مجله پژوهش علف‌های هرز
جلد ۱۰، شماره ۱، ۱۳۹۷
صفحات ۲۲-۱۳

بررسی تحمل ارقام جدید گوجه‌فرنگی (*Lycopersicon esculentum* L.) به گل جالیز مصری (*Orobanche aegyptiaca* Pers.) در شرایط گلخانه

Study of tolerance of new tomato cultivars (*Lycopersicon esculentum* L.) to egyptian broomrape (*Orobanche aegyptiaca* Pers.) under greenhouse conditions

ابراهیم ایزدی دربندی[1*]، مریم شوریابی[2]

چکیده

استفاده از ارقام متحمل یکی از مهم‌ترین روش‌های مدیریت گل جالیز می‌باشد. به‌منظور شناسایی و معرفی ارقام متحمل گوجه رنگی به گل جالیز، آزمایشی بر روی ۱۹ رقم گوجه‌فرنگی که از کشور صربستان آورده شده بود، در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار در شرایط کنترل‌شده‌ی گلخانه‌ای انجام شد. به‌منظور ارزیابی نتایج آزمایش، از دو سری تیمار شاهد عدم آلودگی به گل جالیز در هر رقم و آلودگی به گل جالیز استفاده شد. نتایج نشان داد که در بین ارقام صربی مورد بررسی، رقم-های اکسپرس، اوراگان، دوناتور، رداستون و لیدر نسبت به دیگر ارقام گوجه‌فرنگی مورد مطالعه، تحمل بیشتری به گل جالیز داشتند. رقم اکسپرس با وجود تولید وزن خشک نسبتاً بالای گل جالیز، کمترین خسارت (٤٤/٧٥ درصد) را متحمل شد. ارقام اوراگان و دوناتور نیز با تولید کمترین تعداد ساقه و وزن خشک گل جالیز به ترتیب با ۳۵/۳۹ درصد و ٥٨/١٦ درصد کاهش وزن خشک اندام‌های هوایی جزو ارقام با تجمل نسبی به گل جالیز بودند. از سوی دیگر ارقام فانتوم، اُایکس هرت، هانی، پروفیت ارقامی بودند که علی‌رغم تولید بیشترین زیست‌توده در تیمار شاهد، در شرایط حضور گل جالیز، با وجود وزن خشک گل جالیز کمتر نسبت به دیگر ارقام، بیشترین تلفات (بیش از ۸۰ درصد) را در صفات مذکور داشتند. این مهم نشان از حساسیت بالاتر این ارقام در مقایسه با دیگر رقم‌ها به آلودگی به گل جالیز است.

کلمات کلیدی: انگل، زیست‌توده اندام‌های هوایی، غده چه، حساسیت

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۵/۰۲ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۰۷/۲۰

۱- دانشیار گروه اگروتکنولوژی، دانشکده ی کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

۲- دانشجوی دکتری علوم علفهای هرز، دانشکده کشاورزی، پردیس بین الملل دانشگاه فردوسی مشهد

* نویسنده مسئول E- mail: e-izadi@um.ac.ir

مقدمه

گوجه‌فرنگی (*Lycopersicon esculentum* L.) با ۳۴/۳ درصد از کل میزان تولید سبزیجات (۱۷/۰۱ میلیون تن)، در رتبه-ی اول تولید این گروه از محصولات قرار دارد (Anonymous, 2017)، با توجه به این آمار اهمیت مبارزه با علف‌های هرز این محصول مهم زراعی هر چه بیشتر مشخص می‌شود. یکی از علف‌های هرز مهم مزارع گوجه‌فرنگی، گل جالیز مصری (*Orobanche aegyptiaca* Pers.) است. انگل‌های گل‌دار یکی از مشکلات مهم کشاورزی در اغلب نقاط جهان به شمار می‌روند. آن‌ها می‌توانند عملکرد محصول میزبان را به نابودی بکشند. علاوه بر این به دلیل تولید بذر فراوان، موجب آلودگی شدید مزارع می‌شوند و از نظر دوام طولانی بذرشان در خاک، کشاورزان را مجبور به کشت گیاهانی می‌کنند که از نظر اقتصادی مطلوب آن‌ها نیست. گل جالیز مصری یک علف هرز انگل از تیره‌ی گل جالیز[1] می‌باشد. برخی از جنس‌های این تیره انگل کامل و برخی دیگر نیمه انگل هستند (Heide-Jørgensen, 2013). در حضور میزبان، بذرهای بسیار ریز گل جالیز به‌عنوان یک انگل کامل می‌توانند در اثر تحریک جوانه‌زنی توسط ماده‌ای به نام اوروبانکول[2] که از ریشه‌ی میزبان ترشح می-شود، جوانه بزنند و پس از ایجاد اندام مکنده به نام مکینه به درون آوندهای ریشه‌ی میزبان نفوذ می‌کنند. مکینه‌های گیاهان انگل کامل، ساختارهای پیچیده‌ای هستند که انتقال فراوان آب و مواد معدنی و به‌ویژه مواد مغذی آلی از میزبان را تسهیل می‌کنند (Joel, 2000). برای مبارزه با گل جالیز روش‌های مختلفی از جمله بهداشت مزرعه، تاریخ کاشت، تناوب زراعی، گیاهان زراعی تله و میزبان‌های تله، تغذیه مناسب، وجین با دست، آفتاب دهی خاک، مبارزه شیمیایی، مبارزه بیولوژیک و استفاده از ارقام متحمل وجود دارد (Links *et al*., 2006). اعتقاد بر این است که ارقام مقاوم کاراترین روش در این خصوص می‌باشد. دراین‌ارتباط انتخاب ارقام متحمل و اصلاح آن‌ها در برخی گیاهان مانند آفتابگردان (*Helianthus annuus*)، لوبیا (*Phaseolus vulgaris*) و ماشک (*Vicia vilosa*) موفقیت‌آمیز بوده است (Etagegnehu and Suwanketnikom, 2004). هر چند در مدیریت و کنترل این علف هرز انگلی استفاده از ارقام متحمل مفیدترین راهکار است، امّا برای تولید یک رقم متحمل و توسعه گسترده آن، درک و شناخت سازوکار و مکانیسم تحمل در ارقام متحمل ضروری است.

