

كلية الصيدلة
مقرر البيولوجيا

المحاضرة الثانية

الجراثيم والفيروسات Bacteria and Viruses

د. علي منصور

جَامَعَة
الْمَنَارَة
MANARA UNIVERSITY

(1) الجراثيم Bacteria

1-1 ما هي الجراثيم What are bacteria

تشكل الجراثيم مجموعة كبيرة مسيطرة من الأحياء الدقيقة بدائية النوى، وهي تملك أشكال مختلفة وتسكن معظم بيئات الأرض. تحيا الجراثيم حياة متعايشة مع النباتات أو الحيوانات أو تكون متطفلة عليها. يدعى الفرع الذي يدرس الجراثيم بعلم الجراثيم Bacteriology وهو فرع من علم الأحياء الدقيقة Microbiology. تتكاثر الجراثيم تكاثراً لاجنسياً بالانشطار الثنائي binary fission وتملك ظاهرة الاقتران Conjugation.

Bacteria constitute a large domain of prokaryotic microorganisms. They have a number of shapes and are present in most habitats of Earth. Bacteria also live in symbiotic and parasitic relationships with plants and animals. The study of bacteria is known as bacteriology, a branch of microbiology.

2-1 بنية الخلية الجرثومية Bacterial cell structure

A- البنيات الخلوية الداخلية Intracellular structures

بما أنّ الجراثيم بدائيات نوى فهي لا تملك في سيتوبلازما الخلية عضيات محاطة بغشاء، وتحتوي عدد قليل من البنيات الداخل خلوية الكبيرة:

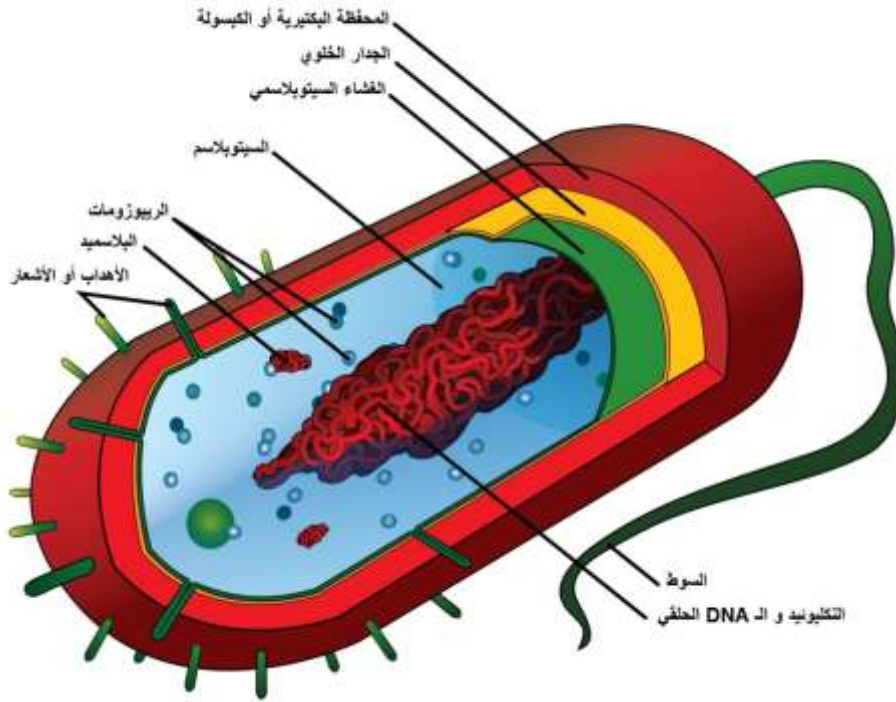
As they are prokaryotes, bacteria do not usually have membrane-bound organelles in their cytoplasm, and thus contain few large intracellular structures.

