الأحياء المجهرية في الماء: Microbiology of Domestic water

يشكل الماء خطرا على صحة الانسان لكونه حاملا لاحياء مجهرية مرضية كثيرة وهناك أمراض كثيرة مصدرها المياه. آن الميكروبات المرضية التي تنتقل عن طريق الماء هي تلك الأحياء التي تسبب التهابات القناة الهضمية مثل حمى التيفوئيد والباراتيفوئيد والزحار والكوليرا وتوجد هذه الأحياء المسببة لهذه الأمراض في براز وبول الشخص المصاب وعندما تطرح قد تصل الى الماء الذي يستخدم مصدرا للاستعمالات المنزلية.

Potable Water: هو الماء الخالي من الأحياء الدقيقة المسببة للأمراض والمواد الكيمياوية التي تضر بصحة البشر Non. potable water او Polluted water : هو الماء الملوث بالمخلفات المنزلية او الصناعية.

تجهيز ماء الإسالة:

١. خزان الماء الخام (ترسيب) قد يضاف الشب (كبريتات الالمنيوم) للإسراع من ترسب الجزينات.

٢. محطة ضخ.

٣ .خزان لخلط كبريتات الالمنيوم.

٤. خزان الركود

٥.إضافة الكلور يضاف بنسبة ١.٠٠٠.٢ ملغم التر.

٦.احواض خزن.

تتضمن تصفية الماء خطوات أخرى لإزالة بعض المعادن وتنظيم الأس الهيدروجيني وإزالة الألوان غير المرغوب فيها.

تحديد صلاحية الماء من الناحية الصحية : Determination of sanitary quality of water قد يكون الماء صافيا وخالية من الرائحة او الطعم الا انه ملوث لذا تدعي عملية فحص الماء بالفحص الصحي Sanitary survey وتتضمن:

١. الفحص البكتريولوجي عن التلوث: Becteriological evidence of pollution

أن الهدف من الفحوصات اليومية للماء هو عزل الأحياء الدقيقة المرضية الا ان هذا ليس بالهدف الرئيسي للأسباب الاتية.:

أ. تدخل الأحياء المرضية الى الماء بصورة انفرادية وان هي دخلت فلا تستطيع العيش لمدة طويلة وبهذا فهي قد لا تظهر اثناء الفحص.

ب. اذا وجدت هذه الأحياء باعداد قليلة فان الفحص المختبري لايستطيع الكشف عنها.

ت . تستغرق الفحوص المختبرية مدة ٢٤ ساعة للحصول على النتيجة فاذا كان الماء ملوثا بها فسيكون قد استهلك من قبل المواطنين اثناء عملية الفحص.

أن الأحياء الدقيقة المرضية تلوث الماء عن طريق ما يطرحه الحيوان او الانسان من أمعائه فضلا عن أن هناك بعض الأنواع البكتيرية تعد من المستوطنات الطبيعية لامعاء الإنسان وبعض الحيوانات مثل Escherichia coli والأحياء المرتبطة بها والتي تدعي عموما بكتريا القولون (coliform) وكذلك بكتري *Strepococcus faecalis*, *Clostridium perfringens* وبهذا فان وجود أي من هذه الأنواع البكتيرية في الماء يصبح دليلا جيدا على تلوثه بغائط الإنسان أو الحيوان ووجود هذه الأحياء في الماء يعني وجود بكتريا مرضية لانها موجودة في الغائط أيضا.

إن الكشف عن بكتريا القولون له مميزات وهي:

١. تتواجد بكتيريا القولون وخصوصا E.coli بصورة دائمية في أمعاء الإنسان وباعداد كبيرة حيث يضمن انها تطرح بمعدل الاف الملايين في اليوم الواحد ضمن غائط الشخص العادي.

٢ .تعيش هذه الأحياء في الماء لمدة أطول مقارنة بالأحياء المرضية.

٣ .لا يطرح الشخص العادي احياء مرضية مثل بكتريا التيفوئيد الا انه يطرح هذه البكتريا في حالة اصابته بهذا المرض.

