

دراسة ظاهرة التآكل البيولوجي على أنابيب ومصافي الآبار الشمالية
لمنطقة العوانين / قصر بن غشير - ليبيا.

خيري محمد العماري* ، لهيب جميل عبد الفتاح**

* قسم/ التربة والمياه كلية البيطرة والعلوم الزراعية جامعة السابع من أبريل / ليبيا
** المركز العالي لشئون المياه العجيلات / ليبيا

الملخص:

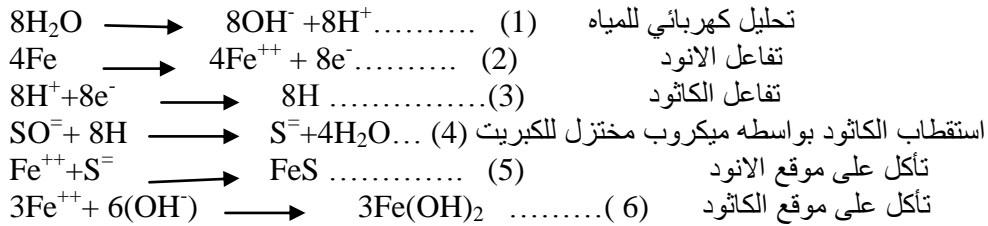
تمت دراسة ظاهرة التآكل البيولوجي على أنابيب ومصافي الآبار الشمالية لمنطقة العوانين/قصر بن غشير، ولقد اختيرت الآبار التي تحمل الأرقام ١٢٧، ١٣٣، ١٥٥، ١٥٧ لتحقيق الهدف من هذه الدراسة، حيث تم إجراء بعض التحاليل الكيميائية والبيولوجية على عينات المياه المأخوذة من هذه الآبار في مركز بحوث النفط. وتشير النتائج المتحصلة عليها إلى وجود البكتيريا المختزلة للكبريتات (SRB) والتي تعمل بصورة نشطة في هذه الآبار، حيث أدت إلى حدوث تآكل في الأنابيب في وقت قصير من إنشائها وخصوصاً في حالة أنابيب الرفع والمضخات مما أدى إلى استبدالها نتيجة التآكل السريع فيها.

ومن نتائج هذه الدراسة يمكن ان يوصى بالآتي:

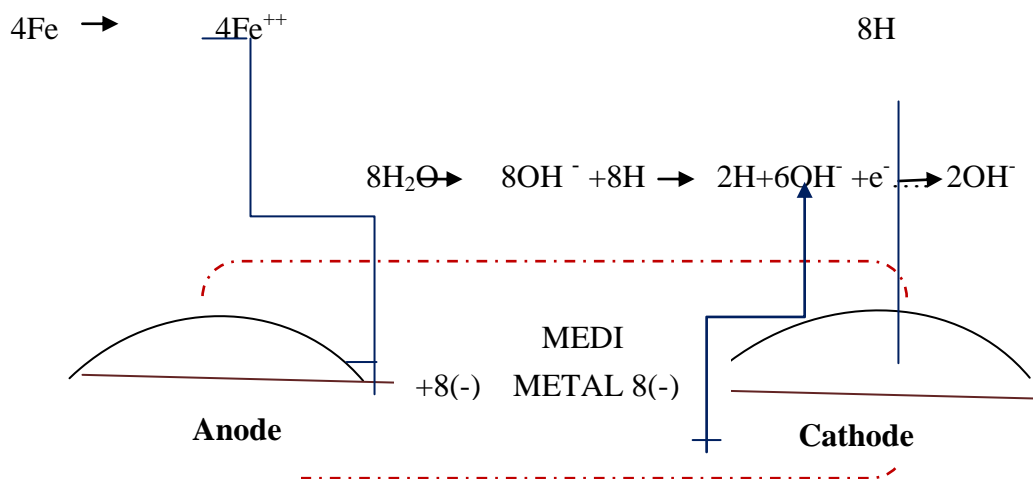
- ١- يجب ان يكون الاسمنت المستخدم في التغليف مقاوم لنشاط بكتيريا اختزال الكبريتات لوجود نسبة كبريت عالية في التربة نتيجة تواجد هذا النوع من البكتيريا.
- ٢- يفضل استخدام سبيكة مقاومة للتآكل مثل سبيكة النحاس نوع (Evodure) للمضخات الثابتة والمتحركة او استخدام مضخات مصنوعة من مادة التفلون (Teflon tape) إما بالنسبة للروابط Joints يفضل صناعتها من الحديد الكربوني وذلك لضمان بقاء البئر مستمر للفترة المحددة للعمل له دون تعرضه إلى مشاكل التآكل والتي تعتبر احد المشاكل الأساسية والرئيسية في عرقلة وإيقاف عمل الآبار في الوقت الحاضر إضافة إلى المشكلات الأخرى والتي تعتبر هدر للاقتصاد الوطني.
- ٣- استبدال أنابيب التبادل الحراري بالأنابيب (١٠- ٩٠) سبيكة (Ni+Cu) في أنابيب أخراج المياه وسبيكة (٤٠٠) للمياه الداخلة وتحسب ليكون المعدن المثالي المقاوم لعمليات التآكل.
- ٤- ينبغي الاستمرار في معالجة المواد العالقة الصلبة .
- ٥- يجب إضافة الكلورين لتعقيم المياه وللسيطرة على المواد الطينية اللزجة ومنع حدوث نمو للميكروبات.

