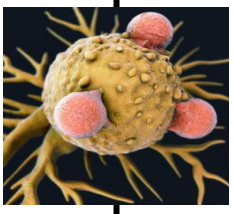
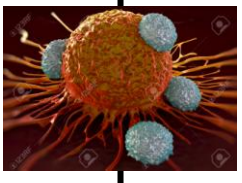
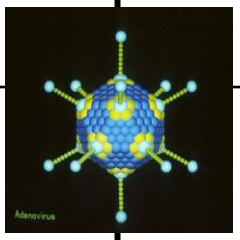
■■ الفصل الثالث عشر
توصيف الفيروسات





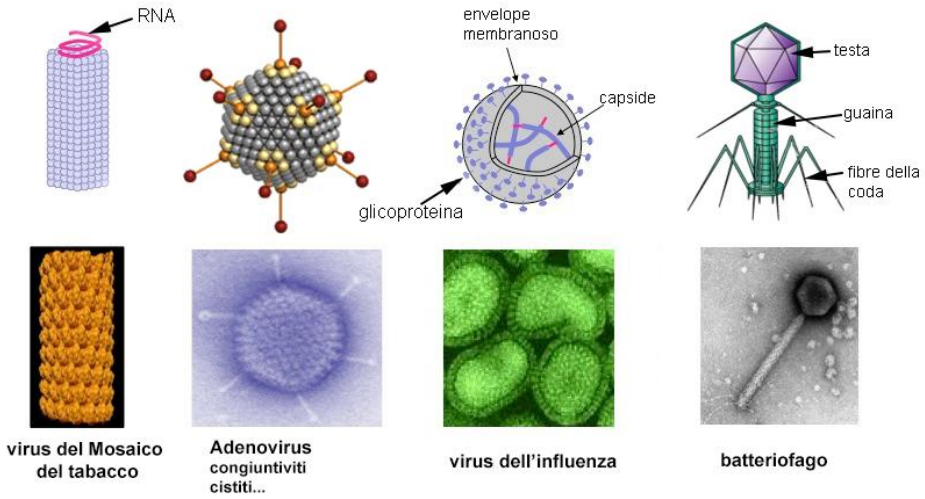


هل الفيروسات كائنات حية؟

للإجابة عن هذا السؤال لا بد من توضيح أولاً معني كلمة «كائن حي»، فمن أجل أن نصف كائن ما بأنه حي يجب أن تتوفر فيه بعض أو كل من هذه الصفات منها أنه يجب أن يتكون علي الأقل من خلية أو أكثر، يجب أيضاً أن يكون قادر علي صنع الطاقة اللازمة لنموه والتكاثر، كما يجب أن يكون قادراً علي الإستجابة والتكيف مع المتغيرات التي تحيط بالبيئة التي يتواجد فيها الكائن الحي.

كل الصفات السابقة لا تتوافر في جميع الفيروسات، لذا ومنطقياً نحكم عليها بأنها كائنات غير حية «جماد» ، ويدعم ويؤكد ذلك أن الفيروسات تتكون أساسا من حمض نووي (إما دي إن إيه **DNA** أو آر إن إيه **RNA**)

محاطة من الخارج بمحفظة من البروتين بأشكال متنوعة غاية في الإبداع (شكل ٨٤). معني ذلك أنها كغيرها من المركبات الكيميائة تفتقر للحياة ولا تملك من أمرها شيء، لكن الحقيقة غير ذلك فالفيروسات كما نعلم من أخطر المسببات للأمراض القاتلة وهي قادرة علي مضاعفة نفسها ملايين المرات عندما تكون داخل الخلايا المصابة بها وتلك الملايين من الجزيئات الفيروسية قادرة بما تحمله من معلومات وراثية علي إصابة خلايا أخري عندما تكون الظروف مناسبة لذلك، فما السر إذن في هذا اللغز؟.



