ارزیابی پاسخ ژنوتیپ‌های خیار (*Cucmis sativus* L.) به انگلی شدن توسط گل‌جالیز مصری (*Phelipanche aegyptiaca*)

نیره السادات حسینی فرادنبه[۱]، ابراهیم ایزدی دربندی[۲]*، حسن کریم مجنی[۳]، احمد نظامی[۴]

۱، ۲ و ۴. به‌ترتیب دانش آموخته، دانشیار و استاد گروه اگروتکنولوژی دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، ایران
۳. دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان، ایران
Corresponding author: e-izadi@um.ac.ir

چکیده

عدم وجود راه حل قطعی و مؤثر برای کنترل خسارت فراوان گل‌جالیز در گیاهان میزبان باعث شده که تحقیقات جهت یافتن ژنوتیپ‌های مقاوم یا متحمل با تأکید بر بررسی پاسخ‌های فیزیولوژیکی میزبان ادامه یابد. در آزمایش گلخانه‌ای در قالب طرح کاملاً تصادفی با شش تکرار، پاسخ ۳۵ ژنوتیپ خیار در حضور انگل گل‌جالیز بررسی و تغییرات هر صفت در تیمار آلوده به گل‌جالیز نسبت به شاهد بدون آلودگیِ همان ژنوتیپ، بررسی شد. نتایج نشان داد، آلودگی گل‌جالیز باعث کاهش معنی‌دار در وزن خشک اندام‌های هوایی و ریشه نسبت به تیمار شاهد شد. در بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی، ژنوتیپ خسیب با ۵۱ درصد و ژنوتیپ بومی ۵۵۹۵۲ با ۹۱ درصد کاهش وزن اندام‌های هوایی، بیشترین آسیب را از انگلی شدن گل‌جالیز نشان دادند. صفات اندازه‌گیری شده مربوط به گل‌جالیز در تیمارهای آلوده شامل تعدادکل اتصال به ازای هر گیاه، وزن خشک کل گل‌جالیزهای متصل در ژنوتیپ‌های مختلف خیار باهم تفاوت معنی‌دار داشتند. نتایج آزمایش نشان داد که رابطه انگلی میزبان خیار-گل‌جالیز تحت تأثیر ژنوتیپ های مختلف میزبان قرار دارد.

واژه‌های کلیدی: ژنوتیپ بومی، گیاه انگل، مقاومت به گل‌جالیز.

مقدمه

خصوصیات منحصر به فرد انگل گل‌جالیز مصری(*Phelipanche aegyptiaca*) مانند ایجاد ارتباط تنگاتنگ با میزبان و اثر بر فرآیندهای فیزیولوژیکی آن، ایجاد خسارت اصلی به میزبان در دوره رشد زیرزمینی آن، وابستگی به حضور میزبان جهت آغاز فرآیند جوانه‌زنی (۱)، طول عمر بالای بذر، سرعت آلودگی بالا، تولید بذر زیاد و امکان ایجاد بانک بذر قوی در کوتاه مدت (۳) باعث ناکارآمدی روش‌های کنترلی متداول شده است. اعتقاد بر این است که مقاومت ژنتیکی به گیاه انگل و استفاده از ارقام مقاوم به عنوان مهم‌ترین و مؤثرترین راهکار مدیریت تلفیقی علف‌های‌هرز انگل می‌باشد. در این ارتباط، ژنوتیپ‌های فردی درون گونه‌ی میزبانِ یک انگل نیز ممکن است سطوح مختلف مقاومت، تحمل یا حساسیت به حمله انگلی را نشان دهند و مکانیزم مقاومت میزبان نسبت به انگل می‌تواند متفاوت باشد (۳).

مقاومت به عنوان توانایی میزبان برای پایداری در برابر حمله انگل به گونه‌ای که مانع ایجاد و رشد انگل شود تعریف می‌گردد، در حالی‌که تحمل به توانایی ایستادگی در برابر آسیب‌های ناشی از انگل یا دفاع میزبان در برابر انگل دلالت دارد. تعداد کمی از گونه‌های گیاهی، مقاومت کامل به تهاجم انگل را نشان می‌دهند و مقاومت در ژرم پلاسم‌های اهلی شده در بیشتر گیاهان زراعی مهم ناچیز است، درحالی‌که گونه‌های وحشی توانایی بیشتری در مقاومت کامل، جزئی و یا تحمل انگل دارند (۲).

