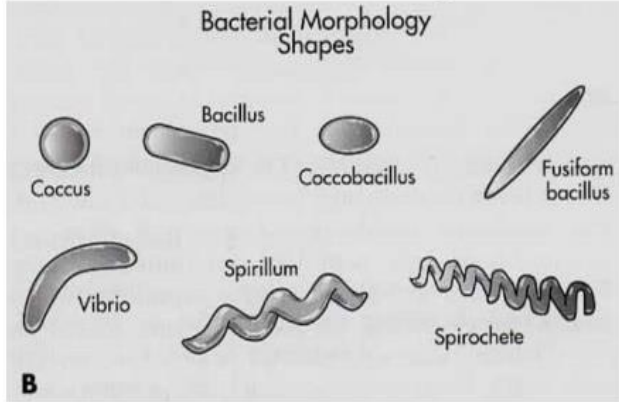


## Shape of some bacteria أشكال بعض البكتيريا



أولاً: الشكل الكروي (Coccus Shape (Spherical)

ثانياً: الشكل العصوي (Bacillus (Rod)

- شبه عصوية
- المستطيلة ذات النهاية الحادة او المثثة
- ذات النهاية المربعة

ثالثاً: الشكل اللولبي او الحلزوني (Spiral)

- منحنية Vibrio تأخذ شكل Curved ويطلق عليها الوابو او الضمة Comma مثل *Vibrio cholerae*
- المسببة لمرض الكوليرا
- متعددة الانحناءات Spirillum
- الملتوية او المثنية Spirochete

رابعاً: الشكل الخيطي (Filamentous bacteria)

تمثل الاكتينومييسيتات Actinomycetecs او الاكتينوبكتيريا Actinobacteria مجموعة من البكتيريا تتميز بانها تنمو على هيئة خيوط تشبه الغزل الفطري mycelium ، حيث كان يعتقد سابقا انها من الفطريات ، و لكن نظراً لطبيعة تركيب الجدار الخلوي و كونها تحتوي على مادة وراثية غير محاطة بغشاء نووي و لا توجد نوية - تم وضعها ضمن مملكة البكتيريا (بدائيات النواة). تحتوي على أنواع وحيدة الخلية إلا أنها أكبر حجماً "نسبياً" من البكتيريا العصوية وتتخذ شكل (L,X,Y)

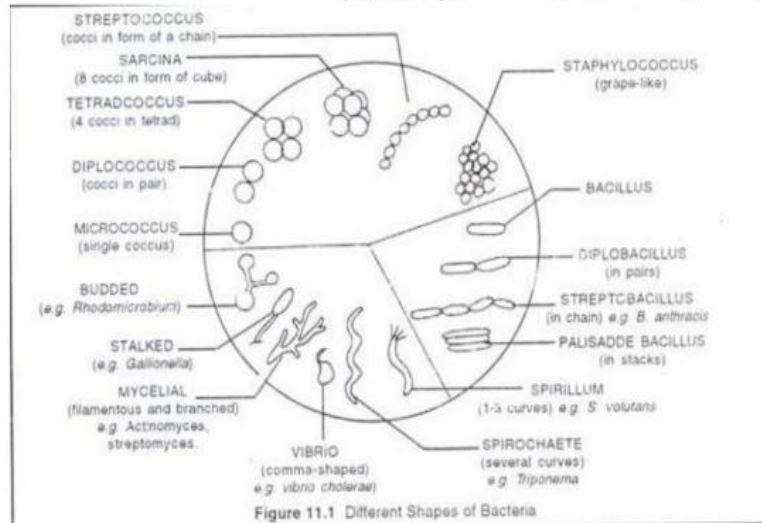
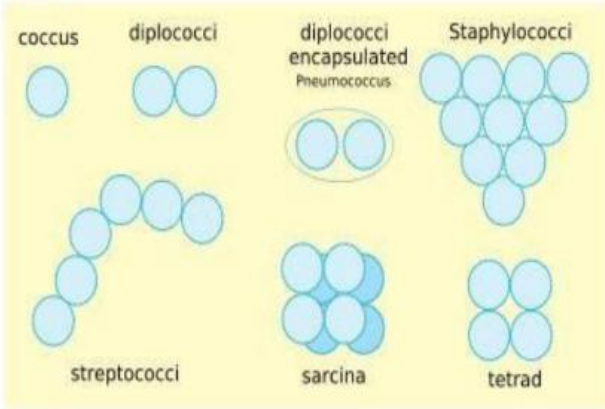


Figure 11.1 Different Shapes of Bacteria

## تجمعات البكتريا Arrangements of Bacteria

تتكاثر البكتيريا لاجنسيا بواسطة الانقسام البسيط Simple fission وتظل الخلايا المنقسمة متلاصقة مع بعضها في مجموعات خلوية تختلف في الشكل والتركيب تبعاً للنوع. هذه التجمعات لها أهمية في عملية التقسيم والتعريف للأنواع البكتيرية.

