

الاحياء المجهرية في البيئة المائية:

تحتل الاحياء المجهرية البيئة المائية بكل انواعها فقد تكون معلقة في المياه العذبة او مياه البحر (هائمات) أي تطفو بحرية، وليس لها القدرة على مقاومة حركة و جريان الماء، او في المياه الجوفية او على النباتات (Periphyton)، او تعيش في الترسبات القاعية (Benthos).

الاحياء المجهرية في المياه العذبة

تتراوح درجة حرارة النظام البيئي للمياه العذبة بين درجة الانجماد (صفر مئوي) تقريبا الى ما يقرب من درجة الغليان (مئة مئوي) عند الظروف الجوية السطحية، تزداد درجة الحرارة درجة مئوية واحدة كل 30 سنتيمتر تحت سطح الارض، اما الينابيع الساخنة فتتكون عندما تمر المياه الجوفية خلال الطبقات العميقة لقشرة الارض.

تحتوي المياه الجوفية على مغذيات (Nutrients) ذائبة قليلة و غازات ذائبة، لذلك فإنها تستوطن بفلورا مايكروبية متفرقة و قليلة قد تصل الى عشرة خلايا لكل مليلتر متمثلة بعدد قليل من الانواع، وربما تكون مشابهة لاهياء التربة المجهرية رمية التغذية التي تكيفت للمعيشة في هذه الظروف القليلة المغذيات، وبصورة عامة فان الانواع المايكروبية الموجودة في المياه العذبة تعود الى الاجناس الاتية: Micrococcus و Flavobacterium و Chromobacterium و Bacillus و Proteus و Pseudomonas و Leptospira و غيرها، فضلا عن الهائمات الحيوانية وهي عبارة عن حيوانات مائية صغيرة الحجم تكون هائمة في المياه، وهناك ثلاثة مجاميع تصنيفية تتواجد في المياه العذبة وهي الروتيفيرا و متفرعة الارجل (Branchiopods) و copepods معظمها عبارة عن مرشحات (تركز الجسيمات المعلقة) او مفترسات، كما انها تفتقر الى النباتات و الحيوانات الراقية.

يتألف الجسم المائي مثل مستنقع او بحيرة من طبقات او مناطق كل منطقة تمتلك النبيت الطبيعي الخاص بها الذي يتحدد بوفرة هذه العوامل، وهي كالآتي:

1. المنطقة الساحلية (Littoral) هي المنطقة التي تقع بالقرب من اليابسة حيث المياه ضحلة الى درجة ان الضوء يخترق الى العمق وتكون غنية بالمادة العضوية.
2. طبقة قبل القاع (Profundal) تحتل المياه الاعمق حيث الشمس غير قادرة على الاختراق و لذلك فان عمليات البناء الضوئي تتوقف.
3. طبقة القاع (Benthic) التي تؤلف الراسب من الطين والمادة العضوية في قاع المستنقع او البحيرة.

تختلف المجتمعات المايكروبية كما و نوعا بشكل ملحوظ تبعا لاختلاف الطبقات اعلاه، فالمنطقة الساحلية تحتوي على انواع مختلفة من البكتريا و الطحالب و بالتالي تحتوي على مغذيات اكثر قادمة من البر، و من هذه احياء الجسم المائي الاصلية (Allochthonous) او الدخيلة (Autochthonous)، فضلا عن ان هذه المغذيات تميل الى التجمع على الصخور و السطوح الصلبة التي تستهلك بسهولة بواسطة الاحياء المتواجدة هناك.

2. الاحياء المجهرية في مياه البحر:

بسبب التركيز الملحي العالي ونُدرة الفوسفات والنترات في مياه البحار تختلف البكتريا المتوافرة في هذه البيئات عن تلك المتوافرة في بيئات المياه العذبة، كما ان المحتوى المايكروبي لها اقل بكثير من المحتوى المايكروبي للمياه العذبة، ومع

ذلك فهناك مجموعة من الاحياء المجهرية تزدهر في هذه المياه تدعى الاحياء المجهرية المحبة للملوحة (Halophilic microorganisms) وهي الاحياء التي تفضل التركيز الملحي العالي، في العقد الاخير كشف عن وجود البكتريا فائقة الصغر (Ultramicrobacteria) في الانظمة البيئية البحرية في المناطق ذات الكثافة العالية نسبيا، وتؤلف هذه البكتريا حوالي عشر حجم البكتريا "الاعتيادية" كما يمكنها العبور من المرشحات الدقيقة ذات اقطار 0.22 مايكرومتر ربما تمثل هذه الحالة استجابةً لانخفاض مستوى المغذيات والظروف البيئية المتطرفة.

من مواصفات البيئات البحرية هو تغاير العمق الذي يمكن ان يخترقه الضوء ولكنه يكون مقتصرًا على المئة المتر الاولى، في حين يسود الظلام في الاعماق الاكثر من ذلك، وبالرغم من غياب البناء الضوئي فان الاوكسجين مايزال متوافرا وهذا بسبب المستويات المنخفضة من المغذيات المعدنية في مياه البحر التي تحدد كمية الانتاج الاولى (Primary production) ولذلك الضعالية تكون مختلفة التغذية، ولكن مع ذلك فانه في الاعماق المتطرفة الظروف اللااوكسجينية هي السائدة.

بالمقارنة مع بيئة المياه العذبة تظهر الانظمة البيئية البحرية تبايناً اقل في الحرارة والرقم الهيدروجيني على الرغم من وجود استثناءات لهذه القاعدة العامة، هناك مشكلة تتعلق ببيئة المياه البحرية اكثر من غيرها من البيئات وهي الضغط الهيدروستاتيكي الذي يتزايد باطراد في المياه الاعمق، عند 1000 متر يصل الى حوالي 100 مرة اكثر من الضغط الجوي، تدعى الاحياء المجهرية المتواجدة في هكذا اعماق بالمحبة للضغط الهيدروستاتيكي (Barophilic microorganisms) والتي لا تتواجد فقط عند الضغط الهيدروستاتيكي العالي فقط بل عند الدرجات الحرارية المنخفضة جداً، اذ يرافق ازدياد الضغط الهيدروستاتيكي انخفاضاً في تركيز المغذيات، فضلاً عن ان درجة الحرارة تنخفض بازدياد العمق وصولاً الى 2 درجة مئوية باستثناء المناطق المحيطة بالفتحات الساخنة (Hot vents) وبناءً على ذلك فمياه البحار والمحيطات توفر بيئة متطرفة للاحياء المحبة للتطرف (Extremophiles).

لا يمكن لمعظم البكتيريا المتواجدة في المياه العذبة او في التربة ان تعيش
عندما يزيد الضغط الهيدروستاتيكي عن 200 جو.

كما تتواجد الابتدائيات التي تشكل المستهلكات الرئيسة للبكتيريا و
الهائمات الحيوانية في مناطق المياه المفتوحة مثل السوطيات (Flagellates) و
الهدبيات (Ciliates)، والاخيرة تتغذى على السوطيات و الطحالب و الهدبيات
الصغيرة.

كما تتواجد في مياه البحر انواع من الهائمات الحيوانية تشمل
coopepods و ctenophores و urochordata والديدان السهمية (Arrow-
worms) فضلا عن تواجد بعض انواع الحلزون.

● العمليات المايكروبية في رواسب القاع:

تستوطن البكتريا المحللة اللاهوائية المنطقة القاعية وتقوم بالعمليات ذاتها التي تقوم بها في رواسب المياه العذبة فهناك العديد من العمليات المعقدة والمهمة جدا في ذات الوقت سواء كانت كيميائية او فيزيائية او حياتية تجري بين الماء

ورواسب القاع، كما ان كمية ونوعية الاحياء المجهرية والعمليات الكيموحياتية لها تاثير كبير في مستويات الماء من النتروجين و الفوسفور ومركبات الكبريت.

في رواسب القاع التحلل الهوائي للمكونات العضوية يحصل في الطبقات العليا (عدة ملمترات) وهي مصدر للاملاح المعدنية الذائبة، بينما التكسير الحياتي الذي يحدث في الاسفل يتسبب في اطلاق مواد تعد سامة للموطن المائي مثل كبريتيد الهيدروجين و الميثان.

تلعب رواسب القاع دورا مهما للغاية في المياه المغلقة حيث المواد العضوية
المعلقة تهوي الى الاسفل نتيجة لعدم حركة المياه والتي لها تاثير كبير في تحول
النيتروجين و الفوسفور و مركبات الكبريت و التي بدورها تؤثر في نوعية المياه، من
اهم العوامل التي تنظم سرعة انتقال النيتروجين و الفوسفور (و كذلك الحديد و
المغنيسيوم) من الرواسب الى المياه هو محتوى الماء من الاوكسجين المذاب في
الطبقات القريبة من القاع. يبدأ الانتشار الفعال (Active diffusion) للفوسفات
في المياه عندما تنخفض معدلات الاوكسجين المذاب الى اقل من واحد ملغرام لكل
100 سنتيمتر مكعب من الماء فضلا عن تاثير الحرارة و معدل تحلل المواد العضوية
و حامضية الماء و فعالية الاكسدة و الاختزال.

تتواجد الاحياء المجهرية الاتية بصورة شائعة في رواسب قاع المياه السطحية:

- البكتريا المحللة للسيلوز مثل الانواع العائدة للاجناس Sporocytophaga و Cytophaga و Pseudomonas و Achromobacter، وكذلك اللاهوائية مثل الجنس Clostridium.

- عند غياب الاوكسجين، ينمو العديد من بكتريا التعفن (Putrefying bacteria) (انتاج كبريتيد الهيدروجين من البروتينات) والبكتريا المختزلة للكبريتات و بكتريا الدنترة و البكتريا المولدة للميثان و بكتريا الهيدروجين.

- قد تتواجد البكتريا المؤكسدة للامونيا في رواسب القاع باعداد قليلة في الطبقات العليا من الرواسب كونها بكتريا هوائية إجباراً.

- يرتبط توافر البكتريا الهوائية المؤكسدة للميثان في رواسب القاع بتراكيز الاوكسجين والحديد.

الأحياء المجهرية في البيئة المائية

أولاً: البكتيريا:

1

بكتيريا المياه تكون نشطة و متحركة بواسطة اسواط (Flagella) مثل بكتيريا Vibrio و بكتيريا Pseudomonas او تسبح بحرية في الماء (الهائمات البكتيرية). 2

3 الهظمي، و تتكاثر لا جنسيا بالانشطار البسيط، وقد تتواجد على هيئة خلايا مفردة او سلاسل و عناقيد او خيوط، تتخذ بكتيريا المياه اشكالا اخرى مختلفة كأن تكون نجمية او صفائحية او مغزلية.

و هناك ثلاث مجاميع رئيسة من البكتيريا حسب استجابتها للاوكسجين:

او من الممكن تقسيم بكتريا المياه الى:

- البكتريا المقيمة (Autochthonous): وهي البكتريا التي تتواجد باستمرار في الموطن المائي.
- البكتريا الدخيلة او الغريبة (Allochthonous): وهي البكتريا القادمة من بيئات اخرى مثل التربة او الهواء او تلك القادمة الى الاحواض من المجاري الصناعية والبلدية.

1. البكتريا المقيمة:

وتشمل البكتريا ضوئية التغذية الذاتية (Photoautotroph) وكيميائية التغذية الذاتية (Chemoautotrophs) وكيميائية عضوية التغذية الذاتية (Chemoorganoautotrophs).

❖ بكتريا البناء الضوئي (Photoautotroph):

يجرى البناء الضوئي في البكتريا بشكل مختلف قليلا عن البناء الضوئي في النباتات، والجزء الأكثر أهمية انها عملية خالية من الاوكسجين (Anoxygenic) وتتطلب وجود مركبات معدنية مختزلة ولا يرافقها تحرير الاوكسجين بل تنتج مركبات عضوية او غير عضوية مؤكسدة، تصنف صبغات البكتريا التمثيلية حسب قدرتها على امتصاص الاشعة تحت الحمراء التي لا تمتص من قبل النباتات الخضراء.

يتم البناء الضوئي في المياه السطحية بشكل رئيس من قبل الطحالب و النباتات، بينما يكون دور البناء الضوئي البكتيري اقل أهمية.

