فصلنامه تحقیقات بیماری‌های گیاهی
سال اول، شماره دوم، تابستان ۱۳۹۲
صص ۲۲-۱۳

اثر رقم و تناوب زراعی بر بیماری ریشه سرخی پیاز در اصفهان

مهدی نصراصفهانی*[۱] و شهروز رفیع زاده[۲]

تاریخ دریافت: ۹۲/۲/۲۵ تاریخ پذیرش: ۹۲/۵/۲۰

چکیده

بیماری ریشه سرخی ناشی از قارچ (*Phoma terrestris* (syn. *Pyrenochaeta terrestris*، موجب وارد آمدن خسارات کمی و کیفی به محصول پیاز در اصفهان می‌گردد. در این مطالعه، ارزیابی اثر تناوب زراعی بر کاهش بیماری ریشه سرخی، در دو سال زراعی متوالی ۸۸-۱۳۸۷ و در دو منطقه‌ی مهم پیازکاری اصفهان شامل براآن و قهدریجان روی دو رقم غالب منطقه شامل تگزاس ارلی گرانو و یلو سوییت اسپانیش با بازدید از ۴۴۱ مزرعه‌ی پیاز با تعیین درصد آلودگی و شدت بیماری انجام گردید. تناوب غلات با کم ترین درصد آلودگی و شاخص بیماری نسبت به سایر تناوب‌ها، از بهترین تناوب‌ها در این پژوهش بشمار می‌رود. هم‌چنین، باغاتی که اخیراً به زمین زراعی تبدیل گشته‌اند، از شدت ۲/۸۳ درصدی برخوردار بودند. درصد آلودگی پیاز در تناوب با سبزی و صیفی، یونجه و هنگامی که پیاز در چهار سال اخیر بیش از یکبار کشت شده بود به ترتیب ۱۷/۶۶، ۲۷ و ۳۶/۱۶٪ بود. هم‌چنین نتایج حاصله از بررسی آلودگی ارقام مورد کشت به بیماری ریشه سرخی نشان داد که رقم تگزاس ارلی گرانو با شدت آلودگی ۲۰/۵٪ در مقایسه با رقم یلو سوییت اسپانیش با ۲۴/۷۸ درصد از شدت آلودگی کمتری برخوردار بود.

واژه‌های کلیدی: پیاز، ریشه سرخی، تناوب، رقم، اصفهان.

[۱]- دانشیار مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان، بخش تحقیقات گیاه پزشکی
[۲]- کارشناس ارشد مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان، بخش تحقیقات گیاه پزشکی
*- نویسنده مسئول مقاله: Mne2011@gmail.com

مقدمه

بیماری ریشه سرخی پیاز در اثر قارچ (syn. *Pyrenochaeta terrestris*) *Phoma terrestris* از بیماری‌های بسیار مهم این محصول می‌باشد. این بیماری برای اولین بار در کشور توسط نصراصفهانی شناسایی و معرفی گردید (نصر اصفهانی، ۱۹۹۹). این بیماری انتشار جهانی دارد و فقط روی پیاز حایز اهمیت است. هر چند جدایه‌هایی از این قارچ روی برخی گیاهان زراعی مثل گندم، جو، یولاف، ذرت، ذرت خوشه‌ای، خیار، طالبی، نخود فرنگی، گوجه، بادمجان، اسفناج و هویج نیز بیماری زا هستند. در همین راستا (Lorbber, 2008)، در پژوهشی تحت عنوان مدیریت بیماری‌ها در *Alliums*، تناوب ۳ تا ۴ ساله‌ی پیاز، سیر، موسیر و تره فرنگی را راهی برای افزایش و تشدید این بیماری قارچی در تناوب با یکدیگر می‌داند. قارچ عامل بیماری، ممکن است در هر مرحله از رشد پیاز، موجب وقوع بیماری گردد. گیاه پیاز آلوده، کمتر دچار بوته میری می‌شود و رشد آن نسبت به شدت بیماری کاهش می‌یابد. جذب مواد مختل شده و گیاه علایم کمبود از خود نشان می‌دهد. تعداد برگ و قطر سوخ پیاز کاهش یافته و زودتر تشکیل سوخ می‌دهد. سوخ‌های پیاز چروکیده و کوچک‌تر از سوخ‌های معمول می‌شود. لذا، بازاریابی آن را کاهش می‌دهد. ریشه‌های گیاه آلوده در آغاز به رنگ صورتی کم رنگ بوده که با گذشت زمان و پیشرفت آلودگی به رنگ قرمز و در نهایت بنفش تیره تبدیل می‌شود. گیاه پیاز آلوده، مرتب ریشه‌زایی می‌نماید که آنها نیز متعاقباً آلوده می‌گردند (Schwartz and Mohan, 1995؛ Nasr Esfahani and Ansaripour, 2007).

