پایان نامه اکولوژی ویروس ها

دوره کارشناسی

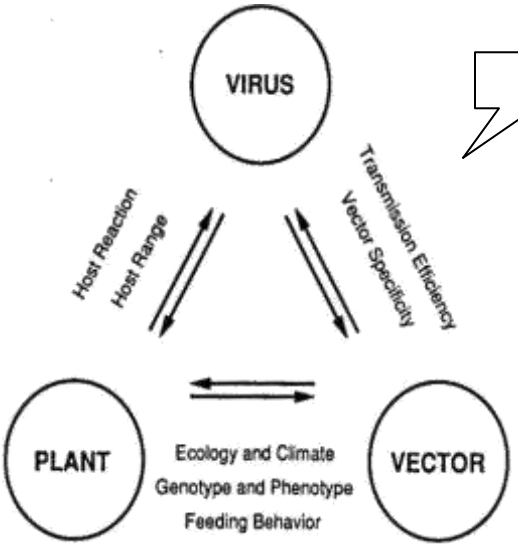
مقدمه

مقدمه

به منظور تبدیل اطلاعات گلخانه ای و آزمایشگاهی موجود در مورد ویروسها به یک تصویر کلی از طبیعت آن‌ها یعنی اکولوژی (از واژه یونانی Oikos یعنی خانه وLogos به معنی سخنرانی)، که همیشه متغیر است نیاز داریم.

ویروسهای گیاهی برای بقاء باید دارای : (۱) یک یا چند گونه گیاهی میزبان برای افزایش؛ (۲) روشی مؤثر برای انتشار و ایجاد آلودگی در گیاهان میزبان جدید و (۳) ذخیره ای از گیاهان میزبان مناسب سالم به منظور انتشار بیماری باشند.موقعیت واقعی هر ویروس معین در یک محل خاص یا در مقیاس جهانی، نتیجه برهمکنشهای پیچیده بین بسیاری از عوامل فیزیکی و بیولوژیکی خواهد بود(شکل۱، پائین صفحه) درک و شناخت اکولوژی یک ویروس در یک محصول و محل معین، جهت توسعه روشهای مناسب برای کنترل بیماری ویروسی لازم و ضروری است. همانند اغلب پارازیت‌های اجباری، عوامل اکولوژیکی عمده ای که باید در نظر گرفته شوند، بیشتر شامل همان روشهایی است که موجب انتشار ویروس از گیاهی به گیاه دیگر شده و نیز راه‌هایی است که سایر عوامل روی انتشار ویروس تأثیر می‌گذارند.

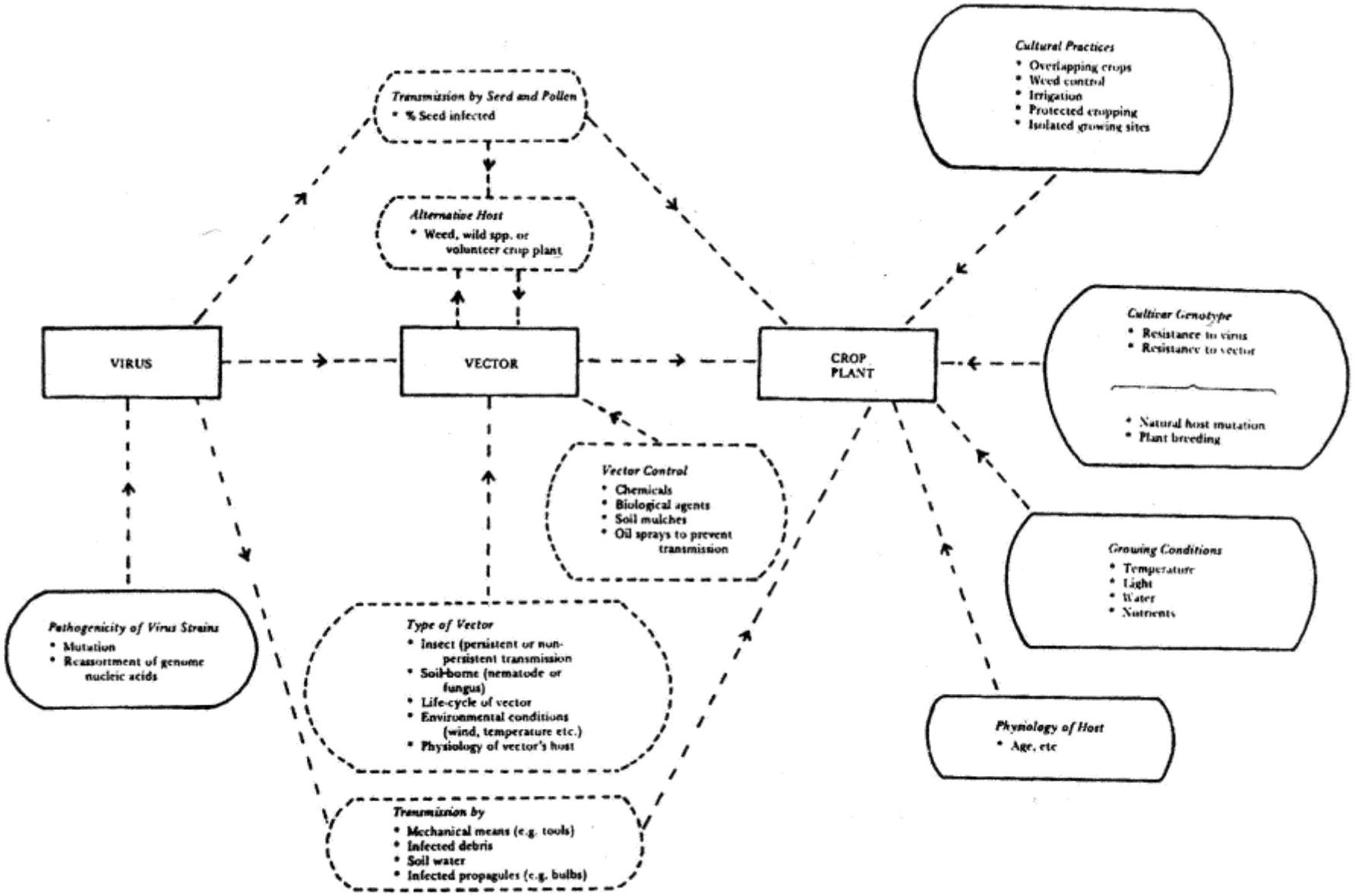
بررسی نموداری، در وهله اول، ارتباط عواملی که توصیف خواهد شد را در یک چشم انداز اکولوژیکی، با اشاره به پیچیدگی تعامل‌های آنها، نشان خواهد داد. آنگاه مداخله و تعامل‌های کیفی عوامل اکولوژیکی را می‌توان بررسی نمود. سپس با خلاصه ای در مورد چگونگی گسترش کمی آلودگی در گیاهان زراعی یامورد حمله قرار گرفتن آنها یا جمعیت‌های گیاهی دیگر دنبال خواهد شد. این، نکته اصلی اکولوژی کمی است که اپیدمیولوژی نامیده می‌شود(ازکلمه یونانی Epi به معنی"برروی"و Demos برای"مردم وجمعیت"وLogosبه معنی سخنرانی).اپیدمیولوژی از کمیت و مدل سازی صحبت می‌کند. و هم اکنون به طور چشمگیر مورد حمایت فنون جدید ردیابی در گیاهان و ناقلین ، قرار دارد.



شکل ۱

نمودارها

بیماری ویروسی در یکایک گیاهان و در جمعیت‌های گیاهی در نتیجه عکس العمل بین ویروس، میزبان و محیط ناشی می‌شود. این موضوع به صورت مثلث بیماری در شکل۱ به سادگی نشان داده شده است (Hull,1991b).با وجود این، این چنین تعامل‌ها و اثر محیط بسیار پیچیده تر هستند.



شکل برخی از عوامل مهم که بر اکولوژی و اپیدمیولوژی ویروسهای گیاهی اثر می‌گذارند.

(شکل ۲) شامل گروههای اصلی عوامل مداخله کننده در اکولوژی ویروس‌ها می‌باشد که نمایانگر اکوسیستم ویروسی است. عوامل اصلی ویروس‌ها هستند، که تمایل دارند در همه جا ظاهر شوند و اگر موجب وقوع خسارت بشوند باید تحت کنترل قرار گیرند. گیاهان میزبان به محصولات هدف که باید حفاظت شوند و منابع آلودگی که ویروسهای گیاهی اکثراً از آنها نشأت می‌گیرند، اشاره می‌کند.

فصل اول

اکولوژی ویروس‌ها

اکولوژی ویروس‌ها

اثری که ویروس‌ها می‌توانند در گیاهان به جای بگذارند با مشخصات زیست شناسی آن‌ها، معمولاً روابط ناقلی و اختصاصی بودن میزبان، تعیین می‌شود. ویروس‌ها و حتی نژادهای ویروسی ممکن است از نظر تهاجم و بیماریزایی تفاوت فاحشی داشته باشند و حتی ویروس‌هایی که باعث بیماریهای مشابه می‌شوند از نظر اکولوژی ممکن است کاملاً متفاوت باشند. بنابراین تشخیص دقیق نیازمند تحقیق روی اکولوژی و اپیدمیولوژی و کنترل نهایی ویروس می‌باشد. ویروس‌ها به طور فزاینده در همه جا در هر گونه گیاهی از قارچ، جلبک‌ها و سروها گرفته تا تمامی انواع گیاهان دانه دار کشف یا ظاهر می‌شوند.

اطلاعات روزافزون از تحقیقات مداوم انجام گرفته روی ویروس، از روش‌های ردیابی پیشرفته و بررسی مداوم وجود ویروس‌ها در گیاهان زراعی و پوشش گیاهی وحشی حاصل می‌شود. معلوم می‌شود که تک تک ویروس‌ها دارای طیف‌های میزبانی وسیعی بوده و پراکنش وسیع تراز آنچه که برای مدت‌ها تصور می‌شد، دارند.برای نمونه، چنین بررسی‌های انجام گرفته در حبوبات در دو دهه اخیر در سراسر آسیای غربی و آفریقای شمالی توسط ایکاردا (مرکز بین المللی تحقیقات کشاورزی در نواحی خشک (ICARDA) در حلب سوریه به وجود آمدن حداقل ۱۲ نوع ویروس را در این گیاهان مشخص کرده اند و معلوم شده است که اکثر این ویروس‌ها دارای پراکندگی وسیعی بوده و اغلب از احتمال وقوع بالایی برخوردار می‌باشند. برخی از این ویروس‌ها قبلاً گسترش یافته اند و اکثر آنها، به علت سرایت از طریق بذر، خطری نسبت به برنامه‌های به نژادی زراعی محسوب می‌شوند. به عنوان نمونه، بروموویروس پیسک باقلا که با سوسک منتقل می‌شود ابتدا به صورت تصادفی در انگلستان در سال ۱۹۵۱ ردیابی شد و مدت‌ها تصور می‌شد که تنها از نظر علمی و آکادمیک مهم است. هم اکنون معلوم شده است که در مراکش، الجزایر، تونس، سودان، مصر، و سوریه نیز یافت می‌شود. این ویروس در مراکش در ۵۶٪ مزارع بازرسی شده باقلا، با حداکثر وقوع ۳۳٪ در یک مزرعه، بوجود می‌آید. این ویروس نخود ایرانی، عدس و نخود فرنگی را نیز آلوده می‌کند. نانوویروس زردی نکروتیک باقلا، که ابتدا در اوائل دهه ۱۹۹۰ از سوریه گزارش گردید، بلافاصله معلوم شد که سبب اپیدمی ناگهانی ویروسی در مصر در سال ۱۹۹۲ بوده است. مسترویروس کوتولگی کلروتیک نخود ایرانی که در سال ۱۹۹۳ در هند گزارش گردید، اخیراً به عنوان عامل یک ناهنجاری مهم در باقلا، که مشابه برگ قاشقی لوبیا بوده و برای مدت‌های طولانی در سودان شناخته شده است، ردیابی شد. این ویروس هم اکنون در یمن و برخی کشورهای دیگر یافت می‌شود.

چند نمونه از چگونگی افزایش سریع شیوع ویروسها و اهمیت یا افزایش پراکندگی آن‌ها از منطقه پیدایش وجود دارند: (۱) به وسیله انسان از طریق عملیات زراعی (۲) از راه تجارت روزافزون بین مناطق و قاره‌ها و (۳) بین المللی شدن فزاینده به نژادی گیاهان زراعی از طریق مبادله در مقیاس وسیع (الف) ژرم پلاسم و مواد اصلاحی برای انجام آزمایش چندمکانی و (ب) ازدیاد تجارتی مواد تکثیر گیاهی. حتی برخی از ویروس‌ها ممکن است، بدون دخالت انسان، در مسافتهای طولانی، به عنوان مثال به همراه حشرات، از طریق جریانات هوا و باد و پخش بذر توسط آب، باد و حیوانات گسترش یابند. کلیه ویروس‌ها، با توجه به مفهوم تئوری " اجتناب ناپذیری استقرار" بالاخره ممکن است به هر جائی راه یابند اما ظهور آن‌ها فقط در شرایط اکولوژیکی مساعد، امکان پذیراست. بنابراین، در کشاورزی امروزی ویروس‌ها از اهمیت روزافزونی برخوردار می‌باشند. پیدایش بیماری‌های ویروسی جدید ممکن است در نتیجه تغییرپذیری ویروس ناشی شود. ویروس‌ها از نظر دامنه میزبانی، قدرت بیماریزایی و داشتن ناقل اختصاصی، همیشه در حال تغییر هستند. ویروس‌ها به طرق مختلف به شرح ذیل تغییرمی یابند: (۱) جهش و گزینش از راه سازگاری مانند گذر از میزبان‌های ویژه، انواع جدید گیاه یا کولتیوار محصول، (۲) تعامل مستقیم نژادهای ویروس یا ویروس‌های مختلف در آلودگی‌های مخلوط که منجربه (الف) کپسیدی شدن ناهمگن، نوترکیبی کاذب یا حتی(ب) نوترکیبی ژنی بین ویروس‌های مختلف می‌شوند.

اطلاعات اندکی در مورد اثر مستقیم شرایط اقلیمی بر روی ویروس‌ها وجود دارد. برخی از ویروسها ممکن است در دمای بالا فعال باشند، در صورتی که ویروس‌های دیگر دماهای پائین تر را ترجیح می‌دهند یا در دماهای پائین، بیماری زاتر می‌شوند. در دمای بالا، ویروس‌ها یا نژادهای مقاوم به گرما، مانند کوکوموویروس موزاییک خیار (CMV)، ممکن است غالب شوند. اکثر ویروئیدها فوق العاده بیماریزا هستند، به غلظت‌های فوق العاده بالا می‌رسند و علائم را در دماهای بالاتر از ۳۰ درجه سانتی گراد، در مقایسه با دماهای پائین تر، زودتر بروز می‌دهند. با وجود این، اثر دما اغلب بر روی میزبان، و نه ویروس، است. مثالی در این مورد، تغییر علائم از واکنش لکه‌های موضعی نکروتیک در ۲۰ درجه سانتی گراد در گیاه *Nicotiana glutinosa* مایه زنی شده با ویروس موزاییک توتون، به موزاییک سیستمیک در ۳۰ درجه است. چند روز پس از پائین آوردن دما به ۲۰ درجه، موزاییک به نکروز سیستمیک تغییر می‌یابد.

عوامل بیولوژیکی

۱)خصوصیات ویروسها و گیاهان میزبان آنها

۱-۱ پایداری فیزیکی و غلظت نهایی ویروسها

در ویروسهای وابسته به انتقال مکانیکی، احتمال بقاء و انتشار ویروسی که داخل و خارج از گیاه پایدار بوده و غلظت آن نیز در بافت خیلی بالاست، بسیار بیشتر از ویروسی است که پایداری و غلظت کمتری دارد. به نظر می‌رسد که بقا و انتشار برخی ویروسها، عمدتاً به پایداری زیاد و مقادیر بالای تولید شده آنها در بافت‌های آلوده بستگی دارد. به عنوان مثال، TMV ممکن است برای مدت طولانی در مواد گیاهی مرده و در خاک دوام پیدا کند. به این ترتیب منبعی برای آلودگی محصولات بعدی فراهم می‌گردد.TMV همچنین در فرایند تولید توتون از بین نرفته و در سیگارها نیز یافت می‌شود.

۱-۲ میزان حرکت و انتشار در گیاهان میزبان

ویروسها یا نژادهای ویروسی که در گیاه میزبان و از محل آلودگی به کندی حرکت می کنند، در مقایسه با ویروسهایی که دارای سرعت حرکت بیشتری هستند، از قدرت انتشار و بقای کمتری برخوردار می‌باشند.سرعت حرکت ویروس در گیاه مهم بوده و نسبت به طول عمرهر یک از گیاهان میزبان اندازه گیری می‌شود. ویروسهایی که درختچه‌ها و یا درختان (با عمر طولانی) را آلوده می‌کنند، در مقایسه با ویروسهایی که در گیاهان یکساله آلودگی ایجاد می‌کنند، می‌توانند با سرعت بسیار بسیار کمتری در میزبان خود حرکت کنند. همچنین ویروسهایی که قادرند به درون بذر حرکت کرده و در آنجا بقا یابند، در انتشار و بقای خود دارای مزیت مهمی می‌باشند.

۱-۳ شدت بیماری

احتمالاً ویروسی که در میزبان خود به سرعت توسعه پیدا کرده و بیماری سیستمیک تولید نماید به طوری که موجب مرگ میزبان خود گردد، در مقایسه با ویروسهایی که بیماری ملایم یا متوسطی ایجاد می‌کنند، از احتمال بقای بسیار کمتری برخوردار می‌باشد. در بیماری ملایم و یا متوسط ، میزبان می‌تواند بقاء یافته و به صورت مؤثرتری تولید مثل کند. به نظر می‌رسد در مزرعه علیه نژادهایی که موجب مرگ سریع میزبان خود می‌گردند، انتخاب طبیعی وجود دارد.

۱-۴ تغییرپذیری و انتخاب نژاد

احتمال تولید نژادهای جدیدویروس بر اثر موتاسیون و یا نوترکیبی حقیقی و کاذب اسید نوکلئیک در ویروسهایی که ژنوم چند بخشی دارند، وجود دارد. این نژادهای جدید ممکن است به طور ناگهانی ظاهر شده و خسارات شدیدی به محصولی که تا به آن زمان آن ویروس خاص راتحمل می‌کردند و یا آلوده نمی شدند وارد نمایند.

مثلاً ویروس کوتولگی ذرت سالها در نیشکر شیوع داشت، و خسارات زیادی را در بسیاری از کشورها موجب شد تا اینکه ابتدا ارقام متحمل و سپس مقاوم به این ویروس معرفی گردید. نژادهای متعددی از این ویروس وجود داشت ولی به ندرت ذرت را آلوده می‌کردند مگر اینکه ذرت در مجاورت نیشکر کشت می‌شد. اخیراً شرایط در بسیاری از نقاط ایالات متحده به شدت تغییر کرده است وویروس ذرت را آلوده می‌کند و خسارات زیادی در بسیاری از نواحی که کاملاً از مزارع نیشکر جداهستند ایجاد کرده است. تغییر در شدت بیماری بر اثر افزایش ایجاد نژادهای جدید ویروس است.

به طور کلی میزان توانایی جهش یک ویروس برای تولید نژادهای جدیدی که بتواند به صورت مؤثری با تغییرات محیطی سازگار باشند، ممکن است تأثیر زیادی بر بقاءو انتشار ویروس مورد نظر داشته باشد. مشخص شده است که عوامل زیر تحت شرایط خاصی، در فشارهای انتخابی نقش مهمی ایفا می‌نمایند: (۱) گونه و رقم گیاه میزبان؛ (۲)گونه و نژاد ناقلین بی مهره؛ (۳) تغییرات فصلی و آب و هوایی، به خصوص تغییر در درجه حرارت. در فصول مختلف ممکن است نژادهای غالب یک ویروس در یک محصول متفاوت باشد و (۴) عملیات کشاورزی، به ویژه در محصولاتی که به صورت رویشی ازدیاد پیدا می‌کنند، می‌تواند موجب انتخاب نژادهای خاصی از یک ویروس شود.

۱-۵ دامنه میزبانی

ویروسها از نظر دامنه میزبانی گونه‌های گیاهی که می‌توانند آلوده کنند، بسیار متفاوت هستند. به نظر می‌رسد بعضی از ویروسهای عامل بیماری در توت فرنگی، محدود به جنس *Fragaria* باشند. در حالیکه ویروسهای دیگر ممکن است بتوانند طیف وسیعی از گیاهان را آلوده نمایند. به عنوان مثال ویروس موزاییک خیار(CMV) می‌تواند گونه‌های متعلق به بیش از ۱۰۰ خانواده گیاهی را آلوده نماید. به نظر می‌رسد عامل بقاء در ویروسهایی که دارای دامنه میزبانی محدودی هستند، ناشی از داشتن میزبانهای چندساله و ازدیاد رویشی آنها یا انتقال مؤثر ویروس از طریق بذر باشد.

تنوع و گوناگونی میزبانهای یک ویروس، فرصت زیادتری برای حفظ، بقا و انتشار بیشترویروس فراهم می‌آورد. ویروسهایی که دارای میزبانهای زینتی چند ساله مثل گل کوکب و سوسن هستند، همانند گونه‌های زراعی و باغی در سراسر دنیا گسترش یافته اند. علف‌های هرز، گیاهان وحشی، بوته‌های پرچین، درختان زینتی و درختچه‌ها ممکن است به عنوان منبع نگهدارنده ویروس عمل کنند. اهمیت واقعی انواع مختلف میزبانهای ویروسی برای محصولاتی که در مجاورت آنها کاشته می‌شوند، به عوامل متعددی به ویژه حضور ناقلین بی مهره فعال بستگی دارد.

۲)انتشار

انتشار ویروسها توسط ناقلین هوازاد یا ساکن خاک، یا بوسیله بذر و گرده و یا در مسافتهای طولانی و در نتیجه فعالیتهای انسان، نقش کلیدی و بسیار مهمی در اکولوژی ویروسها دارد.

مقدار و دامنه انتشار آلودگی از هر کانون آلودگی به شیب آلودگی معروف است. همان گونه که انتظار می‌رود، تعداد گیاهان آلوده با دور شدن از کانون آلودگی کاهش می‌یابد. تندی یا ملایمی شیب آلودگی بستگی به نوع ناقل، نحوه انتقال ویروس و عواملی که حرکت و فراوانی ناقل را کنترل می‌کنند دارد. شیب ملایم شامل انتشار در فواصل قابل ملاحظه ای است که توسط ناقلین با تحرک زیاد ایجاد می‌شود، در حالی که شیب تند که انتشار در فواصل کوتاهتری است توسط ناقلین با تحرک کمتر یا انتقال بوسیله تماس ریشه یا برگهای مجاور بوجود می‌آید. ناقلین بالدار مثل شته‌ها در جهت باد خیلی آسانتر منتقل می‌شوند تا در جهت مخالف باد، به همین دلیل شیب آلودگی در جهت باد معمولاً ملایم ولی در جهت مخالف باد معمولاً تندتر است.

ماهیت انتقال ویروس به طرق پایا و ناپایا به وسیله ناقل نیز در نحوه انتشار ویروس مؤثر است. هنگامیکه ناقلی یک ویروس پایا را انتقال می‌دهد، ناقل برای مدتی طولانی و در فاصله دوری آلوده به ویروس خواهد بود، در حالی که در مورد ویروس ناپایا، ناقل برای زمان و فاصله کوتاهی ویروس دار است.