غربالگری ارقام گوجه‌فرنگی از نظر میزان تحمل به آلودگی گل جالیز توسط برخی از محققین صورت گرفته است (Etagegnehu and Suwanketnikom, 2004; Abu-Gharbieh *et al*., 1978; Meighani *et al*., 2009; Tokasi *et al*., 2014; Parker and Riches, 1998) که هدف نهایی این مطالعات شناسایی، انتخاب و معرفی ارقامی با مقاومت نسبی به گل جالیز است. با توجه به معرفی روزافزون ارقامی از گوجه‌فرنگی که پاسخ آن‌ها در مقابل آلودگی به علف هرز انگل گل جالیز بررسی نشده است، نیاز به تحقیقات تکمیلی جهت غربالگری و انتخاب ارقام متحمل به گل جالیز در راستای کاهش تلفات عملکرد گوجه‌فرنگی در اثر انگل مذکور ضروری است. در راستای نیل به این هدف، پژوهش حاضر به بررسی اختلاف در پاسخ ارقام جدید گوجه‌فرنگی در حضور گل جالیز مصری پرداخته است تا در صورت شناسایی ارقامی با تحمل نسبی به گل جالیز، این ارقام جدید به کشاورزان معرفی شوند و عملکرد گوجه‌فرنگی را در شرایط آلودگی به گل جالیز بهبود بخشند.

مواد و روش‌ها

این آزمایش بر روی ۱۹ رقم گوجه‌فرنگی واردشده از کشور صربستان (فنومن، فانتوم، اایکس هرت، دانیجل، هانی، سوپریور، راکر، والووسکو، پروفیت، چری بلی، دوناتور، اوراگان، کازانووا، کینگ، چری، رداستون، اکسپرس، ماراتون و لیدر) در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار در شرایط کنترل‌شده گلخانه‌ای انجام شد. به‌منظور ارزیابی پاسخ هر رقم به آلودگی گل جالیز، آزمایش طوری طراحی شد که در هر رقم دو سری تیمار آلودگی و عدم آلودگی به گل جالیز پیش‌بینی و اجرا شد و با توجه به تفاوت‌های بین ارقام، پاسخ هر یک از ارقام به گل جالیز را نسبت به شاهد عدم آلوده آن بررسی شد. برای این منظور، چهار بذر از هر رقم به‌صورت مستقیم در هر گلدان به قطر ۲۲ سانتی‌متر و ارتفاع ۱۸ سانتی‌متر محتوی مخلوط خاک، ماسه و خاک‌برگ به ترتیب به نسبت ۱:۱:۳ کشت شد. گیاه‌چه-های گوجه‌فرنگی در مرحله‌ی چهار برگی به دو گیاه‌چه و پس از

1- Orobanchaceae
2- Orobanchol

دو هفته پس از اطمینان از استقرار آن‌ها به یک گیاه تنک شدند. در تیمارهای آلوده به گل جالیز به‌منظور بروز آلودگی گل جالیز در هر گلدان به ازا هر کیلوگرم خاک ۱۰ میلی‌گرم بذر گل جالیز بکار رفت که به‌طور کامل با نیمه فوقانی خاک گلدان مخلوط شد. گلدان‌ها در گلخانه با شرایط کنترل‌شده (دمای ۲۵/۲۰ درجه سانتی‌گراد شب/روز و رطوبت نسبی ۵۰ درصد) نگهداری شدند (Shooryabi *et al*., 2017). آبیاری طوری انجام شد که رطوبت خاک گلدان‌ها در طول آزمایش، حداقل در حد ۷۰ ظرفیت زراعی باقی بماند (Meighani *et al*., 2009). برای این منظور گلدان‌ها پس از آبیاری و پس از خروج آب ثقلی (ظرفیت زراعی) توزین و پس‌ازاینکه وزن گلدان‌ها حدود ۳۰ درصد کاهش یافت آبیاری با حجم مساوی از آب انجام می‌شد. بوته‌های گوجه‌فرنگی پس از ظهور گل جالیز از گلدان خارج‌شده و به دو بخش ریشه و اندام هوایی تفکیک شدند. خاک گلدان‌ها شسته و ریشه‌ی گوجه‌فرنگی و گل جالیزهای متصل جدا شدند. اندام‌های هوایی و ریشه‌ی گوجه‌فرنگی و گل جالیز ۷۲ ساعت در آون ۷۰ درجه سانتی‌گراد خشک شدند. به‌منظور بررسی صفات مورفولوژیکی، صفات مربوط به اندام‌های هوایی شامل وزن خشک اندام‌های هوایی (شامل برگ و ساقه)، ارتفاع بوته و همچنین صفات مربوط به ریشه، شامل وزن خشک‌ریشه در گیاهان شاهد (عاری از گل جالیز) و درصد کاهش وزن خشک اندام هوایی و ریشه‌ی ارقام موردبررسی در حضور گل جالیز و نیز تعداد ساقه و غده چه گل جالیز و وزن خشک اندام‌های زیرزمینی و ساقه گل جالیز اندازه-گیری شدند. برای پردازش داده‌ها از نرم‌افزار آماری Minitab17 و برای رسم نمودارها از نرم‌افزار ver 2013 Excel استفاده شد. مقایسه‌ی میانگین‌ها داده‌ها توسط آزمون فیشر و در سطح احتمال ۵ درصد ($p\leq$۰/۰۵) انجام شد.

