التركيب البنائي والكيمياوي لفايروسات النبات

ان اول خطوة لمعرفة التركيب الكيمايوي للفايروسات جاءت باكتشاف ستانلي Sanley عام ١٩٣٥ بان بلورات فايروس موزائييك التبغ TMV التي تمكن من عزلها كانت تتكون من البروتينات وبعد عام من ذلك تمكن كل من باودن وبيري (Bawaden and Pirie) عام ١٩٣٦ يأن بلورات فايروس TMV تتكون من حامض نووي بالاضافة الى البروتين حيث كان الحامض من النوع الرايبوز (Ribonucleic Acid) (RNA). واتضح من ذلك بأن المكونات الاساسية للفايروسات هي البروتينات وحامض نووي اما ان يكون DNA او RNA بأستثناء بعض الفايروسات التي تتواجد بشكل حامض نووي عاري اي بدون غلاف بروتيني كما في فايروس درنات البطاطا المغزلية Potato Spindle- Tuber Virus (PSTV) و فايروس الاكسوكورتس في الحامضيات Exoorits Virus of Citrus (EVC) وتدعى الفايروسات العارية بالفايرويد (Viroid) لتمييزها عن الفايروسات، وقد تحتوي بعض الفايروسات (خاصة التي تصيب الحيوانات والبكتريا) على بعض المركبات الاخرى كالدهون و الكاربوهيدرات بالاضافة الى البروتين والحامض النووي.

الفايروسات توجد في الطبيعة بصورتين مختلفتين احداهما صورة نشطة تعيش داخل الخلية الحية للعائل وتمارس نشاطها البيولوجي كاملا وتسمى فايروس Virus. يكرر الحامض النووي نفسه داخل خلية العائل ويعمل كرسول يحفز الخلية على تكوين منتوجات بروتينية فايروسيه معينة مثل اللبنات البروتينية الصغيرة Capsomers والتي تكون في مجموعها الغلاف البروتيني للفايروس والمسمى كابسيد Capsid . الصورة الأخرى للفايروسات هي تلك الصورة التي توجد خارج خلية العائل وهي خاملة لا تقوم بأي نشاط في هذه الحالة تسمى فايرون Virion وتتكون هذه الصورة من أحد الحامضين النوبين (DNA أو RNA) محاط بغلاف بروتيني مسمى كابسد Capsid وفي بعض الحالات مثل بعض الفايروسات الحيوانية يكون هذا الغلاف البروتيني ايضا محاط بغلاف اخر اسمه Membrane envelop وهذه الصورة للفايروس هي الصورة المعدية.

تختلف الفايروسات عن البكتريا بصغر حجمها حيث أن حجم أكبر فيروس لا يتجاوز نصف حجم أصغر بكتريا ويتراوح مابين ١٠-٣٠٠ مليميكرون. يتكون الجسيم الفايروسي من:

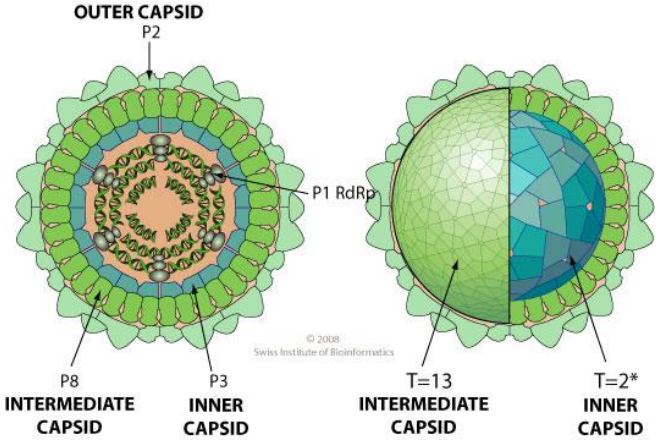
١- **الغلاف الخارجي** يتكون من مواد كربوهيدراتية وبروتينات ويتكون من :

أ- الغلاف Envelope: يوجد في بعض انواع الفايروسات والتي تسمى بالفايروسات المغلفة ويتكون الغلاف من مواد دهنية و كاربوهيدرات وأملاح وللغلاف وظائف منها : مقاومة التأثيرات الخارجية، اعطاء الفايروس أنواع مميزه من مولدات الانتجين والتصاق الفايروس المغلف بالخلية. (حيث انه لايوجد في كل الفايروسات).

