دراسة نوعية المياه الجوفية في حقل المشراق/1

غادة يونس عبد الله ألعبيدي

مدرس مساعد - قسم الموارد المائية /كلية الهندسة

الخلاصة

تم تحديد الصفات الكيميائية والفيزيائية للمياه الجوفية في حقل كبريت المشراق /1 وذلك لبيان مدى صلاحيتها لمختلف الاستخدامات المنزلية والزراعية والصناعية ، ولأهمية حقل كبريت المشراق من الناحية الاقتصادية وما يسببه من مشاكل كالتلوث البيئي ، فقد تم اختيار ثمانية من آبار المراقبة الموجودة في منطقة الدراسة . أخذت النماذج على مرحلتين الأولى في بداية شهر كانون الأول عام 2002 و الثانية في نهاية شهر آذار عام 2003 وكان عدد النماذج المأخوذة 32 نموذجا وعلى عمقين مختلفين من سطح الماء في كل بئر، وأجريت عليها الفحوصات اللازمة وكما تم رسم الخرائط الكنتورية التي تبين توزيع ايونات الكبريتات والكربونات والبيكربونات و التوصيلية الكهربائية والأس الهيدروجيني ودرجة الحرارة . و تبين أن المياه الجوفية في هذه المنطقة قاعدية و عالية الملوحة بسبب الزيادة في تركيز الأملاح وخاصة ايون الكبريتات وكانت مابين (177-1771) جزء بالمليون للفحص الأول و(169-1570) جزء بالمليون للفحص الثاني، وكذلك ايونات الكربونات والبيكربونات وكانت أعلى التراكيز في الآبار w3 وw4 و w5 القريبة من الآبار المنتجة للكبريت وذلك بسبب مطروحات حقل كبريت المشراق ، والتي بدورها تتحرك إلى المياه الجوفية والتي تتجه نحو نهر دجلة مسببة تلوثه بأملاح الكبريتات إضافة إلى التلوث الحراري الناتج من المياه الحارة المحقونة في آبار إنتاج الكبريت .

الكلمات الدالة : المياه الجوفية – المشراق – نوعية المياه الجوفية – تلوث المياه .

Study for the Quality of the Ground Water in Meshraq -1

Gada Younis Abdullah AL-Ubaidy

Assist. Lecture - Water Resources Dep. - College Of Engineering

Abstract

The study of chemical, physical characteristic of the ground water is important to determine the suitability of this water for drinking or irrigation and agriculture uses. The study of ground water in Meshraq-1 is so is important for this area from economic power live. Eight wells had been chosen for this study. Results of these tests show that the ground water in Meshraq-1 law quality, due to industrial hot water pumping may cause this deterioration of water especially $SO4^{-2}$ will reach (177-1771) p.p.m for the first test and (169-1570) p.p.m for the second test, $CO3^{-2}$ and $HCO3^{-}$ so this ground water will deteriorate the river.

Key words: ground water – meshraq – quality of ground water – pollution of water.

أستلم في 2007/6/22 **قبل في 2007/11/21**

المقدمة

يدخل الماء إلى التربة بصورة طبيعية نتيجة للدورة الهيدرولوجية للمياه في الطبيعة ويؤثر نشاط الإنسان في نوعية المياه بشكل أو بآخر . إن تلوث المياه الجوفية نتيجة للعوامل الطبيعية يكون قليلا"جدا"مقارنة بالتلوث الذي يحدث من تدخل الإنسان،لأن الطبيعة حاليا ما تستوعب هذا التلوث دون أن يؤثر ذلك تأثيرا" فعالا" في استخدام تلك المياه . تتغير نوعية المياه الجوفية أثناء حركتها داخل التربة وتماسكها مع الصخور ،حيث يتفاعل الماء مع بعض العناصر المكونة لها فيذيب بعضا منها ويرسب أخرى وفقا"لنوعية الصخور ونوعية المياه وطبيعة حركتها ،ولايمكن السيطرة على ذلك إلا بحدود ضيقة جدا"، وللإنسان تأثير كبير مباشر وغير مباشر في تغيير نوعية وكمية المياه الجوفية.

إن لنوعية المياه الجوفية أهمية" لا تقل أهمية عن كمياتها لذا كان من الضروري تحديد مواصفاتها لبيان مدى صلاحيتها لمختلف الاستخدامات المنزلية والزراعية والصناعية ، ولأهمية حقل كبريت المشراق من الناحية الاقتصادية وما يمكن أن يسببه من مشاكل كالتلوث البيئي وتلوث للمياه الجوفية وخطورتها على صحة الإنسان ، باتت مسألة دراسة نوعية المياه الجوفية لهذه المنطقة من الأمور المهمة في الآونة الأخيرة ، تعد منطقة الدراسة معقدة من حيث دراسة المياه الجوفية فيها بسبب حصول انسدادات في كثير من آبار الحقن بالكبريت المتصلب أو ميلان

بعض الآبار بسبب الهبوط الأرضي أو لاختلاف الظروف من درجة حرارة وضغط وفعاليات بايوكيميائية في الأعماق من بئر إلى آخر ومن شهر إلى آخر ، أثناء عملية استخراج الكبريت والذي يتم بضخ كميات من المياه الحارة في الحقل ، وتسرب هذه المياه الحارة الحاوية على تراكيز عالية من أملاح الكبريتات وغاز كبريتيد الهيدروجين إلى نهر دجلة عن طريق المياه الجوفية وتظهر بشكل عيون أو ينابيع مسببة تلوث مياه النهر ، فضلا" عن التلوث الحراري الناتج عن ضخ هذه المياه الحارة في فترة انخفاض مستوى الماء في النهر .

تتميز المياه الجوفية باحتوائها على نسبة من الأملاح الذائبة تختلف من حيث كمياتها ونوعيتها اعتمادا" على مصدر التغذية والبيئة المحيطة بها من حيث الطبقات الصخرية وعلى حركة المياه الجوفية ،مقارنة بالمياه السطحية وذلك بسبب كثرة تعرضها لذوبان الأملاح خلال مرورها بالطبقات الجيولوجية .

