



الجمهورية العربية السورية
هيئة الطاقة الذرية

هـ ط ذس- و/ ت د ع ٣٧٧
حزيران ٢٠٠١

دراسة علمية ميدانية

تأثير استعمال البترين غير المرصص في تراكيذ الرصاص في الهواء و تربة و نباتات مدينة دمشق

الدكتور محمد العودات
الدكتور يوسف مسلماني
السيد كامل الخرفان
السيد كمال الشمالي

الفهرس

رقم الصفحة	الموضوع
2	المستخلص
3	المقدمة
4	الرصاص في التربة، الرصاص في النباتات
5	مصادر التلوث بالرصاص (الرصاص المضاف للبتزين، المصادر الأخرى)
6	التأثيرات الصحية للرصاص
7	الحدود المسموح بها من الرصاص
7	هدف الدراسة
8	مواقع جمع العينات (عينات الهواء و التربة و النبات)
9	طرائق جمع العينات
9	جمع عينات العوالق الهوائية، جمع عينات التربة، جمع عينات النبات
10	تحضير العينات للتحليل (تربة-هواء-نبات) (9)
11	النتائج والمناقشة
11	تركيز العوالق في الهواء
12	تركيز الرصاص في الهواء
15	الرصاص في التربة
16	تركيز الرصاص في التربة مع الابتعاد عن حافة الطريق
18	تركيز الرصاص في النباتات
20	تركيز الرصاص في النباتات مع الابتعاد عن حافة الطريق
22	الاستنتاجات
23	المراجع

المستخلص:

يعتبر الرصاص من أكثر المعادن الثقيلة تلويثاً للبيئة، وتعد وسائط النقل التي تعمل بالبتزين المرصص، المصدر الرئيس لتلوث مكونات البيئة بالرصاص، إذ تعتبر مسؤولة عن نحو ٩٠% من اطلاقات الرصاص في الوسط المحيط، ويؤدي وجود الرصاص في البيئة، وانتقاله إلى الإنسان، بطريق التنفس أو تناول الخضار والفاكهة و المواد الأخرى الملوثة به، إلى مخاطر صحية كبيرة، وخاصةً بالنسبة للأطفال، حيث يتداخل مع الجملة الأنزيمية Enzyme systems ويؤثر في البناء الحيوي للهميم Heam biosynthesis، وفي الجملة العصبية والجملة القلبية الوعائية، ويخفض الذكاء عند الأطفال، ويسبب، عند الكبار، زيادة في ضغط الدم واضطرابات قلبية وعائية. ونظراً لأن المصدر الرئيس للتلوث بالرصاص، في المدن، يعود إلى وسائط النقل التي تعمل بالبتزين المرصص فقد اتخذت العديد من الدول، جملة إجراءات بهدف خفض التلوث بالرصاص، وأهمها خفض كمية الرصاص المضاف إلى الوقود، أو وقف إضافته كلياً. وقد أوقفت، في سورية، إضافة الرصاص إلى الوقود في مدينة دمشق، وذلك في بداية عام ١٩٩٩. هدفت هذه الدراسة إلى تحديد مستويات الرصاص في الهواء والتربة والنباتات في مواقع مختلفة من مدينة دمشق، ومقارنة مستويات الرصاص فيها، بمستوياته التي جرى قياسها في عام ١٩٩٦، وذلك للوقوف على تأثير وقف إضافة الرصاص إلى البتزين، في مدينة دمشق، في تراكيزه في الهواء والتربة والنباتات.

جرى قياس تراكيز الرصاص المرتبط مع العوالق Particulate الهوائية الكلية TSP، في أربعة مواقع في مدينة دمشق، كما جرى قياس تركيز الرصاص في التربة والنباتات في ١٢ منطقة، تختلف عن بعضها البعض بكثافة حركة المرور و بطبغرافيتها.

أوضحت نتائج الدراسة أن تركيز العوالق الكلية TSP، لم يختلف في الفترة الخريفية، في عام ١٩٩٩، عنه في عام ١٩٩٦، بل ازداد قليلاً، أما تركيز الرصاص المرتبط مع هذه العوالق، فقد انخفض انخفاضاً كبيراً، سواءً في الفترة الخريفية لعام ١٩٩٩، أو الفترة الشتوية لعام ٢٠٠٠، وأصبح ضمن الحد الأدنى للمستوى المسموح به (٠,٥ - ١ ميكروغرام/م^٣)، في الخريف، وأقل من ٠,٥ ميكروغرام/م^٣ في الشتاء. ويستثنى من ذلك منطقة الإحدى عشرية التي تسود فيها صناعة إعادة صهر البطاريات. والأمر نفسه كان بالنسبة لتركيز الرصاص في التربة (٠-٥ سم)، الذي انخفض في معظم المناطق المدروسة بمعدل تراوح بين ١٤,٨ و ٤٦,٧%، مقارنةً بمتوسطه في عام ١٩٩٦، ويستثنى من ذلك طريق دمر قاسيون وكراجات العباسيين ومنطقة حديقة تشرين، وربما يعزى عدم انخفاض تراكيز الرصاص في هذه المناطق إلى أنها تقع في مداخل مدينة دمشق، وبالتالي إلى السيارات القادمة من خارج المدينة والتي لا تزال تعمل بالبتزين المرصص. وقد انخفض أيضاً تركيز الرصاص في النباتات المدروسة، مقارنةً بتراكيزه في عام ١٩٩٦، وللمناطق المدروسة ما عدا منطقة العباسيين والمزة والمهاجرين.

وتوضح هذه الدراسة أن وقف إضافة الرصاص إلى البتزين قد انعكس في خفض تراكيزه في الهواء والتربة والنبات وفي معظم المناطق المدروسة.

المقدمة:

يعتبر الرصاص من أول المعادن التي استعملها الإنسان ولا يزال يستعمله بتواتر متصاعداً، وتشير الدراسات (Elsinger 1996) إلى أن أفران صهر الرصاص عرفت منذ ٨٠٠٠ عام، وتعددت، في الوقت الحالي، المصادر المطلقة للرصاص، ذلك لأن الرصاص يدخل كإضافات في بترين السيارات ويستعمل في صناعة البطاريات والطلاء واللحام الجانبي للمعلبات الغذائية، وفي ترجيح السيراميك Ceramic glasses ، ويدخل أيضاً في صناعة الذخيرة، وحتى في صناعة مستحضرات التجميل كأصباغ الشعر والكريمات وغيرها، وباختصار فقد تغلغل الرصاص في حياتنا بصورة غير مسبوقه في التاريخ البشري، وأصبح، في الوقت الحالي، واحداً من أهم العناصر المعدنية الملوثة للبيئة ولأجواء العمل (Silbergeld and Tonat 1994).

يوجد الرصاص في الهواء الطبيعي غير الملوث، بتراكيز منخفضة جداً لا تتعدى ٠,٠٠٠٠٥ ميكروغرام/م^٣ (Nriagu 1978)، وهناك تساؤل حول ما إذا كانت هذه التراكيز المنخفضة من منشأ طبيعي فعلاً، أم أن بعضاً منها ناتج من النشاطات البشرية؟، وقد أدت النشاطات البشرية إلى زيادة تركيز الرصاص في الهواء إلى مستويات مرتفعة، وصل متوسطها، في المدن إلى ٠,٥-٣ ميكروغرام/م^٣ وأكثر، أما في المناطق الريفية فيتراوح متوسطها بين ٠,١ و ٠,٣ ميكروغرام/م^٣. يرتبط معظم الرصاص الموجود في الهواء، مع العوالق ذات الأقطار الأقل من ميكرون واحد، وخاصة الرصاص الذي ينطلق مع عوادم السيارات بنتيجة احتراق البترين المرصص (WHO 1999)، أما الرصاص الذي ينطلق من عمليات الصهر فغالباً ما يرتبط مع العوالق الأكبر حجماً، وترسب العوالق كبيرة الحجم، والتي يرتبط بها الرصاص، على مسافات غير بعيدة من مصدر تشكلها، أما العوالق الدقيقة فيحملها الهواء إلى مسافات بعيدة، وتلوث مساحات شاسعة، كما تدخل إلى البيوت السكنية، إذ توضح الدراسات (Yocum 1982) أن تركيز الرصاص في الهواء الداخلي يصل إلى ٦٠-٨٠% من تركيزه في الهواء الخارجي، وإن كانت هذه النسبة في الشتاء أقل منها في الصيف بسبب قلة التهوية.

يزال الرصاص من الهواء بواسطة الترسيب الجاف والرطب، ويتوقف ترسب الرصاص على عوامل عدة، لعل أهمها: حجم العوالق وشدة الرياح وكمية الأمطار، ولكن تلوث الهواء والماء بالرصاص، يقتصر، عادةً، على التجمعات السكانية الكبيرة (حيث الاكتظاظ بوسائل النقل) والمناطق المحيطة بالمصادر المطلقة له مثل معامل السكب والمناجم وصناعة تدوير البطاريات وخاصة التي تجري بطرق بدائية.

