

التلوث الهوائي وخصائص مياه الامطار في مدينة الموصل

رياض محمود صالح

سعدي عبد الوهاب

طارق أحمد محمود

مديرية طرق وجسور نينوى

مركز بحوث البيئة

مركز بحوث البيئة

جامعة

جامعة الموصل

الموصل

الخلاصة

جرت دراسة تركيز الرصاص والكادميوم في مياه الأمطار وفي ستة مواقع مختلفة من مدينة الموصل جرى اختيارها بحيث تغطي المساحة الجغرافية واستخدامات الأرض في المدينة . وقد كان بالامكان اختبار ما يزيد على عشر مزن مطرية مستقلة لاغراض التحرير .

ولقد تم قياس تركيز الكادميوم والرصاص (فضلا عن الملوثات الأخرى) إضافة إلى القيم التراكمية لهذه المعادن في الموقع الستة وللمزن المطرية المختلفة ، وتبين ان الواقع القريبة من مركز المدينة أظهرت تركيزات عالية من هذين المعادنين مما يؤشر ان مصدر هذين المعادنين هو وسائل النقل نتيجة لحرق الوقود والاحتكاك بين الاطارات والطرق .

ورغم محدودية تركيز الكادميوم والرصاص الحالية فان مؤشرات حرجة لتركيزاتها في نهر دجلة واحتمالات وصولها الى المياه الجوفية ، فضلا عن الاضرار الصحية المتأتية من استنشاق الملوثات مع الهواء يدفع الى ضرورة الانتباه الى هذه المشكلة وعدم السماح بتفاقمها وتحجيم مصادر نشوئها قدر الإمكان .

الكلمات الدالة : مياه الامطار ، خصائص نوعية ، تلوث هواء ، رصاص ، كادميوم ، ساقط غباري

Air Pollution and Rainwater Properties in Mosul City

T. A. Mahmood S. S. Abdelwahab Riyadh M. Al-Obaidi

**Environment Research Center Road and Bridges
Environment Research Center**

Construction Office

**Mosul University
Mosul University**

Mosul

Abstract

Concentration and cumulative depositions of some major air pollutants (especially Lead Pb and Cadmium Cd) was measured in six locations distributed with certain pattern in Mosul city .It was possible to survey more than (10) separate rainfall storms during the period of study.

Locations near the city center exhibited the highest Cd and Pb value due to heavy traffic .

The level of Cd and Pb is still moderate, but due to probable effect on Tigris and groundwater as well as direct air quality, it is important to control sources of these two heavy metals in the future.

Keywords: rainwater, quality characteristics, air pollution, lead, cadmium,

المقدمة :

استلم في 2005/9/13

قبل في 2006/9/20

لا يختلف اثنان على ان موارد البيئة (الماء – الهواء – التربة) مترابطة مع بعضها ترابطاً بيئياً لا شك فيه بمنظومة متوازنة ، و اذا ما حصل خلل او تلوث في أي من هذه الموارد فلا بد من تأثير الموارد الأخرى به من قريب او بعيد . هذه الميزة لهذه المنظومة المتوازنة يمكن الاستفادة منها في اماكن عدة ، فحينما يكون من الصعب قياس حدة التلوث في مورد ما بدقة يمكن تخمين درجة التلوث ذلك من تقنيات مراقبة التلوث في المورد الآخر . هذا الكلام ينطبق على موضوع تقدير حجم التلوث الهوائي من قياس الملوثات الموجودة في المياه السطحية (وفي مياه الامطار) حالة عدم او صعوبة الحصول على تقنيات قياس التلوث الهوائي ومراقبته . وقد درس العديد من الباحثين هذا الموضوع () سواء بالتركيز على موضوع تلوث المياه بمصادر الهواء () او على تخمين التلوث الهوائي عن طريق قياس تلوث المياه الناجم عن مصدر . وعلى اية حال فهذا الشيء يدعم فكرة الترابط المطروحة بادئ الامر . وفي هذا العمل تم التركيز على تلوث مياه الامطار بالتلوث الهوائي ومنها تلوث المياه السطحية .

ويعد علم كيمياء السقاط وسيلة مهمة في دراسة تأثير مياه الامطار ومنها المياه السطحية الجوية ، وقد ازدادت أهمية هذا العلم في السنين الاخيرة بنشوء الحقيقة التي تقول بأن الملوثات المحتواة في السقاط تؤثر جلياً على المزروعات والتربة والبحيرات والانهار والكثير من البنية التحتية وقد صُبّت الأهمية على الاحمال السنوية والشهرية للعديد من الملوثات الواسعة من الجو فضلاً عن التركيز على التغيرات الحاصلة في تركيز الشوائب في السقاط خلال كل موسم مطري () . فدراسة التركيب الكيميائي مهم لغرض فهم العديد من المسائل العلمية والتطبيقية . وبمعرفة هذا التركيب يكون من الممكن تقدير درجة التلوث الهوائي ، ومعرفة دورة جزيئات الرذاذ والغازات المذابة في الماء في الغلاف الجوي وتوقع درجة التآكل التي تسببها مياه الأمطار ، وكذلك تأثير الأمطار على توازن المواد في التربة والماء والنباتات () .

