



Review Article

Review of durable management of soil-borne plant pathogens

MOUSA NAJAFINIYA  and MEHDI AZADVAR

Plant Protection Research Department, South Kerman Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Jiroft.

Received: 07.12.2019


Accepted: 04.03.2020

Najafiniya M , Azadvar M (2020) Review of durable management of soil-borne plant pathogens. Plant Pathology Science 9(1):68-77. DOI: 10.2982/PPS.9.1.68.

Abstract

Plant diseases play a critical and limiting role in crop production and their control by using pesticides cause serious problems regarding food safety and environmental health and increase the need for other sustainable disease management techniques. Some of plant pathogens may infect the aerial parts of plants, but spent part of their life cycle in the soil and maintained their survival. In such cases, part of the life cycle of the plant pathogen in soil may be very important, even if that microorganism does not infect the roots. Mono culturing and cultivation of crops belonging to the same family increase the potential of disease incidence. Using and applying the suitable and correct cultural practices that limit damage of root diseases is necessary for sustainable management of soil-borne pathogens. Cultural operations, including the use of cover green crops, crop rotation, organic composts, certified seeds and propagative materials, amended organic material to soil, proper tillage systems, soil solarization, resistant cultivars, mycorrhizal fungi, all are reported and confirmed as management options for long time saving soil quality and good sustainable management of soil borne diseases.

Key words: Crop rotation, Disease, Soil solarization, *Phytophthora*, *Fusarium*

 m.najafinia@areeo.ac.ir

مقاله مروری

مروری بر روشهای مدیریت پایدار بیمارگرهای گیاهی خاکبرد

موسی نجفی‌نیا ✉ و مهدی آزادوار

بخش پژوهش‌ها گیاه‌پزشکی، مرکز پژوهش‌ها و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی جنوب استان کرمان، سازمان پژوهش‌ها، آموزش و ترویج کشاورزی، جیرفت، ایران

پذیرش: ۱۳۹۸/۱۲/۱۴

دریافت: ۱۳۹۸/۰۹/۱۶

نجفی‌نیا م، آزادوار م (۱۳۹۸) مروری بر روشهای مدیریت پایدار بیمارگرهای گیاهی خاکبرد. دانش بیماری‌شناسی گیاهی ۹(۱): ۶۸-۷۷. DOI: 10.2982/PPS.9.1.68.

چکیده

بیماری‌های گیاهی نقش محدودکننده مهمی در تولید محصولات کشاورزی دارند و مهار آنها با استفاده از آفت‌کش‌ها، نگرانی‌های جدی در مورد ایمنی مواد غذایی و سلامت محیط زیست به وجود می‌آورد و ضرورت استفاده از سایر روش‌های مدیریت پایدار بیماری‌ها را دوجندان می‌سازد. بسیاری از بیمارگرهای گیاهی ممکن است آلودگی را روی قسمت‌های هوایی گیاهان ایجاد کنند اما بخشی از چرخه زندگی خود را در خاک طی نموده و بقای خود را حفظ نمایند. در این‌گونه موارد، بخشی از چرخه زندگی بیمارگر گیاهی که در خاک است ممکن است بسیار مهم باشد، حتی اگر ریشه‌ها را آلوده نکند. تک‌کشت‌های پیاپی و یا کاشت گونه‌های گیاهی مشابه با هم در زمین زراعی ثابت، احتمال شیوع بیماری را افزایش می‌دهد. عملیات مختلف زراعی از جمله استفاده از گیاهان پوششی، تناوب زراعی، کاربرد کمپوست، تقویت مواد آلی خاک، استفاده از بذر و مواد تکثیری سالم و گواهی شده، کشت رقم‌های مقاوم، استفاده از قارچ‌های میکوریز، خاک‌ورزی مناسب و آفتاب‌دهی خاک به‌عنوان گزینه‌های مناسب مدیریت پایدار بیماری‌های ناشی از بیمارگرهای خاک‌برد و حفظ کیفیت و سلامت خاک محسوب می‌شوند.

