مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية – سلسلة العلوم الأساسية المجلد (32) العدد (3) 2010
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Basic Sciences Series Vol. (32) No. (3) 2010

تأثير الأمواج البحرية على انتشار بعض العناصر المعدنية الثقيلة في هواء المناطق الشاطئية (شاطئ مدينة اللاذقية)

الدكتور غياث عباس *
الدكتور محمد أسعد **

(تاريخ الإيداع 16 / 2 / 2010. قُبِل للنشر في 25 / 11 /2010)

□ ملخّص □

تم تحديد تركيز كل من Zn, Fe, Pb, Cu, Cd, Co, Cr , Mn في الترسبات الغبارية التي جمعت لمدة ثلاثين يوماً وأخرى لمدة ستين يوماً من كل فصل وموزعة على عشر مناطق تم اختيارها بعناية على شاطئ مدينة اللاذقية، بحيث تكون متاخمة للمياه البحرية الساحلية وغير متأثرة نسبياً بالأنشطة البشرية والصناعية. بعد جمع العينات تم تهضيمها بواسطة حمض الآزوت ومن ثم الكشف عن العناصر باستخدام تقنية الامتصاص الذري. أظهرت النتائج أن تراكيز كل من Cu, Mn, Zn , Fe تزداد في هواء شاطئ مدينة اللاذقية و تنخفض تدريجياً كلما اتجهنا نحو الداخل، وتعتبر الأمواج البحرية مسؤولة عن شحن هواء الشاطئ بمركبات تلك 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.

مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية – سلسلة العلوم الأساسية المجلد (32) العدد (3) 2010
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Basic Sciences Series Vol. (32) No. (3) 2010

The Effect of Sea Waves in Distributing Some Heavy Metals on Coastal air (Latakia Coast)

Dr. Ghiyas Abbas*
Dr. Mohamad Assad**

(Received 16 / 2 / 2010. Accepted 25 / 11 /2010)

□ ABSTRACT □

In this study, the concentration of Zn, Cu, Fe, Mn, Pb, Cd, Co, Cr were determined in a dust trap samples, collected for four seasons every 30 days and 60 days from eight sites distributed at Latakia city. All the sites were near the coast. The samples were digested by nitric acid and the elements were determined by the atomic absorption spectroscopy. The results showed that the concentrations of metals Zn, Cu, Fe, Mn, increased in the coastal air of Latakia city and gradually decreased into to the sectors far from the coast, so it presumed that the sea waves are responsible of charging the coastal air with metallic compounds.

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

*Assistant Professor, marine Chemistry Department at higher institute of marine research, Tishreen University, Latakia , Syria.
**Assistant Professor, marine chemistry department at higher institute of marine research, Tishreen University, Latakia , Syria.

مقدمة:

الهواء قطاع مهم جداً لجميع الكائنات الحية، ولا يختلف اثنان في أن انقطاعه لدقائق معدودة فقط كافٍ لهلاك الإنسان، بينما يتمكن من البقاء حياً بدون ماء لعدة ساعات أو عدة أيام إذا ساعدته الظروف المناخية ونوعية الطعام مما يدل على الأهمية الاستثنائية له. ومن جانب آخر، فإن الهواء يدخل مباشرة إلى ثنايا الرئتين وهي أنسجة حساسة و طرية و مهيأة لعمليات التبادل الغازي، وبذلك فإن وجود أي أبخرة وغازات أو قطيرات سائلة، قادرة على اختراق الأغشية المبطنة للحويصلات الرئوية، مما يعني إمكانية وصولها إلى الدم ثم إلى المراكز الحساسة في الجسم بعد ثوان معدودات وإحداث تأثير بيولوجي فيه، من هنا تبرز أهمية حماية الهواء من وجود أي من هذه المواد الغريبة [1] .

إن ملاحظة الدخان في الهواء، وما يسببه من إزعاج ليس وليد الوقت الحاضر بل هو أقدم من ذلك بكثير. ومن الإشارات المهمة و المبكرة في ملاحظة تلوث الهواء هو ما أورده الكاتب المسرحي الانكليزي وليم شكسبير في القرن السادس عشر ضمن إحدى مسرحياته المعروفة (هاملت): هذه المظلة الرائعة ....الهواء .....هذه السماء الجريئة المتدلية، هذا السقف المهيب، والمرصع بالنيران الذهبية.....لماذا لا تبدو لي غير مجموعة من أبخرة مهلكة عفنة [2].

يتصف الهواء الذي يجب استنشاقه بنوع من التوازن الكمي والكيفي لكونه سبباً في حفظ حياة الإنسان، فأي خلل أو اضطراب يحدث في مكونات الهواء سيحدث انعكاسات على الصحة العامة. يمكن تعريف تلوث الهواء بأنه أي تغيرات يحدثها النشاط الإنساني بصورة مباشرة أو غير مباشرة، في الصفات الكيميائية أو الفيزيائية، أو الاثنين معاً، والتي من شأنها أن تضر بصحة الإنسان و الحيوان والنبات والبيئة بصفة عامة. ويعرف تلوث الهواء أنه كل تغير في خصائص ومواصفات الهواء الطبيعي يترتب عليه خطر على صحة الإنسان والبيئة، سواء كان هذا التلوث ناتجاً عن عوامل طبيعية أو نشاط إنساني [3] .

