بكتريا المياه الجوفية Groundwater Bacteria

تحتوي المياه الجوفية على عدد قليل من البكتريا وبعضها يكون خالي تماماً من البكتريا وذلك بسبب محتواها المتدني من العناصر الغذائية اللازمة لنمو البكتريا وكذلك بسبب ترشيحها خلال عبورها طبقات التربة فتحجز البكتريا داخل التربة بالإضافة إلى درجة حرارة المياه الجوفية المنخفضة.

وفي حالة تواجد البكتريا فهي بكتريا صغيرة الحجم تتمكن من عبور طبقات التربة مع التيارات المائية لتصل الى مكان تجمع المياه الجوفية مثل العصيات القصيرة السالبة لصبغة جرام التابعة لجنس *Pseudomonas sp.* و *Flavobacterium sp.* وهي السائدة وخاصة وهي محبة للبرودة. أما البكتريا الكروية والمنتجة للسبورات فتكون اعدادها قليلة جدا فحين يندر وجود الحلزونيات والبكتريا الخيطية والمجاميع الاخرى.

تختلف الفلورا البكتيرية من بئر لاخر حسب : طبيعة التربة وعمق البئر وكثافة النشاط السكاني حولها.

خاصة تلك الابار التي تحفر في تجمعات سكانية او مخيمات لشركات تنقيب او صناعية حيث تتعرض للتلوث من السكان نفسهم وهنا تصبح الحالة خطرة حيث يصاب كل العاملين الذين يعتمدون على ماء البئر. كذلك في المناطق الصحراوية أوالريفية نتيجة تربية الحيوانات والقيام بالاعمال الاخرى حول البئر تصل الفضلات والمواد العضوية الى البئر فتبدأ البكتريا بالتكاثر وبذلك تزداد اعدادها.

لكن في حالة وصول بكتريا Salmonella وShigella الى ماء البئر يكون تكاثرها بطيئ بسبب درجات الحرارة المنخفضة ورغم ذلك فانها تشكل خطورة على الشاربين من ماء البئر.

طبيعة التربة التي يحفر بها البئر ايضا تحدد المجاميع البكتيرية التي توجد في ماء البئر فمثلا في الترب الغنية باملاح الحديد تجد في مياه البئر بكتريا الحديد مثل *Galllonella fernnginea*، وفي حالة املاح الكبريت والمنغنيز نجد بكتريا الكبريت وهكذا. اما الابار المحفورة في مناطق نفطية نجد بكتريا المحللة للهيدروكربونات. **وبصورة عامة مقارنة بالمياه السطحية قد نجد بكتريا في المياه الجوفية بالعشرات في المليلتر الواحد من المياه في حين يكون اعداد البكتريا في الانهار بالملايين واكثر.**

بالنسبة لمياه الينابيع تكون اقل تلوثا وذلك لندرة التجمعات السكانية حولها مقارنة بالابار لذلك البكتريا الموجودة فيها تكون قليلة العدد وعادة تكون مجاميع بكتيرية متخصصة حسب الصفات المعدنية للمياه الينابيع وقيمة pH فيها ودرجة حرارتها.

- ✓ فالينابيع الكبريتية الحامضية لاتنمو فيها سوى البكتريا المؤكسدة للكبريت التي تتحمل حموضة تصل (pH =2) والينابيع الغنية بالحديد فيها بكتريا الحديد وهكذا.
- ✓ وكذلك البكتريا التي تعيش وتتكاثر في الينابيع الساخنة جدا التي تصل الى درجات الغليان تكون ذات تركيب فسلجي يختلف عن باقي الانواع البكتيرية من حيث التركيب الكيميائي للغشاء البلازمي الذي يحتوي على لبيدات تتحمل درجات الحرارة العالية ووجود انزيمات لا تنشط الا في درجات الحرارة العالية التي تزيد عن ٩٠ درجة مئوية.

وقد عزلت مجاميع عديدة من البكتريا من هذه المياه الساخنة جدا منها

- **غير مكونة للسبورات** مثل البكتريا المؤكسدة للميثان *Methylococcus capsulates* تكون درجة الحرارة القصوى التي تنمو عندها هي 55 م والبكتريا المؤكسدة للكبريت *Thiobacillus thermophilica* التي تكون درجة الحرارة القصوى لنموها هي 60 م و البكتريا الهوائية السالبة لصبغة جرام *Thermus aquaticus* تكون درجة الحرارة القصوى التي تنمو عندها هي 80 م.
- **والبكتريا المكونة للسبورات** التي تم عزلها من الينابيع الحارة والتي تعيش عند درجات حرارة عالية منها *Bacillus coagulans* وتكون درجة الحرارة القصوى لنموها هي ٦٠م وبكتريا *Clostridium thermoaceticum* درجة الحرارة القصوى لنموها هي ٦٥م
- **كذلك عزلت البكتريا الخيطية** ومن اجناسها السائدة في مياه الينابيع الساخنة هي *Streptomyces thermonitrificans* والتي تكون درجة حرارة نموها القصوى ٦٠م و*Streptosporangium thermophilum* درجة نموها القصوى 70 م وبكتريا *Thermomonospora citrina* بدرجة حرارة ٧٥ م.

