مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم البيولوجية المجلد (35) العدد (6) 2013
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Biological Sciences Series Vol. (35) No. (6) 2013

دراسة بعض الخصائص الكيميائية لمياه الأمطار في مواقع مختلفة من محافظة اللاذقية

ميس محمد حسين *
الدكتور عيسى نور الدين كبيبو **
الدكتورة سوسن عبدالله هيفا **

(تاريخ الإيداع 9 / 7 / 2013. قبل للنشر في 18 / 8 / 2013)

□ ملخّص □

نفذت هذه الدراسة في مواقع مختلفة من ريف محافظة اللاذقية (قريتي الحمراء والصباحية التابعتين لناحية ربيعة، وقرية عين الزرقا التابعة لبلدة مشقيتا)، وتم تسجيل 14 هطول مطري precipitation تسبب في حدوث جريان سطحي وانجراف مائي خلال فترة الدراسة (الموسم المطري 2012/2011). جمعت عينات من مياه الأمطار لكل هطول مطري بواسطة مقاييس مطرية وضعت في مواقع التجربة، ثم نقلت العينات إلى المخبر. تم قياس درجة pH هذه العينات ثم تحليلها باستخدام جهاز الكروماتوغرافيا الشاردية Ion chromatography (IC تقنية التنقية والعزل).

تشير النتائج إلى: الطبيعة القلوية لماء الهطول المطري في المنطقة الريفية المدروسة (درجة الـ pH تتراوح بين 7.1 و 7.8)، وتأثير الرياح التي تهب في فصل الربيع وما تحمله معها من غبار التربة على بعض الخصائص الكيميائية للهطول المطري. كما يبين تحليل البيانات إحصائياً تفوق الهطول المطري في فصل الربيع على باقي هطولات الموسم بتركيز شوارد الكبريتات والكلور والصوديوم والأمونيوم (15.9 ppm ، 10.8 ، 3.7 ، 3) ولم تظهر فروق معنوية بتركيز شاردتي الكالسيوم والمغنزيوم في ماء الهطولات المطرية المسجلة .

الكلمات المفتاحية: الهطول المطري، جهاز الكروماتوغرافيا الشاردية IC ، التلوث البيئي ، اللاذقية .

* طالبة دراسات عليا (ماجستير) – قسم علوم التربة والمياه – كلية الزراعة – جامعة تشرين – اللاذقية – سورية.
** أستاذ – قسم علوم التربة والمياه – كلية الزراعة – جامعة تشرين – اللاذقية – سورية.

مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم البيولوجية المجلد (35) العدد (6) 2013
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Biological Sciences Series Vol. (35) No. (6) 2013

Study of the chemical characteristics of rain water in different sites in Lattakia

Mais M. Hussien[*]
Dr. Issa N. Kbibo[**]
Dr. Sawsan A. hayfa[**]

(Received 9 / 7 / 2013. Accepted 18 / 8 /2013)

□ ABSTRACT □

The research has been conducted in different sites in lattakia, Alhamra and alsabahia villages of Rabea and Aen alzarqa of Mashqeta. 14 cases of precipitation was marked which caused runoff and water erosion of soil during the research (seasonal rainfall in 2011/2012). Samples of rain water of every precipitation case were collected. by using rain gauges that were installed in the research sites. After that, samples were moved to the laboratory. The pH was determined after that the samples were analyzed by using an ion chromatography device(IC).

The results indicate the alkaline nature of precipitation in the target rural area (pH 7.1-7.8), and the effect of spring wind and the soil dust that it carries along on some chemical characteristics of precipitation. Furthermore, data statistical analysis indicates that the concentration of sulfates, chloride, sodium, ammonium during spring is more than that other marked during the precipitation cases and no significant differences in the concentration of Calcium and Magnesium ions of the target precipitation.

Key words: precipitation, Ion chromatography, environmental pollution, lattakia.

[*]**Postgraduate Student, Department of Soil and Water Sciences, Faculty of Agriculture, Tishreen University, Lattakia, Syria.**
[**]**Professor, Department of Soil and Water Sciences, Faculty of Agriculture, Tishreen University, Lattakia, Syria.**

مقدمة:

يرتكز علم الأرصاد والمناخ على عدة عناصر أساس تحيط بنا وتؤثر في بيئتنا، تسمى بالعناصر المناخية ومنها الهطول بأنواعه (أمطار، ثلوج، بَرد وغيره)، كما تعد مياه الأمطار مؤشراً جيداً غير مباشر لتحديد التغير الحاصل في طبقة التروبوسفير (الطبقة الفعالة في تغيرات المناخ).

تُبذل جهود حثيثة من قبل منظمات الأرصاد الجوية العالمية لاستقراء تغيرات المناخ وأحد الأساليب المتبعة هو دراسة التركيب الكيميائي للهطول المطر (محمود وآخرون، 2007) . وبالتالي يمكن تحديد مايحدثه الغبار والملوثات الغازية الموجودة بالغلاف الجوي 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 (محمد، 2008) .

تميل مياه الأمطار إلى الطبيعة الحامضية الخفيفة والناشئة عن ذوبان ثاني أوكسيد الكربون فيها ، إذ تتراوح قيم الرقم الهيدروجيني في ماء المطر النقي بين (5.5 , 6) وكل الأمطار التي تمتلك قيم رقم هيدروجيني مساو لـ 5.5 أو أقل تعد أمطاراً حامضية بسبب ذوبان الغازات فيها (Jiawei *et al.*, 1994)، وأن أكثر الغازات التي تسهم في تشكيل المطر الحامضي هي أكاسيد الكبريت وأكاسيد النتروجين وذلك بسبب قابليتها على الذوبان في ماء المطر وتكوين الأحماض (Leahy *et al.*, 2000)، وهذه الانبعاثات الغازية المنتشرة حول الأرض تعود وتسقط لتترسب على الأرض ثانية إما على شكل ترسيب حمضي رطب / كالأمطار الحامضية والضباب والثلج/ أو على شكل ترسيب حمضي جاف كالجسيمات والغازات الحمضية الموجودة في الجو (Kiely, 1997). لقد أدى التطور الصناعي وعدم الالتزام بالتشريعات البيئية أدى إلى حدوث العديد من الكوارث البيئية في مناطق مختلفة من العالم.

