مجله پژوهش علف‌های هرز
جلد ۹، شماره ۲، ۱۳۹۶
صفحات ۶۲-۵۳

غربال‌گری ارقام و توده‌های گوجه‌فرنگی (*Lycopersicon esculentum* L.) از نظر میزان تحمل آلودگی گل جالیز مصری (*Orobanche aegyptiaca* pers.) در شرایط گلخانه

Screening the tolerance of tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) cultivars and landraces to Egyptian broomrape (*Orobanche aegyptiaca* pers.) under greenhouse conditions

مریم شوریابی[۱]، ابراهیم ایزدی دربندی[۲*]، محمد حسن راشد محصل[۳]، علی گنجعلی[۴]

چکیده

به‌منظور ارزیابی تحمل برخی ارقام و توده‌های گوجه‌فرنگی (*Lycopersicon esculentum* L.) به گل جالیز مصری (*Orobanche aegyptiaca* pers.) مصری آزمایشی در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۳ تکرار در شرایط گلخانه‌ای انجام شد. در این آزمایش ۲۳ رقم و ٤ توده محلی گوجه‌فرنگی در دو سری تیمار آلوده به گل جالیز و شاهد (عاری از گل جالیز) کشت شدند. بر اساس نتایج حاصل از آزمایش، ارقام و توده‌های گوجه‌فرنگی مورد بررسی اختلاف معنی‌داری در زیست‌توده داشتند و گل جالیز وزن تر و خشک همه‌ی ارقام و توده‌های گوجه‌فرنگی را به‌طور معنی‌داری کاهش داد. ارقام و توده‌های گوجه‌فرنگی از نظر تحمل به گل جالیز اختلاف معنی‌داری باهم داشتند. به‌طورکلی بر اساس نتایج به‌دست‌آمده می‌توان ارقام اوربانا و GS15 و مارکونی را در کنار توده‌های گوجه‌فرنگی، ارقام حساس‌تر در مقابل گل جالیز مصری معرفی کرد؛ حال‌آنکه ارقام کال جی ان، پرایمو، هیبرید پتوپراید V، هیبرید زمان و هیبرید سوپرست با وجودی که از قابلیت پارازیته شدن بالایی در مواجهه با گل جالیز برخوردار بودند، امّا مشاهده شد در مقایسه با دیگر ارقام کمترین میزان کاهش وزن اندام‌های هوایی و ریشه را در حضور گل جالیز به خود اختصاص دادند. همچنین مقایسه توده‌ها و ارقام گوجه‌فرنگی نشان داد علی‌رغم تولید زیست‌توده بالاتر توده‌ها در شرایط عاری از گل جالیز، در شرایط پارازیته شدن به گل جالیز توده‌ها از حسّاسیّت بیشتری برخوردار بودند و آسیب شدیدتری را متحمل شدند.

کلمات کلیدی: ارقام حساس، بیومس، ریشه، علف هرز انگل

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۱/۲۸ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۰۳/۲۰

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

۲ و۳- دانشیار و استاد گروه اگروتکنولوژی، دانشکده ی کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد،

