



جامعة حلب
كلية الزراعة

قسم

الكيمياء

تحديد تلوث الهواء ببعض المعادن الثقيلة في مناطق صناعية في حلب باستخدام جهاز الإعتيان TSP

رسالة قدمت لنيل درجة الدكتوراه في الكيمياء

أعدّها

محمود حسن إسماعيل

١٤٣٢ هـ

٢٠١١ م



جامعة حلب
كلية الزراعة

قسم
الكيمياء
١١٤٣٢ هـ

تحديد تلوث الهواء ببعض المعادن الثقيلة في مناطق صناعية في حلب باستخدام جهاز الإعتيان TSP

رسالة قدمت لنيل درجة الدكتوراه في الكيمياء

أعدّها

محمود حسن إسماعيل

بإشراف

الأستاذ الدكتور عبد العزيز رمضان

والأستاذة الدكتورة حسنة منديل

١٤٣٢ هـ

٢٠١١ م

الفهرس
INDEX

1	1- الأبحاث السابقة
2	1 - 1 - لمحة عامة
2	1- 2- الكواشف والأوعية المستخدمة لعمليات التهضيم الرطب
2	1 - 3 - تحضير العينات
3	1 - 4 - طرائق التهضيم
3	1 - 4 - 1 - طرائق التهضيم الرطب
3	1 - 4 - 2 - التهضيم بالأمواج الميكروية
4	1 - 4 - 3 - التهضيم الرطب تحت الضغط
4	1 - 4 - 4 - التهضيم الرطب لعينات التربة والفلزات
4	1 - 5 - الترميد الجاف
5	1 - 6 - الاستخلاص العضوي للمعادن
5	1 - 7 - تحضير العينات بالأمواج فوق الصوتية
5	1 - 8 - طرائق توليد الهدريد
5	1 - 9 - احتياطات الأمان في التهضيم الحمضي
6	1 - 10 - المعادن الثقيلة والمعادن السامة
7	1 - 10 - 1 - النحاس Copper
8	1 - 10 - 2 - الرصاص Lead
10	1 - 10 - 3 - الكاديوم Cadmium
12	1 - 10 - 4 - النيكل Nickel
14	1 - 10 - 5 - الزنك Zinc
15	1 - 10 - 6 - المنغنيز (Mn)
16	1 - 11 - تلوث البيئة بالعناصر السامة
16	1 - 12 - التحليل بطيف الامتصاص الذري باستخدام اللهب (AAS)
19	1 - 13 - التحليل بطيف الامتصاص الذري عديم اللهب (دون استخدام اللهب)
20	1 - 14 - التلوث البيئي
21	أ - الملوثات الصلبة المعلقة في الهواء
21	1 - العوالق الصلبة الكلية (Total Suspended Particulate, TSP)

21	2- العوالق الصلبة ذات الأقطار الأقل من 10 µm أي PM ₁₀
21	3- العوالق الصلبة ذات الأقطار الأقل من 2.5 µm أي PM _{2.5}
22	ب- الملوثات الغازية الموجودة في الهواء
22	1- ثنائي أكسيد الكبريت SO ₂
23	2- أول أكسيد الكربون CO
23	3- أكاسيد النيتروجين NO _x
24	4- المواد المؤكسدة الكيميائية الضوئية - الأوزون O ₃
35	1-15 - دراسة تلوث الهواء
36	1-15-1- قطاع توليد الطاقة الكهربائية
37	1-15-2 - قطاع الصناعة
38	1-15-3 - قطاع الزراعة
39	1-15-4 - القطاع السكني
39	1-15-5 - قطاع النقل
41	1-16 - تلوث الهواء
41	1-16-1 - تلوث هواء المدن
47	1-16-2 - تلوث هواء المدن بالجسيمات المعلقة الكلية Total Suspended Particulate, TSP
50	أ - الجسيمات ذات الأقطار الأقل من 10ميكرون (PM ₁₀)
50	ب - الجسيمات ذات الأقطار الأقل من 3 ميكرون (PM ₃) والأقل من 1 ميكرون (PM ₁)
52	1-17 - نوعية الهواء
59	1-17-1 - التلوث بغاز ثنائي أكسيد الكبريت (SO ₂)
59	1-17-2 - التلوث بغاز أحادي أكسيد الكربون CO
59	1-17-3 - التلوث بأكاسيد الأزوت (NO _x)
61	1-17-4 - الأوزون (O ₃)
62	1-17-5 - نتائج الدراسة المقدمة من مركز الدراسات البيئية لعام (2001-2006) لدراسة تلوث الهواء
64	1-18 - التلوث الصناعي
64	1-18-1 - صناعة الإسمنت
66	1-18-2 - صناعة تكرير النفط
67	1-18-3 - محطات توليد الطاقة الكهربائية

68	2 - أهمية البحث وأهدافه
69	3 . القسم العملي
69	3 . 1 . الأجهزة Apparatus
73	3 . 2 . المواد والمحلات المستخدمة
73	3 . 3 . تحضير المحاليل
76	3 . 4 . طريقة العمل
76	أ- تحضير العينات وتهضمها
76	ب- قياس العينات
77	3 . 5 . طريقة الحسابات
78	أ . طريقة المنحني العياري
78	ب . طريقة الإضافات العيارية
81	4 . النتائج والمناقشة
81	1. 4 . تحديد التلوث بالرصاص في الشركة السورية للبطاريات والغازات السائلة بحلب باستخدام جهاز الاعتيان TSP والمصيدة الكيميائية (CT)
82	أ- التحديد باستخدام TSP جهاز الاعتيان في الشركة السورية للبطاريات والغازات السائلة بحلب
84	ب- التحديد بجمع العينات باستخدام المصيدة الكيميائية (CT) في الشركة السورية للبطاريات والغازات السائلة بحلب
90	2. 4 - دراسة التلوث بالألمنيوم والنحاس والرصاص في الشركة السورية لصناعة الكابلات الصناعية في مدينة حلب باستخدام جهاز الاعتيان TSP و PM_{10} والمصيدة الكيميائية (CT)
92	أ - التحديد باستخدام الجسيمات المعلقة الكلية TSP (اتجاه الرياح من الغرب الى الشرق)
95	ب - التحديد باستخدام جسيمات PM_{10} (اتجاه الرياح من الغرب الى الشرق)
97	ج - التحديد باستخدام المصيدة الكيميائية CT (اتجاه الرياح من الغرب الى الشرق)
101	أ - التحديد باستخدام الجسيمات المعلقة الكلية TSP (اتجاه الرياح من الشرق إلى الغرب)
103	ب - التحديد باستخدام جسيمات PM_{10} (اتجاه الرياح من الشرق الى الغرب)
105	ج- التحديد باستخدام المصيدة الكيميائية CT(اتجاه الرياح من الشرق إلى الغرب)
109	3. 4 . تحديد العناصر المعدنية في جسيمات TSP و PM_{10} في الهواء المحيط في مدينة حلب في سورية
135	4. 4 . دراسة تلوث الهواء في مدينة حلب بالمعادن الثقيلة خلال شهري نيسان وأيار لعام 2009 باستخدام محطات الرصد البيئية بحلب

135	أ - تلوث الهواء بالرصاص
135	ب - تلوث الهواء بالحديد
136	ج- تلوث الهواء بالمنغنيز
136	د- تلوث الهواء بالنيكل
136	هـ- تلوث الهواء بالمعادن الثقيلة الأخرى (Zn و Cr و Cu و Cd)
141	5 - الاستنتاجات
143	6- المراجع العلمية
153	7-الأبحاث المنشورة
1	الملخص باللغة الإنكليزية

مقدمة

إن الإنسان جزء من الطبيعة وبالأحرى جزء أساسي من النظام البيئي، يتفاعل معه ويؤثر فيه عن طريق المجتمع ومن خلاله. فإنسان اليوم، إنسان حضارة العقد الأول من القرن الحادي والعشرين، ومع هذا فقد أصبح المصدر الأساسي للتلوث البيئي بكل أشكاله: هواء، ماء، تربة... الخ. وقد غدت المواد الملوثة لهواء الجو والناجمة عن الصناعة كثيرة ومتعددة وخاصة بعد أن بدأت الثورة الصناعية والكيميائية والتكنولوجية بإنتاج المواد والغازات المضرة. ويعد الرصاص من أخطر الملوثات البيئية والذي ينتج عادة من وسائل النقل المتعددة بما فيها من سيارات خاصة وعامة ومصانع البطاريات ومعامل وورش تعدين الرصاص والتي تعد في بلدنا من المصادر الرئيسية لتلوث الهواء الجوي بالرصاص. وقد تسرع هذه المؤثرات السلبية وغيرها من تدهور الحياة على وجه الأرض وتقلب موازين التسارع الحضاري المتطور والمتنامي إلى عكس المطلوب فيصبح تسارعاً بالإنسان إلى حتفه وانقراض الحضارة البشرية.

ويمكن أن نوضح أسباب التلوث البيئي بالرصاص إلى عدة عوامل أهمها:

أ- دخان عوادم السيارات (وخصوصاً التي تستعمل بنزيناً يحتوي على الرصاص) حيث يتصف الرصاص الموجود في رباعي ايتيل الرصاص (الذي يضاف إلى البنزين لتحسين صفاته وزيادة كفاءة المحركات) بأنه يتأكسد إلى أكسيد الرصاص الذي يتطاير ببطء على الجدران الداخلية للمحرك مما يؤدي إلى خفض كفاءته، لذلك يضاف مركب هالوجيني (مثل بروميد الأثيلين) إلى البنزين، حيث يتفاعل هذا المركب مع الرصاص الموجود في البنزين أثناء احتراقه، محولاً الرصاص وفق هذه الآلية إلى مادة (بروميد الرصاص)، وهي مادة متطايرة تخرج بسهولة مع غازات العادم الساخنة، فتمنع بذلك ترسب أكسيد الرصاص على الجدران الداخلية للمحرك، وانطلاقه في الجو يجعله ملوثاً فتاكاً للجهاز التنفسي لسكان المدن والمناطق المحيطة بها والمجاورة للطرق العام.

ب- فتات أو غبار عجلات السيارات، ومعامل صهر وتعدين الرصاص، ومصانع البطاريات والمدخرات الرصاصية... الخ. لقد حاول العلماء والباحثون في مختلف أنحاء العالم المتطور والنامي دق ناقوس الخطر للحكومات وللشعوب إلى هذه المعضلة؛ فحددوا كمية الرصاص في الهواء والماء والتربة وأوراق الأشجار في أماكن عديدة وخاصة على جوانب الطرق العامة وفي المدن.

استخدم التحليل بطيف الامتصاص الذري بشكل واسع لتحديد العناصر المختلفة وخاصة المعادن الثقيلة في المجالات البحثية والصناعية والصيدلانية وغيرها. ولذلك حاولنا في هذا

البحث استخدام تقنية التحليل بطيف الامتصاص الذري باستعمال لهب أستيلين - هواء، لما لهذه الطريقة من حساسية ودقة جيدتين ولا تتطلب تطبيق شروط معقدة وصعبة كما هو الحال في التحليل بطيف الامتصاص الذري بدون لهب (باستخدام الفرن الغرافيتي)، كما أنها سهلة الاستخدام وغير مكلفة .

لقد هدفنا في هذا البحث إلى تطوير طريقة لجمع عينات تلوث الهواء بالمعادن الثقيلة وذلك باستخدام المصيدة الكيميائية ومقارنتها بالطرق المرجعية وذلك باستخدام أجهزة الإعتيان TSP وPM₁₀ بغية تحديد تلوثها ببعض المعادن مثل النحاس والرصاص والكاديوم والنيكل والزنك والحديد والمنغنيز والألمنيوم.

Determination of Air Pollution with Some Heavy Metals in Industrial Zones in Aleppo Using TSP

I. Determination of Lead pollutants in Acid Batteries and Liquid Gases in Aleppo-Syrian company Using TSP and Chemical Trap Methods

An environmental and biological monitoring of a lead acid battery manufacturing unit was carried out to measure the respirable particulate matter, lead content in working atmosphere and blood lead levels of workers employed in different sections. The results showed that the high mean air lead concentration in buffing, plate cutting and pasting sections were at 1444.45, 430.14 and 277.48 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ respectively. The mean blood lead levels of employees in these sections were also higher than the values prescribed by ACGIH.

Lead is toxic element and an environmental and occupational pollutant. The primary routes of lead exposure are ingestion and inhalation and adults are primarily exposed to it through their occupation through inhalation.

Lead, titanium and zinc in air particulate at Dhahran, Saudi Arabia, during and after Kuwait oil fires were determined. The 1991 Gulf Crisis had the potential to enhance atmospheric metal concentrations and this study was designed to investigate this probability. Total suspended (TSP) and inhalable (PM10) particulate were collected and analyzed in order to determine lead, titanium and zinc using an inductively coupled argon plasma analyzer (ICAP). Significant ($P < 0.01$) daily variations were found for lead, titanium and zinc concentrations (expressed as ng/m^3) in air particulate. Concentrations of lead in suspended TSP samples were higher than in the inhalable fraction (PM10). The maximum mean concentration of lead was found in TSP samples collected during June 1991, which gradually decreased through December 1991, and spiked again during June 1992. A yearly mean of 282 ± 144 ng of lead in one m^3 of air was calculated from the data of inhalation particulate collected in Dhahran. Lead poisoning is a chronic problem and automobile emissions may constitute a significant source of lead in air particulate in the Gulf region.

TSP, PM10, and PM2.5 were collected in three retirement facilities in the urban area of Vienna. In addition, particulate matter and soil, vegetation, and isopods were collected in the adjacent garden areas. The sampled materials were wet ashed and total lead and cadmium contents were determined. Lead and cadmium were analyzed by graphite furnace AAS. Particulate matter was dominated by PM2.5, in respect to both mass concentrations and to heavy metal contents. The indoor aerosol was found to be influenced by human activity, indoor sources, and outdoor particles.

Some metallic elements in ambient air particulates were determined in Taichung Airport (Taiwan), Hong Kong, Los Angeles, southeast China, Athens (Greece) and Oxford.

This work is focused on the environmental and biological monitoring of lead in a lead acid battery and liquid gases in Aleppo-Syria company using total suspended particulates (TSP) of aerodynamics particle sizes larger $0.3 \mu\text{m}$ and chemical trap (CT).. Lead content in working atmosphere with TSP and CT, and blood lead levels of workers employed in different sections were measured by atomic absorption spectroscopy.

Material and methods

Sections of manufacturing unit

Samples were taken from different sections in a lead acid battery and liquid gases in Aleppo-Syria company: oxide mill, assembly & cleaning, grit casting, melting furnace and administration for determination lead pollutants, See Fig.1 .

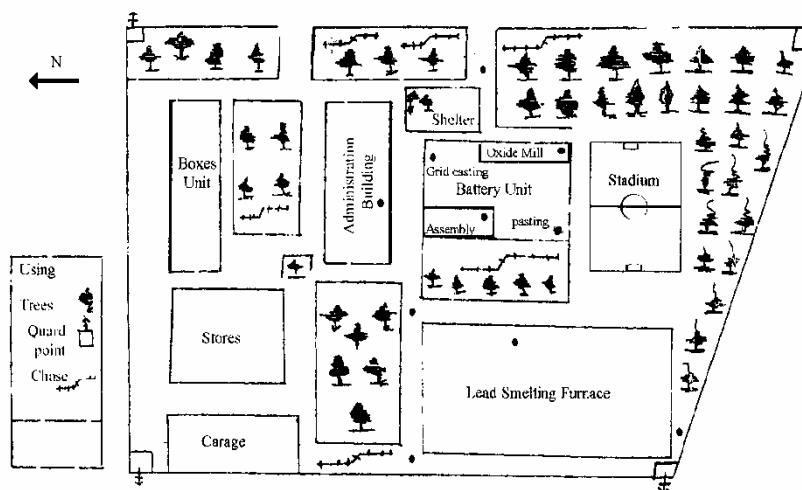


Fig.1. Syrian Lead Acid Battery and Liquid Gases in Aleppo-Syria Company.

Apparatus

A high flow air sampler TSP (HVAS, Instrument NO. AS-16 , USA) was used to collect samples for 8 working hours in every section of plant using a glass filter Whatman EPM 2000 High-Volume 1882-866. A another samples were collected in chemical trap (CT), See Fig.2, by bubbling working atmosphere in solution content 5 M of HNO_3 and H_2O_2 concentrations for 2 hours (sample flow 2 L/min) using air sampler (Handy sampler, HS-7, Kimoto Electric CO.,LTD., Japan).

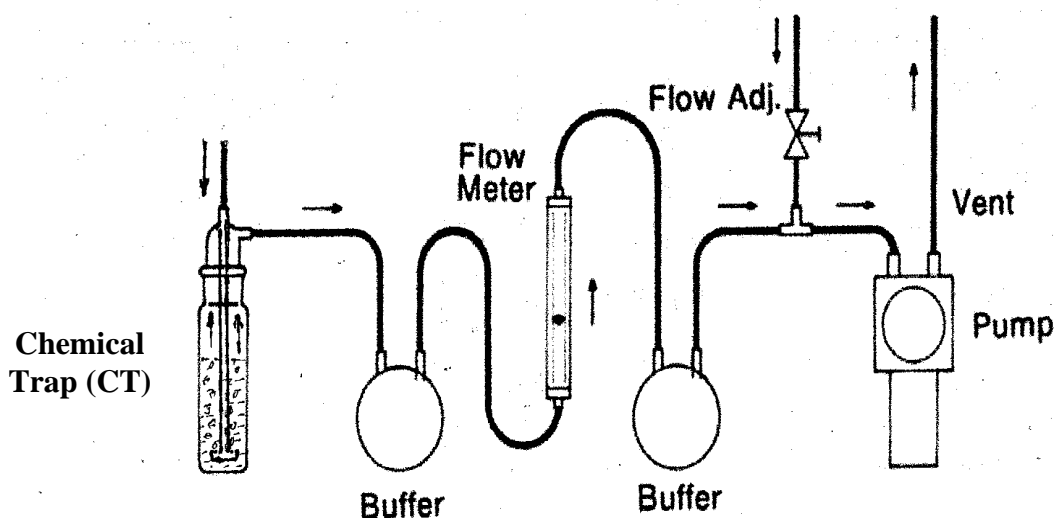


Fig.2 . Air sampler for Chemical Trap (CT)

Atomic absorption spectrometer (AAS) used for analysis was manufactured by Shimadzu type AA-6601 equipped with lamps type HCL particular of analysis studied elements and corrected for background reference BGC-D2K with flame ($\text{Air-C}_2\text{H}_2$). The analytical used line of Pb were at 217.0 nm. A furnace ($300 \pm 1^\circ\text{C}$) from Ecocell was used for drying samples.

Samples preparation

Samples were collected using the TSP, dried at 105°C , followed by crushing in a porcelain mortar, then dried again, and mixed once again and kept in polyethylene packages for next procedures. A 0.5 g of the previous sample was treated with 20 ml solution content 5 M of HNO_3 and H_2O_2 concentrations. The mixture was boiled on an electric heater for 30 minutes then filtrated and transferred into volumetric flask volume of 25 mL and the final volume was completed to 25 mL using distilled water.

EXPERIMENTAL

A study comprising environmental and biological monitoring was undertaken in the lead acid battery and liquid gases company situated near Aleppo city, north Syria, to ascertain the concentration of lead pollutants in various sections using TSP and CT. The enterprise had approximately 254 workers. The different investigated sections were the oxide mill, assembly & cleaning, smelting furnace, grid casting, pasting, maintenance - service and administration sections.

Environmental Study

Total Suspended Particulates (TSP) Monitoring: The TSP was sampled in the different sections investigated on continuously all through the course of work and rest operations during the entire shift (a period of 8 h work). The particulate collecting used media was Whatman glass filters (EPM 2000 High-Volume 1882-866) with a pore size of 0.3 microns.

Air-Lead Estimation: The lead content in the TSP samples was subjected to wet mixture digestion (20 ml solution content at 5 M of HNO_3 and H_2O_2 concentrations) on a slow heating hot plate. The digested matter was filtered, made up to 25 ml using quartz double distilled water. The final analysis for lead estimation was performed by flame AAS.

In this study concentration of lead were measured in various sections of lead acid battery and liquid gases in Aleppo-Syria company. The aim of this study was to determine the amount of lead in the various sections which contribute of the most significant source of pollution using both TSP and CT methods. The results showed that, the air in department of the Oxide Mill has highest concentration of lead. The amounts were at $2365 \mu\text{g}/\text{m}^3$ and $4787 \mu\text{g}/\text{m}^3$ using TSP using Chemical Trap, respectively. The measurements of pollutions with lead in administration area were less and observed at 21.3 and $28.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ using TSP and Chemical Trap, respectively. The second pollution section was Assembly & cleaning unit where lead concentration was at $1012 \mu\text{g}/\text{m}^3$ and $2052 \mu\text{g}/\text{m}^3$ using TSP and Chemical Trap, respectively. Lead content in working atmosphere with TSP and CT, and blood lead levels of workers employed in different sections were measured by atomic absorption spectroscopy. The results showed that, high mean air lead concentration in all sections of the factory, more than the recommended maximum by National Ambient Air Quality Standards (NAAQS) .

The smelting furnaces had high chimneys; they rise up 6 to 10 meters and during working hours, the furnace chimney emitting black or white smoke sometimes without pass to any pretreatment plant, leading to lead vapors emission and can be distributed far away depending on wind direction. Wind speed plays a role significant in the transfer of lead vapor to the long distances and different directions and sites.

The measurement of lead pollution concentration increase with the direction of the wind from west to east more than the other directions, but still less than the area of the oxide mill and the assembly & cleaning hall; because the samples were taken at a height about 1.5 meters taking into concentration that the bulk of the lead fumes occur at the highest and above 1.5 meters. It should be mentioned here that, the lead contents in oxide mill and assembly & cleaning units were done indoor and the operated system can capture more fine particles leading to high lead concentration. Finally it should be pointed, that the amount of lead using a TSP was less than Chemical Trap, due to particulate filter used in TSP is more than 0.3 micrometers only, but the Chemical Trap is collecting all the particles from the different diameters, fumes of lead and all lead compounds.

Biological Monitoring

Blood samples were taken from the workers through the analysis by medical specialists in Central Laboratory in Aleppo, Syrian Clinical Laboratory Association. The amount of lead in the blood content was estimated by the flame atomic absorption spectroscopy.

Results and Discussion

Environmental Monitoring

In the present study, personal monitoring of the TSP and CT were carried out in the working environment in different sections of the factory. The total particulate (TP) and air lead in working atmosphere noted in the different sections are presented in Tables 1 and 2.

Oxide Mill Sections: The mean TSP and air lead concentration were at 2945 and 2365 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ respectively, (Lead in total particulate was at 80.3%). The amount of TSP and air lead in the oxide mill was high when compared to other sections of the factory. The total mean air lead pollutants using Chemical Trap (CT) was at 4787 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Assembly & cleaning Section: In the assembly & cleaning (Cleaning by compressed air) area, the mean TSP and air lead level were at 2867 and 1012 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ respectively, (Lead in total particulate was at 35.3%). The total mean air lead pollutants using Chemical Trap (CT) was at 2052 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Smelting Furnace Section: In the smelting furnace, the mean TSP and air lead level were at 2419 and 850 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ respectively, (Lead in total particulate was at 38.5%). The total mean air lead pollutants using Chemical Trap (CT) was at 2210 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Pasting Section: In this section the mean TSP and air lead level were at 1298 and 511 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ respectively, (Lead in total particulate was 34.4%). The total mean air lead pollutants using Chemical Trap (CT) was at 618 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Grid Casting Section: In the grid casting area a low level of average TSP and air lead concentration were at 1021 and 357 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ respectively, (Lead in total particulate was at 35.0%); which indicates that the nature of the particulates were not rich in lead. The total mean air lead pollutants using Chemical Trap (CT) was at 793 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Administration Section: In this section, which was considered as the control section, the mean TSP and air lead concentration were at 260 and 21.3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ respectively, (Lead in total particulate was at 8.2%). The total mean air lead pollutants using Chemical Trap (CT) was at 28.1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Table 1. Respirable particulate concentration and air lead levels at different sections using TSP.

Section	Total Particulate (TP), $\mu\text{g}/\text{m}^3$ Mean*	Air lead, $\mu\text{g}/\text{m}^3$ Mean*	%Lead in total particulate Mean*
Oxide Mill	2945	2365	80.3
Assembly & cleaning	2867	1012	35.3
Smelting furnace	2419	753	31.1
Pasting	1298	511	34.4
Grid casting	1021	357	35.0
Administration	260	21.3	8.2

* Average of five determinations.

Table 2. Respirable particulate concentration and air lead levels at different sections using Chemical Trap (CT).

Section	Total air lead, $\mu\text{g}/\text{m}^3$ Mean*	% TSP lead in Total air lead Mean*
Oxide Mill	4787	49.4
Assembly & cleaning	2052	49.3
Smelting furnace	2210	34.1
Pasting	618	82.7
Grid casting	793	45.0
Administration	28.1	75.8

* Average of five determinations.

Biological Monitoring

Blood Lead Estimation: The direct measurement of the lead level in the whole blood is a widely used and reliable method of detecting and diagnosing lead poisoning. The American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH) has listed the Biological Exposure Index for blood lead as 30 µg/dL⁵. The mean blood lead levels of employees according to the different sections are arranged in decreasing levels and presented in Table 3.

Table 3. Mean blood lead levels (µg/dL) of employees according to different sections and number of employees showing above 30 µg/dL of Pb- blood according to section.

Section	number of employees	The amount of lead in the blood, µg/dL Mean(Range)	The amount of lead in the blood No >30µg/dL	Percentage (%)
Smelting Furnace	11	39.3 (28.5-51.4)	10	90.9
Grid casting	29	50.1 (39.8-61.9)	9	31.0
Pasting	13	45.1 (29.7-51.3)	12	92.3
Oxide Mill	8	44.9 (39.2-47.7)	5	62.5
Assembly & cleaning	35	38.6 (22.8-94.0)	19	54.3
Charging	13	37.9 (22.4-41.8)	7	53.8
maintenance - service	75	28.2 (22.1-52.9)	12	16.0
Administration	35	24.9 (20.5-34.8)	5	14.3

Table 3 shows that, the percentage of employees' mean blood lead level >30 µg/dL was as the following: 92.3%, 90.9%, 62.5%, 54.3%, 53.8%, 31.0%, 16.0% and 14.3% in pasting, smelting furnace, oxide mill, assembly & cleaning, charging, grid casting, maintenance – service and administration respectively. The study conducted by Krishnamurthy *et al.* in 1988 at a similar factory showed that the blood lead levels in the workers engaged in the oxide mill, assembly, casting and formation sections were 56.56, 60.95, 59.28, 64.89 µg/dL respectively. In the study¹ the blood lead levels in the plate buffing, plate cutting, assembly, pasting, grid casting, oxide mill, formation, maintenance and administration sections were 38.0, 34.9, 32.9, 29.8, 28.17, 29.73, 27.10, 25.31 and 17.77 µg/dL respectively. Among the plate buffing workers, 88.23% of employees had blood lead levels of more than 30 µg/dL. In the cutting and assembly sections 57.14% and 53.57% workers, respectively, showed values higher than the prescribed blood lead levels. In the oxide mill and formation sections this percentage was at 33.33%.

II. Determination of Aluminum, Copper and Lead pollutants in Aleppo Company for Cable Industry -Syria Using TSP, PM₁₀ and Chemical Trap Methods

Total suspended particulate (TSP), copper, lead and aluminum concentrations in the workplace by the Occupational Safety and Health Administration (OSHA) must be lower than (5000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 1000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ and 1000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Some metallic elements in ambient air particulates were determined in Taichung Airport (Taiwan), Hong Kong, Los Angeles, southeast China, Athens (Greece) and Oxford.

This work is focused on the environmental of air aluminum, copper and lead in a Aleppo company for cable industry -Syria using total suspended particulates (TSP), inhaled particulates (PM₁₀) of aerodynamics particle sizes larger 0.3 μm and chemical trap (CT). Aluminum, copper and lead contents in working atmosphere with TSP, PM₁₀ and CT in different sections were measured by atomic absorption spectroscopy.

EXPERIMENTAL

A study comprising environmental was undertaken in the Aleppo company for cable industry -Syria, to ascertain the concentration of AL, Cu and Pb pollutants in various sections using TSP, PM₁₀ and CT. The different investigated sections were the Al drawing, Cu drawing, Al stranding, Cu stranding, Packing and administration sections.

A high flow air sampler TSP (HVAS, Instrument NO. AS-16 , USA) and TE-6070 high volume MFC PM-10 MFC monitor reference method (TISCH Environmental, INC. 145 MIAMI AVE USA) were used to collect samples for 8 working hours in every section of plant using a glass filter Whatman EPM 2000 High-Volume 1882-866 and Micro-Quartz filter media 8" x 10" for TSP and PM₁₀ respectively. A another samples were collected in chemical trap (CT), by bubbling working atmosphere in solution content 5 M of HNO₃ and H₂O₂ concentrations for 2 hours (sample flow 2 L/min) using air sampler (Handy sampler, HS-7, Kimoto Electric CO.,LTD., Japan).

Atomic absorption spectrometer (AAS) used for analysis was manufactured by Shimadzu type AA-6601 equipped with lamps type HCL particular of analysis studied elements and corrected for background reference BGC-D2K with flame (Air-C₂H₂) for determination of Cu and Pb, and (N₂O-C₂H₂) for determination of Al, and with graphite furnace. The analytical used line of Al , Cu and Pb were at 309.27, 324.75 and 217.0 nm respectively. A furnace (300 \pm 1°C) from Ecocell was used for drying samples.

Samples preparation: Samples were taken from different sections in a Aleppo company for cable industry -Syria: Al drawing, Cu drawing, Al stranding, Cu stranding, Packing and administration (located on the western side of the company's near factory of lead acid batteries and liquid gases) for determination Al, Cu, Cd and Pb pollutants.

Samples were collected using the TSP and PM₁₀, dried at 105°C, followed by crushing in a porcelain mortar, then dried again, and mixed once again and kept in polyethylene packages for next procedures. A 0.5 g of the previous sample was treated with 20 ml solution content 5 M of HNO₃ and H₂O₂ concentrations. The mixture was boiled on an electric heater for 30 minutes then filtrated and transferred into volumetric flask volume of 25 mL and the final volume was completed to 25 mL using distilled water.

Environmental Study

Total Suspended Particulates (TSP) Monitoring: The TSP were sampled in the different sections investigated on continuously all through the course of work and rest operations during the entire shift (a period of 8 h work). The particulate collecting used media was filters with a pore size of 0.3 μm .

Inhaled Particulates PM₁₀: The inhaled particulates were measured using PM₁₀ sampler. Inhaled dust is a new term used to describe dust that is hazardous when deposited anywhere in the respiratory track including the nose, mouth and lungs. Researchers generally recognize that these particulates <10 µm and >0.3 µm may cause significant adverse effects.

Air-Aluminum, Copper and Lead Estimation: The aluminum, copper and lead contents in the TSP and PM₁₀ samples were subjected to wet mixture digestion (20 ml solution content at 5 M of HNO₃ and H₂O₂ concentrations) on a slow heating hot plate. The digested matter was filtered, made up to 25 ml using quartz double distilled water. The final analysis for aluminum, copper and lead estimation were performed by flame and graphite furnace AAS.

In this study concentrations of aluminum, copper and lead were measured in various sections of Aleppo company for cable industry -Syria. The aim of this study was to determine the amount of aluminum, copper and lead in the various sections which contribute of the most significant source of pollution using TSP, PM₁₀ and CT methods. Air lead can leak from the Lead acid batteries and liquid gases plant adjacent to this factory from the western side.

RESULTS AND DISCUSSION

Environmental Monitoring: In the present study, personal monitoring of the TSP, PM₁₀ and CT were carried out in the working environment in different sections of the factory, when the wind direction from west to east. The TSP, PM₁₀ and air aluminum, copper and lead in working atmosphere noted in the different sections are presented in Tables 4- 5.

Aluminum drawing: The mean TSP and PM₁₀ were at 805.8 and 298.0 µg/m³ respectively, and air aluminum, copper and lead concentrations were at 84.0 and 7.0 µg/m³; 10.4 and 0.74 µg/m³; 28.3 and 12.9 µg/m³ using TSP and PM₁₀ respectively, (Aluminum, copper and lead in TSP and PM₁₀ were at 10.42 and 2.36%; 1.29 and 0.25%; 3.51 and 4.33% respectively). The total mean air aluminum, copper and lead pollutants using Chemical Trap (CT) were at 94.2, 11.2 and 72.3 µg/m³ respectively.

Copper drawing : The mean TSP and PM₁₀ were at 1128.3 and 290.3 µg/m³ respectively, and air aluminum, copper and lead levels were at 35.9 and 3.10 µg/m³; 221.0 and 16.8 µg/m³; 27.4 and 12.0 µg/m³ using TSP and PM₁₀ respectively, (Aluminum, copper and lead in TSP and PM₁₀ were at 3.18 and 1.07%; 19.6 and 5.79%; 2.43 and 4.14% respectively). The total mean air aluminum, copper and lead pollutants using Chemical Trap (CT) were at 39.6, 238.5 and 71.9 µg/m³ respectively.

Aluminum stranding: In the aluminum stranding, the mean TSP and PM₁₀ were at 819.6 and 320.4 µg/m³ respectively, and air aluminum, copper and lead levels were at 58.1 and 5.0 µg/m³; 8.5 and 0.56 µg/m³; 24.8 and 11.1 µg/m³ respectively, (Aluminum, copper and lead in TSP and PM₁₀ were at 7.09 and 1.55%; 1.04 and 0.17%; 3.02 and 3.46% respectively). The total mean air aluminum, copper and lead pollutants using Chemical Trap (CT) were at 64.4, 9.1 and 68.3 µg/m³ respectively.

Copper stranding: In this section the mean TSP and PM₁₀ were at 1103.4 and 312.1 µg/m³ respectively, and air aluminum, copper and lead levels were at 20.7 and 1.8 µg/m³; 78.2 and 5.8

Table 4. Respirable particulate concentration and air copper levels at different sections using tsp and PM₁₀ (wind direction from west to east).

Section	TSP, $\mu\text{g}/\text{m}^3$ Mean*	PM ₁₀ , $\mu\text{g}/\text{m}^3$ Mean*	Element	Air element in TSP, $\mu\text{g}/\text{m}^3$ Mean*	Air element in PM ₁₀ , $\mu\text{g}/\text{m}^3$ Mean*	%Element in TSP Mean*	%Element in PM ₁₀ Mean*
Al drawing	805.8	298.0	Al	84.0	7.0	10.42	2.36
			Cu	10.4	0.74	1.29	0.25
			Pb	28.3	12.9	3.51	4.33
Cu drawing	1128.3	290.3	Al	35.9	3.1	3.18	1.07
			Cu	221.0	16.8	19.6	5.79
			Pb	27.4	12.0	2.43	4.14
Al stranding	819.6	320.4	Al	58.1	5.0	7.09	1.55
			Cu	8.5	0.56	1.04	0.17
			Pb	24.8	11.1	3.02	3.46
Cu stranding	1103.4	312.1	Al	20.7	1.80	1.88	0.58
			Cu	78.2	5.8	7.09	1.87
			Pb	26.1	11.8	2.36	3.77
Packing	1003.9	350.2	Al	56.6	4.6	5.64	1.31
			Cu	5.4	0.36	0.54	0.12
			Pb	4.6	2.7	0.456	0.77
Administration	818.7	264.5	Al	2.7	0.23	0.326	0.087
			Cu	3.8	0.27	0.46	0.10
			Pb	77.5	32.6	9.47	12.33

*Average of five measurements.

Table 5. Air copper levels in respirable particulate at different sections using chemical trap (CT), (wind direction from west to east).

Section	Element	Total air element, $\mu\text{g}/\text{m}^3$ Mean*	% TSP element in total air element Mean*	% PM ₁₀ element in total air element Mean*
Al drawing	Al	94.2	89.2	7.45
	Cu	11.2	92.9	6.61
	Pb	72.3	39.1	17.84
Cu drawing	Al	39.6	90.6	7.83
	Cu	238.5	92.7	7.05
	Pb	71.9	38.1	16.72
Al stranding	Al	64.4	90.2	7.70
	Cu	9.1	93.4	6.15
	Pb	68.3	36.3	16.19
Cu stranding	Al	23.1	89.6	7.79
	Cu	84.0	93.1	6.94
	Pb	71.2	36.6	16.50
Packing	Al	62.7	90.3	7.29
	Cu	5.8	93.1	6.21
	Pb	16.5	27.8	16.36
Administration	Al	3.0	88.4	7.62
	Cu	4.1	92.7	6.59
	Pb	152.0	51.0	21.46

*Average of five measurements.

$\mu\text{g}/\text{m}^3$; 26.1 and $11.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ respectively, (Aluminum, copper and lead in TSP and PM_{10} were at 1.88 and 0.58%; 7.09 and 1.87%; 2.36 and 3.77% respectively). The total mean air aluminum, copper and lead pollutants using Chemical Trap (CT) were at 23.1, 84.0 and $71.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ respectively.

Packing Section: In the packing section area the TSP and PM_{10} were at 1003.9 and $350.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ respectively, and air aluminum, copper and lead concentrations were at 56.6 and $4.57 \mu\text{g}/\text{m}^3$; 5.4 and $0.36 \mu\text{g}/\text{m}^3$; 4.6 and $2.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ respectively, (Aluminum, copper and lead in TSP and PM_{10} were at 5.64 and 1.31%; 0.54 and 0.12%; 0.456 and 0.77% respectively). The total mean air aluminum, copper and lead pollutants using Chemical Trap (CT) were at 62.7, 5.8 and $16.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ respectively.

Administration Section: In this section, which was considered as the control section, the mean TSP and PM_{10} were at 818.7 and $264.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ respectively, and air aluminum, copper and lead concentrations were at 2.7 and $0.23 \mu\text{g}/\text{m}^3$, 3.8 and $0.27 \mu\text{g}/\text{m}^3$; 77.5 and $32.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ respectively, (Aluminum, copper and lead in TSP and PM_{10} were at 0.326 and 0.087%; 0.46 and 0.10%; 9.47 and 12.23% respectively). The total mean air aluminum, copper and lead pollutants using Chemical Trap (CT) were at 3.02, 4.10 and $152.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ respectively.

This study showed that, very large lead levels despite the fact that this plant does not produce lead; due to the fact that, Lead acid batteries and liquid gases plant adjacent to this factory from the western side, the wind direction often from west to east. The pollutants transported by the wind up; therefore waited for the opportunity east winds to determine the proportions of the contaminants in different parts of the plant, Tables 6-7.

Aluminum drawing: The mean TSP and PM_{10} were at 814.4 and $258.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ respectively, and air aluminum, copper and lead concentrations were at 85.2 and $6.55 \mu\text{g}/\text{m}^3$; 10.9 and $0.79 \mu\text{g}/\text{m}^3$; 0.39 and $0.18 \mu\text{g}/\text{m}^3$ respectively, (Aluminum, copper and lead in TSP and PM_{10} were at 10.46 and 2.54%; 1.34 and 0.31%; 0.048 and 0.070% respectively). The total mean air aluminum, copper and lead pollutants using Chemical Trap (CT) were at 93.6, 11.6 and $0.42 \mu\text{g}/\text{m}^3$ respectively.

Copper drawing : The mean TSP and PM_{10} were at 1130.2 and $256.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ respectively, and air aluminum, copper and lead levels were at 36.0 and $3.20 \mu\text{g}/\text{m}^3$; 228.7 and $16.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$; 0.44 and $0.20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ respectively, (Aluminum, copper and lead in TSP and PM_{10} were at 3.19 and 1.25%; 20.24 and 6.58%; 0.039 and 0.078% respectively). The total mean air aluminum, copper and lead pollutants using Chemical Trap (CT) were at 39.3, 242.0 and $0.47 \mu\text{g}/\text{m}^3$ respectively.

Aluminum stranding: In the aluminum stranding, the mean TSP and PM_{10} were at 819.5 and $304.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ respectively, and air aluminum, copper and lead levels were at 58.1 and $5.35 \mu\text{g}/\text{m}^3$; 9.51 and $0.81 \mu\text{g}/\text{m}^3$; 0.40 and $0.22 \mu\text{g}/\text{m}^3$ respectively, (Aluminum, copper and lead in TSP and PM_{10} were at 7.09 and 1.76%; 1.16 and 0.27%; 0.050 and 0.072% respectively). The total mean air aluminum, copper and lead pollutants using Chemical Trap (CT) were at 63.5, 10.1 and $0.43 \mu\text{g}/\text{m}^3$ respectively.

Table 6. Respirable particulate concentration and air copper levels at different sections using tsp and PM₁₀ (wind direction from west to east).

Section	TSP, $\mu\text{g}/\text{m}^3$ Mean*	PM ₁₀ , $\mu\text{g}/\text{m}^3$ Mean*	Element	Air element in TSP, $\mu\text{g}/\text{m}^3$ Mean*	Air element in PM ₁₀ , $\mu\text{g}/\text{m}^3$ Mean*	%Element in TSP Mean*	%Element in PM ₁₀ Mean*
Al drawing	814.4	258.3	Al	85.2	6.55	10.46	2.54
			Cu	10.9	0.79	1.34	0.31
			Pb	0.39	0.18	0.048	0.070
Cu drawing	1130.2	256.0	Al	36.0	3.20	3.19	1.25
			Cu	228.7	16.8	20.24	6.58
			Pb	0.44	0.20	0.039	0.078
Al stranding	819.5	304.0	Al	58.1	5.35	7.09	1.76
			Cu	9.5	0.81	1.16	0.27
			Pb	0.40	0.22	0.050	0.072
Cu stranding	1100.1	314.6	Al	21.6	2.20	1.96	0.70
			Cu	78.2	6.26	7.09	1.99
			Pb	0.43	0.21	0.039	0.067
Packing	986.3	286.2	Al	55.2	4.29	5.60	1.50
			Cu	5.1	0.37	0.52	0.13
			Pb	0.21	0.17	0.021	0.059
Administration	995.2	294.5	Al	16.2	1.71	1.63	0.58
			Cu	7.3	0.68	0.73	0.23
			Pb	0.46	0.27	0.046	0.092

*Average of five measurements.

Table 7. Air copper levels in respirable particulate at different sections using chemical trap (CT), (wind direction from west to east).

Section	Element	Total air element, $\mu\text{g}/\text{m}^3$ Mean*	% TSP element in total air element Mean*	% PM ₁₀ element in total air element Mean*
Al drawing	Al	93.6	91.0	7.00
	Cu	11.6	93.8	6.81
	Pb	0.42	92.9	42.86
Cu drawing	Al	39.3	91.7	8.14
	Cu	242.0	94.5	6.96
	Pb	0.47	93.6	42.55
Al stranding	Al	63.5	91.5	8.43
	Cu	10.1	94.1	8.02
	Pb	0.43	93.0	51.16
Cu stranding	Al	23.5	92.1	9.36
	Cu	82.5	94.8	7.59
	Pb	0.46	93.5	45.65
Packing	Al	60.7	90.9	7.07
	Cu	5.5	93.0	6.73
	Pb	0.28	75.0	60.71
Administration	Al	18.0	90.2	9.5
	Cu	7.8	93.3	8.72
	Pb	0.49	93.9	55.10

*Average of five measurements.

Copper stranding: In this section the mean TSP and PM₁₀ were at 1100.1 and 314.6 µg/m³ respectively, and air aluminum, copper and lead levels were at 21.6 and 2.20 µg/m³; 78.2 and 6.26 µg/m³; 0.43 and 0.21 µg/m³ respectively, (Aluminum, copper and lead in TSP and PM₁₀ were at 1.96 and 0.70%; 7.09 and 1.99%; 0.039 and 0.067% respectively). The total mean air aluminum, copper and lead pollutants using Chemical Trap (CT) were at 23.5, 82.5 and 0.46 µg/m³ respectively.

Packing Section: In the packing section area the TSP and PM₁₀ were at 986.3 and 286.2 µg/m³ respectively, and air aluminum, copper and lead concentrations were at 55.2 and 4.29 µg/m³; 5.1 and 0.37 µg/m³; 0.21 and 0.17 µg/m³ respectively, (Aluminum, copper and lead in TSP and PM₁₀ were at 5.60 and 1.50%; 0.52 and 0.13%; 0.021 and 0.059% respectively)., The total mean air aluminum, copper and lead pollutants using Chemical Trap (CT) were at 60.7, 5.5 and 0.28 µg/m³ respectively.

Administration Section: In this section, which was considered as the control section, the mean TSP and PM₁₀ were at 995.2 and 294.5 µg/m³ respectively, and air aluminum, copper and lead concentrations were at 16.2 and 1.71 µg/m³; 7.3 and 0.68 µg/m³; 0.46 and 0.27 µg/m³ respectively, (Aluminum, copper and lead in TSP and PM₁₀ were at 1.63 and 0.58%; 0.73 and 0.23%; 0.046 and 0.092% respectively). The total mean air aluminum, copper and lead pollutants using Chemical Trap (CT) were at 18.0, 7.8 and 0.49 µg/m³ respectively.

III. Elemental Analysis of TSP and PM₁₀ in the Ambient Air of Aleppo City-Syria

Atmospheric particulate pollution has imposed a great burden on the terrestrial environment on a regional scale and even in a global context. Epidemiological studies have indicated that elevated concentrations of fine-particulate matter are associated with increased mortality and morbidity, especially in children and elderly people. Heavy metals are non-degradable, and can accumulate in the human body system, causing damage to a person's nervous system and internal organs. They also act as confounding factors of cardiovascular diseases, reproductive impairments and cancer. Metals in the ambient air can catalyze the oxidative stress in the body cells, eliciting inflammatory injuries in the airway and lungs. The inhalation of airborne trace metals can therefore have a long-term and serious impact on human health.

The arithmetic average for the concentration of some heavy metals together with the arithmetic average TSP or PM₁₀ in many cities in the world were determined, among them the following: Seoul-Korea, Rio de Janeiro-Brazil, Hong Kong, Tokyo- Japan, , Ho Chi Minh city- Vietnam, Taichung- Taiwan, Biejing- China, Baghdad- Iraq, Niteroi- Brazil, Kanazawa- Japan , Los Angeles- USA and Athena- Greece .

Environmental and biological monitoring of lead in acid batteries and liquid gases in Aleppo-Syrian company using total suspended particulates (TSP) of aerodynamics particle sizes larger 0.3 µm and chemical trap (CT) for total lead in air were studied. The results showed that, high mean of lead concentration in air in all different sections of the factory were more than the recommended maximum by National Ambient Air Quality Standards (NAAQS). Determination of Al, Cu and Pb in Aleppo Company for cable industry -Syria using TSP and PM₁₀ of aerodynamics particle sizes larger 0.3 µm and chemical trap (CT) were studied. The results showed that, the values of TSP, PM₁₀, Al and Cu in working atmosphere much lower than the guideline values specified by the Occupational Safety and Health Administration (OSHA), while high levels of lead were more than

the recommended maximum by (OSHA); due to the fact that Lead acid batteries and liquid gases plant adjacent to this factory from the western side, and the wind direction often from west to east.

Aleppo is a city in northern Syria, the first industrial Syrian city. Because of the rapid population growth has interfered the residential areas with industrial zones, which were located on the outskirts of the city. The studied industrial-residential sites in Aleppo city are as follows: **Sheikh-Said**: Industrial residential site is located about 6 kilometers from the city center on the north and it is containing: grand cement factory and several non-formal centers for mining of lead and acid batteries. **Hullok**: Industrial residential site is located about 5 kilometers from the city to the north-east of the city, and it is containing: many textile industries, laundries, dye houses, workshops apparel, many workshops for machinery, engines and cars maintenance, painting of cars and various spare parts. **Shkaeif**: Industrial residential site is located about 7 kilometers from the city center on the north of the city, accommodates a variety of industries as laundries, dye houses, workshops apparel and too many workshops for machinery, engines and cars maintenance, painting of cars and various spare parts. **Kafr-Hamra**: Industrial residential site is located about 8 kilometers from the city center on the north-west is containing: many textile industries, laundries, dye houses, malls and oils factory. The studied residential sites in Aleppo city are as follows: **Aleppo University**: The university camps and student residential site is located about 4 kilometers from the city center on the west of the city containing a variety of faculties and institutes. **Almuthaf (Museum)**: Residential and commercial area in general is located at the center of the city, a crowded and traffic jam. **Muhafaza**: Residential site is located at 3 kilometers from the city center on the west of the city with a busy traffic.

An investigation was carried out of air pollution in some sites of Aleppo at 2000 with the framework of the project of Integrated Pollution Control in Aleppo, where is financed by the European Union (EU), monitored by the United Nations Development Program (UNDP) and implemented by the Aleppo Directorate of the Environment in Governorate of Aleppo. It was found that, the hourly concentrations of NO_x , SO_2 and TSP were higher than the WHO permissible limits by up to 3-10 times .

EXPERIMENTAL

In the present measurements study of TSP and PM_{10} of aerodynamics particle sizes larger $0.3 \mu\text{m}$, and metal composition (Pb, Cd, Cu, Co, Cr, Ni, Fe, Mn and Zn) in industrial-residential sites and residential sites only in Aleppo city-Syria were carried out. All elements were determined using atomic absorption spectroscopy. The different investigated sites were Sheikh-Said, Hullok, Shkaeif, Kafr-Hamra (industrial-residential sites), Aleppo University, Almuthaf and Almuhafaza (residential sites only). A high flow TSP air sampler system (HVAS, Instrument NO. AS-16 , USA) and TE-6070 high volume MFC PM_{10} MFC monitor reference method (TISCH Environmental, INC. 145 MIAMI AVE USA) were used to collect samples for 24 hours using a glass filter Whatman EPM 2000 High-Volume 1882-866 and Micro-Quartz filter media 8" x 10" for TSP and PM_{10} respectively.

Atomic absorption spectrometer (AAS) used for analysis was manufactured by Shimadzu type AA-6601 equipped with lamps type HCL particular of analysis studied elements and corrected for background reference BGC-D2K with flame ($\text{Air-C}_2\text{H}_2$). The analytical used line of Pb, Cd, Cu, Co, Cr, Ni, Fe, Mn and Zn were at 217.0, 228.8, 324.75, 240.73, 357.87, 232.0, 248.33, 279.48 and 213.86 nm respectively.

Samples preparation: Samples were taken from different mentioned sites in Aleppo city-Syria for determination of TSP, PM_{10} , Pb, Cd, Cu, Co, Cr, Ni, Fe, Mn and Zn pollutants. Samples were collected using the TSP and PM_{10} , dried at 105°C , followed by crushing in a porcelain mortar, then dried again, and mixed once again and kept in polyethylene packages for next procedures. A 0.5 g of the previous sample was treated with 20 ml solution content 5 M of HNO_3 and H_2O_2

concentrations. The mixture was boiled on an electric heater for 30 minutes then filtrated and transferred into volumetric flask volume of 25 mL and the final volume was completed to 25 mL using distilled water.

Environmental Study

Total Suspended Particulates (TSP) Monitoring: The TSP samples were collected continuously in the different sites of Aleppo city through the autumn 2008, spring and summer 2009. The particulate collected using filters with a pore size of 0.3 μm .

Inhaled Particulates PM₁₀: The inhaled particulates were measured using PM₁₀ sampler in the different sites of Aleppo city. Inhaled dust is a new term used to describe dust that is hazardous when they deposited anywhere in the respiratory track including the nose, mouth and lungs. Researchers generally recognize that these particulates <10 μm and >0.3 μm may cause significant adverse effects.

Air-elements (Pb, Cd, Cu, Co, Cr, Ni, Fe, Mn and Zn) Estimation: The Pb, Cd, Cu, Co, Cr, Ni, Fe, Mn and Zn contents in the TSP and PM₁₀ samples were subjected to wet mixture digestion (20 ml solution content at 5 M of HNO₃ and H₂O₂ concentrations) on a slow heating hot plate. The digested matter was filtered, made up to 25 ml using quartz double distilled water. The final analysis for Pb, Cd, Cu, Co, Cr, Ni, Fe, Mn and Zn estimation were performed by flame AAS.

RESULTS AND DISCUSSION

Environmental Monitoring: In the present study, personal monitoring of the TSP, PM₁₀ were carried out in different sites of Aleppo city. The TSP, PM₁₀ and air elements (Pb, Cd, Cu, Co, Cr, Ni, Fe, Mn and Zn) in studied atmosphere noted in the different sites are presented in Tables 8- 11.

Sheikh-Said: The mean TSP and PM₁₀ were at 477 and 274 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ respectively, and air elements (Pb, Cd, Cu, Co, Cr, Ni, Fe, Mn and Zn) concentrations were at 901 and 580; 4.16 and 2.11; 490 and 226; 0.24 and 0.11; 94 and 43; 0.49 and 0.30; 1771 and 1256; 206 and 135; 576 and 398 ng/m^3 using TSP and PM₁₀ respectively, Tables 8,10. The sequence for heavy metal concentrations in ambient air were Fe>Pb>Zn>Cu>Mn>Cr>Cd>Ni>Co. The concentration of heavy metals Pb, Cd, Cu, Co, Cr, Ni, Fe, Mn and Zn relative to the TSP and PM₁₀ were at 0.19 and 0.21%; 0.0009 and 0.0008%; 0.10 and 0.08%; 0.00005 and 0.00004%; 0.020 and 0.016%; 0.00010 and 0.00011%; 0.37 and 0.46%; 0.043 and 0.049%; 0.12 and 0.145% respectively. This site contains the highest quantity of Pb and Cd.

Hullok: The mean TSP and PM₁₀ were at 745 and 439 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ respectively, and air elements (Pb, Cd, Cu, Co, Cr, Ni, Fe, Mn and Zn) concentrations were at 457 and 293; 1.29 and 0.66; 290 and 142; 0.88 and 0.43; 73 and 40; 1.71 and 1.10; 2065 and 1345; 235 and 155; 740 and 510 ng/m^3 using TSP and PM₁₀ respectively, Tables 8,10. The sequence for heavy metal concentrations in ambient air were Fe>Zn>Pb>Mn>Cu>Cr>Ni>Cd>Co. The concentration of heavy metals Pb, Cd,

Table 8. Particulate element concentration in atmosphere of industrial and residential sites for Aleppo city at autumn 2008, spring and summer 2009 using total suspended particulate (TSP).

Site	Time	TSP* µg.m ⁻³	Mean* concentration, ng.m ⁻³								
			Pb	Cd	Cu	Co	Cr	Ni	Fe	Mn	Zn
Sheikh-Said	autumn	520	952	4.60	564	0.28	97	0.43	1807	214	640
	spring	298	640	3.14	312	0.14	83	0.39	1116	179	431
	summer	612	1112	4.73	594	0.30	102	0.64	2391	224	657
Hullok	autumn	795	497	1.37	228	0.88	74	1.73	2215	247	765
	spring	630	308	0.97	196	0.85	68	1.52	1586	201	640
	summer	810	567	1.52	445	0.91	78	1.87	2393	256	815
Shkaeif	autumn	899	876	2.97	1720	1.80	191	1.27	3001	259	988
	spring	693	631	2.07	1645	1.62	182	1.13	2917	218	894
	summer	961	986	3.04	1837	1.94	203	1.29	3028	270	1039
Kafr-Hamra	autumn	486	402	1.07	410	0.52	214	0.32	3887	200	486
	spring	256	297	0.98	324	0.41	199	0.28	2766	182	370
	summer	585	416	1.20	418	0.54	223	0.37	4604	211	552

* Average of five measurements.

Table 9. Particulate element concentration in atmosphere of residential sites for Aleppo city at autumn 2008, spring and summer 2009 using total suspended particulate (TSP).

Site	Time	TSP* µg.m ⁻³	Mean* concentration, ng.m ⁻³								
			Pb	Cd	Cu	Co	Cr	Ni	Fe	Mn	Zn
Aleppo University (Student housing)	autumn	122	110	0.86	187	0.23	27	0.18	897	18	203
	spring	73	94	0.60	102	0.19	23	0.14	689	16	184
	summer	154	116	0.92	210	0.28	31	0.19	964	20	210
Almuthaf (Museum)	autumn	161	254	1.28	213	0.34	48	0.34	1187	68	510
	spring	140	204	1.07	190	0.28	43	0.25	1043	61	435
	summer	241	263	1.37	262	0.36	51	0.41	1249	76	545
Almuhafaza	autumn	164	115	0.91	160	0.16	30	0.08	472	25	97
	spring	146	98	0.68	145	0.12	26	0.06	412	22	86
	summer	172	128	0.97	162	0.18	34	0.10	498	28	103

* Average of five measurements.

Table 10. Particulate element concentration in atmosphere of industrial - residential sites for Aleppo city at autumn 2008, spring and summer 2009 using PM₁₀.

Site	Time	PM ₁₀ * µg.m ⁻³	Mean* concentration, ng.m ⁻³								
			Pb	Cd	Cu	Co	Cr	Ni	Fe	Mn	Zn
Sheikh-Said	autumn	280	609	2.38	226	0.11	42	0.28	1265	142	442
	spring	204	397	1.50	158	0.08	38	0.24	780	113	295
	summer	339	734	2.46	295	0.14	48	0.39	1722	149	456
Hullok	autumn	470	318	0.76	124	0.42	41	1.12	1440	165	523
	spring	368	195	0.42	100	0.40	33	0.97	1026	130	438
	summer	480	365	0.79	203	0.46	45	1.22	1568	170	568
Shkaeif	autumn	549	631	2.10	890	0.75	74	0.84	1802	153	670
	spring	418	450	1.42	851	0.60	68	0.71	1740	120	602
	summer	585	714	2.26	963	0.79	78	0.86	1811	161	710
Kafr-Hamra	autumn	238	278	0.68	203	0.22	113	0.21	2136	125	323
	spring	123	201	0.41	160	0.17	101	0.17	1505	118	240
	summer	246	286	0.73	210	0.23	120	0.25	2538	141	367

* Average of five measurements.

Table 11. Particulate element concentration in atmosphere of residential sites for Aleppo city at autumnal 2008, spring and summer 2009 using PM₁₀.

Site	Time	PM ₁₀ [*] µg.m ⁻³	Mean [*] concentration, ng.m ⁻³								
			Pb	Cd	Cu	Co	Cr	Ni	Fe	Mn	Zn
Aleppo University (Student housing)	autumn	49	87	0.46	94	0.09	12	0.12	501	9.6	135
	spring	37	73	0.31	53	0.08	10	0.09	380	8.4	120
	summer	54	94	0.48	108	0.10	14	0.14	527	10.9	139
Almuthaf (Museum)	autumn	72	210	0.68	112	0.14	22	0.23	660	36	338
	spring	63	161	0.54	93	0.10	18	0.14	570	31	285
	summer	110	213	0.72	134	0.15	23	0.27	688	39	360
Almuhafaza	autumn	68	93	0.48	84	0.07	14	0.05	252	13	65
	spring	61	81	0.35	70	0.05	12	0.04	220	11	55
	summer	72	105	0.52	86	0.07	16	0.07	270	15	68

* Average of five measurements.

Cu, Co, Cr, Ni, Fe, Mn and Zn relative to the TSP and PM₁₀ were at 0.061 and 0.068%; 0.00017 and 0.00015%; 0.039 and 0.032%; 0.00012 and 0.000098%; 0.0098 and 0.0091%; 0.0144 and 0.023%; 0.28 and 0.31%; 0.032 and 0.035%; 0.099 and 0.12%, respectively. This site contains the highest quantity of Ni and Mn.

Shkaeif: The mean TSP and PM₁₀ were at 851 and 517 µg/m³ respectively, and air elements (Pb, Cd, Cu, Co, Cr, Ni, Fe, Mn and Zn) concentrations were at 831 and 598; 2.7 and 1.93; 1734 and 901; 1.79 and 0.713; 192 and 73; 1.23 and 0.80; 2982 and 1784; 249 and 145; 974 and 661 ng/m³ using TSP and PM₁₀ respectively, Tables 8,10. The sequence for heavy metal concentrations in ambient air were Fe>Zn>Cu>Pb>Mn>Cr>Cd>Co>Ni. The concentration of heavy metals Pb, Cd, Cu, Co, Cr, Ni, Fe, Mn and Zn relative to the TSP and PM₁₀ were at 0.098 and 0.12%; 0.00032 and 0.00037%; 0.20 and 0.17%; 0.00021 and 0.00014%; 0.023 and 0.014%; 0.00014 and 0.00015%; 0.35 and 0.35%; 0.029 and 0.028%; 0.11 and 0.13%, respectively. This region are characterized by large quantities of various studied heavy metals, and contains the highest amount of TSP, MP₁₀, Cu, Zn, Mn and Co.

Kafr-Hamra: The mean TSP and PM₁₀ were at 442 and 202 µg/m³ respectively, and air elements (Pb, Cd, Cu, Co, Cr, Ni, Fe, Mn and Zn) concentrations were at 372 and 255; 1.08 and 0.61; 384 and 191; 0.49 and 0.21; 212 and 111; 0.32 and 0.21; 3752 and 2060; 198 and 128; 469 and 310 ng/m³ using TSP and PM₁₀ respectively, Tables 8,10. The sequence for heavy metal concentrations in ambient air were Fe>Zn>Cu>Pb>Cr>Mn>Cd>Co>Ni. The concentration of heavy metals Pb, Cd, Cu, Co, Cr, Ni, Fe, Mn and Zn relative to the TSP and PM₁₀ were at 0.084 and 0.13%; 0.00024 and 0.00030%; 0.086 and 0.095%; 0.00011 and 0.00010%; 0.048 and 0.055%; 0.000072 and 0.00010%; 0.084 and 1.02%; 0.045 and 0.063%; 0.106 and 0.153%, respectively. This site contains the highest quantity of Fe and Cr.