### Cocci



### الكروية Coccus:

1- بكتريا كروية ثنائية Diplococcus

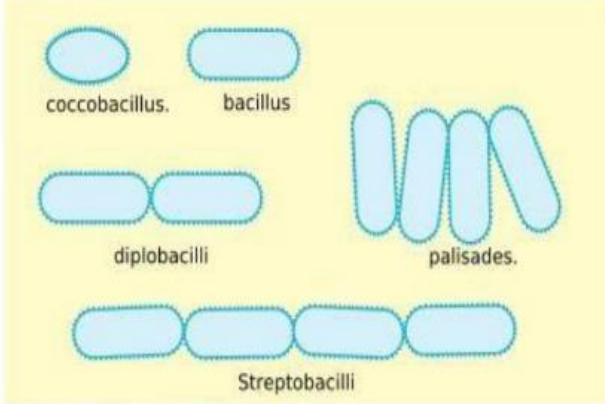
2- بكتريا كروية مسبحية Streptococcus

3- بكتريا كروية رباعية Tetrads

4- بكتريا كروية مكعبة Sarcinae

5- بكتيرية كروية عنقودية Staphylococcus

### Bacilli



### العصوية Bacillus:

1- ثنائية

2- مسبحية او سلسلة

3- والملتصقة من الجوانب Palisade

## حركة البكتريا Movement of Bacteria

### 1- غير متحركة non-Motile 2- متحركة Motile

- حركة انزلاقية : Gliding movement يتميز بهذه الحركة افراد البكتريا الهلامية Myxobacteria

وافراد الجنس Beggiatoa

- حركة دودية الانثنائية Flexion movement او حركة دائرية سريعة على طول محور الخلية مثل

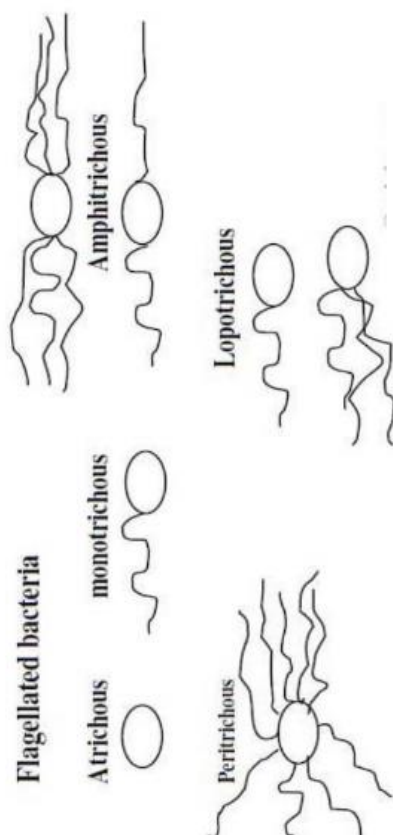
Spirochetes

- حركة البكتيريا هي حركة حقيقة true (vital) movement ترجع الى وجود السواط flagella

موقع السواط بالنسبة للخلية البكتيرية:

- 1- سواط طرفي Polar flagella قاعدة السوط موازية للمحور الطولي للخلية
- 2- سواط تحت طرفي Subpolar يوجد بالقرب من الطرف وقاعدة السوط تكون متعامدة مع المحور الطولي
- 3- سواط جانبي Lateral: السوط على النصف الوسطي للخلية

توزيع السواط flagella distribution :



1- polar monotrichous

سواط واحد عند احد طرفي الخلية البكتيرية

2- Lophotrichous

تحتوي على 2 او اكثر من السواط عند طرف واحد

3- amphitrichous

سواط واحد عند كال الطرفين

4- peritrichous flagella

اسواط محيطية موزعة عند عدة نقاط على امتداد سطح الخلية.

