تأثير عمليات الري على المياه الجوفية في منطقة مشيرفة

م. هدى هاشم بدر*

الملخص

تمتاز منطقة مشيرفة الواقعة في الجزء الشمالي الغربي من مشروع ري الجزيرة الشمالي بقلة الأمطار الساقطة وسرعة التبخر وارتفاع درجات الحرارة صيفاً. قبل تنفيذ مشروع الري كانت الأمطار تمثل المصدر الرئيسي للري على الرغم من قلتها وتذبذبها، وتستخدم المياه الجوفية لأغراض الشرب والاستعمالات المنزلية. وقد بلغ عمق الآبار الجوفية المحفورة في المنطقة أكثر من 200 متراً عن سطح الأرض الطبيعية وكان أقصى عمق للمياه الجوفية15 متراً عن سطح الأرض الطبيعية، وقيمة التوصيل الكهربائي 1.0 ديسيمنز/متر. في هذا البحث تم أخذ سبعة نماذج من المياه الجوفية وأجريت الفحوصات والتحاليل اللازمة عليها كما قِيسَتْ مناسيب المياه الجوفية في الآبار السطحية الموجودة في المنطقة في تشرين الأول 2004. تبيّن من هذا البحث إن مناسيب المياه الجوفية في منطقة البحث قد ارتفعت إلى (0.5 -9.5) متراً عن سطح الأرض الطبيعية وزيادة تركيز الأملاح فيها وتغدّق التربة، نتيجة للضائعات الكثيرة من مياه الري التي تترشح داخل التربة إلى المياه الجوفية والمياه المتسربة من شبكات الري والقنوات. وذلك بسبب تغير طريقة الري في المنطقة من الري بالرش باستخدام أجهزة الري بالرش الخطية الحركة إلى طريقة الري السيحي. كما حُدِّدَ مدى صلاحية هذه المياه للاستخدامات المختلفة.

الكلمات المفتاحية: مشيرفة المياه الجوفية الري تغدّق التربة

* مدرس مساعد - مركز بحوث السدود والموارد المائية جامعة الموصل - العراق

المقدمة

تحافظ النظم البيئية للأراضي الجافة وشبه الجافة على تبادل متوازن للمياه، ولكن هذا التوازن يختل بسهولة نتيجة لفعاليات الإنسان من خلال إدارته السيئة للتربة والمياه. فالزراعة المروية، تتطلب إدارة كفوءة لعمليات الري وتجهيز المياه بكميات كافية ونوعية خاصة، وتقليل الضياعات المائية المتسربة من شبكات الري. تتميز طرائق الري التقليدية بكثرة الضياعات وانخفاض كفاءة الري فيها.تقدر كفاءة الري في العراق أقل من 40% وهي بلا شك منخفضة جداً فضلاً عن الاعتقاد السائد لدى معظم المزارعين بأنَّ المياه الزائدة تعطي إنتاجا أوفر، فكمية المياه المستخدمة لري الهكتار الواحد في الوطن العربي يبلغ 12000متر مكعب/سنة في حين أن المطلوب كمعدل لا يتجاوز 7500متر مكعب/سنة. فالمياه الزائدة عن حاجة النباتات تؤدي إلى تدهور الأراضي الزراعية ورفع مناسيب المياه الجوفية وتغدّق التربة [1].

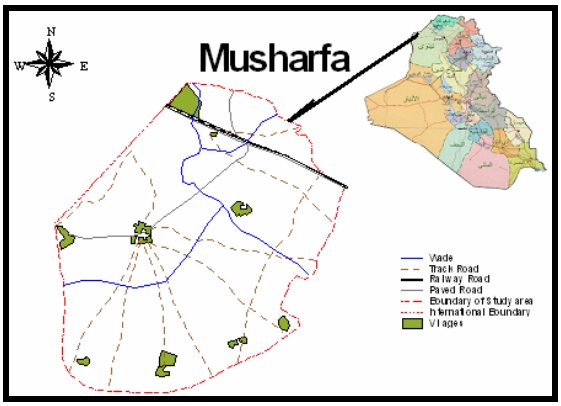
فتغدّق التربة Waterlogged(تشبع التربة بالمياه وتكون منطقة الجذور تحتوي على كميات فائضة من المياه خلال مدة معينة أو لموسم معين أو بصورة دائمة ومنسوب المياه الجوفية قريب من سطح الأرض الطبيعية وقد يرافق التغدّق تملح التربة وقد لا يرافقه)[2]. يعدُّ التغدّق أحد مظاهر التدهور التي تتعرض لها النظم البيئية والزراعية وهي لا تختلف بتأثيرها السلبي عن المظاهر الأخرى كالجفاف والفيضانات والتلوث. وتؤدي فعالية الإنسان دوراً كبيراً في تغدّق التربة من خلال إدارته السيئة للتربة والمياه، لذا يجدر بالحكومات أن تأخذ على عاتقها تجنب الدمار الذي يلحق بالبيئة الزراعية والاقتصاد الزراعي ولاسيَّما أنَّ عملية التغدّق عملية بطيئة وليس من السهل تصورها أو التنبؤ بها قبل أن تؤدي بالفعل إلى خسارة كاملة في الأراضي لا يمكن تعويضها تقريباً. التدهور البيئي الناتج من التغدّق منتشر انتشارا واسعا في الأراضي المروية. هناك العديد من مشاريع الري التي تأثرت بالتغدّق بدرجة بالغة، إذ أدى تشبع التربة بالمياه إلى فقد الطاقة الإنتاجية وهدر بالمياه وإتلاف الأراضي المنتجة، إذْ إنَّ 30% من الأراضي المروية في العالم تعاني من التغدّق. ففي الولايات المتحدة الأمريكية تعاني ثلث الأراضي المروية من التغدّق في باكستان 55 % من الأراضي المروية تعاني من التغدّق حيث بلغ منسوب المياه الجوفية 3 أمتار عن سطح الأرض الطبيعية وفي14% من هذه الأراضي كانت مناسيب المياه الجوفية تتراوح بين (صفر -1.52) متراً عن سطح الأرض الطبيعية . كذلك بلغت نسبة التغدّق في الأراضي المروية في مصر والعراق 93% و60% على التوالي [3].

