استفاده از پیوند در کنترل بیماری پوسیدگی ریشه و زوال بوته خربزه بر اثر قارچ *Monosporascus cannonballus*

Control of root rot and vine decline disease of muskmelon caused by *Monosporascus cannonballus* using grafting

نسرین احمدی[۱]، ابوالفضل سرپله[۲] و داریوش شهریاری[۳*]

دریافت: ۱۳۹۵/۹/۱۵ پذیرش: ۱۳۹۶/۱/۲۰

چکیده

پوسیدگی ریشه و زوال بوته بر اثر قارچ *Monosporascus cannonballus*، از بیماری‌های مهم خربزه و طالبی به ویژه در مناطق گرم و خشک دنیا می‌باشد. در این بررسی، ابتدا توان بیماری‌زایی هشت جدایه *M. cannonballus* بر روی ژنوتیپ خربزه با نام محلی زرد گرمسار انجام شد. سپس جدایه ۵۸۳ به عنوان بیماری‌زاترین جدایه برای مایه‌زنی بوته‌های خربزه پیوند شده بر روی کدو مورد استفاده قرار گرفت. برای این منظور، پیوندک حاصل از خربزه زرد گرمسار روی پایه‌های کدو ارقام T-1 و T-113 و نیز خربزه قصری مشهدی (به‌عنوان رقم مقاوم)، در شرایط گلخانه مورد بررسی قرار گرفت. پس از کشت پایه و پیوندک در گلدان‌های آلوده به جدایه ۵۸۳، عمل پیوندزنی انجام شد. بوته‌های پیوندی به مدت ۱۰ روز جهت حفظ رطوبت در پوشش پلاستیکی قرار گرفتند. ارزیابی مقاومت پایه‌ها به بیماری از طریق اندازه‌گیری وزن ریشه و اندام‌های هوایی ۴۵ روز پس از پیوندزنی انجام گرفت. پیوند خربزه زرد گرمسار بر روی پایه‌های مذکور موفقیت‌آمیز بود. بین وزن ریشه تیمارهای مختلف اختلاف معنی‌دار وجود داشت. پایه‌های کدو و خربزه قصری بیش‌ترین وزن را در حضور یا عدم بیمارگر نشان دادند. این بررسی نشان داد که با استفاده از پیوندزدن ارقام حساس خربزه بر روی پایه‌های مقاوم یا غیرمیزبان می‌توان بیماری پوسیدگی ریشه و زوال بوته را کنترل نمود.

واژگان کلیدی: *Monosporascus cannonballus*، بیماری خاکزاد، پیوند، خربزه

۱- دانشجوی سابق کارشناسی ارشد، گروه بیماری شناسی گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد ورامین، ورامین، ایران

۲- استادیار موسسه تحقیقات گیاهپزشکی کشور، سازمان تحقیقات،آموزش و ترویج کشاورزی ،تهران، ایران

۳- استادیار بخش تحقیقات گیاهپزشکی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان تهران، سازمان تحقیقات و آموزش و ترویج کشاورزی، ورامین، ایران

نویسنده مسئول مکاتبات: dshahriari37@yahoo.com

مقدمه

دو گیاه خربزه *Cucumis melo* var. *inodorus* و طالبی *Cucumis melo* var. *cantalupensis* به لحاظ نیازهای دمایی و نوری بالا معمولاً در مناطق گرم و نیمه‌خشک ایران کشت شده و عمده مراحل رشدی آن‌ها در ماه‌های گرم تابستان سپری می‌شود (پوستچی، ۱۳۵۰). سطح زیر کشت این گیاهان در کشور بالغ بر ۷۳۰۸۶ هکتار و تولید آن‌ها ۱۳۳۲۰۶۶ تن برآورد شده است (بی‌نام، ۱۳۹۳).

در سال‌های اخیر پوسیدگی ریشه و زوال بوته‌های خربزه و طالبی بر اثر *Monosporascus cannonballus* از مناطق گرم و نیمه‌خشک ایران و یا زراعت‌های با مالچ پلاستیک به صورت گسترده مشاهده شده که خسارت زیادی به صیفی‌کاران وارد نموده و در بسیاری از نقاط باعث کاهش شدید سطح زیر کشت این محصولات شده است (Sarpeleh *et al.*, 2012). این بیماری با محدود کردن رشد گیاه ، تولید کدوئیانی چون خربزه و طالبی را شدیداً در مناطق گرم و خشک جهان به عنوان یک بیماری بسیار مخرب شناخته می‌شود (Martyn and Miller, 1996; Aegerter *et al.*, 2000) به‌گونه‌ای که در اسپانیا در طول ۱۵ سال باعث کاهش سطح زیر کشت خربزه تا ۴۰ درصد شده (Garcia Jimenez *et al.*, 2000) و در جالیزکاری‌های کالیفرنیا خسارت قابل توجهی به بار آورد (Aegerter *et al.*, 2000).

علائم بیماری معمولاً یک تا دو هفته مانده به برداشت محصول ظاهر شده و بیش‌ترین خسارت در شرایط رشد گیاه تحت استرس‌های گرما و خشکی بویژه در موقع رسیدگی میوه ایجاد می‌شود (Kim *et al.*, 1995; Bruton *et al.*, 2000). با توجه به خاکزاد بودن بیمارگر و وجود دیواره ضخیم در آسکوسپورها به عنوان اندام‌های بقای قارچ (Uematsu and Sekiyama, 1990; Stanghellini *et al.*,1996)، کشت متوالی خربزه و طالبی، همچنین دامنه میزبانی وسیع قارچ عامل بیماری (Reuveni *et al.*, 1983) و فقدان واریته‌های مقاوم، کنترل قارچ عامل بیماری مشکل می‌باشد. عامل بیماری پوسیدگی ریشه و زوال بوته‌های طالبی و خربزه اولین بار در سال ۱۹۷۰ به همراه *Rhizoctonia solani* و *Verticillium albo-atrum* از بوته‌های خربزه و طالبی جدا شد (Troutman and Matejka, 1970) و سپس به عنوان *M. cannonballus* شناسایی گردید (Pollack and Uecker, 1974). از آن پس، پدیده پژمردگی ناگهانی طالبی و خربزه بر اثر *M. cannonballus* در بسیاری از مناطق جهان مانند هندوستان (Martyn and Miller, 1996)، جنوب اسپانیا (Garcia-Jimenez *et al.*, 1994)، جنوب غربی آمریکا (Mertely *et al.*, 1991, 1993)، عربستان سعودی (Karlatti *et al.*, 1997)، آمریکای مرکزی (Bruton and Miller, 1997a,b)، ژاپن (Watanabe, 1979, Uematsu *et al.*, 1985)، تایوان (Tsay and Tung, 1997) و تونس (Martyn *et al.*, 1994) گزارش شده است.

در ایران این قارچ اولین بار از روی طالبی و خربزه از مناطق زابل، گرمسار و ایوانکی گزارش و بیماری‌زایی آن اثبات گردید (سرپله و سنبل‌کار، ۱۳۸۱). در حال حاضر شواهدی دال بر همه‌گیری این عامل در بروز بوته میری‌های آخر فصل خربزه و طالبی در ایران وجود دارد (Sarpeleh *et al.*, 2012).

روش‌های مختلفی جهت کنترل *M. cannonballus* به کار گرفته شده‌اند. استفاده از متیل بروماید (Edelstein *et al.*, 1999)، متیل یدید و کلرو پیکرین در کنترل بیماری موثر بوده‌اند، ولی متام سدیم تأثیری نداشته و ۱و۳ دی کلرو پروپن نیز چندان مؤثر نبوده است (Shigeharu *et al.*, 2003). به‌کارگیری این ترکیبات با توجه به خطرات ناشی از آن‌ها برای محیط زیست و سلامت زارعین و نیز شرایط کشت خربزه و طالبی در ایران امکان‌پذیر نمی‌باشد. قارچ‌کش‌های مختلفی مانند فلوآزینام، کرزوکسیم متیل (Cohen *et al.*, 1999)، آزوکسی استروبین، پروکلراز و پیراکلوستروبین+ بوسکالید (Pivonia *et al.*, 2010) برای کنترل *M. cannonballus* مورد استفاده قرار گرفته‌اند. کاربرد قارچ‌کش‌ها در محیط‌های پیچیده‌ای مانند خاک معمولاً نتایج رضایت‌مندی در بر نداشته و بهتر است جهت حصول نتایج مناسب در تلفیق با سایر روش‌های کنترل‌کننده مورد استفاده قرار گیرند.

