# دراسة مؤشرات التلوث البكتيري في المياه الجوفية في الشرقاط

رياض عباس عبد الجبار[١] ، هلال حمود هايس حسن العبيدي[٢]

[١] قسم علوم الحياة ، كلية العلوم ، جامعة تكريت ، تكريت ، العراق

[٢] صلاح الدين ، العراق Email:Halobed@yahoo.com

بحث مستل من رسالة الماجستير للباحث الثاني

( تاريخ الاستلام: ١٤ / ١٠ / ٢٠١٠ ---- تاريخ القبول: ١٦ / ٣ / ٢٠١١ )

**الملخص**

أجريت الدراسة الحالية لقياس مؤشرات التلوث البكتيري في المياه الجوفية في الشرقاط ، فتم دراسة ستة آبار أعماقها (١٠<) أمتار ، مستخدمة لإغراض متعددة : الري ، سقي الماشية ، الاستخدامات المنزلية وغيرها . أشارت نتائج الدراسة الحالية بان درجات حرارة المياه الجوفية مابين (١٤-٢٦) م° ، وقد تأثرت بتغير درجات حرارة الهواء خلال مدة الدراسة . أما قيم المواد الصلبة الذائبة الكلية تأثرت بطبيعة التكوينات الجيولوجية للصخور الخازنة والممرة للمياه الجوفية وتراوحت قيمها ما بين (١٢٣٢-٥٢٣٤) ملغم/لتر . صنفت مياه الآبار المدروسة بأنها عسرة جدا ، إذ ان قيم العسرة الكلية ما بين (١٠٦٠-٢٨٢٠) ملغم/لتر . تناسبت قيم الأوكسجين المذاب عكسيا مع العدد الكلي لبكتريا القولون إذ أنها ما بين (١,٨-٨,٤) ملغم/لتر . تراوحت قيم الكبريتات ما بين (٤٣٤-٧٨٦) ملغم/لتر . ان تباين مستوى المادة العضوية الواصلة من الملوثات الخارجية لمياه الآبار وكمية الأوكسجين وإنتاج ثنائي اوكسيد الكاربون والماء ، وكذلك تباين الظروف البيئية ، وزيادة الأنشطة الزراعية أدى إلى زيادة أعداد البكتريا في مياه الآبار ، إذ تراوحت قيم العدد الكلي للبكتريا ما بين (٢٠-٧٠ × ١٠$^{٣}$) خلية/١٠٠مل في شهري آيار وكانون الثاني في البئرين ٤ و ٥ على التوالي . يمكن للآبار ان تتلوث جراء أنشطة الإنسان ومن الحيوانات ومياه الصرف الصحي ومن الأتربة ؛ إذ سجلت أعلى قيمة للعدد الكلي لبكتريا القولون ٢٤٠٠< (خلية/١٠٠مل) خلال معظم مدة الدراسة في البئر ٦ . وأدنى قيمة ٣> (خلية/١٠٠مل) خلال أشهر متفاوتة في الآبار ٣ و ٤ و ٥ . بلغت أعلى للعدد الكلي لبكتريا القولون البرازية قيمة ٢٤٠٠< (خلية/١٠٠مل) خلال (نيسان،ايار،تموز) في البئر ٦ . وأدنى قيمة ٣> (خلية/١٠٠مل) خلال أشهر متفاوتة في الآبار ٣ و ٤ و ٥ .

**المقدمة**

تحتوي المياه الطبيعية على البكتريا كجزء من المكونات الحية للنظام البيئي ، ولكن تزداد أعدادها وتختلف أنواعها عند وجود ملوث عضوي كما في أحواض الصرف الصحي [١٦] . وهي تؤثر وتتأثر بالعوامل البيئية لأن بعض الأنواع تتواجد طبيعيا في المياه والبعض الآخر من الملوثات . وتتحدد أعداد البكتريا بعوامل عدة منها : درجة الحرارة ومعدل تصريف المياه وكمية المواد العضوية ومصادر التلوث الناتجة من نشاط الإنسان والحيوان ، والعمليات الوظيفية لها لأن الآيونات لها أهمية في المحافظة على شكل الخلية وانقساماتها [١] . وتعد البكتريا المجموعة الأكثر أهمية من الكائنات الحية المجهرية في التكوينات الحاملة للمياه الجوفية . وأن معدل حجم البكتريا يشابه إلى حد ما التداخل بين ثقوب الكرانيت والحجر الرملي الدقيق إلى المتوسط الحجم . والبكتريا تأخذ أشكالاً وحجوماً مختلفة إذ يتراوح حجمها بصورة عامة ما بين ( ٠,٥-٥) µm وكحد أدنى ٠,٢ µm مما يساعدها في المرور والانتقال مع المياه الجوفية [١٩] . وتشير الدراسات إلى أن بعض أنواع كلبسيلا *klebsiella* تقع ضمن بكتريا القولون البرازية Faecal coliform كما تعد بكتريا *Clostridium perfringens* إحدى مؤشرات التلوث البرازية لوجودها في براز الإنسان والحيوان بصورة طبيعية . ولكن امتلاك هذا النوع من البكتريا السبورات يؤدي إلى مقاومتها للظروف البيئية المختلفة مما يفسر وجودها لوحدها في المياه إلى حدوث التلوث قبل مدة طويلة [٢] . إن حركة وامتزاج المغذيات والأوكسجين ونواتج الفضلات التي تحدث في البيئة المائية تعد عوامل سائدة في السيطرة على المجتمع الميكروبي [٢٠] . تم الاعتماد على تشخيص الأحياء المجهرية الدالة indicators microbes وهي عادة توجد إلى جانب الأحياء المجهرية الممرضة في القناة الهضمية للإنسان وأن وجود الأحياء المجهرية الدالة في المياه يعد مؤشرا على التلوث بالبراز مما يزيد من احتمال وجود مسببات الأمراض التي تنتقل بوساطة المياه . وتستعمل بكتريا القولون coliform bacteria مثل *E.coli* عادة كدالة على تلوث المياه بالبراز لوجودها في القناة الهضمية ومقاومتها للظروف فترات طويلة خارج مضيفها مما يسمح بعزلها وتشخيصها وسهولة زرعها مختبرياً وكذلك وجودها بأعداد كبيرة وكافية في المياه الملوثة يساعد على إعطاء حسابات أو تقديرات معنوية من الناحية الإحصائية [٦] . ويوجد في الماء والتربة بعض ضروب مجموعة بكتريا القولون التي ليس من أصل برازي إلا أنها تنمو وتتكاثر في المادة العضوية خارج أمعاء الإنسان والحيوان . وهذه في الغالب لاتدل على تلوث بيئتها بالبراز ولا على وجود الكائنات الممرضة . ويشير العدد الكلي لبكتريا القولون مختبريا إلى جميع البكتريا ذات المصدر البرازي أو غيره . أما بكتريا القولون البرازية فأصلها من براز الإنسان والحيوانات ذات الدم الحار المتواجدة في القناة المعوية للإنسان بصورة طبيعية [١٥] .