هدف هذا البحث إلى دراسة تأثير عمليات الري في المياه الجوفية في منطقة مشيرفة وفي نوعية هذه المياه من خلال إجراء الفحوصات الفيزيائية والفحوصات الكيميائية وتحديد مصادر تغذيتها وتحديد استخداماتها المختلفة كالشرب والري عن طريق مقارنتها بالمواصفات القياسية العالمية.

موقع منطقة البحث:

تقع منطقة مشرفة في الجزء الشمالي الغربي من محافظة نينوى، ويتميز بمناخ بارد ممطر شتاءً، وحار جاف صيفاً. أمَّا أراضيها فهي مستوية ذات انحدار قليل من الشمال الغربي نحو حُفِرَتْ في المنطقة إلى أكثر من 200 متر وتستخدم لأغراض الشرب والاستعمالات المنزلية. كانت الأمطار المصدر الرئيسي للري في المنطقة بعد تنفيذ مشروع ري الجزيرة الشمالي تم تحول من الزراعة

البعلية إلى الزراعة المروية الشكل(1) يمثل خارطة توضح منطقة البحث.



الشكل (1) خارطة توضح منطقة البحث مشيرفة

فيزيوغرافية منطقة البحث:

إن منطقة البحث هي عبارة عن ترسبات طمييه نهرية تحتوي على أحجار الجير المتكسرة، فضلاً عن رواسب موضعية من أحجار الرملية والحجار الكلسية. يوجد فيها العديد من الوديان التي تكونت بفعل السيول والأمطار. أمَّا تربتها فهي عبارة عن ترسبات طمييه قديمة التكوين، تربتها خالية من الأملاح (قبل تنفيذ مشروع الري). التربة السطحية منها ذات نسجة متوسطة النعومة مزيجية طينية clay loam ومزيجيه طينية غرينية salty clay loam، وهي ضعيفة البناء والتركيب. الطبقة تحت السطحية ذات نسجة ناعمة طينية غرينية salty clay بناؤها ضعيف إلى متوسط. تقع فوق طبقة جبسية تقع على عمق 175 -200 سم من سطح الأرض، لذا تعدُّ أراضيها ملائمة للري إلا أنها لا تصلح للري السيحي. تربة المنطقة يسود فيها معدن المونتموريللونايت الذي يسبب انتفاخ التربة فضلاً عن وجود الكالسايت والدولومايت. وتتراوح نسبة الجبس (20 -0.05)%ونسبة الكلس (20 -40)% في تربة المنطقة، والطين فيها متوسط إلى عالي الليونة.

هيدروجيولوجية منطقة البحث:

تتميز الطبقة السطحية لمنطقة البحث بتعاقب طبقات الرمل والسلت والطين ابتداءً من السطح. ويمكن ملاحظة التكوينات الجيولوجية الآتية:

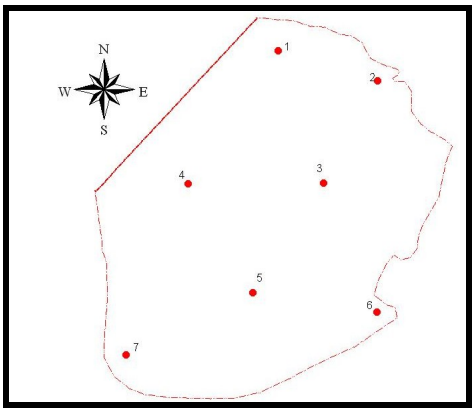
- الترسبات النهرية وتتكون بصورة رئيسة من ترسبات ناعمة كالطين والسلت والرمل، مشكلة طبقة شبه نفاذة للمياه الجوفية. ويبلغ سمكها(30 - 50)م.
- التكوين الجيولوجي الفارس العلوي ويتكون من طبقات متعاقبة من الحجر الرملي والسلت والطين وتتميز طبقة الرمل بتدرج حبيباتها من الناعمة إلى المتوسطة. يتراوح سمك طبقته(200 -300)م. وتعدُّ المستودع الرئيسي للمياه الجوفية في المنطقة والمياه ذات كمية ونوعية جيدة.
- التكوين الجيولوجي الفارس السفلي يتكون من طبقات رقيقة من كبريتات الكالسيوم اللامائية، ويلاحظ تعاقب طبقات سميكة من الجبس والصخور الملحية والحجر الطيني، لذا فإنَّ الماء الجوفي فيه ذو نوعية رديئة لاحتوائه على نسب عالية من الصوديوم والكلوريدات والكبريتات [4].

ويتم تغذية المياه الجوفية بمياه الأمطار والسيول المنحدرة من التلال المحيطة بالمنطقة، ومياه الري الفائضة والضياعات المتسربة من القنوات والمنشآت الري.

مواد البحث وطرائقه:

اختيرت سبع آبار ضمن منطقة البحث والشكل (2) يبين مواقع هذه الآبار.جمعت النماذج المائية من هذه الآبار باستخدام قناني بلاستيكية نظيفة سعة 2.5 لتراً، غُسِلَتْ بماء البئر الذي سوف يؤخذ منه النموذج بعد ضخ الماء من البئر مدة من الزمن لاتقل عن نصف ساعة، وذلك لإزاحة المياه الراكدة التي غالباً ما تختلف في تركيبها عن التركيب الكيميائي للمياه الجوفية. ونُقِلَتْ إلى المختبر مباشرة لإجراء التحاليل الكيميائية والفيزيائية في (مختبر مركز بحوث البيئة والسيطرة على التلوث ومختبر البيئة / كلية الهندسة) في جامعة الموصل من قبل الباحثة وفق الطرائق القياسية المعتمدة (APHA,1985&Richards,1969) كما قِيسَتْ مناسيب المياه الجوفية في الآبار السطحية.

