

نوعية الأمطار في مدينة الموصل

عفاف خليل عبدالله
كلية العلوم / جامعة الموصل

تاريخ تسليم البحث : 2009/5/4 ؛ تاريخ قبول النشر : 2010/2/18

ملخص البحث :

تعد نوعية مياه الأمطار دليلاً مهماً 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 الأولى من عام ٢٠٠٦. وقد دلت النتائج على وجود زيادة في تراكيز أيوني الكبريتات والنترات عن حدوديهما الطبيعية. وأن الأمطار لا تعد حامضية لأن قيمة الأس الهيدروجيني لها كان أكبر 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 (2008).

تكون مياه الامطار النازلة من السماء خالية من الشوائب وغاية في النقاء والصفاء وتظل كذلك الى ان تصل سطح الارض (السعدي ، 2008) 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، 2002) . تساهم اكاسيد الكبريت والنتروجين في تكوين الامطار الحامضية لتحويلها الى حامض الكبريتيك والنتريك على التوالي مما يجعل الامطار حامضية (2001) Suchochki لقد أثبتت الدراسات أن الكيوسين والنفط الأبيض المستعمل في التدفئة المنزلية والمولدات الكهربائية يعد من المصادر الاساسيه لهذه الاكاسيد (علي، 1987). وأضاف (صالح، 1991) إلى أن أكثر من 3/2 اكاسيد الكبريت في مدينة الموصل كان بسبب حرق الوقود النفطي . كما أشار (الراوى والطيار، 1994) إلى أن السيارات التي تعمل بالبنزين في مدينة الموصل تقذف 153.8 طن لكل يوم من اكاسيد النتروجين اما التي تعمل بالديزل فتقذف 191.4 طن لكل يوم وتعتمد كمية الانبعاث على سرعة المركبات والبيئة السائدة . كما تعد الطائرات احد مصادر التلوث باكاسيد النتروجين لاحتوائها على نسبة عالية من النتروجين في تركيب الوقود الخاص بها (عبدال، 1988) . 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 وآخرون (2000) .

لقد أصبحت مشكلة التلوث بالامطار الحامضية عالمية بعد اكتشاف أن الغازات المكونة لها تنتقل آلاف الكيلومترات وتسقط بشكل أمطار حامضية على بلدان أخرى غير منتجة لها كما حدث في الدول السكندنافية 1975- 1985 (عبدال، 1988). تؤدي زيادة حامضية المياه الى الاخلال بالتوازن البيئي للبحيرات والانهار وينجم عن ذلك تغير في 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 وتؤدي الى اختزال نمو النبات بسبب التقليل من امتصاص العناصر المغذية المتاحة للنبات وكذلك التأثير على بكتريا العقد الجذرية المثبتة للنتروجين وانخفاض معدل تحليل المواد العضوية وارتفاع تركيز الايونات المعدنية السامة (colls,2000) .

