الكائنات الحية الدقيقة

د . دحام إسماعيل العاني

الكائنات الدقيقة هي أحد أشكال الحياة المبسطة التي أبدعها الله في هذا الكون. ينطوي تحت هذا المسمى الفيروسات والبكتيريا والخميرة (yeast) والفطريات والطحالب والحيوانات الأولية. وتمثل هذه المجموعات كائنات متمايزة إلا أنها تتشابه في صغر حجمها وبساطة فسيولوجيتها نسبيا وتنظيميا ، فهي قادرة على القيام بمجمل النشاطات الحيوية الأساس التي تمارسها الكائنات الراقية كالتمثيل الغذائي وإنتاج الطاقة والتكاثر والتجدد البروتوبلازمي. وبصفة عامة تتكون هذه الكائنات من خلية واحدة كما هو الحال في البكتيريا أو أكثر كما في بعض أنواع الفطريات أو الطحالب .

والخلية كما هو معروف هي الوحدة أو البنية الأساس لأي صورة من صور الحياة في الكون سواء أكانت نباتا أو حيوانا. ويختلف تركيب الخلايا جزئيا ، إلا أنها تشترك جميعا في وجود البروتين والأحماض النووية (RNA , DNA) اللازمة لاستمرار الحياة ، فيعزى للبروتين التفاعلات المنظمة في الخلية كتحول وانتقال الطاقة من شكل إلى آخر ، أما الأحماض النووية فتعد المستودع الذي تختزن فيه المعلومات الوراثية المتحكمة بالصفات الفيزيائية والكيميائية للأنشطة الاحيائية.

أشكال خلايا الكائنات الحية

تنقسم أشكال الكائنات الحية الدقيقة إلى قسمين رئيسين هما:ـ

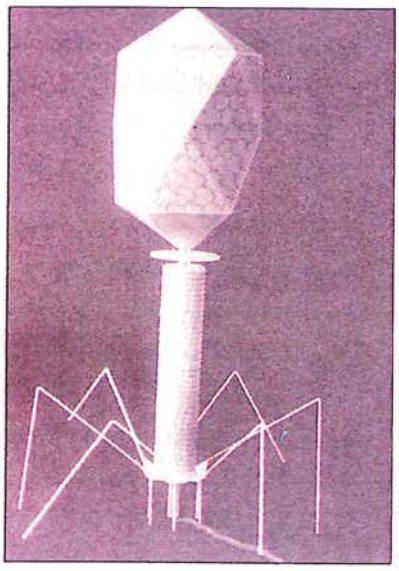
١ ـ الخلايا ذات النواة البدائية Procaryotic

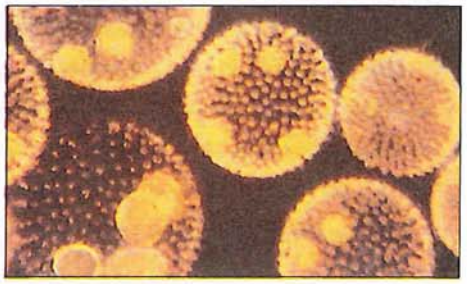
ينتمي لها كل من البكتيريا ومجموعة الطحالب الخضراء المزرقة (وتسمى أيضا البكتيريا الخضراء المزرقة).وتتميز خلاياها بجدارها الصلب المكون من وحدات من الببتيدات، ومهمة هذا الجدار المحافظة على شكل الخلية وحماية مكوناتها . ويلي الجدار الغشاء البلازمي الذي يحيط بالبروتوبلازم (الجبلَّة) ويغلفه ، أما البروتوبلازم فيحتوي على النواة البدائية التي تضم الحامض النووي (DNA) وتتميز بعدم وجود غشاء يحيط بها، وهذا ما يميز هذا النوع من الخلايا أساسا عن الخلايا ذات النواة الحقيقية حيث تعرف منطقة وجود النواة بالمنطقة النووية نظرا لعدم انعزالها عن سيتوبلازم الخلية . ويتم الإنقسام في النواة بالتضاعف كما قد تنقسم إلى انقسامات متعددة بمعزل عن إنقسام الخلية الأم ، وفي هذه الحالة تصبح متعددة الأنوية ، ويحدث هذا عند نمو الخلية أحيانا في المزارع ذات النمو السريع.

