

نقش *Phytophthora cactorum* در پژمردگی و زوال توت فرنگی در کشت هیدروپونیک و بررسی واکنش ارقام مختلف توت فرنگی به آن

*^۱ فریبا قادری

(تاریخ دریافت: ۱۳۸۹/۳/۸؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۰/۱۱/۸)

چکیده

بیماری پوسیدگی فیتوفتورایی طوقه و ریشه توت فرنگی یکی از بیماری‌های مهم در کشت هیدروپونیک می‌باشد. ریشه‌های گیاهانی که دچار پوسیدگی ریشه و طوقه شده ابتدا به صورت زردی و زوال خود را نشان می‌دهند و به تدریج بوته چار افتادگی شده و از بین می‌رود. به منظور شناسایی عامل بیماری پوسیدگی طوقه توت فرنگی، از بوته‌های بیمار نمونه‌برداری و بافت‌های آلوده به مدت ۲-۱ ساعت با آب به ملایمث شسته شده و روی محیط کشت نیمه انتخابی آرد ذرت-آگار انتقال داده شدند. از بافت آلوده، قارچ فیتوفتورا جدا گردید. بر اساس خصوصیات مورفولوژیک و نیازهای حرارتی، قارچ مذکور *Phytophthora cactorum* تشخیص داده شد. مقایسه درصد کلونیزاسیون طوقه و ریشه اصلی و درصد مرگ و میر نشان داد که ارقام سلوا، آلیسو و گاویتا به ترتیب بیشترین و کمترین حساسیت را دارند اما رقم کامرسه متحمل می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: بیماری‌های گلخانه‌ای، پوسیدگی طوقه و ریشه، کلونیزاسیون

مقدمه

در کشت‌های خاکی و هیدروپونیک می‌باشد. علائم هوایی بیماری به میزان پوسیدگی ریشه بستگی دارد. رشد بوته‌هایی که ریشه آنها به شدت پوسیده است اغلب متوقف می‌شود و ممکن است در صورت گرم شدن گلخانه پژمرده شوند. در برخی شرایط، برگ‌های جوان سبز آبی فام و برگ‌های پیرتر قرمز، نارنجی یا زرد می‌گردند. این بوته‌ها ممکن است میوه‌های کوچک داده یا میوه‌ای تولید نکنند. ریشه‌های اصلی به صورت پیش‌روندهای از نوک به طرف طوقه می‌پوسند. بیماری سبب پوسیدگی ریشه‌های جانبی و زوال آنها نیز می‌شود. در ایران، اینینی (۱) عوامل پوسیدگی طوقه و ریشه توت فرنگی را

توت فرنگی یکی از گیاهان چند ساله علفی است که امروزه در زمرة تولیدات مهم و تجاری قرار گرفته است. این محصول به دلیل عطر، طعم و محتويات سرشار از ویتامین آن، جایگاه خود را در رژیم غذایی میلیون‌ها نفر در جهان پیدا کرده است (۵). هم‌چنان در پی گسترش کشت محصولات گلخانه‌ای، بخصوص توت فرنگی، بیماری‌های گلخانه‌ای، به ویژه بوته‌میری، گسترش زیادی یافته است که باعث از بین رفتن مقدار زیادی از این محصول شده است. بوته‌میری توت فرنگی ناشی از قارچ فیتوفتورا یکی از بیماری‌های مهم

۱. گروه گیاه‌پزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه یاسوج

*: مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: fghaderi2003@yahoo.com



شکل ۱. (الف) گیاهچه توت فرنگی در حال پژمردگی در کشت هیدرопونیک در گلخانه و (ب) پوسیدگی ریشه گیاهچه توت فرنگی

می‌کنند و از نوک ریشه دور می‌شوند. چند روز بعد از آلودگی، ریشه‌ها از نوک شروع به پوسیدن می‌کنند. در پی گسترش کشت توت فرنگی در گلخانه‌ها، بیماری پوسیدگی طوفه و ریشه نیز یکی از بیماری‌هایی است که هر ساله خسارت زیادی به این محصول و به گلخانه‌داران وارد می‌کند. بنابراین، بایستی پژوهشی در این باره انجام گیرد که با بررسی علل و عوامل پوسیدگی طوفه و ریشه توت فرنگی، راهکارهایی مانند معرفی رقم مناسب توت فرنگی ارائه گردد.