شكل (٨٤) يبين أشكال لبعض الفيروسات وكيف تتناسق أغلفتها البروتينية

فسر العلماء ذلك اللغز حيث أوضحوا ان الفيروسات تتواجد في صورتين (طورين **two phases**)، أحدهما خارج الخلية ويسمي «جزيء فيروسي **virus particle** ويسمي فيريون **virion**» والذي غالباً عند ذكر كلمة فيروس يقصده

معظم الناس وهذا الطور يفتقد لكل صور الحياة التي ذكرنا شروطها من قبل، أما الطور الثاني وهو داخل الخلية الحية التي يُصيبها أي الخلية المصابة بالفيروس**virus-infected cell** والتي توصف بالحياة، حيث قدرة الفيروس في تلك الحالة علي نسخ نفسه ملايين المرات بل السيطرة الكاملة وتسيد الموقف في الخلية وتسخير كل مكونات الخلية لصالحه هو ونسله. لذلك ولأن الفيروسات لها طبيعة ممرضة، فتوضع عن قناعة ضمن الكائنات الدقيقة (الميكروبات).الفيروساتُ من مخلوقاتِ الله التي من خصائِصها أنها تجمَعُ النقيضيْن في الآن نفسِه، فمن حيث طبيعتِها فإنها توجد في طورين (حالتين)، فعندما تكون خارجَ الخلية، فإنها تكون عبارةً عن مُركب كيميائي؛ بمعنى أنها تفتقر إلى خصائص الكائن الحي وتسمى بـ «الفيريونات **virions**»، والطور الآخر عندما تكون داخل الخلية الحية، عندَها تكتسب صفات الكائن الحي وتكون قادرة على السيطرة على الخلية؛ مكونةً ملايينَ النُّسَخ منها (الفيروسات).

يُعلِّل الغلاف البروتيني الخارجي للفيروسات أنها تجمع صفات متناقضة، هذا البروتين يُسمى بـ «المحفظة أو الكابسيد **capsid** » والتي هي عبارة عن وحدات بروتينية **protein subunits** تتجمع مع بعضِها مرتبطة بروابط «غير تساهمية »**non-covalent bonds** بشكل هندسي منظم ثابت، بديع ومتماسك؛ وبأقل قدر من الطاقة، بهدف حماية أهم جزء في الفيروس وهو حمضُهُ النووي، وكذا مقاومة بعض الظروف الخارجية، وفي نفس الوقت يتصف هذا الغلاف البروتيني باللُّدُونة أو اللُّزُوجة **loosen** أي عدم الثبات، وهذه الخاصية هي من يمكن الفيروس من تفكيك وحداتهِ البروتينية بسرعة فائقة عندما يكون في مرحلة التخلص من غطائِه البروتيني، تمهيدا لتحرير الحمض النووي والبدء في التكاثر داخل الخلية.

هذا ويجب أن نعلم أننا نعيش وتُحيطنا سحابة كثيفة من الفيروسات بمعني أنها تتواجد بأعداد رهيبة في حياتنا لدرجة أننا لا نقدر بسهولة علي إحصاء تلك الأعداد، مقارنة بالكائنات الحية الأخري، فنحن نتنفس ونأكل ونشرب ونلمس

بلايين الفيروسات يومياً بشكل منتظم في حياتنا. هذا بالإضافة إلي أن المادة الوراثية-الجينوم-في خلايا أجسامنا غالبيتهاتحتوي علي جينومات أو أجزاء متطابقةلبعض الفيروسات والتي سبق وأن أصابتنا أو أصابت أبائنا أو أسلافنا، لأن كل فرد من الناس في حياته يتعرض للإصابة بعدد كبير من الفيروسات، بعض تلك الإصابات تمر دون أن يشعر الفرد بتلك الإصابة، وبعضها تتحول إلي أي من صور الإصابات الفروسية المعروفة.

طبيعة الإصابة الفيروسية:

عندما يدخل الفيروس الخلية تحدث عدة أشياء فكلاهما (الفيروس والخلية) يمكن أن يعملا بدون تداخل ، وعندما يدخل الفيروس الخلية أو الحمض النووي الفيروسي لا يستوجب هذا موت الخلية ولكن يمكن أن يحدث اصابات مميتة للخلية يقابلها في الاتجاه المضاد اصابات مفيدة تحسن من خواص الخلية وتزيد من قوة حياتها أو تكسبها المناعة ضد اصابات فيروسية أخري.

وهذه الاختلافات لم تلاحظ بين الأنواع المختلفة من العوائل ولكنه دائما ما يلاحظ هذا بين أفراد النوع الواحد.