الرصاص في التربة:

يوجد الرصاص في الترب الطبيعية غير الملوثة بتراكيز منخفضة، تتراوح، في ترب العالم، بين ١٠ و ٦٧ PPM /وزن جاف (متوسطها نحو ٢٥ PPM)، أما في الترب الملوثة، فتصل تراكيز الرصاص في طبقتها السطحية (٠-٥ سم)، إلى مستويات عالية تتراوح بين عدة مئات وعدة آلاف جزء في المليون (Kabata Pendias and Pendias 1985). ويتركز الرصاص في الترب الملوثة في طبقتها السطحية، وتنتقل كميات قليلة جداً منه إلى أعماق التربة، وذلك بسبب إدمصاصه على حبيبات التربة، وخاصة الغضار، وتفاعله مع المادة العضوية، التي توجد أساساً في الطبقة السطحية للتربة (Wild, 1989 Harrison and Laxen, 1993). تختلف مستويات الرصاص في الطبقة السطحية للتربة، التي تعتبر سامة للنبات، تبعاً لأنواع النباتية، وتتراوح بين ١٠٠ و ٤٠٠ PPM (1985 Kabata Pindias and Pindias)، هذا و تعتبر دول الاتحاد الأوروبي أن الحد الأقصى للرصاص في الطبقة السطحية للتربة يجب أن لا يزيد عن ٣٠٠ PPM (Wild 1993). ويعتقد Davis (١٩٧٧) أن الحد الأقصى لتراكيز الرصاص في الترب الطبيعية لا يتجاوز ٧٠ PPM.

الرصاص في النباتات:

يوجد الرصاص طبيعياً في النباتات، ولكنه لا يلعب دوراً في الاستقلاب Metabolism، ويعتقد Broyer et al. (١٩٧٢) أنه إذا كان الرصاص ضرورياً للنباتات فإن تراكيز بين ٢ و ٦ أجزاء في البليون تعتبر كافية. تمتص النباتات الرصاص من التربة ولكن بكميات قليلة جداً حيث أوضحت دراسات (Wild 1993) و (Wilson and Cline 1966) أن الشعير، مثلاً، يمتص أقل من ٠,٠٠٣% من كمية الرصاص الموجودة في التربة، كما أن انتقال الرصاص الممتص من الجذور إلى المجموع الخضري للنباتات محدود جداً، ويشكل نحو ٣% مما يوجد في الجذور (Zimdahl 1975). وتوضح الدراسات (Kabata Pendias and Pendias 1985)، أن تراكيز الرصاص في الأجزاء المأكولة من النباتات التي تنمو في مناطق غير ملوثة تتراوح بين ٠,٠٠١-٠,٠٨ PPM من الوزن الرطب، وبين ٠,٠٥ وحوالي ٣ جزء في المليون من الوزن الجاف، هذا ويبلغ متوسط تراكيز الرصاص في الحشائش و البرسيم نحو ٢,١ و ٢,٥ PPM /وزن جاف، على التوالي، علماً بأن التراكيز السامة من الرصاص، للنباتات غير الحساسة، تفوق ٣٠ PPM /وزن جاف، حيث تؤدي إلى خفض عملية التمثيل الضوئي و التنفس و إلى خفض تفتح المسام (IPCS ١٩٨٩).

مصادر التلوث بالرصاص:

تلوث البيئة بالرصاص من مصادر عدة وأهمها:

١ - الرصاص المضاف إلى البترين:

يضاف الرصاص إلى البترين، على شكل رابع إيتيل أو رابع ميثيل الرصاص، لزيادة كفاءة محرك السيارات وللمقاومة ظاهرة الخبط Knocking التي تحدث داخل المحرك، وبالرغم من أن كمية الرصاص المضافة إلى البترين لا تزيد عن ٢,٢% من كمية الرصاص المستعملة في العالم، إلا أن الرصاص المنطلق من احتراق البترين المرصص يشكل نحو ٩٠% من اطلاقات الرصاص في الوسط المحيط (WHO, 1987, 1999 World resources)، ذلك أن معظم دول العالم لا تزال تستعمل الرصاص كإضافات إلى البترين، ويصل الرصاص إلى الإنسان إما مباشرة عن طريق تنفس الهواء أو بشكل غير مباشر، نتيجة ترسبه على التربة والنباتات والماء وغيرها. وتختلف كمية الرصاص المضافة إلى البترين من بلد إلى آخر وتتراوح بين ٠,١٥ و ٠,٨ غ/لتر، بالرغم من أن نحو ١٤ دولة في العالم استبعدت كلياً إضافة الرصاص إلى الوقود (1999 World resources).

تشير الدراسات (Silbergeld 1996) إلى أن نحو ٦٠% من الرصاص الموجود في الدم يعود إلى إضافة الرصاص إلى البترين، وأوضحت دراسات James (1994) أن خفض إضافات الرصاص إلى البترين، في الولايات المتحدة، أدت إلى خفض متوسط تركيزه في الدم من ١٤,٥ إلى ٢,٨ ميكروغرام/ديسل، و الأمر نفسه لوحظ في مدينة المكسيك، إذا انخفض متوسط تركيز الرصاص في الدم من ١٦,٥ ميكروغرام/ديسل عام ١٩٩٠ إلى ١١,٤ ميكروغرام/ديسل عام ١٩٩٢، وذلك نتيجة للبدء باستعمال البترين غير المرصص (1999 World resources).

٢ - المصادر الأخرى:

يتعرض العديد من السكان إلى الرصاص من مصادر مختلفة، لعل أهمها صناعة البطاريات وإعادة تدويرها، ذلك أن المصادر العالمية (1999 World resources) تشير إلى أن نحو ٦٣% من الرصاص المستعمل في العالم، يدخل في صناعة البطاريات وتشكل صناعة البطاريات، وإعادة تدويرها مصدراً مباشراً للتعرض للرصاص، أو مصدراً غير مباشراً من خلال تلويثها للتربة والهواء والماء بمخلفات هذه الصناعة، وتشير الدراسات (Romieu 1997) إلى أن مستويات الرصاص في دم الأطفال الذين يعيشون في مناطق صناعة وإعادة تدوير البطاريات، وصلت إلى مستويات مرتفعة تراوحت بين ١٧ و ٢٣٥ ميكروغرام/ديسل. وتشكل مناجم الرصاص إحدى مصادر التلوث، إذ بلغ متوسط مستويات الرصاص في دم عمال مناجم Baia mare، في رومانيا، نحو ٧٧,٤ ميكروغرام/ديسل، أما مستوياته في دم الأطفال الذين يسكنون بالقرب من المناجم، فبلغ ٦٣,٣ ميكروغرام/ديسل. وتشكل صناعة الدهانات واستعمالها وتزجيج السيراميك Ceramic glazed

والبطاريات المزججة Lead glazed battery، وصناعة الذخيرة و مستحضرات التجميل و أصباغ الشعر و بعض الكريمت، مصادر أخرى للتلوث بالرصاص.

التأثيرات الصحية للرصاص:

يؤدي وجود الرصاص في البيئة و انتقاله إلى الإنسان، بطريق التنفس أو تناول الخضار و الفاكهة و المواد الغذائية الأخرى الملوثة به، إلى مخاطر صحية كبيرة تتوقف على مكان الإقامة و طبيعة العمل و العمر و غيره، علماً بأن معدل امتصاص الرصاص يختلف في الجهاز الهضمي عنه في الجهاز التنفسي، كما يختلف أيضاً تبعاً للعمر، و تشير المعطيات (WHO 1987) أن معدل امتصاص الرصاص يبلغ نحو ٤٠% في الجهاز التنفسي سواء للأطفال أو البالغين، أما في الجهاز الهضمي فيبلغ معدل امتصاصه نحو ١٠% للبالغين و ٥٠% للأطفال، أي أن خطر الرصاص على الأطفال يفوق خطره على البالغين، و ربما هذا هو السبب الكامن وراء المستويات المرتفعة من الرصاص في دم الأطفال، سواء في الدول النامية أو المتطورة، إذ بينت الدراسات (The Global Dimension 1994)، أن مستويات الرصاص في دم الأطفال، الذين لا يزيد عمرهم عن سنتين، يفوق ١٠ ميكروغرام/ديسل، كما أوضحت ١٧ دراسة جرت في الصين (1999 Preventing lead poisoning) أن مستويات الرصاص في دم ما بين ٦٥ و ٩٩% من الأطفال، الذين يعيشون في المناطق الصناعية و المناطق الكثيفة بحركة المرور، كانت أعلى من ١٠ ميكروغرام/ديسل، و الأمر نفسه وجد في أفريقية، إذ أن ما بين ١٥ و ٣٠% من الأطفال الذين يعيشون في مدن نيجيريا، مثلاً، كانت مستويات الرصاص في دمائهم أكثر من ٢٥ ميكروغرام/ديسل.