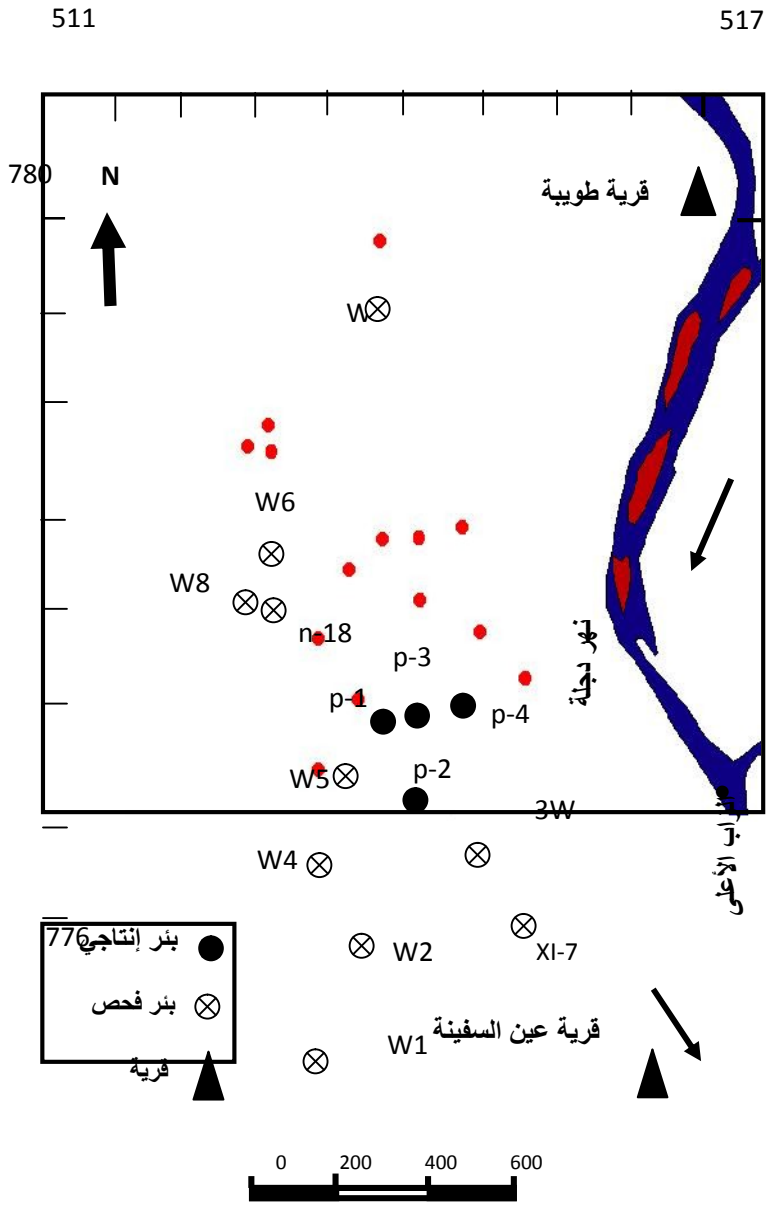
أجريت العديد من البحوث والدراسات حول المياه الجوفية في منطقة المشراق/1 منها الدراسة التي تضمنت أخذ نماذج من مياه عين كبريت وحمام العليل والعيون الصناعية والآبار المحفورة في منطقة المشراق ،واستنتج إن الترسبات الكبريتية السائلة والمتسربة غالى نهر دجلة تؤثر بشكل واضح على نوعية المياه في منطقة المشراق [1] . درست المنطقة من ناحية التصدي للهبوط الأرضي ومخاطره على المنطقة مع إعطاء المعالجات الضرورية لمنع أو تقليل هذه الظاهرة في المنطقة ، ودراسة المنطقة من الناحية الاقتصادية وأثبتت الدراسة ، وجود سربات للمياه الصناعية الحارة التي تحقن إلى حقل المشراق/1وتم اتخاذ الحلول المناسبة للحد من هذه الظاهرة [2] . أجريت دراسة لنوعية مياه نهر دجلة من خلال دراسة مخلفات الشركة العامة لكبريت المشراق في أربع مناطق وتأثيرها على القرى المجاورة وأسباب هجرة أهالي القرى جنوب المشراق وكان من نتائج البحث أن المياه ملوثة لاتصلح للاستخدام العام [3] . وتم تطوير نموذج رياضي حاسوبي وتطبيقه على منطقة المشراق/1 لحساب مقدار الهبوط في مناسيب المياه الجوفية في 20 بئر مراقبة وعدد من الآبار الانتاجية ومقارنة الهبوط في مناسيب المياه الجوفية المرصودة مع المحسوبة باستخدام الموديل وكذلك تحديد اتجاه حركة المياه الجوفية وكانت باتجاه النهر وأصبح النهر منطقة تصريف طبيعية للمياه[4] .أخيرا" تم دراسة المياه الجوفية الكبريتية التي يزيد تركيز ايون الكبريتات فيها عن 500 ملغم/لتر الواقعة ضمن محافظة نينوى و تحليل نماذج مائية جمعت من مناطق مختلفة في منطقة الدراسة[5] .

إن الهدف من البحث هو دراسة نوعية المياه الجوفية في حقل كبريت المشراق /1 من خلال إجراء بعض الفحوصات الفيزياوية والكيميائية اللازمة وتقييم استخدام هذه المياه الجوفية لأغراض الري والاستخدامات البشرية الأخرى ومدى تأثيرها على مياه نهر دجلة من خلال تسرب المياه الملوثة بأملاح الكبريتات وغيرها إليه.

خصائص منطقة البحث

ا- موقع منطقة البحث:

يقع حقل كبريت المشراق/1**شمال العراق وعلى بعد** 45 كم جنوب مدينة الموصل **وعلى** الضفة الغربية لنهر دجلة عند خط طول(20 ^{o}43) **ودائرة عرض** (00 ^{o}36)**وحقل مشراق**/2 هو الجزء المحصور بين دجلة والزاب الكبير للجهة الشرقية لنهر دجلة أما مشراق /3 فهو الجزء المحصور بين دجلة والزاب الكبير جنوباً ، يتميز حقل كبريت المشراق/1 بأراضي متموجة وتلال غير مرتفعة بصورة عامة وتتراوح بين الأراضي الرسوبية عند حوض نهر دجلة وأعلى التلال التي تقع شمال قرية السفينة القريبة من هذا الموقع ،ويتفاوت ارتفاع أراضي حقل المشراق بين (187 -291)م عن مستوى سطح البحر عند نهر دجلة ، أما عموم أراضي حقل المشراق فتكاد تكون منبسطة وترتفع عن مستوى سطح البحر بانحدار شديد بحدود 70 **م مكونة** وديان متشعبة في بعض مناطق وسط المشراق [6] ، وتنتشر عليها جميع الآبار المنتجة للكبريت وآبار المراقبة في الحقل كما موضحة في الشكل (1) .



الشكل (1) يبين مواقع الآبار التي تم أخذت منها النماذج ضمن منطقة البحث

ب- المناخ:

يمتاز مناخ منطقة البحث بكونه حار جاف صيفا" **بارد ممطر معتدل الرطوبةشتاء**"، إذ يبدأ الموسم المطري بشهر تشرين الأول ويمثل هذا الشهر الفترة الانتقالية من الجفاف إلى الرطوبة وينتهي في شهر مايس وهو فترة التحول من الرطوبة إلى الجفاف . والمناخ من أهم العوامل المؤثرة في تحديد كمية المياه الجوفية واختلافها بين فصل وآخر ، وتكون الأمطار متفاوتة في كمياتها وفترات سقوطها واعتمدت معلومات الأنواء الجوية لمحطة الموصل نظرا لكونها المحطة المتوفر فيها المعلومات المناخية للفترة من (1980-2001) وذلك لعدم توفر محطة مناخية في منطقة البحث.

وقد بلغ أكبر معدلا للأمطار سنوياً (632.4) ملم /سنة خلال عام 1993 وكان (590.5)ملم/سنة في عام 1988وبلغ اقل نسبة للأمطار (165.1) ملم/ سنة خلال عام 1999 وكان أعلى معدل شهري للأمطار في شهر آذار هو(70.7) ملم/سنة خلال تلك الفترة ، أما بالنسبة لدرجات الحرارة قد بلغت أعلى معدلاتها خلال شهر تموز (^{o} 43م) وأوطأ معدلاتها(^{o} 2.8م) خلال شهر كانون الثاني وتتناسب قيم التبخر تناسبا" طرديا" مع درجة الحرارة وكانت أعلى قيمة للتبخر 370 ملم/شهر خلال شهر تموز وأوطئها 29 ملم/شهر خلال شهر كانون الثاني [7] .

