



الجمهورية العربية السورية

وزارة التعليم العالي

جامعة حماة

كلية الزراعة

# علم الأحياء الدقيقة

## MICROBIOLOGY

( الجزء النظري )

الماضرة الخامسة

إعداد

الدكتور عبد الواحد الطحلي

دكتوراه باختصاص الأحياء الدقيقة

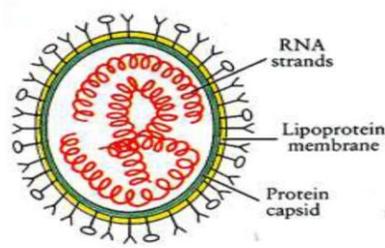


جامعة حماة 2019 - 2020

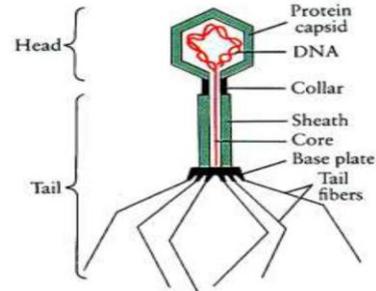
## الفيروسات Viruses

### • مقدمة Introduction:

الفيروسات هي كائنات دقيقة غير خلوية متطفلة ومختلفة في الشكل والحجم والعوائل قادرة على التكاثر ضمن الكائنات الحية محدثة لها أمراضاً، وتعد الفيروسات جزيئات تحت مجهرية تجمع في خصائصها بين الجماد والأحياء وتتألف من غلاف بروتيني Capsid لحمايتها ومادة نووية (RNA أو DNA). لم تعتبر الفيروسات من الكائنات الحية فقد كان الجدل حولها فيما إذا كانت حقيقة كائنات حية أو غير ذلك لأن قدرة الفيروسات على التكاثر هي من خصائص الكائنات الحية فالفيروسات تتكاثر بالتضاعف أو الاستنساخ المتكرر، ومن ناحية أخرى تبدو الفيروسات كأنها غير حية لأنها تتكون من جزيئات كيميائية لا تمتلك دورة استقلابية أيضاً مستقلة للحصول على الطاقة بل تعتمد في حياتها وتكاثرها على عائلها التي تصيبه، ولذلك لم تُصنّف الفيروسات في أي من الممالك الخمس ولكن حالياً تعتبر الفيروسات كائنات حية وقد وضعت في مملكة مستقلة تسمى مملكة الفيروسات حسب نظام التقسيم الحديث.



Influenza virus



Bacteriophage virus

الشكل (5-1): شكل فيروس الرشح أو الانفلونزا (على اليسار)، وفيروس العاثي (آكل الجراثيم).

تصيب الفيروسات كل أنواع الخلايا من الجراثيم إلى خلايا الإنسان وتسمى وحدة الفيروس المكتمل النمو والقادرة على الإصابة بالفيروسون Virion، وتتطفل الفيروسات على أنواع معينة من الخلايا بشكل متخصص لأن بروتينات الغلاف الفيروسي تلتصق بنقاط استقبال محددة على غلاف الخلية المضيفة مثلاً فيروس فسيفساء التبغ الذي لا يصيب إلا بعض أنواع النباتات كالتبغ والخيار، ويصيب فيروس الكلب بعض أنواع الحيوانات الثديية، ويصيب فيروس نقص المناعة المكتسبة HIV (الإيدز) بعض أنواع خلايا الدم عند الإنسان (الخلايا اللمفاوية).

## 1- تاريخ الفيروسات:

إن أصل كلمة فيروس Virus لاتينية معناها السم Toxin أو المواد الغريبة، وقد قدمت ثلاث نظريات عن أصل الفيروسات هي:

## • النظرية التراجعية:

تقول هذه النظرية أن الفيروسات عبارة عن أشكال لكائنات منقرضة فقدت وظائفها الحيوية واحتفظت بالمعلومات الوراثية الضرورية التي تمكنها من معيشة طفلية.

## • نظرية الأصل الخلوي:

تقول هذه النظرية أن الفيروسات نشأت من مكونات خلوية هربت من آليات التحكم لتصبح مستقلة وقادرة على التكاثر الذاتي، ويُعتقد أن فيروسات الدنا DNA قد نشأت من الجسيمات الكوندرية أو الصانعات أكثر من كونها نشأت من الدنا النووي، أما فيروسات الرنا RNA فقد تكون نشأت من قطع الرنا المرسل mRNA واكتسبت القدرة على التكاثر الذاتي وتصنيع بروتين الغطاء والمواد الخاصة فيها، وهذا يُفسر العلاقة التخصصية بين الفيروسات والخلايا القابلة للإصابة بها.