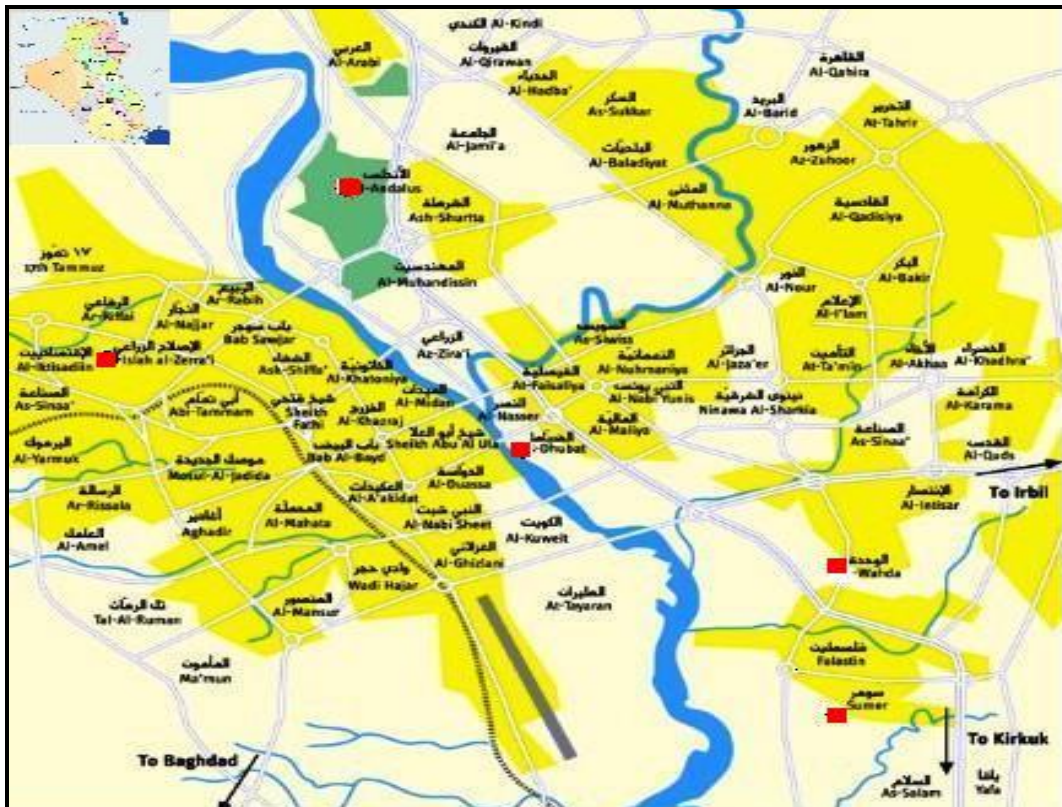
بدا الاهتمام بدراسة الأمطار الحامضية عام 1872 عندما كتب الكيميائي البريطاني Robert smeth تقريراً من 600 صفحة اشار فيه لأول مرة الى حموضة الأمطار التي هطلت ذلك العام على مدينة مانشستر وعزا السبب الى الدخان المتصاعد من مداخن المصانع. وتوجد هناك العديد من الدراسات في مختلف دول العالم عن نوعية وصفات الأمطار وكذلك الأمطار الحامضية مثل دراسة gamy games في المجلة العلمية Discovery تحت عنوان (من يستطيع منع المطر الحامضي) ولاحظ العالم السويدي Sfant loden ان الأمطار الهائلة في السويد تزداد حموضتها بمرور الزمن واطلق عليها حرب الانسان الكيميائية في الطبيعة.

اما الدراسة التي أجراها Braggmann & Herrmann, (2008) كانت عن صفات الأمطار المتساقطة في بعض مدن ألمانيا وكذلك دراسة Budhavant وآخرون , (2008) عن التركيب الكيميائي للأمطار خلال فصول سقوطها في مدينة Sinhagad في الهند. أجرت عدة دراسات عن نوعية الأمطار الساقطة في العراق ان هذه الدراسات تعد قليلة مقارنة بمساحة العراق وعدد مدنه. فقد قام الجبوري والانصاري (1989) بدراسة التركيب الكيميائي للأمطار في بغداد , أما الامارة والشواي , (1993) فقد كانت دراسته عن تأثير التلوث الجوي على مياه الأمطار المتساقطة في مدينة البصرة . وفي مدينة الموصل فقد جرى على أمتارها بضع دراسات منها دراسة (صالح , 1991) الذي توصل خلالها الى وجود ملوثات من اكاسيد الكبريتات والنترات في الهواء بتركيز مؤثرة من خلال دراسته عن تأثير التلوث البيئي على نوعية الأمطار ودراسة الحياي , (2001) والتي وجدت زيادة في تركيز الملوثات عن الدراسة السابقة في دراستها الميدانية عن التلوث في مدينة الموصل أما دراسة الصفاوي (2006) 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 2006-2007 ومتابعة التغيرات التي طرأت على صفاتها الكيميائية والفيزيائية خاصة في هذه الفترة حيث ازدادت أعداد المولدات الكهربائية في الأحياء السكنية وزيادة عدد السيارات وحرقت 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 بين خط طول $41^{\circ} 15' - 44^{\circ} 10'$ وخطي عرض $34^{\circ} 50' - 37^{\circ} 55'$ وتشغل مساحة حدودها 2003 كم². 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 الأمطار إذ تتراوح بين $(1/2 - 2/3)$ من الأمطار السنوية ويتوزع الباقي بين الربيع والخريف (كنه, 2001) .