تناوب زراعی از دیرباز به عنوان ارکان سامانه‌های تولید کشاورزی موفق به شمار می‌آید. یک برنامه‌ی صحیح تناوب زراعی ممکن است، موجب افزایش عملکرد، کاهش آفات و بیماری‌ها شود. جمعیت عوامل بیماری‌زای گیاهی مهم اقتصادی، می‌توانند از راه کشت متناوب گیاهان تحت تأثیر قرار گیرد. برای مهار بیماری ریشه سرخی پیاز، روش‌های به زراعی شامل تناوب زراعی، بهداشت مزرعه، پرهیز از کشت غده‌های پیاز آلوده جهت بذرگیری، نحوه و دور آبیاری (Mohammed Ali, 1984) و حتی آفتاب دهی توسط محققین گوناگون توصیه شده و ارقام و هیبریدهای مقاومی نیز معرفی شده است (Schwartz and Mohan, 1995; Elroy, 1963). تناوب زراعی ۶-۳ ساله با محصولات غیرمیزبان، برای مهار این بیماری توصیه شده است. با این حال، ذرت و گیاهان خانواده‌ی گندم نیز بدین بیماری آلوده شده، ولی خسارت قابل توجهی نمی‌بینند (Sutton, 1993). هم‌چنین، پیشنهاد شده که کشت ارقام مقاوم، تواماً در مناطقی که دمای خاک آن، در زمان کشت و داشت کمتر از ۲۴ و تا برداشت به طور میانگین کمتر از ۳۰ درجه‌ی سلسیوس باشد، صورت بپذیرد. چون، مقاومت ارقام پیاز به این بیماری در دمای ۲۸ درجه‌ی سلسیوس کاهش می‌یابد (Schwartz and Mohan, 1993; Christ *et al*., 2002). بررسی‌های زراعی بالاخص تناوب زراعی در برخی از گزارشات بدان اشاره شده است. به عنوان مثال، شوارتز در سال ۲۰۱۳ در خصوص چگونگی مبارزه با بیماری ریشه سرخی پیاز، روش تناوب زراعی با غلات و سایر گیاهان غیر میزبان را به ۵ سال و بیش از آن توصیه نموده است (Schwartz, 2013). هم‌چنین لاس کروسس در سال ۲۰۰۹ تناوب زراعی را یکی از روش‌های مناسب در کنترل این بیماری می‌داند (Las Cruces, 2009). دیویس و اگرتر در سال ۲۰۱۲ نیز روش تناوب زراعی را در خصوص بیماری ریشه سرخی پیاز مناسب گزارش نموده‌اند (Davis and Aegerter, 2012). در گزارشی دیگر، کاریری و همکاران در سال ۲۰۱۳ نیز بدین روش اشاره داشته و آن را مناسب در کاهش این بیماری می‌داند (Carrieri *et al.*, 2013).

در خصوص بیماری ریشه سرخی و چگونگی تناوب با سایر گیاهان گزارش مستند و قابل توجهی مشاهده نگردید. ولی، گزارشات در خصوص تناوب زراعی روی بیماری‌های پیاز توسط دیوید و همکاران، در سال ۲۰۱۳ در نشریات ترویجی در مدیریت تلفیقی به بیماری پوسیدگی فوزاریومی ریشه و طبق پیاز و هم‌چنین پوسیدگی سفید در اثر قارچ *Sclerotium cepivorum* اشاراتی به آنها شده است. آنها گزارش نمودند که تناوب زراعی به مدت ۴ الی ۵ سال برای پوسیدگی ریشه و طبق پیاز و مدت طولانی‌تری برای بیماری پوسیدگی سفید ریشه و غده‌ی پیاز توصیه نموده‌اند. البته، به همان گونه برای ریشه سرخی به مدت ۴ الی ۵ سال با سایر محصولات به غیر از خانواده پیاز اشاره شده است (Davis *et al.*, 2013).

بررسی آلودگی ارقام پیاز رایج در اوریگون آمریکا، شامل سوییت اسپانیش زرد و تعدادی از هیبریدها نسبت به بیماری نشان داد که هیبریدهایی که کم‌ترین آلودگی را داشته‌اند، ریشه‌های سالم‌تر و محصول بیش‌تری تولید نموده و تولید ریشه‌های

جدید سالم از ویژگی هیبریدهای مقاوم بود (Palani Kumar and Panneerselvam, 2007). در برزیل نیز در برنامه‌های اصلاحی رقم کمپوستو پیاز (Composto spp-6) مقاومت و سازگاری خوبی داشته، ولی اخیراً رقم Belem IRA-6 دارای مقاومت بالا، سازگاری و محصول بیش‌تری بود (Franca *et al*., 1997; Yüzbaşioğlu *et al*., 2003). بررسی حساسیت ارقام تگزاس ارلی گرانو، هیبرید گرانکس و زرد گرانکس نشان داد که هر سه رقم به بیماری حساس می‌باشند (Gonzalez *et al*., 1994). هم‌چنین، حساسیت ارقام سوییت اسپانیش در مقایسه با لاین‌های هیبرید، نسبت به این بیماری در آمریکا بیش‌تر بوده است (Thornton and Mohan, 1996).

بررسی‌های ژنتیکی در خصوص وراثت و ظهور مقاومت به بیماری ریشه سرخی در لاین‌های اینبرد پیاز نشان داده است که مقاومت توسط یک تک ژن مغلوب کنترل می‌گردد (Lindhout, 2002; Christ and Haynes, 2002; Woo *et al*., 2008). با این حال، اخیراً مشخص شده است که مشخصه‌ی مقاومت به بیماری، توسط تعداد ژن بیش‌تری هدایت می‌گردد و مقاومت در هیبریدهای جدید از نوع چند ژنی و به صورت مقاومت افقی بروز می‌کند (Coleman *et al*., 1997; Parlevliet, 1993).