۴- دانشیار گروه زیست شناسی، دانشکده ی علوم پایه، دانشگاه فردوسی مشهد

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

مقدمه

علف‌های هرز انگل (بالغ بر ۴۰۰ گونه) یکی از مخرب‌ترین و مهم‌ترین مشکلات تولید محصولات کشاورزی می‌باشند که باعث آسیب‌های سنگین به تعداد زیادی از محصولات زراعی و کاهش عملکرد و کیفیت محصول می‌شوند (Dor *et al*., 2006). گونه‌های *Orobanche* از انگل‌های اجباری ریشه‌ی محصولات زراعی دو لپه مهم در مناطق نیمه‌خشک جهان به شمار می‌آیند. بر خلاف دیگر علف‌های هرز این علف‌های هرز انگل به‌طور مستقیم از طریق مکینه‌ها به سیستم‌های آوندی گیاهان زراعی که به‌عنوان میزبان خود در نظر می‌گیرند متصل می‌شوند و این انگل تبدیل به یک مکنده برای محصولات فتوسنتزی، ناتوان کننده‌ی رشد و کاهش عملکرد تا حد مرگ گیاهان میزبان خود می‌شود (Forouzesh *et al*., 2007). هر گیاه بالغ گل جالیز هزاران بذر با وزن هزار دانه بسیار کم تولید می‌کند که برای سال‌های طولانی در خاک زنده می‌مانند. بذرها تنها بعد از دریافت یک محرّک شیمیایی از ریشه میزبان در مجاورت خود جوانه می‌زنند. در ارتباط با مکانیسم آلودگی با گونه‌های مختلف گل جالیز نشان داده شده که تولید محرّک‌های جوانه‌زنی به نام استریگولاکتون‌ها[1] از ریشه‌ی میزبان سبب جوانه‌زنی بذور گل جالیز می‌شوند. استریگولاکتون‌ها یک گروه جدید از هورمون‌های گیاهی هستند که در جوانه‌زنی، طویل شدن هیپوکوتیل و نمو زایشی نقش دارند (Lo´Ra pez-´ez *et al*., 2011). گل جالیز مصری (*Orobanche aegyptiaca* Pers.) به‌عنوان یک گیاه انگل ریشه، یکی از عوامل محدودکننده‌ی کشت برخی از گیاهان زراعی در بسیاری از نقاط دنیا، میزبان‌های متعددی را آلوده می‌سازد (Mayer, 2006). گوجه‌فرنگی (*Lycopersicon esculentum* L.) نیز یکی از میزبان‌های این گیاه است که گل جالیز در تراکم بالا قادر است ۱۰۰ درصد به این محصول زراعی خسارت وارد کند (Shimi and Benedictus, 1994). نظر به اهمّیّت این محصول صیفی در اقتصاد و سطح برداشت بالای آن در کشور ما (۱۴۹۲۳۵ هکتار در سال زراعی ۹۵-۱۳۹۴ (Agricultural statistic, 2017)، لازم است روش‌های مختلف جهت کنترل این علف هرز انگل بررسی شوند. تاکنون روش‌های کنترل مکانیکی، زراعی، شیمیایی و بیولوژیکی برای این منظور بررسی‌شده‌اند (Forouzesh *et al*., 2007). یکی از مهم‌ترین و مؤثرترین روش‌های مدیریت گل جالیز استفاده از ارقام مقاوم می‌باشد. در این ارتباط مطالعات مختلفی در ارتباط با بررسی مقاومت ارقام مختلف گوجه‌فرنگی به علف‌های هرز انگل صورت گرفته است (Etagegnehu and Suwanketnikom, 2004; Meighani *et al*., 2009; AbuGharbieh *et al*., 1978; Parker and Riches, 1998; Tokasi *et al*., 2014). اعتقاد بر این است که یکی از سازوکارهای تحمل ارقام و توده‌های اصلاح‌شده، کاهش تولید محرّک‌های جوانه‌زنی به‌عنوان یک مکانیسم بازدارندگی است. از سوی دیگر در فرآیند نفوذ مکینه به داخل ریشه‌ی میزبان، نقش آنزیم پکتین متیل استراز، پلی گالاکتوروناز و تغییراتی در پکتین‌های دیواره سلولی میزبان مشخص شده است. به‌طوری‌که افزایش سنتز لیگنین در دیواره‌ی اسکلتی تراکئیدها و عناصر آوند چوبی و ممانعت از نفوذ اندام‌های مکنده گیاه انگل به ریشه میزبان، یکی از مکانیسم‌های مقاومت در برابر گل جالیز در آفتابگردان شناسایی شده است (Echevarrı´a-Zomen *et al*., 2006). در مطالعات دیگر نیز به نقش به سزای مشتقات فنیل پروپانوئید (کلروژنیک اسید) در مقاومت گیاه گوجه‌فرنگی در مقابل سس (*Cuscuta refrexa*) اشاره کرده‌اند. اعتقاد بر این است که سازوکارهای بیوشیمیایی تحمل به گل جالیز و گیاهان انگلی در نتیجه بیان ژن‌های مسئول سنتز پروتئین‌ها و آنزیم‌های مذکور است که در ارقام متحمل اتفاق می‌افتد (Sahm *et al*., 1994).

همان‌طور که اشاره شد، مطالعات مختلفی در ارتباط با بررسی مقاومت ارقام مختلف گوجه‌فرنگی به علف‌های هرز انگل صورت گرفته است، امّا با توجه به این‌که امروزه به کمک علم اصلاح نباتات، ارقام اصلاح‌شده‌ی متعددی از گوجه‌فرنگی وجود دارند که به‌طور گسترده در حال معرفی و مورد استفاده کشاورزان قرار می‌گیرد و همچنین برخی از توده‌های محلی گوجه‌فرنگی وجود دارند که در بعضی مناطق کشور کشت می‌شوند که پاسخ آن‌ها نسبت به آلودگی گل جالیز بررسی نشده است، انجام تحقیقات بیشتر در این زمینه ضروری به نظر می‌رسد. پژوهش حاضر در جهت نیل به این هدف و به‌منظور بررسی میزان تحمل ۲۳ رقم از ارقام تجاری موجود گوجه‌فرنگی و چهار توده‌ی محلی گوجه‌فرنگی جمع‌آوری‌شده از استان‌های مختلف کشور، به آلودگی گل جالیز مصری، انجام گرفت.

1- Strigolactones

مواد و روش‌ها

این آزمایش به‌صورت کاملاً تصادفی و در سه تکرار در شرایط گلخانه‌ای انجام شد که در آن بذور ارقام اصلاح‌شده موجود در کشور تهیه‌شده از شرکت سهامی فلات ایران به تعداد ۲۳ رقم و ۴ توده‌ی محلی (اصفهان، مازندران، کلاغان و خراسان) کشت شدند. بذور توده‌ی اصفهان از شرکت پاکان بذر اصفهان و توده‌ی مازندران از کشاورزان استان مازندران و دو توده‌ی کلاغان و خراسان از کشاورزان استان خراسان رضوی تهیه شد. برای این منظور کشت بذور گوجه‌فرنگی در گلدان‌هایی به قطر ۲۲ سانتی‌متر و ارتفاع ۱۸ سانتی‌متر محتوی مخلوط خاک، ماسه و خاک‌برگ به نسبت به ترتیب ۱:۱:۳ صورت گرفت. به‌منظور بروز آلودگی گل جالیز در هر گلدان به ازا هر کیلوگرم خاک ۱۰ میلی‌گرم بذر گل جالیز به کار رفت و به‌طور کامل با نیمه فوقانی خاک گلدان مخلوط شد. برای هر یک از ارقام و توده‌های محلی گوجه‌فرنگی، ۳ گلدان آلوده و ۳ گلدان غیر آلوده بکار رفت. گلدان‌ها در گلخانه با شرایط کنترل‌شده (دمای ۲۵/۲۰ درجه سانتی‌گراد شب/روز و رطوبت نسبی ۵۰ درصد) نگهداری شدند. آبیاری طوری انجام شد که رطوبت خاک گلدان‌ها در طول آزمایش، حداقل در حد ظرفیت زراعی باقی بماند بوته‌های گوجه‌فرنگی پس از ظهور گل جالیز از گلدان خارج شده و به دو بخش ریشه و اندام‌های هوایی تفکیک شدند. به‌منظور بررسی نتایج آزمایش، صفات مربوط به اندام‌های هوایی شامل وزن تر و خشک اندام‌های هوایی (شامل برگ و ساقه)، تعداد برگ، ارتفاع گوجه‌فرنگی و همچنین صفات مربوط به ریشه، شامل وزن تر و خشک ریشه و نیز تعداد گل جالیز (غده چه و ساقه) و وزن تر و خشک اندام زیرزمینی و ساقه گل جالیز در تمامی تیمارهای مورد نظر اندازه‌گیری شدند.