المقدمة :

الميكروبات التي تعمل على اختزال الكبريتات، تعتبر من الكائنات الأكثر شيوعاً في معظم تربة ومياه العالم، حيث انه في الظروف اللاهوائية ونتيجة الغمر بالماء فان مستوى الكبريتيدات يرتفع وفي الوقت نفسه يقابلة نقص تركيز الكبريتات، ونتيجة لعدة عمليات فان أعداد البكتيريا المختزلة للكبريتات تزداد وقد تتجاوز عدة ملايين في الغرام الواحد من التربة في حين تكون اعدادها تحت الظروف الطبيعية لاتتجاوز (١٠^٤) في الغرام الواحد من التربة. ولقد اشار Robert E. Tatnall (1981) النظرية الخاصة بميكانيكية عمل البكتيريا لمختزله للكبريت والمسيبة للتآكل طبقاً للمعادلات التالية:



وتوضح المعادلة رقم (٤) ان المناقشات الحديثة منها ما يدعم واخر ما تنكر الدور الميكروبي لاستقطاب الكاثود فمثلا المناقشات أوجدت ان FeS سوف تستقطب على مواقع الكاثود بغياب الميكروبات المختزلة، وهناك أختلاف بسيط وأحيانا لا يوجد هذا الاختلاف حول تأثير تاكل الحديد بوجود الكبريت والميكروبات اللاهوائية، اما النظرية الأخرى تعزى ذلك الى فعالية الانزيمات ومنها أنزيم الهيدروجيناز وهذا موجود في كل مختزلات الكبريتات تقريبا إضافة الى أجناس ميكروبية أخرى وتؤكد البحوث ان أنزيم الهيدروجيناز يعمل على اختزال الكبريتات بواسطة الهيدروجين على مواقع الكاثود وأسطح المعدن . وهذه الميكانيكية يمكن توضيحها بالشكل التالي :



ولقد لوحظ من معادلات شبيهه لتلك التي أشار اليها **Robert (1981)** بإستثناء الاوكسجين الذي نلاحظه مستقطب على الكاثود .