واژگان کلیدی: بیماری، تناوب زراعی، آفتاب‌دهی خاک، *Fusarium*, *Phytophthora*

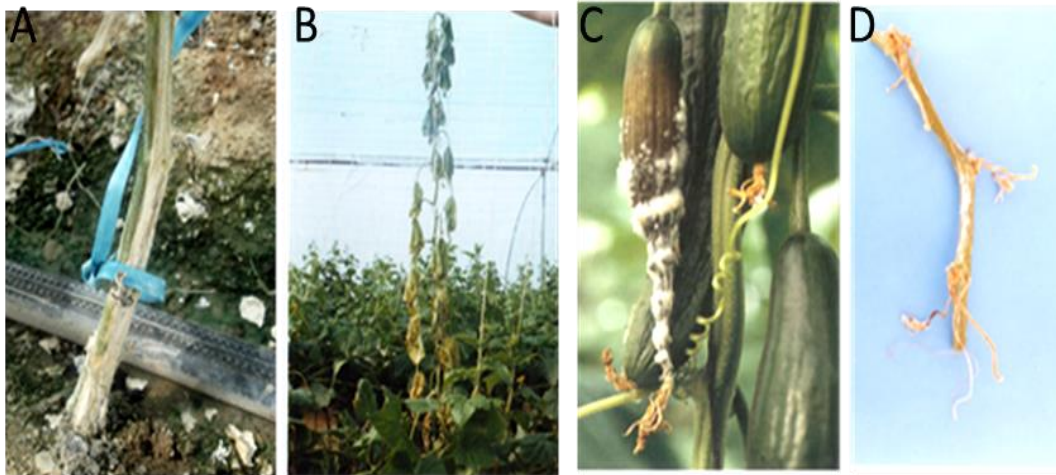
مقدمه

شیوع بیماری اغلب به دنبال افزایش جمعیت بیمارگر یا تغییر در نوع گیاه کشت‌شده که سبب افزایش حساسیت به بیمارگر می‌شود، اتفاق می‌افتد. شناسایی بیماری‌های گیاهی با استفاده از نشانه ظاهری، اغلب دشوار است. بیمارگرها در مراحل و سنین رشدی مختلف گیاهان ممکن است علائم متفاوتی ایجاد کنند. میزان جمعیت بیمارگر در خاک و شرایط محیطی نیز می‌توانند بر شدت نشانه یک بیماری تأثیرگذار باشند. علاوه بر این، تنوع نشانه بیماری‌های گیاهی ممکن است ناشی از آلودگی هم‌زمان چند میکروارگانیسم در یک گیاه باشد (Lamichhane and Venturi 2015). در شرایط آلودگی هم‌زمان یک گیاه به چند میکروارگانیسم، تعاملات بین ارگانیسم‌ها می‌توانند نشانه‌ای را ایجاد کنند که متفاوت از آلودگی ناشی از همان ریزجاندارانها به‌تنهایی باشد (Fitt et al. 2006). به‌عنوان مثال در مورد بیماری زوال مرکبات در جنوب ایران

✉ m.najafinia@areeo.ac.ir

که ناشی از آلودگی هم‌زمان درختان مرکبات به فیتوپلاسما، میوه سبز مرکبات، نماتد ریشه مرکبات، *Phytophthora nicotiana* و *Fusarium solani* و دمای بالا در طول تابستان است (Azadvar et al. 2019) نشانه، متفاوت از آلودگی به هر بیمارگر به تنهایی است و به صورت رنگ پریدگی عمومی درختان آلوده، توقف جوانه‌زنی جدید در فصل جوانه‌زنی مرکبات، ریز شدن میوه‌ها، پوسیدگی شدید ریشه‌ها و نهایتاً زوال کامل درختان آلوده دیده می‌شود. بیمارگرهای مختلف گاهی ممکن است نشانه مشابهی روی یک میزبان ایجاد نمایند (Del Ponte et al. 2014)، لذا همیشه شناسایی عامل یک بیماری از روی نشانه بیماری آسان نیست. قارچ‌ها، شبه‌قارچ‌ها، باکتری‌ها، برخی ویروس‌ها و نماتدهای انگل گیاهی می‌توانند ایجاد بیماری‌های خاک‌برد نمایند. به عنوان مثال بیمارگرهای قارچی مهم خاک‌برد در مزرعه و گلخانه خیار شامل گونه‌های *Fusarium* (شکل ۱ A, B)، *Verticillium* و *Rhizoctonia* هستند (شکل ۱ C, D).