مواد و روش‌ها

نمونه برداری

نمونه برداری از اوایل بهار تا اواخر زمستان سال ۱۳۸۷ از گلخانه‌های مناطق مختلف استان کهگیلویه و بویراحمد انجام گرفت. نمونه‌های آلوده که شامل بافت‌های سالم و بیمار طوفه، ریشه‌های اصلی و قسمت‌های آلوده ریشه‌های فرعی بودند به صورت مجزا درون کیسه‌های نایلونی در صندوق حاوی یخ به آزمایشگاه انتقال داده شدند (شکل‌های ۱ و ۲).

جداسازی

در آزمایشگاه، بافت‌های آلوده به مدت ۲-۱ ساعت زیر آب شهری به ملایمت شسته شدند تا قارچ‌های سطحی پوده‌زی و

گونه‌های *Phytophthora parasitica*, *Rhizoctonia fragariae*, *Fusarium spp.*, *Pythium ultimum* و شریفی و مهدوی (۴) عامل پوسیدگی طوفه و ریشه توت فرنگی در استان‌های کردستان، مازندران و گلستان را قارچ *Macrophomina phaseolina* معرفی کردند. در خارج از ایران، کندي و دان肯 (۱۷) و ميل هولند (۲۲) عامل اصلی پوسیدگی طوفه و ریشه توت فرنگی در اروپا را *Phytophthora fragariae* معرفی نمودند. مارتین (۱۸) گونه *Rhizoctonia spp.* را عامل پوسیدگی ریشه توت فرنگی در سواحل مرکزی کالیفرنیا دانست. همچنان در سال ۲۰۰۲، مارتین و بال (۱۹) *Verticillium dahliae* و *Pythium* را از عوامل دیگر پوسیدگی طوفه و ریشه در کالیفرنیا ذکر نمودند. ایکمو و همکاران (۱۱) گونه *Phytophthora fragariae* و هانگ و همکاران (۱۵) گونه *Phytophthora cactorum* را معرفی نمودند. کندي و دان肯 (۱۷) متابولیت‌های ثانویه‌ای که از ریشه گیاهان سالم توت فرنگی ترشح می‌شوند را عامل جذب زئوسپورهای *Phytophthora fragariae* دانستند. این زئوسپورها روی ریشه کیستی می‌شوند، جوانه می‌زنند و به سلول‌های اپیدرمی نزدیک نوک ریشه‌های اصلی یا جانبی نفوذ می‌کنند. بعد، ریشه‌های درون سلولی یا بین سلولی بیمارگ در جهت عرضی پوست به سوی و در طول مغز ریشه رشد می‌کنند و مغز ریشه کمی بعد از حمله قارچ شروع به قرمز شدن می‌کند. ریشه‌های قارچ به تدریج به سمت طوفه گیاه رشد



شکل ۲. (الف) مرگ گیاهچه و (ب) پوسیدگی ریشه

برای خالص سازی پرگنهایا به روش نوک ریسه، بلوکهای میسیلیومی ۵-۶ میلی متری مربع از حاشیه پرگنهای جوان در حال رشد روی محیط کشت نیمه انتخابی آرد ذرت - آگار به محیط آب آگار ۲٪ انتقال داده شد. بعد از ۲۴ تا ۴۸ ساعت، با استفاده از روش کشت نوک ریسه، قطعات جدا شده به محیط کشت نیمه انتخابی آرد ذرت - آگار انتقال یافتهند. بعد از رشد ریسه‌ها و ایجاد پرگنهای آرد ذرت - آگار انتقال یافتهند. مجدداً با استفاده از بذرهای شاهدانه طعمه‌گذاری شدند (۲۵).

تشخیص

برای تشخیص جدایه‌ها، تعداد محدودی از هر گروه انتخاب شد و با تعیین خصوصیات مورفولوژیک اندام‌های رویشی، تولیدمثلی و دماهای رشد و با استفاده از کلیدهای موجود اقدام شد (۱۲، ۲۷، ۲۹).

