بیماری شناسی گیاهی

Plant Pathology

گردآورنده: دکتر حمیدرضا علیزاده

۱۳۹٤

دانشگاه جیرفت

مقدمه:

حیات بشر در روی کره زمین از جهات مختلف وابسته به وجود گیاهان است . ۹۰ درصد غذای انسان را مستقیما گیاهان تشکیل می‌دهند. از قریب ۳۰۰۰ نوع گیاه که کم و بیش جنبه غذایی دارند ۸۵ درصد غذای انسان از حدود ۱۰ گیاه که مهمترین آنها گندم و برنج هستند، حاصل می‌شود، حیات حیوانات نیز که جزء منابع غذایی بشر هستند به وجود گیاهان وابسته است.

گیاهان علاوه بر اینکه منبع اصلی غذا برای انسان هستند منبع فراورده‌های صنعتی و منبع تهیه دارو نیز بوده و بالاخره عامل مهمی در سالم سازی محیط زیست انسان محسوب می‌شوند.

با توجه به وابستگی انسان و حیوانات به گیاهان و نیاز روز افزون بشر به مواد غذایی، صنعتی و غیره، کوشش در راه افزایش فراورده‌های گیاهی و حفظ و حراست گیاهان از گزند آفات و بیماری‌ها اهمیت خاص پیدا می‌کند.

تاریخچه بیماری‌شناسی گیاهی

بیماری‌های گیاهی و انگل‌های گیاهان از زمان پیدایش گیاهان در طبیعت وجود داشته‌اند و دلیل این ادعا فسیل‌های قارچ‌هایی است که امروزه در موزه تاریخ علوم طبیعی وجود دارد. برای مثال زنگها که یکی از قدیمی‌ترین قارچ‌های انگلی کره زمین می‌باشند در لایه های دوره کربونیفر پیدا شده‌اند.

از زمانیکه انسان اولیه شروع به کشت و زرع گیاهان کرده است انگل‌های گیاهی دائما به زراعت او آسیب وارد ساخته‌اند، تاریخچه پاتولوژی گیاهی بخصوص در قرون گذشته در حقیقت تاریخچه تلاش انسان برای درک علل بیماری‌ها و اثبات رابطه علت و معلولی در مورد آنها است.

در اعصار باستانی عقاید خرافی در مورد علل بیماری‌های گیاهی حاکم بود در این دوره عقیده عمومی مردم از جمله فلاسفه این بود که بیماری‌های گیاهی در اثر خشم خدایان بوجود آمده و وسیله‌ای برای مجازات کشاورزان گناهکار هستند. رومیان قدیم برای بعضی از بیماری‌ها خدایانی خلق کرده بودند که معروفتر از همه Robigo رب النوع زنگ گندم بود که هر سال در بهار برای رضایت خاطر او مراسم مذهبی توام با قربانی بر پا می‌کردند. این عقاید خرافی به اشکال مختلف تا اواخر قرون وسطی همچنان پا بر جا بود.

قدیمی‌ترین نوشته‌ها در زمینه بیماری‌های گیاهی مربوط به تئوفراستوسTheophrastus فیلسوف یونانی است که حدود سیصد سال قبل از میلاد مسیح می‌زیسته است. وی مطالعاتی در مورد بیماری‌های درختان، غلات و بقولات داشته و مشاهدات خود را به رشته تحریر درآورده است. او متوجه شد که احتمال ابتلای برخی از گیاهان به بعضی از بیماری‌ها بیشتر است و اختلافاتی بین ارقام مختلف یک گیاه از نظر ابتلا به بیماری وجود دارد. همچنین وی متوجه شد که جنس خاک و شرایط جوی بر روی شدت بیماری مؤثر است. وی عقیده داشت که بیماری های گیاهی در اثر تغییرات جوی پدید می آیند. در دوران قرون وسطی به دلیل خفقان ایجاد شده بوسیله کلیساها پیشرفتی در علوم حاصل نشد، در عصر رنسانس اروپا در زمینه-

های اجتماعی، سیاسی و مذهبی تحرک پیدا کرد و پیشرفت علوم نیز شدیدا تحت تاثیر قرار گرفت. معهذا از اوایل این دوره (قرن هفدهم میلادی) تا اواسط قرن نوزدهم بشر با دو فرضیه غلط در زمینه علـوم بیولـوژی دست بگریبان بود، این دو فرضیه عبارت بودند از فرضیه تولید خود بخـودی (*Spontaneous generation*) و فرضیه خودزایی (*Autogenic*) برساس فرضیه تولید خود بخودی موجودات پست از قبیل میکروارگانیسم-ها بطور خود بخودی تولید شده و مرتبا از هیچ بوجود می‌آیند. طبق فرضیه خود زائی آسـیب‌هـای موجـود روی گیاهان بیمار و قارچهایی که روی قسمت مریض پیدا می‌شود از خود گیاه بوجود می‌آیند (ضرب المثل قدیمی، کرم درخت از خود درخت است).

در اوایل قرن هفدهم روبرت هوک Robert Hook دانشمند انگلیسی موفق به ساخت میکروسکوپی شد کـه سـلول‌های گیـاهی بـا آن قابـل مشـاهده بـود. سـپس در سـال ۱۶۷۵ مـیلادی وان لیـون هـوک Van Leeuwenhoekمیکروسکوپی با بزرگنمایی ۳۰۰ برابر ساخت که با کمک آن باکتری‌ها قابـل مشـاهده بودند. پیرآنتونیو میشلی (Micheli) در سال ۱۷۲۹ با استفاده از میکروسکوپ قارچها را مـورد مطالعـه قـرار داد. وی را به عنوان **پدر علم قارچشناسی** می‌شناسیم.

در سال ۱۷۷۵ تیله(Tillet)، دانشمند فرانسوی، توده اسپورهای سیاهرنگ خوشه‌های آلوده به سیاهک گندم را روی بذرهای سالم پاشید و ملاحظه کرد که گیاهان جدید تا حد زیادی آلوده شده‌اند. بنابر این ثابت کرد این بیماری مسری می‌باشد. حتی وی ثابت کرد که با ضدعفونی کردن بذر می‌تـوان از انتشـار بیمـاری جلوگیری کرد. با این حال اعتقاد داشت یک ماده سمی در این توده سیاه وجود دارد و به ماهیـت میکروبـی عامل بیماری پی‌نبرد.

در سال ۱۸۰۷ پروست (prevost) ثابت کرد که عامل ایجاد سیاهک یـک قـارچ اسـت. وی اسـپورهای عامل بیماری و نحوه جوانه‌زدن آنها را مطالعه کرد و با استفاده از سولفات مس، توانسـت از ایجـاد سـیاهک جلوگیری کند. با وجود این، معاصران او که اعتقاد بـه تولیـد خودبخـودی داشـتند، نظریـات عالمانـه وی را مردود دانستند.

در اواسط قرن نوزدهم یعنی در سال ۱۸۴۵ بیماری بادزدگی سیب زمینی در ایرلند به صورت همه‌گیر ظاهر گردیده و باعث قحطی در این کشور گردید. این اپیدمی موجب شد تا از جمعیت هشت میلیون نفـری ایرلند، یک میلیون جان باخته و یک و نـیم میلیـون نفـر آواره گردنـد. بـروز ایـن فاجعـه تـاریخی، اهمیـت بیماری‌های گیاهی را بیش از گذشته نمایان ساخت و پژوهشگران زیادی به مطالعه در خصوص این بیمـاری پرداختنـد. تـا آنکـه در نهایـت دبـاری(de Bary) در سـال ۱۸۶۱ ثابـت کـرد عامـل ایـن بیمـاری قـارچ *Phytophthora infestans* است. دباری که در رشته طب تحصیل کرده بود به مطالعه بیماری‌هـای گیـاهی پرداخت و پژوهش های ارزشمندی در این خصوص انجام داد. از این رو وی را به عنوان بنیانگذار یا **پدر علم بیماری‌شناسی گیاهی** می‌شناسند. در سال ۱۸۶۰ پاستور دانشمند فرانسوی موفق به بطلان فرضیه تولیـد خودبخودی شد. و در سال ۱۸۷۸ کخ دانشمند آلمانی تئوری میکروبی (Germ theory) خـود را در مـورد بیماری‌های انسان و دام پیشنهاد کرد و این پیشرفت‌ها بطور مستقیم و غیـر مسـتقیم در تحکـیم و توسـعه پاتولوژی گیاهی مؤثر بود. بدین ترتیب طی سـالیانی کـه از تـا سـیس پـاتولوژی گیـاهی مـدرن مـی‌گـذرد موفقیتهای زیادی در زمینه شناخت علل بیماریها و کنترل آنها بدست آمده است و پاتولوژی گیـاهی کـه در

ابتدا مترادف قارچ‌شناسی بود اکنون دارای شاخه‌های متعددی نظیر ویروس‌شناسی، نماتولوژی و سم شناسی و غیره است که هر یک در حد خود بصورت یک علم در آمده است و با وجود این هنوز مسایل و مشکلات زیادی و جود دارد که مطالعه و تحقیق دائمی در پاتولوژی گیاهی را ضروری می‌سازد.

علاوه بر قارچها، سایر عوامل بیماریزای گیاهی نیز به تدریج مورد شناسایی و مطالعه قرار گرفتند. در این خصوص، اولین نماتد پارازیت گیاهی در سال ۱۷۴۳ توسط نیدهام Needham از دانه گندم جدا شد.

اولین باکتری بیماری‌زای گیاهی توسط بوریلBurrill در سال ۱۸۷۸ گزارش گردید وی نشان داد که بیماری آتشک سیب و گلابی توسط یک باکتری به وجود می‌آید.

در سال ۱۸۸۶ مایر Mayer برای اولین بار به بیماری موزاییک توتون پی برد. او تصور می‌کرد که این بیماری در اثر حمله یک باکتری به وجودمی‌آید. اما ایوانسکی Ivanowski دانشمند روسی عصاره گیاه آلوده را از صافی‌هایی که باکتری‌ها را جدا می‌کرد عبور داد و مشاهده کرد که همچنان عصاره صاف شده ایجاد آلودگی می‌کند. لذا نتیجه گرفت که عامل بیماری احتمالاً سمی است که توسط باکتری تولید می‌شود. بالاخره در سال ۱۸۹۸ بیجرنیک Beijerink ضمن تأیید کارهای ایوانوفسکی، عامل بیماری موزاییک را ویروس نامید.

در سال ۱۹۳۱ استاهل Stahel درآوندهای آبکش درختان قهوه، پروتوزئرهای تاژکدار را مشاهده نمود.

در سال ۱۹۶۷ دوی Doi و همکاران در ژاپن پیکره مولیکوت‌ها Mollicutes (میکوپلاسما یا فیتوپلاسما) را در بافت چند گیاه آلوده پیدا کردند که توسط زنجره‌ها منتقل می‌شدند. در همان سال، ایشی Ishii و همکاران ثابت کردند که علائم این بیماری‌ها در اثر استفاده از تتراسیکلین از بین می‌رود. در سال ۱۹۷۲ دیویس Davis و همکاران موفق به کشف میکروارگانیسم‌های فنری شکل در ذرت آلوده شدند که آن را اسپیروپلاسما Spiroplasma نامیدند.

در سال ۱۹۷۱ دینر Diener ویروئید را که مولکول‌های RNA هستند به عنوان عامل بیماری دوکی شدن غده سیب زمینی گزارش نمود.

باکتری‌های سخت کشت محدود به آوند آبکش نخستین بار توسط ویندسور و بلک Windsor & Black در بافت آبکش شبدر آلوده به بیماری برگ گرزی گزارش شدند و بعد از یکسال باکتری‌های سخت کشت محدود به آوند چوبی در بیماری پیرس مو گزارش گردید.

در سطح تجاری، اولین قارچکش برای کنترل عوامل بیماریزای گیاهی در اواخر قرن نوزدهم مورد استفاده قرار گرفت. برخی از کشاورزان فرانسوی برای آنکه رهگذران به انگورهای آنها ناخنک نزنند، روی موها مخلوطی از آب، آهک و سولفات مس می‌پاشیدند. میلاردت Millardet در سال ۱۸۸۲ به صورت تصادفی متوجه شد که در تاکستان‌هایی که از این مخلوط استفاده شده است موها برگ‌های خود در مقابل بیماری سفیدک داخلی حفظ کرده‌اند. آزمایش‌های مکرر وی ثابت کرد مخلوط کات‌کبود و آهک اثر معجزه‌آسایی در کنترل سفیدک دارد. این مخلوط بعداً به نام مخلوط بردو Bordeaux Mixture معروف شد و این اولین قارچ‌کش در علم بیماری گیاهی بود که هنوز هم کاربرد دارد.

اهمیت بیماری‌های گیاهی

اهمیت بیماری‌های گیاهی در درجه اول ناشی از خسارتی است که این بیماری‌ها به گیاهان و محصولات زراعی وارد می‌کنند. دو نوع خسارت را می‌توان ذکر کرد:

۱ ـ خسارت ناشی از اپیدمی‌ها :

وقتی که یک بیماری در منطقه‌ای اپیدمی (همه گیر) می‌شود خسارت ناشی از آن کاملا چشمگیر می-باشد که نه تنها به اقتصاد یک منطقه یا کشور لطمه وارد می‌کند بلکه گاه یک سلسله عواقب سوء اجتماعی نیز در پی خواهد داشت. ذیلا چند نمونه از این اپیدمی‌ها را که در گذشته رخ داده است ذکر می‌کنیم.

۱ ـ بیماری بادزدگی سیب‌زمینی (Late blight) در حدود سال ۱۸۳۰ در اروپا جلب نظر کرد و در عرض چند سال در نقاط مختلف بصورت اپیدمیک در آمد و از آنجا که سیب‌زمینی غذای اصلی اروپائیان را تشکیل می‌داد قحطی معروف ایرلند در سال ۱۸۴۵ ناشی از اپیدمی این بیماری بود که قریب یک میلیون نفر در این کشور در اثر این قحطی مردند و حدود ۱/۵میلیون نفر نیز مجبور به مهاجرت به آمریکا و کانادا شدند.

۲ ـ بیماری سوختگی شاه بلوط *(Chestnut blight)* ناشی از قارچ *Cryphonectria parasitica* برای اولین بار در سال ۱۹۰۴ در آمریکا دیده شد و بزودی باعث از بین رفتن و نابودی جنگلهای شاه بلوط نواحی شرقی آمریکا گردید که امروزه از آن جنگلهای عظیم فقط افسانه‌ای باقیمانده است.

۳ ـ بیماری ویروسی *Curly top* دراوایل قرن بیستم در مناطق غربی آمریکا آسیب شدیدی به کشت چغندر و صنعت قندسازی وارد آورد و برای مبارزه با این بیماری مبالغ هنگفتی خرج شد معهذا در دهه ۱۹۲۰ چغندر کاران ورشکست، کارخانجات قندسازی تعطیل و صنعت قند سازی از چغندر در این مناطق تا سر حد نابودی نزول کرد.

۴- در سال ۱۹۴۸ طغیان بیماری‌های زنگ در استرالیا باعث شد که تنها در یک ناحیه از این کشور ۲۷۰۰۰۰ تن گندم یعنی نان سالیانه سه میلیون انسان از بین برود.

۲ ـ خسارت معمولی بیماری‌ها :

خسارت عادی بیماری‌های گیاهی به همان اندازه اپیدمی‌ها و گاهی بیشتر قابل توجه است و در کشور-های پیشرفته حدود ۱۰ درصد محصول تخمین زده می‌شود و در کشور های دیگر به ۳۰ در صد محصول نیز می‌رسد. از میزان خسارت بیماریها در ایران آمار و ارقام دقیقی در دست نیست و اگر چه خسارت ناشی از بیماریها را گاهی ۱۵ درصد ذکر کرده‌اند ولی بنظر می‌رسد که احتمالا میزان خسارت از این بیشتر باشد.

اهمیت اقتصادی بیماری‌های گیاهی نه تنها به علت خسارتی است که مستقیما به محصولات وارد می-کنند بلکه همچنین بعلت صرف نیروی انسانی و مبالغ هنگفتی است که سالیانه در تحقیقات برای شناسایی عوامل بیماریزا و راههای کنترل آنها و یا انجام مبارزه شیمیایی و غیر شیمیایی بر مردم کشورهای مختلف تحمیل می‌شود.

Estimated Annual Crop Losses Worldwide

Attainable crop production (2002 prices)	$1.5 trillion
Actual crop production (–36.5%)	$950 billion
Production without crop protection	$455 billion
Losses prevented by crop protection	$415 billion
Actual annual losses to world crop production	$550 billion
Losses caused by diseases only (14.1%)	$220 billion

تعاریف و اصطلاحات

بیماری‌شناسی گیاهی یا پاتولوژی گیاهی (Plant pathology=phytopathology) عبارتست از علم مطالعه بیماریهای گیاهی از نظر علل، نحوه ایجاد و غیره . چون بیمارگرهای گیاهی دارای تنوع زیاد هستند و نیز از آنجا که هر بیماری را می توان از زوایا و جنبه‌های مختلف مطالعه نمود پاتولوژی گیاهی دارای جنبه‌ها و شاخه‌های گوناگون است.

بیماری گیاهی (Plant disease): هر گونه اختلال فیزیولوژیک در گیاه که در اثر تحریک مداوم عاملی بوجود آید و منجر به ظهور علائمی شود بیماری نامیده می‌شود.

پاتوژن (Pathogen): هر گونه عاملی که باعث بروز بیماری شود پاتوژن نامیده می‌شود. از نظر کلی می توان پاتوژنها را به دو دسته تقسیم کرد:

الف ـ پاتوژنها یا عوامل زنده (Animate) شامل قارچها، باکتریها، ویروس ها، ویروئید ها، مایکوپلاسماها، نماتدها و انگلهای گلدار

ب ـ پاتوژنها یا عوامل غیر زنده (Inanimate) که ایجاد بیماری هایی میکنند که به این بیماری‌ها غیر عفونی یا فیزیولوژیکی هم گفته می‌شود. عامل ایجاد این بیماری‌ها عبارتند از :

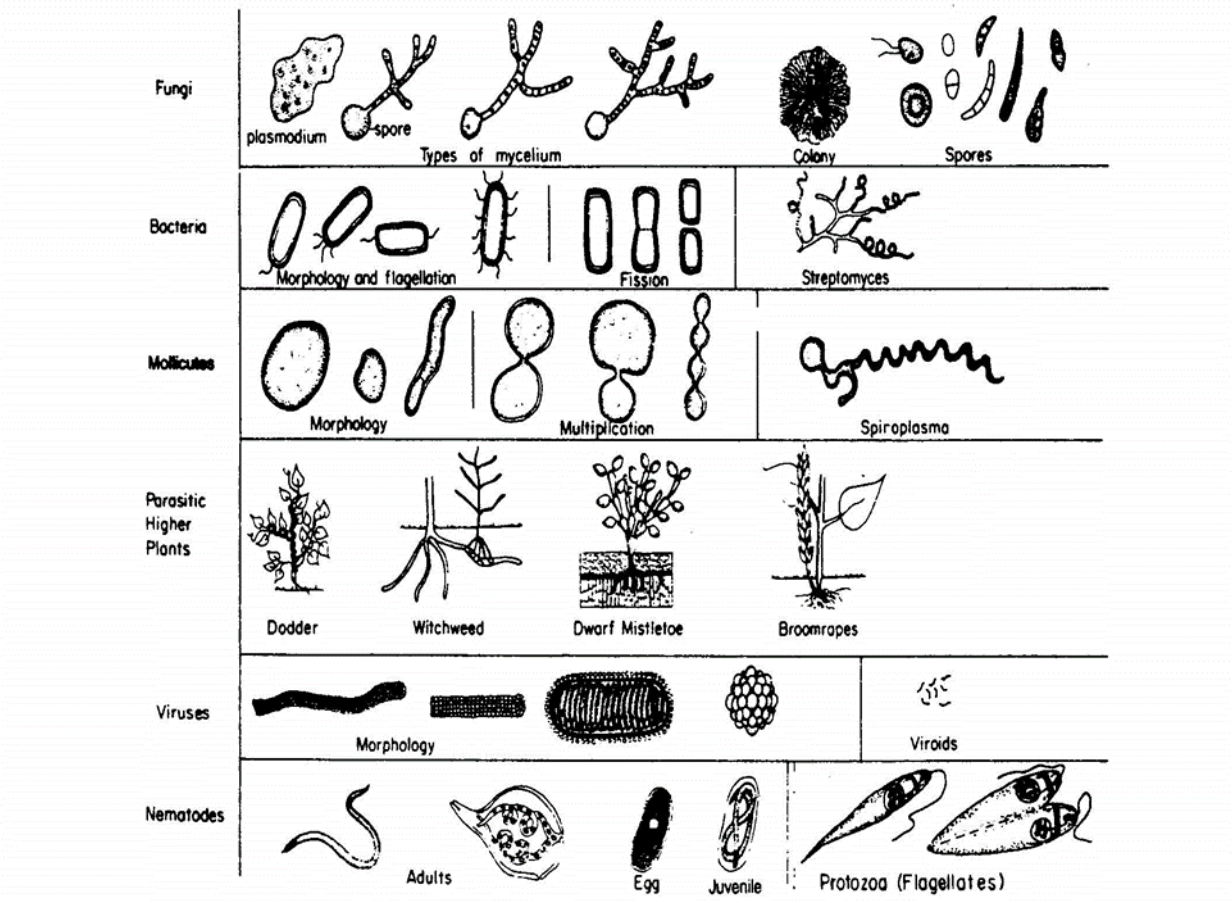
۱- کمبود یا فزونی عناصر غذایی
۲- کمبود یا فزونی رطوبت خاک
۳- گرما یا سرما
۴- نور ناکافی یا زیاده از حد
۵- اسیدی یا قلیایی بودن خاک (PH نامناسب)
۶- فقدان اکسیژن
۷- اثرات سوء ناشی از کاربرد آفتکش‌ها وغیره

بیماری‌های گروه الف را بیماری‌های عفونی (Infectious diseases) و بیماری‌های گروه ب را بیماری-

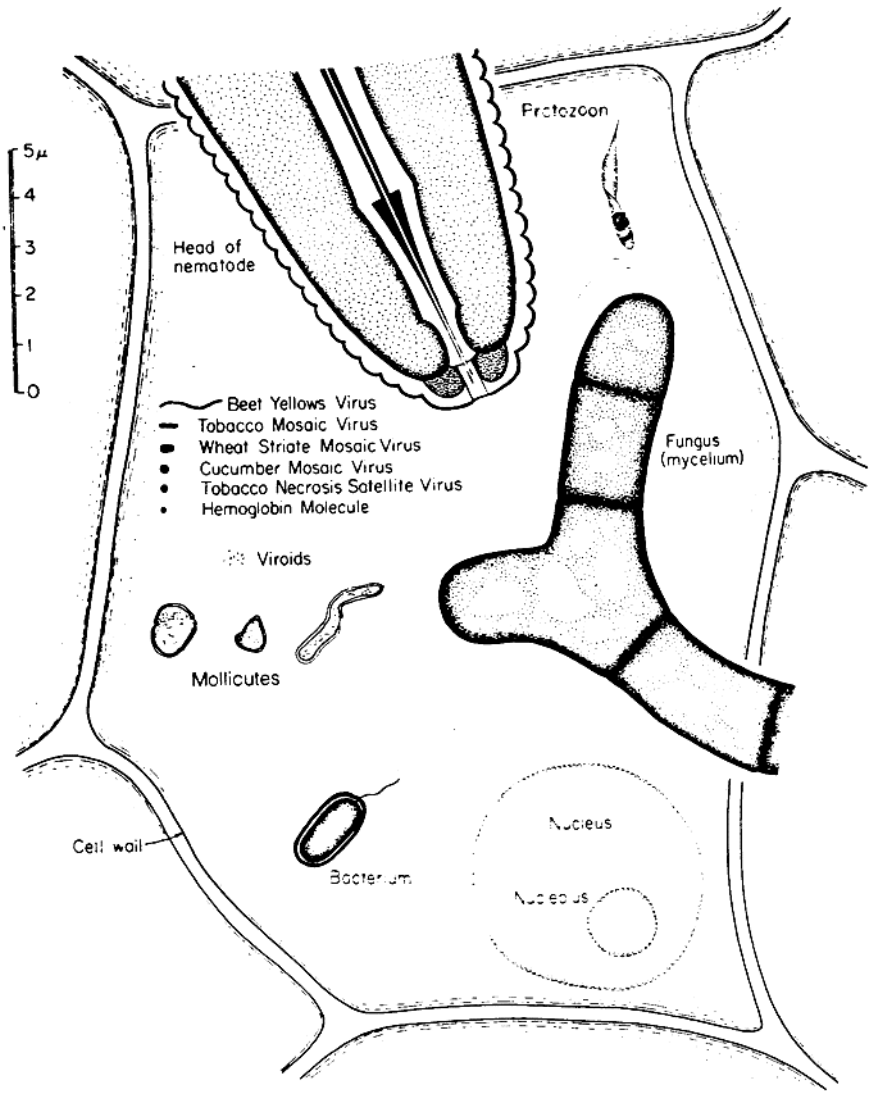
های غیر عفونی (Non _ infectious diseases) می‌نامند.

ـ مطالعه علل و عوامل ایجاد کننده بیماری و رابطه آن با گیاه میزبان را **اتیولوژی** (Etiology) گویند.

ـ **پارازیت** (Parasite) یا انگل به ارگانیزمی اطلاق می‌شود که لااقل در قسمتی از دوره زندگی خود در داخل یا روی موجود زنده از نوع دیگر که میزبان (host) نامیده می‌شود بسر برد و تمام یا قسمتی از مواد غذایی مورد نیاز خود را از آن کسب کند. پارازیتیسم درجات مختلفی دارد، انگلی که برای تغذیه و تکمیل دوره زندگی خود وابستگی کامل به سلول زنده میزبان داشته و نتواند از مواد آلی غیر زنده استفاده کند انگل اجباری (Obligate parasite) نامیده می‌شود، در نقطه مقابل انگل اجباری ساپروفیت اجباری (Obligate saprophyte) وجود دارد که قادر به استفاده از سلول زنده نبوده و مواد آلی مورد لزوم را از منابع غیر زنده تامین می‌کند در فاصله بین پارازیت اجباری وساپروفیت اجباری موجوداتی یافت می‌شود که به درجات مختلف زندگی انگلی یا ساپروفیتی دارند. موجوداتی که بطور معمول پارازیت بوده ولی تحت شرایط خاص یا در دوره ای از زندگی خود بصورت ساپروفیت در آیند ساپروفیت اختیاری (Facultative saprophyte) نامیده می‌شوند و موجوداتی که بیشتر زندگی ساپروفیتی داشته لکن تحت شرایطی می‌توانند بصورت پارازیت در آیند انگل اختیاری (Facultative parasite) نامیده می‌شوند. یک موجود پارازیت ممکن است پاتوژن باشد یا نباشد و بالعکس .



Morphology and multiplication of some of the groups of plant pathogens.



بیوتروف و نکروتروف

برخی از پاتوژن‌ها سریعاً میزبان یا بخشی از بافت‌های میزبان را می‌کشند. حال آنکه گروهی از پاتوژن‌ها برای مدت طولانی بدون اینکه آسیب جدی به میزبان خود وارد کنند با آن زندگی می‌کنند. گروه نخست پاتوژن‌های فرصت‌طلبی هستند که از طریق زخم‌ها یا قسمت‌هایی از میزبان که حصارهای دفاعی ضعیف‌تری دارند، رخنه کرده و با تولید ترکیبات مخرب بافت میزبان را منهدم نموده و سپس از بافت‌های مرده گیاه به عنوان منبع غذایی استفاده می‌کنند. این گروه از پاتوژن‌ها را نکروتروفNecrotroph می‌گویم.

در مقابل، گروه دیگری از پاتوژن‌ها، میزبان خود را بلافاصله نمی‌کشند. این گروه از پاتوژن‌ها که بیوتروف Biotrophs نامیده می‌شوند. در واقع برای رشد و نمو خود به بافت زنده میزبان وابسته‌اند و به متابولیت‌های تولید شده توسط سلول زنده نیاز دارند. لذا اگر آسیب شدیدی به سلول وارد شود، حیات آنها نیز به مخاطره می‌افتد.

تفاوت‌های پاتوژن‌های نکروتروف و بیوتروف را می‌توان به صورت زیر خلاصه کرد.

	بیوتروف	نکروتروف
ویژگی‌های مرفولوژیکی و بیوشیمیایی	سلول‌های میزبان سریعاً از بین نمی‌روند. معمولاً آنزیم‌های مخرب و توکسین‌ها تولید نمی‌شوند یا به ندرت تولید می‌شوند. ضمائم خاص انگلی نظیر هاستوریوم‌ها تولید می‌شوند.	سلول‌های میزبان به سرعت کشته می‌شوند. پاتوژن تولید آنزیم‌های مخرب سلولی و توکسین می‌کند. ضمائم خاصی تشکیل نمی‌شود.
ویژگی‌های اکولوژیکی	معمولاً دامنه میزبانی محدود دارند. قادر به رشد ساپروفیتی نیستند. قادرند به بافت‌های سالم در همه مراحل نموی حمله کنند.	معمولاً دامنه میزبانی وسیعی دارند. قادرند روی مواد آلی غیر زنده رشد کنند. معمولاً به بافت‌های جوان و آسیب‌دیده یا پیر حمله می‌کنند.

ـ بیماری آندمیک و اپیدمیک

بیماری که در منطقه معینی محدود بوده و هر سال بطور کم و بیش منظم در آن منطقه وجود داشته باشد آندمیک (endemic) یا enphytotic نامیده می‌شود.

بیماری که در منطقه‌ای طغیان کند و ضمن گسترش سریع در منطقه درصد زیادی از جمعیت را آلوده کند اپیدمیک (epidemic) یا epiphytotic نامیده می‌شود.

مطالعه مکانیزم بروز اپیدمیک‌ها و علل و عوامل مؤثر در ایجاد آنها را اپیدمیولوژی (Epidemiology) گویند.

نشانه‌های بیماری‌های گیاهی

یک پزشک، بیماری مریض خود را با مشاهده برخی از نشانه‌ها تشخیص می‌دهد که به این نشانه‌ها Symptoms گفته می‌شود، مثل تب، سردرد. نشانه‌ها ممکن است به تنهایی یا به صورت یک مجموعه با توالی مشخص باشد. مثلاً گلودرد، تب و درد عضلات، نشانه‌های بیماری آنفلونزا است. در مورد بیماری‌های گیاهی نیز گیاهپزشک باید از روی نشانه‌هایی که می‌بیند بیماری را تشخیص دهد. نشانه‌های بیماری‌های گیاهی (Symptoms) را می‌توان به صورت زیر خلاصه کرد:

الف- تغییر رنگ‌های غیر طبیعی در گیاه

تغییر رنگ‌های غیرطبیعی در گیاه شامل نشانه‌های زیر است:

-سبزردی Chlorosis: به زایل شدن جزئی یا کلی رنگ سبز در گیاه اطلاق می‌شود که بر اثر تخریب یا تشکیل نشدن کلروفیل عارض می‌گردد. سبزردی ممکن است در اثر عوامل متعددی شامل عوامل زنده (آلودگی‌های سیستمیک ویروسی، بیماری‌های ریشه ناشی از قارچ‌ها، باکتری‌ها و نماتدهای بیماریزای گیاهی و ...) یا عوامل غیرانگلی (کمبود عناصر غذایی مثل ازت وآهن، فشردگی خاک، PH نامناسب خاک و...) به وجود آید.

-بی‌رنگی یا تاریک‌رویی Etiolation: به پدیده زایل شدن رنگ سبز گیاه به علت رشد در تاریکی گفته می‌شود. در این پدیده، علاوه بر زایل شدن رنگ سبز، میان‌گره‌ها نیز بلندتر می‌شوند.

-زالی Albinism: به فقدان کامل رنگ سبز در گیاه اطلاق می‌شود که معمولاً به دلایل ژنتیکی یا شیمر به وجود می‌آید.

-رگ‌روشنی Vein clearing : نوعی نشانه موقتی در برخی بیماری‌های ویروسی است که در آن رگبرگ‌ها در مقابل نور روشن به نظر می‌رسند.

-رگ‌نواری Vein banding: نوعی نشانه بیماری در گیاه که در آن رگبرگ‌ها و نوار طرفین آن‌ها رنگی متفاوت از بقیه سطح برگ دارند. رگ‌نواری ممکن است در اثر برخی آلودگی‌های ویروسی یا کمبود برخی از عناصر (مثل آهن) باشد.

-سبزایی یا گل‌سبزی Virescence : سبز شدن اندامی که معمولاً عاری از کلروفیل است. مثل سبز شدن قطعات گل بر اثر آلودگی به عوامل بیماریزا به ویژه گونه‌های *Phytoplasma*. گل‌سبزی معمولاً با برگ‌سان شدن اندام‌های گل Phyllody همراه است.

-موزائیک Mosaic : یعنی وجود لکه‌های تیره و روشن در کنار هم روی برگ یا سایر اندام‌های گیاه. (حالت موزاییک بیشتر در بیماری‌های ویروسی دیده می‌شود. اما این نشانه منحصر به بیماری‌های ویروسی نیست؛ برای مثال در بیماری قارچی سفیدک داخلی آفتابگردان نیز برگ‌ها حالت موزاییکی نشان می‌دهند. همچنین اثرات سوء ناشی از کاربرد برخی از علف‌کش‌ها، ممکن است نشانه‌هایی شبیه به نشانه‌های بیماری‌های ویروسی از جمله حالت موزاییکی و غیره را در گیاه ایجاد نماید).

-پیسک mottle : موزاییک خفیف و نقطه نقطه به صورت خال‌های تیره و روشن را پیسک می‌گویند. علاوه بر این به لکه‌های نسبتاً وسیع روشن در برگ که به تدریج در رنگ سبز ادغام می‌شوند، پیسک اطلاق می‌شود.

-لکه‌حلقوی Ring spot : حلقه‌ای با رنگ متفاوت از رنگ زمینه روی برگ یا سایر اندام‌ها.

-نقش حلقوی Ring pattern : حلقه‌های نامنظم نسبتاً بزرگ با رنگ‌های متفاوت در سطح اندام‌های گیاه.

-رگه‌دار شدن Streak : معمولاً در گیاهان تک‌لپه به حالتی گفته می‌شود که خط‌هایی به رنگ متفاوت از رنگ زمینه در اندام‌های گیاه به وجود آید؛ مثل بیماری ویروسی موزاییک رگه‌ای گندم wheat streak mosaic

- نوارکStripe : نوعی نشانه بیماری، معمولاً در گیاهان تک‌لپه که در آن نوارها یا خطوطی با رنگ متفاوت در زمینه برگ به وجود آید؛ مانند موزاییک نواری جو.

ب - پژمردگی Wilting

پژمردگی معمولاً یک نوع نشانه عمومی ثانویه است که در آن شاخ و برگ گیاه شادابی خود را از دست داده، پلاسیده و آویزان می‌شوند. علت پژمردگی ممکن است، کمبود آب، تعرق زیاد یا اختلال در سیستم آوندی ریشه یا ساقه‌ها باشد.

چنانچه، پژمردگی بر اثر کمبود آب یا از دست دادن آب در مواقع گرم روز به وجود آید، با خنک شدن هوا یا با تأمین آب، پژمردگی از بین می‌رود، لذا این پژمردگی را موقت می‌گویند. اما اگر علت این عارضه،

اختلال در جذب و انتقال آب باشد یعنی ریشه‌ها یا آوندها آسیب دیده باشند پژمردگی دائمی خواهد بود.

ج- مرگ بافت‌های گیاهی

بافت مردگی یا نکروز Necrosis : نکروز یک اصطلاح کلی است که به مرگ یاخته‌ها و بافت‌های گیاه بر اثر عوامل زنده یا غیر زنده اطلاق می‌شود و معمولاً به صورت لکه‌ها یا قسمت‌های قهوه‌ای و خشکیده نمایان می‌گردد. نکروز ممکن است به صورت موضعی Local Lesion یا به صورت عمومی باشد. بنابراین نشانه‌های مختلفی در اثر مرگ محدود یا گسترده بافت‌های مختلف گیاهی بروز می‌یابد.

لکه‌برگی (leaf spot): لکه‌های موضعی با حاشیه منظم و مشخص روی برگ‌های میزبان که از سلول‌های مرده یا در حال مرگ، تشکیل شده‌اند. گاهی ممکن است متن آلوده برگ از قسمت سالم جدا شده و بیفتد که به این حالت غربالی یا Shot hole گفته می‌شود.

سوختگی حاشیه‌ی برگ Scorch: به نکروز حاشیه برگ‌ها اطلاق می‌شود. این نشانه، سوختگی با آتش را تداعی می‌کند. عوامل متعددی ممکن است موجب سوختگی نوک و حاشیه‌ی برگ‌ها شوند. آلودگی هوا، خشکی، سرمازدگی، کوددهی اضافی، کمبود شدید برخی از عناصر، شوری خاک و غیره همگی از عواملی هستند که موجب سوختگی حاشیه و نوک برگ‌ها می‌شوند. باکتری‌های سخت‌کشت آوندی نیز همین نشانه‌ها را در برگ ایجاد می‌نمایند.

سوختگی Blight: نشانه‌هایی که به صورت مرگ سریع و گسترده بافت‌ها در بخش عمده یا تمام قسمت‌های هوایی گیاه یعنی برگ‌ها، شاخساره‌ها، شاخه‌ها و اندام‌های گل ظاهر می‌شود. این حالت، در بیماری‌هایی مانند بادزدگی سیب‌زمینی، برق‌زدگی نخود یا آتشک سیب و گلابی، نمود بارزی دارد.

شانکر یا خوره (Canker): یک زخم موضعی یا ناحیه مرده، اغلب فرورفته معمولاً در پوست ریشه، شاخه یا تنه.

مرگ سرشاخه (die-back): نکروز شدید شاخه‌ها که از انتها شروع و به طرف پایین گسترش می‌یابد.

پوسیدگی ریشه(Root rot): فساد یا تجزیه قسمتی یا تمام سیستم ریشه یک گیاه.

مرگ گیاهچه (Damping off): مرگ سریع و در هم غلطیدن بوته‌های جوان در بستر بذر یا مزرعه.

پوسیدگی‌های خشک و پوسیدگی‌های نرم(Soft rots and dry rots): در هم ریختگی، فساد و تجزیه میوه‌ها، ریشه‌ها، پیازها، غده‌ها و برگ‌های گوشتی.

آنتراکنوز(Anthracnose): لکه‌های زخم مانند نکروز روی ساقه، برگ، میوه یا گل‌های گیاه میزبان.

جرب(Scab): لکه‌های موضعی در میوه، برگ، غده و سایر قسمت‌های میزبان که معمولاً کمی برجسته یا فرورفته بوده و ترک خورده‌اند.

زوال گیاه یا کاهش رشد (Decline): گیاهان به کندی رشد نموده، برگ‌ها کوچک، ترد و شکننده، مایل به زرد و یا قرمز، گاهی مرگ سرشاخه بروز می‌کند.

د- جایگزینی بافت‌های گیاه به وسیله عامل بیماری

به عنوان مثال در سیاهک‌های آشکار و پنهان گندم دانه‌ها بطور کامل تبدیل به توده سیاهرنگ اسپورهای عامل بیماری می‌شوند.

هـ – رشد غیر عادی در گیاه

در اثر افزایش اندازه سلول‌های گیاهی Hypertrophy و افزایش تعداد این سلول‌ها Hyperplasy قسمت‌هایی از گیاه و یا تمام گیاه با رشد بیش از حد طبیعی مواجه می‌شود. برعکس، هیپوتروفی (Hypotrophy) و هیپوپلازی (Hypoplasy) موجب کوتولگی اندام‌های گیاهی یا تمام گیاه می‌شود. نشانه‌هایی که مربوط به هیپرتروفی و هیپرپلازی و نقص اعضای گیاه می‌گردند عبارتند از :

ریشه گرزی یا ریشه دوکی Club root : ریشه بزرگ شده و شبیه گرز یا دوک می‌شود.

گالGall : غده یا قسمت های بزرگ شده گیاه.

زگیل یا وارت Wart: برجستگی‌های زگیل مانند روی غده‌ها و ساقه‌ها.

جاروی جادوگرWitches brooms: جارویی و پر شاخه شدن.

پیچیدگی برگ Leaf curls : ضخیم شدن، پیچیدگی و ناقص شدن برگ‌ها.

در بسیاری از بیماری‌ها، عامل بیماری در سطح میزبان رشد کرده، اندام‌های مختلفی روی سطح میزبان تولید می‌کند، این اندام‌ها شامل میسلیوم، سختینه، کنیدیوفر، اندام باروری، اسپورها و غیره می‌باشد که اینها علامت sign خوانده می‌شوند و با نشانه‌ها Symptoms که فقط به ظاهر گیاه یا بافت گیاهی آلوده اطلاق می‌گردند فرق دارند. لذا در سفیدک‌ها برای مثال شخص بیشتر علامت‌ها را که از ریسه و اسپورهای سفید رنگ و کرکی قارچ تشکیل شده‌اند و روی سطح برگ، میوه و ساقه قرار دارند می‌بیند در حالی که نشانه‌های بیماری لکه‌های نکروزه و کلروزه روی برگ ومیوه و ساقه، کاهش رشد گیاه و غیره هستند.

تشخیص و تعیین عوامل مولد بیماری

شناخت بیماری و عوامل بوجود آورنده آن برای ارائه راه حل مناسب برای مبارزه با آن ضروری است هر بیماری علائمی دارد که از روی آن می‌توان نوع بیماری و انگل را تشخیص داد برای این کار دانستن و بخاطر سپردن نشانه‌های بیماری ضرورت دارد و همچنین جداسازی پاتوژن از اندام‌های بیمار و کشت دادن روی محیط‌های مصنوعی به شناسایی عوامل بیماری کمک می‌کند .

در مورد بسیاری از بیماری‌ها بخصوص آنهائیکه قبلا مطالعه و توصیف نشده‌اند تشخیص به این سادگی امکان پذیر نیست. در اینگونه موارد برای تعیین و یا اثبات رابطه علت و معلولی لازم است از روش کخ استفاده کرد روش و یا اصول کخ در گذشته برای اکثر بیماری‌های عفونی گیاهی دنبال شده است، این اصول ارتباط میکروارگانیزمها را با بیماری بخصوص تعیین می‌کند و بشرح زیر است:

الف ــ در اندامهای سالم یا بیمار گیاه انواع و اقسام میکروارگانیسم‌ها یافت می‌شود که همه این میکروارگانیزمها مولد بیماری نیستند، همچنین میکروارگانیسمی که با بیماری همرا نیست و یا گاهی با بیماری همرا است و گاهی نیست نمی‌تواند عامل بیماری باشد. بنابراین شرط اول برای اینکه یک میکروارگانیسم بتواند عامل بیماری بخصوصی باشد این است که همواره همرا علائم بیماری باشد.

ب ــ تمام میکروارگانیزمهای که همواره با بیماری توام هستند لزوما عامل آن بیماری نیستند. باید این

قبیل میکروارگانیسم‌ها را از بافت بیمار و از یکدیگر جدا کرده و آنها را امتحان نمود.

ج ــ تعدادی گیاه سالم (از نوع بیمار) انتخاب کرده و کشت خالص میکروارگانیزمها را بـه آنهـا تلقـیح می‌کنیم و نتیجه را بررسی می‌کنیم. از بین این میکروارگانیسم‌ها آنکه پس از انتقال به گیاهان سـالم تولیـد بیماری اولیه را کرده باشد بعنوان پاتوژن مورد توجه قرار می‌گیرد.

د ــ برای آنکه اطمینان حاصل کنیم که میکروارگانیسم فوق واقعا عامل بیماری است باید بتوانیم آن را از گیاهانی کـه بطـور مصـنوعی (در مرحلـه ج) بیمـار شـده‌انـد جـدا سـازیم. ایـن میکروارگـانیزم بایـد بـا میکروارگانیزم اولیه (مرحله ب) یکی باشد. اگر این مرحله نیز با موفقیت انجـام شـد رابطـه بـین بیمـاری و میکروارگانیزم به اثبات رسیده است.

بطور خلا صه اصول کخ که در بالا ذکر شد شامل مراحل زیر است:

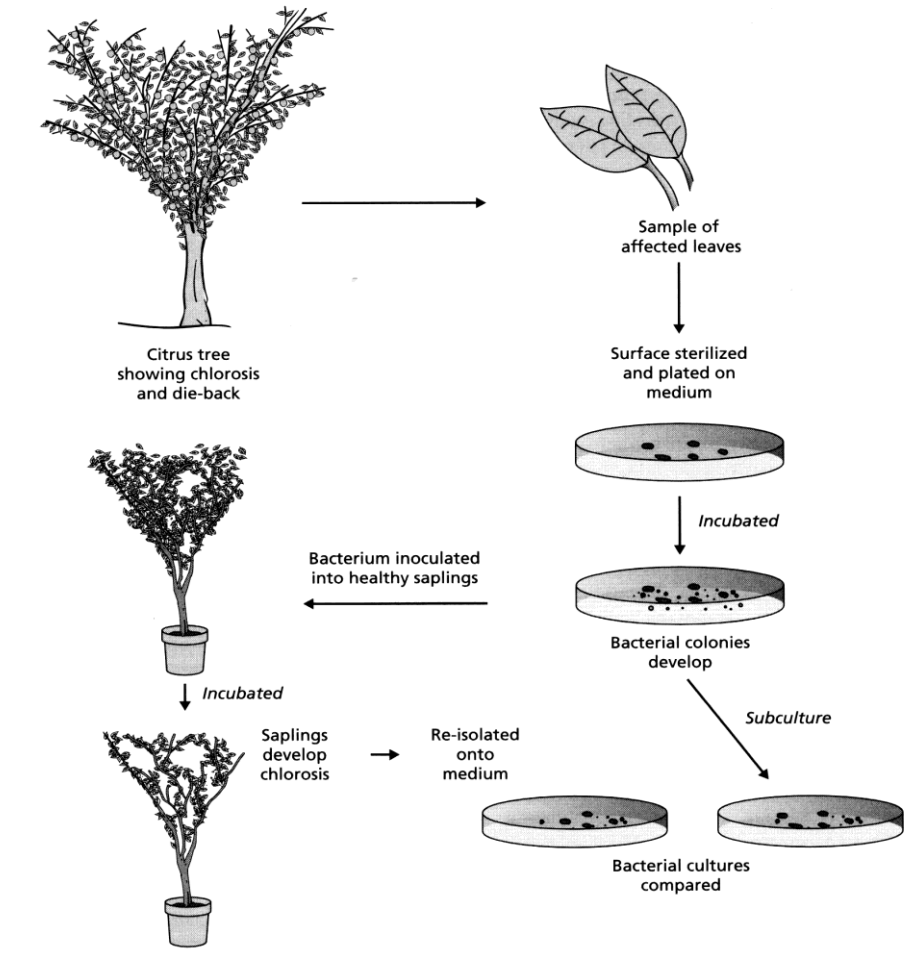
الف ـ کشت نسج بیمار و جدا کردن انگل یا انگل‌ها

ب ـ تشخیص انگل

ج ـ تلقیح انگل تشخیص داده شده به گیاه سالم و ایجاد بیماری و مقایسه علائم بیماری با آنچه که در طبیعت دیده شده است.

د ـ جدا کردن مجدد انگل از گیاهی که مصنوعا بیمار شده است.

هـ ـ تشخیص و مقایسه آن با حالت (ب)



چگونگی و مراحل مختلف بوجود آمدن بیماری

برای اینکه انگل بتواند بداخل بافت‌های گیاه میزبان نفوذ نموده و ایجاد بیماری کند مراحل مختلفی را طی می‌کند که دوره بیماری *(Disease cycle)* نامیده می‌شود. دوره بیماری را نباید با دوره زندگی پاتوژن *(Life cycle)* اشتباه کرد اگر چه در مواردی ممکن است با هم تطابق داشته باشند. این مراحل عبارتند از:

۱ ـ مرحله آغشتگی (*inoculation*)

برای ایجاد بیماری پاتوژن باید با بافت، سلول یا قسمت حساس سلول میزبان تماس پیدا کند. عمل انتقال پاتوژن به محل آلودگی در گیاه *Inoculation* نامیده می‌شود که در فارسی تلقیح، مایه زنی یا آغشتگی نیز برای این لغت بکار می‌رود. آن قسمت از پاتوژن یا محیط حامل آن که برای ایجاد بیماری لازم است با میزبان تماس پیدا کند را *Inoculum* می‌نامند. اینوکولوم ممکن است شامل تمام اندام پاتوژن یا قسمتی از آن باشد، که در مورد ویروسها و باکتریها خود این ارگانیسم‌ها بعنوان اینوکولوم عمل می‌کنند، عمل *inoculation* ممکن است فعال *(active)* یا غیر فعال (*passive*) باشد که در مورد اول می‌توان حرکت نماتدها و تماس آنها با گیاه میزبان را نام برد، در حالت دوم که از اهمیت بیشتری برخوردار است و در مورد اکثر پاتوژنها صدق می‌کند عواملی از قبیل آب، باد، حشرات، حیوانات و انسان پاتوژن را در تماس با محل آلودگی در گیاه در می‌آورند. به هر واحد تکثیری عامل بیماری که قابلیت انتشار و تجدید رشد آن را داشته باشد زادمایه یا Propagule گفته می‌شود.

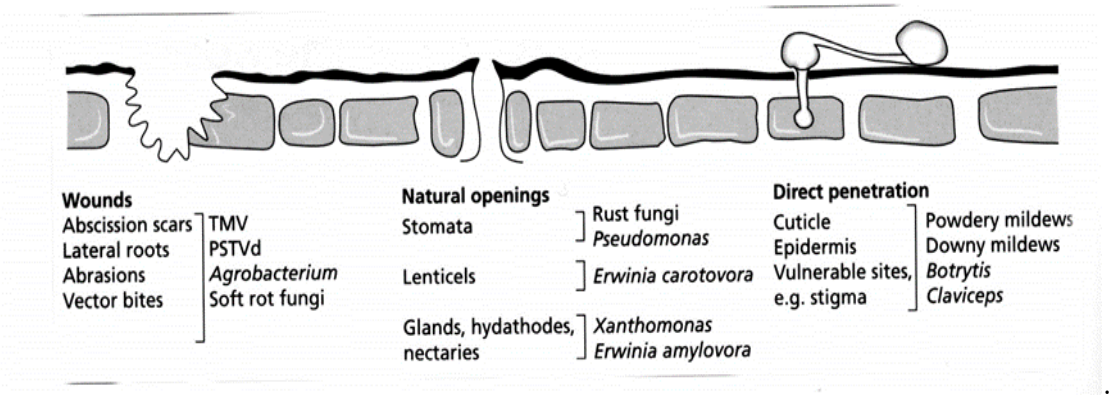
۲ ـ نفوذ پاتوژن بداخل بافت های میزبان *(Penetration)*

نفوذ پاتوژن بداخل گیاه به دو طریق انجام می‌گیرد:

الف ـ نفوذ فعال: در این مورد پاتوژن قادر است کوتیکول سطح گیاه را سوراخ کند و وارد بافت‌های آن شود. نفوذ فعال پاتوژن از راه کوتیکول بوسیله بکار بردن نیروی مکانیکی (نماتدها و بعضی قارچها) و یا با انحلال کوتیکول و دیواره سلولی با ترشح آنزیم‌ها (مثل بیشتر قارچها) صورت می‌گیرد.

ب ـ نفوذ غیر فعال: این نوع نفوذ از طریق منافذ موجود در سطح گیاه صورت می‌گیرد. این منافذ بطور کلی به دو گروه تقسیم می‌شوند. اول منافذ طبیعی شامل، روزنه‌ها، عدسکها، زخم‌هایی که در محل خروج ریشه‌های فرعی بوجود می‌آیند، هیداتودها و مجاری شهد. دوم زخم‌های ناشی از تغذیه حشرات و زخم‌های که در اثر عوامل مختلف همچون عملیات زراعی ممکن است بوجود بیایند.

بیماری‌های باکتریایی و بعضی بیماری‌های قارچی از طریق منافذ وارد گیاه می‌شوند. لازم بذکر است که بعضی پاتوژنها (مثل ویروسها و بعضی باکتریها) بکمک عوامل دیگر (حشرات) با شکستن کوتیکول یا دیواره سلولی وارد سلولهای گیاهی می‌شوند. در اشکال زیر روش نفوذ قارچها، باکتری‌ها و نماتدها نشان داده شده است.



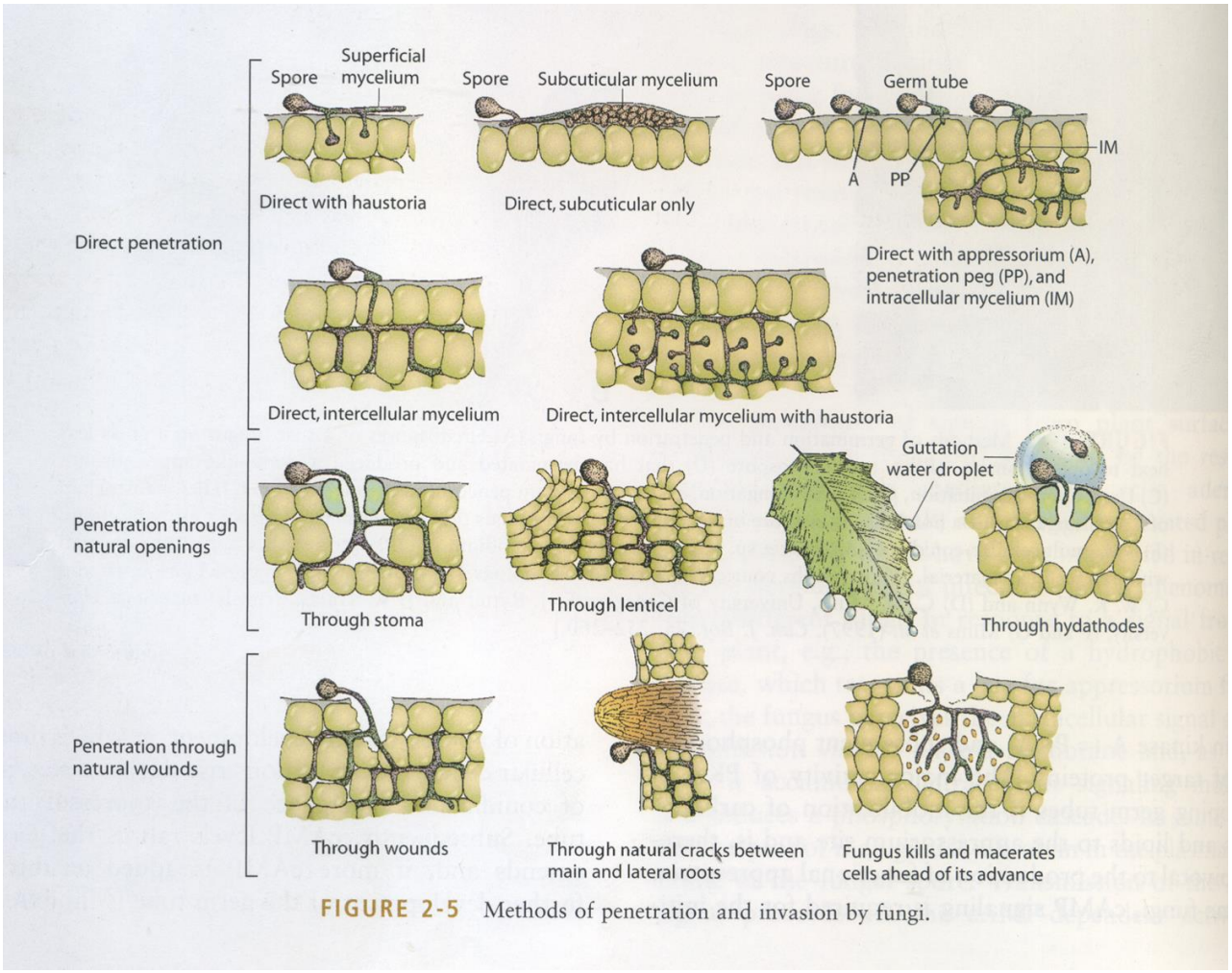
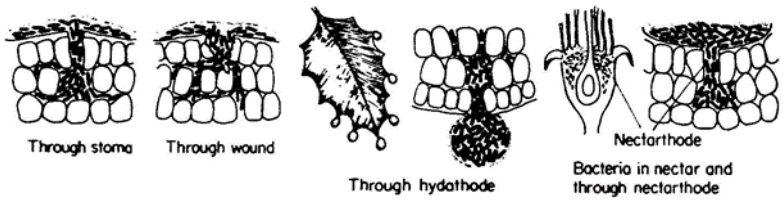
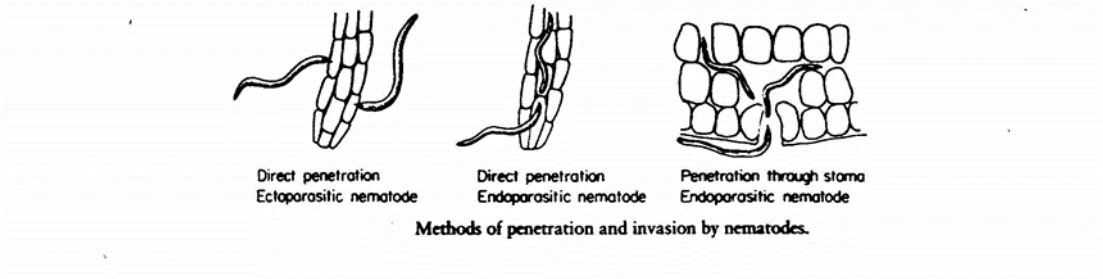


FIGURE 2-5 Methods of penetration and invasion by fungi.



Methods of penetration and invasion by bacteria.

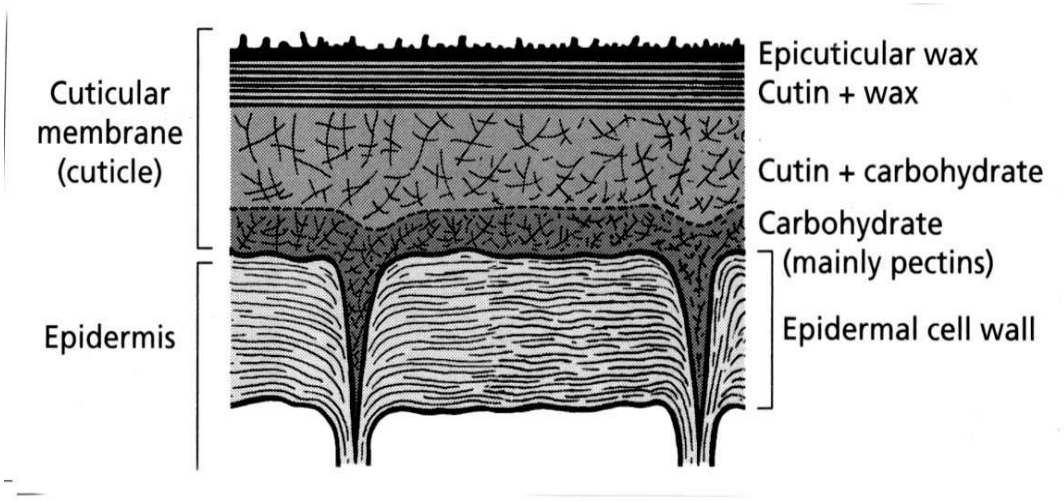


Methods of penetration and invasion by nematodes.

بر اساس نحوه ورود عامل بیماری، عوامل بیماری‌زا را می توان بـه دو گـروه تفکیـک نمـود. گـروه اول آنهایی که مستقیماً از حصارهای دفاعی میزبان وارد می‌شوند و گروه دوم آن‌هایی که این سدهای دفـاعی را دور می‌زنند. چند گروه مهم از عوامل بیماری‌زا شامل ویروس‌ها، فیتوپلاسماها و بسـیاری از قارچهـای مولـد بیماری‌های پس از برداشت، تقریباً به طور کامل برای ورود به میزبان به وجود زخم نیاز دارند.

نـفـوذ مـستـقـیـم

اجزاي اصلي تشكيل دهنده سطوح هوايي گياهان علفي در شكل زير ارائه گرديده است.



چنانکه ملاحظه می‌شود، برای نفوذ مستقیم از طریق بافت گیاهان علفی، پاتوژن باید از مـوم، کـوتین، پکتین و میکروفیبریل‌های سلولزی که با سایر پلیمرهای دیواره تقویت شده‌اند عبور کند تـا بـا پروتوپلاسـم میزبان تماس یابد. بسیاری از قارچهای بیمارگر قادرند از این طریق وارد میزبان خـود شـوند. بعنـوان مثـال سفیدک‌های سطحی و برخی از سفیدک‌های کرکی مستقیماً از اپیدرم نفوذ می‌کنند. نفوذ مستقیم منحصـر به عوامل بیوتروف نیست. برخی از قارچهـای نکروتـروف مثـل *Botrytis* نیـزدر شـرایط خـاص مسـتقیماً از کوتیکول نفوذ می‌کنند.

نفوذ مستقیم در قارچهای بیمارگر اغلب با تولید ساختارهای خاصـی همـراه اسـت. پـس از جوانـه‌زدن اسپور، لوله‌های تندش در سطح بافت گیاه شروع به رشـد می‌نماینـد. رشـد لولـه تنـدش بـه نظـر تصـادفی می‌رسد، اما برخی شواهد حاکی از آن است که لوله‌های تندش در پی محل مناسبی برای نفوذ هستند. نهایتاً

رشد لوله تندش متوقف شده و انتهای لوله تندش متورم شده و تشکیل ضمائمی به نام آپرسوریوم(Appressorium) را می‌دهد. این ساختمان گرد یا بیضوی سطح تماس بین قارچ و میزبان را افزایش می‌دهد. بعد از این استقرار، از سطح زیرین آپرسوریوم یک ریسه باریک به نام میخ رخنه penetration peg به سمت پایین رشد نموده و با فشار مکانیکی و ترشح مواد آنزیمی به داخل بافت نفوذ می‌کند.

رخنه از راه زخمها

در طبیعت اکثر ویروس‌ها، ویروئیدها، مولیکوت‌ها و باکتری‌های سخت‌کشت آوندی **از راه** زخم‌هایی که به وسیله ناقلان آن‌ها به وجود می‌آید به داخل گیاه وارد می‌شوند. زخم‌های تازه و قدیمی یا محل‌های له‌شده ممکن است مورد استفاده باکتری‌ها و قارچها قرار گیرند، این پاتوژن‌ها می‌توانند به طور موقت روی این بافت‌های آسیب‌دیده رشد کرده، سپس وارد بافت گیاه شوند.

رخنه از راه منافذ طبیعی

بسیاری از پاتوژن‌های قارچی و باکتریایی از محل روزنه‌های گیاهی و برخی از آن‌ها از راه هیداتودها، نکتارتودها و عدسک‌ها نفوذ کرده و وارد گیاه می‌شوند.

