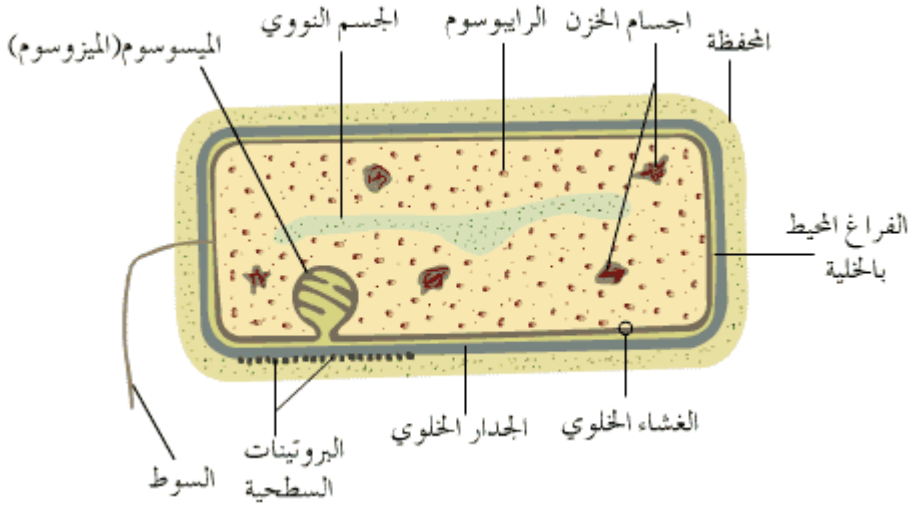
المحاضرة الرابعة
تشريح البكتريا د. علاء جبار عبد/ تقنية حياتية

عند فحص خلية البكتريا نلاحظ ان الخلية تحوي الكثير من المكونات والتراكيب وبعض من هذه التراكيب يكون موقعه خارج الجدار الخلوي وبعضها الاخر يكون داخل الجدار الخلوي .



تركيب خلية البكتريا

التراكيب التي تقع خارج الجدار الخلوي :

اضافة للجدار والغشاء الخلوي فان هناك تراكيب الكبسولة والاسواط والاهداب التي تقع على السطح الخارجي للخلية البكتيرية .

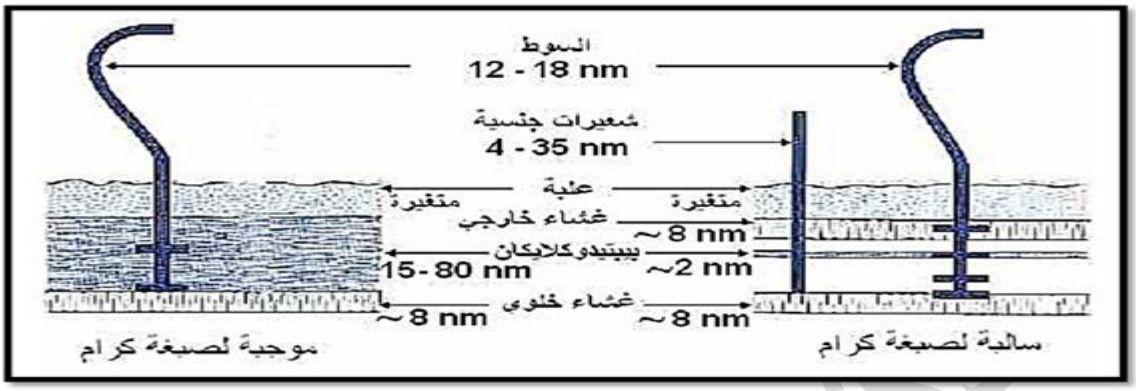
1- **جدار الخلية The cell wall**

هو تركيب صلب يعطي للخلية شكلها المميز حسب النوع ، اذ ان الوظيفة الرئيسة لهذا التركيب هو الحد من تمدد الخلية وانفجارها نتيجة دخول الماء اليها ، عموما يكون سمك الجدار بحدود 20-25 نانوميتر في حالة البكتريا الموجبة لصبغة كرام اما في حالة البكتريا السالبة لصبغة كرام فيكون ارق 10-15 نانومير ، ويشكل وزن جدار الخلية 10-40 % من وزن الخلية وذلك حسب نوع البكتريا .