Aleppo University: The mean TSP and PM₁₀ were at 116 and 47 µg/m³ respectively, and air elements (Pb, Cd, Cu, Co, Cr, Ni, Fe, Mn and Zn) concentrations were at 107 and 85; 0.79 and 0.42; 166 and 85; 0.23 and 0.09; 27 and 12; 0.17 and 0.116; 850 and 469; 18 and 9.6; 199 and 131 ng/m³ using TSP and PM₁₀ respectively, Tables 9,11. The sequence for heavy metal concentrations in ambient air were Fe>Zn>Cu>Pb>Cr>Mn>Cd>Co>Ni. The concentration of heavy metals Pb, Cd, Cu, Co, Cr, Ni, Fe, Mn and Zn relative to the TSP and PM₁₀ were at 0.092 and 0.18%; 0.00068 and 0.00089%; 0.14 and 0.18%; 0.00020 and 0.00019%; 0.023 and 0.026%; 0.00015 and 0.00025%; 0.73 and 1.00; 0.016 and 0.020%; 0.17 and 0.28%, respectively.

Almuthaf: The mean TSP and PM₁₀ were at 181 and 82 µg/m³ respectively, and air elements (Pb, Cd, Cu, Co, Cr, Ni, Fe, Mn and Zn) concentrations were at 240 and 195; 1.24 and 0.65; 222 and 113; 0.33 and 0.13; 47 and 21; 0.33 and 0.21; 1160 and 639; 68 and 35; 497 and 328 ng/m³ using TSP and PM₁₀ respectively, Tables 9,11. The sequence for heavy metal concentrations in ambient air were Fe>Zn>Pb>Cu>Mn>Cr>Cd>Ni>Co. The concentration of heavy metals Pb, Cd, Cu, Co, Cr, Ni, Fe, Mn and Zn relative to the TSP and PM₁₀ were at 0.13 and 0.24%; 0.00069 and 0.00079%; 0.12 and 0.14%; 0.00018 and 0.00016%; 0.026 and 0.026%; 0.00018 and 0.00026%; 0.64 and 0.78%; 0.038 and 0.043%; 0.27 and 0.40%, respectively.

Almuhafaza: The mean TSP and PM₁₀ were at 161 and 67 µg/m³ respectively, and air elements (Pb, Cd, Cu, Co, Cr, Ni, Fe, Mn and Zn) concentrations were at 114 and 93; 0.85 and 0.45; 155 and 80; 0.15 and 0.06; 30 and 14; 0.08 and 0.05; 461 and 247; 25 and 13; 95 and 63 ng/m³ using TSP and PM₁₀ respectively, Tables 9,11. The sequence for heavy metal concentrations in ambient air were Fe>Cu>Pb>Zn>Cr>Mn>Cd>Co>Ni. The concentration of heavy metals Pb, Cd, Cu, Co, Cr, Ni, Fe, Mn and Zn relative to the TSP and PM₁₀ were at 0.071 and 0.139%; 0.00053 and 0.00067%; 0.096 and 0.119%; 0.000093 and 0.000090%; 0.019 and 0.021%; 0.000050 and 0.000075%; 0.29 and 0.37%; 0.016 and 0.019%; 0.059 and 0.094%, respectively.

The results showed that, the values of TSP, PM₁₀, Pb, Ni and Mn in industrial-residential sites atmosphere were more than the recommended maximum by World Health Organization (WHO), while the value levels of TSP, PM₁₀ and all metals in residential sites only were lower than the guideline values specified by WHO, Fig. 3-4. Particulate element concentrations in ambient air of industrial-residential sites and residential sites only in Aleppo city at autumn 2008 to summer 2009 using total suspended particulate (TSP) have been determined, Fig.3.

The arithmetic average for the concentration of all metals together with the arithmetic average TSP and PM₁₀ in all studied sites of Aleppo are listed in Tables 8-11. Results determination of TSP, PM₁₀ and elements Pb, Cd, Cu, Co, Cr, Ni, Fe, Mn and Zn in Aleppo city and other cities are listed in Table 5 for comparison. It is to be noticed from Table 12 that the average concentration of TSP, Pb, Cu, Cr, Mn and Zn in industrial-residential sites of Aleppo city are higher than they are in other cities. With the exception of Baghdad, it is more polluted by Pb, Cd, Cu and Fe, and Rio de Janeiro by Co, Cr, Fe Mn and Zn.

It might be interesting to compare the level of metal in ambient air of Aleppo city (C_{Aleppo}) with level it in ambient air of other cities (C_{city}) using the relationship:

$$R_m = C_{Aleppo} / C_{city}$$

The Calculated results of R_m are listed in Table 13. This table shows that ambient air pollution by Pb, Cu, Cr, Mn and Zn in industrial-residential sites of Aleppo city more than most other cities, while in the residential sites (where there is no industrial plants) the pollution levels of studied metals are less or similar to levels in other international cities.

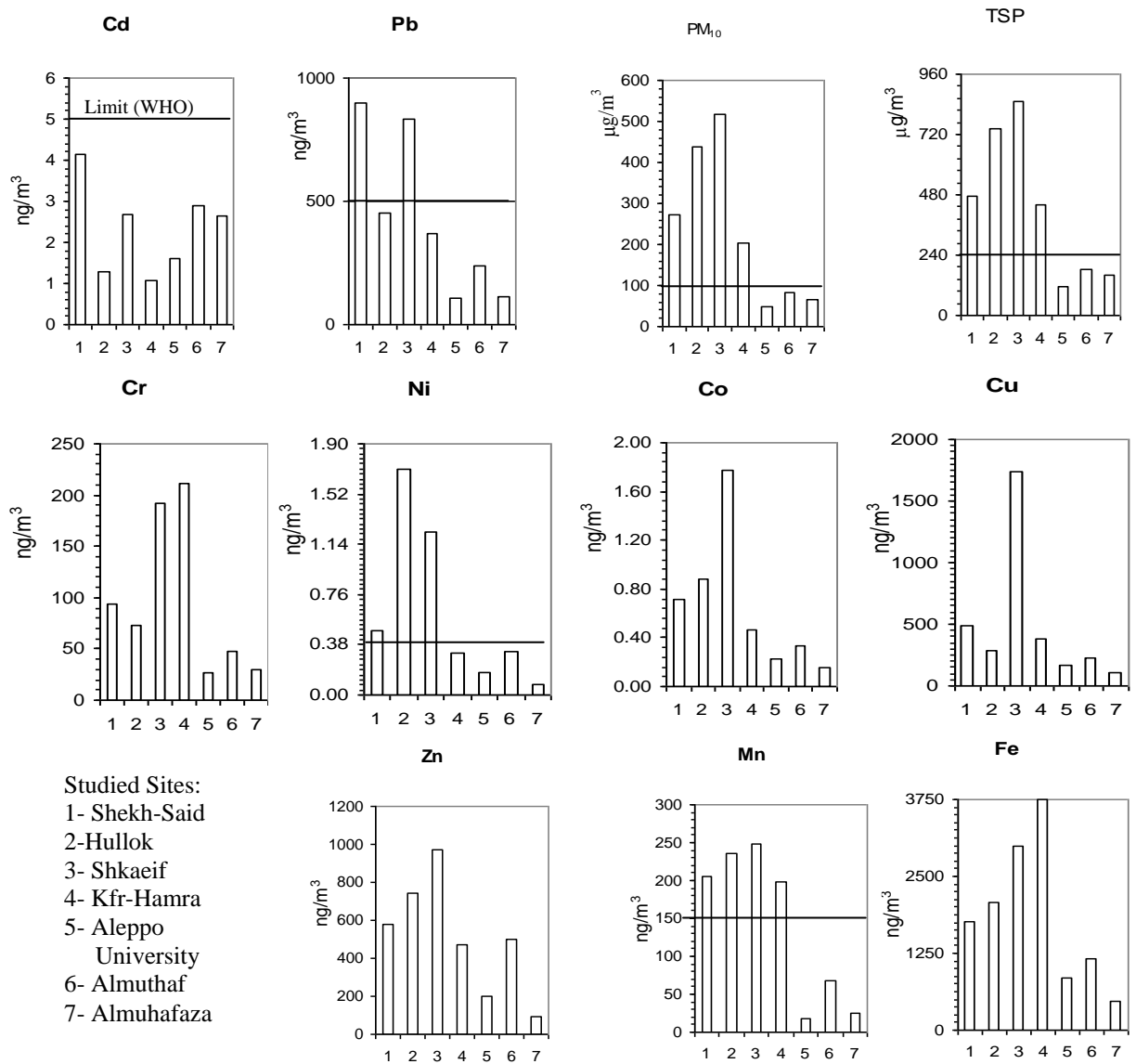


Fig.3. TSP, PM₁₀ (μg/m³) and metal concentrations (ng/m³) in atmospheric particulates of Aleppo city – Syria.

Fig.4. Particulate element concentrations in air of industrial - residential sites (A) and residential sites only (B) in Aleppo city at autumnal 2008 to summer 2009 using total suspended particulate(TSP).

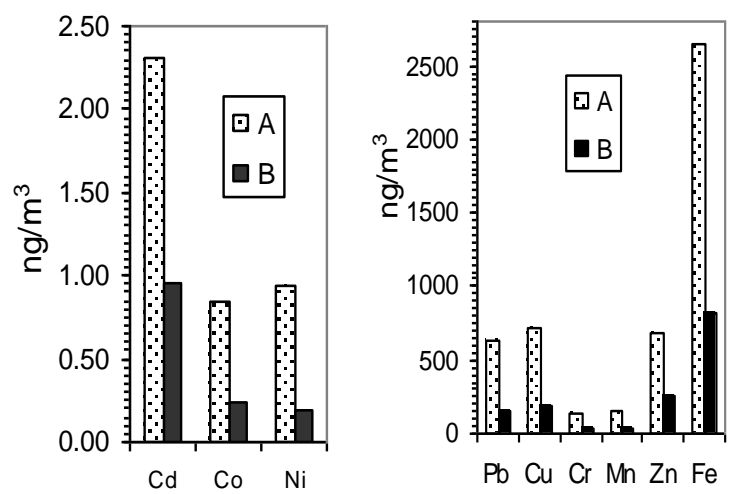


Table 12. The mean value of tsp and metals concentrations in atmosphere for aleppo city and other cities.

City	TSP*, µg.m ⁻³	Mean* concentration, ng.m ⁻³								
		Pb	Cd	Cu	Co	Cr	Ni	Fe	Mn	Zn
Sytir, Aleppo ^a	629	640	2.31	724	0.85	143	0.94	2643	222	690
Syria, Aleppo ^b	153	154	0.96	181	0.24	35	0.19	823	37	264
Korea, Seoul	-	77	3.10	208	-	15.0	19.0	2397	79.7	-
Brazil, Rio de Janeiro	87	101	0.9	385	1.1	421	0.5	38903	1216	2120
Hong Kong	-	57	1.61	70.8	-	15.3	-	1480	48.3	298
Japan, Tokyo	-	125	-	30	-	6.1	-	-	-	299
Vietnam, Ho Chi Minh city	-	146	-	1.82	-	8.6	-	-	-	203
Taiwan, Taichung	-	574	8.5	199	-	29	-	-	-	395
China, Biejing	-	430	6.8	110	-	19	-	-	-	770
Iraq, Baghdad	463	1910	14	752	-	100	-	8270	285	328
Brazil, Niteroi	179	71	1.86	-	-	-	-	3490	51	342
Japan, Kanazawa	1.39	5.7	0.45	18	2.2	-	-	869	35	1386
USA, Los Angeles	-	14	-	52	-	4.9	9.2	-	-	84
Greece, Athena	134	376	0.6	91	-	48	45	1276	-	484

^a Industrial and residential sites, ^b Residential sites only.

Table 13. Ratio of the mean value of TSP and metal concentrations between Aleppo city and other cities.

Ratio	TSP	Pb	Cd	Cu	Co	Cr	Ni	Fe	Mn	Zn
Aleppo ^a / Seoul	-	8.31	0.75	3.48	-	9.53	0.05	1.10	2.79	-
Aleppo ^b / Seoul	-	2.00	0.31	0.87	-	2.33	0.01	0.34	0.46	-
Aleppo ^a / Rio de Janeiro	7.23	6.33	2.57	1.88	0.77	0.34	1.88	0.07	0.18	0.33
Aleppo ^b / Rio de Janeiro	1.76	1.52	1.07	0.47	0.22	0.08	0.38	0.02	0.03	0.12
Aleppo ^a /Hong Kong	-	11.23	1.43	10.20	-	9.35	-	1.78	4.60	2.31
Aleppo ^b /Hong Kong	-	2.70	0.60	2.55	-	2.29	-	0.56	0.77	0.82
Aleppo ^a /Tokyo	-	1.23	-	24.13	-	23.44	-	-	-	2.31
Aleppo ^b / Tokyo	-	5.12	-	6.03	-	5.74	-	-	-	0.88
Aleppo ^a /Ho Chi Minh	-	1.05	-	398	-	16.63	-	-	-	3.40
Aleppo ^b / Ho Chi Minh	-	4.38	-	99.4	-	4.07	-	-	-	1.30
Aleppo ^a /Taichung	-	0.27	0.27	3.64	-	4.93	-	-	-	1.75
Aleppo ^b / Taichung	-	1.11	0.11	0.91	-	1.21	-	-	-	0.67
Aleppo ^a /Biejing	-	0.36	0.34	6.58	-	7.53	-	-	-	0.90
Aleppo ^b / Biejing	-	1.49	0.14	1.64	-	1.84	-	-	-	0.34
Aleppo ^a / Baghdad	1.36	0.34	0.17	0.96	-	1.43	-	0.32	078	2.10
Aleppo ^b / Baghdad	0.33	0.08	0.07	0.24	-	0.35	-	0.10	0.13	0.80
Aleppo ^a /Niteroi (Brazil)	3.51	9.01	1.24	-	-	-	-	0.76	4.35	2.02
Aleppo ^b /Niteroi (Brazil)	0.85	2.17	0.52	-	-	-	-	0.23	0.73	0.77
Aleppo ^a /Kanazawa	452	112.3	5.13	40.22	0.39	-	-	3.04	6.34	0.50
Aleppo ^b /Kanazawa	110	27.02	2.13	10.06	0.11	-	-	0.95	1.06	0.19
Aleppo ^a /Los Angeles	-	45.7	-	13.92	-	29.18	0.10	-	-	8.21
Aleppo ^b /Los Angeles	-	11.00	-	3.48	-	7.14	0.02	-	-	3.14
Aleppo ^a /Athena	4.69	1.70	3.85	7.96	-	2.98	0.02	2.07	-	1.43
Aleppo ^b / Athena	1.14	0.41	1.6	1.99	-	0.73	0.004	0.64	-	0.54

^a Industrial and residential sites, ^b Residential sites only.

IV. Study of Air Pollution by Heavy Metals in Aleppo City During April and May of 2009, Using Environmental Observation Stations

Study of air pollution by heavy metals (Pb, Cd, Cu, Cr, Ni, Fe, Mn and Zn), in five environmental observation stations in Aleppo City during April and May of 2009, was done by using atomic absorption spectroscopy. The average concentrations of the above mentioned heavy metals during April and May 2009 were 126 to 1085 and 124 to 1265; 0.50 to 4.6 and 0.72 to 4.4; 24 to 1480 and 31 to 1502; 15 to 218 and 14 to 208; 0.11 to 0.94 and 0.18 to 0.98; 1064 to 4512 and 1054 to 5422; 37 to 290 and 45 to 314; 39 to 1060 and 51 to 1174 ng/m³ for Pb, Cd, Cu, Cr, Ni, Fe, Mn and Zn respectively in different environmental observation stations using TSP, see Tables 14-15. The results showed that, the value levels of Pb (in stations N^o 1 and 2), Fe(in station N^o 2), Ni (in stations N^o 1 and 2) and Mn (in stations N^o 1, 2 and 3) in atmosphere were more than the recommended maximum by World Health Organization (WHO), while the value levels of all other metals in all stations were lower than the guideline values specified by WHO.

Table 14. The average concentrations of the d heavy metals during April 2009 in Aleppo city.

N ^o of Ctation	Data	Mean concentration*, ng.m ⁻³							
		Pb	Cd	Cu	Cr	Ni	Fe	Mn	Zn
1	16/4	1085	3.6	518	92	0.49	2256	218	812
	23/4	975	4.2	494	98	0.39	2110	198	680
	\bar{m}	1030	3.9	506	95	0.44	2183	203	746
2	16/4	856	3.8	1480	210	0.94	4512	290	1060
	23/4	784	4.6	1360	218	0.86	4012	278	984
	\bar{m}	820	4.2	1420	214	0.90	4262	284	1027
3	16/4	495	3.6	386	36	0.28	1613	182	362
	23/4	435	3.0	364	32	0.24	1589	164	304
	\bar{m}	465	3.3	375	34	0.26	1601	173	333
4	16/4	164	0.82	32	17	0.15	1078	45	41
	23/4	126	0.50	24	15	0.11	1064	37	39
	\bar{m}	145	0.66	28	16	0.13	1071	41	40
5	16/4	436	4.3	51	40	0.24	1101	49	438
	23/4	428	3.7	43	32	0.20	1083	47	334
	\bar{m}	432	4.0	47	36	0.22	1093	48	386
Limit		500 WHO	5 WHO	100000 WHO	1100 WHO	0.38 WHO	3720 TP	150 WHO	5 mg/m ³ WHO

* Average of five measurements.

Table 15. The average concentrations of the d heavy metals during May 2009 in Aleppo city.

N ^o of Ctation	Data	Mean concentration*, ng.m ⁻³							
		Pb	Cd	Cu	Cr	Ni	Fe	Mn	Zn
1	1/5	1221	4.0	502	107	0.48	2774	194	702
	13/5	1265	4.4	518	113	0.42	2804	232	886
	\bar{m}	1241	4.2	512	110	0.45	2789	213	794
2	1/5	1073	4.3	1400	208	0.92	4518	270	992
	13/5	1107	3.9	1502	196	0.98	5422	314	1174
	\bar{m}	1090	4.1	1451	202	0.95	4970	292	1083
3	1/5	443	3.2	361	32	0.25	1734	172	291
	13/5	467	3.8	397	28	0.29	1998	204	409
	\bar{m}	455	3.5	379	30	0.27	1866	188	350
4	1/5	124	0.72	31	14	0.18	1132	45	51
5	1/5	465	3.8	49	24	0.26	1054	46	348
	13/5	471	4.4	61	20	0.24	1410	58	472
	\bar{m}	468	4.1	55	22	0.25	1232	52	410
Limit		500 WHO	5 WHO	10 ³ WHO	1100 WHO	0.38 WHO	3720 TP	150 WHO	5 mg/m ³ WHO

* Average of five measurements

6-المراجع العلمية

References

- 1 MITRA S., 2003- **Sample Preparation Techniques in Analytical Chemistry**, John Wiley & Sons Inc., ISBN 0-471-32845-6
- 2 SCOOG D., WEST D. and HOLLER J., 1992- **Fundamentals of Analytical Chemistry**, Saunders College Publishing, Philadelphia.
- 3 HORWITZ W., KAMPS L. and BOYER K., 1980- *J. Assoc. Off. Anal. Chem.*, **63**, 1344–1354.
- 4 KEBBEKUS B. and MITRA S., 1998- **Environmental Chemical Analysis**, Chapman & Hall, New York.
- 5 U.S. EPA, Test Methods: Methods for Organic Chemical Analysis of Municipal and Industrial Wastewater, 600/4-82-057.
- 6 U.S. EPA method 3640A, 1994- Gel-Permeation Cleanup, pp. 1–15.
- 7 LOPEZ-AVILA V., MILANES J., DODHIWALA N., and BECKERT W., 1989-**Cleanup of environmental sample extracts using florisil solid-phase extraction cartridges**, *J. Chromatogr. Sci.*, **27**, 109–215.
- 8 MILLS P., 1968- *J. Assoc. Off. Anal. Chem.*, **51**, 29.
- 9 MATUSIEWWICZ H., 2003- **Wet Digestion Methods**, Chapter 13, 60-965, Poland.
- 10 BARNES K. W., 1998- **Preparation of samples for metals analysis**, *At. Spectrosc.*, **19**(2), 31–39. 264.
- 11 ZBINDEN P. and AUBRY D., 1998- *At. Spectrosc.*, **19**(6), 214–219.
- 12 LAMBIE K. J. and HILL S. J., 1998- *Analyst*, **123**, 103r–133r.
- 13 LIU J., STURGEON R. E. and WILLIE S. N., 1995- *Analyst*, **120**, 1905.
- 14 SCHNITZER G., SOUBELET A., TESTU C. and CHAFEY C., 1995- **Comparison of open and closed focussed microwave digestions in view of total mercury determination by cold vapour atomic absorption spectrometry**, *Mikrochim. Acta*, **119**, 199.
- 15 BALDWIN S., DEAKER M. and MAHER W., 1994- **Measurement of trace elements in marine biological tissues using microwave digestion in low volume pressurised vessels**, *Analyst*, **119**, 1701.
- 16 SHEPPARD B. S., HEITKEMPER D. T., and GASTON C. M., 1994- **Microwave digestion for the determination of arsenic, cadmium and lead in seafood products by inductively coupled plasma atomic emission and mass spectrometry**, *Analyst*, **119**, 1683.
- 17 SURES B., TARASCHEWSKI H., and HAUG C., 1995- **Determination of trace metals (Cd, Pb) in fish by electrothermal atomic absorption spectrometry after microwave digestion**, *Anal. Chim. Acta*, 311, 135.
- 18 YUSOF A. M., RAHMAN N. A. and WOOD A. K. H., 1994- **The accumulation and distribution of trace metals in some localized marine species**, *Biol. Trace Elem. Res.*, 43/45, 239.
- 19 JAFFE R., FERNANDEZ C. A. and ALVARADO J., 1992- **Trace Metal Analyses in Octocorals by Microwave Acid Digestion and Graphite-Furnace Atomic-Absorption Spectrometry**, *Talanta*, **39**, 113-117.

- 20 PERGANTIS S. A., CULLEN W. R. and WADE A. P., 1994- **Simplex Optimization of Conditions for the Determination of Arsenic in Environmental Samples by Using Electrothermal Atomic Absorption Spectrometry**, *Talanta*, **41**, 205.
- 21 QUEVAUVILLER P., IMBERT I. L. and OLLE M., 1993- **Evaluation of the use of microwave oven systems for the digestion of environmental samples**, *Mikrochim. Acta*, **112**, 147.
- 22 SUN D. H., WATERS J. K. and MAWHINNEY T. P., 1997- *J. Anal. At. Spectrom.*, **12**, 675.
- 23 PRASAD P. V. A., 1994- *J. Arunachalam, and S. Gangadharan, Electroanalysis*, **6**, 589.
- 24 FEINBERG M., SUARD C. and IRELAND-RIPERT J., 1994- **Development of a fully automated open-vessel focused microwave-digestion system**, *Chem. Int. Lab. Syst.*, **22**, 37.
- 25 POUGNET M. A. B., SCHNAUTZ N. G. and WALKER A. M., 1992- *S. Afr. J. Chem.*, **25**, 86.
- 26 HART D., 1998- **Sample preparation techniques**. In (D. Hart & G. S. Humphreys, Eds) *Australasian Phytolith Workshop*, Feb. 9 & 10, Sydney: Geoecology Group, School of Earth Sciences, Macquarie University.
- 27 STEWART W. D. and ARTHUR J. M., 1935- **An improved standardized method for ashing of plant material**, *American Journal of Botany*, **22**, 905.
- 28 SCHELENBERG H. C., 1908- **Wheat and barley from the North Kurgan, Anau**. In (R. Pumpelly, Ed.) *Explorations in Turkestan* Vol. 3. Washington: Carnegie Institution, pp. 471–473.
- 29 MERIAN E., 1991- **Metals and their Compounds in the Environment: Occurrence**, *Analysis and Biological Relevance*, VCH, Weinheim, p. 1373.
- 30 MAIER E. A. and GRIEPINK B., 1995- Ph. Quevauviller, *Quality Assurance for Environmental Analysis*, Elsevier Science, Amsterdam, 1995, pp. 505–523.
- 31 LEOTSINIDIS M., ALEXOPOULOS A. and KOSTOPOULOU-FARRI E., 2005- **Toxic and essential trace elements in human milk from Greek lactating women: Association with dietary habits and other factors**, *Chemosphere*, **61**, 238–247.
- 32 ARNAUD J. and FAVIER A., 1995- **Copper, iron, manganese and zinc contents in human colostrum and transitory milk of French women**, *Sci. Total Environ.*, **159**, 9–15.
- 33 HONDA R., TAWARA K., MUNeko N., NAKAGAWA H., TANEBE K. and SAITO S., 2003- **Cadmium exposure and trace elements in human breast milk**, *Toxicology* **186**, 255–259.
- 34 DUPLER D., 2001, **Heavy metal poisoning**. *Gale Encyclopedia of Alternative Medicine*, Farmington Hills, MI: Gale Group
- 35 ALLEN E., 1966- **Automation in Analytical Chemistry**, *Technicon Symposia*, p. 247.
- 36 LIN Y., FRYXELL G. E., WU H. and ENGLEHARD M., 2001- *Environ. Sci. Technol.*, **35**, 3962.
- 37 VASSILEVA E., VARIMEZOVA B. and HADJIIVANOV K., 1996- **Column solid-phase extraction of heavy metal ions on a high surface area CeO₂ as a preconcentration method for trace determination**, *Anal. Chim. Acta*, **336**(1/3), 141–150.
- 38 AGRAHAR-MURUGKAR D. and SUBBULAKSHMI G., 2005- **Nutritional value of edible wild mushrooms collected from the Khasi hills of Meghalaya**, *Food Chemistry*, **89**(4), 599.

- 39 BANO Z., NAGARAJA K., VIBHAKAR S. and KAPUR O. P., 1981- **Mineral and the heavy metal contents in the sporophores of pleurotus species.** *Mushroom, Newsletter Tropics*, 2, 3–7.
- 40 WHO , 1997- **Evaluation of Certain Food Additives and Contaminants: 46th Report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives**, WHO Technical Report Series No. 868, pp.i-viii.
- 41 GAST C. H., JANSEN E., BIERLING J. and HAANSTRA L., 1988- **Heavy metals in mushrooms and their relationship with soil characteristics**,*Chemosphere*, **17**, 789–799.
- 42 ONIANWA P. C., ADEYEMO A. O., IDOWU O. E. and OGABIELA E. E., 2001- **Copper and zinc contents of Nigerian foods and estimates of the adult dietary intakes.**,*Food Chemistry*, **72**, 89–95.
- 43 VETTER J., 1993- **Toxic elements in certain higher fungi.**,*Food Chemistry*, **48**, 207–208.
- 44 SVOBODA L., ZIMMERMANNNOVA K. and KALAC P., 2000- **Concentrations of mercury, cadmium, lead, and copper in fruiting bodies of edible mushrooms in an emission area of a copper smelter and a mercury smelter**, *The Science of the Total Environment*, 246, 61–67.
- 45 FAO/WHO, 1972- **Evaluation of certain food additives and the contaminants mercury, cadmium and lead.** WHO Technical report series, No. 505. Geneva: WHO.
- 46 FDA, 2000- **Total diet study statistics on element results**,*US Food and drug administration*, Washington, DC:.
- 47 INSKIP M. J. and PIOTROWSKI J. K., 1985- **Review of the health effects of methyl mercury.**,*Journal of Applied Toxicology*, **5**, 113–133.
- 48 KURIESHY T. W. and DESILIVA C., 1993- **Uptake and loss of mercury, cadmium and lead in marine organisms**,*Indian Journal of Experimental Biology*, **31**, 373–379.
- 49 SCHMITT C. J. and BRUMBAUGH W. G., 1990- **National contamination biomonitoring program: Concentrations of arsenic, cadmium, copper, lead, mercury, selenium and zinc in US fresh water fish, 1976–1984.** *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, 19, 731–747.
- 50 SCHOERDER H. A., 1965- **Cadmium as a factor in hypertension.**,*Journal of Chronic Diseases*,**18**, 647.
- 51 VOEGBORLO R. B., EL-METHNANI A. M. and ABEDIN M. Z., 1999- **Mercury, cadmium and lead content of canned tuna fish.**,*Food Chemistry*, **67**, 341–345.
- 52 MADER P., SZÁKOVÁ J. and MIHOLOVÁ D., 1998- **Classical dry ashing of biological and agricultural materials. Part II. Losses of analytes due to their retention in an insoluble residue**, *Analisis*, **26**, 121-129
- 53 CALLOW P., 1995- **Handbook of ecotoxicology**, second ed, *Black well science inc.* Maiden, PP: 526-533.
- 54 DUDKA S., PIOTROWSKA M. and CHLOPECKA A., 1999- **Effect of elevated concentrations of Cd and Zn in soil on spring Tea yield**, *Black Well Sci., inc*, pp: 398-403.
- 55 HELRICH K., 1990- **Official methods of analysis of the Association of official Analytical chemists (AOAC)**, 15 th ed., *Virginia. Association of Official Analytical Chemist's inc.*, PP: 237-273.
- 56 RIO M., 2002- **Heavy metals and arsenic uptake by wild vegetation in the Guadamar river area after the toxic spill of the Aznalcollar mine**, *J. Biotech.*, **98**: 125-137.

- 57 MARK H. F., 1983- **Encyclopedia of chemical technology**, vol. 6, third ed, USA, *John Willey and Sons Press*, pp: 148-234.
- 58 NORTHY S. R. and JAMES W. M., 1988- **Heavy Metal in natural waters**, 3rd ed , California, PP: 106-124.
- 59 SIMON M., 1999- **Pollution of soils by the toxic sill of a pyrite mine (Aznalcollar, Spain)**.,*Sci. Total Environ.*, 242: 105-115.
- 60 W.H.O., 1996- **Trace elements in human nutrition and health**, Geneva, WHO, PP: 72-100.
- 61 MARIELA N. MATOS REYES and REINALDO C. CAMPOS, 2006- **Determination of copper and nickel in vegetable oils by direct sampling graphite furnace atomic absorption spectrometry**,*Talanta*, **70**, 929–932.
- 62 EPA Method 3031, **Acid digestion of oils for metals analysis by atomic absorption or ICP spectrometry**, 1996.
- 63 STARINK R. J., 2004- **Results of Proficiency Test Metals in Edible Oils**, Institute for Interlaboratory Studies, Dordrecht, The Netherlands, Report iis04E01, pp. 7–8.
- 64 International Programme on Chemical Safety, 1992- **Environmental Health Criteria**, No. 134, World Health Organization, Geneva.
- 65 AOAC Official Methods of Analysis, 1990- **Association of Official Analytical Chemists**, 15th ed., Arlington, Virginia, p. 778.
- 66 Food and Agriculture Organization (FAO), 1996- **Food Balance Sheet.**, UN. Rome. p.49.
- 67 BUCK D. F. 1991- **Antioxidants In “Food Additive User's Handbook”** (ed. J. Smith). Pub. Blackie, London, U.K.
- 68 CABRERA C., GALLEGO C., LOPEZ M. and LORENZO M. L., 1994- **Determination of levels of lead contamination in food and feed crops**,*J. AOAC Int.*, **77**, 1249.
- 69 MATEJOVIC I. and DURACKOVA A., 1994- **Comparison of microwave digestion, wet and dry mineralisation, and solubilisation of plant samples by flow-injection isotope dilution inductively coupled plasma massspectrometry**,*Commun. Soil Sci. Plant Anal.*, **25**, 1277.
- 70 CABRERA C., LORENZO M. and LOPEZ M., 1995- **Electro-thermal atomic absorption spectrometric determination of cadmium, copper, iron, lead and selenium in fruit slurry: analytical application to nutritional and toxicological quality control**, *J. AOAC Int.*, **78**, 1061.
- 71 NAVARRO M., LOPEZ M. C., and LOPEZ H., 1992- **Determination of arsenic in vegetable samples by hydride generation atomic absorption spectrometry**, *J. AOAC Int.*, **75**, 1029.
- 72 KLEIN-SCHWARTZ W. and ODERDA G. M., 2000- **Clinical toxicology. In Textbook of Therapeutics: Drug and Disease Management**, Seventh Edition, p. 51. Baltimore, MD: Williams & Wilkins.
- 73 LEUNG, F.Y., 1998- **Trace elements that act as antioxidants in parenteral micronutrition.**,*Can. J. Nutr. Biochem.*, **9**(6): 304-7.
- 74 Medical Management Guidelines (MMGs): **Managing Hazardous Material Incidents**, Volume **III** 2001. Atlanta, GA: Agency for Toxic Substances and Disease Registry

- 75 SHAIKH Z. A., NORTHUP J. B. and VESTERGAARD P., 1999- **Dependence of cadmium-metallothionein nephrotoxicity on glutathione.**, *J. Toxicol. Environ. Health A*, **57**(3): 211-22.
- 76 WEST W. L., KNIGHT E. M., EDWARDS C. H., MANNING M., SPURLOCK B., JAMES H., JOHNSON A. A., OYEMADE U. J., COLE O. J. and WESTNEY O. E., 1994- **Maternal low level lead and pregnancy outcomes**, *J. Nutr. Jun*; 124(6, Suppl.): 981S-986S.
- 77 WHO. 1998- **Aluminum. In Guidelines for Drinking-Water Quality**, Second Edition, Addendum to Volume 2, Health Criteria and Other Supporting Information, pp. 3-13. Geneva: World Health Organization.
- 78 WRIGHT L. S., KORNGUTH S. E., OBERLEY T. D. and SIEGEL F. L., 1998- **Effects of lead on glutathione S-transferase expression in rat kidney: a dose-response study.**, *Toxicol. Sci.*, Dec; **46**(2): 254-9.
- 79 EAGAN H., KIRK R. S. and SAWYER R., 1981- **Pearson's Chemical Analysis of Foods**. Church Hill Livingstone pub. Edinburgh, London, Melbourne, and New York.
- 80 RAVAI M., 1992- **Quality characteristics of California walnuts.**, *Cereal Foods World*, **37**(5): 362-366.
- 81 HOLLAND B., UNWIN I. and BUSS D., 1992- **First Supplement to McCance and Widdowson's. The Composition of Foods**, 5th ed., *Royal Society of Chemistry*, Cambridge, 1992.
- 82 PIER LUIGI BULDINIA, LORETTA RICCIB and JAWAHAR LAL SHARMA, 2002- **Recent applications of sample preparation techniques in food Analysis**, *Journal of Chromatography A*, 975 , 47-70
- 83 PARR J. F., LENTFER C. J. and BOYD W. E., 2001- **A comparative Analysis of wet and dry ashing techniques for the extraction phytoliths from plant material**, *Journal of archaeological science* ,**28**, 875-886.
- 84 EVANS D.E., WALLACE W., LANCE R.C.M. and MACLEOD L.C., 1997-**Measurement of Beta-amylase in Malting Barley (*Hordeumvulgare*L.). II. The Effect of Germination and Kilning**, *Journal of Cereal Science*, **26**, Issue 2, 241-250.
- 85 MANDIL H., 1990 – **Determination of Arsenic and Pollution of Vegetables by Arsenic Using Anodic Stripping Pulse Voltammetry**, Ph.D. Thesis in Chem., Aleppo University, SYRIA.
- 86 GIRON H. C., 1973- **Comparison Between Dry Ashing and Wet Digestion in the Prep. of Plant Mat. for Atomic Absorp. Analysis**, *At. Absorpt. Newsl.*, **12**, 28.
- 87 ISAAC R. A. and JOHNSON W. C., 1975- **Collaborative Study of Wet and Dry Techniques for the Elemental Analysis of Plant Tissue by Atomic Absorption Spectrophotometry**, *J. AOAC*, **58**, 436.
- 88 KEBBEKUS B. B. and MITRA S., 1998- **Environmental Chemical Analysis**, Stanley Thorns Publishers, Cheltenham, Gloucestershire, ENGLAND.
- 89 KOCH H. F. and ROUNDHILL D.M., 2002- **Methods and techniques for the selective extraction**, *J. Chem. Soc. Rev.*, **31**(1), 60.
- 90 BOLINE D. R. and SCHRENK W.G., 1977- **Atomic Absorption Spectroscopy of Copper and Iron in Plant Material**, *J. AOAC*, **60**, 1170.

- 91 BOLINE D. R. and SCHRENK W. G., 1976- **Method for the Determination of Cadmium in Plant Material by Atomic Absorp. Spectroscopy**, *Appl. Spectrosc.*, **30**, 607.
- 92 FLETCHER K., 1971- **Direct Determination of Lead in Plant Materials by Atomic Absorption Spectrophotometry**, *J. Sci. Food Agric.*, **22**, 260.
- 93 MARTÍN-ESTEBAN A., GARCINUÑO R. M., ANGELINO S., FERNÁNDEZ P. and CÁMARAC., 1999- **Determination of Trace Metals in Waters and Compost by On-line Precipitation Coupled to Flame Atomic Absorption Spectrophotometry or Ion Chromatoography**- *Talanta*,**48**,959-966.
- 94 VALFREDO A. L., DOUGLAS G. D. S., ANAILDES D. C., DEBORA D. A. S., GEISIANE D. S. N. and ADENILDE S. D. P., 2006- **Synthesis of Amberlite XAD-2-PC Resin for Preconcentration and Determination of Trace Elements in Food Samples by Flame Atomic Absorption Spectrometry**, *Microchemical journal*, **84**,14-21.
- 95 BAUER J. O., 1982 – **Clinical LaboratoryMethods** ,*Ninth edition*, *The C.V. Mosby Company* , USA.
- 96 GIRON H. C., 1973- **Comparison Between Dry Ashing and Wet Digestion in the Prep. of Plant Mat. for Atomic Absorp. Analysis**, *At. Absorpt. Newsl.*,**12**, 28.
- 97 MUSTAFA TUZEN, ERTUGRUL SESLI and MUSTAFA SOYLAK, 2007– **Trace Element Levels ofMushroom Species From East Black Sea Region of Turkey**,*Food Control*, **18** , 806-810.
- 98 RAMADAN A. A. and MANDIL H., 1997- **Determination of Chemical Pollution of Wastewater in Aleppo - SYRIA**, *Research J. of Aleppo University*, **SYRIA** , 24, 79-97 .
- 99 MILLER J. C. and MILLER J. N., 1993- *Statistics for Analytical Chemistry*, 3rd edn, Ellis Horwood, Chichester.
- 100 HASWELL S., 1991- **Theoretical and practical applications of AAS**, *Atomic Absorption Spectrometry*, Elsevier, New York.
- 101 ALKEMADE C. T. J. and HERRMANN R., 1979- *Fundamentals of Analytical Flame Spectroscopy*, Hilger, Bristol.
- 102 SKOOG D. A. and LEARY J. A., 1992- **Principles of Instrumental Analysis**, 4th edn, 543.08.SKO.
- 103 ABDULRAHMAN S. ATTIYAT and GARY D. CHRISTIAN, 1984 – **NonaqueousSolvente as Carrier or Sample Solvent in Flow Injection Analysis / Atomic Absorption Spectpometry** ,*Anal. Chem.* ,**56** , 439-442.
- 104 CONCEPCION CerratoOliveros, ORONCIO Jimenez de Blas, JOSE Luis Perez Pavon and BERNARDO Moreno Cordero, 1998 – **Coud Point Precocentration and Flame Atomic Absorption Spectrometry: Application to the determination of Nickel and Zinc**, *J. Anal. Atomic Spectrometry*, **13** , 547-550.
- 105 AL-KHALIL R., 1988 – **DeterminationofArsenic by Atomic Absorption Spectrophotometry** ,*Thesis of M. Sc. Degree in Chem.*,*Aleppo University*, **SYRIA**.
- 106 RAMADAN A. A., NAJEM L. and KHALIL R., 1986 – **Determination of Arsenic (III) Trace by atomic ApsorptionSpectrophotometry** ,*Research Journal of Aleppo University*, **8** , 149-162.

- 107 RAMADAN A. A., NAJEM L. and KHALIL R., 1986 – **Determination of Arsenic in Urine by atomic Absorption Spectrophotometry**, *Research Journal of Aleppo University*, **8** , 129-139.
- 108 COPPEN P. P., 1983- **The use of antioxidants in "Rancidity in foods"** (eds. J.C Allen and R. J. Hamilton). *Applied Sci. Pub.* London and New York.
- 109 CRESSER M., 1994- **Flame Spectrometry in Environmental Chemical Analysis: a Practical Guide**, *Royal Society of Chemistry*, Cambridge.
- 110 MARCUS K., 1993- **Covers the theory and application of glow discharges in depth.**, *Glow Discharge Spectroscopies*, (Ed.), Plenum Press, New York.
- 111 EBDON L., EVANS E., FISHER A. S. and HILL S. J., 1998- **An Introduction to Analytical Atomic Spectrometry**, John Wiley & Sons, England.
- 112 HASWELL, S. J., 1991- **Atomic Absorption Spectrometry; Theory, Design and Applications**. *Elsevier*, Amsterdam.
- 113 VARMA A., 1985- **Handbook of Atomic Absorption Analysis. Vol.I.** *CRC Press, Boca Raton*.
- 114 SCHRENK W. G., 1975- **Analytical Atomic Spectroscopy**. *Plenum Press, New York*.
- 115 PINTA M., 1979 – **Spectrometrie D'Absorption Atomique**, *Masson Second Edition, Paris*.
- 116 CVETKOVI J., ARPADJAN S., KARADJOVA I. and STAFILOV T., 2006- **Determination of cadmium in wine by electrothermal atomic absorption spectrometry**, *Acta Pharm.* **56**, 69–77
- 117 PYRZYNSKA K., 2004- **Analytical methods for determination of trace metals in wine**, *Critical Rev. Anal. Chem.* **34** , 69–83.
- 118 MENA C., CABRERA C., LORENZO M. L. and LOPEZ M. C., 1996- **Cadmium levels in wine, beer and other alcoholic beverages: possible sources of contamination**, *Sci. Total Environ.* **181** , 201–208.
- 119 CATSIKI V. A. and STROGYLOUDI E., 1999- **Survey of metal levels in common fish species from Greek waters.**, *The Science of the Total Environment*, 237/238, 387–400.
- 120 ENOMOTO N. and UCHIDA, Y., 1973- **Cadmium and other heavy metals contents in marine products from Ariak sea in canned goods on the market.** *Saga daigakuNogakuInho*, 69–75, [cited in *Chem. Abstr* 18 (1974) 2506].
- 121 CAROLI S., 1996- **Element Speciation in Bioinorganic Chemistry**, Wiley, New York.
- 122 BATLEY G. F., 1989- **Trace Elements Speciation: Analytical Methods and Problems**, *CRC Press, Boca Raton, FL*.
- 123 SASONI B. and PANDAY V. K., 1983- **Ashingin Trace Element Analysis of Biological Material in Analytical Techniques for heavy Metals in Biological Fluid**, S. Fachtti (ed), *Elsevier*, Amsterdam, 91.
- 124 KETTISCH P., MACHIN B., ZISCHKA M. and KNAPP G., 2002- **Trends in sample preparation**, Development and application, Seggau, Austeria.
- 125 URE A. M., DAVIDSON C. M., and THOMAS R. P., 1995- **Quality Assurance for Environmental Analysis**, *Elsevier*, Amsterdam, pp. 505–523.

- 126 AZEVEDO LEMOS V., GONÇALVES DA SILVA D., LAGO DE CARVALHO A., DE ANDRADE SANTANA D., DOS SANTOS NOVAES G. and SOUZA DOS PASSOS A., 2006- **Synthesis of amberlite XAD-2-PC resin for preconcentration and determination of trace elements in food samples by flame atomic absorption spectrometry**, *Microchemical Journal*, **84**, 14–21.
- 127 TSENG C. M., DE DIEGO A., MARTIN F. M., AMOUROUX D. and DONARD O. F. X., 1997- **Rapid Determination of Inorganic Mercury and Methylmercury in Biological Reference Materials by Hydride Generation, Cry focusing, Atomic Absorption Spectrometry After Open Focused Microwave-assisted Alkaline Digestion**, *J. Anal. At Spectrom.*, **12**, 743.
- 128 KILIC Z., ZLERB E. K. and ACAR O., 2002- **Determination of lead and copper in chewing gum samples by electrothermal-flame atomic absorption spectrometry using various chemical modifiers and arsenic by hydride generation**, *Food Chemistry*, **77** , 85–92.
- 129 CORREIA P. R. M., OLIVEIRA E. and OLIVEIRA P. V., 2000- **Simultaneous determination of Cd and Pb in foodstuffs by electrothermal atomic absorption spectrometry**, *AnalyticaChimicaActa*, **405**, 205–211.
- 130 DIETZ M. L., 1990- **Determination of trace elements in chewing gum by neutron activation analysis**, *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry*, Articles, **142**(2), 453–457.
- 131 LIMA E. C., KRUG F. J. and ARRUDA M. A. Z., 1998- **Direct determination of lead in sweet fruit-flavored powder drinks by electrothermal atomic absorption spectrometry**, *SpectrochimicaActa*, Part B, **53**, 601–611.
- 132 PROHASKA C., POMAZAL K. and STEFFAN I., 2000- **Determination of Ca, Mg, Fe Cu and Zn in blood fractions and whole blood of humans by ICP-OES**, *Fresenius Journal of Analytical Chemistry*, **367**, 479–484.
- 133 RUSSEVA E., HAVEZOV I. and DETCHEVA A., 1993- **Arsenic speciation in waste waters by extraction chromatography followed by AAS**, *Fresenius Journal of Analytical Chemistry*, **347**, 320–323.
- 134 TSAI S. J. J., SHIUE, C. C. and CHANG, S. I., 1997- **Electrothermal atomic absorption spectrometric determination of copper in nickelbase alloys with various chemical modifiers**, *SpectrochimicaActa*, Part B, **52**, 1497–1508.
- 135 SHANG S., and HONG W., 1997- **Flame atomic absorption spectrometric determination of copper, zinc, calcium, magnesium and iron in fresh egg using microvolumeinjection**, *Talanta*, **44**, 269–274.
- 136 WHO (World Health Organization), Guidelines for air quality, Geneva , accessed in September 2002.
- 137 MENDIL D. and ULUOZLU O. D., 2007- **Determination of trace metal levels in sediment and five fish species from lakes in Tokat, Turkey**, *Food Chemistry*, **101** , 739–745.
- 138 Duvall R.M., B.J. Majestic., Shafer M.M., Chuang P.Y., Simoneit B.R.T., Schauer J.J., 2008- **The water-soluble fraction of carbon, sulfur, and crustal elements in Asian aerosols and Asian soils**. *Atmospheric Environment*, **42** , 5872– 5884.
- 139 EPA (Environmental Protection Agency), 1998- **Guidance for sitting ambient air monitors around stationary lead sources**, accessed in January 2003.
- 140 مركز الدراسات والبحوث العلمية ، 2006 - بيانات محلية ، دمشق.

- 141 هيئة الطاقة الذرية، 2006 - دراسة نوعية الهواء.
- 142 الهيئة العامة لشؤون البيئة، 2006 - تقرير حالة البيئة.
- 143 هيئة المواصفات والمقاييس العربية السورية، المواصفة القياسية السورية رقم " 2883 / 2004 " جودة الهواء المحيط .
- 144 وزارة الصحة ، 2007 - بيانات محلية، دمشق.
- 145 مديرية البيئة في محافظة حلب ، 2009-البيانات السنوية.
- 146 Quiterio S.L., Arbilla G., Silva C.R.S., Escalera V., 2005- **Metals in airborne particulate matter in the industrial district of Santa Cruz, Rio de Janeiro, in an annual period**, *Atmospheric Environment*, **39**, 3503–3512
- 147 Quiterio S.L., Arbilla G., Escalera V., Silva C.R.S., Maia L.F.P.G., 2004-**Metals in airborne particulate matter in downtown Rio de Janeiro (Brazil)**, *Bulletin of Environmental*, **72**, 916–922.
- 148 Threshold limit values for chemical substances and physical agents and biological exposure indices, Cincinnati: ACGIH, (2002).
- 149 A. Abdul-Wahab S., Yaghi B., 2004-**TOTAL SUSPENDED DUST AND HEAVY METAL LEVELS EMITTED FROM A WORKPLACE COMPARED WITH NEARBY RESIDENTIAL HOUSES**, *Atmospheric Environment*, **38** , 745-750.
- 150 Fang G., Wu Y., Lee W., Chou T., I. Lin, 2004-**Dry deposition (downward, upward) concentration study of particulates and heavy metals during daytime, nighttime period at the traffic sampling site of Sha-Lu, Taiwan** *Atmospheric Research*, **56**, pp. 509–518.
- 151 Iqbal, 2001-**Health risks from exposures to asbestos and inorganic metals due to E. collapse of the world Trade Centre** , *Indoor - Built Environ* , **10**, 311.
- 152 Caga E.O., Tuncel P.E., and Tuncel S.C., 2002-**Exposure of school children to Pb and Zn in an industrialized city of Turkey** *Fresenius Environ Bull* , **11**, 249.
- 153 Denga W. J., Louieb P. K. K., Liuc W. K., Bid X. H., Fud J. M., Wonga M. H., 2006-**Atmospheric levels and cytotoxicity of PAHs and heavy metals in TSP and PM2.5 at an electronic waste recycling site in Southeast China** *Atmospheric Environment*, **40**, 6945 .
- 154 Valavanidis A., Fiotakis K., Vlahogianni T., B. Bakeas E., Triantafyllaki S., Paraskevopoulou V., 2006-**Characterization of atmospheric particulates, particle-bound transition metals and polycyclic aromatic hydrocarbons of urban air in the centre of Athens** *Chemosphere*, **65** ,760.
- 155 Sternbeck J., Sjodin A., Andreasson K., 2002-**Metal emissions from road traffic and the influence of resuspension-results from two tunnel studies** *Atmospheric Environment* **36** ,4735.
- 156 Wojas B., Almquist C., 2007-**Mass concentrations and metals speciation of PM2.5, PM10, and total suspended solids in Oxford, Ohio and comparison with those from metropolitan sites in the Greater Cincinnati region** *Atmospheric Environment* **41**, 9064.
- 157 Krishna Murthy V. , Keshavamurthy S.R ., Ramachandran C.R., Rajmohan H.R., 1988-**An Enquiry into Lead Absorption in a Battery Manufacturing unit at Bangalore, India** *Ind. J. Indus. Med.*, **34**, 145.
- 158 dos Santos A.C., Colacciopo S., DalBo C.M., dos Santos N.A., 1994-**Occupational exposure to lead, kidney function tests, and blood pressure** *Am. J. Ind. Med.*, **26**, 635.
- 159 Navah U., Froom P., Kristal-Boneh E., Moschovitch B., Ribak J., 1996-**Relationship of blood lead levels to blood pressure in battery workers**, *Arch. Environ. Health*, **51**, 324.

- 160 Karita K., Shinozaki T., Yano E., Amari N., 2000-**Blood lead levels in copper smelter workers in Japan** *Ind. Health.*, **38**, 57.
- 161 BECEIRO-GONZALEZ, E; ANDRADE-GARDA, J.M., SERRANO-VELASCOE ; LOPES-MAHIA P., 1997- **Metals in airborne particulate matter in La Coruna (NW Spain)**, *The Science of the Total Environment*, **196**, 131–139
- 162 Karita K., Shinozaki T., Yano E., 1997-**Possible oral lead intake via contaminated facial skin**, *Sci. Total Environ.*, **199**, 125.
- 163 Lelieveld J., Berresheim H., Borrmann S., Crutzen P.J., Dentener F.J., Fischer H., Feichter J., Flatau P.J., Heland J., Holzinger R., Korrman R., Lawrence M.G., Levin Z., Markowicz K.M., Mihalopoulos N., Minikin A., Ramanathan V., de Reus M., Roelofs G.J., Scheeren H.A., Sciare J., Schlager H., Schultz M P., Siegmund, Steil B., Stephanou E.G., Stier P., Traub M., Warneke C., Williams J., and Ziereis H., 2002-**Global air pollution crossroads over the Mediterranean** *Science*, **298**, 794–799.
- 164 Sella S.M., Pereira Netto A.D., da Silva Filho E.V. and Araujo M. T., 2004-**Short-term and spatial variation of selected metals in the atmosphere of Niterói City, Brazil**. *Microchemical Journal* **78**, 85– 90.
- 165 Venkataraman C., Habib G., Eiguren-Fernandez A., Miguel A.H. and Friedlander S.K., 2005-**Friedlander Residential biofuels in South Asia: carbonaceous aerosol emissions and climate impacts** *Science*, **307**, 1454–1456.
- 166 Lee C.S.L., Zhang X. Li. G., Ding J. Li, A. and Wang T., 2007 **Comparing polybrominated diphenyl ethers (PBDEs) in airborne particles in Guangzhou and Hong Kong: sources, seasonal variations and inland outflow**, *Atmospheric Environment*, **41**, 432.
- 167 Schwartz J., Dockery D.W. and Neas L.M., 1996 **Is daily mortality associated specifically with fine particles**, *Journal of the Air and Waste Management Association*, **46**, 927–939.
- 168 M. Waisberg, P. Joseph, B. Hale and D. 2003-**Molecular and cellular mechanisms of cadmium carcinogenesis**. Toxicology Beyersmann, *Toxicology*, **192**, 95–117.
- 169 Nel A., **Air Pollution–Related Illness: Effects of Particles**. *Science*, **308**, 804–806 (2005).
- 170 Kim K.H., Choi B.J., Yun S.T. and Hwang S.J., 2004-**Studies of spatial and temporal distribution characteristics of TSP-bound trace metals in Seoul, Korea**, *Environmental Pollution* **127**, 323–333
- 171 Quiterio S.L., Silva C.R.S., Arbilla G. and Escalera V., 2004 -**Metals in airborne particulate matter in the Industrial District of Santa Cruz, Rio de Janeiro, in an annual period**, *Atmospheric Environment* *Atmospheric Environment*, **38**, 321–331.
- 172 Var F., Narita Y., and Tanaka S., 2000-**The concentration, trend and seasonal variation of metals in the atmosphere in 16 Japanese cities shown by the results of National Air Surveillance Network (NASN) from 1974 to 1996** *Atmospheric Environment*, **34**, 2755–2770.
- 173 Hien P.D., Binh N.T., Truong Y., Ngo N.T., and Sieu L.N., 2001-**Temporal variations of source impacts at the receptor as derived from air particulate monitoring data in Ho Chi Minh City, Vietnam** *Atmospheric Environment* **35**, 2669–2678.
- 174 Fang G., Wu Y., Lee W., Chou T. and Lin I., 2007-**Ambient air particulates, metallic elements, dry deposition and concentrations at Taichung Airport, Taiwan** *Atmospheric Research*, **84**, 280.
- 175 Fang G., Hung S., 2006- **Ambient air particulate concentration and metallic elements principal component analysis at Taichung Harbor (TH) and Wuchi Traffic (WT) near Taiwan Strait during 2004-2005**, *Journal of Hazardous Materials* **B137**, 314-323.

- 176 Okuda T., Kato J., Mori J., Tenmoku M., Suda Y., Tanaka S., K.He, Y. Ma, F. Yang, X. Yu, DuanF. and Lei Y.,2004-**Daily concentrations of trace metals in aerosols in Beijing, China, determined by using inductively coupled plasma mass spectrometry equipped with laser ablation analysis, and source identification of aerosols***Science of the Total Environment*, **330**, 145–158.
- 177 Messih N. A, Yassein K. S., AL-Taie F.A. and Ali A., *Environmental International*, **11**,459-463 ,(1985).
- 178 Duvall R.M., B.J. Majestic., Shafer M.M., Chuang P.Y., Simoneit B.R.T., Schauer J.J., 2008-**The water-soluble fraction of carbon, sulfur, and crustal elements in Asian aerosols and Asian soils.** *Atmospheric Environment*, **42** , 5872– 5884.
- 179 Harrison RM., Laxen DPH. **Lead Pollution 1981-Causes and Control.** New York: **Chapman and Hall**, 133-158.
- 180 Lima L.Sabinb D., Kenneth C. ,2006- **Concentration, size distribution, and dry deposition rate of particle-associated metals in the Los Angeles region***Atmospheric Environment*, **40**, 7810–7823.
- 181 WilhelmaM.,Eberweinb G., rgen J.,lzera,Ho.,Gladtkeb D., Marczynskid B., Behrendte.,Ringg J.,Sugirih D.RanfthU.,2007-**Influence of industrial sources on children’s health – Hot spot studies in North Rhine Westphalia, Germany** *Int. J. Hyg. Environ. Health*,**210** , 591–599 .
- 182 Zhanga X.,Zhuanga.,Guoc J. d.,Yine K., Zhangb P., 2007- **Characterization of aerosol over the Northern South China Sea during two cruises in 2003** *Atmospheric Environment* ,41 , 7821–7836.
- 183 Bem, H., Gallorini, M., Rizzio, E., Krzeminska, M., 2003-**Comparativestudies on the concentrations of some elements in the urbanair particulate matter in Lodz City of Poland and Milan, Italy.** *Environmental Pollution* 29, 423e428.
- 184 Valavanidis A. a., Fiotakis a., Vlahogianni T. a, Evangelos B.,2006-**Characterization of atmospheric particulates, particle-bound transition metals and polycyclic aromatic hydrocarbons of urban air in the centre of Athens (Greece)***Chemosphere*, **65**, 760–768.
- 185 Chi-Wen Lin,Ju-Fang Yeh , Tsang-Chih Kao .,2008 **Source characterization of total suspended particulate matter near a riverbed in Central Taiwan** *Journal of Hazardous Materials*. 157, 418-422.
- 186 Byeong a., Haengah b.,2006-**Analysis of regional and temporal characteristics of PM10 during an Asian dust episode in Korea**,*Chemosphere* ,63 , 1106–1115.
- 187 Risom L., MølleP.r., Loft s.,2005-**Oxidative stress-induced DNA damage by particulate air pollution**,*Mutation Research*, 592 ,119–137.
- 188 الهيئة العامة لشؤون البيئة ، 2008 - المرئسم الوطني للسلامة الكيميائية .
- 189 UNITAR, 2008 - Supplementary Note to The UNITAR/IOMC National Profile Guidance Document.

3 - القسم العملي

Experimental Section

3-1 - الأجهزة Apparatus:

استخدم في هذا البحث أجهزة الآتية :

- جهاز الـ PM_{10} (الجسيمات المعلقة التي أقطارها أقل أو يساوي $10 \mu m$) ذو التدفق العالي لجمع العينات باستخدام فلاتر زجاجية قطر المسام فيها يساوي $0.3 \mu m$ من شركة (Whatman EPM 2000 High-Volume 1882-866). أنظر الشكل رقم (12).

-جهاز الـ TSP (الجسيمات المعلقة الكلية) ذو التدفق العالي (HVAS, Instrument NO. USA , AS-16) لجمع العينات, وقد جمعت العينات خلال فترات زمنية محددة وذلك باستخدام فلاتر زجاجية قطر المسام فيها يساوي $0.3 \mu m$ من شركة (Whatman EPM 2000 High-Volume 1882-866). أنظر الشكل رقم (13).

- المصيدة الكيميائية (CT) Chemical Trap : وتعتمد على قرقرة الهواء الداخل في المحلول الذي يحتوي على حمض الأزوت (5M) والماء الأكسجيني بحجم 100مل لمدة ساعتين بتدفق 2 ليلتر/دقيقة باستخدام جهاز (Handy sampler, HS-7, Kimoto Electric CO., LTD., Japan), انظر الشكل رقم(14).

- جهاز التحليل بطيف الامتصاص الذري:

استخدمنا جهاز تحليل بطيف الامتصاص الذري من إنتاج شركة Shimadzu نموذج-AA-6601 مزود بمصابيح خاصة لتحليل العناصر المعدنية من النوع BGC-D2. وجهاز آخر للتحليل بطيف الامتصاص الذري نوع Pye Unicam LTD SP 191 باستخدام تقانة اللهب لمزيج هواء - أستيلين $Flame, Air-C_2H_2$.

المجفف: استخدمنا فرن لتجفيف العينات من النوع Ecocell، يعطي درجات حرارة تصل إلى 300° مئوية مع تغير في درجة الحرارة بمقدار 1° مئوية.

الميزان: استخدمنا ميزاناً تحليلياً حساساً من نوع Sartorius نموذج 2474 حساسيته 0.01 ملغ.



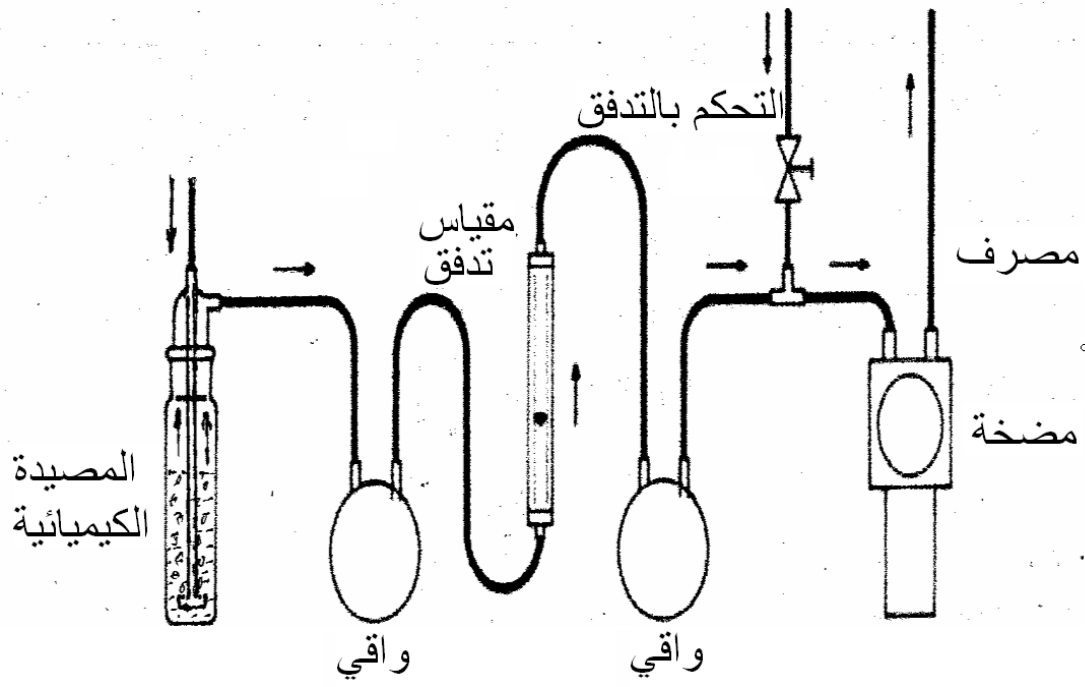
الشكل رقم (12)

الجهاز المستعمل لجمع العينات الـ PM_{10}



الشكل رقم (13)

الجهاز المستعمل لجمع العينات الـ TSP



الشكل رقم (14)

جهاز المصيدة الكيميائية لجمع العينات (القرقرة)

استخدمنا في هذا البحث المواد والمحاليل التالية: كلوريد النحاس وكلوريد الكاديوم ونترات الرصاص وكلوريد النيكل وكلوريد الزنك وكلوريد الكوبالت وكلوريد الكروم وكلوريد المنغنيز وكلوريد الحديد وكلوريد الألمنيوم وحمض الأزوت والماء الأوكسجيني والميتانول، وجميعها تتمتع بدرجة عالية من النقاوة (>99.5%)، إضافة إلى الماء ثنائي التقطير.

