بنام خدا

# مروری بر بیماری های نوظهور


مولفان:

**فرناز مزینی**

دانشجوی دکترای پزشکی مولکولی علوم پزشکی بیرجند

**کیمیا خانی چگنی**

دانشجوی کارشناسی ارشد میکروبهای بیماری زا دانشگاه آزاد اسلامی واحد خرم آباد

**ادریس محمدی**

کارشناس ارشد زیست شناسی سلولی مولکولی دانشگاه رازی کرمانشاه

**اکرم آقا امینی فشمی**

کارشناس ارشد هماتولوژی دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی بیرجند

**محمد امیر پروین**

دانشجوی دکترای زیست شناسی سلولی مولکولی دانشگاه تهران

**علی فنودی**

پزشک عمومی دانشگاه علوم پزشکی بیرجند

**اعظم ضرورتی**

دانشجوی دکترای بیوتکنولوژی دانشگاه علوم پزشکی تهران

**ویراستار**

**دکتر سمانه صدیقی خویدک**

دکتری تخصصی میکروبیولوژی و هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد اشکذر



انتشارات ارسطو

(سازمان چاپ و نشر ایران – ۱۴۰۵)



**نسخه الکترونیکی این اثر در سایت سازمان چاپ و نشر ایران و اپلیکیشن کتاب رسان موجود می باشد**

**Chaponashr.ir**

سرشناسه : مزینی ، فرناز ، ۱۳۶۴
عنوان و نام پدیدآورندگان : مروری بر بیماری های نوظهور/ مولفان : فرناز مزینی ، کیمیا خانی چگنی ، ادریس محمدی ، اکرم آقا امینی فشمی ، محمد امیر پروین ، علی فنودی ، اعظم ضرورتی
مشخصات نشر : انتشارات ارسطو ( سازمان چاپ و نشر ایران)، ۱۴۰۵.
مشخصات ظاهری : ۲۸۱ ص.
شابک : ۹-۴۴۵-۱۲۹-۶۲۲-۹۷۸
شناسه افزوده: خانی چگنی ، کیمیا ، ۱۳۷۶
شناسه افزوده: محمدی ، ادریس ، ۱۳۶۳
شناسه افزوده: آقا امینی فشمی ، اکرم ، ۱۳۵۹
شناسه افزوده: پروین ، محمد امیر ، ۱۳۶۷
شناسه افزوده: فنودی ، علی ، ۱۳۷۷
شناسه افزوده: ضرورتی ، اعظم ، ۱۳۶۸
وضعیت فهرست نویسی : فیپا
یادداشت : کتابنامه.
موضوع : بر بیماری های نوظهور
رده بندی کنگره : TP ۹۸۳
رده بندی دیویی : ۶۶۸/۵۵
شماره کتابشناسی ملی :۵۸۸۹۶۵۲۳۱
اطلاعات رکورد کتابشناسی : فیپا

نام کتاب : مروری بر بیماری های نوظهور
مولفان : فرناز مزینی-کیمیا خانی چگنی - ادریس محمدی - اکرم آقا امینی فشمی - محمد امیر پروین - علی فنودی ، اعظم ضرورتی
ویراستار: سمانه صدیقی خویدک
ناشر : انتشارات ارسطو ( سازمان چاپ و نشر ایران)
صفحه آرایی و تنظیم :الهام غفاری
طرح جلد: پریا فرجام
تیراژ : ۱۰۰۰ جلد
نوبت چاپ : اول ــ ۱۴۰۵
چاپ : زبرجد
قیمت : ۴۸۰۰۰۰ تومان
فروش نسخه الکترونیکی - کتاب رسان :
https//:chaponashr.ir/ketabresan
شابک : ۹-۴۴۵-۱۲۹-۶۲۲-۹۷۸
تلفن مرکز پخش : ۰۹۱۲۰۲۳۹۲۵۵
www.chaponashr.ir

با لطف و عنایت خداوند منان ماهها تلاش برای این کتاب به ثمر رسید.