از روش‌هایی که امروزه در کنترل بیمارگرهای قارچی خاکزاد سبزیجات و صیفی‌جات مورد توجه قرار گرفته است، پیوند ارقام مناسب زراعی بر روی پایه‌های اصلاح شده مقاوم و یا پایه‌های غیرمیزبان می‌باشد. پیوند عبارت

است از اتصال بخش‌های مختلف دو گیـاه به هم با کمک باززایـی بافت، که با ترکیب و اتحـاد فیزیولوژیکـی این بخش‌ها، یک گیاه شروع به رشد می‌نماید. پیوند بیش‌تر برای گیاهانی که خوب ریشه نمی‌دهند یا سیستم ریشه‌ای آن‌ها به قدر کافی به بیمارگر مقاوم نیست، به کار می‌رود.

در سال ۱۹۹۸، تقریباً ۹۵٪ هندوانه‌ها و خربزه‌های آسیایی در ژاپن، کره و تایوان روی ساقه‌های مقاوم کدو مسمایی یا کدو قلیانی پیوند زده شدند (Lee and Oda, 2003). بعد از آزمایشات اولیه، سطح زیرکشت سبزی‌های پیوندی به طور مداوم افزایش یافت به طوری که اکثر هندوانه‌ها، خربزه‌ها، خیارهای گلخانه‌ای، گوجه‌فرنگی و بادمجان‌ها قبـل از انتقـال به مزرعـه یاگلخانه پیوند می‌شدند. هدف اصلی پیوند در سبزی‌ها مبارزه با عوامل بیماری‌زای خاکزاد مانند فوزاریـوم بود، ولی با گذشت زمان اهـداف جـدیدتری ماننـد افزایش مقاومت در برابر تنش‌هایی همچون دمای پایین، شوری و رطوبت بالای خاک، افزایش جذب آب و عناصر غذایی و قدرت رشد گیاه و در پی آن طولانی کردن دوره برداشت اقتصادی میوه نمودپیدا کرد (Sakata *et al*., 2007). پیوند در تولید بسیاری از سبزیجات میوه‌ای نظیر پیوند خیار بر روی کدو، هندوانه روی نوعی کدو به نام کدو قلیانی و خربزه روی نوعی کدو به نام Whitegourd استفاده می‌شود (Pavluo *et al*., 2002).

در یک تحقیق، تأثیر روش پیوند و کاهش میزان متیل بروماید هر کدام به تنهایی و با ادغام دو روش در کنترل بیماری پوسیدگی ریشه و زوال بوته خربزه بر اثر *M. cannonballus* با یکدیگر بررسی شد. زمانی‌که پیوند به تنهایی به کار گرفته شد، درصد بیماری۸۷-۸۴ درصد کاهش یافت. ولی وقتی پیوند و کاهش متیل بروماید با هم به کار گرفته شدند، درصد بیماری ۱۰۰-۷۵ درصد کاهش یافت. این محققین نتیجه گرفتنـد چون میزان کنترل بیماری در دو روش اختـلاف معنـی‌داری نشـان داده است لـذا بهتـر است از هـر دو روش به‌صـورت تلفیقـی استفـاده شـود (Edelstein *et al*.,1999).

در تحقیقی، واکنش خربزه‌های Galia (Arava، 6003، NUN-5554 و Carrera) پیوندی و غیرپیوندی بر پایه کدو (TZ-148) به *M. cannonballus*، در دو فصل بهار و پاییز در زمین‌های آلوده و غیرآلوده بررسی و تفاوت بسیاری در درصد بیماری در میان ارقام مشاهده شد. کاهش بیماری و تأثیر مفید پیوند در فصل بهار بسیار آشکار بـود و در میـان ارقام Galia، رقم ۶۰۰۳ پـیونـدی نسبـت به ارقـام غیـر پیـونـدی عملکرد بیش‌تری داشت (Cohen *et al*., 2005). در مطالعاتی از شمال تگزاس، دو رقم تجاری خربزه (Primo و Caravelle) را بر روی سه پایه کدو (HS 1330، HS 286 و HS 380) و شش پایه خربزه (PI 212210، MR1، PI 1207، PI 20488، PI 124104 و HS melon 3105) در زمین‌های آلـوده به *M. cannonballus* پیوند زدند. گیاهان پیوندی بر پایه‌هـای کدو، بزرگ‌تر و جـذب آب بسـیار بـیش‌تری از غیر پـیوندی‌ها داشتند و خربزه‌هـای پیوندی بر پایـه‌های خربزه از جـمله PI 20488، PI 12404 و PI 1207 نیز جذب بالایی نشان دادند (Jifon *et al*., 2006). در آزمایشات دیگر، خربزه‌های پیوندی به علت سیستم ریشه‌ای قوی و قابلیت جذب بالای آب و مواد معدنی درصد پژمردگی بسیر کم‌تری نسبت به غیرپیوندی‌ها نشان دادند (Cohen *et al*., 2000).

در تونس پیوند خربزه و هندوانه بر پایه کدوئیان در کنترل بیمارگرهای خاکزاد از جمله فوزاریوم موفقیت‌آمیز بوده است. در این تحقیق دو رقم خربزه (Proteo و Pancha) به سه پایه کدو (TZ 148، Strong Tosa و Emphasis) پیوند زده شدند. پیوند بر پایه‌های Strong Tosa و TZ148 رشد گیاه و عملکرد میوه (وزن میوه) را نسبت به دیگر روش‌های کنترل افزایش داد (Jebari *et al*., 2008).

در این بررسی، ابتدا توان بیماری‌زایی جدایه‌های *M. cannonballus* روی خربـزه حسـاس به بیمـاری انجـام می‌شود. سپس جدایه پرآزار انتخاب و بر روی بوته‌های خربزه پیوند شده بر روی کدو مایه‌زنی می‌شود. در مرحله نهایی واکنش پیوندک خربزه زرد گرمسار روی پایه‌های کدو ارقام T-1 و T-113 و نیز خربزه قصری مشهدی (به عنوان رقم مقاوم)، در شرایط گلخانه مورد بررسی قرار می‌گیرد.

مواد و روش‌ها

آزمون تعیین قدرت بیماری‌زایی جدایه‌های قارچ *M. cannonballus*

این آزمایش با هدف بررسی و شناسایی جدایه *M. cannonballus* با شدت بیماری‌زایی بالا جهت استفاده به عنوان جدایه بیماری‌زای مرجع در آزمایشات بررسی واکنش ژنوتیپ‌های خربزه و طالبی با انتخاب هشت جدایه از قارچ *M. cannonballus* از کلکسیون بخش تحقیقات بیماری‌های گیاهان موسسه تحقیقات گیاه‌پزشکی کشور انجام شد (جدول ۱).

