المحاضرة الرابعة

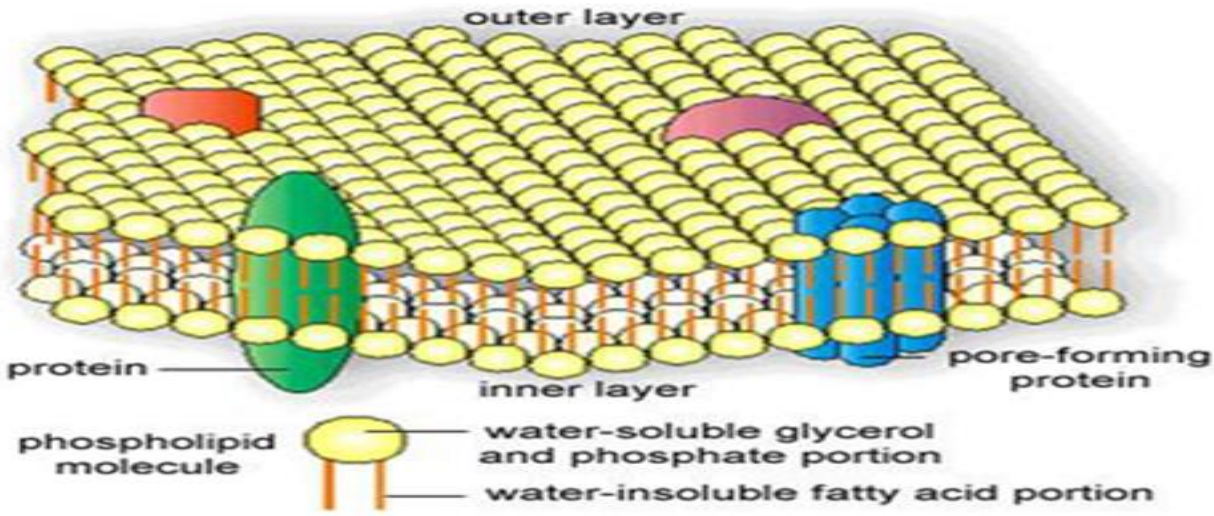
- الغشاء السايتوبلازمي Cytoplasmic membrane

يمثل الغشاء السايتوبلازمي ي الخلايا عديمة الجدار ، كما هو الحال مع بكتريا المايكوبلازما والبروتوزوا وفي الخلايا الحيوانية ، الغلاف الخارجي للخلية. اما في البكتريا النموذجية فيمثل الطبقة التي تلي الجدار . ومابين الغشاء السايتوبلازمي والجدار منطقة تسمى بالفسحة البينية Periplasmic space . يسمى الغشاء السايتوبلازمي احيانا بالغشاء الخلوي Cell membrane او الغشاء البلازمي Plasmic membrane لانه يحيط بسايتوبلازم الخلية.

ان مظهر الغشاء السايتوبلازمي ، سواء عزل من بكتريا او غيرها من الكائنات الحية متماثل فعلا عند فحصه بالمجهر الالكتروني، اذ يبدو كحزمتين معتمتين مفصولتين بحزمة فاتحة.

*التركيب الكيميائي للغشاء

يتألف الغشاء السايتوبلازمي في البكتريا من دهون مفسفرة Phospholipids والتي تشكل ٤٠% من الغشاء ، ومن البروتينات التي تشكل ٦٠%منه ، والدهون المفسفرة خالية تماما من السترولات، ماعدا الغشاء السايتوبلازمي لبكتريا المايكوبلازما. ويعتمد العديد من خواص هذه الاغشية على تركيب الدهون المفسفرة التي لها خواص فريدة فيما يتعلق بقابلية ذوبانها في الماء. فهي قطبية Polar عند احدى نهايتيها (ذائبة في الماء وتحوي مجاميع الفوسفات) وغير قطبية non – polar على طول بقية السلسلة او الجزيئة (غير ذائبة في الماء، ويتألف من السلسلة الكاربونية للاحماض الدهنية) .



يحوي الغشاء السايتوبلازمي على تراكيب متخصصة بشكل انبعاجات تسمى الميزوزومات Mesosome وهي على نوعين:

١- الميزوزومات الحاجز Septalmesosome : تعمل على تكوين الحواجز العرضية في اثناء عملية الانقسامم للخلية.

