

# محاضرات علم الأحياء الدقيقة 1

## سنة ثلاثة طب بشرى

### المحاضرة الأولى

### بنية وفزيولوجيا الخلية الجرثومية

د. إيفا عسكر

# نشوء وتطور علم الأحياء الدقيقة

## Microbiology

- بدأ هذا العلم 1674 باكتشاف المجهر على يد أنطون فان لوفنهاوك
- يدرس الكائنات الحية الدقيقة وحيدة الخلية غالباً (الفيروسات والديدان)
- البداية الحقيقية لعلم الجراثيم في 1819 (باستور وكوخ)
- ميز المجهر الإلكتروني بين حقيقيات وبدائيات النوى (الجراثيم) وكشف الفيروسات والبريونات
- الجراثيم والأوالي والخمائر وحدائق خلية وباقى الطفيليات والفطور كثيرات خلايا

# علم الأحياء الدقيقة

يدرس الكائنات الحية المجهرية وحيدة الخلية غالباً وتصنف لـ:

1. طفيليات Parasites: حققيات النوى، تترواح أبعادها من مكرونات كالأوالي إلى أمتار كالديدان

2. فطريات Fungi: حققيات النوى، أبعادها 5-100 مكرون

3. جراثيم Bacteria: وحدات خلية بدائية النواة، 0.5-10 مكرون

4. فيروسات Viruses: ليست خلايا بل حمض نووي واحد محاط ببروتين وأحياناً غلاف، تتطفل إجبارياً على خ، 400-20 نم

5. البريونات Prions: بروتينات خيطية معدية دون مادة وراثية تسبب جنون الأبقار وداء كروتزفيلد جاكوب وكورو عند البشر

# علم الجراثيم العام

# General Bacteriology

الجراثيم أكثر أشكال الكائنات الحية انتشاراً تصنف حسب عدة معايير أهمها المظهر المبهر الذي يقيّم حسب الشكل والحجم والاصطفاف:

**الشكل:** باستثناء المفطورات والأشكال لـ (التي تعجز عن صنع الجدار الخلوي تحت تأثير ظروف بيئية خاصة كالصادات والخمج البولي المزمن) للجراثيم جدار خلوي قاس من **البيتيدو غليكان** يعطيها شكلًا متعددًا:

مكورات Coccii، عصيات Bacilli بعضها منحني كالضمادات أو خطي أو قصير (عصورات)، ملتويات Spirochetes و حلزونيات Spirals

# الصفات العامة للجراثيم

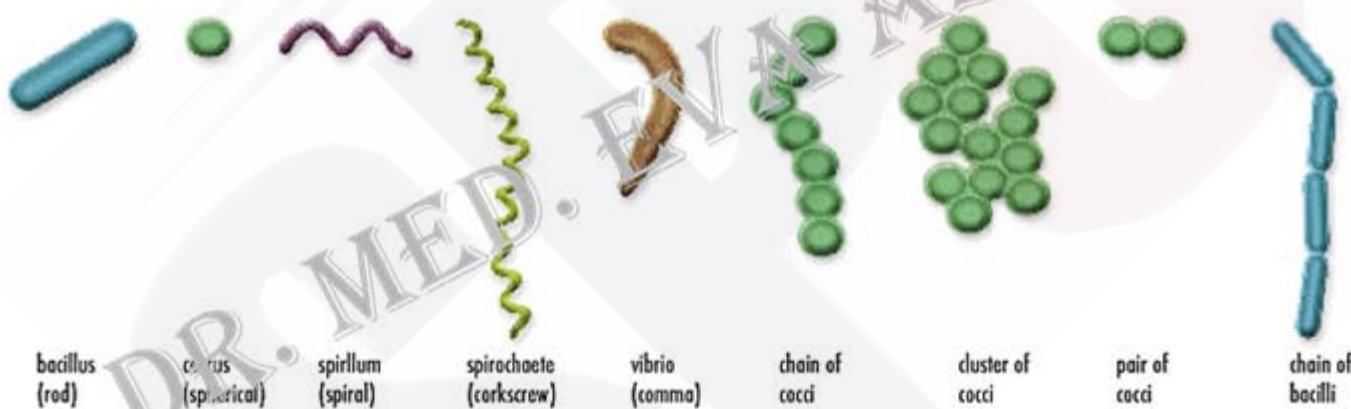
الشكل

**الحجم:** أطوالها  $0.4-14\text{ }\mu\text{m}$ ، عرضها  $0.2-1.5\text{ }\mu\text{m}$ ، قياس الجرثوم صفة ثابتة ضمن النوع. المفطورات هي الأصغر

**الاصطفاف (الترتيب):** يحدده اتجاه خط الانقسام ودرجة التصاق الخلايا البنات فقد يكون عشوائياً أو منتظماً (مزدوجات، سلاسل، عناقيد، رباعيات..)

