به ویروسپهر (virosphere) خوش آمدید

شمار موجودات عجیب و غریب جهان بسیار بیشتر از بیماریهای ناخوشایند هستند.

ربابه لطیف*

سمنان، دانشگاه خواهران سمنان (فرزانگان)

چکیده

ویروس‌ها ممکن است عجیب به نظر برسند، اما فراوان‌ترین و مسلماً مهمترین ارگانیسم‌های روی زمین هستند. آنها تقریباً در همه جا، از اقیانوس‌ها و جنگل‌ها تا افراد اطراف شما و البته در داخل و سطح بدن شما نیز یافت می‌شوند. دنیای این موجودات عجیب و غریب و شبه زنده، ویروسپهر (*virosphere*) لقب گرفته و اسرارآمیز است – ما درباره ویروس‌ها نسبت به شکل‌های دیگر حیات کمتر می‌دانیم. اما این وضعیت به سرعت در حال تغییر است. این سوال همیشگی که آیا ویروس‌ها زنده هستند یا نه، هنوز پاسخ داده نشده است .با این حال، می‌دانیم که مدت زمان زنده‌ماندن ویروسها در خارج از بدن میزبان بسیار متفاوت است. برخی تنها برای چند ثانیه زنده می‌مانند و بعضی دیگر می‌توانند برای ده‌ها سال پایدار بمانند. ویروسها به محض ورود به بدن میزبان، فعالیت خود را شروع می‌کنند. میزبان می‌تواند هر نوع موجود زنده یا حتی ویروس دیگر باشد. یک دهه پیش با کشف ویروسی به نام اسپوتنیک (sputnik) که در بدن یک ویروس غول پیکر و پیچیده به نام ماماویروس (*mamavirus*) زندگی می‌کند، این موضوع مشخص شد. علی‌رغم تصورات ما، برهمکنش بین ویروس و میزبان همیشه یک طرفه نیست: ویروس‌ها می‌توانند مفید یا مضر باشند. ما به دانش بیشتر درباره ماهیت ویروس‌ها، منشاء آنها و چگونگی تاثیر آنها بر همه جنبه‌های حیات در روی کره زمین نیاز داریم. با درک این دنیای عجیب و غریب، می‌توان هر کاری را از کمک به پیشگیری از بیماری تا درک منشا حیات انجام داد. حتی می‌تواند اطلاعاتی درباره چگونگی تغییر دنیای طبیعی در آینده به ما بدهد.

کلیدواژگان: ویروسفر، ویروس، ماما ویروس، اسپوتنیک (sputnik)

* مترجم مسئول، پست الکترونیکی: Latif@fgusem.ac.ir

یک موجود بیگانه شناور در فضا را تصور کنید. براساس ماهیت خود، قادر به رشد، برقراری ارتباط و حرکت نیست. بدون سرپناه، موجودی بی‌جان است. ما در مورد آن بسیار کم می‌دانیم، به جز اینکه وقتی وارد جو سپهری شود که مناسب باشد، تولیدمثل را آغاز خواهد کرد. آیا زنده است؟ آیا خطرناک است؟

ممکن است وجود چنین موجودی باورنکردنی باشد، اما بیان فوق ویروس‌ها را خیلی خوب توصیف می‌کند، که چیزی بیشتر از ذره‌های مواد ژنتیکی هستند و تنها در داخل بدن یک میزبان قادر به تکثیر هستند. ویروس‌ها ممکن است عجیب به نظر برسند، اما *فراوان‌ترین و مسلماً مهمترین ارگانیسم‌های روی زمین* هستند. آنها تقریباً در همه جا، از اقیانوس‌ها و جنگل‌ها تا افراد اطراف شما و البته در داخل و سطح بدن شما نیز یافت می‌شوند. دنیای این موجودات عجیب و غریب و شبه زنده، ویروسپهر (*virosphere*) نام گرفته و اسرارآمیز است – ما درباره ویروس‌ها نسبت به شکل‌های دیگر حیات کمتر می‌دانیم. اما این وضعیت به سرعت در حال تغییر است.