**منطقة الدراسة Study Area**

درست مؤشرات التلوث البكتيري في مياه ستة آبار أعماقها (<١٠) م منتشرة في بعض القرى ضمن قضاء الشرقاط في محافظة صلاح الدين ، العراق .

• **البئر ١** : يقع في قرية سديرة عليا ، طبيعة الارض منبسطة زراعية ، عمقه ٣,٥ أمتار ، يبعد مسافة حوالي ٨٥٠ متر عن نهر دجلة . وصلت مدة استخدامه حوالي١٦ سنة ، يبعد مسافة حوالي ٧,٤٢٠ كم عن البئر ٢ .

• **البئران ٢ ،٣** : يقعان في قرية عويجيلة ، يصل عمقيهما ٥,٥ و٦,٥ متر ، ومدة استخداميهما حوالي ٢٩ و٦ سنة على التوالي ، تفصلهما مسافة ١,٨٣٠ كم تقريبا.

• **البئر ٤** : يقع في قرية السدر وبعمق ٩,٥ متر وهو من النوع المغلق ، يبعد مسافة ١١,٢٠٠ كم تقريبا عن البئر ٥ ، أهم استخداماته حاليا هي لتزويده لحوض تربية الأسماك بالماء ولسقي الماشية وري المزروعات .

• **البئر ٥** : يقع في قرية سديرة سُفلى ، طبيعة الارض سهلية زراعية منبسطة ، عمقه ٤,٥ أمتار ، ويبعد مسافة حوالي ٥,٠٠ كم عن البئر ٦ . يستخدم منذ حوالي ٣ سنوات .

• **البئر ٦** : يقع في قرية سديرة وسطى ، وصل عمقه ٣,٩ أمتار ، مستخدم منذ حوالي ١٩ سنة ، يبعد مسافة ٣,٣٢٠ كم تقريبا عن البئر ١ . واهم استخداماته حاليا سقي الماشية ، ري المزروعات .

**المواد وطرائق العمل**

اتبعت الطرق القياسية في جمع العينات وتحليلها مختبريا [٨] ؛ [١٢] . بواقع اخذ عينة واحدة شهريا (منتصف كل شهر) خلال مدة الدراسة (تشرين الثاني٢٠٠٨–اب٢٠٠٩) . عقمت الأوساط الزرعية والمحاليل بالتعقيم الرطب Moist sterilization وذلك باستعمال الموصدة Autoclave عند درجة حرارة 121 درجة مئوية وضغط 1.5 باوند/انچ$^2$ لمدة ١٥ دقيقة [١٣] ، أما الناقل Loop وأعناق الدوارق وأنابيب الاختبار فكان تعقيمها جافا Dry sterilization باستعمال لهب مصباح بنزن Bunsen's burner .

الخصائص الفيزيائية والكيميائية

• **درجة الحرارة Temperature** : تم قياس درجة الحرارة حقليا باستخدام المحرار الزئبقي المدرج بين (−١٠ − ١٠٠)م° .

• **الأملاح الذائبة الكلية Total Dissolved Salts** : قيست بالتبخير والتجفيف عند درجة حرارة ١٠٥م°.

• **العسرة الكلية Total Hardness** : قيست بالتسحيح مع $N_2EDTA$ القياسي (٠,٠١N) بوجود دليل Erichrom Black –T كمسحوق جاف .• **الأوكسجين المذاب Dissolved Oxygen DO** : تم قياسه بطريقة ونكلر المحورة (Winkler Azide) بالتسحيح مع ثايوسلفات الصوديوم بوجود النشأ بوصفه كاشفا .

• **الكبريتات $SO_4^{-2}$ Sulphates** : تم قياسها بطريقة **Turbidimetric Method** .

**الخصائص البكتريولوجية**

**حساب العدد الكلي للبكتريا الهوائية Enumeration of bacteria count**

اعتمدت طريقة صب الأطباق plate pour في تقدير العدد الكلي الحي للبكتريا . فتم حساب عدد المستعمرات النامية العدد الكلي الحي للبكتريا الهوائية بالعد القياسي للأطباق standard plate count باستخدام عداد المستعمرات ، وعلى أن يتراوح أعداد المستعمرات في كل طبق (30_300) مستعمرة ومن ثم ضرب عدد المستعمرات في مقلوب التخفيف ويعبر عنها خلية/١٠٠ مل [٦] ؛ [٢١] .

**حساب العدد الكلي لبكتريا القولون Enumeration of total coliform**

اتبعت طريقة العد الأكثر احتمالا (MPN) Most probable number في تحديد العدد الكلي لبكتريا القولون الواردة في [١٢] فتم تلقيح ثلاث مجاميع وكل مجموعة تتكون من ثلاثة أنابيب اختبار تحتوي على الوسط الزرعي MacConkey broth في داخل كل أنبوبة اختبار من هذه المجاميع Durham's tube (للكشف عن الغاز المتحرر)، إذ جرى :

▫ **الاختبار الافتراضي presumptive test**

وذلك بإضافة ١٠ مل من وسط MacConkey broth ذي التركيز المفرد single strength في مجموعتين من أنابيب الاختبار والمضاعف Double strength في مجموعة ثالثة ، وتم تلقيح هذه الأنابيب بعينات الماء من خلال ماصات معقمة ، إذ لقحت الأنابيب ذات التركيز المفرد بالحجوم (1,0.1) مل من ماء العينة والأنابيب ذات التركيز المضاعف بحجم ١٠ مل من ماء العينة . حضنت الأنابيب الملقحة على درجة حرارة ٣٥ درجة مئوية لمدة من 24 ساعة . فتغير لون الوسط في أنبوبة الاختبار من اللون الوردي إلى اللون الأصفر وكذلك تجمع الغاز في أنابيب Durham's tube بنسبة ١٠% أو أكثر من حجم أنبوبة الاختبار دلالة على النتيجة الموجبة. ولتأكيد أن البكتريا التي خمرت الوسط الزرعي (تغير لون الوسط الزرعي إلى اللون الأصفر) وكونت غاز داخل أنابيب Durham's tube هي من أصل معوي إذ تم إجراء :

▫ **الفحص التأكيدي confirmed test** فقد زرعت على وسط Eosine Methylene Blue agar (EMB agar) بتقنية التخطيط إذ تم نقل حملة لوب Loop full من أنابيب الاختبار الموجبة (حامض+غاز) إذ رجت الأنابيب جيدا ولقحت الأوساط الزرعية(Eosine Methylene Blue agar (EMB agar . إن ظهور مستعمرات دائرية صغيرة سوداء اللون محاطة بحزام اخضر داكن لماع metallic sheen دلالة على عائدية المستعمرات الموجبة (اعتمادا على صفاتها المظهرية ) من الاختبار التأكيدي ، وتم تشخيص بكتريا القولون بالاعتماد على الخواص المظهرية التي تم تحديدها على أنها عائدة لبكتريا القولون من خلال مشاهدتها على القوى الكبرى تحت العدسة الزيتية (×1000) للمجهر الضوئي بعد

تصبغيها بصبغة كرام ، عصيات سالبة لصبغة كرام ، غير مكونة للأبواغ وهي إحدى العلامات التشخيصية لبكتريا القولون . وبموجب جداول الاحتمالية probability tables التي تم وضعها من قبل McCardy (1918) قدر العدد الأكثر احتمالا لبكتريا القولون في 100 مل [٢] .

