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 انابيب ومصافي الآبار الشمالية لمنطقة العوانين/قصر بن غشير، ولقد اختيرت الابار التي تحمل الارقام ١٢٧ ، ١٣٣ ، ١٥٥ ، ١٥٧ لتحقيق الهدف من هذه الدراسة، حيث تم أجراء بعض التحاليل الكيميائية والبيولوجية على عينات المياه المأخوذة من هذه الآبار في مركز بحوث النفط. وتشير النتائج المتحصل عليها الى وجود البكتيريا المختزلة للكبريتات (SRB) والتى تعمل بصورة نشطة في هذة الآبار، حيث أدت الى حدوث تأكل في الانابيب في وقت قصير من إنشائها وخصوصاً فى حالة انابيب الرفع والمضخات مما أدى الى استبدالها نتيجة التاكل السريع فيها.

ومن نتائج هذه الدراسة يمكن ان يوصى بالاتى:

١- يجب ان يكون الاسمنت المستخدم في التغليف مقاوم لنشاط بكتيريا اختزال الكبريتات لوجود نسبة كبريت عالية في التربة نتيجة تواجد هذا النوع من البكتريا.
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 والتى 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 الاكثر شيوعاً في معظم ترب ومياه العالم، حيث انه في الظروف اللاهوائية ونتيجة الغمر بالماء فان مستوى الكبريتيدات يرتفع وفي الوقت نفسه يقابلة نقص تركيز الكبريتات، ونتيجة لعده عمليات فأن أعداد البكتريا المختزله للكبريتات تزداد وقد تتجاوز عدة ملايين في الغرام الواحد من التربة في حين تكون اعدادها تحت الظروف الطبيعية لاتتجاوز (10^4) في الغرام الواحد من التربة. ولقد اشار Robert E. Tatnall (1981) النظرية الخاصة بميكانيكية عمل البكتريا لمختزله للكبريت والمسببة للتآكل طبقا للمعادلات التالية:

$8H_2O \longrightarrow 8OH^- + 8H^+$ ..... (1) تحليل كهربائي للمياه

$4Fe \longrightarrow 4Fe^{++} + 8e^-$ ..... (2) تفاعل الانود

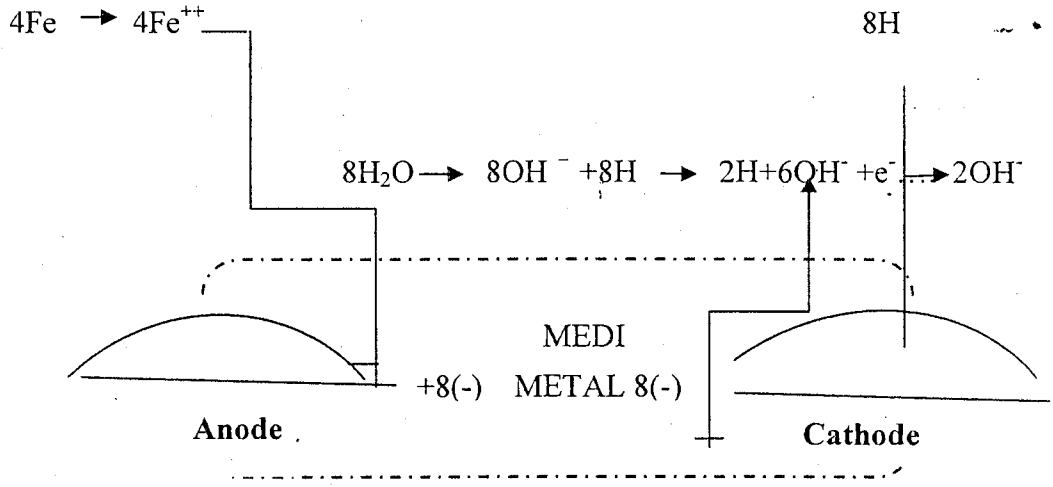
$8H^+ + 8e^- \longrightarrow 8H$ .....(3) تفاعل الكاثود

استقطاب الكاثود بواسطه ميكروب مختزل للكبريت $SO^{=}+8H \longrightarrow S^{=}+4H_2O$... (4)

تأكل على موقع الانود $Fe^{++}+S^{=} \longrightarrow FeS$ ..... (5)

تأكل على موقع الكاثود $3Fe^{++}+6(OH^{-}) \longrightarrow 3Fe(OH)_2$ .....(6)

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 وأحياناً لايوجد هذا الاختلاف حول تأثير تاكل الحديد بوجود الكبريت والميكروبات اللاهوائية، اما النظرية الآخرى تعزى ذلك الى فعالية الانزيمات ومنها أنزيم الهيدروجنيز وهذا موجود في كل مختزلات الكبريتات تقريبا أضافة الى أجناس ميكروبية أخرى وتؤكد البحوث ان أنزيم الهيدروجنيز 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 الـذي نلاحظه مستقطب على الكاثود .

