

التغيرات الجيوكيميائية و محتوى الرصاص في مياه الأمطار المتساقطة على مدينة كركوك - شمالي العراق

نور محمد سمين¹ ، حسن احمد علي الجميلي²

^{1,2} جامعة كركوك / كلية العلوم / قسم الجيولوجيا التطبيقي

¹noor_mark1111@yahoo.com , ²hassanalauk@yahoo.com

تاريخ قبول البحث: 2015 / 5 / 13

تاريخ استلام البحث: 2015 / 2 / 15

المخلص

تضمنت الدراسة الحالية جمع (8) عينات مياه الامطار المتساقطة على مدينة كركوك للفترة من كانون الاول 2013 الى حزيران 2014 ، و تم قياس تركيز الرصاص في هذه العينات بجهاز البلازما مزدوجة الحث (ICP-MS) ، فضلا عن قياس بعض الخواص الفيزيائية و الكيميائية مثل الدالة الحامضية (pH) والتوصيلية الكهربائية (E.C.) و درجة الحرارة (TC°) و المواد الصلبة الذائبة (T.D.S.) و الاملاح (Salts). و قياس تراكيز بعض العناصر الرئيسية و بعض العناصر الأثرية الذائبة في المياه مثل (Si, Sr, Zn, Ca, Cr, Cu, Cl, K, Mg, Mn, Mo, Na, Ni, P, S,) (Co, Ce, Br, As, Ba). أن مصدر الرصاص في مياه الامطار من النشاطات الحضرية والصناعية، كما أن معدل الدالة الحامضية للنماذج اظهرت صفة حامضية قليلا. وان تركيز الرصاص في الامطار المبكرة كان اعلى من بقية النماذج، و بصورة عامة أن معدل تركيز الرصاص في مياه الامطار بلغ (0.5750 ppb) و هو اعلى من الحد المسموح به لمياه الشرب من قبل منظمة الصحة العالمية .

الكلمات الدالة : الرصاص ، الأمطار ، حضاري ، صناعي ، العناصر الأثرية ، الرذاذ .

Geochemical variation and lead content in rain water fall on Kirkuk City - Northern Iraq

Noor M. Sameen¹, Hassan A. Ali Al-Jumaily²

^{1,2}Kirkuk University / College of Science / Applied geology Dept.

¹noor_mark1111@yahoo.com , ²hassanalauk@yahoo.com

Received date : 15 / 2 / 2015

Accepted date : 13 / 5 / 2015

ABSTRACT

The present work included collect (8) samples of rain water falled on Kirkuk city from the period of December 2013 to June 2014. The concentration of Lead (pb) was measured in these samples in a high accuracy by using Inductively coupled Plasma Mass Spectrophotometer (ICP.MS). some physical and chemical parameters (pH, Electrical Conductivity (E.C.) , Temperature TC° , Total Dissolved Solid (T. D. S.) were detected in the above samples as well. Concentration of some major ions and minor elements which are soluble in rain water such as (Co, Ba, As, Br, Ce, S, P, Ni, Na, Mo, Mn, Mg, K, Cl, Cu, Cr, Ca, Zn, Sr, Si) were measured. Lead source in rain water from urban and industrial activities. The results was proved the average value of pH in the collected samples showed a slightly acidic property . Geochemical distribution of Pb showed that its concentration in the samples of the first rain was higher than the later samples, In general the average lead concentration in rain water reached (0.5750 ppb) is higher than the allowable limit for drinking water by the World Health Organization.

Keywords: Lead , Rain water , Urban, Industrial , Trace metals , Aerosols .

1. المقدمة (Introduction)

تعد مياه الأمطار المصدر الرئيسي في الدورة الهيدروجيولوجية والهيدرولوجية [1]، و تتكون في الغلاف الجوي نتيجة لعمليات معقدة ، وهذه الامطار عبارة عن محاليل مخففة جدا ، ويوجد فيها تراكيز منخفضة من الايونات والعناصر الاثرية، ويتضمن تكوينها تفاعل الغلاف الجوي والغلافين المائي والصخري ، اما الصفات الكيميائية لمياه الأمطار فهي تشتق من اذابة المواد الصلبة والغازية والتي تكون بتماس معها خلال تكوينها ، كما تؤثر النشاطات البشرية ايضا على مياه المطر ، فهذه المياه تعكس تفاعلات الماء والهواء والصخور ، و على نحو عام فان مياه الامطار في بلدان العالم توفر معلومات مهمه عن محتوى الرصاص في الغلاف الجوي [2].

يعد الرصاص من العناصر الكيميائية المتواجدة في جميع البيئات الارضية ، فهو موجود بتراكيز اثرية في الغلاف الجوي وفي التربة وفي الصخور وفي المياه وفي اجسام الكائنات الحية [3] ، وغالبية الرصاص ينشأ نتيجة النشاط البشري بما فيه المحروقات والتعدين والتصنيع . اشتق رمزه الكيميائي Pb من الكلمة اللاتينية Plumbum [4].

ويعد من اقدم العناصر التي اكتشفها الانسان واستخرجها من باطن الارض واستخدم مركباتها بشكل واسع [5]. استخدمه الاثوريون كشكل من اشكال العملة المتداولة ، ويعتقد بأن الجنائن المعلقة لمدينة بابل تم تشييدها بصفائح الرصاص ، في حين استخدمه الفراعنة قبل 2500 سنة قبل الميلاد في صقل الفخار [6] ، بينما استخدمه الرومانيون في صناعة مواسير المياه أو شبكة انابيب المياه وصقل اوعية الشراب والخزن ومضافات الطعام ، واستخدمت مركباته في تحلية النبيذ ، ويعتقد بأن الاستخدام المفرط لمركبات الرصاص في مجالات واسعة وظهور حالات تسمم كان احد أسباب سقوط الامبراطورية الرومانية آنذاك [7]. يعتمد تركيز الرصاص في الهواء على حجم الدقائق او الجسيمات particles ، فالدقائق الكبيرة التي يزيد قطرها عن 2 مايكرومتر تكون قريبة من مصدر الانبعاث ، في حين تستقر الدقائق الصغيرة التي لا يزيد قطرها عن واحد مايكرومتر بين عدة مئات من الامتار الى عدة كيلومترات من مصدر انبعاثها ، وأن للظروف المناخية المناسبة دور كبير في توزيع الرصاص في الهواء الجوي ، اذ ان لعامل الرياح دوراً مهماً في تخفيف الملوثات من الهواء الجوي ، كمركبات الرصاص، وكذلك الامطار التي تعمل على الغسل الجوي وترسيب مركبات الرصاص على سطح الارض وفي المسطحات المائية [8] ، يصل الرصاص الى الغلاف الجوي والى حد كبير من أبخرة العوادم ومن محركات الاحتراق الداخلي ، والى حد ما من الدخان الناتج من القطاع الصناعي و حرق الفحم ، وبالتالي محتوى

الرصاص عالي في المناطق الصناعية الحضرية وتركيزه أدنى في المناطق الريفية [5]. تهدف الدراسة الحالية الى تقدير مستويات الرصاص في مياه الأمطار المتساقطة من كانون الاول لسنة 2013 الى حزيران لسنة 2014 في مدينة كركوك ، و اجراء المعالجات الاحصائية المناسبة لدراسة العلاقة بين الرصاص وبعض العناصر الرئيسية وبعض العناصر الأثرية و خواص مياه المطر للعينات قيد الدراسة وتحديد العوامل الجيولوجية والبيئية المؤثرة عليه .