Solutions Preparation

3-3- تحضير المحاليل

1 - تحضير المحلول المقارن (الشاهد)

يؤخذ 4 مل من حمض الأزوت ذي التركيز (1:1) ويسخن حتى قرب الجفاف. يضاف إلى المتبقي 3 مل من الماء الأوكسجيني، ويتابع التسخين لمدة خمس دقائق، ينقل المزيج بعد ذلك إلى دورق حجمي سعة 10 مل ويكمل الحجم بالماء المقطر حتى إشارة التدرج.

2 - تحضير المحاليل العيارية

- المحلول العياري للرصاص

يُحضر المحلول العياري للرصاص الثنائي بتركيز 1g/100ml وذلك بإذابة 1.5990 من $Pb(NO_3)_2$ في بيشر يحتوي 30 مل من الماء المقطر، ثم ينقل المزيج إلى دورق حجمي سعة 100 مل ويكمل حتى الإشارة بالماء المقطر و يقارن مع محلول عياري للرصاص الثنائي محضر من محلول فيكسانال ثم يُحضر منه سلسلة من المحاليل العيارية لشاردة الرصاص في وسط مشابه للمحلول المقارن وفقاً للتركيز الآتية (خمسة محاليل) : 0.5 و 1.0 و 1.5 و 2.0 و 2.5 ppm .

- المحلول العياري للنحاس

يُحضر المحلول العياري للنحاس الثنائي 1g /100ml بإذابة 2.6830 من كلوريد النحاس أحادي الماء $CuCl_2 \cdot H_2O$ في بيشر يحتوي 30 مل ماء مقطر مع التحريك حتى تمام الانحلال ثم ينقل المحلول الناتج بعد ذلك إلى دورق حجمي سعة 100 مل ويكمل الحجم حتى الإشارة بالماء المقطر ويقارن مع محلول عياري للنحاس الثنائي محضر من محلول فيكسانال. ثم تحضر المحاليل العيارية للنحاس الثنائي المستخدمة بإجراء تمديد مناسب للمحلول العياري السابق .

- المحلول العياري للكاديوم

يُحضر المحلول العياري للكاديوم الثنائي 1g /100ml بإذابة 2.0316 من كلوريد الكاديوم $CdCl_2 \cdot 3H_2O$ في 30 مل ماء مقطر مع التحريك حتى تمام الانحلال ، ثم ينقل المحلول إلى دورق حجمي سعة 100 مل ويكمل الحجم حتى الإشارة بالماء المقطر ويقارن مع محلول عياري للكاديوم محضر من محلول فيكسانال. تحضر المحاليل العيارية للكاديوم المستخدمة بإجراء تمديد مناسب للمحلول العياري السابق .

- المحلول العياري للحديد

يُحضر المحلول العياري للحديد الثلاثي 1g /100ml بإذابة 4.8400 من كلوريد الحديد سداسي الماء $FeCl_3 \cdot 6H_2O$ في 30 مل ماء مقطر مع التحريك حتى تمام الانحلال، ثم ينقل المحلول إلى دورق حجمي سعة 100 مل ويكمل الحجم حتى الإشارة بالماء المقطر ويقارن مع محلول عياري للحديد محضر من محلول فيكسانال. تحضر المحاليل العيارية للحديد المستخدمة بإجراء تمديد مناسب للمحلول العياري السابق .

- المحلول العياري للمنغنيز

يحضر المحلول العياري للمغنيز الثنائي $1g/100ml$ بإذابة $2.9464g$ من كلوريد المغنيز ثنائي الماء $MnCl_2 \cdot 2H_2O$ في 30 مل ماء مقطر مع التحريك حتى تمام الانحلال ثم ينقل المحلول إلى دورق حجمي سعة 100 مل ويكمل الحجم حتى الإشارة بالماء المقطر ويقارن مع محلول عياري للمغنيز محضر من محلول فيكسانال.

تحضر المحاليل العيارية للمغنيز المستخدمة بإجراء تمديد مناسب للمحلول العياري السابق .

المحلول العياري للألمينيوم

يحضر المحلول العياري للألمينيوم $1g/100ml$ بإذابة $8.9780g$ من كلوريد الألمينيوم سداسي الماء $AlCl_3 \cdot 6H_2O$ في 30 مل ماء مقطر مع التحريك حتى تمام الانحلال ثم ينقل المحلول إلى دورق حجمي سعة 100 مل ويكمل الحجم حتى الإشارة بالماء المقطر ويقارن مع محلول عياري للألمينيوم محضر من محلول فيكسانال.

تحضر المحاليل العيارية للألمينيوم المستخدمة بإجراء تمديد مناسب للمحلول العياري السابق .

- المحلول العياري للكوبالت

يحضر المحلول العياري للكوبالت $1g/100ml$ بإذابة $4.0373g$ من كلوريد الكوبالت سداسي الماء $CoCl_2 \cdot 6H_2O$ في 30 مل ماء مقطر مع التحريك حتى تمام الانحلال ثم ينقل المحلول إلى دورق حجمي سعة 100 مل ويكمل الحجم حتى الإشارة بالماء المقطر ويقارن مع محلول عياري للكوبالت محضر من فيكسانال.

تحضر المحاليل العيارية للكوبالت المستخدمة بإجراء تمديد مناسب للمحلول العياري السابق .

المحلول العياري للزنك

يحضر المحلول العياري للزنك $1g/100ml$ بإذابة $2.0835g$ من كلوريد الزنك ثنائي الماء $ZnCl_2 \cdot 2H_2O$ في 30 مل ماء مقطر مع التحريك حتى تمام الانحلال ثم ينقل المحلول إلى دورق حجمي سعة 100 مل ويكمل الحجم حتى الإشارة بالماء المقطر ويقارن مع محلول عياري للزنك محضر من محلول فيكسانال.

تحضر المحاليل العيارية للزنك المستخدمة بإجراء تمديد مناسب للمحلول العياري السابق .

المحلول العياري للنيكل

يحضر المحلول العياري للنيكل $1g/100ml$ بإذابة $2.2084g$ من كلوريد النيكل ثنائي الماء $NiCl_2 \cdot 2H_2O$ في 30 مل ماء مقطر مع التحريك حتى تمام الانحلال ثم ينقل المحلول إلى دورق حجمي سعة 100 مل ويكمل الحجم حتى الإشارة بالماء المقطر ويقارن مع محلول عياري النيكل محضر من محلول فيكسانال.

تحضر المحاليل العيارية للنيكل المستخدمة بإجراء تمديد مناسب للمحاليل العيارية السابقة.

- المحلول العياري للكروم

يحضر المحلول العياري للكروم $1g/100ml$ بإذابة $2.364g$ من كلوريد الكروم ثنائي الماء $CrCl_3 \cdot 2H_2O$ في 30 مل ماء مقطر مع التحريك حتى تمام الانحلال ثم ينقل المحلول إلى دورق حجمي سعة 100 مل ويكمل الحجم حتى الإشارة بالماء المقطر ويقارن مع محلول عياري للكروم محضر من محلول فيكسانال.

تحضر المحاليل العيارية للكروم المستخدمة بإجراء تمديد مناسب للمحاليل العيارية السابقة.

Procedure

3-4 - طريقة العمل

آ- تحضير العينات وتهضمها:

جففت الفلاتر المستعملة قبل الاعتيان عند الدرجة 105°C لمدة 15 دقيقة ووزنت، ثم جففت هذه الفلاتر بعد الاعتيان عند الدرجة 105°C لمدة 15 دقيقة أيضاً، ثم طُحنت، وأخذ منها 0.5 gr للقياس، وهُضمت هذه الأخيذة تحت الساحبة باستخدام 5 ml ماء مقطر و 10 ml حمض آزوت 65% و 5 ml ماء اوكسيجيني 50%، وسُخن المزيج على سخانة كهربائية عند الدرجة 95°C لمدة 30 min ، ثم رُشح المحلول، واستخدمت الرشاحة للقياسات. أخضعت العينات التي جمعت باستخدام TSP والتي تحتوي على الرصاص لعملية تهضم رطب، حيث عولجت بـ 10 ml من حمض الآزوت HNO_3 (5M) والماء الأوكسجيني H_2O_2 وسخنت ببطء على سخانة كهربائية وبعد ذلك تم الترشيح ، وأكمل حجم الرشاحة الناتجة إلى 25 ml بالماء المقطر ثم قيس تركيز الرصاص فيها بتقانة اللهب باستخدام التحليل بطيف الامتصاص الذري (AAS).

ب- قياس العينات :

تم تحديد المعادن الثقيلة (Cu و Pb و Cd و Ni و Zn) في العينات المدروسة بعد معالجتها وتهضمها بطريقة التحليل بطيف الامتصاص الذري بتطبيق الشروط الموافقة لكل عنصر من العناصر المدروسة [149 - 153] والمبينة في الجدول رقم (30).

الجدول رقم (30)

الشروط المستخدمة في التحليل بطيف الامتصاص الذري للمعادن الثقيلة

Zn و Ni و Cd و Pb و Cu

Zn	Ni	Cd	Pb	Cu	الشروط المستخدمة
213.9	232.0	228.8	217.0	324.8	طول الموجة (λ)، nm
8	12	5	5	4	تيار المصباح المنخفض، mA
10	15	6	6	5	تيار المصباح العالي، mA
0.5					عرض الشق، mm
BGC – D ₂					Lamp Mode
هواء - أستيلين					اللهب Flame

Calculations method

5-3 - طريقة الحسابات

حسبت النتائج بعد حساب القيمة المتوسطة \bar{X} Average means من العلاقة:

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n}$$

حيث n عدد التجارب (n = 5) لكل نتيجة معطاة.

أما الانحراف المعياري (S) Standard Deviation فيحسب من العلاقة الآتية:

$$SD = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\bar{X} - X_i)^2}{n}}$$

كما حسبنا الانحراف المعياري النسبي $\frac{SD}{\bar{X}}$ المتوي (RSD%) من العلاقة الآتية:

طبقنا الطريقة الحسابية لإنشاء الخطوط البيانية القياسية وفق طريقة أصغر المربعات اعتماداً على العلاقة التالية:

$$Y = mX + b$$

حيث m ميل المنحني و b نقطة تقاطع المنحني مع محور Y وطبقنا طريقة أصغر المربعات لرسم المنحنيات العيارية حاسوبياً باستخدام برنامج Excel وحصلنا على قيم m و b و R مباشرة من الحاسوب بعد إظهار معادلة المنحني المرسوم.

طرائق التحديد الكمي Methods of Quantitation:

أ - طريقة المنحني العياري Calibration Curves Method:

تستخدم طريقة المنحني العياري عندما لا يحتوي المحلول على مواد معيقة تؤثر في القياسات المنفذة . ويتم رسم المنحني بتحضير عدداً من المحاليل العيارية ذات التراكيز المختلفة وإجراء قياسات لهذه المحاليل وللمادة المدروسة في شروط ثابتة ؛ بحيث تغطي التراكيز العيارية كامل المجال الذي تقع فيه تراكيز المحاليل المجهولة والتي يراد تحديد تركيزها. نأخذ على سبيل المثال خمسة محاليل عيارية لمحلول شوارد الرصاص في وسط مائي ونقيس الامتصاصية عند طول الموجة الموافق لقيمة الامتصاص الأعظمي λ_{max} ثم نرسم المنحني العياري $A = f(C)$ ويحدد مجاله الخطي. ثم نستنتج قيمة تركيز العينة المدروسة C_x اعتباراً من المنحني العياري أو من معادله المنحني كالآتي:

- ومعادلة المنحني:

$$A = m C + b$$

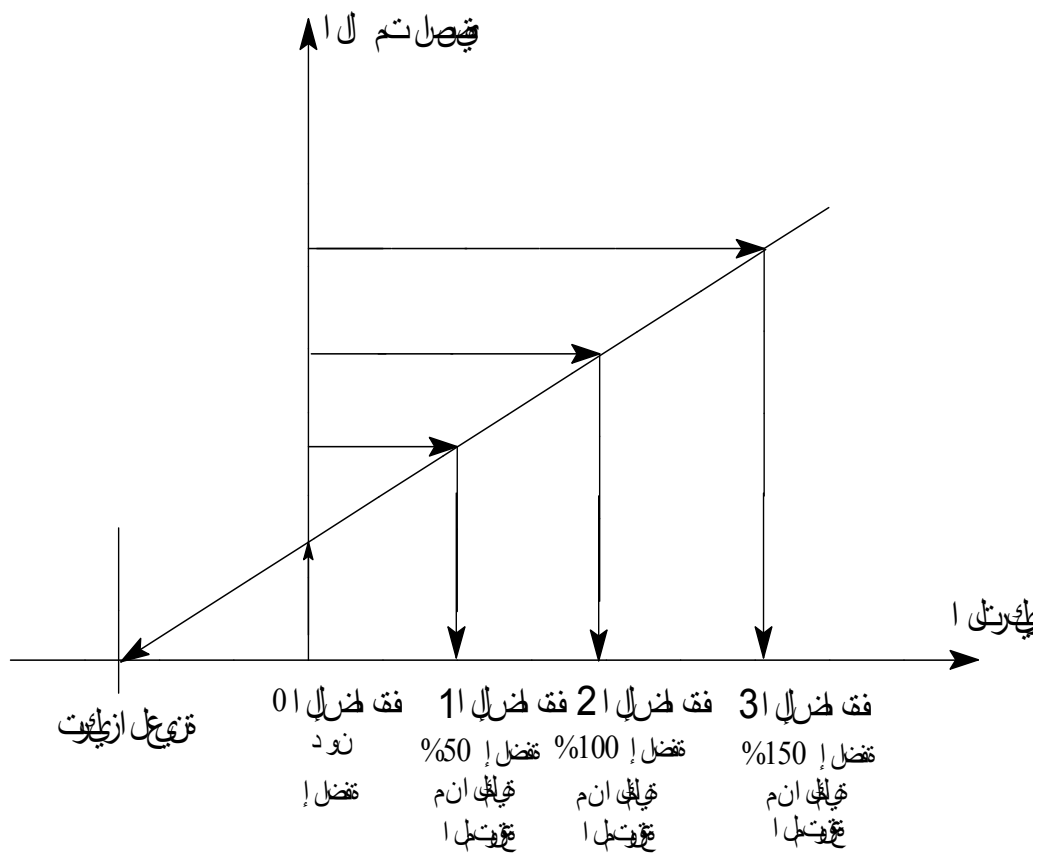
حيث أن : m ميل المنحني و b نقطة التقاطع مع المحور A
تحدد تراكيز المحاليل المجهولة من قياس امتصاصيتها الذرية واسقاطها على المنحني العياري، ثم على محور التركيز. أو تحدد من معادلة المنحني العياري .

ب - طريقة الإضافات العيارية Standard Additions Method:

تستلزم طريقة الإضافات العيارية إضافة كميات معلومة من المحلول العياري إلى واحد أو أكثر من الكميات المتساوية من محلول العينة المدروسة. ويتم تحسين النتائج بإجراء سلسلة من الإضافات العيارية، حيث تضاف إلى كميات متساوية من العينة سلسلة من المحاليل العيارية التي تحتوي كميات مختلفة معلومة من المادة المدروسة ، ثم تمدد العينات المحضرة إلى الحجم النهائي. فعلى سبيل المثال، تؤدي الإضافة الأولى إلى جعل التركيز الناتج مساوياً إلى 50% تقريباً من القيمة المتوقعة داخل العينة، في حين تُحضر الإضافتين الثانية والثالثة بحيث تكون التراكيز مساوية إلى 100% و 150% تقريباً من القيمة المتوقعة لمحتويات العينة. تقاس الامتصاصية لكل محلول من المحاليل المحضرة ، ثم يرسم الخط البياني الممثل لتغيرات الامتصاصية بدلالة التراكيز المعلومة. يمدد الخط الناتج ليقطع محور التراكيز في نقطة تمثل تركيز المادة المدروسة في العينة، حيث يدرج الطرف الممدد على يسار الخط البياني وفق تدريجات الطرف اليميني نفسها لكن بالاتجاه المعاكس من نقطة البداية ، أنظر الشكل رقم (15).

تتطلب صحة طريقة الإضافات العيارية ضرورة أخذ الملاحظات الآتية بالحسبان:

- يجب أن تكون التراكيز الظاهرة في المنحني العياري خطية فوق مجال التركيز المطلوب، ولكي تكون النتائج أفضل يجب أن يكون ميل الخط البياني لطريقة الإضافات العيارية مساوياً تقريباً لميل المنحنيات العيارية.
- يجب أن يبقى حجم العينة ثابتاً في كل المحاليل المدروسة (للمحلول المجهول والمحاليل العيارية) ؛ حيث يؤخذ حجم معين وثابت من العينة ويضاف إليه حجوم متزايدة من المحلول العياري إبتداء من الصفر ، ويتم الحجم بالماء القطر إلى الحجم الثابت المعتمد لكل المحاليل . يجب أن يكون التحديد خالياً من التداخلات المطيافية ، وإلا فيجب اختيار طول موجة ثانوي مناسب لا يحصل عنده تداخلات.



الشكل رقم (15)

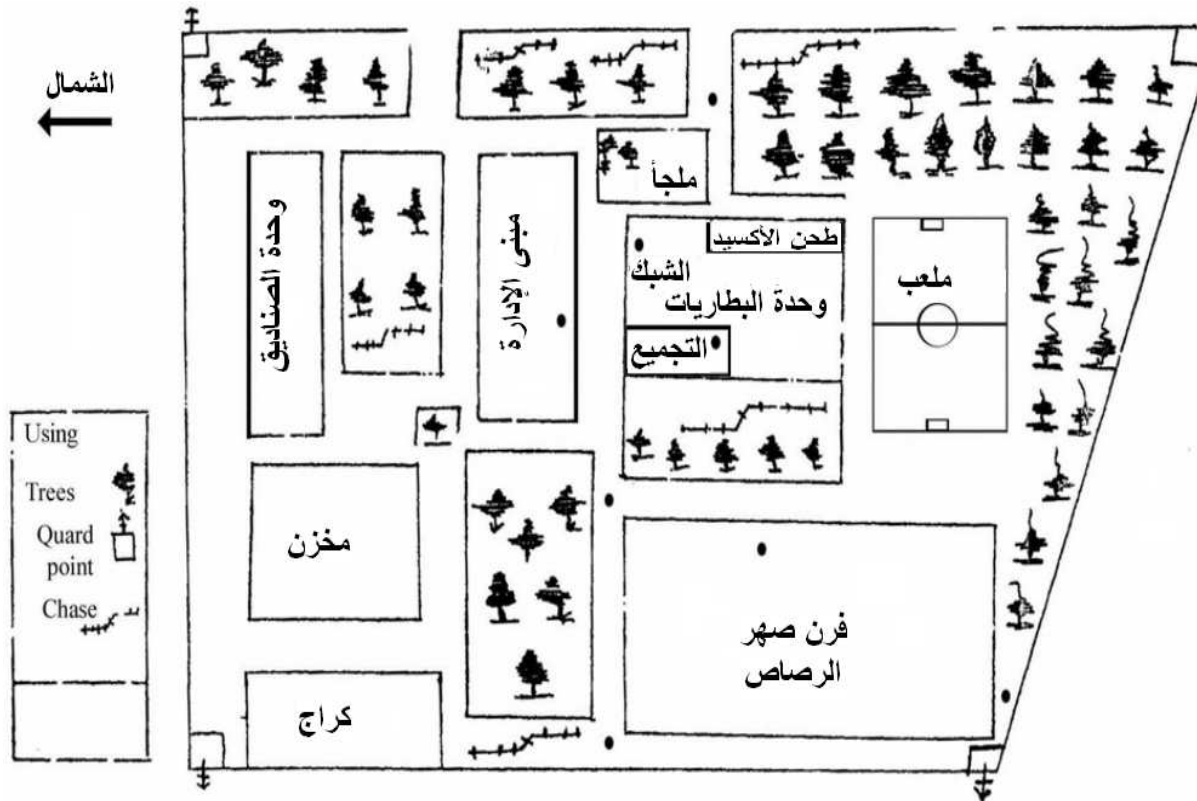
الخط البياني لطريقة الإضافات العيارية

Results and Discussion

4 - النتائج والمناقشة

4-1 - تحديد التلوث بالرصاص في الشركة السورية للبطاريات والغازات السائلة بحلب باستخدام جهاز الاعتيان TSP والمصيدة الكيميائية (CT):

تتضمن دراسة التلوث بالرصاص في الشركة السورية للبطاريات والغازات السائلة، انظر الشكل رقم (16) والتي تقع جنوب مدينة حلب دراسة بيئية وبيولوجية، أي دراسة التلوث بالرصاص في الهواء الموجود في جميع أقسام المعمل، والرصاص الموجود في دم العمال، وذلك باستخدام جهاز الـ TSP لجمع الجسيمات المعلقة الكلية، وجهاز المصيدة الكيميائية.



الشكل رقم (16)

مخطط الشركة السورية للبطاريات والغازات السائلة في حلب

حُدد الرصاص الموجود في هواء الجو (لأماكن متعددة) من الشركة السورية للبطاريات والغازات السائلة في حلب باستخدام جهاز الـ TSP (الجسيمات المعلقة الكلية) ذو التدفق العالي (HVAS, Instrument NO. AS-16 , USA) لجميع العينات، وقد جمعت العينات خلال فترة العمل التي تستمر لمدة 8 ساعات خلال خمسة أيام أسبوعياً لجميع أقسام المعمل وذلك باستخدام فلتر من ألياف زجاجية أقطار مسامها يساوي $0.3\mu\text{m}$ مصنعة في شركة (Whatman EPM 2000 High-Volume 1882-866). وفي نفس الوقت وفي نفس الشروط تم أخذ عينات باستخدام جهاز المصيدة الكيميائية (CT) Chemical Trap الذي يعتمد على قرقرة الغازات الداخلة بالمحلول الذي يحتوي على حمض الأزوت (5M) والماء الأكسجيني لمدة ساعتين بتدفق 2 لتر/دقيقة باستخدام جهاز (Handy sampler, HS-7, Kimoto Electric CO.,LTD.,Japan) ، حيث جمعت عينات الهواء من الأقسام المختلفة في المعمل لإجراء الرصد البيئي لكميات الرصاص ، كما أخذت عينات من دم العاملين في هذه الأقسام لإجراء الرصد البيولوجي لكميات الرصاص وذلك من أجل تحديد الرصاص الكلي الموجود في الهواء وفي دم العاملين في مناطق الدراسة باستخدام التحليل بطيف الامتصاص الذري، وفقاً لما يلي:

آ - استخدام جهاز الاعتيان TSP في الشركة السورية للبطاريات والغازات السائلة بحلب:

1- التحديد البيئي :

- أولاً: قسم طحن الأكسيد:

تم تحديد الرصاص في هواء قسم طحن الأكسيد بعد جمع العينات باستخدام جهاز TSP وتراوح متوسط كمية الجسيمات المعلقة الكلية التي جمعت من هواء قسم طحن الأكسيد وكمية الرصاص في هواء هذا القسم ما بين $2945\mu\text{g}/\text{m}^3$ و $2365\mu\text{g}/\text{m}^3$ على التسلسل وكانت نسبة الرصاص في مجمل الجسيمات 80.3% ، وان كمية الجسيمات والرصاص في الهواء في

قسم طحن الأكسيد كان مرتفعاً بالمقارنة مع باقي أقسام المعمل، حيث وصل متوسط تركيز الرصاص في الهواء باستخدام TSP الى $2365 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ، انظر الجدول رقم (31).

- ثانياً: قسم التجميع والتنظيف:

وحدد الرصاص في هواء قسم التجميع والتنظيف باستخدام جهاز TSP وتراوح متوسط كمية الجسيمات المعلقة الكلية التي جمعت من هواء القسم وكمية الرصاص في هواء القسم ما بين $2867 \mu\text{g}/\text{m}^3$ و $1012 \mu\text{g}/\text{m}^3$ على التسلسل وبلغت نسبة الرصاص في مجمل الجسيمات 35.3% ، علماً أن قسم التجميع والتنظيف ينظف باستخدام الهواء المضغوط ، انظر الجدول رقم (31).

الجدول رقم (31)

تركيز الجسيمات المعلقة الكلية TSP وتركيز الرصاص في الهواء في مختلف أقسام المعمل باستخدام جهاز الـ TSP

القسم	$\text{m}_{\text{pb}} \%$	متوسط كمية الرصاص في الهواء* ، $\mu\text{g}/\text{m}^3$	RSD%	متوسط كتلة الجسيمات الكلية* (TSP)، $\mu\text{g}/\text{m}^3$	RSD%
طحن الأكسيد	80.3	2365	1.8	2945	1.5
التجميع والتنظيف	35.3	1012	2.1	2867	1.5
فرن الصهر	31.1	753	2.2	2419	1.6
المعجونة	39.4	511	2.0	1298	1.7
الشبك	35.0	357	2.1	1021	1.9
الإدارة	8.2	21.3	3.8	260	2.3

*كل قيمة هي متوسط خمس قياسات

- ثالثاً: قسم فرن الصهر:

كما حُدد الرصاص في قسم فرن الصهر بعد جمع العينات باستخدام جهاز TSP وتراوح متوسط كمية الجسيمات المعلقة الكلية التي جمعت من هواء قسم الصهر وكمية الرصاص في هواء هذا القسم ما بين $2419 \mu\text{g}/\text{m}^3$ و $753 \mu\text{g}/\text{m}^3$ على التسلسل , ونسبة الرصاص الكلية في مجمل الجسيمات كان 31.1%، انظر الجدول رقم (31).

- رابعاً: قسم المعجونة:

وحُدد أيضاً الرصاص في قسم المعجونة بعد جمع العينات باستخدام جهاز TSP وتراوح متوسط كمية الجسيمات المعلقة الكلية التي جمعت من هواء قسم المعجونة وكمية الرصاص في هواء هذا القسم ما بين $1298 \mu\text{g}/\text{m}^3$ و $511 \mu\text{g}/\text{m}^3$ على التسلسل ونسبة الرصاص في مجمل الجسيمات كان 39.4% ، انظر الجدول رقم (31).

- خامساً: قسم الشبك:

كان معدل الجسيمات المعلقة TSP وكمية الرصاص في هواء قسم الشبك منخفضاً نسبياً وتراوح ما بين $1021 \mu\text{g}/\text{m}^3$ و $357 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ، وكانت نسبة الرصاص الإجمالية 35.0%، وهذا يدل على أن طبيعة الجسيمات المعلقة ليست غنية بالرصاص ، انظر الجدول رقم (31).

- سادساً: قسم الإدارة:

وكان معدل الجسيمات المعلقة TSP وكمية الرصاص في هواء قسم الإدارة ما بين $260 \mu\text{g}/\text{m}^3$ و $21.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ وكانت نسبة الرصاص الإجمالية 8.2% ، انظر الجدول رقم (31).

ب – التحديد بجمع العينات باستخدام المصيدة الكيميائية (CT) في الشركة السورية للبطاريات

والغازات السائلة بحلب:

- أولاً: قسم طحن الأكسيد:

تم تحديد الرصاص في هواء قسم طحن الأكسيد بعد جمع العينات باستخدام المصيدة الكيميائية (CT) وكان متوسط كمية الرصاص في هواء القسم $4787 \mu\text{g}/\text{m}^3$ وكانت النسبة المئوية للرصاص في هواء هذا القسم 49.4% ، انظر الجدول رقم (32).

- ثانياً: قسم التجميع والتنظيف:

وُحِدَ الرصاص في هواء قسم التجميع والتنظيف بعد جمع العينات باستخدام المصيدة الكيميائية (CT) وكان متوسط كمية الرصاص في هواء القسم $2052 \mu\text{g}/\text{m}^3$. وكانت النسبة المئوية للرصاص في هواء هذا القسم 49.3 % ، انظر الجدول رقم (32).

- ثالثاً: قسم فرن الصهر:

كما حُدد الرصاص في هواء قسم فرن الصهر باستخدام المصيدة الكيميائية (CT) حيث وكان متوسط كميته في هواء هذا القسم $2210 \mu\text{g}/\text{m}^3$. وكانت النسبة المئوية للرصاص في هواء القسم 34.1 % ، انظر الجدول رقم (32).

الجدول رقم (32)

تركيز الرصاص في الهواء في مختلف أقسام المعمل
باستخدام جهاز المصيدة الكيميائية (CT)

النسبة المئوية للرصاص في الجسيمات العالقة في الهواء* ($\text{m}_{\text{Pb}}\%$)	RSD%	متوسط كمية الرصاص الكلية في الهواء*، $\mu\text{g}/\text{m}^3$	القسم
49.4	1.6	4787	طحن الأكسيد
49.3	1.9	2052	التجميع والتنظيف
34.1	1.8	2210	فرن الصهر
82.7	2.3	618	المعجونة

45.0	2.2	793	الشبك
75.8	2.3	28.1	الإدارة

* كل قيمة هي متوسط خمس قياسات

- رابعاً: قسم المعجونة:

وحُدّد أيضاً الرصاص في هواء قسم المعجونة بعد جمع العينات باستخدام المصيدة الكيميائية (CT) وبلغت متوسط كميته في الهواء $618\mu\text{g}/\text{m}^3$. وكانت النسبة المئوية للرصاص في هواء هذا القسم 82.7% ، انظر الجدول رقم (32).

- خامساً: قسم الشبك:

كان معدل الرصاص في هواء قسم الشبك بعد جمع العينات باستخدام المصيدة الكيميائية (CT) $793\mu\text{g}/\text{m}^3$. وكانت النسبة المئوية للرصاص في هواء هذا القسم 45.0% ، انظر الجدول رقم (32).

- سادساً: قسم الإدارة:

وكان معدل الرصاص في هواء قسم الإدارة بعد جمع العينات باستخدام المصيدة الكيميائية (CT) $28.1\mu\text{g}/\text{m}^3$. وكانت النسبة المئوية للرصاص في هواء هذا القسم 75.8% ، انظر الجدول رقم (32).

تم تحديد الرصاص في هذه الدراسة في مختلف أقسام الشركة السورية للبطاريات والغازات السائلة بطلب وهدفت الدراسة إلى تحديد كمية الرصاص في مختلف الأقسام لمعرفة أي الأقسام تشكل المصدر الأكبر للتلوث بالرصاص باستخدام جهاز الجسيمات المعلقة الكلية TSP والمصيدة الكيميائية، وأظهرت النتائج أن الهواء في قسم طحن الأكسيد يحتوي أعلى تركيز من الرصاص؛ حيث تراوحت بين $2365\mu\text{g}/\text{m}^3$ باستخدام TSP و $4787\mu\text{g}/\text{m}^3$ باستخدام المصيدة الكيميائية CT ، وكانت كمية الرصاص في الإدارة هي الأقل؛ حيث تراوحت كمية الرصاص بين $21.3\mu\text{g}/\text{m}^3$ باستخدام TSP و $28.1\mu\text{g}/\text{m}^3$ باستخدام المصيدة

الكيميائية وكان القسم الثاني الأكثر تلوثاً هو صالة التجميع والتنظيف ؛ حيث تراوحت ما بين $1012\mu\text{g}/\text{m}^3$ باستخدام ال-TSP و $2052\mu\text{g}/\text{m}^3$ باستخدام المصيدة الكيميائية.

إن فرن الصهر مزود بمداخن عالية الارتفاع وتراوح ارتفاعها ما بين 6 - 10 أمتار وعند تشغيل الأفران لصهر الرصاص ينبعث من المداخن دخان أسود أحياناً ويكون أبيض أحياناً أخرى دون أن يمر عبر محطة معالجة وهذا يدل على أن الرصاص الموجود على شكل أبخرة سينتقل إلى مسافات بعيدة نتيجة لارتفاع هذه المداخن ، يلعب اتجاه الرياح وسرعتها دوراً كبيراً في نقل هذه الأبخرة إلى مسافات بعيدة وباتجاهات مختلفة.

نلاحظ من نتائج القياسات أن كميات الرصاص المحددة في العينات التي جمعت مع اتجاه الرياح أكبر وهذه الكميات أقل منها في منطقة الطحن وصالة التجميع لأنه قد تم أخذ القياس على ارتفاع حوالي 1.5 متر والقسم الأكبر من أبخرة الرصاص تكون على ارتفاعات عالية ، بينما في قسم الطاحونة والتجميع فالطحن يكون ضمن صالة وبذلك يمكن للجهاز التقاط الجسيمات الناعمة ، مما يجعل كمية الرصاص أكبر ، أما بالنسبة لكمية الرصاص باستخدام جهاز ال-TSP فكانت أقل منها عند استخدام المصيدة الكيميائية لأن الفلتر يحتجز الجسيمات التي يتجاوز قطرها 0.3 ميكرون. أما بالنسبة للمصيدة الكيميائية فإنها تمرر جميع الجسيمات بأقطارها المختلفة لذلك تكون النتيجة أعلى من جهاز ال-TSP.

2- التقييم البيولوجي :

يوجد في المعمل حوالي 250 عاملاً يعملون في مختلف أقسام المعمل والتي تتضمن قسم طحن الأكسيد والصيانة وقسم الإدارة وقسم التجميع والتنظيف وقسم فرن الصهر وقسم المعجونة.

لقد تم أخذ بعض التحاليل الدورية لدم العمال في مختلف الأقسام لمعرفة مقدار التلوث بالرصاص، وقد أجريت هذه التحاليل في مخابر حكومية من قبل الأطباء المختصين (المخبر المركزي) وحللت كمية الرصاص الموجودة في الدم باستخدام التحليل بطيف الامتصاص الذري. ونعرض في الجدول رقم (33) نتائج التحليل ومقارنتها مع الحد المسموح به من الرصاص في الدم حسب مؤتمر الصحة الأميركي (ACGIH)، وهي $30\mu\text{g}/\text{dl}$ وهذه التحاليل تعكس مدى تعرض العامل للتلوث في بيئة عمله ، وينتج التلوث عن الجسيمات المعقدة في الهواء والتي تدخل عن طريق الاستنشاق إلى الجهاز التنفسي، ولقد لوحظ أن معظم العمال تحتوي دمائهم على نسبة من الرصاص أعلى من الحد المسموح به ، كما لوحظ أن هناك عدداً من العمال

تجاوز تركيز الرصاص في دمائهم $60 \mu\text{g}/\text{dl}$ وفي بعض الأحيان وصل إلى حوالي 95 $\mu\text{g}/\text{dl}$.

يظهر الجدول رقم (33) أن نسبة العاملين الذين يكون مستوى الرصاص في دمائهم أكبر من 30 $\mu\text{g}/\text{dl}$ كانت في قسم المعجونة وفرن الصهر وطحن الأكسيد وقسم التجميع والتنظيف والشحن والشبك على الشكل التالي: 92.3% , 90.9% , 62.5% , 54.3% , 53.8% , 31.0% على التسلسل، بينما كانت نسبة العاملين الذين يكون مستوى الرصاص في دمائهم اقل من 30 $\mu\text{g}/\text{dl}$ كانت في قسم الصيانة والإدارة على الشكل التالي: 16.0% , 14.3% على التسلسل. وفي عام 1988 م أجريت نفس التحاليل على نفس عمال المعمل من قبل هيئة الطاقة الذرية ، وأظهرت الدراسة أن مستوى تركيز الرصاص في دم العمال في قسم طحن الأكسيد، وصالة التجميع وقسم المعجونة وقسم التشكيل كانت : 56.56 , 60.95 , 59.28 , 64.98 $\mu\text{g}/\text{dl}$ على التسلسل، وفي تلك التحاليل كان مستوى الرصاص في الدم في قسم صقل الصفائح وقسم تقطيعها وقسم تجميعها وقسم لصقها وقسم الشبك وقسم طحن الأكسيد وقسم التشكيل وقسم الصيانة والإدارة على الشكل التالي: 38.0 , 34.9 , 32.9 , 29.8 , 28.17 , 29.73 , 27.10 , 25.31 , 17.77 $\mu\text{g}/\text{dl}$ على التسلسل، وكان مستوى الرصاص في دم 88.23 % من العمال في قسم صقل الصفائح و 57.14 % من العمال في قسم التقطيع و 53.57 % من العمال في قسم التجميع و 33.33% من العمال في طحن الأكسيد و التشكيل ، أعلى من الحد المسموح به والمقدر بـ 30 $\mu\text{g}/\text{dl}$.

الجدول رقم (33)

متوسط تركيز الرصاص في الدم $\mu\text{g}/\text{dl}$ للعمال في مختلف أقسام المعمل

القسم	عدد العاملين	كمية الرصاص في الدم $\mu\text{g}/\text{dl}$	عدد الموظفين الذين تتجاوز كمية الرصاص في دمائهم الحد المسموح به	النسبة المئوية %
فرن الصهر	11	39.3 (28.5-51.4)	10	90.9
الشبك	29	50.1 (39.8-61.9)	9	31.0
المعجونة	13	45.1 (29.7-51.3)	12	92.3
طحن الأكسيد	8	44.9 (39.2-47.7)	5	62.5
التجميع والتنظيف	35	38.6 (22.8-94.0)	19	54.3
الشحن	13	37.9 (22.4-41.8)	7	53.8

16.0	12	28.2 (22.1-52.9)	75	الصيانة
14.3	5	24.9 (20.5-34.8)	35	الإدارة

أظهرت الدراسة أن 40 % من العمال كان مستوى الرصاص في دمائهم أعلى من 40 µg/dl, وفي دراسة أخرى تمت في نفس المكان (معمل البطاريات) بين 70 عامل أظهرت أن نصف العمال كان مستوى الرصاص في دمائهم أكبر من 35 µg/dl و10% منهم كان مستوى الرصاص في دمائهم أكبر من 60 µg/dl .

بينت هذه الدراسة التي أجريت على بعض أقسام المعمل ، أن هناك ارتفاع في نسبة الرصاص في الهواء المحيط ولوحظ أيضا ارتفاع نسبة الرصاص في دم بعض العمال, ولهذا يجب أن يكون هناك توعية للعمال وإتباع طرائق الأمن الصناعي لتخفيف نسبة التلوث بالرصاص في دمائهم وذلك بعدم الأكل والتدخين في صالة العمل, وضرورة غسيل الوجه واليدين قبل الأكل والشرب مما يؤدي إلى التخفيف من التلوث بالرصاص، وكما يجب:

أ- تركيب محطة معالجة للرصاص لمنع انتشاره داخل اجواء المعمل وخارجه.

ب- أن يكون فرن الصهر يعمل على القوس الكهربائي ليكون محكم الاغلاق لمنع تسرب أبخرة الرصاص.

ج- ان تتم عملية طحن الرصاص ضمن مطاحن محكمة الاغلاق لضمان عدم انتشار غبار الرصاص منها.

د - يجب تركيب ساحبات لسحب الهواء من صالات العمل الى محطة المعالجة ودفع الهواء النقي إلى داخل الصالات.

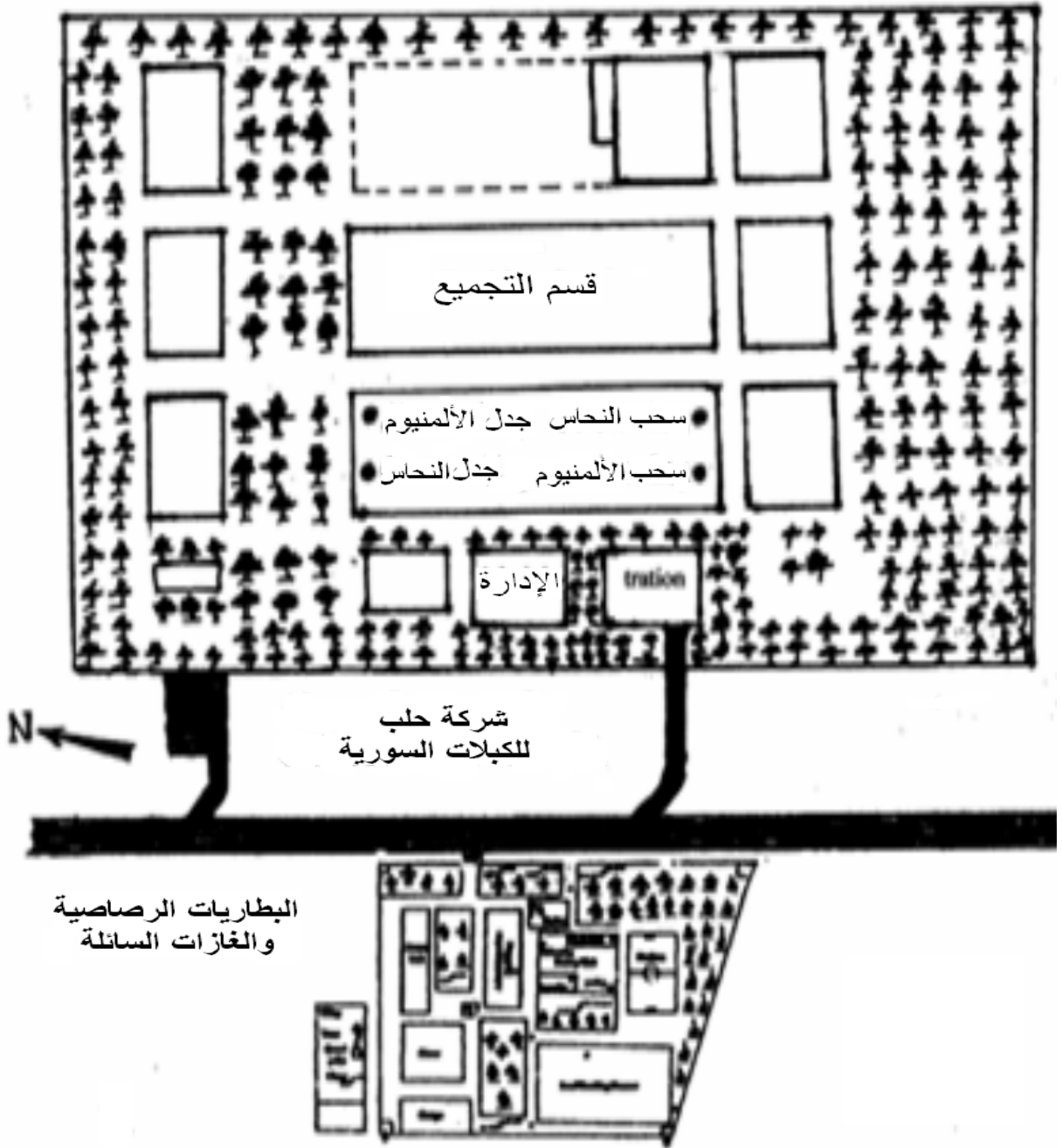
هـ- يجب على العمال التقيد وتطبيق قواعد السلامة الصناعية وذلك بارتداء اللباس المناسب وقفازات ونظارات وكمامات وعدم تناول الطعام والشراب ضمن صالات العمل.

و- يجب توزيع وجبات غذائية على العمال وذلك في مطاعم خاصة معزولة عن التلوث

ز- المراقبة الدورية للعمال وذلك بالفحص الدوري لتحديد الرصاص بالدم.

4-2- دراسة التلوث بالألمنيوم والنحاس والرصاص في الشركة السورية لصناعة الكابلات الصناعية في مدينة حلب باستخدام جهاز الاعتيان TSP و PM_{10} والمصيدة الكيميائية (CT):

تضمن هذه الدراسة دراسة الواقع البيئي للتلوث بالمعادن الثقيلة كالألمنيوم والنحاس والرصاص في الشركة السورية لصناعة الكابلات الصناعية في مدينة حلب (جمعت العينات في شهر نيسان لعام 2009) وذلك باستخدام جهاز TSP و PM_{10} والمصيدة الكيميائية (CT) للجسيمات ذات الأقطار الأقل من 10 ميكرون وللجسيمات المعلقة التي أقطارها تساوي $0.3\mu m$ ؛ وحددنا متوسط كمية الجسيمات المعلقة الكلية باستخدام TSP و PM_{10} وتمت دراسة عناصر الألمنيوم والنحاس والرصاص في جو العمل عندما يكون اتجاه الرياح من الغرب إلى الشرق ومن الشرق إلى الغرب في مختلف أقسام المعمل (قسم سحب الألمنيوم، وقسم سحب النحاس، وقسم جدل الألمنيوم، وقسم جدل النحاس، والمستودع، والإدارة) ، انظر الشكل رقم (17)، الذي يوضح مخططاً لتوزيع أقسام المعمل.



الشكل رقم (17)

مخطط الشركة السورية لصناعة الكابلات الصناعية السورية في مدينة حلب وموقع الشركة السورية للبطاريات والغازات السائلة بحلب

درسنا التلوث بالألمنيوم والنحاس والرصاص في الشركة السورية لصناعة الكابلات الصناعية في مدينة حلب باستخدام جهاز الجسيمات المعلقة الكلية TSP ذو التدفق العالي لجمع العينات خلال فترة العمل (8 ساعات) لجميع أقسام المعمل، باستخدام فلاتر زجاجية وفي الوقت والشروط ذاتها ، وتم أخذ عينات باستخدام جهاز PM_{10} ، وجهاز المصيدة الكيميائية والذي يعتمد على قرقرة الغازات الداخلة إلى المحلول والذي يحوي على حمض الأزوت والماء الأكسجيني بتركيز 5M لمدة ساعتين بتدفق 2 ليتر/ دقيقة.

أ – **التحديد باستخدام الجسيمات المعلقة الكلية TSP** (اتجاه الرياح من الغرب الى الشرق):
جمعت الجسيمات المعلقة الكلية TSP من مختلف أقسام الشركة السورية للكابلات الصناعية بحلب وذلك خلال فترة العمل وفترة راحة العمال لمدة 8 ساعات باستخدام فلاتر زجاجية من نوع Whatman glass Filter EPM 2000 High-Volume1882-866 والتي قطر مسامها يساوي $0.3\mu m$ ، بهدف تحديد كمية الألمنيوم والنحاس والرصاص في مختلف أقسام المعمل وقد أخضعت الجسيمات المجموعة باستخدام جهاز TSP لعملية التهضيم الرطب باستخدام 20ml من حمض الأزوت والماء الأكسجيني بتركيز 5M وتم التسخين ببطء على سخانة كهربائية ، ثم رشحت العينة وأكمل حجم الرشاحة إلى 25 مل بالماء المقطر. أخذت الرشاحة، وحدد فيها الألمنيوم والنحاس والرصاص باستخدام جهاز التحليل بطيف الامتصاص الذري باستخدام تقانة اللهب (AAS) ؛ حيث وجد أن الرصاص هو الأكثر انتشاراً والذي يأتي بدوره من معمل البطاريات والغازات السائلة الذي يقع غرب الشركة السورية لصناعة الكابلات الصناعية مباشرة .

- قسم سحب الألمنيوم :

وجد أن متوسط تركيز الجسيمات العالقة الكلية TSP $805.8\mu g/m^3$ وكان متوسط كمية الألمنيوم والنحاس والرصاص في الهواء $84.0\mu g/m^3$ و $10.4\mu g/m^3$ و $28.3\mu g/m^3$ وكانت النسبة المئوية لهذه العناصر في الهواء 10.4% و 1.3% و 3.5% على التسلسل، انظر الجدول رقم (34).

- قسم سحب النحاس :

إن متوسط تركيز الجسيمات العالقة الكلية (TSP) كان $1128.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ وكان متوسط كمية الألمنيوم والنحاس والرصاص في الهواء $35.9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ و $221.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ و $27.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ والنسبة المئوية لهذه العناصر في الهواء هي 3.18% و 19.60% و 2.43% على التسلسل، انظر الجدول رقم (34).

- قسم جدل الألمنيوم :

أن متوسط كمية الجسيمات العالقة الكلية TSP في قسم جدل الألمنيوم كان $819.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ وكان متوسط كمية الألمنيوم والنحاس والرصاص في الهواء $58.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ و $8.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ و $24.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ، والنسبة المئوية لهذه العناصر في الهواء 7.09% و 1.04% و 3.02% على التسلسل، انظر الجدول رقم (34).

- قسم جدل النحاس :

في هذا القسم وصل متوسط كمية الجسيمات العالقة الكلية TSP الى $1103.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ وكان متوسط كمية الألمنيوم والنحاس والرصاص في الهواء $20.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ و $78.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ و $26.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ، والنسبة المئوية لهذه العناصر في الهواء 1.88% و 7.09% و 2.36% على التسلسل، انظر الجدول رقم (34).

- قسم المستودع :

وفي قسم المستودعات وصل متوسط كمية الجسيمات العالقة الكلية TSP الى $1003.9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ وكان متوسط كمية الألمنيوم والنحاس والرصاص في الهواء $56.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ و $5.40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ و $4.60 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ، وكانت النسبة المئوية لهذه العناصر في الهواء 5.64% و 0.540% و 0.450% على التسلسل، انظر الجدول رقم (34).

- قسم الإدارة :

وهو قسم التحكم بالعمل وقد وصل متوسط كمية الجسيمات العالقة الكلية TSP إلى $818.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ وبلغ متوسط كمية الألمنيوم والنحاس والرصاص في الهواء $2.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$

الجدول رقم (34)

متوسط الـ TSP للعناصر المدروسة في أقسام المعمل المختلفة عندما يكون اتجاه الرياح من الغرب الى الشرق

المتوسط* للعنصر %	RSD%	متوسط* تركيز العنصر في الهواء ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	العنصر المحدد	متوسط* الـ TSP ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	القسم
10.42	3.4	84.0	Al	805.8	سحب الألمنيوم
1.3	1.1	10.4	Cu		
3.5	3.7	28.3	Pb		
3.2	3.6	35.9	Al	1128.3	سحب النحاس
19.6	0.6	221.0	Cu		
2.4	3.7	27.4	Pb		
7.1	3.6	58.1	Al	819.6	جدل الألمنيوم
1.0	1.0	8.5	Cu		
3.0	3.7	24.8	Pb		
1.9	3.8	20.7	Al	1103.4	جدل النحاس
7.1	0.82	78.2	Cu		
2.4	3.7	26.1	Pb		
5.6	3.6	56.6	Al	1003.9	المستودع
0.54	1.2	5.4	Cu		
0.46	3.9	4.6	Pb		
0.33	4.1	2.7	Al	818.7	الإدارة
0.46	1.3	3.8	Cu		
9.5	1.8	77.5	Pb		

* متوسط خمسة قياسات

و $3.8\mu\text{g}/\text{m}^3$ و $77.5\mu\text{g}/\text{m}^3$ ، وكانت النسبة المئوية لهذه العناصر في الهواء %0.326 و %0.460 و %9.470 على التسلسل، انظر الجدول رقم (34).

ب - **التحديد باستخدام الجسيمات PM_{10}** (اتجاه الرياح من الغرب الى الشرق):

حددنا جزيئات PM_{10} القابلة للاستنشاق باستخدام جهاز PM_{10} ، واستنشاق الغبار هو مصطلح جديد يستخدم لوصف جزيئات الغبار التي تشكل خطراً عند دخولها أي مكان من الجهاز التنفسي كالأنف أو الفم أو الرئتين، وقد أكد الباحثون أن حجم هذه الجسيمات القابلة للاستنشاق هو الجسيمات التي قطر المسام يساوي $0.3\mu\text{m}$ و أصغر من $10\mu\text{m}$ والذي يتسبب في تأثيرات ضارة على جهاز التنفس في مختلف أقسام الشركة السورية للكابلات الصناعية بحلب وذلك خلال فترة العمل وفترة راحة العمال لمدة 8 ساعات ، وتم تحديد الألمنيوم والنحاس والرصاص فيها باستخدام جهاز التحليل بطيف الامتصاص الذري باستخدام تقانة اللهب (AAS) ؛ حيث وجد أن الرصاص هو الأكثر انتشاراً والذي يأتي بدوره من معمل البطاريات والغازات السائلة الذي يقع غرب الشركة السورية لصناعة الكابلات الصناعية مباشرة .

- **قسم سحب الألمنيوم :**

وجد أن متوسط كمية جزيئات PM_{10} $298.0\mu\text{g}/\text{m}^3$ وكان متوسط كمية الألمنيوم والنحاس والرصاص في الهواء $7.00\mu\text{g}/\text{m}^3$ و $0.74\mu\text{g}/\text{m}^3$ و $12.90\mu\text{g}/\text{m}^3$ وكانت النسبة المئوية لهذه العناصر في الهواء %2.36 و %0.25 و %4.33 على التسلسل، انظر الجدول رقم (35).

- **قسم سحب النحاس :**

إن متوسط كمية جزيئات PM_{10} كان $290.3\mu\text{g}/\text{m}^3$ وكان متوسط كمية الألمنيوم والنحاس والرصاص في الهواء $3.10\mu\text{g}/\text{m}^3$ و $16.80\mu\text{g}/\text{m}^3$ و $12.00\mu\text{g}/\text{m}^3$ وكانت النسبة المئوية لهذه العناصر في الهواء %1.07 و %5.79 و %4.14 على التسلسل، انظر الجدول رقم (35).

- **قسم جدل الألمنيوم :**

إن متوسط كمية جزيئات PM_{10} في قسم جدل الألمنيوم كان $320.4\mu\text{g}/\text{m}^3$ وكان متوسط كمية الألمنيوم والنحاس والرصاص في الهواء $5.00\mu\text{g}/\text{m}^3$ و $0.56\mu\text{g}/\text{m}^3$

الجدول رقم (35)

متوسط الـ PM₁₀ للعناصر المدروسة في أقسام معمل الكابلات المختلفة عندما يكون اتجاه الرياح من الغرب إلى الشرق

المتوسط* للعنصر %	RSD%	متوسط* تركيز العنصر في الهواء (µg/m ³)	العنصر المحدد	متوسط* الـ PM ₁₀ (µg/m ³)	القسم
2.36	4.0	7.00	Al	298.0	سحب الألمنيوم
0.25	1.6	0.74	Cu		
4.33	3.4	12.90	Pb		
1.07	4.1	3.10	Al	290.3	سحب النحاس
5.79	1.0	16.80	Cu		
4.14	3.5	12.00	Pb		
1.55	4.1	5.00	Al	320.4	جدل الألمنيوم
0.17	1.7	0.56	Cu		
3.46	3.5	11.10	Pb		
0.58	4.2	1.80	Al	312.1	جدل النحاس
1.87	1.2	5.80	Cu		
3.77	3.5	11.80	Pb		
1.31	4.0	4.60	Al	350.2	المستودع
0.12	1.8	0.36	Cu		
0.77	4.0	2.70	Pb		
0.087	4.6	0.23	Al	264.5	الإدارة
0.10	1.9	0.27	Cu		
12.33	3.6	32.60	Pb		

* متوسط خمسة قياسات

و $11.10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ، والنسبة المئوية لهذه العناصر في الهواء % 1.55 و % 0.17 و % 3.46 على التسلسل، انظر الجدول رقم (35).

- قسم جدل النحاس :

في هذا القسم وصل متوسط كمية جسيمات PM_{10} الى $312.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ وكان متوسط كمية الألمنيوم والنحاس والرصاص في الهواء $1.80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ و $5.80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ و $11.80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ والنسبة المئوية لهذه العناصر فيه % 0.58 و % 1.87 و % 3.77 على التسلسل، انظر الجدول رقم (35).

- قسم المستودع :

وفي قسم المستودعات وصل متوسط كمية جسيمات PM_{10} إلى $350.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ وكان متوسط كمية الألمنيوم والنحاس والرصاص فيه $4.60 \mu\text{g}/\text{m}^3$ و $0.36 \mu\text{g}/\text{m}^3$ و $2.70 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ، وكانت النسبة المئوية لهذه العناصر في الهواء % 1.31 و % 0.12 و % 0.77 على التسلسل، انظر الجدول رقم (35).

- قسم الإدارة :

وهو قسم التحكم بالعمل وقد وصل متوسط كمية جسيمات PM_{10} إلى $264.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ وبلغ متوسط كمية الألمنيوم والنحاس والرصاص في الهواء $0.23 \mu\text{g}/\text{m}^3$ و $0.27 \mu\text{g}/\text{m}^3$ و $32.60 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ، وكانت النسبة المئوية لهذه العناصر في الهواء % 0.087 و % 0.10 و % 12.33 على التسلسل، انظر الجدول رقم (35).

ج - التحديد باستخدام المصيدة الكيميائية CT (اتجاه الرياح من الغرب الى الشرق):

- قسم سحب الألمنيوم :

وجد أن متوسط تركيز الألمنيوم والنحاس والرصاص باستخدام المصيدة الكيميائية (CT) كانت $94.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ و $11.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ و $72.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ على التسلسل، انظر الجدول رقم (36).

- قسم سحب النحاس :

إن متوسط تركيز الألمنيوم والنحاس والرصاص في الهواء باستخدام المصيدة الكيميائية (CT) كان $39.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ و $238.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ و $71.9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ على التسلسل ، انظر الجدول رقم (36).

الجدول رقم (36)

متوسط المحتوى الكلي للعناصر المدروسة في أقسام معمل الكابلات المختلفة عندما يكون اتجاه الرياح من الغرب الى الشرق باستخدام المصيدة الكيميائية

RSD%	متوسط* المحتوى الكلي للعنصر في الهواء ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	العنصر المختبر	القسم
3.3	94.2	Al	سحب الألمنيوم
1.0	11.2	Cu	
1.8	72.3	Pb	
3.5	39.6	Al	سحب النحاس
0.5	238.5	Cu	
1.8	71.9	Pb	
3.4	64.4	Al	جدل الألمنيوم
1.1	9.1	Cu	
1.9	68.3	Pb	
3.7	23.1	Al	جدل النحاس
0.75	84.0	Cu	
1.8	71.2	Pb	
2.0	62.7	Al	المستودع
1.1	5.8	Cu	
3.8	16.5	Pb	
4.0	3.0	Al	الإدارة
1.2	4.1	Cu	
1.6	152.0	Pb	

* متوسط خمسة قياسات

- قسم جدل الألمنيوم :

إن نسبة الألمنيوم والنحاس والرصاص باستخدام المصيدة الكيميائية (CT) كانت 64.4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ و $9.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ و $68.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ على التسلسل، انظر الجدول رقم (36).

- قسم جدل النحاس :

في هذا القسم وصل متوسط كمية الألمنيوم والنحاس والرصاص باستخدام المصيدة الكيميائية (CT) كانت $23.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $84.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $71.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ على التسلسل، انظر الجدول رقم (36).

- قسم المستودع :

وفي قسم المستودعات وصل متوسط كمية الألمنيوم والنحاس والرصاص في الهواء باستخدام المصيدة الكيميائية (CT) كان $62.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ و $5.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ و $16.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ على التسلسل ، انظر الجدول رقم (36).

- قسم الإدارة :

وهو قسم التحكم بالعمل وقد وصل متوسط كمية الألمنيوم والنحاس والرصاص باستخدام المصيدة الكيميائية (CT) كانت $3.02 \mu\text{g}/\text{m}^3$ و 4.10 و 152.0 على التسلسل، انظر الجدول رقم (36).

أظهرت هذه الدراسة أن مستويات الرصاص كانت كبيرة جداً على الرغم من أن معمل الكابلات لا ينتج الرصاص، كما هو واضح في الشكل رقم (17) ويرجع ذلك إلى حقيقة أن معمل البطاريات والغازات السائلة المجاور لهذا المصنع من الجانب الغربي ، واتجاه الرياح في كثير من الأحيان من الغرب إلى الشرق ونقل الملوثات بواسطة الرياح ، لذلك انتظرنا فرصة أن تأتي الرياح شرقية لتحديد نسب الملوثات في أجزاء مختلفة من معمل الكابلات السورية.

الجدول رقم (37)

النسبة المئوية الكلية للعناصر المدروسة في أقسام المعمل المختلفة عندما يكون اتجاه الرياح من الغرب الى الشرق

القسم	العنصر المختبر	متوسط* النسبة المئوية للعنصر في الهواء بواسطة TSP ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	متوسط* النسبة المئوية للعنصر في الهواء بواسطة PM_{10} ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
سحب الألمنيوم	Al	89.2	7.45
	Cu	92.9	6.61
	Pb	39.1	17.84
سحب النحاس	Al	90.6	7.83
	Cu	92.7	7.05
	Pb	38.1	16.72
جدل الألمنيوم	Al	90.2	7.70
	Cu	93.4	6.15
	Pb	36.3	16.19
جدل النحاس	Al	89.6	7.79
	Cu	93.1	6.94
	Pb	36.6	16.50
المستودع	Al	90.3	7.29
	Cu	93.1	6.21
	Pb	27.8	16.36
الإدارة	Al	88.4	7.62
	Cu	92.7	6.59
	Pb	51.0	21.46

* متوسط خمسة قياسات

أ – التحديد باستخدام الجسيمات المعلقة الكلية TSP (اتجاه الرياح من الشرق إلى الغرب):

- قسم سحب الألمنيوم :

وجد أن متوسط تركيز الجسيمات العالقة الكلية TSP $814.4\mu\text{g}/\text{m}^3$ وكان متوسط كمية الألمنيوم والنحاس والرصاص في الهواء $85.20\mu\text{g}/\text{m}^3$ و $10.90\mu\text{g}/\text{m}^3$ و $0.39\mu\text{g}/\text{m}^3$ وكانت النسبة المئوية لهذه العناصر فيه 10.46% و 1.34% و 0.048% على التسلسل، انظر الجدول رقم (38).