من بين الافراد ذاتية التغذية التي لها القدرة على القيام بالبناء الضوئي،
البكتريا الارجوانية (Purple bacteria) والخضراء (Green bacteria) واخرى
غيرها:

الكيميائية تختزل ثاني أكسيد الكربون لتصنع المادة العضوية

بكتيريا الكبريت وبعض بكتيريا الحديد تنتمي إلى المجموعة الثانية.

اولا: البكتريا الارجوانية:

بكتريا سالبة للملون غرام تظهر حمراء او برتقالية او ارجوانية نتيجة للصبغات المقتنصة للضوء، بخلاف بقية ضوئية التغذية اللاواكسجينية يكون جهاز التركيب الضوئي بالكامل موجودا داخل الخلية، الانبعاثات في الغشاء الساييتوبلازمي تزيد بشكل فاعل من المساحة السطحية المعرضة للبناء الضوئي.

1

تقسم هذه المجموعة الى قسمين بكتريا الكبريت الارجوانية (Purple sulfur bacteria) والبكتريا الارجوانية غير الكبريتية (Purple nonsulfur bacteria).

2

1. بكتريا الكبريت الارجوانية:

(Chromatiaceae and Ectothiorhodaceae)

تنمو هذه المجموعة احيانا على شكل كتل ملونة في البيئات الغنية بالكبريت مثل الينابيع الكبريتية، خلاياها كبيرة الحجم نسبيا احيانا يتجاوز قطرها 5 مايكروميتر، البعض منها يتحرك بالاسواط وقد تحتوي على حويصلات غازية (Gas vesicles) تمكنها من الصعود والنزول الى المستوى الذي تفضله في عمود الماء. معظمها يجمع الكبريت في حبوبات مرئية مجهريا (انظر شكل 2).

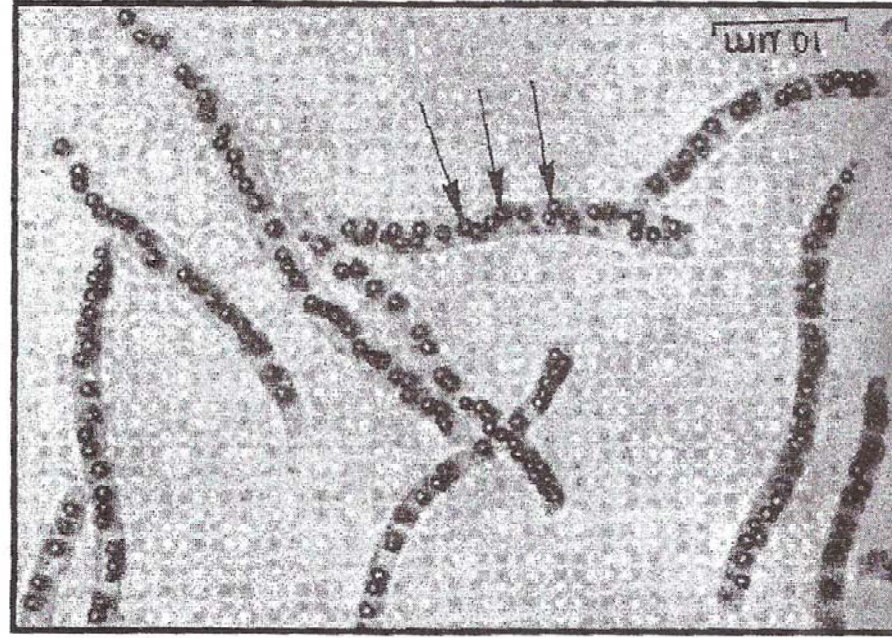
تقوم بعملية البناء الضوئي الكيميائي

6

تستخدم بكتريا الكبريت الارجوانية كبريتيد الهيدروجين لانتاج طاقة

الاختزال، على الرغم من بعض انواعها يستهلك الجزيئات اللاعضوية مثل الهيدروجين و المركبات العضوية مثل البايروفيت (Pyruvate)، اغلب الانواع لاهوائية اجبارا ضوئية التغذية و لكن بعض الانواع تتمكن من النمو بغياب الضوء

هوائيا مؤكسدة المركبات العضوية او اللاعضوية المختزلة كمصادر للطاقة. ومن الاجناس المثلة لهذه المجموعة هي و Chromatium و Thiospirillum و Thiodictyon.



بكتريا الكبريت الارجوانية *Thiospirillum jenense* يلاحظ حبيبات
الكبريت داخل الخلايا (الاسهم)

2. البكتريا الارجوانية غير الكبريتية (Rhodospirillaceae):

تنتشر في مدى واسع من البيئات المائية بضمنها الترب الرطبة و مستنقعات حقول الرز، هناك صفة مهمة واحدة تميزها عن بكتريا الكبريت الارجوانية وهي انها تفضل استهلاك مجموعة متنوعة من الجزيئات العضوية غير كبريتيد الهيدروجين كمصدر للالكترونات لغرض الاختزال فضلا عن فقدانها لحويصلات

2

الغاز، واذا تجمع الكبريت فانه يتجمع خارج الخلايا.

3

هذه المجموعة متنوعة الايض بشكل ملحوظ ليس فقط نموها كضوئية
التغذية مستهلكة المواد العضوية للاختزال، و لكن قسم كبير منها يستطيع
استخدام ايض مشابه لايض بكتريا الكبريت الارجوانية موظفة غاز الهيدروجين او
كبريتيد الهيدروجين كمصادر للطاقة، فضلا عن انها تنمو هوائيا بغياب الضوء
مستخدمة الايض كيميائي التغذية، الاجناس المثلة لها تتضمن Rhodobacter
و Rhodopseudomonas.

ثانياً: البكتريا الخضراء:

بكتريا سالبة للون غرام ذات لون اخضر او بني بخلاف البكتريا الارجوانية
فان صبغاتها الجامعة للضوء تقع في تراكيب تسمى الاجسام الخضراء
(Chlorosomes) ولا يحتوي غشاؤها الساييتوبلازمي على انبعاثات شديدة. و
هي على نوعين بكتريا الكبريت الخضراء (Green sulfur bacteria) والبكتريا
الخضراء غير الكبريتية (Green nonsulfur bacteria).

1. بكتريا الكبريت الخضراء (Chlorobiaceae):

بكتريا لاهوائية اجبارا لا تستطيع استخدام الايض كيميائي التغذية،
تتواجد في الاماكن ذاتها التي تفضلها بكتريا الكبريت الارجوانية، وهي ايضا
تستخدم كبريتيد الهيدروجين كمصدر لالكترونات لغرض الاختزال وتكوّن
حبيبات الكبريت خارج الخلية، هذه المجموعة فاقدة للاسواط و لكن الكثير منها
يحتوي على حويصلات غازية، تتمثل بالاجناس Chlorobium و Pelodictyon.

2. البكتريا الخضراء غير الكبريتية (Chloroflexaceae):

تتميز هذه البكتريا بشكلها الخيطي تستغل المركبات العضوية لتوليد الطاقة او قد تستخدم غاز الهيدروجين او كبريتيد الهيدروجين كبديل فضلا عن انها تستطيع النمو في الظلام هوائيا مستخدمة الايض كيميائي التغذية

(Chemotrophic metabolism)، الجنس الوحيد الذي تم تنميته في المختبر في مزارع نقية هو Chloroflexus.

في حين ان البكتريا الارجوانية و البكتريا الخضراء قد درست بشكل واف،
فان الانواع اللاواكسجينية الاخرى التي اكتشفت مؤخرا لم تدرس بالتفصيل
بعد، ومنها الجنس Heliobacterium وهي بكتريا عصوية موجبة للون غرام،
مكونة للسبورات الداخلية قريبة من افراد الجنس Clostridium.

❖ بكتريا كيميائية ذاتية التغذية (Chemoautotrophs):

تحصل هذه البكتريا على الطاقة من عمليات الاكسدة للمواد غير
العضوية و اعتمادا على طبيعة المادة الاساس المؤكسدة من الممكن تمييز الانواع
البكتيرية الاتية: بكتريا النترة (Nitirifying bacteria) و بكتريا الحديد
(Ferruginous bacteria) و بكتريا الكبريت (Sulfur bacteria) و بكتريا
الهيدروجين (Hydrogen bacteria).

❖ بكتريا النتربة:

لهذه البكتريا دور مهم في المياه السطحية وهو اكسدة الامونيا الى النتريت وتقوم بها الاجناس Nitrosomonas و Nitrosococcus حسب المعادلة الاتية:



ومن ثم تقوم الاجناس Nitrobacter و Nitrococcus باكسدة النتريت الى نترات حسب المعادلة الاتية:



وعند التراكيز العالية تكون هذه المواد مضرّة للأحياء المائية والإنسان
(في حالة استخدام هذه المياه في أنظمة تجهيز مياه الشرب) فقد يؤدي التسمم
بالنترات إلى الموت، ومن جهة أخرى يعد إنتاج النترات عملية أساسية ومهمة تزود
النبات بمصدر للنيتروجين.

❖ بكتريا الحديد:

تنمو هذه البكتريا في المياه عندما يتراوح محتواها من الحديد ثنائي التكافؤ بين 0.15 الى 8.5 ملغم لكل ديسيمتر مكعب، من اهم التأثيرات السلبية لهذه البكتريا هي التآكل (Corrosion) والتسبب بالرائحة الكريهة لأنايب المياه و المجاري و الهياكل المعدنية المختلفة، ان الانواع الاكثر شيوعا لبكتريا الحديد هي بكتريا Leptothrix ochracea و بكتريا Crenothrix polyspora و كلتاهما من البكتريا الخيطية المفردة المحاطة بغلاف هلامي مختلف السمك، تغير المواد الحديدية المخزونة في الخلايا من لون خيوط الخلايا الى اللون الاصفر او البني الداكن، يشيع وجود بكتريا الحديد في الاجسام المائية العذبة و خصوصا مياه الابار و العيون التي من الممكن مشاهدة تجمعاتها بالعين المجردة في حين تتواجد بغزارة في الجداول الموحلة و الاهوار و البرك.



Leptothrix ochracea

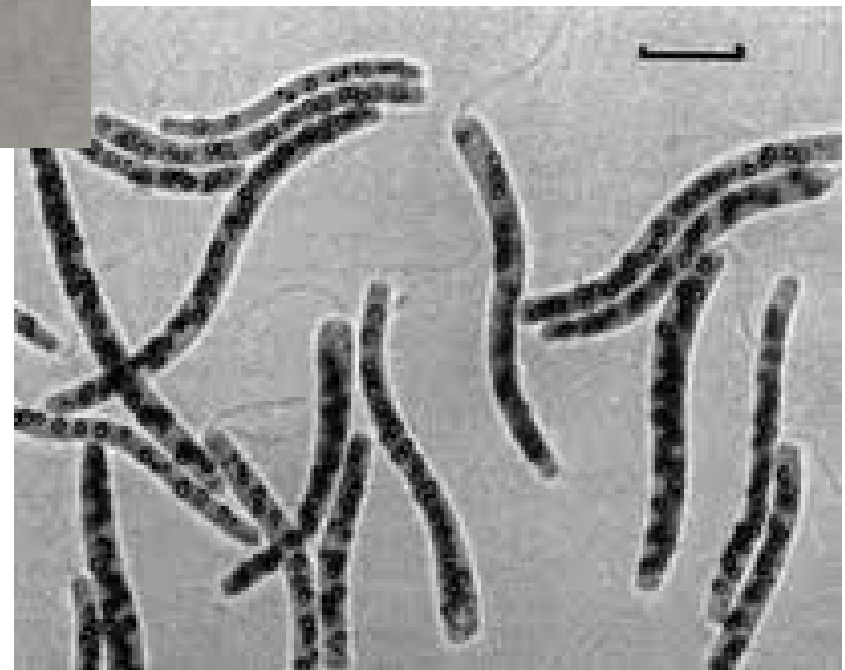
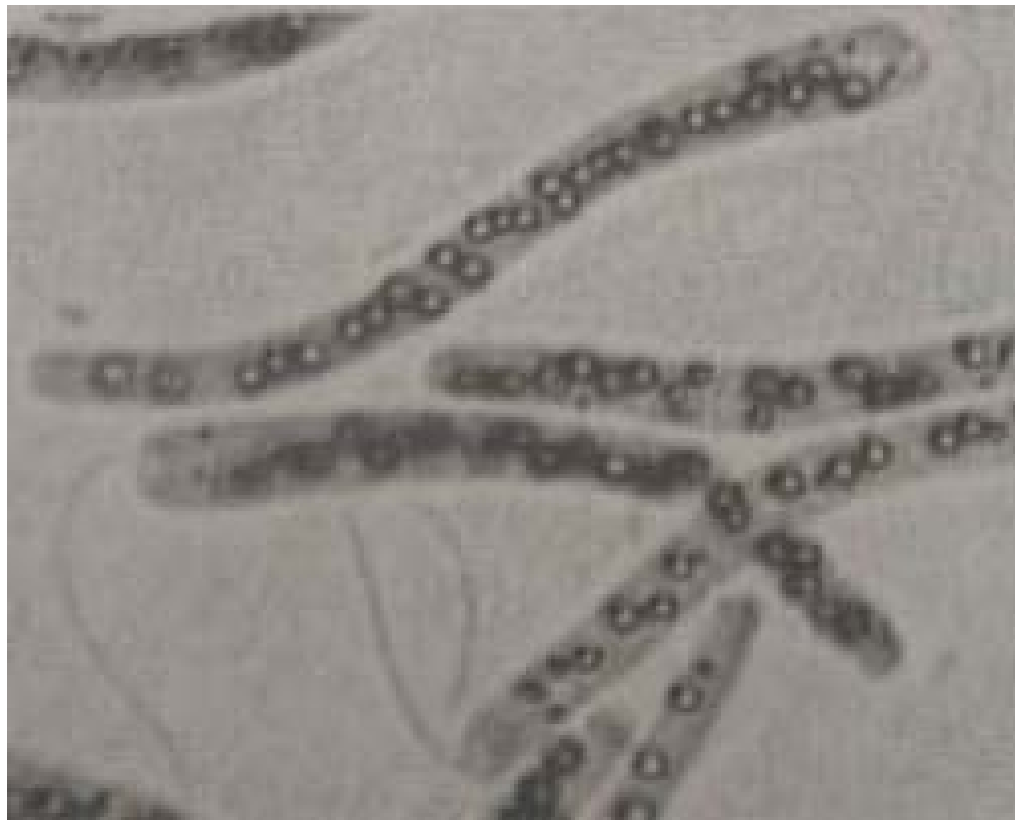
بكتيريا الحديد