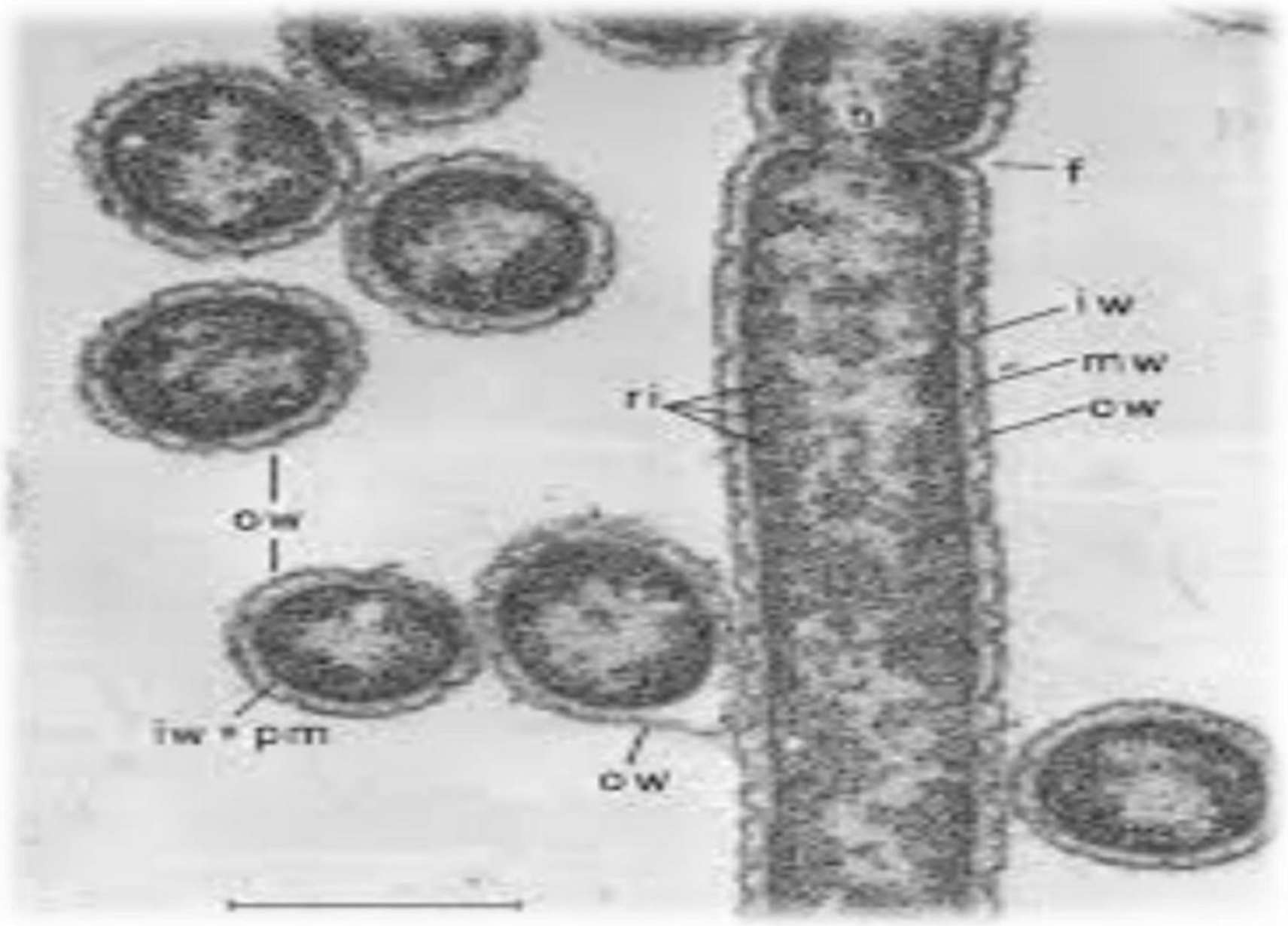
ومن اجناس البكتريا الخيطية السائدة في الينابيع الساخنة هي :