گیاه خیار میزبان گل جالیز مصری از مهم‌ترین سبزیجات میوه‌ای کشور به شمار می‌آید. علی‌رغم اهمیت این محصول، تولید بالای آن در کشور و آسیب مزارع و گلخانه‌های خیار در استان‌های مختلف از این گیاه انگل، روابط میزبان - انگل در آن به خوبی بررسی نشده است. در این پژوهش، رابطه میزبان-انگل در تعدادی از ارقام تجاری مرسوم و برخی ژنوتیپ‌های بومی خیار و نحوه اثر گذاری گل جالیز مصری بر صفات مورفوفیزیولوژیک گیاه میزبان بررسی شده است.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی پاسخ ۳۵ ژنوتیپ خیار، آزمایش گلخانه‌ای در قالب طرح کاملاً تصادفی و با ۶ تکرار در گلخانه گروه زراعت دانشگاه صنعتی اصفهان با دمای ۲۵/۱۵ درجه سانتی‌گراد (شب/روز) طراحی و اجرا شد. ژنوتیپ‌ها شامل ۱۷ ژنوتیپ بومی[1] (۵۵۹۵۰ (کردستان)، ۵۵۹۵۲ (فارس)، ۵۵۹۵۶ (یزد)، ۵۵۹۵۷ (مرکزی)، ۵۵۹۶۰ (یزد)، ۵۵۹۶۱ (آذربایجان)، ۵۶۰۰۵ (بوشهر)، ۵۶۰۱۳ (تهران)، ۵۶۰۳۲ (گیلان)، ۵۶۰۴۳ (زنجان) ۵۶۰۴۴ (زنجان) و ۵۶۰۴۶ (خراسان)، ۸ ژنوتیپ تجاری گلخانه‌ای (استورم، کیهان، اسپادانا، خسیب، نگین، آلفرد، نیوسان، کاسپین) و ۱۰ ژنوتیپ تجاری فضای باز (امید، امپراطور، گریفاتون، آرجتو، باران، کلوس، کاوه، پوپ، بینگو، سوپردومینو) بودند.

برای بررسی پاسخ هر ژنوتیپ، ۱۲گلدان در نظر گرفته شد که در ۶گلدان بذر خیار ژنوتیپ مورد نظر به تنهایی (تیمار شاهد) و در ۶گلدان دیگر بذر خیار به همراه ۲۰ میلی‌گرم بذر گل جالیز مصری (جمع‌آوری بذور گیاه انگل از مزارع گوجه‌فرنگی آلوده به گل جالیز مصری اطراف اصفهان صورت گرفت) کاشته شد. جهت تسهیل اندازه‌گیری‌های مربوط به گل جالیز از بستر بدون خاک (پرلیت ریز ۵۰ درصد و ماسه ۴۰ درصد و پوکه معدنی ۱۰ درصد) جهت پر کردن گلدان‌ها استفاده شد. پس از پرکردن دو سوم گلدان‌ها در تیمارهای آلوده، میزان ۲۰ میلی‌گرم بذر گل جالیز با بستر کاشت مخلوط و سپس کشت بذور انجام شد. آبیاری طبق نیاز گیاه و تا حد ظرفیت زراعی و تغذیه گلدان‌ها با محلول غذایی هوگلند بر طبق برنامه تغذیه‌ای متداول انجام گرفت. صفات اندازه‌گیری شده شامل وزن خشک اندام‌های هوایی و وزن خشک ریشه و در تیمارهای آلوده به گیاه انگل، تعداد کل اتصال به ازای هر گیاه (TAN)[2] و وزن خشک کل گل جالیزهای متصل (ADW)[3] بودند. برای آنالیز داده‌های حاصل، در هر صفت درصد تغییرات (کاهش یا افزایش) در تیمارهای آلوده نسبت به شاهد محاسبه گردید و از نرم افزار SAS برای تجزیه واریانس و مقایسه میانگین (بر اساس آزمون LSD محافظت شده در سطح معنی‌داری ۵ درصد) استفاده شد.

۱- . بذر ارقام بومی از موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر و بذر ارقام تجاری از شرکت های توزیع کننده فعال در اصفهان، تهیه شده است

2- Total Attachment Number

3- Attachment Dry Weight

نتایج و بحث

تغییرات وزن خشک گوجه‌فرنگی:

درصد تغییرات وزن خشک اندام‌های هوایی تیمارهای آلوده به گل جالیز نسبت به شاهدِ هر ژنوتیپ بسیار معنی‌دار ($p\leq0.01$) بود. وزن خشک اندام‌های هوایی در تمامی ژنوتیپ‌های آلوده به شدت و از ۵۱ تا ۹۱ درصد کاهش پیدا کرد. بر اساس نتایج حاصل، کمترین و بیشترین کاهش وزن خشک اندام‌های هوایی به‌ترتیب در رقم گلخانه‌ای خسیب (۵۱ درصد) و ژنوتیپ بومی ۵۵۹۵۲ (۹۱ درصد) مشاهده شد (جدول ۱)