۲-۱ ناقلین هوازاد

حشرات ناقلی که به صورت مکشی از عصاره گیاه تغذیه کرده و می‌توانند پرواز کنند و به خصوص شته‌ها، مهم ترین عوامل انتشار و بقای ویروسهای گیاهی می‌باشند. شکل و نحوه انتشار ویروس در محصول مورد نظر و میزان گسترش آن ، به عوامل بسیاری بستگی خواهد داشت که عبارتند از: (۱) منبع مایه. منشأ مایه می‌تواند از بیرون محصول، تک بوته‌های بیمار

داخل مزرعه و یا از بقایای محصول قبلی باشد؛ (۲) میزان پتانسیل مایه موجود؛ (۳) طبیعت و رفتار ناقل؛ برای مثال در شته‌ها، این که آیا افراد بالدار محصول را کلونیزه می‌کنند یا خیر؛ (۴) آیا ویروس در ناقل خود به صورت ناپایا، نیمه پایا یا پایا است؛ (۵) زمان فعال شدن ناقلین در مقایسه با دوره زندگی محصول و (۶) شرایط آب و هوایی.

در صورت عدم انتقال با بذر،آلودگیهای پراکنده در مزرعه احتمالاً از یک منبع خارج از مزرعه تأمین شده و توسط ناقلینی که پرواز می‌کنند، منتقل می‌گردند. تجمع گیاهان واگرفته به صورت گروهی، نشان دهنده گسترش آلودگی از منابع داخل محصول است. به ویژه شته‌های بالدار عبوری که در مجموع محصول را کلونیزه نکرده و از گیاهی به گیاه دیگر حرکت می‌نمایند،می توانند در گسترش ویروسهای انتقالی به روش ناپایا اهمیت داشته باشند. هرچند این شته‌ها ممکن است نسبت کوچکی از کل جمعیت را تشکیل دهند، ولی می‌توانند ویروسها را از بیرون مزرعه یا از گیاهان واگرفته موجود در مزرعه کسب کرده و ضمن حرکت برای یافتن گیاهان مناسب، موجب انتشار و گسترش سریع ویروس گردند. شته‌های کلونیزه کننده نیز در صورت حرکت بین محصول، مهم خواهند بود.

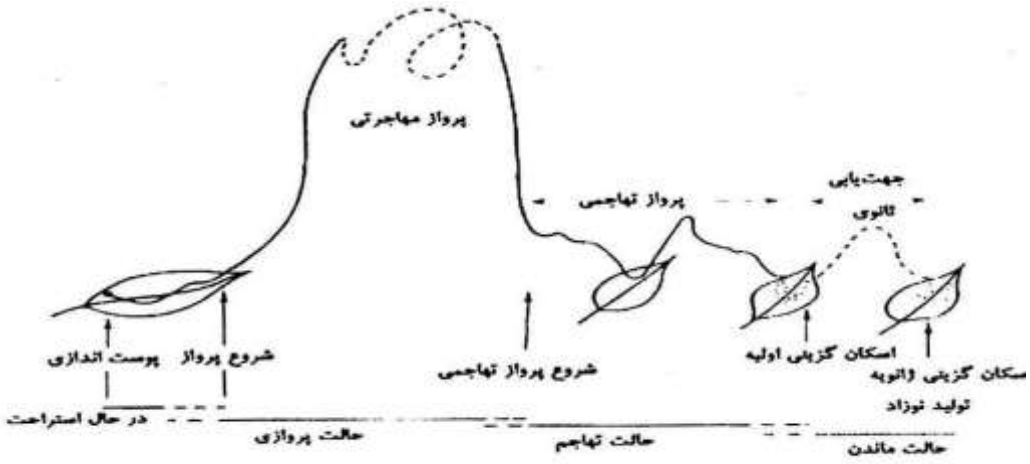
در مناطق معتدله جمعیت شته‌ها روی گیاهان زراعی ممکن است به مدت چندین نسل به صورت پارتنوژنیک (غیرجنسی) سریعاً افزایش یابند. شفیره‌های شته سبز هلو از چهار مرحله یا پوست اندازی می‌گذرند و شته‌های بزرگسال، ماده‌های زنده زا می‌باشند.اکثر این ماده‌ها شته‌های بی بال هستند که کلونی‌ها را بوجود می‌آورند. اگر تراکم این شته‌ها بیش از اندازه زیاد باشد (ازدحام) بزرگسالان بی بال بوجود می‌آیند.اینها برای جستجوی منابع غذائی جدید ممکن است به حرکت درآیند و از اهمیت ویژه ای برای پخش ویروس‌ها برخوردار هستند. همچنین، شته‌های بالدار در شرایط آب و هوایی خنک، در پائیز که میزبان‌های علفی از بین می‌روند و میزبان‌های جایگزین برای زمستان گذرانی باید مورد جستجو قرار گیرند، تولید می‌شوند.میزبان‌های زمستانی عمدتاً درختچه‌ها و درختهای وحشی، مانند شمشاد و بداغ جنگلی برای زمستان گذرانی شته *Aphis fabae* ،گونه‌های بید برای شته *Cavariella aegpodii* و گونه‌های آلو و دیو خار برای شته سبز هلو هستند. شته‌های ماده بی بال روی این میزبان‌ها تولید می‌شوند، با نرهای بالدار جفت گیری می‌کنند و برای تکمیل چرخه زندگی خود تخم می‌گذراند. در بهار هنگامی که برگ‌های جوان رشد می‌کنند، تخم‌ها باز می‌شوند تا تشکیل ماده‌های بالدار، به نام فونداتریکس، را بدهند. مهاجران بالدار پس از یک یا دو نسل روی میزبان‌های زمستانی، در اواخر بهار یا

اوایل تابستان تولید می‌شوند و اینها به میزبانهای تابستانی کوچ می‌کنند. به هنگام زمستان‌های ملایم ، شته‌ها ممکن است به میزبانهای زمستان گذران حرکت نکنند اما به توسعه خود به طریق زنده زائی روی میزبان‌های تابستانی ادامه می‌دهند. چنین توسعه غیرچرخه ای در مناطق گرمسیری معمول می‌باشد.

مگس‌های سفید مانند مگس سفید سیب زمینی شیرین گرمسیری یا پنبه و مگس سفید گلخانه دارای چهار مرحله لاروی هستند که فاقد تحرک بوده و از آوند آبکش زیر برگها تغذیه می‌کنند. مرحله چهارم لاروی به پوپاریوم (آخرین پوسته لاروی سخت شده ای که شفیره را می‌پوشاند) تبدیل می‌شود که بزرگسالان پرواز کننده از آنها بیرون می‌آیند. تخم‌ها به صورت الگوی شبه هلالی در حالی که حشره ماده شکم خود را به هنگام تغذیه با برگ تماس می‌دهد، گذاشته می‌شوند. جمعیت این مگس‌ها ممکن است به سرعت به نسبتهای اپیدمیکی برسد.

رشد جمعیت ناقلین و انتشار ویروس بیشتر به فیزیولوژی میزبان و همین طور به نوع گیاه محصول، تراکم گیاه، سن و تغذیه ناقلین بستگی دارد. آلودگی ویروسی نیز فیزیولوژی میزبان و به همین ترتیب قابل تغذیه بودن آن را برای ناقل تحت تأثیر قرار می‌دهد و تغییر در رنگ میزبان نیز ممکن است دارای نقشی باشد. آلودگی مویز سیاه با عامل تغییر رنگ (نپوویروس تغییررنگ مویز)، به طور چشمگیری آلودگی بیشه‌ها توسط ناقل آن ویروس، کنه گالی *Cecidophyopsis(Phytoptus) ribis* را افزایش می‌دهد.

رفتار بندپایان تحت تأثیر دما، نور و سرعت باد قرار می‌گیرد. شکل ۳ رفتار پروازی شته‌ها را نشان می‌دهد. به هنگام پرواز، شته‌های بالدار ممکن است مکرراً فرود آمده و تغذیه کرده و مجدداً برای یافتن میزبانهای مناسب چندین پرواز کوتاه دیگر معمولاً ۱ تا ۲ متری انجام دهند. هنگامیکه افراد شته سبز هلو چنین پروازهائی انجام می‌دهند ممکن است روی ۷ تا ۱۰ گیاه مختلف لارو بگذارند. این چنین حرکات شته‌ها را برای پخش ویروس‌های ناپایا در مسافتهای کوتاه حتی در گیاهان و محصولاتی که میزبانهای شته نیستند، ایده آل می‌کند. بین شته‌های ویزیتور مهاجر (کلونیزه نکننده)، شته‌های غیرمهاجر و ساکن (کلونیزه نکننده) و شته‌های مهاجر (کلونیزه کننده) باید تفاوتی قائل شد. شته‌های بی بال می‌توانند، زمانی که از گیاهی به گیاه دیگر می‌خزند، ویروس‌ها را انتقال دهند اما شته‌های بالدار ویروس را به مسافتهای بلند ممکن است حمل کنند.



شکل ۳ _ نمایش شماتیک رفتار پروازی شته‌های بالدار(Moerick,1955)

این حقیقت که اکثر مطالعات اپیدمولوژیکی روی ویروس‌های شته زاد انجام گرفته است اهمیت این گروه از ناقلین را نشان می‌دهد.

۲-۲ ویروسهای خاکزاد

ویروسهایی که ناقل آنها شناخته نشده است

TMV یکی از معدودترین ویروسهایی است که بدون کمک هر نوع ناقل شناخته شده، به میزبان زیادی در خاک انتقال پیدا می‌کند. پایداری این ویروس موجب دوام آن در بقایای گیاهی از فصلی به فصل دیگر می‌گردد. ویروسهایی مانند اعضای گروه *Potexvirus* و *Tobamovirus* که ناقل شناخته شده ای تدارند، در خاکهای اکوسیستم جنگلی آلمان گسترش یافته اند.

ویروسهای با ناقلین قارچی

مفاهیم اکولوژیکی انتقال با ناقلین قارچی، به روش حمل ویروس توسط قارچ بستگی دارد. ویروسهایی مثل ویروس موزاییک خاکزاد گندم، داخل‌هاگ‌های استراحتی (پلاسمودیوفورومیست‌های ناقل) حمل می‌شوند. در این‌هاگ‌ها ویروس می‌تواند به مدت چندین سال در خاکی که با هوا خشک شده باشد، دوام پیدا کند. در ویروس‌هایی که با قارچ انتقال می‌یابند، هر چند ممکن است ایجاد آلودگی چندین فصل طول بکشد، ولی چنان چه فقط یکبار مستقر شوند، ممکن است حتی در غیاب میزبان گیاهی مناسب برای مدت طولانی دوام بیاورند. انتشار موضعی این ویروسها توسط زئوسپورها وهاگ‌های استراحتی و از طریق

آبهای موجود در خاک، مهم ترین عوامل مؤثر در حرکت آنها می‌باشند. ویروسهایی که با این روش انتقال پیدا می‌کنند، ترجیحاً دامنه میزبانی محدودی دارند.

از طرفی ویروسهایی که توسط قارچ *Olpidium brassicae* منتقل می‌شوند، مانند ویروس بافت مردگی توتون (TNV) وویروس وابسته TNV (STNV)، در سطح‌هاگ‌ها حمل می‌شوند. زئوسپورهایی که ویروس را حمل می‌کنند، احتمالاً فقط چند ساعت دوام می‌آورند. هرچند ممکن است ویروسهای آزاد در خاک ، توسط زئوسپورهایی که تازه رها شده اند، برداشته شده و انتقال پیدا کنند. ویروسهایی که توسط *Olpidium brassicae* انتقال می‌یابند، در خاک خشک شده با هوا دوام و بقا پیدا نمی کنند. به طور کلی این نوع ویروس‌ها دامنه میزبانی وسیعی دارند و احتمالاً با انتقال مکرر به میزبانهای متوالی، در خاک دوام می‌یابند. ریزش آب، حرکت خاک و قطعات ریشه، احتمالاً در گسترش این ویروس‌ها در خاک از محلی به محل دیگر نقش مهمی دارند. ثابت شده است که واریکوساویروس کوتولگی توتون در اسپورهای استراحتی به مدت بیشتر از ۲۰ سال باقی می‌ماند. این اسپورها در رابطه با واریکوسا ویروس رگبرگ درشتی کاهو و قارچ *Polymyxa betae* با بنی ویروس نکروز رگبرگ زرد چغندر (BNYVV) در آب زهکشی شده یافت شده اند.

همچنین ویروس‌های گیاهی که انتقال آنها با قارچ امکان پذیر است باعث نگرانی فزاینده در کشت عاری از خاک (هیدروپونیک) در محلول‌های غذایی، بویژه زمانی که این محلول‌ها چرخنده باشند، می‌شوند.

ویروسهای با ناقلین نماتدی

بین اکولوژی ویروسهایی که توسط نماتدها انتقال می‌یابند مانند توبراویروس‌ها و نپوویروسها و ویروسهای با ناقلین هوازاد، تفاوت قابل ملاحظه ای وجود دارد. نماتدها با عمر طولانی و امکان داشتن دامنه میزبانی وسیع، قادرند در شرایط نامساعد و در غیاب گیاهان میزبان، برای مدت زمان قابل توجهی بقا یابند. نماتدهای ناقل، مرحله استراحتی مقاوم ندارند ولی با حرکت از میان پروفیل خاک ، می‌توانند تحت شرایط نامناسب خاک دوام پیدا کنند. هنگامیکه خاک در تابستان گرم یا در زمستان سرد می‌شود، نماتدها به سمت نواحی زیرین خاک حرکت می‌کنند و با مناسب شدن شرایط برای آنها، به سطح خاک باز می‌گردند. بعضی از ویروسها مانند ویروس موزاییک آرابیس، می‌توانند طی زمستان در نماتد ناقل خود بقا یابند. حرکت اندک نماتد در خاک انتشار ویروس‌های نماتدزاد را به ۶۰- ۳۰

سانتی متر در سال محدود می‌کند، و به وجود آمدن این ویروس‌ها در مزرعه نیز معمولاً به صورت لکه ای است برای نمونه، حرکت نماتد به ساختمان منفذی، محتوای آبی و حرارت خاک بستگی دارد.

ویروسهایی که توسط نماتدها منتقل می‌شوند، معمولاً دردو خصوصیت مشترک هستند: ۱) دارای دامنه میزبانی وسیعی به خصوص در میان گونه‌های علف هرز می‌باشند.۲) در بسیاری از میزبانهای خود از طریق بذر نیز انتقال می‌یابند. بنابراین نماتدهای ناقلی که طی زمستان آلودگی خود را از دست بدهند، احتمالاً با جوانه زنی علف هرز آلوده شده در بهار، مجدداً ویروس را کسب می‌نمایند.

انتشار نماتدها در خاکهای دست نخورده، ممکن است کندترباشد. عملیات کشاورزی و احتمالاً آب زهکشی یا طغیان آب، میزان پراکنش این ناقلین را افزایش می‌دهد. همچنین کفش کارگران و آلایش سطحی ماشینهای کشاورزی با خاک آلوده، ممکن است موجب انتقال و جابه جایی نماتدها و در نتیجه ویروسهای همراه با آنها در فواصل کوتاه یا طولانی گردد. در اغلب موارد، الگوی ظهور و گسترش آلودگی در یک محصول، می‌تواند تا حدود زیادی به وضیعت ویروس و ناقل در خاک قبل از مرحله کشت بستگی داشته باشد. پس از کشت گیاهان دو یا چند ساله در مزرعه آلوده به نماتد، ظاهر شدن نشانه‌های الگوی آلودگی می‌تواند یک یا دو سال طول بکشد. زیرا نشانه‌های آلودگی برگی ممکن است یکسال بعد از وقوع آلودگی ظاهر شوند.گسترش موضعی بعدی می تواند موجب توسعه تدریجی قطعات آلوده شده در مزرعه گردد.

۲-۳ انتقال با بذر و گرده

انتقال با بذر و گرده می‌تواند اهمیت قابل توجهی در اکولوژی برخی ویروس‌ها داشته باشد. بقا در بذر ممکن است برای ویروسهایی که فقط دارای میزبانهای یکساله هستند و نیز ویروسهایی که ناقلین بی مهره آنها (مثل نماتدها) عموماً به کندی حرکت می‌کنند، از اهمیت ویژه ای برخوردار باشد. بعضی از ویروسها می‌توانند در بذور دفن شده، حداقل یکسال دوام آورند.انتشار طبیعی بذور آلوده شده توسط باد و یا آب نیز ممکن است عامل مهمی در انتقال ویروس باشد.

۲-۴ انتقال بوسیله مهره داران

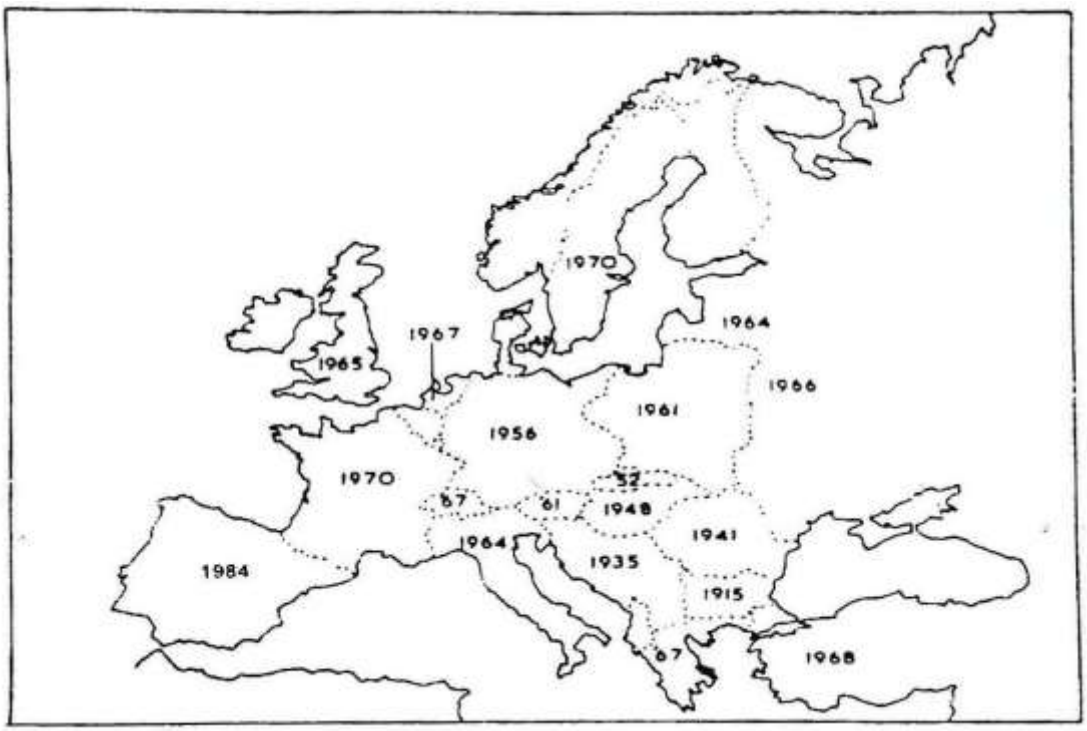
مهره داران، ویروس‌های فوق العاده مسری را ممکن است روی خز یا پرهای خود حمل کنند. مثلاً سگ‌ها و خرگوش‌ها می‌توانند پوتکس ویروس ایکس سیب زمینی (PVX) و پرندگان گاهی توبموویروس موزائیک توتون را حمل کنند. جانوران، بویژه پرندگان ممکن است عامل انتشار بذور آلوده به ویروس باشند. بذر ممکن است به مدت طولانی در دستگاه‌هاضمه پرندگان مانده و به صورت دست نخورده دفع شود، اما کمک آن به گسترش ویروس هنوز ثابت نشده است.

۲-۵ انتشاردر مسافتهای دور

- انتشار توسط انسان

شکی وجود ندارد که طی چند قرن گذشته، انسان مهمترین عامل گسترش بسیاری از ویروسها در سراسر جهان بوده است. در حالی که قبل از آن، این ویروسها به صورت محلی در یک یا تعداد کمی از نواحی جغرافیایی وجود داشته اند. این ویروسها در گیاه یا قطعات گیاهی و شاید بعضی مواقع از طریق ناقلین آنها، به وسیله سیب زمینی از آمریکا وارد اروپا شده و سپس از طریق غده به دیگر کشورها گسترش یافته اند.. ویروس موزاییک کاهو که به وسیله بذر انتقال می‌یابد، احتمالاً در هر جا که این محصول کشت شود، گسترش پیدا کرده است. این حقیقت که TMV می‌تواند به صورت واگیردار در سیگارهای تهیه شده از توتون بقا یابد، احتمالاً کافی است تا حدس بزنیم که این ویروس در تمام مناطق کشت اقتصادی توتون وجود دارد.

اثرات دیگری از فعالیت‌های انسانی را می‌توان از نظر تاریخی به دقت مشخص نمود. ویروس آبله آلو، در گونه‌های *Prunus spp.* ایجاد آلودگی نموده و به صورت ناپایا توسط شته سبز هلو *M.persica* و *Phorodon humuli* انتقال می‌یابد.



شکل۴ _ گسترش تدریجی پوتی ویروس آبله آلو (PPV) در اروپا و آسیای غربی از سال ۱۹۱۵ به بعد. تاریخ‌ها بیانگر سالی می‌باشند که ویروس برای اولین باراز کشور گزارش شده است(Thresh,1984).

این بیماری، همانطور که در شکل۴ نشان داده شده است، اولین بار در سال ۱۹۱۵ از بلغارستان گزارش شد و سپس از آنجا به اروپا گسترش پیدا کرد. شته‌ها، این ویروس را به باغات نزدیک گسترش داده اند ولی انتشار ویروس در مسافتهای طولانی، به احتمال زیاد نتیجه پخش مواد رویشی از گیاهان آلوده شده توسط انسان بوده است.

بیماری تریستزای مرکبات، اثر مخرب ویروس را زمانی که در مناطق جدید جایگزین می‌شود، نشان می‌دهد.ویروسها در مناطق جدید به سرعت منتشر می‌شوند، زیرا در این نواحی گیاهان میزبان ممکن است مقاومت اندکی داشته باشند و یا اصلاً مقاومت طبیعی در برابر ویروس تازه وارد به منطقه وجود نداشته باشد. کلسترووویروس تریستزای مرکبات، قابل انتقال با شته، احتمالاً از آسیای جنوب شرقی نشأت گرفته و همراه موادگیاهی به آفریقای جنوبی و استرالیا وارد شده است. پس از ورود این ویروس به آمریکای جنوبی، با نواحی وسیعی از میزبان حساس و شته ناقل مؤثر، بین سالهای ۱۹۲۷ و ۱۹۳۰ میلیون‌ها درخت پرتقال شیرین روی پایه‌های پرتقال ترش حساس از بین رفتند. سپس خسارات در ایالات متحده آمریکا، اسپانیا و اسرائیل نیز به وجود آمدند. در سالهای اخیر، چندین ویروس در انستیتوی ایستگاه‌های اصلاح گیاهی، در گیاهان حاصل از مواد گیاهی آلوده و در مواد

اصلاحی پیدا شده اند. این ویروس‌ها اغلب از آنجا به گیاهـان زراعـی اطـراف، یـا در بـذر لینه‌های اصلاحی مورد آزمایش به محل‌های دورتر و سپس به مواد تکثیری گیاهی، که بـرای فروش تکثیر می‌شوند، راه یافته اند. این امر، دلیل انتشار جهانی پوتی ویروس موزائیک بـذر زاد نخود(PSbMV) در حدود سال ۱۹۶۰ می‌باشد.