ولقد أصبح من الواضح جداً ان الانبعاثات الغازية غير الطبيعية (Anthropogenic) درجة خطيرة على التركيب الكيميائي لطبقات الجو ليس فقط على المستوى القريب من هذه الانبعاثات بل حتى على المستوى الخارجي () . وبما ان هذه التغيرات قد تؤدي إلى تغيرات مناخية غير محمودة العواقب فإن هناك حاجة متزايدة إلى مراقبة تطورات تغير تركيب Atmosphere بمضمار واسع ، وتركيب مياه الامطار هو مؤشر جيد غير مباشر للتلوث جزء كبير لطبقة Troposphere ، ولذلك فقد قررت منظمات الأرصاد الجوية العالمية

التركيب الكيميائي للسيط فضلاً عن القياسات الأخرى (عمق وشدة المطر والرياح والخ) برنامج أسباب وخلفيات التلوث الهوائي () .

() إلى أن الكيمياويات المذابة في مياه الأمطار (في المناطق غير الواقعة تحت تأثير البراكين) تكون قادمة من مصادرها وهما - ان تكون مشتقة من دقائق الغبار الخامدة (غير) وفي هذه الحالة تترسب كساقيط جاف ،- أو قد تكون غازية أو أملاح مذابة في مياه الأمطار نفسها . اما الأمطار الحامضية فقد أصبحت من الهواجس المزعجة التي تحيط المدن الصناعية ، ولاشك في خطورة الأمطار الحامضية على الحياة المائية وعلى النظام البيئي وقد تسبب مضراراً صحية كبيرة على البشر سواء من خلال استنشاق Terrestrial System - أو من ذوبان العناصر السامة في منظومة مياه الإسالة () .

المؤشرات الفيزيائية والكيميائية : Physical and Chemical Parameters

هذه من أهم العوامل التي يمكن بها تخصيص نوعية المياه ، والقيم المركبة والمطلقة لها تمكن الباحثين من تصنيف الماء من ناحية المعادن الموجودة فيه ومن التركيب الكيميائي ووصف درجة التلوث الهوائي وطبيعة الملوثات السائدة وتسجيل التزايد المفاجئ في تركيب الملوثات فضلاً عن حصر المصادر الرئيسية للتلوث () . ومن هذه المؤشرات :

١- أكسيد الكبريت **SOx** : ثانوي اوكسيد الكبريت (SO_2) هو الأكثر شيوعاً بين أكسيد الكبريت وهو غاز عديم اللون يسبب تآكل العديد من المعادن وله مضار صحية على الجهاز التنفسي والعيون وقد يسبب مشاكل صحية متسلسلة . الجزء الأكبر من هذا الاوكسيد هو حرق الوقود الحاوي على الكبريت خاصة الفحم والنفط والاسناف الوطنية (الرديئة) من الوقود . وهناك العديد من المصادر الأخرى التي تؤدي إلى انباعات أكسيد الكبريت إلى الجو ولها تأثيرات سلبية كبيرة حيث يمكن أن تغير التوازن الشعاعي للأرض والجو ويمكن أن تؤثر على قدرة الهواء على تشكيل المطر (١٠)(١١) . ومركبات الكبريت تنتقل إلى الهواء الجوي ماعدا جزيئات كبريتات ملح البحر (٧) . وعلى الرغم من هذه الحقيقة فإن اغلب الكبريت الموجود في الهواء الجوي غير الملوث هو جزيئات الكبريتات () .

٢- الرصاص **Pb** : الرصاص من أكثر المعادن الشائعة في التأثير على صحة العاملين . وفي المدن غير الصناعية معظم الرصاص المحمول بالهواء سببه محركات المركبات المارة ، وعموماً فالناس الذين يمكنهم قرب الطرق العامة هم الأكثر تعرضاً للرصاص . الرصاص القاعدية المقللة لفرقة في الوقود رباعي اثيل الرصاص (C_2H_5Pb) ورباعي مثيل الرصاص ($Pb(C_2H_5)_4$) وقد استخدمت في وقت مبكر من القرن الماضي ، وتضاف إلى مركبات تقليل الفرقعة مواد بتركيز (2-4 mg/l) غالباً ما تكون كاسحة (Scavenger) لمنع تكوين الترببات ، ومن هذه المواد ثانوي بروميد أو ثانوي كلوريド الاثيلين . لذلك فإن مادة الرصاص تتفذ بدرجة كبيرة كملح غير عضوية متطايرة . وفي الهواء الجوي تتفاعل هذه المواد لتكون كربونات الرصاص ممثلة بـ ($2PbCO_3.Pb(OH)_2$) ، وكذلك جزيئات الأوكسيد . وكمية الرصاص الوائلة للهواء تتراوح بين (25-75%) من كمية الرصاص المحتواة في الوقود اعتماداً على ظروف الانبعاث . ففي السرع الواطنة يبقى قسم من الرصاص في منظومة الاحتراق للمركب ، ولكن ينفذ عندما تعمل المركبة بسرعة عالية . وعلى العموم فإن ٥٠٪ من الرصاص الموجود في الجو يغسل بالامطار في غضون ٧ أيام ، وأكثر من ٩٠٪ منه يغسل بالامطار من الجو في غضون ٢٢ يوماً حيث أن مياه الأمطار تعطي للرصاص مدى مكوث في الهواء الجوي يتراوح بين (- يوماً) () .