جدول ۱- مشخصات جدایه‌های قارچ *Monosporascus cannonballus*

Table 1. The specification of fungi isolates *Monosporascus cannonballus*

تهیه زادمایه بیمارگر

کد جدایه Isolate code	Province	استان	City	شهر	District	منطقه	Host	میزبان
M-21	Sistan & Balouchestan	سیستان و بلوچستان	Zabol	زابل	-	-	Cantaloupe	خربزه
M-273	Isfehan	اصفهان	Ardestan	اردستان	Mahabad	مهاباد	Melon	طالبی
M-365	Fars	فارس	Jahrom	جهرم	Yousef abad	یوسف آباد	Cantaloupe	خربزه
M-467	Semnan	سمنان	Garmsar	گرمسار	Paleh	پاله	Cantaloupe	خربزه
M-580	Markazi	مرکزی	Saveh	ساوه	Zarandieh	زرندیه	Melon	طالبی
M-582	Markazi	مرکزی	Saveh	ساوه	Zarandieh	زرندیه	Melon	طالبی
M-583	Markazi	مرکزی	Saveh	ساوه	Zarandieh	زرندیه	Melon	طالبی
M-3	Sistan & Balouchestan	سیستان و بلوچستان	Zabol	زابل		-	Cantaloupe	خربزه

زادمایه هر یک از ۸ جدایه *M. cannonballus* مطابق روش سرپله و همکاران (۱۳۹۴) تهیه شدند. برای این منظور حدود ۴/۵ لیتر بذر جو به مدت یک شبانه‌روز در آب خیسانده شدند. پس از شستشو و خروج آب اضافی، مقدار ۱/۵ لیتر پرلیت به آن اضافه و با هم مخلوط شدند. مقدار ۶۰۰ میلی‌لیتر از مخلوط حاصل در هر فلاسک یک لیتری ریخته شد. به هر فلاسک ۱۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر اضافه شد. فلاسک‌ها ۳ روز متوالی در دمای ۱۲۱ درجه سلسیوس و فشار یک اتمسفر به مدت ۳۰ دقیقه اتوکلاو شدند. پس از خنک شدن به هر فلاسک ۵ بلوک میسیلیومی قارچ (از هر یک از جدایه‌ها) اضافه گردید. مشخصات هر جدایه روی فلاسک مربوط درج و فلاسک‌ها در دمای ۲۷-۲۵ درجه سلسیوس به مدت ۷-۵ هفته نگهداری شد تا قارچ به‌طور یکنواخت تمام بستره را کلونیزه نماید (شکل ۱).

مایه‌زنی عوامل بیمارگر

برای تعیین قدرت بیماری‌زایی، جدایه‌ها، بر روی ژنوتیپ خربزه زرد گرمسار مایه‌زنی شدند. به این منظور، بذور خربزه زرد گرمسار پس از ضدعفونی با محلول تجاری هیپوکلریت سدیم با غلظت سه درصد و شستشو با آب مقطر استریل (سه مرتبه) در داخل تشتک‌های حاوی کاغذ صافی مرطوب تحت شرایط استریل گذاشته شدند. بذور جوانه‌زده به داخل ظروف حاوی پرلیت مرطوب، منتقل شد تا به مرحله دو برگی برسند.گیاهچه‌ها سپس به گلدان‌هایی با خاک آلوده به زادمایه جدایه‌ها به نسبت پنج درصد حجمی، منتقل شدند. برای هر جدایه قارچ بیمارگر ۴ تکرار (گلدان) و در هر تکرار سه گیاه نشاء شد. تعداد ۱۲گیاهچه نیز در ۴ گلدان به‌صورت مخلوط با بذور جو: پرلیت استریل مخلوط به عنوان شاهد، کشت گردیدند. گلدان‌ها به مدت ۴۵ روز در گلخانه در دمای ۲±۲۷ درجه سلسیوس نگهداری و هر چند روز یک بار با توجه به میزان رطوبت خاک آبیاری شدند.

آزمون اثبات بیماری‌زایی

ریشه گیاهان با احتیاط از خاک خارج و پس از انتقال به آزمایشگاه، قسمت ریشه و اندام‌های هوایی جدا شدند. جهت حذف خاک اطراف ریشه، ریشه‌ها داخل آب غوطه‌ور و سپس شستشو داده شدند. شاخص بیماری با استفاده از روش کروسبی (Crosby, 2001) برای هر بوته تعیین (جدول ۲) و درصد وقوع بیماری با تعیین تعداد بوته‌های با علایم بیماری مربوط به هر تیمار بخش بر کل بوته‌های آن تیمار × ۱۰۰ و شدت آن با استفاده از فرمول:

$$\%DS = \frac{\sum(n_i \times v_i)}{V \times N} \times 100$$

محاسبه شد (Townsend and Heuberger, 1943). در این فرمول n: تعداد بوته با نمره مشابه، v_i: شاخص بیماری (۵-۱)، N: تعداد کل بوته و V: بالاترین شاخص بیماری(۵) می‌باشد. علاوه بر تعیین درصد وقوع بیماری و شدت بیماری برای هر جدایه، وزن ریشه بوته‌های مایه‌زنی شده نیز اندازه‌گیری و با یکدیگر مقایسه گردیدند.

جدول ۲- تعیین شاخص بیماری بر اثر *M. cannonballus* (Crosby, 2001)

Table 2. Disease index identification caused by *M. Cannonballus* (Crosby, 2001)

شاخص شدت بیماری Disease severity index	Symptoms	علائم ظاهری
1	intact(no symptoms)	سالم(بدون علایم)
2	Rarely root necrosis, small tan lesions	نکروز کم ریشه،زخم‌های خرمایی رنگ کوچک
3	average root necrosis, mediumtan lesions	نکروز متوسط ریشه،زخم‌های خرمایی رنگ متوسط
4	Completely severe necrosis of roots, little roots are intact	نکروز شدید همه ریشه،ریشه‌های کمی سالم هستند.
5	Completely root rot and brown	پوسیدگی کامل و قهوه‌ای شدن ریشه

شکل ۱- زادمایه قارچ روی بذر جو (چپ) و گلدان‌های مایه‌زنی شده (راست)

Fig. 1. Fungal inoculum in barley seeds (left) and inoculated pots (right)

استفاده از پیوند در کنترل بیماری پوسیدگی ریشه و زوال بوته طالبی و خربزه

امکان پیوند ژنوتیپ خربزه زرد گرمسار (حساس) بر روی دو پایه اصلاح شده کدو رقم (T-۱) و (T-۱۱۳) تهیه شده از شرکت بهتا-تهران و نیز خربزه قصری مشهدی که در بررسی‌های قبلی نسبت به *M. cannonballus* واکنش مقاومت نشان داد (سرپله و همکاران، ۱۳۹۴)، جهت کنترل بیماری پوسیدگی ریشه و زوال بوته‌های خربزه بررسی شد. جهت آلوده نمودن خاک گلدان، از زادمایه جدایه ۵۸۳ که بر اساس روش فوق‌الذکر تهیه گردید استفاده شد.

بذور کدوی T-۱ و T-۱۱۳ و خربزه قصری مشهدی به مدت ۱ شبانه‌روز در آب خیسانده شدند. پس از آبکشی با محلول هیپوکلریت سدیم (۳ درصد) به مدت سه دقیقه ضدعفونی سطحی و پس از ۳ بار شستشو با آب مقطر درون ۲ تشتک حاوی کاغذ صافی مرطوب به منظور جوانه‌زنی قرار داده شدند. بذور خربزه یک هفته بعد طبق روش فوق جوانه‌دار شده و کلیه بذور جوانه زده داخل خاک گلدان‌های حاوی خاک استریل (شاهد) و خاک آلوده شده با *M. cannonballus* کشت شدند. گلدان‌ها در گلخانه‌ای با دمای ۳±۳۰ درجه سلسیوس تازمان پیوندزنی نگهداری شدند.