معمولا مردم، ویروس‌ها را مترادف با عفونت می‌دانند، و شکی نیست که آنها باعث ایجاد برخی از خطرناک‌ترین بیماری‌ها از جمله آبله، ایدز، ابولا و آنفولانزا می‌شوند. با این حال ویروس‌ها بسیار بیشتر از ماشین‌های کشنده هستند. توانایی ما برای مطالعه ماده ژنتیکی سازنده ویروس‌ها به صورت تصاعدی افزایش یافته است و در پنج سال گذشته تعداد گونه‌های شناسایی شده ۲۰ برابر افزایش یافته است. علاوه بر این، به طور فزاینده آشکار می‌شود که این موجودات عجیب و غریب و گوناگون نقش کلیدی در تکامل دارند و احتمالا نقش مهمی در به وجود آمدن حیات داشته‌اند.

فراوانی هیچ گروهی از ارگانیسم‌ها به اندازه ویرووس‌ها نیست. در یک مطالعه، جمعیت ویروس‌ها فقط در اقیانوسها 10^{30} تخمین زده شده است. در مطالعه‌ای دیگر، تعداد کل ویروس‌های روی زمین بیشتر از 10^{31} یا بیش از یک میلیون برابر تعداد تخمینی ستاره‌های جهان برآورد شده است. براساس تحقیقات منتشرشده در سال گذشته، هر روز در حدود ۸۰۰ میلیون ویروس چسبیده به ذرات گرد و غبار روی هر مترمربع از سطح زمین می‌نشیند – و ما تقریبا در مورد اکثر آنها چیزی نمی‌دانیم

این سوال همیشگی که آیا ویروس‌ها زنده هستند یا نه، هنوز پاسخ داده نشده است. Marilyn Roossinck از دانشگاه ایالتی پنسیلوانیا می‌گوید: "به من بگوئید که معنای حیات چیست تا

من بگویم که ویروس زنده است یا نه". "یک ویروس مگر آنکه در بدن میزبان باشد هیچ است. این موضوع مهم نیست که آیا این موجودات زنده هستند یا نه."

با این حال، ما می‌دانیم که مدت زمان زنده‌مانی ویروسها در خارج از بدن میزبان بسیار متفاوت است. برخی تنها برای چند ثانیه زنده می‌مانند و بعضی دیگر می‌توانند برای ده‌ها سال پایدار بمانند. دما یک عامل مهم است. در محیط‌های بسیار گرم، ویروس‌ها به سرعت از بین می‌روند، به همین دلیل گرم کردن روشی مؤثر برای از بین بردن آنها است. این موضوع حتی ممکن است دلیل تکامل توانایی ایجاد تب در پاسخ به عفونت‌ها باشد. در دمای سردتر، ویروس‌ها می‌توانند ماهها یا حتی سالها زنده بمانند و سپس با موفقیت میزبان را آلوده کنند. ویروس *واریولا*، یا ویروس آبله، می‌تواند برای ده‌ها سال در دمای بین ۴ تا ۵ درجه سانتی‌گراد پایدار بماند. عوامل دیگری که بقای ویروس‌ها را تضعیف می‌کنند شامل نور خورشید و وجود مواد و ارگانیسم‌های خاص به ویژه باکتری‌ها هستند. آنها به ویژه به فلزهای ضد عفونی کننده نظیر مس حساس هستند.

ویروسها به محض ورود به بدن میزبان، فعالیت فعالیت خود را شروع می‌کنند. میزبان می‌تواند هر نوع موجود زنده یا حتی ویروس دیگر باشد، این موضوع یک دهه پیش با کشف ویروسی به نام اسپوتنیک (sputnik) که در بدن یک ویروس غول پیکر و پیچیده به نام ماماویروس (*mamavirus*) زندگی می‌کند، مشخص شد. در داخل سلول میزبان، ویروس ماشین زیستی مورد نیاز را در اختیار گرفته و از آن برای تکثیر ماده ژنتیکی خود استفاده می‌کند. در مورد ویروس اسپوتنیک، این ویروس برای متابولیتهای *ماماویروس* با آن رقابت می‌کند. ویروس‌ها به سرعت تکثیر می‌شوند. این فرآیند می‌تواند طی چند ساعت پس از عفونت شروع شود. در چند روز، می‌توانند همه سلول‌های میزبان را آلوده کنند.

