

## دراسة التغيرات الفصلية في كمية الترسبات الغبارية و تراكيز العناصر المعدنية الثقيلة فيها بجوار الشاطئ السوري

الدكتور غياث عباس\*

الدكتور محمد أسعد\*\*

(تاريخ الإيداع 6 / 1 / 2010. قُبل للنشر في 10 / 8 / 2010)

### □ ملخص □

تناول هذا البحث تحديد كميات الترسبات الغبارية في الهواء تبعاً للتغيرات الفصلية، وتحديد تراكيز بعض العناصر المعدنية الثقيلة فيها  $Zn, Fe, Pb, Cu, Cr, Cd, As, Co$ ، وذلك في عدد من القطاعات ذات النشاطات الصناعية و السكنية على امتداد الساحل السوري. أظهرت النتائج أن كميات الترسبات الغبارية، وكذلك تراكيز العناصر المعدنية الثقيلة فيها تزداد في فترات الصيف، وتنخفض عنها قليلاً في الخريف، لتأخذ قيمة أكثر انخفاضاً في الشتاء والربيع. وللحركة المرورية وطبيعة النشاطات البشرية والمنشآت الصناعية دور أساسي في ارتفاع تراكيز بعض من العناصر المعدنية، كما في منطقة الشيخ ضاهر وسط مدينة اللاذقية. ومصفاة النفط ومعمل الاسمنت في مدينتي بانباس وطرطوس، الأمر الذي يؤثر على جودة الهواء هناك. كما لوحظ ازدياد تراكيز هذه العناصر في هواء الشاطئ المجاور في منطقة الشاطئ الأزرق الخالية من النشاطات الصناعية، و ذات الكثافة السكانية المنخفضة، ما يجعلنا نفترض أن للأمواج البحر دور في تحميل هواء الشاطئ بتلك العناصر.

**الكلمات المفتاحية:** العناصر المعدنية، تلوث الهواء، الترسبات الغبارية، الجسيمات الصلبة، العوالق الهوائية.

\* مدرس - قسم الكيمياء البحرية- المعهد العالي للبحوث البحرية- جامعة تشرين- اللاذقية - سورية.

\*\* مدرس - قسم الكيمياء البحرية- المعهد العالي للبحوث البحرية- جامعة تشرين- اللاذقية - سورية.

## Study of Seasonal Variations of Deposited Dust and their Content of Heavy Metals at Syrian Coast

Dr. Ghiasse Abbasse\*

Dr. Mohamad Assad\*\*

(Received 6 / 1 / 2010. Accepted 10 / 8 / 2010)

### □ ABSTRACT □

In this study, the deposited quantities of dusts and the concentration of metals ( Zn, Fe, Pb, Cu, Cr, Co, As, Cd) have been determined. In coastal air and their seasonal variations, in some sectors exposed to human and industrial activities along Syrian coast. The results showed that the quantities of dusts and metals increased in summer and decreased slowly in autumn to reach the lowest values in winter and spring. The transport, human activities and industrial constructions play a principal role in increasing the concentration of metals as in AL-shikh Daher, Baniyas refinery and cement factory. These sectors influence the quality of Tartous air. Additionally, it has been noticed that some metals increased near the coast especially at blue coast. However, this sector doesn't have any industrial activities and it has low population density which presumed that the sea waves contribute with charging the coastal air in some metals.

**Keywords:** Metallic elements, Air Pollution, Solid particulates, Dusted deposits, Air particulates.

---

\* Assistant Professor, Marine Chemistry Department At High Institute of Marine Researches, Tishreen University, Lattakia, Syria

\*\*Assistant Professor, Marine Chemistry Department At High Institute of Marine Researches, Tishreen University, Lattakia, Syria

**مقدمة:**

يحمل الهواء دقائق صلبة تنطلق إليه من مصادر عديدة بأحجام و أشكال مختلفة، ويتركيب كيميائي متنوع، و تنتج هذه الدقائق إما من مصادر طبيعية أو من نشاطات الإنسان المختلفة، ويلعب التركيب الكيميائي للجسيمات الملوثة للهواء دوراً كبيراً في تحديد أثرها السلبي على الكائنات والأوساط الطبيعية، ويتراوح قطرها ما بين 0.002 و 500 ميكرومتر، و يمكن لها أن تبقى عالقة في الهواء لزمان يتراوح ما بين بضع ثوان إلى عدة سنوات [1] .

تُعدُّ المواد العالقة في الهواء، ولا سيما تلك المتمثلة بالدقائق الناعمة، من أكثر ملوثات الهواء خطورةً على الإنسان. تقول وكالة حماية البيئة الأمريكية (EPA) بأنه: "خلال العقد المنصرم، تعلمنا أن الملوثات الدقيقة ولا سيما الجسيمات الدقيقة جداً، مثل الغبار (وتعرف عادةً باسم PM fine أو PM 2.5، وهي مواد دقيقة بقياس 2.5 ميكرومتر) تُشكّل أكبر خطر بيئي على الصحة العامة في الولايات المتحدة. ولقد قدّر الباحثون والأكاديميون أن التراكيز المرتفعة من الجسيمات الدقيقة مسؤولة عن عشرات الآلاف من الوفيات المبكرة في البلاد كل عام [2]. وتحتوي العوالق الهوائية على خليط من الجسيمات الأساسية الناتجة عن عمليات الاحتراق غير الكامل، وجسيمات ثانوية المنشأ تتجم عن التفاعلات الكيميائية في الغلاف الجوي، إضافةً إلى عناصر معدنية سامة مثل الرصاص، الكاديوم، الكروم والحديد وغيرها. تنتج هذه الملوثات في الغالب عن احتراق الوقود (الديزل خاصةً، إذ تتبعث العوالق عن وسائط النقل العاملة على الديزل بزيادة بين 30 و 50% عن وسائط النقل العاملة بالبنزين) [3]، وعن بعض العمليات الصناعية، وذلك إما عن طريق حرق الوقود اللازم لهذه الصناعة، أو كنتيجة عن العمليات الصناعية في خطوط الإنتاج. وتساهم صناعة النفط والإسمنت والأسمدة ومحطات توليد الطاقة في هذا التلوث بشكل رئيسي، إضافةً إلى بعض المنشآت الصغيرة مثل مجابيل الإسمنت والكسارات [4-6]. تترك العوالق تأثيرات سلبية على الصحة العامة سواءً على العاملين، أو القاطنين في المناطق المجاورة، حيث تؤدي إلى أمراض خطيرة في الجهاز التنفسي، مثل أمراض الربو والسعال والانتفاخ الرئوي وتصلب الرئة، وبالتالي إلى قصور في وظيفة الرئتين والقلب. ويتوقف تأثير العوالق على حجمها، وتعدُّ العوالق ذات الأقطار الأقل من 10 ميكرون ذات أهمية خاصة كونها قابلة للاستنشاق، وأكثرها خطورة على الإطلاق العوالق ذات القطر الأقل من 2.5 ميكرون إذ لا تحول الدفاعات التنفسية دون وصولها إلى أعماق الرئتين، كما تدمص على سطحها العناصر المعدنية ولاسيما الرصاص [7]، التي تنتقل إلى مسافات بعيدة عن مصادر تشكلها تصل تبعاً لإحجامها إلى عشرات الكيلومترات [8].

إذ تصنف هذه العوالق (الجسيمات) تبعاً لحجمها إلى مايلي [9]:

- الجسيمات المتساقطة Dust fall - يزيد قطرها عن 10 ميكرومتر

- الجسيمات العالقة الكلية Total suspended particulates - يتراوح قطرها من 0.1 إلى 10 ميكرومتر

- الجسيمات العالقة الدقيقة Fine suspended particulates - قطرها أقل من 0.1 ميكرومتر .

تُعدُّ العناصر المعدنية الثقيلة Heavy metals من أكثر الملوثات البيئية ضرراً بسبب أثرها التراكمي في أجسام الكائنات الحية، و تدخل بعض منها في تفاعلات كيميائية لينتج عنها ملوثات ثانوية تكون أحياناً أكثر سمية من العنصر الأساسي بعدة أضعاف [10] .

## أهمية البحث وأهدافه:

تعدُّ العناصر المعدنية الثقيلة من أكثر الملوثات البيئية ضرراً بسبب أثرها التراكمي الذي تشكله في أجسام الكائنات الحية، و تدخل بعض هذه العناصر في تفاعلات عديدة ينتج عنها أشكال أخرى أكثر أو أقل سمية، إلا أن معدل انبعاث هذه العناصر إلى الهواء الجوي يتزايد بشكل مستمر بفعل تزايد الأنشطة البشرية الصناعية و العمرانية ووسائل النقل و غيرها.