با توجه به اهمیت این بیماری در کشور، لزوم انجام یک بررسی جامع در راستای کاهش مصرف سموم، به منظور تعیین مناسب‌ترین تناوب زراعی با این محصول نسبت به بیماری ریشه سرخی جهت به کارگیری در برنامه‌های به زراعی ضروری به نظر رسید. هم‌چنین، در این راستا، آلودگی ارقام متداول پیاز شامل رقم یلو سوییت اسپانیش و تگزاس ارلی گرانو در دو سال متوالی در اصفهان شامل براآن و قهدریجان در این مطالعه مورد ارزیابی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

در این مطالعه، از مزارع پیاز در دو منطقه‌ی مهم پیازکاری اصفهان، شامل براآن و قهدریجان بازدید به عمل آمد و میزان آلودگی به بیماری ریشه سرخی پیاز با کندن یک صد عدد پیاز به طور تصادفی از قطر هر مزرعه اندازه گیری شد. در منطقه‌ی براآن کشت رقم تگزاس ارلی گرانو (Texas Early Grano) معمول بوده که در فصل پاییز در ماه‌های مهر و آبان هر سال کشت می‌شود و از اواخر خرداد ماه سال بعد، شروع به برداشت می‌گردد. اکثر نمونه‌برداری‌های این منطقه، در نیمه‌ی خرداد ماه هر سال انجام شده و جمعاً در این منطقه طی دو سال زراعی تعداد ۲۶۷ مزرعه بررسی شد. در منطقه‌ی قهدریجان رقم یلو سوییت اسپانیش (Yellow-Sweet-Spanish) کشت شده که در اسفند ماه و متعاقباً در فروردین ماه سال بعد کشت آن ادامه داشته و از اواخر شهریور ماه هر سال شروع به برداشت و تا ماه‌های مهر و آبان ادامه می‌یابد. نمونه‌برداری‌ها، اکثراً در این منطقه در ماه‌های شهریور و مهر انجام گردید که جمعاً تعداد ۱۷۴ مزرعه بررسی شد. پس از شستشوی سطحی ریشه‌ها، تعداد پیازهای آلوده به بیماری ریشه سرخی با مشاهده‌ی آلودگی به رنگ قرمز یا بنفش رنگ روی ریشه‌ها شمارش و مشخص گردید. تعیین شدت بیماری در پیازهای آلوده به ریشه سرخی نسبت به شدت آلودگی در شش شاخص متفاوت صفر، ۱۰، ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد آلودگی به تفکیک قرار داده شد. محاسبه‌ی شاخص بیماری برای هر مورد با ضرب تعداد گیاه آلوده در هر یک از شاخص‌ها و جمع آنها و در نهایت تقسیم بر تعداد کل گیاه آلوده برای هر مزرعه به شرح ذیل انجام شد.

(تعداد گیاه آلوده × (صفر،۱۰، ۲۵،۵۰، ۷۵ و۱۰۰) = مجموع پیازهای مورد بررسی ÷ تعداد پیاز آلوده)

البته، جهت جمع بندی بهتر، موارد فوق در سه طیف کمتر از ۱۰ درصد، بین ۲۵ تا ۷۵ درصد و بیش‌تر از ۷۵ درصد و به ترتیب به سه طیف ضعیف، متوسط و شدید تفکیک گردیدند. این محاسبات بر اساس توصیه انستیتوی ملی گیاه شناسی کشاورزی موسوم به NIAB (National Institution of Agriculture Botany) که برای سایر محصولات زراعی پیشنهاد شده است، مورد استفاده قرار گرفت (Anon, 1985). هم‌چنین، شاخص بیماری بر حسب شدت و ضعف آلودگی به شرح ذیل در شش گروه، به طور جداگانه تفکیک شدند (Anon, 1985).

صفر- فاقد هر گونه علایم بیماری ریشه سرخی روی ریشه‌ها (سالم).

۱۰- ریشه‌ها با آلودگی بسیار کم به بیماری ریشه سرخی و به رنگ صورتی ضعیف و حدود ۱۰درصد ریشه‌ها آلوده شده‌اند.

۲۵- ریشه‌ها با آلودگی بیش‌تر از ۱۰ درصد و به رنگ صورتی شدید و حدود ۲۵ درصد از ریشه‌ها آلوده شده‌اند.

۵۰- تعداد نیمی از ریشه‌ها به رنگ صورتی کامل و یا قرمز رنگ تبدیل شده‌اند (حدود ۵۰ درصد).
۷۵- تغییر رنگ ریشه‌ها به رنگ قرمز کامل تا بنفش روشن (حدود ۷۵ درصد).
۱۰۰- تغییر رنگ شدید و کامل ریشه‌ها به رنگ بنفش تیره و پوسیدگی کامل ریشه‌ها (بیش از ۷۵ درصد و یا تمام ریشه).

تعیین تناوب زراعی

برای تعیین مناسب‌ترین تناوب زراعی، در زمان بازدید مزارع پیاز، سابقه‌ی کشت هر مزرعه در تناوب با کشت پیاز از کشاورز مربوطه تا چهار سال قبل در فرم‌هایی ثبت گردید. این بررسی‌ها، هر سال به طور جداگانه برای هر منطقه به مدت دو سال انجام شد. در مزارعی که چهار سال در آن گندم، جو، برنج، ذرت و یا به ندرت ارزن قبل از پیاز کشت شده بود، تناوب با غلات منظور گردید. هم‌چنین، مزارعی که در چهار سال گذشته با سبزی و صیفی مثل گرمک، طالبی، خیار، گوجه فرنگی، بادمجان، کلم، گل کلم و یا سیب زمینی کشت شده بود، تناوب سبزی و صیفی با پیاز در این پژوهش قلمداد شد. کشت گیاه یونجه نیز به طور میانگین به مدت حداقل ۵ سال در زمین تداوم داشت. در برخی مزارع قهدریجان، قبل از کشت پیاز، زمین مربوطه به مدت ۳۰- ۲۰ سال به کاشت درختان میوه اختصاص یافته بود. هم‌چنین، مزارعی هم وجود داشت که در چهار سال اخیر، به جز کشت پیاز فعلی، حداقل دو بار یا بیش‌تر کشت پیاز بود.

