آفات و بیماری‌های گیاهی
جلد ۸۸، شماره ۱، شهریور ۱۳۹۹
DOI: 10.22092/jaep.2020.128474.1317

مقاله پژوهشی

پیشگیری از بیماری پوسیدگی ریشه و ساقه‌ی خیار ناشی از قارچ *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-cucumerinum* با پیوندزنی روی پایه‌های کدوئیان

موسی نجفی‌نیا[1]✉، زینب میرزاده آبگرمی[2]

۱- استادیار بخش تحقیقات گیاه‌پزشکی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی جنوب استان کرمان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، جیرفت، ایران؛ ۲- دانش آموخته کارشناسی ارشد بیماری شناسی گیاهی، گروه کشاورزی، دانشگاه پیام نور شیراز، شیراز، ایران
(تاریخ دریافت: دی ۱۳۹۸؛ تاریخ پذیرش: خرداد ۱۳۹۹)

چکیده

مقاومت کدو تنبل(*Cucurbita maxima*)، کدو هیبرید (*C. maxima* × *C. moschata*)، کدو برگ‌انجیری (*C. ficifolia*)، کدو خطی کبابی (*C. pepeo*)، لوفا (*Luffa aegyptiaca*)، کدو آجیلی کاغذی و دانه‌ریز خوی (*C. pepo*) و کدو زرد آجیلی (*C. pepo*) در برابر قارچ *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-cucumerinum* (Forc) عامل بیماری پوسیدگی ریشه و ساقه‌ی خیار ارزیابی و با خیار رقم رویال (شاهد) مقایسه شد. نتایج نشان داد کدو برگ‌انجیری، کدوتنبل، کدو هیبرید، کدو آجیلی کاغذی و دانه‌ریز خوی در گروه مقاوم، و پایه‌های لوفا، کدو زرد آجیلی و کدو خطی کبابی در گروه مقاوم متوسط و خیار در گروه حساس قرار می‌گیرند. شدت بیماری در کدو هیبرید ۲٤/۱٦، کدوتنبل ۲۵، کدو برگ‌انجیری ۲۵/۸۳ و خیار ۸۰ درصد بود. شدت بیماری در خیار پیوندشده روی پایه‌ی کدو هیبرید با میانگین ۱۸/٦ درصد کمترین و خیار غیرپیوندی با میانگین ۸۲ درصد بیشترین بود. ازنظر وزن خشک ریشه، کدوتنبل با ۵/۳ گرم بیشترین و خیار غیرپیوندی با ۰/۷۳ گرم، کمترین وزن را نشان دادند. ازنظر عملکرد در مدت زمان انجام آزمایش، خیار غیرپیوندی با ۱/۷۳ کیلوگرم برای هر بوته کمترین و خیار پیوند شده روی پایه‌ی کدو هیبرید ۵/۷، کدوتنبل ۵/۱ و کدو برگ‌انجیری ۵/۰۳ کیلوگرم بیشترین عملکرد در بوته را نشان دادند. نتایج نشان داد پیوند خیار روی پایه‌های مقاوم سبب کاهش شدت بیماری پوسیدگی ریشه و ساقه‌ی خیار گلخانه‌ای ناشی از قارچ Forc شد.

واژه‌های کلیدی: خاک‌برد، کدوئیان، گلخانه، مدیریت بیماری

Prevention of root and stem rot disease of cucumber caused by *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-cucumerinum* using grafting on cucurbits rootstocks

M. NAJAFINIYA[1]✉, Z. MIRZADEH ABGARMI[2]

1. Plant Protection Research Department, South Kerman Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Jiroft; 2. MSc in Plant Pathology, Agriculture Group, University of Payam Noor Shiraz, Shiraz, Iran

Abstract

The partial resistance of pumpkin (*Cucurbita maxima*), hybrid squash (*C. maxima* * *C. moschata*), fig leaf gourd (*C. ficifolia*), grilled linear pumpkin, Luffa (*Luffa aegyptiaca*), two cucurbits nuts Khoy (*C. pepo*) and yellow cucurbit nuts against *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-cucumerinum* (Forc) causal agent of fungal root and stem rot disease of cucumber evaluated and compared with royal cucumber. The results showed that, fig leaf gourd, pumpkin, hybrid pumpkin, two cucurbits nuts Khoy 1 and 2 are resistant, Luffa, yellow nut pumpkin and grilled linear pumpkin were moderately resistant and royal cucumber was sensitive. The mean percentage of disease severity in cucumber royal (control) was 80%. The lowest disease severity was observed in hybrid pumpkin 24.16%, pumpkin 25% and fig leaf 25.83%. The results showed that graftted hybrid pumpkin with disease severity of 18.6% was the lowest and non-grafted cucumber with 82% was the highest. In terms of rootstock effect on dry root weight, pumpkin with 5.3 g had the maximum and non-grafted cucumber with 0.73 g show the lowest root weight. non-grafted cucumbers with 1.73 kg per plant were the least and cucumbers grafted on hybrid pumpkin 5.7 kg, pumpkin 1.5 kg and fig leaf gourd 5.03 kg showed the highest yield per plant. The results showed that grafting of cucumber on the cucurbit rootstocks reduced the percentage of disease severity caused by Forc.