ج- الخصائص الجيومورفولوجية لمنطقة البحث:

تتكون جيولوجية منطقة المشراق بصورة عامة من تحدب رئيسي واحد يتجه محوره من الشمال الغربي إلى الجنوب الشرقي بطول (8) كم وعرض (3.5) كم تقريبا" هذا إضافة " إلى وجود مجموعة أخرى من التحدبات أصغر حجما" وأقل ارتفاعا" من التحدب الرئيسي وتتوزع على جانبيه وتوازيه بالاتجاه [6].

ويظهر تكوين الفتحة في الآبار التي حفرت في المنطقة حيث ترسبات الكبريت الناتجة عن تحول طبقات الجبس والأنهايدرايت الحجر الجيري والحجر الرملي ويحتوي هذا التكوين على الترسبات الكبريتية ويتراوح سمكها بين(88- 124م) تقريبا وقد قسمت إلى طبقات إنتاجية للكبريت[6] . و تتميز منطقة الدراسة بتغير واضح في السحنات الرسوبية للطبقات تحت السطحية ووجود الفوالق والفواصل والفجوات في الطيات المحدبة أدى إلى حدوث اتصال جزئي بين الطبقات الكبريتية مكونة ممرات لتسرب المياه الجوفية من طبقة إلى أخرى في الطبقات الانتاجية للكبريت ، وكذلك وجود التكوينات المائية الحاملة للمياه الجوفية والتي تسمى بالمكامن الجوفية وهي عبارة عن طبقات صخرية ذات نفاذية عالية تكون حاوية للمياه وبكميات مناسبة تسمح بمرور وانتقال المياه خلالها تحت الظروف الطبيعية ، وبالاعتماد على الطبقات الصماء التي تحد المكمن المائي والتي تكون متصلة هيدروليكيا"مع بعضها [8] .

ومن الظواهر المهمة في منطقة الدراسة ظاهرة الكارست المتكونة نتيجة إذابة الصخور الكلسية والجبس والأنهايدرايت التابعة لتكوين الفتحة بفعل المياه الجوفية والأمطار والتي تؤدي تكوين منخفضات في أماكن تواجدها في شمال منطقة البحث ،هذا بالإضافة إلى كثرة الفوالق والشقوق والفواصل والقنوات والفجوات الباطنية المتكونة بفعل غير مباشر نتيجة لعمليات استخراج الكبريت قي منطقة المشراق [9] .

مواد وطرق البحث

تم أخذ ثمانية نماذج مائية وعلى مرحلتين بعد تحديد مواقع آبار المراقبة في منطقة البحث وكما موضح في الخارطة رقم (1) ، واختيرت هذه الآبار من مجموع (40) بئرا" بحيث تعطي صورة واضحة عن الصفات الهيدرولوجية والهيدروكيميائية للمنطقة ، وطبيعة البئر لها تأثير مباشر على اختيار النماذج ، فالآبار التي يقل قطرها عن (17) سم لايمكن أخذ نموذج منها ، وقد جمعت النماذج في قناني بلاستيكية نظيفة بسعة لتر واحد وتم غسلها بالماء المقطر وأخذت على عمق 100م وعلى عمق 150م عن مستوى سطح الأرض لكل بئر وعلى مرحلتين الأولى في بداية شهر كانون الأول 2002 و الثانية في نهاية شهر آذار 2003 . وأغلقت فوهة القناني بإحكام لمنع دخول الهواء وسجل رقم النموذج ورقم البئر ودرجة الحرارة وتأريخ أخذ النموذج . وتم إجراء الفحوصات الفيزياوية كدرجة الحرارة والتوصيل الكهربائي EC والكيميائية كالأس الهيدروجيني pH وتركيز أيونات الكبريتات $SO4^{-2}$ وايون الكربونات $CO3^{-2}$ والبكربونات $HCO3^{-1}$ في مختبر قسم علوم الحياة كلية العلوم في جامعة الموصل وفي مختبر قسم الكيمياء التابع لكلية التربية في جامعة الموصل .

النتائج والمناقشة

يبين الجدولان (1) و(2) نتائج الفحوصات التي تم أجراؤها على النماذج المأخوذة من آبار منطقة الدراسة وللمرحلتين الأولى والثانية خلال فترة البحث

جدول (1) يبين نتائج فحوصات المياه الجوفية لشهر كانون 1 لسنة 2002 لحقل كبريت المشراق /1

تسلسل	درجة الحرارة T^{o}	التوصيلية الكهربائية EC Ms/cm	الأس الهيدروجيني pH	تركيز ايون الكبريتات $SO4^{-2}$ p.p.m	تركيز أيون الكربونات $CO3^{-2}$ p.p.m	تركيز ايون البيكربونات $HCO3^{-}$ p.p.m
W1	30	1380	8.7	221	20	70

60	15	430	7.8	1525	27	W2
24	105	1771	8.5	4126	25	W3
94	43	737	9.0	2180	28	W4
52	134	1169	7.6	3250	32	W5
102	34	177	9.0	900.0	28	W6
55	124	489	6.8	2390	28.5	W7
50	100	438	8.7	1620	27.5	W8

استخدم البرنامج الحاسوبي الجاهز surfer 32 ver. 7.0 في تحليل النتائج وإعداد الخرائط الكنتورية لدرجات الحرارة والتوصيل الكهربائي والأس الهيدروجيني وتركيز ايونات الكبريتات وايونات الكربونات والبكربونات بعد تحديد موقع كل بئر باستخدام الإحداثيات (x,y) المعتمدة من قبل شركة المشراق العامة وكانت النتائج كمايلي:

1. درجة الحرارة تؤثر بشكل فعال في ذوبان المواد والغازات في الماء وبشكل خاص ذوبان غازي الأوكسجين وثاني أوكسيد الكربون وكما تعتبر من العوامل المهمة في تحديد نشاط وفعالية الأحياء المجهرية ، حيث يزداد نشاطها بزيادة درجة الحرارة [9]، لذا يعتبر فحص درجة الحرارة من الفحوصات ا لمهمة والمقيّمة لطبيعة الماء ، وتم قياسها بعد أخذ النماذج في الحقل مباشرة إذ كان معدل درجة الحرارة للنماذج هو (^{o} 28م - ^{o} 29م) وللقراءتين الأولى والثانية على التوالي .وكما يمكن ملاحظة انه لايوجد تغاير كبير في درجات الحرارة والشكلين (2) و(3) يبينان الخرائط الكنتورية لتوزيع درجات الحرارة لمنطقة البحث وللقراءتين الأولى والثانية. ومن

جدول (2) يبين نتائج فحوصات المياه الجوفية لشهر آذار لسنة 2003 لحقل كبريت المشراق /1

تسلسل	درجة الحرارة T^{o}	التوصيلية الكهربائية EC Ms/cm	الأس الهيدروجيني pH	تركيز ايون الكبريتات $SO4^{-2}$ p.p.m	تركيز أيون الكربونات $CO3^{-2}$ p.p.m	تركيز ايون البيكربونات $HCO3^{-}$

p.p.m						
74	24	770	8.8	2690	23	W1
12	24	1203	8.6	3140	35	W2
33	84	438	9.0	4126	33	W3
56	42	621	9.5	6500	28	W4
124	38	1570	6.8	1120	27	W5
99	31	169	7.5	930	26	W6
56	100	240	9.0	1330	27	W7
53	62	490	8.6	2970	29	W8

الشكلين يتبين أن درجات الحرارة للمياه الجوفية في الآبار القريبة من آبار الإنتاج أو التغذية بالمياه الحارة المحقونة في الحقل تكون عالية وتزداد باتجاه الجنوب الشرقي أي باتجاه النهر.