يتوزع الرصاص الممتص، سواء عن طريق الجهاز التنفسي أو الجهاز الهضمي، في ثلاثة من مكونات الجسم و هي: الدم و الأنسجة الرخوة Soft tissues و الأنسجة المتمعدنة Mineralizing tissues (العظام و الأسنان)، حيث يتوضع نحو ٩٠% من الرصاص الموجود في الجسم في العظام، عند البالغين، و نحو ٧٠%، عند الأطفال (Barry 1981)، كما يرتبط نحو ٩٩% من الرصاص الموجود في الدم مع الكريات الحمر، علماً بأن عمر النصف للرصاص في الدم يتراوح بين ٢٠ و ٤٠ يوماً (Flaherty et al. 1982)، أما عمر النصف في العظام فيصل إلى عدة سنوات (Rabinowitz 1976). و تأتي أخطار الرصاص من تداخله مع الجمل الأنزيمية Enzyme systems و لهذا فإن تأثيراته الصحية واسعة و خاصة في البناء الحيوي للهميم Haem biosynthesis، و في الجمل العصبية، و يؤدي إلى تسمم الدماغ و الكلى و أعضاء التكاثر و الجمل القلبية الوعائية (Silbergel 1990)، و تشير الدراسات (Goyer 1996) إلى أن كل ارتفاع في تركيز الرصاص في الدم بمعدل ١٠ ميكروغرام/ديسل، يخفض الذكاء بمعدل يتراوح بين ١ و ٥ نقاط عند الأطفال في

سن المدرسة، كما يترافق ارتفاع تركيز الرصاص في الدم مع تصرفات عدوانية، واضطرابات في الانتباه وإهمال الواجبات الدراسية، خاصةً عند الأطفال بعمر ٦-١١ سنة (1996 Needlman)، أما عند الكبار فيترافق مع زيادة في ضغط الدم واضطرابات قلبية وعائية.

الحدود المسموح بها من الرصاص:

تشير معايير منظمة الصحة العالمية لعام ١٩٨٧ (WHO 1987) أن مستويات الرصاص في الهواء يجب أن تكون في حدود ٠,٥-١ ميكروغرام/م^٣، و بمعدل ٢٠ ميكروغرام/ديسل في الدم. ولكن الدراسات التي جرت في السنوات الأخيرة توضح أن التعرض إلى الرصاص، وحتى لمستويات منخفضة، يحمل أخطاراً صحية محتملة، إذ يعتقد Silbergeld (1995) أن مستويات الرصاص في الدم التي تفوق ١٠ ميكروغرام/م^٣ ينجم عنها تأثيرات صحية ملموسة وخاصةً عند الأطفال، كما يوضح Schwartz (1994) و Silbergeld (1996) انه لا يوجد عتبة لا يحدث دونها تأثيرات صحية سلبية، و أن مستويات الرصاص في الدم والتي تتراوح بين ٥ و ١٠ ميكروغرام/ديسل يمكن أن تسبب مشاكل صحية وخاصةً للأطفال.

و توصي المعايير الحديثة لمنظمة الصحة العالمية (WHO 1999) أن لا تزيد مستويات الرصاص في دم ٩٨% من السكان، بما فيهم الأطفال عن ١٠ ميكروغرام/ديسل، و أن لا يزيد متوسط تركيز الرصاص في دم السكان عن ٥,٤ ميكروغرام/ديسل، كما يجب أن لا يزيد تركيز الرصاص في الهواء عن ٠,٥ ميكروغرام/م^٣. هذا و تحدد هيئة المواصفات و المقاييس السورية، الحدود القصوى لاندخال (Intake) الرصاص الأسبوعي المسموح به بـ ٠,٠٥ ملغ/كغ من وزن الإنسان (٥٠ ميكروغرام/كغ من وزن الإنسان)، أي ٣,٥ ملغ للشخص الذي يزن ٧٠ كيلوغراماً.

هدف الدراسة:

نظراً لأن المصدر الرئيسي للتلوث بالرصاص، في المدن، يعود إلى وسائط النقل التي تعمل بالبتزين المرصص، فقد اتخذت العديد من دول العالم جملة إجراءات بهدف خفض التلوث بالرصاص، و أهمها خفض كمية الرصاص المضاف إلى البتزين، و عملت دول أخرى (نحو ١٤ دولة في العالم) إلى وقف إضافة الرصاص إلى البتزين، و قد أدت هذه الإجراءات إلى خفض تراكيز الرصاص في الهواء أو في النباتات المأكولة. قامت الجمهورية العربية السورية بطرح البتزين غير المرصص في بعض محطات الوقود ابتداءً من عام ١٩٩٧ و من ثم أوقفت كلياً إضافة الرصاص إلى البتزين في مدينة دمشق، و ذلك في بداية عام ١٩٩٩. و قد هدفت هذه الدراسة إلى تحديد مستويات الرصاص في

الهواء والتربة والنباتات على جوانب الطرق في مواقع مختلفة من مدينة دمشق، تختلف عن بعضها البعض بحركة المرور و طوبوغرافية المدينة، ومقارنة هذه المستويات مع المستويات التي جرى الحصول عليها من دراسات سابقة وذلك بهدف الوقوف على تأثير وقف إضافة الرصاص إلى البترين في تراكيزه في الهواء والتربة والنباتات. علماً بأن وزارة الدولة لشؤون البيئة كانت قد طلبت إجراء هذه الدراسة.

1 - مواقع جمع العينات:

أ - عينات الهواء:

جرى جمع عينات العوالق Particulate من أربعة مواقع من مدينة دمشق وهي:

- ~ مركز المدينة (المحافظة).
- ~ منطقة الكراجات (العباسيين).
- ~ منطقة سكنية (المنزة - جامع الأكرم).
- ~ منطقة يسود فيها إعادة تدوير البطاريات، إضافة إلى حركة المرور الكثيفة (الإحدى عشرية بالقرب من باب شرقي).

علماً بأن هذه المناطق كان قد جرى فيها تحديد تركيز الرصاص المرتبط مع العوالق في عام ١٩٩٦ من قبل هيئة الطاقة الذرية السورية (1997 Othman et. al.)، (عثمان و آخرون ١٩٩٩).

ب - عينات التربة والنباتات:

- جرى جمع عينات من الطبقة السطحية للتربة (٠ - ٥ سم) و النباتات التي تنمو فيها، من ١٢ منطقة تغطي كامل مدينة دمشق، و تختلف هذه المناطق عن بعضها البعض، بطوبوغرافيتها، و كثافة حركة المرور فيها و هذه المناطق هي:
- ~ مفرق كفرسوسة (من المتحلق الجنوبي إلى كفر سوسة).
 - ~ المتحلق الجنوبي (قبل مفرق المطار بنحو ٥٠٠ م).
 - ~ منطقة الزبلطاني (الحديقة بين الشارع العام وسوق الهال الجديد).
 - ~ منطقة كراجات العباسيين (منتصف المسافة بين ساحة العباسيين و الكراجات).
 - ~ أوتوستراد التجارة (مقابل وزارة النفط).

- ~ أوتوستراد ركن الدين (على بعد نحو ١٠٠ من نادي عمال الكهرباء).
- ~ وسط المدينة (حديقة الجندي المجهول سابقاً).
- ~ حديقة تشرين (شارع بيروت).
- ~ المهاجرين (الحديقة المقابلة لوزارة الخارجية).
- ~ طريق قاسيون-دمر (بداية الانحدار نحو دمر).
- ~ طريق دمر - قاسيون (نهاية الطريق الصاعد).
- ~ أوتوستراد المزة (مقابل كلية الآداب).

علماً بأن هذه المواقع هي نفسها التي جرى فيها جمع عينات التربة و النباتات في عام ١٩٩٦.

٢ - طرائق جمع العينات:

جرى جمع العينات (الهوائية وعينات التربة والنبات) في فترتين: الأولى حريف عام ١٩٩٩ (شهر تشرين الأول)، و الثانية شتاء عام ٢٠٠٠ (شهر شباط).

أ - جمع عينات العوالق الهوائية:

جرى جمع العينات لمدة ثلاثة أو أربعة أيام متتالية في كل فترة، ولمدة ٢٤ ساعة لكل قياس. جمعت العينات باستعمال أجهزة جمع العوالق الكلية (TSP) من النمط High Volume Air Sampler. و مرشحات ألياف زجاجية Whatman EPM 2000 ذات أبعاد (٢٥ X ٢٠) سم. جرت عملية الجمع عن طريق وزن مرشحات Whatman EPM 2000 على ميزان حساس بعد وضعها في جو المخبر لفترة ٢٤ ساعة ثم تركيب في جهاز جمع العوالق، يمرر حجم محدد من الهواء خلال المرشحات ولفترة زمنية محددة (٢٤ ساعة) وبعد انتهاء فترة الجمع توضع المرشحات في جو المخبر لفترة ٢٤ ساعة ثم توزن، ويبين فارق الوزن قبل الجمع وبعده كمية العوالق في حجم عينة الهواء .