بكتريا القولون:Caliform Bacteria

١ .هوائية او غير هوائية اختيارية.

٢ .سالبة لصبغة كرام.

٣ .لا تكون سبورات.

٤. تنتج حامضا وغاز نتيجة لتخمر اللاكتوز.

٥. الأنواع هذه هي المجموعة E.coli و Agrobacteria aerugenes تتواجد الأولى في امعاء الانسان في حين تتواج الثانية في الحبوب والنباتات وقد تتواجد في غائط الانسان والحيوان يتشابه النوعان من الناحية المظهرية والزراعية الا انه يمكن التميز بينهما باتباع طرق كيماوية وهي:

أ. القابلية على انتاج الاندول Indol لبكتريا E.coli في حين لا ينتج لبكتريا. Aaerugenes

ب. عندما تزرع النوعان على مرق special glucose broth media الحاوي على methyl red فان كلا النوعين ينمو وينتج حامضا نتيجة لتخمر الكلوكوز الا ان E.coli يكون اكثر لذلك تتلون باللون الأحمر في حين A.aerogenes لا تعطي هذا اللون.

ت . القابلية على انتاج مادة الله Acetyl methyl carbinol عند النمو في وسط الGlucose –paptone media ونفحص عن هذه المادة ضمن كشف Voges proskauer فان الى E.coli لا تنتج هذه المادة في حين تنتجها الى A.aerugenes .

ث . استغلال سترات الصوديوم آن A.aerogenes تستطيع استغلال السترات مصدرا وحيدة الكاربون عند تنميتها في وسط صناعي في حين ال E.coli لا تستطيع ولتسهيل تسمية الفحص وهي مجتمعة اطلق عليها IM VIC

Indol =I Methyl = M Voges Proskaur = V Citrate = C

التقنية البكتريولوجية :

١. يجب ان يؤخذ نموذج الماء في اوعية معقمة.

٢. يجب أن يمثل النموذج المصدر المائي الذي اخذ منه

٣. يجب تجنب تلوث النموذج بأسرع وقت ممكن جمعه

٤. اذا كان لابد أن يتاخر الفحص فيجب أن يحفظ النموذج من درجة صفر الى

الطرق البكتريولوجية تشمل :

١. العد الطبقي plate count

يؤخذ ١ مل او ٠.١ مل من النموذج وتزرع في الاطباق على أوساط غذائية معينة ثم تحضن في ٢٠ م لمدة ٤٨ ساعة او ٣٥م لمدة ٢٤ ساعة حيث تحسب عدد البكتريا في المليلتر الواحد من النموذج .

الماء الذي يحتوي على عدد قليل من البكتريا المرضية يكون اخطر من الماء جدا من البكتريا المتعايشة غير المرضية .

الماء الجيد هو الذي يحتوي على عدد بكتريا قليل (اقل من ١٠٠ خلية /مل). .