2. الأس الهيدروجيني يعبر عن نشاط وفعالية ايون الهيدروجين في الماء ويعرف على انه اللوغاريتم السالب لتركيز ايون الهيدروجين $pH=-\log [H^+]$ هو مقياس للحامضية والقاعدية ، وتكون قيمة pH للمياه النقية عند درجة 25^oم هي(7) ، وبصورة عامة فان اغلب المياه الطبيعية تميل إلى القاعدية قليلا بسبب وجود الكربونات والبكربونات فيها وان انخفاض قيمة الأس الهيدروجيني في الماء تؤثر على توازن هذين الايونين وينتج عن ذلك تحرير غاز ثاني اوكسيد الكربون وهذا يؤثر على معيشة الأحياء المائية، إذ كانت اكبر قيمة 9.0 وأوطأ قيمة 6.8 **للقراءة الأولى** 9.5 **و** 6.8 للقراءة الثانية و بلغ معدل الأس الهيدروجيني للنماذج (8.3) ، وقيست الدالة الحامضية (pH) **وذلك باستخدام** pH Meter **وبناء**" على هذا التصنيف يمكن أن تعد مياه المنطقة ضمن ضعيفة القلوية ، والشكلين (4) **و**(5) يبينان توزيع قيمpH للنماذج المأخوذة في منطقة البحث وللقراءتين الأولى والثانية ، وتبين أن قيم pH **تنخفض** كلما ابتعدنا عن منطقة البحث وتصبح المياه أقل قلوية.

3. التوصيل الكهربائي يعرف على أنه قابلية ($1cm^3$) من الماء على توصيل الكهربائية **عند درجة حرارة** 25^oم أو تمثل القيمة المعكوسة للمقاومة النوعية التي يبذلها عمود من الماء طوله (1cm) ومساحة مقطعه ($1cm^2$) ، ويشير إلى قابلية الماء على حمل التيار الكهربائي وتعتمد على تركيز الايونات الذائبة في الماء وعلى درجة الحرارة أثناء القياس ولها تأثيرا" **مباشرا**" على حركة الايونات وهي مقياس مباشر للملوحة وكلما زادت درجة وكمية الأملاح الذائبة تزداد قيمة التوصيلة الكهربائية [10] ، وهناك علاقة طردية بين التوصيلية الكهربائية والمواد الصلبة الذائبة TDS وهناك معادلة تربط بين قيمة التوصيلة الكهربائية والأملاح الذائبة الكلية ، وتم قياس التوصيلة الكهربائية باستخدام جهاز قياس التوصيلية)

(EC- Meterوتراوحت قيم التوصيلية الكهربائية لنماذج القرائيتين الأولى بين (900-4126) والقراءة الثانية (930-6500) ، وتعتبر هذه المياه عالية الملوحة ومعظمها تقع ضمن تصنيف عالي الملوحة حيث بلغت أعلى قيمة للتوصيل 4126 **ملايموز/سم في البئر رقم** 3 وأوطأ قيمة 900مليموز/**سم في البئر رقم** 6 ، وهذا يعزى إلى ذوبان الأملاح بالمياه الحارة المحقونة في الآبار الإنتاجية القريبة من آبار الفحص ،والشكلين (6) **و** (7) يبينان توزيع قيم التوصيل الكهربائي لمنطقة البحث ولكلا القراءتين .

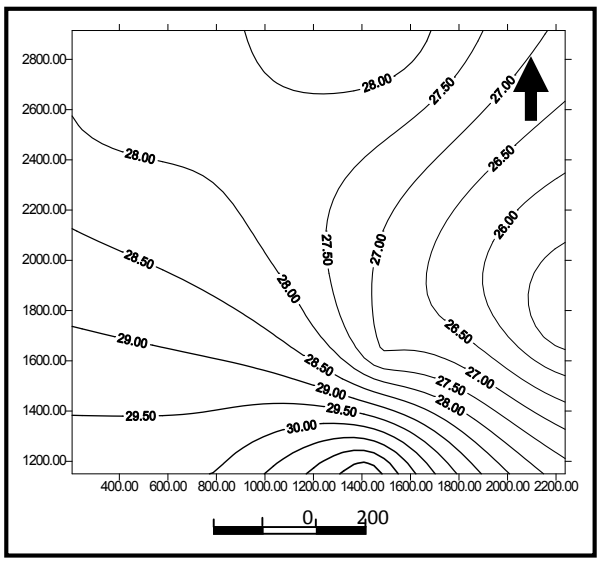
4. إن أيون الكبريتات الموجودة في المياه الجوفية والمتكونة نتيجة تفكك وإذابة صخور الجبس والانهايدرايت نتيجة أكسدة المركبات الكبريتية الناتجة من تفسخ المصادر العضوية أو من أكسدة الكبريتات بواسطة البكتريا للمركبات الكبريتية أي الكبريت الذي يتأكسد إلى ايون الكبريتات أو من تحلل المواد العضوية في التربة والأسمدة الكيماوية في الزراعة ،وتعد **صخور الجبس** $CaSo_4^{-2}.2H_2O$ والانهايدرايت $CaSo_4$ **التي تشكل جزءا**" مهما"من تكوين الفتحة ويكون ذو سمك كبير نسبيا"**حوالي** 250 **متر** والذي يعتبر المصدر الرئيسي للكبريتات في المياه الجوفية في منطقة الدراسة ، وأيون الكبريتات هو السائد من بين الأيونات ضمن نماذج المياه الجوفية وهذا ينطبق مع واقع المنطقة من الناحية الجيولوجية والناتج من ذوبان الجبس الموجود ضمن تكوين الفتحة جراء حقن كميات من المياه الصناعية الساخنة وبدرجة **حرارة** 150^0 م في الآبار الإنتاجية في الحقل والذي تعمل على صهر الكبريت (**والذي درجة** انصهاره 112^0**م**) وتحويله إلى سائل ويستخرج الكبريت المنصهر عن طريق ضخ ماء حار **بدرجة** (140^0 **م**- 150^0**م**) في الأنبوب الخارجي وهواء مضغوط بضغط 7 -8 **ض جوي** في الأنبوب الداخلي ويستخرج الكبريت مع الهواء المضغوط في الأنبوب الوسطي والذي يخترق جميع الآبار الإنتاجية الموجودة في المنطقة وتسمى هذه الطريقة بطريقة فراش . **إذ** يتراوح تركيز ايونات الكبريتات بين (177-1771) جزء بالمليون للقراءة الأولى وبين (169-1570) للقراءة الثانية ويبين الشكلين (8 - 9) توزيع تركيز ايونات الكبريتات للقراءتين على التوالي في الآبار المختارة في منطقة الدراسة.

5. أما أيونات الكربونات والبكربونات فهي المصدر الأساسي لقلوية المياه الجوفية حيث تتحول الكربونات إلى بيكربونات عندما تكون الدالة الحامضية pH<8.2 (أي دالة حامضية) وتراوحت تراكيز ايونات الكربونات بين (15 - 134) **و**(24 - 100) p.p.m للقرائيتين الأولى والثانية وتركيز ايون البكربونات بين(24- 102) **و**(12 - 124) p.p.m للقرائيتين الأولى والثانية وتبين الأشكال (10 **و** 11) **و**(12 **و** 13) توزيع تركيز هذين الأيونين في المياه الجوفية لمنطقة الدراسة على التوالي.