تصل معظم العناصر المعدنية الثقيلة إلى الغلاف الجوي من مصادر طبيعية، مثل البراكين، حرائق الغابات عوامل الحت، التعرية، إضافةً إلى ما ينتج عن الأنشطة البشرية المتنوعة نتيجة عمليات حرق الوقود في محطات الطاقة والمنشآت الصناعية المختلفة، عمليات حرق النفايات [11-12]، عمليات احتراق الزيوت المعدنية في السيارات، و ما ينتج عن احتكاك عجلات السيارات بالطرق خاصة في أثناء عمليات الفرملة [13] الخ.

يُعدُّ تراكم العناصر المعدنية في الأنسجة النباتية و الحيوانية من أكثر الظواهر خطورة، إذ تصل إلى مستوى أعلى بعدة مرات مما هو عليه في الهواء و تصبح هذه النباتات و الحيوانات ضارة و خطيرة على الإنسان عند استخدامها كغذاء، إضافةً إلى ما يدخل عن طريق جهاز التنفس من فلزات مدمصة على الدقائق الغبارية القابلة للاستنشاق، الذي يؤدي مع مرور الزمن إلى أمراض خطيرة [14].

من هنا تأتي أهمية هذا البحث في:

- تحديد كميات الترسبات الغبارية في الهواء والتغيرات الفصلية لها .
- تحديد تراكيز بعض العناصر المعدنية الثقيلة فيها ( Zn , Fe , Pb , Cu , Cr , Cd , As , Co )، ضمن قطاعات ذات النشاطات الصناعية و السكنية على امتداد الساحل السوري.
- يأتي هذا البحث ضمن مجموعة من الأبحاث المترابطة والمتسلسلة، بغرض الكشف عن علاقة التأثير المتبادلة بين البحر و هواء اليابسة، التي تساهم في زيادة تراكيز بعض العناصر والمركبات الملوثة لهواء الشاطئ.

## طرائق البحث ومواده:

تم انجاز هذا البحث في المعهد العالي للبحوث البحرية في جامعة تشرين، إذ بدأ العمل فيه بتاريخ 2008/5/27 والذي ينبغي أن ينتهي في أيار من العام 2010 م.

### 1- منطقة الدراسة:

شملت الدراسة أماكن مختلفة على الشاطئ السوري في مدينة طرطوس واللاذقية، حيث وزعت العينات على مواقع منتقاة بعناية متاخمة للشريط الساحلي، بعضها يشهد نشاطاً صناعياً، و بعضها الآخر سكنياً، وبعضها منطقة شاهدة نظيفة، موزعة كما هو مبين في الجدول(1):

الجدول (1): مناطق الدراسة ورموزها موزعة على محافظتي طرطوس واللاذقية

رمز المنطقة	عدد المستقبيلات الموضوعة:	البعد عن الشاطئ	المنطقة
ST <sub>1</sub>	4	50 م تقريباً	المعهد العالي للبحوث البحرية- اللاذقية
ST <sub>2</sub>	4	1 كم تقريباً	منطقة بسنادا السكنية - اللاذقية
ST <sub>3</sub>	4	1 كم تقريباً	منطقة الزقزقانية - اللاذقية
ST <sub>4</sub>	4	300 م تقريباً	منطقة الشيخ ضاهر - اللاذقية
ST <sub>5</sub>	4	50 م تقريباً	مصفاة النفط - بانياس
ST <sub>6</sub>	4	1 كم تقريباً	معمل الاسمنت - طرطوس
ST <sub>7</sub>	4	50 م تقريباً	منطقة مصب النفط
ST <sub>8</sub>	4	1 كم تقريباً	مدينة طرطوس (الفاصة)

## 2- الأجهزة والمواد الكيميائية المستخدمة:

- جهاز امتصاص ذري (Varian 220) يعمل بتقنيتي اللهب و الغرافيت،
- جهاز قياس الملوحة والحرارة و الناقلية (WTW)،
- أوراق ترشيح (Millipore, 0.45  $\mu$ m)،
- محاليل قياسية للعناصر ( Zn , Fe , Pb , Cu , Cr , Cd , Mn , Co ) بتركيز 1 غرام/ليتر
- حمض كلور الماء عالي النقاوة 37 % ، HCL
- حمض الآزوت عالي النقاوة ، 70 % ، HNO<sub>3</sub>

## 3- طريقة العمل:

تمت عملية جمع العينات الغبارية باستخدام أوراق ترشيح مصنوعة من نترات السيلولوز ذات قطر 9 سم ، يتم تثبيتها على أعطية عبوات بلاستيكية مصنوعة من البولي إيثيلين، على نحو يتم إزالة القسم المركزي من الغطاء و تبقى الحلقة المحيطية، حيث توضع ورقة الترشيح الدائرية ضمن هذه الحلقة، ومن ثم يعاد تثبيتها على عنق العبوة البلاستيكية، التي مسبقاً يوضع فيها أنقال من الحجارة لتمنحها ثباتاً و استقراراً بمواجهة الرياح عند وضعها في مواقع الإعتيان ( الشكل 1).

توزن أوراق الترشيح قبل تثبيتها في مكانها ، ثم توضع المستقبيلات (المصائد الغبارية)، وعددها أربع في كل موقع من مواقع الإعتيان، و لكل فصل من فصول الدراسة . باستثناء فصل الشتاء حيث بلغ عدد المستقبيلات في كل موقع بين ست عشرة وأربع وعشرين، و سيرد تفسير ذلك ضمن عرض النتائج . تم وضع المستقبيلات على نحو مستو على ارتفاع يتراوح بين 2 - 3.5 متر عن سطح الأرض، وهو ما يسمى بالطبقة الهوائية الأرضية. تترك اثنتان من هذه المستقبيلات لمدة ثلاثين يوماً والاثنتان الباقيتان لمدة ستين يوماً، ثم تجمع و توزن بعد الترسيب، ونحسب الفارق بالوزن. شملت الدراسة فصول السنة الأربعة، إذ قمنا بتطبيق نفس الطريقة. إذ تم حساب متوسط الترسيبات الغبارية لكل موقع و كل فصل بالنسبة للمستقبيلات المتروكة لمدة ثلاثين يوماً على حدا، و للمستقبيلات المتروكة لمدة ستين يوماً على حدا. عندها يمكن حساب معدلات الترسيب اليومية بدءاً من وزن الغبار المتوضع على أوراق الترشيح، ومدة الجمع ومساحة السطح المستقبل لهذه الأوراق، ومن ثم يتم معالجتها لمعرفة محتواها من العناصر الثقيلة.



الشكل(1): مصاد الترسبات الغبارية ، أطباق من نترات السيلولوز مثبتة على عبوات بلاستيكية

#### 4- تحليل العينات:

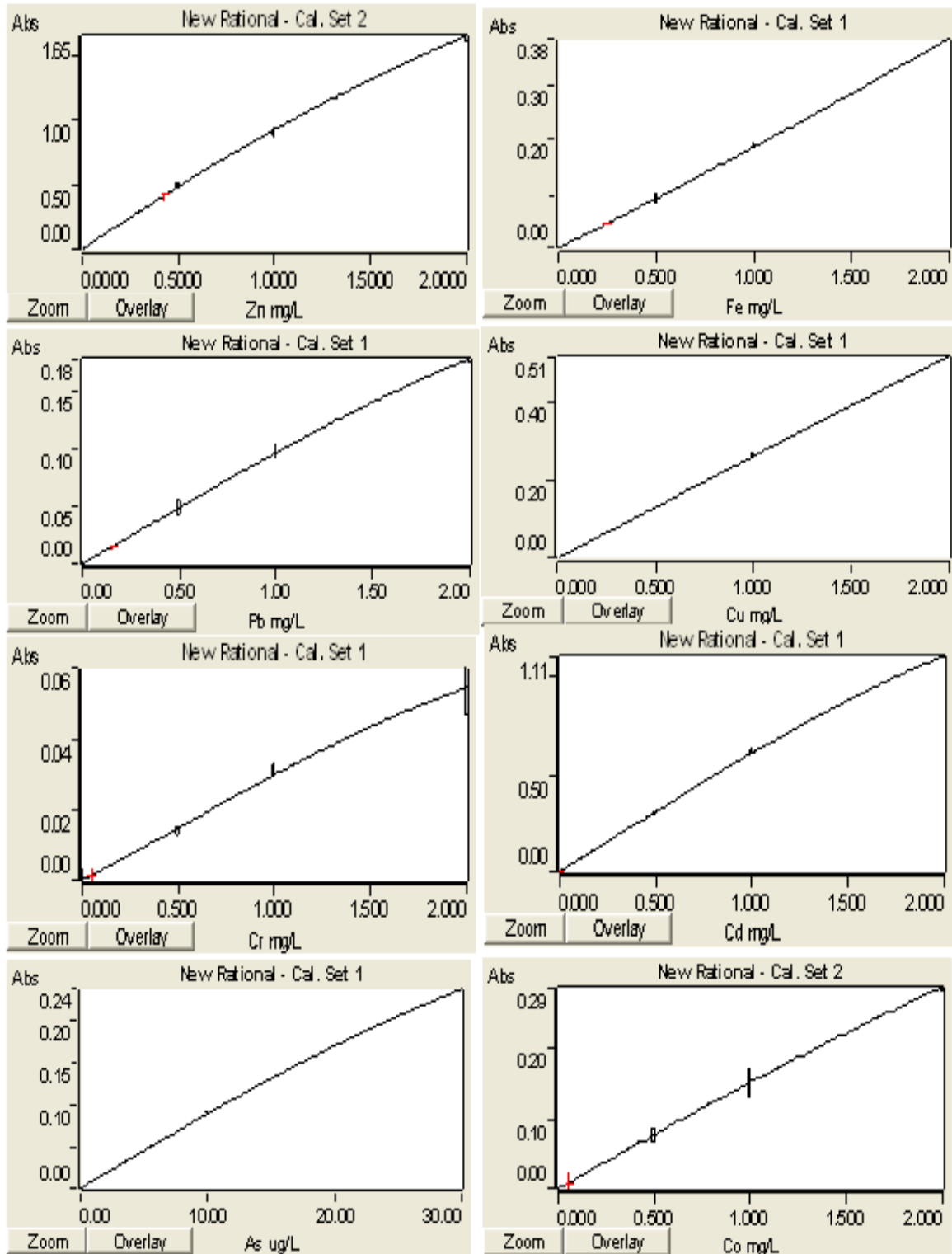
وزنت الترسبات الغبارية بعد تجفيفها ضمن فرن تجفيف موضوع على درجة الحرارة 110 درجة مئوية، حيث كانت الأوزان مختلفة بحسب كل منطقة، ومن ثم تم معالجة كل عينة بـ 10 مل من حمض الآزوت المركز حتى تمام التهضيم، ومن ثم إكمال الحجم بالماء المقطر حتى 25 مل.