تفتقد الجراثيم إلى النواة الحقيقية، الجسيمات الكوندرية، الصانعات الخضراء والعضيات الأخرى الموجودة عند حقيقيات النوى. ولكن يكون الغشاء السيتوبلازمي، في العديد من الجراثيم ذات التركيب الضوئي، منطوياً بدرجة كبيرة ويملأ معظم الخلية على شكل طبقات غشائية تلتقط الضوء.

They lack a true nucleus, mitochondria, chloroplasts and the other organelles present in eukaryotic cells. However, in many photosynthetic bacteria the plasma membrane is highly folded and fills most of the cell with layers of light-gathering membrane.

تتكون المادة الوراثية للجراثيم من شريط دائري مفرد من الـ DNA يتوضع في السيتوبلاسما ويدعى بالجسم النووي *nucleoid* الذي يترافق مع البروتينات و RNA. وبشكل مشابه لبقية الكائنات الحية، تحوي الجراثيم جسيمات ريبية ولكن تختلف في بنيتها عن بنية الجسيمات الريبية العائدة لكل من العتائق وحقيقيات النوى (شكل 1).

Bacteria genetic material is typically a single circular DNA chromosome located in the cytoplasm and called the *nucleoid* which is associated with proteins and RNA. Like all living organisms, bacteria contain *ribosomes*, but the structure of the bacterial ribosome is different from that of eukaryotes and Archaea.



شكل 1: بنية الخلية البكتيرية Figure 1: Structure of bacterial cell

تنتج بعض أنواع الجراثيم حبيبات داخل الخلية لتخزين المواد الغذائية للاستعمال اللاحق مثل الغليكوجين، والفوسفات المتعددة، والكبريت. وتستطيع بعض أنواع الجراثيم، مثل البكتيريا الزرقاء *Cyanobacteria* ذات التركيب الضوئي، إنتاج حويصلات غازية داخلية تُستعمل لتنظيم عملية الطفو حيث تسمح هذه الحويصلات للجراثيم بالحركة في طبقات الماء المختلفة صعوداً وهبوطاً (الغوص) بما يتناسب مع الشدات الضوئية المختلفة وكمية المواد المغذية.

Some bacteria produce intracellular nutrient storage granules for later use, such as glycogen, polyphosphate, and sulphur. Certain bacterial species, such as the photosynthetic Cyanobacteria, produce internal gas vesicles, which they use to regulate their buoyancy – allowing them to move up or down into water layers with different light intensities and nutrient levels.

B-البنيات الخلوية الخارجية Extracellular structures

يوجد في معظم الجراثيم الجدار الخلوي إلى الناحية الخارجية من الغشاء السيتوبلازمي، ويشكل كل من الغشاء والجدار الخلويين ما يسمى الغلاف الخلوي. إنّ المادة الشائعة التي تدخل في تركيب الجدار هي السكريات البروتينية peptidoglycan والتي تتألف من سلاسل سكريات متعددة متداخلة مع بروتينات.

In most bacteria, a cell wall is present on the outside of the cell membrane. The cell membrane and cell wall comprise the cell envelope. A common bacterial cell wall material is *peptidoglycan* which is made from polysaccharide chains cross-linked by peptides.

ويوجد نوعين مختلفين الجراثيم تبعاً لبنية من الجدار الخلوي:

جراثيم إيجابية الغرام ذات طبقة سميكة من السكريات البروتينية لا تحوي غشاء شحمي خارجي (بنفسجية اللون مع صبغة الغرام).

جراثيم سلبية الغرام ذات طبقة رقيقة من السكريات البروتينية وتحوي غشاء شحمي خارجي (زهري اللون مع صبغة الغرام).

وقد اشتقت هذه الأسماء من تفاعل خلايا الجراثيم مع صبغة الغرام، وهو تفاعل يتم توظيفه لتصنيف أنواع الجراثيم. حيث تتلون بنتيجة هذا التفاعل جراثيم إيجابية الغرام باللون البنفسجي أما الجراثيم سلبية الغرام فتتلون بلون زهري.