ويمكن تقسيم مصادر تلوث الهواء بصفة عامة إلى مصادر طبيعية وصناعية. فالمصادر الصناعية هي عادةً مصادر غير منظمة تهدد سلامة الإنسانية بانبعاثاتها الضارة، وخاصة بعد الثورة الصناعية والكيميائية والتكنولوجية. أما المصادر الطبيعية فهي ذات منشأ طبيعي لا دخل للإنسان فيها، ومن أبرز هذه المصادر:

1- نواتج ثورات البراكين: تقذف البراكين آلاف الأطنان من المواد المنصهرة التي تترافق مع أبخرة المعادن.

2- نواتج العواصف و الإعصارات: ينتج عن هذه الكوارث الطبيعية هواء يحتوي على ذرات معدنية وترابية و مواد أخرى ذات منشأ حيواني أو نباتي كغبار الطلع.

3- نواتج التفاعلات البكتيرية والفطرية : تطلق هذه التفاعلات جراثيم وميكروبات متنوعة في الغلاف الجوي مما يؤدي إلى انتشارها في كل مكان.

4- نواتج الاحتراقات الطبيعية: ينتج عن احتراق الغابات انطلاق غازات مختلفة مثل CO_2، SO_2 ، CO، ومركبات هيدروكربونية.

5- نواتج التفسخ الطبيعي: ينتج عن تفسخ النبات و الأوراق و القمامة انطلاق عدد كبير من الغازات الملوثة مثل H_2S وCH_4 و بعض المركبات الهيدروكربونية [4-5-6] .

تعتبر العناصر المعدنية وخاصةً الثقيلة منها من أهم الملوثات التي تؤثر سلباً على جودة الهواء، و هي تدخل إليه نتيجة التحلل الطبيعي والكيميائي للتربة والصخور، وكذلك من ثوران البراكين والنشاطات البشرية المرتبطة بعمل المناجم والتصنيع والمواد المحتوية على الملوثات المعدنية [7] . وعلى الرغم من أن بعض المعادن مثل المغنيزيوم

والحديد والتوتياء تُعدُّ من المغذيات الأساسية لبعض الكائنات الدقيقة، فإن بعضها الآخر مثل الزئبق والكادميوم والرصاص والزرنيخ لا تقتضي الحاجة بالضرورة إلى وجودها و لو بكميات قليلة بالنسبة للكائن الحي . و على وجه العموم تُعدُّ جميع العناصر بما فيها العناصر الأساسية المغذية سامة للكائنات الحية والإنسان، وذلك فيما إذا تبين أنها توجد بتراكيز مرتفعة [10-9-8] .

سيتم التطرق في هذا العمل إلى واحد من المصادر الطبيعية التي يمكن لها أن تؤثر على نوعية وجودة الهواء على شاطئ مدينة اللاذقية.

أهمية البحث وأهدافه:

سوف نحاول في هذه الدراسة معرفة فيما إذا كان هناك انتقال مباشر لبعض العناصر المعدنية من الماء إلى الهواء، حيث سنقوم بالتحقق فيما إذا كان لأمواج البحر على شاطئ اللاذقية تأثير على انتقال بعض العناصر المعدنية إلى هواء اليابسة المجاور، وذلك من خلال الرذاذ الذي تشكله الأمواج البحرية عند ارتطامها بالشاطئ.

تأتي أهمية البحث من كون المياه البحرية تحتوي على أملاح و عناصر معدنية عديدة، وبالتالي يمكننا الافتراض بان الأمواج البحرية عند ارتطامها بالشاطئ تساهم بانفلات عدد كبير من الأيروزولات والقطيرات السائلة وانتقالها إلى هواء الشاطئ، ليترسب منها الجسيمات ذات الأبعاد الكبيرة، وتلك التي حجومها أقل تنتقل في الهواء لمسافات أخرى، لتترسب لاحقاً أو تبقى معلقة في الهواء لفترات تحددها العوامل الميتيورولوجية. وقد لاحظنا في دراسة سابقة تناولت التغيرات الفصلية في كمية الترسبات الغبارية و تراكيز العناصر المعدنية الثقيلة فيها بجوار الشاطئ السوري أن تراكيز بعض العناصر المعدنية كالتوتياء كانت مرتفعة بالقرب من الشاطئ في بعض المواقع الخالية عملياً من الأنشطة الصناعية.

من هنا كان الهدف الأساسي لهذا البحث في دراسة وتحديد تراكيز بعض العناصر الثقيلة (التوتياء، الحديد، الرصاص، النحاس، الكروم، الكادميوم، الكوبالت، والمنغنيز) في عينات غبارية تم الحصول عليها من خلال مصائد غبارية من مناطق مختلفة على ساحل مدينة اللاذقية، بعض هذه المناطق قريب جداً من الشاطئ البحري والآخر بعيد نسبياً وما بينهما، على أن تكون المناطق المدروسة غير معرضة للتلوث والأنشطة البشرية الكثيفة. بهدف تحديد العناصر المعدنية الثقيلة ذات المنشأ الطبيعي، أي القادمة مع الرذاذ البحري والتي تؤثر على جودة هواء الشاطئ.

طرائق البحث ومواده:

منطقة الدراسة

أجريت هذه الدراسة في الفترة الممتدة بين 03/25 /2009 و 05 / 01 / 2010 بحيث شملت الفصول الأربعة. وقد شملت أماكن مختلفة على الشاطئ السوري لمدينة اللاذقية، حيث وزعت العينات على أماكن منتقاة بعناية بحيث تكون متاخمة للشريط الساحلي وأخرى بعيدة نسبياً عنه وما بينهما. وأخذ مسار المواقع المنتقاة للاعتيان على شكل محورين متوازيين تقريباً، الأول يبدأ عند الشاطئ الأزرق ويمتد نحو الداخل مروراً بوادي قنديل وزغرين والسرسكية حتى منطقة مشقيتا، وسنطلق على هذه المواقع المجموعة (1)، والثاني يبدأ على الشاطئ مباشرة عند أم الطيور ويمتد نحو الداخل مروراً بالحراجية وبلوران والميدان لينتهي بمنطقة بيت عوان وسنطلق على هذه المواقع المجموعة (2).