# الصفات العامة للجراثيم

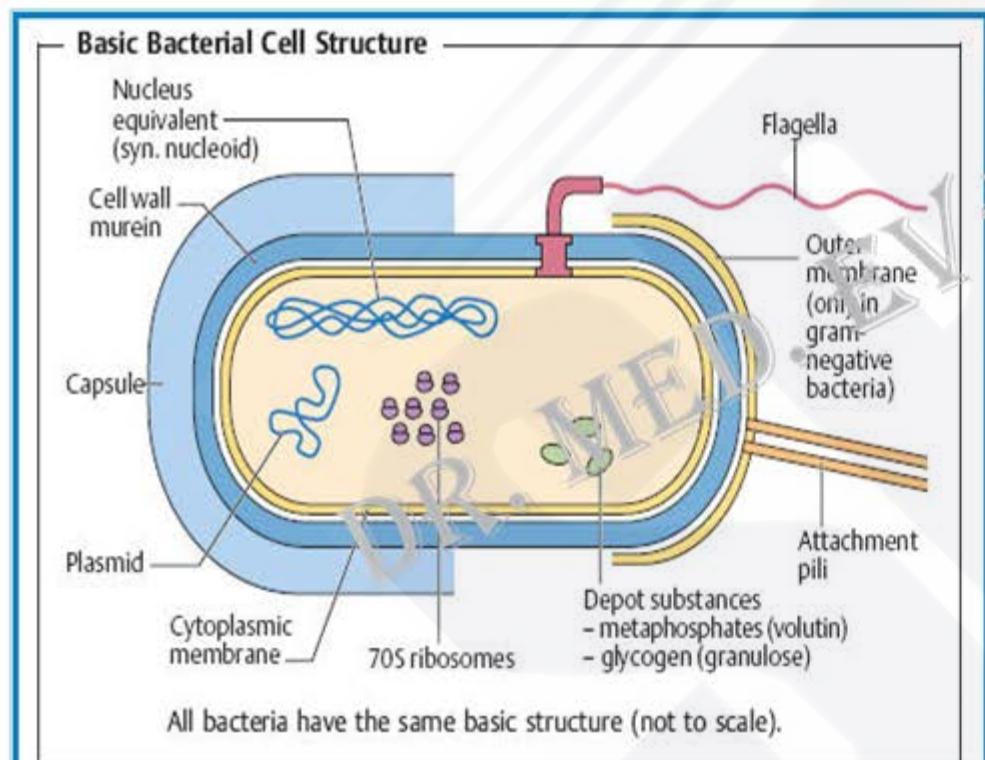
سلسلة عصيات م مزدوجة م عنقودية م عقدية ضمة ملتوية بورلية مكورة عصبية