There are two different types of bacteria according to the structure of cell wall:

- Gram positive bacteria have a thick peptidoglycan layer and no outer lipid membrane.
- whilst Gram negative bacteria have a thin peptidoglycan layer and have an outer lipid membrane.

The names originate from the reaction of cells to the Gram stain, a test employed for the classification of bacterial species. As a result of this test, gram-positive bacteria will get a violet colour, and gram-negative bacteria will get a pink colour.

3-1 الشكل Morphology

تبدى الجراثيم تنوع واسع من الأشكال والأحجام، ويبلغ حجم الخلية الجرثومية حوالي عشر (10/1) من حجم الخلية حقيقية النواة حيث يتراوح طولها بين 0.5-5 ميكرون. وتكون معظم أشكال الجراثيم إما كروية *cocci* أو عصوية *bacilli* وتترافق الاستطالة في الشكل عادة مع السباحة. وتكون بعض الأنواع على شكل فاصلة تدعى بالضمات *vibrio* أو على شكل حلزون تدعى *spirilla*. يوجد عدد قليل من الأنواع التي تكون مربعة أو مكعبة الشكل.

Bacteria display a wide diversity of shapes and sizes, called *morphologies*. Bacterial cells are about one-tenth the size of eukaryotic cells and are typically 0.5–5.0 micrometres in length. Most bacterial species are either spherical, called *cocci*, or rod-shaped, called *bacilli*. Elongation is associated with swimming. Some bacteria, called *vibrio*, are shaped like slightly curved rods or comma-shaped; others can be spiral-shaped, called *spirilla*. A small number of species even have tetrahedral or cubical shapes.

توجد الجراثيم ببساطة كخلايا مفردة أو قد تترافق مع بعضها بنماذج عدة:

- فقد تكون على شكل أزواج من الخلايا كمستعمرة نيزاريا *Neisseria*.

- أو على شكل سلاسل *Streptococcus* أو بشكل عنقودي *Staphylococcus*.

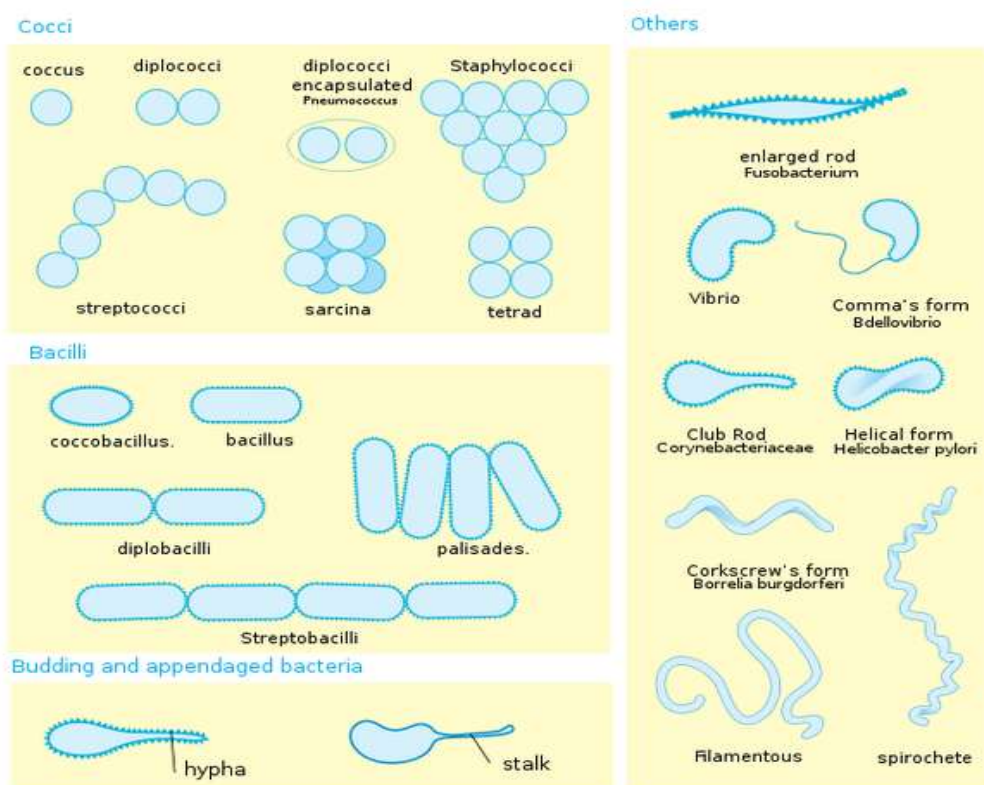
- يمكن أن تستطيل الجراثيم لتشكل خيوط مثل الجراثيم المحورية *Actinobacteria*، وغالباً ما تحاط الجراثيم الخيطية بغمد يحوي عدة خلايا.

