نشریه حفاظت گیاهان (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۸، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۳، ص. ۵۴۶-۵۳۹

Journal of Plant Protection
Vol. 28, No. 4, Winter 2015, P. 539-546

بررسی میزان مقاومت ژنوتیپ‌های گوجه فرنگی زراعی(*Solanum lycopersicum*) و وحشی(*Solanum* spp.) نسبت به گل جالیز مصری (*Orobanche aegyptiaca*)

منصوره کرمانی[1*]- سید حسن مرعشی[2]- حسین عسکری[3]- امین میرشمسی[4]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۰۴/۱۲
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۰۸/۱۳

چکیده

گل جالیز مصری (*Orobanche aegyptiaca*) یک انگل کامل فاقد کلروفیل است که خسارات زیادی به تولید گوجه فرنگی در ایران وارد می‌کند. اصلاح ژنتیکی برای مقاومت، اقتصادی‌ترین و عملی‌ترین روش برای کاهش خسارت ناشی از آلودگی با این انگل می‌باشد. در این مطالعه ۲۰ واریته گوجه فرنگی زراعی و چهار گونه گوجه فرنگی وحشی برای بررسی میزان مقاومت به گل جالیز مصری غربالگری شدند. میزان کاهش محصول و وزن خشک شاخساره و ریشه گوجه فرنگی، تعداد گل جالیزهای متصل شده، وزن خشک گل جالیز و شاخص تحمل، همگی در بین ژنوتیپ‌های گوجه فرنگی دارای تنوع بودند. نتایج نشان داد که واریته LA2530 (جهش یافته *Ora*) که قبلاً به عنوان واریته مقاوم به گل جالیز مصری معرفی شده بود، نسبت به این انگل بسیار حساس است. بنا بر گزارش، صفت مقاومت در این ژنوتیپ توسط یک ژن غالب (*Ora*) کنترل می‌شود، و از آن‌جایی که شکسته شدن مقاومت‌های تک ژنی محتمل‌تر از مقاومت‌های چند ژنی است، احتمال دارد که انگل بر مقاومت این ژنوتیپ فائق آمده باشد. هم‌چنین دو گونه وحشی *Solanum chilense* TL00798 و *S. pimpinellifolium* L00134 برای تمام پارامترهای اندازه‌گیری شده، به ترتیب دارای بیش‌ترین مقاومت به گل جالیز مصری بودند. این مشاهدات نشان داد که گونه های وحشی خویشاوند گوجه فرنگی می توانند منابع ژنتیکی متنوع و امیدبخشی برای تولید گیاهان مقاوم به گل جالیز باشند.

واژه‌های کلیدی: گل جالیز مصری، ژنوتیپ‌های گوجه فرنگی، غربالگری، مقاومت

مقدمه

گونه‌های گل جالیز (*Orobanche* spp.)، انگل کامل و فاقد کلروفیل هستند که با استفاده از اندام چند سلولی ویژه‌ای به نام مکینه به ریشه‌های میزبان متصل می‌شوند. این انگل برای تأمین آب و مواد غذایی کاملاً به میزبان وابسته بوده و خسارت‌های اقتصادی سنگینی به بسیاری از گیاهان زراعی وارد می‌کند. گل جالیز مصری (*O. aegyptiaca*) عمدتاً در جنوب اروپا، شمال آفریقا و آسیای میانه یافت می‌شود (۱۸) و به عنوان یکی از علف هرزهای اصلی در مصر، ایران، عربستان و افغانستان محسوب می‌گردد (۱۳). وجود این انگل در ایران از اکثر استان‌های کشور گزارش شده است، اما در استان‌های شمالی کشور بدلیل وجود رطوبت فراوان و اسیدیته خاک دارای جمعیت کمی می‌باشد (۱۷).

گوجه فرنگی (*Solanum lycopersicum*) یکی از مهم‌ترین سبزیجات در ایران به ویژه در استان خراسان است (۲۰) که گل جالیز مصری خسارت‌های اقتصادی سنگینی به تولید آن وارد می‌کند (۱۸). کاهش عملکرد بسته به شدت حمله این انگل بین ۵ تا ۱۰۰درصد بوده و در برخی موارد، زارعین به دلیل شدت آلودگی زمین را رها می‌کنند (۱۷).

کنترل علف‌های هرز انگل به دلیل ارتباط تنگاتنگ انگل و میزبان، بسیار سخت، پر هزینه و خطرناک برای محیط زیست می‌باشد. تاکنون از روش‌های مختلفی (زراعی، مکانیکی، شیمیایی و بیولوژیکی) برای کنترل علف‌های هرز انگل استفاده شده است، ولی هیچ کدام موفقیت کاملی نداشته‌اند (۲۱ و ۲۳). از آن‌جایی که اصلاح ژنتیکی برای مقاومت به علف هرز، اقتصادی، آسان و سازگار با محیط زیست است (۲۴ و ۲۶)، تاکنون تلاش‌های زیادی برای یافتن مقاومت به گل جالیز در گیاهان زراعی مختلف صورت گرفته و منجر به نتایج متفاوتی شده است، مانند گونه‌های نخود نسبت به *O. crenata* (۲۵)، ماش معمولی(*Vicia sativa* L.) نسبت به *O. crenata* (۹)، باقلا (*Viciafaba* L.) نسبت به *O. foetida* (۱)، عدس (*Lens culinaris*) نسبت به *O. crenata* (۸)، شبدر (*Trifolium* spp.) نسبت به *O. minor* (۵).

در همین راستا، چندین مطالعه برای یافتن گوجه فرنگی‌های

۱، ۲ و ۴- به ترتیب دانشجوی دکتری، دانشیار و استادیار گروه بیوتکنولوژی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
(*-نویسنده مسئول: (Email: mkermani20@gmail.com
۳- استادیار گروه بیوتکنولوژی، دانشکده مهندسی انرژی و فناوری‌های نوین، دانشگاه شهید بهشتی