تم استخدام تقنية الامتصاص الذرية لتحديد تراكيز العناصر المعدنية المدروسة، وقد استُخدم لهذا الغرض جهاز الامتصاص الذري (Atomic Absorption Spectrometry: AAS) من نوع Varian -220 . هذا الجهاز مزود بتقنيتين تحليليتين: تقنية اللهب، تستخدم هذه التقنية لتحليل العناصر المعدنية في عينات عالية التركيز نسبياً، إذ يتم حرق مزيج من الهواء وغاز الأستيلين لتوليد درجة حرارة مناسبة لحدوث الامتصاص الذري، التقنية الثانية هي تقنية الفرن الغرافيتي وهي تقنية شديدة الحساسية تعتمد على حرق غاز الأروغون لتوليد حرارة عالية تؤدي إلى تسخين فرن مصنوع من الغرافيت يتحمل درجات حرارة مرتفعة تؤدي إلى حدوث عملية الامتصاص، و قد استخدمت التقنية الثانية، أي تقنية الفرن الغرافيتي للعناصر في تحليل جميع العناصر المعدنية في الترسبات الغبارية باستثناء عنصر الزرنيخ، حيث استُخدم في تحليله نظام اللهب ومولد الهيدريد، وتمت المعايرة باستخدام محاليل عيارية خارجية. وفي الجدول 2 نبين أهم الشروط المستخدمة في جهاز الامتصاص الذري الآنف الذكر، وذلك لجميع العناصر باستثناء الزرنيخ الذي حُلل باستخدام تقنية فرن اللهب المعتمدة على احتراق غاز الأستيلين مع الهواء، و في الشكل 2 نبين المنحنيات المعيارية للعناصر المعدنية المدروسة .

الجدول (2) الشروط المستخدمة في التذرية الكهروحرارية لجهاز الامتصاص الذري Varian -220

العنصر	المرحلة	درجة	سرعة	زمن	سرعة تدفق	طول	فتحة	شدة	الزمن
--------	---------	------	------	-----	-----------	-----	------	-----	-------

التكاملية للإشارة (sec)	التيار (mA)	الشق (nm)	الموجة (nm)	(الغاز L/min)	التسخين (sec)	التسخين °C/sec	الحرارة (°C)		
5	7	0.2	357.9	3	20	5	120	التجفيف	الكروم
					10	5	600	الترميد	
					3	1	2700	التذرية	
					3	2	2800	التنظيف	
5	4	0.5	228.8	3	20	5	120	التجفيف	الكادميوم
					10	5	300	الترميد	
					3	1	1800	التذرية	
					3	2	2500	التنظيف	
5	4	0.5	324.8	3	20	5	120	التجفيف	النحاس
					10	5	500	الترميد	
					3	1	2400	التذرية	
					3	2	2500	التنظيف	
5	12	1.0	217.0	3	20	5	120	التجفيف	الرصااص
					10	5	400	الترميد	
					3	1	2300	التذرية	
					3	2	2500	التنظيف	
5	10	1.0	213.9	3	10	5	120	التجفيف	التوتياء
					5	5	700	الترميد	
					2	1	2400	التذرية	
					2	2	2400	التنظيف	
5	5	0.2	248.3	3	10	5	120	تجفيف	الحديد
					5	5	600	ترميد	
					2	1	2400	تحليل	
					2	2	2400	تنظيف	
5	7	0.2	240.7	3	10	5	120	تجفيف	الكوبالت
					5	5	1100	ترميد	
					2	1	2400	تحليل	
					2	2	2400	تنظيف	
5	10	0.5	193.7	حلل باستخدام تقنية فرن اللهب المعتمدة على احتراق غاز الأستيلين				الزرنبيخ	



الشكل (2) المنحنيات المعيارية للعناصر المعدنية المدروسة وفق التحليل بجهاز الامتصاص الذري من نوع varian -220

### النتائج والمناقشة:



امتدت فترة الدراسة من بداية صيف العام /2008/ وحتى نهاية خريف العام /2009/، وتم وضع المستقبلات الغبارية (المصائد) في كل موقع وفق طريقة العمل الواردة سابقاً، إلا أننا لاحظنا أن المستقبلات الغبارية التي تركت لمدة ستون يوماً قد تعرضت لبعض التلف بسبب طول مدة البقاء تحت تأثير العوامل الجوية وخاصة أشعة الشمس، كما لاحظنا تصلّب الغبار على ورق الترشيح وتشكيل طبقة ناعمة متماسكة صعبة العزل والتهضيم. كذلك الأمر بالنسبة لبعض المستقبلات التي وضعت خلال فصل الشتاء، فقد أصابها التلف والتشوه في بعض الأحيان، وتحسباً من أن يؤثر ذلك على دقة النتائج تم وضع مستقبلات غبارية في فصل الشتاء أكثر من بقية الفصول، وذلك كل خمسة أيام تقريباً تقريباً لسيادة ظروف جوية مستقرة أو شبه مستقرة لمدة شهر واحد، وهكذا حللت المستقبلات الشهرية غير التالفة، واستبعدت التي أصابها التشوه والتلف، لذلك نكتفي بعرض النتائج المتعلقة بالمستقبلات الغبارية الموضوعية لمدة ثلاثين يوماً فقط، و باستبعاد تلك التي تم جمعها خلال فترة سنتين يوماً.

### 1- كمية الترسبات الغبارية:

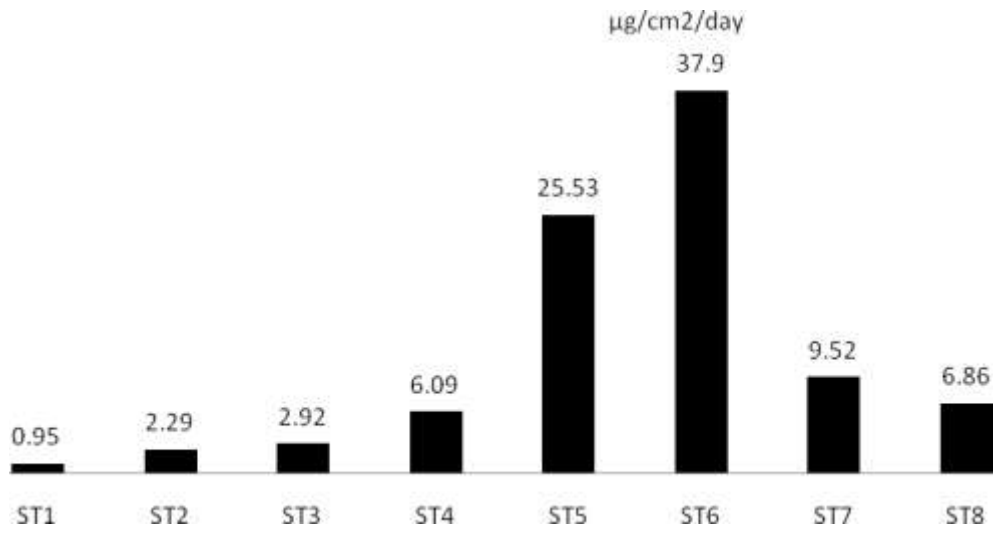
لقد تفاوتت الترسبات الغبارية بين فصل وآخر ومنطقة وأخرى، وذلك تبعاً للأنشطة البشرية والصناعية المتعلقة بكل منطقة. كما في الجدول (3) الذي يبين كمية الترسبات الغبارية على ورقة الترشيح الخاصة بكل منطقة وكل فصل، وقد تم حساب وزن الغبار المترسب على كل 1 سم<sup>2</sup> من ورقة الترشيح في اليوم الواحد، وذلك بالنسبة للعينات التي وضعت لمدة ثلاثين يوماً، مركزين الاهتمام على أن مساحة ورقة الترشيح محسوبة بالعلاقة  $\pi r^2$  حيث  $r$  يساوي 4.5 سم .