ب - جمع عينات التربة:

جرى جمع عينات التربة من الطبقة السطحية للتربة (٠-٥سم) ومن المواقع كافة وعلى مسافة ٥ م من حافة الطريق، كما جرى في منطقتي كفرسوسة وركن الدين، جمع عينات التربة على مسافات ٥ و ٢٠ و ٥٠ م من حافة الطريق، بهدف معرفة تغير تركيز الرصاص مع الابتعاد عن حافة الطريق. جرى جمع العينات كافة بأخذ عدد من العينات لا تقل عن ١٥ عينة من نقاط تقع على موازاة الطريق وعلى البعد المطلوب، وخلطت العينات خلطاً جيداً (عينة مركبة). وبعد ذلك جرى استبعاد الحجارة والشوائب وجذور النباتات ومن ثم جففت في درجة حرارة ٨٠ درجة مئوية ولمدة ٤٨ ساعة (حتى ثبات الوزن)، ثم طحنت ونخلت.

ج - جمع عينات النباتات:

جرى جمع عينات النباتات من المواقع نفسها التي جمعت منها التربة، حيث جرى جمع عدد كبير من نباتات النوع الواحد، وعلى خط مواز لحافة الطريق (عينة مركبة). جمعت العينات العشبية بقص النباتات على ارتفاع ٢ سم من سطح التربة، أما الأشجار فقد جمعت أوراقها من عدد كبير من الأشجار، و على ارتفاع نحو ١,٥ م و من كامل محيط كل شجرة، بعدها استبعدت الأجزاء الغريبة من العينة، و جففت في درجة ٨٠ مئوية و لمدة ٤٨ ساعة (حتى ثبات الوزن الجاف) و طحنت و نخلت.

٣ - تحضير العينات للتليل:

أ - تحضير عينات التربة:

أخذ غرام واحد من التربة الجافة و و وضع في بيشر سعته ١٥٠ ملي لتر و أضيف إليها ٢٥ ملي لتر من حمض الآزوت المركز (٦٥%)، و هضمت العينة بالتسخين في درجة حرارة ٩٠ درجة مئوية و لمدة ٥ ساعات، ثم بخرت حتى تمام جفافها، و أعيدت عملية التهضيم السابقة مرتين، ثم جففت العينة و حل الراسب المتشكل بإضافة حمض الآزوت الممدد (٢٥,٠%)، و بعدها مدد المحلول حتى ٥٠ مل، و بذلك تصبح العينة جاهزة للقياس بواسطة التحليل الاستقطابي (البولاروغراف) باستخدام الطريقة الفولتومترية بالترع المصعدي Anodic stripping voltametry.

ب - تحضير عينات النباتات:

أخذ ٥ غرامات من النبات الجاف و و وضع في جفنة مناسبة للترميد. جرى الترميد برفع درجة حرارة المرمدة تدريجياً إلى ٦٠٠ درجة مئوية، ثم ثبتت درجة الحرارة عند هذه الدرجة لمدة ٦ ساعات. و بعدها نقلت العينة المرمدة إلى بيشر سعته ١٥٠ مل، بعد إذابتها في حمض الآزوت المركز ٦٥%، هضمت العينة لمدة ساعتين مع إضافة ملي لتر واحد من الماء الأكسجيني ٣٠%، للتخلص من بقايا المواد العضوية في العينة، ثم بخرت العينة حتى تمام جفافها، و أعيدت العملية السابقة مرتين، و بعدها جففت العينة و حل الراسب المتشكل في محلول ممدد من حمض الآزوت (٢٥,٠%)، و مدد المحلول حتى ٥٠ مل، و بذلك تصبح العينة جاهزة للقياس، الذي جرى بالطريقة الفولتومترية بالترع المصعدي.

ج - تحضير عينات مرشحات الهواء:

أخذ نصف المرشح ثم وزن على ميزان حساس و قطع إلى قطع صغيرة على أن تبقى الأجزاء الداخلية للمرشح مقابلة لبعضها البعض، و وضعت قطع المرشح في بيشر سعته ١٥٠ ملي لتر و أضيف إليها ٢٥ ملي لتر من حمض الآزوت المركز ٦٥%، و بعدها وضع البيشر في جهاز الأمواج

فوق الصوتية ولمدة ١٥ دقيقة، و من ثم نقلت محتويات البيشر بالإبانة، إلى بيشر آخر وكررت عملية الهضم ثلاث مرات، ثم جمعت الرشاحات الثلاث (٧٥ مل) وجففت في الدرجة ٩٥ درجة مئوية. بعدها أضيف إلى الراسب المتشكل ٢٥ مليلتر من حمض الآزوت الممدد ٢٥،٠٪، و وضع البيشر مرة ثانية في جهاز الأمواج فوق الصوتية لمدة خمس دقائق، و بعدها رشح الناتج على ورق ترشيح Whatman (سرعة متوسطة ٤٠) إلى بالون معايرة سعة ٢٥ مليلتر، و قيس تركيز الرصاص والنحاس و الكاديوم و الزنك في الرشاحة بواسطة جهاز البولاروغراف.

جرى قبل البدء بتحليل عينات التربة و النباتات المدروسة تحليل عينتين معياريتين و هما عينة تربة عيارية (SL-1) و عينة قش Hay عيارية (V10) تم الحصول عليهما من الوكالة الدولية للطاقة الذرية، تحتويان على الرصاص بتركيز ٣٧,٧±٧,١١ PPM و ١,٦ PPM (بمجال القيم الموثقة لعينة القش هو ٠,٨-١,٩ PPM) على التوالي. و كانت القيمة المقيسة التي حصلنا عليها هي: 32.19±1.49 ppm للعينة SL-1 ، 1.61±0.25 ppm للعينة V10، و هما في حدود القيم الموثقة نفسها في العينتين العياريتين.

النتائج والمناقشة

١ - تركيز العوالق في الهواء:

يوضح الجدول (١) أن تراكيز العوالق الكلية TSP اختلفت اختلافاً بيناً بين منطقة و أخرى، و بلغت في الفترة الخريفية ٢٢٥ و ٤٦٦ و ٦٧٤ و ١٧٦٩ ميكروغرام/م^٣ في المزة و المحافظة و العباسيين و الإحدى عشرية على التوالي، أما في الفترة الشتوية، حيث ساد في فترة القياس جو ماطر، فكانت التراكيز أقل كثيراً منها في الفترة الخريفية، و بلغت معدل ١١٤ و ١٩٧ و ٣٢٠ و ١٠٠٤ ميكروغرام/م^٣، في المزة و المحافظة و العباسيين و الإحدى عشرية على التوالي. و يلاحظ من الجدول (١) أن تركيز العوالق الكلية كانت مرتفعة في الفترة الخريفية و تفوق الحدود المسموح بها (١٢٠ ميكروغرام/م^٣ حسب منظمة الصحة العالمية) بعدة مرات، ٣,٩ في المحافظة و ١٤ مرة في الإحدى عشرية، حتى في منطقة المزة (جامع الأكرم) و هي من المناطق السكنية غير المكتظة بحركة المرور فقد كانت تراكيز العوالق أكثر من الحد المسموح به بـ ١,٩ مرة تقريباً. و بمقارنة تركيز العوالق في الفترة الخريفية مع متوسط تركيز العوالق الكلية الذي حصلنا عليه عام ١٩٩٦ (عثمان وآخرون ١٩٩٩) نلاحظ أنه أعلى من المتوسط السنوي و للمناطق المقيسة ما عدا منطقة المزة (الجدول ١). أما في الفترة الشتوية و التي ساد فيها جو ماطر فكان تركيز العوالق منخفضاً مقارنةً

بالفترة الخريفية و متوسط عام ١٩٩٦. و هذا يعود إلى الجو الماطر الذي ساد فترة القياس والذي ساعد على غسل العوالق الكلية بالأمطار.

و هكذا نلاحظ أن تركيز العوالق الكلية لم ينخفض في الفترة الخريفية بين ١٩٩٦ و ١٩٩٩-٢٠٠٠ بل ازداد بشكل واضح في منطقة الإحدى عشرية، أما في الفترة الشتوية فقد انخفضت تراكيز العوالق الكلية، مقارنةً بالفترة الخريفية و بمتوسط عام ١٩٩٦، و هذا يعود إلى غسل بعض العوالق بواسطة الأمطار من جهة، و إلى خفض الانجراف الريحي للتربة في الفترة الرطبة.

الجدول (١) تركيز العوالق الكلية TSP (ميكروغرام/م^٣) في بعض مناطق دمشق.