نتایج و بحث

صفات مربوط به گوجه‌فرنگی

وزن خشک اندام‌های هوایی

نتایج آزمایش بیانگر تفاوت معنی‌دار وزن خشک اندام‌های هوایی بین ارقام گوجه‌فرنگی در شرایط عاری از گل جالیز بود ($p\leq$۰/۰۵) (جدول آنالیز واریانس نشان داده نشده است). مقایسه‌ی میانگین داده‌ها (جدول ۱) نشان داد در گیاهان شاهد، رقم فانتوم بیشترین میزان وزن خشک اندام‌های هوایی را دارا بود. بین این رقم با ارقام دانیجل، سوپریر بیف، هانی و اُایکس هرت تفاوت معنی‌داری وجود نداشت. رقم اکسپرس کمترین میزان وزن خشک را در بین گیاهان عاری از گل جالیز به خود اختصاص داد و تفاوت قابل‌توجهی با ارقام چری‌بل، کازانوا، روکر، کینگ، ماراتن، اوراگان، رد استون، چری و لیدر نداشت.

از سوی دیگر تفاوت معنی‌داری ($p\leq$۰/۰۵) در درصد کاهش وزن خشک اندام‌های هوایی بین ارقام گوجه‌فرنگی در حضور گل جالیز در مقایسه با شاهد مشاهده شد. ارقام فانتوم (۹۵/۰۸ درصد) و اُایکس هرت (۹۲/۶۷ درصد) بیشترین و ارقام اوراگان (۳۵/۳۹ درصد) و رداستون (۳۹/۳۸ درصد) کمترین کاهش وزن خشک اندام‌های هوایی را در شرایط حضور گل جالیز به خود اختصاص دادند و با ارقام اکسپرس (۴۴/۷۵ درصد)، دوناتور (۵۸/۱۶ درصد)، لیدر (۵۹/۱۶ درصد)، چری بل (۵۹/۳۸ درصد) و چری (۶۵/۲۴ درصد) در یک گروه آماری قرار گرفتند (جدول ۱).

وزن خشک ریشه

وزن خشک ریشه‌ی ارقام گوجه‌فرنگی در تیمارهای شاهد بدون حضور گل جالیز اختلاف معنی‌داری ($p\leq$۰/۰۵) با هم داشتند. با توجه به مقایسه‌ی میانگین داده‌ها (جدول ۱)، رقم فانتوم بیشترین میزان وزن خشک ریشه در شرایط عاری از گل جالیز را به خود اختصاص داد که از این نظر با ارقام اُایکس هرت، دانیجل و سوپریر اختلاف معنی‌داری نداشت. در این شرایط، کمترین وزن خشک در رقم‌های اکسپرس و چری مشاهده شد که با ارقام چری بل، رداستون، اوراگان و لیدر در یک گروه آماری قرار گرفتند (جدول ۱). بر اساس نتایج آزمایش در حضور گل جالیز، وزن خشک ریشه در کلیه‌ی ارقام به‌صورت معنی‌داری ($p\leq$۰/۰۵) کاهش یافت. ارقام فانتوم، اُایکس هرت، هانی، روکر و دانیجل به ترتیب با ۹۸/۶۶، ۹۸/۳۷، ۹۶/۰۳، ۹۴/۶۵ و ۹۴/۲۵ درصد بیشترین درصد کاهش وزن خشک ریشه را داشتند. در مقابل رقم اکسپرس با ۴۴/۷۱ درصد کاهش، پایین‌ترین میزان تلفات وزن خشک ریشه را به خود اختصاص داد (جدول ۱).

ارتفاع بوته

نتایج به‌دست‌آمده حاکی از تفاوت معنی‌دار ($p\leq$۰/۰۵) ارتفاع بوته بین ارقام گوجه‌فرنگی در تیمار شاهد عاری از گل جالیز بود. بر اساس مقایسه‌ی میانگین داده‌ها، مشاهده شد ارقام

چری بل (۵۳/۶۶ سانتی‌متر)، هانی (۵۳/۳۳ سانتی‌متر) و چری (۵۲/۳۳ سانتی‌متر) بیشترین و رقم لیدر (۲۸/۰۰ سانتی‌متر) کمترین ارتفاع بوته را نشان دادند. البته بین رقم لیدر با ارقام اکسپرس (۳۲/۰۰ سانتی‌متر)، روکر (۳۲/۰۰ سانتی‌متر)، اوراگان (۳۳/۳۳ سانتی‌متر)، رد استون (۳۴/۰۰ سانتی‌متر)، ماراتن (۳۶/۳۳ سانتی‌متر) و دوناتور (۳۷/۰۰ سانتی‌متر) تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۱).

