



كلية العلوم

القسم : علم الحياة

السنة : الأولى

المادة : علم الحياة النباتية 2

المحاضرة : الأولى / ز+ع / د طارق

{{ مكتبة A to Z }}

مكتبة A to Z Facebook Group :

كلية العلوم

11

يمكنكم طلب المحاضرات برسالة نصية (SMS) أو عبر (What's app-Telegram) على الرقم 0931497960

## الفصل الثاني (التكاثر في المادة الوراثية)

١-٢- الفيروسات

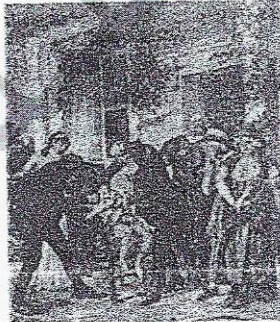
١-١-٢- اكتشاف الفيروسات

لوحظت الأمراض الفيروسية لأول مرة في لوحة غرانيبية على جدران أحد المعابد في مصر منذ ٣٠٠٠ سنة قبل الميلاد، توضح كاهن مصاب بمرض شلل الأطفال Poliomyelitis، الشكل (١-٢ . a) يُلاحظ مدى تفاوت طول القدمين وانحنائهما. وسجل الباحث الهولندي كارلوس كلوسوس Carolus Clusius عام ١٥٧٦ تبرقش أزهار التوليب الذي يسببه فيروس تبرقش التوليب وينتقل بواسطة حشرة المن Aphids.

ويعد الطبيب إدوارد جينير Edward Jenner أول من استخدم لقاح جدري البقر في عام ١٧٩٦ ضد الإصابة بجدري البشر Smallpox. يوضح الشكل (١-٢ . b) صورة تذكارية لأول تطعيم لمرض الجدري.



الشكل (١-٢ . a) لوحة غرانيبية على جدران أحد المعابد في مصر القديمة منذ ٣٠٠٠ ق.م.



الشكل (١-٢ . b) صورة تاريخية لأول نقاح ضد مرض الجدري، جُهِز اللقاح من حبيبات مرض الجدري المأخوذة من عنق يد امرأة حلابية.

وتمكن إيفانوفسكي Iwanovisky عام ١٨٩٢ وبيجرنك Beijerink عام ١٨٩٨ م إثبات أن فيروس موزاييك التبغ *Tobacco mosaic virus* (TMV) عامل ممرض يستطيع المرور عبر المرشحات، وذلك باستخلاص رشاحة أوراق تبغ مصابة بالتبغ (التبرقش) بعد تمريرها على أدق المرشحات الجرثومية حيث تم التأكد كلياً من أنها خالية تماماً من الجراثيم ثم وضعها على أوراق تبغ سليمة فلاحظ بعد فترة ظهور التبغ عليها أي إن هذه الرشاحة بقيت تمتلك القدرة على إحداث المرض رغم خلوها من الجراثيم، وتمكن ستانلي Stanley ونورثروب Northrup في عام ١٩٣٥ من عزل الفيروس وتفتيته على شكل بلورات نقية، وبذلك استطاع ستانلي Stanley وفالنس Valens من الإجابة على الاستفسار المطروح حينها: هل الفيروسات كائنات حية أم مادة كيميائية. وكان الجواب يتجلى في أن الفرق بين الفيروسات والجزيئات الكيميائية في كون الفيروسات تصبح حية لحظة إصابتها للكائن الحي، وحصولاً على جائزة نوبل لعزل فيروس موزاييك التبغ TMV بشكل نقي، ويستطيع التضاعف داخل الخلايا الحية بعكس بلورات المواد الكيميائية السامة، وبهذا تعد الفيروسات بروتينات متبلورة شديدة العدوى، تتخصص في نقل الصفات الوراثية عن طريق الأحماض النووية.

وتتابعت الدراسات والاكتشافات لأمراض تحدثها الفيروسات كالحصبة والجدي وشلل الأطفال والأنفلونزا والحمى القلاعية وأمكن زراعة الفيروسات في أجنة بيض الدجاج في عام ١٩٣١ وهذا ما ساعد على إنتاج اللقاحات. واكتشفت ملتهمات الجراثيم Bacteriophages في الحرب العالمية الأولى على يد دي هريل D'herelle في عام ١٩١٦. ونال ديلبروك Delbruk وزملائه جائزة نوبل في عام ١٩٦٩ على أبحاثهم في مجال ملتهمات الجراثيم. وتوصل العالم الفرنسي مونتاجنير Montagnier في معهد باستور عام ١٩٨٣ إلى عزل فيروس *Lymphadenopathy Associated Virus* (LAV) المسبب لمرض السيدا *Syndrome d'Immuno-depression acquire* (SIDA)، وعزل العالم الأميركي غالو Galo من معهد السرطان عام ١٩٨٤ فيروس *Human T cell Leukemia Virus* (HTLV) المسبب لمرض الايدز أو أعراض متلازمة نقص المناعة المكتسب *Acquired Immuno-Deficiency Syndrome* (AIDS)، وتبين أنهما فيروس واحد أطلق عليه اسم (HIV) ولا يزال يفتك بالبشرية لعدم اكتشاف دواء مناسب للعلاج.

ومن أهم إنجازات منظمة الصحة العالمية World Health Organization

(WHO) حملات التلقيح العالمي ضد فيروس الجدري عام ١٩٧٧ واستئصال المرض.

وعلى الرغم من النجاح في القضاء على بعض العوامل الفيروسية كالجدري وشلل

الأطفال، لا يزال العالم يعاني من ظهور فيروسات حديثة كل فترة قصيرة، لأن الفيروسات هي

الأعلى نسبة في انتشار سلالات جديدة من باقي العوامل الممرضة.

## ٢-١-٢- تعريف الفيروسات:

الفيروسات تراكيب لا خلوية تصيب شتى الكائنات الحية، ولفظ فيروس virus هو كلمة

لاتينية تعنى سائل سام (Venum) وهي متناهية في الصغر ويتراوح حجمها بين ١٠-٨٥٠

نانوميتر ولذلك لا ترى إلا بالمجهر الإلكتروني. للفيروسات عدة تعريف منها:

١- الفيروس جسم حي دقيق يتطفل إجبارياً على خلايا خاصة تختلف في نوعها

باختلاف نوع الفيروس فيدخل الفيروس هذه الخلايا ويحدث اضطراباً في النشاط الطبيعي للخلية.

٢- الفيروس عبارة عن بلورات تجمع في خواصها بين خواص عالمي الجماد

والأحياء ولذلك فهي بلورات فريدة في نوعها.

٣- الفيروس من حيث التركيب الكيميائي بلورات نيوكليوبروتينية أي أنها تحتوي على

أحماض نووية Nucleic acid وبروتينات.

## ٢-١-٣- الصفات العامة للفيروسات:

١- الفيروسات جسيمات بسيطة التركيب، أصغر الكائنات الدقيقة، لا تشاهد بالمجاهر

العادية وإنما بالمجاهر الإلكترونية، تنتشر في معظم البيئات والأمكنة، وهي عبارة عن حبيبات

دقيقة جداً تتألف من مادة نووية يحيط بها غلاف بروتيني يدعى الكابسيد يحميها من

المؤثرات الخارجية، ولوجود هذا الغلاف تكمن صعوبة الشفاء من الأمراض الفيروسية

بالطرائق العادية نتيجة مقاومتها للمواد المطهرة وللأشعة وللكتير من المضادات الحيوية

العادية.