پیوندزنی

با رشد خربزه‌های پیوندی تا مرحله دو برگی، عمل پیوندزنی به شرح ذیل انجام شد (شکل ۲). گیاهچه‌های اضافی تا محل برگ‌های کوتیلدونی به‌وسیله تیغ تیزی سربرداری شده و یک برش عمودی در وسط ساقه و بین دو برگ ایجاد گردید (شکل ۲- C). ساقه خربزه در مرحله یک برگی حقیقی از محل بالای برگ‌های کوتیلدونی بریده شده و به‌وسیله تیغ تیزی بصورت گوه‌ای شکل داده شد (شکل ۲- D)؛ سپس داخل شیار ساقه کدو قرار داده شد (شکل ۲- E) و محل پیوند با پارافیلم پوشانده شد (شکل ۲- F). روی برگ‌های کدو و خربزه آب پاشیده و گلدان‌ها آبیاری شدند. سپس به منظور حفظ رطوبت، پوشش پلاستیکی بر روی گلدان‌های پیوندی به مدت ۱۰ روز قرار داده شد. پس از این مدت پلاستیک‌ها را برداشته و گلدان‌های پیوندی به همراه سایر گلدان‌ها در گلخانه با دمای ۳۰ درجه سلسیوس نگهداری و آلودگی آن‌ها با گیاهان غیرپیوندی مقایسه گردید. آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۱۴ تیمار به شرح زیر و هریک با پنج تکرار (هر تکرار شامل یک گیاه) انجام شد.

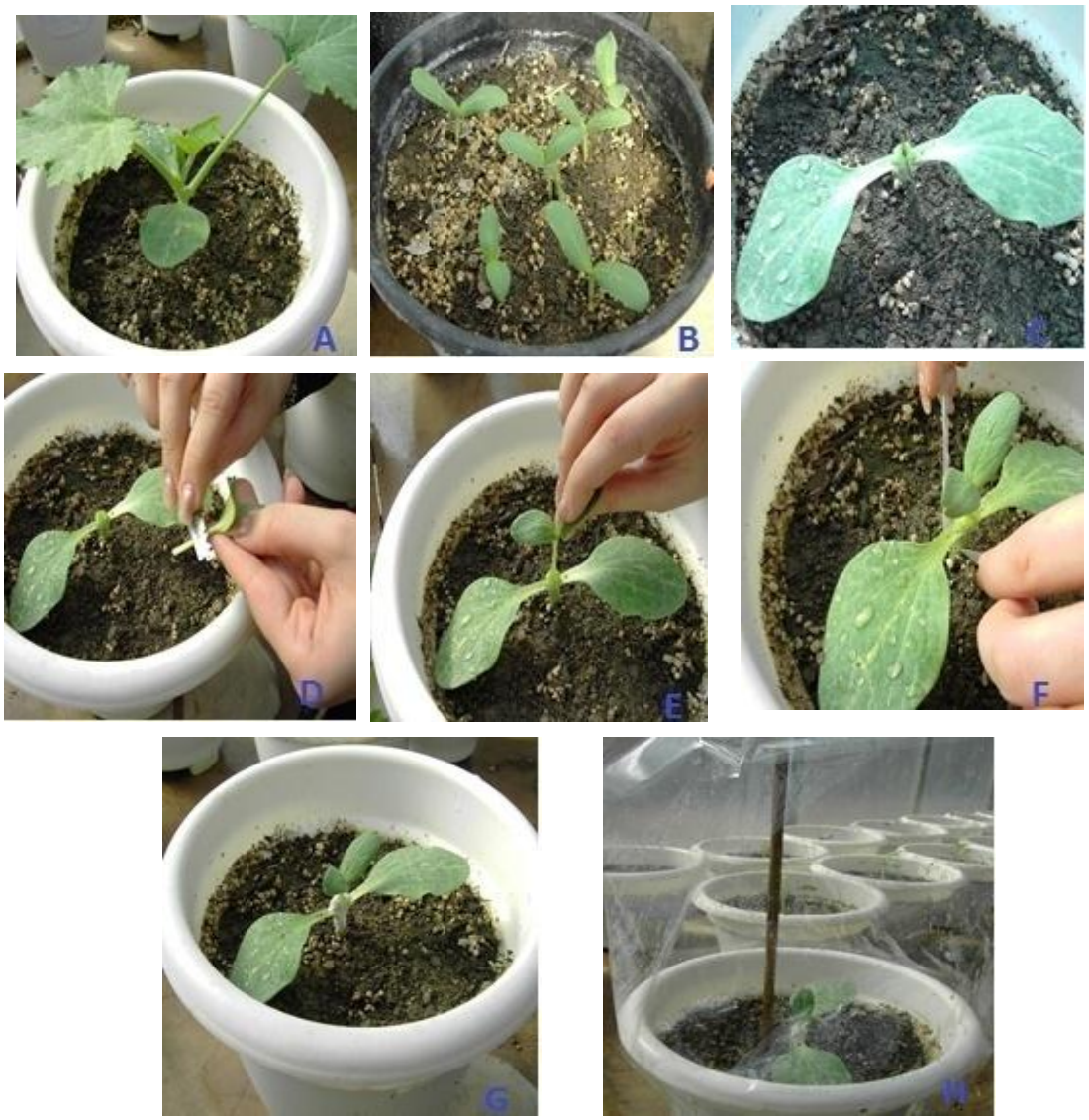
تیمارهای آزمایش عبارت بودند از: خربزه قصری در خاک استریل، خربزه قصری در خاک آلوده، خربزه زرد گرمسار در خاک استریل، خربزه زرد گرمسار در خاک آلوده، کدو T-1 درخاک استریل، کدو T-1 در خاک آلوده، کدو T-113 در خاک استریل، کدو T-113 در خاک آلوده، خربزه زرد گرمسار (پیوندک) + خربزه قصری (پایه) در خاک استریل، خربزه زرد گرمسار (پیوندک) + خربزه قصری (پایه) در خاک آلوده، خربزه زرد گرمسار (پیوندک) +کدو T-1 (پایه) در خاک استریل، خربزه زرد گرمسار (پیوندک) +کدو T-1 (پایه) در خاک آلوده، خربزه زرد گرمسار (پیوندک) +کدو T-113 (پایه) در خاک استریل، خربزه زرد گرمسار (پیوندک) +کدو T-113 (پایه) در خاک آلوده بودند.

گیاهان به‌طور روزانه مورد بازدید قرار گرفته و از آلودگی یا عدم آن یادداشت‌برداری انجام شد. وقتی بیماری در تیمارهای شاهد به ۵۰ ٪ رسید، ارزیابی تیمارها، شامل اندازه‌گیری و مقایسه وزن تر ریشه و وزن اندام‌های هوایی انجام شد. تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار Statistical Analysis System (SAS) انجام و مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن انجام شد.

نتایج و بحث

آزمون تعیین پرآزارترین جدایه *M. cannonballus*

کلیه جدایه‌ها علائم بیماری شامل زرد شدن و پژمردگی اندام‌های هوایی را در بوته‌های مایه‌زنی شده ایجاد نمودند (شکل ۳-A). تیمارهای شاهد، سالم بوده و علائمی در آن‌ها دیده نشد (۳-B و D). ریشه‌های آلوده ظاهری پوسیده و تیره رنگ داشته و در مقایسه با شاهد از انشعابات و رشد کم‌تری برخوردار بودند (۳-C). ارزیابی تیمارها با اندازه‌گیری درصد وقوع بیماری، شدت بیماری و وزن ریشه نشان داد که هر هشت جدایه از بیماری‌زایی بالایی برخوردار بودند.