٢- الميزوزومات الجانبية Lateral mesosome : تتصل بالكروموسوم البكتيري ويعتقد انها تزيد من المساحة السطحية للغشاء السايتوبلازمي ويرفع من كفاءته.

وظائف الغشاء السايتوبلازمي

١- النفاذية الاختياريةSelective permeability

يتميز الغشاء السايتوبلازمي بأنه حاجز منفذ اختياري Selective permeability اي ان حركة الجزيئات عبره بالاتجاهين تكون محدودة بأختيارية هذا الغشاء من جزيئات الفوسفوليبد والبروتينات.

٢-انتقال الالكترونات وعملية الفسفرة التأكسدية Electron transport and oxidative phosphorylation في الانواع الهوائية.

٣-أفراز الانزيمات المحللة Excretion of hydrolytic enzymes

٤-الوظائف الخلقية Biosynthetic function

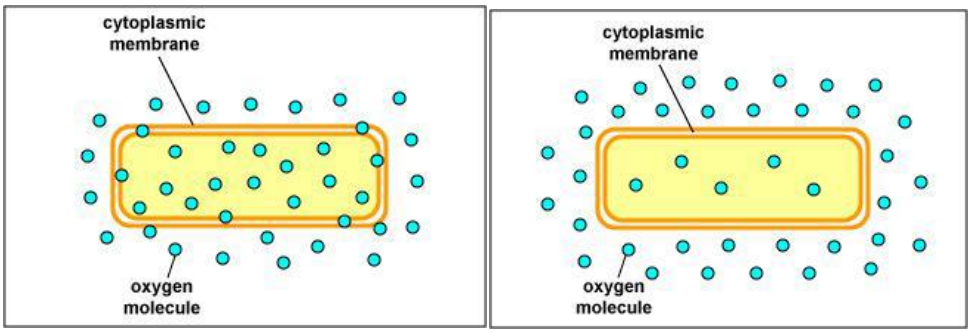
***النفاذية الاختيارية**

اليات انتقال المواد والعناصر الغذائية عبر الغشاء السايتوبلازمي

يتم انتقال المواد والعناصر الغذائية من ايونات ومعادن وسكريات واحماض امينية والكترونات وبقية المواد الناتجة من الايض عبر الغشاء السايتوبلازمي عبر العديد من الاليات وهي :

١-الانتشار البسيط او السلبي Simple or passive diffusion

تمر الجزيئات الذائبة من خلال الغشاء اعتمادا على الاختلاف في تركيز هذه المواد على جانبي الغشاء السايتوبلازمي ، اي تنتقل المواد من التركيز العالي الى التركيز الواطئ وبتساوي التركيزين داخل وخارج الخلية يتوقف نظام الانتشار.لايحتاج هذا النوع من النقل الى طاقة .

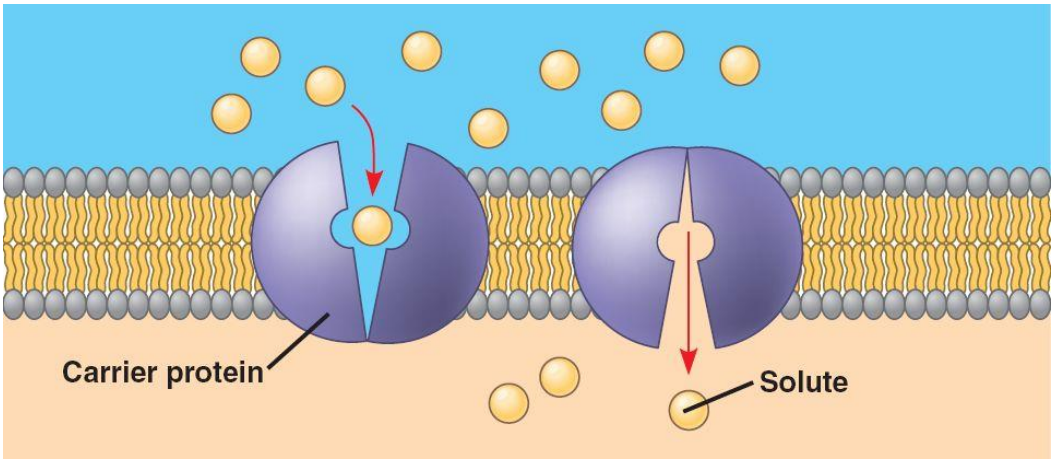


المرحلة الثانية **المرحلة الاولى**

٢-الانتشار الميسر او المساعد Facilitated diffusion

مشابهة للطريقة السابقة من حيث الانتقال من التركيز العالي الى الواطئ ولكنه يختلف عنه لان الانتقال يشتمل على وجود حامل بروتيني خاص يسمى Permease يقع على الغشاء السايتوبلازمي يقوم الحامل بالاتحاد المؤقت بالجزيئات الذائبة ونقلها من السطح الخارجي الى السطح الداخلي للغشاء ويعود مرة اخرى الى السطح الخارجي وهكذا.