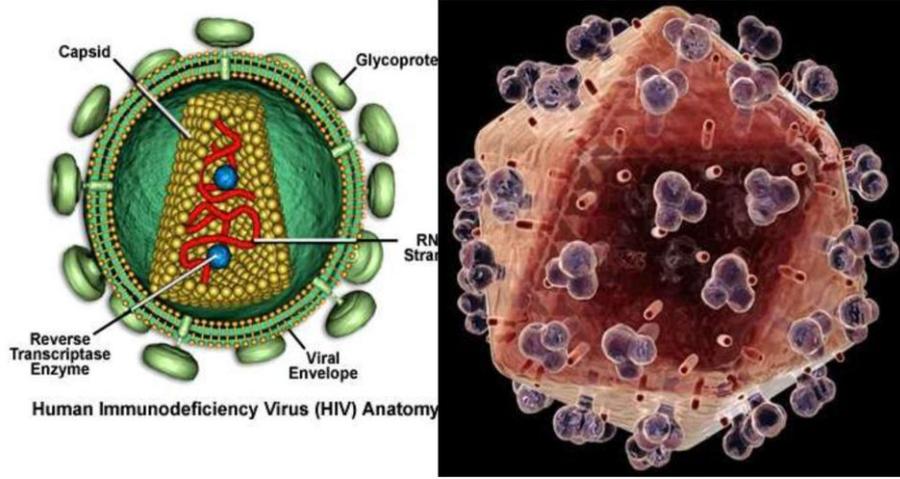
## • نظرية الوحدات المستقلة:

تقول هذه النظرية أن الفيروسات نشأت مع بدء الحياة من جزيئات ذاتية التكاثر يُعتقد أنها كانت موجودة منذ القدم، وكان النشوء في خط موازي لنشوء الكائنات الخلوية.

اكتشف الفيروسات العالم الروسي ديمتري ايفانوفسكي Dimitri Iwanowsky عام 1892م وأظهرت تجاربه أن خلاصة ورقة تبغ مصابة بما يُعرف بفيروس موزايك التبغ تبقى معدية حتى بعد ترشيحها عبر مرشحات دقيقة الشكل (2-5)، وقد تم الحصول على أول صور للفيروسات في ألمانيا بعد اختراع المجهر الإلكتروني عام 1931م، وقام فريق لوك مونتانيير لأول مرة عام 1983م في فرنسا بعزل فيروس نقص المناعة المكتسبة HIV (الشكل 3-5).



الشكل (2-5): فيروس موزايك التبغ



الشكل (3-5): شكل فيروس نقص المناعة المكتسبة HIV (الإيدز).

## 2- خصائص الفيروسات:

- تختلف الفيروسات عن جميع الكائنات الحية الأخرى وتتميز بالخصائص التالية:
- أ- تحتوي الفيروسات على جزء مركزي مؤلف من حمض نووي واحد DNA أو RNA وليس الاثنين معاً (مفرد من شريط واحد أو مزدوج من شريطين).
  - ب- تمتلك الفيروسات غلاف بروتيني (كابسيد Capsid) يغطي المادة النووية ويحميها.
  - ت- بعض الفيروسات لها غلاف خارجي دهني يغلف الكابسيد ويحمل زوائد أو أشواك تساعد على الالتصاق بالعائل وتسمى بهذه الحالة بالفيروسات المغلفة مثل الفيروسات التي تُصيب الحيوان، والتي لا تحوي على غلاف خارجي تسمى بالفيروسات العارية.
  - ج- الفيروسات طفيلية اجبارية تتكاثر بالتضاعف داخل الخلايا الحية فقط، ولها القدرة على نقل مادتها الوراثية من خلية عائل إلى آخر.
  - د- لا تمتلك الفيروسات آلية استقلاب مستقلة للحصول على الطاقة بل تعتمد على العائل، وهي خاملة خارج خلايا العائل.
  - ع- لا يمكن تنمية الفيروسات في أوساط غير حية لكن تعزل على شكل بلورات كيميائية متعددة الأشكال فريدة من نوعها لأنها تجمع في خصائصها بين عالمي الجماد والأحياء.
  - و- الفيروسات غير حساسة للمضادات الحيوية، وهي مولدة للأجسام المضادة.