Many bacterial species exist simply as single cells, others associate in characteristic patterns:

Neisseria form diploids (pairs),

Streptococcus form chains, and *Staphylococcus* group together in "bunch of grapes" clusters.

Bacteria can also be elongated to form filaments, for example the Actinobacteria. Filamentous bacteria are often surrounded by a sheath that contains many individual cells.



شكل 2: أشكال مختلفة من الجراثيم Different shapes of bacteria

4-1 الاقتران عند الجراثيم Bacterial conjugation

تعتبر عملية الاقتران عند الجراثيم مُكافئة للتكاثر الجنسي أو التزاوج بما أنها تتضمن تبادل للمادة الوراثية، وتمنح إحدى الخلايا (وتسمى الخلية المانحة) خلال الاقتران عنصر الاقتران أو عنصر وراثي قابل للحركة وهو غالباً بلازميد. وتملك معظم بلازميدات الاقتران أنظمة تتأكد من أن الخلية المستقبلة لا تملك مسبقاً عنصر مشابه.

Bacterial conjugation is often regarded as the bacterial equivalent of sexual reproduction or mating since it involves the exchange of genetic material. During conjugation the **donor** cell provides a conjugative or mobilizable genetic element that is most often a plasmid. Most conjugative plasmids have systems ensuring that the **recipient** cell does not already contain a similar element.

تتضمن عملية الاقتران الجرثومي المراحل التالية (مخطط 1):

- 1- تنتج الخلية المانحة زائدة شعرية.
- 2- تلتصق الزائدة الشعرية إلى الخلية المستقبلة وتربط الخليتين مع بعضهما.
- 3- يتم كسر البلازميد المتحرك ويتم نقل شريط مفرد من DNA إلى الخلية المستقبلة.
- 4- تتركب كلا الخليتين شريط مكمل لتنتج بلازميد دائري مضاعف الشريط كما تنتج زائدة شعرية وتصبح كلا الخليتين قادرة على القيام بدور الخلية المانحة.

However, bacterial conjugation includes the following stages (see diagram 2-1):

- 1- Donor cell produces pilus.
- 2- Pilus attaches to recipient cell and brings the two cells together.
- 3- The mobile plasmid is nicked and a single strand of DNA is then transferred to the recipient cell.
- 4- Both cells synthesize a complementary strand to produce a double stranded circular plasmid and also reproduce pili; both cells are now viable donors.

تكون المعلومات الوراثية المنقولة غالباً مفيدة للخلية المستقبلة. يمكن أن تتضمن الفوائد مقاومة الصادات الحيوية، القدرة على استعمال نواتج الاستقلاب الجديدة. يمكن اعتبار الاقتران كآلية تمّ تطويرها للسماح للجراثيم بالانتشار.

The genetic information transferred is often beneficial to the recipient. Benefits may include antibiotic resistance, xenobiotic tolerance or the ability to use new metabolites. Other elements, however, may be viewed as bacterial parasites and conjugation as a mechanism evolved by them to allow for their spread.

