مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم البيولوجية المجلد (31) العدد (5) 2009
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Biological Sciences Series Vol. (31) No. (5) 2009

دراسة محتوى التربة المحيطة بمعمل اسمنت طرطوس من بعض المعادن الثقيلة (pb, Cd , fe, Cu , Zn , Ni)

الدكتور عيسى نور الدين كبيبو*
الدكتورة سوسن هيفا*
ميسون زيادة**

(تاريخ الإيداع 14 / 6 / 2009. قبل للنشر في 18 / 8 / 2009)

□ ملخّص □

يهدف البحث إلى تقييم المنطقة شرق معمل اسمنت طرطوس من جهة محتوى التربة من بعض المعادن الثقيلة، تم إجراء أربعة مقاطع ترابية على أبعاد مختلفة شرق معمل اسمنت طرطوس (2000,1000,600,200) م، وأخذت عينات مركبة من أفقين أفق سطحي (0-15)سم، وأفق تحت سطحي (15-45)سم، وقد بينت الدراسة أن محتوى التربة المدروسة من المعادن الثقيلة (حديد، نحاس، زنك) يقع ضمن الحدود الطبيعية للترب، ومع ذلك فقد وجد من خلال معامل تعزيز التربة السطحية أن الموقعين 2000 م،1000 م يملكان أكبر قيم لهذا المعامل، فسر ذلك باحتمال تلقي هذين الموقعين لكميات كبيرة من الغبار الاسمنتي ودخان المعمل بسبب ارتفاعهما النسبي مقارنة بالموقعين 600م، 200م (تضاريسية المنطقة)، كما امتلك الموقع 200م قيم عالية لمعامل تعزيز التربة السطحية للنيكل والرصاص، ويعود ذلك لقرب الموقع الشديد من المعمل، أما الموقع 600 م فقد امتلك أقل قيم لمعامل تعزيز التربة السطحية، مما يدل على تلقيه لأقل كميات من الغبار ودخان المعمل مقارنة بالمواقع الأخرى المدروسة، وقد وجد تلوث تربة بالنيكل، في حين لا يوجد تلوث بالكادميوم.

الكلمات المفتاحية: المعادن الثقيلة– معامل تعزيز التربة السطحية– تلوث.

* أستاذ – قسم علوم التربة والمياه بكلية الزراعة– جامعة تشرين – اللاذقية – سورية.
** طالبة دراسات عليا (ماجستير) – قسم علوم التربة والمياه بكلية الزراعة– جامعة تشرين – اللاذقية – سورية.

مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم البيولوجية المجلد (31) العدد (5) 2009
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Biological Sciences Series Vol. (31) No. (5) 2009

A Study of the Contents of the Soil, SurroundingTartous Cement Plant,(pb, Cd , fe, Cu , Zn , Ni) of Some Heavy Metals

Dr. Essa Noural-Deen Kbebo*
Dr. Sawssan Haifa*
Maissoun Ziadeh**

(Received 14 / 6 / 2009. Accepted 18 / 8 / 2009)

□ ABSTRACT □

This research aims at evaluating the area to the east of Tartous Cement Plant as to the soil contents of some heavy metals. Soil sections taken from the east of Tartous Cement Plant were of various dimensions (200m, 600m, 1000m, and 2000m). Complex samples were taken from two levels: topsoil layer (0- 15) cm, and sub soil layer (14- 45) cm.

Studies revealed that soil content of heavy metals (iron, copper, and zinc) is within soil normal limits. Yet, the coefficient of relative topsoil enhancement (RTE) showed that the two locations 1000m and 2000m have the biggest values of it. It is interpreted that those two locations have possibly received big quantities of cement dust and plant smoke due to their proportional height, compared with locations 200m and 600m (area elevation).

In addition, location 200m had high values of this coefficient regarding nickel and lead, which is due to its very close location to the plant. But location 600m had lower values of the coefficient of relative topsoil enhancement, which means receiving smaller quantities of plant's dust and smoke when compared with the other studied locations.

Soil was found contaminated with nickel, but not contaminated with cadmium.

Keywords: Heavy Metals, coefficient of relative topsoil enhancement, contaminated.

*Professor, Department of Soil and Water Science, Faculty of Agriculture, Tishreen University, Lattakia.
** Postgraduate Student, Department of Soil and Water Science- Faculty of Agriculture, Tishreen University, Lattakia.

مقدّمة:

يقع معمل إسمنت طرطوس إلى الشمال من مدينة طرطوس بحوالي 7كم، ويبعد عن البحر حوالي 2كم، وتحيط به أراضي زراعية تسود بها بشكل أساسي زراعة الزيتون ، فضلاً عن زراعة الخضار الحقلية والمحمية.

يتكون المعمل من أربع خطوط إنتاج طاقتها الفعلية 5000 طن من الإسمنت يومياً، وتستهلك كميات من الفيول تقدر بحوالي 150 ألف طن سنوياً.

يتصاعد غبار الاسمنت في جميع مراحل صناعته وبالتالي تعتبر صناعة الاسمنت ملوثة للبيئة بطريقة لا يمكن تفاديها بسهولة، إذ يتم إنتاج الغبار من كامل خطوط الإنتاج وبنسب متفاوتة، تتراوح كمية الغبار المتساقطة والناتجة عن المعمل بين (512-77) طن/كم2/ شهر في منطقة المعمل، وبين (120-10) طن /كم2 / شهر في القرى المجاورة وهي تفوق الحد المسموح به 9 طن/كم2/ شهر بمعدل 13-3 مرة تقريباً علماً أن المواصفات العربية تنص على ألا تزيد كمية سقط الغبار جوار المعمل عن 12.5 طن/كم2/ شهر.[2].

