نوعية الأمطار في مدينة الموصل

عفاف خليل عبدالله
كلية العلوم / جامعة الموصل

تاريخ تسليم البحث : ٢٠٠٩/٥/٤ ؛ تاريخ قبول النشر : ٢٠١٠/٢/١٨

ملخص البحث :

تعد نوعية مياه الأمطار دليلا مهما على تلوث المنطقة التي تهطل عليها ولغرض دراسة درجة التلوث في مدينة الموصل تم جمع عينات من مياه الأمطار الشتوية من مناطق متفرقة من مدينة الموصل خلال الأشهر الثلاثة الاولى من عام ٢٠٠٦. وقد دلت النتائج على وجود زيادة في تراكيز ايوني الكبريتات والنترات عن حدوديهما الطبيعية .وان الأمطار لا تعد حامضية لان قيمة الاس الهيدروجيني لها كان اكبر من ٤.٥ .

Rain Quality in Mosul City

Afaf khalil Abdullah
College of Science / University of Mosul

Abstract:

Quality of rain water is considered an important indicator of pollution at the fallen area .Rain water samples have been collected throughout the first three months of the 2006 from different parts of Mosul city center to consider the degree of pollution. The results revealed that rain water contain sulphat and nitrate ions more than the natural limits and the rain was not considered acidic since the PH values were more than 4.5 .

المقدمة

يعد سقوط الأمطار الطريقة المثالية لإزالة الملوثات من الجو لذلك تستخدم مياهها للدلالة على نوعية الملوثات الموجودة في الجو, Hideak وآخرون (٢٠٠٨).

تكون مياه الامطار النازلة من السماء خالية من الشوائب وغاية في النقاء والصفاء وتظل كذلك الى ان تصل سطح الارض (السعدي ، ٢٠٠٨) ان تأثيرات ملوثات الهواء السلبية في البيئة جعلت مياه الأمطار التي تنزل في الدقائق الأولى من سقوطها (خاصة بعد انحباس المطر فترة طويلة من الزمن) في المناطق الصناعية تكون ملوثة بدرجة تلوث المياه العادمة المنزلية من البكتريا والغبار واكاسيد النتروجين والكبريت (غرابية، ٢٠٠٢) . تساهم اكاسيد الكبريت والنتروجين في تكوين الامطار الحامضية لتحويلها الى حامض الكبريتيك والنتريك على التوالي مما يجعل الامطار حامضية (٢٠٠١) Suchochki لقد أثبتت الدراسات أن الكيروسين والنفط الأبيض المستعمل في التدفئة المنزلية والمولدات الكهربائية يعد من المصادر الاساسيه لهذه الاكاسيد (علي ،١٩٨٧). وأضاف (صالح ،١٩٩١) إلى أن أكثر من ٣/٢ اكاسيد الكبريت في مدينة الموصل كان بسبب حرق الوقود النفطي . كما أشار (الراوى والطيار،١٩٩٤) إلى أن السيارات التي تعمل بالبنزين في مدينة الموصل تقذف ١٥٣.٨ طن لكل يوم من اكاسيد النتروجين اما التي تعمل بالديزل فتقذف ١٩١.٤ طن لكل يوم وتعتمد كمية الانبعاث على سرعة المركبات والبيئة السائدة . كما تعد الطيارات احد مصادر التلوث باكاسيد النتروجين لاحتوائها على نسبة عالية من النتروجين في تركيب الوقود الخاص بها (عبدال ،١٩٨٨) . اما في الولايات المتحدة الامريكية وكندا ازداد سقوط الامطار الحامضية كونها صناعية كبرى تستهلك كميات كبيرة من الوقود كمصدر للطاقة لتشغيل المصانع مما يؤدي الى انبعاث الاف الاطنان من اكاسيد الكبريت والنتروجين والكاربون Stanitski واخرون (٢٠٠٠) .

لقد أصبحت مشكلة التلوث بالامطار الحامضية عالمية بعد اكتشاف أن الغازات المكونة لها تنتقل ألاف الكيلومترات وتسقط بشكل أمطار حامضية على بلدان أخرى غير منتجة لها كما حدث في الدول السكندنافية١٩٧٥ –١٩٨٥ (عبدال ،١٩٨٨). تؤدي زيادة حامضية المياه الى الاخلال بالتوازن البيئي للبحيرات والانهار وينجم عن ذلك تغيرفي نوعية وكمية الاحياء المائية كما ينجم ايضا تغير في لون المياه وطعمها وتؤدي الى تحرر عنصر الحديد وتاكل شبكات المياه .

ان للامطار الحامضية تأثيرا على النباتات وتودي الى اختزال نمو النبات بسبب التقليل من امتصاص العناصر المغذية المتاحة للنبات وكذلك التأثير على بكتريا العقد الجذرية المثبتة للنتروجين وانخفاض معدل تحلل المواد العضوية وارتفاع تركيز الايونات المعدنية السامة (colls،٢٠٠٠) .

بدا الاهتمام بدراسة الامطار الحامضية عام ١٨٧٢عندما كتب الكميائي البريطاني Robert smeth تقريراً من ٦٠٠ صفحة اشار فيه لاول مرة الى حموضة الامطار التي هطلت ذلك العام على مدينة مانشستر وعزا السبب الى الدخان المتصاعد من مداخن المصانع.

وتوجد هناك العديد من الدراسات في مختلف دول العالم عن نوعية وصفات الامطار وكذلك الامطار الحامضية مثل دراسة gamy gemes في المجلة العلمية Discovery تحت عنوان (من يستطيع منع المطر الحامضي) ولاحظ العالم السويدي Sfant loden ان الامطار الهاطلة في السويد تزداد حموضتها بمرور الزمن واطلق عليها حرب الانسان الكميائية في الطبيعة.