**▫ الاختبار التكميلي Completed test**

في هذا الاختبار تنقل المستعمرات المشكوك بكونها *E.coli* النقية النامية على وسط EMB ووسط ماء الببتون Pepton Water لفحص تكوين الاندول ، تحضن الأنابيب بعد ذلك في حمام مائي بدرجة (44.5) م° لمدة (٢٤–٤٨) ساعة إذ إنه في هذه الدرجة الحرارية تنمو بكتريا *E. coli* التي تستطيع إنتاج الغاز في هذه الدرجة الحرارية [٢] . ثم وضعت قطرات من كاشف كوفاكس Kovax's reagent في الأنابيب إذ أنّ تكون الحلقة الحمراء دليل على النتيجة الموجبة .

**حساب العدد الكلي لبكتريا القولون البرازية Enumeration of fecal coliform**

تم إتباع طريقة العد الأكثر احتمالا(MPN) Most probable number لعد بكتريا القولون البرازية ، إذ لقحت أنابيب حاوية على وسط MacConkey broth ذي التركيز المفرد single strength بنقل حملة لوب Loop full بعد رج الأنابيب الموجبة من الاختبار الافتراضي التي تكون فيها (حامض+غاز) وحضنت بدرجة حرارة 44.5 درجة مئوية في الحمام المائي water bath لمدة من (48_24) ساعة . فتم حساب عدد الأنابيب الموجبة التي كونت(حامض+غاز) ، وبموجب جداول الاحتمالية probability tables حسب عدد بكتريا القولون البرازية في 100 مل من العينة [١٢] .

## النتائج والمناقشة

**الخصائص الفيزيائية والكيميائية Physical and Chemicals Properties**

**درجة الحرارة Temperature**

سجلت نتائج الدراسة الحالية جدول (١) تباين بالنسبة لدرجة حرارة المياه الجوفية ، فكانت أعلى درجة ٢٦ مْ في شهر آب في البئرين ٢ و ٥ . وأدنى درجة ١٤ مْ في شهر كانون الثاني في البئر ١ . وربما يعود سبب التباين في درجات حرارة المياه الجوفية إلى تأثر مياهها بارتفاع درجات حرارة الهواء صيفا وانخفاضها شتاءا مع قلة عمق الآبار وسعة الفوهة الخارجية للبئر نسبيا والمكشوفة . فالآبار غير العميقة والقريبة من سطح الأرض تتأثر درجة حرارة المياه الجوفية فيها بالتقلبات الفصلية . وهذا التأثر يقل ويصبح غير مهم في الآبار التي يتجاوز عمقها ١٠ أمتار [١٩] .

**جدول (١) التغيرات الشهرية والموقعية لدرجة حرارة المياه الجوفية Groundwater Temperature خلال مدة الدراسة (م°) .**

| | الآبار / التاريخ | ١ | ٢ | ٣ | ٤ | ٥ | ٦ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ٢٠١٠ | تشرين II | ٢٣ | ٢٥ | ٢٣ | ٢٤ | ٢٥ | ٢٤ |
| | كانون I | ١٥ | ٢٥,٥ | ٢٣ | ٢٤ | ٢٤,٥ | ٢٠,٥ |
| ٢٠١١ | كانون II | ١٤ | ٢٥ | ٢٢ | ٢٤,٥ | ٢٣ | ١٨ |
| | شباط | ٢٣ | ٢٣ | ٢٤ | ٢٤,٥ | ٢٤ | ١٨,٥ |
| | آذار | ٢٢ | ٢٢ | ٢٣ | ٢٤,٤ | ٢٣ | ٢٠ |
| | نيسان | ٢٢ | ٢٢ | ٢٤,٥ | ٢٥ | ٢٣ | ٢٠,٥ |
| | آيار | ٢٢ | ٢٢ | ٢٤ | ٢٥ | ٢٤ | ٢١ |
| | حزيران | ٢٣ | ٢٢ | ٢٤ | ٢٥ | ٢٤ | ٢٢ |
| | تموز | ٢٣ | ٢٤ | ٢٤ | ٢٥ | ٢٥ | ٢٤ |
| | آب | ٢٥ | ٢٦ | ٢٤ | ٢٥ | ٢٦ | ٢٥ |
| المعدل | | ٢١,٢ | ٢٣,٦ | ٢٣,٦ | ٢٤,٦ | ٢٤,١ | ٢١,٣ |

**المواد الصلبة الذائبة الكلية Total Dissolved Salts TDS**

بلغت أعلى قيمة للمواد الصلبة الذائبة الكلية ٥٢٣٤ ملغم/لتر في شهر حزيران في البئر ٢ . وأدنى قيمة ١٢٣٢ ملغم/لتر في شهر كانون الأول في البئر ١ جدول (2) ، فربما يعود سبب تباين قيم المواد الصلبة الذائبة الكلية إلى طبيعة التكوينات الجيولوجية لمنطقة الدراسة فبعضها يعود إلى تكوين الفارس الأسفل الغنية بالأملاح القابلة للذوبان في الماء أثناء مرورها فيها . وأما التراكيز المنخفضة قد تعود إلى التكوينات الصخرية النوعية الخازنة والممرة ووقوعها ضمن تكوينات انجانة [٤] ؛ [١٧] .