### • الفرق بين الفيروسات والكائنات الحية الأخرى:

- 1- تحتوي الفيروسات على أحد الأحماض النووية DNA أو RNA بينما تحتوي الكائنات الأخرى على كلا الحمضين الاثنين.
- 2- يدخل في عملية تكاثر الفيروسات الحمض النووي فقط بينما يدخل في عملية التكاثر في الكائنات الحية الأخرى جميع مكونات الخلية.
- 3- لا تخضع الفيروسات لعملية الانقسام الثنائي كما في بقية الكائنات الحية الأخرى وليست قادرة على النمو المعروف لدى الكائنات الأخرى.

4- لا يوجد في الفيروسات التركيب الوراثي اللازم لتكوين النظام المسؤول عن إنتاج الطاقة.

5- لا تستطيع الفيروسات التكاثر خارج خلايا العائل لذلك تعتبر أجسام متطفلة اجبارياً.

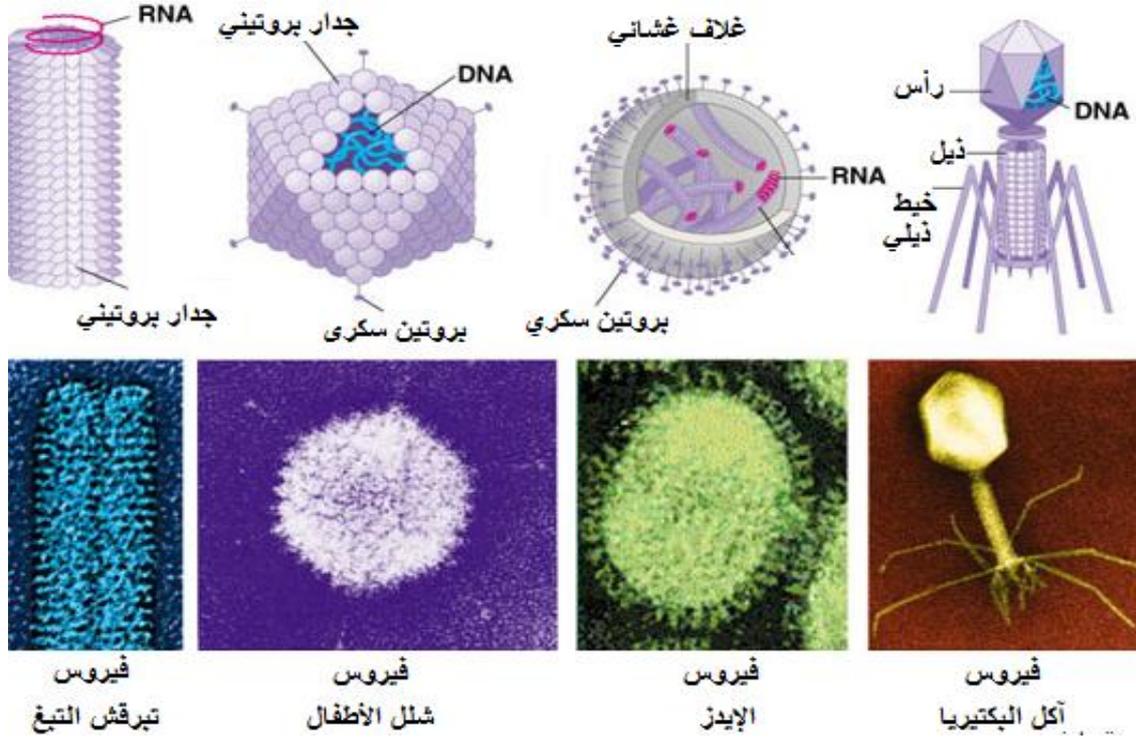
### 3- حجم وشكل الفيروسات:

تعد الفيروسات أصغر من الجراثيم عموماً لا يمكن رؤيتها بالمجهر الضوئي ويساوي قطرها حوالي 200 نانومتر (1 نانومتر =  $10^{-9}$  متر). يتألف الغلاف البروتيني من عدد كبير من تحت وحدات بروتينية Capsomer التي تتكون من جزيئات بروتينية تترتب وفق نظام فراغي خاص يعطي للفيروسات أشكال متعددة، وللغلاف البروتيني Capsid وظائف محددة هي:

- 1- حماية الحمض النووي من المؤثرات الخارجية والإنزيمات المحللة له التي تفرزها خلايا العائل.
- 2- يكون مسؤولاً عن تركيب مولدات الضد للفيروسات وبالتالي يساعد في تقسيم الفيروسات.
- 3- يساعد على التصاق الفيروس بالخلية الحساسة خصوصاً في الفيروسات العارية Viroide.
- 4- يقوم بتحديد شكل وحجم الفيروس.