- الأس الهيدروجيني pH: قيس الأس الهيدروجيني باستخدام جهاز pH meter بعد تعديل درجة حرارة الجهاز بحيث تكون مساوية لدرجة حرارة العينة .
- الناقلية الكهربائية Electrical Conductivity قيست باستخدام جهاز EC meter وسجلت القراءة بعد إجراء معايرة لدرجة الحرارة إلى 25 مئوية.
- تركيز إيوني الكالسيوم والمغنيسيوم Ca^{+2} , Mg^{+2}: قيسَ تركيزهما بطريقة التسحيح (EDTA Titrimetric Method) مع محلول Na-EDTA القياسي (N0.02) وباستخدام دليلي (EBT) ودليل الميوريكسايد.
- تركيز إيون الصوديوم والبوتاسيوم Na^{+}, K^{+}: قيسَ تركيزهما باستخدام جهاز مطياف اللهب (Flame Photometric Method).
- تركيز كل من إيوني البيكاربونات HCO_3^- والكربونات CO_3^{--} قيست تركيزهما بتسحيح حجم معلوم من النموذج ضد محلول قياسي لحامض الكبريتيك (N0.05) باستخدام دليلي المثيل البرتقالي والفينولفثالين.
- تركيز إيون الكبريتات SO_4^{-2} باستخدام طريقة حرق الراسب الوزنية.
- تركيز إيون الكلوريد CL^-: قِيسَ تركيزه باستخدام الطريقة الفضية بتسحيح حجم معلوم من العينة ضد محلول نترات الفضة القياسي (N0.014) واستخدام محلول كرومات البوتاسيوم كدليل يحدد نقطة انتهاء التفاعل.

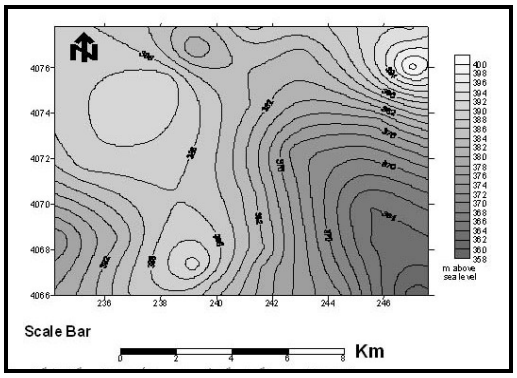


شكل (2) مواقع الآبار التي أخذت منها نماذج الفحص

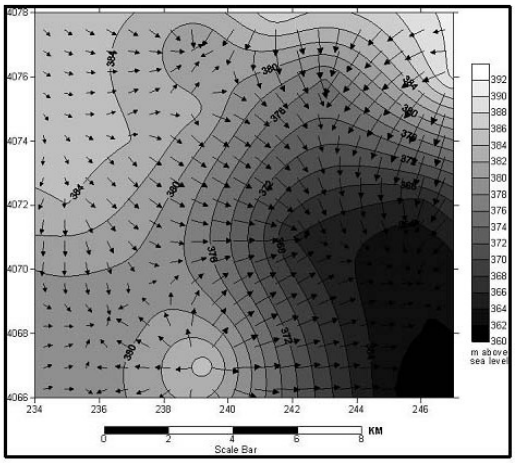
النتائج والمناقشة:

شهدت منطقة البحث في السنوات الأخيرة تغيرات كثيرة، فقد حُفِرَتِ العديد من الآبار والتحول من الزراعة البعلية إلى الزراعة المروية ورافق ذلك العديد من التغيرات الاقتصادية والاجتماعية. لذا فقد تم رسم خارطة طبوغرافية لمنطقة البحث باستخدام البرنامج الحاسوبي الجاهز Surfer 32 (بالاعتماد على الإحداثيات X,Y ومنسوب الأرض الطبيعية) وكما هو موضح في الشكل(3). من الخارطة الطبوغرافية لمنطقة البحث نلاحظ أن أراضيها مستوية تقريباً ذات انحدار قليل من الشمال الغربي نحو الجنوب الشرقي، وتقع أراضي المنطقة على منسوب يتراوح بين (364 -382) متراً فوق مستوى سطح البحر والأراضي التي تحيطها من الشمال والغرب والجنوب الغربي أكثر ارتفاعاً منها وتصل إلى منسوب400 متر فوق مستوى سطح البحر. أمَّا الجنوب الشرقي فيكون أكثر انخفاضاً منها يصل إلى منسوب 365متراً عن مستوى سطح البحر. تفتقر منطقة البحث إلى الوديان والمبازل الطبيعية لتصريف المياه الزائدة، فقط المبازل السطحية التي اعتمدت من قبل المصمم لتصريف المياه السطحية الفائضة. الأرض تنحدر من الشمال الغربي نحو الجنوب الشرقي وحركة المياه الجوفية تكون بالاتجاه نفسه عادة. وقِيسَتْ مناسيب المياه الجوفية في الآبار السطحية فقط (البئر رقم1و2 و3 و 4 و6 وكان عمق المياه الجوفية فيها 8 و9.5 و1و7.5 و1.5 متراً عن سطح الأرض الطبيعية على التوالي) تعذر قياس مناسيب المياه الجوفية في البئرين 5و7 (لكون فوهة البئر صغيرة وتم ربط المضخة على فتحة البئر مباشرة). والشكل(4) يمثل خارطة كنتورية لأعماق المياه الجوفية في منطقة البحث واتجاه حركتها. فالمياه الجوفية تتحرك من الشمال والشمال الغربي نحو الجنوب والجنوب الشرقي وتتجمع في المناطق المنخفضة وأدنى عمق للمياه الجوفية عن سطح الأرض الطبيعية خلال مدة البحث كان0.5

متر في الجزء الجنوب الشرقي من منطقة البحث وأقصى عمق للمياه الجوفية كان9.5 متراً عن سطح الأرض الطبيعية في الشمال الشرقي والشمال الغربي من منطقة البحث.