المنطقة	تركيز TSP في خريف ١٩٩٩			تركيز TSP في شتاء ٢٠٠٠			متوسط تركيز TSP لعام ١٩٩٦
	13/10	14/10	15/10	24/02	25/02	26/02	
الحافظة	540	602	334	163	*126	257	المتوسط ٤٢٩ المجال ٢٠٤-٧٧٦
	13/10	14/10	15/10	24/02	25/02	26/02	
	16/10	17/10	18/10	27/02	28/02	29/02	
	19/10	20/10	21/10	30/02	31/02	01/03	
العباسيين	744	931	479	352	**183	313	المتوسط 588±254 المجال ٣٠١-١١٠٢
	13/10	14/10	15/10	29/02	01/03	02/03	
	16/10	17/10	18/10	03/03	04/03	05/03	
	19/10	20/10	21/10	06/03	07/03	08/03	
المزة جامع الأكرم	223	282	174	91	*81	125	المتوسط ٦٨±٢٣١ المجال ١٢٩-٤٣٢
	13/10	14/10	15/10	24/02	25/02	26/02	
	16/10	17/10	18/10	27/02	28/02	29/02	
	19/10	20/10	21/10	30/02	31/02	01/03	
الإحدى عشرية	1509	1898	1900	1106	**645	1261	المتوسط ٨٤٤±315 المجال ٣٩٠-١٢٨٩
	18/10	19/10	20/10	29/02	01/03	02/03	
	21/10	22/10	23/10	03/03	04/03	05/03	
	24/10	25/10	26/10	06/03	07/03	08/03	

* يوم جمعة، ** مطر أكثر من ١٠ مل

تركيز الرصاص في الهواء

يوضح الجدول (٢) أن كمية الرصاص المرتبطة مع العوالق الكلية كانت منخفضة وفي مناطق المدينة المختلفة، سواء في الفترة الخريفية لعام ١٩٩٩ أو الفترة الشتوية لعام ٢٠٠٠. و يستثنى من ذلك منطقة الإحدى عشرية الصناعية. و كما يتضح من الجدول (٢) فقد بلغ متوسط تركيز الرصاص للأيام المقيسة ٠,٥٩ و ٠,٥٨ و ٠,٣٣ ميكروغرام/م^٣ في الفترة الخريفية، أما في الفترة الشتوية فكانت التراكيز أقل، بسبب غسل الرصاص، وبلغت ٠,٢٨ و ٠,٢٦ و ٠,١٧ ميكروغرام/م^٣ وذلك في منطقة الحافظة والعباسيين و المزة على التوالي. أما في منطقة الإحدى عشرية،

التي يعود مصدر اطلاق الرصاص فيها إلى إعادة تدوير البطاريات، إضافة إلى الوقود المرصص، فنلاحظ أن التراكيز كانت مرتفعة سواء في الفترة الخريفية أو الشتوية وبلغ متوسطها للأيام المقيسة معدل ٢,٧ و ٦,٠ ميكروغرام/م^٣ في الخريف والشتاء على التوالي.

و بمقارنة تراكيز الرصاص في عام ١٩٩٩-٢٠٠٠ (أي بعد وقف إضافة الرصاص إلى البترين) مع تراكيز الرصاص في الفترة نفسها من عام ١٩٩٦ نلاحظ (الجدول ٢) أن هناك انخفاضاً كبيراً في تراكيز الرصاص و للمناطق المختلفة. باستثناء منطقة الإحدى عشرية، كما يتضح، أيضاً، أن تركيز الرصاص، بعد وقف إضافته إلى البترين، قد أصبح ضمن الحدود المسموح بها (٠,٥-١ ميكروغرام/م^٣) و حتى إذا أخذ في الاعتبار المعايير الحديثة (WHO 1999). والتي تتطلب تراكيز للرصاص في الهواء نحو ٠,٥ ميكروغرام/م^٣، نلاحظ أن تراكيز الرصاص في الفترة الشتوية كانت أقل من ٠,٥ ميكروغرام/م^٣، و قريبة من هذا التركيز في الفترة الخريفية. ويستثنى من ذلك منطقة الإحدى عشرية. و هذا يعني أن لوقف إضافة الرصاص إلى البترين في مدينة دمشق تأثير واضح في خفض تراكيزه في الهواء إلى المستويات التي لا تنعكس سلباً في الصحة، بالرغم من أن عدداً كبيراً من السيارات التي تتواجد في مدينة دمشق، و خاصة في الفترة النهارية، تأتي من المناطق المحيطة بدمشق، أو من محافظات القطر المختلفة، و التي لا زالت تستعمل البترين المرصص.

الجدول (٢) تركيز الرصاص في الهواء ميكروغرام/م^٣.

المنطقة	خريف ١٩٩٩		شتاء ٢٠٠٠		خريف ١٩٩٦
	التاريخ	التركيز	التاريخ	التركيز	
المحافظة	١٠/١٣	٠,٧٣±0.010	/٢٤ ٠٢	٠,١٥±0.002	
	١٠/١٤	٠,٧٣±0.010	/٢٥ ٠٢	* ٠,١٠±0.002	
	١٠/١٥	٠,٣٧±٠,٠٠٤	/٢٦ ٠٢	٠,٣٣±٠,٠٠٣	
	١٠/١٦	٠,٥٤±٠,٠٠٩	/٢٧ ٠٢	٠,٥٤±٠,٠٠٨	
المتوسط		٠,٥٩±٠,١٥٠	٠,٢٨±٠,١٧		
المجال		٠,٧٣-٠,٣٧		٠,٥٤-٠,١٠	
					١,٦٢ ٤,٢٤
العباسيين	١٠/١٤	٠,٦٦±٠,٠١	٠٣/١	٠,٠٨±0.002	
	١٠/١٥	٠,٦٣±٠,٠١	٣٠/٢	٠,٦٧±٠,٠١٠	
	١٠/١٦	٠,٤٦±٠,٠٠٧	٣٠/٣	٠,١٥±٠,٠٠٢	
المتوسط		٠,٥٨±٠,٠٩	٠,٢٦±٠,٢٣		
المجال		٠,٦٦-٠,٤٦		٠,٦٧-٠,٠٨	
					١,١٠ ٣,١٩
المزه	١٠/١٣	٠,٣٦±٠,٠٠٤	٢/٢٤	٠,٠٥±0.001	
	١٠/١٤	٠,٤٧±٠,٠٠٤	٢/٢٥	٠,٠٥*±٠,٠٠١	
	١٠/١٥	٠,١٤±٠,٠٠٢	٢/٢٦	٠,٢٧±0.005	
	١٠/١٦	٠,٣٤±٠,٠٠٢	٢/٢٧	٠,٢٩±٠,٠٠٧	
المتوسط		٠,٣٣±٠,١٢	٠,١٧±٠,١١		
المجال		٠,٤٧-٠,١٤		٠,٢٩-٠,٠٥	
					١,٠٨

		١,51±0.006	٢/٢٩	٢,٧±0.020	١٠/١٨	الإحدى عشرية
		٤,٠٤±0.050	٣/١	٣,٠±٠,٠٣٠	١٠/١٩	
		١٢,١ ^{**} ± ٠,١٥٠	٣/٢	٢,٥±٠,٠٦٠	١٠/٢٠	
٣,٠±١,١		٦,٠١±٤,٤		٢,٧±٠,٢		المتوسط
٤,٨-١,٥		١٢,١-١,٩		٣-٢,٥		المجال

* هطول مطر أثناء جمع العينة.

** تحدث بعض الشذوذات بسبب عدم انتظام عملية سكب الرصاص التي تختلف بين يوم وآخر.

الرصاص في التربة:

يوضح الجدول (٣) أن متوسط تركيز الرصاص لفترة القياس، في عامي ١٩٩٩ - ٢٠٠٠، اختلف اختلافاً بيناً من موقع لآخر من المواقع المقيسة، و تراوح متوسطه لفترة القياس، بين ٤٥,٠ و PPM ١٠٥٣. و كانت التراكيز الأعلى في موقع الطريق الصاعد من دمر إلى قاسيون، والطريق الصاعد من ساحة الأمويين إلى الجامعة، حيث بلغت متوسطاتها لفترة القياس ١٠٥٣ و PPM ٦٧٢ على التوالي. و كانت بقية التراكيز أقل من PPM ٣٠٠ في المواقع الأخرى كافة. هذا وتعتبر تراكيز الرصاص مرتفعة في التربة، ويمكن أن تنعكس سلباً في النباتات إذا وجدت بتراكيز تتراوح بين ٢٠٠ و PPM ٤٠٠، تبعاً لحساسية النبات (Kabata-Pendias 1985)، و تعتبر دول الاتحاد الأوروبي أن الحد الأقصى المسموح به للرصاص في الطبقة السطحية للتربة، يجب أن لا يزيد عن PPM ٣٠٠ (Wild 1993). ويعود ارتفاع تراكيز الرصاص في الطرق الصاعدة من دمر إلى قاسيون، ومن الأمويين إلى الجامعة، إلى طبوغرافية المنطقة، حيث أن هذه الطرق صاعدة، مما يؤدي إلى خفض كفاءة المحرك، وزيادة حرق الوقود، وبالتالي زيادة كمية الرصاص المنطلقة والتي تترسب في تربة جوانب هذه الطرق. علماً بأن هذه المناطق تقع في طرف المدينة وتكثر بالتالي أعداد السيارات القادمة من مناطق تقع خارج مدينة دمشق، والتي تستعمل البترين المرصص. والأمر نفسه ينطبق على منطقة العباسيين والتي بلغت تراكيز الرصاص في تربتها نحو PPM ٣١٠.