وللفيروسات ثلاثة أشكال أساسية هي (الشكل 4-5):

- 1- عسوية الشكل حلزونية Helical مثل فيروس موزايك التبغ.
- 2- متعددة الأوجه Icosahedral تشبه البلورات مثل فيروس شلل الأطفال Polio virus.
- 3- معقدة Complex تجمع بين الشكلين السابقين إما محاطة بمحفظة Envelope أقرب للشكل الكروي مثل فيروس الانفلونزا، أو تتميز بغلاف محدد وذيل مثل العاثيات الجرثومية (أكلات الجراثيم Bacteriophages).



الشكل (5-4): أشكال الفيروسات الأساسية.

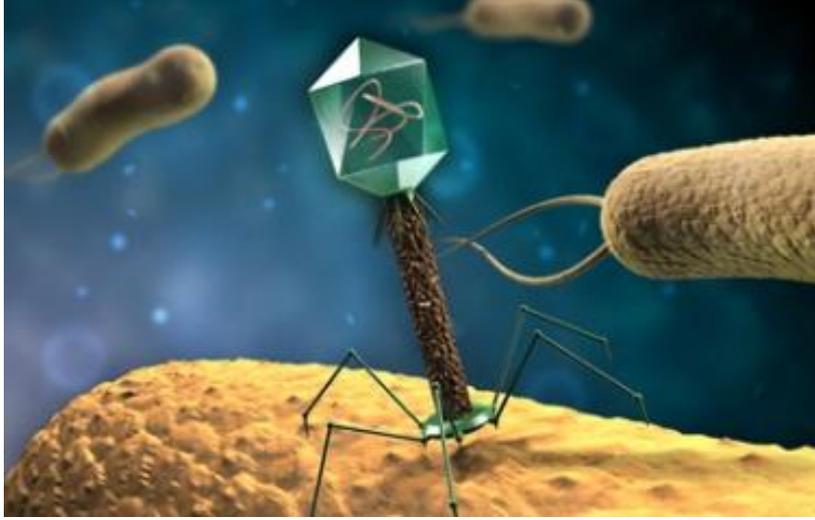
تسمى الفيروسات التي تصيب الخلايا الجرثومية بآكلات الجراثيم Bacteriophages أو العاثيات وتحتوي على RNA و DNA على شكل سلسلة أحادية أو مزدوجة ويتميز الغطاء البروتيني بشكل مركب حيث يكون مكعب في منطقة الرأس الذي يحوي بداخله الحمض النووي، وحلزوني في الذيل الذي يمرّ عبره الحمض النووي الفيروسي إلى الخلية المضيفة، وللفيروس قاعدة يتثبت بها على الجراثيم (الشكل 5-8). يوجد أشكال متعددة للعاثيات أو الملتهمات phages فمنها له ذيل قصير ومنها له قاعدة مدورة، ويوجد نوعين أساسيين هما:

أ- العاثيات الشرسة أو الضارية Virulent phages:

وهي تُسبب تحلل الخلايا الجرثومية التي تصيبها.

ب- العاثيات المعتدلة Temperate phages:

وهي لا تؤدي إلى تحلل الخلية الجرثومية لكن يندمج الحمض النووي للعاثي مع صبغي الخلية، وتكتسب الخلية في هذه الحالة صفات وراثية جديدة، وقد يفصل الحمض النووي للعاثي تحت ظروف معينة ويسلك سلوك العاثي الضاري.



الشكل (5-8): آكلات الجراثيم Bacteriophages أو العاثيات

#### 4- تعريف وتسمية الفيروسات:

لا يوجد في الوقت الحاضر تصنيف واحد معترف فيه من جميع علماء الفيروسات، ويُفضل العلماء استخدام مفهوم المجموعات الفيروسية في التصنيف حيث يوجد في كل مجموعة فيروس يوصف بالتفصيل وتكون بقية فيروسات المجموعة قريبة منه من حيث الصفات مثل مجموعة فيروسات البطاطا ومجموعة فيروسات القرعيات كفيروس موزايك الخيار، وبشكل عام يوجد حالياً 20 مجموعة فيروسية نباتية محددة الصفات.