این کتاب را تقدیم می کنیم به:

حضرت صاحب زمان که منجی بشریت از رنج و سختی ها خواهد بود.

مادرانمان که صبر، پایندگی و انسانیت و بلند منشی ها را به ما آموختند.

پدرمان که بلند پروازی وبلند اندیشی را به ما آموختند و همواره افق های روشن آینده را برمانشان دادند.

خواهران- برادرمان که سعادت وخوشحالی ما را خواهان بودند و این همواره مایه دلگرمی ما بوده است.

اساتیدمان که برما درس علم و اخلاق دادند و بر شعور و معرفت ما افزودند که اهمیت تربیت از تعلیم به مراتب بیشتر است.

خداوند دانش را به هر کس بخواهد می دهد و به هر کس دانش داده شود، خیر عظیمی به او داده شده است و جز خردمندان کسی آنرا درک نمی کند.

# فهرست


**مقدمه ..... ۱۱**

**فصل اول: ویروس‌ها ..... ۱۳**

کمیته بین‌المللی طبقه‌بندی ویروس‌ها: ..... ۱۸

طبقه‌بندی ویروس‌ها بر اساس نوع ژنوم (DNA و RNA) ..... ۲۰

ویروس‌های دارای DNA ..... ۲۲

گروه VI – ویروس‌های RNA با رونوشت‌برداری معکوس ..... ۲۶

گروه VII – ویروس‌های DNA با رونوشت‌برداری معکوس ..... ۲۷

طبقه بندی ویروس‌ها بر اساس ساختار کپسید ..... ۲۷

ترکیب و طبقه‌بندی ویروس ها ..... ۳۰

طبقه‌بندی ویروس‌ها بر اساس نوع ماده‌ی ژنتیکی ..... ۳۱

مثالی از ویروس ابولا : تکثیر ویروس در میزبان ..... ۳۵

نحوه آلوده‌سازی سلول توسط ویروس ابولا به‌صورت خلاصه و مرحله‌ای ..... ۳۶

راههای انتقال ویروس ها (جدول ۲-۱): ..... ۳۸

چرا نمف‌ها از نظر انتقال بیماری مهم‌اند؟ ..... ۴۲

**فصل دوم: ویروس‌های نوپدید ..... ۵۵**

**فصل سوم:خانواده کروناویریده ..... ٦٧**

سارس کووید ۱ ..... ۶۷

اجزای اصلی بیوسنسور ..... ۷۳

مرس-کووید ..... ۸۲

معرفی ویروس مرس-کووید ..... ۸۲

**فصل چهارم:خانواده فلاوی ویریده ..... ۹۷**

آربوویروس ها ..... ۹۷

انتقال ویروس از سه طریق زیر صورت می‌گیرد: ..... ۹۸

ویروس زیکا ..... ۱۰۱

تاریخچه و شیوع ..... ۱۰۱
تکثیر ویروس زیکا درون سلول میزبان ..... ۱۰۴
ویروس وست نیل ..... ۱۱۳
تاریخچه: ..... ۱۱۳
میزبان ویروس و روش انتقال ..... ۱۱۴
علائم بالینی ویروس وست نیل ..... ۱۱۵
روش‌های انتقال ویروس ..... ۱۱۶
منتقل شدن ویروس به بدن پشه ..... ۱۲۱
تب دنگی ..... ۱۲۳
تب دنگی (یا تب استخوان شکن): ..... ۱۲۳
تاریخچه شناسایی ویروس تب دنگی ..... ۱۲۴
راه انتقال ..... ۱۲۶
ویروس آنسفالیت کنه‌ای ..... ۱۲۷
تاریخچه: ..... ۱۲۷
انواع بیوسنسورها در تشخیص TBE ..... ۱۳۰
مزایای بیوسنسور در تشخیص TBE ..... ۱۳۱
پیشگیری ..... ۱۳۱
**فصل پنجم:خانواده فیلوویریده ..... ۱۳۳**
ویروس ابولا ..... ۱۳۳
تاریخچه و شیوع ..... ۱۳۳
شیوع‌های مهم: ..... ۱۳۳
سروتیپ‌های اصلی ویروس ابولا ..... ۱۳۴
ساختار و ویژگی‌های ویروس ابولا ..... ۱۳۷
نمونه‌برداری و ملاحظات ایمنی ..... ۱۴۴
تفسیر نتایج و مراحل بعدی ..... ۱۴۵
روش‌های مولکولی تشخیص ابولا عبارت‌اند از: ..... ۱۴۵