الجدول (3) التغيرات الفصلية للمتوسط اليومي للترسبات الغبارية

المتوسط اليومي للترسبات الغبارية						الموقع
مقدرة بميكروغرام/سم <sup>2</sup> /يوم						
خريف 2009	صيف 2009	ربيع 2009	شتاء 2009/2008	خريف 2008	صيف 2008	
1.095	1.502	0.691	0.432	0.981	1.012	ST <sub>1</sub>
2.284	2.198	0.463	0.291	2.011	6.519	ST <sub>2</sub>
2.699	5.804	0.668	0.386	3.212	4.723	ST <sub>3</sub>
2.835	15.513	0.963	0.522	3.944	12.789	ST <sub>4</sub>
26.054	28.221	18.182	11.016	33.325	36.402	ST <sub>5</sub>
36.363	52.805	24.952	19.864	44.342	49.055	ST <sub>6</sub>
10.001	11.563	7.877	4.665	10.991	12.045	ST <sub>7</sub>
6.983	10.021	1.114	0.861	7.023	15.134	ST <sub>8</sub>

يبين الشكل (3) المتوسط اليومي للترسبات الغبارية خلال فترة الدراسة كاملة، إذ يبدو واضحاً أن المناطق التي تشهد نشاطاً صناعياً كثيفاً ، تزداد فيها كمية الترسبات الغبارية ، وفي مقدمتها منطقة معمل الأسمنت ومصفاة النفط، و من ثم منطقة المصب التي يتأثر الهواء فيها بعمل المنشآت الصناعية من مصفاة النفط والمحطة الحرارية ومعمل الاسمنت تبعاً لسرعة الرياح واتجاهها. و تأتي المواقع السكنية الأخرى في المرتبة التالية من حيث كميات الترسبات الغبارية، لكن ما يمكن ملاحظته، هو أن موقع الإعتيان المختار في مدينة طرطوس (منطقة الفقاسة)، ازدادت فيه كمية الترسبات الغبارية عما هو عليه في القطاعات السكنية في اللاذقية، الأمر الذي يمكن أن يعزى إلى قرب المنشآت الصناعية وعلى رأسها معمل الاسمنت من مدينة طرطوس أكثر من قريها من مدينة اللاذقية. وكما هو ملاحظ فإن

منطقة المعهد العالي للبحوث البحرية هي الأدنى في معدل الترسبات الغبارية، وذلك بسبب بعدها عن مصادر الانبعاث، و ندرة النشاطات البشرية المؤدية لانتشار الغبار، فيما أن الترسبات الغبارية في منطقتي معمل الأسمنت و مصفاة النفط هما الأعلى، بسبب أن المنشآت الصناعية القريبة تعمل على مدار الساعة، و خصوصاً معمل الأسمنت الذي يقوم بطحن كميات كبيرة من الفلزات التي تنتشر كميات كبيرة من الغبار في المناطق المحيطة. و من بين المواقع ذات الطابع السكني (ST<sub>1</sub> ، ST<sub>2</sub> ، ST<sub>3</sub> ، ST<sub>4</sub> ، ST<sub>8</sub>)، نلاحظ أن معدل الترسبات الغبارية يزداد في الأماكن التي تشهد نشاطاً بشرياً ملحوظاً (منطقة الشيخ ظاهر، مدينة طرطوس)، حيث تنشط الحركة المرورية، والنشاطات التجارية، مما يسبب مزيداً من الانبعاثات.

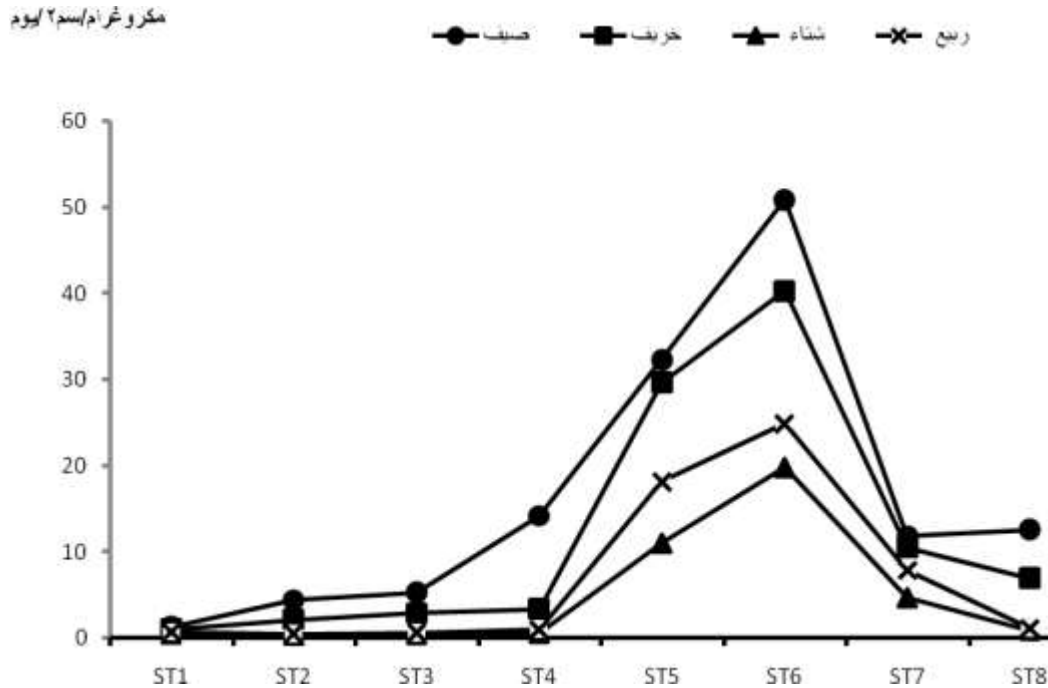


الشكل (3) المتوسط اليومي للترسبات الغبارية في مواقع الدراسة خلال فترة الدراسة من 2008/6/1 حتى 2009/11/1

يبين الشكل (4) المتوسط اليومي للترسبات الغبارية خلال الفصول التي شملتها الدراسة، إذ إنه تم أخذ متوسط قيم فصلي صيف 2008 وصيف 2009، ومتوسط قيم فصلي خريف 2008 و خريف 2009، وبما أن عمليات الاعتيان لم تتم إلا مرة واحدة فقط في فصلي الربيع والشتاء، فقد تم أخذ القيم المتعلقة بهذه الفصول كما هي.

نلاحظ أن كمية الترسبات الغبارية في فصل الصيف لجميع مناطق الدراسة تمثل القيم الأعلى، ومن ثم تتناقص تدريجياً في فصل الخريف وتخفض أكثر في فصل الربيع، لتأخذ قيمها الدنيا في فصل الشتاء، الأمر الذي يمكن تفسيره من خلال أمرين: الأول هو أن الأنشطة البشرية في فصل الصيف تشهد ازدياداً، مما يسهم في تزايد كمية الجسيمات الصلبة في الهواء، والأمر الثاني هو ازدياد رطوبة الهواء النسبية في فصلي الشتاء و الربيع، مما يجعل من الجسيمات الصلبة الموجودة في الهواء نوىً لعمليات تكاثف [15]، و بالتالي يزداد وزن تلك الجسيمات و تتساقط إلى الأسفل، أي باتجاه سطح الأرض، و للوهلة الأولى يبدو أنه بموجب هذا التفسير يجب أن تزداد كمية الترسبات الغبارية على أوراق الترشيح المعدة كمصائد للغبار، لكن ما يحدث حقيقةً أن عمليات التكاثر التي تكسب معها

إلى الأسفل الجسيمات الصلبة تتم بفعالية مع بداية التغيرات الفصلية المترافقة بزيادة درجة رطوبة الهواء الجوي، بينما مصائد الغبار المعدة لهذا العمل كانت توضع في الفترة الزمنية من الفصل التي تشهد استقراراً في العوامل الجوية.