2. موقع وجيولوجية ومناخ منطقة الدراسة Location , Geological and Climate of the study area

تقع منطقة الدراسة ضمن مدينة كركوك، شمالي العراق ، بين خطي الطول " 12' 22'' 35° / 36' 30'' 35° شرقاً وخطي العرض " 12' 22'' 44° / 36' 24'' 44° شمالاً. وتحيط محافظة كركوك من الشمال والشمال الشرقي والشمال الغربي بسلسلة جبل بور، والتي يبلغ ارتفاعها (300 m) عن مستوى سطح البحر. وهي في منطقة سهلية على ضفتي نهر (خاصة جاي الموسمي) ، وتبلغ مساحة محافظة كركوك (20000 km²) الشكل (1) [9].

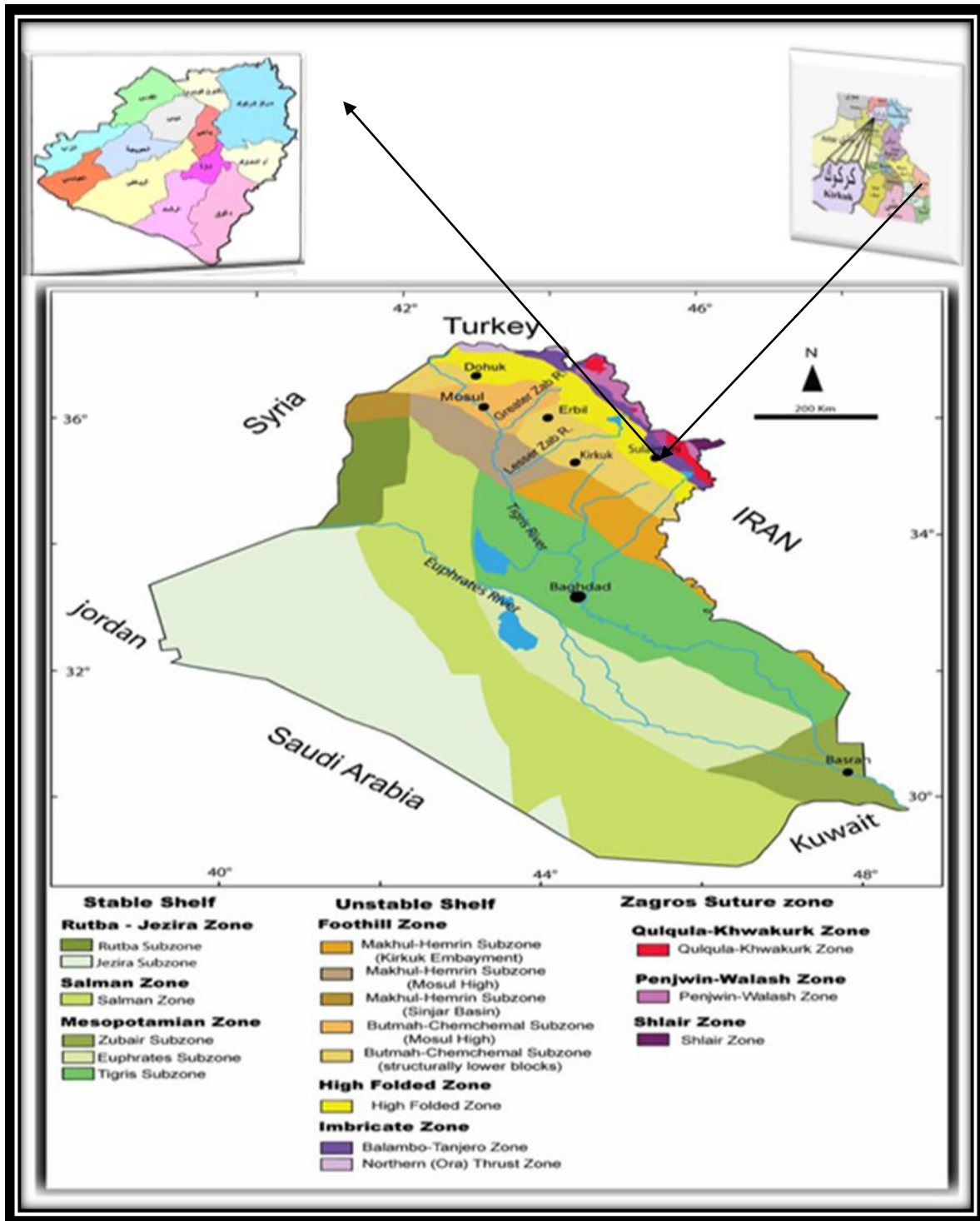
يعد مناخ كركوك ضمن المناخ الانتقالي بين مناخ البحر المتوسط والمناخ الصحراوي ، وهو مناخ السهوب الذي يتميز بالبرودة الشديدة شتاءً ، وانخفاض معدل الرطوبة ، و ارتفاع معدلات درجة الحرارة خلال الصيف ، اذ تبلغ خلال شهر تموز 49 درجة مئوية ، ويبلغ المعدل العام 31 درجة مئوية ، وتهب الرياح غالباً من الشمال الغربي الى الجنوب الشرقي صيفاً، ومن الجنوب الشرقي الى الشمال الغربي شتاءً، وتحول الجبال العالية التي تحيط بكركوك من الناحية الشمالية الشرقية دون وصول الرياح اليها من تلك الجهة ، وتسقط الأمطار طيلة فصل الشتاء والربيع بدءاً من أواسط الخريف وحتى أواخر الربيع ، ولا تسقط في غير هذه الاوقات الا نادراً جداً ، فتتراوح الكمية المتساقطة في جنوب كركوك ما بين (200 - 400 mm) ، أما الجهة الشمالية تتراوح كمية الامطار المتساقطة فيها ما بين (400 - 1000 mm) ، ونادراً ما تسقط بشكل ثلوج [9] [10].

تعمل الامطار على تنقية الهواء من الملوثات الصلبة والغازية ، فتذيب الملوثات المحمولة بالهواء مثل غازات (الكبريت والنيتروجين والكربون) وهي الغازات الشائعة في المدن ، كما تنزل (ترسب) مع الامطار اجزاء كبيرة من الجسيمات العالقة اثناء سقوط قطرات المطر مثل دقائق او جسيمات الغبار ، لذلك يبدو بان الامطار تنقي الهواء من هذه الدقائق او الجسيمات بصورة عامة . يبدأ التساقط من شهر تشرين الاول الذي يعد اول اشهر الخريف وينتهي بنهاية شهر

ايار الذي يعتبر نهاية فصل الربيع ، إذ تكون معدلاته منخفضة بصورة عامه [11] . تم اقتراح المتوسط السنوي للأمطار بين (32 – 57 mm) لمناطق اقدام الجبال Foothill zone والمناطق المنحدرة في الجنوب والجنوب الغربي للجبال . ان الامطار في المناطق الجبلية تكون اكثر وربما تصل الى (100 mm) للسنة [10].

يتتابع في العمود الطباقى للمنطقة عدة تكاوين جيولوجية ، ومن اهمها الفتحة وانجانه والمقدادية وباي حسن ، وهي بصورة عامة مغطاة بصخور رسوبية وترسبات العصر الرباعي ، تتراوح اعمارها من المايوسين الأوسط (Miocene Middle) والى العصر الحديث . يعود عمر تكوين الفتحة الى عصر المايوسين الاوسط (Middle Miocene)، و تتكون صخوره من تعاقبات من الانهايدرايت والجبسوم والملح الصخري (rock salt) التي تتداخل مع الحجر الجيري والمارل والصخور الفتاتية ذات الحبيبات الناعمة نسبيا ، بينما يرجع عمر تكوين انجانه الى المايوسين العلوي (Upper Miocene) ويتألف من صخور فتاتية (Terrigenous rocks) بشكل تعاقبات تشمل الحجر الرملي و صخور الغرين والحجر الطيني والحجر الجيري والطفل (Shale) والجبسوم، بينما يرجع عمر تكوين المقدادية الى البلايوسين العلوي (Upper Pliocene)، ويتميز التكوين بدورات ترسيبية تزداد نعومة الحبيبات فيها باتجاه الأعلى وتتمثل بصخور رملية حصوية، صخور رملية و صخور طينية حمراء ، اما تكوين باي حسن فيرجع الى عصر البلايوسين (Pliocene) ، ويتألف من تعاقبات من حجر المدملكات مع حجر الرمل وحجر الغرين وحجر الطفل ويكون غالبا مغطى بالترسبات الحديثة [12] .

