

كلية العلوم

القسم : علم الحياة

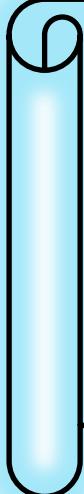
السنة : الاولى



٩

المادة : علم الحياة النباتية ٢

المحاضرة : الاولى / قطري / د. طارق



{{{ A to Z مكتبة }}}}

مكتبة A to Z Facebook Group

كلية العلوم ، كلية الصيدلة ، الهندسة التقنية

١١

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

الفصل الثاني (التكاثر في المادة الوراثية)

١- الفيروسات

١-١- اكتشاف الفيروسات

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

وبعد 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 غرانيتية على جدران أحد المعابد في مصر القديمة منذ ٣٠٠٠ ق.م.



الشكل (١-٢. b) صورة تاريخية لأول لقاح ضد مرض الجدري، جُهز اللقاح من حبيبات مرض الجدري المأخوذة من على يد امرأة حلاية.

وتمكن إيفانوفسكي Iwanovisky عام ١٨٩٢ وبيجرنك Beijerinck عام ١٨٩٤ من إثبات أن فيروس موزاييك التبغ (Tobacco mosaic virus TMV) عامل ممرض يستطيع المرور عبر المرشحات، وذلك باستخلاص رشاحة أوراق تبغ مصابية بالتبغ (الترقش) بعد تمريرها على أدق المرشحات الجريئمية حيث تم التأكيد كلياً من أنها خالية تماماً من الجراثيم ثم وضعها على أوراق تبغ سليمة فلاحظ بعد فترة ظهور التبغ علىها أيّ إن هذه الرشاحة بقيت تمتلك القدرة على إحداث المرض رغم خلوها من الجراثيم، وتمكن ستانلي Stanley ونورثروب Northrup في عام ١٩٣٥ من عزل الفيروس وتنقيته على شكل بليلورات 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 والجزئيات الكيميائية في كون الفيروسات تصبح حية لحظة إصابتها للكائن الحي، وحصل على جائزة نوبل لعزل فيروس موزاييك التبغ TMV بشكل نقى، ويستطيع التضاعف داخل الخلايا الحية بعكس بليلورات المواد الكيميائية السامة، وبهذا يُعد الفيروسات بروتينات متبلورة شديدة العدوى، تتخصص في نقل الصفات الوراثية عن طريق الأحماض النووي.

وتنسقت الدراسات والاكتشافات لأمراض تحدثها الفيروسات كالحصبة والجدري وشلل الأطفال والأنفلونزا والحمى القلاعية وأمكن زراعة الفيروسات في أجنة ببضم 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 مونتاجنيير Montagnier في معهد بامستور عام ١٩٨٣ إلى عزل فيروس LAV (Lymphadenopathy Associated Virus) المسبب لمرض السيدا (SIDA) Syndrome d'Immuno-depression acquire 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 ترکیب لا خلوي تسبب شئ الكائنات الحية، ولفظ فيروس virus هو كلمة

لاتينية تعنى سائل سام (Venum) وهي متناهية في الصغر ويتراوح حجمها بين ٨٥٠-١٠ نانومتر ولذلك لا ترى إلا بالمجهر الإلكتروني. للفيروسات عدة تعاريف منها:

١-الفيروس جسم حي دقيق يتغذى 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 نيوكليروبوتينية أي أنها تحتوى على أحماض نوية Nucleic acid وبروتينات.

٢-١-٣-الصفات العامة للفيروسات:

١-الفيروسات جسيمات بسيطة التركيب، أصغر الكائنات الدقيقة، لا تشاهد بال المجاهر العادية وإنما بالمجاهر الإلكترونية، تنتشر في معظم البيئات والأمكنة، وهي عبارة عن حبيبات دقيقة جداً تتألف من مادة نوية يحيط بها غلاف بروتيني يدعى الكابسيد يحميها من المؤثرات الخارجية، ولوجود هذا الغلاف تكمن صعوبة الشفاء من الأمراض الفيروسية بالطرق العادية نتيجة مقاومتها للمواد المطهرة وللأشعة وللثير من المصادرات 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، و تستطيع البقاء لعشرات السنين خارج الخلايا الحية، لكن إذا دخلت خلايا الكائن الحي فإنها تعاود تضاعفها، ولا يمكن اعتبارها كائنات حية من وحيدات الخلية لأنها تفقد لصفات الخلايا الفيزيائية والكيميائية والتركيبية.

٤- تحدث أمراضًا عديدة وخطيرة للإنسان كالجدري والحسبة يصيبان الجلد والأغشية المخاطية، شلل الأطفال يصيب الجهاز العصبي، الإنفلونزا والزكام والرشح تصيب الجهاز التنفسى، النكاف يصيب الغدة النكفية، الرمد الجبى يصيب العين، الإيدز يصيب الجهاز المناعى، وبعض الأمراض السرطانية الفيروسية تصيب الحيوانات كأمراض فم وأقدام الماشية، وقد غير فيروس Nipah مضيئه من الخفافيش Bats إلى الخنازير Pigs والإنسان مؤدياً إلى إصايات قاتلة للعاملين في مجال الزراعة في بعض مناطق آسيا، وتصيب الفيروسات النباتات بالقزم أو التعلق أو النخر أو التشويف كتبقع أوراق التبغ والخيار والبطاطا، وسجل حوالي ١٠٠٠ فيروس يصيب النباتات بعضها ينتقل بسرعة بالتطعيم والتقطيم أو بالحشرات، والديدان وتتضى على المحاصيل، وقد تصيب بعض أنواع الجراثيم وتسمى ملتهمات الجراثيم Bacteriophages.