شکل ۲- مراحل پیوندزنی خربزه روی پایه کدو :A) کدو (پایه)، B) خربزه زرد گرمسار (پیوندک)، C) ایجاد شکاف در پایه کدو، D) پوست‌برداری از پیوندک، E) قرار دادن پیوندک در شیار ایجاد شده در ساقه کدو، F و G) پوشاندن محل پیوند با پارافیلم، H) قرار دادن پوشش پلاستیکی بر روی گلدان‌ها

Fig. 2. The stages of grafting muskmelon onto cucurbit rootstock. (A) cucurbit (rootstock), (B) Zard-e-Garmsar muskmelon (scion), (C) creating a groove in the rootstock of cucurbit, (D) Paring the scion (E) Putting the scion in the groove created in the cucurbit stem, (F and G) covering the graft place with Para film, (H) putting plastic cover on the pots

شکل ۳- علائم ناشی از *M. cannonballus* روی خربزه زرد گرمسار در گلخانه. A) بوته مایه‌زنی شده بازدمایه بیمارگر واجد علائم زردی و پژمردگی، B) بوته شاهد بدون علائم، C) ریشه بوته مایه‌زنی شده و D) ریشه بوته شاهد

Fig. 3. Symptoms due to *M. cannonballus*on Zard-e-Garmsar muskmelon in greenhouse. (A) plants inoculated with the pathogen inoculum containing yellow and wilt symptoms, (B) control plant without symptoms, (C) plant roots inoculated (D) control plant roots

تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد بین هشت جدایه بیمارگر (*M. cannonballus*) در ایجاد بیماری، شدت بیماری و تاثیر بر روی وزن ریشه اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵٪ وجود نداشت. شدت بیماری ایجاد شده توسط جدایه ۵۸۳ با میانگین ۷۹/۷۵ درصد به لحاظ عددی بیش‌ترین مقدار بود. هم‌چنین بیش‌ترین مقدار کاهش وزن ریشه در بوته‌های متأثر از این جدایه حاصل شد. بنابراین، از میان هشت جدایه، جدایه ۵۸۳ جهت تولید زادمایه و ارزیابی ژنوتیپ‌های طالبی و خربزه انتخاب شد.

تاثیر پیوند بر بروز بیماری و شاخصه‌های رشدی

استفاده از پایه مقاوم (خربزه قصری مشهدی) و یا غیرمیزبان (کدو) باعث شد علائم بیماری روی پیوندک‌ها ظاهر نشود و عدم وجود بیماری باعث افزایش وزن تر ریشه و گیاه و در نتیجه رشد بهتر بوته‌ها شد. در این آزمون، پیوندک (خربزه زرد گرمسار) و پایه کدو (T-1وT-113) سازگاری نشان دادند. همچنین میان پیوندک (خربزه زرد گرمسار) و پایه (خربزه قصری مشهدی) نیز سازگاری خوبی مشاهده شد. تجزیه واریانس داده‌های مربوط به وزن تر ریشه و وزن اندام‌های هوایی نشان داد، بین تیمارهای مختلف اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ وجود دارد. مقایسه میانگین وزن ریشه و اندام‌های هوایی در تیمارهای مختلف نشان داد که پایه کدو T-113 وT-1 و خربزه قصری مشهدی به ترتیب با ۵۷/۷۰، ۴۱/۰۰ و ۲۴/۲۰ گرم، بیش‌ترین وزن ریشه (جدول ۵ و شکل‌های ۴، ۵ و ۶) و با ۱۰۴/۵۰، ۹۵/۶۰ و ۶۰/۲۵ گرم، بیش‌ترین وزن اندام‌های هوایی را داشتند (جدول۶). گیاه کدو هر دو رقم ذکر شده، وزن تر ریشه یا گیاه بیش‌تری تولید کرد که بیش‌تر در اثر حذف بیماری بود. خربزه قصری مشهدی (پایه مقاوم) در خاک استریل و آلوده به رشد خود ادامه داده و علائم بیماری ظاهر نشد. خربزه زرد گرمسار در خاک آلوده به *M. cannonballus*، ۱۰ روز پس از کاشت علائم زردی و پژمردگی را به‌صورت موضعی نشان داد. درصد زنده

ماندن خـربـزه‌های حسـاس پیوند شده بر پایه کدو (T-1 و T-113) و پایه خربزه قصری مشهدی متفاوت بود. خربزه‌هایی که بر پایه خربزه قصری مشهدی پیوند شدند همه به رشد خود ادامه داده و زنده ماندند.

جدول ۴- مقایسه میانگین وزن تر ریشه پایه‌های کدو (T-1 و T-113) و خربزه قصری مشهدی

Table 4. Mean Comparison of root fresh weight of cucurbit rootstocks (T-1 and T-113) and Ghasri Mashhadi muskmelon

میانگین وزن ریشه (گرم) Root weight mean(gr)	Treatments	تیمارها
57.70 a	T-113 cucurbit in sterilized soil	کدو T-۱۱۳ در خاک استریل
44.50 b	T-113 cucurbitin infected soil	کدو T-۱۱۳ در خاک آلوده
41.00 bc	T-1 cucurbitin sterilized soil	کدو T-۱ در خاک استریل
34.25 c	T-1 cucurbitin infected soil	کدو T-۱ در خاک آلوده
24.20 d	Ghamsari muskmelon in sterilized soil	خربزه قصری در خاک استریل
22.50 de	Ghamsari muskmelon in infected soil	خربزه قصری در خاک آلوده
15.32 ef	Garmsarimuskmelon root in grafting onto Zard-e-Garmsar muskmelon in sterilized soil	ریشه خربزه قصری در پیوند با خربزه زرد گرمسار در خاک استریل
14.00 ef	Garmsari muskmelon root in grafting ontoZard-e-Garmsar muskmelon in infected soil	ریشه خربزه قصری در پیوند با خربزه زرد گرمسار در خاک آلوده
13.94 ef	T-13cucurbit root in grafting ontozard-e-Garmsar muskmelon in sterilized soil	ریشه کدو T-۱۱۳ در پیوند با خربزه زرد گرمساردر خاک استریل
13.56 ef	Zard-e-Garmsar muskmelon in sterilized soil	خربزه زرد گرمسار در خاک استریل
11.08 f	T-1cucurbit root in grafting ontozard-e-Garmsar muskmelon in sterilized soil	ریشه کدو T-۱ در پیوند با خربزه زرد گرمسار در خاک استریل
9.88 f	Zard-e-Garmsar muskmelon in infected soil	خربزه زرد گرمسار در خاک آلوده
7.17 f	T-13cucurbit root grafting ontozard-e-Garmsar muskmelon in infected soil	ریشه کدو T-۱۱۳ در پیوند با خربزه زرد گرمساردر خاک آلوده

میانگین‌ها با حروف مشترک در هر ستون فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ هستند.

Means with identical letters on each column are no significantly different at 5% probability level

در این تحقیق توان بیماری‌زایی ۸ جدایه *M. cannonballus* مورد بررسی قرار گرفت. اگرچه بین جدایه‌ها در بیماری‌زایی از نظر آماری اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد، جدایه ۵۸۳ با شدت بیماری ۷۹/۷۵ درصد نسبت به سایر جدایه‌ها (به لحاظ عددی) از بیماری‌زایی بالاتری برخوردار بود و برای آزمون‌های ارزیابی مقاومت ژنوتیپ‌های خربزه بکار گرفته شد. عوامل مختلفی از جمله میزان زادمایه، عمق کاشت، تغییرات دمایی و وجود RNA های دو رشته‌ای بر بیماری‌زایی جدایه‌های *M. cannonballus* تاثیر می‌گذارند. دریک بررسی مشخص شده که هرچه میزان زادمایه و عمق کاشت بیش‌تر باشد، توان بیماری‌زایی جدایه بیش‌تر و شرایط برای وقوع بیماری مناسب‌تر است (Bruton *et al.*, 2000). همچنین مشخص شده که تغییرات بیماری‌زایی در جدایه‌های *M. cannonballus* با تغییرات دما همراه است. جدایه‌هایی با بیماری‌زایی کم در ریشه گیاهان خربزه وجود دارند که می‌توانند در دماهای بالا به جدایه‌هایی با قدرت بیماری‌زایی بالا تبدیل شوند (Batten *et al.*, 2000; Martyn, 2002).