ماربورگ ..... ۱۵۰
ویروس ماربورگ ..... ۱۵۰
تاریخچه ..... ۱۵۰
*۱. کشف اولیه (۱۹۶۷)* ..... *۱۵۰*
ماربورگ و فرانکفورت (آلمان) ..... ۱۵۱
بلگراد (یوگسلاوی سابق) ..... ۱۵۱
**فصل ششم:خانواده بونیاویریده ..... ۱۶۳**
تب کریمه- کنگو ..... ۱۶۳
راه‌های انتقال ..... ۱۶۴
ویروس RVFV (تب دره ریفت) ..... ۱۶۸
راه انتقال ..... ۱۶۹
علائم در انسان‌ها ..... ۱۷۰
تشخیص آزمایشگاهی ..... ۱۷۰
**فصل هفتم:خانواده اورتومیکسو ویریده ..... ۱۷۳**
خانواده اورتومیکسو ویریده ..... ۱۷۳
این خانواده شامل چندین جنس است که مهم‌ترین آن‌ها عبارتند از: ..... ۱۷۶
ویروس H۱N۱ ..... ۱۷۹
تاریخچه و شیوع: ..... ۱۸۰
ساختار و ویژگی‌های ویروس H۱N۱ : ..... ۱۸۱
آزمایش‌های تشخیصی عبارتند از: ..... ۱۸۵
انواع بیوسنسورهای مورد استفاده برای H۱N۱: ..... ۱۹۱
پیشگیری: ..... ۱۹۲
ویروس آنفولانزای H۵N۱ ..... ۲۰۰
H۵N۱ ..... ۲۰۰
تاریخچه: ..... ۲۰۰

تاریخچه و شیوع ..... ۲۰۵
کاووش در رمز و راز جهش‌های ژنتیکی پروتئین‌های H و N در H۵N۱ ..... ۲۰۷
خصوصیات ویروس H۵N۱ ..... ۲۰۷
نحوه انتقال ویروس H۵N۱: ..... ۲۰۹
اقدامات پیشگیرانه: ..... ۲۱۱
علائم و نشانه‌های بیماری H۵N۱ در انسان‌ها ..... ۲۱۴
عوارض بیماری H۵N۱ ..... ۲۱۵
**فصل هشتم:خانواده پارامیکسو ویریده ..... ۲۲۱**
خانواده پارامیکسو ویریده ..... ۲۲۱
ویژگی‌های کلیدی پارامیکسوویروس‌ها: ..... ۲۲۱
طبقه‌بندی پارامیکسوویروس‌ها(۱۰۹, ۲۳۶): ..... ۲۲۳
ویروس آبله میمونی ..... ۲۲۷
آبله میمون ..... ۲۲۷
پیشگیری ..... ۲۳۰
زیرخانواده پنوموویرینه (متاپنوموویروس انسانی) ..... ۲۳۱
متاپنوموویروس انسانی ..... ۲۳۱
تاریخچه: ..... ۲۳۲
**فصل نهم:خانواده توگاویریده ..... ۲۳۷**
ویروس چیکونگونیا ..... ۲۳۷
طبقه‌بندی و ویژگی‌های ویروس‌شناختی ..... ۲۳۷
دوره کمون و علائم بالینی ..... ۲۳۹
**فصل دهم:خانواده هانتاویریده ..... ۲۴۳**
خانواده هانتاویریده ..... ۲۴۳
۲ .تاریخچه و اولین شناسایی ..... ۲۴۳
۳ .شیوع‌های مهم و وضعیت کنونی ..... ۲۴۴
روش‌های تشخیص آزمایشگاهی ..... ۲۵۱