يحتوي البروتوبلازم إلى جانب النواة على الرقيقات الحاوية على الكلوروفيل (اليخضور) حامل الصَبْغات في حالة قيام هذه الخلايا بعمليات التمثيل الضوئي ، كما توجد حبيبات زيتية وفجوات وهَدَب أو أكثر حسب نوع الخلية . أما سيتوبلازم الخلية فينتشر فيه مجموعة حبيبات الريبوسوم الدقيقة وتكون هذه الحبيبات على شكل مستدير أو عصوي مهمتها بناء البروتين في الخلية .

٢ ـ الخلايا ذات النواة الحقيقية Eucaryotic

تتميز بهذا النوع من الخلايا الكائنات الأخرى مثل الفطريات والطحالب الراقية والحيوانات الأولية والنباتات والحيوانات . وتعد هذه الخلايا أكثر تطورا ورقيًّا ، إذ تحتوي على تركيبات أخرى تسمى التركيبات تحت الخلوية أو العضية . ولهذه الخلايا طبيعة غشائية تميزها عن النوع السابق ، فالنواة مغلفة بغشاء يعزلها عن سيتوبلازم الخلية كما أن الحامض النووي داخل النواة يتصل بنوع من البروتينات يسمى الهستون لا نجده في الخلايا البدائية. ويحدث التكاثر في هذه الخلايا جنسيا بالإختزال ، كما يوجد في نواتها الحقيقية أكثر من صبغي (كروموسوم) واحد . وفي حالة وجود جدار صلب للخلية فإن مكوناته تختلف عن مكونات جدار الخلية البدائية، حيث تحتوي الأخيرة على وحدات متكررة من الببتيدات بينما تكون عديدات التسكر (كالسيليلوز) والبوليميرات أحادية التسكر (كالمانوز والزيلين) هي المواد المكونة لجدران الخلايا حقيقية النواة.ويتعقد





الخلايا بدائية النواة	الخلايا حقيقية النواة
- لا يوجد نواة حقيقية أو غشاء نووي - وحيدة الخلية - تحتوي على صبغي دائري واحد من الـ DNA - الريبوسومات دقيقة . - لاتوجد أجسام سبحية ، أو أجسام جولجي . أو شبكة اندوبلازمية (ER) أو ليزوزومات . - عند وجود الكلوروفيل فإنه لا يكون في البلاستيدات الخضراء . - يوجد جدار للخلية يحتوي على مركب Murein - في الأسواط لا توجد لبيفات	- نواة حقيقية وغشاء نووي . - متعددة الخلايا - الصبغيات خيطية مكونة من الـ DNA و البروتين - الريبوسومات واسعة . - توجد أجسام سبحية وأجسام جولجي وشبكة اندوبلازمية وليزوزومات . - عند وجود الكلوروفيل فإنه يكون في البلاستيدات الخضراء . - عند وجود جدار الخلية لا يكون محتويا على Murein - الأسواط مكونة من مجموعة لبيفات .

● الاختلافات الأساس بين الخلايا بدائية النواة والخلايا حقيقية النواة .

تركيب الأهداب أو الأسواط في الخلايا حقيقية النواة عنه في الخلايا بدائية النواة. فبينما يتكون في الأخيرة من لبيفة واحدة ، نجد أنه في هذا النوع يحتوي على عشرين لبيفة.