النظامان السابقان كما ذكرنا لايحتاجان الى طاقة حياتية لعبور الجزيئات ولايحصل تراكم للجزيئات على طرفي الانتشار ولكن متى مايحصل التوازن يقل تأثير الانتشار بهاتين الطريقتين.



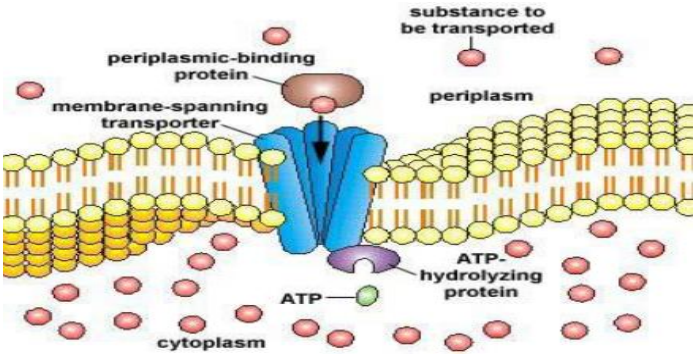
٣- النقل الفعال او النشط transport Active

تنتقل بهذا النظام جميع المغذيات من احماض امينية وسكريات وايونات .....الخ بالاتجاهين وبأتجاه معاكس للتركيز في حالة حاجة الخلية لمثل هذه المغذيات التي تحتاجها بتراكيز عالية قد لاتتوفر خارج الخلية ممايتطلب من الخلية تحول طاقة على هيئة ATPللقيام بهذا العمل ويقوم بروتين الغشاء السايتوبلازمي بعمل الجزء الناقل وينقل المواد عبر الغشاء ويتضمن هذا النظام الخطوات التالية:

١-ارتباط المادة الغذائية بموقع الاتصال receptor site على البروتين الناقل.

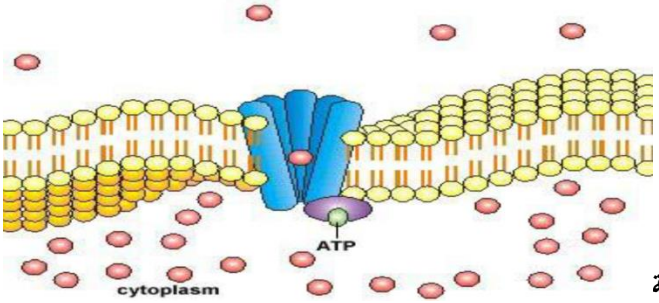
٢-انتقال خليط المادة المذابة والبروتين الناقل عبر الغشاء.

٣-يحدث استهلاك للطاقة لاحداث تغيرات تركيبية بشكل البروتين الناقل كي يطلق المادة المذابة داخل الخلية ثم يرجع شكل الحامل البروتيني الى ماكان عليه.



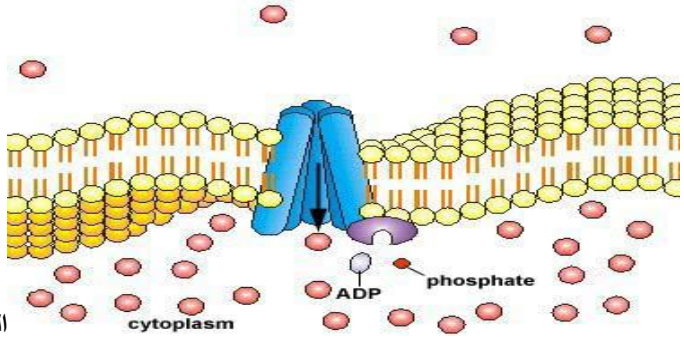
المرحلة الاولى

This form of active transport involves both transporter proteins and the energy provided by the hydrolysis of ATP. A specific periplasmic- binding protein carries the substance to be transported to a membrane-spanning transporter.