Keywords: Cucurbits, disease management, greenhouse, soil borne

✉ **m.najafinia@areeo.ac.ir**

مقدمه

بر اساس آمار سازمان خوار و بار جهانی، در بین کشورهای تولیدکننده‌ی خیار گلخانه‌ای، ایران بعد از چین با تولید سالیانه ۱/۹ میلیون تن مقام دوم دنیا را دارد (Anonymous, 2019) که نشان دهنده‌ی اهمیت اقتصادی خیار گلخانه‌ای در ایران است. بیماری‌های قارچی خاک‌برد خیار توسط عوامل متعددی ایجاد می‌شوند که یکی از مهم‌ترین آن‌ها، بیماری پوسیدگی ریشه و ساقه‌ی فوزاریومی خیار است. بیماری پوسیدگی ریشه و ساقه‌ی خیار توسط قارچ *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-cucumerinum* (Forc) Vakalounakis ایجاد می‌شود. بیماری پوسیدگی ریشه و ساقه‌ی فوزاریومی خیار، اولین بار از یونان گزارش و در حال حاضر، این بیماری یکی از مهم‌ترین بیماری‌های خیار گلخانه‌ای در دنیا است (Garibaldi *et al*. 2016; Karaca and Kahveci, 2009; Moreno *et al*. 2001; Soylu and Incekara, 2017; Vakalounakis and Fragkidakis, 1999; Vakalounakis, 1996). در ایران در سال‌های ۱۳۸۱ و ۱۳۸۲ این بیماری در گلخانه‌های مناطق جیرفت، یزد و ورامین مشاهده و گزارش شد. دامنه‌ی وقوع آلودگی بین ۲۰ تا ۶۰ درصد گزارش شده است (Najafiniya *et al*. 2018; Shahreyari and Zare, 2006). هوابرد بودن عامل بیماری، علاوه بر خاک‌برد بودن آن توسط Vatchev, 2015 گزارش شده است. قبلاً ضدعفونی خاک با متیل بروماید و ضدعفونی فضای داخل گلخانه با محلول فرمالدئید، تنها روش‌های کنترل نسبتا موفق و مناسب برای این بیماری بودند (Pavlou *et al*., 2002; Vatchev, 2015). با توجه به خسارت زیست‌محیطی کاربرد متیل بروماید و منسوخ شدن این روش، سایر روش‌های مدیریت کنترل مورد بررسی قرار گرفته‌اند. راهبردهای کنترل بیماری پوسیدگی ریشه و ساقه‌ی خیار در دنیا شامل آفتاب‌دهی خاک، اضافه کردن مواد آلی کمپوست به خاک (Klein *et al*. 2012; Pavlou and Vakalounakis, 2005; Yilmaz *et al*. 2011)، روش‌های کنترل بیولوژیک (Saberi and Fathi, 2018; Vatchev and Maneva, 2012)، کنترل شیمیایی (Kalpana *et al*. 2019) و پیوند زنی روی پایه‌های مقاوم (Pavlou *et al*. 2002; Yilmaz *et al*. 2011) گزارش شده است. کاربرد ترکیبات القاء کننده‌ی مقاومت مانند اسید سالیسیلیک و اسید سوربیک جهت کنترل بیماری پوسیدگی ریشه و ساقه‌ی فوزاریومی خیار و موثر بودن این روش در کاهش درصد وقوع بیماری گزارش شده است (Alizadeh and Salari, 2015; Yosefi *et al*. 2010; Tzatzarakis *et al*. 2000). اغلب ارقام تجاری پر محصول موجود در بازار به بیماری پوسیدگی ریشه و ساقه‌ی فوزاریومی خیار حساس می‌باشند (Najafiniya and Shabi, 2019). به‌منظور کاهش خسارت بیمارگرهای خاک‌برد، پیوندزنی روی پایه‌ی مقاوم در برخی مناطق دنیا از راهبردهای مدیریت کنترل بیماری‌ها است (Edelstein *et al*., 2007; Cohen *et al*., 2005; Abd El Wanis *et al*., 2013). در میان محصولات جالیزی، موضوع پیوندزنی روی پایه‌ی مقاوم به بیماری پژمردگی فوزاریومی، برای اولین بار روی هندوانه انجام شد (King *et al*., 2008). جهت مقابله با بیماری خاک‌برد به‌ویژه فوزاریوم، در نواحی مدیترانه، خاور دور و برخی از کشورهای اروپایی، پیوندزنی روی کدوئیان متداول است (Lee, 1994; Kurata, 1994). در کشورهای ژاپن و کره جنوبی در بخش وسیعی از مزارع و گلخانه‌ها، محصولات شامل خربزه، هندوانه، خیار، گوجه‌فرنگی و بادمجان به‌صورت پیوندی کشت می‌شود (Lee, 1994; Kobayashi, 2005). پیوندزنی روی پایه‌های مقاوم یکی از مهم‌ترین و بهترین روش ها برای تولیدکنندگان سبزی جهت مقابله با چالش کنترل بیماری‌ها در کدوئیان و محصولات بادمجانیان است (Charles *et al*., 2012). پاولو و همکاران (Pavlou *et al*., 2002) در یونان، مقاومت پایه های مختلف تجاری کدو (*Cucurbita* spp.) را در برابر عامل بیماری پوسیدگی ریشه و ساقه‌ی فوزاریومی خیار ارزیابی نموده و از میان آن ها، شش پایه شامل (*Cucurbita ficifolia*, patron F1, Peto 91-42 F1, TS-148 F1,