يدخل الرصاص البيئة المائية من خلال السقوط الغباري او من تعرية التربة او من مياه المطروحات الصناعية والمنزلية والسيج الذي يحمل الساقط الغباري من الشوارع والساحات . محتوى الرصاص في البحر المتوسط والمحيط الاهادى . . . / لتر ، وهم اكثـر من التركيز المتوقع قبل الانفجار الصناعي في المناطق الساحلية بعشر مرات () . وقد تزايد الرصاص في السنين الأخيرة في الأنهر والبحيرات . ويمكن القول بالاستدلال بالبيانات المتوفرة بأن المستوى الطبيعي للرصاص في الأنهر والبحيرات هو ($1-10 \text{ mg/l}$) ومحتوى الرصاص في الترب الريفية هو ($\mu\text{g/g} 10-15$) بينما المدى الاعتيادي لمحتوى الرصاص في التربة ($200-2 \text{ ppm}$) باستثناء المناطق القريبة من مناجم الرصاص على الرغم من تجاوز هذه في العديد من الأماكن () () .

٣- الكادميوم Cd: الكادميوم من الملوثات الخطرة جدا ودالة تأثيره الحيوي غير معروف . ويوجـد بكثرة في البيـئة كبقايا متـخلفـة ونظـرا لدرجـة غـليـانـه الوـاطـئـة نـسبـا فـانـه يـنـطاـيرـ من حـرقـ النـفـاـيـاتـ وكـذـلـكـ يـنـتـحـ من اـعادـةـ تـعـدـينـ مـخـلـفاتـ الـحـدـيدـ (ـالـسـكـرـابـ)ـ .ـ كـمـاـ يـنـتـحـ من حـرقـ النـفـاـيـاتـ الحـاوـيـ عـلـيـهـ وكـذـلـكـ مـخـلـفاتـ الإـطـارـاتـ المـطـاطـ (ـ1ـ)ـ (ـوـهـنـاـ تـكـمـنـ خـطـورـةـ حـرقـ الإـطـارـاتـ الـمـسـتـعـملـةـ)ـ .ـ وـيمـكـنـ انـ يـنـتـشـرـ الكـادـمـيـوـمـ بـالـهـوـاءـ إـلـىـ مـسـافـاتـ بـعـيـدةـ كـمـاـ يـمـكـنـ انـ يـترـسـبـ إـلـىـ

تراكم الكادميوم في الترب المجاورة لصناعة التعدين قد يسبب تراكيز عالية في المياه القريبة ويمكن ان يتسرّب من الصناعات الطلائية الى المياه الجوفية . واغلب المصادر النقية للماء تحتوي على الكادميوم بتركيز اقل من 1 ميكروغرام/لتر . واغلب تحاليل مياه البحر تشير الى معدل تركيز $\text{Cd} = 1 \text{ ميكروغرام/لتر}$.

العوامل المناخية :

ثـ الـهـوـاءـ وـمـضـارـهـ تـعـتمـدـ عـلـىـ عـدـةـ اـمـورـ اـهـمـهاـ :

- التـيـارـاتـ الـهـوـائيـةـ ،
- تـوزـيعـ الـحـرـارـةـ مـعـ الـاـرـتـفـاعـ فـوـقـ سـطـحـ الـأـرـضـ ،
- السـقـيـطـ .

العاملين الأوليين يحدـدانـ نـقـلـ الـهـوـاءـ لـلـمـلـوـثـاتـ ،ـ اـمـاـ الثـالـثـ فـيـعـمـلـ كـكـاسـحـ لـلـشـوـائبـ وـتـضـافـ فـعـالـيـتهـ إـلـىـ التـرـسـيـبـ الـوـزـنـيـ (ـبـالـجـاذـبـيـةـ)ـ .