دُرس التركيب الكيميائي للهطول المطري في العديد من البلدان خلال العقد الأخير (Sazakli, 2007) (khashman, 2009) وتعود قلة هذه الدراسات في بلدنا إلى غياب ظاهرة المطر الحامضي أي عدم لمس الضرر مباشرة . ولمواكبة آثار التطور الصناعي والزراعي على المدى القريب والبعيد كان من الأهمية دراسة التركيب الكيميائي للهطول المطري في المناطق الريفية والحضرية لمعرفة مدى انتشار ملوثات الهواء .

أهمية البحث وأهدافه:

- دراسة أهم الخصائص الكيميائية لمياه الأمطار في مواقع مختارة لمتابعة انجراف التربة في محافظة اللاذقية.
- تقدير أهم المكونات لمياه الأمطار ولاسيما (الكبريتات، النترات، الأمونيوم، الكالسيوم، المغنزيوم الكلور، الصوديوم)

طرائق البحث ومواده:

نفذت هذه الدراسة في بعض مواقع دراسة الانجراف المائي للتربة في ثلاث قرى في ريف محافظة اللاذقية هي: الحمراء والصباحية التابعتين لناحية ربيعة التي تبعد عن مدينة اللاذقية بنحو 60 كم، وقرية عين الزرقا التابعة لبلدة مشقيتا، يبلغ ارتفاع هذه القرى عن سطح البحر 240م و200م و200م بالترتيب، تتميز مواقع الدراسة بطبيعتها التضاريسية المتدرجة وتحيط بها غابات الصنوبر البروتي؛ إذ تقوم على المنحدرات الجبلية. تم تسجيل 14 حادثة هطول مطري بتواريخ مختلفة أدت إلى حدوث جريان سطحي وانجراف مائي خلال فترة الدراسة (الموسم المطري 2012/2011).

جمع العينات:

تم وضع المقياس المطري المعروف (r = 2.5 cm) على مستوى الأرض في كل موقع من المواقع بإحدى نقاط الموقع المفتوحة والبعيدة عن التأثيرات الجانبية بغرض جمع عينات من مياه الأمطار لكل هطول مطري، بعدها نقلت العينات إلى المخبر لتحليلها.

طرق العمل:

– قياس درجة الـ pH : باستخدام جهاز pH– meter بعد معايرته.

– قياس تراكيز بعض الأيونات الذائبة في ماء المطر من أنيونات (cl^-, SO_4^{--}, NO_3^-) وكاتيونات (Ca^{++},Mg^{++}, NH_4^+, Na^+) : وذلك باستخدام جهاز الكروماتوغرافيا الشاردية Ion chromatography وهذه الطريقة تم استخدامها على نحو واسع في العديد من البلدان لتحليل الأيونات والكاتيونات في العينات البيئية (Jackson., 2000)، كما لوحظ الاستخدام المتكرر لجهاز IC في تحديد التركيب الأيوني لمياه المطر والمطر الحامضي وذلك بهدف تقدير تأثيرات الحموضة الناتجة عن المطر الحامضي على البيئات الطبيعية natural والحضرية urban (Tanaka et al., 1994) .

تم ترشيح العينات في المخبر عبر ورق ترشيح (0.45µm) ثم حقنت كل عينة في جهاز IC بواسطة حقنتين خاصتين بالجهاز إحداها لإظهار الأنيونات والأخرى للكاتيونات, وبعد مرور زمن 20 دقيقة على عملية الحقن يظهر لدينا على شاشة الحاسب خط بياني يحوي مجموعة من القمم تظهر عند أزمنة مختلفة وكل قمة تقابل أيون معين وبمعالجة هذه النتائج تبعاً لمنحني قياسي معين نحصل على تركيز الأيونات مقدراً بـ ppm .

تصميم البحث والتحليل الإحصائي:

