جَامعة المَنارة
MANARA UNIVERSITY

علم الأحياء الدقيقة

Microbiology

مدخل إلى عالم الاحياء الدقيقة

ظل عالم الأحياء زمناً طويلاً يقسم إلى نباتات وحيوانات، وبقيت الدراسة التفصيلية للأحياء الدقيقة متعسرة زمناً طويلاً بسبب غياب التقانة المجهرية المتطورة.

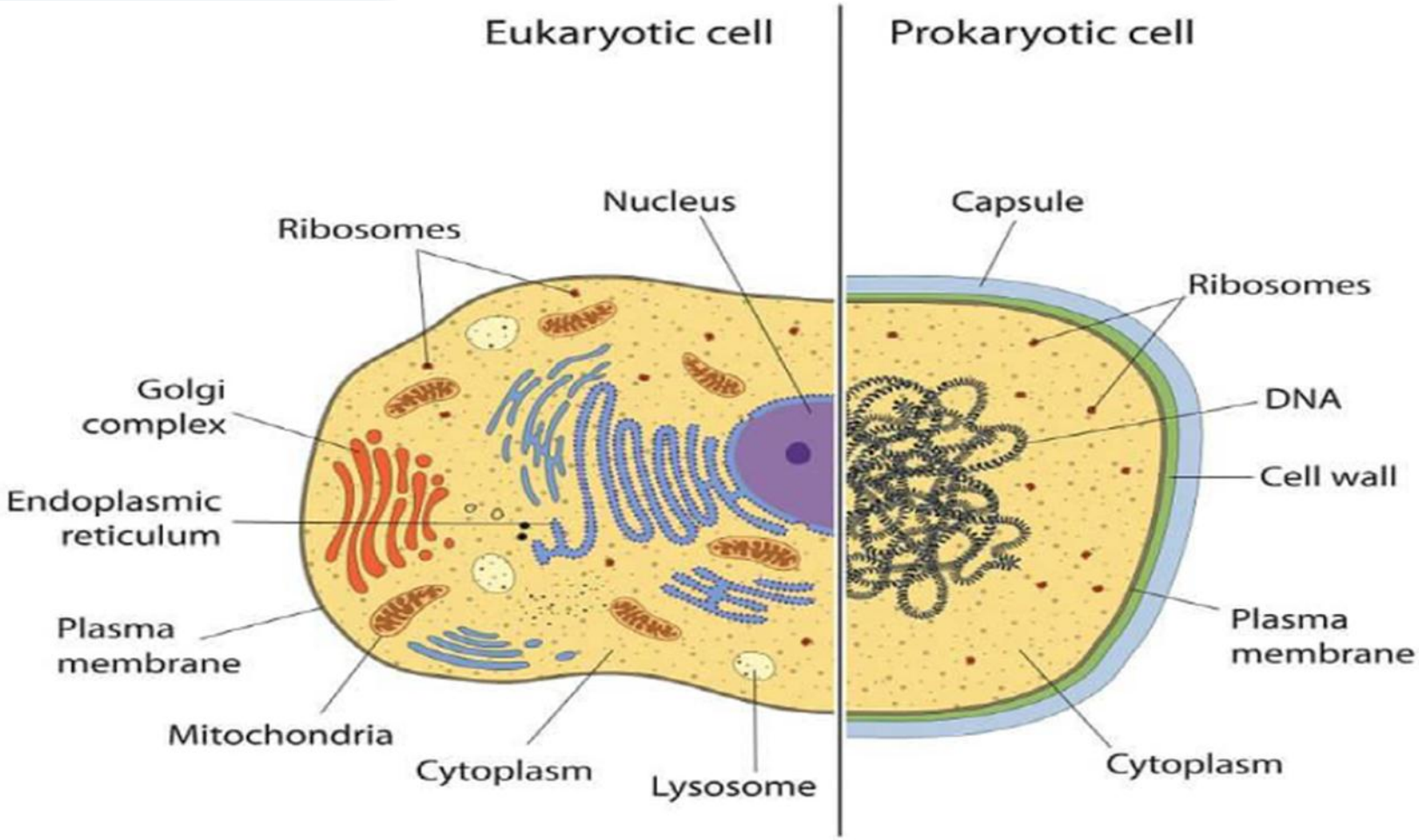
لكن النجاحات في تطور الفيزياء والكيمياء والالكترونيات دفعت إلى إنشاء تقانة مجهرية متطورة، مما سمح بدراسة البنيات الخلوية الجرثومية ووظائفها المستقلة.

إذ تؤدي الجراثيم ذات الخلايا المفردة جميع العمليات الحياتية الاساسية كالتغذية والتنفس والنمو والتكاثر مثل غيرها من الأحياء الأخرى. وسرعان ما أدرك الإنسان أن هذه الأحياء، التي تبدو بسيطة وضعيفة، تتصف بقوة مذهلة.

نشوء وتطور علم الأحياء الدقيقة:

- اكتشاف المجهر الضوئي Microscope عام 1674م من قبل العالم الهولندي أنطواني فان لوفنهوك Antony van Leeuwenhoek الذي لاحظ وجود كائنات حية دقيقة في عينات من المياه، الطين، اللعاب، بقايا الطعام على الأسنان.... باستخدام عدسات ذات تكبير 300X.
- دراسة معظم العوامل البكتيرية الممرضة للبشر بين عامي (1822 - 1895) من قبل العالم الفرنسي لويس باستور Louis Pasteur (المؤسس الحقيقي لعلم الجراثيم)، حيث أثبت النظرية الجرثومية للأمراض وعملية التخمر والبسترة.

- قدم العالم روبيرت كوخ Robert Koch الدليل المباشر على دور الجراثيم في إحداث المرض عند البشر، حيث كان له الفضل في وضع طرق العمل (عمليات العزل والزرع)، كما قام بعزل الجمرة الخبيثة والكوليرا وعصيات السل (التي سميت باسمه عصية كوخ).
- وضع الجراح الإنكليزي جوزيف ليستر Joseph Lister عام 1878 أسس التطهير واستخدام المعقمات لتطهير الجروح والأدوات الجراحية.
- ساعد ظهور المجهر الإلكتروني عام 1939 بين نوعين رئيسيين من الخلايا تبعاً لوجود أو غياب الغشاء النووي (حقيقيات وبدائيات النوى)، وعلى اكتشاف الفيروسات والبريونات.