مقاوم به گل جالیز نیز انجام شده است که منتج به شناسایی سطوح متنوعی از مقاومت گردیده است، ولی تابه حال هیچ‌گونه کاملاً مقاومی در بین ارقام زراعی گوجه فرنگی یافت نشده است. اودیو و شربینین (۲) در سال ۱۹۷۷ گزارش کردند که لاین PZU-11 حاوی ژن جهش یافته *Ora* مقاوم به گل جالیز مصری است، اما این مقاومت توسط فوی و همکاران (۱۰) و گلدواسر (وب سایت TGRC، نتایج منتشر نشده) تایید نشد. در سال ۱۹۸۸، ۱۳۶۱ لاین جنس *Lycopersicon* spp. برای مقاومت به گل جالیز مصری غربالگری شد. نتایج نشان داد که همه لاین‌ها با درجات مختلفی نسبت به این انگل حساسیت دارند (۱۱). قاسم و کسروی درجات مختلفی از مقاومت نسبت به *O. ramosa* را در بین ۶ رقم گوجه فرنگی و یک نمونه گوجه فرنگی وحشی بر اساس تعداد گل جالیز، رشد مکینه و تعداد ساقه‌های هوایی ظاهر شده و نیز میزان رشد و محصول ارقام گوجه فرنگی بدست آوردند. در این میان رقم TinyTim بیش‌ترین سطح مقاومت را برای تمام پارامترهای اندازه‌گیری شده نشان داد (۱۹). مریام و سوانکتنیکوم نیز بیش‌ترین مقاومت را نسبت به گل جالیز منشعب در واریته‌های گوجه فرنگی LE244, LE180A ، CLN2123A ، MHIUCG Florida، Riogrande، Melekashola و Seedathip یافتند که میزان کاهش محصول ۳۲ تا ۴۳ درصد بود (۱۵). در سال ۲۰۰۶، ۹ گونه وحشی و ۶ ژنوتیپ زراعی گوجه فرنگی برای مقاومت به گل جالیز مصری (*O. aegyptiaca*) بررسی شد و مشاهده گردید که این ژنوتیپ‌ها در تعداد زگیل تثبیت شده روی ریشه، ساقه‌های هوایی ظاهر شده گل جالیز و وزن خشک گل جالیز با هم متفاوت هستند و گونه‌های وحشی *L. pennellii* LA716, *L. hirsutum* PI247087, *L. pimpinellifolium hirsute*, *L. chilense* LA1969 بیش‌ترین مقاومت را نسبت به گل جالیز مصری دارند (۶). در ایران نیز میزان تحمل ۲۶ رقم رایج گوجه فرنگی نسبت به گل جالیز مصری ارزیابی شد و رقم پتوراک با ۶/۹۴ درصد کاهش وزن خشک ریشه و ۲۸/۶۱ درصد کاهش وزن خشک ساقه، به عنوان متحمل‌ترین رقم معرفی گردید (۱۶).

گوجه فرنگی‌هایی که به طور رایج کشت می‌شوند معمولاً خودگشن بوده و فاقد تنوع ژنتیکی می‌باشند. در نتیجه از دهه ۱۹۴۰، اصلاح کنندگان نباتات به طور وسیعی به سمت منابع جدید (بخصوص گونه‌های وحشی خویشاوند) برای یافتن صفات مطلوب روی آوردند (۲۲). اصلاح کنندگان نباتات تا به حال از خویشاوندان وحشی گوجه فرنگی برای صفاتی مانند مقاومت به آفات و بیماری‌ها، تحمل به خشکی و شوری، بالا بردن کیفیت (۲۲) و افزایش محصول (۱۲) استفاده کرده‌اند. تاکنون سطوح بالایی از مقاومت در *L. pimpinellifolium* نسبت به *O. ramose* (۱۹) و نیز در *L. pimpinellifolium*، *L.hirsutum*، *L.pennellii* و *L. chilense* نسبت به *O.aegyptiaca* (۶) گزارش شده است و در حال حاضر ضرورت دارد که منابع جدیدتر مقاومت در بین خویشاوندان وحشی گوجه فرنگی برای حل مشکل گل جالیز شناسایی شوند. مطالعه حاضر برای یافتن منابع جدید مقاومت به گل جالیز مصری در بین چندین واریته اهلی و چند گونه وحشی گوجه فرنگی جهت استفاده در برنامه‌های اصلاحی آینده انجام شد.

مواد و روش‌ها

مواد گیاهی

در این مطالعه،۱۴ رقم گوجه فرنگی که عمدتاً در ایران کشت می‌شوند از شرکت فلات، شش مجموعه از AVRDC[1] و ۴ جهش یافته تک ژنی از TGRC[2] تهیه شدند (نام و محل تهیه ارقام گوجه‌فرنگی در جدول ۱ آمده است). رقم پریمو به عنوان شاهد حساس (۱۶) و مجموعه LA2530 (جهش یافته *Ora*) به عنوان واریته مقاوم به گل جالیز مصری (بر اساس گزارش TGRC) استفاده شدند. بذر گل جالیز مصری از مزارع آلوده گوجه فرنگی در استان خراسان جمع‌آوری و پس از شناسایی و تایید، در این آزمایش استفاده شد.

آزمایش گلخانه‌ای ارزیابی مقاومت

قبل از شروع آزمایش، ابتدا روش‌های ضدعفونی بذرهای گوجه‌فرنگی و گل جالیز مصری، مورد بهینه سازی قرار گرفت. بذرهای گوجه فرنگی در اتانول ۷۰ درصد به مدت یک دقیقه و هیپوکلریت سدیم ۱/۵ درصد حاوی ۰/۱ درصد توئین ۲۰ به مدت ۲۰ دقیقه، ضدعفونی شده و با آب مقطر استریل چند بار آبشویی شدند. سپس درون پتری دیش‌های حاوی یک لایه کاغذ صافی مرطوب استریل جوانه‌دار گردیدند. پس از یک هفته، بذور جوانه‌دار شده به گلدان‌های پلاستیکی ۰/۵ کیلویی حاوی ماسه اسید شویی شده و اتوکلاو شده منتقل گشته و درون اتاق رشد با دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد و فتوپریود ۱۶ ساعت و آبیاری روزانه با محلول هوگلند X ۰/۵ رشد کردند.

بذرهای گل جالیز مصری ابتدا در محلول کاربندازیم ایپرودیون ۵ در هزار حاوی ۰/۱ درصد توئین ۲۰ به مدت ۲۴ ساعت تیمار شده و سپس در اتانول ۷۰ درصد به مدت دو دقیقه و هیپوکلریت سدیم ۵ درصد حاوی ۰/۱ درصد توئین ۲۰ به مدت ۲۰ دقیقه، ضدعفونی شده و با آب مقطر استریل چند بار آبشویی شدند. دوره آماده سازی[3] بذور

1-Vegetable Research and Development Center (AVRDC), Thailand.
2-Tomato Genetic Resource Center (TGRC), USA
3-Conditioning

در پتری دیش‌های حاوی کاغذ صافی مرطوب استریل به مدت یک هفته در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد و تاریکی انجام گرفت (۷).

گیاهان گوجه فرنگی پس از رسیدن به مرحله ۴-۵ برگی به گلدان‌های پلاستیکی دو کیلویی حاوی ماسه اسید شویی شده مخلوط با ۲۰ میلی‌گرم بذر گل جالیز آماده‌سازی شده منتقل شدند. گلدان‌های شاهد نیز با همین روش بدون بذر گل جالیز تهیه شدند. گیاهان در این مرحله به گلخانه منتقل شده و تحت شرایط نوری عادی و دمای ۵±۲۵ درجه سانتی‌گراد و آبیاری روزانه با محلول هوگلند ۱X رشد کردند. این آزمایش به صورت طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار در شهریور تا بهمن ۱۳۸۹ در دانشگاه فردوسی مشهد انجام شد.