**جدول (2) التغيرات الشهرية والموقعية للمواد الصلبة الذائبة الكلية Total Dissolved Salts TDS في المياه الجوفية (ملغم/لتر) .**

| | الآبار / التاريخ | ١ | ٢ | ٣ | ٤ | ٥ | ٦ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| جهد خ | تشرين II | ١٦٦٢ | ٤٨٠٤ | ٣٦٤٨ | ٢٩٥٤ | ٢٢٩٤ | ٤٦٩٤ |
| | كانون I | ٢٠٨٠ | ٣٩٨٢ | ٣٢٨٠ | ٢٦٣٦ | ٢٦٧٨ | ٣٢٨٠ |
| جهد ط | كانون II | ١٢٣٢ | ٣٣٨٢ | ٣٨٨٠ | ١٨٤٠ | ٢١٤٢ | ٣٧٩٤ |
| | شباط | ١٧٦٠ | ٣١٢٨ | ٣١١٨ | ٢٢٢٤ | ٢٢٩٠ | ٣٥٥٦ |
| | آذار | ١٧٣٢ | ٣٧٩٦ | ٣٣٥٤ | ٢٠٨٠ | ٢١٢٤ | ٤٥٢٨ |
| | نيسان | ١٦٥٨ | ٤٠٢٠ | ٣٦٤٢ | ١٦٧٠ | ٢٢٢٤ | ٤٠٣٢ |
| | آيار | ٢٢٣٢ | ٤٥٣٤ | ٣٧٦٨ | ٢٢٤٨ | ٢٦٤٠ | ٥٠٢٤ |
| | حزيران | ٢٠٣٨ | ٥٢٣٤ | ٣٩٦٢ | ٢٠٤٠ | ٢٤٣٠ | ٤٨٦٢ |
| | تموز | ٢٠١٠ | ٥٢٢٤ | ٣٩٩٢ | ٢٥١٤ | ٢٦٠٢ | ٤٩٦٠ |
| | آب | ٢٢٦٤ | ٥١١٨ | ٤٠١٤ | ٢١١٤ | ٢٤٣٨ | ٥١٢٠ |
| المعدل | | ١٨٦٦,٨ | ٤٣٢٢,٢ | ٣٦٦٥,٨ | ٢١٤٢ | ٢٣٨٦,٢ | ٤٣٨٥ |

**العسرة الكلية Total Hardness**

بلغت أعلى قيمة للعسرة الكلية ٢٨٢٠ ملغم/لتر في شهر تشرين الثاني في البئر ٢ . وأدنى قيمة ١٠٦٠ ملغم/لتر في الشهر نفسه في البئر ١ جدول (٣) . يختلف تركيز العسرة الكلية في المياه الطبيعية بحسب طبيعة التكوينات الجيولوجية التي تمر بها المياه وتعتمد على تركيز الكاتيونات المتعددة التكافؤ ويعد الكالسيوم والمغنسيوم من أكثر الايونات المسببة للعسرة شيوعا في المياه الطبيعية [١٨] .

**جدول (٣) التغيرات الشهرية والموقعية للعسرة الكلية Total Hardness في المياه الجوفية بدلالة $CaCO_3$ (ملغم/لتر).**

| | الآبار / التاريخ | ١ | ٢ | ٣ | ٤ | ٥ | ٦ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| جهد خ | تشرين II | ١٠٦٠ | ٢٨٢٠ | ٢٤٠٠ | ١٦٢٠ | ١٩٢٠ | ٢٦٠٠ |
| | كانون I | ١٩٢٠ | ٢٦٠٠ | ٢٦٤٠ | ١٥٦٠ | ١٩٢٠ | ١١٧٠ |
| جهد ط | كانون II | ١٢٢٠ | ٢١٦٠ | ٢٢٦٠ | ١٣١٠ | ٢٠٦٠ | ٢٠٦٠ |
| | شباط | ١٦٢٠ | ٢١٤٠ | ٢٢٨٠ | ١٨٦٠ | ١٩٤٠ | ٢٣٤٠ |
| | آذار | ١٣٢٠ | ٢١٨٠ | ٢٢٤٠ | ١٤٠٠ | ١٩٦٠ | ٢٤٠٠ |
| | نيسان | ١٦٠٠ | ٢٢٤٠ | ٢٣٤٠ | ١٥٤٠ | ١٩٦٠ | ٢٥٢٠ |
| | آيار | ١٨٤٠ | ٢٥٠٠ | ٢٤٢٠ | ١٥٠٠ | ١٩٦٠ | ٢٤٦٠ |
| | حزيران | ١٨٢٠ | ٢٧٢٠ | ٢٦٤٠ | ١٤٦٠ | ٢٠٤٠ | ٢٥٨٠ |
| | تموز | ١٦٢٠ | ٢٦٨٠ | ٢٤٦٠ | ١٤٨٠ | ١٩٤٠ | ٢٦٠٠ |
| | آب | ١٩٤٠ | ٢٧٦٠ | ٢٦٠٠ | ١٤٨٠ | ٢٠٠٠ | ٢٦١٠ |
| المعدل | | ١٥٩٦ | ٢٤٨٠ | ٢٤٢٨ | ١٥٢١ | ١٩٧٠ | ٢٣٣٤ |

**الأوكسجين المذاب Dissolved Oxygen**

تقاس مستويات الأوكسجين المذابة في المياه عند الكشف عن نوعية الماء التي تعتمد جزئيا على الفعاليات الكيميائية والفيزيائية والبايوكيميائية التي تحصل فيه . وبصورة محدودة فإن قابلية الأوكسجين على الذوبان في الماء تتناسب طرديا مع الضغط الجوي وعكسيا مع درجة الحرارة والملوحة . فالمستويات المنخفضة من الأوكسجين تحد من الأيض البكتيري للمركبات العضوية في الماء [٢٢] . سجلت أعلى قيمة للأوكسجين المذاب ٨,٤ ملغم/لتر في شهر حزيران في البئر ٤ . وأدنى قيمة ١,٨ في شهر آذار في البئر ٦ جدول (4) . ان انخفاض المستوى الملحي في بعض آبار الدراسة (٤>١) يتناسب مع المستويات المرتفعة من الأوكسجين . ان كمية الأوكسجين المحتمل تواجدها في المياه الجوفية ذات المحتوى الملحي العالي يقلل من احتمالية ذوبان الأوكسجين يضاف إلى استهلاك الأوكسجين من قبل البكتريا الهوائية المؤكسدة للكبريت في أكسدة كبريتيد الهيدروجين إلى كبريت [٩] .