ب- المحفظة او الكابسيد Capside: تتكون من البروتينات والتي تكون عبارة عن جزيئات تدعى الكابسوميرات capsomeres والتي هي وحدات شكلية تتكون من متعددات الببتيدات وهي التي تحدد شكل الفايروس من وظائف الكابسيد حماية الحامض النووي، تحديد شكل وحجم الفايروس، مسؤولية تركيب الأنتجين للفايروس و الألتصاق بالخلية الحساسة بعملية الادمصاص.

٢- حامض نووي DNA او RNA: يعد الحامض النووي DNA أو RNA هو الجزئ المعدي (الممرض) من الفايروس وهو المسؤول عن ايجاد التغييرات المرضية التي يسببها الفايروس بالخلية كما انه المسؤول عن التضاعف و انتاج البروتينات. لكونه من يحمل المعلومات الوراثية الخاصة بالفايروس قد يكون الحامض النووي احادي الخيط (Single Stranded) كما هو الحال في فايروس موزائييك التبغ TMV او ثنائي الخيط (Double Stranded) كما هو الحال في فايروس تقزم الرز (Ric Dwarf Virus) وفايروس عقد الجروح (Wound Tumour Virus) حيث ان الحامض النووي لهذه الانواع يكون من نوع

RNA. في معظم الفايروسات التي درست بشكل جيد كان الحامض النووي لها من نوع RNA الا ان هناك بعض الفايروسات التي وجد ان الحامض النووي لها من نوع DNA. وتختلف النسبة المئوية والوزن الجزيئي للحامض النووي في الفايروس الواحد بخاتلاف الفايروسات.



مكونات بناء الفايروس

١.الحامض النووي الفايروسي

يحتوي الفايروس على نوع واحد من الحوامض النووية (DNA أو RNA) بأربع احتمالات اما ان يكون (DNA أحادي أو ثنائي الشريط) او (RNA احادي او ثنائي الشريط) وجدت جميع الانماط السابقة في الفايروسات الحيوانية اما في الفايروسات النباتية وجدت ثلاثة انواع فقط RNA بنوعيه احادي و ثنائي الشريط و DAN احادي الشريط فقط. ويكون الحامض النووي بشكل حلقي مغلق او بشكل طولي.

عرف **الحامض النووي DNA** بانه مؤلف من سلسلة عديدة البوليمرات ومكون من وحدات متكررة تعرف بالنيوكليوتيدات (Nucleotides) تتالف من سكر خماسي الكاربون مرتبط مع مجاميع فوسفات وقواعد نتروجينية. كما ان الحامض النووي DNA يتكون من سلسلتين متوازيتين تنتظمان على هيئة سلم ملتف لولبيا (Double Helix). يتكون جانبا السلم اللولبي من تعاقب السكر الخماسي وقاعدة الفوسفات بينما تتصل القواعد النيتروجينية من الداخل. تتكون الوحدة الأساسية لبناء جزيئة DNA ، والتي تسمى بالنيوكليوتيد من ثلاثة أجزاء، وهي:

١. **السكرالخماسي الكاربون (Pentose).**
٢. **مجموعة فوسفات. (PO_4) مشتقة من جزيء من الحامض الفوسفوريك (H_2PO_4)**
٣. **قاعدة (تخزن المعلومات في DNA باستخدام هذه القواعد) وهي تكون من أربعة أنواع:**

١. أدينين Adenine وتختصر A
٢. غوانين Guanine وتختصر G
٣. الثايمين Thymine وتختصر T
٤. السايتوسين Cytosine وتختصر C