از دیدگاه مدیریت محصول، بیماری‌های خاک‌برد، مسائل خاص خود را دارند. آن‌ها از دید کشاورزان مخفی بوده و تشخیص آن‌ها دشوار است. به‌طور کلی، تشخیص و کنترل بیماری‌های خاک‌برد در مقایسه با بیماری‌های اندام هوایی برای کشاورزان و حتی کارشناسان دشوارتر است. تراکم جمعیت ریزجاندارانهای خاک می‌تواند به‌طور گسترده‌ای در فاصله چند متر در یک زمین متفاوت باشد، زیرا توزیع و پراکنش آن‌ها به شدت تحت تأثیر ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک قرار می‌گیرد (Moore and Lawrence 2013). پژوهش‌ها نشان داده که پراکنش جمعیت نماتد ریشه مرکبات در یک باغ و درختان آلوده به زوال مرکبات در جنوب کرمان متغیر است (Najafiniya and Azadvar 2016). علاوه بر این، روش‌های استخراج، شناسایی و تخمین میزان جمعیت و برآورد خسارت در بیمارگرهای خاک‌برد متفاوت است و این تنوع در روش‌ها و فن‌های به کار برده شده، ممکن است به‌سختی بتوان نتایج پژوهش‌ها گروه‌های مختلف را با هم مقایسه کرد.



شکل ۱. نشانه بیماری پوسیدگی فوزاریومی ریشه و ساقه خیار (A) و پژمردگی خیار (B)، پوسیدگی میوه و ساقه خیار ناشی از قارچ *Sclerotinia sclerotiorum* (C و D) (اصلی).

Figure 1. Fusarium root and stem rot (A) and wilt of cucumber (B), Cucumber fruit and stem rot (C, D) caused by *Sclerotinia sclerotiorum* (Original).

۱- راهبردهای اصولی مدیریت بیماری‌های خاکبرد

۱-۱- تشخیص و ارزیابی وقوع و شدت بیماری

با توجه به این که بیمارگرهای خاکبرد برای مدت طولانی در خاک دوام خود را حفظ می‌نمایند، جهت مدیریت موفق و پایدار، بهتر است سابقه شیوع برای هر بیماری در هر مزرعه تهیه و ثبت شود. ارزیابی بهداشت و سلامت هر محصول شامل درصد وقوع بیماری، شدت بیماری و میزان خسارت محصول، همگی از عامل‌های کلیدی بوده و بایستی در هنگام طراحی و انتخاب راهبرد مدیریت بیماری در نظر گرفته شوند (Peter et al. 1997). برای مثال شبه‌قارچ *Phytophthora drechsleri* باعث ایجاد بیماری‌های مهمی در سبزی‌ها در ایران و سایر کشورها می‌شود (Hatami et al. 2013, Mostowfizadeh-Ghalemfarsa and Banihashemi 2015, Najafiniya 2014). مدیریت بیماری‌های ناشی از گونه‌های *Phytophthora* اغلب از طریق مدیریت تلفیقی و بر اساس اصولی مانند جلوگیری از آلودگی با رعایت بهداشت مزرعه یا گلخانه، زهکشی و عدم استفاده از آبیاری غرقابی، بهبود سلامت خاک، استفاده از ژرم‌پلاسم‌های مقاوم در برابر بیماری، مبارزه زیستی و شیمیایی است (Najafiniya and Shabai 2019).

۱-۲- انتخاب و نگهداری بذر و مواد تکثیری گیاهی

انتخاب و کاشت مواد تکثیری و بذره‌های گیاهی استاندارد، سالم و گواهی‌شده، عاری از هرگونه بیمارگر و با کیفیت بالا، اولین گام مهم در مدیریت بیماری‌ها است. این امر به‌خصوص برای گیاهانی که با اندام‌های رویشی نظیر غده، پیاز و قلمه تکثیر می‌شوند بسیار مهم و حیاتی است. شیوه‌های مدیریتی خوب و نگهداری صحیح بذر قبل از کاشت برای کاهش بیماری‌های ناشی از بیمارگرهای خاکبرد ضروری است. ضدعفونی بذرها، غده‌ها و سایر مواد تکثیری در این‌گونه بیماری‌ها بسیار مهم و حیاتی است و برای کنترل موفق و پایدار باید رعایت شود (Wang and Lazarovits 2005).

۱-۳- انتخاب رقم‌های مناسب و مقاوم

نکته مهم این است که در یک برنامه راهبردی مدیریت بیماری‌های گیاهی، رقم‌های مقاوم باید در تلفیق با سایر شیوه‌های مدیریت استفاده شود (Najafiniya et al. 2018). در سال‌های اخیر، پیوند برخی از گیاهان خانواده سولاناسه (گوجه‌فرنگی، بادمجان و فلفل) و گیاهان خانواده کدوئیان (خربزه، خیار و هندوانه) روی پایه‌های مقاوم به برخی عوامل بیمارگر خاکبرد برای کنترل بیماری‌ها استفاده شده است (Bruton 2005).