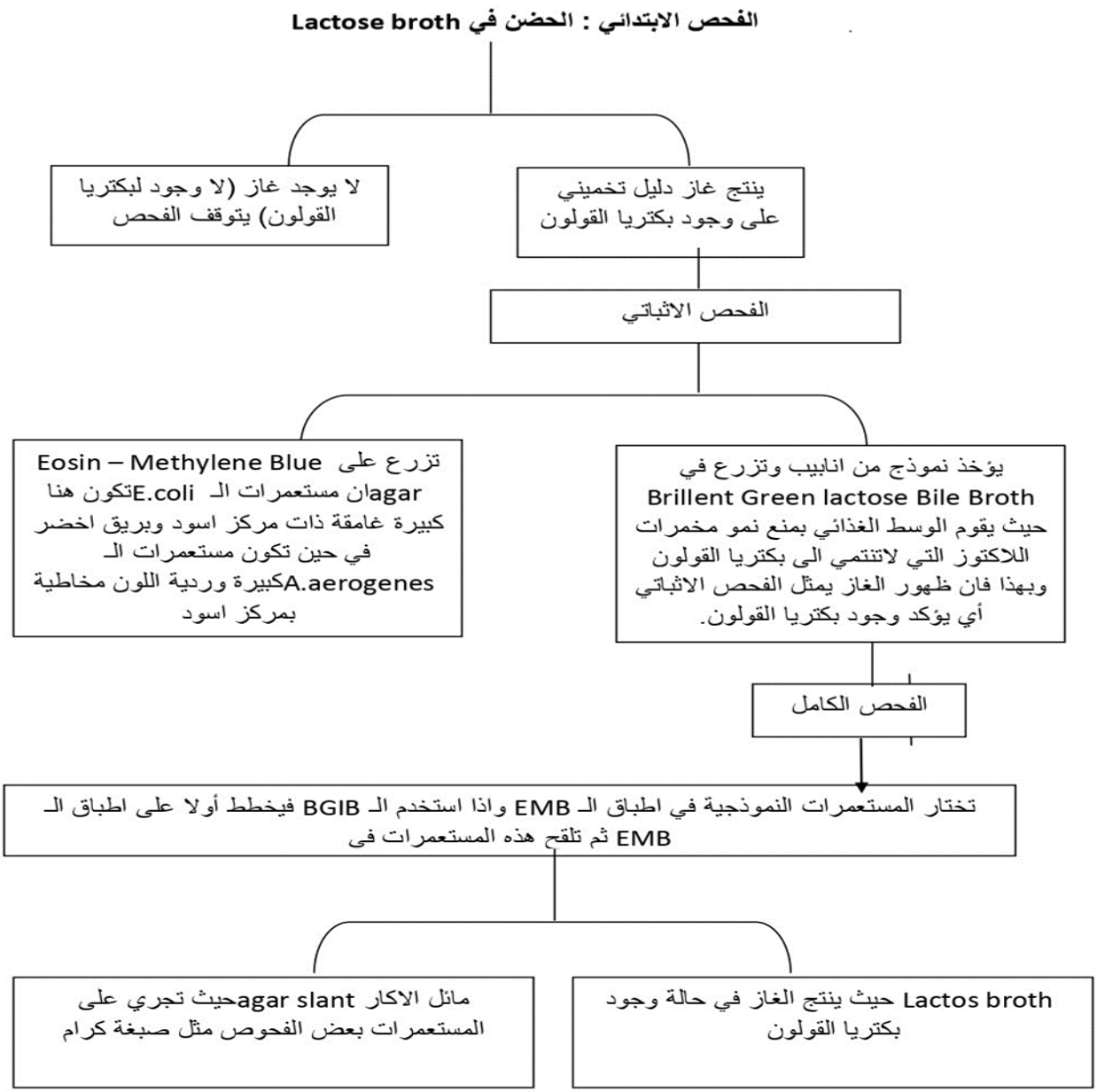
٢. الكشف عن بكتريا القولون يتضمن ثلاث خطوات :

أ. الفحص الابتدائي Presumptive test : يتضمن تلقيح انابيب حاوية على lactose broth ثم تحضن في ٣٠ م ويلاحظ ظهور الغاز خلال ٢٤ ساعة او ٤٨ ساعة .

آن عدم وجود غاز دليلا على عدم وجود بكتريا القولون .

تعد هذه الخطوة تخمينية او أولية لان هناك أنواع أخرى تستطيع تخمير اللاكتوز وتحرر الغاز لذلك لابد من اجراء فحوصات أخرى .

