التقييم النوعي للمياه الجوفية لقرية أبو خميس – ديالى وصلاحيتها للأستخدام البشري[+]

مضر عبد الوهاب راغب [*]

المستخلص:

أصبح موضوع تلوث المياه من المواضيع المهمة التي تجذب الباحثين لدراسة وتحديد ذلك الخطر ووضع الحلول المناسبة خاصة للمياه ذات الأستخدام البشري المباشر، ولذا أتجهت هذه الدراسة نحو تقييم نوعية مياه الشرب وصلاحيتها للأستخدام البشري والمستخلصة من مياه الأبار الجوفية في منطقة أبو خميس– ديالى حيث تم أجراء التحاليل المختبرية لمياه شرب البئرين وللفترة الزمنية من (12/2010) ولغاية (2/2012).

وقد شملت هذه الدراسة إيجاد تراكيز العناصر اللاعضوية بإتباع طرق تحليلية قياسية والتي قسمت إلى مجموعتين من العناصر، المجموعة الأولى تضمنت العناصر اللاعضوية والتي لها التأثير المباشر على الطعم والأستخدامات المنزلية والتي شملت كل من الكالسيوم والمغنسيوم والكبريتات والكلورايد والصوديوم والبوتاسيوم والعكارة والعسرة الكلية ومجموع الأملاح الذائبة والتوصيلية الكهربائية والأس الهيدروجيني.

أما المجموعة الثانية فقد تضمنت العناصر اللاعضوية الثقيلة (العناصر السمية) والتي لها التأثير المباشر على الصحة العامة وشملت الحديد والنحاس والكادميوم والنترات والرصاص والنيكل.

توضح من الدراسة أن مياه الشرب ذات طبيعة قاعدية، أما قيم العكارة فلم تسجل أي زيادة ملحوظة خلال فترة الفحص، وكذلك الحال بالنسبة إلى المغنسيوم والكالسيوم والكلورايد والصوديوم والبوتاسيوم فكانت جميعها ضمن الحدود المسموح بها دوليا.

وفي إتجاه معاكس، كانت قيم العسرة الكلية والتوصيلية الكهربائية ومجموع الأملاح الذائبة والكبريتات ذو مستويات عالية من التراكيز وخارج الحدود المسموح في معظم أشهر الفحص. وعند معايرة تلك النتائج مع فحص (Todd)، تبين أن تلك المياه من النوع (Brackish) وذو عسرة عالية.

المجموعة الثانية من الفحوصات ضمت العناصر الثقيلة، وقد وجد أن تراكيز الحديد والنحاس والنترات كانت ضمن المواصفات بينما وجد أن هناك زيادة متناوبة في تركيز الكادميوم مع معدل قراءات (0.047 ppm)، وبنسبة زيادة تجاوزت (100%) عن الحد المسموح به، وتشارك عدة أسباب في ذلك منها ترشح الكادميوم من الأسمدة الكيمياوية ونتيجة التآكل الحاصل في البطانة الداخلية للأنابيب.

أما الرصاص فكانت معظم تراكيزه ضمن الحدود المسموح بها ولكن تم تسجيل بعض القراءات الشاذة والتي رافقتها إرتفاعا في العسرة الكلية.

وأخيرا، كانت تراكيز النيكل تتراوح دون الحد المسموح به في معظم القراءات، مع تجاوزها هذا الحد في قرائتين في فصل الصيف وأوعز الباحث ذلك إلى إرتفاع درجة الحرارة وإزدياد معدل التآكل في الأنابيب الناقلة، وهذا ما أظهره التحليل الأحصائي الذي أقر بوجود إرتباط معنوي موجب بينهما.

[+] تاريخ استلام البحث ٢٠١٢/٧/٣ ، تاريخ قبول النشر ٢٠١٣/١٠/٧ .

[*] مدرس مساعد /المعهد التقني /بعقوبة .

وأظهرت نتائج التحليل الأحصائي أن هنالك أرتباط معنوي موجب بين كل محددين من المجموعة التالية (TDS و Ec والعسرة والكالسيوم والمغنسيوم والكبريتات والبوتاسيوم والصوديوم)، مع إرتباط معنوي موجب بين (الكادميوم–الرصاص) و(النيكل–درجة الحرارة) بلغا (R=0.759)، (R=0.725) على التوالي .

أشار الجدول الأحصائي إلى قلة قيم معامل التشتت لمعظم المحددات المفحوصة مما يدل على أن معظم القراءات متقاربة وقليلة التشتت عن الوسط الحسابي.

وأستنادا الى نتائج التحليليلات، أستنتج الباحث حقيقة تلوث المياه وعدم صلاحيتها لأغراض الشرب لتجاوز تراكيز بعض المحددات للمواصفات القياسية المحددة لمياه الشرب الخاصة بمنظمة الصحة العالمية، بعد أن تم إجراء المقارنة بينهما.

QUALITATIVE EVALUATION OF GROUND WATER FOR ABU- KHAMES VILLAGE / DAYALA AND ITS SUITABILITY FOR HUMAN USE

Mudhar A. Alwahab Rajib

Abstract:

The subject of water pollution became the most topics that attracts researchers to study and identify this danger and introduce the appropriate solutions for water with direct human use, therefore, this study tended to assess the quality of drinking water of Abu- Khamis village groundwater wells and determine its validity for human use, where it was laboratory analysis during the period (12/2010) to (2/2012).

This investigation has included the estimation of inorganic elements concentrations by standard analysis methods, which was divided into two groups of elements, the first group includes inorganic metals, which have a direct impact on taste and household uses, which include calcium, magnesium, sulfate, chloride, sodium, potassium, turbidity, total hardness, total dissolved salts, electrical conductivity and pH.

The second group includes inorganic and heavy elements that have a direct impact on public health and include iron, copper, cadmium, nitrates, lead and nickel.

This study found that the drinking water indicated a direction of the baseline. Turbidity values did not record any significant increase during the period of testing, and this is the same for the case of magsium, calcium, chloride, sodium and potassium because they were all within the permissible international limits.

In the opposite direction, total hardness, total dissolved salts, electrical conductivity and sulfides recorded high levels of concentrations for most of months upper than accepted limits. The tested water can be classified as Brackish water after the calibration with (Todd) test.

The second set of tests involved heavy elements, where, it was found that the concentrations of iron, copper and nitrate were within the specifications, while, there is an altering increase in the concentrations of cadmium with average readings (0.047 ppm), and (100%) increasing than the specific limit, and this was caused by several reasons such as the candidacy of cadmium from chemical fertilizers and as a result of corrosion made in the interior of pipes.

Concerning lead, most of its concentrations were within permissible limit, but there were some of anomalous readings, which were accompanied by a rise in total hardness.

Finally, most of nickel readings were ranged below permissible limit, except two readings recorded in summer, and that is attributed to increasing in temperature and rate of corrosion in the carrier pipes, and this is confirmed by the statistical analysis with positive significant correlation factor between them.

The results of statistical analysis showed that there is a positive significant correlation factor between each pair of metals of the following group (TDS, Ec, total hardness, calcium,

magnesium, sulfides, potassium and sodium), with significant positive correlation factor between (cadmium-lead) and (temperature-nickel) of (R=0.759), (R=0.725) respectively.
The statistical table pointed low values of coefficient of variation for most examined parameters, and this confirmed that most readings of parameters were close to each other with low deviation from the mean value.
The outcome of chemical analysis for these samples has confirmed that tested water was contaminated and the concentration of contaminants had exceeded the limitations of WHO.

المقدمة:

رغم حقيقة أن العراق لديه نهرين يخترقانه من شماله إلى جنوبه ولكن في السنوات الأخيرة ونتيجة أنتشار الرقعة الزراعية ومحدودية المياه بسبب قلة الأمطار فضلا عن تحكم البلاد المجاورة بكميات مياه نهري دجلة والفرات فلذا أستعان بعض المزارعين بالمياه الجوفية وخصوصا مياه الآبار وأصبحت مصدرا مهما للشرب ولسقي المزروعات [١].

ان مياه الشرب والاستخدام المنزلي بجميع صوره وماء الري ومياه سقي المزروعات (وبشكل أعم مياه الأنهار) مصدرها الأساسي مياه الأمطار والثلوج، فعند سقوطها على الأرض يتبخر جزء منها ويتغلغل الجزء الآخر في طبقات الأرض وتمتليء جراء ذلك الخزانات الصخرية الجوفية بالمياه التي تخرج على شكل ينابيع وآبار، ويكون ماء المطر عند تشكله نقيا ولكن عند سقوطه ومروره بطبقات الجو يتلوث بالعناصر التي يحويها الهواء فيذيب الغازات الموجودة (مثل ثاني اوكسيد الكاربون والأمونيا) وقد يحمل معه بعض الشوائب العالقة بالطبقات السفلى من الغلاف الجوي لتصل إلى سطح الأرض وكذلك الجراثيم والأتربة عند جريانه على سطح الارض وبذلك فان الماء الصافي تماما أي الرائق للعين المجردة لا يعني أنه خال من الأملاح والبكتريا والفيروسات حيث تحتوي المياه في الطبيعة على مواد غريبة قد تكون غير مرئية ولكنها خطره جدا [٢].

الحقيقة إن المياه الجوفية تلعب دورا مهما في المناطق التي يقل فيها نسب الأمطار والفائدة الحقيقية المرجوة من المياه الجوفية مقارنة بالمياه السطحية هي كونها أقل تلوثا وليست عرضة للفقدان [٣]، وكذلك تتميز بخلوها من المواد العالقة والبكتيريا نظرا لتعرضها لعمليات الترشيح خلال مرور الماء ضمن طبقات الارض وكذلك تتميز بثبوت درجة الحرارة النسبي خلال المواسم المختلفة بسبب إنعزالها داخل طبقات الارض وبعدها عن التأثيرات الجوية [١]، ويبقى التركيب الجيولوجي هو العامل الرئيسي المحدد لنوعية المياه الجوفية ومدى تراكيز العناصر الكيميائية وصلاحيتها للأستخدامات المختلفة [21].

إن خطورة المياه الملوثة تتوضح بكونها تستهلك لفترات طويلة وبكميات عالية في الأستخدامات اليومية المتعددة وشريحة كبيرة من العائلة تستخدمها وليس هناك مفر منها فظاهرة تلوث مياه الآبار بالمواد الكيمياوية أصبح أمرا خطيرا يتخوف منه أكثر المستهلكين نظرا لزيادة إستخدام المواد الكيمياوية في الزراعة والصناعة وكذلك في الأستخدامات المنزلية مما له الأثر الواضح في زيادة تلوث هذه المصادر حيث أن زيادة إستهلاك هذه المياه الملوثة بالمعادن ولفترات طويلة له الأثر السلبي الخطير على صحة الأنسان حيث تتفاقم الحالات المرضية وتصبح مستعصية ومنها أنواع مختلفة من الأمراض المزمنة والسرطان وقد يعرض المصاب أخيرا إلى الوفاة [4].

يعتبر التلوث الكيمياوي أكثر الأنواع تأثيرا على نوعية المياه وأكثرها خطوره على صحة الأنسان ثم التلوث البايولوجي، ولا يمكن للمياه أن تتلوث بنوع واحد من أنواع التلوث وإنما يكون الماء ملوثا عادة بعدة أنواع من الملوثات تبعا لنوعية المصدر الملوث [5].