انبات بیماری‌زایی تهیه مایه قارچ

در کیسه‌های پلاستیکی مقاوم به اتوکلاو، ۲۰۰ میلی لیتر ورمی کولیت ریخته شد و به آن ۱۲۰ میلی لیتر عصاره شاهدانه (عصاره ۶۰ گرم دانه شاهدانه در لیتر) اضافه شد و به مدت یک

مواد اضافی از سطح بافت خارج شوند. سپس بافت به قطعات ۵-۲ میلی متری تقسیم شده و با حوله کاغذی خشک گردید و بدون ضد عفنونی سطحی روی محیط کشت نیمه انتخابی آرد ذرت - آگار (CMA-PARP) (۲۰ و ۱۶) (عصاره ۴۰ گرم دانه ذرت خرد شده، ۲۰ میلی گرم دلواسید (حاوی ۵۰٪ پی مارسین)، ۱۰۰ میلی گرم آمپی سیلین، ۱۰ میلی گرم ریفارمیسین، ۱۵ میلی گرم پتا کلرو نیترو بنزن (Pentachloronitrobenzene)، ۲۵ گرم آگار و یک لیتر آب م قطر) کشت داده و در دمای ۲۵ درجه سلسیوس نگهداری شد.

برای مشاهده مقدماتی قارچ‌هایی که روی محیط کشت نیمه انتخابی آرد ذرت - آگار رشد کرده بودند، تعدادی دانه شاهدانه که قبل از مدت ۲۰ دقیقه جوشانده و بعد کاملاً خشک شده بودند، روی پرگنهای جوان مورد نظر قرار داده و بعد از ۲۴ ساعت در ۲۰ درجه سلسیوس، به تستک‌های پتری حاوی آب م قطر سترون و عصاره خاک ۱٪ متقل و در زیر نور دائم مهتابی (دو لامپ مهتابی ۴۰ واتی به فاصله ۳۰ سانتی‌متر) قرار داده شدند. بذرهای کلونیزه شده بعد از ۲۴ ساعت تا مدت ۴-۵ روز جهت تشکیل اسپورانجیوم و رهاسازی زئوسپور برای شناسایی قارچ (شناسایی مقدماتی جنس پی‌تیوم از فیتوفتورا) از گیاهان نمونه برداری شده مورد بررسی قرار گرفتهند.

تشتک‌های پتری روزانه مورد بررسی قرار گرفتند. بعد از ظهور پرگنه‌ها و مشاهدات اولیه میکروسکوپی، از بذرهای شاهدانه استفاده گردید. این عمل هر دو هفته یکبار (جهت اطمینان از فعال بودن قارچ) انجام شد (۶، ۷ و ۸). علائم به صورت پژمردگی برگ‌ها، فرو افتادن و در نهایت سبز خشک شدن گیاه ظاهر شد. هر دو روز یک بار بعد از آلووه‌سازی مصنوعی، یادداشت برداری صورت گرفت. بعد از شش هفته، گیاهچه‌ها از خاک خارج شده و درصد کلونیزاسیون طوقه و ریشه و درصد مرگ و میر مورد بررسی قرار گرفتند. برای محاسبه درصد کلونیزاسیون هر کدام از بافت‌ها، از هر بافت ۵۰ قطعه چند میلی‌متری بریده شده و بعد از حذف آب اضافی با کمک حolle کاغذی، این قطعاتی روی محیط نیمه انتخابی آرد ذرت - آگار کشت و در دمای 25°C قرار داده شدند. از روز دوم به بعد، نمونه‌ها جهت مشاهده ظهور پرگنه‌ها مورد بررسی قرار گرفتند. هم‌چنین برای محاسبه مرگ و میر، از نظر شدت خسارت به بیماری در شش گروه مختلف طبقه‌بندی شدند:

- ۱- سالم و قوی
- ۲- علائم بسیار ضعیف و شروع کلروز
- ۳- کلروز کامل، پژمردگی و شروع سبز خشکی
- ۴- قهوه‌ای شدن یک سوم بوته
- ۵- قهوه‌ای شدن دو سوم بوته
- ۶- خشکیدگی کامل بوته

آزمایش به صورت بلوك‌های کامل تصادفی انجام گرفت. بعد از اتمام آزمایش، داده‌ها مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت. مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن در سطح احتمال ۱٪ صورت پذیرفت.

نتایج و بحث

بر اساس نمونه‌برداری‌هایی که از اوایل بهار تا اواخر زمستان سال ۱۳۸۷ از گلخانه‌های مناطق مختلف استان کهگیلویه و بویراحمد انجام گرفت، ۱۰ جدایه از بافت‌های طوقه و ریشه به دست آمد (جدول ۱). این جدایه‌ها بر اساس خصوصیات

ساعت در اتوکلاو سترون گردید. دو تا سه روز بعد از آن، از پرگنه جدایه مورد نظر، که قبلًاً روی محیط کشت آرد ذرت - آگار رشد کرده بود، هشت بلوك میسلیومی به قطر شش میلی‌متر به کیسه‌های پلاستیکی اضافه گردید. سپس کیسه‌های پلاستیکی به مدت چهار هفته در ۲۵ درجه سلسیوس و در تاریکی قرار داده شدند (۳).