باکتری‌های موجود درلایه آب سطح برگ گیاهان قادرند به داخل حفره زیر روزنه‌ها شنا کرده و پس از تکثیر، عفونت را از آن جا آغاز کنند. اسپور قارچها عموماً در سطح گیاه جوانه می‌زند. لوله تندش ممکن است رشد کرده و از روزنه بگذرد ولی در بسیاری از موارد لوله تندش تولید آپروسوریوم می‌کند که بر روی روزنه می‌چسبد و ریسه یا هیف نازکی از آن روئیده و به داخل روزنه می‌رود.

اگر چه بعضی قارچها قادرند ظاهراً به داخل روزنه‌های بسته نفوذ کنند، اما برخی دیگر فقط از راه روزنه‌های باز نفوذ می‌کنند و گروهی دیگر مانند سفیدک‌های پودری ممکن است بر روی روزنه‌های باز رشد کنند بدون اینکه وارد آن‌ها شوند.

هیداتودها که منافذ کم و بیش همیشه بازی هستند، در حاشیه و نوک برگ‌ها قرار دارند. این منافذ به رگبرگ‌ها راه داشته و قطرات مایعی که از آن‌ها تراوش می‌شود محتوی مواد غذایی مختلف است. برخی باکتری‌ها از این منافذ برای دخول به برگ استفاده می‌کنند، ولی چنین به نظر می‌رسد که قارچها کمتر قادر به استفاده از این منافذ هستند، هم چنین برخی از باکتری‌ها می‌توانند از راه نکتارتودهایی که شبیه هیداتودها هستند به داخل بافت شکوفه‌ها راه یابند.

عدسک‌ها منافذی روی ساقه، غده و غیره هستند که با سلول‌هایی که اتصال محکمی به هم ندارند، پر شده‌اند و عبور هوا را به داخل بافت‌ها ممکن می‌سازند.در طول فصل رویشی، عدسک‌ها باز هستند، اما با وجود این قارچها و باکتری‌ها کمتر از این راه وارد می‌شوند لذا رخنه از راه عدسک‌ها ظاهراً اهمیت زیادی نداشته و یک راه ثانویه به شمار می‌رود.

۳ ـ عفونت *(infection)*

بسیاری از میکروارگانیسم‌ها ممکن است با گیاه در تماس آمده و حتی بداخل آن نفوذ کنند ولی

نتوانند تولید بیماری نمایند. بیماری فقط پس از ایجاد عفونت بوجود می‌آید. عفونت عبارت است از تثبیت پاتوژن در گیاه و برقراری رابطه نزدیک فیزیولوژیکی بین پاتوژن و میزبان، در مراحل بعدی عفونت پاتوژن از نقطه اولیه ورود به سایر سلولها و بافتها ی حساس گیاه انتشار می‌یابد.

۴ – گسترش بیماری در گیاه Invasion

بعد از ایجاد آلودگی پاتوژن در داخل بافت‌های گیاه میزبان گسترش می‌یابد. توسعه بعضی پاتوژن‌ها مثل *Venturia inaequalis* عامل بیماری لکه‌سیاه سیب محدود است به ناحیه زیر کوتیکول. سفیدک‌های حقیقی غالباً به سلول‌های اپیدرمی محدود می‌شوند و برخی قارچها و باکتری‌های پارازیت آوندی محدود به آوندهای چوبی هستند. برخی از پاتوژن‌ها نیز در تمام بافت‌های یک اندام گیاه از قبیل برگ یا ریشه یا ساقه استیلا حاصل می‌نماید. ریسه بیشتر قارچها به طریقه بین سلولی و گاهی درون سلولی در بافت‌ها توسعه می‌یابد. توسعه باکتری‌ها معمولاً بین سلولی است. حمله اکثر نماتدها بین سلولی است ولی بعضی به داخل سلول ها نیز می‌توانند نفوذ کنند. حرکت ویروس‌ها از سلولی به سلول دیگر به صورت داخل سلولی است. اگرچه بعضی قارچها و بعضی باکتری‌ها به داخل تمام اعضاء میزبان شان هجوم می‌برند و لذا تولید آلودگی عمومی (Systemic) می‌کنند. لیکن فقط در بیماری‌های سیستمیک ویروسی است که تقریباً تمام سلول‌های میزبان آلودگی حاصل می‌کنند. نحوه گسترش پاتوژنها معمولاً با روش ورود آنها هماهنگی دارد. برای مثال سلول‌های باکتری‌ها که با باران از طریق روزنه‌ها وارد می‌شوند ابتدا در فضای بین سلولی تکثیر می‌شوند. اما پاتوژن‌هایی که مستقیماً از اپیدرم نفوذ می‌کنند و از دیواره سلولی عبور می‌نمایند اغلب در داخل سلول‌های میزبان رشد می‌کنند. در جدول زیر روشهای مختلف گسترش پاتوژنها در داخل بافت میزبان، ارائه شده است.

نحوه گسترش	مثال	
	پاتوژن	میزبان
زیر کوتیکولی	Rynchosporium	جو
	Venturia	سیب
بین سلولی	Cladosporium fulvum	گوجه‌فرنگی
	Sclerotinia	لوبیا
	Monilinia	گلابی
	اغلب باکتری‌ها	میزبانهای مختلف
آوندی	Fusarium	میزبانهای مختلف
	Verticillium	میزبانهای مختلف
	Ophiostoma	نارون
	باکتری‌های آوندی و مولیکوتها	میزبانهای مختلف
سطحی همراه با تولید هاستوریوم	سفیدکهای پودری	میزبانهای مختلف
بین سلولی همراه با تولید هاستوریوم	زنگها	میزبانهای مختلف
	سفیدکهای کرکی	میزبانهای مختلف
کاملاً درون سلولی	Plasmidiophora	گیاهان تیره شب بو
	Polymyxa	غلات و چغندر
	ویروسها	میزبانهای مختلف

۵ ـ دوره کمون (*incubation period*)

فاصله زمانی بین ایجاد عفونت و ظهور علائم را دوره کمون می‌نامند. این دوره بسته به نوع گیاه نوع پاتوژن و شرایط محیطی ممکن است از چند روز تا چند سال طول بکشد. برای بیشتر گیاهان خصوصاً گیاهان یکساله دوره کمون بین چند روز تا چند هفته است. در امراض دیگر خصوصاً بیماری‌های ویروسی درختان میوه مدت زمان این دوره ممکن است از چندین ماه تا چندین سال باشد.

۶ ـ تولیدمثل پاتوژن (*Reproduction*)

پس از ایجاد عفونت و رابطه غذایی چنانچه شرایط محیطی مساعد باشد پاتوژنها به سرعت تولید مثل می‌کنند، قارچها با تولید اسپور ها، نماتدها با تخمگذاری، باکتریها با تقسیم ساده سلولی و ویروسها با بوجود آوردن پیکره‌های جدید ویروسی تعداد زیادی میکروار گانیسم نظیر خود را بوجود می‌آورند. تکثیر پاتوژن‌های گیاهی با سرعت بسیار زیاد و به تعداد زیاد انجام می‌گیرد. باکتری‌ها و ویروس‌ها با سرعت بسیار زیادی تکثیر حاصل می کنند و همه مشابه و یک اندازه هستند. تکثیر باکتری‌ها به روش تقسیم دوتایی است ، یعنی یک باکتری به دو باکتری تقسیم می‌شود. تحت شرایط مناسب باکتری‌ها هر ۲۰ تا ۳۰ دقیقه

یکبار تقسیم می‌شوند و لذا در مدت ۱۰ ساعت از یک باکتری حدود یک میلیون باکتری به وجود می‌آید.تکثیر ویروس ها از طریق همانندسازی است یعنی هر ویروس با کمک سلول گیاه میزبان ویروس دیگری نظیر خود می‌سازد. پاتوژن‌های قارچی انواع هاگ‌ها را به وجود می‌آورند. تولید مثل قارچ‌ها نیز خارق‌العاده است چون در داخل یک دانه گندم آلوده حدود ۱۰ میلیون هاگ وجود دارد. تولید مثل گیاهان عالی پارازیت به وسیله بذر است که شبیه سایر گیاهان گلدار انجام می‌گیرد. تکثیر نماتدها به وسیله تخم است و هر نماتد ماده حدود ۳۰۰ تخم می‌گذارد چون نماتدها در هر فصل زراعی ۳ نسل یا بیشتر دارند از هر نماتد در یک فصل هزاران نماتد ممکن است به وجود آید.

۷ ـ انتشار (*Dissemination*)

پاتوژن پس از تولید مثل و تکثیر آماده است از نقطه ای به نقطه دیگر و از گیاهی به گیاه دیگر انتشار یابد. انتشار ممکن است مثل نماتد ها بصورت فعال باشد. اما در اکثر موارد بصورت غیر فعال و به کمک عوامل دیگر صورت می‌گیرد باران، آب آبیاری، باد، حشرات، پرندگان، حیوانات و انسان از مهمترین عوامل انتشار دهنده پاتوژنها هستند. فقط یکی دو نوع از پاتوژن‌های گیاهی قادرند حرکتی از خود نشان دهند ولی این حرکت از نظر انتشار بیماری معمولاً چندان قابل ملاحظه نیست. باکتری‌ها و بعضی از قارچ ها (زئوسپورها) قادرند فقط یکی دو سانتی متر شنا کنند. ریسه بعضی قارچها در داخل خاک تا چند متر رشد می‌کند. هاگ بعضی از قارچها با استفاده از مکانیسم بخصوصی تا فاصله کمی پرتاب می شود. نماتدها در هر فصل قادرند چند متری در داخل خاک پیشروی کنند. ویروس‌ها و گیاهان عالی پارازیت و بسیاری از انواع هاگهای قارچ ها هیچ‌گونه حرکتی ندارند. در اثر انتشار اتفاقی تعداد بیشماری از زادمایه‌های پاتوژن‌ها (مثلاً هاگ قارچ‌ها) ممکن است به وسیله باد به نقاطی حمل شوند که هیچ‌گونه گیاهی یا حداقل میزبانی وجود نداشته باشد. معهذا تولید مثل پاتوژن‌ها آنقدر زیاد است که می‌توانند این قبیل ضایعات را جبران کنند.

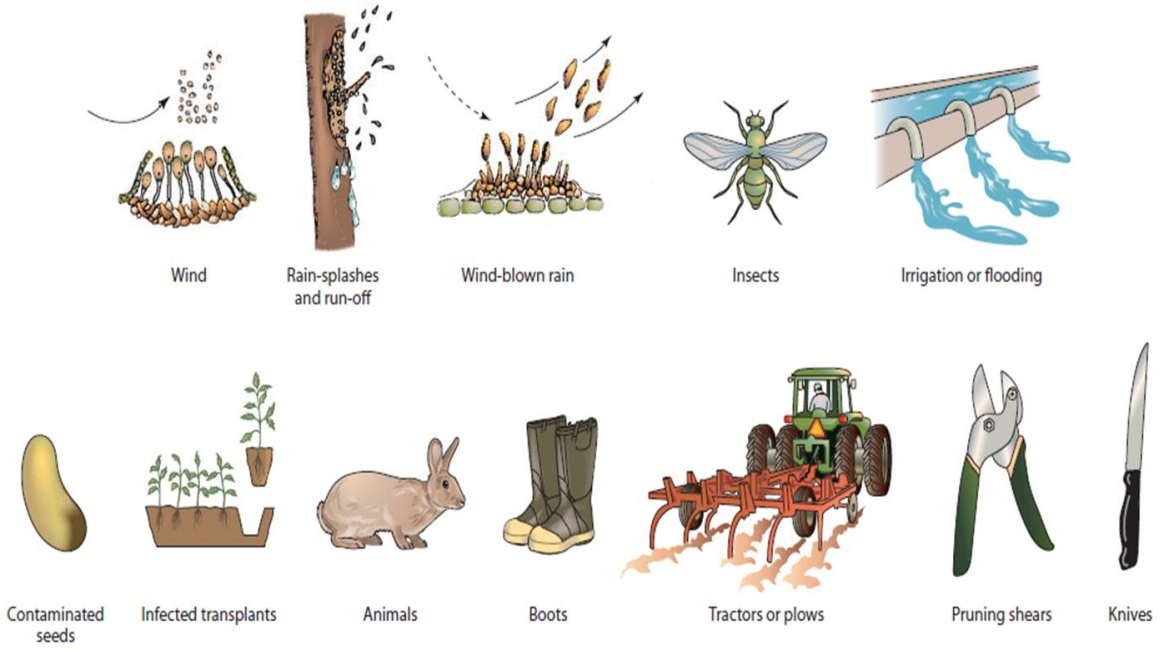


FIGURE 2-15 Means of dissemination of fungi and bacteria.

۸ ـ زمستانگذرانی (*Over wintering*)

فعالیت پاتوژنها در مواقع مناسب و مساعد سال و اکثرا توام با فصل رشد ونمو گیاهان است، لکن در مواقع نامساعد سال و زمانیکه گیاهان از رشد ونمو وفعالیت افتاده اند نیز پاتوژنها باید پایدار مانده و بدین ترتیب از سالی به سال دیگر انتقال یابند. در زمستانگذرانی پاتوژنها دو چیز مورد توجه است یکی شکل زمستانگذرانی یا اندامی که پاتوژن توسط آن زمستانگذرانی می‌کند که بعضی پاتوژنها برای زمستانگذرانی تولید اشکال یا اندامهایی می‌کنند که نسبت به سرمای سخت زمستان مقاوم هستند، دیگر محل زمستانگذرانی پاتوژنها است محل زمستانگذارانی ممکن است اندامهای خفته گیاه، بقایای گیاهی، بذور، خاک، بدن حشرات و غیره باشد. اندام یا محلی که پاتوژن در آن زمستانگذرانی کرده است در سال جدید بعنوان منبع اولیه آلودگی (*Source of primary inoculum*) عمل می‌کند و در اثر عفونت و تکثیر پاتوژن منبع ثانویه آلودگی (*Source of secondery inoculam*) بوجود می آید.

بعضی از پاتوژنها نسبت به گرمای فوق العاده تابستان حساس بوده و مجبورند به شکلی این دوره نامساعد را بگذرانند در این مورد اصطلاح تابستانگذرانی (*Orersummering*) بکار می‌رود.

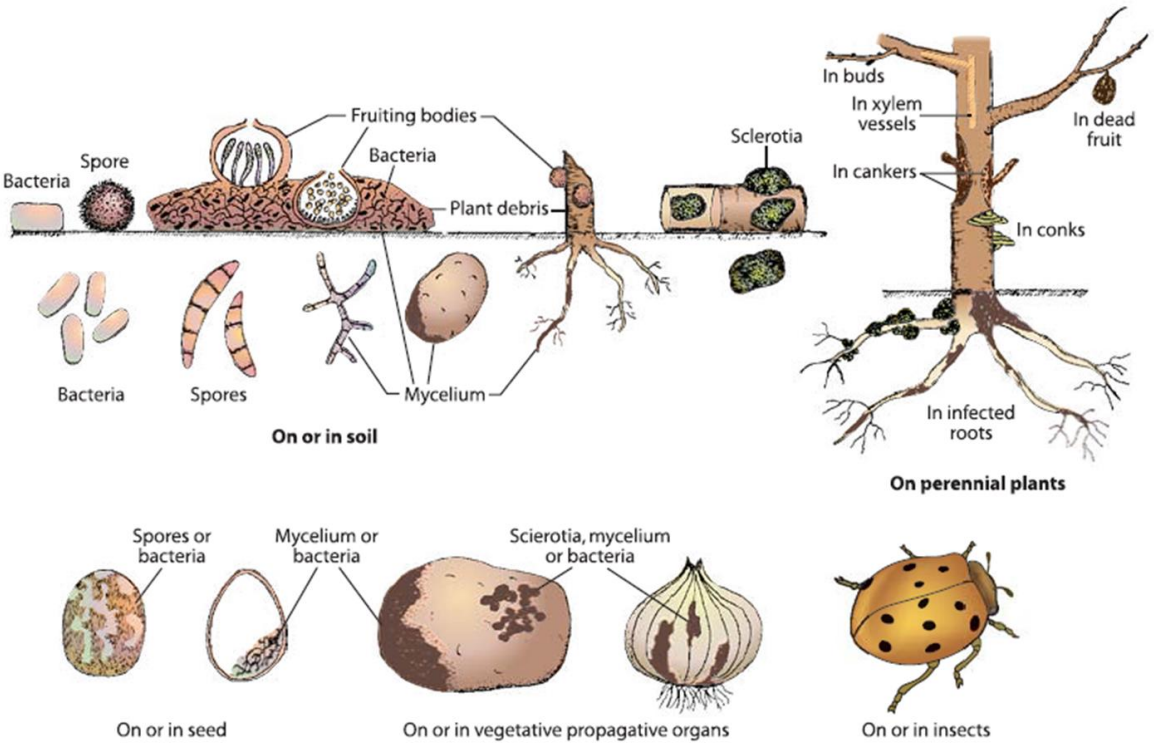


FIGURE 2-21 Forms and locations of survival of fungi and bacteria between crops.

اثر عوامل محیطی روی عوامل بیماری‌زای گیاهی

برای ایجاد و توسعه بیماری علاوه بر وجود پاتوژن و گیاه حساس عوامل محیطی نیز نقش تعیین کننده‌ای دارند.

اثر شرایط محیطی در ایجاد بیماری بقدری است که در گذشته بسیاری از بیماری‌ها را صرفا نتیجه این شرایط می‌دانستند. چگونگی اثر عوامل محیطی در مورد بیماری‌های مختلف فرق می‌کند. شرایطی که توسعه یک بیماری را تامین می‌کند ممکن است مانع از توسعه بیماری دیگر شود. بعلاوه عوامل محیطی هم بر پاتوژن و هم بر گیاه میزبان اثر می‌گذارند. در نتیجه یک بیمارگر تحت یک سری از شرایط خاص محیطی می‌تواند تولید بیماری کند و در شرایط محیطی دیگر ممکن است بصورت غیر مؤثر در آید و یا بیماری خفیفی تولید کند. یک گیاه نیز در برخی شرایط محیطی به بیمارگر حساس و در برخی شرایط از خود مقاومت نشان می‌دهد.

مهمترین عوامل محیطی مؤثر در ایجاد بیماری عبارتند از: درجه حرارت، رطوبت، نور، جریان هوا واکنش و سایر شرایط خاک. درجه حرارت روی رشد و نمو گیاه و رشد فعالیت پاتوژن اثر تعیین کننده‌ای دارد. گیاه و پاتوژن هر یک دارای یک درجه حرارت (*optimum*)برای رشد و نمو و فعالیت هستند. چنانچه درجه حرارت متداول در یک منطقه نزدیک به درجه حرارت اپیتیمم گیاه ولی دور از درجه حرارت opt. برای پاتوژن باشد در گیاه حالت مقاومت بوجود می‌آید و بالعکس. درجه حرارت برروی تولید مثل پاتوژنها،

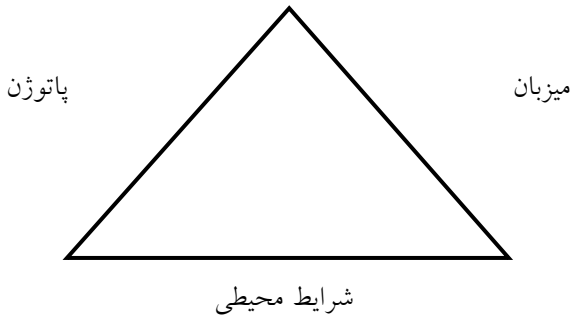
جوانه زدن اسپورها، نفوذ پاتوژنها بداخل گیاه، دوره کمون، ایجاد عفونت وبروز علائم و غیره مؤثر است.

رطوبت برای جوانه زدن اسپور قارچها، نفوذ قارچ و باکتری بداخل گیاه، فعالیت نماتدها در خاک و تولید مثل پاتوژنها تاثیر بسزایی دارد. اهمیت رطوبت بقدری زیاد است که میزان آن می‌تواند انتشار جغرافیایی بعضی پاتوژنها را تعیین کند. باران و آب آبیاری علاوه بر فراهم کردن رطوبت لازم برای فعالیت گیاه یا پاتوژن در انتشار پاتوژنها نیز نقش عمده دارند.

با وجودی که کمتر اتفاق می‌افتد که نور عامل محدود کننده‌ای در ایجاد بیماری‌ها باشد لکن در بعضی از مراحل ایجاد بیماری از قبیل دوره کمون و تولید مثل پاتوژنها مؤثر است. بنظر می‌رسد که نور بیشتر بر گیاه میزبان اثر می‌گذارد تا روی پاتوژن. اثر واکنش خاک نیز در توسعه بیماری‌های مختلف متفاوت است. بطوریکه یک بیماری در PH خاص ممکن است تحت کنترل در آید. واکنش خاک نه تنها بر روی بیماری-های عفونی تاثیر دارد بلکه عامل بسیار مؤثری در ایجاد بعضی از بیماری های غیر عفونی نیز هست چنانکه جذب آهن و بعضی عناصر دیگر در خاکهای قلیایی دچار اختلال شده و بیماری‌های ناشی از کمبود این عناصر بروز می‌کند. اهمیت شرایط خاک منحصر به واکنش آن نیست بلکه عواما دیگر از قبیل خلل و فرج و بافت خاک، وجود هوا و گاز کربنیک در بین ذرات آن وجود و میزان مواد آلی و معدنی مختلف، وجود و فراوانی میکروارگانیزمهای گوناگون(اعم از ساپروفیت و پارازیت) در خاک و بخصوص در اطراف ریشه، از عواملی هستند که هم در رشد و نمو گیاه و هم در رشد و فعالیت پاتوژنها و ایجاد و توسعه بیماری مؤثر می-باشند.

مثلث بیماری

بیماری نتیجه تعامل میان یک میزبان، یک پاتوژن بالقوه و شرایط مساعد محیطی است و چنانچه هر یک از این عوامل حضور نداشته باشند بیماری به وقوع نخواهد پیوست. باید همواره به خاطر داشته باشیم که حضور هر یک از این سه عوامل قبل و بعد از آلودگی الزامی است. در علم بیماری شناسی گیاهی تأثیر متقابل این سه عامل با استفاده از مثلث بیماری Disease Triangle نمایش داده می‌شود.



هر ضلع از این مثلث مبین یکی از سه جزء بیماری است و اندازه هر یک از اضلاع این مثلث با میزان کلی بیماری که مساحت مثلث می‌باشد متناسب است. به عنوان مثال اگر گیاه حساس باشد، ضلع مربوط به گیاه میزبان، بزرگ و بیماری هم به همان نسبت زیاد دیده خواهد شد. به همین ترتیب هر اندازه که پاتوژن

فراوان‌تر، بیماری‌زاتر و فعال‌تر باشد ضلع مربوط به آن بلندتر و پتانسیل میزان بیماری بیشتر خواهد بود. همچنین شرایط محیطی مطلوب‌تر که به پاتوژن کمک می‌کند(مانند دما، رطوبت و باد) و یا شرایطی که باعث کاستن از مقاومت گیاه می‌شوند، سبب می‌گردد که ضلع مربوط به محیط بلندتر شده و لذا مقدار بیماری بیشتر شود.

هر سه جزء بیماری در این مثلث بیان کننده شدت بیماری در یک گیاه و یا در یک جمعیت گیاهی خواهد بود. بنابراین شرایط ابتلا گیاه به بیماری به عوامل زیر بستگی کامل دارد:

۱- قدرت تهاجم پاتوژن.

۲- حساسیت گیاه میزبان.

۳- شرایط و عوامل محیطی مساعد برای زندگی پاتوژن و نامساعد برای زیست گیاه میزبان.

هرچه قدرت تهاجم یک پاتوژن، زیادتر، حساسیت میزبان بیشتر و شرایط محیطی نیز فراهم‌تر باشد آلودگی شدیدتر خواهد شد.

کلیات مربوط به تولید بیماری در گیاهان

در گیاهان آب و مواد معدنی توسط ریشه‌ها جذب می‌شوند و به کمک آوندهـای چـوبی (*Xylem*) بـه برگها انتقال می‌یابند. در برگها با استفاده از کلروفیل، انرژی نور خورشید و گاز کربنیک هوا، آب جذب شـده از طریق ریشه‌ها ابتدا طبق واکنش زیر به گلوکز و سپس به سایر مواد شیمیایی تبدیل می‌گردد.

$$6CO_2 + 6H_2O \xrightarrow[\text{کلروفیل}]{\text{نور}} C_6H_{12}O_6 + 6O_2$$

با عمل تجزیه گلوکز انرژی موجود در مولکولهای این ماده در مولکولهای آدنوزین تری فسفات (*ATP*) ذخیره می‌شوند. بدین صورت در سلولهای کلروفیل دار انرژی نورانی به انرژی شیمیایی تبـدیل شـده، مـواد آلی متفاوتی تولید میگردند. مواد آلی تولید شده در برگ به کمک آوندهای آبکش (*phloem*)جهت مصـرف به قسمتهای دیگر گیاه رفته یا در اندامهای مخصوصی ذخیره می‌شوند.

همه فعل و انفعالات فوق طی نظم خاصی و به کمک آنزیم‌های مخصوصی انجام می‌گیرد پاتوژنها با بـر هم زدن این فعل وانفعالات موجب بروز بیماری می‌گردند.

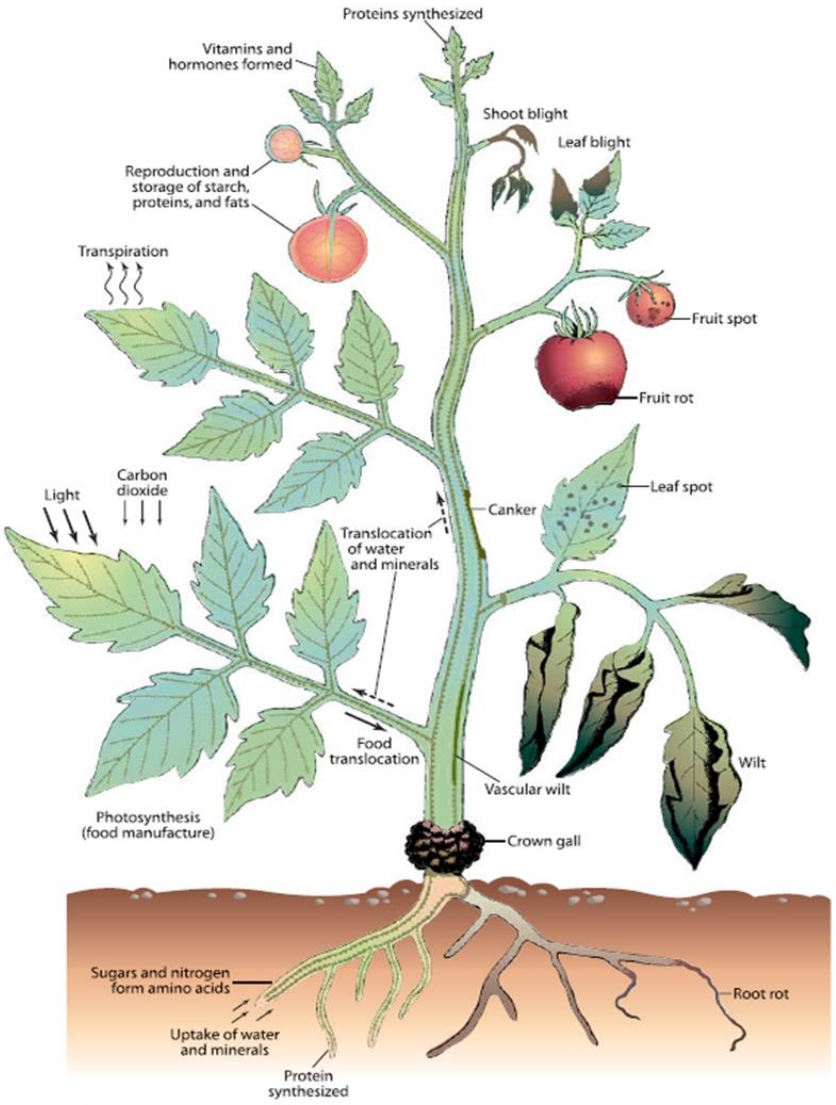


FIGURE 1-1 Schematic representation of the basic functions in a plant (left) and of the kinds of interference with these functions (right) caused by some common types of plant diseases.

مکانیزم‌های ایجاد بیماری

پاتوژنها یا با مصرف مواد موجود در گیاه یا با ترشح مواد اضافی باعث بر هم خوردن تعادل بین مواد مختلف و در نتیجه انحراف از روال عادی فعل و انفعالات در گیاه می‌گردند، موادی که پاتوژن برای بر هم زدن نظم و تحت تایید قرار دادن جریانهای عادی در گیاه از خود ترشح می‌کنند ممکن است از نوع آنزیم، هورمون و یا توکسین *(Toxin)* باشد.

عوامل غیر زنده نیز با ایجاد تغییرات در فیزیولوژی گیاه اثراتی شبیه به عوامل زنده بوجود می‌آورند. مثلا عوامل جوی با تشدید یا کند کردن بعضی از فعالیت‌ها در گیاه ایجاد دگرگونی می‌کنند. کمبود عناصر یا فزونی مواد تا حد سمیت*(phytotoxicity)* و وجود مواد سمی که مانع از عمل آنزیم‌ها در گیاه می‌شود، همه باعث تغییرات انحرافی در فیزیولوژی عادی گیاه می‌گرد، ذیلا به اثر پاتوژنها در بروز بعضی از تغییرات فیزیولوژیکی در گیاهان اشاره می‌شود.

۱ ـ اثر پاتوژن در جذب آب و املاح

بعضی پاتوژنها موجب تخریب مستقیم یا غیر مستقیم ریشه و یا جلوگیری از توسعه آن می‌شوند که منجر به تقلیل میزان جذب آب و املاح خواهد شد و نتیجه این تقلیل بستگی به شدت و ضعف آن داشته و از رنجوری و زوال تدریجی تا پژمردگی ناگهانی و سریع می‌باشد.

۲ـ اثر پاتوژن در انتقال آب و املاح

تخریب آوندهای چوبی یا انسداد آنها موجب خواهد شد که آب و املاح برای فعالیتهای حیاتی به شاخ و برگ گیاه نرسد و در نتیجه اثراتی شبیه آنچه در فوق ذکر گردید یعنی ضعف و بخصوص پژمردگی بروز کند. پاتوژنهایی که سبب پوسیدگی ریشه و ساقه می‌گردند ممکن است سبب تخریب آوندهای چوبی شده و در نتیجه مانع انتقال آب و املاح از زمین به اندامهای هوایی گردند. پاتوژنهایی نیز هستند که مخصوصا روی آوندهای چوبی اثر می‌گذارند و با یک یا چند مکانیزم از انتقال آب و املاح جلوگیری می‌کنند. بسته شدن آوندهای چوبی ممکن است توسط پلی‌ساکاریدها، صمغها، میسیلیوم و اسپور قارچ و یا سلول باکتری و مواد دیگر باشد، همچنین مواد پکتینی و سلولزی که در فاصله بین سلولها و یا در دیواره سلولهای گیاهی وجود دارند ممکن است در اثر آنزیم‌ها به صورت ژله‌ای تغییر شکل دهند و آوندهای چوبی را مسدود نمایند، مواد فنلی سلولها ممکن است در اثر آنزیم‌های مترشحه ابتدا اکسیده و بعد پلی مریزه شوند و پس از تبدیل به مولکولهای بزرگتر آوندهای چوبی را ببندند. صمغها در مراحل بعدی ایجاد شده و با تمرکز در آوندها می‌توانند آنها را مسدود نمایند.

در گیاهان مبتلا به بیماری آوندی سلولهای پارانشیمی اطرا ف آوندها در اثر رشد فوق العاده (هیپروتروفی) به سلولهای آوندی فشار وارد کرده و در نتیجه با در هم ریختن آنها عبور آب و املاح از آنها به دشواری صورت می‌گیرد. در برخی موارد پرتوپلاسم سلولهای پارانشیمی اطراف آوندهای چوبی به داخل آوندها نفوذ کرده که تایلوز (*tylose*)نامیده می‌شوند. تایلوز در صورتی که به تعداد نسبتا زیادی تولید شود قطر داخلی آوندها را کم کرده، در نتیجه حرکت آب در آوندها به سختی صورت می‌گیرد.

۳ ـ اثر پاتوژن در فتوسنتز

بسیاری از عوامل بیماریزا با جلوگیری از تشکیل کلروفیل یا تخریب آن باعث تقلیل عمل فتوسنتز در گیاه می‌شوند. معمولا در اینگونه موارد رنگ پریدگی وزردی (*chlorosis*) بدرجات مختلف در گیاه بوجود می‌آید. همچنین پاتوژنها با ایجاد لکه‌های نکروتیک در برگها یا از بین بردن شاخ و برگ سطح فتوسنتز را کاهش می‌دهند. تقلیل عمل فتوسنتز باعث کاهش مواد غذایی ودر نتیجه سبب ضعف، زردی و زوال (*deacline*)در گیاه می‌گردد.

۴ ـ اثر پاتوژن در تعرق

در مواردی که در اثر خشکیدگی یا ریزش برگها تعداد سلولهای سالم گیاه کاهش یابد بالطبع تعرق نیز

کاهش می‌یابد و جریان آب در آوندهای چوبی کند خواهد شد. همین وضعیت ممکن است در مورد بیماری-های توام با تقلیل نفوذ پذیری در سلولها یا بهم خوردن نظم روزنه‌ها نیز پیش آید. برعکس در مورد بعضی دیگر از بیماری‌ها بعلت آسیب دیدن کوتیکول یا اپیدرم برگ و افزایش نفوذپذیری در سلولها میزان تعرق افزایش یافته جریان حرکت آب در آوندهای چوبی سریع و یا بعلت مکش زیاد، اختلالاتی در آوندها بوجود بیاید.

۵ ـ اثر پاتوژن در تنفس

طبق مطالعات انجام شده نشان داده شد است که در بسیاری از بیماریها میزان تنفس *(respiration)* در مرحله اولیه آلودگی گیاه افزایش و سپس کاهش یافته است و حتی ممکن است به پایین تر از حد طبیعی آن نیز برسد. میزان افزایش تنفس بستگی به نوع گیاه و پاتوژن دارد. مثلا در گیاهان مقاوم شدت تنفس بسرعت بحد نهایی خود رسیده، سپس سریعا کاهش پیدا می‌کند ولی در گیاهان حساس تنفس به آرامی به حد ماکزیمم خود می‌رسد و سپس مدت بیشتری در آن حد باقی می‌ماند. علاوه بر تغییر میزان تنفس در شکل و مکانیزم تنفس گیاهان بیمار نیز تغییراتی مشاهده شده است.

۶ ـ اثر پاتوژن در انتقال مواد آلی

مواد آلی که در نتیجه فتوسنتز در برگها بوجود می‌آید از طریق آوندهای آبکشی *(phloem)*به سایر قسمتهای گیاه انتقال یافته و به مصرف تغذیه سلولها رسیده و یا بصورت ذخیره در می‌آید. پاتوژنهایی هستند که در نقل و انتقال این مواد اثر گذاشته و نظم آن را بهم می‌زنند. مثلا در مورد بعضی بیماری‌ها (مثل زنگها و سفیدکها) مواد غذایی در نقطه آلودگی بطور غیر عادی تمرکز می‌یابد. تغییراتی که بعضی ویروسها در سلولهای آوند آبکش بوجود می آورند حرکت مواد غذایی را در این بافت کند می‌کند. تخریب آوندها در نقاط بخصوصی باعث تمرکز نشاسته در بالای این نقاط و کمبود یا فقدان آن در پایین آنها می-شود. تخریب آوندهای آبکش موجب تقلیل رشد، زوال گیاه و در مواقعی که ریشه در اثر کمبود مواد غذایی از فعالیت باز بماند سبب پژمردگی و مرگ گیاه می‌گردد.

چگونگی دفاع گیاه در مقابل پاتوژن

هرگیاه در طبیعت در معرض حمله هزاران میکروارگانیزم قرار داشته ولی فقط توسط تعداد کمی از آنها بیمار می‌شود. گیاهان در مقابل حمله پاتوژنها به طرق مختلف از خود دفاع می‌کنند. این مکانیزم‌ها را می‌توان به دو دسته تقسیم نمود. دسته اول مکانیزم‌هایی است که قبل از حمله پاتوژن در گیاه وجود دارند، دسته دوم مکانیزم‌هایی هستند که به صورت عکس‌العمل پس از عفونت در گیاه بوجود می‌آیند. در هر دو مورد سدهای دفاعی ممکن است فیزیکی و ساختمانی بوده، یا جنبه شیمیایی داشته باشند که در زیر به اختصار شرح داده می‌شوند. موضوع دفاع گیاهان با پیشرفت‌های اخیر در تولید گیاهان تراریخته اهمیت زیادی پیدا کرده است چرا که اگر ما بتوانیم ژن‌های دخیل در واکنش‌های دفاعی را شناسایی کنیم قادر خواهیم بود تا این ژن‌ها را همسانه‌سازی نموده و به یک گونه جدید منتقل کنیم.

سدهای دفاعی که از قبل تشکیل شده‌اند (دفاع غیرفعال)	سدهای ساختمانی	• نوع ومقدار مواد مومی‌در سطح برگ • ضخامت کوتیکول • ضخامت و سختی دیواره‌های سلولی • شکل، تعداد و پراکندگی روزنه‌ها
	سدهای بیوشیمیایی	• گلیکوزیدها • ساپونین‌ها • الکالوئیدها • پروتئینهای ضدقارچی • مواد ضدتغذیه • ترکیبات بازدارنده آنزیمها

سدهای دفاعی که پس از حمله پاتوژن ایجاد می‌شوند (دفاع فعال)	سدهای ساختمانی	سدهای ساختمانی بافتی	• تشکیل لایه چوب‌پنبه • تشکیل لایه‌های جداشونده • تشکیل تایلوز • رسوب مواد صمغی
		سدهای ساختمانی سلولی	• افزایش‌ضخامت دیواره • تشکیل پاپیل برروی هیف‌های نفوذی
	سدهای بیوشیمیایی		• فیتوالکسین‌ها • وغیره

۱ـ سدهای ساختمانی دفاع قبل از آلودگی

اولین سد دفاعی گیاهان در مقابل پاتوژنها سطوح آنها می‌باشند، پاتوژن برای تولید بیماری باید از سدهای دفاعی گذشته بداخل گیاه رخنه نماید. عمل رخنه ممکن است مستقیما از سلول‌های اپیدرم و یا از طریق روزنه، عدسک زخم و غیره صورت گیرد. ساختمانهای دفاعی قبل از حمله پاتوژن در گیاه عبارتند از :

وجود موم و کوتیکول پوشش سطحی اپیدرم، ساختمان دیواره سلولهای اپیدرم، اندازه، محل و شکل روزنه و عدسکها و وجود سلولهایی با دیواره ضخیم در بافت که در جلو گیری از نفوذ پاتوژن به داخل گیاه و بافت مؤثرند.

کوتیکول از کوتین و موم تشکیل شده است و خارجی‌ترین سطح سلولهای اپیدرم را بصورت یک لایه غیر سلولی می‌پوشاند. مواد مومی نقش مهمی در دفاع از برگ و میوه دارند، زیرا آنها آب جذب نمی‌کنند و در نتیجه آب لازم برای جوانه زدن قارچها و تکثیر باکتری‌ها را دارا نمی‌شوند در نتیجه فعالیت و تکثیر قارچها و باکتریها به صفر می‌رسد. کوتیکول ضخیم نه تنها از نفوذ قارچ به داخل برگ جلوگیری می‌کند، بلکه از خروج آن به خارج در موقع اسپورزایی نیز ممانعت بعمل می‌آورد.

ضخامت دیواره خارجی سلولهای اپیدرم یکی دیگر از عوامل مهم مقاومت و دفاع ساختمانی گیاه است بطوریکه دیواره ضخیم سلولهای اپیدرم مانع نفوذ پاتوژن به داخل می‌گردند.

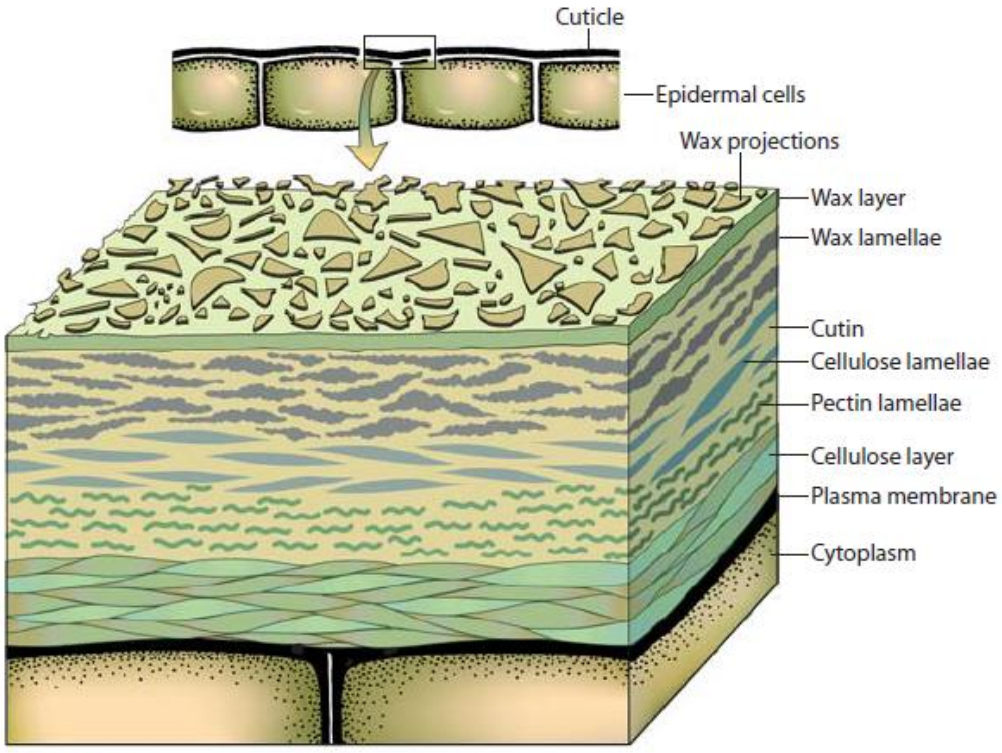


FIGURE 5-3 Schematic representation of the structure and composition of the cuticle and cell wall of foliar epidermal cells. [Adapted from Goodman *et al.* (1967).]

۲ ـ سدهای شیمیایی دفاع قبل از آلودگی

در بعضی از موارد مشاهده می‌شود که یک پاتوژن به گیاه غیر میزبان حمله می‌کند و علیرغم اینکه ظاهرا هیچگونه وسیله دفاعی ساختمانی در آن وجود ندارد اما باز دیده می‌شود گیاه نسبت به حمله پاتوژن مصون می‌ماند، بنابراین می‌توان نتیجه گرفت چنین گیاهی به وسایل دفاعی بیوشیمیایی مجهز است. گیاهان متابولیت‌های ثانوی متعددی تولید می‌کنند که بسیاری از آن‌ها در برابر پاتوژن‌های بالقوه سمی هستند. ترکیباتی نظیر فنل، الکالوئیدها، گلیکوزیدها، ساپونین‌ها، تانن‌ها و رزین‌ها همگی دارای خواص ضد میکروبی بوده و ممکن است در مقاومت دخیل باشند. بعنوان مثال علت مقاومت بعضی از گیاهان نسبت به بیماری ناشی از قارچ *Fusarium*را به خاصیت ضد قارچی ترشحات این گیاهان نسبت داد. وجود بعضی از مواد در سلولهای گیاهی نیز که بیشتر آنها از ترکیبات فنلی مانند اسید کلروژنیک (chlorgenic acid) هستند در چند مورد بعنوان عامل مقاومت در گیاهان گزارش شده‌اند. در سیب زمینی‌های مقاوم به Streptomyces یک ترکیب فنلی دخیل در مقاومت به نام اسید کلروژنیک یافت شده است.

مقاومت پیاز در برابر *Colletotrichum circinas* عامل آنتراکنوز پیاز است که این مقاومت ناشی از وجود دو ترکیب فنلی به نام Protocatechuic acid و Catechol است که در پیازهای قرمز وجود دارند.

معمولاً ترکیبات بازدارنده در بافت‌های گیاهی به صورت پیش‌ماده‌های غیر سمی موجود هستند که به دنبال آسیب‌دیدگی سلول‌ها یا قرار گرفتن در معرض آنزیم‌ها به فرم فعال تبدیل می‌شوند. به هر حال این ترکیبات از قبل تشکیل شده‌اند و فقط به فرم دیگری تبدیل می‌شوند و این متفاوت با واکنش‌های دفاعی فعال است. به عنوان مثال در برگ‌های سیب وگلابی گلیکوزیدهایی نظیر آربوتینArbutin وجود دارد که هیدرولیز شده و تبدیل به گلوکز و کینون‌های سمی می‌شوند که این کینون‌ها در برابر باکتری عامل آتشک سیب و گلابی*Erwinia amylovora* اثر بازدارندگی دارند. برخی از گیاهان مثل گروهی از بقولات دارای گلیکوزیدهایی هستند که در اثر شکسته‌شدن این ترکیبات، سیانید هیدروژن آزاد می‌شود.

در کلم، روغن‌های تلخ حاوی گوگرد وجود دارد که در اثر تجزیه، تبدیل به ترکیبات فرار ایزوتیوسیانات می‌شوند که در برابر برخی از قارچ‌های بیماری‌زا اثر بازدارنده دارند.

گاهی اوقات تمرکز مواد قندی باعث افزایش فشار اسمزی و در نتیجه مقاومت گیاه در مقابل پاتوژنها می‌شوند که به فشار اسمزی بالا حساسند. مثلا انواع کاهوی مقاوم به سفیدک پودری دارای فشار اسمزی بالاتری هستند. گاهی واریته‌هایی از گیاه فاقد بعضی مواد غذایی ضروری برای پاتوژن بوده و محیط مناسبی برای رشد و فعالیت پاتوژن نبوده و بنابراین دارای جنبه مقاومت خواهد بود .

۳ ـ سدهای ساختمانی دفاع بعداز آلودگی

تغییرات فیزیکی و ساختمانی که در گیاه پس از حمله پاتوژن و بعنوان عکس‌العمل میزبان در مقابل آن بعمل آید ممکن است در سطح بافت، سلول یا داخل سلول باشد و عبارتند از :

الف) تشکیل لایه‌های چوب پنبه‌ای *(cork layers)*: لایه چوب پنبه‌ای با تحریک پاتوژن در اطراف محل عفونت ظاهر شده، این لایه بدلیل وضعیت مخصوص سلولها و ضخامت و استحکام دیواره سلولی اولا مانع پیشروی پاتوژن می‌شود، ثانیا از نفوذ مواد سمی احتمالی که توسط پاتوژن ترشح می‌شود بداخل گیاه

جلوگیری می‌کند و ثالثا مانع از تراوش مواد غذایی به سطح گیاه و مصرف احتمالی آن توسط پاتوژن می‌گردد و بدین ترتیب ارتباط پاتوژن با قسمت فعال و حساس گیاه قطع شده و این امر ممکن است باعث نابودی آن گردد.

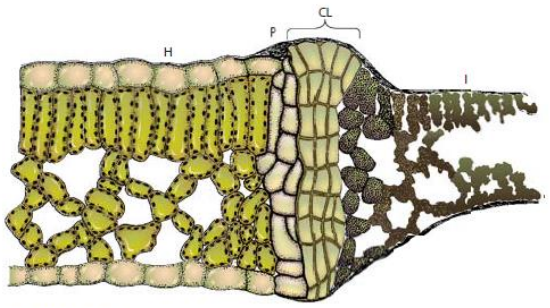


FIGURE 6-5 Formation of a cork layer (CL) between infected (I) and healthy (H) areas of leaf. P, phellogen. [After Cunningham (1928). *Phytopathology* 18, 717–751.]

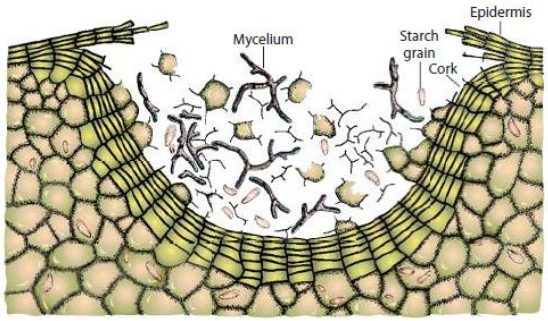


FIGURE 6-6 Formation of a cork layer on a potato tuber following infection with *Rhizoctonia*. [After Ramsey (1917). *J. Agric. Res.* 9, 421–426.]

ب) لایه جداکننده (*Abscission layer*)

در این مورد در محل جدا شدن بافت دیواره سلولی نازک شده و مواد پکتینی بین سلولها حل می‌شوند. بدین ترتیب بین دو سری از سلولهای مجاور هم شکافی ایجاد شده و ارتباط قسمتی از بافت با گیاه قطع و آماده ریزش می‌گردد و با ریزش قسمت آلوده ارتباط پاتوژن با گیاه قطع می گردد.

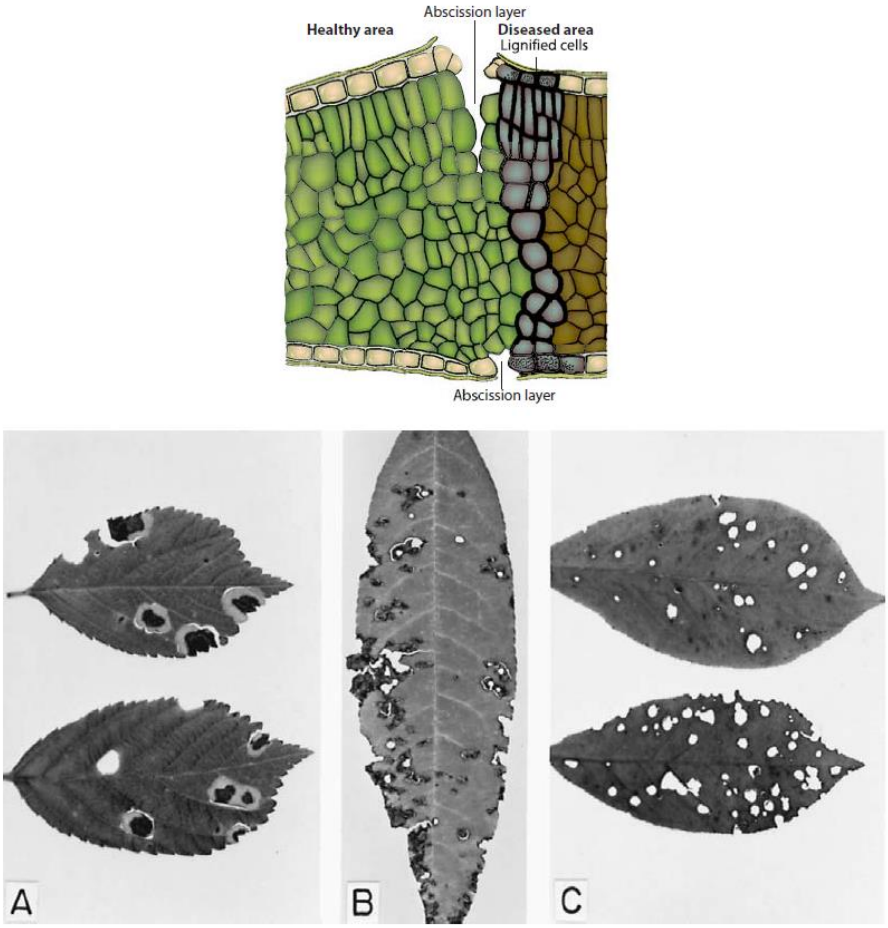


FIGURE 6-7 Schematic formation of an abscission layer around a diseased spot of a *Prunus* leaf. [After Samuel (1927).] (A–C) Leaf spots and shot holes caused by *Xanthomonas arboricola* pv. *pruni* bacteria on (A) ornamental cherry leaves; characteristic broad, light green halos form around the infected area before all affected tissue falls off, (B) on peach, and (C) on plum. The shot hole effect is particularly obvious on the plum leaves.

ج) مرگ سلولها (*Necrotic reaction*) : در مورد بسیاری از پاتوژنها بخصوص انگلهای اجباری، سلولهای آلوده واکنش فوق حساسیت (*Hypersensitive reaction*) از خود نشان داده و سریعا می‌میرند. بافت مرده‌ای که بدین ترتیب بوجود می‌آید ارتباط پاتوژن را با سلولهای زنده قطع و بمثابه سدی در مقابل پیشروی آن عمل نموده و اغلب باعث نابودی پاتوژن می شود.

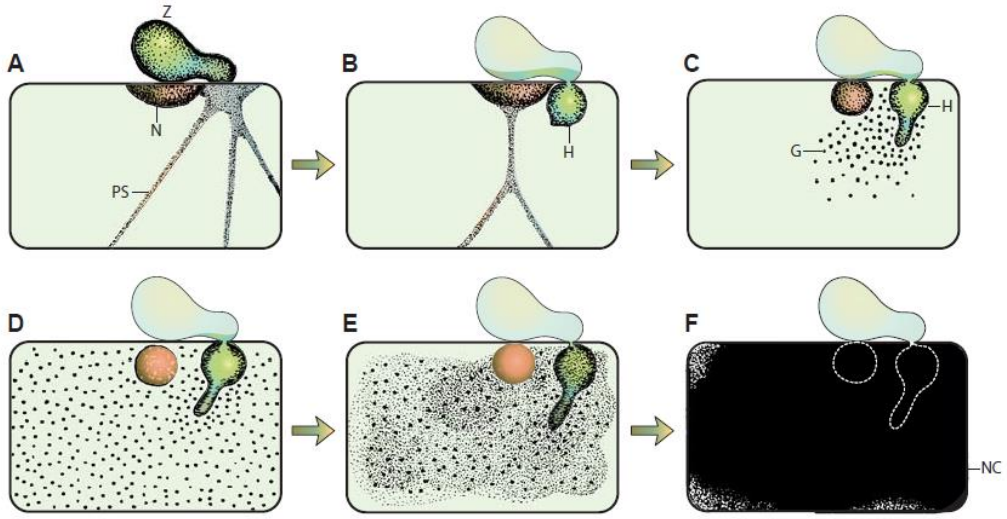


FIGURE 6-9 Stages in the development of the necrotic defense reaction in a cell of a very resistant potato variety infected by *Phytophthora infestans*. N, nucleus; PS, protoplasmic strands; Z, zoospore; H, hypha; G, granular material; NC, necrotic cell. [After Tomiyama (1956). *Ann. Phytopathol. Soc. Jpn.* **21**, 54–62.]

د) سایر واکنش‌ها: از جمله واکنشهای دیگر تولید و تمرکز مواد صمغی در اطراف محل آلـودگی اسـت. تشکیل صمغ در فاصله سلولها یا در داخل آنها در اینگونه موارد از پیشروی پاتوژن جلوگیری و ارتباط آنرا با قسمتهای سالم گیاه قطع می‌کند. تشکیل تیلوز (*Tyloses*)در داخل آوند های چوبی واکنش دیگری اسـت، گرچه خود این اندامها مانعی در سر راه انتقال آب و املاح محسوب شده و ممکن است بـه ایجـاد پژمردگـی کمک کنند لکن در مواردی که پیشاپیش حرکت پاتوژنها تشکیل شوند از پیشروی آنها جلوگیری کـرده بـه گیاه حالت مقاومت می‌بخشند.

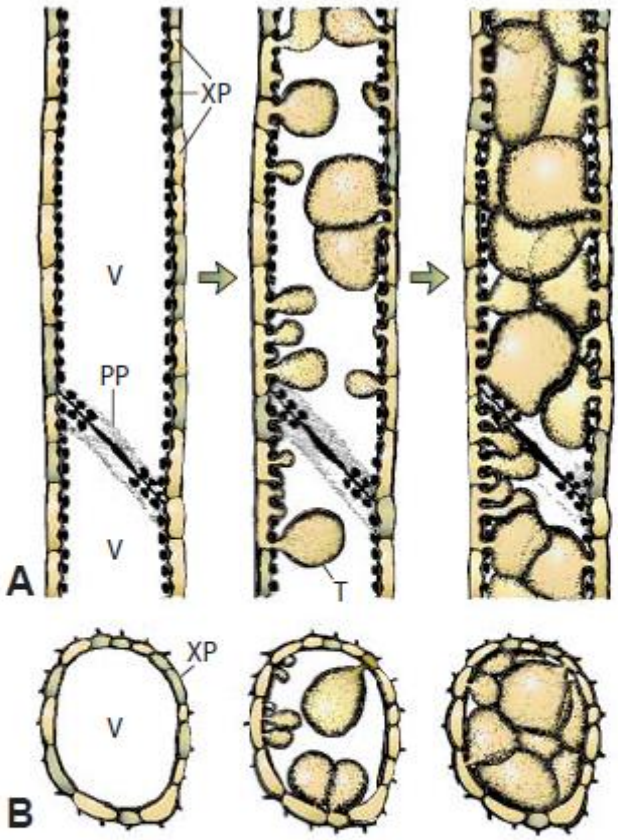
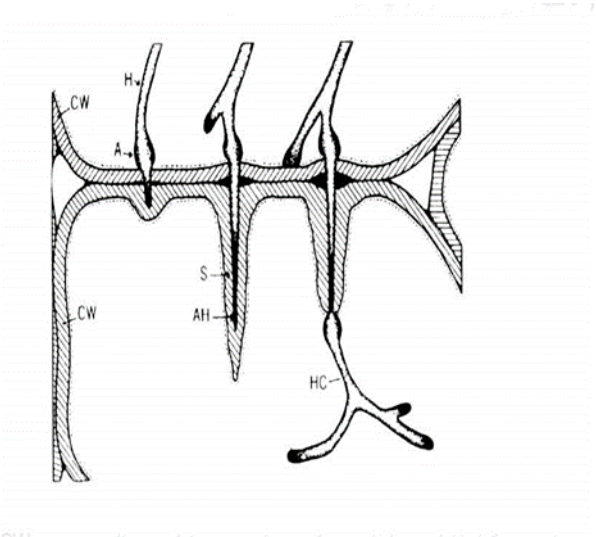


FIGURE 6-8 Development of tyloses in xylem vessels. Longitudinal (A) and cross section (B) views of healthy vessels (left) and of vessels with tyloses. Vessels at right are completely clogged with tyloses. PP, perforation plate; V, xylem vessel; XP, xylem parenchyma cell; T, tylosis.

تورم و افزایش ضخامت دیواره سلولی و تشکیل غلافی از جنس دیواره سلول میزبـان بـه دور سـلولهای پاتوژن از مکانیزم‌های دیگر دفاعی محسوب می شوند.



۴ ـ مکانیزمهای شیمیایی دفاع بعد از حمله پاتوژن

مکانیزمهای شیمیایی دفاع پس از عفونت بسیار گسترده بوده و با کمک ترکیبات شیمیایی انجام می‌شود که در اینجا فقط بذکر مختصر چند مکانیزم اکتفا می‌کنیم .

الف) ترکیبات فنولی

این ترکیبات در گیاهان سالم وجود داشته اما پس از آلودگی غلظت آنها زیاد می‌شود و یا در ترکیب شیمیایی آنها تغییراتی حاصل می شود. بعضی از تر کیبات فنلی در حالت عادی سمیتی برای پاتوژن نداشته و یا ممکن است سمیت جزئی داشته باشند. بطور مثال پلی‌فنل (*poly phenol*)در اثر آنزیم پلی‌فنل اکسیداز (*Polyphenol oxidase*)به کینون‌ها (*Quinones*)تبدیل می‌گردد که بسیار سمی است این آنزیم در گیاه سالم وجود داشته ولی در اثر آلودگی گیاه به بیماری فعالیت آن تشدید می‌شود. تمرکز مواد فنلی در محل آلودگی نه تنها ممکن است سمیت برای پاتوژن ایجاد نماید بلکه در واکنش فوق حساسیت سبب مرگ سلولها در محل آلودگی شده و در نتیجه گسترش پاتوژن از آن نقطه به اطراف سد می‌شود.

ب) فیتو الکسین‌ها (*Phytoalexins*):

فیتوالکسین‌ها نیز از ترکیبات شیمیایی بوده که غالبا پس از حمله پاتوژن در گیاه بوجود می‌آیند. ساختمان و ترکیب فیتوا لکسین‌ها بیشتر به نوع گیاه میزبان بستگی دارد تا نوع پاتوژن، چنانکه مثلا pisatin در نخود فرنگی در اثر قارچهای مختلف و حتی عوامل غیر زنده ممکن است بوجود آید. سرعت ایجاد فیتوا لکسین‌ها در گیاهان مقاوم به مراتب بیشتر از ارقام حساس است. فیتوالکسین‌ها اکثرا دارای ترکیبات فنلی هستند.

ج) سم زدائی (Detoxification): چنانکه قبلا گفته شد حمله پاتوژن به گیاه اغلب توام با تولید آنزیم‌ها، هورمونها و یا مواد سمی (برای گیاه) است که موجبات فعالیت و توسعه پاتوژن را فراهم می‌کنند. بعضی گیاهان مقاوم دارای مکانیزمهایی هستند که این مواد ایجاد شده را خنثی یا غیر فعال می‌کنند.

د) در بعضی موارد مشاهده شده که ورود پا توژن به گیاه باعث تولید پروتئین‌ها و آنزیم‌هایی در محل آلودگی شده و گیاه را در مقابل آن پاتوژن و احیانا بعضی پاتوژن‌های دیگر مقاوم می‌نمایند.

روشهای مبارزه با بیماریهای گیاهی

روشهای مبارزه با بیماری‌های گیاهی بسیار متنوع و بستگی به عامل بیماری، میزبان و فعل و انفعـالات این دو دارد.

هدف از مبارزه با بیماریهای گیاهی نجات تک تک گیاهان بیمار نیست، بلکه نجات جمعیت آنهـا مـورد نظر است و همچنین هدف این است که توازنی برقرار شود بین عامل بیماری و میزبـان کـه خسـارت عامـل بیماری به حداقل ممکن برسد و در ضمن محیط زیست و بهداشت جامعه نیز حفظ شود روشهای مبارزه بـا بیماری های گیاهی عبارتند از:

روشهای قانونی، زراعی، بیولوژیکی، فیزیکی و شیمیایی که بطور خلا صه در زیر شرح داده می‌شوند.

۱ ـ روش قانونی :

در این روش با ایجاد پست‌های قرنطینه‌ای و بازرسی بین مرز دو کشور و یا اسـتانها مطـا بـق مقـررات وضع شده مانع ورود پاتوژنهای غیر بومی در منطقه می‌شوند. حساسیت گیاهان نسبت بـه پـا توژنهـای غیـر بومی زیاد است چون در مقابل حمله آنها کاملا بی‌دفاعنـد و فرصـت ایجـاد مقاومـت در برابـر آن پـاتوژن را بدست نیاورده‌اند، یعنی سلکسیون طبیعی صورت نگرفته و همچنـین دشـمنان طبیعـی پـاتوژن کـه همـان بیوکنترل‌ها می‌با شد در منطقه وجود ندارند.