TS-1358 F1, A27) را مقاوم به بیماری معرفی کرده‌اند. در مصر از خیار پیوند شده روی کدو جهت کنترل همزمان بیماری پژمردگی فوزاریومی و نماتد مولد غده‌ی خیار استفاده و نتایج نشان داده است بوته‌های پیوندی در مقایسه با بوته‌های غیر پیوندی، در برابر بیماری پژمردگی فوزاریومی خیار و نماتد، مقاومت بیشتری نشان داده و عملکرد، وزن اندام‌های هوایی و وزن ریشه در بوته‌های پیوندی بیشتر بوده است (Abd El Wanis *et al*., 2013; Amin *et al*., 2013). در مورد خربزه و هندوانه از پایه‌های مقاوم کدوئیان به‌منظور پیوندزنی و کنترل بیماری پژمردگی فوزاریومی استفاده و نتایج نشان داده که پیوند بر روی پایه‌های مقاوم کدوئیان، وقوع بیماری پژمردگی فوزاریومی را تا ۹۵ درصد کنترل نموده و هیچ اثر منفی روی کمیت و کیفیت محصول نداشته است (Cohen *et al*., 2002; Boughalleb *et al*., 2008; Mahdy *et al*. 2014). در ایران نتایج تحقیقات (Akbari *et al*. 2004; Moradipour *et al*. 2010) نشان داده است، پیوندزنی خیار گلخانه‌ای روی پایه‌ی کدو باعث بهبود عملکرد و برخی صفات رویشی مانند وزن تر ریشه و اندام‌های هوایی شده است ولی در گزارش مذکور، به مقاومت به بیماری‌ها اشاره‌ای نشده است. در حال حاضر کشاورزان جهت کاهش خسارت بیماری، از برخی سموم که اغلب در کشور ایران، جهت استفاده در گلخانه به ثبت نرسیده و کارآیی پائینی در کنترل بیماری دارد را مصرف می‌کنند (مشاهدات میدانی نگارنده‌گان). با عنایت به مصرف خیار به صورت تازه‌خوری در ایران و اهمیت سلامت محصول، تداوم استفاده از روش‌های کنترل شیمیایی به تنهایی جهت مدیریت بیماری پوسیدگی ریشه و ساقه‌ی فوزاریومی خیار، مشکلات عدیده‌ای به دنبال خواهد داشت و ضرورت جایگزینی و معرفی روش‌های کنترل پایدار در کنار روش‌های شیمیایی را ضروری می‌سازد .استفاده از ارقام مقاوم و یا پایه‌های مقاوم می‌تواند در این مسیر راهگشا باشد. متأسفانه بر اساس تحقیق انجام‌شده، اغلب ارقام تجاری پر محصول خیار که در منطقه‌ی جنوب کرمان و برخی مناطق دیگر کشت می‌شوند حساس به این بیماری تشخیص داده شده‌اند (Najafiniya and Shhabi, 2019; Molavi *et al*. 2009). در ایران تحقیقی در خصوص کنترل بیماری پوسیدگی ریشه و ساقه‌ی فوزاریومی خیار با پیوند زنی روی پایه‌ی مقاوم صورت نپذیرفته است. این تحقیق به‌منظور ارزیابی مقاومت نسبی پایه‌های مختلف کدوئیان در برابر قارچ فوزاریوم عامل بیماری پوسیدگی ریشه و ساقه‌ی خیار و سپس بررسی واکنش گیاهان خیار پیوند شده روی پایه‌های انتخابی جهت کنترل بیماری پوسیدگی ریشه و ساقه‌ی فوزاریومی خیار گلخانه‌ای و معرفی پایه‌های مقاوم در دسترس از گونه‌های مختلف کدوئیان جهت پیوندزدن انجام شده است.

روش بررسی

انتخاب پایه‌های مختلف کدوئیان: در این تحقیق ابتدا مقاومت نسبی پایه‌های مختلف کدوئیان شامل کدوتنبل (*Cucurbita maxima* L.)، کدو هیبرید (Ferro squash hybrid) (*C. maxima* * *C. moschata*)، کدو برگ‌انجیری (*Cucurbita ficifolia* Bouche.)، کدو خطی کبابی (*C. pepo* L.)، لوفا (*Luffa aegyptiaca* Mill.)، کدوی آجیلی کاغذی خوی و کدو آجیلی دانه‌ریز خوی (*C. pepo*) و کدو زرد آجیلی (*C. pepo*) در برابر قارچ عامل بیماری پوسیدگی ریشه و ساقه‌ی فوزاریومی خیار در شرایط آزمایشگاه ارزیابی و با خیار رقم رویال مقایسه شد (جدول ۱). از جدایه‌های قارچ Forc موجود در بخش تحقیقات گیاه‌پزشکی که قبلاً در بخش تحقیقات رستنی‌ها، مؤسسه تحقیقات گیاه‌پزشکی تأیید شده بود جهت مایه‌زنی استفاده شد (Najafiniya *et al*. 2018). به‌منظور تولید گیاهچه، بذور پایه‌های مختلف و خیار در سینی مخصوص نشاء حاوی بستر (ماسه آبرفتی، پیت ماس، و پرلیت به نسبت وزنی ۲: ۱: ۱) کشت شد (شکل ۱).

شکل ۱- تولید نشاء خیار و کدو در سینی نشاء
Fig. 1. Cucumber and cucurbits seedling production in tray.

ارزیابی مقاومت نسبی پایه‌ها در برابر قارچ عامل بیماری در آزمایشگاه به روش غوطه‌ورسازی ریشه (root dip method) گیاهچه‌ی ۱۰ تا ۱۲ روزه در سوسپانسیون اسپور به غلظت 10^6 اسپور در میلی‌لیتر به‌مدت دو دقیقه با استفاده از روش تغییر یافته (Pande *et al*. 2007; Vakalounakis and Chalkias, 2004) و کاشت در گلدان‌های حاوی بستر سترون انجام شد. پس از استقرار گیاهچه‌ها، مایه‌زنی بار دوم با ریختن سه میلی‌لیتر سوسپانسیون اسپور در ناحیه‌ی طوقه و ریشه (Rose *et al*. 2003) انجام شد. آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی در شرایط با دمای ۱۸ تا ۲۰ درجه سلسیوس، و تناوب نوری ۱۲ ساعت روشنایی (Rose *et al*. 2003)، ۱۲ ساعت تاریکی و در اتاق با قابلیت کنترل دما و رطوبت (به مدت ۳ هفته و سپس انتقال به گلخانه پوشش پلاستیکی با شاسی به ارتفاع ۱/۵ متر) در سه تکرار انجام شد. هر کرت آزمایشی شامل ٦ گلدان (پلاستیکی با قطر دهانه ۲۰ سانتی‌متر به ظرفیت تقریبی چهار لیتر) و هر گلدان حاوی پنج بوته و جمعاً ۳۰ گیاهچه در نظر گرفته شد. خیار رقم رویال حساس به بیماری (Najafiniya & Shahabi, 2019) به‌عنوان شاهد در نظر گرفته شد. ارزیابی بروز علائم تا ٦۰ روز پس از کاشت ادامه و نتایج ثبت شد. تغذیه‌ی کلیه‌ی تیمارها در یک نوبت با کود کامل NPK (۲۰-۲۰-۲۰) به‌صورت ریختن محلول با غلظت دو در هزار به میزان ۲۰۰ میلی لیتر برای هر گلدان اعمال و حسب نیاز آبیاری انجام گردید. جهت ارزیابی واکنش پایه‌ها به بیماری از سیستم نمره دهی ۵-۱ استفاده شد (Chikh Rouhou *et al*, 2010). گیاه سالم=۱، شروع پژمردگی و زردی برگ‌ها=۲، پژمردگی خفیف، کوتاه ماندن گیاهان=۳، اکثر برگ‌ها پژمرده=٤ و پژمردگی کامل و مرگ بوته=۵ و سپس با استفاده از فرمول (۱)، شاخص شدت بیماری محاسبه و برای مشخص کردن نوع واکنش پایه‌ها استفاده شد. نمره ۱ تا ۱/۹ در طبقه مقاوم، ۲ تا ۳/۹ در طبقه مقاومت متوسط و ٤ تا ۵ به‌عنوان حساس در نظر گرفته شد (Chikh Rouhou *et al*, 2010).