شكل ترسيمي يمثل أهم أشكال واصطفاف الجراثيم

# بنية الخلية الجرثومية

## شكل ترسيمي للخلية الجرثومية



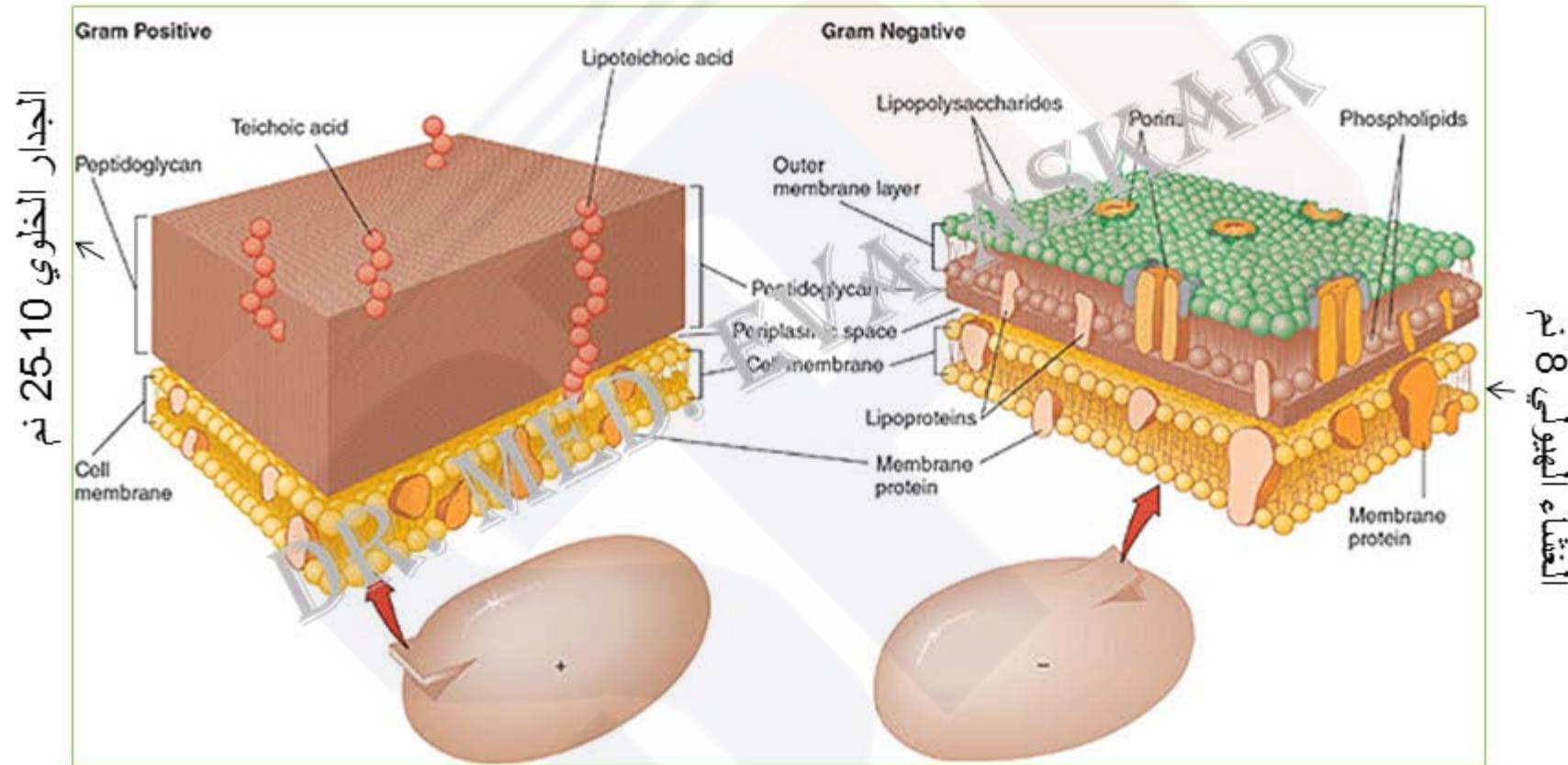
## مكونات الخلية الجرثومية

- الجدار الخلوي
- الغشاء الهيولي
- البني داخل الهيولي (ج النواحي، الريبوسومات، المدخرات، البلازميدات...)
- البني خارج الجدار الخلوي (المحفظة والبني المتعلقة بها، السياط، الأشعاع)
- الأبوااغ الجرثومية

# أولاً: الجدار الخلوي

- هو الطبقة الخارجية التي تحمي البني الداخلية للجرثوم
- ثخانته 10-25 نم، 30-20% من وزن الخلية الجاف
- يعطي الجرثوم شكله وحجمه المميز والثابت
- يحدد تفاعله تجاه ملون غرام
- يحافظ على منسوب الضغط الحلوبي داخلي وخارج الخلية
- يحمل مستضدات
- يشارك في نقل المواد من وإلى الخلية
- هو مكان تأثير الليزوزومات وبعض الصادات

# بنية الجدار الخلوي



الجدار الخلوي لـ**إيجابيات الغرام**

الجدار الخلوي لـ**سلبيات الغرام**

# الجدار الخلوي

## الجدار الخلوي لإيجابيات الغرام

- الببتيدو غلیکان Pg 50% على طبقات كثيرة (حتى 40 طبقة)
- يوجد في معظمها Teichoic acid على الامتداد يرتبط بالجدار أو بالغشاء الهيولي
- يحوي البروتين A، M، عامل التلازن..
- محتوى الشحوم 42%

## الجدار الخلوي لسلبيات الغرام

- طبقة طففة أو طبقتين Pg 10-5%
- طبقة مضاعفة من PLP تحيط بـ Pg، **سخ**: LPS السامة = الليبيد (Endotoxin) A + عديد سكريد هو المستضد الجسيدي (O)، **سد**: ليبوبروتيني يربط Pg & LPS
- محتوى الشحوم 15-20%

# اختلاف الجدار الخلوي بين الجراثيم

سلبيات الغرام تحوي مسام لا تساعدها على الاحتفاظ بمعقد (ملون - يود) فتخسر المصبغة البنفسجية وتتلون بالأحمر