بر اساس نتایج آزمایش، وزن خشک ریشه خیار نیز در ژنوتیپ‌های مختلف، تحت تاثیر معنی‌دار گل جالیز قرار گرفت ($p\leq0.01$). کمترین آسیب به ریشه ناشی از حضور گل جالیز در ژنوتیپ خاروان (۴۶/۵۲) مشاهده شد که به لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری با رقم کاسپین (۵۹/۵۳ درصد) نداشت. همچنین انگلی شدن توسط گل جالیز باعث کاهش بیش از ۹۵ درصد وزن خشک ریشه در ژنوتیپ‌های ۵۵۹۵۶ (۹۵/۱۴)، ۵۵۹۶۰ (۹۵/۱۵)، ۵۵۹۹۵ (۹۵/۲۶)، ۵۶۰۱۳ (۹۵/۴۹)، ۵۵۹۵۰ (۹۵/۹۰)، ۵۶۰۴۳ (۹۶/۳۶)، پاپ (۹۶/۶۳)، خسیب (۹۷/۶۳) و آلفرد (۹۸) شد. بقیه ژنوتیپ‌ها با درصد کاهش بین ۸۵ تا ۹۶ درصد کاهش در وزن خشک اندام هوایی در یک گروه آماری قرار گرفتند (جدول ۱).

صفات مربوط به گل جالیز:

تعداد کل گل جالیز متصل گیاه (TAN) در ژنوتیپ‌های مختلف خیار تفاوت معنی‌داری داشت. مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که بیشترین تعداد اتصال مربوط به ژنوتیپ کاوه (۲۴/۶۱) بود که به لحاظ آماری با تعداد اتصال در ژنوتیپ‌های ۵۶۰۴۶ (۲۳)، خاروان (۲۱/۳۳)، ۵۵۹۹۵ (۲۰/۸۳) اختلاف معنی‌داری نداشت. کمترین تعداد اتصال به‌ترتیب مربوط به ژنوتیپ‌های دستگرد (۶/۵)، ۵۶۰۰۲ (۱۰/۱۶) و کلاوس (۱۰/۳۳) بود. وزن خشک کل گل جالیز های متصل (ADW) در ژنوتیپ‌های مورد آزمایش بین ۰/۶۳ تا ۲/۱۸ گرم متغیر بود. بطوری‌که کمترین وزن خشک گل جالیز مربوط به ژنوتیپ ۵۵۹۵۲ (۰/۶۳) و بیشترین آن مربوط به ژنوتیپ کلاوس بود (جدول ۱).

در مطالعات مختلف به بررسی اثر انگلی شدن میزبان‌های مختلف به گل جالیز پرداخته شده است (۲، ۳ و ۴). در این آزمایش، ژنوتیپ‌های خیار واکنش متفاوتی به انگلی شدن توسط گل جالیز نشان دادند. در تمامی صفات مورد مطالعه به وضوح اثر انگلی شدن توسط گل جالیز را می‌توان مشاهده کرد. با این حال، بیشترین آسیب در شاخص وزن خشک ریشه دیده شد که میزان کاهش بین ۴۶/۵۲ تا ۹۸ درصد وزن خشک ریشه در تیمارهای شاهد بود. در آزمایشات مختلف کاهش وزن خشک ریشه در میزبان‌های حساس ثبت شده است. در بررسی مقاومت گل آفتابگردان به گل جالیز، کاهش شدید وزن خشک ریشه در رقم حساس مورد آزمایش دیده شد که آن را مربوط به رقابت شدید بین گل جالیز و مخزن آفتابگردان دانسته‌اند.

جدول ۱. مقایسه میانگین صفات درصد کاهش وزن خشک اندام‌های هوایی و ریشه خیار و صفات اندازه‌گیری شده در گل جالیز

