

صلاحية استعمال مياه عدد من آبار قرية الخفاجية طبقاً للمعايير العالمية

م.م. عبد الستار جبير الحياتي
كلية البيئة-جامعة الموصل

تاريخ تسليم البحث : 2010/2/8 ؛ تاريخ قبول النشر : 2010/10/3

ملخص البحث :

درست نوعية المياه الجوفية لقرية الخفاجية الواقعة جنوب قضاء حديثة التابع لمحافظة الانبار تبعد هذه القرية (280) كيلو متر غربي العاصمة بغداد، إذ تعاني القرية من قلة المياه والمتوفر منها فان مصدره مياه آبار ذات نوعية رديئة، وقد حددت (8) آبار منتشرة في القرية لجمع العينات وإجراء التحاليل الكيميائية بما فيها الأيونات الموجبة ($K^+, Na^+, Mg^{2+}, Ca^{2+}$) والأيونات السالبة ($CO_3^{2-}, HCO_3^-, Cl^-, SO_4^{2-}$) فضلاً عن قياس العسرة الكلية (TH) والأملاح الذائبة الكلية (TDS) ودرجة الحموضة (pH) والتوصيل الكهربائي (EC). أشارت نتائج الدراسة الى ان هذه المياه لاتصلح لأغراض الري والشرب حسب المواصفات العالمية المعتمدة ، وذلك لاحتوائها على تراكيز عالية من الكبريتات والأملاح الذائبة الكلية إذ وصلت الى ما بين (2688- 4800) و (6249.76 – 8273.23) ملغم. لتر⁻¹ على التوالي .

The validity of using some Al-Kafajia village well's water within standard international regulations

Assist. Lecture Abdul- Sattar Jubeir Al-Hayani
College of Environmental - University of Mosul

Abstract:

The quality of groundwater of Al-Kafajia village is located south of Haditha city in Anbar governorate and 280km West of Baghdad governorate. The village suffers a lack of water and the available water resources come from wells with low quality. Eight wells were identified in the village to collect samples and conducting chemical tests upon it including positive ions ($Ca^{2+}, Mg^{2+}, Na^+, K^+$) , and negative ions ($SO_4^{2-}, Cl^-, HCO_3^-, CO_3^{2-}$), besides, measuring total hardness (TH) and total

dissolved salts (TDS) and degree of acidity (pH) and electrical conductivity (EC).

The study results referred that these waters are not suitable for irrigation and drinking purposes according to standard international regulations because it contains high concentrations of sulphate and total dissolved salts were they reached (2688 - 4800) and (6249.76 – 8273.23) $mg.Liter^{-1}$ successively.

المقدمة :

تعدُّ الموارد المائية ذات أهمية بالغة للزراعة في العالم وفي ضوء شحة هذه الموارد , يدعو الامر الى توجيه العناية المناسبة للتحليل والدراسة والبحث في القضايا والجوانب كافة التي من شأنها أن تسهم في تنمية تلك الموارد وصيانتها, وتحقيق أقصى مستويات ممكنة من نوعية الاستعمال وكفايته . فالزيادة في معدل النمو السكاني أدت الى الزيادة في استهلاك المياه, وترتفع كثير من الأصوات هنا وهناك محذرة من عدم كفاية الماء العذب نتيجة انخفاض المخزون العالمي منه [3] . مما حدا بالإنسان الى استعمال بدائل للمياه العذبة وهي المياه الرديئة ومنها مياه البزل ومياه الصرف الصحي والصناعي , إذ أصبح ضرورة ملحة لتحقيق تنمية زراعية , [2] [1]. وقد أكدت مجمل الدراسات والبحوث في العالم والمنطقة العربية بأهمية استعمال المياه المالحة في الزراعة سواء أكانت مياه آبار أم ميازل ولكن يجب توفر إدارة جيدة لري مثل هذه التربة باستعمال متطلبات غسل تتراوح ما بين 10-40% أو بالخلط أو الري المتناوب , وإن الاستخدام غير المبرمج سوف يؤدي الى تراكم ملحي [19, 18, 3] .

