق الأشجار، إذ إنّ هذه القيم كانت مرتفعة بالعموم في معظم مواقع الدراسة، ويعود سبب ذلك على الأرجح إلى أن جميع مواقع الدراسة قريبة من الشاطئ البحري حيث توجد مركبات هذه العناصر بوفرة في المياه البحرية ، وليس فقط في الانبعاثات الصلبة الناجمة عن المعامل والحركة المرورية.

-تزداد تراكيز العناصر (الرصاص، الكادميوم، النيكل والكوبالت) في الدقائق الصلبة المترسبة على أوراق الأشجار في المواقع القريبة من النشاطات الصناعية المختلفة، وتنخفض في المواقع البعيدة عنها.

ويمكن صياغة أهم التوصيات المنبثقة عن نتائج هذه الدراسة بالآتي:

-ضرورة تشجير المناطق المحيطة بمواقع النشاطات الصناعية وفي داخل المدن وعلى الشاطئ البحري ، لما لها من دور إيجابي في احتجاز الدقائق الصلبة ، مع ما تحتويه من مركبات للعناصر المعدنية الثقيلة ذات الأثر السام في الإنسان، وبخاصة أشجار السرو والإزدرخت .

-ضرورة التوسّع في الدراسة لتشمل قدرة أوراق الأشجار على مراكمة بعض العناصر دون أخرى في بنيتها.

-ضرورة التوسّع في الدراسات في هذا المجال لتحديد إن كان في كمية الدقائق الصلبة وتراكيز العناصر المعدنية الثقيلة مؤشر حيوي على تلوّث الهواء.

المراجع:

1- ع.محمد، ف.صالح ،(2005) ، *الكيمياء البيئية*، منشورات جامعة تشرين .

2-WARK, K.; WARNER, C.; DAVIS, T. W. *Air pollution, its Origin and control.* 3 rd. ed. , Addison - Wesley Longman Inc, USA , 1998 ,410.

3-SEYMOUR, C.; HAROLD, M. *Hand Book of air pollution technology*.J0hn Willey & Sons, Inc New York, 1984, 760 .

4- SAWYER, C. N.; MCCARTY, P. L.; PARKIN, G. F. *Chemistry for Environmental Engineering and Science* . 5th ed. , McGraw- Hall, USA, 2003,386.

5- MIRIATY, F. *Ecotoxicology, The Study of Pollutant in Ecosystems*. Academic Press , New York , 1999, 423.

6- LONE, M. I.; He, Z.; STOFFELLA, P. J.; YANG, X. *Phytoremediation of heavy metal polluted soils and water: Progresses and perspectives*.Journal of Zhejiang University SCIENCE B, 2008,9(3): 210-220.

7- CHEHREGANI, A.; MALAYERI, B.; GOLMOHAMMADI, R. *Effect of heavy metals on the developmental stages of ovules and embryonic sac in Euphorbia cheirandenia*. Pakistan J. Biol. Sci., 2004, 8: (622–5).

8. ADRIANO,D.C.; Bolan,N.S.; Vangronsveld,J.; Wenzel,W.W. *Heavy metals.In:Hille Encyclopedia of Soils in the Environment*. Elsevier, Amsterdam, 2005 ,175–182.

9-MAJID, N. M.; ISLAM, M. M.; JISTIN, V.; ABDU, A.; AHMADPOUR, P.; *Evaluation of heavy metal uptake and translocation by Acacia mangium as a phytoremediator of copper contaminated soil.* Afr. J. Biotechnol. 2011.10: (8373-8379).

10- STANLEY, E. M. *Environmental chemistry. 7th. ed.*, CRC press LLC, New York & London , 2000 ,876.

11- GLANTZ , M. H. *Climate Affairs- A primer*. , Island Press, Washington & London, 2003, 291.

12- BOUBEL, R. W. ; FOX, D. L. ; TURNER, B. D. ; STERN, A. C. *Fundamentals of air pollution. 3th. ed.*, Academic press, San Diego , 1994, 595.

13- WRIGHT, J. *Environmental Chemistry*. Routledge NY , USA , 2003. 296.

14- FELLENBER, G. *The Chemistry of Pollution*. John Wiley &sons Ltd , West Sussex , England , 2000,318

15-KABATA,P. A.; MUKHERJEE, A. B. **Trace** *Elements from Soil to Human.* Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2007. 550 p.

16-غ.عباس ، م.أسعد ،(2010). *تأثير الأمواج البحرية على انتشار بعض العناصر المعدنية الثقيلة في هواء المناطق الشاطئية (شاطئ مدينة اللاذقية)* . *مجلة* جامعة تشرين للدراسات و البحوث العلمية،سلسلة العلوم الأساسية،المجلد (32)،العدد (3).

17- ع.محمد،ف.علاء الدين،(2007).*تحديد تركيز نزر عنصري الكادميوم و الرصاص في دقائق الغبار المعلق و المترسبة على أوراق الأشجار في مدينة اللاذقية*. مجلة جامعة تشرين للدراسات و البحوث العلمية،سلسلة العلوم الأساسية،المجلد(29)،العدد(4).

18-SABINA, R. ; PASI, R. , *Could ornamental plats serve as passive biomonitors in urban areas* , Journal of atmospheric chemistry 49 :137-148.2004, Kluwer academic publishers.Netherlands.).(

19- NIKODEMUS, O.; BRUMELIS,G. & anothers , *Monitoring of air pollution in Latvia between 1990 and 2000 using Moss*. Journal of atmospheric chemistry 49 :521-531.2004, Kluwer academic publishers.Netherlands.

20- GOTTARDINI , E.; CRISTOFOLINI, F.; & anothers , *Pollen viability for air pollution bio-monitoring* , Journal of atmospheric chemistry 49 :149-159.2004, Kluwer academic publishers.Netherlands.)

21- CARRERAS, H.A.; PIGNATA, M.L. *Comparison among air pollutants ,meteorological conditions and some chemical parameters in the trasplanted lichen,* Usnea amblyoclada,Environmental pollution, (2001) , 11145-52 . WWW.elsevier.com/locate/envpol.

22-Kimberly, M.; Helen, F.;William, H., *Trace metals in Montreal urban soils and the leaves of Taraxacum officinale*. Can. J. Soil. Sci. Downloaded from pubs.aic.ca by 91.144.8.16 on 07/13/11)

23- Tomasevic,M.; Rajsic,S.;Dordevic,D. *Heavy metals accumulation in tree leaves from urban areas* , Environmental Chemistry Letters, Volume 2, Number 3, 151-154, DOI: 10.1007/s10311-004-0081-8