الجمهورية العربية السورية
وزارة التعليم العالي
جامعة حماة
كلية الزراعة

علم الأحياء الدقيقة

MICROBIOLOGY

(الجزء النظري)

المحاضرة الثالثة

إعداد

الدكتور عبد الواحد الطحلي

دكتوراه باختصاص الأحياء الدقيقة

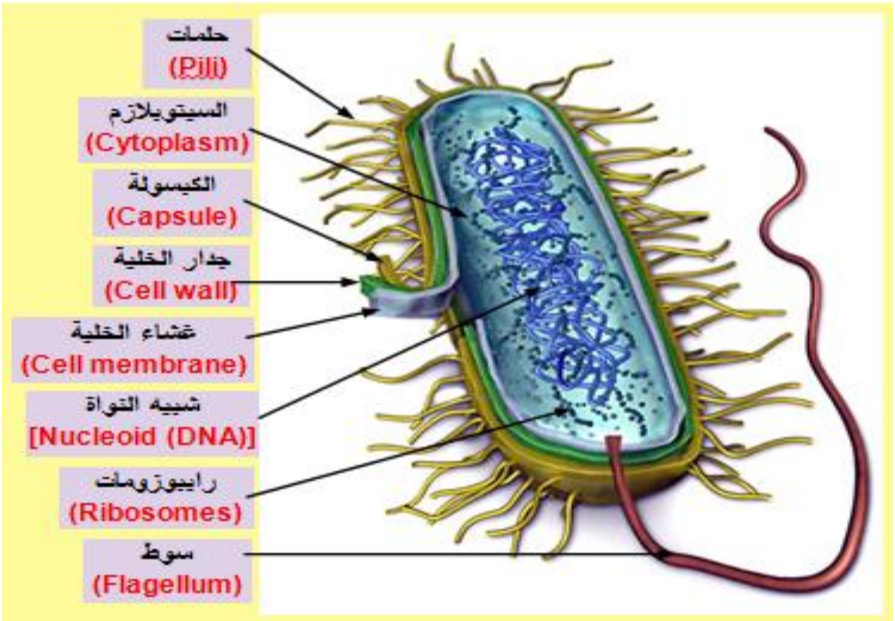
جامعة حماة 2019 – 2020

الجراثيم
Bacteria

• مقدمة Introduction:

الجراثيم كائنات حية دقيقة من بدائيات النوى Prokaryotic وحيدة الخلية ذات أشكال متعددة وهي أول الكائنات التي ظهرت على سطح الأرض توجد في مختلف البيئات الطبيعية كالمياه والتربة والهواء وبعضها يمكن أن يسبّب أمراضاً للإنسان أو الحيوان أو النبات كما يمكن أن تُسهم بدور فعال في استمرارية الحياة، وتتصف بما يلي (الشكل 3-1):

- وحيدة الخلية، ومعظم الجراثيم الممرضة للإنسان هي بقطر يتراوح بين 0.5 -1 ميكرون، وعندما تكون الخلايا الجرثومية عصوية لا يتجاوز طولها بضعة ميكرونات أما بالنسبة لبعض الملتويات فيمكن أن يصل طولها حتى 50 ميكرون.
- قد تكون متحركة أو عديمة الحركة.
- تحتوي على مادة نووية مكونة من صبغي وحيد غير محاط بغشاء نووي.
- تتكاثر بالانشطار الثنائي وبعضها يتكاثر جنسياً، وبعضها يشكل الأبواغ الداخلية Endospores.
- لا تحتوي الكيتين Chitin ولا السيللوز Cellulose وإنما هناك بديل عنها هو حمض التيكويك Teichoic acid.



الشكل (3-1) التراكيب الدقيقة لخلية جرثومية نموذجية

– تعيش إما بوجود أوكسجين الهواء فتسمى هوائية Aerobic bacteria، أو لا تستطيع العيش بوجود أوكسجين الهواء فتسمى جراثيم لاهوائية Anaerobic bacteria، أو تستطيع العيش بوجود أوكسجين الهواء أو عدم وجوده فتسمى الجراثيم اللاهوائية المخيرة Facultatively anaerobic bacteria، وهناك بعض الجراثيم تعيش بوجود كميات قليلة من الأوكسجين وتتأثر بالكميات الكبيرة منه تسمى بالجراثيم المحبة لآثار من الأوكسجين Microaerophilic bacteria.

– الجراثيم لها أشكال وأحجام مختلفة وأشكال الجراثيم ثابتة محددة ولحسن الحظ قليلة العدد مما يساعد في تصنيفها ومعرفة ما إذا كانت ممرضة أو غير ممرضة، وكيفية التعامل معها فبعض الأنواع تستجيب للصادات وهناك أنواع أخرى لا تستجيب لها أي أن معرفة الصفات الشكلية للجراثيم له أهمية كبيرة في تحديد هويتها وهذا أمر أساسي في التشخيص المخبري الذي يُعد من أهم جوانب علم الأحياء الدقيقة إلا أنّ الجراثيم توجد على شكل مستعمرات في أوساط الاستنبات الصلبة ومصطلح المستعمرة Colony يشير إلى البقعة من النمو على سطح الأوساط الصلبة التي تتألف من تجمع أعداد هائلة من الخلايا الجرثومية بهدف المنفعة المتبادلة، وكل مستعمرة تنشأ من خلية واحدة أو أكثر أو من بوغة واحدة ومستعمرة كل نوع من الجراثيم تتميز بخواص ثابتة من حيث الشكل والحجم واللون وحافة المستعمرة وغيرها، ويُستفاد من هذه الخواص في تمييز أنواع الجراثيم مثلما يُستفاد من شكل الجراثيم تحت المجهر للغرض نفسه.