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

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

a. D - desulfuricans
b. D – vulgaris
c. D – salexigens
d. D – africunus
e. D – giga

وأهم مواصفاتها أنها غير هوائية، غير مكونه للسبورات، 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 (ح)

أو بشكل حرف (و)، تنمو عند pH (٢- ٣) = ولاتنمو عند pH أعلى من ٦، وقد تم وصف الخلايا من قبل العالم Eileen 1970 .

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

a. D – nigrificans
b. D – arientis
c. 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 .

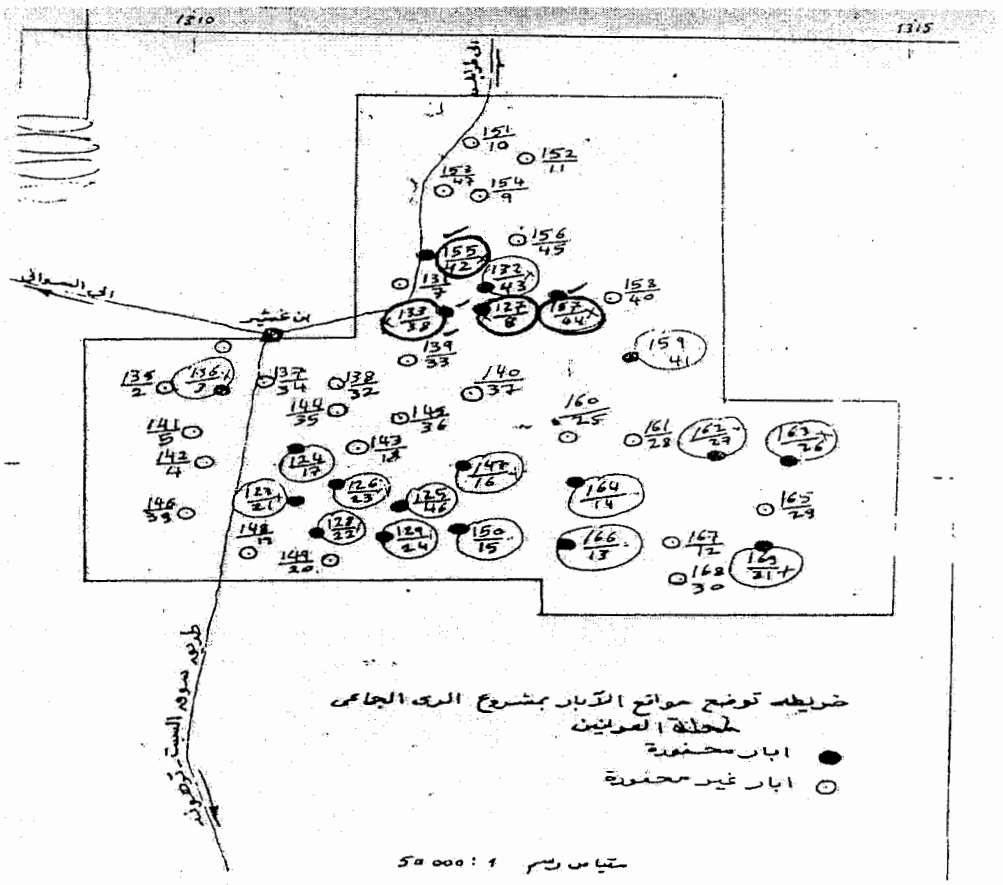
د – الاحماض الامينية guanine ، cytosine في الـ DNA أقل من الجنس الاول

وقد وجد ان المعدن المثالي المستخدم في المبادلات الحرارية والذي يمكن ان يقاوم عمليات التأكل هي سبائك النيكل اي الاساس هو النيكل – النحاس – وتسمى سبيكة (٤٠٠) أو (نيكل – مولبيدنم) وتسمى سبيكه B). ولكن لوحظ ان هناك عدد من أنابيب النيكل بدأت بالتأكل بعد (١٢- ٢٤) شهر من الاستخدام وحيث سدت الثقوب الموجودة بها، ولم يكن معلوماً سبب حدوث هذا التأكل وكانت مواقع التأكل 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 التأكل وكانت ذات شكل دائري وذات مقطع اسطواني حيث ظهرت بشكل دوائر متحدة المركز وقد أوضح التحليل المعملي 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 أضطر الى تغير 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 للثقوب في ظروف المياه المعالجة بالكلور رغم ان النتائج أثبتت ان السبائك (٤٠٠) ،(B)، (C) لم تظهر اي أنخفاض نسبي في تكوين الثقوب في أنابيب المياه رغم معالجتها بأستثناء معدن سبيكة (٣١٦) المصنوعة من Stainless steel ، لذلك أظهرت وحدات أدارة 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 التأكل.
٢. استمرار معالجة المواد العالقة الصلبة .
٣. استمرار أضافة 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 الكيميائيـــة لميـــاه الابـــار (Chapman and Pratt, 1961).