اذن ما الذي يقرر أن الخلية ستتأثر من المرض وربما تموت؟ وما هي الظروف والعوامل التي تؤدي الي تعايش مفيد بين الفيروس والعائل؟.

العوامل المحددة لطبيعة ونوع العلاقة بين الفيروس والعائل:

١-نوع الفيروس:

بعض الفيروسات خفيفة التأثير وتسبب اصابة خفيفة أو لا تبدي مظاهر الاصابة مثل فيروسات الشلل وفيروس اكس البطاطس، والاصابة الغير ظاهرة أكثر حدوثا من الاصابة الواضحة وتسبب هذه الاصابات في الغالب مناعة في العائل المصاب ضد الفيروس بدون احداث ضرر أو مشاكل له.

وتوجد كثير من الاصابات الفيروسية التي نعرفها الأن في حالة هادئة أو معتدلة

.وجد أيضا أن تمرير الفيروس المستمر خلال عوائل من النوع الواحد دائما ما يزيد من شدة الاصابة بينما تمريره خلال عوائل من أنواع مختلفة تقلل من شدة الاصابة للعائل الطبيعي.

٢-العائل:

شدة الاصابة صفة نسبية فالفيروس يكون شديد الاصابة في خلية وغير شديد الاصابة في خلية اخري من نفس العائل. ولذلك عندما نتحدث عن شدة الاصابة للفيروس يكون هذا بالنسبة الي خلية محددة أو عائل محدد، مثلا فيروس شلل الأطفال جميع سلالاته تتكاثر في خلايا الأمعاء في العائل ولا تحطمها بينما هذه السلالات تختلف في تأثيرها علي الخلايا العصبية فبعضها يحطم تلك الخلايا بعنف وبعضها ضعيف التأثير عليها وتسمي هذه السلالات بالمضعفة والتي يمكن استغلالها في انتاج اللقاحات حيث ان هذه السلالات الضعيفة مازالت محتفظة بقدرتها علي تحفيز الخلايا المناعية لانتاج اجسام مضادة.

٣-درجة الحرارة ودرجة الحموضة pH

وهما يؤثران علي درجة شدة الاصابة مثلا فيروس الانفلونزا دائما ما يسبب اصابة متخفية في الخنازير حيث تظهر الخنازير المصابة بدون أعراض الا انها حاملة للفيروس في رئتيها، لكن في الجو البارد تظهر الأعراض الشديدة للمرض علي الخنازير المصابة.

أيضا السلالات الغير شديدة لمرض شلل الأطفال تتأثر بالحموضة حيث تتكاثر كل السلالات في المحلول المتعادل أو المائل للقلوية أما في الأوساط الحامضية فان تكاثر السلالات الضعيفة يقل بوضوح أو ينعدم تماما بينما في السلالات الشديدة يستمر تكاثرها.

أصل الفيروسات Origin of virus

يؤكد العماء علي ان الفيروس جسيم **particle**، وليس كائن **organism**، لأن

وكما ذكرنا سابقاً أنه من صفات الكائن أن يكـون منظمـاً في تركيبـه **organized**، والتي تعد مـن صـفات الكائنـات الحيـة، في المقابـل فـإن الجسـيم يفتقـد صـفة التعضدية والتنظيم، وقد إجتهد العلماء في وضع بعض الآراء حـول بدايـة وأصـل الفيروس، ونذكر أهم ثلاثة منها وهي كما يلي:

أولاً: نظرية أن الفيروس كان طفيل pathogen

النظرية تقول ان الفيروس كان أصله طفيل ثم حدث له نكوص أو تراجع عـن طريق إستمرار فقدانه لبعض الصفات مما أوصله لصفة البدائية في تركيبه وصـفاته في أن يكون عبارة عن مادة نووية وبروتين «نيوكليوبروتين **nucleoprotein**».

ثانياً: إشتقاق الفيروس من بعض مكونات الخلية

حيث يُفتراض أن الفيروس كان في الأصل أحد محتويات الخلية والتي حـدث لها التطور والإستقلال ومن ثم إستطاعت التحرك والإنتقـال مـن خليـة لأخـري، إضافة إلي أنها قد إكتسبت صفة التطفل.