ولقد تم عزل ووصف البكتريا المختزلة للكبريتات في نهاية القرن التاسع عشر وبداية القرن العشرين حيث لوحظ ان هذه البكتريا تحصل على طاقتها من أختزال الكبريتات بعمليات لاهوائية وأيضا هناك أنواع من الكائنات الحية لها القابلية على أختزال كميات قليلة من الكبريتات وذلك لتجهيز الكبريت لتمثيل المادة الخلوية وقد صنفت بكتريا أختزال الكبريتات الى مجموعتين وقد تم وصفها من قبل العالمان **Postgate & Campbell (1966)** وهما :

المجموعة الاولى : تعود الى جنس *Genus Desulfovibrio* ويضم هذا الجنس الانواع التالية:

- D - desulfuricans
- D - vulgaris
- D - salexigens
- D - africanus
- D - giga

وأهم مواصفاتها أنها غير هوائية، غير مكونه للسيرورات، أصوات الحركة قطبية، تحتوي على أجسام صبغية خضراء غير معروفة الوظيفة ونسبة الاحماض الامينية *guanine, cytosine* في الDNA عادة أعلى من الجنس الثاني *Desulfotomoculum* ، شكل الخلايا حلزوني () أو بشكل حرف (و)، تنمو عند pH (٢ - ٣) = ولا تنمو عند pH أعلى من ٦، وقد تم وصف الخلايا من قبل العالم 1970 Eileen .

المجموعة الثانية : تعود الى جنس *Desulfotomoculum spp* ويضم هذا الجنس الانواع التالية:

- D - nigrificans
- D - arientis
- D - ruminis

أهم مواصفاتها هي :

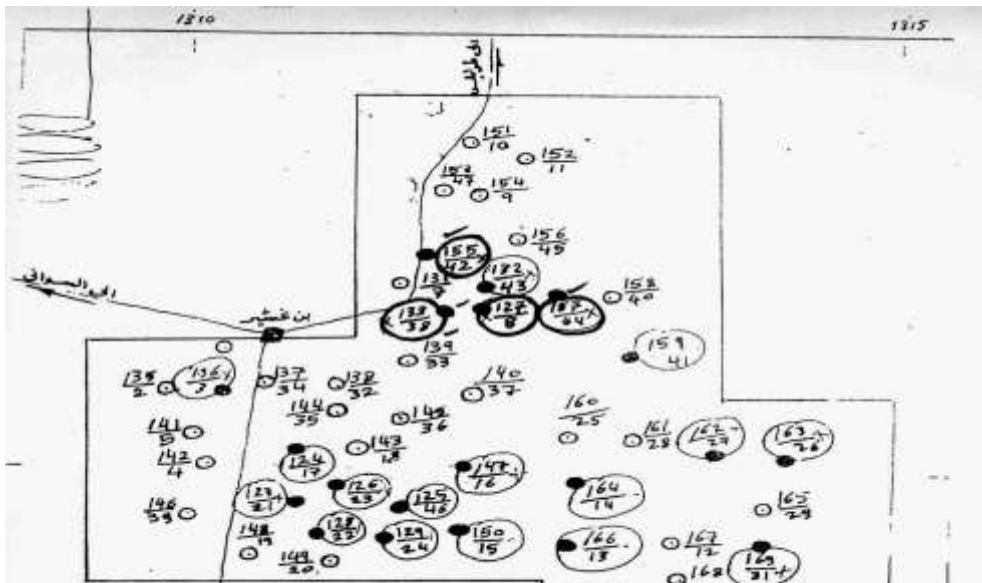
- أ - محبة لدرجات الحرارة المعتدلة والعالية.
 ب- مكونة للسبورات.
 ج- أسواطها متوزعة على أنحاء الخلية البكتيرية وتنمو عند درجة حموضة محددة .
 د - الاحماض الامينية cytosine ، guanine في الـ DNA أقل من الجنس الاول