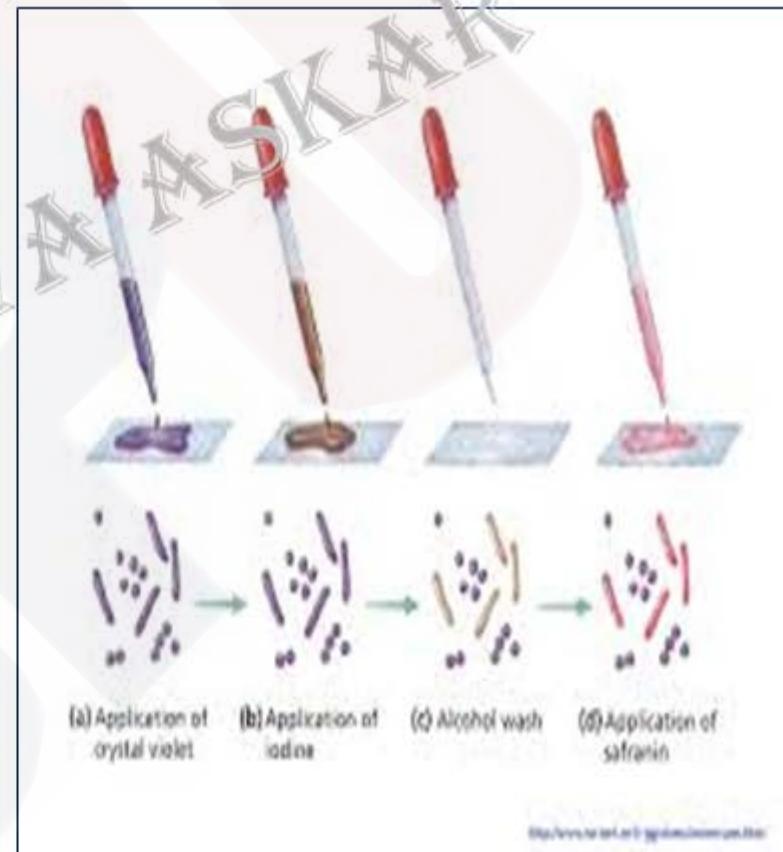
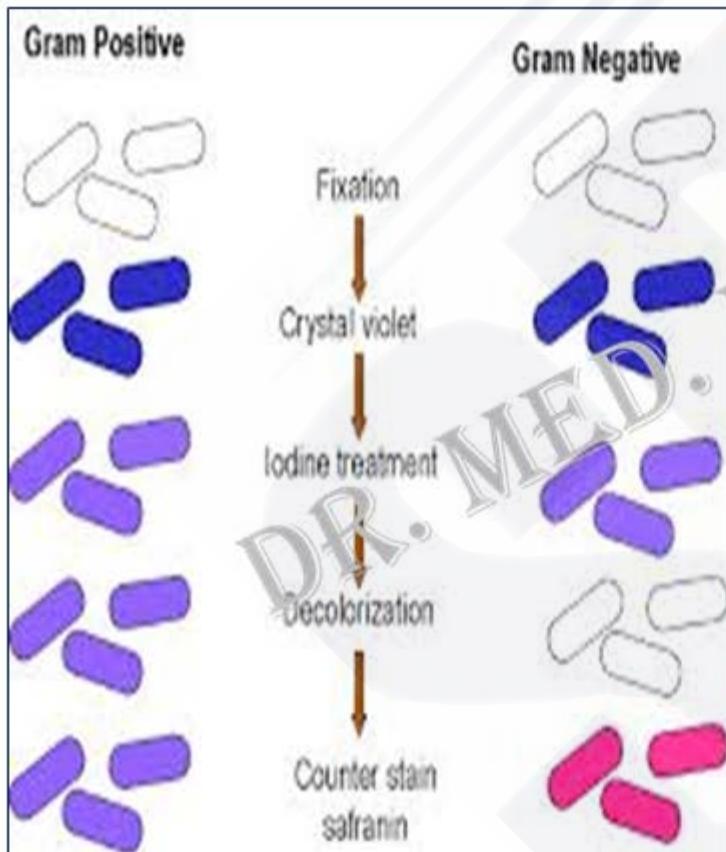
وإيجابيات الغرام تقاوم نزع اللون وتحافظ بالبنفسجي

أما المتفطرات **Mycobacteria** فاحتواه جدارها عالي نسبة عالية من الحموض الشحمية المتفطرية يجعل تلوينها الأجدى بنسيل نلسون