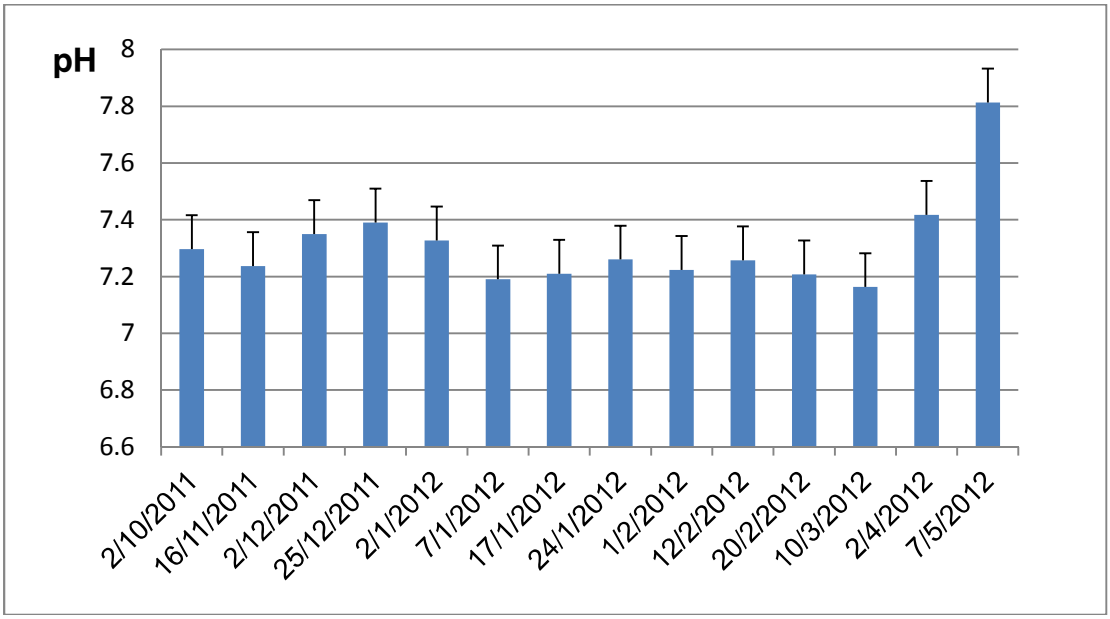
دُرست خصائص الهطول المطري في المنطقة الريفية للهطولات المسجلة في ثلاث مواقع قريبة جدا" من بعضها البعض(عين الزرقا والحمراء والصباحية) وتخضع للظروف المناخية ذاتها إذ المنطقة الجغرافية لأخذ العينات واحدة وطبيعة العينة وفترة أخذ العينة واحدة. تضمن البحث 14 معاملة (هطول مطري) بثلاث مكررات (مواقع) لكل معاملة. كما تمت معالجة البيانات إحصائياً باستخدام برنامج Genstat–12، واختبار one–wayANOVA (in randomized blocks) و تحديد قيمة LSD عند مستوى معنوية 5% باستخدام اختبار Duncan وذلك لمعرفة معنوية الفروق من عدمها بين تواريخ الهطولات المطرية المسجلة.

النتائج والمناقشة :

* **درجة الـ pH** : يبين الشكل (1) متوسط قيم الرقم الهيدروجيني الـ pH لعينات ماء المطر المسجلة في منطقة الدراسة، والتي تتراوح بين 7.8 – 7.1 وهي أعلى من القيمة 5.6 (التي هي pH ماء الغيمة عند التوازن مع CO_2 الجوي) مما يعكس الطبيعة القلوية لماء المطر في منطقة الدراسة وهذا يتوافق مع ماذكره (Charlso and Rodhe, 1982)، والسبب هو عدم تواجد أكاسيد الكبريت والنتروجين في الجو لغياب أي مصدر صناعي هام لوجودها في منطقة الدراسة؛ إذ من المعروف أن وجود هذه الأكاسيد يؤثر على نحو كبير على pH ماء المطر نتيجة وجود حمض الكبريت وحمض الآزوت مما يؤدي إلى زيادة تدريجية بأيونات الهيدروجين. سجلت أعلى القيم لـ pH ماء المطر في شهري نيسان و أيار (7.42– 7.8) على التوالي، وأثبتت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروق معنوية في درجة الـ pH للهطولات المطرية المسجلة ($P < 0.001$) إذ تفوقت قيمة pH ماء

المطر في شهر أيار على قيم pH هطولات موسم الدراسة. و يعزى السبب إلى الغبار المتصاعد من سطح التربة في أثناء هبوب الرياح في فصل الربيع إذ يتراكم هذا الغبار المحمل بأيونات الكالسيوم والمغنزيوم في الجو ليُغسل في أثناء سقوط المطر، لأن المادة الجزيئية المعلقة في الجو التي تكون غنية بكربونات الكالسيوم تسهم في تعديل حموضة ماء المطر (Kulshrestha *et al.*, 1996, 2003).

وهذا ماأوضحته دراسة أحريت باليونان؛ إذ كان أغلب المطر الهاطل في منطقة الدراسة يتمتع بخاصية pH أكبر أو تساوي 7 و كان لغبار الترب الكلسية تأثير في ذلك (Samara *et al.*, 2003).



شكل (1) متوسط قيم pH الهطولات المطرية المسجلة في منطقة الدراسة خلال الموسم 2012/2011 ($LSD_{0.05}$ = 0.119)

*** تغيرات تراكيز شاردتي الكبريتات (SO_4^{--}) والنترات (NO_3^-) :**

لم تظهر نتائج التحليل أي زيادة واضحة في تركيز أي من هاتين الشاردتين إذ سجل متوسط تراكيز كل من شاردتي الكبريتات والنترات في عينات ماء المطر خلال الموسم 2012/2011 في كل من مواقع التجربة (عين الزرقا، الحمراء ، الصباحية) القيم (5.8 ppm ، 5.3 ، 6.6) (1.3 ppm ، 0.8 ، 2.6) على التوالي. والسبب يعود إلى أن منطقة الدراسة منطقة ريفية لا يوجد فيها انتشار لملوثات الهواء التي قد تنجم عن مداخن المصانع أو وسائط النقل وغيرها إذ لا وجود لطرق مواصلات رئيسة سوى طريق محلي يربط منطقة الدراسة بالقرى المجاورة، وهذا ما أثبتته نتائج قياس درجة الـ pH التي لم تسجل أي انخفاض حتى في فصل الربيع.