استابس در سال ۱۹۵۶ خاطر نشان کرد که ویروس عامل بیماری کوتـولگی ابلـق هـویج در استرالیا که شته ناقل آن *Cavariella aegopodii* به فراوانی وجـود دارد و فاقـد دشـمن طبیعی است، بسیار سریع انتشار می‌یابد. در مقابل، انتشار آن در کالیفرنیا بـه سـبب پارازیتـه شدن ناقل توسط دشمن طبیعی، به کندی صورت می‌گیرد.

بطورکلی فعالیتهای انسانی ممکن است منجر به انتشار ویروس و ناقل در داخل کشور شود. برای مثال خاکهای قلمستانها در جنـوب انگلـیس غالبـاً شـامل نپوویروسـها و نـاقلین آنهـا می‌باشند، که می‌توانند همراه با گیاه میزبان، به خصـوص در صـورت نهفتگـی بیمـاری ، بـه مناطق دیگر حمل شوند. در عین حال، ناقلین زنده ویروسها ممکن است همراه بـا وسـائط نقلیه مانند هواپیمای مسافربری و باربری (بویژه مواد گیاهی مانند گیاهان زینتی) وارد شـده و پـس از آن، در محـیط‌هـای جدیـد ممکـن اسـت جـایگزین شـوند. تـریپس گـل غربـی *Frankliniella occidentalis* ابتدا در غرب آمریکا یافـت شـد. ایـن تـریپس در دهـه ۱۹۷۰ به شرق کوههای راکی تا به ایالات متحده شمالی، کانـادا و بـه چنـدین کشـور دیگـر مانندهاوائی ، کره جنوبی ، نیوزلند و پرو گسترش یافت.در دهه ۱۹۸۰ این تریپس، به احتمال زیاد همراه با گیاهان زینتی، به چندین کشور اروپای شمالی وارد شد که در آنجا در گلخانـه استقرار یافته و به جنـوب اروپاکـه ایـن حشـره قـبلاً بـه فضـای بـاز راه یافتـه، وارد شـده است.گسترش این حشره منجر به اپیدمی فوق العاده چند میزبانه توسپوویروس پژمردگی لکه ای گوجه فرنگی (TSWV) شده که در حال حاضر به صورت اپیـدمیک در چنـدین گیـاه زراعی در آمده است. بیوتیپ جدیدB و بسیار مهاجم سفید بالک پنبه که در اصل گرمسیری است گاهی اوقات به علت تولید عارضه برگ نقره ای در گیاهان تیره کـدوئیان، یـک گونـه مختلف به نام *Bemisia argantifolia* در نظر گرفته می‌شود. بیوتیپ B عمدتاً جایگزین سفید بالک پنبه معمولی (بیوتیپA) در جنوب غربی ایالات متحده آمریکـا تـا سـال ۱۹۹۱ شده بود. این منجر به تغییر در بروز نسـبی ویـروس‌هـای خـانواده *Closteroviridae* و *Geminiviridae* منتقل شونده با مگـس سـفید، شـد. بیوتیـپ B در اوائـل دهـه ۱۹۹۰ ، احتمالاً همراه با گیاهان زینتی وارد اروپا شد. هم اکنون این بیوتیپ تقریباً در سراسر جهـان،

از جمله مناطق نیمه گرمسیری و معتدله، گسترش یافته است. اخیراً این حشره در اروپا به اپیدمی‌های متعدد از جمله بیماریهای زردی در تعدادی از سبزیجات در گلخانه‌ها و اطراف آنها کمک کرده است.

- ناقلین هوازاد

شته‌های ناقل برای انتشار ویروس در مسافتهای کوتاه و طولانی اهمیت دارند. این موضوع همان قدر که برای ویروس‌های ناپایا مهم است، برای ویروس‌های پایا نیز می‌تواند اهمیت داشته باشد. برای مثال، مطالعات مفصلی روی حرکت شته‌ها در انگلستان انجام گرفته است. این مطالعات نشان می‌دهد که در صورت وجود گیاهان میزبان مناسب، هر ساله کل این جزیره توسط بسیاری از گونه‌های مهم شته کلونیزه می‌شود. این حرکت مستلزم طی مسافتی بیش از هزار کیلومتر است که معمولاً با یک پرواز انجام نمی گیرد. در این شرایط ممکن است چندین کلونیزاسیون متوالی انجام گردد. انتقال ناپایا توسط شته‌ها به ندرت از ۵۰ تا ۱۵۰ متر تجاوز می‌کند.شپشک‌های آردآلود که بادناویروس تورم جوانه کاکائو (CSSV) را منتقل می‌کنند، ممکن است تنها در مسافتهای کوتاه بخزند و از درختی به درخت دیگر، که شاخه‌های آنها به یکدیگر پیچیده است، حرکت کنند. چنین انتشار شعاعی ویروس گاهی اوقات به همراه پخش جهشی توسط شپشک‌های آردآلود بادزاد می‌باشد که منجر به شیوع ماهواره ای (ازهم جدا) در دره‌های کاکائو کاری شده است.شته‌ها و بویژه زنجرک‌های برگی ممکن است برای چندین ساعت پرواز کنند. پس از به پرواز در آمدن، این حشرات ممکن است با باد به جریانات هوائی ارتفاع بالا یا جریانات شدید ارتفاع پائین وزیده شوند. برای نمونه، شته‌های ناقل و لوتیوویروس کوتولگی زرد جو (BYDV) از ایالت تگزاس، کانزاس و اکلاهما در ایالات متحده در جهت شمال به آیووا یا حتی به مانیتوبا در کانادا حمل می‌شوند. اینها مسئول هجوم زود هنگام ویروس کوتولگی زرد جو می‌باشند. به طور مشابه، نانوویروس کوتولگی شبدر زیرزمینی (SCSV) که حبوبات علفی و همچنین حبوبات غذائی یکساله را آلوده می‌کند، ممکن است مسافتهای طولانی را با ناقل ابرمهاجر خود *Aphis craccivora* در استرالیا بپیماید.طول این مسافت از روی دریا دو هزار کیلومتر می‌باشد.

کنه‌های منتقل کننده ویروس، مانند *Aceria tulipa* که تریتیموویروس موزاییک رگه ای گندم (WSMV) را به طریق پایا منتقل می‌نماید، با باد تا فواصلی منتقل می شوند(شکل ۷).این انتقال در مسافتهای طولانی میسر نمی باشد برای اینکه کنه بسیار

ظریف بوده و به سرعت خشک می‌شود. ویروس‌های ناپایا به ندرت در مسافتهای دور قابل انتقال هستند. با وجود این، مدارک فزاینده ای وجود دارند مبنی بر اینکه ویروس‌های منتقل شونده ناپایا ممکن است به مدت ساعتها، زمانی که مثلاً در حین پرواز در مسافتهای طولانی دسترس فوری به گیاهان ندارند، توسط شته‌ها نگه داشته بشوند. برای مثال، پوتی ویروس موزاییک کوتولگی ذرت (MDMV) به مدت ۲۱ ساعت در شته *Schizaphis graminum* باقی می‌ماند. این ویروس برای سالیان دراز در آمریکای جنوبی محدود می‌شد، اما یک اپیدمی بزرگ ناگهانی در ذرت شیرین در ایالت مینوستا و سایر ایالات شمالی در سال ۱۹۷۷، که با یک الگوی هوائی در ارتباط بود، امکان حمل غیر معمولی شته در مسافت طولانی از جنوب به شمال را فراهم آورد.

- انتشار آبزاد

ویروسهای گیاهی آلوده کننده ای که از رودخانه‌ها و دریاچه‌ها جدا شدند شامل توباموویروس‌ها، یک *Potexvirus* ، TNV ، STNV ، ویروس پیسک میخک، CMV و ویروس لکه حلقوی میخک می‌باشند. تعداد زیادی از این ویروس‌ها بسیار پایدار بوده و فاقد ناقلین هوازادی هستند که گسترش آنها را در مسافتهای طولانی میسر سازد. این ویروسها در گیاهان، غلظت‌های بالایی داشته و با آزاد شدن از ریشه‌های آلوده شده می‌توانند بدون وجود ناقل، در ریشه گیاهان دیگر آلودگی ایجاد نمایند.

بسیاری از این ویروس‌ها دامنه میزبانی وسیعی دارند. تعداد زیادی از ویروس‌های آلوده کننده ، احتمالاً در نتیجه جذب روی سطح ذرات کلوئیدی آلی و غیر آلی به خصوص ذرات رس، به همراه آنها در آب حرکت می‌کنند. در این حالت آنها در مقایسه با ویروس‌های آزاد، مقاومت بسیار بیشتری در برابر غیر فعال شدن از خود نشان می‌دهند. همچنین مشخص شده است که بعضی از این ویروس‌ها می‌توانند بدون از دست دادن توانایی آلوده سازی، از لوله گوارش انسان عبور کنند. شواهد دیگری نشان می‌دهد که فاضلاب‌ها می‌توانند منبعی برای بعضی از ویروسهای آبزاد محسوب شوند. ویروس‌های آبزاد ممکن است یکی از عوامل وقوع زوال جنگل‌ها در اروپا باشند ولی برای روشن شدن پاسخ این سؤال، مطالعات بیشتری لازم دارد.

۳) منابع آلودگی

آلودگی به ویروس اکثراً از گیاهان کشت شده به عنوان گیاهان زراعی یا از رویش طبیعی گیاهان وحشی، به وجود می‌آید. گیاهانی که از آنها حمله ویروس به گیاه محصول یا سایر جمعیت‌های گیاهی شروع می‌شود، منابع اولیه آلودگی می‌باشند.زمانی که گیاهان جدیدآلوده می‌شوند، بلافاصله به صورت منابع ثانوی گسترش بعدی ویروس عمل می‌کنند و به همین ترتیب ادامه می‌یابد. مؤثر بودن گیاهان به عنوان منابع آلودگی بستگی به سرعت و اندازه تکثیر ویروس در آنها دارد. البته ممکن است گیاهانی که به عنوان منابع آلودگی عمل می‌کنند، همزمان به عنوان منابع آلودگی برای ناقل نیز(چنانچه ناقلین بر روی آنها تکثیر یابند) عمل کنند.

۳-۱ گیاهان زراعی

آلودگی اغلب از درون خود گیاه محصول نشأت می‌گیرد بویژه اگر گیاه زراعی از مواد رویشی آلوده به مواد تکثیری میکروارگانیسمهای آلوده کننده تولید شوند. چنین احتمال آلودگی برای مواد رویشی گیاهی معمولاً وجود دارد، اما در بذر برخی گیاهان محصول نیز ممکن است این احتمال بالا باشد. گیاهان حاصله از مواد رویشی آلوده به صورت بالقوه منابع اولیه وخطرناک آلودگی هستند برای اینکه این گیاهان از همان آغاز رویش در میان گیاهان محصول حضور دارند. ویروس‌های موزاییک پیسک سبز خیار (CGMMV)، پیسک ملایم فلفل (PMMV) وتوبموویروس موزاییک گوجه فرنگی (ToMV) به صورت مکانیکی به آسانی گسترش بیشتری می‌یابند. پوتی ویروسهای موزاییک معمولی لوبیا (BCMV)، موزاییک کاهو (LMV)و موزاییک سویا (SMV)به آسانی از آلودگی‌های بذر زاد توسط گونه‌های متنوع شته به طور ناپایا به سرعت گسترش پیدا می‌کنند. این پوتی ویروس‌ها دارای طیف میزبانی محدود می‌باشند و بذر آلوده به آنها، منبع اولیه آلودگی است. بوجود آمدن اپیدمی حمله ویروسی در گیاهان دائمی مانند شبدر، رازک، مو و درختان میوه از احتمال نسبتاً بالایی برخوردار است برای اینکه وقتی گیاهان آلوده شدند ممکن است برای مدتهای طولانی به صورت منابع آلودگی عمل کنند.

آلودگی در گیاهان یکساله نیز ممکن است از گیاهان محافظ زمین یا داوطلب، یا ار گیاهان تکثیر شونده به طریق رویشی با حفظ دائمی آلودگی، یا از گیاهان حاصل از ریزش قبل از رسیدگی بذر در زمان برداشت، در صورتی که ویروس‌هاتوسط بذر قابل انتقال باشند، به وجود آید. باقی ماندن غده‌های سیب زمینی در زمین در نتیجه برداشت مکانیزه، باعث

نگرانی‌های قابل ملاحظه ای در اروپای غربی پس از زمستانهای ملایم می‌شود. ریشه‌های مو در خاک تاکستان ممکن است برای چندین سال به زندگی خود ادامه دهند که در این مدت نماتدها می توانند نپوویروس برگ بادبزنی(GFLV) را از آنها منتقل سازند. گیاهان رازک ممکن است از تکه‌های باقی مانده در زمین پس از برداشت و حفظ بقاء خود به مدت چندین سال در گندمیان علفی یا علف‌های هرز زمین آیشی، و یا در گیاهان کشت شده بعدی، سبز شوند. نماتدها ممکن است نژاد رازک نپوویروس موزاییک آرابیس(ArMV) را از آنها گرفته و موجب بیماری سرگزیدگی در گیاهان جدید رازک بشوند. گزارش شده است که انجام آبیاری می‌تواند جوانه زنی بقایای محصول مانند ریشه‌ها یا کلش باقی مانده در زمین از گیاهان نظیر ریشه‌های نیشکر، پنبه، و برنج را افزایش داده و به این ترتیب به انتقال ویروس‌ها و ناقلین آنها کمک کند.

گیاهان زراعی دائمی در مزارع مختلف اغلب با یکدیگر همپوشانی دارند. در آن صورت، آلودگی مزارع تازه کشت شده ممکن است از همان گونه‌های گیاهی موجود در مزارع مجاور نشأت بگیرد. فصل‌های رویش گیاهان یکساله مانند چغندر، کلم و هویج که به صورت طبیعی همپوشانی ندارند ممکن است توسط گیاهانی که به منظور تولید بذری در همان ناحیه تولید می‌شوند، به هم ارتباط داده شوند. گیاهان زراعی یکساله با فصل رویش کوتاه نیز ممکن است در نواحی با زمستان‌های ملایم که گیاهان زراعی به رشد خود ادامه می‌دهند یا به صورت سالم در مزرعه برای برداشت در بهار بعدی می‌مانند، همپوشانی داشته باشند. این امر در مورد تره فرنگی در اروپای غربی و چغندرقند در کالیفرنیا در فاصله بین سال‌های ۱۹۶۰ و ۱۹۷۰ اتفاق افتاد که منجر به اپیدمی‌های ویروسی شدند. ریسک اپیدمی ویروسی در اثر اصلاح برای مقاومت زمستانی یا هنگامی که کشت و داشت در ماههای سرد در تونل‌های پلاستیکی یا ساختمانهای دیگر ارزان قیمت ادامه می‌یابد، افزایش بیشتری پیدا می‌کند. در شرایط آب و هوایی خشک، آبیاری ممکن است کشت محصول دوم را فراهم کند. این امر در مال نیجریه در سال ۱۹۷۵ منجر به اپیدمی‌های بیسابقه بیماری پرپشتی بادام زمینی در محصولات دیمی بادام زمینی شد. بادام زمینی‌ها از گیاهان آبیاری شده در فصل خشک قبلی یا از گیاهان داوطلب حاصله، آلوده شدند.

شناسائی منابع آلودگی در مزارع مختلف یک نوع گیاه زراعی موقعی که کولتیوارهای کشت شده به صورت غیرعادی به ویروس عکس العمل نشان می‌دهند یا حامل‌ها فاقد علایم مشخص هستند ممکن است دشوار باشد. این مشکل در سیب زمینیریا، که کولتیوارها اغلب

به صورت واضح به آلودگی ویروسی واکنش نشان نمی دهند، آشکار است، که با وجود نهفتگی ، کولتیوارهای حساس همجوار را تهدید می‌کنند.

آلوده شدن گیاهان زراعی اغلب از گونه‌های گیاهی کاملاً متفاوت صورت می‌گیرد. پوتی ویروس موزاییک زرد لوبیا (BYMV)، که عمدتاً میروس حبوبات می‌باشد، ممکن است برخی گیاهان دیگر را آلوده سازد. اکثر گلایولهای زینتی آلودگی ویروسی دارند، اگرچه از ویروس رنج نمی برند و این گیاهان در صورتی که در جوار لوبیا کاشته شوند ممکن است تهدید جدی به لوبیای معمولی معمولی باشند. اخیراً معلوم شده است که لوبیا به عنوان میزبان رابط بگوموویروس پیچیدگی برگ زرد گوجه فرنگی (TYLCV) در گیاهان گوجه فرنگی عمل می‌کند. ویروسهای دیگر دارای طیف‌های میزبانی وسیعی هستند. به عنوان نمونه، کوکوموویروس موزاییک خیار (CMV) حدود ۸۰۰ گونه گیاهی مشتمل بر گیاهان چوبی، متعلق به حدود ۸۵ خانواده گیاهی را می‌تواند آلوده کند. گیاهان منبع آلودگی ممکن است کاملاً فاقد علامت ابتلا به ویروس باشند. یونجه آلوده به ویروس برگ قاشقی لوبیا در تابستان یا در کشورهای گرمسیری علایمی نشان نمی دهد یا ممکن است تنها زردی رگبرگ در بخش خنک فصل، به صورتی که در اروپای غربی مشهود است، نشان دهد. این ویروس و ویروسهای دیگر خانواده *Luteoviridae* به صورت پایا توسط در مسافتهای طولانی انتقال می‌یابند. این نوع ویروس‌ها موجب زردی شدید و کوتولگی در تعدادی از حبوبات یکساله که غذای دام هستند، مانند لوبیاها(شامل لوبیای معمولی و باقلا)، نخود ایرانی، لوبیا چشم بلبلی، عدس، باقلای مصری یا لوبیا گرگی، نخود و سویا و در لگوم‌های مناسب برای تغذیه دام می‌شوند.سطوح قدیمی شبدر اغلب طیف وسیعی از ویروس‌ها، از جمله پوتی ویروس موزاییک زرد لوبیا (BYMV)، کوکوموویروس کوتولگی بادام زمینی (PSV) ، نپوویروس لکه حلقوی توتون (TRSV)و پوتکس ویروس موزاییک شبدر سفید (WClMV) را در خود پناه می‌دهند.

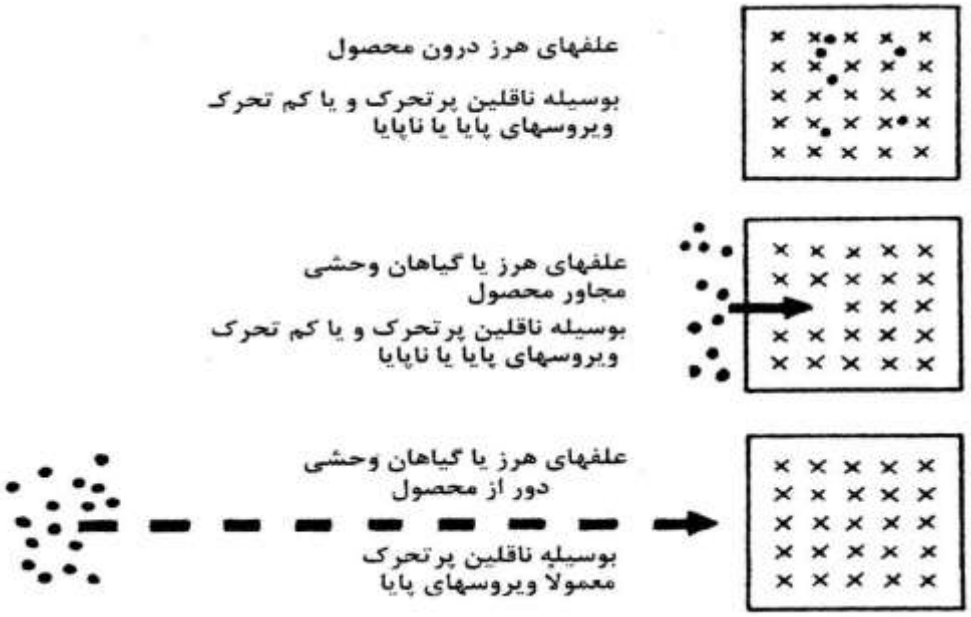
باغچه‌های خصوصی دارای سبزیجات و گیاهان زینتی و مزارع آزمایشی و کلکسیون‌های ژرم پلاسم واقع در ایستگاههای اصلاح گیاهی، با توجه به وجود ژنوتیپ‌های بسیار متنوع و اغلب با تکثیر رویشی، منابع دیگر آلودگی ویروس برای گیاهان کشت شده همجوار می‌باشند. ویروس‌های بیگانه به منطقه اغلب از این طریق وارد می‌شوند.

۳-۲ گیاهان وحشی

گیاهان غیر زراعی در بین گیاهان کشت شده یا در مجاورت آن‌ها یا در پوشش سبز وحشی، به علت اثرشان در اکولوژی ویروسهای زراعی، به صورت یک موضوع با اهمیت روزافزون درآمده است. در آفریقا بادناویروس تورم جوانه کاکائو(CSSV) و ناقل آن، شپشک آردآلود، از گونه‌های درختی وحشی همجوار به گیاهان کاکائو راه یافته است. مسترویروس رگه ای شدن(MSV) ذرت نیز از علفهای بومی به ذرت سرایت کرده است. با ارتباط طولانی مدت بین ویروس و گونه‌های میزبان ، در طبیعت آلودگی اغلب بدون علامت بیماری می‌باشد. پوشش گیاهی وحشی در عین حال ممکن است بسیاری از ویروسهای " وحشی " را در خود پناه بدهد. ویروس‌های خاکزاد، اگرچه ظاهر نمی شوند، اغلب در گیاهان وحشی شایع هستند. چنین ویروس‌هایی ممکن است توسط نماتدهای ساکن در خاک از ریشه‌های گیاهان وحشی انتقال یابند و در بذر آن‌ها ممکن است برای سالها باقی بمانند. تبدیل زمین‌ها به مزارع کشاورزی ممکن است منجر به قرار گرفتن ژنوتیپ‌های زراعی آسیب پذیر در برابر آلودگی ناشی از گیاهان وحشی باقی مانده یا ناقلین ویروسی که به گیاه تازه کشت شده سوق داده شده اند، یا مورد حمله قرار گرفتن این گیاه توسط ناقلین شود. در آن صورت، ممکن است نقش " ظهور فیلم" آلودگی طبیعی اکوسیستم با ویروس خاکزاد را بازی کند.

۳-۳ علفهای هرز و سایر میزبانهای واسط

علفهای هرز، گیاهان وحشی یا ناخواسته ای هستند که در میان گیاهان زراعی رشد می‌کنند. بیشتر ویروسها دارای میزبانهایی در بین علفهای هرز با سایر گیاهان واسط هستند که منابعی را جهت آلودگی گیاهان مهم زراعی فراهم می‌کنند. هنگامی که روشهای کنترل این نوع ویروس‌ها را بررسی می‌کنیم، تعیین منابع و کانونهای اولیه آلودگی که ازآنها ویروس به داخل مزرعه منتشر می‌شود بسیار مهم است.



شکل ۵ _ نمودار انتشار ویروس از علفهای هرز داخل، مجاورو ناحیه دوردست محصول زراعی

سه کانون اصلی آلودگی معمولاً شناخته شده است. انتشار آلودگی ممکن است از علفهای هرز آلوده درون محصول و یا علفهای هرز یا گیاهان آلوده در زمین مجاور محصول و یا از گیاهان آلوده در نواحی دورتر باشد(شکل ۵). نزدیکی علفهای هرز برای انتقال ویروس به گیاهان زراعی توسط نماتدها که از تحرک اندکی در خاک برخوردا هستند، لازم می‌باشد. این امر در مورد انتقال ناپایا توسط شته‌ها که معمولاً در مسافتهای طولانی تر از ۵۰ -۱۰۰ متر انجام نمی‌گیرد نیز صادق است. در انتقال پایا توسط حشرات، مسافت عامل بسیار مهمی نیست.