كان العالم الألماني «باماروز» قد فسـر نشـأة وأصـل الفيـروس في عـام ١٩٥٥، وذلك بأنه نشأ من تحلل لبروتين ذات وزن جزيئي كبير، وقد حدث هـذا بصـورة عادية بعد تعرض الخلية لبعض الظروف الغيـر العاديـة والصـعبة مثـل إرتفـاع في درجة الحرارة، مما أدي إلي إنخفاض في النشاط الإنزيمي، ومـن المبـررات التـي تؤكد صحة تلك النظرية، وجود بعض الأمراض النباتية الفيروسية التـي لا تنتقـل سوي عن طريق التطعيم فقـط حيـث ينتقـل معهـا بـروتين الخليـة، أي أن إنتقـال الفيروس من خلية لأخري لا يتم عند من خلال بروتين الخلية المعدي.

ثالثاً: الفيروس أصله جين عاري Naked gene

الجين هو موضع علي الجينوم عبارة عن تتابع عدد من النيوكليوتيدات، معظـم الجينـات في المتوسـط طولهـا ٣٠٠٠ آلاف قاعـدة نيتروجينيـة للجـين الواحـد، بعضها أكبر من ذلك، وبعض الجينـات أصـغر، هـذا وأكبـر جـين بشـري يسـمي

«ديستروفين» يبلغ طوله أكبر من إثنين مليون قاعدة نيتروجينية، وهومرتبط بمرض وراثي (مرض الحثل العضلي «دوشين») وموجود علي الكروموسوم **X**، أي أنه يظهر في الأولاد الذكور فقط، هذا ولا يعرف العلماء حتي الآن وظيفة أكثر من ٥٠٪ من تلك الجينات والموجودة في الجينوم البشري.

يتشابه الجين مع الفيروس، حيث أن جينوم الفيروس عبارة عن تتابع محدد من القواعد النيتروجينية، والتي تحتوي علي عدد من الجينات التي يتم توارثها عبر الأنسال (الأجيال)، ومن خلال معرفة التتابع الجيني للفيروس، يمكن إعادة تخليقه معملياً عن طريق ما يسمي بالوراثة المعكوسة **reverse genetic**، من خلال غرس جينوم الفيروس في بلازميد بكتيري، ثم إعادته للبكتريا، والتي يتم من خلالها التشفير لبروتينات الفيروس، وفي النهاية تتكون جزيئات للفيروس كاملة، مما يعضد نظرية نشأة الفيروس من جينات عارية نتيجة حدوث إختزال أو نكوص لبعض الممرضات **pathogens**.

رابعاً: نظرية الفيرويد Viroid theory

الفيرويد عبارة عن قطعة عارية **naked**(دون غلاف بروتيني) من الحمص النووى **RNAss** مفرد الخيط وزنها الجريئ صغير (٢٧٠٠-١٢٥٠٠٠ دالتون) حيث يفقد نشاطة المعدى وذلك بعد معاملته بالمواد التى تؤثر على الحمص النووى. تسبب الفيرويدات امراضا للنباتات (وليس الانسان أو الحيوان) مثل مرض الدرنة المغزلية فى البطاطس. يعتقد العلماء أن الفيرويد هي أول شيء ظهر في الكون كمخلوق أو مادة نووية، والتي لديها القدرة علي التضاعف الذاتي، وقد إنتقلت لتلك الحالة ومن ثم إحتفظت بخواصها تلك مع قدرتها علي العدوي، ومن خلال ما حدث لها من طفرات نتيجة لتعرضها لبعض الظروف، فقد نشأ ت عنها بذلك الفيروسات والتي إكتسبت بعد ذلك جينات إضافية ساعدتها علي تكوين غلاف بروتيني حولها أي فيروسات كاملة.

الفيروسات وعلاقتها المعقدة مع الإنسان:

يقدر العلماء بأن حوالي ١٠٪ من جينوم الإنسان من أصل فيروسي، بمعني أن الفيروسات قد أصابت الإنسان منذ ملايين السنين وبقيت أجزاء من جينوماتها بالإنسان، وحدث أن فقدت تلك الأجزاء قدرتها الإمراضية، لذا بقيت ملتصقة بجينوم الإنسان ومن ثم توارثتها الأجيال، لكن تحت ظروف معينة تستطيع تلك الأجزاء الكامنة أن تستعيد قدرتها علي الإصابة، بدليل ما سجله بعض العلماء من تلك الحالات التي ظهر فيها المرض، بعض تلك الإصابات تم كشف النقاب عن تتابع القواعد النيتروجينية في جينوم الإجزاء الفيروسية المندمجة في جينوم الإنسان-البصمة الوراثية-حيث تم التأكد أنها تنتمي لمجموعة الفيروسات المتراجعة **Endogenous retroviruses«ERVs»** والتي يمثل وجودها البداية لإصابة الإنسان بالسرطان، بالإضافة الي أنها تمهد الطريق لغزو الجسم بفيروسات أخري، هذا ما كشفت عنه دلراسة حديثة ونشرت في نوفمبر ٢٠١٦ قام بها فريق بحثي من جامعة كورنيل بأمريكا.

قام العلماء بالكشف عن الجانب الإيجابي والمفيد لتلك الأجزاء الفيروسية **ERVs**، بدءاً من وقاية الإنسان من الأمراض وحتي دورها في تكيف الإنسان-من ملايين السنين-مع المتغيرات البيئية مثل قدرته علي هضم النشا. من ناحية دورها في وقاية الإنسان من الأمراض، فقد فسرها العلماء بأن تلك الفيروسات المحمولة علي جينوم الإنسان وبما لديها من تطور وقدرة علي التحرك والقفز علي الجينوم ومن ثم تحفيز وتنشيط الجهاز المناعي الذي يتأقلم معها وإستخدامها كأسلحة مضادة للفيروسات الأخري وكما لو أنها بمثابة لقاح مضاد لها، بالإضافة الي أنها توجه وتقود آليات بناء البروتين بالخلايا المناعية بالإنسان، وللتأكد من ذلك الإستنتاج، قام فريق بحثي بإستخدام التقنية الحديثةلتعديل الجينات والتي تسمي «كريسبر **CRISPR** » والتي من خلالها يمكن حذف أو إضافة جينات علي الجينوم، فقد إستخدم الباحثين تلك التقنية لحذف تتابعات القواعد النيتروجينية الخاصة بالفيروسات المتراجعة الداخلية **ERV**، وبعد الحذف لاحظوا وجود

ضعف-تقصير-ملحوظ في وظيفة الجهاز المناعي، بما سهل عملية الإصابة عند التعرض لبعض الفيروسات، أما في حالة حذف أكثر-ثلاثة-من التتابعات الخاصة بتلك الفيروسات علي الجينوم، فقد أضعفت الإستجابة المناعية بصورة أكثر من الحالة الأولي، مما جعل العلماء يستنتجون أن كل جزء من جينوم تلك الفيروسات المندمج مع جينوم الإنسان مسئول عن تحفيز جين مختلف عن ما يحفزه جين آخر من جينات الفيروسات، وذلك الدور يعتبره العلماء بمثابة قشرة، بينما الحقيقة أن لها أدوار ونشاطات تنظيمية مختلفة يأملون في كشفها في دراسات مستقبلية.

وبالرغم من وجود أدلة قوية علي وجود بعض حالات كانت فيروسات **ERV** قد تسبب وجودها في إصابة حاملها بالسرطان، فإنه بالمقابل فإن بعضها قد حمي الإنسان من مرض السرطان، علي سبيل المثال فإن أحد تلك الفيروسات ويسمي **ERV9** أثبتت النتائج أنه حفز خلايا الخصية في الإنسان والمصابة بالسرطان علي الإنتحار الذاتي ومن ثم عدم إنتشار السرطان والوقاية منه. إكتشف العلماء أيضاً جين موجود ضمن مجموعة الجينات بفيروسات **ERV** سمي «سينشيتين **syncytin**» والذي قام بدور المفتاح **key role** في تطور المشيمة بالإنسان، هذا الجين يشفر لبروتين ينغمس-يندمج-في غلاف الفيروس الخارجي والذي يلعب دور الوسيط ويمهد لإندماج الفيروس مع الغشاء البلازمي للخلية عند إصابتها، وقد إستغل جسم الإنسان تلك الآلية وتلك الجينات الفيروسية في إندماج المشيمة والرحم معاً لإتمام عملية الحمل ثم الولادة.

