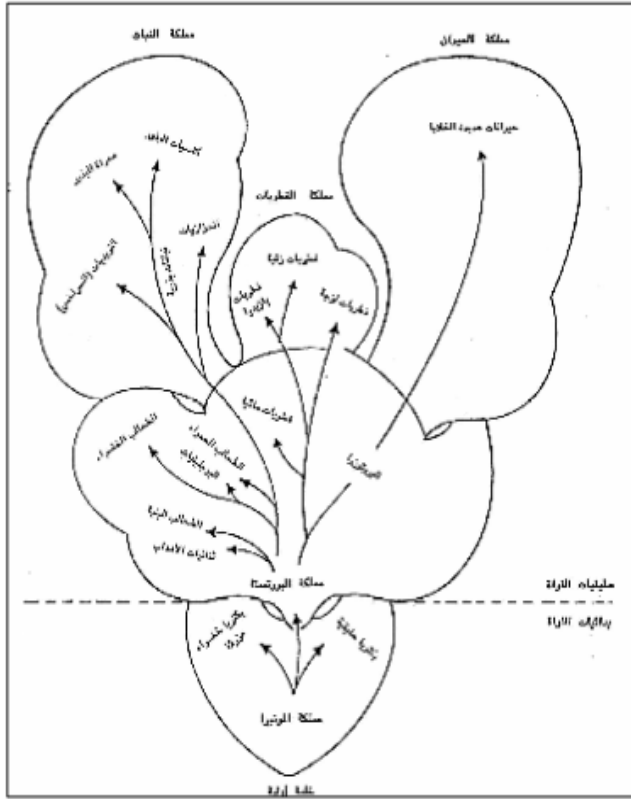


تقسيمات الأحياء الدقيقة :



نحن ندرس في علم الأحياء الدقيقة الكائنات التي تشبه النبات أكثر مما تشبه الحيوان، وهناك أنواع تشارك في صفاتها صفات كل من النبات والحيوان.

وفي بدايات علم التصنيف ضُمت البكتيريا للمملكة البدائية التي تُسمى **Protista** حيث احتوت هذه المملكة على قسمين هما حقيقيات النواة **Eucaryota** وغير حقيقيات النواة **Procaryota**. وقد اعتمد هذا التصنيف على الفرق التشريحي الخلوي. فقد وُصف النوع الثاني **Procaryota** بعدم

الدقيقة التي يوجد بها غشاء نووي و كروموسومات، وتنقسم الخلية بواسطة الانقسام غير المباشر **Mitosis**، هذا القسم يحوي الأوليات الحيوانية **Protozoa** والفطريات **Fungi** والطحالب **Algae** (غير الخضراء المزرقّة).

وحديثاً تم تصنيف البكتيريا في مملكة مستقلة تسمى المونيرا **Monera** التي ضمت معها الطحالب الخضراء المزرقّة تحت اسم سيانوبكتيريا **Cyanobacteria** (بكتيريا خضراء مزرقّة) وكذلك انعزلت الفطريات في مملكة مستقلة أما الطحالب فبقيت في تصنيفها السابق.

ملاحظة هامة:

"الفيروسات تراكيب لا خلوية ولا تشبه في صفاتها أية مملكة من ممالك الأحياء الخمسة ولذلك فهي لا تندرج تحت هذا التقسيم".

احتوائه على غشاء نووي محدد يحوي بداخله المواد النووية، ووُصف انقسام الخلية بأنه من الانقسام المباشر (الأختزالي) **Meiosis**، وتنظيم جيناتها ليس محدداً بدقة كما هو الحال في الكائنات الأكثر رقياً. وأُعتبرت البكتيريا والطحالب الخضراء المزرقّة **Blue-green algae** من هذا القسم. أما القسم الأول (حقيقيات النواة) فقد احتوى على الكائنات

مجموعات الكائنات الحية الدقيقة :

١. **الفيروسات Viruses**: كائنات أولية دقيقة جداً تمر من خلال المرشحات، طفيليات إجبارية، تسبب أمراضاً للإنسان والحيوان والنبات والبكتيريا، في الأغلب تُشاهد فقط بالمجهر الإلكتروني وقليل جداً منها ما يمكن أن يُرى تحت المجهر الضوئي العادي، تنمو فقط في داخل خلايا الكائنات الحية .