۳-۳-۱ علفهای هرز درون محصول

اهمیت وجود علفهای هرز آلوده در داخل محصول به عنوان منبع و کانون آلودگی از سال ۱۹۲۵ در ایالت ویسکانسین امریکا مشاهده گردید، موقعی که بوته‌های خیار آلوده به ویروس موزاییک خیار (CMV) به صورت نواحی پراکنده در اطراف علفهای هرز دائمی (*Asclepias syriaca*) آلوده به CMV وجود داشت. این علف هرز زمستانگذرانی نموده و در بهار مجدداً رشد می‌کند.

اخیراً مشخص شده که CMV در علف هرز گندمک در انگلستان زمستان گذرانی می‌کند که منبع آلودگی برای کاهوهای فصل بعد می‌باشند.ویروس از این علف هرز توسط شته به

کاهو منتقل می‌شود و چون CMV در گندمک بذرزاد است این علف هرز می‌تواند منبع آلودگی برای سالهای متمادی باشد.

علفهای هرز داخل مزرعه همچنین به عنوان منابع مهم آلودگی نماتدهای مختلف ناقل ویروس هستند. بسیاری از علفهای معمول در زمینهای زراعی از میزبانها طبیعی نماتدهای ناقل ویروس می‌باشند، ویروس‌هایی که ناقل نماتدی دارند اغلب به حد بالایی در این علفها بذرزاد هستند. در نتیجه اکولوژی این ویروسها خیلی نزدیک به اکولوژی ناقلینشان می‌باشد و پایداری ویروسهایی که ناقل نماتدی دارند در علفهای هرز، عامل مهم در اپیدمولوژی آنها است.

منبع دیگر آلودگی درون محصول، گیاهانی است که از محصول فصل گذشته در مزرعه به وجود می‌آید. برای مثال، وجود این نوع گیاهان خودرو در مزارع سیبزمینی و چغندرقند معمول است و اغلب هم آلوده به ویروس می‌باشند. انتشار ویروسهای وای سیب زمینی (PVY) و برگ قاشقی سیب زمینی (PLRV) به وسیله شته از غده‌های خودرو در انگلستان، ویروس‌های موزاییک چغندر و زردی چغندر از بوته‌های خودرو در ایالت واشنگتن، همچنین، ویروس پیچیدگی برگ پنبهدر سودان که بوسیله مگس سفید منتقل می‌شود و ممکن است از بوته‌های پنبه آلوده باقی مانده از سال گذشته به گیاهان سالم مزرعه انتشار یابد. همچنین در منطقه کلمبیا در واشنگتن بوته‌های خودروی هویج منبع زمستان گذرانی ویروسهای برگ باریک هویج و کوتولگی ابلق هویج می‌باشند.ویروس کوتولگی زرد پیاز نیز قبل از آلودگی پیازهای فصل جاری در پیازهای خودروزمستان گذرانی می‌نماید.

این مثالها، تأکیدی بر اهمیت کنترل علفهای هرز درون محصول و اقدامات زراعی مناسب و کافی برای جلوگیری از رشد گیاهان خودرو می‌باشد.

۳-۳-۲ منابع مجاور محصول

درختان، درختچه‌ها و گیاهان علفی آلوده که در مجاورت محصول زراعی رشد می‌کنند ممکن است منبع آلودگی ویروس را فراهم کنند. این گیاهان ممکن است کانونهای منحصر به فرد آلودگی محصول و یا ممکن است منبع اولیه آلودگی باشند، که از گیاهانی که درون مزرعه آلوده می‌شوند انتشار ثانوی ویروس انجام شود. به هنگام تفسیر این گونه آلودگی‌ها بایستی دقت نمود که وجود تعداد زیادی گیاه آلوده نزدیک به حاشیه مزرعه، همیشه نشان دهنده نزدیک بودن منبع آلودگی نیست، گاهی آلودگی زیاد در حاشیه مزرعه، در اثر آمدن ناقل از بیرون مزرعه است به این صورت که منبع آلودگی ممکن است در فاصله نسبتاً دور

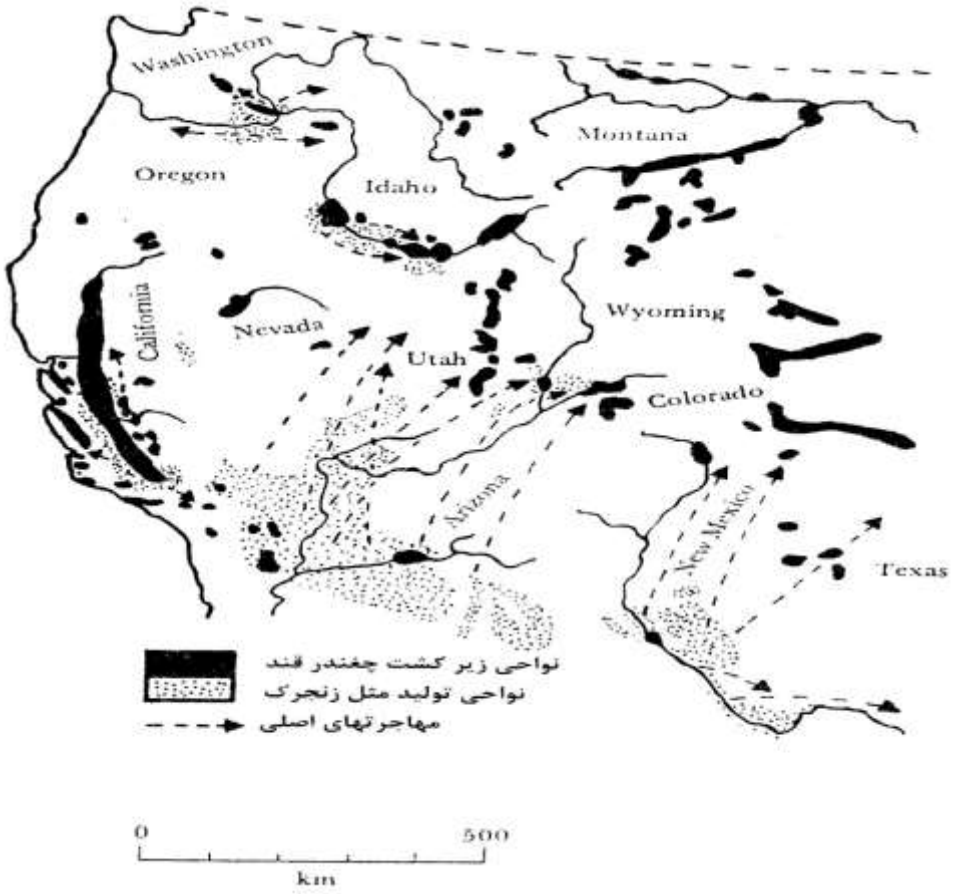
از مزرعه باشد و ناقل مسافت زیادی را طی کرده و در حاشیه مزرعه تجمع پیدا کرده باشد. این حالت اغلب در مجاورت پرچینها و یا بادشکنها اتفاق می‌افتد که برخورد جریان هوا با این موانع به هنگام ورود حشرات به داخل مزرعه موجب سقوط ناگهانی آنها و تجمع آنها در حاشیه خواهد شد.اغلب انتشار ویروس از گیاهان میزبان مجاور ممکن است با پیر شدن و پژمردگی گیاهانی که در ابتدا آلوده شده اند صورت گیرد. در این شرایط، ناقل ممکن است ایجاد افراد بالدار نموده و با پرواز خود ویروس را به گیاهان مجاور انتقال دهد. این نوع انتشار در ایجاد همه گیری ویروس کوتولگی زرد جو در کالیفرنیا گزارش شده است، که شته‌ها از علفهای هرز در حال پژمردگی به غلات جوان در مزارع مجاور منتقل شده اند.

کنترل علفهای هرز و یا سایر گیاهان از حاشیه مزارع با عملیات زراعی، سوزاندن و یا استفاده از علف کشها، اغلب مؤثرترین راه جلوگیری از انتشار این گونه ویروس‌ها است.

۳-۳-۳ منابع دور

انتشار کورتوویروس پیچیدگی بوته چغندر قند(BCTV) به وسیله حرکت و مهاجرت ناقلین از روی علفهای هرز آلوده از فواصل دوردست مثال کلاسیک ازانتشارویروس ازفواصل نسبتاً دوربه داخل محصول است. هم ویروس وهم زنجرک ناقل *Circulifer tennellus* برروی انواع علفهای هرز از جمله گونه‌های خانواده چغندیان در نواحی گرم مانند کالیفرنیا،آریزونا و نیومکزیکو زمستان گذرانی می‌کنند.

جمعیت زیادی از زنجرکها در زمستان و اوایل بهار بر روی علفهای هرز تولید می‌شوند که با پیر شدن علفهای هرز در اواخر بهار از روی آنها مجبور به مهاجرت می‌شوند.اگر جریان باد موافق باشد، زنجرک‌ها تا فاصله قابل ملاحظه ای به وسیله باد منتقل شده و مزارع چغندر را در فواصل دور آلوده می‌کنند،که ناگهان ویروس در منطقه وسیعی ظاهر می‌شود.همچنین زنجره‌ها در کشور زیمبابوه،مسترویروس رگه ای شدن ذرت(MSV) را از نواحی با مراتع وسیع در آخر فصل خشک که این نواحی رو به تخریب می‌گذارند، به بوته‌های آبیاری شده ذرت حمل می‌کنند.



شکل ۶_ انتقال ویروس پیچیدگی بوته چغندر(BCTV) درفواصل طولانی به وسیله پرواز زنجرکها در غرب ایالات متحده.

بطور کلی مقدار مایه، در پوشش گیاهی وحشی و علف‌های هرز به مقدار قابل ملاحظه ای توسط گیاهان پذیرای همجوار افزایش می‌یابد.

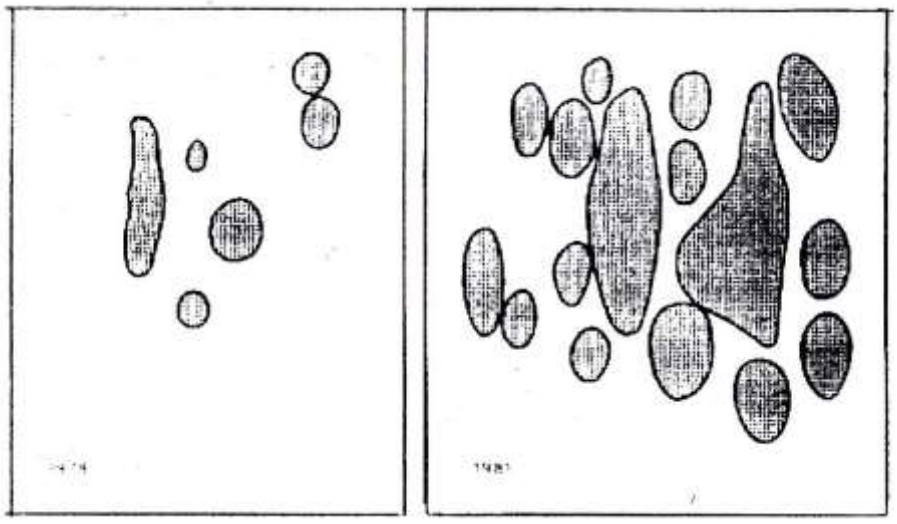
افزایش کوکوموویروس موزاییک خیار در گندمک رایج در مناطقی در سوئیس، با کشت و برداشت مداوم توتون، بالاتر از افزایش آن در مناطقی با زراعت متناوب بوده است.

بنابراین یک گیاه وحشی ممکن است به صورت پناهگاهی برای ویروس‌های گیاهان زراعی عمل کند و به بروز ویروس‌ها در مناطق جدید کمک کند. مثلاً وجود پوتی ویروس وای سیب زمینی (PVY) در پوشش وحشی، عمدتاً گیاه تاج ریزی سنجدی (*Solanum gracile*)، در ایالت فلوریدا به بروز PVY در تولید تجاری سیب زمینی در این منطقه منجر شده است. گیاهان فلفل و گوجه فرنگی بعداً تنها در مناطقی که در آنها در سال‌های قبل سیب زمینی کشت شده بود شدیداً خسارت دیدند. اکثر ویروس‌های خاکزاد و ناقلین آنها ممکن است برای سال‌ها در گیاهان وحشی یا علف‌های هرز، در غیاب یک گیاه زراعی

پذیرنده باقی بمانند. بخش عمده ژرم پلاسم که قبلاً از آن نام برده شده، به صورت وحشی جمع آوری شده است. این ژرم پلاسم غالباً شامل ویروس‌هایی هستند که گونه‌های گیاهی در خاستگاهشان در برابر آن‌ها متحمل شده اند.

۳-۴ منابع دیگرآلودگی

خاک زیر بنای مهم و پیچیده در اکولوژی تعدادی از ویروس‌های گیاهی است. آلودگی خاک اکثراً با نوع خاک ارتباط دارد (ویروس‌های منتقل شونده با نماتدهای تریکودوریده در خاک شنی به وجود می‌آیند) یا در محل‌های مرطوب بروز می‌کنند (ویروس‌های منتقل شونده با قارچ‌های خاکزاد). انتقال ویروس از طریق خاک اکثراً آهسته است به طوری که این بیماریهای ویروسی اکثراً به صورت لکه ای بوجود می‌آیند که ممکن است سال به سال به تدریج بزرگتر شوند(شکل۷).



شـ

کل۷ _ به وجود آمدن لکه ای بیموویروس موزائیک زرد جو که از طریق قارچ Polymyxa منتقل می‌شود و افزایش مقدار آن در طول مدت سه سال. (Huth,1984)

با وجود این، اکثر ویروس‌هایی که با نماتدها منتقل می‌شوند میزان بالائی از انتقال بذری را در بسیاری از میزبانها دارند تا پخش هوائی ویروس را در مسافتهای طولانی تضمین کند. ردیابی ویروس در خاکی که جدیداً از بذر و اسپورهای در حال استراحت به حرکت آمده توسط باد یا وسائل نقلیه آلوده شده، ممکن است چندین سال به طول انجامد برای اینکه گسترش موضعی از طریق خاکهرگز حالت انفجاری ندارد. موقعی که خاک آلوده می‌شود، ممکن است همیشه به صورت آلوده باقی بماند. اکثر ویروسهای خاکزاد دارای طیف وسیعی

از میزبانها از جمله علفهای هرز می‌باشند و تعدادی از ویروسهای خاکزاد در بذور گیاهان و در اسپورهای در حالت استراحت قارچ‌های ناقل خود، برای همیشه باقی می‌مانند.

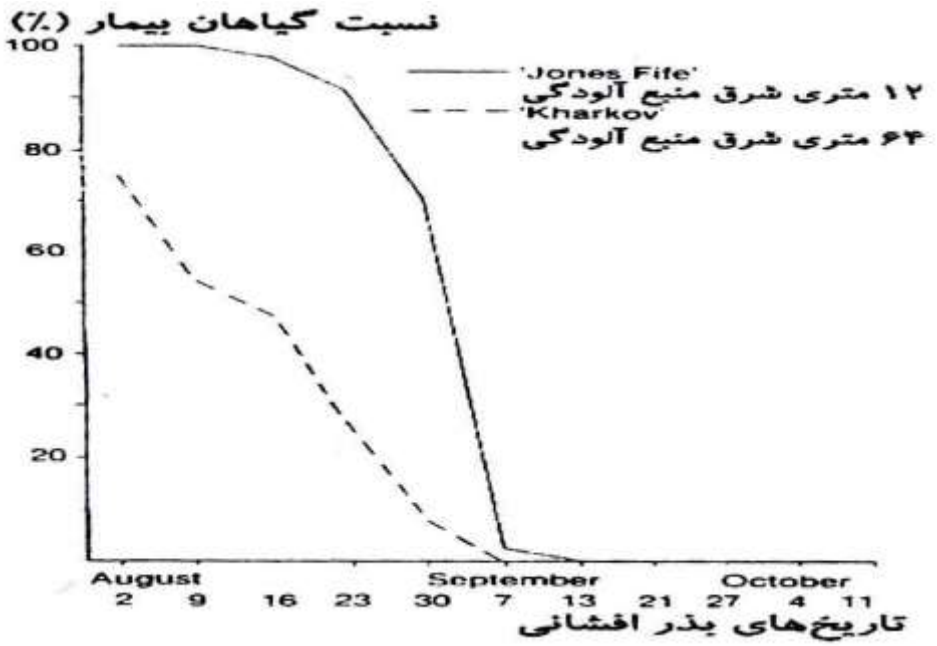
عملیات باغبانی و کشاورزی

فعالیتهای کشاورزی و باغبانی، اثرات بسیار گوناگونی روی وقوع بیماریهای ویروسی داشته و خواهند داشت. بسیاری از این فعالیتهاتأثیر موضعی داشته ولی بعضی دیگر، نتایج وسیعی در یک کشور یا در مقیاس جهانی بر جای می‌گذارد.

۱- عملیاتی که دارای اثرات موضعی است.

۱-۱ تاریخ کشت

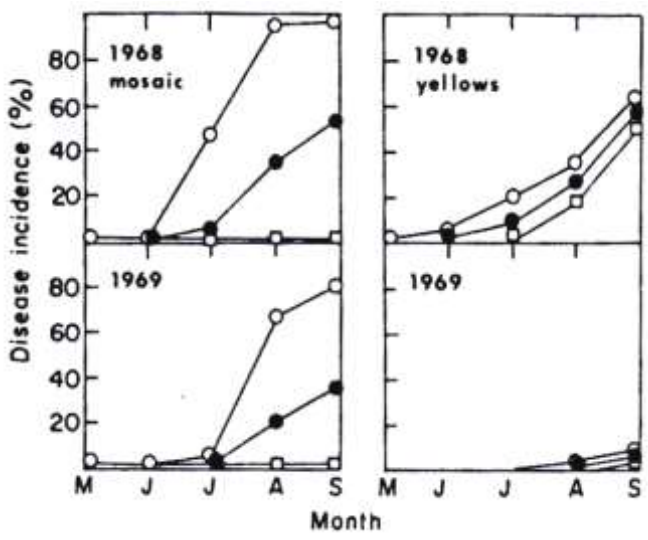
تاریخ کشت می‌تواند نقش بسیار مهمی در ارتباط با مهاجرت ناقلین هوازاد داشته باشد. هرگونه تغییر در عملیات کشت که موجب فراهم شدن محصولی زمستان گذران برای ناقل یا ویروس گردد، احتمالاً موجب افزایش وقوع ویروس خواهد شد. تغییر در زمان بذر افشانی یا نشاء کاری ممکن است آلودگی ویروسی را به طور چشمگیری تغییر دهد. تمدید فصل بذرافشانی، به منظور عرضه تولید به بازارهای جدید یا برای فرآوری صنعتی در دوره زمانی طولانی تر ، مثلاً در مورد سبزیجات بهاری، کشت‌های بعدی را در معرض تراکم‌های بالای جمعیت شته قرار می‌دهد. در این صورت، تعداد بسیار زیادی از ویروسهای هوازی در آنها به وجود می‌آیند. بذرکاری گیاهان زراعی، در اوائل پاییز، که باید زمستان گذرانی کنند؛ به نحوی که گیاه در پاییز که ناقلین هنوز فعال هستند سبز شوند، نیز باعث افزایش احتمال آلودگی می‌شود. این امر در مورد بذر افشانی گندم زمستانه در ایالت آلبرتا در کشور کانادا صدق می‌کند که در این صورت به طور شدید از تری تیمو ویروس کنه زاد موزائیک رگه ای گندم صدمه می‌بیند.(شکل ۸)



شکل ۸ _ ا ثر تاریخ کشت دربروز تریتیموویروس کنه زاد موزائیک رگه ای گندم (WSMV) در دو کولتیوار گندم زمستانه در آلبرتا، کانادا در فواصل مختلف ازمنبع آلودگی در گندم بهاره (Slykhus et al, 1957)

بذر افشانی پیش از موعد مقرر حبوبات و غلات سردسیری در خاورمیانه و شمال آفریقا اغلب منجر به بروز زیاد *Luteovirus*های منتقل شده با شته، از قبیل کوتولگی زرد جو در غلات می‌شود. حبوبات غذایی یکساله کشت شده در بهار در نواحی با حبوبات علفی دائمی مانند یونجه و شبدر توسط تعداد زیادی از شته‌ها در اوائل دوره رشد محصول یکساله، بویژه زمانی که شته‌ها با برداشت زودهنگام محصول علفی مجبور به ترک مزرعه می‌شوند، مورد حمله قرار می‌گیرند.

۱-۲ تناوب زراعی



نوع تناوب زراعی می‌تواند روی وقوع ویروس‌های زمستان گذران در علف‌های هرز و یا گیاهان داوطلب، تأثیر مهمی داشته باشند.در محصولات خاصی مثل سیب زمینی، ممکن است تعداد گیاهان داوطلبی که می‌توانند حامل ویروس باشند زیاد بوده و برای چندین سال در مزرعه دوام آورند. اهمیت گیاهان داوطلب در انتشار ویروس‌های چغندر

در ۴ نمودار شرح داده شده است. این شکل رابطه بین چغندر قندهای داوطلب و وقوع BWYV و BtMV را در زمینهای چغندر در ایالت واشنگتن در سالهای ۱۹۶۸ و ۱۹۶۹ نشان می‌دهد. °، زمینهای شامل گیاهان داوطلب؛•، زمینهای مجاور به گیاهان داوطلب و زمینهایی است که حداقل ۱ مایل از گیاهان داوطلب فاصله دارند.

۱-۳ عملیات تهیه زمین و کا شت

عملیات تهیه زمین و کاشت می‌تواند روی انتشار و بقای ویروسهایی که در خاک و یا در بقایای گیاهی حضور دارند، تأثیر بگذارد. همچنین نماتدها و قارچ‌های ناقل ممکن است در نتیجه جابه جایی طی عملیات تهیه زمین و کاشت، گسترش یابند. میزان جمعیت این ناقلین نیز می‌تواند به طور مشخصی تحت تأثیر عملیات فوق قرار گیرد. قبلاً تصور می‌شد که BNYVV عامل بیماری رایزومونیا به طور معناداری بوسیله مهاجرت منتشر می‌شود. حال آنکه تحقیقات اخیر در مقایسه بین انتشار بوسیله مهاجرت و انتشار توسط جابه جایی فیزیکی طی عملیات تهیه زمین و کاشت نشان داد که عامل دوم عامل اصلی در انتشار ویروس از منبع اولیه بوده است (Harveson et al ,1996)

۱-۴ اندازه مزرعه

تأثیر مزرعه روی انتشار ویروس، به میزان زیادی به منبع اولیه آلودگی بستگی خواهد داشت. اگر ویروس از خارج وارد مزرعه شود، در این صورت تجمع محصول در مزارع بزرگ و به شکل فشرده، وقوع آلودگی را به حداقل کاهش می‌دهد. افزایش اندازه مزرعه برای تسهیل مکانیزاسیون، گیاهان کمتری را در معرض صدمه ویروس‌های منتقل شونده ناپایا با شته، قرار می‌دهد. این ویروس‌ها اکثراً به همراه شته‌ها از گیاهان زراعی یا پوشش گیاهی وحشی همجوارورد می‌شوندو مزارع بزرگ، در مقایسه با مزارع کوچک، دارای محیط کوچکتری نسبت به سکونت یا باقی ماندن در نزدیکی حاشیه مزرعه یا حرکت آسانتر بین مزارع تمایل بیشتری دارند. برعکس، ویروس‌های پایایی که با ناقلین مهاجر حمل می‌شوند ممکن است در مزارع بزرگ غالب تر باشند اما در عین حال هیچ قاعده کلی وجود ندارد.