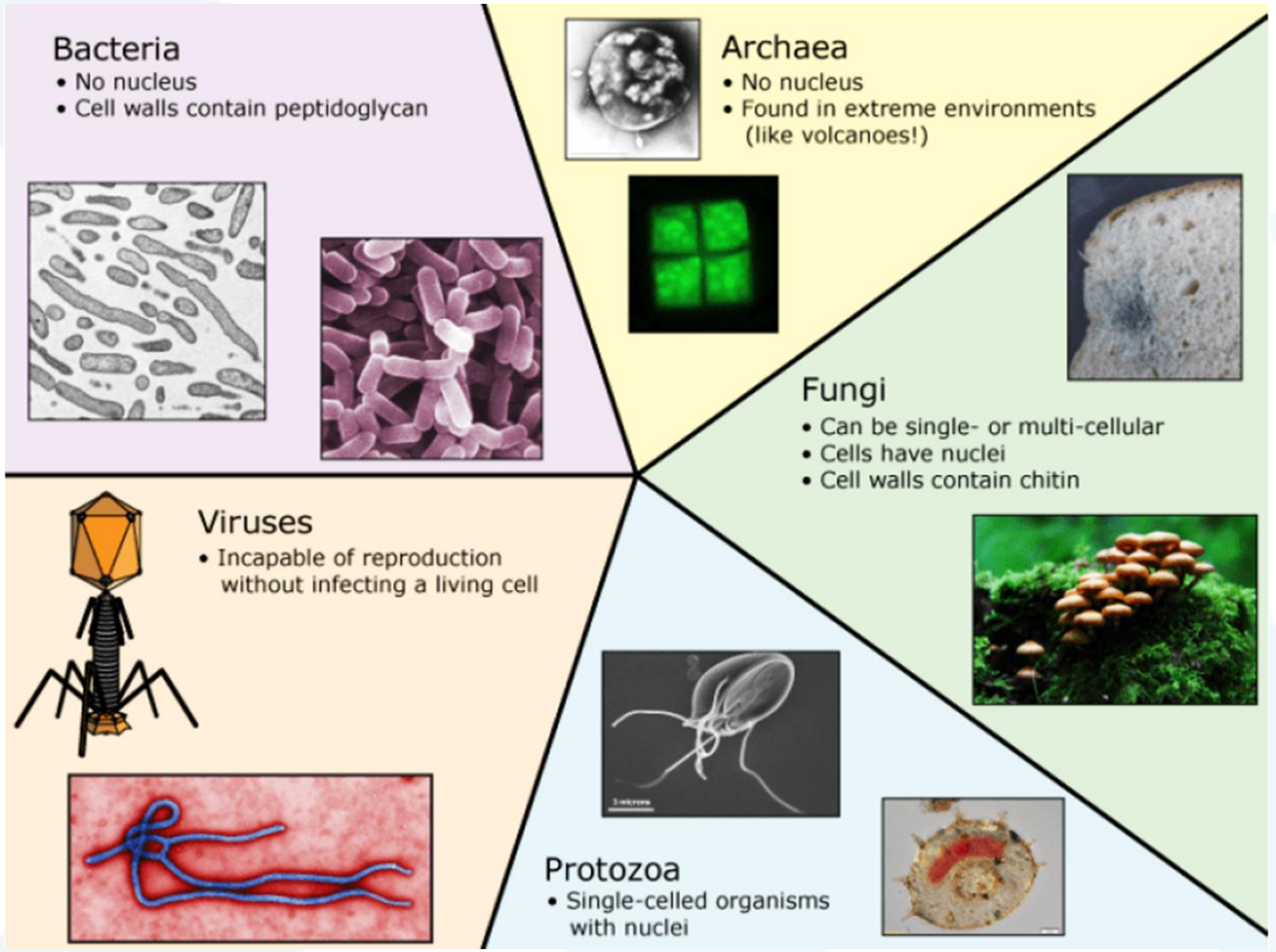

Eukaryotic cell
Prokaryotic cell
Ribosomes
Nucleus
Golgi complex
Endoplasmic reticulum
Plasma membrane
Mitochondria
Cytoplasm
Lysosome
Capsule
Ribosomes
DNA
Cell wall
Plasma membrane
Cytoplasm

	حقيقية النواة	بدائية النواة
١ ـ النواة	تحتوي على انوية حقيقية	لا تحتوي على انوية حقيقية
٢ ـ الغشاء النووي	يوجد	لا يوجد
٣ ـ وجود الـ DNA	في النواة	في السيتوبلازم
٤ ـ العضيات الخلوية	يوجد عضيات محاطة بأغشية	لا يوجد عضيات محاطة بأغشية
٥ ـ الحجم	أكبر من البدائيات	أصغر من حقيقية النواة
٦ ـ أمثلة	معظم المخلوقات الحية ـ بعض الطحالب ـ الخميرة	معظم وحيدة الخلية كالبكتيريا

علم الأحياء الدقيقة Microbiology: العلم الذي يهتم بدراسة الكائنات الحية المجهرية (الميكروبات Microorganisms) التي لا ترى بالعين المجردة.

Microorganisms: كائنات حية مجهرية باستثناء بعض الطفيليات كالديدان التي قد يصل طولها عدة أمتار، تكون غالباً كائنات وحيدة الخلية، وقد تكون:

- حقيقيات النوى: الفطريات ، العفن، الطحالب، الخمائر، الأوالي الحيوانية كالطفيليات.
- بدائيات النوى : البكتيريا.
- لا خلوية: الفيروسات والبريونات.


Bacteria
• No nucleus
• Cell walls contain peptidoglycan
Archaea
• No nucleus
• Found in extreme environments (like volcanoes!)
Fungi
• Can be single- or multi-cellular
• Cells have nuclei
• Cell walls contain chitin
Viruses
• Incapable of reproduction without infecting a living cell
Protozoa
• Single-celled organisms with nuclei

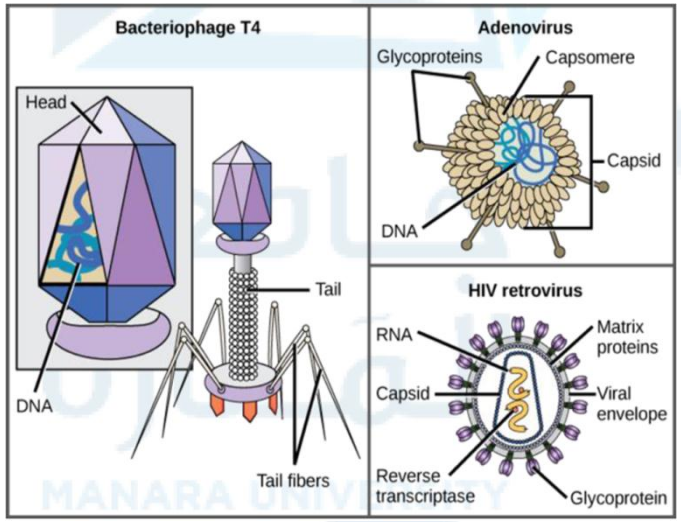
تصنيف الأحياء الدقيقة الممرضة للإنسان:

I. الأحياء الدقيقة الاخلوية: وتشمل الفيروسات والبريونات

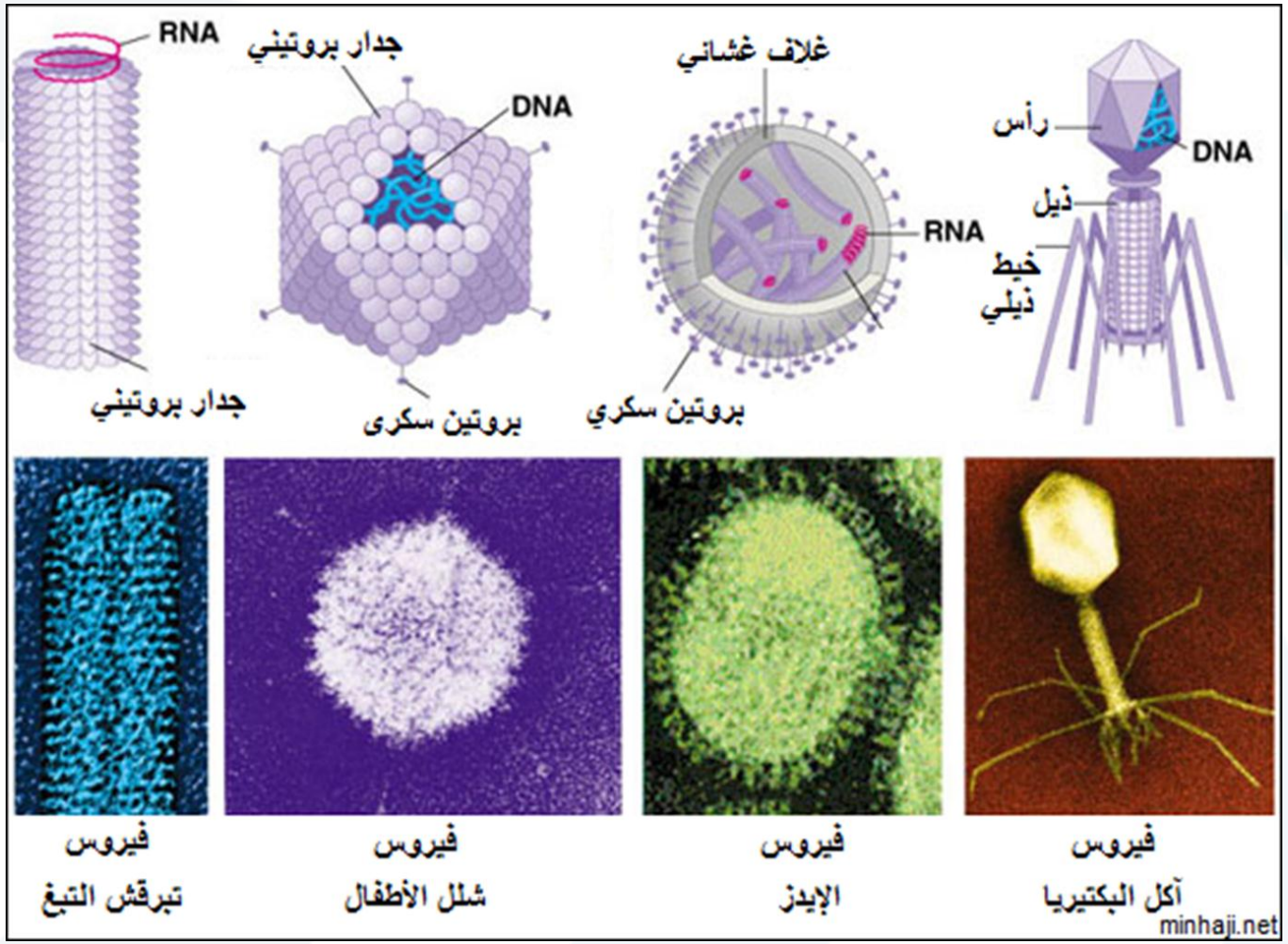
II. الأحياء الدقيقة الخلوية: وتشمل البكتيريا والفطور والطفيليات.