علی‌رغم تصورات ما، برهمکنش بین ویروس و میزبان همیشه یک طرفه نیست: ویروس‌ها می‌توانند مفید یا مضر باشند. قارچ *Pseudogymnoascus destructans*، عامل بیماری سندرم پوزه سفید در خفاش‌ها، باعث کاهش شدید جمعیت خفاش‌ها در آمریکای شمالی شده است. زمانی که این قارچ به ویروس آلوده می‌شود، اسپور بیشتری تولید می‌کند. انسانها نیز از برخی از ویروس‌ها سود می‌برند. گروهی از ویروس‌ها به نام باکتریوفاژها با از بین بردن باکتری‌های بیماریزا به حفظ سلامتی ما کمک می‌کنند. پژوهشگران در حال مطالعه برای استفاده از این فاژها در درمان عفونت‌های باکتریایی هستند. ویروس‌ها حتی می‌توانند به بخش مهمی از کد ژنتیکی میزبان تبدیل شوند، و ژنهای لازم برای بقا را فراهم کنند.

یک زمینه پژوهشی جدید با عنوان اکولوژی ویروس، در پی بررسی و کشف برهمکنش‌های بین ویروس‌ها و میزبان‌هایشان است. پژوهش در این زمینه وظیفه‌ای بزرگ است. به عنوان مثال میکروبیوم انسان را در نظر بگیرید: مجموعه وسیعی از میکروارگانیسم‌ها که در داخل و سطح بدن هر یک از ما زندگی می‌کنند. بدن ما شامل صدها نوع سلول مختلف است – از جمله آنهایی که سیستم ایمنی پیچیده ما را به وجود می‌آورند و به طور پیوسته با ارگانیسم‌های بیگانه مقابله می‌کنند – که همگی با هزاران یا حتی میلیون‌ها نوع ویروس و باکتری در میکروبیوم ما در حال برهم‌کنش هستند. این واقعیت را نیز در نظر بگیرید که این میکروبها هم می‌توانند به یکدیگر کمک کنند و با هم رقابت کنند (به "زندگی اجتماعی ویروس ها"، در پایین مراجعه کنید)، و تعداد برهمکنش‌های احتمالی ممکن است نامحدود باشد.

زندگی اجتماعی ویروس‌ها

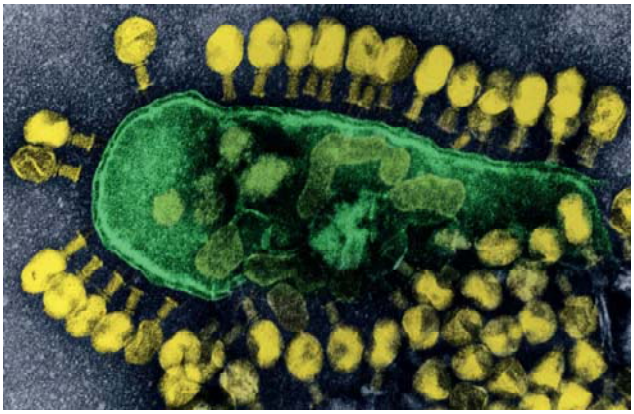
ویروس‌ها ممکن است در خارج از بدن میزبان خود بی‌جان باشند اما در درون بدن، رفتار آنها به طرز حیرت‌انگیزی پیچیده است. دو دهه پیش، محققان دریافتند که برخی از ویروس‌ها سیگنال‌هایی را به شیوه *بازی معمای زندانی* (prisoner's dilemma game) ارسال می‌کنند که به تصمیم آنها مبنی بر کمک به یکدیگر و یا رقابت با یکدیگر کمک می‌کند.