من المعروف أن المستهلك العادي يعتمد أعتمادا كليا على حواسه الخاصة عند تقييم نوعية مياه الشرب ولكن أصبح من المنطق إعتماد أصول أخرى غير الحواس البشرية في تحديد درجة قبول إستهلاك المياه فلذلك دأبت منظمة الصحة العالمية على توفير الدليل الأسترشادي الدولي [22]، (مذكور ضمنا في الجدول رقم (1))، والخاضع لدراسات وبحوث معمقة في هذا المضمار والذي يحدد المقومات الواجب توفرها في مياه الشرب لتصبح في درجة عالية من الأمان للأستهلاك البشري.

تعتبر العناصر الثقيلة من الملوثات البيئية الخطرة والتي تكمن خطورتها في صفتها التراكمية في أجسام الأحياء [6]، فأصبح من الضروري تحديد تراكيز تلك العناصر والعمل على حساب درجة توافقها مع الدليل الأسترشادي للمواصفات القياسية المعمول به دوليا، كذلك فأن للظروف الجغرافية والجيولوجية والكيميائية التي تحيط بمصدر المياه الأثر الكبير ذو العلاقة المباشرة مع نسب تلك الشوائب الضارة.

أصبح موضوع تلوث المياه الجوفية من المواضيع المطروحة بكثرة وتوجه العديد من الباحثين لدراسة ماهية هذه المياه وتقدير جودة إستهلاكها، حيث تبين من معظم هذه الدراسات أن تلوث المياه الجوفية قد يقع بسبب العديد من العوامل ومنها العوامل الزراعية والصناعية والمحلية وطبيعة التكوينات الجيولوجية والهيدرولوجية التي تؤثر على نوعية المياه [7]. ويقف النشاط الزراعي في مقدمة هذه العوامل وخاصة في المناطق الزراعية والحقول والبساتين حيث تكثر عمليات التسميد والمكافحة بالمبيدات والعمليات الزراعية الأخرى مما يؤدي إلى تراكم الفضلات والتي تجد طريقها إلى المسطحات الجوفية مع مياه البزل والسيول الجارية بعد هطول الأمطار وعمليات السقي التي تحمل معها آثار الأسمدة والأملاح المعدنية مع إمكانية التلوث ببقايا الحيوانات والمبيدات الحشرية والزراعية التي تستخدم عموما بكثرة في تلك المناطق [24]، ولعل من المقلق هو ترشح تراكيز عالية من النترات إلى المياه الجوفية نتيجة الأستخدام المفرط للمخصبات والأسمدة الكيمياوية في الحقول الزراعية وما تسببه من مخاطر على صحة المستهلك حيث تسبب مرض زرقة العيون للأطفال [8]. وأكدت تقارير صحية في أوربا بأن مستهلكي المياه التي فيها نسبة نترات عالية ترتفع بينهم نسبة الاصابة بسرطان المعدة [9].

وفي حالة المياه الجوفية المتواجدة في قرية أبو خميس والتي هي أصل دراستنا هذه، تكمن خطورة إستخدام الأسمدة الزراعية والمبيدات الحشرية من قبل المزارعين وخاصة عند إستخدامها بشكل مفرط وغير علمي والذين عادة ما يبحثون عن الإنتاج الأوفر حيث تذوب هذه الأسمدة وبقايا المبيدات الحشرية في ماء السقي وتجد طريقها إلى الأنهار من خلال مياه البزل الفائضة عن حاجة الأرض الزراعية وتتوغل كذلك إلى داخل التربة من خلال النضح أو التسرب لتصل في النهاية إلى المياه الجوفية وتلوثها على فترات طويلة، وكذلك فأن لمياه الأمطار الأثر الكبير في نقل تلك المركبات [10].

تعتبر مشكلة التلوث بالنتروجين من أهم مشاكل تلوث الأنهار من المصادر الزراعية، حيث تحتوي معظم الأسمدة النتروجينية على مركبات النترات، حيث أن النتروجين يقلل من تراكيز الأوكسجين المذاب (DO) بكميات كبيرة في المياه ويزيد من نمو النباتات مثل الطحالب والأعشاب الضارة بكثرة مما يزيد من إستهلاك الأوكسجين المذاب ويزيد العتمة في المياه نتيجة تسارع نمو تلك الطحالب [11]، وأكدت دراسات بجامعة كاليفورنيا إن ٤٥% من نتروجين مياه المبازل مصدره الأسمدة ويصل تركيزه إلى (87 ppm) [23].

إن المعادلة الصعبة المتناقظة هي أن المياه في الوقت الذي تشكل به أهم رافد للحياة وحقيقة تناول كميات كبيرة منه يوميا له العلاقة الطردية مع إنتظام صحة الإنسان ولكنه في نفس الوقت قد يكون مسببا رئيسيا لكثير من الأمراض على المدى القريب والبعيد. وتكمن تلك الخطورة في إحتمالية تواجد العناصر الثقيلة السمية في تلك المياه وزيادة تراكيزها في جسم الإنسان ومن ثم إحتمالية تعرضه لشتى أنواع الأمراض حيث أن هذه العناصر هي أثقل من المياه بخمسة أضعاف [12]، ولذلك تزيد نسب ترسيبها في قاع الآبار وإحتمالية وجودها في المياه المستخرجة من هذه الآبار تكون أكبر وبالرغم من

وجود عمليات الترسيب لكن أحتمالية بقائها بتراكيز عالية تكون كبيرة بسبب بطئ تحللها في الماء رغم كونه يمتاز بأنه مذيبا مناسبا للكثير من المواد ووسطا مدهشا لنمو الكثير من الكائنات الحية، فلذلك عادة ما يحتوي الماء العادي على الكثير من الشوائب الضارة بصحة الأنسان.

هنالك الكثيرمن الدراسات التي عالجت موضوع تلوث المياه الجوفية ومدى صلاحيتها للأستخدامات البشرية إعتمادا على دراسة المواصفات الفيزياوية والكيمياوية، ففي دراسة تم إجرائها لتقييم صلاحية مياه بعض الأرتوازية في جنوب بغداد للأستعمال المنزلي والري فقد تبين أن مياه تلك الآبار غير صالحة للأستهلاك البشري والري بسبب تجاوزها الحدود المسموح بها دوليا [13].

وفي دراسة أجريت على ١٣ بئرا من آبار منطقة الكاظمية في بغداد، بينت الفحوصات الكيمياوية إرتفاع في قيم العكارة والتوصيلية الكهربائية والعسرة والمغنسيوم والكالسيوم والكبريتات والكلوريدات بالمقارنة مع نتائج فحوصات نهر دجلة، والتي كان سببها تسرب مياه المجاري الى المياه الجوفية، مما أكد عدم صلاحيتها للأستخدام البشري وإمكانية إستخدامها لأغراض الري فقط. أما بالنسبة الى العناصر الثقيلة، فقد أكدت جميع النتائج أن النترات والخارصين والمنغنيز كانت ضمن الحدود المسموح بها في الآبار ونهر دجلة، عدا وجود بعض التراكيز المرتفعة من الحديد في بعض الآبار الذي عزاه الباحث الى التبادل الأيوني الحاصل بين أيونات الماء وأيونات الحديد الموجودة في التربة [١٤].

وفي دراسة أخرى لتحديد ملائمة المياه الجوفية في منطقة داقوق في محافظة كركوك للأستخدام البشري والتي تعتبر المصدر المهم للمياه في تلك المنطقة، حيث تم قياس التوصيلية الكهربائية وتركيز الأملاح الذائبة والدالة الحامضية والعسرة والكالسيوم والمغنسيوم والصوديوم والكلورايد والكبريتات والنترات لمجموعة من الآبار، إضافة إلى مجموعة من العناصر الثقيلة ومنها الفضة والكادميوم والكروميوم والنحاس والكوبلت والزرنيخ والمنغنيز والنيكل والخارصين والحديد، ومن ثم مقارنة النتائج مع المواصفات العراقية. وخلصت تلك الدراسة إلى أن نوعية المياه تعتبر مقبولة للأستخدام البشري دون إستخدامها لأغراض الشرب لأحتوائها على تراكيز أعلى من المسموح به ضمن المواصفات العراقية، وهي ذات تراكيز (TDS)، مقبولة عدا إحتواء أكثر الآبار على عسرة عالية وهي بذلك بحاجة إلى معالجة قبل الشروع في أستخدامها [١٥].

وفي دراسة أخرى للخواص الكيمياوية والفيزياوية لمياه الآبار في محافظة الأنبار ومقدار تلوثها بالعناصر الرئيسية فقد تم تحديد تراكيز الأيونات الموجبة (الكالسيوم والمغنيسيوم والصوديوم والبوتاسيوم) والأيونات السالبة (الكلورايد والكبريتات والبيكاربونات والكاربونات)، والأملاح الكلية الذئبة والأس الهيدروجيني والعسرة الكلية والقاعدية الكلية ومن ثم مقارنة النتائج مع المواصفات القياسية الخاصة لمياه الآبار ومدى صلاحية المياه للأستخدامات البشرية والزراعية. وبينت الدراسة أن المياه الجوفية ذا قاعدية عالية وعسرة جدا وتجاوزت معظم المحددات المواصفات القياسية مما جعلها غير صالحة للشرب [16].

وفي مدينة بعقوبة التي تفتقر الى المختبرات اللازمة لإجراء التحاليل المطلوبة لتحديد تراكيز العناصر ذات التاثير المباشر على الصحة العامة (العناصر الثقيلة)، لم تجرأ دائرة الماء والمجاري في بعقوبة على التصريح بتقييم صلاحية هذه المياه للشرب ولكل الأقضية الأخرى في المحافظة حيث أن مختبرها الوحيد لا تتوفر فيه سوى بعض التحليلات الخاصة لإيجاد العكارة وتراكيز العناصر المسببة للعسرة مع إيجاد كمية الأملاح الذائبة وبعض العناصر الأخرى، مما دعا الى الشروع بهذه الدراسة [17].

تهدف الدراسة الى تحديد أحد المؤشرات التي يمكن الإعتماد عليها في تحديد صلاحية إستهلاك مياه شرب آبار قرية أبو خميس وهي إحدى القرى التابعة لقضاء بهرز في محافظة ديالى (لاتتوفر فيها مصادر للمياه سوى هذين البئرين)، من خلال تحديد تراكيز العناصر اللاعضوية والتي قسمت إلى مجموعتين الأولى تشمل العناصر التي لها تأثير على الطعم

والإستخدامات المنزلية والمجموعة الثانية تشمل العناصر الثقيلة الضارة وعمل مقارنة مع المواصفات القياسية لمنظمة الصحة العالمية ومن ثم التوجيه بضرورة أيجاد الحلول المناسبة والخروج بالتوصيات اللازمة.

منطقة الدراسة :

قرية أبو خميس هي إحدى القرى الواقعة ضمن نطاق قضاء بهرز في مدينة بعقوبة وهي تقع في الجهة الجنوبية للقضاء بأحداثيات (N33/36/40, E44/40/04833) ويقطنها حوالي (٨٥٠) نسمة وتعتمد هذه الفئة من الناس على بئرين سطحيين تم إنشائهما بعد عام ٢٠٠٣ وتبلغ المسافة الفاصلة بينهما حوالي ٣٣م وتبلغ أعماقهما ١٨م للبئر رقم (١) و٢٤م للبئر رقم (٢) والذي يعمل بالطاقة الشمسية، للحصول على مياه الشرب بعد أن يتم تركيد المياه في أحواض كبيرة (أحواض الترسيب) بقياس (٣x٥x1.5 م) ويتم إضافة الكلور كعامل تعقيمي للتخلص من الجراثيم والميكروبات مع إضافة كبريتات بوتاسيوم الألمنيوم المميهة ($KAl(SO_4)_2.12\ H_2O$) كعامل ترسيبي للعوالق.
نظرا للحاجة الماسة للمياه ولعدم توفر مصادر مياه في هذه القرية فيمكن إعتبار البئرين هما المصدر الوحيد لمياه الشرب وللأغراض المنزلية الأخرى [18].