- قسم سحب النحاس :

إن متوسط تركيز الجسيمات العالقة الكلية (TSP) كان $1130.2\mu\text{g}/\text{m}^3$ وكان متوسط كمية الألمنيوم والنحاس والرصاص في الهواء $36.0\mu\text{g}/\text{m}^3$ و $228.7\mu\text{g}/\text{m}^3$ و $0.44\mu\text{g}/\text{m}^3$ وكانت النسبة المئوية لهذه العناصر فيه 3.19% و 20.24% , و 0.039% على التسلسل، انظر الجدول رقم (38).

- قسم جدل الألمنيوم :

أن متوسط كمية الجسيمات العالقة الكلية TSP في قسم جدل الألمنيوم كان $819.5\mu\text{g}/\text{m}^3$ وكان متوسط كمية الألمنيوم والنحاس والرصاص في الهواء $58.10\mu\text{g}/\text{m}^3$ و $9.50\mu\text{g}/\text{m}^3$ و $0.40\mu\text{g}/\text{m}^3$ ، والنسبة المئوية لهذه العناصر فيه 7.090% و 1.160% و 0.050% على التسلسل، انظر الجدول رقم (38).

- قسم جدل النحاس :

في هذا القسم وصل متوسط كمية الجسيمات العالقة الكلية TSP الى $1100.1\mu\text{g}/\text{m}^3$ وكان متوسط كمية الألمنيوم والنحاس والرصاص في الهواء $21.60\mu\text{g}/\text{m}^3$ و $78.20\mu\text{g}/\text{m}^3$ و $0.43\mu\text{g}/\text{m}^3$ ، والنسبة المئوية لهذه العناصر فيه 1.960% و 7.090% و 0.039% على التسلسل، انظر الجدول رقم (38).

- قسم المستودع :

وفي قسم المستودعات وصل متوسط كمية الجسيمات العالقة الكلية TSP الى $986.3\mu\text{g}/\text{m}^3$ وكان متوسط كمية الألمنيوم والنحاس والرصاص في الهواء $55.20\mu\text{g}/\text{m}^3$ و $5.10\mu\text{g}/\text{m}^3$ و $0.21\mu\text{g}/\text{m}^3$ ، وكانت النسبة المئوية لهذه العناصر فيه 5.60% و 0.52% و 0.021% على التسلسل، انظر الجدول رقم (38).

الجدول رقم (38)

متوسط الـ TSP للعناصر المدروسة في أقسام معمل الكابلات السورية المختلفة عندما يكون اتجاه الرياح من الشرق الى الغرب

نسبة العنصر بواسطة TSP المتوسط %	RSD%	متوسط* تركيز العنصر في الهواء بواسطة TSP ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	العنصر المختبر	متوسط* الـ TSP ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	القسم
10.460	3.4	85.20	Al	814.4	سحب الألمنيوم
1.340	1.1	10.90	Cu		
0.048	4.5	0.39	Pb		
3.190	3.6	36.00	Al	1130.2	سحب النحاس
20.240	0.6	228.7	Cu		
0.039	4.5	0.44	Pb		
7.090	3.5	58.10	Al	819.5	جدل الألمنيوم
1.160	1.1	9.50	Cu		
0.050	4.5	0.40	Pb		
1.960	3.8	21.60	Al	1100.1	جدل النحاس
7.090	0.83	78.20	Cu		
0.039	4.5	0.43	Pb		
5.600	3.5	55.20	Al	986.3	المستودع
0.520	1.2	5.10	Cu		
0.021	4.6	0.21	Pb		
1.630	3.9	16.20	Al	995.2	الإدارة
0.730	1.0	7.30	Cu		
0.046	4.4	0.46	Pb		

* متوسط خمسة قياسات

- قسم الإدارة :

وهو قسم التحكم بالعمل وقد وصل متوسط كمية الجسيمات العالقة الكلية TSP إلى $995.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ وبلغ متوسط كمية الألمنيوم والنحاس والرصاص في الهواء $16.20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ و $7.30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ و $0.46 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ، وكانت النسبة المئوية لهذه العناصر فيه 1.630% و 0.730% و 0.046% على التسلسل، انظر الجدول رقم (38).

ب – التحديد باستخدام جسيمات PM_{10} (اتجاه الرياح من الشرق الى الغرب):

- قسم سحب الألمنيوم :

وجد أن متوسط كمية جسيمات PM_{10} $258.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ وكان متوسط كمية الألمنيوم والنحاس والرصاص في الهواء $6.55 \mu\text{g}/\text{m}^3$ و $0.79 \mu\text{g}/\text{m}^3$ و $0.18 \mu\text{g}/\text{m}^3$ وكانت النسبة المئوية لهذه العناصر فيه 2.540% و 0.310% و 0.070% على التسلسل، انظر الجدول رقم (39).

- قسم سحب النحاس :

إن متوسط كمية جسيمات PM_{10} كان $256.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ وكان متوسط كمية الألمنيوم والنحاس والرصاص في الهواء $3.20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ و $16.80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ و $0.20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ وكانت النسبة المئوية لهذه العناصر فيه 1.250% و 6.58% و 0.078% على التسلسل، انظر الجدول رقم (39).

- قسم جدل الألمنيوم :

إن متوسط كمية جسيمات PM_{10} في قسم جدل الألمنيوم كان $304.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ وكان متوسط كمية الألمنيوم والنحاس والرصاص $5.35 \mu\text{g}/\text{m}^3$ و $0.81 \mu\text{g}/\text{m}^3$ و $0.22 \mu\text{g}/\text{m}^3$ والنسبة المئوية لهذه العناصر فيه 1.760% و 0.270% و 0.072% على التسلسل، انظر الجدول رقم (39).

قسم جدل النحاس :

في هذا القسم وصل متوسط كمية جسيمات PM_{10} الى $314.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ وكان متوسط كمية الألمنيوم والنحاس والرصاص في الهواء $2.20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ و $6.26 \mu\text{g}/\text{m}^3$ و $0.21 \mu\text{g}/\text{m}^3$ والنسبة المئوية لهذه العناصر فيه 0.700% و 1.990% و 0.067% على التسلسل، انظر الجدول رقم (39).

الجدول رقم (39)

متوسط الـ PM_{10} للعناصر المدروسة في أقسام معمل الكابلات السورية المختلفة عندما يكون اتجاه الرياح من الشرق الى الغرب

القسم	متوسط* الـ PM_{10} ($\mu g/m^3$)	العنصر المختبر	متوسط* تركيز العنصر في الهواء بوساطة PM_{10} ($\mu g/m^3$)	RSD%	نسبة العنصر بوساطة PM_{10} المتوسط* %
سحب الألمنيوم	258.3	Al	6.55	4.0	2.540
		Cu	0.79	1.4	0.310
		Pb	0.18	4.6	0.070
سحب النحاس	256.0	Al	3.20	4.1	1.250
		Cu	16.8	1.0	6.580
		Pb	0.20	4.6	0.078
جدل الألمنيوم	304.0	Al	5.35	4.0	1.760
		Cu	0.81	1.4	0.270
		Pb	0.22	4.6	0.072
جدل النحاس	314.6	Al	2.20	4.1	0.700
		Cu	6.26	1.0	1.990
		Pb	0.21	4.6	0.067
المستودع	286.2	Al	4.29	4.0	1.500
		Cu	0.37	1.6	0.130
		Pb	0.17	4.7	0.059
الإدارة	294.5	Al	1.71	4.2	0.580
		Cu	0.68	1.5	0.230
		Pb	0.27	4.6	0.092

* متوسط خمسة قياسات

- قسم المستودع :

وفي قسم المستودعات وصل متوسط كمية جسيمات PM_{10} إلى $286.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ وكان متوسط كمية الألمنيوم والنحاس والرصاص في الهواء $4.29 \mu\text{g}/\text{m}^3$ و $0.37 \mu\text{g}/\text{m}^3$ و $0.17 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ، وكانت النسبة المئوية لهذه العناصر فيه 1.50% و 0.13% و 0.067% على التسلسل، انظر الجدول رقم (39).

- قسم الإدارة :

وهو قسم التحكم بالعمل وقد وصل متوسط كمية جسيمات PM_{10} إلى $294.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ وبلغ متوسط كمية الألمنيوم والنحاس والرصاص في الهواء $1.71 \mu\text{g}/\text{m}^3$ و $0.68 \mu\text{g}/\text{m}^3$ و $0.27 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ، وكانت النسبة المئوية لهذه العناصر فيه 0.58% و 0.230% و 0.092% على التسلسل، انظر الجدول رقم (39).

ج - التحديد باستخدام المصيدة الكيميائية CT (اتجاه الرياح من الشرق إلى الغرب):

- قسم سحب الألمنيوم :

وجد أن متوسط تركيز الألمنيوم والنحاس والرصاص باستخدام المصيدة الكيميائية (CT) كانت $93.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ و $11.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ و $0.42 \mu\text{g}/\text{m}^3$ على التسلسل، انظر الجدول رقم (40).

- قسم سحب النحاس :

إن متوسط تركيز الألمنيوم والنحاس والرصاص باستخدام المصيدة الكيميائية (CT) كان $39.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ و $242.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ و $0.47 \mu\text{g}/\text{m}^3$ على التسلسل، انظر الجدول رقم (40).

- قسم جدل الألمنيوم :

إن متوسط كمية الألمنيوم والنحاس والرصاص باستخدام المصيدة الكيميائية (CT) كانت $63.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ و $10.10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ و $0.43 \mu\text{g}/\text{m}^3$ على التسلسل، انظر الجدول رقم (40).

- قسم جدل النحاس :

في هذا القسم وصل متوسط كمية الألمنيوم والنحاس والرصاص باستخدام المصيدة الكيميائية (CT) إلى $23.50 \text{g}/\text{m}^3$, $82.50 \text{g}/\text{m}^3$, $0.46 \mu\text{g}/\text{m}^3$ على التسلسل، انظر الجدول رقم (40).

الجدول رقم (40)

متوسط المحتوى الكلي للعناصر المدروسة في أقسام معمل الكابلات السورية المختلفة باستخدام
المصيدة الكيميائية عندما يكون اتجاه الرياح من الشرق إلى الغرب

RSD%	متوسط* المحتوى الكلي للعنصر في الهواء ، (µg/m ³)	العنصر المختبر	القسم
3.3	93.60	Al	سحب الألمنيوم
1.1	11.60	Cu	
4.4	0.42	Pb	
3.6	39.30	Al	سحب النحاس
0.5	242.00	Cu	
4.4	0.47	Pb	
3.5	63.50	Al	جدل الألمنيوم
1.1	10.10	Cu	
4.4	0.43	Pb	
3.8	23.50	Al	جدل النحاس
0.8	82.50	Cu	
4.4	0.46	Pb	
3.5	60.70	Al	المستودع
1.2	5.50	Cu	
4.6	0.28	Pb	
3.9	18.00	Al	الإدارة
1.2	7.80	Cu	
4.3	0.49	Pb	

* متوسط خمسة قياسات

- قسم المستودع :

وفي قسم المستودعات وصل متوسط كمية الألمنيوم والنحاس والرصاص في الهواء باستخدام المصيدة الكيميائية (CT) إلى $60.70\mu\text{g}/\text{m}^3$ و $5.50\mu\text{g}/\text{m}^3$ و $0.28\mu\text{g}/\text{m}^3$ على التسلسل، انظر الجدول رقم (40).

- قسم الإدارة :

وهو قسم التحكم بالعمل وقد وصل متوسط كمية الألمنيوم والنحاس والرصاص باستخدام المصيدة الكيميائية (CT) إلى $18.00\mu\text{g}/\text{m}^3$ و 7.80 و 0.49 على التسلسل، انظر الجدول رقم (40).

أظهرت نتائج هذه الدراسة أن قيم كميات الألمنيوم والنحاس في الـ TSP و PM_{10} أقل من كمية القيم المرجعية التي حددتها منظمة السلامة المهنية (OSHA) ، في حين أن تركيز الرصاص كان أكبر من الحد الأقصى والمسموح به الذي أوصت به (OSHA)، بينما التركيز في PM_{10} كبير جداً وهذه الجسيمات المستنشقة والتي أقطارها أقل من 10 ميكرون تسبب أضراراً كبيرة جداً ويرجع ذلك إلى أن معمل البطاريات والغازات السائلة مجاور للشركة السورية لصناعة الكابلات الصناعية من الجانب الغربي واتجاه الرياح في أغلب الأحيان من الغرب إلى الشرق. لذلك تكون نسبة التلوث بالرصاص في معمل الشركة السورية لصناعة الكابلات الصناعية في مدينة حلب عالية. ونعرض في الجدول رقم (41) النسبة المئوية للعناصر المدروسة في أقسام معمل الكابلات السورية المختلفة منسوبة للمصيدة الكيميائية .

الجدول رقم (41)

النسبة المئوية للعناصر المدروسة في أقسام معمل الكابلات السورية المختلفة منسوبة للمصيدة
الكيميائية

القسم	العنصر المختبر	متوسط* النسبة المئوية للعنصر في الهواء بوساطة TSP, ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	متوسط* النسبة المئوية للعنصر في الهواء بوساطة PM ₁₀ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
سحب الألمنيوم	Al	91.0	7.00
	Cu	93.8	6.81
	Pb	92.9	42.86
سحب النحاس	Al	91.7	8.14
	Cu	94.5	6.96
	Pb	93.6	42.55
جدل الألمنيوم	Al	91.5	8.43
	Cu	94.1	8.02
	Pb	93.0	51.16
جدل النحاس	Al	92.1	9.36
	Cu	94.8	7.59
	Pb	93.5	45.65
المستودع	Al	90.9	7.07
	Cu	93.0	6.73
	Pb	75.0	60.71
الإدارة	Al	90.2	9.50
	Cu	93.3	8.72
	Pb	93.9	55.10

* متوسط خمسة قياسات

4-3 - تحديد العناصر المعدنية في جسيمات TSP و PM₁₀ في الهواء المحيط في مدينة حلب في سورية :

تقع مدينة حلب شمال سورية , وهي المدينة الصناعية الأولى في سورية, وقد تسبب النمو السكاني السريع في التداخل بين المناطق السكنية والمناطق الصناعية التي كانت تقع خارج المدينة ولكن نتيجة التوسع العمراني أصبحت المناطق الصناعية ضمن المخطط التنظيمي لمدينة حلب، وقد تم دراسة تلوث المناطق الصناعية المجاورة للتجمعات السكنية في مدينة حلب التي يعد من أبرزها:

- الشيخ سعيد:

منطقة صناعية مجاورة للتجمع السكاني, تقع جنوب مدينة حلب على بعد حوالي 6 كم من مركز مدينة حلب يبلغ عدد سكانها 145 ألف نسمة , وهي منطقة نشاط صناعي يوجد فيها العديد من الصناعات أهمها صناعة الإسمنت؛ حيث ينتج نحو 1044 ألف طن اسمنت سنوياً, وتستهلك 143480 طن/سنة فيول ثقيل, وتحتوي عدة مراكز غير نظامية لتدوير رصاص البطاريات.

- الهالك:

منطقة صناعية مجاورة للتجمع السكاني تقع شمال شرق مدينة حلب وتبعد حوالي 5 كم عن مركز المدينة وهي منطقة سكنية وصناعية, ويوجد فيها العديد من النشاطات الصناعية أهمها: المصابغ والصناعات النسيجية والخيوط وورشات تصليح وبخ السيارات.

- الشقيف :

منطقة صناعية مجاورة للتجمع السكاني وتقع شمال مدينة حلب وتبعد حوالي 7 كم عن مركز المدينة ويوجد فيها نشاطات صناعية مختلفة من مصابغ وورشات خياطة وتصليح وبخ سيارات.

- كفر حمرة:

منطقة صناعية سكنية تقع على بعد 5 كم عن مركز مدينة حلب من الجهة الشمالية الغربية ويوجد فيها العديد من النشاطات الصناعية أهمها المصابغ والصناعات النسيجية والدهان ومغاسل السيارات ومعمل الزيوت ومراكز التسوق.

- جامعة حلب:

موقع سكاني يقع على بعد 4 كم عن مركز المدينة نحو الغرب ويحتوي على مجموعة متنوعة من الكليات والمعاهد.

-المتحف:

منطقة سكنية تجارية بصفة عامة وتقع في وسط المدينة وهي عبارة عن منطقة ازدحام مروري في مركز المدينة .

-المحافظة:

منطقة سكنية تقع على بعد 3 كم من مركز المدينة من الطرف الغربي ويوجد فيها ازدحام مروري.

في هذه الدراسة تم تحديد TSP و PM₁₀ (والتي أقطارها أكبر من 0.3 μm)، كما تم تحديد المعادن الثقيلة فيها (Pb ,Cd ,Cu ,Cr ,Co ,Ni ,Fe ,Mn ,Zn) وذلك في المناطق الصناعية المجاورة للتجمعات السكانية (صناعية – سكنية) في مدينة حلب ، وتم تحديد جميع هذه العناصر المعدنية باستخدام تقانة اللهب بجهاز التحليل بطيف الامتصاص الذري. وقد شملت الدراسة المناطق التالية: الشيخ سعيد، الهلك، الشقيف، كفر حمرة، المحافظة، (مناطق صناعية - سكنية)، وجامعة حلب – المحافظة – المتحف (مناطق سكنية فقط) وذلك باستخدام جهاز الـTSP عالي التدفق لجمع العينات ، واستخدام جهاز التحليل بطيف الامتصاص الذري، وكان طول الموجة المستخدم لـ Pb و Cd و Cu و Co و Cr و Ni و Fe و Mn و Zn على التسلسل: 217.0 , 228.8 , 324.75 , 240.73 , 357.87 , 232.0 , 248.33, 279.48 , 213.86 .nm

جمعت العينات من مناطق مختلفة من مدينة حلب من أجل تحديد تلوث TSP

و PM₁₀ بالعناصر المعدنية التالية: Pb و Cd و Cu و Co و Cr و Ni و Fe و Mn و Zn باستخدام جهاز الـ TSP وجهاز PM₁₀، جففت العينات عند الدرجة 105° مئوية للتخلص من الرطوبة وطحنت باستخدام هاون من الخزف، ثم جففت مرة ثانية عند الدرجة 105° مئوية ومزجت جيداً ووضع في أكياس من رقائق البولي إيثيلين للحفظ، أخذ منها 0.5 gr وعولجت بواسطة 20ml من مزيج يحتوي على (HNO₃ + H₂O₂) بتركيز 5M، سخن المزيج على سخانة كهربائية مع التحريك المستمر ببطء لمدة نصف ساعة، ثم تم الترشيح ونقلت الرشاحة إلى دورق حجمي سعة 25 مل وأكمل الحجم بالماء المقطر حتى الإشارة.

الدراسة البيئية :

تم جمع الجسيمات المعلقة الكلية TSP و PM₁₀ من مناطق مختلفة في مدينة حلب بشكل متتابع خلال خريف 2008 وربيع وصيف 2009 باستخدام جهاز الـ TSP المزود بفلاتر

زجاجية ذات مسام $0.3\mu\text{m}$ ، وباستخدام الجسيمات القابلة للاستنشاق باستخدام جهاز PM_{10} في أماكن مختلفة من مدينة حلب. والجسيمات القابلة للاستنشاق في بادئ الأمر قيست لمعرفة كمية الغبار التي يمكن أن تدخل جهاز التنفس عن طريق الفم والأنف إلى الرئتين وأكد الباحثون أن هذه الجسيمات التي أقطارها $0.3\mu\text{m} <$ و $10\mu\text{m} >$ يمكن أن تسبب آثار صحية سلبية كبيرة.

- الشيخ سعيد:

إن متوسط تركيز الجسيمات المعلقة الكلية TSP و PM_{10} كان 477 و $274\mu\text{g}/\text{m}^3$ وتراوح تركيز العناصر المعدنية Pb و Cd و Cu و Co و Cr و Ni و Fe و Mn و Zn في الهواء ما بين 580- 901 و $2.11-4.16\text{ng}/\text{m}^3$ و $226-487\text{ng}/\text{m}^3$ و $0.11-0.24\text{ng}/\text{m}^3$ و $43-94\text{ng}/\text{m}^3$ و $0.3-0.49\text{ng}/\text{m}^3$ و $1256-1771\text{ng}/\text{m}^3$ و $135-206\text{ng}/\text{m}^3$ و $398-576\text{ng}/\text{m}^3$ على التسلسل، وذلك باستخدام جهاز الـ TSP و PM_{10} ، كما هو موضح في الجدولين (42 و 43). وكان ترتيب تركيز المعادن في الهواء المحيط كما يلي: $\text{Fe} > \text{Pb} > \text{Zn} > \text{Cu} > \text{Mn} > \text{Cr} > \text{Cd} > \text{Ni} > \text{Co}$ ، كما كانت نسبة المعادن الثقيلة Pb و Cd و Cu و Co و Cr و Ni و Fe و Mn و Zn إلى TSP و PM_{10} كالتالي:
-0.020 , %0.00004-0.00005 , %0.08-0.10 , %0.0008-0.0009 , %0.21-0.19
%0.016 , %0.00011-0.00010 , %0.46-0.37 , %0.049-0.043 , %0.145-0.12
عل التسلسل.

الهلك:

إن متوسط تركيز الجسيمات المعلقة الكلية TSP و PM_{10} كان $745\mu\text{g}/\text{m}^3$ و 439 على التوالي وتراوح تركيز العناصر المعدنية Pb و Cd و Cu و Co و Cr و Ni و Fe و Mn و Zn ما بين 293-457 و $0.66-1.29\text{ng}/\text{m}^3$ و $142-290\text{ng}/\text{m}^3$ و -0.88 و $0.43\text{ng}/\text{m}^3$ و $40-73\text{ng}/\text{m}^3$ و $1.10-1.71\text{ng}/\text{m}^3$ و $1345-2065\text{ng}/\text{m}^3$ و $155-235\text{ng}/\text{m}^3$ و $510-740\text{ng}/\text{m}^3$ على التسلسل، وذلك باستخدام جهاز الـ TSP و PM_{10} ، كما هو موضح في الجدولين (42 و 43). إن ترتيب تركيز المعادن في الهواء المحيط كان على الشكل التالي:

$\text{Fe} > \text{Zn} > \text{Pb} > \text{Mn} > \text{Cu} > \text{Cr} > \text{Ni} > \text{Cd} > \text{Co}$ ونسبة تركيز المعادن الثقيلة Pb و Cd و Cu و Co و Cr و Ni و Fe و Mn و Zn إلى TSP و PM_{10} كانت كالتالي:

و 0.016 - 0.068% و 0.00017 - 0.00015% و 0.039 - 0.032%
و 0.00012 - 0.000098% و 0.0098 - 0.0091% و 0.0144 - 0.023%
و 0.28 - 0.31% و 0.032 - 0.035% و 0.099 - 0.12% على التسلسل .

الشقيف:

إن متوسط تركيز الجسيمات المعلقة الكلية TSP و PM₁₀ كان 851 و 517 µg/m³ على التوالي وتراوح العناصر المعدنية Pb و Cd و Cu و Co و Cr و Ni و Fe و Mn و Zn ما بين 598-831 ng/m³ و 1.93-2.7 ng/m³ و 901-1734 ng/m³ و 0.713-1.79 ng/m³ . و 73-192 ng/m³ و 0.80-1.21 ng/m³ و 1784-2982 ng/m³ و 145-249 ng/m³ و 661-974 ng/m³، وذلك باستخدام جهاز الـ TSP و PM₁₀ كما هو موضح في الجدولين (42 و 43). إن ترتيب تركيز المعادن في الهواء المحيط كان على الشكل التالي:
Cd > Co > Ni > Fe > Zn > Cu > Pb > Mn > Cr > Cd > Ni
و Cu و Co و Cr و Ni و Fe و Mn و Zn إلى جسيمات TSP و PM₁₀ كان كالتالي:
0.12-0.098% و 0.00037-0.00032% و 0.17-0.20% و 0.00014-0.00021% و
0.014-0.023% و 0.00015-0.00014% و 0.35-0.35% و 0.028-0.029% و
0.13-0.11% على التوالي.

الجدول رقم (42)

التراكيز المحددة من العناصر الثقيلة Pb و Cd و Cu و Co و Cr و Ni و Fe و Mn و Zn المحددة في العينات التي جمعت من مناطق صناعية وسكنية خلال الفترات الزمنية للدراسة في خريف 2008 وربيع وصيف 2009 وذلك باستخدام TSP

متوسط التركيز * (ng.m ⁻³)									TSP* (µg.m ⁻³)	الفصل	المنطقة
Pb	Cd	Cu	Co	Cr	Ni	Fe	Mn	Zn			
952	4.60	564	0.28	97	0.43	1807	214	640	520	الخريف	الشيخ سعيد
640	3.14	312	0.14	83	0.39	1116	179	431	298	الربيع	
1112	4.73	584	0.30	102	0.64	2391	224	657	612	الصيف	
901	4.16	487	0.24	94	0.49	1771	206	576	477	المتوسط	
497	1.37	228	0.88	74	1.73	2215	247	765	795	الخريف	الهالك
308	0.97	196	0.85	68	1.52	1586	201	640	630	الربيع	
567	1.52	445	0.91	78	1.87	2393	256	815	810	الصيف	
457	1.29	290	0.88	73	1.71	2065	235	740	745	المتوسط	
876	2.97	1720	1.80	191	1.27	3001	259	988	899	الخريف	الشقيف
631	2.07	1645	1.62	182	1.13	2917	218	894	693	الربيع	
986	3.04	1837	1.94	203	1.23	3028	270	1039	961	الصيف	
831	2.69	1734	1.79	192	1.21	2982	249	974	851	المتوسط	
402	1.07	410	0.52	214	0.32	3887	200	489	486	الخريف	كفر حمرة
297	0.98	324	0.41	199	0.28	2766	182	370	256	الربيع	
416	1.20	418	0.54	223	0.37	4604	211	552	585	الصيف	
372	1.08	384	0.49	212	0.32	3752	198	470	442	المتوسط	

* متوسط خمسة قياسات

الجدول رقم (43)

التراكيز المحددة من العناصر الثقيلة Pb و Cd و Cu و Co و Cr و Ni و Fe و Mn و Zn المحددة في العينات التي جمعت من مناطق صناعية وسكنية خلال الفترات الزمنية للدراسة خريف و ربيع 2008 و صيف 2009 وذلك باستخدام PM₁₀

متوسط التركيز * (ng.m ⁻³)									PM ₁₀ *	الفصل	المنطقة
Pb	Cd	Cu	Co	Cr	Ni	Fe	Mn	Zn	(µg.m ⁻³)		
609	2.38	226	0.11	42	0.28	1265	142	442	280	الخريف	الشيخ سعيد
397	1.50	158	0.08	38	0.24	780	113	295	204	الربيع	
734	2.46	295	0.14	48	0.39	1722	149	457	339	الصيف	
580	2.11	226	0.11	43	0.30	1256	135	398	274	المتوسط	
318	0.76	124	0.42	41	1.12	1440	165	523	470	الخريف	الهالك
195	0.42	100	0.40	33	0.97	1026	130	438	368	الربيع	
365	0.79	203	0.46	45	1.22	1568	170	568	480	الصيف	
293	0.66	142	0.43	40	1.10	1345	155	510	439	المتوسط	
631	2.10	890	0.75	74	0.84	1802	153	670	549	الخريف	الشقيف
450	1.42	851	0.60	68	0.71	1740	120	602	418	الربيع	
714	2.26	963	0.79	78	0.86	1811	161	710	585	الصيف	
598	1.93	901	0.71	73	0.80	1784	145	661	517	المتوسط	
278	0.68	203	0.22	113	0.21	2136	125	323	238	الخريف	كفر حمرة
201	0.41	160	0.17	101	0.17	1505	118	240	123	الربيع	
286	0.73	210	0.23	120	0.25	2538	141	367	246	الصيف	
255	0.61	191	0.21	111	0.21	2060	128	310	202	المتوسط	

* متوسط خمسة قياسات

كفر حمرة:

إن متوسط تركيز الجسيمات المعلقة الكلية TSP و PM₁₀ كان 442 و 202 µg/m³ على التوالي وتراوحت العناصر المعدنية Pb و Cd و Cu و Co و Cr و Ni و Fe و Mn و Zn ما بين 0.21 ng/m³ و 111-212 ng/m³ و 0.21-0.32 ng/m³ و 255-372 ng/m³ و 0.61-1.08 ng/m³ و 191-384 ng/m³ و -0.49 و 128-198 ng/m³ و 310-470 ng/m³ وذلك باستخدام جهاز الـ TSP و PM₁₀ على التوالي ، كما هو موضح في الجدولين (42 و 43).

ونسبة تركيز المعادن الثقيلة Pb و Cd و Cu و Co و Cr و Ni و Fe و Mn و Zn إلى جسيمات TSP و PM₁₀ كانت كالتالي: 0.084 - 0.13% و 0.00024 - 0.00030% و 0.086 و 0.095 - 0.00011 - 0.00010% و 0.048 - 0.055% و 0.000072 - 0.00010% و 0.048 - 1.02% و 0.045 - 0.063% و 0.106 - 0.153%، على التوالي وهذه المنطقة تحتوي على تراكيز عالية من الحديد والكروم.

جامعة حلب:

إن متوسط تركيز الجسيمات المعلقة الكلية TSP و PM₁₀ كان 116 و 47 µg/m³ على التوالي وتراوحت تركيز العناصر المعدنية Pb و Cd و Cu و Co و Cr و Ni و Fe و Mn و Zn ما بين 0.12-0.27 ng/m³ و 0.15-0.17 ng/m³ و 469-850 ng/m³ و 9.6-18 ng/m³ و 12-27 ng/m³ و 85-107 ng/m³ و 0.42-0.79 ng/m³ و 85-166 ng/m³ و 0.09-0.23 ng/m³ و 131 ng/m³ , وذلك باستخدام جهاز الـ TSP و PM₁₀، انظر الجدولين (44 و 45).

وكان ترتيب تركيز العناصر المعدنية في الهواء المحيط وفقاً للآتي:
Cd و Pb و Ni > Co > Mn > Cr > Pb > Cu > Zn > Fe و نسبة تركيز المعادن الثقيلة Pb و Cd و Cu و Co و Cr و Ni و Fe و Mn و Zn إلى جسيمات TSP و PM₁₀ كان كالتالي:
0.092-0.18% و 0.00068-0.00089% و 0.14-0.18% و 0.00019-0.00020% و 0.023-0.026% و 0.00015-0.00025% و 0.073-1.00% و 0.016-0.020% و 0.17-0.28% على التوالي.

المتحف:

إن متوسط تركيز الجسيمات المعلقة الكلية TSP و PM₁₀ كان 181 و 82 µg/m³ على التوالي وتركيز العناصر المعدنية Pb و Cd و Cu و Co و Cr و Ni و Fe و Mn و Zn في الهواء كان 195-240 ng/m³ و 0.65-1.24 ng/m³ و 113-222 ng/m³ و -0.33 و 21-47 ng/m³ و 0.21-0.33 ng/m³ و 639-1160 ng/m³ و 35-68 ng/m³

و PM_{10} على ng/m^3 و $328ng/m^3-497$, وذلك باستخدام جهاز جسيمات الـ TSP و PM_{10} على التوالي ، انظر الجدولين (44 و 45).

وترتيب تركيز العناصر المعدنية في الهواء المحيط كانت على الشكل التالي:

$Pb > Cu > Mn > Cr > Cd > Ni > Co$ ونسبة تركيز المعادن الثقيلة $Fe > Zn > Pb$ و PM_{10} كانت كالتالي:
و Cd و Cu و Co و Cr و Ni و Fe و Mn و Zn إلى جسيمات TSP و PM_{10} كانت كالتالي:
 $0.00016-0.00018\%$ و $0.14-0.12\%$ و $0.00079-0.00069\%$ و $0.24-0.13\%$
و $0.026-0.026\%$ و $0.00026-0.00018\%$ و $0.78-0.64\%$ و $0.043-0.038\%$ و $0.40-0.27\%$ على التوالي.

المحافظة:

إن متوسط تركيز الجسيمات المعلقة الكلية TSP و PM_{10} كانت 161 و $67 \mu g/m^3$ على التوالي وترتيب العناصر المعدنية في الهواء Pb و Cd و Cu و Co و Cr و Ni و Fe و Mn و Zn كان $93-114 ng/m^3$ و $0.45-0.85 ng/m^3$ و $80-156 ng/m^3$ و $0.06-0.15 ng/m^3$ و $14-30 ng/m^3$ و $0.05-0.08 ng/m^3$ و $244-461 ng/m^3$ و $13-25 ng/m^3$ و $63-95 ng/m^3$, وذلك باستخدام الـ TSP و PM_{10} على التوالي انظر الجدولين (44 و 45).

الجدول رقم (44)

التراكيز المحددة من العناصر الثقيلة Pb و Cd و Cu و Co و Cr و Ni و Fe و Mn و Zn
المحددة في العينات التي جمعت من مناطق سكنية خلال الفترات الزمنية للدراسة خريف 2008
وربيع وصيف 2009 وذلك باستخدام TSP

متوسط التركيز * (ng.m ⁻³)									TSP* (µg.m ⁻³)	الفصل	المنطقة
Pb	Cd	Cu	Co	Cr	Ni	Fe	Mn	Zn			
110	0.86	187	0.23	27	0.18	897	18	203	122	الخريف	جامعة حلب (المدينة الجامعية)
94	0.60	102	0.19	23	0.14	689	16	184	73	الربيع	
116	0.92	210	0.28	31	0.19	964	20	210	154	الصيف	
107	0.79	166	0.23	27	0.17	850	18	199	116	المتوسط	
254	1.28	213	0.34	48	0.34	1187	68	510	161	الخريف	المتحف
204	1.07	190	0.28	43	0.25	1043	61	435	140	الربيع	
263	1.37	262	0.36	51	0.41	1249	76	545	241	الصيف	
240	1.24	222	0.33	47	0.33	1160	68	497	181	المتوسط	
115	0.91	160	0.16	30	0.08	472	25	97	164	الخريف	المحافظة
98	0.68	145	0.12	26	0.06	412	22	86	146	الربيع	
128	0.97	162	0.18	34	0.10	498	28	103	172	الصيف	
114	0.85	156	0.15	30	0.08	461	25	95	161	المتوسط	

* متوسط خمسة قياسات

الجدول رقم (45)

التراكيز المحددة من العناصر الثقيلة Pb و Cd و Cu و Co و Cr و Ni و Fe و Mn و Zn المحددة في العينات التي جمعت من مناطق سكنية خلال الفترات الزمنية للدراسة خريف وربيع

2008 وصيف 2009 وذلك باستخدام PM₁₀

متوسط التركيز * (ng.m ⁻³)									PM ₁₀ *	الفصل	المنطقة
Pb	Cd	Cu	Co	Cr	Ni	Fe	Mn	Zn	(μg.m ⁻³)		
87	0.46	94	0.09	12	0.21	501	9.6	135	49	الخريف	جامعة حلب (المدينة الجامعية)
73	0.31	53	0.08	10	0.09	380	8.4	120	37	الربيع	
94	0.48	108	0.10	14	0.14	527	10.9	139	54	الصيف	
85	0.42	85	0.09	12	0.15	469	9.6	131	47	المتوسط	
210	0.68	112	0.14	22	0.23	660	36	338	72	الخريف	المتحف
161	0.54	93	0.10	18	0.14	570	31	285	63	الربيع	
213	0.72	134	0.15	23	0.27	688	39	360	110	الصيف	
195	0.65	113	0.13	21	0.21	639	35	328	82	المتوسط	
93	0.48	84	0.07	14	0.05	252	13	65	68	الخريف	المحافظة
81	0.35	70	0.05	12	0.04	220	11	55	61	الربيع	
105	0.52	86	0.07	16	0.07	260	15	68	72	الصيف	
93	0.45	80	0.06	14	0.05	244	13	63	67	المتوسط	

* متوسط خمسة قياسات

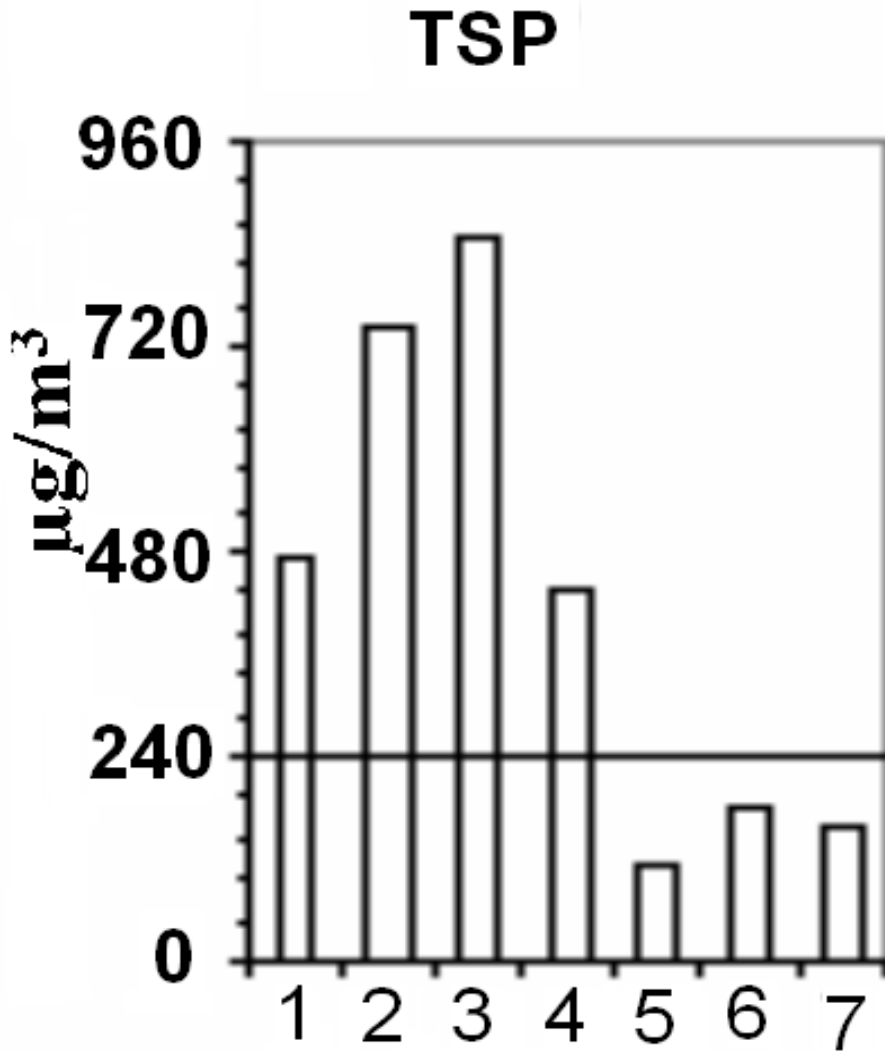
وترتيب تركيز العناصر المعدنية في الهواء المحيط كان على الشكل التالي:

Cd و Pb ونسبة تركيز المعادن الثقيلة Fe > Cu > Pb > Zn > Cr > Mn > Cd > Co > Ni
 و Cu و Co و Cr و Ni و Fe و Mn و Zn إلى جسيمات TSP و PM₁₀ كانت كالتالي:
 و 0.139 - 0.071 % و 0.00067 - 0.00053 % و 0.119 - 0.096 %
 و 0.000093 - 0.000090 % و 0.021 - 0.019 % و 0.000075 - 0.000050 %
 و 0.37-0.29 % و 0.019-0.016 % و 0.094- 0.059 % على التوالي.

أظهرت النتائج أن قيمة الـ TSP و PM₁₀ و Mn و Ni و Pb في الهواء في المناطق
 الصناعية المجاورة للسكن كانت أعلى من الحد المسموح به من قبل منظمة الصحة العالمية
 (WHO)، بينما كان تركيز بقية المعادن في المناطق السكنية أقل من الحد المسموح به وفق
 منظمة الصحة العالمية (WHO).

حددنا في هذا البحث المعادن الثقيلة (Pb ,Cd ,Cu ,Co ,Cr ,Ni ,Fe ,Mn ,Zn) في
 الجسيمات العالقة الكلية TSP و PM₁₀ في الجو المحيط والتي أقطارها < 0.3µm و
 10µm في مدينة حلب السورية وذلك باستخدام جهاز التحليل بطيف الامتصاص الذري.
 وتراوح متوسط كمية الـ TSP و PM₁₀ في الأماكن السكنية ما بين 73 - 241 µg/m³ و
 110 - 37 µg/m³ على التوالي وفي المناطق السكنية القريبة من المناطق الصناعية ما بين
 256 - 961 µg/m³ وما بين 123 - 585 µg/m³ على التسلسل. وكانت كمية المعادن الثقيلة
 المحددة 1112-297 و 734-201 و 4.73-0.97 و 2.46-0.41 و 1837-312 و 963-158 و
 1.94-0.14 و 0.79-0.08 و 223-68 و 120-33 و 1.87-0.28 و 1.22-0.17 و 1116-
 4604 و 2538-780 و 270-179 و 170-113 و 1039-370 و 710-240 ng/m³ في المناطق
 الصناعية المجاورة للسكن باستخدام TSP و PM₁₀ على التسلسل.

أظهرت النتائج أن قيمة الـ TSP و PM₁₀ و Pb و Ni و Mn في المناطق السكنية
 الصناعية (سكنية مجاورة لصناعية) كانت أعلى من الحد المسموح به من قبل منظمة الصحة
 العالمية (WHO) بينما قيمة الـ TSP و PM₁₀ وجميع المعادن في المناطق السكنية فقط كانت
 أقل من الحد المسموح به وفق منظمة الصحة العالمية (WHO) كما هو موضح في الأشكال (18-
 28).



الشكل رقم (18)

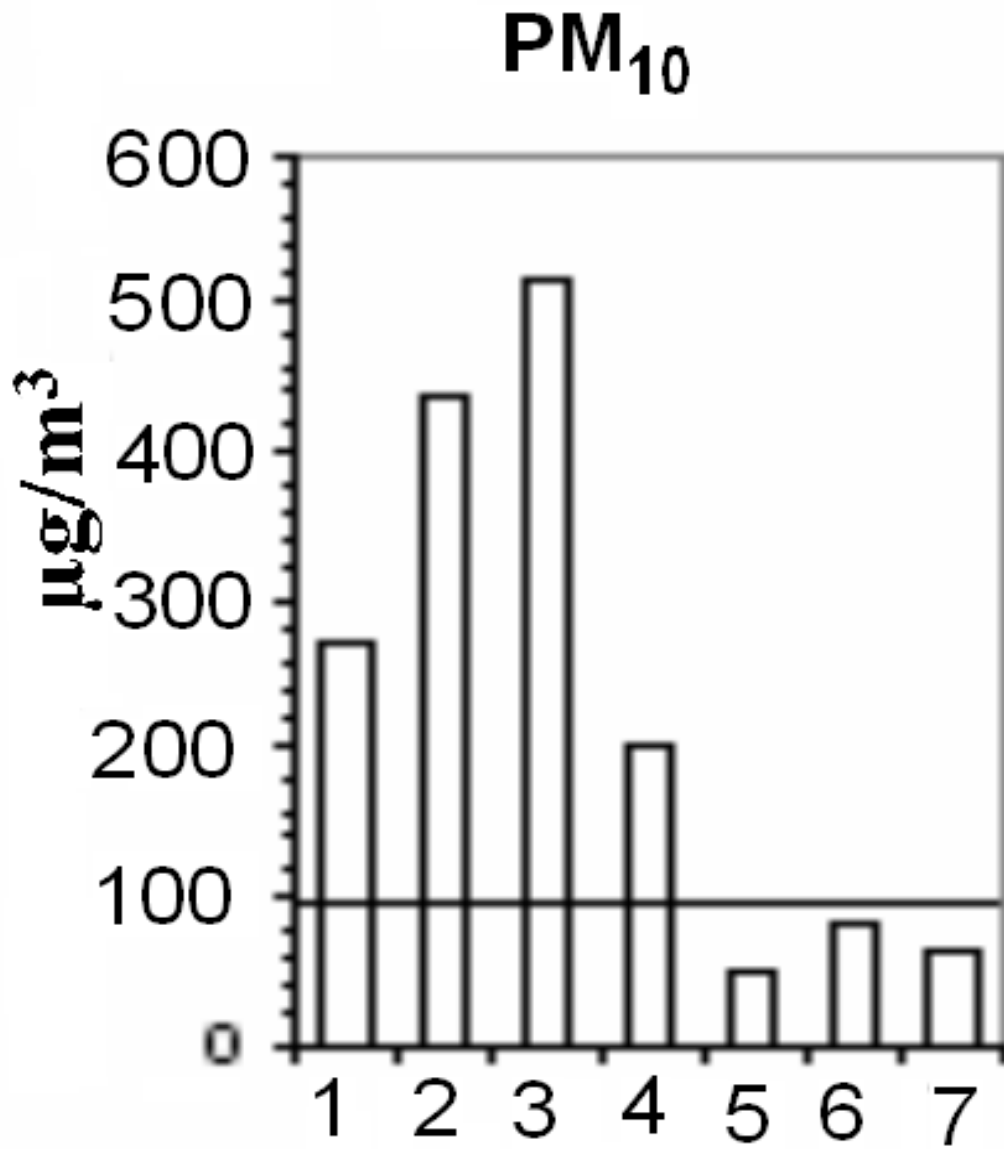
متوسط كميات الـTSP في المناطق السكنية الصناعية (سكنية مجاورة لصناعية)

وفي المناطق السكنية مقارنة بالقيم المسموح بها وفق

منظمة الصحة العالمية (WHO)

1- الشيخ سعيد ، 2- الهلك ، 3 - الشقيف ، 4 - كفر حمرة ،

5- جامعة حلب ، 6- المتحف ، 7- المحافظة



الشكل رقم (19)

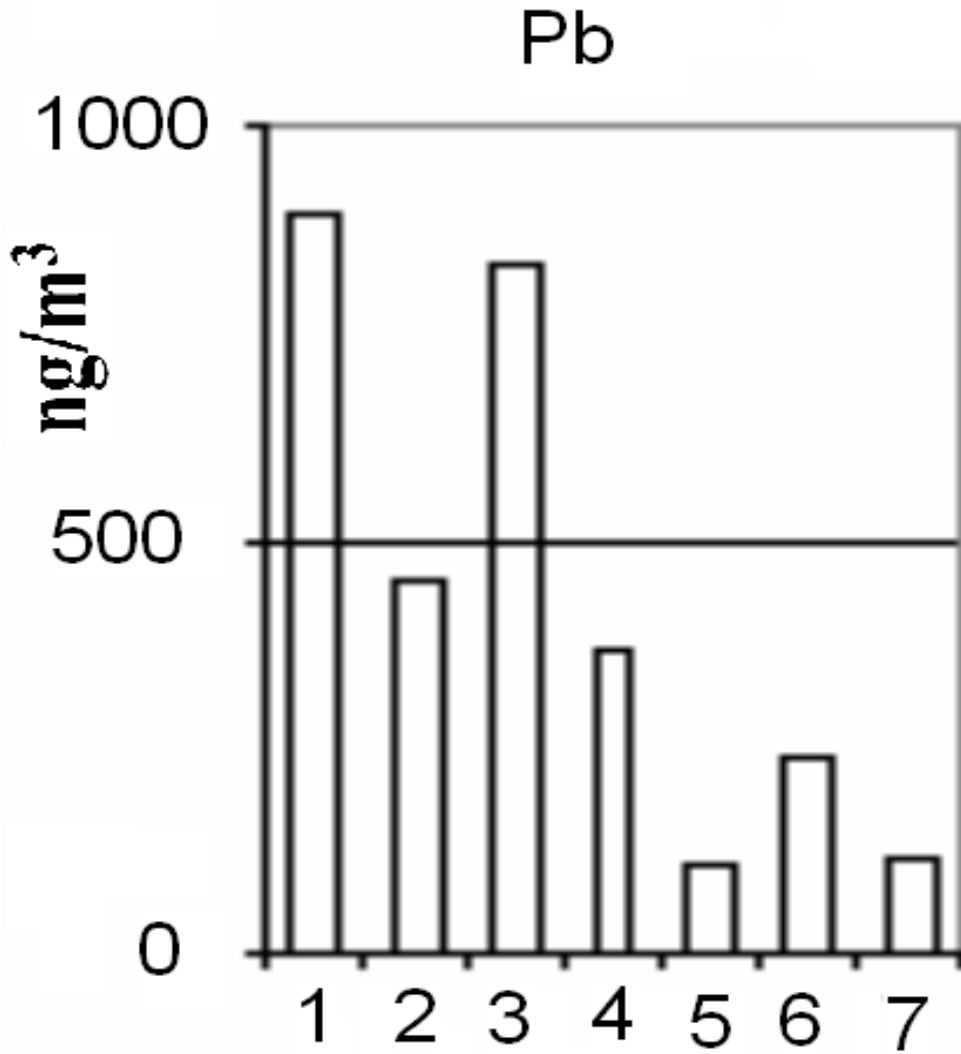
متوسط كميات الـ PM₁₀ في المناطق السكنية الصناعية (سكنية مجاورة لصناعية)

وفي المناطق السكنية مقارنة بالقيم المسموح بها وفق

منظمة الصحة العالمية (WHO)

1- الشيخ سعيد ، 2- الهلك ، 3 - الشقيف ، 4 - كفر حمرة ،

5- جامعة حلب ، 6- المتحف ، 7-المحافظة

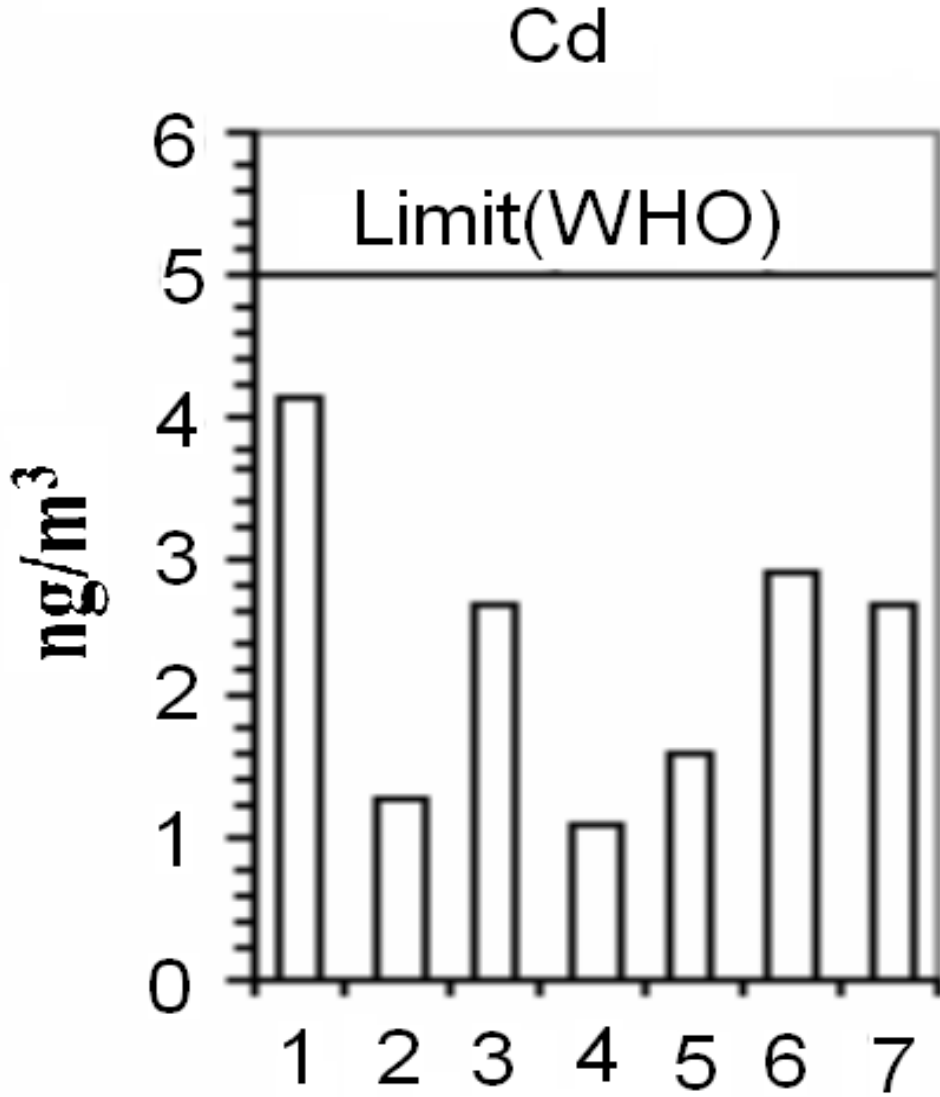


الشكل رقم (20)

متوسط كمية الرصاص باستخدام الـ TSP و PM₁₀ في المناطق السكنية الصناعية (سكنية مجاورة لصناعية) وفي المناطق السكنية مقارنة بالقيم المسموح بها وفق منظمة الصحة العالمية (WHO)

1- الشيخ سعيد ، 2- الهلك ، 3 - الشقيف ، 4 - كفر حمرة ،

5- جامعة حلب ، 6- المتحف ، 7- المحافظة



الشكل رقم (21)

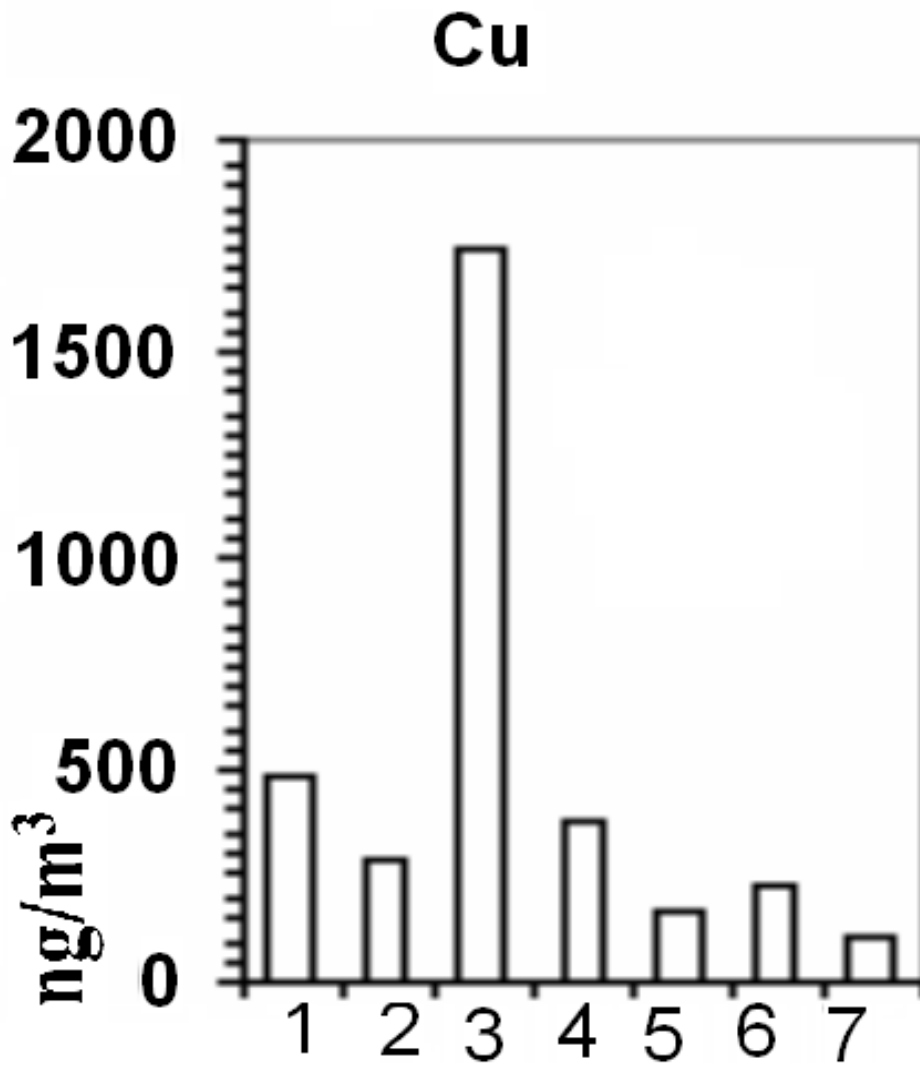
متوسط كمية الكاديوم باستخدام الـ TSP و PM₁₀ في المناطق السكنية الصناعية (سكنية

مجاورة لصناعية) وفي المناطق السكنية مقارنة بالقيم المسموح بها وفق

منظمة الصحة العالمية (WHO)

1- الشيخ سعيد ، 2- الهلك ، 3 - الشقيف ، 4 - كفر حمرة ،

5- جامعة حلب ، 6- المتحف ، 7- المحافظة



الشكل رقم (22)

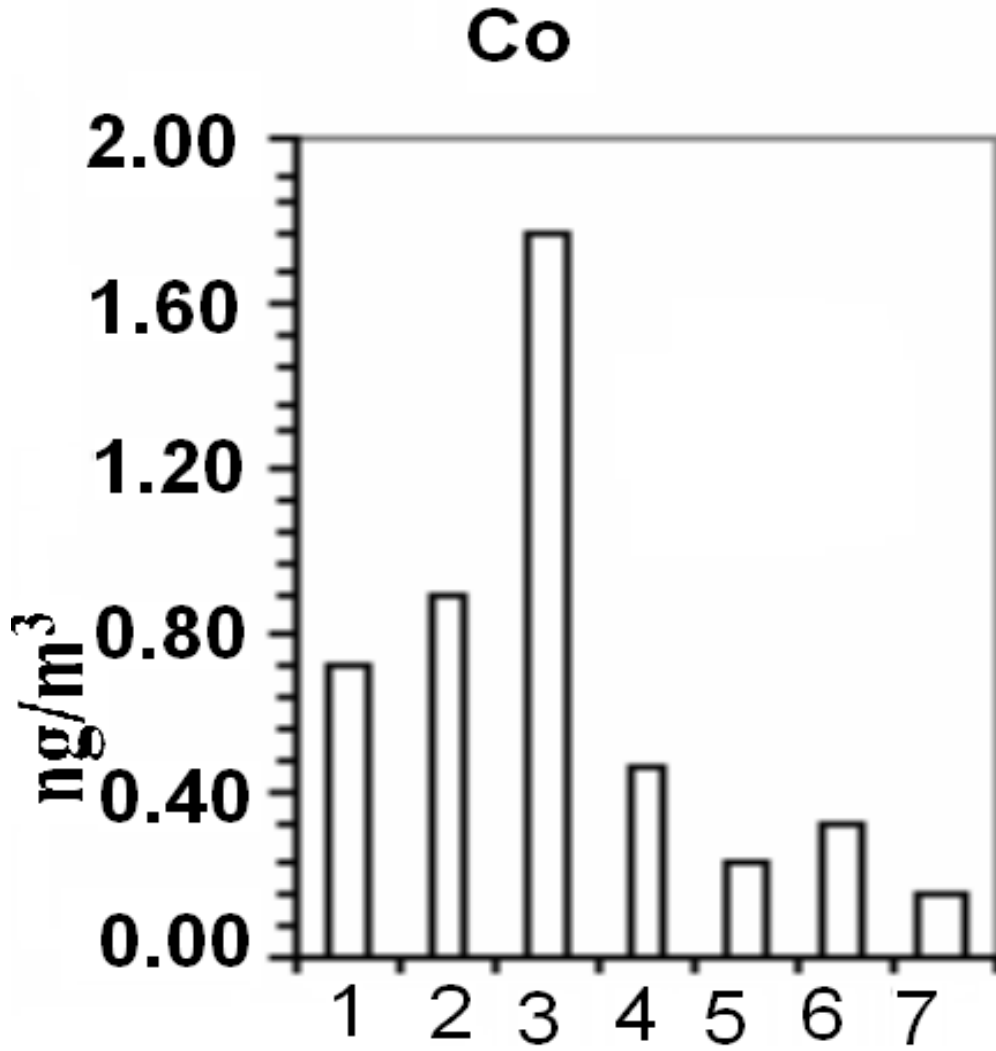
متوسط كمية النحاس باستخدام الـ TSP و PM₁₀ في المناطق السكنية الصناعية (سكنية

مجاورة لصناعية) وفي المناطق السكنية مقارنة بالقيم المسموح بها وفق

منظمة الصحة العالمية (WHO)

1- الشيخ سعيد ، 2- الهلك ، 3 - الشقيف ، 4 - كفر حمرة ،

5- جامعة حلب ، 6- المتحف ، 7- المحافظة



الشكل رقم (23)