اکتشافات اخیر نشان می‌دهد که این ارتباطات برای انتقال اطلاعات به پروتئین‌های کوچکی به نام پپتیدها وابسته هستند. ارسال سیگنال به وسیله پپتید در انواعی از ویروس‌ها، از جمله ویروس‌های آنفولانزا، سرخک و فلج اطفال یافت شده است. با این وجود، بیشتر تحقیقات درباره باکتریوفاژها، ویروس‌های آلوده کننده باکتری‌ها، انجام شده است. آنها برای هماهنگ‌سازی رفتارشان، به ویژه هنگام نیاز به تصمیم‌گیری برای حمله کردن یا نهفته باقی ماندن، با یکدیگر ارتباط برقرار می‌کنند. این موضوع نشان می‌دهد که گونه‌های مختلف ویروس سیگنال‌های اختصاصی ترشح می‌کنند. آنها همچنین قادر به تشخیص سیگنال ویروس‌های دیگر و گونه‌های میزبان هستند.

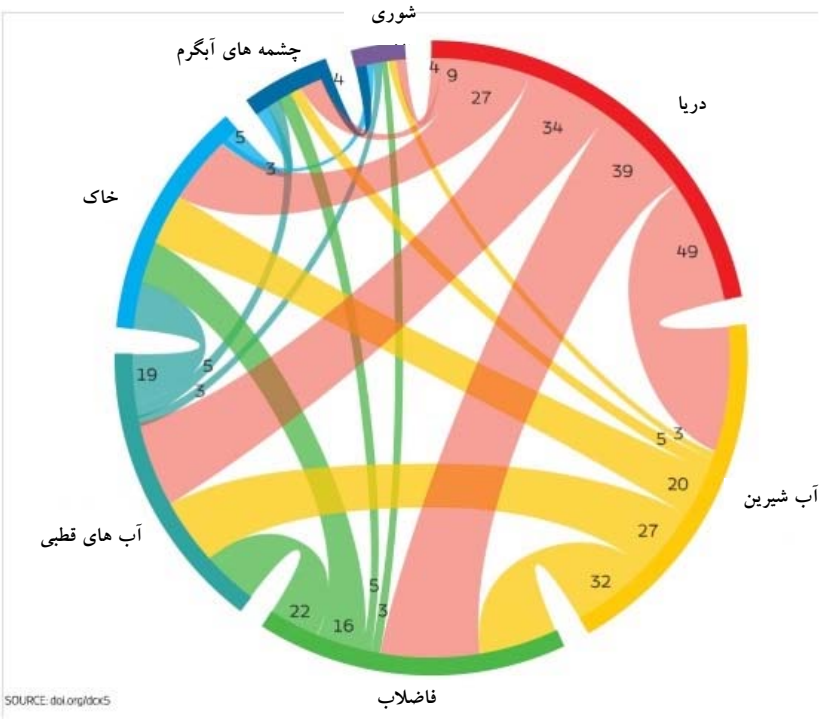
ما می‌توانیم از این اکتشاف‌ها به نفع خود – به عنوان مثال، برای مقابله با بیماری‌ها – استفاده کنیم. در حقیقت، محققان دانشگاه پرینستون ویروس‌های کشنده‌ای را تولید کرده‌اند که می‌توانند سیگنال‌های منحصر به فرد میکروبهای دیگر نظیر *E. coli* و *Salmonella* را حس کنند و سپس واردشان شده، آنها را از بین ببرند. این موضوع نشان می‌دهد که ممکن است روزی بتوانیم باکتریوفاژها را برای از بین بردن هر نوع باکتری در صورت نیاز دستکاری کنیم. با افزایش مقاومت آنتی‌بیوتیکی در سراسر جهان، این روش می‌تواند به یک درمان جایگزین مهم برای برخی از بیماری‌های با اهمیت تبدیل شود.

با این وجود، ما در ابتدای بینش وسیع در رابطه با اکولوژی ویروسی هستیم. در یک مطالعه در سال ۲۰۱۷ اولین نقشه شبکه‌های میزبان–ویروس تهیه شد که همه گونه‌های ویروس شناخته شده تا آن زمان را شامل می‌شد.