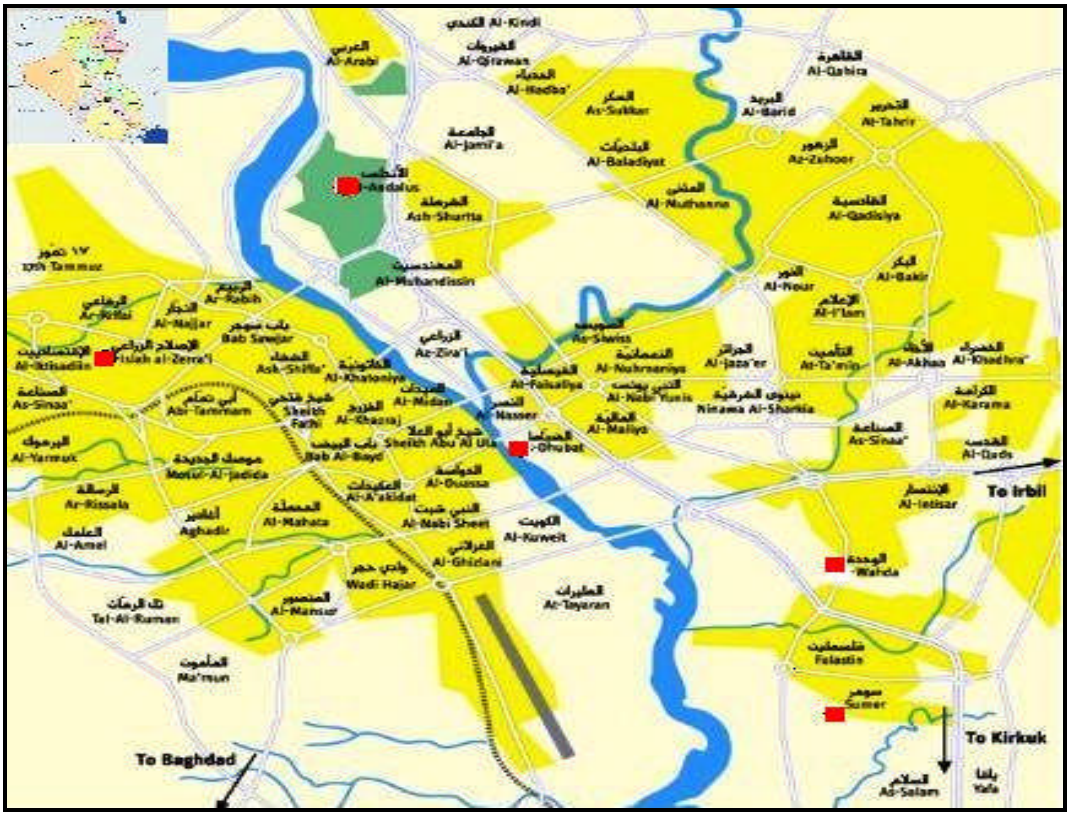
اما الدراسة التي أجراها (٢٠٠٨) ،Braggmann & Herrmann كانت عن صفات الامطار المتساقطه في بعض مدن ألمانيا وكذلك دراسة Budhavantوآخرون ، (٢٠٠٨) عن التركيب الكميائي للامطار خلال فصول سقوطها في مدينة Sinhagad في الهند.

اجرت عدة دراسات عن نوعية الامطار الساقطة في العراق ان هذه الدراسات تعد قليلة مقارنة بمساحة العراق وعدد مدنه. فقد قام الجبوري والانصاري (١٩٨٩) بدراسة التركيب الكميائي للامطار في بغداد ، أما الامارة والشواي ، (١٩٩٣) فقد كانت دراسته عن تأثير التلوث الجوي على مياه الأمطار المتساقطة في مدينة البصرة . وفي مدينة الموصل فقد جرى على أمطارها بضع دراسات منها دراسة (صالح ،١٩٩١) الذي توصل خلالها الى وجود ملوثات من اكاسيد الكبريتات والنترات في الهواء بتراكيزمؤثرة من خلال دراسته عن تأثير التلوث البيئي على نوعية الأمطار ودراسة الحيالي ، (٢٠٠١) والتي وجدت زيادة في تركيز الملوثات عن الدراسة السابقة في دراستها الميدانية عن التلوث في مدينة الموصل أما دراسة الصفاوي (٢٠٠٦) فقد كانت عن نوع آخر من الملوثات حيث شملت دراسته العناصر المعدنية السامة في مياه الأمطار .

الهدف من الدراسة الحالية هو اجراء قياسات جديدة للملوثات في أمطار مدينة الموصل للأعوام ٢٠٠٦-٢٠٠٧ ومتابعة التغيرات التي طرأت على صفاتها الكيمائية والفيزياوية خاصة في هذه الفترة حيث ازدادت أعداد المولدات الكهربائية في الأحياء السكنية وزيادة عدد السيارات السيارات وحرق النفايات من قبل المواطنين بسبب التقصير في الأعمال الخدمية بالاضافة الى وجود الطائرات في أجواء المدينة والتي لم تكن موجودة أثناء اجراء الدراسات السابقة.

معلومات عن مدينة الموصل

تقع مدينة الموصل في شمال القطر العراقي ين خط طول ¯١٥ °٤١ – ¯١٠ °٤٤ وخطي عرض ¯٥٠ °٣٤ – ¯٥٥ °٣٧ وتشغل مساحة حدودها ٢٠٠٣ كم٢ .تتميز مدينة الموصل بهطول الأمطار في الأشهر الباردة من السنة وذلك خلال المدة المحصورة بين تشرين الأول و نيسان ، وتسقط في الشتاء الكميات الأكبر من الأمطاراذ تتراوح بين (١/٢ –٢/٣) من الأمطار السنوية ويتوزع الباقي بين الربيع والخريف (كنه، ٢٠٠١) .