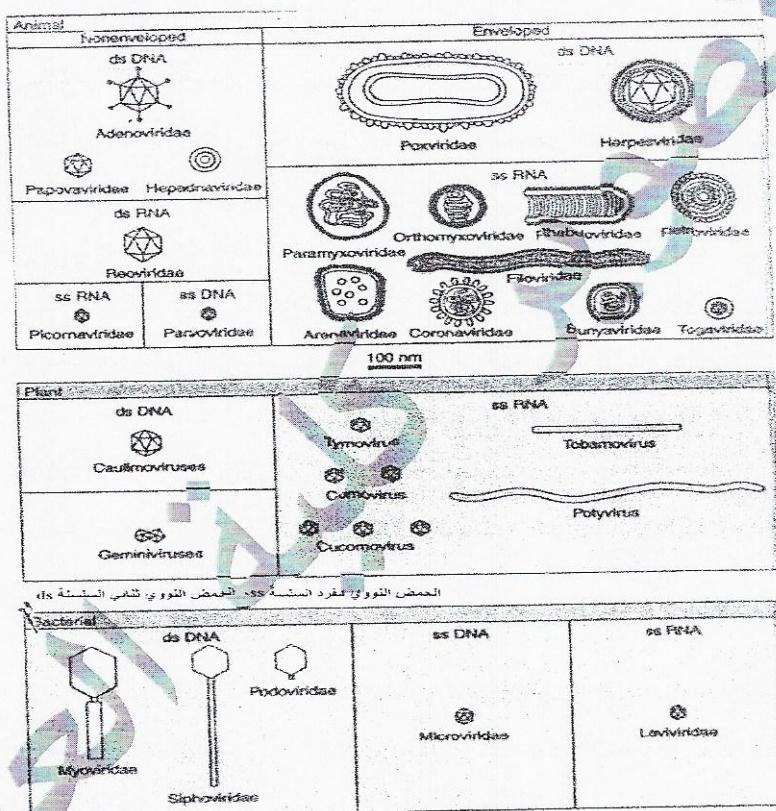
٥- نوعية كاللطف والمفتاح لهي لكل نوع فيروسي نوع محدد من الكائنات أو الخلايا الحية يتغذى عليها كالفيروسات التي تتغذى على الإنسان وحده (شلل الأطفال، الجدري، الحصبة)، ومنها التي تصيب خلايا الكبد أو الدم دون غيرها، غالبية ملتهمات الجراثيم نوعية تصيب نوعاً محدداً من الجراثيم، وبعض الفيروسات تصيب الجراثيم 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 تتغذى على الحيوانات والنباتات والجراثيم.

٤-١-٢- البنية الدقيقة للفيروسات:

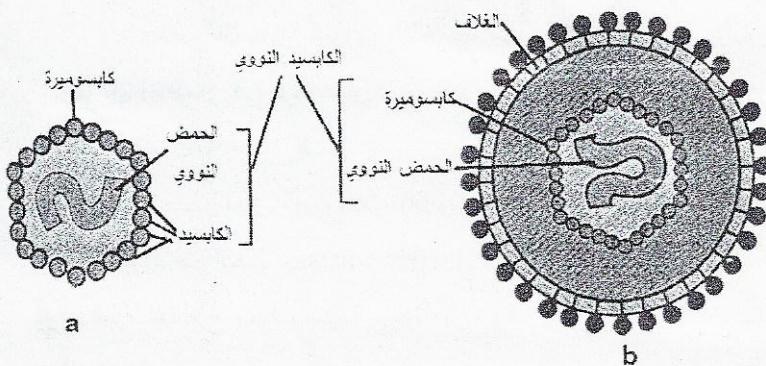
تمكن الباحثين باستخدام المجهر الإلكتروني من دراسة أشكال وأبعاد الفيروسات ودراسة التركيب الداخلي للجزيئه أو الوحدة الفيروسية المعروفة باسم الفيرون Virion بعد تكبيرها لأكثر من ١٠٠ مرة. وقبل المجهر الإلكتروني كانت الإصايات الفيروسية تلاحظ شكل أجسام غريبة أو مكتنفات داخل سيلوبلاسما أو نواة الخلايا المصابة أو كلتاهم معاً،

ويمكن استخدامها مخبرياً لحدوث إصابة للخلايا السليمة، وهي تجمعات لوحدات فيروسية تتمو داخل خلية الكائن المضيـف.

يتـألف الفيـريـون البـسيـط (الـشـكـل ٢-٢) من جـزـء مـركـزـي مـكون مـن أحـماـض نـوـوـيـة محـاطـة بـغـلـاف مـن بـروـتـينـين يـعـرـف بـاسـمـ الكـابـسـيد Capsid، يـتـكـونـ الكـابـسـيدـ منـ وـحدـاتـ شـكـلـيـةـ تـدـعـىـ كـابـسـومـيـراتـ Capsomersـ تـتـرـتـبـ فـيـ نـظـامـ خـاصـ، يـطـلـقـ عـلـىـ هـذـاـ التـرـكـيبـ اـسـمـ الفـيـريـونـ العـارـيـ أوـ الـبـسيـطـ، اـمـاـ الـفـيـريـونـ الـمـحـاطـ بـغـلـافـ Envelopeـ مـوـلـفـ مـنـ لـبـيـدـ وـيـكـونـ السـطـحـ الـخـارـجـيـ مـنـ الـطـبـقـةـ الـمـضـاعـفـةـ مـرـصـعـاـ بـبـروـتـينـاتـ غـلـيـكـوـزـيـدـيـةـ وـقـدـ تـحـتـويـ عـلـىـ قـلـيلـ مـنـ الـمـعـادـنـ وـمـوـادـ شـبـيـهـ بـالـفـيـتـامـيـنـاتـ تـسـمـىـ بـالـفـيـريـونـاتـ الـمـعـلـفـةـ غالـباـ مـاـ ظـهـيرـ أـشـواـكـاـ أـوـ بـرـوزـاتـ عـلـىـ شـكـلـ أـزـارـ knobsـ مـنـ الـغـلـيـكـوـبـروـتـينـاتـ تـدـعـىـ peplo~mersـ وـهـيـ أـكـثـرـ تـعـقـيـداـ. (شـحـمـيـ أـوـ شـحـمـيـ بـرـوتـينـيـ) شـائـيـ الـطـبـقـةـ، وـتـحـتـويـ الـفـيـروـسـاتـ إـمـاـ عـلـىـ RNAـ أـوـ DNAـ



الـشـكـل (٢-٢) بـعـضـ أـنـمـاطـ الـفـيـروـسـاتـ الـتـيـ تـصـبـ الـحـيـوانـ وـالـنـبـاتـ وـالـجـرـاثـيمـ.