I. الأحياء الدقيقة اللاخلوية: وتشمل الفيروسات والبريونات

a. الفيروسات Viruses:



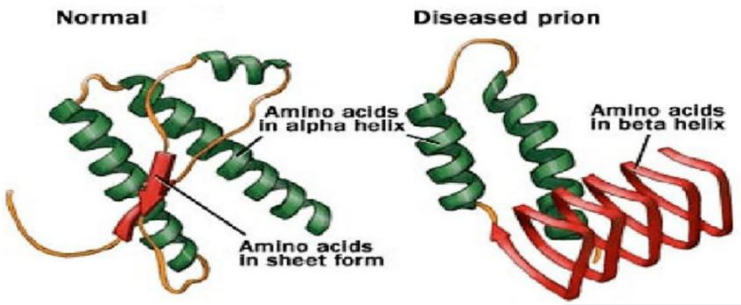
- متطفلات داخل خلوية بشكل إجباري.
- تتراوح أبعادها بين 20 - 400 نانومتر.
- تحوي حمض نووي إما DNA أو RNA مع بروتين.
- يكون بعضها محاطاً بغلاف خارجي (مادة شحمية بروتينية).
- تحتاج إلى مكتنفات الخلية المضيفة من أجل التكاثر والاستمرار.
- هناك فيروسات تدعى الفيروسات البكتيرية أو الفيروسات العاثية Bacteriophage إذا كان لديها مضيف بكتيري مثال: عاثيات الكولي فاج Coliphages التي تصيب بكتيريا الإيشيرشيا القولونية E.coli.


RNA
جدار بروتيني
جدار بروتيني
DNA
بروتين سكرى
غلاف غشائي
RNA
بروتين سكري
رأس
DNA
ذيل
خيط ذيلي
فيروس تبرقش التبغ
فيروس شلل الأطفال
فيروس الإيدز
فيروس آكل البكتيريا
minhaji.net

جَـامعة
المَـنارة

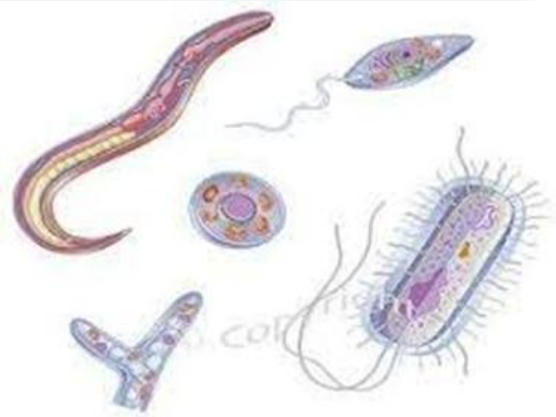
b. البريونات Prions:

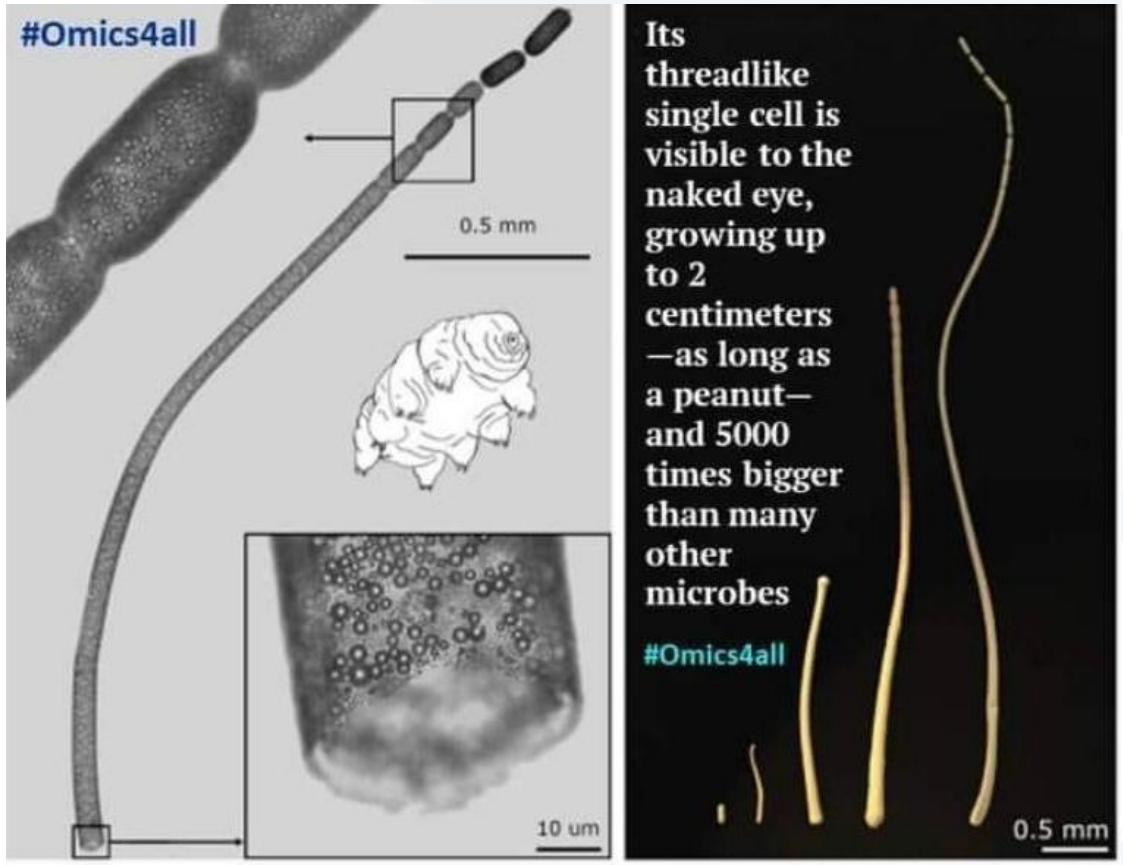
- جزيئات بروتينية خيطية معدية قابلة للانتقال.
- مكونة من بروتين فقط (كابسيد فقط ولا تحوي حمض نووي) ومقاومة للأنزيمات.
- توجد بشكل طبيعي وغير ضار في جميع أغشية الثديات.
- تتجلى وظيفتها بنقل الأيونات عبر أغشية الخلايا، وعندما يتغير بناء البروتين يصبح مضر ومسبب للمرض.
- تسبب مرض سكرابي Scrapie (داء يصيب الجهاز العصبي المركزي للخراف CNS)، وداء جنون البقر. وقد تصيب الإنسان مسببةً أمراضاً خطيرة متعلقة بالجهاز العصبي المركزي.