المرحلة الثانية

The molecule to be transported across the system and a molecule of ATP enters the ATP binding site of the ATP-hydrolyzing protein.



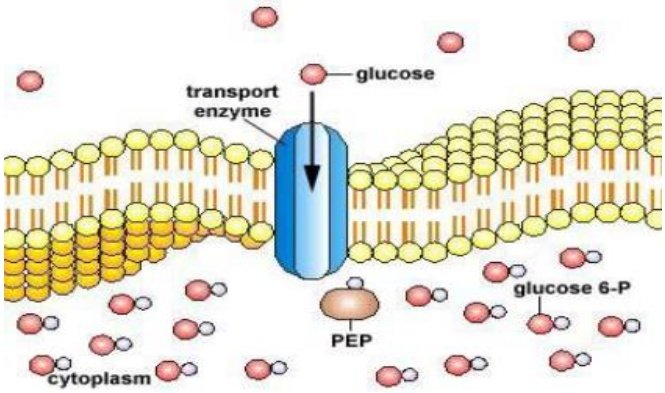
المرحلة الثالثة

Energy provided by the hydrolysis of ATP into ADP, phosphate, and energy moves the molecule across the membrane.

٤-نقل المجاميع الموضعي Group translocation

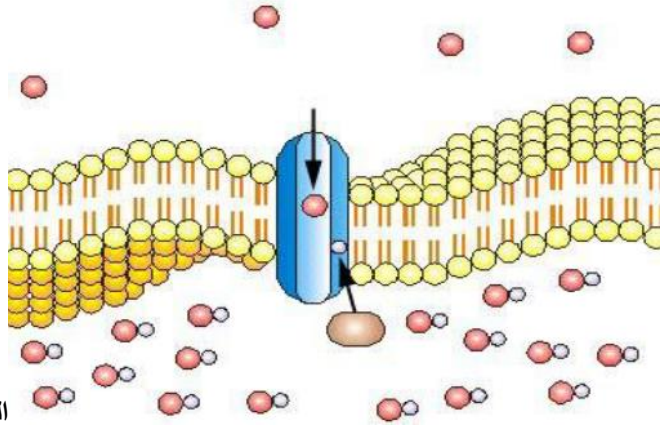
كما يتضح من الانظمة السابقة لايحدث تغيرا في تركيب المواد المنقولة من الناحية الكيميائية الا انه في هذا النظام يلاحظ ان المواد المنقولة يحصل لها تغيير كيميائي في تركيبها، ولهذا يقتصر هذا النظام على الاحياء بدائية النواة حيث يمكن هذا النظام البكتريا من استغلال مصادر الطاقة من خلال ازدواجية النقل مع التفاعلات الايضية. ينتقل المغذي بهذه الطريقة الى داخل الخلية من خلال تفاعل مزدوج ، حيث يحدث لهذا المغذي تغيرا كيميائيا اضافة لنقله الى داخل الخلية مستخدمين الطاقة نفسها، اذ يحدث في البداية داخل السايتوبلازم فسفرة للبروتين الناقل والذي يرتبط فيما بعد بالسكر الحر الموجود خارج الخلية وينقله

كسكر مفسفر sugar phosphate الى داخلها ويتم هذا كله وفق نظام يطلق عليه phosphotransferase systems. اذن تحتاج هذه الطريقة الى بروتين ناقل وانزيمات وطاقة.



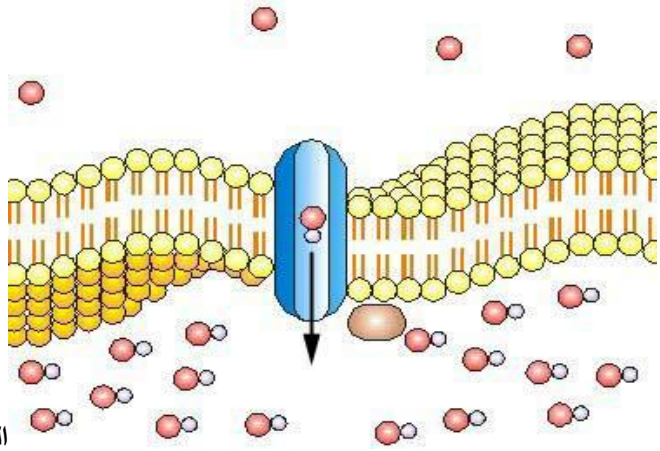
المرحلة الاولى

When bacteria use the process of group translocation to transport glucose across their membrane, a high-energy phosphate group from phosphoenolpyruvate (PEP) is transferred to.the glucose molecule to form glucose-6-phosphate