وقد وجد ان المعدن المثالي المستخدم في المبادلات الحرارية والذي يمكن ان يقاوم عمليات التآكل هي سبائك النيكل اي الاساس هو النيكل - النحاس - وتسمى سبيكة (٤٠٠) أو (نيكل - موليدنم) وتسمى سبيكة (B). ولكن لوحظ ان هناك عدد من أنابيب النيكل بدأت بالتآكل بعد (١٢ - ٢٤) شهر من الاستخدام وحيث سدت الثقوب الموجودة بها، ولم يكن معلوماً سبب حدوث هذا التآكل وكانت مواقع التآكل مشكوك فيها، ثم اخيراً تم فحص بعض الاجزاء المتحللة من مقاطع انابيب المبادلات ولوحظ وجود عدد من الثقوب على خارج أو على أسطح أنابيب المياه تحت طبقة سميكة من الغلاف الطيني وأتضح ان هذه الثقوب سببها التآكل وكانت ذات شكل دائري وذات مقطع اسطواني حيث ظهرت بشكل دوائر متحدة المركز وقد أوضح التحليل المعلمي عن وجود نشاط ميكروبي جنس البكتريا المختزلة للكبريتات وقد جاءت هذه النتيجة مطابقة لفشل او عطب حدث في أنابيب دورات تبريد المياه التي تجمع فيها الطين والغرين مع زيادة المحتوى البكتيري في الماء لوحظ ان معادن المبادلات الحرارية المصنوعة من النيكل أظهرت فشلها بعد (٨) أسابيع من الاستخدام مما اضطر الى تغيير معدن النيكل بسبائك اطلق عليها سبيكة (٤٠٠) وهي مكون من (Ni + Cu) وسبيكة (B) مكونة من (Ni+Mo) وسبيكة (C) هي من (Cr+Ni+Mo) وقد لوحظ ان سبيكة (٣١٦) المصنوعة من Stainless steel كانت أكثر مقاومة للتقوب في ظروف المياه المعالجة بالكلور رغم ان النتائج أثبتت ان السبائك (٤٠٠)، (B)، (C) لم تظهر اي انخفاض نسبي في تكوين الثقوب في أنابيب المياه رغم معالجتها باستثناء معدن سبيكة (٣١٦) المصنوعة من Stainless steel ، لذلك أظهرت وحدات إدارة المياه في نيويورك بعض التوصيات منها :

١. استبدال أنابيب المبادلات الحرارية بأنابيب (١٠- ٩٠) المصنوعة من سبيكة (Ni+Cu) في أنابيب أخراج المياه وسبيكة (٤٠٠) للمياه الداخلة وتحسب ليكون المعدن المثالي المقاوم لعمليات التآكل.
٢. استمرار معالجة المواد العالقة الصلبة .
٣. استمرار إضافة الكلورين لتعقيم المياه وللسيطرة على المواد الطينية اللزجة ومنع حدوث نمو للميكروبات

المواد وطريقة البحث :

تمت الدراسة والبحث على أربع مواقع للابار الشمالية تحمل ارقام ١٢٧، ١٣٣، ١٥٥، ١٥٧ في منطقة العواتين / قصر بن غشير -ليبيا، وقد تم تعيين مواقع الابار على الخريطة الادارية (شكل رقم ١).



شكل (١)

والجدول رقم (١) يوضح بعض الخصائص الكيميائية لمياه الآبار (Chapman and Pratt, 1961). تم اخذ عينات من المياه والانايبب الناقلة بواقع ثلاث مكررات لكل بئر وأنبوب لاجراء التحليل البيولوجية عليها، كما تم نقل هذه العينات الى مركز بحوث النفط حيث تم تحضير بيئة متخصصة للبكتريا المختزلة للكبريت مكونة من $(0.5 \text{ gL}) \text{KH}_2\text{PO}_4$ ، $(1.0 \text{ gL}) \text{NH}_4\text{CL}$ ، $(1.0 \text{ CaSO}_4$ ، $(2.0 \text{ gL}) \text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ، (3.5 gL) Sodium lactate، (1.0 gL) Yeast extract، (0.1 gL) Ascorbic Acid، (0.1 gL) Thioglycollic Acid، $(0.5 \text{ gL}) \text{FeSO}_4$ ، (1000 ml) Tap-water