ت. الفحص الاثباتي confirmed test . الفحص الكامل Completed test



تحلل البروتينات Hydrolysis of protein

معظم البكتريا تحلل البروتينات وتستخدم الببتيدات والأحماض الأمينية لبناء بروتينات الخلية وكمصدر للطاقة وتختلف الأحياء المجهرية في قابليتها على تحليل المواد البروتينية وتسخدم هذه الصفة في تشخيص انواع البكتريا على الرغم من أن الأحماض الأمينية تكون حجر الأساس لبناء البروتين فانها تستخدم لاغراض اخرى حيث أن الأحماض الأمينية تهدم وتنتج الأمونيا والدول والماء

أ. تحلل البوريا Hydrolysis of Urea

بعض أنواع البكتريا خصوصا التي تتواجد في المحيط الحاوي على البول قد تحلل اليوريا بانتاجها الزيم محلل اليوريا Urease وللفحص عن انتاج هذا الإنزيم يزرع الكائن المجهري في وسط حاوي على اليوريا ويفحص عن انتاج الأمونيا بوجود دليل معين.

ب. تحلل الجلاتين Hydrolysis of gelatin

الجلاتين نوع من انواع البروتين ويكون صلب عند درجة حرارة الغرفة وتستطيع بعض الاحياء المجهرية أن تحلله بانتاج انزيم Gelatinase enzyme خارج الخلايا extracellular ويمكن ملاحظة تاثير الأشعة بتحلل الجلاتين في منطقة نمو الكائن المجهري وهناك عدة طرق لملاحظة تأثير هذا الإنزيم على الجلاتين.

الفحص عن الانزيمات Tests for Enzyme

١. انزيح الكاتاليز Catalase enzyme

خلال عملية تنفس البكتريا والفطريات ينتج بروكسيد الهيدروجين H٢٠٢ هذا المركب السام يتحطم بواسطة انزيم ال CATALASE الذي ينتج بواسطة البكتريا الهوائية فقط. هذا الإنزيم يساعد على تحرير الأوكسجين من بروكسيد الهيدروجين وهناك عدة طرق للكشف عن انتاج هذا الإنزيم من قبل البكتريا الهوائية

٢ .انزيم الأوكسيديز Oxidase enzyme

يعتمد هذا الفحص على وجود انزيم الأوكسيديز في بعض انواع البكتريا هذا الانزيم يساعد على نقل الالكترون من واهب الالكترون (البكتريا الى مستقبل الالكترون (الصبغة) حيث تختزل هذه الصبغة الى اللون البنفسجي الغامق دليلا على التاكسد ويستعمل هذا الفحص عند التشخيص لبعض انواع البكتريا مثل Vibrio.Neisseria..Pseudomonas : والتي تعطي فحصا موجبا اما افراد عائلة البكتريا المعوية Entero bacteriaceae فهي سالبة لهذا الفحص.

٢ .تحلل النشا Hydrolysis of starch

بشير النشا سكر معقد من السكريات المتعددة ويتمثل الاختبار النوعي للنشا بظهور لون ازرق عند اضافة محلول اليود بعض الأحياء المجهرية تستطيع هضم النشا وانتاج الدكسترين والمالتوز والكلوكوز حسب تسلسل تعقيدها وهذه النواتج لا تعطي لونا ازرقا مع اليود وتعتمد قابلية الكائن المجهري على تحليل النشا على افراز انزيم خارج الخلايا يطلق عليه الأمليز Amylase الذي يسبب تحلل النشا.

٣ .اختبار الأندرل Indlol Test

الاندول مركب يحتوي على النايتروجين ويتكون من تمثيل الحامض الأميني التربتوفان Tryptophane من قبل بعض انواع البكتريا التي لها القدرة على انتاج انزيم Tryptophanaso وبوجود عامل مساعد للانزيم يتم تحويل التربتوفان الى الدول وحامض البايروفيك وامونيا

٤. اختبار المثيل الأحمرMethyl red

آن تخمر سكر الكلوكوز بواسطة البكتريا يؤدي الى تراكم الأحماض في الوسط ويقاس تكوين الحامض باستعمال دليل تركيز ايون الهيدروجين (كاشف المثيل الاحمر) ولهذا الفحص اهمية في تشخيص بكتريا القولون. فالبكتريا التي لاتعود الى بكتريا القولون coliform bacteria ليس لها القدرة الأيضية لانتاج نفس المستوى من الحامض كما تنتجه بكتريا القولون وهذا الاختبار هو احد الاختبارات الاعتيادية المستعملة لفحص الماء التي يطلق اختبارات .Indol Methyl Red Voges IMVIC))..