الشكل (3): خارطة كنتورية تمثل مناسيب الأرض لمنطقة البحث بالنسبة إلى سطح الأرض الطبيعية



الشكل (4): خارطة كنتورية لأعماق المياه الجوفية في منطقة البحث بالنسبة إلى سطح الأرض الطبيعية

كان أقصى عمق للمياه الجوفية في منطقة البحث قبل تنفيذ المشروع هو 15 متراً عن سطح الأرض الطبيعية، والسبب الرئيسي في ارتفاع مناسيب المياه الجوفية، هو استبدال طريقة الري بالرش (باستخدام أجهزة الري بالرش الخطية الحركة التي تصل كفاءة وتناسق الإرواء فيها الى90%) بطريقة الري السيحي (من مساوئ هذه الطريقة أنَّ الضياعات في مياه الري قد تصل إلى 40% فتتسرب هذه الضياعات إلى داخل التربة مسببة ارتفاع مناسيب المياه الجوفية وتلوث البيئة). فالمشروع لم يتم تنفيذه طبقاً للتصميم التي أعدت له بسبب ظروف الحصار التي كان يمر بها البلد. بسبب انعدام شبكة المبازل المغطاة فالمشروع يحتوي على شبكة من المبازل السطحية فقط. علماً بأنَّ الدراسات التي أعدت من قبل المصمم حول منطقة البحث (مشيرفة) بالذات قبل تنفيذ المشروع الإروائي كانت غير ملائمة لطريقة الري السيحي [4].

تتحرك المياه الجوفية من الشمال والغرب إلى الجنوب الشرقي وتتجمع مسببة ارتفاع مناسيب المياه الجوفية إلى العمق الحرج (وهو العمق الذي يبدأ عنده الماء الجوفي بالمساهمة في عملية التملح من خلال صعود الماء إلى سطح التربة بالخاصية الشعرية).

حُلِّلَتْ نماذج المياه لمعرفة تركيز الإيونات الموجبة والسالبة المسببة للملوحة هي (Na, Ca, Mg, K, CL, SO4, HCO3, CO3) وقياس الأس الهيدروجيني PH ولمعرفة تركيز الأملاح الكلية قِيسَتْ التوصيل الكهربائي، والجدولان (1)و(2) يوضحان نتائج الفحوصات الفيزيائية والتحاليل الكيمائية التي تم الحصول عليها من خلال البحث. ولغرض التأكد من دقة التحاليل فقد تم تحويل تركيز الإيونات التي تم الحصول عليها من ملغم/لتر إلى ملي مكافئ/لتر. الجدولين(3) و(4) يبينان نتائج التحاليل الكيميائية التي تم حسابها بالملي مكافئ/لتر، ونسبة ادمصاص الصوديوم SAR% وكاربونات الكالسيوم المتبقيةRSC في المياه الجوفية لمنطقة البحث. وحساب الفرق بين مجموع الإيونات السالبة والموجبة، ولم يتجاوز 10% هذا ما يؤكد دقة التحاليل، لأنَّ المياه في حالة توازن كهربائي، توجد بعض الإيونات المنحلة التي لم يتم قياس تراكيزها مثل الفوسفات والنترات والتي تؤثر في حالة التوازن.

تراوحت قيم الأس الهيدروجيني pH بين (7.0 - 7.8) وعند مقارنة هذه القيم بقيم pH قبل إنشاء المشروع تكاد تكون متقاربة حيث بلغت آنذاك (7.0 -8.1). فالمياه الجوفية في منطقة البحث

متعادلة إلى (قليلة القاعدية في الآبار التي يزداد تركيز البيكاربونات فيها). إن انخفاض قيم pH يقلل من المادة العضوية في التربة مما يؤدي إلى تدهور بناء التربة ويقلل من خصوبتها، كما أنّه يقلل من قابلية النباتات لامتصاص النتريت ويزيد من تركيز المعادن الثقيلة بالتربة. وعند ارتفاع قيمها أكثر من8.5 فإنّها تؤدي إلى تآكل شبكة الري وتعمل على زيادة تركيز الكربونات والبيكاربونات وهذا ما يسمى بالقاعدية وتعطل نشاط البكتريا المنتجة للنتروجين وعمليات النترجة .

تشير نتائج الفحوصات التي أُجريَتْ إلى ارتفاع تركيز الأملاح حيث تراوحت قيم التوصيل الكهربائي التي تم الحصول عليها خلال هذا البحث بين(1.82 -5.25)ديسيمنز/م في المياه الجوفية وهي أكثر من قيمة التوصيل الكهربائي التي تم الحصول قبل تنفيذ المشروع (1980) التي لم تتجاوز 1.0 ديسيمنز/م .كانت أعلى قيمة للتوصيل الكهربائي5.25 ديسيمنز/م في البئر رقم 6 وذلك لقربه من المبزل الرئيسي للمشروع. وبلغت أقل قيمة1.82 ديسيمنز/م في البئر رقم 7 وذلك بسبب عمليات الغسل التي تحدث نتيجة للضياعات الكثيرة من مياه الري ونتيجة لطوبوغرافية المنطقة. التوصيل الكهربائي هو مؤشر كمية الأملاح الكلية الذائبة وقد تم حسابها من العلاقة الآتية:

كمية الأملاح الكلية الذائبة (ملغم/لتر)=640× التوصيل الكهربائي د سيميز/م (عندما تكون قيم ونتيجة للظروف المناخية السائدة والدورة الزراعية المستخدمة في المشروع، فتتركز الأملاح في مقطع التربة وعلى سطح التربة، فضلاً عن الأملاح التي تضاف إلى التربة وتكثيفها نتيجة لاستخدام ماء الري، كما أن مياه الري تعمل على إذابة الأملاح من التربة. فتتحرك المياه الفائضة عن حاجة النباتات خلال مقطع التربة إلى المياه الجوفية.فالأراضي التي تستلم المياه الفائضة عن حاجة النباتات ومياه البزل السطحي من الأراضي المجاورة (ولانعدام المبازل تحت السطحية) تتجمع فيها المياه ويرتفع منسوب المياه الجوفية. كما أن مناخ وجيولوجية منطقة البحث لهما دور كبير في نوعية وكمية الإيونات والمواد الذائبة بالمياه الجوفية. وتحدد إمكانية استخدام المياه الجوفية للاستعمالات المختلفة .