شكل الحركة في السوط:

1- عكس او باتجاه عقارب الساعة

2- حركة دودية

انجذاب البكتريا وتحركها:

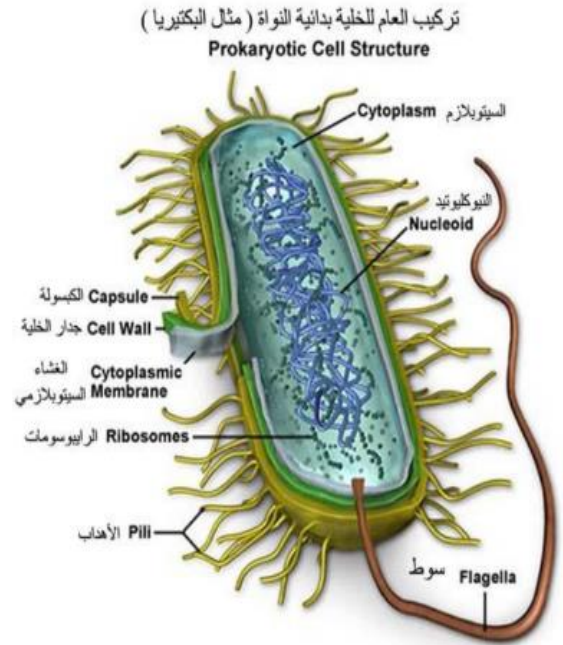
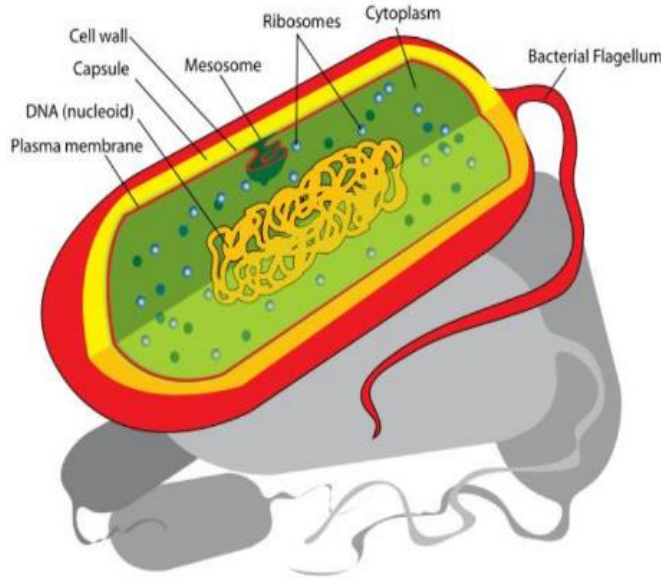
1- نحو الضوء

2- المواد الكيميائية

3- المضادات



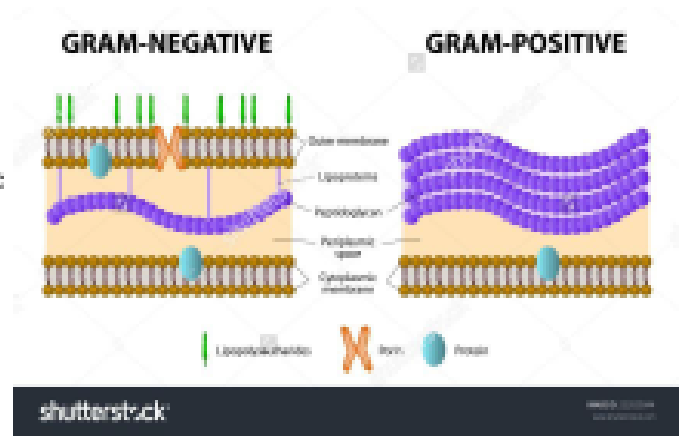
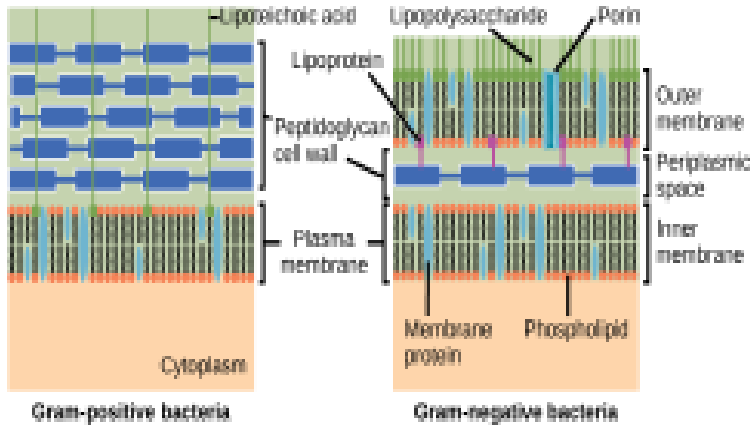
## تركيب البكتريا Structure of Bacteria