۲ ـ روشهای زراعی

الف) ریشه کنی میزبان واسط

در پاره‌ای بیماریها تنها حذف میزبان حد واسط پا توژن ممکن است بیماری را تا حدودی کنترل کنـد. این روش در بیماریهایی بیشترین تاثیر را دارد که عامل بیماری دارای دوره‌های اجباری روی یک میزبان حد واسط بوده یا برای تکمیل سیکل زندگی خود نیاز به میزبان حد واسط داشته باشد. مثل زنگ سیب و سرو . گاهی ریشه کنی میزبان اصلی صورت می‌گیرد مثلا در مواقعی که پاتوژن بـا وجـود پسـتهای قرنطینـه وارد منطقه‌ای شد و عده‌ای از گیا هان را آلوده کرد برای جلوگیری از شیوع و گسترش عامل بیماری میزبانهـا را از زمین در آورده و نابود می‌کنند. چنین مبارزه‌ای در فلوراید علیه بیماری شانکر باکتریای مرکبات انجام شد و سه میلیون درخت را از زمین کندند و نابود کردند.

ب) تناوب زراعی و آیش

اجرای تناوب زراعی صحیح در کم کردن و مبازه با پاتوژنهای خاکزی بسیار مـؤثر اسـت. بـدین منظـور پس از بروز یک بیماری خاکزی در مزرعه بمدت ۳ تا ۴ سال گیاهان غیر میزبان بـرای آن پـاتوژن را در آن مزرعه کشت می‌کنند و در نتیجه پاتوژن بدلیل نداشتن میزبان مناسب جمعیتش بمیزان زیادی کاهش پیدا می کند و یا از بین می رود.

آیش هم در کنترل و کاهش جمعیت پاتوژنهای خاکزی مؤثر است بشرط اینکه همرا با آیـش عملیـاتی همچون شخم های مکرر و غر قاب کردن زمین نیز صورت بگیرد.

ج) مساعد کردن شرایط رشد گیاه و ایجاد شرایط نامساعد برای رشد پاتوژن:

استفاده از کود مناسب، آبیاری صحیح و بموقع، دفع علفهای هرز و کاشت گیاهان در فواصل کافی شرایط رشدی مناسب تری برای گیاه بوجود می‌آورد که باعث افزایش مقاومت گیاه در مقابل حمله پاتوژنها می‌شود عدم رعایت موارد ذکر شده گیاه را نسبت به پاتوژنها آسیب‌پذیرتر می‌سازد.

د) اقدامات بهداشتی:

جمع‌آوری اندامهای آلوده گیاهی یا بقایای گیاهی آلوده و از بین بردن آنها ضدعفونی کردن قیچی و ادوات باغبانی، ممانعت از ورود هرز آب مزارع آلوده به مزارع سالم و عدم کشت گیاهان حساس در مجاورت مزارع آلوده در تقلیل آلودگی‌ها بسیارمؤثر است.

۳) روشهای فیزیکی

الف) مبارزه از طریق گرما دادن: در این روش مبارزه از هوای گرم یا بخار آب استفاده می‌شود. بخار آب بدلیل قدرت نفوذ بیشتر در خاک ارجحیت بیشتری دارد. همچنین از گرما برای ضد عفونی اندامهای تکثیری گیاهان مثل بذر غده و قلمه نیز استفاده می‌شود. در استریل کردن خاک باید خاک بمدت ۳۰ دقیقه در دمای ۶۸ در جه سانتی گرا د قرار گیرد. لازم بذکر است که ساپروفیت‌ها و ارگانیسم‌های مفید درون خاک نسبت به پاتوژنهای گیاهی قادر به تحمل حرارتهای بیشتری هستند.

ــ بذور و اندامهای گیاهی را برای عاری‌سازی از پاتوژنهای بیماری‌زا در آب داغ و یا تحت حرارتهای بالا قرار می‌دهند البته دقت می‌شود که قوه نامیه آنها آسیب نبیند.

ــ روش کم هزینه و مناسب برای کنترل پاتوژنها با گرما، استفاده از گرمای خورشید است. که این روش در مورد ضدعفونی خاک *Soil Solarization* نامیده می‌شود. در این روش خاک را مرطوب کرده و بعد از گاورو شدن شخم زده می‌شود سپس با پلاستیک شفاف پلی‌اتیلن پوشش می‌دهند. در زیر این پوشش‌ها طول موجهای بلند قابل انعکاس نبوده و به علت اثر گلخانه‌ای ایجاد شده دمای خاک بالا می‌رود در جاهائیکه در تابستان درجه حرارت بالا می‌رود مثل اکثر نقاط جنوبی کشور ایران این روش عملی بوده و درجه حرارت خاک تا عمق ۱۰ سانتی‌متر به بیش از ۵۰ درجه می‌رسد و با عث از بین بردن خیلی از پاتوژنهای خاکزاد می شود.

ب) کنترل بیماری‌ها از طریق سرما دادن: این روش برای کاهش بیماری‌های انباری محصولات نرم و آبدار است. محصول را بلافاصله پس از برداشت در دماهای پایینی قرار داده تا پاتوژنهای انبار قادر به فعالیت وتخریب آنها نباشند.

ج) استفاده از اشعه: بعضی از اشعه‌ها مثل اشعه ماورای بنفش، ایکس، گاما، آلفا و اشعه بتا برای از بین بردن پاتوژنهای سطح محصولات و یا پاتوژنهای اندامهای گیاهی بکار برده می‌شوند. این روش باید با احتیاط کامل صورت گیرد که برای اعمال کنندگان روش عوارضی در بر نداشته باشد.

۴) روشهای بیولوژیکی یا کنترل بیولوژیکی

کنترل بیولوژیکی عبارت است از کاهش جمعیت یا بیماریزایی یک پاتوژن بوسیله ارگانیسم زنده دیگر غیر از انسان، روشهای کنترل بیولوژیکی عبارت است از:

الف) استفاده از ارقام مقاوم: یکی از روشهای مهم کنترل بیماری‌های گیاهی استفاده از گیاهان مقاوم است. مقاومت ژنتیکی بوده و بوسیله یکسری از ژنها در گیاه کنترل می‌شود و امروزه یکی از کارهای علم اصلاح نباتات بوجود آوردن گیاهان مقاوم به بیماری‌های گیاهی است.

ب) حفاظت متقابل Cross Protection: در این روش با آلوده شدن گیاه به یک نژاد خفیف پاتوژن در برابر نژادهای بیماریزای آن پاتوژن مصونیت پیدا می‌کند. این حالت در مورد بیماریهای ویروسی بیشتر دیده شده است. اما باید دقت شود که نژاد خفیف ممکن است در اثر موتاسیون مبدل به نژاد بیماریزایی شود و یا برای گیاهان دیگر بیماریزایی شدیدی داشته باشد.

ج) هیپرپارازیتیسم: در این روش از یک ارگانیسم جهت کنترل پاتوژن بیماریزا استفاده می‌شود. ارگانیسمی که ضدیت با پاتوژن داشته باشد آنتاگونیست نامیده می‌شود. آنتاگونیست‌ها با فرآیندهای مختلفی پاتوژن را کنترل کرده و یا مانع از فعالیت آن می‌شوند. از قارچهای آنتاگونیست مؤثر در کنترل قارچهای پاتوژن قارچهای *Trichoderma* spp. و *Gliocladium* spp. می‌باشند. همینطور بسیاری از باکتری‌های *Pseudomonas* فلورنست و *Bcillus* spp. خاصیت آنتاگونیستی با بسیاری از قارچها و باکتری‌های بیماریزا دارند. حالت آنتاگونیستی ممکن است بصورت قارچ بر علیه قارچ، باکتری بر علیه قارچ، باکتری بر علیه باکتری یا ویروس بر علیه قارچ یا باکتری باشد، در مورد نماتدها هم باکتری و قارچ بر علیه نماتد را داریم. این آنتاگونیست‌ها در اکوسیستم‌های طبیعی وجود داشته و بطور طبیعی پاتوژنها را تحت کنترل در می‌آورند.

د) استفاده از گیا هان تله: گیا هان تله گیاهانی هستند که با عث تحریک پاتوژن شده و آنرا فعال می-کنند ولی میزبان مناسبی برای پاتوژن نبوده و پاتوژن نمی‌تواند از آنها تغذیه کرده و سیکل زندگی خود را کامل کند. مثلا تاج‌ریزی گیاه تله برای نماتد سیست طلائی سیب‌زمینی می‌باشد. گل جعفری گیاه تله برای نماتد مولد غده است.

۵) مبارزه شیمیایی: عمومی‌ترین روش مبارزه با بیماری‌های گیاهی استفاده از ترکیبات شیمیایی است که بصورت قارچ کش، باکتری‌کش، نماتدکش عرضه می‌شوند. لازم به یادآوری است که در کنترل بیماری‌ها باید بعنوان آخرین حربه از سموم استفاده کرد. زیرا سموم عوارض نامطلوبی بر اکوسیستم داشته و همچنین برای سلامت بشر و سایر موجودات مفید نیز مضر می‌باشند.

ترکیبات شیمیایی بصورتهای مختلفی مصرف می‌شوند. محلول‌پاشی روی اندامهای هوایی، ضدعفونی خاک، ضدعفونی بذر، ضدعفونی سطح میوه‌جات از روشهای متداول مصرف ترکیبات شیمیایی است. برای هر روش از فرمولاسیون خاصی از سموم استفاده می‌شود.

هر فرموله از ترکیبات شیمیایی شامل: ماده موثره و مواد همراه است. نقش مواد همراه علاوه بر رقیق کردن ماده موثره بهبود اثرات آن می‌باشد. فرموله‌های مختلف ترکیبات شیمیایی شامل: گرد، پودر قابل حل در آب، امولسیون و گرانول می‌باشند که هر کدام مورد و روش مصرف خاص خود را دارد.

برخی ترکیبات شیمیایی وارد گیاه نمی‌شوند و جهت محافظت از سطوح گیاهی بکار می‌روند. به این دسته ترکیبات محافظتی گفته می‌شود. برخی ترکیبات از سطوح گیاه جذب و در گیاه سیستمیک می‌شوند و بیمارگر را در داخل گیاه از بین می برند به این دسته ترکیبات درمان کننده و سیستمیک گفته می‌شود.

۶ ـ مبارزه تلفیقی : مبارزه تلفیقی عبارت است از کاربرد روشهای ذکر شده بصورت مکمل هم. در مبارزه تلفیقی سعی بر حداقل استفاده از ترکیبات شیمیایی است و بیشتر بر روشهای زراعی، قانونی و بیولوژیکی تاکید می‌شود.

قارچها و بیماری‌های قارچی گیاهان

قارچها بعلت کثرت بیماریهای ناشی از آنها و خسارتی که وارد می‌آورند مهمترین گروه عوامل بیماریزا محسوب می‌شوند. تا کنون قریب به یکصدوبیست هزار گونه قارچ شناسایی شده‌است که از بین آنها قریب هشت هزار گونه با بیماریهای گیاهی در ارتباط بوده‌اند. برای مقایسه می‌توان گفت که فقط حدود صد گونه قارچ بعنوان عامل بیماری در انسان و حیوانات شناخته شده است.

طبقه بندی جدید جهان زنده شامل شش سلسله است که قارچها در این طبقه‌بندی در یک سلسله جدا قرار می گیرند.

جهان زنده:

احتمال داده می‌شود اولین حیات سه میلیارد و پانصد میلیون سال قبل بصورت یکی از اعضا پروکاریوت‌ها ظاهر شده باشد. پروکاریوت‌ها فاقد بسیاری از اندامک‌های سلولی هستند. مواد ژنتیکی در آنها داخل غشا احاطه نمی‌شود و در انواع پیشرفته فقط یک کروموزوم آزاد وجود دارد. سیتوپلاسم آنها فاقد میتوکندری و پلاستید است. تا حدود یک‌ونیم میلیون سال فقط پروکاریوت‌ها روی کره زمین زندگی می‌کردند تا اینکه یوکاریوت‌ها بوجود آمدند.

بر اساس یافته های علمی جدید، صرف نظر از ویروس ها، کلیه موجودات زنده که واجد ساختمان سلولی هستند، در پنج تا هشت سلسله به شرح زیر طبقه بندی می شوند.

۱- *Prokaryotae*

موجودات تک سلولی، فاقد هسته و دارای یک کروموزوم حلقوی آزاد هستند و شامل باکتری‌ها، میکوپلاسماها، ریکتسیاها، کلامیدیا و جلبک های سیز- آبی می‌باشند. برخی محققین این سلسله را به دو سلسله جداگانه به نامهای *Archaea* و *Eubacteria* تقسیم می‌کنند.

۲- *Animalia*

موجودات پرسلولی، یوکاریوت و هتروتروف بوده و تغذیه آنها از طریق بلع مواد غذایی صورت می‌گیرد. سلولهای جانوری فاقد دیواره سخت سلولی بوده و فقط یک غشا سلولی آنها را احاطه می کند. ذخیره مواد غذایی بصورت گلیکوژن است.

۳- *Plantae*

موجودات پر سلولی و فتوسنتز کننده هستند. مواد غذایی را از طریق جذب دریافت می کنند. دارای دیواره سلولی سخت از جنس سلولز می‌باشند.

۴- *Protozoa*

موجوداتی اغلب تک سلولی، پلاسمودیومی یا بصورت پرگنه و ذره خوارند. هتروتروف و یوکاریوت بوده و برخی ممکن است کلروپلاست داشته باشند. افراد پرسلولی واجد حداقل تمایزیافتگی هستند. چهار شاخه از موجودات قارچ مانندکه بطور سنتی جز قارچها طبقه‌بندی می‌شدند نیز در این سلسله قرار می‌گیرند. شامل: *Acrasiomycota*، *Dictyosteliomycota*، *Plasmodiophoromycota* و *Myxomycota*

۵- *Chromista*

موجوداتی یوکاریوت، اغلب تک سلولی و فتوتروف، رشته‌ای یا بصورت پرگنه هستند. اغلب زندگی آزاد دارند. از نظر اندازه میکروسکوپی هستند. این سلسله شامل دامنه وسیعی از جلبک‌های قهوه‌ای و طلایی، دیاتومه‌ها، کریزوفیت‌ها و کریپتوموناد‌ها می‌باشد. علاوه بر آن سه شاخه از موجودات قارچ مانند که بطور سنتی جز قارچها طبقه‌بندی می‌شدند نیز در این سلسله قرار می‌گیرند شامل *Hyphochytriomycota*، *Labyrinthulomycota* و *Oomycota* می‌باشند. بنظر می‌رسد این سه شاخه کلروپلاست خود را بصورت ثانوی از دست دادند. برخی محققین سه شاخه فوق را همرا با برخی از اعضا دیگر *Chromista* نظیر جلبک-های قهوه‌ای و دیاتومه‌ها در یک سلسله جداگانه بنام *Stramenopila* قرار می‌دهند.

۶- سلسله *Fungi*

بر مبنای طبقه بندی ویتاکر ۱۹۶۹ قارچها بعنوان یک سلسله مستقل در کنار چهار شاخه دیگر قرار گرفتند. پیشرفت‌های اخیر در بررسی تاکسونومی موجودات زنده برخی از شاخه‌هایی را که در سلسله قارچها قرار داشتند در سلسله‌های *Protozoa* و *Chromista* (*Stramenopila*) قرار داده است. بر این اساس سلسله قارچها شامل شاخه‌های *Chytridiomycota*، *Zygomycota*، *Glomeromycota*، *Ascomycota*، *Microsporidia* و *Basidiomycota* هستند.

صفات عمومی قارچها

بعلت تنوع فوق العاده قارچها، ارائه یک تعریف جامع از آنها امکان پذیر نیست معهذا صفات عمده ای که در بین قارچها دارای عمومیت بیشتری است ذیلا شرح داده می‌شود:

۱ ـ قارچها موجوداتی هستند تک سلولی یا پر سلولی، سلول قارچ دارای مشخصات سلول در موجودات آلی است بدین معنی که دارای هسته مشخص (احاطه شده توسط غشاء بوده و اندامهای داخل سلول نظیر میتوکندری و شبکه آندوپلاسمی و واکوئل در آن یافت می شود (یوکاریوت)

۲ ـ سلول قارچها (مانند گیاهان) با دیواره‌ای سخت و کاملا مشخص احاطه شده است منتها در دیواره سلولی اکثر قارچها ترکیبی بنام کیتین (*Chitin*) یافت می‌شود که در دیواره سلولی گیاهان وجود ندارد در برخی قارچها نیز سلولز و کیتین هر دو در دیواره سلولی بکار رفته است.

۳ ـ اندامهای رویشی (سماتیک) قارچها اکثرا از سلولها یا رشته‌های طویل و غیر متحرکی تشکیل شده است. هر یک از این رشته‌ها *hypha* یا ریسه نام دارد. این رشته‌ها در اکثر قارچها تشکیل توده‌ای را می‌دهند که میسیلیوم *Mycelium*نامیده می‌شود. کل پیکره یک قارچ را تال *Thallus*می‌نامند. هیف‌ها در حقیقت بصورت لوله‌ای طویل و منشعب است که در بعضی از قارچها یکسره و بدون تقسیمات بوده و در بعضی دیگر دارای دیواره های عرضی (*septum*) می‌باشند. هیف‌های فاقد دیواره عرضی را هیف سنوستیک (*coenocyte*) می‌نامند.

۴ ـ قارچها بر خلاف گیاهان هتروتروف بوده و بعلت فقدان کلروفیل قادر نیستند با استفاده از انرژی خورشید مواد غیر آلی را تبدیل به مواد آلی کنند و مجبورند از مواد ساخته شده توسط موجودات اتوتروف استفاده نمایند.قارچهای پارازیت مواد آلی مورد احتیاج خود را از سلولهای زنده تامین می‌نمایند در حالیکه

قارچهای ساپروفیت روی مواد آلی پوسیده زندگی می‌کنند.

۵ ـ اخذ مواد غذایی از محیط در قارچها از طریق جذب (*Absorption*) صورت می‌گیرد.

۶ ـ قارچها مواد غذایی را بصورت چربی و گلیکوژن در اندامهای خود ذخیره می‌کنند و حال آنکه ماده ذخیره‌ای اصلی در گیا هان نشاسته است.

۷ ـ تولید مثل در قارچها بطریقه جنسی (*Sexual*) یا غیرجنسی (*Asexual*) یا هر دو است.

ضمائم اندامهای رویشی در قارچها

در اندامهای رویشی یکسری ضمائمی با وظایف معین بر حسب وضع زندگی و احتیاجات غذایی قارچ وجود دارد که عبارتند از:

۱ ـ اپرسوریوم (Appressorium): اندامی است که در انتهای لوله تندش اسپور و یا روی هیفهای مسن بوجود می‌آید. اپرسوریوم یک اندام سوراخ کننده است که به قارچ اجازه سوراخ کردن گیاه میزبان را می‌دهد اپرسوریوم فشاری معادل ۷ اتمسفر وارد می‌کند.

۲ ـ هیفوپود Hyphopode: زوائدی هستند که روی هیفهای بعضی قارچها بوجود می‌آیند که نقش آنها ثبات قارچ در سطح گیاه میزبان است و گاهی نقش اپرسوریوم را نیز بازی می‌کند و بیشتر در قارچهای انگل سطحی گیاهان وجود دارد.

۳ ـ هوستوریوم (Haustorium) یا مکه: در قارچهایی که بصورت انگل سطحی هستند مثل سفیدکهای سطحی زائدهایی از هیف وارد اپیدرم شده و نقش آنها جذب مواد غذایی از سلول می‌باشد، این زائدها را هوستوریوم می‌نامند. در بعضی قارچهای انگل بین سلولی نیز هستوریوم ایجاد می‌شود.

۵ ـ Rhizomorphe: گاهی میسلیومها بصورت یک رشته ضخیم کنار هم بصورت مجتمع قرار می‌گیرند و هیفهای محیطی آنها جدار ضخیم‌تر دارند و حافظ هیفهای درونی هستند. نقش ریزومرف انتشار و بقا قارچ می‌باشد.

۶ ـ سختینه یا اسکلروت (*Sclerote*)

اندام رویشی مقاوم است و از تراکم هیفها و سلولهای میسیلیومی درست می‌شود و سلولهای رویشی قارچ آنچنان با هم مجتمع می‌شوند که جسم سختی به نام اسکلروت ایجاد می‌شود. اسکلروت نقش بقایی در قارچها دارد.

۷ ـ کلامیدوسپور *Chlamydospore*

سلولهای رویشی مقاومی هستند که دارای غشاء ضخیم و ذخایر غذایی فراوان هستند و وسیله دوام و بقاء قارچ می‌باشند. کلامیدوسپور اسپور نیست و بمنظور تکثیر بوجود نمی‌آید.

تولید مثل در قارچها

واحد تولید مثلی در قارچها اسپور (*spore*) نامیده می‌شود. اسپور علاوه بر آنکه وسیله تکثیر قارچها

است ممکن است در انتشار آنها از نقطه‌ای به نقطه دیگر و بقاء آنها از سالی به سال دیگر دارای نقش عمده باشد. اسپور بعد از آنکه در محیط مناسبی قرار گرفت جوانه زده و لوله یا رشته کوچکی از آن خارج می‌شود که لوله تندش یا *grem tube* نامیده می‌شود از رشد این رشته نهایتا تال قارچ بوجود می‌آید.

اسپورها از نظر شکل، اندازه، رنگ، تعداد سلول و نحوه تشکیل دارای تنوع زیادی هستند بطوریکه قارچها را می‌توان از روی خصوصیات اسپور آنها تشخیص داد. بطور کلی می‌توان اسپورها را بر حسب مکانیزم تشکیل به دو گروه جنسی و غیر جنسی تقسیم کرد.

ـــ تولید مثل جنسی Sexual Reproduction

چنانچه در تولید مثل یک قارچ گامت‌ها (gametes) یا اندامهای جنسی دخالت داشته باشند تولید مثل جنسی خواهد بود. در حقیقت تولید مثل جنسی با ترکیب دو هسته سلولی که دارای سازگاری جنسی باشند مشخص می‌گردد. گامت‌ها یا هسته‌هایی که نقش گامت را بازی می‌کنند. در بسیاری از قارچها در داخل اندامهایی بنام gametangium قرار دارند. همانطوریکه گامت ممکن است نر یا ماده با شد گامت-آنژیوم نیز دو نوع است. گامت‌آنژیوم نر یا آنتریدیوم Antheridium و گامت‌آنژیوم ماده یا Oogonium در ائومیست‌ها یا آسکوگونیوم در آسکومیست‌ها است. سلسله وقایعی که در جریان تولید مثل جنسی صورت می‌گیرد عبارتند از:

ابتدا گامت‌ها یا گامت‌آنژیومهای نر و ماده که هر یک دارای n کروموزوم هستند در کنار هم قرار گرفته دیواره آنها در نقطه تماس حل و پروتوپلاسم آنها با هم مخلوط می‌شوند. طی این عمل که به پلاسموگامی *Plasmogamy* موسوم است سلولی بوجود می‌آید که دارای n+n کروموزوم است این سلول را سلول دی‌کاریوتیک dikaryotic می‌نامند. بعبارت دیگر در این مرحله در سلولی که از وحدت دو سلول اولیه حاصل شده هسته‌های نر و ماده استقلال خود را حفظ می‌کنند. در مرحله دوم هسته‌ها با هم ترکیب شده و تولید هسته دیپلوئید (*diploid*) یا 2n کروموزومی می‌کنند. این مرحله را مرحله کاریوگامی (*Karyogamy*) می‌نامند. سلولی که دارای هسته دیپلوئید است زیگوت (*zygote*) نام دارد. در مرحله سوم هسته دیپلوئید ضمن تقسیم با کاهش کروموزومی (تقسیم میوز) تبدیل به چند هسته n کروموزومی هاپلوئید می‌گردد. اطراف هر یک از این هسته‌ها را مقداری سیتوپلاسم و یک دیواره احاطه می‌کند و بدین ترتیب یک اسپور بوجود می‌آید.

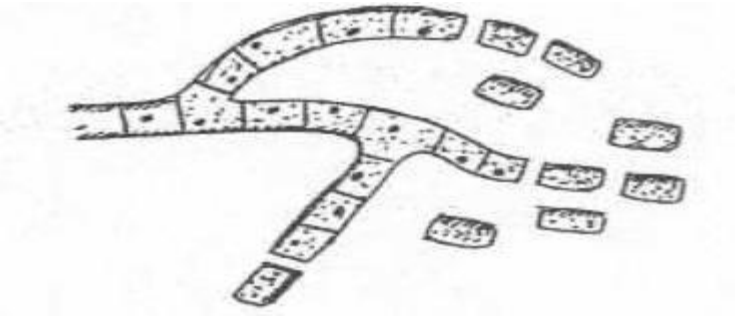
در بسیاری از قارچها اندامها یا سلولهای نر و ماده در روی یک تال بوجود می‌آید. اگر در یک قارچ سلولهای نر و ماده موجود در روی یک تال بتوانند با هم ترکیب شده و مراحل تولید مثل جنسی را طی کنند چنین قارچی را homothalic گویند. در غیر این صورت قارچ هتروتالیک (*heterothalic*) نامیده می‌شود. در قارچهای هتروتالیک تولید مثل جنسی در صورتی انجام می‌گیرد که سازگاری جنسی بین سلول ماده موجود در روی یک تال و سلول نر تولید شده توسط تال دیگر وجود داشته باشد. بعبارت دیگر بهم آمدن دو گامت یا سلول مخالف از دو تال کافی نیست بلکه لازم است که دو تال سازگاری جنسی نیز داشته باشند و بدیهی است که سازگاری جنسی یک پدیده ژنتیکی است.

ـــ تولید مثل غیرجنسی *Asexual Reproduction*

در تولید مثل غیرجنسی گامت‌ها یا اندامهای جنسی دارای نقشی نیستند و لقاحی بین دو سلول صورت نمی‌گیرد.

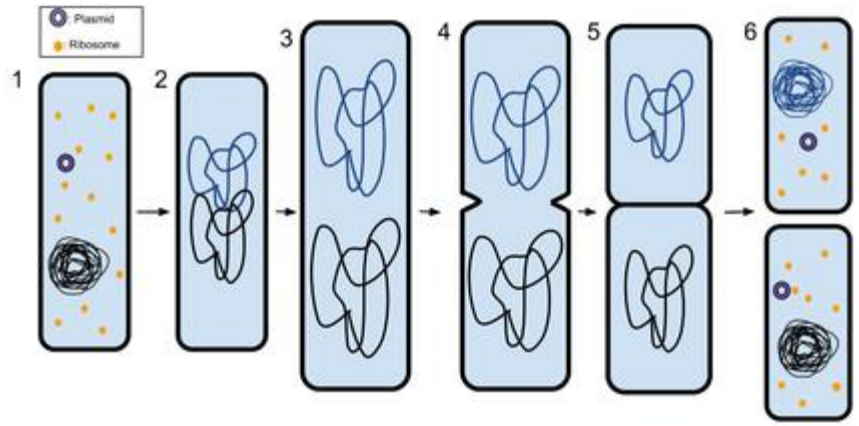
این تولید مثل در تکثیر و گسترش قارچها با اهمیت‌تر از تولید مثل جنسی می‌باشد و در یک فصل زراعی چندین بار تکرار می‌شود. تولید مثل غیرجنسی در قارچها به طرق زیر انجام می‌شود.

۱ ـ قطعه قطعه شدن هیف (*Fragmentation*): در این روش هر سلول از محل دیواره عرضی هیف جدا می‌شود و بعنوان یک اسپور عمل می‌کند به این اسپورها آرتروسپور (*Arthrospore*) می‌گویند.

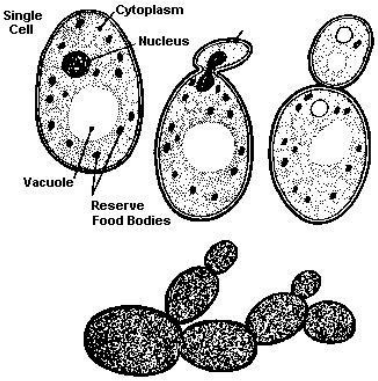


۲ ـ تقسیم سلولی (Fission):

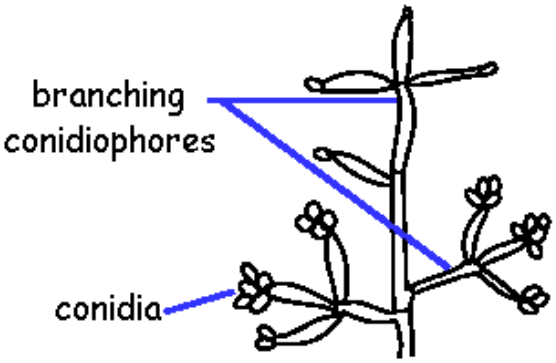
در این روش در وسط هر سلول مادری فرورفتگی ایجاد و همزمان با آن هسته و سیتوپلاسم دو قسمت می‌گردند و سپس با ایجاد دیواره عرضی سلول مادری به دو سلول به اندازه و شکل مشابه تقسیم می‌شود. برخی از مخمرها بدین طریق تکثیر می‌یابند.



۳ ـ جوانه زدن(Budding):



در این روش تولید مثل برجستگی جوانه مانندی در سلول مادری بوجود آمده، شروع به رشد و نمو می‌کند، همزمان با آن هسته سلول مادر نیز تقسیم شده همرا با سیتوپلاسم به جوانه منتقل می‌شود و پس از مدتی جوانه بصورت یک اسپوراز سلول مادری جدا می‌گردد. این قبیل تولید مثل در قارچ مولد بیماری پیچیدگی برگ هلو و مخمرها صورت می‌گیرد.

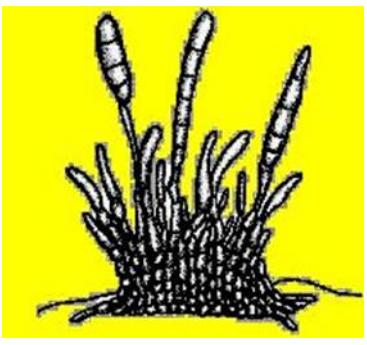


۴ ـ تولید اسپور:

اسپورها ممکن است در روی پایه‌ای بنام کنیدیفر یا در داخل محفظه‌ای بنام اسپورانژیوم (هاگدان) تشکیل گردند که به اختصار در زیر شرح داده می‌شوند.

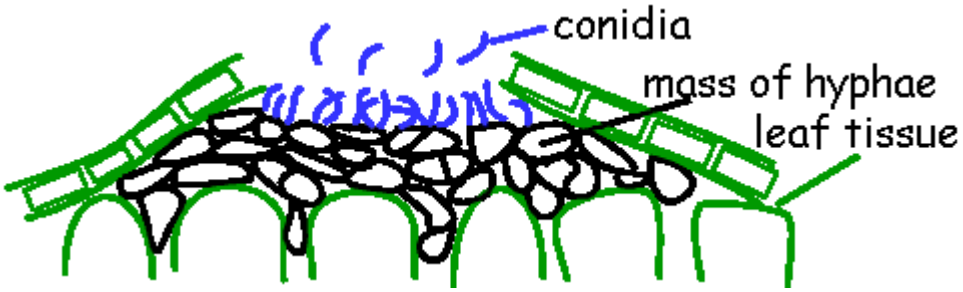
۴-۱- کنیدیفورها (*conidiophore*): کنیدیوفر پایه‌ای شبیه به هیف است که معمولا در انتها و یا قسمت جانبی آن اسپورها قرار می‌گیرند. این نوع اسپورهای غیر جنسی را کنیدی (*conidium*) می‌نامند. کنیدیفرها ممکن است بطور انفرادی در روی هیف تشکیل شوند و یا مجموعا در سطح یا داخل اندامهای مختلفی به نام‌های زیر تشکیل گردند.

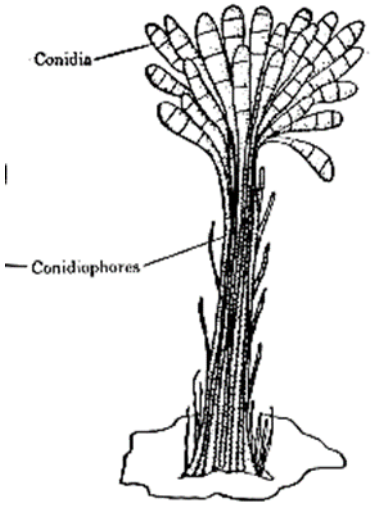
ـ پیکنید (*Pycnidium*): در بعضی از قارچها کنیدی‌ها در روی کنیدیفرهای کوتاه در داخل اندام سبدی شکل مدور و یا اشکال دیگر به نام پکنید تشکیل می‌شوند. دیواره پکنید از پارانشیم دروغی می‌باشد و کنیدیفرها از دیواره داخلی آن ایجاد می‌گردند به اسپورهای داخل پکنید، پکنیدیوسپور نیز می‌گویند. پکنیدها ممکن است مسدود، دهانه دار و یا در بالای آنها دارای برجستگی کوچک یا گردن طویلی باشند. اندازه، شکل و رنگ پکنیدها در قارچها ی مختلف متفاوت است و محل تشکیل آنها ممکن است سطحی یا عمقی باشد.



ـ اسپورودوخیوم (*Sporodochium*): بافت بالشتک شکل از میسیلیوم قارچ است که در روی آن کنیدیفرها و کنیدی‌ها تشکیل می‌شود.

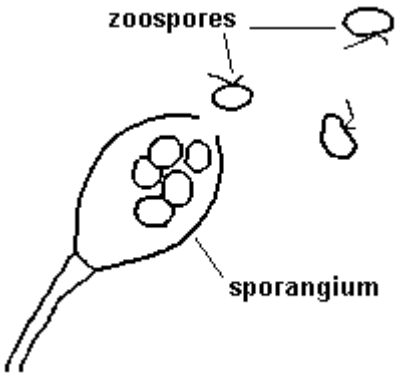
ــ آسروول (*Acervulus*): آسروول بافت متراکمی است که از بموازات هم قرار گرفتن هیف های یک قارچ در بین کوتیکول و اپیدرم ویا بین اپیدرم و پارانشیم یک گیاه تشکیل می شود که در روی آن کنیدیفر ها قرار دارند.





ــ کرمی (*Coremium*): کرمی اندامی است که از اتصال پایه-های کنیدیفرها در سطح میزبان تشکیل شده و بصورت ستون دیده می‌شود و در انتها ی ستون کنیدی‌های زیادی تشکیل می-گردند.

۲-۴ - اسپورانژ یا هاگدان (*Sporangium*) : اسپورانژیوم محفظه‌ای است کیسه مانند که مواد پرتوپلاسمی آن به چند اسپور تبدیل می‌شود. به اسپورهای داخل اسپورانژ، اسپورانژیوسپور (*Sporangiospore*) و پایه اسپورانژ را اسپورانژیوفور می‌گویند. اسپورهای داخل اسپورانژ ممکن است متحرک یا غیر متحرک باشند اسپورهای متحرک زئوسپور (*Zoospore*) نامیده می‌شوند و غالبا دارای یک تا دو تاژک می‌باشند.

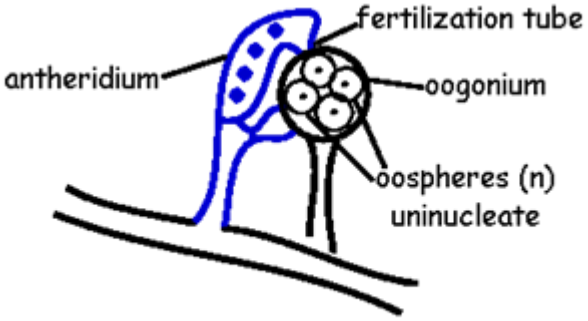


شاخه *Oomycota*

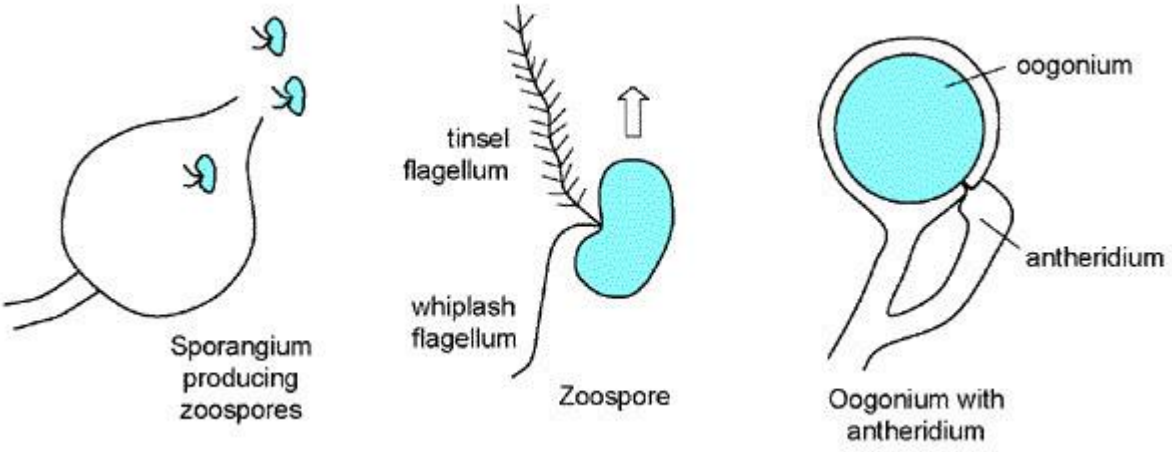
در میان شاخه‌های قارچ مانند، شاخه *Oomycota* و تنها رده‌اش *Oomycetes* مهمتر از بقیه بوده بنابرملاحظات اقتصادی و کاربردی بیشتر رویشان کار شده است. قارچهای این رده بعضی‌ها انگلهای اجباری گیاهان هستند، بعضی انگل‌های اختیاری گیاهانند و بعضی ساپروفیت هستند. بعضی انگلند حیوانات مثل نماتدها و ماهی‌ها هستند. از نظر ساختمانی در ائوومیست‌ها میسیلیوم‌ها فاقد دیواره عرضی هستند. ائوومیست‌ها جزء نادرترین قارچها هستند که دیپلوئیدند همه هسته‌ها در همه اعضاء دیپلوئید است بجز گامت‌ها که در گامت‌آنژها تشکیل می‌شوند هاپلوئید هستند. جنس دیواره سلولی در اینها سلولز است که همرا آن مقداری گلوکان هم تشخیص داده شده و درمعدودی از ائوومیست‌ها کیتین هم دیده شده است.

تولید مثل جنسی و غیر جنسی انجام می‌دهند. تولید مثل جنسی ائومیست‌ها مکانیزمی است معروف به ائووگامی *(Oogamie)* حاصل عمل زیگوتی به اسم *Oospore/ست*. از ائوسپور در نهایت در غالب موارد زئوسپور *Zoospore* و در بعضی موارد هیف ایجاد می‌شود.

تولید مثل جنسی در این رده هتروگامی است که با آمیزش دو گامت نر و ماده غیر مشابه انجام می‌شود. اندام نر به نام آنتریدی *(Antheridium)* و اندام زایشی ماده به نام االوگون *(Oogonium)* می‌باشد. ائوگامی لقاح این دو گامت آنژ است. ائوگون ممکن است فقط حاوی یک گامت ماده و یا چند گامت ماده باشد. گامت‌های ماده را *Oosphere* گویند. آنتریدی حاوی تعداد زیادی گامت نر است. پس از اتصال دو گامت آنژ بهم راهی بین آن دو باز می‌شود و هسته‌های درون آنتریدیوم وارد ائوگن می‌شوند، به تعدادی هسته‌های ماده درون ائوگن هسته نر مصرف می‌شود و بقیه از بین میروند و سپس پلاسموگامی وکاریوگامی انجام می‌شود و هر ائوسفر مبدل به زیگوت دیپلوئید می‌شود، که به این زیگوت دیپلوئید ائوسپر گویند. ائوسپر وسیله بقاء و دوام قارچ است و در شرایط مساعد تندش می‌کند و از تندش آن در غالب موارد زئوسپور ایجاد می‌شود ودر معدودی موارد هیف ایجاد می‌شود.



تولید مثل غیرجنسی در ائوومیست‌ها به یکی از سه شکل: اسپورانژ یا زئو سپرانژ، اسپورانژ مشابه کنیدی و یا کنیدی‌های واقعی منتهی می‌شود. زئوسپرها در ائوومیست‌ها دارای دو تاژک جانبی هستند که یکی متمایل به جلو و کرک دار است و یکی متمایل به عقب شلاقی است.



این رده به چند راسته تقسیم می شود ، راسته *Peronosporales* از نظر بیماریزایی در گیاهان مهم می‌باشد که در اینجا توضیح داده خواهد شد. این راسته به سه خانواده *Peronosporaceae* ، *Albuginaceae* و *Pythiacea* تقسیم می‌شود، که بطور جداگانه این خانواده‌ها و بیماری‌های ناشی از آنها را توضیح می‌دهیم.

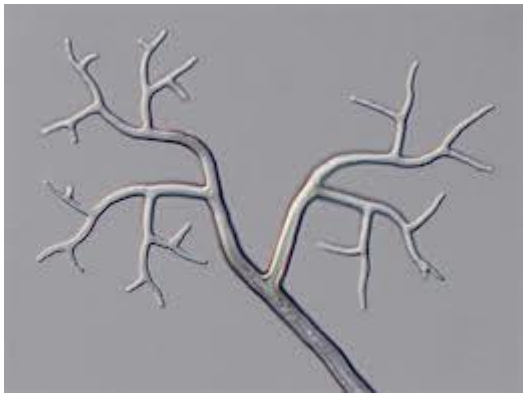
خانواده Peronosporaceae

در این خاانواده قارچهایی قرار می‌گیرند که همه انگل‌های اجباری گیاهانند و مولد بیماری بنام سفیدکهای دروغی هستند. در اینها کنیدیفر یا اسپورانژیوفرها بصورت درختچه‌ای با انشعابات زیاد هستند. در این خانواده رشد اسپورانژیفور محدود است و از هیف رویشی متمایز می‌باشد. اسپرانژیفور یا کنیدیفر این قارچها غالبا از روزنه‌های سطح زیرین برگ به صورت کرکهای سفید، خاکستری، قهوه‌ای یا ارغوانی رنگ خارج می‌شوند و پس از چند انشعاب منتهی به یک زائده یا استریگما *(strigma)* می‌شوند. از لحاظ تولید مثل غیرجنسی در بعضی از اینها اسپورانژهای مشابه کنیدی و در معدودی کنیدی واقعی تولید می‌شود.

جنس‌های این خانواده بر اساس شکل و نحوه انشعاب کنیدیفر یا اسپورانژیفور نامگذاری می‌شوند. خانواده *Peronosporaceae* شامل چندین جنس می‌باشد. از بین آنها سه جنس پرو نوسپورا (*Peronospora*)، برمیا (*Bremia*)و پلاسموپارا *(Plasmopara)*از نظر بیماریزایی در گیا هان معروفند که در زیر چند بیماری ناشی از آنها شرح داده می‌شود.

۱ ـ جنس *Peronospora* و *Pseudoperonospora*

در این جنس اسپورانژیفور چند بار منشعب می‌شود و هر بار که در آن انشعاباتی صورت گیرد انشعابات دو شاخه می‌باشند. این طرز انشعابات را *dichotomous branching* می‌نامند. هر شاخه در نهایت به دو استریگما ختم می‌شود.



در جنس *Pseudoperonospora* اسپورانژ مشابه کنیدی تولید می‌شود ولی در جنس *Peronospora* کنیدی واقعی تولید می‌شود.

بیماری سفیدک داخلی توتون

این بیماری در ابتدا در سال ۱۸۹۰ از استرالیا گزارش شده است و هم اکنون یکی از بیماری‌های مهم توتون در تمام مناطق و توتونکاریهای دنیا است. بیماری مزبور تا سال ۱۳۴۱ در کشور ما قرنطینه بود ولی در همین سال در مزارع گیلان و مازندران شیوع پیدا کرد و خسارت قابل توجهی به بار آورد. شاید این بیماری بوسیله مسافرینی از ترکیه به ایران وارد شده و یا توسط باد از شوروی و یا ترکیه به ایران منتقل شده باشد.

علا ئم بیماری:

علائم بیماری بسته به شرایط آب و هوایی، سن گیاه، زمان آلودگی، درجه مقاومت ارقام و شدت آلودگی متفاوت است، نشاهای داخل خزانه از ابتدای رشد به این بیماری حساس بوده و ممکن است در اثر آلودگی خشک شوند. علائم بیماری در روی گیاه بالغ ابتدا بصورت نقاط رنگ پریده و زرد رنگ ظاهر می‌شوند، لکه‌ها به هم پیوسته و بقطر حدود چهار سانتی‌متر می‌رسند. بخش آلوده بتدریج نکروزه و خشک می‌شود. در سطح زیرین برگهای آلوده کنیدیفر و کنیدی‌های قارچ بصورت کرکهای خاکستری مایل به بنفش ظاهر می‌شوند. در صورت شدت بیماری علاوه بر برگ، دمبرگ و حتی ساقه گیاه آلوده نیز می‌شوند و ممکن است ساقه گیاه خشک شود. برگهای پایین بوته به علت نزدیکی به سطح خاک زودتر مبتلا می‌شوند و در توسعه بیماری مؤثرند.

عامل بیماری و زیست شناسی

عامل بیماری قارچ *Peronospora tabacina* می‌باشد. این قارچ انگل اجباری بوده و غذای خود را بوسیله هوستوریوم از سلولهای زنده میزبان تامین می‌کند. در تولید مثل غیرجنسی تولید کنیدی می‌کند که از جوانه زدن آنها هیف ایجاد می‌شود. ائوسپور قارچ وسیله زمستانگذرانی آن است و در بقایای گیاهی و در خاک از فصلی به فصل دیگر باقی می‌ماند. این قارچ ممکن است در گیاه به حالت سیستمیک در آمده و بذر را نیز آلوده کند. بنابراین یکی از راههای بقای این قارچ از سالی به سال دیگر بذر آلوده است.

مبارزه :

الف) استفاده از واریته مقاوم

ب) خزانه را باید در محلی احداث نمود که فاقد منابع آلودگی باشد. بر قراری تناوب از بین بردن بقایای گیاه و ضد عفونی خاک در خزا نه به این منظور کمک می‌کند.

ج) بذری که برای کشت انتخاب می شود باید سالم و عاری از پاتوژن باشد.

د) سمپاشی مزارع و مخصوصا خزانه توتون برای جلوگیری از آلودگی ، برای این منظور می‌توان از ترکیباتی نظیر زینب (*zineb*)، مانب (*maneb*) ، فربام (*ferbam*) یا تر کیبات مسی و یا سموم ریدومیل، ریدو میل مانب، یا ریدومیل زینب علیه این بیماری استفاده کرد.

بیماری سفیدک داخلی خیار

این بیماری در سال ۱۳۴۲ از مزارع گیلان جداسازی شد، هم اکنون در استانهای شمالی ایران شیوع دارد. همچنین یکی از بیماری های مهم در کشت خیار در زیر پوشش پلاستیک در خوزستان، هرمزگان و کرمان می‌باشد. مناطق انتشار بیماری در دنیا در جاههایی است که دارای آب و هوای گرم و مرطوب و یا معتدل می‌باشند. این بیمارگر قادر است به تعدادی از گیا هان خانواده کدوئیان بالاخص خیار، هندوانه، کدو و خربزه حمله نماید.

علائم بیماری:

علائم بیماری ابتدا بصورت لکه‌های زرد زاویه‌دار در برگ ظاهر می‌گردد. سطح لکه‌ها بتدریج توسعه پیدا می‌کنند و سپس نکروز می‌گردند. تمام سطح برگ یا بخش اعظم پهنک در اثر این بیماری سوختگی پیدا می‌کند و گیاه منظره سوختگی بخود می‌گیرد. میوه‌ها در اثر کمبود مواد غذایی ناشی از خشک شدن برگها کوچک و کج و معوج می‌گردند. در قسمت زیر برگ در محل لکه توده‌های اسپورانژ و اسپورانژیفورهای قارچ بصورت پوشش کرک مانند دیده می‌شود.

عامل بیماری :

عامل بیماری *Pseudoperonospora cubensis* می‌باشد. این جنس شبیه *Peronospora* بوده با این تفاوت که محتوی هر اسپور در *Pseudoperonospora* در موقع جوانه‌زدن بر خلاف پرونوسپرا به تعدادی زئوسپر تبدیل می‌شود. یعنی درتولید مثل غیرجنسی اسپورانژ مشابه کنیدی ایجاد می‌کند.

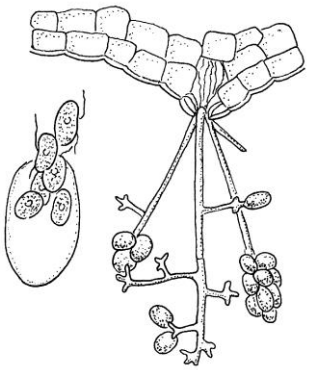
عامل بیماری زمستان را بصورت فرم غیرجنسی در روی گیاهان گلخانه‌ای یا خیارهای زیر پوشش پلاستیک می‌گذراند و یا بصورت اسپور جنسی (ائوسپور) در بقایای گیاهی و داخل خاک سپری می‌کند و در مواردی آلودگی اولیه ممکن است در اثر انتقال اسپورهای غیرجنسی از نواحی گرمسیر به نواحی سردسیر صورت گیرد، علفهای هرز هم بعنوان میزبان واسط می‌توانند در انتقال بیماری از سالی به سال دیگر نقش داشته باشند.

مبارزه :

برای مبارزه با سفیدک داخلی خیار می‌توان از قارچکش‌های زینب، مانکوزب، ریدومیل مانکوزب، ریدومیل مانب و یا اکویشن پرو (ترکیب سیموکسانیل بعنوان قارچکش درمان کننده و فاموکسادون بعنوان

قارچکش محافظتی)استفاده نمود. سمپاشی باید بمحض مشا هده اولین علائم بیماری در مزرعه شروع شـود و هر دو هفته یکبار تکرار شود، سمپاشی بعد از هر بار بارندگی ضروری است. رعایت تناوب زراعی، زهکشـی مزارع، جمع آوری و از بین بردن بقایای گیاهان آلوده و برقراری تهویه خوب در زیر تونلها ی پلاسـتیکی در تخفیف بیماری مؤثر است.

جنس *Plasmopara*



نحوه انشعاب اسپورانژیفور در جنس پلاسموپارا بدین ترتیـب اسـت که اسپورانژیفور دارای یک ساقه اصلی و تعـداد زیـادی انشـعابات فرعـی است که کم و بیش بر هم عمود هستند و انتهای هر یک از شـاخه‌هـای فرعی غالبا سه استریگما وجود دارد. در جنس پلاسموپارا حاصـل تولیـد مثل غیر جنسـی اسـپورانژ مشـابه کنیـدی اسـت کـه از جوانـه زدن آن زئوسپر بوجود می‌آید.

بیماری سفیدک داخلی مو

این بیماری ابتدا در سال ۱۳۲۵ توسط اسفندیاری از ایران گزارش شده و هم اکنون در اکثر نقاط ایران وجود دارد.

علا ئم بیماری

علائم بیماری بر روی کلیه اندامهای هوایی تظاهر می‌کند، علائم بیماری ابتدا در سطح فوقانی برگهـای جوان به صورت لکه‌های زرد کمرنگ بدون حاشیه مشخص دیده می‌شوند. لکه‌ها بتدریج بهم پیوسته و سطح وسیعی از برگ را در بر می‌گیرند و در زیر برگ در محل لکه‌ها پوش سفید رنگ اسپورانژیفور و اسپورانژهای دیده می‌شود و در نهایت لکه‌ها نکروز و خشک می‌شوند و تمامی برگ را فرا می‌گیرند در شرایط آب و هوایی مساعد بر روی شاخه پیچکهای نهالهای حساس، حالت بد شکلی، پیچیدگی‌های غیرطبیعی و کاهش میـزان رشد مشاهده می‌گردد. شاخه‌های آلوده کوتاهتر و کلفت‌تر شده و در اثر پیچیدگی به شکل حرف S در می-آیند و شا خه‌های مبتلا در شرایط آب و هوایی مساعد با پوشش سفید شفاف پوشیده مـی‌شـوند و شـکننده می‌شوند. بر روی حبه‌های جوان انگور نیز لکه‌های روغنی و شفاف ظاهر می‌شود. حبه‌های آلوده ابتدا به رنگ کبود هستند که بتدریج تغییر رنگ داده و در اثر تولید پوشش کرکی سفید برنگ خاکستری در می‌آیند، در مراحل پیشرفته و نزدیک به زمان برداشت محصـول ایـن حبـه‌هـا قهـوه‌ای رنـگ و پلاسـیده شـده منظـره پوسیدگی قهوه‌ای می‌گیرند.

عامل بیماری و زیست شناسی آن

عامل بیماری قارچ *Plasmopara viticola* است. زمستانگذرانی قـارچ بصـورت *oospore* در خـاک و بقایای گیاهی است. از جوانه زدن ائوسپر در بهار در روی آن اسپورانژ و اسپورانژ تولید زئوسـپر مـی‌کنـد. در زمستانهای ملایم قارچ می‌تواند بصورت میسیلیوم در بافت شاخه ها نیز زمستانگذرانی کند. انتشـار قـارچ در فصل رویش توسط اسپورانژیومها صورت می‌گیرد.

مبارزه :

ــ پیشگیری از جمع شدن آب راکد در تاکستانها

ــ از بین بردن اندامهای سبز بویژه برگهای خیلی نزدیک به سطح زمین

ــ مدفون کردن برگهای افتاده درفصل پاییز جهت از بین بردن مخازن زمستانه اووسپور

ــ جهت مبارزه شیمیایی می توان از قارچکش‌های مختلفی از جمله ترکیب بردو، کاپتان، زینب یا ترکیبات سیستمیکی نظیر متالاکسیل، فوزتیل آلومینیوم استفاده کرد. زمان سمپاشی در برخی کشورها با سیستم پیش آگاهی تعیین می‌شود. معمولا اولین سمپاشی قبل ازگلدهی و تکرار آن بعد از ۱۰ روز توصیه می‌شود.

جنس *Bremia*

نحوه انشعاب اسپورانژیفور در جنس *Bremia* نیز مانند جنس *Peronospora* بصورت دیکتومی (dichotomous) می‌باشد. منتها در اینجا انتهای اسپورانژیفور بصورت دیسک یا جسم بشقاب مانندی در آمده که در روی آن چهار استریگما وجود دارد.

بیماری سفید ک داخلی کاهو

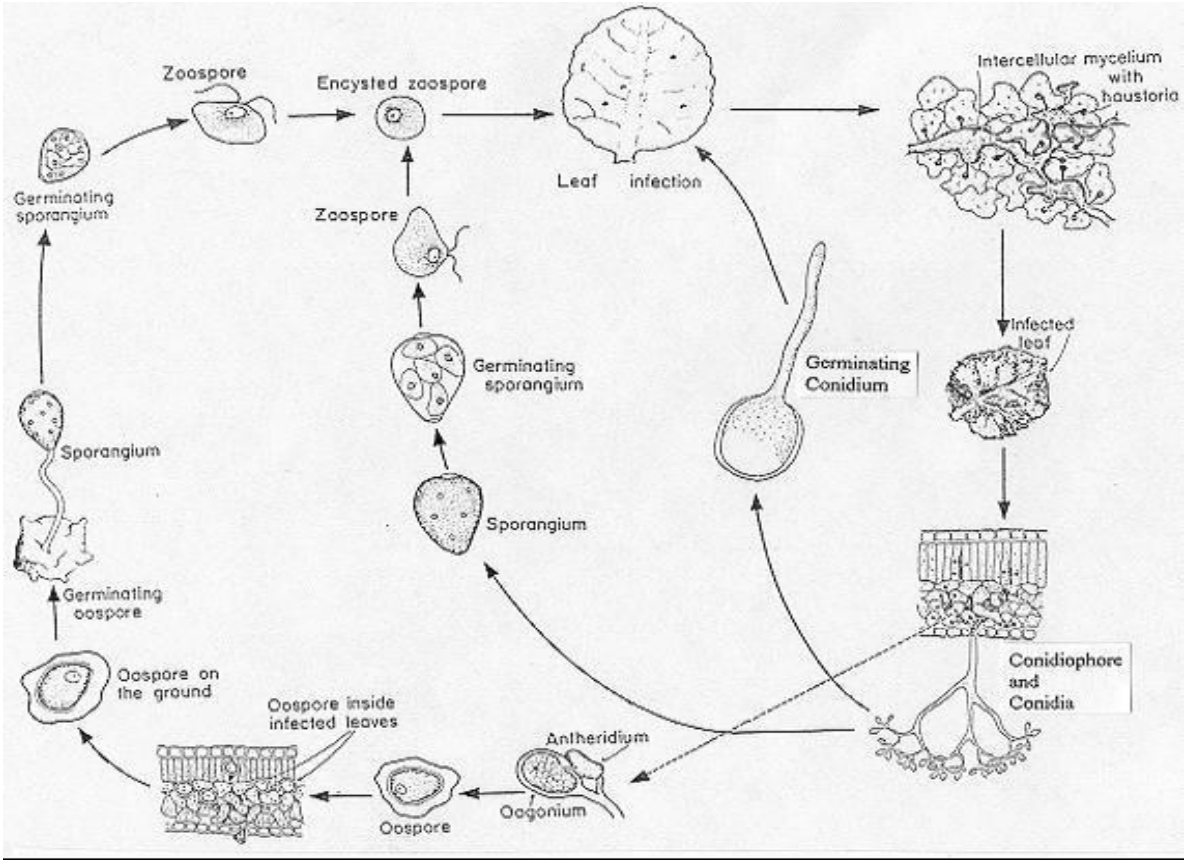
این بیمای در ایران ابتدا در سال ۱۳۴۳ توسط ارشاد گزارش شد و هم اکنون از کاهوکاری های اکثر نقاط ایران گزارش شده است.

علا ئم بیماری:

علائم بیماری عبارتست از ایجاد لکه‌های کلروتیک و نکروتیک در روی برگها و در سطح زیرین برگ پوشش سفید آرد مانندی در محل لکه‌ها مشاهده می‌شود. بروز علائم و ایجاد خسارت در برگهای خارجی بوته‌های کاهو شدیدتر است.

عامل بیماری و زیست شناسی

عامل بیماری قارچ *Bremia lactuca* می‌باشد. در تولید مثل غیرجنسی تولید اسپورانژ مشابه کنیدی می‌کند. حاصل تولید مثل جنسی ائووسپور است که قارچ در زمستان و شرایط نامساعد را بصورت ائووسپور در بذر کاهو، خاک و بقایای گیاه آلوده سپری می کند.



مبارزه :

برای مبارزه با این بیماری باید از ارقام مقاوم استفاده کرد، مبارزه شیمیایی باید بمحض مشاهده اولین علا ئم بیماری با استفاده از سموم زینب، مانب و یا مانکوزب به نسبت ۲ در هزار صورت گیرد.

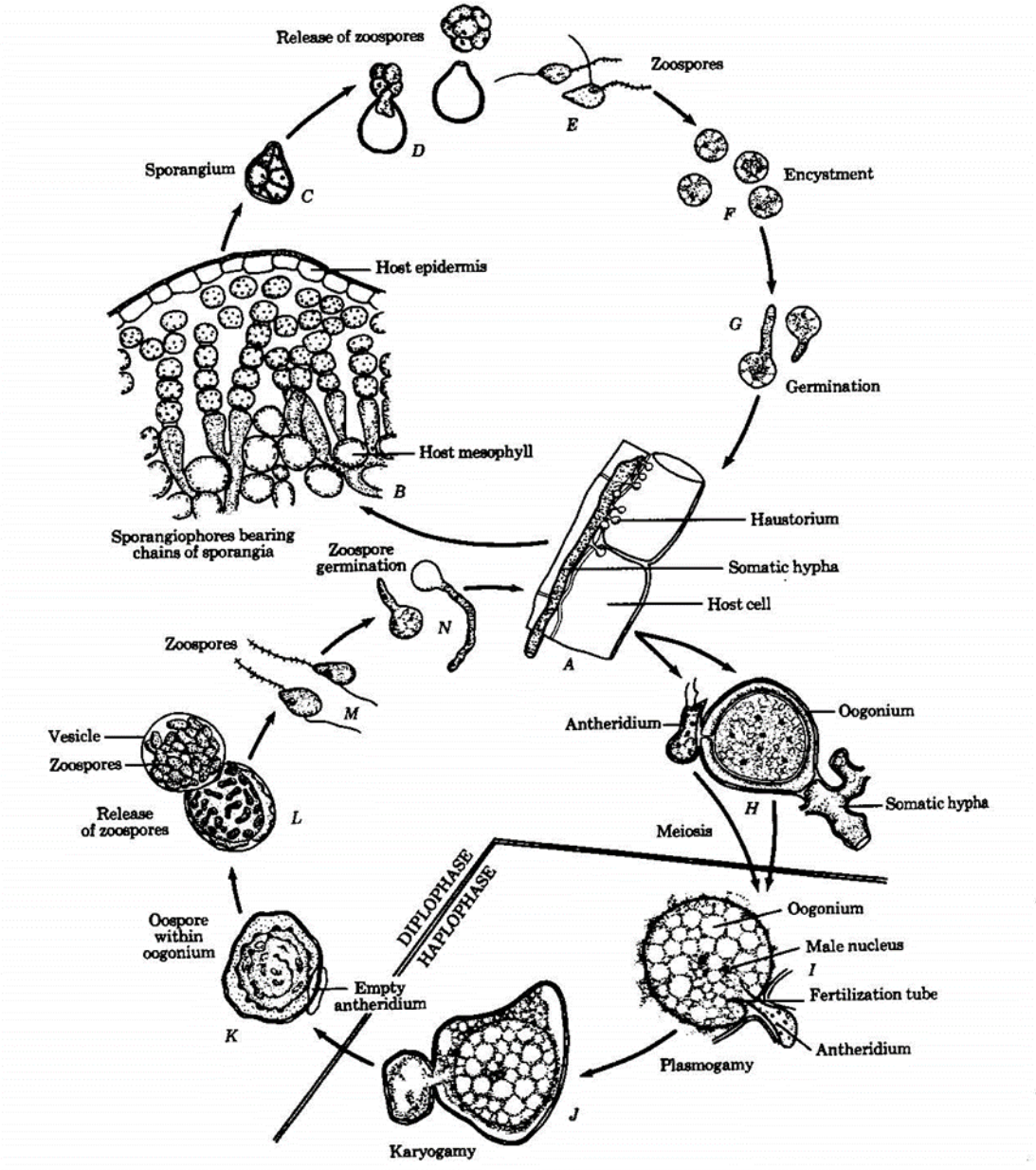
خانواده ***Albuginaceae***

خانواده‌ای است که در آن فقط یک جنس *Albugo* یا *Cystopus* وجود دارد که مولد بیماری زنگ سفید در گیاهان می‌باشند. یکی از معروفترین گونه‌های این قارچ *Albugo candida* عامل بیماری زنگ سفید خاجیان است. در این خانواده کنیدیفر یا اسپورانژیفور عضوی ساده بدون انشعاب و گرز مانند است روی این کنیدیفر زنجیره‌ای از اسپورها قرار می‌گیرند که همرا آنها سلولهای کوچکی بنام سلولهای جداگر وجود دارد رشد اسپورانژیفور محدود است و قارچهای این خانواده انگل اجباری گیاهان هستند.