أما فيما يخص العراق الذي يتصف بمعدل سقوط أمطار بحدود 150 ملم/سنة , ومعدل تبخر يزيد عن 2400 ملم/سنة [4] . فإن الموارد المتجددة في المناطق الصحراوية قليلة , والمخزون المائي المستثمر بالآبار متباين من منطقة الى أخرى وبنوعيات متباينة تتراوح من مياه عذبة الى مالحة جداً, فضلاً عن أنَّ غالبية المياه الجوفية ذات نوعيات رديئة [20, 6, 11] ولكون منابع الموارد السطحية تقع في تركيا فانها تقوم الآن بإنشاء (21) سداً على نهري دجلة والفرات لخزن المياه ومنع العراق من الحصول على كفايته من المياه لتطوير الزراعة [7], إذ يصل الى العراق بحدود ثلث الكمية التي كانت تصله سابقاً ومقدارها بحدود 8.45 مليار م³ / سنة وهذا يشكل 40% من أدنى احتياج مائي مطلوب تأمينه للمشاريع الأروائية القائمة حالياً , لذلك فان العراق يعاني عجزاً مائياً كبيراً للأغراض الزراعية للاستهلاك البشري , وعلى هذا الأساس ولتحقيق التوسع افقياً , وتوفير الامن الغذائي , توجهت الاهتمامات نحو استعمال الموارد المائية البديلة عن المياه السطحية العذبة , وذات النوعية الرديئة ويتمثل ذلك باستعمال المياه المالحة بهدف وضع استراتيجية ملائمة للاستعمال الاقتصادي لهذه المياه . لذا ووفقاً لهذا

السياق فالهدف من هذا البحث تحليل مياه عدد من الابار الجوفية وبيان مدى صلاحيتها للري والشرب في ضوء المواصفات العالمية والعراقية ومن ثم الاعتماد على عدد من الوسائل المناسبة لتقليل ملوحة هذه المياه للاستفادة منها في الري والشرب .

المواد وطرائق العمل:

تقع قرية الخفاجية جنوب قضاء حديثة بمحافظة الأنبار وتبعد هذه القرية (280) كيلومتراً غربي العاصمة العراقية بغداد وكما هو موضح في الخارطة رقم (1) التي توضح موقع الدراسة ، فقد اختيرت (8) آبار من أصل (35) بئراً موجودة في هذه القرية حُفرت حديثاً ويستعمل أهالي هذه القرية مياه الابار هذه للاغراض الزراعية . وتمتاز ترب هذه القرية بأنها صحراوية جافة (Aridisol) ذات نسبة متوسطة الخشونة كلسية سريعة الصرف [24] . وأجريت التحاليل الكيميائية لمياه هذه الابار في مختبر مشروع سد القادسية في مدينة حديثة ، وشملت قياس درجة الحموضة (pH) والتوصيل الكهربائي (EC) وتقدير الايونات الموجبة ($K^+, Na^+, Mg^{2+}, Ca^{2+}$) والايونات السالبة ($CO_3^{2-}, HCO_3^-, Cl^-, SO_4^{2-}$) . ايجاد نسبة امتزاز الصوديوم (SAR) والعسرة الكلية (TH) والاملاح الذائبة الكلية (TDS) وهي مدونة وعلى النحو الاتي :-

1. درجة الحموضة (pH) والتوصيل الكهربائي (Ec):قيست بأستعمال جهاز (pH meter) وجهاز (EC meter) على التوالي وبحسب الطريقة الواردة في المصدر [27].
2. الايونات الموجبة : قدر الكالسيوم و المغنيسيوم بالطريقة الواردة في المصدر [28] وكذلك قدر الصوديوم والبوتاسيوم .
3. الايونات السالبة : الكبريتات التي قدرت بطريقة ترسيب كبريتات الباريوم وبحسب ماورد في المصدر [29] وقدر الكلوريد بحسب ماورد في المصدر [29] اما الكربونات و البيكربونات فقد قدرتا بحسب ماورد في المصدر [28] .
4. نسبة امتزاز الصوديوم (SAR) : أوجدت بحسب العلاقة الاتية :

$$SAR = \frac{[Na^+]}{\left(\frac{[Ca^{2+}] + [Mg^{2+}]}{2} \right)^{\frac{1}{2}}} \quad (1)$$

5. العسرة الكلية (TH): أوجدت بحسب العلاقة الاتية :
6. الاملاح الذائبة الكلية (TDS): أوجدت من حساب مجموع الايونات السالبة والايونات الموجبة .