الشكل (4) المتوسط اليومي للترسبات الغبارية خلال فصول السنة

بإمكاننا أيضاً أن نلاحظ أن الفروقات الفصلية في كمية الترسبات الغبارية في منطقة معمل الاسمنت ومصفاة النفط ومنطقة مصب النفط ليست بالفروقات الكبيرة كما هو الحال في بقية المناطق، وذلك بسبب كون هذه المناطق تحتوي على منشآت صناعية دائمة العمل، وبوتيرة عالية مما يجعل انبعاث الجسيمات الصلبة مستمراً، بينما في القطاعات السكنية تزداد النشاطات البشرية في فصلي الصيف والخريف عما هو عليه في بقية الفصول. والملاحظة الأخرى المهمة هي أن الفروقات الفصلية في كمية الترسبات الغبارية في موقع الشاطئ الأزرق (المعهد العالي للبحوث البحرية) على انخفاضها قياساً على المواقع الأخرى فإنها فروقات على الأقل لا تبدو كبيرة، الأمر الذي يدفع بنا إلى افتراض أن أمواج البحار عند ارتطامها بالصخور الشاطئية، تؤدي إلى تشكل أيروزولات تحتوي على مكونات معدنية وغيرها، الأمر الذي يقضي بضرورة متابعة العمل و البحث ضمن هذا المحور.

#### تراكيز العناصر الثقيلة في الدقائق الغبارية:

لدى معالجة الدقائق الغبارية بحمض الأزوت (10 مل) وبتراكيز (65%) لم نلاحظ أية صعوبة في عملية التهضيم إذ أن هذه الدقائق ناعمة جداً، وبالتالي تم تهضمها بسهولة بواسطة الحمض وتحويلها إلى الحالة السائلة حيث استمرت عملية التهضيم أربع ساعات، استخدمنا خلالها التسخين حتى الدرجة 60 درجة مئوية، وذلك لضمان انحلال جميع الدقائق الغبارية. وفي هذه الحالة تم حقن كل عينة باستخدام جهاز الامتصاص الذي بعد إجراء عملية المعايرة لكل عنصر باستخدام محاليل عيارية دقيقة. وقد تم عرض نتائج التحليل في الجدول (4-5) و الشكل (5)،

الذي يبين متوسط تراكيز العناصر المعدنية في الترسبات الغبارية خلال فترة الدراسة من 2008/6/1 حتى 2009/11/1 في مواقع الدراسة مقدر ب  $\mu\text{g/g}$ . وقد كانت العناصر المحللة هي التوتياء، الحديد، الرصاص، النحاس، الكروم، الكاديوم، الزرنيخ و الكوبالت.

إن تراكيز العناصر المعدنية المدروسة سجلت فروقات واضحة بحسب منطقة الإعتيان، فالمنطقة ST1 والتي تقع بجوار المعهد العالي للبحوث البحرية حيث الأنشطة البشرية قليلة والكثافة السكانية كذلك، لوحظ فيها انخفاض في تراكيز معظم العناصر المعدنية مقارنة مع مناطق الإعتيان الأخرى، حتى إن تراكيز بعض العناصر مثل الكاديوم، الكوبالت و الزرنيخ كانت دون عتبة الكشف في جهاز الامتصاص الذري المستخدم، إلا أن هناك عدداً من العناصر المعدنية الأخرى كالتوتياء والحديد والنحاس التي كانت تراكيزها في هذا الموقع قريبة جداً من تلك التي في المواقع ST<sub>2</sub> ، ST<sub>3</sub> ، ST<sub>4</sub> ذات الطابع السكني والتجاري، بل أحياناً ازدادت عنها كما هو الحال مع عنصر الحديد الذي بلغ تركيزه في هذا الموقع (0.53 ميكروغرام/ غرام)، و هو يُعد مرتفعاً نسبياً بالنسبة لمنطقة مثل الشاطئ الأزرق، على الرغم من أن وجود الموقع ST<sub>1</sub> جغرافياً شمال المدينة يمنعنا من افتراض أن التيارات الهوائية السائدة في المنطقة هي المسؤولة عن نقل جسيمات تلك العناصر من داخل المدينة إلى منطقة الشاطئ، فالرياح السائدة هي الرياح الغربية والشمالية الغربية في غالب الأحيان، ونادراً ما تكون رياحاً غربية جنوبية. وبالتالي يدفعنا هذا إلى افتراض وجود مصدر آخر لتلك الجسيمات، ونحن نعتقد أن أمواج البحر عند ارتطامها بالشاطئ تؤدي إلى تطاير رذاذ يسمى بالايروزولات إلى هواء الشاطئ، إذ تحتوي هذه الايروسولات على عدد من المركبات و العناصر المعدنية .

كانت تراكيز معظم العناصر المعدنية المدروسة في الموقع ST<sub>3</sub> (الزرقانية) أكبر منها في الموقع ST<sub>3</sub> (بسنادا)، باستثناء عنصر الرصاص فكانت تراكيزه متساوية في كلا الموقعين، وربما كان يعود ذلك إلى كون منطقة الزرقانية تشهد حركة مرور، وانتشاراً في بعض الورشات الحرفية أكثر من منطقة بسنادا السكنية. إلا أن الموقع ST<sub>4</sub> قد تميز بارتفاع في تراكيز معظم العناصر المعدنية المدروسة عن تلك التي في مدينة اللاذقية ST<sub>1</sub> ، ST<sub>2</sub> و ST<sub>3</sub> ، ومن المؤكد أن السبب في ذلك يعود إلى كثافة واضحة في الحركة المرورية والنشاطات البشرية المتنوعة في منطقة الشيخ ضاهر .

سجلت أعلى قيم في تراكيز العناصر المعدنية المدروسة كافةً في مواقع الإعتيان ST<sub>5</sub> ، ST<sub>6</sub> بالقرب من معمل الاسمنت ومصفاة النفط، ويأتي بعدهما الموقع ST<sub>7</sub> في منطقة المصب، المتأثرة بالنشاطات الصناعية في معمل الاسمنت والمحطة الحرارية ومصفاة النفط، لكن إذا ما قارنا بين تراكيز العناصر المعدنية في كلا الموقعين ST<sub>5</sub> و ST<sub>6</sub> فإننا نلاحظ أن تراكيز العناصر التالية: الحديد، التوتياء، الكروم والكوبالت في الموقع ST<sub>6</sub> (محيط معمل الاسمنت) أكبر منها في الموقع ST<sub>5</sub> (محيط مصفاة النفط)، والسبب في ذلك يعود إلى أن

الجدول (4):التغيرات الفصلية لتراكيز العناصر المعدنية في الترسبات الغبارية خلال فترة الدراسة