وبشكل عام فقد ألقى المجهر الألكتروني بمزيد من الضوء على الإختلافات الكثيرة التي توضح التمايز المتعدد بين الخلايا بدائية النواة والخلايا حقيقية النواة ، ويعود الفضل إلى تقنياته المتطورة في معرفة الفروق التركيبية بين كلا النوعين من الخلايا . ويمكن إيجاز الإختلافات الأساس بين القسمين في الجدول أعلاه .

تقسيم الكائنات الحية

مرّ تقسيم الكائنات الحية بمراحل تطورية متعددة ابتدأت منذ القرن التاسع عشر ميلادي . ويعود ذلك إلى بساطة وعدم كفاءة المجهر والطرق المجهرية المستخدمة في ذلك العصر وإلى صعوبات أساس كانت وما تزال تتطلب تحليلا علميا دقيقا لوضع الأسس التي تبنى عليها اية عملية تصنيفية أو تقسيمية للكائنات الحية. فبينما كان التقسيم يقوم على اعتبارها ضمن مملكتين فقط هما المملكة النباتية والمملكة الحيوانية ، أوجبت التداخلات التي تحدث أحيانا بين هاتين المملكتين ضرورة إعادة النظر في هذا التصنيف التقليدي ، ومن ثم اقْتُرِح إضافة مملكة ثالثة هي مملكة البروتستا التي أضافها العالم هيكل (Haeckel) في النصف الأخير من القرن التاسع عشر الميلادي . بعد ذلك أُضيفت مملكة رابعة لهذا التقسيم اعتمدت على إعادة النظر في المجموعات التي تنتمي إلى مملكة البروتستا. وأخيرا وفي نهاية الستينات من هذا القرن اُتِفقَ على نظام تصنيف جديد يتضمن تقسيم الكائنات الحية إلى خمس ممالك يقوم على اشكال خلايا الكائنات الحية وعلى تنظيمها الخلوي وعلى طرق تغذيتها ، وسنورد باختصار هذا التقسيم لأهميته . ورغم اقتراح بعض العلماء إضافة مملكة جديدة تقتصر على البكتيريا والطحالب الخضراء المزرقة إلا أننا سنعتمد على تقسيم العالم وايتاكر (Whitaker) عام ١٩٦٩م المبني على الممالك الخمس التالية :-

١ - مملكة المونيرا Monera

تضم هذه المملكة مجموعتين رئيستين هما البكتيريا ، والطحالب الخضراء المزرقة ، وكلتا المجموعتين وحيدتى الخلية من نوع بدائية النواة .

(أ) **البكتيريا** : وهي من أصغر الكائنات الدقيقة على الإطلاق لا يصغرها غير الفيروسات ، وتوجد في كل مكان في الطبيعة وفي كل البيئات على اختلاف أنواعها (الهواء، التربة ، الماء ، الأغذية ...الخ) ، وقد تكون منعزلة أو تعيش في كائن آخر ، ويعود السبب في سعة انتشارها وبقائها إلى تنوع تفاعلات الأيض (التمثيل الغذائي) فيها ، فبعضها يحتاج الى الأكسجين ومن ثم فهي هوائية التنفس ، وبعضها لايستطيع الحياة مع وجود الأكسجين لذلك تدعى بالبكتيريا اللاهوائية إجباريا ، وهناك نوع هوائي يمكن أن يعيش بمعزل عن الهواء ولهذا يسمى بالهوائي اختياريا . ومن الأسباب الأخرى التي تساعد البكتيريا على سعة انتشارها هو تنوع طرق حصولها على غذائها ، فبعضها مستهلك وبعضها منتج . ويحتاج بعضها إلى تغذية خارجية ومن ثم فهي تعيش متطفلة على كائنات أخرى، وإذا وجدت في داخل الكائنات الأخرى فغالبا ما تسبب الأمراض لها، إلا أن الإنسان يحتوي في جوفه على أنواع مفيدة لا غنى له عنها .