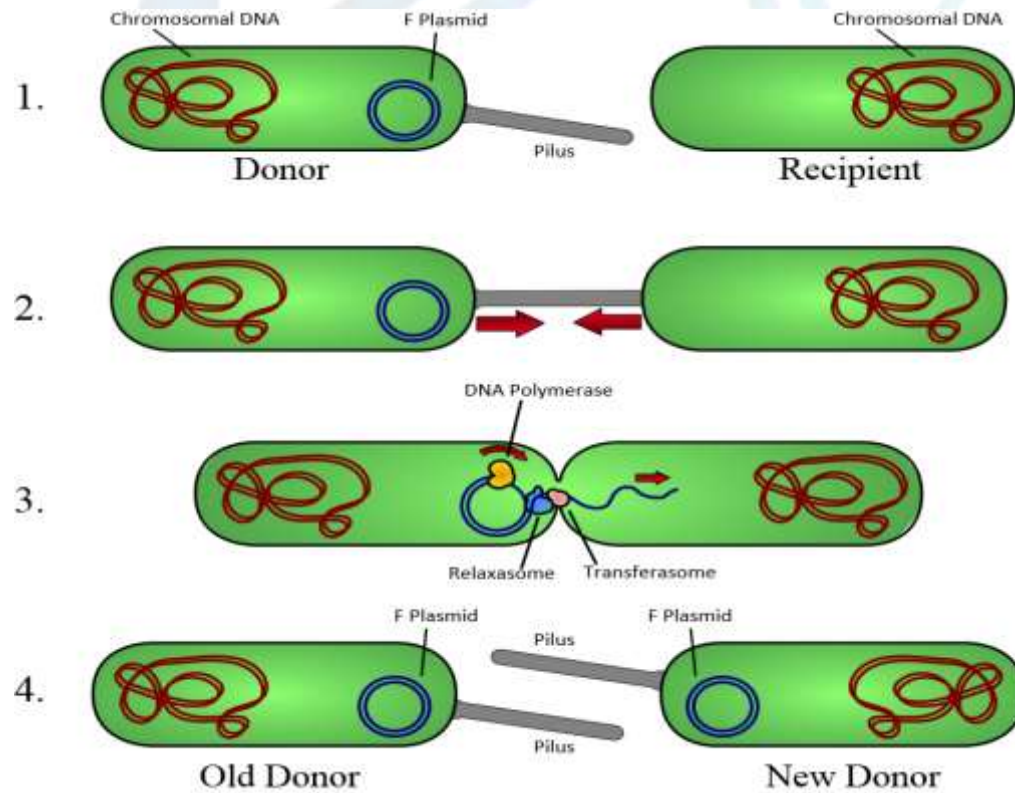


Diagram 1: Bacterial conjugation مخطط 1: الاقتران عند الجراثيم

(2) العتائق Archaea

وهي سلالات مكتشفة حديثاً ومشتقة من كلمة "قديم". وهي مشابهة للجراثيم في الشكل لكنها مميزة عنها وراثياً. تكون 56% من مورثات العتيق (archaeon) من النوع *Methanococcus jannaschii* جديدة بالنسبة للعلم ومختلفة عن مورثات أنواع الجراثيم المعروفة.

- It is most recently discovered lineage, and derived from the word “ancient”.
- It is similar in shape to bacteria, but genetically they are as distinct from bacteria (whole genome sequencing of the archaeon *Methanococcus jannaschii* showed 44% similarity to the known genes in bacteria and 56% of genes that were new to science).

وبناء على الفيزيولوجيا يمكن تصنيف العتائق في خمس مجموعات:

- 1- منتجات الميثان Methanogens: بدائيات نوى تنتج غاز الميثان (CH_4).
- 2- محبات الملوحة Halophiles: بدائيات نوى تعيش في تراكيز عالية من الملح (NaCl).
- 3- محبات الحرارة Thermophiles: بدائيات نوى تعيش في درجات حرارة عالية ($>100^\circ\text{C}$).
- 4- محبات البرودة Psychrophiles: بدائيات نوى تعيش في درجات حرارة منخفضة ($<10^\circ\text{C}$).
- 5- محبات الحموضة Acidophiles: بدائيات نوى تعيش في البيئات الحمضية.