علا ئم بیماری:

بصورت تاولهای برجسته و سفید رنگی در زیر برگ، سا قه، میوه و اندام گل ظاهر می‌شود از هر تاول گرد سفید رنگی که همان اسپورانژیوهای قارچ هستند خارج می‌شود. علائم آلودگی گاهی بصورت سیستمیک بروز می‌کند، آلودگی سیستمیک موجب انحنا و پهن شدن ساقه و همچنین تبدیل اندامهای گل به کاسبرگ و عقیم شدن گلها می‌شوند. این بیماری در روی بسیاری از گیاهان خانواده شب بو (خاجیان) منجمله شاهی، ترب، کلم، منداب، کیسه‌کشیش دیده شده است.

زمستانگذرانی قارچ عامل بیماری بصورت ائوسپر در بقایای گیاهی آلوده می‌باشد. این بیماری از لحـاظ اقتصادی اهمیت چندانی ندارد بنابراین مبارزه شیمیایی مقرون به صرفه نمی‌باشد و از نظر بهداشتی هم قابل توصیه نیست. از بین بردن علف‌های هرز و بقایای گیاهان آلوده و رعایت تناوب زراعی در تقلیل بیماری مؤثر هستند. سموم مؤثرجهت کنترل این بیماری زینب و مانکوزب و متالاکسیل میباشند.



خانواده *Pythiaceae*

قارچهای این خانواده انگل اختیاری گیاهان هستند. اسپورانژیفورها هر چند منشعب هستند ولی متمایز از هیف رویشی نیستند. اسـپورانژها، اسـپورانژ واقعـی هسـتند بجـز در *Phytophthora infestans* کـه اسپورانژیفر از هیف متمایز و تولید اسپورانژ مشابه کنیدی وگاهی تولید کنیدی واقعـی میکنـد در اینجـا دو جنس *Pythium* و *Phytophthora* مورد بررسی قرار می‌گیرند.

در جنس *Pythium* شکل اسپورانژیوم در گونه‌های مختلف متفاوت است در بسیاری از گونه‌ها در موقع تشکیل زئوسپر لوله باریکی از اسپورانژیوم خارج شده و در انتهای تبدیل به یک حباب (*Vesicle*) می-گردد تمام محتویات اسپورانژیوم از طریق لوله وارد حباب شده و زئوسپر ها در آنجا تشکیل و سپس با پاره شدن حباب زئوسپرها آزاد می گردند. در جنس *Phytophthora* حباب تشکیل نمی‌شود. اسپورانژیوم معمولا لیموی یا تخم مرغی شکل بوده و در انتها دارای یک برجستگی بنام پاپیلا (Papilla) است. پس از تشکیل زئوسپرها اسپورانژیوم در محل پاپیلا پاره شده و زئوسپرها از این نقطه خارج می‌گردند.

بیماریهای ناشی از . *Pythium spp*

بسیاری از گیاهان منجمله انواع حبوبات، چغندر و گیاهان جالیزی ممکن است مورد حمله گونه های مختلف *Pythium* قرار گیرند. نوع بیماری بستگی به مرحله رشد گیاه دارد. این بیماری‌ها و علائم ناشی از آنها بشرح زیر خلا صه می شود .

۱) پوسیدگی بذر: در شرایط مساعد (وجود رطوبت و درجه حرارت مناسب) بذر پس از کاشت ممکن است مورد حمله گونه های مختلف *Pythium* قرار گرفته و دچار پوسیدگی شود. در این صورت در طول خطوط یا داخل کرتها در مزرعه قسمتهایی مشاهده خواهد شد که سبز نشده و فاقد گیاه هستند.

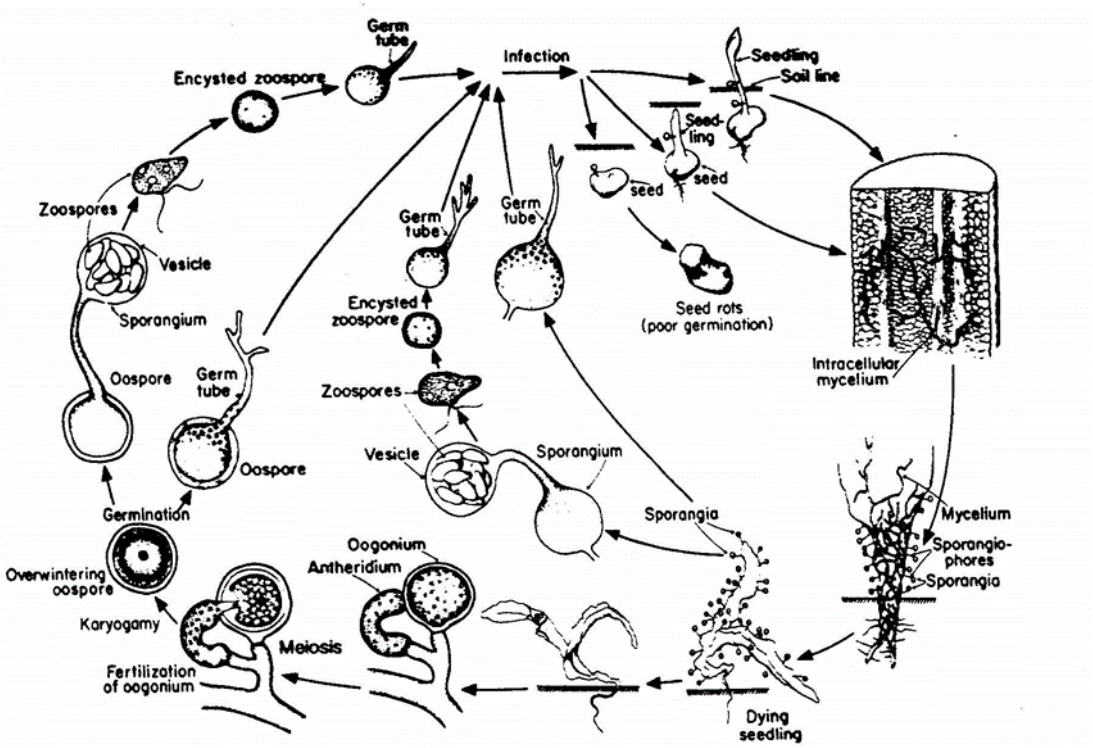
۲) مرگ یا از پا افتادگی گیاهچه (*Damping _ off*): در این مرحله ریشه و ساقه ظریفی که از بذر خارج شده مورد حمله قرار گرفته و در زیر یا سطح خاک چروکیده و خشک می شود. مرگ گیا هچه ممکن است قبل یا بعد از سر بر آوردن از خاک باشد. آثار بیماری در مزرعه مانند حالت پوسیدگی بذر بصورت فقدان بوته در بعضی قسمت‌ها جلوه‌گر خواهد شد.

۳) پوسیدگی ریشه و ساقه: ریشه و ساقه گیاهان رشد کرده ممکن است مورد حمله این قارچها قرار گرفته و در این حالت بوته میری ایجاد می‌شود. ریشه گیاهان در اثر حمله این قارچها پوسیده شده و بخصوص در خاک مرطوب حالت نرمی و لهیدگی پیدا می‌کند. این حالت ابتدا در ریشه‌های فرعی و سپس سپس در ریشه‌های اصلی پدید می‌آید. در این صورت ریشه قادر به جذب آب و املاح نبوده و گیاه دچار پژمردگی و بوته میری می‌شود. سا قه نیز در محل طوقه و در محل تماس با خاک مورد حمله قرار گرفته، محل مورد حمله چروکیده و قهوه ای می‌شود. در شرایط نسبتا خشک آسیب روی سا قه بحالت موضعی باقی می‌ماند. در این صورت گیاه هر چند که ضیف و رنجور شود ولی می‌تواند به زندگی خود ادامه دهد. در شرایط مرطوب پوسیدگی ممکن است دور تا دور سا قه را فرا گیرد در این صورت نقل و انتقال مواد غذایی دچار اشکال شده و بوته‌میری بوجود می‌آید.

۴) پوسیدگی نرم اندام‌های ذخیره‌ای: میوه و سایر اندامهای ذخیره‌ای یا گوشتی گیاه نیز ممکن است مورد حمله گونه *های* *Pythium* قرار گیرند. در این صورت بافت میوه نرم و آبکی و له می‌شود. در صورت رطوبت کافی پوشش میسیلیوم کرک مانند قارچ در روی اندامهای آلوده بوجود می‌آید. این حالت بخصوص در میوه‌های نزدیک و یا در سطح خاک مرطوب بوجود می‌آ ید. بیماری گاهی اوقات در حین حمل ونقل و یا انبار نیز توسعه یافته و باعث فساد میوه‌ها می‌گردد. لازم به تذکر است که بیماریهای فوق ممکن است توسط عوامل دیگری هم بوجود بیایند.

زیست شناسی :

گونه های پی تیوم خاکزی بوده *(soil born)* و قادرند سالهابه زندگی ساپروفیتی خود در خاک ادامه دهند. بقاء آنها در شرایط سخت توسط *oospor*یا میسیلیوم انجام می‌گیرد. انتشار این قارچها از نقطه‌ای به نقطه دیگر با انتقال اسپورانژیومها، زئوسپرها و قطعات میسیلیوم همرا با خاک، آب آبیاری و یا قطعات گیاهی صورت می‌گیرد. اسپورانژیومها به تعداد زیاد روی میسیلیوم تشکیل شده و همانطور که قبلا گفته شد اکثرا تولید زئوسپر می‌کنند. زئوسپورها پس از کمی شنا کردن بصورت یک سلول کروی بدون تاژک در آمده و سپس با ایجاد لوله تندش جوانه می‌زنند. شرایط مناسب برای این قارچها وجود رطوبت زیاد در خاک است. گونه‌های مهم قارچ پیتیوم عبارتند از *P. ultimum* و *P. aphanidermatum*



Disease cycle of damping-off and seed decay caused by *Pythium* sp.

مبارزه :

روشهای مبارزه با بیماریهای ناشی از *Pythium spp.* بشرح زیر خلاصه می‌شود.

الف)ضد عفونی بذر با قارچکش ها: ضدعفونی بذر سبب خواهد شد که یک سد شیمیایی در برابر نفوذ قارچها بوجود آمده و مانع از پوسیدگی بذر شود. ضدعفونی بذر با بعضی از قارچکشها علاوه بر بذر گیاهچه را نیز در مقابل حمله قارچها حفظ کرده و مانع از مرگ گیاهچه می گردد. از جمله قارچکشهای مصرفی عبارتند از کاپتان، زینب، مانکوزب، متالاکسیل. سوسپانسیون اسپور قارچهای آنتاگونیست *Trichoderma* و *Gliocladium* بصورت پوشش بذر در پیشگیری از بروز بیماری می‌تواند موثر باشد.

ب) ضد عفونی خاک :

برای جلوگیری از بوته میری می‌توان از طریق ضد عفونی خاک (در مواردی که احتمال آلودگی خاک) باشد، عمل کرد. لکن عملیات ضد عفونی خاک گران بوده و جزء در موارد استثنایی (مثلا در گلخانه‌ها و یا برای محصولات پربها) فاقد جنبه اقتصادی است. مثلا می‌توان خاک را با تزریق متیل بروماید بمیزان ۳۰ گرم در متر مربع ضد عفونی کرد. از قارچکش واپام نیز می توان برای ضد عفونی خاک استفاده کرد.

عملیات زراعی که شامل کم کردن رطوبت خاک باشد به تخفیف بوته میری کمک می‌کند. بعضی از این عملیات عبارتند از زه‌کشی در خاکهای سنگین و مرطوب، تنظیم دور آبیاری و کشت نباتات روی پشته بنحوی که مانع از تماس آب با ساقه شود.

ج) برای جلوگیری از پوسیدگی نرم میوه و سایر اندامهای ذخیره ای باید از ایجاد زخم و لهیدگی در آنها و از تماس مستقیم میوه‌ها با آب آبیاری جلوگیری کرد، و پس از برداشت نیز این اندامها را باید در محلی خنک وخشک نگهداری کرد.

ـــ بکار بردن قارچ کش‌های مثل ریدومیل گرانول، پروپاموکارپ، زینب در اطراف طوقه و ریشه گیاهان مانع ایجاد بوته میری می شود.

بیماریهای ناشی از *Phytophthora* spp.

بیماری های ناشی از قارچ فیتوفترا بسیار متنوع‌تر از بیماری‌هایی است که توسط پی‌تیوم بوجود می‌آید. در زیر به ذکر چند بیماری مبادرت می‌کنیم:

۱) پو سیدگی بذر، از پا افتادگی گیا هچه، بوته‌میری و پوسیدگی اندامهای ذخیره‌ای. این بیماری‌ها با همان علائم و مشخصاتی که در مورد *Pythium spp.* گفته شد توسط بعضی گونه‌های فیتو فترا نیز تولید می‌شوند. از جمله بوته میری جالیز که توسط قارچ *Phytophthora drechsleri* بوجود می‌آید. راههای مبارزه که در مورد *Pythium* گفته شد در اینجا نیز قابل پیشنهاد است.

بیماری بادزدگی سیب زمینی:

این بیماری از آمریکای جنوبی منشاء گرفته و از آنجا به سایر نقاط دنیا سرایت کرده است. در ایران این بیماری در سواحل دریای خزر انتشار دارد. علاوه بر سیب زمینی این بیماری به گوجه فرنگی و بادمجان نیز خسارت می‌زند.

ـــ *علائم بیماری :*

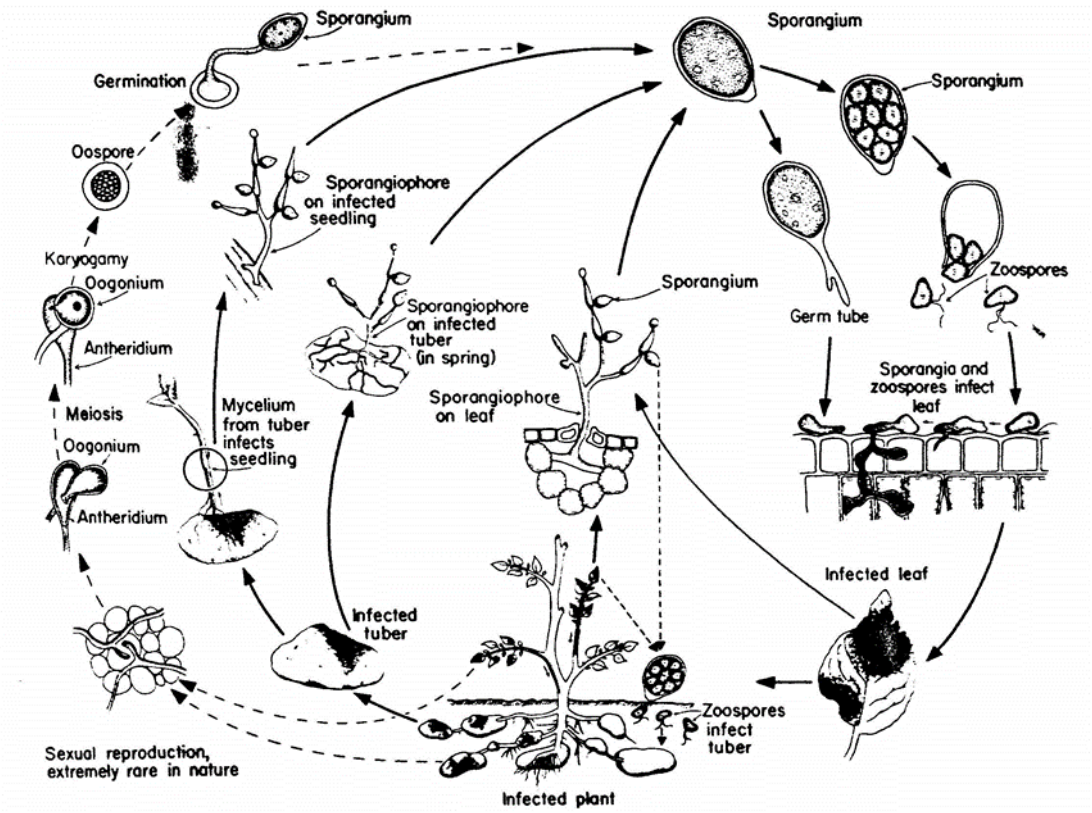
علائم بیماری در روی برگ، دمبرگ و ساقه سیب‌زمینی و گوجه فرنگی بصورت لکه‌هایی برنگ قهوه‌ای یا ارغوانی مایل به سیاه ظاهر می‌شود. این لکه‌ها دارای شکل و اندازه معینی نیستند. در شرایط آب و هوایی گیاه را فرا گیرند. در این صورت حالت سوختگی در بوته ظاهر می‌شود. معمولا در آب و هوای مرطوب در

سطح زیرین برگ یک حاشیه سفید رنگ لکه‌ها را احاطه می‌کند. این حاشیه شامل اسپورانژیفورها واسپورانژهای عامل بیماری است. در صورت خشک شدن هوا این حاشیه ناپدید می‌شود.

غده‌های سیب‌زمینی ممکن است در مزرعه آلوده شوند، در روی پوست سیب زمینی لکه‌های قهوه‌ای و یا ارغوانی بوجود می‌آید و گوشت غده در زیر این لکه‌ها قهوه‌ای می‌شود. پوسیدگی غده ممکن است در انبار نیز توسعه یابد و با حمله میکروارگانیزمهای ثانویه ممکن است در غده ها پو سیدگی نرم بوجود بیاید. در میوه‌های سبز گوجه‌فرنگی در مزرعه لکه‌های قهوه‌ای رنگ با حاشیه مشخص (سبز رنگ) ولی به اشکال و اندازه های مختلف تشکیل می‌شود.

ـــ *عامل بیماری :*

عامل بیماری *Phytophthora infestans* نام دارد. اسپورانژیفورهای عامل بیماری که از روزنه‌های برگ‌ها عدسکهای غده سیب زمینی خارج می‌شود، منشعب بوده و در طول آنها قسمت‌های متورمی مشاهده می‌شود، که محل تشکیل اسپورانژها را مشخص می‌کند. اسپورانژها گاهی مستقیما جوانه زده و تولید هیف می‌کنند ولی اکثر موارد تولید زئوسپر می‌کنند.



Disease cycle of late blight of potato and tomato caused by *Phytophthora infestans*.

بدلیل هتروتالیک بودن و عدم وجود جفت‌های سازگار ائوسپر این قارچ بجز در یک منطقه در مکزیک در جایی دیگر دیده نشده است. در سایر نقاط این قارچ به شکل میسیلیوم در داخل غده‌های سیب زمینی زمستانگذرانی می‌کند. پس از کشت غده‌های آلوده و سبز شدن آنها قارچ در ساقه جوان نفوذ کرده و بدین

طریق به قسمتهای هوای گیاه آمده و منبع آلودگی اولیه را تشکیل می‌دهد. اسپورانژها به کمک باد و باران وسیله انتشار این قارچ در فصل رشد و نمو هستند. رطوبت در ایجاد و توسعه این بیماری عامل بسیار مهمی است.

مبارزه :

مبارزه با *P. infestans* شامل جلوگیری از زمستانگذرانی این قارچ، محافظت گیاهان از طریق سمپاشی آنها و استفاده از واریته‌های مقاوم است:

الف)کلیه غده‌های سیب‌زمینی را که در مزرعه با قی مانده جمع آوری از بین برده شود.

ب) بوته‌های سیب‌زمینی که بطور خودرو در مزارع می‌رویند باید از بین برده شوند.

ج) برای کشت باید از غده‌های سالم استفاده کرد.

د) از بین بردن شاخ و برگ سیب‌زمینی با علف‌کش‌ها و یا وسایل مکانیکی ۲ تا۳ هفته قبل از برداشت آلودگی غده‌ها را تقلیل می‌دهد.

سمپاشی مزارع سیب‌زمینی را می‌توان با ترکیب بردو یا یکی از دی‌یتوکاربامات‌ها مانند مانب، زینب، مانکوزب، انجام داد. ترکیب بردو قویتر بوده و در زمان شدت بیماری بکار برده می‌شود و سمپاشی چند بار باید تکرار شود. از واریته های مقاوم نیز باید استفاده شود.

بیماری گموز یا پوسیدگی طوقه مرکبات Gummosis

این بیماری از تمام نواحی مرکبات خیز جهان گزارش شده و بخصوص در خاکهای مرطوب باعث بروز خسارتهای فراوان می‌شود. در ایران این بیماری در اکثر نواحی مرکبات خیز وجود دارد.

علا ئم بیماری :

یکی از بارزترین علائم بیماری ترشح صمغ از نواحی طوقه تا ارتفاع نیم متری تنه از سطح خاک می-باشد . صمغ ابتدا آبکی و بیرنگ است که پس از خشک شدن در هوا به رنگ خرمایی در می‌آید. در نواحی مرطوب و پر باران صمغ در اثر بارندگی شسته شده و کمتر مشاهده می‌شود. در این بیماری پوست تنه درخت در محل طوقه ابتدا تیره وآبسوخته شده وسپس پو سیدگی قهوه ای ایجاد می شود . پوست در خت در محل آلوده تا لایه کامبیوم می‌میرد. لکن پوست مرده سفتی خود را حفظ می‌کند و در اثر فشار انگشتان له نخواهد شد. بعدا ترکهای عمودی در پوست بوجود آمده و نوارهای از آن از چوب جدا می‌شود. قسمت داخلی پوست و قسمت خارجی چوب در محل مبتلا برنگ قهوهای در می‌آید. بیماری به ریشه‌ها نیز سرایت کرده و در شرایط مساعد باعث پوسیدگی ریشه‌ها نیز می‌شود ولی حساسیت ساقه بیشتر از ریشه می‌باشد. با از بین رفتن پوست در ناحیه طوقه در جریان شیره پرورده از قسمت هوایی به ریشه اختلالاتی بروز کرده یا ممکن است بطور کلی قطع گردد و باعث مرگ ریشه‌ها گردد. در مواردی در اثر پوسیدگی ریشه گیاه سبز خشک می‌شود. علائم بیماری گموز ممکن است روی برگ، جوانه، شاخه و میوه‌ها ظاهر گردد. جوانه‌های آلوده، رشد نمی‌کنند و بتدریج فاسد و قهوه‌ای می‌شوند. برگهای درخت مبتلا از ناحیه دمبرگ حالت رنگ پریدگی به خود گرفته و بتدریج زرد می‌شوند. برگها نهایتا ریزش می‌کنند و گیاه ضعیف می‌شود. ضعف درخت از نوک شروع می‌شود و در نتیجه موجب مرگ سرشاخه‌ها می‌گردد. میوه در شرایط معمولی آلوده

نمی‌شود ولی در فصلهایی که باران زیاد باشد در اثر باران شدید و ترشح خاک آلوده به طرف بالا میوه نیز آلوده می‌شود و در سر درخت و یا انبار پوسیده می‌شود. علائم آن بصورت قهوه‌ای شدن میوه است. بذر میوه ها نیز آلوده می‌شود. نهال تولید شده از بذر آلوده بیماری را منتقل می‌کند.

عامل بیماری :

دو گونه از *Phytophthora* بعنوان عامل بیماری گوموز مرکبات شناخته شده‌اند. یکی بنام *P. citrophthora* و دیگری بنام *P. parasitica* که هر دو گونه از نواحی مرکبات خیز ایران گزارش شده‌اند. هر دو قارچ خاکزی بوده و می توانند حتی در غیاب در ختان مر کبات سالها به زندگی ساپروفیتی در خاک ادامه دهند. از این رو وجود کود و سایر مواد آلی در خاک فعالیت این قارچها را تشدید خواهد کرد. وجود رطوبت در خاک برای فعالیت و توسعه آنها ضروری است. وجود زخم در ریشه و ساقه درختان به ورود قارچ و ایجاد بیماری کمک میکند. زمستانگذرانی عامل بیماری بصورت ائوسپر یا کلامیدوسپر در خاک و بقایا و یا بصورت میسلیوم در بافت زنده میزبان می‌باشد.

مبارزه :

برای مبارزه با بیماری گموز می‌توان از اقدامات پیشگیری و معالجه کننده استفاده کرد.

راههای پیشگیری بیماری :

۱) از احداث باغ در زمینهای آلوده خود داری شود. در صورت لزوم بهتر است که خاک را با ترکیباتی نظیر متیل‌بروماید و یا واپام ضدعفونی شود.

۲) برای کشت باید از نهالهای سالم استفاده کرد برای این کار باید از فقدان عامل بیماری در نهالستان اطمینان حاصل کرد.

۳) ریشه و قسمتهای پایین ساقه نهالها را می توان با یک قارچ کش ضد عفونی کرد (بردو ۳ در هزار)

۴) انواع پرتقال، نارنگی، لیمو ترش، لیموشیرین، لیموخارکی، بکرایی و ترنج از جمله ارقام حساس به این بیماری می‌باشد. پایه های نارنج و پونسیروس (*poncirus trifoliata*) نسبت به این بیماری مقاوم می-باشند که از آنها باید استفاده کرد. البته باید توجه داشت که نارنج به بیماری ویروسی تریسیتزا و پونسیروس به بیماری ویروئیدی اگزوکورتیس حساس هستند که با توجه به وجود این بیماری‌ها در منطقه باید پایه مناسب را انتخاب کرد.

۵) در موقع کاشت باید دقت شود که محل پیوند بقدر کافی بالای سطح خاک قرار گیرد.

۶) ساقه باید حتی المقدور در خارج خاک قرار گیرد و لذا از انباشتن خاک یا کود در پای درخت باید جلوگیری کرد

۷) جویهای آبیاری باید طوری احداث شود که آب با تنه درختان تماس پیدا نکند.

۸) از هر عملی که به زخمی شدن تنه و طوقه می انجامد خودداری گردد.

۹) درختان باغ را باید هر چند وقت یکبار در محل طوقه مورد بازرسی قرار داد و در صورت مشاهده بیماری اقدامات لازم را بعمل آورد.

۱۰) خاکهایی که پس از بارندگی بصورت باتلاقی در می‌آید حتما باید زهکشی شوند.

۱۱)بهتر است باغات مرکبات در زمین‌های سبک احداث شود.

۱۲) در صورت وجود خطر آلودگی باید سالی یکبار قسمت پایین تنه درختان را با یک قارچ‌کش پوشاند. تر کیب بردو و هیدرو اکسید مس را می‌توان برای این منظور بکار برد. همچنین ترکیبی شامل ۱۰ درصد سولفات‌مس (کات کبود)، ۱۰ درصد سولفات‌روی و ۱۰درصد آهک زنده مؤثر تشخیص داده شده است.

۱۳) محلول‌پاشی درختان با قارچکش آلیت (فوزتیل آلومینیوم) ۲/۵ در هزار در سالی۳ـ۴ بار درخت را در مقابل بیماری مقاوم می‌سازد.

ـــ اقدامات معالجه ای:

خاک اطراف طوقه را بمنظور کاهش فعالیت عامل بیماری کنار زده و از تماس آب با طوقه خودداری شود. در صورتیکه وسعت ناحیه آلوده کمتر از نصف دور تنه درخت باشد پوست آلوده و کمی از پوست سالم اطراف آن را برداشته و سپس محل آنرا ضدعفونی و روی آنرا با چسب باغبانی می‌پوشانند. جهت ضدعفونی می‌توان از محلول بردو۲ درصد، کوپراویت یک در هزار استفاده نمود. چنانچه بیش از ۵۰ درصد پوست طوقه آلوده شده باشد باید درخت را ریشه کن و معدوم نمود.

شا خه *Zygomycota*

قارچهایی که در این شاخه قرار می‌گیرند وجهه اشتراکشان این است که از لحاظ مکانیزم تولید مثل جنسی زیگوگام (zygogame) هستند. یعنی تولید مثل جنسی در اینها با روشی انجام می‌شود که معروف است به زیگوگامی. مکانیسم زیگوگامی بدین ترتیب است که:

ابتدا روی دو رشته هیف دو زائده ساده میسیلیومی ایجاد می‌شود که به آنها zygophore گویند. این دو زائده رشد می‌کنند تا مبدل به گامت‌انژ شوند و دو گامت‌انژ بوجود می‌آید که از لحاظ مورفولوژیکی یکسان ولی از احاظ ژنتیک متفاوت می‌باشند.

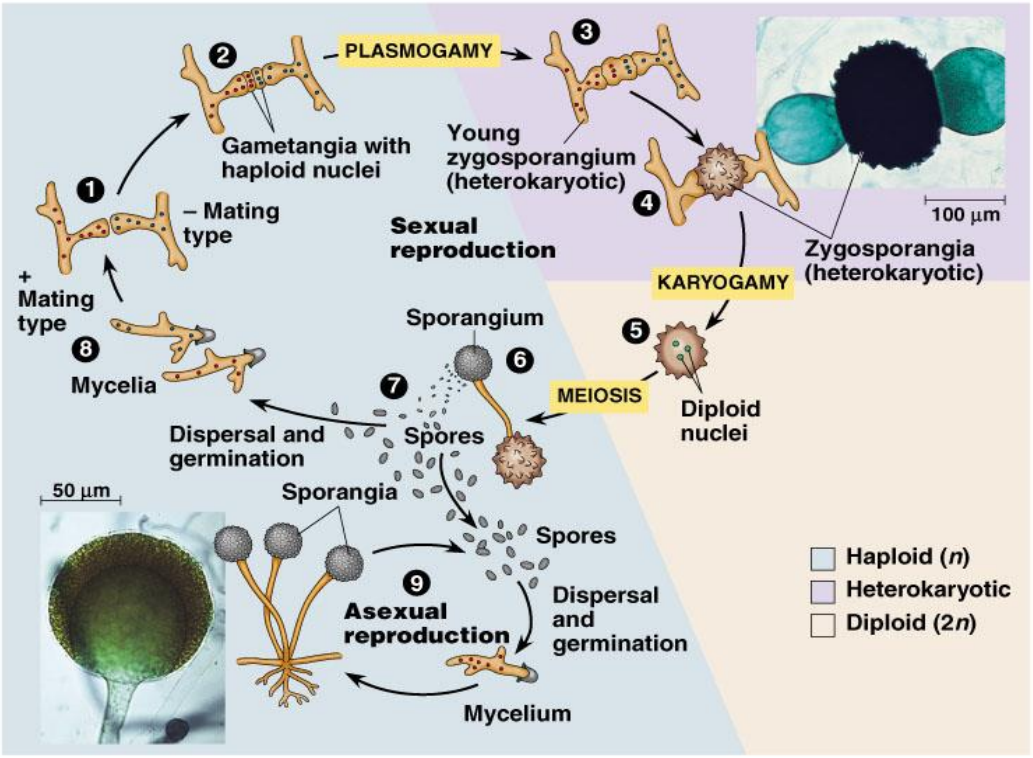
دو گامت‌انژ با هم تماس پیدا کرده و دیواره بین آنها در محل تماس برداشته می‌شود و پس از انجام پلاسموگامی و کاریوگامی یک زیگوت بنام زیگوسپر zygospore بوجود می‌آید. زیگوسپر پس از گذراندن یک دوره استراحت حدود سه ماه تقسیم میوز در آن صورت گرفته و تبدیل به یک اسپورانژ می‌شود که در آن تعدادزیادی اسپور وجود دارد. در تولید مثل غیرجنسی این قارچها اسپورانژ بوجود می‌آید. هیف‌های قارچهای این شا خه بعضی فاقد دیواره عرضی و بعضی دارای دیواره عرضی می‌باشند.

زیگومیکوتا بعضی‌ها ساپروفیت هستند. بعضی بیماری‌زا در گیاهانند، بعضی بیماریزا در جانورانند بعضی پرواتور جانوران کوچک در خاک هستند. بعضی همزیستی دارند با بعضی حیوانات و بعضی میکوریزاند با ریشه گیاهان.

راسته *Mucorals*

اکثر قارچهای این راسته ساپروفیت بوده که عموما به آنها کپک اطلاق می‌شود. بعضی از گونه‌های این راسته پارازیت ضعیف گیاهان می‌باشند. دو جنس معروف این راسته *Rhizopus* و*Mucor* می‌باشند.

در جنس *Rhizopus* هیف‌ها اکثرا فاقد دیواره عرضی بوده و فقط در محل اتصال اندامهای جنسی به هیف دارای جدار عرضی می‌باشند. میسیلیوم این قارچ وقتی با سطح سختی تماس پیدا می‌کند تولید ریشه-های دروغی بنام ریزوئید می‌نماید. نقش ریزوئیدها ظاهرا جذب مواد غذایی است. در این جنس از محل ریزوئید بیش از یک پایه اسپورانژیفور تولید می‌شود. همچنین از این محل رشته‌های بنام استون تولید شده که ابتدا رشد هوایی و سپس با سطح پیدا می‌کند و تولید ریزوئید و اسپورانژیفور و استولن می‌کند. یکی از گونه های این جنس *R. stolonifera* می‌باشد که باعث پوسیدگی نرم در محصولات مختلف می‌شود.



Copyright © Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings.

جنس *Mucor* شبیه جنس *Rhizopus* بوده ولی در این قارچ ریزوئید و استولن وجود ندارد و پایه‌های اسپورانژیفور بطور انفرادی از هیف رشد می‌کنند یکی از گونه های این جنس *M. mucedo* است که سبب پو سیدگی محصولات انباری از جمله برگ توتون می‌شود. اسپورهای این قارچ همیشه در محیط مزارع و انبارها پراکنده می‌باشند. اسپورها پس از قرار گرفتن در محیط مناسب جوانه می‌زنند و هیف‌های که بدین ترتیب بوجود می‌آیند تنها از راه زخم‌ها و لهیدگی‌ها می‌توانند وارد گیاه شوند. پس از ورود و رشد در اندام گیاهی این قارچ باعث می‌شود که سیمان بین سلولها حل شده و ضمنا مایع د اخل سلولها به خارج تراوش کند. پس از توسعه میسیلیوم در داخل اندامها اسپورانژیفورها و استولن‌ها از محل زخم‌ها و شکافهای ایجاد شده در اپیدرم خارج می‌شوند، رطوبت، حرارت و درجه رسیدگی میوه و سایر اندامها در ایجاد و توسعه بیماری موثر است.

مبارزه :

اقداماتی که به کم کردن خسارت ناشی از این قارچها کمک می‌کند عبارتند از:

الف) باید حتی المقدور از زخم شدن یا آسیب دیدن اندامهای ذخیره‌ای یا گوشتی چه موقع برداشت و چه در موقع بسته بندی و حمل و نقل جلوگیری نمود. میوه‌های زخم یا له شده را باید از میوه های سالم جدا نمود.

ب) محیط انبار یا ظرفها و صندوقهای میوه باید ضدعفونی شود. محیط انبارها را باید خشک و درجه حرارت آنرا پایین (زیر ۵ درجه) نگاه داشت.

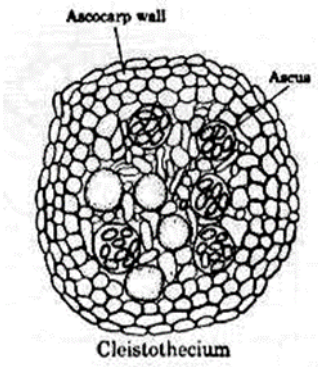
ج) سطح بعضی میوه ها مثل هلو را می توان با فرو بردن در قارچ کشها مثل محلول بوتران *Botran* ضد عفونی نمود. همچنین میوه‌ها را می توان با پیچیدن در کاغذ های آغشته به این قارچکش محفوظ نگه داشت.

شاخه Ascomycota

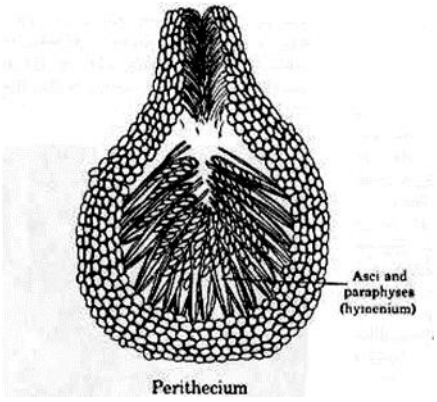
شاخه بسیار پرجمعیتی است که از لحاظ عدد گونه‌های شناخته شده کمی کمتر از نصف گونه‌های شناخته شده قارچها هستند. شاخه آسکومیکوتا شامل قارچهایی است که اسپور تولید مثل جنسی آنها (Ascospore) در داخل اندام کیسه مانندی بنام آسک (ascus) بوجود می‌آید. اندامهای تولید مثل جنسی و عملیاتی که منجر به تشکیل آسک و آسکوسپور در این قارچها می‌شود بسیار متنوع است که از ذکر جزئیات آن صرف نظر می نمائیم. در غالب قارچهای این شاخه مرحله کاریو گامی در داخل آسک انجام می-شود یعنی آسک جوان در ابتدا دی‌کاریوتیک است. پس از کاریوگامی هسته دیپلوئید حاصل با یک میوز به چهار هسته هاپلوئید و سپس یک میتوز ۸ هسته ایجاد می‌شود. سیتوپلاسم داخل آسک قسمتی به مصرف تولید آسکوسپورها می‌شود و هر هسته با مقداری سیتوپلاسم یک آسکوسپور را بوجود می‌آورد و مابقی سیتوپلاسم هم بستری است برای رشد و نمو آسکوسپورها وهم در باز شدن آسک نقش دارد که با جذب کردن آب و افزایش حجم درون آسک باعث افزایش فشار درون آسک شده و در نتیجه باعث خروج آسکوسپورها از آسک می‌شود. آسک‌ها یا دارای منفذ هستند و یا قسمت انتهای آنها برداشته می‌شود و یا جدار آنها هنگام رها شدن آسکوسپورها پاره می‌شود.

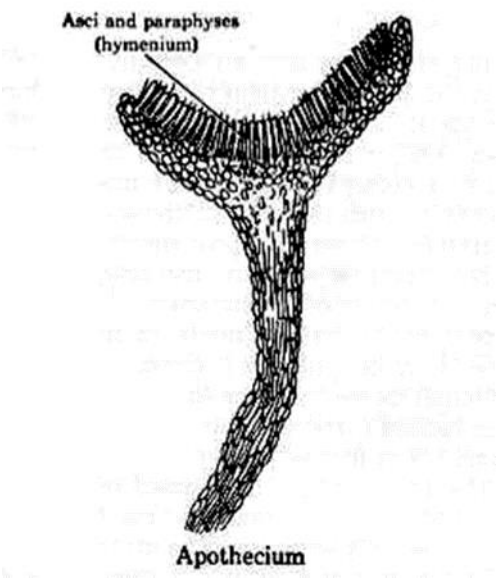
در غالب آسکومیکوتا آسک‌ها درون محفظه ای بنام آسکوکارپ *(Ascocarp)* تشکیل می‌شوند. در همه آسکومیکوتاها به استثناء رده *Endomycetes* و زیر رده *Taphrinomycetidae* آسکوکارپ وجود دارد. آسکوکارپ ها غالبا کوچک و میکروسکوپی هستند و گاهی هم بزرگ و به ابعاد چند سانتی متر مثل آسکوکارپ *قارچهای Tuber*و *Morchella*. *Terfezia* می باشند. از لحاظ مرفولوژی و شکل ظاهری، آسکوکارپ به اشکال زیر ممکن است باشد.

۱) آسکوکارپ ممکن است بصورت محفظه‌ای کاملا بسته باشد که آنرا کلئیستوتسیوم *(Cleistoihecium)* می‌نامند.



۲) آسکوکارپ ممکن است به شکل کوزه یا اشکال دیگر بوده و در قسمت فوقانی دارای منفذ و مجرای مشخصی باشد که به آن پریتسیوم *(Perithecium)* گفته می‌شود.





۳) در گروهی از آسکومیکوتا آسکوکارپ باز و به شکل بشقاب یا فنجان می‌باشد که آسکها روی آنها قرار گرفته اند این نوع آسکوکارپ *Apothecium* نام دارد.

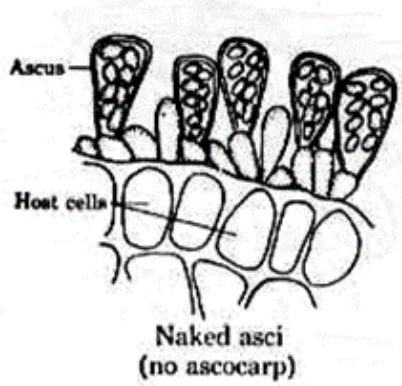
معمولا در آپوتسیوم و پری‌تسیوم آسکها و رشته‌های عقیم بین آنها (*Paraphyses*) تشکیل لایه‌ای بنام *Hymenium* می‌دهند.

تولید مثل غیرجنسی:

تولید مثل غیرجنسی در آسکومیست‌ها ممکن است با تقسیم مستقیم سلولی (*Fission*)جوانه زدن (*Budding*)قطعه قطعه شدن هیف (تشکیل *Arthrospore*)و بالاخره تولید کنیدی صورت می‌گیرد، در حالت اخیر کنیدیفر ممکن است آزاد باشد و یا در اندامهای باردهی بخصوص بوجود آید که در مبحث قارچهای ناقص ذکر خواهد شد.

تولید مثل غیرجنسی در آسکومیست‌ها معمولا نقش انتشار دهنده این قارچها را بازی می‌کند. در حالیکه تولید مثل جنسی اغلب وسیله‌ای برای مقاومت در مقابل شرایط نامساعد محیط بوده و تنوع ژنتیکی آنها را نیز تامین می‌نماید.

طبقه بندی آسکومیست ها



طبقه Ascomycetes در وهله اول براساس فقدان یا وجود آسکوکارپ به دو زیر طبقه تقسیم می‌شود. اول زیر طبقه Hemiascomycetidae که شامل آسومیستهائی است فاقد آسکوکارپ بوده و آسکهای آنها آزاد می‌باشند. دوم زیر طبقه Euascomycetidae شامل آسکومیستهای دارای آسکوکارپ.

Hemiascomycetidae

در این زیر طبقه آسکومیستها ئی قرار دارند که تصور می‌شود از نظر تکاملی در سطح پـایین میباشـند در بسیاری از انواع این گروه میسیلیوم یا وجود نداشته و یا خیلی ابتدائی است.

مخمر ها (خانواده Saccharomycetacea) که در کشاورزی و صنعت از اهمیت ویژه‌ای برخوردارنـد در این زیر طبقه قرار دارند. از نظر تولید بیماری‌های گیاهی، خانوادهTaphrinomycetidea مهمتر مـی باشـد و قارچ Taphrina deformans که مولد بیماری لب شتری هلو است که ذیلا مـورد بحـث قـرار مـی‌گیـرد. و همچنین خانواده Spermophthoraceae نیز در این گروه قرار دارد.

بیماری لب شتری یا پیچیدگی و تورم برگ هلو

بیماری لب شتری هلو در بسیاری از نقاط جهان وجود داشته و در ایران در نـواحی شـمالی و مرکـزی ایران (آذربایجان، زنجان، حاشیه دریای خزر، خراسان، اطراف تهران، اصفهان) یافت می‌شـود. خسـارت ایـن بیماری در نقاطی که با آن مبارزه می‌شود ناچیز ولی در نقاط دیگر قابل توجه است.

علائم و اثرا ت بیماری :

قارچ عامل بیماری پس از آلوده کردن گیاه باعث رشد بیش از اندازه (hypertrophy) و تکثیر بـیش از اندازه (hyperplasia) در سلولهای برگ مـی‌شـود. در نتیجـه علائمـی از قبیـل تـورم و افـزایش ضـخامت، پیچیدگی و موجدار شدن در برگها بوجود می‌آید. برگ گیاهان مبتلا به رنگ قرمز یا ارغوانی درمی‌آیـد کـه نتیجه از بین رفتن کلروفیل از یکسو و تمرکز مواد رنگی در واکوئل سلولها از سوی دیگر می‌باشـد. برگهـای آلوده دچار ریزش می‌شوند. در نتیجه جوانه‌های خفته رشد کرده و تولید برگهایی می‌نماید که ممکن اسـت به نوبه خود آلوده گردد این تغییرات در رشد و نمو عادی گیاه باعث رنجوری و زوال آن می‌گـردد. آلـودگی شاخه‌های جوان ممکن است با عث افزایش ضخامت و بد شکلی و گاهی خشک شدن آنها شود.

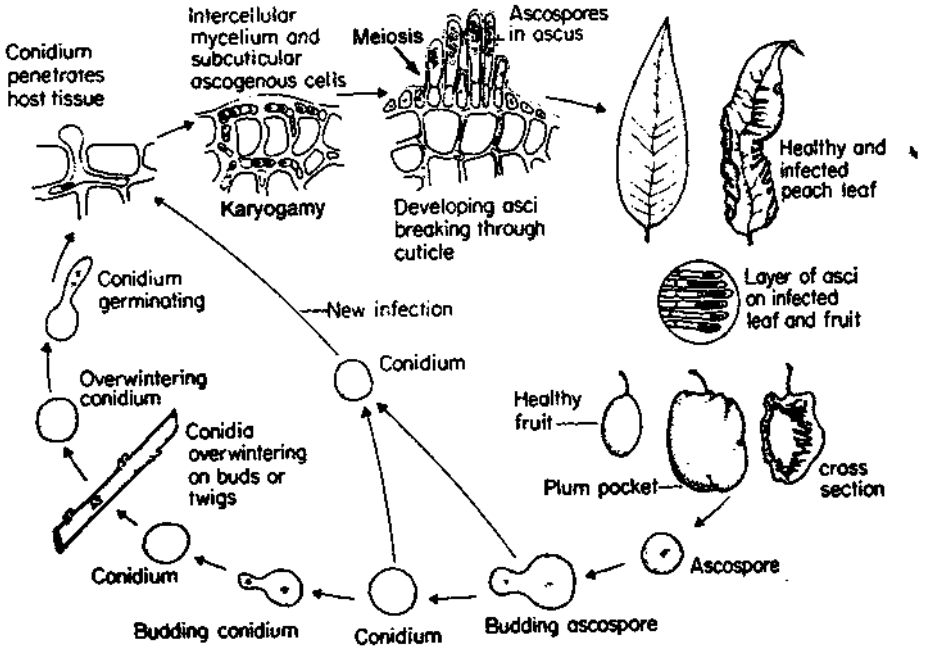
دوره بیماری و بیولوژی پاتوژن

از آنجا که *Taphrina deformans* آب و هوای خنک را ترجیح می‌دهد. لذا فعالیت آن معمولا در اوایل بهار وکمی نیز در پاییز صورت می‌گیرد. اولین آلودگی در بهار بمجرد باز شدن جوانه‌های برگ انجام و پس از آن نیز تا زمانی که آب و هوا هنوز مساعد است برگهای جوان مورد حمله قرار می‌گیرند. نفوذ پاتوژن بـداخل گیاه بطور مستقیم است. رشته کوتاهی که از جوانه زدن اسپور بوجود می‌آید ازطریـق کوتیکـول وارد بافـت گیاه شده و تبدیل به ریسه‌ای می‌شود که در فاصله بین سلولها قرار می‌گیرد. سلولهای گیاه که در مجـاورت ریسه قرار می گیرند دچار hyperplasia و hypertrophy می‌شوند.

تولید مثل جنسی به روش سوماتوگامی انجام می‌شود. سلولهای ریسه قارچ در داخل گیاه dikaryotic (n+n) هستند. یعنی فاز پاتوژنیک قارچ هیف‌های دیکاریوتیک هستند. پس از مدتی سلولهای ریسـه کـه در زیر کوتیکول گیاه قرار دارد تغییر شکل داده و دیواره اشان ضخیم می‌شود. این سلولها هستند که در آینـده تبدیل به آسک خواهند شد. در هر یک از این سلولها ابتدا عمل کاریوگـامی یعنـی ترکیـب دوهسـته انجـام گرفته و سلولی دیپلوئید (2n) بوجود می‌آید که خود با یک تقسیم بدون کـاهش کرومـوزومی (mitosis)

تبدیل به دو سلول دیپلوئید می‌شود. در سلول بالایی که بنام سلول مادر آسک نامیده می‌شود هسته دو بار تقسیم می‌شود که یکبار آن با کاهش کروموزومی است. در نتیجه ۸ هسته و سپس ۸ آسکوسپور تشکیل می‌گردد. در عین حال سلولهای مادر آسک (Ascus moth cells) رشد کرده و پس از پاره کردن کوتیکول بصورت لایه‌ای از آسک‌ها در سطح گیاه قرار می‌گیرند. اسک منفذ و اپرکولوم ندارد و قسمت فوقانی آسک برداشته می شود.

آسکوسپورها پس از رهایی با عمل جوانه زدن (Budding) تولید تعدادی بلاستوسپور می‌کنند و این پلاستوسپورها نیز خود با عمل فوق الذکر تولید تعداد زیادی اسپورهای ثانویه می‌کنند و بهمین ترتیب تولید بیشماری اسپور می‌شود که شاخه‌ها و جوانه‌های درخت را می‌پوشانند زمستانگذرانی قارچ بصورت همین بلاستوسپورها در روی درخت است. همانطور که قبلا اشاره شد خشکی و گرمای شدید تابستان ممکن است مانع از فعالیت این قارچ شود. در این صورت تابستانگذرانی قارچ بصورت آسکوسپور است که در مقابل شرایط مذبور مقاوم می‌باشد.



Disease cycle of peach leaf curl and plum pocket caused by *Taphrina* sp.

کنتـــرل :

بیماری لب شتری هلو با سمپاشی بسادگی قال کنترل است، معمولا یکبار سمپاشی در پائیز پس از ریزش برگها و قبل از شروع فصل بارندگی و یا در بهار قبل از باز شدن جوانه‌ها کافی است که بکلی از خسارت جلوگیری نماید. ترکیب بردو ۲ درصد کاپتان، زینب یا فربام ۲/۵ در هزار، قارچ کشهای مناسبی برای این کار هستند.

خانواده *Spermophtloracac*

قارچهای این خانواده فیتوپاتوژن و عامل بیماری استیگماتومیکوز Stigmatomycoseدر گیاهان هستند یعنی قارچ عامل بیماری بوسیله حشره‌ای وارد گیاه میزبان می‌شود. از این خانواده قارچهای

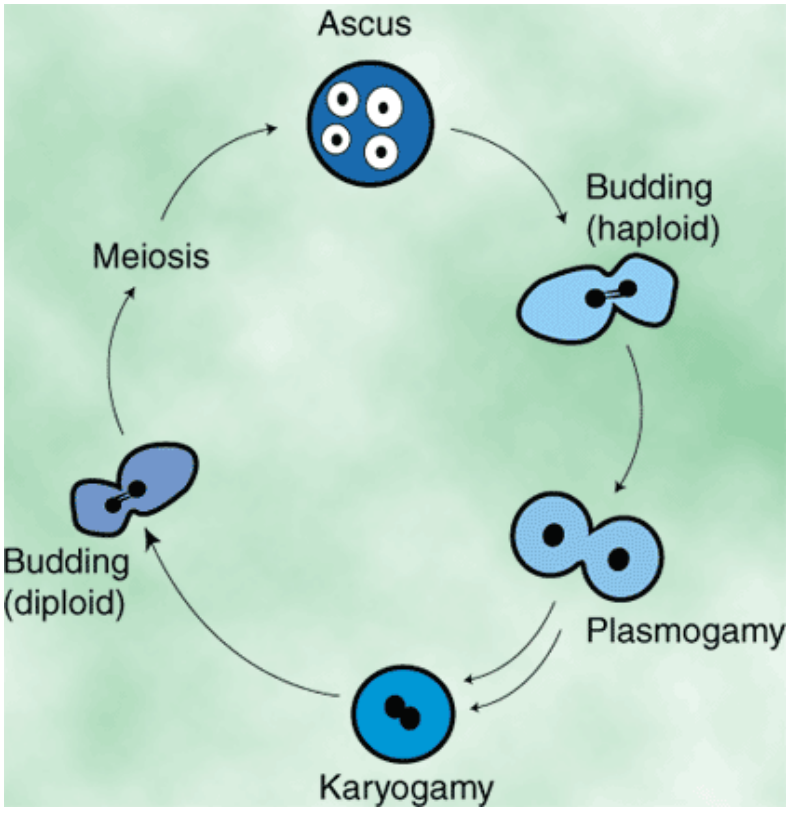
Spermophthora gossypii عامل استیگماتومیکوز پنبه و قارچ *Nematospora coryli* عامل استیگماتومیکوز پسته را داریم .

علائم بیماری: میوه های پسته ظاهرا سالم بوده ولی مغز ندارد یا مغز کوچک و برنگ قهوه‌ای می‌باشد. مغز ممکن است تغییر شکل داده و برروی آن لکه های نکروتیک ایجاد می‌شود، گاهی در مغز میوه‌های نارس آلوده ماده‌ای بیرنگ و چسبناک متمایل به سفید بین پوست دانه و لبه‌های مغز مشاهده می‌شود. عامل بیماری تولید آسک محتوی ۸ آسکوسپور منحنی شکل دو سلولی می‌کند و تولید مثل غیرجنسی هم از طریق جوانه زدن صورت می‌گیرد، مکانیزم تولید مثل جنسی نیز سوماتوگامی می‌باشد.

زیست شناسی: قارچ عامل بیماری در پسته‌های آلوده زیر درختان زمستانگذرانی می‌کند. بروز بیماری بستگی به حشرات ناقل دارد که سنهای از جنس های Brachynema , Acrosternum , Apodiphus , Lygeaus می‌باشد. مبارزه با بیماری هم مبارزه با ناقلین است.

خانواده Saccharomycetaceae :

مخمر هستند ریسه وجود ندارد



Euascomycetidae

این زیرطبقه (آسکومیستهای حقیقی) همانطور که قبلا گفته شد شامل گونه‌هایی است که دارای آسکوکارپ می‌باشد. از طبقه‌بندی این زیرطبقه از قارچها صرف نظر کرده مثالهای در سه گروه (بر اساس نوع آسکوکارپ) مورد بحث قرار خواهیم داد.

الف ـــ آسکومیتهای دارای Cleistothecium

از نظر تولید بیماری‌های گیاهی، خانواده *Erysiphaceae* مهمترین خانواده در این گروه آسکومیستها است.

خانواده *Erysiphaceae*

کلیه قارچهای این خانواده پارازیتهای اجباری بوده و تولید بیماریهایی می‌کنند که بنام سفیدک پودری (Powdery mildew) یا سفیدک سطحی یا سفیدک حقیقی نامیده می‌شوند. سفیدکهای پودری از مهمترین بیماری‌های گیاهان مختلف در کشور ما محسوب می‌گردند.

مناطق انتشار :

سفیدکهای پودری کم و بیش در تمام نقاط ایران وجود دارند. برخلاف سفیدکهای کرکی که وابستگی شدیدی به رطوبت دارند سفیدکهای پودری در نقاط خشک و گرم نیز شیوع داشته و منشا خسارتهای فراوان می‌باشند. معهذا رطوبت نسبی بالا (نه آب) برای فعالیت بسیاری از آنها مفید است.

تولید مثل :

در قارچهای مولد سفیدک پودری تولید مثل به دو صورت غیر جنسی و جنسی صورت می‌گیرد. در تولید مثل غیرجنسی در سطح گیاه کنیدیوفورها یا سلولهای زاینده‌ای بوجود می‌آید. که مرتبا با رشد و تقسیم خود تولید کنیدیوم می‌کنند. در اکثر گونه‌ها کنیدیومهای تولید شده تا مدتها به هم متصل مانده و تشکیل یک زنجیر را می‌دهند. فقط در بعضی گونه‌ها کنیدیوم پس از رسیدن و قبل از تشکیل کنیدیوم بعدی از روی کنیدیوفورها می‌افتد. کنیدیومها یک سلولی، بی رنگ و شفاف و در اغلب گونه‌ها استوانه‌ای یا بیضوی می‌باشند. تولید مثل غیر جنسی در این قارچها به یکی از سه شکل زیر می‌باشد:

Oidium: کنیدیفور ساده و کوتاه و در روی آن یک یا زنجیره‌ای از اسپورهای بشبکه‌ای شکل قرار دارد و قطر کنیدیفور با کنیدی قابل قیاس است.

Oidiopsis: کنیدیفور باریک و طویل که منتهی می‌شود به یک کنیدی که این کنیدی‌ها از لحاظ مورفولوژی بسیار متنوع هستند اما کنیدیفور همیشه باریک و طویل است و کنیدیفور گاهی ممکن است منشعب هم باشد اما جزء صفات اساسی بشمار نمی‌رود، قطر کنیدیفر با کنیدی قابل قیاس نیست. این انامرف خاص جنس *levellula* است.

Ovilariopsis: از لحاظ کنیدیفورمثل Oidiopsis باریک و طویل است اما منتهی می‌شود به یک اسپوری که قطورترین محل آن در ثلث فوقانی آن است و این انامرف متعلق به جنس *phyllactinia* است.

تولید مثل جنسی با تشکیل آسکوکارپهایی صورت می‌گیرد که کاملا بسته بوده و بصورت نقاط ریز سیاه یا قهوه‌ای رنگ در سطح گیاه مشاهده می‌شود. در روی آسکوکارپ زوائدی (Appandages) وجود دارد که در جنسهای مختلف متفاوت می‌باشند. هر آسکوکارپ بسته به نوع قارچ ممکن است دارای یک یا چند

آسک باشد . شکل آسکها بیضوی است که در پایین باریک شده باشد. در داخل آسکوکارپ آسک‌ها تشکیل یک دسته را می دهند. آسک یک لایه و انتهای آن برداشته می‌شود. داخل آن از ۱ تا۸ آسکوسپور وجود دارد. آسکوسپورها بیرنگ و شفاف، گرد یا کمی بیضوی و یک سلولی بوده تعداد آنها در داخل آسک از ۱ تا ۸ عدد ممکن است تغییر کند. آسکوکارپها فاقد روزنه بوده وپس از پاره شدن آنها است که آسکها رها می-گردند.

طبقه بندی :

طبقه بندی خانواده *Erysiphaceae* به جنسهای مختلف بر اساس شکل زوائد آسکوکارپ و تعداد آسکهای موجود در آن انجام می‌شود. نحوه قرار گرفتن کنیدیومها در روی کنیدیوفور نیز در بعضی موارد در طبقه بندی مورد استفاده قرار می‌گیرند. بدین ترتیب جنسهای زیر قابل ذکر می‌باشند.

۱ ـ جنس *Erysiphe*: در این جنس زوائد روی آسکوکارپ رشته‌ای ساده بوده و هر آسکوکارپ دارای چند آسک می‌باشد.

۲ ـ جنس *Sphaerotheca*: در جنس *Sphaerotheca* شکل زوائد مانند *Erysiphe* است منتها در اینجا فقط یک آسک در آسکوکارپ وجود دارد.

۳ ـ جنس *Leveillula*: این جنس از لحاظ شکل زوائد و تعداد آسکهای موجود در آسکوکارپ شبیه جنس Erysiphe است لکن فرم غیرجنسی آن *Oidiopsis* می‌باشد.

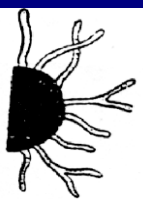
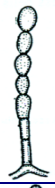
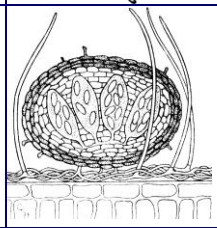
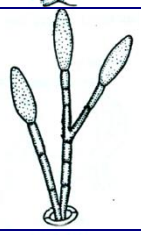
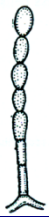
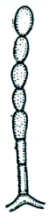
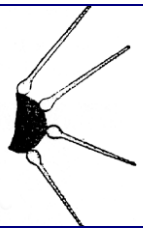
۴ ـ جنس *Phyllactinia*: در این جنس زوائد آسکوکارپ در محل اتصال خود متورم و در مجموع درفش مانند هستند. آسکوکارپ حاوی چند آسک می‌باشد. فرم غیر جنسی *Ovilariopsis* می‌باشد.

۵ ـ جنس *Microsphaera*: در جنس *Microsphaera* زوائد آسکوکارپ در انتها دارای انشعابات دو شاخه‌ای می‌باشد. تعداد آسکها در آسکوکارپ بیش از یک عدد است.

۶ ـ جنس *Podosphaera*: این جنس شبیه جنس *Microsphaera* است با این تفاوت که فقط دارای یک آسک در هر آسکوکارپ می‌باشد.

۷ ـ جنس *Uncinula*: در این جنس زوائد آسکوکارپ در انتها شکل دسته عصا خم شده‌اند. آسکوکارپ حاوی چند آسک است.

۸ ـ جنس *Blumeria*: در این جنس میسلیومهای مسن و قدیمی به رنگ قهوه‌ای روشن در آمده و تشکیل رشته‌های خار مانند راست یا خمیده شفاف و فراوانی را می‌دهند که دارای دیواره ضخیم می‌باشند. به این رشته‌ها میسلیوم ثانویه گفته می‌شود. در این جنس، آسکوکارپ در مابین میسلیومهای ثانویه تشکیل می‌شود. زوائد آسکوکارپ شبیه جنس *Erysiphe* است. در فرم غیرجنسی *Oidium* ایجاد می‌شود که اولین سلول کنیدیفور متورم می‌باشد.

فـرم جـنـسي	فـــــــــرم غيـرجـنـسي	Appendage	تـعـداد آسك
Erysiphe			
Sphaerotheca			
Blumeria			
Levillula			
Microsphaera			
Podosphaera			
Uncinula			
Phyllactinia			

معروفترین گونه های سفیدک سطحی عبارتند از:

بیماری	گونه	جنس
سفیدک سطحی چغندرقند	*Erysiphe betae*	*Erysiphe*
سفیدک سطحی هلو و رز سفیدک سطحی کدوئیان	***Sphaerotheca pannosa*** ***Sphaerotheca fuliginea***	*Sphaerotheca*
سفیدک سطحی غلات	***Blumeria graminis***	*Blumeria*
سفیدک سطحی اسپرس	***Leveillula taurica***	*Levillula*
سفیدک سطحی شمشاد، یاس، بلوط	***Microsphaera sp.***	*Microsphaera*
سفیدک سطحی سیب	***Podosphaera leucotricha***	*Podosphaera*
سفیدک سطحی مو	***Uncinula necator***	*Uncinula*
سفیدک سطحی فندق	***Phyllactinia corylea***	*Phyllactinia*

علائم بیماری :

بارزترین علائم بیماری تشکیل یک پوشش سفید یا خاکستری رنگ در سطح اندامهای مورد حمله گیاه است. رنگ این پوشش ممکن است به مرور زمان در بعضی گونه‌ها (مثل سفیدک پودری غلات) متمایل به قهوه‌ای شود. این پوشش شامل میسیلیوم، کنیدیوفور، کنیدیوم و در مواردی آسکوکارپ است. تشکیل تعداد بیشماری کنیدیوم در سطح گیاه، یک حالت پودری بوجود می‌آورد. عدم رشد مناسب اندامهای مورد حمله، قهوه‌ای شدن، چروکیده شدن یا خشک شدن بافتهای مبتلا از علائم دیگر بیماری است در اواسط یا اواخر فصل رشد در متن پوشش سفید رنگ اغلب نقاط ریز سیاهرنگی بوجود می‌آید که عبارت از آسکوکارپهای قارچ عامل بیماری می‌باشد.