ان الرواسب الحديثة تتمثل بالترسبات المختلفة ، ومنها النهرية (fluvial deposits)، والترسبات الهوائية (Aeolian deposits) ، وترسبات البحيرات (lacustrine deposits) ، وترسبات المتبخرات (evaporitic deposits) ، وترسبات الدلتا (deltaic deposits) ، تكون هذه الترسبات أسطح عدم توافق زاوي مع الطبقات الصخرية الأقدم مثل تكويني انجانه أو المقدادية [12] [13] . ان هذه الترسبات تشمل جميع الترسبات السطحية الناتجة من تجوية وتفتيت المواد الصخرية التي تنتقل وتنتشر بعيداً بواسطة النهر ، وتعتمد طبيعتها على الصخور الام الاصلية المشتقة منها والعوامل الطبوغرافية والظروف المناخية فضلا عن التاريخ الجيولوجي .



شكل (1): موقع منطقة الدراسة [12].

3. المواد وطرائق العمل (Material and Methodology)

استندت الدراسة الحالية على تحليل (8) عينات تم جمعها من الامطار المتساقطة على مدينة كركوك ، لسنة 2013 – 2014 لأشهر (كانون الاول 2013 ، كانون الثاني 2014 ، شباط 2014 ، اذار 2014 ، 4 نيسان 2014 ، 28 نيسان 2014 ، ايار 2014 ، حزيران 2014). وجرت التهيئة بالتنظيف الجيد للأوعية البلاستيكية بمساحات واسعة لغرض استلام اكبر كمية من المطر ، ورافق عملية جمع النماذج توثيق تاريخ اخذ عينة مياه المطر .

لقد جرى قياس بعض الخواص الفيزيائية والكيميائية للمياه مثل (الاس الهيدروجيني PH، والتوصيلية الكهربائية (E.C.) ، والاملاح الذائبة الكلية T.D.S. ، ودرجة الحرارة) حقلياً باستخدامك جهاز (EUTECH INSTRUMENT/ PCD650 / Cyber scan series 600) الموجود في قسم الجيولوجيا التطبيقية في جامعة كركوك.

في الدراسة الحالية تم تحليل العينات المدروسة لعنصر الرصاص و العناصر الرئيسية و الأثرية باستخدام جهاز البلازما (ICP-MS) Plasma من نوع (Elmer Elam Perkin 6000) الموجود في مختبرات شركة اكمي (Acme Lab.©) في فانكوفر في كندا . وتعد هذه التقنية من افضل التقنيات الحديثة المستخدمة في ايجاد تراكيز العناصر الرئيسية والاثريّة والنادرة من حيث الدقة ، كما تعد من التقنيات الحساسة جدا وبتحسين منخفضة جدا. وقد استخدمت هذه التقنية على نحو واسع في السنوات الاخيرة ، ولها تطبيقات في عدد من المجالات العلمية المختلفة. اذ جرت عملية تحضير النماذج ، وذلك بترشيحها باستخدام ورق ترشيح من نوع (Sartorius AG, Germany) بحجم مسامات (μm) (0.33) وباستخدام قمع زجاجي ، وبعد ذلك وضعت النماذج المرشحة في قناني مصنوعة من مادة البولي اثلين العالي الكثافة ((High Density Poly Ethylene (HDPE)) سعة (100ml) والمغسولة بشكل جيد بالماء المقطر وماء النموذج ، وأغلقت القناني بأحكام ، ومن ثم وضع رمز النموذج عليها بشكل واضح غير قابل للإزالة وتخزينها و شحنها الى الشركة.

4. النتائج والمناقشة (Results and Discussion)

1.4. المحتوى العام للرصاص في مياه الامطار General content of Lead in rain water

يمثل الجدول (1) تراكيز الرصاص و قيم بعض الصفات الكيميائية والفيزيائية ، وتراكيز بعض العناصر الرئيسية وبعض العناصر الاثرية في نماذج مياه الامطار قيد الدراسة . ويمثل الجدول (2) المديات والمعدلات و الانحراف القياسي لتراكيز الرصاص وبعض العناصر الرئيسية وبعض العناصر الأثرية ، فضلا عن بعض الخواص الفيزيائية والكيميائية لمياه المطر ، ومن الجدول (2) يتبين ان معدل محتوى الرصاص في منطقة الدراسة (0.5750 ppb) وبمدى (0.10 – 1.60 ppb) .

ولغرض التعرف على طبيعة العلاقة بين محتوى الرصاص الكلي والايونات الرئيسية والعناصر الاثرية و بعض خواص المياه والموضحة قيمتها في الجدول (1) ، فقد تم ايجاد معاملات الارتباط الثنائية لنماذج مياه المطر في الدراسة الحالية الجدول (3) وقد تم اختيار معاملات الارتباط الثنائية (r) عند مستوى ثقة (95.5%) حسب البرنامج الحاسوبي (SPSS V.17) ، وكانت قيمة (r) الجدولية (0.621) [14] ، ويتضح من خلال الجدول نفسه ان الرصاص يرتبط بعلاقات ارتباط غير معنوية مع الدالة الحامضية pH ، وهذا يتفق مع دراسة [16] ، ان الرصاص الموجود في نماذج مياه المطر في منطقة الدراسة موجود بشكل ذائب اذ بلغ معدل الدالة الحامضية فيها (6.6850) وعند هذه الدالة الحامضية يذوب الرصاص [4] وهذا يتفق مع دراس [15] اذ اشار بان مياه الامطار التي تمتلك صفة حامضية قليلة نوعا ما تكون ناتجة عن حرق مخلفات المنتجات النفطية وحرق النفايات بشكل عشوائي واحتراق الوقود في وسائط النقل والمولدات الاهلية ، اذ ينتج عن هذه العمليات غازات (SO_x, CO, CO₂,NO_x) والتي تذوب في مياه المطر معطيه الصفة الحامضية له . ومن الجدول (3) يرتبط الرصاص بعلاقة موجبة قوية مع البروم Bromine Br إذ بلغت (0.869) والموضحة في الشكل (2A) ، وهذا يتفق مع دراسة [17] اذ اشار الى وجود علاقة ترابط موجبة بين الرصاص والبروم وان مصدر البروم صناعي و ناتج ايضا من احتراق الوقود في وسائط النقل فينتج (Pb-Br) وبأحجام كبيرة اذ ينبعث الى الغلاف الجوي ويتحد مع مياه الامطار ، فضلا عن انبعاثه من النشاطات الصناعية واحتراق المنتجات النفطية وانبعثت أملاح الهاليدات مثل ((PbBr)) و((PbBrCl)) و ((Pb(OH)Br)) و ((PbO)₂PbBr₂) بشكل ابخرة تحتوي على البروم في تركيبها [3]، وقد يعزى ارتفاع تركيز البروم في نماذج مياه المطر قيد الدراسة الذي وصل معدل تركيزه (ppb)

123.1250) ويمدى (300 - 13) الجداول (2) و (3) الى احتراق المخلفات النفطية من مصفى نفط الشمال داخل شركة نفط الشمال القريب من المدينة واحتراق الوقود من المولدات الاهلية المنتشرة بكثرة في المدينة ومن السيارات وانبعاث البروم والرصاص من عوادمها.