۱-۴- افزایش و تقویت مواد آلی خاک

استفاده از گیاهان پوششی به‌عنوان کود سبز آلی، برخی بذرها آرد شده، مواد و بقایای خشک گیاهی، کمپوست با کیفیت خوب، ضایعات مواد آلی، همگی می‌توانند به کاهش بیماری‌های ناشی از بیمارگرهای خاکبرد مانند گونه‌های *Fusarium* (Klein et al. 2011) و *Pythium* (Mc Kellar and Nelson 2003) نماتدهای مولد غده ریشه و نماتدهای مولد زخم ریشه در سبزی‌ها (Abawi and Widmer 2000) کمک نمایند. اضافه کردن مواد آلی، ساختار خاک و توانایی آن در نگهداری آب و مواد غذایی را بهبود می‌بخشد و همچنین باعث افزایش جمعیت جانداران متعارض در خاک می‌شود. پژوهش‌ها نشان داده است اضافه کردن مواد آلی در طی دوران آیش زمین، ضمن بهبود حاصلخیزی خاک و تقویت رشد رویشی گیاهان در فصل بعد، باعث مهار بیماری‌های ناشی از شبه‌قارچ‌های *Phytophthora* و *Pythium* می‌شود (Baysal

et al. 2008). استفاده از گیاه پوششی چاودار دانه‌ای به‌عنوان کود سبز به صورت مخلوط با خاک، باعث کاهش بیماری پوسیدگی ریشه لوبیا و افزایش عملکرد شده است (Abawi and Widmer 2000). پژوهش‌ها نشان داده است گیاه پوششی سودان‌گراس به عنوان کود سبز باعث کاهش چشمگیر جمعیت نماتد *M. hapla* شده است (Viaene and Abawi 1998). اولین گام در تعیین مؤثر بودن گیاه پوششی یا کود سبز در کاهش جمعیت نماتد مولد غده این است که گیاه مورد نظر نباید میزبان نماتد باشد یا این که میزبان ضعیفی باشد و قبل از میزبان اصلی، در مزرعه کاشت شود تا سبب کاهش جمعیت نماتد گردد.

۱-۵- کشت مستقیم و نشایی

محصولهای گلخانه‌ای می‌توانند به‌صورت نشایی و یا کاشت مستقیم بذر تولید شوند. اگر مراحل تولید نشا در شرایط مناسب و عاری از آلودگی انجام شود، می‌توان از بیماری‌های مرگ گیاهچه و پوسیدگی‌های ریشه فرار کرد (Juroszek and Von Tiedemann 2011). در طول زمان تولید نشا، از آبیاری زیاد و دمای بالا باید خودداری نمود. در کشت‌های مستقیم بذر، آماده‌سازی بستر مناسب و با زهکشی کافی می‌تواند تا حدود زیادی بیماری‌های ناشی از عوامل خاک‌برد را کاهش دهد. در خاک‌های سنگین‌تر، کاشت کم‌عمق توصیه می‌شود تا مشکلات ناشی از بیماری مرگ گیاهچه را کاهش دهد. بستر کاشت پشته‌ای برآمده برای کشت سبزی‌های گلخانه‌ای به ویژه خیار و کاهش بیماری مرگ گیاهچه در خاک‌های نسبتاً سنگین بسیار مناسب است. رعایت فاصله کاشت مناسب ضمن کمک به گردش جریان هوا و تهویه در اطراف بوته‌ها، رطوبت نسبی اطراف بوته‌ها و رطوبت سطح برگ را کاهش داده و شرایط را برای بیمارگرهای اندام‌های هوایی نامساعد می‌کند. استفاده از مالچ‌های آلی در کف گلخانه، تماس مستقیم بخش‌های هوایی گیاه با خاک را کاهش داده و باعث کاهش بیماری‌ها می‌شود (Lamichhane et al. 2017).

۱-۶- رعایت بهداشت گلخانه و مزرعه

رعایت مسائل بهداشتی در سیستم‌های تولید گلخانه‌ای بسیار مهم و حیاتی است. بسیاری از بیمارگرها، بقای خود را در بقایای گیاهان آلوده حفظ نموده و باعث بروز و پخش بیماری‌های گیاهی می‌شوند، بنابراین هنگام عملیات خاک‌ورزی، حذف بقایای گیاهی آلوده و جمع‌آوری صحیح در کاهش منبع آلودگی و شدت بیماری‌های خاک‌برد بسیار مؤثر است (شکل ۲). در بیماری کپک سفید اسکروتینیایی سبزی‌ها به محض



شکل ۲. بهداشت ضعیف گلخانه (a) و رها سازی بقایای آلوده در نزدیک گلخانه باعث انتشار و بقا منبع آلودگی بیماری سفیدک کرکی خیار (b) می‌شود (اصلی).