برای پردازش داده‌ها از نرم‌افزار آماری Minitab 17 و برای رسم نمودارها از نرم‌افزار Excel استفاده شد. مقایسه‌ی میانگین‌ها داده‌ها توسط آزمون فیشر و با احتمال خطای ۵ درصد ($p\leq$۰/۰۵) انجام شد. به‌منظور بررسی تأثیر گل جالیز بر گوجه‌فرنگی در تیمارهای آلوده به آن، از روند تغییرات داده‌های مربوط به صفات اندازه‌گیری شده گوجه‌فرنگی (درصد کاهش نسبت به تیمارهای شاهد عدم آلوده به گل جالیز) استفاده شد.

نتایج و بحث

وزن تر و خشک اندام‌های هوایی گوجه‌فرنگی

نتایج نشان داد وزن تر و خشک اندام‌های هوایی ارقام و توده‌های گوجه‌فرنگی در تیمارهای شاهد بدون حضور گل جالیز، اختلاف معنی‌داری ($p\leq$۰/۰۵) باهم داشتند. توده‌های اصفهان، مازندران و خراسان و رقم سوپراستار به ترتیب با ۳۸/۲۲، ۳۵/۶، ۳۴/۵۸ و ۳۲/۹۷ گرم بالاترین وزن تر اندام‌های هوایی را به خود اختصاص دادند. پس از آن‌ها ارقام کوئین (۳۲/۶۴ گرم) و توده‌ی کلاغان (۳۲/۴۱ گرم) در یک گروه آماری قرار گرفتند و ارقام هیبرید کومودورو، فلات و کال جی ان به ترتیب با ۱۴/۹۹، ۱۶/۶۲ و ۱۷/۴۴ گرم کمترین وزن تر اندام‌های هوایی را داشتند (جدول ۱). بر اساس نتایج آزمایش، در حضور گل جالیز، وزن تر اندام‌های هوایی کلیه‌ی ارقام و توده‌ها به‌طور معنی‌داری ($p\leq$۰/۰۵) کاهش یافت. بیشترین درصد کاهش وزن تر اندام‌های هوایی در رقم اوربانا (۹۳/۰۷ درصد) بود که از این نظر با ارقام مارکونی (۹۱/۸۵ درصد)، GS15 (۸۸/۲۹ درصد)، توده‌های اصفهان (۸۶/۸۴ درصد) و توده‌ی خراسان (۷۶/۰۵ درصد) اختلاف معنی‌داری نداشت. با این وجود در رقم هیبرید سوپرست با ۱۴/۰۴ درصد کاهش وزن تر اندام‌های هوایی نسبت به شاهد، کمترین تلفات وزن تر اندام‌های هوایی مشاهده شد (جدول ۱).

از سوی دیگر در شرایط عدم حضور گل جالیز، ارقام کوئین و سوپراستار و توده‌های بومی اصفهان و مازندران به ترتیب با ۷/۸۸، ۶/۷۲، ۷/۶۹ و ۷/۴۸ گرم بالاترین وزن خشک اندام‌های هوایی و ارقام هیبرید کومودورو (۲/۸۱ گرم) و کال جی ان (۲/۸۳ گرم) پایین‌ترین میزان وزن خشک اندام‌های هوایی را به خود اختصاص دادند (جدول ۱) و گل جالیز منجر به کاهش معنی‌دار ($p\leq$۰/۰۵) وزن خشک اندام‌های هوایی در همه‌ی ارقام و توده‌های مورد بررسی مشاهده شد. بیشترین درصد کاهش وزن خشک اندام‌های هوایی مربوط به ارقام GS15 (۸۶/۵۴ درصد)، مارکونی (۸۰/۴۴ درصد)، کوئین (۷۹/۶۴ درصد) و توده‌های خراسان (۸۳/۴۶ درصد) و اصفهان (۸۳/۱۴ درصد) بود. تحت همین شرایط ارقام کال جی ان، هیبرید کومودورو، هیبرید سوپرست، هیبرید فیرنزه و هیبرید DRD8564 به ترتیب با ۴۱/۲۴، ۴۴/۱۱، ۴۵/۸۵، ۵۴/۱۲ و ۵۴/۲۷ درصد کمترین میزان کاهش وزن خشک اندام‌های هوایی را به خود اختصاص دادند (جدول ۱).