خارطة (1) مدينة الموصل مثبت عليها مواقع جمع العينات ■

المواد وطرق العمل

تم اختيار خمسة مواقع في مدينة الموصل خارطة (1) 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 ألدینه 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 2006 وكانون الثاني وشباط عام 2007 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 الكيميائية (قيمة الاس الهيدروجيني 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,1997) .

النتائج والمناقشة

إن كمية الأمطار الساقطة على مدينة الموصل خلال العامين 2006 و 2007 كانت شحيحة نوعا ما حيث بلغت كميتها عام (2006) 462 ملم وكانت اغلبها في شهر كانون الثاني وشباط فقد كانت (142.6 و 134.4) ملم اشهر على التوالي أما الأمطار الهائلة في عام (2007) كانت 426.2 ملم حيث كانت اكبر كمية في كانون الأول 276 ملم اشهر , وتميزت بقية أشهر الأمطار لكلا العامين بقلتها كما مبين في الجدول 1.

الصفات الفيزيائية والكيميائية. - درجة الحرارة

تؤثر درجة الحرارة بشكل فعال في ذوبان المواد , والغازات في الماء (عباوي وحسن, 1990) ويلاحظ في الجدول (1) 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, 2008) .

- قيمة الاس الهيدروجيني والحامضية والقاعدية

تشير الدراسات الى أن الحامضية في مياه الأمطار التي تكون قيمة اسها الهيدروجيني الهيدروجيني أعلى من 5.6 تعد حامضية طبيعية ناتجة عن التوازن بين غاز ثنائي اوكسيد الكربون مع مياه المطر أما عندما تكون قيمة الاس الهيدروجيني اقل من ذلك فانه يكون ناتجا عن بعض الحوامض المعدنية مثل حامض الكبريتيك والنتريك (عباوي وحسن, 1990) وتشير نتائج قيم الاس الهيدروجيني للأمطار الساقطة على مدينة الموصل جدول (2) أنها قد تراوحت بين (5.2- 7.4) وبينت النتائج أن هناك قيم منخفضة والسبب يعود الى زيادة تراكيز ايوني SO₄ و NO₃ وهذه النتائج تتفق مع ما وجده Ezcuraa وآخرون (1988) اذ اشاروا الى وجود علاقة قوية بين حامضية الأمطار وتركيز ايوني SO₄ و NO₃ . وقد أشارت النتائج الى أن

التردد النسبي لقيم الاس الهيدروجيني بين (5.22- 6.5) كانت 46.65% يعود اغلبها الى المواقع سومر والوحدة أما التردد النسبي للقيم (6.5- 7.4) كانت 53.3 % اغلبها في حي الأندلس ثم الإصلاح الزراعي إن القيم ذات الاس الهيدروجيني المرتفع في هذه المناطق تعزى الى هبوب العواصف الترابية من خارج العراق واختلاطها مع السحب مما أدى الى رفع قيمة الاس الهيدروجيني بالإضافة الى الانبعاثات المدنية .

أظهرت نتائج الدراسة أن قيم الاس الهيدروجيني تتفق مع ما توصل إليه (الصفوي 2008) وهي 5.2-7.6 ولكنها مختلفة بعض الشيء مع ما وجدته صالح (1991) وكذلك الحياي (2001) حيث ذكر أن المدى تراوح بين (6.6-8) و (6-6.7) على التوالي وهذا يدل على انخفاض قيم الحدود الدنيا من قيمة الاس الهيدروجيني ويعود ذلك الى زيادة كمية الملوثات خلال المدة من 1991-2007 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 (1993) بأن قيمة الاس الهيدروجيني يتراوح بين (7.2- 9.78)

الجدول (1)

المعدل الشهري لدرجات الحرارة العظمى والصغرى والرطوبة النسبية والمطر لعام 2006 و 2007
البيانات تم الحصول عليها من محطة الأنواء الجوية في الرشيدية