كما يرتبط الرصاص بعلاقة موجبه مع كل من (Ca) اذ بلغت (0.780) كما في الجدول (3) ، وهذا يتفق مع دراسة [18] ودراسة [16] و[20]، وقد يعزى ارتفاع الكالسيوم في ترب منطقة الدراسة الى اضافة الكلس اليها ، فعند حدوث عملية التجوية لتلك التربة ترتفع ذرات التراب الحاوية على الكالسيوم الى الغلاف الجوي وترتبط مع قطرات المطر [5] [18] ، فضلا عن دخول الكالسيوم في تركيب المعادن الطينية للتربة والترسبات وقد يحدث احلالات بينه وبين الرصاص عند حدوث تجوية لهذه التربة ، وبالتالي تنتشر مكوناته بشكل غبار الى الجو [5] [19] ، وقد يكون السبب في ارتفاع تركيز الكالسيوم والذي وصل معدل تركيزه الى (79.95 ppb) الجدول (2) هو انكشاف تكوين الفتحة في منطقة الدراسة ، اذ يغطي هذا التكوين الحاوي على كاربونات الكالسيوم اجزاء كبيرة من مدينة كركوك فعند حدوث التجوية بواسطة الرياح تحمل ذرات التربة الى الغلاف الجوي حيث تحدث عمليات غسل للغبار المتصاعد من سطح الارض و الذي ربما تكون حاوية على الكالسيوم ، فعند حدوث تحلل بالماء لكاربونات الكالسيوم الموجودة بالغلاف الجوي يتحرر الكالسيوم و قد يكون السبب في ارتفاع تركيز عنصر Ca في منطقة الدراسة .

جدول (1): تراكيز الرصاص و العناصر الرئيسية و العناصر الأثرية و بعض الصفات الفيزيائية و الكيميائية في عينات

مياه الأمطار المتساقطة على مدينة كركوك .

Samples	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8
Variables								
Pb (ppb)	1.6	0.3	0.2	1.1	0.4	0.2	0.1	0.7
E.C. (μ mohos/cm)	204.7	465.2	567.55	121.9	588.1	167.7	153	192.3
T.D.S (ppm)	110.1	250.6	454.5	658.8	317.7	318.1	730	301
T C°	19	19.5	20	18	20	20	20	22
pH	7.74	6.01	6.40	6.55	6.91	6.48	6.91	6.48
salts (ppm)	115.5	238.6	365	659.4	310.2	920.9	105.2	103
As (ppb)	1.7	0.7	0.8	1.3	0.9	0.5	1.2	1.3
Ba(ppb)	158.97	42.93	50.13	94.40	27.41	25.91	52.47	177.90
Br(ppb)	259	42	51	300	38	13	107	175
Ca (ppm)	151.02	44.61	49.48	98.56	28.23	18.85	60.77	188.08
Ce(ppb)	0.22	0.10	0.05	0.14	0.03	0.03	0.03	0.20
Co(ppb)	2.65	1.02	1.38	3.09	0.25	0.21	0.16	4.70
Cr(ppb)	44.1	17.0	14.9	13.6	7.7	16.2	24.4	22.4
Cu(ppb)	38.3	8.1	9.1	16.4	5.8	11.0	15.1	20.2
Cl(ppm)	25	5	6	18	2	2	14	33
Cd(ppb)	0.40	0.12	0.22	0.37	0.07	0.05	0.14	0.53
K (ppm)	15.62	3.88	4.20	9.24	2.69	1.94	6.92	13.26
Mg (ppm)	11.00	3.98	4.02	7.81	2.55	2.02	6.07	9.55
Mn(ppb)	198.62	88.39	115.49	218.81	30.18	15.21	9.05	365.85
Mo(ppb)	2.0	0.7	0.6	1.4	1.5	0.7	1.2	1.9
Na (ppm)	19.66	7.57	6.53	14.19	4.99	6.66	14.83	14.98
Ni(ppb)	11.9	2.5	6.7	7.5	1.9	0.8	4.4	9.8
P(ppb)	184	89	102	91	118	83	211	125
S(ppm)	94	16	19	56	9	9	31	128
Si(ppb)	7329	2175	2188	1398	1850	1397	2186	4625
Sr(ppb)	827.97	175.31	224.32	443.69	135.04	85.63	274.78	1065.27
Rb(ppb)	15.65	3.54	3.38	5.99	2.24	1.35	5.70	9.96
Zn(ppb)	5490.1	595.4	1390.7	5173.8	146.7	271.5	855.7	11360.7

جدول (2): مديات ومعدلات والانحراف القياسي للخصائص والعناصر الرئيسية والعناصر الاثرية فضلاً عن بعض خواص عينات مياه أمطار منطقة الدراسة.

Elements	Samples of Rain water			Elements	Samples of Rain water		
	Mean	Range	S.D.		Mean	Range	S.D.
Pb (ppb)	0.5750	0.10 - 1.60	0.53	Cl (ppm)	13.13	2 – 33	11.49
E.C.	393.27	121.90-730	225.35	Cd(ppb)	0.24	0.05-0.53	0.18
T.D.S (ppm)	392.60	110.10-730	209.78	K (ppm)	7.22	1.94 -15.62	5.07
T C°	19.81	18 – 22	1.13	Mg (ppm)	5.88	2.02 – 11	3.31
pH	6.69	6.01 - 7.74	0.51	Mn(ppb)	130.2	9.05 - 365.85	124.17
Salts (ppm)	352.16	103-920.90	295.68	Mo(ppb)	1.25	0.60 – 2	0.55
As (ppb)	1.05	0.50 - 1.70	0.39	Na (ppm)	1.18	4.99 - 19.66	5.37
Ba(ppb)	78.77	25.91-177.90	59.44	Ni(ppb)	5.69	0.80 - 11.90	3.96
Br(ppb)	123.13	13 – 300	109.45	P(ppb)	125.38	83 – 211	47.31
Ca (ppm)	79.95	18.85 - 188.08	60.99	S(ppm)	45.25	9 – 128	44.26
Ce(ppb)	0.100	0.03 - 0.22	0.079	Si(ppb)	2893.5	1397 -7329	2061.59
Co(ppb)	1.68	0.16 - 4.70	1.65	Sr(ppb)	404	85.63 - 1065.27	357.29
Cr(ppb)	20.04	7.70 - 44.10	11.0	Rb(ppb)	5.98	1.35 - 15.65	4.74
Cu(ppb)	15.50	5.80-38.30	10.37	Zn(ppb)	31605750	146.70 - 11360.70	3949.27

S.D. = Standard Deviation . E.C.=Electrical Conductivity(μ mohos/cm). T.D.S.= Total Dissolved Solid. TC°=Temperature .

جدول (3): معاملات الارتباط الثنائية بين الرصاص و بعض العناصر الرئيسية و بعض العناصر الأثرية و بعض خواص مياه المطر لنماذج الدراسة .

	¹ E.C.	² T.D.S.	³ T °C	pH	⁴ Salts	As	Ba	Br
Pb	- 0.650*	-0.341	- 0.069	-0.289	- 0.160	0.812*	0.749*	0.869*
	Ca	Ce	Co	Cr	Cu	Cl	Cd	K
Pb	0.702*	0.850*	0.643 *	0.635*	0.846 *	0.654*	0.703*	0.821*
	Mg	Mn	Mo	Na	Ni	P	S	Si
Pb	0.808*	0.612*	0.745 *	0.731*	0.780 *	0.213*	0.675*	0.724*
		Sr	Rb	Zn				
	Pb	0.678*	0.831*	0.585				

*Significant level at (95.5%) , ¹Electrical Conductivity (E.C.) , ²Total Dissolved Solid(T.D.S) , ³Temperature(T.C°) , ⁴Salts (ppm) .