مايهزنی گیاهچه‌های توت فرنگی

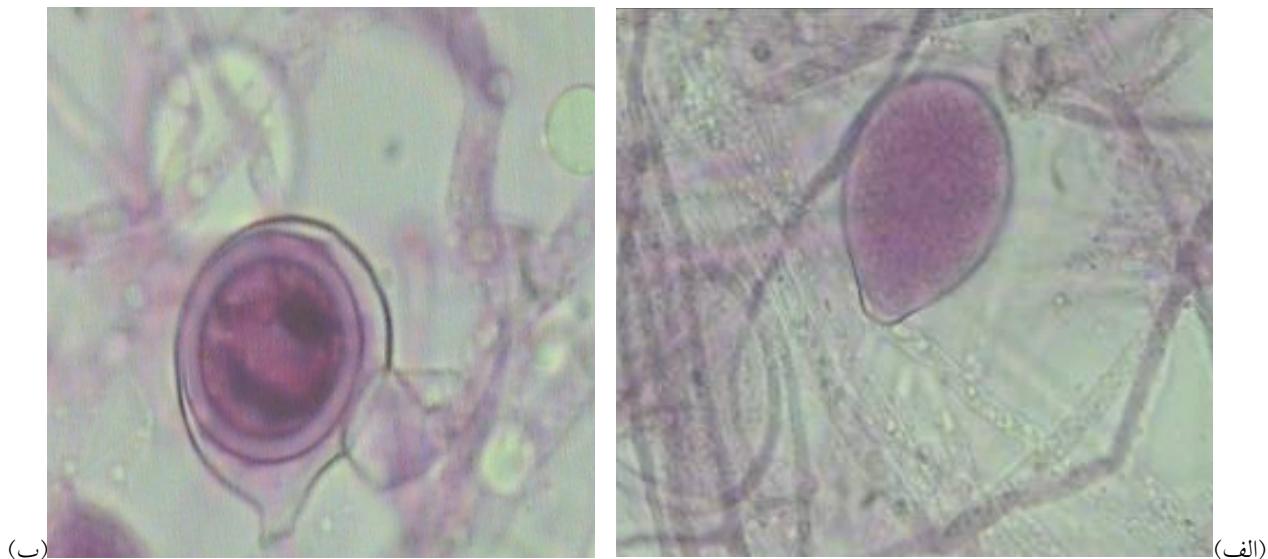
برای اثبات بیماری‌زایی، تعدادی نشا از ارقام سلوا، آلیسو، گاویتا و کامروسه از یک پرورش دهنده توت فرنگی در شهرستان بویراحمد خریداری شد. نشاهای آماده گیاه توت فرنگی به بستر کاشت انتقال یافتند. بستر کاشت مورد استفاده در این آزمایش گلدان‌های پلاستیکی سفید به صورت مکعب مستطیل به طول یک متر و عرض ۲۵ سانتی‌متر شامل مخلوطی از پرلیت و کوکوپیت به نسبت ۱:۱ بود. در هر بستر چهار گیاهچه قرار داده شد.

بستر اطراف هر گیاهچه تا عمق سه سانتی‌متری کنار زده شد و ۱۰ میلی‌لیتر از مایه تهیه شده در اطراف طوقه و ریشه اصلی هر گیاهچه قرار داده شد (۲). گیاهان شاهد نیز با همین روش، ولی ورمی‌کولیت حاوی عصاره شاهدانه مايهزنی شدند. در این آزمایش برای هر تیمار ۱۳ گلدان (هر گلدان حاوی چهار گیاهچه) در نظر گرفته شد.