جدول ۱- مشخصات پایه‌های مختلف کدوئیان مورداستفاده جهت ارزیابی در برابر قارچ *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-cucumerinum*.

Table 1. Characters of different cucurbits rootstocks used against *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-cucumerinum.*

Treatment code	Scientific name	English name	Trade name in Iran
T1	*Cucurbita pepo*	Cucurbit	Khoy paper nut
T2	*C. pepo*	Cucurbit	Khoy small seed nut
T3	*C. maxima * C. moschata*	Fero squash hybrid	Hybrid F1
T4	*C. pepo*	cucurbit	yellow nut cucurbit
T5	*Luffa aegyptiaca*	Luffa (spong gourd)	luffa
T6	*C. pepo*	cucurbit	Grilled lined cucurbit
T7	*C. maxima*	Pumpkin	tanbal cucurbit
T8	*C. ficifolia*	Fig leaf gourd	fig leaf
T9 (control)	*Cucumis sativus*	Cucumber	Royal cucumber cultivar

فرمول (۱): $DS= \sum(\frac{ni \times vi}{n \times v}) \times 100$،

(در این فرمول DS: شدت بیماری به درصد، ni: تعداد گیاهان آلوده با نمره مشابه،Vi: نمره بیماری از ۵-۱ برای هر تیمار،n: تعداد کل گیاهان مورد ارزیابی و V: بالاترین نمره بیماری (۵) است). داده‌های حاصل با کمک نرم‌افزار آماری SAS تجزیه و میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن مقایسه شد. پایه‌های مقاوم تا مقاوم متوسط انتخاب و جهت پیوندزنی با رقم حساس خیار رویال استفاده شد. جهت پیوندزنی، بذور پایه های مقاوم و رقم مورد استفاده خیار از قبل در سینی‌های تولید نشاء کشت شده و بوته‌های هم‌قطر انتخاب و به‌روش پیوند جانبی و با استفاده از گیره مخصوص پیوند، پایه و پیوندک به همدیگر فیکس و عمل پیوندزنی انجام شد. نشاءهای پیوند شده به مدت یک هفته در شرایط با دمای ۲۰ تا ۲۵ درجه سلسیوس و رطوبت بالای ۹۰ درصد نگهداری و سپس به مدت پنج تا هفت روز در شرایط گلخانه نیمه‌کنترل‌شده با رطوبت ٦۰ تا ۸۰ درصد و دمای ۱۸ تا ۲۵ درجه سلسیوس نگهداری شدند. (Salehi *et al.* 2004). بوته‌های پیوند شده مانند روش ذکر شده قبلی مایه‌زنی و به گلدان حاوی بستر (ماسه آبرفتی، پیت ماس و پرلیت به نسبت وزنی ۱:۲:۲ به‌ترتیب) منتقل و در گلخانه دارای پوشش پلاستیکی به ارتفاع ۱/۵متر نگهداری شدند. آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۹ تیمار (شامل ۸ پایه‌ی کدوئیان و خیارغیر پیوندی ذکر شده در جدول۱) در سه تکرار اجرا شد. سازگاری پایه و پیوندک با ارزیابی و مقایسه وزن خشک ریشه ٦۰ روز پس از مایه‌زنی و عملکرد میوه در بوته مقایسه شد (Pavlou *et al.* 2002). شاخص شدت بیماری، ٦۰ روز پس از مایه‌زنی مصنوعی، همانند روش ذکرشده قبلی محاسبه شد. داده‌ها با نرم‌افزار آماری SAS تجزیه و میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن مقایسه شد.

نتیجه و بحث

نتایج بررسی‌ها در شرایط گلدانی و مایه‌زنی مصنوعی پایه‌های مختلف کدو با قارچ Forc نشان داد پایه های مختلف کدوئیان در برابر قارچ مذکور، مقاومت نشان دادند. جدول دو نشان دهنده معنی‌دار بودن اثر پایه‌های مختلف کدو بر شدت بیماری در مقایسه با شاهد (خیار رقم رویال) در سطح یک درصد است (جدول ۲).

نتایج نشان داد که از میان هشت پایه‌ی بررسی‌شده، پایه‌های کدو برگ‌انجیری، کدوتنبل، کدو هیبرید، کدو آجیلی کاغذی خوی و کدو آجیلی دانه‌ریز خوی مقاوم، پایه‌های لوفا، کدو زرد آجیلی و کدو خطی کبابی دارای واکنش مقاوم متوسط و خیار رقم رویال (شاهد) دارای واکنش حساس هستند. بروز علائم روی پایه‌ها بیشتر به‌صورت زردی و گاها به‌صورت نکروز برگ‌های پائینی مشاهده شد (شکل ۳). در خیار علاوه بر زردی و نکروز برگ‌ها، مرگ بوته‌ها و پوسیدگی ریشه نیز مشاهده شد.

میانگین درصد شدت بیماری در خیار رقم رویال (شاهد) ۸۰ درصد محاسبه شد و بر اساس سیستم نمره دهی ۱-۵ (Chikh Rouhou *et al*, 2010) در طبقه حساس قرار گرفت. کمترین درصد شدت بیماری در کدو هیبرید ٢٤/١٦ درصد، کدوتنبل ۲۵ درصد و کدو برگ‌انجیری

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس شدت بیماری و واکنش پایه‌های مختلف کدو در برابر قارچ *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis cucumerinum* عامل بیماری پوسیدگی ریشه و ساقه خیار.