البكتيريا الارجوانيه الكبريتيه

البكتيريا الارجوانيه التي تخزن الكبريت وتأكسده الى كبريتات هي بكتيريا متنوعه مورفولوجياً. الخلايا عادة اكبر من خلايا البكتيريا الخضراء, وفي البيئات الغنيه بالكبريتيد ربما تمتلئ بالحبيبات الكبريتيه, بالرغم من أن هذه الحبيبات الكبريتيه في الأجناس ذات الخلايا الصغيره لا تكون واضحه. البكتيريا الارجوانيه الكبريتيه عادة توجد في المناطق اللاهوائيه للبحيرات بالإضافة الى الينابيع الكبريتيه, وبسبب لونها الأرجواني الواضح فهي ترى بسهولة كازدهار أو كتل كبيره. الجنس *Ectothiorhodospira* مهم بسبب تخزينه للكبريت خارجياً ولأنه محب للملوحه, ينمو عند تركيزات لكلوريد الصوديوم تقترب من الإشباع, غالباً عند رقم هيدروجيني عالي. يوجد في البحيرات الملحيه, بحيرات الصودا, الموالح, والأجسام الأخرى في المياه عاليه الملوحه.

لها قدره محدوده على استخدام المركبات العضويه كمصدر للكربون للتغذيه الضوئيه. الاسيتيت والبيوريفيت تستخدم من قبل كل الأنواع, وبعض الأنواع تستخدم مركبات عضويه أخرى قليله. قليل من البكتيريا الارجوانيه الكبريتيه تنمو بالتغذيه الكيميائيه الغير العضويه في الظلام مع الثيوسلفايت **Thiosulfate** كمانح للإلكترون, والجنس **Thiocapsa** ينمو بالتغذيه الكيميائيه الغير العضويه على الاسيتيت.

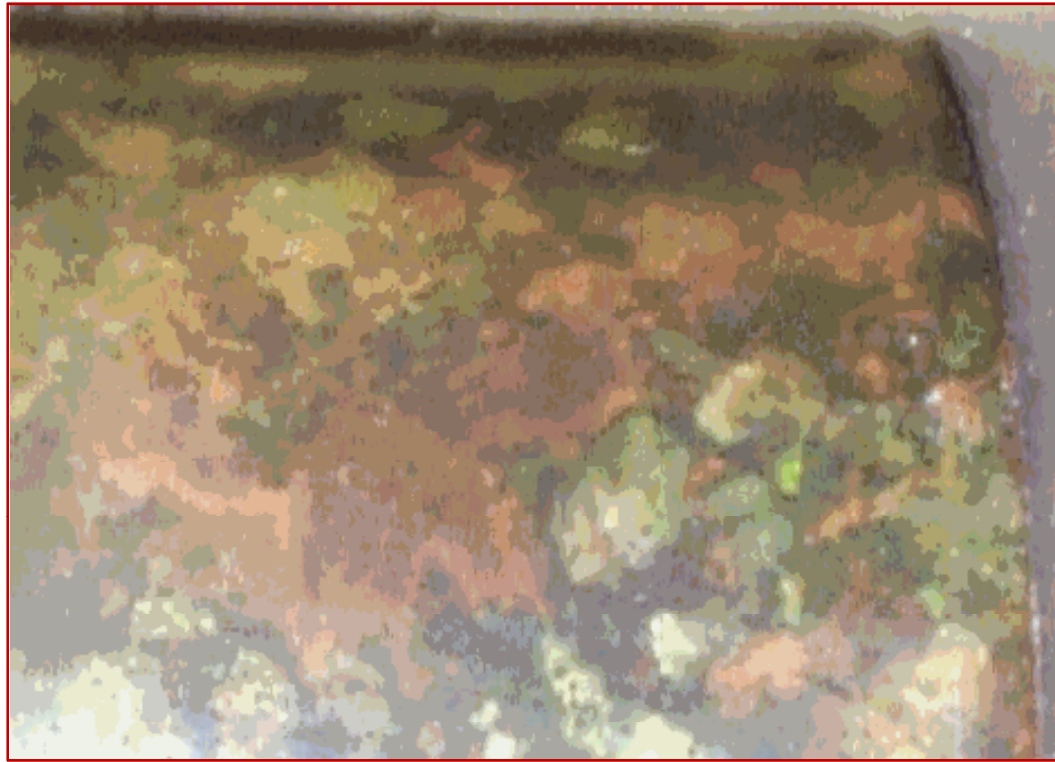


❖ بكتريا الكبريت:

تتواجد بصورة رئيسة في المياه الحاوية على كبريتيد الهيدروجين الذي يعد مادة سامة للكثير من الاحياء المجهرية، اما بالنسبة لهذه المجموعة فيعد احد المركبات المهمة للعيش، من الممكن ان نجد هذه البكتريا في الينابيع المعدنية الحاوية على كبريتيد الهيدروجين من اصل جيولوجي، وكذلك في المياه عالية التلوث حيث يتكون نتيجة لعملية تحلل البروتين اللاهوائية او عملية اختزال الكبريت، الانواع النموذجية المثلة لبكتريا الكبريت هي تلك المتحركة انزلاقا (Gliding)

مثل بكتريا *Beggiatoa alba* وبكتريا *Thiothrix nivea* الدائمة التواجد في القاع فضلا عن الانواع الاتية:

- بكتريا *Thiobacillus thioparus* التي تخزن الكبريت من اكسدة الثايوسلفات.
- بكتريا *Thiobacillus thiooxidans* التي تنمو في البيئات الحامضية pH 1.0 – 4.0.
- بكتريا *Thiobacillus ferrooxidans* تمتلك هذه البكتريا المقدرة على تحليل الثايوسلفات و التتراثايونان، فضلا عن املاح الحديد.
- بكتريا *Thiobacillus denitrificans* اللاهوائية لها القدرة على استهلاك النترات كمستقبل للالكترتون اثناء عملية اكسدة كبريتيد الهيدروجين. و عند الظروف الهوائية تنجز هذه العملية بوجود الاوكسجين.



Green patches are green sulfur bacteria. The rust patches are colonies of purple non sulfur bacteria. The red patches are purple sulfur bacteria.

Hydrogen Bacteria

bacteria that oxidize hydrogen and use the resulting energy to assimilate carbon. Oxidation proceeds in accordance with the formula: $2\text{H}_2 + \text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{O} + 138 \text{ calories}$. All the hydrogen bacteria are aerobes—that is, they develop only in the presence of oxygen. Because of the ability of hydrogen bacteria to synthesize organic matter from carbon dioxide, they grow well on mineral media but can also grow on meat-peptone agar and other nutrient media. Hence they are mixotrophic organisms. The ability to oxidize hydrogen is found in various taxonomic groups of bacteria.

Hydrogenomonas eutropha, the most studied hydrogen bacteria, is widespread in soil; it is a small, nonsporulating, motile, flagellate rod that forms smooth, yellow, shiny colonies. In oxidizing hydrogen, hydrogen bacteria consume less oxygen than is released during the electrolysis of water. Therefore, the apparatus in which hydrogen bacteria are grown have been suggested for the regeneration of air in spacecraft. At the same time, the bacteria can be used as a source of protein

البكتريا مختلفة التغذية (Chemoorganotrophs):

القسم الأكثر سيادة من البكتريا المقيمة المتوافرة في احواض المياه هو البكتريا كيميائية عضوية التغذية التي تعود الى مجموعة رمية التغذية (Saprophytes) المتغذية على النباتات الميتة و المادة العضوية الحيوانية.

البكتريا الهائمة النموذجية التي تشغل كتلة المياه باجمعها هي البكتريا العصوية المسوطة السالبة اللون غرام المتمثلة بالاجناس: Pseudomonas و Achromobacter و Alcaligenes و Vibrio و Aeromonas وكذلك المكورات الموجبة اللون غرام العائدة للجنس Micrococcus والجنس Treponema والجنس Spirillum .

اجزاء النباتات الراقية المغمورة تحت الماء والدقائق المتواجدة دوما تحت الماء
عادة ما تستوطن باعداد هائلة من البكتريا الشبيهة بالساق مثل الجنس
Caulobacter والبكتريا الغافية والبكتريا الخيطية والجنس
Hyphomicrobium. الاحياء التي تنمو عادة في رواسب القاع تكون بكتريا التعفن
اللاهوائية والبكتريا المحللة للسليولز اللاهوائية وكيميائية التغذية اللاهوائية
مثل الجنس Desulfovibrio الذي يختزل الكبريتات الى كبريتيد الهيدروجين،
فضلا عن وجود البكتريا المولدة للميثان بواسطة اختزال المركبات العضوية.

2. البكتريا الدخيلة:

المياه ذات الخصوبة العالية وكذلك المياه عالية التلوث تزدهم بالبكتريا
رمية التغذية و البكتريا المتطفلة والتي من بينها الانواع السائدة الاتية:
عصيات القولون السالبة الملون غرام *Escherichia coli* وكذلك الاجناس
Proteus و *Klebsiella* و *Enterobacter*، فضلا عن عصيات *Pseudomonas*
aeruginosa و عصيات الجنس *Arthrobacter*، كما تتواجد العصيات الموجبة

ملون غرام العائدة للأجناس *Bacillus* و *Corynebacterium* و *Clostridium* التي تُغسل إلى المياه قادمةً من التربة أثناء هطول الأمطار الثقيلة.

تعد نفايات البلدية المصدر الأساس للبكتريا الممرضة أثناء عمليات الترشيع والغسل حيث تجد بكتريا التربة طريقها إلى المياه علاوة على دور الهواء الفعال في تلوث المياه في مناطق المدن ذات الكثافة السكانية الهائلة والمناطق الصناعية.

❖ بكتريا المياه الفقيرة بالمواد المغذية Oligotrophic water bacteria

في المياه الفقيرة بالمواد المغذية، تتخذ البكتريا المحبة للتغذية القليلة (Oligotrophic bacteria) اشكالا متناهية في الصغر (Microforms) باقطار تتراوح من 0.4 الى اقل من 1.0 مايكروميتر، وهي نادرا ما تتضاعف اذ يتراوح زمن الجيل لديها من عشرات الساعات الى 200 ساعة، تسود البكتريا في المياه الملوثة و تكون نسبة العصويات الى المكورات حوالي 1:90، اما في المياه النظيفة (غير الملوثة) مثل الانهار والجداول فتكون حاوية على فلورا مجهرية قليلة و تكون نسبة العصويات الى المكورات تقريبا 1.5:1 مما يدل على سيادة المكورات.