٢. **البكتيريا Bacteria** : عبارة عن خلايا وحيدة مجهرية الحجم، يوجد فيها حوالي ١٥٠٠ نوع أو أكثر منتشرة في البيئات الطبيعية – وسنتناولها بشيء من التفصيل فيما بعد.

٣. **الفطريات Fungi**: نباتات خالية من الكلوروفيل وغير قادرة على صنع غذائها ، تعتبر في العادة كائنات عديدة الخلايا لكنها لا تتكون من جذور وسيقان وأوراق . و يتراوح حجمها من خلية مفردة مجهرية مثل الخميرة **Yeast** إلى خلايا متعددة ضخمة مثل الأجاريكس (المشروم) **Mushroom** .

٤. **الطحالب Algae** : نباتات بسيطة والأولية منها وحيدة الخلية، بينما الطحالب الأخرى تتجمع الخلايا المتشابهة منها على شكل مجموعات بدون فروق في التركيب والوظيفة . وبصرف النظر عن حجم خلايا الطحالب فإنها جميعاً تحتوي على الكلوروفيل ولها القدرة على القيام بعملية التمثيل الضوئي **Photosynthesis**، وتتواجد الطحالب غالباً في البيئة المائية، أو في التربة الضحلة .

٥. **الأوليات الحيوانية Protozoa** : خلايا وحيدة حيوانية، أكثر أنواعها المعروفة تسبب أمراضاً للإنسان وبعض الحيوانات .

مقارنة بين الممالك الخمس في بعض الصفات المميزة

الصفة	مونيرا	بروتستا	الفطريات	النبات	لحيوان
النواة	بدائية الأنوية	حقيقية الأنوية	حقيقية الأنوية	حقيقية الأنوية	حقيقية الأنوية
الخلية	خلية واحدة	معظمها خلية واحدة	عديدة الخلايا	عديدة الخلايا	عديدة الخلايا
التغذية	ذاتية أو غير ذاتية التغذية	ضوئية التغذية	متغايرة التغذية	ضوئية التغذية	غير ذاتية بواسطة إلتهام الطعام
الحركة	بعضها يتحرك بالأسواط	بعضها يتحرك بالأسواط أو الأهداب	غير متحرك	غير متحرك	الحركة بواسطة الياف منقبضة

الكائنات حقيقية النواة Eukaryote	الكائنات أولية النواة Prokaryote
١. -تحتوى على أنوية حقيقية	١. لا تحتوى على أنوية حقيقية
٢. تحتوى على غشاء نووى	٢. لا تحتوى على غشاء نووى
٣. يوجد DNA في النواة	٣. يوجد DNA في السيتوبلازم
٤. الخيوط الكروماتينية تعمل كروموسومات	٤. DNA يعمل كروموسوم واحد
٥. تحتوى على ميتوكوندريا وغيرها من العضيات	٥. لا تحتوى على ميتوكوندريا وغيرها من العضيات
٦. التكاثر جنسى ولاجنسى	٦. التكاثر بالأنشطار والتكاثر الجنسي نادر

الترتيب البكتيري (Bacterial Classification):

يعتبر ترتيب اصطناعي حيث تم اختيار صفات مختلفة كحل وسط حتى يمكن التفريق بين الأفراد الأعضاء المختلفين. هذه الصفات تشمل:

1. الشكل (Morphology).
2. الاصطبغ (Staining).
3. الصفات المستتبية (Culture characteristics).
4. التفاعلات الحيوية كيميائية (Biochemical reactions).
5. البنية المستضدية (Antigenic structure).
6. التركيب القاعدي (نسبة جـوانين سيتوسين) — دي ان آي البكتيري [Base composition (GC ratio) of bacterial DNA]

" ما هي البكتيريا "

" بنية الخلية البكتيرية و الصفات الشكلية للبكتيريا "