الشكل (٢-٣) الوحدة الفيروسية المعروفة باسم
- 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 المُعدّي للفيروس، وتنقسم الفيروسات اعتماداً على محتواها من الحمض النووي إلى: فيروسات الحمض الريبي النووي RNA (الفيروسات اليبانية) وفيروسات الحمض الريبي النووي منقوص الأكسجين DNA (ملتهمات الجراثيم). ويكون RNA من خيط وحيد ملتف حلزونياً حول نفسه (أحادية السلسلة) أما DNA يتكون من خيطين متوازيين يلتقيان حول نفسهما (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 المستضادات Antigenes الفيروسية.
- يحدد شكل الفيروس وحجمه.

يلعب دوراً في التصاق الفيروس العاري بمستقبلات نوعية ظاهرة على الخلية المضيفة.

٢- الكابسيد النووي Nucleocapsid

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

٤- الغلاف Envelope

تحاط بعض الفيروسات (الفيريون العاري) بغلاف وتسمي عندها بالفيروسات المغلفة، مثل فيروسات الحلا *Herpes viruses*، ويكون 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 للإيتر.
- إعطاء الفيروسات المغلفة أنواعاً من المستضدات الفيروسية.
- التصاق الفيروس المغلف بالخلية المضيفة.

١-٢-٥- أشكال الفيروسات:

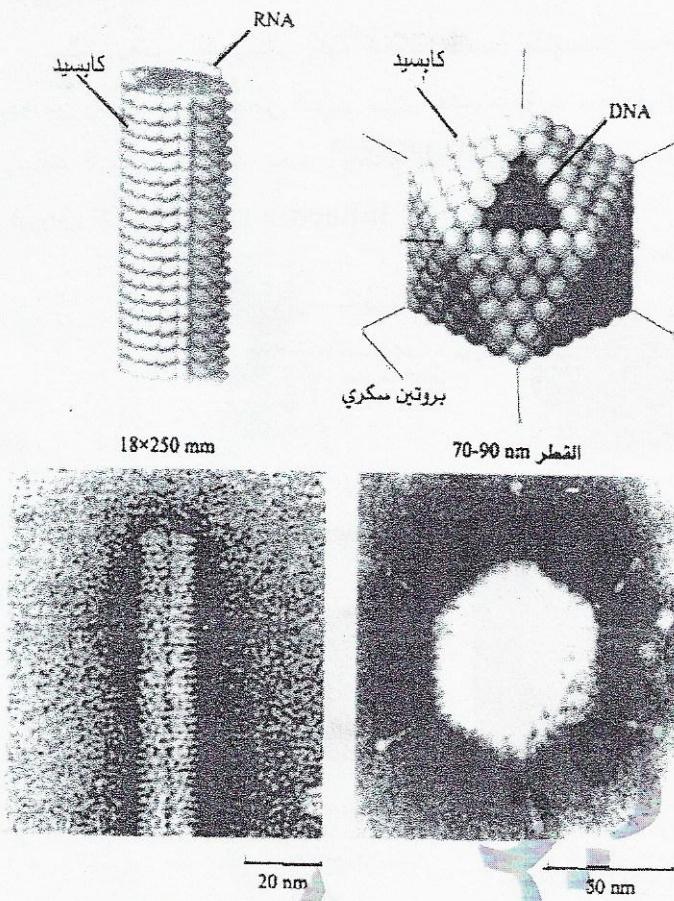
يتبع تجميع وترتيب الكابسيدات الفيروسية الأنماط الشكلية الآتية:

١- الفيروسات الحلقونية أو كابسيدات حلقونية:

مثل فيروس موزاييك التبغ تترتب فيه الوحدات البنوية البروتينية والحمض النووي على شكل حلقون، يكون محوره الحمض النووي RNA بشكل لولب اسطواني، وتتألف الكابسوميرات حول هذا الحمض على شكل حلقون يتميز بلغاته الضيقه للغاية (الشكل ٤-٤ a).

٢- الفيروسات عديدة السطوح أو كابسيدات شبه كروية:

تكون الكابسوميرات على شكل مجسمات عشرونية الوجوه عندما يزيد عدد الكابسوميرات على ٦٠ وحدة، كما في الفيروسات العدية *Adenovirus* التي يتتألف كابسيد فيروسها من ٢٥٢ كابسومير، أو تكون ذات تناطر مكعبية وسطوح متثلثة فتأخذ شكل كروي أو شبه كروي إذا كان عدد الوحدات أقل من ٦٠ كابسومير، وهذه البنية تميز غالبية الفيروسات الحيوانية والنباتية والجرثومية (الشكل ٤-٤ b).



(a) يمتلك الفيروس الذي كابسيد عديد حزمي بحيط بـ RNA تطبيه شكلًا عاماً يشبه النصل.
 (b) يمتلك الفيروس الذي كابسيد عديد التفاف مع شوكة من الغلوكوبروتين عند كل قمة (أو رأس)

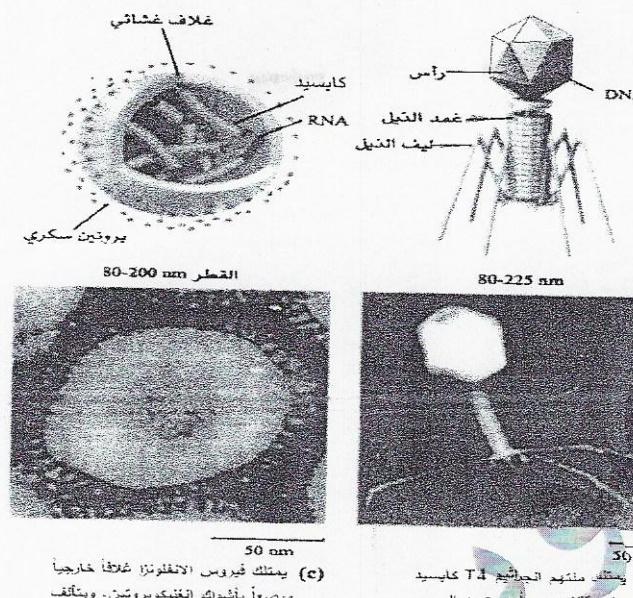
الشكل (٢-٤) الفيروسات الحذونية (a) وعديدة السطوح (b).

