

## 1. المفاهيم والتراكيب الأساسية للفيروسات Basic concepts and structures of viruses

### 1.1 ما هو الفيروس what is a virus ؟

تعد الفيروسات اصغر وابسط شكل او كيان بيولوجي وفرة في الطبيعة، إذ تصيب جميع أنواع الكائنات الحية من الانسان و الحيوان والنبات الى البكتيريا وهي موجودة تقريبا في كل النظم البيئية على الأرض . وتعرف الفيروسات أنها طفيليات داخل خلوية اجبارية **Obligate intracellular parasite** او **جسيمات او دقائق معدية مستقلة Autonomous infectious particles**، تنضاعف فقط داخل الخلايا الحية الحساسة لها ، ولا تنضاعف عن طريق الانتقاسم الخلوي لأنها دقائق لا خلوية ، كون الفيروس يعيد برمجة خليته المضيفة لإنتاج فيروسات جديدة.

ويعني الفيروس في اللاتيني **Virus** ذيفان او سم، وبسبب حجمه الصغير فانه يعبر خلال المرشحات التي تمنع عبور الاحياء المجهرية مثل البكتريا، لذلك سميت الفيروسات في بعض المصادر بالرواشح. وقد وردت في بعض المعاجم الطبية بأسم كلمة **حُمة**. ويستخدم مصطلح **فيريون Virion** للدلالة على جزيئة الفيروس الكاملة المعدية المتحرره من المضيف حديثا. دراسة الفيروسات معروفة بعلم **الفيروسات Virology**، وهو تخصص فرعي في علم الاحياء المجهرية يهتم بدراسة الفيروسات كعامل مسبب للامراض المهمة جدا التي تحدث في الانسان والحيوان وبقية الكائنات الحية.

### 2.1 موقع الفيروسات في المدى الاحيائي The Position of Viruses in the Biological Spectrum

تعد الفيروسات إحدى أهم المعضلات التي تواجه التصنيف الحيوي، إذ اختلفت الآراء حول الفيروسات كونها كائنات حية أو بنى عضوية تتفاعل معها ، لذلك توصف غالبا بالجسيمات المعدية لكنها بالمقابل تبدي بعض خصائص الحياة فهي تشبه الكائنات الحية (جدول 1-1) بإمتلاكها جينات وقادرة على انتاج سلالات متطفرة ولها درجة حرارة مميتة محددة وتنضاعف عن طريق إنشاء نسخ متعددة لنفسها بواسطة التجميع الذاتي بالاستعانة بأليات الخلايا الحيوية للمضيف الذي جرى السيطرة عليه.

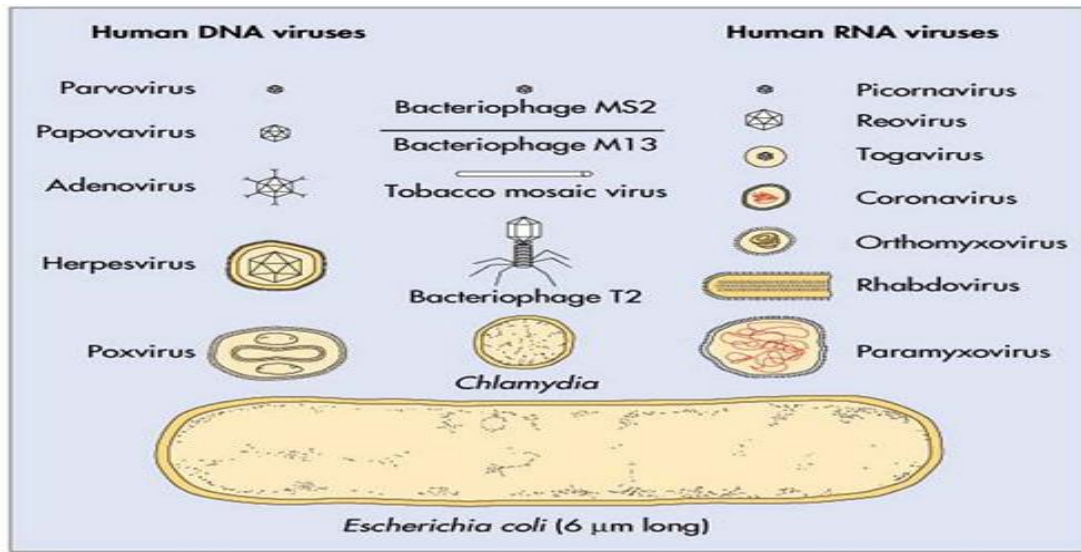
لكن بالمقابل الفيروسات لا تتحرك ولا تقوم بعمليات الايض أو تتحلل من تلقاء نفسها، وعلى الرغم من أن لها جينات إلا أنها لا تملك بنية الخلية التي غالبا ما ينظر إليها أنها الوحدة الأساسية للحياة . وتتميز الفيروسات أنها لا تعيش مترممه على المواد العضوية الميتة ولا على البيئات الغذائية الاعتيادية ولكنها متطفلة اجبارياً لا تنمو إلا على نسيج حي أو داخل العائل القابل للإصابة بها . لذا جرى وصف الفيروسات بالجسيمات على حافة الحياة أو إنهما في منطقة وسطى بين الحياة واللاحياء أو إنها تعد حلقة وصل بين الجماد والحياة.