الفحوصات المختبرية وطريقة العمل:

تم جمع عينات من مياه الشرب المعالجة للبئرين بعد عمليات الترسيب والتعقيم الجارية وبحجم 1 لتر وإجريت جميع التحاليل الكيميائية خلال الفترة الزمنية المحددة من (٢٠١٠/١٢) ولغاية (2012/2) وبواقع نموذج واحد شهريا، في مختبرات دائرة المسح الجيولوجي وكلية علوم الكيمياء في الجامعة المستنصرية في بغداد ومختبرات دائرة ماء بعقوبة وأستخدمت الطرق المختبرية القياسية لإجراء الفحوصات الكيميائية
(Standard Methods for Examination of Water and Wastewater by AWWA) حيث تم إستخدام المحرار الزئبقي لقراءة درجة حرارة النموذج وتم إستخدام جهاز (Orchidis) لتحديد التوصيلية الكهربائية بوحدات (سيمنز / سم) فيما تم إستخدام طريقة التحليل والجمع لمعرفة قيمة الأملاح الكلية الذائبة معبرا عن الناتج بوحدات (ppm)، بينما تم تسجيل الرقم الهيدروجيني للنموذج بإستخدام (pH meter)، وأستخدمت طريقة (Gravimetric) لمعرفة تركيز الكبريتات وطريقة (Argentometric) لمعرفة تركيز الكلوريدات وطريقة (EDTA Titrimetric) لتحديد العسرة الكلية والكالسيوم وتم تحديد تركيز المغنسيوم من حاصل طرح الكالسيوم من العسرة الكلية وتم إستخدام طريقة (Flame Photometer) اتحديد تراكيز البوتاسيوم والصوديوم، وقد تم تحديد قيم العكارة بإستخدام جهاز (Turbid meter)، أما بالنسبة إلى العناصر الثقيلة فقد تم إستخدام جهاز (Ion specific meters for nitrate) لتحديد تراكيز النترات في نماذج المياه وتم إستخدام جهاز الأمتصاص الذري (Phoenix–986 / AA Spectrophotometer) لتحديد تراكيز كل من الحديد والنحاس والكادميوم والنيكل والكروم والرصاص.

النتائج والمناقشة:

تم التركيز في هذه الدراسة على تحديد تراكيز العناصر اللاعضوية والتي قسمت إلى قسمين، القسم الأول تضمن العناصر اللاعضوية والتي لها التاثير المباشر على الطعم والأستخدامات المنزلية، والقسم الثاني تضمن العناصر اللاعضوية الثقيلة

والتي لها التأثير المباشر على الصحة العامة، كما مبين في الجدول (١)، وتبعا للنتائج المستحصلة يمكن توثيق النتائج بالفقرات التالية:

١ – تبعا للقيم المسجلة لدرجة الحرارة، فقد وجد أنها تتباين خلال أشهر الفحص تبعا للظروف الجيولوجية ومدى عمق ماء البئر وعموما كانت تلك القراءات ضمن المستويات المعتدلة، كما في الشكل رقم (١).

٢ – بينت النتائج أن قيم العكارة تتراوح بين (0.2-2 NTU) خلال فترة الفحص، وهي تراكيز مقبولة ولم تتجاوز القيمة القياسية المحددة والتي تقدر بـ (5 NTU). يمكن متابعة تغير قيمة العكارة مع فترة الفحص في الشكل رقم (٢)، والذي يبرز أعلى القيم المسجلة في فترة الأمطار والتي ترفع نسب العكارة في المياه.

٣ – لقد لوحظ كذلك بأن الأس الهيدروجيني لجميع عينات المياه كان يتراوح بين (6.7-7.4)، مما يعطي أنطباعا واضحا على أن هذه المياه تميل إلى الصفة القاعدية الضعيفة.

٤ – بينت القراءات المسجلة لمجموع الأملاح الذائبة أنها كانت تتراوح طيلة فترة الفحص بين (1228-1656 ppm)، والتوصيلية الكهربائية تراوحت بين (1920-2368 µs/cm)، وبذلك يتضح الفرق بينها وبين ما هو مسموح به من قبل منظمة الصحة العالمية والتي أقرت بأن أعلى تركيز مسموح به يجب أن لايتجاوز (1000 ppm) لمجموع الأملاح الذائبة و(1600 µs/cm) للتوصيلية الكهربائية، وعليه فأن هذه المياه غير صالحة للأستهلاك البشري رغم عمليات الترسيب التي تجري في أحواض خاصة في المحطة، وإن إرتفاع قيم التوصيلية الكهربائية يعود إلى زيادة تركيز الأملاح الذائبة وذلك لتماس المياه مع التربة، حيث أن التوصيلية الكهربائية تعطينا دليلا واضحا على وجود القوة الأيونية للمحلول المائي والذي يعتمد بصورة أساسية على كمية الأملاح الذائبة ويتناسب هذين المتغيرين تناسبا طرديا [28]، ويمكن متابعة هذا من خلال الأرتباط المعنوي الموجب بين المتغيرين (R=0.763) في الجدول الأحصائي رقم (٤)، والشكل رقم (٣)، الذي يوضح العلاقة بين

(فترة الفحص و مجموع الاملاح الذائبة) والذي يبين أنخفاض قيمة TDS في الأشهر المطرية نتيجة زيادة نسب المياه المتغلغلة إلى داخل التربة ثم إرتفاعها كذلك بحد أعلى في الأشهر الحارة نتيجة إرتفاع معدلات التبخير. أما الأشكال رقم (٤، ٥، ٦) توضح تغاير هذه التراكيز مع فترة الفحص، والأشكال رقم (٧) و(٨) تبرز العلاقة بين مجموع الأملاح الذائبة وكلا من الكالسيوم والكلورايد والأشكال رقم (٩) و (١٠) بين التوصيلية الكهربائية وكلا من الصوديوم والبوتاسيوم.

٥ – الشكل رقم (٥) يبين أن مجموع الأملاح الذائبة قد شهدت أزديادا ملحوظا خلال فترة الأشهر الحارة والذي يمكن ان نعزوه الى إرتفاع درجة الحرارة وإزدياد نسبة تبخر المياه. وعليه يمكن توقع تسجيل تراكيز عالية للعسرة الكلية في تلك النماذج والتي تراوحت بين (486-810 ppm) كما هو موضح في الشكل رقم (١١)، ويمكن متابعة الأرتباط بين هذين المحددين في الجدول الأحصائي والشكل رقم (١٢) والذي بلغ (R=0.83)، ويعزو الباحث إرتفاع العسرة الكلية إلى إرتفاع تركيز أيون الكبريتات في مياه الآبار.

٦ – تراوحت القراءات المسجلة للكبريتات في الشكل رقم (١٣) خلال فترة الفحص بين (348-625 ppm) مع معدل قراءات بلغ (696.18 ppm)، والأشكل رقم (١٤) و (١٥) توضح الأرتباط المعنوي الموجب بين العسرة الكلية ومجموع الأملاح الذائبة مع الكبريتات بقيم (R=0.673)، (R=0.694) وعلى التوالي، وهذا يؤكد طبيعة التربة التكوينية الحاوية على تراكيز عالية من الكبريتات.

٧ – ومن جانب آخر، ترتبط العسرة الكلية إرتباطا معنويا موجبا مع كل العناصر المسببة لها وهي (الكالسيوم والمغنسيوم (بشكل أساسي) والصوديوم والكلورايد والبوتاسيوم) كما هو واضح في (الجدول الأحصائي) رقم (٢) والأشكال رقم (١٦) و (١٧)، حيث يتبن من خلال هذه الأشكال تأثر العسرة بتغير تراكيز هذه العناصر كونها تعتمد عليها بشكل أساسي.

٨ – عند معايرة القيم الموجودة للأملاح الكلية الذائبة والعسرة الكلية مع تصنيف (Todd) [29]، الموضح بالجدول رقم (٣)، يمكن ملاحظة أن تلك المياه هي من النوع (Brackish)، وذات عسرة عالية (Very Hard)، لذا لا يمكن إستخدامها للأستهلاك البشري حسب هذا التصنيف.

٩ – أما بالنسبة إلى المغنسيوم والكالسيوم والبوتاسيوم والصوديوم والكلورايد فلم تتجاوز جميع تراكيزها الحدود المسموح بها دوليا وكانت تتراوح قيمها ضمن المواصفات القياسية.

الشكل رقم (١٨)، يوضح تغير تراكيز المغنسيوم خلال فترة الفحص، وهذه القراءات تعكس نوعية التربة المحيطة بالمياه الجوفية والتي تترشح منها تراكيز تلك العناصر، مع وجود إرتباط معنوي موجب بين كل متغيرين من المتغيرات السابقة الذكر كما هو واضح في (الجدول الأحصائي) والأشكال رقم (١٩) و(٢٠).

وتتفق نتائج الدراسة هذه مع الدراسة التي أجريت في مدينة الحلة لتقييم نوعية المياه الجوفية في المدينة والمناطق المحيطة بها، حيث تم إختيار ثمانية آبار وتبين عدم صلاحيتها للأستخدام البشري والري كونها تحتوي على تراكيز عالية من الأملاح الكلية الذائبة والكبريتات والعسرة الكلية والتي تراوحت بين (1660-2820 ppm) و(251-2112 ppm) و(198-787 ppm) على التوالي متجاوزة الحدود المسموح بها دوليا ومحليا [19].

١٠ – أما بالنسبة الى الفحوصات الخاصة بالعناصر الثقيلة، فقد لوحظ أن تراكيز النترات قد شهدت قيما متقاربة لمعظم فترة الفحص عدا وجود القرائتين الأولى والتي سجلت أعلى التراكيز والتي يمكن أن نعزوها إلى إرتفاع نسب الأمطار في تلك الفترة والتي تزيد من نسب إذابة الأسمدة الموجودة في التربة وتتسرب إلى طبقات الأرض وهذا ما تؤكده باقي القراءات التي سجلت تراكيز واطئة من النترات في فترة أنقطاع الأمطار، ويمكن متابعة تراكيز النترات خلال أشهر الفحص بالشكل رقم (٢١)، والذي يوضح إرتفاع التركيز مرة أخرى خلال فترة الصيف والذي يمكن أن نعزوه إلى أرتفاع نسب تحلل وتفسخ بقايا الحيوانات في التربة نتيجة إرتفاع درجة الحرارة، وعليه يمكن القول بعدم وجود تلوث بالنترات والتي تتواجد عادة في المياه الجوفية بفعل التكوينات الجيولوجية للتربة والنشاطات البشرية من إستخدام الأسمدة النتروجينية والتي لها الأثر الكبير في رفع نسب النترات في المياه السطحية والجوفية [26].