٣- الفيروسات المغلفة:

يُحاط الكابسيد في بعض أنواع الفيروسات بغلاف Envelope، ولذلك تنتهي 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 تنتهي إلى الفيروسات اللولبية المغلفة وعديدة السطوح المغلفة، مثل فيروس الأنفلونزا وفيروس الحلاسيط Herpes simplex العثروني السطوح المغلف (الشكل ٢-٥. c).

٤- الفيروسات المعقّدة:

تتملك بعض الفيروسات بنية معقّدة خاصةً ملتهمات الجراثيم Bacteriophages المكونة من رأس يحوي الحمض النووي وذيل يضم ملحقات مختلفة (الشكل ٤-٢. d) وبعض الفيروسات لا تحوي كابسيد محدد واضح بل أغلفة عديدة بروتينية تحيط بالحمض النووي مثل فيروس الانفلونزا Influenza virus (الشكل ٤-٢. c).



(c) يمتلك فيروس الانفلونزا غلافاً خارجياً مرصضاً بالأشواك الكنثيوكيروتين. ويتألف حمضها النووي من ثمان جزيئات من RNA يحيط بها كابسيد خلزوي الشكل.

(d) يمتلك منظمه الجلدي T4 كابسيد سعف يتألف من رأس عديم الوجود وذيل. الحمض النووي يحيط بالرأس.

الشكل (٤-٢) الفيروسات المعقّدة (c) والفيروسات المعقّدة (d).

٤-١-٦- تضاعف الفيروسات:

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

مراحل التضاعف الفيروسي: موضحة في الشكل (٤-٢)

١-الإدماص 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 سينوبلasma الخلية.

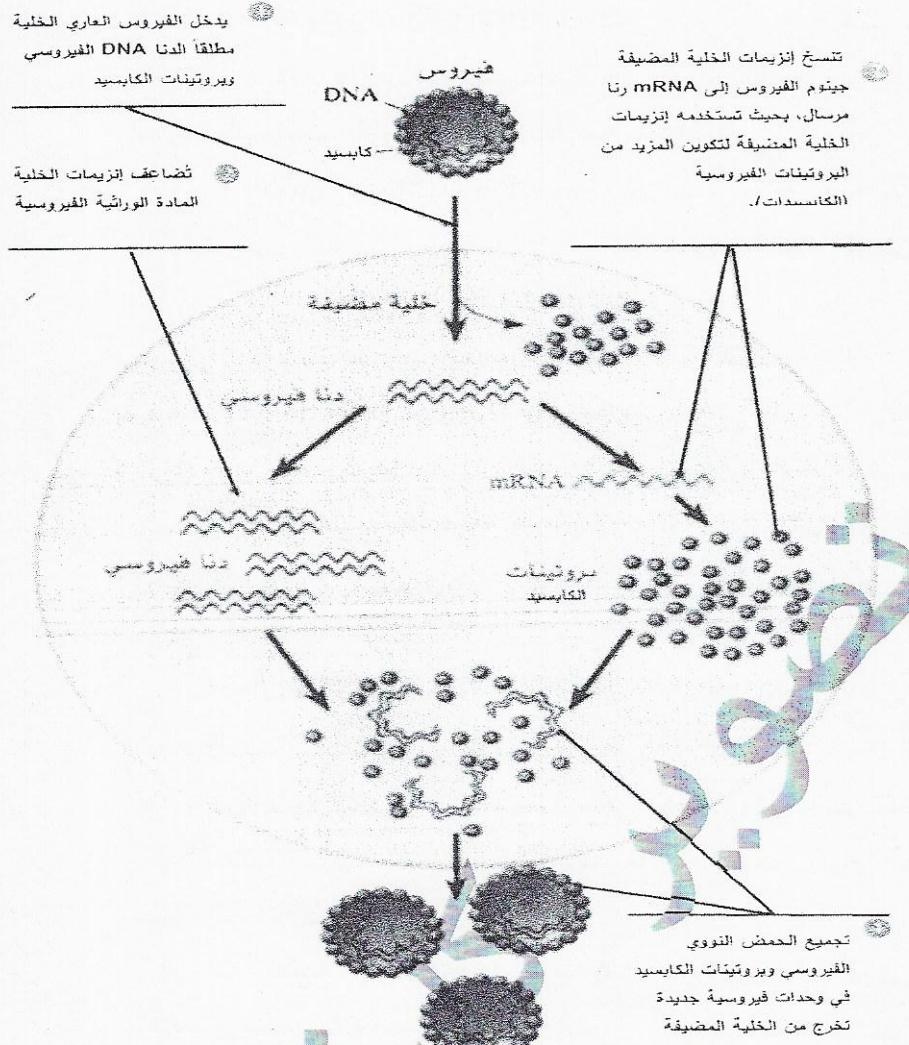
٣-نزع الغلاف Uncoating: تبدأ الخلية المضيفة بإفراز الإنزيمات الخلوية الهاضمة للفيروسات وتؤدي إلى تعرية الغلاف البروتيني الفيروسي وفصله عن الحمض النووي الفيروسي، أو تحدث عملية التعرية قبل دخول الفيروس الخلية المضيفة.

٤-الاحتجاب أو الكسوف Eclipse: يسيطر الحمض النووي الفيروسي على نواة الخلية، ففقد 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 mRNA إلى تكوين نمطين من البروتينات الفيروسية، أ-النمط البنائي وهي البروتينات المكونة للفيروس، ب-النمط الوظيفي وهي البروتينات غير البنوية، إنزيمات من أجل تضاعف الجينوم الفيروسي. ويتم أيضاً انتساخ الحمض النووي الفيروسي عدة نسخ مطابقة لجينوم الأصلي للفيروس.