لقد ازداد بشكل واضح محتوى الترب من المعادن الثقيلة خلال العقود العدة الأخيرة، وعُدَّت المصادر الرئيسية لهذه الزيادة هي: الترسب من الهواء لجزيئات ناتجة عن النقل أو الصناعة، تطبيق عمليات التخصيب والتسميد وعمليات المكافحة، الترسب بالأنهار والانتقال بوساطة عمليات الري.[9].

من المعروف أن غنى الجو بالمعادن سيقود فيما بعد إلى تلوث التربة، كما أن تلوث التربة يرتبط بالنشاطات الإنسانية التي تصدر حرارة عالية، مثل: حرق الوقود الأحفوري، إنتاج الإسمنت .....إلخ.[7].

وبمقارنة كمية العناصر المنبعثة نحو الغلاف الجوي بشكل طبيعي وتلك الناتجة عن نشاطات الإنسان، نرى تفوق هذه الأخيرة بصورة كبيرة فهي تبلغ حوالي: 13 ضعف بالنسبة للنحاس، و15 ضعف بالنسبة للكادميوم، و21 مرة للزنك، و100 ضعف أكثر بالنسبة للرصاص.[5].

لا يعبر قياس التركيز الكلي عن الأثر السلبي للعناصر النادرة في التربة والبيئة المحيطة بسهولة بسبب كون الجزء المتحرك منها أو المنحل هو الذي يملك إمكانية الرشح نحو المياه الجوفية أو الامتصاص من قبل النبات وبالتالي الدخول في السلسلة الغذائية.

إن حركة وانحلالية وتراكم العناصر النادرة يعتمد على عدة عوامل هي: وجودها بكميات كبيرة في التربة، الأحياء الدقيقة والنباتات، وكذلك خصائص العنصر نفسه.[7].

هناك علاقة وثيقة بين انحلالية المعادن في التربة ووجودها بالشكل الأيوني الحر في محلول التربة وبين قابلية امتصاصها البيولوجي من قبل الأحياء الدقيقة، وامتصاصها من قبل النباتات، هذا يدفعنا للإشارة إلى أهمية العلاقة بين المحتوى الكلي المعدني وتراكيز المعادن في محلول التربة وارتباط هذه التراكيز بخواص التربة. [4,9].

يلعب الـ pH دوراً جوهرياً في هذا المجال فبزيادة حموضة التربة تزداد انحلالية القسم الأعظم من المعادن الثقيلة وبالتالي يزداد الشكل الحر الأيوني الأكثر حركة وقابلية للانتقال إلى النباتات والأكثر سمية.[7] .

كما أن المادة العضوية، لا سيما أحماض الفولفيك وأحماض الهيوميك ، حيث تملك أحماض الهيوميك قدرة عالية على احتجاز المعادن بينما تشكل أحماض الفولفيك معقدات منحلة بالماء وبذلك تحفظ بعض المعادن ضمن محلول التربة وبالتالي تشارك جزئياً في ذوبانها ولا سيما الحديد وانتقاله. [8].

من جهة أخرى فإن معادن الطين تساهم باحتجاز أيونات المعادن الثقيلة الحرة في محلول التربة وبالتالي تمنع انتقالها.[8].

لا بد من الإشارة أيضاً إلى السعة التبادلية الكاتيونية ودورها في ربط العناصر النادرة وذلك من خلال مواقع الربط المشحونة سلبياً.[6].

إن قابلية المعادن الثقيلة للحركة بين كل من محلول التربة والطور الصلب لا يتوقف فقط على التركيز الكلي للمعدن بالتربة، ولكن أيضاً على خصائص التربة والعوامل البيئية، حيث تحتوي التربة على الكثير من المواد العضوية والمعادن والغرويات التي تستطيع أن تثبت هذه المعادن إلى حد كبير بالمقارنة مع تربة فقيرة بهذه المواد الفعالة.

إذن، تستطيع كل من السيليكات، الكربونات، الفوسفات، الأكسيدات، والمادة العضوية أن تشارك باحتجاز هذه المعادن.[3].

تحدد قيمة معامل تعزيز التربة السطحية النسبي RTE [النسبة بين تركيز المعدن في الطبقة السطحية للتربة (أقل من 15 سم) إلى تركيزه في التربة تحت السطحية (أكثر من 15 سم)]، مدى التلوث الذي طرأ على التربة في موقع يتعرض للتلوث بالمعادن الثقيلة، فإذا كانت قيمة هذا المعامل أكبر من الواحد دلّ ذلك على تلقي الطبقة السطحية لكمية إضافية من المعدن عن طريق الترسب من الجو، أما إذا كانت قيمة المعامل أصغر من الواحد فهذا يدل على أن الطبقة تحت السطحية هي المسؤولة عن محتوى الطبقة السطحية وبالتالي لا يوجد تلوث، ويوجد قيم لمعامل تعزيز التربة السطحية خاصة بكل معدن تحدد إذا كانت التربة لا تزال ضمن نطاق الترب الزراعية بالنسبة لهذا المعدن أم أنها خرجت إلى نطاق الأراضي الملوثة، فعلى سبيل المثال إذا حسبنا قيمة RTE المقررة للرصاص:

1.2 – 2: مناطق ترب زراعية بعيدة عن التلوث.