٢- طفليات مجبرة فهي لا تستطيع الحياة إلا داخل الخلايا الحية وذلك لعدم توفر

الإنزيمات الخاصة بالتضاعف عنها، لهذا من الصعب زراعتها على الأوساط الغذائية

الاصطناعية التركيبية المختلفة على عكس الجراثيم، وهي بحاجة إلى كائن حي للتضاعف.

٣- تتبلور وتبدو كالجماد وذلك لانعدام أنشطتها، وتستطيع البقاء لعشرات السنين خارج الخلايا الحية، لكن إذا دخلت خلايا الكائن الحي فإنها تعاود تضاعفها، ولا يمكن اعتبارها كائنات حية من وحدات الخلية لأنها تفتقد لصفات الخلايا الفيزيائية والكيميائية والتركيبية.

٤- تحدث أمراضاً عديدة وخطيرة للإنسان كالجدري والحصبة يصيبان الجلد والأغشية المخاطية، شلل الأطفال يصيب الجهاز العصبي، الإنفلونزا والزكام والرشح تصيب الجهاز التنفسي، النكاف يصيب الغدة النكفية، الرمد الجببي يصيب العين، الإيدز يصيب الجهاز المناعي، وبعض الأمراض السرطانية الفيروسية تصيب الحيوانات كأمراض فم وأقدام الماشية، وقد غير فيروس Nipah مضيفه من الخفافيش Bats إلى الخنازير Pigs والإنسان مؤدياً إلى إصابات قاتلة للعاملين في مجال الزراعة في بعض مناطق آسيا، وتصيب الفيروسات النباتات بالنقرم أو التعملق أو النخر أو التشويه كتبقع أوراق التبغ والخيار والبطاطا، وسجل حوالي ١٠٠٠ فيروس يصيب النباتات بعضها ينتقل بسرعة بالتطعيم والتقليم أو بالحشرات والديدان وتقضي على المحاصيل، وقد تصيب بعض أنواع الجراثيم وتسمى ملتهمات الجراثيم Bacteriophages.

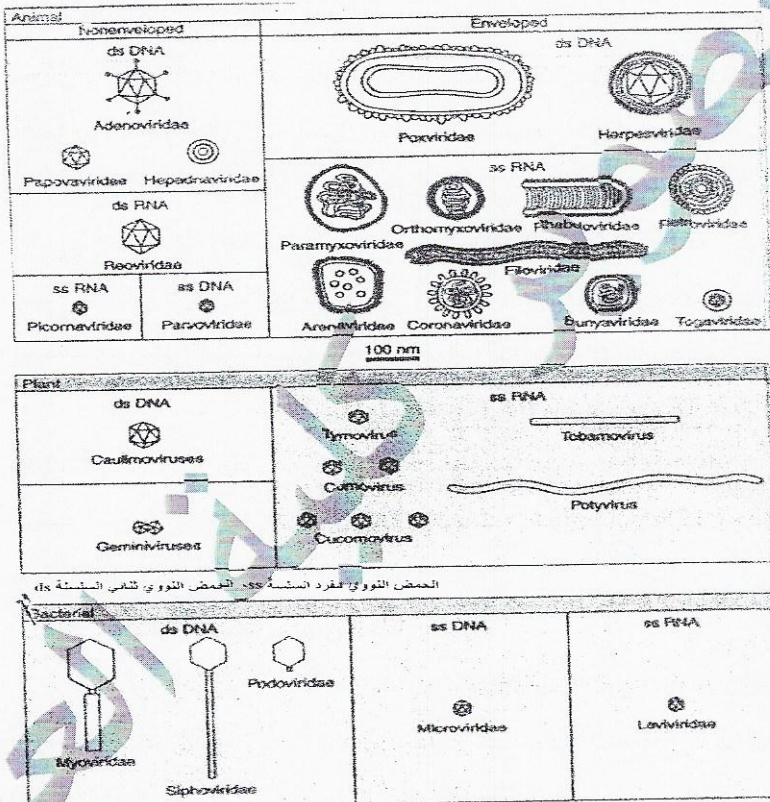
٥- نوعية كالفقل والمفتاح أي لكل نوع فيروسي نوع محدد من الكائنات أو الخلايا الحية يتطفل عليها كالفيروسات التي تتطفل على الإنسان وحده (شلل الأطفال، الجدري، الحصبة)، ومنها التي تصيب خلايا الكبد أو الدم دون غيرها، غالبية ملتهمات الجراثيم نوعية تصيب نوعاً محدداً من الجراثيم، وبعض الفيروسات تصيب الجراثيم الزرقاء وتسمى Cyanophages، والتي تصيب الفطريات تسمى Mycophages، وفيروس تبقع ونخر حبوب الذرة لا يصيب إلا نبات الذرة، ويوضح الشكل (٢-٢) بعض أنماط الفيروسات التي تتطفل على الحيوانات والنباتات والجراثيم.

#### ٢-١-٤- البنية الدقيقة للفيروسات:

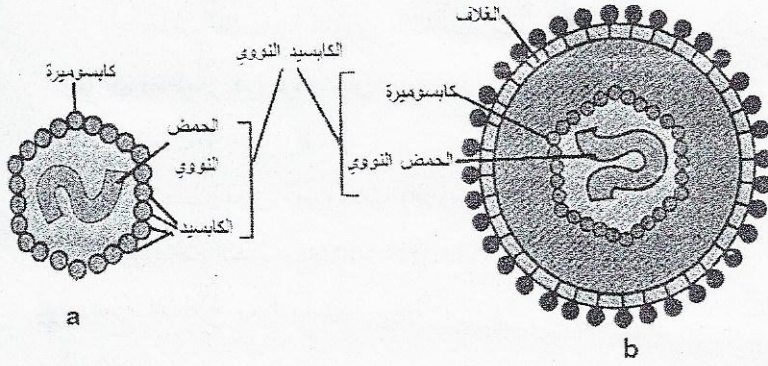
تمكن الباحثين باستخدام المجهر الإلكتروني من دراسة أشكال وأبعاد الفيروسات ودراسة التركيب الداخلي للجزيئة أو الوحدة الفيروسية المعروفة باسم الفيرون Virion بعد تكبيرها لأكثر من  $10^7$  مرة. وقبل المجهر الإلكتروني كانت الإصابات الفيروسية تلاحظ بشكل أجسام غريبة أو مكتنفات داخل سيتوبلازما أو نواة الخلايا المصابة أو كليهما معاً،

ويمكن استخدامها مخبرياً لحدوث إصابة للخلايا السليمة، وهي تجمعات لوحدات فيروسية تتم داخل خلايا الكائن المضيف.