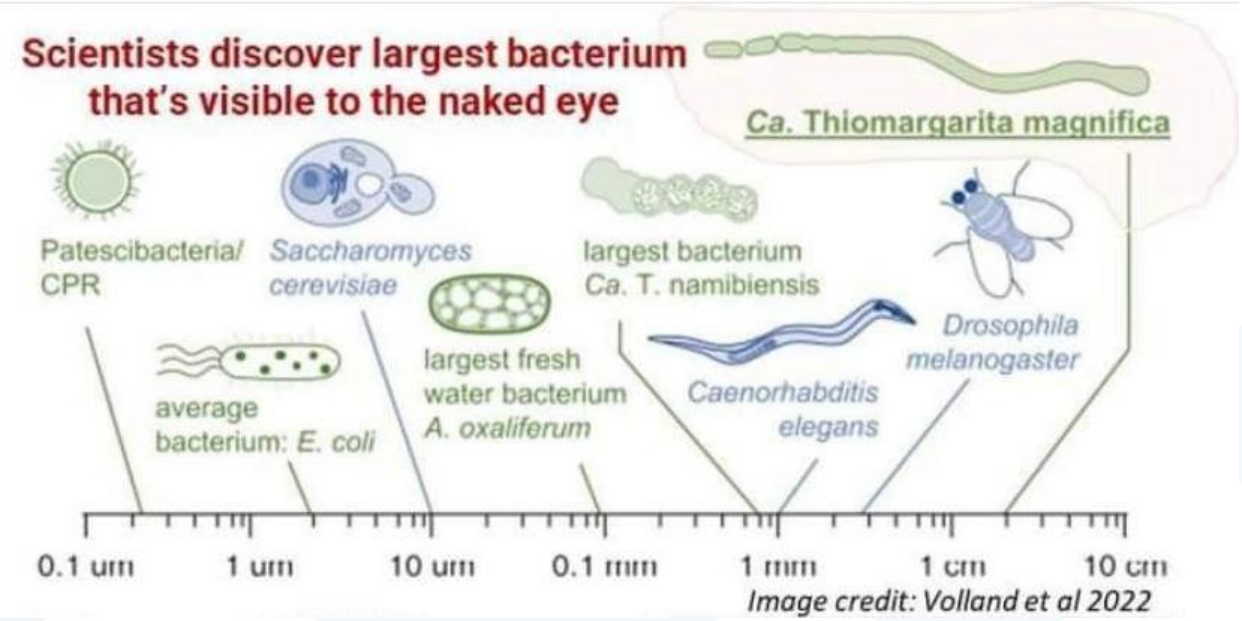


II. **لأحياء الدقيقة الخلوية:** وتشمل البكتيريا والفطور والطفيليات.

البكتيريا Bacteria	الفطور Fungi	الأوالي Protozoe (الطفيليات Parasities)
بدائية النوى	حقيقية النوى	حقيقية النوى
وحيدة الخلية	بعضها وحيد الخلية: الخمائر بعضها كثيرات الخلايا: العفن	بعضها وحيد الخلية: الأوالي بعضها كثيرات الخلايا: الديدان والحشرات
أبعادها 0.5 – 51 ميكرون	أبعادها 5 – 100 ميكرون	وحيدات الخلايا: أبعادها بالميكرون ولا ترى بالعين المجردة. كثيرات الخلايا: أبعادها عدة ميليميترات إلى عدة أمتار.




#Omics4all
0.5 mm
10 um
Its threadlike single cell is visible to the naked eye, growing up to 2 centimeters —as long as a peanut— and 5000 times bigger than many other microbes
#Omics4all
0.5 mm


Scientists discover largest bacterium that's visible to the naked eye
Ca. Thiomargarita magnifica
Patescibacteria/ CPR
Saccharomyces cerevisiae
largest bacterium Ca. T. namibiensis
Drosophila melanogaster
average bacterium: E. coli
largest fresh water bacterium A. oxaliferum
Caenorhabditis elegans
0.1 um
1 um
10 um
0.1 mm
1 mm
1 cm
10 cm
Image credit: Volland et al 2022

الجراثيم Bacteria

- يدعى العلم الذي يدرس الجراثيم Bacteriology.
- الجراثيم كائنات حية دقيقة وحيدة الخلية Unicellular لا ترى بالعين المجردة ويمكن رؤيتها بالمجهر الضوئي.
- توجد في الهواء والماء والتربة وعلى الجلد وفي الفوهات الطبيعية للإنسان والحيوان.
- تنتشر في كافة أنحاء الأرض فقد تعيش في المناطق الجليدية والينابيع الساخنة وفي أعماق البحار والمحيطات.

الجراثيم Bacteria

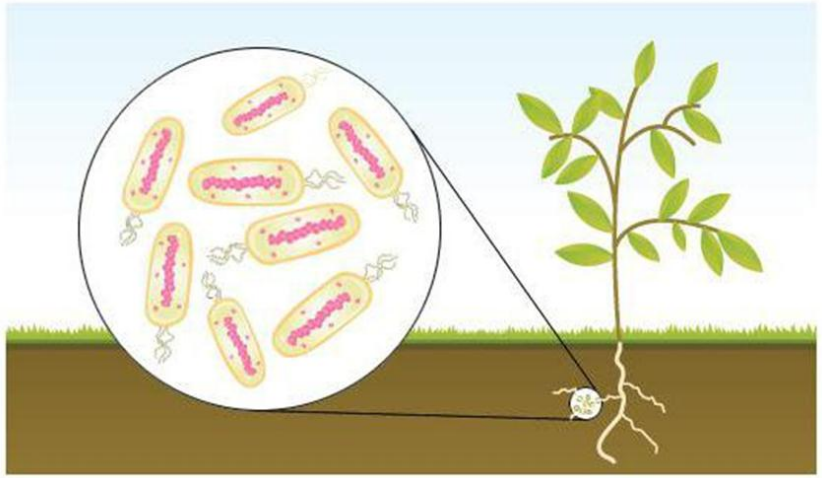
- على الرغم أن بعضها يسبب الأمراض للإنسان والحيوان والنبات، إلا أن لها **أهمية اقتصادية كبيرة في الحياة**

تتجلى بما يلي:

- **في الطبيعة:** تحلل الجراثيم المواد العضوية الميتة إلى مركبات بسيطة ممكن للنباتات للاستفادة منها واستخدامها لبناء مواد غذائية جديدة كالجراثيم التي تعيش على جذور النباتات البقولية تعمل على تثبيت نتروجين الهواء في التربة وتحوله إلى مواد مغذية تزيد من خصوبة التربة وزيادة الإنتاج، كما تخلصنا من معظم الفضلات والكائنات الميتة.

الجراثيم Bacteria

الجراثيم التي تعيش على جذور البقوليات



الجراثيم Bacteria

- **عند الإنسان والحيوان:** الجراثيم الموجودة في أجهزة الهضم للحيوانات المجترة لها القدرة على إفراز أنزيمات هاضمة تساعد الحيوان على هضم مادة السيللوز والاستفادة منها، أما في الإنسان تعمل على تعفين البراز في الكولون وبالتالي التخلص منها بسهولة. كما أن بعضها ينتج فيتامينات B12، K.