٦-التجميع Assembly: يحيط كل جينوم فيروسي ب البروتين الفيروسي مكوناً وحدات فيروسية جديدة ضمن الخلية المضيفة.

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



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

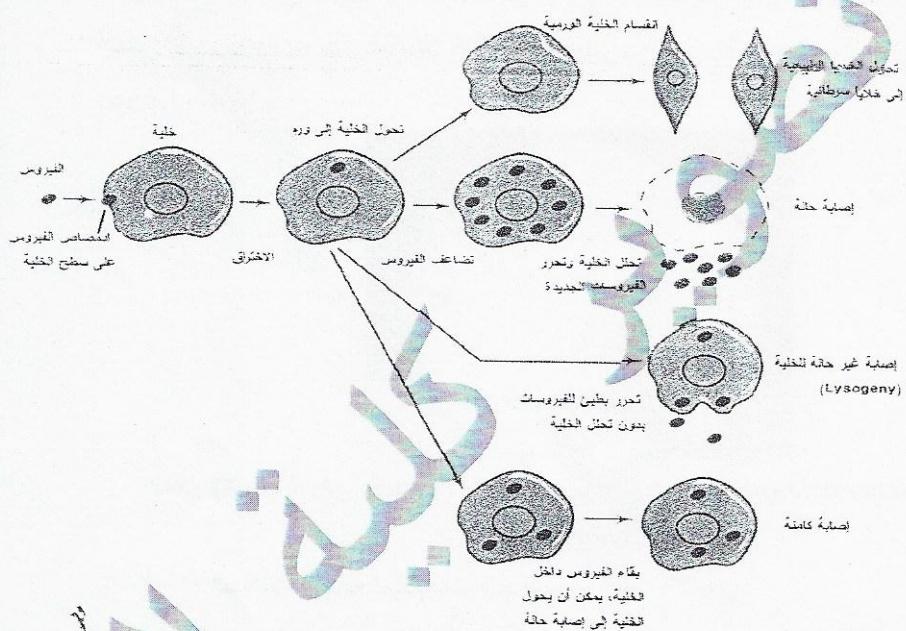
ويمكن أن نوضح النتائج المحتملة للإصابة الفيروسية بالحالات الآتية: (الشكل ٧-٢)

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 المردود الفيروسي في الخلية الواحدة أكثر من مائة ألف جسيم فيروسي لفيروس شلل الأطفال **Poxvirus**، 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 وتحولها إلى الإصابة المطلة.



الشكل (٧-٢) الحالات المحتملة لإصابة الفيروسية.

٢- ملتهمات (عاثيات) الجراثيم Bacteriophages

كان اكتشاف ملتهمات الجراثيم مصادفة عندما حاول الطبيب الانكليزي فريديريك تورت Frederick Twort عام ١٩١٥م أخذ قيح من بشرة إنسان مصاب بالجدري وزرعها في طبق على وسط آغار، لاحظ ثمواً جرثومياً بلون معتم opaque Smallpox

تتخلله مساحات متناوبة شفافة، بديهي أن الفيروس لا يتضاعف في الوسط غير الحي، بتكرار التجربة السابقة لاحظ أن المساحة تتسع للتلحم، وبعدها سميت روائق plaques ويختفي النمو الجرثومي بعد تحمل Lysis الجراثيم. واكتشف العالم الفرنسي دهيريل d'Herelle عام ١٩١٦ أثناء زراعة الجراثيم العصوبية المسببة للزحار *Bacillus dysentrae* مناطق نمو الجراثيم المعتمة وتتخللها مساحات شفافة، بتكرار التجارب تبين أن العامل الممرض يمر عبر المرشحات الجرثومية، وباستخدام تراكيز متعددة تبين أن انتشار الروائق (الشكل ٨-٢) يتاسب مع التركيز وأطلق عليها أكلات الجراثيم Bacteria eaters أو ملتهمات الجراثيم.

وفي عام ١٩٤٢ تمكن سلفادور لوريا Salvador Luria باستخدام المجهر الإلكتروني 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 (٨-٢) الروائق Plaques على سطح الأغار بعد إصابة *Escherichia coli* بالملتهم *Coliphage T4*

١-٢-٢- الصفات العامة لملتهمات الجراثيم:

واسعة الانتشار في كل البيئات التي تنتشر فيها الجراثيم، وشعل بسيولة، وثبات معظم الجراثيم بالملتهمات.

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

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



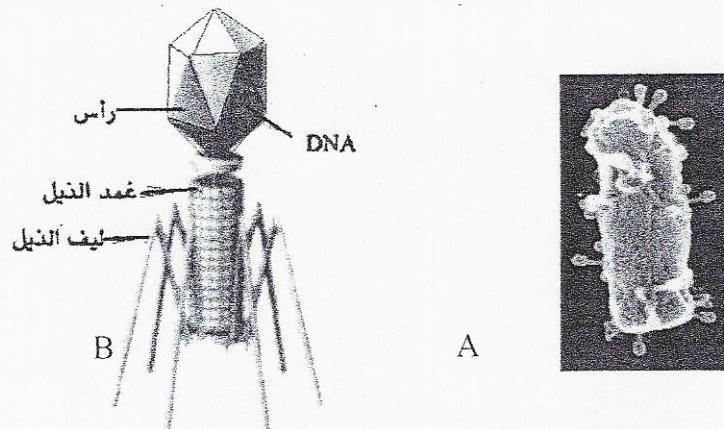
الشكل (٩-٢) A-يوضح الشكل العام للملتهم المعتمل، B-مقارنة حجم الملتهم بحجم خلية جرثومية وخليه حيوانية بداخلها نواة.