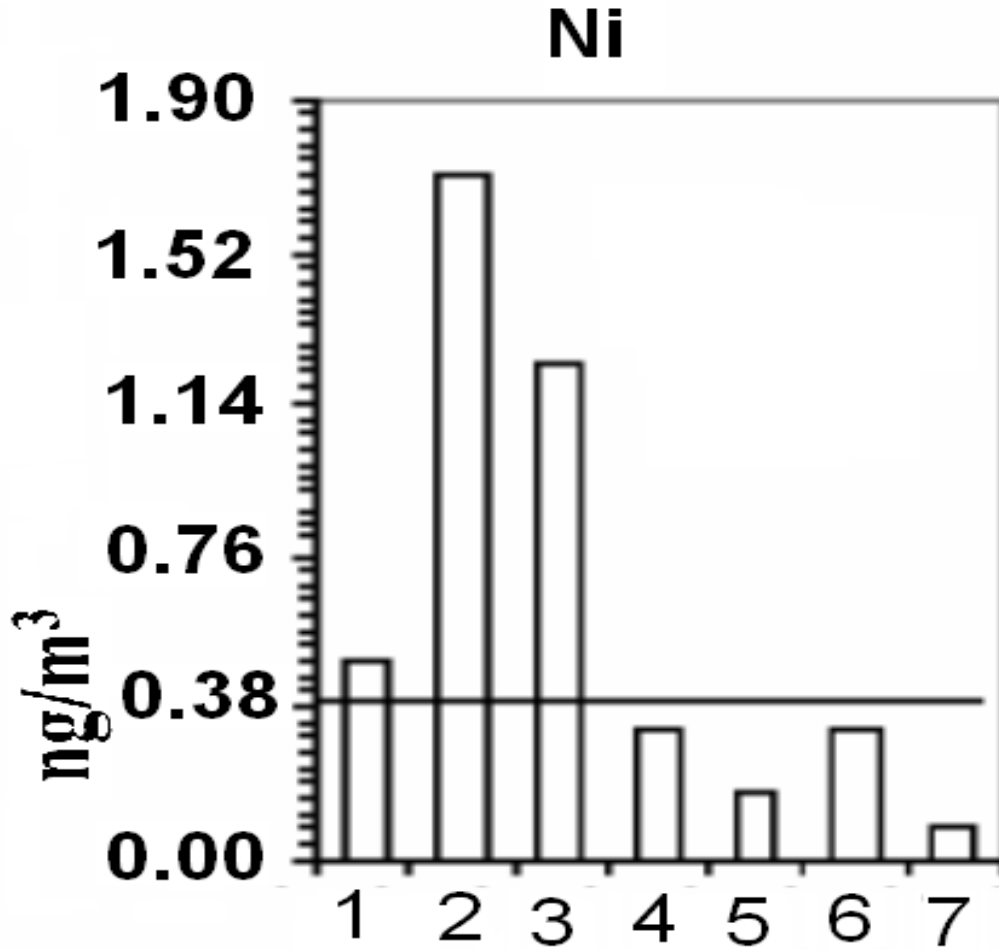
متوسط كمية الكوبالت باستخدام الـ TSP و PM₁₀ في المناطق السكنية الصناعية (سكنية

مجاورة لصناعية) وفي المناطق السكنية مقارنة بالقيم المسموح بها وفق

منظمة الصحة العالمية (WHO)

1- الشيخ سعيد ، 2- الهلك ، 3 - الشقيف ، 4 - كفر حمرة ،

5- جامعة حلب ، 6- المتحف ، 7- المحافظة



الشكل رقم (24)

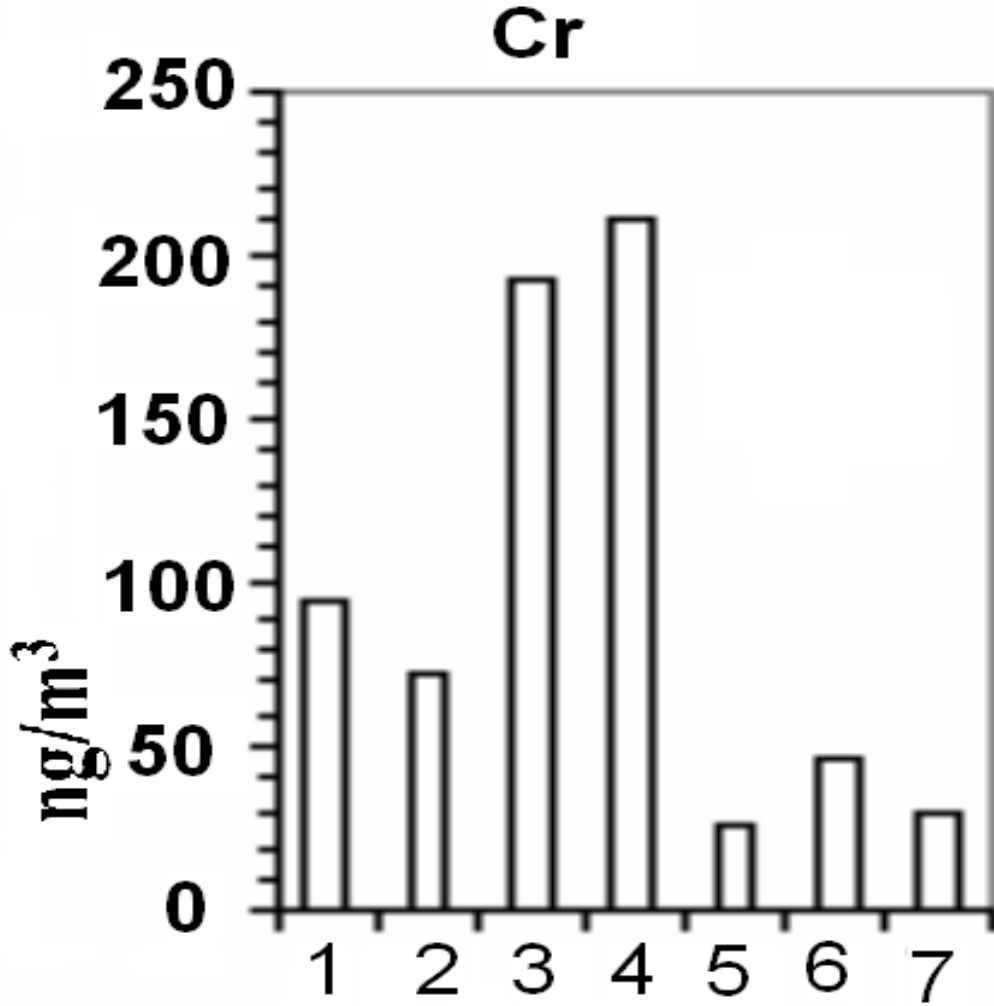
متوسط كمية النيكل باستخدام الـ TSP و PM₁₀ في المناطق السكنية الصناعية (سكنية مجاورة

لصناعية) وفي المناطق السكنية مقارنة بالقيم المسموح بها وفق

منظمة الصحة العالمية (WHO)

1- الشيخ سعيد ، 2- الهلك ، 3 - الشقيف ، 4 - كفر حمرة ،

5- جامعة حلب ، 6- المتحف ، 7- المحافظة



الشكل رقم (25)

متوسط كمية الكروم باستخدام الـ TSP و PM₁₀ في المناطق السكنية الصناعية (سكنية

مجاورة لصناعية) وفي المناطق السكنية مقارنة بالقيم المسموح بها وفق

منظمة الصحة العالمية (WHO)

1- الشيخ سعيد ، 2- الهلك ، 3 - الشقيف ، 4 - كفر حمرة ،

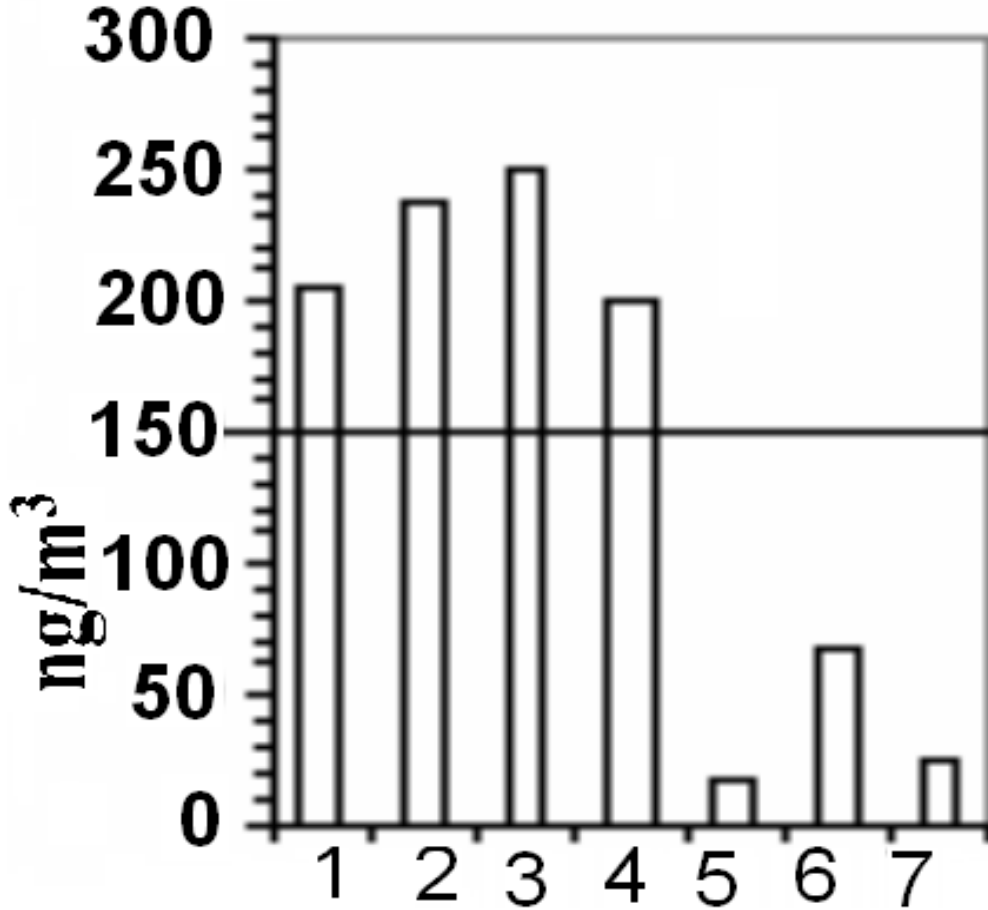
5- جامعة حلب ، 6- المتحف ، 7-المحافظة

Fe

الشكل رقم (26)

متوسط كمية الحديد باستخدام الـ TSP و PM₁₀ في المناطق السكنية الصناعية (سكنية مجاورة
لصناعية) وفي المناطق السكنية مقارنة بالقيم المسموح بها وفق
منظمة الصحة العالمية (WHO)
1- الشيخ سعيد ، 2- الهلك ، 3 - الشقيف ، 4 - كفر حمرة ،
5- جامعة حلب ، 6- المتحف ، 7- المحافظة

Mn



الشكل رقم (27)

متوسط كمية المنغنيز باستخدام الـ TSP و PM₁₀ في المناطق السكنية الصناعية (سكنية

مجاورة لصناعية) وفي المناطق السكنية مقارنة بالقيم المسموح بها وفق

منظمة الصحة العالمية (WHO)

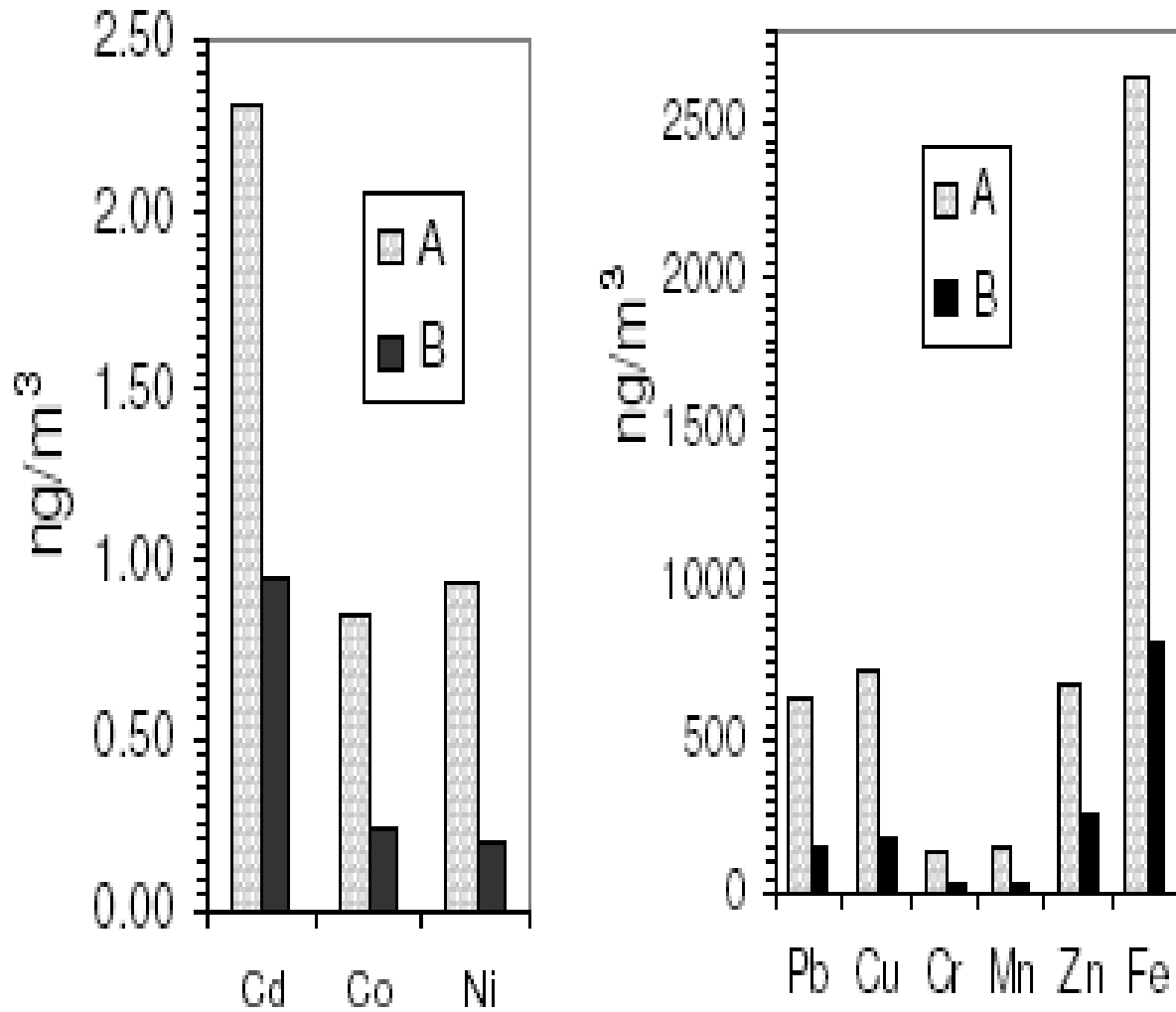
1- الشيخ سعيد ، 2- الهلك ، 3 - الشقيف ، 4 - كفر حمرة ،

5- جامعة حلب ، 6- المتحف ، 7- المحافظة

Zn

الشكل رقم (28)

متوسط كمية الزنك باستخدام الـ TSP وPM₁₀ في المناطق السكنية الصناعية (سكنية مجاورة
لصناعية) وفي المناطق السكنية مقارنة بالقيم المسموح بها وفق
منظمة الصحة العالمية (WHO)
1- الشيخ سعيد ، 2- الهلك ، 3 - الشقيف ، 4 - كفر حمرة ،
5- جامعة حلب ، 6-المتحف ، 7-المحافظة



الشكل رقم (29)

متوسط كميات المعادن الثقيلة التالية : Pb و Cd و Cu و Co و Cr و Ni و Fe و Mn و Zn باستخدام الـ TSP (A) و PM₁₀ (B) في المناطق السكنية الصناعية (سكنية مجاورة لصناعية) وفي المناطق السكنية فقط في مدينة حلب وذلك في خريف 2008 و ربيع وصيف 2009

- يعرض الشكل رقم (29) تركيز العناصر في جسيمات الهواء المحيط في المناطق السكنية الصناعية والمناطق السكنية فقط في مدينة حلب وذلك في خريف 2008 و ربيع وصيف 2009

باستخدام جهاز الـ TSP و PM₁₀ ، كما توضح الجداول (42-45) المتوسط الحسابي لتركيز جميع المعادن مع المتوسط الحسابي لجسيمات الـ TSP و PM₁₀ في جميع المواقع التي درست في مدينة حلب، ونعرض في الجدول رقم (46) نتائج تحديد كمية جسيمات TSP و PM₁₀ والعناصر المعدنية Pb و Cd و Cu و Co و Cr و Ni و Fe و Mn و Zn في مدينة حلب والمدن الأخرى من أجل المقارنة وكان معدل تركيز جسيمات TSP و PM₁₀ و Cu و Pb و Cr و Mn و Zn في مدينة حلب أعلى من باقي المدن الأخرى ما عدا بغداد التي كانت أكثر تلوثاً بالـ Pb و Cd و Cu و Fe ومنطقة Rio dejaniro أعلى تلوثاً بالـ Co و Cr و Mn و Zn. إن المقارنة بين مستوى التلوث بالمعادن في الهواء المحيط في مدينة حلب مع مستوى تلوث الهواء في المدن الأخرى أمر يثير الاهتمام ويحسب باستخدام العلاقة:

$$R_m = C_{Aleppo} / C_{City}$$

وقد تم توضيح النتائج المحسوبة في الجدول رقم (47).

أظهرت هذه النتائج أن مستوى تلوث الهواء المحيط في مدينة حلب بالـ Pb و Cu و Cr و Mn و Zn في المناطق السكنية فقط (مع عدم وجود مصدر صناعي) كان أقل أو مشابهاً لمستوى المدن العالمية المقارن بها.

أظهرت نتائج هذه الدراسة أن قيمة الـ TSP و PM₁₀ والرصاص والنيكل والمنغنيز في الهواء المحيط بالمناطق السكنية الصناعية لمدينة حلب السورية كانت أكبر من الحدود العظمى المسموح بها وفق منظمة الصحة العالمية (WHO) ، بينما كان مستوى جميع المعادن في المناطق السكنية فقط أقل من الحدود المسموح بها وفق (WHO).

إن تركيز الرصاص في الهواء المحيط بمدينة حلب كان معدله أكبر في جسيمات الـ PM₁₀ القابلة للاستنشاق والتي أقطارها أقل من 10µm ؛ مما يتطلب مراعاة مايلي:
 أ- يجب تركيب محطات معالجة لكل معمل وخاصة معامل صهر المعادن .
 ب- نقل المعامل المجاورة للسكن الى مناطق صناعية .
 ج- مراقبة ومنع عمليات صهر الرصاص بالورشات غير النظامية ونقلها الى معامل مختصة ومجهزة بمعدات حديثة لصهر الرصاص.
 د- تركيب مرشحات خاصة لمعامل الاسمنت.

الجدول رقم (46)
 القيمة المتوسطة لـ TSP وتراكيز المعادن الثقيلة المدروسة في الغلاف الجوي
 لمدينة حلب ومدن أخرى

القيم المتوسطة للتراكيز ، ng.m ⁻³	TSP,
--	------

Zn	Mn	Fe	Ni	Cr	Co	Cu	Cd	Pb	mg.m ⁻³	المدينة
690	222	2643	0.94	143	0.85	724	2.31	640	629	Syria, Aleppo *
264	37	823	0.19	35	0.24	181	0.96	154	153	Syria, Aleppo **
-	79.7	2397	19.0	15.0	-	208	3.10	77	-	Korea, Seoul ¹⁷⁰
2120	1216	38903	0.5	421	1.1	385	0.9	101	87	Brazil, Rio de Janeiro ¹⁷¹
298	48.3	1480	-	15.3	-	70.8	1.61	57	-	Hong Kong ¹⁶⁶
299	-	-	-	6.1	-	30	-	125	-	Japan, Tokyo ¹⁷²
203	-	-	-	8.6	-	1.82	-	146	-	Vietnam, Ho Chi Minh city ¹⁷³
395	-	-	-	29	-	199	8.5	574	-	Taiwan, Taichung ¹⁷⁵
770	-	-	-	19	-	110	6.8	430	-	China, Biejing ¹⁷⁶
328	285	8270	-	100	-	752	14	1910	463	Iraq, Baghdad ¹⁷⁷
342	51	3490	-	-	-	-	1.86	71	179	Brazil, Niteroi ¹⁶⁴
1386	35	869	-	-	2.2	18	0.45	5.7	1.39	Japan, Kanazawa ¹⁶⁶
84	-	-	9.2	4.9	-	52	-	14	-	USA, Los Angeles ¹⁸²
484	-	1276	45	48	-	91	0.6	376	134	Greece, Athena ¹⁸⁴

*مناطق سكنية وصناعية ، ** مناطق سكنية فقط ، n=5

الجدول رقم(47)

نسبة القيم المتوسطة للـ TSP ولتراكيز المعادن المدروسة بين مدينة حلب ومدن أخرى في العالم

Zn	Mn	Fe	Ni	Cr	Co	Cu	Cd	Pb	TSP	المدينة المنسوب إليها
-	2.79	1.10	0.05	9.53	-	3.48	0.75	8.31	-	Aleppo ^a / Seoul ¹⁷⁰

-	0.46	0.34	0.01	2.33	-	0.87	0.31	2.00	-	Aleppo ^b / Seoul ¹⁷⁰
0.33	0.18	0.07	1.88	0.34	0.77	1.88	2.57	6.33	7.23	Aleppo ^a / Rio de Janeiro ¹⁷¹
0.12	0.03	0.02	0.38	0.08	0.22	0.47	1.07	1.52	1.76	Aleppo ^b / Rio de Janeiro ¹⁷¹
2.31	4.60	1.78	-	9.35	-	10.20	1.43	11.23	-	Aleppo ^a /Hong Kong ¹⁶⁶
0.82	0.77	0.56	-	2.29	-	2.55	0.60	2.70	-	Aleppo ^b /Hong Kong ¹⁶⁶
2.31	-	-	-	23.44	-	24.13	-	1.23	-	Aleppo ^a /Tokyo ¹⁷²
0.88	-	-	-	5.74	-	6.03	-	5.12	-	Aleppo ^b / Tokyo ¹⁷²
3.40	-	-	-	16.63	-	398	-	1.05	-	Aleppo ^a /Ho Chi Minh ¹⁷³
1.30	-	-	-	4.07	-	99.4	-	4.38	-	Aleppo ^b / Ho Chi Minh ¹⁷³
1.75	-	-	-	4.93	-	3.64	0.27	0.27	-	Aleppo ^a /Taichung ¹⁷⁵
0.67	-	-	-	1.21	-	0.91	0.11	1.11	-	Aleppo ^b / Taichung ¹⁷⁵
0.90	-	-	-	7.53	-	6.58	0.34	0.36	-	Aleppo ^a /Biejing ¹⁷⁶
0.34	-	-	-	1.84	-	1.64	0.14	1.49	-	Aleppo ^b / Biejing ¹⁷⁶
2.10	0.78	0.32	-	1.43	-	0.96	0.17	0.34	1.36	Aleppo ^a / Baghdad ¹⁷⁷
0.80	0.13	0.10	-	0.35	-	0.24	0.07	0.08	0.33	Aleppo ^b / Baghdad ¹⁷⁷
2.02	4.35	0.76	-	-	-	-	1.24	9.01	3.51	Aleppo ^a /Niteroi (Brazil) ¹⁶⁴
0.77	0.73	0.23	-	-	-	-	0.52	2.17	0.85	Aleppo ^b /Niteroi (Brazil) ¹⁶⁴
0.50	6.34	3.04	-	-	0.39	40.22	5.13	112.3	452	Aleppo ^a /Kanazawa ¹⁶⁶
0.19	1.06	0.95	-	-	0.11	10.06	2.13	27.02	110	Aleppo ^b /Kanazawa ¹⁶⁶
8.21	-	-	0.10	29.18	-	13.92	-	45.7	-	Aleppo ^a /Los Angeles ¹⁸²
3.14	-	-	0.02	7.14	-	3.48	-	11.00	-	Aleppo ^b /Los Angeles ¹⁸²
1.43	-	2.07	0.02	2.98	-	7.96	3.85	1.70	4.69	Aleppo ^a /Athena ¹⁸⁴
0.54	-	0.64	0.004	0.73	-	1.99	1.6	0.41	1.14	Aleppo ^b / Athena ¹⁸⁴

*مناطق سكنية وصناعية ، ** مناطق سكنية فقط ، n=5

4-4 - دراسة تلوث الهواء في مدينة حلب بالمعادن الثقيلة خلال شهري نيسان

وأيار لعام 2009 في محطات الرصد البيئية بحلب باستخدام TSP

دُرست العينات المأخوذة من قبل مديرية البيئة بحلب خلال شهري نيسان وأيار من محطات الرصد البيئي الخمس في مدينة حلب، وأجريت لها عمليات التهضيم كما هو مذكور في طريقة العمل، ثم حددت المعادن الثقيلة الآتية: الرصاص والكاديوم والنحاس والكروم والنيكل والحديد والمنغنيز والزنك باستخدام التحليل بطيف الامتصاص الذري. ونعرض هذه النتائج

لشهر نيسان عام 2009 في الجدول رقم (48) ولشهر أيار عام 2009 في الجدول رقم (49)، ونوضح هذه النتائج في الشكلين رقم (30 و 31). نلاحظ من النتائج السابقة أن مستويات تلوث الهواء بالمعادن الثقيلة المدروسة قد اختلف باختلاف المعدن المدروس وباختلاف موقع محطة الرصد، وسنعمد التلوث بالمعدن الثقيل لتوضيح هذه الدراسة .

أ – تلوث الهواء بالرصاص

تراوحت مستويات تلوث الهواء بالرصاص في مختلف محطات الرصد البيئي بحلب بين $126-1265 \text{ ng/m}^3$ ؛ حيث كان الهواء في المحطة الأولى الأكثر تلوثاً وبلغت مستوياته بين $975-1085 \text{ ng/m}^3$ في شهر نيسان و $1221-1265 \text{ ng/m}^3$ في شهر أيار 2009 ، وكذلك في المحطة الثانية حيث بلغت مستوياته بين $784-856 \text{ ng/m}^3$ في شهر نيسان و $1073-1107 \text{ ng/m}^3$ في شهر أيار وهذه المستويات أكبر بكثير مما هو مسموح به عالمياً (حسب WHO ؛ المسموح به 500 ng/m^3)؛ ويعزى ارتفاع مستويات التلوث بالرصاص لوجود ورشات صهر رصاص متنقلة قرب المحطتين الأولى والثانية (في منطقة الشيخ سعيد ومنطقة الشقيف الصناعية). في حين كانت مستويات تلوث الجو بالرصاص في المحطات الأخرى مقبولة بين $126-495 \text{ ng/m}^3$.

ب – تلوث الهواء بالحديد

تراوحت مستويات تلوث الهواء بالحديد في مختلف محطات الرصد البيئي بين $1054-5422 \text{ ng/m}^3$ ؛ حيث كان الهواء في المحطة الثانية الأكثر تلوثاً بالحديد وبلغت مستوياته بين $4012-4512 \text{ ng/m}^3$ في شهر نيسان و $4518-5422 \text{ ng/m}^3$ في شهر أيار 2009 وهذه المستويات أكبر بكثير مما هو مسموح به عالمياً (حسب WHO؛ المسموح به 3720 ng/m^3)؛ ويعزى ارتفاع مستويات التلوث بالحديد في المحطة الثانية لوجود ورشات صناعية متنوعة ومكتظة قربها (في منطقة الشقيف الصناعية). في حين كانت مستويات تلوث الجو بالحديد في المحطات الأخرى مقبولة (بين $1054-2256 \text{ ng/m}^3$).

ج – تلوث الهواء بالمنغنيز

تراوحت مستويات تلوث الهواء بالمنغنيز في مختلف محطات الرصد البيئي بين $37-314 \text{ ng/m}^3$ ؛ حيث كان الجو في المحطة الثانية الأكثر تلوثاً وبلغت مستوياته بين $278-290 \text{ ng/m}^3$ في شهر نيسان و $270-314 \text{ ng/m}^3$ في شهر أيار 2009 ، وبلغت مستوياته في المحطة الأولى بين $198-218 \text{ ng/m}^3$ في شهر نيسان و $194-232 \text{ ng/m}^3$ في شهر أيار، كما بلغت مستوياته في المحطة الثالثة بين $164-182 \text{ ng/m}^3$ في شهر نيسان و $172-204$

ng/m^3 في شهر أيار، وتعد هذه المستويات أكبر مما هو مسموح به عالمياً (حسب WHO؛ المسموح به $150 ng/m^3$)؛ ويعزى ارتفاع مستويات التلوث بالمنغنيز في جو هذه المحطات لوجود ورشات صهر ومنشآت صناعية ومعامل متنوعة قريبة منها. في حين كانت مستويات تلوث الجو بالمنغنيز في محطتي الرصد البيئي الرابعة والخامسة مقبولة بين $37-58 ng/m^3$.

د – تلوث الهواء بالنيكل

تراوحت مستويات تلوث الهواء بالنيكل في مختلف محطات الرصد البيئي بين $0.11-0.98 ng/m^3$ ؛ حيث كان الجو في المحطة الثانية الأكثر تلوثاً وبلغت مستوياته بين $0.86-0.94 ng/m^3$ في شهر نيسان و $0.92-0.98 ng/m^3$ في شهر أيار 2009 ، وبلغت مستوياته في المحطة الأولى بين $0.39-0.49 ng/m^3$ في شهر نيسان و $0.42-0.48 ng/m^3$ في شهر أيار (2009)، وتعد هذه المستويات أكبر مما هو مسموح به عالمياً (حسب WHO؛ المسموح به $0.38 ng/m^3$)؛ ويعزى ارتفاع مستويات التلوث بالنيكل في جو المحطتين المذكورتين لوجود ورشات صهر ومنشآت صناعية ومعامل متنوعة قريبة منها. في حين كانت مستويات تلوث الجو بالنيكل في محطات الرصد البيئي الأخرى مقبولة (تقع بين $0.11-0.32 ng/m^3$).

هـ – تلوث الهواء بالمعادن الثقيلة الأخرى (Zn و Cr و Cu و Cd)

تراوحت مستويات تلوث الهواء بالمعادن الثقيلة (Zn و Cr و Cu و Cd) في مختلف محطات الرصد البيئي الخمسة بين $0.50-4.6$ و $14-218$ و $24-1502$ و $39-1174 ng/m^3$ للمعادن الثقيلة المذكورة على التوالي خلال شهري نيسان وأيار 2009 وتعد هذه المستويات كلها ضمن ما هو مسموح به عالمياً (حسب WHO؛ الحد المسموح به: 5 و 100000 و 1100 و $5000000 ng/m^3$ من المعادن الثقيلة المدروسة على التسلسل .

الجدول رقم (48)

يبين كمية الملوثات المعدنية في عينات جمعت في شهر نيسان لعام 2009 لمحطات الرصد

البيئي الخمس في مدينة حلب

القيم المتوسطة للتراكيز ، $ng.m^{-3}$								رقم المحطة	التاريخ
Zn	Mn	Fe	Ni	Cr	Cu	Cd	Pb		

812	218	2256	0.49	92	518	3.6	1085	16/4	1
680	198	2110	0.39	98	494	4.2	975	23/4	
746	203	2183	0.44	95	506	3.9	1030	\bar{m}	
1060	290	4512	0.94	210	1480	3.8	856	16/4	2
984	278	4012	0.86	218	1360	4.6	784	23/4	
1027	284	4262	0.90	214	1420	4.2	820	\bar{m}	
362	182	1613	0.28	36	386	3.6	495	16/4	3
304	164	1589	0.24	32	364	3.0	435	23/4	
333	173	1601	0.26	34	375	3.3	465	\bar{m}	
41	45	1078	0.15	17	32	0.82	164	16/4	4
39	37	1064	0.11	15	24	0.50	126	23/4	
40	41	1071	0.13	16	28	0.66	145	\bar{m}	
438	49	1101	0.24	40	51	4.3	436	16/4	5
334	47	1083	0.20	32	43	3.7	428	23/4	
386	48	1093	0.22	36	47	4.0	432	\bar{m}	
5 mg/m ³ WHO	150 WHO	3720 TP	0.38 WHO	1100 WHO	100000 WHO	5 WHO	500 WHO	الحد المسموح به [136]	

* القيم المتوسطة لخمس قياسات ، \bar{m} القيمة المتوسطة لشهري نيسان وأيار .

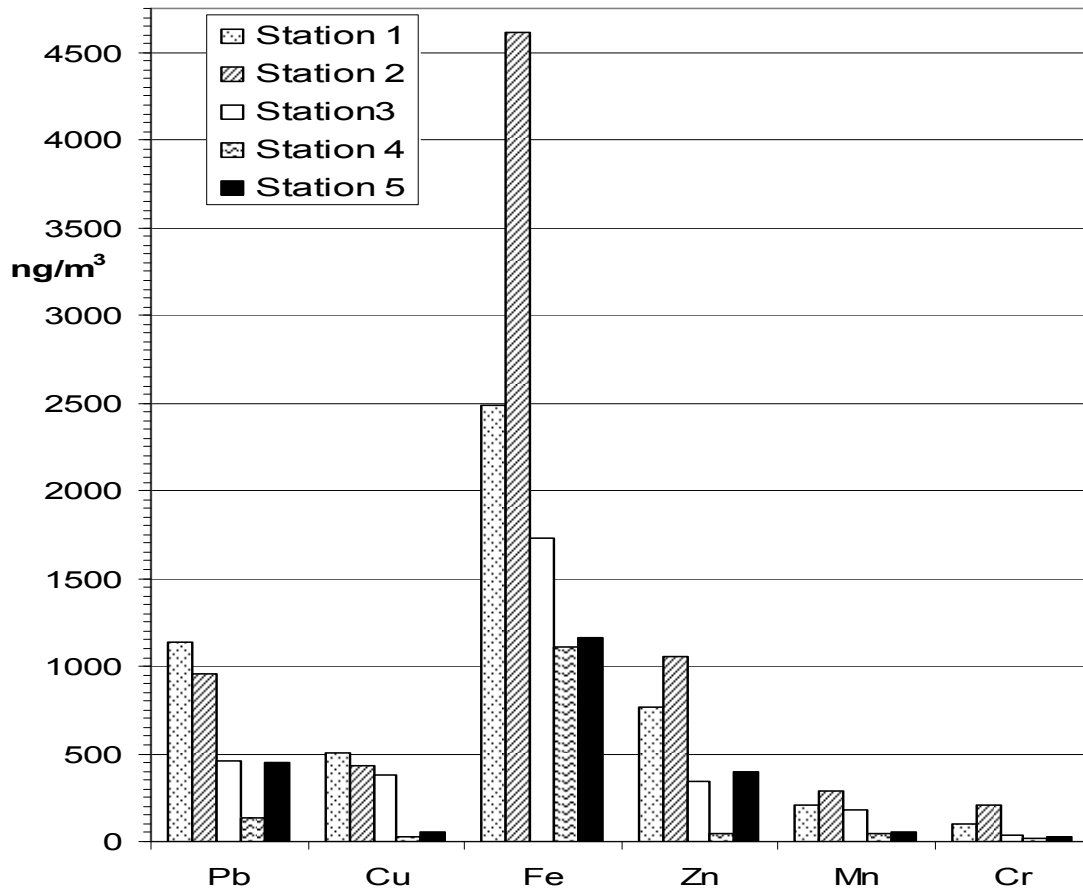
الجدول رقم (49)

يبين كمية الملوثات المعدنية في عينات جمعت في شهر أيار لعام 2009 لمحطات الرصد البيئي
الخمسة في مدينة حلب

القيم المتوسطة للتراكيز ، ng.m ⁻³								رقم المحطة	التاريخ
Zn	Mn	Fe	Ni	Cr	Cu	Cd	Pb		
702	194	2774	0.48	107	502	4.0	1221	1/5	1

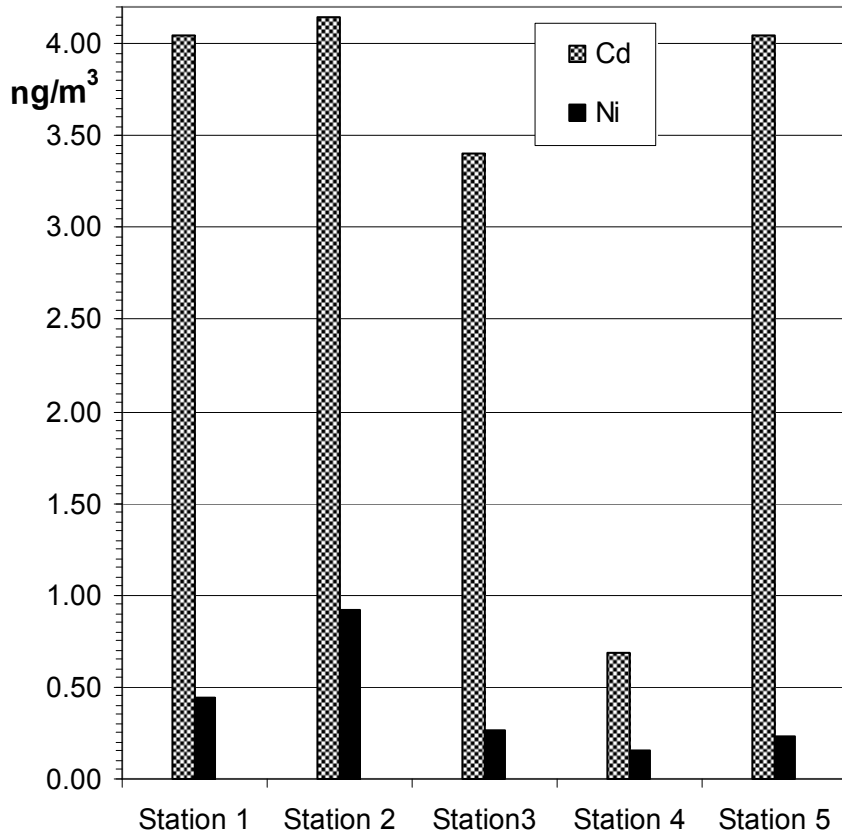
886	232	2804	0.42	113	518	4.4	1265	13/5	
794	213	2789	0.45	110	512	4.2	1241	\bar{m}	
992	270	4518	0.92	208	1400	4.3	1073	1/5	2
1174	314	5422	0.98	196	1502	3.9	1107	13/5	
1083	292	4970	0.95	202	1451	4.1	1090	\bar{m}	
291	172	1734	0.25	32	361	3.2	443	1/5	3
409	204	1998	0.29	28	397	3.8	467	13/5	
350	188	1866	0.27	30	379	3.5	455	\bar{m}	
51	45	1132	0.18	14	31	0.72	124	1/5	4
348	46	1054	0.26	24	49	3.8	465	1/5	5
472	58	1410	0.24	20	61	4.4	471	13/5	
410	52	1232	0.25	22	55	4.1	468	\bar{m}	
5 mg/m ³ WHO	150 WHO	3720 TP	0.38 WHO	1100 WHO	10 ⁵ WHO	5 WHO	500 WHO	الحد المسموح به [136]	

* القيم المتوسطة لخمس قياسات ، \bar{m} القيمة المتوسطة لشهري نيسان وأيار .



الشكل رقم (30)

يبين القيم المتوسطة لمستويات تلوث الهواء بالمعادن الثقيلة (Pb و Cu و Fe و Zn و Mn و Cr) خلال شهري نيسان وأيار (2009) عن طريق الـTSP باستخدام التحليل بطيف الامتصاص الذري ، (n = 5) .



الشكل رقم (31)

يبين القيم المتوسطة لمستويات تلوث الهواء بالمعادن الثقيلة (Cd و Ni) خلال شهري نيسان وأيار 2009 عن طريق الـ TSP باستخدام التحليل بطيف الامتصاص الذري ، (n = 5) .

بينت دراسة تلوث الهواء في مدينة حلب بالمعادن الثقيلة (Pb و Cd و Cu و Cr و Ni و Fe و Mn و Zn) خلال شهري نيسان وأيار لعام 2009 في محطات الرصد البيئية عن طريق حساب كمياتها في الجسيمات الكلية المعلقة بالهواء (TSP) باستخدام التحليل بطيف الامتصاص الذري. أن مستويات التلوث بالرصاص (في المحطة الأولى والثانية)، وبالحديد (في المحطة الأولى)، وبالمنغنيز (في المحطة الأولى والثانية والثالثة) كانت أكبر من الكميات المسموح بها من منظمة الصحة العالمية (WHO) ، في حين كانت مستويات المعادن الثقيلة الأخرى المدروسة مقبولة في كل محطات الرصد البيئي.

5-الاستنتاجات Conclusion

1- درسنا التلوث بالرصاص في مختلف أقسام الشركة السورية للبطاريات والغازات السائلة بحلب، و بينت هذه الدراسة أن نسبة تلوث الهواء بالرصاص في أغلب أقسام المعمل كبيرة أكثر من الحدود المسموح بها مما أدى إلى زيادة نسبة الرصاص في دم بعض العاملين في الشركة . حيث أدت زيادته في دم العمال إلى أمراض تراكمية انعكس سلباً على الصحة العامة لذلك يجب وضع حلول لهذه المشكلة من قبل الجهات المختصة.

2- ودرسنا التلوث بالألمينيوم والنحاس والرصاص في الشركة السورية لصناعة الكابلات الصناعية بحلب. ووجدنا أن قيم الألمينيوم والنحاس في الـ TSP و PM_{10} أقل من القيم الحدية التي اعتمدها منظمة السلامة المهنية (OSHA)، في حين أن تركيز الرصاص كان أكبر من الحد الأقصى الذي أوصت به (OSHA) علماً أن هذه الشركة لا تستخدم الرصاص في إنتاجها. وقد تأكد لنا أن مصدر التلوث بالرصاص يعود لمعمل البطاريات والغازات السائلة المجاور للشركة السورية لصناعة الكابلات الصناعية من الجانب الغربي ، وحيث أن اتجاه الرياح في أغلب الأحيان من الغرب إلى الشرق. وهذا يتطلب حل لهذه المشكلة عن طريق فلاتر تحمي هذه المنطقة من التلوث .

3- درسنا تلوث الهواء في مدينة حلب في المواقع السكنية المجاورة للمناطق الصناعية وفي المواقع السكنية فقط ، وأظهرت هذه الدراسة أن قيم الـ TSP و PM_{10} و Mn و Ni و Pb في الهواء في المناطق الصناعية المجاورة للمواقع السكنية كانت أعلى من الحد المسموح به من قبل منظمة الصحة العالمية (WHO) بينما كان تركيز بقية المعادن مقبولاً. وهذا يتطلب تنفيذ قرار نقل المعامل الى المناطق الصناعية التي تقع خارج المدينة بعيداً عن السكن وعدم تمييع هذا القرار.

4- درسنا تلوث الهواء في مدينة حلب بالمعادن الثقيلة التالية : Pb و Cd و Cu و Cr و Ni و Fe و Mn و Zn في محطات الرصد البيئية بحلب خلال شهري نيسان وأيار لعام 2009 عن طريق حساب كمياتها في الجسيمات الكلية المعلقة بالهواء (TSP) باستخدام التحليل بطيف الامتصاص الذري. و بينت هذه الدراسة أن مستويات التلوث بالرصاص في المحطة الأولى (الشيخ سعيد) والمحطة الثانية (معمل البيرة)، وبالحديد في المحطة الأولى، وبالمنغنيز في المحطات الأولى والثانية والثالثة (مطار حلب) كانت أكبر من الكميات المسموح بها من منظمة

الصحة العالمية (WHO)، في حين كانت مستويات تلوث الهواء بالمعادن الثقيلة الأخرى المدروسة مقبولة في كل محطات الرصد البيئي.

5- إن تركيز الرصاص في الهواء المحيط بمدينة حلب كان معدله أكبر في جزيئات الـ PM_{10} القابلة للاستنشاق والتي أقطارها أقل من $10\mu m$ الخطرة جداً. مما يتطلب مراعاة مايلي:

أ- يجب تركيب محطات معالجة للهواء لكل معمل وخاصة معامل صهر المعادن .

ب- نقل المعامل المجاورة للسكن إلى مناطق صناعية .

ج- مراقبة ومنع عمليات صهر الرصاص بالورشات الغير نظامية ونقلها إلى معامل مختصة ومجهزة بمعدات حديثة لصهر الرصاص.

د- تركيب فلاتر خاصة للمعامل المختلفة التي تسبب تلوث الهواء.

7-الأبحاث المنشورة

Published Papers

- 1- A.A.Ramadan, H.Mandil, M.H.Ismail, 2009- **Determination of Lead pollutants in Acid Batteries and Liquid Gases in Aleppo-Syrian company Using TSP and Chemical Trap Methods**, *Asian J. Chem.*, **21**(Issue 8), 6562-6568.
- 2- A.A.Ramadan, H.Mandil, M.H.Ismail, 2010- **Elemental Analysis of TSP and PM₁₀ in the Ambient Air of Aleppo City-Syria**, *Asian J. Chem.*, **22** (Issue 3), 2187-2194.
- 3- A.A.Ramadan, H.Mandil, M.H.Ismail, 2010- **Determination of Aluminum, Copper and Lead pollutants in Aleppo Company for Cable Industry -Syria Using TSP, PM₁₀ and Chemical Trap Methods**, *Asian J. Chem.*, **22**(Issue 4), 3159-3168 .
- 4- A.A.Ramadan, H.Mandil, M.H.Ismail, 2010- **Study of Air Pollution by Heavy Metals in Aleppo City During April and May of 2009, Using Environmental Observation Stations**, *Res. J. of Aleppo Univ.*, **70**, Under Press.

1 - الأبحاث السابقة

REVIEWS

General Glance

1 - 1 - لمحة عامة

إن الهدف من الدراسة التحليلية هو الحصول على معلومات تدل على نوع المادة أو على كميتها أو على كلاهما معاً. ويمكن أن تكون المادة صلبة أو سائلة أو غازية. ورغم تعقيدات التقنيات التحليلية المتاحة وتطورها المتسارع فإنه مازال من غير الممكن الحصول على كافة المعلومات بدقة مطلقة حتى لعدد صغير جداً من العينات. ورغم وجود تطور كبير في الأجهزة الحديثة في المجالات المختلفة فإن معظم التحاليل تتم بأخذ جزء أو أجزاء من المادة للدراسة وتحليلها في المختبر، وإن الخطوة الأولى هي تأمين العينات وجمعها، ويجب أن تتلاءم عملية جمع العينة مع وضع المادة. فمثلاً خلال جمع عينات لتحديد Ca^{2+} من بحيرة ما يجب أن يغرس في الذهن أن التراكيز يمكن أن تختلف وفقاً للمكان والعمق والوقت من السنة، وكذلك وفقاً لآلية حفظ العينة وعدم تعرضها للتغيير بفعل التفاعلات التي قد تحصل وبفعل المؤثرات المتنوعة، كما أن آلية الحفظ هامة لأنه عادة يكون هناك تأخر بين جمع العينات وتحليلها. ويجب أن تحافظ العينات المحفوظة على خصائصها الفيزيائية والكيميائية خلال زمن حفظ العينات وعندها يكون التحليل ممثلاً بصدق للمادة المدروسة، وعندما تكون العينة جاهزة للتحليل يصبح تحضير العينة هو الخطوة التالية [1].

لا تكون العينات جاهزة مباشرة في معظم الحالات ، وربما يكون هناك عدة معالجات للعينة خلال تحضير العينة ذاتها. على كل حال فإن خطوة التحضير تعتمد على العينة والوسط ومستوى التركيز الذي يحتاجه المحلل ليتم إنجاز التحليل. وكمثال على ذلك فإن تحليل الأثر يتطلب تحضيراً للعينة أكثر صعوبة من تحليل الأجزاء الرئيسية. إن استعمال الطريقة التحليلية أو الجهاز يتبع للتحليل المطلوب إنجازه ؛ وبالتالي فإن اختيار الطريقة والجهاز له أهمية بالغة في إنجاز التحاليل المطلوبة بدقة وحساسية وصحة كافية [2 - 8].

إن تحضير العينة هي المرحلة الرئيسية في أي عملية تحليل، ويتطلب ذلك عدة مراحل من التمديد البسيط إلى التهضيم الجزئي أو الكلي. وسنركز فيما يلي على عرض معلومات شاملة ومركزة عن طرائق التهضيم الرطب المستخدمة لتحضير العينات الصلبة والسائلة، والتي تحقق التفكيك الرطب والاندحال (Dissolution) للعينات العضوية واللاعضوية، في الجمل المفتوحة

والمغلقة باستخدام الطاقة الحرارية أو الإشعاع، سواء الأشعة فوق البنفسجية أو الأمواج الميكروية [1].

إن التهضيم (**Digestion**) الرطب بالحموض المؤكسدة (HNO_3 و H_2SO_4 و HClO_4) هو من أكثر عمليات تهضيم العينات شيوعاً [9]. ويجب الإشارة إلى أن هذا المصطلح المستخدم في تحضير العينة للتحليل معتمداً في قسم الكيمياء التحليلية في الإتحاد العالمي للكيمياء التطبيقية والبحتة (IUPAC) [10, 11].

1-2- الكواشف والأوعية المستخدمة لعمليات التهضيم الرطب

Agents and Vessels for Wet Digestion Processes

إن التهضيم الرطب للعينة هو طريقة لتحويل محتويات المادة المدروسة إلى أشكال كيميائية بسيطة، وبالتالي فإن عملية اذابة المادة في المحل أو تحويلها إلى محلول تكون غالباً الخطوة الأكثر أهمية في العمليات التحليلية، بسبب وجود عدة مصادر أساسية يمكن أن تكون مصدراً للأخطاء، مثل التهضيم الجزئي لمحتويات العينة، أو بعض أنواع التلوث من الأوعية المستعملة للمواد الكيميائية [12]. إن استخدام بعض الحموض والمواد المؤكسدة تسبب تآكل الأوعية، وخاصة عند التسخين وعندما تكون مركزة، لذلك يجب التعامل معها بحذر شديد لتجنب الأذى والحوادث [13].

يعتمد تحضير العينة على تقانة التحليل المستخدمة وإمكاناتها، فمثلاً ميكروليترات قليلة فقط يمكن أن تحقن في جهاز الكروماتوغرافية الغازية للحصول على نتائج مفيدة، فمثلاً تحليل المبيدات في كبد السمك باستخدام جهاز الكروماتوغرافية الغازية يتطلب حقن حجم قدره عدة ميكروليترات [14 - 20].

Samples Preparation

1-3- تحضير العينات

إن تحضير العينات لتحديد محتوياتها المعدنية لا بد أن يحقق العديد من الأهداف والتي تختلف باختلاف نموذج العينة والمطلوب من طريقة التحليل. ونذكر فيما يلي بعض أهم العمليات المطلوبة لتحضير العينة وهي:

- تفكيك العينة وحلها لتحرير كل المعادن للتحليل.
- استخلاص شوارد المعادن من وسط العينة إلى محل أكثر ملائمة للطريقة التحليلية المراد استخدامها.
- تركيز شوارد المعادن المطلوبة عند أدنى حجم ممكن لإيصالها إلى مجال التراكيز المناسب للتحليل.

- تمديد المحلول بشكل كاف ليكون تأثير الوسط ثابتاً وقابلاً للقياس.
- فصل الأشكال الكيميائية المختلفة من المادة المدروسة لتحديد خواص الجسيمات الموجودة في العينة [1, 19].
- ورغم أن كل هذه العمليات ليست مطلوبة في كل الحالات لكن معظم التحاليل تحتاج إلى واحدة أو أكثر منها.
- ويعد التطاير سبباً هاماً لفقد المادة المدروسة ويمكن أن يكون خطيراً لمركبات المعادن المتصعدة القابلة للتطاير عندما ترمد العينة حتى الجفاف. ويعتمد التطاير بشكل قوي على الوسط، وعلى شكل الشاردة المعدنية المحضرة ودرجة الحرارة [14 - 18].

Digestion Methods

1 - 4 - طرائق التهضيم

1 - 4 - 1 - طرائق التهضيم الرطب

إن الطرائق الشائعة المستخدمة لإذابة العينات لتحليل المعادن هي التهضيم في وعاء مفتوح، أو التهضيم تحت الضغط في أوعية محكمة الإغلاق.

تحضر العينات المراد تحليلها لتحديد محتوياتها من العناصر المعدنية بتهضيم الوسط بحمض قوي [20, 21]. وفي حالة الأوساط العضوية يستخدم مزيج مؤكسد لتحطيم مواد الوسط العضوي كلياً وحل العينة. وفيما يلي عرض للمحاليل النقية التي تستخدم في التحاليل مع تقانات كثيرة مثل طيف الامتصاص الذري، والتحريض المزدوج للبلازما وطيف الكتلة بالتحريض المزدوج للبلازما؛ حيث يستخدم حمض الآزوت بشكل واسع بسبب عدم وجود احتمال تشكيله أملاحاً غير منحلة كما في حمض كلور الماء وحمض الكبريت. ويمكن أن يضاف الماء الأكسجيني لزيادة القوة المؤكسدة لمحلول التهضيم.

Microwave Digestion

1 - 4 - 2 - التهضيم بالأموح الميكروية

إن طريقة تهضيم العينات في وعاء مغلق في فرن الأمواج الميكروية يمتلك عدة ميزات تتفوق على طرائق إذابة العينات في الأوعية المفتوحة، فالأوعية المصنوعة من بوليمير تتحمل درجة حرارة مرتفعة، وهي أقل احتواء على الملوثات المعدنية من البياشر الزجاجية والخزفية أوالبوتقات، كما أن الإغلاق المحكم يمنع احتمال التلوث بالغبار الموجود في الجو. وكذلك فإن الأوعية المحكمة الإغلاق والتي تتحمل الضغط تقلل التبخر وبذلك نحتاج إلى كمية أقل من محلول الحمض المستخدم للتهضيم، واختصار المقارنات، وكذلك أيضاً فإن الأوعية المحكمة الإغلاق تمنع الفقد أوالتطاير للمركبات المعدنية والتي يمكن أن تسبب مشكلة في حل العينة في الأوعية المفتوحة، وخاصة في الترميد الجاف. كما أن التحكم الآلي بجهاز التهضيم بالأمواج

الميكروية يسمح بإعادة تطبيق شروط التهضيم، كما أن منظومة التحكم الآلي المؤتمنة تجعل من الممكن الاستغناء عن المراقبة المستمرة للعينة [21].

1 - 4 - 3 - التهضيم الرطب تحت الضغط Wet Digestion Under Pressure

يستخدم أيضاً التهضيم تحت الضغط لتحضير العينات للتحليل، توضع في هذه الطريقة العينات الموزونة في أوعية كوارتز صغيرة مع محلول التهضيم المناسب. ثم تغلق بإحكام ثم توضع في فرن التسخين، ويغلق الجهاز ويطبق الضغط بوساطة غاز النتروجين؛ حيث يساعد النتروجين في دعم وعاء التهضيم بموازنة الضغط داخل وخارج الوعاء خلال التسخين. وكما في حالة إذابة العينات بالأمواج الميكروية فإن التهضيم في أوعية محكمة الإغلاق يمنع الفقد بفعل التطاير للمادة المدروسة [22].

1 - 4 - 4 - التهضيم الرطب لعينات التربة والفلزات

Wet Digestion of Soil and Mineral Samples

تتطلب عينات الفلزات مثل الصخور والتربة والرسوبيات تهضيماً أكثر فعالية، ويمكن أن تتم الإذابة الكلية للعينة بعدة طرائق، حيث يمكن أن يتم نزع المادة المدروسة دون حل الوسط بشكل كامل. وقد تمت المقارنة بين عدة طرائق لتحليل عينات تربة ملوثة، وفي كل حالة فإن العينة الصلبة جففت في الهواء العادي ونخلت للحصول على حبيبات ذات قطر اقل من 1 mm، وتمت بعدها المعالجات [23-25].

Dry Ashing

1 - 5 - الترميد الجاف

العينات التي تحتوي كثيراً من المواد العضوية والتي يتم تهضمها لتحليل المعادن غير المتطايرة يكون الترميد الجاف هو طريقة بسيطة نسبياً لنزع المواد العضوية التي يمكن أن تستهلك كميات كبيرة من الكواشف وتتطلب هذه الطريقة زمن قصير للتحليل، ففي طريقة الترميد الجاف في الأوعية المفتوحة توضع العينة في بوتقة مناسبة وتحرق في فرن كظوم؛ حيث تستخدم بوتقة للترميز مصنوعة عادة من السيليكا أوالبورسلان أوالبلاتين أو زجاج البيركس [1, 26 - 30].

إن العوائق الرئيسية لهذه الطريقة هي إمكانية فقدان بعض المعادن بالتطاير، والتلوث بغبار الرماد المتحرر (بسبب كون الوعاء يجب أن يبقى مفتوحاً على الوسط المحيط)، والادمصاص غير العكوس للعينة على جدران الوعاء. ومن الضروري تحضير محاليل شاهدة (Blanks) لكل دفعة من العينات.

1 - 6 - الاستخلاص العضوي للمعادن Organic Extraction of Metals

يهدف الاستخلاص العضوي لاستعادة مركبات المعادن المنحلة من العينات المائية، وتكون الجزيئات الشاردية السالبة التي تحتوي الشوارد المعدنية في كثير من الأحيان غير منحلة تماماً في المحلات العضوية. وإذا كانت الشحنة على معقد الشاردة المعدنية معتدلة، فإن المعقد المتشكل مع الشاردة المعدنية يصبح منحللاً في المحلات العضوية، وبالتالي يمكن استخلاصه من الطور المائي. ويمكن أن يتم هذا إما بتشكيل معقدات معدنية (معقدات عضوية معدنية) أو بزواج شاردي [1].

1 - 7 - تحضير العينات بالأمواج فوق الصوتية Ultrasonic Sample Preparation

إن بعض أوساط العينات تكون صعبة الترميد كما في الأغذية التي تحتوي كميات كبيرة من السكريات، ولذلك فإن الترميد الجاف يجب أن يتم بلطف ويتطلب أكثر من 30 ساعة في بعض الأحيان. لقد طُوِّر استخدام طريقة الاستخلاص بالأمواج فوق الصوتية الدقيقة لترميد العينات بشكل كبير [31].

1 - 8 - طرائق توليد الهيدريد Hydride Generation Methods

إن تحديد بعض المعادن مثل الزرنيخ والسيلينيوم بطيف الامتصاص الذري يكون صعباً لأن أطوالها الموجية تتعرض لتداخلات كثيرة. لذلك فإن هذه المعادن تحول بسهولة إلى هيدريدات غازية بمعالجتها بكواشف مرجعة قوية مثل بوروهيدرات الصوديوم، ولأن الهيدريدات يمكن فصلها بسهولة من وسط العينة مما يقلل من حدوث التداخل [1].

1 - 9 - احتياطات الأمان في التهضيم الحمضي Safety of Acid Digestions

الكواشف والأجهزة والعمليات المستخدمة في تهضيم المواد هي بشكل أساسي خطرة حتى عندما تستخدم بشكل حذر، لذلك يجب على المستخدم أن يكون دائماً محمياً بشكل دقيق بالمعطف المخبري والقفازات ونظارات الأمان ومن الأفضل بقاء الوجه محمياً. إن بعض الحموض المركزة المدخنة كحمض الآزوت، وحمض كلور الماء، وحمض الفلور يجب التعامل معها فقط في مكان جيد التهوية أو تحت ساحة مناسبة. كما أن الحموض المؤكسدة كحمض الآزوت، وحمض فوق الكلور أكثر خطورة من الحموض غير المؤكسدة كحمض كلور الماء، وحمض الفوسفور، وحمض الفلور؛ حيث تكون أكثر عرضة للانفجار وخاصة في العينات المحتوية على الكواشف المرجعة كما في حالة المواد العضوية. إن حمض فوق الكلور هو مؤكسد فقط عندما يكون مركزاً وساخنًا؛ لذلك يجب أن لا يصل إلى المادة العضوية إلا إذا مدد بحمض الآزوت. ويجب أن يتم التهضيم الحمضي تحت ساحة غازات مع تركيب منقي للغازات

ذي فعالية جيدة، ويجب أن يتم تبخير حمض فوق الكلور بوجود غطاء مناسب من الستانلس ستيل أو الخزف أو من البولي بروبيلين مع الغسيل بشكل كاف لتجنب أي ترسيب لفوق الكلورات. كما يجب أخذ الاحتياطات الكاملة عند استخدام طرائق التهضيم تحت الضغط حيث تستخدم أوعية التهضيم تحت الضغط المحتوية على أبخرة الحمض وتكون مفيدة من أجل تسريع التهضيم بمرحلة واحدة دون فقدان للمادة المدروسة. لكن مرة أخرى يوجد قيود على بعض التفاعلات خاصة التلقائية التي تعطي الغازات حيث تتجاوز حدود الأمان للأوعية. وكمثال على ذلك فإن التهضيم التلقائي بحمض الآزوت والماء الأوكسجيني للمواد العضوية في أوعية مغلقة، ربما يعطي انفجاراً يعود إلى عدم أخذ الضغط بعين الاعتبار في الوعاء. هذه المنظومة تعطي ضغوطاً عالية بشكل واضح، والتي يمكن تجنبها بإنقاص وزن العينة أو بتطبيق ازدياد تدريجي لدرجات الحرارة. ويمتلك تهضيم العينة باستخدام الأمواج الميكروية إجراءات أمان خاصة، وكنتيجة لامتناس الطاقة المباشرة والتسخين السريع فإن تقانات الأمواج الميكروية تتطلب شروط أمان خاصة لا توجد في الطرائق الأخرى، كما أن الاختلاف في الشروط بين تطبيقات المختبرات الكلاسيكية لطرائق استعمال الأمواج الميكروية يجب اختبارها قبل تطبيق طاقة الأمواج الميكروية لتسخين الكواشف والعينات [32].

1 - 10 - المعادن الثقيلة والمعادن السامة Heavy and Poison Metals:

إن المعادن الثقيلة هي مكون أساسي للقشرة الأرضية، ويمكن أن تدخل كميات قليلة منها أجسامنا مع الغذاء والشراب والهواء. كما أن آثاراً من بعض المعادن الثقيلة مثل النحاس والسيلينيوم والزنك تكون أساسية للحفاظ على العمليات الاستقلابية في جسم الكائن الحي، وتصبح هذه المعادن سامة عندما تكون تراكيزها أكبر. ويمكن أن يحدث التسمم بالمعادن السامة نتيجة شرب مياه ملوثة، كما في أنابيب المياه الرصاصية أو التعرض لتراكيز مرتفعة من هذه العناصر في الهواء قرب مصادر تطلق هذه المعادن بشكل أو بآخر، أو تناولها ضمن المواد الغذائية.

إن المعادن الثقيلة خطيرة لأن بعضها يميل للتراكم داخل الجسم الحي، وهذا التراكم يعني ازدياداً في التركيز للمادة الكيميائية في العضو الحي مع الزمن مقارنة مع تراكيز المواد الكيميائية في البيئة. وتكون المركبات المتراكمة في الأجسام الحية أسرع تخزيناً فيها من الكمية التي يتخلص منها الكائن الحي.