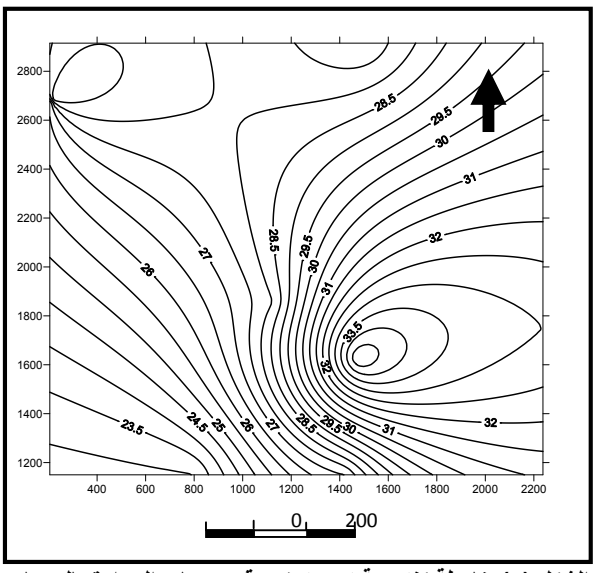
إن تركيز الأملاح الكلية TDS والتي تشمل جميع الأملاح الذائبة في الماء والتي تحدد إلى درجة كبيرة صلاحية الماء للري ومن عناصر هذه الأملاح الذائبة والتي تعتبر عناصر أساسية لمكونات النبات كالكالسيوم والمغنيسيوم والصوديوم والبوتاسيوم والكلوريدات والنترات والكبريتات ، إن تركيز الايونات **الذائبة في الماء (ملغرام/لتر)** =التوصيل الكهربائي (مايكرو **موز/سم**) *(0.5 -0.9) . وقيمة هذا العامل تعتمد على تركيز الأملاح الذائبة وعلى درجة الحرارة للنموذج عند القياس حيث يستعمل العامل 0.9 للمياه المالحة ومياه البويلرات بينما يستخدم 0.5 في حالة المياه الحاوية على الهيدروكسيد أو الحامض [10] ، أما في المياه الجوفية لحقل المشراق يؤخذ العامل 0.9 لصنف المياه العالية الملوحة جداً ومن هذه العلاقة يمكن حساب تركيز الأملاح الذائبة الكلية في هذه المياه .

تتحرك المياه الجوفية خلال الفجوات ومسامات الصخور التي تملؤها من مستويات الضغط العالي إلى مستويات الضغط الاوطأ ويتحكم بهذه الحركة كل من التوصيل الهيدروليكي والانحدار الهيدروليكي وتكون حركة المياه الجوفية عادة قليلة مقارنة مع حركة المياه السطحية ،

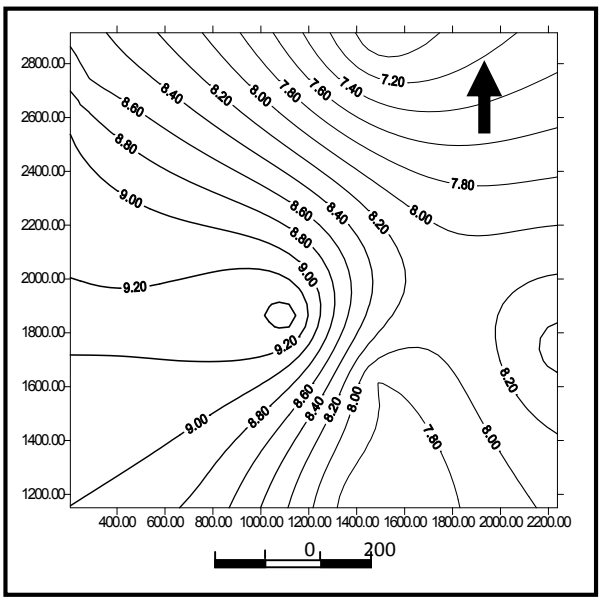
كنتيجة للطبيعة الكيميائية والمعدنية للصخور الجبسية والكلسية وخواصها الفيزيائية أدت إلى ظهور ظاهرة تسرب المياه الجوفية الحارة والحاوية على تراكيز عالية من أملاح الكبريتات والبيكربونات وغاز كبريتيد الهيدروجين إلى النهر وبالإضافة إلى التلوث الحراري لمياه النهر بسبب حقن كميات كبيرة من المياه الحارة في الآبار المنتجة للكبريت جعلت التغذية (**حركة** المياه) تتجه من الخزان الجوفي إلى النهر في فترات انخفاض مستوى المياه صيفاً ، إذ تتحرك هذه المياه من منطقة البحث متجهة إلى نهر دجلة أي نحو الجنوب الشرقي علما"أن مياه نهر دجلة ذات نوعية جيدة من حيث قيم التوصيلية والأس الهيدروجيني ، والجدول (3) يبين مدى صلاحية المياه الجوفية قي منطقة البحث للشرب ولأغراض الزراعة والري حسب الفحوصات التي أجريت في الحقل بعد مقارنتها بالمواصفات العالمية والأوربية لإغراض الشرب الموضحة **في الجدول** (4) وتصنيف ماء الري بالنسبة لمحتواه من الأملاح الكلية وقيمة التوصيل الكهربائي حسب تصنيف مختبر الملوحة الأمريكي الموضح في جدول(5).



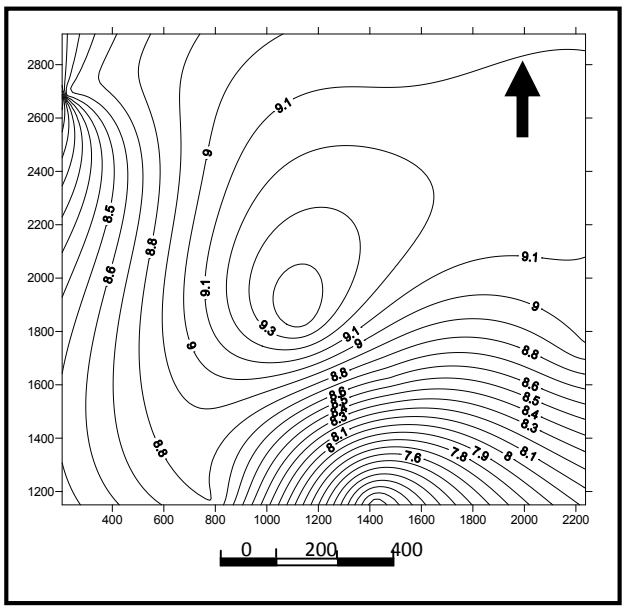
الشكل (2) خارطة كنتورية تبين توزيع قيم درجات الحرارة بالدرجات المئوية للقراءة الأولى في منطقة البحث



الشكل (3) خارطة كنتورية تبين توزيع قيم درجات الحرارة بالدرجات المئوية للقراءة الثانية في منطقة البحث