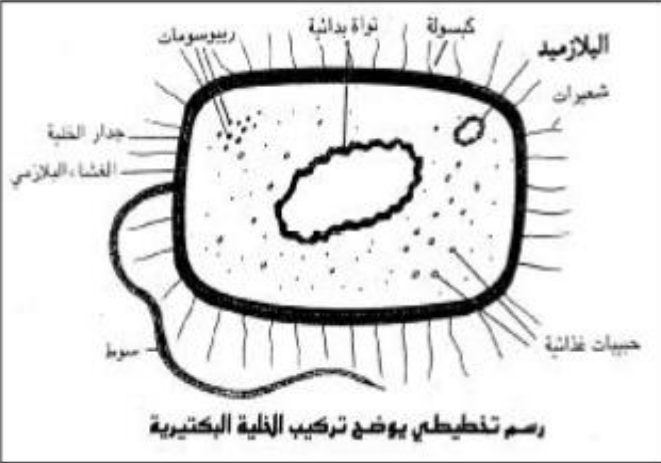
أولاً : بنية الخلية البكتيرية

(تشرح البكتيريا "Anatomy of Bacteria")

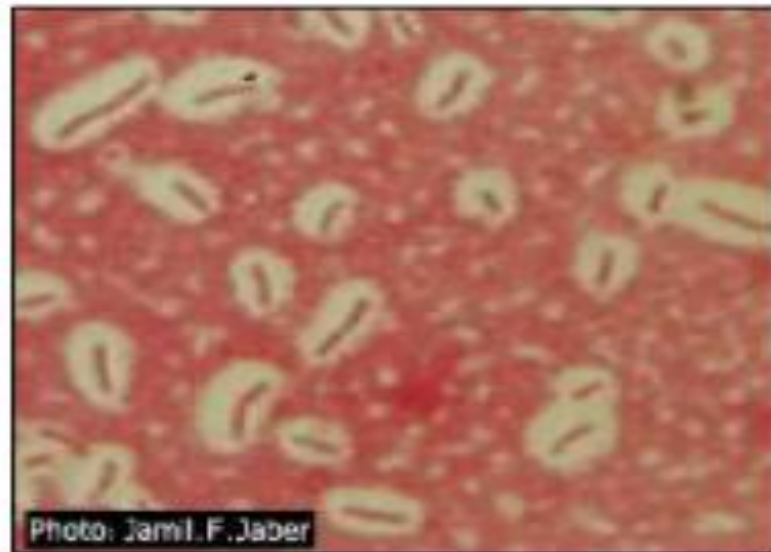
تركيب الخلية البكتيرية من الأجزاء التالية :

١ - المحفظة (الكبسولة) Capsule :

عبارة عن طبقة هلامية خارجية تكون غلافاً حول الخلية من مادة تشبه الجلي و تغطي الجدار الخلوي، وتتكون مادة الكبسولة في العادة من مادة كربوهيدراتية. وتدلل الدراسات على أن هذه المحفظة يمكن أن تفقدها البكتيريا دون أن تموت، كما أنها لا توجد في جميع أنواع



البكتيريا . و من وظائف المحفظة حماية الخلية البكتيرية من مهاجمة الفيروسات التي تحطم البكتيريا بعد أن تلتصق بجدارها الخلوي ففي حالة وجود محفظة فإنها تعزل جدار الخلية ولا تسمح باتصال الفيروس به . وتقوم المحفظة بحماية الخلية البكتيرية من الظروف البيئية غير المناسبة مثل الجفاف. و عند وجود هذه الطبقة حول خلايا البكتيريا المسببة لبعض الأمراض فيكون دورها هو حماية الخلية من الإفرازات التي يفرزها الجسم لمقاومة هذه البكتيريا.



٢ - جدار الخلية The Cell Wall :

تحاط الخلية البكتيرية بجدار يعطي لها شكلاً ثابتاً يقوم بحماية محتوياتها الداخلية . ويتركب الجدار من جزيئات متراكمة من مادتين هما مادة كاربوهيدراتية و ببتيدات . اما الأولى فهي عبارة عن بلمر **polymer** من كل من حمض اسيتيل موراميك وحمض اسيتيل جلوكوزامين متبادلين . وأما الببتيدات فهي قصيرة وتربط السلاسل الكربوهيدراتية بعضها ببعض ، وتسمى هذه المادة بالميورين **Muren** أو الببتيدوجليكان **Peptidoglycan** . ومن المركبات الرئيسة في جدار الخلية الأحماض الأمينية والسكريات والدهون ، ويتراوح سُمك جدار الخلية البكتيرية ما بين ١ - ٢٥ ملليمكرون .