Figure 2. Poor sanitation of greenhouse (a) and leaving of infected leaves near greenhouse, leads to distribution and survival of infection source of cucumber Downy mildew (b) (original).

مشاهده بوته آلوده بایستی ضمن حذف منبع آلودگی، بوته آلوده جمع‌آوری و از مزرعه یا گلخانه خارج شود تا منبع آلودگی کاهش یابد. حذف علف‌های هرز در مدیریت بیماری‌ها بسیار مؤثر است چون برخی از علف‌های هرز میزبان و حامل برخی از بیماری‌گرها هستند (Thomas and William 2001).

۷-۱- آفتاب‌دهی خاک

آفتاب‌دهی یک روش ضدعفونی خاک است که در مدیریت بیماری‌گرهای خاکزی بسیار مؤثر است (Saremi et al. 2010). در این روش، با استفاده از پوشش پلاستیکی شفاف و نازک، ضمن به دام انداختن گرمای ناشی از تابش آفتاب به زمین، به کمک رطوبت موجود در خاک، گرما را به سطوح پائین تر خاک منتقل و سبب کشته شدن یا نابودی عوامل بیماری‌گر، برخی آفات و بذر علف‌های هرز موجود در خاک می‌شود. آفتاب‌دهی خاک، جمعیت بسیاری از بیماری‌گرهای گیاهی از جمله *Verticillium dahlia*، برخی از گونه‌های *Fusarium*، *Sclerotinia* spp.، *Phytophthora*، *Pythium*، نماتدها و علف‌های هرز را کاهش می‌دهد (Stevens et al. 2003). محدودیت‌های عمده برای آفتاب‌دهی خاک هزینه نسبتاً زیاد و وابستگی شدید به شرایط اقلیمی است، که در مناطق گرم کارایی بیشتری دارد. مخلوط نمودن کودهای آلی پوسیده مانند کودهای گاوی و کود مرغ با خاک قبل از آفتاب‌دهی ضمن بالا بردن دمای خاک، کارایی آفتاب‌دهی خاک را افزایش می‌دهد (Saloum and Almahasneh 2015).

۸-۱- ضدعفونی غیرهوازی خاک

ضدعفونی غیرهوازی خاک با اضافه نمودن مواد آلی قابل تجزیه در زمان کوتاه (مانند سبوس گندم، ملاس، کاه یا سبوس برنج) به خاک مرطوب و بلافاصله پوشش سطح زمین با مالچ پلاستیکی و ایجاد شرایط غیرهوازی انجام می‌شود (Diab et al. 2003). مزیت ضدعفونی خاک این روش نسبت به آفتاب‌دهی خاک، این است که این روش نیاز چندانی به گرمای ناشی از تابش خورشید ندارد. افزایش جمعیت ریزجانداران مفید خاک و تولید ترکیبات فرار کشنده از مواد آلی از سازوکارهای این روش است. بنابراین می‌توان آن را در شرایط و مناطق با طول دوره تابش آفتاب کوتاه نیز به راحتی به کار برد (Strauss and Kluepfer 2015).

۹-۱- تاثیر تناوب زراعی و کشت مخلوط در مدیریت بیماری‌های خاک‌برد

تناوب زراعی پایه و اساس مدیریت بیماری‌ها و به ویژه در کشاورزی پایدار است. بسیاری از بیماری‌ها زمانی که یک محصول چند سال متوالی در یک زمین ثابت (تک کشت‌های پیایی) کشت می‌شود، به شدت افزایش یافته و ایجاد خسارت می‌کنند. برای مؤثر بودن تناوب زراعی، انتخاب نوع گیاه در تناوب باید با دقت صورت پذیرد و ترجیحاً گیاهانی انتخاب گردند که از تیره متفاوت و غیر میزبان باشد. با توجه به این که قدرت و زمان بقای بیماری‌گرها در خاک متفاوت است، طول دوره تناوب باید با شناخت کافی از چرخه زندگی و زیست‌شناسی عامل هر بیماری انتخاب شود. تناوب با گیاهان غیرحساس و غیرمیزبان، جمعیت بیماری‌گر را کاهش می‌دهند (Mohler and Johnson 2009). گستردگی میزبان در برخی بیماری‌ها، انتخاب گیاهان برای تناوب زراعی را گاهی مشکل می‌نماید. به عنوان مثال انتخاب گیاه برای تناوب جهت مدیریت گونه‌های *Sclerotinia* در گیاهان تیره کلم بسیار دشوار است زیرا اغلب گیاهان دولپه میزبان این بیماری‌گر هستند و آن می‌تواند برای مدت طولانی دوام خود را روی میزبان حفظ نماید. فلفل نباید در تناوب با کدوپیان کاشته شوند زیرا هر دو میزبان *Phytophthora* spp. عامل مرگ گیاهچه هستند (Mohler and Johnson 2009).