تم اخذ عينات من المياه والانابيب الناقلة بواقع ثلاث مكررات لكل بئر وأنبوب لاجـــراء التحاليـــل البيولوجية عليها، كما تم نقل هذه العينات الى مركز بحوث النفط حيث تم تحضير بيئة متخصـــصة للبكتريا المختزلة للكبريت مكونة مـــن KH_2PO_4 (0.5 gL)، NH_4CL (1.0 gL)، $CaSO_4$ (1.0 gL)، $MgSO_4.7H_2O$ (2.0 gL)، Sodium lactate (3.5 gL)، Yeast extract (1.0 gL)، Ascorbic Acid (0.1 gL)، Thioglycollic Acid (0.1 gL)، $FeSO_4$ (0.5 gL)، Tap-water (1000 ml)

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_2S	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 أجراء تجربتين بمركز بحوث النفط كالاتى :

اولاً : 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 ١٠٠مللي الى فوهتها وتغلق جيدا بغطاء معدني أو زجاجي بواقع قنينتين لكل عينة مأخوذه، 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 قنينه × ٣ مكررات) × ٢ عينة مياه بئر او عينة انابيب) . عقمت القنانين بعد غلقها بغطاء معدني أو زجاجي في جهاز الاوتوكليف على درجة حرارة (١٢١) درجة مئوية وضغط ١٥ باوند/انج^2 ولمدة (٣٠ – ٢٠) دقيقة ثم تركت القناني لتبرد.
- تم تلقيح الوسط الغذائي بالنموات الموجودة على أنابيب المياه المتأكله للأبار الاربعة مع مياهها وباستخدام أبرة التلقيح (Loop) وباستخدام الطرق البكتريولوجية، ثم تغلق القناني جيدا وتنقل القناني الى الحضانة على درجة حرارة 30C^0 ولفترة زمنية (٤٨ – ٧٢) ساعة . تفحص القناني لملاحظة وجود نمو للبكتريا للأستخدام في التجربة الثانية . كما تم فحص القناني الزجاجية الخاصة بزراعة عينات مأخوذه من على سطح الانابيب المتأكله الحديد إضافة الى تأكل nut & washer.

ثانيا : 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 فى الوسط الغذائي ثم يعاد إذابة المكونات مع Agar على نار هادئه 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، وبعدد 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 اى تلوث في الاطباق ، يتم تلقيح هذه الآطباق من الوسط الغذائي السائل التي تمت في التجربة الاولى بواسطة التلقيح (loop) من القناني الآولى وتزرع في كل طبق بطريقة الخط المتعرج (streak) مع مراعاة ترقيم الاطباق وفقاً لمعاملات القناني الزجاجية.

تنقل الاطباق الزجاجية بعد الزراعة الى جهاز التجفيف (Desicator) مفرغ من الهواء عن طريق (Vacuum)، تحضن الاطباق فيه وعلى درجة حرارة C^0 ٣٠ ولفترة من(٣- ٥) أيام ثم بعدها تفحص الآطباق لملاحظة أو عدم وجود النموات البكتيرية.

النتائج والمناقشة:

١) فحص النشاط البكتيري في الوسط الغذائي السائل.

كما يتضح من الصورة رقم (١) المأخودة لعينات مياه الآبار تحت الدراسة تغير لون الوسط السائل من اللون الكريمي الى اللون الآسود (Riser pipe flang) دلالة على تكون كبريتيد الحديد FeS نتيجة وجود البكتيريا المختزلة للكبريت والتى 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 ميكروسكوبيا وتشخيصها بأنها تعود لبكتيريا من النوع RSB .

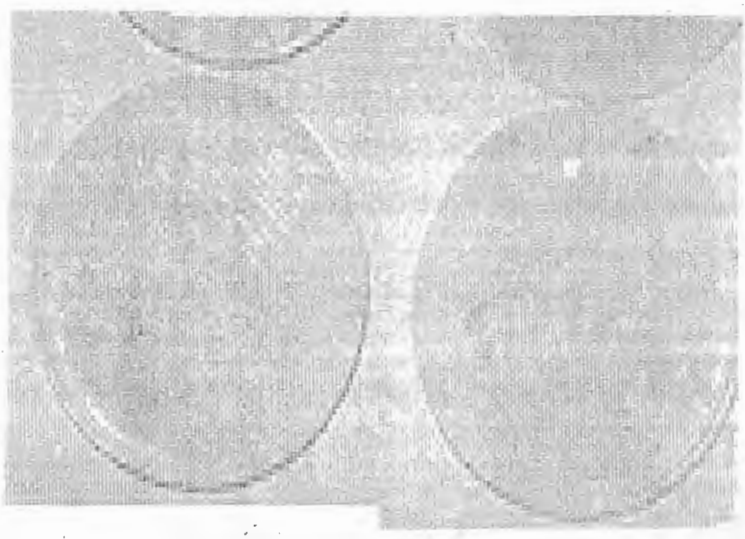
٢) فحص النشاط البكتيري في الوسط الغذائي الصلب.