در این مطالعه پراکنش ویروس‌ها در محیط‌های مختلف و جابجایی آنها در بین محیط‌ها بررسی شده است (بخش "ویروس ها، ویروس ها، همه جا" را ببینید).



فاژها به باکتری *E. coli* حمله کرده‌اند. این ویروس‌ها فعالیت خود را با استفاده از پروتئین‌ها هماهنگ می‌کنند.



ویروسها، ویروسها، همه جا

یک مطالعه گسترده در مورد تنوع جهانی ویروس‌ها در هفت محیط، تعداد گروه‌های ویروسی مشترک در بین آنها را نشان می‌دهد. علی رغم بالا بودن تنوع ویروسی، بسیاری از گروه‌ها فقط در چند محیط یافت می‌شوند.

این مطالعه همچنین نشان داد که بیشتر ویروس‌ها در تعداد اندکی از زیستگاه‌ها وجود دارند و فقط یک یا دو نوع میزبان را آلوده می‌کنند. یک مطالعه دیگر در سال ۲۰۱۷ یک بخش نامشخص از ویروسپهر را نمایان کرد، دنیای دیگری از ویروس‌ها که یک دامنه (Domain) از موجودات تک‌سلولی به نام آرکی‌ها (Arcea)، به معنی باستانی‌ها، را آلوده می‌کنند.

انواع بی‌شمار

گونه‌های ویروسی شناخته شده در مقایسه با گونه‌های شناسایی نشده، مثل منظره نوک کوه یخ در دریاست. مدتهاست که فرض می‌کنیم ویروس‌ها متنوع‌ترین گروه از ارگانیسم‌های روی زمین هستند، اما فقط در مورد تعداد گونه‌های ویروس هنوز هم مبهم‌ترین ایده را داریم. تعداد گونه‌های شناسایی شده در دو دهه گذشته، بیشتر از کل گونه‌های شناسایی شده قبلی است. تا سال ۲۰۰۳، ما حتی از وجود ویروس‌های غول پیکر با ۱۰۰۰ ژن در مقایسه با ۱۰ ژن در ویروس‌های کوچک خبر نداشتیم. از آوریل سال گذشته، محققان ۱۹۵،۰۰۰ گونه ویروس را شناسایی کرده‌اند. این تقریباً ۲۰ برابر بیشتر از ویروس‌های شناسایی شده در سال ۲۰۱۵ است. با توجه به اینکه ویروس‌ها فقط در تعداد اندکی میزبان خاص یافت می‌شوند، تنوع آنها احتمالاً بسیار بیشتر از کل گونه‌های دیگر است.

پیشرفت‌های اخیر در دانش ما در مورد تنوع ویروسی با پیدایش قلمرو متاژنگان (metagenomics) به دست آمده است. روش متاژنگانی به محققان اجازه می‌دهد تا ژن‌های ویروسی موجود در یک نمونه از محیط را بدون نیاز به جداسازی تک تک ارگانیسم‌ها شناسایی کنند. یعنی آنها آب دریا یا خاک را آنالیز می‌کنند و میزان ماده ژنتیکی ویروسی موجود در آنها را ارزیابی می‌کنند.

اما این روش یک نقص نیز دارد. Edward Holmes از دانشگاه سیدنی استرالیا می‌گوید: "نکته ناامید کننده این است که داده‌های متاژنگانی حاوی توالی‌های ناشناخته زیادی هستند – که ما آن را «ماده تاریک» می‌نامیم." در حال حاضر، شناسایی این ماده تاریک عملا دشوار است. نسبت دادن ژن به یک گونه خاص از ویروس به دلیل سرعت باورنکردنی تکامل این ارگانیسم‌ها، حتی سخت‌تر است. هولمز می گوید، برای تجزیه و تحلیل دقیق ویروس‌ها، باید بتوانیم آنها را ببینیم. این امر به بررسی ویژگیهایی غیر از توالی‌های ژنتیکی، مانند ساختار پروتئین‌های ویروس نیاز دارد.