جدول ۵- مقایسه میانگین وزن اندام‌های هوایی خربزه زرد گرمسار روی پایه‌های کدو (T-1 و T-113) و خربزه قصری مشهدی

Table 5. The Comparison of shoot weight mean of cucurbita rootstocks (T-1 and T-113) and Ghasri Mashhadi muskmelon

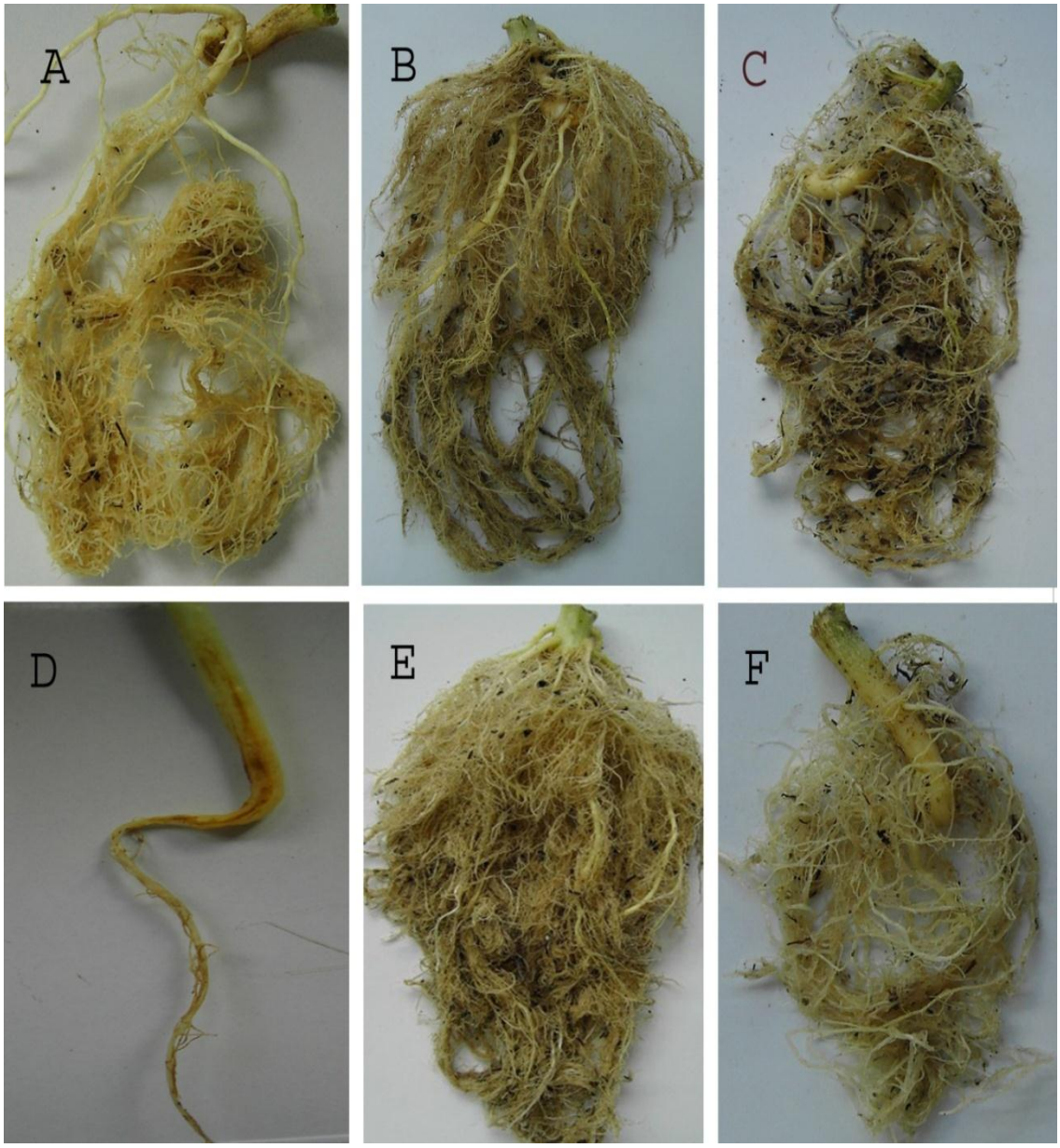
میانگین وزن اندام‌های هوایی (گرم) shoot weight mean(gr)	Treatments	تیمارها
104/50 a	T-113 cucurbit in sterilized soil	کدو T-۱۱۳ در خاک استریل
95/60 ab	T-1cucurbit in sterilized soil	کدو T-۱ در خاک استریل
82/40 bc	T-1 cucurbit in infected soil	کدو T-۱ در خاک الوده
80/25 cd	T-113 cucurbit in infected soil	کدو T-۱۱۳ در خاک آلوده
60/25 de	Ghamsari muskmelon in sterilized soil	خربزه قصری در خاک استریل
55/87 de	Ghamsari muskmelon in infected soil	خربزه قصری در خاک آلوده
50/06 de	Garmsari muskmelon in grafting onto Zard-e-Garmsar muskmelon in sterilized soil	خربزه قصری در پیوند با خربزه زرد گرمسار در خاک استریل
49/70 de	Garmsarii muskmelon in grafting onto Zard-e-Garmsar muskmelon in infected soil	خربزه قصری در پیوند با خربزه زرد گرمسار در خاک آلوده
48/70 efg	T-13 cucurbit root in grafting ontoZard-e-Garmsar muskmelon in sterilized soil	کدو T-۱۱۳ در پیوند با خربزه زرد گرمساردر خاک استریل
44/80 efgh	T-1 cucurbit in grafting ontoZard-e-Garmsar muskmelon in sterilized soil	کدو T-۱ در پیوند با خربزه زرد گرمسار در خاک استریل
34/60 fghi	Zard-e-Garmsar muskmelon in sterilized soil	خربزه زرد گرمسار در خاک استریل
30/67 ghi	T-13 cucurbit in grafting ontoZard-e-Garmsar muskmelon in infected soil	کدو T-۱۱۳ در پیوند با خربزه زرد گرمساردر خاک آلوده
29/50 hi	T-1 cucurbit in grafting ontoZard-e-Garmsar muskmelon in infected soil	کدو T-۱ در پیوند با خربزه زرد گرمسار در خاک آلوده
19/80 i	Zard-e-Garmsar muskmelon in infected soil	خربزه زرد گرمسار در خاک آلوده

میانگین‌ها با حروف مشترک در هر ستون فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ هستند.

Means with identical letters on each column is no significantly different at 5% probability level

علاوه بر این‌ها سویه‌هایی از *M. cannonballus* با RNAهای دو رشته‌ای دارای قدرت بیماری‌زایی کم‌تری (hypovirulent) هستند (Park *et al.*, 1996; Cluck *et al.*, 2009). در بررسی حاضر زادمایه معینی از کلیه جدایه‌ها تحت شرایط محیطی یکسان مانند دما و عمق کاشت برای مایه‌زنی مورد استفاده قرار گرفته و تحت این شرایط اختلافی بین جدایه‌ها دیده نشد و همگی از توان بیماری‌زایی بالایی برخوردار بودند.

میزان مقاومت/ تحمل به پوسیدگی ریشه و زوال بوته بسیار متفاوت بوده و می‌تواند وابسته به استرس‌های محیطی باشد (Wolff and Miller, 1998). همچنین واکنش‌های مختلف به *M. cannonballus* ممکن است به دلیل تفاوت در سیستم ریشه‌ای ژنوتیپ‌های مختلف، متفاوت باشد (Wolff and Miller, 1998). افزایش توسعه ریشه‌های جانبی، شرایط مناسبی را برای گیاه در تولید ساختار ریشه‌ای بزرگ‌تر در جهت افزایش جذب آب و مواد معدنی فراهم می‌کند (Crosby, 2000). در تحقیق کروسبی مشخص شد ارقامی که مقاومت/تحمل بیش‌تری نسبت به *M. cannonballus* داشتند از جمله ارقام Deltex و Doublon ساختار ریشه‌ای قوی‌تر و سالم‌تری داشته و طول ریشه‌ها و تعداد ریشه‌های ریز و فرعی بیش‌تر از ارقام حساس بوده است (Crosby, 2000). در بررسی حاضر نیز ژنوتیپ قصری مشهدی به همراه پایه‌های کدور مورد استفاده در این بررسی از ساختار ریشه قوی‌تری برخوردار بوده و علایم بیماری را نشان ندادند.