طرائق العمل

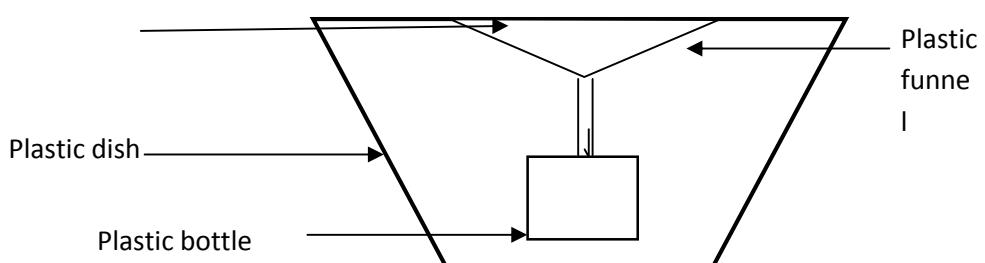
لم اختيار ستة مواقع متفرقة في مدينة الموصل لاستحصل النماذج منها وهي مناطق متباعدة من حيث خصائصها الموقعة ومن حيث استخدامها وكما مبين في الجدول () .

الجدول (١) : موقع النماذج من مياه الامطار ومختصر وصف كل موقع .

--	--	--	--

	غرب مدينة الموصل - السكنية	اليرموك	()
= = =	مركز الضفة اليمنى للمدينة - عالية الكثافة السكنية كثيفة بالحركة المرورية	باب الجديد	()
= = =	- المدينة منطقة صناعية	(القديمة)	()
= = =	- شمال المدينة - سكنية زراعية -	الرشيدية	()
= = =	الضفة اليسرى لمدينة - الكثافة السكانية - كثافة المسالك المرورية	السويس	()
= = =	جنوب مدينة الموصل - منطقة زراعية	السلا مية	()

اما جمع نماذج مياه الامطار فقد تم بواسطة إناء مصنوع محليا لهذا الغرض وهو كما مبين في



() .

Sheet of
polyethylene

الشكل (١) : مخطط مبسط لواسطة جمع نماذج مياه الامطار
ومثبت افقياً لتجمیع مياه الامطار بالشكل الذي يحقق وصف الامطار الساقطة في مجلد المنطقة
وبمراجعة شروط النمذجة العلمية .

وقد تم تحليل الخصائص المختلفة مباشرة بعد كل مزنة مطرية ولما يزيد على عشر مزن
مطرية امتدت بين ايلول وحزيران . التحليل وفقاً للطرق القياسية .
المعلومات المناخية المرافقة لكل مزنة مطرية تم تسجيلها للاحظة تأثيرها .

النتائج والمناقشة :

حيث ان البحث تركز على تأثير وسائل النقل على التلوث باعتبارها مصدراً رئيسيًا ملوفاً في اغلب المدن المتوسطة والكبيرة علاوة على التلوث الصناعي ، فان الملوثات الرئيسية الناتجة عنه هي ما ينتج عن حرق الوقود وما يحتويه من شوائب ومضادات ابرزها الرصاص والكادميوم (ذات الخطورة الأهم) ، فضلاً عن اکاسيد الكربون والكبريت الى غير ذلك من الملوثات .

الرصاص : كما نلاحظ في الجدول () ان تركيز الرصاص في مياه الامطار للمناطق المدروسة يتراوح بين القيم غير المحسوسة (N.D - 650 $\mu\text{g}/\text{L}$) ومعدله (163.4 $\mu\text{g}/\text{L}$) وهذا التغير في التركيز () الذي وجد ان تركيز الرصاص في مياه النهر بين (1.1-29) $\mu\text{g}/\text{L}$ فقد اعطى مدى اكبر للرصاص بين (120-2 $\mu\text{g}/\text{L}$) . ()
بين ان تركيز الرصاص في أمطار مدينة الموصل يتراوح بين (20-500 $\mu\text{g}/\text{L}$) وهذا يتواافق مع النتائج المستحصلة في الدراسة الحالية .

وبما انه لا توجد صناعة ثقيلة في المناطق المدروسة فيمكن ان يعزى وجود معادن الرصاص في مياه الامطار (وبالاًخرى في الهواء) . وهذا يفسر سبب تصاعد تركيز الرصاص في الموقع (5) الكثيف بالحركة المرورية المزدحمة . والشكل () يعطي تركيز الرصاص في العينات المأخوذة في كافة المواقع الستة .

الكادميوم : تركيز هذا العنصر في مياه الامطار كما موضح في الجدول () يتراوح بين (N.D-20 $\mu\text{g}/\text{L}$) (6.42 $\mu\text{g}/\text{L}$) . () ان تركيز الكادميوم في مياه الامطار للموقع الذي ضمنه بدراساته (وهو موقع ساحلي) يتراوح بين (55.2-0.4 $\mu\text{g}/\text{L}$) .
الكادميوم في الهواء الجوي مصدره الرئيس إطارات السيارات والاحتكاك الكبير الحاصل بينها وبين سطح الطريق . ولكون هذا الاحتكاك يزداد في تقاطعات الطرق الضيقة نجد الموقع ()