وتعيش البكتيريا في صورتين ، صورة حية عندما تكون الظروف البيئية مواتية لها فتصبح نشطة منتجة وقادرة على التكاثر السريع بالإنقسام البسيط ، والصورة الأخرى على شكل خلايا ساكنه أو هامدة حيث لا تتوافر لها الشروط المناسبة فتكوّن جدارا واقيا لها حتى تزول العوامل البيئية التي لا تناسبها. وتتحمل البكتيريا درجات حرارة تتراوح ما بين - ٢٥٠°م وحتى + ١٠٠° م ويستعان في القضاء عليها بالمعقمات الحرار ية .

● فوائد ومضار البكتيريا

تلعب البكتيريا دورا هاما في الطبيعة وفي حياة الإنسان ومعيشته ، فإلى جانب الآثار السيئة التي تلحقها بصحة الإنسان من حيث إصابته بأمراض عديدة مثل السل وإصابات الحنجرة وبعض الأمراض الجلدية ونخر الأسنان وأمراض اللثة ، فإنها تصيب كذلك النباتات والحيوانات بأمراض مختلفة .

ومن فوائد البكتيريا الأساس قيامها بدور وسط في دورة بعض المواد العضوية في الطبيعة وإعادتها إلى التربة . فبعض البكتيريا تقوم بتحليل وتفكيك مواد الكائنات الميتة العضوية والمخلفات العضوية إلى عناصرها الأساس ، مثل ثاني أكسيد الكربون والماء والنتروجين والكبريت ، ومن ثم يعاد تركيب هذه المواد

في الجو والتربة لتكتمل دورتها ، والجدير بالذكر أن اكتمال هذه الدورات في بعض المواد لا يمكن له أن يتم بمعزل عن البكتيريا في الطبيعة . أما فوائد البكتيريا للإنسان فهي كثيرة ، إلا أننا نوجزها في دورها في صناعات الألبان والأجبان وصناعة الخل وإنتاج بعض المضادات الحيوية والمواد المسببة للنكهة والطعم.

(ب) الطحالب الخضراء المزرقة

Blue - Green Algae

يتبع هذه المجموعة حوالي ١٥٠٠ نوع من الكائنات . ويضلل اسم هذه المجموعة القارىء فيعتقد أن الإخضرار المزرق هو لون هذه المجموعة المميز، إلا أن بعض أنواعها لونه أحمر وبعضها لونه أصفر ـ لوجود صبغة الكاروتين ـ والبعض الآخر أسود أو أخضر . أما التسمية فتعود إلى أن أنواعاً منها فيها صبغات زرقاء بالإضافة إلى وجود اليخضور (الكلوروفيل) الذي يسبغ عليها خضرته فتصير خضراء مزرقة. هذه المجموعة من الكائنات ذاتية التغذية تحصل على غذائها عن طريق التمثيل الضوئي ، فهي تشبه النباتات في احتواء جُدُرها الخلوية على السيليلوز وفي انتشار صبغات اليخضور في خلاياها. وتعد أنواع هذه المجموعة من أبسط الكائنات الموجودة على الأرض تركيبا ، وتختلف أشكالها من الدائري المفرد إلى البيضاوي، وقد تنتظم خلايا أنواع منها في سلاسل أو مستعمرات صغيرة أو على هيئة أسواط .وتفتقر أنواع هذه المجموعة إلى الأسواط أو الأهداب إلا أن بعضها يتحرك بميكانيكية لا تزال غير واضحة .