### - التراكيب الخارجية:

#### 1- جدار الخلية Cell Wall

تحاط الخلية البكتيرية بجدار يعطي لها شكلاً ثابتاً يقوم بحماية محتوياتها الداخلية. ويتركب الجدار من جزيئات متراكمة من مادتين هما مادة كربوهيدراتية و ببتيدات . اما الأولى فهي عبارة عن بلمر **polymer** من كل من حمض اسيتيل موراميك وحمض اسيتيل جلوكوزامين متبادلين. وأما الببتيدات فهي قصيرة وترتبط بالسلاسل الكربوهيدراتية بعضها البعض ، وتسمى هذه المادة بالميورين **Murein** او **Peptidoglycan** ومن المركبات الرئيسة في جدار الخلية الأحماض الأمينية والسكريات والدهون، ويتراوح سمك جدار الخلية البكتيرية ما بين 1 – 25 ملي مايكرون. ويلعب جدار الخلية البكتيرية دوراً هاماً في تقسيمها إلى نوعين رئيسيين تبعاً لتقيل البكتيريا لنوع من الصبغات يسمى **Gram stain** وتعتمد هذه الصبغة على إضافة محلول الكريستال البنفسجي واليود إلى غشاء بكتيري فتتغذ 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 كرام **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 كرام **Gram - ve** وتعتبر صبغة كرام من الصفات الهامة في التعرف على البكتيريا ولها دور مهم في تشخيص الكثير من الأمراض التي تسببها.



## 2- الغلية او المحفظة Capsule

الكبسولة عبارة عن طبقة هلامية تكون غلظا حول الخلية وتتكون من مادة كربوهيدراتيه وتقوم هذه الطبقة بحماية الخلية البكتيرية من الظروف البيئية غير المناسبة مثل الجفاف أما عند وجود هذه الطبقة حول خلايا البكتيريا المسببة لبعض الأمراض فيكون دورها هو حماية الخلية من الإفرازات التي يفرزها الجسم لمقاومة هذه البكتيريا .

تتركب الكبسولة من مواد عديدة التسكر كما في الجنس *Streptococcus pneumoniae*

او من عديدات الببتيد كما في الجنس *Bacillus anthracis*

او من خليط من عديدات التسكر و عديدات الببتيد كما في الجنس *Bacillus megaterium*

للكبسولة عدة وظائف منها:

1- حماية الخلية من الجفاف

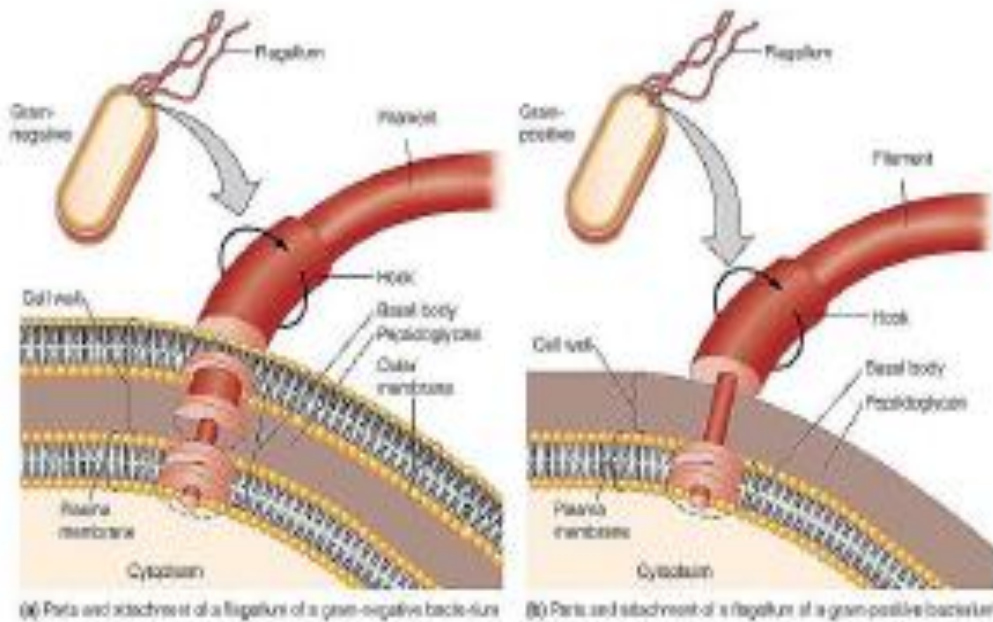
2- عامل ضراوة *Virulence factor* اي تساعد البكتيريا على احداث الامراض عن طريق مقاومة الخلايا الاكولة.