رابطه با گیاه :

چنانکه اشاره شد قارچهای این خانواده پارازیت اجباری بوده و سلولهای زنده فعال را مورد حمله قرارمی‌دهند. جوانه، برگ، ساقه، گل و میوه جوان اندامهای حساس به این قارچها هستند. میسیلیوم قارچ بطور کلی سطحی است. اندام‌های تولید مثلی قارچ (اعم از جنسی و غیرجنسی) نیز در سطح گیاه تشکیل می‌گردد. قارچ از سطح گیاه مکه‌هایی را برای جذب مواد غذایی بداخل سلولهای اپیدرمی می‌فرستد. این اندامها درداخل سلول متورم شده و مشت مانند می‌شوند یا انشعابات پنجه‌ای شکل در آنها بوجود می‌آید.

در اینجا باید تذکر داده شود که در دو جنس *Phyllactinia* و *Leveillula* میسیلیوم از راه روزنه‌ها به داخل بافت و تا سلولهای مزوفیل نفوذ می‌کند.

انتشار و زمستانگذرانی:

انتشار بیماری در فصل رشد گیاه توسط کنیدیومهایی صورت می‌گیرد که به کمک باد به سهولت از نقطه‌ای به نقطه دیگر منتقل می‌شوند. زمستانگذرانی در بسیاری از گونه ها توسط آسکوکارپ می‌باشد. آسکوکارپ در زمان فعالیت گیاه تشکیل می‌شود و تا بهار سال بعد در روی برگهای ریخته، بعضی بقایا و یا روی سا قه زنده گیاه باقی میماند. پس از مساعد شدن شرایط جوی، با جذب مقداری آب آسکوکارپ و سپس آسکها پاره شده و آسکو سپورها آزاد می‌گردند و پس از جوانه زدن اولین آلودگیها را بوجود می‌آورند. متعاقب این آلودگی‌های اولیه، کنیدیومها بوجود می‌آیند که منبع آلودگیهای ثانویه خواهند بود.

در برخی از گونه ها، زمستانگذرانی توسط ریسه‌های قارچ انجام می‌شود. که در قسمتهایی از گیاه باقی می ماند، مثلا در بعضی در ختان میوه، ریسه قارچ زمستان را در داخل جوانه‌ها مبتلا بسر می‌برد و در بعضی گونه‌ها میزبانانی در بین علفهای هرز یا گیاهان مزروعی زمستانه داشته باشند که ریسه قارچ در آنها پایدار بماند. در مورد سفیدک پودری گندم آسکوکارپ ممکن است وسیله تابستانگذرانی قارچ باشد. در اینصورت در پائیز آسکوسپورها آزاد شده باعث آلودگی بوته‌های جوان گندم می‌شوند. بدین ترتیب زمستانگذرانی قارچ بصورت میسیلیوم خواهد بود. بالاخره امکان زمستانگذرانی بوسیله کنیدیوم تحت شرایط خاصی را نباید از نظر دور داشت.

کنترل :

جزئیات روشهای کنترل در مورد سفیدکهای پودری مختلف ممکن است متفاوت باشد. معهذا این روشها را میتوان تحت عناوین (استفاده از ارقام مقاوم و روشهای شیمیایی) خلاصه نمود.

هر گونه از قارچهای مولد سفیدک پودری ممکن است شامل نژادهای تخصص یافته متعددی باشد. لذا استفاده از ارقام مقاوم بخصوص در گیا هان یکساله یک روش عملی برای کنترل این سفیدکها است.

مبارزه شیمیایی در حال حاضر متداولترین روش مبارزه با سفیدکهای پودری است . قدیمی‌ترین قارچکشی که برای این منظور بکار رفته گوگرد است که با اشکال مختلف از جمله بصورت گرد یا بحال تعلیق در آب ممکن است مورد استفاده قرار گیرد. گوگرد در حرارت بیشتر از ۱۴ درجه سانتیگراد تصعید می‌شود و گاز حاصل بر روی قارچ مؤثر می‌باشد. در حرارت بالاتر از ۳۵ درجه سانتیگراد مقدار گاز حاصل شده زیاد بوده، سبب سوختگی در گیاه شود. لذا گل گوگرد را باید در دمای ۳۰-۱۶ درجه سانتیگراد مصرف نمود. میزان گرد گوگرد مورد استفاده در هر هکتار بسته به گیاهان مختلف از ۵ تا ۵۰ کیلوگرم در هکتار تغییر می‌کند. در حالت محلول پاشی گوگرد قابل تعلیق (Wettable) را می توان بمیزان ۰/۵ ـ ۰/۳ درصد با آب مخلوط کرد. عیب عمده گوگرد این است که در بعضی از گیا هان ایجاد سوختگی می‌کند. در اینگونه موارد باید میزان گوگرد مصرفی را بدقت تعیین کرد و از پاشیدن آن در مواقع گرم روز خودداری نمود. در بعضی از گیاهان نیز ارقام مقاوم به گوگرد وجود دارد و می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد. یلاخره در صورت حساسیت گیاه به گوگرد میتوان از ترکیبات دیگری که مخصوص مبارزه با سفیدکها است استفاده نمود.

از ترکیبات دیگر مؤثر علیه سفیدکهای پودری کاراتان (Karathane) را میتوان نام برد که بمیزان یک در هزار یا یک کیلوگرم در هکتار مصرف می‌شود و صدمه‌ای به گیاه وارد نمی آورد. موقع سمپاشی علیه سفیدکهای پودری در گونه‌های مختلف فرق می‌کند اما بعنوان یک قاعده کلی می‌توان به مجرد ظهور اولین

علائم اقدام به سمپاشی نمود. از آنجا که سفیدکهای پودری اکثرا سطحی هستند. قارچکشهایی که علیه آنها بکار می‌رود جنبه معالجه نیز دارد. تکرار سمپاشی بفواصل دو هفته بستگی به نوع محصول و میزان آلـودگی دارد. ترکیباتی بر مبنای عوامل بیولوژیک برای مبارزه با سفیدکهای پودر در بازارهای جهانی وجود دارد که در صـورت وجـود ارجـح اسـت کـه از آنهـا اسـتفاده شـود. ترکیبـی بنـام AQ10 بـر مبنـای قـارچ بیـوکنترل ***Ampelomyces quisqualis*** وهمچنـین ترکیـب دیگـری بنـام Serenade بـر مبنـای بـاکتری بیوکنترل ***Bacillus subtilis*** جهت کنترل سفیدکهای پودر به بازار ارائه شده است.

آسکومیست های دارای Perithecium

در این گروه از آسکومیستها سه گونه *Venturia inaequalis* عامل لکـه سـیاه سـیب، polystigma *amygdalinum* عامل بیماری لکه آجری بـادام و *Rosellinia necatrix* عامـل پوسـیدگی ریشـه درختـان مختلف و بیماریهای ناشی از آنها را مورد بحث قرار می‌دهیم.

بیماری لکه سیاه سیب

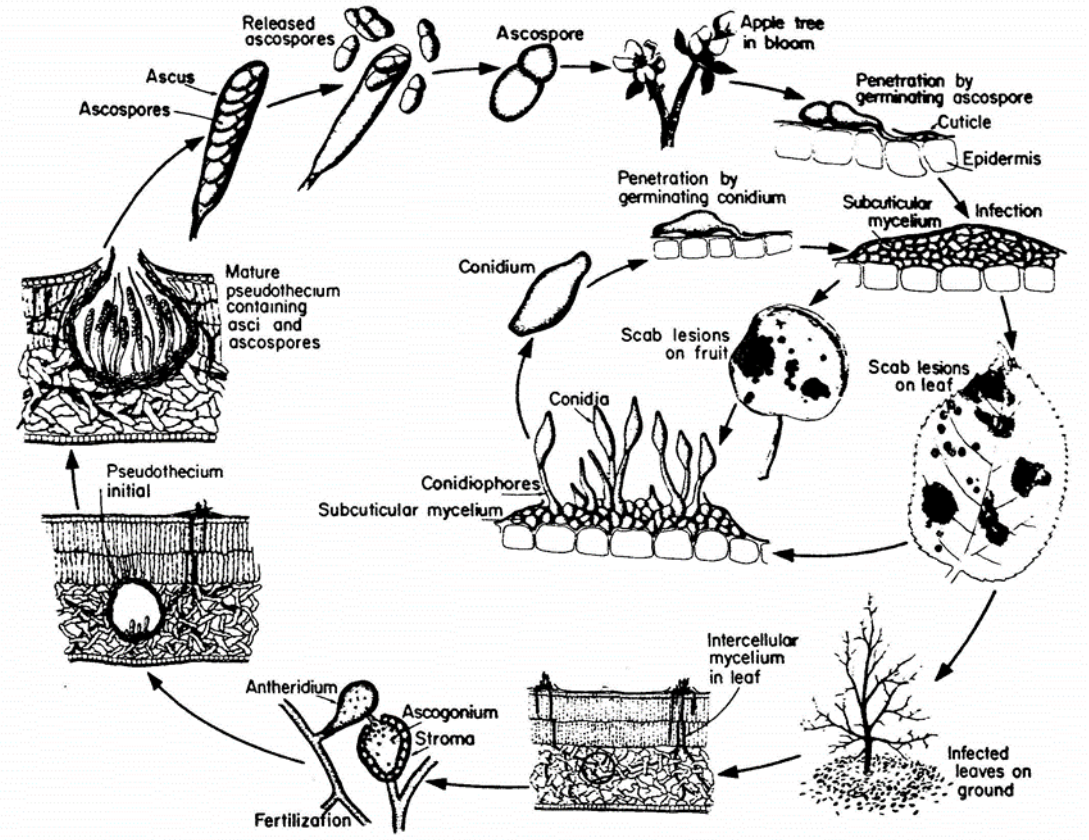
بیماری لکه سیاه سیب کم و بیش در تمام نقاط جهان، هر کجا که سیب کشت بشود، وجود دارد منتها میزان اهمیت آن بسته به شرایط آب و هوایی و واریته متداول در منطقه می‌باشـد. برخـی از واریتـه شـدیدا حساس و بعضی دیگر کم و بیش مقاوم می‌باشند. مناطق معتدل و خنک برای فعالیت قارچ و تولید بیمـاری مناسب‌تر است. در ایران در مناطقی مثل آذر بایجان، سواحل خـزر، خراسـان، همـدان، لرسـتان و بـاختران بیماری لکه سیاه سیب وجود داشته و در بعضی نقاط آذربایجان که ارقام حساس کشت مـی‌شـود، خسـارت صد در صد نیز گزارش شده است.

علائم بیماری

علائم بیماری لکه سیاه سیب عبارت است از تشکیل لکه‌های زیتونی در روی کاسبرگها، برگها و میـوه. لکه‌های روی برگ کم و بیش مدور بوده و در هر دو طرف برگ ممکن است دیده شوند. رنـگ لکـه‌هـا بعـدا قهوه‌ای تیره یا سیاه خواهد شد. برگهایی که شدیدا آلوده باشند می‌ریزند. تشـکیل لکـه‌هـا در روی دمبـرگ منجر به زردی و سپس ریزش برگها خواهد شد. در روی میوه‌ها نیز لکه‌های زیتونی رنگ بوجود می‌آید کـه بعدا سیاهرنگ می‌گردند. سطح لکه‌ها چوب پنبه‌ای شده ممکن اسـت ترکهـایی در آن پدیـد آیـد. چنانچـه میوه‌های جوان مبتلا شوند، قسمت آلوده از رشد باز مانده و میوه بدشکل و گاهی دچار ریزش خواهـد شـد. در غیر اینصورت لکه‌ها کوچک مانده و چندان مشخص نخواهد بود اما در انبار ممکن اسـت توسـعه یابنـد . علاوه بر گل، برگ و میوه، شاخه‌های جوان نیز مبتلا شده و آسیبهایی روی آنها بوجود می‌آید.

مشخصات عامل بیماری

عامل بیماری در فرم جنسی *Venturia inaequalis* و در *فرم غیر جنسی* *Spilocea pomi* نامیده می‌شود. لکه‌های روی برگ و سایر اندامها ی گیاه حاوی میسیلیوم، کنیدیوفور و کنیدیومهای این قارچ می باشند. میسیلیوم قارچ معمولا به مقدار زیاد در زیر کوتیکول تولید شده و از روی آن کنیدیوفرهای قهوه‌ای کوتاهی خارج می‌شوند که کوتیکول را پاره کرده و در سطح گیاه قرار می‌گیرند، در روی کنیدیوفورها، کنیدیومهای گلابی شکل که دارای یک یا دو سلول بوده و در زیر میکروسکوپ قهوه‌ای رنگ بنظر می‌رسند تشکیل می‌گردد. کنیدیوفر در انتها پیچدار می‌باشد. پس از ریزش برگها قارچ ممکن است بحالت ساپروفیتی به فعالیت خود ادامه دهد. در این صورت میسیلیوم قارچ بدرون برگ مرده نفوذ کرده و در آنجا (در صورت وجود جفت سازگار) تولید پریتیسیوم می‌نماید. آسکهای داخل پریتیسیوم استوانه‌ای و هر یک حاوی ۸ آسکوسپور نامساوی بوده و سلول کوچکتر در بالاقرار می‌گیرد.



Disease cycle of apple scab caused by *Venturia inaequalis*.

زمستانگذرانی و انتشار

در بسیاری از نقاط که این بیماری متداول است شکل تولید مثل جنسی از نظر دوره زندگی قارچ فاقد اهمیت است و زمستان‌گذرانی قارچ به صورت میسیلیوم (وحتی کنیدیوم) در شاخه‌ها می‌باشد. این اندامها در فصل زمستان غیر فعال بوده. بمجرد مساعد شدن هوا میسیلیوم شروع به رشد و تولید کندیومهای تازه‌ای می‌کند که اولین آلودگی‌ها را بوجود می‌آورند. این شکل زمستان‌گذرانی حتی در نقاطی که آسکوکارپ

تشکیل می‌شود نیز ممکن است قابل توجه باشد. در بیشتر نقاط ایران بنظر می‌رسد زمستانگذرانی به نحو بالا باشد. لکن اخیرا تشکیل پریتیسیوم قارچ در آذر بایجان ، اطراف تهران و باختران گزارش شده است. در نقاطی که زمستان گذرانی به شکل آسکوکارپ است، فعالیت قارچ برای تشکیل این اندام پس از ریزش برگها در پائیز شروع می شود. آسکوکارپ در طول زمستان می رسد و در بهار آسکوسپورها آزاد شده، اولین آلودگی‌ها را بوجود می‌آورند. سپس دوره تولید مثل غیرجنسی قارچ شروع می‌شود. کنیدیومها همراه قطرات باران و مخصوصا باران توام با باد از برگی به برگ دیگر و از درختی به درخت دیگر انتقال یافته و آلودگیهای جدید بوجود می‌آورند. آلودگی معمولا در فصل خنک و مر طوب صورت می‌گیرد و پس از گرم شدن هوا و قطع شدن باران، احتمال آلودگی جدید ناچیز خواهند بود.

کنترل

یکی از راههای کنترل بیماری لکه سیاه سیب کشت ارقام نسبتا مقاوم است. از واریته‌های سیب موجود در ایران بعضی مثل واریته ترش مصری، گلاب، شفیع آبادی و قرا یا پراخ حساس و بعضی مثل واریته‌های زرد و قرمز (لبنانی) مقاوم‌ترند.

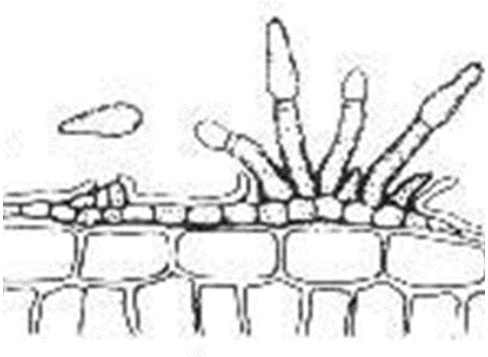
در بسیاری از نقاط جهان مبارزه شیمیایی یکی از راههای مهم مبارزه با بیماری لکه سیاه سیب است. قارچکشهایی که بدین منظور بکار میرود متنوع می‌باشند. جوشیده آهک و گوگرد ترکیبی است که در گذشته مورد استفاده قرار می‌گرفت. از ترکیبات دیگر می‌توان کاپتان، فربام، و دودین را نام برد. دو قارچ کش اول با غلظت ۲ ـ۳ در هزار و دودین با غلظت یک در هزار مصرف می شود . قارچکشهای سیستمیک بنومیل و تریفورین (triforine)نیز برای مبارزه با این بیماری مورد استفاده قرار گرفته‌اند.

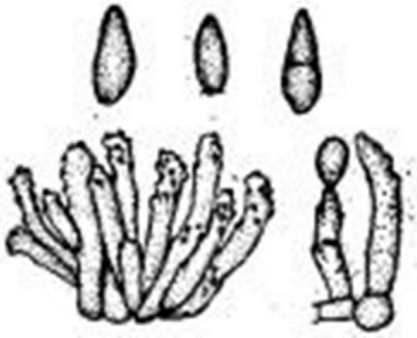
اولین سمپاشی در بهار درست قبل از باز شدن جوانه‌ها و دومین سم‌پاشی در موقع ریزش گلبرگها صورت می‌گیرد. پس از آن در صورت نیاز باید سمپاشی‌ها را بفواصل ۱۰ـ ۱۵ روز تکرار نمود. در بعضی نقاط دنیا که بیماری از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است، برای صرفه جویی در هزینه‌ها موقع سمپاشی‌ها توسط مسئولین کشاورزی تعیین و از طریق رادیو و جرائد به اطلاع باغداران رسانده می‌شود.

قطع سر شا خه‌های آلوده در زمستان و در نقاطی که آسکوکارپ وسیله زمستانگذرانی است، دفن برگهای زیر درختان با شخم عمیق و سمپاشی کف باغ با قارچکشهای قوی، میزان آلودگی در بهار را تقلیل خواهد داد.

بیماری لکه سیاه گلابی

عامل بیماری در فرم جنسی *Venturia pirina* و در فرم غیرجنسی *Fuscladium pyrorum* می‌باشد. اختلاف آن با بیماری لکه سیاه سیب عبارت است از: لکه‌ها در سطح زیرین برگ ظاهر شده بصورت گرد آلوده و برنگ زیتونی می‌باشند و باعث تغییر شکل برگ نمی‌شود، شانکر در شاخه‌های گلابی به مقدار فراوان دیده می‌شود. نحوه قرار گرفتن آسکوسپورها در درون آسک بدین صورت است که سلول کوچکتر در پایین قرار دارد. کنیدیفر زگیل دار است و کنیدی‌ها در اطراف آن بوجود می‌آیند.





بیماری لکه آجری بادام

این بیماری که در اثر قارچی بنام *Polystigma amygdalinum* بوجود می‌اید. یکی از بیماری‌های مهم بادام است. طبق یک تخمین در سال ۱۳۵۳ خسارت این بیماری در ایران حدود ۲۰ درصد محصول بوده است.

علائم:

علائم این بیماری از اواسط بهار به بعد به صورت رنگ‌پریدگی در قسمت‌هایی از برگ بادام ظاهر می‌شود. این رنگ‌پریدگی‌ها فاقد مرز مشخص می‌باشند. رنگ این قسمت‌ها به تدریج زرد، قرمز، ارغوانی و سیاه می‌شود. در محل آلودگی ضخامت برگ افزایش‌یافته و درعین‌حال حالت چرمی به خود می‌گیرد. در بعضی مواقع پیچیدگی‌هایی نیز در برگ مشاهده می‌گردد. این علائم ممکن است قسمتی از برگ یا تمام آن را فراگیرد. در اواسط تابستان برگه‌ای آلوده شدیداً دچار ریزش خواهند شد.

پاتوژن و دوره بیماری: اسپورهای غیرجنسی قارچ دراز و خمیده و در داخل پکنیدیوم در داخل برگ بوجود می‌آیند. این اسپورها ظاهراً از در انتشار قارچ نقش نداشته و بیشتر رل گامت نر را در تولید مثل جنسی بازی می‌کنند. تولیدمثل جنسی قارچ با تشکیل اسکوکارپ (پریتیسیوم) در داخل برگ‌های ریخته شده کف باغ صورت می‌گیرد. آسکوکارپ (و نیز پیکنیدیوم) در داخل استروما (stroma)تشکیل می‌شود.که بافتی است متشکل از سلول‌های قارچ، و قسمت‌های داخلی برگ آلوده را اشغال می‌نماید. آسکوسپورها یک سلولی و تخم‌مرغی شکل و گاه کمی خمیده می‌باشند.آسکوکارپ تا اواخر زمستان رسیده و در بهار آسکوسپورها آزادشده و پس از انتقال بروی درخت به کمک باد تولید آلودگی می‌نمایند. بدین ترتیب آسکوکارپ وسیله زمستان گذرانی بوده و آلودگی اولیه توسط آسکوسپورها بوجود می‌آید. در این بیماری آلودگی ثانویه وجود نداشته و همه خسارات وارده ناشی از آلودگی‌های اولیه بهاری است.

کنترل:

شخم عمیق برای مدفون کردن برگ‌های ریخته شده یا چرای گوسفندان از این برگ‌ها، منبع آلودگی را تقلیل خواهد داد. شخم عمیق باید در پائیز یا زمستان صورت گیرد. شخم مجدد در بهار از نظر مبارزه با این بیمار نه تنها مفید نیست بلکه مضر نیز هست. سمپاشی درختان بادام پس از ریزش گلبرگ‌ها و یک یا دو بار تکرار آن به فواصل ۱۵ روز در مبارزه با این یماری مؤثر هست. ترکیب بردو، کوپراویت و سم

سیستمیک تریفورین قارچکشهای مناسبی برای مبارزه با این بیماری می‌باشند.

بیماری لکه قرمز گوجه و آلو

این بیماری شبیه بیمار لکه آجری بادام است. لکه‌ها در سطح برگ ضخیم و فرورفته در سطح زیرین برگ لکه‌ها برجسته و برآمده هستند. عامل بیماری در فرم جنسی *Polystigma rubrum* است. اختلاف این قارچ با قارچ عامل بیماری لکه آجری بادام این است که پیکنیدیوسپورهای این قارچ سر عصای هستند ولی از قارچ عامل لکه آجری بادام رشته‌ای ساده هستند.

بیماری پوسیدگی سفید ریشه

پوسیدگی سفید ریشه توسط قارچی بنام *Rosellinia necatrix* بوجود می‌آید که فرم غیرجنسی آن *Dematophora* نامیده می شود. یکی از بیماری‌های بسیار مهم درختان مثمر غیر مثمر و بعضی گیاهان دیگر در ایران است. این بیماری در اکثر نقاط ایران منجمله آذربایجان، سواحل خزر، خراسان، تهران، اصفهان و فارس موجب خسارت می‌شود. نباتات مورد حمله *R. necatrix* بسیار متنوع بوده و از درختان میوه مثل سیب، گلابی، به، گیلاس، هلو، گوجه، بادام، انار، انجیر، مو و پسته و درختان غیر مثمر مانند چنار و تبریزی و نارون، تا نباتات علفی مثل شمعدانی و پنبه ممکن است به بیماری ناشی از آن مبتلا شوند.

علائم:

در قسمت‌های هوایی درختان مبتلا اولین علائم در بهار عبارت است از تأخیر در رشد بهاره و دیرباز شدن یا اصلاً باز نشدن جوانه‌ها، دو سه هفته پس از شروع رشد بهاره، درختان مبتلا نسبت به درختان سالم باغ لخت به نظر می‌رسند، رنجوری، زردی. پژمردگی و بالاخره مرگ، از علائم دیگر این بیماری در درختان است. پوسیدگی کامل ریشه و مرگ درختان ممکن است طی دو یا چند سال صورت گیرد. علائم در روی ریشه عبارت است از پوسیدگی (غیر نرم) که ابتدا از ریشه‌های کوچک‌تر شروع‌شده و به طرف ریشه‌های بزرگ‌تر گسترش می‌یابد در سطح ریشه یا در زیر پوست خراب‌شده آن پوشش میسیلیومی مشاهده می‌شود که ابتدا سفید و خاکستری بوده و بعداً قهوه‌ای و تیره می‌گردد.

مشخصات عامل بیماری

هم تولیدمثل غیرجنسی و هم تولیدمثل جنسی در *R. necatrix* بندرت دیده شده است. کنیدیوفورهای قارچ به تعداد خیلی زیاد به هم چسبیده و تشکیل دسته‌ای را می‌دهند (کرمیوم) که در انتهای آن‌ها کنیدیومهای یک سلولی قارچ بوجود می‌آید. پریتیسیومهای قارچ کروی شکل و آسکوسپورهای درون آسکها، یک سلولی، دوک مانند و تیره می‌باشند.

از آنجا که این قارچ معمولا تولید اندام‌های تولیدمثلی فوق‌الذکر نمی‌کند، لذا نمی‌توان همیشه از آن‌ها در تشخیص قارچ استفاده نمود. از طرف دیگر شکل سلو لهای ریسه *R. necatrix* چنان است که از روی آن‌ها می‌توان به سهولت قارچ را تشخیص داد. ریسه‌ها از سلول‌هایی تشکیل‌شده‌اند که اغلب یک طرف آن‌ها در محل دیواره‌های عرضی متورم و گلابی شکل هست.

R. neatrix یک قارچ خاکزی بوده و در داخل خاک روی ریشه‌های پوسیده و نپوسیده کود و مواد آلی همواره باقی می‌ماند. انتشار این قارچ به فواصل نزدیک از طریق رشد و نمو (حرکت) میسیلیوم در خاک و انتقال قطعات میسیلیوم همرا با آب آبیاری، شخم و سایر عملیات باغبانی است انتشار به نقاط دور از طریق انتقال نهال یا خاک آلوده صورت می‌گیرد.

کنترل:

به دلیل وجود میزبانان متعدد و خاکزی بودن این قارچ، مبارزه با آن بسیار مشکل است. معهذا روش‌های زیر برای مبارزه با آن مورد استفاده قرار گرفته است.

۱ ـ انتخاب نهال سالم: از آنجا که انتقال پاتوژن به باغ‌ها و تثبیت آن باعث خسارات جبران‌ناپذیری خواهد شد. باید در موقع احداث باغ نهال‌های سالم انتخاب نمود. نهال‌ها را باید مراکزی تهیه کرد که سابقه بیماری نداشته باشد. تولید نهال سالم و صدور گواهی بهداشتی برای این قبیل نهال‌ها توسط مسئولین دولتی، می‌تواند در جلوگیری از انتشار این بیماری مؤثر باشد.

۲ ـ ضد عفونی ریشه نهال‌ها با فروبردن آن‌ها در یک محلول قارچکش اقدام مفیدی است که می‌تواند در صورت وجود آلودگی سطحی، از ورود پاتوژن به باغ جلوگیری نماید. در این مورد می‌توان از کاپتان و ترکیبات مسی استفاده نمود. مخلوطی شامل ۳۰۰ گرم بنومیل یا توپسین، ۱۰ کیلوگرم خاک نرم یا خاکستر، ۵ کیلوگرم پهن و ۱۰۰ لیتر آب نیز برای ضدعفونی ریشه‌ها توصیه شده است.

۳ ـ در صورت مشاهده درخت بیمار در باغ، باید آن را قطع و به دقت کلیه ریشه‌های آن را از خاک خارج کرده و در محل بسوزانند. سپس محل درخت را باید با موادی نظیر فرمالین، سولفور کربن، یا آهک ضد عفونی نمود.

برای جلوگیری از انتشار بیشتر قارچ در باغ، سیستم آبیاری باید طوری باشد که قطعات میسیلیوم قارچ را از درختان آلوده به درختان سالم منتقل نکند. اطراف کانون آلودگی در باغ را می‌توان کانالی حفر نمود ه و در آن آهک ریخت.

۴ ـ ضد عفونی خاک با ترکیباتی نظیر واپام، متیل بروماید، فرمالین و سولفور کربن برای سطوح کوچک عملی و برای سطوح بزرگ غیراقتصادی است. علاوه بر ترکیبات فوق قارچکشهای سیستمیک بنلیت و توپسین (به مقدار ۲۰ گرم در مترمربع) برای ضد عفونی خاک اطراف درختان آزمایش گردیده و مؤثر

تشخیصی داده شده است

۵ ـ وجود پایه‌های مقاوم در بعضی نقاط دنیا گزارش شده است. لذا امکان یافتن این قبیل پایه‌ها به خصوص در میان ارقام وحشی گیاهان موجود می‌باشد. با پیوند ارقام مرغوب روی این قبیل پایه‌ها، می‌توان از خسارت بیماری تا حدی جلوگیری نمود.

آسکومیست‌های دارای Apothecium

این گروه که *Discomycetes* نیز نامیده می‌شوند، شامل گونه‌های بسیاری است که اکثرا ساپروفیت بوده، روی چوب و برگ پوسیده در جنگل‌ها و پهن و سایر مواد آلی در باغ‌ها و مزارع زندگی کرده و تولید آسکوکارپ می‌نمایند. از این میان برخی مانند گونه‌های *Tuber*(که آسکوکارپ زیرزمینی دارند) و *Merchella*خوراکی می‌باشند. تعدادی از دیسکومیستها مانند گونه‌های *Pseudopeziza, Sclerotinia, Monilinia*نیز در گیاهان تولید بیماری می‌نمایند. ذیلاً از بیماری ناشی از هر یک از سه جنس اخیرا لذکر یک مثال ذکر می‌کنیم.

بیماری مومیایی درختان میوه

این بیماری توسط سه گونه به نامهای *M. fructicola, M. fructigena, Monilinia laxa* بوجود می‌آید که فرم غیرجنسی آن‌ها *Monilia* هست و گونه سوم در ایران دیده نشده است.

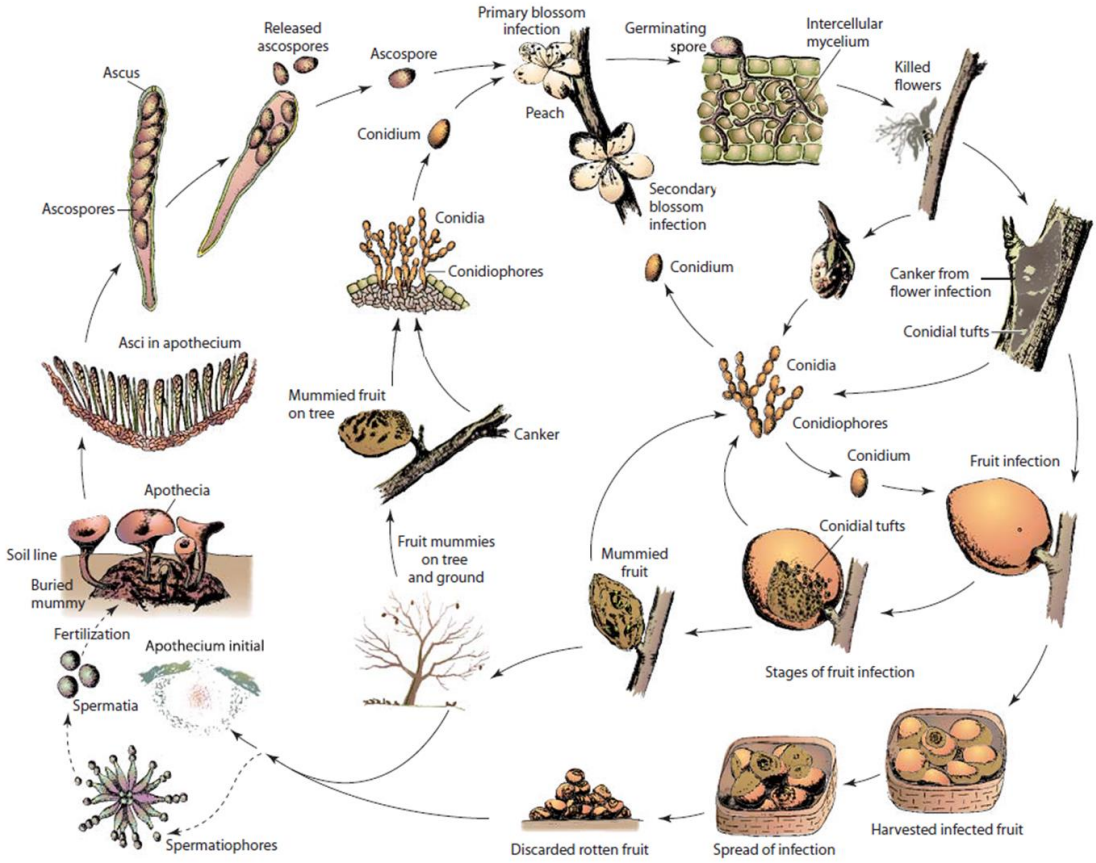
۱ ـ *Monilinia fructigena* مولد بیماری مومیایی یا پو سیدگی قهوه‌ای میوه در سیب، گلابی، به، هلو، از سواحل دریای خزر گزارش شده است. پوسیدگی قهوه‌ای (غیر نرم) همراه با پوشش سفیدی از کنیدیومهای قارچ در میوه‌های رسیده در روی درخت بوجود می‌آید و ممکن است در ضمن حمل‌ونقل یا در انبار نیز توسعه یابد. در مراحل بعدی میسیلیوم قارچ به مقدار زیاد به درون بافت میوه نفوذ کرده باعث چروکیدگی، خشکی، سفتی و به اصطلاح مومیایی شدن آن می‌گردد. این قبیل میوه‌ها معمولاً روی درخت آویزان می‌مانند. علاوه بر میوه‌ها، قارچ عامل بیماری به شکوفه‌ها و شاخه‌های جوان نیز حمله کرده باعث ضایعاتی در آن‌ها می‌شود.

کنیدیومهای این قارچ یک سلولی و بیضوی بوده، در روی کنیدیوفور در یک زنجیر منشعب پشت سر هم قرار می‌گیرند. این اسپورها اغلب وسیله انتشار قارچ می‌باشند. زمستان گذرانی قارچ توسط میوه‌های مومیایی‌شده روی درخت یا افتاده بر زمین صورت می‌گیرد. از روی میوه‌های مومیایی‌شده افتاده بر زمین در بهار آپوتیسیوم قارچ خارج شده و سپس آسکوسپورها آزاد می‌گردند. میوه‌های مومیایی‌شده روی درخت ممکن است تولید کنیدیوم نمایند.

M. laxa به گل‌ها و میوه‌های درختان هسته‌دار و دانه‌دار آسیب می‌رساند. *M. fructigena* تنها پارازیت میوه است. در *M. laxa* بالشتک‌های ایجادشده روی میوه پراکنده است ولی در *M. fructigena* به صورت دوایر متحدالمرکز است. *M. laxa* علاوه بر درون میوه‌ها درون شاخه‌های آلوده نیز زمستانگذرانی می‌کند، در بهار اسپورها از راه مادگی وارد تخمدان شده و باعث می‌شود تمامی گل پژمرده و قهوه‌ای شود و

از این راه به شاخه جوان نیز سرایت و باعث خشکیدگی آن می‌شود، در درختان آلوده در منطقه آلوده ترشح صمغ نیز دیده می‌شود. *M. fructigena* فقط میوه‌ها را آلوده می‌کند به گل و شاخه‌ها آسیب وارد نمی‌کند.

در بهار درروی میوه‌های مومیایی بالشتک‌های اسپورزا بوجود می‌آید که بندرت فرم جنسی قارچ روی میوه‌های پوسیده نیز بوجود می‌آید.



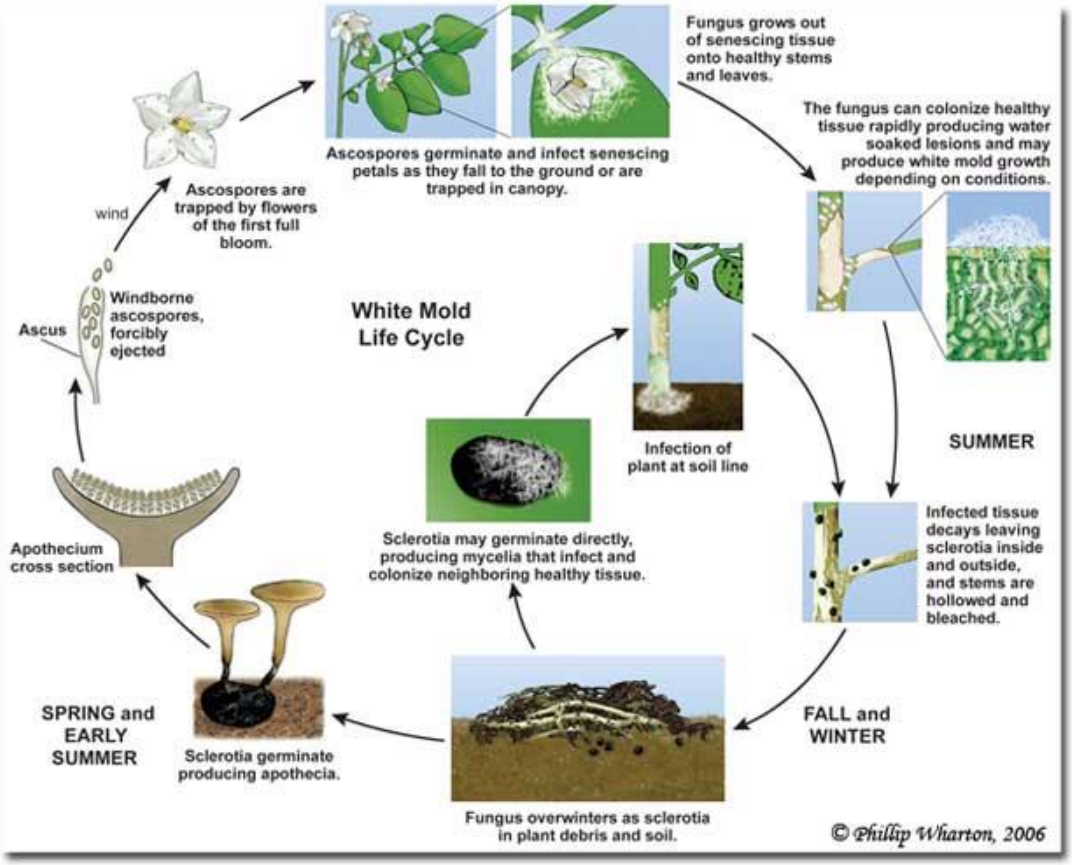
کنترل بیماری از طریق جمع‌آوری و از بین بردن میوه‌های مومیایی‌شده، هرس شاخه‌های آلوده و سمپاشی درختان در زمان گل دادن و بعد از آن صورت می‌گیرد. سمپاشی با ترکیباتی نظیر کاپتان، مانب، انجام می‌گیرد. جلوگیری از زخم شدن میوه‌ها، ضد عفونی آن‌ها (مثلا فروبردن آن‌ها در آب کلره) و نگهداری آن‌ها در درجه حرارت پایین به کنترل پوسیدگی قهوه‌ای در آن‌ها در شرایط انبارکمک می‌کند.

بیماری پوسیدگی اسکلروتینیایی

Sclerotinia sclerotiorum به عنوان عامل پوسیدگی بسیاری از سبزی‌ها و میوه‌ها شناخته شده است. علائم بیماری ممکن است بسته به نوع گیاهی که مورد حمله قرار می‌گیرد تا حدی فرق کند، اما در

بیشتر موارد پوسیدگی اندام‌های مجاور سطح خاک (مثلا ساقه کاهو و سیب‌زمینی) منجر به پژمردگی و بعدا مرگ گیاه می‌گردد. پس از مرحله اولیه بیماری، در روی اندام‌های مورد حمله گیاه ممکن است پوشش سفید پنبه مانندی از میسیلیوم و سپس دانه‌هایی به قطر یک یا چند میلی‌متر که sclerotiumیا سختینه قارچ هستند بوجود می‌آید. (اسکلروشیوم اندام سخت و مقاومی است که از سلول‌های تغییریافته و به هم فشرده قارچ تشکیل‌شده و اغلب وسیله مقاومت قارچ در شرایط نامساعد است) اسکلروشیوم در ابتدا سفید بوده و سپس به رنگ سیاه در می‌آید. در بعضی محصولات مثل گوجه‌فرنگی و آفتابگردان، اسکلروشیومها ممکن است به تعداد خیلی زیاد در مغز ساقه (گاهی در تمام طول آن) تشکیل شود.

اسکلروشیومها ی این قارچ می‌توانند مدت‌های مدید در خاک زنده بمانند. پس از فراهم شدن شرایط، این اندام‌ها جوانه زده تولید میسیلیوم یا آپوتیسیوم می‌کنند. در حالت اخیر آسکوسپورها پس از تشکیل در هوا منتشر شده و کانون‌های آلودگی جدید بوجود می‌آورند. قطعات میسیلیوم و اسکلروشیومها نیز توسط عوامل مختلف نظیر آب آبیاری و ادوات کشاورزی از نقطه‌ای به نقطه دیگر انتقال می‌یابند. کنترل این بیماری خیلی مشکل است در بعضی محصولات سمپاشی با کاپتان، زیرام، رورال تی اس و کاربندازیم برای جلوگیری از آلودگی هوائی گیاه توسط آسکوسپور ها انجام گرفته است. ضد عفونی خاک اقدام عملی برای سطوح کوچک (از قبیل خزانه‌ها و گلخانه‌ها) هست هر چند سیانامید کلسیم (Calcium cyanamide)به میزان ۹۲۰ کیلوگرم در هکتار در سطوح بزرگ‌تر نیز پاشیده شده است. غرقاب کردن خاک به مدت ۳ هفته در تابستان تجزیه و پوسیدن اسکلروشیومهای قارچ را تسریع می‌نماید.



بیماری لکه قهوه‌ای یونجه

Pseudopeziza medicaginis عامل بیماری لکه قهوه‌ای یونجه است که در تمام مناطق ایران کم و بیش وجود دارد. علائم بیماری عبارت است از تشکیل لکه‌های گرد قهوه‌ای رنگی به قطر ۱تا۲ میلی‌متر درروی برگچه‌ها. در صورت زیاد بودن تعداد لکه‌ها، برگچه‌ها ممکن است خشک‌شده یا بیفتند و کیفیت محصول پایین بیاید اما به طور کلی خسارت این بیماری چندان زیاد نیست. آپوتیسیوم قارچ به شکل یک نقطه برجسته کوچک در وسط لکه‌های روی برگ تشکیل می‌شود و بر خلاف دو گونه قبلی، در اینجا آسکوکارپ کوچک میکروسکوپی است. آسک‌ها استوانه‌ای و آسکوسپورها یک سلولی می‌باشند. در هر آسک ۸ آسکوسپور وجود دارد.

این قارچ زمستان را به صورت میسیلیوم یا آپوتیسیوم در برگهای ریخته ولی نپوسیده گیاه می‌گذارند. آپوتسیوم در فصل رشد و نمو گیاه، هر وقت شرایط مساعد شد تشکیل شده و آسکوسپورها مرتباً آزاد گردیده تولید آلودگی‌های جدید می‌کنند. این بیماری بندرت ممکن است آنچنان مهم شود که اقدامات اساسی جهت کنترل را ایجاب نمایند. معهذا زود چیدن یونجه و کشت واریته های مقاوم می‌تواند در پایین آوردن میزان آلودگی مؤثر واقع شود.

شاخه بازیدیومیست *Basidiomycetes*

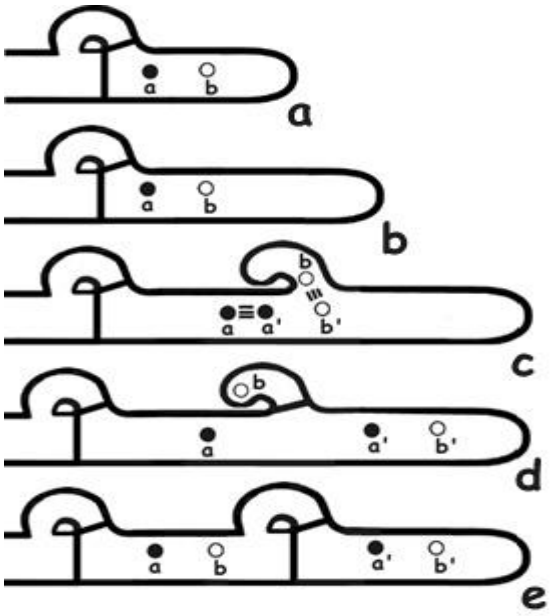
طبقه *Basidiomycetes* که از نظر تکاملی بالاترین گروه قارچها محسوب می‌شود. شامل گونه‌های بسیار متعدد و متنوعی است که اکثر ا ساپروفیت بوده، در جنگل‌ها، باغ‌ها، مزارع و محیط‌های دیگر، روی چوب، کود و مواد آلی پوسیده بسر می‌برند انواعی که در بین مردم عادی به عنوان قارچ (قارچ چتری) شناخته شده‌اند من‌جمله قارچ مزروعی متعلق به این طبقه می‌باشند. درعین‌حال عده‌ای از مهم‌ترین انگل‌های گیاهی نیز در این طبقه قرار دارند.

آنچه که قارچهای طبقه بازیدیومیست را از بقیه قارچها جدا می‌کند تشکیل اندام تخصص‌یافته‌ای بنام بازیدیوم (Basidium)در جریان تولیدمثل جنسی اعضاء این طبقه است. بازیدیوم به طور تیپیک اندام گرز مانند یا گلابی شکلی است که در روی آن چهار استریگما (Sterigma) و در روی هر استریگما یک بازیدیوسپور (Basidiospore) قرار دارد. معهذا شکل بازیدیوم در بعضی از انواع بازیدیومیستها با آنچه که در بالا ذکر شد متفاوت بوده. مثلا در بسیاری از گونه‌های مورد بحث ما (چنانچه بعدا خواهیم دید) لوله مانند و دارای تقسیمات عرضی است.

اندام سماتیک یا ریسه قارچهای بازیدیومیست معمولا از سلول‌های دو جور هسته‌ای (dikaryotic= n+n)تشکیل شده است. برای تضمین وضعیت دوهسته ای در سلول‌های میسلیوم در بازیدیومیست‌های عالی، در موقع تقسیم سلولی، رابطی به نام قوس اتصال Clamp connection ایجاد می‌شود که یکی از هسته‌های حاصل از تقسیم میتوز را به سلول ماقبل منتقل می‌نماید. در موقع تشکیل بازیدیوم و بازیدیوسپور، سلول انتهایی ریسه متورم و نهایتا گرز مانند می‌گردد. دو هسته موجود در این سلول باهم ترکیب‌شده و سپس هسته دیپلوئید (2n) با عمل تقسیم با کاهش کروموزومی تبدیل به ۴ هسته هاپلوئید (n)می‌شود. در همین حال چهار استریگما در روی بازیدیوم تشکیل و نوک آن‌ها متورم می‌گردد. آنگاه هر یک از هسته‌ها به طرف یک استریگما حرکت کرده و وارد قسمت متورم نوک آن می‌شود و بدین ترتیب در روی هر استریگما یک بازیدیوسپور بوجود می‌آید. بازیدیوسپرها همیشه تک سلولی هستند و غالبا تعداد انها ۴ عدد است. در بازیدیومیست‌ها نیز مانند آسکومیست‌ها اندامهای باردهی وجود دارد که بازیدیوکارپ نامیده می‌شوند.

تولیدمثل جنسی در بازیدیومیستها از طریق اتحاد دو هیف رویشی سازگار (Somatogamy) و یا از طریق آمیزش یک اسپرماتی با یک هیف پذیرنده سازگار صورت می‌گیرد (Sprematization) که روش اخیر در زنگها مشاهده می‌شود.

تولیدمثل غیر جنسی در بازیدیومیستها با عمل جوانه‌زدن بازیدیوسپور، قطعه قطعه شدن میسلیوم و تولید کنیدی از میسلیوم تک هسته‌ای و دو هسته‌ای صورت می‌گیرد.

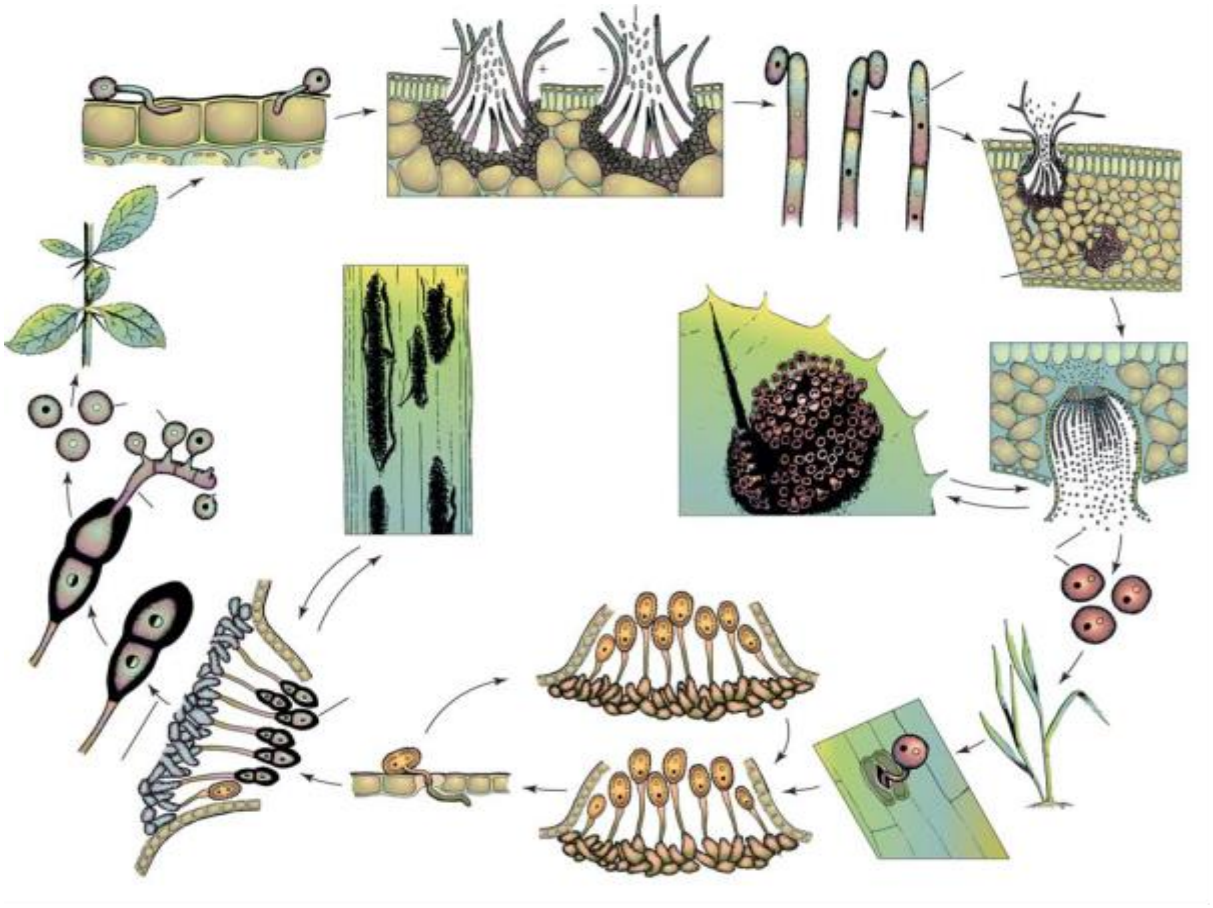


قارچهای رده بازیدیومیست‌را بر اساس صفاتی مانند داشتن یا نداشتن بازیدیوکارپ، نوع بازید، وجود یا فقدان دیواره عرضی بشکه‌ای، قوس اتصال و غیره طبقه بندی می‌کنند. ما از طبقه‌بندی این قارچها صرفنظر نموده و صرفاً به دو راسته زنگها Uredinales و سیاهکها Ustilaginales که از نظر بیماریزایی در گیاهان بسیار مهم هستند اشاره می‌کنیم.

راسته زنگها Uredinales

قارچهای مولد زنگ (Rust) از نظر بیماریزایی در گیاهان بسیار مهم هستند. زنگها علاوه بر غلات به حبوبات، سیر، گلرنگ، درختان میوه، گل رز و غیره خسارت می‌زنند و همگی پارازیتهای اجباری به حساب می‌آیند. در این راسته بازیدها روی اسپورهای مقاوم به نام تلیوسپور (Teliospore) تشکیل می‌گردند و بازیدیوسپورها بر روی استریگما قرار گرفته و در موقع رهایی به شدت پرتاب می‌شوند. تلیوسپورها دارای جدار ضخیم هستند و از سلولهای انتهایی هیفهای دو هسته‌ای در مرحله تلیوم تشکیل می‌شوند. زنگها غالباً به صورت تلیوسپور زمستان گذرانی می کنند. میسلیوم قارچهای مولد زنگها ابتدا تک‌هسته‌ای می‌باشند ولی غالب عمر خود را به صورت دوهسته‌ای و به صورت بین سلولی در بافت گیاه میزبان سپری می‌کندو از آنجا هاستوریومهای خود را به داخل سلولها می‌فرستد.

در سیکل کامل زندگی قارچهای مولد زنگ، ۵ مرحله مختلف وجود دارد که هر مرحله اسپورهای مخصوصی را تولید می‌کند. برای آشنایی با این مراحل چرخه زندگی زنگ سیاه گندم در شکل زیر ارائه شده است.



چنانکه ملاحظه می‌کنید در سیکل زندگی زنگ سیاه ۵ مرحله مختلف وجود دارد که پنج نوع اسپور مختلف را تولید می‌کنند.

در فصل بهار، خواب تلیوسپورهای زنگ سیاه شکسته شده و جوانه می‌زنند. پس از جوانه‌زدن در واقع بازید تولید شده و بازیدیوسپورها بر روی استریگما تشکیل می‌شوند. بازیدیوسپورها با فشار پرتاب شده و با جریان باد، چندمتری جابجا می‌شوند. اگر تصادفاً بازیدیوسپورها بر روی برگ زرشک قرار بگیرند، جوانه زده و مستقیماً به سلولهای اپیدرم رخنه می‌کنند. بعد از آن ریسه عمدتاً به صورت بین سلولی رشد کرده و هاستوریومهایی به داخل سلولها می‌فرستد. بعد از سه چهار روز ، ریسه‌های قارچ، بافتی را به وجود می‌آوردند که تبدیل به اسپرموگونیوم می‌شود. فشار ناشی از اسپرموگونیوم به سمت خارج، اپیدرم را پاره کرده و دهانه اسپرموگونیوم به سطح بافت می‌رسد. ریسه‌های پذیرنده‌ای که از اسپرموگونیوم منشأ گرفته‌اند، از دهانه اسپرموگونیوم به خارج رشد کرده و اسپرماتی‌ها که در داخل اسپرموگونیوم تولید می‌شوند، در مایع چسبناکی از دهانه، خارج می‌گردند. حشرات پس از برخورد با این مایع چسبناک، اسپرماتی‌ها را از اسپرموگونیومی به اسپرموگونیوم دیگر منتقل می‌کنند. اسپرماتی‌ها همچنین ممکن است با آب باران یا حرکت شبنم به اسپرموگونیوم سازگار منتقل شوند. وقتی که یک اسپرماتیوم با ریسه پذیرنده یک اسپرموگونیوم سازگار تماس یابد باروری انجام می‌شود، هسته اسپرماتیوم به داخل ریسه پذیرنده می‌رود. اما با هسته‌ای که در ریسه پذیرنده از قبل وجود داشته است، ترکیب نمی‌شود. در عوض این هسته در داخل ریسه مونوکاریوتیک شروع به حرکت نموده و ضمن پیشرفت تقسیم می‌شود، بدین‌سان حالت دیکاریوتی

برقرار شده و ریسه‌ها و ایسیوسپورهایی که بعد از این به وجود می‌آیند دو هسته‌ای هستند. این ریسه سپس به صورت بین سلولی معمولاً به طرف سطح پایینی برگ پیشرفت کرده و پس از تشکیل نمدی از ریسه تبدیل به ایسیوم می‌شود. در همین حال سلولهای میزبان در مجاورت ریسه تحریک می‌شوند تا بزرگ شوند که توأم با افزایش حجم قارچ باعث تورم ناحیه آلوده در سطح زیرین برگ می‌شوند.

ایسیومها به صورت گروهی تشکیل شده و به میزان قابل توجهی برجسته‌تر از سطح هیپرتروفی شده برگ یا دیگر اندام گیاه زرشک هستند. ایسیوسپورها به صورت زنجیره‌ای بر روی هیفهای کوتاهی در ایسیوم به وجود می‌آیند و هر اسپور حاوی دو هسته جداگانه از تیپهای آمیزشی مخالف است. ایسیوسپورها در اواخر بهار آزاد شده و به وسیله باد به گیاهان گندم مزارع نزدیک منتقل شده و بر سطح آنها جوانه می زنند. لوله تندش از طریق روزنه به ساقه‌ها، برگها و پوشینه‌ها رخنه می‌کند و پس از آنکه میسلیوم برای مدتی به صورت بین سلولی رشد کرد، در زیر اپیدرم نمدی از ریسه به وجود می‌آورد. از این ریسه‌ها تعداد زیادی ریسه‌های کوتاه رشد می‌کند و در نوک هر کدام یک یوردینیوسپور به وجود می‌آید. سرانجام اپیدرم به طور نامنظمی پاره شده و به عقب برمی‌گردد و چند صد هزار یوردینیوسپور آجری رنگ که به آسانی از اسپوروفورها جدا شده و ظاهری پودری به یوردینیوم می بخشند، آشکار می‌شود.

هنگامی که گندم به مرحله بلوغ نزدیک می‌شود، یا هنگامی که گیاه به علت آلودگیهای بیش از حد از پا درمی‌آید، یوردینیومها بجای یوردینیوسپور شروع به تولید تلیوسپور می کنند. یا اینکه تلیومهای جدیدی از آلودگیهای یوردینیوسپوری جدید به وجود می‌آید. تلیوسپورها بلافاصله جوانه نمی‌زنند و ضمناً گندم را آلوده نمی‌کنند. بلکه مرحله زمستانگذران قارچ هستند. داخل تلیوسپورها دو هسته با هم ترکیب می‌شوند و بعد از تقسیم با کاهش کروموزومی (meiosis) در بازیدیوم ترکیبات نوین ژنتیکی قارچ از طریق نوترکیبی به وجود می‌آید و نهایتاً بازیدیوسپورها بر روی استریگما به وجود می‌آیند.

زنگها از نظر سیکل زندگی متفاوتند. از این نظر می‌توان زنگها را به سه گروه **Macrocyclic**، **Demicyclic** و **Microcyclic** تقسیم نمود. در جدول زیر این سه گروه با هم مقایسه شده‌اند.

مرحله	نوع اسپور	وضعیت هسته	Macrocyclic	Demicyclic	Microcyclic
Spermogonium	Spermatium	n	+ یا -	+ یا -	+ یا -
Aecium	Aeciospore	n+n	+	+	-
Uredinium	Urediniospore	n+n	+	-	-
Telium	Teliospore	n+n → 2n	+	+	+
Basidium	Basidiospore	*n*	+	+	+

بدیهی است تمام زنگها دارای تلیوسپور و بازیدیوسپور می‌باشند. چنانچه زنگی همه مراحل اسپوری را داشته باشد به آن ماکروسیکلیک گفته می‌شود. مثل زنگهای غلات. اگر زنگی فاقد مرحله یوردینیوم باشد، دمی سیکلیک نامیده می‌شود مثل زنگ سیب و اگر تنها یک اسپور دیکاریوتیک داشته باشد به آن میکروسیکلیک می‌گویند. مثل زنگ ختمی

بعضی از زنگها مانند زنگ سیاه گندم برای تکمیل دوره زندگی به دو میزبان احتیاج دارند. به اینگونه زنگها دوپایه یا هتروشیوس (hetroecious) می گویند. این زنگها مراحل اسپرموگونیوم و ایسیوم را روی یک میزبان و سایر مراحل را روی میزبان دیگری می‌گذرانند.

بعضی از زنگها مانند زنگ باقلا، زنگ لوبیا، زنگ تمشک، زنگ چغندر، زنگ کتان، زنگ گلسرخ و غیره جزء زنگهایی هستند که تمام مراحل زندگی خود را روی یک گونه میزبان می‌گذرانند که به اینگونه زنگها تک‌پایه یا اتوشیوس (Autoecious) می‌گویند.

بیماری زنگ زرد گندم

زنگ زرد yellow rust یکی از خطرناکترین بیماریهای غلات در ایران است و بیش از زنگهای دیگر گندم شیوع دارد. اسم دیگر این بیماری زنگ نواری strip rust می باشد. این بیماری علاوه بر گندم، جو، چاودار، یولاف و بیش از ۳۲۰ جنس از علفهای هرز خانواده گندمیان را مورد حمله قرار می‌دهد. وجود این بیماری در تمام گندمکاریهای ایران گزارش شده است. خوشبختانه در ده سال گذشته به دلیل اعمال مدیریت صحیح در استفاده از ارقام مقاوم، بیماری به صورت اپیدمی بروز نکرده است. اپیدمی این بیماری در سال ۱۳۷۲ کاهش یک میلیون تنی گندم در کشور را در پی داشت.

زنگ زرد معمولاً زودتر از سایر زنگها در بهار ظاهر می‌شود. علائم بیماری ابتدا در برگهای جوان به صورت جوش یا تاولهای زرد یا نارنجی به قطر نیم میلیمتر تشکیل می گردند. جوش ها به صورت به هم پیوسته، به شکل خطوط یا نوارهایی در امتداد رگبرگهای دو سطح برگ ظاهر می‌شوند. بیماری غالباً از برگهای پایین شروع شده ، به برگهای بالایی سرایت می‌کند. علاوه بر برگ، غلافها، گلوم و گلومل نیز آلوده می‌شوند. خوشه‌های آلوده دانه هایی کوچک و چروکیده تولید می‌کنند، این دانه‌ها فاقد نشاسته بوده و غیر قابل استفاده می‌گردند.

معمولاً در اواخر فصل رشد زنگ به مرحله تلیوم می رسد و در زیر اپیدرم برگ علائم بیماری به صورت نوارهای پراکنده سیاه‌رنگ ظاهر می‌شود.

قارچ *Puccinia striiformis* عامل زنگ زرد گندم می‌باشد. یوردینیوسپور یا هاگهای بهاره این زنگ یک حجره‌ای گرد یا مختصراً بیضوی شکل هستند. تلیوسپورها یا هاگهای پاییزه دو حجره ای هستند. حجره بالایی تلیوسپور به طرف پایین پهن یا گرد بوده و بدون تقارن است.

کنترل زنگها

ریشه کنی میزبان واسط

هدف از این کار شکستن دوره زندگی زنگهاست. انجام این عمل غالباً در کنترل زنگها با موفقیت همراه نمی‌باشد. چون اولاً دسترسی به میزبان واسط در ارتفاعات صعب‌العبور کوهها یا نقاط دورافتاده مشکل

می‌باشد، ثانیاً اسپور زنگها می توانند از نقاط دوردست به مزارع انتقال یافته، موجب آلودگی گردند.

با وجود این ریشه کنی میزبان واسط حداقل سبب کاهش آلودگی در بهار می‌شود و ایجاد نژادهای جدید از طریق هیبریداسیون را کاهش می‌دهد.