يمكن أن تصل المعادن الثقيلة إلى المياه عن طريق المخلفات الصناعية أو التجارية أوحتى من الأمطار الحامضية التي تسقط على التربة وتحرر المعادن الثقيلة التي تنتقل إلى الجداول والبحيرات والأنهار والمياه العذبة. وبشكل عام عندما تذكر المعادن الثقيلة يقصد بذلك

الرصااص والزئبق والحديد والنحاس والمنغنيز والكاديوم والنيكل والفضة والزنك. وتظهر الخواص السمية للمعادن الثقيلة بتشكيلها معقدات أو ارتباطها مع المركبات العضوية. إن هذا التعديل الحيوي للجزيئات يفقدها القدرة على تأدية الوظيفة الطبيعية التي تقوم بها، وبنيجة ذلك يحدث قصور في الوظيفة الحيوية أوالموت للخلايا المتأثرة. إن معظم الزمر الفعالة التي ترتبط معها المعادن الثقيلة هي الزمر الحاوية على الأكسجين والكبريت والأزوت، وعندما ترتبط المعادن مع هذه الزمر تؤثر بشكل أو بآخر في عمل جملة من الأنزيمات الهامة أو تؤثر في بنية البروتين [33 - 61]. وسنستعرض بعض العناصر الرئيسية الملوثة للبيئة والتي اعتمداها موضوعاً للدراسة في بحثنا.

1 - 10 - 1 - النحاس Copper:

النحاس معدن محمر ذو بنية بلورية مكعبة متمركزة الوجوه، وهو يعكس الأشعة الحمراء والبرتقالية ويمتص باقي الطيف المرئي وهذا يعود لبنيته المشتركة والمترابطة لذلك فهو ذو لون محمر مميز. إنه ذو طواعية جيدة وقابل للسحب والتصفيح وناقل جيد لكل من الحرارة والتيار الكهربائي. وهو أكثر طراوة من الحديد لكنه أشد قساوة من الزنك ويمكن صقله لإعطاء نهاية لماعة. ويوجد النحاس في المجموعة IB في الجدول الدوري إلى جانب الفضة والذهب. ويمتلك النحاس فعالية كيميائية منخفضة. ففي الجو الرطب تتشكل بشكل بطيء طبقة رقيقة خضراء تدعى Patina وهذه الطبقة التي تغطي السطح تحمي المعدن من التآكل مع الزمن.

النحاس في البيئة:

النحاس مادة واسعة الانتشار لأنها توجد بشكل طبيعي في الحالة المعدنية وينتشر في البيئة من خلال الظواهر الطبيعية، ويستخدم الإنسان النحاس بشكل واسع في تطبيقات صناعية وزراعية متنوعة. لا تزال منتجات العالم من النحاس تزداد بشكل واضح وهذا يعني أنه شيئاً فشيئاً سينتهي النحاس إلى البيئة. إن الأنهار تدفع رواسبها والمخلفات إلى بحيراتها وهذا يلوث البحيرة بالنحاس بسبب طرح مياه الصرف المحتوية عليه في هذه الأنهار. كما أنه ينتشر في الهواء بفعل انطلاقه خلال احتراق الوقود المستخرج من الأرض. إن النحاس الناتج سيبقى في الجو لفترة طويلة من الزمن قبل أن ينتهي إلى الأرض مع بداية سقوط الأمطار، وكنيجة لذلك فإن التربة يمكن أن تحتوي على كمية كبيرة من النحاس بعد سقوطه من الجو. كما يمكن أن تنتقل مركبات النحاس إلى البيئة سواء من المصادر الطبيعية أو من النشاط الإنساني، فمثلاً من المصادر الطبيعية له الغبار المحمول مع الريح، والتفسخ النباتي، واحتراق الغابات، ورذاذ البحر. توجد عدة أمثلة على النشاط البشري الذي يسهم في انتقال مركبات النحاس كما هو مذكور سابقاً. ومن الأمثلة الأخرى عمليات التعدين ومنتجات المعادن والمنتجات الخشبية

ونواتج تنقية الفوسفات وغيرها [62 - 65]. وبسبب كون مركبات النحاس يمكن أن تنتقل من الطبيعة ومن النشاط البشري فإنه منتشر بشكل واسع جداً في البيئة. ويوجد غالباً قرب المناجم والمنشآت الصناعية وفي الفجوات الأرضية وفي أماكن جمع المخلفات.

تأثيرات النحاس في الصحة وتأثيرات النحاس البيئية:

يمكن أن توجد مركبات النحاس في أي نوع من الأغذية وفي الماء وفي الهواء. وبسبب ذلك فإننا نتعرض كل يوم لكميات ملموسة من مركبات النحاس بوساطة الطعام والشراب والتنفس. إن امتصاص النحاس ضروري للإنسان لأنه من معادن الأثر الأساسية لصحته. ورغم أن جسم الإنسان يمكن أن يتعامل مع تراكيز كبيرة نسبياً منه فإن كمية كبيرة من النحاس تبقى سبباً لمشاكل صحية كبيرة ومن أهم أمراض التسمم بالنحاس داء ويلسون Wilson.

إن تراكيز النحاس في الهواء هي عادة منخفضة لذلك فإن التعرض له عن طريق التنفس يمكن إهماله، لكن الناس الذين يعيشون في الأماكن التي يستخرج منها النحاس من المناجم يكونون أكثر عرضة له. وغالباً ما يحدث التعرض للنحاس خلال العمل في المعامل والمصانع. يؤدي التعرض لكميات كبيرة من النحاس إلى أعراض شبيهة بالأنفلونزا تعرف باسم حمى المعادن. وهذه الأعراض تنتهي بعد مرور يومين وتسبب زيادة في الحساسية [66 - 71].

يتراكم النحاس في النباتات والحيوانات عندما يكون موجوداً في التربة، ففي التربة الغنية بمركبات النحاس يمكن أن تعيش أعداد محدودة من النباتات بشكل طبيعي. وهذا يفسر عدم وجود نباتات متنوعة قرب الأماكن التي تتجمع فيها مخلفات المعامل المحتوية على مركبات النحاس، لأن وجود مركبات النحاس في النبات يؤثر بشكل خطير في المنتجات الزراعية. لأنه يمكن أن يؤثر في نمو هذه النباتات وذلك حسب حموضة التربة وطبيعة المركبات النحاسية .

1 - 10 - 2 - الرصاص Lead:

الرصاص معدن أبيض مزرق لماع، وهو طري جداً وذو طواعية كبيرة جداً، وقابل للسحب والتنفيح، وهو ناقل ضعيف للتيار الكهربائي. ومقاوم جداً للتآكل لكنه يفقد بريقه عند تعرضه للهواء. إن نظائر الرصاص هي النواتج النهائية لكل من السلاسل الثلاث للتفكك الطبيعي الإشعاعي للعناصر.

الرصاص في البيئة:

الرصاص النقي نادر في الطبيعة، ولكنه يوجد عادة في فلزات متعددة مع الزنك والفضة والنحاس وهو يستخرج مع هذه المعادن. إن فلز الرصاص الرئيسي هو Galena PbS. يبلغ إنتاج العالم من الرصاص الجديد حوالي 6 مليون طن في العام. وإن معظم الرصاص الموجود

في البيئة هو نتيجة للنشاط البشري، الذي يعود إلى استخدام البنزين الحاوي على الرصاص، والاستخدامات الأخرى له. [63 - 66].

تأثيرات الرصاص في الصحة و تأثيراته البيئية:

إن الرصاص معدن طري ومطواع ولذلك فقد استخدم بشكل واسع منذ 5000 عام قبل الميلاد من أجل التطبيقات الصناعية للمنتجات المعدنية والقضبان والأنابيب. وزاد استعماله في الوقت الحاضر في الدهانات ومبيدات الحشرات وغيرها. ويعد الرصاص احد المعادن الأربعة الأكثر ضرراً على صحة الإنسان والبيئة. فهو يستطيع الدخول إلى جسم الإنسان عبر تناوله من الغذاء (65 %) والماء (20 %) والهواء (15 %).

إن الأغذية مثل الفواكه والخضار واللحوم والحبوب والغذاء البحري والشربات الخفيفة والخمر ودخان السجائر يمكن أن تحتوي كميات كبيرة من الرصاص. ويمكن أن يدخل الرصاص الشرب من خلال تآكل الأنابيب الرصاصية التي تنقل الماء. وهذا يحدث كثيراً عندما يكون الماء حمضياً. ولذلك فإن أنظمة معالجة المياه العامة أصبحت ضرورية الآن ليتم تعديل قيمة pH الماء الذي يستخدم للشرب. وإلى حد بعيد فإننا نعلم أن الرصاص لا يقوم بأي وظيفة أساسية في الجسم البشري، فهو فقط يسبب أضراراً بعد تناوله سواء من الطعام أو الشرب أو الهواء.

ينتج عن التعرض للرصاص عدة تأثيرات غير مرغوبة مثل:

- تعطيل عمل الهيموغلوبين وحدوث فقر الدم (Anaemia).
 - ارتفاع في ضغط الدم.
 - اضطرابات كلوية.
 - إخفاق الحمل أو إسقاط الجنين.
 - تعطيل الجهاز العصبي.
 - الإضرار بالدماغ.
 - انخفاض خصوبة الرجال من خلال تشوه النطاف.
 - التقليل من قابلية التعلم عند الأطفال.
 - التأثير النفسي على الأطفال حيث يصبح الطفل ذو سلوك عدواني ومتهور.
- ويمكن أن تدخل مركبات الرصاص إلى الجنين عبر المشيمة وبهذا يمكن أن يسبب أضراراً خطيرة في الجملة العصبية للطفل الذي لم يولد بعد [67-72].

ليس الرصاص الموجود في البنزين فقط يمكن أن يؤدي إلى ازدياد كمية الرصاص في البيئة ، لكن النشاطات البشرية الأخرى أيضاً تساهم في ذلك مثل احتراق الوقود والعمليات الصناعية واحتراق المخلفات الصلبة. ويمكن أن ينتهي الرصاص إلى الماء والتربة من خلال

تآكل خطوط الأنابيب الرصاصية في أنظمة نقل المياه ومن خلال تآكل الدهانات، ولا يمكن التخلص من هذا التلوث لكن يمكن تحويل الرصاص إلى أشكال أخرى.

يتراكم الرصاص في أجسام الأحياء المائية والكائنات الموجودة في التربة، وهذا يؤدي إلى تأثيرات على الصحة نتيجة التسمم بالرصاص. إن التأثيرات الصحية للرصاص على المحار والحيوانات البحرية يمكن أن تظهر حتى عند وجود تراكيز منخفضة جداً منه، حيث أن وظائف الجسم في البلاكتون تضطرب عند التعرض للرصاص. وإن البلاكتون هو مصدر أساسي لإنتاج الأوكسجين في البحار وتتغذى عليه أعداد كثيرة من الحيوانات البحرية، لذلك يجب أن لا نستغرب الآن إذا كان التلوث بالرصاص سيؤثر على التوازنات البيئية العالمية. كما تضطرب وظائف التربة عندما يدخلها الرصاص وخاصة في المزارع التي تقع قرب الطرق العامة، حيث يمكن أن توجد تراكيز من الرصاص تفوق الحد المسموح به. إن الرصاص يشكل خطراً كيميائياً لأنه يمكن أن يتراكم في أجزاء مختلفة من الكائن الحي ويدخل أيضاً ضمن السلاسل الغذائية [62 - 74].

1 - 10 - 3 - الكاديوم Cadmium:

الكاديوم معدن لمارع أبيض فضي قابل للسحب وذو طواعية كبيرة جداً، ولون سطحه مائل للزرقة وشكله المعدني طري بحيث يمكن قطعه بالسكين، لكنه يفقد بريقه في الهواء. وهو ينحل في الحموض، ولا ينحل في الوسط القلوي. إنه يشبه الزنك في هذا المجال لكنه يشكل مركبات معقدة أكثر.

الكاديوم في البيئة:

يمكن أن توجد مركبات الكاديوم بشكل رئيس في القشرة الأرضية. وهو يوجد دائماً ممزوجاً مع مركبات الزنك. ويدخل الكاديوم في الصناعة في تحضير مركبات استخلاص الزنك والرصاص والنحاس. وبشكل طبيعي فإن كمية كبيرة منه تنتقل إلى البيئة (إلى الأنهار من خلال حت الصخور وإلى الجو من حرائق الغابات ومن البراكين)، والبقية من الكاديوم ينتج عن النشاط الإنساني مثل صناعة البطاريات والدهانات وغيرها. ويصل إنتاج العالم منه حوالي 14000 طن سنوياً [62 - 72].

تأثيرات الكاديوم في الصحة و في البيئة :

يتناول الإنسان جرعاته الأساسية من مركبات الكاديوم عن طريق الغذاء فالأغذية الغنية به يمكن أن تزيد تركيزه في الجسم البشري بشكل كبير، مثل المحار والكوكا والأعشاب البحرية الجافة [67 - 72].

ويتعرض المدخنون لمستويات عالية من مركبات الكاديوم ، حيث ينقل دخان التبغ الكاديوم إلى الرئتين. كما ان التعرض الكبير ل مركبات الكاديوم يمكن أن يتم مع الناس الذين يعيشون قرب مواقع طرح النفايات الخطرة من المعامل التي تطلق مركبات الكاديوم في الجو. وعندما يتنفس الإنسان من الهواء الملوث بمركبات الكاديوم يصاب بأضرار حادة في الرئتين ويمكن أن تنتهي بالموت.

ينتقل الكاديوم إلى الأعصاب من خلال الدم، كما أنه يرتبط مع البروتينات لتشكيل معقدات تنتقل إلى الكلى، ويتراكم الكاديوم في الكلى؛ حيث يؤدي آلية التنقية فيها. وهذا يؤدي إلى إفراز البروتينات والسكريات من الجسم ومع الزمن تتضرر الكلية ويحدث قصور كلوي. ومن التأثيرات الأخرى التي يمكن أن يسببها الكاديوم:

- إسهال وألم في المعدة وتقيؤ شديد.
- ترقق العظام وتفتتها.
- العجز الجنسي.
- إضرار بالجملة العصبية المركزية.
- إضرار بجهاز المناعة.
- اضطرابات نفسية.
- يمكن أن يؤدي الـ DNA ويؤدي إلى تشوهات وراثية وسرطانات.

إن سيول فضلات الكاديوم من الصناعة تنتهي إلى التربة، وهذه السيول من الملوثات يمكن أن تنتقل أيضاً إلى الهواء من خلال نواتج الاحتراق في المنازل وحرق الوقود العضوي في النشاطات المختلفة. وتنتقل كميات قليلة من الكاديوم إلى المياه نتيجة التخلص من مياه الصرف من المنازل أو المنشآت الصناعية.

يمكن أن ينتقل الكاديوم لمسافات طويلة عندما يمتص من قبل الرسوبيات المائية. وتلك التربة الرسوبية الغنية بالكاديوم يمكن أن تلوث المياه السطحية كما لوثت التربة. يدمص الكاديوم بقوة على المواد العضوية في التربة، وعندما يوجد الكاديوم في التربة يكون خطراً جداً لأن جرعه من خلال الطعام ستزداد. كما أن حموضة التربة تزيد من كمية الكاديوم التي يأخذها النبات، وهذا احتمال خطير بالنسبة للحيوانات التي تعتمد في تغذيتها على هذه النباتات؛ حيث يمكن أن يتراكم الكاديوم في أجسادها وخاصة عندما تأكل نباتات ملوثة، فمثلاً الأبقار يمكن أن تخزن كميات كبيرة من الكاديوم في الكلى نتيجة لذلك.

إن ديدان الأرض والأحياء الدقيقة العضوية الأخرى الأساسية في التربة حساسة جداً للتسمم بالكاديوم، وهذه الأحياء يمكن أن تموت حتى بوجود تراكيز منخفضة من الكاديوم وهذا يؤثر على بنية التربة وتركيبها. وعندما تكون تراكيز الكاديوم كبيرة فيها يمكن أن تؤثر على

العمليات الحيوية للكائنات الحية في هذه التربة وتشكل تهديداً لكل نظام التربة البيئي. وفي النظام البيئي المائي يمكن أن يتراكم الكادميوم في خلايا الحيوانات الرخوية وفي المحار والقريدس والسرطان البحري والأسماك، وتعد الكائنات الحية في المياه المالحة أكثر مقاومة للتسمم بالكادميوم من حيوانات المياه العذبة. والحيوانات التي تأكل أو تشرب الأغذية والمياه التي تحتوي على مركبات الكادميوم تصاب بارتفاع في الضغط وأمراض في الكبد وأذى في الجملة العصبية والدماغ للكائن الحي [67 - 72].

1 - 10 - 4 - النيكل Nickel:

النيكل معدن فضي أبيض قاس ذو طواعية جيدة وقابل للسحب والتصفیح. وهو من مجموعة الحديد ويمتلك لمعانا كبيراً. إن النيكل ناقل جيد للحرارة والتيار الكهربائي، وهو في مركباته المألوفة يكون ثنائي التكافؤ، رغم انه يمكن أن يأخذ تكافؤات أخرى. ويشكل عدداً من المركبات بشكل معقدات، ومعظم مركبات النيكل زرقاء أو خضراء. ينحل النيكل بشكل بطيء في الحموض الممددة لكنه مثل الحديد يصبح غير مقاوم عندما يعالج بحمض الآزوت، أخيراً فإن الهيدروجين يدمص على سطح حبيبات مسحوق النيكل.

النيكل في البيئة:

قدرت كمية النيكل الكلية المنحلة في البحار بحوالي 8 مليار طن، وللمواد العضوية قابلية كبيرة لامتصاصه وهذا يفسر سبب وجود كميات معتبرة منه في الفحم والنفط. إن محتويات التربة من النيكل تقدر بحدها الأدنى 0.2 ppm وفي حدها الأقصى 450 ppm في بعض أنواع التربة الغضارية. ويوجد النيكل في بعض البقوليات والتي تعد مصدراً رئيسياً لتحضير بعض الأنزيمات. ومن المصادر الأخرى الغنية بالنيكل هي الشاي الذي يصل فيه النيكل إلى 7.6 ppm في الأوراق الجافة.

يوجد النيكل مرتبطاً مع الكبريت في فلز Millerite ومع الزرنيخ في فلز Niccolite ومع الزرنيخ والكبريت في Nickel glance. ومعظم الفلزات التي يستخرج منها النيكل هي كبريتيدات الحديد والنيكل مثل Pentlandite [62 - 66].

تأثيرات النيكل في الصحة والبيئة :

تحتوي الأغذية بشكل طبيعي كميات قليلة من النيكل، فالشوكولا والدسم تحتوي الكميات الأكبر، كما أن جرعة النيكل ترتفع عندما يتناول الإنسان كمية كبيرة من الخضار المزروعة في تربة ملوثة. ومن المعلوم أن النيكل يتراكم في النباتات ونتيجة لذلك فإن جرعة النيكل المأخوذة من الخضار ستزداد. كما أن المدخنين لديهم أعلى الجرعات من النيكل في رئاتهم، كما يوجد أيضاً في المنظفات.

يمكن أن يتعرض الإنسان للنikkel من تنفس الهواء، ومن شرب المياه، وأكل الطعام أوتدخين السجائر. ويمكن أن يكون التعرض للنikkel ناتجاً عن اتصال الجلد مع التربة أوالماء الملوثين بالنikkel.

إن الجرعة الكبيرة جداً من النikkel يمكن أن تؤدي إلى ما يلي:

- ازدياد احتمال تطور سرطان الرئة، وسرطان الأنف، وسرطان الحنجرة، وسرطان البروستات.
- دوار وغثيان بعد التعرض لأبخرة النikkel.
- انسداد في الأوعية الدموية في الرئة.
- اضطرابات تنفسية.
- تشوهات ولادية.
- ربو والتهاب قصبات.
- تهبجات تحسسية مثل الطفح الجلدي وخاصة من المجوهرات (الحلي).
- اضطرابات قلبية.

يمكن أن تسبب إن أبخرة النikkel اضطرابات تنفسية ويمكن أن تتسبب بمرض ذات الرئة. كما أن التعرض للنikkel ومركباته يمكن أن ينتج عنه التهاب للجلد يعرف باسم حساسية النikkel (Nickel Itch).

وقد صنفت بعض مركبات النikkel كمواد مسرطنة من قبل برنامج علم السموم العالمي، أما الهيئة العالمية لأبحاث السرطان (International Agency for Research on Cancer) فصنفت مركبات النikkel ضمن المجموعة الأولى التي ثبت وجود دليل كاف على تسببها في حدوث السرطان في الجسم البشري والنikkel ضمن المجموعة IIB (وهي مجموعة العناصر التي يمكن أن تسبب مركباتها السرطان للإنسان).

يتحرر النikkel إلى الهواء بطاقة النباتات وتفكك القمامة. وإن تخليص الهواء منه عادة يحتاج فترة طويلة من الزمن. كما يمكن أن ينتهي النikkel إلى المياه السطحية عندما تلتقي مع مياه الصرف. إن القسم الأعظم من مركبات النikkel التي تنتقل إلى البيئة ستمص على الرواسب أوجزيئات التربة وتصبح بالنتيجة غير قابلة للنقل، وفي الأرض الحامضية يميل النikkel ليصبح أكثر حركية وهو غالباً يتسرب إلى المياه الجوفية.

لا يوجد الكثير من المعلومات المتوفرة حول تأثير النikkel على الكائنات الحية أكثر من الإنسان، لكن من المعلوم أن التراكيز الكبيرة من النikkel في التربة الرملية يمكن بشكل واضح أن تؤدي النباتات والتراكيز الكبيرة من النikkel في المياه السطحية يمكن أن تقلل من نمو جذور

الطحالب. وكذلك تعاني الأحياء الدقيقة من ضعف يعود لوجود النيكل لكنها عادة تطور مقاومتها للنيكل بعد فترة من الزمن [62 - 66].

1 - 10 - 5 - الزنك Zinc:

الزنك معدن أبيض لماع مائل للزرقة. وهو موجود في الفئة IIB من الجدول الدوري. وهو هش ويتبلور في درجات الحرارة العادية لكنه يصبح لدناً ومطواعاً عند تسخينه بين 110°-150° مئوية. وهو معدن فعال نوعاً ما ولذلك يتفاعل مع الأكسجين واللامعادن الأخرى، وهو يتفاعل مع الحموض الممددة محرراً الهيدروجين.

الزنك في البيئة:

الزنك مادة شائعة جداً وتوجد بشكل طبيعي، حيث تحتوي العديد من المواد الغذائية تراكيز كبيرة نسبياً منها. ويحتوي ماء الشرب أيضاً على كميات محدودة منها، وهذه الكميات يمكن أن تكون أكبر عند التخزين في أوعية معدنية. إن المصدر الصناعي أو مواقع المخلفات يمكن أن تؤدي إلى ازدياد كميات الزنك في مياه الشرب لتصل إلى مستويات يمكن أن تسبب مشكلات صحية. والزنك هو من العناصر الثلاثة والعشرين المتوفرة في قشرة الأرض، والفلز الغالب للزنك هو Blende والذي يعرف أيضاً باسم Sphalerite.

تأثيرات الزنك في الصحة والبيئة:

إن آثاراً من الزنك ضرورية لصحة الإنسان، لكن عندما يمتص الجسم كميات كبيرة منه فإنه يمكن أن يلاحظ فقداناً في الشهية ونقصاً في الإحساس بالطعم والرائحة، وتأخراً في إلتام الجروح وتقرحات في الجلد وضعفاً جنسياً.

رغم أن جسم الإنسان يستطيع أن يتعامل مع تراكيز كبيرة نسبياً من الزنك، فإن زيادة الزنك تسبب فقر الدم (Anemia)، حيث أن المستويات العالية من الزنك يمكن أن تؤدي البنكرياس وتفسد استقلاب البروتينات، وتسبب تصلب الشرايين. كما أن التعرض الطويل لكلوريد الزنك يمكن أن يسبب اضطرابات تنفسية. وفي أماكن العمل التي تكون ملوثة بالزنك يمكن أن تؤدي إلى ظهور حالات تشبه أعراض الأنفلونزا تعرف بحمى المعادن، وهذه الأعراض تزول بعد يومين ولكنها تؤدي إلى زيادة في الحساسية.

يمكن أن يكون الزنك خطراً على الأجنة والأطفال المولودين حديثاً، عند تعرض أمهاتهم لتراكيز كبيرة من الزنك والتي يمكن تنتقل إلى الأطفال عبر الدم وألحليب من أمهاتهم مما يسبب لهم مشاكل صحية [67 - 72].

إن كمية كبيرة من الزنك يمكن أن توجد في التربة، وعندما تكون التربة الزراعية ملوثة به فإن الحيوانات ستمتص كميات ستؤدي صحتها. ويشكل الزنك مركبات منحلة في الماء لذلك فإن

وجوده في التربة يمكن أن يلوث المياه العذبة. وفي التربة الغنية بالزنك تكون هناك نباتات محدودة تستطيع الحياة، حيث يلاحظ أن نباتات ليست كثيرة تنمو قرب معامل معالجة الزنك. وذلك بسبب التأثيرات الخطيرة له على النباتات فهو يشكل تهديداً جدياً للمنتجات الزراعية، وبالرغم من ذلك فإن السماد الحاوي على الزنك لا يزال مستخدماً بشكل واسع [62 - 66]. أخيراً إن الزنك يستطيع أن يعيق النمو والفعالية للتربة بسبب تأثيراته السلبية على فعالية الكائن الحي [73].

1 - 10 - 6 - المنغنيز Manganese :

المنغنيز احد المعادن اللازمة بصفة حيوية للجسم. وأهميته تنبع من دوره في عمليات تحليل وتفتيت مركبات الدهون والسكريات والبروتينات، وذلك عبر دخوله في تركيب العديد من الأنزيمات والمركبات الكيميائية النشطة بالجسم، وخاصة في أعضاء مثل الكبد والبنكرياس والكلية والأمعاء والهيكلة العظمي.

- يلعب المنغنيز دور الإنزيم في الجسم ، لذلك يشترك في الكثير من عمليات الاستقلاب ، مثل تخليق البروتين و العظام و الكوليسترول .
- لا بد منه في عملية تخثر الدم .
- يحافظ على سلامة الجهاز العصبي .
- يقوي جهاز المناعة .
- يعزز نمو العظام ويحافظ على صحتها .

إن الحد المسموح به لتأثير الحديد والألمينيوم في صحة الانسان يكون كبير أما بالنسبة للكروم فهو يدخل إلى الجسم عن طريق التنفس والجلد ويتوضع بصورة رئيسية في الكبد والكلية ويطرح مع البول، وتخرش أملاح الكروم الأعشوية المخاطية للأنف والجلد، وبالتماس الشديد مع مركبات الكروم يمكن أن يحدث التهاب قصبات وعسر هضم واضطراب كليوي [4].

1 - 11 - تلوث البيئة بالعناصر السامة

Environment Contamination with Poisons Elements

يعد تلوث مياه الصرف الصناعي بالمعادن الثقيلة من أخطر أنواع تلوث المياه، وخصوصاً عندما تدمج مياه الصرف الصناعي بدون معالجة ناجعة وحقيقية مع مياه الصرف الصحي. ومن المعروف أن تجمع هذه المياه الملوثة في بحيرات اصطناعية أو طبيعية يؤدي إلى

تلوث المياه الجوفية مما يشكل خطراً جثيماً نورهه للأجيال القادمة. كما أن استخدام هذه المياه في ري المحاصيل الزراعية المختلفة والخضروات والفواكه وغيرها يجعل منها مصدراً خطيراً للتلوث بالمعادن الثقيلة السامة؛ نظراً لانتقال هذه الملوثات إلى داخل النبات بأجزائه المتنوعة (الأوراق، والأغصان، والثمار، والجذور) [26 - 33, 73 - 92].

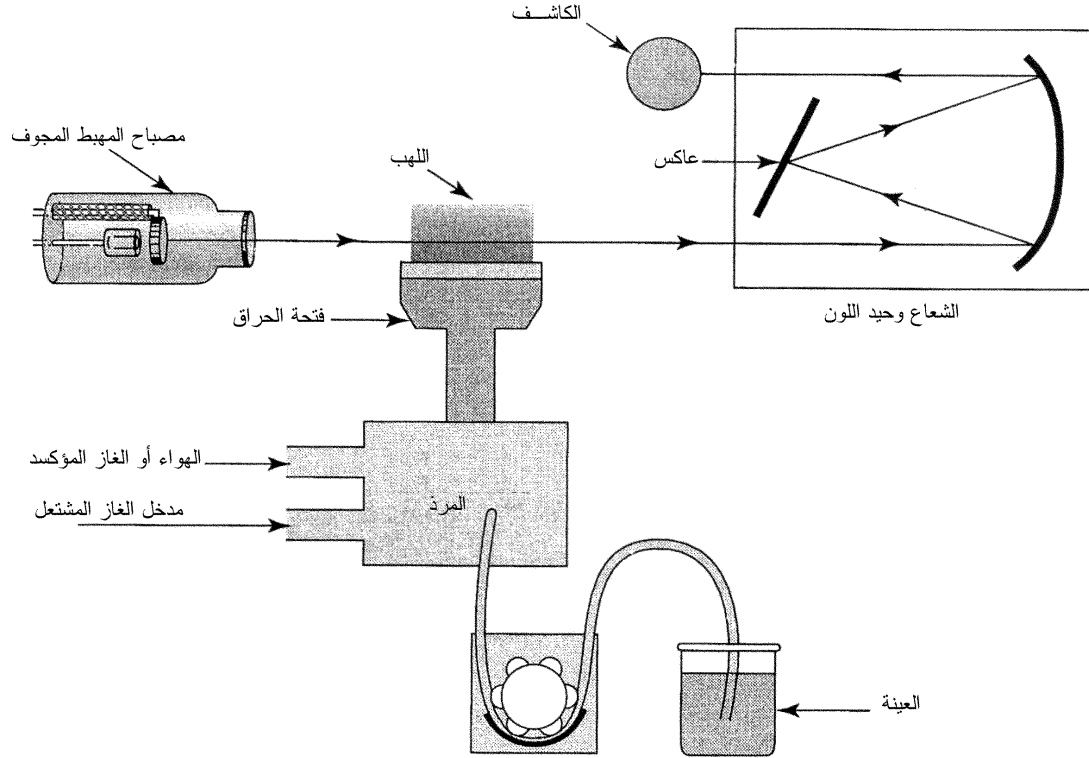
لقد حاول كثير من الباحثين دراسة هذه المشكلة العضال وتحديد تلوث النباتات المتنوعة بأجزائها المختلفة ببعض العناصر السامة كالزرنيخ [80] والكاديوم [84] والرصاص [86] والنحاس والحديد [87]، وكذلك تحديد تلوث بعض منتجات هذه النباتات الغذائية ببعض المعادن الثقيلة [99 - 110] نتيجة لاستخدام مياه ملوثة في ري هذه النباتات، أوزراعتها في تربة ملوثة. ووجد أن التلوث ببعض المعادن الثقيلة يحصل بفعل المياه الملوثة ويفعل التربة الملوثة والهواء الملوث أيضاً [80, 91, 92].

1-12- التحليل بطيف الامتصاص الذري باستخدام اللهب (AAS)

Flame Atomic Absorption Spectroscopic Analys

يعد التحليل بطيف الامتصاص الذري (Atomic Absorption Spectroscopy (AAS) احدى الطرائق الآلية الأكثر شيوعاً لتحليل المعادن وبعض أشباه المعادن. ويتألف جهاز طيف الامتصاص الذري من الأجزاء الرئيسية التالية: مصباح المهبط المجوف، والمرد، ولهب أستيلين . هواء، والجملة البصرية، ويبين الشكل رقم (1) مخططاً مبسطاً لجهاز طيف الامتصاص الذري [93 - 94]. يتم تحديد مركبات المعادن المنحلة مباشرة باستخدام التحليل بطيف الامتصاص الذري. وهذه الطريقة سهلة وسريعة وقابلة للتطبيق على معادن كثيرة في مياه الشرب والمياه السطحية ومياه البحار والمخلفات الصناعية والطبيعية؛ حيث يتم تحليل مياه الشرب الخالية من المعلقات مباشرة، في حين يتطلب تحليل المياه الجوفية وعينات المحاليل الأخرى والمخلفات الصناعية والتربة والمخلفات الصلبة إجراء عملية تهضيم سابقة لتحديد مركبات المعادن غير المنحلة. وتختلف حدود الكشف والحساسية ومجال التراكيز المناسبة للمعادن باختلاف وسط العينة ونوع التحليل بطيف الامتصاص الذري ويظهر الجدول رقم (1) بعض القيم لحدود الكشف التي يمكن الحصول عليها باستخدام التحليل بطيف الامتصاص الذري باللهب وباستخدام تقانة الفرن الغرافيتي (بدون لهب). ويمكن أن تتغير الحساسية للعينات المائية باستخدام طول موجي أقل حساسية أو بتغير ارتفاع الحراق و تتأثر الحساسية باستخدام التحليل المباشر باستخدام طيف الامتصاص الذري بتغير تركيز العينة وآلية الاستخلاص بالمحل. فمن أجل عينات محددة يمكن أن تحدد تراكيز أقل باستخدام التحليل بتقانة الفرن الحراري بالتحليل بطيف الامتصاص الذري، وتعتمد حدود الكشف الموضحة في الجدول رقم (1) على الأدوات والأجهزة المستخدمة مثلاً نوع

جهاز قياس الطيف والفرن الملحق به، ومصدر الطاقة ويعتمد بشكل كبير على وسط العينة. وعندما لا تعطي طريقة التحليل المباشر نتيجة تتصح المراجع إضافة إلى طريقة الفرن الحراري اللجوء إلى إجراءات خاصة مثل طريقة توليد الهيدروجين لتحديد السيلينيوم والزرنيخ واستخدام تقانة البخار البارد من أجل الزئبق [74 , 115 - 122].



الشكل رقم (1)

مخطط جهاز طيف الامتصاص الذري بوجود اللةب

الجدول رقم (1)

حدود الكشف لبعض المعادن باستخدام التحليل بطيف الامتصاص الذري

التحليل بطيف الامتصاص الذري باستخدام تقانة الفرن الغرافيتي (1)	التحليل بطيف الامتصاص الذري المباشر (بوجود اللةب)		المعدن
	حدود الكشف، ميكروغرام/ل	الحساسية، ملغ/ل	
--	1	0.1	الألمنيوم Al
3	0.5	0.2	الأنتموان Sb

1	--	0.002	الزئبق As ⁽²⁾
2	0.4	0.1	الباريوم Ba
0.2	0.025	0.005	البيريليوم Be
0.1	0.025	0.005	الكادميوم Cd
--	0.08	0.01	الكالسيوم Ca
1	0.25	0.05	الكروم Cr
1	0.2	0.05	الكوبالت Co
1	0.1	0.02	النحاس Cu
1	0.12	0.03	الحديد Fe
1	0.5	0.1	الرصاص Pb
--	0.04	0.002	الليثيوم Li
--	0.007	0.001	المغنيزيوم Mg
0.2	0.05	0.01	المنغنيز Mn
--	--	0.0002	الزئبق Hg ⁽⁴⁾
1	0.4	0.1	الموليبدين Mo ⁽⁵⁾
--	0.15	0.04	النيكل Ni
--	1	0.03	الأوسميوم Os
--	0.04	0.01	البوتاسيوم K
2	--	0.002	السيلينيوم Se ⁽²⁾
0.2	0.06	0.01	الفضة Ag
--	0.015	0.002	الصوديوم Na
--	0.15	0.03	السترانسيوم Sr
1	0.5	0.1	التنتاليوم Ta
--	4	0.8	القصدير Sn
4	0.8	0.2	الفناديوم V ⁽⁵⁾
0.05	0.02	0.005	الزنك Zn

(1) من أجل قيم الحساسية بتقانة الفرن الغرافيتي يتم الرجوع للكتيب المرافق للجهاز. (2) باستخدام طريقة توليد الهيدروجين الغازي (3) هذه القيم المتوقعة عند استخدام حجم محقون 20 ميكروليتر وتدفق نظامي للغاز باستثناء حالة As و Se استخدم تدفق منقطع للغاز. (4) تقانة البخار البارد. (5) باستخدام فرن حراري من الغرافيت.

تقاس الامتصاصية بعد تحويل الذرات غير المهيجة من المادة (الموجودة ضمن اللهب) من السوية الأساسية الى السوية المهيجة بواسطة المنبع الضوئي ، ان الطول الموجي لحزمة الإشعاع الممتص هو خاصة مميزة للمعدن المحدد وإن شدة الإشعاع الممتص يمثل قياس تركيز ذلك المعدن في العينة، وهذا المبدأ هو أساس التحليل بطيف الامتصاص الذري [106 - 103].

يعد التحليل بطيف الامتصاص الذري من التقانات الواسعة الانتشار للكشف وتحليل المعادن وأشباه المعادن في العينات المختلفة؛ حيث تتحول شاردة المعدن أو شبه المعدن الموجودة في المحلول إلى رذاذ ضبابي ضمن اللهب، فيتبخر المحل المستخدم وتتصلب الأملاح المنحلة، ثم تتحول بفعل حرارة اللهب إلى الحالة السائلة ثم إلى بخار ثم إلى الحالة الذرية في اللهب. وعند تعريض اللهب إلى طيف مستمر فإن هذه الذرات تمتص الطاقة عند أطوال موجات مناسبة لبنيتها الإلكترونية وتنتقل إلى مدارات أعلى، وتحصل عتامية على الخط الطيفي تزداد بزيادة تركيز الذرات في اللهب. إن طول الموجة الذي يحصل عنده الامتصاص يدل على العنصر نوعياً وشدة عتامية الخط الطيفي تدل على المادة كميّاً.

يمكن الحصول على عدة أنواع لشعلة اللهب وذلك باستخدام مزائج مختلفة من الغازات القابلة للاشتعال والمساعدة على الاشتعال وفقاً لدرجة حرارة اللهب المطلوبة؛ حيث أن بعض العناصر تتحول إلى الحالة الذرية باستخدام لهب حرارته قليلة، وبعضها يحتاج إلى حرارة أكبر، وبعضها لا يمكن أن يتحول إلى الحالة الذرية إلا عند درجات حرارة كبيرة جداً. وقد تشكل بعض العناصر أكاسيداً تقاوم الحرارة ولا تتحول إلى الحالة الذرية. ويبين الجدول رقم (2) مواصفات أنواع شعلة اللهب باستخدام مزائج غازية مختلفة [103 - 107].

1-13- التحليل بطيف الامتصاص الذري عديم اللهب (دون استخدام اللهب)

Flameless Atomic Absorption Spectrophotometric Analysis

إن التحليل بطيف الامتصاص الذري باستخدام اللهب هو طريقة مناسبة وواسعة الانتشار وتمتلك مستوى مقبولاً من الدقة من أجل معظم العينات. لكن هناك أشكال أخرى للتحليل بطيف الامتصاص الذري تعطي حساسية أفضل وإمكانية أكبر للتحكم بوسط العينة كالتحليل بطيف الامتصاص الذري عديم اللهب، أو باستخدام الفرن الغرافيتي [107 - 110].

استخدم التحليل بطيف الامتصاص الذري لتحديد مختلف العناصر المعدنية ومنها المعادن الثقيلة في المحاليل العيارية وفي العينات الصناعية والدوائية والنباتية والحيوانية وغيرها. كما حددت المعادن الثقيلة المدروسة في هذا البحث (النحاس والكاديوم والرصاص والنيكل والزنك) في الأوساط المائية بشكل واسع [108 - 129]، وكذلك في بعض المحلات العضوية أو مزائجها [95 - 99].

الجدول رقم (2)

مواصفات شعلة اللهب باستخدام مزائج غازية مختلفة

الغاز المؤكسد	الغاز المشتعل	درجة الحرارة العظمى، °C
هواء	بروبان	1925
هواء	هيدروجين	2050
هواء	أستيلين	2230

2300	أستيلين	هواء + 50 % أوكسجين
2660	هيدروجين	NO ₂
2815	أستيلين	أوكسجين - نيتروجين
2955	أستيلين	نايتروز أكسيد N ₂ O
3095	أستيلين	احادي أكسيد النيتروجين NO
4640	سيانوجين	أوكسجين

١- 14- التلوث البيئي في سورية

أدى النمو الاقتصادي والتمركز الصناعي والسكاني في المدن، وما يتبعه من نشاطات تجارية واجتماعية وعلمية، وخاصة الزيادة الكبيرة في وسائل النقل، وزيادة الهجرة من الريف إلى المدن إلى مشاكل بيئية عدة وفي مقدمتها تلوث الهواء، إذ تحولت البيئة في مناطق التجمعات السكانية الكبرى إلى بيئة ملوثة بالغازات والعوالق والمواد الهيدروكربونية والدخان والرصاص والضجيج وغيرها. وانعكس هذا التلوث على صحة السكان ونشاطهم وفي قدرتهم على العمل في مثل هذه الظروف المستجدة. وقد انعكس التلوث سلباً حتى في الأوبد الأثرية ومواقع التراث الحضاري في العالم، وأدى إلى انخفاض مساحات المسطحات الخضراء والحدائق والمنتزهات وغيرها. قامت بعض المؤسسات العلمية في سورية (مثل مركز الدراسات والبحوث العلمية، ومركز الأبحاث العلمية والبيئية، وهيئة الطاقة الذرية إضافة إلى وزارة الدولة لشؤون البيئة) بإجراء بعض القياسات لفترات قصيرة ومتوسطة الأمد في بعض المدن وبعض المنشآت الصناعية بهدف وضع تصور أولي عن مستويات ملوثات الهواء، إلا أن معظم المعلومات التي جرى جمعها لتاريخه تفنقر إلى الشمولية بسبب عدم وجود برامج مستمرة ومنهجية لقياس ومراقبة ملوثات الهواء، سواء في المدن أو في المناطق الصناعية المختلفة [130-138]. وتشير نتائج المراقبة المحدودة التي أجريت في المدن الكبيرة ما بين عامي 1989 و 2001 إلى تدني نوعية الهواء؛ فتعدت قيم الانبعاثات الملوثة للهواء بشكل كبير للحدود المسموح بها في المعايير العالمية والسورية لنوعية الهواء [139-145].

أ - الملوثات الصلبة المعلقة في الهواء

نلخص فيما يلي نتائج حملات المراقبة البيئية التي أجريت في مناطق مختلفة في سورية لتحديد ملوثات الهواء من العوالق الصلبة وفقاً لما يلي:

1- العوالق الصلبة الكلية (Total Suspended Particulate, TSP)

تشير القياسات المبينة في الجدول رقم (3) أن التراكيز اليومية للعوالق الصلبة الكلية تقع ضمن المجال $115-603 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ، والتي يتجاوز أغلبها الحد المسموح به من منظمة الصحة العالمية (WHO) والمقدر بـ $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ في المناطق السكنية وبـ $240 \mu\text{g}/\text{m}^3$ في

المناطق الصناعية [136]. مما يجدر ذكره أن تركيز العوالق الصلبة الكلية مرتفع بشكل كبير وخصوصاً في المناطق القريبة من بعض الصناعات وخاصة معامل الإسمنت ، وفي الأماكن السكنية المكتظة ؛ فقد بلغ تركيز العوالق الصلبة الكلية في مدينة دمشق القديمة $1290 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (حيث الشوارع الضيقة والاحتفاظ بوسائط النقل وسوء التهوية).

2- العوالق الصلبة ذات الأقطار الأقل أو تساوي $10 \mu\text{m}$ أي PM_{10}

تشير القياسات المعروضة في الجدول رقم (3) أيضاً أن تراكيز العوالق الصلبة ذات الأقطار الأقل أو تساوي $10 \mu\text{m}$ (والتي يعبر عنها بـ PM_{10}) كبيرة بشكل واضح في كافة المدن السورية وتتراوح بين $31-287 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (ومعظمها أكبر من الحدود المسموح بها عالمياً والمقدرة بـ $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$ في المناطق السكنية وبـ $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ في المناطق الصناعية [136])، وهذه العوالق الصلبة تدخل الجهاز التنفسي وتسبب العديد من أمراض الرئتين والتهاب البلعوم والقصبات التنفسية ...إلخ.

3- العوالق الصلبة ذات الأقطار الأقل من $2.5 \mu\text{m}$ أي $\text{PM}_{2.5}$

إن تراكيز العوالق الصلبة ذات الأقطار الأقل من $2.5 \mu\text{m}$ (والتي تتميز بتأثيراتها الصحية بالغة السوء والخطورة على الكائنات الحية) فهي أعلى من الحدود المسموح بها عالمياً أيضاً ؛ حيث تبين القياسات في الجدول رقم (3) أن التراكيز اليومية مرتفعة تصل حتى إلى $174 \mu\text{g}/\text{m}^3$ وهي أعلى من الحدود المسموح بها والمقدرة بـ $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ، وهذه العوالق الصلبة خطيرة للغاية وتعد من مسببات السرطان للجهاز التنفسي، كما تسبب العديد من الأمراض الأخرى...إلخ. وتشكل القيمة المتوسطة من هذه العوالق نسبة % 23 من الـ TSP و % 48 من PM_{10} وذلك كمتوسط للمدن السورية كافة [136].

الجدول رقم (3)

متوسط تركيز العوالق الكلية TSP والعوالق الدقيقة PM_{10} و $\text{PM}_{2.5}$ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) في بعض

المدن السورية [136] .

العوالق ذات الأقطار <2.5 μm ; $\text{PM}_{2.5}$, $\mu\text{g}/\text{m}^3$	العوالق ذات الأقطار <10 μm ; PM_{10} , $\mu\text{g}/\text{m}^3$	العوالق الكلية TSP, $\mu\text{g}/\text{m}^3$	المدينة
115-27	222-86	588-231	دمشق

174-28	287-95	603-303	حلب
92-14	157-36	376-218	حمص
84-21	202-74	486-115	طرطوس
68-48	118-55	386-169	السويداء
107- 6	194-31	486-263	دير الزور
15	70	120	الحد المسموح به حسب WHO [136]

ب- الملوثات الغازية الموجودة في الهواء

تشير القياسات المحدودة التي أجريت في بعض المدن السورية إلى تدني نوعية الهواء الذي أصبح مُحتملاً في بعض المناطق بتراكيز كبيرة من أكاسيد الكبريت والنتروجين وغيرها. وهذه الملوثات الخطرة على البيئة بشكل عام وعلى الإنسان بشكل خاص تلعب دوراً هاماً في تشكيل الضباب الدخاني الذي يخيم على أجواء المدن [139-145].

1- ثنائي أكسيد الكبريت SO₂

تشير نتائج القياسات قصيرة الأمد التي نفذت لفترات متقطعة خلال الأعوام من 1989 إلى 1992 إلى ارتفاع قيم المتوسطات الساعية واليومية عن الحدود القياسية المسموح بها (في عدة مواقع) في كل من دمشق وحمص وحلب وفي المناطق القريبة من المنشآت الصناعية ، كما في حمص وبناباس. كما تبين نتائج بعض القياسات المتوسطة الأمد والتي نفذت منذ فترة قريبة خلال عامي 2000 و 2001 في بعض مواقع مدينة دمشق إلى ارتفاع تراكيز SO₂ (إذ وصلت قيمة المتوسط الساعي إلى 0.245 ppm) وهي أعلى بمقدار الضعف من الحد المسموح به 0.134 ppm ، وبلغ عدد المرات التي تجاوز فيها المتوسط الساعي الحد المسموح به 142 مرة من مجموع 7488 ساعة قياس خلال العام، وهو أعلى بكثير من عدد التجاوزات المسموح بها (24 مرة خلال العام وفقاً لمعايير منظمة الصحة العالمية ومواصفة الاتحاد الأوروبي والمعايير السورية لنوعية الهواء) [139-145]. كما بلغت أعلى قيمة لمتوسط التركيز اليومي 0.146 ppm وهي أعلى بكثير من الحد المسموح به 0.047 ppm ووصل عدد الأيام التي تجاوز فيها المتوسط اليومي الحد المسموح به 85 يوماً من أصل 306 يوم، أي بنسبة 29% من مجمل أيام القياس. وتعد هذه نسبة عالية، حيث أن عدد المرات التي يسمح للمتوسط اليومي بتجاوزها هو ثلاثة أيام فقط خلال العام. كما تبين الدراسة أيضاً أن متوسط التركيز السنوي في محافظة دمشق كان بحدود 0.037 ppm ، أي أعلى بمقدار الضعف تقريباً من المعيار السنوي المسموح به من قبل منظمة الصحة العالمية 0.019 ppm ، هذا وقد حصلت معظم هذه التجاوزات اليومية خلال فترات الشتاء والخريف، حيث بلغ متوسط التركيز

اليومي 0.055 ppm ، بينما انخفض خلال فترة الربيع والصيف إلى 0.021 ppm ، ويمكن أن يعزى الارتفاع في التركيز خلال فترة الخريف والشتاء إلى وسائط التدفئة.

2- أحادي أكسيد الكربون CO

ينتج هذا الغاز، بشكل أساسي، من احتراق الوقود في وسائط النقل وخاصة العاملة منها على البنزين، وتشير نتائج القياسات التي جرت في هواء بعض المدن السورية أن متوسط تركيز أول أكسيد الكربون (متوسط 8 ساعات) تراوح بين 2-20 ppm ، وأن التركيز المسموح به من قبل منظمة الصحة العالمية والمعايير السورية هو 9 ppm [143] .

3- أكاسيد النيتروجين NO_x

تشير نتائج القياسات القصيرة الأمد التي نفذت في عدة مواقع من المدن السورية إلى وجود تراكيز مرتفعة من أكاسيد النيتروجين (NO و NO₂)؛ حيث وصلت قيم المتوسطات اليومية إلى 0.3 ppm في دمشق و 0.5 ppm في حلب. كما تشير نتائج القياسات المتوسطة الأمد والتي نفذت لمدة عام كامل (خلال 2000 و 2001) في مدينة دمشق ، إلى وجود تراكيز مرتفعة من أكاسيد النيتروجين ، وقد وصلت قيم المتوسطات الساعية من ثنائي أكسيد النيتروجين (NO₂) حتى 1.2 ppm ، وهذه القيمة تفوق بنحو 11 مرة القيمة المسموح بها من قبل منظمة الصحة العالمية. ووصل عدد التجاوزات للمتوسطات الساعية من NO₂ إلى 96 مرة ، وهذا يفوق كثيراً عدد التجاوزات المسموح بها في العام (18مرة) تبعاً لمواصفة الاتحاد الأوروبي. كما بلغ متوسط التركيز السنوي لأكاسيد النيتروجين 0.166 ppm ، وهو أعلى من الحد المسموح به بحوالي عشر مرات تبعاً للمواصفة الأوروبية لحماية النباتات والنظام البيئي والتي تساوي 0.016 ppm [139] .

4- المواد المؤكسدة الكيميائية الضوئية - الأوزون O₃

إن تفاعل أكاسيد النيتروجين والهيدروكربونات الناتجة عن احتراق بعض المركبات العضوية يؤدي بوجود ضوء الشمس إلى نشوء مؤكسدات فعالة (مثل O₃) تؤثر في الصحة العامة . وقد تم قياس تركيز غاز الأوزون في مدينة دمشق لمدة عام كامل تقريباً خلال الفترة 2000 و 2001. وتشير نتائج القياس إلى ارتفاع مستويات تركيز هذا الغاز حيث وصل متوسط التركيز (متوسط 8 ساعات) إلى 0.156 ppm وهي أعلى بـ 2.5 مرة من المعيار المسموح به من قبل منظمة الصحة العالمية 0.061 ppm ، كما بلغ عدد المرات التي تجاوز فيها متوسط التركيز وهو 0.07 ppm الحدود المسموح بها 128 مرة من مجموع 634 قياس

(أي بنسبة 20% من مجمل فترة القياس). ويعد هذا الرقم مرتفعاً جداً بالمقارنة مع مقترح مواصفة الاتحاد الأوروبي، حيث حددت عدد التجاوزات بنحو 20 مرة في السنة [139]. أما في مدينة حلب فقد تم تركيب محطات رصد لتلوث الهواء في عام 2009 وتقوم مديرية شؤون البيئة في محافظة حلب بقياس ملوثات الهواء بشكل مستمر في خمسة مواقع وتسجل التقرير الشهري لمراقبة جودة الهواء في محافظة حلب:

١. المحطة الأولى (محطة المعالجة، الشيخ سعيد) جنوب مدينة حلب .
٢. المحطة الثانية (معمل البيرة، طريق المسلمية) شمال مدينة حلب .
٣. المحطة الثالثة (المطار) شرق مدينة حلب.
٤. المحطة الرابعة (مديرية البيئة) غرب مدينة حلب .
٥. المحطة الخامسة (مركز المدينة) ، انظر الشكل رقم (2).

ونورد فيما يلي نتائج هذا الرصد البيئي خلال شهري نيسان وأيار من عام 2009 في محطات الرصد الخمسة المذكورة [145].

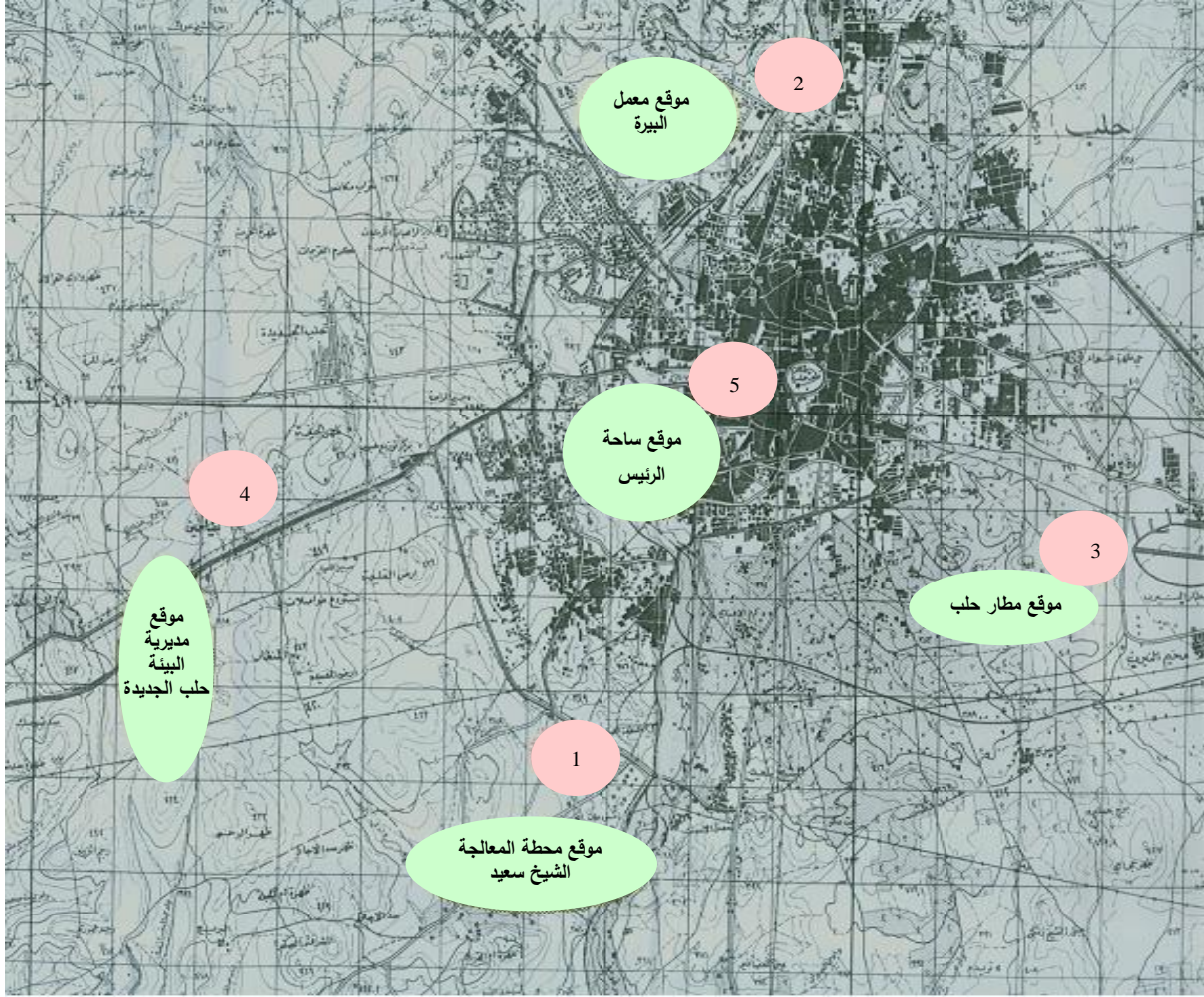
أ - العوالق الموجودة في الهواء

المحطة الأولى :

تقع المحطة الأولى في منطقة الشيخ سعيد في جنوب غربي مدينة حلب، وتعتبر منطقة الشيخ سعيد أحد أهم المناطق الصناعية في مدينة حلب و خاصة الصناعات الملوثة و التي تحتاج إلى كمية عالية من المياه و تعطي مخلفات سائلة بكميات كبيرة و تسبب تلوثاً شديداً للهواء في المنطقة علماً أن اتجاه حركة الرياح في المنطقة هو غربي في معظم أوقات العام ويكون أحياناً شرقياً وخاصة في فصل الشتاء، وأهم الصناعات المسببة للتلوث البيئي (أي تلوث المياه أو الهواء أو التنوع الحيوي) هي التالية: الدباغات، الزيوت المعدنية، مناشر الحجر، معامل الإسمنت، المذبح الفني، مستودعات الغاز... الخ . ويعتبر معمل الإسمنت وورشات صهر الرصاص أكثر العوامل المسببة لتلوث الهواء في هذه المنطقة مما يجعل قيم PM_{10} متجاوزة للحد المسموح به، ونعرض في الجدول رقم (4) كمية العوالق في الهواء القابلة للاستنشاق من قبل الإنسان والحيوان على حد سواء والتي يقل قطرها عن $10\mu m$ والتي يعبر عنها ب PM_{10} .

المحطة الثانية :

تقع المحطة الثانية على طريق المسلمية في شمال مدينة حلب، وتقع منطقة الشقيف الصناعية الهامة في الجهة الغربية منها، كما أنها تقع على طريق عام رئيسي يؤدي إلى المنطقة الحرة ومعمل الاسمنت وغيره؛ أي أنه يوجد فيها ضغط سير كبير مما يجعل قيم PM_{10} متجاوزة للحد المسموح به عالمياً، انظر الجدول رقم (4).



الشكل رقم (2)

مواقع محطات رصد تلوث الهواء التابعة لمديرية شؤون البيئة في محافظة حلب

المحطة الثالثة:

تقع المحطة الثالثة في المطار الدولي شرق مدينة حلب؛ فبالإضافة لوجودها قرب المطار فهي قريبة من بعض المنشآت الصناعية في المنطقة أيضاً، وتكون قيم PM_{10} متجاوزة للحد المسموح به عالمياً، انظر الجدول رقم (4).

الجدول رقم (4)

كمية العوالق في الهواء القابلة للاستنشاق من قبل الإنسان والحيوان والتي يقل قطرها عن $10\mu m$ والتي يعبر عنها بـ PM_{10} خلال شهري

نيسان وأيار من عام 2009 [145] .

PM ₁₀ , µg/m ³ في شهر أيار			PM ₁₀ , µg/m ³ في شهر نيسان			رقم المحطة
\bar{X}	X _i	التاريخ	\bar{X}	X _i	التاريخ	
196.1	288.3	1/5/2009	55.7	70.1	16/4/2009	1
	103.9	13/5/2009		41.3	23/4/2009	
143.4	150.3	1/5/2009	128.6	146.7	16/4/2009	2
	136.5	13/5/2009		110.5	23/4/2009	
93.9	111.1	1/5/2009	65.1	66.9	16/4/2009	3
	76.7	13/5/2009		63.3	23/4/2009	
104.6	106.5	1/5/2009	70.9	62.7	16/4/2009	4
	102.7	13/5/2009		79.1	23/4/2009	
113.6	134.2	1/5/2009	95.7	116.2	16/4/2009	5
	99.0	13/5/2009		75.2	23/4/2009	
70						القيمة الحدية [136]

المحطة الرابعة:

تقع في مديرية البيئة - حلب الجديدة غرب مدينة حلب وهي منطقة سكنية وتجاورها بعض المنشآت وبعضها قيد الإنشاء، وتكون فيها قيم PM₁₀ متجاوزة للحد المسموح به عالمياً، انظر الجدول رقم (4) .

المحطة الخامسة :

تقع المحطة الخامسة في مركز المدينة في ساحة الرئيس، حيث تشهد هذه المنطقة ضغط سير كبير جداً (وخصوصاً من باصات النقل) ؛ مما يجعل قيم PM₁₀ فيها متجاوزة للحد المسموح به عالمياً، انظر الجدول رقم (٤) .

ب- بعض ملوثات الهواء الأخرى

نبين في الجدول رقم (5) مقادير مستويات ملوثات الهواء التالية :

الجدول رقم (5)

مقادير ملوثات الهواء (CO و NO₂ و O₃ و SO₂ و البنزن) الوسطية لشهري نيسان وأيار عام 2009 [145] .

التاريخ	رقم المحطة	CO	NO _x (NO+NO ₂)	O ₃	SO ₂	البنزن
		ppm				ppb
نيسان	1	0.3460	0.0386	0.0266	0.0120	0.1546
أيار	1	0.2745	0.0098	0.0341	0.0094	0.3459
نيسان	2	0.4413	0.0461	0.0312	0.0214	0.0326
أيار	2	0.4084	0.0395	0.0379	0.0263	0.1522
نيسان	3	0.4103	0.0004	0.0382	0.0202	0.1031
أيار	3	0.3464	0.0004	0.0446	0.0172	0.1657
نيسان	4	0.3276	0.0136	0.0367	0.0080	0.0232
أيار	4	0.1805	0.0059	0.0444	0.0031	0.0319
نيسان	5	1.7568	0.1282	0.0145	0.0297	0.1922
أيار	5	1.4384	0.1047	0.0184	0.0194	0.7700
القيمة الحدية [130]		8.6	0.105	0.06	0.047	1.58

CO و NO و O₃ و SO₂ و البنزن في محطات الرصد البيئي الخمسة. ونلاحظ من هذا الجدول أن القيم المحددة لمستويات ملوثات الهواء المدروسة في جميع محطات الرصد البيئي الخمسة كانت بشكل عام أصغر من القيمة الحدية لها والتي تعد خطرة على البيئة والصحة العامة ؛ أي تقع ضمن الحدود المسموح بها عالمياً وفق معطيات منظمة الصحة العالمية (WHO) [136] ومحلياً وفق المواصفة القياسية السورية رقم 2883 [143] .