الشهر	درجة الحرارة العظمى °م	درجة الحرارة الصغرى °م	الرطوبة النسبية %	المطر mm /شهر
2006				
كانون 2	11.9	3.4	77	142.6
شباط	15.3	6.4	73	134.4
آذار	21.3	8.3	64	21.7
نيسان	25.2	13.2	69	84
أيار	32	17.4	49	0
حزيران	41	22.6	3	0
تموز	42.1	25.7	30	0
آب	45	27.3	20	0
أيلول	38.2	18.1	35	0
تشرين 1	30.6	16	52	0

الشهر	درجة الحرارة العظمى °م	درجة الحرارة الصغرى °م	الرطوبة النسبية %	المطر mm /شهر
تشرين 2	19	6.2	63	39
كانون 1	14.3	0.4	62	40.3
2007				
كانون 2	12.5	1.2	79	279
شباط	15.1	5.2	78	61.6
آذار	19.3	7.2	66	21.7
نيسان	22.4	10.6	70	36
أيار	34.7	19.6	46	18.6
حزيران	40.6	23.4	31	0
تموز	43.7	27.1	25	0
أب	43.4	26.3	31	6.2
ايلول	38.8	20.9	29	0
تشرين 1	32.6	15.5	40	0
تشرين 2	23	8	53	0
كانون 1	16.3	2.2	61	3.1

أي إنها تميل الى القاعدية بسبب قربها من الخليج العربي في حين اغلب الأمطار في الموصل تميل الى الحامضية وأشار الصفواي (2006) 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 الهيدروجيني في بعض الدول فقد ذكر Forti وآخرون (1990) أن قيمة الاس الهيدروجيني (5) في البرازيل بسبب ايوني SO₄ و NO₃ أما Braggemann و Hermann (2008) في دراستهم عن الأمطار الساقطة في مدينتي Milpiz و Lipzic الالمانيتين ذكرا أن اقل قيمة للاس الهيدروجيني وجداها عام 1992 هي (3.33) وارتفعت هذه القيمة في Lipzic الى (4.7) خلال الفترة 1996-2004 وفي Milpiz الى (4.8) 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 (50 و 55,45) ملغم/لتر وفي حي الإصلاح في شهر شباط (65) ملغم/لتر وهذا يؤكد انخفاض لاس الهدروجيني في حي الوحدة أما اقل تركيز للحامضية كان (12) ملغم/لتر في حي الأندلس جدول (3) .

-التوصيل الكهربائي :

تعتبر 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^{2+} Cl^{-} SO_4^{2-} . أظهرت نتائج البحث أن قيم التوصيل الكهربائي جدول (2) تراوحت بين (20) مايكروسيمنز /سم كحد أدنى في منطقة الإصلاح في شهر شباط وأعلى قيمة (82) مايكروسيمنز /سم في حي الضباط والأندلس 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 أدى الى رفع قيمة التوصيل الكهربائي (Mamane و Ganor , 1982) وتختلف هذه النتيجة عن الدراسات السابقة في مدينة الموصل حيث كانت قيم التوصيل الكهربائي مابين (212.5-520.2) مايكروسيمنز /سم في دراسة الحياي، (2001) اما في دراسة صالح، (1990) فقد كانت النتيجة (33-559) 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 أكدته Forti وآخرون (1990) .

ومقارنة مع مدينة البصرة فقد كان معدل التوصيل الكهربائي (940) مايكروسيمنز/سم (الأمانة والشواي، 1993) ويعود ذلك الى قربها من الخليج العربي وتأثره به في حين تراوحت قيم التوصيل الكهربائي للأمطار الساقطة على مدينة عمان (81-118) مايكروسيمنز/سم (Jaradat وآخرون 1999) وفي مدينة أثينا -اليونان تراوحت قيمها بين (12.6-246) مايكروسيمنز/سم Dikaiakos وآخرون، (1990) . وأشار Forts وآخرون (1990) الى أن كمية الأمطار تلعب دورا مهما في تحديد تراكيز الايونات الذائبة في مياه الأمطار الساقطة على هذه المدن فضلاً عن الاختلاف في الظروف المناخية والجغرافية لهذه المدن .