۱-۵ اندازه گیاهان و تراکم کشت

ناقلین هوازاد ممکن است ویروس را از بیرون مزرعه به محصول وارد کنند. بنابراین نسبت آلودگی گیاهانی که در یک منطقه به صورت پراکنده کشت شده اند در مقایسه با حالتی که نزدیک به هم هستند، بیشتر خواهد بود. بوته‌های متراکم آلودگی با ویروس‌هایی را که توسط حشرات منتقل

می‌شوند، محدود می‌کنند. با افزایش محدودیت در سایه انداز گیاه زراعی ، اغلب از میزان نشست شته بر روی آن کاسته می‌شود و شته‌ها در گیاهان متراکم، نسبت به گیاهان دورتر از هم، به سهولت حرکت نمی کنند. تأخیر در کامل شدن سایه انداز ، تعداد شته‌های نشسته روی گیاه زراعی و حرکت آن را افزایش می‌دهد. همچنین از آن جا که گیاهان بزرگ تر بیشتر در معرض ناقلین هوازاد قرار دارند، انتظار می‌رود که گیاهان بزرگ در مقایسه با گیاهان کوچک تر، آسان تر به ویروس‌ها آلوده شوند.

۱-۶ همگن بودن گیاه زراعی

همگن بودن گیاه زراعی، نسبت به انتقال بدون مانع ویروس از یک گیاه(مشکوک به آلودگی) به گیاه دیگر کمک می‌کند. کشت وسیع معدودی از کولتیوارهای همگن از نظر ژنتیکیریا، ممکن است نه تنها غلظت ماده تلقیح ویروس را افزایش دهد بلکه تراکم ناقل آن نیز که انتشار و بروز بیماری‌های ویروسی دیگر گیاهان محصول را تحت تأثیر قرار می‌دهد، بالا می‌رود. بگوموویروسهای موزاییک طلائی لوبیا(BGMV)، موزاییک کوتولگی لوبیا(BDMV) و برخی بگوموویروس‌های دیگر که توسط مگس سفید منتقل می‌شوند در دهه ۱۹۸۰ به صورت یک عامل محدود کننده در کشت و داشت سنتی لوبیای معمولی در برزیل و دیگر کشورهای آمریکای لاتین در آمدند ناشی از گسترش بی رویه کشت سویا، به دلیل دارا بودن جذابیت فوق العاده آن برای صادرات و همچنین به عنوان یک گونه غذائی عالی برای سفید بالک پنبه بودند.

۱-۷ تأثیر گلخانه‌ها

گلخانه‌ها و تونل‌های پلی تن برای بقای ویروس‌های پایداری مثل TMV ، مکانهای مناسبی محسوب می‌شوند. زیرا این ساختمانها در یک محل به طور ثابت باقی مانده و برای کشت متمرکز استفاده می‌شوند. از طرف دیگر این ساختمانها، مانعی در برابر ویروس‌های هوازاد هستند. بعضی از ویروس‌ها مانند ویروس پژمردگی لکه ای گوجه فرنگی (TSWV) ، بیشتر به شرایط آب و هوای نواحی گرمسیری و نیمه گرمسیری سازگار می‌باشند. از این رو گلخانه‌هایی که به طور معمول در نواحی با زمستان‌های سرد مورد استفاده قرار می‌گیرد، شرایط مطلوبی برای ورود چنین ویروس‌هایی فراهم می‌کنند.

۱-۸ عملیات گرده افشانی

عملیات باغبانی شامل کشت مخلوط واریته‌ها به منظور گرده افشانی در باغات، ممکن است برای انتشار ویروس‌های گرده زاد مناسب باشد.

۱-۹ نهالستان‌ها به عنوان منابع آلودگی

نهالستان‌ها به خصوص در محل‌هایی که برای چند سال استفاده شده اند، ممکن است منابع مهمی برای آلودگی ویروسی محسوب گردند.

۲- عملیاتی که دارای اثراتی در مقیاس بزرگ می‌باشند.

۲-۱ انتخاب گیاهان و اصلاح نبات

انتخاب گیاه و به دنبال آن اصلاح نباتات، منجر به تولید گیاهانی با ژنوتیپ جدید شده است که واکنش‌های متفاوتی در برابر ویروس‌های موجود از خود نشان می‌دهند.

۲-۲ روش‌های پیوند زدن

روش‌های پیوند زدن علاوه بر نقشی که در گسترش ویروسها دارند، با انتخاب نژادهای ویروسی و ورود آنها به گونه‌ها و واریته‌هایی از گیاهان که قبلاً آلوده نشده اند، موجب بروز بیماری‌های جدیدی شده اند.

۲-۳ کشت در مناطق دست نخورده

کشت در مناطق دست نخورده توسط انسان‌ها، موجب ایجاد جوامع جدیدی از گیاهان شده است. این جوامع شامل گونه‌های مفید و نیز علف‌های هرز همراه کشت می‌باشند. در صورت استقرار این جوامع کشاورزی در مجاورت گیاهان بومی، فرصت زیادی برای حرکت ویروس‌ها و ناقلین آنها روی گیاهانی که قبلاً غیرآلوده بوده اند، فراهم شده و در نتیجه امکان ظهور نژادها و نیز ناقلین جدید ویروسی بوجود می‌آید.

۲-۴ جا به جایی محصولات گیاهی به کشورهای دور

همانند انتشار ویروسها در سراسر جهان، انسان گونه‌های زراعی را به کشورهای دور انتقال داده و تا آن جا که به آلودگی ویروسی ارتباط دارد، اغلب با پیامدهای فاجعه آمیز و مصیبت باری همراه بوده است. گونه‌های گیاهی که در سرزمینهای بومی خود نسبتاً عاری از ویروس بودند، به دلیل اهداف تجاری جا به جا می‌شوند. آنها ممکن است پس از ورود به کشورهای جدید، توسط ویروس‌هایی که

از سال‌ها قبل در آن کشورها وجود داشته اند، آلوده شوند. اغلب، اثبات پیامد چنین وقایعی مشکل است، به خصوص اگر حرکت و جا به جایی پیش از آن باشد که ویروس شناسان بتوانند تحقیقات خود را انجام داده و رخدادها را ثبت نمایند. ویروس تورم شاخه کاکائو از مهم ترین مثال‌ها از این نوع می‌باشد. کاکائو یکی از مهم ترین محصولات اقتصادی در کشورهای غرب آفریقاست. در اواخر قرن گذشته، کاکائو از جنگل‌های آمازون به غرب آفریقا انتقال پیدا کرد و از آن زمان به بعد تولید اقتصادی آن در غرب آفریقا توسعه یافت. بیماری تورم شاخه کاکائو اولین بار در سال ۱۹۳۶ از درختان کاکائو گزارش شد. به احتمال زیاد این ویروس از میزبانهای درختی و بومی آن در غرب آفریقا و توسط شپشک‌های ناقلی که بومی همان منطقه می‌باشند، به درختان کاکائو انتقال یافته است.
طی دو قرن گذشته جا به جایی گونه‌های گیاهی بین کشورها و قاره‌ها، به طور متوالی و فزاینده ای انجام شده است. در مجموع کشاورزی در هند، آمریکای شمالی و استرالیا، تقریباً وابسته به گیاهان زراعی وارداتی بوده است. بنابراین، فرصت بسیار مناسبی برای وقوع چنین بیماری‌هایی که به عنوان مثال برای کاکائو رخ داده فراهم شده است.
همچنین ویروس ابلقی برنج که بوسیله سوسک منتقل می‌شود فقط در محصول برنج منطقه دوردستی در کنیا وجود دارد. این ویروس تصور می‌شود که از علفهای محلی و بومی منشأ گرفته است.

۲-۵ اثر کشت تک محصولی یا تناوب کوتاه مدت بر ویروسها

کشت تک محصولی یا کشت یک محصول بسیار غالب برای چندین سال به طور مداوم و در منطقه ای گسترده، ممکن است منجر به ایجاد اپیدمی‌های شدیدی از بیماری‌های ویروسی گردد، به خصوص اگریک ناقل هوازاد نیز دخالت داشته باشد. ناقلین خاکزاد نیز می‌توانند از این نقطه نظر مهم باشند. در این مورد می‌توان به ویروس برگ بادبزنی مو در تاکستان‌هایی که درختان مو برای چندین سال کاشته می‌شوند، اشاره نمود. تک محصولی همچنین ممکن است موجب تجمع بقایای یک محصول و ازدیاد علف‌های هرز همراه با آن زراعت خاص گردد.
یکی از مثالهای بسیار خوب در مورد اثرات تک محصولی ، افزایش اهمیت برخی بیماریهای ویروسی در برنج و زنجرکهای ناقل آنها پس از وقوع انقلاب سبز است که حدود ۲۵ سال قبل آغاز گردید. کشت واریته‌های جدید برنج در نواحی گرمسیری و نیمه گرمسیری، عامل اصلی بهبود عملکرد محصول بوده است. هر چند این دستاوردها و پیشرفتهای مربوطه، به دلیل شیوع فزاینده چندین بیماری ویروسی خطرناک روی برنج و همچنین زنجرکهای ناقل آنها، به طور جدی با مشکل روبرو گشت. از جمله مثال‌های مهم در این مورد، ویروس کوتولگی علفی برنج (RGSV) و ویروس کوتولگی برگ کنگره ای برنج و زنجرک بوته ای ناقل آنها

(*Nilaparvata lugens*) می‌باشد که به عنوان زنجرک بوته ای قهوه ای برنج شناخته می‌شود (Thresh ، ۱۹۸۹). این زنجرکها، علاوه بر انتقال این ویروس‌ها می‌توانند به محصول نیز خسارت شدیدی وارد کنند. اولین ارقام جدید برنج که بین سالهای ۱۹۶۶ و ۱۹۷۱ وارد بازار شدند، نسبت به این ناقل و ویروس RGSV حساس بودند. مجدداً منابع مقاومت مؤثر در برابر آنها شناسایی و در تهیه واریته‌های جدید که در سال‌های ۱۹۷۴ و ۱۹۷۵ وارد بازار شدند، به کار رفتند. این واریته‌ها ابتدا در سطح وسیع و به طور موفقیت آمیز در فیلیپین، اندونزی و جاهای دیگر کشت شدند. هر چند طی دو تا سه سال، ، آلودگیهای شدیدی با زنجرک بوته ای گزارش شد و در سال ۱۹۸۲ و ۱۹۸۳، نژادی از ویروس RGSV گزارش گردید که توانست مقاومت را بشکند. پس از آن منبع جدیدی از مقاومت در برابر این ویروس یافت نشده است. با این حال یک منبع جدید مقاومت علیه زنجرک شناسایی و در واریته‌های جدید وارد گردید که به مدت چند سال موفق بود. البته این مقاومت نیز در نتیجه ظهور یک بیوتیپ جدید زنجرک شکسته شد.

همچنین بیماریهایی که توسط ویروسهای خاکزاد ایجاد می‌شوند، با کشت متوالی یک محصول در یک زمین ممکن است افزایش یابند.برای مثال، ویروس رگه دوکی گندم که بوسیله قارچ ریشه زی *Polymyxa graminis* منتقل می‌شود. در مراکز اصلی تولید غلات در اونتاریو کانادا که به طور مرتب کشت می‌شده است انتشار وسیعی پیدا کرده است. هرچند در زمینهایی که گندم همیشه کشت نشده است این ویروس کمیاب و یا اصلاً وجود ندارد. بررسیها نشان داده است که در نواحی که گندم تازه کشت می‌شود، ویروس فقط چند بوته را در فصل اول آلوده می‌کند، در طی فصل دوم بوته‌های بیشتری آلودگی را نشان داده و چنانچه این محصول به طور مرتب بدون اعمال تناوب کشت شود، تمام گیاهان آلودگی را نشان خواهند داد. هرچند، گندم تنها میزبان ویروس موزائیک رگه دوکی گندم است، ویروس می‌تواند به مدت حداقل ۵ سال در اسپورهای استراحتی قارچ زنده بماند و در صورتی که نیاز به کنترل آلودگی شدید خاک باشد، مدت طولانی باید از کاشت گندم خودداری شود. همچنین، کنترل ویروس برگ بادبزنی مو به علت اینکه مو معمولاً به طور دائم در یک محل کشت می‌شود مشکل است. این بیماری انتشار وسیعی در اروپا، آسیا، آفریقای جنوبی، آمریکای جنوبی، آمریکای شمالی که ناقل آن نماتدهای *Xiphinema index* است پیدا کرده است. حتی اگر درختچه‌های مو از زمین خارج شوند، نماتدهای آلوده به ویروس می‌تواند سالها بر روی ریسه‌های داخل خاک باقی بمانند. برای ریشه کن کردن موفقیت آمیز بیماری دوره آیشی حدود ده سال ممکن است لازم باشد.

نتیجه

عملیات کشاورزی ممکن است نقشی غیر آگاهانه در انتخاب نژادهـای ملایـم یـک ویـروس داشـته باشند. ولی عموماً اعتقاد بر این است که مجموعه عواملی که پیش از این گفته شد، به طور مـداوم از راههای گوناگونی با هم ترکیب شده و موجب ایجاد شرایط اکولوژیکی جدید و ناپایدار می‌گردند.بـه نحوی که می‌توانند موجب شیوع بیماری در محصولات کشاورزی و باغبانی شوند. از طرف دیگر، در نواحی و مناطقی که تحت شرایط مطلوب برای آلودگی با یک ویروس، محصولی به صـورت دائـم و به مدت طولانی کشت می‌شود، رقم مقاوم یا متحمل ممکن است بدون یـک روش انتخـابی آگاهانـه توسعه پیدا کند. برای مثال، بسیاری از ارقام جو در فلات اتیوپی یافت شده انـد کـه مقاومـت بسـیار بالایی به ویروس کوتولگی زرد جو(BYDV) و ویروس موزاییک نواری جـو(BSMV) داشـته اند. این احتمال وجود دارد که جو در این مناطق برای هزاران سال کشت می‌شده است.

عوامل فیزیکی

۱) بارندگی

بارندگی می‌تواند ناقلین ویروسهای هوازاد و خاکزاد را تحت تـأثیر قـرار دهـد. تـأثیر بارنـدگی روی جمعیت ناقلین ممکن است به وسیله زمان و میزان بارندگی تغییر نماید. به عنوان مثال بـرای تشـکیل جمعیت‌های مگس سفید، چندین بارندگی یا رطوبت بالا لازم و ضروری است، در حالی که بارندگی سنگین و ممتد می‌تواند عاملی جهت کاهش اندازه چنـین جمعیـت‌هـایی باشـد. بـه همـین ترتیـب، بارندگی سنگین بلافاصله بعد از رسیدن شته‌های هوازاد به یک محصول، ممکن است موجـب مـرگ بسیاری از ناقلین بالقوه گردد. بنابراین میزان وقوع ویروس نیز متعاقباً کاهش می‌یابد.

همچنین نماتدها، زئوسپورها یا بویژه اسپورانژیاهای در حال استراحت قارچ‌ها که آلوده بـه ویـروس هستند، ممکن است توسط آب جاری موجود در خاک یا آب زهکشی شده، شسته بشوند و همچنین اینها و بذور علفهای هرز آلوده به ویروس ممکن است با آب سطحی انتشار یابند. ویـروس رگبـرگ درشتی کاهو معمولاً در محل لکه‌های مرطوب در خاک به وجود می‌آید و بـا آبیـاری زیـاد، بـاران و حرارتهای ملایم تشدید می‌شود.

۲) باد

باد نه تنها از نظر تسهیل یا بازدارندگی انتشار ویروس‌ها توسط ناقلین هـوازاد اهمیـت دارد، بلکـه در تعیین جهت غالب انتشار نیز ممکن است عامل مهمی باشد. بادشکن‌ها می‌توانند روی وقوع موضـعی

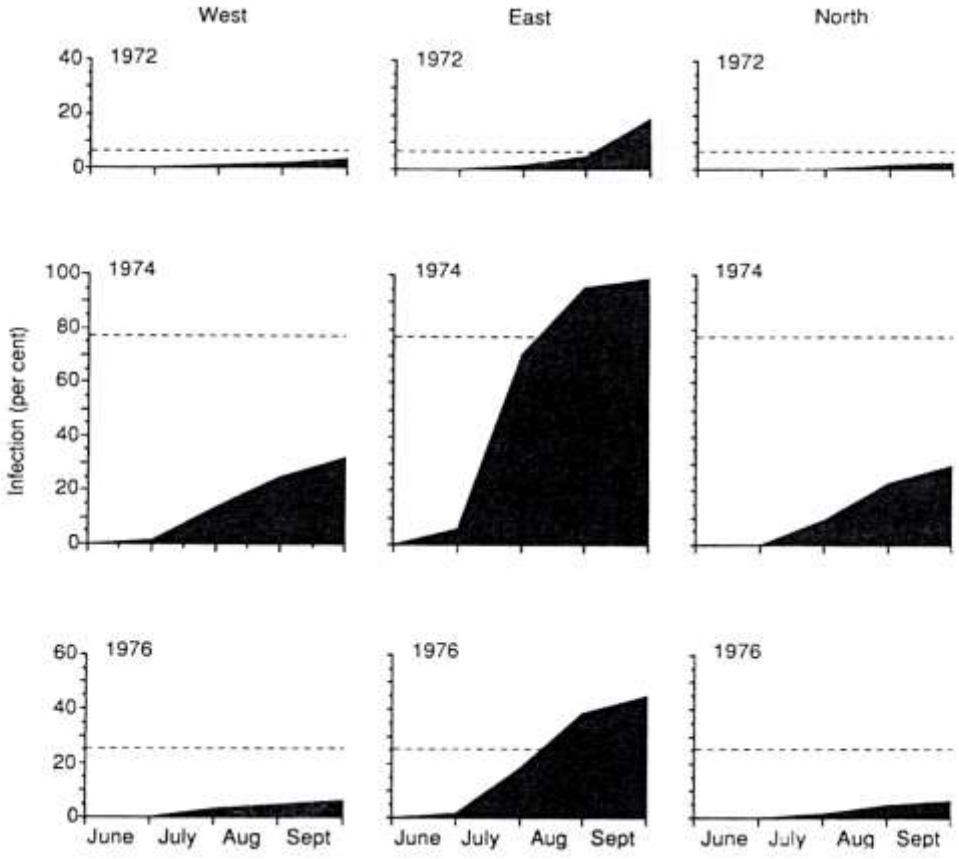
ناقلین و ویروس‌ها به روش‌های مختلف تأ ثیر بگذارند. شته‌های بالدار زمانی که شدت وزش باد بسیار زیاد است تمایلی به پرواز ندارند، هر چند جهت و سمت پرواز آنها می‌تواند به وسیله باد غالب تحت تأثیر قرار بگیرد. در بادهای با سرعت پایین و ارتفاع کم، بعضی گونه‌ها ممکن است به کمک جریان باد پرواز کنندو در مسافتهای دور، مثلاً از جنوب به شمال ایالات متحده آمریکا حمل شوند. جهت حرکت زنجرک‌های برگی و مگس‌های سفید نیز می‌تواند به طور مشخصی تحت تأثیر سرعت و جهت وزش باد قرار بگیرد. شپشک‌ها و کنه‌ها نیز می‌توانند مسافتی را توسط باد طی کنند. همچنین جریانات هوایی، خاک محتوی اسپورانژیاهای استراحتی (مثلاً اسپورانژیاهای قارچ *Olpidium* حاوی واریکوساویروس رگبرگ درشتی کاهو یا اسپورانژیاهای قارچ *Polymyxa graminis* آلوده به فورووویروس موزائیک خاکزاد گندم) را حمل می‌کند. باد بذور علفهای هرز مختلف را که آلوده به ویروسهای منتقل شونده با نماتدها هستند، نیز حمل می‌کند

۳) دمای هوا

درجه حرارت هوا ممکن است اثرات مشخصی روی میزان حرکت و افزایش ناقلین هوازاد ویروس‌ها داشته باشد. برای مثال، شته‌های بالدار فقط وقتی که هوا در حد مطلوبی گرم است، تمایل به پرواز دارند. هر چند درجه حرارت بسیار بالا، می‌تواند تأ ثیر خاصی در کاهش جمعیت شته‌ها داشته باشد.

۴) خاک

شرایط خاک می‌تواند وقوع بیماری‌های ویروسی را به روش‌های مختلفی تحت تأثیر قرار دهد. در خاک‌های بسیار حاصلخیز، وقوع بیماریهای ویروسی افزایش بیشتری نشان می‌دهد. همچنین شرایط خاک می‌تواند تأثیر مشخصی در پایداری ویروس TMV در بقایای گیاهی داشته باشد. ویروس‌ها در خاکهای مرطوب با هوادهی خوب، در مقایسه با خاک‌های خشک، فشرده و یا خاک‌های غرقابی و خیس، به میزان بیشتری غیر فعال می‌شوند. درجه حرارت خاک نیز ممکن است اثر محسوسی روی انتقال ویروس‌ها توسط نماتدها داشته باشد. درجه حرارت بهینه و همچنین دامنه حرارتی فعالیت در بین ویروس‌ها، میزبان‌ها و گونه‌های نماتد، ممکن است متفاوت باشد. هر چند علیرغم وجود نوسانات فصلی درجه حرارت، جمعیت نماتدها در مزرعه برای چندین سال می‌تواند کاملاً ثابت باقی بماند.



شکل ۹ _ وقوع ویروس در سال‌ها ومحل‌های مختلف. میانگین وقوع ماهیانه بیماری زردی چغندرقند ناشی از BYV و BMYV در نواحی مختلف انگلستان که انتشار آن در سالهای مختلف تفاوت زیادی نشان می‌دهد. این اطلاعات توسط G.D.Heathcote بر اساس محصولات نمونه ای که هر ساله در ماههای مارس یا آپریل در شرق انگلستان، در نواحی مرطوبتر غرب و در نواحی خنک تر شمال کاشته شده، تهیه گردیده است. خط چین‌ها، میانگین وقوع زردی را در انتهای سپتامبر نشان می‌دهند که برای کل محصولات انگلستان محاسبه شده است. برگرفته از Thresh (۱۹۸۳).

۵) نقش تغییرات فصلی و آب و هوایی در توسعه اپیدمی‌ها

تغییرات وسیع سالیانه ای که ممکن است در وقوع یک بیماری ویروسی در یک محصول زراعی یکساله رخ دهد، با ذکر مثالی در موردویروس‌های عامل زردی چغندرقند در انگلستان نشان داده می‌شود (شکل ۹). تفاوت زمان و میزان مهاجرت شته‌ها به داخل مزرعه، ممکن است عامل بعضی تغییرات مشاهده شده در این شکل باشد. گر چه عوامل دیگری نیز می‌بایست در ایجاد این تغییرات دخالت داشته باشند.