يتركب الجدار الخلوي من مادة تسمى ببتيدوكلايكون peptidoglycan واحيانا تسمى الميورين murein وهي مادة غير قابلة للذوبان ،مسامية تتكون من وحدات متكررة من N-Acetylmuramic acid و N-Acetylglucosamin واربعة احماض امينية هي لايسين وكلوتامين وجزيئتين من حامض الانين ، وهذه المادة توجد في مجموعة الاحياء البدائية النواة prokaryote ولاتوجد في مجموعة الاحياء حقيقية النواة eukaryote ، مادة الببتيدكلايكون تشكل 50 % من الوزن الجاف لجدار الخلايا الموجبة لصبغة كرام في حين تشكل فقط 10 % من الوزن الجاف لجدار خلية البكتريا السالبة لصبغة كرام .

فضلا عن مادة الببتيدوكلايكان فان الجدار الخلوي يحوي على نسبة من الدهن التي تكون بحدود 11-22 % من الوزن الجاف لجدار خلية البكتريا السالبة لصبغة كرام في حين لاتتعدى 4 % في حالة البكتريا الموجبة لصبغة كرام .

كذلك يحتوي جدار الخلية على سكريات متعددة مرتبطة مع الببتيدوكلايكان كما تحتوي جدارن بعض انواع البكتريا على حامض التيكونك Teichonic acid الذي يرتبط مع ايونات المغنيسيوم ويعتقد ان هذا الحامض يعطي حماية ضد التاثيرات الحرارية .

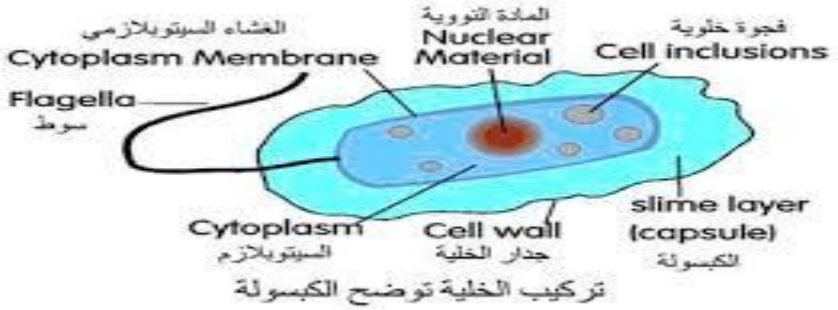


شكل مبسط لجدار خلية البكتريا

2- **الكبسولة Capsule**

الكبسولة عبارة عن مادة لزجة تشكل طبقة او غلافا هلاميا حول الجدار الخلوي يحيط ببعض الخلايا البكتيرية ، تتركب الكبسولة من مركبات مختلفة منها كربوهيدات معقدة مثل الدكستران dextran او من خليط من السكريات والاحماض العضوية وفي اغلب الانواع تكون مواد هذه الكبسولة غير قابلة للذوبان في الماء وفي انواع اخرى تكون قابليتها للذوبان في الماء عالية حتى انها غالبا ماتزيد من لزوجة البيئة السائلة التي تنمى فيها مثل هذه الانواع .
وتبعا لنوع البكتريا فان الكبسولة تبدي وظائف عدة بالنسبة للبكتريا ومنها :

أ- يمكن ان تساعد البكتريا على الالتصاق في السطوح (مثلا البكتريا المسببة لتسوس الاسنان Streptococcus mutant تمتلك كبسولة تساعدها على الالتصاق بسطح الاسنان الاملس حيث ان كبسولة هذه البكتريا مكونة من مادة غير ذائبة في الماء تسمى كلوكان glucan .
ب- يمكن ان تمنع كريات الدم البيضاء من التهام البكتريا المرضية ، وهذا يعني ان الكبسولة تزيد من قابلية البكتريا المرضية على احداث المرض .
ت- تعطي الحماية ضد الجفاف المؤقت وذلك من خلال شد جزيئات الماء .
ث- بعض الكبسولات تحوي مواد لها شحنات كهربائية مثل حامض الكلوكويورونيك-gluco uronic حيث تساعد على ثباتية الخلايا في المعلق بصورة متساوية فتبقى الخلايا منتشرة دون ان تتجمع او تترسب في القعر .