يرتبط الرصاص مع النحاس بعلاقة ارتباط ثنائية موجبة قوية بلغت (0.846) كما في الجدول (3) والشكل (2,B) قد يكون مصدر النحاس والرصاص في الجو حدوث حك للطلاء الحاوي عليهما من المباني ، بالتالي تنتشر في الجو [24] اومن النشاطات الحضرية اذ يذوب النحاس مع بقية مكونات الغبار في مياه الامطار ، كما تذوب اكاسيد النحاس بسهولة في مياه المطر [3][5] ، وبما انهما يمتلكان خاصية جالكوفيلية اذ يميلان الى الاتحاد مع الكبريت والاكسجين ويميلان للتصاحب والتواجد معا بسبب الألفة الجيوكيميائية بينهم [22] من جهة ، و من جهة اخرى قد يكون ارتفاع محتوى النحاس في نماذج مياه الامطار قيد الدراسة بسبب حرق الفضلات الحاوية عليه ، او بسبب استخدام الطلاء الحاوي على النحاس والرصاص في محلات الورنيش المنتشرة في مدينة كركوك .

كما يرتبط الرصاص بعلاقة موجبة مع النيكل بلغت (0.780) كما في الجدول (3) ، وان مصدر النيكل في الجو هو دقائق التربة المتجوية والتي قد تحوي على النيكل اذ ان المادة العضوية الموجودة في التربة والترسبات الحديثة لها القدرة على امتصاص النيكل ، او قد يتواجد بشكل كبريتات النيكل في التربة ، كما يحتوي الفحم والنفط على نسبة من النيكل فعند احتراقهم يتحرر النيكل الى الغلاف الجوي [3] ، وفي نماذج مياه المطر يوجد ارتباط قوي بينهم بسبب الألفة بين

الرصاص و النيكل [21] ، و مصدر الرصاص والنيكل في نماذج مياه المطر قيد الدراسة قد يكون احتراق الوقود الاحفوري واحتراق مخلفات النفط وغيرها من النشاطات الصناعية.

يرتبط الرصاص مع كل من (Co , Cr , Sr, Cl ,S) بعلاقة ترابط موجبة لكنها ضعيفة إذ بلغت (0.643 , 0.675 , 0.654 , 0.678 , 0.635) على التوالي ، اذ توجد ألفة جيوكيميائية بين الرصاص مع كل من الكبريت والسترونتيوم و الكروم [22] [23] [4] [5]، وربما يكون مصدر هذه العناصر الاثرية في مياه المطر قيد الدراسة الغبار الناتج من التربة المتجوية الحاوية عليهم او من محروقات النفط التي تبعث أملاح الهاليدات الحاوية على الكلور وتبعث اكاسيد الكبريتات SO_x [3] ، او من الانبعاثات الصناعية او من احتراق الوقود المنبعث الى الغلاف الجوي [25] وهذا قد يفسر الترابط القوي للرصاص مع الكبريت في مياه الامطار في مدينة كركوك ، اما بالنسبة للسترونتيوم الذي يدخل في صناعة الزجاجيات والسيراميك وزجاج شاشات التلفاز، فعند احتراق النفايات الحاوية على هذا النوع من الزجاجيات ينبعث اوكسيد السترونتيوم الذي قد يتحد مع الرصاص ومع مياه الامطار . كما توجد الفة جيوكيميائية بين الرصاص والكوبلت والكروم [3] [5] [19] ، وهذا قد يفسر ارتباطهما الموجب مع الرصاص في نماذج مياه المطر في مدينة كركوك ، كما يميل الرصاص الى تكوين مركبات مع الكبريت الموجود في المياه [4] .

ويرتبط الرصاص بعلاقة موجبة قوية مع كل من (Ce , As , K, Mg , Rb) اذ بلغت (0.850 , 0.812 , 0.831 , 0.808 , 0.821) على التوالي بسبب الالفة العالية [19] ، أن ارتباط الرصاص مع الزرنيخ والموضح في الشكل (2 D) قد يكون بسبب ارتباطهم مع المعادن الطينية في التربة التي يحدث لها تجوية وتبعث للهواء وتختلط مع مياه المطر ، او قد يكون سببه الانبعاثات الناتجة من حرق المنتجات النفطية والانشطة الحضرية واحتراق الفضلات الحاوية على الزرنيخ التي تبعث للغلاف الجوي وتذوب في بخار الماء عند دالة حامضية (6 - 8) كما في منطقة الدراسة من جهة [3] [5] ، ومن جهة اخرى يوجد تصاحب جيوكيميائي بين الرصاص والزرنيخ ، اذ يعدان من العناصر الجالكوفيلية التي تميل للاتحاد مع الكبريت والاكسجين [23] ، وبما ان الدالة الحامضية لنماذج المياه قيد الدراسة بلغ معدلها (6.7) الجدول (3) اذ قد يكون سبب العلاقة الترابط العالي بينهما في منطقة الدراسة هو احتراق المخلفات النفطية و انبعاث اوكسيد الزرنيخ عند هذه الدالة الحامضية .

ان ارتباط الرصاص بالبوتاسيوم بعلاقة موجبة قوية بلغت (0.821) كما في الجدول (3) والشكل (E 2) اذ قد يكون مصدرهما من التربة ومن المعادن الطينية فيها. فبعض مركبات الرصاص تمتلك خاصية التبخر من التربة والترسبات الحاوية على البوتاسيوم الذي يذوب في المياه بشكل عام [18] [5] من جهة ، وبسبب الالفة الجيوكيميائية بينهما قد يكون السبب في العلاقة الموجبة في نماذج الامطار قيد الدراسة من جهة اخرى . والعلاقة الموجبة بين الرصاص والمغنيسيوم والموضحة في الشكل (2C) يمكن ان تكون مصدر المغنيسيوم هو اوكسيد المغنيسيوم الناتج من احتراق الفضلات النفطية او من المعادن الطينية الموجودة بالغبار والتي اصلها التربة المتجوية [5] [4].