جدول (1): نتائج الفحوصات الفيزيائية لنماذج المياه الجوفية في منطقة البحث

رقم البئر	الأس الهيدروجيني PH	التوصيل الكهربائي ديسيمنز/م	الأملاح الذائبة ملغم/لتر
1	7.8	1.95	1248
2	7.0	3.18	2035.2
3	7.2	5.09	3257.6
4	7.7	4.57	2924.8
5	7.3	4.72	3020.8
6	7.0	5.25	3360
7	7.5	1.82	1164.8

جدول (2): نتائج التحاليل الكيميائية لنماذج المياه الجوفية في منطقة البحث

رقم البئر	الإيونات الموجبة mg/L				الإيونات السالبة mg/L			
	Ca^{+2}	Mg^{+2}	Na^{+1}	K^{+1}	HCO_3^{-1}	CO_3^{-1}	SO_4^{-2}	CL^{-1}
1	64	41	114	1.1	243	127	112	46
2	150	78	105	2.8	367	196	124	98
3	196	102	246	2.4	135	286	318	273
4	378	56	39	1.6	256	303	371	102
5	318	68	105	1.8	285	210	547	92
6	150	50	372	1	186	197	284	456
7	135	34	38	1.5	267	125	119	16

تبيّن من الجدول أعلاه أنَّ تراكيز إيونات الكالسيوم تراوحت بين (64-378) ملغم/لتر وكان أقل تركيز في البئر رقم 1 وأعلى تركيز في البئر رقم 4 ،تراوحت تراكيز إيونات المغنيسيوم (34-102) ملغم/لتر وكان أقل تركيز في البئر رقم 7 وأعلى تركيز في البئر رقم 3. تحتوي الترب الكلسية على تراكيز عالية من إيونات الكالسيوم والمغنيسيوم ومصدر إيونات المغنيسيوم صخور الدولومايت التي تحتوي على كربونات المغنيسيوم. والجبس مصدر لإيونات الكالسيوم. إن زيادة تراكيز إيونات الكالسيوم والمغنيسيوم تعمل على تلبد التربة(Flocculating) حيث تتكون طبقة تشبه الصوف تلصق الإيونات الموجبة بسطوح حبيبات التربة وتربط الحبيبات مع بعضها نظراً إلى شحنتها الثنائية الموجبة مما يزيد من قوة التجاذب مع سطح جزيئات التربة، كما أنهما يحلان محل إيونات الصوديوم ومن ثمَّ يقل تراكيزه داخل محلول التربة[6]

تراوحت تراكيز إيونات الصوديوم (38-372) ملغم/لتر أقل تركيز في البئر رقم 7 وأعلى تركيز في البئر رقم 3 إن زيادة تراكيز البيكاربونات والكربونات يتسبب في ترسيب إيونات الكالسيوم والمغنيسيوم غير الذائبة ويصبح إيون الصوديوم الذائب هو المسيطر بسبب زيادة تركيزه ونظراً إلى كبر حجم إيون الصوديوم وشحنته السالبة والمفردة يعمل على تشتيت التربة نتيجة للفصل الفيزيائي لجزيئات التربة ويعرضها للانتفاخ (Swelling) مما يؤدي إلى انسداد مسامات التربة ويضعف تركيبها ويتشكل سطح صلب (Soil Crust نفاذيته1/1000 من نفاذية التربة التي تحته) مما يصعب على جذور النبات والمياه اختراقه مما يقلل من كمية الماء المتيسر للنبات وخاصة عند الأعماق البعيدة وزيادة الجريان السطحي ومن ثمَّ فقدان المياه وتعرية التربة. كما أنَّ عنصر الصوديوم عنصر سام عند زيادة تركيزه[7].

تراوحت تركيز إيونات البوتاسيوم (1-2.8) ملغم/لتر وكان أقل تركيز في البئر رقم 6 وأعلى تركيز في البئر رقم 2. السبب في التراكيز المنخفضة للبوتاسيوم يرجع إلى قلة تركيزه في المياه الطبيعية، نظراً إلى ثبوتية النسبية في القشرة الأرضية، بسبب دخوله في تركيب بعض الأطيان فضلاً عن المقاومة العالية للتجوئة التي تبديها المعادن الحاوية على البوتاسيوم في تركيبها. إن وجود البوتاسيوم بكميات كبيرة يمنع تدهور الصفات الطبيعية للترب بزيادة الصوديوم المتبادل. وعند وجوده بتراكيز عالية مع إيونات الكالسيوم فإنّه يحد من قابلية النباتات على امتصاص المغنيسيوم، وعادة يزداد تركيزه في الأراضي الزراعية التي تستخدم الأسمدة بكثرة فيها[8].

تراوحت تراكيز إيونات البيكاربونات (135-367) ملغم/لتر وكان أقل تركيز في البئر رقم 3 وأعلى تركيز في البئر رقم 2. وتراوحت تراكيز إيونات الكربونات (125-303) ملغم/لتر، كان أقل تركيز في البئر رقم 7 وأعلى تركيز في البئر رقم 4. إن مصدر الكربونات والبيكاربونات هو ذوبان غاز ثاني أوكسيد الكربون في محلول التربة ويتحكم الأس الهيدروجيني في نسبتهما فتزداد تراكيزهما بارتفاع قيمتها. كما أنَّ اختزال الكبريتات وأكسدة المواد الكربونية يؤدي إلى نقصان في تركيز الكبريتات وزيادة في كمية البيكاربونات وغاز ثاني أوكسيد الكربون وكبريتيد الهيدروجين. والتراكيز العالية من الكربونات يقلل من امتصاص الأملاح وخاصة الفوسفات والنترات من قبل الجذور النباتية لأنها تثبط من فعالية إنزيم سايتوكروم اوكسديز في الجذور[9].