طورت بكتريا المياه الفقيرة بالمغذيات عدة اليات مكنتها من اقتناص

- 1 والاحتفاظ الحد الاقصى من المغذيات المتوافرة مثل تجميعها داخل انابيب او اغمداد
- 2 (Sheaths) توفر لها الحماية من المفترسات فضلا عن الالتصاق بالاماكن ذات الظروف المثلى، من هذه الانواع البكتيرية مثل Sphaerotilus و Leptothrix (انظر شكل 3) التي تميل الى تكوين سلاسل من الخلايا المغلفة داخل هذه الاغمداد،
- 3 تنشر هذه البكتريا نفسها من خلال تكوين خلايا سابحة (Swarmer) ذات سوط قطبي تخرج من الجزء غير الملتصق من الغمد، تنتقل هذه الخلايا الى سطوح صلبة جديدة حيث تلتصق و اذا توافرت مغذيات كافية فانها تتكاثر مكونة غمدا جديدا
- 4 الذي يستطيل كلما نمت سلسلة الخلايا.

أو تكون لواحق تسمى (Prosthecae) والتي هي امتدادات من

السايتوبلازم والجدار الخلوي تزيد من المساحة السطحية، وبالتالي تسهل عملية

امتصاص المغذيات التي تزودها بها بقية الأحياء المجهرية، كما تساعد في

الالتصاق على السطوح الصلبة أيضا، تعد بكتريا Caulobacter أحد الأجناس

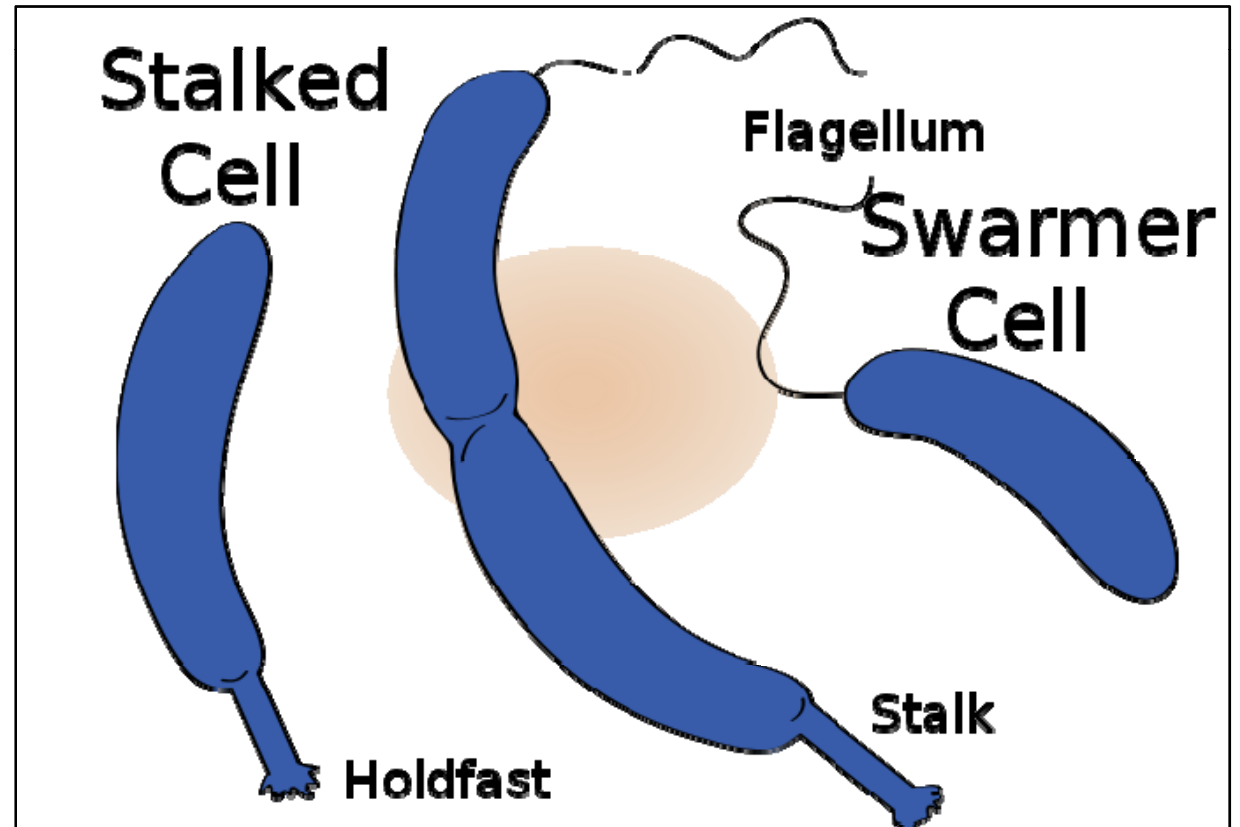
المكونة لهذه اللواحق إلى جانب الجنس Hyphomicrobium.

الجنس *Caulobacter* :

تمتلك خلايا هذا الجنس لاحقة قطبية واحدة تدعى الساق (Stalk)

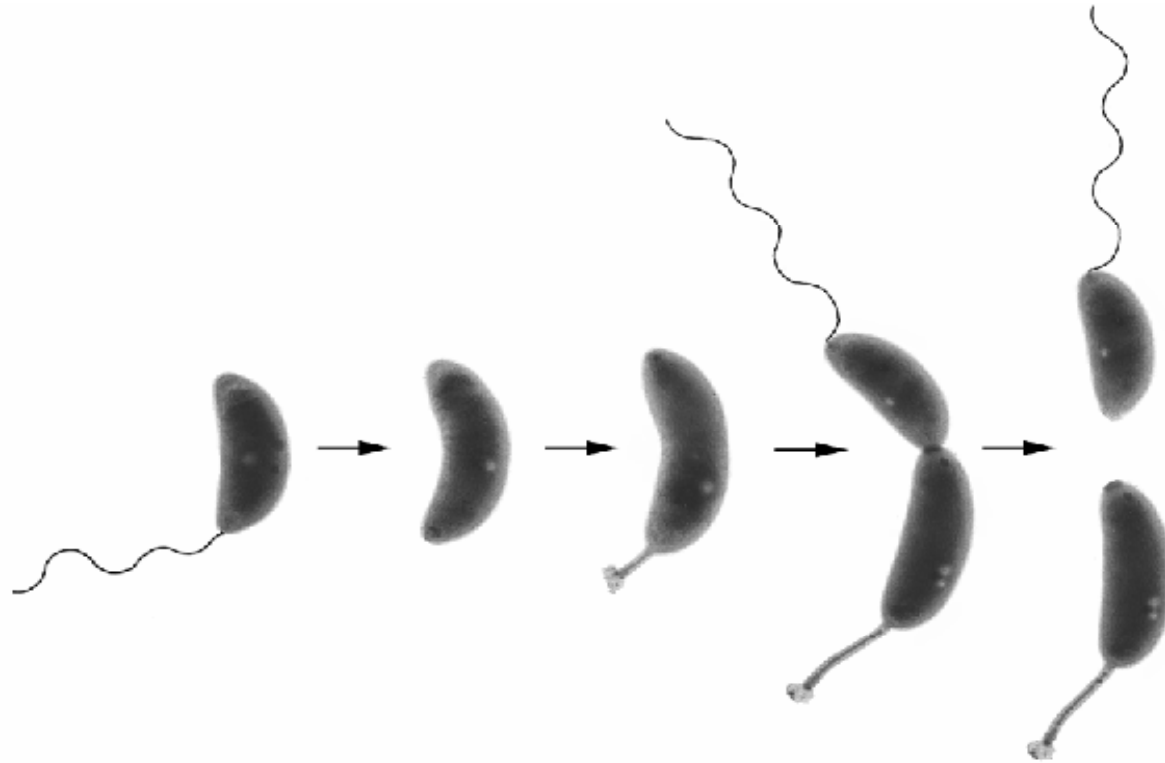
الذي ينتهي بطرف لاصق يسمى القبضة او المثبت (Holdfast)

المسؤول عن الالتصاق.



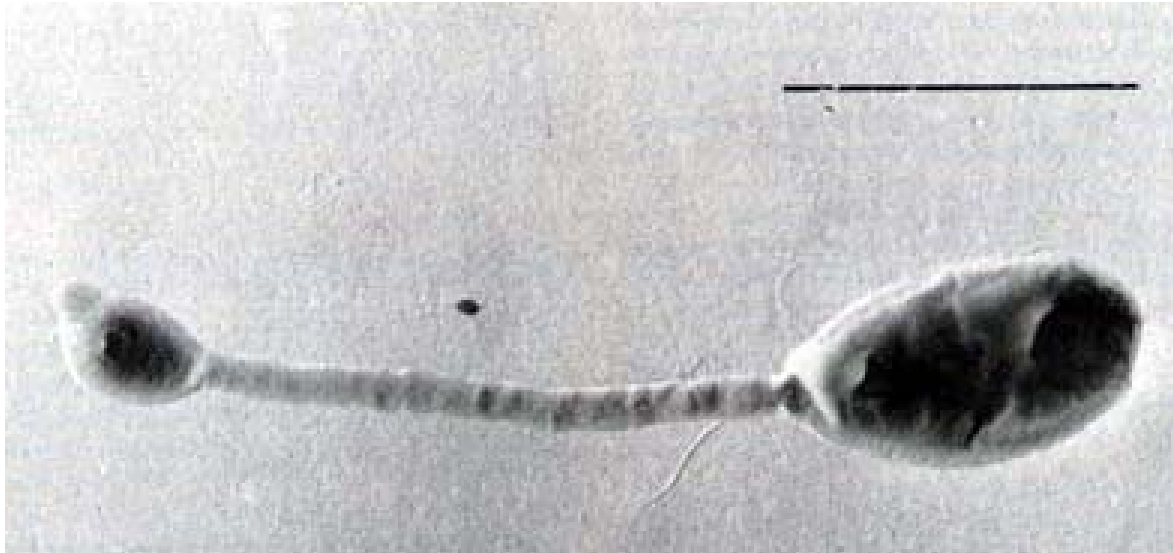
ولكي تتكاثر هذه البكتريا تتطاول من الطرف المقابل للساق وتنقسم
بالانقسام البسيط مكونة خلية سباحة (Swarmer) متحركة بسوط قطبي واحد
يقع في الطرف المقابل لموقع الانقسام، تنفصل هذه الخلية وتنتقل الى موقع اخر
حيث تلتصق بوساطة المثبت عند قاعدة السوط ثم تفقد سوطها فيما بعد مستبدلة
اياها بالساق وهنا فقط تستطيع الخلية البنوية ان تضاعف الدنا الخاص بها وتعيد

