

دراسة تأثير ملوثات الهواء على خصائص مياه الأمطار في قرية العريج/ ناحية حمام العليل

جنوب مدينة الموصل

رؤى مظفر يونس

رشا خالد صبري

د.أياد فضيل قاسم

مدرس مساعد

مدرس مساعد

استاذ مساعد

كلية علوم البيئة وتقاناتها-جامعة الموصل

الخلاصة

جرت هذه الدراسة في ناحية حمام العليل/ قرية العريج الواقعة جنوب مدينة الموصل، إذ تعاني هذه المنطقة من انتشار ملوثات الهواء الناجمة عن مداخن معامل اسمنت حمام العليل، تم اختيار مواقع مختلفة من هذه المنطقة لجمع عينات مياه الأمطار المتساقطة خلال المدة من كانون الأول 2008 ولغاية آذار 2009. أظهرت نتائج الدراسة بأن مياه الأمطار ليست حامضية على الرغم من وقوعها في بعض الأحيان في المجال الحامضي، وأن الفحوصات النوعية لمياه الأمطار أشارت إلى زيادة واضحة في تراكيز كل من $(EC, Mg^{+2}, Ca^{+2}, Cl^{-1}, SO_4^{-2}, NO_3^{-1})$ ويعزى ذلك إلى كثرة العواصف الترابية إضافة إلى انبعاث أكاسيد الكبريت والنتروجين وغازات أخرى كنواتج عرضية من مداخن معامل الاسمنت، أما بالنسبة للعناصر الثقيلة المتمثلة بالرصاص والكاديوم فكانت ذات تراكيز عالية كون مصدر هذين العنصرين هو حرق النفط الخام المستخدم في تشغيل الفرن الدوار لغرض إنتاج الكلنكر في معامل الاسمنت إضافة إلى وسائط النقل والاحتكاك بين الاطارت والطريق.

الكلمات الدالة: الأمطار الحامضية، التلوث الهوائي، الخصائص النوعية، غبار الاسمنت.

Effect of Air Pollutants on Rain Water Characteristics in Hammam Al-Aleel District/ Al-Erej Village South of Mosul City

Abstract

This study focused on Hammam Al-Aleel district/ Al-Erej village which is located south of Mosul city. This area has been suffering from spreading the air-pollutants resulted from the chimneys of Hammam Al-Aleel cement factories. Different areas were chosen for collecting samples of the rain water from December 2008 to March 2009.

The study showed that rain-water is generally basic. The tests show an increase in $(EC, Mg^{+2}, Ca^{+2}, Cl^{-1}, SO_4^{-2}$ and $NO_3^{-1})$, due to the air pollutants emitted from local industries. The concentration of heavy elements represented by Pb and Cd were high and this increase is due to the source of these elements from burning of the crude oil which is used in running the rotating kiln to produce the clinker in cement factory, In addition to the fuel used for running vehicle and the friction between tires and road.

Key words: Acid rain, Air-pollutants, Cement dust.

المقدمة

يعد التلوث البيئي من مواضيع الساعة، إذ يشكل التلوث مصدر قلق دائم لشرائح المجتمع المختلفة، بسبب تعدد صورته وتوسع أشكاله المؤثرة سلباً على البيئة وصحة الإنسان^[1]. وأصبح التلوث الهوائي الذي هو أحد أشكال التلوث البيئي من اكبر المشكلات التي تواجه المجتمعات المعاصرة وخاصة الصناعية منها وتتفاقم معضلاته مع تقدم الزمن بزيادة تركيز الملوثات المختلفة المطروحة وتوليد أنواع من الملوثات تضر البيئة لذلك يعد تلوث الهواء الخطر الحقيقي الذي يهدد حياة الإنسان وثرواته وممتلكاته لمحدوديته من جهة ولعدم وجود بديل له من جهة أخرى^[2].

حيث بات من الواضح جداً أن الانبعاثات غير الطبيعية تؤثر بدرجة خطيرة على التركيب الكيميائي لطبقات الجو وأصبحت مشكلة عالمية بحاجة ملحة للحل، وبما أن التغيرات ربما تقود إلى تغيرات مناخية غير محمودة العواقب فلا بد من وقفة عالمية علمية لمراقبة التغيرات التي يحدث في تركيب طبقة الغلاف الجوي بمضمار واسع، وتعتبر مياه الأمطار مؤشراً جيداً غير مباشر لتحديد التغير الحاصل في طبقة التروبوسفير، وهنالك جهود حثيثة من قبل منظمات الأرصاد الجوية العالمية لاستقراء مثل هذا التغيرات وأحد الأساليب المتبعة هو فحص التركيب الكيميائي للسقيط^[3] وبالتالي يمكن تحديد ما يحدثه الغبار والملوثات الغازية الموجود بالغلاف الجوي من تأثيرات سلبية كمشكلة التآكل التي تسببها

الأمطار الحامضية ومشكلة اختلال توازن المواد الداخلة في تركيب التربة والنباتات إضافة إلى ما تحدثه من تأثيرات سلبية على نوعية المياه^[2].

يعرف المطر الحمضي بأنه المطر الذي يكتسب الصفة الحامضية بسبب ذوبان الغازات فيه،

والمطر النقي بطبيعته يميل إلى الحامضية نوعاً ما بسبب ثنائي اوكسيد الكاربون الذائب فيه، وبصفة عامة تتراوح قيم الرقم الهيدروجيني في ماء المطر النقي بين (5.5-6.0) وكل الأمطار التي تمتلك قيم رقم هيدروجيني مساوٍ لـ 5.5 أو اقل تعد أمطاراً حامضية^[4].