ملاحظة : كانت القيم الحدية لثنائي أكسيد الكبريت قد تجاوزت القيمة الحدية في المحطة الثانية خلال شهري كانون الثاني وشباط وفي الثالثة خلال شهر شباط، وفي المحطة الخامسة خلال شهر كانون الثاني ويعود ازدياد تركيز ثنائي أكسيد الكبريت في المحطة الثانية إلى حرق الفيول في المعامل والمنشآت الصناعية الواقعة في منطقة الشقيف الصناعية. وفي المحطة الخامسة إلى ضغط السير في منطقة مركز المدينة.

تمت دراسة تركيز المعادن في الجسيمات المعلقة الكلية TSP والجسيمات المنقولة الحاملة لآثار المعادن في سبع مناطق من (فلومنيزي بايكسادا) Baixada Fluminense وهي منطقة من العاصمة البرازيلية ريو دي جانيرو (Rio de Janeiro) وتبين أن مصادر التلوث هي

الصناعات المحلية وأن أغلب الانبعاثات من المركبات وغيرها، وقد حددت TSP من الجاذبية (بالوزن) وحددت المعادن باستخدام جهاز مطيافية البلازما وتم مقارنتها مع التحليل بطيف الامتصاص الذري inductively coupled plasma optical emission spectrometry (ICP-OES) ، حيث تراوحت TSP ما بين 15.9 ± 55.47 و 40.0 ± 241.57 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ [146].

تم تحديد Zn و Cu و Cd في الجسيمات المعلقة (TSP) وكانت النتائج عالية بالمقارنة مع المناطق السكنية الأوربية والمناطق الصناعية، وكان متوسط تركيز الزنك والنحاس والكاديوم في TSP أكبر بـ 1.1 - 88 مرة و 2.9 - 60.9 مرة و 3.0 - 130.0 مرة أعلى من القيم الموجودة في تقارير المناطق الصناعية للمعادن المدروسة على التسلسل. وحسب بيانات نتائج المنطقة الصناعية في سانتاكروز في مدينة ريو دي جانيرو البرازيلية، وجد أن تركيز الجسيمات المعلقة الكلية TSP في الهواء كان مشابهاً للقيم النموذجية في المناطق الحضرية الأخرى [147].

يعد الرصاص واحداً من العناصر السامة والملوثة للبيئة المهنية ومن الطرق الأساسية للتسمم بالرصاص هي الاستنشاق والابتلاع، حيث أن الكبار يتعرضون له بالدرجة الأولى بسبب وجودهم في مكان العمل. وإن تركيز الجسيمات المعلقة الكلية TSP والنحاس والرصاص والألمنيوم في جو المعمل ينبغي أن يكون أقل من (5000 , 1000 , 50 , 1000) $\mu\text{g}/\text{m}^3$ على التسلسل وذلك حسب ادارة الصحة والسلامة المهنية (OSHA) [148، 149].

تم تحديد بعض العناصر المعدنية في الجسيمات المعلقة الكلية TSP المجموعة من مطار Taichung في تايوان وهونغ كونغ Hong Kong ولوس أنجلوس Los Angeles وجنوب الصين وأثينا وأكسفورد Oxford.

كما تم تحديد الرصاص والزنك والتيتانيوم في مدينة الظهران في المملكة العربية السعودية أثناء أزمة الخليج وبعد احتراق كمية كبيرة من نפט الكويت عام 1991 ؛ حيث تم التركيز على تحديد تراكيز المعادن في الغلاف الجوي وهدفت هذه الدراسة إلى تقدير التلوث، حيث تم جمع العوالق الكلية TSP والجسيمات التي أقطارها أقل من 10 ميكرون (PM_{10}) من أجل تحديد الرصاص والتيتانيوم والزنك باستخدام جهاز البلازما ($P < 0.01$) حيث وجد أن تراكيز الرصاص والتيتانيوم والزنك في الجسيمات المعلقة TSP أعلى من الجسيمات التي أقطارها أقل من 10 ميكرون (PM_{10}) والتركيز الأعظمي للرصاص في TSP كان في شهر حزيران لعام 1991 م والذي انخفض تدريجياً حتى شهر تشرين الثاني لعام 1991م وبلغ قيمة عظمى خلال شهر حزيران لعام 1992م، وكان المتوسط السنوي لتركيز الرصاص في الهواء وفق حسابات من البيانات التي جمعت من مدينة الظهران يساوي 144 ± 0.282 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ [149].

جمعت الجسيمات المعلقة الكلية TSP و PM₁₀ و PM_{2.5} من ثلاث مرافق في المناطق السكنية في فينا بالنمسا، بالإضافة إلى ذلك جمعت كميات من التربة والنبات، حيث جمعت من الحديقة المجاورة لتلك المنطقة كما تم أخذ عينات من المواد والرماد الرطب ولقد تم تحديد الرصاص والكاديوم باستخدام التحليل بطيف الامتصاص الذري باستخدام الفرن الغرافيتي وفيما يتعلق بـ PM_{2.5} أخذ بعين الاعتبار كميتها وتركيز المعادن الثقيلة المحتواة فيها، ولوحظ أن للنشاط البشري التأثير الكبير على كمية الجسيمات المعلقة في الهواء المحيط . كما تم تحديد بعض العناصر المعدنية في الهواء المحيط في مطار تاي تشونغ في تايوان وهونغ كونغ ولوس أنجلوس وجنوب شرق الصين وأثينا في اليونان وأكسفورد في بريطانيا [150 - 164].

إن التلوث بالجسيمات العالقة في الغلاف الجوي قد فرض عبئاً كبيراً على البيئة على المستوى الإقليمي والعالمي، ولقد أشارت الدراسات إلى أن زيادة تركيز الجسيمات في الهواء يزيد من معدل الوفيات ونسبة المرضى وخاصة الأطفال وكبار السن [165 - 168]؛ حيث أن المعادن الثقيلة غير القابلة للطرح يمكن أن تتراكم في الجسم البشري مما يتسبب في أضرار للجهاز العصبي والأعضاء الداخلية، كما تتسبب بأمراض القلب والأوعية الدموية والتشوهات الولادية والسرطان [167 - 169]، كما يمكن للمعادن الموجودة في الهواء المحيط أن تحفز عملية الأكسدة في خلايا الجسم، ويمكن أن تتسبب ببعض الإصابات الالتهابية للمسالك الهوائية والرئتين وإن استنشاق المعادن الثقيلة المحمولة جواً يمكن أن يؤدي إلى تأثير خطير طويل الأمد على صحة الإنسان [167-170].

تم قياس وتحديد المتوسط الحسابي لتراكيز بعض المعادن الثقيلة مع المتوسط الحسابي لـ TSP و PM₁₀ في العديد من المدن في العالم من بينها ما يلي: سيول Seoul في كوريا [170] Korea، وفي ريودي جانيرو Rio de Janeiro ونتروي Niteroi في البرازيل [171]Brazil، وطوكيو Tokyo وكانازاوا Kanazawa في اليابان [172]، وفي مدينة هوتشي منه Ho Chi Minh city في فيتنام [173]، وفي تاي تشونغ Taichung في تايوان [174-175] Taiwan ، وفي بكين Biejing في الصين [176]، وفي بغداد في العراق [177] ، وفي هونغ كونغ Hong Kong [178]، وفي أكسفورد Oxford وفي لوس أنجلس Los Angeles في الولايات المتحدة الأمريكية USA [180,179] ، وفي North Rhine Westphalia بألمانيا [181] ، وفي شمال وجنوب بحر الصين [182] و جنوب شرق الصين [183] ، وفي أثينا Athena في اليونان [184] Greece وفي مناطق حضارية متنوعة في أوروبا [185] ، وخلال هبوب العاصفة الآسيوية في كوريا [186] .

أجريت دراسة تلوث الهواء في مدينة حلب ضمن إطار مشروع التحكم المتكامل بالتلوث في مدينة حلب [142]. حيث قيست العوالق الهوائية TSP والعوالق ذات الأقطار الأقل من 10 ميكرون PM_{10} وتراكيز المعادن الثقيلة كالرصاص والكاديوم والتوتياء والنحاس، وقد أجريت القياسات في المناطق الصناعية التالية: الشيخ سعيد والشقيف ومقلب النفايات الصلبة في العويجا وما حولها. كما أجريت قياسات للإنبعاثات الغازية الملوثة كأكسيد النتروجين وغاز الكبريت وكبريت الهيدروجين والأوزون وأول أكسيد الكربون (CO, O_3, H_2S, SO_2) في المنطقتين الصناعيتين الشقيف و الشيخ سعيد وفي مقلب النفايات الصلبة في العويجا وماحولها إضافة إلى مناطق سكنية في الميدان و الفرافرة (شارع السجن)، حي المحافظة (طريق الجامعة، الفرقان).

بينت هذه الدراسة أن التراكيز الساعية لأكاسيد النتروجين و غاز الكبريت في كل المناطق بإستثناء العويجا كانت أعلى بعشر مرات من الحدود المسموحة من قبل منظمة الصحة العالمية في بعض الحالات. كذلك تبين الدراسة أن تراكيز العوالق الهوائية TSP كانت أعلى من التراكيز المسموحة من قبل منظمة الصحة العالمية بقيم تتراوح بين 2.6 و 7.8 مرة في كل المناطق. لقد تبين من خلال الدراسة أن تراكيز أول أكسيدالكربون والأوزون وكبريت الهيدروجين (O_3, CO, H_2S) كانت أخفض من التراكيز المسموحة من قبل منظمة الصحة العالمية، كما لوحظ أن تراكيز H_2S و SO_2 ، كانت أعلى في المناطق الصناعية من تركيزها في المناطق السكنية. ولقد قسمت الدراسة إلى جزئين الأول شمل رصد تلوث الهواء بالعوالق الثقيلة والمعادن الثقيلة خلال الفترة 1999/7/11 حتى 1999/7/22 والجزء الثاني شمل تلوث الهواء بالغازات من الفترة الزمنية 1999/10/17 حتى 1999/10/29 وقد أنجز في الجزء الأول قياسات تركيز العوالق الكلية TSP والعوالق ذات الأقطار الأقل من 10 ميكرون (PM_{10}) إضافة إلى بعض العناصر المعدنية المتعلقة بها مثل الرصاص والكاديوم والتوتياء والنحاس، ونفذت قياسات الجزء الثاني وهي أكسيد النتروجين وغاز ثاني اكسيد الكبريت وكبريتيد الهيدروجين والأوزون وأول أكسيد الكربون (CO, O_3, H_2S, SO_2, NO) وقد جرى تحديد تركيز العناصر المعدنية الثقيلة بواسطة التحليل الإستقطابي (البولاروغراف) باستعمال الطريقة الفولط أمبيرومترية التراكمية (Anodic Stripping Voltametry). وأظهرت

نتائج هذه الدراسة مايلي :

- إن تركيز العوالق الكلية TSP والعوالق ذات الأقطار الأقل من 10 ميكرون PM_{10} كانت أعلى من التراكيز المسموح بها من قبل منظمة الصحة العالمية والمعايير السورية المقترحة بمعدل كبير وصل في قرية الشيخ سعيد إلى 21 مرة للعوالق الكلية TSP و 4.5 للعوالق PM_{10} [142].

- كانت تراكيز الرصاص في معظم المناطق المدروسة أعلى من الحدود المسموح بها عالمياً والمقدرة ($0.5-1 \mu\text{g}/\text{m}^3$) ؛ فقد وصلت في مناطق الشيخ سعيد ومعمل الإسمنت إلى مستوى كبير $4.7-6.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$. أي أكثر من الحد الأقصى المسموح به عالمياً بمعدل 4.7 إلى 6.6 مرة [142].

- كانت تراكيز العناصر المعدنية الأخرى (الكاديوم والنحاس والتوتياء) ضمن الحد المسموح به عالمياً [133-134].

تمت دراسة الجسيمات القابلة للإنحلال في الماء من الكربون والكبريت وعناصر القشرة الأرضية في غبار وتربة آسيا . حيث تم التحديد النوعي للجزيئات المنحلة في الماء خلال 24 ساعة بواسطة جامع العينات TSP و PM_{10} ، حيث كانت الجسيمات عبارة عن 65% TSP و 23% PM_{10} ، وكان الكبريت المنحل من السلفات من 22.2% من كتلة TSP في cosam و 0.9-11% من كتلة الـ TSP في Duhuang ، ولوحظ أن كمية الصوديوم والبوتاسيوم والكالسيوم خلال العاصفة تختلف عن النشاطات الصناعية وجهاز التحليل المستخدم لتحديد المعادن الثقيلة ICP-MS [178].

كما تمت دراسة تركيز كتلة المعادن في $\text{PM}_{2.5}$ و PM_{10} و TSP في Oxford و مقارنتها مع العاصمة (لندن)، حيث أخذت عينات من الجو المحيط في فترة 12 شهر من كانون الثاني إلى كانون الأول لعام 2005 في Oxford . والهدف من هذه الدراسة المقارنة بين كتلة وتركيز الجسيمات والمعادن في الهواء المحيط في Oxford مع تلك التي جمعت في مركز مدينة Cincinnati. والهدف الثاني هو معرفة ومقارنة مدى تأثير عوامل الجو (الأرصاد) على $\text{PM}_{2.5}$ و PM_{10} و TSP في Oxford . حيث وجد أن كتلة $\text{PM}_{2.5}$ كانت أقل % 10 من وسط المدينة . $\text{PM}_{2.5}$ شارك بحوالي % 95 من PM_{10} وهو بدوره شارك بنسبة % 60 من كتلة الـ TSP. حيث وجد أن الزرنيخ والإنتموان والكوبالت والرصاص وجد في $\text{PM}_{2.5}$ وأن الكاديوم والكروم والحديد والموليبدن والسيلكون والفاناديوم والزنك وجد في PM_{10} . وعناصر القشرة الأرضية الكالسيوم و المنغنيز والمنغنيزيوم والبوتاسيوم وجدت في الـ TSP وتركيز المعادن في Oxford كانت بشكل عام أقل من وسط المدينة ، حيث وجد أن تركيز الـ PM_{10} يزداد بازدياد درجة حرارة الهواء وينقص بازدياد سرعة الرياح والرطوبة واتجاه الرياح له تأثير قليل على تركيز الـ PM_{10} . وجهاز التحليل المستخدم لتحديد المعادن الثقيلة ICP-MS [179].

كما تمت دراسة مميزات الهواء المحيط شمال وجنوب بحر الصين خلال رحلة بحرية في عام 2003 حيث تم جمع عينات $\text{PM}_{2.5}$ و PM_{10} و TSP من شمال جنوب بحر الصين وكان معدل تركيز الـ TSP في كانون الثاني يساوي $78 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ، حيث كان في نيسان $37 \mu\text{g}/\text{m}^3$

والمعادن الثقيلة من مصادر التلوث الناتجة عن الصناعة انتقلت وحطت على المحيط. وجهاز التحليل المستخدم لتحديد المعادن الثقيلة ICP-MS [180].

دُرس تأثير مصادر التلوث الصناعية على الأطفال الذين يعيشون ضمن مناطق صناعية في شمال ألمانيا حيث تم قياس PAH (polycyclic aromatic hydrocarbons) والمعادن الثقيلة في البول والدم و الرئة و الجلد، ووجد أن الأطفال الذين يعيشون قرب فرن فحمي ازدادت نسبة الـ PAH في البول والدم لديهم ، والأطفال الذين يعيشون في Dortmund لوحظ ازدياد الكروم والنيكل قرب مكان معمل الفولاذ والهواء المحيط يحمل معه النيكل ذو الحساسية العالية . الذي يزداد في الرئة بزيادة الـ TSP ووجد أنه تزداد نسبة الملوثات العضوية في الدم والبول للأطفال الذين يعيشون ضمن مناطق صناعية [181] .

وتمت دراسة التركيز والتوزيع الحجمي ونسبة الراسب الجاف من الجزيئات المعدنية في اقليم لوس أنجلوس Los Anglos ، حيث أن المعدل اليومي لتركيز الترسبات الجافة من الجسيمات في الفصول الأربعة قد حددت في ستة مواقع حضرية وموقع آخر غير حضري باستخدام جهاز TSP بطريقة التوضع فوق صفحات Noll Rotary . ودلت الدراسة على أن الجسيمات التي أقطارها أكبر من $6\mu\text{m}$ يكون تركيز المعادن فيها في الليل أكبر منه في النهار، وهذا عائد الى أن الهواء في المنطقة الحضرية يمتزج مع مصادر معدنية طبيعية وصناعية مختلفة . وجهاز التحليل المستخدم لتحديد المعادن الثقيلة ICP-MS [182].

كما تمت دراسة وتحديد سمية وأثار الـ polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) و المعادن الثقيلة الموجودة في الجو الناتجة عن مخلفات اعادة تصنيع الفضلات الإلكترونية في جنوب الصين. والنتائج أظهرت أن TSP و $\text{PM}_{2.5}$ كانت 124 ± 44.1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ على التوالي والمجموع الإجمالي للحلقات العطرية البوليميرية والهيدروكربونية (PAHs) المرافق لـ TSP و $\text{PM}_{2.5}$ هي $22.7-263$ ng/m^3 على التوالي . وتركيز النحاس والكروم والزنك في الـ $\text{PM}_{2.5}$ في مدينة Ciyn كانت أكبر بـ 4 إلى 33 مرة من المدن الآسيوية الأخرى . وجهاز التحليل المستخدم لتحديد المعادن الثقيلة ICP-OES و AAS [183] .

وتمت أيضاً دراسة خواص الجسيمات المعلقة والمعادن المنتقلة والفحوم الهيدروجينية العطرية الحلقية البوليميرية في الهواء لمركز مدينة أثينا اليونانية .حيث حدد تركيز المعادن والهيدروكربونات العطرية متعددة الحلقات (PAHs) الذي يتم الحصول عليه من الجسيمات المعلقة TSP. في وسط أثينا والتي تتمتع بكثافة مرورية عالية . حيث تم جمع وتحليل عينات من البنزين والديزل الناتجة من السيارات والحافلات ومن المداخل التي تنبعث من التدفئة المركزية . ووجد أن TSP كانت كبيرة في فصل الشتاء، وكذلك المعادن الثقيلة الحديد

والرصاص والزنك والنحاس والأكثر شيوعاً هي بيرين التي ترتبط مع عوادم الديزل والبنزين والتي ترتبط بدورها مع الجسيمات المعلقة . أكدت نتائج هذه الدراسة على أهمية مصادر الإنبعاثات من حركة مرور السيارات والتدفئة المركزية والمحلية . ولقد وجدت تراكيز كبيرة من $PM_{2.5}$ و PM_{10} في المناطق المزدحمة مرورياً، حيث تم جمع العينات في مركز مدينة أئينا (مركز الازدحام المروري). وتم تحديد آثار المعادن باستخدام جهاز الامتصاص الذري [184] .

كما تمت دراسة تراكيز الجسيمات في الهواء المحيط وحددت العناصر المعدنية الرئيسية فيها في منطقة Taichung Harbor (TH) و WuChi Traffic (WT) في المناطق المزدحمة مرورياً قرب شارع تايوان خلال عامي 2004 و 2005 ؛ حيث كان الهدف الرئيسي من هذه الدراسة هو تحديد العناصر المعدنية المرافقة للجسيمات الموجودة في الغلاف الجوي حيث تم جمع العينات $PM_{2.5}$ و PM_{10} و TSP من مركز مدينة التايوان من آذار إلى شباط 2004، 2005. وأظهرت النتائج أن المعدل الكلي لـ TSP في خلال عام لـ TH كان $57.31 \mu g/m^3$ و لـ WT كان $112.58 \mu g/m^3$.

والنتائج للعينه TH : $(0.68) \mu g/m^3$ Mn (0.76) ، (0.79) Pb ، (0.86) Zn ، (0.86) Fe ، وهذه التراكيز ناتجة عن حركة المرور والأثرية .
والنتائج للعينه WT : $(0.86) \mu g/m^3$ Zn ، (0.85) Cu ، وهذه التراكيز ناتجة من الإشارات المرورية في المناطق الصناعية [185] .

كما تم تحديد الأثر من تراكيز العناصر المعدنية والترسيب الجاف والذوبان في الغلاف الجوي في بورصا تركيا . حيث تم جمع 33 عينة من الهواء خلال فصل الربيع والصيف لعام 2003، حيث حللت هذه العينات من أجل عناصر القشرة الأرضية الحديد والمنغنيز والكالسيوم والمنغنيزيوم ، ومن أجل الغلاف الجوي الكروم والكوبالت والنيكل والنحاس و الزنك والتوتياء والكالسيوم و الرصاص . و كان معدل تركيز معادن . الكالسيوم 4896.3 ± 3754.3 ng/m^3 والكالسيوم $0.7 \pm 0.9 ng/m^3$ ، حيث كانت تراكيز المعادن داخل المجال وذلك تبعاً للجداول والتقارير المقدمة التي تم الحصول عليها من مناطق مختلفة من تركيا والبرازيل وكوريا . وأظهرت النتائج أن النشاطات الصناعية مع الإصدارات المرورية والغبار الناتجة من الشوارع لها تأثير كبير على تركيز المعادن في الهواء المحيط . وجهاز التحليل المستخدم لتحديد المعادن الثقيلة ICP-OES [186] .

كما تمت دراسة وتحليل لجزيئات الـ PM_{10} خلال العاصفة الآسيوية المحلية والأقليمية في كوريا . لوحظت التراكيز بشكل رئيسي في عواصم المدن في كوريا قبل وبعد مسلسل العاصفة الآسيوية في عام 2002 حيث كان هناك تباين في جزيئات الـ PM_{10} في الوسط الغربي و الجنوب الغربي والجنوب لشرقي من كوريا خلال العاصفة الآسيوية لإختلاف حركة

الهواء واختلاف سرعة الرياح، حيث كان تركيز الـ PM_{10} قبل يوم سبق العاصفة وبعد يوم من العاصفة، حيث كان اليوم الذي بعد العاصفة ذو تركيز كبير لجزيئات الـ PM_{10} وكان يتميز بجزيئاته الخشنة وتركيز العناصر المعدنية للنیکل والكروم والمنغنيز و الحديد المستخلص من جزيئات الـ TSP المجموعة من سبعة مدن خلال العاصفة الآسيوية كان مرتفعاً جداً مقارنة مع أيام أخرى في عام 2001 وعلى أية حال فإن العاصفة الآسيوية لا تزيد المعادن التالية الرصاص والكاديوم والنحاس بشكل منظم ولكن زيادة هذه العناصر كان بالمصادر المحلية مثل الازدحام المروري والإصدارات الناتجة عن المناطق الصناعية [186].

كما تمت دراسة الأكسدة الشديدة على تخريب الـ DNA بواسطة تلوث الهواء بالغبار والهدف الرئيسي من هذه الدراسة هو الكشف عن الجسيمات المعلقة في الهواء المحيط ذات الأقطار PM المرافقة لمرض السرطان الرئوي والأوعية الدموية . كما تبين أن انحلال الجسيمات مثل املاح المعادن يولد النتروجين الوليد نتيجة تأكسد الـ DNA وهذا التخريب يمكن أن يؤدي إلى السرطان والذي هو بالتالي ناتج عن التلوث بالغبار في الهواء [187].

1-15 - دراسة تلوث الهواء:

يمكن تعريف تلوث الهواء بأنه أي تغيير في نسبة مكوناته الطبيعية، من عناصر غازية أو صلبة أو سائلة، ناتجة عن مصادر طبيعية أو أنشطة بشرية، سواءً بالزيادة أو النقصان، وتؤدي إلى تأثيرات ضارة، مباشرة أو غير مباشرة بشكل عام في مكونات النظام البيئي. لذلك أصبح تلوث الهواء بالعديد من الغازات والعوالق والدخان والمركبات العضوية واللاعضوية والرصاص والضجيج وغيرها، من المشاكل البيئية الخطيرة في عصرنا الحالي. وبات الحفاظ على نوعية الهواء الطبيعية من أهم الضروريات الملحة للحفاظ على صحة الإنسان وحياته.

ولقد أدى التمرکز الصناعي والسكاني في المدن، وما يتبعه من نشاطات تجارية واجتماعية وعلمية، وزيادة الهجرة من الريف إلى المدن والزيادة الكبيرة في وسائط النقل، إلى مشاكل بيئية عدة وفي مقدمتها تلوث الهواء، إذ تحولت البيئة في بعض المناطق إلى بيئة ملوثة بالغارات والعوالق particulates والمواد الهيدروكربونية والدخان والرصاص والضجيج وغيرها، وقد انعكس هذا التلوث على صحة السكان ونشاطهم وعلى قدرتهم على العمل في مثل هذه الظروف المستجدة، كما انعكس في التأثير في الأوبد الأثرية ومواقع التراث الحضاري، وفي انخفاض مساحات المسطحات الخضراء والحدائق والمنتزهات وغيرها.

هذا وقد احتلت سورية موقعاً متواضعاً في مؤشر البيئة العالمية لسنة 2002 الذي صدر عن المنتدى الاقتصادي العالمي حيث حلت في المرتبة 107 من 140 دولة جرى تقييمها ، بينما احتلت الأردن الموقع 53، وهي أفضل دولة عربية .

وبالاستئناس بالدراسة التي قام بها مركز الأبحاث العلمية والبيئية بالتعاون مع المؤسسة الألمانية للتعاون التقني (GTZ) فإن مجموع إصدارات غازات الدفيئة (GHG) كمعادل لـ (CO₂) كان 29 مليون طن عام 1990 حيث ازدادت هذه الكمية إلى 33 مليون طن عام 1994 كما ازدادت إلى 75 مليون طن عام 2010 وهذه الكميات تتناسب مع معدل النمو الاقتصادي في القطر والذي بلغ 6% خلال السنوات السابقة والذي ترافق مع النمو السكاني ، حيث كان عدد السكان عام 1990 حوالي 12.3 مليون نسمة وأصبح عام 1994 حوالي 14 مليون نسمة والتي تعادل نسبة زيادة سكانية 3.3% ووصل عدد السكان إلى 23.5 مليون نسمة عام 2010 . تلعب وسائط التدفئة في موسم الشتاء وفي حالات الطقس البارد من السنة دوراً هاماً في زيادة الملوثات وبخاصة ، CO , SO₂ وهذا يعود إلى:

1- النوعية المتدنية للديزل المستعمل في وسائط التدفئة، إذ يحتوي نسبة من الكبريت تبلغ نحو 0.7 % .

2- نوعية وسائط التدفئة والتي في معظمها من النوع البدائي، حيث فعالية الاحتراق فيها لا تزيد عن 40% .

3- الكميات الكبيرة من الديزل المستعملة في التدفئة والذي تبلغ نسبته نحو 33.3% من مجمل كميات الديزل المستهلكة في سورية .

يبين الجدول رقم (6) كمية الديزل المستهلكة في سورية تبعاً للقطاعات المختلفة والتي سترد لاحقاً [189،188].

الجدول رقم(6)

يبين كمية الديزل المستهلكة في سورية تبعاً للقطاعات المختلفة

القطاع	الكمية المستهلكة من مجمل كميات الديزل في سورية
قطاع النقل	38.1%
قطاع الطاقة	2.4%
القطاع المنزلي	33.3%
القطاع الصناعي والتجاري	26.2%

1-15-1 - قطاع توليد الطاقة الكهربائية [189،188]:

تنامي الطلب على الطاقة الكهربائية في سوريا مترافقاً مع النمو الاقتصادي والاجتماعي الكبير الذي شهده القطر اعتباراً من عام 1970 حيث كان الطلب على الطاقة الكهربائية حوالي 777 مليون كيلو واط ساعي وارتفع إلى ما يزيد على 21 ألف مليون كيلو واط ساعي في عام 1998 ومن المتوقع أن يصل إلى 44 مليار كيلو واط ساعي عام 2010، ومع محدودية المصادر المائية المتوفرة في القطر فإن توليد الطاقة الكهربائية سيعتمد بشكل رئيسي على المصادر الحرارية، و من المتوقع أن يزداد الطلب على مصادر الوقود الاحفوري من 4.5 مليون طن مكافئ في عام 1998 إلى 12.900 مليون طن عام 2015 وذلك لتلبية احتياجات محطات التوليد الكهربائية. وهنا لا بد أن ننوه إلى القيام بكل الإجراءات التي تؤدي إلى دعم الطاقة البديلة والنظيفة. وحسب إحصائية عام 2006 تقدر الطاقة الكهربائية المستهلكة بـ 36048 مليون كيلو واط ساعي. ويبين الجدول رقم (7) كمية إصدارات غازات الدفيئة الناتجة عن قطاع توليد الطاقة الكهربائية وفق إحصاءات عام 1994.

الجدول رقم (7)

كمية إصدارات غازات الدفيئة الناتجة عن قطاع توليد الطاقة الكهربائية

وفق إحصاءات عام 1994

الملوث	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	NO _x	CO	VOC	SO ₂
الواحدة	مليون طن	كيلو طن	كيلو طن	كيلو طن	كيلو طن	كيلو طن	كيلو طن
الكمية	31	2.8	1.27	196	297	40	367

تفتقد محطات توليد الطاقة الكهربائية في الجمهورية العربية السورية إلى الأجهزة الضرورية للحد من إصدار الملوثات الناتجة عن احتراق الوقود المستخدم فيها، حيث تتطلق منها غازات الدفيئة، SO₂، NO_x، CO، السخام، والمعلقات التي تحوي على معادن ثقيلة مثل الفاناديوم بالإضافة إلى الهيدروكربونات مثل مركبات الـ PAH التي تحوي على المركب المسرطن benzo(a)pyrene وتتوضع بعض هذه المحطات بالقرب من الأماكن السكنية، كما هي الحال في محطة بانياس.

تختلف كمية الملوثات الناتجة بحسب طبيعة الوقود المستعمل، ولا يوجد دراسات حقلية متوفرة حول الإصدار الفعلي للملوثات الناتج عن محطات توليد الطاقة الكهربائية في سوريا ولكن تسعى

الحكومة إلى استبدال النفط بالغاز الطبيعي ،حيث تم تحويل معظم محطات توليد الكهرباء للعمل على الغاز الطبيعي.

1-15-2 - قطاع الصناعة [189،188]:

يوجد في سوريا الصناعات الرئيسية التالية:

- استخراج النفط والغاز الطبيعي والفوسفات.
 - تكرير النفط في مصفاتي حمص وبانياس واللثين تقومان بتكرير كمية من النفط الخام بمعدل 12 مليون طن في العام 2005 تقريباً.
 - تنقية الغاز الطبيعي ويوجد منها ثلاثة معامل في المحافظات الشرقية، وتعالج أكثر من 8.3 مليار متر مكعب من الغاز الطبيعي والمرافق سنوياً لعام 2005 ونتج حوالي 4.5 مليار متر مكعب من الغاز النظيف.
 - صناعة الإسمنت وتوجد ثمانية معامل لصناعة الإسمنت ومنتجات الاسمنت الاميانتى تابعة للقطاع العام موزعة في مختلف المحافظات السورية وتستخدم هذه الصناعة الفيول الثقيل وتستهلك معاملها حوالي 580 ألف طن من الفيول و90 مليون متر مكعب غاز و يبلغ إنتاج الاسمنت في شركات القطاع العام 6 مليون طن لعام 2008 إضافة إلى 300 ألف طن في معمل الإسكان.
 - صناعة الغزل والنسيج وحلج الأقطان وصناعة الملابس.
 - الصناعات الغذائية وأهمها زيت الزيتون ومعامل الحليب والألبان والدقيق.
 - الصناعات الكيماوية وأهمها المنظفات الكيماوية والأسمدة والصناعات البلاستيكية والدهانات وإطارات السيارات والورق والزجاج والجير الكلسي والأدوية والجلود والدباغات.
 - الصناعات الهندسية وأهمها معمل قضبان الحديد وصناعة مقاطع الألمنيوم والقرميد ومعمل تجميع الجرارات الزراعية والمدخرات الرصاصية وغيرها.
 - الصناعات الصغيرة مثل صناعة الأدوية والأدوات المنزلية.
- تستخدم هذه الصناعات الفيول الثقيل والغاز الطبيعي وإن كمية الفيول الثقيل المستهلك 4.5 مليون طن عام 2004 والغاز الطبيعي 136444 طن عام 2004.
- ويبين الجدول رقم (8) إصدارات الغازات الدفيئة الناتجة عن قطاع الصناعة وفق إحصاءات عام 1994 .

الجدول رقم (8)

يبين إصدارات الغازات الدفيئة الناتجة عن قطاع الصناعة

الملوث	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	NO _x	CO	SO ₂
--------	-----------------	-----------------	------------------	-----------------	----	-----------------

الواحدة	مليون طن	كيلو طن	كيلو طن	كيلو طن	كيلو طن	كيلو طن
الكمية	3	1.4	0.14	14	3.3	-

1-15-3 - قطاع الزراعة [188،189]:

تقدر كمية الوقود المستخدم في القطاع الزراعي سنوياً بحوالي 0.6 مليون طن معادل نفطي. ويبين الجدول رقم (9) كمية إصدارات الغازات الدفيئة الناتجة عن قطاع الزراعة وفق إحصاءات عام 1994 .

الجدول رقم (9)

كمية إصدارات الغازات الدفيئة الناتجة عن قطاع الزراعة
وفق إحصاءات عام 1994 .

الملوث	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	NO _x	CO	SO ₂
الواحدة	مليون طن	كيلو طن	كيلو طن	كيلو طن	كيلو طن	كيلو طن
الكمية	2.2	2	0.4	0.5	17.8	-

1-15-4 - القطاع السكني [188،189]:

تقدر كمية الوقود المستخدم في القطاع السكني بـ (1.8) مليون طن عام 1990 و (2) مليون طن عام 1994. يبين الجدول رقم (10) إصدارات غازات الدفيئة الناتجة عن القطاع السكني وفق إحصاءات عام 1994 .

الجدول رقم (10)

إصدارات غازات الدفيئة الناتجة عن القطاع السكني

الملوث	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	NO _x	CO
الواحدة	مليون طن	كيلو طن	كيلو طن	كيلو طن	كيلو طن
الكمية	5.9	0.4	0.24	4.24	4.51

1-15-5 - قطاع النقل [188،189]:

تضاعف عدد السيارات في سوريا بمقدار الضعفين أو ثلاثة أضعاف أما سيارات الركوب المتوسطة (الميكروباص) فقد ازدادت بمقدار سبعة أضعاف ويتركز في دمشق حوالي

35-40% من وسائل النقل وبالتالي فإن وسائل النقل تشكل المصدر الرئيس لتلوث الهواء في المناطق الحضرية وهذا يعود إلى:

أ - قدم وسائل النقل في سورية، إذ تشير إحصائيات وزارة النقل أن أكثر من 60% من السيارات السياحية يزيد عمرها عن 12 عاماً و26% يزيد عمرها عن 24 عاماً ومن المعروف أن السيارات القديمة تطلق من الملوثات أكثر بعشر إلى عشرين مرة مما تطلقه السيارات حديثة الصناعة.

ب - نوعية الوقود التي تلعب دوراً هاماً في زيادة الغازات الملوثة، وبخاصة ثاني أكسيد الكبريت، ذلك أن الوقود السوري يحتوي على نسبة مرتفعة من الكبريت تبلغ 0.15% في البنزين، و0.7% في الديزل، وتصل 3.5% في الفيوول.

تبلغ نسبة السيارات العاملة على البنزين حوالي 80% تقريباً وسيارات الديزل حوالي 20% وتقدر نسبة السيارات القديمة (قبل عام 1980) بحوالي 40% ، وإن تطوراً ملحوظاً طرأ على عدد السيارات السياحية بفضل نزع القيود عن استيراد هذه السيارات مبيناً بأن عدد المركبات الإجمالي بأنواعها المختلفة يبلغ 1.213 مليون مركبة متنوعة، حسب إحصائية 2006، كما يظهر الجدول رقم (11) تطور وسائل النقل والآليات المختلفة في عامي 2001 و 2005 .

الجدول رقم (11)

تطور وسائل النقل والآليات المختلفة في عامي 2001 و 2005 .

نسبة الزيادة	عدد الآليات		نوع الآلية
	عام 2005	عام 2001	
41%	424256	248968	السيارات السياحية والدراجات النارية
4%	74880	72000	الآليات الزراعية
24%	273	208	القاطرات

بلغ استهلاك قطاع النقل عام 1990 حوالي 2 مليون طن معادل نفطي وارتفع إلى 2.6 مليون طن معادل نفطي عام 1994 وبين الجدول رقم (12) كمية إصدارات غازات الدفيئة الناتجة عن قطاع النقل وفق إحصاءات عام 1994.

الجدول رقم (12)

كمية إصدارات الغازات الدفيئة الناتجة عن قطاع النقل

وفق إحصاءات عام 1994

الملوث	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	NO _x	CO
الواحدة	مليون طن	كيلو طن	كيلو طن	كيلو طن	كيلو طن
الكمية	7.5	1.6	0.37	67	247.7

1-16-1- تلوث الهواء

1-16-1-1- تلوث هواء المدن [189,188]:

يعود سبب تدهور جودة الهواء في المناطق السكنية إلى الأسباب التالية:

1- الإصدارات الناتجة عن وسائل النقل والذي يزداد نتيجة للازدحامات المرورية وعدم إجراء الصيانات اللازمة لمحركات السيارات والنسبة العالية من السيارات القديمة 40% قبل عام 1980، إضافة إلى الازدياد الكبير في عدد وسائل النقل العامة العاملة على المازوت والتي تم استيرادها بشكل كبير بعد عام 1992 لحل مشكلة النقل العام في المدن.

2- الإصدارات الناتجة عن أجهزة التدفئة المنزلية والتجارية وخاصة في فترة الشتاء.

3- الإصدارات الناتجة عن الصناعة (معامل الإسمنت ومحطات توليد الطاقة ومصافي النفط).

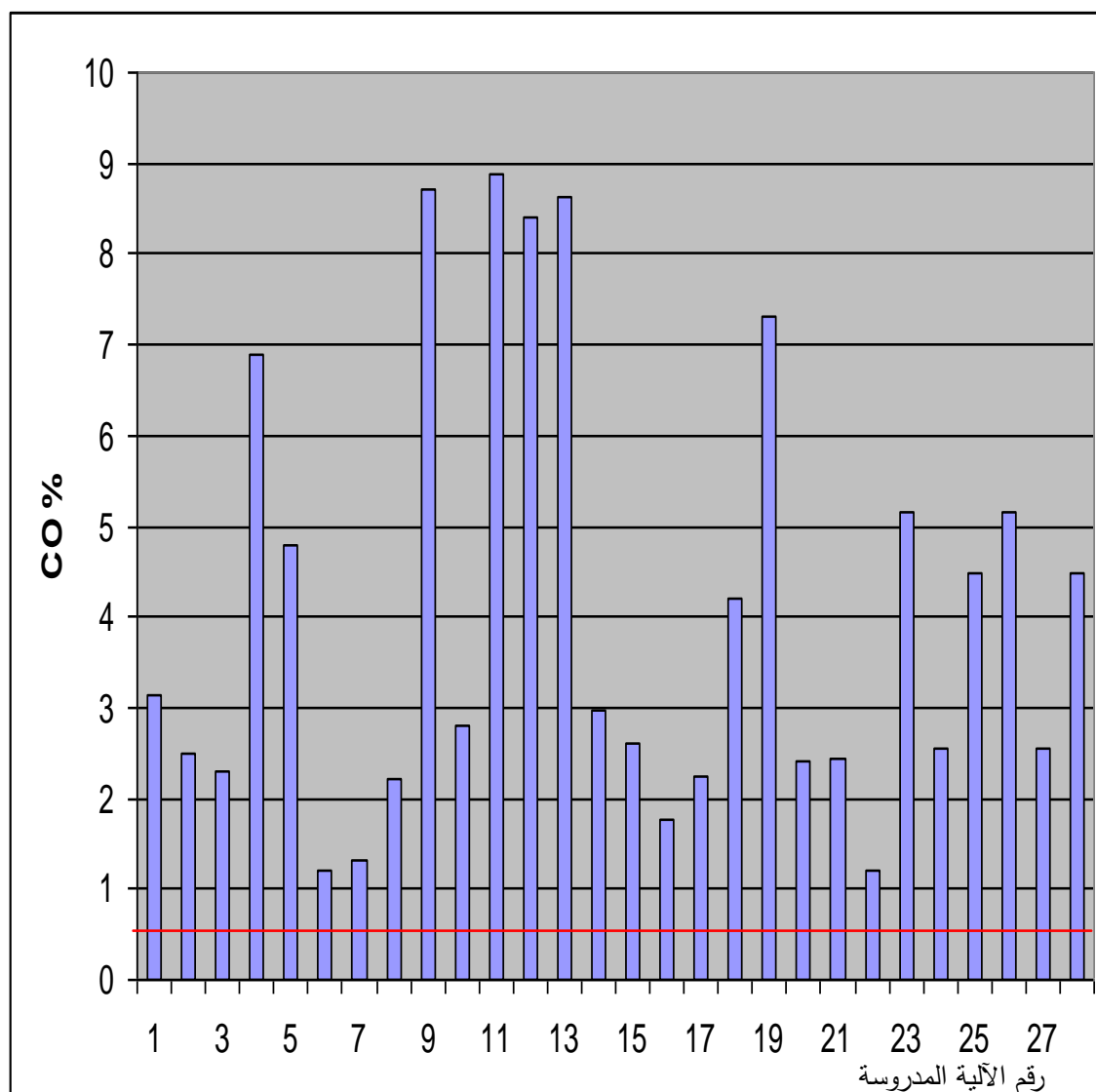
نورد بعض نتائج الدراسة التي أجريت في جامعة البعث حول الملوثات الناتجة عن الآليات المختلفة في عام الصنع والتي تستخدم الوقود المحلي وذلك في مدينة حمص عام 2001 علماً أن هذه الآليات استخدمت نوعي البنزين المحلي ولا تحتوي على الوسيط الثلاثي (محفز) لتحويل الملوثات إلى غازات غير ضارة . ويظهر الشكل رقم (3) تغير تركيز احادي اوكسيد الكربون المنبعث عن أنواع الآليات المصنعة بين عامي 1980 و 1987 ، ويظهر الشكل رقم (4) تغير تركيز CO المنبعث عن أنواع الآليات المصنعة 1980 وما دون .

يظهر الشكل رقم (5) كمية الهيدروكربونات المنبعثة من أنواع مختلفة من الآليات ؛ حيث أجريت القياسات عام (2001).

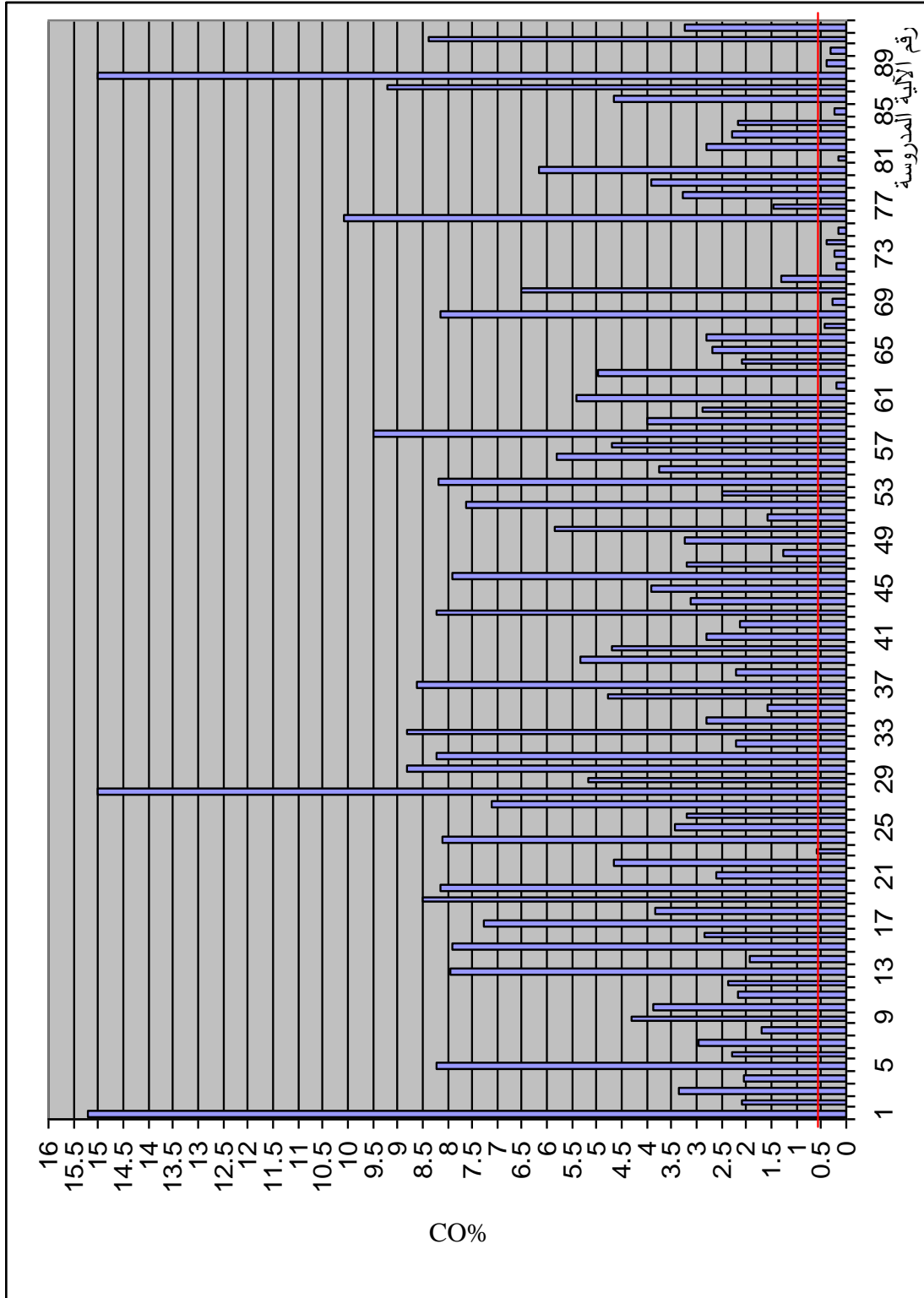
ويظهر الشكل رقم (6) متوسط كمية الهيدروكربونات المنبعثة من الآليات وفق تاريخ صنع الآلية. علماً إن القيمة الحدية (المسموح بها) هي 100 ppm.

وعلى الرغم من ذلك فإن دراسة الهواء في المدن السورية بحاجة إلى دراسات كبيرة ومتكاملة، حيث اجرت بعض المؤسسات العلمية مثل مركز الدراسات والبحوث العلمية وهيئة الطاقة الذرية ومركز الدراسات البيئية، وجامعات القطر إضافة إلى وزارة الإدارة المحلية والبيئة ، قياسات لفترات قصيرة أو متوسطة المدى، في بعض المدن السورية، وفي بعض المنشآت الصناعية، بهدف وضع تصور أولي عن مستويات ملوثات الهواء في سورية. وينقص محاولات الدراسة التي قامت بها جهات بحثية مختلفة إلى محطات رصد متعددة تقوم برصد الهواء في المدينة بعدة

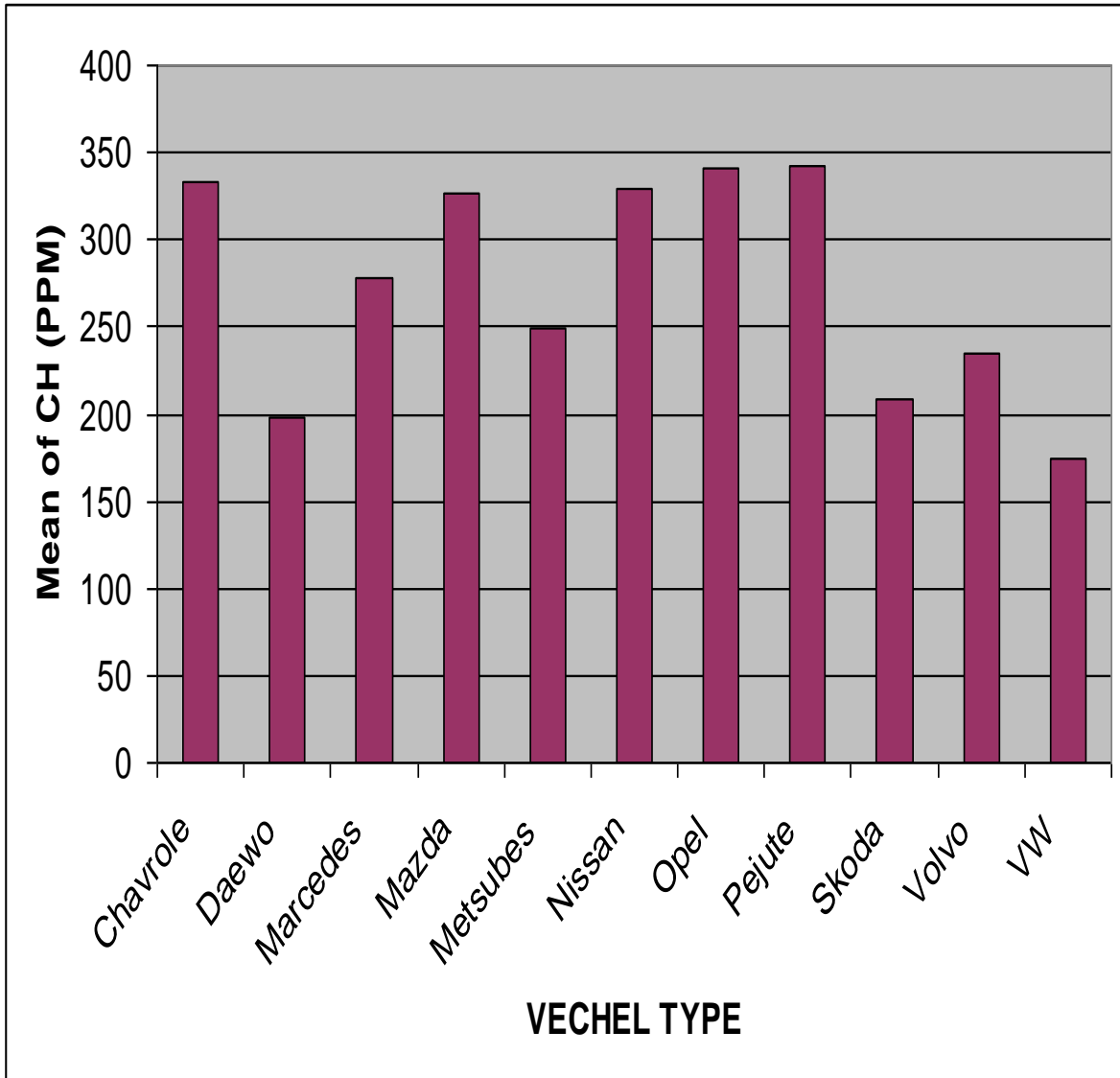
مواقع في الفترة نفسها ولمدة طويلة دون انقطاع ، ، ولكن معظم المعلومات التي جرى جمعها حتى الآن، تفنقر إلى الشمولية.



الشكل رقم (3)
تغير تركيز احادي اوكسيد الكربون المنبعث عن أنواع الآليات
المصنعة بين عامي 1980 و 1987

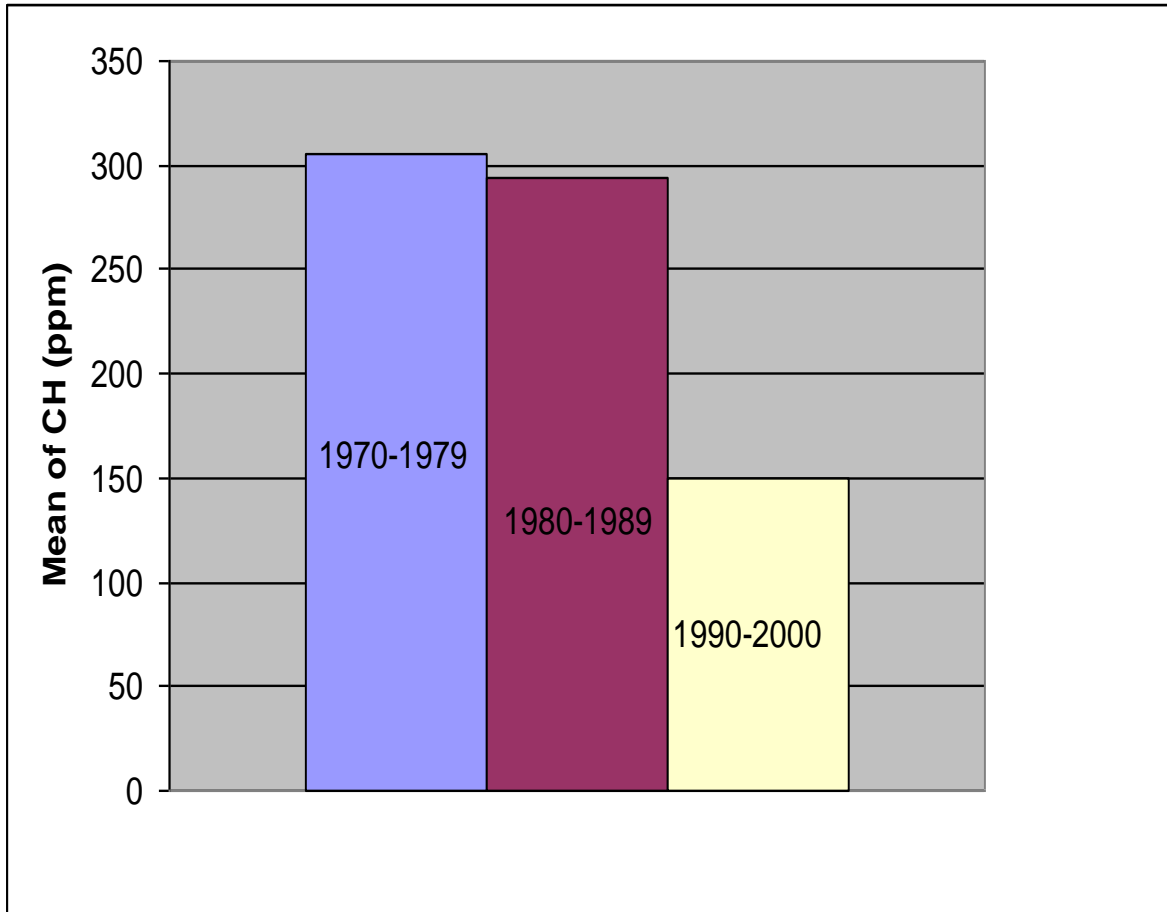


الشكل رقم (4)
 تغير تركيز احادي أوكسيد الكربون المنبعث من الآليات
 المصنعة 1980 وما دون



الشكل رقم (5)

كمية الهيدروكربونات المنبعثة من أنواع مختلفة من الآليات



الشكل رقم (6)

متوسط كمية الهيدروكربونات المنبعثة من الآليات وفق تاريخ صنع الآلية

ففي عام 1989 و1990 قام مخبر الدراسات البيئية بالتعاون مع وزارة البيئة سابقاً (وزارة الإدارة المحلية والبيئة حالياً) بإجراء مراقبة لتلوث هواء مدينة دمشق شملت سبع مواقع في المدينة كما تم إجراء قياسات أخرى خلال الفترة 1990-1994 لدراسة تلوث الهواء في مدن: دمشق، حلب، حمص، حماة، بانياس، طرطوس وفي عام 1994 و1995 تم إجراء قياسات لمدة سنة كاملة بوساطة محطة ثابتة تم وضعها في مبنى محافظة مدينة دمشق. كما قام مخبر الدراسات البيئية بمتابعة هذه القياسات في موقع ساحة المحافظة في مدينة دمشق خلال الفترة من عام 2000-2007. وقام أيضاً مركز الأبحاث العلمية والبيئية بإجراء دراسة لتلوث هواء مدينة دمشق في عدة مواقع في المدينة خلال الفترة 1999 و2000.

بينت نتائج القياسات أن تركيز أكاسيد الأزوت (NO_x) قد يصل في هواء المناطق المزدحمة في المدن إلى أعلى من (0.3ppm) كمتوسط يومي وأن نسبة تجاوز الحد المسموح به للتركييزات اليومية وفق المواصفة السورية قد وصل إلى أكثر من 50%، إن التفاعل الذي

يصل بين NOx والمركبات الهيدروكربونية بوجود أشعة الشمس يؤدي إلى زيادة في تركيز الأوزون السطحي والذي يمكن أن يصل إلى (0.2 ppm) كمتوسط ساعي خلال أيام الصيف في مدينة دمشق، إن هذا التركيز يمكن أن يؤدي إلى تهيج في العيون والتي غالباً ما يلاحظها الأشخاص المقيمون في المناطق المزدحمة.

كما تبين أن تركيز غاز CO كان بحدود 2-15 ppm بنسبة تجاوز أكثر من 40% ، بينما بلغ تركيز الـ SO₂ حوالي 0.1 ppm كمتوسط يومي وهذا الرقم أعلى بمرتين من الحد المسموح به وفق المواصفة القياسية السورية. ويبين الجدول رقم (13) ملخص عن معطيات قياس CO في موقع المحافظة في الفترة ما بين 9/6 . 12/29 لعام 2005 .

الجدول رقم(13)

ملخص عن معطيات قياس CO في موقع محافظة دمشق

المعطيات	النتائج
أقل قيمة تم الحصول عليها	2.44 ppm
أعلى قيمة تم الحصول عليها	11.75 ppm
العدد الكلي لأيام القياسات	79 days
متوسط التركيز اليومي خلال فترة القياس	7.13 ppm
عدد مرات تجاوز المتوسط للحد المسموح (8.6 ppm)	19

بينما يبين الجدول رقم (14) ملخص عن معطيات قياس SO₂ في موقع محافظة دمشق في الفترة ما بين 2/1 إلى 3/4 لعام 2005 .

الجدول رقم (14)

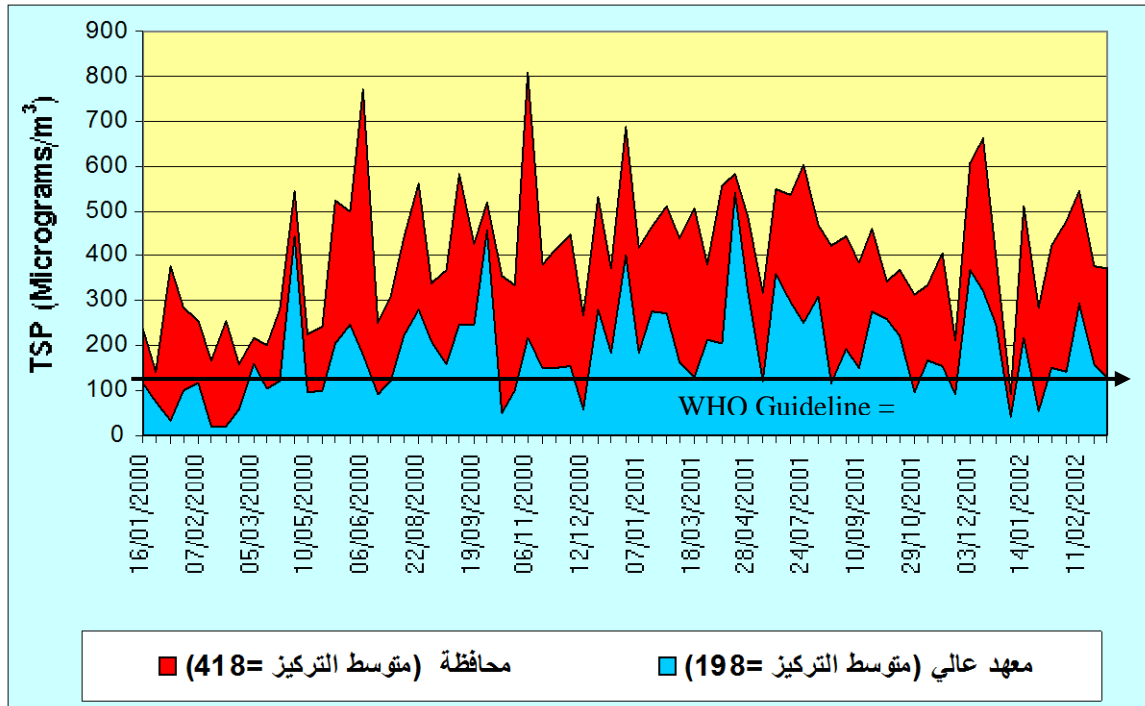
ملخص عن معطيات قياس SO₂ في موقع محافظة دمشق في الفترة

ما بين 2/1 إلى 3/4 لعام 2005

المعطيات	النتائج
أقل قيمة تم الحصول عليها	0.02 ppm
أعلى قيمة تم الحصول عليها	0.14 ppm
العدد الكلي لأيام القياسات	93.00 days
متوسط التركيز اليومي خلال فترة القياس	0.07327 ppm
عدد مرات تجاوز المتوسط للحد المسموح (0.047 ppm)	73

1-16-2 - تلوث هواء المدن بالعوالق الكلية والغبار (TSP) [188،189]:

لقد تم خلال الدراسة الحديثة التي نفذها مخبر الدراسات البيئية في المعهد العالي للعلوم التطبيقية والتكنولوجيا عن تلوث هواء مدينة دمشق (2000-2002) جمع عينات من العوالق الكلية (TSP) بمعدل عينة في الأسبوع ولمدة عام تقريباً من موقع ساحة المحافظة ومن موقع المعهد العالي في مساكن برزة مسبقة الصنع ، وتم قياس تركيز العوالق الكلية في هذين الموقعين. ويظهر الشكل رقم (7) مقارنة نتائج قياس تركيز العوالق الكلية (TSP) بين موقع ساحة المحافظة في مركز المدينة وموقع المعهد العالي في مساكن برزة (عدد العينات الكلية 72 عينة).