جدول (٤) التغيرات الشهرية والموقعية للأوكسجين المذاب Dissolved Oxygen في المياه الجوفية (ملغم/لتر)

| | الآبار / التاريخ | ١ | ٢ | ٣ | ٤ | ٥ | ٦ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ٢٠٠٧ | تشرين II | ٦ | ٦,٣ | ٥,٧٣ | ٦,٦ | ٥,٣ | ٣,١ |
| | كانون I | ٦,٨ | ٥ | ٥,٥ | ٧ | ٤,٧ | ٤,٤ |
| ٢٠٠٨ | كانون II | ٧,٣ | ٤,١ | ٤,٧ | ٦,٩ | ٦ | ٤,٢ |
| | شباط | ٤,٦ | ٣,٩ | ٣,٨ | ٦,٩ | ٥,١ | ٢,٩ |
| | آذار | ٦,٢ | ٤,٤ | ٤,٢ | ٦,٨ | ٥,٥ | ١,٨ |
| | نيسان | ٦,٢٦ | ٣,٨٥ | ٤,٣ | ٦,٢٥ | ٥,٣ | ٢,٤ |
| | آيار | ٧ | ٤,٩٥ | ٤,٢٥ | ٧,٦ | ٥,٣٥ | ٣,١٥ |
| | حزيران | ٧,٤٥ | ٥,٥٥ | ٤,٣ | ٨,٤ | ٤,٩ | ٣,٢٥ |
| | تموز | ٦ | ٤,٦٦ | ٧,٠٣ | ٦,٣٦ | ٥,٢٣ | ٣,٢٥ |
| | آب | ٥,٦٥ | ٤,٣ | ٤,٤ | ٦,٥٥ | ٥ | ٣ |
| المعدل | | ٦,٣٢ | ٤,٧٠ | ٤,٨٢ | ٦,٩٣ | ٥,٢٣ | ٣,١٤ |

**الكبريتات $SO_4^{-2}$ Sulphates**

تعد ايونات الكبريتات من أكثر أشكال مركبات الكبريت انتشارا في المياه الطبيعية إذ توجد بتراكيز مختلفة حسب الطبيعة الجيولوجية لمصادر هذه المياه [١٢] . بلغت أعلى قيمة للكبريتات ٧٨٦ ملغم/لتر في شهر ايار في البئر ٦ . وأدنى قيمة ٤٣٤ ملغم/لتر في الشهر نفسه في البئر ٥ ، جدول (5) . ان هذا التباين في تراكيز ايونات الكبريتات في المياه الجوفية قد يعود إلى نوع الصخور التي مرت بها المياه والنشاطات البكتريولوجية في طبقات التربة التي تؤدي دورا مهما في تفاعلات الأكسدة والاختزال لأطوار الكبريت [١١] . وان أهم مصادر ايون الكبريتات في المياه الجوفية هي تحلل وذوبان رواسب المتبخرات Evaporate وخاصة رواسب كبريتات الكالسيوم والمغنسيوم فضلا عن أكسدة المعادن المتواجدة ضمن صخور الطفل والطين [٥] .

جدول (٥) التغيرات الشهرية والموقعية للكبريتات $SO_4^{-2}$ Sulphates في المياه الجوفية (ملغم/لتر) .

| | الآبار / التاريخ | ١ | ٢ | ٣ | ٤ | ٥ | ٦ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ٢٠٠٧ | تشرين II | ٥٢١ | ٧٣٢ | ٧٠٠ | ٥٢٠ | ٥٤١ | ٦٠٤ |
| | كانون I | ٥٢٠ | ٧٥٢ | ٧١١ | ٥٢٥ | ٥٢٥ | ٦٠٠ |
| ٢٠٠٨ | كانون II | ٥٣٢ | ٧٨١ | ٧٧٣ | ٥٧٨ | ٦٠٠ | ٦٧٩ |
| | شباط | ٤٨٦ | ٦٧٦ | ٧٢١ | ٥٢٨ | ٥٢٦ | ٧٧٤ |
| | آذار | ٥٠٠ | ٧١٦ | ٧٥٤ | ٥٢٥ | ٥٢١ | ٧١٨ |
| | نيسان | ٥٥٠ | ٧٨٠ | ٧٤٠ | ٥٥٢ | ٦٢٠ | ٧٤٨ |
| | آيار | ٥٦١ | ٧٧٦ | ٧٦٨ | ٥٥٦ | ٤٣٤ | ٧٨٦ |
| | حزيران | ٥٤٦ | ٧٨٠ | ٧٧٨ | ٥٧٤ | ٥٣٤ | ٧٦٧ |
| | تموز | ٥٥١ | ٧٨٣ | ٧١٦ | ٥٤٣ | ٦٦٥ | ٧٧١ |
| | آب | ٥٣٨ | ٧٣٦ | ٧٤٨ | ٥٧٨ | ٦٧٦ | ٧٧٥ |
| المعدل | | ٥٣٠,٥ | ٧٥١,٢ | ٧٤٠,٩ | ٥٤٧,٩ | ٥٦٤,٢ | ٧٢٢,٢ |

**الخصائص البكتريولوجية Bacteriological Properties**

**العدد الكلي للبكتريا الهوائية Total Plate Count TPC**

يقدر عدد الخلايا البكتيرية في الماء بطريقة غير مباشرة وبهذه الطريقة يقدر عدد الخلايا ذات القدرة على التكاثر في سنتمتر مكعب من الماء عند تهيئة الظروف المناسبة لها . ويجري ذلك من خلال استعمال طريقة العد بالأطباق Plate Count [٨] . أشارت نتائج الدراسة الحالية جدول (٦) بان أعلى قيمة ٧٠ × ١٠$^{٣}$ خلية/١٠٠مل في شهر ايار في البئر ٥ . وأدنى قيمة ٢٠ خلية/١٠٠مل في شهر كانون الثاني في البئر ٤. بما أن معظم آبار الدراسة مكشوفة كما في البئر ٥ فان ازدياد أعداد البكتريا في الماء ربما يشير إلى حدوث التلوث

المفاجئ وبصورة مباشرة ووصول الملوث العضوي كفضلات الحيوانات وبقايا النباتات وان الانقطاع الحاصل بعض الشيء لعملية سحب الماء من البئر للاستخدام وعدم التواصل المستمر لعمل مضخة السحب، إضافة إلى ملائمة درجات حرارة الماء للنمو الميكروبي أدى إلى ازدياد أعداد البكتريا. أما الانخفاض الحاصل في أعداد البكتريا الهوائية في ماء البئر ٤ ربما يدل إلى عدم تعرض البئر لملوث الخارجي كونه مغلق طيلة أيام السنة. وان تباين مستوى المادة العضوية الواصلة من الملوثات الخارجية لمياه الآبار وكمية الأوكسجين الذي يتم استهلاكه خلال عمليات الايض للبكتريا الهوائية لأكسدة المادة العضوية وإنتاج ثنائي اوكسيد الكاربون والماء، وكذلك تباين الظروف البيئية، وأن ملائمة الظروف البيئية لنمو البكتريا في فصل الربيع وزيادة الأنشطة الزراعية ربما أدى إلى زيادة أعداد البكتريا في مياه الآبار. إن الزيادة في تعداد المحتوى الكلي للبكتريا قد يعطي مؤشرا لحدوث تلوث حديث، فمثلا عند زيادة المحتوى الكلي للبكتريا الهوائية لعينات مياه الآبار قد يعطي انطباعا عن حدوث تلوث مفاجئ، لكن هذا المؤشر ليس مهما في المياه السطحية مثلا بسبب التغيرات البيئية المستمرة [٢].