جمع‌آوری داده‌ها و محاسبه میزان مقاومت و حساسیت

گیاهان گوجه فرنگی پس از رسیدن به مرحله میوه‌دهی به همراه گل جالیزهای ظاهرشده، از محل خروج از خاک از گلدان‌ها جدا شده (کف بر شده) و ریشه‌ها با دقت آبشویی شدند. سپس پارازیت‌ها به صورت دستی از ریشه جدا شدند و وزن خشک[1] (DW) قسمت‌های ظاهر شده و قسمت‌های زیرزمینی گل جالیز، تعداد گل جالیزهای زیر خاک مانده و تعداد گل جالیزهای ظاهر شده و مرحله رشدی آن‌ها بر اساس پارامترهایی که تربورگ و همکاران (۲۷) استفاده کردند، ثبت و مقایسه شد که شامل ۱) زگیل های کوچک‌تر از ۲ میلی‌متر ۲) زگیل‌های بزرگ‌تر از ۲ میلی‌متر ولی بدون ریشه ۳) زگیل‌های دارای ریشه تاجی ۴) جوانه‌های قابل مشاهده در زیر خاک ۵) ساقه‌های هوایی ظاهر شده ۶) گل دهی ۷) تشکیل بذر می‌باشند.

پارامترهای حجم ریشه، وزن خشک ریشه و شاخساره و وزن میوه نیز در مورد گیاهان گوجه فرنگی ثبت گردید. وزن خشک نمونه‌ها پس از خشک کردن آن‌ها در دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۷۲ ساعت ثبت گردید. هم‌چنین شاخص‌های زیر برای مقایسه بهتر میزان مقاومت ژنوتیپ‌های گوجه فرنگی مورد استفاده قرار گرفتند:

میزان کاهش محصول گوجه فرنگی =

$$\frac{(\text{میانگین محصول آلوده} - \text{میانگین محصول غیر آلوده})}{\text{میانگین محصول غیر آلوده}} \times 100.$$

میزان کاهش وزن خشک گوجه فرنگی =

$$\frac{(\text{میانگین DW آلوده} - \text{میانگین DW غیر آلوده})}{\text{میانگین DW غیر آلوده}} \times 100.$$

شاخص تحمل (TI) =

$$100 - \text{میزان کاهش محصول گوجه فرنگی}.$$

تجزیه و تحلیل آماری

آنالیزهای آماری این طرح با استفاده از نرم افزار JMP(ver.4) انجام شد. تجزیه واریانس برای تمام داده‌های ثبت شده صورت گرفت و میانگین‌ها با استفاده از روش حداقل تفاوت معنی‌داری[2] (LSD) در سطح معنی‌داری ۰/۰۵ مقایسه شدند.

نتایج

با این‌که هیچ کدام از ژنوتیپ‌های گوجه فرنگی نسبت به گل جالیز مصری مصون نبودند، نتایج نشان داد که تأثیر این انگل بر روی پارامترهای اندازه‌گیری شده در ژنوتیپ‌های مختلف گوجه فرنگی از تنوع بسیار بالایی برخوردار است. ژنوتیپ‌های LA2530 (جهش یافته *Ora*) و Shef به ترتیب بالاترین کاهش در وزن خشک ساقه (۵۴/۰۸ درصد) و وزن خشک ریشه (۶۰/۶۸ درصد) را نشان دادند، وTL00798 هیچ کاهش معنی‌داری در وزن خشک ساقه و ریشه نشان نداد (جدول ۱).

به دلیل شرایط گلخانه و نیازهای متفاوت محیطی ژنوتیپ‌های گوجه فرنگی به خصوص گونه‌های وحشی برای گلدهی و میوه‌دهی، برخی از ژنوتیپ‌ها وارد مرحله محصول‌دهی نشدند. اما به طور کلی آلودگی با گل جالیز باعث کاهش محصول در اکثر ژنوتیپ‌های گوجه‌فرنگی شد که این کاهش به طور معنی‌داری در ژنوتیپ‌های R22، LA3899، L00643 و TL01656مشهود بود. ژنوتیپ‌های مختلف از نظر مقدار وزن خشک گل جالیز نیز متفاوت بودند، به طوری‌که TL00798 دارای پایین‌ترین (۰/۷۱ گرم) و LA2530 (جهش یافته *Ora*) دارای بالاترین (۱۴/۳۸ گرم) وزن خشک گل جالیز به ازای هر گیاه بودند (جدول ۲). از سوی دیگر، TL00798 و LA3899 به ترتیب حائز کم‌ترین (۲/۳۳) و بیش‌ترین (۴۱) تعداد اتصالات گل جالیز نیز بودند.

ظهور گل جالیز از سطح خاک طی یک دوره ۳۶ روزه برای ژنوتیپ‌های مختلف اتفاق افتاد که در این میان ژنوتیپ‌هایEO111، PLCH و Viva100 به ترتیب از همه زودتر و TL00798 و L00134 از همه دیرتر ظهور گل جالیز را نشان دادند. مقایسه ژنوتیپ‌ها برای تنوع در تعداد و مرحله رشدی اتصالات گل جالیز (شکل ۱) نشان داد که TL00798 و L00134 دارای کم‌ترین تعداد گل جالیز متصل شده و نیز تاخیردر القا یا رشد گل جالیز می‌باشند.

نتایج نشان داد که گل جالیز تأثیر معنی‌داری بر روی نسبت شاخساره به ریشه در اکثر ژنوتیپ‌های گوجه فرنگی نداشته است (شکل ۲). اما وقتی وزن خشک گل جالیز با وزن خشک ریشه در مخرج جمع شد، این نسبت در تمامی ژنوتیپ‌ها به طور معنی‌داری کاهش یافت که نشان داد این انگل به عنوان یک مخزن[3] قوی، باعث تغییر جهت تقسیم مواد آلی گیاه به سمت ریشه شده است. این تغییر جهت تقسیم مواد آلی ، حتی در ژنوتیپ‌های TL00798 و

1-Dry weight

2-Least Significant Differences

3-Sink

L00134 کـه کـم‌تـرین تعـداد گـل جـالیز را داشـته و وزن خشـک شاخساره و ریشه آن‌ها در اثر آلودگی تغییری نکرده بـود هـم مشـهود بود.

بحث

مقایسه پارامترها و شاخص‌های مختلف اندازه‌گیری شده بـر روی ژنوتیپ‌های گوجـه فرنگـی نشـان داد کـه LA2530 (جهـش یافتـه *Ora*)، حساسیت بسیار بالایی نسبت به گل جالیز مصری داشته و بـر اساس بسیاری از پارامترهای اندازه‌گیری شده، به عنوان یک ژنوتیـپ ضعیف طبقه‌بندی گردید. در حالی‌که قبلاً به عنوان یک ژنوتیپ مقاوم به گل جالیز مصری معرفی شده بـود (۲). نتیجـه بـه دسـت آمـده در زمینه عدم مقاومت این ژنوتیپ، تایید کننده گزارش فوی و همکـاران (۱۰) بود. آودیو و همکاران گزارش کرده بودند که صـفت مقاومـت در این ژنوتیپ توسط یک ژن غالب (*Ora*) کنترل مـی‌شـود. مکانیسـم مقاومت از طریق واکنش دفاعی سلول‌هـای ریشـه میزبـان در مقابـل نفوذ مکینه انگل به درون سیستم آوندی صورت گرفته و باعث مـرگ انگل در مراحل اولیه تماس با ریشه میزبان مـی‌شـود (۳). از آن‌جـایی شکسته شدن مقاومت‌های تک ژنی محتمل تر از مقاومت‌هـای چنـد ژنی بوده و در این آزمایش هیچ زگیل قهوه‌ای شده‌ای بر روی ریشـه این ژنوتیپ یافت نشد، احتمال دارد مقاومـت ایـن ژنوتیـپ در مقابـل انگل شکسته شده باشد.