يختصر العلماء تسمية الفيروسات على شكل رموز (شيفرة code) تتضمن صفات الفيروس مثال على ذلك فيروس موزايك التبغ الذي يرمز له بالشيفرة التالية:

**R/1:2/5:E/E:S/\***

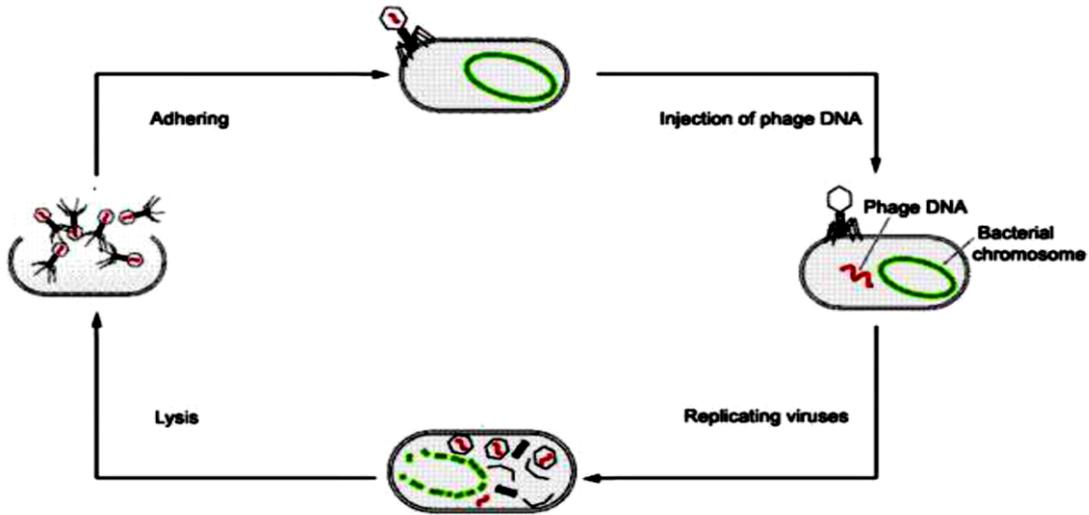
تتضمن هذه التسمية أربعة أزواج من الرموز هي: الزوج الأول: R/1 ويرمز الحرف R إلى الحمض النووي RNA ولو كان الحرف D فيرمز إلى الحمض النووي DNA، أما الرقم 1 فيدل على وجود سلسلة حلزونية واحدة من الحمض وإذا كان الرقم 2 فيدل على وجود سلسلتين من الحمض. الزوج الثاني: 2/5 ويرمز العدد 2 إلى الكتلة الجزيئية للحمض النووي، أما العدد 5 فيدل على النسبة المئوية من هذا الحمض في الفيروس وهي هنا 5%. الزوج الثالث: E/E يعبر عن شكل الفيروس وهي هنا تعني أن الفيروس عصوي ذو نهايات حادة، وإذا كان الحرف U فيعني أن نهايات العصية الفيروسية محدبة، وإذا كان الحرف S فيعني أن شكل الفيروس كروي، والحرف X يعني أن الفيروس معقد التركيب. الزوج الرابع: S/\* يدل على الكائن العائل والكائن الناقل لهذا الفيروس وهي هنا تعني

أن العائل هو بذور النباتات والناقل غير معروف، وإذا كان الحرف الأول الذي يعبر عن الكائن العائل هو A فيدل على الأكتينومايسيس، والحرف B جراثيم Bacteria، F فطريات Fungi، S بذور نباتات، V كائنات حية فقارية، I كائنات غير فقارية. أما رموز الناقل للفيروسات فتكون على الشكل التالي: Ab القمل، Ac القراد، CI الجعل، DI الذباب والبعوض، Fu الفطريات، Ne النيماتودا وغيرها. عندما تكون بعض صفات الفيروس غير معروفة ومن أجل مختلف أزواج الرموز يستعمل الرمز \* وعندما تكون المعلومات مشكوكاً فيها توضع ضمن قوسين ( ) أما إذا كانت المعلومات الواردة ضمن قوسين على شكل مربع [ ] فهذا يعني أن المعلومات عامة بالنسبة للمجموعة الفيروسية.