الجدول (2)

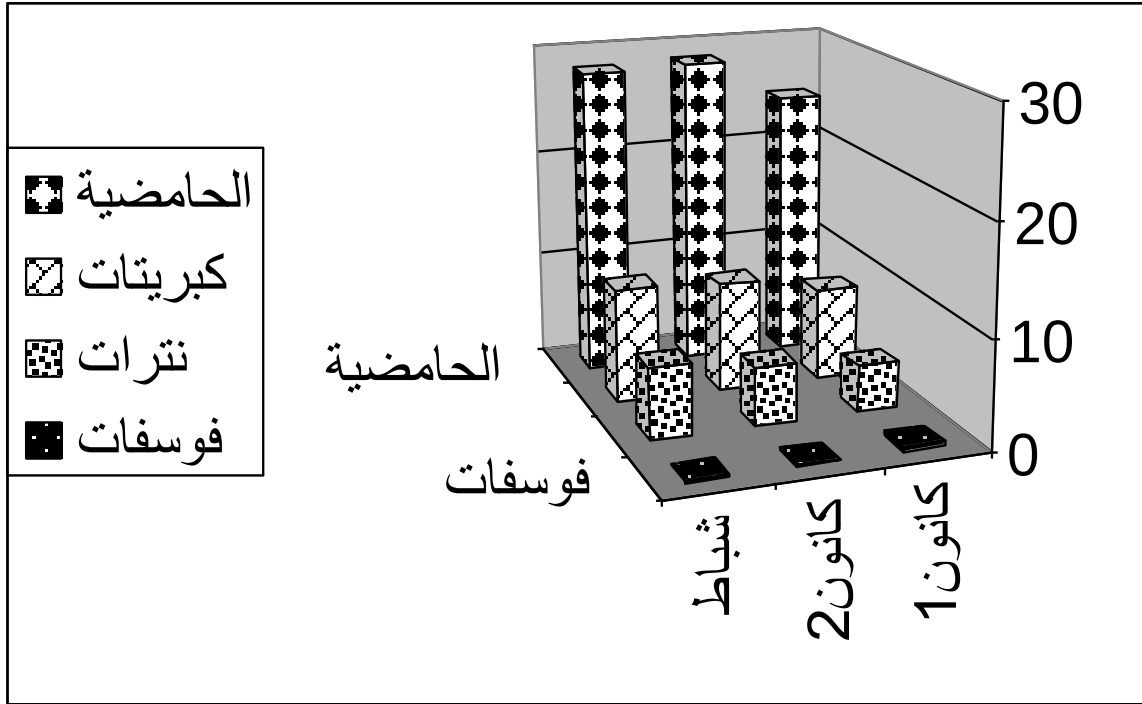
معدل الاس الهيدروجيني والصفات الفيزيائية لمياه الامطار الساقطة على مدينة الموصل.

المتغيرات	الشهر	سومر	الضباط	الوحدة	الاندلس	الإصلاح	المعدل
الاس الهيدروجيني	كانون 1	6.7	6.4	5.57	7.4	6.6	6.53
	كانون 2	5.8	6.7	6.5	7.4	6.3	6.54
	شباط	6.4	6.6	5.22	7.3	7.3	6.56
التوصيل الكهربائي (مايكروسيمنز/سم)	كانون 1	23	35	70	62	82	54.4
	كانون 2	77	38	82	76	80	70.6
	شباط	40	82	40	82	20	33.2
الحرارة م°	كانون 1	14	13.5	16	16	15	14.9
	كانون 2	15	16	15	16	14	15.2
	شباط	14	15	16	15	15	15

جدول (3)

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

المتغيرات	المواقع	سومر	الضباط	الوحدة	الأندلس	الإصلاح	المعدل
الحامضية	كانون 1	61	22	50	14	22	24.8
	كانون 2	14	24	55	12	38	28.6
	شباط	40	22	54	16	64	39
الكبريتات	كانون 1	5.3	6	13.6	3.6	13.7	8.44
	كانون 2	8	4.1	12.7	4.17	11.5	10.07
	شباط	11.8	5.3	15.3	5.3	15.1	10.56
النترات	كانون 1	4.1	2.8	7.5	3.9	3.26	4.31
	كانون 2	5.8	3.3	6	5.6	6.12	5.36
	شباط	6.6	6.2	9.5	5.5	4.7	6.46
الفوسفات	كانون 1	0.41	0.44	0.5	0.27	0.42	0.408
	كانون 2	0.16	0.04	0.1	0.11	0.09	0.1
	شباط	0.1	0.1	0.02	0.41	0.08	0.142



الشكل (1)

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 اثاره الغبار من سطح الارض بسبب العواصف الترابية والتي ازدادت إعدادهما في الأعوام الاخيرة إذ أشار Canor و Mamane (1982) الى ان الشرق الأوسط يتعرض الى هبوب العواصف الترابية القادمة من الصحراء الافريقية .