**الاسواط Flagella:** هي خيوط دقيقة جدا وطويلة من البروتين تخرج من السوبالزم خلال الجدار الخلوي وطبقة الغلاف. يتراوح سمك السوط من 10-30 نانومتر (nm) قد يصل طوله الى 15-20 ميكرومتر (μm) السوط يكون متعرج وطول الموجة غالبا يكون ثابت للسلسلة البكتيرية الواحدة. ال يرى بالمجهر الضوئي ال بطرق صبغ خاصة. افضل طريقة تحديد عدد وتوزيع الاسواط على الخلية هو استعمال المجهر الإلكتروني.

### 3- تركيب السواط Flagella Structure

تتركب السواط من بروتين اجوف يسمى Flagellin و يتكون السوط البكتيري من الخيط Filament الذي يرتبط مع الخطاف Hook المتصل مع الحبيبة القاعدية Basal granule (او الجسم القاعدي Basal body) التي تنشأ من الغشاء البلازمي رسم تخطيطي لمكونات السوط البكتيري ، الحظي الخيط Filament المتصل بالخطاف Hook المرتبط مع الحبيبة القاعدية و التي هي عبارة عن عمود Rod يمر خلال عدد من الحلقات.

تركيب الحبيبة القاعدية في البكتيريا السالبة لجرام M و الحلقة S تليها الحلقة p و اخيرا الحلقة L في حين ان الحبيبة القاعدية في البكتيريا الموجبة لجرام تتكون من العمود الذي يمر خلال حلقتين فقط ، الحلقة M و الحلقة S السبب في وجود 4 حلقات في الحبيبة القاعدية في سوط البكتيريا السالبة الجرام (L) هو لتدعيم تثبيت السوط خلال الجدار الخلوي الذي يتكون من طبقة رقيقة من Peptidoglycan تعلوها طبقة الغشاء الخارجي Outer membrane ايضا نلاحظ وجود الحلقتين M و S في كال نوعي البكتيريا انها هي الحلقات المسؤولة عن دوران الخيط في عكس اتجاه دوران عقارب الساعة (الحظ حركة السهم الوجود على الخطاف في الرسم الطوي) و ينتج عن دوران الخيط في عكس اتجاه عقارب الساعة حركة الخلية حركة تقدمية لالمام.



#### 4- الاهذاب او الشعيرات pili

هي عبارة عن زوائد رفيعة جداً وقصيرة جداً وتحيط الخلية من جميع جهاتها، وتتواجد في البكتيريا المتحركة وغير المتحركة، وتسمى بالشعيرات. وأغلا هذه الشعيرات كبير جداً يقر بالمئات وهي أقصر من الأسواط. وكان يعتقد ان لهذه الشعيرات أي دور في حركة البكتيريا بسبب وجودها في البكتريا المتحركة والثابتة 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

#### - التركيب الداخلي:

##### 1- الغشاء البلازمي Plasma membrane

هو غشاء رقيق جداً يقع تحت جدار الخلية ويغلف السيتوبلازم و يتراوح سمكه بين 1 - 2 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.

##### 2- الميزوسوم: mesosome

تركيب غشائي ذو تركيب خاص متصل بالغشاء البلازمي يحتوي بعضها على أصباغ وإنزيمات يعتقد ان لها دور في عملية البناء الضوئي والتنفس الهوائي. ويشير البعض الآخر الى ان لها دور في عملية عزل كروموسوم الخلية البكتيرية اثناء الانشطار.

##### 3- الابواع الداخلية: Endospore

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 الأبواع لتتحول إلى خلايا خضرية. و توجد عادة في بعض أنواع البكتيريا العصوية و هي 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 بجدار سميك وتتخذ الجرثومة الداخلية وضعاً طرفياً أو تحت طرفي أو وسطياً على حسب نوع الخلية البكتيرية. وتبقى الجراثيم الداخلية في حالة كهون حتى إذا تهيأت الظروف الملائمة فتمتص الماء وتتفخ ويمزق جدار الجرثومة الخارجي وتخرج محتوياتها الداخلية لتنمو إلى خلية جديدة. و لا تعتبر عملية إنتاج الأبواع عملية تكاثيرية لأنه لا يحدث أية زيادة في العدد . في العادة كل خلية خضرية تنتج بوغاً واحداً، ولكن

هناك أنواع من البكتيريا قد تنتج أكثر من بوع واحد من خلية واحدة . ويمثل البوع الطور الساكن للخلية البكتيرية.