استفاده از ارقام مقاوم

این روش بهترین راه برای کنترل زنگهاست. متأسفانه مقاومت ارقام مقاوم پس از چند سال کشت پی در پی شکسته می شود. امروزه دنبال معرفی ارقام مقاومی هستند که بتوانند مقاومت پایدار (Durable resistance) داشته باشند و سالها مقاومت خود را در مقابل نژادهای مختلف فیزیولوژیکی زنگ‌ها حفظ نمایند. مقاومت‌های ناپایدار در واقع مقاومت‌های منوژنیکی هستند که تنها با یک موتاسیون در پاتوژن کارایی خود را از دست می‌دهند . در حالی که مقاومت‌های پایدار پلی‌ژنیک هستند. مقاومت منوژنیک را مقاومت عمودی نیز می‌گویند که در مقابل واژه مقاومت افقی کاربرد دارد.

اقدامات زراعی

برخی از اقدامات زراعی موجب کاهش خسارت زنگ‌ها می گردند. به طور مثال اجتناب از زیاده‌روی در مصرف کودهای ازته و زودکاشتن گندمهای بهاره، کاهش دفعات آبیاری، عدم کشت متراکم و غیره در نقصان خسارت مؤثرند.

مبارزه شیمیایی

استفاده از سموم شیمیایی در ضد عفونی کردن بذر زنگهایی مثل زنگ گلرنگ که بذرزاد می‌باشند و همچنین سمپاشی گیاه در کنترل زنگها مؤثرند. سمپاشی مزارع غلات عملاً مقرون به صرفه نیست ولی سمپاشی نباتات زینتی مانند میخک و یا درختان میوه مثل هلو علیه بیماری زنگ از نظر اقتصادی با صرفه می‌باشد. در مورد زنگ زرد غلات در ایران در صورت اپیدمی شدن در مرحله خوشه می‌توان از قارچکش‌های سایپروکونازول، تبوکونازول، فلوتریافول و پروپیکونازول استفاده کرد.

راسته سیاهکها

سیاهکها را به خاطر تشکیل توده اسپورهای سیاه‌رنگ به این اسم می‌خوانند و توده سیاهرنگ و دوده مانند در حقیقت متشکل از تعداد بیشماری اسپور زمستان‌گذران سیاهکها به نام تلیوسپور می‌باشند. با توجه به نحوه تشکیل تلیوسپور و وجود دیواره ضخیم در اطراف آن ، گاهی به این اسپور به اشتباه کلامیدوسپور نیز اطلاق می‌شود. تلیوسپور ها از سلولهای دو هسته‌ای هیف تشکیل می‌شوند. در موقع اسپورزایی معمولاً هیفهایی با سلولهای زیاد و کوچک به وجود می‌آیند. پروتوپلاسم این سلولها گرد می‌شوند و از خود دیواره ضخیمی ترشح کرده، هر کدام به یک تلیوسپور تبدیل می گردند.

سیاهکها علاوه بر غلات، به پیاز، برخی از گیاهان زینتی و علفهای هرز حمله می‌کنند. خسارت سیاهکها در غلات از نظر اقتصادی قابل توجه است. اکثرسیاهکها تخمدان را مورد حمله قرار داده، آن را از بین می‌برند که به ندرت میزبان از پای درمی‌آید. برخی از سیاهکها مانند سیاهک برگی فقط به برگ حمله می‌کنند.

در سیاهکها از جوانه‌زدن تلیوسپور، بازیدیوم یا پرومیسلیوم تولید می‌شود. بازیدیوم فاقد استریگما هستند و بازیدیوسپورها در این راسته بر خلاف راسته زنگها مستقیماً روی بازیدیوم قرار می‌گیرند و از جوانه‌زدن بازیدیوسپور لوله تندش ایجاد می‌شود. لوله تندش قادر به ادامه رشد نمی‌باشد مگر اینکه دو لوله تندش با فاکتور جنسی سازگار باهم متحد شده میسلیوم دوهسته‌ای واحدی را تشکیل دهند.

تلیوسپورها در حالت انفرادی تقریباً کروی شکل و به رنگ قهوه‌ای روشن هستند. سطح آنها صاف، مشبک و یا خاردار می‌باشد. همچنین تلیوسپورها ممکن است کاملاً از هم مجزا بوده، یا چندتایی به هم چسبیده باشند.

هر چند سیاهکها در محیط کشت مصنوعی قابل کشت می‌باشند ولی در طبیعت همیشه به صورت پارازیت اجباری به سر می‌برند. سیاهکها را معمولاً به عنوان ساپروفیت اختیاری می‌شناسند.

راسته سیاهکها یا استیلاژینال به سه خانواده طبقه بندی می‌شوند. سیاهک‌هایی که از نظر بیماریزایی مهم می‌باشند به دو خانواده زیر تعلق دارند.

- **خانواده Ustilaginaceae**

سیاهکهای این خانواده دارای تلیوسپورهای منفرد (سیاهک لخت یا آشکار گندم و جو، سیاهک سخت جو، سیاهک ذرت، سیاهک پیاز) و یا مجتمع (سیاهک شاخی ذرت خوشه‌ای) هستند و بازید با دیواره عرضی دارند که بازیدیوسپورها غالباً به طور جانبی روی یکی از سلولهای بازید قرار می‌گیرند. جنسهای مهم این خانواده *Ustilago* ، *sphacelotheca* ، *Tolyposporium* می‌باشند.

- **خانواده Tilletiaceae**

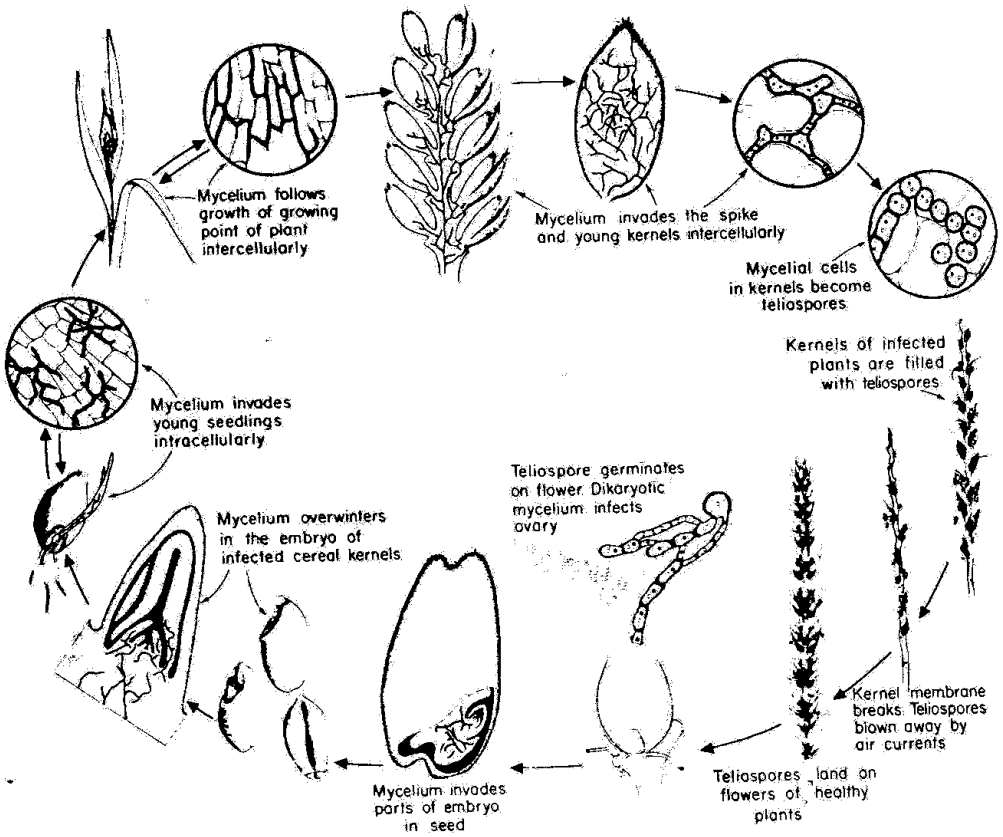
در این خانواده تلیوسپورها منفرد (سیاهک پنهان گندم) و یا مجتمع (سیاهک برگی گندم) هستند. بازیدیوم فاقد دیواره عرضی و بازیدوسپورها دراز و سوزنی شکل بوده، در انتهای بازیدیوم تشکیل می‌گردند. جنسهای مهم این خانواده *Tilletia* عامل بیماری سیاهک پنهان و *Urocystis* عامل بیماری سیاهک برگی گندم می‌باشند.

بیماری سیاهک آشکار گندم وجو

این بیماری در زبان انگلیسی Loose smut خوانده می شود. قبل از به خوشه رفتن، تفاوت قابل تشخیص بین بوته‌های سالم و بیمار وجود ندارد، بوته‌های آلوده به خوشه می‌روند و تمام خوشه تبدیل به توده سیاهرنگی می‌گردد. توده سیاهرنگ در واقع تلیوسپورهای این قارچ می‌باشند. تلیوسپورها، یک سلولی، کروی شکل با دیواره ضخیم هستند و در زیر میکروسکوپ به رنگ قهوه‌ای تیره دیده می‌شوند. تلیوسپورها پس از تشکیل به وسیله باد یا حشرات در سطح مزرعه پخش می‌شوند و از خوشه آلوده فقط محور اصلی باقی می‌ماند. پخش تلیوسپورها غالباً در موقع ظهور گل‌آذین خوشه‌های سالم است. روی گل‌آذین خوشه‌های سالم، تلیوسپور جوانه‌زده ولی بازیدیوسپور تولید نمی‌کند. بلکه سلولهای بازید جوانه زده و هیفهای کوتاهی ایجاد می‌شود که از آمیزش دو هیف جنسی از دو تیپ جنسی مخالف و سازگار، به روش سوماتوگامی، هیفهای دوهسته‌ای تولید می‌گردد. هیفهای دو هسته‌ای از طریق کلاله خود را به دیواره تخمدان جوان می‌رسانند و سپس در پریکارپ یا بافتهای جنینی تا موقع جوانه‌زدن دانه به صورت غیر فعال

باقی می‌مانند. بنابراین زمستان‌گذرانی قارچ به صورت میسلیوم دو هسته‌ای در دانه‌های گندم و جو می‌باشد. پس از کاشتن بذر و همزمان با فعال شدن گیاهچه‌ها، میسلیوم قارچ نیز فعال شده و وارد گیاهچه می‌شود و آنگاه به نقطه رویشی انتهایی می‌رود. قارچ به دنبال رشد جوانه‌های انتهایی و به موازات رشد گیاه به طریق بین سلولی حرکت می‌کند. خوشه‌های آلوده احتمالاً در اثر تحریک قارچ بلندتر هستند. نهایتاً ریسه قارچ به سرعت در دانه‌ها تبدیل به میلیونها تلیوسپور می‌شود.

عامل بیماری سیاهک آشکار گندم قارچ *Ustilago tritici* و سیاهک آشکار جو *Ustilago nuda* می‌باشد.



Disease cycle of loose smuts of barley and wheat caused by *Ustilago nuda* and *U. tritici*.

کنترل بیماری

مبارزه با بیماری سیاهک گندم و جو در گذشته به علت وجود ریسه قارچ درون بذر و عدم وجود قارچکش‌های سیستمیک به سختی امکان‌پذیر بود. در آن زمان بذرهای آلوده را به کمک آب داغ ضدعفونی می‌کردند. از چندین سال قبل قارچکشهای سیستمیک به بازار عرضه شد و بهتر است برای ضدعفونی بذر از آنها استفاده شود. در حال حاضر قارچکشهای کاربوکسین ، کاربندازیم ، کاربوکسین‌تیرام، دیفنوکونازول، تبوکونازول، دی‌نیکونازول، فلوتریافول+ تیابندازول و تریادیمنول در بازار کشور موجود بوده و برای ضدعفونی بذر استفاده می‌شوند. برای ضد عفونی بذر توصیه می‌شود از بشکه ضدعفونی کننده بذر استفاده شود برای این منظور غالباً بذر را تا نیمه در بشکه می‌ریزند و سم مورد نظر را به آن می‌افزایند. سپس بشکه را در حول

محوری ده باردر جهت راست و ده بار در جهت مخالف آن می‌چرخانند. بعد از این عمل بذر برای کاشت آماده خواهد بود.

سیاهک پنهان گندم

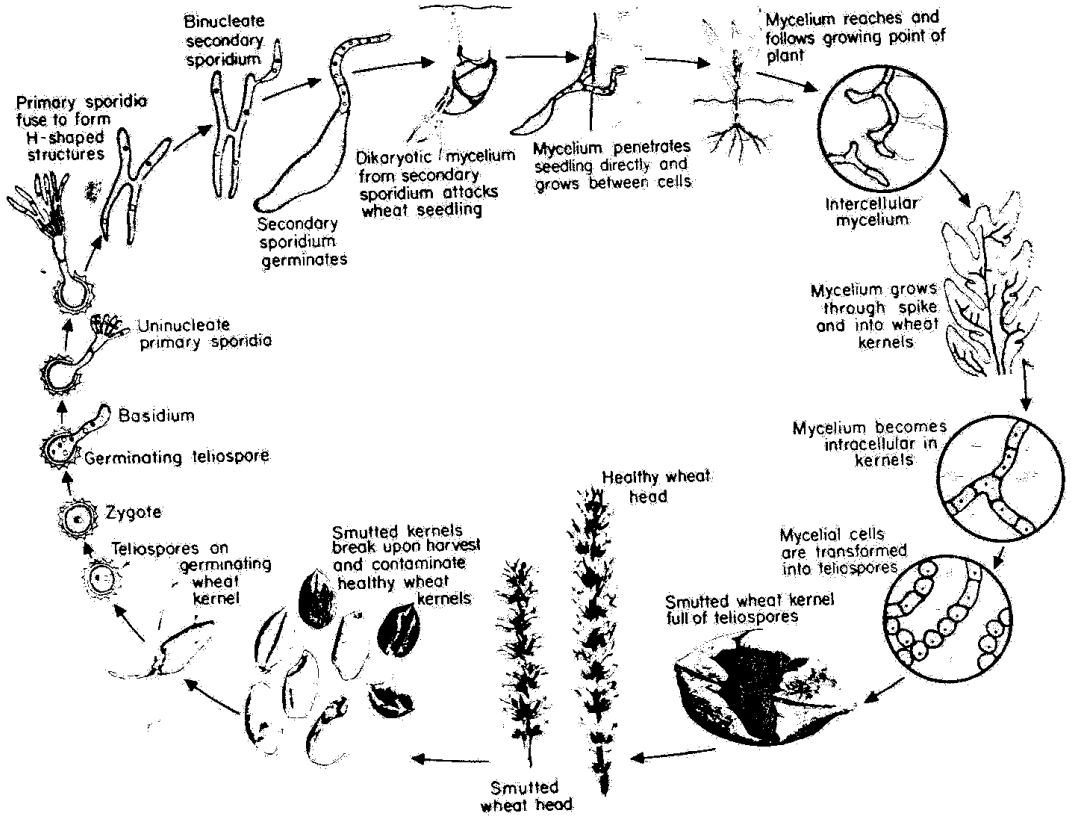
این سیاهک که به نام سیاهک بدبو Stinking Bunt نیز نامیده می‌شود یکی از مهمترین بیماریهای گندم در دنیاست. این بیماری در تمام مناطق گندم‌کاری دنیا ازجمله ایران وجود دارد. علاوه بر خسارت مستقیم ارزش نانوایی گندم به علت آلودگی به اسپورهای بدبو و بدرنگ سیاهک کاهش می‌یابد. همچنین اسپورهای قارچ قابل اشتعال می‌باشند که در اثر جرقه در کمباین یا ماشین خرمن کوبی سبب آتش‌سوزی می‌گردند.

علائم بیماری سیاهک تا وقتی که خوشه‌ها ظاهر شده باشند قابل تشخیص نیست. بوته‌های آلوده معمولاً چند سانتیمتر از گیاه سالم کوتاه‌تر هستند. گاهی طول بوته‌های آلوده ممکن است به نصف تا یک چهارم طول بوته‌های سالم تقلیل یابد. ریشه گیاه آلوده کاملاً رشد نمی کند و پنجه‌زنی گیاه افزایش می‌یابد. در گلهای آلوده مادگی درازتر و تخمدان بلند و پهن‌تر و به رنگ سبز می‌باشد. حال آنکه تخمدان بوته سالم سفیدرنگ است. علائم بیماری با ظهور خوشه‌های آلوده مشخص‌تر می‌شود. رنگ خوشه‌های آلوده به جای سبز متمایل به آبی می‌باشد. بوته‌های آلوده نسبت به زنگ زرد و سرمای زمستان حساس‌تر هستند ولی نسبت به بیماری سفیدک سطحی مقاوم‌ترند. فرم خوشه در این بیماری بر خلاف بیماری سیاهک آشکار حفظ می‌شود و فقط پوشینه(گلوم) و پوشینک(گلومل) از هم بازتر می گردند. دانه‌های آلوده کوتاه‌تر، چاق‌تر و سبز مایل به آبی هستند که بعداً تیره می‌شوند. اگر دانه آلوده را بین دو انگشت بفشاریم اسپورهای سیاه نسبتاً چربی در بین انگشتان مشاهده می‌شوند که در اثر وجود ماده تری متیل آمین(Trimethylamine) بوی ماهی فاسد شده را می‌دهند. در هر دانه وجود حدود سه تا چهار میلیون تلیوسپور را تخمین زده‌اند.

تاکنون چهار گونه قارچ عامل سیاهک پنهان گندم در ایران گزارش شده است. عامل بیماری سه گونه *Tilletia caries*، *Tillatia laevis* و *Tillatia controversa* هستند.

زمستان‌گذرانی عامل سیاهک پنهان گندم اغلب به صورت تلیوسپور در روی بذر و گاهی در خاک می‌باشد که قادر است حداقل پنج سال بقاء خود را حفظ کند، ولی دوام آنها در مناطق مرطوب کمتر است. وقتی بذر گندم آغشته به اسپور و یا دانه‌های سالم در زمین آلوده کاشته‌می‌شوند تلیوسپورها جوانه‌زده، تولید بازید می‌نمایند. در بالای بازید ۸ تا ۱۶ بازدیوسپور نخی شکل به نام اسپوریدیوم اولیه تشکیل می‌گردند. اسپوریدیوم اولیه با تولید شاخه یا جوانه‌های جانبی با اسپوریدیوم دیگر که از نظر جنسی با آن سازگار می‌باشد آمیزش پیدا می‌کند و اسپوریدیومهای ثانویه را تشکیل می‌دهد. اسپوریدیومهای ثانویه دوهسته‌ای می‌باشند. پس از جوانه‌زدن بذر، اسپوریدیومها وارد گیاهچه می‌شوند و از طریق بین سلولی حرکت می‌کنند و خود را به مریستم انتهایی می‌رسانند. قارچ همراه با رشد جوانه انتهایی به بالای ساقه گندم می‌رسد. در مرحله به خوشه رفتن، رشد هیف توسعه پیدا می کند و به سرعت در تمام دانه‌های خوشه گسترش می‌یابد و سپس تلیوسپورهای فراوانی تشکیل می‌شوند. در موقع خرمن کوبی پوسته دانه‌های آلوده پاره شده و اسپورهای فراوانی به صورت ابر سیاه آزاد می‌گردند و دانه‌های سالم را آلوده می‌کنند. درجه

آلودگی بوته‌های گندم بستگی به درصد اسپورهای قارچ در بذر گندم دارد. معمولاً ۰/۵ گرم اسپور در ۱۰۰ گرم بذر حداکثر آلودگی را موجب می‌شود. در خاکهای خشک شدت بیماری کمتر از خاکهای مرطوب می‌باشد. اسپور قارچ در شرایط انبار حدود ۱۲-۱۰ سال قوه نامیه خود را حفظ می‌کند.



Disease cycle of covered smut or bunt of wheat caused by *Telletia* sp.

کنترل

بر اساس نتایج حاصل از تأثیر سموم مختلف علیه بیماری سیاهک پنهان بهترین و موثرترین روش مبارزه علیه این بیماری استفاده از قارچکشهای مختلف برای ضدعفونی بذر می باشد. برای این منظور می‌توان از قارچکشهای کاربوکسین، کاربوکسین تیرام، تبوکونازول، تریادیمنول، دیفنوکونازول، تیابندازول+ فلوتریافول، دی‌نیکونازول، تری‌تیکونازول استفاده نمود.

شبه رده قارچهای ناقص Deuteromycetes

شبه رده قارچهای ناقص Imperfect Fungi یا دوترومیست، گروهی از قارچهای حقیقی هستند که تولید مثل جنسی آنها ناشناخته است. این قارچها احتمالاً از رده آسکومیست و بندرت بازیدیومیست هستند که تولیدمثل جنسی آنها کشف نشده است. هرگاه مرحله جنسی یک قارچ ناقص کشف شود آنها را در طبقه‌بندی سیستماتیک خود یعنی در رده آسکومیست یا بازیدیومیست انتقال می‌دهند. در طبقه‌بندی قارچهای این گروه قرابت و خویشاوندی در نظر گرفته نشده است. چون برای تعیین قرابت و همبستگی باید مشخصات تولیدمثل جنسی مشخص گردد. به همین علت طبقه‌بندی قارچهای ناقص کاملاً مصنوعی است. قارچهای ناقص از روی نوع و شکل اندام تولیدمثل غیرجنسی به شبه‌راسته‌های زیر طبقه‌بندی می‌شوند:

بعضی از قارچهای ناقص دارای کنیدیوفور و کنیدی آزاد هستند. قارچهای این دسته جزء شبه راسته مونیلیال (Moniliales) طبقه‌بندی می‌شوند.

بعضی از قارچهای ناقص کنیدی و کنیدیوفور را در اندامی به نام پیکنید (Pycnidium) و یا آسروول (Acervulus) تولید می‌کنند. پیکنیدداران جزء شبه راسته اسفروپسیدال Sphaeropsidales و آسروول‌داران در شبه راسته Melanconiales طبقه‌بندی می‌گردند.

یک گروه دیگر از قارچهای ناقص اسپور جنسی و غیر جنسی تولید نمی کنند که متعلق به شبه‌راسته Aganomycetales هستند و در گروه قارچهای عقیم قرار دارند.

بسیاری از قارچهای این گروه با تشکیل سختینه یا اسکلروت (Sclerotium) پایداری خود را در شرایط نامساعد جوی حفظ می‌کنند.

شبه‌راسته Moniliales و بیماریهای ناشی از آن

قارچهای این راسته متجاوز از ده هزار گونه می باشند که بزرگترین گروه از قارچهای ناقص را تشکیل می‌دهند. در بعضی از گونه‌ها کنیدیوفورها به هم چسبیده و اندامی به نام Coremium را به وجود می‌آورند. در برخی از قارچها کنیدیفورها بر روی یک استرومای بالشتک مانند تشکیل می‌شوند که به مجموعه آنها اصطلاحاً اسپورودکیوم (sporodochium) اطلاق می‌گردد.

از روی رنگ و طرز قرار گرفتن کنیدیوفور و کنیدیها این شبه‌راسته به چند شبه خانواده تقسیم می‌شوند که مهمترین آنها شبه‌خانواده‌های مونیلیاسه (Moniliaceae) ، دماتیاسه(Dematiaceae) و شبه خانواده توبرکولاریاسه (Tuberculariaceae) می‌باشند.

قارچهای ناقص	شبه به راسته	شبه خانواده	شبه جنس	مثال
	Moniliales	**Moniliaceae**	***Pyricularia***	**بلاست برنج**
			Verticillium	**ورتیسیلیوز پنبه**
			Penicillium	**پوسیدگی میوه مرکبات**
			Aspergillus	**آلودگی میوه پسته و تولید افلاتوکسین**
		Dematiaceae	***Alternaria***	**لکه موجی گوجه فرنگی**
		Tuberculariaceae	***Fusarium***	**پژمردگیهای آوندی**
		Stilbaceae	_	
		Sphaeropsidales	***Ascochyta***	**برق زدگی نخود**
			Septoria	**سپتوریوز غلات**
		Melanconiales	***Marssonia***	**آنتراکنوز گردو**
		Aganomycetales	***Rhizoctonia***	**مرگ ریشه سیب زمینی**

شبه‌خانواده مونیلیاسه (Moniliaceae)

دراین شبه خانواده کنیدیوفورها و کنیدیها بیرنگ هستند و در روی هیفهای شفاف تشکیل می‌شوند. این خانواده در مقایسه با شبه‌خانواده‌های دیگر تعداد بیشتری از قارچهای بیماریزا را شامل بوده که ذیلاً تعدادی از آنها معرفی می‌شوند

جنس Pyricularia

در این جنس کنیدیها ۴-۲ سلولی گلابی یا بیضوی شکل با انتهای باریک هستند. کنیدیوفورها غالباً در پشت و روی برگ رشد می کنند. در روی هر کنیدیوفور ممکن است ۲۰-۱ کنیدی تشکیل شوند. مهمترین گونه این جنس، قارچ *Pyricularia oryzae* است که عامل بیماری بلاست در برنج می‌باشد

بیماری بلاست برنج

این بیماری یکی از مهمترین بیماریهای برنج می‌باشد. علائم این بیماری در تمام قسمتهای هوایی از جمله برگ، ساقه، خوشه، پوشش شلتوک و خود دانه دیده می‌شود. برخی از کارشناسان بیماری بلاست برگ را به دو مرحله بلاست برگ (قبل از ظهور خوشه) و بلاست خوشه(بعد از ظاهر شدن خوشه) تقسیم می‌کنند. بلاست برگ در مراحل اولیه رشد در شرایط مساعد جوی ممکن است سبب مرگ بوته‌ها گردد.

در روی برگ علائم بیماری به صورت لکه های دوکی شکل با مراکز خاکستری مایل به سفید و حاشیه قهوه‌ای ظاهر می‌گردند. شکل و رنگ لکه، بسته به شرایط محیطی، سن لکه‌ها و درجه حساسیت برنج متفاوت است. لکه‌ها ابتدا کوچک هستند، سپس توسعه پیدا می‌کنند و غالباً به عرض ۰/۵ و به طول ۱/۵-۱ سانتیمتر می‌رسند. در ارقام حساس توسعه لکه‌ها بیشتر بوده، ممکن است دور لکه‌ها را هاله‌ای زرد فراگیرد.

ولی در ارقام خیلی مقاوم فقط خالهای قهوه‌ای کوچک بیضوی تا گرد، به طول کمتر از یک میلیمتر با حاشیه قهوه‌ای روی برگ مشاهده می‌شوند. شدیدترین مرحله بیماری موقعی است که گردن خوشه مورد حمله قرارگیرد. در این صورت پوسیدگی قهوه‌ای در گردن خوشه ظاهر می‌شود و موجب قطع جریان شیره غذایی از ساقه به خوشه می‌گردد. اگر آلودگی در مراحل اولیه تشکیل خوشه باشد، دانه‌ها در خوشه تشکیل نمی‌شوند. در صورتی که آلودگی گردن خوشه بعد از به خوشه رفتن ظاهر شود، در این صورت دانه‌ها تشکیل شده و در اثر سنگینی دانه‌ها سر خوشه به طرف زمین خم می‌گردد. خسارت بیماری موقعی قابل توجه خواهد بود که زمان ظهور خوشه‌ها با بارندگی فصلی و مساعد شدن شرایط جوی باشد.

عامل بیماری بلاست، زمستان را به صورت میسلیوم یا کنیدی در بقایای گیاه آلوده و یا در پوسته بذر سپری می کند. همچنین ممکن است این قارچ زمستان را بر روی بعضی از غلات یا علفهای هرز این خانواده بگذراند. در فصل رویش برنج وقتی هوا از نظر رطوبت و حرارت مناسب باشد. قارچ تولید اسپورهای فراوانی می‌کند. انتشار اسپورها به کمک باد صورت می‌گیرد. عامل بیماری حتی ممکن است همراه با بذر، کلش یا پوسته‌های برنج به مسافت دور انتشار یابد. اسپورهای قارچ در رطوبت نسبی بالاتر از ۹۰ درصد تشکیل می شوند. اگر رطوبت نسبی هوا کمتر از ۸۸ درصد باشد قارچ قادر به تولید اسپور نخواهد بود. به همین دلیل بیماری در سایه درختان به علت کمی تابش خورشید و بالا بودن رطوبت نسبی آن محل، از شدت بیشتری برخوردار است. همچنین تراکم بوته‌ها در واحد سطح و زیاده‌روی در مصرف کودهای ازته سبب تشدید بیماری بلاست می‌شود.

کنترل

روشهای کنترل یا پیشگیری بیماری بلاست برنج به طور خلاصه عبارتند از :

کاشت ارقام مقاوم و یا ارقامی که موقع خوشه‌دهی آنها مصادف با بارندگی فصلی نمی‌باشد.

تنظیم زمان کشت به طوری که بوته‌ها زودتر از بارندگی اواخر تابستان به خوشه بروند.

جمع‌آوری بقایای گیاه آلوده یا زیر خاک کردن آنها با شخم عمیق.

برای سمپاشی مزارع می‌توان از قارچکشهای آلی فسفره و سیستمیک استفاده نمود. در حال حاضر قارچکش‌های ادیفنفوس، تری سیکلازول و کارپروپامید برای کنترل شیمیایی این بیماری در بازار موجود است.

جنس ورتیسلیوم *Verticillium*

در این جنس کنیدیها تک‌سلولی گرد یا بیضوی شفاف می‌باشند که در نوک سلولهای اسپورزا یا فیالید تشکیل می‌شوند. بعضی از اوقات به علت وجود ماده ای چسبناک کنیدیها به هم می چسبند و به صورت گروهی در نوک فیالید مشاهده می شوند. سلولهای اسپورزا غالباً به صورت فراهم و مطبق از هر نقطه کنیدیوفور خارج می‌گردند.

این جنس دارای گونه‌های مختلف است که مهمترین گونه‌های آن *V. albo-atrum* و *V. dahliae* می‌باشند. گونه اول بر خلاف گونه دوم میکرواسکلروت (Microsclerotium) تولید نمی‌کند. میکرواسکلروت از اجتماع چند سلول تیره تشکیل می شود. گونه اول به جای میکرواسکلروت، تولید میسلیوم تیره‌رنگی به نام Resting mycelium می‌کند که بقاء قارچ را در شرایط نامناسب حفظ می‌نماید.

قارچ ورتیسیلیوم در بسیاری از مناطق دنیا بر روی پنبه، گوجه‌فرنگی، سیب زمینی، بادمجان، آفتابگردان، توتون و درختان موجب پژمردگی آوندی می‌شود. در ایران این قارچ بر روی پنبه، گوجه‌فرنگی، سیب زمینی، بادمجان و بامیه از سواحل دریای خزر، اصفهان، فارس، خوزستان، خراسان، تهران، همدان، لرستان، کاشان و گرگان گزارش شده، خسارت آن بر روی پنبه در ایران قابل توجه است. در زیر این بیماری به اختصار بر روی پنبه شرح داده می‌شود. لازم به ذکر است که علائم این بیماری در سایر میزبانها کم و بیش شبیه علائم این بیماری در پنبه می‌باشد.

بیماری ورتیسیلیوز پنبه

بیماری ورتیسیلوز یا پژمردگی پنبه، یکی از بیماریهای مهم در ایران است. پنبه در مراحل مختلف از رشد مورد حمله این قارچ قرار می‌گیرد. اگر قارچ به گیاهچه حمله کند گیاهچه چندبرگه و کوتاه باقی می‌ماند، برگهای آن به رنگ سبز تیره درمی‌آیند. علائم پژمردگی در این بیماری شبیه علائم پژمردگی آوندی ناشی از حمله قارچ فوزاریوم می‌باشد ولی در بیماری ورتیسیلوز زردی برگها کمترمشهود است. زردی برگها غالباً به صورت لکه‌های کلروتیک در فواصل رگبرگها می باشد و حاشیه برگها بعداً نکروز می‌شوند. برگها ممکن است چروکیده شوند و همراه با قوزه از پایین به بالا ریزش نمایند و فقط چند برگ در انتهای بوته باقی می ماند. پژمردگی معمولاً در مواقع شدت بیماری بروز می‌کند. اگر از ریشه و یا ساقه بوته آلوده مقطع عرضی تهیه شود، بسته شدن آوندها به طور پراکنده به رنگ تیره روشن نمایان می گردند.

قارچ ورتیسیلیوم زمستان را به صورت میسلیوم تیره رنگ یا میکرواسکلروت در خاک سپری می‌کند. انتقال آن از نقطه‌ای به نقطه دیگر از طریق نقل و انتقال گیاه یا اندام گیاه آلوده، انتقال خاک، آب آبیاری و در مواردی از طریق بذر (به طور مثال در گوجه فرنگی و آفتابگردان) انجام می‌شود.

عامل بیماری از طریق زخم و ریسه‌های فرعی به داخل گیاه رخنه می‌کند و میسلیوم قارچ در داخل آوندهای چوبی رشد و توسعه می‌یابد. آوندهای چوبی در اثر تولید کنیدی در داخل آوند، تشکیل تایلوز، تخریب دیواره سلولها توسط آنزیمهای قارچ و ترشح مواد سمی و هورمونی (افزایش اکسین و اتیلن و کاهش سیتوکینین) بسته می‌شوند.

اشاعه بیماری در زمینهای سنگین و قلیایی که درصد ازت آنها بالا باشد بیشتر است.

کنترل بیماری

ارقام مقاوم به این بیماری در گیاهان مختلف شناخته شده است. به طور مثال پنبه رقم ساحل متحمل به بیماری ورتیسیلوز می‌باشد.

رعایت تناوب چند ساله خصوصاً با غلات، ضدعفونی بذور در بسیاری از گیاهان و ضدعفونی خاک در سطح کوچک با استفاده از سموم تدخینی و همچنین استفاده از اشعه آفتاب برای تقلیل این بیماری و فوزاریوم مؤثر است.

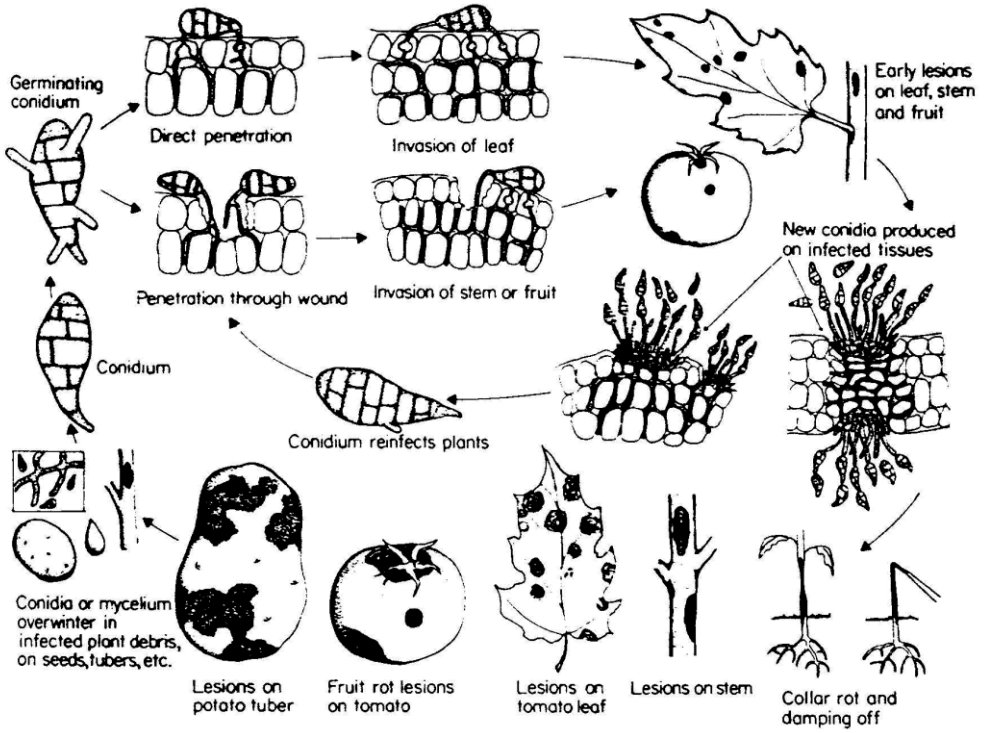
جنس Alternaria

بیماری لکه موجی گوجه فرنگی و سیب زمینی

در این بیماری قارچ آلترناریا به برگ، ساقه، میوه گوجه فرنگی، غده سیب زمینی و بذر حمله می‌کند. آلودگی در بذر ممکن است سبب مرگ گیاهچه گردد. در روی برگ و برگچه‌ها علائم به صورت لکه‌های قهوه‌ای رنگ ظاهر می‌شوند که اغلب دارای حاشیه کلروتیک می‌باشند. در سطح لکه‌ها ممکن است دوایر متحدالمرکز موجی شکل نمایان گردند. علائم بیماری بر روی ساقه و برگ گوجه فرنگی و سیب زمینی مشابه هم می‌باشد و ظهور لکه‌ها در ساقه سیب‌زمینی کمتر از گوجه فرنگی می‌باشند. لکه‌های برگی غالباً در برگهای پیرتر ظاهر می‌گردند.

در میوه گوجه فرنگی علائم بیماری به صورت لکه قهوه‌ای مایل به سیاه در محل اتصال میوه به دم میوه ایجاد می‌شود. سطح لکه‌ها ممکن است با پوشش سیاه قارچ پوشیده شود.

در غده سیب زمینی لکه‌های سیاه با حاشیه مشخص و با چند سانتیمتر فرورفتگی در بافت غده ظاهر می‌شوند. بافت زیر لکه‌ها اسفنجی قهوه‌ای رنگ می باشند. قطر لکه‌ها گاهی به دو سانتیمتر می‌رسد.



Development and symptoms of diseases caused by *Alternaria*.

کنترل

کاشت بذر سالم یا ضدعفونی شده.

رعایت تناوب و جمع‌آوری بقایای گیاهان آلوده و از بین بردن آنها
سمپاشی اندامهای هوایی با استفاده از قارچکشهای کلروتالونیل یا مانکوزب

شبه خانواده توبرکولاریسه (Tuberculariaceae)

از مشخصات این شبه خانواده تولید اندامی به نام اسپورودوکیوم (Sporodochium) می‌باشد. این اندام توده بالشتک مانندی از هیف قارچ در سطح بافت آلوده می‌باشد که در روی آن کنیدیوفور و کنیدی تشکیل می‌شوند.

قارچ فوزاریوم (*Fusarium*) متعلق به این شبه خانواده است. دراغلب گونه‌های این قارچ دو نوع اسپوربه نامهای میکروکنیدی (microconidium) و ماکروکنیدی(Macroconidium) شفاف تولید می شوند. میکروکنیدیها یک تا دو سلولی بیضوی شکل و ماکروکنیدیها دوکی یا هلالی شکل (شمشیر مانند) با ۲ تا ۵ دیواره عرضی تشکیل می‌گردند. علاوه بر دو نوع اسپور ذکر شده، اکثر گونه‌های فوزاریوم تولید کلامیدوسپور در وسط یا انتهای هیف می‌کنند.

اسپورهای این قارچ بسته به گونه‌های مختلف ممکن است در روی اسپورودوکیوم و یا به طور آزاد تشکیل شوند.

بعضی از گونه‌های جنس فوزاریوم به صورت ساپروفیت در خاک زندگی می‌کنند. برخی دیگر از گونه‌های فوزاریوم پارازیت اختیاری هستند و به اندامهای گیاهی حمله می‌نمایند.

درمحیط کشت مصنوعی قارچ فوزاریوم معمولاً به رنگ صورتی و یا بنفش کمرنگ رشد می‌کند. یکی از گونه‌های این قارچ *Fusarium solani* است که به ریشه و طوقه گیاهان حمله می‌کند و رخنه آن فقط به لایه پوست محدود شده، موجب پژمردگی و مرگ گیاهان می‌شود. این گونه دارای فرم‌گونه‌های متعددی است که در ایران به گیاهان مختلف از جمله خربزه، کنف، سیب‌زمینی، پنبه، خیار، میمون، گلرنگ و غیره حمله می‌کند. گونه فوق از ناحیه طوقه به بالاتر گسترش پیدا نمی‌کند و به ساقه یا شاخه حمله نمی‌نماید. در اثر حمله این قارچ به ریشه، اندام هوایی گیاه تدریجاً زرد و پژمرده شده، بالاخره می‌میرند.

گونه دیگر این قارچ *F. oxysporum* هست که انتشار جهانی دارد و مهمترین گونه فوزاریوم می‌باشد. این گونه همانند قارچ ورتیسلیوم به آوند چوبی حمله می‌کند. این قارچ می‌تواند بر خلاف گونه قبل، خود را از ریشه به ساقه یا شاخه رسانیده و با مسدود نمودن آوندها موجب مرگ میزبان گردد. در زیر بیماری پژمردگی‌آوندی ناشی از حمله *F. oxysporum* به اختصار شرح داده می‌شود.

بیماری پژمردگی آوندی ناشی از فوزاریوم

پژمردگی ناشی از فوزاریوم در مناطق گرمسیر و خاکهای سبک بیشتر متداول است. علائم آلودگی ناشی از حمله *F. oxysporum* در گیاهان مختلف بسته به نوع میزبان تا حدودی متغیر است. غالباً علائم بیماری به صورت زردی و تقلیل رشد گیاه ظاهر می‌شوند. پژمردگی ممکن است موضعی و یا تمام اندامهای هوایی گیاه را شامل شود. در بسیاری از گیاهان برگها از پایین زرد شده و بتدریج به بالا گسترش می‌یابد. برگها ممکن است از پایین شروع به ریزش نمایند و گیاه عاری از برگ گردد.

اگر از ریشه یا ساقه گیاه آلوده مقطع عرضی تهیه شود بسته شدن آوندهای چوبی به صورت

حلقه‌قهوه‌ای مشاهده می‌شود.

از آنجایی که عامل بیماری هر گیاه مختص همان گیاه می‌باشد، سایر گیاهان را مبتلا نمی‌سازد. این عوامل تفاوت فاحشی از نظر مرفولوژیکی با یکدیگر ندارند و از این رو تمام گونه‌های فوزاریوم مولد پژمردگی آوندی را در یک گونه *F. oxysporum* جا می‌دهند ولی برای آن فرمهای‌تخصص یافته (Formae specialis = f. sp.) در نظر گرفته‌اند که هر کدام گیاه خاصی را آلوده می سازد به طور مثال :

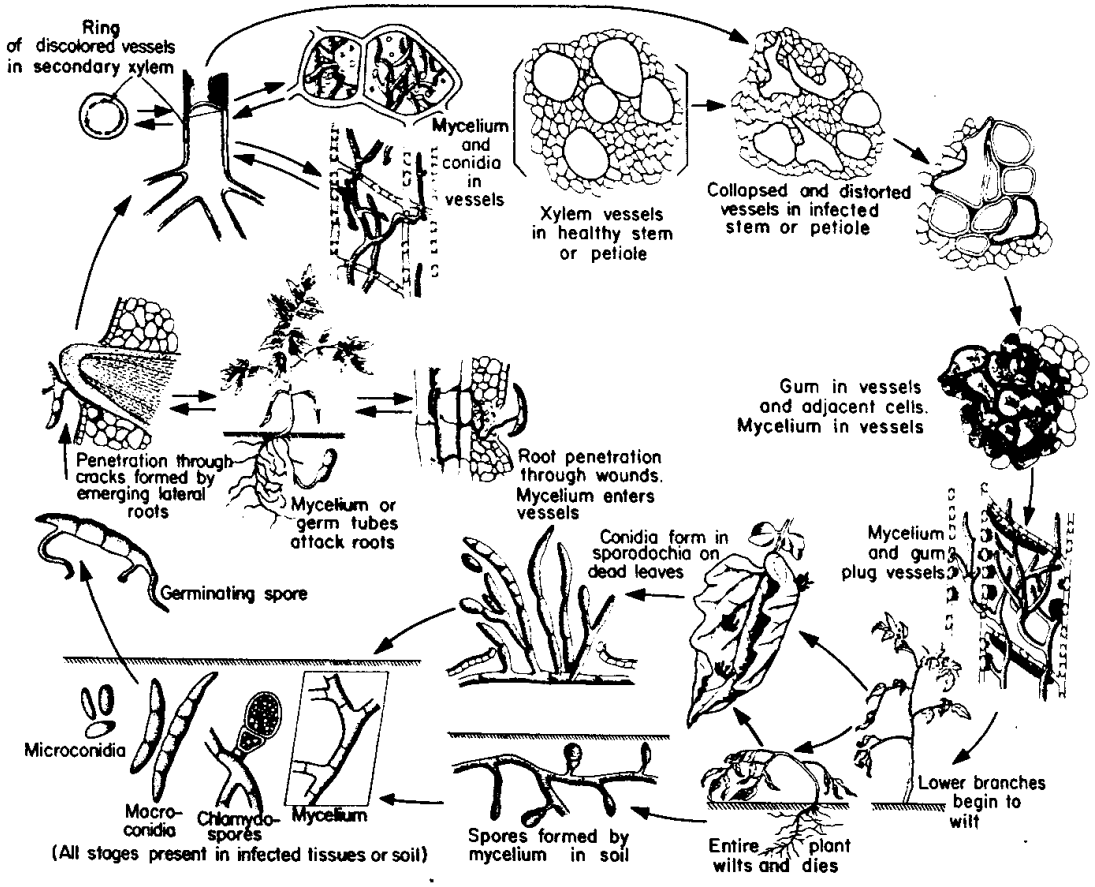
عامل بیماری پژمردگی آوندی در طالبی و خربزه:	*F. oxysporum* f. sp. *melonis*
عامل بیماری پژمردگی آوندی در گوجه فرنگی:	*F. oxysporum* f. sp. *Lycopersici*
عامل بیماری پژمردگی آوندی پنبه:	*F. oxysporum* f. sp. *vasinfectum*
عامل بیماری پژمردگی آوندی هندوانه:	*F. oxysporum* f. sp. *niveum*
عامل بیماری پژمردگی آوندی کلم:	*F. oxysporum* f. sp. *Conglutinans*

هر یک از فرمهای تخصص یافته این قارچ ممکن است شامل چند نژاد باشند که می‌توانند به ارقام مختلف گیاه حمله کنند.

زمستانگذرانی قارچ به صورت انواع اسپور در خاک سپری می شود و در مسافت کوتاه غالباً به وسیله آب و ادوات کشاورزی و در مسافت طولانی به وسیله نشاها و خاک آلوده همراه آنها گسترش می‌یابد.

قارچ از انتها و محل انشعابات ریشه و یا از طریق زخمها، به داخل گیاه رخنه می‌کند و سپس از طریق بین سلولی به داخل پوست پیشروی می‌نماید و وارد آوند چوبی می‌شود. بعد از آن میسلیوم فقط در داخل آوندها باقی می‌ماند و به طرف بالا یعنی طوقه و ساقه حرکت می‌کند. میسلیوم قارچ در داخل آوند شاخه‌های متعددی به وجود می‌آورد و تولید میکروکنیدی می‌کند. میکروکنیدیها از طریق جریان شیره گیاهی به طرف بالا انتقال پیدا می‌کنند و در هر جایی که متوقف گردند جوانه‌زده، سبب توسعه آلودگی در بوته می‌شوند.

گسترش میسلیوم در آوندهای چوبی وتولید میکروکنیدیها در کند شدن جریان شیره گیاهی نقش دارد ولی تنها عامل در پژمردگی بوته‌ها نیست. در پژمردگی بوته‌ها به وسیله قارچ فوزاریوم حداقل سه ماده سمی به نام اسید فوزاریک، اسیددی‌هیدروفوزاریک و لیکوماراسمین نقش دارند. این سموم فلزات سنگین نظیر مس و آهن را به خود می‌گیرند و اختلالاتی در فعالیت کوآنزیمها و اعمال متابولیکی سلولها ایجاد می‌کنند علاوه بر سموم فوق، قارچ، آنزیمهای پکتولیتیک و سلولیتیک ترشح می‌کند. این آنزیمها احتمالاً در ضعیف کردن دیواره آوندها و درهم ریختن آنها مؤثرند. همچنین در گیاهان آلوده معمولاً تایلوز ایجاد می‌شود. به طور کلی می‌توان گفت که اختلال در حرکت آب و مواد غذایی در بوته‌های آلوده احتمالاً در اثر مجموعه‌ای از اعمال فوق می‌باشد که در نهایت موجب پژمردگی و مرگ آنها می‌گردد. پس از مرگ گیاه، میسلیوم قارچ به بافتهای پارانشیمی شدیداً حمله کرده و اسپورهای فراوانی تولید می‌نمایند.



Disease cycle of *Fusarium* wilt of tomato caused by *Fusarium oxysporum* f. *lycopersici*.

کنترل

کنترل فوزاریوم در خاک همانند سایر قارچهای خاکزی بسیار مشکل می‌باشد. بهترین راه کنترل، شناسایی و استفاده از ارقام مقاوم می‌باشد. ضدعفونی خاک با سموم تدخینی مثل متیل بروماید، واپام و غیره مؤثر بوده ولی مقرون به صرفه نیست. رعایت تناوب چند ساله با استفاده از غلات در تناوب موجب کاهش جمعیت قارچ در خاک شده ولی آن را ریشه‌کن نمی‌کند. مبارزه با نماتد مولد غده در خاک سبب کاهش خسارت ناشی از حمله این قارچ به بعضی از گیاهان مثل پنبه می‌شود.

شبه راسته اسفروپسیدال(Sphaerospidales)

تمام قارچهای این شبه‌راسته کنیدیهای خود را داخل پیکنید (Pycnidium) تولید می‌کنند. پیکنید محفظه‌ای است کم و بیش کروی و سبدی شکل که کنیدی و کنیدیوفور از سلولهای دیواره داخلی آن ایجاد می‌شوند. پیکنیدها ممکن است کاملاً مسدود و یا دارای منفذ در بالا باشند. کنیدی یا اسپورهای داخل پیکنید را پیکنیدیوسپور (Pycnidiospore) می‌گویند. پیکنیدیوسپورها معمولاً از دهانه پیکنید خارج شده انتشار می‌یابند. در بعضی از قارچها مانند قارچ فتیله نارنجی (*Cytospora*) اسپورها به طور شناور در داخل ماده ژله‌مانندی تشکیل می‌شوند و همراه آن ماده ژله‌مانند به صورت نوار فتیله مانند از دهانه پیکنید خارج می‌گردند.

قارچهای این شبه‌راسته بر اساس شکل، رنگ، موقعیت پیکنید نسبت به بافت گیاه و حتی رنگ

پیکنیدیوسپور با یکدیگر متفاوت می‌باشند. پیکنیدیوسپورها ممکن است یک‌سلولی، دوسلولی یا چندسلولی شفاف یا تیره باشند و دارای اشکال و اندازه‌های گوناگون باشند.

جنس آسکوکیتا(*Ascochyta*)

در این جنس پیکنید به شکل کروی یا بیضوی است که غالباً در زیر اپیدرم برگ و گاهی شاخه و میوه تشکیل می‌شود. پیکنیدیوسپورها ابتدا یک سلولی بیضوی شکل هستند و سپس غالب آنها دو سلولی می‌گردند. معهذا پیکنیدیوسپورهای سه تا چهار سلولی نیز ممکن است تولید شوند. این جنس چند گونه دارد و بعضی از گونه های آن در شرایط خاص تولیدمثل جنسی می‌کنند. از جنس آسکوکتیا چند گونه از ایران گزارش شده است که یکی از آنها گونه *A. Rabiei* عامل بیماری برق‌زدگی نخود می‌باشد که به اختصار در زیر شرح داده می‌شود:

بیماری برق‌زدگی نخود

بیماری برق‌زدگی نخود یکی از بیماریهای مهم نخود ایرانی و نخود فرنگی در بعضی از مناطق ایران می‌باشد. این بیماری تاکنون از گیلان، مازندران، خراسان، کرمانشاه، آذربایجان، اطراف تهران، لرستان، زنجان و فارس گزارش شده است و احتمالاً در مناطق دیگر ایران وجود دارد.

در این بیماری تمام قسمتهای هوایی اعم از ساقه، برگ، غلاف و حتی بذر ممکن است آلوده شوند و فقط ریشه از حمله قارچ مصون می ماند. بر روی برگ و غلاف ابتدا لکه های گرد با قطر حداکثر ۵ میلیمتر ظاهر می گردند. لکه ها ابتدا زرد هستند و سپس قهوه‌ای می‌شوند. در متن لکه ها تعداد بیشماری پیکنید سیاه رنگ به اندازه سر سنجاق ظاهر می‌گردند.

در روی ساقه و شاخه لکه‌های قهوه‌ای با حاشیه تیره بروز می‌کنند. در ساقه‌های خشبی رشد لکه‌ها معمولاً محدود است ولی رشد آنها در ساقه‌های جوان بیشتر بوده و گاهی تمام شاخه یا ساقه را اشغال می‌نمایند. چند روز پس از احاطه لکه‌ها در دور ساقه، قسمتهای هوایی گیاه بتدریج زرد و پژمرده می‌شوند و حداکثر بعد از ۱۰ تا ۱۵ روز به‌کلی خشک می‌شوند.

پیدایش لکه‌ها در روی ساقه معمولاً در محل انشعاب شاخه و دمبرگهاست. در روی غلاف لکه‌های مشخصی به رنگ قهوه‌ای ظاهر می‌شوند و در متن آنها پیکنیدها به صورت نقاط سیاه‌رنگی ایجاد می گردند. در آلودگی شدید، بذر تشکیل نمی‌شود. آلودگی در مزرعه ابتدا به صورت قطعات کوچک ظاهر شده و بعد در صورت مساعد بودن شرایط جوی تمام یا قسمت اعظم مزرعه را فرا می‌گیرد. عامل بیماری، فصول پاییز و زمستان را به صورت پیکنیدهای حاوی اسپور یا به صورت میسلیوم در روی بقایای گیاهان آلوده و بذر سپری می‌کند. دوام قارچ در روی بقایای آلوده گیاهی بیش از دو سال و در قسمت سطحی و عمقی بذر حدود ۴ تا ۷ سال است.

در فصل مساعد با فراهم شدن شرایط جوی مناسب، خصوصاً رطوبت، پیکنیدیوسپورها به صورت توده‌ای از دهانه پیکنید خارج می‌شوند و به کمک باران انتقال می‌یابند. باد نیز با پراکنده کردن ترشحات یا انتقال برگهای خشک آلوده به قسمتهای دیگر مزرعه به انتشار بیماری کمک می‌نماید. انتقال بیماری به

نقاط دوردست از طریق انتقال بذر و یا بقایای گیاهان آلوده نیز امکان‌پذیر می‌باشد.

کنترل

روش مبارزه قطعی با این بیماری کاملاً مشخص نیست. مع‌هذا رعایت موارد ذیل در کنترل بیماری برق‌زدگی ضروری است:

استفاده از ارقام مقاوم یا متحمل بهترین راه پیشگیری با این بیماری است.

استفاده از بذر سالم یا ضدعفونی بذر مؤثر است. برای این منظور می‌توان از سموم تیابندازول، بنومیل یا تیوفانات متیل استفاده نمود.

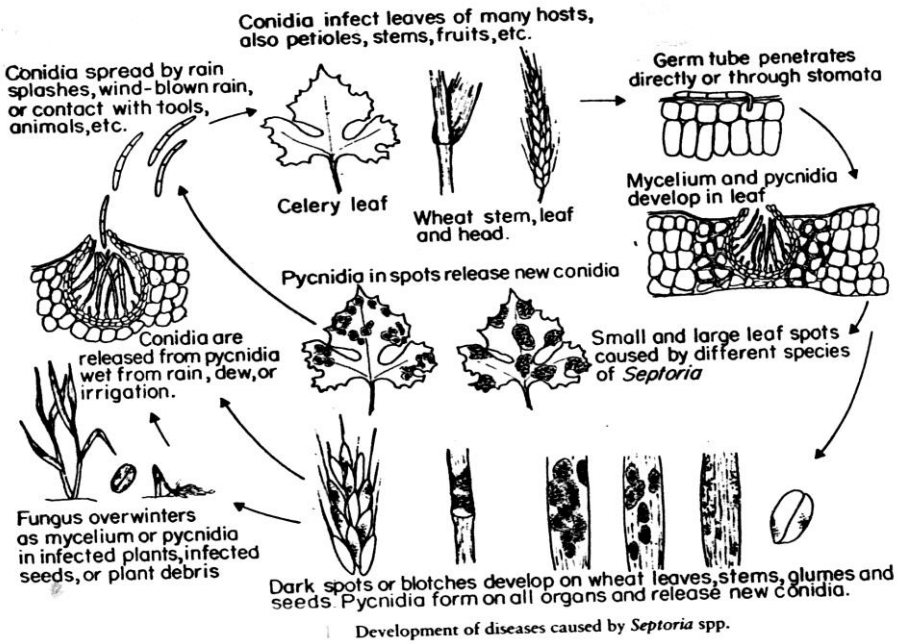
سمپاشی مزرعه با استفاده از سموم بنومیل، تیابندازول، مانکوزب وغیره .

جنس سپتوریا *Septoria*

در این جنس پیکنیدیوسپورها چند سلولی شفاف و به شکل رشته‌ای است. یکی از گونه ها *Septoria apiicola* است که عامل سپتوریوز کرفس می‌باشد. خسارت سپتوریوز در گیلان و مازندران بر روی برگ جعفری قابل توجه می‌باشد. بیماری سپتوریوز علاوه بر کرفس و جعفری، بر روی گیاهان مختلف دیگر اعم از یکساله یا چندساله در ایران گزارش شده است.

بیماری سپتوریوز گندم

عامل بیماری سپتوریوز گندم در ایران *Septoria tritici* می‌باشد. پیکنیدیوسپورهای این گونه به شکل استوانه‌ای مستقیم یا کمی خمیده بوده، دارای ۷-۳ دیواره عرضی هستند. علائم بیماری ابتدا روی برگهای پایینی بوته که در مجاورت خاک قرار دارند به شکل نقاط یا لکه‌های زرد کوچک ظاهر می‌شوند. لکه‌ها به تدریج بزرگ و نکروتیک می‌شوند و به رنگ قهوه‌ای مایل به قرمز درمی‌آیند. شکل لکه‌ها ممکن است خطی، بیضوی یا منظم باشند. در مراحل بعدی قسمت وسط آنها به رنگ خاکستری یا کاهی درآمده، روی آنها نقاط سیاهرنگی ظاهر می‌گردند که همان پیکنیدیومهای قارچ می‌باشند. در صورت فراهم بودن شرایط جوی مناسب، بیماری از برگهای پایینی به قسمتهای بالایی گیاه اعم از برگ، غلاف و خوشه سرایت می‌کند و حتی ممکن است در روی پوشینه بذر، پیکنیدهای فراوانی ظاهر شوند. آلودگی در قاعده برگ ممکن است سبب خشکیدن تمامی برگ گردد.



Development of diseases caused by *Septoria* spp.

کنترل

کشت بذر سالم یا ضدعفونی شده.

کشت ارقام مقاوم.

رعایت تناوب دو ساله همراه با از بین بردن بقایای آلوده گیاهی و مدفون نمودن آنها با شخم

کنترل شیمیایی با قارچکشهای پروپیکونازول، سایپروکونازول یا فلوسیلازول + کاربندازیم

شبه راسته ملانکونیال(Melanconiales)

آنتراکنوز گردو *Marssonia juglandis*

بیماری لکه سیاه یا آنتراکنوز گردو یکی از بیماری های مهم گردو در بسیاری از مناطق ایران از جمله مناطق غربی کشور است. در اثر این بیماری، میوه و برگ های درختان آلوده قبل از موعد ریزش پیدا کرده و درخت، ضعیف می شود.

عامل بیماری به برگ، میوه و شاخه های جوان حمله می کند. اولین علایم آلودگی ظهور لکه های کوچک گرد با حاشیه دندانه دار به رنگ قهوه ای مایل به قرمز و متن قهوه ای خاکستری بر روی برگ ها است. لکه ها که ابتدا ۳-۲ میلی متر هستند، رفته رفته بزرگتر شده و قطرشان به ۲ سانتی متر می رسد. بر روی شاخه های جوان زخم های بیضوی یا گرد نامنظم و کمی فرورفته به رنگ قهوه ای مایل به خاکستری ظاهر می گردد. خسارت بیماری بر روی میوه های جوان نسبتاً شدید و قابل توجه است. در سطح پوست میوه لکه های گرد فرو رفته به رنگ سیاه ایجاد می شود. میوه های جوان در اثر آلودگی ریزش پیدا می کنند. مغز میوه در زیر بخش آلوده ممکن است به صورت خشک پوسیده شده و سپس مورد حمله قارچ های ساپروفیت قرار بگیرد.

عامل بیماری قارچ *Marssonia juglandis* از شبه راسته ملانکونیال می باشد. این قارچ در مرحله جنسی تولید پریتس می کند و فرم جنسی آن *Gnomonia leptostyla* است. عامل بیماری در برگ های آلوده و میوه

های ریخته شده پای درختان و یا زخم شاخه‌های سال گذشته زمستان گذرانی می کنند. در بهار هم زمان با ریـزش باران های بهاری آسکوسپورها از داخل پریتس های کوچک تشکیل شده روی برگ ها و میوه های آلوده پای درخـت آزاد شده و برگ های جوان را آلوده می کنند. آسکوسپورها دوکی شکل و دوحجره ای هسـتند. در تابسـتان چنانچـه بارندگی زیاد باشد بیماری از طریق اسپورهای غیرجنسی گسترش می یابد. اسپورهای غیرجنسی نیـز دوحجـره ای و خمیده هستند.

برای کنترل بیماری سم پاشی درختان بلافاصله بعد از ریزش گل‌ها بـا اسـتفاده از سـموم زینـب و کاپتـان بـه نسبت دو درهزار توصیه می شود. جمع آوری و امحاء برگ ها و میوه های آلوده، در کـاهش خسـارت بیمـاری مـؤثر است.

شبه‌راسته Aganomycetales

بیماریهای ناشی از *Rhizoctonia*

بیماریهای رایزوکتونیایی در تمام نقاط دنیا وجود داشته و خساراتی به بیشترگیاهان یکساله، از جمله تقریبـاً در تمامی انواع سبزیجات و گلها، چندین گیاه زراعی و همچنین به گیاهـان چنـد سـاله از جملـه گرامینـه‌های چمنـی، زینتیهای چند ساله، درختچه‌ها و درختان وارد می‌کنند. علائم بیماریهای رایزوکتونیایی در گیاهان مختلـف متفـاوت است. حتی در یک میزبان نیز بسته به شرایط جوی و مرحله رشدی که گیاه آلوده شده، علائم بیماری، فرق می‌کند. معمولی‌ترین علائم ناشی از *Rhizoctonia solani* روی بیشتر گیاهان به صورت پوسـیدگی بـذر و مـرگ گیاهچـه، پوسیدگی ساقه یا شانکر ساقه گیاهان در حال رشد و یا بالغ است. مع هذا در برخـی میزبانهـا *Rhizoctonia* ضـمناً باعث پوسیدگی اندامهای ذخیره‌ای و سوختگی اندامهای هوایی یا لکه‌برگی، بخصوص در شاخ و برگهای نزدیک خاک می‌شود.