# تلويين غرام

شكل ترسيمي يوضح تلوين الجراثيم بغرام

المراحل الأربع لتلوين غرام



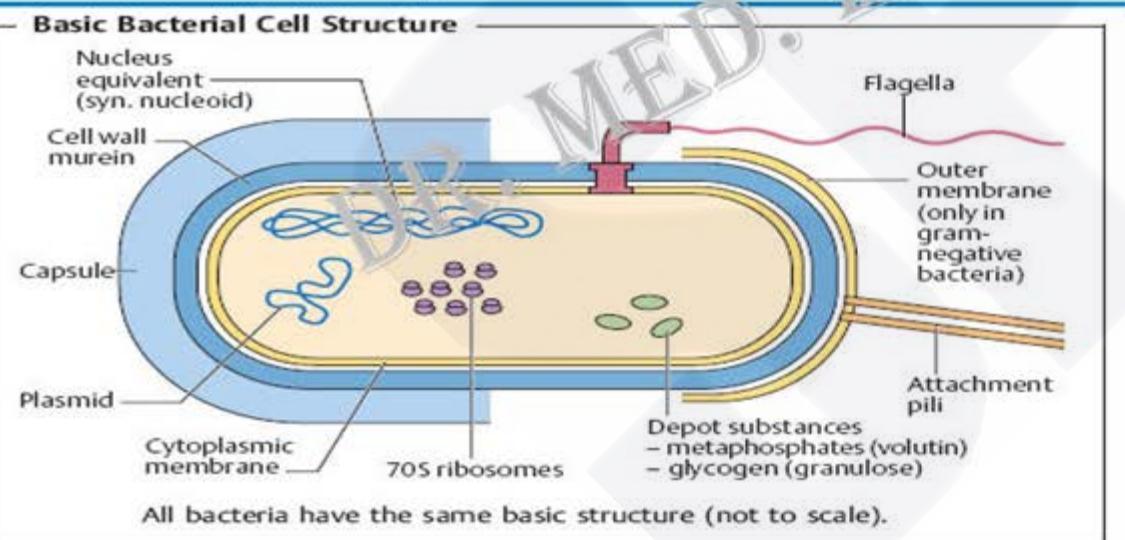
## ثانياً: الغشاء الهيولي

غشاء رقيق ذو طبقتين من الشحوم الفوسفورية والبروتين  
نصف نفوذ يتحكم بآلية:

- النفوذية الانتقائية للجريات
- النقل الفاعل للشوارد والغذاء
- التنفس من خلال أنزيماته (يؤمن الطاقة بنقل الاكترون والفسفة الأكسدية)
- تأمين الأنزيمات وحملات الشحوم لبناء ج خ
- الجذب الكيميائي: مستقبلاته تتبادل الإشارات مع الرسائل الخارجية
- يحوي الميزوزومات الهامة في الانقسام والتنفس الخلوي

# ثالثاً: البنى داخل الهيولى

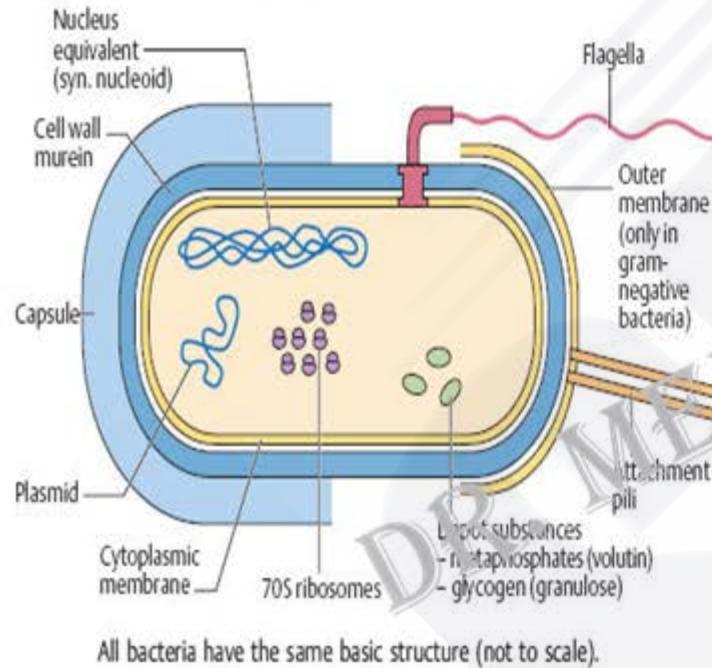
- الجهاز النووي:** الصبغي dsDNA حلقي مفرط الالتفاف، يقسم وظيفياً إلى جينات ضرورية لتركيب البروتينات البنوية والأنزيمات
- البلازميدات:** جزيئات dsDNA دائرية توجد خارج الصبغي ويمكنها التنسخ بشكل مستقل عنه. تحمل معلومات وظائف خاصة كالمقاومة للصادات وإنتاج بعضها، الفوعة (ذيفان عصبي)، إنتاج مبيدات الجراثيم، بلازميدات العامل الجنسي F



- البنى القافزة (الجينات القافزة)**
- الريبوزومات**
- المشتغلات داخل الهيولى**

# ثالثاً: البنى داخل الهيولى

Basic Bacterial Cell Structure



1. الجهاز النووي

2. البلازميدات

3. الينقولات *Transposones*

(الجينات القافزة):

قطع DNA متحركة بين الصبغي والبلازميدات  
أو بين DNA الخلايا والبلازميدات وعاثيات الجراثيم

4. الريبوزومات: معامل ترسيبها S70، تصنع البروتينات

5. المشتملات داخل الهيولى: غликوجين أو نشاء كمصدر للطاقة - الفولوتين في الوتدية

# رابعاً: البني خارج الجدار الخلوي

1. المحفظة: **Capsule** عديد سكريد عادة، تتشكل في الظروف المناسبة، تحمي من أباهامه، التصاق الجراثيم بالأنسجة، مستضدية (لماح)، تنوع الأنماط المصلية