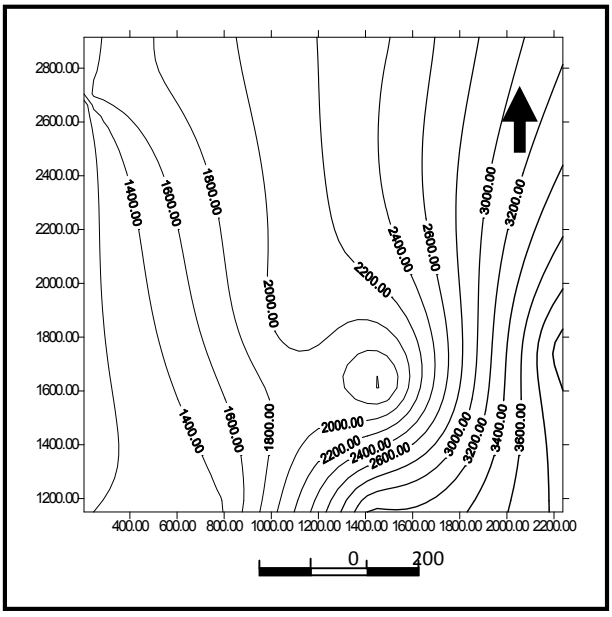


الشكل (4) خارطة كنتورية تبين توزيع قيم الأس الهيدروجيني للقراءة

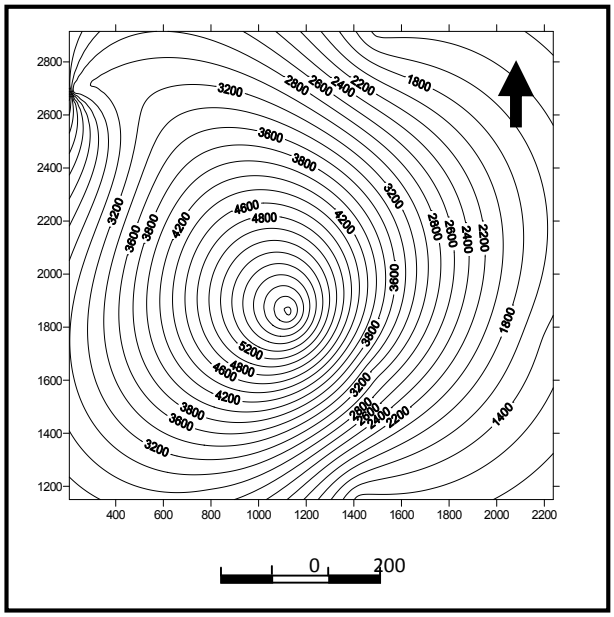


الشكل (5) خارطة كنتورية تبين توزيع قيم الأس الهيدروجيني للقراءة

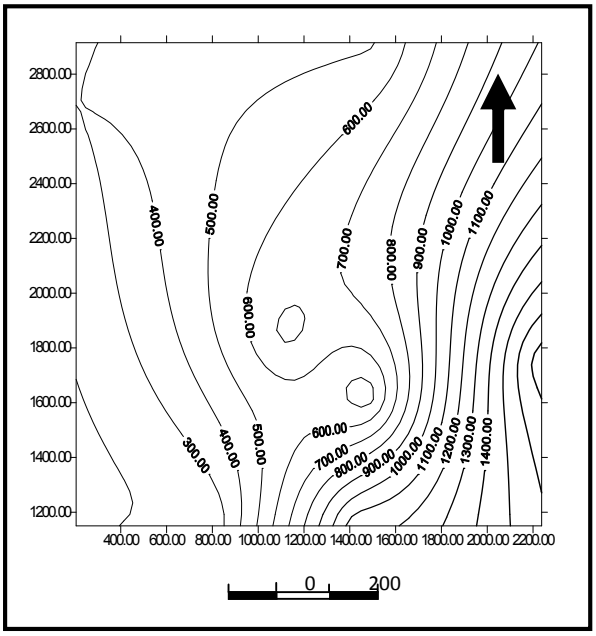
الثانية في منطقة البحث



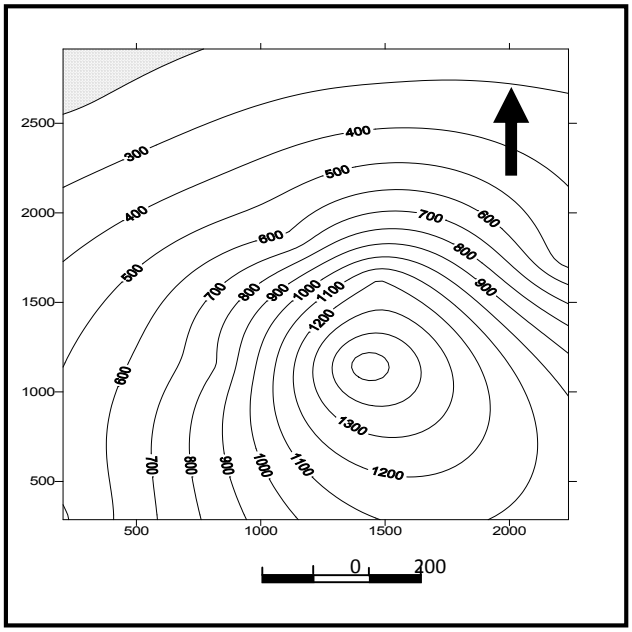
الشكل (6) خارطة كنتورية تبين توزيع قيم التوصيل الكهربائي للقراءة الأولى في منطقة البحث



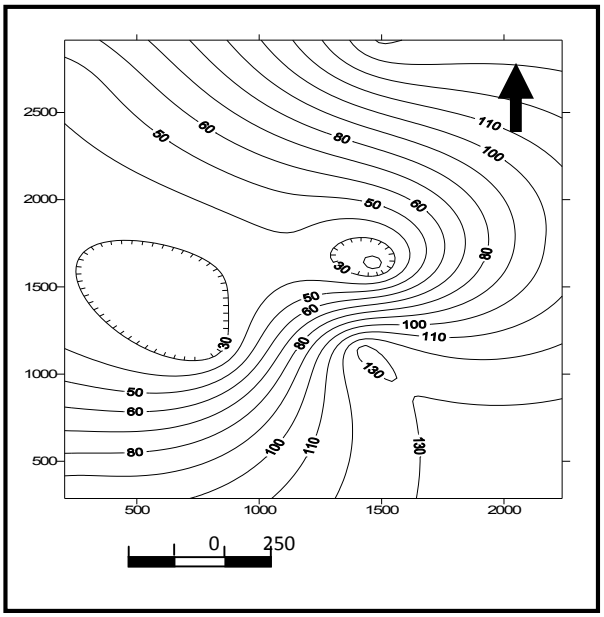
الشكل (7) خارطة كنتورية تبين توزيع قيم التوصيل الكهربائي للقراءة الثانية في منطقة البحث



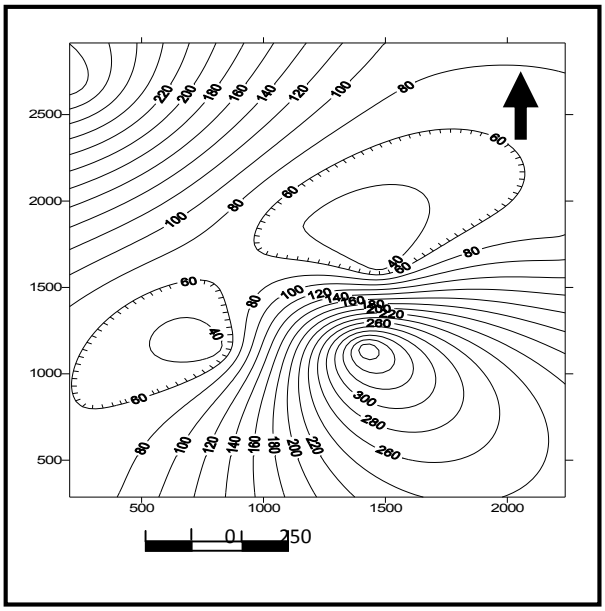
الشكل (8) خارطة كنتورية تبين توزيع قيم ايون الكبريتات للقراءة الأولى في منطقة البحث