ويلعب جدار الخلية البكتيرية دوراً هاماً في تقسيمها إلى نوعين رئيسيين تبعاً لتقيل البكتيريا لنوع من الصبغات يسمى جرام **Gram stain** ، وتعتمد هذه الصبغة على إضافة محلول الكريستال البنفسجي واليود إلى غشاء بكتيري فتنفذ هاتان المادتان من الجدار الخلوي وتلون السيتوبلازم باللون البنفسجي أو الأزرق وعند غسل الخلايا بالكحول فإن بعض هذه الخلايا لا يسمح بخروج الصبغة مرة أخرى وبذلك تحتفظ باللون البنفسجي أو الأزرق وتعرف هذه البكتيريا بأنها موجبة لصبغ جرام (**Gram +ve**) أما أنواع البكتيريا التي لا يستطيع جدارها الاحتفاظ بالصبغ ويسمح بخروجها مع الكحول فتصبح عديمة اللون ويمكن صبغها بعد ذلك بصبغة معاكسة مثل صبغة الصفرانين الحمراء وتعرف هذه البكتيريا بأنها سالبة لصبغ جرام (**Gram - ve**) وتعتبر صبغة جرام من الصفات الهامة في التعرف على البكتيريا ولها دور مهم في تشخيص الكثير من الأمراض التي تسببها .

٣ - غشاء السيتوبلازم Cytoplasmic Membrane :

هو غشاء رقيق جداً يقع تحت جدار الخلية ويغلف السيتوبلازم و يتراوح سمكه بين ١ - ٢ ملليمكرون ويمتاز بخاصية " النفاذية الاختيارية " حيث يسمح بمرور الماء وبعض المواد الغذائية اللازمة للنمو والنشاط والحيوية دون مواد أخرى . و يتركب هذا الغشاء من طبقتين من مواد كيميائية تسمى دهون الفوسفات Phospholipids تظهر فيها بعض المركبات البروتينية، يقوم هذا الغشاء ببعض العمليات الحيوية لتحطيم المواد السكرية لإنتاج الطاقة ، وذلك بسبب احتوائه على عدد من الإنزيمات الضرورية مثل إنزيمات التنفس .

٤ - السيتوبلازم The Cytoplasm:

يتكون السيتوبلازم من خليط معقد من مواد بروتينية و كربوهيدراتية ودهون وأحماض أمينية وأملاح وفيتامينات. وتوجد بعض هذه المواد مذابة في الماء أو معلقة فيه. ويعتبر السيتوبلازم مركز العمليات الحيوية بالخلية ، وهو يتكون من حوالي ٨٥% من وزنه ماء و ١٥% مواد صلبة. بالإضافة إلى المواد السابقة يحتوي السيتوبلازم على مواد غذائية مدخرة مثل الحبيبات الفوليوتينية وهي عبارة عن عديدات الفوسفات Polyphosphates وجليكوجين. وكذلك من الممكن أن نجد عنصر الكبريت والحديد كماد غذائية مختزنة في بعض أنواع البكتيريا. و يمكن تقسيم المادة الخلوية داخل السيتوبلازم إلى ثلاثة مناطق أو أقسام :

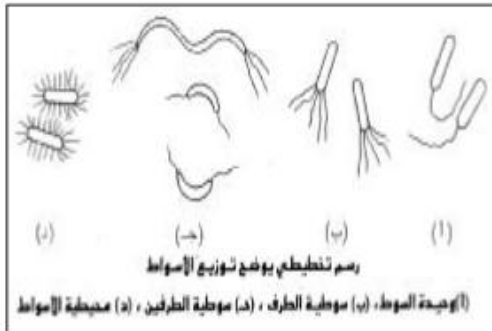
- أ - منطقة سيتوبلازمية حبيبية الشكل وغنية بمادة الـ R N A .
 - ب - منطقة كروماتينية غنية بمادة الـ D N A .
 - ج - الجزء السائل الذي يحتوي على المواد الغذائية الذائبة .
- كما توجد بعض الأجسام داخل السيتوبلازم تسمى الريبوسومات Ribosomes تساهم في تكوين البروتين كما توجد مناطق تتجمع فيها حبيبات من مواد مختلفة، وهي تسمى عادة بالحبيبات السيتوبلازمية.