بررسی‌های آماری

داده‌های حاصله، در قالب طرح آماری بلوک‌های کامل تصادفی در دو سال متوالی به وسیله‌ی نرم افزار SAS به صورت جداگانه و به صورت تجزیه‌ی مرکب مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت. میانگین‌های حاصل از درصد آلودگی و شاخص بیماری با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن (DMRT) و آزمون T مقایسه گردید.

نتایج

بررسی‌های انجام شده در طی این دو سال نشان داد که، پیازهای آلوده به ریشه سرخی، از رشد کمتری برخوردار شده و زودتر از سایرین به سوخ رفته بودند. پیازهای آلوده، دارای برگ کمتر و نیز سوخ کوچک‌تری بودند. ریشه‌های آلوده، در آغاز به رنگ صورتی بوده که به تدریج قرمز رنگ و در نهایت به رنگ بنفش تیره تبدیل می‌شدند. گیاه آلوده، به‌طور دایم ریشه‌زایی نموده و انرژی خود را صرف تولید ریشه‌های جدید می‌کند. لذا، ریشه‌های جدید نیز متعاقباً آلوده شده و اندام‌های هوایی گیاه از نوک زرد رنگ شده و به قسمت‌های پایین‌تر تداوم می‌یابد. در نتیجه گیاه آلوده با علایم زردی ظاهر شده و حالت کمبود از خود نشان می‌داد. هم‌چنین، انتهای نوک برگ‌های اولیه‌ی گیاه آلوده زرد شده و این زردی به سمت پایین برگ ادامه یافته و در نهایت قهوه‌ای رنگ و واژگون شده بود. غده‌های پیاز آلوده نیز زودتر بالغ شده و به راحتی از جای کنده می‌شد.

بررسی وضعیت آلودگی در براآن که رقم تگزاس ارلی گرانو متداول است، نشان داد که این رقم از آلودگی قابل توجهی برخوردار است. میانگین درصد آلودگی ۲۰/۱۵ درصد در دو سال متوالی بود. (جداول ۱ و ۲). البته، در این راستا، بایستی به شاخص بیماری در سه طیف مورد ذکر توجه داشت. که در این‌جا بیش‌ترین شدت آلودگی در طیف بیش از ۷۵ درصد آلودگی ریشه‌ها (شدید) با، ۸/۱۱ درصد مشخص شده است. این میزان آلودگی نیز در واقع حساسیت رقم تگزاس ارلی گرانو را به بیماری ریشه سرخی در براآن نشان می‌دهد (جدول ۱).

جدول (۱). تجزیه‌ی واریانس بررسی اثر تناوب‌های مختلف زراعی و ارقام پیاز در کشت در اصفهان در سال‌های ۱۳۸۸-۱۳۸۷

منابع Source	درجه آزادی DF	مجموع مربعات در سال ۱۳۸۷ MS- 2008	مجموع مربعات در سال ۱۳۸۸ MS- 2009	مجموع مربعات در سال ۸۸-۱۳۸۷ MS-2008-09
رقم (Variety)	۱	۹/۹۷*	۱۳/۳۱**	۲۳/۰۲**
مکان (Place)	۱	۱۱/۸۲*	۳۸۶/۵۶**	۱۳۵/۱۳**
سال (Year)	۱	۳۴۱/۷۰**	۹/۷۹*	۱۱۹/۹۱**
مکان×رقم (Place ×Variety)	۱	۰/۵۳**	۱/۱۹**	۰/۶۶**
سال×رقم (Year ×Variety)	۱	۲/۷۶*	۵/۱۹ns	۴/۶۶ns
مکان×سال (Place ×Year)	۱	۴۰۲/۳۴**	۱۰۲/۵۴*	۱۴۲/۸۷**
رقم×مکان×سال (Variety×Place×Year)	۱	۱۳۹/۴۶۶**	۲۵/۳۱**	۱۲۷/۰۵**
خطا (Error)	۵۳			
جمع (Total)	۶۰			
CV		۵/۲۶	۲۰/۵۷	۲۱/۴۵

ns– فاقد اثر معنی دار در سطح ۵ درصد احتمال، *- اثر معنی دار در سطح ۵ درصد احتمال، **- اثر معنی دار در سطح ۰/۰۱ درصد احتمال، ***- اثر معنی‌دار در سطح ۰/۰۰۱ درصد احتمال. MS= مربعات در مراحل مختلف بررسی بیماری.

میانگین درصد آلودگی بیماری ریشه سرخی در قهدریجان که رقم یلوسوییت اسپانیش متداول است، ۲۴/۷۸ درصد در دو سال متوالی بوده که شاخص آن در سه طیف مختلف که البته برای هر سال به تفکیک ذکر گردیده است (جداول ۱ و ۲). در واقع رقم سوییت اسپانیش از حساسیت بیش‌تری نسبت به رقم تگزاس ارلی گرانو برخوردار است (جدول ۲). میانگین آلودگی کل در این دو منطقه ۲۲/۴۶ درصد بوده که میانگین شاخص بیماری در سه طیف ضعیف، متوسط و شدید به ترتیب ۸/۱۹، ۵/۰۳ و ۹/۲۴ درصد می‌باشد. مقایسه‌ی درصد آلودگی در این دو منطقه که بیان‌گر میزان حساسیت ارقام نیز می‌باشد، از نظر آمار معنی‌دار نبود ($P>0.05$) و مقایسه‌ی میانگین آلودگی در دو منطقه تفاوت چندانی با یکدیگر نداشت ($r = ۰/۴۹$). هم‌چنین، تفاوت قابل ملاحظه‌ای در شاخص بیماری در دو طیف ضعیف و متوسط مشاهده نشد ولی، در طیف آلودگی شدید که حائز اهمیت می‌باشد اثر معنی‌دار و قابل توجهی وجود داشت (جداول ۱ و۲) ($P\leq0.01$).