خارطة (١) مدينة الموصل مثبت عليها مواقع جمع العينات ■

المواد وطرق العمل

تم اختيار خمسة مواقع في مدينة الموصل خارطة (١) لجمع عينات الأمطار الموقع الأول في حي سومر جنوب مدينة الموصل ، الموقع الثاني حي الضباط في وسط المدينة قرب نهر دجلة ن الموقع الثالث في حي الوحدة بين الموقعين الأول والثاني ،ويقع الموقع الرابع في حي الأندلس شمال ألمدينه هذه المواقع الأربعة تقع على الضفة اليسرى من نهر دجلة ويقع الموقع الخامس في حي الإصلاح غرب المدينة وعلى الضفة اليمنى من نهر دجلة وقد تم جمع العينات خلال الأشهر الثلاثة كانون الأول عام ٢٠٠٦ وكانون الثاني وشباط عام ٢٠٠٧ باستخدام قناني بلاستيكية يتم جمعها بعد سقوط الأمطار مباشرة وتجرى عليها الفحوصات

الفيزيائية (درجة الحرارة باستعمال المحرار الزئبقي بوحدة المقياس المئوي والتوصيل الكهربائي بواسطة جهاز Electrical conductivity)الى جانب الصفات الكميائية (قيمة الاس الهدروجيني باستعمال جهاز pH meter والقاعدية والحامضية بطريقة التسحيح والايونات الكبريتات والنترات بطريقة الكدرة بواسطة جهاز Spectrophotometer على الأطوال الموجية الخاصة لكل منهما والفوسفات بطريقة كلوريد القصديروز أما الكالسيوم والمغنيسيوم بطريقة التسحيح ضد EDTA (APHA,١٩٩٧) .

النتائج والمناقشة

إن كمية الأمطار الساقطة على مدينة الموصل خلال العامين ٢٠٠٦ و٢٠٠٧كانت شحيحة نوعا ما حيث بلغت كميتها عام(٢٠٠٦) ٤٦٢ ملم وكانت اغلبها في شهر كانون الثاني وشباط فقد كانت(١٤٢.٦ و١٣٤.٤) ملم\شهر على التوالي أما الأمطار الهاطلة في عام (٢٠٠٧) كانت ٤٢٦.٢ملم حيث كانت اكبر كمية في كانون الأول ٢٧٦ ملم\شهر ، وتميزت بقية أشهر الأمطار لكلا العامين بقلتها كما مبين في الجدول ١.

الصفات الفيزياوية والكمياوية.

- درجة الحرارة

تؤثر درجة الحرارة بشكل فعال في ذوبان المواد ، والغازات في الماء (عباوي وحسن،١٩٩٠) ويلاحظ في الجدول (١) تقارب درجات الحرارة في فترات جمع مياه الامطار خلال الاشهر الثلاثة وتعد المياه ذات قابلية جيدة في الاحتفاظ بحرارتها رغم تذبذب درجة حرارة المحيط (السعدي ،٢٠٠٨) .

- قيمة الاس الهدروجيني والحامضية والقاعدية

تشير الدراسات الى أن الحامضية في مياه الأمطار التي تكون قيمة اسها الهدروجيني الهدروجيني أعلى من٥.٦ تعد حامضية طبيعية ناتجة عن التوازن بين غاز ثنائي اوكسيد الكاربون مع مياه المطر أما عندما تكون قيمة الاس الهدروجين اقل من ذلك فانه يكون ناتجا عن بعض الحوامض المعدنية مثل حامض الكبريتيك والنتريك(عباوي وحسن،١٩٩٠) وتشير نتائج قيم الاس الهدروجيني للأمطار الساقطة على مدينة الموصل جدول (٢) أنها قد تراوحت بين (٥.٢ –٧.٤) وبينت النتائج أن هناك قيم منخفضة والسبب يعود الى زيادة تراكيز ايوني SO4 و NO3 وهذه النتائج تتفق مع ما وجده Ezcuraa وآخرون (١٩٨٨) اذ اشاروا الى وجود علاقة قوية بين حامضية الأمطار وتركيز ايونيSO4 و NO3 . وقد أشارت النتائج الى أن التردد

النسبي لقيم الاس الهدروجيني بين (٥.٢٢ –٦.٥) كانت ٤٦.٦٥% يعود اغلبها الى المواقع سومر والوحدة أما التردد النسبي للقيم (٦.٥ –٧.٤) كانت ٥٣.٣ % اغلبها في حي الأندلس ثم الإصلاح الزراعي إن القيم ذات الاس الهدروجيني المرتفع في هذه المناطق تعزى الى هبوب العواصف الترابية من خارج العراق واختلاطها مع السحب مما أدى الى رفع قيمة الاس الهدروجيني بالإضافة الى الانبعاثات المدنية .

أظهرت نتائج الدراسة أن قيم الاس الهدروجيني تتفق مع ما توصل إليه (الصفاوي ٢٠٠٨) وهي ٥.٢–٧.٦ ولكنها مختلفة بعض الشئ مع ما وجده صالح (١٩٩١) وكذلك الحيالي (٢٠٠١) حيث ذكرا أن المدى تراوح بين (٦.٦–٨) و (٦–٦.٧) على التوالي وهذا يدل على انخفاض قيم الحدود الدنيا من قيمة الاس الهدروجيني ويعود ذلك الى زيادة كمية الملوثات خلال المدة من ١٩٩١–٢٠٠٧ بسبب زيادة حرق الوقود في الشتاء لأغراض التدفئة وكذلك زيادة استعمال الوقود في المولدات المنزلية ومولدات الأحياء السكنية بالإضافة الى زيادة عدد المركبات . وعند مقارنة هذه النتيجة مع مياه الأمطار الساقطة على مدينة البصرة فقد أشار الأمارة وآخرون (١٩٩٣) بان قيمة الاس الهدروجيني يتراوح بين (٧.٢ –٩.٧٨)

الجدول (١)

المعدل الشهري لدرجات الحرارة العظمى والصغرى والرطوبة النسبية والمطر لعام ٢٠٠٦ و٢٠٠٧ البيانات تم الحصول عليها من محطة الأنواء الجوية في الرشيدية

الشهر	درجة الحرارة العظمى°م	درجة الحرارة الصغرى°م	الرطوبة النسبية%	المطر mm /شهر
٢٠٠٦				
كانون٢	١١.٩	٣.٤	٧٧	١٤٢.٦
شباط	١٥.٣	٦.٤	٧٣	١٣٤.٤
آذار	٢١.٣	٨.٣	٦٤	٢١.٧
نيسان	٢٥.٢	١٣.٢	٦٩	٨٤
أيار	٣٢	١٧.٤	٤٩	٠
حزيران	٤١	٢٢.٦	٣	٠
تموز	٤٢.١	٢٥.٧	٣٠	٠
آب	٤٥	٢٧.٣	٢٠	٠
أيلول	٣٨.٢	١٨.١	٣٥	٠
تشرين١	٣٠.٦	١٦	٥٢	٠