جدول رقم (١): يبين مواصفات مياه الآبار المدروسة مقدرة ب ppm :-

الصفات	بئر رقم (١٢٧)	بئر رقم (١٣٣)	بئر رقم (١٥٥)	بئر رقم (١٥٧)
TDS	١١١٢	١٠٧١	٩٩٧	٩٥٨
pH	٦.٩٠	٦.١٠	٦.٠	٦.٨
CO ₂	١٩	١٦	١٥	١٧
O ₂	-	-	-	-
H ₂ S	٠.٦	-	<٠.٥	-

Ca ²⁺	٢٠	٨٢	٤٣	٦٤
Mg ²⁺	٦٠	٧١	٦٨	٦٤
Cl ⁻	٤٤٣	٢٦٦	٢٣٩	٢٢٣
SO ₄ ²⁻	١٧٣	٢٧٦	٢٠٤	٢٣٤
Fe ²⁺	٠.١٢	٠.٠٨	٠.٠٧	٠.١٣
HCO ₃ ⁻	١٣٠	١٩٦	٢٣١	١٩٨
Na ⁺	٢٨٠	١٣٥	١٤٧	١٣٦
K ⁺	٢٠	١٦	٣٦	١٥
SRB	- لقد تم التعرف على SRB بواسطة مزرعة خاصة كما ذكر سابقاً			

وتم إجراء تجربتين بمركز بحوث النفط كالآتي :

أولاً : الزراعة في وسط سائل (Broth media)

تم تحضير البيئة المتخصصة للبكتريا المختزلة للكبريت والذي اطلق عليها وسط (B) بالطريقة التالية :

- إذابة المكونات في لتر من الماء (وذلك على نار هادئة، ثم وزعت في قناني زجاجية سعة ١٠٠ملي الى فوهتها وتغلق جيداً بغطاء معدني أو زجاجي بواقع قنيتين لكل عينة مأخوذة، حيث بلغت عدد القناني المستخدمة (٤٨) قنينة وهذا العدد ناتج من التداخل بين مياه أربعة أبار وأربع عينات للانابيب مع ثلاثة مكررات لكل عينة بئر وأنبوب أى (٤) عينات × ٢ قنينة × ٣ مكررات) × ٢ عينة مياه بئر او عينة انابيب) . عمقت القنانيين بعد غلقها بغطاء معدني أو زجاجي في جهاز الاوتوكليف على درجة حرارة (١٢١) درجة مئوية وضغط ١٥ باوند/انج^٢ ولمدة (٣٠ - ٢٠) دقيقة ثم تركت القناني لتبرد.

- تم تلقح الوسط الغذائي بالنموات الموجودة على أنابيب المياه المتأكله للأبار الاربعة مع مياهها وباستخدام أبرة التلقيح (Loop) وباستخدام الطرق البكتريولوجية، ثم تغلق القناني جيداً وتنقل القناني الى الحضانه على درجة حرارة 30C⁰ ولفترة زمنية (٤٨ - ٧٢) ساعة . تفحص القناني لملاحظة وجود نمو للبكتريا للأستخدام في التجربة الثانية . كما تم فحص القناني الزجاجية الخاصة بزراعة عينات مأخوذة من على سطح الانابيب المتأكله الحديد إضافة الى تآكل washer & nut

ثانياً : الزراعة في وسط صلب (Agar media) :

يحضر نفس البيئة السابقة (B) ولكن يضاف اليه الآجار Agar لتحويلها الى الحالة الصلبة وبمقدار (١٥-٢٠) جرام/لتر في الوسط الغذائي ثم يعاد إذابة المكونات مع Agar على نار هادئة ثم يوزع الوسط في فلاسكات زجاجية حجم (٢٥٠) مل ويغطي جيداً بغطاء زجاجي أو معدني ويعقم بجهاز الاوتوكليف لفترة زمنية من ٣٠ - ٢٠ دقيقة.