استراتژی‌های پیشگیری اصلی: ..... ۲۵۲
**واژه نامه و اختصارات ..... ۲۵۳**
جدول اختصارات ..... ۲۵۵
**منابع و مآخذ ..... ۲۵۷**

# مقدمه

در دنیای معاصر، سلامت انسان با چالش‌هایی بی‌سابقه مواجه است؛ چالش‌هایی که نه‌تنها از پیشرفت‌های پزشکی و زیستی تأثیر می‌پذیرند، بلکه از تحولات اجتماعی، زیست‌محیطی و اقتصادی نیز عمیقاً متأثرند. بیماری‌های نوظهور و بازپدید، به‌مثابه نماد تغییرات پویای اکوسیستم سلامت، نشان می‌دهند که تعامل پیچیده میان بشر و محیط زیست، همواره می‌تواند پیامدهایی غیرقابل پیش‌بینی به همراه داشته باشد. از ویروس‌های ناشناخته‌ای که در دل جنگل‌های استوایی زاده می‌شوند تا پاتوژن‌هایی که در عصر جهانی‌شدن، مرزهای جغرافیایی را درمی‌نوردند، همه و همه یادآور ضرورت آمادگی، آگاهی و واکنش مؤثر در برابر تهدیدهای سلامت عمومی هستند. این کتاب حاصل تلاش نظام‌مند در گردآوری، تحلیل و تبیین علمی مفاهیم، نمونه‌ها و راهبردهای مرتبط با بیماری‌هایی است که یا برای نخستین‌بار ظهور یافته‌اند یا پس از دوره‌ای خاموشی دوباره سربرآورده‌اند. مخاطبان این اثر دانشجویان، پژوهشگران، متخصصان پزشکی، اپیدمیولوژی و بهداشت عمومی‌اند که در پی شناختی جامع از سازوکار پیدایش و بازپیدایش بیماری‌ها و نیز راهکارهای پیشگیرانه و مدیریتی مؤثر می‌باشند. امید است مطالعه این اثر، زمینه‌ساز افزایش هوشیاری علمی و ارتقای توانمندی حرفه‌ای در مواجهه با پدیده‌هایی باشد که هر روز بیش از پیش، مرز میان سلامت و بیماری را دگرگون می‌سازند.

هدف اصلی این کتاب، افزایش آگاهی و دانش در مورد بیماری‌های نوپدید و ارتقای توانایی جوامع در آمادگی و پاسخ به این چالش‌ها است. امیدواریم که این کتاب به عنوان مرجعی ارزشمند برای متخصصان، سیاست‌گذاران، محققان و علاقمندان به موضوعات سلامت عمومی مورد استفاده قرار گیرد و در نهایت، گامی در راستای ایجاد یک دنیای سالم‌تر و امن‌تر برداشته شود.

از همه کسانی که در نگارش و تکمیل این کتاب نقش داشته‌اند، صمیمانه تشکر می‌کنیم.

تحولات قرن بیست‌ویکم، از گسترش سریع ارتباطات جهانی تا تغییرات زیست‌محیطی و اقلیمی، موجب دگرگونی چشم‌گیری در الگوی بروز بیماری‌ها شده است. بیماری‌های نوظهور شامل بیماری‌هایی هستند که پیش‌تر ناشناخته بوده یا شیوع قابل‌توجهی نداشته‌اند، ولی به واسطه تغییرات بیولوژیک، جهش‌های ژنتیکی یا دگرگونی‌های زیست‌محیطی پدیدار گشته‌اند. در مقابل، بیماری‌های بازپدید همان پاتوژن‌های شناخته‌شده‌ای هستند که به دلیل کاهش کارایی اقدامات کنترل، مقاومت دارویی، تغییر رفتارهای انسانی یا ضعف نظام‌های مراقبت، بار دیگر شیوع یافته‌اند. مطالعه این دو دسته از بیماری‌ها، نیازمند نگاهی چندرشته‌ای است که زیست‌شناسی مولکولی، اپیدمیولوژی، بهداشت عمومی، زیست‌محیط و حتی علوم