٥.اختبار فوكس بروس كور Voges proskaure

ان التخمر غير الكامل لسكر الكلوكوز بواسطة البكتريا القولونية Non Coliform bacteria يؤدي الى تراكم مركب استيل مثيل كاربينول Acetyl methyl carbinol وقد يختزل هذا المركب الى ٣٠٢ بيوتيلين كلايكول او يتاكسد الى ثنائي الاستيل ا Diaaceyفعند اضافة الكاشف يتكون لون وردي او احمر قليلا وهذا الفحص يعد من الفحوصات الأربعة التي يطلق عليها IMVicالمستعملة لعزل وتشخيص مجموعة القولون coliform عند فحص الماء للسيطرة الصحية على نوعية المواد الأخرى المراد اختبارها.

٦.اختبار السراتcitrate Test

يستخدم هذا الاختبار للدلالة على قدرة بعض البكتريا على استخدام السرات كمصدر وحيد للكاربون واستخدام املاح الأمونيوم كمصدر للنيتروجين ويستخدم وسط سيمون. Simmon's media

امكنة السباحة :Swimming placo يشكل الماء في أحواض السباحة خطرا على الصحة أحيانا ، ومن الأمراض المنتشرة خلال احواض السباحة هي امراض التيفويد والباراتيفويد والزحار الأميبي والبكتيري ، وكذلك التهاب العيون الأذن والأنف والحنجرة وامراض قيم الرياضي والحصف Impotigo وبقية الأمراض الجلدية. أن فحص ماء احواض السباحة باستخدام العد الطبقي القياسي Standard Plato Count والكشف عن بكتريا القالون.

مياه المجاري : Saw age المياه الثقيلة هي المياه المستعملة او المستخدمة من قبل المجتمع وتشمل:

- المياه المنزلية التالفة بضمنها ما يطرحه الانسان.
- المياه التالفة من المنشات الصناعية مثل الحوامض والزيوت والشحوم ... الخ.
- المياه الجوفية والسطحية والجوية التي تدخل الى نظام مياه المجاري في المدينة.

الخصائص الكيماوية

تحتوي مياه المجاري على ٩٩.٩% من الماء ، أما الباقي الذي يقع بحدود ٠.٠٣٠٠.٠٢% فيتمثل بالمواد الصلبة العالقة وبعض المواد العضوية واللاعضوية والذائبة

أن كمية المواد العضوية الموجودة في مياه المجاري تحدد قوة هذه المياه ويعبر عنها بالاحتياج الحيوي للأوكسجين Biochemical Oxygen Demand) والذي يعني ما يأتي:

تقوم الاحياء الدقيقة بالتحلل الهوائي للمواد العضوية الموجودة في المياه الثقيلة عن طريق الأكسدة وهذا عمل مرغوب فيه حيث ينتج ما يسمى المياه الثقيلة المستقرة.

والأحياء الدقيقة الموجودة في مياه المجاري قد تكون هوائية او لاهوائية اختيارية ، وتقوم البكتريا الهوائية باكسدة المواد العضوية مستهلكة بذلك كمية من الأوكسجين اثناء العملية ، وان كمية الأوكسجين المطلوبة تتناسب مع كمية المواد العضوية الموجودة

، وأن عملية التحلل المايكروبي الهوائي للمواد العضوية تستمر مادام هنالك كمية وافرة من الأوكسجين الى ان تشيع الحاجة لهذا العنصر ، وهذا يعني ان الأحياء الدقيقة الهوائية قد اكسدت كل ماتستطيع اكسدته من مواد عضوية ، وان الكمية المطلوبة من الأوكسجين لهذه العملية تدعى الاحتياج الكيماوي الحيوي للاوكسجين.