شکل ۴- تاثیر *M. cannonballus* روی ریشه‌های خربزه زرد گرمسار و کدو پایه T-1 .A) ریشه خربزه زرد گرمسار در خاک استریل B) ریشه کدو T-1 در خاک استریل C) ریشه پایه کدو T-1 در پیوند با خربزه زرد گرمسار (پیوندک) در خاک استریل D) ریشه خربزه زرد گرمسار در خاک آلوده E) ریشه کدو T-1 در خاک آلوده F) ریشه پایه کدو T-1 در پیوند با خربزه زرد گرمسار در خاک آلوده

Fig. 4. The effect of *M. cannonballus* on Zard-e-Garmsar muskmelon roots and T-1 cucurbit rootstock. A) Zard-e-Garmsar muskmelon root in sterilized soil; B) T-1 cucurbit root.in sterilized soil; C) T-1 cucurbit rootstock.grafted onto Zard-e-Garmsar muskmelon (scion) in sterilized soil; D) Zard-e-Garmsar muskmelon root in infected soil; E) T-1 cucurbit root in infected soil F) T-1 cucurbit rootstock. Grafted on to Zard-e-Garmsar muskmelon in infected soil

شکل ۵- تاثیر *M. cannonballus* روی ریشه‌های خربزه زرد گرمسار و کدو پایه T-113. A) ریشه خربزه زرد گرمسار در خاک استریل B) ریشه کدو T-113 در خاک استریل C) ریشه پایه کدو T-113 در پیوند با خربزه زرد گرمسار (پیوندک) در خاک استریل D) ریشه خربزه زرد گرمساردر خاک آلوده E) ریشه کدو T-113 در خاک آلوده F) ریشه پایه کدو T-113 در پیوند با خربزه زرد گرمسار (پیوندک) در خاک آلوده

Fig. 5. The effect of *M. cannonballus* on Zard-e-Garmsar muskmelon and T-113 cucurbit rootstock. A) Zard-e-Garmsar muskmelon root in sterilized soil; B) T-113 cucurbit root in sterilized soil; C) T-113 cucurbit rootstock.grafted onto Zard-e-Garmsar muskmelon (scion) in sterilized soil; D) Zard-e-Garmsar muskmelon root in infected soil; E) T-113cucurbit rootin infected soil; F) T-113 cucurbit root grafted onto Zard-e-Garmsar muskmelon in infected soil

شکل ۶- تاثیر *M. cannonballus* روی ریشه‌های خربزه زرد گرمسار و خربزه قصری مشهدی (پایه مقاوم) A) ریشه خربزه زرد گرمسار در خاک استریل B) ریشه خربزه قصری (پایه مقاوم) در خاک استریل C) ریشه پایه خربزه قصری در پیوند با خربزه زرد گرمسار در خاک استریل D) ریشه خربزه زرد گرمسار در خاک آلوده E) ریشه خربزه قصری (پایه مقاوم) در خاک آلوده F) ریشه پایه خربزه قصری در پیوند با خربزه زرد گرمسار در خاک آلوده

Fig. 6. The effect of *M. cannonballus* on the roots of Zard-e-Garmsar muskmelon and Ghasri Mashhadi (resistant rootstock) A) Zard-e-Garmsar muskmelon root in sterilized soil; B) Ghasri muskmelon root (resistant rootstock) in sterilized soil; C) Ghasri muskmelon rootstock grafted onto Zard-e-Garmsar muskmelon in sterilized soil; D) Zard-e-Garmsar muskmelon root in infected soil; E) Ghasri muskmelon root (resistant rootstock) in infected soil; F) Ghasri muskmelon rootstockgrafted onto Zard-e-Garmsar muskmelon root in infected soil

در یک بررسی واکنش ژنوتیپ‌های مختلف خربزه در وقوع و شدت بیماری پوسیدگی ریشه و زوال بوته خربزه و طالبی مشخص گردید. در این بررسی، ارتباط مستقیمی بین وقوع و شدت بیماری و ساختار ریشه آن‌ها مشاهده گردید به گونه‌ای که صفات مربوط به بیماری‌زایی (وقوع و شدت بیماری) در ژنوتیپ‌های قصری مشهدی، زیدری، بیارجمند، مینو ۹۵ و شاه آبادی، نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها کم‌تر و شاخص‌های رشدی (وزن ریشه و اندام‌های هوایی) در این ژنوتیپ‌ها به‌طور معنی‌داری نسبت به سایر ژنوتیپ‌های مورد بررسی بیش‌تر بود (سرپله و همکاران، ۱۳۹۴). با توجه به نتایج حاصل از این بررسی و بررسی‌های مشابه فوق‌الذکر، توسعه ارقامی با تولید ریشه‌های قوی‌تر یک قدم مهم به سمت کاهش خسارت ناشی از *M. cannonballus* می‌باشد. تلاقی ارقام مقاومی که سیستم ریشه‌ای قوی دارند با ارقام حساس می‌تواند راه حل مناسبی در ایجاد ارقام نسبتاً مقاوم باشد. در یک بررسی، نتاج حاصل از تلاقی رقم Pat 81 زیرگونه *Cucumis melo* var. *agrestis* (مقاوم) با ارقام حساس از گونه *C. melo* مقاومت خوبی به *M. cannonballus* نشان دادند (Iglesias *et al.*, 2000). در بررسی‌های دیگر هم نتاج حاصل از تلاقی Pat 81 با رقم حساس Pinonet نتاج با مقاومت نسبی ایجاد شدند (Dias *et al.*, 2004).

نظر به تاثیر گستردگی ریشه بر کاهش وقوع بیماری پیشنهاد می‌شود ارقام حساس و با کیفیت زراعی مناسب خربزه و طالبی بر روی گیاهان خانواده کدوییان که دارای سیستم ریشه‌ای قوی می‌باشند استفاده شود.

منابع References

پوستچی، ا. ۱۳۵۰. جالیز و جالیز کاری. موسسه انتشارات فرانکلین. ۳۳۰ صفحه.

سرپله، ا. و سنبل‌کار، ع. ۱۳۸۱. جداسازی *Monosporascus cannonballus* از طالبی و خربزه در ایران. پانزدهمین کنگره گیاهپزشکی ایران. دانشگاه رازی کرمانشاه. کرمانشاه. ایران. ۱۸۵ صفحه.

سرپله، ا.، چراغعلی، و.، رافضی، ر. و رضوی، م. ۱۳۹۴. بررسی واکنش ژنوتیپ‌های بومی خربزه و طالبی به *Monosporascus cannonballus* عامل بیماری پوسیدگی ریشه و زوال بوته‌های خربزه در ایران. گزارش نهایی موسسه تحقیقات گیاه پزشکی کشور، شماره فروست ۴۷۶۸۱.

Aegerter, B. J., Gordon, T. R. and Davis, R. M. 2000. Occurrence and pathogenicity of fungi associated with melon root rot and vine decline in California. Plant Disease 84: 224-230.

Batten, J. S., Scholthof, K. B., Lovic, B. R., Miller, M. E. and Martyn, R. D. 2000. Potential for biocontrol of Monosporascus root rot/vine decline under greenhouse conditions using hypovirulent isolates of *Monosporascus cannonballus*. European Journal of Plant Pathology 106: 639-649.

Bruton, B. D., Garcia-Jimenez, J., Armengol, J. and Popham, T. W. 2000. Assessment of virulence of *Acremonium cucurbitacearum* and *Monosporascus cannonballus* on *Cucumis melo*. Plant Disease 84(8): 907-913.

Bruton, B. D. and Miller, M. E. 1997a. Occurrence of vine decline diseases of muskmelon in Guatemala. Plant Disease 81 (6): 694-694.