اجتماعی را در بر گیرد. در این کتاب تلاش شده است تا با ترکیب داده‌های حاصل از منابع علمی معتبر و مطالعات میدانی، تصویری جامع از طیف بیماری‌های ویروسی، باکتریایی، انگلی و قارچی نوظهور و بازپدید ارائه گردد. همچنین فصل‌هایی به بررسی نقش تغییرات اقلیمی، مهاجرت، جنگ‌ها، کشاورزی صنعتی، و سفرهای بین‌المللی در تسریع چرخه ظهور بیماری‌ها اختصاص یافته است. در نهایت، مقدمه این کتاب فراتر از یک مرور علمی صرف است؛ دعوتی است به درک هم‌پیوندی میان سلامت انسان، حیوان و محیط زیست اصولی که امروزه تحت عنوان مفهوم «سلامت واحد» شناخته می‌شوند. شاید فهم این پیوند، کلید اصلی در کنترل و پیشگیری از نسل جدیدی از بیماری‌ها باشد که آینده سلامتی جهانی را رقم خواهند زد.

# فصل اول
# ویروس‌ها

**ویروس ها :** در واپسین سال‌های قرن نوزدهم، نقطه عطفی در تاریخ میکروب‌شناسی و ویروس‌شناسی رقم خورد که بنیاد شناخت موجودات زیرمیکروسکوپی را دگرگون ساخت. در سال ۱۸۹۲ میلادی، دیمیتری ایوانوفسکی[۱]، گیاه‌شناس روسی، طی پژوهش‌هایی بر روی برگ‌های آلوده، تنباکو، برای نخستین‌بار وجود عاملی بیماری‌زا را گزارش کرد که قادر بود از فیلترهایی عبور کند که معمولاً باکتری‌ها در آن متوقف می‌شدند. این عامل، بعدها با نام ویروس موزاییک تنباکو [۲] شناخته شد؛ ویروسی که سرآغاز درک بشر از وجود موجوداتی غیرسلولی بود. چند سال بعد، در ۱۸۹۸، پژوهشگران آلمانی فریدریش لوفلر[۳] و پاول فروش[۴] نیز موفق شدند نخستین ویروس حیوانی، یعنی عامل تب برفکی[۵] را شناسایی و جداسازی کنند، رویدادی که مرز میان باکتری‌شناسی کلاسیک و علم نوپای ویروس‌شناسی را روشن‌تر ساخت(۱, ۲). در همان سال، مارتینوس بیجرینگ[۶] ، میکروب‌شناس هلندی، با بررسی ویژگی‌های عامل بیماری موزاییک تنباکو، واژه، «ویروس» را برای توصیف این نوع عوامل به کار برد؛ واژه‌ای برگرفته از زبان لاتین به معنای زهر یا سم[۷] که در آن زمان برای ذرات غیر ذره‌ای [۸] (مایع) ، دارای قدرت عبور از فیلترهای با منافذ حدود ۰/۴۵ میکرومتر استفاده می‌شد. با پیشرفت تحقیقات در دهه‌های بعد مشخص شد که این عوامل، برخلاف تصور اولیه، ماهیت ذره‌ای دارند، از نظر اندازه بسیار کوچک‌تر از باکتری‌ها هستند و مهم‌تر از همه، فاقد توانایی تکثیر مستقل در محیط‌های غیرزنده می‌باشند؛ به‌عبارت دیگر، ویروس‌ها تنها در درون سلول‌های زنده میزبان قادرند چرخه زندگی و همانندسازی خود را ادامه دهند. این کشف‌های پی‌درپی بنیان درک نوینی از جهان غیرسلولی را بنا نهادند و زمینه‌ساز شکل‌گیری دانش ویروس‌شناسی مدرن شدند که تا امروز یکی از پویاترین حوزه‌های علوم زیستی محسوب می‌شود(۲).