وبدراسة تغيرات تركيز كل من هاتين الشاردتين مع تواريخ الهطولات المطرية المسجلة:

تبين وجود فروق معنوية في تركيز شاردة الكبريتات في عينات ماء المطر المأخوذة في شهر أيار 15.9 ppm وباقي العينات المأخوذة من الأشهر الأخرى ($P< 0.001$) كما يتضح من الشكل (2). أما بالنسبة لشاردة النترات لم تظهر فروق معنوية في تركيز هذه الشاردة بين الهطولات المطرية المسجلة ككل ($P = 0.4$) ماعدا هطولات تاريخ 2011/12/2 و 2012/4/2 وذلك بحسب اختبار دانكان شكل (3)، إذ سجلت أدنى قيمة لتركيز النترات (0.24 ppm) في شهر كانون الأول وأعلى قيمة (2.77 ppm) في شهر نيسان؛ إذ يَظهر التأثير المؤين للبرق على

غاز النتروجين الجوي الذي يتحول إلى نترات والتي بدورها تتساقط مع الأمطار (التثبيت الفيزيائي للنتروجين الجوي) (بوران وأبو دية، 2009).

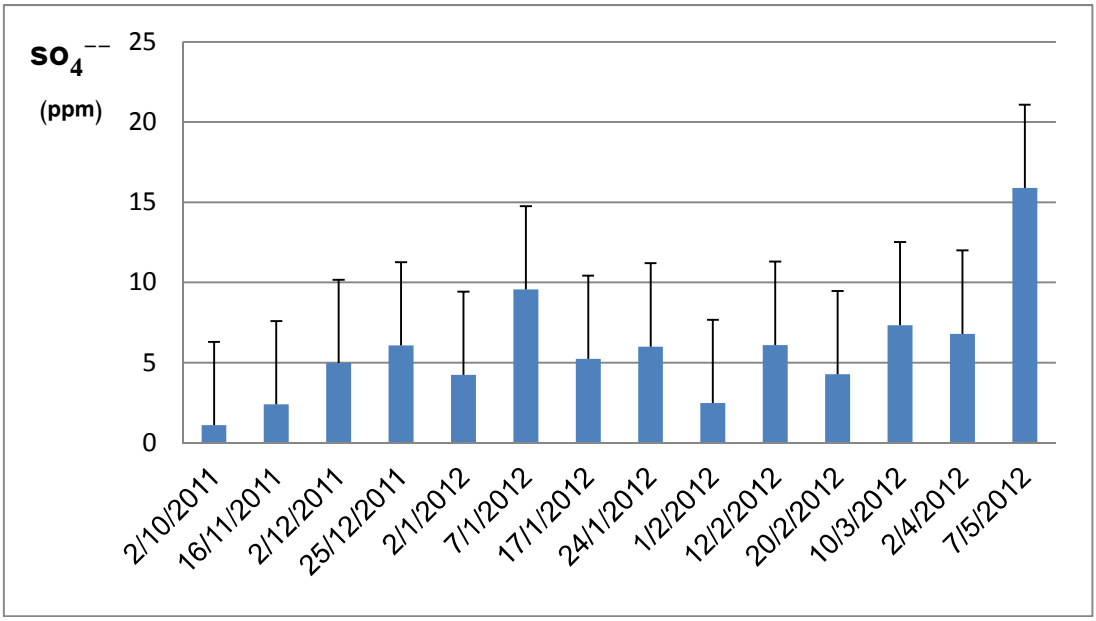
وبالمقارنة مع نتائج دراسات أخرى نجد : في دراسة أجريت بالهند في موقع Rokee الحضري (urban) ؛ إذ لا مصدر صناعي هام لوجود الكبريتات في هذه المنطقة بلغ تركيز الكبريتات في عينات المطر 20.82 ppm (Jawad Al Obaidy and Josphi., 2006)، وفي دراسة أخرى أجريت في منطقة ريفية بالهند تدعى Gopalpur كان تركيز الكبريتات 15.36 ppm (Satsangi *et al.*,1998) .

كما وجد (قاسم وآخرون، 2012) في دراسة أجريت جنوب مدينة الموصل في العراق خلال الأشهر كانون الثاني وشباط وآذار أن مياه الأمطار ليست حامضية على الرغم من وقوعها في بعض الأحيان في المجال الحامضي .

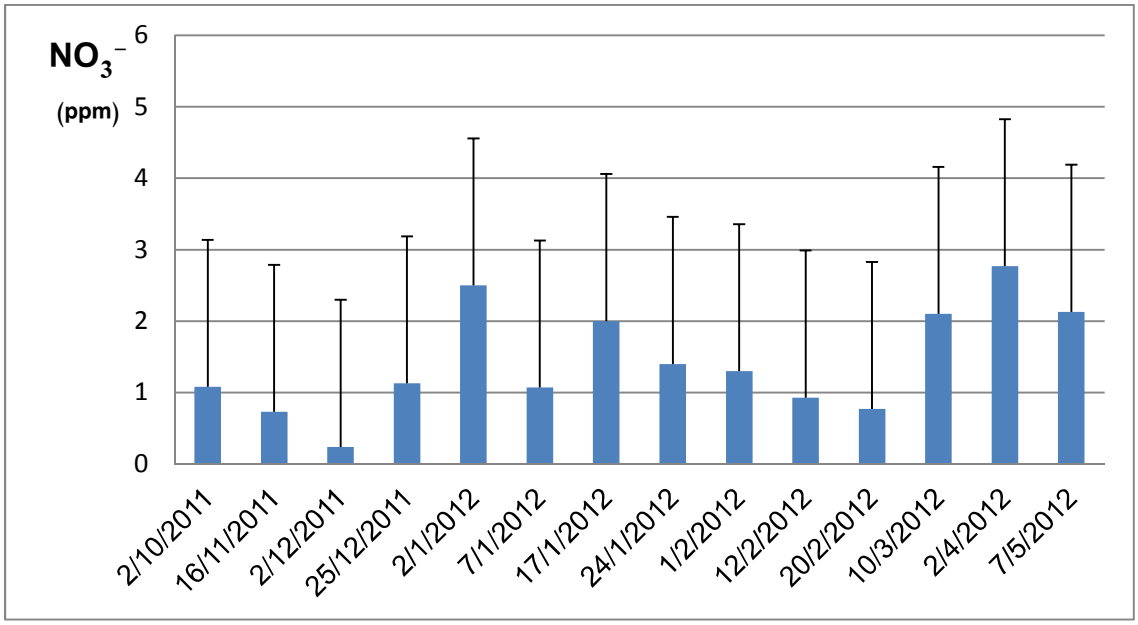
تأتي أهمية وجود شاردتي الكبريتات (SO_4^{--}) و النترات (NO_3^-) في عينات ماء المطر من إسهامهما في حموضة ماء المطر بالإضافة إلى دور شوارد أخرى كالكالسيوم والمغنزيوم في تعديل هذه الحموضة (Saxena *et al.*, 1996).