كان انخفاض تراكيز الرصاص في التربة، مقارنةً بعام ١٩٩٦، أقل منه في الهواء، وهذا يعود إلى أن إزاحة الرصاص من التربة عملية بطيئة جداً وتحتاج إلى العشرات من السنين (1985 Pendias – Kabata)، وذلك بسبب إدمصاص الرصاص على أكاسيد الحديد و المنغنيز و سيليكات الألمنيوم، إضافة إلى تفاعله مع المادة العضوية، الموجودة أساساً في الطبقة السطحية للتربة، وتشكيله معقدات صعبة الذوبان (1993 Wild).

و هكذا يلاحظ من الجدول (٣) أن كمية الرصاص في الطبقة السطحية للتربة في معظم المناطق المدروسة قد انخفضت بمعدل تراوح بين ١٤,٨ و ٤٦,٧% مقارنةً بمتوسط تركيزه في عام ١٩٩٦، و كانت هناك زيادة في مواقع ثلاثة وهي دمر- قاسيون و كراجات العباسيين وحديقة تشرين، و ربما يعود السبب في ذلك إلى أن هذه المواقع تقع على مداخل دمشق وبالتالي ربما تعزى الزيادة في تركيز الرصاص في التربة إلى السيارات القادمة من خارج مدينة دمشق، والتي مازالت تعمل ببترين مرصص. و مما يعزز هذا ما وجد في وسط المدينة، حيث السيارات القادمة من خارج مدينة دمشق قليلة جداً، و معظم السيارات التي تتواجد فيها هي سيارات تابعة للمدينة، حيث يلاحظ من الجدول (٣) أن تركيز الرصاص في التربة قد انخفض بمعدل ٣٣%، و ربما يعزى هذا الانخفاض أيضاً إلى الري المتواصل للحدائق و الذي يساعد على إزاحة الرصاص بجرف الطبقة السطحية للتربة. هذا و لا بد من ملاحظة أن انخفاض تراكيز الرصاص في معظم المناطق، والذي تراوح بين ١٤,٨ و ٤٦,٧%، لا يمكن أن يعزى إلى وقف استعمال البترين المرصص وذلك لأن عملية إزاحة الرصاص من الطبقة السطحية للتربة هي عملية بطيئة، و تحتاج إلى سنوات كثيرة (Wild 1993)، و إنما قد يعزى إلى أن كمية الرصاص المترسبة على سطح التربة قد انخفضت انخفاضاً كبيراً بسبب وقف استعمال الرصاص، بحيث أصبحت كمية الرصاص المضافة إلى الطبقة السطحية أقل من كمية الرصاص المزاحة من الطبقة السطحية بعملية الانجراف التي تحدث بسبب الأمطار من جهة و بسبب الري البدائي من جهة أخرى، و الذي يقود إلى انجراف بعض من طبقة التربة السطحية (٥-٠ سم) و هي التي يتركز فيها الرصاص (1985, Kabata – Pendias and Pendias).

تركيز الرصاص في التربة مع الابتعاد عن حافة الطريق:

معروف أن قسماً من اطلاقات الرصاص، و خاصةً المرتبط مع العوالم ذات الأقطار الكبيرة، يترسب قريباً من حافة الطريق، أما الرصاص المرتبط مع العوالم الدقيقة، فيحمل بوساطة الهواء إلى مسافات تبعد عن حافة الطريق، وبالتالي تنخفض تراكيز الرصاص في التربة مع زيادة المسافة عن حافة الطريق. و يوضح الجدول (٤) أن متوسط تركيز الرصاص لفترتي القياس، قد انخفض في الطبقة السطحية للتربة، في موقع ركن الدين من ٥٩ PPM على بعد ٥ م، إلى ٥٤,٢ و ٤٥,٩ PPM،

على بعد ٢٠ و ٥٠ متر على التوالي. أما في منطقة كفرسوسة فكان متوسط التركيز ٩٢,٢ و ١٣١ و ٨٦,٧ PPM على بعد ٥ و ٢٠ و ٥٠ م على التوالي، وربما تعود الزيادة على بعد ٢٠ م إلى كون هذه المنطقة مفتوحة و بالتالي يمكن للرياح أن تحمل الجزيئات إلى مسافات أبعد مقارنةً بمنطقة ركن الدين. و تشير القياسات (الجدول ٤) إلى أن انخفاض تركيز الرصاص مع الابتعاد عن حافة الطريق لم يكن كبيراً (من ٩٢ PPM على بعد ٥ م إلى ٨٧ PPM على بعد ٥٠ م، في موقع كفرسوسة، ومن ٥٨ PPM على بعد ٥ م، إلى ٤٦ PPM على بعد ٥٠ متر في موقع ركن الدين وهذا يتفق مع الدراسات التي جرت في هذا المجال (1991 Onyari et al., 1993 Munch) و التي أوضحت أن انخفاض تراكيز الرصاص يكون شديد ابتداءً من حافة الطريق وحتى مسافة ٥ م منه، أما بعد ذلك فيصبح انخفاض تركيزه هيناً و تدريجياً، ويكاد يستقر في المواقع الموجودة على مسافات تزيد عن ٢٠ م عن حافة الطريق، و ربما يعود السبب في ذلك إلى صغر حجم العوالق التي يرتبط بها الرصاص، والتي تبقى معلقة في الهواء و تحمل بالرياح إلى مسافات بعيدة من حافة الطريق. و بمقارنة تركيز الرصاص في الطبقة السطحية للتربة و على مسافات مختلفة من طرف الطريق، مع التراكيز نفسها التي تم الحصول عليها في عام ١٩٩٦ (الجدول ٤) يلاحظ أن تراكيز الرصاص في الطبقة السطحية في عام ١٩٩٩ - ٢٠٠٠ كان أقل منه في عام ١٩٩٦، وللمسافات كافة، ويستثنى من ذلك مفرق كفرسوسة و على مسافة ٢٠ م من طرف الطريق، وهذا يوضح تأثير وقف إضافة الرصاص إلى بترين السيارات في خفض تركيزه في التربة و على مسافات مختلفة من حافة الطريق.

الجدول (٣) تركيز الرصاص في الطبقة السطحية للتربة PPM

الموقع	خريف ١٩٩٩	شتاء ٢٠٠٠	المتوسط ١٩٩٦-٢٠٠٠	متوسط ١٩٩٦	معدل التغير %
مفرق كفرسوسة	٨٨,٣±1.1	٩٦,١±٠,٨	٩٢,٩	١٥٧,٦	٤١,٠-
المتحلق الجنوبي	١٣٢,٥± ٢,٢	٩٦,١±١,٣	١١٤,٣	١٣٤,١	١٤,٨-
الزبلطاني	١٨٧,٠± ١,٥	١٨٦,٣± ٥,٠	١٨٦,٧	٢٢٣,١	١٦,٣-
العباسيين	٢٦٨,٣± ٤,٥	٣٥٠,٦± ٦,٠	٣٠٩,٤	١١١,٠	١٧٨,٠+
أوتوستراد التجارة	١٤٩,٦±	٤١٦,٨±	٢٨٣,٢	٢٨٢,٩	٠,٠-

			٦,٠	٣,٣	
٤٦,٧-	١١٠,٢	٥٨,٧	٦٧,٦±٦,٠	٤٩,٨±٠,٦	ركن الدين
٣٣,٤-	٣٤١,٠	٢٢٧,٢	٢١٩,٩±٥.0	٢٣٤,٥± ٣,١	وسط المدينة
٥٢,٠+	٧٨,٤	١١٩,٢	٩٨,٦±٤,٠	١٣٩,٧± ١,١	حديقة تشرين
٣١,٧-	٢١٤,٧	١٤٦,٦	١٢٦,٣±٣.0	١٦٦,٩± ٢,٥	المهاجرين
٤٢,٩-	٧٨,٩	٤٥,٠	٤٤,٤±٢,٠	٤٧,٥±٠,٤	قاسيون-دمر
٢٧,٦+	٨٢٥,٦	١٠٥٣,٦	١٢٣١± ١١,٠	٨٧٦,١± ١٥,٠	دمر-قاسيون
١٩,٢-	٨٣٢,٤	٦٧٢,٣	٧٦٢,٢± ٢٥,٠	٥٨٢,٣± ٧,١	المرّة

الجدول (٤) تركيز الرصاص في التربة مع الابتعاد عن حافة الطريق PPM

المنطقة	المسافة عن الطريق (متر)	خريف ١٩٩٩	شتاء ٢٠٠٠	المتوسط -٩٩ ٢٠٠٠	متوسط ١٩٩٦
مفرق كفرسوسة	٥	٨٨,٣±1.1	٩٦,١±١	٩٢,٢	١٥٧,٥
	٢٠	١٤٧,٨± ٤,٠	١١٤,٦± ٣	١٣١,٢	١٠٠,٣
	٥٠	٧٨,٠٧± ١,٠	٩٥,٣±٥	٨٦,٧	١٠٣,٦
شرقي ركن الدين	٥	٤٩,٨±٠,٦	٦٧,٦±٦	٥٨,٧	١١٠,٢
	٢٠	٥٦,٨±١,٦	٥١,٦±٢	٥٤,٢	٦٣,٨
	٥٠	٣٥,٥±٠,٦	٥٦,٣±١	٤٥,٩	٥٨,٥