٥ - النواة The Nucleus:

لا تحتوي الخلية البكتيرية على نواة مثل أنوية النباتات والحيوانات الراقية . ولذلك فهي تحوي أجساماً داخل السيتوبلازم (الأجسام النووية Nucleoids) والتي تعتبر بمثابة التركيب النووي، وينضم الـ DNA إلى هذه المنطقة (منطقة الجينوم البكتيري) ولأن هذه المواد النووية لا تحاط بغشاء نووي محدد، فقد اصطلح على تسميتها بالأجسام الكروماتينية وتختلف هذه الأجسام عن نواة الكائنات الأرقية بعدم احتوائها على غشاء نووي محدد يفصلها عن بقية السيتوبلازم .

٦ - تركيبات أخرى :

أ - الأسواط Flagella:



وهذه هي أعضاء الحركة في البكتيريا وتعرف الأسواط بأنها زوائد خيطية رفيعة جداً وطويلة ومكونة من البروتين، وتتصف الخلية التي تحتوي على أسواط بأنها متحركة Motile والتي لا تحتوي على أسواط توصف بأنها غير

متحركة Non motile.

وتتواجد الأسواط حول الخلية البكتيرية في الترتيب الآتي:

١ - بكتيريا وحيدة السوط **Monotrichous** وفيها يخرج سوط واحد من احد أطراف الخلية.

٢ - بكتيريا سوطية الطرف **Lophotrichous** وفيها تخرج

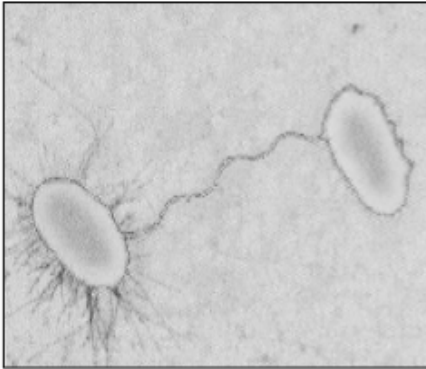
مجموعة من الأسواط من أحد أطراف الخلية.

٣ - بكتيريا سوطية الطرفين **Amphitrichous** وفيها يخرج سوط واحد أو مجموعة أسواط من كلا القطبين.

٤ - بكتيريا محيطية الأسواط **Peritrichous** وفيها تخرج الأسواط من جميع أسطح البكتيريا.



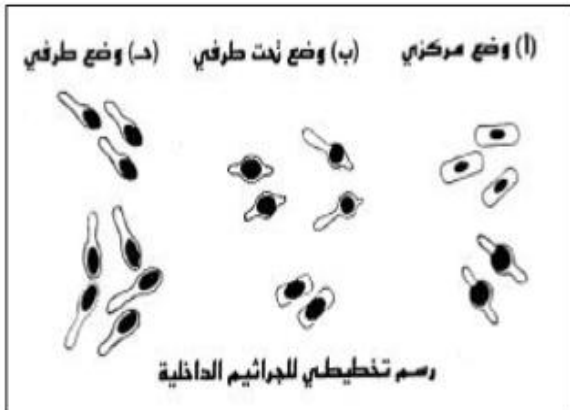
ب - الأهداب Fimbriae :



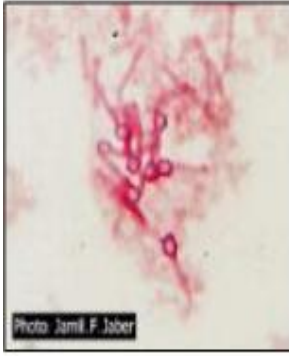
هي عبارة عن زوائد رفيعة جداً وقصيرة جداً وتحيط الخلية من جميع جهاتها، وتتواجد في البكتيريا المتحركة وغير المتحركة، وتسمى بالشعيرات. وأعداد هذه الشعيرات كبير جداً يقدر بالمئات وهي أقصر من الأسواط. وليس لهذه الشعيرات أي دور في حركة البكتيريا وإنما وجد أن هذه الشعيرات تساعد البكتيريا على الالتصاق بالأسطح كما توجد بعض من هذه

الشعيرات تعمل قنوات اتصال بين الأنواع المتشابهة من البكتيريا في حالة نقل بعض الصفات الوراثية بينهم خلال عملية تزاوج بدائية (أنظر الصورة المكبرة بالمجهر الإلكتروني).