الشهر	درجة الحرارة العظمى°م	درجة الحرارة الصغرى°م	الرطوبة النسبية%	المطر mm /شهر
تشرين٢	١٩	٦.٢	٦٣	٣٩
كانون١	١٤.٣	٠.٤	٦٢	٤٠.٣
٢٠٠٧				
كانون٢	١٢.٥	١.٢	٧٩	٢٧٩
شباط	١٥.١	٥.٢	٧٨	٦١.٦
آذار	١٩.٣	٧.٢	٦٦	٢١.٧
نيسان	٢٢.٤	١٠.٦	٧٠	٣٦
أيار	٣٤.٧	١٩.٦	٤٦	١٨.٦
حزيران	٤٠.٦	٢٣.٤	٣١	٠
تموز	٤٣.٧	٢٧.١	٢٥	٠
اب	٤٣.٤	٢٦.٣	٣١	٦.٢
ايلول	٣٨.٨	٢٠.٩	٢٩	٠
تشرين١	٣٢.٦	١٥.٥	٤٠	٠
تشرين٢	٢٣	٨	٥٣	٠
كانون١	١٦.٣	٢.٢	٦١	٣.١

أي إنها تميل الى القاعدية بسبب قربها من الخليج العربي في حين اغلب الأمطار في الموصل تميل الى الحامضية وأشار الصفاوي (٢٠٠٦) الى أن السبب قد يكون الطبيعة الجغرافية لمدينة الموصل وطبيعة الرياح حيث تغلب عليها الرياح الهادئة (calme) مما يؤدي الى الحد من تشتت الغازات المنبعثة من عمليات الاحتراق للوقود ومن ثم تؤدي الى جعل مياه الأمطار ذات طبيعة حامضية . وأشارت الدراسات التي اجريت في العديد من دول العالم الى انخفاض قيمة الاس الهدروجيني في بعض الدول فقد ذكر Forti وآخرون (١٩٩٠) أن قيمة الاس الهدروجيني (٥) في البرازيل بسبب ايوني SO4 و NO3 أما Braggemann و Hermann(٢٠٠٨) في دراستهم عن الأمطار الساقطة في مدينتي Lipzicو Milpiz الالمانيتين ذكرا أن اقل قيمة للاس الهدروجيني وجداها عام ١٩٩٢هي (٣.٣٣) وارتفعت هذه القيمة في Lipzic الى (٤.٧) خلال الفترة ١٩٩٦-٢٠٠٤ وفي Milpiz الى (٤.٨) وعزيا ذلك الى انخفاض نسبة الملوثات في الجو بسبب استخدام تكنولوجيا حديثة في التخلص من الغازات المنبعثة من المداخن.

أما بالنسبة لتركيز الحامضية تبين أن أعلى التراكيز كانت في حي الوحدة في الأشهر الثلاثة (٥٠و٥٥,٤٥) ملغم/لتر وفي حي الإصلاح في شهر شباط (٦٥) ملغم/لتر وهذا يوكد انخفاض للاس الهدروجيني في حي الوحدة أما اقل تركيز للحامضية كان(١٢) ملغم/لترفي حي الأندلس جدول (٣) .

-التوصيل الكهربائي :

تعبر قياسات التوصيل الكهربائي عن تركيز الأملاح في مياه الأمطار وتوجد علاقة قوية بين التوصيل الكهربائي وبين نوعية وتركيز الايونات الذائبة خاصة Ca^{2} و $Mg\ Cl\ So4^{--2}$.

أظهرت نتائج البحث أن قيم التوصيل الكهربائي جدول (٢) تراوحت بين (٢٠) مايكروسيمنز /سم كحد أدنى في منطقة الإصلاح في شهر شباط وأعلى قيمة (٨٢) مايكروسيمنز /سم في حي الضباط والاندلس والوحدة والإصلاح ويلاحظ وجود اختلافات قليلة بين الأشهر والمناطق أن هبوب العواصف الترابية وسقوط الأمطار الطينية يساعدان على ذوبان الأملاح القابلة للذوبان في الماء وخاصة الكلوريدات والكاربونات مما ادى الى رفع قيمة التوصيل الكهربائي (Ganor وMamane ، ١٩٨٢) وتختلف هذه النتيجة عن الدراسات السابقة في مدينة الموصل حيث كانت قيم التوصيل الكهربائي مابين (٢١٢.٥-٥٢٠.٢) مايكروسيمنز /سم في دراسة الحيالي،(٢٠٠١) اما في دراسة صالح،(١٩٩٠) فقد كانت النتيجة (٣٣- ٥٥٩) مايكروسيمنز /سم وربما يكون السبب الفرق في الفترة الزمنية التي أجريت فيها هذه الدراسات كذلك الاختلاف في كمية الأمطار الساقطة التي تلعب دورا مهما في تخفيف تركيز الايونات الذائبة في مياه الأمطار وهذا ما أكده Forti وآخرون(١٩٩٠) .

ومقارنة مع مدينة البصرة فقد كان معدل التوصيل الكهربائي(٩٤٠) مايكروسيمنز/سم (الأمارة والشواي،١٩٩٣) ويعود ذلك الى قربها من الخليج العربي وتاثره به في حين تراوحت قيم التوصيل الكهربائي للأمطار الساقطة على مدينة عمان (٨١-١١٨) مايكروسيمنز/سم Jaradat) وآخرون ٩ ١٩٩) وفي مدينة أثينا –اليونان تراوحت قيمها بين (١٢.٦-٢٤٦) مايكروسيمنز/سم Dikaiakos وآخرون ،(١٩٩٠) . وأشار Forts وآخرون (١٩٩٠) الى أن كمية الأمطار تلعب دورا مهماً في تحديد تراكيز الايونات الذائبة في مياه الأمطار الساقطة على هذه المدن فضلاً عن الاختلاف في الظروف المناخية والجغرافية لهذه المدن .