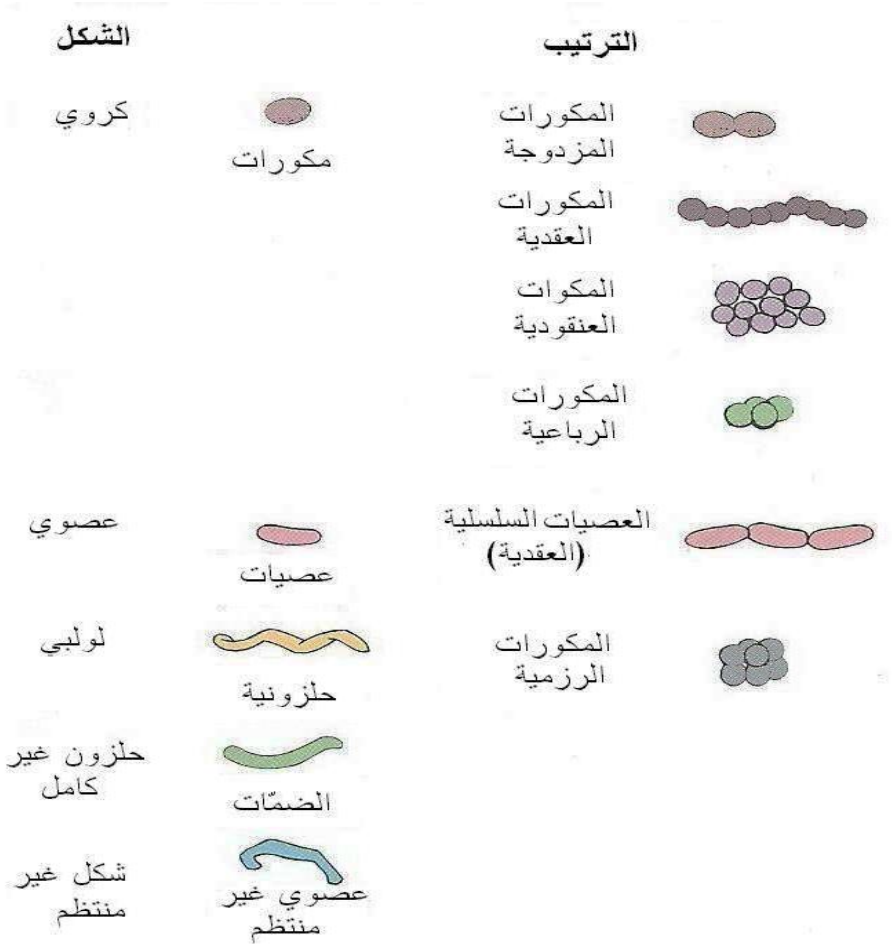
توجد الجراثيم في كل مكان ويقدر عدد الجراثيم في الغرام الواحد من التربة بحوالي 300×10^6 خلية جرثومية أما في الحليب فيصل عددها إلى 50000 خلية جرثومية لكل ميلي ليتر حليب في حين يحتوي الماء الصالح للشرب على حوالي 100 خلية لكل ميلي ليتر ماء.

إنّ المرادف الصحيح لكلمة Bacteria باللغة العربية هو كلمة جراثيم من دون سواها، والمرادف الصحيح لكلمة spore / spores هي كلمة أبواغ / بوغة فقط.

أولاً- حجم وأشكال الجراثيم الرئيسة:

تتراوح أبعاد الجراثيم بشكل عام من 1 – 6 ميكرومتر طولاً ومن 1.5 – 5.2 ميكرومتر عرضاً وهي أصغر من الخلايا حقيقية النواة، فالمكورات لا يتجاوز قطرها 0.05 – 1 ميكرون أما طولها فيساوي عدداً من الميكرونات، والعصيات الصغرى يساوي قطرها 0.3 – 0.4 ميكرون وطولها 0.5 – 0.7 ميكرون، كما يوجد بين الخلايا العصوية بعض الخلايا العملاقة التي يصل طولها إلى عشرات بل مئات الميكرونات، وتتغير أبعاد الخلايا الجرثومية حسب عمرها وعناصر الوسط المغذي ودرجة حرارته. تُشكل الخلايا الجرثومية مستعمرات تُرى بالعين المجردة ويختلف شكل المستعمرات وقوامها منها العجيني والمخاطي والصلب وفي بعض الأحيان تكون المستعمرات ملونة.

للجراثيم أربعة أشكال رئيسة هي الكروية، والعصوية، والحلزونية، والشعاعية أما أشكالها غير الرئيسة فهي نجمية، ومربعة، ومسطحة، وخيطية، ومثلثية (الشكل 3-2).