جدول ۱- شاخص تحمل، میانگین محصول و وزن خشک شاخساره و ریشه در ۲۴ ژنوتیپ گوجه فرنگی

ژنوتیپ های گوجه فرنگی	منبع / شماره مجموعه	محصول گوجه فرنگی (گرم/گیاه)		وزن خشک گوجه فرنگی (گرم/گیاه)				شاخص تحمل (مبتنی بر وزن خشک)
		آلوده	شاهد	ریشه (آلوده)	ریشه (شاهد)	شاخساره (آلوده)	شاخساره (شاهد)	
Viva100	شرکت فلات	۰	۰	۲/۹۴±۰/۷۴*	۶/۵۰±۰/۲۸*	۱۷/۵۲±۴/۱۴*	۳۰/۹۹±۲/۴۸*	۵۴/۵۹±۱۳/۰۷
Riogrande	شرکت فلات	۰	۰/۶۳±۰/۵۳	۳/۵۸±۰/۴۱*	۵/۸۲±۰/۹۶*	۱۷/۰۸±۲/۳۷	۲۲/۱۳±۱/۷۷	۷۳/۹۷±۹/۹۱
Rio-s	شرکت فلات	۰	۰/۰۳±۰/۰۳	۳/۳۲±۰/۳۵*	۴/۷۰±۰/۳۶*	۱۷/۱۵±۲/۸۸*	۲۵/۳۱±۰/۴۳*	۶۸/۲۳±۱۰/۷۷
Early OrbanaVF	شرکت فلات	۰	۴/۶۶±۴/۵۶	۳/۱۶±۰/۳۵*	۵/۵۳±۰/۳۹*	۱۶/۴۰±۱/۷۶*	۲۳/۱۸±۰/۴۰*	۶۸/۱۲±۷/۳۶
Kal GN3	شرکت فلات	۰	۳/۱۶±۲/۹۲	۳/۰۵±۰/۲۰*	۵/۱۲±۰/۴۵*	۱۳/۲۱±۲/۳۵*	۲۱/۸۴±۰/۵۸*	۶۰/۳۱±۹/۴۳
Early OrbanaY	شرکت فلات	۴/۶۶±۴/۶۶	۸/۱۵±۴/۷۰	۲/۷۷±۰/۱۶*	۴/۱۱±۰/۱۳*	۱۵/۱۸±۰/۸۲*	۲۵/۷۴±۰/۲۳*	۶۰/۱۸±۲/۶۰
Solanumchilense	**TL00798/AVRDC**	۰	۰	۳/۲۲±۰/۷۴	۳/۱۹±۰/۶۰	۳۲/۰۱±۱/۱۶	۳۱/۸۸±۰/۶۹	۱۰۰/۴۴±۲/۰۱
S. pimpinellifolium	**L00134/AVRDC**	۰	۰/۱۰±۰/۰۵	۳/۵۰±۰/۵۷	۴/۳۴±۰/۱۰	۲۲/۸۰±۱/۲۷	۲۴/۴۲±۰/۴۷	۹۱/۴۶±۶/۴۵
Super2270	شرکت فلات	۸/۳۰±۵/۸۹	۴۶/۲۰±۱۸/۵۹	۲/۱۶±۰/۱۸	۲/۹۹±۰/۱۵	۱۲/۹۶±۰/۶۴	۱۸/۰۵±۱/۷۶	۷۱/۹۱±۳/۹۷
Falat-111	شرکت فلات	۴۱/۷۵±۲۴/۱۰	۴۶/۵۰±۲۲/۲۸	۳/۱۶±۰/۲۵	۳/۳۰±۰/۱۴	۱۷/۶۷±۱/۴۵*	۲۲/۷۲±۰/۰۴*	۸۰/۰۴±۶/۶۰
***hp-1* mutant**	**LA3004/TGRC**	۲۱/۰۳±۱۲/۶۴	۵۹/۲۰±۸/۲۸	۱/۸۹±۰/۳۶*	۳/۵۷±۰/۱۱*	۱۵/۴۵±۱/۰۱*	۲۵/۱۲±۱/۳۸*	۶۰/۴۳±۲/۲۹
Early Orbana111	شرکت فلات	۴/۸۳±۴/۸۳	۲۳/۲۰±۱۵/۲۵	۲/۰۷±۰/۲۸*	۴/۳۹±۰/۲۴*	۱۳/۲۷±۱/۹۳*	۲۷/۰۸±۰/۹۵*	۴۸/۷۴±۷/۰۴
S. peruvianum	**L00634/AVRDC**	۰	۰	۳/۵۴±۱/۱۴	۴/۱۶±۰/۷۶	۱۸/۸۹±۱/۲۱	۲۵/۱۱±۲/۳۸	۷۶/۶۴±۶/۵۹
C.H	شرکت فلات	۲۵/۲۸±۲۵/۲۸	۲۱/۹۸±۸/۸۱	۳/۱۸±۰/۴۲*	۵/۴۸±۰/۵۳*	۱۳/۱۹±۰/۵۳*	۲۳/۶۰±۱/۳۷*	۵۶/۳۰±۳/۱۹
Perimo	شرکت فلات	۱۷/۷۰±۱۰/۲۱	۶۱/۳۱±۴۲/۴۶	۲/۹۴±۰/۰۲	۴/۸۱±۱/۰۶	۱۳/۰۵±۰/۹۰	۱۸/۱۲±۴/۲۳	۶۹/۶۹±۳/۸۳
***Ora* mutant**	**LA2530/TGRC**	۲۴/۳۶±۳/۲۶	۴۸/۹۲±۱۰/۱۹	۱/۹۲±۰/۰۶*	۳/۹۳±۰/۵۵*	۱۶/۷۵±۰/۵۶*	۳۶/۴۹±۱/۴۱*	۴۶/۱۷±۱/۵۵
***i-2, u* mutant**	**LA0643/TGRC**	۸/۳۰±۸/۳۰*	۹۴/۳۳±۲۱/۳۱*	۲/۳۱±۰/۲۰	۲/۳۰±۰/۱۳	۱۳/۱۴±۰/۳۱*	۱۴/۹۷±۰/۴۳*	۸۹/۴۵±۲/۵۰
Pet O Early Ch	شرکت فلات	۷۷/۵۵±۴۴/۷۷	۷۸/۰۳±۴/۵۱	۳/۴۳±۰/۷۰	۴/۲۰±۰/۹۱	۱۴/۹۵±۳/۳۴	۲۳/۸۴±۳/۸۷	۶۵/۵۶±۱۴/۴۱
R22	شرکت فلات	۲/۵۵±۱/۶۶*	۳۵/۴۰±۴/۴۷*	۲/۲۱±۰/۴۹*	۳/۵۷±۰/۱۲*	۱۵/۶۴±۱/۸۵*	۳۲/۴۱±۰/۱۶*	۴۹/۶۱±۶/۴۲
Shef	شرکت فلات	۰/۱۰±۰/۰۵	۱۱/۴۳±۴/۶۴	۲/۴۲±۰/۳۲*	۶/۱۵±۰/۴۰*	۱۲/۷۴±۲/۱۷*	۲۳/۸۵±۱/۰۹*	۵۰/۵۲±۸/۳۵
SEEDATHIP #3	**TL01656/AVRDC**	۱۹/۰۱±۱/۶۱*	۱۰۷/۹۳±۳۹/۴۴*	۲/۷۱±۰/۲۳	۳/۱۶±۰/۱۷	۱۴/۷۵±۰/۴۲	۲۰/۱۸±۲/۳۶	۷۴/۸۰±۲/۸۳
S. pimpinellifolium	**L00101/AVRDC**	۲/۲۸±۱/۳۱	۱۰/۸۶±۴/۱۸	۱/۲۸±۰/۰۱*	۲/۶۷±۰/۴۹*	۱۳/۰۴±۱/۳۶*	۲۶/۶۴±۲/۷۷*	۴۸/۸۶±۴/۶۸
FLORIDA MH-1	**L05983/AVRDC**	۸۵/۸۱±۳۵/۰۶	۱۲۰/۹۳±۲۳/۲۳	۱/۵۴±۰/۱۹*	۲/۵۹±۰/۵۸*	۱۱/۴۱±۰/۸۵*	۲۱/۳۹±۲/۶۲*	۵۴/۰۲±۴/۲۶
***B, j-2, sp, u* mutant**	**LA3899/TGRC**	۱۲/۱۵±۴/۹۳*	۱۴۸/۹۳±۱۷/۲۱*	۲/۱۷±۰/۰۶	۲/۴۰±۰/۲۰	۱۳/۴۴±۰/۲۶	۱۴/۳۲±۰/۷۹	۹۳/۴۲±۱/۹۷
LSD (0.05)		۴۰/۶۷	۴۵/۳۶	۱/۲۶۲	۱/۴۲۴	۵/۰۵۹	۵/۲۳۷	۱۹/۶۱