تتميز الملتهمات بخخص ص على بالفصيلة للمضييف، مثل: الجراثيم الزرقاء Cyanobacteria أو الاكتينوميسيات Actinomycetes أو الريكتسيات Rickettsia أو الميكوبلاسما Mycoplasma أو الجراثيم الحقيقة Eubacteria، والملتهمات التي تصيب مجموعة لا تصيب مجموعة أخرى، والتخصص يكون أيضاً على مستوى الجنس الجرثومي مثل جنس السالمونيلا Salmonella أو الأزوتريباكتر Azotobacter أو الستربتوميسيس Streptomyces ويكون التخصص على مستوى النوع مثل ملتهم يصيب جراثيم العقد الجذرية جنس Rhizobium الخاص بالبازلاء يختلف عن ملتهم الريزوبيوم الذي يصيب فول الصويا أو اللوبياء ويكون التخصص أحياناً على مستوى السلالة.

٢-٢-٢-مورفولوجيا ملتهم الجراثيم:

تتطلب الملتهمات محوراً من نوع واحد من الحمض النووي يحاط بغطاء بروتيني Capsid أو كابسيد Coat ويكون من كابسوميرات، والشكل الشائع هو الملتهم المذيل

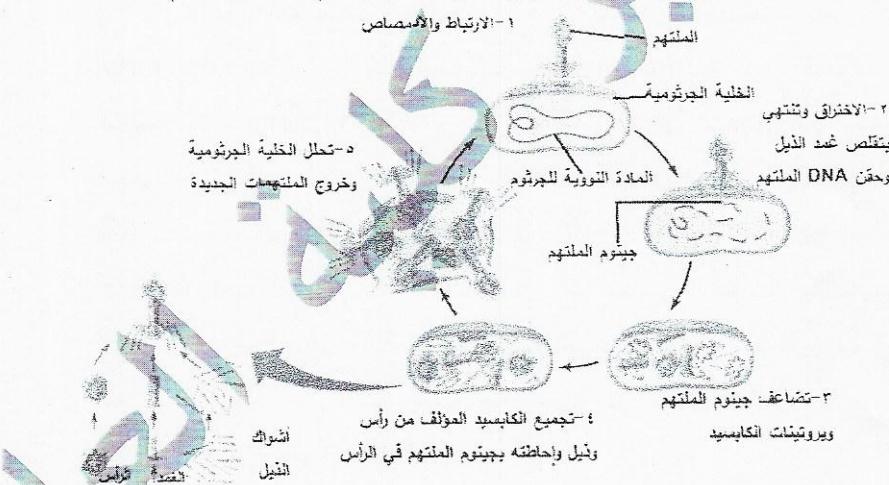
الشكل (١٠-٢) A-صورة بالمجهر الإلكتروني Tailed phage المتميّز بالرأس والذيل. (الشكل ١٠-٢) B-أجزاء المتمّم. تبيّن مهاجمة عدد من المتمّمات لسطح خلية جرثومية.



الشكل (١٠-٢) A-صورة بالمجهر الإلكتروني تبيّن مهاجمة عدد من المتمّمات لسطح خلية جرثومية. B-أجزاء المتمّم.

٢-٣-٣-تضاعف المتمّمات الجراثيم:

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



الشكل (١١-٢) تضاعف المتمّم المعتمد T4 (الدورة الحالة) وانفجار الخلية الجرثومية.

١-الارتباط والامتصاص Attachment and adsorption

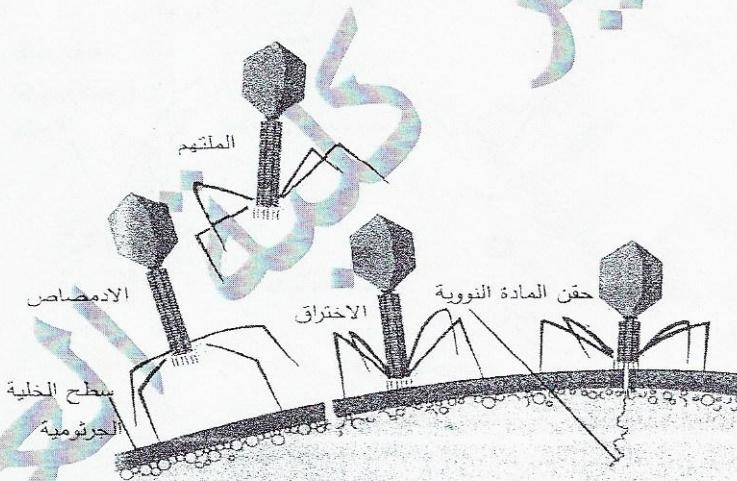
بسطح الخلية الجرثومية في مواضع محددة نوعية، تختلف باختلاف نوع الملتئم والجرثوم، حيث يقترب ملتئم الجراثيم من الخلية الجرثومية ويدمّس على السطح نتيجة روابط كيميائية بين الشوارد الموجودة في ذيل الملتئم، وبين تلك المستقبلات الموجودة على الجدار الخلوي للجرثوم. الشكل (١٢-٢).

٢-الاختراق Penetration

تختلف آلية الاختراق باختلاف نوع الملتئم، بعد عملية امتصاص الملتئم ينقبض الذيل Contracts ليؤدي إلى اندماج الوحدات الصغيرة مع تحت الوحدات الكبيرة لكل حلقتين من حلقات الذيل، ويندفع الأنابيب المركزي وهو غير منقبض وتشبه المحقق وبحركة التفافية تؤدي إلى قذف الحمض النووي للملتئم إلى داخل الخلية الجرثومية، ينتج عنه هضم جزئي للجدار الخلوي الجرثومي بفعل إنزيمات لизوزوم Lysozyme المتوضعة ضمن ذيل الملتئم، وبعد الاختراق تبقى أغلفة الملتئم الفارغة خارج الخلية، ينتهي الاختراق بالمراحل التالية: الشكل (١٢-٢).

-يتثبت الملتئم ذيله على الجدار الخلوي الجرثومي.

-يتقلص غمد الذيل بشكل يمكّن الجزء المركزي في ذيل الملتئم من ثقب الجدار الخلوي -يحقن DNA الملتئم داخل الخلية الجرثومية، ويبقى الغلاف البروتيني لرأس الملتئم وذيله خارجاً.