تركيز الرصاص في النباتات:

يوجد الرصاص، بشكل طبيعي في النباتات ولكن بتراكيز منخفضة، تتراوح بين ٠,٠٥ و ٣ PPM (Kabata-Pendias 1985)، كما أوضحت دراسات

Wilson and Cline & Wild (1993) (1996)، أن امتصاص النباتات للرصاص منخفض جداً، و يتركز في حال امتصاصه في الجذور، و ما ينتقل من الجذور إلى المجموع الخضري قليل جداً و لا يزيد عن ٣% من الكمية الموجودة في الجذور. و يعود تلوث النباتات بالرصاص إلى ترسب الرصاص الموجود في الهواء على سطوح النباتات و إلى امتصاصه مباشرةً من قبل الأوراق، و خاصةً في حال توفر الرطوبة (Capannesi 1993). و قد أوضحت دراسات Haygarth and Jones (1992) أن نحو ٥٠% من الرصاص الملوث للنباتات يأتي من ترسب الرصاص الموجود في الهواء، وليس من امتصاصه من التربة و مما يجدر ذكره أن الغبار المترسب على الأوراق في الفترة الجافة ينزاح بواسطة الرياح، أما في الفترة الرطبة فيعلق بالأوراق و تصعب إزالته، خاصةً و أن الدراسات تشير إلى أن غسل الأوراق بالماء الجاري لا يزيل إلا ١٦% و ٢٣ و ٣٧% من الكمية المترسبة على أوراق البقدونس و السلق و النعناع على التوالي (عثمان و آخرون ١٩٩٩) و بالتالي توفر الرطوبة ظروفاً مناسبة لالتصاق الرصاص بالنباتات، و بهذا نجد أن مصدر الرصاص في النباتات يأتي في الغالب من ترسبه على أسطحها، و التصاقه بها، حيث توفر الرطوبة وسطاً مناسباً لالتصاق الأغبرة الحاملة للرصاص بأسطح النباتات.

يوضح الجدول (٥) أن تركيز الرصاص في النباتات العشبية والحشائش تراوح في الفترة الخريفية بين ٠,٥ و ٢,٢٧ PPM في معظم المناطق، ويستثنى من ذلك منطقة أوتوستراد المزه والتجارة حيث وصلت التراكيز في الحشائش إلى ٦,٢ و ٤,٣ PPM على التوالي، وهذه التراكيز طبيعية في النباتات، ما عدا منطقتي أوتوستراد المزه والتجارة حيث نلاحظ أنها مرتفعة قليلاً.

أما في الفترة الشتوية فنلاحظ أن تراكيز الرصاص في النباتات العشبية كانت أعلى منها في الفترة الخريفية و تراوحت بين ١,٣٥ PPM في مفرق كفر سوسة و ١٤ PPM في العباسيين، و ربما يعود السبب في ارتفاع التراكيز إلى الرطوبة التي تساعد على التصاق العوالق الحاملة للرصاص بأسطح النباتات، و بالفعل فإن الملاحظات الحقلية أوضحت تشكل طبقة من العوالق الناتجة من الاحتراق و التي تعطي الأوراق لوناً مائلاً إلى الاسوداد نتيجة التصاق منتجات الاحتراق بالنباتات. أما في النباتات الشجرية، و هي الفلفل الكاذب و الكينا و الدفلة، فقد كان تركيز الرصاص فيها أعلى مقارنةً بالنباتات العشبية، و هذا يعود إلى أن هذه الأنواع هي من الأنواع دائمة الخضرة، و بالتالي فإن ترسب الرصاص على أوراقها هو نتاج ترسب يفوق العام الواحد. و قد بلغت تراكيز الرصاص في أوراقها في الفترة الخريفية، نحو ٤ PPM في العباسيين و ٥ PPM في المتحلق و وصلت إلى ٣١ PPM في الطريق الصاعد من دمر إلى قاسيون، أما في الفترة الشتوية، فقد ارتفعت تراكيز الرصاص في أوراقها أيضاً وفي المناطق كافة، وبلغت ٧,٦ PPM في المتحلق و ١٣,٧ PPM في العباسيين و ٣٤ PPM في دمر - قاسيون. و بمقارنة تراكيز الرصاص في أوراق النباتات في الفترة

١٩٩٩ - ٢٠٠٠ مع مثيلاتها في عام ١٩٩٦ (الجدول ٦)، يلاحظ أن تركيز الرصاص انخفض و بشكل واضح في أوراق النباتات في الفترة ١٩٩٩-٢٠٠٠، و للمواقع كافة باستثناء منطقتي العباسيين و المزه و المهاجرين في الفترة الشتوية و التي كانت تراكيزها قريبةً مما وجد في عام ١٩٩٦. وربما يعود هذا إلى أن هذه المناطق هي مداخل المدينة وبالتالي فإن أعداد السيارات القادمة من المحافظات المختلفة، والتي تعمل ببتزين مرصص، كبير، وهذا انعكس في عدم انخفاض تراكيز الرصاص في هذه المناطق. وربما يوضح تركيز الرصاص في النباتات في وسط المدينة، فعالية خفض استعمال الرصاص في الوقود إذ كان انخفاض تراكيز الرصاص في الحشائش بمعدل نحو ١٠ مرات في الخريف وحوالي ٥ مرات في الشتاء، كما كان تركيز الرصاص في الحشائش Grasses ضمن التراكيز الطبيعية والتي تصل إلى ٣ PPM.

الجدول (٥): تركيز الرصاص في النباتات التي تنمو على بعد ٥ متر من حافة الطريق.

الموقع	نوع النبات	خريف ١٩٩٩	شتاء ٢٠٠٠	خريف ١٩٩٦	شتاء ١٩٩٦
مفرق كفرسوسة	باذنجان	٢,٢٧±0.16	-	٦,٤	-
	ملفوف	٠,٦٢±0.03	١,٣٥± ٠,١٠	-	٢,٥٩
المتحلق الجنوبي	كينيا	٥,٢٢± ٠,١٤	٧,٥٨± ٠,٤٠	٦,٢	١٠,٠ ٤
الزبلطاني	حشائش	٠,٤٢± ٠,٠٣	٣,٠١± ٠,٢٠	-	٢٥,٣ ٢
	تمر حنة	٢,٦٨± ٠,٠٤	٥,٤٩± ٠,٣٠	٤,٣	٩,٢٢
العباسيين	حشائش	١,٤١± ٠,٠٦	١٤,٠٣± ٠,٣٠	-	١٢,٣ ٦
	دفلة	٣,٩٦± ٠,٠٧	١٣,٦٧± ٠,٣٠	٣,٩	٢,٥٠
تجارة	حشائش	٤,٢٨±	٢,٦٤±	-	٢٢,٢
ركن الدين	فصة	٢,١٩±	٣,٦٥±	٢,٨	٢,٣٧
وسط المدينة	حشائش	٠,٥±٠,٠٣	٢,٢٢±	٤,٧	١٠,١
حديقة تشرين	أكاشيا	١,٠٣±	١,٧٢±	٣,٥	٣,٠٦
المهاجرين	حشائش	٠,٧٥± ٠,٠٢	٤,٢٨± ٠,١١	-	٢٥,٠ ٥
	مرجان	٤,٦٥± ٠,١٢	٨,٩١± ٠,١٠	١١,٩	٦,٣٥
قاسيون-دمر	فلفل كاذب	١٥,١٤±	٦,٣٦±	٨,٩	٨,٦٠
دمر-قاسيون	كينيا	٣١,٤٩±	٣٤,٠٩±	-	٢٦,٠
المزة	حشائش	٦,١٦±0.1	١٢,٥٨±	-	٨,٨٥

تركيز الرصاص في النباتات مع الابتعاد عن حافة الطريق:

يوضح الجدول (٦) أن تركيز الرصاص في أوراق النباتات المدروسة (الباذنجان، الملفوف و الفصه) قد انخفض مع الابتعاد عن حافة الطريق. و يلاحظ أن معدل انخفاض تركيز الرصاص، مع الابتعاد عن حافة الطريق، كان أشد في الفترة الخريفية، مقارنةً بالفترة الشتوية، و بلغ بالنسبة للفصه، في منطقة ركن الدين، معدل ٧٧% في الخريف و ٤٠% في الشتاء على بعد ٥٠ متر، مقارنةً بتراكيزه في النباتات على بعد ٥ متر من حافة الطريق، و الأمر نفسه كان في الملفوف الذي كان معدل الانخفاض فيه ١٩% و ٣,٧% في الخريف والشتاء على التوالي، و ربما يعود السبب في ذلك إلى الرطوبة المرتفعة في الفترة الشتوية و التي تساعد على التصاق العوالق الحاملة للرصاص بالنباتات. و بمقارنة تراكيز الرصاص في النباتات، و على مسافات مختلفة من حافة الطريق، مع ما تم الحصول عليه عام ١٩٩٦، نلاحظ أن تراكيز الرصاص في عام ١٩٩٩-٢٠٠٠ كانت أقل كثيراً من تراكيزها في عام ١٩٩٦ و للمسافات كافة، إذ تراوحت في خريف عام ١٩٩٦، للباذنجان، بين ٤,١ و ٦,٤ PPM بينما تراوحت في خريف عام ١٩٩٩، بين ١,٩٣ و ٢,٢٧ PPM و الأمر نفسه كان للملفوف في كفر سوسة و الفصه في ركن الدين.