*- معنی دار در سطح احتمال ۰/۰۵. داده‌ها به صورت خطای استاندارد ± میانگین آورده شده‌اند. داده‌های هر ستون با استفاده از **LSD** در سطح احتمال ۰/۰۵ مقایسه شده‌اند.

جدول ۲- میانگین تعداد و وزن خشک گل جالیز مصری در ۲٤ ژنوتیپ گوجه فرنگی

ژنوتیپ های گوجه فرنگی	تعداد گل جالیز (تعداد/گیاه)		وزن خشک گل جالیز (گرم/گیاه)			تعداد گل جالیز/ حجم ریشه
	ظاهر شده	ظاهر نشده	گیاه کامل	قسمتهای روی زمین	قسمتهای زیر زمین	
Viva100	۸/۳۳±۲/۷۳	۵/۶۶±۲/۹۶	۹/۷۶±۰/۸۲	۴/۵۰±۰/۸۳	۵/۲۶±۰/۶۴	۰/۴۷±۰/۲۳
Riogrande	۷/۵۰±۴/۳۱	۱۵/۸۳±۳/۹۱	۹/۵۲±۲/۷۸	۳/۴۲±۲/۱۴	۶/۰۹±۰/۷۲	۰/۴۷±۰/۰۹
Rio-s	۶/۱۷±۳/۱۹	۱۰/۰۰±۰/۵۷	۵/۶۰±۱/۲۵	۱/۴۲±۰/۷۰	۴/۱۷±۰/۷۶	۰/۳۴±۰/۱۰
Early OrbanaVF	۳/۶۷±۱/۷۶	۱۱/۵۰±۶/۳۸	۵/۲۵±۱/۳۰	۱/۲۴±۰/۶۶	۴/۰۱±۰/۹۶	۰/۳۱±۰/۱۶
Kal GN3	۷/۰۰±۲/۶۵	۱۵/۶۷±۲/۲۰	۸/۵۱±۱/۱۶	۲/۵۲±۱/۴۰	۵/۹۹±۰/۳۳	۰/۶۱±۰/۱۸
Early Orbana Y	۷/۳۳±۲/۱۹	۱۱/۳۳±۲/۱۸	۶/۰۷±۱/۵۹	۲/۲۶±۰/۷۹	۳/۸۱±۰/۸۷	۰/۴۰±۰/۰۹
Solanumchilense	۰/۳۳±۰/۳۳	۲/۰۰±۱/۰۰	۰/۷۱±۰/۶۳	۰/۰۸±۰/۰۸	۰/۶۲±۰/۵۴	۰/۰۵±۰/۰۲
S. pimpinellifolium	۰/۵۰±۰/۲۹	۸/۵۰±۲/۵۹	۴/۹۱±۰/۰۱	۰/۱۱±۰/۰۶	۴/۷۹±۰/۰۵	۰/۱۳±۰/۰۰
Super2270	۵/۶۷±۲/۹۶	۸/۶۶±۱/۳۳	۶/۸۸±۰/۲۷	۲/۸۷±۰/۳۴	۴/۰۱±۰/۰۷	۰/۴۹±۰/۱۸
Falat-111	۵/۰۰±۱/۷۳	۸/۵۰±۰/۲۸	۸/۷۶±۱/۳۴	۴/۲۲±۰/۷۱	۴/۵۴±۰/۶۳	۰/۳۲±۰/۰۸
***hp-1* mutant**	۵/۰۰±۱/۵۳	۶/۳۳±۳/۵۲	۱۰/۰۶±۲/۷۰	۵/۲۱±۲/۳۷	۴/۸۴±۰/۷۰	۱/۱۱±۰/۲۴
Early Orbana 111	۴/۶۷±۱/۲۰	۱۵/۶۷±۱۰/۲۰	۹/۲۸±۰/۶۱	۵/۳۶±۰/۹۱	۳/۹۱±۰/۳۰	۰/۴۵±۰/۱۴
S. peruvianum	۶/۶۷±۲/۹۶	۱۱/۰۰±۳/۷۸	۱۰/۴۹±۵/۳۳	۴/۵۸±۲/۸۳	۵/۹۱±۲/۵۵	۰/۷۹±۰/۲۷
C.H	۷/۱۷±۳/۴۴	۱۲/۵۰±۷/۱۴	۷/۰۳±۲/۶۵	۲/۸۵±۱/۵۷	۴/۱۸±۱/۱۷	۰/۴۵±۰/۰۶
Perimo	۶/۵۰±۳/۷۵	۱۷/۰۰±۴/۰۴	۵/۴۳±۱/۲۴	۱/۱۳±۰/۶۵	۴/۳۰±۰/۵۸	۰/۴۸±۰/۰۹
***Ora* mutant**	۱۰/۳۳±۰/۸۸	۷/۰۰±۰/۵۷	۱۴/۳۸±۰/۹۰	۶/۷۷±۰/۵۴	۷/۶۱±۰/۳۶	۰/۵۰±۰/۰۴
***i-2, u* mutant**	۷/۶۷±۱/۷۶	۱۱/۶۷±۴/۶۳	۷/۹۰±۱/۴۹	۲/۷۴±۰/۸۵	۵/۱۶±۰/۶۰	۰/۹۶±۰/۱۴
Pet O Early Ch	۶/۰۰±۳/۴۶	۸/۵۰±۰/۲۸	۳/۸۰±۱/۷۸	۱/۶۷±۰/۹۶	۲/۱۳±۰/۸۲	۰/۶۵±۰/۱۴
R22	۱۳/۳۳±۳/۳۸	۱۴/۰۰±۶/۰۸	۱۲/۲۹±۱/۷۸	۴/۹۳±۱/۰۲	۷/۳۶±۱/۰۶	۰/۳۹±۰/۱۹
Shef	۶/۰۰±۱/۷۳	۱۲/۵۰±۳/۷۵	۸/۳۷±۰/۰۶	۳/۴۲±۰/۱۵	۴/۹۴±۰/۰۸	۰/۹۱±۰/۱۸
SEEDATHIP #3	۹/۵۰±۲/۶۰	۱۸/۵۰±۱/۴۴	۸/۵۵±۱/۶۷	۲/۲۷±۰/۵۸	۶/۲۸±۰/۸۱	۰/۷۵±۰/۲۶
S. pimpinellifolium	۱۰/۵۰±۰/۲۹	۲/۵۰±۰/۲۸	۱۱/۵۷±۱/۲۷	۶/۶۵±۰/۹۳	۴/۹۲±۰/۳۴	۰/۷۵±۰/۱۷
FLORIDA MH-1	۴/۳۳±۱/۳۳	۴/۱۶±۱/۰۱	۴/۳۶±۰/۸۶	۱/۵۳±۰/۷۸	۲/۸۳±۰/۰۸	۰/۷۷±۰/۰۱
***B, j-2, sp, u* mutant**	۱۱/۰۰±۲/۳۱	۳۰/۰۰±۷/۵۰	۶/۶۳±۰/۹۸	۱/۸۲±۰/۵۵	۴/۸۰±۰/۴۳	۰/۳۵±۰/۰۵
LSD (0.05)	۷/۰۱	۱۱/۸۲	۵/۱۳	۳/۳۰	۲/۳۴	۰/۴۳