الشكل رقم (7)

يظهر مقارنة نتائج قياس تركيز العوالق الكلية (TSP) بين موقعي ساحة المحافظة والمعهد العالي.

نلاحظ بوضوح أن تركيز العوالق الكلية في كلا الموقعين يزيد عن المعايير المسموح بها من قبل منظمة الصحة العالمية ، وأن بعض القيم العظمى للمتوسطات اليومية في موقع ساحة المحافظة تصل حتى $800\mu\text{g}/\text{m}^3$ ، كما أن متوسط التركيز في موقع ساحة المحافظة يزيد بمقدار الضعف عن متوسط التركيز في موقع المعهد العالي في منطقة مساكن برزة مسبقة الصنع. كما بينت نتائج القياسات الأخرى السابقة التي تمت في بعض المدن السورية من قبل

مخبر الدراسات البيئية وهيئة الطاقة الذرية أن تركيز العوالق TSP في دمشق وحلب وحمص هو بحدود $200 - 1000 \mu\text{g}/\text{m}^3$ وتشكل المعلقات القابلة للاستنشاق PM_{10} نسبة تتراوح بين 40-60% من المعلقات الصلبة الكلية.

معلومات قليلة كانت متوافرة حول البنية الكيميائية للمعلقات الصلبة المأخوذة من هواء المدن لذلك قام مخبر الدراسات البيئية منذ بداية عام 2000 بتنفيذ برنامج مراقبة أسبوعية (عينة كل أسبوع من ثلاثة مواقع) لمعرفة تركيز المعلقات الصلبة في الهواء في مدينة دمشق وتحليل مكوناتها من المعادن الثقيلة ومركبات الفحوم الهيدروجينية الحلقية متعددة النوى العطرية (Polycyclic Aromatic Hydrocarbons, PAH) بما فيها مركب البنزوبيرين (Benzo[a]pyrene) والذي يعد من المركبات المسرطنة، حيث بلغ متوسط التركيز السنوي من هذا المركب المسرطن في موقع ساحة محافظة مدينة دمشق $2.3 \text{ ng}/\text{m}^3$ ، بينما كان المتوسط السنوي خلال الفترة نفسها في موقع المعهد العالي في منطقة مساكن برزة ng/m^3 1.06 وبالتالي فإن مستوى التركيز في موقع ساحة المحافظة يزيد بمقدار الضعف عن الحدود القياسية المسوح بها عالمياً من قبل منظمة الصحة العالمية ومقترح مواصفة الاتحاد الأوروبي $1 \text{ ng}/\text{m}^3$.

يبين الجدول رقم (15) نتائج القياس لمجموعة مركبات الـ PAH خلال الفترة 2000 و2001 في الهواء في مدينة دمشق والعمل مستمر في هذه القياسات لتغطية مواقع أكثر ومدن أخرى في القطر. أما بالنسبة للدراسة التي قامت بها هيئة الطاقة الذرية لتلوث الهواء بالعوالق عام 2006 فتبين مايلي:

يعد التلوث بالعوالق من أكثر ملوثات الهواء شيوعاً، وبخاصة في المناطق الجافة وشبه الجافة، وفي المناطق الصناعية والمناطق المكتظة بحركة المرور. وتتوقف التأثيرات البيئية والصحية للعوالق على حجمها. وتعتبر العوالق ذات الأقطار الأصغر من $10 \mu\text{m}$ (PM_{10}) ذات أهمية خاصة ذلك أنها قابلة للاستنشاق inhalable، أما العوالق ذات الأقطار الأقل من $2.5 \mu\text{m}$ ($\text{PM}_{2.5}$)، فتحمل أضراراً صحية بالغة، ذلك أنها تخترق الدفاعات التنفسية وتصل إلى الحويصلات الرئوية، كما أنها تنتج في الغالب، من احتراق الوقود الأحفوري وتحتوي على خليط من الجسيمات الناتجة عن عمليات الاحتراق غير الكامل، كالدخان Soot، وجسيمات ثانوية المنشأ تنجم عن التفاعلات الكيميائية في الغلاف الجوي، وتدمص على سطحها العناصر المعدنية السامة كالرصاص والكاديوم وغيرها، وتؤدي إلى أمراض خطيرة في الجهاز التنفسي مثل أمراض الربو والسعال والانتفاخ الرئوي وتصلب الرئة، وبالتالي إلى قصور في وظيفة الرئتين والقلب. كما تشير القياسات التي جرت في معظم المدن السورية أن التراكيز اليومية للعوالق

الكلية مرتفعة جداً ،الجدول رقم (16)، فقد تراوحت في دمشق بين $231 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (في المزة - جامع الأكرم) و $588 \mu\text{g}/\text{m}^3$ في العباسيين، أما في منطقة الإحدى عشرية المجاورة للزبلطاني (منطقة صناعة عشوائية) فبلغ المتوسط اليومي نحو $844 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ، والأمر نفسه في مدينة حلب حيث تراوح التركيز بين $303\mu\text{g}/\text{m}^3$ و $603\mu\text{g}/\text{m}^3$. ولم تقتصر التراكيز المرتفعة على المدن الكبرى إنما شملت أيضاً المدن متوسطة عدد السكان والصغيرة، إذ تراوحت في حمص بين $218 \mu\text{g}/\text{m}^3$ و $376 \mu\text{g}/\text{m}^3$ وأما في طرطوس فكانت بين $115 \mu\text{g}/\text{m}^3$ و $486\mu\text{g}/\text{m}^3$ وبين $169 \mu\text{g}/\text{m}^3$ و 386 في السويداء، وكانت مرتفعة أيضاً في دير الزور. كما هو موضح بالجدول رقم (16) .

الجدول (15)

نتائج القياس لمجموعة مركبات الـ PAH خلال الفترة 2000 - 2001 في مدينة دمشق

المعهد العالي /مساكن برزة (متوسط 43 عينة) التركيز (ng/m^3)			ساحة المحافظة (متوسط 42 عينة) التركيز (ng/m^3)			أسم مركب PAH
Average	Max	Min	Average	Max	Min	
0.55	2.10	0.05	2.04	12.87	0.01	Phenanthrene
0.30	3.72	0.01	1.01	6.64	0.01	Anthracene
0.92	5.91	0.04	3.02	31.06	0.01	Fluoranthene
1.08	6.37	0.07	3.39	18.74	0.05	Pyrene
0.69	3.30	0.01	2.03	9.44	0.01	Benz[a]anthracene
0.99	5.99	0.03	2.41	13.14	0.01	Chrysene
1.49	6.73	0.03	3.55	11.05	0.09	Benzo[e]pyrene
1.13	4.42	0.04	2.26	9.34	0.02	Benzo[b]fluoranthene
0.97	3.69	0.04	1.81	5.90	0.20	Benzo[k]fluoranthene
1.06	5.46	0.01	2.30	5.95	0.02	Benzo[a]pyrene
0.32	1.55	0.01	0.63	4.04	0.01	Dibenz[a,h] anthracene
1.46	8.15	0.04	3.21	8.90	0.05	Benzo[g,h,i]perylene
1.41	12.00	0.01	2.46	9.87	0.01	Indeno[1,2,3-cd]pyrene
1.09	8.76	0.03	2.00	6.60	0.14	Coronene
13.30 ± 12.9			32.05 ± 24.5			Total PAH

ومما يجدر ذكره أن تركيز العوالق الكلية في مدينة دمشق القديمة بلغ معدلات عالية وصلت في شارع مدحت باشا إلى $870-1290 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ، وفي تقاطع القشلة إلى $700-1100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ، أما في ساحة الجامع الأموي فبلغت $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

أ - العوالق ذات الأقطار الأقل من $10 \mu\text{m}$ (PM_{10}) [189،188]:

تشير القياسات أن تراكيز العوالق PM_{10} مرتفعة جداً في المدن السورية كافة وأعلى من الحدود المسموح به ($100 \mu\text{g}/\text{m}^3$). وتشير القياسات أن تراكيز الـ PM_{10} بلغت $222 \mu\text{g}/\text{m}^3$ في دمشق، و $287 \mu\text{g}/\text{m}^3$ في حلب، و $157 \mu\text{g}/\text{m}^3$ في حمص، و $202 \mu\text{g}/\text{m}^3$ في طرطوس، و $118 \mu\text{g}/\text{m}^3$ في السويداء، كما كانت مرتفعة جداً في الرقة ($307 \mu\text{g}/\text{m}^3$) ودير الزور $194 \mu\text{g}/\text{m}^3$. الجدول رقم (16).

ب - العوالق ذات الأقطار الأقل من $3 \mu\text{m}$ (PM_3) والأقل من $1 \mu\text{m}$ (PM_1) [189،188]:

تتميز العوالق الأقل من 3 ميكرون، بأن معظمها ناتج عن الاحتراق غير الكامل للوقود الأحفوري، كما تتميز بتأثيراتها الصحية بالغة السوء، وذلك لأن الدفاعات التنفسية لا تحول دون وصولها إلى أعماق الرئتين، وتشكل خطورة في إحداث أمراض الجهاز التنفسي وإشاعة أمراض الربو، كما تدمص على سطحها العناصر المعدنية وبخاصة الرصاص. كانت تراكيز العوالق ذات الأقطار الأقل من 3 ميكرون مرتفعة الجدول رقم (16)، وبلغت معدل 115 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ و 174 و 92 و 84 و 68 ، وذلك في دمشق وحلب وحمص وطرطوس والسويداء على التوالي، كما بلغت $178 \mu\text{g}/\text{m}^3$ في الرقة و $107 \mu\text{g}/\text{m}^3$ في دير الزور، وتفق هذه التراكيز التركيز المقترح من قبل EPA في الولايات المتحدة الأمريكية وهو $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ، بمرات عدة. وشكلت العوالق PM_3 نسبة بلغت نحو 23% من العوالق الكلية و 48% من العوالق PM_{10} وذلك كمتوسط للمدن السورية كافة. أما العوالق ذات الأقطار الأقل من ميكرون واحد PM_1 ، فكانت مرتفعة أيضاً وبلغت قيمة تراوحت بين $37 \mu\text{g}/\text{m}^3$ في السويداء، و $114 \mu\text{g}/\text{m}^3$ في حلب. ويعود سبب ارتفاع تركيز العوالق الكلية في المدن السورية لأسباب مختلفة أهمها أنها توجد في مناطق جافة أو شبه جافة، ويحيط بها مناطق زراعية أو مناطق خرب فيها الغطاء النباتي، وبالتالي يشكل حت وتعرية التربة مصدراً هاماً للغبار، كما يحيط بمعظم هذه المدن صناعات مختلفة لا تراعي الاعتبارات البيئية، كصناعة الإسمنت والمحاجر وغيرها، إضافة لحركة وسائط النقل والنشاطات البلدية والبناء، مما يشكل مصدراً مهماً يزيد من تركيز العوالق الكلية. أما ارتفاع تركيز العوالق التنفسية ($\text{PM}_3, \text{PM}_{10}$) في المدن السورية، حتى الصغيرة منها، فيعود إلى عدة عوامل من أهمها وسائط النقل، والتي معظمها من النوع القديم. وبالتالي فإن كفاءة الاحتراق في محركاتها منخفضة، كما أن عدداً كبيراً منها، وبخاصة وسائط النقل العام من حافلات كبيرة أو صغيرة، يعمل بالديزل الذي يعد المسؤول الأول عن انطلاق العوالق

التنفسية، إذ تتبعث منها العوالق بقدر يزيد بين 30 و 50 مرة عن وسائط النقل العاملة بالبنزين، هذا إضافة إلى وسائط التدفئة - والتي لا يزال معظمها من النوع البدائي - والصناعات المختلفة الموجودة في المدن أو في المناطق المحيطة بها، والتي لا تراعي في معظمها الاعتبارات البيئية، ويضاف إلى ذلك عدم وجود أحزمة خضراء تحيط بالمدن، وكذلك انخفاض المساحات المشجرة داخل المدن والتي يجب أن لا تقل مساحتها عن 40 % من مساحة المدينة. وتؤدي هذه العوامل مجتمعة إلى ارتفاع تراكيز العوالق في المدن كافة. كما أظهرت قياسات نوعية الهواء في دمشق القديمة (شارع مدحت باشا، وتقاطع القشلة، تقاطع شارع باب توما، وساحة الأمويين) أن تراكيز العوالق والملوثات الأخرى مرتفعة وذلك لعام 2006 كما يبين الجدول رقم (16).

الجدول رقم (16)

متوسط التركيز اليومي للعوالق الهوائية في بعض المدن السورية

المدينة	PM ₁₀ µg/m ³	PM ₃ µg/m ³	PM ₁ µg/m ³	TSP µg/m ³
دمشق	222-86	115-27	82-14	588-231
حلب	287-95	174-28	114-19	603-303
حمص	157-36	92-14	55 - 7	376-218
طرطوس	202-74	84-21	54-16	486-115
السويداء	118-55	68-48	37-14	386-169
دير الزور	194-31	107-6	76-4	486-263
الحد المسموح به حسب المواصفة السورية [143]	70	15	-	120

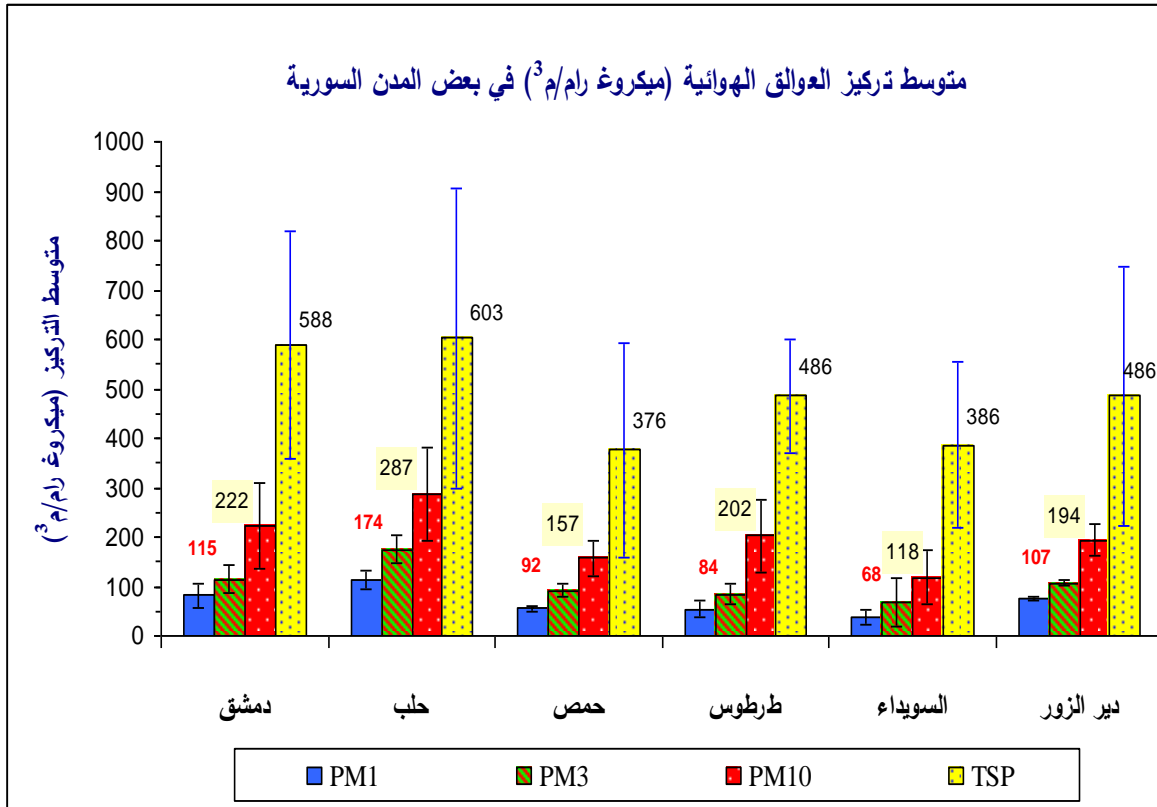
ويبين الجدول رقم (16) متوسط التركيز اليومي للعوالق الهوائية في بعض المدن السورية.

1-17 - نوعية الهواء [188،189]:

نبين فيما يلي بعض نتائج القياسات المرتبطة بنوعية الهواء في سورية (هيئة الطاقة الذرية لعام 1999-2006)، ويوضح الجدول رقم (17) تركيز العوالق وبعض الملوثات الأخرى في بعض مناطق دمشق القديمة؛ حيث وصل تركيز الأبخرة العضوية في بعض الأماكن إلى ppm 2.5 .

الجدول رقم (17)
نوعية الهواء في دمشق القديمة لعام 2006

تركيز				زمن القياس (الساعة)	الموقع
CO ppm	SO ₂ ppm	الأبخرة العضوية ppm	العوالق µg/m ³		
30-10	0.13-0.06	0.7	870	15-11	شارع مدحت باشا
20-0	0.06-0.03	0.5	1290	20-18	
10-0	0.08-0	0.1	500	15-11	تقاطع القشلة
15-5	0.13-0.1	2.5-0.1	1100-700	14-13	
15-5	0.13-0.1	0.6-0.3	1050-440	20-19	
5-0	0.03-0	0	200	15-11	ساحة الجامع الأموي
5-0	0.03-0	0	200	20-18	



الشكل رقم (8)

المتوسطات اليومية لتركيز العوالق الهوائية في بعض المدن السورية عام 1999

وتوضح القياسات المستمرة لتركيز العوالق الهوائية التنفسية PM_{10} (أي الأقل من 10ميكرون) والتي جرت بشكل مستمر خلال عام كامل (2004) في أحد أطراف مدينة دمشق إلى أن تركيز هذه العوالق، والتي تتميز بتأثيراتها الصحية بالغة السوء، كانت في معظم أيام القياس أعلى من الحدود المسموح بها (والمقدرة بـ $70\mu g/m^3$) بحسب المواصفة السورية.

وتشير القياسات المبينة في الشكل رقم (8)، إلى أن التراكيز اليومية للعوالق ذات الاقطار $PM_{2.5}$ ميكرون، والتي تعد أيضاً من العوالق التنفسية ذات التأثيرات الصحية السيئة، كانت أعلى من الحدود اليومية المسموح بها $65\mu g/m^3$ بحسب معيار وكالة حماية البيئة الأمريكية US EPA 1997. أما بالنسبة للملوثات الغازية فقد أشارت القياسات المحدودة التي جرت في مدينتي دمشق وحلب (AECS 2002, HIAST 2001 and ESRC 2000, (2004)، وعلى الأخص في مراكز المدن ذات حركة المرور الكثيفة، إلى تدني نوعية الهواء الذي أصبح مُحملاً في بعض المناطق بتراكيز مرتفعة من أكاسيد الكبريت وأكاسيد النتروجين وهباب الفحم (soot) وغيرها. وهذه الملوثات تلعب دوراً هاماً في تشكّل الضباب الدخاني (Smog) الذي يخيم على هواء المدن، وخاصة في فترة الصيف، نتيجة عن التفاعلات الكيميائية الضوئية (Photochemical reaction) الناتجة بفعل تأثير الأشعة فوق البنفسجية القادمة من الشمس في أكاسيد النتروجين والمركبات العضوية الناتجة عن احتراق الوقود الأحفوري في وسائط النقل. وتتكون نتيجة هذه التفاعلات الكيميائية ضوئية مجموعة من الملوثات الثانوية والتي قد تزيد خطورتها على الصحة عن الملوثات الأولية (WHO 2000, Jaffe et al. 2003) وهذه المركبات أصبحت معروفة بتأثيراتها الصحية بالغة الخطورة. ويبين الجدول رقم (18) متوسطات تركيز الهيدروكربونات الحلقية العطرية في مدينتي دمشق وحلب.

وقد أظهرت نتائج هذه القياسات أن متوسط التركيز السنوي من مركب البنزو-a - بيرين (Benzo[a]pyrene) قد تجاوز الحدود المسموح بها وفق معايير منظمة الصحة العالمية والمواصفة القياسية السورية بمقدار 2.3 مرة في مدينة دمشق و بمقدار 3.9 مرة في مدينة حلب. وبمقارنة نتائج هذه القياسات مع تلك التي أجريت في مدن عديدة حول العالم، نجد أن متوسط التركيز لمجمل الهيدروكربونات الحلقية العطرية (14 مركب، Total PAH) في كل من دمشق وحلب كانا أعلى من المتوسطات السنوية المسجلة لمواقع مشابهة في مدن كبيرة في العالم مثل هونغ كونغ وجاكرتا (أندونيسيا) وسيئول (كوريا) وبرمنغهام (بريطانيا) وملبورن (أستراليا) المعروفة بضخامتها وتعداد سكانها ووسائط النقل فيها، مقارنةً بمدينتي دمشق وحلب. ويبين في

الجدول رقم (19) مقارنة لنتائج قياس الهيدروكربونات الحلقية العطرية (PAH) في مدينتي دمشق وحلب مع بعض المدن الأخرى حول العالم (Panther et.al., 1999).

الجدول رقم (18)

متوسطات تركيز الهيدروكربونات الحلقية العطرية في مدينتي دمشق وحلب.

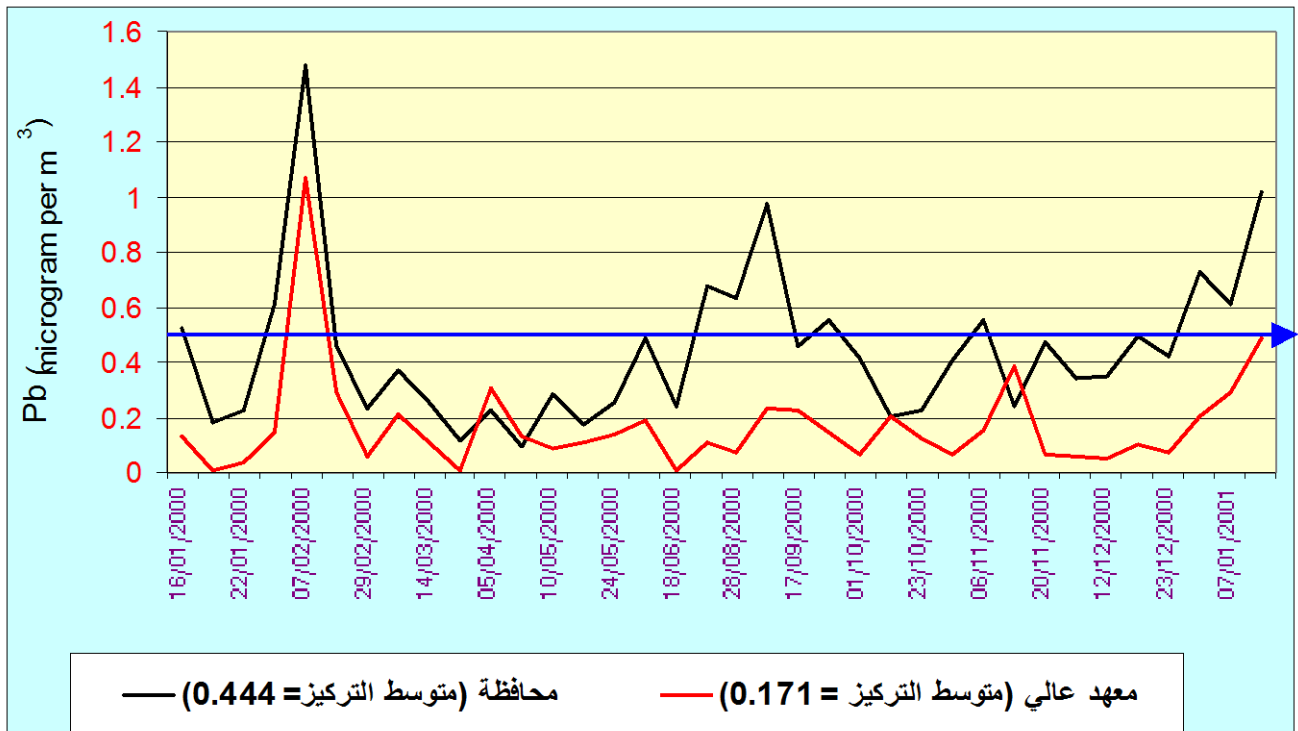
متوسط التركيز في مركز مدينة حلب ng/m ³	متوسط التركيز في مركز مدينة دمشق ng/m ³	أسم مركب PAH
0.80	2.04	Phenanthrene
0.61	1.01	Anthracene
2.29	3.02	Fluoranthene
3.65	3.39	Pyrene
4.45	2.03	Benz[a]anthracene
5.39	2.41	Chrysene
14.75	3.55	Benzo[e]pyrene
6.20	2.26	Benzo[b]fluoranthene
2.63	1.81	Benzo[k]fluoranthene
3.89	2.30	Benzo-[a]pyrene
1.44	0.63	Dibenz[a,h] anthracene
5.24	3.21	Benzo[g,h,i]perylene
-	2.46	Indeno[1,2,3-cd]pyrene

2.31	2.00	Coronene
53.36	32.1	Total Σ PAH

الجدول رقم (19)
مقارنة نتائج قياس الهيدروكربونات الحلقية العطرية (PAH) في مدينتي دمشق وحلب مع بعض المدن العالمية.

ملبورن	هونغ كونغ	برمنغهام	بانكوك	سيئول	حلب	دمشق	جاكرتا	PAH (ng/m ³)
4.38	3.69	8.54	12.24	16.65	53.36	32.12	42.31	Total PAH
0.17	0.15	0.57	0.98	1.17	3.89	2.30	4.37	بنزوبيرين
متوسط البنزوبيرين المسموح به بحسب مواصفة منظمة الصحة العالمية (WHO) هو: 1ng/m ³								

لقد بينت الدراسة الحديثة التي نفذها مخبر الدراسات البيئية في المعهد العالي للعلوم التطبيقية والتكنولوجيا عن تلوث هواء مدينة دمشق لعام (2000-2001), أن المتوسط السنوي لتركيز الرصاص Pb في موقع ساحة المحافظة والمعهد العالي في مساكن برزة في مدينة دمشق كان أقل من الحدود المسموح بها في المواصفة السورية ومنظمة الصحة العالمية $0.5\mu\text{g}/\text{m}^3$ ويعتبر هذا الانخفاض نتيجة لإدخال البنزين الخالي من الرصاص عام 1998، كما هو واضح في الشكل رقم (9) الذي يبين مقارنة التراكيز اليومية للرصاص المقاسة في موقع ساحة المحافظة في مركز المدينة وموقع المعهد العالي في مساكن برزة (عدد العينات الكلية = 36 عينة)



الشكل رقم (9)

مقارنة التراكيز اليومية للرصاص

(موقع ساحة المحافظة , وموقع المعهد العالي في مساكن برزة)

كما أوضحت الدراسة التي قامت بها هيئة الطاقة الذرية بأن القياسات التي جرت في الفترة الأخيرة (قبل وقف إضافة الرصاص إلى الوقود)، أن تراكيز الرصاص كانت في بعض مناطق دمشق أعلى من الحدود المسموح بها $1-0.5\mu\text{g}/\text{m}^3$ ، وبخاصة في منطقة الإحدى عشرية - باب شرقي. ولكن وقف إضافة الرصاص إلى البنزين في دمشق أدى إلى خفض تركيزه إلى المستويات المسموح بها الجدول رقم (22) والشكل رقم (10)، ويستثنى من ذلك المناطق الصناعية غير النظامية التي يعاد فيها تدوير البطاريات (الإحدى عشرية) وبعض الصناعات المعدنية. كما أوضحت الدراسات أن ما بين 66% و 80% من كمية الرصاص ترتبط بالعوالق ذات الأقطار الأقل من 10 ميكرون، أما كمية الرصاص المرتبطة مع العوالق ذات الأقطار الأقل من 3 ميكرون (PM_3) فشكلت نسبة تراوحت بين 50% و 72% من كمية الرصاص متوسطةها للمدن السورية كافة حوالي (64 %). كما شكلت كمية الرصاص المرتبطة مع العوالق ذات الأقطار الأقل من ميكرون PM_1 نسبة تراوحت بين 38% و 54.5% من كمية الرصاص الكلية، وهذا يعني أن القسم الأكبر من الرصاص يمكن أن يصل إلى الأسناخ الرئوية ويمتص في الرئتين ويصل إلى الدم. أما العناصر المعدنية الأخرى (النحاس والزنك والكاديوم) فكانت تراكيزها ضمن الحدود المسموح بها، باستثناء الكاديوم في منطقة الإحدى عشرية . باب شرقي، في دمشق، حيث وصل إلى $33\text{ng}/\text{m}^3$ ، والحد المسموح به هو $10-20\text{ng}/\text{m}^3$. وبعد وقف إضافة الرصاص إلى الوقود قامت هيئة الطاقة الذرية في خريف عام 1999 وشتاء عام 2000 بقياس تركيز الرصاص في بعض مناطق مدينة دمشق التي كان قد قيس فيها تركيز الرصاص في عام 1996، وقد أوضحت النتائج أن تركيز الرصاص انخفض في المناطق المدروسة كافة باستثناء منطقة الإحدى عشرية التي يعاد فيها تدوير البطاريات الجدول رقم (٢٠). وقد تراوح تركيز الرصاص في الهواء بعد وقف الإضافة بين 0.33 و $0.59\mu\text{g}/\text{m}^3$ في الفترة الخريفية، أما في الفترة الشتوية فتتراوح بين 0.17 و $0.28\mu\text{g}/\text{m}^3$. وهكذا نلاحظ أن تركيز الرصاص بعد وقف إضافته إلى البنزين، فقد أصبح ضمن الحدود المسموح بها حتى إذا أخذت المعايير الحديثة (WHO 1999)، والتي تتطلب تراكيز للرصاص في الهواء نحو $0.5\mu\text{g}/\text{m}^3$ وبيبين

الجدول رقم (20) تركيز الرصاص في الهواء قبل وبعد وقف إضافة الرصاص إلى البنزين في مناطق مدينة دمشق .

وفي مدينة حلب تعتبر المناطق الشمالية من المدينة أكثر تلوثاً بسبب الصناعات المنتشرة في تلك المنطقة ، كما أن نسبة الرصاص في موقع الميدان قد تجاوز الحد المسموح به من منظمة الصحة العالمية ، حيث تعتبر هذه المنطقة من المناطق الصناعية في مدينة حلب وتحتوي على العديد من معامل الرصاص. كما تتأثر مدينة حماه بالمقالع المتواجدة غرب المدينة وبمعمل الإسمنت وبمعمل الصلب والحديد الذي يصدر كميات كبيرة من المعادن حيث وصل تركيز الرصاص إلى ($307\mu\text{g}/\text{m}^3$) في موقع الأندلس وهي نسبة تتجاوز الحد المسموح به من منظمة الصحة العالمية ، كما تتأثر المدينة بمحارج القطن التي تصدر كميات كبيرة من زغب القطن. ونعرض في الشكل رقم (10) تأثير وقف إضافة الرصاص إلى البنزين واستخدام البنزين الخالي من الرصاص في تركيز الرصاص في الهواء في مدينة دمشق .

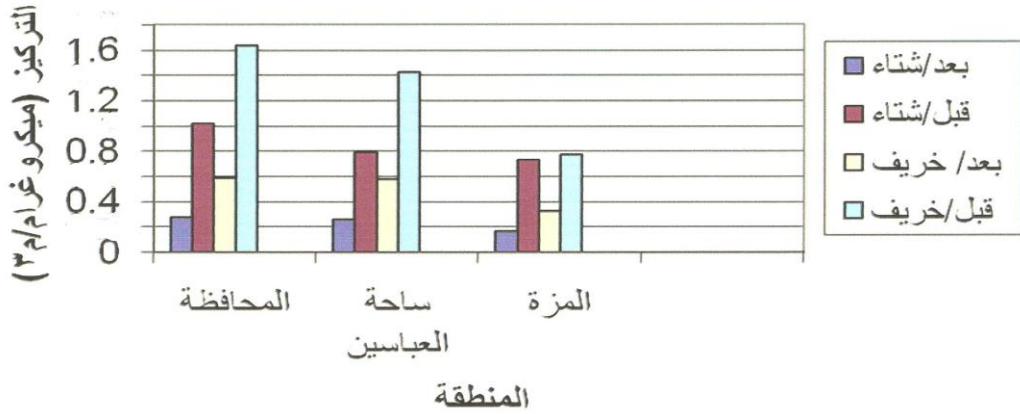
الجدول رقم(20)

تركيز الرصاص في الهواء قبل وبعد وقف استعمال البنزين الخالي من الرصاص في مناطق

مدينة دمشق

الشتاء		الخريف		الموقع	
2000	1996	1999	1996		
0.17 ± 0.28	0.58 ± 10.20	0.15 ± 0.59	1.53 ± 1.63	المتوسط $\mu\text{g}/\text{m}^3$	المحافظة
0.1 – 0.54	0.34 – 1.62	0.37–0.73	0.44 – 4.24	المجال $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
0.23 ± 0.26	0.23 ± 0.79	0.09 ± 0.58	1.29 ± 1.42	المتوسط $\mu\text{g}/\text{m}^3$	العباسين
0.08–0.67	0.58 – 1.1	0.46 – 0.66	0.36–3.19	المجال $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
0.11 ± 0.17	0.34 ± 0.73	0.12 ± 0.33	0.35 ± 0.77	المتوسط $\mu\text{g}/\text{m}^3$	المزة (الأكرم)
0.05–0.29	0.45 – 1.15	0.14 – 0.47	0.33–1.08	المجال $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
1.5 ± 2.97	1.1 ± 3.0	0.2 ± 207	-	المتوسط $\mu\text{g}/\text{m}^3$	الإحدى عشرية
1.9 - 4.04	1.5 – 4.8	2.5–3.0		المجال $\mu\text{g}/\text{m}^3$	

تأثير وقف إضافة الرصاص إلى البنزين في تركيز الرصاص في الهواء في مدينة دمشق (ميكروغرام/م³)



الشكل رقم (10)

تأثير وقف إضافة الرصاص إلى البنزين في تركيز الرصاص في الهواء في أماكن مختلفة في مدينة دمشق

1-17-1 - التلوث بغاز ثنائي أكسيد الكبريت (SO₂):

يبين الجدول رقم (21) نتائج بعض القياسات متوسطة الأمد لغاز ثنائي أكسيد الكبريت (SO₂) والتي نفذت منذ فترة قريبة خلال عام 2000-2001 في موقع ساحة المحافظة في مدينة دمشق، إلى ارتفاع مستويات تركيز هذا الملوث، حيث وصلت قيمة المتوسط الساعي إلى 0.245 ppm وهي أعلى بمقدار الضعف من الحد المسموح به 0.132 ppm. كما أن عدد المرات التي تجاوز فيها المتوسط الساعي الحد المسموح به قد بلغ 142 مرة من أصل 7488 ساعة قياس خلال العام، وهو أعلى بكثير من عدد التجاوزات المسموح به فقط 24 مرة خلال العام وفقاً لمعايير منظمة الصحة العالمية ومواصفة الاتحاد الأوروبي ومقترح المعايير السورية لجودة الهواء). كما بلغت أعلى قيمة لمتوسط التركيز اليومي 0.146 ppm وهي أعلى بكثير من الحد المسموح به 0.047 ppm، وقد وصل عدد الأيام التي تجاوز فيها متوسط التركيز اليومي الحد المسموح به 85 يوم من أصل 306 أيام، (أي بنسبة 29% من مجمل أيام القياس وهذه تشكل نسبة عالية حيث أن عدد المرات المسموح فيها أن يتجاوز متوسط التركيز اليومي هو فقط 3 أيام خلال العام). كما يبين هذا الجدول أن متوسط التركيز السنوي في

هذا الموقع كان بحدود 0.037 ppm أي أعلى بمقدار الضعف تقريباً من المعيار السنوي المسموح به من قبل منظمة الصحة العالمية 0.019 ppm.

1-17-2 - التلوث بغاز احادي أكسيد الكربون CO:

ينتج غاز CO ، بشكل أساسي، من احتراق الوقود في وسائط النقل وخاصة العاملة منها على البنزين، وتشير نتائج القياسات التي جرت في هواء بعض المدن السورية أن متوسط تركيز CO (متوسط 8 ساعات) تراوح بين 2 - 20 ppm وأن عدد التجاوزات عن الحد المسموح به 9 ppm من قبل منظمة الصحة العالمية ومقترح المعايير السورية، قد تراوح بين 2% - 30 من مجمل فترات القياس في المراكز التجارية في دمشق وحلب.

1-17-3 - التلوث بأكاسيد الأزوت (NOx):

تشير نتائج القياسات القصيرة الأمد التي نفذت في عدة مواقع من المدن السورية إلى وجود تراكيز مرتفعة من أكاسيد الأزوت (NO+NO₂) ، حيث وصلت قيم المتوسطات اليومية إلى 0.3 ppm في دمشق و 0.5 ppm في حلب. كما تشير نتائج القياسات المتوسطة الأمد والتي نفذت ولمدة عام خلال الفترة مابين(2000-2001) في موقع ساحة المحافظة في مدينة دمشق إلى وجود تراكيز مرتفعة من أكاسيد الأزوت كما هو مبين في الجدول رقم (22).

الجدول رقم(21)

ملخص نتائج قياس غاز SO₂ في موقع ساحة المحافظة في مدينة دمشق خلال الفترة 2000-2001.

عدد المرات التي تم فيها تجاوز المعيار المسموح به	التركيز العياري المسموح به وفق منظمة الصحة العالمية ومقترح المواصفة السورية (ppm)	مجال قيم التراكيز المسجلة (ppm)	
142	0.132	0.005 - 0.245	المتوسط الساعي
85	0.0478	0.005 - 0.146	المتوسط اليومي
ضعف المعيار السنوي	0.019	0.024 ± 0.037	المتوسط السنوي
	0.023 ± 0.055		متوسط التركيز اليومي خلال فترة الخريف - الشتاء
	0.01 ± 0.021		متوسط التركيز اليومي خلال فترة الربيع - الصيف

الجدول رقم(22)

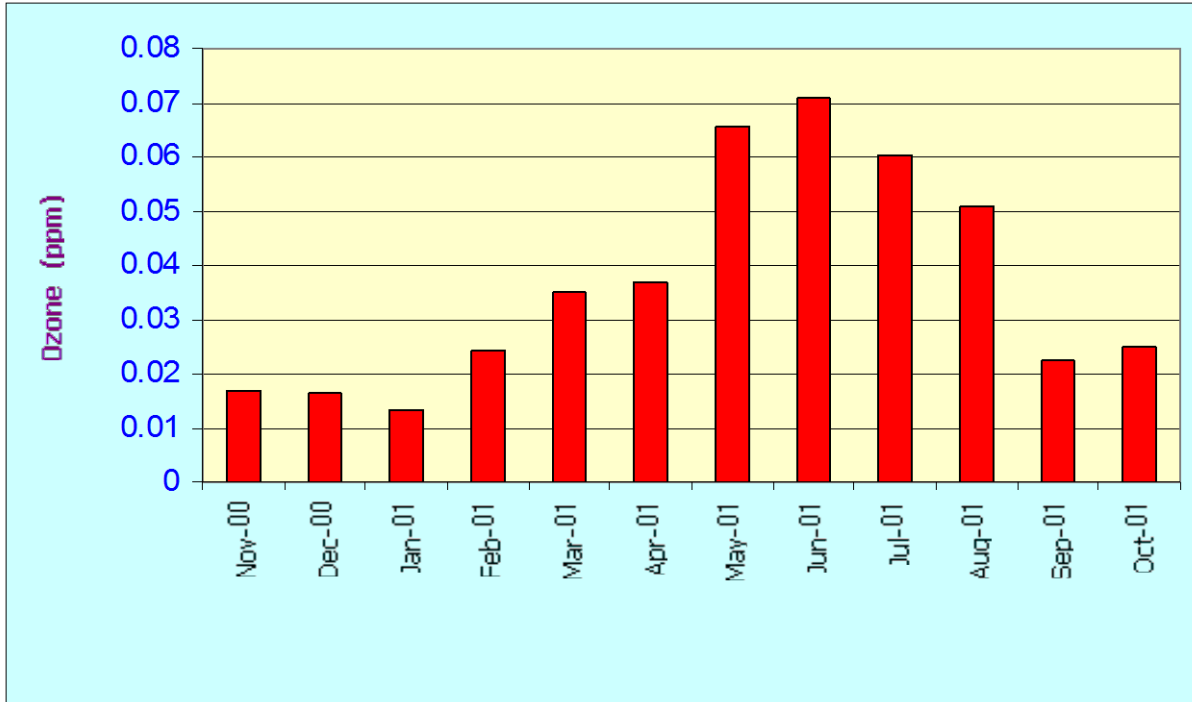
نتائج متوسط قياس التراكيز اليومية من أكاسيد الأوزون في موقع ساحة محافظة دمشق.

المتوسط	المجال	الملوث ppm
0.089 ± 0.166	0.01- 0.621	NO _x
0.029 ± 0.065	0.01- 0.215	NO ₂

وقد وصلت قيم المتوسطات الساعية من ثنائي أكسيد الأوزون (NO₂) حتى 1.2 ppm وهذه القيمة أعلى بحدود (11) ضعف من القيمة المسموح بها من قبل منظمة الصحة العالمية وقد وصل عدد التجاوزات للمتوسطات الساعية من هذا الملوث إلى 96 مرة وهو يفوق كثيراً عدد التجاوزات المسموح بها في العام 18 مرة من قبل مواصفة الاتحاد الأوروبي. كما أن متوسط التركيز السنوي لأكاسيد الأوزون (NOx) في هذا الموقع قد بلغ 0.166 ppm (وهو أعلى بحدود 10 أضعاف التركيز السنوي المسموح به وفقاً للمواصفة الأوروبية 0.016 ppm لحماية النباتات والنظام البيئي.

4-17-1- الأوزون (O₃):

لقد تم قياس تركيز غاز الأوزون في موقع ساحة المحافظة في مدينة دمشق لمدة عام كامل تقريباً خلال الفترة 2000-2001. وتشير نتائج القياس إلى ارتفاع مستويات تركيز هذا الغاز ، حيث وصل متوسط التركيز (متوسط 8 ساعات) إلى قيمة اعلى من 0.156 ppm وهي أعلى بمقدار 2.5 مرة من المعيار المسموح به من قبل منظمة الصحة العالمية وهو 0.061ppm وقد بلغ عدد المرات التي تجاوز فيها متوسط التركيز عن الحدود المسموح بها 128 مرة من أصل 634 مرة (أي بنسبة 20% من مجمل فترة القياس) ويعد هذا الرقم كبير جداً بالمقارنة مع مقترح مواصفة الاتحاد الأوروبي، حيث حددت ألا يزيد عدد التجاوزات عن 20 مرة في السنة. كما يبين الشكل رقم (11) المتوسطات الشهرية لتركيز غاز الأوزون، حيث نلاحظ أن تركيز هذا الغاز الملوث يصل إلى حدوده العظمى خلال فترة أشهر الصيف ويزداد تشكله في الهواء الملوث فوق المدينة نتيجة التفاعلات الكيميائية الضوئية الحاصلة بفعل طاقة أشعة الشمس على أكاسيد الأوزون والمركبات العضوية الناتجة عن استخدام الوقود في وسائل النقل. يبين الجدول رقم (23) ملخص نتائج قياس غاز الأوزون في موقع ساحة المحافظة في مدينة دمشق خلال الفترة 2000-2001 .



الشكل رقم (11)

المتوسطات الشهرية لتركيز غاز الأوزون في موقع ساحة المحافظة

الجدول رقم (23)

ملخص نتائج قياس غاز الأوزون في موقع ساحة المحافظة في مدينة دمشق

القياس	المجال (ppm)	المتوسط (ppm)	التركيز المسموح به وفق WHO ومقترح المعايير السورية (ppm)	عدد المرات التي تم فيها تجاوز المعيار المسموح به
8 h	0.001-0.16	0.028±0.04	0.061	128

1-17-5 - نتائج الدراسة المقدمة من مركز الدراسات البيئية لعام (2001-2006) لدراسة تلوث الهواء

إن من أهم مصادر تلوث الهواء في سوريا هو احتراق الوقود الأحفوري سواء من المصادر المتحركة كوسائل النقل أو المصادر الثابتة كالتدفئة والمنشآت الصناعية ومحطات توليد الطاقة وتوزيع الوقود وحرق النفايات.

لذلك قام مركز الدراسات البيئية بقياس ملوثات الهواء في مناطق مختلفة من دمشق خلال الأعوام (2001-2002) و(2004 - 2006) هذه المناطق ذات نشاطات بشرية مختلفة (مرورية وسكنية وتجارية)، مناطق الدراسة : 1- منطقة باب توما (الساحة العامة) 2- منطقة البرامكة (خلف كراجات بيروت) ، 3- منطقة التجارة (قرب مدرسة بسام حمشو)، 4 - منطقة المحافظة (ساحة يوسف العظمة)، 5- منطقة الميدان .

فترة الدراسة: كانت فترة الدراسة خمسة عشرة يوماً لكل موقع بالترتيب ثم العودة إلى الموقع الأول مرة أخرى بحيث تناوب على الموقع الظروف الطبيعية والمناخية نفسها خلال فترة الدراسة.

الملوثات المدروسة: غاز احادي أكسيد الكربون وثنائي أكسيد الكبريت وأكاسيد الازوت

طرائق القياس: تم إجراء القياس للملوثات الغازية بواسطة عربة مخبرية متنقلة مزودة بأجهزة لقياس الغازات بشكل أوتوماتيكي مستمر ، بحيث تأخذ قراءة القياس كل ثلاث ثواني ومرتبطة بحاسوب يقوم بحفظ هذه القياسات وأخذ متوسطات التراكيز لمدة نصف ساعة وساعة وثمانى ساعات وأربع و عشرين ساعة ، انظر الجداول (24-28).

الجدول رقم(24)

مقارنة تركيز SO₂ خلال الأعوام المدروسة

التركيز µg/m ³					المناطق المدروسة
2006	2005	2004	2001	2000	
190	40	82	88	124	باب توما
99	88	33	74	36	المحافظة
82	82	54	72	48	برامكة
75	73	32	60	45	تجارة
96	73	36	59	19	ميدان

الجدول رقم(25)

مقارنة تركيز NO₂ خلال الأعوام المدروسة

التركيز µg/m ³					المناطق المدروسة
2006	2005	2004	2001	2000	
33	61	69	48	81	باب توما
26	61	69	49	83	المحافظة

51	51	80	38	74	برامكة
31	37	61	33	54	تجارة
56	44	46	31	35	ميدان

الجدول رقم (26)

مقارنة تركيز NO_x خلال الأعوام المدروسة

التركيز $\mu\text{g}/\text{m}^3$			المناطق المدروسة
2006	2005	2004	
144	249	254	باب توما
120	306	252	المحافظة
118	135	229	برامكة
203	158	201	تجارة
137	115	156	ميدان

الجدول رقم (27)

مقارنة تركيز CO خلال الأعوام المدروسة

التركيز mg/m^3					المناطق المدروسة
2006	2005	2004	2001	2000	
6.8	2.4	4.8	10.5	10.6	باب توما
6.6	1.9	5.1	9.2	3.4	المحافظة
2.3	1.1	3.7	6.2	2.2	برامكة
2.0	1.0	4.0	6.4	2.3	تجارة
3.0	2.2	3.8	5.8	0.7	ميدان

الجدول رقم (28)

المتوسط الكلي للملوثات خلال سنوات الدراسة

التركيز mg/m^3						المناطق المدروسة
المعيار السنوي	2006	2005	2004	2001	2000	
50	106	71	47	71	54	SO ₂
40	39	51	65	40	65	NO ₂
10	4.1	1.7	4.3	7.6	3.8	CO

نلاحظ من الجدول رقم (28) أن المتوسط السنوي لكل من SO_2 و NO_2 قد تجاوز المعيار السنوي خلال الأعوام الخمسة أما تركيز CO فكان ضمن الحد المسموح به (معيار 8 ساعات).

1-18-1- التلوث الصناعي

1-18-1-1- صناعة الإسمنت:

يوجد في سوريا ثمانية مصانع لتصنيع الإسمنت متوزعة حول مدن (دمشق، حلب، حماه، حمص، طرطوس). وقد ارتفع الإنتاج السنوي من مادة الإسمنت من 1.1 مليون طن عام 1976 ليصل إلى 5.5 مليون طن عام 2007 ، ووصلت الإنتاجية بحدود 6 مليون طن عام 2008 [189,188]. تعتبر صناعة الاسمنت في الجمهورية العربية السورية من الصناعات الهامة، إلا أن إصداراتها عالية نسبياً من غاز (CO_2) الناتج عن حرق كربونات الكالسيوم واحتراق الوقود، أما العوالق المنبعثة من المداخن فتم معالجة هذه المشكلة باستعمال فلاتر الكترولستاتيكية وقماشية تعمل بكفاءة قياسية جيدة دون 150 mg/m^3 عند فوهة مدخنة الفرن إلا في حالات التوقف الطارئ للفلاتر كإجراء صيانة للفلاتر أو ارتفاع نسبة غاز CO في الفلتر الالكتروستاتيكي وتصدر عن صناعة الاسمنت بعض الغازات بنسب محددة مثل (O_2 , NO_x , H_2S والمركبات العضوية الطيارة VOC) وذلك بسبب استعمال وقود المازوت الثقيل في الأفران. علماً أن شركة عدرا لصناعة الاسمنت تستخدم الغاز كوقود للأفران، ويتم الآن استبدال الفلاتر الكهربائية بفلاتر قماشية في كافة معامل الاسمنت لتصل كفاءة التصفية إلى حدود 20 mg/m^3 في معمل عدرا وطرطوس، ففي معمل عدرا يؤدي استخدام هذه التقنية لاسترجاع 56000 طن/سنة من الاسمنت إلى خطوط الإنتاج وبالتالي تقلل إلى درجة كبيرة من الغبار المنطلق في المعمل والمناطق المجاورة وشركات الاسمنت ملزمة حالياً بتنفيذ محطات معالجة لمياه الصرف الصناعي والصحي تؤدي إلى توفير مياه نظيفة تقدر بـ 48000 م³/سنة وبالتالي الفلاتر القماشية ذات كفاءة عالية كونها لا تتأثر بارتفاع نسبة غاز احادي أكسيد الكربون، أما في معمل اسمنت طرطوس فيتم تركيب فلاتر قماشية في 40 محطة على خطوط الإنتاج منعاً من تصاعد الغبار في المعمل والمناطق المجاورة لها. وتلعب صناعة الإسمنت دوراً بالغاً في زيادة تركيز العوالق في الهواء، خاصة وأن بعض معامل الإسمنت قريبة جداً من المناطق السكنية والزراعية وتشير القياسات الحديثة أن معدل سقط الغبار Dust fall، في معمل إسمنت طرطوس، تراوح بين 77 و 518 طن/كم²/شهر ، أما في القرى المجاورة والتي تبعد عن المعمل بنحو 5/ كم وأكثر فقد وصل معدل سقط الغبار إلى قيم تراوحت بين 18 و 100

طن/كم³/شهر، ووصل سقط الغبار في المنطقة المحيطة بالمجبل إلى 635 طن/كم³/شهر ،
 علماً بأن الحد المسموح به هو 9 طن/كم³/شهر.

بلغت تراكيز الغبار سواء في منطقة المعامل أو المناطق المحيطة بها معدلات تفوق كثيراً
 المعدلات المسموح بها. وتؤثر التراكيز المرتفعة من الغبار تأثيراً بالغاً في الصحة وفي مكونات
 النظام البيئي الأخرى وبخاصة التربة والنباتات. فقد بينت القياسات التي أجريت على أشجار
 الزيتون في المناطق المحيطة بمعمل اسمنت طرطوس، أن كمية الغبار المترسبة على أوراق
 الزيتون كانت أعلى بمعدل 5 إلى 17 مرة منها في المناطق البعيدة عن المعمل، كما يؤثر غبار
 معمل إسمنت طرطوس في الزراعات الأخرى في المنطقة وخاصة الزراعة المحمية إضافة إلى
 تأثيره البالغ في الصحة، وقد أبدى سكان المنطقة المحيطة بالمعمل شكايات مرضية، وبخاصة
 الربو والأمراض الصدرية وأمراض العيون. ويبين الجدول رقم (29) تركيز العوالق الناتجة من
 صناعة الأسمنت في مناطق المعامل والمناطق القريبة منها. فعلى سبيل المثال تشير الدراسة
 التي قام بها مخبر الدراسات البيئية مع مركز الأبحاث العلمية لمعمل أسمنت برج إسلام قبل
 إغلاقه في اللاذقية أن تراكيز العوالق التي يتم إصدارها عبر المداخن التي يتم إصدارها يومياً
 إلى البيئة المحيطة قد تراوحت بين $13 - \epsilon g/m^3$.

الجدول رقم(29)

تركيز العوالق الناتجة من صناعة الأسمنت في المناطق المعامل والمناطق القريبة منها

تركيز العوالق $\mu g/m^3$			المنطقة	المعمل
قياس اول	قياس ثاني	قياس ثالث		
1844-985	678-664	341-265	منطقة المعمل	معمل اسمنت طرطوس
703-94	213-70	77-20	قرية حصين البحر	
1494-110	-	-	مساكن العمال	
756-431	387-245	-	شرق المعمل 1 كم	معمل اسمنت حلب
1067-691	273-202	-	قرية الشيخ سعيد	
4002-1685	807	-	المنطقة المحيطة بالمعمل	معمل اسمنت عدرا
497	168	-	مساكن عدرا	
688	-	-	بلدة عدرا	

المحيطة تتراوح بين 5- 18 طن في اليوم الواحد أي حوالي (1850-6660 طن) في السنة
 ، نظراً لعدم وجود وحدات فلترة أو معالجة في المعمل وبالتالي فإن هذه الإصدارات لها تأثير
 كبير على صحة الإنسان والغطاء النباتي فتسبب حساسية الجلد وأمراض الجهاز التنفسي حيث

وصلت نسبة العوالق القابلة للاستنشاق إلى حوالي 51% من العوالق الكلية الصادرة عن مدخنة المعمل. بالطبع تم اتخاذ القرار بوقف الإنتاج في معمل أسمنت برج إسلام نظراً لقلّة إنتاجه بالمقارنة مع معامل الأسمنت الأخرى في القطر ولعدم الجدوى الاقتصادية من تركيب وحدات معالجة للعوالق المنطلقة، إضافة إلى أثر موقعه على المساحات الخضراء والزراعية والسياحية في المنطقة.

1-18-2 - صناعة تكرير النفط

نظراً لقدم مصفاتي حمص وبانياس فإن وزارة النفط والثروة المعدنية تعمل على تطوير الخط التكنولوجي لهاتين المصفايتين وذلك بهدف رفع كفاءتهما والحصول على مشتقات نفطية تتسجم مع المواصفات العالمية، إلى جانب الحد من آثار التلوث الناجمة عن صناعة التكرير في سوريا فمثلاً تتأثر محافظة حمص بشكل مباشر بالإصدارات الناتجة عن المصفاة البترولية التي تتوضع على بعد أقل من (5) كم غرب المدينة فيتم حمل الملوثات الناتجة بوساطة الرياح الغربية في كل الفصول مسببة الروائح المزعجة الناتجة عن (المركبتانات، H_2S , SO_2 , NOX , والمركبات العضوية الطيارة (VOC))، وتكون تراكيز هذه الملوثات في معظم الأيام أعلى من الحد المسموح به من منظمة الصحة العالمية.

ولتلبية حاجة السوق المحلية المتزايدة من المشتقات النفطية، فإنه تجري حالياً الدراسات اللازمة لإقامة ثلاثة مصافي نفطية وفقاً لأحدث التقانات العالمية في صناعة التكرير، وهذه المصافي هي:

- مصفاة دير الزور: ستقام بشكل مصفاة مساهمة، وبطاقة إنتاجية قدرها حوالي 140 ألف برميل يومياً.
- المصفاة الصينية: ستقام في محافظة دير الزور أيضاً وبطاقة إنتاجية قدرها 70 ألف برميل يومياً.
- مصفاة الفرقلس: ستقام شرقي محافظة حمص وعلى شكل شركة مشتركة / سورية - فنزولية - إيرانية / وبطاقة إنتاجية 140 ألف برميل يومياً.

1-18-3 - محطات توليد الطاقة الكهربائية:

تفتقد محطات توليد الطاقة الكهربائية في سورية إلى الأجهزة الضرورية للحد من إصدار الملوثات الناتجة عن احتراق الوقود المستخدم فيها، حيث تنطلق منها غازات الدفيئة، SO_2 ، CO، NOX، السخام، والمعلقات التي تحوي على معادن ثقيلة مثل الفاناديوم بالإضافة إلى الهيدروكربونات مثل مركبات الـ PAH التي تحتوي على المركب المسرطن (a) benzo pyrene وتتوضع بعض هذه المحطات بالقرب من الأماكن السكنية كما هي الحال في محطة بانياس. تختلف كمية الملوثات الناتجة بحسب طبيعة الوقود المستعمل، ولا يوجد دراسات حقلية

متوفرة حول الإصدار الفعلي للملوثات الناتج عن محطات توليد الطاقة الكهربائية في سوريا ولكن تسعى الحكومة إلى استبدال النفط بالغاز الطبيعي، حيث تم تحويل بعض محطات توليد الكهرباء للعمل على الغاز الطبيعي.

2 - أهمية البحث وأهدافه

Importance of Research and its Aims

إن تلوث الهواء بالغبار والجسيمات العالقة المختلفة يعد من أخطر مصادر التلوث البيئي وخاصة على الإنسان والحيوان لأنه يدخل الجسم عن طريق التنفس ويكون على تماس مباشر مع الدم ، وتصنف هذه الجسيمات إلى صنفين رئيسيين ؛ الأول يضم الجسيمات ذات القطر أكبر من 0.3 ميكرون وتسمى TSP ، والثاني يضم الجسيمات التي يقع قطرها بين 10 ميكرون و 0.3 ميكرون (وتسمى PM_{10}) أو التي يقل قطرها عن 2.5 ميكرون (وتسمى $PM_{2.5}$) وكلاهما يعد خطراً جداً لأنه يدخل إلى الحويصلات الرئوية ويتراكم فيها مسبباً أمراضاً وأذيات للرئة تصل إلى حد تنشيط سرطانات الرئة وقد يخترق أغشيتها ليصل إلى الدم أيضاً. لقد حُددت الـ TSP والـ PM_{10} بشكل أو آخر من جهات متعددة ولكن لم يُحدد محتواها من المعادن الثقيلة؛ مما دفعنا لسد هذا النقص الهام جداً .

وقد اخترنا لدراستنا أربعة نماذج:

أ - نموذج يتعامل مباشرة مع معادن ثقيلة وسامة.

ب - نموذج يتعامل مع معادن أقل سمية وتلويثاً للبيئة .

ج - نموذج لأماكن سكنية مجاورة للمصانع والمنشآت الصناعية ومقارنتها مع أماكن سكنية بعيدة عنها.

د - نموذج لمراكز الرصد البيئي الخمسة المعتمدة في حلب .

كما طورنا طريقة جديدة لجمع عينات تلوث الهواء بالمعادن الثقيلة وذلك باستخدام المصيدة الكيميائية والتي تُحدد كل الجسيمات ذات القطر أقل من 0.3 ميكرون وكذلك أبخرة هذه الملوثات، ومقارنتها مع الطريقتين السابقتين باستخدام أجهزة الإعتيان PM_{10} و TSP.

- شهادة -

أشهد بأن العمل الموصوف في هذه الرسالة هو نتيجة بحث علمي قام به المرشح
محمود حسن إسماعيل، تحت إشراف الأستاذ الدكتور عبد العزيز رمضان وشاركته في
الإشراف الدكتورة حسنة المنديل في قسم الكيمياء من كلية العلوم في جامعة حلب.
وأي رجوع إلى بحث آخر في هذا الموضوع موثق في النص.

المشرف	المشرف المشارك	المرشح
الأستاذ الدكتور عبد العزيز رمضان	الدكتورة حسنة المنديل	محمود حسن إسماعيل

حلب في ٣٠ / ٦ / ٢٠١١ م.

CERTIFICATE

It is hereby certified that the work described in this thesis is the result of the author's own investigations under the supervision of **Prof. A. A. Ramadan** and **Dr. H MANDIL** in the department of chemistry, university of Aleppo, and any references to other research work has been acknowledged in the text.

Candidate **MAHMOUD HASSAN ISMAIL**

Directors of studies: **Prof. A. A. Ramadan**

Dr. H MANDIL

Date 30 / 6 / 2011

- تصريح -

أصرح بأن هذا البحث "

تحديد تلوث الهواء ببعض المعادن الثقيلة في مناطق صناعية في حلب
باستخدام جهاز الإعتيان TSP

**Determination of Air Pollution with Some Heavy Metals in
Industrial Zones in Aleppo Using TSP**

"لم يسبق أن قبل للحصول على أية شهادة ولا هو مقدم حالياً للحصول على شهادة
أخرى .

المرشح

محمود حسن إسماعيل

DECLARATION

**It is hereby declared that this work not already been accepted for any
degree, and it is not being submitted concurrently for any other degree.**

Candidate

MAHMOUD HASSAN ISMAIL

ALEPPO UNIVERSITY
FACULTY OF SCIENCE
Department of Chemistry



Determination of Air Pollution with Some Heavy Metals in Industrial Zones in Aleppo Using TSP

Thesis Submitted for Ph. D. Degree in Chemistry

Submitted by

MAHMOUD HASSAN ISMAIL

2011

ALEPPO UNIVERSITY
FACULTY OF SCIENCE
Department of Chemistry



Determination of Air Pollution with Some Heavy Metals in Industrial Zones in Aleppo Using TSP

Thesis Submitted for Ph. D. Degree in Chemistry

Submitted by

MAHMOUD HASSAN ISMAIL

Supervised by

Prof. Dr. A. A. RAMADAN

Prof. Dr. H MANDIL

2011

—
—

أعدھا: محمود حسن إسماعيل
 $\frac{2011}{1432}$

تحديد تلوث الهواء ببعض المعادن الثقيلة في مناطق صناعية في
حلب باستخدام جهاز الإعتيان TSP

جامعة حلب - كلية العلوم