- Based on their physiology, archaea can be classified into five subcategories:
 - Methanogens - prokaryotes that produce methane (CH_4).
 - Halophiles - prokaryotes that live at very high concentrations of salt (NaCl).
 - Thermophiles - prokaryotes that live at very high temperatures ($>100^\circ\text{C}$).
 - Psychrophiles - prokaryotes that live at very low temperatures (-10°C).
 - Acidophiles- prokaryotes that live in acidic environments.



شكل 2-3: أنواع مختلفة من العتائق Archaea

(3) الفيروسات Viruses

1-3 ماهي الفيروسات What are Viruses

الفيروسات هي كائنات دقيقة تصيب الإنسان والحيوان والنبات، ويمكن أن تقود إلى أمراض شديدة يمكن أن تتراوح شدتها من أمراض بسيطة كالرشح إلى أمراض خطيرة كالإيدز AIDS. والفيروسات هي عبارة عن معقدات جزيئية ضخمة من الحموض النووية (DNA أو RNA) مغلفة بمعطف بروتيني. ويدعى الفرع الذي يدرس الفيروسات بعلم الفيروسات Virology.

Viruses are tiny organisms that infect humans, animals and plants, and may lead to severe illnesses. This may include flu or a cold to something more life threatening like HIV/AIDS. Viruses are supramolecular complexes of nucleic acid (DNA or RNA) encapsulated in a protein coat. The branch of sciences which studies viruses is called virology.

وهي تعمل كطفيليات تتطفل على الخلايا وتدعى الأنواع التي تصيب الجراثيم بآكلات الجراثيم bacteriophages. تسبب الفيروسات تحلل (تخريب) الخلايا، ويكون بعضها مسؤولاً عن تحويل الخلايا إلى حالة سرطانية بتحويل الخلايا المضيفة إلى حالة غير منظمة من الانقسام الخلوي والتكاثر.

Viruses act as parasites of cells, and those infecting bacteria are called bacteriophages ("bacteria eaters"). Often, viruses cause the lysis (destruction) of cells. Some viruses are implicated in transforming cells into a cancerous state, that is, in converting their hosts to an unregulated state of cell division and proliferation.

وبسبب كون جميع الفيروسات معتمدة بشكل كبير على الخلايا المضيفة لإنتاج العناصر الفيروسية، فيجب أن تكون الفيروسات قد نشأت بعد نشوء الخلايا في سياق التطور. ومن المفترض أن تكون الفيروسات الأولى عبارة عن قطع من الحمض النووي التي طوّرت القدرة على التضاعف بشكل مستقل عن الصبغي واكتسبت فيما بعد المورثات الضرورية التي تمكنها من الحماية والاستقلال والانتقال بين الخلايا.

لا تكون الفيروسات حية بحد ذاتها (مجبرة على التطفل) فهي لا تنمو ولا تتكاثر لوحدها ولكنها تكون بحاجة إلى الدخول إلى الخلايا المضيفة وتجنيدتها لتساعد في زيادة العدد لذلك فهي طفيليات مجبرة على التطفل.

Because all viruses are heavily dependent on their host for the production of viral progeny, viruses must have arisen after cells were established in the course of evolution. Presumably, the first viruses were fragments of nucleic acid that developed the ability to replicate independently of the chromosome and then acquired the necessary genes enabling protection, autonomy, and transfer between cells.

Viruses by themselves are not alive. They cannot grow or multiply on their own and need to enter a human or animal cell and take over the cell to help them multiply. Therefore they are considered as obligatory parasites.

2-3 بنية الفيروس Structure of the virus

يتألف الفيروس المعدي من ثلاث أجزاء رئيسية (مخطط 2):

- 1- الحمض النووي: (DNA أو RNA) وهو مركز الفيروس ويحوي جميع المعلومات التي تجعل الفيروس فريد من نوعه ويساعده على زيادة العدد.
- 2- المعطف البروتيني (كابسيد capsid): وهو غطاء فوق الحمض النووي لحمايته.
- 3- الغشاء الشحمي (المحفظة envelope): يغطي الكابسيد وهناك عدة فيروسات لا تملك هذه المحفظة وتسمى فيروسات عارية.