كما تعزى الاختلافات بتركيز هاتين الشاردتين في جميع الدراسات على نحو أساسي إلى الاختلافات في طبيعة المنطقة والمدة الزمنية التي أجريت فيها الدراسة .

ومن المعروف أن المصادر غير الطبيعية لوجود هاتين الشاردتين في الغلاف الجوي هي أكاسيد الكبريت والنتروجين الناتجة عن النشاطات البشرية.



شكل(2) متوسط تركيز شاردة الكبريتات للهطولات المطرية المسجلة في منطقة الدراسة خلال الموسم 2012/2011 ($LSD_{0.05}$ = 5.194)

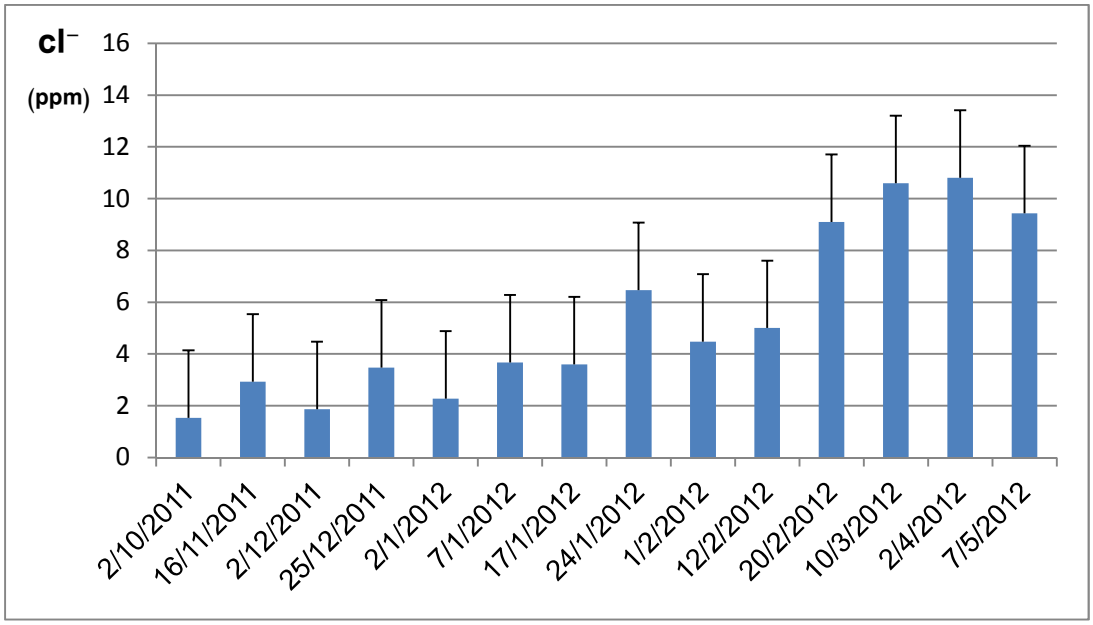


شكل(3) متوسط تركيز شاردة النترات للهطولات المطرية المسجلة في منطقة الدراسة خلال الموسم 2012/2011 ($LSD_{0.05}$ = 2.05)

تركيز شاردة الكلور cl^- :

يوضح الشكل (4) تفوق تركيز شاردة الكلور في عينات ماء المطر المأخوذة في أواخر الموسم المطري (خاصة أمطار فصل الربيع) على عينات ماء المطر المأخوذة من المنطقة ذاتها وفي الموسم المطري نفسه؛ إذ سجلت أعلى القيم في شهري آذار ونيسان (10.6 ppm ، 10.8) على التوالي، ويمكن إعزاؤها إلى الرياح التي تهب في فصل الربيع والتي تكون محملة بالأتربة مما يسبب زيادة تراكيز أيونات الكلور في ماء المطر (Ganor and Mamane., 1982) وهذا ماأكدته الدراسة التي أجراها (قاسم وآخرون، 2012) جنوب مدينة الموصل والتي سجلت القيمة الأدنى (1.05 ppm) والأعلى(31.95 ppm). وبمقارنة هذه النتائج مع نتائج دراسة باحث آخر (Elgohary., 2008) في عمان وجد أن معدل أيون الكلور بحدود (234 ppm) وهو أعلى بكثير من الحد الأعلى في بحث قاسم وبحثنا هذا، والسبب الرئيس هو اختلاف طبيعة المنطقة والظروف الجوية بما فيها كمية الهطول المطري الأكبر على هذه المنطقة في عمَان كونها قريبة من البحر(Forti *et al.*, 1990)، كما أثبتت الدراسات التي أجريت في غرب أستراليا من قبل Simpson (1926) و Wilsmore (1929) و Teakle (1937) الانخفاض في محتوى ماء المطر من الكلور مع تزايد المسافة عن الساحل في العديد من البلدان.