ژنوتیپ	وزن خشک اندام هوایی (٪)	وزن خشک ریشه (٪)	تعداد کل اتصال (به ازای هرگیاه)	وزن خشک کل گل جالیزهای متصل
۵۵۹۵۰	۸۶/۸۸g-o	۹۵/۹۰e	۱۱/۶۶b-d	۱/۰۳a-e
۵۵۹۵۲	۹۱/۶۴o	۹۲/۱۹de	۱۱/۳۳ b-d	۰/۶۳a
۵۵۹۵۶	۸۴/۱۳g-m	۹۵/۱۴de	۱۴/۰۰ b-g	۰/۹۳a-d
۵۵۹۵۷	۸۸/۷۰k-o	۹۴/۴۲de	۱۱/۳۳ b-d	۰/۹۳ a-d
۵۵۹۶۰	۷۷/۵۷c-f	۹۵/۱۵de	۱۴/۱۶c-g	۰/۹۶a-d
۵۵۹۶۱	۸۱/۳۲d-i	۸۹/۳۲de	۱۱/۳۳ b-d	۰/۹۱ a-d
۵۵۹۶۳	۸۵/۳۹g-n	۸۲/۰۵cde	۱۶/۶۶f-i	۱/۳۲d-k
۵۵۹۹۵	۸۷/۴۷i-o	۹۵/۲۶de	۲۰/۸۳ j-m	۱/۷۶lm
۵۶۰۰۲	۸۷/۷۱j-o	۹۴/۳۰de	۱۰/۱۶ ab	۰/۷۲ab
۵۶۰۰۵	۸۲/۸۷f-k	۹۲/۸۶de	۱۶/۰۰ e-i	۱/۴۰e-l
۵۶۰۱۳	۸۷/۱۴h-o	۹۵/۴۹de	۱۹/۰۰h-k	۱/۴۳ e-l
۵۶۰۳۲	۸۹/۱۰l-o	۸۰/۶۵c-e	۱۳/۰۰ b-f	۰/۸۱ a-c
۵۶۰۴۳	۸۳/۳۰f-l	۹۶/۳۶e	۱۴۰/۵ d-g	۱/۳۳ d-l
۵۶۰۴۴	۸۵/۴۱g-n	۹۱/۱۱de	۱۵/۶۶ e-i	۱/۰۸ b-g
۵۶۰۴۶	۸۷/۷۲j-o	۹۲/۷۶de	۲۳/۰۰ lm	۱/۱۱ b-i
دستگرد	۷۳/۴۵bc	۹۲/۸۱de	۶/۵۰a	۰/۹۲ a-d
خاروان	۸۶/۶۰g-o	۴۶/۵۲a	۲۱/۳۳ k-m	۱/۴۷ f-l
امید	۷۷/۵۸c-f	۷۸/۴۰cd	۱۲/۳۳ b-e	۱/۰۹ b-h
باران	۸۲/۸۵f-k	۹۳/۴۵de	۱۲/۶۶ b-e	۱/۶۳ kl
امپراطور	۹۰/۵۳no	۸۳/۱۹c-e	۱۹/۱۶ i-l	۱/۱۱ b-i
کلاوس	۸۰/۹۸d-h	۸۷/۵۵de	۱۰/۳۳ a-c	۲/۱۸ m
بینگو	۸۲/۸۲f-k	۹۰/۶۰de	۱۹/۳۳ i-l	۱/۵۲ h-l
گریفاتون	۸۷/۷۱j-o	۹۰/۲۲de	۱۶/۸۳ f-i	۱/۵۳ i-l
کاوه	۷۳/۰۲bc	۶۶/۴۱bc	۲۴/۱۶ m	۱/۰۵ a-f
سوپردومینو	۷۷/۱۶c-f	۸۶/۷۹de	۱۶/۰۰ e-i	۱/۴۶ f-l
پاپ	۸۷/۴۰i-o	۹۶/۶۳e	۱۶/۰۰ e-i	۱/۵۸ j-l
آرجتو	۷۰/۹۳b	۸۵/۱۶de	۱۷/۶۶g-k	۱/۵۱ g-l
استورم	۸۰/۷۹d-g	۹۰/۰۲de	۱۵/۸۳ e-i	۱/۱۹ c-j
نگین	۹۰/۱۴m-o	۹۰/۶۵de	۱۹/۳۳ i-l	۱/۰۳ a-e
کیهان	۸۲/۰۸e-j	۹۱/۸۵de	۱۴/۳۳ d-g	۰/۸۱ a-c
آلفرد	۷۵/۳۲b-d	۹۸/۰۰e	۱۲/۵۰ b-e	۱/۱۲b-i
خسیب	۵۵/۶۷a	۹۷/۶۳e	۱۵/۱۶ d-h	۱/۱۷ c-j
اسپادانا	۷۴/۵۷bc	۹۳/۹۵de	۱۷/۰۰ g-j	۱/۱۰b-i
نیوسان	۸۶/۵۶g-o	۹۳/۲۸de	۱۵/۸۳e-i	۱/۲۸d-k
کاسپین	۷۶/۲۳b-e	۵۹/۵۳ab	۱۷/۶۶ g-k	۰/۹۰a-d

*اعداد هر ستون که حداقل در یک حرف مشترکند در سطح آماری ۵ درصد تفاوت معنی‌داری باهم ندارند.