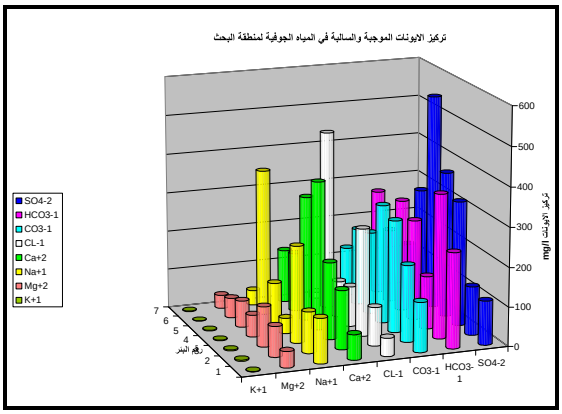
تراوحت تراكيز إيونات الكبريتات (112-547) ملغم/لتر كان أقل تركيز في البئر رقم 1 وأعلى تركيز في البئر رقم 5، ومصدر إيونات الكبريتات في المياه نتيجة التجوئة الكيميائية للمعادن الأولية لصخور الجبس والانهيدرات (التكوين الجيولوجي لمنطقة البحث غني بهذه الصخور) حيث تغسل

بواسطة مياه الأمطار ومياه الري وتترشح خلال التربة إلى المياه الجوفية. في الترب الغدقة عندما تصبح رطوبة التربة أكثر من السعة الحقلية يتحطم تركيب التربة وتتغير كيميائية وميكروبايولوجية التربة نتيجة لغياب الأوكسجين وانعدام التهوية. وعند انعدام النشاط البايولوجي ويزداد نشاط البكتريا المختزلة للكبريت، وتعدُّ من أكثر العمليات الطبيعية فعالية في إزالة الكبريتات بواسطة هذه البكتريا[10] وينتج عن ذلك :

$$CaSO4 + 2C \longrightarrow CaS + 2CO2$$

$$Ca\ S + CO2 + H2O \longrightarrow CaCO3 + H2S$$

تراوحت تراكيز إيونات الكلور(16 -456) ملغم/لتر وكان أقل تركيز في البئر رقم 7 وأعلى تركيز في البئر رقم 6 مصدر إيونات الكلور والكبريتات في المياه نتيجة التجوئة الكيميائية للمعادن الأولية للصخور. والشكل(5) تركيز الإيونات الموجبة والسالبة في المياه الجوفية لمنطقة البحث.



الشكل (5)تركيز الإيونات الموجبة والسالبة في المياه الجوفية لمنطقة البحث

تكون الإيونات الذائبة في محلول التربة بصورة عامة بتركيز أقل من تلك المدمصة(absorption) على سطح حبيبات التربة والمواد العضوية في الترب الجيدة الصرف. فالكبريتات والكاربونات والبيكاربونات والكلور إيونات سالبة ذائبة في محلول التربة يتم امتصاصها من محلول التربة فتتحرك مع المياه إلى المناطق المنخفضة، في حين أنَّ الإيونات الموجبة (Ca^{+2} Mg^{+2} Na^{+1} K^{+1}) تكون ممدصة على سطوح حبيبات التربة أو المواد العضوية يحصل لها عملية تبادل مع إيونات الهيدروجين المدمصة على سطوح جدران خلايا جذور النباتات (نظرية التبادل بالملامسة أي إنها تنتقل من أسطح الغرويات إلى أسطح الجذور دون أن تتحرر أي بدون الحاجة إلى ذوبانها بالماء وتتأثر في درجة حموضة التربة والمحتوى الرطوبي ونوع الإيونات الموجبة المتبادلة). إن ارتفاع نسبة الطين تؤدي إلى زيادة سعة التبادل الكاتيونية (الكمية الكلية من الإيونات الموجبة المتبادلة ويعبر عنها بالملي مكافئ/100غم من التربة).

المياه الجوفية في الآبار 1و2و7 ذات نوعية جيدة وعسرة قليلة لأنها تقع في مناطق مرتفعة بالنسبة إلى الأراضي المجاورة لها فهي مناطق تغذية (recharge) وكانت تراكيز الكبريتات والكلور فيها منخفضة، وذلك لطبيعة هذه الإيونات حيث تكون ذائبة في محلول التربة، مما يجعلها سريعة الغسل في التربة الجيدة الصرف (البزل) في حين يزداد تركيزها في الترب السيئة الصرف. المياه الجوفية في البئر رقم 3 ذات نوعية رديئة لارتفاع نسبة الأملاح المذابة وخاصة الصوديوم والكلور والكاربونات والكبريتات بسبب عمليات البزل وإذابة الجبس. في البئر رقم 4 المياه الجوفية ذات نوعية متوسطة تحتوي على تراكيز مرتفعة من الكبريتات نتيجة لعمليات الغسل من المناطق المجاورة، وكذلك ارتفاع تركيز إيونات الكالسيوم. أمَّا المياه الجوفية في البئرين 5و6 فهي ذات نوعية رديئة لكون أراضيها منخفضة تتجمع المياه فيها من المناطق المجاورة فيزداد تركيز الأملاح المذابة مثل الصوديوم والكلور والكبريتات. كما أنَّ زيادة تركيز إيونات الصوديوم والكلور يؤدي إلى عسرة الماء

وزيادة SAR وعادة الملوحة الناتجة عن الكلور هي أقل ضرراً من الملوحة الناتجة عن الكبريتات.

صلاحية المياه الجوفية للاستخدامات المختلفة

لغرض تقييم نوعية المياه الجوفية للاستعمالات المختلفة فقد حُسِبَتْ نسبة ادمصاص الصوديوم SAR% ومحتوى كربونات الكالسيوم المتبقيةRSC للمياه الجوفية في منطقة البحث والجدول (4)يوضح ذلك.