۱-۱۰- نقش قارچ‌های میکوریز در مدیریت بیماری‌های خاک‌برد

قارچ‌های میکوریز مفیدترین ریزجانداران ساکن ریشه هستند و توانایی همزیستی با حدود ۸۰٪ گونه‌های گیاهی را دارند (Sadraei 2012). قارچ‌های میکوریز باعث جذب و انتقال مواد غذایی (به‌ویژه فسفر) به گیاه میزبان می‌شوند و کربوهیدرات‌های مورد نیاز را از گیاه دریافت می‌کنند. قارچ‌های میکوریز همچنین می‌توانند تحمل به خشکسالی و مقاومت به بیمارگرهای گیاهی را افزایش و سمیت ناشی از فلزات سنگین را در گیاهان میزبان کاهش دهند (Salajegheh et al. 2015, Sadraei 2012). اثر قارچ‌های میکوریز در مدیریت بیماری پژمردگی فوزاریومی و بهبود وضعیت رویشی خیار گلخانه‌ای گزارش شده است (Fasihi et al. 2014, Hu et al. 2010). وجود قارچ‌های میکوریز در ناحیه ریزوسفر ریشه گیاهان میزبان، جمعیت باکتری‌های مفید این ناحیه را افزایش می‌دهد. جنس‌های متعددی از این قارچ‌ها از جمله *Glomus*، *Entrophospora*، *Paraglomus* و *Scutellospora* از ایران گزارش شده است (Sadraei 2002, Sadraei 2006). رعایت تناوب زراعی مناسب، کشت‌های مخلوط و استفاده از گیاهان پوششی به عنوان کود سبز، همگی باعث حفظ جمعیت این قارچ‌های مفید در خاک می‌شود و به مدیریت پایدار بیماری‌های خاک‌برد کمک می‌نماید (Chandanie et al. 2009).

۱-۱۱- نقش اسیدیته و مواد غذایی خاک در مدیریت بیماری‌های خاک‌برد

اسیدیته یا pH خاک، میزان کلسیم، نوع منبع ازت و در دسترس بودن مواد غذایی همگی می‌توانند نقش بسیار مهم و کلیدی در مدیریت بیماری‌ها ایفا کنند (Dordas 2008). تغذیه مناسب گیاهان میزبان، باعث افزایش مقاومت و تحمل گیاهان به بیماری‌ها می‌شود و کمبود ریزمغذی‌ها در گیاهان، توانایی دفاعی گیاه را در برابر بیماری‌های خاک‌زاد کاهش می‌دهد (Dordas 2008). یکی از مهم‌ترین نمونه‌های شناخته‌شده تأثیر شرایط خاک بر مدیریت بیماری را می‌توان اثر pH خاک بر بیماری جرب سیب‌زمینی ذکر نمود. بیماری جرب سیب‌زمینی در خاک‌هایی با سطوح pH بالاتر از ۵/۲ بسیار شدید است. منابع گوگردی و کودهای آمونیومی منبع ازت، خاک را اسیدی می‌کنند و در نتیجه درصد وقوع و شدت بیماری جرب سیب‌زمینی را کاهش می‌دهند (Dordas 2008).

۱-۱۲- تأثیر کمپوست در مدیریت بیماری‌های خاک‌برد

افزودن کمپوست به خاک باعث افزایش ماده آلی خاک می‌شود. تفاوت عمده بین کاربرد کمپوست جهت اصلاح مواد آلی خاک با سایر روش‌ها این است که ماده آلی در کمپوست کاملاً پوسیده و به اصطلاح هضم شده است در حالی که در سایر روش‌ها نیاز به تجزیه مواد آلی در خاک وجود دارد که به هر دو روش تجزیه هوازی و غیرهوازی در خاک اتفاق می‌افتد. این تفاوت‌ها (تجزیه هوازی یا غیرهوازی مواد آلی) تأثیر زیادی بر تأمین و مدیریت مواد آلی خاک و همچنین سلامت گیاهان و مدیریت بیماری‌ها دارد. دلیل این امر وجود باقیمانده برخی مواد شیمیایی ناشی از تجزیه بی‌هوازی در برخی کمپوست‌ها است که به شدت کیفیت کمپوست را کاهش می‌دهند. باقیمانده سولفیدها یک مثال بارز در خصوص باقیمانده مواد شیمیایی در کمپوست‌ها است (Diab et al. 2003).