١١ – أما بالنسبة إلى الكادميوم فإن مركباته لها القدرة على الأنحلال من التربة والتسرب إلى المياه الجوفية وتلويثها ويتواجد عادة في الصخور الكبريتية متحدا مع الزنك والرصاص ويترشح كذلك إلى المياه من الأسمدة أو نتيجة التماس المباشر مع الأنابيب [27]، وتلعب مياه المجاري دورا كبيرا في رفع نسبته في المياه السطحية، وقد لوحظ في جدول النتائج تسجيل عدة قراءات (ثلثي القراءات) أعلى من المواصفة القياسية، مما ينذر بوجود تلوث بالكادميوم حيث تم تسجيل عدة قراءات ذات تراكيز عالية وصلت إلى (0.178 ppm)، وتسجيل معدل قراءات بلغ (0.0496 ppm)، متخطيا المواصفة القياسية

(0.003 ppm)، ويمكن أن نعزو تلك الزيادة إلى عدة أسباب منها إرتفاع نسب التحلل للكادميوم من التربة بسبب أحتواءها على بقايا الأسمدة أونتيجة إرتفاع نسب الأمطار ورطوبة التربة حيث يمكن ملاحظة أن معظم القراءات الشادة كانت في الأشهر المطرية، إضافة إلى إحتمالية وجود تآكل في البطانة الداخلية للأنابيب، مما يؤدي إلى رفع نسب الكادميوم والرصاص، ويمكن متابعة التغيير في تركيز الكادميوم خلال فترة الفحص في الشكل رقم (٢٢).

ومن خلال التحليل الأحصائي للبيانات المتعلقة بالكادميوم والرصاص، تبين وجود أرتباط معنوي موجب بين قراءاتيهما، والذي يبرز وجود الصلة بينهما كونهما يتحدان في الصخور الأرضية ويشكلان البنية الأساسية لمعظم الأنابيب والتوصيلات في شبكة المياه، حيث يمكن متابعة العلاقة بين هذين المتغيرين في الشكل رقم (٢٣).

١٢ – ومن تتابع النتائج المسجلة في الجدول رقم (٢)، نسبة إلى الحديد والنحاس، فقد وجد أنها لم تتجاوز الحدود المنصوص عليها في المواصفات القياسية لمنظمة الصحة العالمية، إلا أنها أشرت أعلى التراكيز في الفصول الباردة بالمقارنة مع الفصول الحارة، ويمكن متابعة تغاير تراكيز الحديد والنحاس خلال فترة الفحص في الشكلين رقم (٢٤) و (٢٥).

١٣ – أما بالنسبة إلى الرصاص الذي يعتبر من العناصر السمية الخطرة، والذي عادة ما يتكون في المياه بسبب التماس الحاصل بين المياه والأنابيب المصنعة من الرصاص حيث تعتمد درجة التآكل الداخلي البطانة للأنابيب على عدة عوامل منها الرقم الهيدروجيني وعسرة المياه والتي تسبب أخيرا ترشح تراكيز من الرصاص إلى المياه [25].

ومن خلال إستعراض القراءات في الجدول رقم (1)، والشكل رقم (٢٦)، لوحظ أنه قد تم تسجيل قراءات أعلى من الحد المسموح به في الفترات التي رافقت إرتفاعا في العسرة الكلية كما أشرته آخر أعلى القراءات، حيث يمكن التعرف على وجود علاقة بين هذين المتغيرين في الشكل رقم (٢٧)، كما ذكر أعلاه. وقد يكون لعامل الترسيب الأثر الكبير في التقليل من تراكيز الرصاص وجعلها في مستوى مقارب للحد المسموح به عالميا، ولكن دون الجزم بوجود تلوث دائم بالنسبة إلى الرصاص.

١٤ – أما عن النيكل فعادة ما يتواجد في المياه الجوفية نتيجة التآكل الحاصل في الأنابيب والتوصيلات المصنعة من سبائك النيكل والرصاص، أو يتكون نتيجة ترشح هذا المعدن من الصخور الحاوية على النيكل، وتلعب الأمطار الحامضية دورا في رفع تركيزه في التربة [26]، فلم تتجاوز القراءات المسجلة الحد المسموح به إلا في قرائتين بلغت (0.097 ppm)، متجاوزة الحد المطلوب بنسبة زيادة تقارب (40%)، ولكن بالنظر إلى الشكل العام لجميع القراءات يمكن القول بعدم وجود تلوث في النيكل إستنادا إلى القيم المعروضة فقط، وقد يكون السبب في تلك القراءات حالة من التلوث المؤقت الذي حصل لمدة شهرين متتابعين نتيجة إرتفاع درجة الحرارة وزيادة نسب التآكل الداخلي للأنابيب وهذا ما أكده التحليل الأحصائي الذي برز وجود علاقة أرتباط معنوية موجبة بينهما (R=0.725) (جدول التحليل الأحصائي)، ويمكن متابعة تراكيز النيكل مع فترة الفحص ودرجة الحرارة في الشكلين رقم (٢٨) و (٢٩)، والذي يبرز فعل درجة الحرارة في رفع نسب النيكل المترشح إلى الوسط المائي.

١٥ – ومن نظرة شاملة على نتائج النترات والكادميوم والحديد والنحاس، لوحظ ولو بشكل نسبي أن القراءات التي تم تسجيلها في الأشهر المطرية كانت أعلى من القيم التي تم تسجلها في الأشهر الحارة ويمكن أن نعزو ذلك الى كثرة الأمطار في تلك الفترة وما قد تحمله من الملوثات التي تتغلغل إلى داخل التربة بفعل الترسيب والجاذبية الأرضية مما يؤدي أخيرا إلى رفع تراكيز تلك الملوثات في المياه الجوفية.

١٦ – من الجدير بالذكر أن التراكيز التي تم تسجيلها لجميع المحددات هي لمياه الآبار بعد المعالجة، وهذا يؤشر الضعف في عملية المعالجة كونها شكلية وتقليدية ولا تستند الى أسس علمية وتصميمية صحيحة، وكذلك ومن خلال تتبع نتائج الجدول رقم (١)، يلاحظ أن قيم معظم المحددات في مياه البئرين متغايرة خلال المواسم المختلفة وذلك بسبب كون هذين البئرين يعملان بصورة دائمية نظرا للحاجة الملحة لمياه الشرب في تلك القرية وهذا ينتج عنه إنخفاض وإرتفاع في منسوب المياه داخل البئر خلال فترات السحب مما يؤدي إلى جرف تراكيز من العناصر الموجودة في التربة المحيطة لتلك المياه مما ينتج عنه تغاير في تراكيز تلك العناصر خلال الأشهر المختلفة إضافة إلى تأثير الأمطار في موسم الشتاء وتغلغل تراكيز إضافية من تلك العناصر مع الماء المنهمر وإنسيابه إلى داخل مياه البئر.

١٧ – الجدول الاحصائي رقم (٢)، يبين أن معامل التشتت لمعظم المحددات المدروسة قليلة مما يدل على تطابق معظم القراءات المسجلة وإقترابها من وسطها الحسابي.

الأستنتاجات والتوصيات:

يمكن أستنتاج النقاط التالية:

١ – تلوث المياه الجوفية (المعالجة) في قرية أبو خميس / ديالى وعدم صلاحيتها لأغراض الأستهلاك البشري وخاصة الشرب، لاحتوائها على تراكيز عالية جدا من العسرة الكلية والأملاح الذائبة والكبريتات ووجود تلوث بالكادميوم تجاوز الحدود المسموح بها وفق المواصفة.

٢ – وجود علاقة معنوية ذات أرتباط موجب بين كل متغيرين من المتغيرات التالية (TDS و Ec والعسرة والكالسيوم والمغنسيوم والكبريتات والبوتاسيوم والصوديوم)، مع وجود إرتباط معنوي موجب بين (الكادميوم–الرصاص) و(النيكل– درجة الحرارة).

ويوصي الباحث بما يلي:

١ – وبهذا الصدد يقترح الباحث على دائرة ماء بعقوبة وعلى المدى القريب إيصال المياه لسكان القرية بأستخدام ناقلات المياه الخاصة حتى ضمان توفر مصدر دائم ومضمون.

٢ – التعاقد على إنشاء محطة تصفية لمياه الآبار في منطقة الدراسة تعتمد المعالجات المطلوبة (الفيزياوية والكيمياوية) لضمان الحصول على مياه معالجة مطابقة للمواصفات.

المصادر :

١ – محمود، طارق أحمد، *علم وتكنولوجيا البيئة*، دار الكتب، جامعة الموصل، العراق ١٩٨٨

٢ – كمونة، حيدر، "تلوث المياه واثره على البيئة السكنية " *مجلة المدينة العربية* ،العدد ٦، الكويت، ١٩٨٢

٣ – الشكر، عبد الحسن خضير،"دراسة صلاحية المياه الجوفية في مدينة الحلة للأستخدامات المختلفة"، *مجلة جامعة بابل*، العلوم الهندسية، المجلد ٥، العدد ٥، ٢٠٠٠

4 – حلوة، عزت محمد، حسين، سهام محمد، *الدليل التدريبي في مجال الطوارئ الصحية وأصحاح ماء الشرب*، مصر، ٢٠٠٠

5 – ألركابي، ندى خليفة، " *تأثير فضلات مدينة بعقوبة على تلوث نهر ديالى*"، أطروحة ماجستير مقدمة للمعهد العالي للتخطيط الحضري والإقليمي ،جامعة بغداد، ١٩٩٩

6 – السعدي، حسين علي واللامي، علي عبد الزهرة وقاسم، ثائر ابراهيم، "دراسة الخواص البيئية لاعالي نهري دجلة والفرات وعلاقتهما بتنمية الثروة السمكية في العراق"، *مجلة أبحاث البيئة والتنمية المستدامة*، المجلد الثاني، العدد الثاني، ١٩٩٩

7 – الكناني، خالد أسماعيل طاهر،"تأثير مشاريع الري والبزل المستحدثة على بعض الخصائص الكيميائية لمياه منطقة صدامية القرنة"، *مجلة التقني*، البحوث التقنية، العدد ٩٤، ٢٠٠١

8 – السيد، جمال عويس، *الملوثات الكيميائية للبيئة*، كلية علوم بنها، دار الفجر للنشر والتوزيع، مصر، ص ١٢٣، ٢٠٠٠

9 – المصلح، رشيد محجوب، *علم الأحياء المجهرية*، وزارة التعليم العالي، جامعة بغداد، بيت الحكمة، بغداد، ١٩٨٨

10 – حسين، مقداد ومحمد، خليل إبراهيم، *السمات الأساسية للبيئات المائية*، دار الشؤون الثقافية العامة، بغداد، ١٩٩٩

11– كمونة، حيدر، " الأسمدة العضوية من مخلفات المدينة" *مجلة النفط والتنمية*، بغداد، العدد ٣، ١٩٨٣

12 – السعدي، حسين علي، *علم البيئة*، دار اليازوردي للنشر والتوزيع، عمان – الأردن، ٢٠٠٨

13 – الشوك، راكان محمود والسعدي، ضحى عبد الأمير، "تقييم صلاحية مياه الآبار الأرتوازية للأستعمال المنزلي والري"، *لمؤتمر العلمي السادس*، هيئة المعاهد التقنية، بغداد (p, 138-140)، ١٩٩٨

١٤ – الكندي، غيداء ياسين رشيد، "مسح نوعي للمياه الجوفية والسطحية في مدينة الكاظمية"، *مجلة الهندسة والتكنولوجيا*، المجلد ٢٧، العدد ١٥، ٢٠٠٩

١٥ – جميل، عبد الستار عزيز وجاسم، صلاح الدين ياسين وخليفة، رفيق أحمد وأندريوس، لندا شاؤول، "دراسة وتحليل الخصائص النوعية لمياه الآبار في منطقة داقوق ومدى صلاحيتها للأستخدامات المدنية"، *مجلة التقني*، المجلد ٢٤، العدد ٣، ٢٠١١