جدول (4) نسبة ادمصاص الصوديوم SAR% ومحتوى كاربونات الكالسيوم المتبقيةRSC

رقم البئر	ادمصاص الصوديوم SAR%	كربونات الكالسيوم المتبقيةRSC ملي مكافئ /لتر
1	2.736844	1.64942
2	1.732472	1.35347
3	3.550184	6.42589
4	0.495249	9.17393
5	1.394311	9.79143
6	6.719789	1.98345
7	0.757121	0.99096

1.صلاحية المياه الجوفية للاستخدام البشري:

إن مقاييس المياه الجوفية المستخدمة للشرب رغم اختلافها من بلد إلى آخر إلاَّ أنّها متقاربة وتحدد على أساس تأثيراتها في صحة الإنسان ونشاطاته المنزلية. وقد أظهرت نتائج التحاليل وبالمقارنة مع المواصفات العالمية لمياه الشرب[11]، أن كمية الأملاح المذابة في البئرين 1و7 فقط ضمن الحدود المسموح بها، ويمكن استخدامهما لأغراض الشرب. وباقي آبار لا تصلح للشرب. وكانت تراكيز إيونات الكالسيوم ضمن الحدود المسموح بها ماعدا البئر ين 4و5. وتراكيز المغنيسيوم والبوتاسيوم والبيكاربونات ضمن الحدود المسموح بها في الآبار جميعها. وتركيز إيونات الصوديوم ضمن الحدود المسموح بها ماعدا البئر ين 3و6. تراكيز إيونات الكبريتات ضمن الحدود المسموح بها ماعدا البئر رقم 5.

2. صلاحية المياه الجوفية لشرب الحيوانات:

تشتهر منطقة البحث بتربية الحيوانات وخاصة الأغنام والمواشي، فنوعية المياه تؤثر في إنتاج الحيوانات. يعتمد مقدار صلاحية المياه لشرب الحيوانات على كمية الاستهلاك اليومي للمياه لبناء الخلايا الحية للحيوان ودرجة الحرارة والمحتوى المائي لغذاء الحيوان ودرجة الإجهاد وملوحة المياه المستهلكة، لذا قورنت نتائج التحليل مع تصنيف (Lewen and King,1971)[12] الذي يبيّن حدود ملوحة المياه المستخدمة لأغراض شرب الحيوانات المختلفة ووُجِ أنها ذات نوعية مقبولة لشرب الحيوانات لأن كمية الأملاح المذابة أقل من10000ملغم/لتر .

صلاحية المياه الجوفية لأغراض الري:

إن العوامل التي تؤثر في جدوى استغلال المياه الجوفية متعددة وتشمل تركيز العناصر المختلفة وخصوصاً السامة منها والنسبة بين بعض العناصر مثل (الصوديوم والكالسيوم والمغنيسيوم). وتعتمد التراكيز المسموح بها على مدى نفاذية التربة وطبوغرافية الأرض وعمق المياه الجوفية وطريقة الري ونوع المحصول والظروف المناخية وتم تلخيص هذه العوامل التي تحدد صلاحية المياه للري:

- التركيز الكلي للأملاح
- تركيز إيون الصوديوم ونسبة ادمصاص الصوديوم%SAR
- تركيز البورون والمواد السامة
- تركيز البيكاربونات (كربونات الكالسيوم المتبقيةRSC)
- تركيز إيون الكلور[13]

التركيز الكلي للأملاح :

تعدُّ الأملاح الذائبة من أهم العوامل المحددة لاستخدام المياه في الري، من أشهر التصانيف المستخدمة تصنيف مختبر الملوحة الأمريكي لمياه الري اعتماداً على قيم التوصيل الكهربائي ومحتواه من كمية الأملاح الذائبة وقد قُسِّمَ إلى أربعة أصناف C1,C2,C3,C4. وكانت الآبار و7 من الصنف الثاني متوسط الملوحة ملائم للنباتات جيدة التحمل للأملاح مع وجود غسل متوسط للتربة. وباقي الآبار من الصنف الرابع عالي الملوحة جداً وملائم للنباتات

المتحملة جداً للملوحة مع ترب ذات نفاذية جيدة وغسل شديد للأملاح.

تركيز إيون الصوديوم ونسبة ادمصاص الصوديوم%SAR:

نظراً إلى تأثير إيون الصوديوم في التربة والنباتات فقد تم اعتماد مصطلح نسبة ادمصاص الصوديوم **SAR %** (فهي تعبر عن فعالية إيون الصوديوم نسبة إلى الكالسيوم والمغنيسيوم) لتصنيف مياه الري إلى أربعة أصناف إلىS1,S2,S3,S4

$$SAR = \frac{Na}{\sqrt{(Ca + Mg)/2}}$$

كانت مياه الجوفية في الآبار جميعها من الصنف الأول قليلة الصودية وملائمة لري معظم المحاصيل ومعظم أنواع الترب.

تركيز البيكاربونات (كربونات الكالسيوم المتبقيةRSC):

تعدُّ البيكاربونات من الإيونات المهمة في تقييم مياه الري لان زيادة تركيزها تتسبب في ترسيب إيونات الكالسيوم والمغنيسيوم غير الذائبة ويصبح إيون الصوديوم الذائب هو المسيطر بسبب زيادة تركيزه مما يؤثر في نسبة ادمصاص الصوديوم%SAR وينعكس ذلك على تركيب التربة وقد استنبط العالم(Eaton) مصطلح كربونات الكالسيوم المتبقيةRSC وصنفت مياه الري على أساسها إلى ثلاثة أصناف:

$$RSC= (CO3 + HCO3) – (Ca + Mg)$$

والبئر رقم 7 كان من الصنف الأول(ليس له تأثير) كانت الآبار 1و2و3 من الصنف الثاني(متوسط التأثير) وباقي الآبار من الصنف الثالث (شديد التأثير).

تركيز إيون الكلور:

ليس لإيون الكلور أي تأثير في الصفات الفيزيائية للتربة لكنه يستخدم لتقييم نوعية مياه الري من خلال تأثيره في النباتات، صُنِّفَتْ مياه الري إلى أربعة أصناف اعتماداً على تركيز إيون الكلور. كانت الابار1و7 من الصنف الأول يمكن استخدامه للنباتات جميعها ودون ضرر. الآبار 2و4و5 من الصنف الثاني له تأثير معتدل الضرر على النباتات المقاومة البئر 3 من الصنف الثالث ويكون معتدل الضرر للنباتات المقاومة والبئر رقم 6 شديد الضرر على النباتات جميعها.