علماً أن المسافة الفاصلة بين كل موقع وآخر هي بشكل وسطي حوالي 2 كم. ويبين الجدول(1) مناطق الاعتيان في كلتا المجموعتين وعدد المصائد الغبارية الموضوعة:

الجدول (1): مناطق الدراسة ورموزها

	المنطقة	عدد المصائد الموضوعة	رمز المنطقة
المجموعة الأولى	الشاطئ الأزرق (المعهد العالي للبحوث البحرية)	4	St1
	وادي قنديل	4	St2
	زغرين	4	St3
	السرسكية	4	St4
	مشقيتا	4	St5
المجوعة الثانية	أم الطيور	4	St6
	الحراجية	4	St7
	بلوران	4	St8
	الميدان	4	St9
	بيت عوان	4	St10

طريقة العمل:

تمت عملية جمع العينات الغبارية باستخدام أوراق ترشيح مصنوعة من السيللوز موضوعة على شكل أطباق خاصة مثبتة في فتحة عبوات بلاستيكية مصنوعة من البولي إتيلين بقطر 9 سم، يتم وزن هذه الأوراق قبل أن تثبت في مكانه، ثم توضع في نقاط الاعتيان بشكل مستو على ارتفاع يتراوح بين 2 – 3.5 متر عن سطح الأرض، وهو ما يسمى بالطبقة الهوائية الأرضية. تترك هذه المستقبلات (المصائد الغبارية) والتي هي عبارة عن أربع عينات متطابقة حيث تُترَك عينتان في نقاط الاعتيان لمدة ثلاثين يوماً والأخريين لمدة ستين يوماً، ثم يتم جمعها و وزن أوراق الترشيح مع ما ترسب عليه من جسيمات صلبة. لقد شملت الدراسة الفصول الأربعة حيث قمنا بنفس الإجراءات في كل فصل. عندها يمكن حساب معدلات الترسب اعتباراً من وزن الغبار المتوضع على أوراق الترشيح ومدة الجمع ومساحة السطح المستقبل لهذه الأوراق، ومن ثم يتم معالجتها لمعرفة محتواها من العناصر الثقيلة.

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 µm)،
- 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_3

إن جميع المحاليل السابقة تم تحضير محاليلها المائية باستخدام مياه مقطرة عالية النقاوة ، كما أن الأدوات المخبرية المستخدمة في جميع التجارب تم تعقيمها بالماء المقطر وحمض كلور الماء، لإزالة أية شوائب محتملة. بعد

وزن الترسبات الغبارية، تم معالجة كل عينة بـ 10 مل من حمض الآزوت المركز حتى تمام التهضيم، ومن ثم تم إكمال الحجم بالماء المقطر حتى 25 مل . حللت العينات باستخدام جهاز الامتصاص الذري (Varian 220) في جامعة تشرين – المعهد العالي للبحوث البحرية، حيث حلّلت جميع العناصر المعدنية في الترسبات الغبارية باستخدام تقنية الفرن الغرافيتي للعناصر وتمّت معايرة القياسات باستخدام محاليل عيارية خارجية.

النتائج والمناقشة:

كمية الترسبات الغبارية:

لقد تفاوتت الترسبات الغبارية بين فصل وآخر ومنطقة وأخرى وذلك تبعاً للأنشطة البشرية والصناعية المحيطة بكل منطقة، لكن هذا التفاوت لم يكن كبيراً لعدم وجود منشآت صناعية كبيرة في محيط قطاعات الدراسة. في الجدول (2) أدناه نبين كمية الترسبات الغبارية على ورقة الترشيح الخاصة بكل منطقة وكل فصل، وقد تم حساب وزن الغبار المترسب على كل 1 سم^2 من ورقة الترشيح في اليوم الواحد، وذلك بالنسبة للعينات التي وضعت لمدة ثلاثين يوماً، الجدول (3)، آخذين بعين الاعتبار أن مساحة ورقة الترشيح محسوبة بالعلاقة π ر^2 حيث ر يساوي 4.5 سم .

الجدول (2): كمية الترسبات الغبارية مقدرة بالميليغرام العالقة على ورق الترشيح الموضوع في كل منطقة حسب الفصل ولمدة ثلاثين يوماً