برای تعیین حضور فعال قارچ در خاک، بلافارسله سوراخ زهکش گلدان‌ها با پارافین جامد بسته شده و گلدان‌ها با آب اشبع گردید. بعد از ۲۴ ساعت، سوراخ زهکش باز گردید و آب گلدان‌ها در لیوان‌هایی پلاستیکی استفاده نشده جمع‌آوری شد و از برگ لیموشیرین دایره‌هایی به قطر پنج میلی‌متر جدا و ۵۰ عدد از آنها در هر نمونه قرار داده شد. بعد از ۲۴ ساعت نگهداری در محیط آزمایشگاه، قطعات برگ به مدت یک دقیقه با جریان آب معمولی شستشو داده شد و بعد از خشک شدن آنها روی دستمال کاغذی، به محیط کشت نیمه انتخابی آرد ذرت - آگار منتقل گردید. تشتک‌های پتری در دمای ۲۰ درجه سلسیوس نگهداری شدند. جهت مشاهده رشد قارچ،

جدول ۱. محل جمع‌آوری جدایه‌های *Phytophthora cactorum* در استان کهگیلویه و بویراحمد

منبع	مکان	تعداد جدایه	گونه
طوفه	یاسوج	۳	<i>P. cactorum</i> , ۱,۲,۳
طوفه و ریشه	یاسوج	۱	<i>P. cactorum</i> , ۴
طوفه	سی سخت	۱	<i>P. cactorum</i> , ۵
ریشه	سی سخت	۱	<i>P. cactorum</i> , ۶
طوفه	دهدشت	۲	<i>P. cactorum</i> , ۷,۸
طوفه و ریشه	گچساران	۲	<i>P. cactorum</i> , ۹,۱۰



شکل ۳. (الف) آگونیوم و آنتریدیوم به حالت پاراجینوس ($\times ۶۳۰$) و (ب) اسپورانجیوم‌های یک پاپلایی ($\times ۶۳۰$)

و سارا را حساس‌ترین و مقاوم‌ترین واریته به این قارچ معرفی کرد.

در این بررسی، اکثر جدایه‌های به دست آمده از بافت طوفه جداسازی شدند (جدول ۱). زیرا آب نقش بسیار مهمی در پراکنده‌گی عامل بیماری در گونه‌های فیتوفتورا دارد و جمعیت اسپورانجیوم‌ها در قسمت‌هایی از بافت گیاه که آب آزاد وجود دارد بیشتر بوده و شرایط مناسب‌تری برای پژمردگی و پوسیدگی طوفه فراهم می‌کنند (۱۰ و ۲۸).

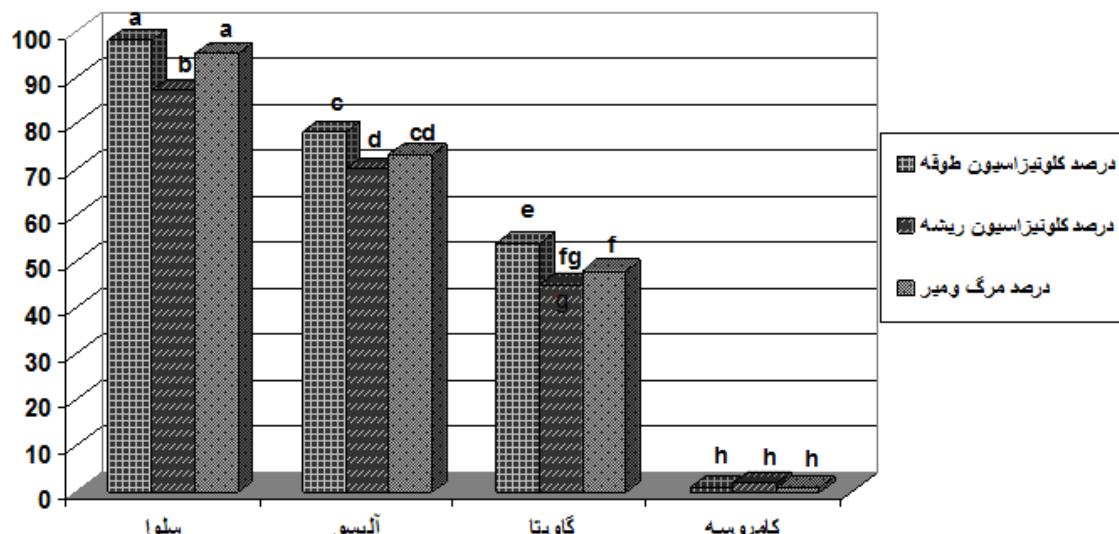
بیماری پوسیدگی طوفه و ریشه اغلب در اوایل کشت مشاهده شد. معمولاً بعد از پوسیدگی، گیاه‌چه‌ها مورد حمله انواع میکروارگانیسم‌های پوده‌زیست یا انگل ضعیف قرار

مختلف ریخت‌شناسی (شکل ۳ و جدول ۲) و میزان رشد در دماهای مختلف در یک گروه مجزا به نام *P. cactorum* قرار گرفتند (۲۷ و ۳۰).