من 2008/6/1 حتى 2009/11/1 مقدر ب  $\mu\text{g/g}$

القيمة الوسطى والانحراف	Zn
-------------------------	----

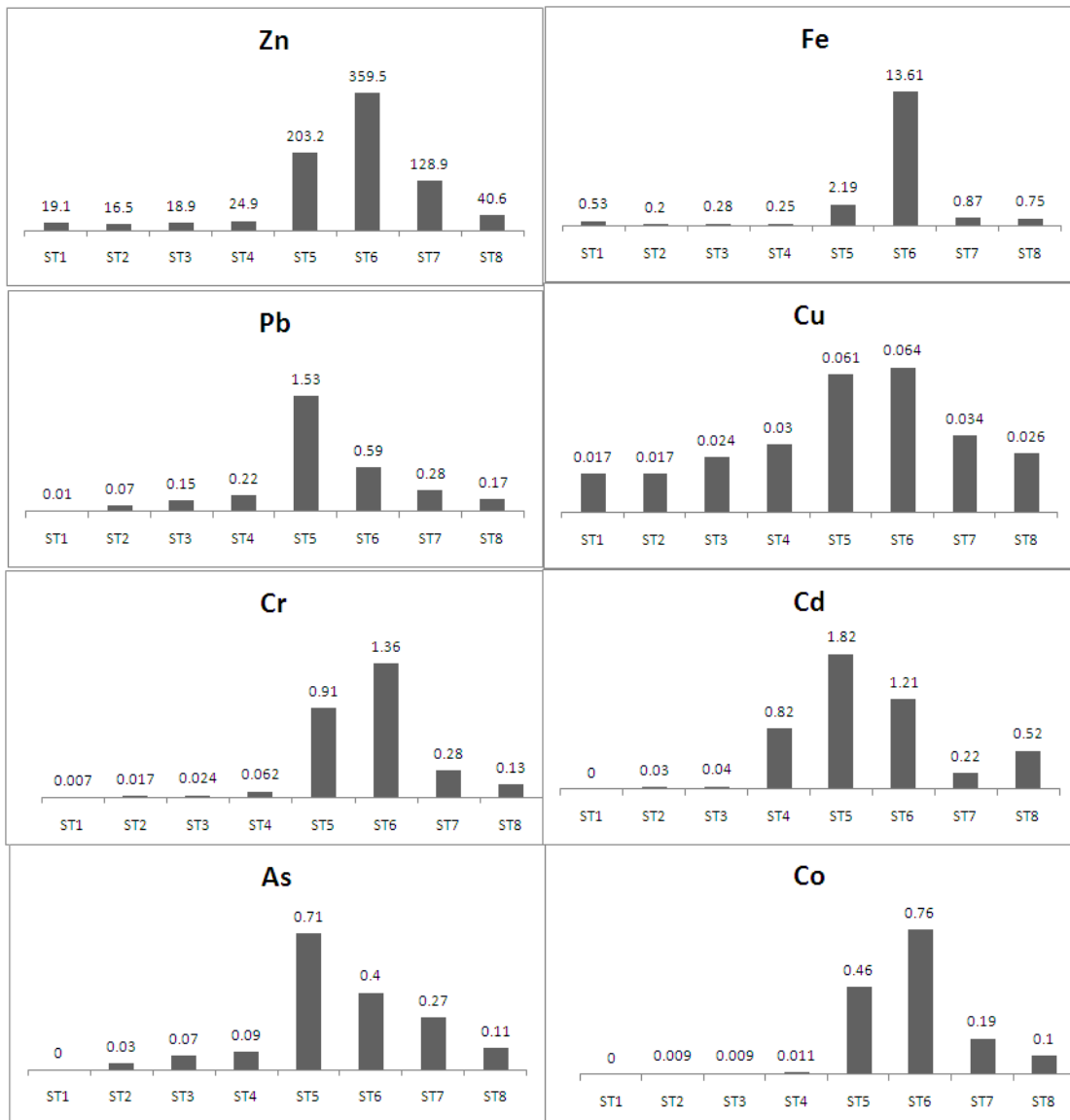
المعيار	الفصل						
	خريف 2009	صيف 2009	ربيع 2009	شتاء 2009/2008	خريف 2008	صيف 2008	الفصل
19.100±1.84	19.5	20.8	16.1	18.3	18.6	21.1	ST1
16.500±4.65	18.6	21.9	11.5	10.1	17.4	19.3	ST2
18.900±3.53	17.8	17.2	18.7	14.2	21.1	24.5	ST3
24.900±7.43	29.4	31.5	18.6	12.9	28.2	29.1	ST4
203.200±125.73	299.3	366.8	124.9	106.6	351.5	390.3	ST5
359.500±128.21	237.7	315.4	161.1	123.7	398.1	443.2	ST6
128.900±44.92	148.9	153.7	99.4	60.4	187.9	123.3	ST7
40.600±18.74	31.1	35.3	18.5	34.8	51.7	72.1	ST8
القيمة الوسطى والانحراف المعياري	Fe						
	خريف 2009	صيف 2009	ربيع 2009	شتاء 2009/2008	خريف 2008	صيف 2008	الفصل
0.133±0.07	0.21	0.23	0.06	0.07	0.11	0.12	ST1
0.203±0.08	0.19	0.22	0.14	0.09	0.27	0.31	ST2
0.278±0.10	0.27	0.38	0.19	0.14	0.28	0.41	ST3
0.255±0.12	0.24	0.31	0.15	0.09	0.36	0.38	ST4
2.188±0.77	2.62	2.74	1.33	1.08	2.65	2.71	ST5
13.606±6.70	15.65	16.77	7.98	3.87	14.69	22.68	ST6
0.873±0.64	1.03	1.38	0.09	0.05	1.29	1.4	ST7
0.752±0.55	1.22	1.27	0.18	0.14	0.47	1.23	ST8
القيمة الوسطى والانحراف المعياري	Pb						
	خريف 2009	صيف 2009	ربيع 2009	شتاء 2009/2008	خريف 2008	صيف 2008	الفصل
0.010±0.01	0.01	0.03	0	0	0.01	0.01	ST1
0.073±0.04	0.09	0.12	0.04	0.01	0.07	0.11	ST2
0.145±0.07	0.17	0.18	0.09	0.04	0.18	0.21	ST3
0.222±0.08	0.24	0.31	0.15	0.09	0.26	0.28	ST4
1.153±0.67	1.62	1.74	0.33	0.27	1.35	1.61	ST5
0.592±0.17	0.65	0.77	0.41	0.35	0.69	0.68	ST6
0.283±0.11	0.31	0.38	0.19	0.13	0.29	0.4	ST7
0.170±0.09	0.22	0.27	0.08	0.05	0.17	0.23	ST8
القيمة الوسطى والانحراف المعياري	Cu						
	خريف 2009	صيف 2009	ربيع 2009	شتاء 2009/2008	خريف 2008	صيف 2008	الفصل
0.017±0.01	0.023	0.037	0.008	0.008	0.009	0.014	ST1
0.017±0.01	0.019	0.028	0.003	0.001	0.023	0.026	ST2
0.024±0.01	0.033	0.039	0.011	0.009	0.021	0.033	ST3
0.030±0.01	0.028	0.038	0.018	0.011	0.039	0.045	ST4
0.061±0.02	0.053	0.079	0.044	0.032	0.074	0.086	ST5
0.064±0.03	0.065	0.076	0.032	0.027	0.093	0.091	ST6
0.034±0.02	0.042	0.053	0.014	0.009	0.038	0.047	ST7
0.026±0.02	0.031	0.038	0.009	0.004	0.032	0.041	ST8
القيمة الوسطى والانحراف المعياري	Cr						

الفصل	صيف 2008	خريف 2008	شتاء 2009/2008	ربيع 2009	صيف 2009	خريف 2009
ST1	0.01	0	0	0	0.02	0.01
ST2	0.026	0.023	0.002	0.003	0.028	0.019
ST3	0.033	0.021	0.009	0.01	0.039	0.033
ST4	0.11	0.08	0.011	0.018	0.09	0.06
ST5	1.18	1.02	0.53	0.71	1.07	0.93
ST6	1.92	1.43	0.46	0.62	2.24	1.49
ST7	0.36	0.29	0.08	0.12	0.51	0.32
ST8	0.19	0.14	0.06	0.07	0.2	0.12
القيمة الوسطى والانحراف المعياري						
Cd						
الفصل	صيف 2008	خريف 2008	شتاء 2009/2008	ربيع 2009	صيف 2009	خريف 2009
ST1	0	0	0	0	0	0
ST2	0.07	0.04	0	0.01	0.05	0.06
ST3	0.05	0.05	0.01	0.03	0.07	0.05
ST4	1.19	1.01	0.22	0.27	1.15	1.07
ST5	3.37	2.04	0.63	0.85	2.28	1.76
ST6	1.87	1.05	0.41	0.52	2.04	1.37
ST7	0.45	0.26	0.07	0.11	0.31	0.12
ST8	0.88	0.65	0.04	0.06	0.91	0.59
القيمة الوسطى والانحراف المعياري						
As						
الفصل	صيف 2008	خريف 2008	شتاء 2009/2008	ربيع 2009	صيف 2009	خريف 2009
ST1	0	0	0	0	0	0
ST2	0.06	0.03	0	0.01	0.05	0.05
ST3	0.11	0.06	0.01	0.02	0.15	0.07
ST4	0.14	0.09	0.01	0.03	0.17	0.08
ST5	1.03	0.87	0.03	0.08	1.23	1
ST6	0.96	0.73	0.05	0.06	0.31	0.26
ST7	0.52	0.33	0.01	0.04	0.49	0.22
ST8	0.18	0.09	0.01	0.02	0.21	0.16
القيمة الوسطى والانحراف المعياري						
Co						
الفصل	صيف 2008	خريف 2008	شتاء 2009/2008	ربيع 2009	صيف 2009	خريف 2009
ST1	0	0	0	0	0	0
ST2	0.012	0.009	0	0.001	0.018	0.013
ST3	0.014	0.007	0	0.001	0.016	0.016
ST4	0.016	0.011	0.002	0.003	0.018	0.014
ST5	0.76	0.61	0.09	0.11	0.69	0.51
ST6	1.22	0.96	0.16	0.24	1.09	0.89
ST7	0.28	0.2	0.05	0.08	0.31	0.22
ST8	0.19	0.024	0.01	0.04	0.16	0.19

أكاسيد هذه العناصر تدخل في تركيب الإسمنت نفسه، وفي تركيب المواد الأولية الداخلة في صناعة الإسمنت. بينما نجد العكس فيما يخص الرصاص والكاديميوم والزرنيخ، إذ إن تراكيزها كانت أعلى في الموقع ST<sub>5</sub>، وهذا يعود

إلى احتواء المواد النفطية في مصفاة النفط على مركبات تلك العناصر. كما أن تراكيز النحاس كانت متقاربة في كلا الموقعين.