الدورة من جديد

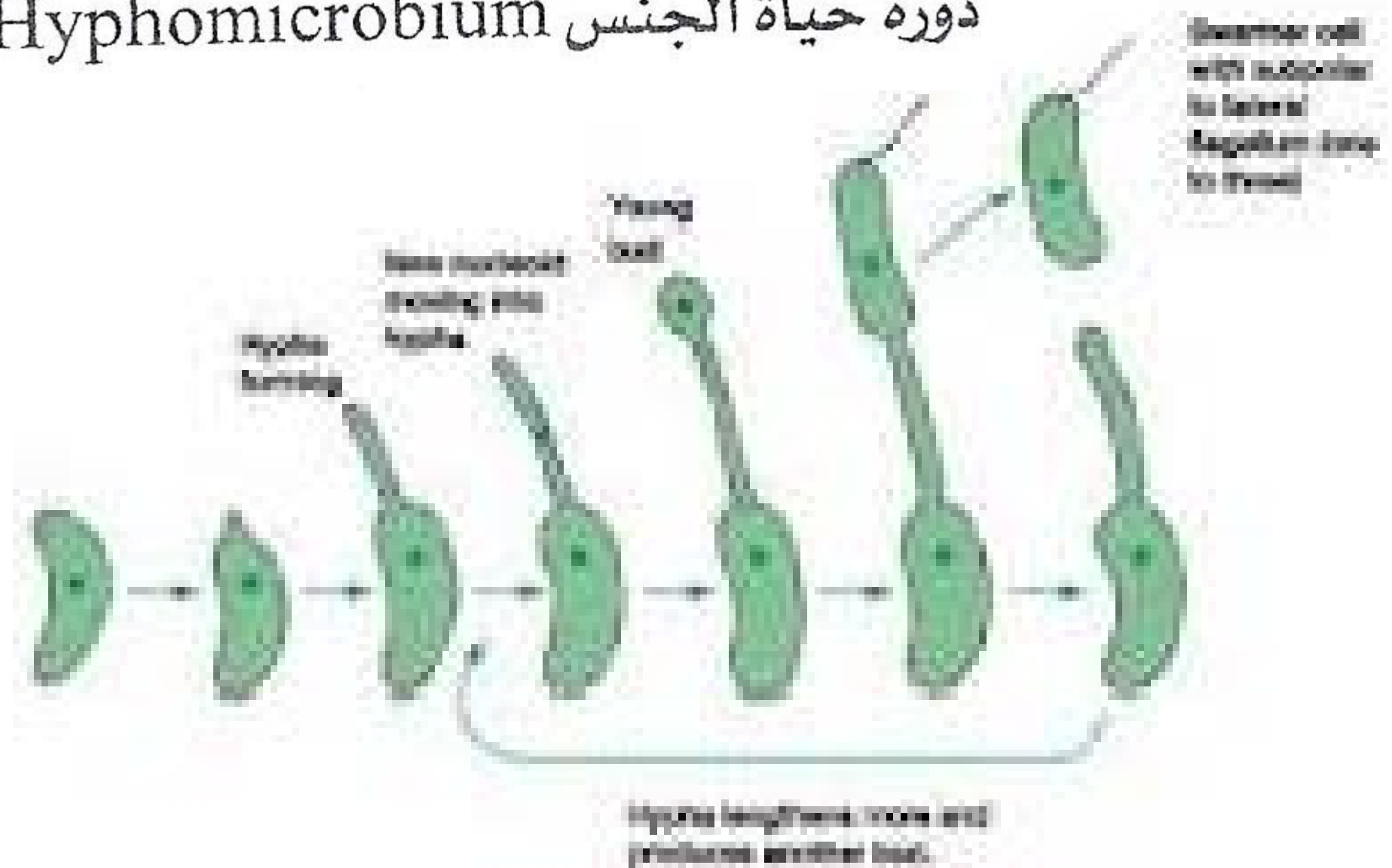


الجنس Hyphomicrobium

تشبه انواع هذا الجنس (شكل 6) الى حد ما انواع الجنس *Caulobacter* من نواح عدة عدا ان لها (اي انواع *Hyphomicrobium*) دورة حياة مختلفة، اللاحقة المفردة القطبية للخلية الام تتضخم من الطرف البعيد مكونة برعما، الذي يستمر بالتضخم الى ان يكون سوطا وبالنهاية الى خلية بنوية متحركة تنفصل وتنتقل الى موقع اخر ومن ثم تفقد سوطها مكونة لاحقة قطبية في الطرف المقابل لتعيد الدورة من جديد (شكل رقم 7).



Hyphomicrobium دورة حياة الجنس



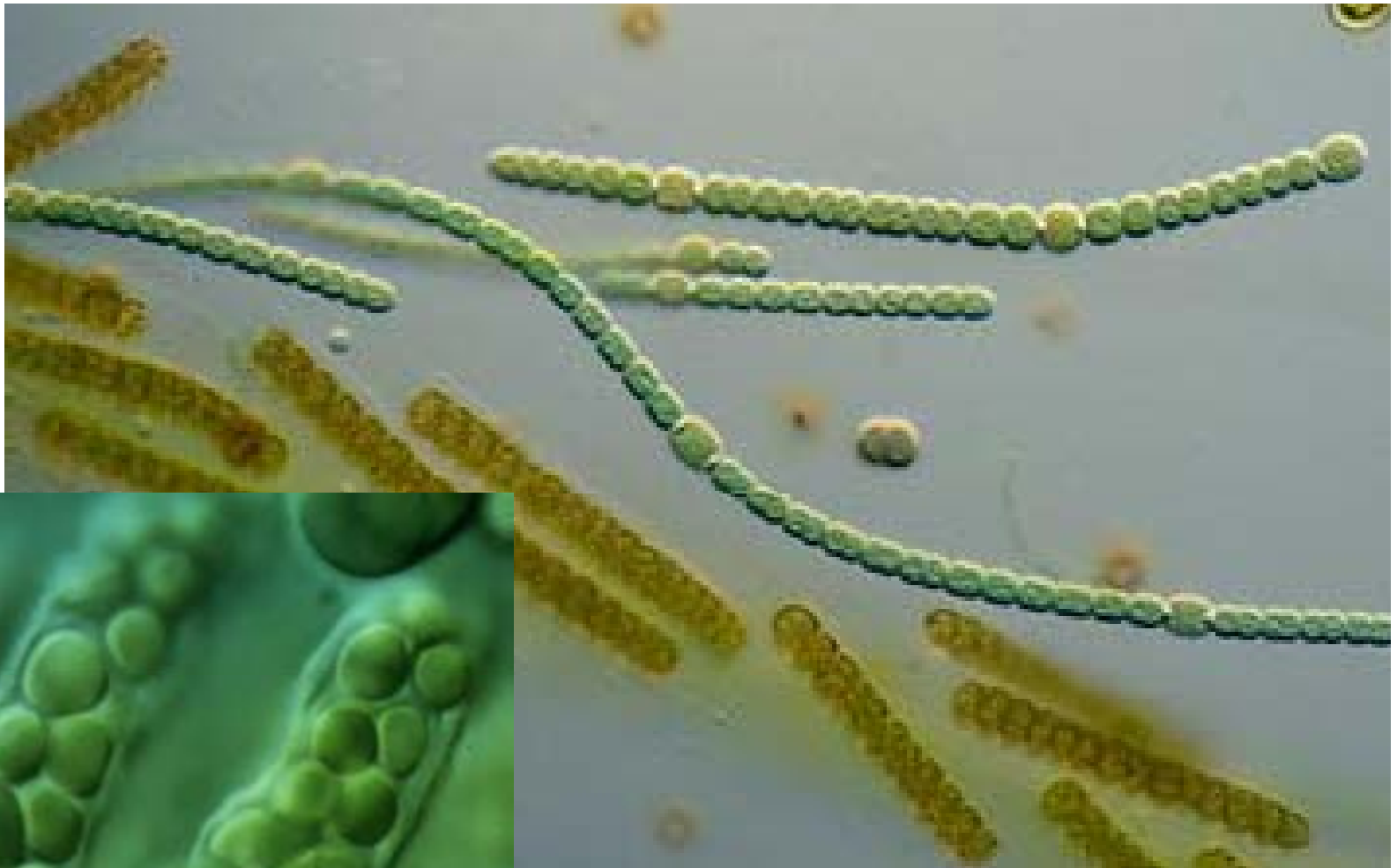
البكتريا المتألقة (المضيئة) Bioluminescent bacteria:

تتمكن بعض انواع بكتريا Photobacterium و Vibrio (وهي عصيات سالبة للون غرام، متحركة بسوط قطبي واحد، لاهوائية اختيارا، تعيش في البيئة البحرية المالحة) من ان تشع او تتالق بظاهرة تدعى التالق الحياتي (Bioluminescent) التي تلعب دورا مهما في العلاقة التعايشية بين بعض انواع البكتريا و انواع خاصة من الاسماك و الحبار (Squid)، مثلا تمتلك بعض انواع الحبار عضو متخصص داخل كيس الحبر والذي يستوطن بالبكتريا Vibrio fischeri، يعتقد ان الضوء المنتج يساعد المحار على جذب الفريسة او تجنب مفترس او لايجاد شريك والمحار من جهته يوفر المغذيات للبكتريا.

تتحفز عملية الاضاءة بواسطة الانزيم Luciferase واثبتت الدراسات ان الجين الذي يشفر له لا يعمل الا عندما تصل اعداد البكتريا الى كثافة معينة اي ان البكتريا تدرك او تحس "sensing" ان اعدادها وصلت الى الكثافة المطلوبة، عرفت هذه الظاهرة بظاهرة ادراك النصاب (Quorum sensing).

السيانوبكتريا:

سابقا كانت هذه المجموعة من الأحياء تصنف ضمن الطحالب تحت اسم الطحالب الخضراء، أما في الوقت الحاضر فإنها تصنف ضمن مملكة بدائية النواة (Prokaryota kingdom) وتحت المملكة البكتريا الحقيقية. تتصف هذه المجموعة بكونها سالبة اللون غرام بدائية النواة تتواجد على شكل مستعمرات (خلايا مفككة ترتبط معا بغلاف مخاطي) أو تكون خيطية الأشكال (Filamentous)، يتراوح حجمها من 1 مايكروميتر بالنسبة وحيدة الخلية و 30 مايكروميتر بالنسبة لمتعددة الخلايا، وتثبت النتروجين في الظلام.



تحتوي هذه الكائنات بدائية النواة على جسيم نووي (Nucleoid) بدلا
عن النواة، ومقارنة مع البكتريا الاخرى تكون قادرة على القيام بالبناء الضوئي
الاوكسجيني حيث تأخذ الالكترونات من الماء لتختزل ثنائي اوكسيد الكاربون
نظرا لامتلاكها صبغة الكلوروفيل، والتي تخفيها في بعض الاحيان في صبغات
البناء الضوئي الاخرى مثل الفيكوسيانين (Ficocyanine) والالوفيكوسيانين
(Alloficocyanine).

اللون الأخضر المزرقي المميز لهذه المجموعة ناشئ من اجتماع الكلوروفيل والفيكوسيانين، تتكاثر السيانوبكتريا عن طريق التضاعف بوساطة الانشطار الخلوي (Cell fission)، ومن صفاتها المميزة الأخرى امتلاكها حوصلات غازية تمكنها من الحركة في المياه إلى الأماكن ذات الإضاءة الجيدة، بعض أنواع Anabaena تتمكن من ربط النروجين الجوي بتراكيب تسمى Heterocysts، وبسبب قدرتها على مقاومة الظروف البيئية المتطرفة استطاعت من الانتشار والتواجد في مختلف البيئات وبشكل واسع جداً، فمن الطبيعي مشاهدتها في الصحاري والينابيع الساخنة، تتسبب السيانوبكتريا بظاهرة الأثراء الغذائية في البحيرات وخزانات المياه الأخرى، بعض أنواع السيانوبكتريا يكون منتجاً لنواتج إيضية سامة. اذكرى أماكن انتشار البكتيريا الزرقاء مع

ذكر أمثله ؟

ثانياً: الفطريات Fungi

توجد الفطريات في معظم أنواع المياه في البرك والبحيرات والأنهار. وبعض هذه الفطريات مائية حقيقية أي لا تستطيع أن تنمو في غير هذه البيئات، والبعض الآخر قد تكون فطريات تربة لكن باستطاعتها أيضاً النمو في البيئات المائية كما أن فطريات أخرى تستطيع النمو على التربة الرطبة.

تقسم الفطريات التي توجد في المياه الي 3 مجموعات هي:

1- **الانواع الاصلية** : وهي التي تكمل دوره حياتها التكتشفيه بالكامل في المياه فلا

نوجد الا في المياه

2- **الانواع غير الاصلية** : وهي انواع مهاجره تتكشف جزئياً فقط في المياه

3- **انواع غير مقيدة** : و التي تكون حيه في الماء لفترات طويله او قصيره

وكما ان كل الفطريات متباينه التغذية فانها تعتمد علي وجود الماده العضويه. فتوجد الفطريات المترممه والمتطفله و الاختياريه التطفل في المياه .

كما توجد انواع تعتمد في تغذيتها علي اصطياد الاوليات و النيماتودا و يطلق عليها المفترسات

❖ تقوم الفطريات المائية بدور مهم في توازن البيئة المائية ولاسيما المياه العذبة حيث تقوم بتحليل الكثير من الملوثات العضوية

❖ وتلعب الفطريات دورا مهما في عملية التحلل الاحيائي لهذه الاوساط المغمورة وتسهم في السلسلة الغذائية للكائنات التي تستوطن المياه .