مشکل دیگر در شناسایی ویروسپهر این است که محققان مطمئن نیستند که چگونه ویروس‌ها را دسته‌بندی کنند. در حال حاضر، آنها از سیستمی شبیه به سیستم مورد استفاده برای طبقه‌بندی همه موجودات استفاده می‌کنند، با دسته‌بندی‌هایی از سطح سلسله (*Viriae*) تا سطح جنس و گونه. تاکنون، کمتر از ۵۰۰۰ ویروس با این روش طبقه‌بندی شده‌اند. از این گذشته، آگاهی درباره شکاف‌های گسترده در سیستم طبقه‌بندی و وجود اشتباه در برخی از موارد افزایش یافته است. برای حل این مشکل تلاش‌هایی در حال انجام است. در ماه مارس، کمیته بین‌المللی تاکسونومی ویروس‌ها برای طبقه‌بندی کل ویروسپهر فراخوان داد. انجام این کار، مسئولیت بزرگی است ولی مزایای بالقوه آن بسیار زیاد است.

در نیچر نوشته شده است " تا زمانی که ویروس‌های «بی‌اهمیت» را بررسی نکرده‌ایم، نمی‌دانیم که تاثیر احتمالی آنها چقدر می‌تواند باشد." "طبقه‌بندی ویروس‌ها راهی مستقیم برای کمک به حل مشکلات جهانی در آینده است."

این فعالیت ممکن است گران قیمت به نظر برسد، اما توجیه‌پذیر است. ویروس‌ها فقط تهدیدی برای سلامتی و معیشت مردم نیستند، بلکه برای حیات روی کره زمین نیز ضروری هستند. زیست‌شناسان تکاملی پژوهش در این باره را شروع کرده‌اند که آیا استفاده از ویروس‌ها به دسترسی به ماده ژنتیکی جدیدی منجر می‌شود که بتواند برای سازش و زنده ماندن به ارگانیسم‌ها کمک کند.

ویروس‌ها خیلی سریعتر از هر موجود شناخته شده دیگر – به میزان یک میلیون برابر سریعتر از ما – تکامل می‌یابند، این ویژگی باعث می‌شود تا آنها را به عنوان منبع دائمی برای ماده ژنتیکی جدید تصور کنند. آنها می‌توانند این ژن‌ها را با میزبان‌هایشان از طریق فرآیند انتقال افقی ژن به اشتراک بگذارند. این فرآیند را به عنوان یک بازی بده بستان در نظر بگیرید که در آن بازیکنان می‌توانند کارت‌ها را برای بهتر کردن شرایط خود مبادله کنند. دو بازیکن به زودی بهترین ترکیب ممکن را به دست می‌آورند. اما اگر آنها بتوانند با بازیکنان جدیدی که ترکیب کارت‌هایشان به سرعت در حال تغییر است (ویروس) معاوضه انجام دهند، می‌توانند در رقابت خیلی موفق‌تر باشند.

انتقال افقی ژن با ویروس‌ها به طور مستقیم به افراد کمک نمی‌کند، زیرا ژنگان ما به میزان زیادی تمایز یافته است. اما مبادله ژنی ممکن است به توضیح پیچیدگی حیات روی زمین کمک کند: تکامل سریع، همراه با توانایی مبادله ژنها، به ارگانیسم‌های ساده اجازه می‌دهد تا به سرعت با هر محیطی سازگار شوند. این فرآیند برای شکل‌های ابتدایی حیات بسیار مهم بوده است – و ویروس‌ها احتمالا نقش مهمی در موفقیت آنها داشته‌اند. بنابراین، به دست آوردن اطلاعات بیشتر درباره روابط بین ویروس‌ها، میزبان‌ها و محیط آنها باید منجر به یافت فرآیندهای کلیدی در تکامل حیات و حتی منشا آن بشود. علاوه

بر این، مطالعات اکولوژی ویروسی می‌تواند در درک – و روزی احتمالاً حتی پیش‌بینی – نتایج برهمکنش بین ویروس‌ها و میزبان‌هایشان به ما کمک کند. فواید این مطالعات در ارتباط با ما انسان‌ها به عنوان میزبان بیشتر مشخص می‌شود. یک پروژه بزرگ، موسوم به پروژه جهانی ویروم " Global Virome Project"، به "شناسایی تهدیدهای ویروسی ناشناخته برای سیاره ما" کمک می‌کند، تا پیش‌بینی کند که کدام ویروس‌ها می توانند با تغییر میزبان ، ما را آلوده کنند و احتمالاً باعث مرگ ما شوند.