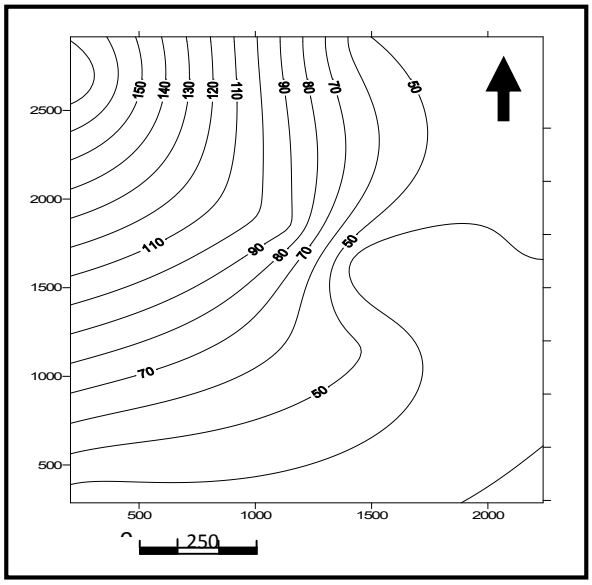
الشكل (9) خارطة كنتورية تبين توزيع قيم ايون الكبريتات



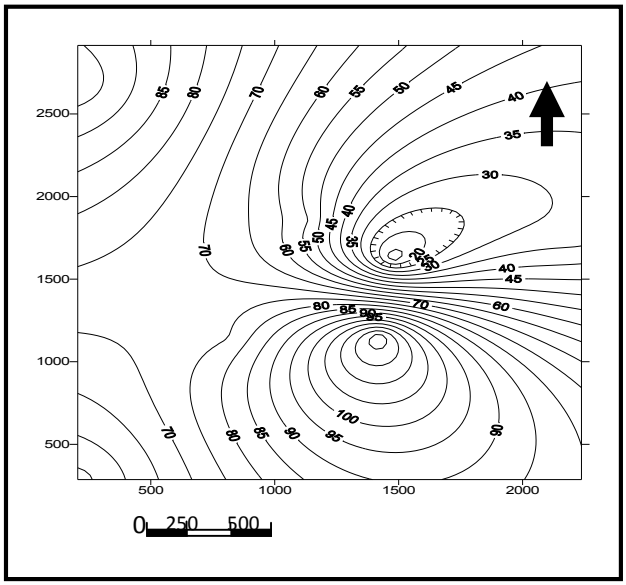
الشكل (10) خارطة كنتورية تبين توزيع قيم ايون الكربونات للقراءة الأولى في منطقة البحث



الشكل (11) خارطة كنتورية تبين توزيع قيم ايون الكربونات للقراءة



الشكل (12) خارطة كنتورية تبين توزيع قيم ايون البيكربونات للقراءة الأولى في منطقة البحث



الشكل (13) خارطة كنتورية تبين توزيع قيم ايون البكربونات للقراءة الثانية في منطقة البحث

جدول(3) يبين مدى صلاحية المياه الجوفية لحقل المشراق /1 لأغراض الشرب والزراعة والري

رقم البئر	درجة الملوحة للماء	درجة حامضية وقاعدية الماء	مدى صلاحية الماء للشرب	مدى ملائمة الماء للزراعة والري	مدى صلاحية الماء لسقي الحيوانات

W1	عالي الملوحة	قاعدي	غير صالح للشرب	ملائم للنباتات مقاومة الملوحة وعلى ترب جيدة البزل مع ضرورة وجود نظام بزل وغسل جيد للتربة	غير صالح
W2	عالي الملوحة	قاعدي	غير صالح للشرب	ملائم للنباتات مقاومة الملوحة وعلى ترب جيدة البزل مع ضرورة وجود نظام بزل وغسل جيد للتربة	غير صالح
W3	عالي الملوحة جدا"	قاعدي	غير صالح للشرب	ماء ملائم للنباتات متحملة جدا " للملوحة مع ترب نفاذة جيدة البزل مع وجود غسل شديد للأملاح	غير صالح
W4	عالي الملوحة جدا"	قاعدي	غير صالح للشرب	ملائم للنباتات مقاومة الملوحة وعلى ترب جيدة البزل مع ضرورة وجود نظام بزل وغسل جيد للتربة	غير صالح
W5	عالي الملوحة جدا"	قاعدي	غير صالح للشرب	ماء ملائم للنباتات متحملة جدا " للملوحة مع ترب نفاذة جيدة البزل مع وجود غسل شديد للأملاح	غير صالح
W6	عالي الملوحة	قاعدي	غير صالح للشرب	ملائم للنباتات مقاومة الملوحة وعلى ترب جيدة البزل مع ضرورة وجود نظام بزل وغسل جيد للتربة	غير صالح
W7	عالي الملوحة جدا"	حامضي	غير صالح للشرب	ماء ملائم للنباتات متحملة جدا " للملوحة مع ترب نفاذة جيدة البزل مع وجود غسل شديد للأملاح	غير صالح
W8	عالي الملوحة	قاعدي	غير صالح للشرب	ملائم للنباتات مقاومة الملوحة وعلى ترب جيدة البزل مع ضرورة وجود نظام بزل وغسل جيد للتربة	غير صالح

جدول(4) يبين المواصفات العالمية والأوربية لغرض الشرب

العناصر	المواصفات العالمية WHO		المواصفات الأوربية E.C.	
p.p.m	الحدود المسموح بها	الحدود العليا	الحدود المسموح بها	الحدود العليا
K^+	------	------	-----	------
Na^+	------	------	20	175
Mg^+	30	150	30	50
Ca^+	75	200	------	------
Cl^-	200	600	25	200<
$SO_4^=$	200	460	25	250
PO_4	------	------	------	------
NO_3	6	11	------	------
TDS	500	1500	------	1500
Hardness	100	500	------	------
pH	7 - 8,5	6,5 - 9,2	------	------

جدول(5) يبين تصنيف ماء الري نسبة لمحتواه من الأملاح الكلية الذائبة وقيمة التوصيل الكهربائي وحسب

تصنيف مختبر الملوحة الأمريكي

صنف الماء	التوصيل الكهربائي مايكرو موز/سم عند 25°م	كمية الأملاح الذائبة الكلية	مدى ملائمة الماء

C1- قليل الملوحة	200-100	160-0	الماء ملائم لأغلب النباتات ولمعظم الترب مع احتمال قليل لنشوء ملوحة
C2– متوسط الملوحة	750-250	480-160	الماء ملائم للنباتات الجيدة التحمل في حالة وجود غسل متوسط للتربة
C3- عالي الملوحة	2250-750	1440-480	الماء ملائم للنباتات المقاومة للملوحة وعلى ترب جيدة البزل مع ضرورة وجود نظام بزل وغسل جيد للتربة
C4 – عالي الملوحة جداً	5000-2250	3200-1440	الماء ملائم للنباتات المتحملة جداً للملوحة وعلى ترب نفاذة جيدة البزل مع وجود وغسل شديد لاملاح

الاستنتاجات والتوصيات:

تعد المياه الجوفية من أهم الموارد المائية للمناطق الجافة وشبه الجافة وذلك لتواجدها بكميات أكبر من المياه السطحية وقد أظهرت نتائج البحث في منطقة المشراق/1 مايلي:

1- نظرا" لكون درجة الحرارة ذات أهمية في تحديد صلاحية المياه للري وللشرب وللاستخدامات الأخرى حدد مدى درجات الحرارة الأمثل للماء أثناء الري ولمعظم النباتات هو(15-35)درجة مئوية من قبل الموصفات القياسية الأمريكية USPA ومنظمة الصحة العالميةWHO وان غير هذا المدى سوف يقلل من النمو.