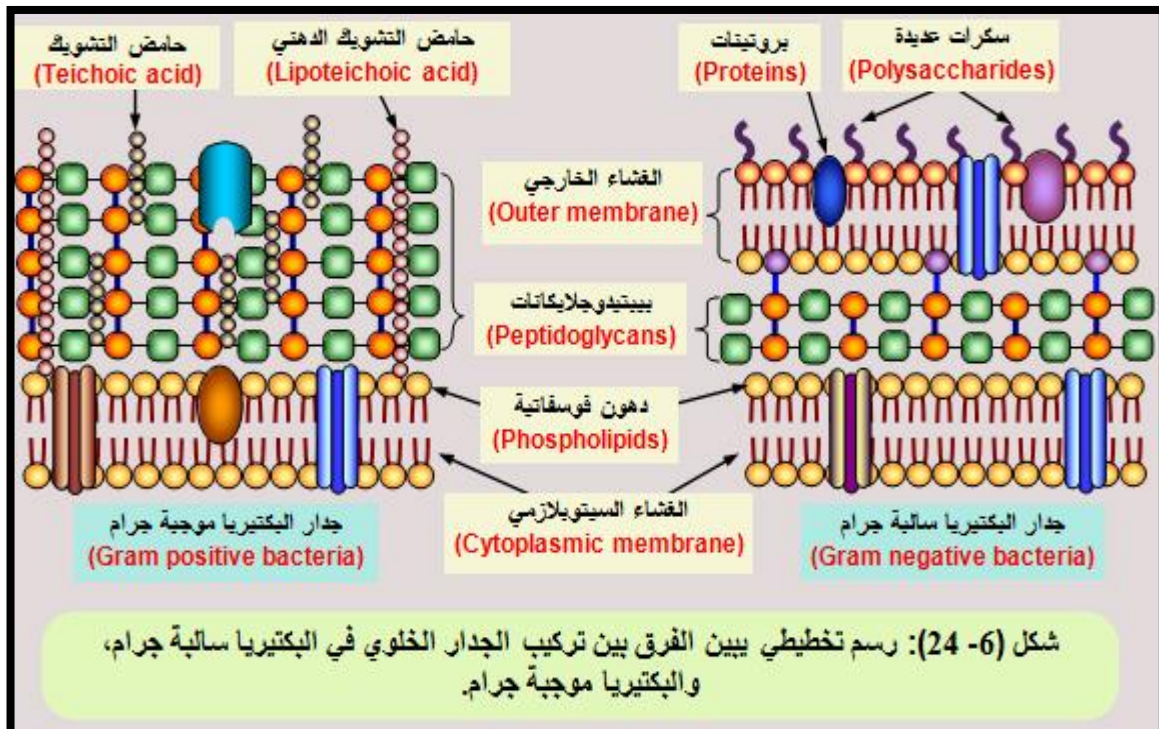
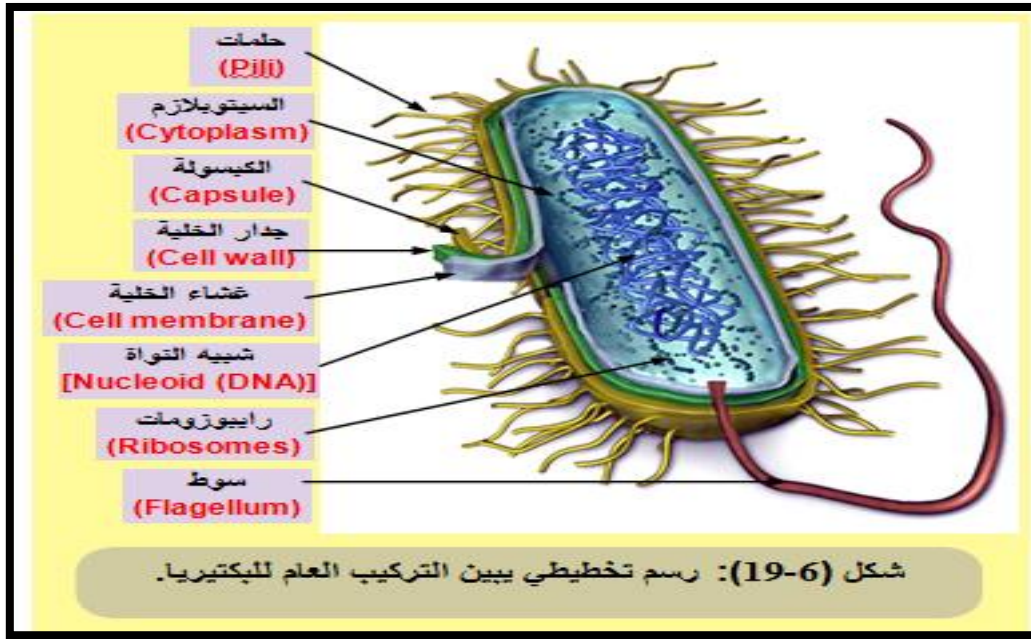
ج - الجراثيم الداخلية "الأبواغ" Endospores