الخارطة (1) تمثل موقع الدراسة

النتائج والمناقشة:

اظهر عدد من القياسات الكيميائية لنماذج الابار بعامة ان مياه آبار هذه القرية مختلف بعضها عن بعض في القيم وكما هو موضح في الجدول رقم (1) ولذلك أجري تقييم لمياه ابار الدراسة لتحديد صلاحيتها للاستهلاك البشري وللاستعمال الزراعي وكما يأتي:

التحليل الكيميائي للمياه :

1. درجة الحموضة (pH):

تراوحت قيم الدالة الحامضية لمياه الابار ما بين (6.05 – 7.40) وهذا المعيار له اثر مهم في تحديد حموضة وسط التفاعل للمياه وقاعديته، إذ نجد حين عرض النتائج الموضحة في الجدول رقم (1) على التصنيف المعتمد انه حدد المدى بين (6.5 – 8.4) الصالح للاستعمال الزراعي ، وأنه لا توجد أي مشكلة في مجال الري، إما من ناحية موازنة الدالة الحامضية لهذه الابار بالتصانيف المعتمدة من قبل [12, 21, 22] فيلاحظ كذلك أن هذه المياه صالحة للشرب إذ حددت مدى pH بين (6.5 – 8.5) للحدود المسموح بها لمياه الشرب. وهذا يتفق مع ما أكده المصدر [3].

2. التوصيل الكهربائي (EC) والاملاح الذائبة الكلية (TDS) :

يلحظ أن أعلى توصيل كهربائي لمياه الابار المستعملة هو في البئر رقم (5) واطأ توصيل هو في البئر رقم (7) اذ تراوحت من أعلى قيمة الى أقل ما بين (7100 – 3930) مايكروسيمنز.سم⁻¹، وهذه القيم تتناسب مع كمية الاملاح الذائبة الكلية عدا الارتفاع في البئر رقم (2) ويأتي هذا الارتفاع في (TDS) الى ارتفاع ايونات الكبريتات وبخاصة القادمة من ذوبان الجبس، اذ تبين حين موازنة النتائج الموضحة في الجدول رقم (1) بالنسبة للتوصيل الكهربائي والاملاح الذائبة الكلية على دليل استخدام المياه للماشية والدواجن والمقترح من قبل منظمة الغذاء والزراعة للابار المستعملة تبين أن مياه هذه الابار تعد مناسبة للماشية وتسبب اسهالاً أو ترفض من قبل الحيوانات في البداية بخاصة للحيوانات الغير المعتادة على مثل هذه المياه ، وتعد غير جيدة للدواجن ، ويمكن ان تسبب لها ابرازاً مائياً وتقلل من نموها وبخاصة الدجاج الرومي [14] إما من حيث صلاحيتها للري فقد كانت المياه المستعملة ذات خطورة متزايدة حين استعمالها [17] وهذا يتفق مع الدراسات التي أجراها كل من [6, 10].

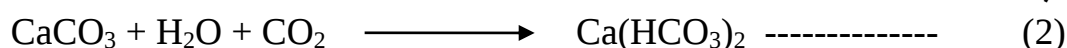
3. العسرة الكلية (TH):

هي مجموع الاملاح الكلية لكاربونات وبيكاربونات وكبريتات وكلوريدات ونترات الكالسيوم والمغنيسيوم. وقد تراوحت العسرة الكلية لمياه ابار الدراسة ما بين (2402.62 و 3653.32) ملغم.لتر⁻¹ وهي بذلك قد تجاوزت الحدود المسموح بها كحد اقصى وهو (500 ملغم.لتر⁻¹) بحسب المواصفات العراقية والعالمية لمياه الشرب وهي [12, 22] في تحديد صلاحية المياه للشرب وهذه الزيادة تعود الى ذوبان مكونات التربة في المياه [13] أو لتفاعل غاز ثنائي أوكسيد الكربون مع حجر الكلس لتكوين البيكاربونات في هذه المياه [13]، اذ تؤثر المركبات الرئيسية التي تسبب العسرة على طعم المياه وتجعله غير كفوء لعملية التنظيف باستعمال الصابون. وله اثر رئيسي في نمو الطحالب وحماية البيئة المائية ،ويعد أيونا الكالسيوم والمغنيسيوم من المواد غير المختزلة للتأثير السمي لعدد من العناصر الثقيلة فضلا عن كونها تؤثر في نمو الطحالب التي تعتمد عليها الثروة السمكية الاحتياطية لهما في التغذية، ولذلك تصنف مياه آبار هذه الدراسة بانها من المياه العسرة جداً لانها تجاوزت الحدود المسموح بها.