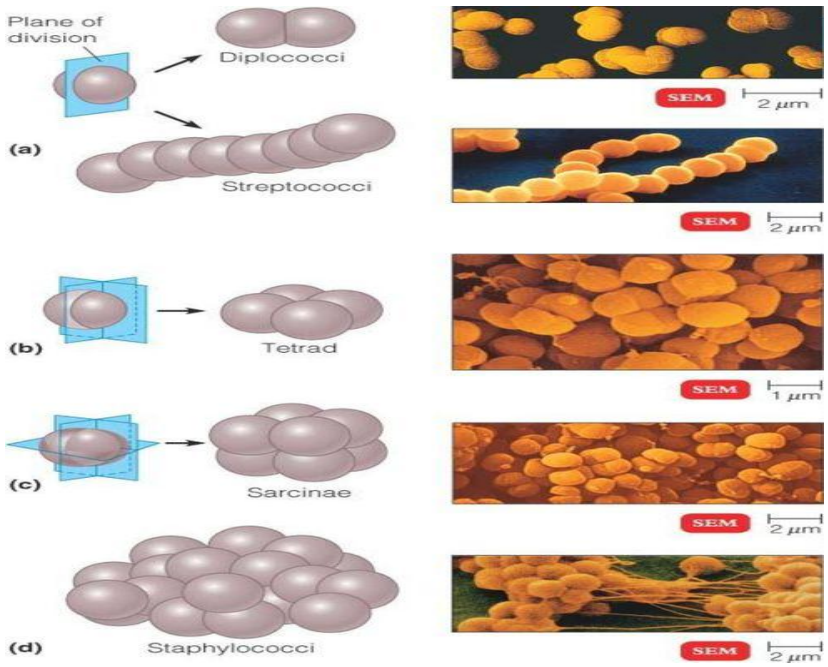
الشكل (3-2) حجم وأشكال الجراثيم الرئيسة

1- التقسيم المعتمد على شكل الجراثيم:

1.1- المكورات Cocci:

مفردها Coccus وهي كلمة يونانية الأصل مشتقة من كلمة معناها توت Berry، ويقصد فيها الجراثيم ذات الشكل الكروي تضم جراثيم غير متحركة وغير متبوغة قطرها غالباً أقل من واحد ميكرون تصنف تبعاً لتوضع خلاياها بعد الانقسام (حسب اصطفافها على مستوى واحد أو على مستويين متعامدين أو ثلاثة مستويات) وفق ما يلي:

- منفردة تدعى Micrococci.
- مزدوجة تدعى Diplococci قد تكون ذات شكل بيضوي مثالها المكورات السحائية أو تكون ذات شكل مدبب كالمكورات الرئوية *Streptococcus pneumonia*.
- رباعية تدعى Tetracocci أو Tetragens تتألف من أربعة خلايا مثل الجراثيم التي تسبب تسمم غذائي *Micrococcus tetrades*.
- رزمية حيث تتجمع الخلايا (8 خلايا) لتشكل كتلة مكعبة الشكل مثل *Sarcina ureaes*.
- سُبَّحية الشكل سلسلة تدعى المكورات العِقدية مثل *Streptococcus pyogenes* التي تصيب الجروح و*Streptococcus lactis* التي تستخدم في صناعة اللبن.
- عنقودية التجمع تدعى المكورات العنقودية مثل *Staphylococcus aureus* (الشكل 3-4).

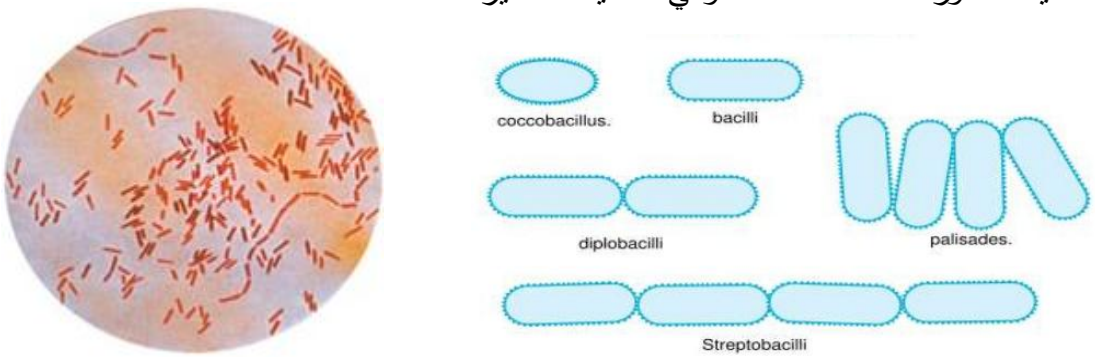


الشكل (3-4) أشكال الجراثيم الكروية

2.1- العصيات Bacilli أو Rods:

كلمة Bacillus أصلها لاتيني يُقصد فيها العصا Rod وهي جراثيم ذات شكل أسطواني عصوي تتميز باختلاف أحجامها وتعدد أشكالها بعد الانقسام (الشكل 3-5)، ويمكن تمييز الأشكال الآتية:

- عصيات ذات نهاية محدبة أو مستديرة مثل العصيات القولونية.
- عصيات ذات نهاية مقطوعة أو مبتورة مثل عصيات الجمرة *Bacillus anthrax*.
- وتدية الشكل مثال الوتديات الخناقية *Corynebacterium diphtheria*.
- مغزلية الشكل كالعصيات المغزلية.
- عصيات منحنية بشكل الضمة مثل ضمّات الهيضة (الكوليرا).
- عصيات مكورة Coccobacilli وهي عصيات قصيرة.



الشكل (3-5) أشكال العصيات وجراثيم *Salmonella typhi* التي تسبب مرض التيفوئيد

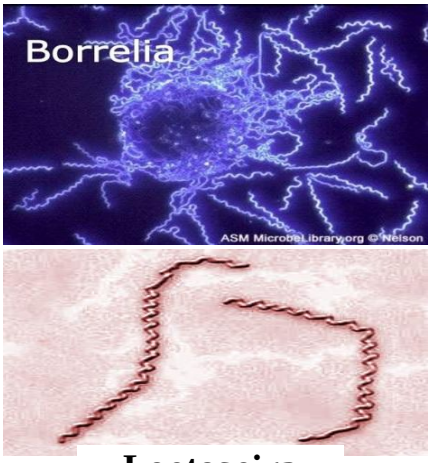
أما تجمع العصيات فيكون بالأشكال الآتية:

- منفردة Bacilli مثل العصية التيفية سالبة غرام *Salmonella typhi* التي تسبب مرض التيفوئيد.
- مزدوجة Diplobacilli مثل الكليبسلة الرئوية.
- عِقدية بشكل السبحة (سلسلية) Streptobacilli مثل عصيات الجمرة.
- مجتمعة بشكل أحرف صينية (هراوة) مثل الوتدية الخناقية.
- مجتمعة بشكل حزمة مثل عصيات الجُذام.
- مجتمعة بشكل ريشي مثل عصيات السل.