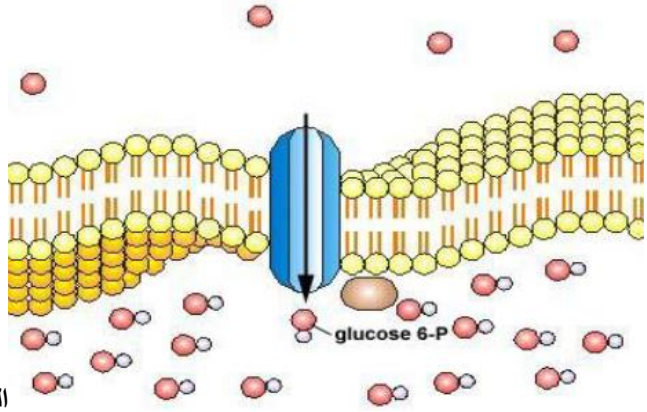
المرحلة الثانية

A high-energy phosphate group from PEP is transferred to the glucose molecule to form .glucose-6-phosphate



المرحلة الثالثة

The glucose-6-phosphate is transported across the membrane.



المرحلة الرابعة

converted to glucose-6- phosphate Once the glucose has been and transported across the .membrane, it can no longer be transported back out

***انتقال الالكترونات والفسفرة التأكسدية**

تدعى المسارات التي تتدفق منها الالكترونات اثناء التفاعلات الحيوية في التنفس والبناء الضوئي بسلسلة نقل الالكترونات وهي نوع من تفاعلات الاكسدة والاختزال التي تحدث في الخلايا تنتقل فيها الالكترونات من الواهب الاولي الى المستقبل النهائي من خلال مجموعة من ناقلات الالكترونات والانزيمات الناقلة للالكترونات والمتواجدة في الغشاء السايتوبلازمي في بدائية النواة وفي اثناء تدفق الالكترونات يتم حفظ جزء كبير من الطاقة بشكل ATP . وتسمى هذه الطريقة لحفظ الطاقة بالفسفرة التأكسدية Oxidative phosphorelation . في حين تتواجد ناقلات الالكترونات في اغشية المايتوكوندريا والبلاستيدات الخضراء في حقيقية النواة.

***افراز الانزيمات المحللة**

تفرز البكتريا الموجبة لصبغة كرام الانزيمات المحللة الى المحيط الخارجي وفي البكتريا السالبة لصبغة كرام تفرز في المسافة بين الببتيدوكلايكان والغشاء السايتوبلازمي والمسماة بالفسحة البينية Periplasmic space وتقوم هذه الانزيمات بحل الجزيئات الكبيرة ليسهل انتقالها عبر الغشاء.

***الوظائف الخلقية**

يحتوي الغشاء السايتوبلازمي على الحاملات الدهنية التي يتم عندها ارتباط الوحدات المكونة للجدار الخلوي ، كما يحوي الغشاء السايتوبلازمي على الانزيمات المشاركة في خلق الجدار الخلوي . كما توجد فيه الانزيمات المسؤول عن تصنيع الدهون الفسفورية phospholipid كما يحوي الغشاء البلازمي على بعض البروتينات المسؤولة عن تضاعف DNA .

السايتوبلازم Cytoplasm

تقسم المنطقة السايتوبلازمية المحاطة بالغشاء السايتوبلازمي الى ثلاث مناطق:

الاولى: منطقة سايتوبلازمية حبيبية المظهر غنية بالرايبوسومات والحامض النووي RNA .

الثانية: منطقة كروماتينية غنية بالحامض النووي DNA .