ويتسبب المطر الحمضي بالعديد من الأضرار التي تلحق بالبيئة منها زيادة حموضة التربة واضطرابات في تغلغل الماء وبالتالي يقلل من صلاحيتها للزراعة، كما يؤثر على النباتات ويعيق نموها أو يقتلها، ويسبب تآكل الأبنية ومواد البناء، إضافة إلى زيادة حموضة البحيرات والأنهار مما يؤدي إلى تأثر كثير من الأحياء المائية^[5].

وقد أوضح الباحث (Leahy et al., 2000)^[6] أن أكثر الغازات التي تساهم في تشكيل المطر الحمضي هي أكاسيد الكبريت وأكاسيد النيتروجين وذلك بسبب قابليتها على الذوبان في ماء المطر وتكوين الأحماض، إن هذه الانبعاثات الغازية المنتشرة حول الأرض تعود وتسقط وترسب على الأرض ثانية أما على شكل ترسيب حمضي رطب كالأمطار الحامضية والضباب والتلج، أو على شكل ترسيب حمضي جاف كالجسيمات والغازات الحامضية الموجودة في الجو^[7].

وقد درس العديد من الباحثين تلوث مياه الأمطار الناجم عن التلوث الهوائي، فقد قام الباحث (محمود وآخرون، 2007)^[3] بقياس تلوث مياه الأمطار بالعناصر الثقيلة كالرصاص والكاديوم فضلاً عن ملوثات أخرى في ستة مواقع بمدينة الموصل، حيث أظهرت المواقع القريبة من مركز المدينة تراكيز عالية لهذين العنصرين مما يشير إلى أن مصدرهما هو وسائط النقل المختلفة نتيجة حرق الوقود وكذلك احتكاك وتآكل إطارات المركبات.

كما أجرى (Lacatusu et al., 2001)^[8] دراسة في منطقة زلانتا في رومانيا على التربة التي

طرائق العمل

تم تحديد أربعة مواقع قريبة من معمل الاسمنت الكائنة في قرية العريج ناحية حمام العليل جنوب مدينة الموصل وهي (حي القاهرة، حي الإسكان، العريج القديمة، حي فرندل) لغرض جمع عينات مياه الأمطار الساقطة وموقع آخر يقع إلى الجنوب من الناحية (قضاء القيارة) كموقع بعيد عن المعملين فقط لغرض معرفة مدى انتشار الملوثات، وتم جمع نماذج مياه الأمطار على ارتفاع أربعة أمتار من مستوى الأرض^[3]. تم جمع النماذج مياه الأمطار ابتداءً من (2008/12/22) ولغاية (2009/3/13) تاريخ هطول آخر مزنة مطرية في ذلك الموسم.

النتائج والمناقشة

تم تحليل عينات مياه الأمطار بعد جمعها من المواقع ونقلها إلى المختبر، وإجراء الفحوصات عليها والتي شملت (pH، Ec، SO_4^{-2} ، NO_3^{-1} ، Cl^{-1} ، Ca^{+2} ، Mg^{+2} ، Turbidity، Cd، Pb) حيث جرى تحليل النماذج وفقاً للطرق القياسية^[13]. ويبين الجدول (1) النتائج التحليلية للنماذج المطرية التي تم جمعها خلال المزن المطرية كأقل وأعلى قيمة في المواقع المدروسة.

يلاحظ من الجدول (1) بأن نتائج المؤشرات والخصائص كانت متقاربة ومرتفعة نسبياً في المواقع الأربعة القريبة من معمل الاسمنت بينما بالنسبة للقيارة فإن تأثير معمل الاسمنت يكاد يكون معدوماً.

الرقم الهيدروجيني pH

إن النتائج المبينة في الجدول (1) تبين أن قيمة pH لمياه الأمطار الساقطة على قرية العريج تراوحت ما بين (6.57-8.63)، وعند مقارنة هذه النتائج مع الدراسة التي قام بها الباحث (Elgohary, 2008)^[14] التي أجريت في منطقة قلعة عمان الأردنية التي كانت ملوثة بدخان معمل الاسمنت

تلوثت بالأمطار الحاملة للملوثات المنبعثة من المعامل الصناعية المنتشرة في المنطقة حيث تراوحت قيم pH ما بين (3.6-3.9)، أما بالنسبة للعناصر الثقيلة كالرصاص والكاديميوم والنحاس والخاصين فقد ازدادت تراكيزها 41، 4، 11، 7 مرة على التوالي أكثر من الحد المسموح به لتواجدهم في التربة.

وأشار (النواوي، 2001)^[9] إلى أن صناعة الاسمنت تعد إحدى الصناعات التي تسهم بشكل كبير في زيادة شدة التلوث الهوائي عن طريق الغبار المتصاعد في جميع مراحل تصنيع الاسمنت (الكسارة، الطواحين، الفرن الدوار) وكذلك عن طريق انبعاث الملوثات الغازية (CO ، HC ، CO_2 ، SO_x ، NO_x) الناتجة عن حرق الوقود نفسه.