Table 2. Analysis variance of disease severity index and reaction of different cucurbits cultivars against *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis cucumerinum* the causal agent of cucumber stem and root rot disease.

Sources of variation	df	SS	MS	F
Treatment	8	6855.16	856.89	**48.66
error	18	317	17.61	
CV	11.12%			

**= Significant at 1% level

۲۵/۸۳ درصد مشاهده شد و بر اساس گروه‌بندی دانکن در گروه d قرار گرفتند (جدول ۳) پایه‌های کدو آجیلی کاغذی خوی و کدو آجیلی دانه‌ریز، به ترتیب با ۲۷ و ۳۳/٦٦ درصد شدت بیماری در گروه c و کدو زرد آجیلی با ٤١، لوفا با ٤١/٦٦ و کدو خطی کبابی با ٤٣/٣٣ درصد شدت بیماری در گروه b قرار گرفتند. پایه‌های با طبقه واکنش مقاوم و مقاوم متوسط، به‌عنوان پایه جهت استفاده در آزمایش‌ها پیوندزنی استفاده شد. خیار رویال غیر پیوندی به‌عنوان شاهد استفاده شد.

جدول ۳- مقایسه میانگین درصد شدت بیماری پایه‌های مختلف کدوئیان در برابر قارچ *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis cucumerinum* عامل بیماری پوسیدگی ریشه و ساقه‌ی خیار به روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن با سیستم نمره دهی ۱ تا ۵.

Table 3. Mean comparison of disease severity percent of different cucurbits rootstocks against *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis cucumerinum* the causal agent of cucumber root and stem rot disease by Duncan multiple rang test using scoring 1-5.

Treatment	Mean of disease severity index	Category of resistance
***Cucumis sativus* (Royal cultivar)**	79.83[a]	S
***C. pepo* (grilled lined cucurbit)**	43.33[b]	MS
Luffa aegyptiaca	41.66[b]	MS
***C. pepo* (yellow nut cucurbit)**	41[b]	MS
***C. pepo* (Khoy small seed nut)**	33.66[c]	R
***C. pepo* (Khoy paper nut)**	27[cd]	R
C. ficifolia	25.83[d]	R
C. maxima	25[d]	R
C. maxima * C. moschata	24.16[d]	R

Resistant=R, Susceptible=S, Moderately resistant=MR

نتایج آزمایشات پیوندزنی خیار رقم رویال روی پایه‌های مختلف کدو در جداول ٤ و ٥ نشان داده شده است.

نتایج تجزیه واریانس (جدول ٤) نشان داد اثر پایه بر درصد شدت بیماری، وزن خشک ریشه و عملکرد خیار پیوندی و غیر پیوندی در سطح یک درصد معنی‌دار است.

جدول ٤- تجزیه واریانس تأثیر مایه‌زنی قارچ *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis cucumerinum* بر روی شدت بیماری و برخی صفات در خیار پیوند شده روی پایه‌های مختلف کدو.

Table 4. Analysis of variance the effect of inoculation of *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis cucumerinum* on disease severity and some cultural characters of grafted cucumber on different cucurbit rootstocks.

Sources of variation	df	MS diseases severity index	MS dry root weight(gr)	MS yield per plant (Kg)
Block	2	4.67[ns]	0.51[ns]	0.29[ns]
Treatments	8	1156.80[**]	9.51[**]	4.04[**]
error	16	12.90	0.53	0.33
CV		10.29	19.32	13.79

**=Significant difference at 1% level ns=No significant,

شکل ۲- مقایسه حجم ریشه پایه‌های مختلف کدو با شاهد (خیار رقم رویال) ٦٠ روز پس از کاشت و مایه زنی با قارچ *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis cucumerinum*.

Fig. 2. Comparison of different cucurbit roots with cucumber(control) 60 days after sowing and inoculation with *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis cucumerinum.*

شکل۳- بروز علائم (دو هفته پس از مایه‌زنی) خشکیدگی برگ، زردی در پایه کدو آجیلی دانه‌ریز خوی و کدو زرد آجیلی و عدم مشاهده زردی در کدو هیبرید (تیمار ۳) مایه‌زنی شده با قارچ *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis cucumerinum*.

Fig. 3. Disease symptoms (2 weeks after inoculation) leaf yellow and no symptoms on hybrid (treatment 3) inoculated with *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis cucumerinum.*

مقایسه‌ی میانگین‌ها (جدول ۵) نشان داد ازنظر تأثیر پایه بر میانگین شدت بیماری در خیار پیوندی، پایه‌های کدو هیبرید، کدو برگ انجیری و کدو تنبل به ترتیب با میانگین درصد شدت بیماری ۱۸/٦، ۲۰/۳۰ و ۲۱/٤ درصد کمترین و در گروه e و خیار غیر پیوندی رویال با میانگین ۸۲ درصد بیشترین و در گروه a قرار گرفتند. ازنظر تأثیر پایه بر صفت وزن خشک ریشه، کدوتنبل با ۵/۳ گرم وزن ریشه بیشترین وزن را نشان داد و خیار غیر پیوندی با ۰/۷۳ گرم، کمترین وزن ریشه را نشان دادند. ازنظر عملکرد، خیار غیر پیوندی با ۱/۷۳ کیلوگرم برای هر بوته کمترین و خیار پیوند شده روی پایه‌های کدو هیبرید (۵/۷ کیلوگرم)، کدوتنبل (۵/۱ کیلوگرم) و کدو برگ‌انجیری (۵/۰۳ کیلوگرم) بیشترین عملکرد را در بوته(تا زمان ٦۰ روز نگهداری) نشان دادند. مقایسه حجم ظاهری ریشه‌های تر پایه‌ها در شکل ۲ نشان داده شده است.