5- تكاثر الفيروس في الخلية (التضاعف):

لا تمتلك الفيروسات القدرة على التكاثر خارج جسم العائل المضيف لذلك يُعبّر عن ازدياد أعداد الفيروسات بالتضاعف Replication حيث يلاحظ تشكل جزيئات الفيروس كاملة داخل الخلية المصابة، ويوجد نماذج عديدة لآلية تضاعف الفيروسات تتضمن مراحل مشتركة هي (الشكل 5-5):

- 1- ارتباط غلاف الفيروس بمواقع التصاق معينة نوعية على غلاف الخلية المضيفة.
- 2- الاختراق وحقن الحمض النووي الفيروسي داخل الخلية المضيفة.
- 3- التضاعف الحيوي الكيميائي وتكاثر الفيروس وتجمع الوحدات الفيروسية.
- 4- الانطلاق أو التحرر وتحلل الخلية المضيفة، وانتقال الفيروسات الجديدة لتصيب خلايا أخرى.



Some steps of bacteriophage cycle

الشكل (5-5): خطوات تكاثر الفيروس آكل الجراثيم الذي يتطفل على بعض خلايا الجراثيم.

تختلف آلية تحرر الفيروسات باختلاف الأنواع الفيروسية حيث تتحرر الفيروسات الجديدة بعد انحلال الخلية المصابة وتخرج إلى سوائل الجسم كما في حالة الفيروسات العارية مثل فيروس شلل الأطفال، أو لا يرافق تحرر الفيروسات تطل الخلية بسبب خروج الفيروسات البطيء الناتج عن بطء مرحلتي النضج والانطلاق، كما يمكن أن تتحول الخلية المصابة بعد مرحلة الاختراق إلى خلية سرطانية تنقسم وتعطي خلايا سرطانية مشوهة.

#### 6- الفيروسات النباتية والحيوانية والجراثومية:

أظهرت الدراسات أنّ الفيروسات النباتية تحتوي غالباً على الحمض النووي RNA وتُسبب العديد من الأمراض مثل التبغ الحقلي والتفاف الأوراق والموزايك والندرة (الشكل 5-6)، ويوجد ما يربو على 500 مرض فيروسي يصيب النباتات وذو أهمية اقتصادية، وتحدث إصابة الأنسجة النباتية بالفيروس من خلال الجروح التي تُسببها الحشرات أو غيرها حيث تتعدد طرق انتشار الأمراض الفيروسية في المحاصيل الزراعية منها الانتقال الميكانيكي عن طريق التربة، البذور، النباتات المتطفلة، الحشرات، النيماتودا. يوجد طريقتين لمكافحة الإصابة الفيروسية النباتية تتعلق الأولى بالوقاية من الإصابة من خلال استخدام بذور خالية من الفيروسات، وإزالة النباتات التي تكون مصدر للإصابة، وتجنب العدوى من التربة، ومقاومة الحشرات الناقلة للفيروسات، ومنع انتقال الفيروسات عن طريق العمال، وزراعة أصناف نباتية أكثر مقاومة للفيروسات. أما الطريقة الثانية للمكافحة فهي علاج النبات المصاب بالقضاء على الفيروسات باستخدام الحرارة أو المواد الكيميائية المطهرة، وعموماً يُفضل الاعتماد على طرق الوقاية عن الاعتماد على العلاج.



الشكل (5-6): فيروس موزايك الطماطم أو البندورة.

تحتوي الفيروسات الحيوانية على RNA و DNA وتُقسم إلى مجموعتين تبعاً لذلك، وتدخل عن طريق الالتهام أو البلعمة Phagocytosis وتُسبب عدداً من الأمراض الفيروسية في الحيوان مثل الحمى القلاعية وجذري البقر (الشكل 5-7)، وفي الإنسان الانفلونزا والحصبة وشلل الأطفال وغيرها.



الشكل (5-7): مرض الحمى القلاعية والجدري عند الأبقار

• بعض الأمراض التي تسببها الفيروسات للإنسان:

تصيب الفيروسات الإنسان ببعض الأمراض منها فيروس النكاف والسعار أو داء الكلب وفيروس نقص المناعة المكتسبة أو الأيدز لكن أشهرها ما يلي:

1- الجدري Small pox: فيروس خطير شديد العدوى ليس له علاج إنما تعالج الأعراض للتخفيف من حدتها، وللوقاية من هذا المرض يجب التحصين بوساطة اللقاح (التطعيم).