ومن الجراثيم العصوية إيجابية غرام المسببة للأمراض جراثيم *Clostridium botulinum* التي تفرز سموم Botulism وجراثيم *Clostridium tetani* التي تسبب مرض الكزاز وجراثيم *Shigella dysenteriae* التي تسبب مرض الزحار.

3.1- الملتويات الحلزونية Spirals:

تبدو كالخيط الملتوي أو كالنابض الحلزوني تختلف في أطوالها وتتألف إما من قطعة واحدة من النابض فتأخذ شكل الضمة تمتلك سوط قطبي واحد، أو تكون مؤلفة من 15 أو أكثر من قطع النابض، وتكون متحركة على الأغلب وفق محور رئيس تمتلك سياطاً موزعة على قطبي الخلية وهي على عدة أشكال:



Leptospira

- البورليات Borrelia مثل البورلية الراجعة.
- البريميات Leptospira مثل بريمية اليرقان النزفي.
- اللولبيات Treponema مثل اللولبيات الشاحبة.
- الملويات Spirochaete.

4.1- الجراثيم الشعاعية Actinobacteria:

هي جراثيم خيطية توجد في صورة خيوط متفرعة بأنماط عديدة حتى في الجنس الواحد، وكان يطلق عليها اسم الفطريات الشعاعية Actinomycetes، وكانت تُصنّف مع الفطريات. توجد عادة في التربة وتستغل في إنتاج المضادات الحيوية.

إن هذه الأشكال السابقة ليست ثابتة ويمكن أن تتغير بحسب وجود الجراثيم في العضوية الحية، أو في المستنبتات الزراعية وبحسب تركيب هذه المستنبتات وعمرها لذلك عند وصف الجراثيم لتحديد شكلها الخارجي لابد أن تكون مأخوذة من مستنبت حديث العمر (24 ساعة) ومن وسط ملائم للجراثيم. هناك جراثيم لا تنتمي للمجموعات السابقة مثل الركتسيات Rickettsiaceae، والمتدثرات (الكلاميديا Chlamydiaceae)، والمفطورات (الميكوبلاست Mycoplasma) تظهر في أشكال كروية أو خيطية.

2- التقسيم المعتمد على صبغة الجراثيم: أ- جراثيم موجبة الغرام. ب- جراثيم سالبة الغرام. أمثلة:

1- جراثيم كروية موجبة الغرام تأخذ شكل العنقود (الجراثيم العنقودية) التي تسبب الدمامل والتقيحات، كما تسبب التسمم الغذائي أحياناً.

2- جراثيم كروية موجبة الغرام تأخذ شكل السبحة التي تسبب التهاب الزور أو الحلق.

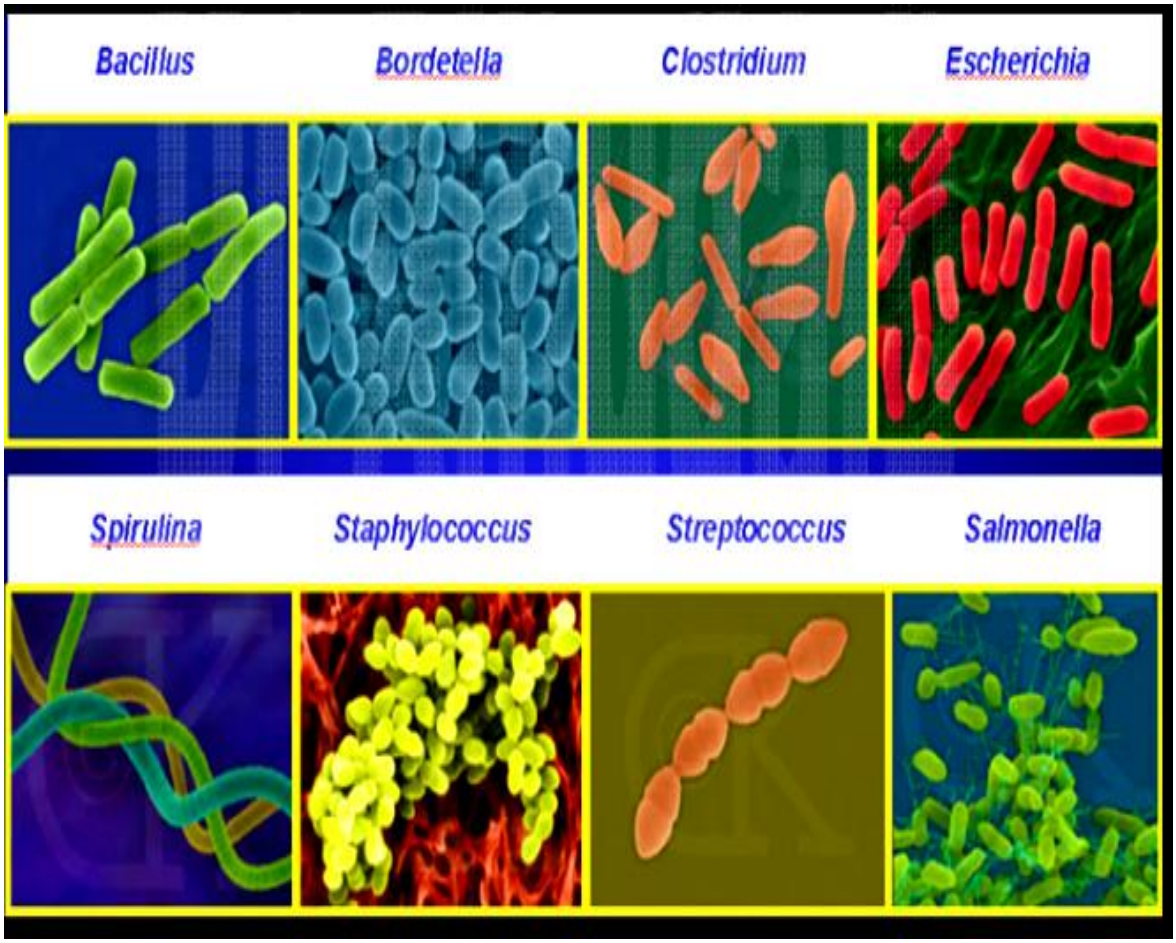
3- جراثيم كرويه موجبة الغرام ثنائية دائماً (جراثيم النيموكوس) التي تسبب الالتهاب الرئوي والتهاب السحايا او التهابات الأذن الوسطى.