يتألف الفيرون البسيط (الشكل ٢-٣) من جزء مركزي مكون من أحماض نووية محاطة بغلاف من البروتين يعرف باسم الكابسيد Capsid، يتكون الكابسيد من وحدات شكلية تدعى كابسوميرات Capsomers تترتب في نظام خاص، يُطلق على هذا التركيب اسم الفيرون العاري أو البسيط، أما الفيرون المحاط بغلاف Envelope مؤلف من ليبيد ويكون السطح الخارجي من الطبقة المضاعفة مرصعاً ببروتينات غليكوزيدية وقد تحتوي على القليل من المعادن ومواد شبيهة بالفيتامينات تسمى بالفيرونات المغلفة غالباً ما تُظهر أشواكاً spikes أو بروزات على شكل أزرار knobs من الغليكوبروتينات تدعى peplomers وهي أكثر تعقيداً. (شحمي أو شحمي بروتيني) ثنائي الطبقة، وتحتوي الفيروسات إما على RNA أو DNA.



الشكل (٢-٢) بعض أنماط الفيروسات التي تصيب الحيوان والنبات والجرثيم.



الشكل (٢-٣) الوحدة الفيروسيّة المعروفة باسم **Virion**.

a - فيريون عاري b - فيريون مغلف مع الأشواك.

وتتكون الفيروسات من الأجزاء التالية:

### ١- الحمض النووي Nucleic acid

يتكون الحمض النووي من سلاسل من الوحدات، وهو الجزء المُعدي للفيروس، وتقسّم الفيروسات اعتماداً على محتواها من الحمض النووي إلى: فيروسات الحمض الريبسي النووي RNA (الفيروسات السياتية) وفيروسات الحمض الريبسي النووي منقوص الأكسجين DNA (ملتهيمات الجراثيم). ويتكون RNA من خيط وحيد ملتف حلزونياً حول نفسه (أحادية السلسلة) أما DNA يتكون من خيطين متوازيين يلتقان حول نفسيهما (ثنائية السلسلة).

### ٢- الكابسيد Capsid

يتكون الكابسيد من بروتينات مختلفة ويحيط بالجزء المركزي من الحمض النووي، ويعطي الفيروس شكله الخارجي وانتظامه المميز، وله وظائف عديدة:

- حماية الحمض النووي من تأثير الإنزيمات الخاصة بمهاجمته وتفكيكه وبذلك يحفظ

الحمض النووي بقدرته على التضاعف ونقل الإصابة.

- مسؤول عن تركيب المستضدات Antigenes الفيروسيّة.

- يحدد شكل الفيروس وحجمه.

- يلعب دوراً في التصاق الفيروس العاري بمستقبلات نوعية ظاهرة على الخلية

المضيفة.

### ٣- الكابسيد النووي Nucleocapsid

يسمى الحمض النووي والكابسيد معاً بالكابسيد النووي (الفيريون العاري)، ولا يتحدان معاً بل ينتظمان في تركيب فراغي محدد لكل فيروس.

### ٤- الغلاف Envelope

تحاط بعض الفيروسات (الفيريون العاري) بغلاف وتسمى عندها بالفيروسات المغلفة، مثل فيروسات الحلا Herpes viruses، ويتكون الغلاف من مواد دهنية وبروتينية وسكريات وبعض الأملاح ومواد شبيهة بالفيتامين، وقد تحاط بعض الفيروسات بغلافين. ومن وظائف الغلاف:

- إعطاء خواص مهمة للفيروسات من حيث مقاومتها للإيثر.

- إعطاء الفيروسات المغلفة أنواعاً من المستضدات الفيروسية.

- التصاق الفيروس المغلف بالخلية المضيفة.

### ٢-١-٥- أشكال الفيروسات:

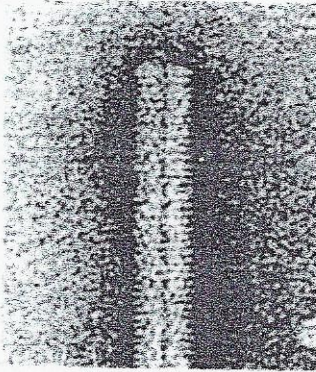
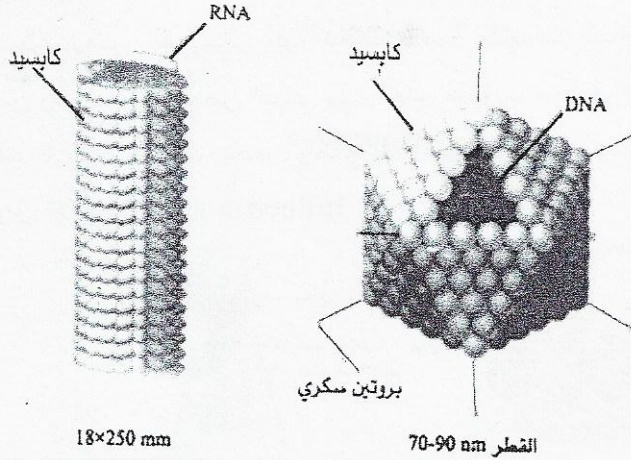
يتبع تجميع وترتيب الكابسيديات الفيروسية الأنماط الشكلية الآتية:

### ١- الفيروسات الحلزونية أو كابسيديات حلزونية:

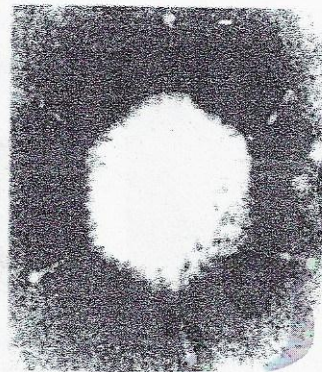
مثل فيروس موزايك التبغ تترتب فيه الوحدات البنوية البروتينية والحمض النووي على شكل حلزون، يكون محوره الحمض النووي RNA بشكل لولب اسطواني، وتلتف الكابسوميرات حول هذا الحمض على شكل حلزون يتميز بلفاته الضيقة للغاية (الشكل ٢-٤. a).

### ٢- الفيروسات عديدة السطوح أو كابسيديات شبه كروية:

تكون الكابسوميرات على شكل مجسمات عشرونية الوجوه عندما يزيد عدد الكابسوميرات على ٦٠ وحدة، كما في الفيروسات الغدية Adenovirus التي يتألف كابسيد فيروسها من ٢٥٢ كابسوميرة، أو تكون ذات تناظر مكعب وسطوح مثلثية فتأخذ شكل كروي أو شبه كروي إذا كان عدد الوحدات أقل من ٦٠ كابسوميرة، وهذه البنية تميز غالبية الفيروسات الحيوانية والنباتية والجرثومية (الشكل ٢-٤. b).



(a) يمتلك فيروس موزايك التبغ كابسيد حلزوني يحيط به RNA تغطيه شكلاً عاماً يشبه العصا.