بقا در طول چرخه فصلی

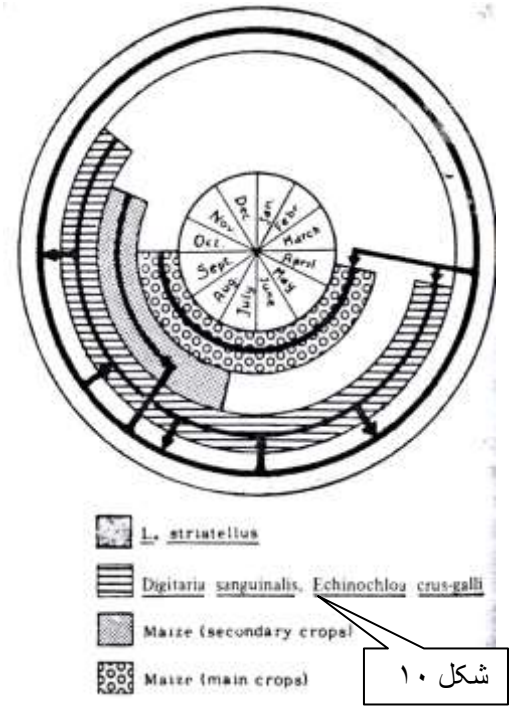
ویروس‌ها می‌توانند به روش‌های مختلف طی زمستان سرد و تابستان گرم بقا یابند. بعضی از آنها بیش از یک روش برای بقا دارند.

۱) بعضی ویروسها به آسانی از فصلی به فصل دیگر در همان گیاه میزبان و یا اندامهای ازدیادی آن زنده مانده و بقا می‌یابند. اینها شامل ویروسهای موجود در میزبانهای چندساله، غده‌ها، ساقه‌های رونده و مانند آن و نیز ویروسهایی هستند که از طریق بذر انتقال می‌یابند. همچنین زراعتهایی که طی زمستان در مزرعه نگهداری می‌شوند مثل چغندر معمولی، ممکن است به عنوان منبعی برای ویروس و ناقل عمل نمایند.

۲) ویروس‌هایی که دارای دامنه میزبانی وسیعی هستند، به خوبی برای بقا سازگاری یافته اند. میزبان چنین ویروسهایی عبارتند از گونه‌های چند ساله با همپوشانی فصل‌های رویشی و یا گونه‌هایی که در آنها انتقال از طریق بذر صورت می‌گیرد.

۳) گیاهان وحشی دو یا چند ساله، درختان و درختچه‌های زینتی یا علف‌های هرز میزبان مثل *Plantago spp.*، ممکن است منابع مهمی برای زمستان یا تابستان گذرانی بسیاری از ویروسها باشند.(Hommond,1982)

۴) ویروسهایی که توسط زنجرک‌های برگی منتقل شده و از طریق تخم می‌توانند انتقال یابند، ممکن است زمستان را در تخم یا در پوره‌های جوان سپری کنند. در شکل۱۰ بقا ویروس MRDV در چرخه فصلی در شمال ایتالیا نشان داده شده است. *Laodelphax striatellus* زمستان را در پوره‌های جوان به حالت دیاپوز به سر می‌برند.(Conti ,1972).

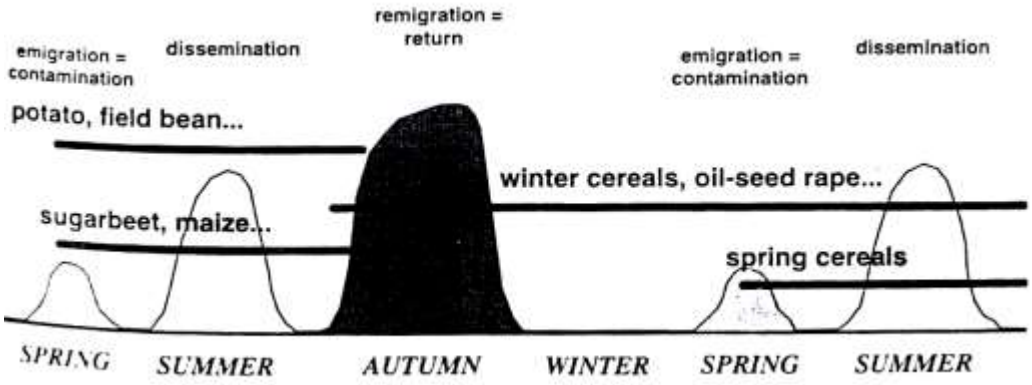


شکل ۱۰

TMV و تعداد معدودی از ویروسهای دیگر می‌توانند تحت شرایط مناسب، زمستان را در بقایای گیاهی و شاید به صورت آزاد در خاک سپری کنند. TMV همچنین می‌تواند در بقایای گیاهی زائد دوام آورد.

۵) ویروسهایی که درون‌هاگ‌های استراحتی قارچ‌های ناقل حمل می‌شوند، می‌توانند به مدت طولانی در خاک دوام داشته باشند.

۶) عملیات کشاورزی و کشت متوالی یک محصول در یک محل و در سراسر سال، امکان بقای ویروس رافراهم می‌سازد. این موضوع ممکن است در جاهایی که شرایط آب و هوایی بـرای کشت زراعت خاصی در طول سال مناسب است، رخ دهد.



شکل۱۱_ رابطه زمانی پروازهای شته و تناوب زراعی محصولات مختلف (Robbert,1999).

این حالت در زراعتهای تولید بذر که طـی زمسـتان رشـد یافتـه و بـا زراعتهـای تولیـدی همـان محصول همپوشانی دارند، یا در مورد گندم که زراعتهای بهاره و زمستانه آن در یک منطقه کشت می‌شوند، صدق می‌کند. این مسئله در اروپا و امریکای شمالی نشان دهنده این اسـت کـه یـک منبـع غذایی متداوم برای شته‌های پلی فاگوس وجود دارد. شکل۱۱ رابطه زمانی پروازهـای شـته و تنـاوب زراعی محصولات مختلف را نشان می‌دهد.

فصل دوم

اپیدمیولوژی

اپیدمیولوژی

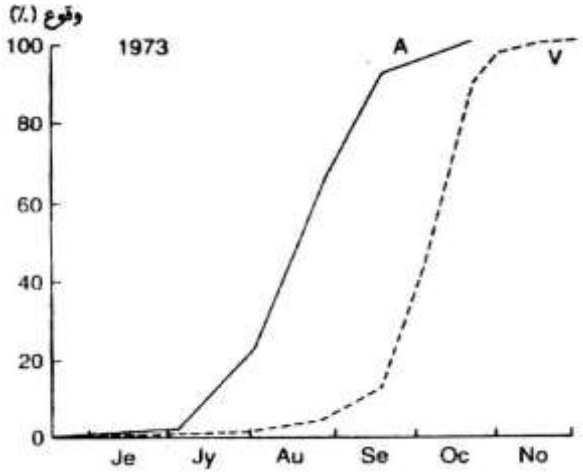
جنبه‌های کمی اکولوژی عوامل بیماریزا و چگونگی گسترش اپیدمی‌ها در جمعیت‌های میزبان در مبحث اپیدمیولوژی مورد بررسی قرار می‌گیرند، حتی اگر هیچ نوع اپیدمی، به مفهوم ویژه خود، یا حمله شدید انجام نگرفته باشد. اپیدمیولوژی امکان اندازه گیری مکانیسم‌های مؤثر در بیماری را، به منظور سنجش خطرات ناشی از توسعه اپیدمی و به وجود آمدن خسارت اقتصادی ، فراهم می‌کند. هدف نهائی از پیش بینی اپیدمی‌ها، استفاده آن به عنوان اساس یا مبنابرای کنترل مؤثر بیماری می‌باشد. مطالعه اپیدمیولوژی بیشتر بر اساس جستجوی آلودگی ویروسی در گیاهان و محصولات و حمله ناقلین و جمع آوری ناقلین در محیط و تعیین تراکم‌های جمعیتی و ویروسی بودن آن‌ها استواراست. فنونی مانند ELISA برای ردیابی ویروس در تعداد زیادی از نمونه‌ها از جمله آلودگی‌های مخفی، تحقیق اپیدمیولوژی را به طور وسیع گسترش داده است.

اپیدمیولوژی بروز بیماری (گاهی اوقات چیره شدن یا زیادی نسبی) را، به عنوان تابعی ناشی از زمان، ویروس و میزبان، تعداد منابع آلودگی، نوع و تعداد ناقلین و فاصله از منابع آلودگی، بررسی می‌کند.

۱- زمان

درگیاهان زراعی، بروز آلودگی و بیماری با گذشت زمان افزایش می‌یابد. در مورد اکثر ویروس‌ها، افزایش بروز بیماری در دوره فصل رشد مطابق منحنی پیشرفت چند چرخه ای می‌باشد. این منحنی به شکل سیگما است(شکل ۱۲ – V)، بویژه اگر آلودگی از منابع بیرونی دوردست یا از منابع اولیه چندگانه در بین محصول، یعنی گیاهان حاصل از مواد گیاهی آلوده یا بذر، یا علف‌های هرز موجود در بین محصول نشأت گیرد. در این صورت ابتدا برخی از گیاهان زراعی در اطراف مزرعه آلوده می‌شوندو پس از آنکه ویروس در این گیاهان به صورت سیستمیک درآمد به عنوان منابع ثانوی برای گسترش بیشتر ویروس عمل می‌کنند. چرخه‌های بعدی آلودگی احتمال دارند بوجود آیند.در این صورت، افزایش در بروز بیماری به صورت تصاعدی است. این افزایش بعداً زمانیکه تعداد گیاهان غیر آلوده کاهش می‌یابد و ورود چندگانه ویروس در آلودگی گیاهان بالا می‌رود، کند می‌شود. اثر مقاومت به ویروس و ناقل ممکن است با سن گیاه (مقاومت گیاه بالغ) و کاهش در تعداد ناقلین در اواخر فصل افزایش یابد. افزایش در بروز بیماری معمولاً اندکی دیرتر از افزایش در بروز ناقل انجام می‌گیرد(شکل ۱۲-A).

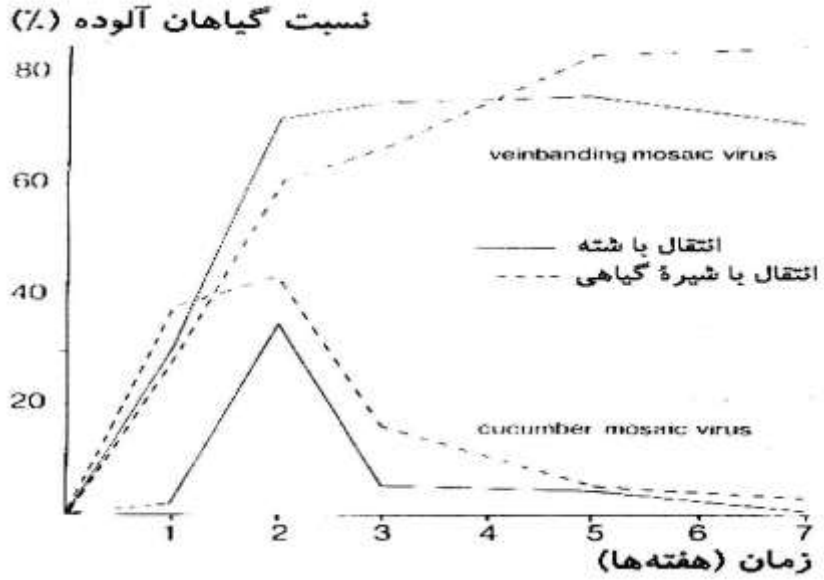
سرعت گسترش اپیدمی در طی زمان بستگی عمده بـه ویـروس و میزبـان آن، نـوع و بـروز ناقـل و مسافت از منابع آلودگی و تعداد این منابع دارد.



شکل ۱۲ _ افزایش بروز ویروس (لوتیوویریده) قرمزی بـرگ شبدر زیرزمینی (V) وشته ناقل آن *Aulacorthum solani* (A) درگیاه زراعـی بـاقلا (*Vicia fabae*) در تازمانیـا. (از Johanston & Rapley,1979 ، ترسـیم مجـدد توسـط Thresh,1983a).

۲- ویروس و میزبان

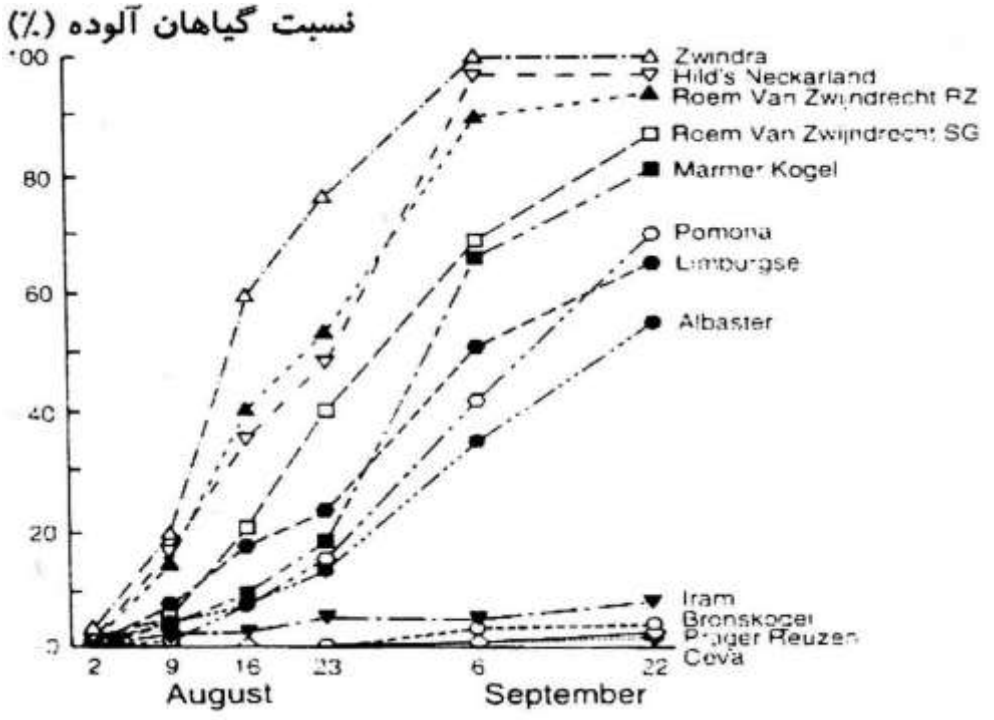
ویروس و میزبان به ترتیب با تهاجم و حساسیت خود، میزان و سرعت تکثیر ویـروس را در گیاهـان آلوده تعیین می‌کنند. کارائی انتقال ثانوی ویروس از گیاهان آلوده توسط شته‌ها رابطه نزدیک با غلظت ویروس در گیاهان منبع دارد. اثر ویروس بر غلظت آن در شکل۱۳ آمده است.



شکل۱۳ _ اثر غلظت ویروس، اندازه گیری شده با انتقال مکانیکی، در شیره گیاهی۵۰۰: ۱ رقیق شده (خطوط بریده)، در گیاهان فلفل منبع در زمانهای مختلف پس از مایه زنی آن‌ها به منظور سنجش انتقال ویروس توسط شته‌ها (اندازه گیری شـده بـا نسـبت گیاهان آلوده، ۲۰-۱۵ ثانیه پس از اخذ از گیاهان منبع (خطوط ممتد). الف- ویروس موزائیک رگبـرگ نـواری (احتمـالاً پـوتی ویـــروس پیســـک رگبـــرگ فلفـــل ســـیاه، PVMV). ب – کوکومـــوویروس موزائیـــک خیـــار (CMV). (Simons,1958)

این اطلاعات، دلیل روشن گسترش خیلی سریع تر ویروس موزائیک رگبرگ نواری فلفل نسبت به کوکوموویروس موزائیک خیار می‌باشد.اثر ژنوتیپ (گونه و کولتیوار) گیاهانی که به عنوان منبع مایه قابل دسترس برای انتقال ویروس عمل می‌کنند در شکل ۱۴ نشان داده شده است. گسترش اپیدمی در جمعیت‌های گیاهی دارای ژنوتیپ‌های مقاوم، آهسته تر و کمتر از جمعیت‌های گیاهان حساس می‌باشد. در آن صورت، مجموعه گیاهان انفرادی و محصول زراعی در برابر تکثیر ویروس و گسترش آن در محصول زراعی مقاومت می‌کند. با وجود این، بیماریزائی شدید ویروس وحساسیت زیاد میزبان ممکن است از تولید ویروس ممانعت به عمل آورد، زیرا گیاهانی که در معرض صدمه بیشتری قرار می‌گیرند ممکن است به سرعت حذف بشوند.

بوته‌های باقلای مصری در غرب استرالیا در اثر آلودگی به پوتی ویروس موزائیک زرد لوبیا (BYMV) از طریق شبدر زیر زمینی مجاور به سرعت از بین می‌روند به طوری که گسترش ثانوی آلودگی به میزان خیلی اندک در باقلای مصری (لوپین) به وجود می‌آید؛ اینگونه گیاهان نسبت به حمله اپیدمیک BYMV حساسیت فوق العاده دارند. در این صورت، حمله ویروسی در مقیاس بزرگ، تک چرخه ای می‌باشد. چنین حمله ای نیازمند ورود مداوم ویروس از خارج از محصول زراعی است.



شکل ۱۴ _ تفاوت‌های موجود در بروز اپیدمی در کولتیوارهای گیاه کرفس وحشی از نظر مقاومت به پوتی ویروس موزائیک کرفس، منتقل شونده ناپایا با شته. (Bos et al ,Net.J,1989)

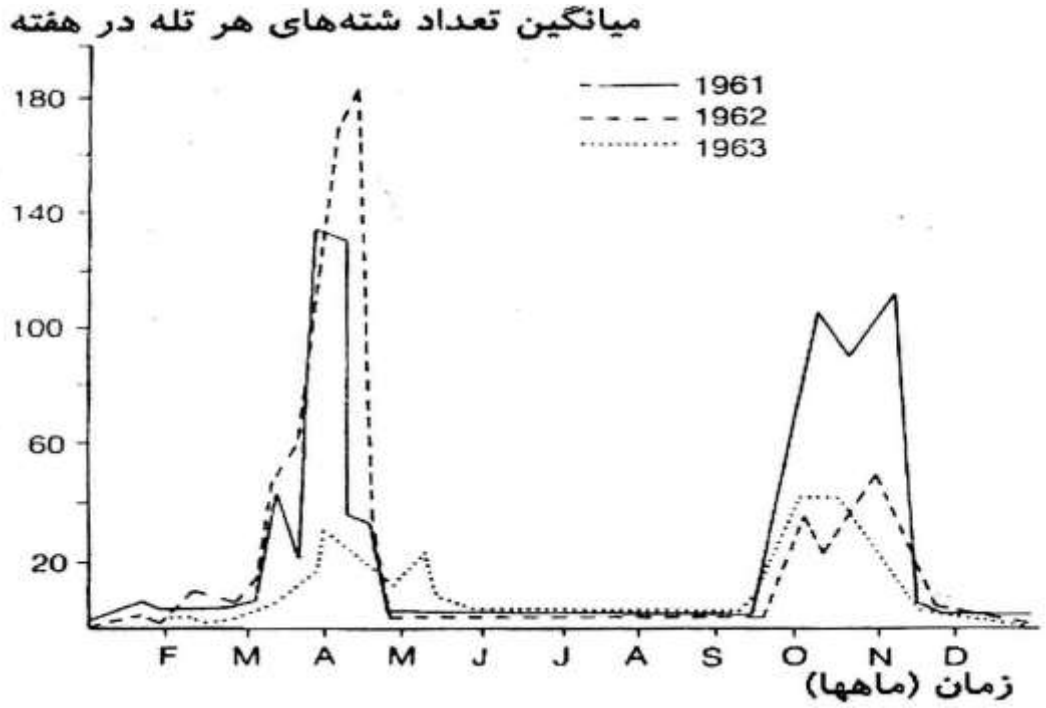
در محصولات یکساله، بیماری ویروسی غالباً به طور ناگهانی افزایش می‌یابد، مانند پوتی ویروس موزائیک کرفس (CeMV) در سلریاک در هلند (شکل ۱۴) و پوتی ویروس ۲ موزائیک هندوانه در گرمک در آریزونا (شکل ۱۶) .در این شرایط، کلیه گیاهان اغلب به فاصله یک ماه آلوده شدند. برعکس، توسعه اپیدمی معمولاً کند است و در گیاهان، چندین سال طول می‌کشد مانند توسعه اپیدمی در گیلاس ترش آلوده به نپوویروس دانه گرده زاد لکه حلقوی نکروتیک گیلاس و ایلاروویروس کوتولگی آلو و کاکائوی آلوده به بادناویروس تورم جوانه کاکائو (CSSV) که با شپشک آردآلود منتقل می‌شود.

۳- تعداد منابع آلودگی

تعداد گیاهانی که برای انتقال ویروس در دسترس هستند (وهمینطور می‌توانند به عنوان منابع آلودگی عمل کنند) – همراه با مقدار ویروسی که حمل می‌کنند- بیانگر ظرفیت مایه یا آلودگی ویروسی در یک محل معین می‌باشد یعنی مقدار کل ویروس قابل دسترسی که می‌تواند انتشار یابد. اینکه آیا شیوع بیماری به نسبت‌های اقتصادی خواهد رسید یا نه، به فشار ناقل نیز بستگی خواهد داشت. اهمیت تعداد منابع آلودگی که از کشت مواد گیاهی یا بذر نشأت می‌گیرند، بدیهی است. به عنوان مثال در اکثر کشورها ۰/۱٪ بذر کاهو آلوده به پوتی ویروس موزائیک کاهو (LMV) منجر به خسارت اقتصادی قابل توجه نمی شود.اما در کالیفرنیا که شته‌ها بسیار زیاد هستند، حمله ویروس مذکور (LMV) ممکن است، بسته به فصل و همچنین تراکم جمعیت شته، شدید باشد. بذر با ۰/۱٪ و ۱/۶٪ آلودگی، کاشته شده در کالیفرنیا در نیمه دوم آوریل، ممکن است منجر به حدود به ترتیب ۲۰ و ۷۷ درصد گیاهان آلوده در زمان برداشت شود. در کالیفرنیا بذر تجاری کاهو عملاً بایستی عاری از ویروس باشد. در کالیفرنیای شمالی در ایالات متحده امریکا ۰/۰۱۳٪ از آلودگی بذر سویا با کوکوموویروس پیسک نیام لوبیا(۳۲ گیاه آلوده در یک هکتار با حدود ۲۵۰۰۰۰ گیاه)، اگر تراکم‌های جمعیت سوسک ناقل بالا باشد، برای بوجود آمدن خسارت اقتصادی نهائی، کافی در نظر گرفته می‌شود. تحت شرایط فشار پائین، اگر میزان انتقال بذری ویروس نسبتاً پائین باشد، درصد آلودگی بذر نیز ممکن است در بذر برداشت شده پائین تر از بذر مورد استفاده برای تولید محصول باشد. این امر در مورد کوکوموویروس لک دانه و موزاییک حقیقی باقلا در اسکاتلند ثابت شده است.

۴- نوع و تعداد ناقلین

انواع مختلف ناقل و برخی اوقات بیوتیپهای آن از نظر ظهور و فعالیت (توانایی پرواز و حرکت) و روابطشان با ویروس‌ها، محصولات و محیط به صورت چشمگیری متفاوت از یکدیگر می‌باشند.