إن الأبحاث العلمية تشير إلى أن مشاكل التلوث الهوائي ازدادت بشكل كبير خلال القرن العشرين بسبب التطور الصناعي وعدم الالتزام بالتشريعات البيئية مما أدى إلى حدوث العديد من الكوارث البيئية في مناطق مختلفة من العالم، ومن هذه الكوارث كارثة مدينة دونورا في ولاية بنسلفانيا الأمريكية عام 1948، حيث تسبب ضباب استمر أربعة أيام مع ملوثات منبعثة من المعامل المجاورة في وفاة عشرين شخص وإصابة 700 آخرين^[10].

ومن الكوارث المشهورة كارثة ضباب لندن الكيماوي المشهورة عام 1952 والتي تعتبر من اضع الكوارث التي حصلت حيث تسببت في مقتل 4000 شخص^[11]، ومن الكوارث المعاصرة كارثة مدينة بومباي في الهند عام 1984 وكانت ناتجة من انفجار خزان في مصنع مبيدات حاوياً على مادة ايسوسيانات المثيل، حيث انتشرت هذه المادة بالهواء وتسببت في وفاة 200 شخص، أما من نجا من السكان ويقدر عددهم بـ 200000 نسمة فقد عانوا من أمراض ومشاكل صحية^[12].

التربة المكشوفة غير المزروعة في فترات انقطاع الأمطار خلال شهر كانون الثاني وكذلك إلى كثرة هبوب العواصف الترابية في هذا الشهر.

الأيونات الموجبة

تعد أيونات الكالسيوم Ca^{+2} والمغنيسيوم Mg^{+2} من أهم المكونات القاعدية لمياه الأمطار والتي تؤثر على قيمة الرقم الهيدروجيني pH لمياه الأمطار، تشير النتائج في الجدول (1) إلى أن قيم كل من عنصري الكالسيوم والمغنيسيوم تراوحت ما بين (6.41-128.25) و (2.32-49.28) ملغم/لتر على التوالي وعند مقارنة هذه النتائج مع دراسة الباحثون (Forti et al., 1990) [17] نجد أن معدل قيم كل من الكالسيوم والمغنيسيوم كانت 562 ملغم/لتر و 196 ملغم/لتر على التوالي لذا يلاحظ بأن هنالك زيادة واضحة مقارنة مع الدراسة الحالية التي أجريت وهذا قد يعود إلى اختلاف في طبيعة المنطقة والظروف المناخية ومعدلات كمية الأمطار الساقطة [17]. الشكلان (4) و (5) يوضحان معدل تراكيز أيونات الكالسيوم والمغنيسيوم بوحدة (ملغم/لتر) على التوالي.

يلاحظ من الشكلين (4)، (5) انه قد تم تسجيل أعلى معدلات تراكيز الكالسيوم والمغنيسيوم في شهر شباط وهذا قد يعود إلى كثرة هبوب العواصف الترابية الحاوية على مركبات الكالسيوم والمغنيسيوم [16] وأيضاً لكون المعامل عملت بطاقتها التشغيلية القصوى مما أدى إلى كثرة الغبار المتطاير الناتج عن حرق المواد الأولية في الفرن الدوار التي يدخل في تركيبها الكيميائي كل من عنصري الكالسيوم والمغنيسيوم [9].

الأيونات السالبة

الكبريتات والنترات

تعد أكاسيد الكبريت والنترجين إحدى نواتج احتراق وقود مداخن المعامل والمركبات [6]، ويشير

وانبعاثات محطة تكرير النفط والملوثات الناتجة عن حركة المرور وُجد أن أقل قيمة pH كانت 5.38 و لوحظ ارتفاع الحد الأدنى للنتائج مع هذه الدراسة على الرغم من التشابه الكبير للمنطقتين المدروستين، وهذا قد يعود إلى ظاهرة العواصف الترابية التي حدثت في العراق أثناء مدة الدراسة والتي تعمل على رفع قيمة pH لكونها حاوية على تراكيز من الأيونات القاعدية مثل Ca^{+2} و Mg^{+2} بالإضافة إلى الغبار المتطاير من الأفران الدوارة والذي يدخل في تركيبه الأيونات القاعدية أيضاً [9]، والشكل (2) يبين معدل قيم الرقم الهيدروجيني pH.

التوصيلية الكهربائية EC

يعتبر التوصيل الكهربائي مؤشر مهم لمعرفة تركيز الأملاح الذائبة في المياه، حيث توجد علاقة قوية بينه وبين نوعية وتركيز الأيونات الذائبة خاصة الكالسيوم والمغنيسيوم والكلوريد والكبريتات [15]. وتشير النتائج في الجدول (1) إلى أن قيم التوصيل الكهربائي EC تراوحت ما بين (829.6-50.33) (مايكروموز/سم)، وهذا الارتفاع بالقيم قد يعزى إلى الغبار المتطاير الناتج من حرق المواد الأولية في الفرن الدوار [9] وإلى زيادة إثارة الغبار أثناء هبوب الرياح في فترات انقطاع المطر وبالتالي زيادة ذوبان الأيونات في مياه الأمطار وارتفاع قيم التوصيل الكهربائي [16]، والشكل (3) يبين معدل قيم التوصيل الكهربائي بوحدة (مايكروموز/سم) للمواقع المدروسة.