(b) يمتلك الفيروس النذوي كابسيد عديد الوجود مع شوكة من الغليكوبروتين عند كل قمة (أو رأس)

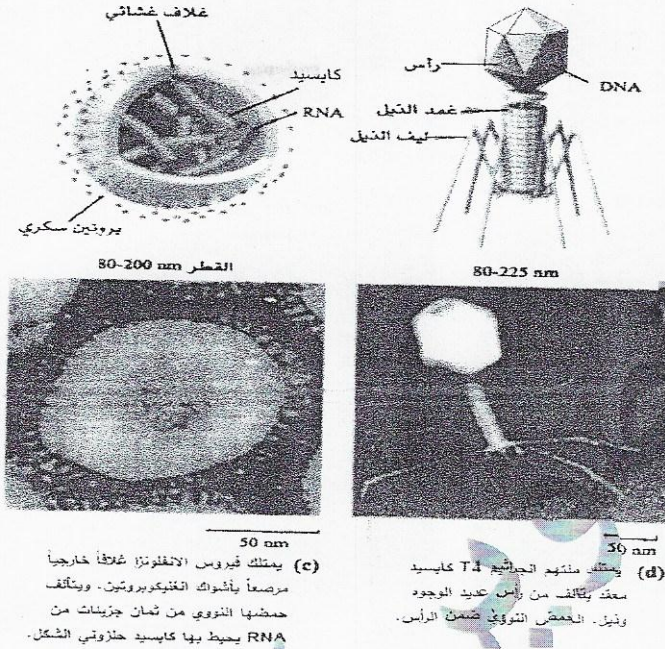
الشكل (٢-٤): الفيروسات الحلزونية (a) و عديدة السطوح (b).

### ٣- الفيروسات المغلفة:

يُحاط الكابسيد في بعض أنواع الفيروسات بغلاف Envelope، ولذلك تنتمي إلى الفيروسات المغلفة التي تكون كروية الشكل تقريباً، ولكنها متغيرة الشكل لأن الغلاف ليس صلباً، وإذا كانت الفيروسات لولبية أو عديدة السطوح محاطة بغلاف فإنها تنتمي إلى الفيروسات اللولبية المغلفة وعديدة السطوح المغلفة، مثل فيروس الأنفلونزا وفيروس الحلا البسيط Herpes simplex العشروني السطوح المغلف (الشكل ٢-٥، c).

#### ٤- الفيروسات المعقدة:

تمتلك بعض الفيروسات بنية معقدة خاصةً ملتصقات الجراثيم Bacteriophages المكونة من رأس يحوي الحمض النووي وذيل يضم ملحقات مختلفة (الشكل ٢-٥. d) وبعض الفيروسات لا تحوي كابسيد محدد وواضح بل أغلفة عديدة بروتينية تحيط بالحمض النووي مثل فيروس الانفلونزا Influenza virus (الشكل ٢-5. c).



الشكل (٢-٥) الفيروسات المعقدة (c) والفيروسات المعقدة (d).

#### ٢-١-٦- تضاعف الفيروسات:

تتمكن الفيروسات من الدخول إلى خلايا مضيفها المناسب، والتضاعف داخلها وتشكيل وحدات فيروسية كاملة ثم تحررها منها، حيث تتكاثر الفيروسات بمادتها الوراثية فقط، أي نسخ وتضاعف الحمض النووي، ولذلك يطلق على هذه العملية التضاعف Replication، تمييزاً لها عن عملية التكاثر Reproduction التي تخص الكائنات الحية الأخرى والتي تشترك فيها جميع المكونات الخلوية.

مراحل التضاعف الفيروسي: موضحة في الشكل (٢-٦)

١-الإدمصاص **Adsorption**: ارتباط الفيروسات بمستقبلات نوعية **Specific receptors** على سطح الخلية المضيفة، اعتماداً على الروابط الشاردية بين الجذور الوظيفية الخلوية والفيروسات، يكون الالتصاق وثيقاً غير قابل للانفصال بسهولة.

٢-الاختراق **Penetration**: تخترق الفيروسات الخلية نتيجة نشاط الخلية المضيفة وانغمادها حول الفيروسات ومحاصرتها في هيئة فجوة، ودخول الفيروس إلى سيتوبلازما الخلية.

٣-نزع الغلاف **Uncoating**: تبدأ الخلية المضيفة بإفراز الإنزيمات الخلوية الهاضمة للفيروسات وتؤدي إلى تعرية الغلاف البروتيني الفيروسي وفصله عن الحمض النووي الفيروسي، أو تحدث عملية التعرية قبل دخول الفيروس الخلية المضيفة.

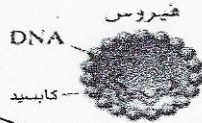
٤-الاحتجاب أو الكسوف **Eclipse**: يسيطر الحمض النووي الفيروسي على نواة الخلية، فتفقد النواة التحكم بنشاط الخلية وتأخذ في الاستجابة للحمض النووي الفيروسي، ويسخر مكونات الخلية المضيفة لمصلحته من أجل تركيب وحدات فيروسية جديدة.

٥-الانتساخ **Transcription**: يتم انتساخ mRNA الرسول من DNA الفيروسي، يعمل miRNA إلى تكوين نمطين من البروتينات الفيروسية، أ-النمط البنيوي وهي البروتينات المكونة للفيروس، ب-النمط الوظيفي وهي البروتينات غير البنيوية، إنزيمات من أجل تضاعف الجينوم الفيروسي. ويتم أيضاً انتساخ الحمض النووي الفيروسي عدة نسخ مطابقة للجينوم الأصلي للفيروس.

٦-التجميع **Assembly**: يحاط كل جينوم فيروسي بالبروتين الفيروسي مكوناً وحدات فيروسية جديدة ضمن الخلية المضيفة.

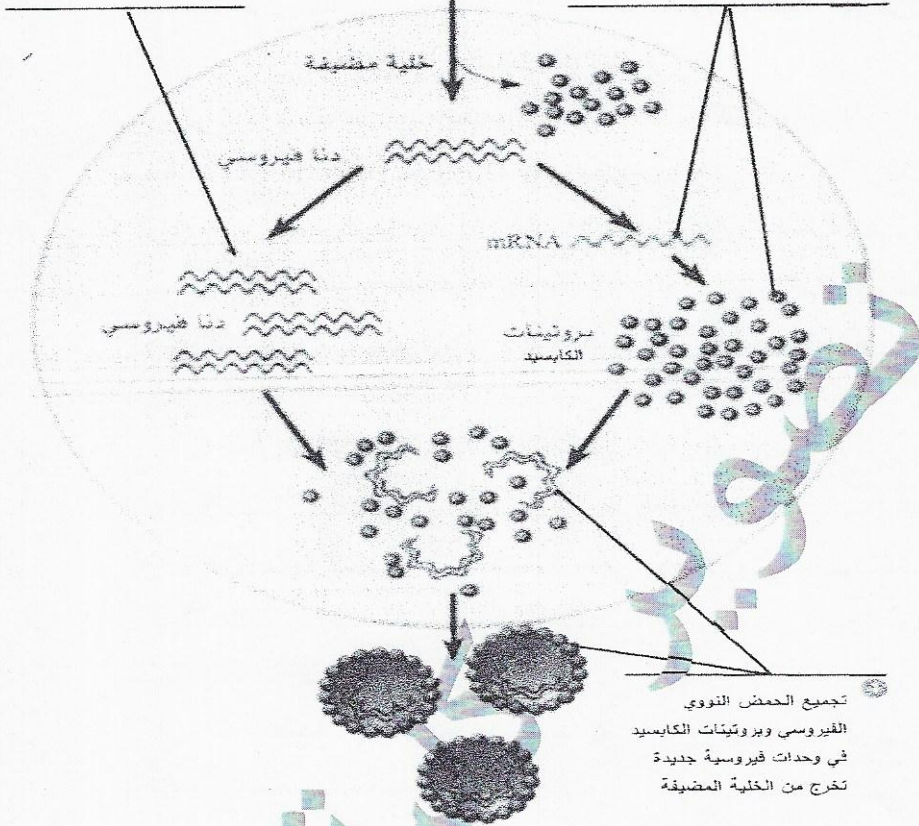
٧-التحرر **Release**: تتخرب الخلية المضيفة مؤدية إلى تحرر الوحدات الفيروسية الجديدة، لتصيب خلايا سليمة للكائن الحي. أحياناً لا يحدث تحلل للخلية المضيفة للفيروس وهذا عائد لنوع الفيروس.