کاهش وزن اندام هوایی در ژنوتیپ‌های مختلف خیار بین ۵۵/۶۷ تا ۹۱/۶۴ درصد بود. این کاهش عمده در وزن خشک اندام‌های هوایی در ژنوتیپ خیار باعث شد که عملکرد تمامی ژنوتیپ‌ها به صفر برسد. بدین ترتیب که میوه‌ها در مراحل اولیه تولید زرد شده و دچار ریزش می‌شدند. آسیب به دستگاه زایشی گیاه در دیگر بررسی‌ها نیز مشاهده شد. کاهش ۵۰ درصدی در زیست‌توده آفتابگردان در اثر آلودگی به گل جالیز توسط محققین گزارش گردید. این کاهش در زیست‌توده گیاه میزبان افزایش در زیست‌توده گیاه انگل را در پی داشته است. دلیل کاهش زیست‌توده میزبان مربوط به کاهش شدید رشد ریشه و طبق گل آفتابگردان بوده است. در آزمایش دیگر کاهش ۴ برابری در نسبت زیست‌توده اندام هوایی (ساقه، برگ و خوشه میوه) نسبت به وزن ریشه در گوجه‌فرنگی آلوده به انگل نسبت به شاهد بدون آلودگی گزارش شده است. که نشان‌دهنده آسیب شدیدتر ریشه نسبت به اندام هوایی است. در آزمایش تیموری و همکاران نیز به اثر ژنوتیپ‌های مختلف کنجد بر روی گل جالیز اشاره شده است(۵).

نتایج این آزمایش نشان داد که ژنوتیپ‌های مختلف خیار در واکنش به انگلی شدن توسط گل جالیز دچار کاهش شدید در وزن خشک اندام هوایی و ریشه شدند. همچنین خصوصیات گل جالیز نیز تحت تأثیر ژنوتیپ میزبان متغیر بود.

منابع

1-Boyer, F., Saint Germain, A., Pouvreau, J., Clave, G. 2014. New strigolactone analogs as plant hormones with low activities in the rhizosphere. Molecular Plant. 7(4):675–690.

2-Demirbaş, A. O. 2017. Physiological and biochemical defense reactions of *Arabidopsis thalana* to *Phelipanche ramosa* infection and salt stress. Fresenius Environmental Bulletin. 26(3): 2275–2282.

3-Goldwasser, Y., Plakhine, D., Kleifeld, Y., Zamski, E., Rubin, B. 2000. The differential susceptibility of vetch (*Vicia* spp.) to *Orobanche aegyptiaca*: anatomical studies. Annals of Botany. 85:257–262.

4-Mauromicale, G., Antonino, L. M., Longo, A. M. G. 2008. Effect of branched broomrape (*Orobanche ramosa*) infestation on the growth and photosynthesis of tomato. Weed Science. 56: 574–581.

5-Teimouri Jervekani, M., Karimmojeni, H., Brainard, D. C., Jafari, M. 2016. Sesame genotype influences growth and phenology of *Phelipanche aegyptiaca*. Annals Applied Biology. 169: 46–52.

Investigation of the response of cucumber (*Cucmis sativus* L.) genotypes to parasitism by egyptian broomrape (*Phelipanche aegyptiaca*)

Nayerehalsadat Hosseini Faradonbeh[1], Ebrahim Izadi Darbandi*[1], Hassan Karimmojeni[2], Ahmad Nezami[1]

1.Department of Agrotechnology, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran
2.Department of Agronomy and Plant Breeding, College of Agriculture, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran
Corresponding author: e-izadi@um.ac.ir

Abstract

The lack of a definitive and effective solution to control the damage of broomrape in host plants has led researchers to find resistant or tolerant genotypes with emphasis on the study of host physiological responses. In a greenhouse, an experiment was conducted as a completely randomized design with six replications. The response of 35 cucumber genotypes in the presence of broomrape parasite was examined and changes in each trait in broomrape-infected treatment were compared to the control without infection of the same genotype. The results showed that broomrape infection caused a significant reduction in cucumber genotypes to shoot and root dry weight compared to the control treatment. Among the studied genotypes, Khasib with 51% and native genotype 55952 with 91% biomass reduction showed the most damage from broom parasitism. The measured traits related to broomrape in infected treatments including the total number of attachments per plant (TAN), totally attached dry weight (ADW) in different cucumber genotypes were significantly different. The experimental results showed that the parasitic relationship between host cucumber and comfrey was affected by different host genotypes

Keywords: Native genotype, parasitic plant, resistance to broomrape.