يغلب وجود هذه المجموعة في المناطق المائية كالبحيرات والبرك المائية والمستنقعات والجداول والأماكن الرطبة على وجودها في اليابسة أو على صخور البحار ، وتتكاثر في الطقس الحار بسرعة كبيرة تكاثرا لا جنسيا بالإنقسام البسيط ، وتعزى الرائحة الكريهة التي تفوح من المياه الراكدة التي تنمو فيها الى سرعة هذا التكاثر، وتنتج بعض أنواعها موادا سامة تُسمم الكائنات الأخرى التي تنمو في بيئاتها . وتختلف البيئات التي تعيش فيها من المياه المتجمدة أو الباردة إلى الينابيع الحارة التي تصل حرارة مياهها إلى ٨٥°م أو أكثر. ويمكن القضاء على هذه الطحالب في مياه شبكات الشرب بإضافة كبريتات النحاس إليها.وتقتصر أهمية هذه المجموعة على الدور الهام الذي تلعبه في دورة النتروجين في الطبيعة ، كما أن بعض أنواعها قادر على تثبيت النتروجين الجوي في التربة.

٢ ـ مملكة البروتستا Protista

خلايا هذه المملكة حقيقية النواة تعتمد في تغذيتها على التمثيل الضوئي (Photosynthesis) أو على الطرق الإدمصاصية (adsorption) أو الطرق الإبتلاعية (ingestion) أو على طريقة أو أكثر في آن واحد مما يعزز الإعتقاد أنها تشبه المملكتين الحيوانية والنباتية معا ، إضافة إلى ذلك فإن المجموعات التابعة لهذه المملكة يمكنها أيضا أن توجد في أشكال غير قادرة وأخرى قادرة على الحركة بفضل الأسواط المزودة بها خلاياها أو قدرتها على الحركة الأميبية. تضم هذه المملكة اليوجلينيات(Euglenoids) والسوطيات (Dinoflagellates) والدياتومات (Diatoms) ومختلف الأوليات (Protozoa) والفطريات الغروية Gymnomycota (Slime molds) .

(أ) اليوجلينيات : هي طحالب وحيدة الخلية معظم اشكالها ذاتية التغذية إلا أن بعضا منها تحتاج إلى تغذية خارجية فتتطفل على الحيوانات .واليوجلينيات لها القدرة على الحركة بفضل سوط طويل أو سوطين تزود بهما الخلية التي يقوم جدارها بإفرازهما ، وتنمو هذه المجموعة في بيئات مائية وعادة ما تكون في المياه العذبة ، وتتكاثر لاجنسيا بالإنقسام المباشر .ومن أجناس هذه المجموعة جنس ايوجلينا (Euglena)، وهو جنس هام يحتوي على اليخضور ، وعند تجمع هذا الكائن الدقيق بكميات كبيرة في المياه فإنها تبدو خضراء. وهذه الكائنات لها القدرة على التمثيل الضوئي ولهذا فهي تتحرك نحو الضوء، وعند انعدامه لفترات طويلة تفقد هذه الكائنات بلاستيداتها الخضراء التي تختزن فيها اليخضور ومن ثم تتحول إلى خارجية التغذية بعد فقدانها القدرة الذاتية على تأمين مصادرها الغذائية .

(ب) السوطيات : وهي أصغر أنواع الطحالب وحيدات الخلايا ،وتعيش في المياه العذبة والمالحة وتكون غذاء لكائنات أخرى . تُزَوَّدُ خلايا السوطيات بسوطين معا ، وقد تنتج بعض أنواع السوطيات صبغات حمراء، كما أن معظم أنواعها ذات جدران خلوية سيليلوزية. والجدير بالذكر أن بعض أنواع السوطيات تتكاثر بأعداد مذهلة (بالتبرعم) ، وخاصة بعض الأنواع الحمراء منها ، حيث تفرز مركبات النيروتوكسين (Neurotoxins) التي تقضي على الأسماك والحيوانات المائية الأخرى ،وقد تسبب بطريقة غير مباشرة موتا للإنسان عند تناوله لبعض الأصداف البحرية المُسَمَّمَة بهذه المواد.