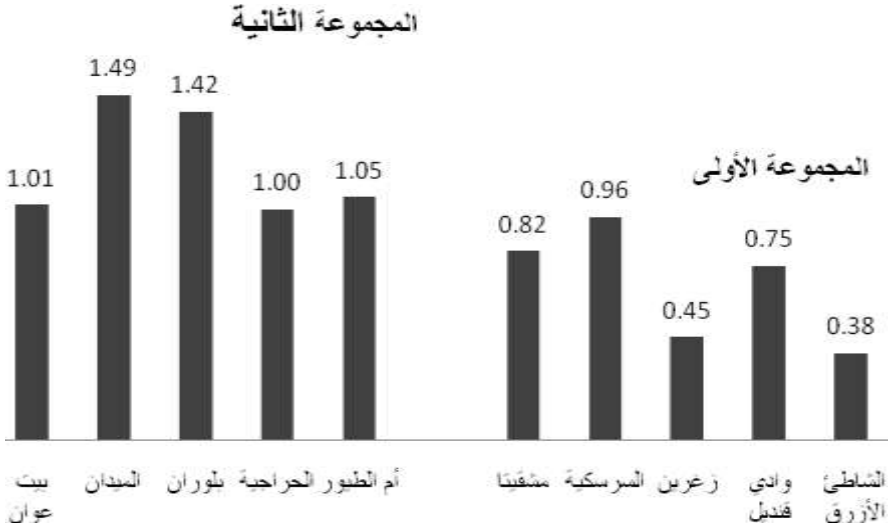
	المنطقة	فصل الربيع	فصل الصيف	فصل الخريف	فصل الشتاء
المجموعة الأولى	الشاطئ الأزرق	0.78	1.08	0.56	0.44
	وادي قنديل	1.25	2.03	1.45	0.99
	زغرين	0.75	1.23	0.88	0.56
	السرسكية	2.08	2.56	1.56	1.12
	مشقيتا	1.74	2.01	1.44	1.05
المجوعة الثانية	أم الطيور	2.16	2.84	1.89	1.11
	الحراجية	1.68	2.15	2.01	1.75
	بلوران	2.66	3.12	2.98	2.05
	الميدان	2.12	2.37	2.05	1.19
	بيت عوان	1.08	2.98	1.79	0.87

الجدول (3) : كمية الترسبات الغبارية الوسطية مقدرة بالميكروغرام العالقة على كل 1 سم2 من ورق الترشيح وفي اليوم الواحد في كل منطقة حسب الفصل

	المنطقة	فصل الربيع	فصل الصيف	فصل الخريف	فصل الشتاء
المجموعة الأولى	الشاطئ الأزرق	0.41	0.57	0.29	0.23
	وادي قنديل	0.66	1.06	0.76	0.52
	زغرين	0.39	0.64	0.46	0.29
	السرسكية	1.09	1.34	0.82	0.59

	مشقيتا	0.91	1.05	0.75	0.55
المجوعة الثانية	أم الطيور	1.13	1.49	0.99	0.58
	الحراجية	0.88	1.13	1.05	0.92
	بلوران	1.39	1.64	1.56	1.07
	الميدان	1.61	1.87	1.69	0.77
	بيت عوان	1.08	1.23	0.90	0.84

من خلال هذين الجدولين نلاحظ أن كمية الغبار المترسبة في فصل الصيف لجميع مناطق الدراسة تمثل القيم الأعلى ومن ثم تتناقص هذه الترسبات في فصل الخريف والشتاء لتعود وتتصاعد من جديد في فصل الربيع حيث تكون الترسبات الغبارية في فصل الشتاء هي الأدنى. و يبين الجدول (3) تحديداً الفروقات بين الفصول من حيث كمية الغبار المترسبة على كل 1 سم^2 من ورقة الترشيح الموضوعة. يمكن أن نعزو هذا السلوك إلى ازدياد الأنشطة البشرية في فصل الصيف وتناقصها في فصل الشتاء، كما أن الهطولات المطرية تحد من انتشار الغبار في الهواء، وهذا يقلل من ثبات الجزيئات الغبارية على سطح ورقة الترشيح. كما يمكن ملاحظة أنه في منطقة المعهد العالي للبحوث البحرية و أم الطيور لا يوجد فروقات كبيرة جداً في كمية الترسبات الغبارية بين الفصول كما هو الحال عليه في بقية المناطق، وذلك بسبب كون هذه المناطق بعيدة نسبياً عن أية أنشطة صناعية دائمة العمل وبوتيرة عالية مما يقلل من انبعاث الجزيئات الصلبة. وكما هو ملاحظ من القيم الواردة في الجدول فإن منطقة المعهد العالي للبحوث البحرية هي الأدنى تجميعاً للجزيئات الغبارية وذلك بسبب بعدها عن مصادر التلوث وانتشار الغبار. أما فيما يتعلق بالعينات التي وضعت لمدة ستين يوماً فقد لاحظنا عدم جدوى زيادة مدة تعريض المصائد الغبارية للهواء وذلك لعدة أسباب: تعرّض ورق الترشيح للتلف بفعل الهواء الجوي وتبدلات الحرارة ما بين الليل والنهار، كما لاحظنا تصلّب الغبار على ورق الترشيح وتشكل طبقة ناعمة متماسكة صعبة العزل والتهضيم. لذلك سوف نكتفي بعرض النتائج المتعلقة بالمصائد الغبارية الموضوعة لمدة ثلاثين يوماً فقط.