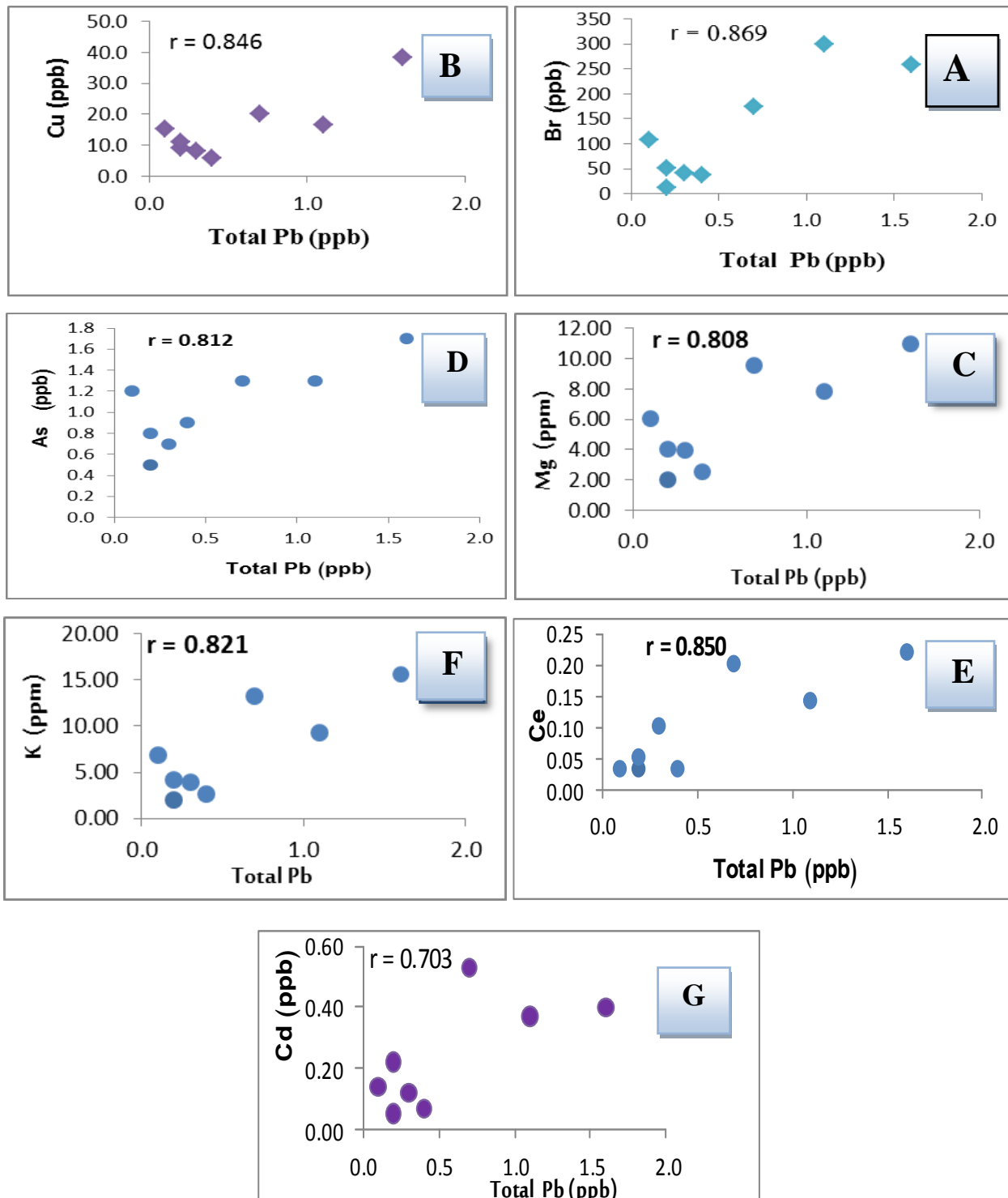
اما بالنسبة لعلاقة الارتباط الثنائية للرصاص مع كل من السيريوم والرابديوم فهي علاقة قوية موجبة ، قد يكون مصدرهم من النشاطات الحضرية او من غبار تربة منطقة الدراسة ، اذ ان للرصاص الفة نحو عنصر الرابديوم [19] والشكل (2F) يمثل علاقة الترابط بين الرصاص الكلي والسيزيوم .

كما يرتبط الرصاص مع كل من (Ba , Mo , Na) بعلاقة موجبة اذ بلغت (0.731 , 0.745 , 0.749) على التوالي كما في الجدول (3) ، والتي قد يكون مصدر الصوديوم في مياه المطر من النشاطات الحضرية والصناعية. اما الالفة الجيوكيميائية بين الرصاص والباريوم Ba [19] فان مصدرها قد يكون من الأنشطة الحضرية مثل صناعات السيراميك وانواع الطلاء التي قد يحدث لها حك فتنشر الى الغلاف الجوي [3] وربما تتحد مع مياه المطر عند تكونها وهذا قد يفسر وجود الباريوم في الغلاف الجوي وارتباطه بالرصاص او من الغبار الناتج من تجوية تربة منطقة الدراسة . كما توجد الفة جيوكيميائية بين الرصاص والمولبديوم [19] [5] وهذا قد يفسر الارتباط الموجب بينهما الجدول (3) الذي قد يكون مصدره في مياه المطر قيد الدراسة ذرات الغبار المتجوية من منطقة الدراسة .

كما يرتبط الرصاص بعلاقة سالبة ضعيفة مع التوصيلية الكهربائية (E.C.) اذ بلغت (-0.650) كما في الجدول (3) يرتبط الرصاص بعلاقة موجبة وقوية مع الرابديوم الجدول (3) اذ بلغت (0.831) وهذا يتفق مع [19] حيث أن الرابديوم من العناصر المتوفرة في الغلاف الجوي والتربة والغبار ومياه الامطار ، وفي المعادن الطينية و يرتبط مع البوتاسيوم والسليكا [3] ، كما ان الرصاص يميل للتواجد في المعادن الطينية و مع البوتاسيوم والسليكا هذا قد يفسر الترابط الموجب بين الرصاص والرابديوم.

يرتبط الرصاص بعلاقة موجبة مع السليكا اذ بلغت (0.724) الجدول (3) ، قد يكون مصدر السليكا في نماذج مياه المطر طبيعيا اذ تتعرض التربة او الرواسب الى عملية التجوية بواسطة الرياح فان هذه التربة التي قد تكون حاوية على الرمل بشكل سليكا او المعادن الطينية التي يكون هيكل تركيبها من السليكا ، او يكون مصدرها صناعيا (مثل اكاسيد السليكا) اذ تستخدم السليكا في العديد من الصناعات خصوصا تلك التي تتم في درجات الحرارة العالية ، وفي عينات مياه منطقة الدراسة بلغ معدلها (2893.50 ppb) الجدول (2) ، يزداد الرصاص عندما يزداد محتوى السليكا وفي بعض اطوار المعادن السليكاتية يحل الرصاص محل البوتاسيوم في المعادن السليكاتية ، كما يميل الرصاص للتواجد مع السليكا وغبار السليكا (silicate dust from soil) ومن المكونات الطبيعية الموجودة في الهواء والناجمة من تجوية التربة السليكاتية [5] [4] [3] ، وهذا قد يفسر الترابط الموجب بين الرصاص والسليكا في منطقة الدراسة ، او قد يكون مصدر السليكا في النماذج المدروسة هو من التكاوين الجيولوجية المتكشفة في المنطقة والتي تحتوي على الرمل والحجر الرملي وقد يكون من العمليات الصناعية مثل معمل سمنت ليلان القريب جدا من مدينة كركوك او من احتراق المخلفات النفطية او النفايات حيث تنبعث بشكل اوكسيد السليكا اذ تكون في مياه المطر بشكل معادن سليكاتية مائية .

يرتبط الرصاص مع الكاديوم بعلاقة ترابط ثنائية موجبة وهذا يتفق مع دراسة [18] اذ بلغت (0.703) الجدول (3) والموضحة في الشكل (2G) قد يكون مصدر الكاديوم طبيعيا في الهواء او من النشاطات الصناعية مثل صناعة البطاريات ، ويكون اكثر حركة في المياه الحاوية على املاح ، وبما ان نماذج مياه المطر قيد الدراسة حاوية على ملح كلوريد الصوديوم بتركيز عالي بلغ معدل (327.6513 ppm) [3] كما في الجدول (2) وله خاصية جالكوفيلية كالرصاص اذ تميل العناصر التي تمتلك هذه الخاصية الى الاتحاد مع الاوكسجين والكبريت [22] هذا قد يفسر الترابط الموجب بين الرصاص والكاديوم في مياه امطار منطقة الدراسة، والذي قد يكون مصدره البطاريات التي يتم حرقها بصورة عشوائية في مدينة كركوك.



شكل (2): علاقات الارتباط الثنائية بين الرصاص الكلي والبروم والنحاس والمغنيسيوم والزرنيخ والبوتاسيوم والسيريوم.