يدخل الفيروس العاري الخلية  
مطلقاً الدنا الفيروسي  
وبروتينات الكابسيد



تسخن إنزيمات الخلية المضيفة  
جينوم الفيروس إلى mRNA ونا  
مرسال، بحيث تستخدمه إنزيمات  
الخلية المضيفة لتكوين المزيد من  
البروتينات الفيروسية  
الكاسيدات.

تضاعف إنزيمات الخلية  
المادة الوراثية الفيروسيّة



تجميع الحمض النووي  
الفيروسي وبروتينات الكابسيد  
في وحدات فيروسية جديدة  
تخرج من الخلية المضيفة

شكل (٢-٦) مراحل تضاعف الفيروسات داخل الخلية المضيفة.

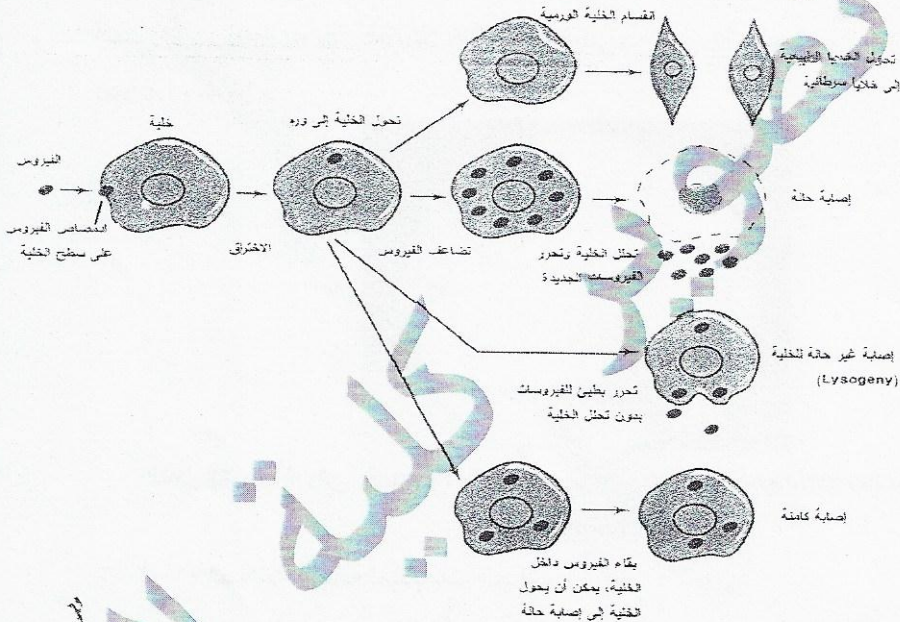
ويمكن أن نوضح النتائج المحتملة للإصابة الفيروسيّة بالحالات الآتية: (الشكل ٢-٧)

- ١- إصابة حالة **Lytic Infection**: يؤدي خروج الفيروسات من الخلية المضيفة إلى تحلل وانفجار الخلية، فتظهر الفيروسات في سوائل الجسم، كما في فيروس شلل الأطفال، يمكن أن يصل المرود الفيروسي في الخلية الواحدة أكثر من مائة ألف جسيم فيروسي لفيروس شلل الأطفال **Poliovirus**، وعدة آلاف لفيروس الجدري (الطفح) **Poxvirus**.

٢- إصابة غير حالة **Nonlytic Infection**: قد يتحد الجينوم الفيروسي مع جينوم الخلية المضيفة ويتضاعف مع تضاعف الخلية، وتدعى هذه الحالة بالاستدابة (ليزوجيني) **Lysogeny**، ويمكن لهذا الجينوم الفيروسي أن ينفصل عن المادة الوراثية للخلية المضيفة وينسل إلى خارج الخلية المضيفة دون تخريبها. الخلايا المصابة بفيروسات غير حالة تستمر في تركيب غير محدود للفيروسات.

٣- إصابة مسرطنة **Carcinogenic Infection**: يمكن أن تتحول الخلية المضيفة للفيروس إلى خلية شاذة، ما تأخذ هذه الخلية بالانقسام والتحول إلى خلايا سرطانية.

٤- إصابة كامنة **Latent Infection**: يبقى الفيروس داخل الخلية المضيفة بدون أن يسبب لها أي أذى، ولأسباب عديدة يمكن أن يسبب الضرر للخلية ويحولها إلى الإصابة المحللة.



الشكل (٧-٢) الحالات المحتملة للإصابة الفيروسية.

## ٢-٢-٢-٢-٢ ملتهفات (عائيات) الجراثيم **Bacteriophages**

كان اكتشاف ملتهفات الجراثيم مصادفة عندما حاول الطبيب الانكليزي فريدريك ثورت **Frederick Twort** عام ١٩١٥م أخذ قيق من بثرة إنسان مصاب بالجدي **Smallpox** وزرعها في طبق على وسط آغار، لاحظ نمواً جرثومياً بلون معتم **opaque**

تتخلله مساحات متناوبة شفاقة، يدهي أن الفيروس لا يتضاعف في الوسط غير الحي، ب تكرار التجربة السابقة لاحظ أن المساحة تتسع لتلتحم، وبعدها سميت روائق plaques ويختفي النمو الجرثومي بعد تحلل Lysis الجراثيم. واكتشف العالم الفرنسي ديهيريل d'Herelle عام ١٩١٦م أثناء زراعة الجراثيم العسوية المسببة للزحار *Bacillus dysentrae* مناطق نمو الجراثيم المعتمة وتتخللها مساحات شفاقة، ويتكرر التجارب تبين أن العامل الممرض يمر عبر المرشحات الجرثومية، وباستخدام تراكيز متعددة تبين أن انتشار الروائق (الشكل ٢-٨) يتناسب مع التركيز وأطلق عليها آكلات الجراثيم Bacteria eaters أو ملتهمات الجراثيم.

وفي عام ١٩٤٢ تمكن سلفادور لوريا Salvador Luria باستخدام المجهر الالكتروني من اكتشاف تضاعف الملتهمات. وأشارت الدراسات إلى الأهمية الاقتصادية لملتهمات الجراثيم ولاسيما في مجال صناعة الألبان وملتهمات جراثيم *Laciobacillus*، وفي المجال الطبي ملتهم *Staphylococcus* كمضاد جرثومي، وفي مجال البيولوجيا الجزيئية ملتهم T4 DNA ligase.