مقایسه‌ی آلودگی بیماری در این دو منطقه و روی این دو رقم نشان می‌دهد که آلودگی در قهدریجان در مجموع ۴/۶۳ درصد بیش از براآن می‌باشد (جدول ۲). بررسی اثر تناوب‌های زراعی رایج در اصفهان در دو سال متوالی نشان داد که در مزارع براآن که در چهار سال گذشته بیش از دو بار پیاز کشت گردیده است، میانگین آلودگی ۲۷/۸۳ درصد بود (جدول ۳). البته، این میزان در شاخص بیماری نسبت به تناوب‌ها متفاوت و با اثر معنی‌دار می‌باشد (جداول ۱ و ۳). تناوب یونجه با ۱۹ درصد آلودگی و با شدت و ضعف متفاوتی در شاخص‌های مربوطه محاسبه شده است. تناوب سبزی و صیفی و غلات نیز به ترتیب با ۱۵/۸۳ و ۱۳/۱۶ درصد آلودگی بوده که در مقایسه با یکدیگر و سایر تناوب‌ها در این جا معنی‌دار هستند (جداول ۱ و ۳) ($P\leq0.05$).

جدول ۲- درصد آلودگی و شاخص بیماری ریشه سرخی پیاز در براآن (ژنوتیپ تگزاس ارلی گرانو) و قهدریجان (ژنوتیپ یلو سوییت اسپانیش) اصفهان طی سال‌های ۸۸ - ۱۳۸۷

منطقه Location	سال Year	درصد آلودگی Infection (%)	شاخص بیماری (٪) Disease index (%) (ضعیف) <۲۵-۱۰	(متوسط) ۲۵≤ <۷۵	(شدید) ≥۷۵-۱۰۰
براآن (Braan)	۱۳۸۷	۱۹/۷۹	۷/۳۸	۵/۵۹	۶/۸۱
	۱۳۸۸	۲۰/۵۱	۶/۶۵	۴/۴۴	۹/۴۲
	میانگین	۲۰/۱۵	۷/۰۱	۵/۰۱	۸/۱۱
قهدریجان (Ghahderijan)	۱۳۸۷	۳۰/۷۲	۱۴/۵۷	۶/۴۸	۹/۶۷
	۱۳۸۸	۱۸/۸۴	۴/۱۷	۳/۵۹	۱۱/۰۸
	میانگین	۲۴/۷۸	۹/۳۷	۵/۰۳	۱۰/۳۷
Total Mean		۲۲/۴۶	۸/۱۹	۵/۰۲	۹/۲۴
Prob>T		NS	NS	NS	*
r(P≤0.05)		۰/۴۹	۰/۳۰	۰/۴۴	۰/۵۵

* مقایسه میانگین با آزمون تی انجام گردیده است.

جدول ۳- درصد آلودگی و شاخص بیماری ریشه سرخی پیاز تحت تأثیر تناوب‌های مختلف زراعی در براآن اصفهان

محصول تحت تناوب با پیاز Rotated crop with onion	درصد آلودگی Infection (%)	شاخص بیماری (٪) (Disease index (%)) (ضعیف) <۱۰-۲۵	(متوسط) ۲۵≤ <۷۵	(شدید) ≥۷۵-۱۰۰
یونجه(Lucerne)	۱۹/۰۰b	۹/۱۶b	۵/۱۶b	۴/۶۶ b
غلات(Cereals)*	۱۳/۱۶d	۶/۰۰d	۲/۸۳ d	۴/۳۳ b
سبزی و صیفی(Vegetables)**	۱۵/۸۳c	۷/۸۳c	۳/۸۸c	۴/۱۶b
پیاز(Onion)	۲۷/۸۳a	۱۰/۸۳a	۶/۸۳a	۱۰/۱۶a

* - غلات منظور، تناوب با گندم، جو، برنج، ذرت و به ندرت ارزن می‌باشد.

**- سبزی و صیفی منظور تناوب با گوجه فرنگی، بادمجان، طالبی و خیار است.

- میانگین‌ها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد مقایسه گردیده‌اند.

در قهدریجان، آلودگی در مزارع با کشت متناوب پیاز بیش‌ترین مقدار را داشته است که ۴۴/۵۰ درصد آلودگی تعیین گردید (جدول ۴). تناوب با یونجه با ۳۵ درصد آلودگی و به دنبال آن تناوب سبزی و صیفی و غلات به ترتیب با ۱۹/۵۰ و ۱۳/۸۳ درصد آلودگی در رتبه‌های بعدی واقع می‌شوند. البته، باغات میوه‌ای که اخیراً به زمین‌های زراعی تبدیل شده‌اند با کم‌ترین آلودگی ۲/۸۳ درصد بیماری قرار دارند. این محصولات در مقایسه با یکدیگر از نظر درصد آلودگی و شاخص بیماری معنی‌دار بودند (جداول ۱ و ۴). این نتایج نشان می‌دهد که در این جا، نیز بدون در نظر گرفتن تناوب باغات در قهدریجان، تناوب با غلات، کم‌ترین آلودگی را در تناوب با کشت پیاز دارد.