الذي يتصف بذلك يفوق المواقع الأخرى بتركيز الكادميوم .
الكادميوم في مياه الأ

- : تراكيز الملوثات الأخرى ذات الأهمية ذات التلوث الهوائي
سواء جراء وسائل النقل او غيرها مثبتة في الجدول () وبغض النظر عن الفترة بين المزن
المطرية والواقع كافة فان هذا الجدول يبين مجمل الخصائص في الواقع كافة ومعظمها يشير
الى تلوث مياه الامطار وخطورته على المياه السطحية والتربة وغيرهما جراء التلوث الناجم
عن وسائل النقل وبعض المصادر الأخرى وهذه النتائج تعود الى فترة لم تكن فيها المولدات
الكهربائية بالشكل والكثافة التي تعمل بها الان فمن المؤكد ان الملوثات قد زادت اضعاها جراء
الحالة المضطربة بيئيا (وخصوصا في مجال التلوث الهوائي) والتي سببها الاعمال بيئي

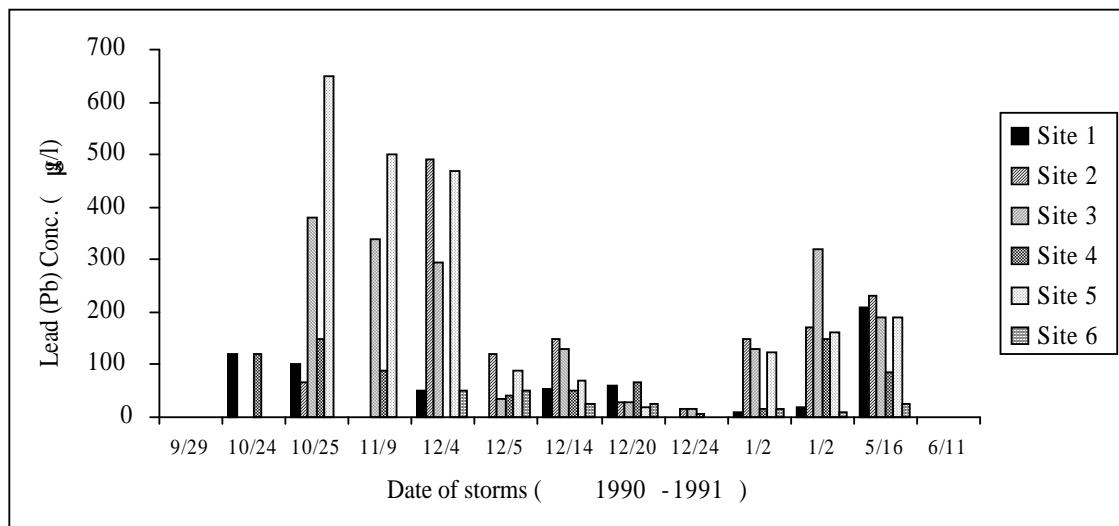
الترسب الكلي للشوائب : Total Deposition

يمكن الاستفادة من معلومات نوعية مياه السقاط بحساب كمية التربسات المتراكمة على التربة او السطح لكل ملوث ، بسبب الامطار وكسحها لهذا الملوث وأ يصله إلى الأرض ويتم حساب (Total Deposition T.D) من المعادلة الآتية :

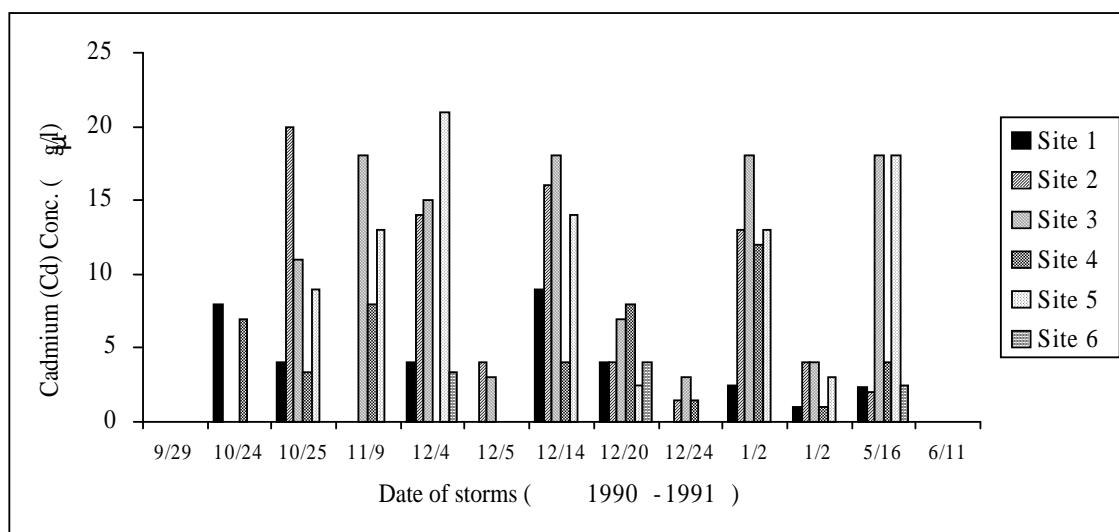
(M : عمق السقيط) (mm)

q : تركيز العنصر () في مياه الامطار (mg/l) . () يبين ترببات ()