و هكذا نلاحظ أن وقف إضافة الرصاص إلى البترين قد انعكس في خفض تراكيزه في النباتات التي تنمو على مسافات مختلفة من حافة الطريق.

الجدول (٦) تأثير الابتعاد عن حافة الطريق في تركيز الرصاص في النباتات:

الفترة الزمنية		خريف ١٩٩٩		شتاء ٢٠٠٠	خريف ١٩٩٦	شتاء ١٩٩٦
نوع النبات		ملفوف	باذنجان	ملفوف	باذنجان	ملفوف
مفرق	٥ م	٠,٦٢±0.03	٢,٢٧±0.16	١,٣٥±0.10	٦,٤	٣,١٩
	٢٠ م	٠,٦٣±٠,٠٢	٢,٠±0.15	١,٢٥±٠,٠٦	٤,٣	٢,٦٥
كفر سوسة	٥٠ م	٠,٥±٠,٠١	١,٩٣±	١,٣٠±٠,١٧	٤,١	٢,٨٥
	١٤ م					

الفترة الزمنية	خريف ١٩٩٩	شتاء ٢٠٠٠	شتاء ١٩٩٦
نوع النبات	فصة	فصة	بقدونس
ركن الدين	٥ م	$3,65 \pm 0,12$	٤,٤٩
	٢٠ م	$2,59 \pm 0,02$	٣,٥٠
	٥٠ م	$2,19 \pm 0,07$	٢,١٩

الاستنتاج:

توضح هذه الدراسة التالي:

~ كان لوقف إضافة الرصاص إلى البترين تأثير واضح في خفض تراكيز الرصاص في هواء المناطق المقيسة من مدينة دمشق، وبشكل واضح، وأصبحت تراكيز الرصاص ضمن الحدود المسموح بها (٥,٠-١ ميكروغرام/م^٣) أو حتى أقل من هذه الحدود، في الفترة الشتوية، و يستثنى من ذلك منطقة الإحدى عشرية، و التي توجد فيها صناعات بدائية لإعادة تدوير الرصاص.

~ كان لوقف إضافة الرصاص إلى البترين، تأثير واضح في خفض تراكيز الرصاص في الطبقة السطحية للتربة (٠-٥ سم)، في معظم المناطق المدروسة، تراوح بين ١٤,٨ و ٤٦,٧%، و يستثنى من ذلك بعض مداخل المدينة، حيث تعبرها السيارات من المحافظات المختلفة و التي لا تزال تعمل بالبترين المرصص، والتي لم تنخفض تراكيز الرصاص في تربة جوانب الطرق فيها، هذا وربما لا يعود انخفاض تركيز الرصاص في الطبقة السطحية للتربة إلى وقف استعمال البترين المرصص فقط و إنما أيضاً إلى انجراف الطبقة السطحية للتربة.

~ انخفض تركيز الرصاص، في النباتات المدروسة، في المناطق كافة و بمعدلات وصلت، في مركز المدينة، إلى ٥-١٠ مرات، و يستثنى من ذلك منطقة العباسيين، و جزئياً منطقتي المزه و المهاجرين.

المراجع References

- عثمان، إ.، العودات، م.، المصري، م.، ١٩٩٧، تحديد مستويات الرصاص في التربة و النباتات على جوانب الطرق في مدينة دمشق، هيئة الطاقة الذرية السورية- و/ت ن ب ع ١٣٣.
- عثمان، إ.، العودات، م.، الريس، ع.، ١٩٩٩، دراسة العوالق و العناصر الثقيلة في هواء بعض المدن السورية، هيئة الطاقة الذرية السورية- و/ت ن ب ع ١٩٩.
- وزارة الصناعة ١٩٨٧. الحدود القصوى المسموح بها للملوثات المعدنية في الأغذية م.ق.س. ٥٧٥.
- Barry, P.S.I. 1981. Concentrations of lead in the tissues of children. Britch journal of industrial medicine.38 pp.61-71
- Broyer, T.C., Johnson, C.N., and Paull, R.E. 1977. Some aspects of lead in plant nutration. Plant soil, 36, 301.
- Caapanners, J., Cecchi, A., and Sedda A. F. (1993), Feasibility of Oak leaves as monitor for airborne pollution., H. Radioanal Nucl Chem Articles, 167, 2, pp.309-320.
- Davies, B.E. 1977. Heavy metal pollution of British agricultural soils with special reference to the role of lead and copper mining. In. Proc. Int. Semin. On soil environment and fertility management in intensive agricultural. Tokyo.
- Elsingher, J. 1996. Sweet poison. Natural history. Vol. 105. 105. No.7 p.50.
- Goyyer, R.A. 1996. Results of leads research: Prenatal exposure and Neurological consequence. Environmental health perspectives Vol. 104. No. 10. P. 1050.
- Harison, R. M., and Laxen, D.P.M. 1984. Lead in soil . In: Lead pollution causes and control. Champan and Hall. London. Pp.55-59.
- Haygarth, P.M., Jones K.C. 1992. Atmospheric deposition of metals to Agricultural surfaces In: Biogeochemistry of trace metals. Adriano D.C. ed. Lewis publishers. London.
- IPCS (international program on chemical safety) 1989 Lead- Environmental Aspects. Environmental health criteria 85. WHO Geneva.
- James L.P. 1994. The decline in blood lead levels in united state. J. of the American Medical Association Vol. 272 No.4. pp. 284-291.
- Kabata – Pendias, A. and Pendias, H., 1985, Trace Elements in soils and plants, CRC Press, Inc. Florida.
- Munch, D. (1993), Concentration profiles of arsenic, cadmium, chromium, copper, lead, mercury, nickel, zinc, vanadium and polynuclead aromatic hydrocarbons in forest soil beside an urban road. The science of total environs. 138, pp. 47-55.
- Needleman, H.L. 1996. Bone lead levels and Delinquent behavior. J. American Medical Association. Vol. 275. No5. Pp.363- 369.

- Nriagu J.O. 1978. Lead in the atmosphere. In: Nriagu, J.O. ed. The biogeochemistry of lead in the environment. Amsterdam, Elsevier-North Holland. Part A, pp. 137-184.
- O. Flaherty E.J. 1982. Dependence of apparent blood lead half-life on the length of previous lead exposure in humans. *Fundamental and applied to ecology* 2. Pp. 49-54.
- Onyari, J. M., Wandiga, S.O., Njenga, G.K. and Nyatebe J.O., (1991). Lead contamination in street soil of Nairobi city, Mombasa island, Kenya. *Bull environs contam. Toxicol.*, 46, 782-789.
- Othman, I., Al-Oudat, M., Al-Masri, M. S., Lead levels in roadside soils and vegetation of Damascus city, *The Science of Total Environmental*. Vol. 207 (1997) 43- 48.
- Preventing lead poisoning in China (1996). *Environmental Health Perspective*, Vol. 104. No. 10. P 1025.
- Rabinowitz, M.B. 1976. Kinetic analysis of lead metabolism in healthy humans. *J. of clinical investigations*. 58. Pp. 260-270.
- Romieu, I. 1997. Lead exposure in Latin America and Caribbean. *Environmental Health Perspective*. Vol. 105. No. 4. P. 399.
- Schwartz. J. 1994. Low level lead exposure and children's IQ. *Environmental Research*. Vol. 65. No1.p42-55.
- Silbergeld E. 1996. The international dimensions of lead exposure. *The word bank* . Washington, D.C. P. 3.
- Silbergeld E. 1995. The international dimensions of lead exposure. *International Journal of Occupational and Environ. Health*. Vol. 1. No 4. Pp279.
- Wild, A., 1993. *Soils and the Environment*, Cambridge University Press.
- Wilson, D.O., Cline. J.F. 1966. Removal of Pluton, tungsten and lead from soil. *Nature (London)* 209, 941.
- World Resources 1998-1999. *A Guide to the Global Environment*. Oxford University Press.
- Zemdahl R.L. 1975. Entry and movement in vegetation of lead derived from air and soil source. 68th Annu. Meeting of the air pollution control Association. Boston. Mass. June.15.

Syrian Arab Republic
Atomic Energy Commission
Damascus, P. O. Box: 6091

Report About scientific Field Study

Effect of using unleaded gasoline on lead concentration in Air, soil and plants in Damascus City

Dr. Mohammed Al Aoudat

Dr. Yousef Meslmani