"بیش از یک میلیون برابر ستاره‌های جهان، بر روی زمین ویروس وجود دارد"

انجام این کار آسان نخواهد بود. هولمز که تردیدهایی در مورد این پروژه داشته است، می‌گوید: "تعیین توالی یک ویروس به تنهایی چیزی را درباره احتمال ورود ویروس به بدن انسان ثابت نمی‌کند." "باید اقدامات بیشتری انجام شود، از جمله مطالعه در مورد چگونگی رفتار ویروس ها."

از نظر تاریخی، رویکرد ما به تحقیقات در باب ویروس‌ها تقریباً به طور کامل [موارد ابتلای] انسانی بوده است – که در درجه اول روی ویروس‌هایی متمرکز است که احتمالاً به سلامتی یا اقتصاد ما آسیب می‌رسانند. اکنون، ویروس‌شناسان استدلال می‌کنند که همه چیز باید تغییر کند. آنها می‌گویند ما باید با دیدگاه سوگیرانه خود در مورد ویروس‌هایی که به طور ذاتی خطرناک هستند، مقابله کنیم. ما به دانش بیشتر درباره ماهیت ویروس‌ها، منشاء آنها و چگونگی تاثیر آنها بر همه جنبه‌های حیات در روی کره زمین نیاز داریم.

با درک این دنیای عجیب و غریب، می‌توان هر کاری را از کمک به پیشگیری از بیماری تا درک منشا حیات انجام داد. حتی می‌تواند اطلاعاتی درباره چگونگی تغییر دنیای طبیعی در آینده به ما بدهد.

این مقاله ترجمه ای است از:

Welcome tothe virosphere. Jonathan R. Goodman, 11 January 2020 | New Scientist, 41-43

Welcome to virosphere

Translated by Latif R.

Farzanegan University, Semnen, I.R. of Iran

Abstract

Viruses may seem alien, but they are the most abundant and, arguably, the most important organisms on Earth. They are found just about everywhere, from oceans and forests to the people around you and, of course, in and on you as well. This world of strange, quasi-living things has been dubbed the virosphere, and it is a mysterious one – we know less about viruses than any other life form. But that is changing rapidly. Viruses are alive or not is still up for grabs. We do know, however, that the length of time viruses can remain viable outside their host varies hugely. Some survive only seconds while others can persist for decades. Once inside a host, viruses spring into action. Hosts can be any kind of living thing, or even another virus. Become clear this subject a decade ago with the discovery of a virus called Sputnik living within a giant, complex virus known as Mamavirus. Despite our preconceptions, the interactions between virus and host aren't all one sided: viruses can be beneficial as well as harmful. We need a greater understanding of what viruses actually are, where they come from and how they continue to affect every aspect of life on Earth. Opening our eyes to this weird world will do everything from helping us to prevent disease to understanding life's origins. It could even give us insights into how the natural world is likely to change in the future.

Key words: virosphere, viruses, mamavirus, Sputnik

... در حالی که یوکاریوت ها، نیاهایی مشترک، متمایز از باکتری ها و آرکی ها، دارند که اجازه پیگیری خاستگاه تکاملی و انشعاب آنها را تا چند میلیارد سال می دهد، ویروس ها فاقد ژن های مشترک حفظ شده برای بازسازی یک تبازایی مناسب هستند...

Beyond cells – The virome in the human holobiont, Garcia Lopez et al., Microbiol cell, Sept. 2019. Vol. 6 number 9, 373-396