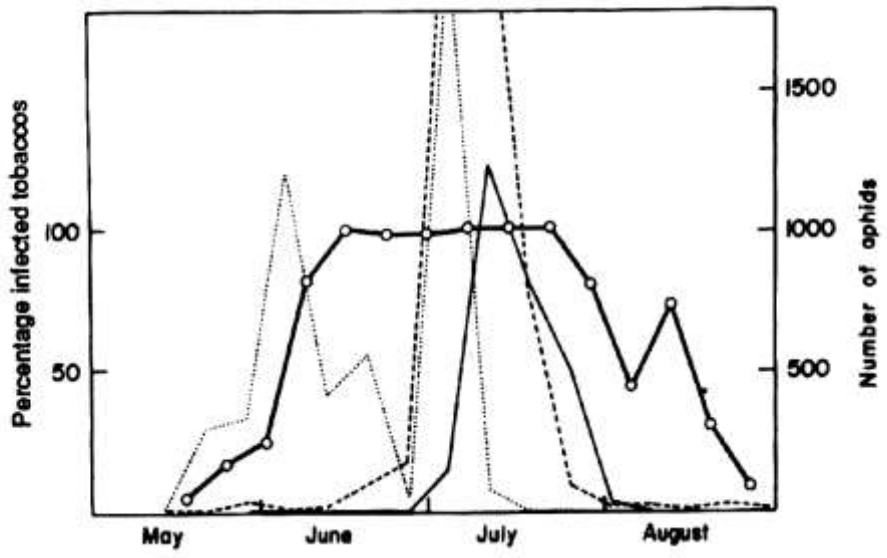


شکل۱۵ _ تغییرات فصلی در تراکم‌های جمعیت شته بالدار پنبه در نواحی آبیاری شده در یوما،آریزونا، ایالات متحده امریکا، در طول دوره سه ساله.(Nelson & Tuttle,1969)

ناقلین هوازاد معمولاً دارای چرخه‌های زندگی ثابتی هستند که شامل تغییر فصلی (شکل ۱۵) می‌باشد، اما تعداد آنها (تراکم‌های جمعیت)بستگی به آب و هوا (بویژه دما، باد و همچنین بارندگی در زمستان)، گیاهان منبع و غذا، انگل‌ها و شکارگرها و همچنین محل جغرافیایی دارد. تعداد و همچنین بروز ویروسهائی که توسط ناقلین پخش می‌شوند ممکن است به طور قابل ملاحظه ای با توجه به محل و سال تغییر کنند (شکل ۹ و۲۰).

گونه‌های ناقل و حتی بیوتیپ‌های آن اغلب از لحاظ اختصاصی بودن و کارائی انتقال نیز متفاوت هستند. برای هر گونه شته و یک ویروس مشخص، عامل کارائی نسبی(Relative efficiency factor) را می‌توان در مقایسه آزمایشگاهی با یک گونه شته ناقل کارا تعیین کرد. در یک مکان ویژه، ترکیب جمعیتی شته و بروز هر گونه شته را می‌توان با گیر انداختن شته‌ها در تله‌های چسبنده یا تورهای عمودی، در تله‌های آبی (ماهی تاوه زرد حاوی آب با ماده شوینده و حشره کش) یا در تله‌های مکنده هوا، تحت نظر و مورد شناسایی و شمارش قرار داد. سهم هرگونه ناقل (n) در اپیدمیولوژی ویروس، یعنی فشر ناقل (VPn) ممکن است از طریق فعالیت پروازی (تعداد حشرات تحت نظر قرار گرفته (Nn) و مرجع (REFn) محاسبه شود. فشار ناقل کل (VPt) برای یک ویروس را می‌توان روزانه با در تله انداختن شته و حاصل جمع (VPs) تمامی

شته‌ها مطابق فرمول $VPt = \Sigma(N.REF)$ تعیین کرد. در این صورت، فشارهای ناقل انباشته روزانه برای تمام فصل رشد نشان دهنده فشار آلودگی یا گسترش بالقوه ظرفیت آلودگی معلوم آن ویروس است. برای ارزیابی فشار آلودگی که محصول در معرض آن قرار دارد، می‌توان به طور مستقیم در زمانهای متوالی چند روزه، گلدانهایی حاوی مجموعه ای از گیاهان تله را در مزرعه قرار داد. سپس این گیاهان جهت بررسی و مشاهده آلودگی، پس از پاشیدن حشره کش به گلخانه (اتاقک مانع ورود حشره) جهت ایندکس کردن بعدی بر اساس علائم یا سرولوژی منتقل می‌شود. شکل۱۶ چنین آزمایشی را در ارتباط با شیوع گونه‌های ناقل بالقوه نشان می‌دهد.

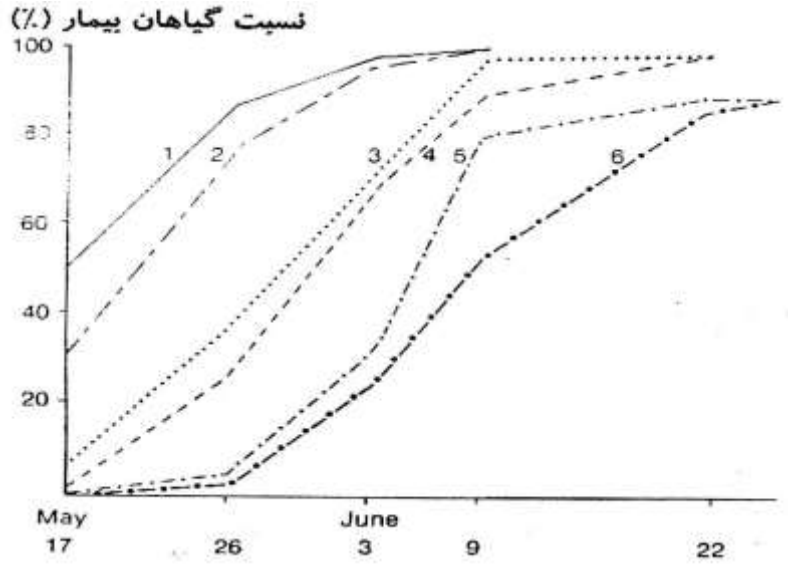


شکل ۱۶ فشار واگیرش در یک مزرعهٔ سیب زمینی. به مدت هفت روز، گلدان هایی حاوی دسته های صدتایی گیاه توتون در این مزرعه قرار داده شد. محور سمت چپ و خطوط توپر، درصد گیاهانی را نشان می دهد که متعاقباً در آنها واگیرش به PVY در گلخانه توسعه یافته است. در محور سمت راست، تعداد سه گونه شته که هر هفته به دام افتاده اند، نشان داده شده است. o—o، درصد PVY^N در توتون؛ ——، *Myzus persicae*؛ ----، *Rhopalosiphum padi*؛ ..... *Cavariella aegopodii*. از van Hoof (۱۹۷۷).

میزان فراوانی شته‌هایی که شکار شده اند، مشخصاً نشان دهنده پرواز زود هنگام شته‌های *Cavariella aegopodii* می‌باشد.این موضوع از نظر شروع انتشار ویروس وای سیب زمینی (PVY) در مزرعه و فصل مورد مطالعه، از اهمیت زیادی برخوردار بوده است. یک روش قابل مقایسه دیگر، قرار دادن مداوم گیاهان در حال رشد در مزرعه در قفس و سپس قرار دادن آنها در معرض آلودگی طبیعی، از طریق حذف یا برداشتن قفس، برای چندین روز می‌باشد.

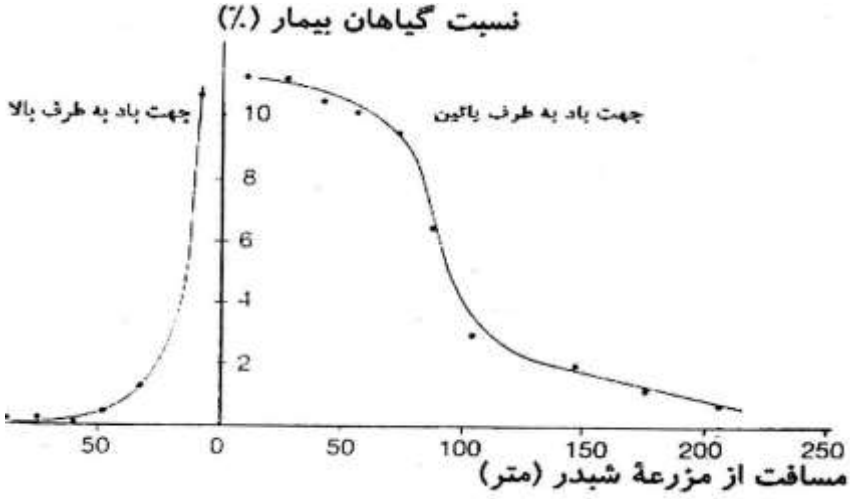
۵- مسافت

همچنانکه در شکل‌های ۸ و۱۷ نشان داده شده اند فاصله از منبع آلودگی مهم است. بروز بیمـاری در نزدیکی منابع آلودگی بسیار سریع تر از نقاط دورتر از آن‌ها می‌باشد.



شکل ۱۷ _ اختلافات موجود در افزایش بروز موزائیک ناشی از پوتی ویروس ۲ موزائیک همدوانـه (WMV2) در گرمـک در شش نقطه یک مزرعه هشت هکتاری در ایالت آریزونا، ایالات متحده امریکا. آلودگی از منابع پوشش وحشی همجوار در غـرب مزرعه صورت می‌گیرد و این محل‌ها از ۱ تا ۶ ، از غرب به شرق شماره گذاری شده اند (Nelson & Tuttle, 1969).

در این صورت، پخش ویروس به صورت الگوهای فضائی مطابق منحنی شیب بیماری است که برای ناقلین هوازاد حالت صعودی تند دارد (شکل ۱۸) .



شکل۱۸ _ گسترش پوتی ویروس موزائیک زرد لوبیا (BYMV)، منتقل شونده ناپایا با شته، از شبدر قرمز به مزرعه لوبیا تحت تأثیر جهت غالب باد قرار می‌گیرد(Hampton,1967).

این منحنی اغلب هیپربولیک (شکل ۱۸ ،چپ) می‌باشد یعنی رابطه معکوس و تصاعدی با فاصله از منبع آلودگی دارد.این منحنی ممکن است در نزدیکی منبع آلودگی، به علت آلودگیهای چندگانه، حالت پهن یا مسطح داشته باشد و با گذشت زمان همچنانکه گسترش ثانویه بوجود می‌آید پهن تر می‌شود (شکل ۱۸). در مورد پوتی ویروس‌های شته زاد ناپایا (همچنانکه در شکل۱۸ نشان داده شده است) معلوم شده که انتقال تک مرتبه ای معمولاً به بیشتر از چند متر تجاوز نکرده است.

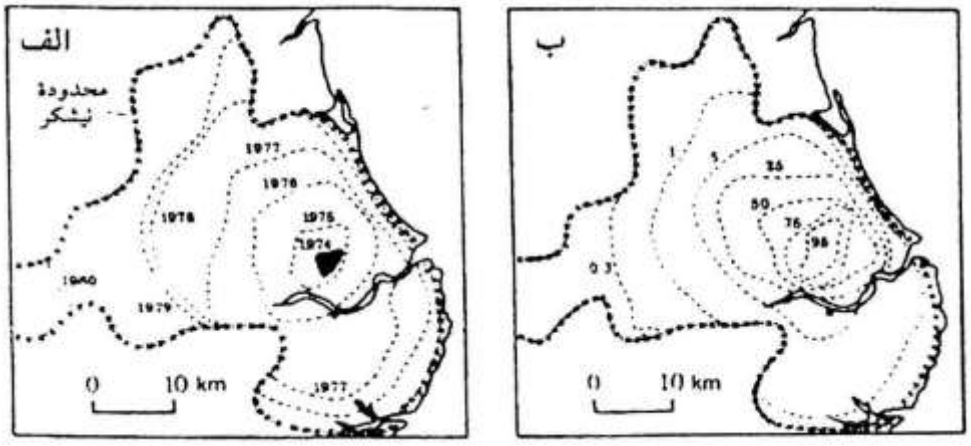
این مکانیسم نفوذ منطقه ای ویروس‌ها را به گیاه زراعی، در صورتی که آلودگی از گیاه زراعی یا رویش وحشی مجاور بیاید، تشریح می‌کند و به وجود آمدن آن‌ها را به صورت لکه ای در مزارع، اگر آلودگی از بین خود گیاه محصول بوجود آید، روشن می‌سازد. در مورد پوتی ویروس‌های خاکزاد، این لکه‌ها با آلودگی خاک توسط ناقل مطابقت دارد. این لکه‌ها ممکن است به کندی بزرگ شوند (برای پوتی ویروس‌هایی که توسط نماتدها منتقل می‌شوند تا حدود ۶۰ سانتی متر در سال) و در گیاهان زراعی بعدی پذیرنده معمولاً به همان صورت هستند.

بنابراین، با انتقال ناپایای شته، گسترش ویروس به طور قابل ملاحظه ای قابل پیش بینی می‌باشد زیرا که چندین گونه شته می‌توانند این ویروس‌ها را پخش کنند. شته‌ها در حالی که غالباً به طور تصادفی از گیاه زراعی، بدون کلونیزه کردن آن، تغذیه می‌کنند معمولاً ویروس‌ها را پخش می‌کنند. اما این ویروس‌ها ممکن است از نقاط دورتری وارد شوند. در این صورت آلودذگی گیاهان در مزرعه به صورت لکه ای است. پیش بینی این نوع ورود ویروس توسط حشرات که با جریانهای باد آورده می‌شوند، دشوار می‌باشد.محلی که پروازهای طولانی ناقلین به پایان می‌رسد همچنین بستگی به موانعی نظیر درختان، بوته‌های محافظ (بادشکن) ، چوب زارها و ساختمان‌هائی که جریان‌های باد را تحت تأثیرقرار می‌دهند دارد و پرواز آنها معمولاً در جهت پشت به باد این موانع اتمام می‌یابد. در مورد ویروس‌های شته زاد پایا، در مقایسه با ویروس‌های ناپایا سطح بروز بیماری با طولانی شدن مسافت کاهش کمتری دارد. بروز بیماری‌های ناشی از ویروس‌های شته زاد پایا حتی تمایل به کاهش بسیار کمتری نیز دارد اگر گسترش ویروس با ملخ‌ها که بلند پرواز هستند باشد.

اپیدمی‌ها همچنین ممکن است بعد از چندین سال توسعه پیدا کرده و به صورت جغرافیایی گسترش یابند. یک نمونه عبارت از بیماری آبله آلو (شارکا) در گونه‌های *Prunus spp.* در اروپا می‌باشد که قبلاً توضیح داده شد(شکل ۴).

یک نمونه بارز دیگر توسعه اپیدمیک بیماری فیجی نیشکر در منطقه بوندابرگ در ایالت کوئینزلند استرالیا در دهه ۱۹۷۰ است. این بیماری به دنبال معرفی شدن و کشت وسیع واریته پربازده NCO310 نیشکر از آفریقای جنوبی اتفاق افتاد. معلوم شده است که این کولتیوار نسبت به بیماری

فیجی مربوطه ویروس بیماری فیجی نسبتاً پذیرنده و برای ملخ ناقل آن ویروس، فوق العـاده جـذاب است. این اپیدمی به طور مداوم با گذشت زمان از سه مزرعه اصلی توسعه پیدا کرد(شکل ۱۹، چپ) در حالی که بروز بیماری با دور شدن از مرکز آلودگی کاهش یافـت (شـکل ۱۹، راسـت). گسـترش بیماری در اوائل فصل عمدتاً توسط شفیره‌های بی بال و در اکثر مواقع سال توسط شته‌های بزرگسال بال دار در بین مزارع یا بین مزارع مجاور انجام گرفت. با وجود این، تعداد زیادی از شته‌های بـالغ در اواخر تابستان به پرواز درمی آیند.



شکل ۱۹ _ انباشته شدن اپیدمی بیماری فیجی نیشکر در بوندابرگ ایالت کوئینزلند استرالیا. الف– بزرگ شدن سالانه ناحیه ای که آلوده شده بود. ب – شمارش بروز بیماری در درصدهای حمله گزارش شده در بررسی ۱۹۷۸ (Thresh,1983a).

فصل سوم

ارزیابی خطر و پیش‌بینی

ارزیابی خطر و پیش‌بینی

واژه پیش بینی (forecasting)، در چارچوب اپیدمیولوژی، اصطلاحی است که معمولاً برای پیش آگاهی دادن گسترش احتمالی اپیدمی ویروس‌ها و سایر آفات که به طور مرتب به گیاهان زراعی حمله می‌کنند، به کار برده می‌شود. در عمل، به معنی مقابله به موقع و مؤثر می‌باشد که در این صورت ارزیابی میزان خسارت اثرات کمی بعدی را از نظر اقتصادی، مورد تأکید قرار می‌دهد. ارزیابی احتمالی خطر(risk assessment)، مشخص می‌کند که چه موقع خسارت وارده از نظر اقتصادی فراتر می‌رود. اصطلاح " پیش بینی" از نظر کمی، دقت کمتری دارد. بنابراین، این دو اصطلاح (پیش بینی و سنجش ریسک) به یکدیگر مرتبط هستند، اما مترادف نمی باشند. عوامل مؤثر در ارزیابی احتمال خطر نیز باید در پیش بینی، منظور شده برای کنترل، در نظر گرفته شوند.

ارزیابی احتمال خطر

آگاهی فزاینده در مورد " انتقال" یا " جابجائی" مداوم ویروس‌ها وجود دارد و جهانی سازی فعالیت انسان عامل بزرگی در انتقال بین المللی آفات می‌باشد. در حقیقت، از میان آفات، ویروس‌های جدید و بیماریهای ویروسی جدید به طور مداوم ظاهر می‌شوند، وبه همین ترتیب، ویروس‌های موجود در کشورهای همجوار یا حتی جاهای دورتر دنیا از عوامل تهدید کننده خواهند بود. بر خلاف اکثر آفات دیگر، ویروس‌ها اکثراً به صورت نامرئی همراه مواد گیاهی وارد می‌شوند یا ردیابی آنها به هنگام حمل آنها، اگر در حالت خواب باشند، دشوار است و ویروس‌ها را نمی توان با ضدعفونی ساده از بین برد. به منظور تصمیم گیری در مورد ورود آزاد اقلام گیاهی معین به کشور که ممکن است آلوده به ویروس‌های بیگانه باشند، یا عبور این اقلام از قرنطینه پرهزینه، یا حتی ممانعت از ورود آن‌ها به کشور و تعیین ویروس‌هائی که باید مورد ردیابی قرار گیرند، ابتدا باید خطرات احتمالی ناشی از هر ویروس سنجیده بشوند.

تعیین مشکلات ناشی از واردات واقعی یا احتمالی ویروس‌های بیگانه و بررسی چگونگی به وجود آمدن این مشکلات، دشوار است، بنابراین ما فقط به طور کمی ارزیابی می‌کنیم برای اینکه :

۱. مقامات مسؤل حفظ نبات در تعداد زیادی از کشورها، بویژه در قسمت‌های در حال توسعه جهان، به طور حتم نمی دانند ویروس‌هائی که این مقامات در تلاش برای جلوگیری از ورود آن‌ها به کشور هستند هنوز در کشورشان وجود دارند یا نه برای اینکه این مقامات از مطالعه بروز و پخش وویروس‌ها در داخل مرزهای کشور خود عاجز هستند. همچنین، اینها ممکن است حتی

برای اجتناب از به مخاطره انداختن صادرات کشاورزی کشور خود، از گزارش آفات بومی اکـراه داشته باشد.

۲. به هنگام ارزیابی خطرات احتمالی مربوط به انتقال و ورود ویروس به یک منطقه جدید باید مـد نظر داشت که ویروس‌های گیاهی ممکن است نه تنها (الف) از طریق مواد تکثیری انتقـال یابنـد، بلکه (ب) در تولیدات گیاهی فرآوری نشده برای غذای انسان و دام (پ) در مواد گیـاهی حمـل شده با توریست‌ها و (ت) در حشرات ناقل همراه خود انسان یا به کمک وی نیز وارد می‌شوند.

۳. خطرات احتمالی ناشی از بوجود آمدن آن دسته از ویروسهائی که می‌توانند به منطقه تازه برسـند، بستگی به قابل دسترس بودن (الف) میزبان‌های پذیرنده (شامل گیاهان وحشـی) و (ب) نـاقلین بالقوه، در آنجا دارد.

۴. خطرات احتمالی ناشی از وقوع اپیدمی‌های بعدی آلودگی بستگی بـه (الـف) تعـداد منـابع وارد شده، (ب) تراکم ناقل و کارائی آن، و (پ) پذیرندگی گیاه زراعی دارد.

۵. بالاخره خطرات احتمالی مربوط به خسـارت نهـائی در گیـاه زراعـی بـا حساسـیت گیـاه تعیـین می شود.

در صورتی که هیچکدام از گیاهان زراعی بومی حساس نبوده؛ حتی اگـر پذیرنـده هـم نباشـند، هـیچ خسارت اقتصادی از ورود ویروس حاصل نخواهد شد. در این صـورت، اقـدامات قرنطینـه و سـایر راههای مقابله قابل توجیه نخواهند بود. اما چنین ویروسی ممکن است ساکن شـود یـا شـاید بـدون اینکه مورد توجه واقع شود، احتمالاً به علف‌های هرز و سایرسبزیجات، گسترش یابد و ممکن اسـت تا زمان ورود یک گیاه زراعی حساس یا کولتیوار آن، به صورت مخفی باقی بماند و آنگاه بـه عنـوان ماشه یا چاشنه فاجعه عمل کند.

به این ترتیب، پیش بینی گسترش بین المللی و ارزیابی خطرات احتمالی، اغلـب اگـر غیـرممکن نیـز نباشد دشوار است و مشکلات ناشی از ورود ویروس جدید معمولاً به طور غیر منتظره ظاهر شوند.

پیش بینی

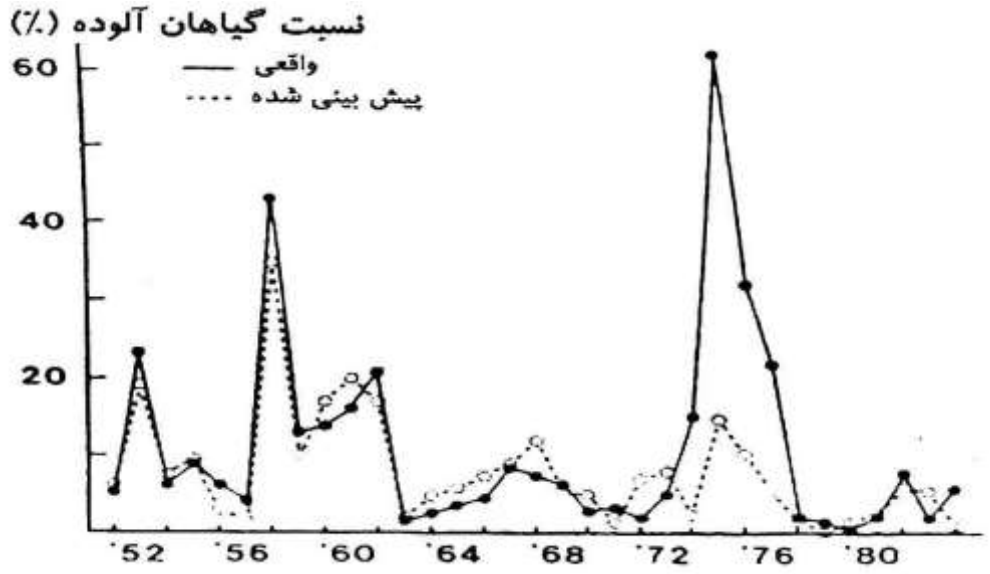
ارزیابی" احتمال خطر" برای تصمیم گیری در مورد اینکه یک گیاه زراعی یا کولتیوار مقاوم در منطقه ای که ویروس‌های معین به صورت منظم به وجود می‌آیند کشت بشوند یا نه، اکثراً پیش بینی قبـل از کشت (Preplanting forecasting) نامیده می‌شود. ارزیابی احتمال خطر همچنین برای انتخاب مواد گیاهی گرانبهاتربرای خرید، به منظور پرهیز از خسارت اقتصادی احتمالی ناشی از ویروس‌هـائی که همراه با مواد گیاهی تکثیری انتقال می‌یابند، ضروری است. در آن صورت، تأکید بـر ذخیـره مایـه

مواد (بویژه تعداد منابع آلودگی اولیه که از کشت حاصل می شود) در رابطه با فشار ناقل مورد انتظار می‌باشد. اما تعیین سطوح تحمل گیاه نسبت به ویروس از طریق تجزیه، نه بر اساس تحقیقات مفصل اپیدمیولوژیک، انجام می‌گیرد.