يتبين من الشكل (3) أن المزنة المطرية في شهر شباط تظهر ارتفاعاً واضحاً بقيم EC وهذا قد يعزى إلى كون المعاملين عملاً بطاقتيهما التشغيلية القصوى مما أدى إلى زيادة الغبار المتطاير الناتج عن حرق المواد الأولية في الفرن الدوار والتي يدخل في طبيعة تركيبها الكيميائي أملاح الكالسيوم والمغنيسيوم وكذلك إلى إثارة الغبار والأثرية من سطح

(1989)^[20]، كما أن للتراكيز العالية منه تأثيرات ضارة على النباتات والمنشآت والمعادن. حيث أشارت النتائج الموضحة في الجدول (1) إلى أن تراكيز أيون الكلوريد في مياه الأمطار تراوحت ما بين (31.95-1.05) ملغم/لتر، يعود السبب إلى تطاير الغبار من الأسطح المكشوفة خلال فترات انقطاع المطر وإلى الرياح الترابية التي تعمل على زيادة تراكيز أيونات الكلوريد في ماء المطر^[16] ويضاف إلى ذلك احتمال مساهمة تأثير الأيروسولات البحرية الغنية بأيونات الكلوريد المنقولة مع العواصف الممطرة^[21].

وعند مقارنة التراكيز مع نتائج دراسة الباحثة (محمد، 2008)^[2] والتي تراوحت ما بين (28.89 - 5.32) ملغم/لتر لوحظ ارتفاع الحد الأعلى لهذا البحث عن دراسة (محمد، 2008)^[2]، أما عند مقارنته مع دراسة (Elgohary, 2008)^[14] في منطقة قلعة عمان الأردنية وجد بأن معدل أيون الكلوريد بحدود 234 mg/l وهو أعلى من الحد الأعلى في هذا البحث، وقد يعزى السبب إلى اختلاف طبيعة المنطقة المدروسة والعوامل الجوية وكمية الأمطار الساقطة عليها أكثر كونها قريبة من البحر^[17]. والشكل (8) يبين معدل تراكيز أيون الكلوريد بوحدة (ملغم/لتر).

الكدر

هي حالة الماء الناجمة عن وجود مواد صلبة عالقة فيه مثل دقائق التربة والرمل والطين والمواد العضوية واللاعضوية العالقة^[22]. أشارت النتائج الموضحة بالجدول (1) إلى أن قيم الكدر تقع ما بين (5 NTU - 496) كما وعند مقارنة نتائج الدراسة الحالية مع دراسة (محمد، 2008)^[2] يُلاحظ أن الكدر في أمطار قضاء الطوز تراوحت ما بين (22-4 NTU) إذ سُجل ارتفاع واضح في الحدود العليا وهذا قد يعود إلى كون المنطقة تحتوي على مساحات شاسعة مكشوفة وغير مزروعة وعند هبوب الرياح

الجدول (1) إلى أن قيم كل من الكبريتات والنترات تراوحت ما بين (3.80-59.92) و(0.01-5.86) ملغم/لتر على التوالي، وقد يعود هذا الارتفاع إلى كثرة انبعاث أكاسيد الكبريت والنترجين الناتجة عن حرق النفط الخام وكذلك من حرق وقود المركبات الحاوي في تركيبه على نسبة من الكبريت^[18]، وأيضاً من إثارة الغبار المتصاعد من مراحل تصنيع السمات حيث يدخل أيون الكبريتات في التركيب الكيميائي لحجر الجبس ($CaSO_4$) وخلال حدوث العواصف الترابية في فترات انقطاع المطر والتي تغسل أثناء سقوط الأمطار^[19].

وبلاحظ ارتفاع الحد الأدنى والأعلى لهذه الدراسة عن الدراسة التي أجراها الباحثون (محمود وآخرون، 2007)⁽³⁾ في مدينة الموصل التي تراوحت فيها تراكيز الكبريتات والنترات ما بين (15.1-1.65) و (0.83-8.29) ملغم/لتر على التوالي وهذا قد يعود إلى اختلاف في طبيعة المنطقة والمدة الزمنية التي أجريت الدراسة فيها^[17]. ويلاحظ من الشكلين (6) و(7) ارتفاع واضح في تراكيز الكبريتات والنترات في شهر شباط وهذا قد يعود إلى كثرة العواصف الترابية في هذا الشهر التي تعمل على حمل الكبريتات المنبعثة من مداخن المعامل عند عمليات الحرق للنفط الخام وبقائها معلقة في الجو لتغسل في ماء المطر عند سقوطه^[18] وقد يعود إلى تراكم الغبار الناتج عن حرق المواد الأولية في الفرن الدوار بشكل دقائق عالقة بالجو في فترات انقطاع الأمطار^[19] خلال شهر كانون الثاني حيث كان تشغيل المعملين في حالته القصوى.

الكلوريد Cl^{-1}

إن أيون الكلوريد من الأيونات السالبة غير العضوية المتواجدة في المطر، كما أنه يتسبب في ملوحة ماء المطر ويعتمد ذلك على المكونات الكيميائية لماء المطر (Khemani et al.,

[25]. والشكلين (10) و(11) يوضحان معدلات تراكيز الرصاص والكاديوم بوحدة (مايكروغم/ لتر) خلال أشهر الدراسة.

الاستنتاجات

1 - أشارت النتائج أن الأمطار الساقطة على المواقع المدروسة للموسم (2008-2009) ليست ضمن المدى الحامضي وان كان الرقم الهيدروجيني يميل إلى مادون 7 في بعض مناطق الدراسة.