وزن تر و خشک ریشه‌ی گوجه‌فرنگی

نتایج نشان دادند وزن تر و خشک ریشه‌ی ارقام و توده‌های گوجه‌فرنگی در تیمارهای شاهد بدون حضور گل جالیز، اختلاف معنی‌داری ($p\leq$۰/۰۵) باهم داشتند. توده‌ی اصفهان با ۱۸/۴۱ گرم به‌طور معنی‌داری نسبت به دیگر ارقام و توده‌های مورد بررسی در این آزمایش، بالاترین وزن تر ریشه را به خود اختصاص داد و پس از آن ارقام کوئین (۱۳/۱ گرم)، سوپراستار (۱۱/۶۸ گرم) و توده‌ی مازندران (۱۲/۴۸ گرم) در یک گروه آماری قرار گرفتند و ارقام هیبرید زمان و هیبرید پتوپراید V به ترتیب با ۴/۴۲ و ۴/۵۲ گرم کمترین وزن تر ریشه را داشتند (جدول ۱). بر اساس نتایج آزمایش، در حضور گل جالیز وزن تر ریشه‌ی کلیه‌ی ارقام و توده‌ها به‌طور معنی‌داری ($p\leq$۰/۰۵) کاهش یافت. بیشترین درصد کاهش وزن تر ریشه در رقم اوربانا (۹۸/۵۹ درصد) بود که با دیگر ارقام و توده‌ها به‌جز پنج رقم (کال جی ان، هیبرید اسپیدی، هیبرید کومودورو، هیبرید زمان و هیبرید پتوپراید V) اختلاف معنی‌داری نداشت. در رقم هیبرید پتوپراید V با ۸۱/۴۲ درصد کاهش وزن تر ریشه نسبت به شاهد، کمترین تلفات وزن تر ریشه مشاهده شد و با دو رقم هیبرید زمان (۸۲/۳۱ درصد) و هیبرید کومودورو (۸۴/۶۷ درصد) در یک گروه آماری قرار گرفت (جدول ۱).

نتایج مشابهی نیز از وزن خشک ریشه حاصل شد. به‌طوری‌که در شرایط عدم حضور گل جالیز، توده‌ی اصفهان با ۲/۴۲ گرم به‌طور معنی‌داری نسبت به دیگر ارقام و توده‌های مورد بررسی در این آزمایش، بالاترین وزن خشک ریشه را به خود اختصاص داد و پس از آن توده‌ی مازندران (۱/۶۳ گرم)، ارقام کوئین (۱/۵۴ گرم) و سوپراستار (۱/۴۹ گرم) در یک گروه آماری قرار گرفتند و ارقام فلات و هیبرید فیرنزه به ترتیب با ۰/۵۳ و ۰/۶۲ گرم کمترین وزن خشک ریشه را داشتند (جدول ۱). بر اساس نتایج آزمایش در شرایط حضور گل جالیز، کاهش معنی‌دار ($p\leq$۰/۰۵) وزن خشک ریشه در همه‌ی ارقام و توده‌های مورد بررسی مشاهده شد. بالاترین درصد کاهش وزن خشک ریشه مربوط به توده‌های اصفهان (۹۶/۱۳ درصد) و مازندران (۹۵/۱۹ درصد) و رقم اوربانا (۹۵/۸۲ درصد) بود. تحت همین شرایط رقم هیبرید زمان با ۲۷/۵۵ درصد، کمترین میزان کاهش وزن خشک ریشه را به خود اختصاص داد (جدول ۱).

مشابه بررسی حاضر، به گزارش محققان گل جالیز مصری باعث کاهش ارتفاع و وزن خشک ریشه و ساقه‌ی گوجه‌فرنگی (Eizenberg *et al*., 2007) به‌ویژه در ارقام حساس می‌شود (Dor *et al*., 2006). در پژوهشی دیگر کاهش وزن خشک ریشه و ساقه‌ی گوجه‌فرنگی در پاسخ به گل جالیز گزارش‌شده است (Meighani *et al*., 2009). تکاسی و همکاران (Tokasi *et al*., 2014) نیز گزارش کردند پاسخ ارقام مختلف گوجه‌فرنگی به گل جالیز متفاوت بوده و پارازیته شدن به این علف هرز انگل سبب کاهش معنی‌دار وزن خشک ساقه، ریشه و میوه‌ی گوجه‌فرنگی می‌شود. در بررسی تالوران و همکاران (Thalouarn *et al*., 2006) نیز گل جالیز گونه‌ی *O.crenata* باعث کاهش وزن خشک گوجه‌فرنگی شد و تأثیر آن در ارقام حساس به گل جالیز شدیدتر بود. در سایر مطالعات تأثیر منفی گل جالیز بر زیست‌توده بقولات (Goldwasser *et al*., 1997) و نخود (Ramiah, 1987) نیز گزارش‌شده است.

در تحقیق ابوغریبه و همکاران (Abu-Gharbieh *et al*., 1978) از بین ۱۰۸ رقم گوجه‌فرنگی تنها ۸ رقم با مقاومت اندکی نسبت به *O.ramosa* و در تحقیق ابدیو و شربینین (Abdeev and Scherbinin, 1982) تنها یک رقم از بین ۱۱ رقم دارای مقاومت به *O.aegyptiaca* شناسایی شد. پارکر و ریچز (Parker and Riches, 1998) خسارت ۲۵ تا ۷۵ درصدی گل جالیز را در گوجه‌فرنگی گزارش کردند. با این وجود در خصوص پاسخ توده‌های بومی گوجه‌فرنگی به گل جالیز مطالعاتی وجود ندارد.

صفات مربوط به گل جالیز

وزن تر: بر اساس نتایج مربوط به پارامترهای اندازه‌گیری شده در گل جالیز مشاهده شد که تفاوت معنی‌داری در وزن تر گل جالیز در ارقام و توده‌های بومی گوجه‌فرنگی مشاهده شد (جدول ۲). در ارقام پرایمو، سوپراستار و آماپولا به ترتیب با ۶/۴۷، ۵/۹۶ و ۵/۸ گرم، بیشترین و در توده‌ی بومی اصفهان و رقم GS15 به ترتیب با ۰ و ۰/۷۲ گرم، کمترین وزن تر ساقه‌ی گل جالیز مشاهده شد.