#### 4- الساييتوبلازم

يتكون الساييتوبلازم من خليط معقد من مواد بروتينية و كربوهيدراتية ودهون وأحماض أمينية وأملاح وفيتامينات. وتوجد بعض هذه المواد مذابة في الماء أو معلقة فيه. ويعتبر الساييتوبلازم مركز العمليات الحيوية بالخلية ، وهو يتكون من حوالي ٨٥ % من وزنه ماء و ١٥ % مواد صلبة. بالإضافة إلى المواد السابقة يحتوي الساييتوبلازم على مواد غذائية Polyphosphates مخزنة مثل الحبيبات الفوليوتينية وهي عبارة عن عديدات الفوسفات وجليكوجين. وكذلك من الممكن أن نجد عنصر الكبريت والطيد كمواد غذائية مخزنة في بعض أنواع البكتيريا. ويمكن تقسيم المادة الخلوية داخل الساييتوبلازم إلى ثلاثة مناطق أو أقسام أ – منطقة ساييتوبلازمية حبيبية الشكل وغنية بمادة ال RNA .

ب – منطقة كروماتينية غنية بمادة ال DNA

ج – الجزء السائل الذي يحتوي على المواد الغذائية الذائبة. تساهم Ribosomes كما توجد بعض الأجسام داخل الساييتوبلازم تسمى الريبوسومات في تكوين البروتين كما توجد مناطق تتجمع فيها حبيبات من مواد مختلفة، وهي تسمى عادة بالحبيبات الساييتوبلازمية.

#### 5- المادة النووية:

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

#### 6- الريبوسومات Ribosomes:

عبارة عن تراكيب صغيرة منتشرة بشكل غير منتظم في ساييتوبلازم الخلية تظهر على شكل مناطق سوداء قائمة تحت المجهر الإلكتروني يصل عددها إلى حوالي 3000 جزيئة وتسمى الريبوسومات Ribosomes وتراكيبها الكيميائي عبارة عن الحامض النووي الرايبوزي RNA وبروتين وتمثل مناطق بناء البروتين. توجد الريبوسومات بشكل مجاميع تعرف بمتعدد الريبوسومات Polysomes أو Polynibosomes وتتكون من وحدات ثانوية صغيرة وكبيرة وريبوسومات البكتيريا هي من النوع 70 S.



## 7- البلازميدات

البلازميدات عناصر وراثية من جزيئات DNA على شكل دوائر صغيرة ، متواجدة داخل سيتوبلازم الخلية البكتيرية، خارج الكروموسوم البكتيري، ولأنها منفصلة عن الكروموسوم، فإنها تتكاثر بصورة مستقلة عنه، إلا أن هناك بلازميدات يرتبط تضاعفها في الخلية بتضاعف الكروموسوم. وتختلف البلازميدات عن بعضها في الحجم وأعداد النسخ الموجودة بالخلية، وتحمل البلازميدات جينات تضيف للخلية صفات إضافية، إلا أنها غير ضرورية لحياة الخلية، ولا تؤثر على حيوية الخلية، ويدل على ذلك أنه يمكن لبعض المواد الكيميائية إزالة البلازميدات من الخلية عن طريق وقف تكاثرها، وباستمرار تضاعف الخلايا البكتيرية بتناقص أعداد البلازميدات حتى نحصل على خلايا بكتيرية خالية من البلازميدات *cured cells*.

## 8- الفجوة: Vacuole

إن بعض أنواع البكتيريا تحتوي على فجوة غازية تسمى بالحويصلة الغازية Gas vesicle والتي تقوم بمساعدة البكتيريا على الطفو في الماء وتحمل هذه الفجوات حوالي 40% من حجم الخلية ويختلف عددها في الخلية الواحدة فقد توجد واحدة منها أو قد تصل أعدادها إلى المئات وتتقلص هذه الفجوات عند تعرضها إلى ضغط مفاحي. إن التركيب الكيميائي لغلاف الفجوات الغازية هو عبارة عن بروتين بسك 2 نانوميتر.