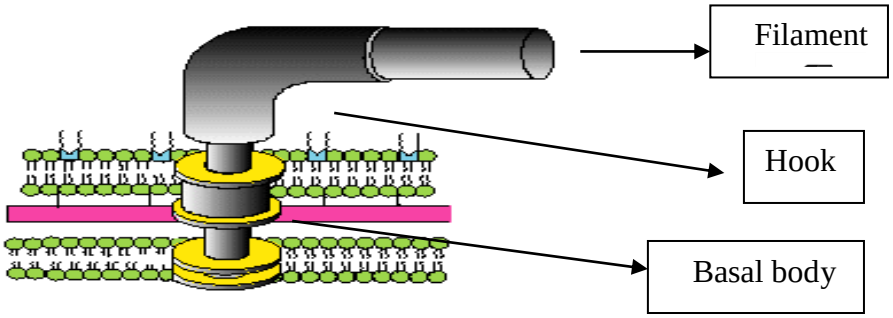


تركيب الخلية توضح الكبسولة

3- **الاسواط Flagella**

وهي تراكيب دقيقة جدا تشبه الشعيرات وتبرز من جدار الخلية الى الخارج تطون مسؤلة عن حركة البكتريا يتراوح قطرها 0.01-0.02 نانوميتر ، تمتلك اغلب البكتريا العصوية اسواطا في حين نادرا ما تمتلك البكتريا الكروية اسواطا ، تصنع مواد السوط في الخلية ثم تمر في التجويف المركزي للسوط وتضاف الى نهاية السوط .

يتكون السوط من ثلاثة اجزاء اولها جسم قاعدي يلامس نهايته السايتوبلازم من الجهه الداخلية ويمتد هذا الجسم حتى ينتهي بجدار الخلية والجزء الثاني من السوط يعرف بالخطاف Hook اما الجزء الثالث فيعرف بالخيط الحلزوني Filament والذي يكون طوله عدة مرات بطول الخلية والجزءان الثاني والثالث هما من مادة بروتينية تسمى فلاجين flagellin . ويتكون الجسم القاعدي من اربع حلقات تكون مسؤلة عن حرية حركة السوط المختلفة ، ان نوع حركة البكتريا السوطية يعتمد على عدد الاسواط وعلى ترتيب الاسواط على جسم الخلية كما يعتمد موقع الاسواط في الخلية على نوع البكتريا .



شكل يوضح مكونات السوط

3- **الاهداب Pili**

وهي بروزات شعرية مجوفة وغير ملتوية وتكون ادق واقصر واكثر عددا من الاسواط البكتيرية وهذه التراكيب لاتستخدم في الحركة وذلك لوجودها في البكتريا غير المتحركة والمتحركة على السواء ولكن لها وظائف منها :

أ- تستخدم في نقل المادة الوراثية في عملية التزاوج بين خليتين .

ب- لقسم من الاهداب دور مهم في العدوى المرضية للانسان حيث تساعد البكتريا المرضية على الالتصاق بالاسطح الداخلية للخلايا الطلائية المبطنة للجهاز التنفسي والهضمي .

ت- تستعمل الاهداب كمواقع اتصال للاقمات البكتريا عند مهاجمة هذه اللاقمات لمضائفها البكتيرية ، حيث تلتصق اللاقمات على الاهداب ومن بعد تنقل موادها الوراثية الى داخل خلية البكتريا .

المحتويات الداخلية للخلية البكتيرية

1- الغشاء السايتوبلازمي Cytoplasmic membrane

وهو حاجز انتقائي يسمح بمرور جزيئات باتجاهين بصورة محدودة واختيارية ويقع مباشرة تحت الجدار الخلوي من جزيئات من الفوسفولبيدات phospholipids وهي تؤلف 20-30% بينما يوجد البروتين بنسبة 60-70 % في الغشاء . توجد طبقتين من اللبيدات المفسفرة وتحتوي جزئين جزء محب للماء يقع في الجهة الخارجية للجزيئة وجزء كاره

للماء يوجد داخل الخلية ، ان الوظيفة الاساسية للغشاء السايتوبلازمي هي تنظيم مرور الجزيئات بصورة انتقائية حيث يسمح بمرور الجزيئات الغذائية الى داخل الخلية وسماح للفضلات بالخروج . ان اي تلف في الغشاء يؤدي الى تثبيط عمل الغشاء وموت الخلية ، ويمر خلال الغشاء جزيئات البروتين المصنعة في الخلية والمرسلة الى الجدار ، ويعد الغشاء مصدر مهم لتوليد ATP وتستعمل هذه الطاقة في نقل المغذيات .