ولا بد من الإشارة إلى أن وجود أيون الكلور قد يسبب ملوحة ماء المطر ويعتمد ذلك على المكونات الكيميائية لماء المطر(Muhsin *et al.*, 1989).



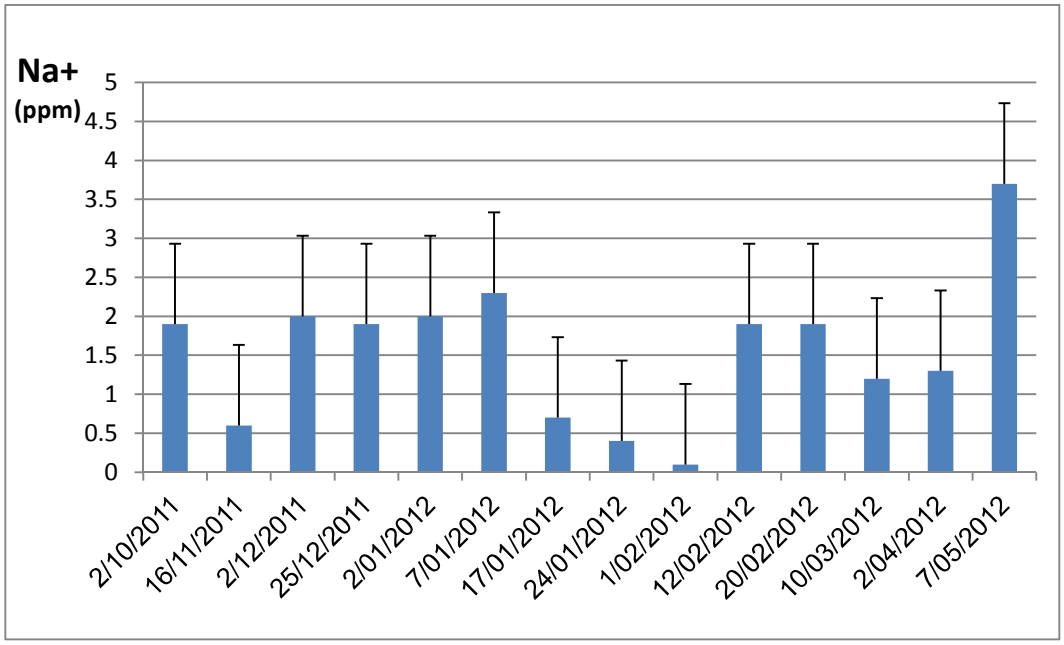
شكل (4) متوسط تراكيز شاردة الكلور للهطولات المطرية المسجلة في منطقة الدراسة خلال الموسم 2012/2011

($LSD_{0.05}$ = 2.608)

تركيز شاردة الصوديوم Na^+ :

تظهر نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقات معنوية في تركيز شاردة الصوديوم في عينات ماء المطر المأخوذة من أزمنة مختلفة ($P< 0.001$) وتفوقها في أمطار شهر أيار (3.7 ppm) على الهطولات الأخرى شكل(5)، وقد يكون السبب تأثرها بالرياح الساحلية .

تشير الدراسات إلى العلاقة العكسية لشاردتي الصوديوم والكلور مع تزايد المسافة عن البحر، ولقد أوضح Hutchinson 1957: أنه عندما يتبخر رذاذ البحر يتشكل نوعان من الجزيئات الصلبة في الغلاف الجوي وهما: كبريتات الكالسيوم $CaSO_4$ أول مانتبلور ولاحقاً كلاً من $Mgcl_2$ و Nacl، فرذاذ البحر من العوامل الأساس التي تؤثر في تركيب ماء المطر إضافة إلى عوامل أخرى كارتفاع درجة الحرارة في شهر أيار. وفي دراسة أجريت في الهند في موقع Chembour الساحلي والحضري كانت سيطرة أيونات cl^- و Na^+ أكبر من كل الأيونات الأخرى نتيجة لقرب هذه المدينة من المحيط (Khemani *et al.*, 1994) .



شكل (5) متوسط تراكيز شاردة الصوديوم للهطولات المطرية المسجلة في منطقة الدراسة خلال الموسم 2012/2011 ($LSD_{0.05}$ = 1.031)

تركيز شاردتي الكالسيوم والمغنزيوم Ca^{2+}, Mg^{2+} :

تظهر نتائج التحاليل: وجود شاردة الكالسيوم (Ca^{++}) في عينات ماء المطر في أواخر فصلي الخريف والربيع بتركيز (8.5 ppm ، 10.9) على التوالي، وعدم ظهورها في عينات ماء المطر للهطولات المسجلة الأخرى. ووجود شاردة المغنزيوم بالتزامن مع شاردة الكالسيوم في الهطولات ذاتها بالإضافة إلى العواصف المطرية المسجلة في شهر كانون الثاني، لتسجل أعلى قيمة لشاردة المغنزيوم (1.8 ppm) في شهر نيسان.