4- جراثيم عصوية موجبة الغرام غير متبوغة (جراثيم الدفتيريا) تسبب التهاب في البلعوم واللوزتين.

5- جراثيم عصوية موجبة الغرام متبوغة (جراثيم الكوليستريديا) التي تحدث مرض الغرغرينا ومرض التيتانوس أو الكزاز، وتحدث أحياناً تسمماً غذائياً.

6- جراثيم كروية سالبة الغرام ثنائية دائماً (جراثيم السيلان)، وقد تسبب التهاب ملتحمة العين.

7- جراثيم عصوية سالبة الغرام (الشيغلا) التي تسبب الدوسنتاريا، و(الليستيريا) التي تسبب الطاعون، و(السلمونيلا) التي تسبب التفوئيد (الشكل 3-6).



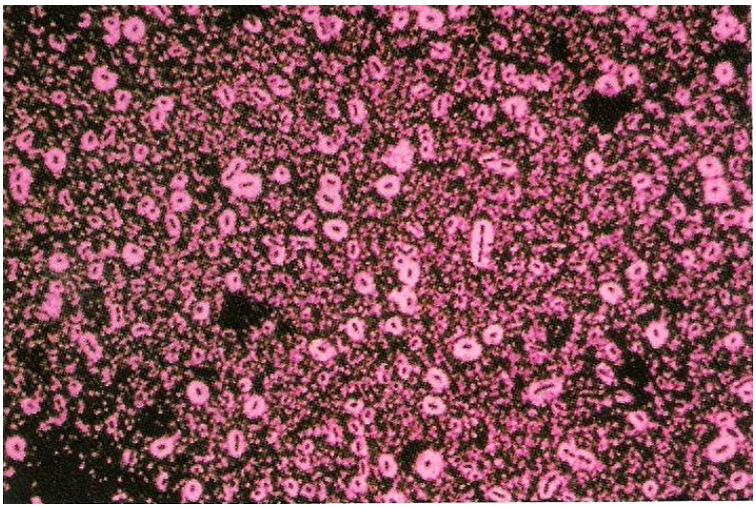
الشكل (3-6): أهم أنواع وأشكال الجراثيم

ثانياً- تراكيب الخلية الجرثومية:

2-1- التراكيب الدقيقة الخارجية: المحفظة – السياط – الأوبار.

- **المحفظة الجرثومية Capsule:**

عبارة عن مادة لزجة تتركب من ببتيدات متعددة أو سكريات متعددة أو كلاهما تقع خارج الجدار الخلوي ومرتبطة فيه تصنع داخل الخلية وتفرز خارجها لتحيط الخلايا في بعض أنواع الجراثيم وتظهر كهالة شفافة حول الخلية عند صبغها (الشكل 3-7).



الشكل (3-7) المحفظة بعد التلوين بالحبر الصيني عند جراثيم *Klebsiella*

وظائف المحفظة الجرثومية هي:

1- تحمي الخلية الجرثومية من الجفاف المؤقت لاحتفاظها بالماء حيث تتكون من 98 % ماء.

2- تحمي الخلية من العوامل الضارة مثل العاثيات والمضادات الحيوية والإنزيمات.

3- تساعد الجراثيم في إحداث المرض، وتعيق بلعمتها من كريات الدم البيضاء.

4- تستخدم كوسيلة للالتصاق مثل الجراثيم السبحية *Streptococcus mutans* التي تلتصق بسطح السن تسبب تسوس الأسنان

5- تستخدم كمصدر غذائي عند الحاجة لأنها تحوي ببتيدات متعددة وسكريات متعددة، وتستخدم في صناعة المنتجات اللبنية حيث تعطيها القوام اللزج.

- **السياط (حركة الجراثيم):**

هي زوائد شعرية خيطية رقيقة طويلة يتراوح قطرها بين 10- 20 نانومتر، وطولها بين 3- 15 ميكرون تقع خلف الجدار الخلوي تتركب من بروتين فلاجلين تساعد على الحركة إلى الأمام أو الخلف

لها خاصية الانجذاب (الكيميائي والضوئي) فعند وجود مادة كيميائية مرغوبة في البيئة التي تعيش فيها الجراثيم فإنها تتحرك إليها أما إذا كانت سامة فتبتعد عنها، وبعض الجراثيم الممثلة للضوء تحتاج للضوء وتتجه إليه أما الجراثيم غير الممثلة للضوء لا تحتاج للضوء وتبتعد عنه. تستطيع الجراثيم أن تتحسس المواد والتعرف عليها عندما ترتبط المادة الكيميائية مع البروتين المستقبل الموجود على الجدار وبالتالي تحدد تركيزها وتحدد إذا كانت مفيدة أو ضارة وهكذا تحدد اتجاه حركتها.