4 – 20: مناطق ملوثة بمناجم أو عمليات تعدين.[7] .

تختلف طرق استخلاص المعادن الثقيلة باختلاف الهدف من الدراسة، وتُعدُّ أكثر الطرق شيوعاً هي تلك التي تحدد كمية المعادن الثقيلة المرتبطة بأقطاب التربة المتاحة للنبات وهي تقدر المعادن الذائبة (في حال استخلاص المعادن من التربة باستخدام الماء فقط)، أو الذائبة والمتبادلة (عند استخلاص المعادن بالأملاح الخفيفة كنترات الأمونيوم)، كما يعتبر تقدير التركيز الكلي مهماً لكونه يقدر المعادن المرتبطة بكل أقطاب التربة، وبما أن طريقة الاستخلاص بالمعقدات المقترحة من قبل Lindsay and Norvell والتي يستخدم بها محلول استخلاص (0.01M CaCl2 , 0.005M DTPA , 0.1M TEA) عند pH 7.3 خاصة بالمناطق الجافة ونصف الجافة، وتقدر أقصى تراكيز للمعادن الثقيلة المتاحة للنبات، لذلك تم اتباعها بالبحث الحالي.[1].

وقد تم تحديد بعض الحدود الحرجة لطريقة الاستخلاص بوساطة DTPA للعناصر الصغرى بوصفها مؤشراً على مدى إتاحتها للنبات:[10].

الجدول(ا): بعض الحدود الحرجة لتراكيز بعض المعادن في التربة لطريقة الاستخلاص بالمعقدات المتبعة بالبحث الحالي والخاصة بالمناطق الجافة ونصف الجافة، المقترحة من قبل Lindsay and Norvell 1978،[10] .

الإتاحة للنبات	الزنك	المنغنيز	الحديد	النحاس

	ميكروغرام/غرام تربة			
منخفضة جداً	0- 0.5	0- 0.5	0- 2	0- 0.1
منخفضة	0.6- 1	0.5- 1.2	2- 4	0.1- 0.3
متوسطة	1- 3	1.2- 3.5	4- 6	0.3- 0.8
عالية	3- 6	3.5- 6	6- 10	0.8- 3
عالية جداً	>6	>6	>10	>3

كما وجد أن تركيز الزنك بالتربة كمادة مغذية للنبات عند الاستخلاص بطريقة Lindsay and Norvell والقياس بجهاز الامتصاص الذري يجب أن يتراوح بين 0.5-20 جزء بالمليون.[1] .

أهمية البحث وأهدافه:

يهدف البحث إلى تقييم المنطقة الواقعة شرق معمل اسمنت طرطوس من حيث التلوث ببعض المعادن الثقيلة عن طريق تقدير محتوى آفاق التربة على أبعاد مختلفة عن المعمل من هذه المعادن إذ يدل محتوى الطبقة السطحية من التربة على ترسب جزيئات المعادن المحمولة في الجو الناتجة عن انبعاثات حرق الفيول بالمعمل والمقدر سنوياً بحوالي 150 ألف طن سنوياً، وكذلك بما يحمله كل من الغبار الإسمنتي ودخان المعمل من ملوثات للبيئة المحيطة بمنطقة المعمل أهمها المعادن الثقيلة لما لها من آثار سلبية بيئية وصحية.

طرائق البحث ومواده:

تمت دراسة الجهة الشرقية لمعمل إسمنت طرطوس، وذلك لكون المعمل يقع بالقرب من البحر من جهة، والاتجاه السائد للرياح في المنطقة غربية من جهة أخرى، حيث تم البدء بعملية جمع العينات بتاريخ 15/11/2006، وذلك بإجراء مقاطع ترابية عديدة على أبعاد مختلفة عن المعمل (2000,1000,600,200) م، تقريباً، تم إجراء كل مقطع بأبعاد 1.5*1 م وعمق 70 سم تقريباً ثم أخذت العينات من كل مقطع بالشكل الآتي:

عينة مركبة من أفق سطحي (0-15) سم، وكذلك من الأفق تحت السطحي (45 -15)سم، تزن كل عينة حوالي 2 كغ، جففت هوائياً لمدة ثلاثة أيام ووضعت العينات بأكياس نايلون مغلقة بإحكام لإجراء التحاليل الباقية عليها بعد تنظيفها وتنخيلها بمنخل 2 مم.