نتیجه‌گیری

عملیات مختلف زراعی از جمله استفاده از گیاهان پوششی، تناوب زراعی، کاربرد کمپوست، روش‌ها و

سیستم‌های خاک‌ورزی مناسب، آفتاب‌دهی خاک، استفاده و تقویت قارچ‌های میکوریز، تغذیه مناسب، استفاده از رقم‌های مقاوم و مواد تکثیری سالم و گواهی شده به عنوان گزینه‌های مناسب مدیریت پایدار بیماری‌های ناشی از عوامل بیمارگر خاک‌برد و حفظ کیفیت و سلامت خاک محسوب می‌شوند.

References

منابع

1. Abawi GS , Widmer TL (2000) Impact of soil health management practices on soil borne pathogens, nematodes and root diseases of vegetable crops. *Applied Soil Ecology* 15:37–47.
2. Azadvar M, Alizadeh H, Safarnejad MR, Najafinia M , Bianco PA (2019) Etiology of quick decline disease of Citrus on Bakraee (*Citrus* sp.) rootstock in Southern Kerman. *Iranian Journal of Plant Protection Science* 50:87-97. (In Persian with English Abstract).
3. Baysal F, Benitez MS, Kleinhenz MD, Miller SA , McSpadden GB (2008) Field management effects on damping-off and early season vigor of crops in a transitional organic cropping system. *Phytopathology* 98:562–570.
4. Bruton B (2005) Grafting watermelon onto squash or gourd rootstock makes firmer, healthier fruit. *Agricultural Research* 53:8–10.
5. Chandanie WA, Kubote M , Hyakumechi M (2009) Interactions between the arbuscular mycorrhizal fungus *Glomus mosseae* and plant growth promoting fungi and their significance for enhancing plant growth and suppressing damping-off of cucumber(*Cucumis sativus*). *Applied Soil Ecology* 41:336-341.
6. Del Ponte EM, Spolti P, Ward TJ, Gomes LB, Nicolli CP , Kuhnem PR (2014) Regional and field-specific factors affect the composition of *Fusarium* head blight pathogens in subtropical no-till wheat agro ecosystem of Brazil. *Phytopathology* 105:246–254.
7. Diab H, Hu S , Benson DM (2003) Suppression of *Rhizoctonia solani* on impatiens by enhanced microbial activity in composted swine waste amended potting mixes. *Phytopathology* 93:1115–1123.
8. Dordas C (2008) Role of nutrients in controlling plant diseases in sustainable agriculture. a review. *Agronomy for Sustainable Development* 28:33–46.
9. Fasihi F, Shamsiri MH, Karimi HR , Roosta HR (2014) Effect of arbuscular mycorrhiza (*Glomus mosseae*) on growth of greenhouse cucumber (*Cucumis sativus* cv. Nahid) under different levels of sodium bicarbonate in irrigation water. *Journal of Science and Technology of Greenhouse Culture* 5:53-62.
10. Fitt BDL, Huang YJ, Bosch FVD , West JS (2006) Coexistence of related pathogen species on arable crops in space and time. *Annual Review of Phytopathology* 44:163-182.
11. Hatami N, Aminaee MM, Zohdi H , Tanideh T (2013) Damping-off disease in greenhouse cucumber in Iran. *Archives of Phytopathology and Plant Protection* 46:796-802.