4. الايونات السالبة:

القاعدية ($\text{CO}_3^{2-} + \text{HCO}_3^-$) :

المصدر الطبيعي للقاعدية هو الصخور الجيرية وصخور الدولومايت التي يتولد منها الكاربونات والبيكاربونات للصوديوم والكالسيوم والمغنيسيوم وتمثل البيكاربونات الشكل العام او الغالب للمركبات القاعدية ويمكن ايضاح تفاعل الماء مع الصخور الجيرية الذي تنتج عنه البيكاربونات بالمعادلة الاتية :



كانت أعلى نتائج البيكاربونات لمياه آبار هذه المنطقة في البئر رقم (8) وهي (302.56) ملغم HCO_3^- .لتر⁻¹ وأوطأ النتائج كانت في البئر رقم (7) وهي (136.64) ملغم.لتر⁻¹، ولوحظ في البئر رقم (3) أن تركيز الكاربونات كان (9.60) ملغم CaCO_3^{2-} .لتر⁻¹ . إلا ان بقية الآبار لم تظهر فيها تراكيز للكاربونات وهذا يعزى الى ذوبانية صخور الدولومايت والصخور الجيرية [13] وتكوينها البيكاربونات . ولا تؤثر الزيادة في القاعدية تأثيراً كبيراً في صحة الانسان او الاحياء المائية في أنظمة المياه العذبة ، لانها تنظم درجة الحموضة (pH) والذي يتأثر عادة بالنشاط النباتي نتيجة لطرحه غاز ثنائي اوكسيد الكربون من خلال عملية التنفس والتحلل الهوائي للمواد العضوية [13] . ويلحظ أن مياه الابار هذه بحسب المواصفات [12, 21, 22] لصلاحية مياه الشرب أنها لم تتجاوز الحدود القصوى المسموح بها وكذلك صلاحيتها لمياه الري فانها لم تتجاوز الحدود المسموح بها [17].

الكبريتات (SO_4^{2-}) :

مصادر الكبريتات في التربة ناتجة عن أكسدة الكبريتيد الذي يشتق من الصخور الطبيعية (البائرسيت) من تكسر المواد العضوية الكبريتيدية ومن اختزال الكبريتات بواسطة البكتريا اللاهوائية، ومن المصادر الاخرى للكبريتات هي المياه الجوفية الطبيعية [13] . ويلحظ من موازنة تراكيز مياه آبار الدراسة بمواصفات صلاحية مياه الشرب [22, 21, 12] أن هذه المياه لاتصلح للشرب اذ تراوحت من أوطأ تركيز لمياه البئر رقم [6] وهو (2688) ملغم.لتر⁻¹ الى أعلى تركيز لمياه البئرين رقم (1 و 2) وهو (4800) ملغم.لتر⁻¹ علما ان تركيز الكبريتات كان (2000) ملغم.لتر⁻¹ في مياه الشرب مما يسبب الضعف للمواشي والموت [13].

الكلوريد (Cl^-) :

تعد الكميات المناسبة من الاملاح من العناصر الحيوية الكائنات الحية جميعاً . اذ تدخل الكلوريدات الجهاز الهضمي للانسان مع السوائل والغذاء وتكون كميتها الخارجة مع الفضلات والافرازات حوالي (6)غم/شخص/يوم، ويؤثر في النبات والاحياء المائية المتواجدة في مياه المصدر المائي ويجعل طعم المياه غير مستساغ إذا تجاوز حدوده ويؤثر كذلك في الضغط الازموزي للكائن الحي، ويوجد الكلوريد في معظم المصادر المائية تحت الظروف الطبيعية نتيجة لذوبان الصخور الرسوبية والنارية في الماء [13]. وبحسب المواصفات المعتمدة يلحظ أن مياه آبار الدراسة كانت متجاوزة للحدود المسموح بها لمياه الري والشرب [22, 21, 12] وهذا يتفق مع [3].