جدول (1-1) يبين اهم الاختلافات ما بين الفيروسات والكانات المجهرية

Property	Bacteria	Rickettsiae	Chlamydiae	Virus
diameter(nm)	1000	500	300	250~25
Type of nucleic acid	DNA and RNA	DNA and RNA	DNA and RNA	DNA or RNA
Binary fission	+	+	+	-
Synthesis of proteins	+	+	+	-
Machinery of energy production	+	+	-	-
Growth out of cellular hosts	+	-	-	-

### 3.1 معدل حجم الفيروسات Viral size Range

يعد الفيروس عاملا ممرضاً صغيراً جداً ليس بالإمكان مشاهدته بالمجهر الضوئي ، يتراوح طوله من 18-25 نانومتر في العائلة Parvoviridae الى 250-350 نانومتر في فيروس الجدري Smallpox virus. ويذكر ان البكتيريا يتراوح طولها من 500 - 5000 نانومتر ومعظم الفيروسات أصغر من البكتيريا المتوسطة بحوالي مائة مرة (شكل، 1-1). في العائلة Filoviridae مثل فيروس ايولا Ebola virus تكون الفيروسات خيطية الشكل ، عامة وذات طول متوسط ما بين 974 - 1086 نانومتر وبطول حوالي 14000 نانومتر عند المزارع النسيجية ، ومع المقارنة مع الفيروس Marburg viruses من العائلة ذاتها يكون طوله حوالي 795 - 828 نانومتر.



شكل (1-1) يبين اختلاف الاحجام ما بين الفيروسات نفسها والكانات المجهرية الاخرى

## 4.1 التركيب العام للفيروسات The General structure of viruses

تتكون المكونات الفيروسية من جزئين رئيسيين: الحامض النووي Nucleic acid، والغطاء البروتيني Protein coat. وبعض الفيروسات لها جزء ثالث يسمى الغلاف الخارجي او المظروفي Envelope (شكل، 1-2 و 1-3)، هذا فضلا عن وجود مركبات اخرى.

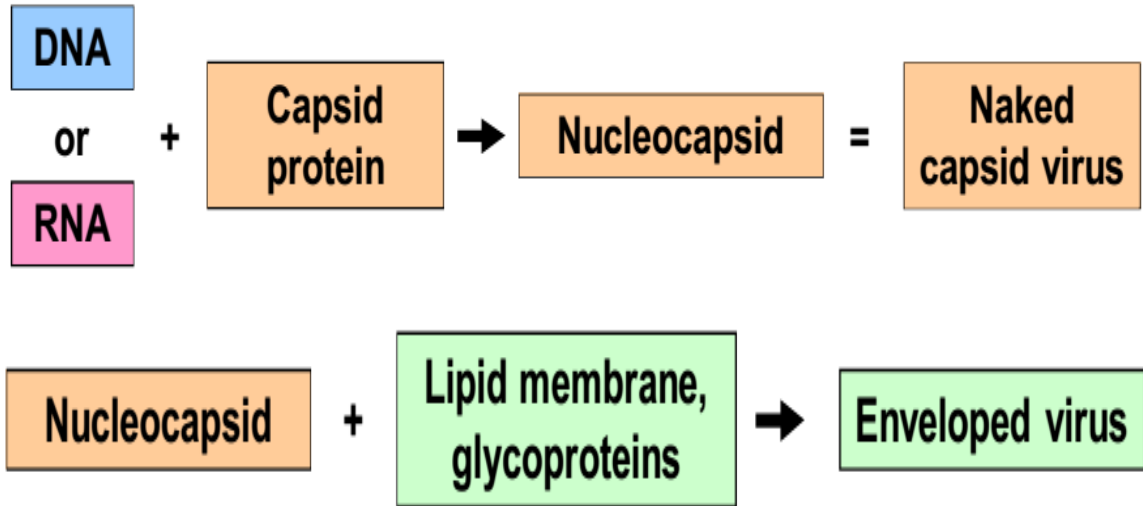
### 1. الغطاء او المعطف البروتيني Protein coat