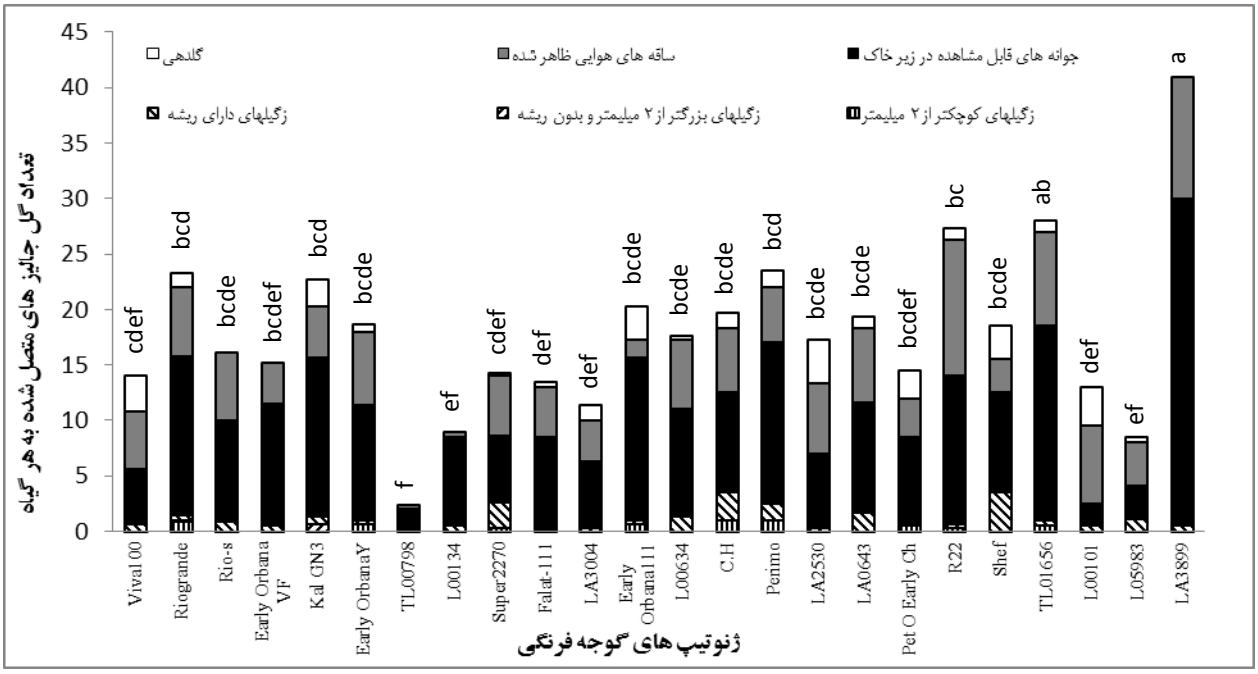
داده ها به صورت خطای استاندارد ± میانگین آورده شده‌اند.داده‌های هر ستون با استفاده از **LSD** در سطح احتمال ۰/۰۵ مقایسه شده‌اند.

در این مطالعه، سطوح بالایی از مقاومت به گل جالیز مصری در دو گونه وحشی *S. chilense* TL00798 و *S. pimpinellifolium* L00134 مشاهده شد. TL00798 برای تمام پارامترهای اندازه‌گیری شده، دارای بالاترین سطح مقاومت بود و L00134 برای اکثر این پارامترها در رتبه دوم قرار داشت.