**جدول (٦) التغيرات الشهرية والموقعية العدد الكلي للبكتريا الهوائية Total Plate Count TPC (خلية/١٠٠مل).**

| | الآبار / التاريخ | ١ | ٢ | ٣ | ٤ | ٥ | ٦ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ربيع | تشرين II | $١٠\times٢٣,٢^{٢}$ | ٩٨٤ | $١٠\times١٦,٢^{٢}$ | ١٦٠ | $١٠\times٦,٢^{٢}$ | ٢٢٤ |
| | كانون I | $١٠\times١٦,٢^{٢}$ | $١٠\times٣,٩^{٢}$ | $١٠\times٣,٢^{٢}$ | ٢٥ | $١٠\times٣^{٢}$ | $١٠\times٥,٧^{٢}$ |
| صيف | كانون II | $١٠\times٤,٥^{٢}$ | $١٠\times٥,٤^{٢}$ | ٧٩ | ٢٠ | ١١٤ | $١٠\times١١,٣^{٢}$ |
| | شباط | $١٠\times٦,٢^{٢}$ | $١٠\times٦,٠^{٢}$ | $١٠\times٣,٤^{٢}$ | ٢٧٢ | $١٠\times٦,٤^{٢}$ | $١٠\times٥^{٢}$ |
| | آذار | $١٠\times٥٥^{٢}$ | $١٠\times٥١^{٢}$ | $١٠\times٥١^{٢}$ | ٢٨٨ | $١٠\times٤,٢^{٢}$ | $١٠\times٧٥^{٢}$ |
| | نيسان | $١٠\times٣٠^{٢}$ | ٢٥٠ | $١٠\times٦,٢^{٢}$ | $١٠\times٣,٧^{٢}$ | ٢٩٢ | $١٠\times٤٢^{٣}$ |
| | آيار | $١٠\times٤٩^{٢}$ | $١٠\times١١,٨^{٢}$ | $١٠\times١٩٤^{٢}$ | $١٠\times٤٣^{٣}$ | $١٠\times٧٠^{٣}$ | $١٠\times١٤,٢^{٢}$ |
| | حزيران | $١٠\times٣٠^{٢}$ | $١٠\times٤٥^{٢}$ | $١٠\times٤٢^{٢}$ | ٢٤٤ | ٢٢٠ | $١٠\times٦١^{٢}$ |
| | تموز | $١٠\times٣,٢^{٢}$ | $١٠\times٢٣^{٢}$ | ٣٠ | ٣٧ | ٤٥ | $١٠\times١٣,٤^{٢}$ |
| | آب | $١٠\times٤٩^{٢}$ | $١٠\times٣,١^{٢}$ | $١٠\times١٠٥^{٢}$ | ٢٦٤ | ٦٨ | ٩٦ |
| المعدل | | $١٠\times٢٦,٦٣^{٢}$ | $١٠\times١٦,١^{٢}$ | $١٠\times٤٢,٢^{٢}$ | $١٠\times٤٤,٦^{٢}$ | $١٠\times٧٢,٧^{٢}$ | $١٠\times٦٠,٨^{٢}$ |

**العدد الكلي لبكتريا القولون Total Coliform Bacteria**

تتضمن بكتريا القولون Coliform بكتريا *Escherichia coli* كأحد أفراد العائلة المعوية *Enterobacteriaceae* وهذه البكتريا تشكل 10% من الكائنات المجهرية المعوية في الإنسان والحيوانات الأخرى وتستخدم على نطاق واسع ككائنات حية دالة Indicator إذ إن بإمكانها البقاء حية لفترة أطول من غيرها من البكتريا المعوية الممرضة pathogens . وعند خلو الماء من هذه الدلائل البكتيرية المعوية الغريبة Foreign في حجم معلوم (١٠٠مل) يمكن عد الماء صالحا لشرب الإنسان potable (fit to drink) أو الاستخدامات الأخرى . وتتضمن بكتريا القولون *Klebsiella pneumoniae* , *E.coli* , *Enterobacter aerogenes* . وتعرف بكتريا القولون على أنها هوائية اختيارية ، سالبة لصبغة كرام ، ذات شكل عصوي غير مكونة للابواغ تخمر اللاكتوز وتكون غاز خلال ٤٨ ساعة في ٣٥ درجة مئوية [٢٠] . صنفت مياه الآبار المدروسة (مقبول – غير مقبول) لإغراض الشرب جدول (٩) . سجلت أعلى قيمة ٢٤٠٠< (خلية/١٠٠مل) في خلال معظم مدة الدراسة في البئر ٦ . وأدنى قيمة ٣< (خلية/١٠٠مل) خلال أشهر متفاوتة في الآبار ٣ و ٤ و ٥. لوحظ وجود علاقة عكسية بين الأوكسجين وزيادة أعداد بكتريا القولون كونها بكتريا هوائية وان أكسدة المادة العضوية من قبل البكتريا يتطلب استهلاك الأوكسجين ، إضافة إلى ملائمة درجة حرارة الماء وان وجود الايونات لها أهمية في شكل وانقسام الخلية وهذا ما أكده معامل ارتباط بيرسون إذ سجل علاقة ارتباط سالبة عند مستوى معنوية ($P=\leq 0.01$) بين درجة حرارة الماء وأعداد بكتريا القولون فكانت ($r=-.322$) وعلاقة ارتباط سالبة بين الأوكسجين وأعداد بكتريا القولون عند مستوى معنوية($P=\leq 0.05$) فكانت ($r=-.237$) . ووجد علاقة ارتباط موجبة عند مستوى معنوية ($P=\leq 0.01$) بين الكبريتات وعدد بكتريا القولون فكانت ($r=.326$) . يمكن دخول الكائنات الحية المجهرية من سطح الأرض إلى البئر بواسطة اليد البشرية أو بواسطة الحيوانات أو نتيجة تسرب المياه السطحية الملوثة أو بسبب سقوط الأتربة والمواد الأخرى إلى البئر [٣] . أن مصادر المياه من الآبار الضحلة Dug wells تتصف بكونها ملوثة عادة ولا يعتمد عليها للاستخدامات البشرية على عكس الآبار العميقة Drilled wells فتكون أقل تلوثا ويعتمد عليها للاستخدامات البشرية وكونها ذات محتوى معدني عالٍ وبعضها تكون ذات مياه ساخنة ويصعب توفرها وتتكون في مناطق محدودة وقليلة المحتوى الميكروبي [٧] .