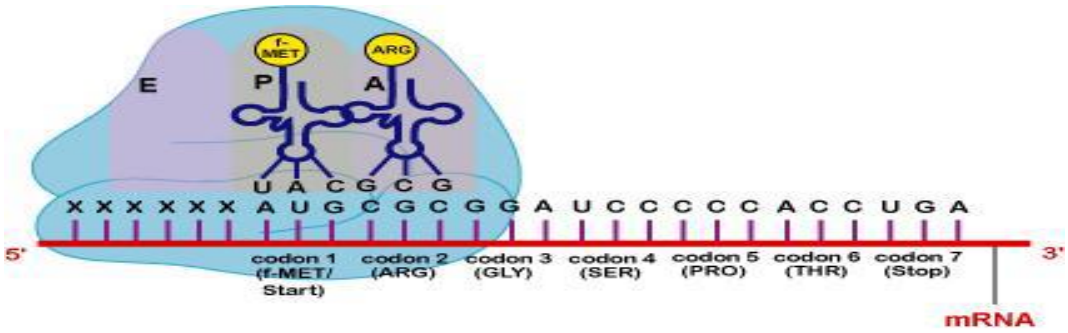
الثالثة : الجزء السائل او شبه السائل الحاوي على المواد المذابة مثل H^+ ، PO^{-3} ، Na^+، Cl^- واحماض امينية وبعض البروتينات ومعقدات وببتيدات وبيورينات وبريميدات وكلوكوز رايبوز وفيتامينات ونيوكليوتيدات وانزيمات مساعدة وسكريات ثنائية وغيرها وتستخدم هذه المواد في :

١-بادئات Precursors وغيرها من المواد المستعملة في البناء الخلوي .
٢-مصادر للطاقة كالكلوكوز.
٣-فضلات ناتجة عن فعاليات الخلية تطرح الى الخارج.

التراكيب السايتوبلازمية الدقيقةCytoplasmic ultra structures

١-الرايبوسومات Ribosomes

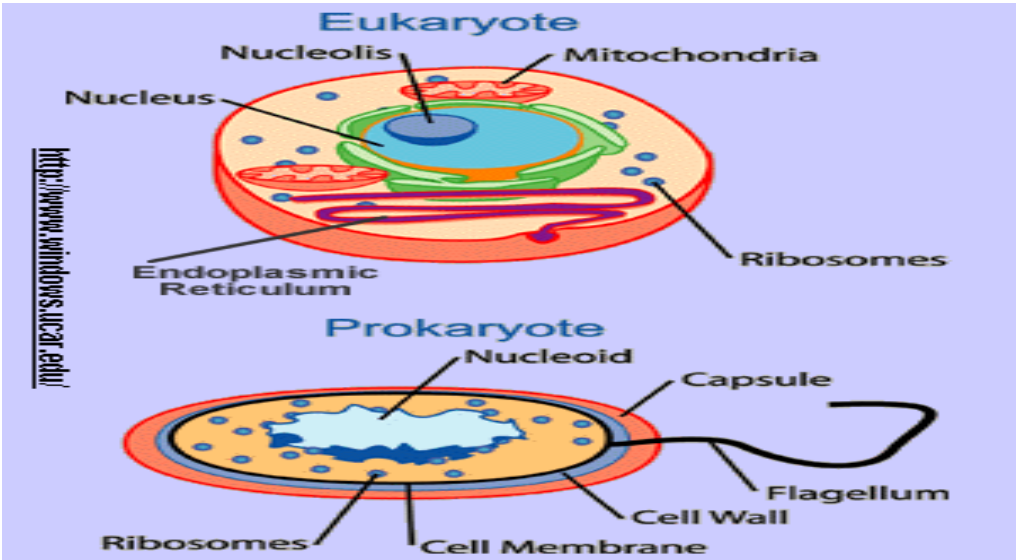
وهي تراكيب منتشرة في السايتوبلازم وبأعداد كبيرة ، ويعود لها المظهر الحبيبي للسايتوبلازم وتقوم هذه التراكيب بخلق البروتين . تتكون هذه الرايبوسومات من بروتينات واحماض نووية اي انها تتكون من بروتينات نووية حامضية، تثبت مكوناتها بواسطة الاواصر الكارهة للماء hydrophobic bonds والاواصر الهيدروجينية . وتختلف الرايبوسومات فيما بينها اعتمادا على الاختلاف في معامل الترسيب لكل واحدة منها والذي يقاس بوحدات سفيدبرك Svede berg (s) units فالرايبوسومات في بدائية النواة S ٧٠والتي تتكون من وحدتين اصغر هما S٣٠ و S ٥٠ . وفي حقيقية النواة S ٨٠، يكون البروتين منها ٣٥% و ٦٥% منها حامض نووي رايبوزي RNA .