5. الايونات الموجبة (K^+ , Na^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+}) :

يعد الكالسيوم والمغنسيوم من العناصر المكونة للتربة ويتواجدان عادة في صخور الدولمايت والجبس فضلاً عن مصادرها في المياه الجوفية والاراضي الكلسية ، وتحتوي مياه الينابيع المعدنية ومياه البحر على تراكيز عالية نسبياً من المغنيسيوم ، في حين تحتوي المياه الطبيعية على نسب أقل من المغنيسيوم يشابه الى حد كبير تفاعل تأثير أيون المغنيسيوم مع أيون الكالسيوم فتواجهه في المياه بتركيز عالية يسبب العسرة ،وله ايضا التأثير نفسه في الخواص الفيزيائية والكيميائية للتربة ،وتعد الترب الكلسية غنية بمحتواها من الكالسيوم وقد يصل محتواها الى ما بين 10-20% [15] . ووجد [23] [أن الترب المشتقة من الصخور الرسوبية (Sedimentary Limestone) تكون فقيرة في محتواها من المغنيسيوم الكلي ولوحظ أيضاً أن المغنيسيوم الذائب والمتبادل في الترب يزداد بزيادة نسبة الطين أو (الطين + الغرين). ويلحظ من الجدول رقم (1) أن مياه آبار الدراسة تراوحت بين أعلى تركيز للكالسيوم وكان في البئر رقم (7)

وهو (960) ملغم.لتر⁻¹، في حين كان اقل تركيز للكالسيوم في البئر رقم (1) (300) ملغم.لتر⁻¹ . ويلحظ ايضا ان أعلى تركيز كان في البئر رقم (1) وهو (427) ملغم.لتر⁻¹ . كان اوطأ تركيز للمغنيسيوم في البئر رقم (5) وهو (244) ملغم.لتر⁻¹ . وهذه التراكيز بالنسبة لعنصري الكالسيوم والمغنيسيوم لمياه الابار جميعا تجاوزت الحدود المحددة لصلاحية المياه للري والشرب. أما عنصر البوتاسيوم والصوديوم فإنهما يتواجدان في معادن الفلدسبار وفي المعادن القلوية، ويكون تواجد البوتاسيوم اعتيادياً في المياه العذبة، وأقل بكثير من تركيز الكالسيوم والصوديوم والمغنيسيوم . أما الصوديوم فيعد قياس تركيزه من أهم العوامل المستعملة في تحديد نوعية المياه وصلاحيتها للاغراض البايولوجية بخاصة إذا كانت التراكيز عالية ،وتحتوي أغلب المياه العذبة على تراكيز محسوسة من عنصر الصوديوم ، في حين تحتوي مياه البحار على تراكيز عالية تصل الى (1000) ملغم.لتر⁻¹ [5]. ويترسب الصوديوم كغيره من الايونات الموجبة حين دخوله الى التربة من مياه الري بواسطة التفاعلات المتبادلة مع المعادن الطبيعية الموجودة في التربة مسبباً بذلك ظروفاً فيزيائية غير مرغوب بها خاصة إذا كان ايون الصوديوم هو الايون السائد في المياه اضافة لذلك يؤدي تواجد الصوديوم بتراكيز عالية الى تفرقة وتشتت دقائق التربة مما يؤدي الى سد المسامات البينية وتقليل تهوية التربة وغيض الماء الى داخل التربة [5] . ويلحظ من الجدول رقم (1) أن تراكيز الصوديوم والبوتاسيوم لمياه آبار الدراسة قد تجاوزت الحدود المسموح بها أي إنها لاتصلح للشرب والاعراض الزراعية بحسب المواصفات [22, 21, 12].