نتایج حاصل از آزمایش نشان داد که ارقام هیبرید سوپرست (۱۸/۹۷ گرم)، موبیل (۱۴/۸۶ گرم)، کال جی ان (۱۴/۷۶ گرم) و هیبرید پتوپراید V (۱۴/۷۲ گرم) و توده‌ی مازندران (۱۴/۹۲ گرم) بیشترین وزن تر غده‌چه‌ی[1] گل جالیز را به خود اختصاص دادند. با این وجود در رقم مارکونی با ۴/۳۳ گرم کمترین وزن تر غده گل جالیز مشاهده شد که از نظر این صفت با ارقام

1- Tubercle

سوپراستار، GS15، هیبرید پتوپراید II، سوپرچف، هیبرید ادِن، اوربانا و توده‌ی بومی خراسان تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ۲). از سوی دیگر وزن تر کل گل جالیز (مجموع ساقه و غده‌چه) در ارقام هیبرید سوپرست (۲۲/۳۷ گرم)، کال جی ان (۲۲/۲۴ گرم)، پرایمو (۲۰/۵۴ گرم) و موبیل (۱۸/۱۵ گرم) بالاترین مقدار مشاهده شد که با توده‌ی مازندران و ارقام هیبرید DRD8564، فلات، هیبرید پتوپرایدV، آماپولا در یک گروه آماری قرار داشتند. ارقام GS15، مارکونی، اوربانا، هیبرید ادِن و توده‌های بومی خراسان و اصفهان به ترتیب با ۲/۷۴، ۵/۳۴، ۶/۵۳، ۷/۰۱، ۹/۴۲ و ۱۰/۲۳ گرم پایین‌ترین میزان وزن تر کل گل جالیز را به خود اختصاص دادند (جدول ۲).

وزن خشک: نتایج حاصل از مقایسه میانگین داده‌ها نشان از تفاوت معنی‌داری در وزن خشک گل جالیز بین ارقام و توده‌های گوجه‌فرنگی داشت (جدول ۲). ارقام هیبرید DRD8564 و هیبرید سوپرست به ترتیب با ۳/۱۵ و ۳/۰۹ گرم دارای بیشترین و ارقام مارکونی و اوربانا به ترتیب با ۰/۷ و ۰/۸۲ گرم دارای کمترین وزن خشک گل جالیز بودند (جدول ۲).

تعداد ساقه گل جالیز: با توجه به نتایج این آزمایش، مجموع تعداد ساقه و غده‌چه‌ی گل جالیز اختلاف معنی ($p\leq$۰/۰۵) داری در بین ارقام و توده‌های گوجه‌فرنگی داشت. بالاترین تعداد ساقه و غده‌چه‌ی گل جالیز در ارقام هیبرید زمان، پرایمو، سی اچ و توده‌ی مازندران به ترتیب با ۱۳/۳۳، ۱۲، ۱۱ و ۱۰/۶۶ عدد و کمترین تعداد گل جالیز در ارقام کوئین، GS15 و هیبرید پتوپراید V به ترتیب با ۵، ۵/۳۳ و ۵/۶۶ عدد مشاهده شد (جدول ۲).

در مطالعه‌ای مشابه، ایتاجگنو و سوانکتنیکوم (Etagegnehu and Suwanketnikom, 2004) نیز تفاوت تعداد و وزن خشک ساقه‌ی *O.ramosa* را بین ارقام مختلف گوجه‌فرنگی گزارش کردند. همچنین در پژوهشی مشابه، تعداد ساقه و وزن خشک اندام زیرزمینی گل جالیز در ارقام مختلف گوجه‌فرنگی، تفاوت معنی‌داری داشت (Meighani *et al*., 2009). تفاوت وزن خشک گل جالیز در حضور ارقام مختلف شبدر نیز گزارش‌شده است (Eizenberg and Colquhon, 2003). در بررسی توتون و گل جالیز گونه‌ی *O.cernua*، کاهش میزان رشد میزبان به‌ویژه در ارقام حساس، ۵۰ روز پس از کاشت آغاز 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 مورد علت تفاوت پاسخ ارقام مختلف گوجه‌فرنگی و یا دیگر میزبان‌های گل جالیز در مواجهه با این علف هرز انگل مطالعاتی صورت گرفته است. ژول و پورتنوی (Joel and Portnoy, 1998) نشان داده‌اند که یک میزبان حساس، یک گیاه انگل را به‌عنوان عامل خارجی درک می‌کند و اجازه رشد در کنار بافت میزبان را به آن نمی‌دهد. مایر (Mayer, 2006) دراین‌باره دو امکان را پیشنهاد داد: اولین حالت مربوط به شباهت‌های بیوشیمیایی و فیزیولوژیکی بین میزبان و انگل و این‌که هر دو از گیاهان عالی بوده می‌باشد و دیگری به این علت که گیاهان انگل از فعال شدن پاسخ‌های دفاعی میزبان جلوگیری می‌کند، ارتباط دارد. تغییر تعادل هورمونی در محل آلودگی شاید باعث تأخیر یا لغو پاسخ دفاعی شود (Jiang *et al*., 2004). در مورد پاسخ ارقام متحمل، گلدوسر و همکاران (Goldwasser *et al*., 1999) به نقش متابولیت‌های ثانویه در تشکیل سدهای مکانیکی و شیمیایی در برابر علف‌های انگل مهاجم در میزبان‌های مقاوم در ماشک اشاره کردند. با وجود مطالعات صورت گرفته هنوز اطلاعات واضحی درباره‌ی مکانیسم عمل ارقام مقاوم و فرآیندهایی که گیاه انگل به‌وسیله آن، پاسخ-های دفاعی را در میزبان‌های سازگار مختل می‌کند، وجود ندارد.