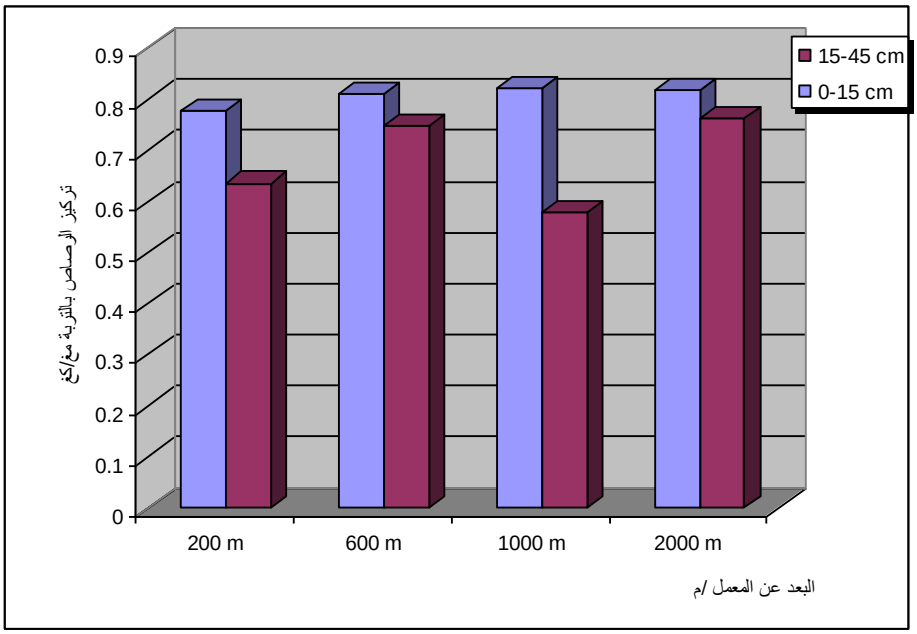
ثم تم تقدير المعادن الثقيلة المدروسة pb, fe, Cu , Cd , Zn , Ni في التربة: بجهاز التحليل الطيفي بالامتصاص الذري وباستخدام اختبار Lindsay and Norvell 1978، باستخدام محلول استخلاص مكون من(0.01M $CaCl_2$, 0.005M DTPA , 0.1M TEA) وعند 7.3 PH، طريقة الاختبار واردة ضمن المرجعين [1]،[10] .

النتائج والمناقشة:

أ- محتوى الترب والآفاق المدروسة من المعادن الثقيلة

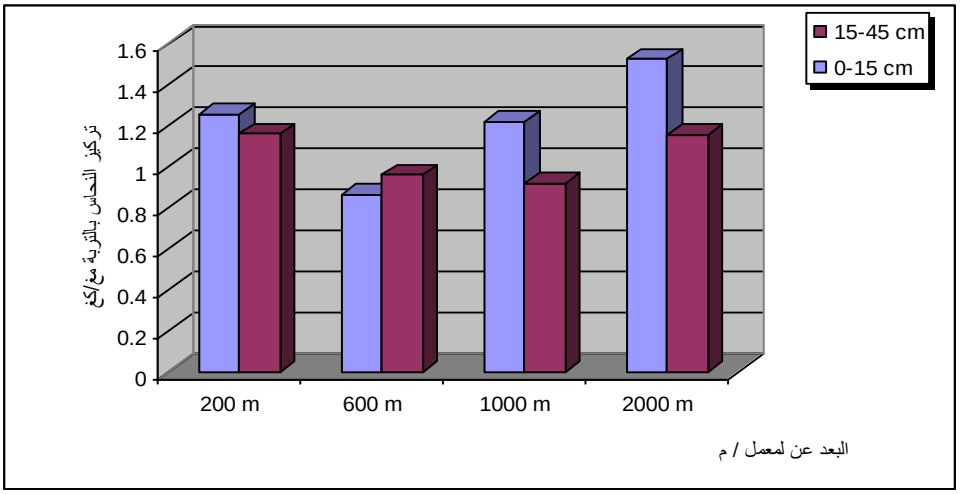
توضح المخططات التالية محتوى عينات التربة والآفاق المأخوذة من المعادن الثقيلة:

1. الرصاص: نلاحظ وجود تفوق بسيط للآفاق السطحية لتركيز الرصاص مقارنةً مع الآفاق تحت السطحية، وقد كان الفارق الأكبر بين الطبقة السطحية وتحت السطحية في الموقع 1000م .



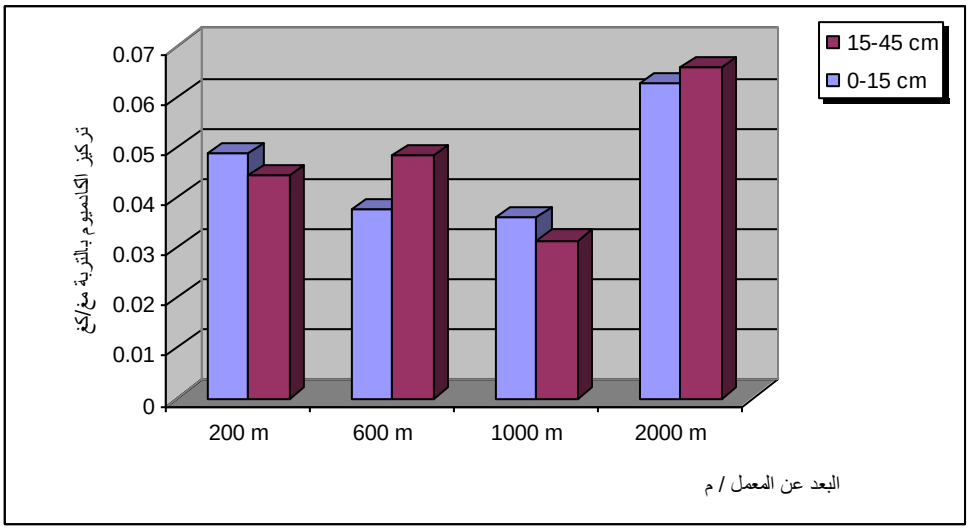
المخطط(1): يوضح تراكيز الرصاص بعينات التربة المدروسة وعلى الأبعاد الأربعة (2000,1000,600,200)م، وبالأفقين (أفق سطحي (0-15)سم، وأفق تحت سطحي (15-45)سم).