- **في الصناعة:** تستعمل في صناعة اللبن الرائب لأنها ضرورية لتحويل سكر الحليب إلى حمض اللبن الضروري لتخثر الحليب. كما تستعمل في صناعة دبغ الجلود، صناعة الخل، صناعة الألبان والأجبان والتبغ والمشروبات الكحولية وصناعة المضادات الحيوية.
- **في العلوم والأبحاث العلمية:** تستخدم بعض الجراثيم لإنتاج الأنسولين بتطبيق تقنيات البيولوجيا الجزيئية.

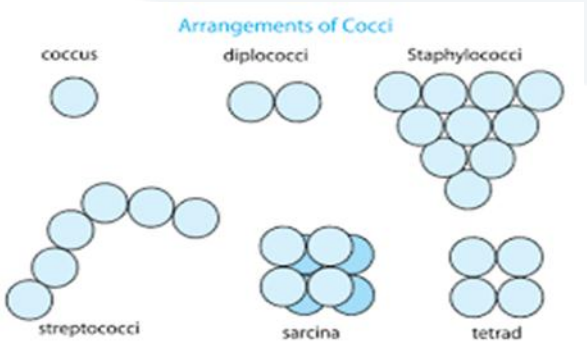
الجراثيم Bacteria

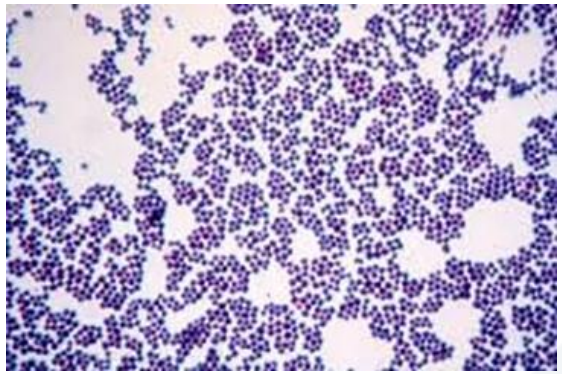
- يحتوي بعضها على بلاسميد (بنى جينية غير ضرورية).
- تتكاثر غالباً بالانشطار الثنائي.
- إما أن تعيش بوجود أوكسجين الهواء فتدعى Aerobic bacteria مثل عصيات الجمرة الخبيثة، أو لا تستطيع العيش بوجود الأوكسجين فتدعى جراثيم لا هوائية Anaerobic bacteria مثل جراثيم الكزاز، ومن الجراثيم ما يستطيع العيش بوجود الأوكسجين أو بدونه وتسمى جراثيم هوائية لا هوائية مخيرة Facultative.

الجمرة الخبيثة

- لا تحتوي على الكيتين والسيللوز، وإنما يوجد بدلاً منها حمض التيكوئيك.
- وجود مواد خاصة بالجراثيم مثل حمض المورامیك.
- أشكالها: المكورات Cocci والعصيات Bacillus والملتويات Spirochetes .
- أبعادها: تختلف أبعاد الخلية الجرثومية حسب النوع الجرثومي، حيث يتراوح قطر الجراثيم المكورة بين 0.5 – 1 ميكرون، والعصوية 3 – 5 ميكرون، اللولبيات حتى 50 ميكرون، وبالمقابل بعض الجراثيم لا يتجاوز طولها 0.2 ميكرون كالريكتسيا.

المكورات Cocci





- المكيرات Micrococci خلايا مفردة
- المزدوجات Diplococci
  - المكورات السحائية Meningococci: النيسيريات السحائية
  - المكورات البنية Gonococci: النيسرية البنية
  - المكورات الرئوية Penumococci: المكورة المزدوجة الرئوية
- العقديات Streptococci: Streptococcus lactis
- الرباعيات Tetracoci: Pediococcus
- الرزميات Sarcinae: Sarcina ventriculi
- العنقوديات Staphylococci: العنقودية الذهبية Staphylococcus aureus

أشكال الجراثيم

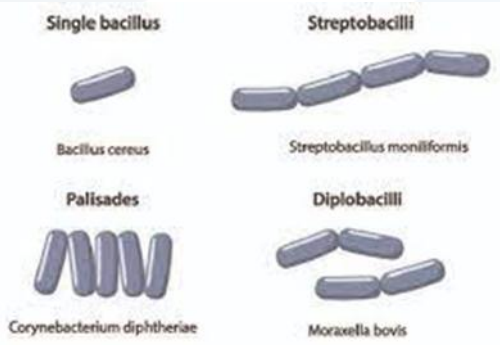
العصيات Bacilli

❖ ذات نهايات متباينة

- محدبة النهاية
- مبتورة النهاية
- ذات نهاية واحدة مدببة
- ذات نهايتين مؤنفتين
- في هيئة ضمات
- قصيرة جدا

❖ طريقة التجمع متباينة

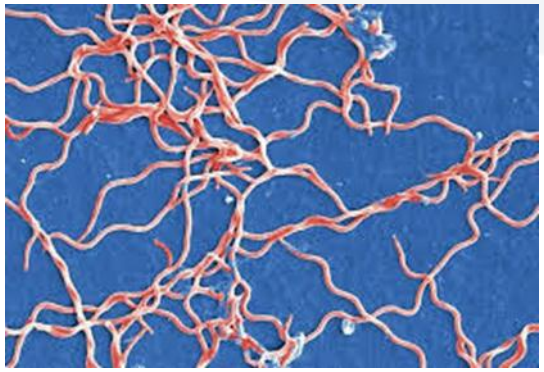
- مفردة
- مزدوجة
- مجتمعة بشكل عشوائي
- عقدية
- بهيئة أحرف اللغة الصينية أو كتل صغيرة
- بشكل حزمة

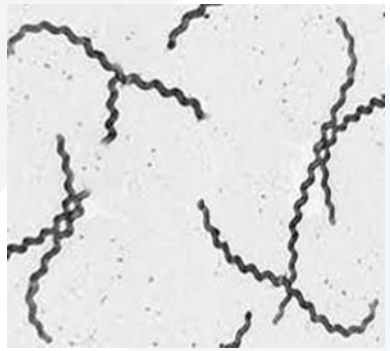


أشكال الجراثيم

- ❖ الحلزونيات Spirals
  - الحليزنة
  - الحليزنة المائية
- ❖ الملويات
  - الكريستيسبيرا
  - البورلية
  - اللولبية
  - البريمية

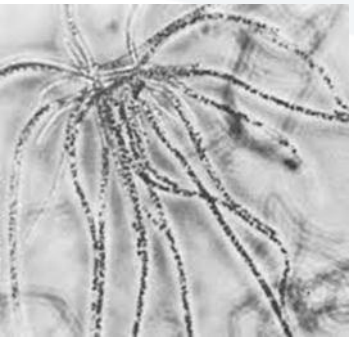
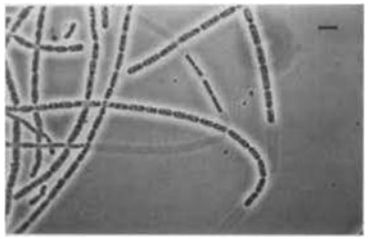
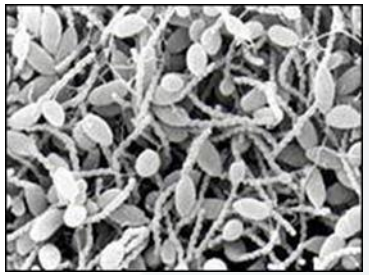
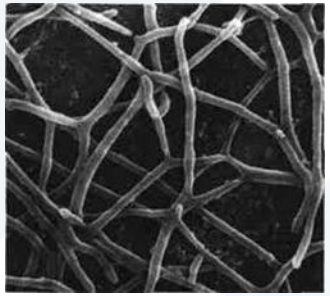
الحلزونيات Spirals