نتیجه‌گیری کلی

به‌طورکلی بر اساس نتایج به‌دست‌آمده می‌توان ارقام اوربانا و GS15 و مارکونی را در کنار توده‌های گوجه‌فرنگی، ارقام با حساسیت بیشتر در مقابل گل جالیز مصری معرفی کرد؛ حال‌آنکه ارقام کال جی ان، پرایمو، هیبرید پتوپراید V، هیبرید زمان و هیبرید سوپرست با وجودی که از قابلیت پارازیته شدن بالایی در مواجهه با گل جالیز برخوردار بودند، امّا مشاهده شد در مقایسه با دیگر ارقام پایین‌ترین درصد کاهش وزن اندام‌های هوایی و ریشه را در حضور گل جالیز به خود اختصاص دادند و می‌توان آن‌ها را ارقام با تحمل نسبی بالاتر نسبت به مابقی ارقام برشمرد. از طرف دیگر، توده‌های محلی گوجه‌فرنگی علی‌رغم تولید بالای زیست‌توده در شرایط عاری از گل جالیز و برخورداری از وزن گل جالیز کمتر در مقایسه با دیگر ارقام در حضور گل جالیز، نشان از قابلیت پایین پارازیته شدن در آن‌ها است، امّا بیشترین خسارت را از نظر درصد کاهش زیست‌توده متحمل شدند.

سپاسگزاری

بدین‌وسیله از دانشکده کشاورزی نیشابور و پژوهشکده علوم گیاهی دانشگاه فردوسی مشهد به دلیل همکاری‌هایشان تقدیر و تشکر می‌گردد.

جدول ۱- مقایسه‌ی میانگین وزن تر و خشک اندام‌های هوایی و ریشه در ارقام و توده‌های محلی گوجه‌فرنگی در تیمارهای شاهد (عاری از گل جالیز) و آلوده و درصد کاهش وزن خشک اندام‌های هوایی و ریشه در ارقام و توده‌های محلی گوجه‌فرنگی در حضور گل جالیز

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

ارقام و توده‌های محلی گوجه‌فرنگی (شاهد) Tomato cultivars and landraces (Control treatments)					ارقام و توده‌های محلی گوجه‌فرنگی (آلوده در مقایسه با شاهد) Tomato cultivars and landraces (Infected treatments compared to control treatments)			
ارقام و توده‌های محلی گوجه‌فرنگی Tomato cultivars and landraces	وزن تر اندام-های هوایی (گرم) Shoot fresh weight (gr)	وزن خشک اندام‌های هوایی (گرم) Shoot dry weight (gr)	وزن تر ریشه (گرم) Root fresh weight (gr)	وزن خشک ریشه (گرم) Root dry weight (gr)	کاهش وزن تر اندام‌های هوایی (درصد) Shoot fresh weight loss (%)	کاهش وزن خشک اندام‌های هوایی (درصد) Shoot dry weight loss (%)	کاهش وزن تر ریشه (درصد) Root fresh weight loss (%)	کاهش وزن خشک ریشه (درصد) Root dry weight loss (%)
Cal-jN3	17.44^{h-j*}	2.83^{kl}	5.22^{f-h}	0.72^{d-h}	36.73^{e-h}	41.24^{g}	90.21^{bc}	83.95^{a-c}
CH-Falat	18.66^{g-j}	3.83^{h-l}	6.42^{d-h}	0.79^{d-h}	44.50^{d-h}	60.27^{b-g}	93.33^{ab}	86.73^{a-c}
Primo-Falat	20.55^{f-j}	4.10^{f-l}	7.58^{d-h}	0.95^{d-g}	24.08^{f-h}	56.56^{c-g}	90.95^{a-c}	80.85^{bc}
Falat Y-Falat	16.62^{ij}	3.14^{j-l}	4.84^{gh}	0.53^{h}	41.49^{e-h}	73.75^{a-d}	93.67^{ab}	86.74^{a-c}
Karoon_Falat	23.61^{e-h}	4.55^{e-j}	6.17^{d-h}	0.77^{d-h}	51.93^{a-g}	63.90^{a-g}	93.61^{ab}	89.07^{a-c}
Hyb.Petopride II	20.82^{f-j}	4.35^{e-k}	5.62^{e-h}	0.77^{d-h}	46.52^{c-h}	69.77^{a-e}	95.46^{ab}	93.43^{a-c}
Hyb.PS 6515	19.34^{g-j}	4.06^{f-l}	4.58^{gh}	0.68^{e-h}	43.43^{e-h}	63.31^{a-g}	95.65^{ab}	85.72^{a-c}
Hyb.Speedy	22.60^{e-f}	4.67^{e-i}	4.55^{gh}	0.72^{d-h}	38.74^{e-h}	68.74^{a-e}	89.63^{b-d}	88.35^{a-c}
Hyb.Eden F1	21.54^{f-j}	4.68^{e-i}	6.80^{d-h}	1.03^{d-g}	52.58^{a-g}	72.27^{a-d}	95.70^{ab}	91.84^{a-c}
Hyb.Firenze	20.48^{f-j}	3.40^{i-l}	4.88^{gh}	0.62^{gh}	40.91^{e-h}	54.12^{d-g}	94.49^{ab}	87.95^{a-c}
Hyb.Petopride 5	22.63^{e-i}	4.97^{d-h}	4.52^{h}	0.76^{d-h}	48.32^{c-g}	68.95^{a-e}	81.42^{e}	80.25^{c}
Hyb.Comodoro	14.99^{j}	2.81^{l}	4.66^{gh}	0.62^{f-h}	15.19^{gh}	44.11^{fg}	84.67^{c-e}	86.68^{a-c}
Hyb.DRD 8564	22.80^{e-i}	4.66^{e-i}	6.00^{d-h}	0.91^{d-h}	27.71^{f-h}	54.27^{d-g}	91.46^{a-c}	86.98^{a-c}
Hyb.Xaman	24.34^{d-g}	4.44^{e-j}	4.42^{h}	0.91^{d-h}	36.99^{e-h}	64.18^{a-g}	82.31^{de}	27.55^{d}
Hyb.Super Set	24.47^{d-g}	5.38^{c-g}	7.71^{d-g}	1.12^{cd}	14.04^{h}	45.85^{e-g}	91.60^{a-c}	89.70^{a-c}
Hyb.amapola	24.99^{d-g}	5.56^{c-f}	7.06^{d-h}	$0.^{97d-g}$	32.08^{f-h}	62.11^{b-g}	95.91^{ab}	91.65^{a-c}
Superstar	32.97^{a-c}	6.72^{a-c}	11.68^{bc}	1.49^{bc}	50.09^{b-g}	72.01^{a-d}	95.22^{ab}	90.98^{a-c}
Queen 2274	32.64^{a-c}	7.88^{a}	13.10^{b}	1.54^{b}	61.19^{a-f}	79.64^{a-c}	95.70^{ab}	92.21^{ac}
Super Chef	29.16^{b-e}	4.95^{d-h}	8.88^{cd}	0.89^{d-h}	62.69^{a-f}	71.33^{a-d}	96.84^{ab}	92.74^{a-c}
Urbana	30.71^{b-d}	3.90^{g-l}	7.50^{d-h}	1.10^{cd}	93.07^{a}	73.87^{a-d}	98.59^{a}	95.82^{a}
GS15	26.62^{c-f}	4.69^{e-i}	8.72^{c-e}	1.04^{d-f}	88.29^{a-c}	86.54^{a}	95.34^{ab}	91.38^{a-c}
Marconi F1	26.36^{c-f}	5.83^{c-e}	9.00^{cd}	1.09^{c-e}	91.85^{ab}	80.44^{a-c}	97.12^{ab}	94.12^{ab}
Mobil	30.44^{b-d}	6.25^{b-d}	8.18^{d-f}	1.09^{c-e}	46.50^{c-h}	65.18^{a-g}	92.73^{ab}	85.53^{a-c}
Esfahan	38.22^{a}	7.69^{ab}	18.41^{a}	2.42^{a}	86.84^{a-d}	83.14^{ab}	96.78^{ab}	96.13^{a}
Mazandaran	35.60^{ab}	7.48^{ab}	12.48^{b}	1.63^{b}	47.11^{c-g}	72.57^{a-d}	97.23^{ab}	95.19^{a}
Kalaghan	32.41^{a-c}	5.67^{c-e}	8.58^{c-e}	0.80^{d-h}	59.71^{a-f}	67.71^{a-f}	94.47^{ab}	90.77^{a-c}
khorasan	34.58^{ab}	6.34^{b-d}	8.27^{d-f}	0.97^{d-g}	76.05^{a-e}	83.46^{ab}	96.33^{ab}	89.23^{a-c}