16 – العبيدي، باسم حسين خضير وسلمان، محمد صادق، " دراسة نوعية و مقدار المياه الجوفية في محافظة الأنبار وصلاحيتها للأستخدامات البشرية والزراعية"، *مجلة جامعة النهرين*، المجلد ١٤، العدد ١، آذار ٢٠١١

17 – دائرة ماء بعقوبة، مختبر فحوصات المياه، ٢٠١٠

18 – مديرية ماء بهرز، السيد عبد الوهاب عبد الآله، ٢٠١٠

19 – عمران، عصام عيسى، "التقييم النوعي للمياه الجوفية في مدينة الحلة"، *مجلة التقني*، البحوث التقنية، العدد ٦٩ ، ٢٠٠٠

20 – العبد العالي، عبد الرحمن والرحيلي، عبدالله والزرعة، عبدالله وخان، مجاهد، "كفاءة محطات تنقية مياه الشرب في المنطقة الوسطى من المملكة في إزالة النترات"، *المؤتمر الهندسي السعودي السادس*، جامعة الملك فهد للبترول والمعادن، الظهران، مجلد ٣، شوال ١٤٣٣ هـ

21 – Hamil I. and F. G. Bell,"*Ground water resource development*", Butter worths, England, 1983

22 – http://www.lenntech.com/periodic-chart-elements/

23 – National River Authority (NRA), *water pollution incidents in England and Wales*, 2002 (www.nra.org)

24 – Jean J. Fried, *Ground water pollution- theory, methodology, modeling and practical rules* by Elsevier Scientific publishing company, Amsterdam, Oxford, New York, 1975

25 – E. W. Steel and TERENCE J. McGHEE, *Water supply and sewerage*, fifth edition, international student edition, exclusive rights by McGraw- Hill co. Singapore, printed and bound in Singapore by Fong and Sons printers Pte. Ltd., 1979

26 – World Health Organization, *Nickel in Drinking-water, Background document for development of WHO Guidelines for Drinking-water Quality*, 2005

27 – World Health Organization, *Cadmium in drinking-water. Background document for preparation of WHO Guidelines for drinking-water quality,* Geneva, 2003

28 – Tebbut, T. H. Y., *Principles of water quality control*, 2nd ED., pergamon press. 1977

29 – Todd, D.K., *Ground water Hydrology*, John Wiley and Sons. Inc. Toppan printing company (LTD), New York and London, pp. 535, 1980

جدول رقم (١): الفحوصات المختبرية لنماذج مياه شرب البئرين مع المواصفات القياسية لمنظمة الصحة العالمية

العنصر او المحدد	المواصفات القياسية ٢٠٠٦	تأريخ الفحص										
		12/2010	2/2011	٤/2011	٥/2011	6/2011	7/2011	9/2011	10/2011	١١/2011	1/2012	2/2012
Temp.° C	------	17	19	٢٣	27	30	٣٣	29	23	٢٠	15	١٧
pH	6.5-8.5	7	7.3	7.2	7.1	7.1	7.37	6.9	7.2	7.3	7.4	7.3
الكالسيوم	150 ppm	121	88.9	120	**162**	145	140	**168**	148	140	148	145
المغنسيوم	100 ppm	49	63.3	79.5	94.8	87	84	93.6	98.4	96	98.4	97
الكبريتات	500 ppm	**534**	348	**500**	**530**	**552**	487.2	**570**	**625**	**612**	**560**	**540**
الكلورايد	250 ppm	128	72.3	128	186	209	230.75	214	218	210	218	212
الصوديوم	200 ppm	64	58	78	108	124	95	122	130	127	130	120
البوتاسيوم	no guideline	3.5	3.5	3.2	4.5	4.8	4.3	5.3	6.3	5.9	6.3	6.1
العكارة	5 NTU	0.5	2	1.8	0.8	1.7	1.6	1.7	0.3	0.3	0.2	0.3
العسرة الكلية	٥٠٠ ppm	**507**	486	**540**	**800**	**725**	**740**	**810**	**780**	**750**	**780**	**740**
مجموع الأملاح الذائبة	1000 ppm	**1400**	**1228**	**1267**	**1426**	**1488**	**١٥١٠**	**1656**	**1506**	**1465**	**1506**	**1460**
التوصيلية الكهربائية	1600 µs/cm	**2051**	**1920**	**2027**	**2196**	**2270**	**٢٢٦٥**	**2230**	**2280**	**2344**	**2368**	**2336**
الحديد	0.3 ppm	0.21	0.003	0.252	0.056	0.000	0.000	0.103	0.095	0.000	0.115	0.173
النحاس	2 ppm	0.2	0.213	0.174	0.023	0.023	0.005	0.058	0.07	0.161	0.077	0.053
الكادميوم	0.003 ppm	**0.093**	**0.178**	**0.049**	**0.007**	0.000	**0.02**	0.000	**0.03**	0.000	**0.139**	0.00
النترات	50 ppm	**68**	34.0	3	7.0	12	15	21	18	13	10	5
الرصاص	0.01 ppm	0.005	**0.182**	0.008	0.006	0.000	0.000	**0.025**	0.003	0.002	**0.030**	**0.012**
النيكل	0.07 ppm	0.005	0.00	0.006	**0.097**	**0.097**	0.041	0.036	0.04	0.000	0.006	0.00

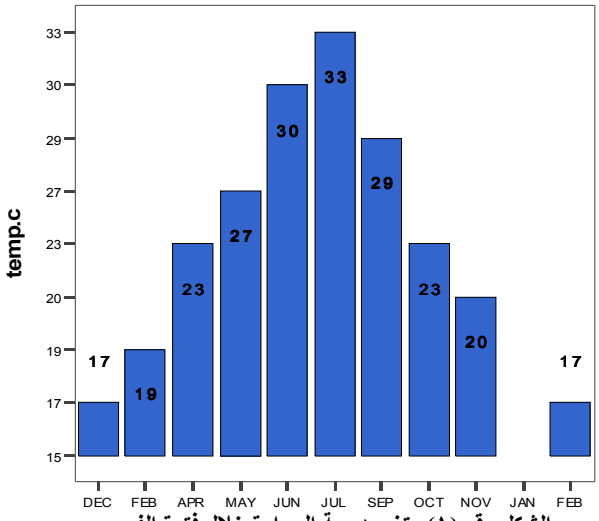
جدول رقم (٢): جدول التحليل الأحصائي

Parameter المحدد	Range المعدل	Minimum القيمة الدنيا	Maximum القيمة القصوى	Mean المعدل	Std. Deviation الأنحراف المعياري	Coefficient of variation معامل التشتت
Temp. C°	18	15	33	23.00	6.02	0.26
pH	0.50	6.90	7.40	7.1973	0.1577	0.022
Ca	79.1	88.9	168.0	138.718	21.909	0.158
Mg	49.4	49.0	98.4	85.545	16.103	0.188
So4	277.0	348.0	625.0	532.591	73.895	0.138
Cl	158.45	72.30	230.75	184.1864	51.2202	0.278
Na	72	58	130	105.09	27.09	0.257
K	3.1	3.2	6.3	4.882	1.177	0.241
NTU	1.8	0.2	2.0	1.018	0.733	0.72

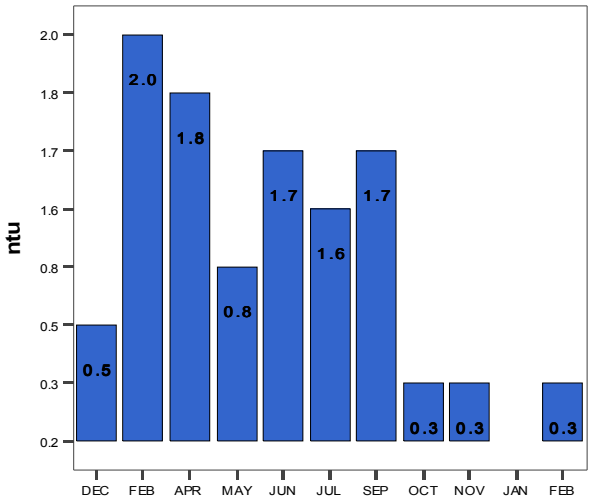
Hardness	324	486	810	696.18	122.36	0.175
TDS	428	1228	1656	1446.55	118.23	0.081
EC	448	1920	2368	2207.91	146.20	0.066
Fe	0.252	0.000	0.252	9.1545E-02	9.0195E-02	0.985
Cu	0.208	0.005	0.213	9.6091E-02	7.6212E-02	0.793
Cd	0.178	0.000	0.178	4.6909E-02	6.2609E-02	1.334
No3	65	3	68	18.73	18.46	0.985
Pb	0.128	0.000	0.128	1.9909E-02	3.7190E-02	1.867
Ni	0.097	0.000	0.097	2.9818E-02	3.7029E-02	1.241

جدول رقم (٣): تصنيف Todd للمياه بالنسبة لمحتواها من المواد الصلبة الذائبة الكلية ومن حيث العسرة الكلية

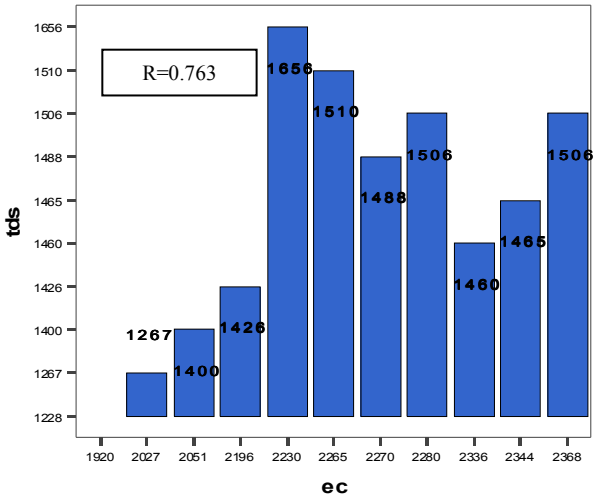
Water Class	Todd [29] With TDS (ppm)	Water Class	Todd [29] with hardness (ppm)
Super Fresh	--	Soft	0-75
Fresh	0-1000	Moderately Hard	75-150
Slightly	--	Hard	150-300
Brackish	1000-10000	Very Hard	Over 300
Strongly Brackish	--		
Saline	10000-100000		
Brine	>100000		



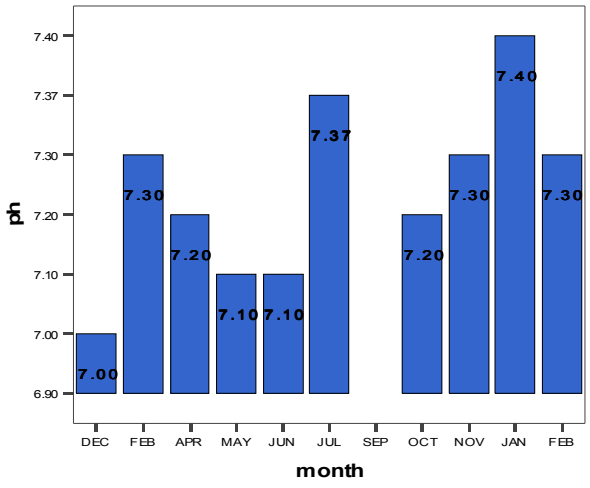
الشكل رقم (١): تغير درجة الحرارة خلال فترة الفحص