إن عدد السياط وطولها وموقعها في الخلية يختلف من نوع لآخر ويُستفاد من هذا الاختلاف في تقسيم الجراثيم والتعرف عليها وقد قُسمت الجراثيم حسب توزيع السياط إلى ما يلي:

1- أحادية السوط: وجود سوط واحد على أحد قطبي الخلية

2- ثنائية السوط: وجود سوط واحد على كل قطب من قطبي الخلية

3- عُرفي السوط: وجود سوطين أو أكثر على أحد قطبي الخلية أو كلاهما

4- محيطي السوط: وجود سياط حول الخلية من جميع الجهات

هناك نموذجان للحركة عند الجراثيم حركة حقيقية بوساطة السياط (سباحة)، والحركة الانزلاقية التي تتحقق على السطوح الصلبة بوساطة حركتها الموجية أثناء تقلصها. يمكن أن تظهر السياط في أحد أطوار حياة الخلية ويمكن أن تعيش الخلايا بدون السياط.

- **الأوبار (زوائد بيلي Pili):**

زوائد شعرية رقيقة وقصيرة أقصر من السياط تتركب من بروتين البيلين نميز فيها نوعين اعتيادية وجنسية. توجد الأوبار الاعتيادية عموماً عند الجراثيم سالبة غرام مثل *E. coli*، ولا تساعد الأوبار على الحركة لأنها توجد في الجراثيم المتحركة وغير المتحركة إنما تساعد الجراثيم على الالتصاق بالأسطح وببعض الأنسجة أو الالتصاق مع بعضها لتشكل أغشية على أسطح الأوساط السائلة. تستخدم الأوبار الجنسية في عملية التزاوج حيث تحوي في وسطها قناة تمر من خلالها المادة الوراثية وهي أقل عدداً وأكثر طولاً من الأوبار الاعتيادية وتوجد عند الجراثيم الذكرية (مانحة DNA) التي يرمز لها بالرمز F^+ (الحرف F يرمز إلى عامل الخصوبة Fertility factor).

2.2- الجدار الخلوي:

هو جدار شبه صلب معقد التركيب يحيط بالغشاء البلازمي يوجد في كل الجراثيم ماعدا المايكوبلازما Mycoplasma له تركيب كيميائي خاص بالجراثيم فقط يحدد شكل الخلية، ويحميها من

المؤثرات الخارجية، ويساعد في إحداث المرض فهو يعتبر المكان الذي تستهدفه المضادات الحيوية، وهو عبارة عن بنية خارج الغشاء السيتوبلاسمي متعددة الطبقات ذات مسام نفوذة للمواد ذات الوزن الجزيئي المنخفض تتراوح سماكة الجدار الخلوي بين 0.01 – 0.04 ميكرون، وتخترق الجدار شبكة من القنوات الدقيقة ويتصل مع الغشاء السيتوبلاسمي بوساطة أنابيب دقيقة (جسور). ترتبط بطبيعة الجدار الخلوي الاستجابة لصبغة غرام.

- **وظيفة الجدار الخلوي عند الجراثيم:**

1- يعطي الخلية الجرثومية شكلها المحدد بسبب صلابته وقوته.

2- يحفظ الخلية من التأثيرات الخارجية ومن الانفجار والتحلل نتيجة الضغط الحلولي داخل الخلية.

3- يكون بمثابة غربال يمنع دخول الجزيئات الكبيرة ويسمح بمرور الصغيرة والعناصر الغذائية.

4- يقوم بدور مهم في انقسام الخلية الجرثومية.

5- يساعد في دعم السياط.

تتكون الطبقة الداخلية من الجدار الخلوي من مركب عديد السكريات الببتيدية يدعى الببتيدوغليكان Peptidoglycan أو المورين Murein، وهو عبارة عن جزيء متماثر غير متجانس يتألف من نوعين من السكريات الأمينية هما N- أستيل غلوكوز أمين *N-acetyl glucose amine* وN- أستيل حمض المورواميك *N-acetyl muramic acid* وهما مرتبطان مع بعض برابطة غلوكوسيدية، وهذه السلاسل غير المتفرعة تشكل أساس المورين (الطبقة المرنة في الجدار الخلوي)، ويتحد حمض المورواميك بوساطة مجموعة الكربوكسيل بروابط ببتيدية مع الحموض الأمينية التالية: L- ألانين وD- ألانين وD- حمض الغلوتاميك وميزو دي أمينو حمض البيماليك أو L- لايسين. يشكل السكران مع السلسلة الأمينية المرتبطة معهما وحدة ببتيدوغليكان التي ترتبط مع وحدة ببتيدوغليكان ثانية في سلسلة مجاورة بوساطة رابطة عرضية ببتيدية مكونة من عدد من الأحماض الأمينية، وفي الأنواع المختلفة من الجراثيم يختلف الجدار بشكل بسيط من حيث السماكة والتركيب، وهذا الاختلاف مهم في تصنيف الجراثيم. تعتبر شبكة المورين هيكلاً أساسياً للجدار الخلوي توضع فيها البروتينات والسكريات المتعددة وحمض التيكويك Techoic acid (بوليمير) الذي يرتبط بالببتيدوغليكان بروابط تساهمية ويمتد للخارج على سطح الجدار الخلوي، وتجدر الإشارة إلى أنّ حمض التيكويك يوجد فقط في جدار الجراثيم موجبة غرام.