2. النحاس: إن تركيز النحاس في الآفاق السطحية كان هو الأعلى مقارنة بالآفاق تحت السطحية، لكن هذه الفروق لم تكن كبيرة، وقد تميز الموقع الذي يبعد 2000م عن المعمل بكونه يملك تركيز النحاس الأعظمي، ويملك الفارق الأكبر بين محتوى الطبقة السطحية وتحت السطحية.



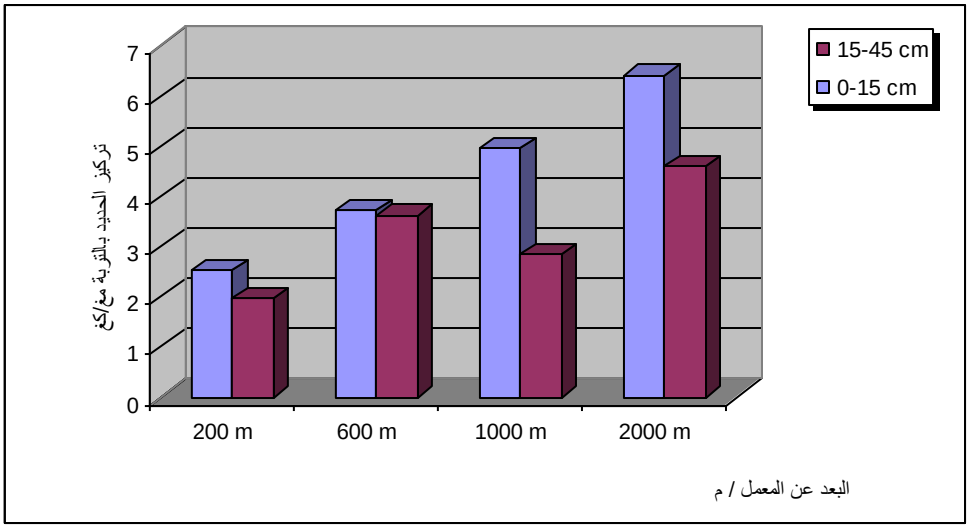
المخطط(2): يوضح تراكيز النحاس بعينات التربة المدروسة وعلى الأبعاد الأربعة (2000,1000,600,200)م، وبالأفقين (أفق سطحي (0-15)سم، وأفق تحت سطحي (15-45)سم).

3. الكادميوم: كان تركيز الكادميوم شبه ثابت في الآفاق السطحية وتحت السطحية، فضلاً عن أن تراكيز الكادميوم في الطبقة السطحية في الموقعين 600م و2000م كانت أقل من تراكيزه في الطبقة تحت السطحية مما يشير إلى عدم وجود تراكم لهذا العنصر ناجم عن معمل الإسمنت في هذين الموقعين.



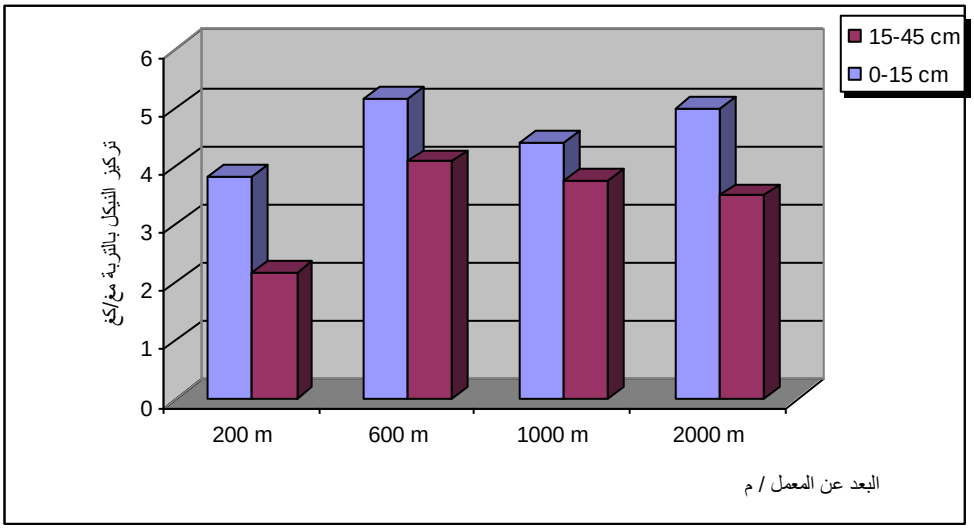
المخطط(3): يوضح تراكيز الكادميوم بعينات التربة المدروسة وعلى الأبعاد الأربعة(2000,1000,600,200)م، وبالأفقين (أفق سطحي (0-15)سم، وأفق تحت سطحي (15-45)سم).

4. الحديد: إن عنصر الحديد كان الأعلى بالآفاق السطحية المدروسة مقارنة مع الآفاق تحت السطحية، مما يشير إلى تراكم نسبي لهذا العنصر، مع الإشارة إلى أن الموقع 2000م كان هو الأعلى قيماً لهذا العنصر.