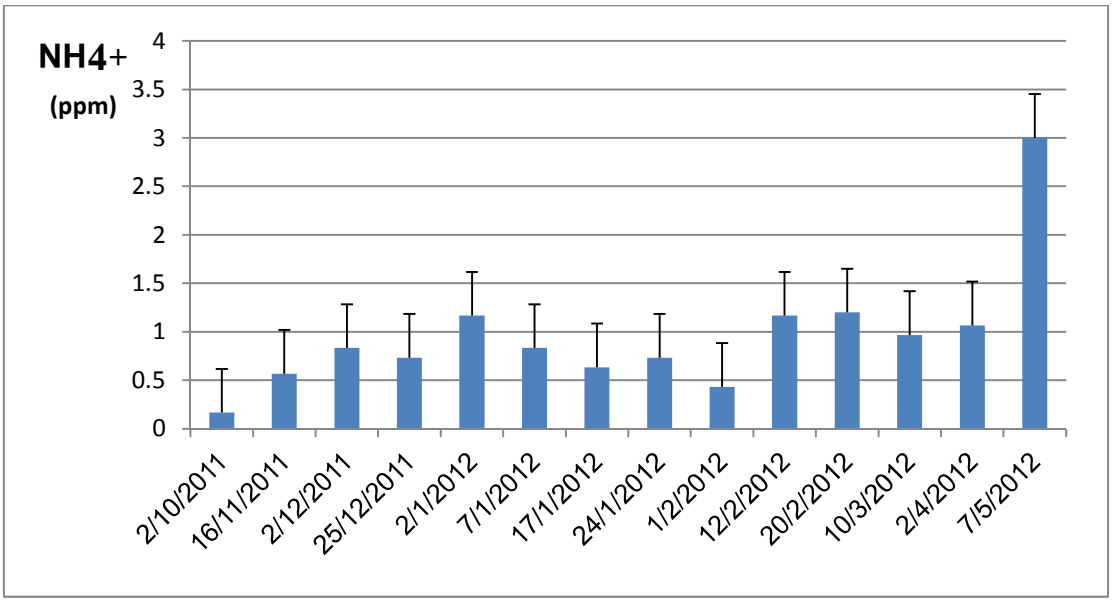
ويمكننا القول إن مصدر هاتين الشاردتين هو غبار الترب الكلسية السائدة في المنطقة (أي مصادر تتعلق بالقشرة الأرضية crustal) ، وهذا ماأوضحه Satsangi وآخرون (1998) في دراسة أجريت في الهند في منطقة Agraالريفية؛ إذ سيطرت أيونات الكالسيوم والمغنزيوم على الأيونات الأخرى وبتراكيز مرتفعة. وقد وجد (crowely and sievering., 1986) (Jawad Al Obaidy and Joshi., 2006) أن تركيز شاردة Mg^{++} يتأثر بالمصادر المكونة للقشرة الرضية في موقع بعيد عن البحر، أما في موقع قريب من البحر كان لجزيئات ملح البحر في الغلاف الجوي الأثر الأكبر في وجود هذه الشاردة في عينات ماء المطر.

تأتي أهمية هاتين الشاردتين من دورهما في تعديل حموضة ماء المطر الناتجة عن وجود أنيونات الكبريتات والنترات .

تركيز شاردة الأمونيوم NH_4^+ :

تأثر وجود شاردة الأمونيوم معنوياً بتواريخ الهطولات المطرية المسجلة ($P< 0.001$)، إذ تفوقت أمطار شهر أيار على باقي أمطار الموسم لتسجل أعلى تركيز(3 ppm) كماهو واضح في الشكل (8). وهذا الارتفاع الملحوظ قابله ارتفاع درجة الـ pH للهطول المطري في هذا الشهر إلى أعلى قيمة ممايعكس احتمال وجود شاردة الأمونيوم في الغلاف الجوي (قد يكون مصدرها جزيئات المادة العضوية في غبار التربة أو تأثير عمليات البرق والرعد على تحولات عنصر النتروجين الجوي)، بالتالي ذوبان هذه الشاردة في ماء المطر ينتج عنه هيدروكسيد الأمونيوم الذي يؤدي بدوره

إلى رفع درجة الـ pH. كما أُثبت في بعض الدراسات الدور الثانوي للأمونيا الجوية في تعديل pH ماء المطر في المناطق الحضرية حيث مصدرها النشاطات البشرية (Samara *et al* ., 2003) (Zhang 2012*et al.,*) .



شكل (8)متوسط تراكيز شاردة الأمونيوم للهطولات المطرية المسجلة في منطقة الدراسة خلال الموسم 2012/2011 ($LSD_{0.05}$=0.45) (

الاستنتاجات والتوصيات:

1-بينت نتائج تحاليل مياه الأمطار في منطقة الدراسة الريفية في محافظة اللاذقية الطبيعة القلوية لمياه الأمطار وعدم وجود مانصطلح على تسميته بالأمطار الحامضية خلال الموسم المطري 2012/2011 .

2- سجلت الهطولات المطرية تفاوت في التركيب الكيميائي من شهر لآخر لتظهر معنوية هذه الفروق في فصل الربيع. خاصة في شهر أيار وذلك لشوارد الكلور والصوديوم و الكبريتات والأمونيوم التي لا مصدر صناعي هام أو نشاطات بشرية لتواجدها في المنطقة سوى أنها تأتي من أماكن بعيدة محمولة مع الرياح التي تهب في فصل الربيع.

3-فيما يتعلق بشاردة الأمونيوم قد يكون هناك مساهمة لعمليات البرق والرعد في تحولات عنصر النتروجين الموجود بالجو.

4- لم تسجل فروقات معنوية لتركيز شاردة النترات بين الهطولات المسجلة ككل ماعدا هطولات تاريخ 2011/12/2 و 2012/4/2؛ إذ لا توجد حركة مرورية بهذه المنطقة الريفية سوى طرق محلية تصل بين القرى.

5-مصدر وجود شاردتي الكالسيوم والمغنزيوم هو غبار الترب الكلسية السائدة في المنطقة .

أظهرت الدراسة احتواء ماء المطر على بعض المكونات من أصل المكان، وبعضها نقل عن طريق الرياح من مكان آخر، وإنه من الأهمية بمكان دراسة مكونات مياه الأمطار في مواقع قريبة من مراكز المدينة ومن مراكز الصناعات المختلفة كصناعة الإسمنت والمحطة الحرارية وغيرها.