جدول (٧) التغيرات الشهرية والموقعية للعدد الكلي لبكتريا القولون Total Coliform Bacteria (خلية/١٠٠مل).

| التاريخ / الآبار | | ١ | ٢ | ٣ | ٤ | ٥ | ٦ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ٢٠٠٩ | تشرين II | ٤٦٠ | ٢٨ | ٢١ | ١٥ | ٤٣ | ١١٠٠ |
| | كانون I | ٩ | ٧٥ | ٩ | ٤ | ٩٣ | >٢٤٠٠ |
| ٢٠١٠ | كانون II | ٢٤٠ | ٢٤٠ | ٤٣ | ١٥ | ٤٣ | >٢٤٠٠ |
| | شباط | ٩٣ | ٢١ | ٧٥ | ٤ | ١١ | >٢٤٠٠ |
| | آذار | ٢١٠ | ٢١ | ٦٤ | <٣ | ٢١ | >٢٤٠٠ |
| | نيسان | ٤٦٠ | ١٥٠ | <٣ | ٧ | <٣ | >٢٤٠٠ |
| | آيار | ٢٤٠ | ٢٤٠ | ٩٣ | ٩ | ٤٣ | >٢٤٠٠ |
| | حزيران | ١٥٠ | ٤٦٠ | ٩ | ٩٣ | <٣ | >٢٤٠٠ |
| | تموز | ٧٥ | ٤٣ | ٣٩ | ٢٣ | ٤٣ | >٢٤٠٠ |
| | آب | ٢١٠ | ٤٦٠ | ٩٣ | ٢٣ | ٩٣ | ١١٠٠ |
| المعدل | | ٢١٤,٧ | ١٧٣,٨ | ٤٤,٦ | ١٩,٣ | ٣٩ | ٢١٤٠ |

**العدد الكلي لبكتريا القولون البرازية Total Feacal Coliform Bacteria**

يشار إلى بكتريا القولون البرازية بأنها مجموعة من بكتريا القولون التي تستطيع في درجة حرارة ٤٤ أو ٤٥ درجة مئوية النمو وتخمير سكر اللاكتوز وإنتاج الغاز والحامض . وتمثل بكتريا القولون المقاومة للحرارة بضمنها جرثومة *Escherichia coli* مؤشرات ناجحة لوجود تلوث برازي حديث للماء وعلى وجود مخاطر صحية من استخدامه [٢١] . ويعد وجود بكتريا القولون البرازية في مصادر المياه السطحية أو الجوفية دليلا على تأكيد وصول التلوث البرازي للمياه من الإنسان والحيوان وإلى وجود بكتريا مرضية معوية في الماء [١٤] . ن بكتريا *E.coli* قد تشكل ٥-٢٠ % من مجموع القولونيات الموجودة في براز الإنسان [٢٣] . بلغت أعلى قيمة للعدد الكلي لبكتريا القولون البرازية ٢٤٠٠< (خلية/١٠٠مل) خلال (نيسان،ايار،تموز) في البئر ٦ . وأدنى قيمة ٣> (خلية/١٠٠مل) خلال أشهر متفاوتة في الآبار ٣ و ٤ و ٥ . لوحظ من نتائج الدراسة الحالية زيادة معدلات أعداد بكتريا القولون البرازية في ماء البئر ٦ . إن سبب ارتفاع أعداد بكتريا القولون البرازية في البئر ٦ ربما يعود إلى طبيعة وموقع البئر وقربه من مصادر التلوث ، إذ لوحظ بان مياه المجاري المنزلية لا تبعد عن البئر سوى ٨,٥ متر إضافة إلى كون البئر يقع على حافة منخفض يتجمع فيه سيل مياه الأمطار مما جعل البئر يتعرض في الأحيان إلى دخول كميات من المياه التي تحمل الفضلات من الأراضي المزروعة والتي تعد مكان لرعي الحيوانات والمسافة بين فوهة البئر البالغة ٤,٢ متر مربع وتلك الأراضي ٦ أمتار . وهذا ما أكده معامل ارتباط بيرسون إذ سجل قيمة معنوية سالبة عند($P=\leq 0.01$) مع مياه المجاري المنزلية ($r=.275$) وهذا يشير بأنه كلما قلت المسافة بين مياه المجاري المنزلية والآبار تكون مصدر للتلوث ببكتريا القولون البرازية . كذلك سجل قيمة معنوية موجبة عند مستوى معنوية ($P=\leq 0.01$) مع مساحة الفتحة الخارجية العليا للآبار ($r=.321$) مما جعل مياهها عرضة للمتغيرات البيئية والتلوث بالملوثات الخارجية . أما سبب قلة أعداد بكتريا القولون البرازية في ماء البئر ٤ بحسب طريقة الكشف المتبعة MPN ، عمق البئر وقلة الكثافة السكانية والعناية في الاستخدام من خلال الطريقة التي صمم فيها البئر وموقع البئر البعيد عن بعض المصادر المحتملة للتلوث في ذلك الموقع كمخلفات الإنسان أو الحيوانات .

**جدول (٨) التغيرات الشهرية والموقعية للعدد الكلي لبكتريا القولون البرازيةTotal Feacal Coliform Bacteria (خلية/١٠٠مل).**

| | الآبار / التاريخ | ١ | ٢ | ٣ | ٤ | ٥ | ٦ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ٢٠١٠ | تشرين II | ٤ | ٩ | <٣ | <٣ | ٣ | ١٥٠ |
| | كانون I | ٣ | ١٤ | ٣ | <٣ | <٣ | ٢١٠ |
| ٢٠١١ | كانون II | ٣ | ١٥ | <٣ | <٣ | ٣ | ١١٠٠ |
| | شباط | ١١ | ١٥ | ٤ | <٣ | ٣ | ١٥٠ |
| | آذار | ٤٣ | ٤ | ١٤ | <٣ | ٤ | ١١٠٠ |
| | نيسان | ٩ | ١٥٠ | <٣ | <٣ | <٣ | >٢٤٠٠ |
| | آيار | ٤ | ٢٤٠ | ٧ | <٣ | ٤ | >٢٤٠٠ |
| | حزيران | ٤ | ٢٤٠ | <٣ | <٣ | <٣ | ٩٣ |
| | تموز | ٣ | ٩ | ٧ | ٤ | ٤ | >٢٤٠٠ |
| | آب | ١٥ | ٢٣ | ٤٣ | <٣ | ٧ | ١٥٠ |
| المعدل | | ٩,٩ | ٧١,٩ | ٧,٨ | ٠,٤ | ٤,٦ | ١٠١٥,٣ |

**جدول (٩) تصنيف مياه الشرب حسب العدد الكلي لبكتريا القولون (وزارة الصحة البريطانية)** [١٠] .

| العدد الكلي لبكتريا القولون (خلية /١٠٠مل) | صنف المياه |
|---|---|
| اقل من ١ | مقبول جدا |
| ١–٢ | مقبول |
| ٣–١٠ | مشكوك به |
| أكثر من ١٠ | غير مقبول |

**المصادر**


١. **جبريل**، نادية محمود توفيق . (٢٠٠٦) . دراسة بيئية عن نوعية المياه الجوفية لمدينة الحلة . رسالة ماجستير . كلية العلوم – جامعة بابل. ١١٤ ص .