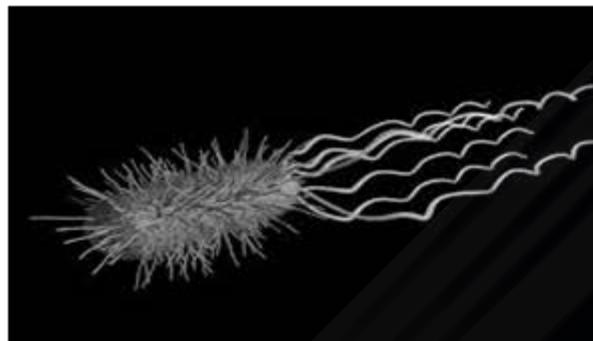
الطبقة المخاطية **Slime layer** رقيقة رخوة، **الكنان السكري** طبقة لزجة تنتشر خارجاً تاصق الجرثوم على السطوح **Glycocalyx**



2. السياط **Flagella**

3. الأشعاع **Pili**

# السياط والأشعار

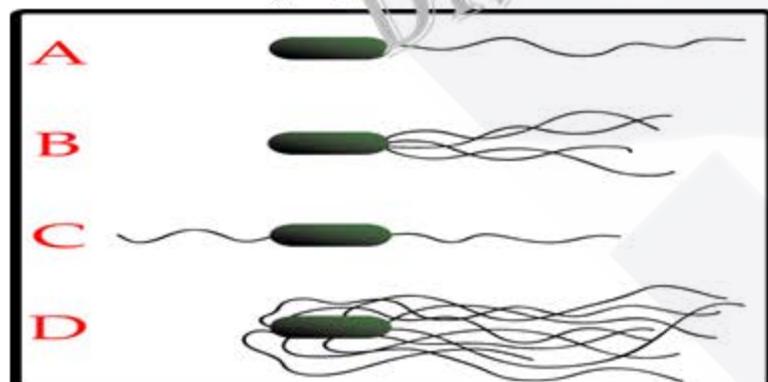


2. **السياط**: *Flagella* لواحق بروتينية خيطية طرية ومرفيعة من بروتين الفлагيلين يختلف حسب النوع، عالي الاستضداد (H)



3. **الأشعار**: *Pilli* خاصة بسلبيات الغرام، تتكون من بروتين البايلين اعتمادية (م الاستعمار، الالتصاق بالخلايا، عامل فوعة تحمي من البلعمة) وجنسية (طويلة مجوفة لنقل DNA بالاقتران)

الشارة الجنسية



أنماط توزع السياط في الخلايا الجرثومية

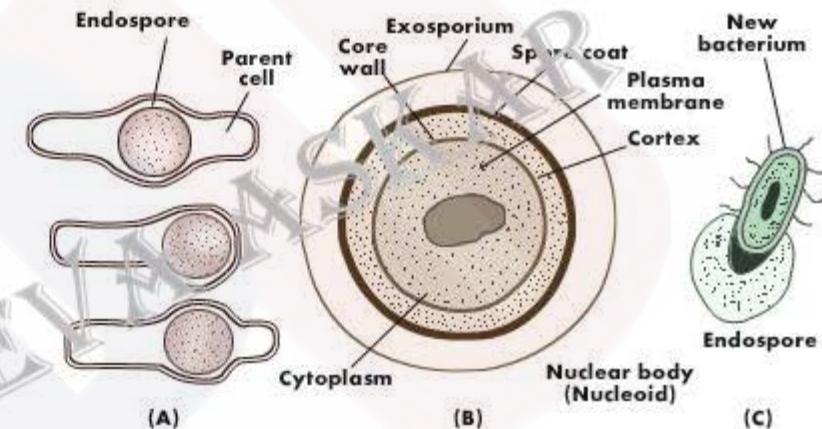
# خامساً: الأبوااغ الجرثومية

## Bacterial Spores

- أشكال جرثومية خاملة (لا فعالية استقلابية)، تتكون بالتبوغ Sporulation
- فعند تغير شروط النمو المناسبة، يقطع جزء من الجرثوم ويتشكل حوله قشرة سميكة وغلافة Coat رقيقة قاسية شديدة المقاومة للعوامل الخارجية
- يقضى عليها **فقط بالتعقيم** بالأوتوكلاف 121° م مدة 20-10 د
- يتم الإنتash Germination خلال 15 د عند عودة الظروف المناسبة حتى بعد سنوات
- يميز توضع البووغ بالنسبة لجسم العصبية النوع الجرثومي ويرى كمنطقة نيرة لا تتلون بغرام ضمن الخلية الملونة