2- قيم pH تم تحديدها بين (6.5-8.5) لمياه الشرب والري من قبل المواصفات العراقية لمياه الشرب والموصفات القياسية الأمريكية USPA ومنظمة الصحة العالميةWHO ، وبما أن معدل قيم pH هو 8.3 ضمن الحدود المسموح بها إذن تكون هذه المياه صالحة للشرب والري بدون مشكلة.

3- من خلال فحص قيم التوصيل الكهربائي نلاحظ أن هذه المياه عالية الملوحة لذا تعتبر هذه المياه ملائمة للنباتات ذات التحمل العالي ولتربة نفاذة جيدة مع وجود غسل للأملاح فيها وللنباتات المقاومة للملوحة وعلى ترب جيدة البزل مع ضرورة وجود نظام بزل وغسل جيد

للتربة , والتي حددت من قبل المواصفات الأمريكية وهي أعلى من القيم التي قيست لنماذج من نهر دجلة في مدينة الموصل تراوحت(310-510) ميكروموز/سم[11] .

4- من خلال فحص تركيز ايون الكبريتات في المياه الجوفية لمنطقة البحث نلاحظ أن هذا الايون موجود بكميات كبيرة نتيجة لذوبان الجبس الموجود في تكوين الفتحة والذي تخترقه جميع الآبار الموجودة في الحقل نتيجة لحقن كميات كبيرة من المياه الحارة في هذه الآبار ،وحيث أن الكبريت يتحول إلى كبريتات نتيجة تفاعلات عديدة منها الكيميائية ومنها الاحيائية وان اكبر محدد لصلاحية هذه المياه للشرب هو 400 ملغم/لتر محددة من قبل منظمة الصحة العالمية و250 ملغم/لتر لمنظمة حماية البيئة الأمريكية و250 ملغم/لتر للمواصفات العراقية وهذه المياه الجوفية تكاد تكون غير صالحة للشرب ولسقي الحيوانات بسبب التركيز العالي لايون الكبريتات الذي تجاوز كل تلك المحددات لهذه المياه الجوفية .

5- إن قيم ايوني الكربونات والبكربونات في المياه الجوفية يعتمد وجودها على تركيز ايون الهيدروجين H^+ فمعظم المياه تحوي هذين الأيونين باستثناء التي تكون حامضة جدا أي pH<4.5والحد الفاصل هو pH=8.2 ، حيث يتحد ايون الكربونات تحت هذا الفاصل مع ايون الهيدروجين ليكون بيكربونات ذائبة ، ومعظم المياه الطبيعية ذات pH(7-8) تحوي بكربونات أكثر من الكربونات وأيضا من تحول الكربونات إلى بكربونات عند هذا الحد أي pH=8.2 ، وهذا الايون هو مصدر القلوية ويعد التركيز أكثر من(200) p.p.m للكربونات في المياه الجوفية غير صالح للشرب وان التفاوت في تركيز هذين الأيونين يعود إلى حقن المياه الصناعية في الآبار المنتجة للكبريت.

نلاحظ الزيادة في تراكيز الكبريتات واالايصالية الكهربائية أو تركيز الأملاح الذائبة هذه بسبب كميات المياه الحارة المحقونة بدرجة حرارة 150° م لغرض صهر الكبريت وتحويله إلى سائل في موقعه لغرض إنتاج الكبريت والذي نتج عنه إذابة هذه الأملاح والتي تؤدي إلى زيادة تلوث المياه الجوفية بالأملاح الكبريتية إضافة إلى التلوث الحراري والذي بالتالي ينتقل تأثيره إلى نهر دجلة .

التوصيات:

1. إجراء دراسات بايولوجية وبيئية في منطقة البحث لدراسة المياه الجوفية فيها وبشكل دوري لمعرفة مدى تلوث مياه النهر ومدى صلاحية هذه المياه للاستخدامات المختلفة إذ تبين من خلال هذا البحث انه لا يمكن استخدام مياه الآبار الموجودة في هذا الحقل وان استخدامها فيه مجازفة كبيرة .
2. نصب محطة مناخية في منطقة المشراق لغرض قياس العناصر المناخية من (أمطار ساقطة –التبخر – درجات الحرارة - الرطوبة النسبية) .
3. تطوير الخبرة في مجال استثمار المياه الجوفية وتشجيع البحوث العلمية للحفاظ على نوعية المياه الجوفية من التلوث البايولوجي والكيميائي .

المصادر

1- المرهج ، زهير جاسم محمد (1979) :" هيدروكيميائية وجيوكيميائية والتلوث المحتمل لنهر دجلة في منطقة منجم كبريت المشراق " ،رسالة ماجستير غير منشورة ،كلية العلوم،جامعة بغداد،179ص .

2- السامرائي، فارس أحمد محمد (1991):" دراسة مشكلة الهبوط الرضي في حقل المشراق بسبب الإنتاج " ، مجلة الجمعية الجيولوجية العراقية ،المجلد 24،العدد 1،ص27- 39.

3- العباسي ، قاسم محمد حسين (1988): " دراسة تلوث البيئة الناتج من العمليات الصناعية في المنشأ العامة لكبريت المشراق " ،رسالة ماجستير غير منشورة ،كلية العلوم ،جامعة الموصل .

4- ألعبيدي ، غادة يونس عبدالله (2002): " تطوير نموذج حاسوبي لحساب مقدار الهبوط في مناسيب المياه الجوفية " ، رسالة ماجستير غير منشورة ,كلية الهندسة،جامعة الموصل ،90ص .

5- كنة ، عبد المنعم محمد علي (2000): " دراسة نوعية المياه الجوفية الكبريتية في محافظة نينوى " ، رسالة ماجستير غير منشورة ، كلية العلوم ،جامعة الموصل ،81ص .

6- الصائغ، عامر حسن،(1980): " الموارد المائية في العراق وصيانتها من التلوث " ، منشورات وزارة الإعلام ، الجمهورية العراقية .

7- الهيئة العامة للأنواء الجوية العراقية والرصد الزلزالي (2001): تقارير داخلية عن المتغيرات المناخية لمحطة أنواء الموصل.

8- Walton,W.C.(1970):" Groundwater resource evaluation ",McGraw-Hill, Kagakusha,Ltd.,664p.

9- AL-Sawaf, F.D.S. (1977a): "sulphate reduction and sulpher deposition in the lower Faris formation, northern Iraq ".

10- عباوي ، سعاد عبد ، محمد سليمان حسن (1990) : الهندسة العملية للبيئة وفحوصات الماء ، دار الحكمة للطباعة والنشر ،الموصل،جامعة الموصل ،ص61-64

11- السنجري ، مازن نزار (2001) : " دراسة بيئية لنهر دجلة ضمن مدينة الموصل " ، رسالة ماجستير ، كلية العلوم ، قسم علوم الحياة ،98 ص .

12-Todd,D.K.(1959):"Groundwater hydrology",(1st.Ed.),John Wiley and Sons,Inc.,Toppan printing company,(Ltd.),New York and London.

13-Todd,D.K.(1980):"Groundwater hydrology",(2nd.Ed.,),John Wiley and Sons,Inc.,Toppan printing company,(Ltd.),New York and London,535p.

تم اجراء البحث في كلية الهندسة – جامعة الموصل