2- البروتوبلاست Protoplast

وهو الجزء المتبقي من الخلية الحاوي على الغشاء السايتوبلازمي مع محتويات الخلية الداخلية عند معاملة البكتريا الموجبة لصبغة كرام بانزيمات اللايسوزايم وهذا يعمل على اذابة الجدار الخلوي ، نستطيع الحصول على البروتوبلاست عند تنمية الخلايا بوجود البنسلين الذي يمنع نمو جدار الخلية ، ان عملية عملية ازالة جدار الخلية لاتؤثر في الوظائف الفسلجية للخلية الا انها تتعامل بحذر مع الضغط الازموزي .

في حالة البكتريا السالبة عند معاملة الخلية بانزيمات اللايسوزايم والمضادات الحيوية تسمى سفيروبلاست spheroplast وتحتوي السفيروبلاست على غشاء خارجي بالاضافة لوجود الغشاء السايتوبلازمي ، بعض انواع البكتريا لاتحتوي جدار خلوي وهي تشبه البروتوبلاست وتسمى المايكوبلازما mycoplasma وهذه تحتمي في مضيفها من تاثير الضغط الازموزي .

3- السايتوبلازم cytoplasm

تقسم مواد الخلية التي تحيط بها السايتوبلازم الى ثلاث مناطق هي :

أ- منطقة السايتوبلازم ذات مظهر حبيبي غنية بالاجسام الحيوية مثل الرايبوسومات ribosomes وفيها يتم تخليق بروتينات الخلية قطرها بحدود 20 نانومتروتحتوي على 60% من RNA من البروتين وتوجد بصورة منتشرة في السايتوبلازم او مرتبطة في الغشاء السايتوبلازمي .

ب- المنطقة الكروماتنية وهي غنية بجزيئات DNA

ت- الجزء السائل المحتوي على المواد الذائبة .

4- المادة النووية Nuclear material

لاتوجد في البكتريا نواة بل تحتوي على اجسام نووية ليس لها غشاء نووي محدد ولا ادوات الانقسام الخيطي ، فالنواة بدائية تحتوي في الاساس على DNA وتسمى النوية لان الحامض النووي يتالف من شريط واحد .

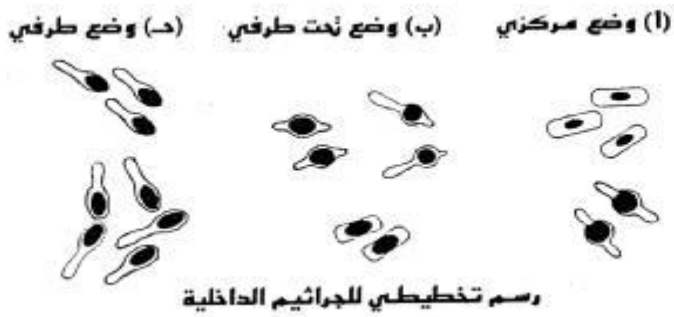
5- الحبيبات المخزنة في السايتوبلازم

يوجد في السايتوبلازم بعض الحبيبات مثل فوليوتين Volutin تحتوي على الفوسفات المتعددة وهذا الفوسفات ضرورية في انتاج DNA والمواد الغنية بالطاقة ، ومن الجسيمات الاخرى Poly hydroxyl butyrate وهي ايضا مصدر للطاقة وتوجد في البكتريا الهوائية .

6- السبورات spores

عبارة عن خلايا حيويا وتحتوي جدار يحميها من الظروف الخارجية وتنمو في الظروف المناسبة الى خلايا خضرية ، والسبورات تقسم :

أ- السبورات الداخلية Endospores وتوجد داخل الخلية وفي مواقع مختلفة (قد تاخذ وضعا طرفيا او تحت طرفي او وسطيا وحسب نوع الخلية البكتيرية) من الخلية ومن الانواع المنتجة لهذه السبورات Bacillus cereus وتتولد هذه السبورات في نهاية طور النمو النشط . والعوامل التي تحفز السبورات على الانبات هي تقدم السن والمعاملة الحرارية ، وتمتاز السبورات الداخلية بكونها مقاومة للجفاف والمواد المطهرة والاشعاع والحرارة مثلا سبورات *Clostridum botulinum* فهي تقاوم الغليان لعدة ساعات .



رسم تخطيطي للجراثيم الداخلية

ب- السبورات الخارجية Exospores وهي توجد خارج الخلية وهي اقل مقاومة للحرارة والجفاف من السبورات الداخلية .