اثبت قدرة الفطريات المائية *Saprolegnia parasitica*

علي تحليل وتفكيك تراكيز مختلفة من المبيدات الحشرية تحويله الى مركبات ابسط
من المياه العذبة الملوثة

وتستطيع الفطريات المائية أن تكسر البروتينات والدهون والكربوهيدرات والبكتينات والسيليلوز والهيميسيليلوز
واللجنين والكيتين. ويمكن أن تعيش بعض الفطريات في الوسط الحامضي والوسط القلوي عند رقم هيدروجيني ما
بين ٣,٢ – ٩,٦ مثل أكليا راسيموزا *Achlya racemosa* وسابروليجينا مونويكا *Saprolegnia monoica*، على حين أن

تعد الفطريات الطحلبية هي الفطريات المائية الحقيقية و التي تنقسم الي

١ - ماستيجومايكوتينا Mastigomycotina وتضم:

← (أ) بلازموديوفورومايسيتس Plasmodiophoromycetes.

← (ب) كيتريديومايسيتس Chytridiomycetes

مثل: أوليديام *Olpidium*، وفليكتيديام *Phlyctidium*، رايوفيديام بلاكتونيكام *Rhizophydium plactonicum*

← (ج) هايفو كيتريديومايسيتس Hyphochytridiomycetes

مثل أنيزولبيديام *Anisulpidium*.

← (د) الفطريات البيضية Oomycetes مثل:

لاجينيديام *Lagenidium* وأكليا *Achlya* وأفانومايسيز *Aphanomyces* وسابروليجنيا *Saprolegnia* وبيشيام

Pythium. وكل الأشكال السابقة تُكوّن ساجحات جرثومية خضرية vegetative zoospores.

٢- زايغومايكوتينا Zygomycotina :

وهي فطريات تُكوّن كُونيدات مثل ميكور *Mucor* وتوجد بعض الفطريات المائية مثل أنسيلستيز *Ancylistes* التي تتطفل على الطحالب العالقة planktonic algae مثل ديزميديسي *Desmidiaceae*. كما توجد الفطريات العليا ممثلة بالفطريات الزقية والناقصة، على حين تلعب الفطريات البازيدية دوراً أقل في البيئة المائية. كما تنمو الخميرة في المياه.

فطريات مياه اليابسة Inland water fungi

لا تلعب الفطريات دوراً في فلورا الأحياء الدقيقة بالمياه الجوفية، حيث تغيب تماماً من المياه الجوفية النظيفة بحيث لا توجد مواد مغذية. كما لا توجد الفطريات أيضاً في مياه الينابيع النظيفة ولكنها توجد في مياه الخلجان والأنهار. وتوجد في الأنهار عادة بعض الفطريات الطحلبية التي تهاجم الطحالب العالقة والحيوانات الصغيرة ويرقات القشريات والأسماك. ويتبع العديد من الفطريات المتطفلة بالمياه العذبة رتبة الكيتريديالات Chytridiales، وهي فطريات بدائية جداً تتكون من مثانة صغيرة مع العديد من أشباه الجذور rhizoids. وهذه تتكشف إلى حافظة سابحات جرثومية zoosporangium، والتي عند نضجها تطلق عدداً كبيراً من السابحات الجرثومة zoospores أحادية السوط. وتنمو هذه الفطريات إما على أو في الكائن العائل. ومن الفطريات واسعة الانتشار أولبيديام يوجليني وأولبيديام روتيفيرام *Olpidium rotiferum*، كما توجد أيضاً أفراد من أجناس بوليفاجا *Polyphaga* وكيتريديام *Chytridium*. كما توجد أيضاً في الأنهار أفراد مختلفة من رتبة سابروليجنياالات Saprolegniales والتي تكون معظمها

مترمة، كما يعيش البعض منها متطفلاً على الأسماك والبرمائيات ويوضها وكذلك على بعض الحيوانات الدنيا وجزور
النباتات المائية. وتضم هذه الأجناس التالية: سابروليجنيا *Saprolegnia* وأكليا *Achlya* وأفانومايسيز *Aphanomyces*.

الفطريات البحرية Marine fungi

تأخر كثيراً الكشف عن وجود الفطريات في المياه البحرية، لكن من المعروف الآن بأنها واسعة الانتشار في البيئة البحرية. ويوجد في البحر فطر مخاطي myxomycete مميز هو لابيرينثولا *Labyrinthula* الذي يمتلك بلازموديوم شبكي.

ومثل الفطريات الطحلبية الموجودة بمياه اليابسة توجد هذه الأنواع في البيئة البحرية متضمنة الفطريات المترمة والمتطفلة وأهمها التابعة لرتبة الكتريديالات والسابرولينجيات. ومن بين هذه الأجناس أولبيديام وروزيللا *Rozella* وكثيريديام ورايزوفيديام *Rhizophydium* وسايرولبيديام *Sirolopidium* وثروستوكيتريام كيني *Thraustochytrium* *Kenni*. كما توجد أيضاً أنواع من بيثام *Pythium* والخمائر وأشباه الخمائر. وتضم الفطريات البحرية الإجبارية ١٤ نوعاً من الفطريات الزقية و ٥٦ نوعاً من الفطريات الناقصة و ٢٦ نوعاً من الخمائر و سبعة أنواع من الفطريات البازيدية.

مقارنة مع البكتريا التي تنمو جيدا في المياه ذات الاس الهيدروجيني من 6 الى 8 فإن الفطريات تتواجد في المياه ذات قيم اس هيدروجيني اقل من 6، عادة تتواجد الفطريات في المياه الضحلة على السطح او تحته مباشرة الامر الذي له ارتباط وثيق بحقيقة ان هذه الكائنات تتطلب وجود كميات عالية من الاوكسجين.

تتمثل الفطريات السائدة في البيئات المائية بالأعفان التابعة للصف

Oomycota مثل الجنس Leptomitum والجنس Phytophthora والصف

Zygomycota الممثل بالجنس Mucor والجنس Rhizopus، في حين تتواجد

الفطريات العائدة للصف Ascomycota وكذلك الصف Deuteromycota

بشكل متكرر نسبيا في المياه السطحية.

لا تتواجد الفطريات في المياه النظيفة (غير الملوثة) ولكنها تنمو بغزارة في

قاع المياه الملوثة بالمجاري مثل النوع Leptomitum lacteus.

دراسات لوجود وتوزيع الفطريات البحرية في البحر الاحمر رساله ماجستير من جامعه الملك عبد العزيز 2001

بدا الاهتمام بالفطريات البحرية منذ 105 عام عندما اكتشف أول فطر بحري ومنذ ذلك الوقت الى الآن تم اكتشاف حوالي 900 نوع من هذه الفطريات التي تعيش في البحار والمحيطات والمياه العذبة . التعريف المتفق عليه أن هذه الفطريات البحرية الإجبارية هي التي تنمو وتتجثرم فقط في الوسط المائي سواء كانت مياه عذبة أو مياه مالحة ، أما الفطريات البحرية الاختيارية فهي فطريات من مياه عذبة أو من بيئة يابسة ، وهي التي تستطيع أن تنمو ومن المحتمل أن تتجثرم في المياه المالحة . هذه الفطريات تعيش على الأخشاب وعلى الطحالب والرمل والحجارة ، حشائش البحر ، الأصداف ، ورغوة البحر. ونتيجة لذلك فإنها تقوم بتحليل المواد العضوية وإعادتها الى الوسط المائي وبالتالي تقوم بتحليل الأخشاب المغمورة في الماء وتلفها وبذلك تسبب في خسائر مالية فادحة . أيضا نتيجة لذلك قد تصاب بعض الأسماك والقشريات بأمراض تؤدي الى الموت أحيانا. ومن ناحية أخرى فهناك الكثير من الأبحاث التي تقام على هذه الفطريات حيث يستخرج منها العقاقير والمضادات الحيوية والأدوية التي تستخدم في علاج سرطان الدم وغيرها من المستحضرات الطبية والصناعية. يهدف هذا البحث الى القيام بمسح للفطريات البحرية في منطقة جدة (البحر الأحمر) ونتيجة لذلك تم جمع (777) عينة من عدة مناطق، وبعد مدة تحضين تتراوح من 2 أسبوع الى 24 شهر تم عزل 21 نوع من الفطريات البحرية (16 أسكسية ، 5 ناقصة) . وتم تصويرها جميعا بواسطة المجهر الضوئي ومعظمها بواسطة المجهر الإلكتروني السامح . SEM ولدراسة أنواع الفطريات الموجودة في منطقة أبحر ثم عمل Test panels method حيث تم وضع عينات خشبية في البحر لمدة تتراوح بين 3/9 أشهر ثم تم فحصها والتعرف عليها بعد مدة من التحضين تتراوح من أسبوعين الى عدة أشهر. أيضا تم دراسة النشاط الإنزيمي للسليولز لأكثر هذه الفطريات شيوعاً بقياس درجة الشفافية حول الفطريات في بيئة تحتوي على السليولوز ، وقد وجد أن أكثر هذه الفطريات تواجداً هي : *Corollospora* ، *Leptosphaeria* ، *Zalerion varium* ، *Halspaeria quadricornuta* ، *maritime australiensis* وهي فطريات تم عزلها من مناطق استوائية وشبه إستوائية مختلفة وأيضاً من الخليج العربي منطقة الكويت وهذا يدل على أن الفلورا الطبيعية للبحر الأحمر لا تختلف عن غيرها من البحار والمحيطات مع ان البحر الأحمر هو الأكثر ملوحة

ثالثاً: الفيروسات Viruses

في البيئات المائية , يقتصر وجود الفيروسات علي الفيروسات التي تصيب الكائنات المائية

و هذه الفيروسات تشتمل علي البكتيريوفاجات التي تصيب البكتيريا و فاجات البكتيريا الزرقاء (سيانوفاجات) التي تصيب البكتيريا الزرقاء و فيروسات الطحالب التي تصيب الطحالب وفيروسات الاسماك و فيروسات الحيوانات البحرية الاخرى

❖ توجد البكتيريوفاجات الاصلية و غير الاصلية

مياه الياسه و المياه الساحليه تنتشر فاجات بكتيريا القولون التي تعد دلالات علي التلوث البرازي للمياه.

ايضا يتوافر الفاجات التي تصيب معظم البكتيريا البحرية مثل بكتيريا

Flavobacterium , Cytophaga

مياه الانهار و البحيرات تتوفر فيها انواع عده من فاجات الاكتينومايسيتات التي تصيب اجناس ستربتومايسس

التركيزات العاليه من الفيروسات انها تلعب دورا نهنا في التحكم البيئي في البكتيريا و غيرها من الكائنات العالقه

: الطحالب:

من الطحالب المميزة المتوافرة في المياه قليلة المحتوى الغذائي هي
الدايتومات والعائدة للأجناس التالية: *Asterionella* و *Tabellaria* و
Melosira و طحالب أخرى مثل *Dinobryon*، أما في المياه الغنية بالمغذيات فيكون
محتواها من الطحالب مختلفا تماما، أغلبها يكون عدد مختزل من الدايتومات و
بدلاً عنها تظهر الطحالب من الصنف *Dinophyta* وكذلك الجنس
Spirogera.

تقسم الطحالب الى الاصناف الاتية:

• Chlorophyta

أو ما يعرف بالطحالب الخضراء، تحتوي على الكلوروفيل a و b ولها جدار خلوي سليلوزي وهي تتواجد بأشكال متعددة الخلايا وبتراكيب تشبه الخيوط، قد تكون الخلايا متحركة بوساطة أسواط أو غير متحركة. حاملات الأصباغ من مختلف الأشكال وذات لون أخضر. تتكاثر خضريا أو جنسيا. التكاثر الخضري يكون بانقسام الخلايا وتجزؤ الأشكال الشبيهة بالخيوط.



• Chrysophyta:

تضم هذه المجموعة الدايتومات المهمة للبيئة المائية وهي طحالب شائعة و تتواجد في المياه العذبة و مياه البحر و في رواسب القاع و في التربة، وهي تحتوي على النوعين a و c من الكلوروفيل، كما ان جدارها غني جدا بالسليكا و تنتج الدهون كمادة احتياطية.



• Euglenophyta

طحالب شبيهة باليوغلينا لها اشكال متطاولة و خلاياها مجهزة باسواط تتيح لها السباحة في المياه وقد تتحرك زحفا على طول القاع. تحاط الخلايا بغلاف ناعم يدعى الجليد (Pellicle)، تحتوي حاملات الاصباغ على الكلوروفيل والكاروتينات و الزانثوفيلات، من الممكن مشاهدة النواة بوضوح داخل الخلية وكذلك البقعة العينية المسماة Stigma التي تكون حساسة لحافز الضوء، تصنع الخلايا شبيهة اليوغلينا اكياسا تساعد على تحمل الظروف القاسية، تنمو هذه الكائنات في المياه الحاوية على تراكيز من المركبات العضوية، وهناك بعض الاشكال الطفيلية.