الخصائص الميكروبيولوجيةMicrobiological Characteristics

تتغير انواع الميكروبات واعدادها بتغير واختلاف مكونات مياه المجاري ، وطبيعي أن توجد الفطريات والابتدائيات والطحالب والبكتريا والفايروسات ، وان مياه المجاري الخام تحتوي على ملايين الخلايا البكتيرية في الملتير الواحد منها بكتريا القولون والبكتريا المسبحية والعصبات الهوائية المكونة للسبورات والفايروسات مثل فيروس شلل الأطفال والتهاب الكبد المعوي ومسببات الكوليرا والزحار الأميبي وحمى التيفوئيد

معاملة المياه الثقيلة واتلافها

يفضل ان تعامل المياه الثقيلة جزئيا قبل ان تتلف ، وذلك لتجنب تأثيراتها غير المرغوب فيها او حتى المضره. لا زالت الكثير من المدن تعالج المياه الثقيلة بضخها الى مياه الأنهار والبحار عن طريق التخفيف ، وهذا وان كان صحيحا سابقا الا أن ذلك لا يصلح الان لزيادة كثافة السكان وزيادة ما يطرح من الكميات الهائلة من المياه الثقيلة

ان اتلاف المياه الثقيلة غير لمعاملة جيدا يؤدي الى:

١. زيادة احتمال انتشار الأحياء المجهرية المرضية

٢- زيادة الخطر في استعمال المياه الطبيعية مصادر المياه الشرب

٣. تلوث بعض الأحياء المائية بحيث تصبح غير صالحة للاستهلاك البشري.

٤. خسارة كبيرة في الطيور البحرية التي تتغذى على الأحياء البحرية.

٥. زيادة الخطر باستعمال الماء للسباحة والاستعمالات الجمالية الأخرى.

٦. ازاحة الأوكسجين الذانب نتيجة تحول المواد العضوية الى مواد مستقرة مما يؤدي الى قتل الحياة البحرية

٠٧ ظهور ظروف مختلفة غير مرغوب فيها مثل الروائح الكريهة وتتضمن معاملة المياه الثقيلة ثلاث جوائب

أ. التعامل الابتدائي والمعالجة الأبتدائية Primary Treatment ويتم خلالها ازالة جزء من المواد الصلبة والعالقة والطافية

ب. التعامل او المعالجة الثانوية Secondary Treatment ويتم فيها اختزال كمية BOD.

ج. التعامل او المعالجة النهائية Final Treatment ويشمل أضافة الكلور واتلاف الماء الثقيل.

الفحوصات الكميائية الحياتية Biochemical Test

١. تخمر الكاربوهيدرات Carbohydrates Farmentation

تستهلك اغلب الكائنات المجهرية سكريات مختلفة كمصادر للطاقة وتتضمن هذه السكريات المتعددة polysaccharides والسكريات الثنائية Disace والسكريات الأحادية Monosaccharides تستطيع بعض الاحياء المجهرية أن تخمر أنواعا واسعة من هذه المواد بينما تخمر البعض الاخر قليل منها. كما انها تتباين بالطريقة التي تهدم بها السكر المعين حسب الجنس وتختلف كذلك في تكوينها للنواتج النهائية المختلفة مثل انتاج الاحماض العضوية (حامض اللاكتيك، الخليك، البيوتريك، البروبيوتيك) وتكوين نواتج متعادلة مثل (الاسيتون، الكحول الإثيلي) او تكوين غازات مختلفة مثل (H_2, CO_2, CH_4)

ان نواتج التخمر تعطي فكرة عن النشاط الايضي للكائن المخمر

هناك طريقة أخرى لفحص الماء وهي طريقة تقنية الترشيح الغشاني Membrane filter technique وتشمل ما يلي:

١. يوضع قرص ترشيح معقم في وحدة الترشيح المعدة لهذا الغرض .

٢. يمرر حجم معين من الماء خلال قرص الترشيح فتحجز البكتريا .

٣. يؤخذ قرص الترشيح ويوضع على ورق منشف ومشبع بوسط غذائي مناسب

٤.عند الحضن تتكون مستعمرات على قرص الترشيح .