(جـ) الدياتومات : وتتبع لها الطحالب الذهبية (Golden Algae) التي تتراوح ألوانها ما بين الخضراء المصفرة إلى البنية الصفراء . ويعتمد شيوع هذه الألوان على صبغات الكاروتين الصفراء التي تحتويها خلاياها ، ومن أهم كائنات هذه المجموعة الدياتوم الذي يعيش في البيئات المائية المالحة والعذبة ويطفو على سطحها . والدياتومات كائنات وحيدة الخلايا ذات أشكال وألوان خلوية متنوعة مما يجعلها من أجمل الكائنات الحية . وتتميز جدران خلاياها بتراكب متطابق لقسمين أشبه ما يكون بالصندوق والغطاء، وتتكون هذه الجدران الخلوية من قشرة علوية تغطي قشرة أخرى دونها سفلية ، والمادة الأساس لهذه القشرة هي ثاني أكسيد السيليكون. وبعد أن تموت الدياتومات يستفاد من الهيكل القشري لاستخدامات معينة منها كونه عامل مساعد في ترشيح وتصفية المحاليل والعصيرات المختلفة ،كما يستفاد منها في صناعة مساحيق التنظيف ومواد التجميل ومعاجين تنظيف الأسنان .

(د) الأوليات : وهي مجموعة كبيرة من الكائنات وحيدة الخليه تضم مئات الآلاف من الأنواع إلا أنه لم يتم الوصف والتعرف إلا على ١٥,٠٠٠ نوع منها حتى الآن ، وتقسم إلى أربع فصائل وفقا لطريقة حركتها . وتنتشر هذه الكائنات في كل الأنظمة البيئية ، حيث تعيش في الأوساط المائية والترابية وأي وسط يحتوي على درجة من الرطوبة .وسيجد القاريء في هذا العدد مقالا منفصلا عن الأوليات يغطي هذه المجموعة الهامة من الكائنات الدقيقة .

(هـ) الفطريات الغروية : وهي كائنات ليست دقيقة نسبيا حيث يصل أقطار بعضها إلى قدم واحدة، بعضها طفيلي ومعظمها يعيش على بقايا المواد العضوية حيث يعترش الأشجار الساقطة أو الأوراق الميتة أو المواد العضوية المتحللة، وبشكل عام تنمو هذه الفطريات في الأماكن الرطبة الباردة كالأخشاب أو المساكن المظللة .

٣ ـ مملكة الفطريات Fungi

تشترك الفطريات مع النباتات في صفات كثيرة ، كما تشترك مع الأوليات في صفات أخرى مما دعا المتخصصين إلى تصنيفها أحيانا مع النباتات وأحيانا مع الأوليات ، إلا أن تميزها وانفرادها في صفات كثيرة أوجب وضعها في مملكة منفردة تضم جميع أنواعها. فهي حقيقية النواة ولها أنوية متعددة وجدرانها الخلوية صلبة . ويتبع هذه المملكة الفطريات والفطريات اللزجة والخمائر وفطر عيش الغراب والفطريات القوسية وفطريات أخرى من نوع (Toadstool)، حيث يصل عدد الأنواع التي تضمها هذه المملكة الى أكثر من ٩٠,٠٠٠ نوع . والفطريات عموما خارجية التغذية ، كثير منها يتغذى على بقايا المواد العضوية ومنها ما هو متطفل على كائنات أخرى أو يتعايش مع كائنات أخرى بالمنفعة المتبادلة.

وتعد الفطريات والبكتيريا هي الكائنات المسؤولة أساسا عن تحلل وتفكك العالم الحي ، ولهذا فإنها تصيب النباتات والحيوانات بأمراض كثيرة ، كما أنها تسبب فسادا للأغذية وتتلف المنتجات الجلدية وتصيب المصانع بأضرار نتيجة لآثارها السيئة ، إلا أن تلك الأضرار يقابلها فوائد تقدمها الفطريات للإنسان ، فبعضها تستخدم كغذاء شهي للإنسان ، وبعضها يدخل في تصنيع الأغذية ، كما أن هناك بعض الأدوية التي تنتجها الفطريات (كالبنسلين والستربتومايسين) .