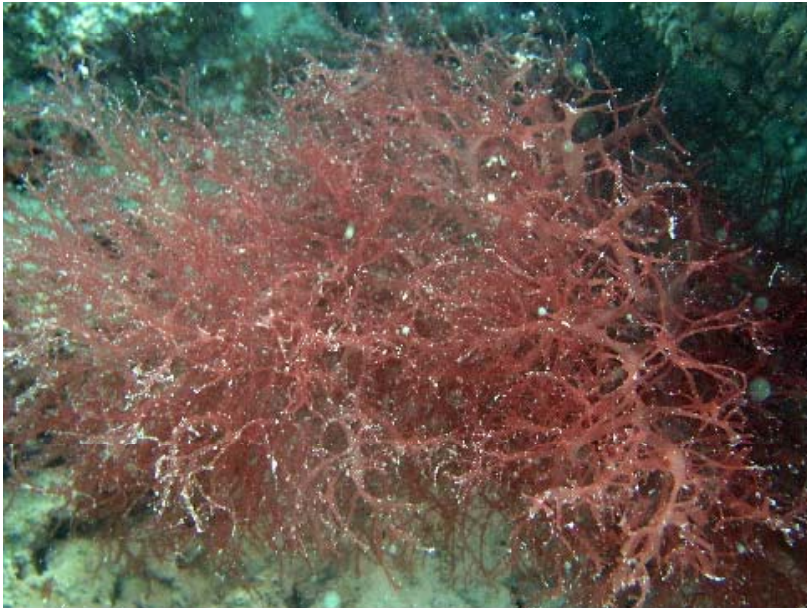
• Pyrrophyta

تتواجد عادة بشكل افراد و تحاط بعض الخلايا بجدار سليكوزي في حين البعض الاخر يكون خاليا من اي جدار خلوي، وهي عادة تمتلك سوطين تمكنها من الحركة، في داخل البروتوبلازم هناك نواة معزولة حاملة اصباغ صفراء مخضرة او صفراء بنية، تتكاثر هذه المجموعة بالانقسام وبعضها يتكاثر جنسيا، تتواجد هذه المجموعة في مياه البحر معتدلة الملوحة وهناك انواع معينة تعيش في المياه العذبة، وفي البحيرات يتواجد هناك النوع *Ceratium hirundinella* الذي يظهر احيانا على شكل كتل كبيرة.



• Rhodophyta

تحتوي هذه المجموعة على كلوروفيل a و b فضلا عن الصبغات الأخرى مثل الكاروتينات و الزانثوفيلات و صبغات الفايكوبيلين مثل الفايكوايريثرين و الفايكوسيانين، تستطيع هذه المجموعة خزن النشا في خلاياها، جدرانها الخلوية متكونة من طبقتين: الداخلية متكونة من السليالوز في حين تتكون الطبقة الخارجية من البكتين، تتكاثر هذه المجموعة لاجنسيا عن طريق تجزؤ (Fragmentation) الثالوس و جنسيا بواسطة Oogamy.



• Phaeophyta

طحالب بنية اللون تحتوي على كلوروفيل و a و c و الكاروتينويدات (فوكوزانثين)، تخزن مواد احتياطية مثل اللامينارين (β -1,3-glycan) و كريسولامينارين و المانيتول و الدهون، جدارها الخلوية ثنائي الطبقة: الداخلية تتكون من السليلوز بينما الخارجية تتكون من البكتين، الطحالب البنية احياء متعددة الخلايا تمتلك أعلى درجات التخصص للثالوس و التغاير المظهري والتشريحي من بقية الطحالب. تتكاثر لاجنسيا بوساطة Zoospores وجنسيا بوساطة الامشاج (Gametes).



مساهمة الطحالب إلى تنقية المياه

المساهمة الأبرز للطحالب في تحسين أو صيانة جودة المياه هو إنتاجها الأكسجين بالبناء الضوئي في معظم أنواع المياه السطحية المحدودة بالمغذيات أساسا.

أنها بالتالي تضمن التحلل الميكروبي الهوائي للمواد العضوية الذائبة وأكسدة الأمونيا، الخ، أي كامل العمليات المعقدة المعروفة باسم التنقية الذاتية.

أكثر أهمية هو قدرتها على تحلل مواد حيوية غريبة بصفة عامة.

عدة طحالب خضراء وحيدة الخلية قادره على إزالة الكبريتات من المنتجات الثانوية الناتجة عن الصناعات الكيماوية. على سبيل المثال، للطحلب سينيديسموس

اوبليكوس *Scenedesmus obliquus* إزالة الكبريتات من حمض

نفثالينسلفونيك naphthalenesulphonic acid وبالتالي المساهمة

في التنقية الذاتية من وضع آخر.

خامساً: الابدائيات:

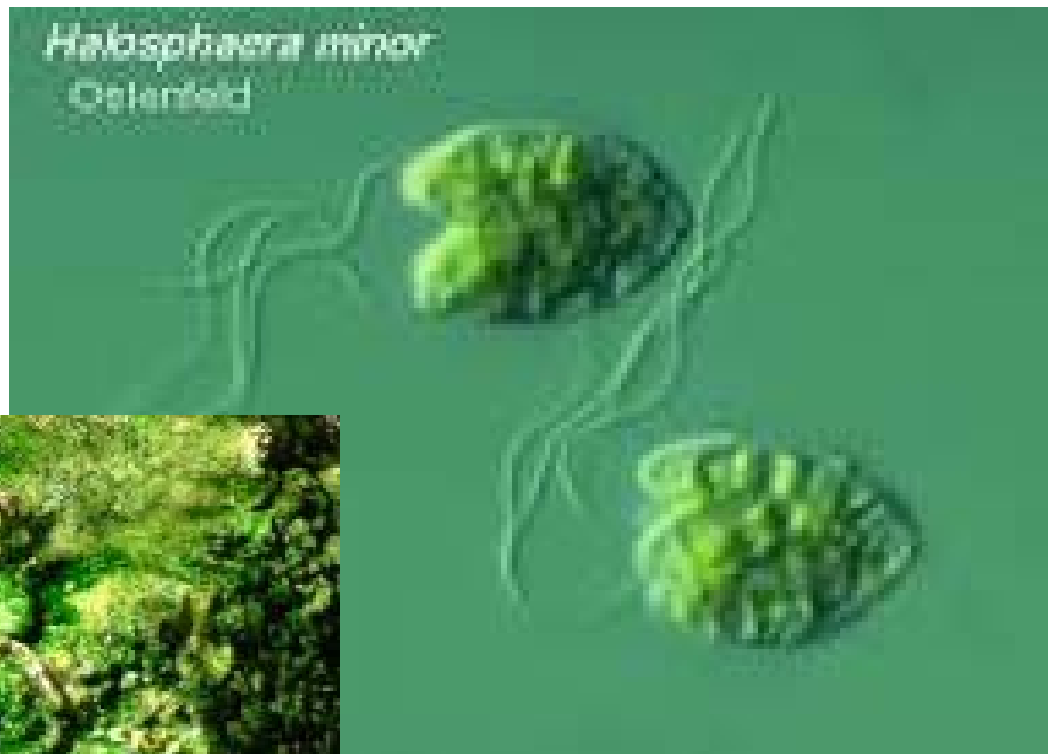
تعيش الابدائيات في جميع انواع المياه من البرك الضحلة الى البحار، وهي كائنات مختلفة التغذية تتغذى عن طريق امتصاص المركبات العضوية الذائبة او عن طريق التهام البكتريا، تتواجد بكثرة في المياه عالية التلوث، كما انها واحدة من عناصر الحماة النشطة (Activated sludge)، عندما يكون مستوى التلوث ليس عالياً جداً في المياه، تسود الهدديات (Ciliates) حرة السباحة (Paramecium) و تلك المستقرة (Vorticella).

من الممكن ان تقسم الابدائيات الى اربعة اصناف:

• السوطيات (Flagellata):

تتحرك باسواط طويلة، مختلفة التغذية وتتواجد في المياه الملوثة او في الحمأة المنشطة غير الكفوءة وظيفيا، كما يمكنها ان تمتص البكتريا او الطحالب وحيدة الخلية فضلا عن المواد الذائبة الاخرى، تتواجد السوطيات افرادا او مستعمرات، كما يحوي هذا الصنف على انواع متطفلة ايضا متمثلة بالانواع Giardia lamblia التي تصيب امعاء الانسان و Trypanosoma gambiense التي تنتقل الى الانسان عن طريق ذبابة Tsetse مسببة مرض النوم الافريقي و اضطرابات عصبية.

Halosphaera minor
Ostenfeld

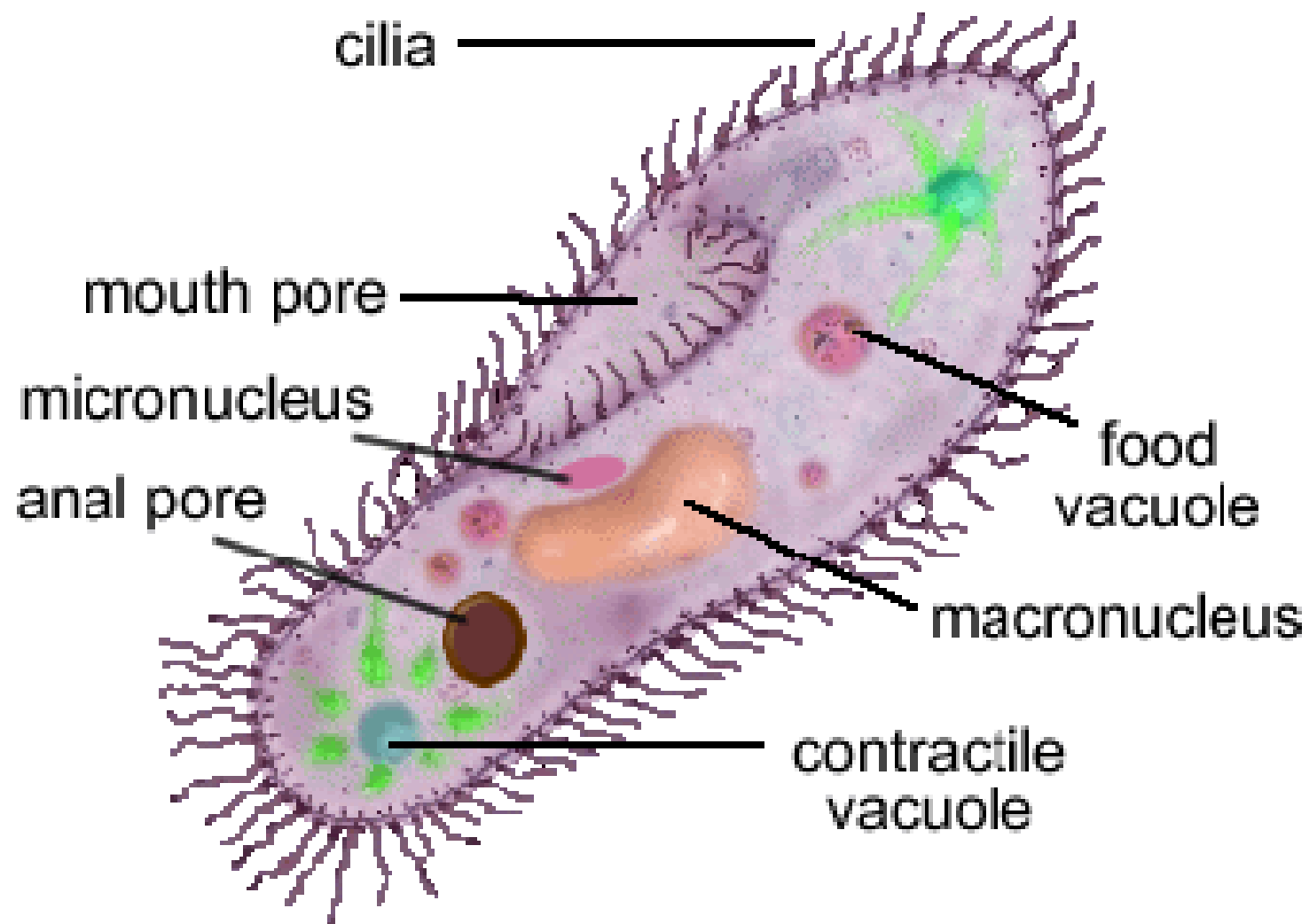


• كاذبة الاقدام (Rhizopoda):

خلايا اميبية الشكل تستغل بالاقدام الكاذبة للحركة و لاقتناص الغذاء،
بعض الاميبيات تمتلك شكلا متغيرا في حين الاخريات لها شكل ثابت كونها مزودة
بهيكـل خارجي صغير جدا (Mini-skeleton) او قشرة خارجية، بعض الانواع تحيا
حياة طفيلية مثل *Entamoeba histolytica* التي تتطفل على امعاء الانسان
مسببة الزحار الاميبي (Amoebic dysentery).