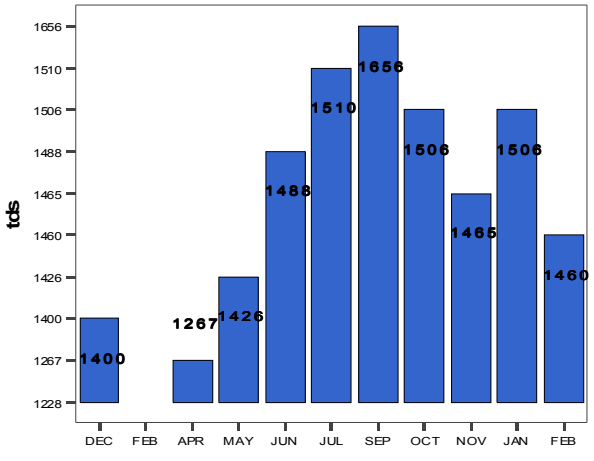
الشكل رقم (٢): تغير العكارة خلال فترة الفحص



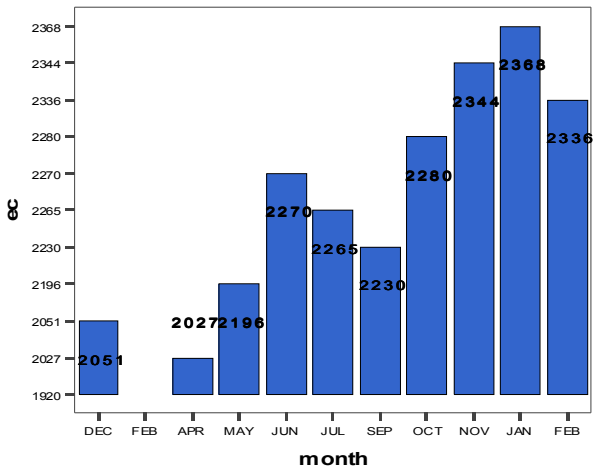
الشكل رقم (٣): الأرتباط المعنوي الموجب بين التوصيلية الكهربائية ومجموع الأملاح الذائبة



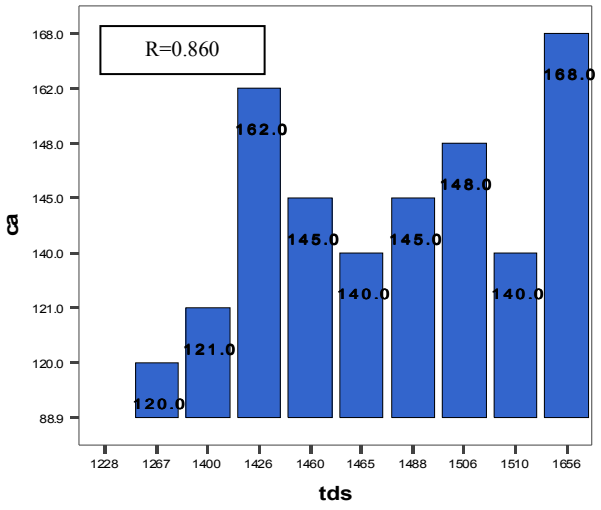
الشكل رقم (٤): تغير الرقم الهيدروجيني خلال فترة الفحص



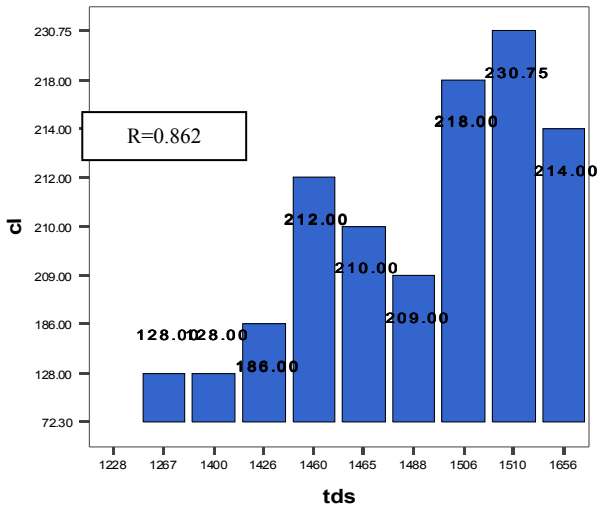
الشكل رقم (٥): تغير مجموع الأملاح الذائبة خلال فترة الفحص



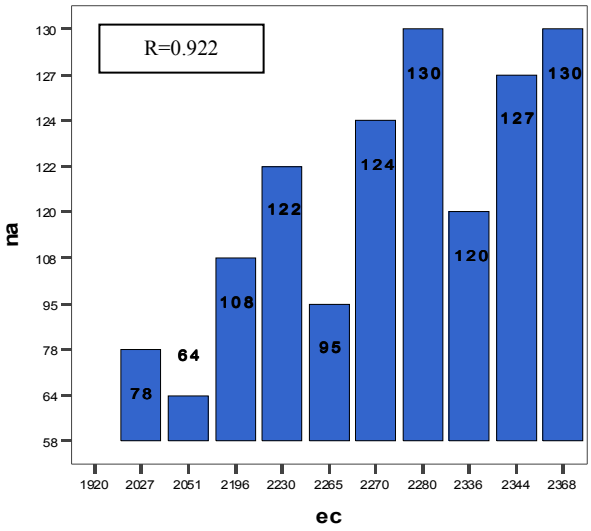
الشكل رقم (٦): تغير التوصيلية الكهربائية خلال فترة الفحص



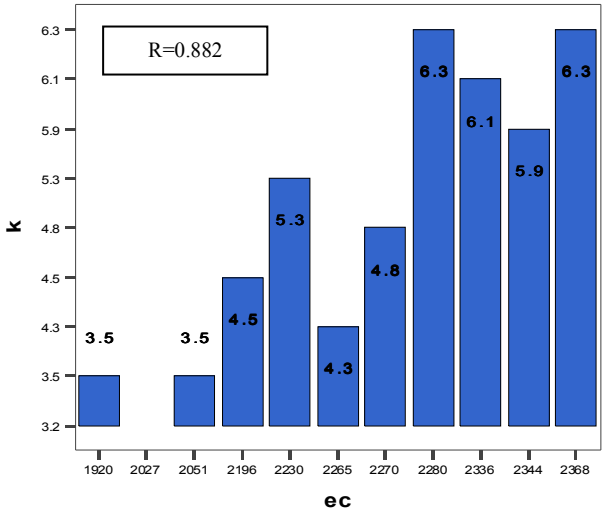
الشكل رقم (٧): الأرتباط المعنوي الموجب بين مجموع الأملاح الذائبة والكالسيوم



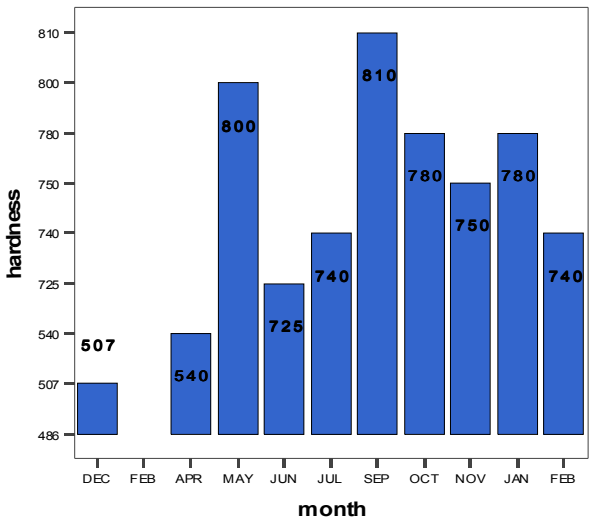
الشكل رقم (٨): الأرتباط المعنوي الموجب بين مجموع الأملاح الذائبة والكلورايد

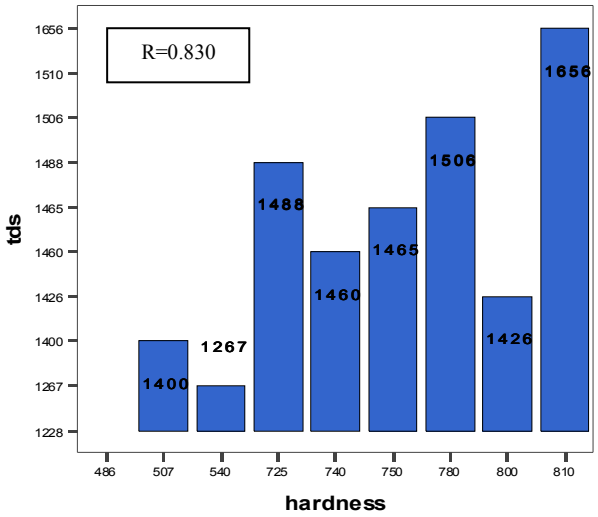


الشكل رقم (٩): الأرتباط المعنوي الموجب بين التوصيلية الكهربائية والصوديوم

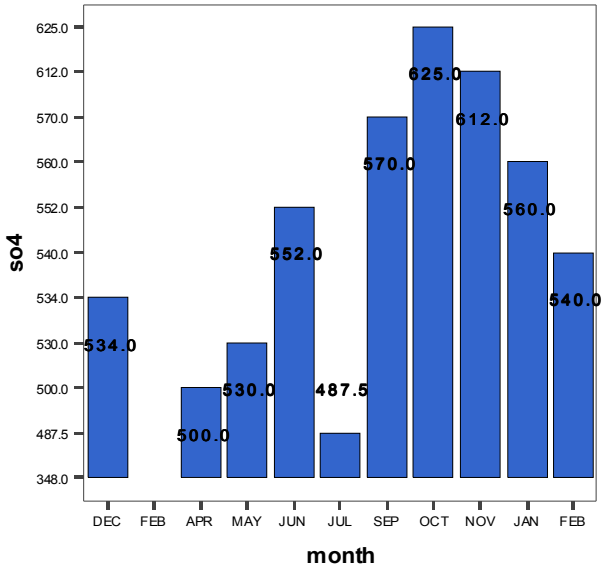


الشكل رقم (١٠):الأرتباط المعنوي الموجب بين التوصيلية الكهربائية والبوتاسيوم

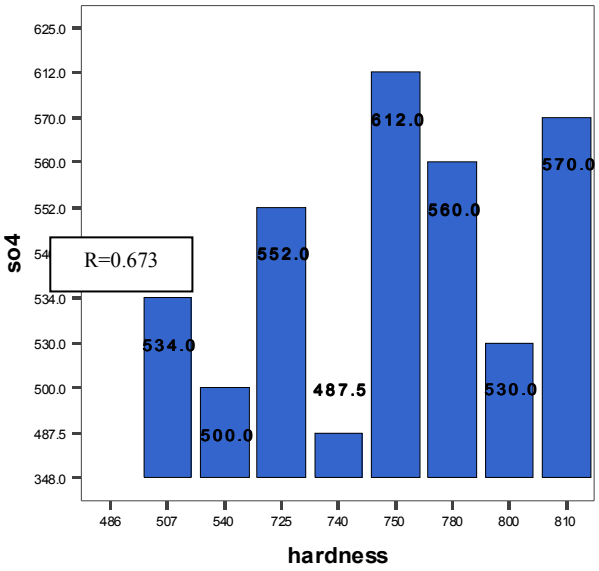




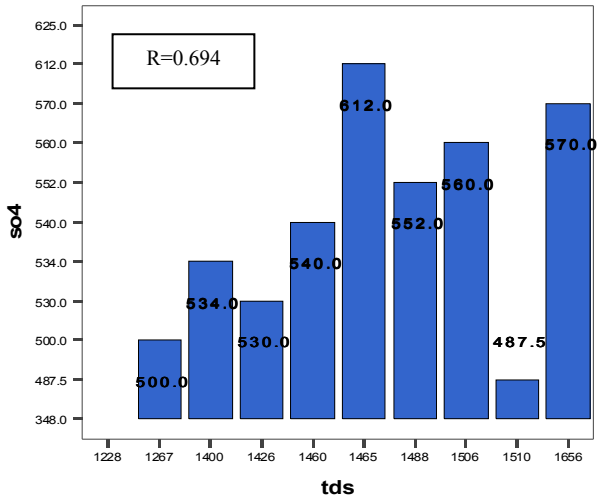
الشكل رقم (١١): تغير العسرة الكلية خلال فترة الفحص