يدعى الغطاء البروتيني Capsid بالكابسيد او القفيصة او المحفظة البروتينية، وهو مكون من وحدات شكلية متماثلة تدعى الوحدات البنائية Capsomers المؤلفة من بروتينات متشابهة كيميائيا او غير متشابهة تدعى Protomers. والإرتباط القوي بين الغطاء البروتيني والحامض النووي الفيروسي بحيث تنظم اشربة الحامض النووي بين الوحدات البنائية يدعى المحفظة النووية Nucleocapsid كما في الفيروسات حلزونية التناظر Helical symmetry. في بعض الفيروسات نجد ان الغطاء البروتيني يضم في داخله هيكلا اخر يدعى اللب Core، وهو يمثل علاقة ما بين البروتين والحامض النووي بحيث لا يوجد أي ارتباط بينهما كما في الفيروسات ذات التناظر عشروني الوجوه Icosahedral symmetry. والغطاء البروتيني عدة وظائف منها حماية ونقل الحامض النووي، كما يمتلك صفات مستضدية للفيروسات.

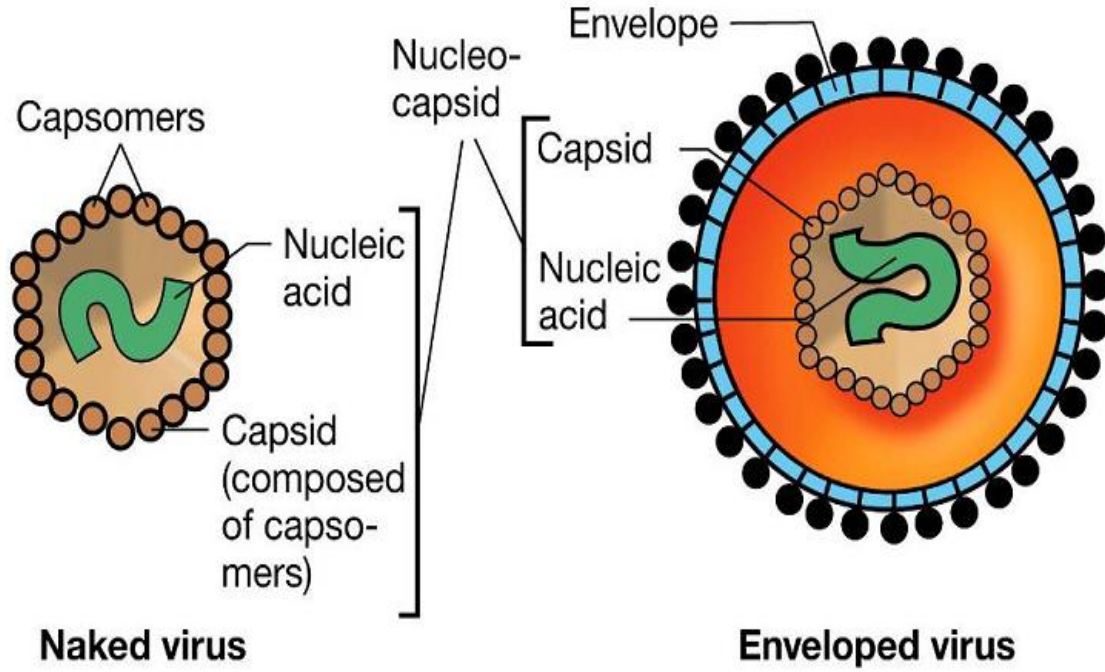
### 2. الحامض النووي Nucleic Acid

يكون الحامض النووي مسؤولا عن تضاعف الفيروس، وانواعه إما DNA أو RNA وليس كلاهما معا، وتسمى فيروسات الدنا أو فيروسات الرنا على التوالي. حتى الآن معظم الفيروسات هي ذات رنا. والفيروسات النباتية تميل لإمتلاك رنا أحادي الشريط والعائيات البكتيرية تميل لإمتلاك دنا ثنائي الشريط. الجينوم يكون إما أحادي الشريط Single stranded كما في العائلة Parvoviridae أو ثنائي الشريط Double stranded كما في العائلة Reoviridae، وفي العائلة Hepadnaviridae مثل التهاب الكبد الفيروسي البائي Hepatitis B virus تمتلك جينوم ثنائي الشريط جزئيا Partially dsDNA. ومعظم الفيروسات ذات جينوم رنا أحادي الشريط تكون إما موجبة الشريط Positive-strand (+)، او الحساسية Plus sense كما في العائلة Picornaviridae، أذ يكون إتجاه هذا الشريط في نفس إتجاه mRNA (5 ← 3) ومن ثم يمكن ترجمته فوراً الى بروتينات معينة، أو سالبة الشريط Negative-strand (-)، او الحساسية Minus-sense او يدعى Antisense كما في العائلة Orthomyxoviridae، أذ يكون إتجاه هذا الشريط بشكل (3 ← 5) اي مكملا mRNA، ومن ثم يجب اولا تحويله إلى رنا موجب الإتجاه قبل الترجمة. وفي فيروسات الرنا السالبة يوجد نوعا اخر يدعى ثنائي الحساسية Ambisense، أي يوجد فيه جزء موجب واخر سالب كما في العائلة Arenaviridae وجنسين من العائلة Bunyaviridae، علما ان هذه الفيروسات تكون مقسمة الحامض النووي