الجدول (٢)

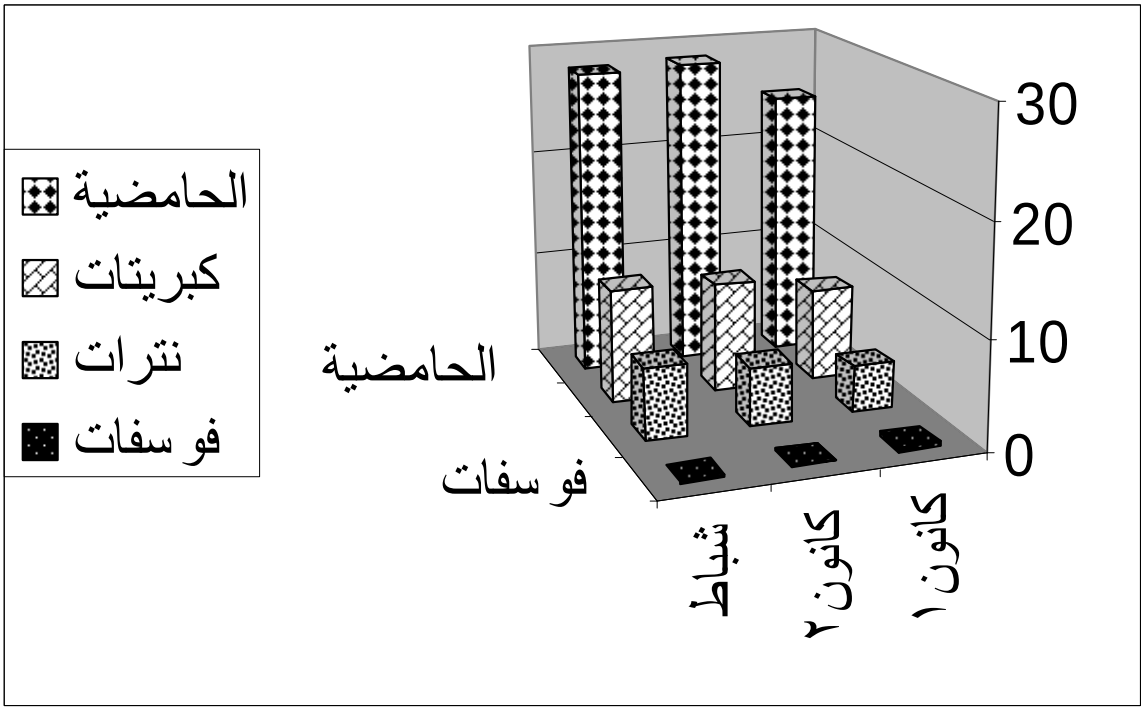
معدل الاس الهدروجيني والصفات الفيزياوية لمياه الامطار الساقطة على مدينة الموصل.

المتغيرات	الشهر	سومر	الضباط	الوحدة	الاندلس	الاصلاح	المعدل
الاس الهدروجيني	كانون١	٦.٧	٦.٤	٥.٥٧	٧.٤	٦.٦	٦.٥٣
	كانون٢	٥.٨	٦.٧	٦.٥	٧.٤	٦.٣	٦.٥٤
	شباط	٦.٤	٦.٦	٥.٢٢	٧.٣	٧.٣	٦.٥٦
التوصيل الكهربائي (مايكروسيمنز/سم)	كانون١	٢٣	٣٥	٧٠	٦٢	٨٢	٥٤.٤
	كانون٢	٧٧	٣٨	٨٢	٧٦	٨٠	٧٠.٦
	شباط	٤٠	٨٢	٤٠	٨٢	٢٠	٣٣.٢
الحرارة م°	كانون ١	١٤	١٣.٥	١٦	١٦	١٥	١٤.٩
	كانون٢	١٥	١٦	١٥	١٦	١٤	١٥.٢
	شباط	١٤	١٥	١٦	١٥	١٥	١٥

جدول (٣)

معدل الحامضية والكبريتات والنترات والفوسفات(ملغم/لتر)في مياه الامطار الساقطة على مدينة الموصل.

المتغيرات	المواقع	سومر	الضباط	الوحدة	الأندلس	الإصلاح	المعدل
الحامضية	كانون١	٦١	٢٢	٥٠	١٤	٢٢	٢٤.٨
	كانون٢	١٤	٢٤	٥٥	١٢	٣٨	٢٨.٦
	شباط	٤٠	٢٢	٥٤	١٦	٦٤	٣٩
الكبريتات	كانون١	٥.٣	٦	١٣.٦	٣.٦	١٣.٧	٨.٤٤
	كانون٢	٨	٤.١	١٢.٧	٤.١٧	١١.٥	١٠.٠٧
	شباط	١١.٨	٥.٣	١٥.٣	٥.٣	١٥.١	١٠.٥٦
النترات	كانون١	٤.١	٢.٨	٧.٥	٣.٩	٣.٢٦	٤.٣١
	كانون٢	٥.٨	٣.٣	٦	٥.٦	٦.١٢	٥.٣٦
	شباط	٦.٦	٦.٢	٩.٥	٥.٥	٤.٧	٦.٤٦
الفوسفات	كانون١	٠.٤١	٠.٤٤	٠.٥	٠.٢٧	٠.٤٢	٠.٤٠٨
	ك كانون٢	٠.١٦	٠.٠٤	٠.١	٠.١١	٠.٠٩	٠.١
	شباط	٠.١	٠.١	٠.٠٢	٠.٤١	٠.٠٨	٠.١٤٢



الشكل (١)

يوضح العلاقة بين الايونات السالبة وقيم الحامضية لمياه الامطار.

كذلك يلاحظ ارتفاع معدلاتها في المواقع ذات الكثافة السكانية بسبب حرق كميات اكثر من الوقود وزيادة حركة السيارات ، فضلا عن اثارة الغبار من سطح الارض بسبب العواصف الترابية والتي ازدادت إعدادها في الأعوام الاخيرة إذ أشار Canor و Mamane (١٩٨٢)الى ان الشرق الأوسط يتعرض الى هبوب العواصف الترابية القادمة من الصحراء الافريقية .