هي عبارة عن أجسام بيضاوية الشكل صغيرة الحجم تتكون عند بعض أنواع البكتيريا القادرة على ذلك في حالة تعرضها لظروف قاسية ووظيفتها المقاومة، فإذا ما تحسنت الظروف تعود الأبواغ لتتحول إلى خلايا خضرية. و توجد عادة في بعض أنواع البكتيريا العصوية وهي على درجة كبيرة من



المقاومة للظروف المحيطة مثل الحرارة المرتفعة والبرودة والجفاف والضغط الأسموزي المرتفع والمواد الكيميائية. وتستطيع التعايش مع مثل هذه الظروف القاسية في الوقت التي لا تستطيع الخلايا البكتيرية الخضرية أن تتحمل الحياة في مثل هذه الظروف. وتتكون الجرثومة الداخلية في هذه الأنواع من البكتيريا بانكماش السيتوبلازم داخل الخلية متخذاً شكلاً كروياً أو بيضياً ثم يحيط نفسه



الاختلافات النسبية		الصفات
الموجبة	السالبة	
سمك (15-80 نانومتر)	رقيق (10-15 نانومتر)	سمك الجدار الخلوي
يشكل طبقة واحدة (monolayer)	مكون من ثلاث طبقات (multilayers)	
* نسبة الليبيدات: منخفضة (1-4%) * الببتيدوجليكان: يوجد في شكل طبقة واحدة فقط، ويشكل نسبة عالية تصل الى 50% من الوزن الجاف في بعض أنواع البكتريا . * حمض التشويك Teichoic acid يوجد	* نسبة الليبيدات: مرتفعة (11-22%) * الببتيدوجليكان: محصور في طبقة داخلية ويشكل فقط 10% من الوزن الجاف . * حمض التشويك Teichoic acid لا يوجد	مكونات الجدار الخلوي
بنفسجي (أزرق)	أحمر	لون البكتريا المصبوغة
1:8	1:1	نسبة DNA:RNA
عالية المقاومة	أقل مقاومة	مقاومة الجدار لإنزيم اللايسوزيم
حساس	أقل حساسية	الاستجابة للمضادات الحيوية: 1. البنسلين 2. الستربتومايسين 3. التتراسيكلين 4. السلفوناميد
حساس	أقل حساسية	
حساس	أقل حساسية	
حساس	أقل حساسية	
تنشط نموها بدرجة واضحة	تنشط نموها بدرجة أقل وضوحاً	التأثر بالصبغات
أكثر تعقيداً	أقل تعقيداً	الاحتياجات الغذائية
أكثر مقاومة	أقل مقاومة	مقاومة الضغط الفيزيائي

جدول مقارنة بعض صفات البكتريا الموجبة والسالبة لصبغة كرام