- **الجدار الخلوي في الجراثيم الموجبة لصبغة غرام:**

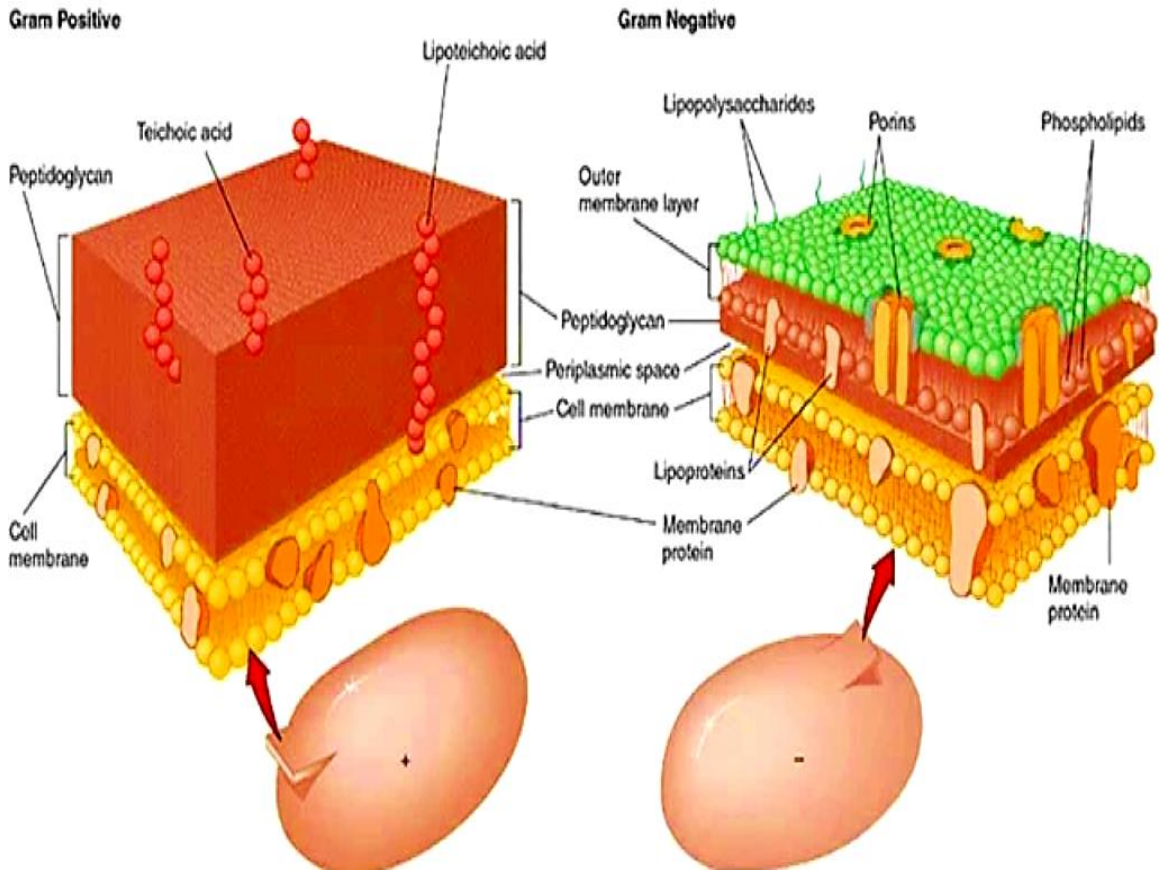
تحاط كل الجراثيم تقريبا بجدار خلوي يتضمن بوليميرات معقدة من الببتيدوغليكان وهي مسؤولة بشكل رئيسي عن قوة هذا الجدار فهو متجانس سميك يتراوح بين 30 و300 نانومتر، وحسب نوعية الببتيدوغليكان في جدار الخلية تستطيع بعض الجراثيم الاتحاد مع صبغات محددة مثل بنفسجي الجنسيان تعرف بأنها ايجابية الغرام، وتلك التي لا تتحد مع هذه الصبغات تعرف على أنها سلبية الغرام، فقد ضبط الطبيب الدنماركي غرام طريقة لصبغ الجراثيم سميت باسمه في عام 1884م فالجراثيم التي تتلون بالصبغة سميت موجبة غرام، ويتكون جدارها من طبقتين طبقة رقيقة من أحماض التيكويك، وطبقة سميكة من الببتيدوغليكان ويتركب من عدة سلاسل تعطي الصلابة للجدار كل منها تتركب من: N. acetyl glucose amine + N. acetyl muramic acid أي أنّ جدار الجراثيم موجبة غرام يتألف من عدة طبقات من شبكة المورين، بينما يتألف جدار الخلايا الجرثومية سالبة غرام من طبقة واحدة من شبكة المورين. يستطيع البنسلين وقف نمو الجراثيم موجبة غرام وبعض الجراثيم سالبة غرام بسبب قدرته على منع إدخال السلاسل الببتيدية في الهيكل الموريني وتتجلى قدرته في تأثيره على الخلايا النامية أما الخلايا تامة النمو فلا يؤثر البنسلين فيها.