مميزات الطريقة :

١. تستطيع فحص حجوم كبيرة من المياه . ٢. نستطيع الحصول على النتيجة بوقت اقل بكثير

٣. تستطيع نقل غشاء الترشيح من وسط غذائي الى اخر بغية انتخاب السلالات البكتيرية وتفريقها

٤. نستطيع القيام بالتقدير الكمي لبعض الأنواع البكتيرية مثل بكتريا القولون

الأحياء الدقيقة الموجودة في الماء غير بكتريا القولون :

هناك أنواع بكتيرية مختلفة توجد في أنظمة المياه وتعد هذه البكتريا مزعجة Nuisance bac .

١. مكونة للرائحة واللون والطعم.

٢. ترسب المواد غير المذابة في انابيب توصيل المياه .

٣. تقلل من كمية الماء الواصل الى البيوت وربما سدت مجرى الأنابيب .

. البكتريا المخاطية Slimn forming Bacteria هناك العديد من البكتريا التي تستطيع افراز مواد مخاطية .

بكتريا الحديد : وهي البكتريا التي تحول مركبات الحديد الذائبة الى مركبات غير ذائبة والتي بدورها تترسب على شكل صفائح تحيط بالبكتريا او على شكل اشرطة متصلة بالخلية البكتيرية وقد تنتج بكتريا الحديد مواد مخاطية أيضا او تغير بالألوان وتسبب روائح غير مرغوب فيها .

. بكتريا الكبريت : تستطيع بعض أنواع بكتريا الكبريت انتاج وتحمل الحموضة العالية فان بعض الأنواع التابعة لجنس Thiobacillus تستطيع اكسدة عنصر الكبريت الى حامض الكبريتيك بحيث أن الأس الهيدروجيني يصل الى ا وبهذا فان البكتريا تكون مسؤولة عن تاكل انابيب توصيل المياه في حين أن هناك أنواع Desulfovibrio desulfuricus تستطيع اختزال الكبريتات وبقية الكبريت الى كبريتيد الهيدروجين H٢S.

: الطحالب : تسبب الطحالب عكرة في الماء وتغير اللون والرائحة والطعم والطحالب تعد المسبب الأول في غلق المرشحات المستخدمة

اختبار اختزال النترات Nitrate reduction test

يدخل النتروجين في تراكيب متعددة في الخلية لذلك يجب أن يتوفر في المدينة مصدر حاوي على النتروجين تتمكن الاحياء المجهرية من استغلاله واستخدامه في الوحدات االبنائية حيث يدخل في بناء الأحماض الأمينية والبروتين والنيوكليوتايد وبعض الفيتامينات، ومصادر النيتروجين أما عضوية او لاعضوية ، فالعضوية هي أملاح النترات والامونيا وشكل النتروجين في ايون الأمونيوم هو المفضل لأن هذا الشكل هو الذي يدخل في تركيب المواد العضوية في الخلية

ان اختزال الفترات الى امونيا يحدث نتيجة لفعل كبير من البكتريا مثل اغلب افراد عائلة البكتيريا المعوية

Enterobacteriaceae فعند وجود مادة واهبة للالكترون فان بكتريا E.coli تختزل النترات الى النتريت نظرا لاحتوائها على انزيم Nitratase وكذلك تستطيع اختزال النتريت الى امونيا.

المصادر:-

كتاب علم الاحياء المجهرية البيطرية, الدكتور فاروق خالد حسن والدكتور خليفة احمد خليفة والدكتور حامد حسن طنطاوي والدكتور جاسم محمد العبد الله ١٩٨٢ ,جامعة بغداد

كتاب مبادئ الاحياء المجهرية ,الدكتور غازي موسى الخطيب والدكتور وهاب امين حسن ١٩٩٠ ,جامعة بغداد

كتاب علم الاحياء المجهرية البيطرية,الدكتور جاسب جاسم حداد ١٩٩١ ,جامعة الموصل