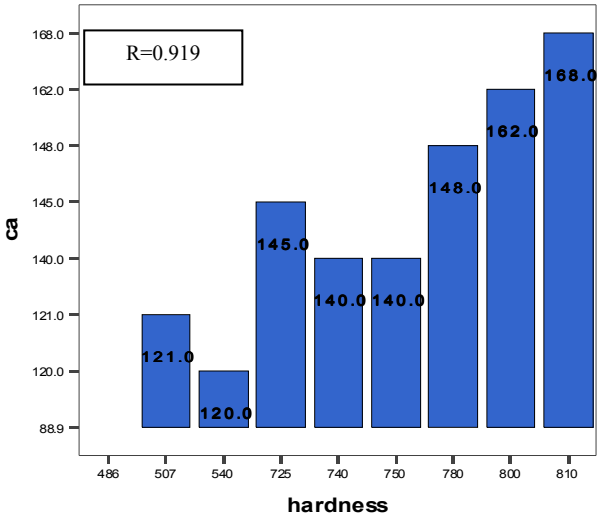
الشكل رقم (١٢): الأرتباط المعنوي الموجب بين العسرة ومجموع الأملاح الذائبة



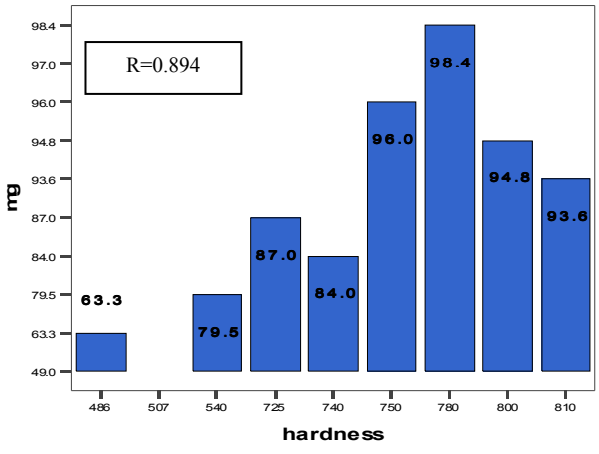
الشكل رقم (١٣): تغير الكبريتات خلال فترة الفحص



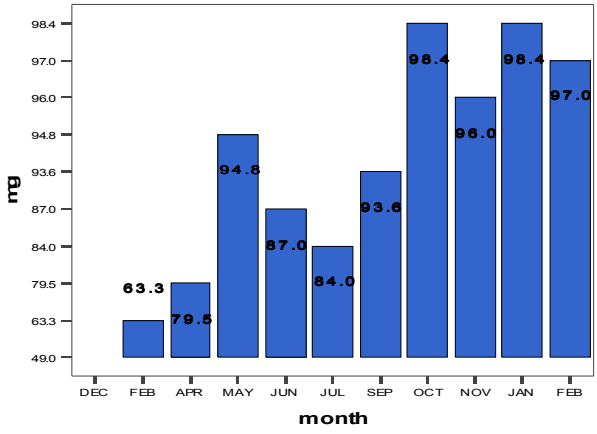
الشكل رقم (14): الأرتباط المعنوي الموجب بين العسرة والكبريتات



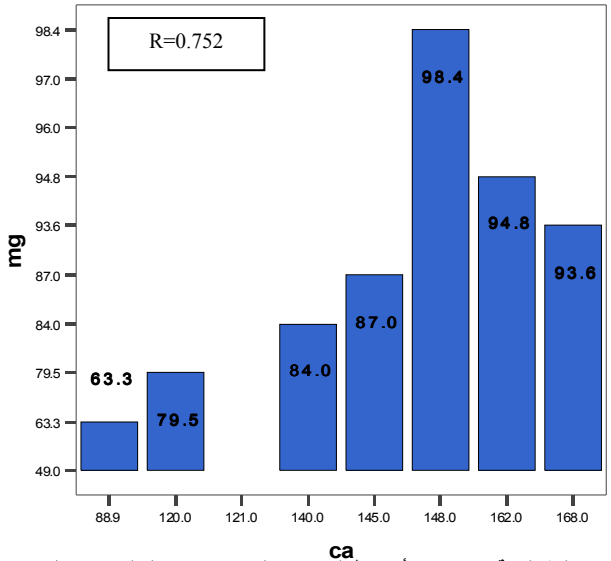
الشكل رقم (١٥): الأرتباط المعنوي الموجب بين مجموع الأملاح الذائبة والكبريتات



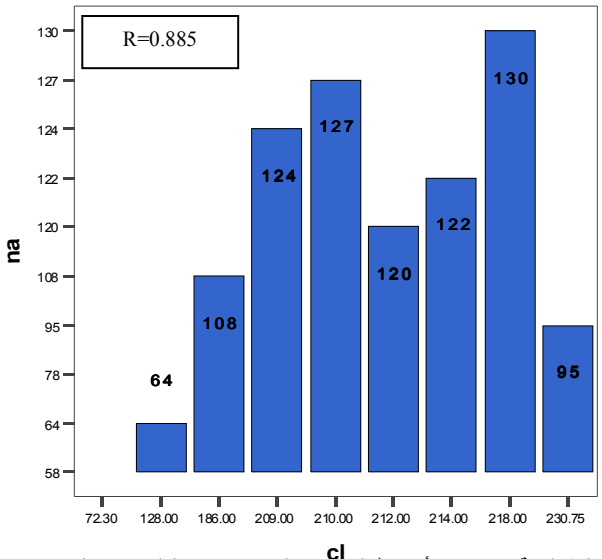
الشكل رقم (١٦): الأرتباط المعنوي الموجب بين العسرة والكالسيوم



الشكل رقم (١٧): الأرتباط المعنوي الموجب بين العسرة والمغنسيوم

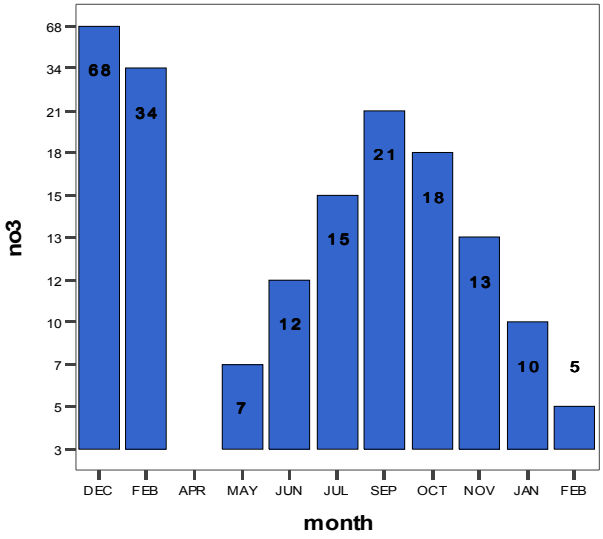


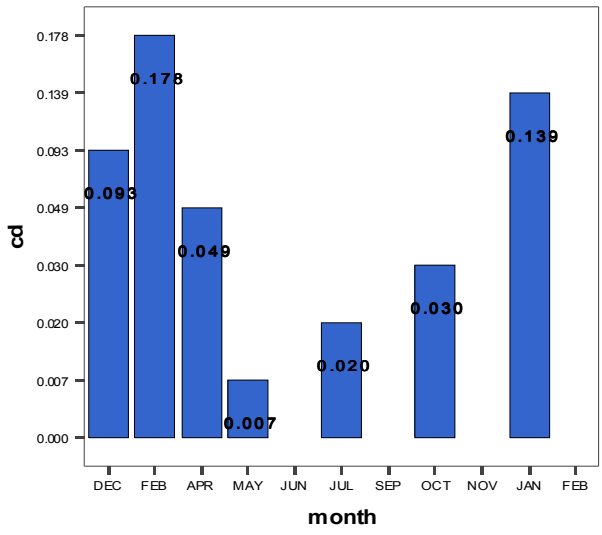
الشكل رقم (١٨): تغير المغنسيوم خلال فترة الفحص



الشكل رقم (١٩): الأرتباط المعنوي الموجب بين الكالسيوم والمغنسيوم

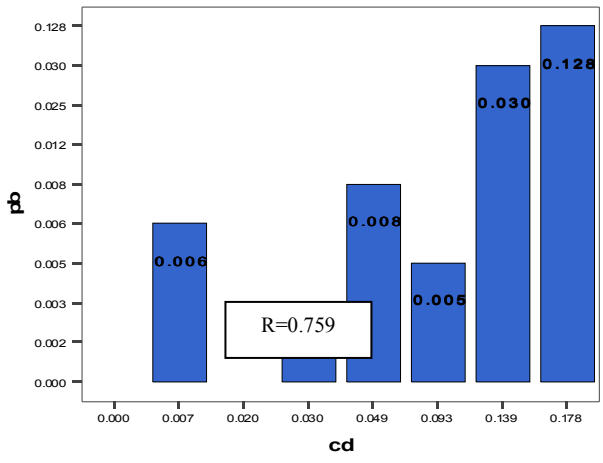
الشكل رقم (٢٠): الأرتباط المعنوي الموجب بين الكلورايد والصوديوم

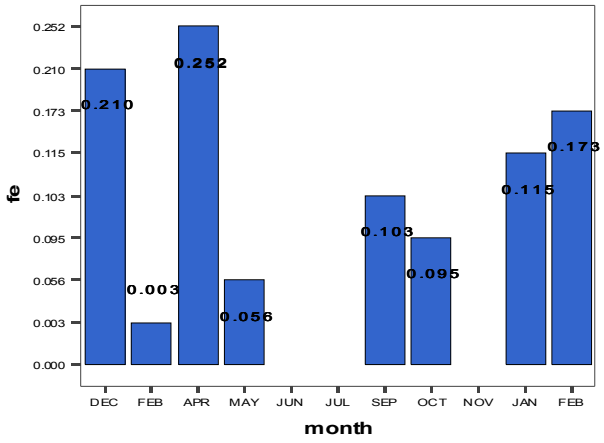




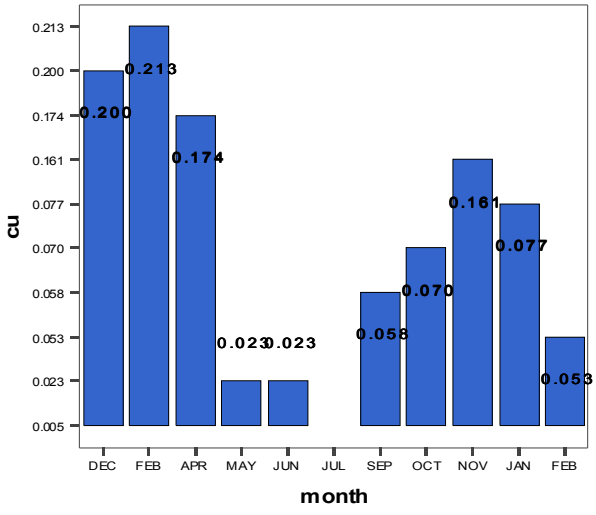
الشكل رقم (٢١): تغير النترات خلال فترة الفحص