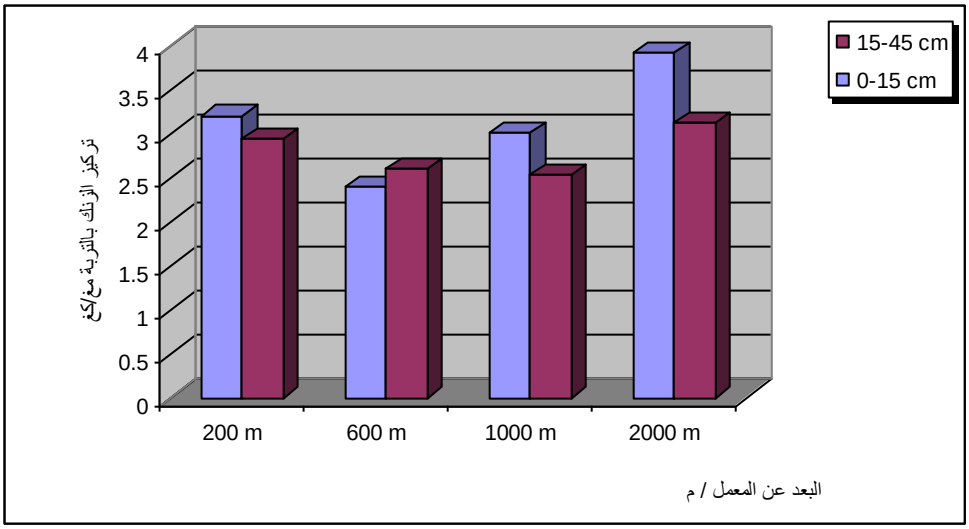
المخطط(4): يوضح تراكيز الحديد بعينات التربة المدروسة وعلى الأبعاد الأربعة(2000,1000,600,200)م، وبالأفقين (أفق سطحي (0-15)سم، وأفق تحت سطحي (15-45)سم).

5. النيكل: سجلت الآفاق السطحية للمواقع المدروسة تفوقاً واضحاً على الآفاق تحت السطحية، مما يشير إلى أثر واضح للمعمل في تراكم هذا العنصر لا سيما على البعد 200م عن المعمل.



المخطط(5): يوضح تراكيز النيكل بعينات التربة المدروسة وعلى الأبعاد الأربعة(2000,1000,600,200)م، وبالأفقين (أفق سطحي (0-15)سم، وأفق تحت سطحي (15-45)سم).

6. الزنك: كانت الفروق ضعيفة لتركيز عنصر الزنك بين الآفاق السطحية مقارنةً بالآفاق تحت السطحية، وبشكل عام تراوحت تراكيز الزنك بالتربة في جميع العينات 2.4-3.9 مغ/كغ وهو يقع ضمن تركيزه الطبيعي كعنصر مغذي 0.5-20 جزء بالمليون وفقاً للمرجع،[3].



المخطط(6): يوضح تراكيز الزنك بعينات التربة المدروسة وعلى الأبعاد الأربعة(2000,1000,600,200)م، وبالأفقين (أفق سطحي (0-15)سم، وأفق تحت سطحي (15-45)سم).

ويوضح الجدول التالي(2) مدى إتاحة كل من المعادن (زنك، حديد، ونحاس) في الطبقة السطحية مقارنةً مع الطبقة تحت السطحية لمعرفة مستوى الفرق في التركيز المتاح بين الطبقتين، حيث تبين بالمقارنة مع الأرقام المرجعية المحددة لدرجة إتاحة كل معدن أن الزنك يتراوح بين متوسط إلى عالي الإتاحة بين العينات المدروسة، في حين يتنوع تركيز الحديد المستخلص من عينات التربة المدروسة بين منخفض،متوسط، وعالي الإتاحة بالنسبة للنبات، أما بالنسبة للنحاس فهو في كل العينات عالي الإتاحة.[10].

الجدول (2): يحدد مدى إتاحة بعض المعادن المدروسة (الزنك، الحديد، والنحاس)، [10].

الموقع	الأفق	الزنك	الحديد	النحاس
الأول 200م	0– 15 سم	عالية	منخفضة	عالية
	15– 45 سم	متوسطة	منخفضة جداً	عالية
الثاني 600م	0– 15 سم	متوسطة	منخفضة	عالية
	15– 45 سم	متوسطة	منخفضة	عالية
الثالث 1000م	0– 15 سم	عالية	متوسطة	عالية
	15– 45 سم	متوسطة	منخفضة	عالية
الرابع 2000م	0– 15 سم	عالية	عالية	عالية
	15– 45 سم	عالية	متوسطة	عالية

نخلص مما سبق للقول بتفوق للطبقة السطحية على تحت السطحية بالنسبة لكل من الزنك والحديد في معظم العينات، فمثلاً الزنك عند البعد 200م كان بإتاحة متوسطة بالطبقة تحت السطحية وأصبح عالي الإتاحة في الطبقة السطحية، والحديد عند نفس البعد كان منخفض الإتاحة جداً بالطبقة تحت السطحية أصبح منخفض الإتاحة في الطبقة السطحية، باستثناء الموقع 600م الذي بقيت حالة الإتاحة فيه لكل من الزنك والحديد ضمن نفس الدرجة، وكذلك الموقع 2000م للزنك، ولكن مع تفوق بسيط بتراكيز المعدنين لصالح الطبقة السطحية، أما فيما يتعلق بالنحاس فهو عالي الإتاحة بكل العينات والآفاق مع تفوق بسيط أيضاً لصالح الطبقة السطحية، ولكن هذه القيم لا تجعل كلاً من الزنك والحديد والنحاس تخرج خارج الحدود الطبيعية لمحتوى الترب من المعادن الثقيلة التي نستطيع استخلاصها بوساطة DTPA.