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

Values with the same letter within a column are not significantly different ($p\leq 0.05$).

جدول ۲- مقایسه‌ی میانگین مربوط به تعداد (مجموع ساقه و غده‌چه)، وزن تر (ساقه، غده‌چه و کل) و خشک (کل) (گرم) گل جالیز

Table 2- Mean comparison of number (shoot+tubercle), fresh weight (shoot, tubercle, total) and dry (total) of broomrape

ارقام و توده‌های گوجه‌فرنگی	تعداد ساقه	(گرم) وزن تر ساقه	وزن تر غده‌چه (گرم)	وزن تر کل (گرم)	وزن خشک کل (گرم)
Tomato cultivars & landraces	Shoot number	Shoot fresh weight (gr)	Tubercle fresh weight (gr)	Total fresh weight (gr)	Total dry weight (gr)
Cal-jN3	6.66^{d-g*}	3.97^{a-e}	14.76^{ab}	22.24^{ab}	1.21^{e-h}
CH-Falat	11.00^{a-c}	2.75^{b-f}	10.68^{b-f}	13.43^{c-h}	1.66^{c-h}
Primo-Falat	12.00^{ab}	6.47^{a}	14.06^{a-c}	20.54^{a-c}	2.21^{a-e}
Falat Y-Falat	9.00^{b-g}	3.30^{a-f}	13.60^{bc}	16.90^{a-f}	1.62^{c-h}
Karoon_falat	6.66^{d-g}	3.86^{a-e}	11.10^{b-e}	14.97^{b-f}	1.85^{c-h}
Hyb.Petopride II	6.00^{e-g}	4.17^{a-d}	9.17^{c-g}	10.29^{e-i}	0.92^{f-h}
Hyb.PS 6515	7.33^{c-g}	2.07^{c-f}	11.62^{b-e}	13.69^{c-h}	1.62^{c-h}
Hyb.Speedy	10.00^{a-e}	1.55^{d-f}	12.67^{b-d}	14.23^{c-g}	1.71^{c-h}
Hyb.Eden F1	6.66^{d-g}	0.82^{d-f}	6.46^{e-g}	7.01^{g-j}	0.90^{f-h}
Hyb.Firenze	7.00^{c-g}	2.15^{c-f}	9.73^{b-f}	11.88^{d-i}	1.91^{b-h}
Hyb.Petopride 5	5.66^{fg}	2.02^{c-f}	14.72^{ab}	16.74^{a-f}	2.00^{a-g}
Hyb.Comodoro	9.00^{b-g}	3.10^{a-f}	11.67^{b-e}	13.73^{c-h}	1.37^{d-h}
Hyb.DRD 8564	7.00^{c-g}	5.25^{a-c}	11.98^{b-d}	17.24^{a-e}	3.15^{a}
Hyb.Xaman	13.33^{a}	1.78^{d-f}	13.03^{bc}	14.82^{b-f}	1.52^{c-h}
Hyb.Super Set	8.00^{b-g}	4.19^{a-d}	18.97^{a}	23.37^{a}	3.09^{ab}
Hyb.amapola	6.33^{e-g}	5.80^{ab}	10.26^{b-f}	16.06^{a-f}	2.70^{a-c}
Superstar	7.33^{c-g}	5.96^{ab}	9.26^{c-g}	12.13^{d-i}	1.99^{a-g}
Queen 2274	5.00^{g}	3.69^{a-e}	10.66^{b-f}	14.36^{c-g}	1.94^{a-g}
Super Chef	6.00^{e-g}	3.97^{a-e}	8.88^{c-g}	12.86^{d-h}	1.67^{c-h}
Urbana	6.66^{d-g}	0.93^{d-f}	5.60^{fg}	6.53^{h-j}	0.82^{gh}
GS15	5.33^{fg}	0.72^{ef}	9.25^{c-g}	2.74^{j}	0.94^{f-h}
Marconi F1	6.33^{e-g}	1.51^{d-f}	4.33^{g}	5.34^{ij}	0.70^{h}
Mobil	9.33^{a-f}	3.28^{a-f}	14.86^{ab}	18.15^{a-d}	2.43^{a-e}
Esfahan	6.33^{e-g}	0.00^{f}	10.23^{b-f}	10.23^{e-j}	0.96^{f-h}
Mazandaran	10.66^{a-d}	2.41^{c-f}	14.92^{ab}	17.33^{a-e}	2.46^{a-d}
Kalaghan	8.66^{b-g}	2.93^{b-f}	12.05^{b-d}	14.99^{b-f}	1.85^{c-h}
khorasan	6.33^{e-g}	2.83^{b-f}	7.53^{d-g}	9.42^{f-j}	2.11^{a-f}