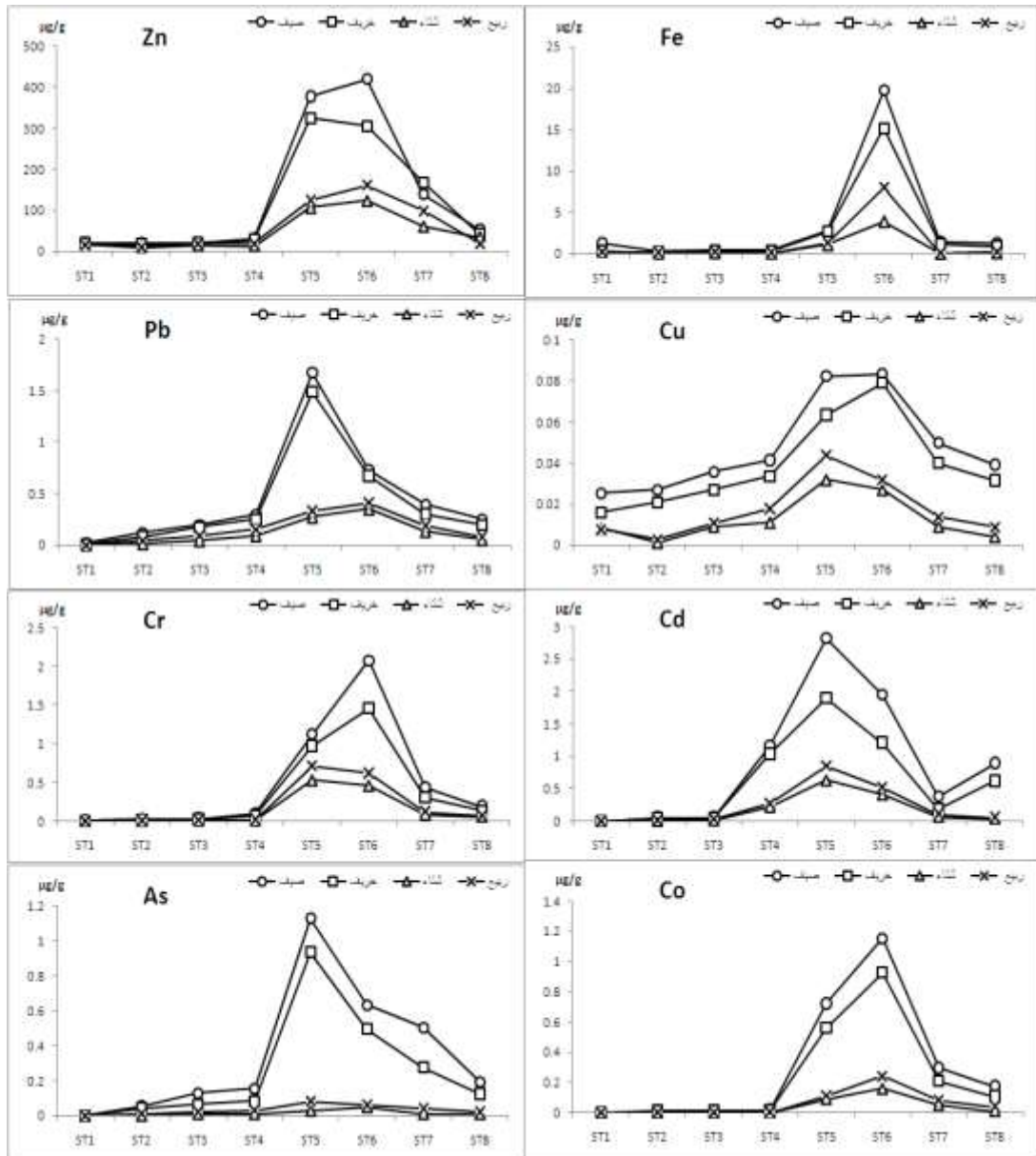
نلاحظ إن تراكيز بعض العناصر المعدنية المدروسة: الكاديوم، الكوبالت، الزرنيخ، الكروم، الحديد والتوتياء في الموقع ST<sub>8</sub> في مدينة طرطوس ذي الطابع السكني والتجاري، سجلت قيمةً مرتفعةً عن مثيلاتها ST<sub>2</sub> ، ST<sub>3</sub> ، ST<sub>4</sub> في مدينة اللاذقية، و يمكن أن يعزى ذلك إلى تأثيرها بالتيارات الهوائية المحملة بالدقائق الصلبة القادمة من المنشآت الصناعية: مصفاة النفط ومعمل الإسمنت والمحطة الحرارية من اتجاه الشمال، إضافةً إلى ما ينتج عن النشاطات البشرية في منطقة الاعتيان نفسها.



الشكل (5): متوسط تراكيز العناصر المعدنية في الترسبات الغبارية خلال فترة الدراسة من 2008/6/1 حتى 2009/11/1 مقدر ب  $\mu\text{g/g}$

يبين الشكل (6) التغيرات الفصلية لتراكيز العناصر المعدنية المدروسة في الترسبات الغبارية خلال فترة الدراسة من 2008/6/1 حتى 2009/11/1 في مواقع الدراسة، إذ إنه من الملاحظ أن ما ينطبق على تغيرات كميات الترسبات الغبارية خلال فصول السنة ينطبق على تغيرات تراكيز العناصر المعدنية الثقيلة فيها، التي كانت تراكيزها

مرتفعة إجمالاً في فصل الصيف، لتتخف قليلاً في الخريف مع وجود بعض الاستثناءات الطفيفة جداً في بعض المواقع، أما في فصلي الشتاء والربيع فإن الانخفاض في تراكيز العناصر المعدنية المدروسة يكون ملحوظاً عما هو عليه في بقية الفصول، و يعود ذلك كما هو الحال مع الترسبات الغبارية إلى ازدياد في معدلات الرطوبة النسبية للهواء الجوي، مما يساهم في تسارع عمليات الترسب إلى سطح الأرض.



الشكل (6): التغيرات الفصلية في تراكيز العناصر المعدنية في الترسبات الغبارية

الجدول (5): بعض القيم الإحصائية للعناصر المدروسة خلال فترة الدراسة



	Mean	Range	Minimum	Maximum	Count
Zn ( $\mu\text{g/g}$ )	100.2521	433.1	10.1	443.2	48
Fe ( $\mu\text{g/g}$ )	2.28625	22.63	0.05	22.68	48
Pb ( $\mu\text{g/g}$ )	0.331042	1.74	0	1.74	48
Cu ( $\mu\text{g/g}$ )	0.034042	0.092	0.001	0.093	48
Cr ( $\mu\text{g/g}$ )	0.348229	2.24	0	2.24	48
Cd ( $\mu\text{g/g}$ )	0.584167	3.37	0	3.37	48
As ( $\mu\text{g/g}$ )	0.208958	1.23	0	1.23	48
Co ( $\mu\text{g/g}$ )	0.192813	1.22	0	1.22	48

يبين الجدول 6 قيم معاملات الارتباط بين مختلف العناصر المدروسة خلال فترة الدراسة كلها في كافة المواقع التي شملتها الدراسة ، والملاحظ أن هذه القيم في غالب الأحيان كانت مرتفعة وإيجابية، وهذا على الأرجح مرجعه إلى تشابه العوامل الطبيعية والمناخية في مواقع الدراسة، لكننا لا نستطيع أن نحكم على طبيعة مصادر هذه العناصر ومدى انتماءها إلى مصادر متشابهة أو متباينة، و ذلك بسبب أن مواقع الاعتيان التي شملتها الدراسة كانت على مسافات كبيرة عن بعضها باستثناء المواقع في مدينة اللاذقية (ST1-ST4). لهذا السبب قمنا بحساب معاملات الارتباط بين تراكيز العناصر المدروسة في المواقع الأربعة السابقة في مدينة اللاذقية، و يبين الجدول 7 هذه المعاملات و تغيراتها خلال الفصول التي تناولتها الدراسة .