وحالة ثنائي الحساسية تكون في كل قطعة من قطع الحامض النووي. ان جينومات الفيروسات بالامكان أن تكون **حلقية الشكل Circular** كما في العائلة **Polyomaviridae**، او **خطية الشكل Linear** كما في العائلة **Adenoviridae**، او **مقسمة (مجزأة) Segment** كما في العائلة **Reoviridae**. وتوجد الاشكال الحلقية والخطية عامة في فيروسات الدنا، والاشكال الخطية والمقسمة في فيروسات الرنا ، كما في شكل (1-4). وتوجد حالة شاذة في فيروسات الرنا بالنسبة لعامل الإصابة بالتهاب الكبد دي **D** إذ يكون الحامض النووي الرنا حلقي الشكل اساسا ولكن يمكن ان يأخذ الشكل الخطي نتيجة اتحاد الحامض النووي، ويذكر انه يعد عامل اصابة وليس فيروسا ويدعى **بالقوابع Satellite**. يختلف حجم الجينوم اختلافا كبيرا بين الأنواع فأصغر جينوم فيروسي يشفر لاثنتين فقط من البروتينات وحجم الجينوم فقط **2 kbp** كما في عائلة الفيروسات الحلقية **Circoviridae**، في حين أكبر حجم جينوم يقدر بـ **1,181 kbp** ويشفر لأكثر من **1000** بروتين كما في **الفيروس المحاكى Mimivirus**. فيروسات الرنا عامة لها جينوم أصغر حجما من فيروسات الدنا لانها تمتلك معدل خطأ أعلى عند التضاعف، ولتعوض ذلك تمتلك بعض فيروسات الرنا جينوم مجزأ وهذا يقلل فرص عزز الجينوم بأكمله عند حدوث خطأ في جزء واحد من الجينوم . في المقابل لدى فيروسات الدنا عامة جينوم أكبر بسبب الدقة العالية لإنزيمات تكرارها التابعة للعائل . اما الفيروسات ذات الدنا أحادي السلسلة تشكل استثناء لهذه القاعدة فمعدل الطفرات لهذه الجينومات يمكن أن يقارب حالة الرنا أحادي السلسلة.



شكل(1-2) يبين اهم المكونات الفيروسية



شكل (1-3) التركيب الاساسي للفيروسات

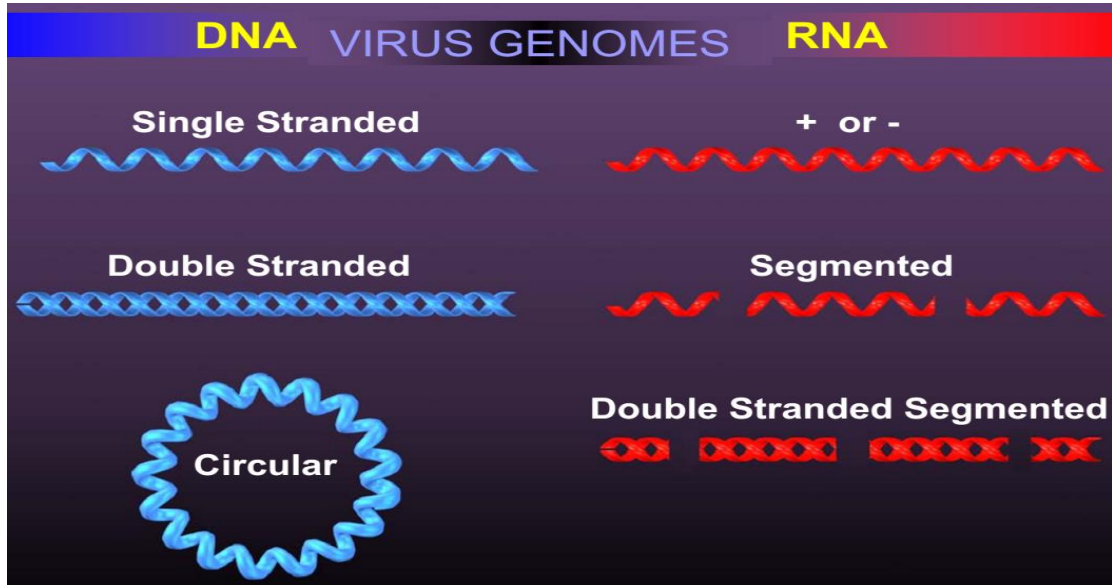
### 3. الغلاف الخارجي او المظروفي Envelope