# الأبوااغ الجرثومية

نوع أماكن توضع الأبوااغ في العصيات



Endospore formation: A. Endospores according to their position in parent cells.  
B. An endospore in cross-section. C. Germination of endospore

عملية تشكيل الأبوااغ الداخلية وإنبااثها

# طرق دراسة أشكال وبنى الجراثيم

- 1) **المجهر الضوئي:** العدسة العينية 10 X والغاطسة 100 X دراسة المحضرات الندية لكشف الحركة والدراسة بعد التثبيت والتلوين **بأزرق الميتيلين أو بنفسجية الكريستال أو أحمر الفوكسين**، غرام، تسيل نلسون...
- 2) **المجهر ذو الساحة المظلمة:** دراسة الارابيات صعبة التلوين
- 3) **المجهر الإلكتروني:** للأبحاث العلمية، تكبير مئات ألف المرات لدراسة التفاصيل البنوية السطحية (الماسح) والبنيوية الدقيقة (النافذ لإجراء مقاطع رقيقة)
- 4) **تشذيف الجراثيم:** تجزئتها بالأمواج فوق الصوتية وتغيرات الضغط والهضم الأنزيمي والصادات والمنظفات

# تصنيف الجراثيم

## Classification of Bacteria

تصنف الأحياء الدقيقة عامة حسب النمط الظاهري إلى:

1. الأنواع **Species**: كائنات حية متشابهة تقسم لأنماط
2. الجنس **Genus**
3. الفصيلة **Family**
4. الرتبة **Order**
5. الصف **Class**
6. الشعبة **Phylum**
7. المملكة **Kingdom**

# تسمية الجراثيم

## Taxonomy of Bacteria

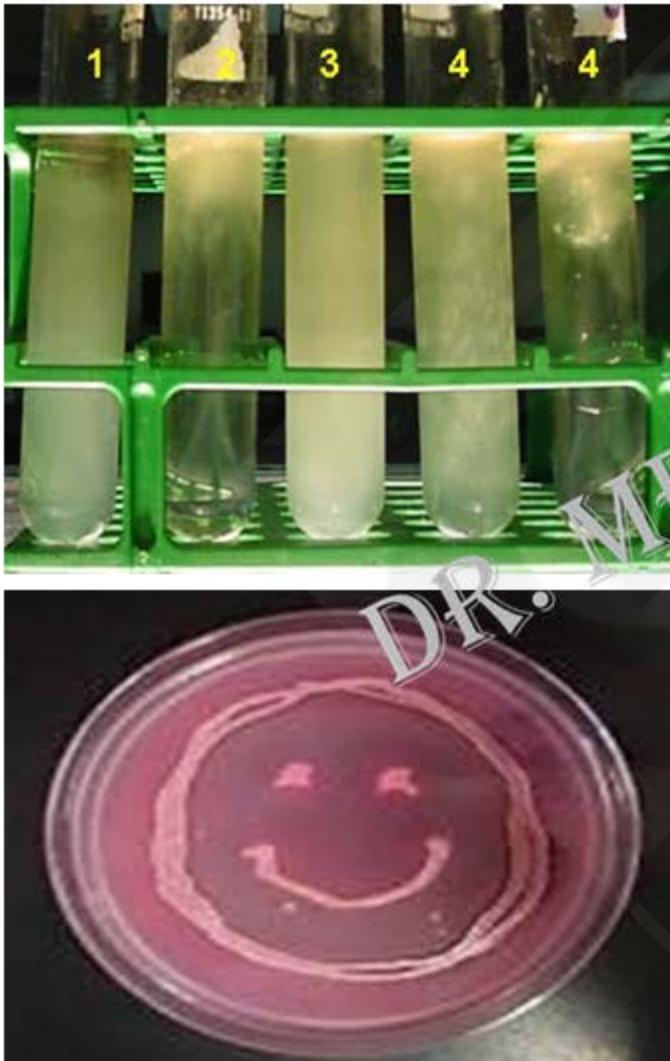
تسمى الجراثيم تسمية ثنائية حسب **الجنس والنوع فقط**:

1. المكورات العنقودية الذهبية *Staphylococcus aureus*

2. المكورات العقدية المقيحة *Streptococcus pyogens*

3. الإشريكية الكولونية *Escherichia coli*

# نمو الجراثيم



زيادة حجم و عدد الخلايا ويمكن رؤيتها عيانياً:

1. تعكر المنبت أثرائق
  2. تكوين مستعمرات على الوسط الصلب بعد 30-20 انقسام
- توالد الجراثيم بالانشطار الثنائي **Binary fission** وتبقى في بعض الأنواع جدر الخلويتين البنتين متصلة مؤقتاً مما يميز الاصطفاف
  - زمن التضاعف **Doubling time**: الزمن الفاصل بين انقسامين متتاليين و يكون قصيرا غالباً (13 د) لكنه طويل في المتفطرات (20 سا)