المراجع :

1. بوران، علياء حاتوغ ؛ أبو دية، محمد حمدان. *علم البيئة*. الطبعة العربية الثانية الإصدار الخامس ، دار الشروق ، عمّان، 2009، 272.
2. محمود، طارق أحمد، عبد الوهاب، سعدي ، وصالح، رياض محمود. التلوث الهوائي وخصائص مياه الأمطار في مدينة الموصل، مجلة هندسة الرافدين، مجلد 15 ، عدد3، (2007).
3. قاسم، إياد فضيل ، وآخرون. دراسة تأثير ملوثات الهواء على خصائص مياه الأمطار في قرية العريج/ ناحية حمام العليل، مجلة تكريت للعلوم الهندسي، المجلد 19 ، عدد 2، (2012).
4. محمد، شنو مصطفى علي. دراسة تلوث ملوثات الهواء على خصائص مياه الأمطار في قضاء الطوز. رسالة ماجستير ، كلية الهندسة المدنية، جامعة تكريت، (2008).
5. CHARLSON, R.J., RODHE, H. *Factors controlling the acidity of natural rainwater*. Nature 295, 1982, 683–685.
6. CRAWLEY, J., SIEVERING, H. *Factor analysis of the MAP3S/ RAINE precipitation chemistry network: 1976–1980*. Atmospheric Environment 20,1986 ,1001–1013.
7. 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), 2008, 669-682.
8. FORTI, M.C., NORDEMOIN, L.M., ANDRADE, M.F., and ORSIN, C.Q. *Elements in the Precipitation at Sao Paulo City (Brazil)*. Atmospheric environmental. 24 B (2),1990 , 355-360.
9. GANOR, E. and MAMANE, Y. *Transport of Saharan Dust Across the Eastern Mediterranean*. Atmospheric Environmental. 16 (3), 1982, 581-587.
10. HUTCHINSON, G. E. *A treatise on limnology, v. 1, Geography, physics, and chemistry*. New York, John Wiley and Sons, Inc., 1957, 1015 p.
11. JACKSON**,** P.E. *Ion Chromatography in Environmental Analysis* **.** in encyclopedia of analytical chemistry R.A. Meyers (Ed.) pp. 2779–2801,(2000)**.**
12. JAWAD AL OBAIDY, A and JOSHI, H. *Chemical composition of rainwater in a tropical urban area of northern India* . Atmospheric Environment . 40, 2006, 6886 – 6891.
13. JIAWEI, C., LEE, D., WONG, K.,YIN, L.C. and YAO, Y.K. "*Acid Rain*", MSN Encarta, Asia, 1994.
14. KHASHMAN, O.A. *Atmospheric Research* 91, 2009, 53–61.
15. KHEMANI, L.T., MOMIN, G.A., RAO, P.S.P., PILLALI, A.G., SAFARI, P.D., MOHAN, K., RAO, M.G. *Atmospheric pollutants and their influence on acidification of rainwater at an industrial location on the west coast of India*. Atmospheric Environment 28 (19), 1994, 3145–3154.
16. KIELY, G., "*Environmental Engineering*", Mc Graw- Hill companies, Inc. England, 1997.
17. KULSHRESTHA, U.C., KULESHRESTHA, M.J., SEKAR, R., SASTRY, G.S.R., VAIRAMANI, M. *Chemical characteristics of rainwater at an urban site of south-central India*. Atmospheric Environment 37, 2003, 3019–3026.
18. KULSHRESTHA, U.C., SARKAR, A.K., SRIVASTAVA, S.S., PARASHAR, D.C. *Investigation into atmospheric deposition through precipitation studies at New Delhi (India)*. Atmospheric Environment 30 (24), 1996, 4149–4154.

19. 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.
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. SAMARA, C., TSITOURIDOU, R., BALAFOUTIS, Ch. *Chemical composition of rain in Thessaloniki, Greece, in relation to meteorological conditions*. Atmospheric Environment part B. Urban Atmosphere. 26, 2003, 359-367.
22. SATSANGI, G.S., LAKHANI, A., KHARE, P., SINGH, S.P., KUMARI, K.M., SRIVASTAVA, S.S. Composition of rain water at a semi-arid rural site in India. Atmospheric Environment 32 (21), 1998, 3783–3793.
23. SAXENA, A., KULSHRESTHA, U.C., KUMAR, N., KUMARI, K.M., SRIVASTAVA, S.S. *Characterization of precipitation at Agra*. Atmospheric Environment 30 (20), 1996, 3405–3412.
24. SAZAKLI, E., ALEXOPOULOS, A., LEOTSINIDIS, M. *Water Research* 41, 2007, 2039–2047.
25. SIMPSON, E. S. *Problems of water supply in Western Australia*: Australian Assoc. Adv. Sci. Proc., v. 18, 1926, p. 634-674.
26. TANAKA, K., OHTA, K., FRITZ, J.S., MATSUSHITA, S., MIYANAGA, A. *Simultaneous Ion-exclusion Chromatography Cation Exchange Chromatography with Conductometric Detection of Anions and Cations in Acid Rain Waters. J. Chromatogr.*, 671, 1994, 239–248.
27. TEAKLE, L. J. H. *The salt (sodium chloride) content of rainwater:* Dept. Agriculture Western Australia Jour., v. 14, 1937, p. 115-123.
28. WILSMORE, N. T. M. *Salinity of rain in Western Australia*: Royal Soc. Western Australia Jour., v. 15, 1929. 3311-3333.
29. ZHANG, XIU., JIANG, H., ZHANG, Q., Zhang, XIA. *Chemical characteristics of rainwater in northeast China, a case study of Dalian*. Atmospheric Environment 116, 2012, 151–160.