- الايونات السالبة

نلاحظ في جدول (٣) ان تركيز ايونات الكبريت مرتفعة في جميع المناطق عن الحدود الطبيعية والتي هي(٠.٠١) ملغم/لتر Casiday and Frey (١٩٩٨) حيث يصل إلى أعلى تركيز (١٥.٣) ملغم/لترفي حي الوحدة في شهر شباط اما اقل تركيز كان (٣.٦) ملغم/لتر في حي الأندلس في كانون الاول . ان ارتفاع تراكيز الكبريتات في حي الوحدة في الاشهر الثلاثة يعود الى زيادة الكثافة السكانية في هذه المناطق وزيادة المولدات الكهربائية في داخل الأحياء وربما السبب الرئيسي هو قربها من صناعة الساحل الأيسر حيث يتم حرق دهون السيارات بالإضافة الى كثرة انقطاع التيار الكهربائي ولساعات طويلة خلال الشتاء وكذلك استخدام الوقود النفطي للتدفئة وهذا يحدث في جميع المناطق مما سبب ارتفاع تركيزه عن الحدود الطبيعية المبينة اعلاه وقد اشار Rodhe واخرون (٢٠٠٢) الى كثرة انبعاث اكاسيد الكبريت الناتجة من

نشاطات الإنسان والتي تتحول في الجو الى كبريتات وعند سقوط الامطار تتحول الى حامض الكبريتيك ، كذلك فان اثارة الغبار من الشوارع والساحات نتيجة الكثافة المرورية العالية خلال فترات انقطاع الامطار قد يحتوي هذا الغبار على تراكيز من ايونات الكبريتات التي تغسل أثناء سقوط الأمطار Suchochki,(٢٠٠١) كل هذه العوامل ادت إلى ارتفاع نسبة هذه الملوثات. ومن مقارنة نتائج الدراسة مع تركيز الكبريتات في مياه الامطار الساقطة على مناطق مختلفة من العالم نلاحظ بان تركيز الكبريتات في الدراسة الحالية اقل من تركيز الكبريتات في مياه الامطار الساقطة في كوانج في الصين وسنهاجد في الهند ومقاربة لعمان واكثر مما في الامطار الساقطة على كولايا في الهند وساوبالوفي البرازيل وتايبيه في تايوان واونتاريو في كندا جدول (٦).

تنشأ أكاسيد النترات من تحول اوكسيد النتريك الى ثناني اوكسيد النتروجين بعد تاكسد سريع (العمر ،٢٠٠٠) وذكر (علي، ١٩٧٨) ان تحول اوكسيد النتروجين الى حامض النتريك يتم بوجود الاوزون. يلاحظ في الجدول (٣) أن جميع التراكيز تزيد عن الحدود الطبيعية والتي قدرت (٠.٠١) ملغم/لتر Casiday and Frey, (١٩٩٨) حيث وصل في حي الوحدة الى اعلى تركيز في مدينة الموصل (٩.٥) ملغم/لتر في شهر شباط ان هذه النتيجة مرتفعة عن الدراسات السابقة في المدينة بسبب زيادة الملوثات الناتجة من احتراق الوقود حيث اشار Behra و Stumm (١٩٨٢) الى ان زيادة ايونات النتروجين في الجو تنتج من انبعاث اكاسيد النتروجين بفعل نشاطات الانسان المتمثلة بالنشاط الصناعي وحركة المرور الكثيفة ، اظهرت نتائج الدراسات السابقة في مدينة الموصل بان تراكيز للنترات في دراسة (الحيالي،٢٠٠١) تصل الى(٦.١١) ملغم/لتر وفي دراسة (الصفاوي، ٢٠٠٦) كان اعلى تركيز (٣.٥) ملغم/لتر ويعزى السبب في ذلك الى زيادة عدد الطائرات في الوقت الحاضر خاصة في المناطق القريبة من الامطار اما اقل تركيز فقد كان في حي الاندلس (١.١) ملغم/لترفي كانون الثاني وتنشا هذه الاكاسيد من انبعاث الدخان الناتج من وسائط النقل والمولدات الكهربائية بين المواقع وكذلك من عوادم الطيارات كما ان زيادة الطائرات النفاثة عابرة القارات حيث تعبر فوق مدينة الموصل يومياً اعداد كبيرة منها وكذلك السمتيات والمقاتلات أدى إلى زيادة تركيز ايونات النترات الذي يدخل في تركيب الوقود الخاص بها(عبدال ،١٩٨٨) . ومن مقارنة نتائج الدراسة مع بعض دول العالم يلاحظ ان تركيز النترات في مياه الأمطار أعلى من تركيزه في عمان وتايوان وساوبالو جدول (٦).

تتفاوت تراكيز الفوسفات بين الاشهر والمناطق جدول (٣) حيث يصل الى ادنى تركيز (٠.٠٨) ملغم/لتر في حي الإصلاح في شهر شباط واعلى مستوى (٠.٤٤) ملغم /لتر في شهر كانون الاول في حي الضباط وتعد هذه التراكيز مرتفعة ويعزى السبب الى وجود اكاسيد

الفوسفورمعلقة في الجو بسبب العواصف الترابية و تنتج من الصخور البركانية او تحلل الفضلات العضوية وخاصة الطيوروالعظام .

نلاحظ في جدول(٣) ان الحامضية والايونات السالبة تكون اكثر في شباط ثم كانون ثاني ثم كانون اول ويعود ذلك الى زيادة استخدام الوقود النفطي في التدفئة في الاشهر الباردة مما يزيد من تركيز ايونات الكبريتات والنترات كما نلاحظ في الشكل (١) ان هناك علاقة طردية بين الايونات السالبة والحامضية حيث تزداد الحامضية مع زيادة تركيز الايونات السالبة الكبريتات والنترات .