تتقابل القواعد النيتروجينية (لتربط سلسلتي نيوكليوتيدات الكروموماتيدين) بنظام خاص بحيث: **(A تقابل T) و (C تقابل G).**

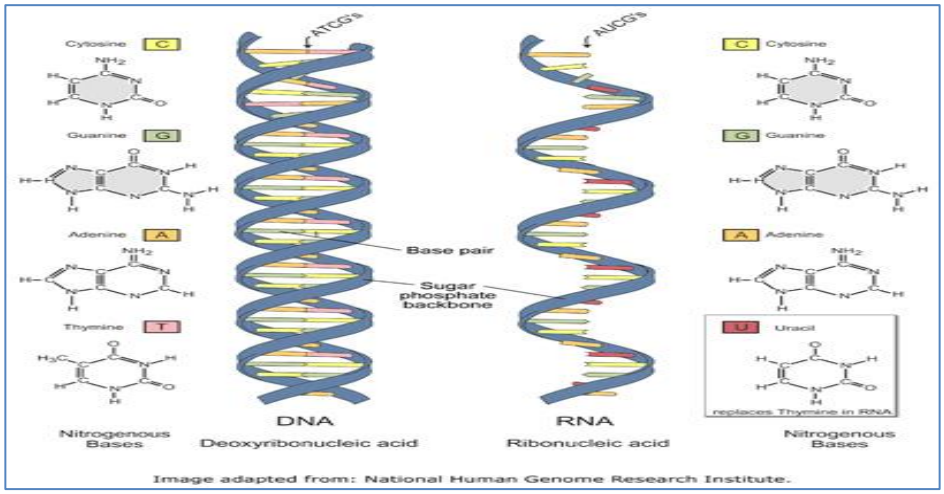
في حين يتركب <u>الحامض النووي RNA</u> كالتالي:

١- جزيء من سكر خماسي الكربون يسمى "ريبوز Ribose".

٢- مجموعة فوسفات.

١- أحد القواعد النيتروجينية من البيورينات الثيامين (T) في الدنا تستبدل بالقاعدة اليوراسيل Uracil (U) في الرنا.

تتقابل القواعد النيتروجينية كالاتي: **(A تقابل U) و (C تقابل G)**



٢.الدهون الفايروسية

تعتبر الدهون جزءا من المركبات الكيمياوية للعديد من الفايروسات ، وان فقدان الدهون الحرة المتواجدة في اغلفة الفيروسات باذابتها في مذيبات الدهون يؤدي الى تحطيم الغلاف وبالتالي يفقد الفايروس اجهزة الاستقبال التي بواسطتها يتم ادمصاص الفايروس على جدار خلية المضيف . وان كل الدراسات اثبتت ان الدهون المتواجدة ضمن مكونات الغلاف الخارجي للفايروس مشابه لمكونات الدهون المتواجدة في جدار خلية المضيف .

٣.البروتينات الفايروسية

تلعب البروتينات الفايروسية اثر هام واساسي في المحافظة على الحامض النووي الفايروسي . وتعتبر اكبر المكونات للجسيم الفايروسي.

تمتاز الفايروسات بعدة خصائص منها:-

أ- الاختلاف في الشكل والحجم حيث تقسم الفايروسات الحيوانية والنباتية حسب شكلها الى اربع مجاميع:

١- متعددة الاوجه Polyhedral او ذات العشرين وجه Icosahedral وهو شكل متناظر يتكون من عشرين مثلثا واثنتي عشر زاوية وثلاثين حافة. ونجده في معظم الفايروسات مثل تلك التي تسبب التهابات تنفسية للإنسان .

٢- ذات الشكل اللولبي Helical تشبه اللولب او حلزونية الشكل من ضمنها فايروس مرض الكلب والعديد من فايروسات النباتية.