از سوی دیگر انگلی شدن با گل جالیز موجب کاهش معنی‌دار ارتفاع بوته شد و بین ارقام گوجه‌فرنگی از نظر درصد کاهش ارتفاع بوته در حضور گل جالیز اختلاف معنی‌داری ($p\leq$۰/۰۵) وجود داشت. بر اساس نتایج آزمایش، رقم فانتوم بیشترین کاهش ارتفاع بوته را به میزان ۸۷/۳۱ درصد نسبت به گیاهان شاهد داشت و ارقام اکسپرس، دوناتور، اوراگان و لیدر به ترتیب با ۴۳/۷۷، ۴۴/۷۶، ۴۵/۳ و ۴۶/۰۳ درصد، کمترین کاهش ارتفاع را در مقایسه با گیاهان عاری از گل جالیز نشان دادند (جدول ۱).

مشابه مطالعه‌ی فوق، در بررسی گیاه آفتابگردان در حضور گل جالیز ملاحظه شد وزن خشک ساقه و تعداد برگ‌های گیاهان آلوده به‌طور بسیار معنی‌داری کمتر از گیاهان شاهد (غیر آلوده) است (Castegon-Munoz *et al*., 1993). در گزارشی دیگر نشان داده شد گل جالیز مصری باعث کاهش ارتفاع و وزن خشک ریشه و ساقه‌ی گوجه‌فرنگی به‌ویژه در ارقام حساس می‌شود (Eizenberg *et al*., 2007). محققین در بررسی پاسخ ۲۹ رقم گوجه‌فرنگی به آلودگی گل جالیز مصری نشان دادند حساسیت ارقام گوجه‌فرنگی به آلودگی گل جالیز متفاوت بود؛ حضور گل جالیز موجب کاهش وزن خشک شاخساره و ریشه در ارقام گوجه‌فرنگی شد که شدت این خسارت در ارقام مورد مطالعه یکسان نبود (Tokasi *et al*., 2014). در مطالعه‌ای مشابه میقانی و همکاران (Meighani *et al*., 2009) گزارش کردند بین ۲۶ رقم گوجه‌فرنگی اختلافات معنی‌داری در مواجهه با گل جالیز از نظر وزن خشک ساقه و ریشه، ارتفاع بوته و تعداد برگ مشاهده شد و در حضور گل جالیز در ارقام با حساسیت بیشتر به این علف هرز انگل، درصد کاهش این صفات در مقایسه با گیاهان غیر آلوده بیشتر بود. در مطالعه‌ای مشابه بر روی گیاه نخود (*Cicer arietinum*) مشخص شد تعداد ساقه‌های جانبی و وزن خشک اندام‌های هوایی ارقام حساس به گل جالیز به‌طور معنی‌داری کمتر از ارقام مقاوم بود (Rublales *et al*., 2003). در بررسی تالوران و همکاران در گوجه‌فرنگی نیز نتایج مشابهی گزارش شد (Thalouarn *et al*., 2006). در سایر مطالعات نیز گزارش‌هایی مبنی بر تأثیر منفی گل جالیز بر وزن خشک سیب‌زمینی (Goldwasser *et al*., 1999) و نخود (Ramiah, 1987) مشاهده شده است. در مطالعه ابوغریبه و همکاران از بین ۱۰۸ رقم گوجه‌فرنگی تنها ۸ رقم با مقاومت اندکی نسبت به گل جالیز منشعب (*O. ramosa*) (Abu- Gharbieh *et al*., 1978) و در گزارش ابدو و شربینین (Abdeev and Scherbinin, 1982) تنها یک رقم از بین ۱۱ رقم دارای مقاومت به گل جالیز مصری شناسایی شد. پارکر و ریچز (Parker and Riches, 1998) نیز خسارت ۲۵ تا ۷۵ درصدی گل جالیز را در گوجه‌فرنگی گزارش کردند.

صفات مربوط به گل جالیز

تعداد غده چه[1]

طبق نتایج، تفاوت معنی‌داری ($p\leq$۰/۰۵) در تعداد غده‌چه مشاهده شده گل جالیز در ارقام گوجه‌فرنگی مورد مطالعه وجود داشت (جدول ۲). با توجه به مقایسه‌ی میانگین داده‌ها، مشاهده شد رقم چری بل دارای بیشترین تعداد غده چه‌ی گل جالیز (۲۱/۶۶ عدد) بود و رقم دوناتور کمترین تعداد غده چه (۳/۶۶ عدد) را داشت. این رقم از نظر این صفت با دیگر رقم‌ها به‌جز چری بل، تفاوت معنی‌داری را نشان نداد (جدول ۲).

تعداد ساقه‌ی گل جالیز

نتایج حاصل از این آزمایش نشان داد در حضور گل جالیز اختلاف معنی‌داری ($p\leq$۰/۰۵) بین ارقام گوجه‌فرنگی از نظر تعداد ساقه‌ی گل جالیز وجود داشت. مقایسه‌ی میانگین داده‌ها نشان داد که در رقم چری‌بل، روکر و دانیجل بیشترین ساقه‌ی گل جالیز مشاهده شد و ارقام دوناتور، اوراگان، فنومن، سوپریر دارای کمترین ساقه‌ی گل جالیز بودند (جدول ۲).