6. نسبة امتزاز الصوديوم (SAR) :

تعد نسبة امتزاز الصوديوم من الامور المهمة لتحديد صلاحية المياه للري [3]. إذ تعد مياه آبار الدراسة جميعها مياهاً قليلة الصوديوم ويمكن استعمالها لاي غرض وفي أي تربة، اذ نجد حين موازنة قيم مياه آبار الدراسة مع التصنيف [17] أن هذه المياه المستعملة خالية من المشكلات حين استعمالها بالنسبة الى أمتزاز الصوديوم وهذا يتفق مع ما اكدته الدراسات في المصادر [9, 8, 3] .

وعكست التحاليل الكيميائية جميعاً لمياه آبار الدراسة وبحسب الملاحق (1 ، 2) لمياه آبار الدراسة من حيث صلاحيتها للري والشرب وحسب مواصفات [22, 21, 17, 12] عكست أن هذه المياه لاتصلح للشرب والاعراض الزراعية، وتعد مياه آبار الدراسة هذه من أنواع المياه الكبريتية بحسب ما هو مبين في أطوار الملوحة لـ [25] وبحسب تصنيف مختبر الملوحة الامريكي تعد هذه المياه واقعة تحت صنف المياه (C₄ S₁) أي انها مياه ذات ملوحة عالية وقليلة الصوديوم، اذ يلحظ حصول أمتزاز شديد للصوديوم من معقد التبادل وأزاحته للكالسيوم والمغنيسيوم ونتيجة لذلك يجري ترسيب لايونات البيكاربونات والكاربونات بشكل كاربونات

الكالسيوم والمغنيسيوم ويبدأ الجبس بالتراكم بشكل راسب أيضاً ولو قليلاً وتتميز مياه آبار الدراسة بسيادة الكبريتات والكلوريدات موازنة بكاربونات الصوديوم وبحسب ماهو مبين بالمعادلة الاتية الموصوفة من قبل [25] :-

$$\frac{\text{CO}_3 + \text{HCO}_3}{\text{SO}_4 + \text{Cl}} < 1 \quad \text{-----} \quad (2)$$

واعتمادا على ما تقدم نوصي باستعمال :

1. نوصي بعملية الخلط للمياه المالحة (مياه الابار) مع العذبة ان امكن وازضافة متطلبات غسل ضمن الحدود التي تمنع التراكم الملحي [3] .

2. استعمال محاصيل مقاومة للملوحة في الاراضي الصحراوية ولا سيما الاستراتيجية منها ومن هذه المحاصيل بالنسبة لأشجار الفاكهة (النخيل والرمان والتين والزيتون والعنب) ومن الخضراوات (اللفت والسبانخ) و من المحاصيل الزراعية زراعة (الشعير والبنجر السكري والعصفر والقطن) وهذه المحاصيل جميعها عالية التحمل للملوحة ومرتبة بحسب جداول وصفت من قبل (26) وهناك اساليب يمكن استعمالها لزيادة مقاومة تحمل المحاصيل الزراعية للملوحة وردت في المصدر [14] ومنها :

A. اجراءات التربة والوراثية.

B. تنقيع البذور بمحاليل ملحية قبل الزراعة او رشها بمحاليل تحتوي على محفزات النمو او الهرمونات مثل (سايكوسيل وحامض الجبريليك) ثم زراعة البذور في التربة الملحية.

استعمال عملية التسخين او مواد كيميائية (الزيولايت الطبيعية والاصطناعية) لجعل الماء يسرا او استعمال التقطير او التنافذ العكسي وذلك بتسليط ضغط اصطناعي على الماء المالح. بحيث يؤدي الى حركة الماء المالح الى الماء العذب خلال غشاء نصف ناضح وذو انتقائية معينة, اي يسمح للماء بالمرور مع عدد محدود من الايونات دون سواه من الايونات والاملاح الاخرى وتصنع هذه الاغشية من مواد مختلفة واكثر الاغشية استعمالا في الوقت الحاضر هي المصنوعة من خلاات السليلوز اذ يمكن الحصول على كميات كبيرة من المياه ذات مواصفات ونوعية تسمح باستعماله للاغراض المدنية والزراعية وطريقة التنافذ العكسي اسهل تطبيقاً واكثر اقتصادية من الطرق التقليدية المعمول بها في تحلية المياه المالحة وبخاصة طريقة التقطير.