تم يسكب الوسط الغذائي في أطباق زجاجية بمقدار (١٠ - ١٥) مل بحيث تغطي قاعدة الطبق، ويعدد اطباق يساوي عدد القناني الزجاجية التي تم زراعتها بالتجربة الاولى (٤٨) طبق، تم تترك الاطباق لتبرد ليتصلب الوسط الغذائي، وجميع هذه العمليات تتم بأستخدام الطرق البكتريولوجية

من حيث عملية تعقيم المناضد واليدين أثناء العمل لمنع حدوث اي تلوث في الاطباق ، يتم تلقيح هذه الاطباق من الوسط الغذائي السائل التي تمت في التجربة الاولى بواسطة التلقيح (loop) من القناني الاولى وتزرع في كل طبق بطريقة الخط المتعرج (streak) مع مراعاة ترقيم الاطباق وفقاً لمعاملات القناني الزجاجية.

تنتقل الاطباق الزجاجية بعد الزراعة الى جهاز التجفيف (Desicator) مفرغ من الهواء عن طريق (Vacuum)، تحضن الاطباق فيه وعلى درجة حرارة $30^{\circ}C$ ولفترة من (٣ - ٥) أيام ثم بعدها تفحص الاطباق لملاحظة أو عدم وجود النوات البكتيرية.

النتائج والمناقشة:

(١) فحص النشاط البكتيري في الوسط الغذائي السائل.

كما يتضح من الصورة رقم (١) المأخوذة لعينات مياه الآبار تحت الدراسة تغير لون الوسط السائل من اللون الكريمي الى اللون الأسود (Riser pipe flang) دلالة على تكون كبريتيد الحديد FeS نتيجة وجود البكتيريا المختزلة للكبريت والتي ادت الى اختزال الكبريتات الى كبريتيد وتفاعلة مع الحديد مما سبب في تكوين كبريتيد الحديدوز . وممكن مشاهدة وجود حلقات بنية داكنة الى سوداء تم التعرف عليها بعد فحصها ميكروسكوبياً وتشخيصها بأنها تعود لبكتيريا من النوع RSB .

(٢) فحص النشاط البكتيري في الوسط الغذائي الصلب.

تم فحص الوسط الغذائي الصلب بعد إجراء عملية الزراعة عليه من الوسط السائل الذي ظهر فيه النمو البكتيري، وقد استخدمت طريقة الخط المتعرج في عملية الزراعة ونقلت الاطباق الى الحاضنة على درجة حرارة ($30^{\circ}C$) وكما تبين الصورة رقم (٢) وجود مستعمرات للبكتيريا في الطبق رقم (١) والعائدة لعينات المياه المختبره ، وحيث أن هناك في الطبق نوع واحد من المستعمرات للبكتيريا والتي تميز شكل المستعمرة بانها غير منتظم .

بينما في الطبق رقم (٢) والذي يوضح زراعة عينات مأخوذة من سطح الأنابيب الناقلة للمياه، وقد تلاحظ أن هناك نوعين من البكتيريا، النوع الاول يكون فيها شكل المستعمرة غير منتظم، أما النوع الثاني فشكل المستعمرة يكون لامع وعاكس للضوء وبعد تحضير شرائح لفحص هذه البكتيريا تبين أن النوعين تابعين لجنس البكتيريا المختزلة للكبريت والتي تسببت في أحداث التآكل في الانابيب الناقلة للمياه الآبار، كما هي موضحة في الصور رقم (٣، ٤، ٥).



صورة رقم (١)



صورة رقم ٢



صورة رقم (٣)



صورة رقم (٤)



صورة رقم (٥)

REFERENCES

- Chapman, H.D. and Pratt, P.F. (1961).** Methods of Analysis for Soils, Plants and Waters. Univ. of California, Riverside, U.S.A.
- Eileen, S.H. (1970).** The Isolation and Enumeration sulphate reducing bacteria . The Gas council , London Research Station , London, UK.
- Robert E.T. (1981).** Fundamentals of bacteria induced corrosion. April, Toronto, Ontario, Canada, pp 129.
- Postgate, and Campbell, (1966).** Sulfate reducing bacteria in ground water from clogging and non-clogging wells in the Netherland Region..