- الايونات السالبة

نلاحظ في جدول (3) ان تركيز ايونات الكبريت مرتفعة في جميع المناطق عن الحدود الطبيعية والتي هي (0.01) ملغم/لتر Casiday and Frey (1998) حيث يصل إلى أعلى تركيز (15.3) ملغم/لتر في حي الوحدة في شهر شباط اما اقل تركيز كان (3.6) 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 لساعات 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 وآخرون (2002) الى كثرة انبعاث اكاسيد الكبريت الناتجة من

نشاطات الإنسان والتي تتحول في الجو الى كبريتات وعند سقوط الامطار تتحول الى حامض الكبريتيك , كذلك فان اثاره 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, 2001), 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 وسنهارد في الهند ومقاربة لعمان واكثر مما في الامطار الساقطة على كولاي في الهند وساوبالوفي البرازيل وتايبيه في تايوان واونتاريو في كندا جدول (6).

تنشأ أكاسيد النترات من تحول اوكسيد النتريك الى ثنائي اوكسيد النتروجين بعد تأكسد سريع (العمر, 2000) وذكر (علي, 1978) ان تحول اوكسيد النتروجين الى حامض النتريك يتم بوجود الازون. يلاحظ في الجدول (3) أن جميع التراكيز تزيد عن الحدود الطبيعية والتي قدرت (0.01) ملغم/لتر Casiday and Frey, (1998) حيث وصل في حي الوحدة الى اعلى تركيز في مدينة الموصل (9.5) 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 (1982) 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 (الحياي, 2001) تصل الى (6.11) ملغم/لتر وفي دراسة (الصفوي, 2006) كان اعلى تركيز (3.5) 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 (1.1) ملغم/لتر في كانون الثاني وتنشأ هذه الاكاسيد من انبعاث الدخان الناتج من وسائل النقل والمولدات الكهربائية بين المواقع وكذلك من عوادم الطائرات كما ان زيادة الطائرات النفاثة عابرة القارات حيث تعبر فوق مدينة الموصل يومياً اعداد كبيرة منها وكذلك السميتات والمقاتلات أدى إلى زيادة تركيز ايونات النترات الذي يدخل في تركيب الوقود الخاص بها (عبدال, 1988) . ومن مقارنة نتائج الدراسة مع بعض دول العالم يلاحظ ان تركيز النترات في مياه الأمطار أعلى من تركيزه في عمان وتايوان وساوبالو جدول (6).

تتفاوت تراكيز الفوسفات بين الاشهر والمناطق جدول (3) حيث يصل الى ادنى تركيز (0.08) ملغم/لتر في حي الإصلاح في شهر شباط واعلى مستوى (0.44) ملغم /لتر في شهر كانون الاول في حي الضباط وتعد هذه التراكيز مرتفعة ويعزى السبب الى وجود اكاسيد الفوسفور معلقة في الجو بسبب العواصف الترابية و تنتج من الصخور البركانية او تحلل الفضلات العضوية وخاصة الطيور والعظام .

نلاحظ في جدول (3) 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 (1) ان هناك علاقة طردية بين الايونات السالبة والحامضية حيث تزداد الحامضية مع زيادة تركيز الايونات السالبة الكبريتات والنترات .