1- Tubercle

جدول ۱: مقایسه‌ی میانگین وزن خشک اندام‌های هوایی و ریشه و ارتفاع بوته در ارقام گوجه‌فرنگی در تیمارهای شاهد (عاری از گل جالیز) و درصد کاهش وزن خشک اندام‌های هوایی، ریشه و ارتفاع بوته ارقام گوجه‌فرنگی در حضور گل جالیز

Table 1- Mean comparison of tomato cultivars aboveground and root dry weight and height in control treatments and percentage of decrease in tomato cultivars shoot and root dry weight and height in infected treatments

ارقام گوجه‌فرنگی Tomato cultivars	ارقام گوجه‌فرنگی (تیمارهای شاهد) Tomato cultivars (Control treatments)			ارقام گوجه‌فرنگی (تیمارهای آلوده در مقایسه با تیمارهای شاهد) Tomato cultivars (Infected treatments compared to control treatments)		
	وزن خشک اندام‌های هوایی (گرم) Shoot dry weight (g)	وزن خشک ریشه (گرم) Root dry weight (g)	ارتفاع (سانتی متر) Height (cm)	کاهش وزن خشک اندام‌های هوایی (درصد) Shoot dry weight loss (%)	کاهش وزن خشک ریشه (درصد) Root dry weight loss (%)	کاهش ارتفاع (درصد) Height loss (%)
1. FENOMEN	8.67 b-e*	2.51 c-f	46.33 a-c	88.81 ab	88.98 ab	84.12 a
2. FANTOM	13.07 a	3.76 a	47.66 ab	95.08 a	98.66 a	87.31 a
3. OX HEART	10.48 a-d	3.58 ab	50.33 ab	92.67 a	98.37 a	86.77 a
4. DANIJEL	11.53 ab	3.43 a-c	46.33 a-c	86.00 ab	94.25 a	76.86 a
5. HONEY	10.52 a-d	2.8 b-d	53.33 a	89.59 ab	96.03 a	82.29 a
6. SUPERIOR	10.87 a-c	2.85 a-d	48.00 ab	90.60 ab	88.52 a-c	82.22 a
7. ROKER	6.32 e-g	2.14 d-h	32.00 ef	86.40 ab	94.65 a	74.27 a
8. VOLOVSKO	7.94 b-f	2.66 b-e	42.00 b-d	74.74 a-c	88.42 ab	64.20 ab
9. PROFIT	7.81 c-f	1.76 e-i	48.33 ab	83.06 ab	91.02 ab	81.37 a
10. CHERY BELLE	7.22 c-g	1.68 f-i	53.66 a	59.39 b-d	82.01 a-c	66.55 ab
11. DONATOR	7.48 c-f	2.28 d-g	37.00 c-f	58.16 b-d	57.49 c	44.76 bc
12. URAGAN	5.57 e-g	1.52 g-i	33.33 d-f	35.40 d	70.01 bc	45.30 bc
13. KAZANOVA	7.18 d-g	2.16 d-h	41.66 b-e	74.31 a-c	88.28 ab	60.36 ab
14. KING	5.84 e-g	2.08 d-h	40.66 b-e	74.27 a-c	80.27 a-c	78.35 a
15. CHERY	4.41 fg	0.93 i	52.33 a	65.25 a-d	70.73 a-c	81.96 a
16. RED STONE	4.91 fg	1.60 f-i	34.00 d-f	39.38 d	76.71 a-c	48.69 bc
17. EXPRES	3.76 g	0.84 i	32.00 ef	44.75 cd	44.71 d	43.77 c
18. MARATON	5.68 eg	2.05 d-h	36.33 d-f	73.00 a-c	73.95 a-c	63.31 ab
19. LEADER	4.32 fg	1.32 hi	28.00 f	59.17 b-d	59.87 bc	46.03 bc

* میانگین‌هایی که در هر ستون، حداقل دارای یک حرف مشترک هستند، اختلاف معنی‌داری بر اساس آزمون فیشر ندارند ($p\leq 0.05$).

Means with the same letter within a column are not significantly different based on Fischer Test ($p\leq 0.05$).

وزن خشک گل جالیز (مجموع وزن خشک غده چه و ساقه)

نتایج نشان دادند که وزن خشک تولیدی گل جالیز در ارقام گوجه‌فرنگی اختلاف معنی‌داری ($p\leq$۰/۰۵) داشت. در رقم چری بل (۳/۸۹ گرم) بیشترین و رقم اوراگان (۰/۵۶ گرم) کمترین وزن خشک گل جالیز مشاهده شد. بر اساس نتایج آزمایش رقم چری بل با ارقام ماراتن، کازانوا، دانیجل، اکسپرس و رد استون در یک گروه آماری قرار گرفت (جدول ۲).

مشابه بررسی حاضر، در مطالعاتی مشابه بین گونه‌های وحشی و ارقام زراعی گوجه‌فرنگی تنوع قابل قبولی در تحمل به گل جالیز مشاهده شده است. دیگر محققین نیز گزارش کردند که وزن خشک تولیدشده و تعداد ساقه گل جالیز منشعب به ترتیب در ارقام مختلف گوجه‌فرنگی (Etagegnehu and Suwanketnikom, 2004) و شبدر (Eizenberg and Colquhoun, 2003) متفاوت و بسیار معنی‌دار بود. در بررسی تحمل توتون به‌گونه‌ای گل جالیز (*O. cernua*) رشد توتون به‌ویژه در ارقام حساس، ۵۰ روز پس از کاشت به‌طور معنی‌داری کاهش و تخصیص ماده خشک به گل جالیز افزایش یافت، به‌طوری‌که ۷۳ روز پس از کاشت تقریباً تمام وزن خشک تجمع یافته به انگل تعلق گرفت (Jacobsohn, 1989). در پژوهش مشابه دیگری که بر روی ۲۶ رقم گوجه‌فرنگی صورت گرفت، اختلاف بین ارقام مختلف گوجه‌فرنگی در پاسخ به حضور گل

جالیز گزارش شده است. بر اساس گزارش مذکور گل جالیز در مجاورت حساس‌ترین رقم، بیشترین وزن خشک و تعداد ساقه را تولید کرد. اعتقاد بر این است که گل جالیز می‌تواند در کنار میزبان حساس مواد غذایی بیشتری را دریافت کند و روابط میزبان-انگل را به نفع خود پیش برد و به میزبان حساس آسیب بیشتری در مقایسه با دیگر ارقام وارد آید (Meighani *et al*., 2009). تکاسی و همکاران (Tokasi *et al*., 2014) نشان دادند در ارقام مختلف گوجه‌فرنگی، پاسخ به حضور گل جالیز متفاوت و تعداد ساقه‌ی گل جالیز از ۰ تا ۴۳ عدد متغیر بود. همچنین وزن خشک این علف هرز انگل در ارقام حساس بیشتر بود.