الملحق (1)

المواصفات العالمية والعراقية والامريكية لتحديد صلاحية مياه الشرب

المعامل	مواصفات منظمة	المواصفات القياسية	مواصفات وكالة حماية
---------	---------------	--------------------	---------------------

Parameter	الصحة العالمية WHO,1996 (ملغم. لتر ⁻¹)	العراقية 1996, IQS (ملغم. لتر ⁻¹)	البيئة الامريكية USEPA,1975 (ملغم. لتر ⁻¹)
TDS	1000	1000	500
pH	6.5 –9.5	6.5 –8.5	–
العسرة الكلية (TH)	–	500	500
K ⁺	–	–	20
Na ⁺	200	200	200
Mg ²⁺	50	50	125
Ca ²⁺	200	150	200
Cl ⁻	250	250	250
SO ₄ ²⁻	250	250	250
HCO ₃ ⁻	–	–	500
NO ₃	50	50	–

الملحق (2)

مواصفات منظمة الزراعة والاغذية (FAO،1989) لتحديد صلاحية مياه الري

ت	طبيعة المشكلة	قيمة الحد الأدنى من الاستعمال		
		لا توجد	قليلة - متوسطة	شديد
1	الملوحة (EC) ds.m^{-1} في 25°C	$0.7 >$	$3.0 - 0.7$	$3 <$
2	مجموع الاملاح الذائبة (ppm)	450	$2000 - 450$	$2000 <$
	نسبة امتزاز الصوديوم	قيمة التوصيل الكهربائي EC		
		$0.7 <$	$0.2 - 0.7$	$0.2 >$
		$1.2 >$	$0.3 - 1.2$	$0.3 >$
		$1.9 <$	$0.5 - 1.9$	$0.5 >$
		$2.9 <$	$1.3 - 2.9$	$1.3 >$
		$5 <$	$2.9 - 5$	$2.9 >$
3	التأثيرات الجانبية للأيونات			
	الصوديوم (meq.L^{-1}) الري السطحي	$3 >$	$9 - 3$	$9 <$
	الكلوريد (meq.L^{-1}) الري السطحي	$4 >$	$10 - 4$	$10 <$
4	التأثيرات العرضية الأخرى			
	النترات $\text{NO}_3 - \text{N}$ (meq.L^{-1})	$0.5 >$	$30 - 5$	$30 <$
	البكاريونات (meq.L^{-1})	$1.5 >$	$8.5 - 1.5$	$8.5 <$
	درجة الحموضة pH	$8.4 - 6.5$	-	-

المصادر : المصادر العربية

1. الدوري, باسم فاضل, 1994 الموارد المائية والامن الاقتصادي في الوطن العربي, اطروحة دكتوراه في العلوم الاقتصادية, كلية الادارة والاقتصادية - جامعة بغداد.
2. خوري, جاف, 1996 الموارد المائية المتاحة للوطن العربي في مطلع القرن الحادي والعشرين, مجلة الزراعة والمياه, العدد 16,.
3. الحياي, يعرب معيوف, 2003 تأثير نوعية المياه لبعض الابار في خواص التربة ونتاج الذرة البيضاء, رسالة ماجستير. كلية الزراعة - جامعة الانبار.
4. الحديثي, عصام خضير حمزة و موسى فتيخان ياسين, 2000 الاساليب العلمية في معالجة العجز في الاستهلاك المائي للاغراض الزراعية في الظروف الصحراوية (الصحراء الغربية العراقية : نموذج للدراسة), مجلة الزراعة والمياه, ص: 99-106,.
5. الصائغ, عبد الهادي يحيى و اروى شاذل طاقة, 2002 التلوث البيئي, جامعة الموصل - العراق .
6. ياسين, موسى فتيخان, علي حسين ابراهيم و ادهام علي عبد, 1998 استعمال مياه الابار في منطقة حليوات الصحراوية في الرمادي للزراعة. مجلة البحوث الزراعية - المجلد الثاني - العدد الثاني .
7. الجميلي, عبود محمد هزيم, 1999 التقليل من تأثير ملوحة ماء الري باستخدام نظام الري الثنائي, رسالة ماجستير, جامعة بغداد - كلية الزراعة.
8. شكري, حسين محمود, 2002 تأثير استخدام المياه المالحة بالتناوب والخلط في نمو الحنطة وتراكم الاملاح في التربة, اطروحة دكتوراه, كلية الزراعة - جامعة بغداد.
9. عبد, مهدي كاظم عبد الكاظم, 1995 دراسة نوعية مياه نهر صدام وامكانية استخدامها في الزراعة. اطروحة دكتوراه في علوم التربة. كلية الزراعة - جامعة الموصل.
10. الجبوري, جسام سالم وعبد القادر عبش الحديدي, 2002 تأثير الري بمياه الينابيع في بعض الخصائص الكيميائية للتربة في محافظة نينوى. مجلة الزراعة العراقية (عدد خاص), مجلد 7 العدد 2, كانون الثاني .
11. اليوزبيكي, قتيبة توفيق ويوسف فرنسيس اقليمس, 2005 دراسة هيدروجيوكيميائية وجيوفيزيائية لأبار عميقة مختارة في منطقة الحمدانية شمال العراق. مجلة علوم الرافدين. المجلد 16 العدد 1 خاص بعلوم الارض. ص: 136-151, .
12. المواصفات القياسية, 1996 المواصفات العراقية لمياه الشرب, مسودة تحديث المواصفات العراقية رقم 417.