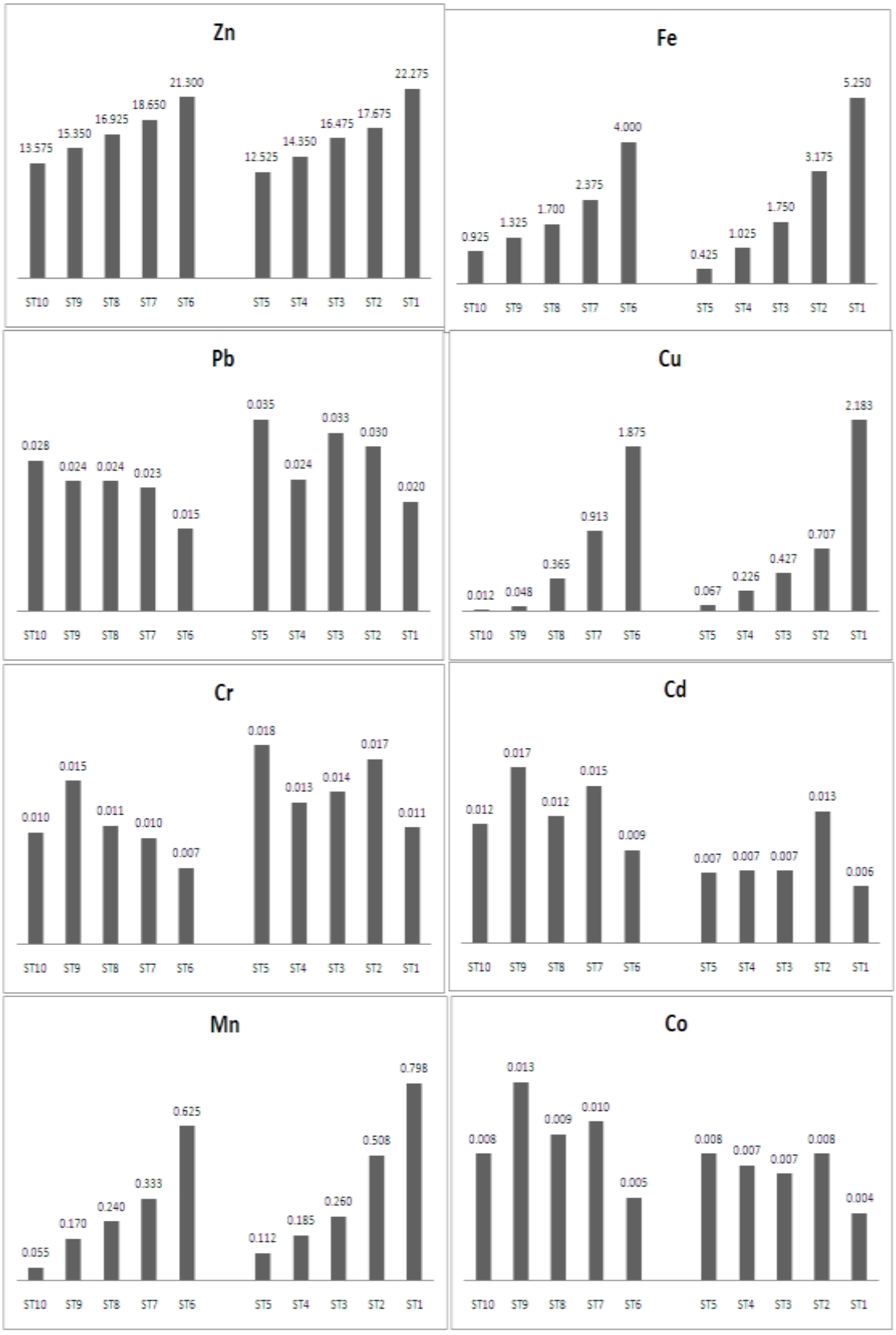


الشكل(1) المتوسط اليومي للترسبات الغبارية في مواقع الاعتيان
خلال الفترة 2009/3/25 و 2010/01/05 مقدرة ب ميكروغرام/سم2/يوم

نلاحظ من الشكل (1) أن كمية الترسبات الغبارية في مواقع المجموعة الأولى أقل منها في مواقع المجموعة الثانية، وربما يعود ذلك إلى وجود نشاطات بشرية أكثر في المجموعة الأولى، على الرغم من تشابه طبيعة هذه النشاطات في كلتا المجموعتين. كما أن كمية الترسبات الغبارية كما هو واضح من الشكل لا تتعلق بالقرب أو البعد عن الشاطئ، إنما هي منخفضة نسبياً في المواقع التي تقع مباشرةً على الشاطئ.

تراكيز العناصر الثقيلة في الترسبات الغبارية:

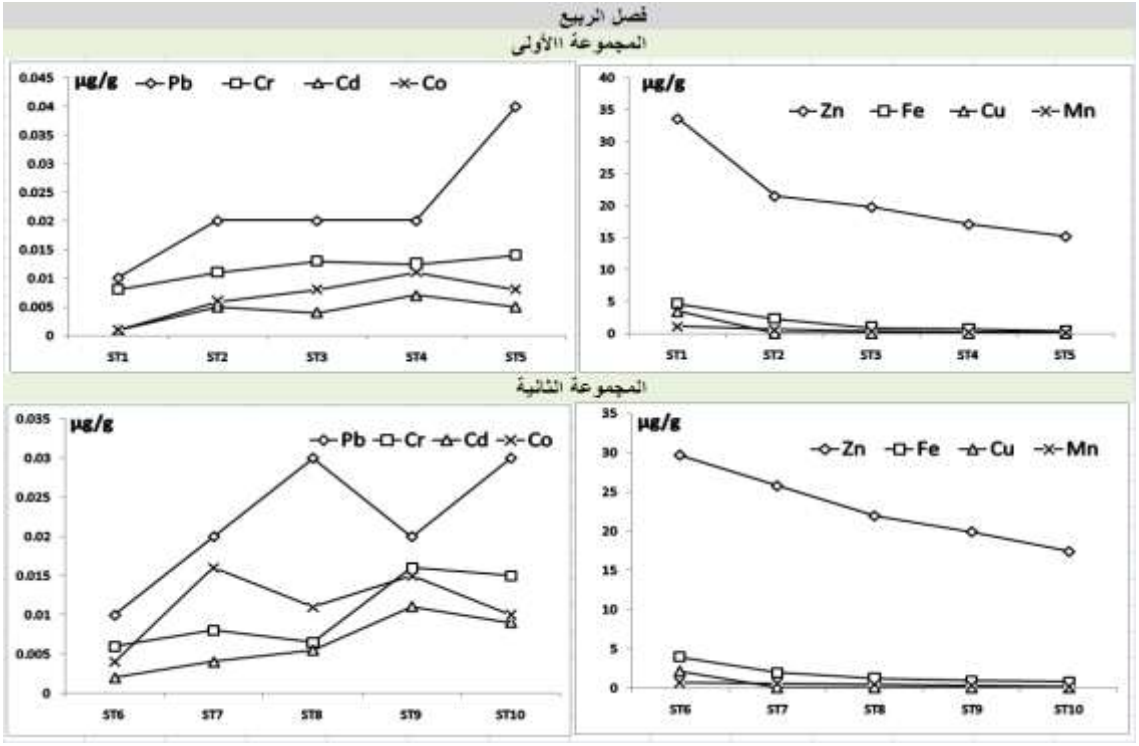
لدى معالجة الدقائق الغبارية بحمض الآزوت لم نلاحظ أية صعوبة في عملية التهضيم لأن هذه الدقائق ناعمة جداً وبالتالي تم تهضيمها بسهولة بواسطة الحمض وتحويلها إلى الحالة السائلة. وفي هذه الحالة تم حقن كل عينة باستخدام جهاز الامتصاص الذري بعد إجراء عملية المعايرة لكل عنصر باستخدام محاليل عيارية دقيقة. وقد تم عرض نتائج التحليل في الشكل (2) الذي يبين متوسط تراكيز العناصر المعدنية الثقيلة المدروسة التي حصلنا عليها خلال الفصول الأربعة .و يبدو واضحاً من الشكل أن تراكيز التوتياء و الحديد و النحاس والمنغنيز تأخذ قيماً مرتفعة في المواقع على الشاطئ لتنخفض تدريجياً كلما ابتعدنا عن الشاطئ نحو الداخل، وهذا ينطبق على كلتا المجموعتين. وهذا ما نفسره بقدرة الأمواج البحرية عند ارتطامها بالشاطئ والمؤدية إلى تطاير رذاذ من المياه البحرية إلى هواء اليابسة ليترسب منه ما يترسب عند الشاطئ، ويُحمل الباقي مع الهواء إلى الداخل بموجب اتجاه الرياح السائدة ليترسب من تلك الأيروزولات قسم معين تبعاً لعوامل كثيرة أهمها الحجم والوزن وسرعة الرياح، وهكذا تنخفض قيم تراكيز تلك العناصر كلما اتجهنا نحو الداخل مبتعدين عن الشاطئ.



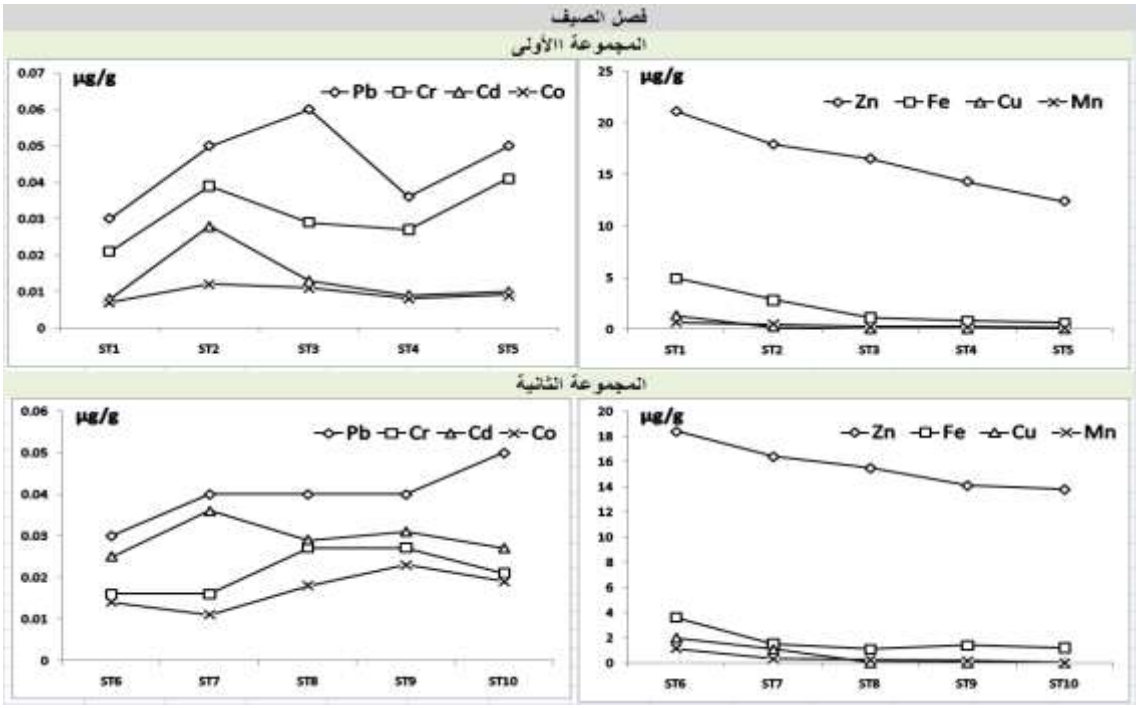
الشكل(2) متوسط تراكيز العناصر المعدنية الثقيلة في مواقع الاعتيان