12. Hu JL, Ling, XG, Wang JH, Shen WS, Wu S, Peng SP , Mao TT (2010) arbuscular mycorrhizal fungal inoculation enhanced suppression of cucumber Fusarium wilt in greenhouse soils. *Pedosphere* 20:586-593.
13. Juroszek P , Von Tiedemann A (2011) Potential strategies and future requirements for plant disease management under a changing climate. *Plant Pathology* 60:100-112.
14. Klein E, Katan J , Gamliel A (2011) Soil suppressiveness to Fusarium disease following organic amendments and solarization. *Plant Disease* 95:1116–1123.
15. Lamichhane JR , Venturi V (2015) Synergisms between microbial pathogens in plant disease complexes: a growing trend. *Frontiers in Plant Science* 6:385-358.
16. Lamichhane JR, Carolyne D, André AS, Robin MH, Sarthou JP, Vincent C, Messéan A , Aubertot JN (2017) Integrated management of damping-off diseases, a review. *Agronomy for Sustainable Development* 37:10-10.
17. McKellar ME , Nelson EB (2003) Compost induced suppression of *Pythium* damping-off is mediated by fatty-acid metabolizing seed-colonizing microbial communities. *Applied and Environmental Microbiology* 69:452–460.
18. Mohler CL , Johnson SE (2009) Crop rotations on organic farms: A Planning Manual. Ithaca, NY: Natural Resource, Agriculture, and Engineering Service (NRAES) Cooperative Extension. 156 p.
19. Moore SR , Lawrence KS (2013) The Effect of Soil Texture and Irrigation on *Rotylenchulus reniformis* and Cotton. *Journal of Nematology* 45:99-105.
20. Mostowfizadeh-Ghalamfarsa R , Banihashemi Z (2015) A revision of Iranian *Phytophthora drechsleri* isolates from Cucurbits based on multiple gene genealogy analysis. *Journal of Agricultural Sciences and Technology* 17:1347-1363.
21. Najafiniya M , Azadvar M (2016) Citrus sudden decline disease in Iran. *Indian Phytopathology* 69:41-43.
22. Najafiniya M , Shabai I (2019) Fusarium Stem and root rot disease of cucumber and its control management. *Extension Journal of Greenhouse Vegetables* 2:63-72. (In Persian with English Abstract).
23. Najafiniya M (2014) Distribution map of *Phytophthora drechsleri* mating types isolated from watermelon in south part of Kerman. 10th International Mycological Congress, August, 3-8, 2014, Bangkok, Thailand.
24. Najafiniya M (2018) Grey mold rot of greenhouse cucumber. *Greenhouse Vegetable* 1:1-8.
25. Najafiniya M, Shahabi I , Rezaee S (2018) Study isolates of Fusarium stem and root rot disease of greenhouse cucumber using pathogenicity tests, vegetative compatibility groups and molecular marker. *Journal of Plant Protection* 32:49-57. (In Persian with English Abstract).
26. Peter HT, Bever D, Mihail JD , Helen MA (1997) The population dynamics of annual plants and soil-borne fungal pathogens. *Journal of Ecology* 85:313-328.
27. Sadravi M (2002) Five Glomus species of arbuscular mycorrhizal fungi from Iran. *Journal of Agricultural Science and Natural Resources* 9:15-30.

28. Sadravi M (2006) Arbuscular mycorrhizal fungi of wheat fields in Golestan Province. *Rostaniha* 7:129-140.
29. Sadravi M (2012) Arbuscular mycorrhizal fungi in plant disease management. *Plant Pathology Science* 1:1-13. (In Persian with English Abstract).
30. Salajegheh Tazerji F, Sarcheshmepour M , Mohammadi H (2015) Effect of mycorrhizal fungus *Glomus* sp. on the plant growth and root disease of Pistachio seedling caused by *Fusarium solani* under greenhouse conditions. *Journal of Soil Biology* 2:123-136.
31. Saloum A , Almahasneh H (2015) Effect of soil solarization and organic fertilization on yield of maize (*Zea mays* L.) genotypes and soil chemical properties. *Asian Journal of Agricultural Research* 9:173-179.
32. Saremi H, Amiri ME , Mirabolfathi M (2010) Application of soil solarization for controlling Soilborne fungal pathogens in newly established Pistachio and Olive orchards. *International Journal of Fruit Science* 10:143-156.
33. Stevens C, Khan, VA, Rodriguez-Kabana R, Ploper LD, Backman PA, Collins DJ, Brown JE, Wilson MA , Igwegbe ECK (2003) Integration of soil solarization with chemical, biological and cultural control for the management of soilborne diseases of vegetables. *Plant and Soil* 253:493-506.
34. Strauss SL , Kluepfel DA (2015) Anaerobic soil disinfestation: A chemical-independent approach to pre-plant control of plant pathogens. *Journal of Integrative Agriculture* 14:2309-2318.
35. Thomas JJ , William RJ (2001) Management of the greenhouse microclimate in relation to disease control: a review. *Agronomie* 21:351-366.
36. Viaene NM , Abawi GS (1998) Management of *Meloidogyne hapla* on lettuce in organic soil with sudangrass as a cover crop. *Plant Disease* 82:945-952.
37. Wang A , Lazarovits G (2005) Role of seed tubers in the spread of plant pathogenic *Streptomyces* and initiating potato common scab disease. *American Journal of Potato Research* 82:221-230.