ان هذه القيم (خصوصا الرصاص والكادميوم) تشكل مصدر تلویث كامن للمياه السطحية بهذين الملوثين ، حيث تجرف مياه الامطار العناصر المحمولة بها فضلا عن تلك الموجودة اصلا على الارض جراء تراكمها بالجاذبية فتؤدي الى زيادة تركيزها في المياه السطحية (وهي الرئيسة لماء الشرب في هذه المناطق) الى الحدود التي قد لا يسمح بها في مياه



الشكل (٢) : محتوى الرصاص في مياه الامطار في مختلف مواقع الدراسة .



الشكل (٣) : محتوى الكادميوم في مياه الامطار في مختلف مواقع الدراسة .

تأثير فترة الجفاف :

قد يكون لفترة الجفاف (الفترة الزمنية بين مزنة مطرية وآخرى) تأثير مهم على تركيز الشوائب في مياه الامطار ، ولكن ذلك ليس اكيدا دائمآ اذ من الممكن ان يكون للرياح المرافقة او السابقة للمزنة المطرية دور في تفريغ الملوثات قبل ان تدخل في تكوين القطرة المطرية لسبب او لآخر ، كما يدخل في المسالة سعة خزن طبقة الجو على حمل الملوثات اضف لذلك تغير الشوائب من ناحية الوزن النوعي نسبة الى الهواء وقد تدخل الشحنة الكهربائية التي تحملها كل شائبة في التأثير على وقت بقاء الشوائب في الهواء ، وكل تلك الامور يمكن ان تعطل الشك السائد حول تأثير فترة الجفاف بشكل مباشر على تركيز الشوائب في مياه

، يمكن متابعتها للحاظة التأثير الفعلي لفترة الحفاف على تركيز الملوثات في مياه الأمطار ، إذ لا يوجد تأثير ثابت كما نلاحظ من هذه الأشكال .

الجدول (٣) : القيم الدنيا والقصوى لتركيز بعض الملوثات في مياه الأمطار في الموقع

														الملوث
60	2	65 0	7	15 0	2	37 0	10	50 0	10	20 0	nd			$\mu\text{g/l}$
4	nd	14	nd	8	nd	18	3	20	1	9	nd			الكادمي $\mu\text{g/l}$
15	0.7 5	45	0.4 8	50	1.1	21	2.7	18. 9	1.2	24	1.4			(CO_2) mg/l
9.4 8	0.9 9	7.7 6	0.7 3	7.1 7	0.4 5	7.5 2	1	9.4 8	0.8 5	8.0 5	0.9 3			mg/l
10. 2	2	14. 1	0.9	15	0.3	16. 7	4.1	17. 6	2.4	15. 8	0.7 8			الكبريتات mg/l
32. 4	4	30	2	36	7	28	6	38. 3	12	24	7			كلوريدات mg/l

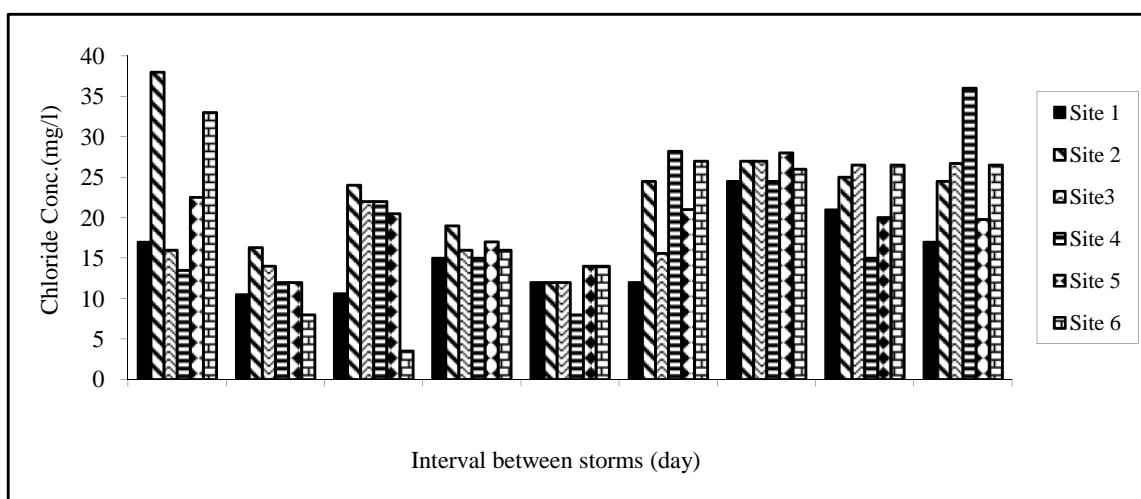
الجدول (٤) : قيم الترببات المتراكمة للشوائب المقاسة في الموقع الستة المدروسة (mg/m^2)