13. غازي، عامر احمد، 2001 سبل حماية وتحسين بيئة المصانع. الطبعة الثانية المنقحة.
14. الزبيدي، احمد حيدر، 1989 ملوحة التربة -الاسس النظرية و التطبيقية، جامعة بغداد - العراق .
15. عواد، كاظم مشحوت، 1987 التسميد وخصوبة التربة، جامعة البصرة - العراق.
16. عباوي، سعاد عبد ومحمد سليمان حسن، 1990 الهندسة العملية للبيئة، فحوصات الماء، جامعة الموصل -العراق .

المصادر الاجنبية

17. FAO , 1989. Water Quality for Agriculture Irrigation and Drainage. Paper 29 Rev. 1FAO, Rome. 147 p. .
18. Grattan, S.R. and Rhoades J.D. 1990. "Irrigation with Saline ground water and drainage water". In: Agricultural Salinity Assessment and Management Manual. K.K. Tanji (ed.) ASCE, Newyork,.
19. Hamdy, A. 1995. "Saline water use and Management for Sustainable Agriculture in the Mediterranean Region" In: Works open farm sustainable use for Saline water in irrigation: Mediterranean experiences 5-8 Oct. Hammamet Tunisia, pp 1-46 .
20. Mustafa, M.H. and K.T. Al – Youzbakey. 1998. Hydrogeochemical. Nature of Some Selective Water Resources in Al –Derah Villages – Northern Iraq. Raf. Jour. Sci., Vo1.9, No. 1, pp 21-32 .
21. U.S.. Public Health Service Drinking Water Standards Public. 1975. 969. Washington, D.C. 61 p .
22. WHO, 1996. Guidelines for Drinking Water Quality, 2nd . ed. Vol. 21, Geneva, Switzerland .
23. Lombin, G. and Fayemi, 1976. A.A.A Soil Sci. 122; 91 – 99 .
24. Al – Agidi, W.K. 1981. "Proposed Soil Classification at the Series Level for Iraqi Soils. II: Zonal Soils.
25. Kovda, V. and Bazeliveg Cited from Panin, 1965. P.S (1968). Process of Salt Removal During Leaching (Russian) .
26. Hand book No. 60. 1954. Diagnosis and Improvement of Saline and Alkaline Soils. VSSL, USDA .
27. Page, A.L.(ed.). 1982. Methods of Soil Analysis , Agron.9, part 2:Chemical and Mineralogical Properties , 2nd ed.,Am. Soc. Agron.,Madison, WI, USA .
- 28.Black ,C.A; Evans D.D.; white J.L; Enminger L.E.; clark F.E.,and Dinaur R.C . 1965. Methods of Soil Analysis .Agron.9,Am.Soc.Agr. Madison, Wi.U.S.A.
- 29.Richards,L.A. 1954 .Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils. USDA Agric .Hand book 60 .Washington ,D.C.