فرناندز و همکاران (Ferna´ndez-Aparicio *et al*., 2009) نیز به اختلاف پاسخ گونه های گیاه ماشک در حضور گل جالیز صدفی و گل جالیز مصری اشاره کردند و در نتیجه پژوهش آن‌ها، یک رقم مقاوم در مزرعه مشاهده شد. در مورد علت پاسخ متفاوت میزبان‌های گل جالیز از جمله گوجه‌فرنگی در مواجهه با این علف هرز انگل مطالعاتی صورت گرفته است. طبق نظر برخی محققین، میزبان در سه مرحله از چرخه‌ی زندگی انگل می‌تواند از خود مقاومت نشان می‌دهد: جوانه‌زنی، تشکیل مکینه و نمو ساقه‌های گل دهنده. بر این اساس از علل عدم واکنش ارقام حساس به حضور گل جالیز، وجود یک مکانیسم انگلی فعال بازدارنده‌ی واکنش‌های میزبان و شباهت‌های بیوشیمیایی و فیزیولوژیکی بین میزبان و انگل و این‌که هر دو از گیاهان عالی هستند، بیان شده است (Mayer, 2006). همچنین این محقق نشان داد که ترکیبات فنولی گیاه انگل می‌توانند به‌عنوان بازدارنده واکنش‌های دفاعی میزبان عمل کنند. به‌علاوه مشخص‌شده است که تداخل گیاه انگل با جریان عادی و سنتز هورمون‌های میزبان مانند آبسیزیک اسید نیز وجود دارد (Jiang *et al*., 2004). تغییر تعادل هورمونی در محل آلودگی شاید باعث تأخیر یا لغو پاسخ دفاعی شود. در مورد پاسخ ارقام متحمل، به نقش متابولیت‌های ثانویه در تشکیل سدهای مکانیکی و شیمیایی در برابر علف‌های انگل مهاجم در میزبان‌های مقاوم در ماشک اشاره شده است (Goldwasser *et al*., 1999). در این مطالعه با توجه به محرز بودن واکنش ارقام مورد مطالعه گوجه‌فرنگی به آلودگی گوجه‌فرنگی، به نظر می‌رسد یکی از مکانیسم‌های مذکور در این مهم دخیل باشند که در مطالعات آتی پیشنهاد بر بررسی‌های دقیق آزمایشگاهی و فیزیولوژیکی است.

جدول ۲- مقایسه‌ی میانگین تعداد غده چه و ساقه و وزن خشک گل جالیز در گیاهان گوجه‌فرنگی آلوده به گل جالیز

Table 2- Mean comparison of tubercle and shoot number and dry weight of broomrape in infected tomato plants

ارقام گوجه‌فرنگی	تعداد غده‌چه	تعداد شاخه	وزن خشک (گرم)
Tomato varieties	Tubercle number	Shoot number	Dry weight (gr)
1. FENOMEN	4.66 bc*	1.33 c	0.97 de
2. FANTOM	6.33 bc	2.33 a-c	0.83 de
3. OX HEART	5.00 bc	2.00 a-c	0.73 e
4. DANIJEL	11.66 bc	5.00 ab	2.7 a-c
5. HONEY HEART	11.00 bc	3.00 a-c	1.43 c-e
6. SUPERior	5.66 bc	1.33 c	0.75 de
7. ROKER	12.00 bc	5.33 a	1.25 c-e
8. VOLOVSKO	8.00 bc	2.66 a-c	1.77 c-e
9. PROFIT	4.66 bc	2.66 a-c	0.94 de
10. CHERY BELLE	21.66 a	5.33 a	3.89 a
11. DONATOR	3.66 c	1.00 c	0.98 de
12. URAGAN	4.66 bc	1.33 c	0.56 e
13. KAZANOVA	10.00 bc	3.66 a-c	2.79 a-c
14. KING	7.66 bc	3.66 a-c	1.86 c-e
15. CHERY	5.33 bc	2.33 a-c	2.19 b-e
16. RED STONE	6.33 bc	3.33 a-c	2.39 b-d
17. EXPRES	8.33 bc	1.66 bc	2.68 a-c
18. MARATON	13.00 b	2.66 a-c	3.76 ab
19. LEADER	6.33 bc	2.00 a-c	2.17 b-e

*میانگین‌هایی که در هر ستون، حداقل دارای یک حرف مشترک هستند، اختلاف معنی‌داری بر اساس آزمون فیشر ندارند ($p\leq 0.05$).

Means with the same letter within a column are not significantly different based on Fischer test ($p\leq 0.05$).