- الايونات الموجبة

تعد ايونات الكالسيوم من اهم المكونات القاعدية لمياه الامطار والتي تلعب دوراً مهماً في التأثير على قيمة الاس الهدروجيني لمياه الامطار تشير النتائج المبينة في الجدول (٤) ان معدل تركيز ايونات الكالسيوم في مياه الامطار الساقطة على مدينة الموصل تتراوح ما بين (٨٠) ملغم/لتر في شهر شباط في حي الاندلس واقل تركيز(٧) ملغم/لتر في شهر كانون الاول في حي الاصلاح وربما يعود سبب ارتفاع الكالسيوم في الاندلس الى قربها من تل قايونجق وطبيعة الترب في المدينة التي تكون من نوع الترب الكلسية خاصة اذا تزامن سقوط الامطار مع حدوث العواصف الترابية والتي ازدادت في الاعوام الاخيرة ، اما اعلى تركيز للمغنيسيوم كان(٦.٣) ملغم/لتر في الاندلس في شهر كانون الاول واقل تركيز(١.٣) ملغم/لتر في كانون الاول في حي الاصلاح ان ارتفاع تراكيزايونات الكالسيوم والمغنيسيوم يعود الى كثرة هبوب العواصف الترابية القادمة من الصحراء الافريقية والغنية بمركبات الكالسيوم والمغنيسيوم واختلاطها مع السحب وهذا ما اكده Ganor و Mamane (١٩٨٢) كذلك اشارا الى ان تركيز الغبار الجوي في مناطق الشرق الاوسط تتراوح ما بين (٣٠-٦٠) مكغم/م^3 ولكنه يرتفع فجاءة اثناء هبوب هذه العواصف ليصل الى (٥٠٠) مكغم/م^{3}وعند ترافقها مع سقوط الامطار وهذا ما حدث اثناء فترة الدراسة حيث ازدادت تراكيز هذه الايونات في مياه الامطار وبالتالي ارتفعت قيمة الاس الهدروجيني ، وعند مقارنة معدل تراكيز ايونات الكالسيوم في مياه الامطار الساقطة على مدينة الموصل نلاحظ ان اعلى تركيز كان (٢٦) ملغم/لتر وفي دراسة الصفاوي (٢٠٠٦) لعام٢٠٠٦ كان معدل التركيز(٢٠.٥) وهي متقاربة نوعا ما وربما الفرق يعود الى عامل التخفيف كما اشار Lindberg ،(١٩٨٢) اما عند المقارنة مع تركيزه في مياه الامطار مع بعض دول العالم كعمان والهند وتايوان واونتاريو نلاحظ ارتفاع تركيزه في العراق عن هذه الدول وهذا ينطبق على تركيز المغنيسيوم جدول (٦) وقد يكون السبب هو الاختلاف في طبيعة المنطقة والظروف المناخية

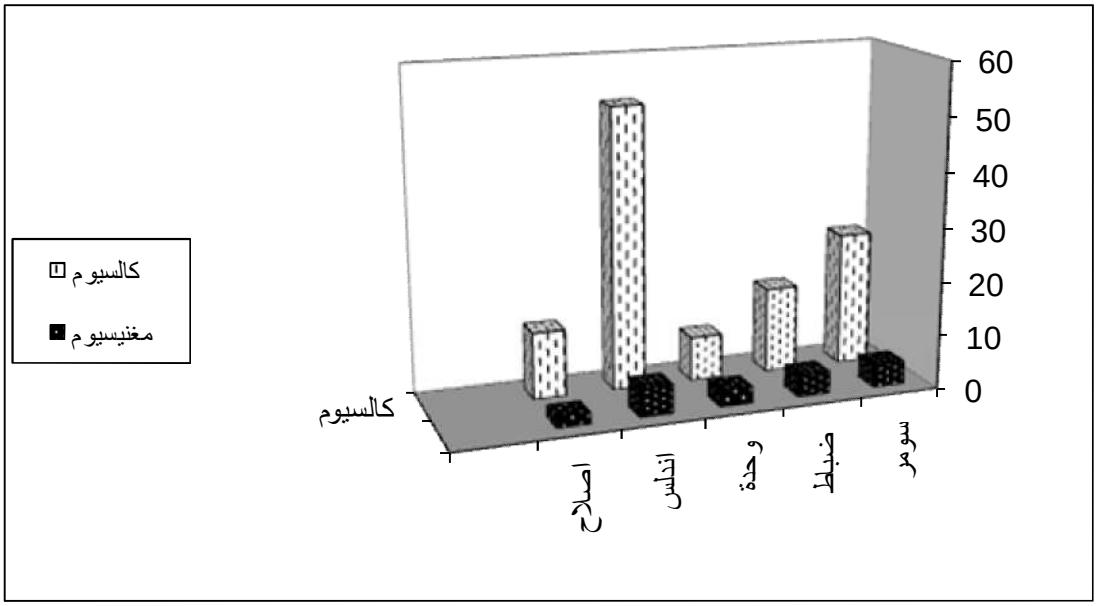
وكمية الامطار الساقطة وقد اشار Lindberg ،(١٩٨٢) الى ان هناك علاقة قوية بين كمية الامطار الساقطة وتركيز الايونات في مياه الامطار بسبب عامل التخفيف .

ويلاحظ في جدول (٥) ان نسبة الكبريتات الى الكالسيوم منخفضة جدا في الاندلس بسبب زيادة ايونات الكالسيوم وارتفاع القلوية في هذه المنطقة اما في سومر والضباط فكانت منخفضة نوعا ما وفي الوحدة مرتفعة عن بقية المناطق بسبب قربها من صناعة الساحل الايسر .اما نسبة الكبريتات الى النترات فكانت مرتفعة في منطقة الاصلاح بسبب قرب هذه المنطقة من معمل بادوش والكثافة السكانية العالية ومنخفضة في الاندلس للاسباب المذكورة سابقا.

الجدول(٤)

الكالسيوم والمغنيسيوم(ملغم/لتر)

المتغيرات	الشهر	سومر	الضباط	الوحدة	الاندلس	الاصلاح	المعدل
الكالسيوم	كانون١	٢٧	١٢	٨	٥٠	٧	٢٠.٨
	كانون٢	٢٠	١٨	٩.١	٢٧.٧	٨	١٦.٥٦
	شباط	٢٨	٢٠	٧.٦	٨٠	٢٢.٢	٣١.٥٤
المغنيسيوم	كانون١	٥	٤.٥	٤	٦.٣	١.٣	٤.٢٢
	كانون٢	٤.٢	٥	٣	٥.٦	٣	٤.١٦
	شباط	٣.٩	٣	٢.٥	٤.٥	٢	٣.١٨



الشكل (٢)

يوضح العلاقة بين الايونات الموجبة والمناطق

الجدول(٥)

نسبة الكبريتات الىالكالسيوم ونسبة الكبريتات الى النترات في مناطق الدراسة

المناطق	Ca\So4	No3\So4
سومر	٠.٣٣	١.٥
الضباط	٠.٣٠	١.٢
الوحدة	١.٦٧	١.٨
الاندلس	٠.٠٦	٠.٨
الاصلاح	١.٠٨	٣

الجدول (٦)

يوضح مقارنة بين الدراسة الحالية ودراسات سابقة.