مرگ گیاهچه احتمالاً معمولی‌ترین علائم ایجاد شده به وسیله ریزوکتونیا در بیشتر گیاهانی است که از آن آسیب می‌بینند. این مورد در خاکهای سرد و مرطوب روی می‌دهد. گیاهچـه‌های بسـیار جـوان قبـل یـا بلافاصله بعد از خروج از خاک ممکن است کشته شوند. قبل از خروج، قارچ بـه نـوک گیاهچـه‌های در حـال رشد حمله کرده و آنها را می‌کشد. گیاهچه‌های آبدار و ستبر مانند جوانـه‌های رشـد کـرده غـده‌های سـیب زمینی، قبل از آنکه کشته شوند، علائم و یا لکه‌های قهوه‌ای مشهودی در نوکهای مرده نشان می‌دهند. بعد از خروج گیاهچه‌ها از خاک، قارچ به ساقه آنها حمله کـرده و آن را آبسـوخته و نـرم و بی‌تحمـل در برابـر وزن گیاهچه می‌کند که در نتیجه به زمین می‌افتد و می‌میرد. گیاهچه‌های مسن‌تر هم ممکن است مـورد حملـه واقع شوند، اما در اینها نفوذ قارچ محدود به بافتهای پوستی خارجی است کـه روی سطحشـان قـارچ تولیـد زخمهای برنزی یا قهوه‌ای بلند و کشیده می‌کند. طول و عرض زخمها ممکن است تا آنجا وسـعت یابـد کـه نهایتاً دور ساقه را گرفته و گیاه بمیرد و یا آن طور که در خاجیان رخ می‌دهد، قبل از مرگ گیاه، ساقه سیاه و قهوه‌ای می‌شود و ممکن است خمیده یا پیچیده شده ولی شکسته نشود که در این صـورت سـاقه سـیمی نامیده می‌شود.

ریزوکتونیا غالباً در همان زمان که به ساقه حمله می کند به ریشه هم حمله می‌نماید و زخمهای ریشه را ایجاد می‌کند. در بیماریهای ریشه، لکه‌های قرمز و قهوه‌ای معمولاً ابتدا زیر خط خاک ظاهر می‌شوند. امـا در هوای خنک و مرطوب زخمها در همه جهات وسعت یافته و ممکن است انـدازه و تعـداد آنهـا تـا آن حـد

افزایش یابد که تمام بن ساقه گیاه و بیشتر ریشه را در برگیرد. این عمل به ضعیف شدن، زرد شدن و بعضاً مرگ گیاه منجر می‌شود. در صورتی که خاک آلوده به وسیله باران بر روی ساقه‌ها یا شاخه‌های پایین و محل انشعابات آنها پاشیده شود، شانکرهای ساقه در این محلها هم ممکن است به وجود آیند.

در ساقه‌ها و ریشه‌های نرم و آبدار و روی غده‌ها و کورمها، ریزوکتونیا تولید نواحی پوسیده‌ای می‌کند که ممکن است سطحی بوده و یا به داخل و وسط ریشه و یا ساقه پیشرفت کند. بافتهای در حال پوسیدگی معمولاً تجزیه و خشک می‌شوند و ناحیه فرورفته پر از ذرات خشکیده گیاهی مخلوط با ریسه و اسکلروتهای قارچ می‌شود. زخمها ممکن است در بالای ریشه نرم و آبدار به وجود آمده و منجر به پوسیدگی طوقه شود که در مزرعه باعث کم رشدی و زردی یا مرگ شاخ و برگها می‌شود. زخمهایی نیز ممکن است در کنار بافتهای نرم به وجود آید و ممکن است اینها وسعت یابند که این خود به نوع میزبان، هوا و وجود شکافها و غیره بستگی دارد. ریسه‌های کرمی‌رنگ تا قهوه‌ای قارچ ممکن است زخمها را در شرایط هوای رطوبی بپوشاند و هنگامی که بافت پوسیده و خشک شود سختینه‌ها نیز تولید می‌شوند.

در سیب زمینی، قارچ ***Rhizoctonia solani*** بیماری مرگ ریشه سیب زمینی را به وجود می آورد که از بیماری های رایج در این محصول است.

در این بیماری، در روی شاخه های جوان در زیر خاک، شانکر قهوه ای بوجود می آید که این شانکرها ممکن است دور ساقه را در زیر خاک گرفته و آن را از بین ببرند. در نتیجه ساقه های ثانویه بوجود آمده و در مزرعه رشد نامساوی دیده میشود. در گیاهان مسن تر پیچیدگی برگها، زردی و پژمردگی و ارغوانی شدن بوته بوجود می آید. غده های هوایی نیز ممکن است بوجود آیند.

مهمترین نشانه بیماری تشکیل تعداد زیادی سختینه کوچک تا بزرگ سیاه رنگ در سطح غده های آلوده است که با شستشو قابل پاک کردن نیستند.

رشته های میسلیوم قارچ ***Rhizoctonia solani*** دارای جدار عرضی بوده و انشعاباتی با زاویه قائمه دارند که در محل انشعاب دارای فشردگی هستند. این ریسه ها ابتدا سفید بوده و بعد به رنگ قهوه ای در می آیند. زمستان گذرانی به صورت سختینه های سیاهرنگ به اندازه های مختلف روی غده های سیب زمینی است.

مبارزه

برای کنترل بیماری راه مؤثری وجود ندارد. ضد عفونی خاک در کنترل مرگ گیاهچه مؤثر است. ولی برای مبارزه با مرگ ریشه راه مؤثری نیست. استفاده از تناوب به علت وسیع بودن دامنه میزبانی و ورود قارچ به صورت سختینه تاثیر زیادی ندارد.

راههای دیگر برای مبارزه :

ضد عفونی کردن غده های بذری

استفاده از قارچکش تیا بندازول به صورت مه پاشی

مبارزه با علفهای هرز.

بیماری شناسی گیاهی

بخش دوم

۱۳۹۴

دانشگاه جیرفت

دکتر علیزاده

فهرست مطالب

گیاهان عالی گلدارانگل ۱۱۰
سس: ۱۱۰
گل جالیز (Broomrape) ۱۱۱
نماتدها و بیماری‌های نماتدی گیاهان ۱۱۳
دستگاه تولید مثل در نماتد ها: ۱۱۵
حالات مختلف پارازیتی نماتدهای پارازیت گیاهی ۱۱۷
نحوه تغذیه در نماتدها ۱۱۸
سیکل زندگی نماتدها ۱۱۸
علا ئم بیماری‌های ناشی از نماتدها ۱۱۹
مبارزه با نماتدهای پارازیت گیاهی ۱۲۰
باکتری‌ها و بیماری‌های باکتریایی گیاهان ۱۲۲
تشخیص با کتری‌ها: ۱۲۲
ـــ طبقه بندی با کتری‌ها ۱۲۳
علا ئم بیماری‌های با کتریایی گیاهان ۱۲۵
نحوه ورود باکتریها به گیاهان ۱۲۹
مبارزه با بیماری‌های باکتریایی گیاهان ۱۲۹
ویروس‌ها و بیماری‌های ویروسی گیاهان ۱۳۱
ساختمان ویروس‌ها: ۱۳۱
شکل ویروسها ۱۳۲
روش‌های انتقال ویروس‌های گیاهی درطبیعت : ۱۳۳
رابطه بین ویروس‌ها و حشرات ناقل آن‌ها: ۱۳۵
علائم بیماری‌های ویروسی گیاهان ۱۳۶
روش شناسایی ویروس‌ها ۱۳۷
مبارزه با ویروس‌های گیاهی ۱۳۸
میکوپلاسماها و شبه میکوپلاسماهای گیاهی ۱۴۰
علائم بیماری میکو پلاسمایی: ۱۴۱
بیماری ریزبرگی یا استابورن مرکبات ۱۴۱
سایر بیماری‌های ناشی از میکوپلا سماها ۱۴۲

گیاهان عالی گلدارانگل

تا کنون بیش از ۲۵۰۰ گونه از گیاهان انگل شناخته شده‌اند که ارتباط پارازیتی با گیاهان دارند و حیات آن‌ها وابسته به گیاهان میزبان است که این ارتباط یا ارتباط نیمه انگلی یا تمام انگلی است. نیمه انگلی *(Hemiparasitism)* از این گروه می‌توان دارواش وثعلب یا ارکیده را نام برد. مثلا ارکیده دارای ریشه و اندام‌های هوایی سبز است و می‌تواند آب و مواد غذایی را از زمین جذب کند علت انگل بودن آن این است که احتیاج به بعضی از مواد آلی دارد که خود قادر به ساختن آن‌ها نیست و به ناچار این مواد را از گیاه میزبان خود تامین می‌نماید. ارتباط بعضی از انگلها با گیاه به صورت تمام انگل *(Holoparasitism)* است. این دسته فاقد ریشه، برگ و کلروفیل می‌باشند و تمام مواد غذایی مورد نیاز خود را باید از میزبان دریافت کنند مثل علف جادو گر *(striga)* گل جالیز و سس.

سس:

اسم جنس سس *Cuscuta* و در انگلیسی به آن *Dodder* می‌گویند و بنام‌های ریسمان طلائی *(gold thread)* و پیچک عشق *(Love vine)*نیز نامیده می‌شود. این گیاه از خانواده *Cuscutaceae*می‌باشد. از دسته پیوسته گلبرگان و گل‌ها شیپوری می‌باشد. رنگ ساقه آن زرد نارنجی، قرمز ارغوانی و گاهی سفیدشیری است. میوه سس دو حجره‌ای وهمرا با دو بذر می‌باشد رنگ بذرها خاکستری یا قهوه ای متمایل به قرمز می‌باشد حدود ۱۶۰ گونه سس شناخته شده است که سه گونه آن بسیار معروف هستد عبارت‌اند از: سس بذر بزرگ *C. indicora* که به حبوبات، گوجه فرنگی و یونجه خسارت می‌زند و سس بذر کوچک *C. planiflora* که به حبوبات خسارت می‌زند و سس صحرایی بذر متوسط به نام *C. compestris* که علا وه بر حبوبات به گیاهان پهن برگ نیز حمله می‌کند. در ایران گونه‌های *C. appoximata*. *C. monogyna* بیشتر از سایر گونه‌ها می‌باشد و خسارت به گیاهان مختلف می‌زند. بذر سس در مزارع آلوده یا مخلوط با بذر گیاهان دیگر زمستانگذرانی می‌کند. در فصل زراعی بذرهای سس جوانه زده وتولید ساقه-های باریکی می‌کند این سا قه ها فاقد ریشه است و در هوا در جهت عقربه‌های ساعت بطور فعالانه می‌گردد تا گیاه میزبانی را بیابد اگر با گیاه میزبان تماس حاصل نکند به زمین می‌افتد و بعد از چند هفته از بین می‌رود. اگر با میزبان تماس پیدا کند چند دور روی ساقه میزبان می‌پیچد و چند برآمدگی دندانه مانند بنام مکه بوجود می‌آورد که این مکه‌ها وارد بافت میزبان شده و به آوندهای چوبی و آبکش می‌رسند و سپس با ترشح آنزیم‌هایی مواد داخل آوندها نظیر نشاسته را به صورت قابل جذب در آورده و جذب و مصرف می‌کند سپس ارتباط سس با زمین قطع می‌شود و شروع به گسترش می‌کند با ایجاد ساقه‌های جدید به طور شعاعی گسترش می‌یابد و گیاهان مجاور را آلوده می‌کند. بوته‌های آلوده به سس ضعیف و دچار زردی می‌شوند و سپس سس ایجاد بذر می‌کند هر بوته سس معمولا تا ۳۰۰۰ بذر تولید می‌کند این بذور می‌توانند فورا جوانه بزنند یا به مدت ۱۰ تا ۲۰ سال به حالت خواب در زمین باقی بمانند و قوه نامیه خود را حفظ کنند. رویش بذر سس بستگی کامل به رطوبت خاک دارد. در ایران سس خسارت زیادی به خصوص به مزارع یونجه وارد می‌کند.

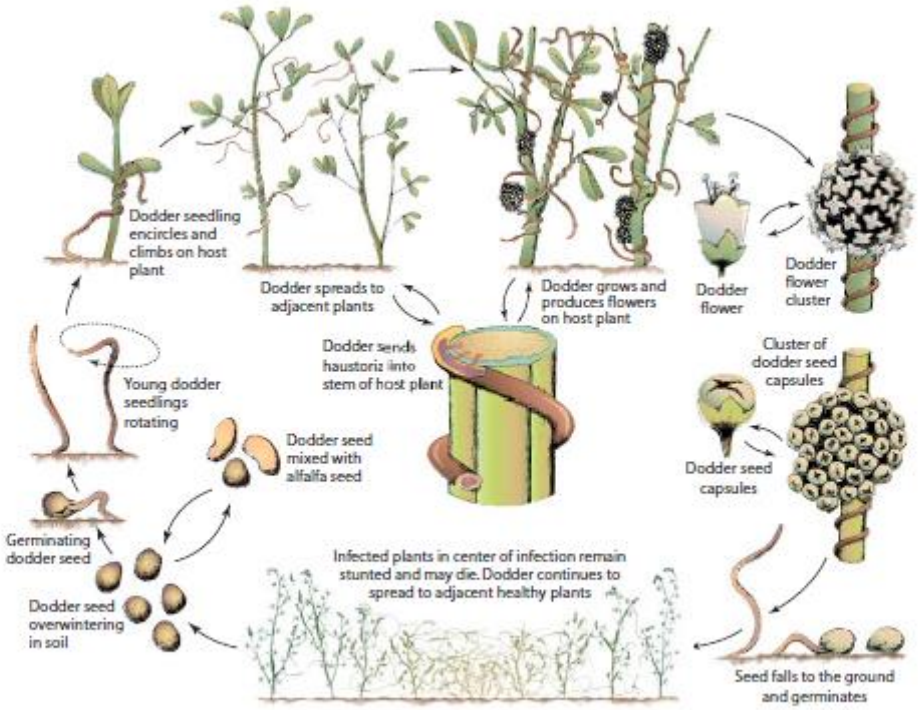


FIGURE 13-2 Disease cycle of dodder (*Cuscuta* sp.) on a plant such as alfalfa.

مبارزه:

بهترین راه مبارزه جلوگیری از ورود بذور سس به مزارع می‌باشد (توسط آب آبیاری، ادوات کشاورزی، دام‌ها). در ابتدای فصل که سس به طور لکه‌ای در مزرعه ظاهر می‌شود باید خیلی سریع مهار شود. با استفاده از سموم علف کش تماسی می‌توان سس را به صورت لکه‌ای از بین برد. جمع آوری و سوزاندن بوته‌های آلوده، در مزارع یونجه باید روش‌های زیر اعمال شود.

ــ کاشت ارقام سریع الرشد یونجه به منظور ایجاد ساقه روی گیاه انگل سس زیرا این گیاه نیاز به نور زیاد دارد .

ــ پو شاندن کانون‌های آلوده با قشر متراکم کلش به ارتفاع ۱۰ ـ ۱۵ سانتی متر

ــ سوزاندن کانون‌ها بوسیله گازوئیل ــ آبیاری به فواصل طولانی ــ چراندن مزارع یونجه در اوایل فصل تا جوانه‌های سس از بین برود.

سموم شیمیایی مؤثر علیه سس گراماکسون به نسبت۱ درصد، Aretit به نسبت ۲درصد، Casoronبه نسبت ۰/۸ درصد، داکتال به نسبت ۰/۵ درصد، از سموم مذکور Aretit بهتر است زیرا اثر سوئی روی گیاه یونجه ندارد.

گل جالیز (Broomrape)

گل جالیز از تیره *Orobanchaceae*می‌باشد. ارتفاع ساقه‌های گل جالیز ۱۵ ـ ۴۵ سانتی‌متر است و غالبا به صورت توده‌ای سفید متمایل به زرد یا قهوه‌ای ارغوانی از مجاور ریشه میزبان خود خارج می‌شود در روی سا قه فلس‌های تقریبا بیضوی شکل و نوک تیز قرار دارند. بذر گل جالیز تخم مرغی شکل است و به مدت ۱۳ سال قوه نامیه خود را حفظ می‌کند و تنها وقتی که گیاه میزبانش در زمین کشت شود در اثر تحریک ناشی از مواد مترشحه گیاه میزبان قادر به جوانه زدن است. پس از جوانه زدن ریشه اولیه آن با ریشه

گیاه میزبانش جوش می‌خورد و تولید یک برآمدگی می‌نماید از محل برآمدگی رشته‌هایی خارج و بدرون آوندهای گیاه میزبان رخنه می‌کند و از شیره غذایی آن استفاده می‌کند. تا کنون ۱۶ گونه از گل جالیز انگل گیاهان زراعی شناخته شده است که معروف‌ترین گونه‌های آن در ایران *Orobache aegyptica. O. minor* می‌باشند.

مبارزه:

چون بذر این گیاه به مدت طولانی در خاک باقی می‌ماند و برای جوانه زنی نیاز به ترشحات ریشه میزبان دارد، تناوب زراعی تاثیری در کنترل این گیاه ندارد. استفاده از بذر سالم، بریدن ساقه‌های گل جالیز قبل از به بذر نشستن در مبارزه بیولوژیکی علیه گل جالیز از یک نوع مگس به نام *Phytomiza orobanchia* استفاده می‌شود که درون کپسولهای بذر این گیاه تخم گذاری می‌کند و لاروها از بذرور گل جالیز تغذیه کرده و آن‌ها را از بین می‌برند. همینطور *از Fusarium solani*نیز در کنترل بیولوژیک گل جالیز استفاده می‌شود. استفاده از گیاهان تله نیز در کنترل گل جالیز در زمینهای آلوده مؤثر است بدین منظور می‌توان از گیاهان *Sorghum vulgare*و گیاه خردل (*Sinapis alba*)استفاده کرد. مبارزه شیمیایی در مزارع توتون می‌توان از الیل الکل به نسبت ۱ تا ۲ در هزار به صورت سمپاشی مزارع استفاده کرد. سموم شیمیایی که جهت ضد عفونی خاک بکار می‌روند مثل متیل بروماید بذر این انگل را نیز از بین می‌برند.

نماتدها و بیماری‌های نماتدی گیاهان

نماتدها جانورانی پر سلولی بی مهره از گروه کرم‌های گرد *(Nemathedmenthes)*به استثناء بعضی‌ها که آنهم ماده هایشان باد کرده و گردند مثل *Meloidogyn ، Heterodera،Tylenchulus* بقیه کرمی شکل هستند. نماتدها هر جا که اثری از حیات وجود داشته باشد هستند و یکی از عوامل اصلی آن رطوبت است و هر جا که رطوبت باشد امکان وجود نماتد هم هست. نماتدها به دو گروه نماتدهای آزاد و پارازیت تقسیم می‌شوند.

نماتد ها: آزاد مثل *Rhabditida و Dorylaimida*

نماتدها: پارازیت: ۱) پارازیت گیاهی *Tylenchida* *پارازیت* جانوری *Ascaris*

نماتدهای آزاد نسبت به پارازیت ها جمعیت بیشتری دارند. از نظر اندازه نماتدها از کمتر از نیم میلی متر تا بیش از cm ۱ هستند. نماتدهای ریز بیشتر در گروه پارازیت‌های گیاهی هستند، طول بعضی نماتدها تا یک متر هم می‌رسد. ساختمان بدن نماتد ها از دو لوله تشکیل شده که برش عرضی آن بدین صورت است. لوله خارجی از پوست، هیپودرم و ماهیچه‌های طولی یا حرکتی تشکیل شده است.

لوله داخلی دستگاه گوارش را تشکیل می‌دهد. بین دو لوله در نماتدها حفره کاذب وجود دارد. نماتدها دارای جنس‌های نر و ماده، سیستم عصبی هستند. پوست یک پوشش غیر سلولی و شفاف، بیرنگ و قابل انعطاف و به صورت لایه‌ای است و سطح خارجی بدن نماتد را می‌پوشاند و در طول زندگی نماتد چهار بار پوست عوض می‌شود. هیپودرم پوست جدید را می‌سازد، پوست ممکن است سطح صاف و یا دارای ضمائمی باشد. ماهیچه‌های طولی نقششان حرکت نماتد است، حرکت نماتد حرکت ماری شکل است. لوله داخلی نماتدها که دستگاه گوارش را تشکیل می‌دهد بسته به نوع نماتد و تغذیه آن شکل لوله داخلی متغیر است.

دستگاه گوارش شامل: ۱) روزنه دهان و لب‌ها (سر نماتد) ۲) محفظه دهان ۳) مری ۴) ولوا ۵) رکتوم و کلوآک.

ـــ سر نماتد ها از لب‌ها تشکیل شده که در نماتد های پارازیت گیاهی ۶ لب وجود دارد و سر ظریف و کوچک است.

ـــ محفظه دهان و مری در انواع نماتدها متغیر است، در نماتدهای پارازیت گیاهی دهان به صورت استالیت درآمده است. استالیت به شکل سوزن است که در پایه دارای سه گره است. که از دید جانبی فقط دو گره دیده می‌شود به گره‌ها ماهیچه‌هایی وصل می‌شود که استالیت را به جلو حرکت می‌دهد و در نفوذ استالیت بدرون بافت گیاه نقش دارد، شکل استایلت و گره‌های آن در گونه‌های مختلف نماتد ها فرق می‌کند.

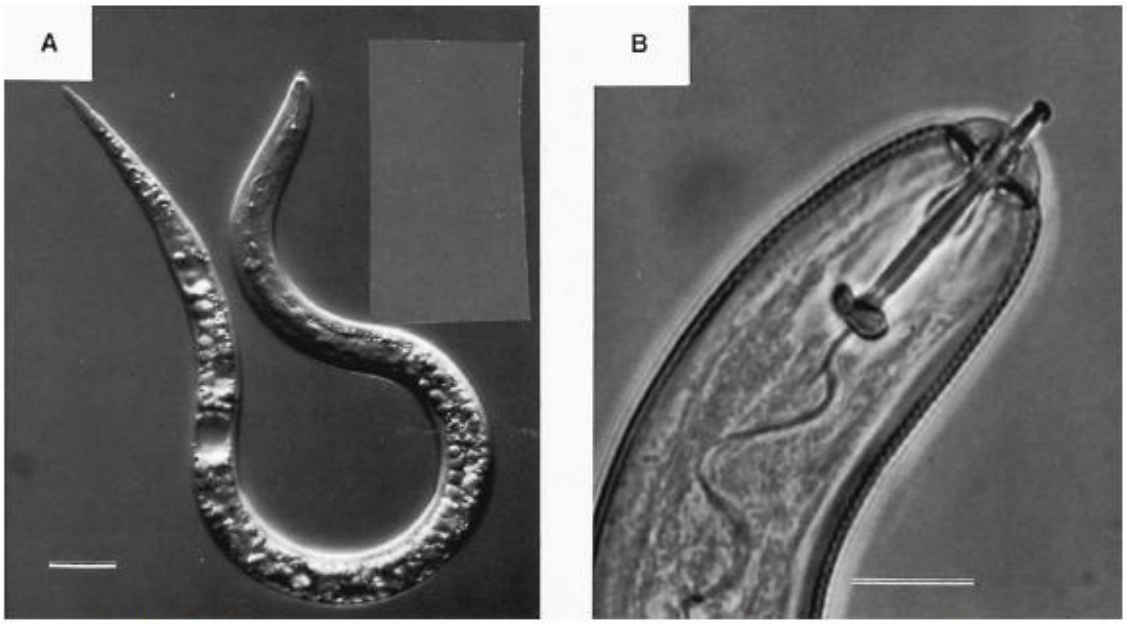
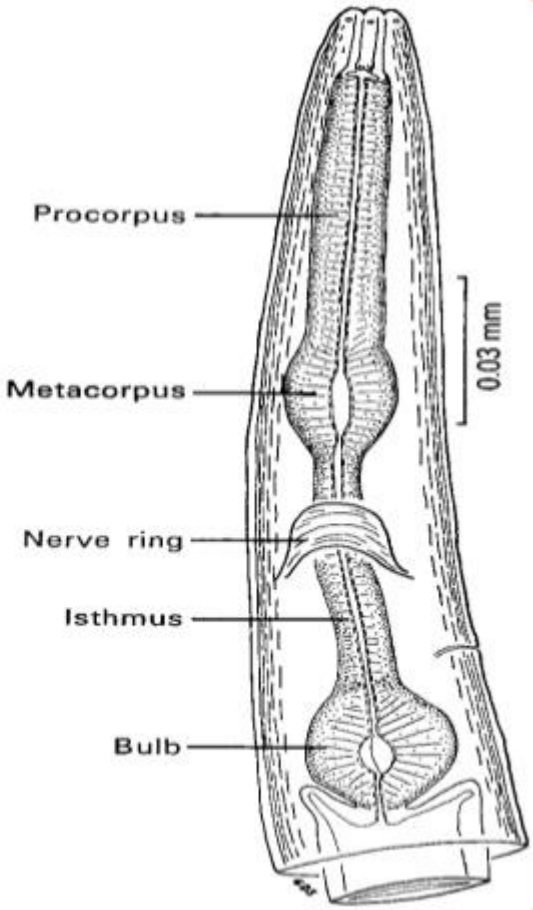


FIGURE 15-1 (A) Typical plant parasitic nematode. (B) Close-up of the head of a plant parasitic nematode showing the spear or stylet. Scale bars: 10 µm. [From McClure and von Mende (1987), *Phytopathology 77, 1463–1469.*]

ـــ مری: مری از چهار قسمت تشکیل شده است.

نحوه اتصال حباب انتهایی مری به روده اگر به صورت غیر همپوشانی باشد به این حالت Offsetگفته می‌شود ولی اگر حباب انتهایی مری رشد بیشتری کرده باشد و روی روده افتاده باشد به این حالت مری *Overlappe*گفته می‌شود. افست یا اورلپ بودن حباب انتهای در تشخیص گونه‌ها و جنس نماتد ها اهمیت دارد.

- The esophagus → a variety of shapes, depending on the order and species of nematode, and for this reason it is an important taxonomic character.
- It is highly muscular and cylindrical and often has one or more enlargements **(bulbs).**
- **The lumen of the esophagus is lined** with cuticle,



دستگاه تولید مثل در نماتد ها:

نماتد ها دارای جنس نر و ماده هستند و تولید مثل از طریق دو جنسی و از روش جفت گیری و تخم گذاری است. دستگاه تولید مثل در نماتدهای ماده از *Vulva* و تخمدان تشکیل شده است و محل قرار گرفتن *vulva* در روی بدن نماتد بستگی به تعداد تخمدان دارد. نماتدهای ماده دارای یک یا دو تخمدان هستند. در نماتدهای که دارای یک تخمدان هستند *vulva* در نیمه دوم طول بدن بین ۷۲ تا ۹۰درصد طول بدن قرار دارد. در مورد دو تخمدانه‌ها *vulva* حدودا در وسط بدن قرار می‌گیرد و یک تخمدان بطرف ابتدا و تخمدان دیگر بطرف انتهای بدن کشیده می‌شود.

دستگاه تولید مثل نر شا مل: ۱) spicula: آلت تناسلی نر است و معمولا یک جفت است

۲) *Gubernaculum* یک عضو کوچک ابرو مانند که زیر اسپیکول قرار گرفته و نقش آن هدایت اسپیکول است.

۳) *testis* یا بیضه‌ها: در بالای اسپیکول قرار دارد ونقش اسپرم سازی دارد.

۴) *Bursa:* به صورت یک جفت پرده در دوطرف بدن نماتد نر درمحل آلت تناسلی است که نقش آن گرفتن بدن نماتد ها است.

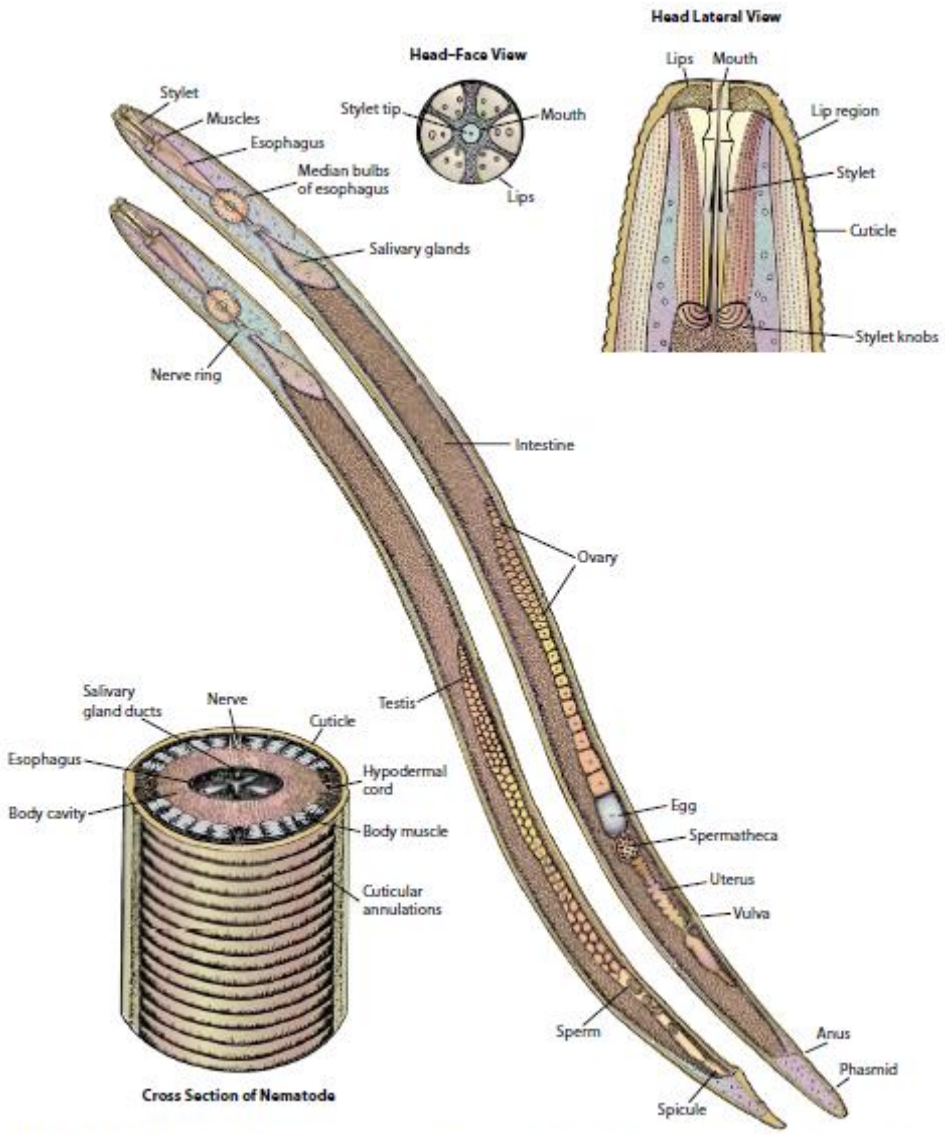
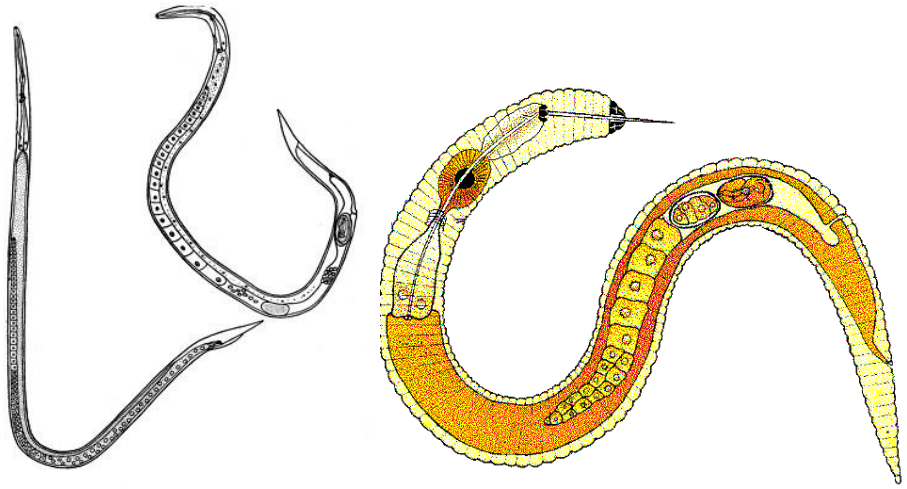


FIGURE 15-2 Morphology and main characteristics of typical male and female plant parasitic nematodes.

دستگاه عصبی در نماتد ها شامل مرکز سلسله اعصاب و رشته‌های عصبی است سیستم عصبی نماتد ها از یک حلقه عصبی تشکیل شده که به دور Isthmusدر ناحیه مری حلقه زده و اعضای حسی بیشتر روی سر و لب‌ها متمرکز هستند و شا مل آمفید ها و پاپیلا هستند و به هر کدام از آن‌ها یک رشته عصبی وصل می‌شود. فاسمیدها هم در انتهای بدن وجود دارند و اعضاء حسی هستند.



حالات مختلف پارازیتی نماتدهای پارازیت گیاهی

نماتدها به قسمت‌های مختلف گیاه حمله می‌کنند، قسمت اعظمی از نماتدها به ریشه‌ها حمله می‌کنند، تعدادی به سا قه و تعدادی هم به برگ و اندام‌های هوایی خسارت می‌زنند منتها هر نماتد به قسمت خاصی از گیاه حمله می‌کند تعداد زیادی از نماتدها در خاک‌های اطراف ریشه هستند و وارد اندام گیاهی نمی‌شوند، این‌ها فقط استالیت را به داخل ریشه فرو می‌کنند که به این‌ها *Ectoparasite* گفته می‌شود، این نماتدها تحرک دارند می‌توانند یک ریشه را رها کرده و به ریشه دیگر حمله کنند یا به گیاه دیگر خود را برسانند و خسارت بزنند. چون متحرک هستند می‌توانند از نقطه ای به نقطه دیگر حرکت کنند به این‌ها نماتدهای متحرک یا مهاجر گفته می‌شود. مثل نماتدهای خانواده‌های *Haplolimidae. Criconematidae. Tylenchidae* یکسری نماتدها بدرون اندام گیاه وارد می‌شوند و در آنجا مستقر می‌شوند و دیگر حرکتی ندارند به این‌ها *Endoparasite* گفته می‌شود و بدلیل عدم تحرک غیر مهاجر هم به آنها می‌گویند مثل *Moloidogyne* و *Pratylenchus* جنس *Pratylenchus* می‌تواند مختصری در طول ریشه نیز حرکت کند.

عده ای از نماتدها نیمی از بدن خود را وارد اندام گیاه می‌کنند که به این‌ها پارازیت نیمه داخلی *(Semiendoparasite)* گفته می‌شود مثل جنس‌های *Tylenchulus semipenetrans* و *Heterodera*

بعضی از نماتدها دوره‌ای از زندگی خود را به صورت *Endoparastie* و مرحله‌ای را به صورت *Ectoparasite* می‌گذرانند. مثل نماتد گندم *Anguina tritici* و نماتد ساقه یونجه *Ditylenchus dipsaei*

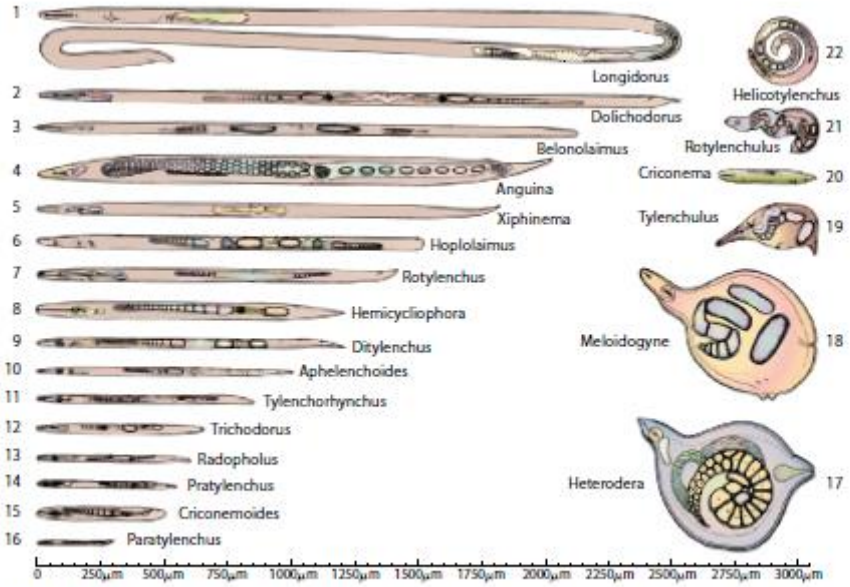


FIGURE 15-3 Morphology and related sizes of some of the most important plant parasitic nematodes.

نحوه تغذیه در نماتدها

در حباب انتهای مری یکسری غدد ترشحی است که ترشحات یکی از ایـن غـدد در *Prucorpus*و در زیر محل استایلت می‌ریزد استایلت دارای مجرای ریزی است که از این مجرا شیره گیـاهی وارد بـدن نماتـد می‌شود. استایلت دارای یکسری ماهیچه است که به گره‌های آن وصل اسـت و کـار آن‌هـا حرکـت اسـتایلت هست. نماتد وقتی به اندام گیاهی می‌رسد با دو عمل توام مکانیکی و فیزیولوژیکی خسارت می‌زند کـه اسـم آن مکانوفیزیولوژیکی است.که مکانیکی آن ضربه زدن به اندام گیاهی است. فیزیولوژیکی بدین صورت اسـت که غدد موجود در حباب انتهایی مری فعال شده وهم زمان با عمل مکانیکی ذکر شد آنزیم ترشح کرده و به *Prucorpus*می‌ریزد. این آنزیم‌ها وارد مجرای استایلت شده و به محل ضربه می‌ریزد. همزمان بافت میزبـان تحت تاثیر عمل آنزیم و عمل مکانیکی قرار می‌گیرد. استایلت دیواره سلول را سوراخ کـرده و آنـزیم را درون آن می‌ریزد و محتویات آن را به صورت قابل جذب برای نماتد در می‌آورد و سپس محتویات درون سلول بـا عمل پمپاز حباب میانی مری وارد دستگاه گوارش نماتد می‌شود.

سیکل زندگی نماتدها

نماتدها تخم گذار هستند که تخم را در محیط مناسب قرار می‌دهند عده‌ای تخم را در خاک می‌گذارند. اکتوپارازیت‌ها و عده‌ای از اندوپارازیت ها تخم‌های خود را درون اندام گیاهی مـی‌گذارنـد و عـده ازآنهـا هـم تخم‌ها را درون ماده ژلاتینی درون خاک می‌گذارند مثـل (*Meloidogyn*)عـده‌ای تخم‌هـا را درون سیسـت می‌گذارند. مثل (*Heterodera*)تخم در شرایط مساعد رشدش راشروع می‌کنـد و بعـد از گذرانـدن مراحـل جنینی در داخل پوسته تخم لارو نماتد سن ۱ بوجود می‌آید. لارو سن ۱ در داخل پوسته تخم یـک پوسـت اندازی می‌کند و در نهایت لارو سن ۲ از تخم خارج می‌شود. که لارو سن ۲ به گیاه حمله می‌کنـد وپـس از مدتی تعویض جلد صورت می‌گیرد و لاروسن ۳ بوجود می‌آیـد کـه بلنـدتر و بزرگ‌تـر از لارو سـن ۲ اسـت همیشه همرا با تعویض جلد قسمت ابتدای استالیت که مخروطی است نیز تعویض می‌شود، بعد از مدتی لارو

سن ۴ بوجود می‌آید و بالاخره با پوست اندازی نماتد بالغ می‌شود. لاروها در ظاهر هیچ تفاوتی با نماتد بـالغ ندارند منتها عضو تولید مثلی (*vulva*، اسپیکول و بورسا) در آن‌ها دیده نمی‌شود. در هنگام تعویض جلد هیچ گونه تغذیه‌ای در نماتد صورت نمـی‌گیـرد. در نماتـدهایی مثـل *Meloidogyn*و *Heteroderodera*پوسـت قدیمی جدا می‌شود ولی روی بدن نماتد باقی می‌ماند تا آخرین مرحله پو ست‌اندازی که همه پوسته‌ها با هم می‌افتد و نماتد بالغ ظاهر می‌شود و لذا این نماتد ها از شروع پوست اندازی تا بلوغ هیچ تغذیـه ای ندارنـد و فقط مرحله خسارت‌زای آن‌ها لارو سن ۲ و نماتد بالغ می‌باشد. طول یک سیکل زندگی نماتد بسته بـه نـوع نماتد و شرایط محیطی از ۷۲ سا عت تا چند سال طول می‌کشد. نماتدها در شـرایط نامسـاعد در مرحلـه‌ای سیکل زندگی‌شان متوقف می‌شود و به حالت غیر فعال با قی می‌مانند. نماتد گندم می‌تواند به حالت لاروسن ۲ به مدت طولانی به صورت غیر فعال درون بذور گنـدم بـاقی بمانـد. نماتـد سـا قـه یونجـه *Ditylenchus dipsaci*در موقع برداشت یونجه به حالت لارو سن ۴ به صورت غیر فعال می‌ماند تا شرایط مسا عد شود.

علا ئم بیماری‌های ناشی از نماتدها

الف) علائم بیماری‌های نماتدی روی ریشه

ایجاد غده روی ریشه: بعضی از نماتدها باعث ایجاد غده روی ریشه گیاه میزبـان مـی‌شـوند کـه در اثـر حمله نماتد به ریشه و تغذیه از آن و ایجاد آنزیم های خاص به ریشه حالت سرطانی و ایجاد تـورم مـی‌دهـد مثـل نماتـد *Meloidogyn*کـه مولـد غـده در گیاهـان مختلـف مـی‌باشـد.

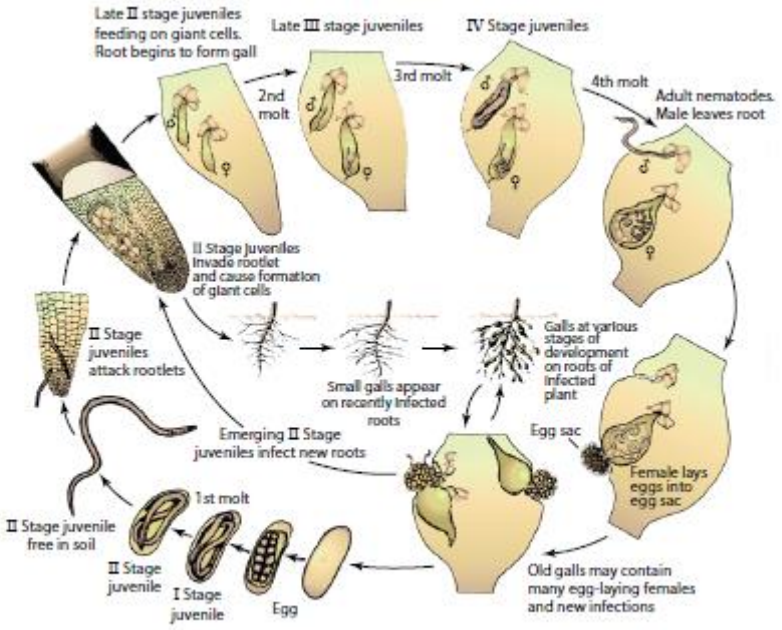


FIGURE 15-11 Disease cycle of root knot caused by nematodes of the genus *Meloidogyne*.

۲) ایجاد زخم روی ریشه: گونه‌های مختلف نماتد *Pratylenchus*روی ریشـه ایجـاد زخـم کـرده و در ریشه نفوذ می‌کند. که این نماتد را نماتد مولد زخم ریشه هم می‌نامند.

ایجاد خشکیدگی و پوسیدگی در ریشه: بعضی از نماتدها درون ریشه حرکت کرده و باعث خشک شدن و پوسیدگی ریشه می‌شوند مثل نماتد *Ditylenchus destraetor* که روی سیب زمینی فعالیت می‌کند و ایجاد خشکیدگی و پوسیدگی ریشه می‌کند *Ditylenchus dipsaci* روی چغندر قند باعث پو سیدگی قسمت بالای ریشه چغندرقند می‌شود.

بد شکلی و ضخیم شدن انتهای ریشه: نماتدها بیشتر روی ریشه‌های ظریف فعالیت می‌کنند یکسری از نماتد ها مثل *Longidorus. Xiphinema. Trichodorus* بیشتر به انتهای ریشه‌ها می‌زنند و با عث ناموزون شدن و بدشکلی انتهای ریشه می‌شوند.

ایجاد ریشکهای اضافی روی ریشه: در مواردی در اثر حمله نماتد گیاه برای دفاع از خود و ادامه زندگی ریشه‌های موئین زیادی ایجاد می‌کند. نماتد چغندرقند *Heterodera schachtii* باعث ریشدار شدن ریشه‌های چغندر می‌شود.

دو یا چند شاخه‌ای شدن ریشه‌های اصلی: که *Meloidogyn hapla* روی هویج فرنگی این حالت را ایجاد می‌کند.

ب) علائم بیماری روی اندام‌های هوائی

کم شدن رشد وضعف گیاه: که این حالت یکی از علائم اصلی نماتدها روی اندام‌های هوائی است و در مزرعه بیشتر به صورت لکه‌ای دیده می‌شود.

پیچیدگی و موجی شدن برگ‌ها و اندام‌های هوائی: نماتد *Anguina tritici* این حالت را روی گندم ایجاد می‌کند.

ازدیاد ساقه‌ها و قطور شدن و تغییر رنگ آن‌ها: نماتد *D. dipsaci* روی یونجه باعث می‌شود که ساقه‌ها رشد زیادی نکنند ساقه‌های زیادی تولید شود که کوتاه مانده و سفید رنگ هستند.

مبارزه با نماتدهای پارازیت گیاهی

در مبارزه با نماتدها از دو روش پیشگیری و مبارزه استفاده می‌شود. در روش پیشگیری به هر ترتیب باید جلوی انتقال نماتد ها را به منطقه سالم بگیریم. از کاشت نهال‌های آلوده اجتناب و بذور سالم کاشت شود. مسیر آبیاری مناطق آلوده از منطقه سالم را جدا کرده، ماشین آلات کشاورزی، دام‌ها و ادوات دیگر در انتقال نماتدها نقش دارند.

مبارزه شامل: مبارزه زراعی، بیولوژیکی، شیمیایی و تلفیقی است. در رابطه با مبارزه نماتدها باید اول نماتد و بیولوژی آن را بدانیم بعد روش مبارزه را تعیین کنیم.

در مبارزه زراعی یکی از روش‌ها آیش است در رابطه با آیش در موردآلودگی شدید نماتد اقدام به آیش می‌کنیم که باید علف‌های هرز را هم از بین ببریم، از ورود آب هم به مزرعه جلوگیری کرد چون نماتدها به خشکی حساس هستند لذا در آیش چندین بار در تابستان که هوا گرم است زمین شخم می‌خورد تا در اثر خشکی و عدم وجود میزبان نماتد از بین برود. در مورد بعضی نماتدها مثل *Heterodera* چون فرم مقاوم سیست است و در خشکی هم دوام می‌آورد لذا ابتدا زمین را آب می‌دهند تا سیست‌ها باز شود بعد اقدام به شخم و سایر روشها می‌کنند. در مورد اجرای تناوب هم باید نماتد را شناخت و هم گیاهان میزبان آنرا مثلا

نماتد *Meloidogyne*پلی فاژ است ولی به گرامینه‌ها زیاد حمله نمی‌کنند پس باید از غلات در تناوب استفاده شود.

یکسری از گیاهان نماتد را تحریک می‌کنند ولی نماتد نمی‌تواند سیکل زندگی خود را روی آن کامل کند و از بین می‌رود. حتی در از بین بردن نماتد می‌توان از گیاهان میزبان هم استفاده کرد به این صورت که گیاه میزبان را کشت می‌کنند وقتی نماتد ها جذب گیاه شد گیاه را از بین ببریم نماتد هم بدین طریق از بین می‌رود. یکسری از گیاهان مثل گل جعفری ترشحات ریشه‌اش خاصیت ضد نماتدی دارد و در کنترل نماتدها از آن استفاده می‌شود در مورد نماتد گندم بوجاری بذر نقش مؤ ثری دارد.

مبارزه شیمیایی:

در مبارزه شیمیایی شدیدا باید احتیاط کرد یکسری فومیگانت‌ها تدخینی هستند و یکسری به صورت گرانول هستند. در کل مبارزه شیمیایی را توصیه نمی‌کنند مگر در خزانه و باغات و جاه‌های محدود که از متیل بروماید استفاده می‌شود و سطح خاک را با پلاستیک می‌پوشانیم یا بذر یونجه رادر فضای بسته با متیل بروماید ضد عفونی می‌کنند، یکسری نماتدکش‌ها را هم می‌توان قبل از کاشت به زمین داد مثل متام سدیم، تمیک، نماگون. راگبی

باکتری‌ها و بیماری‌های باکتریایی گیاهان

باکتری‌ها میکروارگانیزیم های هستند از دسته *Prokaryotes*که فاقد هسته مشخص هستند یعنی هسته آن‌ها از بقیه محتویات سلولی جدا نشده است و در سیتوپلاسم پراکنده می‌باشد. باکتری‌ها دارای دیواره سلولی از جنس پروتئین و پلی ساکارید هستند که در مجموع پپتید وگلیکان نام دارد. باکتری‌ها ممکن است به اشکال کروی، بیضوی، میله‌ای یا رشته‌ای باشند. دارای تاژک یا فاقد آن باشند که باکتری‌های تاژک دار قادر به حرکت در محیط‌های مایع می‌باشند. اکثر باکتری‌های بیماریزا در گیاهان میله ای هستند به استثناء *Streptomyces*که رشته ای است طول باکتری‌ها ۰/۶ تا ۳/۵ میکرون و قطرشان ۰/۳ تا ۱ میکرون می‌باشد.

اکثر باکتری‌های بیماریزا در گیاهان دارای تاژک می‌باشند باکتری‌ها از روی تعداد و نحوه اتصال تاژک به صورت زیر تقسیم می‌شوند.

- منوتریکوس *Monotrichous*دارای یک تاژک در یک قطب
- لوفوتریکوس Lophotrihousدارای بیش از یک تاژک در یک قطب
- آمفی تریکوس Amphirichous دارای یک یا چند تاژک در دوقطب
- پری تریکوس Peritrichousدارای تاژک‌های پراکنده در اطراف
- آتریکوس Atrichousفاقد تاژک

تکثیر باکتریها به روش تقسیم مستقیم و به روش غیر جنسی صورت می‌گیرد، در مواردی هم از ادغام دو هسته دو باکتری نهایتا صورتی از تولید مثل جنسی اتفاق می‌افتد.

بعضی باکتری‌ها وقتی در شرایط نامناسب قرار می‌گیرند تولید اسپور مقاومی به نام آندوسپر می‌کنند، این حالت بیشتر در باکتری‌های میله‌ای گرم مثبت دیده می‌شود، از خصوصیات این اسپور مقاومت به خشکی، گرما و سرما است.

باکتری‌ها دارای قطعات DNAخارج کروموزومی به نام پلاسمید هستند که تعداد این‌ها در باکتری‌های مختلف متفاوت است و هر کدام دارای نقش خاصی در سلول باکتری هستند؛ مثلا پلاسمید T که نقش آن در *Agrobactrium*ایجاد تومور در میزبان است.

بعضی باکتری‌ها دارای یک لایه نازک در اطراف خود به نام کپسول هستند که این لایه لعاب مانند و ژله ای و دارای حدود مشخص است اگر این لایه دارای حدود مشخص نباشد به آن موکوس گفته می‌شود.

تشخیص با کتری‌ها:

تشخیص باکتری‌ها برخلاف قارچ‌ها بسیار مشکل است و با استفاده از یکسری تست های شیمیایی و رنگ آمیزی صورت می‌گیرد. با کتری‌ها از نظر رنگ آمیزی به دو گروه گرم مثبت (+G)وگرم منفی (-G) تقسیم می‌شوند. نحوه رنگ آمیزی گرم بدین صورت است که ابتدا باکتری‌ها را پس از فیکس شدن بر روی لام به مدت ۳۰ ثانیه با محلول ویوله دوژانسین (*crystal violet*) رنگ می‌کنند. سپس آب شستشو داده و سپس با ید رنگ آمیزی می‌کنند.

بعد با آب و سپس با الکل شستشو می‌دهند، در باکتری‌های گرم مثبت مخلوط رنگ بنفش ویوله دوژانسین وید با بعضی از مواد دیواره سلولی تر کیب و سپس از شستشو با الکل رنگش ثابت می‌ماند اما

باکتری‌های گرم منفی این رنگ‌ها را به خود نمی‌گیرند و پس از شستشو با الکل به حالت بیرنگ بر می‌گردند. انواع تست های شیمیایی باکتری‌ها شا مل: تست هوازی یا غیر هوازی بودن، تحمل غلظت نمک، اکسیداز، استفاده از قندهای مختلف، وغیره

ـــ طبقه بندی با کتری‌ها

باکتری‌های مهم را ما در یک طبقه بندی ساده در چند گروه همرا با ذکر خصوصیات آن‌ها نام می‌بریم.

سلسله:Procaryotae

Bacteria-دارای غشای سلولی و دیواره سلولی

(شاخه):Gracillicutes-باکتری های گرم منفی

رده:Proteobacteria-باکتری‌های عمدتا تک سلولی

تیره:Enterobacteriaceae

جنس Erwinia- عامل بیماری های سوختگی آتشی سیب و گلابی،پژمردگی استوارت ذرت

جنس Pantoea-عامل پژمردگی ذرت

جنس Serratia-گونه *S. marecescenes* در آوند آبکش گیاهان جالیزی فعالیت می‌کند و موجب زردی می گردد.

تیره:*Pseudomonadaceae*

جنس *Pseudomonas*-با مشخصات میله ای شکل، دارای یک یا چند تاژک قطبی، کلنی به رنگ سفید یا زرد. عامل لکه برگی، بلایت، پژمردگی آوندی، پوسیدگی نرم، شانکر و غده یا گره در گیاهان ایجاد می کند.

جنس Xanthomonas- باکتری‌های میله ای شکل، دارای یک تاژک قطبی، کلنی زرد رنگ. عامل لکه برگی های متعدد در گیاهان، عامل لکه میوه، بلایت در گیاهان یکساله و چند ساله، عامل پژمردگی آوندی و شانکر مرکبات.

جنس Xylophilus-عامل نکروز و شانکر باکتریایی انگور است.

جنس Ralstonia-موجب پژمردگی گیاهان تیره سولاناسه(بادمجانیان) می‌شود.

جنس Rhizobacter-در هویج، سرطان ریشه ایجاد می‌کند.

جنسRhizomonas-موجب ریشه چوب پنبه ای کاهو می‌شود.

خانواده ***Rhizobiaceae***

جنس *Agrobactrum*-با خصوصیات میله‌ای شکل، دارای تاژک‌های جانبی پراکنده، کلنی سفید و ندرتا زرد رنگ، عامل سرطان طوقه گیاهان.

جنسRhizobium-باعث ایجاد گره در ریشه حبوبات (حالت همزیستی) می گردد.

تیره: هنوز نامگذاری نشده است.

جنس Xylella-محدود به آوند چوبی،عامل سوختگی برگ و سرخشکیدگی درختان و تاک ها.

جنس *Candida liberobacter*-فعالیت در آوند آبکشی، عامل بیماری میوه سبز مرکبات(گرینینگ).

شاخهFirmacutes، باکتری های گرم مثبت

رده:Firmabacteria-باکتری های عمدتا تک سلولی

جنس: Bacillus-عامل پوسیدگی غده، بذر و گیاهچه ها و نوار سفید گندم.

جنس Clostridium–عامل پوسیدگی غده های انبار شده و عامل خیسی چوب نارون و سپیدار.

جنس Rathayibacter-عامل بیماری خوشه صمغی گندم.

شاخه Thallobacteria-باکتری های تولید کننده ریسه.

جنس Aarthrobacter-عامل بلایت باکتریایی درختچه خاس

جنس Clavibacter-عامل پژمردگی باکتریایی یونجه،گوجه فرنگی و سیب زمینی

جنس Curtobacterium-عامل پژمردگی لوبیا و .....

جنس Leifsonia-عامل کوتولگی پاجوش نیشکر

جنسRhodococcus-عامل کتابی شدن نخود

جنس Streptomyces-عامل جرب معمولی سیب زمینی

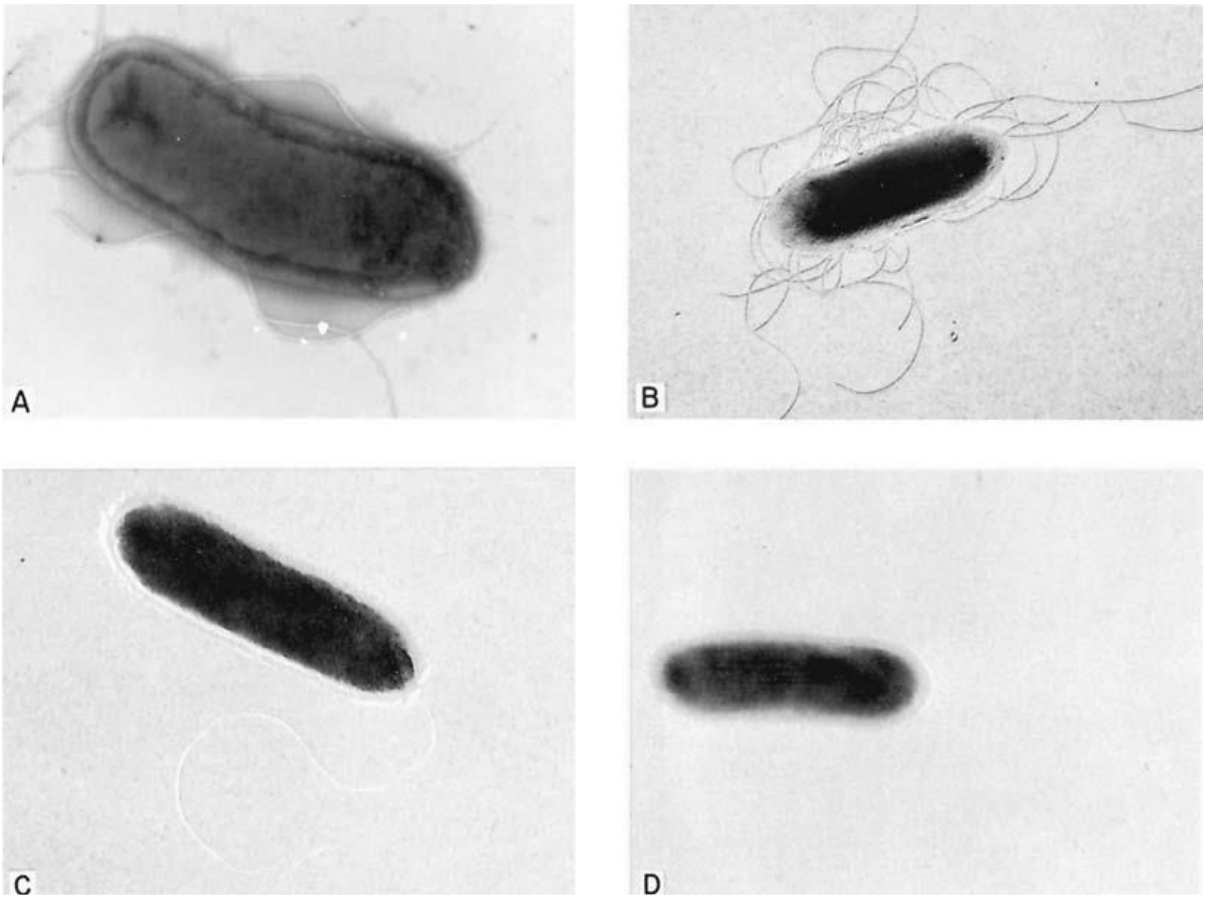


Figure ۱ Electron micrographs of some of the most important genera of plant-pathogenic bacteria: (A) *Agrobacterium*, (B) *Erwinia*, (C) *Pseudomonas*, and (D) *Xanthomonas*. [Photographs courtesy of (A) R. E. Wheeler **and S. M. Alcorn and (B–D) R. N. Goodman and P. Y. Huang.] Magnified 1600¥.**

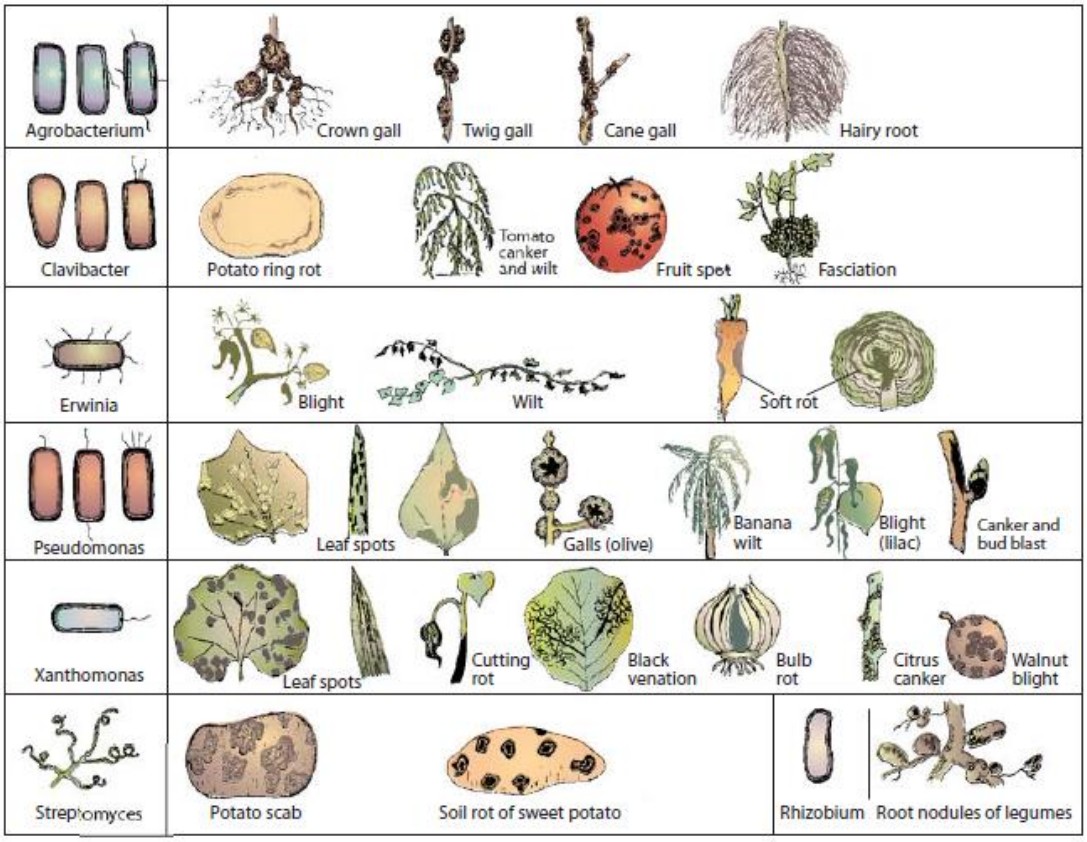


FIGURE 12-4 The most important genera of plant pathogenic bacteria and the kinds of symptoms they cause.