2.4. التوزيع الجيوكيميائي للرصاص في مياه امطار مدينة كركوك

Geochemical Distribution of Lead in Rainwater of Kirkuk City

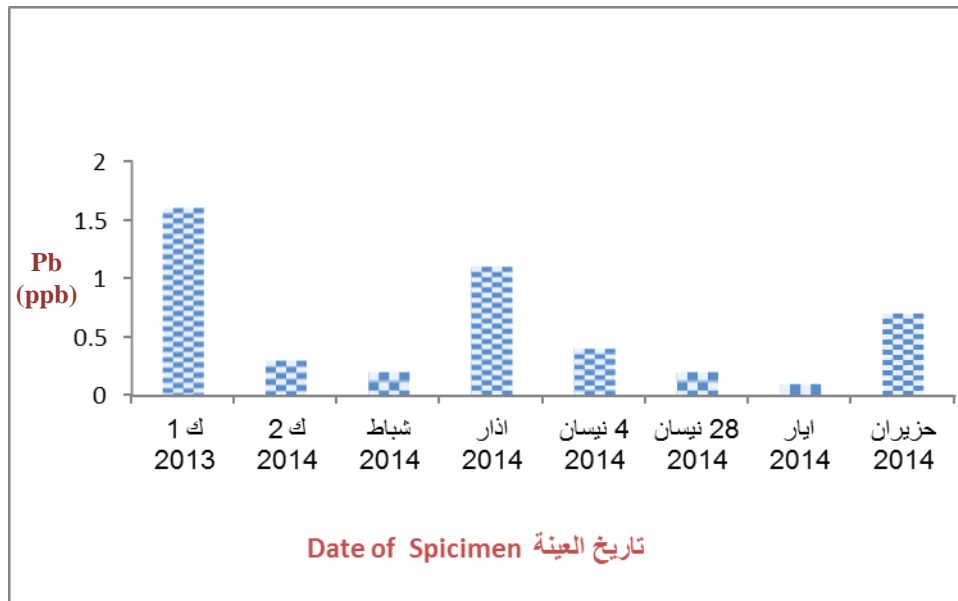
يؤثر على توزيع الرصاص في مياه المطر على نحو عام العديد من العوامل ، منها البعد والقرب من المصادر الصناعية والانشطة الحضرية والدالة الحامضية وكيميائية الرذاذ (Aerosols) الذي يتضمن مواد صلبة وسائلة وغازية وذرات المعادن مثل الرصاص [26] المنبعث الى الغلاف الجوي على محتوى الرصاص في هذه المياه ، كما ان كمية المطر تؤثر على تركيز الرصاص في ماء المطر فعند ازدياد كمية المطر يقل محتوى الرصاص وعندما تكون كمية المطر اقل يكون تركيز الرصاص اكثر ، كما تؤثر عوامل المناخ الاخرى على كمية الرصاص في مياه المطر [18] [25] . ويتضح من الجدول (4) بان زيادة تركيز الرصاص في عينات مياه المطر الساقط على مدينة كركوك فوق الحد المسموح به من قبل منظمة الصحة العالمية لمياه الشرب والبالغة (0.01 ppb) [27] ، والسبب قد يكون انبعاثه الى الغلاف الجوي من عوادم السيارات نتيجة لاحتراق الوقود الحاوي على الرصاص ، او من احتراق المخلفات النفطية من مصفى نفط الشمال او من الحرق غير المنتظم للنفايات في المدينة بالتالي تصاعد الابخرة والرذاذ (Aerosols) وذرات الغبار الى الغلاف الجوي والتي تحوي كل منها على الرصاص .

جدول (4): محتوى الرصاص في نماذج مياه المطر لمدينة كركوك .

Pb (ppb) تركيز الرصاص	Date التاريخ	Pb (ppb) تركيز الرصاص	Date التاريخ
1.6	كانون الاول 2013	0.4	4 نيسان 2014
0.3	كانون الثاني 2014	0.2	28 نيسان 2014
0.2	شباط 2014	0.1	ايار 2014
1.1	اذار 2014	0.7	حزيران 2014
0.5750		Mean المعدل	
0.10 – 1.6		Range المدى	
0.52847		Standard Deviation الانحراف المعياري	

يختلف محتوى الرصاص في نماذج مياه المطر من موسم الى اخر ومن مطره الى أخرى ومن سنة الى أخرى اذ تلعب مجموعة من العوامل المناخية والانشطة الحضرية دورا في زيادة ونقصان محتواه في المطر [25] ، وهذا ينطبق على نماذج منطقة الدراسة كما في الشكل (3) الذي يمثل توزيع الرصاص في مياه مطر النماذج قيد الدراسة ، وقد يكون سبب ازدياد الرصاص في بعض النماذج هو تباين كمية المطر ، اذ لا يمكن التكهن بموديل ثابت يمثل الزيادة او النقصان في تركيز الرصاص.

ان اعلى محتوى للرصاص كان في عينة مطر شهر كانون الأول 2013 اذ بلغ تركيزه فيها (1.6 ppb) والتي تمثل اول مطره الشكل (3) اذ تقوم الامطار بعملية الغسل الجوي والازالة للراذات (Aerosols) الذي يضم مواد صلبة واتربة وغبار ومواد غازية وذرات المعادن مثل الرصاص العالقة في الجو ووجود مثل هذه المواد ربما يكون بسبب الانشطة الحضرية او ربما بسبب الغبار الحاوي على دقائق الرصاص في هذا الشهر [16] [26] ، يليه نموذج شهر آذار اذ بلغ محتوى الرصاص (1.1ppb) إذ كانت هذه المطرة مصحوبة بعاصفة غبارية ، يليه شهر حزيران بلغ محتوى الرصاص (0.7 ppb) اما عيني شهر نيسان بلغ محتوى الرصاص (0.4 و 0.2) على التوالي وهذا الاختلاف قد يكون بسبب الاختلاف في كمية مياه الأمطار المتساقطة وتأثيرها على تركيز العنصر نفسه ومدى وفرته في الغلاف الجوي ، او بسبب الاختلاف في كمية الغبار الحاوي على الرصاص ، ان تذبذب محتوى الرصاص في بعض نماذج مياه الامطار قيد الدراسة هو اما بسبب تجوية التربة والرواسب التي ربما تكون حاوية على الرصاص او بسبب احتراق الوقود الحاوي على الرصاص من عوادم السيارات ومن المولدات الاهلية للطاقة الكهربائية في المدينة وتواجد محطات الوقود الاهلية المنتشرة بكثرة في مدينة كركوك و بالتالي انبعاث الابخرة الحاوية على الرصاص الى الغلاف الجوي من جانب ، او قد يكون السبب هو احتراق النفايات او من احتراق المخلفات النفطية من جانب اخر، كما ان اختلاف معدل كمية الامطار وتذبذبها وكمية الغبار والراذات الموجود بالغلاف الجوي له تأثير كبير على محتوى الرصاص في مياه الامطار المتساقطة على مدينة كركوك.



شكل (3): توزيع محتوى الرصاص في نماذج مياه المطر.

وعند مقارنة تركيز الرصاص في مياه المطر للدراسة الحالية و بين دراسات اقليمية وعالمية كما في الجدول (5) ، يتضح بان الرصاص في نماذج مياه المطر في منطقة الدراسة كان اقل من الدول المجاورة للعراق مثل الاردن [31] وتركيا [28]، فضلاً عن بقية بلدان العالم مثل الهند والمكسيك والبرازيل ، وان الزيادة في تركيز الرصاص ربما يعود سببه الى الانشطة الحضرية والصناعية.

جدول (5): مقارنة معدل تركيز الرصاص في الدراسة الحالية و بين معدل تركيزه في دراسات اقليمية و عالمية في مياه المطر.

Country / City	Concentration of Pb (ppb) معدل تركيز الرصاص بوحدة (ppb)
Present Study مدينة كركوك	0.5750
الاردن [31]	3.37
تركيا – انقرة [28]	3.3
الهند [16]	0.75
البرازيل [30]	1.70
المكسيك [18]	1.58
[27] Drinking water	0.01

5. الاستنتاجات (Conclusions)

1. يتغير تركيز الرصاص في مياه الأمطار المتعاقبة والمتساقطة على منطقة الدراسة ، و يتلخص التباين بانخفاض تراكيز الرصاص خلال الامطار المتعاقبة و يتبين أنّ دقائق الغبار المنتشرة في أجزاء منطقة الدراسة لها دور كبير في تركيز و توزيع الرصاص في مياه الأمطار فضلا عن العواصف الغبارية، و قد بلغ معدل تركيز الرصاص في مياه المطر (0.5750 ppb) و بمدى (0.10 – 1.60 ppb).