پیش بینی پس از کشت (Postplanting forecasting) در مورد اینکه خسارت وارده به گیاه کی و در چه محدوده ای با شروع حمله ممکن است به مقیاس‌های اپیدمیک و خسارت اقتصادی برسد، مهم تلقی می‌شود. پیش آگاهی قبل از کشت برای اخطار به موقع به کشاورزان منظور شده است تا برای تصمیم گیری در مورد کنترل و زمان بکارگیری وسائل کنترل به آن‌ها کمک کند. در این نوع پیش آگاهی پتانسیل آلودگی (شامل منابع آلودگی در بیرون گیاه زراعی) و فشار ناقل، عوامل اصلی می‌باشند. شرایط هوائی به هنگام زمستان و بهار برای گسترش حشرات ناقل در جمعیت و انباشته شدن اپیدمیکی ویروس در اواخر فصل بهار تعیین کننده هستند. انواع مختلف تلاش‌ها برای پیش آگاهی وجود دارند اما معمولاً در شرایط محدود کاربرد دارند. در زیر به ۵ مورد از این تلاشها اشاره می‌شود:

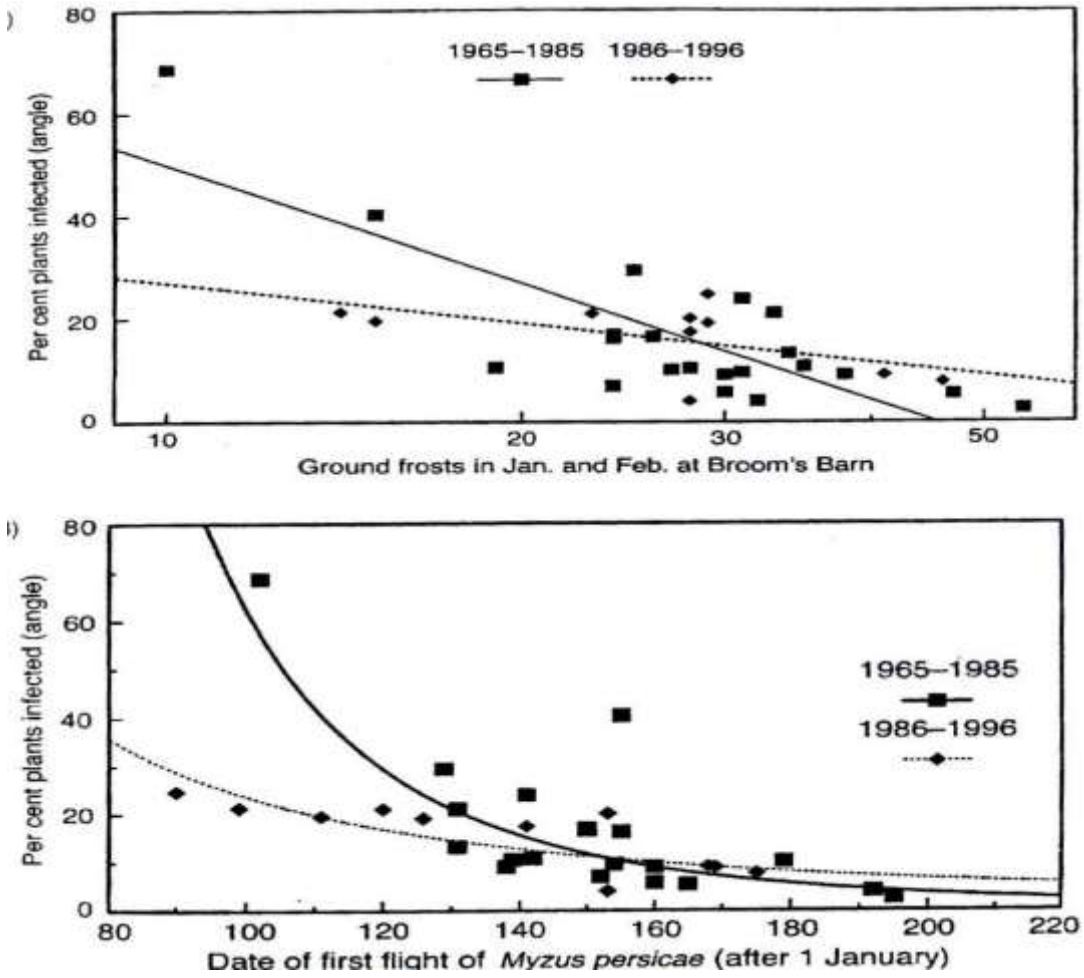
(۱)بهترین سیستم مستند، پیش آگاهی توسعه اپیدمیکی توسط صنعت چغندرقند برای زردی چغندرقند ناشی از پولروویروس زردی چغندر (BMYV) و کلستروویروس زردی چغندر (BYV) دربریتانیا می‌باشد. این پیش آگاهی از سال ۱۹۵۸ در بریتانیا و سپس در چند کشور اروپائی دیگر به عنوان یک طرح اخطاری برای توصیه بهترین زمان برای سمپاشی گیاهان محصول با حشره کش عملی شده است. از سال ۱۹۵۰ در بریتانیا یک همبستگی قابل ملاحظه بین تعداد روزهای یخبندان از ژانویه تا مارس با میانگین دماهای هفتگی در ماه آوریل و بروز زردی در آخر اوت یافت شده است(شکل ۲۰).

شته سبز هلو می‌تواند بدون چرخه کامل در دماهای نزدیک صفر درجه سانتی گراد زنده بماند و به تولید زنده زائی روی میزبان‌های علفی در تمامی زمستان ادامه دهد. اما یخبندان مکرر تعداد زیادی از شته‌ها و جمعیت‌های چغندر را زودتر از جمعیت‌های با چرخه کامل که به صورت تخم‌هائی بر روی درختان زمستان گذرانی می‌کنند، آلوده می‌سازند. دمای ماه آوریل، تکثیر شته‌ها را روی میزبان‌های زمستانی و تعداد آنها را که روی میزبانهای تابستانی از ماه می‌به بعد مهاجرت می‌کنند، تحت تأثیر قرار می‌دهد. قبل از سال ۱۹۵۰ این همبستگی ناچیز بود برای اینکه بیشتر آلودگی‌ها در آن زمان از گیاهان چغندر بذری و علوفه ای، و نه از علفهای هرز، نشأت می‌گرفتند.



شکل ۲۰_ نسبت واقعی گیاهان چغندر مبتلا به زردی در انگلستان در آخر ماه اوت برای مدت ۲۱ سال، با تعداد گیاهان مبتلائی که از تعداد روزهای یخبندان در ماههای ژانویه، فوریه و مارس و از درجه حرارتهای میانگین در ماه آوریل پیشنهاد شده، مورد مقایسه قرار گرفته اند. این شکل همچنین نوسانهای متعدد موجود بین سالها را در بروز منظم بیماری ویروسی ، نشان می‌دهد. (Heathcote,1986)

در قاره اروپا تأکید بر شمارش شته‌های سبز هلو بوجود آمده در ماههای می‌و ژوئن که تعداد آن‌ها نباید از ۰/۲ تا ۰/۵ به ازاء یک بوته گیاه تجاوز کند، می‌باشد. تعداد آستانه ای آن‌ها بستگی به مشاهدات روی شته سبز هلو و شته باقلا روی میزبان‌های زمستانی، همچنین به شکارگرها و عوامل بیماریزای آنها و نیز به تعداد منابع ویروسی و توسعه گیاه محصول دارد.این مدل همانطور که گفته شد بستگی به پیش بینی هوای سرد(بخصوص روزهای یخبندان) دارد که مقارن با آغاز مهاجرت بهاره شته‌های ناقل آنها می‌باشد(Harrington et al,1989).این مدل اجازه شمارش شته‌های مهاجر(*Myzus persicae*) را می‌دهد (Werker et al,1998). شکل ۲۱، عوامل مربوط به پیش بینی وقوع ویروس زردی چغندر قند را در انگلستان نشان می دهد. نمودار (A) تأثیر هوای سرد را روی وقوع ویروس نشان می‌دهد.و (B) رابطه بین شته‌های مهاجربا وقوع ویروس در شرق بریتانیا را نشان می‌دهد.



شکل ۲۱_ عوامل مربوط به پیش بینی وقوع ویروس زردی چغندر قند را در انگلستان (Dewer & Smith,1999)

شته‌هائی که می‌توانند به عنوان ناقلین ویروس‌های سیب زمینی عمل کنند در هلند در اوائل بهار روی میزبان‌های زمستانی آن شمارش می‌شوند. این کار برای تصمیم گیری در مورد سمپاشی گیاهان سیب زمینی بذری با یک حشره کش سیستمیک و زمان سمپاشی برای محافظت در برابر پولروویروس پیچیدگی برگ سیب زمینی (PLRV) انجام می‌گیرد. پس از مهاجرت ناقلین به طرف بوته‌های سیب زمینی، تعداد هرگونه، با تله‌های مکشی و تله‌های آب تحت نظر قرار می گیرند. چنین مطالعه ای در آخر بهار و اوائل تابستان شامل ضرب تعداد ناقلین در کارائی ناقلی نسبی آن‌ها برای ویروس‌هائی مانند ویروس وای سیب زمینی نژاد N (PVY^N) انجام می‌گیرد. فشارهای کلی ناقل به صورت فزاینده برای سنجش خطرات احتمالی گسترش غیر قابل قبول ویروس انجام داده می‌شود. این کار برای تعیین بهترین تاریخ‌های برداشت زودهنگام ، برای از بین بردن ساقه‌ها به منظور جلوگیری از انتقال ویروس‌ها توسط شته‌ها به غده‌هائی که ممکن است برای مدتی در خاک منتظر

برداشت بمانند، انجام می‌گیرد. رشد غده‌ها اگر به موقع متوقف نشود ارزشی برای تکثیر گیاهی نخواهند داشت، اما اگر رشد به صورت نابالغ ختم شود، بازده محصول کاهش می‌یابد.

(۲) مدل پیش بینی اثر قلمه‌های سالم و آلوده cassava در پراکنش ویروس ACMV (Holt et al,1997). چنانچه قلمه‌های عاری از ویروس استفاده شوند، سپس شمار بالایی از انتقال ویروس توسط مگس سفید ناقل و یا جمعیتهای بزرگی از ناقلین می‌توانند منجر به بوجود آمدن چرخه پایداری از وقوع بیماری شوند. اگر تعدادی از قلمه‌ها آلوده شوند، این مدل سه احتمال ممکن را پیش بینی می‌کند: ۱) ریشه کنی بیماری، ۲) دوام هر دو گروه سالم و آلوده با هم، ۳) و یا آلودگی کامل را که بستگی به پارامترهای مختلف دارد.

(۳) مدلی است که بر پایه گرایش ناقل به گیاه سالم یا آلوده توسط BYDV استوار است. که نشان دهنده این مطلب است که تأثیر گرایش ناقل بستگی به تواتر گیاهان آلوده در جمعیت دارد. که مسلماً هرچه گیاهان آلوده بیشتر باشد منبع تغذیه برای ناقلینی که گیاهان آلوده را ترجیح می‌دهند بیشتر است.(McElhany et al,1995) همچنین تأثیر گرایش ناقل به پایا بودن ویروس در ناقل نیز مربوط می‌شود. نتایج این آنالیز متمرکز می‌شود روی این فرض که گرایش به گیاهان بیمار به صورت خودبه خود باعث افزایش پراکنش بیماری می‌شود.

(۴) در تحقیق در مورد رقابت بین ویروس‌ها برای آلوده شدن، Power در ۱۹۹۶ اثر رقابتی دونژادBYDV-MAV وBYDV-PAV را مورد بررسی قرار داد. انتقال نقش مهمی را در تعیین نتیجه رقابت بین ویروسها دارد، همانطور که نحوه انتقال و رفتارهای ناقلین نیز در آلوده شدن گیاه به دو ویروس و یا دو نژاد رقیب حائز اهمیت هستند.

(۵) بسیاری از گیاهان یکساله در مناطق حاره ای به طور مداوم و پشت سر هم کشت می‌شوند، بدون اینکه یک دروه آیش داشته باشند. Holt و Chancellor در ۱۹۹۷ مدلی را جهت این وضعیت ایجاد کردند. این مدل پیش بینی می‌کند که در این منطقه خاصوقوع بیماری به عواملی نظیر راندمان آلودگی، شیب پراکنش و تاریخ کشت بستگی دارد.این مدل در رابطه با پراکنش بیماری Rice tungro virus پیشنهاد شده است.

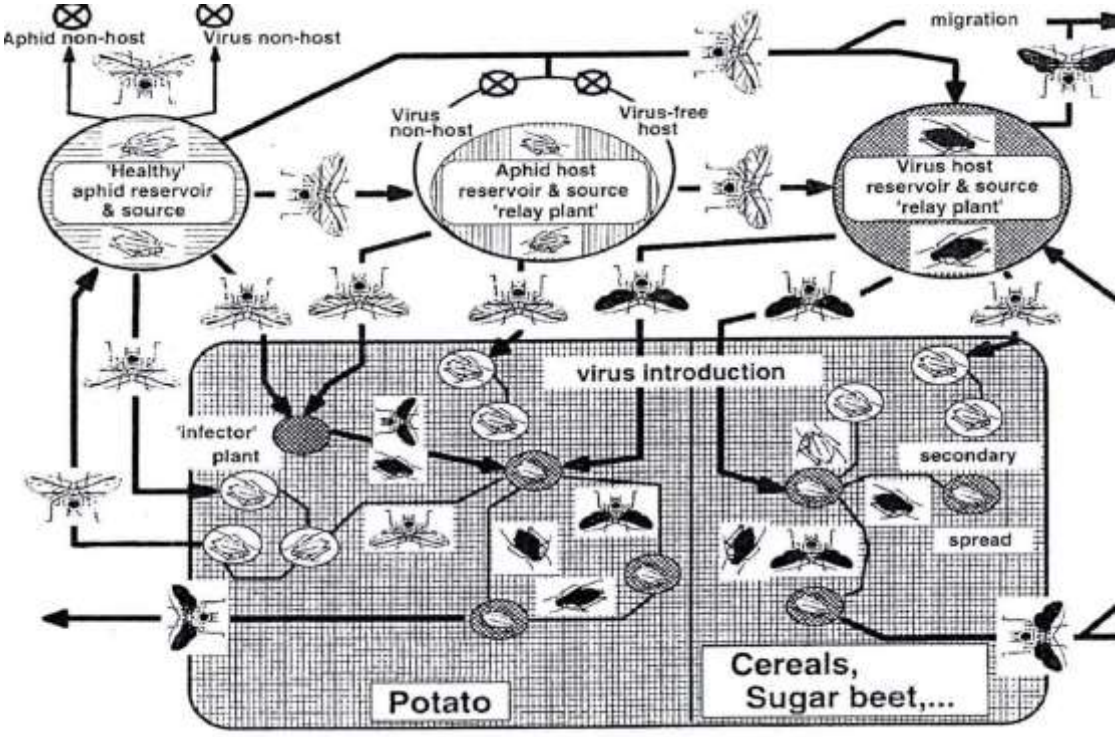
در پایان باید گفت که به طور کلی پیش بینی وقوع اپیدمی‌ها و زمان بروز آن‌ها، به دلیل زیاد بودن تعداد عوامل دخالت کننده، به صورت یک مشکل باقی خواهد ماند. مدل‌های کامپیوتری مشابه سازی دقیق بروز بیماری و خسارت، برای ویروس‌ها هنوز قابل دسترس نیستند. تغییرات بیش از اندازه در دما و بارندگی در شرایط آب و هوائی استوائی عامل پیدایش اپیدمی، اغلب نادر و غیر قابل پیش بینی می‌باشد.

فصل چهارم

نتیجه گیری

نتیجه گیری

از آنچه که ارائه شد می‌توان نتیجه گرفت که فاکتورها و واکنشهای بین آنها که اکولوژی و اپیدمیولوژی را در بر می‌گیرد نهایتاً یک کمپلکس پیچیده را بوجود می‌آورند. این مسئله را می توان در پرو.سه دربرگیرنده پراکنش Luteovirusها در داخل یک محصول و بین محصولات زراعی توضیح داد (شکل ۲۲)



شکل ۲۲_ پروسه اپیدمیولوژیکی پراکنش Luteovirusها که نشان دهنده راههای مختلف ایجاد آلودگی می‌باشد (Robert, 1999).

از آنچه که ارائه شد، همچنین می‌توان نتیجه گرفت که عوامل متعددی ممکن است بر بقا و گسترش ویروس در مزرعه تأثیرگذار باشند. خصوصیات هر ویروس، موجب پایداری کم و بیش مؤثر آن می‌گردد. به عنوان مثال، TMV گرچه ناقل بی مهره قابل توجهی ندارد، ولی به دلیل پایداری در برابر غیر فعال شدن، غلظت بالا در میزبان، سهولت انتقال مکانیکی و دامنه میزبانی وسیع توانسته است بقا یابد. در مقابل، ویروس‌هایی که در بدن حشرات ناقل افزایش یافته و از طریق تخم انتقال می‌یابند، علاوه بر گیاه میزبان، دارای یک میزبان کامل جایگزین برای بقا می‌باشند.

TSWV مثالی از یک ویروس بسیار ناپایدار ولی بسیار موفق در مزرعه می‌باشد. این ویروس خارج از گیاه، فقط به مدت چند ساعت قدرت آلوده کنندگی خود را حفظ می‌کند.TSWV دارای نوع

خاصی از ناقل است. در حقیقت انواع گونه‌های تریپس که این ویروس را انتقال می‌دهند، فقط در حالت پوره قادر به کسب ویروس می‌باشند. با این وجود، این ویروس در سراسر جهان و داخل کشورهای مختلف گسترش و شیوع پیدا کرده است.احتمالاً موفقیت این ویروس به عوامل متعددی بستگی دارد: (۱) دامنه میزبانی بسیار وسیع آن که شامل بسیاری از گیاهان چند ساله حامل و بدون نشانه این ویروس است. بدین ترتیب در سراسر سال، منبع نگهدارنده ویروس فراهم می‌باشد؛ (۲) گسترش وسیع گونه‌هایی از تریپس که قادر به انتقال ویروس می‌باشند.؛ (۳) وجود دامنه وسیعی از نژادها به صورت مخلوط‌های نژادی و در نتیجه امکان وقوع نوترکیبی یا نوجوری ژن‌ها. این موضوع موجب سازگاری سریع ویروس به میزبان‌های جدید و ایجاد بیماری‌های نسبتاً ملایم در آنها می‌گردد.

منابع

۱) پوررحیم، رضا. فرزادفر،شیرین. گلنراقی، علیرضا. مبانی ویروس شناسی گیاهی (ترجمه) ، انتشارات سامان پیشه گر، ۱۳۸۱.

۲) جعفرپور، بهروز، جعفرپور،بیتا، ووس شناسی گیاهی کاربردی (ترجمه)، انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد،۱۳۸۲.

۳) سخندان بشیر،نعمت. ویروسهای گیاهی (عوامل بیماریزای بی همتا و گمراه کننده)، انتشارات دانشگاه تبریز،۱۳۸۳.

4) Hull, Roger. Matthews' Plant Virology, Academic Press (Fourth edition) ,2002

5) Irwin,M.E.& Thresh,J.M.,1990. Epidemiology of barley yellow dwarf: a study in ecological complexity. Annual Review of Phytopathology, 28:393-414.

6) Polslon,J.E.& Anderson,P.K., 1997. The emergence of whitefly-transmitted Gemniviruses in tomato in the western hemisphere. Plant Disease ,81:1356-1369.

7) Thresh,J.M.,1982. Cropping practices and virus spread. Annual Review of Phytopathology, 20:193-218.

8) Wisler,G.C., Duffus ,J.E., Liu, H.Y. & Li . R.H.,1997. Ecology and epidemiology of whitfly-transmitted closteroviruses. Plant Disease, 82:270-280.

فهرست مطالب

مقدمه..... ۲
نمودارها..... ۲
اکولوژی ویروس‌ها..... ۶
عوامل بیولوژیکی..... ۸
۱)خصوصیات ویروسها و گیاهان میزبان آنها..... ۸
۱-۱ پایداری فیزیکی و غلظت نهایی ویروسها..... ۸
۱-۲ میزان حرکت و انتشار در گیاهان میزبان..... ۸
۱-۳ شدت بیماری..... ۸
۱-۴ تغییرپذیری و انتخاب نژاد..... ۹
۱-۵ دامنه میزبانی..... ۹
۲)انتشار..... ۱۰
۲-۱ ناقلین هوازاد..... ۱۰
۲-۲ ویروسهای خاکزاد..... ۱۳
۲-۳ انتقال با بذر و گرده..... ۱۵
۲-۴ انتقال بوسیله مهره داران..... ۱۶
۲-۵ انتشاردر مسافتهای دور..... ۱۶
۳) منابع آلودگی..... ۲۱
۳-۱ گیاهان زراعی..... ۲۱
۳-۲ گیاهان وحشی..... ۲۴
۳-۳ علفهای هرز و سایر میزبانهای واسط..... ۲۴
۳-۳-۱ علفهای هرز درون محصول..... ۲۵
۳-۳-۲ منابع مجاور محصول..... ۲۶
۳-۳-۳ منابع دور..... ۲۷
۳-۴ منابع دیگرآلودگی..... ۲۹
عملیات باغبانی و کشاورزی..... ۳۰
۱- عملیاتی که دارای اثرات موضعی است..... ۳۰
۱-۱ تاریخ کشت..... ۳۰
۱-۲ تناوب زراعی..... ۳۱
۱-۳ عملیات تهیه زمین و کا شت..... ۳۲
۱-۴ اندازه مزرعه..... ۳۲
۱-۵ اندازه گیاهان و تراکم کشت..... ۳۲

۱-۶ همگن بودن گیاه زراعی ۳۳
۱-۷ تأثیر گلخانه‌ها ۳۳
۱-۸ عملیات گرده افشانی ۳۴
۱-۹ نهالستان‌ها به عنوان منابع آلودگی ۳۴
۲- عملیاتی که دارای اثراتی در مقیاس بزرگ می‌باشند ۳۴
۲-۱ انتخاب گیاهان و اصلاح نبات ۳۴
۲-۲ روش‌های پیوند زدن ۳۴
۲-۳ کشت در مناطق دست نخورده ۳۴
۲-۴ جا به جایی محصولات گیاهی به کشورهای دور ۳۴
۲-۵ اثر کشت تک محصولی یا تناوب کوتاه مدت بر ویروسها ۳۵
نتیجه ۳۷
عوامل فیزیکی ۳۷
۱) بارندگی ۳۷
۲) باد ۳۷
۳) دمای هوا ۳۸
۴) خاک ۳۸
۵) نقش تغییرات فصلی و آب و هوایی در توسعه اپیدمی‌ها ۳۹
بقا در طول چرخه فصلی ۴۰
اپیدمیولوژی ۴۳
۱- زمان ۴۳
۲- ویروس و میزبان ۴۴
۳- تعداد منابع آلودگی ۴۶
۴- نوع و تعداد ناقلین ۴۶
۵- مسافت ۴۹
ارزیابی خطر و پیش‌بینی ۵۳
ارزیابی احتمال خطر ۵۳
پیش بینی ۵۴
نتیجه گیری ۶۰