تم فحص الوسط الغذائي الصلب بعد أجراء عملية الزراعة عليه من الوسط السائل الذي ظهر فيه النمو البكتيري، وقد استخدمت طريقة الخط المتعرج في عملية الزراعة ونقلت الآطباق الى الحاضنة على درجة حرارة(C^0 ٣٠) 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 .

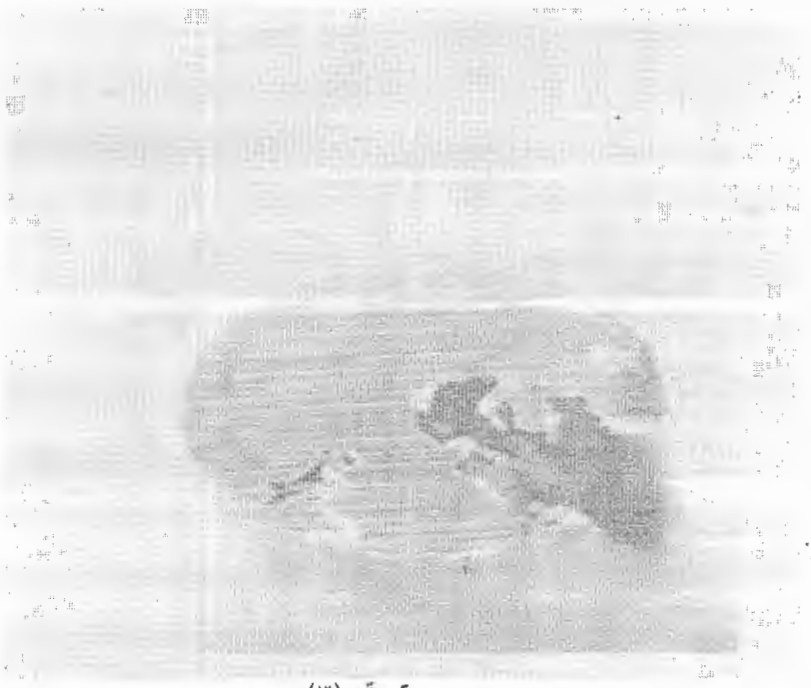
بينما في الطبق رقم (٢) والذي يوضح زراعة عينات ماخودة من سطح الأنابيب الناقلة للمياه، وقد تلاحظ أن هناك نوعين من البكتيريا، النوع الاول يكون فيها شكل المستعمرة غير منتظم،

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 التأكل في الانابيب الناقلة للمياه الآبار، كما هي موضحة في الصور رقم (٣، ٤، ٥).

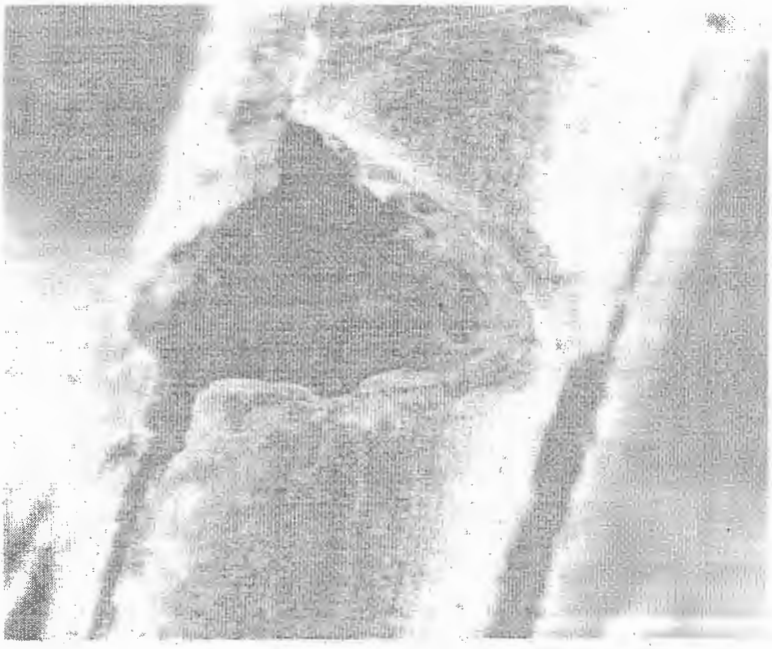
صورة رقم (١)



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..

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