الشكل (٢-٨) الروائق Plaques على سطح الأغار بعد إصابة *Escherichia coli* بالملتهم

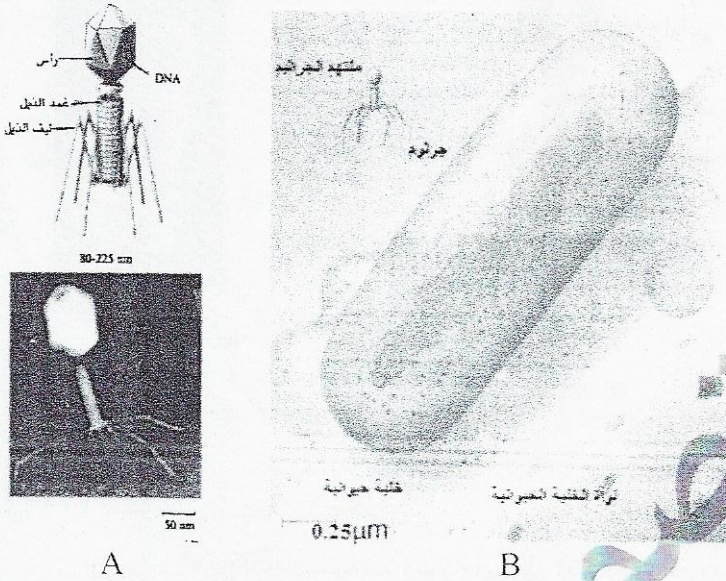
*Coliphage T4*

١-٢-٢-١-الصفات العامة لملتهمات الجراثيم:

واسعة الانتشار في كل البيئات التي تنتشر فيها الجراثيم، وتُعزل بسهولة، وتُصاب معظم الجراثيم بالملتهمات.

تتألف الملتهمات من الحمض النووي الفيروسي والبروتين، وهي نوعان: الملتهمات الحالة Lytic وهي تدمر وتخرّب الخلية المصابة، والملتهمات المعتدلة Temperate أو

عديمة الفوعة Avirulent تبقى الخلية المصابة حية وسليمة، يبين الشكل (٢-٩) A-الشكل العام للملتهم المعتدل، B-مقارنة حجم الملتهم بحجم خلية جرثومية وخلية حيوانية بداخلها نواة.



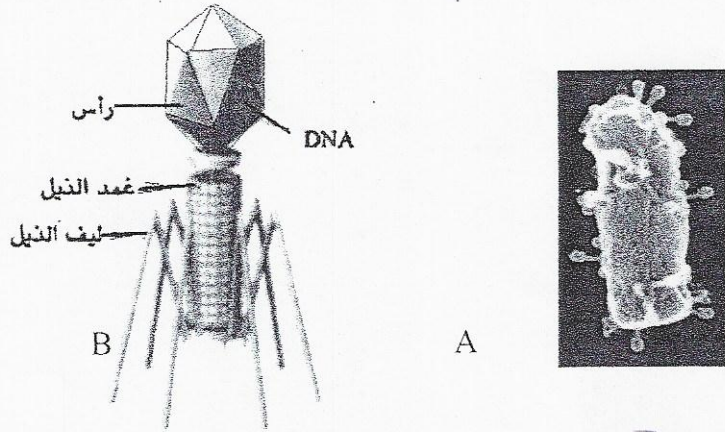
الشكل (٢-٩) A-يوضح الشكل العام للملتهم المعتدل، B-مقارنة حجم الملتهم بحجم خلية جرثومية وخلية حيوانية بداخلها نواة.

تتميز الملتهمات بتخصص عالٍ بالنسبة للمضيف، مثل: الجراثيم الزرقاء Cyanobacteria أو الاكتينومييسيتات Actinomycetes أو الريكتسيات Rickettsia أو الميكوبلاسما Mycoplasma أو الجراثيم الحقيقية Eubacteria، والملتهمات التي تُصيب مجموعة لا تُصيب مجموعة أخرى، والتخصص يكون أيضاً على مستوى الجنس الجرثومي مثل جنس السالمونيلا Salmonella أو الأزوتوباكتر Azotobacter أو الستربتومييسيس Streptomyces ..... ويكون التخصص على مستوى النوع مثل ملتهم يُصيب جراثيم العقد الجذرية جنس Rhizobium الخاص بالبالزلاء يختلف عن ملتهم الريزوبيوم الذي يُصيب فول الصويا أو اللوبياء .... ويكون التخصص أحياناً على مستوى السلالة.

٢-٢-٢- مورفولوجيا ملتهم الجراثيم:

تمتلك الملتهمات محوراً من نوع واحد من الحمض النووي يُحاط بغطاء بروتيني Coát أو كابسيد Capsid ويتكون من كابسوميرات، والشكل الشائع هو الملتهم المُذيل

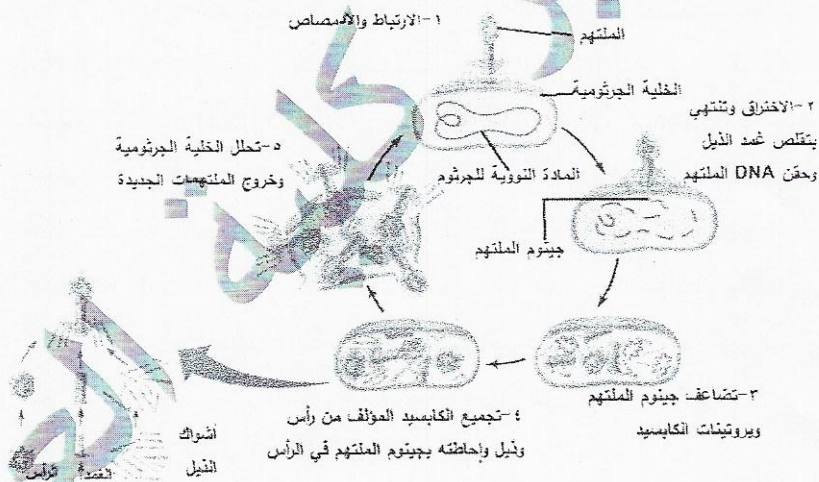
Tailed phage المتميز بالرأس والذيل. (الشكل ٢-١٠) A-صورة بالمجهر الالكتروني تبين مهاجمة عدد من الملتهمات لسطح خلية جرثومية. B-أجزاء الملتهم.



الشكل (٢-١٠) A-صورة بالمجهر الالكتروني تبين مهاجمة عدد من الملتهمات لسطح خلية جرثومية. B-أجزاء الملتهم.

٢-٢-٣-تضاعف ملتهمات الجراثيم:

إن مراحل تضاعف الملتهمات مشابه لمراحل تضاعف الفيروسات الأخرى، وقد لاقى الأبحاث حول أكلات جراثيم العصيات المعوية *Escherichia coli* اهتماماً كبيراً، ودُرست عملية التضاعف عندها بكثرة، وتتطور وفق المراحل الآتية: (الشكل ٢-١١)



الشكل (٢-١١) تضاعف الملتهم المعتدل T4 (الدورة الحالة) وانفجار الخلية الجرثومية.

## ١- الارتباط والادمصاص Attachment and adsorption: تلتصق الملتهمات

بسطح الخلية الجرثومية في مواضع محددة نوعية، تختلف باختلاف نوع الملتهم والجرثوم، حيث يقترب ملتهم الجراثيم من الخلية الجرثومية ويدمص على السطح نتيجة روابط كيميائية بين الشوارد. الموجودة في ذيل الملتهم، وبين تلك المستقبلات الموجودة على الجدار الخلوي للجرثوم. الشكل (٢-١٢).