منطقة الدراسة	pH	Ca	Mg	No3	SO4	المصادر
االونتاريو/كندا	٥.٣	١.٢	٠.٢٤	٠.٦٨	٣.٢٢	**Watmough *et al.* ,1999**
كولابا/ الهند	٧.١	٢.٥٦	٦.٦٤	٠.٤٠	٢.٥٨	**Khemani *et al*.,1989**
ساوباولو/البرازيل	٥.٠	١.٤٨	٠.٣٦	٢.٧٧	٢.٧٧	**Forti *et al*.,1990**
تايبل/تايوان	٤.٤	٠.٥٤	٠.٣٠	٢.٣٦	٥.٦٢	**Lin *et al*.,1999**
سنهاجيد/الهند	٦.٤	٢.٩٦	---	٨	٣١	**Safai,2004**
كوالنج/ الصين	٤.١	٤.٦٢	٠.٦٩	١.٣٠	١٩.٧٦	***Zhao et al*.,1988**
عمان /الاردن	٦.١٥	٥.٨٨	٠.٩٦	٢.٩١	١١.٩٥	**Jaradat *et al* .,1999**
نينوى /العراق	٦.٥٤	٢٦.٢	٣.٨٥	٤.٦٩	٩.٦٩	**الدراسة الحالية**

المصادر

١. الاماره ، محمد والشواي ف وطاهر ج (١٩٩٣) البحوث التكنولوجية –البصرة.

٢. عبدال ، كوركيس (١٩٨٨) التلوث البيئي تأليفHM.bix ترجمة كوركيس عبدال طبع دار الحكمة – جامعة البصرة .

٣. عباوي ، سعاد وحسن محمد سليمان (١٩٩٠) الهندسة العملية وفحوصات الماء ، مطابع دار الحكمة للطباعة والنشر ،جامعة الموصل

٤. علي ، لطيف حميد (١٩٨٧) التلوث الصناعي لمصادر كيمياء التلوث وطرق السيطرة عليها، دار الكتب – جامعة الموصل.

٥. العمر، مثنى عبد الرزاق (٢٠٠٠) التلوث البيئي دار وائل للنشر عمان– الاردن .

٦. غرابية ، سامح ويحي ، فرحان(٢٠٠٢) المدخل الى العلوم البيئية ، دار الشؤون للنشر والتوزيع،عمان– الاردن
٧. الجبوري ، و.ج والانصاري ت أ أ(١٩٨٩) التركيب الكميائي للامطار منطقة بغداد–مجلة العراق للعلوم ٣٠ ،٣٠، ٣٧١ .
٨. الحيالي، عفاف خليل (٢٠٠١) رسالة ماجستير– قسم علوم الحياة –كلية العلوم–جامعة الموصل.
٩. السعدي،حسين علي (٢٠٠٨) البيئة المائية دار اليازوردي العلمية للنشر والتوزيع.
١٠. صالح ، سعدي عبد الوهاب (١٩٩١) رسالة ماجستير–كلية الهندسة –جامعة الموصل.
١١. الصفاوي ، عبد العزيز طليع (٢٠٠٦) اطروحة دكتوراه – قسم علوم الحياة–كلية التربية – جامعة الموصل.
١٢. كنة ، عبد المنعم محمد علي (٢٠٠١) رسالة ماجستير قسم علوم الحياة– كلية العلوم جامعة الموصل.
١٣. الراوي ،ساطع محمود والطيار ،طه احمد (١٩٩٤) وقائع ندوة الجمعية العراقية للصحة والسلامة المهنية–بغداد .
14. APHA-AWWA-WPCF (1997) Standard method for the examination of water and wast water 18th ed U.S.A .
15. Behra P.siggL. and Stumm .W (1989) Atmo. Envi . 23 (2) 2691-27.7
16. Braggmann & Hermann (2008) Fur umwelt und Ge ulgie zur wetter water 11.01.109 Dresden,Germany.
17. Budhavant,K,B,P.S.P.Ruo,p.D.Safai,k. Ali (2008) Aerosol & Air Quality Research Vol x No.x, pp .
18. Casiday , R & Frey, R. (1998) Department of Chemitry Washington university,Stlouis MO 63130 Cacid rain in organic reaction Experment
19. EzcuraaA,CasadoH.Lacanx,J.P.&Garcia,C(1988)Atmosph.Envi 22(12): 2779-2786.
20. FortiM.C.Nordemoinn,L.M.AndraidM.F.andOrsin (1990) C.DAtmosph. Environ. 2 4B 2.355-36.
21. Ganor E . and Mamane Y.(1982)Atmo. Env. 16 (3) 581-587.

22.JaradatQ.M.Momani.K.A.ELAlali.ABATARSET,M.I.Sabri,T.G.andMoma.I.F(1999)Air soil poll. 112: 55-56.

23.Dikaiakos, J.G. Tsitouris ,G.G .Siskos,P.A. Melissos,p.A. Nasttos p (1990) Atmosph.Environ 24 B 25:171-176

24.Rodhe ,H Dentenr F.& Schulz,M (2002)

25.Suchochki,J. (2001)Coeptex chemistry understanding our world of atom.&molic.Adison Wesley,USA.

26.lindberg.S.E (1982)Atmosph. Enviro.16 (7) 1701-1709.

27.Stanitski,G.L.Eubank,L.R.Meddleeamp,G.H.andSralton,W.J.(2000) Chemistry incontext Applying chemistry to Socilety 3rd Ed Mc.Graw-HillCo. Newyork.

28.Safaip.d.Rao.D.S.P.MominG.A.Ali,KChatemD. M. and Praween,p.S (2004) Atmosph.Environ.38 : 1705-1714.

29.Watmongh,S.A.Hutchinion,T.C ,&Sager,E.P(1999) Water Air &soil pollution 111 : 89-108 .

30.Zhao D. Xion J.Xu.y &Chan W.H.(1988)acid rain in south westeren China

31. Atmos.Environ.22 (2) 358-349.