اولین علائم بیماری سه هفته بعد از مایه‌زنی مشاهده گردید. اما واکنش ارقام به گونه *P. cactorum* متفاوت بود. نتایج بررسی‌ها در شرایط گلخانه و تجزیه و تحلیل داده‌ها (شکل ۴) بر اساس اندازه‌گیری درصد مرگ و میر و درصد کلونیزاسیون طوفه و ریشه نشان داد ارقام سلوا، آلیسو و گاویتا به ترتیب بیشترین و کمترین حساسیت را دارند، اما رقم کامروسه متholm می‌باشد. در حالی که پاریکا (۲۴)، ۵۵ واریته از توت فرنگی را با *P. cactorum* مایه‌زنی نمود و به ترتیب واریته‌های جانسون

جدول ۲. فهرست جدایه‌ها و خصوصیات مورفولوژیک *Phytophthora cactorum*

شماره ایزوله	اسپورانتریوم (μm)	ریشه (μm)	آگونیوم (μm)	دیوار آسپور (μm)	آسپور (μm)	هموتالیک یا هتروتالیک
<i>P. cactorum</i> , 1	۲۳/۳×۲۹	۶/۱	۲۴/۶	۱/۵	۲۵/۹۶	هموتالیک
<i>P. cactorum</i> , 2	۲۱/۵۳×۲۷/۴	۵	۲۳	۱	۲۴/۹	هموتالیک
<i>P. cactorum</i> , 3	۲۳/۴۱×۲۴/۴۳	۶	۲۶	۱	۲۲/۶	هموتالیک
<i>P. cactorum</i> , 4	۲۲/۸×۲۹/۵۶	۵/۵	۱۶/۳	۱/۵	۲۳/۹	هموتالیک
<i>P. cactorum</i> , 5	۲۴/۵×۲۶/۲۵	۵	۲۷/۳	۱	۲۲/۹	هموتالیک
<i>P. cactorum</i> , 6	۲۴/۲×۲۷/۲	۶/۲	۲۹	۲	۲۶/۶	هموتالیک
<i>P. cactorum</i> , 7	۲۳/۱×۲۳/۶	۶/۱	۲۷/۷	۲	۲۵	هموتالیک
<i>P. cactorum</i> , 8	۲۸/۸×۲۵/۷	۶/۳	۲۸/۲	۱/۵	۲۱/۸	هموتالیک
<i>P. cactorum</i> , 9	۲۸/۵×۳۷/۹	۵/۲	۲۵/۳	۱	۲۲/۸	هموتالیک
<i>P. cactorum</i> , 10	۲۹/۵×۳۴/۹	۶/۲	۳۲/۵	۱/۵	۲۱/۴	هموتالیک



شکل ۴. مقایسه میانگین درصد مرگ و میر و کلونیزاسیون طبقه و ریشه در ارقام توت فرنگی با گونه *P. cactorum* ستون‌هایی که دارای حروف مشترک هستند از نظر آزمون دانکن اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ ندارند.

استفاده از روش تنش آبی بعد از مایه‌زنی قارچ عامل بیماری به گیاهچه‌های توت فرنگی و کارآیی بیماری‌زایی را افزایش می‌دهد. زیرا تنش آب می‌تواند به غشای گیاهی صدمه بزند و باعث افزایش آزادسازی اسیدهای آمینه از ریشه گردد. افزایش ترشحات ریشه نیز منجر به افزایش جذب زئوسپورهای متحرک به سمت ریشه می‌گردد. از طرفی، تنظیم فشار اسمزی

می‌گیرند. وجود این عوامل باعث ناموفق بودن نسبی جداسازی می‌گردد و حضور بیمارگرهای اصلی کمتر مورد توجه قرار می‌گیرد. به صورتی که رشد کند بیمارگرهای اصلی که با تأخیر نسبت به سایر قارچ‌ها صورت گرفته، در اغلب موارد غیر قابل تشخیص می‌گردد. استفاده از محیط‌های کشت اختصاصی به مقدار زیادی این مشکل را برطرف می‌کند.