نتایج این تحقیق نشان داد مایه‌زنی پایه‌های مختلف کدو با جدایه‌های بیماری‌زای قارچ Forc، فرم تخصص‌یافته عامل بیماری پوسیدگی ریشه و ساقه‌ی خیار گلخانه‌ای، سبب مرگ بوته‌ها نمی‌شود و علائم بیماری بیشتر به‌صورت بروز زردی برگ‌ها و در برخی موارد نکروز برگ‌های پائینی مشاهده شد. بر اساس تعاریف شکل های تخصص یافته در علم قارچ‌شناسی، شکل های تخصص‌یافته فقط روی یک میزبان اصلی بیماری‌زا هستند. هرچند تحقیقات متعددی نشان داده است که بیماری‌زایی تقاطعی در برخی فرم‌های تخصص‌یافته اتفاق افتاده است ولی شدت بیماری‌زایی روی میزبان اصلی شدیدتر بوده است (Gerlagh and Blok, 1988; McMillan, 1986; Cafri *et al*., 2005; Najafinia and Shrma, 2009).

نتایج این تحقیق نشان داد پیوند خیار روی پایه‌های مختلف کدوئیان سبب کاهش درصد شدت بیماری پوسیدگی ریشه و ساقه‌ی خیار گلخانه‌ای ناشی از قارچ Forc در مقایسه با خیار غیر پیوندی می‌شود. یکی از مکانیسم‌های مقاومت و تحمل در برابر بیماری در گیاهان پیوند شده به خاطر مقاومت پایه و همچنین سنتز ترکیبات مقاوم به حمله پاتوژن در پایه و انتقال به پیوندک از طریق آوند چوبی گزارش شده است (Boughalleb *et al*., 2008). تحقیقات نشان داده است که ترشحات ریشه در گیاهان

جدول ۵- مقایسه میانگین (آزمون دانکن سطح ۵ درصد) و گروه‌بندی خیار پیوندی روی پایه‌های مختلف کدو مایه‌زنی شده با قارچ *F. oxysporum* f. sp. *radicis cucumerinum* و تأثیر آن بر شدت بیماری و برخی صفات زراعی (دو ماه پس از کاشت).

Table 5. Mean comparison (Duncan test 0.05%) and category of grafted cucumber on different cucurbits rootstocks inoculated with *F. oxysporum* f. sp. *radicis cucumerinum* and its effect on disease severity and some cultural characters (tow months after sowing).

Treatment	MS yield per plant (kg)	MS dry root weight (gr)	MS Disease severity mean %
***Cucumis sativus* (Royal cultivar)**	1.73^{d}	0.73^{c}	82^{a}
***C. pepo* (grilled lined cucurbit)**	3.66^{c}	3.8^{b}	40.66^{b}
Luffa aegyptiaca	3.96^{bc}	3.4^{b}	41^{b}
***C. pepo* (yellow nut cucurbit)**	4.8^{ab}	4.6^{ab}	36.53^{b}
***C. pepo* (Khoy small seed nut)**	3.96^{bc}	3.3^{b}	27.62^{c}
***C. pepo* (Khoy paper nut)**	3.93^{bc}	3.9^{b}	26.26^{cd}
C. ficifolia	5.03^{a}	4.2^{ab}	$20.30d^{e}$
C. maxima	5.1^{a}	5.3^{a}	$21.4cd^{e}$
C. maxima * C. moschata	5.7^{a}	4.5^{ab}	18.6^{e}

Columns with at least one same letter are not significant.

پیوند شده سبب مهار بیماری پژمردگی فوزاریومی در هندوانه شده و جوانه‌زنی اسپور قارچ فوزاریوم را کاهش می‌دهد (Ling *et al*., 2013). فعالیت ترکیبات مرتبط با مقاومت، ممکن است بسته به مراحل رشد و توسعه گیاه متغیر و متفاوت باشد (Heo, 1991). در این تحقیق مکانیسم مقاومت در خیارهای پیوندی بررسی نشد.

نتایج این تحقیق (دادهای جدول ۵) نشان داد پیوند خیار روی پایه‌های مختلف کدوئیان در مقایسه با خیار غیر پیوندی، سبب افزایش وزن ریشه و عملکرد می‌شود تحقیقات نشان داده است، پیوند خیار روی ارقام کدو باعث افزایش عملکرد، وزن ریشه، زودرسی محصول شده است (Akbari *et al*. 2004; Salehi *et al*. 2004). ازنظر وزن ریشه، نتایج این تحقیق با تحقیقات قبلی هم‌خوانی دارد. در این تحقیق با توجه به اهداف تحقیق، هیچ‌گونه بررسی در خصوص تأثیر پایه بر زودرسی، کیفیت و طعم میوه خیار پیوندی انجام نپذیرفت. گزارش‌ها نشان داده است، پایه‌ها بر روی صفات کیفی میوه می‌توانند تأثیرگذار باشند و میزان این تأثیر به نوع محصول جالیز بستگی دارد. تحقیقات قبلی نشان داده است در خیار، صفات کیفی نظیر طعم و مزه کمتر تحت تأثیر پایه‌ها قرار می‌گیرد ولی در هندوانه و خربزه پایه‌های مختلف ممکن است اثر متفاوتی بر کیفیت میوه داشته باشند (Trak *et al*., 2000). تحقیقات نشان داده است، پیوند خیار روی پایه کدو باعث افزایش عملکرد و رشد رویشی شده است ولی هیچ اثر معنی داری بر صفات کیفی، مانند مزه و شکل میوه نداشته است (Hoyos, 2001).

در این تحقیق از روش پیوند مجاورتی و به‌صورت دستی استفاده شد. نتایج آزمایش نشان داد ازنظر تأثیر پایه بر کنترل بیماری، استفاده از خیار پیوندی روی پایه مقاوم توجیه‌پذیر و قابل پیشنهاد است. از طرفی نتایج مشاهده‌ای و غیر آماری این تحقیق نشان داد گیرایی پیوند مجاورتی ۱۰۰ درصد نیست و در برخی مواقع سبب از بین رفتن هردوی پایه و پیوندک می‌گردد. ازنظر توجیه اقتصادی، در حال حاضر در برخی کشورهای اروپایی و برخی کشورهای خاور دور استفاده از محصولات گلخانه‌ای پیوندی مکانیزه به‌شدت در حال افزایش است (Charles *et al*., 2012). نتایج این تحقیق نشان داد ازنظر تأثیر پایه بر کنترل بیماری پوسیدگی ریشه و ساقه فوزاریومی خیار، استفاده از خیار پیوندی روی پایه مقاوم کدوئیان شامل کدو تنبل، کدو هیبرید و کدو برگ انجیری، توجیه‌پذیر و قابل پیشنهاد است.