Ion or pollutant	Site 1	Site 2	Site 3	Site 4	Site 5	Site 6

K^+	91.56	68.57	128	54.03	65.67	105.48
Na^+	67.44	87.29	123.6	63.6	64.77	66.1
Ca^{++}	714.58	745.12	675.9	702	765	683.7
Mg^{++}	326.75	331.9	382.26	310	343.9	360.96
NH_4^+	29	16.55	26.1	25.3	23.1	19.97
Cl^-	764.54	1128	861.6	1285.8	1058	1055.6
SO_4^{-2}	336.43	255	302.4	272.2	195.1	23.4
NO_3^-	96.11	93.61	102	90.1	82.3	75.27
Pb	1470	3120	3910	3070	4710	550
Cd	91.9	284.55	339.5	241.5	150.2	41.1

مقارنة بعض الخصائص مع حالات اخرى :

وحيث مقارنة بعض خصائص مياه الامطار كمعدل للموقع المدروسة مع حالات اخرى () فاننا نلاحظ تلوثا اكبر في الدراسة الحالية . ان من الممكن في المستقبل القريب استخدام مياه الامطار كمصدر مساعد ثانوي لاستخدامات عامة للمياه اسوة بالبلدان الاخرى (لتبريد - الى غير ذلك من الاستخدامات شبه النقية) وذلك يستوجب الحذر في المناطق المؤكدة للتلوث الهوائي



4.2 – 4.3	6.5-7.8	- الرقم الهيدروجيني (pH)
-----	Nd - 650	($\mu\text{g/l}$) -
-----	Nd - 20	($\mu\text{g/l}$) - الكادميوم

وكما نلاحظ من الجدول ان الكبريتات في موقع الدراسة كانت بمدى اوسع عنها في موقع المقارن (سنغافورة) وذلك قد يعزى الى ان مصدر الكبريتات في الموقع الاول هو حرق الوقود اضافة الى المصادر الاخرى بينما في الموقع الثاني يمكن ان يكون مصدرها الرئيس طبيعيا حيث كما ذكرنا ان الكبريت في الهواء غير الملوث يكون معظمها بهيئة كبريتات ، وما يؤيد ذلك ارتفاع تركيز الكلوريدات في الموقع الاول والذي يمكن ان يكون سببه في الهواء المركبات الداخلة في مسافات الوقود اي بمعنى وسائل النقل ذات التأثير الاصم ، اما النترات في الموقع الاول ايضا كانت بتركيز اعلى منها للموقع المقارن اما الرقم الهيدروجيني فنرى انه يميل الى الحامضية في الموقع الثاني وهذه الحالة تكاد تكون طبيعية في الهواء غير الملوث وذلك بسبب غاز ثاني اوكسيد الكربون الموجود غالبا في الجو، اما الرصاص والكادميوم فلم يتم تحسسها في الموقع الثاني وهذا ما يؤيد فكرة التلوث الناجمة في الموقع الاول عن

وفي دراسة حديثة لمدينة الموصل وجد () الخصائص التالية لمياه مزن مطيرية في مدينة الموصل امتدت لفترة من تشرين اولى شهر نيسان ٢٠٠٣ ، وكما موضح في ()، والموضع هي أقرب المواقع للمراقبة فس هذه الدراسة.

الاستنتاجات

- هناك تأثير كبير لوسائل النقل في تلوث الماء التي فيها خطوط مزدحمة .
- من المتوقع ان يكون هناك تلوث لا يستهان به للمصادر المائية ناجم عن التلوث الهوائي ولا يؤخذ بنظر الاهمية حيث شاع التركيز على المصادر الصناعية والمدنية ذات التأثير المباشر على هذه المياه . وليس غريبا ان تكون أقصى حالات تلوث نهر دجلة بعد سقوط مزنة مطيرية شديدة نسبيا تغسل الجو والأرض .
- حيث ان العمل على هذه الدراسة اجري عام ١٩٩٠-١٩٩١ فاننا نتوقع ان مؤشرات التلوث هذه قد تضاعفت عدة اضعافا (مع توقع تغير توطينها) بعد الاعمال البيئي الذي مر به البلد جراء الظروف السياسية والاقتصادية المتقلبة والمتواتلة وما رافقها من انشطة مخلة بالنظام البيئي وخصوصا في مجال التلوث الهوائي ابتداء من تسبيير المركبات غير المواقفة للشروط البيئية ومرورا بتشغيل مولدات الطاقة الكهربائية في كل حي سكني وانتهاء بالأنشطة الجانبية
- يمكن ان تعد مراقبة السقاط وتركيزه وخصائصه وسيلة متواضعة غير مباشرة لمراقبة التلوث الهوائي الحاصل ، ذلك لأن بعض المناطق والأقاليم المناخية يحصل فيها الكثير من التغيرات في الطقس قبيل حدوث اي عاصفة مطيرية من شأنها ان تذهب بتكوينات الهواء بعيدا من منطقة الى اخرى ، (هبوب الرياح بسرعة كبيرة قبل حدوث المزنة المطيرية يقوم بهذا الدور الذي يعد سليما على ما ذكر أعلاه) .
- لحد هذه الدراسة فان مدينة الموصل لا تقع تحت تأثير الامطار الحامضية وان كان الرقم الهيدروجيني يميل الى ما دون (٧) فان ذلك بسبب غاز (CO_2) الموجود في الغلاف بشكل طبيعي في الجو .