علائم بیماری‌های باکتریایی گیاهان

به طور کلی علائم بیماریهای باکتریایی به چهار دسته تقسیم می‌شود.

۱) بیماری‌های پارانشیمی ۲) بیماری‌های آوندی

۳) بیماری‌های عمومی (سیستمیک) ۴) بیماری‌های هیپرپلازی

بیماری‌های پارانشیمی بیماری‌هایی هستند که باکتری در بافت‌های پارنشیمی فعالیت دارد و شامل علائم زیر هستند.

۱) لکه برگی‌ها Leaf spots ۲) سوختگی‌ها blight ۳) شانکر Canker ۴) خوشه صمغی ۵) موزا ئیک باکتری یاییMosaic ۶) لهیدگی Soft rot

۱ ــ لکه برگی‌ها: در این دسته از بیماری‌ها در اثر فعالیت باکتری بتدا لکه‌های آبسوخته ای در روی برگ‌ها بوجود می‌آید و بسته به عوامل بیماری و شرایط محیطی به سرعت و یا به کندی گسترش پیدا می‌کند و به شکل زاویه‌ای و یا اشکال دیگر در می‌آیند، لکه‌ها به مرور قهوه ای و سیاهرنگ می‌شوند که در این حالت دیگر بافت مرده است. مر گ بافت در اثر ترشح آنزیم‌های باکتری‌یایی رخ می‌دهد؛ و بعد از مرگ بافت باکتری خود را به قسمت‌های سالم می‌رساند و به رشد و تکثیر خود ادامه می‌دهد. در لکه زاویه‌ای‌ها باکتری نمی‌تواند از آوندها عبور کند. از لکه برگی‌ها *Xanthomonas begoniae* که عامل لکه برگی بگونیا است، *Pseudomonas lacrymans* که ایجاد لکه زاویه ای در خیار می‌کند، در لکه برگی‌های باکتری‌یایی عموما یک هاله شفافی در اطراف لکه می‌بینیم که همان قسمتی است که باکتری فعال است.

۲ ــ *Blight*

در این حالت لکه روی برگ به سرعت گسترش می‌یابد و تمام یا قسمت وسیعی از برگ را در برگرفته و نکروز می‌کند، بلایت ممکن است دمبرگ و شاخه‌ها نیز سرایت کند و در نهایت به گیاه حالت بادزدگی می‌دهد، در غلات این لکه‌ها به صورت نوارهای طولی دیده می‌شوند. مثل *Xanthomonas translucens* *عامل* سیاه شدن خوشه گندم، *Pseudomonas tabaci* *عامل* آتشک توتون و *Erwinia amylovora* عامل آتشی شدن سیب و گلابی نیز برگ‌ها کاملا قهوه‌ای و خشک می‌شوند.

۳ ــ شانکر Canker

که در روی اندام‌های گیاهی زخم‌های فرو رفته ای ایجاد می‌شود که در اکثر شانکرهای باکتریایی ترشحات باکتری یایی، همرا با سلو لهای باکتری و شیره گیاهی از این شانکر ها خارج می‌شود. مثل شانکر مر کبات Xanthomonas *citri* و شانکر در ختان هسته دار *Pseudomonas syringae*

۴ ــ خوشه صمغی:

علائم بیشتر روی خوشه‌ها است که باکتری همرا با شیره گیاهی به صورت قطراتی از خوشه‌ها بیرون می‌زند و خشک می‌شود و معمولا به رنگ زرد کهربایی در می‌آید مثل بیماری خوشه صمغی گندم *Rathybaeter tritici*

۵ ــ موزائیک باکتریایی:

علائم موزائیکی روی اندام‌های سبز گیاه بوجود می‌آید که این هم از علائم ناشی از آلودگی به *Clavibaeter*در غلات است.

۶ ــ لهیدگی Soft rot

لهیدگی در قسمت‌های گوشتی و آبدار گیاهان که ذخیره غذایی بیشتر است بوجود می‌آید، در اثر فعالیت باکتری آنزیم‌های پکتیاز بوجود می‌آید که باعث تخریب تیغه‌های بین سلولی و نهایتا به هم ریختن سلول‌ها و ایجاد لهیدگی می‌شود مثل: باکتری *Erwinia caratovora*عامل لهیدگی هویج، کلم مغز کاهو

بیماری‌های آوندی:

دراین سری بیماری‌های باکتریها به آوندها و بافت پارانشیمی مجاور آوندها حمله می‌کنند و در آنجا تکثیر پیدا می‌کنند، ورود باکتری از طریق زخم‌ها یا بوسیله حشرات صورت می‌گیرد و گیاهان آلوده در نهایت پژمرده می‌شوند. در مقطع عرضی سا قه مشا هده می‌شود که آوندها تغییر رنگ پیدا کرده و به رنگ قهوه ای در می‌آیند و باکتری همرا با ترشحات لزج مانند آن از محل آوندها بیرون می‌آید، باکتری‌ها با تخریب آوندها و انسداد آن‌ها و عکس العمل میزبان که به صورت تیلوز است در نهایت باعث پژمردگی گیاه می‌شوند.

از بیماری‌های آوندی:

پژمردگی ذرت *Xanthomonas stewarti*

پژمردگی خیار *X. vascularum*

پژمردگی یونجه *Clavibaeter insidiosum* را می توان نام برد.

ـــ بیماری‌های عمومی یا سیستمیک

در این قبیل بیماری‌ها بافت‌های پارانشیمی و آوندها مورد حمله باکتری قرار می‌گیرند و باکتری در کل گیاه به صورت سیستمیک در می آید مثل با کتری *Pseudomonas phaseolicola* عامل سوختگی لوبیا که تمامی قسمت‌های میزبان به استثناء ریشه‌ها مورد حمله باکتری قرار می‌گیرند؛ و باکتری *Ralestonia solanacearum* عامل پژ مردگی باکتریایی سیب زمینی یا پو سیدگی قهوه ای سیب زمینی که باکتری از طریق آوندها در گیاه سیستمیک می‌شود.

ـــ بیماری‌های هیپر پلازی

باکتری‌های عامل این بیماری‌ها اثر تحریکی روی گیاه داشته و باعث برهم خوردن توازن هورمونی در گیاه می‌شوند و هورمون ایندول استیک اسید بمیزان غیر عادی ترشح می‌شود که موجب تشدید تقسیم سلولی و ناهماهنگی در رشد بافت‌ها می‌شود. در نتیجه این ناهماهنگی بد شکلی‌هایی از قبیل گال، تومور یا غده و جاروی جادوگر بوجود می‌آید. ایجاد گال در اثر هیپرپلازی و هیپرتروفی سلول‌های محل آلودگی بوجود می‌آید. این خاصیت توسط پلاسمید خاص باکتری بنام پلاسمید Tیا Tipایجاد می‌شود. که این پلاسمید وارد سلول‌های گیاهی شده و باعث تشدید تکثیر آنها می‌شود. از این دسته بیماری‌های، بیماری سرطان طوقه مو که در اثر باکتری *Agrobacterium tumefaciens* ایجاد می‌شود.

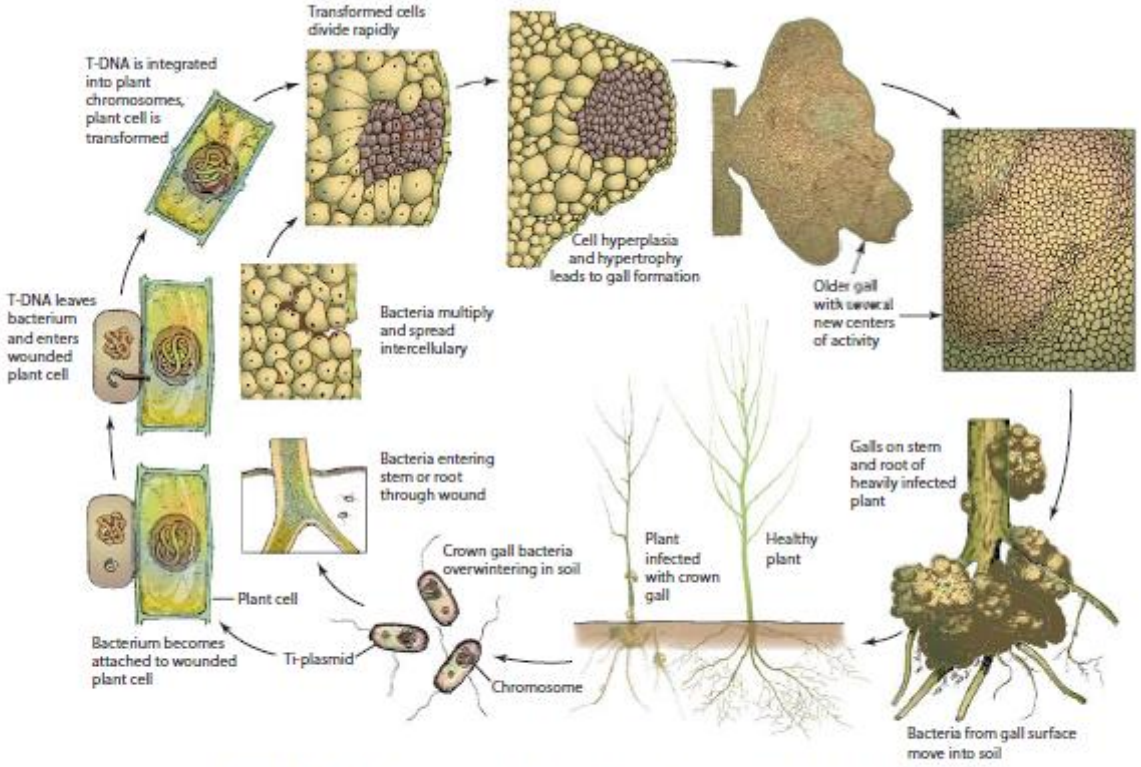


FIGURE 12-36 Disease cycle of crown gall caused by *Agrobacterium tumefaciens*.

بیماری زگیلی زیتون توسط با کتری *Pseudomonas savastani* و بیماری ریشکی شدن ریشه‌های درخت سیب در اثر باکتری *Agrobactrium rhizogenes*و بیما ری جاروئی شدن جوانه‌های نخود فرنگی در اثر باکتری *Clavibaeter fasciens*.

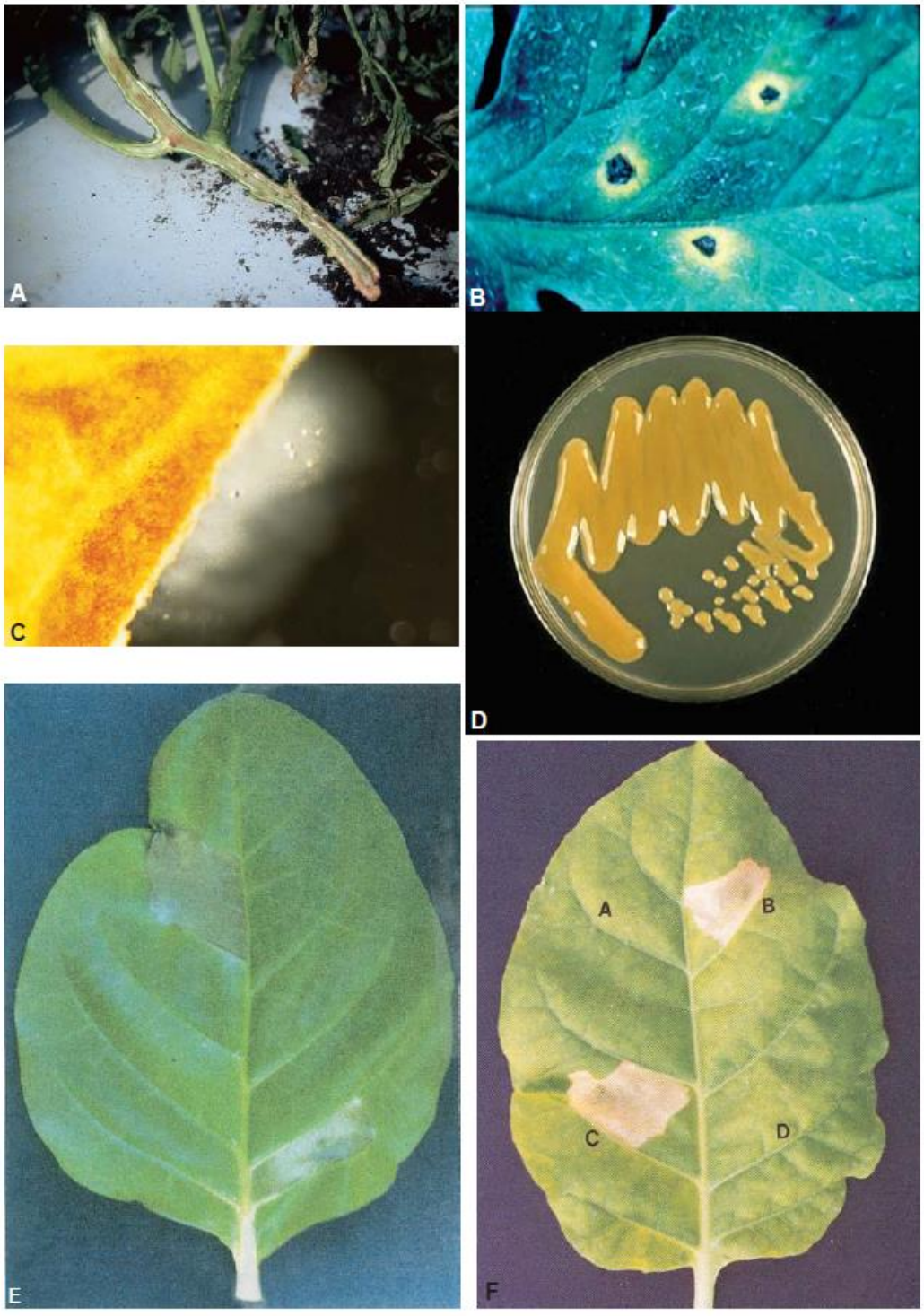


FIGURE 12-5 Some macroscopic features used to approximately determine the bacterial nature of the cause of a plant disease. (A) Brown discoloration of vascular tissues of wilting plant. (B) Halo surrounding lesions on leaf of plant. (C) Cloud-like exudate of bacteria oozing out from infected plant section placed in water. (D) Appearance characteristics of a culture and colonies of bacteria isolated from infected plant. Hypersensitive reaction tests in which injection of pathogenic bacteria into a leaf of an appropriate nonhost plant induces at first water soaking (E) and then collapse and necrosis of plant tissues (E and F), whereas injection of water at the opposite sides of the leaf at E and at A of leaf F or of a nonpathogenic bacterium (D) at leaf F induces no such reaction. [Photographs courtesy of (A and C) University of Florida, (B) R. J. McGovern, University of Florida, (D) T. R. Gottwald, USDA, Ft. Pierce, FL, and (E and F) A. Chatterjee, University of Missouri.]

نحوه ورود باکتریها به گیاهان

باکتری‌ها نفوذشان بدرون گیاه غیر فعال است و همیشه حرکتشان در میزبان بین سلولی است و در بین سلول‌ها تکثیر پیدا می‌کنند محل ورود باکتری‌ها بیشتر از طریق منافذ طبیعی و زخم‌ها است. بافت‌های جوان همیشه حساسیت بیشتری نسبت به بافتهای مسن دارند، روزنه‌های برگ و عدسک‌های روی سا قه محل ورود مناسبی برای باکتری‌ها هستند، علاوه براینها داشتن تاژک هم به نفوذ باکتری بدرون گیاه از این منافذ کمک می‌کند به علاوه جمع شدن آب در فضاهای زیر روزنه در هنگام بارندگی شدید که باعث آبسوختگی میزبان می‌شود بهترین شرایط ورود باکتری بیماریزا را فراهم می‌کند، محل افتادن برگ‌ها به خصوص برگهای که خارج از فصل خزان می‌کند راه ورود خوبی برای باکتری‌ها هست مثلا باکتری *P. syringae* از این طریق به راحتی وارد گیاه می‌شود. محل انشعابات ریشه‌ها هم از دیگر راه‌های ورود باکتری‌ها است، در مورد گل‌ها آلودگی از طریق روزنه‌های کاسبرگ‌ها و مجاری شهد انجام می‌شود. زخم‌ها به خصوص برای باکتری‌های مولد پژمردگی می‌تواند محل نفوذ خوبی باشد. شرایط هوایی طوفانی همرا با باران یکی از شرایط خوب برای ورود باکتری‌ها است زیرا باعث ایجاد آبسوختگی بافت‌های گیاه می‌شود (یعنی پر شدن فضای زیرروزنه ازآب) عوامل دیگری که می‌تواند باعث نفوذ شود یا به آبسوختگی که بهترین شرایط نفوذ است کمک کند عبارت‌اند از: کمبود پتاس، زیادی ازت، گرم ومرطوب بودن خاک وجود آب در سطح برگ‌ها و بالا بودن رطوبت نسبی هوا.

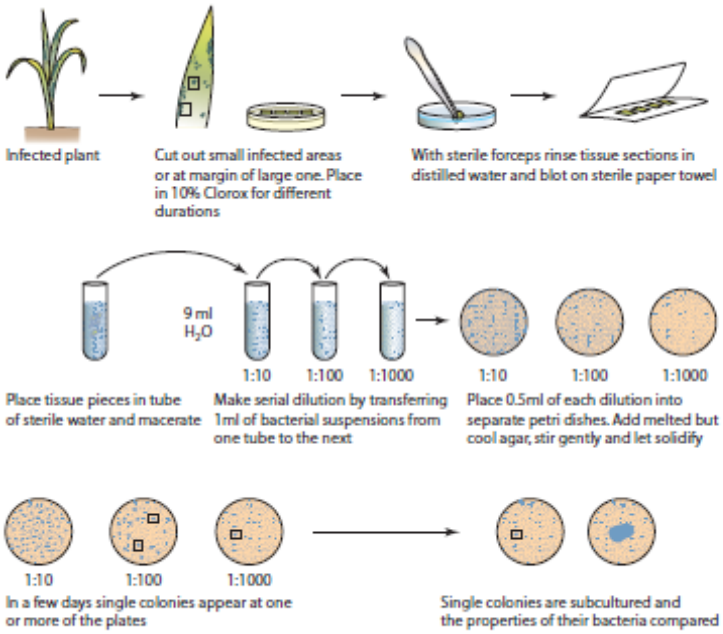


FIGURE 12-6 Isolation of bacterial pathogens from infected plant tissue.

مبارزه با بیماری‌های باکتریایی گیاهان

باکتری‌ها از نظرتهاجم نسبت به ویروس‌ها و قارچ‌ها سریع‌تر هستند و در زمینه تهیه ارقام مقاوم موفقیت کمتر بوده است و کاربرد مواد شیمیایی هم بر علیه آن‌ها خیلی مؤثر نبوده است روش‌های مبارزه با باکتری‌ها عبارت‌اند از:

۱) مبارزه شیمیایی: در این زمینه سموم مسی و ترکیبات روی از ترکیبات مؤثر تشخیص داده شده است، تاثیر این ترکیبات به خاطر یون مس و روی است که در سنتز و ساختمان آنزیم‌های بازدارنده دخالت

دارند و باعث جلوگیری از رشد و تکثیر باکتری می‌شوند ترکیبات مسی مثل سولفات مس یا کات کبود، اکسی کلرور مس، استات مس و اکسید مس که این تر کیبات در بعضی موارد جنبه معالجه کننده هم دارند مثل در مورد لکه زاویه ای خیار.

دیگر ترکیبات مؤثر علیه باکتری‌ها آنتی‌بیوتیک‌ها هستند منتها مصرف آنتی‌بیوتیک‌ها مشکلاتی دارد، یکی گران بودن آن‌ها و مسئله دیگر باقیمانده آن‌ها در بافت‌های گیاهی و خاک است، از طرف دیگر آنتی بیوتیک در بعضی گیاهان از ساخته شدن کلروپلاست جلوگیری کرده و باعث زردی گیاه می‌شوند و از طرف دیگر مقاومت باکتریها به این تر کیبات هم سریع صورت می‌گیرد. لذا مصرف آنتی بیوتیک ها چندان جالب به نظر نمی‌رسد.

۲) سالم گزینی: استفاده از بذر، قلمه و نشاء سالم و عاری از باکتری

۳) مبارزه زراعی: شامل افزایش نفوذ پذیری و بهبود تهویه خاک، پایین آوردن رطوبت خاک، پایین آوردن رطوبت در گلخانه‌ها، آبیاری صحیح به نحوی که آب در پای بوته‌ها جمع نشود و اندام‌های گیاهی با آب تماس نداشته باشند. استفاده از وسایل باغبانی تمیز و استریل، مبارزه با ناقلین باکتری‌ها، مثلا خوشه صمغی گندم توسط نماتد گندم منتقل می‌شود که کنترل نماتد باعث کنترل باکتری می‌شود.

۴) مبارزه بیولوژیک: در اینجا از پدیده آنتاگونیسم استفاده می‌شود؛ مثلا با دادن کودهای آلی به خاک باعث تکثیر و ازدیاد باکتری‌های بی ضرر خاک می‌شوند که این باکتری‌ها مانع فعالیت باکتری‌های بیماریزا ی گیاهی می‌شوند، در مورد کنترل پو سیدگی‌های ناشی از *Pectobacterium caratovona* این روش مؤثر است.

در مورد بیماری‌های باکتریوز گوجه وآلو، اوره پاشی روی گیاهان باعث می‌شود که باکتری‌های ساپروفیت سطحی گیاه که جزو میکرو فلور آن هستند تکثیر و ازدیاد شوند و بدین وسیله مانع از گسترش باکتری بیماریزا می‌شوند.

ـــ استفاده از سوشهای غیر بیماریزا باکتری برای رقابت با سوشهای بیماریزا

ـــ استفاده از باکتریو فاژها، ویروس‌های که با کتری‌ها را لیز می‌کنند و آن‌ها را از بین می‌برند.

ـــ مبارزه تلفیقی: استفاده از چند روش فوق به صورت مکمل.

ویروس‌ها و بیماری‌های ویروسی گیاهان

ویروس‌ها موجوداتی کوچک وغیر قابل رویت با میکروسکوپ‌های معمولی هستند و از صافی‌های نگهدارنده باکتری‌ها عبور می‌کنند و تنها قادرند در سلول‌های زنده تکثیر بیابند، ویروس‌ها در درون سلول میزبان استقلال ذاتی خود را از دست داده و همراه اجزاء سلول میزبان می‌شوند، از نظر متابولیسم ویروس‌ها هیچ نوع سیستم تولید انرژی نداشته و وابسته به میزبان می‌باشند.

ساختمان ویروس‌ها:

ساختمان ویروس‌ها از دو قسمت اصلی اسید نوکلئیک و پوشش پروتئین تشکیل شده است که اسید نوکلئیک در درون پوشش پروتئینی قرار گرفته اسید نوکلئیک در ویروس‌ها معمولا از یک نوع است یا RNA و یا DNA، در ویروس‌های گیاهی اسیدنوکلئیک بیشتر از نوع RNA است. اسید نوکلئیک از تعدادی واحد بنام نوکلئوتید ساخته شده است هر نوکلئوتید از یک قند پنج کربنی که در RNA ریبوز و در DNAدزاکسی ریبوز است و یک گروه فسفاته، یک باز آلی ازت دار تشکیل می‌شود. از نظر فیزیکی رشته اسید نوکلئیک می‌تواند به صورت یک رشته باشد و یا تکه تکه شده باشد مثل AMVکه به صورت تکه تکه شده است.

اسید نوکلئیک ممکن است یک رشته یا دو رشته باشد مثلا *SSRNA*یا *DSRNA*و یا *SSDNA*یا *DSDNA*باشد. بازهای آلی در RNA، آدنین، گوانین، سیتوزین و اوراسیل هستند و در DNAآدنین، گوانین، سیتوزین و تیمین هستند. از محل اسید فسفریک دو نوکلئوتید با هم اتصال پیدا می‌کنند. مجموعه قند ۵ کربنه و باز آلی را نوکلئوزید گویند.

پوشش پروتئینی از مجموعه اسیدهای آمینه درست شده و کارش حفاظت اسید نوکلئیک است علاوه بر پوشش پروتئینی در بعضی ویروس‌ها یک پوشش لیپوپروتئینی نیز وجود دارد که به آن *Envelope*گفته می‌شود.

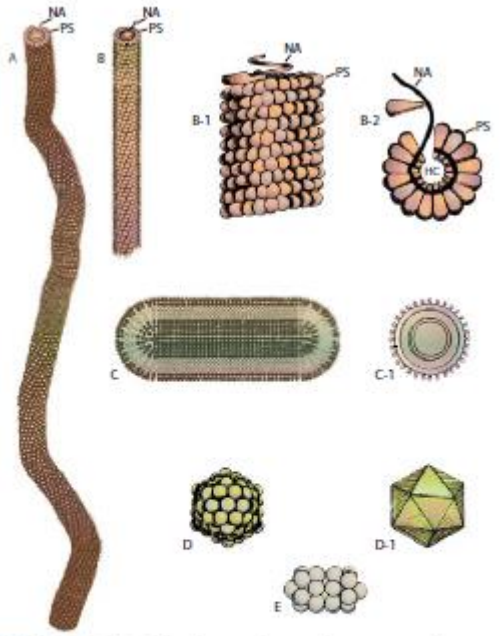


FIGURE 14-5 Relative shapes, sizes, and structures of some representative plant viruses. (A) Flexuous thread-like virus. (B) Rigid rod-shaped virus. (B-1) Side arrangement of protein subunits (PS) and nucleic acid (NA) in viruses A and B. (B-2) Cross-section view of the same viruses. HC, hollow core. (C) Short, bacillus-like virus. (C-1) Cross-section view of such a virus. (D) Isometric polyhedral virus. (D-1) Icosahedron representing the 20-sided symmetry of the protein subunits of the isometric virus. (E) Geminivirus consisting of twin particles.

شکل ویروسها

ویروس‌های ایزومتریک: این قبیل ویروس‌ها چند وجهی *(polyhedral)*می‌باشند در این ویروس‌ها کپسومرها در روی ضلع‌ها قرارمی‌گیرد و قطر این قبیل ویروس‌ها حدود ۳۰ نانومتر است. از ویروس‌های ایزومتریک ویروس موزائیک خیار (CMV)، ویروس موزائیک کدو (SMV)، ویروس کرلی تاپ چغندر قند (CTV)را داریم.

ویروس‌های میله‌ای: این ویروسها به شکل میله‌های مستقیم خمش ناپذیر می‌باشند مثل: ویروس موزائیک توتون (TMV)

ویروس‌های رشته‌ای: که به صورت رشته‌های خمش پذیر بوده و از نظر طول بلند هستند مثل تریستیزا که ۲۰۰۰ نانومتر طول داشته ویروس زردی چغندر (BYV)، ویروس‌های Xو Y سیب زمینی

ویروس‌های که از چند پارتیکل تشکیل شده‌اند مثل ویروس موزائک یونجه (AMV)

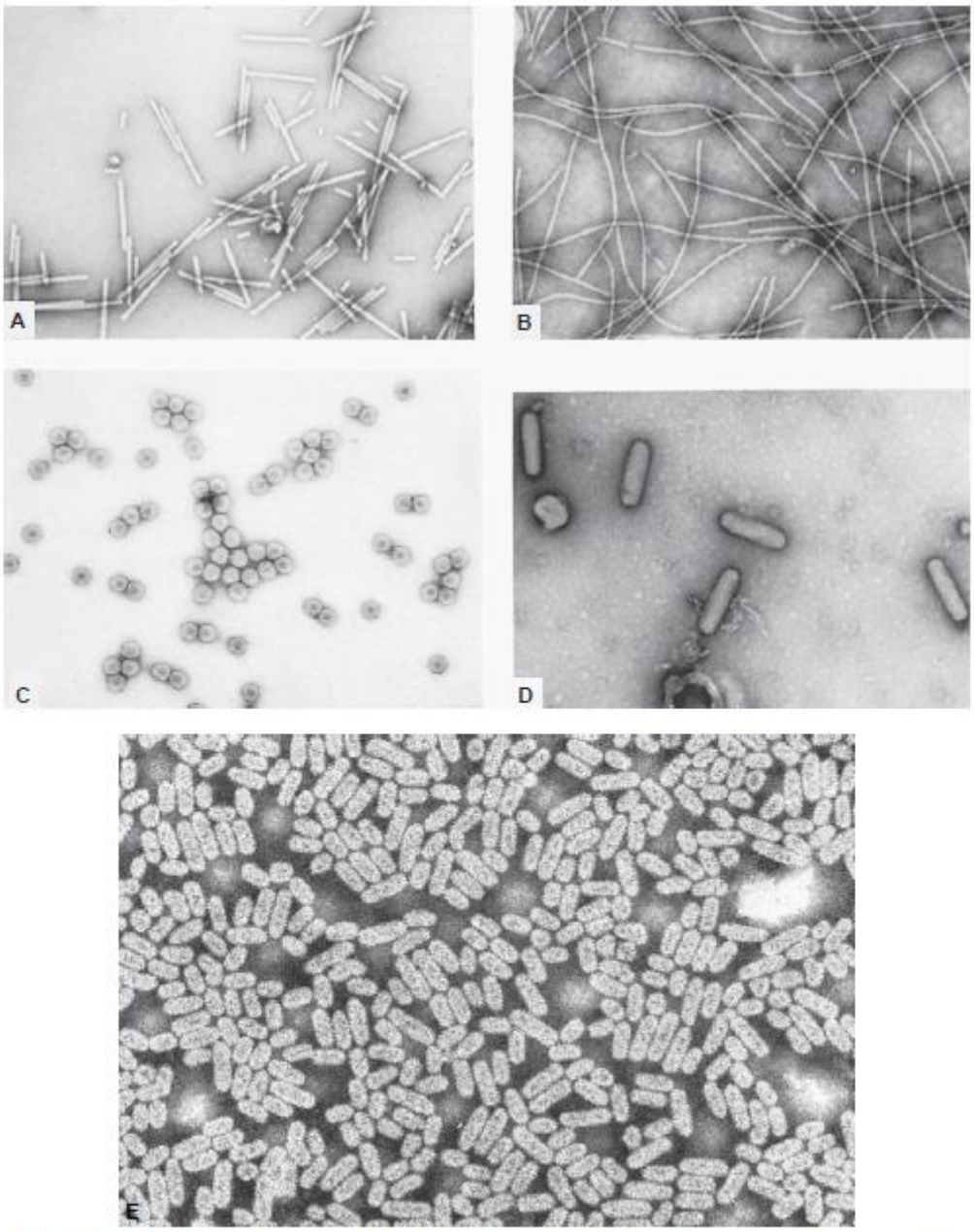


FIGURE 14-4 Electron micrographs of the various shapes of plant viruses. (A) Rod-shaped virus (*tobacco mosaic virus*) (36,000×). (B) Flexuous thread virus (*sugarcane mosaic virus*) (80,000×). (C) Isometric virus (*cowpea chlorotic mottle virus*) (100,000×). (D) Bacilliform rhabdovirus (*broccoli necrotic yellows virus*) (28,500×). (E) The various shapes and sizes of *alfalfa mosaic virus* (168,000×). [Photographs courtesy of (D) Lin and Campbell (1972). *Virology* 48, 30–40, and (E) E. M. J. Jaspars.]

روش‌های انتقال ویروس‌های گیاهی درطبیعت :

ویروس‌ها فاقد قدرت تحرک و طبیعی و همچنین فاقد قدرت نفوذ فعال بدرون بافت میزبان هستند و همواره نیازمند به عوامل کمکی برای انتشار و ورود به میزبان هستند، روش‌های انتقال ویروس‌ها عبارت‌اند از:

انتقال توسط پیوند و سایر اندام‌های رویشی: که این طرق انتقال در باغبانی اهمیت دارد و از طریق پیوند آلوده گیاه جدید آلوده خواهد شد.

انتقال با سس: سس گیاه پارازیتی است که در آن واحد می‌تواند چند گیاه را پارازیته کند اگر یکی از

این گیاهان آلوده به ویروس باشد از طریق رشته‌های سس به سایرین نیز منتقل می‌شود.

انتقال با بذر: تعداد کمی از ویروس‌های گیاهی بذر زاد بوده وبا بذر منتقل مـی‌شـوند، در ویروس‌هـای بذر زاد نیز درصد بذرهای آلوده پایین است، میزان آلودگی بذر در این قبیل ویروس‌ها بستگی به نـوع گیـاه، نوع ویروس و زمان آلوده شدن گیاه نسبت به زمان تشکیل بذر دارد. هر چه گیاه زودتر مبـتلا شـود درصـد آلودگی بذر بیشتر خواهد بود. بعضی از ویرو سهای بذر زاد عبارت‌اند از: ویروس موزائیک معمولی لوبیا *Bean common mosaic virus*ویروس موزائیک نواری جو *Barly stripe mosaic virus*و ویروس شـته زاد لوبیـا چشم بلبلی *Cowpea aphidborn mosaic virus*

انتقال با دانه گرده: بعضی ویروس‌های بذر زاد با دانه گرده نیز منتقل می‌شوند اما درصد آن‌هـا خیلـی کم است مثل *PNRSV*

انتقال توسط ناقلین: که این ناقلین شامل قارچ‌ها، نماتدها،کنه‌ها و حشرات می‌باشند که از همه مهم‌تر حشرات و از حشرات هم شته‌ها و زنجره‌ها مهم‌تر از بقیه بوده که دلیل آن رفتار تغذیه و سرعت تکثیر زیـاد شته‌ها در طول فصل می‌باشد.

انتقال مکانیکی: که توسط ادوات کشاورزی، قیچی باغبانی و تماس قسمت‌های آلـوده و سـالم صـورت می‌گیرد.

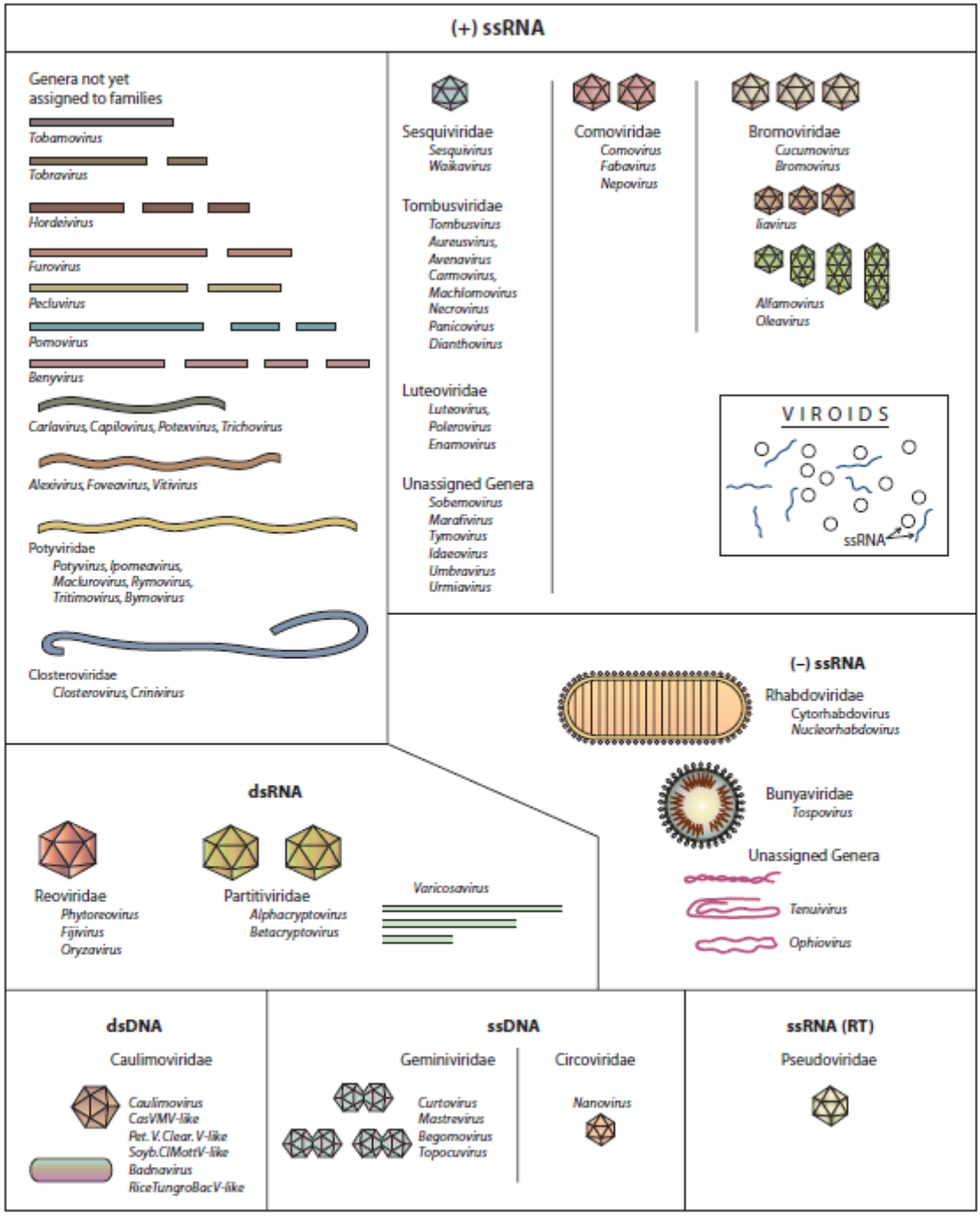


FIGURE 14-24 Schematic diagram of families and genera of viruses and of viroids that infect plants.

رابطه بین ویروس‌ها و حشرات ناقل آن‌ها:

این ارتباط به سه دسته تقسیم می‌شود:

ارتباط غیر پایا Nonpersistant

به رابطه ای از ویروس و ناقلش گفته می‌شود که ناقل با تغذیه کوتاه مدت از گیاه آلوده استعداد انتقال ویروس را بدست آورد و بلافاصله بتواند ویروس را به گیاه دیگر منتقل کند. یعنی دوره کمون در بدن حشره نداشته باشد، در مورد ناقلین که تغییر جلد می‌دهند در این ارتباط با تغییر جلد ناقل امکان انتقـال آلـودگی

زایل می‌شود. بعد از تغذیه از گیاه آلوده با گذشت زمان استعداد انتقال بسرعت فروکش می‌نماید و به نسل بعد منتقل نمی‌شود.

۲) ارتباط پایا *persistant* یا چرخشی *circulative*

در این نوع ارتباط ناقل به حداقل زمان تغذیه که کمترین آن یک ربع ساعت است برای کسب ویروس نیاز دارد و هر چه این زمان بیشتر شود شانس انتقال بیشتر است و بلافاصله پس از اتمام تغذیه از گیاه آلوده قادر به انتقال دادن آلودگی نخواهد بود و نیاز به گذشت یک دوره کمون است تا استعداد آلوده کنندگی را بدست آورد و سپس ناقل تا آخر عمر خود استعداد آلوده کنندگی را حفظ می‌کند و با تعویض جلد این استعداد زایل نمی‌شود، این ویروس‌ها ارتباط عمیقی با ناقل داشته و وارد دستگاه گوارش می‌شوند و در نهایت از راه غدد بزاقی وارد گیاه ثانویه می‌شوند به این نوع ویروسها ویروس‌های گردش کننده هم گفته می‌شود *(circulative)* بعضی ویروس‌های پایا علاوه بر حالت گردش در بدن ناقل تکثیر هم می‌شوند که به این گروه ویروس‌های گردش کننده تکثیری *(circulative propagative)* گفته می‌شود. این ویروس‌ها در مواردی با تخم حشره به نسل‌های بعدی هم منتقل می‌شوند. مثل ویروس کوتولگی زرد سیب زمینی *Potato yellow* dwarf

۳) ارتباط نیمه پایا *Semi _ persistant*

این نو ع ویروس‌ها از لحاظ خصوصیات انتقال بین ویروس‌های پایا و غیر پایا قراردارند. در این ویروس‌ها تغذیه کوتاه مدت برای برداشت ویروس کافی نیست و از طرفی دوره کمون وجود ندارد یعنی ناقل بلافاصله پس از کسب ویروس قابلیت انتقال را دارد، این ویروس‌ها عموما درون آوندهای آبکش قرار دارند و به همین دلیل ناقل باید حداقل زمانی تغذیه کند تا بتواند از این آوندها ویروس را برداشت کند مثل ویروس تریستیزای مرکبات (*Trestiza virus*).

علائم بیماری‌های ویروسی گیاهان

شدیدترین علائم بیماری‌های ویروسی مرگ گیاهان آلوده است مثلا ویروس موزائیک یونجه باعث مرگ بوته‌های نخود می‌شود سایر علائم عبارت‌اند از:

۱) موزائیک *:mosaic* به حالتی گفته می‌شود که یکنواختی توزیع کلروفیل در سطح اندام گیاهی خصوصا برگ‌ها از بین می‌رود و برگ حالت لک و پیس به خود می‌گیرد، موزائیک در گندمیان بدلیل وجود رگبرگ‌های موازی معمولا به صورت نوارهای کشیده یا منقطع در جهت رگبرگ‌ها است مثل ویروس موزائیک نواری گندم، (*Wheat strip mosaic virus*)موزائیک ها بیشتر توسط ویروس‌ها ناپایا ایجاد شده و عوامل مختلفی به خصوص شته‌ها آنها را منتقل می‌کنند. موزائیک‌ها بسهولت از طریق مکانیکی نیز منتقل می‌شوند.

۲) زردی :*(yellows)* تعدادی از ویروس‌ها در گیاهان ایجاد زردی می‌کنند. تفاوت زردی با موزائیک این است که اولا حالت لک و پیس روی برگ‌ها دیده نمی‌شود. ثانیا زردی معمولا از برگهای فوقانی شروع شده و بطرف پایین بوته سرایت می‌کند و ثالثا این که این بیماری‌ها آثاری از کوتولگی، پیچیدگی برگ،

چرمی، ضخیم شدن و شکننده شدن برگ را به همرا دارند، بوته‌های دچار زردی ممکن است نهایتا دچار مرگ و میر شوند یا عقیم شوند و یا محصول آن‌ها به شدت کاهش یابد این‌ها ویروس‌هایی هستند که معمولا بطریق مکانیکی منتقل نمی‌شوند، این ویروس‌ها معمولا با ناقل ارتباط از نوع پایا (گردشی ساده یا تکثیری) دارند.

۳) نکروز: در بعضی بیماری‌های ویروسی نکروز به صورت موضعی یا عمومی در بوته ظهور می‌کند، ویروس Yسیب زمینی باعث نکروز در بعضی شاخه ها و ویروس موزائیک یونجه در نخود باعث نکروز جوانه انتهایی و نهایتا کل بوته می‌گردد.

۴) تومور: بعضی بیماری‌های ویروسی با عث ایجاد تومور می‌شوند مثل تورم جوانه‌های کاکائو (*cacao swollen shoot*) که ناقل این ویروس شپشک است.

ــ گاهی ویروس‌های گیاهی باعث نخی شده برگها می شوهد مثلا نخود ایرانی در اثر آلودگی به بعضی از نژادهای ویروس موزا ئیک زرد لوبیا این علائم را نشان می‌دهد.

ــ ممکن است در گیاه اندام‌های نابجا ایجاد شود؛ مثلا بعضی از ویروس‌های سیب زمینی سبب ایجاد غده روی اندام‌های هوای سیب زمینی می‌شوند.

ــ بعضی ویرو سها باعث حالت رزت در گیاه می‌شوند

ــ بعضی ویروس‌ها باعث چین خوردگی‌های غیر عادی و باد بزنی شدن برگ میزبان می‌شوند بیماری برگ بادبزنی مو (*Fan leaf*)ناقل این ویروس نماتد *Xiphenema*است.

ـ ویروس کرلی تاپ باعث ایجاد ریشه‌های مویی زیادی روی غده چغندر می‌شود *(hairy root)*

ــ بعضی ویروسها باعث تغییر رنگ اندام‌های گیاهی می‌شوند. که به این حالت فیلودی (phyllody) گفته می‌شود مثلا گلبرگ‌ها به رنگ سبز در بیایند.

ــ بعضی ویروس‌ها باعث عقیم شدن گل‌ها و کاهش میوه‌ها و یا ریز شدن میوه‌ها می‌شوند مثل بیماری *little cherry*گیلاس

ــ بعضی ویرو سها با عث تغییر رنگ در رگبرگها می‌شوند که ممکن است به صورت *vein clearing* بیرنگ شدن رگبر گها یا *vein yellow* زردی رگبرگ‌ها باشد.

روش شناسایی ویروس‌ها

۱) استفاده از گیاهان محک *Test plant*

گیاه محک به گیاهی گفته می‌شود که در مقابل ویروس خاص پس از ایجاد آلودگی به طریقه مکانیکی یا بوسیله ناقلین علائم ویژه‌ای را بروز دهد به نحوی که بتوان با اتکا به این علائم ویروس مبتلا به را شناسایی کرد خصوصیات گیاه محک عبارت است از:

الف) اختصاصی عمل کند. ب) خیلی سریع جواب دهد. ج) قدرت تکثیری خوبی داشته باشد و سریع الرشد باشد. د) ویروس مدت زیادی در آن با غلظت بالا بماند. مثلا برای ویروس X سیب زمینی محک گل تکمه‌ای است که چند روز پس از مایه کوبی لکه‌های نکروتیک در آن ظاهر می‌شود.

۲) روش‌های سرولوژیکی:

این روش از دقیق‌ترین روش‌های شناسایی ویروس‌ها است، اساس کار در سرولوژی این است که بعضی مواد مثل پروتئین‌های سنگین یا مواد گلوسیدی سنگین در صورتیکه وارد بدن حیوان خونگرمی می‌شوند بدن را تحریک کرده و باعث می‌شوند که سیستم دفاعی بدن بر علیه این گونه مواد، مواد متضادی ایجاد کند که این مواد هم در بدن و هم در محیط می‌تواند با عامل خود جفت شده و آنرا بی اثر و رسوب دهد، مواد اولیه که دارای قدرت تحریکی هستند را آنتی ژن و موادی که بر علیه آن‌ها ایجاد می‌شود آنتی‌بادی می‌نامند. ویروس‌ها آنتی ژن‌های بسیار قوی هستند یعنی موادی هستند که اگر وارد بدن حیوان خونگرم می‌شوند سیستم دفاعی بدن حیوان را تحریک می‌کنند تا علیه آن‌ها آنتی بادی بسازد. بنابراین در این روش ویروس خالص شده را به بدن حیواناتی نظیر خرگوش، بز، اسب، خوکچه هندی تزریق می‌کنند و بعد از مدتی مقداری از خون حیوان را گرفته و سرم آنرا جدا می‌کنند این سرم که اصطلاحا به آنتی سرم معروف است می‌تواند برای شناسایی حضور ویروس در محیط‌های مختلف مثلا در یک گیاه بکار رود. روش‌های سرولوژیک بسیار متنوع است. یکی از این روش‌ها نشت در محیط آگار است بدین صورت که در یک پتری یک لایه ظریف آگار می‌ریزیم سپس درون این محیط دو چاهک با فاصله درست می‌کنیم در یک چاهک عصاره گیاه آلوده و در چاهک دیگر آنتی سرم موجود را می‌ریزیم عصاره گیاه حاوی ویروس در آگار نفوذ می‌کند و از طرف دیگر آنتی سرم در آگار نفوذ می‌کند محلی که این دو با هم تماس پیدا می‌کنند اگر آنتی سرم خاص ویروس باشد یک رسوب هلالی شکل ایجاد می‌شود. روش پیشرفته سرولوژیکی روش Elisa است که در اینجا از ذکر جزئیات آن بدلیل پیچیدگی موضوع خودداری می‌کنیم.

۳) روش میکروسکوپ الکترونی: باروش میکروسکوپ الکترونی می‌توان ویروس‌ها را مشاهده کرد و خصوصیات کلی آن‌ها را شناسایی کرد البته از روش‌های ذکر شده فوق باید به عنوان مکمل هم برای شناسائی ویروس‌ها استفاده کرد.

۴)روش های مولکولی: شامل استفاده از ژنوم ویروس ها در ردیابی آنها می باشد.RNA یا DNA ویروس با روش‌های مختلف تهیه و مورد شناسایی قرار می‌گیرد. در این روش‌ها از تکنیک PCR(Polymerase chain reaction) استفاده می شود که امکان تکثیر نامحدود قطعات انتخاب شده DNA را با استفاده از آغازگرهای (ترادف های کوتاه DNA) مناسب فراهم می سازد. آنالیز محصول پی‌سی‌آر ردیابی و تشخیص ویروس را امکان پذیر می‌سازد.

مبارزه با ویروس‌های گیاهی

ویروس‌ها را با استفاده از مواد شیمیایی در گیاه نمی‌توان از بین برد چون ویروس در سلول میزبان ادغام شده و از آنزیم‌های میزبان برای همانندسازی خود استفاده می‌کند هر ماده شیمیایی که اختلال در کار تکثیر ویروس ایجاد کند باعث اختلال در فعالیت گیاه هم خواهد شد و لذا باید از روشهای غیر مستقیم برای کنترل ویروس‌ها استفاده کردکه عبارت‌اند از:

بهترین راه برای کنترل هر بیماری ویروسی این است که با اعمال قرنطینه، بازرسی و گواهی مند کردن از ورود آن ویروس به ناحیه مورد نظر جلوگیری شود.

حذف منابع آلودگی: یعنی از بین بردن منابع اولیه آلودگی شامل علف‌های هرز میزبان، بقایای گیاهی باقیمانده از سال قبل و گیاهان میزبان غیر محصول. بسیاری از علف‌های هرز یا منبع ذخیره ای برای ویروس و یا ناقل ویروس می‌باشند. در مورد ویروس‌هایی که دامنه میزبانی محدود دارند این روش مؤ ثر است اما در مورد ویروس‌های با دامنه میزبانی وسیع کارآئی چندانی ندارد.

استفاده از بذر سالم و عاری از ویروس: با توجه به بذر زاد بودن بعضی ویروس‌ها مثل ویروس موزائیک کاهواستفاده از بذر سالم حائز اهمیت است. زیرا با وجود درصد بسیار کم آلودگی بذور بدلیل ناپایا بودن این ویروس در زمان کوتاهی تمام مزرعه آلوده خواهد شد. که در مورد بذر کاهو حداکثر قابل قبول درصد آلودگی بذور یک در سی هزارم باشد.

استفاده از اندام‌های گیاهی عاری از ویروس: که اندام‌های گیاهی که برای تکثیر بکار می‌روند مثل قلمه و غده و پیوندک باید عاری از ویروس باشند روش‌های عاری سازی اندام‌های گیاهی از ویروس‌ها عبارت‌اند از: الف) کشت مریستم: تحقیقات نشان داده است که مریستم انتهایی در گیاهان فاقد ویروس بوده و یا غلظت ویروس در این منطقه بسیار پایین است، دلیل این امربالا بودن سرعت تکثیر مریستم و عدم توانایی رقابت ویروس با این سلول‌های گیاهی و همچنین نبود آوندهای آبکشی در این ناحیه است. که با کشت مریستم انتهایی روی محیط کشت‌های خاص پایه های مادری عاری از ویروس تهیه می‌کنند.

ب) استفاده از حرارت درمانی همرا با کشت مریستم: بعضی از ویروس‌ها مثل ویروس Mو Sسیب زمینی قادر خواهند بود که مریستم انتهایی را هم در غلظت کمی آلوده کنند و لذا کشت مریستم به تنهای گیاه عاری از ویروس تهیه نمی‌شود. در مورد این ویروس‌ها گیاه را چند مدت در معرض حرارت‌های خاصی قرار می‌دهند که با افزایش حرارت غلظت ویروس در گیاه کاهش می‌یابد و در نتیجه غلظت در سلول‌های مریستمی به حد صفر می‌رسد آنگاه تکنیک کشت مریستم را اعمال می‌کنند.

ج) حرارت درمانی :(*Termotrapy*) با روش حرارت درمانی توانسته‌اند بیش از صد نوع ویروس را محدود سازند. از جمله ویروس پیچیدگی برگ سیب زمینی (*Potato Leaf Roll Virus*)که با استفاده از حرارت درمانی غلظت ویروس به میزان بسیار زیادی در آن کاهش می‌یابد. گفته می‌شود که حرارت بیشتر بر جریان تکثیر ویروس‌ها اثر گذاشته و سنتز آن‌ها را مختل می‌کند.

۴) اصلاح روش‌های زراعی به منظور حفظ محصول از آلودگی: بکمک روش‌های مثل تغییر تاریخ کشت و تغییر شیوه کشت می‌توان بعضی بیماری‌های ویروسی را کنترل کرد.

گیاه در یک مر حله از کاشت نسبت به ویروس بسیار حساس است با توجه به اینکه تهاجم ناقل نیز دوره‌ای می‌باشد و در دوره‌ای شدید و در دوره دیگر کم می‌شود بنابراین باید اقداماتی به عمل آورد که ناقل در فصل مساعد با گیاه مواجه نشود. بنابراین با توجه به زمان مهاجرت ناقل می‌توان تاریخ کشت را به صورتی تنظیم کرد که ناقل با گیاه مواجه نشود یا آنکه از آن سن حساس گذشته باشد. مسئله دیگر اینکه از مجاورت قرار دادن محصول جدید با محصول سال گذشته خودداری کرد تا از محصول سال گذشته ناقل نتواند به راحتی وارد محصول جدید شود؛ مثلا مزارع چغندر بذری را مجاور مزارع چغندر احداث نکنیم.

ــ با تناوب زراعی نیز می‌توان از تشدید بیماری از سالی به سال دیگر جلوگیری کرد این روش به ویژه برای ویروس موزائیک خیار مؤثر است.

ـــ آیش در مورد بیماری‌های ویروسی که ناقل نماتد یا قارچ دارند و یا ویروس‌هایی که در بقایای گیاهی دوام می‌آورند مؤثر است.

ـــ مبارزه با ناقلین ویروس‌ها: یکی از مهم‌ترین روش‌های کنترل ویروس‌های گیاهی می‌باشد. مبارزه شیمیایی در مورد ویروس‌های که به طریق پایا منتقل می‌شوند به خوبی مؤثر است به ویژه اگر از سموم سیستمیک استفاده شود اما در مورد ویروس‌های ناپایا مبارزه شیمیایی چندان موفقیت آمیز نیست در مورد این ویروسها می‌توان از گیاهان تله استفاده کرد که ناقلین بیشتر به طرف آن‌ها کشیده می‌شوند

ـــ استفاده از ارقا م مقاوم: که این مقاومت ممکن است در برابر ویروس و یا ناقل آن باشد.

استفاده از کراس پروتکشن (*Cross _ proteetion*)یا حفاظت تقاطعی: یعنی جلوگیری از فعالیت نژادهای ویرولانس (بیماریزا) ویروس به کمک نژادهای خفیف: معمولا گیاه وقتی به یک نژاد از ویروس آلوده می‌شود در مقابل نژادهای دیگر ویروس مصونیت پیدا خواهد کرد. زیرا که آن جاهایی را که ویروس بیماریزا باید اشغال کند ویروس غیر بیماریزا و یا با بیماریزای خفیف اشغال می‌کند. استفاده از این روش با احتیاط باید صورت گیرد زیرا خطر موتاسیون نژادهای خفیف و تبدیل آنها به نژادهای ویرولانس وجود دارد و ازطرف دیگراین نژاد خفیف ممکن است روی گیاهان دیگر بیماریزایی شدیدی داشته باشد.

میکوپلاسماها و شبه میکوپلاسماهای گیاهی

میکوپلاسما ها کوچک‌ترین پروکاریوتهای قابل کشت در محیط‌های مصنوعی هستند و فاقد دیواره سلولی می‌باشند البته فقط یک دسته از مایکوپلاسماها به نام *Spiroplasma*را می‌توان در محیط‌های مصنوعی کشت داد مایکوپلاسماها متعلق به رده *Mollicutes*از دسته پروکاریوتها می‌باشند که در یک راسته بنام *Mycoplasmatales* قرار می‌گیرند که این راسته به ۳ خانواده ۶ جنس تقسیم می‌شود که دو جنس مهم آن *Mycoplasma*و *Spiroplasma* می‌باشند.

مشخصات مایکوپلاسماها:۱) از ویروس‌ها بزرگ‌تر و از باکتری‌ها کوچک‌تر هستند و از صافی‌های نگهدارنده با کتری‌ها عبور می‌کنند (۸۰ تا ۸۰۰ میلی میکرون)

۲) نوع فنری شکل آن‌ها (اسپیرو پلاسماها) در محیط مصنوعی قابل تکثیر هستند.

۳) دیواره سلولی ندارند بلکه با غشا پلاسمایی احاطه می‌شوند در نتیجه می‌توانند اشکال گوناگونی به خود بگیرند.

۴) تمام آنها به پنی سیلین مقاومت مطلق دارند ولی به غلظت کم تتراسیکلین حساسیت نشان می‌دهند و رشدشان متوقف می‌شود.

۵) از نظر انتقال از گیاهی به گیاه دیگر و علائم بیماری به ویروس‌ها شباهت دارند. میکوپلاسماها بوسیله بعضی از زنجره‌ها منتقل می‌شوند و در گیاهان آلودگی سیستمیک ایجاد می‌کنند.

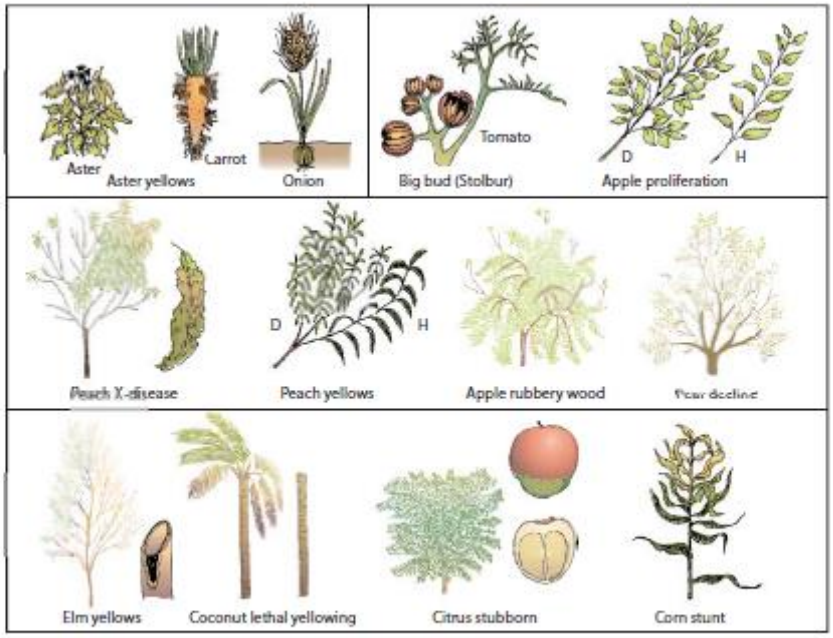


FIGURE 12-53 Symptoms caused by mollicutes. D, diseased plant; H, healthy plant.

علائم بیماری میکو پلاسمایی:

ــ کوتاه ماندن بوته‌ها یا کوتولگی، کوچک شدن برگ‌ها، زرد شدن برگ‌ها و بد شکلی برگ‌ها، کاهش فاصله میان گره‌های سا قه سبز شدن رنگ گلبرگ‌ها، برگی شدن یا برگ مانند شدن اندام‌های گل *(phyllody)*، عدم تولید میوه و بذر یا عقیم شدن بذور، رشد جوانه‌ها و شاخه‌های متعدد از گره‌های ساقه و ایجاد حالت جاروئی *(witchesbroom)*هیچکدام از این بیماریها به روش مکانیکی یا بوسیله بذر منتقل نشده و بوسیله پیوند قابل انتقال هستند.

بیماری ریزبرگی یا استابورن مرکبات

این بیماری یکی از مهم‌ترین بیماری‌های مر کبات است. علائم بیماری عبارت‌اند از: درختان آلوده معمولا رشد کمتری داشته و کوتاه‌تر از درختان سالم هستند. فاصله میان گره‌ها کوتاه شده و از هر گره چند شا خه می‌روید. برگها درخت معمولا کوچک‌تر از حالت عادی و به صورت قاشقی هستند. درختان آلوده از نظر رشد شا خه و برگ انبوه تر از درختان سالم هستند. دردرختان آلوده گلدهی بی موقع وجود داشته. تعداد و اندازه میوه‌ها کاهش می‌یابد، میوه‌ها رشد نامتقارن دارند و رشد در یک سوی میوه کمتر از طرف دیگر است. در بعضی از ارقام به خصوص پرتقال و نارنج قسمت گلگاه میوه سبز باقی می‌ماند. بذر میوه‌های آلوده غالبا تیره رنگ و اکثرا کوچک‌تر شده و اغلب چروکیده و رشد نیافته‌اند. ندرتا در داخل پوست میوه لکه‌های آبی رنگی تشکیل می‌شود.

پوست میوه در نیمه انتهای به حد قابل توجهی نازک می‌شود. از علائم دیگر بیماری خشکیدگی سرشاخه‌ها و سوختگی گلگاه میوه است. در بعضی ارقام انتهای میوه باریک شده و بلوطی شکل می‌شود.

عامل بیماری:

عامل بیماری ریزبرگی یک میکوپلاسمای مارپیچی شکل بنام *Spirophasma citri* است.

اسپیروپلاسمای مرکبات بوسیله پیوندک آلوده منتقل می‌گردد، در طبیعت زنجره‌ها بیماری را به گیاهان سالم منتقل می‌کنند مهم‌ترین ناقل آن زنجره چغندر قند *Neoaliterus tenellus* است. رابطه اسپیرو پلاسما با ناقل از نوع پایا می‌باشد.

مبارزه:

مهم‌ترین راه مبارزه با ریزبرگی انهدام درختان آلوده و تهیه نهال‌های سالم است، پیوندک را بایستی از درختان سالم تهیه کرد. نهالستان‌ها باید به دور از مناطق آلوده باشند. کاشت گیاهان تله (میزبان زنجره ولی مقاوم به اسپیرو پلاسما) در اطراف باغهای جوان می‌تواند در جلوگیری از آلودگی درختان توسط زنجره ها مؤثر باشد. اجتناب از کشت ارقام بسیار حساس (مانند پرتقال‌های ناول، محلی و والنسیا) و کشت ارقام مقاوم‌تری مانند نارنگی‌ها در مناطق آلوده، پرهیز از کاشت گیاهان یکساله و دو ساله حساس به بیماری در درختان باغ (باقلا، شبدر قرمز و سفید، پیاز، خاکشیر، شلغم، تربچه وحشی و گل پر وانش)

سایر بیماری‌های ناشی از میکوپلا سماها

ـ کوتولگی ذرت (*Corn stunt*)که عامل آن *Spiroplasma kunkelis* که علائم آن به صورت بروز نوارهای سبز کمرنگ در پهنک برگ و سپس ایجاد نوارهای پهن قرمز طولی در برگ‌ها، کوتولگی گیاه و رشد جوانه‌های جانبی، تولید فقط دو سه میوه در هر بوته، کاهش فاصله میان گره‌ها، شاخه گلهای نر کوتاه شده و شاخه‌های فرعی فشرده تر به نظر می‌رسد.

ـ زردی مینا (*Aster yellows*)

ـ بیماری میکوپلاسمی گل سبز کنجد