A virion (virus particle) has three main parts (diagram 2):

1. Nucleic acid – this is the core of the virus with the DNA or RNA. The DNA or RNA holds all of the information for the virus and that makes it unique and helps it multiply.
2. Protein Coat (capsid) – This is covering over the nucleic acid that protects it.
3. Lipid membrane (envelope) – this covers the capsid; Many viruses do not have this envelope and are called naked viruses.

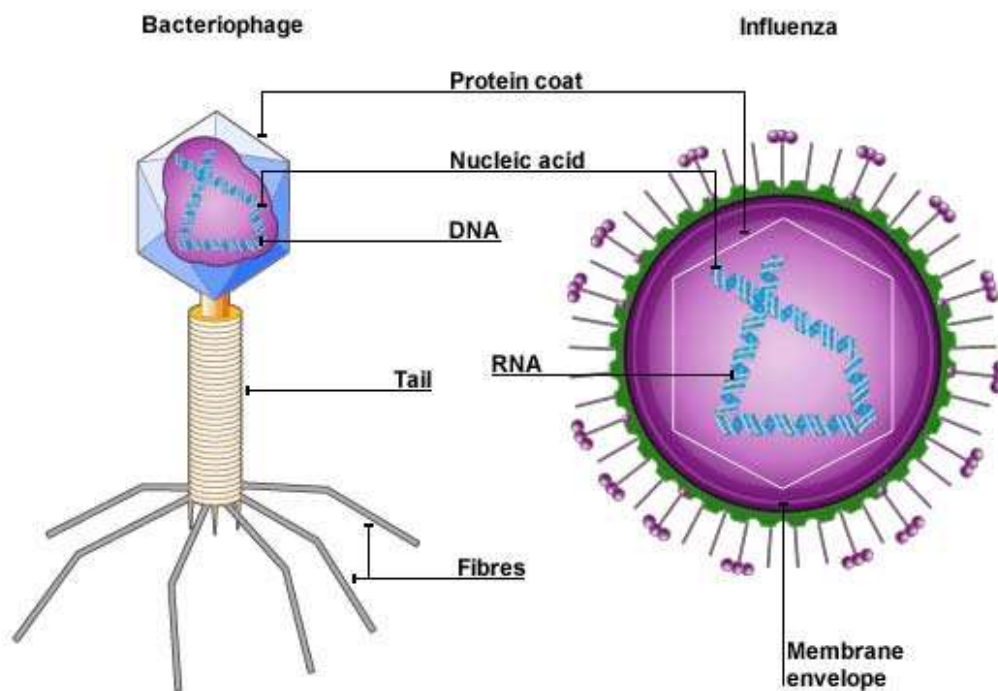


Diagram 2- 2: Simplified structure of a virus مخطط 2-2: بنية مبسطة للفيروس

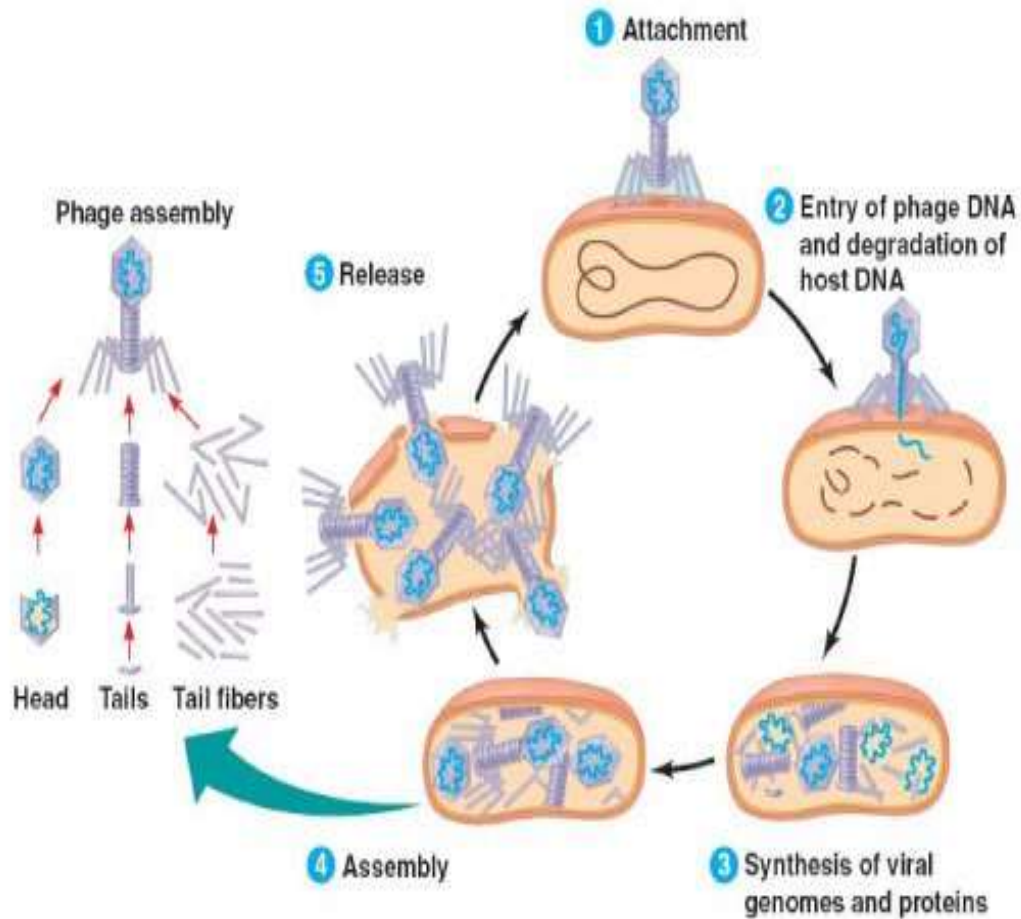
3-3 دورة حياة الفيروس Life cycle of a basic virus

يوجد عدة خطوات أساسية تتبعها جميع الفيروسات المعدية وتدعى بمجموعها دورة التحلل
lytic cycle (مخطط 2-3) وهي تتضمن ما يلي:

- 1- يلتصق العنصر الفيروسي إلى الخلية المضيفة (مرحلة الالتصاق adsorption).
- 2- يحقن العنصر الفيروسي DNA أو RNA الخاص فيه إلى داخل الخلية المضيفة (مرحلة الدخول entry).
- 3- يسيطر DNA أو RNA المهاجم على الخلية المضيفة ويجند أنزيماتها لصنع عناصر فيروسية جديدة ويدعى هذا (مرحلة التضاعف replication).
- 4- تتجمع العناصر الفيروسية المصنعة من قبل الخلية المضيفة لتشكل فيروسات جديدة وهي (مرحلة التجميع assembly).
- 5- تقتل الفيروسات المتشكلة حديثاً الخلية المضيفة لتتحرر وتبحث عن خلية مضيفة جديدة (مرحلة التحرير release).

There are a few basic steps that all infecting viruses follow and these are called the lytic cycle. These include (see diagram 2-3):

1. A virus particle attaches to a host cell. This is called “adsorption”.
2. The particle injects its DNA or RNA into the host cell. This is called “entry”.
3. The invading DNA or RNA takes over the cell and recruits the host cell’s enzymes to make new virus particles. This is called “replication”.
4. The particles of the virus created by the cell come together to form new viruses. This is called “assembly”
5. The newly formed viruses kill the cell so that they may break free and search for a new host cell. This is called “release”



مخطط 2-3: دورة حياة الفيروس Diagram 2-3: virus lifecycle