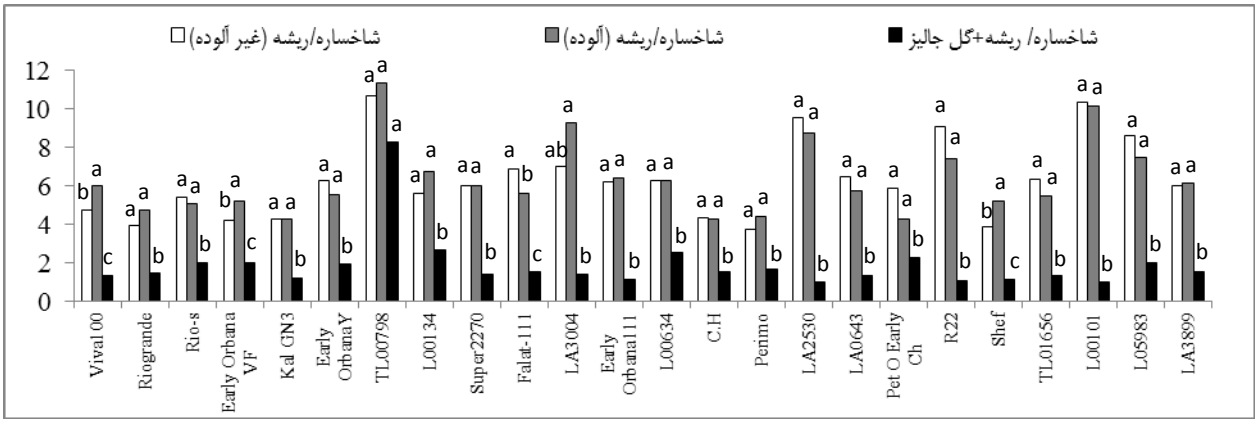
در گذشته نیز گزارش شده بود که*L. pimpinellifolium* نسبت به *O. ramose* و *O. aegyptiaca* (۶ و ۱۹) و *L. chilense* نسبت به *O. aegyptiaca* (۶) دارای مقاومت بالایی هستند. نتایج حاضر تایید کننده این نظریه است که گونه‌های وحشی خویشاوند گوجه‌فرنگی می توانند به عنوان ذخایر ژنتیکی با ارزشی جهت اصلاح گوجه فرنگی برای مقاومت به گل جالیز استفاده شوند.

مطالعات پژوهشگران درباره خصوصیات گیاهان مقاوم به انگل نشان داده که چرخه زندگی انگل، ممکن است در چندین نقطه بحرانی در طی روند آلودگی متوقف شود. اگرچه زیست شناسی اصلی مکانیسم‌های این مقاومت‌ها هنوز روشن نیست، اما مطالعات آناتومیکی و فیزیولوژیکی این نظریه را تایید کرده است (۲۶). سه مکانیسم اصلی برای مقاومت به حملات انگلی در حبوبات شناسایی شده است. در سطح اول، ریشه گیاه میزبان ممکن است محرک های لازم برای جوانه زنی بذرهای گل جالیز را ترشح نکند. در سطح دوم، جلوی نفوذ انگل در مراحل اولیه آلودگی مسدود می‌شود. ضخیم شدن دیواره سلولی ریشه گیاه میزبان یکی از دلایل این نوع مقاومت می‌باشد. مکانیسم سوم زمانی فعال می‌شود که ارتباط آوندی انگل با ریشه میزبان برقرار شده و زگیل‌ها ظاهر می‌گردند. مکانیسم‌های دفاعی درون آوندی میزبان در این مرحله باعث قهوه‌ای شدن و مرگ زگیل‌ها می‌گردند (۱۴). برخی گیاهان نیز ممکن با استفاده از مکانیسم فرار[1]، با رشد ریشه در لایه‌های عمقی‌تر خاک و یا بیومس کم ریشه، کم‌تر در معرض حمله انگل قرار بگیرند (۲۶).

1-Scape



شکل ۱- تنوع در تعداد و مرحله رشدی گل جالیزهای متصل شده به ۲۴ ژنوتیپ گوجه فرنگی. گل جالیزها بر اساس روش تربورگ و همکاران (۲۷) طبقه‌بندی شده‌اند. داده‌های تجمعی ستون‌ها با استفاده از **LSD** در سطح احتمال ۰/۰۵ مقایسه شده‌اند.



شکل ۲- نسبت شاخساره به ریشه در گیاهان آلوده و غیرآلوده به گل جالیز مصری. داده‌های هر ژنوتیپ با استفاده از **LSD** در سطح احتمال ۰/۰۵ مقایسه شده‌اند.

مقایسه نسبت تعداد اتصالات گل جالیز به واحد حجم ریشه در ژنوتیپ‌های مختلف نشان داد که ژنوتیپ‌های L00134 و TL00798 دارای تعداد گل جالیزهای بسیار کم‌تری در واحد حجم خود بوده و بنابراین از مکانیسم فرار برای مقابله با گل جالیز استفاده نکرده‌اند، بلکه به نظر می‌رسد که این دو ژنوتیپ در توانایی القا یا اتصال گل جالیز، با سایر ژنوتیپ‌ها تفاوت داشته‌اند. از طرف دیگر، چون تعداد کمی زگیل‌های قهوه‌ای شده روی ریشه ژنوتیپ TL00798 مشاهده شد، می‌توان گفت که این ژنوتیپ، احتمالاً از مکانیسم دفاعی سوم نیز تا حدودی برخوردار بوده است.

با توجه به پاسخ‌های بسیار متنوع ژنوتیپ‌های زراعی و وحشی گوجه فرنگی به گل جالیز مصری می‌توان گفت که غیر از مکانیسم مقاومت که باعث توقف روند آلودگی در مقاطع مختلف چرخه زندگی انگل می‌شود، برخی از گیاهان حساس ممکن است از مکانیسم تحمل برای حفظ یک محصول پایدار در شرایط انگلی شدن استفاده کنند. برای نمونه، ژنوتیپ CH با وجود کاهش معنی‌دار در وزن خشک شاخساره و ریشه در اثر آلودگی و دارا بودن میانگین تعداد ۱۹/۶۶ گل جالیز به ازای هر گیاه که بالاتر از میانگین تعداد گل جالیزهای تمام ژنوتیپ‌ها (۱۷/۸۸) بود، کاهش معنی‌داری در میزان محصول نشان

نداد. ژنوتیپ LA3899 در واکنشی بالعکس، با دارا بودن بیش‌ترین تعداد گل جالیز به ازای هر گیاه (۴۱) و کاهش بسیار معنی‌دار در محصول، تغییر معنی‌داری در وزن خشک شاخساره و ریشه نشان نداد. به عبارت دیگر می‌توان گفت که در برخی ژنوتیپ‌ها، کاهش محصول هیچ تناسبی با روند کاهش وزن خشک گیاه ندارد. بنابراین استفاده از میزان کاهش در وزن خشک ریشه و شاخساره به عنوان شاخصی برای تحمل (همان‌گونه که برخی از محققین تاکنون استفاده کرده اند)، ممکن است در برخی موارد گمراه کننده بوده و منجر به انتخاب اشتباه ژنوتیپ‌ها شود و بهتر است از محصول نهایی گیاه به عنوان شاخصی برای سنجش میزان تحمل گیاه استفاده شود. البته در آزمایش‌هایی که رسیدن به محصول نهایی گیاه میسر نباشد، وزن خشک می‌تواند جایگزین خوبی برای محاسبه میزان تحمل گیاه باشد.

نتیجه‌گیری

بررسی میزان مقاومت ۲۴ ژنوتیپ گوجه فرنگی نسبت به گل جالیز مصری نشان داد که تاثیر این انگل بر روی پارامترهای اندازه‌گیری شده در این ژنوتیپ‌ها از تنوع بسیار بالایی برخوردار است. نتایج نشان داد که واریته LA2530 (جهش یافته *Ora*) که قبلاً به عنوان واریته مقاوم به گل جالیز مصری معرفی شده بود، نسبت به این انگل بسیار حساس است. هم‌چنین دو گونه وحشی *Solanum chilense* TL0798 و *S. pimpinellifolium* L00134 برای تمام پارامترهای اندازه‌گیری شده، به ترتیب دارای بیش‌ترین مقاومت به گل جالیز مصری بودند. این مشاهدات نشان داد که گونه‌های وحشی خویشاوند گوجه فرنگی می‌توانند منابع ژنتیکی متنوع و امیدبخشی برای تولید گیاهان مقاوم به گل جالیز باشند.