2. إنخفاض معدل تركيز الرصاص في مياه الأمطار المتساقطة على مدينة كركوك و البالغ (0.5750 ppb) مقارنة مع دراسات اقليمية و عالمية .

المصادر (References)

- [1] T. Jikell , D., A. Knap, H. **“Trace Metals in Bermuda Rainwater, ”** J. Geophys. Res., Vol.89 , No.D1,pp.1423–1428,1984.
- [2] G. Dongarrá, S. Francofontem, . **“Quality of rain water: Ageochemical process of water–air–rock–life interaction, ”** J. environment Geology, © Springer Verlag, Vol.25, pp.149, 1995.
- [3] A. Kabata–Pendias, A. B. Mukherjee, **“Trace Elements from Soil to Human, ”** © springer–Verlag Berlin Heidelberg, p.518, 2007.
- [4] T. G. Lovering, **“Lead in the Environment, ”** U.S. Government Printing Office Washington , D.C.,p.87, 1976.
- [5] B.J. Allowy, **“Heavy metals in Soils , Trace Metals and Metalloids in Soil and Their Bioavailability, ”** 3rd edition. © Springer Dordecht Heidelberg ,New York and London , p.613, 2012.
- [6] R. T. Steinbock, **“Lead ingestion in history, ”** The New England J. Medicine pp. 301–317, 1979.

- [7] J. O. Nriago, “ *Occupational exposure to Lead in ancient times*, ” Sci. total environ. ,Vol.31, pp.301, 1983.
- [8] WHO, “ *Air quality guidelines for Europe–Copenhagen regional office for Europe* , ” 1987.
- [9] طارق. كامل، ” *موسوعة ملف الجغرافية ، طبيعة كركوك*، ” العدد 13، بغداد، 2013. متوفر على الرابط :
(www.mesopot.com/old/add13/6htm)
- [10] L.A. Ali, “ *Environmental Impact Assessment of Kirkuk Oil Refinery*, ” Ph.D. thesis in Geology , Baghdad University College of Science, p.213, 2013.
- [11] B. M. Hashim , “ *Measurement and study concentration some air pollutant in Baghdad city*, ” MSc thesis College of Science, Al–Mustansiriyah University in Atmospheric Science , p.95, 2009.
- [12] S. Z. Jassim , J.C Goff , “ *Geology of Iraq*, ” . Published by Dolin, pargue and Museum , Brno Czech Republic, p.377, 2006.
- [13] T. Buday , “ *The regional geology of Iraq, Stratigraphy and paleogeography* , ” Mosul Univ. press , Iraq. P.445, 1980.
- [14] خاشع محمود . الراوي، ” *المدخل الى الاحصاء* ” دار الكتب للطباعة والنشر-جامعة الموصل، 469صفحة 1980.
- [15] S. A. Ismail, “ *Atmospheric Pollution and Environmental Effect in Kirkuk Area*, ” 6th Geochemistry International Conference Eskendria , Egypt, p.12, 2004
- [16] M. Meena, B. S. Meena, U. Chandrawat, and A. Rani, “ *Characterization of Wet and Dry Deposition At An Industrial City Of Western India*, ” vol.3,no.7,pp.9050–9056, 2014



- [17] A. Bauerek, J. Cabala, and B. Smieja-Król, ***“Mineralogical alterations of Zn–Pb flotation wastes of mississippi valley–type ores (Southern Poland) and their impact on contamination of rainwater runoff,”*** Polish J.Environ.Stud.,vol.18,no.5,pp.781–788,2009
- [18] A. Báez, R. Belmont, R. García, H. Padilla, and M. C. Torres, ***“Chemical composition of rainwater collected at a southwest site of Mexico City, Mexico,”*** Atmos. Res., vol. 86, pp. 61–75, 2007.
- [19] E. J. W. Whittaker, R. Muntus, , ***“Ionic radii for uses in geochemistry,”*** Geochimica et Cosmochimica. Acta, Vol. 34 , No.9, pp.945–956, 1970.
- [20] J. Pandey and A. Singh, ***“Chemical characterization of rain water in a seasonally dry tropical region (Varanasi), India,”*** J. Environ.Biol.,vol.33,no May,pp. 629–634,2012.
- [21] E. Hubert, G. L. Crenshaw, ***“. Equivalent Uranium Selected Minor Elements in Magmatic Concentration from Candle Quadrangle , Solomon Quadrangle , and Elsewhere in Alaska,”***United States Government printing Office ,Washington,pp.299, 1980.
- [22] Victor, M. Goldschmidt, ***“Geochemistry,”***.London Oxford Unit, Press , p.730,962.
- [23] William, M. White, ***“Geochemistry,”*** Chapter 7, John Wily Black Well , Ltd, The Atrium, Southern Gate , Chichester , West Sussex , UK , pp.637, 2013.
- [24] G. Ebong, J. Essien, C. Ekong, and S. Eduok, ***“Levels of Inorganic Contaminants in Rainwater Samples Harvested from Different Rooftops in Uyo Metropolis , Akwa Ibom State , Nigeria .,”*** Int. J. Chem. Environ. Pharm. Res., vol. 3, no. 2, pp. 152–157, 2012..
- [25] C. Bangira, a Manyevere, and P. Mubvumba, ***“The Spatical and Temporal Variation of pH and Lead in Rain Water in Harare City, Zimbabwe.,”*** J. Sustain. Dev. Africa, vol. .9, no. 1, pp. 1–19, 2007

- [26] O. Selinus, B. Alloway, José A. Centeno , Robert B. Finkleman, R. Fuge, U. Lindh, and P. Smedley, *“Essential of Medical Geology , Impact of Natural Environment on Public Health,”* Environ Health Perspect, p.459, 2005.
- [27] WHO, *“Guidelines for Drinking water Quality . Recommendation , Geneva,”* 3rd, Vol. 1 , pp.515, 2011.
- [28] G. Kaya, G. Tuncel, *“Trace element and major ion composition of wet and dry deposition in Ankara , Turkey ,”* Jo. Atmos. Environ. , Vol. 31, pp. 3985–3998,1997.
- [29] B.Mason, *“Principle of Geochemistry,”* 3rd, edition John Wiley and Sons Inc.,p.329, 1966.
- [30] M. Rodrigues, F. Cerqueira, M. Auxiliadora, C. Matos, and R. C. Matos, *“Optimization and determination of dissolved trace metals (Cu ,Cd ,Zn and Pb) in rainwater by potentiometric stripping at a southeaster site of Brazil,”* vol. 24, no. 1,pp. 13–21, 2014.
- [31] I. F. Al–Momani , K.A. Momani , Q. M. Jaradat , A. M. Massadeh ,Y. A. Yousef , and A. A. Alomary *“Atmospheric deposition of major ions and trace metals near an industrial area, Jordan,”* J. Environ. Monit., Vol. 4 , pp. 485 –989, 2002.

المؤلف

نور محمد سمين: بكالوريوس علوم جامعة كركوك / كلية العلوم / قسم الجيولوجيا التطبيقية / سنة التخرج (2012) // طالبة ماجستير حالياً في اختصاص الصخور والمعادن في كلية العلوم جامعة كركوك وهذا البحث هو جزء من رسالتي للماجستير الموسومة (دراسة جيوكيميائية لعنصر الرصاص في الأنطقة السطحية و تأثيراته البيئية في مدينة كركوك / شمالي العراق).