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

Values with the same letter within a column are not significantly different ($p\leq 0.05$).

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. Rpt. 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 Dis. Reptr. 62 (3): 263- 266.

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

Dor, E., B. Alperin., Y. Kapulnik., S. Vininger and J. Hershenhorn. 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.PP: 24-25.

Echevarrı´a-Zomen, S., A. Pe´rez-de-Luque., J.´ Jorrı´ and A. M. Maldonado. 2006. Pre-haustorial resistance to broomrape (*Orobanche cumana*) in sunflower (*Helianthus annuus*): cytochemical studies. Journal of Experimental Botany, 57 (15): 4189–4200.

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

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.

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

Forouzesh, S., M. A. Baghestani., H. M. Alizadeh., H. Rahimianemashhadi and M. Minbashie moeini. 2007. Chemical control of broomrape (*Orobanche aegyptiaca*) in tomato. Weed Science Congress, Mashhad, Iran. (1): 506-503. (In Persian).

Goldwasser, V., Y. Kleifeld and B. Rubin. 1997. Variation of vetch (*Vicia* sp.) response to *Orobnche aegyptiaca*. Weed Sci. (45): 756-762.

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*. Pages 139-154 in H. A. Helevy, ed. Handbook of flowering plant, vol. 6. CRC press, Florida.

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. J Exp Bot. (55):2323–2329.

Joel, D. M. and V. H. Portnoy. 1998. The angiospermous root parasite *Orobanche* L. (Orobanchaceae) induces expression of a pathogenesis related (PR) gene in susceptible tobacco roots. Ann Bot. (81):779–781.

Lo´pez-Ra´ez, J. A., T. Charnikhova., I. Fernandez., H. Bouwmeester and M. J. Pozo. 2011. Arbuscular mycorrhizal symbiosis decreases strigolactone production in tomato. Journal of Plant Physiology. (168): 294–297.

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. Berahmand Press.

Sahm, A., F. C. Czygan and P. Proksch. 1994. Resistance of tomato (*Lycopersicon esculentum*) to dodder (*Cuscuta reflexa*). Acta Hortic. (381): 650-653.

Shimi, P. and P. Benedictus. 1994. Study of tomato cultivars to Egyptian broomrape (*Orobanche aegyptiaca*). Seed and Plant. 1(9): 34-38.

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. PP: 34-35.

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

Screening the tolerance of tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) cultivars and landraces to Egyptian broomrape (*Orobanche aegyptiaca* pers.) under greenhouse conditions

M. Shooryabi[1], E. Izadi Darbandi[2*], M. H. Rashed Mohassel[3], A. Ganjeali[4]

Abstract

In order to study to evaluate the tolerance of some tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) cultivars and landraces to Egyptian broomrape (*Orobanche aegyptiaca* pers.) an experiment was conducted as completely randomized design with 3 replications in greenhouse conditions. In this experiment, 23 cultivars and 4 landraces of tomato were planted in two series of treatments (infected and uninfected (control) with broomrape). Results showed that tomato cultivars and landraces had a significant difference in their biomass and broomrape reduced fresh and dry weight of all all tomato cultivars and landraces significantly. Urbana, GS15, Marconi cultivars and all landraces of tomato were the most susceptible hosts to broomrape. In contrast Cal-jN3, Primo, Hyb.Petopride V, Hyb.Xaman and Hyb.Super Set showed lowest loss percent of shoot and root dry weight in present of broomrape compared to other cultivars. Also, comparison of tomato landraces and cultivars showed that despite higher biomass production of the landraces in control treatments, they were more susceptible and suffered more severe damage in infected treatments.

Keywords: biomass, parasitic weed, root, susceptible cultivars

Received date: 17 April 2017 Accepted date: 10 June 2017

1-Ph.D. Student of Weed Science, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, International Campus, Iran

2, 3-Associate Professor and Professor, Department of Agrotechnology, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran

4- Associate Professor, Biology Department, Faculty of Science, Ferdowsi University of Mashhad, Iran

*- Corresponding author E-mail: e-izadi@um.ac.ir