الاستنتاجات والتوصيات

تبيّن من البحث ارتفاع مناسيب المياه الجوفية في منطقة مشيرفة والمناطق المحيطة بها، وتردي نوعية المياه الجوفية فيها بزيادة تركيز الأملاح بعد تشغيل مشروع ري الجزيرة الشمالي. إنَّ استبدال الزراعة البعلية بالزراعة المروية ممكن أن يسبب ارتفاعاً قليلاً في مناسيب المياه الجوفية بعد سنوات عديدة من الري، وهذه حالة شائعة في الزراعة المروية. إن ما حدث في منطقة البحث يعدُّ ظاهرة غير صحيحة يجب تحديد أسبابها ومعالجتها. فارتفاع مناسيب المياه الجوفية يؤدي إلى تملح التربة الذي سوف يحدد اختيار المحاصيل الزراعية، كما يقلل الإنتاج الزراعي كماً ونوعاً ويجعل العمل في التربة صعبا جدا ويتعذر إصلاح التربة بواسطة البزل بالطرائق القياسية المعتادة. إن من أهم أسباب ارتفاع مناسيب المياه الجوفية وتردي نوعيتها هو الضياعات الكثيرة من مياه الري التي تترشح داخل التربة إلى المياه الجوفية والمياه المتسربة من شبكات الري والقنوات. حيث تم استبدال طريقة الري في المشروع من الري بالرش باستخدام أجهزة الري بالرش الخطية الحركة إلى طريقة الري السيحي، فضلاً عن الإسراف في استخدام الأسمدة الطبيعية والمصنعة والمبيدات الكيميائية.

- خفض منسوب المياه الجوفية بواسطة تصميم شبكة من المبازل المغطاة وإلى عمق أكثر من 2متر .
- جدولة الري واختيار طريقة ري يتم من خلالها التوقف عن الهدر والاستخدام العشوائي للمياه وترشيد الاستهلاك المائي في المشروع .
- تبديل طريقة الحراثة واعتماد أسلوب الحراثة العميقة خاصة في الأطراف الشمالية الغربية من منطقة البحث لتحسين نوعية التربة.
- اختيار المحاصيل الزراعية الملائمة.
- الترشيد في استخدام الأسمدة الطبيعية والمصنعة والمبيدات الكيميائية واستخدامها بأشراف مختصين.

المراجع

1. IWRM,(2004)." IWMI Estimating Water Requirements Guidelines in Arab Region". IWMI International Water Management Institute. Working Paper184.
2. FAO, Food And Agriculture Organization (1971). Salinity Seminar Baghdad. Irrigation and Drainage Paper No. 7, Rome, United Nations .0
3. FAO, Food And Agriculture Organization 1997. Irrigation in the Near East Region in figures. Water Reports No. 9. FAO, Rome.
4. Nedeco, Engineering Con0sultant (1982). North Jazera Irrigation Project ,Geotechnical Report, Netherland .
5. Scherer, T.F., B. Seelig and D. Franzen. 1996. Soil, water and plant characteristics important to irrigation. NDSU Ext. Bull. EB-66.
6. Hanson ,B . ,S.R. Grattan and A. Flton .(1999).agricultural salinity and Drainge. University of California Irrigation Program. University of California,Davis.
7. شهاب، قتيبة احمد (1987).الكيميـــاء الزراعيـــة. دار مير للطباعة والنشر، موسكو، الاتحاد السوفيتي.
8. حسن، خالد فالح . دراسة معادن الطين وبعـــض صفات ترب منطقة الجزيرة، تلعفر، سنجار، بعـــاج. رسالة ماجستير غير منشورة. جامعة الموصل، كلية الزراعة والغابات1982 .
9. Agassi, M., I. Shainberg and J. Morin.(1981).Effect of electrolyte Concentration and Soil Sodicity on The Infiltration Rate and Crust Formation. Soil Science Society of America Journal. 48:848-51
10. كنه، عبد المنعم محمد علـــي.2001 .دراســـة المياه الجوفية الكبريتية في محافظة نينوى.رسالة ماجستير،قسم علوم الحياة ،كلية العلوم ،جامعـــة الموصل،العراق.
11. عباوي، سعاد عبـــد وحـــسن، محمـــد ســـليمان 1990"الهندسة العملية للبيئة فحوصات الماء"، دار الحكمة للطباعة والنشر،جامعة الموصل، العراق.
12. Lewen & King.(1971).in Abdul Hussein ,F.M.(2002) Hydro geological study for Mukhmur Basin , Dept. of Geology ,College of science Baghdad University ,Iraq (Text in Arabic).
13. FAO, Food And Agriculture Organization (1984). Water Quality For Agriculture. Irrigation and Drainage Paper No.48, Rome, United Nations

جدول (3): نتائج التحاليل الكيميائية التي تم حسابها meq/L والموازنة الملحية.

رقم البئر	الإيونات الموجبة meq/L					الإيونات السالبة meq/L					مجموع الأملاح الذائبة	الموازنة %
	Ca^{+2}	Mg^{+2}	Na^{+1}	K^{+}	المجموع	HCO_3^{-}	CO_3^{-}	SO_4^{-2}	CL^{-1}	المجموع		
1	3.1936	3.37266	4.959	0.02805	11.55331	3.98277	4.23291	2.33184	1.29768	11.84518	23.39849	1.247388
2	7.485	6.41628	4.5675	0.0714	18.54018	6.01513	6.53268	2.58168	2.76458	17.89407	36.43425	1.77336
3	9.7804	8.39052	10.701	0.0612	28.93312	2.21265	9.53238	6.62076	7.70133	26.06712	55.00024	-5.21089
4	18.8622	4.60656	1.6965	0.0408	25.20606	4.19584	10.03899	7.72422	2.87742	24.89647	50.10253	0.61791
5	15.8682	5.59368	4.5675	0.0459	26.07528	4.67115	6.9993	11.38854	2.59532	25.65431	51.72959	0.81379
6	7.485	4.113	16.182	0.0255	27.8055	3.04854	6.56601	5.91288	12.86376	28.39119	56.19669	1.042214
7	6.7365	2.79684	1.653	0.03825	11.22459	4.37613	4.16625	2.47758	0.45136	11.47132	22.69591	1.087112

ج

تاريخ ورود البحث إلى مجلة جامعة دمشق 2009/2/4.