أ. جنس Thermus:

اكتشف هذا الجنس البكتيري في المياه الساخنة جدا والتي تصل درجة حرارتها الى 93 درجة مئوية واهم انواعها ***T. aquaticus*** حيث تكون درجة الحرارة المثالية لنموها هي ٧٥ م. كذلك عزلت هذه البكتريا من مياه السخانات في البيوت والمحلات العامة والمطاعم. لها القابلية على العيش على كميات قليلة جدا من المواد العضوية الموجودة في الينابيع الحارة شكلها يكون خيطي عند درجة حرارة اعلى من ٧٥ مئوية وتتحول الى عصيات قصيرة تحت درجات حرارة اقل من ذلك. وتكون ذات مستعمرات صفراء اللون وهي بكتريا سالبة لصبغة جرام، غير متحركة.

عزلت منها انزيمات شديدة المقاومة للحرارة فعند درجة حرارة اقل من 60 م لا تنشط هذه الانزيمات، وتكون درجة الحرارة المثالية لنشاطها هي 95م ولايتوقف نشاطها بالغليان فقط عند درجة حرارة 105 مئوية يتوقف نشاطها.

جدار هذه البكتريا يكون ذو طبيعة معقدة حيث يتكون من ثلاث طبقات خارجية Outer Wall (o.w) ووسطية Middle Wall (m.w). وداخلية Inner wall (i.w) هذا التركيب ساعدها على مقاومة المياه الساخنة وقد تمتد الطبقة الخارجية لتكون كتل دائرية جانبية محيطة بالبكتريا وحتى الغشاء البلازمي يكون ذو تركيب يختلف عن بقية البكتريا وكذلك الرايبوسومات وغيرها.



شكل يوضح التركيب المعقد لطبقات جدار بكتريا *T. aquaticus* .

ب.جنس Thermoplasma :

بكتريا كروية الشكل معدومة الجدار الخلوي (عكس الجنس الاول) ذات غشاء بلازمي متكون من طبقتين Double Membrane تكون هذه البكتريا محبة للحموضة والحرارة acidophilic and thermophillic ودرجة الحرارة المثالية لنموها هي 65 و pH: 3 واهم نوع هو *T. acidophlla*.

ج.جنس Sulfulobus:

ينتشر في العيون الكبريتية الحامضية الساخنة التي تصل درجة حرارتها الى 90 درجة مئوية حيث المثالية للنمو تكون هي 70-75 م مع pH:3 وتؤكسد المركبات الكبريتية. اهم نوع هو *S. acidocaldarius*.

د.جنس Chloroflexus:

بكتريا تكون خيوط وتقوم بعملية التركيب الضوئي وتؤكسد المركبات الكبريتية حيث تستخدم H2S كمعدل للهيدروجين في عملية التركيب الضوئي وترسب الكبريت داخل جسمها.

الأحياء المجهرية الاخرى في المياه

توجد مجاميع اخرى من الاحياء المجهرية بالإضافة إلى البكتريا في المياه منها الطحالب الخضراء المزرقة والفطريات والفيروسات.

اولا: الطحالب الخضراء المزرقة Cyanophyta:

وتسمى ايضا بالبكتريا الخضراء المزرقة Cyanobacteria وذلك لانها تتشابه مع البكتريا لانها بدائية النواة.

- وهي ذات نواة بدائية غير محاطة بغلاف نووي محدد ولا غلاف للبلاستيدات او المايتوكوندريا عكس الطحالب حقيقة النواة .
- تقوم بعملية التركيب الضوئي بمساعدة صبغات تميزها عن الطحالب الحقيقية وكذلك عن بكتريا التركيب الضوئي. فبالاضافة الى الكلوروفيل والكاروتين والفيكوبلين، تعتبر صبغة Phycocyanin السبب في لونها الاخضر المزرق في حين البعض يميل الى الاخضر المصفر وحتى الاخضر المحمر بسبب صبغة Phycoerythrin بينما في الطحالب الحقيقة تكون الصبغة السائدة هي كلوروفيل ب Chlorophyll b وفي البكتريا الصبغة الشائعة تكون الكلوروفيل البكتيري Bacteriochlorophyll. تتواجد هذه الصبغات في صفائح ملفوفة تسمى Coiled Lamella.
- تتشابه مع الطحالب الحقيقية والنباتات الراقية بانها تستخدم الماء كمصدر للهيدروجين في التركيب الضوئي وفي هذا اختلاف عن البكتريا التي تستخدم كبريتيد الهيدروجين كمصدر للهيدروجين في عملية التركيب الضوئي.