2 - تؤثر أنبعاثات أكاسيد الكبريت والنيتروجين من مداخن معمل الاسمنت على زيادة تراكيز أيون الكبريتات والنترات في ماء المطر.

3- أظهرت نتائج الدراسة ارتفاع محتوى مياه الأمطار من العناصر الثقيلة (الرصاص والكاديوم) في المواقع الأربعة القريبة من موقع معمل الاسمنت والتي تستخدم النفط الخام في تشغيل الفرن الدوار لحرق المواد الأولية بالإضافة إلى الحركة المرورية ومصادر الاحتراق الأخرى.

4- يوجد ارتفاع واضح بقيم المؤشرات وخصائص الملوثات في شهر شباط وذلك بسبب عمل كلا المعملين بالطاقة التشغيلية القصوى بالإضافة إلى كثرة العواصف الترابية.

5- عدم وجود تأثير لانبعاثات الملوثات من المعامل على ناحية القيارة إلى حد ما نظرا لبعدها عن منطقة التلوث.

المصادر

1. الدباغ، عمار غانم أمين إسماعيل، "دراسة بيئية على تأثير بعض ملوثات الهواء على صحة الإنسان ضمن مدينة الموصل"، رسالة ماجستير، كلية العلوم، جامعة الموصل، (2006).
2. محمد، شنو مصطفى علي، "دراسة تأثير ملوثات الهواء على خصائص مياه الأمطار في قضاء

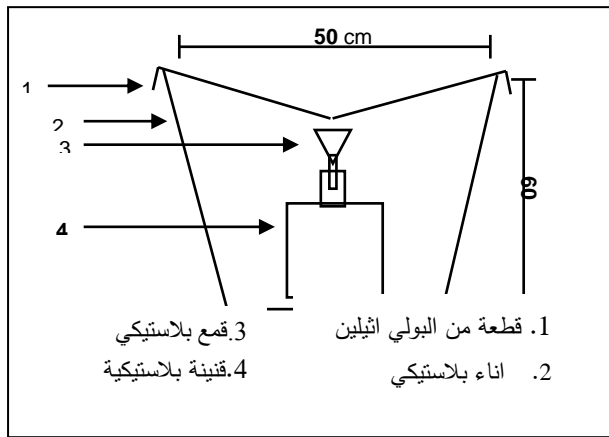
تشكل عواصف ترابية هائلة، إضافة إلى الغبار المتصاعد من مراحل إنتاج الأسمنت مما زاد من معدلات الكدرة لمياه الأمطار، أما أعلى قيم للكدر فقد تم إيجادها في شهر شباط وهذا قد يعزى إلى كثرة هبوب العواصف الترابية مما يسبب إثارة دقائق الأتربة وبالتالي زيادة الكدرة في ماء المطر وكما مبين في الشكل (9) .

العناصر الثقيلة: (عنصري الرصاص (Pb) والكاديوم (Cd))

يبين الجدول (1) أن قيم تراكيز كل من عنصري الرصاص والكاديوم كانت (3.89-90.05) و(1.30-74.70) مايكروغم/ لتر على التوالي، وهي أعلى مقارنة مع دراسة (Elgohary, 2008)^[14] التي وجدت بأن معدل تركيز الرصاص كان (40) مكغم/ لتر، وهذا قد يعزى إلى احتراق النفط الخام المستعمل في تشغيل الفرن الدوار كذلك احتراق الكازولين في مكائن الاحتراق الداخلي للمركبات المارة في هذه المنطقة أو من إحتراق الكيروسين الناجم عن التدفئة المنزلية في موسم البرد، إذ أشار الباحثان (Boutron and Wolff, 1989)^[23] إلى أن معدل محتوى الكيروسين من عنصر الرصاص وصل إلى 0.1 ملغم/ لتر، أو قد يعود إلى النشاط الصناعي في هذه المنطقة^[24].

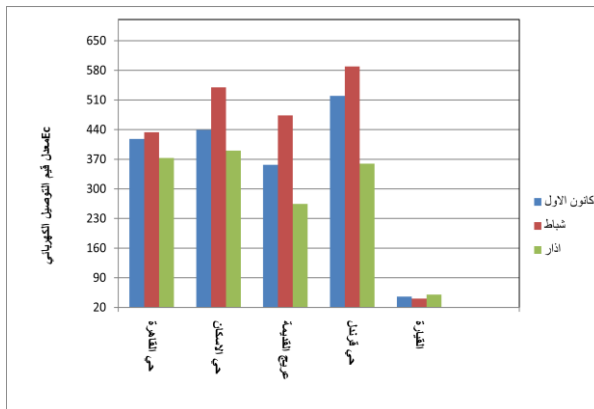
أما بالنسبة للكاديوم فيلاحظ ارتفاع الحد الأدنى والأعلى لهذا البحث والذي كان يتراوح ما بين (1.03-74.7) مايكروغم/ لتر عن دراسة (محمود وآخرون، 2007)^[3] والتي تراوح فيها تركيز الكاديوم بين (غير محسوس - 20) مايكروغم/ لتر ، وهذا يدل على زيادة رقعة التلوث بالكاديوم والذي شمل أغلب مناطق الدراسة وقد يعود السبب إلى الاحتكاك بين إطارات المركبات مع سطح الطرق بالإضافة إلى الاحتكاك الحاصل لنواقل الكسارة والطواحين المطاطية والتي يدخل عنصر الكاديوم في صناعتها