---

[۱] Ivanovsky
[۲] Tobacco Mosaic Virus
[۳] Friedrich Loeffler
[۴] Paul Frosch
[۵] Foot-and-Mouth Disease Virus
[۶] Bejring
[۷] Poison
[۸] Non-particles

ویروس‌ها به‌عنوان واحدهای زیستی فراسلولی، جایگاهی منحصر به‌فرد در مرز میان موجودات زنده و غیرزنده دارند و از دیدگاه زیست‌شناسی، یکی از پیچیده‌ترین پدیده‌های مولکولی شناخته می‌شوند. این ساختارهای فوق‌ریزمقیاس فاقد بسیاری از ویژگی‌های بنیادین سلول زنده‌اند؛ از جمله سازمان‌یافتگی درون‌سلولی، سیستم‌های متابولیک خودگردان، و توانایی تکثیر مستقل در محیط‌های غیرزیستی. ویروس‌ها اساساً مجموعه‌ای از اطلاعات ژنتیکی مولکول اسید دزوکسی ریبو نوکلئیک (DNA)[۱] یا اسید ریبو نوکلئیک (RNA) [۲] هستند که در پوشش پروتئینی[۳] و گاه غشایی قرار گرفته‌اند و برای تداوم حیات، ناگزیر از استفاده از ماشین مولکولی سلول میزبان می‌باشند. چرخه حیات آن‌ها تنها پس از نفوذ به سلول آغاز شده و با بهره‌گیری از منابع ژنتیکی، آنزیمی و ریبوزومی میزبان، به سنتز اجزای ساختاری جدید و در نهایت مونتاژ ذرات ویروسی منجر می‌شود. دامنه میزبانی ویروس‌ها از نظر تنوع، قابل توجه و در مواردی حیرت‌انگیز است؛ برخی گونه‌ها اختصاصی یک نوع سلول یا ارگانیسم‌اند، در حالی‌که گروهی دیگر—همچون باکتریوفاژها—قادرند حتی باکتری‌ها را آلوده کنند. این تنوع زیستی و تکاملی، ویروس‌ها را به ابزارهایی مؤثر در مطالعه مکانیسم‌های سلولی، انتقال ژن و فرایندهای بیماری‌زایی تبدیل کرده است. افزون بر اهمیت نظری، ویروس‌ها نقشی بنیادین در پزشکی نوین، اپیدمیولوژی جهانی و زیست‌فناوری ایفا می‌کنند؛ از کاربردهای درمانی مبتنی بر ناقل‌های ویروسی در ژن‌درمانی گرفته تا بررسی نقش آن‌ها در بروز و گسترش بیماری‌های نوظهور[۴]، درک ماهیت ویروس‌ها گامی اساسی در شناخت تعاملات پیچیده میان ماده زنده و غیرزنده در زیست‌کره، زمین محسوب می‌شود. پس از نفوذ ویروس به درون سلول میزبان، این عامل عفونی با تسلط بر سازوکارهای مولکولی و زیستی سلول، چرخه همانندسازی خود را فعال می‌سازد و فرایند بازتولید ذرات ویروسی جدید را آغاز می‌کند. در این مرحله، ویروس به‌طور نظام‌مند از منابع سلولی – اعم از آنزیم‌ها، نوکلئوتیدها[۵]، ریبوزوم‌ها[۶] و مسیرهای انرژی‌زا [۷]– بهره‌برداری می‌کند تا ژنوم خود را تکثیر و پروتئین‌های ساختاری مورد نیاز را سنتز نماید. شدت فعالیت ویروس درون سلول اغلب بسیار بالا است و به‌دلیل سرعت تکثیر چشمگیر و ماهیت تهاجمی آن، تعادل فیزیولوژیک سلول میزبان مختل می‌شود(۳).