الفيروسات تَهْدم ثوابت الفلاسفة:

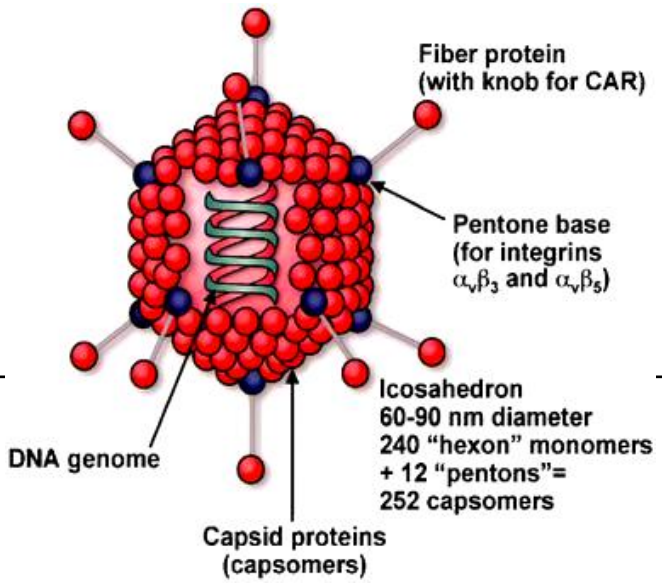
يقول الله سبحانه وتعالى في سورة النحل «ويخلق ما لا تعلمون»، كما يخبرنا في سورة الشمس بأنه خلق في النفس البشرية النقيضين «ونفس وما سواها، فألهمها فجورها وتقواها».

يُعد أرسطو من أساطين الفلسفة التقليدية، وقد كان لأرسطو مَنهجا واضحا في فلسفتِه يقوم على الثالث المرفوع، أي لا يمكن أن يجتمعَ شيءٌ ونقيضُه في الآنِ

نفسِه. فالأشياءُ إما أن تتَّصِفَ بصفة أو تتصفَ بنقيضِها، ولا توجد حالة ثالثة بين الحالتيْن. إلا أن الفيروسات هدمتْ هذه القاعدة، وثم التَّوصُّل إلى أن الفيروسات تحمل الصفة ونقيضَها في الآن نفسه.

الفيروساتُ من مخلوقاتِ الله التي من خصائِصها أنها تجمَعُ النقيضيْن في الآن نفسِه، فمن حيث طبيعتِها فإنها توجد في طورين (حالتين)، فعندما تكون خارجَ الخلية، فإنها تكون عبارةً عن مُركب كيميائي؛ بمعنى أنها تفتقر إلى خصائص الكائن الحي وتسمى بـ «الفيريونات **virions**»، والطور الآخر عندما تكون داخل الخلية الحية، عندَها تكتسب صفات الكائن الحي وتكون قادرة على السيطرة على الخلية؛ مكونةً ملايينَ النُّسَخ منها (الفيروسات).

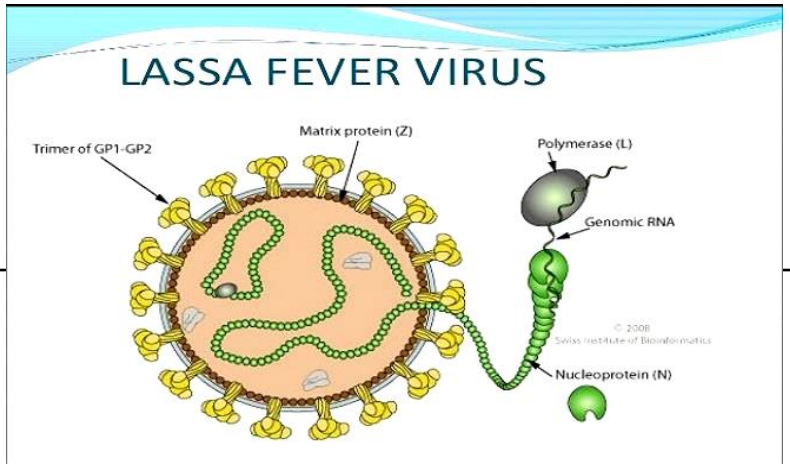
يُعلِّل الغلاف البروتيني الخارجي للفيروسات أنها تجمع صفات متناقضة، هذا البروتين يُسمى بـ «المحفظة أو الكابسيد **capsid** » والتي هي عبارة عن وحدات بروتينية **protein subunits** تتجمع مع بعضِها مرتبطة بروابط «غير تساهمية »**non-covalent bonds** بشكل هندسي منظم ثابت، بديع ومتماسك؛ بهدف حماية أهم جزء في الفيروس وهو حمضُهُ النووي، وكذا مقاومة بعض الظروف الخارجية، وفي نفس الوقت يتصف هذا الغلاف البروتيني باللُّدُونة أو اللُّزُوجة **loosen** أي عدم الثبات، وهذه الخاصية هي من يمكن الفيروس من تفكيك وحداتِه البروتينية بسرعة فائقة عندما يكون في مرحلة التخلص من غطائِه البروتيني، تمهيدا لتحرير الحمض النووي والبدء في التكاثر داخل الخلية، شكل (٨٥).