2- مناقشة علاقات الارتباط

من الجدولين(3) و(4)، نلاحظ ما يأتي:

- الرصاص: إن عدم وجود علاقة ارتباط بين محتوى الطبقة السطحية وتحت السطحية من الرصاص(3)، وبملاحظة كون الرصاص يمتلك معامل تعزيز تربة سطحية أكبر من الواحد في كل المواقع ، وخصوصاً الموقعين 200م، 1000م، من ذلك نستطيع أن نقول إن محتوى التربة من الرصاص يعود إلى المعمل في هذين الموقعين.

- النحاس: يملك النحاس علاقة ارتباط متوسطة بين الطبقة السطحية وتحت السطحية (3)، يقابلها معامل تعزيز تربة سطحية أكبر من الواحد في الموقعين 1000م، 2000م،(4)، مما يدل على وجود تلوث خارجي في هذين الموقعين.

- الزنك: لا يعاني الموقعان 200م و600 م من تعزيز للزنك في الطبقة السطحية، بينما يوجد تعزيز بسيط للزنك في الموقعين 1000م و2000م، (4)، مع ارتباط متوسط بين محتوى الأفقين السطحي وتحت السطحي للزنك، (3).

- الكادميوم: لوحظ وجود علاقة ارتباط عالية جداً تربط بين تركيز عنصر الكادميوم في الأفقين، الجدول(3)، وبالتالي يتأثر محتوى الطبقة السطحية من الكادميوم بمحتوى الطبقة تحت السطحية، ويقابل ذلك معامل تعزيز تربة

سطحية أقل من الواحد في 600م، و2000م وهذا يدل على أن محتوى التربة من الكادميوم ناتج عن تركيب التربة الأصلية في هذه المواقع وليس مضافاً، في حين الموقعين 200م و1000م يفوق الواحد بقليل، الجدول(4).

– الحديد: لا يوجد ارتباط بين محتوى الطبقة السطحية وتحت السطحية من الحديد الجدول(3)، يقابلها قيم عالية لمعامل تعزيز التربة السطحية خصوصاً في الموقعين 1000م و 2000م، مما يجعلنا نستنتج أن محتوى الطبقة السطحية من الحديد في هذين الموقعين ناتج عن المعمل، الجدول(4).

– النيكل: عدم وجود علاقة ارتباط بين الأفقين فيما يتعلق بالنيكل، الجدول(3)، مع القيم العالية لمعامل تعزيز التربة السطحية التي يملكها النيكل تدل على وجود تلوث به.

بشكل عام نلاحظ من الجدول (4) أن أكبر قيم لمعامل تعزيز التربة السطحية (RTE) كانت في المواقع1000م، و2000م للنحاس والزنك والحديد والنيكل، والموقع 200م للرصاص والحديد والنيكل، وبترتيب قيم معامل تعزيز التربة السطحية بالمقارنة بين كل المعادن نجد:

1– أول أكبر قيمة لـ(RTE): كانت للنيكل في الموقع 200م والحديد في الموقع 1000م وهي (1.75, 1.76) بالترتيب.

2– ثاني أكبر قيمة لـ(RTE): كانت للنيكل في الموقع 2000م، وللرصاص في الموقع 1000م والحديد في الموقع 2000م، وهي (1.40, 1.42, 1.43) بالترتيب.

3– ثالث أكبر قيمة لـ(RTE): كانت للنحاس في الموقعين 1000م، و2000م (1.33.1.33).

أما بالنسبة للقيم معامل تعزيز التربة السطحية للمواقع المختلفة الخاصة بكل معدن نجد تفوق المواقع التالية:

الرصاص: 1000م، النحاس: 1000م و2000م ، الزنك: 2000م، الكادميوم 200م، الحديد 1000م، النيكل 200م.

ونخلص إلى القول: يشترك الموقعان 1000م و 2000م بأكبر قيم لمعامل تعزيز التربة السطحية (أول وثاني أكبر قيم، باستثناء النيكل حيث أكبر قيمة بالموقع 200م) قد يفسر ذلك احتمال تلقي هذين الموقعين لكميات كبيرة من الغبار الاسمنتي ودخان المعمل بسبب ارتفاعهما النسبي مقارنة بالموقعين 200م ، 600م (تضاريسية المنطقة)، كما يملك الموقع 200م أكبر قيمة معامل تعزيز بالنسبة للنيكل والكادميوم، وثاني قيمة للرصاص ويعود ذلك لقرب الموقع الشديد من المعمل، أما الموقع 600م فقد امتلك أقل قيم لمعامل تعزيز التربة السطحية، مما يدل على تلقيه لأقل كميات من الغبار والملوثات مقارنة بالمواقع الأخرى المدروسة.

كما نلاحظ من الجدول (4) أن ترتيب المعادن بالنسب لامتلاكها لمعامل تعزيز تربة سطحية أكبر يأتي على الشكل الآتي: النيكل يليه الرصاص فالنحاس ثم الزنك والكادميوم، وبالمقارنة مع نسب المعادن في الانبعاثات الناتجة عن حرق البترول، نلاحظ بعض التوافق فكميات الانبعاثات الناتجة عن حرق البترول من هذه المعادن تترتب بالشكل التالي: نيكل، رصاص، زنك، نحاس، كادميوم .

الجدول (3): علاقة الارتباط بين تركيز العنصر والأفق المأخوذة منه العينة.