• الهدبيات (Ciliata):

معظمها تحيا حياة هائمة في الماء (Free swimming) مثل
Paramecium و Euplotes والبعض منها يزحف او يلتصق بالقاع، تتغذى على
البكتريا و الطحالب و المواد العضوية، تتواجد الهدبيات باعداد كبيرة في المياه
الملوثة و الحمأة النشطة كما يكون بعضها متطفلا على الانسان مثل
Balantidium coli الذي يتطفل على الانسان و الحيوان.



• البوغيات (Sporozoa):

ابتدائيات متطفلة تتمثل بالانواع *Cryptosporidim parvum* التي
تتطفل على امعاء الانسان و *Plasmodium malariae* التي تسبب مرض الملاريا
الذي يصيب كريات الدم الحمر، وهو ينتقل الى الانسان عن طريق بعوض
Anopheles.

الأحياء المعرضة

المتواجدة في المياه

ماهو الكائن الممرض:

pathogens هو الاحياء المجهرية التي تسبب الامراض و التي تتواجد في الماء، اكثر الانواع المايكروبية الممرضة شيوعا في المياه هي البكتريا، ولكن هناك ايضا الابدائيات والفايروسات وبعض الانواع الطحلبية، علما انه ليس كل الكائنات المجهرية في المياه ممرضة بل على العكس يكون اغلبها مفيد خصوصا في اعادة تدوير العناصر و تحليل المواد العضوية.

، الأحياء المجهرية تعيش في البيئات الدافئة والرطبة والمظلمة

التي تكون غنية بالمغذيات وتشكل القناة المعوية في الإنسان أو الحيوان بيئة ملائمة جدا للأحياء المجهرية الممرضة، يطرح الإنسان أو الحيوان المصاب الملايين من الأحياء المجهرية الممرضة والكثير منها لن يتمكن من البقاء حيا في الظروف القاسية في العالم الخارجي، في حين البعض منها يجد طريقه إلى البيئة المائية و من هناك إلى مضيف آخر، غالبا تدخل هذه الكائنات البيئة المائية بوساطة مياه الفضلة وكذلك عن طريق المخلفات التي ترمى في الشواطئ.

أولاً: البكتريا:

معظم الانواع البكتيرية حرة المعيشة و لكن هناك انواعا منها تصيب الانسان و الحيوان تدخل اجسامها عن طريق البلع او الاستنشاق او الغزو.

مجموعة البكتريا الممرضة اجبارا المتواجدة في المياه السطحية الملوثة تتمثل بالعصيات المسببة للتايفويد (*Salmonella typhi*)، فضلا عن بقية انواع هذا الجنس التي تتسبب بمختلف الاصابات للقناة الهضمية، وكذلك العصيات السالبة للملون غرام *Shigella* المسببة للزحار البكتيري الذي يكون اقل شيوعا من التايفويد، و في المياه السطحية للمناطق الاستوائية تتواجد البكتريا المسببة

للكوليرا *Vibrio cholerae* بكثرة، كما يمكن لبكتيريا التدرن *Mycobacterium tuberculosis* وبكتيريا *Legionella* ان تتواجد في المياه الملوثة.

وتعد البكتيريا اللولبية *Leptospira interrogans* والبكتيريا *Campylobacter jejuni* من الانواع الاكثر اهمية طبيا.

وهناك عديد من البكتيريا السالبة لملون غرام التي توصف بانها احياء انتهازية تتمثل بالاجناس:

Flavobacterium و *Klebsiella* و *Aeromonas* و *Pseudomonas* و *Enterobacter* و *Citrobacter* و *Serratia* و *Acinetobacter* و *Proteus* و *Providencia* و *Escherichia*، جميع هذه العصيات هي جزء من الفلورا الاعتيادية للأمعاء وهي ليست ممرضة بذاتها ما دامت متواجدة في امعاء الانسان او الحيوان، ولكن في بعض الحالات تجد طريقها الى اعضاء اخرى وتصبح مسبب لمختلف الامراض مثلا التهابات المجارية البولية او التنفسية والانتان

تقدر جرعة الإصابة لأغلب الأنواع البكتيرية وخصوصا البكتريا المعوية للأشخاص المصابين بحوالي عشرة آلاف خلية حية، في حين يقل هذا العدد بكثير في حالة بكتريا Shigella و Salmonella.

بكتريا القولون *Escherichia coli*

بكتريا عصوية الشكل يتراوح طولها من 2 – 6 مايكرومتر وعرضها من 1.1 – 1.5 مايكرومتر، سالبة اللون غرام و غير مكون للسبورات، متحركة بأسواط محيطية (Peritrichous) لاهوائية اختيارا، بعض سلالاتها مكون للمحفظة (Capsule) المؤلفة من عديد السكريات الحامضية (Acidic polysaccharides)، تكون السلالات المخاطية (Mucoid strains)

بوتيمرات خارج خلوية تدعى مستضد K (Antigen K) ويدعى هديد السكريد
الحامضي المكون من حامض الكولانيك (Colanic acid) مستضد
M (Antigen M)، تكون هذه البكتريا انواعا مختلفة من الاهداب (Fimbriae)
الضرورية للاتصاق بخلايا المضيف.

، ومعظم سلالات E.coli غير

ممرضة ولكن هناك بعض السلالات تكون مسببة لعدد من الامراض.

تكون E.coli المسبب الشائع لخمج المجاري البولية و انتان البول كما انها عرفت على انها المسبب لخمج السحايا في الاطفال حديثي الولادة والانتان والخراجات (Abscesses) في مختلف اعضاء الجسم، من الممكن ان تسبب بكتريا E.coli خمج الامعاء الحاد (Acute Enteritis) في الانسان والحيوان على حد سواء واسهال المسافرين (Traveller's diarrhea) وهو مرض شبيه بالزحار (Dysentery) يصيب الانسان بـ خمج القولون النزفي (Haemorrhagic colitis) الذي يسمى عادة بالاسهال الدموي.

جميع الانواع الممرضة معويا العائدة لبكتريا E.coli تكتسب من حاملي المرض سواء من البشر او الحيوانات بصورة مباشرة او غير مباشرة، والخطورة تكمن في ماء الشرب لذا فان كلورة الماء كفيل بالقضاء على هذه البكتريا، مع ذلك يبقى الاهتمام منصبا على الدور المهم والكامن للفشاء الحياتي الذي يحمي بكتريا E.coli الممرضة معويا في الماء من فعل المطهرات وخصوصا البكتريا (EHEC) ذات جرعة الاصابة المنخفضة.

بكتريا السالمونيلا Salmonellae:

بكتريا سالبة للون غرام عصوية الشكل يتراوح طولها من 2 - 5 مايكرومتر وعرضها 0.8 - 1.5، على الرغم من وجود سلاسل متحركة بوساطة اسواط محيطية توجد هناك سلاسل غير متحركة ايضا، لاهوائية اختيارا غير مكونة

تنتقل عن الطريق البرازي - الفموي وتسبب ما يدعى بداء السالمونيلا (Salmonellosis) الذي ينقسم الى ثلاثة انواع سريرية تصيب الانسان، وهي خمج القناة المعوية المعوية (Gastroenteritis) والحمى المعوية (Enteric fever) وانتان الدم (Septicaemia).

قد تتواجد السالمونيلا في اي جسم مائي (مياه عذبة او مصب و بحر او مياه جوفية) اذا تلوثت بالمجاري، معظم الأنواع المصلية للسالمونيلا قادرة على البقاء حية في المياه وقد تتكاثر في المياه عالية التلوث في الأشهر الدافئة من السنة، وفي ضوء الأدلة الموثقة فان معاملة مياه الشرب بالمعقمات والمطهرات يكون فعالا ضد السالمونيلا على الرغم من وجود ما يثبت انها اكثر مقاومة من بكتريا القولون، كما ان عدم وجود بكتريا القولون و E.coli في المياه المعالجة لا يعني بالضرورة عدم وجود السالمونيلا في تلك المياه، اما اذا استطاعت تكوين الغشاء الحياتي في المياه فمن المحتمل ان تعيش لمدة طويلة نتيجة للحماية التي يوفرها الغشاء الحياتي ضد المطهرات.

بسبب صعوبة كشف وتعداد الكثير من الاحياء المجهرية الممرضة فان الطرائق المستعملة للكشف عنها تكون غير عملية وبالتالي لا يمكن عد ذلك دليلا على تواجدها او غيابها في تلك المياه، وبناءً على ذلك عمدت كل منظمة الصحة العالمية (WHO) ومنظمة حماية البيئة الامريكية (US EPA) الى وضع معايير

مايكروبية عامة تخص التعداد الكلي لبكتريا القولون و البكتريا البرازية كدليل على التلوث بالمجاري.

• عصيات الشيغلا Shigellae:

من الممكن ان تتواجد الشيغلا في المياه السطحية و مياه الشرب الملوثة و هي مشكلة كبيرة خصوصا في البلدان النامية، و كقاعدة عامة ماء الشرب لا يحتوي على الشيغلا الا اذا كان غير معالجا.

يعتمد بقاء الشيغلا في الماء على تركيز الخلايا البكتيرية الاخرى والمغذيات و الاوكسجين و درجة الحرارة، ففي المياه النظيفة لا تتمكن الشيغلا من البقاء حية لاكثر من 14 يوما عند درجة حرارة اكثر من 20 درجة مئوية، اما عند المياه ذات الحرارة اقل من 10 مئوي فتمكن من البقاء حية لمدة قد تصل الى اسابيع،

• بكتريا الكوليرا *Vibrio cholerae* :

إن أي تلوث يلحق المياه عن طريق مياه المجاري بشكل أساسي سيؤدي حتما إلى حدوث حالات مرضية فردية أو جماعية ويزداد عدد المصابين بها مع زيادة تعداد التلوث الحاصل وربما يعد استخدام مثل هذه المياه في غسيل المواد الغذائية الخام أو غسيل الأواني والأجهزة ذات الاتصال المباشر بالمادة الغذائية وبقائها في المنتج الغذائي المعبأ مع وجود خلل في عمليات التصنيع لاسيما مراحل البسترة والتعقيم سببا لحدوث جائحة وتسممات واسعة النطاق.

وبالرغم من التقدم الصحي الكبير الذي حدث في أغلب البلدان العربية فلا يزال يسجل بين فترة وأخرى حالات تلوث بالميكروبات الممرضة مما أدى إلى إصابة المئات أو الآلاف من السكان بالأمراض المعدية.

وأكثر هذه الأمراض انتشارا هي :

- 1- مرض الكوليرا : المسبب بكتيريا *Vibrio cholera* ويعتبر براز الإنسان المستودع والناقل الوحيد المعروف حتى الآن لبكتيريا الكوليرا.
- 2- مرض حمى التيفوئيد : المسبب بكتيريا *Salmonella typhi* و *Salmonella paratyphi* هذه الأنواع من أخطر السلمونيالات المؤثرة في صحة الإنسان.
- 3- إسهالات بكتيريا الشيغلا *Shigella* : ويكفي للعدوى بإسهال الشيغلا الدموي الحاد عدد قليل من الخلايا الحية.
- 4- إسهالات بكتيريا *Esherichia coli* المعدية.
- 5- بعض التهابات الكبد الوبائية وشلل الأطفال. بالإضافة إلى أمراض فيروسية وبكتيرية وطفيلية أخرى.

ونظرا لتوفر اللقاح المضاد للعديد من الأمراض فقد انخفضت نسبة الإصابة بها إلى حد كبير جدا واقتصر انتشارها في البلدان التي تعاني الفقر والمجاعة ولا تصلها مثل تلك اللقاحات اللازمة.