نتیجه‌گیری کلی

به‌طورکلی با توجه به نتایج حاصل از این بررسی و بر اساس مقایسه‌ی پاسخ صفات ارقام گوجه‌فرنگی (درصد کاهش وزن خشک اندام هوایی، ریشه و ارتفاع بوته) مشخص شد ارقام اکسپرس، اوراگان، دوناتور، رداستون و لیدر نسبت به دیگر ارقام، تحمل بیشتری به گل جالیز داشتند. در رقم اکسپرس با وجود تولید وزن خشک ریشه و اندام‌های هوایی به ترتیب به میزان ۲/۲ و ۲/۱ برابر نسبت به سایر ارقام، کمتر دچار خسارت شد. همچنین ارقام اوراگان و دوناتور نیز توانستند با تولید کمترین تعداد شاخه و وزن خشک گل جالیز، کمترین درصد کاهش وزن خشک اندام‌های هوایی را به خود اختصاص دهند و بعد از رقم اکسپرس دارای کمترین تلفات در وزن خشک ریشه باشند. از سوی دیگر ارقام فانتوم، اُایکس هرت، هانی، پروفیت ارقامی بودند که علی‌رغم تولید بیشترین زیست‌توده در شرایط عاری از گل جالیز، در شرایط آلودگی به گل جالیز با وجود حصول وزن خشک کمتر گل جالیز نسبت به دیگر ارقام، بیشترین تلفات را در صفات مذکور داشتند. این مهم نشان از حساسیت بالاتر این ارقام در مقایسه با دیگر رقم‌ها به آلودگی به گل جالیز است.

در بررسی صفات مربوط به گل جالیز نیز مشخص شد که در برخی ارقام باتحمل نسبی بیشتر از جمله رقم‌های اوراگان و دوناتور تعداد غده‌چه و ساقه‌ی گل جالیز کمتری نسبت به دیگر ارقام مشاهده شد. حال این‌که تعداد غده چه و وزن خشک گل جالیز در برخی دیگر از این ارقام نسبتاً متحمل (لیدر، رد استون و اکسپرس) در مقایسه با دیگر ارقام بدون اختلاف معنی‌داری، بیشتر بود. این نتیجه احتمالاً گویای این مهم است که ارقام مورد مطالعه که تحمل بهتری در مقابل گل جالیز نشان دادند، شامل دو گروه هستند؛ گروه اول ارقامی مانند اوراگان و دوناتور که احتمالاً از طریق ممانعت از جوانه‌زنی بذور گل جالیز و در مرحله بعد جلوگیری از رشد و نفوذ مکینه به درون آوندها و استقرار بر روی ریشه‌ی خود، رشد خود را بهبود بخشیدند. گروه دوم ارقامی مانند اکسپرس، رد استون و لیدر توانایی معنی‌داری در جلوگیری از جوانه‌زنی گل جالیز نداشته و احتمالاً از نفوذ مکینه به آوندها ممانعت کرده‌اند. بااین‌وجود اثبات دقیق این فرضیه نیاز به مطالعات دقیق‌تری دارد. کمتر بودن تعداد ساقه‌ی گل جالیز در این ارقام در مقایسه با تعداد غده چه و وزن خشک گل جالیز ممکن است تأییدی بر این مدعا باشد. از سوی دیگر در مورد ارقام حساس‌تر (فانتوم، اُایکس هرت، هانی) مشاهده شد علی‌رغم این‌که این ارقام در شرایط عاری از گل جالیز از صفات رویشی خوبی در مقایسه با دیگر ارقام برخوردار بودند، امّا حسّاسیّت بالایی به انگلی شدن گل جالیز داشتند. این مهم ضمن تأیید حسّاسیّت بیشتر آن‌ها، نشان می‌دهد که در برنامه‌های به نژادی گیاهان که در شرایط عاری از تنش و حضور علف‌های هرز انجام می‌شود عدم توجه به این مهم، تبعات دیگری را در شرایط واقعی مزرعه به دنبال خواهد داشت. در راستای این مطالعه پیشنهاد می‌شود تحمل کلیه‌ی ارقام مورد بررسی در این آزمایش، در شرایط مزرعه نیز بررسی شوند تا بتوان نتایج بالا را با قاطعیت تأیید کرد. همچنین بهتر است جهت مطالعه‌ی دقیق‌تر مکانیسم-های مقاومت در ارقام متحمل نسبی، مراحل مختلف انگلی شدن میزبان توسط گل جالیز جداگانه مورد تحقیق قرار گیرند.

سپاسگزاری

هزینه‌های این پژوهش به شماره ۴۱۷۵۸ از محل اعتبارات معاونت پژوهش و فناوری دانشگاه فردوسی تأمین شده است که بدین‌وسیله تشکر و قدردانی می‌شود.

References **فهرست منابع**

Abdeev, Y. and B. M. Scherbinin. 1982. Linkage relation of ora gene for resistance to *Orobanche aegyptiaca*. tomato genet. Coop., Dep. Vegetable Crops, Univ. of California, Davis. Research Plant, 32 p.

Abu-Gharbieh, W. I., K. M. Makkouk and A. R. Saghir. 1978. Response of different tomato cultivars to the root-knot nematode, tomato yellow leaf curl virus, and *Orobanche* in Jordan. Plant Disease Report, 62(3): 263- 266.

Anonymous. 2017. Agricultural statistic. Ministry of Jihad-e- Keshavarzi. Available at Web site: www.agri-jahad.ir (In Persian)

Castegon-Munoz, M., F. Romero-Munoz and Garcia-Torres. 1993. Effect of planting date on broomrape (*Orobanche Cernua* Loefl.) infections in sunflower (*Helianthus annuus* L.). Weed Research, 33: 171-176.