در باتریشه و یا افزایش در جابجایی کردن به ریشه‌های فرنگی معرفی نمودند. این عدم جداسازی عامل بیماری نشانگر عدم وجود قارچ در خاک نیست. عدم موفقیت در جداسازی عامل بیماری احتمالاً به علت کاهش زادمایه قارچ در رابطه با تغییر عوامل ناشناخته محیطی خاک تصور می‌شود. بنابراین استفاده از محیط‌های انتخابی و روش‌های جداسازی متفاوت باید در آینده به کار گرفته شود.

در این تحقیق سعی شد دمای گلخانه در زمان مایه‌زنی گیاهچه‌های توت فرنگی بین ۲۲ تا ۳۰ درجه سلسیوس باشد. زیرا در دماه‌ای کم، میزان آلدگی بسیار ناچیز است. گونه *P. cactorum* یک گونه بسیار مخرب در ایجاد بیماری زایی روی واریته‌های توت فرنگی می‌باشد. زیرا مقایسه درصد کلونیزاسیون طوفه و ریشه اصلی و درصد مرگ و میر نشان داد که بیشترین درصد پوسیدگی مربوط به رقم سلوا بوده و رقم کامرسه نسبتاً به این قارچ متتحمل می‌باشد.

در باتریشه و یا افزایش در جابجایی کردن به ریشه‌های تحت تنفس آب، ممکن است محركی جهت افزایش رشد و کلونیزه کردن ریشه‌ها باشد (۲۶). هم‌چنین تنفس آب باعث کاهش تولید فیتوالکسین‌ها شده، مقاومت گیاه را در برابر بیمارگر کاهش می‌دهد. در نتیجه گیاه را نسبت به بیمارگرهای مختلف حساس‌تر می‌کند (۱۲).

نتیجه‌گیری

نتایج این تحقیق نشان داد که گونه *Phytophthora cactorum* عامل پوسیدگی طوفه و ریشه توت فرنگی در کهگیلویه و بویراحمد می‌باشد. در حالی که به غیر از این گونه ممکن است گونه‌های دیگری نیز در گلخانه‌ها وجود داشته باشند که جدا نگردیده‌اند. زیرا مارتین (۱۸) گونه *Rhizoctonia* spp. مارتین و بال (۱۹) گونه‌های *Verticillium dahliae* و *Pythium* ایکمو و همکاران (۱۱)، کندی و دانکن (۱۷) و میل‌هولند (۲۲) گونه

منابع مورد استفاده

- امینی، ج. ۱۳۸۷. سبب شناسی بیماری‌های قارچی ریشه و طوفه توت فرنگی در مزارع استان کردستان. خلاصه مقالات هجدهمین کنگره گیاه‌پزشکی ایران، دانشگاه بولعلی سینا، همدان، صفحه ۲۰۳.
- بنی‌هاشمی، ض. ۱۳۷۴. مطالعه تغییرات جمعیت گونه‌های *Phytophthora* در منطقه ریشه گونه‌های *Pistacia* در شرایط گلخانه.
- بنی‌هاشمی، ض. و ج. فاتحی. ۱۳۶۸. عکس العمل ارقام مختلف کدوئیان به *P. capsici* و *P. drechsleri* در شرایط گلخانه. خلاصه مقالات دوازدهمین کنگره گیاه‌پزشکی ایران، دانشگاه فردوسی مشهد، صفحه ۹۲.
- شریفی، ک. و م. مهدوی. ۱۳۸۹. گزارش بیماری پوسیدگی ریشه و طوفه توت فرنگی ناشی از *M. phaseolina* از ایران. خلاصه مقالات نوزدهمین کنگره گیاه‌پزشکی ایران، مؤسسه تحقیقات گیاه‌پزشکی، صفحه ۲۷۹.
- کاشی، ع. و ج. حکمتی. ۱۳۷۰. پژورش توت فرنگی. انتشارات احمدی، تهران.
- Afek, U., A. Sztejnberg and Z. Solel. 1990. A rapid method for evaluating citrus seedlings for resistance to foot rot caused by *Phytophthora citrophthora*. Plant Dis. 74: 66-68.
- Bielenin, A. and A. L. Jones. 1988a. Prevalence and pathogenicity of *Phytophthora* spp. from sour cherry trees in Michigan. Plant Dis. 72: 473-474.
- Bielenin, A. and A. L. Jones. 1988b. Efficacy of sprays of fosetyl-Al and drench of metalaxyl for the control of *Phytophthora* root and crown rot of cherry. Plant Dis. 72: 477-480.
- Browne, G. T., S. M. Mircetich and J. N. Cummins. 1995. Relative resistance of eighteen selections of *Malus* spp. to three species of *Phytophthora*. Phytopathol. 85: 72-76.
- Duniway, J. M. 1974. Formation of sporangia by *Phytophthora cryptogea* in soil at high matric potentials. Can. J. Bot. 53: 1270-1275.