11. محمود ، طارق أحمد، "علم وتكنولوجيا البيئة"، مديرية دار الكتب للطباعة والنشر، جامعة الموصل، (1988).
12. السعدي، حسين علي، "أساسيات علم البيئة والتلوث"، دار اليازوري العلمية للنشر والتوزيع، عمان، الأردن، (2006).
13. APHA, AWWA, WPCF, Standard Method for the Examination of Water and Waste Water", 20th Ed., Washington, (1998).
14. Elgohary, M.A., Air Pollution and Aspects of Stone Degradation: Umayyed Liwan Amman Citadel as a Case Study", Journal of Applied Sciences Research, 4(6): pp.669-682, (2008).
15. Abdul-Wahab, S. S., "The Impact of Air Pollution on Rainwater Quality in Mosul City", M.Sc. thesis, College of Engineering, University of Mosul, (1991).
16. Ganor, E. and Mamane, Y., "Transport of Saharan Dust Across the Eastern Mediterranean, Atmospheric Environmental", 16 (3): 581-587, (1982).
17. Forti, M.C., Nordemoinn, L.M., Andrade, M.F., and Orsin, C.Q., "Elements in the Precipitation at Sao Paulo City (Brazil)", Atmospheric environmental, 24 B (2):355-360, (1990).
18. Tuan, N.D. and Truc, P.T., "Air Pollution in Hoch Iminh City", Vietnam, Institute For Environmental And Resources-IER, Vietnam, (2000).
19. Suchocki, J., Coceptual chemistry: Understanding our world of atoms and molecules, Addison Wesley, USA, (2000).
- الطوز"، رسالة ماجستير، كلية الهندسة المدنية، جامعة تكريت، (2008).
3. محمود، طارق احمد، عبد الوهاب، سعدي، وصالح، رياض محمود، "التلوث الهوائي وخصائص مياه الأمطار في مدينة الموصل"، مجلة هندسة الرافدين، مجلد15، عدد3، (2007).
4. Jiawei, C., Lee, D., Wong, K.,Yin, L.C. and Yao, Y.K. "Acid Rain", MSN Encarta, Asia, (1994).
5. Drum, D.A., Bauman, S.L. and Shugar, G.J., "Environmental Field Testing and Analysis Ready Reference" Hand Book, MCGRAW-HILL, INC., USA, (2000).
6. Leahy, P.J and Sweerey, J.E., "Acid Rain Emissions Trends and Effects in the Eastern United States, Environmental Protection Agency and National Acid Precipitation Assessment Program", USA, (2000).
7. Kiely, G., "Environmental Engineering", Mc Graw- Hill companies, Inc. England, (1997).
8. Lacatusu, R., Dumitru, M., Risnoveanu, I., Ciobanu, C., Lungu, M., Carstea, S., Kovasovics, B., and Baci, C., "Soil Pollution by Acid Rain and Heavy Metals in Zlantna Region", Romania, Institute for Soil Science and Agro chemistry, Romania, PP:817-820, (2001).
9. النواوي، محمد عبد السميع، "صناعة الاسمنت وبعض الطرق للاستفادة من الملوثات الناجمة"، وزارة المعارف، كلية المعلمين، المملكة العربية السعودية، (2001).
10. Al-Samarae, O.S., "Assessment of Lead Pollution at Gasoline Stations in Baghdad City", M.Sc. thesis, College of Engineering, University of Al-Mustansiriyah, (2005).



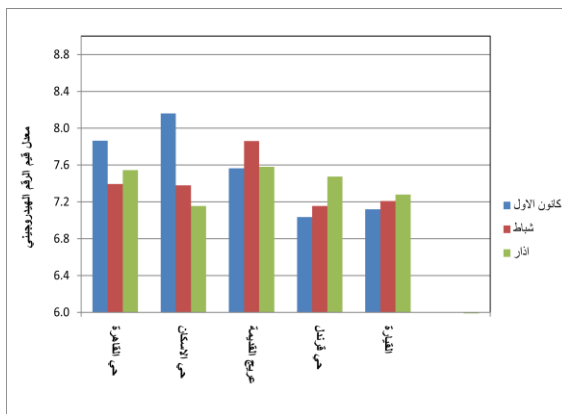
الشكل (1) مخطط مبسط لواسطة جمع نماذج

مياه الأمطار



الشكل (2) يبين معدل قيم الرقم الهيدروجيني pH

للأمطار الساقطة على المواقع المدروسة



شكل (3) معدل قيم التوصيل الكهربائي بوحدة

(مايكروموز/سم) للأمطار الساقطة على المواقع المدروسة

20. Muhsin, K.M., A study on acid rain in some areas in Baghdad city, M.Sc. thesis, College of Engineering, University of Baghdad, (1989).