# شروط النمو الجرثومي

تحتاج الجراثيم لتأمين استقلابها (التقويض والابتلاء) لما يلي:

1) **الطاقة:** كل جزء طبيعي كيميائياً التغذى، الغلوكوز مصدر رئيسي

2) **التغذية:** جزء غيرية التغذى، تحتاج مصادر  $H, C, N, O_2$

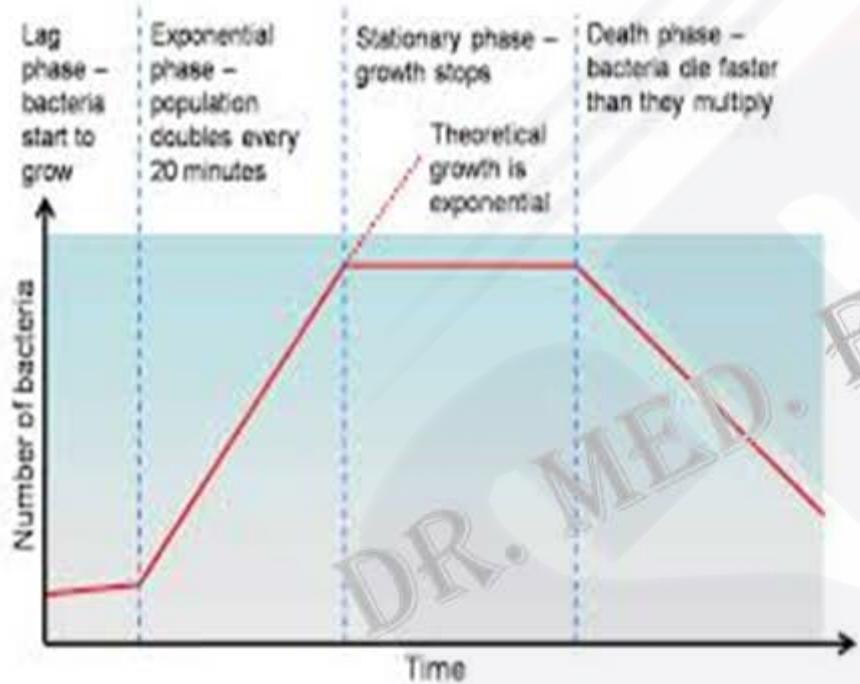
تشكل **الكمية الحافظة**  $1\backslash 500$  من كمية الغذاء اللازمة للنمو والبقاء معاً  
يجب إضافة قليلاً من الفيتامينات والحموض الأمينية للوسط

3) **الغاز:** الأكسدة تطلق  $H$  إلى مستقبلاته وهي  $O_2$  في التنفس الهوائي  
و  $NO_3$  في اللاهوائي ويوجد 4 مجموعات: **هوائية مجبرة** (متفطرة  
درنية)، **لاهوائية مخيرة** (كولونية)، **لاهوائية مجبرة** (مطثيات)، **الهواء القليل** (العطيفة الصائمية)

# شروط النمو الجرثومي

- 4) الحرارة المناسبة: تنمو بين 25-40°C والمثلى 37°C بينما تتلف معظمها بدرجة أعلى من 80°C
- 5) درجة الحموضة: معظمها تنمو في pH 7.6-7.2
- 6) الرطوبة: الماء أساسى واحتمال الجفاف، متداوالت
- 7) الضغط الحلوى: بيئة أسوية التوتر (إضافة NaCl 0.5%)
- 8) الضوء: معظمها تفضل الظلام، الأشعة تستخدم في التعقيم..

# منحنى نمو الجراثيم



**Bacterial Growth Curve**

مخطط بياني ذو 4 أطوار يحصل عليه بعد جراثيم مزرروعة بـ د. تيل، معلوم في مرق معد بعد فوائل زمنية ثابتة.

1. طور التلاؤ (الكمون)
2. طور لوغاريتمي (التسارع)
3. طور الاستقرار (الثبات)
4. طور التناقص  
- طور البعث (الحياة)

# الأوساط الزرعية الجرثومية

## Bacterial Cultural Media



Blood Agar



MacConkey



EMB

**أوساط مغذية.** :*Nutrient m.* سائلة كمرق البeton والمرق المغذي وصافية كالأغار المغذي

**أوساط غنية.** :*Enriched m.* الأغار المدمى والأغار الشوكولاتي

**أوساط انتقائية.** :*Selective m.* مغذية يضاف لها صادات أو ملونات أو تغير درجة ملوحتها أو حموضتها (ثيرمارتن)

**أوساط تفريقية.** :*Differential m.* يضاف لها سكر أو كواشف لتحديد قدرة الجرثوم على التخمير.. (ماكونكي يميز مخمرات اللاكتوز، .... EMB .. )

# الأوساط الزرعية الجرثومية



مستنبات الزرع الجرثومي بأنواعها المختلفة