جدول ۴- بررسی اثر تناوب زراعی روی بیماری ریشه سرخی پیاز در قهدریجان اصفهان.

تناوب محصولات با پیاز Crop-rotation with onion	درصد آلودگی Infection (%)	شاخص بیماری (٪) (Disease index (%))		
		(ضعیف) <۱۰-۲۵	(متوسط) ۲۵≤ <۷۵	(شدید) ≥۷۵-۱۰۰
یونجه(Lucerne)	۳۵/۰۰b	۱۳/۳۳ ab	۷/۱۶b	۱۴/۵۰a
غلات(Cereals)	۱۳/۸۳d	۶/۷۳ c	۲/۹۱c	۳/۵۰b
سبزی و صیفی(Vegetables)*	۱۹/۵۰c	۸/۸۳bc	۴/۶۶c	۶/۰۰c
پیاز(Onion)	۴۴/۵۰a	۱۸/۰۰a	۱۱/۵۰a	۱۵/۰۰a
باغات(Orchard)	۲/۸۳e	۱/۴۳d	۰/۶۹d	۵۰/۰d

* - علاوه بر کشت سبزی و صیفی در جدول ۱، کلم و گل کلم نیز کشت می‌شد.

- میانگین‌ها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد مقایسه گردیده‌اند.

حال اگر تناوب رایج زراعی دو منطقه در مجموع و به طور مرکب مورد بررسی قرار گیرد، مشاهده می‌شود که کشت متناوب پیاز، موجب بیش‌ترین آلودگی تا ۳۶/۱۶ درصد و با شدت و ضعفی به ترتیب برابر با ۱۲/۵۸ و ۱۴/۴۱ درصد گردیده است (جداول۱ و ۵). در این جا نیز، تناوب یونجه با ۲۷ درصد آلودگی و شدت و ضعف شاخص بیماری به ترتیب برابر با ۹/۵۸ و ۱۱/۲۵ درصد در مقام دوم قرار می‌گیرد که در مقایسه با یکدیگر و سایر تناوب‌ها در این بررسی معنی‌دار می‌باشند (جدول۵) (P=0.01). به همین نسبت، نیز شاخص آنها در سه طیف مذکور متفاوت و معنی‌دار است. سپس، تناوب با سبزی و صیفی و غلات به ترتیب با ۱۷/۶۶ و۱۳/۵۰ درصد آلودگی قرار دارند که هر دو از نظر آماری در یک گروه واقع می‌شوند. البته، شاخص بیماری آنها نیز کماکان در یک گروه قرار دارند.

جدول ۵- بررسی اثر تناوب زراعی رایج روی بیماری ریشه سرخی پیاز در براآن و قهدریجان اصفهان.

تناوب محصولات با پیاز Crop-rotation with onion	درصد آلودگی Infection (%)	شاخص بیماری (٪) (Disease index (%))		
		(ضعیف) <۱۰-۲۵	(متوسط) ۲۵≤ <۷۵	(شدید) ≥۷۵-۱۰۰
یونجه(Lucerne)	۲۷/۰۰b	۱۱/۲۵b	۶/۱۶b	۹/۵۸b
غلات(Cereals)	۱۳/۵۰c	۶/۳۷c	۲/۸۷d	۳/۹۱c
سبزی و صیفی(Vegetables)*	۱۷/۶۶c	۸/۳۳ c	۴/۲۵ c	۵/۰۸c
پیاز(Onion)	۳۶/۱۶a	۱۴/۴۱ a	۹/۱۶a	۱۲/۵۸a
باغات(Orchard)	۲/۸۳ d	۱/۴۳ d	۰/۶۹e	۰/۵۰d

* - میانگین‌ها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد مقایسه گردیده‌اند.

بحث

بررسی‌های انجام شده روی گیاه پیاز نشان داد که تناوب زراعی نقش اساسی و مهم در شدت و ضعف بیماری ریشه سرخی ایفا می‌نماید. هم‌چنین، آلودگی بیماری در دو منطقه‌ی مهم پیازکاری اصفهان (براآن و قهدریجان) حاکی از تفاوت درصد آلودگی و شاخص بیماری بود وگردش زراعی غلات با پیاز از کم‌ترین آلودگی نسبت به سایر تناوب‌ها به غیر از باغات برخوردار می‌باشد. هرچند، در مجموع ۱۳/۵۰ درصد آلودگی در طول دو سال مشاهده گردید. در گزارش (Lorbeer, 2008) تناوب ۳ تا ۴ ساله‌ی پیاز، سیر، موسیر و تره فرنگی موجب افزایش بیش از حد آلودگی بیماری ریشه سرخی در مزرعه خواهد شد. هم‌چنین، شوارتز و موهان گندم، جو، یولاف، ذرت و ارزن را به عنوان میزبان‌های دیگر با آلودگی بسیار پایین به این بیماری معرفی نموده‌اند (Schwartz and Mohan, 1995). نتایج حاصل از بررسی تناوب با سبزی و صیفی در این تحقیق نیز در

این جا با گزارش شوارتز و موهان در سال ۱۹۹۵ موافقت دارد و نشان می‌دهد که این محصولات نیز از جمله میزبان‌های این بیماری بشمار می‌رود. ولی غلات در مجموع از کم‌ترین آلودگی بالاخص در دو طیف آلودگی متوسط و شدید برخوردار است که در تناوب با پیاز در این تحقیق بسیار حایز اهمیت می‌باشد.