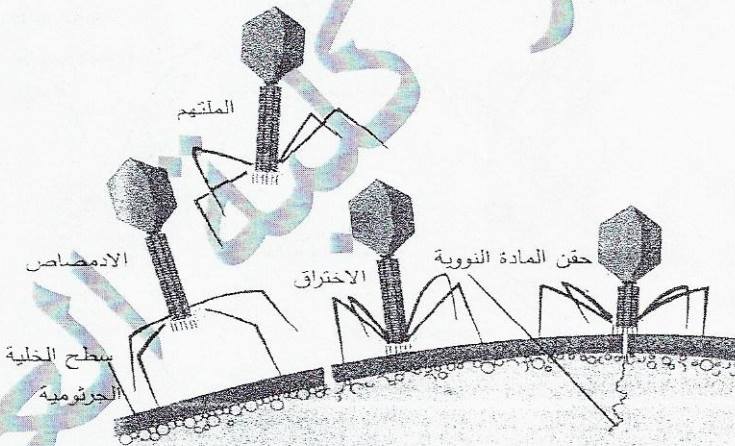
## ٢- الاختراق Penetration: تختلف آلية الاختراق باختلاف نوع الملتهمات، بعد

عملية ادمصاص الملتهم ينقبض الذيل Contracts ليؤدي إلى اندماج الوحدات الصغيرة مع تحت الوحدات الكبيرة لكل حلقتين من حلقات الذيل، ويندفع الأنبوب المركزي وهو غير منقبض وتشبه المحقن وبحركة التناحية تؤدي إلى قذف الحمض النووي للملتهم إلى داخل الخلية الجرثومية، ينتج عنه هضم جزئي للجدار الخلوي الجرثومي بفعل إنزيمات ليزوزوم Lysozyme المتوضعة ضمن ذيل الملتهم، وبعد الاختراق تبقى أغلفة الملتهمات الفارغة خارج الخلية، ينتهي الاختراق بالمراحل التالية: الشكل (٢-١٢).

- يتثبت الملتهم بذيله على الجدار الخلوي الجرثومي.

- يتقلص غمد الذيل بشكل يمكن الجزء المركزي في ذيل الملتهم من ثقب الجدار الخلوي

- يحقن DNA الملتهم داخل الخلية الجرثومية، ويبقى الغلاف البروتيني لرأس الملتهم وذيله خارجاً.

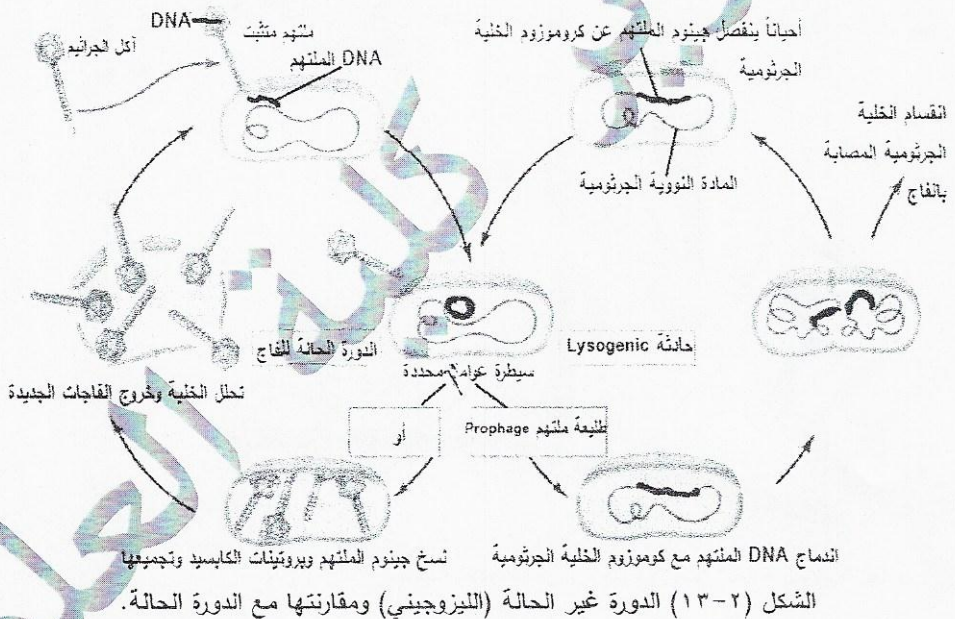


الشكل (٢-١٢) مرحلة ادمصاص والاختراق وحقن المادة النووية للملتهم.

٣-التضاعف **Replication**: يُسخر الحمض النووي الفيروسي DNA لصالحه ATP الخلية الجرثومية وجسيماتها الريبية وأنزيماتها الخلوية ويوقف نشاطها الاستقلابي، وينسخ الحموض النووية الفيروسية وبروتينات الكاسيد التابعة للرأس والذيل.

٤-التجميع **Assembly**: بعد حوالي ٢٥ دقيقة من الإصابة تتجمع البروتينات الكاسيدية حول DNA مشكلة ملتهمات جديدة تُقدر بحوالي ٢٠٠ ملتهم.

٥-التحلل أو الاستدابة **Lysis/Lysogenic**: إن تشكل الوحدات الجديدة للملتهم يؤدي إما إلى تحرب وانفجار الخلية الجرثومية، وبالتالي تحرر الملتهمات لتصيب خلايا جرثومية جديدة، وهذه هي الدورة الحالة للملتهم **Lytic cycle**. ولكن في بعض الملتهمات المعتدلة تحدث ظاهرة الاستدابة أو الدورة غير الحالة **Lysogenic cycle** بين الملتهم والجرثوم (الشكل ٢-١٣)، فبالإضافة إلى سيطرة DNA الملتهم على العوامل الوراثية الخلوية، فإنه يدخل وتندمج مورثاته مع مورثات الخلية الجرثومية وكأنه طبيعة ملتهم **Prophage** ويتدخل في العمليات الاستقلابية للخلية، وينتقل أثناء تكاثر الجرثوم إلى الخلايا النبات من جيل لآخر، وهذا يؤدي إلى الانتان المزمّن، وأحياناً قد يحدث أن يخرج بسبب أو بآخر من مورثات الخلية ويدخل في حلقة التحلل الخلوي الجرثومي ويؤدي إلى الانتان الكامن.



يكتسب الجرثوم المصاب بالملتهومات المعتدلة مناعة ضد أي فيروسات جديدة، وأمكن مخبرياً تحويل حادثة الليزوجيني إلى التحلل وذلك بتعريض الخلية الجرثومية المصابة إلى الأشعة فوق البنفسجية أو بعض المواد الكيميائية.

٢-٢-٤- طرائق تضاعف الفيروسات البطينية:

**الفريودات Viroids:** هي جزيئات حلقيّة من RNA، تصيب النباتات بالعدوى مسببة شذوذاً في التطور وقصوراً في النمو، بمقدورها التناسخ في الخلايا النباتية مستخدمة في الظاهر الأنزيمات الخلوية، وهذا الحمض النووي قادر بمفرده على أن يكون عاملاً معدياً ينشر المرض.