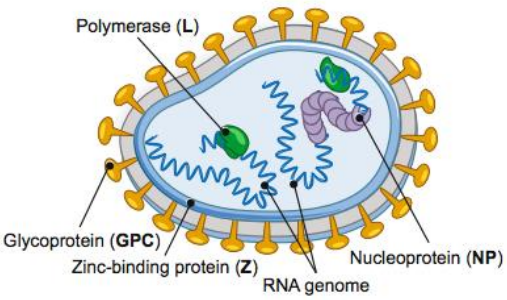


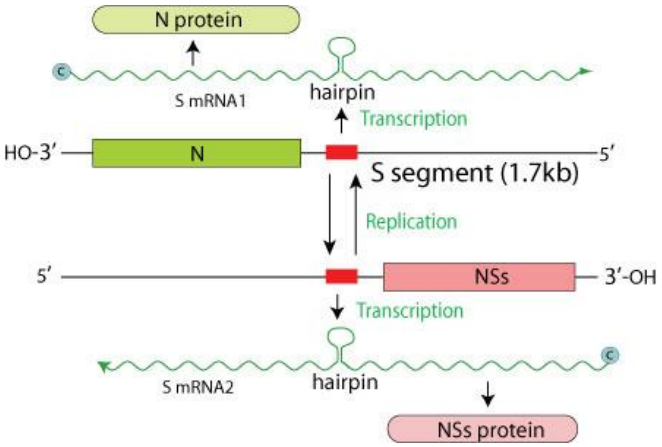
شكل (٨٥) تناسق وترابط الوحدات البروتينية مُكوِّنةً جزيئاتٍ فيروسية

الفيروسات عموماً بخلاف الكائنات الحية الأخرى، تحتوي على حمض نـووي إما «دي إن إيه **DNA**» ويكون ثنائي الخيط غالباً، أو أحادي الخيط، أو حمـض «آر إن إيه**RNA**» ثنائي الخيط أو أحادي الخيط على الأغلب، ولا يمكن للفيـروس أن يحتوي على النوعيْن معا لأن ذلك مستحيل قطعا. الصـورة العجيبـة أيضـاً والتـي تجمع النقيضين في وقت واحد، تتمثل في احتـواء بعـض الفيروسـات عـلى حمـض نووي «آر إن إيـه **RNA**» نصـفه «موجـب» ونصـفه الآخـر «سـالب» أي مـزدوج الصفة **ambisense**،

ويتضع هذا بشكل جليٍّ في فيروس «لاسا **Lassa virus**» الذي يهاجم الإنسان والحيوان على حد سواء، ويسبب حمى «لاسا» والمنتشرة في غرب إفريقيا على وجه التحديد. هذا الفيروس يحتوي نصفُ حمضِهِ النووي «آر إن إيه» على شـريط مفـرد موجب والنصف الآخر يحمل شريطا مُفردا وسالبا، مما يساعدُ هذا الفيروس على التضاعف بالاعتماد على نصفِه الموجب، حيث تتكون الشـفرة مـن خـلال تتـابع القواعد النيتروجينية فيه، والتي في النهاية تكون الحمض النووي الرسـول؛ الـذي يذهبُ مباشرة لأحد أجزاء الخلية «الريبوسومات» حيث تتـرجم تلـك الشـفرات لبروتينات خاصة بجزيئات الفيروس الجديدة، شكل (٨٦).







شكل (٨٦) تركيب ومكونات فيروس حمي لاسا