التوصيات

. اجراء دراسة عن ملوثات الهواء بشكل دوري لملحوظة التغيرات الحاصلة بصورة .

. قد تكون التوجهات قريبة من استخدام مياه الامطار كمصدر مساعد للاستخدامات المختلفة ، في هذه الحالة يجب التمعن في فحص المقاييس المختلفة لملازمة المياه للاستخدامات المزمعة ،(مثل فحص الإشعاع - البكتيريا والفيروسات - الهايدروكربونية ...) .

. لا هتمام بقطاع النقل بشكل يضمن السلامة والانسيابية في عمل هذا القطاع الحيوي دون إحداث آثار سلبية على الهواء.

. دراسة خصائص السيل المطري لمعرفة حقيقة ما يصل الى الموارد المائية من ملوثات هوائية وغيرها .

الجدول (٦): معدل تراكيز الشوائب في مياه الامطار الشتوية في المواقع المدروسة للفترة بين شهر تشرين الثاني وشهر نisan ().

الموقع	SO ₄ (mg/l)	Cl ⁻ (mg/l)	NO ₃ (mg/l)	pH	Pb μg/m ³	Cd μg/m ³
الموقع ١	15.9-9 (12.3)*	13.8-4 (9.1)	5.6-2.2 (3.4)	5.8-6.9 (6.15)	13-100 (75)	N.D-8 (5.3)
الموقع ٢	19-14.5 (17.2)	4.2-11.2 (7.6)	2.65-1.9 (2.4)	6.2-7.4 (6.6)	13-100 (67.0)	8-12 (9.3)
الموقع ٣	27-12.1 (14.7)	13.7-4.2 (8.0)	3.2-1.9 (2.6)	5.7-7.4 (6.5)	25-350 (247.3)	16-7.2 (50.7)
الموقع ٤	8.7-6.9 (7.8)	4.7-2.6 (3.5)	1.2-1.0 (1.1)	6.8-7.3 (6.95)	N.D- 12.5 4.2dc	N.D-N.D
الموقع ٥	10.1-7.2 (8.8)	9.6-3.8 (6.9)	2.1-1.2 (1.6)	5.9-7.4 (6.48)	25-100 (58.3)	N.D-8 (5.33)

*القيمة بين القوسين تشير الى معدل لقراءات .

References

: المصادر

1. D.M. Revitt ; J.B Ellis ,(1980). “Rainwater Leachates of heavy metals in road surface sediments.” Water Research, Vol. 14, pp.1403.
2. C.L . Branquinho ; V.J. Robinson , (1976), “Some aspects of lead pollution Reo De Janeiro” Enviro. Pollu. ,Vol. 10,pp.287.
3. M.H.A. Jabbori ; N.A.A. Ansari .(1989). “Chemical composition of rainwater in Baghdad area”.Iraqi journal for Science .Vol.30,No.3,pp.371.

4. H.M. Brink et.al. (1988). "Plum Wash-out near a coal-fired power plant measurements and model calculations". Atmo. Envi. , Vol.22, No.1, pp.177.
 5. C. Meszaros ,(1981). "Atmospheric Chemistry, Fundamental Aspects". Elsevier ,Amsterdam .
 6. WHO. (1978)."Water quality surveys" UNESCO/WHO.
 7. .P.W. Balls,(1989). "Trace metal and major ion composition of precipitation at a North sea coastal site". Atmo. Envi. , Vol.23, No.12,pp.2751.
 8. D.M. Alkattan ,(1989) "Trace elements in Tigris river and their impact on drinking water". M.Sc. Thesis, University of Mosul College of Engineering .
 9. S. Witz ;A.S.Moor,(1981) . "Effect of meteorology on the atmospheric concentrations of traffic-related pollutants at a Los Angeles site". APCA, Vol.31, No.10, pp.1098.
 - 10.N.F. Khalil et.al. (1989). "Investigation of some heavy and trace metals in the soil and settled dusts in the main streets of Mosul city". Science J. No.7.
- 11.R.A. Horne (1978) "The chemistry of our environment". John Wiley and Sons,Inc.

- الصفاوي ، عبدالعزيز يونس طليع، (التلوث البيئي لمدينة الموصل وطرق المعالجة)
أطروحة دكتوراه ، قسم علوم الحياة كلية التربية ، جامعة الموصل.