سپاسگزاری

از سازمان جهاد کشاورزی جنوب استان کرمان به خاطر حمایت مالی اجرای این پروژه و از موسسه تحقیقات گیاه‌پزشکی کشور بابت همکاری در اجرای پروژه‌ی شماره۹۵۱۰۰۰-۱۰۶-۱۶-۷۰-۲٤ تشکر و قدردانی می‌شود.

References

AKBARI, C. A., A. KASHI, M. MEMAR MOSHREFI, and M. KHOSOSI, 2004. Effect of grafting on growth and yield of two greenhouse cucumber cultivars Vilmorin and Royal 24189 onto fig leaf squash (*Cucurbita ficifolia*) rootstock. Seed and Plant Improvement Journal 19(4): 447-456 (In Persian with English summary).

ABDEL-WANIS, M., A. W. AMIN and G. A. R. TOMADER, 2013. Evaluation of some cucurbitaceous rootstocks effect of cucumber grafting using some rootstocks on growth yield and its relation with root knot nematode *Meloidogyne incognita* and Fusarium wilt infection. Egyptian Journal of Agricultural Research 91 (1): 235-257.

ALIZADEH, H. R., and K. SALARI, 2015. Induced resistances by β-amino butyric acid (BABA) against Fusarium stem and root rot of cucumber 45(2): 299-307 (In Persian with English summary).

AMIN, A.W., M. ABD-EL WANIS and G. A. R. TOMADER, 2013. Evaluation of some cucurbitaceous rootstocks for resistance or susceptibility to root- knot nematode and Fusarium wilt under greenhouse conditions. Egyptian Journal of Agricultural Research 90 (4):1561-1577.

ANONYMOUS. 2019. List of countries by cucumber production. From Wikipedia, the free encyclopedia, Available at: https://en.wikipedia.org/wiki/List of countries by cucumber production

BOUGHALLEB, N., M. MHAMDI, B. EL ASSADI, Z. EL BOURGI, N. TARCHAOUN and M. S. ROMDHANI, 2008. Resistance evaluation of grafted watermelon (*Citrulua lanatus* L.) against Fusarium wilt and Fusarium crown and root rot. Asian Journal of Plant Pathology 2(1): 24-29.

BOUGHALLEB N, N. TARCHOUN, A. EL MBARKI and M. EL MAHJOUB, 2007. Resistance evaluation of nine cucurbit rootstocks and grafted watermelon (*Citrullus lanatus* L.) varieties against Fusarium wilt and Fusarium crown and root rot. Journal of Plant Sciences 2: 102–107.

CAFRI, D., J. KATAN and T. KATAN, 2005. Cross-pathogenicity between formae speciales of *Fusarium oxysporum*, the pathogen of cucumber and melon. Phytopathology 153: 615-622.

CHARLES, E. B., X. ZHAO and A. W. HODGES, 2012. Cost benefit analysis of using grafted transplants for root-knot nematode management in organic heirloom tomato production. Hort Technology 22 (2): 252-257.

CHIKH-ROUHOU, H., R. GONZÁLEZ-TORRES and J. M. ALVAREZ, 2010. Screening and morphological characterization of melons for resistance to *Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis* Race 1.2. Horticultural Sciences 45 (7): 1021–1025.

COHEN, R., C. HOREV, Y. BURGER, S. SHRIBER, S. HERSHENHORN, J. KATAN and M. EDELSTEIN, 2002. Horticultural and pathological aspects of Fusarium wilt management using grafted melons. Horticultural Science 37: 1069-1073.

COHEN, R., Y. BURGER, C. HOREV, A. PORAT and M. EDELSTEIN, 2005. Performance of galia type melons grafted on to cucurbita rootstocks in *Monosporascuc cannonballus* infests and non-infested soils. Annual Applied Biology 146: 381-387.

EDELSTEIN, M., Y. BURGER, C. HOREV, A. PORAT, A. MEIR and R. COHEN, 2007. Assessing the effect of genetic and anatomic variation of cucurbita rootstocks on vigor, survival and yield of grafted melons. Journal of Horticultural Science and Biotechnology 79 (3): 370-374.

GARIBALDI, A., GILARDI, G., ORTU, G. and GULLINO, M. L. 2016. First report of *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-cucumerinum* causing wilt on cucumber (*Cucumis sativus*) in Italy. Plant Disease 100: 1791.

GERLAGH, M. and W.J. BLOK, 1988. *Fusarium oxysporum* f. sp. *cucurbitacearum* n. f. embracing all formae specialis of *F. oxysporum* attacking cucurbitaceous crops. Neatherland Journal of Plant Pathology 94: 17-31.

HEO, Y. C. 1991. Effects of rootstocks on exudation and mineral elements contents in different parts of oriental melon and cucumber. MSc Thesis, Kyung Hee University.

HOYOS, P. 2001. Influence of different rootstocks on the yield and quality greenhouses grown cucumbers. Acta Horticulture 559: 213-219.

KALPANA ,Y., N. L. MEENA and P.J. RAJENDRA, 2019. Management of *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis cucumerinum* causing root and stem rot of cucumber: A review. International Journal of Fauna and Biological Studies 6(4): 105-108.

KEINATH, K. P. and R. L. HASSELL, 2014. Control of Fusarium wilt of watermelon by grafting on to bottle gourd or interspecific hybrid squash despite colonization of rootstocks by Fusarium. Plant Disease 98: 255-266.

KING, S. R., A. R. DAVIS, W. LIU and A. LEVI, 2008. Grafting for disease resistance. . Horticultural Science 43: 1673-1676.

KLEIN E., J. KATAN and A. GAMLIEL, 2011. Soil suppressiveness to Fusarium disease following organic amendments and solarization. Plant Disease 95: 1116-1123

KOBAYASHI, K. 2005. Vegetable grafting robot. Research Journal of Food and Agriculture 28: 15–20.

KURATA, T. 1994. Cultivation of grafted vegetables. II. Developing of grafting robots in Japan. Horticultural Science 29: 240-244.