دراسة ظاهرة التآكل البيولوجي على أنابيب ومصافي الآبار الشمالية
لمنطقة العوانين / قصر بن غشير - ليبيا.

خيري محمد العماري* ، لهيب جميل عبد الفتاح**

* قسم/ التربة والمياه كلية البيطرة والعلوم الزراعية جامعة السابع من أبريل / ليبيا
** المركز العالي لشئون المياه العجيلات / ليبيا

الملخص:

تمت دراسة ظاهرة التآكل البيولوجي على أنابيب ومصافي الآبار الشمالية لمنطقة العوانين/قصر بن غشير، ولقد اختبرت الآبار التي تحمل الأرقام ١٢٧، ١٣٣، ١٥٥، ١٥٧ لتحقيق الهدف من هذه الدراسة، حيث تم إجراء بعض التحاليل الكيميائية والبيولوجية على عينات المياه المأخوذة من هذه الآبار في مركز بحوث النفط. وتشير النتائج المتحصل عليها إلى وجود البكتيريا المختزلة للكبريتات (SRB) والتي تعمل بصورة نشطة في هذه الآبار، حيث أدت إلى حدوث تآكل في الأنابيب في وقت قصير من إنشائها وخصوصاً في حالة أنابيب الرفع والمضخات مما أدى إلى استبدالها نتيجة التآكل السريع فيها.

ومن نتائج هذه الدراسة يمكن ان يوصى بالاتي:

- ٦- يجب ان يكون الاسمنت المستخدم في التغليف مقاوم لنشاط بكتيريا اختزال الكبريتات لوجود نسبة كبريت عالية في التربة نتيجة تواجد هذا النوع من البكتريا.
- ٧- يفضل استخدام سبيكة مقاومة للتآكل مثل سبيكة النحاس نوع (Evodure) للمضخات الثابتة والمتحركة او استخدام مضخات مصنوعة من مادة التفلون (Teflon tape) إما بالنسبة للروابط Joints يفضل صناعتها من الحديد الكربوني وذلك لضمان بقاء البئر مستمر للفترة المحددة للعمل له دون تعرضه إلى مشاكل التآكل والتي تعتبر احد المشاكل الأساسية والرئيسية في عرقلة وإيقاف عمل الآبار في الوقت الحاضر إضافة إلى المشكلات الأخرى والتي تعتبر هدر للاقتصاد الوطني.
- ٨- استبدال أنابيب التبادل الحراري بالأنابيب (١٠-٩٠) سبيكة (Ni+Cu) في أنابيب أخراج المياه وسبيكة (٤٠٠) للمياه الداخلة وتحسب ليكون المعدن المثالي المقاوم لعمليات التآكل.
- ٩- ينبغي الاستمرار في معالجة المواد العالقة الصلبة .
- ١٠- يجب إضافة الكلورين لتعقيم المياه وللسيطرة على المواد الطينية للزجة ومنع حدوث نمو للميكروبات.

**BIOLOGICAL CORROSION OF WATER PIPELINES FROM WELLS
OF AWANEEN AREA, LIBYA.**

Khairi Mohamed Lamari and Laheeb Jameel Abd Alfatah
Water and Soil Department, Faculty of Veterinary and Agriculture,
7 of April University - Libya.

ABSTRACT:

A corrosion of the water pipelines and pumps in wells of Awaneen area (Libya) was detected after short period of its establishment. Biological and chemical analyses of the water samples of four wells were done.

The sulfur reducing bacteria (SRB) was detected in the water samples. The results showed a strong correlation between the presence and activities of

٦٨

SRB and the corrosion of the pipelines suggesting a biological corrosion of the water pipelines in those wells.