بعض الفيروسات لها غطاء بروتيني محاط بغلاف دهني ثنائي الطبقة Lipid bilayer يدعى الغلاف الخارجي او المظروفي Envelope او مظروف الغشاء الدهني يحيط بها عندما تكون خارج الخلية المضيفة تكسبه غالبا بالتبرعم من أغشية الخلية العائل وتسمى الفيروسات المظروفية او المغلفة Enveloped. وبعض الأنواع من الفيروسات لا تغلف نفسها بهذا الغلاف الخارجي تدعى بالعارية Naked (شكل، 1-3). وتبرز من هذا الغلاف نتوءات او زوائد مكونة من بروتين وكربوهيدرات Glycoprotein تسمى البروتينات السنبلية Spikes او Peplomers، والتي تعد ضرورية لعملية التصاق الفيروسات المغلفة وايضا في الامراضية، والتي تشفر من الجين الفيروسي. تحتوي فيروسات العائلة Adenoviridae العارية على الياف Fibers متميزة في مناطق الوحدات الخماسية Pentons، وهي لا تعد Spikes الموجودة في الفيروسات المغلفة (شكل، 1-5).

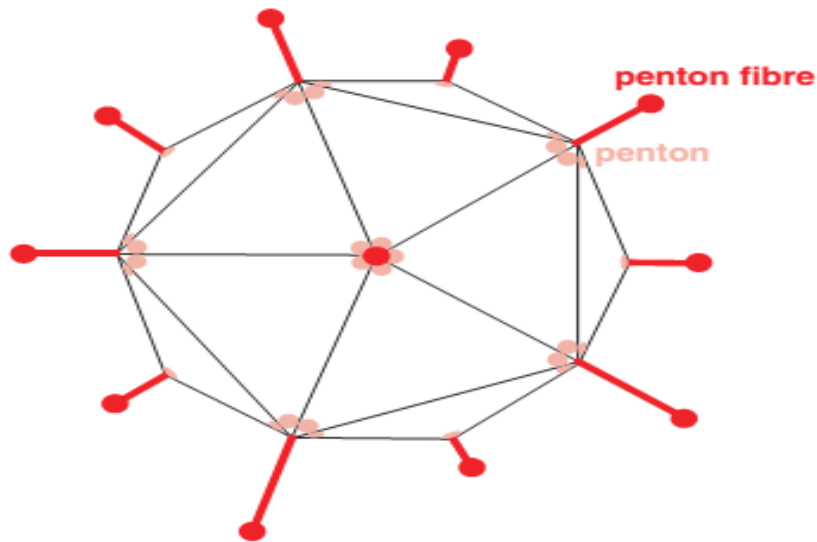
### 4. مكونات اخرى Others components

تمتلك بعض الفيروسات انزيمات Enzymes مختلفة تحتاجها في تضاعفها و امراضيتها ، على سبيل المثال انزيم Neuraminidase و Hemagglutinin في فيروسات الانفلونزا التابعة للعائلة Orthomyxoviridae، وانزيم RNA dependent RNA polymerase في الفيروسات الرنا السالبة الشريط ، وانزيم DNA polymerases في فيروسات الجدري وانزيم الاستنساخ العكسي Reverse transcriptase في العائلة Retroviridae و Hepadnaviridae. ويوجد في بعض عوائل الفيروسات

المغلفة التابعة للرتبة **Nidovirales** كما في العائلة **Coronaviridae** وجميع ال عوائل التابعة للرتبة **Mononegavirales** كما في العائلة **Paramyxoviridae** بروتين خاص يدعى **(M)Matrixprotein** يتحد مع الغشاء البلازمي ويسهل التبرعم اثناء تحرر الفيونات.



شكل (4-1) يبين التنوع في اشكال الاحماض النووية في الفيروسات



شكل (5-1) يبين الالياف في فيروسات العائلة **Adenoviridae**