- **الجدار الخلوي في الجراثيم السالبة لصبغة غرام:**

الجدار صغير السماكة يتراوح بين 20 و30 نانومتر يتكون من طبقة رقيقة من الببتيدوغليكان تتشكل تحت الغشاء الخارجي، وطبقة سميكة تدعى الغشاء الخارجي تحميها من البلعمة والمضادات الحيوية والمواد الكيميائية، ويرتبط الغشاء الخارجي مع طبقة الببتيدوغليكان بوساطة بروتينات دهنية، ويحتوي الغشاء الخارجي على نسبة دهون تتراوح بين 11 – 22 % من وزن الخلية الجاف وذلك بعكس الجراثيم موجبة غرام التي تحتوي على نسبة قليلة بين 0 – 3 %، والجدار الخلوي عبارة عن بنية مضاعفة غير متناظرة مكونة من سكريات دهنية متعددة (Lipopolysaccharide (LPS تقع على الوجه الخارجي للغشاء، ودهون فوسفورية على الوجه الداخلي بالإضافة إلى بروتينات دهنية Lipoprotein وبروتينات تشكل وحدات تدعى البورينات Porins ترتكز على طبقة الببتيدوغليكان، وتشكل أقنية يتم عبرها نقل الجزيئات ذات الوزن الجزيئي المنخفض المحبة للماء كالمواد الغذائية. يمنع الغشاء الخارجي تسرب الإنزيمات المهمة التي توجد في الفراغ بين الغشاء السيتوبلاسمي وطبقة الببتيدوغليكان ويدعى الفراغ حول البلازمي Periplasmic space، ويشكل الغشاء الخارجي أيضاً

حاجزاً للمواد الكيميائية وبعض المضادات الحيوية كالبنسلين والإنزيمات الخارجية التي يمكن أن تضر أو تدمر الخلية الجرثومية.

تعتبر جزيئات السكريات الدهنية المتعددة LPS سامة للإنسان والحيوان وتُميّز الجراثيم سلبية الغرام حيث إذا تحلل هذا الغشاء في جسم الإنسان يعطي تأثيرات سمية أطلق عليه اسم الذيفان الداخلي (endotoxins) أو مولد الحرارة Pyrogen، وهي مسؤولة عن الآليات الحيوية المتعلقة بالامراضية والأخماج التي تسببها الجراثيم سالبة غرام -G كتفعيل البالعات. الجراثيم سلبية الغرام دائماً سمية لأنها تحوي في تركيبها الغشاء الخارجي الذي يعطي التأثيرات السمية عند تحلله، أما إيجابية الغرام فقد تكون سمية وقد لا تكون كذلك تبعاً لقدرتها على إنتاج الذيفانات الخارجية Exotoxin، وبعض الصادات الحيوية تؤثر على سلبية الغرام ولا تؤثر على إيجابية الغرام (الشكل 3-8) و(الجدول 3-1).



الشكل (3-8) الجدار الخلوي في الجراثيم السالبة والموجبة لصبغة غرام.

الجدول (3-1) الاختلافات الأساسية بين الجراثيم موجبة غرام والجراثيم سالبة غرام

الجدار الخلوي للجراثيم موجبة غرام	الجدار الخلوي للجراثيم سالبة غرام
مدموج Compact	أقل اندماجاً Less compact
يتكون كلياً من السكريات الببتيدية (الببتيدوغليكان) بنسبة 40 – 50 %	كمية الببتيدوغليكان قليلة بنسبة 5 – 10 %
يحتوي حمض التيكويك Teichoic	لا يحتوي حمض Teichoic
يحتوي حمض Lipoteichoic	لا يحتوي حمض Lipoteichoic
نسبة الدهون 0 – 3 %	نسبة الدهون 10 – 20 %
يحتوي بروتين سطحي ولا يوجد بروتينات دهنية ونسبة البروتين 10 %	يحتوي على طبقة خارجية تتكون من: سكر دهني متعدد Lipoprohysaccharide بروتين دهني Lipoprotein دهون فسفورية Phospholipid نسبة البروتين 60 %

- **الأشكال الناتجة عن تحطم الجدار الخلوي:**

يتأثر الجدار الخلوي البكتيري بعدد من المضادات الحيوية أشهرها البنسلين Penicillin، وعدد من المطهرات والإنزيمات الحالة Lyses enzymes أشهرها الليزوزيم Lysosyme، لذلك عندما توضع الخلية البكتيرية في محلول يحتوي البنسلين أو الليزوزيم تعطي الآتي:

1- **البروتوبلاست Protoplast:** عبارة عن جراثيم كروية موجبة غرام Gram +ve فقدت جدارها الخلوي كلياً أو جزئياً بواسطة البنسلين أو الليزوزيم.

2- **السفيروبلاست Spheroplast:** عبارة عن جراثيم سالبة غرام Gram -ve فقدت جدارها الخلوي جزئياً بواسطة البنسلين أو الليزوزيم لأن الجدار الخارجي لا يزول كلياً.

3- **أشكال L. (L-Forms):** عبارة عن خلايا جرثومية ينقصها الجدار الخلوي لكنها قادرة على الانقسام والتكاثر، ويمكن أن تكون نشطة تحدث المرض إذا وجدت الظروف الملائمة لنموها

خصوصاً الوسط الغذائي، وقد تم اكتشاف هذه الجراثيم في معهد ليستر بإنكلترا عام 1935م لذلك أطلق عليها اسم الشكل اللامي.

4- **المايكوبلازما Mycoplasma:** هي جراثيم صغيرة عديمة الجدار لعدم قدرتها على تركيب حمض المورامیك أو حمض دي أمينو بيميليك ولها أشكال مختلفة تكون أحياناً بشكل سلاسل من أجزاء كروية وعندما تنفصل يكوّن كل جزء خلية كروية مستقلة، وكان يُعتقد أن المايكوبلازما هي فيروسات بسبب صغر حجمها ومرورها من خلال المرشحات الجرثومية. تتطفل المايكوبلازما على الإنسان والحيوان والنبات مسببة لهم أمراضاً معدية، ومن أهم الأمراض التي تسببها الميكوبلازما في النبات هي مرض تقزم التوت وقلة إثمار الحمضيات.

انتهت المحاضرة