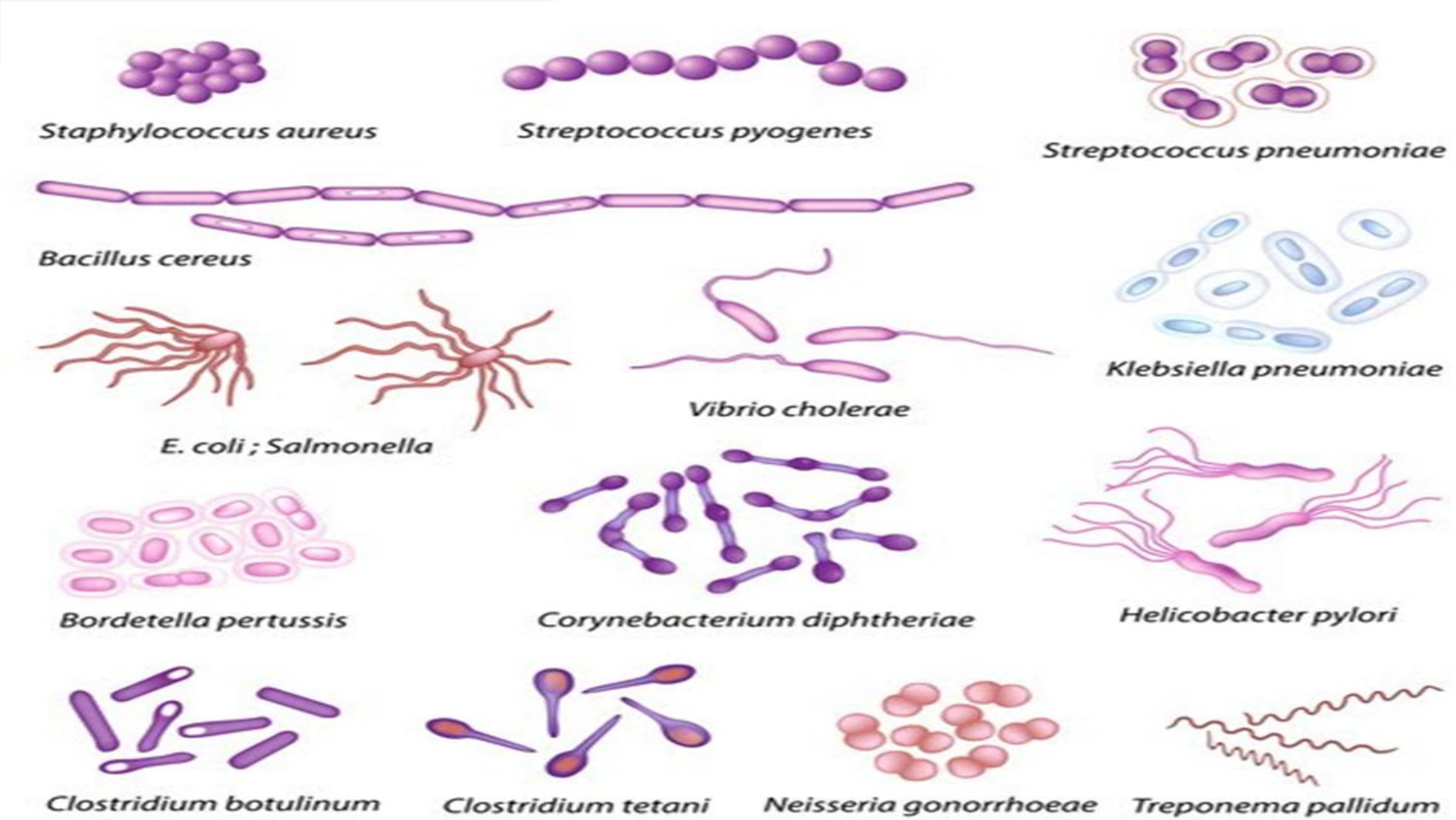




الاشكال غير النموذجية للجراثيم

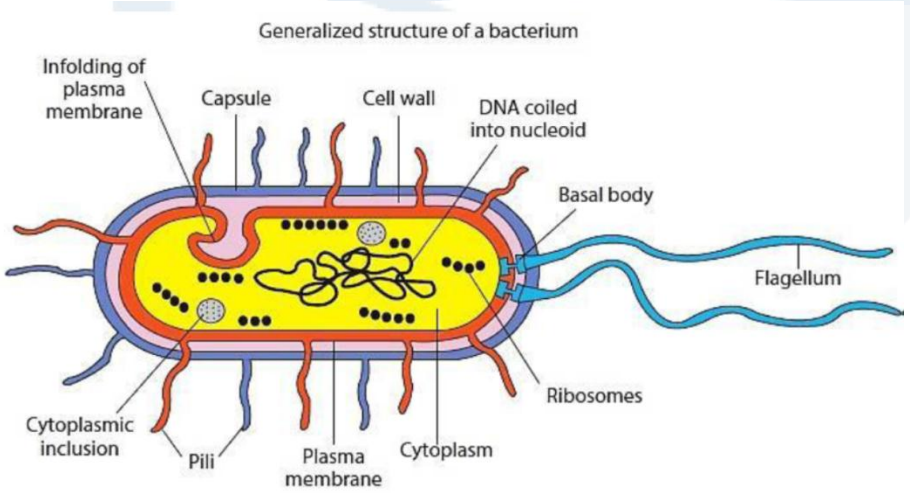
- الاشكال ذات الخيوط
- الاشكال ذات الغلاف
- الاشكال المتبرعمة أو/و المعنقة
- الاشكال المتفرعة
- الاشكال المخاطية


Staphylococcus aureus
Streptococcus pyogenes
Streptococcus pneumoniae
Bacillus cereus
Klebsiella pneumoniae
Vibrio cholerae
E. coli ; Salmonella
Bordetella pertussis
Corynebacterium diphtheriae
Helicobacter pylori
Clostridium botulinum
Clostridium tetani
Neisseria gonorrhoeae
Treponema pallidum

بنية الخلية الجرثومية Bacterial Structure

- تتألف الخلية الجرثومية النموذجية من مكونات رئيسية (الجدار الخلوي، الغشاء الهيولي، الستوبلاسما وما تحتويه من مادة وراثية وريبوزومات) وأجزاء إضافية (المحفظة، السياط، الأهداب، البلاسميد والأبواغ) يقتصر وجودها على أنواع معينة من الجراثيم.