- الايونات الموجبة

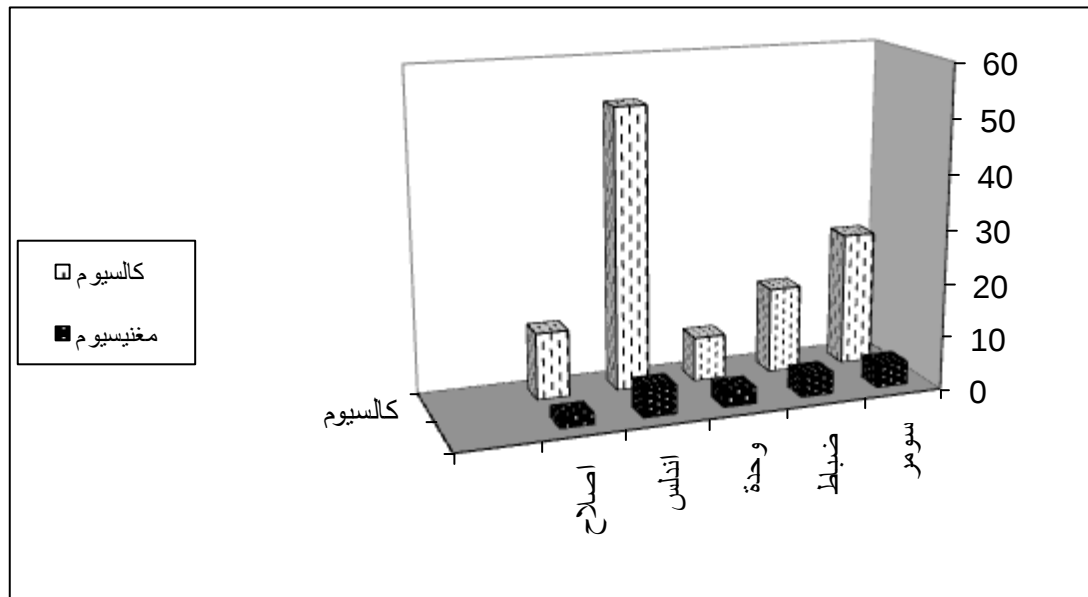
تعد ايونات الكالسيوم من اهم المكونات القاعدية لمياه الامطار والتي تلعب دوراً مهماً في التأثير على قيمة الاس الهيدروجيني لمياه الامطار تشير النتائج المبينة في الجدول (4) ان معدل تركيز ايونات الكالسيوم في مياه الامطار الساقطة على مدينة الموصل تتراوح ما بين (80 ملغم/لتر في شهر شباط في حي الاندلس واقل تركيز (7 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 (6.3 ملغم/لتر في الاندلس في شهر كانون الاول واقل تركيز (1.3 ملغم/لتر في كانون الاول في حي الاصلاح ان ارتفاع تراكيز ايونات 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 (1982) كذلك اشار الى ان تركيز الغبار الجوي في مناطق الشرق الاوسط تتراوح ما بين (30-60) مكغم/م³ ولكنه يرتفع فجاءة اثناء هبوب هذه العواصف ليصل الى (500) مكغم/م³ وعند ترافقها مع سقوط الامطار وهذا ما حدث اثناء فترة الدراسة حيث ازدادت تراكيز هذه الايونات في مياه الامطار وبالتالي ارتفعت قيمة الاس الهيدروجيني ، وعند مقارنة معدل تراكيز ايونات الكالسيوم في مياه الامطار الساقطة على مدينة الموصل نلاحظ ان اعلى تركيز كان (26 ملغم/لتر وفي دراسة الصفاوي (2006) لعام 2006 كان معدل التركيز (20.5) وهي متقاربة نوعاً ما وربما الفرق يعود الى عامل التخفيف كما اشار Lindberg (1982)، 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 (6) وقد يكون السبب هو الاختلاف في طبيعة المنطقة والظروف المناخية وكمية الامطار الساقطة وقد اشار Lindberg (1982) الى ان هناك علاقة قوية بين كمية الامطار الساقطة وتركيز الايونات في مياه الامطار بسبب عامل التخفيف .

ويلاحظ في جدول (5) 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 للأسباب المذكورة سابقا.

الجدول(4)

الكالسيوم والمغنيسيوم(ملغم/لتر)

المتغيرات	الشهر	سومر	الضباط	الوحدة	الاندلس	الاصلاح	المعدل
الكالسيوم	كانون 1	27	12	8	50	7	20.8
	كانون 2	20	18	9.1	27.7	8	16.56
	شباط	28	20	7.6	80	22.2	31.54
المغنيسيوم	كانون 1	5	4.5	4	6.3	1.3	4.22
	كانون 2	4.2	5	3	5.6	3	4.16
	شباط	3.9	3	2.5	4.5	2	3.18



الشكل (2)

يوضح العلاقة بين الايونات الموجبة والمناطق

الجدول(5)

نسبة الكبريتات الى الكالسيوم ونسبة الكبريتات الى النترات في مناطق الدراسة

المناطق	Ca\So4	No3\So4
سومر	0.33	1.5
الضباط	0.30	1.2
الوحدة	1.67	1.8
الاندلس	0.06	0.8
الاصلاح	1.08	3

الجدول (6)

يوضح مقارنة بين الدراسة الحالية ودراسات سابقة.