Eizenberg, H., T. Lande., G. Achdari., A. Roichman and J. Hershenhorn. 2007. Effect of Egyptian broomrape (*Orobanche aegyptiaca*) seed-burial depth on parasitism dynamics and chemical control in tomato. Weed Science, 55: 152-156.

Eizenberg, H. and J. B. Colquhoun, 2003. Variation in Clover response to small broomrape (*Orobnche minor)*. Weed Science, 51: 759-763.

Etagegnehu, G. M. and R. Suwanketnikom. 2004. Screening of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) varieties for resistance to branched broomrape (*Orobanche ramosa* L.). Kasetsart J. (Nat. Sci.), 38: 434 – 439.

Ferna´ndez-Aparicio, Mo´nica, Josefina C. Sillero, Diego Rubiales. 2009. Resistance to broomrape species (*Orobanche* spp.) in common vetch (*Vicia sativa* L.). Crop Protection, 28:7–12.

Goldwasser, Y., J. Hershenhorn., D. Plakhine., Y. Kleifeld and B. Rubin. 1999. Biochemical factors involved in vetch resistance to *Orobanche aegyptiaca*. Physiological and Molecular Plant Pathology, 54: 87-96.

Jacobsohn, R. 1989. *Orobanche*. IN: Helevy, H. A. (ed.) Handbook of flowering plant, vol. 6. CRC press, Florida, pp. 490-493. paper 109, PP. 139-154.

Heide-Jørgensen, H. S. 2013. The parasitic syndrome in higher plants. In Joel D.M., Gressel J. and Musselman L. J. (eds). Parasitic Orobanchaceae pp. 1-14

Jiang, F., W. D. Jeschke and W. Hartung. 2004. Abscisic acid (ABA) flows from Hordeum vulgare to the hemiparasite *Rhinanthus minor* and the influence of infection on host and parasite abscisic acid relations. Journal of Experimental Botany, 55:2323–2329

Joel, D. M. 2000. The long-term approach to parasitic weeds control: Manipulation of specific developmental mechanisms of the parasite. Crop Protection. 19: 753- 758.

Links, R. D., J. B. Colquhoun and C. A. Mallory-Smith. 2006. Investigation of wheat as a trap for control of *Orobanche minor*. Weed Research. 46: 313-318.

Mayer, A. M. 2006. Pathogenesis by fungi and by parasitic plants: similarities and differences. Phytoparasitica. 34:3–16.

Meighani, F., M. Yazdani and M. Minbashi. 2009. Study of tomato (*Lycopersicon esculentum*) cultivars tolerance to broomrape (*Orobanche aegyptiaca).* Pest and Diseases Journal. 77(1): 93-111. (In Persian).

Parker, C. and C. R. Riches. 1998. Parasitic weeds of the world: Biology and Control. Wallingford: CAB International.

Ramiah, K. V. 1987. Control of *Striga* and *Orobanche* species. In H. Chr. Weber and W.Forstreuter (ed.). Parasitic Flowering Plants.

Rublales, D., C. A. Alcantara., G. J. Perez-de-luque and C. Sillero. 2003. Infection of chickpea (*Cicer arietinum*) by crenate broomrape (*Orobanche crenata*) as influenced by sowing date and weather conditions. Agronomie, 23: 359-362.

Shooryabi, M., E. Izadi Darbandi., M. H. Rashed Mohassel and A.Ganjeali. 2017. Screening the tolerance of tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) ultivars and landraces to Egyptian broomrape (*Orobanche aegyptiaca* pers) under greenhouse conditions. Weed Research Journal, 9: 53-62.

Tokasi, S., M. Bannayan Avval., H. Rahimian Mashhadi and A. Ghanbari, 2014. Screening of resistance to Egyptian broomrape infection in tomato varieties. Planta Daninha, 32(1):109-116.

Thalouarn, P., P. Labrousse and A. Berville. 2006. The resistance mechanism of mutagenised tomato line resistant to *Orobanche* spp. Workshop Parasite Plant Management in Sustainable Agriculture, Final Meeting of Cost 849, 23-24 November, ITQ13 Deiras-Lisbon, Portugal: Perez-de-Luque A., 34-35.

Study of Tolerance of New Tomato Cultivars (*Lycopersicon esculentum* L.) to Egyptian Broomrape (*Orobanche aegyptiaca* Pers.) under Greenhouse Conditions

E. Izadi-Darbandi[1]* and M. Shooryabi[2]

Abstract

The use of tolerant cultivars is one of the most important methods for parasitic weed managing. In order to screen of 19 Serbian tomato cultivars tolerance to *Orobanche aegyptiaca* under greenhouse conditions, an experiment was arranged as a factorial experiment, based on completely randomized design with three replications. The tolerance of these cultivars was investigated in the presence and absence of broomrape in separately treatments. The results showed that among the studied Serbian cultivars, express, uragan, donator, red stone and leader cultivars were more tolerant than other cultivars. Despite of high dry weight production in express cultivar, it suffered the least damage (44.75%) compared to other cultivars. The lowest broomrape dry weight was observed at uragan and donator cultivars. However their aboveground biomass reduced to 35.39% and 58.16% respectively. Despite the higher biomass production in fantom, ox heart, honey and profit cultivars in control treatments, they suffered severe damage (more than 80%) in infected treatments. It seems theses cultivars are more susceptible to broomrape than the others.

Key words: Parasite, Aboveground biomass, Susceptibility, Tubercle

Received date: 24 July 2017 Accepted date: 12 October 2017

1- Associate Professor, Department of Agrotechnology, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran
2- Ph.D Student of Weed Science, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, International Campus, Iran
Corresponding author E-mail: e-izadi@um.ac.ir