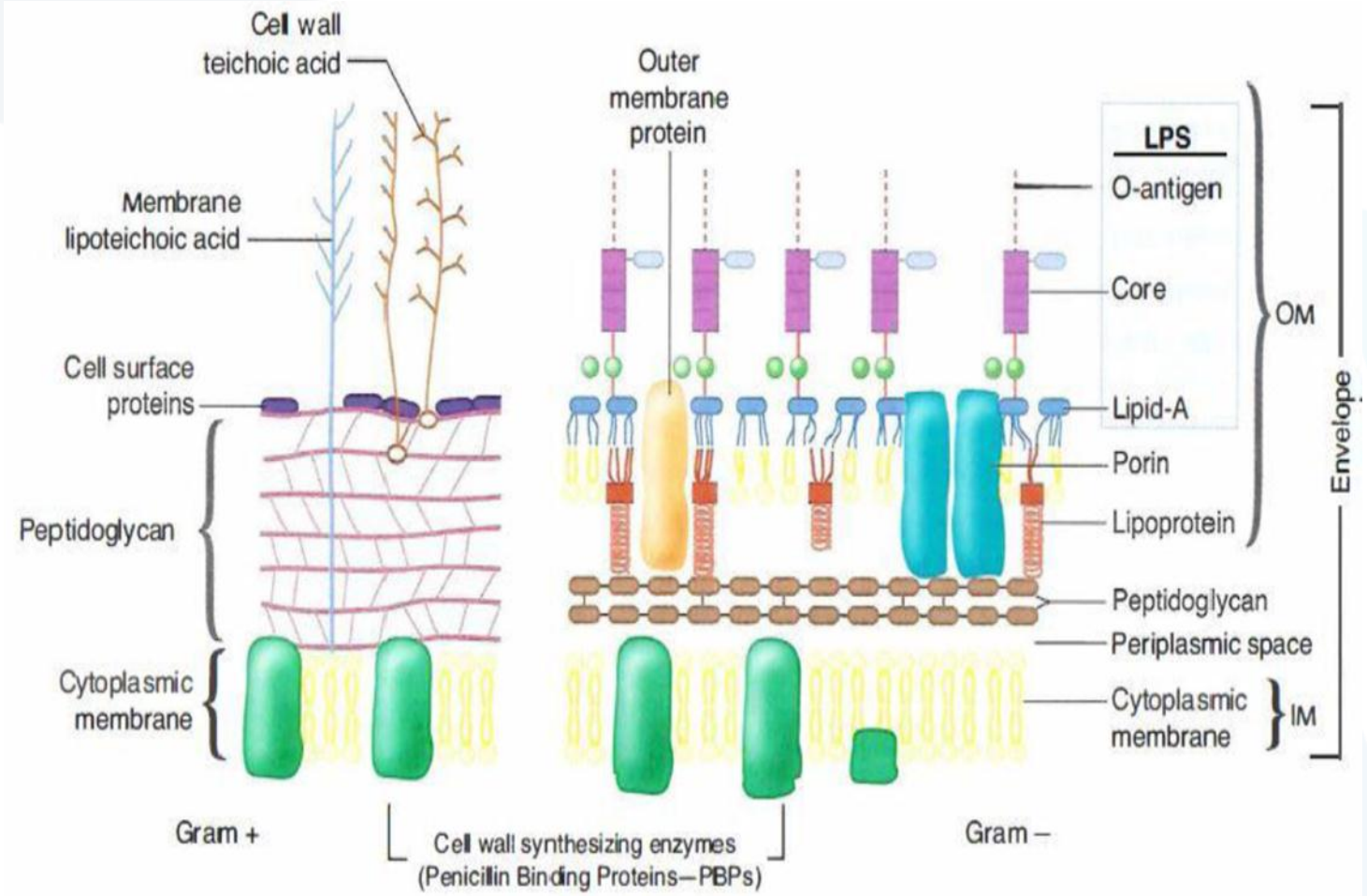
أولاً: المكونات الأساسية للخلية الجرثومية:

I. الجدار الخلوي Cell wall:

- يعد البيتيدو غليكان المكون الرئيس للجدر الخلوية في الجراثيم ، فهو الهيكل الأساسي الذي يدعى شبكة مورين Murein، وهذه الشبكة تتضمن عدداً من المركبات المرافقة الأخرى مثل حموض التيكوئيك Teichoic acids، وعديدات الببتيد ، والبروتييدات الدهنية ، ويحتوي المورين نوعين من السكريات الأمينية :
(حمض N– أستيل غلوكوز أمين وحمض N– أستيل الموراميك).

- يحدد التركيب الكيميائي وبنية الجدار الخلوي تلون الجراثيم بصبغة غرام . الأمر الذي يفيد في تقسيمها إلى : جراثيم موجبة لصبغة غرام Gr+ وأخرى سالبة لصبغة غرام Gr-. استناداً إلى إمكان تلونها بالملونات البنفسجية ، وثبات اللون بعد معالجتها بالمحاليل الحيادية كالكحول (طريقة كريستيان غرام ١٨٨٤) .

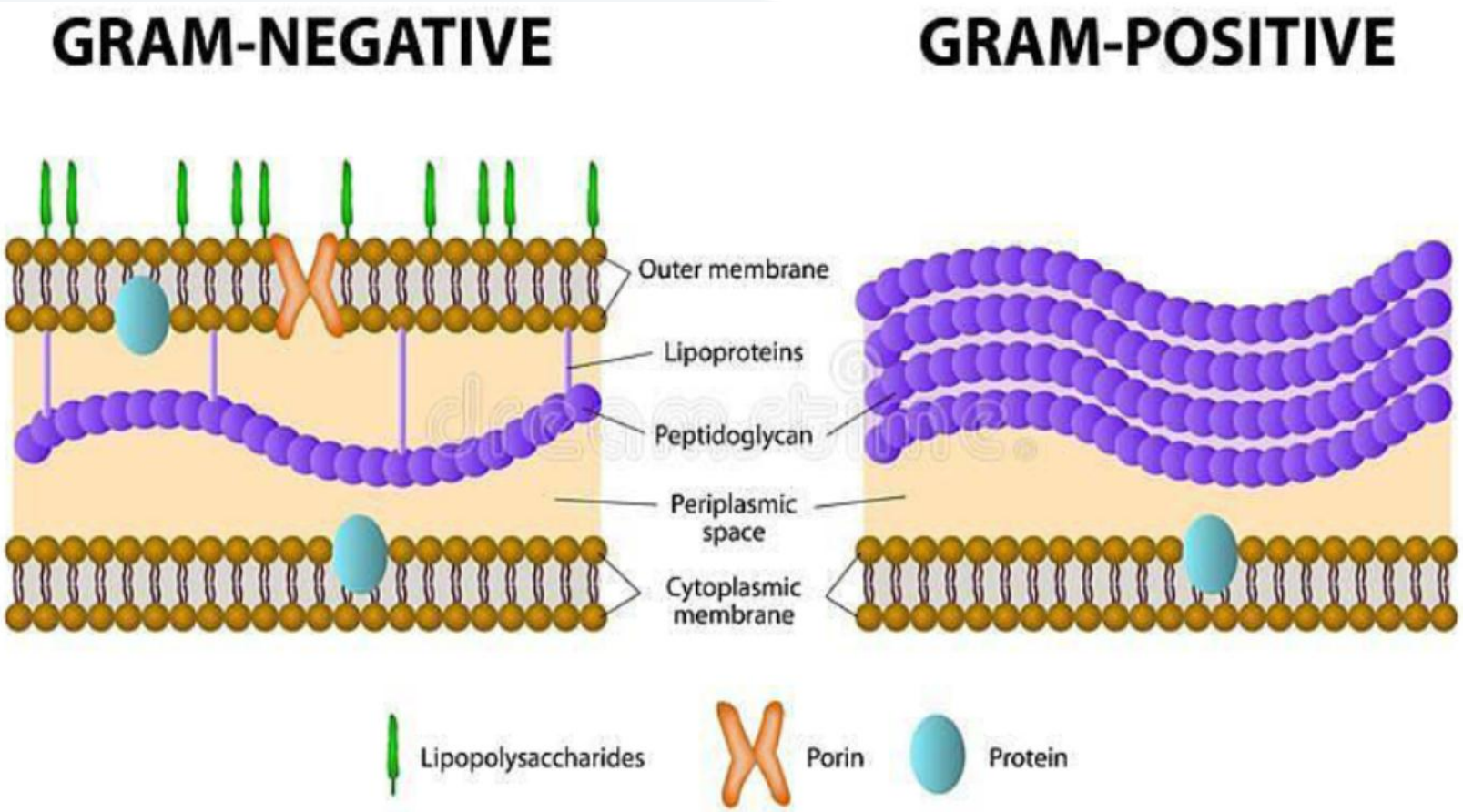
I. الجدار الخلوي Cell wall:



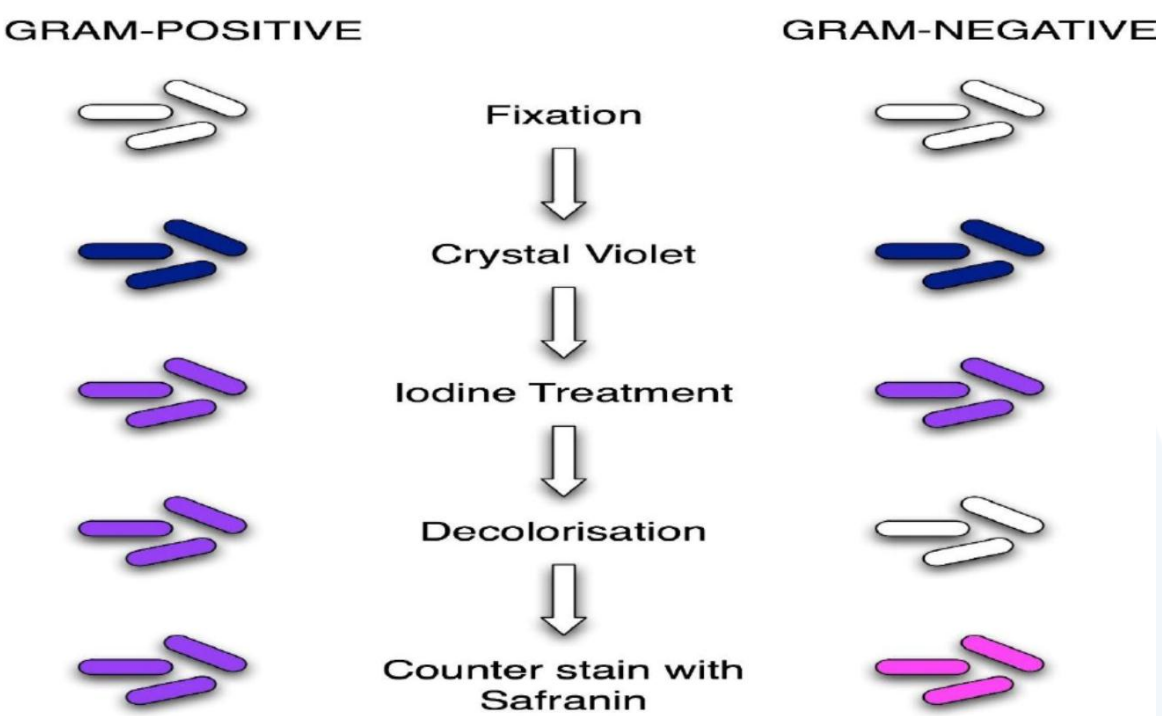
I. الجدار الخلوي Cell wall:

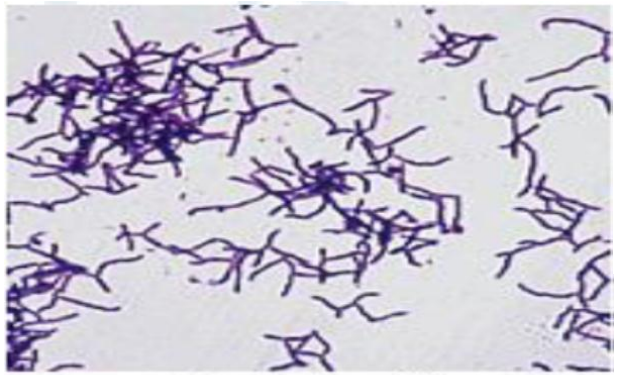
- يتألف الجدار الخلوي للجراثيم إيجابية الغرام من طبقتين: الطبقة الخارجية من الببتيدوغليكان (60 %)، وطبقة من حمض التيكوئيك Teichoic acide. يتلون باللون البنفسجي أو الأزرق.
- يتألف الجدار الخلوي للجراثيم سلبية الغرام من ثلاث طبقات: طبقة عديدة السكاريد الشحمية Lipopolysaccaride (LPS)، طبقة بروتينية شحمية Lipoprotein، وطبقة الببتيدوغليكان (10%). يتلون باللون الأحمر.
- يوجد في كافة الجراثيم باستثناء بعض الأنواع كالمفطورات.
- يعد الطبقة الخارجية التي تحمي البنى الداخلية للجراثيم.

I. الجدار الخلوي Cell wall:

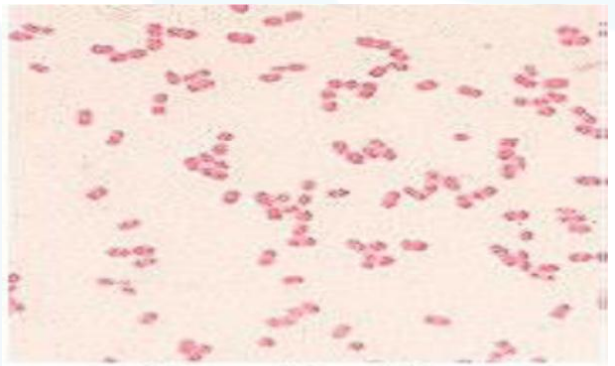


تلون الجراثيم بصبغة غرام





Gram Positive



Gram Negative

I. الجدار الخلوي Cell wall:

❑ يقوم الجدار الخلوي الجرثومي بالوظائف التالية:

- ❖ يعطي الخلية الجرثومية شكلاً وحجماً مميزاً وثابتاً من خلال طبقة الببتيدوغليكان، ولكنه عرضة للتخرب عند تعرضه لبعض المضادات الحيوية كالبنسلين والأنزيمات كالليزوزيم الموجود بشكل طبيعي في خلايا حقيقيات النوى من خلال فصل الروابط الببتيدية في طبقة الببتيدوغليكان.
- ❖ يشارك في نقل المواد من داخل الخلية الجرثومية وإليها.
- ❖ يحتوي جدار الخلية الجرثومية سلبية الغرام طبقة عديدة السكاريد الشحمية التي تحوي جزء شحمي يدعى الذيفان الداخلي، وجزء سكري له صفات مستضدية (المستضد الجسدي).
- ❖ يمثل الجزء الذي يتلون بصبغة غرام والتي تعتمد على نفوذية الجدار للمذيبات الشحمة (الكحول والأسيتون) وخاصة لدى الجراثيم سلبية الغرام بسبب الطبيعة الشحمية لجدارها.
- ❖ يشكل الركيزة التي يمكن أن تتثبت عليها عاثيات الجراثيم بواسطة ذيلها.

	البكتيريا إيجابية الغرام	البكتيريا سالبة الغرام
نتيجة اختبار تلوين غرام	النتيجة الإيجابية لاختبار تلوين غرام ، وتحتفظ بلون بنفسجي الكريستال	النتيجة السلبية لاختبار تلوين غرام، غير القادرة على الاحتفاظ باللون بنفسجي الكريستال
اللون بعد تلوين غرام	بنفسجي الكريستال	السافرانين
جدار الخلية	يتكون من طبقة واحدة متجانسة أقل مرونة وأكثر صلابة و تعود صلابة جدار الخلية إلى الكمية العالية من الببتيدوغليكان ، والذي هو حوالي 50-80 ٪	يتكون من طبقات متعددة وأكثر مرونة وأقل صلابة حيث تكون مرونة جدار الخلية بسبب كمية أقل من الببتيدوغليكان ، والتي تبلغ حوالي 2-12 ٪.
السكريات الأمينية	يحتوي على حمض المورواميك ، والذي يحتوي حوالي 16-20 ٪ من إجمالي الوزن الجاف	حمض المورواميك هو 2-5 ٪ فقط من إجمالي الوزن الجاف
حمض التيكوئيك	حمض التيكوئيك موجود	حمض تيكوئيك غائب
الغشاء الخارجي	غائب في البكتيريا إيجابية الجرام. أيضا ، محتوى الدهون ضئيل 1-4٪ فقط	موجود في البكتيريا سالبة الجرام. محتوى الدهون هو 11-22 ٪ وهو مرتفع جدا.