نتایج حاصل از بررسی تناوب زراعی با یونجه نیز نشان داد که آلودگی بالا و قابل توجهی ایجاد می‌گردد. ولی، تا کنون گزارشی در این خصوص مشاهده نگردیده و برای اولین بار ارایه می‌شود. هم‌چنین، در باغاتی که به تازگی به زمین زراعی تبدیل گردیده است، درصد آلودگی بسیار کمی وجود داشت که این مورد نیز برای اولین بار گزارش می‌گردد. در مجموع، با توجه به نتایج به دست آمده، تناوب زراعی با غلات در کاهش بیماری ریشه سرخی پیاز توصیه می‌گردد. در غیر این صورت، تلفیقی از تناوب غلات با سبزی و صیفی (به غیر از پیاز، تره و سیر) را می‌توان در تناوب با پیاز به مدت چهار سال پیشنهاد نمود.

مقدار اختلاف در دو منطقه‌ی مذکور در شدت آلودگی، به این دلیل است که در منطقه‌ی براآن، پیاز رقم تگزاس در اواخر خرداد ماه بالغ گردیده و برداشت آن شروع می‌شود. لذا، با گرمای تیر و مرداد ماه مواجه نمی‌گردد. ولی، در قهدریجان غده‌های پیاز در اواخر شهریور ماه بالغ شده که در آن زمان بستگی به قیمت بازار، برداشت پیاز شروع می‌شود. لذا، چون قارچ عامل بیماری یک قارچ گرما دوست می‌باشد و در دمای ۳۰ درجه‌ی سلسیوس و بیش از آن با شدت بیش‌تری عمل می‌نماید، در نتیجه شدت آلودگی در این منطقه بیش از براآن می‌باشد. البته، دمای خاک در ماه‌های تیر و مرداد در قهدریجان بیش از ۳۰ درجه‌ی سلسیوس است که درست مصادف با رشد و نمو فعال پیاز می‌باشد. واکنش متفاوت دو ژنوتیپ پیاز مورد بررسی شامل تگزاس ارلی گرانو و یلو سوییت اسپانیش نسبت به بیماری بوده و ژنوتیپ‌های مورد بررسی از لحاظ شدت آلودگی به بیماری ریشه سرخی در دو منطقه‌ی مورد بررسی شامل براآن و قهدریجان به سه گروه متفاوت قابل تفکیک است.

گروه اول، که در این جا به عنوان گروه ضعیف تلقی شده است، با شدتی کمتر از ۱۰ الی ۲۵ درصد از آلودگی بوده که ریشه‌های آلوده به بیماری به رنگ صورتی ضعیف بودند. در خصوص دو رقم تگزاس ارلی گرانو و رقم یلو سوییت اسپانیش در این شاخص علایم یکسان بود. این نتایج با گزارشات گونزالز و همکاران در بررسی حساسیت سه ژنوتیپ تگزاس ارلی گرانو و دو رقم دیگر به ریشه سرخی پیاز مطابقت دارد. در همین راستا، نصر اصفهانی و انصاری پور (2007, 2008) در مطالعه‌ای تحت عنوان بررسی حساسیت توده‌های پیاز ایرانی به بیماری ریشه سرخی که در دو سال متوالی ۱۳۸۱ و ۱۳۸۲ صورت پذیرفت، ۴۳ توده از پیازهای محلی کشور را در مقایسه با دو رقم تگزاس ارلی گرانو و سوییت اسپانیش مورد مطالعه قرار داده و نتایج حاکی از حساسیت متفاوت توده‌ها در واکنش به عامل بیماری زای ریشه سرخی در شاخص مربوطه بود. در همین راستا، سایر پژوهش گران در خصوص مقایسه‌ی رقم سوییت اسپانیش با هیبریدهای تولیدی در اریگون آمریکا، مشخص نمودند که هیبریدها دارای ریشه‌های سالم‌تر و محصول بیش‌تری بوده و نیز ریشه زایی مجدد نموده که با اثر معنی دار، همراه بوده است (Thornton and Mohan, 1996; Las Crures, 2009).

گروه دوم، که در این پژوهش از آن به عنوان گروه متوسط نام برده شده، با شدتی بیش از ۲۵ الی ۷۵ درصد آلودگی طیفی از محصول را تحت پوشش خود قرار می‌دهد که تعداد نیمی از ریشه‌ها به رنگ صورتی کامل تبدیل شده اند. در این خصوص نیز با نتایج به دست آمده از تحقیقات سایر پژوهشگران هم خوانی دارد (Schwantz, 2013; Davis and Aegenter, 2012).

گروه سوم، که در این جا از آن به عنوان گروه شدید نام برده می‌شود، باعث تغییر رنگ ریشه‌ها به رنگ صورتی تیره تا بنفش شده بود (بیش از ۷۵ الی ۱۰۰ درصد). رقم تگزاس ارلی گرانو در سال اول و دوم به ترتیب ۶/۸۱ و ۹/۴۲ درصد بود. در همین راستا، مطالعه‌ای در کشور آمریکا در بررسی ارقام تجاری و لاین‌های موجود در USDA صورت گرفت که اینبرد لاین MSU-6788 کم ترین علایم بیماری را نسبت به ارقام تجاری از خود نشان داد. این در صورتی است که ارقام تجاری و حساس با شدت بالایی از بیماری بوده به طوری که ریشه‌های آلوده به رنگ بنفش بودند (Carrieri *et al.,* 2013; Coleman *et al*., 1997).