The 70S prokaryotic ribosome consists of a 50S and a 30S subunit. "S" refers to a unit of density called the Svedberg unit

٢-المادة النووية Nuclear material

تسمى ايضا نيكليود Nucleoid او الجسم الكروماتيني Chromatic body او كروموسوم بكتيري وتفتقد الخلية البكتيرية وجود كروموسومات متميزة ونوية وغشاء نووي كتلك الموجودة في الخلايا حقيقية النواة. وتقع المادة النووية المتمثلة بـ DNA في مركز الخلية والذي يكون بشكل حلقة مغلقة النهايتين مرتبطة بمنطقة معينة من الغشاء البلازمي مما يزيد من أستقراره. يساهم البروتين القاعدي الهستون Histone في عملية التفاف DNA الكروموسومي في الخلايا حقيقية النواة في حن ينعدم وجوده في الخلايا بدائية النواة.



٣-البلازميدات Plasmids

اضافة للكروموسوم البكتيري قد تحوي الخلية البكتيرية على واحد او اكثر من جزيئات من الحامض النوويDNA والتي تظهر بشكل دوائر صغيرة تدعى البلازميدات والتي تحوي على معلومات وراثية خاصة ومحدودة مساعدة للمعلومات الوراثية الاساسية الموجودة على الكروموسوم البكتيري وتشمل المعلومات القابلية على التزاوج بين البكتريا ومقاومة البكتريا لبعض المضادات الحيوية وتحملها للمعادن السامة. وتفقد البكتريا هذه الصفة بمجرد اقصاء البلازميد الخاص بصفة معينة في الخلية في الخلية اي انها صفات غير ثابتة كما كما في الكروموسوم البكتيري. ويستفاد من البلازميدات في مجال الهندسة الوراثية اذ يساعد حجمها الصغير على عزلها وربطها بمعلومات وراثية مأخوذة من مصادر اخرى وزرعها في خلايا بكتيرية جديدة من اجل الحصول على الصفات المرغوبة.

٤-الابواغ Spores

تنتج بعض انواع البكتريا الابواغ وهي أجسام ساكنة تتكون او تنتج في طور متأخر من النمو عندما تكون الظروف البيئية غير ملائمة تمتلك جدارا سميكا يمكنها من النمو الى الخلايا الخضرية الاصلية Vegetative cell عند توفر الظروف الملائمة وعادة ماتمتلك الخلية سبور واحد وهي مقاومة لكثير من العوامل الفيزيائية والكيميائية وهناك نوعان من الابواغ وهي:

١-الابواغ الخارجية Exospores :

تنشأ خارج الخلية وتنتج من بعض انواع البكتريا مثل *Methylosinus* و *Trichosporium* .

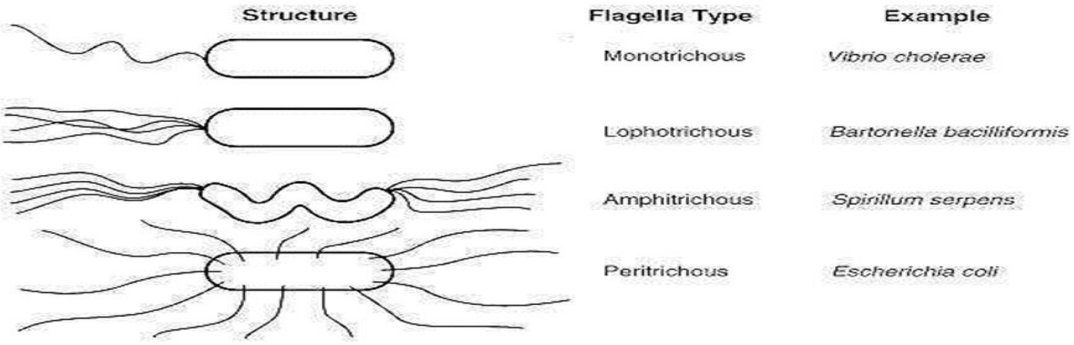
٢-الابواغ الداخلية Endospores :

تكون ضمن الخلية وتتكون في الاجناس *Bacillus* و *Clostridium* و *Sporosarcina*و *Thermoactinomyces*.