٣- المغلفة Enveloped تكون اما متعددة الاوجه او لولبية ولكنها محاطة بغلاف غشائي مثل فايروس الانفلونزا.

٤- المركب Complex تكون اشكالها مركبة مثل الفايروسات التي تصيب الأبقار يكون شكلها اشبه بالرصاصة مدببة من الامام.

ب- الاختلاف في نوعية الامراض التي تسببها مثل فايروس الحصبة measls ،فايروس الانفلونزا influenza ،فايروس النكاف Mumps ، فايروس تبقع اوراق التبغ Tobacco Mosaic virus

ج- تختلف الفايروسات في نوعية العائل كما يأتي :

١- الفايروسات النباتية مثل Tobacco mosaic virus و المادة الوراثية فيه هي RNA بشكل شريط منفرد.

٢-الفايروسات الحيوانية مثل فايروس مرض الجدري Variola ومادتها الوراثية هي الـDNA غالبا ذو الشريط المزدوج double strands .

٣- الفايروسات البكتيرية (phages) ومادتها الوراثية هي الـDNA او RNA.

د- تختلف الفايروسات من ناحية الاصابة كما يأتي :

١- فايروسات الامراض الخبيثة Virulet تسبب قتل خلايا المضيف .

٢- فايروسات الاصابات المعتدلة Temperate لا تسبب قتل المضيف.

٣- فايروسات غير مرضية Avirulet.

هـ- تختلف الفايروسات تبعا لتركيبها الى :

٢- الفايروسات العارية (Nucleic acid + proteins)

٣- الفايروسات المغلفة (Nucleic acid + proteins + envelope)

تكاثر (تضاعف) الفايروسات

يمكن ان نوضح عملية تكاثر الفايروسات بصور مفصلة عبر المراحل الاتية:

١. الادمصاص على سطح الخلية

٢. الاختراق

٣. استنساخ الحامض النووي الفايروسي

٤. تكوين البروتينات الفايروسية

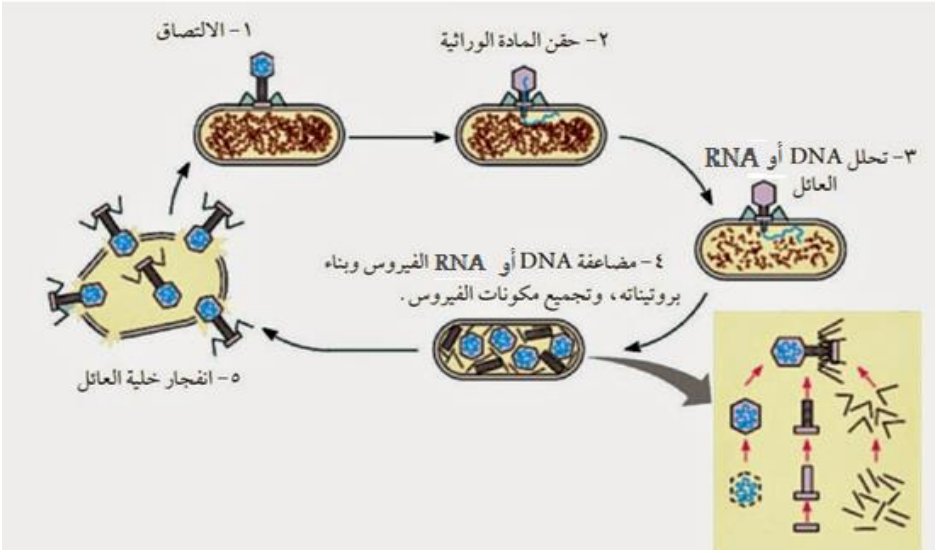
٥. نضوج وتحرر الفايروسات

التكاثر و دورة حياة الفايروسات بثلاثة اطوار رئيسية :-

١- **الطور المعدي infective phase** : في عاثيات البكتريا Bacteriophages يبدأ بارتباط الفايروس بموقع خاص على جدار او غشاء الخلية الحية ويقوم الفايروس بأحداث ثقب في الجدار او الغشاء بمساعدة بعض الانزيمات المحللة ثم يمر الحامض النووي فقط من خلال الثقب الى داخل الخلية الحية. بينما في الفايروسات النباتية أنها غير قادرة على اختراق الخلايا النباتية فأنها تخترق الخلايا من خلال الجروح أو من خلال الحشرات الماصة الناقلة. اما في الفيروسات الحيوانية فأنها تدمص Adsorption على سطح خلية العائل و من ثم تلتهم الى داخل الخلية بواسطة عملية الألتهام أو البلعمة. الفرق بين الفايروسات البكتيرية يدخل حامضها النووي داخل الخلايا فقط مع بقاء كبسولة أو الغلاف البروتيني للفايروس خارج الخلية في حين في الفايروسات النباتية والحيوانية فأنها تدخل بكاملها الى داخل الخلية في السايتوبلازم وهناك انزيمات تحلل الغلاف البروتيني فيما بعد.

٢- **الطور الخضري Vegetative phase** وفيه يسيطر الحامض النووي للفايروس على جميع العمليات البايولوجية في الخلية ويوجه آليتها لصنع كميات اكثر من الحامض النووي الفايروسي اذا كان الحامض النووي RNA فأنه يعمل كحامض نووي مرسل Massenger-RNA ويقوم بتحفيز خلية العائل بافراز انزيمات تعمل على تضخيم وتكرار الحامض النووي و المواد البروتنية. أما اذا كان الحامض النووي من النوع DNA فأنه ينشطر و يتحول بواسطة أنزيمات خاصة الى كحامض نووي مرسل Massenger-RNA ثم يقوم بنفس العمل المذكور اعلاه.

٣- **طور انتاج النسل Progeny formation phase** وفيه تتجمع جزيئات الحامض النووي والبروتينات الفايروسية وتكوين جزيئات فايروسية جديدة مما يسبب اضطراب الغشاء البلازمي للخلية لذلك تنفجر الخلية وتتحلل cell lysis مع انطلاق الفايروسات الجديدة خارج الخلية ليعيد كل فايروس جديد دورة حياة جديدة. ان هذه الدورة تحدث في الفيروسات المرضية في حالة الظروف الملائمة. اما في حالة عدم توفر الظروف الملائمة او في حالة الفايروسات المعتدلة فان خلية المضيف لا تنفجر بل يندمج الحامض النووي الفايروسي مع الحامض النووي الخلوي ويتضاعف معه ويبقى غير فعال الى ان تتوفر الظروف الملائمة حيث يتاح له السيطرة على الخلية وبدء الطور الثالث.



الفايرويدات Viroids: هي أصغر عوامل الاصابة المعروفة لحد الان وتتكون تركيبيا من شريط RNA حلقي مفرد وبدون غلاف بروتيني Capsid ويكون قصير السلسلة حيث يتكون من ٢٤٦-٤٦٧ قاعدة نتروجينية (في حين الفايروسات لا تقل عن ٢٠٠٠ قاعدة نتروجينية) ومعظمها ممرضات نباتية كالفيرويد المسبب لمرض الدرنة المغزلية في البطاطا والذي كان يعتقد انه فايروس.

البريونات: أشكال غير طبيعية من البروتينات تتجمع وتتكتل داخل الخلية ربما عن طريق وقف حركة تنقل الجزيئات في الخلية، تتواجد البريونات عند سطوح خلايا الحيوانات الثديية وفي أدمغة الكائنات العائلة، وهي مكونة من حوالي من ٢٥٠حمضا أمينيا وليس لديها أي حمض نووي مرفق بها تسبب أمرض مثل جنون البقر هو مرض دماغي يميت قطعان الماشية البريون والذي يعتقد انه يكون مشابها للبريون المتسبب في مرض يصيب دماغ الانسان ويعرف بمرض كروزفلت جاكوب (CJD).