- قد يتمكن بعض من الطجالب الخضراء المزرقة من المعيشة غير الذاتية بدون عملية التركيب الضوئي خاصة في أعماق المياه حيث ينعدم الضوء وتتمكن من استغلال الكربوهيدرات الا ان الغالبية تطوف على سطح الماء بمساعدات فجوات غازية لتقوم بعملية التركيب الضوئي وبذلم تنمو بغزارة.
- الطحالب الخضراء المزرقة تكون ذات اشكال مختلفة بعضها وحيد الخلية وبعضها خيطي حيث تكون الخلايا خيوط تسمى Trichomes تتمكن من التحرك بطريقة التزحلق على سطح صلد حالها حال البكتريا المتزحلقة Gliding bacteria مثل *Leucothrix sp.* و*Thiothrix sp.*
- بعض أنواع الطحالب الخضراء المزرقة تكون حويصلات متغايرة Heterocysts وتتكاثر بالانشطار حيث تتشابه بهذه الصفة مع البكتريا المنشطرة.
- تعيش الطحالب الخضراء المزرقة في المياه معيشة حرة او متصلة، تغطي الطحالب الخضراء المزرقة اسطح الماء او اسطح النباتات و الحيوانات المائية والفضلات الصلدة في المياه، كما ان بعضها تعيش معيشة تكافلية مع النباتات والحيوانات.
- كما انها تقوم بعملية مهمة في المياه وهي تثبيت النيتروجين وبذلك تساهم في دورة النيتروجين في المياه.

تنتشر الطحالب الخضراء المزرقة في جميع المياه ماعدا المياه الحامضية فهي تعيش في المياه البحرية المالحة والبحيرات المالحة والبحيرات القلوية والمياه العذبة الا انها تكون اكثر غزارة في المياه الداخلية من انهار وبحيرات التي تصب فيها المجاري او فضلات غنية باملاح الفوسفات والنتيروجين لتغطية كل سطح المياه وتسبب المروج الطحلبية **Blooms** واهم الانواع المنتشرة في المياه الداخلية التي تسبب هذه الظاهرة التي تسبب مشاكل كبيرة لخزانات المياه والبحيرات هي

- *Anabaena circinalis*
- *Synechococcus plancticus*
- *Microcystis aeruginosa*

ففي الانهار والبحيرات تعتبر المنتج الاولي للمواد العضوية في المياه وبذلك تساعد بكتريا المياه على التكاثر والانتشار كما انها تتحلل لتضيف مواد كريهة غير مرغوبة للمياه في الخزانات.

في المستنقعات الحامضية توجد انواع نادرة تتحمل الحموضة مثل:

- *Chroococcus turgidus*
- *Anabaena augstumalis*

وهناك انواع تعيش في البحيرات القلوية والمالحة ومن الاجناس المنتشرة في البحيرات المالحة واطئة الملوحة هي:

- Microcystis
- Anabaena
- Chroococcus
- Lyngbya

في حين ان في بعض البحيرات والبرك الصحراوية الضحلة توجد انواع تتحمل ملوحة المياه لغاية 20% مثل :

- *Aphanothece halophytica*
- *Oscillatoria salina*

كما توجد انواع عديدة في مياه الينابيع الساخنة التي تصل درجة حرارتها حد الغليان حيث تنشط وتقوم بعملية التركيب الضوئي إذ تكون الدرجة المثالية لنموها مابين 50_75 درجة مئوية مثل الانواع المذكورة في الجدول التالي:

الطحالب الخضراء المزرقة	أقل درجة الحرارة تنمو فيها
Calothrix sp.	54
Spirulina sp.	60
Oscillatoria okenii	65
Synechoccus lividus	75

وهناك انواع متخصصة بالبيئة البحرية ولا تتمكن من العيش في المياه العذبة مثل الانواع التابعة لجنس Trichodesmium و جنس Dermocarpn وغالبية الطحالب الخضراء المزرقة في المياه البحرية تكون عائمة على سطح المياه اهمها الانواع التابعة للاجناس:

- Oscillatoria
- Pelagothrix
- Haliarachne

وحتى الصخور البحرية التي لا تغمر دائما بالمياه بل تتعرض لها عند حدوث الامواج يلاحظ أن لونها يتحول إلى اللون الاسود بسبب نمو الاجناس Calothrix و Phormidium وغيرها.