تختلف السبورات الداخلية عن الخارجية في أحتوائها على حامض Dipicolinic acidالمكون للقشرة Cortex او الغطاء الخارجي Exosporium بأتحاده مع الكالسيوم ، وتحوي السبورات الخارجية فقط على جدارا خارجيا صلبا Exospore wall . ومن الجدير بالذكر ان الخلايا الخضرية لاتحوي على كل ماذكر سابقا مما يجعل السبورات اكثر مقاومة للظروف القاسية كالحرارة والجفاف وممكن ان تبقى ساكنة لعدة سنوات قبل ان تنبت الى خلايا خضرية عند توفر الظروف الملائمة. يختلف حجم وموقع السبور في الخلية الخضرية بأختلاف الانواع فبعضها مركزيا Central ينشأ وسط الخلية كما في بكتريا*Bacillus cereus*او في الطرف اي نهائي الموقع Termenal كما في بكتريا *Clostridium tetani* اويكون في موقعقريبمن الطرف Subterminal كما في بكتريا*Clostridium subterminale*. وقد يكون قطر البوغ اكبر او اصغر من الخلايا الخضرية وبذلك يساهم حجم البوغ وموقعه في تشخيص الخلية البكتيرية.

٥- الاسواط Flagella

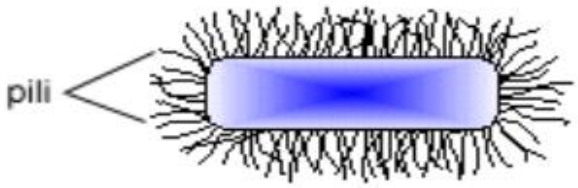
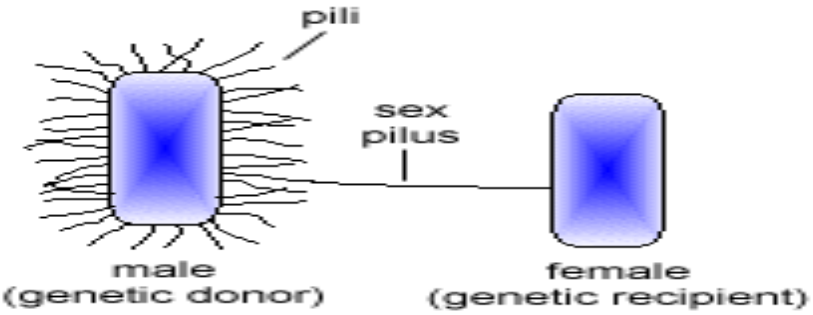
الكلمة مشتقة من اللاتينية بمعنى سوط Flagrum وهي لواحق بشكل خيوط قطرها ١٢ – ٣٠ نانوميتر وتكون واسطة الحركة في البكتريا الحاوية عليها ويكون طولها احيانا اكثر من قطر الخلية بعشر مرات ولايمكن رؤيتها بالمجهر الضوئي وانما الابأستخدام طرق تصبيغخاصة بأستخدام صبغة الفوكسين القاعدية Basic fuchsin مع حامض العفص Tannic acid مثبتا للصبغة. ويعد عدد الاسواط وتوزيعها على الخلية صفة ولراثية ثابتة تقريبا وتستعمل فيالتصنيف ويمثل الشكل الاتي اعداد الاسواط وتوزيعها على الخلية البكتيرية ومثال لكل منها.



٦- الشعيرات Pili

تراكيب مشابهة للاسواط الا انها اقصر طولا ، تنتشر على سطح الخلايا خصوصا السالبة لصبغة كرام طولها ٣ مايكروميتر وقطرها ٥ -١٠ نانوميتر وهي من التراكيب غير الاساسية في الخلية البكتيرية. هناك نوعان من الشعيرات وهي :

١-الشعيرات العمومية Generalized pili : تصل اعدادها الى المئات وموجودة في جميع انواع البكتريايتأثر تكوين الشعيرات بالظروف المحيطة مثل درجات الحرارة والشد والاوكسجين . تساعد الشعيرات الخلايا على الالتصاق على سطوح النبات والحيوان حيث تساعدها في اخذ المواد الغذائية.



٢-الشعيرات الخاصة Specific pili (sex pili): توجد في بعض الانواع التي تظهر خواصا جنسية . تلعب الشعيرات الجنسية دورا مهما في عملية الاقتران Conjugation التي تحدث في بعض انواع البكتريا كما انها تكون مستقبلات Receptors لعاثيات البكتريا Bacteriophage.