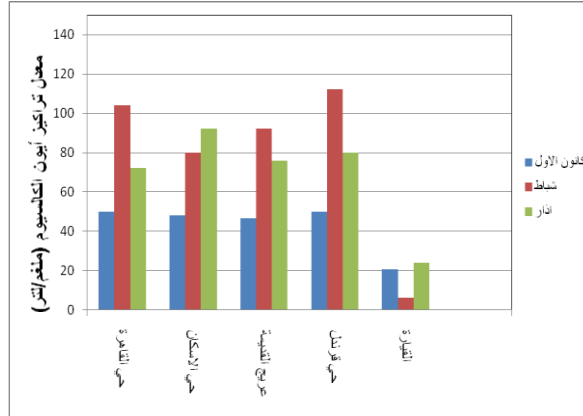
21. Khemani, L.T., Monin, G.A., Prakasa, P.S., Safai, P.D., Singh, G., Ghattejee, R.N. and Prakash, P., "Long - Term Effects of Pollutants on pH of Rain Water in North India", Atmospheric environmental, 23(4): 753-756, (1989).

22. عباوي، سعاد عبد وحسن، محمد سليمان، "الهندسة العملية للبيئة فحوصات الماء"، دار الحكمة للطباعة والنشر، الموصل، (1990).

23. Boutron, C.E. and Wolff, E.W., "Heavy Metal and Sulfur Emission to Atmosphere from Human Activities in Antarctica", Atmospheric environmental, 23(8):1669-1675, (1989).

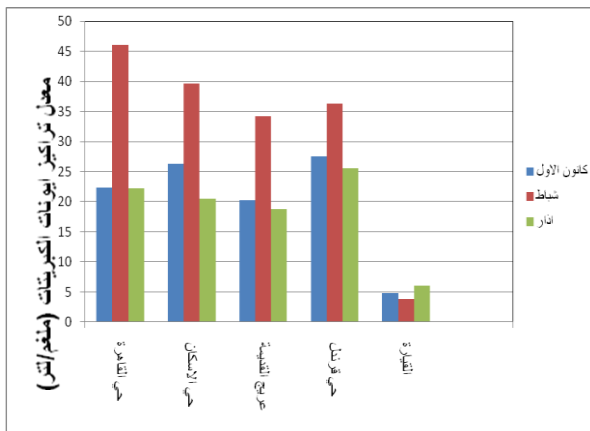
24. الحيايي، عفاف خليل عبد الله، "دراسة بيئية لبعض الملوثات في مدينة الموصل"، رسالة ماجستير، كلية العلوم، جامعة الموصل، (2001).

25. Lager Wreef, J.V., "Mercury and Cadmium as Environmental Contaminants", 593-636, in micro nutrients in Agric, (1972).



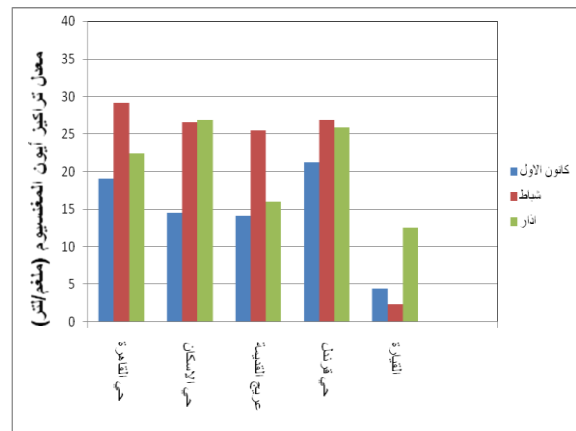
شكل (4) معدل تراكيز ايون الكالسيوم (ملغم/لتر)

للأمطار الساقطة على المواقع المدروسة



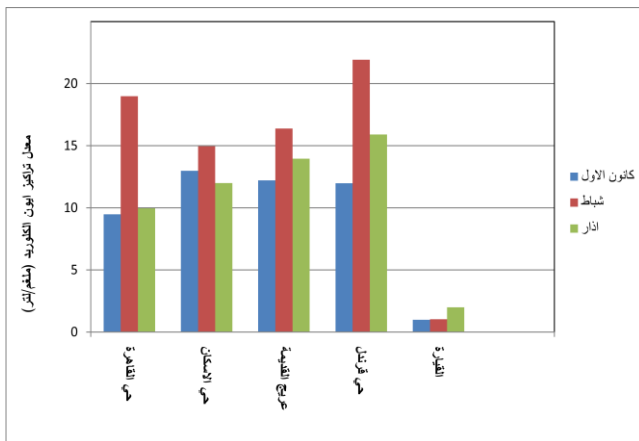
شكل (6) معدل تراكيز ايونات الكبريتات (ملغم/لتر)

للأمطار الساقطة على المواقع المدروسة



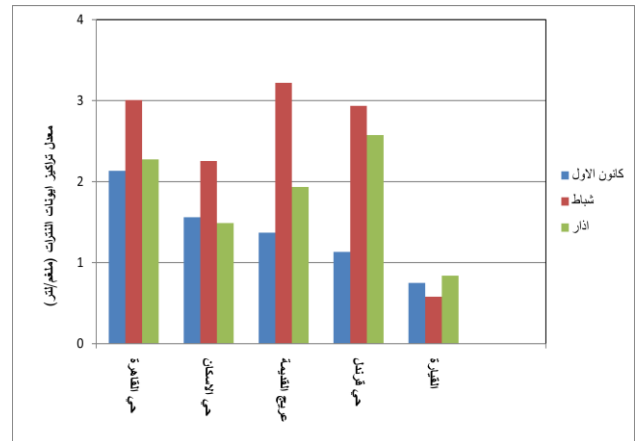
شكل (5) معدل تراكيز ايون المغنيسيوم (ملغم/لتر)