ویریون [۸]در علم ویروس‌شناسی به شکل کامل و عفونی ویروس در خارج از سلول میزبان گفته می‌شود یعنی همان مرحله‌ای که ویروس می‌تواند سلول جدیدی را آلوده کند. در ادامه، تجمع و مونتاژ ویریون‌های

---

[۱] Deoxyribonucleic acid
[۲] Ribonucleic acid
[۳] Envelope
[۴] Emerging Diseases
[۵] Nucleotides
[۶] Ribosomes
[۷] Energy-generating pathways
[۸] Virion

تازه تولیدشده سبب تخریب غشای سلولی، لیز سلول یا تغییرات ژنتیکی و متابولیکی عمیق می‌گردد که نتیجه، آن مرگ سلول یا اختلال عملکرد آن است. این فرایند، در مقیاس بافتی و اندامی، می‌تواند منجر به بروز الگوهای آسیب متنوع از جمله نکروز[۱]، التهاب، فیبروز یا تغییرات دژنراتیو شود؛ پیامدهایی که بسته به نوع ویروس و سلول هدف، ممکن است در اندام‌های مختلف مانند کبد، ریه، بافت عصبی یا اپیتلیوم‌های سطحی به اشکال کاملاً متفاوت و گاه غیرقابل پیش‌بینی ظاهر شوند. در نتیجه، چرخه تکثیر ویروسی نه‌تنها نمونه‌ای از همزیستی مخرب میان ویروس و میزبان است، بلکه بازتابی از پیچیدگی تعاملات میان زیست‌مولکول‌ها و پاسخ‌های دفاعی سلولی محسوب می‌شود که در نهایت شکل پاتولوژیک بیماری‌های ویروسی را تعیین می‌کند(۴, ۵).

در سال‌های اخیر، کشف گروهی نوظهور از ویروس‌ها موسوم به ویروفاژها[۲] افق‌های جدیدی در درک تعاملات ویروسی گشوده است. این ویروس‌های ویژه قادرند ویروس‌های بزرگ‌تر یا کمپلکس‌های ویروسی دیگر را آلوده کنند و بدین‌سان لایه‌ای سوم از روابط انگلی را در قلمرو غیرسلولی حیات رقم زنند؛ پدیده‌ای که پیش‌تر در زیست‌شناسی مولکولی بی‌سابقه بود. بررسی‌های ژنومی نشان داده است که ویروفاژها از طریق بهره‌گیری از ماشین همانندسازی ویروس میزبان، چرخه تکثیر خود را پیش می‌برند و در بسیاری موارد، کارایی همانندسازی ویروس اصلی را کاهش می‌دهند؛ به‌عبارتی، نوعی انگلِ انگل محسوب می‌شوند(۶).

ماهیت اختصاصی واکنش‌های میان ویروس و میزبان به‌گونه‌ای است که هر ویروس، طی میلیون‌ها سال هم‌تکامل، آرایش ژنتیکی و ساختاری منحصر به خود را برای سازگاری با یک یا چند نوع سلول خاص توسعه داده است. این ویژگی، نشان‌دهنده، تنوع عملکرد زیستی سلول‌های میزبان و درجه، انتخاب‌پذیری شدید ویروس‌هاست، به‌طوری‌که تفاوت‌های ریز در گیرنده‌های سلولی، مسیرهای متابولیک و شرایط درون‌سلولی می‌توانند تعیین‌کننده، دامنه میزبانی باشند. افزون بر این، ویروس‌ها در چگونگی همانندسازی و بقا نیز تفاوت قلبل توجهی دارند؛ برخی از نوع DNA و گروهی از نوع RNA هستند و از مسیرهای همانندسازی متفاوتی بهره می‌برند. از همانندسازی هسته‌ای تا تکثیر سیتوپلاسمی، یا حتی استفاده از آنزیم‌های اختصاصی چون ریبونوکلئاز و رونوشت‌بردار معکوس[۳](۴). از منظر مورفولوژیک، ذرات ویروسی عموماً کوچک و فوق‌ریز هستند؛ برای نمونه، ویروس آدنو قطری در حدود ۹۰ نانومتر (nm) دارد. ماده ژنتیکی آن‌ها—شامل DNA یا RNA در درون پوششی پروتئینی

[۱] Necrosis
[۲] Virophages
[۳] Reverse Transcriptase