در جمع بندی نتایج این تحقیق، نشان می‌دهد که برنامه تناوب زراعی مناسب با میزبان‌های مناسب نقش اساسی و مهمی در کاهش بیماری ریشه سرخی پیاز خواهد داشت. در این‌جا مشخص گردید که کشت غلات، سپس سبزی و صیفی و یا تلفیق هر دو به طرز قابل توجهی از ظهور و شدت بیماری ریشه‌سرخی می‌کاهد. هم‌چنین، ارقام مورد کشت، زمان کاشت، سابقه کشت و نیز منطقه نقش کلیدی در ایجاد و توسعه‌ی بیماری خواهد داشت که بایستی قبل از کشت پیاز مد نظر قرار داده شود.

References

1. Ahmadi AR and Damadzadeh M. 2006. The effect of crop rotation on the population reduction of sugar beet cyst nematode (*Heterodera schachtii*) in Isfahan. Applied Entomology and Phytopathology 74:1–15.
2. Anon. 1985. Disease Assessment Manual for Crop Variety Trials, Vegetable Keys, Section-5. Cambridge: National Institute of Agricultural Botany. 218 p.
3. Christ BJ, Haynes KG and Vinyard BT. 2002. Inheritance of early blight resistance from open-pollinated 4x-2x potato hybrids. American Journal of Potato Research 79: 403–410.
4. Carrieri R, Francesco R, Alfonso P, Ernesto L. 2013. *Fusarium proliferatum* and *Fusarium tricinctum* as causal agents of pink rot of onion bulbs and the effect of soil solarization combined with compost amendment in controlling their infections in field. Crop Protection 43 31–37.
5. Coleman PM, Ellerbrock LA and Lorberrt JW. 1997. Reaction of selected onion cultigens to pink-root under field conditions in New York. Plant Disease 81: 138–142.
6. Davis RM and Aegerter BJ. 2012. Onion and garlic pink root. "uc ipm: uc management guidelines for pink root on onion and garlic". California: US Davis Press [cited 2013 Jun 12]. Available from: http://www.ipm.ucdavis.edu/PMG/r584100711.html
7. Davis RM, Aegerter BJ, Laemmlen FF and Voss RE. 2013. How to manage pests, UC pest management guidelines onion and garlic: Basal rot, white rot and pink rot. California: US Davis Press [cited 2013 Nov 28]. Available from: http://www.ipm.ucdavis.edu/GENERAL/ feedback.html.
8. Elroy AC. 1963. Control of plant diseases by crop rotation. Botanical Review 29: 413–479.
9. Franca FGDE, Menezes FA, Maranthao JIDE, and Menezes AADE. 1997. Studies in susceptibility of onion cultivars to pink-root. Acta Horticulture 33: 258–289.
10. Gonzales H, Garcia G and Luque M. 1994. Response of three onion varieties (*Aliium cepa*) in soil inoculated with *P. terrestris* (Hansen) and *F. oxysporum* f. sp. *cepa* (Schlecht). Plant Disease 74: 336–340.
11. Las Cruces, NM. 2009. Onion disease in New Mexico. New Mexico: New Mexico State University Press [cited 2011 Dec 21]. Available from: http://aces.nmsu.edu/pubs/_circulars/CR538/
12. Lindhout P. 2002. The perspectives of polygenic resistance in breeding for durable resistance. Euphytica 124: 217–226.
13. Lorbeer JW. 2008. Management of diseases in alliums. International Society for Horticultural Science 433: 122–130.
14. Mohammed Ali GH, Fregoon SO and El Hassan HS. 1984. Effect of frequency of irrigation and cultivar on the incidence of pink-root rot disease of onion. Acta Horticulture 143: 427–432.
15. Nasr Esfahani M. 1999. Studies on pink root rot disease of onion in Esfahan, Iran. Iranian Journal of Plant Pathology 35: 165–175.
16. Nasr Esfahani, M, and Ansaripour B. 2007. Differences in resistance in onion cultivars to pink root rot disease in Iran. Journal of General Plant Pathology 68: 32–41.
17. Nasr Esfahani M and Ansaripour B. 2008. Susceptibility assessment of Iranian onion clones to pink root-rot disease. Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources 12: 251–262.

18. Palani Kumar L and Panneerselvam N. 2007. Cytogenetic studies of food preservative in Allium cepa root meristem cells. Medicine and Biology 14: 60–63.
19. Parlevliet JE. 1993. What is durable resistance, a general outline. pp. 23–39. *In* TH Jacobs and JE Parlevliet (eds) Durability of Disease Resistance. London: Kluwer Academic Publisher.
20. Schwartz HF and Mohan SK. 1995. Compendium of Onion and Garlic Diseases. St. Paul, Minnesota: American Phytopathological Society Press. 54 p.
21. Schwartz H. 2013. Pest management strategic plan for dry bulb storage onions in the United States. Nebraska: Nebraska University publishing. [cited 2013 Nov 06]. Available from: http://www.ipmcenters.org/pmsp/pdf/USonionPMSP.pdf.
22. Sutton A. 1993. Onions, Ciba-Geigy, Vegetables and Ornamentals in Switzerland. Phytopathology 44: 285–296.
23. Thornton MH and Mohan SK. 1996. Response of sweet Spanish onion cultivars and numbered hybrids to basal rot and pink root. Plant Diseases 80: 660–663.
24. Woo S, Nou IS, Yang SY, Eun MY, Cha YS and Yun DW. 2008. Classification of welsh onion cultivars by RAPD. Korean Journal of Horticultural Science and Technology 26: 440–444.
25. Yüzbaşioğlu D, Unal F, Sancak C and Kasab R. 2003. Cytological effects of herbicide racer flurochloridone on *Allium cepa*. Caryologia 56: 97–105.