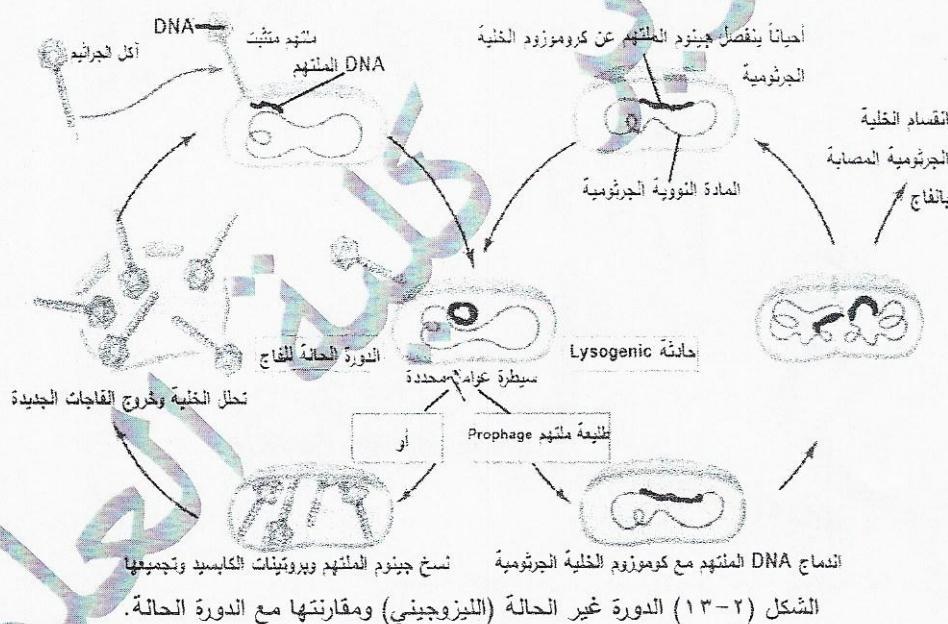


الشكل (١٢-٢) مرحلة الامتصاص والاختراق وحقن المادة النووية للملتئم.

٣- التضاعف **Replication**: يُسرّر الحمض النووي الفيروسي DNA لصالحه ATP الخلية الجرثومية وجسيماتها الريبية وأنزيماتها الخلوية ويوقف نشاطها الاستقلالي، وينسخ الحمض النووي الفيروسي وبروتينات الكابسيد التابعة للرأس والذيل.

٤- التجميع **Assembly**: بعد حوالي ٢٥ دقيقة من الإصابة تجتمع البروتينات الكابسידية حول DNA مشكلة ملتهماً جديداً تقدر بحوالي ٢٠٠ ملتهماً.

٥- التحلل أو الاستذابة **Lysis/Lysogenic**: إن شكل الوحدات الجديدة للملتهم يؤدي إما إلى تخرّب وانفجار الخلية الجرثومية، وبالتالي تحرر الملتهماً لتصيب خلايا جرثومية جديدة، وهذه هي الدورة الحالة للملتهم **Lytic cycle**. ولكن في بعض الملتهماً المعدلة تحدث ظاهرة الاستذابة أو الدورة غير الحالة **Lysogenic cycle** بين الملتهم والجرثوم (الشكل ١٣-٢)، فبالإضافة إلى سيطرة DNA الملتهم على العوامل الوراثية الخلوية، فإنه يدخل وتندمج مورثاته مع مورثات الخلية الجرثومية وكأنه طليعة ملتهم **Prophage** وينتقل في العمليات الاستقلالية للخلية، وينتقل أشقاء تكاثر الجرثوم إلى الخلايا البنات من جيل لآخر، وهذا يؤدي إلى الانتان المزمن، وأحياناً قد يحدث أن يخرج بسبب أو آخر من مورثات الخلية ويدخل في حلقة التحلل الخلوي الجرثومي ويؤدي إلى الانتان الكامن.



يكسب الجرثوم المصاب بالملتهمات المعتدلة مناعة ضد أي فيروسات جديدة، وأمكّن مخبرياً تحويل حادثة الليزوجيني إلى التحلل وذلك بتعریض الخلية الجرثومية المصابة إلى الأشعة فوق البنفسجية أو بعض المواد الكيميائية.

٤-٢-٤- طرائق تضاعف الفيروسات البطينية:

الفيرويدات Viroids: هي جزيئات حلقة من RNA، تصيب النباتات بالعدوى مسببة شذوذًا في التطور وقصوراً في النمو، بقدورها التناصح 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 حصرًا من سialoglycoprotein PrP27-30 (بروتينات) لا تحتوي على حمض نووي، يشير المصطلح إلى أي غликوبروتين غير متجانس بصرياً، شمعي، نصف شفاف، وهو يتربّس داخل خلوي و/أو بين الخلايا في العديد من الأمراض البشرية مثل: الزهايمر Alzheimer، كروتيفيلد-جاكوب Creutzfeldt-Jakob، متلازمة داون Down's syndrome، جذام Kuru Leprosy، ومبكرة عدداً من الأمراض الدماغية العصبية في أنواع حيوانية مختلفة، مثل الرُّعاش Scrapie بين الخراف، وجنون البقر Mad cow.

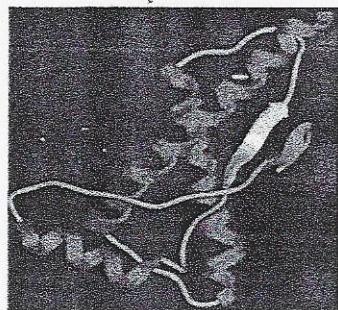
تنقل البريونات بوساطة الطعام، وتتصف بما يلي:

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

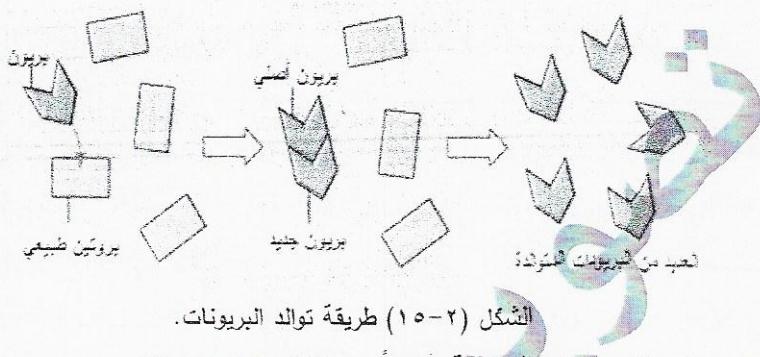
- من الصعب إتلاف البريونات، فهي لا تتحرّب بالتسخين إلى درجات طهي الطعام العاديه، ولا يُعرف لها علاج حتى الآن.