٤ ـ مملكة النباتات Plant

ينطوي تحت مملكة النباتات معظم الطحالب (الطحالب البنية ، والطحالب الحمراء، والطحالب الخضراء) والحزازيات والنباتات الوعائية ، وخلايا هذه النباتات ذات جدران صلبة وحقيقية النواة ومتعددة الخلايا وضوئية التغذية. ولن نتحدث في هذا المجال عن هذه المملكة لأن الممالك الثلاث الأولى أكثر صلة بموضوع الكائنات الدقيقة.

٥ ـ مملكة الحيوانات Animal

تفتقر خلايا المملكة الحيوانية إلى الجدران الصلبة إلا أن خلاياها حقيقية النواة ، تتغذى بالإبتلاع أساسا وأحيانا بالإمتصاص ، وينطوي تحت هذه المملكة كل الأنواع الحيوانية وهي ليست مجال موضوعنا هذا ولكن لا بد من وضعها في سياق تصنيف الكائنات بشكل عام .

الفيروسات

الفيروسات كائنات متناهية في الدقة والصغر لا تنتمي إلى أي من الممالك التي تم التعرض اليها سابقا . لا ترى بالمجهر الضوئي العادي ويختلف تركيبها كليا عن الكائنات السابقة ، فهي ليست مكونة من خلية عادية بالمفهوم الذي تم شرحه ولكنها تتكون من البروتين والأحماض النووية ، كما أن هناك أنواعا من هذه الفيروسات يختلف شكلها الخارجي ما بين مستدير وبيضوي ومتطاول أو إبري .

والسؤال المحير هو : هل تعد الفيروسات حية أم أنها مجرد مادة عضوية ؟

عند مقارنة الفيروسات بالكائنات الحية ومطابقة صفاتها على الوظائف التي تقوم بها الكائنات الحية ، فإن هذه الفيروسات لاتعد حية غير أنها تتكاثر والتكاثر بصفة عامة هو واحد من أهم وظائف الكائن الحي . ومن هذا المنطلق تصبح الإجابة على هذا السؤال محيرة .وتعد الفيروسات هامة جدا نتيجة للإصابات التي تلحقها بالإنسان والحيوان والنبات ، كما أنها تصيب البكتيريا أيضا ، ومن الأمراض التي تصيب الإنسان بفعل الفيروسات : الحصباء والجدري وجدري الماء والإنفلونزا والتهاب الكبد الفيروسي.

تعيش الفيروسات في خلايا الكائنات الأخرى ولا يمكن لها أن تؤدي أي وظيفة عندما تكون بمعزل عن هذه الخلايا، إذ تعد ساكنة فلا تتكاثر ولا تقم بأي عملية تمثيل غذائي . والجدير بالذكر أن الفيروس يفتقد إلى كل مكونات الخلية القادرة على أداء آلية التمثيل الغذائي مثل النواة والسيتوبلازم والريبوزومات ومركبات الادينوزين ثلاثي الفوسفات.

تقاوم الفيروسات جميع أنواع المضادات الحيوية التي يمكنها التأثير على معظم الإصابات البكتيرية ولا تتأثر بهذه المضادات ، إلا أنه يمكن الوقاية من الإصابة ببعض الأمراض الفيروسية عن طريق التطعيم . وتؤدي الأبحاث الحالية في الهندسة الوراثية وخاصة ما يتعلق منها بالتوليف الجيني (Recombinant -DNA) إلى نتائج بالغة الأهمية في إنتاج مواد بروتينية مضادة للإصابات الفيروسية في الإنسان مثل الانترفيرون . وستشهد العقود القادمة ـ بإذن الله ـ تطورا علميا بالغا في هذه المجالات بسبب النتائج الإيجابية الكبيرة التي تم الحصول عليها نتيجة هذا النوع من البحوث العلمية .