خلال الفترة 2009/3/25 و 2010/01/05 مقدرة بـ µg/g

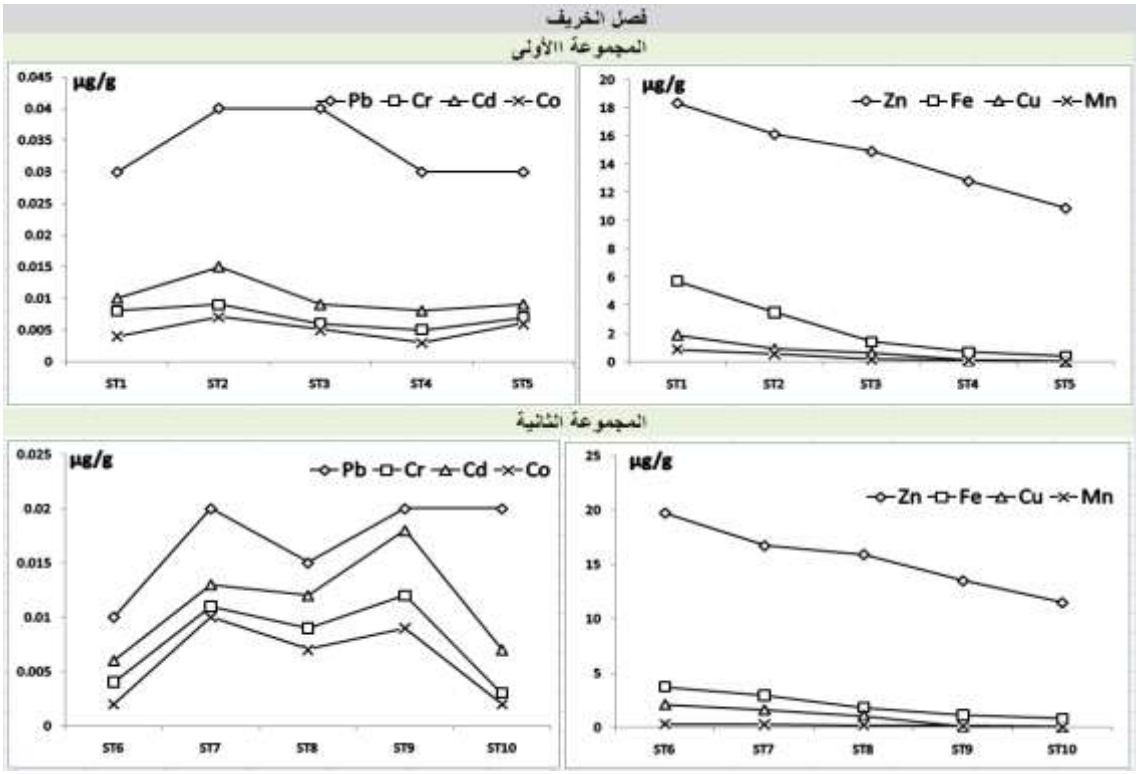
تبين الأشكال (3 ، 4 ، 5 ، 6)تغيرات تراكيز العناصر المعدنية المدروسة في مواقع الاعتيان العشرة في كلتا المجموعتين و للفصول الأربعة.



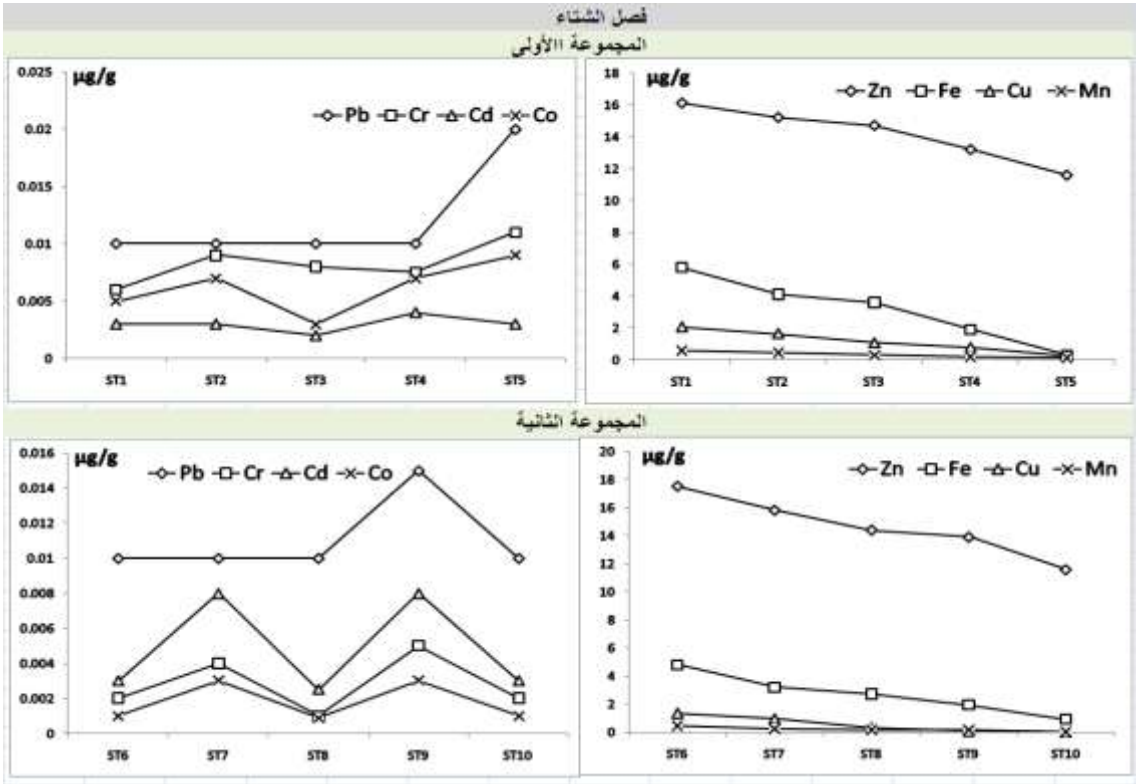
الشكل(3) تراكيز العناصر المعدنية في مواقع الاعتيان خلال فصل الربيع، مقدرة بـ µg/g