البريونات حسب فرضية العالم ستانلي بروزينير Stanley Prusiner منذ بداية ثمانينات القرن الماضي هي نسخ مطوية طيًّا مغلوطةً غير صحيح Misfolded version من بروتينات موجودة في خلايا الدماغ بشكل طبيعي (الشكل ١٤-٢) وعندما يدخل البريون إلى خلية مشتملة على بروتين طبقي الشكل PrPc حيث ترمز c للبروتين الخلوي، فإنه يعمل على حث البروتين الطبيعي على انتقال شكل شاذ، هو الشكل الآخر المغلوط الطي PrPsc حيث تعود sc لمرض الرُّعاش في الأغنام، وبهذه الطريقة يمكن للبريونات أن تطلق تفاعلات

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

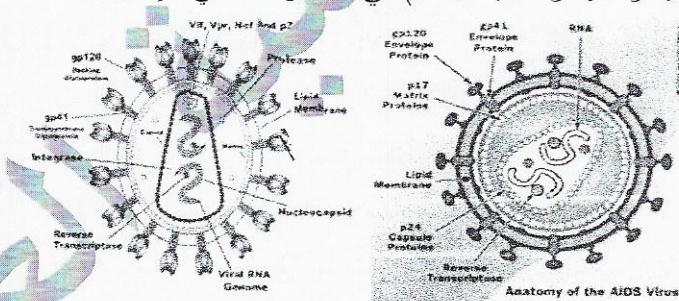


الشكل (١٤-٢) البريونات



الشكل (١٥-٢) طريقة توالد البريونات.

٤-٢-٥-بعض الفيروسات المتنبقة مؤخراً Emerging Virus هي الفيروسات التي تظهر فجأة، وتستدعي انتباه العلماء ومن أمثلتها:
١-فيروس الإيدز HIV (الشكل ١٦-٢) الذي يصيب المدافعت الأساسية (اللمفاويات البائية والثانية والخلايا البالعة) في الجهاز المناعي للإنسان.



الشكل (١٦-٢) أشكال فيروس نقص المناعة البشرية

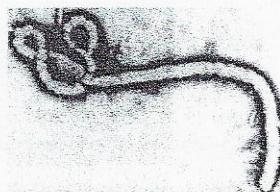
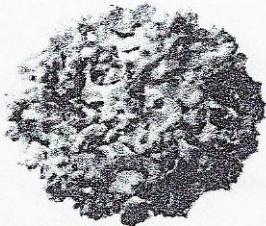
Human immunodeficiency virus

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

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

٣- فيروس غربى النيل West nile virus وهو خطير ويسبب التهاب الدماغ

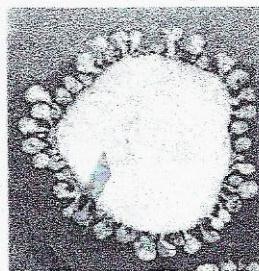
(الشكل ١٨-٢). Encephalitis



الشكل (١٧-٢) 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 ١٩-١)، وأثناء تفشي في العالم بين تشرين الثاني ٢٠٠٢ إلى تموز ٢٠٠٣، أصاب حوالي ثمانية آلاف شخص بالعدوى، توفي منهم سبعمائة شخص.



الشكل (١٩-٢) إن العامل المسبب للسارس هو فيروس مكثل، واستمد اسمه من الكليل "أشواك الغليكونبروتينات البارزة من الغلاف".

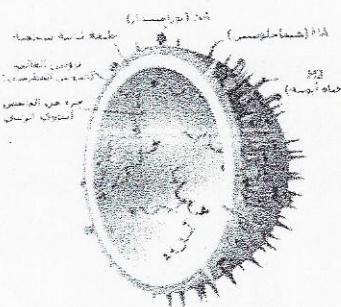
٥- فيروس إنفلونزا الخنازير (H1N1) (الشكل ٢٠-٢) والذي سبب أول جائحة

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

ويعود تاريخ هذا المرض إلى عام ١٩١٨ عندما نشى وباء الإنفلونزا الإسبانية وتسبب بوفاة

٥٠ مليون شخص في العالم. يسبب أمراض تنفسية حادة، تتمثل بارتفاع مفاجئ في درجة حرارة المصايب وسعال وألم في العضلات وإجهاد شديد ويتراافق بإسهال وإقياء شديدين.

وتشير الدراسات أن الفيروس نتاج عن إعادة تشكيل لفيروسين مستوطنين لدى الخنازير أو أن أحدهما جاء من الخنازير والآخر من الطيور.



شكل (٢٠) بنية فيروس انفلونزا الخنازير.

الفيروسات المبنية حديثاً ليست جديدة وهي فيروسات موجودة أصبت بالطفرات، أو امتدت إلى نوع مضيف جديد، أو انتشرت بشكل واسع في نوع مضيفها الحالي المسؤول عن الأمراض المبنية. كما أن حرايق الغابات وإبادتها تنتج عنه اضطراب في التوازن البيئي وسمح بتناسق الإنسان مع حيوانات أخرى ربما استضافت فيروسات قادرة على إحداث العدوى في الإنسان من جهة، وتلوث الأوساط المائية التي تحتوي العوامل المرضية المنقولة بالماء وخاصة الفيروسات المعوية Enteric viruses من جهة أخرى.