Bruton, B. D. and Miller, M. E. 1997b. Occurrence of vine decline diseases of melons in Honduras. Plant Disease 81: 696.

Cluck, T. W., Biles, C. L., Duggan, M., Jackson, T., Carson, K., Armengol, J., Garcia-Jimenez, J. and Bruton, B. D. 2009. Association of dsRNA to down-regulation of perithecial synthesis in *Monosporascus cannonballus*. Open Mycology Journal 3: 9-19.

Cohen, R., Burger, Y., Horev, C., Porat, A. and Edelstein, M. 2005. Performance of Galia-type melons grafted on *Cucurbita* rootstock in *Monosporascus cannonballus*-infested soils. Annals of Applied Biology 146: 381-387.

Cohen, R., Pivonia, S., Shtienberg, D., Edelstein, M., Raz, D., Gerstl, Z. and Katan, J. 1999. Efficacy of fluazinam in suppression of *Monosporascus cannonballus* the causal agent of sudden wilt of melons. Plant Disease 83: 1137-1141.

Cohen, R., Pivonia, S., Burger, Y., Edelstein, M., Gamliel, A. and Katan, J. 2000. Toward integrated management of Monosporascus wilt of melons in Israel. Plant Disease 84: 496-505

Crosby, K. 2000. Impact of *Monosporascus cannonballus* on root growth of diverse melon varieties and their F1 progeny in the field. Subtropical Plant Science 52: 8-11.

Crosby, K. 2001. Screening *cucumis melo* cv. *agrestis* germplasm for resistance to *Monosporascus cannonballus*. Subtropical Plant Science 53: 24-26.

Dias, R. de C. S., Pico, B., Espinos, A. and Nuez, F. 2004. Resistance to melon vine decline derived from *Cucumis melo* sp. *agrestis*: genetic analysis of root structure and root response. Plant Breeding 123: 66-72.

Edelstein, M., Cohen, R., Burger, Y., Shriber, S., Pivonia, S. and Shtienberg, D. 1999. Integrated management of sudden wilt in melons, caused by *Monosporascus cannonballus*, using grafting and reduced rates of methyl bromide. Plant Disease 83: 1142-1145.

Garcia-Jimenez, J., Armengol, J., Sales Jr. R., Jorda, C. and Bruton, B. D. 2000. Fungal pathogens associated with melon collapse in Spain. EPPO Bulletin 30 (2): 169-173.

Iglesias, A., Pico, B. and Nuez, F. 2000. Pathogenicity of fungi associated with melon vine decline and selection strategies for breeding resistant cultivars**.** Annals of Applied Biology 137 (2): 141-151.

Jebari, H., Abdallah, H. B. and Zouba, A. 2008. Management of *Monosporascus cannonballus* wilt of muskmelons by grafting under geothermally heated greenhouses in the south of Tunisia. Acta Horticulturae 807: 661-666.

Jifon, J., Crosby, K., Miller, M. N. and Leskovar, D. 2006. Physiological characteristics of grafted muskmelon grown in *Monosporascus cannonballus* infested soil in South Texas. Pp. 23-30. In:

Holmes, G. J. (ed.) Proceeding Cucurbitacae 2006. 17-21 Sep. Raleigh, NC. Universal Press, Raleigh, NC.

Karlatti, R. S., Abdeen, F. M. and Al-Fehaid, M. S. 1997. First report of *Monosporascus cannonballus* in Saudi Arabia. Plant Disease 81 (10): 1215-1215.

Kim, D. H., Rasmussen, S. L. and Stanghellini, M. E. 1995. *Monosporascus cannonballus* root rot of muskmelon: Root infection and symptom development in relation to soil temperature. Phytopathology 85: 1195.

Lee, J. M. and Oda, M. 2003. Grafting of herbaceous vegetable and ornamental crops. Horticultural Review 28: 61-125.

Martyn, R. D. 2002. *Monosporascus* root rot and vine decline of melons. The Plant Health Instractor. D0I: 10.1094/PHI-I-2002-0612-01

Martyn, R. D., Lovic, B. R., Maddox, D. A., Germash, A. and Miller, M. E. 1994. First report of *Monosporascus* root rot/vine decline of watermelon in Tunisia. Plant Disease 78 (12): 1220.

Martyn, R. D. and Miller, M. E. 1996. *Monosporascus* root rot and vine decline: An emerging disease of melons worldwide**.** Plant Disease 80: 716-725.

Mertely, J. C., Martyn, R. D., Miller, M. E. and Bruton, B. D. 1991. Role of *Monosporascus cannonballus* and other fungi in root rot/vine decline disease of muskmelon. Plant Disease 75 (11): 1133-1137.

Mertely, J. C., Martyn, R. D., Miller, M. E. and Bruton, B. D. 1993. An expand host range for muskmelon pathogen *Monosporascus cannonballus*. Plant Disease 77 (7): 667-673.

Park, Y. J., Martyn, R. D. and Miller, M. E. 1996. dsRNA is responsible of cultural aberrations in *Monosporascus cannonballus* and hypovirulence to muskmelon. Phytopathology 86: S107.

Pavlou, G. C., Vakalounakis, D. J. and Ligoxigakis, E. K. **2002.** Control of root and stem rot of cucumber, caused by *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-cucumerinum*, by grafting onto resistant rootstocks. Plant Disease 86: 379-382.

Pivonia, S., Gerstl, Z., Maduel, A. and Levita, R. 2010. Management of Monosporascus sudden wilt of melon by soil application of fungicides. European Journal of Plant Pathology 128 (2): 201-209.

Pollack, F. G. and Uecker, F. A. 1974. *Monosporascus cannonballus* an unusual ascomycete in cantaloupe roots. Mycologia 66: 346-349.

Sakata, Y., Takayoshi, O. and Mitsuhiro, S. 2007. The history and present state of the grafting of cucurbitaceous vegetables in Japan. Acta Horticulturae 731: 159– 170.

Sarpeleh, A., Cheragali, V. and Razavi, M. 2012. Detection of *Monosporascus cannonballus* using PCR. Journal of Crop Protection 1: 349-359.

Shigeharu, T., Yoshinori, O. and Yoichi, K. 2003. Evaluation of Alternatives to Methyl Bromide in the control of Root Rot of Muskmelon, *Cucumis melo L*., caused by *Monosporascus cannonballus* Pollack & Uecker. Bulletin of the Kochi Agricultural Centre, Japan.

Townsend, G. R. and Heuberger, J. W. 1943. Methods for estimating losses caused by diseases in fungicide experiments. Plant Disease Reporter 27 (17): 340-343.

Troutman, J. L. and Matejka, J. C. 1970. Three fungi associated with cantaloupe roots in Arizona. Phytopathology 60(9):1317.

Tsay, J. G. and Tung, B. K. 1997. The occurrence of *Monosporascus* root rot/vine decline of muskmelon in Taiwan. Plant Pathology Bulletin 4 (1): 25-29.

Uematsu, S., Onogi, S. and Watanabe, T. 1985. Pathogenicity of *Monosporascus cannonballus* Pollack and Uecker in relation to melon root rot in Japan. Annals of Phytopathological Society of. Japan 51 (3): 272-276.

Uematsu, S. and Sekiyama, K. 1990. Comparison of morphological characteristics and pathogenicity of *Monosporascus cannonballus* Pollack and Uecker collected in Japan, distribution in melon plants with root rot symptoms and survival in soils under laboratory conditions. Soil Microorganisms 35: 7-12.

Watanabe, T. 1979. *Monosporascus cannonballus*, an ascomycete from wilted melon roots described in Japan. Transactions of the Mycological Society of Japan 20(3): 312-316.

Wolf, D. and Miller, M. **1998.**Tolerance to Monosporascus root rot and vine decline in melon (*Cucumis melo* L.) germplasm. Horticulture Science 33 (2): 287- 290.