للأمطار الساقطة على المواقع المدروسة



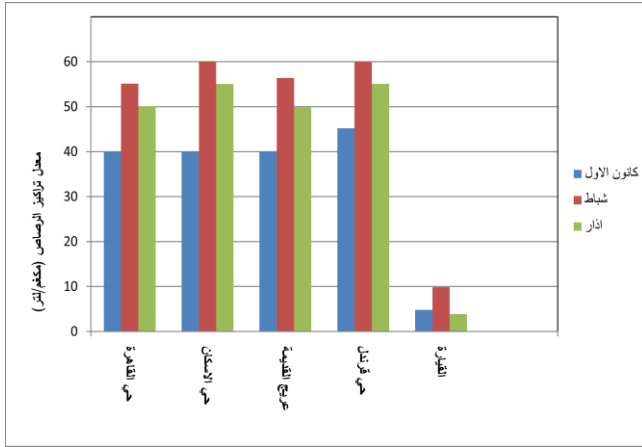
شكل (8) معدل تراكيز ايون الكلوريد (ملغم/لتر) للأمطار

الساقطة على المواقع المدروسة

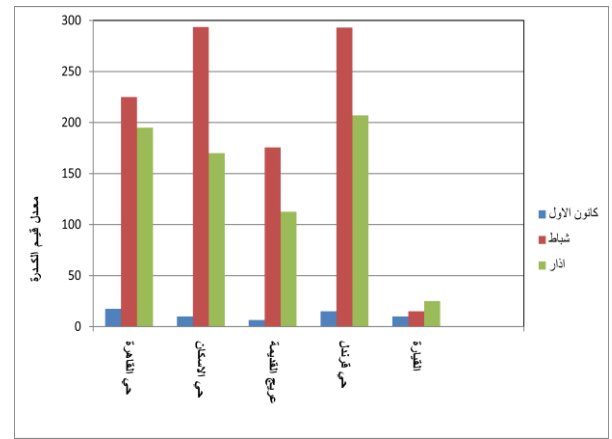


شكل (7) معدل تراكيز ايونات النترات (ملغم/لتر)

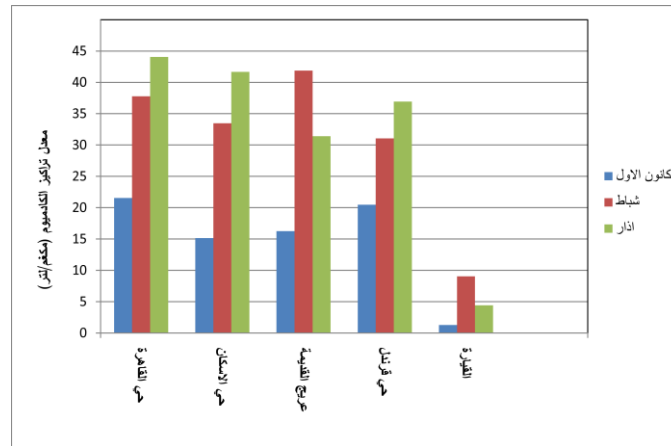
للأمطار الساقطة على المواقع المدروسة



شكل (10) معدل تراكيز الرصاص (مايكروغم/لتر) في الامطار الساقطة على المواقع المدروسة



شكل (9) معدل قيم الكدرة (NTU) للامطار الساقطة على المواقع المدروسة



شكل (11) معدل تراكيز الكاديوم (مايكروغم/لتر) في الأمطار الساقطة على المواقع المدروسة



شكل (12): خارطة موضح عليها مواقع جمع النماذج المطرية

الجدول (1) النتائج التحليلية للنماذج المطرية التي تم جمعها كأقل وأعلى قيمة في المواقع المدروسة

القيارة	حي قرندل		العريج القديمة		حي الإسكان		حي القاهرة		المناطق المؤشرات والخصائص	
	أعلى قيمة	أوطأ قيمة	أعلى قيمة	أوطأ قيمة	أعلى قيمة	أوطأ قيمة	أعلى قيمة	أوطأ قيمة		
7.28	7.12	8.12	6.57	8.32	7.23	8.63	7.13	8.12	7.29	pH
50.33	40.63	732.02	217.16	686.53	263.1	829.6	213.5	586.82	280.6	Ec مايكروموز/سم
24.05	6.41	128.25	20.04	96.20	22.67	96.2	32.00	128.25	20.08	Ca ⁺² (ملغم/لتر)
12.54	2.32	40.32	6.72	30.75	7.25	35.8	8.96	49.28	6.72	Mg ⁺² (ملغم/لتر)
6.03	3.80	43.28	14.26	41.01	12.23	53.29	12.65	59.92	17.97	SO ₄ ⁻² (ملغم/لتر)
0.09	0.01	5.12	0.145	5.86	0.31	4.38	0.13	5.61	0.36	NO ₃ ⁻¹ (ملغم/لتر)
2.0	1.05	31.95	7.98	21.27	6.74	19.95	7.99	29.99	3.99	Cl ⁻¹ (ملغم/لتر)
25.00	10.00	496.00	5.00	210.00	3.00	437.00	5.00	350.00	15.00	(NTU) Turbidity
9.86	3.89	80.15	30.10	86.20	20.21	90.05	30.00	80.21	20.21	Pb(مكغم/لتر)
9.07	1.30	41.11	7.13	74.70	10.67	60.21	10.13	53.30	16.01	Cd(مكغم/لتر)