الشكل رقم (٢٢): تغير الكادميوم خلال فترة الفحص

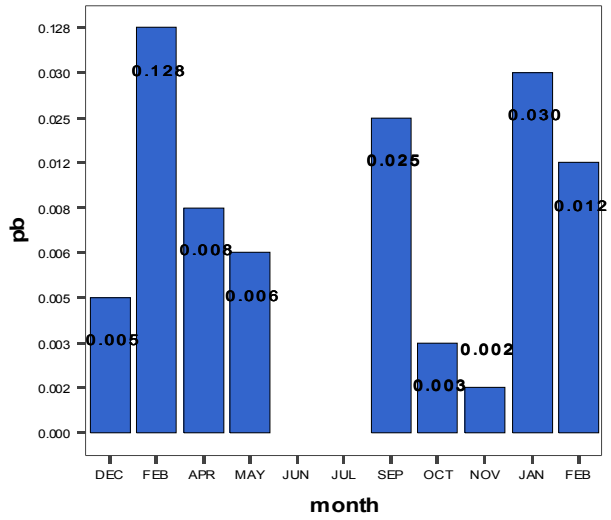




الشكل رقم (٢٣): الأرتباط المعنوي الموجب بين الكادميوم والرصاص

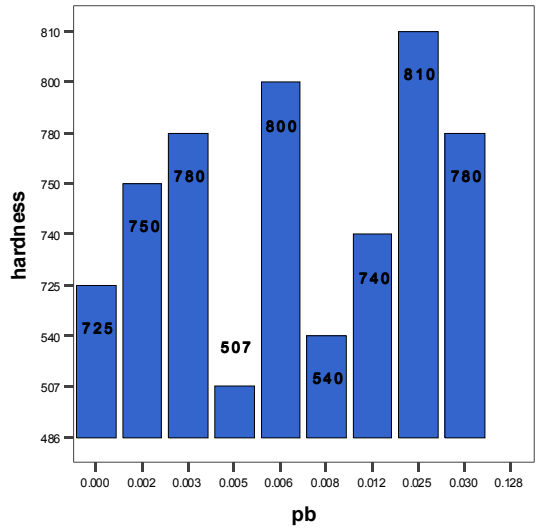


الشكل رقم (٢٤): تغير الحديد خلال فترة الفحص

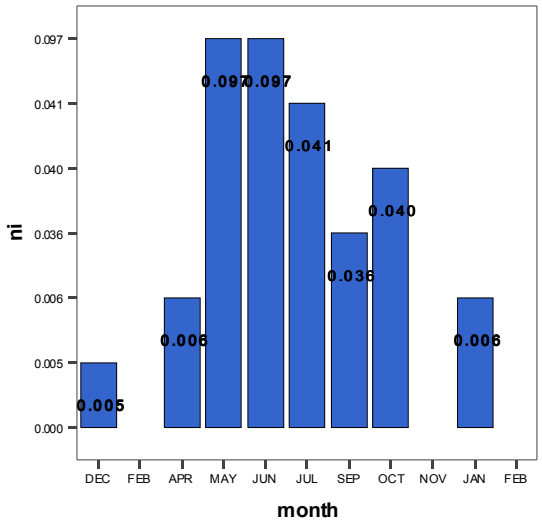


الشكل رقم (٢٥): تغير النحاس خلال فترة الفحص

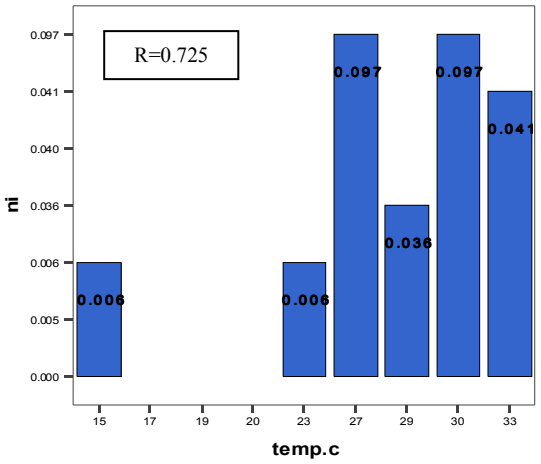
الشكل رقم (٢٦): تغير الرصاص خلال فترة الفحص



الشكل رقم (٢٧):العلاقة بين الرصاص والعسرة الكلية



الشكل رقم (٢٨):تغير النيكل خلال فترة الفحص



الشكل (٢٩):الأرتباط المعنوي الموجب بين الحرارة والنيكل

Correlations

		TEMP.C	PH	CA	MG	SO4	CL	NA	K	NTU	HARDNESS	TDS	EC	FE	CU	CD	NO3	PB	NI
TEMP.C	Pearson Correlatio	1.000	-.306	.391	.191	.029	.355	.138	-.188	.589	.356	.371	.083	-.440	-.615*	-.572	-.275	-.307	.725*
	Sig. (2-tailed)	.	.361	.234	.573	.934	.283	.686	.580	.056	.283	.261	.809	.176	.044	.066	.414	.359	.012
	N	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
PH	Pearson Correlatio	-.306	1.000	-.299	.240	-.216	.105	.075	.252	-.223	.018	-.277	.256	-.247	-.001	.315	-.395	.199	-.379
	Sig. (2-tailed)	.361	.	.371	.477	.524	.759	.827	.455	.511	.959	.410	.447	.464	.997	.345	.230	.557	.250
	N	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
CA	Pearson Correlatio	.391	-.299	1.000	.752**	.750**	.854**	.815**	.629*	-.337	.919**	.860**	.764**	-.062	-.786**	-.705*	-.439	-.658*	.518
	Sig. (2-tailed)	.234	.371	.	.008	.008	.001	.002	.038	.311	.000	.001	.006	.856	.004	.015	.177	.028	.103
	N	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
MG	Pearson Correlatio	.191	.240	.752**	1.000	.595	.795**	.908**	.808**	-.335	.894**	.577	.815**	-.223	-.669*	-.540	-.834**	-.374	.275
	Sig. (2-tailed)	.573	.477	.008	.	.053	.003	.000	.003	.314	.000	.063	.002	.510	.024	.086	.001	.257	.414
	N	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
SO4	Pearson Correlatio	.029	-.216	.750**	.595	1.000	.745**	.789**	.700*	-.638*	.673*	.694*	.751**	.127	-.366	-.619*	-.216	-.787**	.175
	Sig. (2-tailed)	.934	.524	.008	.053	.	.008	.004	.016	.035	.023	.018	.008	.710	.268	.042	.523	.004	.606
	N	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
CL	Pearson Correlatio	.355	.105	.854**	.795**	.745**	1.000	.885**	.772**	-.403	.918**	.862**	.948**	-.243	-.811**	-.662*	-.501	-.672*	.343
	Sig. (2-tailed)	.283	.759	.001	.003	.008	.	.000	.005	.220	.000	.001	.000	.472	.002	.026	.116	.024	.302
	N	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
NA	Pearson Correlatio	.138	.075	.815**	.908**	.789**	.885**	1.000	.906**	-.468	.912**	.758**	.922**	-.241	-.656*	-.560	-.594	-.493	.308
	Sig. (2-tailed)	.686	.827	.002	.000	.004	.000	.	.000	.147	.000	.007	.000	.476	.028	.073	.054	.123	.357
	N	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
K	Pearson Correlatio	-.188	.252	.629*	.808**	.700*	.772**	.906**	1.000	-.668*	.792**	.666*	.882**	-.177	-.463	-.314	-.417	-.287	-.013
	Sig. (2-tailed)	.580	.455	.038	.003	.016	.005	.000	.	.025	.004	.025	.000	.603	.151	.347	.202	.392	.970
	N	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
NTU	Pearson Correlatio	.589	-.223	-.337	-.335	-.638*	-.403	-.468	-.668*	1.000	-.367	-.268	-.580	-.208	.050	.087	-.028	.397	.228
	Sig. (2-tailed)	.056	.511	.311	.314	.035	.220	.147	.025	.	.267	.425	.061	.540	.885	.800	.934	.226	.501
	N	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
HARDNESS	Pearson Correlatio	.356	.018	.919**	.894**	.673*	.918**	.912**	.792**	-.367	1.000	.830**	.874**	-.335	-.821**	-.612*	-.580	-.489	.458
	Sig. (2-tailed)	.283	.959	.000	.000	.023	.000	.000	.004	.267	.	.002	.000	.314	.002	.045	.062	.127	.157
	N	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
TDS	Pearson Correlatio	.371	-.277	.860**	.577	.694*	.862**	.758**	.666*	-.268	.830**	1.000	.763**	-.192	-.685*	-.552	-.158	-.509	.311
	Sig. (2-tailed)	.261	.410	.001	.063	.018	.001	.007	.025	.425	.002	.	.006	.572	.020	.078	.642	.110	.353
	N	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
EC	Pearson Correlatio	.083	.256	.764**	.815**	.751**	.948**	.922**	.882**	-.580	.874**	.763**	1.000	-.230	-.677*	-.538	-.508	-.584	.184
	Sig. (2-tailed)	.809	.447	.006	.002	.008	.000	.000	.000	.061	.000	.006	.	.496	.022	.088	.111	.059	.587
	N	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
FE	Pearson Correlatio	-.440	-.247	-.062	-.223	.127	-.243	-.241	-.177	-.208	-.335	-.192	-.230	1.000	.315	.078	.154	-.235	-.414
	Sig. (2-tailed)	.176	.464	.856	.510	.710	.472	.476	.603	.540	.314	.572	.496	.	.345	.820	.652	.487	.205
	N	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
CU	Pearson Correlatio	-.615*	-.001	-.786**	-.669*	-.366	-.811**	-.656*	-.463	.050	-.821**	-.685*	-.677*	.315	1.000	.598	.546	.483	-.689*
	Sig. (2-tailed)	.044	.997	.004	.024	.268	.002	.028	.151	.885	.002	.020	.022	.345	.	.052	.082	.133	.019
	N	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
CD	Pearson Correlatio	-.572	.315	-.705*	-.540	-.619*	-.662*	-.560	-.314	.087	-.612*	-.552	-.538	.078	.598	1.000	.445	.759**	-.479
	Sig. (2-tailed)	.066	.345	.015	.086	.042	.026	.073	.347	.800	.045	.078	.088	.820	.052	.	.171	.007	.136
	N	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
NO3	Pearson Correlatio	-.275	-.395	-.439	-.834**	-.216	-.501	-.594	-.417	-.028	-.580	-.158	-.508	.154	.546	.445	1.000	.236	-.262
	Sig. (2-tailed)	.414	.230	.177	.001	.523	.116	.054	.202	.934	.062	.642	.111	.652	.082	.171	.	.484	.437
	N	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
PB	Pearson Correlatio	-.307	.199	-.658*	-.374	-.787**	-.672*	-.493	-.287	.397	-.489	-.509	-.584	-.235	.483	.759**	.236	1.000	-.339
	Sig. (2-tailed)	.359	.557	.028	.257	.004	.024	.123	.392	.226	.127	.110	.059	.487	.133	.007	.484	.	.307
	N	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
NI	Pearson Correlatio	.725*	-.379	.518	.275	.175	.343	.308	-.013	.228	.458	.311	.184	-.414	-.689*	-.479	-.262	-.339	1.000
	Sig. (2-tailed)	.012	.250	.103	.414	.606	.302	.357	.970	.501	.157	.353	.587	.205	.019	.136	.437	.307	.
	N	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11

*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

**. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).