الشكل(4) تراكيز العناصر المعدنية في مواقع الاعتيان خلال فصل الصيف، مقدرة بـ µg/g



الشكل(5) تراكيز العناصر المعدنية في مواقع الاعتيان خلال فصل الخريف، مقدرة بـ µg/g



الشكل(6) تراكيز العناصر المعدنية في مواقع الاعتيان خلال فصل الشتاء، مقدرة بـ µg/g

يبدو واضحاً في الأشكال (3,4,5,6) أن تراكيز التوتياء والحديد والنحاس والمنغنيز تنخفض تدريجياً كلما ابتعدنا عن الشاطئ باتجاه الداخل لكلتا المجموعتين، وفي فصول السنة الأربعة، وهذا ما يؤكد مرةً أخرى أن لأمواج البحر المرتطمة بالشاطئ الدور الأساسي في شحن هواء اليابسة بعدد من العناصر المعدنية التي تحتوي عليها المياه البحرية. ويشكل التوتياء أكثر هذه العناصر وجوداً في الترسبات الغبارية في جميع مواقع الاعتيان ويأتي بعده الحديد و من ثم النحاس وأخيراً المنغنيز.

إلا أن الحال ليست هي كذلك مع بقية العناصر التي تمت دراستها (الرصاص، الكروم، الكوبالت،الكادميوم)، فتراكيزها تارةً تكون مرتفعة وتارةً تكون منخفضة دون أن تخضع لقاعدة أو سلوك واضح، سواء في المجموعة الأولى أوالثانية، على الرغم من وجود بعض مركبات تلك العناصر في المياه البحرية، ولكنها أقل بكثير من تراكيز مركبات التوتياء والنحاس والمنغنيز والحديد، بدليل أن الترسبات الغبارية في المواقع St1 ، St6 الواقعة مباشرةً على الشاطئ تحتوي على كميات من الرصاص والكادميوم والكروم والكوبالت، على الرغم من خلو تلك المنطقتين تماماً من النشاطات الصناعية وندرة النشاطات البشرية الأخرى فيها، ولكن تراكيزها الضئيلة تجعلها قليلة الأهمية تجاه ما قد ينبعث جراء النشاطات البشرية في القطاعات الموجودة في الداخل، و خاصةً أن هذه العناصر تنبعث بشكل أساسي من جراء بعض النشاطات البشرية و الصناعية.

الاستنتاجات والتوصيات:

تزداد تراكيز بعض العناصر المعدنية الثقيلة (التوتياء، الحديد، النحاس، المنغنيز) في هواء شاطئ مدينة اللاذقية وتنخفض تدريجياً كلما اتجهنا نحو الداخل، وتعتبر الأمواج البحرية مسؤولة عن شحن هواء الشاطئ بمركبات تلك العناصر. بينما لا تخضع تراكيز العناصر (الرصاص، الكادميوم، الكروم، الكوبالت) لهذه القاعدة. وبالتالي يمكن اعتبار الأمواج البحرية مصدراً طبيعياً لتلوث الهواء بالتوتياء، الحديد، النحاس والمنغنيز في المناطق الساحلية.

يمكن تلخيص أهم التوصيات على أثر نتائج هذا البحث في النقاط التالية:

-من أجل تحسين جودة هواء الشاطئ السوري وتجنب الآثار السلبية للأيروزولات البحرية المتطايرة إليه ، يجب تشجير كافة المناطق الخالية من العمران وحيث تسمح الظروف بأشجار مناسبة من شانها احتجاز تلك الجسيمات.

-التوسع في دراسة الآثار السلبية للأمواج البحرية لتشمل عناصر ومركبات أخرى وأماكن أخرى أيضا.

المراجع:

1- STANLEY, E. M. *Environmental chemistry. 7th. ed.*, CRC press LLC, New York & London , 2000 ,876.
2- ISSAEV, L. K. *Control of chemical and biological environmental parameters*. St-Petersburg 1998, 852.
3- GLANTZ, M. H. *Climate Affairs- A primer*. , Island Press, Washington & London, 2003, 291.
4- BOUBEL, R. W.; FOX, D. L.; TURNER, B. D.; STERN, A. C. *Fundamentals of air pollution. 3th. ed.*, Academic press, San Diego , 1994, 595.
5- WRIGHT, J. *Environmental Chemistry*. Routledge NY , USA , 2003. 296.
6- FELLENBER, G. *The Chemistry of Pollution*. John Wiley & sons Ltd , West Sussex , England , 2000,318
7-WARK, K.; WARNER, C.; DAVIS, T. W. *Air pollution, its Origin and control.* 3 rd. ed. , Addison - Wesley Longman Inc, USA , 1998 ,410.
8-SEYMOUR, C.; HAROLD, M. *Hand Book of air pollution technology*.J0hn Willey & Sons, Inc New York, 1984, 760 .
9- SAWYER, C. N.; MCCARTY, P. L.; PARKIN, G. F. *Chemistry for Environmental Engineering and Science* . 5th ed. , McGraw- Hall, USA, 2003,386 .
10- MIRIATY, F. *Ecotoxicology, The Study of Pollutant in Ecosystems*. Academic Press , New York , 1999, 423.
11-BRIDGMAN, H. A. *Global air pollution , Problems for the 1990s* . Belhaven press, London, 1990 , 201.