LEE, J. M. 1994. Cultivation of grafted vegetables. I. Current status, grafting methods, and benefits. Horticultural Science 29:235-239.

LING, N., W. ZHANG, D. WANG, J. MAO, Q. HUANG, G. SHIWEI and S. QIRONG, 2013. Root exudates from grafted-root watermelon showed a certain contribution in inhibiting *Fusarium oxysporum* f. sp. *niveum*. Plos One 8 (5): 1-8.

MAHDY, A. M. M., M. H. ABD-EL-MAGEED, M. FATAN, F. M. ABD-EL-LATIF, M. M. M. DIAB and N. M. SAIED, 2014. Efficiency of grafting watermelon scions on resistant rootstocks for controlling Fusarium wilt under greenhouse and field conditions. Egyptian Journal of Phytopathology 42 (2): 21-35.

MCMILLAN, R. T. 1986. Cross pathogenicity studies with isolates of *Fusarium oxysporum* from either cucumber or watermelon pathogenic in both crop species. Annual Applied Biology 109: 101-105.

MOLAVI, E., A. AMINIAN, H. R. ETEBARIAN and D. SHAHRIARI, 2009. Investigation the resistance of greenhouse-cucumber cultivars to Fusarium stem and root rot disease (*Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-cucumerinum*). Journal of Agriculture 11(1): 177-189 (In Persian with English summary).

MORADIPOUR, F., F. DASHTI and B. ZAHEDI, 2010. The effect of grafting on yield and some vegetative traits of two greenhouse cucumber cultivars. Iranian Journal of Horticultural Science 41(3): 291-300 (in Persian with English summary).

NAJAFINIYA, M and I. SHABAI, 2019. Fusarium Stem and root rot disease of cucumber and its control management. Extension Journal of Greenhouse Vegetables 2(1): 63-72(In Persian with English summary).

NAJAFINIA, M and P. SHARMA, 2009. Cross pathogenicity among isolates of *Fusarium oxysporum* causing wilt in cucumber and muskmelon. Indian Phytopathology 62 (1): 9-13.

NAJAFINIYA, M., I. SHAHABI and S. REZAEE, 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(1): 49-57 (In Persian with English summary).

PANDE, S., J.N. RAO and M. SHARMA, 2007. Establishment of the chickpea wilt pathogen *Fusarium o*xysporum f. sp. *ciceris* in the soil through seed transmission. Plant Pathology Journal 23: 3-6.

PAVLOU G. C and D. J. VAKALOUNAKIS, 2005. Biological control of root and stem rot of greenhouse cucumber, caused by *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-cucumerinum*, by lettuce soil amendment. Crop Protection 24: 135-140.

PAVLOU, G. C., D. J. VAKALOUNAKIS and E. K. LIGOXIGAKIS, 2002. Control of root and stem rot of cucumber, caused by *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-cucumerinum*, by grafting on to resistant rootstocks. Plant Disease 86: 379-382.

ROSE S., M. PARKER and Z. K. PUNJA, 2003. Efficacy of biological and chemical treatments for control of Fusarium root and stem rot on greenhouse cucumber. Plant Disease 87: 1462-1470.

SABERI RISEH, R and F. FATHI. 2018. Biocontrol of *Fusarium oxysporum* in cucumber by some antagonist bacteria under drought stress. Journal of Crop Protection 7 (4): 375-385.

SALEHI MOHAMMADI, R., A. KASHI and H. LESANI, 2004. The effect of different cucurbit rootstock on growth and yield of greenhouse cucumber CV. Sultan. Horticultural Sciences and Technology

Journal 5(1): 59-66. (In Persian with English summary).

SHAHRIARI, D and R. ZARE, 2006. Fusarium stem and root rot of greenhouse- cucumber. 17th Iranian Plant Protection Congress. 2-5 Sep. 2006, Karaj Iran. P.191.(In Persian).

TRAKA-MAVRONA, E., M. KOUTSIKA-SOTIRIOU and T. PRITSA, 2000. Response of squash (*Cucurbita* spp.) as rootstock for melon (*Cucumis melo* L.). Horticultural Science 83: 353-362.

TZATZARAKIS M. N., A. M. TSATSAKIS, M. M. LOTTER, M. I. SHTILMAN and D. VAKALOUNAKIS, 2000. Effect of novel water-soluble polymeric forms of sorbic acid against *Fusarium oxysporum* f.sp. *radicis-cucumerinum*. Food Additives and Contaminants 17: 965-971.

VAKALOUNAKIS, D. J. 1996. Root and stem rot of cucumber caused by *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-cueumerinum* f. sp. nov. Plant Disease 80: 313-316.

VAKALOUNAKIS, D.J., and J. CHALKIAS, 2004. Survival of *Fusarium oxysporum* f.sp. *radicis cucumerinum* in soil. Crop Protection 23: 871-873.

VAKALOUNAKIS, D. J. and G. A. FRAGKIADAKIS, 1999. Genetic diversity of *Fusarium oxysporum* isolates from cucumber: Differentiation by pathogenicity, vegetative compatibility, and RAPD fingerprinting. Phytopathology 89: 161-168.

VATCHEV T. D. 2015. Fusarium root and stem rot of greenhouse cucumber: aerial distribution of inoculum. Bulgarian Journal of Agricultural Science 21: 650–654.

VATCHEV T., and S. MANEVA, 2012. Chemical control of root rot complex and stem rot of greenhouse cucumber in straw-bale culture. Crop Protection 42: 16-23.

YILMAZ S., I. CELIK and S. ZENGIN, 2011. Combining effects of soil solarization and grafting on plant yield and soil-borne pathogens in cucumber. International Journal of Plant Production 5: 95-104.

YOUSEFI, H., N. SAHEBANI N, M. MIRABOLFATHY, L. FRAVARDEH and V. MAHDAVI, 2010. The effect of salicylic acid and *Bacillus subtilis* on cucumber root and stem rot caused by *Fusarium oxysporum* f.sp. *radicis cucumerinum*. Iranian Journal of Plant Pathology 46(4): 293-308 (In Persian with English summary).