**البريونات Prions:** هي عوامل معدية مكونة حصراً من سيالوغليكوبروتين sialoglycoprotein تدعى PrP<sup>27-30</sup> (بروتينات) لا تحتوي على حمض نووي، يشير المصطلح إلى أي غليكوبروتين غير متجانس بصرياً، شمعي، نصف شفاف، وهو يترسب داخل خلوي و/أو بين الخلايا في العديد من الأمراض البشرية مثل: الزهايمر Alzheimer، كروتزفيلد-جاكوب Creutzfeldt-Jakob، متلازمة داون Down's syndrome، جذام كورو Kuru Leprosy، ومسببة عدداً من الأمراض الدماغية العصبية في أنواع حيوانية مختلفة، مثل الزعاش Scrapie بين الخراف، وجنون البقر Mad cow.

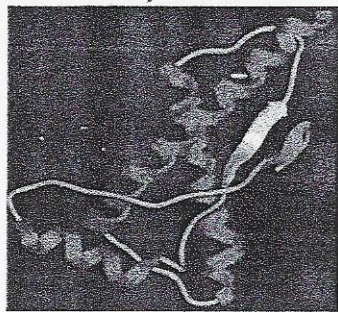
تنتقل البريونات بوساطة الطعام، وتتصف بما يلي:

- البريونات عوامل تفعل فعلها ببطء شديد، حيث تمتد فترة الحضانة عشر سنوات تقريباً إلى حين ظهور المرض.

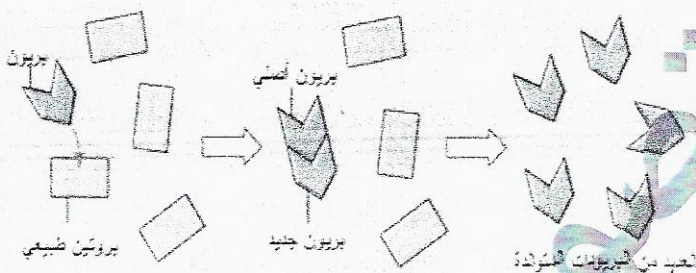
- من الصعب إتلاف البريونات، فهي لا تتخرب بالتسخين إلى درجات طهي الطعام العادية، ولا يُعرف لها علاج حتى الآن.

البريونات حسب فرضية العالم ستانلي بروسينير Stanley Prusiner منذ بداية ثمانينات القرن الماضي هي نسخ مطوية طياً مغلوطة غير صحيح Misfolded version من بروتينات موجودة في خلايا الدماغ بشكل طبيعي (الشكل ٢-١٤) وعندما يدخل البريون إلى خلية مشتملة على بروتين طبيعي الشكل PrP<sup>c</sup> حيث ترمز c للبروتين الخلوي، فإنه يعمل على حث البروتين الطبيعي على انتحال شكل شاذ، هو الشكل الآخر المغلوط الطي PrP<sup>sc</sup> حيث تعود sc لمرض الزعاش في الأغنام، وبهذه الطريقة يمكن للبريونات أن تطلق تفاعلات

متسلسلة تزيد من أعدادها إلى أن تتراكم في كدسات تصل إلى مستويات خطيرة (الشكل ٢-١٥) مسببة بذلك سوء الوظائف الخلوية، لتنتهي بتتكس أو اعتلال الدماغ. وقد حصل ستانلي بروزينير على جائزة نوبل عام ١٩٧٧ لاكتشافه وإطلاقه لنموذج كيفية تولد البريونات.



الشكل (٢-١٤) البريونات prion

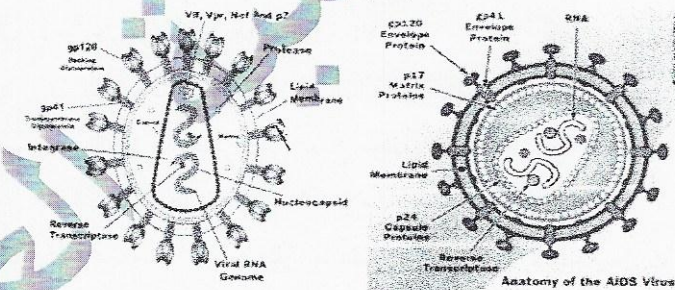


الشكل (٢-١٥) طريقة تولد البريونات.

## ٢-٥-٢-٥- بعض الفيروسات المنبثقة مؤخراً Emerging Virus

هي الفيروسات التي تظهر فجأة، وتستدعي انتباه العلماء ومن أمثلتها:

١- فيروس الإيدز HIV (الشكل ٢-١٦) الذي يصيب المدافعات الأساسية (اللمفاويات البائية والتائية والخلايا البالعة) في الجهاز المناعي للإنسان.



الشكل (٢-١٦) أشكال فيروس نقص المناعة البشرية

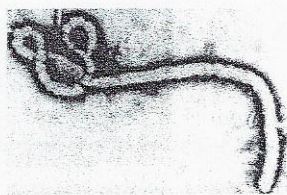
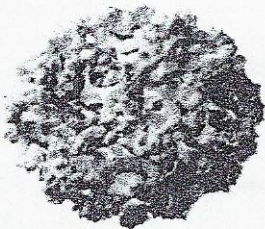
.Human immunodeficiency virus

٢- فيروس Ebola (الشكل ٢-١٧) يسبب الحمى النزفية Hemorrhagic fever

وتؤدي الإصابة إلى الموت، تترافق بحمى، وإقياء، ونزف شديد ووهن وتعب جهاز الدوران.

٣- فيروس غربي النيل West Nile virus وهو خطير ويسبب التهاب الدماغ

Encephalitis. (الشكل ٢-١٨)



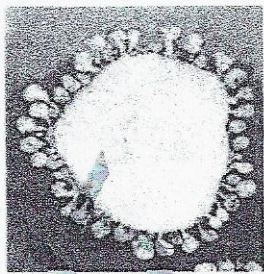
الشكل (٢-١٨) فيروس غربي النيل . الشكل (٢-١٧) فيروس Ebola.

٤- فيروس السارس SARS (فيروس الالتهاب الرئوي الحاد Severe Acute Respiratory Syndrome)

ظهر لأول مرة في جنوب الصين في تشرين الثاني ٢٠٠٢

(الشكل ٢-١٩)، وأثناء تفشيه في العالم بين تشرين الثاني ٢٠٠٢ إلى تموز ٢٠٠٣، أصاب

حوالي ثمانية آلاف شخص بالعدوى، توفي منهم سبعمائة شخص.



الشكل (٢-١٩) إن العامل المسبب للسارس هو فيروس مكثل، واستمد اسمه من إكليل أشواك الغليكويروتينات البارزة من الغلاف

٥- فيروس انفلونزا الخنازير A(H1N1) (الشكل ٢-٢٠) والذي سبب أول جائحة

في القرن الحادي والعشرين حيث أعلن عن أول إصابة في المكسيك في ١٧/مارس/٢٠٠٩،

ويعود تاريخ هذا المرض إلى عام ١٩١٨ عندما تفشى وباء الانفلونزا الاسبانية وتسبب بوقاة

٥٠ مليون شخص في العالم. يسبب أمراض تنفسية حادة، تتمثل بارتفاع مفاجئ في درجة

حرارة المصاب وسعال وآلام في العضلات وإجهاد شديد وبترافق بإسهال وإقياء شديدتين.

وتشير الدراسات أن الفيروس نتج عن إعادة تشكيل لفيروسين مستوطنين لدى الخنازير أو أن

أحدهما جاء من الخنازير والآخر من الطيور.