11. Eikemo, H., A. Stensvand and A. M. Tronsmo. 2003. Induced resistance as a possible means to control diseases of strawberry caused by *Phytophthora* spp. Plant Dis. 87: 345-350.
12. Erwin, D. C. and O. K. Ribeiro. 1996. *Phytophthora* Diseases Worldwide. APS Press, St. Paul, Minn. 562 p.
13. Hansen, E. M., P. B. Hamm, A. J. Julis and L. F. Roth. 1979. Isolation, incidence and management of *Phytophthora* in forest tree nurseries in the Pacific Northwest. Plant Dis. Rep. 63: 607-611.
14. Haygood, R. A., C. H. Graves and W. H. Riding. 1986. *Phytophthora* root rot and stem canker of peach trees in Mississippi. Plant Dis. 70: 866-868.
15. Huang, H., S. N. Jeffers, D. R. Layne and G. Schnabel. 2004. AFLP analysis of *Phytophthora cactorum* isolates from strawberry and other hosts: Implications for identifying the primary source of inoculum. Plant Dis. 88: 714-720.
16. Kannwischer, M. E. and D. J. Mitchell. 1981. Relationships of numbers of spores of *Phytophthora parasitica* var *nicotianae* to infection and mortality of tobacco. Phytopathol. 71: 69-73.
17. Kennedy, D. M. and J. M. Duncan. 1993. European races of *P. fragariae* and resistance to them. Acta Hort. 348: 469-476.
18. Martin, F. N. 2000. *Rhizoctonia* spp. recovered from strawberry roots in central coastal California. Phytopathol. 90: 345-353.
19. Martin, F. N. and C. T. Bull. 2002. Biological approaches for control of root pathogens of strawberry. Phytopathol. 92: 1356-1362.
20. Masago, H., M. Yoshikawa, M. Fukada and N. Nakanishi. 1977. Selective inhibition of *Pythium* spp. on a medium for direct isolation of *Phytophthora* spp. from soils and plants. Phytopathol. 67: 425-428.
21. Mattnera, S. W., I. J. Portera, R. K. Gounder, A. L. Shanksa, D. J. Wrenb and D. Allenb. 2008. Factors that impact on the ability of biofumigants to suppress fungal pathogens and weeds of strawberry. Crop Protec. 27: 1165-1173.
22. Millholland, R. D. 1994. A monograph of *P. fragariae* and the red stele disease of strawberry. N. C. Agric. Res. Serv. Technol. Bull. 306.
23. Mircetich, S. M. 1982. *Phytophthora* root and crown rot of orchard trees. Calif. Plant Pathol. 24: 1-2.
24. Parikka, P. 2001. Susceptibility of strawberry varieties to crown rot (*Phytophthora cactorum*) in greenhouse tests. Acta Hort. 626: 183-189.
25. Ribeiro, O. A. 1978. Source Book of the Genus *Phytophthora*. J. Cramer, Vanuz, Liechtenstein, 417 p.
26. Ristaino, J. B. and J. M. Duniway, J.M. 1989. Effect of pre-inoculation and post-inoculation water stress on the severity of *Phytophthora* root rot in processing tomatoes. Plant Dis. 73: 349-352.
27. Stamps, D. J., G. M. Waterhouse, F. J. Newhook and G. S. Hall. 1990. Revised tabular key to the species of *Phytophthora*. Mycological Paper No. 62, C.A.B. International Mycological Institute, 28 p.
28. Zentmayer, G.A. and D. C. Erwin. 1970. Development and reproduction of *Phytophthora* spp. Phytopathol. 60: 1120-1127.
29. Waterhouse, G. M. 1963. Key to the genus *Phytophthora* deBary. C. M. I. Mycol. Paper 92.
30. Waterhouse, G. M. 1970. The Genus *Phytophthora* deBary. Diagnosis or description and figures of the original paper. C.M.I. Mycol. Paper 12, 259 p.
31. Weste, G. 1983. Population dynamics and survival of *Phytophthora*. PP. 237-259. In: Erwin, D.C., S. Bartnicki-Garcia and P. H. Tsao (Eds.), *Phytophthora*: Its Biology, Taxonomy, Ecology and Pathology, APS Press, 329 p.