2- الهربس Herpes: فيروس يسبب أمراضاً جلدية تظهر على شكل بثور على الأغشية المخاطية للحم واللسان واللثة، ويتم الشفاء تلقائياً بعد أسبوعين لكن يبقى الفيروس بحالة كمون قد يظهر بعد سنوات ومصدر العدوى هو الملامسة أو من اللعاب.

3- الأنفلونزا Influenza: فيروس مخاطي ينتقل عن طريق الملامسة والرشاق وإفراز الجهاز التنفسي، وتكثر الإصابة في فصل الشتاء والازدحام فهو من الأمراض التنفسية التي تحدث بشكل أوبئة سريعة الانتشار ليس له علاج نوعي لكن يجب الراحة التامة وأخذ مضادات الألم وخافضات الحرارة والتغذية الجيدة والفيتامينات لتقوية المناعة وتجنب الأماكن المزدحمة ويمكن زيادة المقاومة بأخذ اللقاحات.

4- الحصبة Measles: مرض يصيب الأطفال شديد العدوى عن طريق إفرازات الأنف والبلعوم والأدوات الملوثة، ويتم الوقاية منه بأخذ اللقاح الخاص.

5- التهاب الكبد الفيروسي Viral hepatitis: مرض فيروسي معدي يصيب أنسجة الكبد فيتلفها ويحدث على شكل أوبئة خفيفة في بعض التجمعات، وهو عدة أنواع أشهرها فيروس A, B, C مختلفة في كيفية الوقاية والعلاج.

**7- الفيرويدات Viroids:**

هي أشباه الفيروسات عبارة عن قطع صغيرة دائرية من الحمض النووي العاري الرنا RNA مفرد الخيط والخالية من البروتين وهي أصغر مسببات الأمراض للنباتات والحيوانات والإنسان تكون معدية تُسبب عدة أمراض خطيرة مثل الدرنه المغزلية في البطاطس وتشقق القلف في أشجار الحمضيات والعامل المسبب للالتهاب الكبدي.

**8- البريونات Prions:**

هي عوامل معدية للإنسان والحيوان وتتكون جزيئاتها من البروتين، ولا تتأثر بالإنزيمات المحللة للحمض النووي مثال المرض المخي الاسفنجي في الأبقار المعروف بمرض جنون البقر.

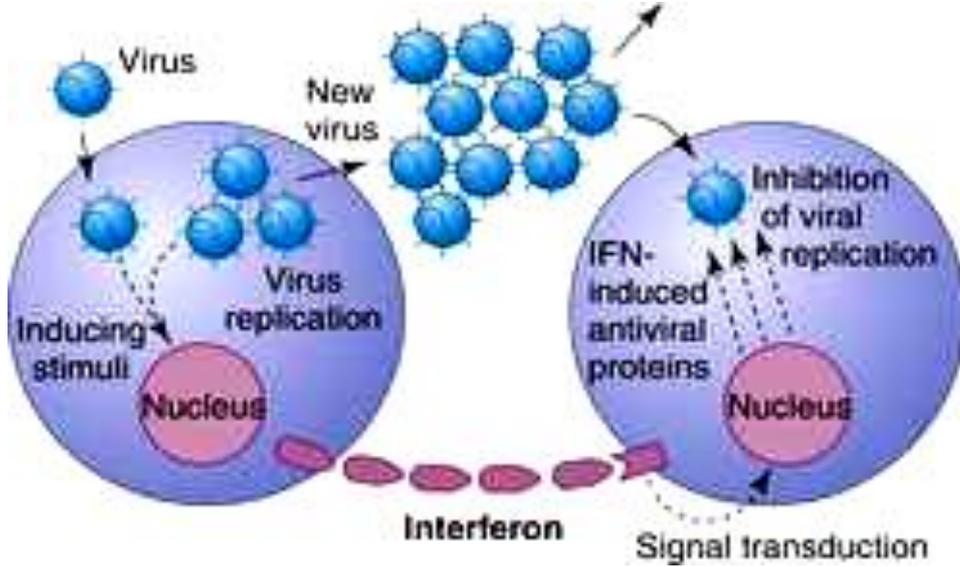
**9- طرائق دفاع الخلية المضيفة:**

يوجد عدة أنظمة دفاعية في جسم الكائنات الحية لمقاومة الفيروسات هي:

- 1- نظام المناعة الوراثي: يُعدّ هذا النظام خط الدفاع الأول للجسم ضد الفيروسات، وهو نمط من الآليات التي تدافع عن المضيف ضد العدوى الفيروسية بطريقة غير محددة.
- 2- نظام المناعة المكتسب: يتم إنتاج أجسام مضادة ترتبط بالفيروس وتحوله إلى شكل غير معدٍ عندما يواجه النظام المناعي المكتسب فيروساً ما.
- 3- الخلايا التائية (الخلايا المساعدة والخلايا السامة للخلايا): وهي مجموعة من كريات الدم البيضاء تسمى بالخلايا للمقاومة حيث تستطيع الخلايا التائية المساعدة أن تتعرف على أجزاء مشبوهة على سطح الخلية لتقوم عندها الخلايا التائية السامة بتدمير الخلية المضيفة مع الفيروس.

إنّ الفيروس الذي يدخل إلى جسم الإنسان أو الحيوان يمكن أن يحمي خلايا العائل المضيف من الإصابة بفيروس آخر ويدعى ذلك بظاهرة التداخل الفيروسي Viral interference phenomenon وتتلخص آلية التداخل هذه بأن الفيروس المتداخل (الأول) يقوم بالتفاعل مع المستقبلات الموجودة على سطح الخلية المصابة فتصبح غير فعالة وغير مهياًة لاستقبال الفيروس الغازي (الثاني) أو أنّ الفيروس الأول المتداخل يستطيع تكوين مادة مانعة تمنع دخول الفيروس الثاني تُعرف بالمادة المتداخلة أو الانترفيرون Interferon وهي عبارة عن مجموعة من المواد الطبيعية تتكون من بروتينات سكرية معقدة شديدة التخصص في عملها تحررها الخلايا المصابة بالفيروسات لمقاومة الالتهابات الحادة. تحمي مادة الانترفيرون الخلايا غير المصابة خلال العدوى الفيروسية لفترة محدودة

لأنها تتبَّه الخلايا السليمة إلى الخطر القادم فتتخذ الاحتياطات الدفاعية المناسبة ضد العدوى وذلك بتحريض إنتاج مواد جزيئية خلوية (إنزيمات وبروتينات) لتكون مسؤولة عن مقاومة تكاثر الفيروس وحماية الخلايا السليمة من الإصابة بالفيروسات (الشكل 5-9). وقد أظهرت الأبحاث بأنّ للانترفيرون تأثيرات حيوية مختلفة حيث تقوم بدور كبير في معالجة السرطان الفيروسي وتؤثر في تمايز الخلايا وانقسامها وفي إنتاج البروتينات الخلوية والفيروسية. تعد المضادات الحيوية غير فعالة في مكافحة الفيروسات لأن الفيروسات تستخدم إنزيمات تنتجها الخلية المضيفة وليس الفيروس نفسه، وتختلف ظاهرة التداخل كلياً عن المناعة المكتسبة الفعالة حيث تعتمد على الخلية المصابة لتكوين المادة المتداخلة (الانترفيرون) وليس على تكوين الأجسام المضادة، ويلاحظ أنه من الصفات المميزة لظاهرة التداخل هو استخدامها كنوع من الوقاية ضد بعض الأمراض الفيروسية شديدة الوبائية وذلك باستخدام فيروسات ذات قوة أمراضية ضعيفة لمنع حدوث أمراض إنتانية ناجمة عن فيروسات أخرى أكثر ضرراً، ويُعدّ اللقاح طريقة رخيصة وفعالة لتجنب الإصابة الفيروسية وتُمثل اللقاحات فيروسات ضعيفة أو مقتولة أو بروتينات فيروسية تحرض على حدوث رد فعل مناعي دون أن تُسبب المرض، وتتضمن اللقاحات المتداولة لقاح التهاب الكبد ولقاح الشلل ولقاح الحصبة ولقاح النكاف.



الشكل (5-9): تحريض الانترفيرون لإنتاج مواد جزيئية خلوية (إنزيمات وبروتينات)

مسؤولة عن مقاومة تكاثر الفيروس

**انتهت المحاضرة**