منطقة الدراسة	pH	Ca	Mg	No3	SO4	المصادر
اونتاريو/كندا	5.3	1.2	0.24	0.68	3.22	Watmough et al. ,1999
كولابا/ الهند	7.1	2.56	6.64	0.40	2.58	Khemani et al.,1989
ساوباولو/ البرازيل	5.0	1.48	0.36	2.77	2.77	Forti et al.,1990
تايبيل/ تايوان	4.4	0.54	0.30	2.36	5.62	Lin et al.,1999
سوهاجيد/ الهند	6.4	2.96	---	8	31	Safai,2004
كوانج/ الصين	4.1	4.62	0.69	1.30	19.76	Zhao et al.,1988
عمان / الاردن	6.15	5.88	0.96	2.91	11.95	Jaradat et al. ,1999
نينوى / العراق	6.54	26.2	3.85	4.69	9.69	الدراسة الحالية

المصادر

1. الاماره , محمد والشواي ف و طاهر ج (1993) البحوث التكنولوجية -البصرة.
2. عبدال , كوركيس (1988) التلوث البيئي تأليف HM.bix ترجمة كوركيس عبدال طبع دار الحكمة - جامعة البصرة .
3. عباوي ، سعاد وحسن محمد سليمان (1990) الهندسة العملية وفحوصات الماء ، مطابع دار الحكمة للطباعة والنشر ،جامعة الموصل
4. علي , لطيف حميد (1987) التلوث الصناعي لمصادر كيمياء التلوث وطرق السيطرة عليها, دار الكتب - جامعة الموصل.
5. العمر, مثنى عبد الرزاق (2000) التلوث البيئي دار وائل للنشر عمان- الاردن .
6. غرابية , سامح ويحي , فرحان(2002) المدخل الى العلوم البيئية , دار الشؤون للنشر والتوزيع, عمان- الاردن

7. الجبوري , و.ج والانصاري ت أ (1989) التركيب الكيميائي للأمطار منطقة بغداد-مجلة العراق للعلوم 30, 30, 371 .
8. الحيايي, عفاف خليل (2001) رسالة ماجستير- قسم علوم الحياة -كلية العلوم-جامعة الموصل.
9. السعدي,حسين علي (2008) البيئة المائية دار اليازوردي العلمية للنشر والتوزيع.
10. صالح , سعدي عبد الوهاب (1991) رسالة ماجستير-كلية الهندسة -جامعة الموصل.
11. الصفواي , عبد العزيز طليع (2006) اطروحة دكتوراه - قسم علوم الحياة-كلية التربية - جامعة الموصل.
12. كنة , عبد المنعم محمد علي (2001) رسالة ماجستير قسم علوم الحياة- كلية العلوم جامعة الموصل.
13. الراوي ,ساطع محمود والطيار ,طه احمد (1994) 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.andM oma.I.F(1999)Air soil poll. 112: 55-56.

23. Dikaiakos, J.G. Tsitouris, G.G. Siskos, P.A. Melissos, P.A. Nastos p (1990) Atmosph. Environ 24 B 25:171-176
24. Rodhe, H. Dentenr F. & Schulz, M (2002)
25. Suchocki, 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. Meddlecamp, G.H. and Sralton, W.J. (2000) Chemistry in context Applying chemistry to Society 3rd Ed Mc. Graw-Hill Co. Newyork.
28. Safaip. d. Rao. D.S.P. Momin G.A. Ali, K Chatem D. M. and Praween, p.S (2004) Atmosph. Environ. 38 : 1705-1714.
29. Watmongh, S.A. Hutchinon, 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 western China
31. Atmos. Environ. 22 (2) 358-349.