الجدول (6): قيم معاملات الارتباط بين مختلف العناصر المدروسة خلال فترة الدراسة كلها في كافة المواقع

Co	As	Cd	Cr	Cu	Pb	Fe	zn	
							1.000	zn
							0.905	Fe
						0.412	0.708	Pb
					0.895	0.752	0.931	Cu
				0.961	0.786	0.882	0.984	Cr
			0.790	0.896	0.929	0.495	0.701	Cd
		0.885	0.812	0.909	0.985	0.762	0.762	As
1.000	0.789	0.752	0.996	0.946	0.749	0.898	0.992	Co

تشير دراسة معاملات الارتباط بين العناصر المدروسة في مدينة اللاذقية إلى ما يلي:  
 أولاً: جميع معاملات الارتباط بين العناصر المدروسة في الفترة بين صيف 2008 و خريف 2008 إيجابية وتراوحت بين قيم متوسطة وعالية، وهذا يعني أن هناك مصادر مشتركة مسؤولة عن هذه العناصر، وربما كانت النشاطات البشرية هي تلك المصادر.

ثانياً: معاملات الارتباط في شتاء 2009/2008 بين التوتياء وبقية العناصر باستثناء النحاس كانت سلبية، وهذا يدل على أن مصادر النحاس والتوتياء مختلفة عن مصادر بقية العناصر، وربما كانت الأمواج البحرية هي المصدر للنحاس والتوتياء، بينما بقية العناصر ( الرصاص، الكروم، الكاديوم، الزرنيخ، الحديد والكوبالت) التي كانت معاملات الارتباط فيما بينها قوية تنتمي إلى مصادر متشابهة.

ثالثاً: معاملات الارتباط بين العناصر في الفترة بين ربيع 2009 و حتى خريف 2009 كانت ايجابية وتراوحت بين قيم عالية ومتوسطة ونادراً ما كانت منخفضة، باستثناء معامل ارتباط النحاس مع الكوبالت في صيف 2009 كان سلبياً و ربما كان السبب في ذلك نشاط بشري ما طارئ أدى إلى ذلك.

الجدول (7): قيم معاملات الارتباط بين مختلف العناصر المدروسة خلال الفصول التي شملتها الدراسة في المواقع (ST1-ST4) في اللاذقية

صيف ٢٠٠٨								
Co	As	Cd	Cr	Cu	Pb	Fe	zn	
							1.000	zn
							0.563	Fe
						0.906	0.848	Pb
				0.908	0.989	0.864	0.847	Cu
			0.984	0.820	0.745	0.574	0.895	Cr
		0.706	0.820	0.983	0.998	0.933	0.810	As
1.000	0.942	0.550	0.681	0.911	0.919	0.972	0.572	Co
خريف ٢٠٠٨								
Co	As	Cd	Cr	Cu	Pb	Fe	zn	
							1.000	zn
							0.693	Fe
						0.895	0.895	Pb
					0.886	0.945	0.831	Cu
				0.976	0.877	0.861	0.915	Cr
			0.965	0.885	0.800	0.700	0.952	Cd
		0.800	0.896	0.921	0.994	0.937	0.868	As
1.000	0.836	0.624	0.806	0.915	0.773	0.974	0.558	Co
شتاء ٢٠٠٨/٢٠٠٩								
Co	As	Cd	Cr	Cu	Pb	Fe	zn	
							1.000	zn
							-0.237	Fe
						0.262	-0.272	Pb
					0.654	0.186	0.535	Cu
				0.641	0.930	0.598	-0.282	Cr
			0.719	0.595	0.924	-0.126	-0.190	Cd
		0.612	0.976	0.730	0.857	0.677	-0.110	As
1.000	0.577	0.999	0.689	0.575	0.907	-0.167	-0.191	Co
ربيع ٢٠٠٩								
Co	As	Cd	Cr	Cu	Pb	Fe	zn	
							1.000	zn
							0.286	Fe
						0.699	0.595	Pb
					0.828	0.283	0.864	Cu
				0.882	0.995	0.638	0.658	Cr
			0.899	0.874	0.874	0.273	0.512	Cd
		0.831	0.982	0.782	0.996	0.758	0.563	As
1.000	0.923	0.950	0.934	0.760	0.940	0.511	0.383	Co
صيف ٢٠٠٩								
Co	As	Cd	Cr	Cu	Pb	Fe	zn	
							1.000	zn
							-0.106	Fe
						0.582	0.692	Pb
					0.308	0.701	0.064	Cu
				0.379	0.952	0.428	0.851	Cr
			0.980	0.325	0.878	0.257	0.934	Cd
		0.674	0.808	0.467	0.929	0.836	0.388	As
1.000	0.732	0.427	0.543	-0.257	0.749	0.408	0.302	Co
خريف ٢٠٠٩								
Co	As	Cd	Cr	Cu	Pb	Fe	zn	
							1.000	zn
							0.150	Fe
						0.639	0.664	Pb
					0.627	0.999	0.162	Cu
				0.549	0.962	0.552	0.839	Cr
			0.915	0.251	0.779	0.244	0.985	Cd
		0.599	0.841	0.540	0.951	0.562	0.454	As
1.000	0.953	0.343	0.637	0.451	0.814	0.481	0.179	Co

## الاستنتاجات والتوصيات:

- تزداد كميات الترسبات الغبارية في هواء الشاطئ السوري، وكذلك تراكيز العناصر المعدنية الثقيلة فيها في فترات الصيف، وتخفض عنها قليلاً في الخريف، لتأخذ قيماً أكثر انخفاضاً في فصلي الشتاء و الربيع.
  - تلعب الحركة المرورية وكثافة النشاطات البشرية و طبيعتها دوراً أساسياً في ارتفاع قيم تراكيز بعض العناصر المعدنية الثقيلة، كما في منطقة الشيخ ضاهر وسط مدينة اللاذقية.
  - تزداد قيم تراكيز العناصر الثقيلة بالقرب من معمل الاسمنت ومصفاة النفط، ليصل تأثيرها حتى مدينة طرطوس.
  - تزداد تراكيز بعض العناصر المعدنية الثقيلة (التوتياء والنحاس وأحياناً الحديد ) في هواء الشاطئ المجاور في منطقة الشاطئ الأزرق الخالية من النشاطات الصناعية، وذات الكثافة السكانية المنخفضة.
- يمكن تلخيص أهم التوصيات على أثر نتائج هذا البحث في النقاط التالية:
- من أجل تحسين جودة هواء الشاطئ السوري ، يجب إيجاد حلول تقنية فعالة للتقليل من كمية الانبعاثات الغبارية في المنشآت الصناعية على الشاطئ السوري.
  - متابعة البحث العلمي من أجل الكشف عما إذا كان لأمواج البحر دور حقيقي في زيادة تراكيز بعض العناصر المعدنية الثقيلة في هواء الشاطئ المجاور.

## المراجع:

- 1- STANLEY, E. M. *Environmental chemistry*. 7<sup>th</sup>. ed., CRC press LLC, New York & London , 2000 , 876.
- 2- GLANTZ, M. H. *Climate Affairs- A primer.*, Island Press, Washington & London, 2003,291.
- 3- BOUBEL, R. W.; FOX, D. L.; TURNER, B. D. ; STERN, A. C. *Fundamentals of air pollution*. 3<sup>th</sup>. ed., Academic press, San Diego , 1994, 595.
- 4- WRIGHT, J. *Environmental Chemistry*. Routledge NY , USA , 2003. 296.
- 5- FELLENER, G. *The Chemistry of Pollution*. John Wiley & sons Ltd , West Sussex , England , 2000,318
- 6- WARK, K.; WARNER, C. ; DAVIS T. W. *Air pollution, its Origin and control*. 3<sup>rd</sup>. ed., Addison - Wesley Longman Inc, USA , 1998 ,410.
- 7-SEYMOUR, C.; HAROLD, M. *Hand Book of air pollution technology*.John Willey & Sons, Inc New York, 1984, 760 .
- 8- موسى، علي حسن. *التلوث الجوي* . دار الفكر المعاصر و دار الفكر، بيروت ودمشق، 1990 ، 264.
- 9- العودات، محمد. *التلوث وحماية البيئة* . منشورات الأهالي للطباعة والنشر والتوزيع، دمشق 1988، 248 .
- 10- ISSAEV, L. K. *Control of chemical and biological environmental parameters*. St-Petersburg , 1998, 852.
- 11- SAWYER, C. N.; MCCARTY, P. L.; PARKIN, G. F. *Chemistry for Environmental Engineering and Science* . 5<sup>th</sup> ed. , McGraw- Hall, USA, 2003, 386 .
- 12- دعبس، محمد يسري. *تلوث الهواء وكيف نواجهه* . دار الندوة ، الإسكندرية ، 1994،152.
- 13- MIRIATY, F. *Ecotoxicology, The Study of Pollutant in Ecosystems*. Academic Press , New York , 1999, 423.
- 14-BRIDGMAN, H. A. *Global air pollution , Problems for the 1990s* . Belhaven press, London, 1990 , 201.
- 15- الصطوف، عبد الإله الحسين . *التلوث البيئي أزمة العصر* . منشورات دار عين الزهور للنشر والتوزيع، اللاذقية ، 2006، 557.