Ni	Fe	Cd	Zn	Cu	Pb	
0.54	-0.36	0.94	0.64	0.63	0.2	r

علماً أن عدد درجات الحرية 11 يقابلها قيمة معامل ارتباط 0.553 عند مستوى معنوية 5%.

الجدول (4): معامل تعزيز التربة السطحية لكل معدن.

البعد عن المعمل /م	الصفة المدروسة					
	Pb	Cu	Zn	Cd	Fe	Ni
200	1.22	1.08	1.09	1.11	1.28	1.76
600	1.08	0.90	0.92	0.79	1.02	1.27
1000	1.41	1.33	1.19	1.16	1.75	1.18
2000	1.08	1.33	1.25	0.95	1.40	1.43

الاستنتاجات والتوصيات:

1. إن محتوى التربة المدروسة من المعادن الثقيلة (حديد، نحاس،زنك) يقع ضمن الحدود الطبيعية للترب، وبمقارنة الأفق السطحي (0-15)سم مع الأفق تحت السطحي(15-45)سم، من حيث محتواهما من المعادن الثقيلة المدروسة من خلال معامل تعزيز التربة السطحية نجد أن الموقعين 1000م و 2000م يملكان أكبر قيم لمعامل تعزيز التربة قد نفسر ذلك باحتمال تلقي هذين الموقعين لكميات كبيرة من الغبار الاسمنتي ودخان المعمل بسبب ارتفاعهما النسبي مقارنة بالموقعين 200م ، 600م (تضاريسية المنطقة)، كما يملك الموقع 200م أكبر قيمة معامل تعزيز بالنسبة للنيكل، وثاني قيمة للرصاص ويعود ذلك لقرب الموقع الشديد من المعمل، أما الموقع 600م فقد امتلك أقل قيم لمعامل تعزيز التربة السطحية، مما يدل على تلقيه لأقل كميات من الغبار مقارنة بالمواقع الأخرى المدروسة.

2. يوجد تلوث للتربة بالنيكل ودلّ على ذلك معامل تعزيز التربة السطحية العالي نسبياً في الموقعين 200م و1000م.

3. نستنتج أنه لا يوجد تلوث بالكادميوم، وذلك بمراعاة امتلاكه لأصغر قيم لمعامل تعزيز التربة السطحية.

4. نرجح أن محتوى التربة من المعادن الثقيلة يعود إلى دخان المعمل، بسبب ملاحظة التوافق بين محتوى التربة من المعادن الثقيلة المدروسة والانبعاثات الناتجة عن حرق البترول.

5. نقترح دراسة التلوث بالزئبق والفاناديوم حول المعمل باعتبار أن الانبعاثات الناتجة عن حرق البترول تحتوي كميات كبيرة من هذين المعدنين.

6. نظراً لغنى مادة الفيول ببعض المعادن الثقيلة من جهة، وارتفاع ثمنه من جهة أخرى، فإننا نقترح استبداله بالغاز وتشغيل المعامل والمصانع عليه كبديل لمادة الفيول المستوردة والملوثة للبيئة.

7. نقترح إجراء مراقبة دورية لمحتويات التربة من بعض المعادن الثقيلة ولا سيما النيكل والرصاص بسبب تراكيزهما المرتفعة نسبياً.

المراجع:

1. راين، جون، اسطفان،جورج، عبد الرشيد،2003. *تحليل التربة والنبات – دليل مختبري*. المركز الدولي للأبحاث الزراعية في المناطق الجافة (إيكاردا)،172.

2. نبيلة كريم علي، 2005، *تقييم الطرق المتبعة للتخلص من الغبار في شركة اسمنت طرطوس*، مؤتمر التنمية المستدامة، جامعة تشرين 27-29/9/2005م.

3. Al-TURKI, A.I.; HELAL, M.I.D.- *Mobilization of Pb, Zn, Cu and Cd, in Polluted Soil* **,** Pakistan Journal of Biological Sciences, 7 (11), King Saud University, 2004**,** 1972-1980.

4. ASGIER .R.; Almas, Murry B.; Bird, Mc.; Bal Ram Singh - *Solubility And Lability of Cadmium and Zinc In Two Soils Treated With Organic Matter***,** Soil Science, Vol . 165. No.3, 2000**,** 250 - 259.

5. CAMPBELL,P.G.C.; STOKES, P.M.; GALLAWAY, J.N. *The effect of atmospheric deposition on the geochemical cycline and biological availability of metals*, Heidelberg International Conference .CEP CONSULTANTS , Edinburgh, 1983,760 .

6. CARL .J.; WAIRAS. *Mercury Pollution*: Integration And Synthesis, 1999**,** 343 -365, and 595 -621.

7. PRASAD, M.N.V.; KENNETH, S.S.; NAIDU, R. *Trace Elements in the Environment . Biogeochemistry , Biotechnology , and Bioremediation* . CRC, Taylor and Francis Group, 2006, 726.

8. MANAHAN, S.E. - *Environmental Chemistry , 5th ed* **.** Lewis Publishers, Chelsea, MI, 1991 .

9. PAUL, F.A.M.; ROMKENS, SALOMONS, W. *Cd , Cu , Zn Solubility In Arable And Forest Soil* **,** Soil Science , Vol . 163 . No .11 , 1998, 859 - 871.

10. BASHOUR, I.I.; SAYEGH, A.H. *Methods Of Analysis For Soils of Arid and Semi-Arid Regions.* Food and Agriculture Organization, American University of Beirut, Beirut ,Lebanon. 2007, 118.