٢. **خلف**، صبحي حسين . (١٩٨٧) . علم الأحياء المجهرية المائي . مديرية دار الكتب للطباعة والنشر. جامعة الموصل : ١٦٣ ص .

٣. **دراكة**، خليفة.(١٩٨٨).هيدرولوجية المياه الجوفية .دار مجدلاوي للنشر والتوزيع.عمان– الأردن.٤٧٢ص.

٤. **السياب**، عبد الله ؛ الأنصاري ،نضير ؛الراوي،ضياء؛جاسم،علي جاسم ؛العمري،صنع الله ؛ والشيخ ،زهير . (١٩٨٢) . جيولوجيا العراق. مديرية دار الكتب للطباعة والنشر. جامعة الموصل٢٨٠ ص.

٥.**طاقة**، محمد شيت رمزي يحيى قاسم . (٢٠٠٠) . دراسة هايدروجيوكيميائية لآبار منتخبة في مدينة الموصل وصياغة معامل التلوث لمياهها . رسالة ماجستير . كلية العلوم–جامعة الموصل .١١٤ ص.

٦. **العاني**، فائز عزيز وبدوي، أمين سليمان .(١٩٩٠). مبادئ الأحياء المجهرية. مطبعة دار الحكمة للطباعة والنشر. جامعة الموصل. ٣١٦ ص.

٧.**عبد الباقي**، يسرى طه . (٢٠٠٨) . صلاحية المياه الجوفية للاستخدامات المختلفة في منطقة قرقوش (شمال شرق مدينة الموصل) العراق . المؤتمر العلمي الدوري السادس لمركز بحوث السدود والموارد المائية . جامعة الموصل : ٦٩–٧٨ ص .

٨. **عباوي**، سعاد عبد و حسن، سليمان محمد . (١٩٩٠). الهندسة العملية للبيئة _ فحوصات الماء . مديرية دار الحكمة للطباعة والنشر– الموصل . جامعة الموصل .٢٩٦ ص .

٩. **كنة**، عبد المنعم علي حسين . (٢٠٠١) . دراسة نوعية المياه الجوفية الكبريتية في محافظة نينوى . رسالة ماجستير . كلية العلوم . جامعة الموصل . ٨١ ص .

١٠. **المصلح**، رشيد محجوب . (١٩٨٨) . علم الأحياء المجهرية للمياه . مطابع دار الحكمة للطباعة والنشر–جامعة بغداد . ٣٦٨ص


.

١١. **اليـوزبكي**، قتيبـة توفيـق ويوسـف فرانسـيس اقليمس . (٢٠٠٧) . التقييم الهيـدروكيميائي للآبـار الضـحلة فـي منطقـة الحمدانيـة ، شـمال العراق . المؤتمر الأول لمركز بحوث البيئة والسيطرة على التلوث – جامعة الموصل ، العراق . ٥-٦ حزيران :٧٨-٨٨ ص .

١٢. **APHA**(American Public Health Association) (1999) . Standard Methods for the Examination of Water and wastewater, 20th Edition A.P.H.A.1015 Fifteen Street,N.W.,Washington DC.USA.

١٣. **Difco**,Manual of dehydrate culture media and reagents for microbiological and clinical laboratory procedures .(1984).10th ed . Difco laboratories .Detroitt.Michigan.USA:3-47.

١٤. **Edwards**, D. R. ; Coyne, M. S. ; Daniel, T. C. ; Vendrell, P. F. ; Murdoch, J. F. and Moor, A. P. J. (1997). Indicators of bacteria concentration of north west Arkansas stream in relation to flow and season . J. Transction of the U. S. A. 40(1)103-210p.

١٥. **Hammer**, Mark.J. and Hammer,Jr, Mark, J. (2004). Water and Wastewater Technology. fifth edition. Pearson Prentice Hall. United state of America. 540p.

١٦. **Hynes**, H. B. N. (1974). The biology of polluted water . Liverpool Univ. press .202p.

١٧. **Jassim**, Saad Z. and Goff, Jermy C. (2006) . Geology of Iraq . Published by Dolin, Prague and Moravian Museum, Brno. Gzech Republic .341p.

١٨. **Manhan**, S. E. (2004). Environmental Chemistry. 8th ED. CRC Press. Washington, DC. 781p.

١٩. **Price**, Michael. (1996). Introducing groundwater .second edition . United Kingdom London . 278p.

20. **Prescott**, Lansing M. ; Harley, John p. ; Klein, Donald A. (2005). Microbiology. Six Edition . McGraw-Hill Companies . New York. Inc. USA. 992p

21. **UNEP/WHO**.(1996). Water Quality Monitoring –A practical Guide to the Design and implementation of Freshwater Quality studies and Monitoring Programmers . Edited by Jamie Bartram and Richard Balance .

22. **Vivo**, B. De. H. E. Belki & A. Lima. (2008). Environmental Geochemistry-Site Characterization, Data Analysis and Case Histories.Elsevier.B. V.Oxford OX28DP,UK. 448p.

23. **Waite**, W. M. (1985). A critical appraisal of the coliform test Journal of the institute of water engineers and scientists, 39:341-357p.

# Study of Indicators for Bacterial Pollution of Groundwater in Sharqat

**Riadh Abas Abdul Jabar [1] , Helal Hmoud Hays Hassan AL-Obaedy[2]**

[1] *Department of Biology, College of Science, University of Tikrit , Tikrit ,Iraq*

[2] *Salahaddin , Iraq* Email:Halobed@yahoo.com

(**Received:** 14 / 10 / 2010 ---- **Accepted:** 16 / 3 / 2011)

## Abstract

The present study is carried out to detect of indicators for bacterial pollution of groundwater for six shallow wells in many villages of Sharqat , it used for different purposes such as (irrigation, livestock watering, domestic, etc) . Results of the study refers that, temperature of groundwater between (14-26)C° are effected by changes of air temperature . Amount of total dissolved salts are effected by geological formation of study area, which are ranged between (1232-5234)mg/l . Dissolved oxygen have reversible relationship with total bacteria, ranged between (1.8-8.4)mg/l . Sulphates are ranged (434-786)mg/l . Wells almost polluted with microorganisms through : septic tank, animals, sewage , and dust . Many environmental factors such (organic matter, oxygen, carbon dioxide , etc) increase or decrease numbers of total bacterial count which ranged ($20\text{-}70\times10^3$) cell/100ml in May and December at wells 4 and 5 respectively . Maximum value for number of coliform >2400 cells/100ml through almost study period in well 6 , but minimum value are <3 cells/100ml at different months through study period in wells 3,4,and 5 . Total feacal coliform bacteria number >2400 cells/100ml at (April, May, and July) in well 6 , , but minimum value are <3 cells/100ml at different months through study period in wells 3, 4, and 5 .