سپاسگزاری

بدین‌وسیله، از همکاری مرکز توسعه و تحقیقات سبزیجات آسیا (AVRDC)، مرکز منابع ژنتیکی گوجه فرنگی (TGRC) و شرکت فلات برای در اختیار قرار دادن بذرهای گوجه فرنگی، سپاسگزاری می‌گردد.

منابع

1- Abbes Z., Kharrat M., Delavault P., Simier P., and Chaibi W. 2007. Field evaluation of the resistance of some faba bean (*Vicia faba* L.) genotypes to the parasitic weed *Orobanche foetida* Poiret. Crop Protection, 26:1777–1784.
2- Avdeyev Y.I., and Scherbinin B.M. 1977. Tomato resistant to broomrape, *Orobanche aegyptiaca*. Report of the tomato genetics cooperative, department of vegetative crops, University of California, Davis, Report, 27:7-9.
3- Avdeyev Y.I., Scherbinin B.M., Ivanova L.M., and Avdeyev A.Y. 2003. Studying of tomato resistance to broomrape and breeding varieties for processing. Proceedings of Eighth International ISHS Symposium on the Processing tomato, 613:283-291.
4- Dor E., Alperin B., Wininger S., Ben-Dor B., Somvanshi V.S., Koltai H., Kapulnik Y., and Hershenhorn J. 2009. Characterization of a novel tomato mutant resistant to the weedy parasites *Orobanche* and *Phelipanche* spp. Euphytica, 171:371-380.
5- Eizenberg H., Colquhoun J.B., and Mallory-Smith C.A. 2003. Variation in clover response to small broomrape (*Orobanche minor*). Weed Science, 51:759-763.
6- El-Halmouch Y., Benharrat H., and Thalouarn P. 2006. Effect of root exudates from different tomato genotypes on broomrape (*O. aegyptiaca*) seed germination and tubercle development. Crop Protection, 25:501-507.
7- El- Maarouf-Bouteau H., Moreau E., Errakhi R., and Salle G. 2008. A diffusible signal from germinating *Orobanche ramosa* elicits early defense responses in suspension-cultured *Arabidopsis thaliana*. Plant Signaling & Behavior, 3:189-193.
8- Fernandez-Aparicio M., Sillero J.C., Perez-De-Luque A., and Rubiales D. 2008. Identification of sources of resistance to crenate broomrape (*Orobanche crenata*) in Spanish lentil (*Lens culinaris*) germplasm. Weed Research, 48:85-94.
9- Fernandez-Aparicio M., Sillero J.C., and Rubiales D. 2009. Resistance to broomrape species (*Orobanche* spp.) in common vetch (*Vicia sativa* L.). Crop Protection, 28:7–12.
10- Foy C.L., Jacobsohn R., and Jain R. 1987. Evaluation of tomato lines for resistance to glyphosate and/or *Orobanche aegyptiaca* Pers. In: Weber, H.C., Forstreuter W. (eds), Parasitic flowering plants, Proceeding of the 4th ISPFP. Marburg, Germany, pp 221–230.
11- Foy C.L., Jacobsohn R., and Jain R. 1988. Screening of *Lycopersicon* spp for glyphosate and/or *Orobanche aegyptiaca* Pres. resistance. Weed Research, 28:383–391.
12- Gur A., and Zamir D. 2004. Unused natural variation can lift yield barriers in plant breeding. PLOS Biology, 2:1610–1615.
13- Holm L., Pancho J.V., Herberger J.P., and Plucknett D.L. 1979. A geographical atlas of world weeds. Wiley-Interscience. New York. 440 pp.
14- Lozano-Baena M.D., Prats E., Moreno M.T., Rubiales D., and Perez-De-Luque A. 2007. *Medicago truncatula* as a

model host for legumes-parasitic plants interactions: Two phenotypes of resistance for one defensive mechanism. Plant Physiology, 145:437-449.
15- Mariam E.G., and Suwanketnikom R. 2004. Screening of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) varieties for resistance to branched broomrape (*Orobanche ramose* L.). Kasetsart Journal, 38:434-439.
16- Mighani F., Yazdani M., and Minbashi-Moeinin M. 2009. Study of tomato (*Lycopersicon esculentum*) cultivars tolerance to *Orobanche aegyptiaca*. Applied Enthomology and Phytopathology, 77:93-111.
17- Minbashi-Moeini M. 2007. *Orobanche*: Botany, Biology, Ecology and Control Methods. Iranian Plant Protection Research Institute Press. 32 p.
18- Parker C., and Riches C.R. 1993. Parasitic Weeds of the World. CAB International,Wallingford, UK. 322 pp.
19- Qasem J.R., and Kasrawi M.A. 1995. Variation of resistance to broomrape (*Orobanche ramose*) in tomatoes. Euphytica, 81:109-114.
20- Qeshm M.R., and Kafi M. 2009. Industrial Tomato from Cultivation to Harvesting. Mashhad Jahad Daneshgahi Publications. 80 p.
21- Rady A. 2007. Conventional and biotechnological approaches for control of parasitic weeds. In Vitro Cellular and Developmental Biology - Plant, 43:304−317.
22- Rick C., and Chetelat R., 1995. Utilization of related wild species for tomato improvement, First International Symposium on *Solanacea* for Fresh Market. Acta Horticulturae, 412:21–38.
23- Rispail N., Dita M.A., Gonzalez-Verdejo C., Perez-de-Luque A., Castillejo M.A., Prats E., Roman B., Jorri´n J., and Rubiales D., 2007. Plant resistance to parasitic plants: molecular approaches to an old foe. New Phytologist, 173:703–712.
24- Rubiales D., Alcantara C., and Sillero J.C. 2003. Variation in resistance to *Orobanche cranata* in species of *Cicer*. Weed Research, 44:27-32.
25- Rubiales D., Moreno M.T., and Sillero J.C. 2005. Search for resistance to crenate broomrape (*Orobanche crenata* Forsk.) in pea germplasm. Genetic Resources and Crop Evolution, 52:853–861.
26- Rubiales D., Perez-de-Luque A., Fernandez-Aparico M., Sillero J.C., Roman B., Kharrat M., Khalili S., Joel D.M. and Riches C. 2006. Screening techniques and sources of resistance against parasitic weeds in grain legumes. Euphytica, 147:187-199.
27- Ter Borg S.J., Willemsen A., Khalil S.A., Saber H.A., Verkleij J.A.C., and Pieterse A.H. 1994. Field study of the interaction between *Orobanche crenata* Forsk. and some lines of *Vicia faba*. Crop Protection, 13:611–616.