

اثر دانه گرده و پیوند بر ویژگی ها مورفولوژیک و رنگدانه لیکوپن میوه گوجه فرنگی

جمالعلی الفتی^{۱*} و تارا ارکرام نصرتیان^۱

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۴/۱۶؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۱۲/۱۹)

چکیده

به منظور بررسی تأثیر دانه گرده و پیوند بر صفات مورفولوژیک و رنگ گوجه فرنگی، ارقام مختلف با رنگ های گوناگون کشت شدند و در سه آزمایش مورد بررسی قرار گرفتند. در آزمایش اول، رقم قرمز زیتونی به عنوان والد مادری و ارقام زرد گلابی، بنفش گیلاسی، زرد پالم گاردن و نارنجی زیتونی به عنوان والد های پدری در نظر گرفته شدند. در آزمایش دوم، رقم نارنجی زیتونی، والد مادری و ارقام زرد پالم گاردن، زرد گلابی و بنفش گیلاسی به عنوان والد های پدری در نظر گرفته شدند. در آزمایش سوم، رقم قرمز گیلاسی به عنوان پیوندک و ارقام قرمز بزرگ و زرد پالم گاردن به عنوان پایه و قرمز گیلاسی به عنوان شاهد بدون پیوند در نظر گرفته شدند. گرده افشانی در آزمایش های اول و دوم به صورت دستی انجام شد. بر اساس نتایج آزمایش اول، حجم میوه قرمز زیتونی گرده افشانی شده با ژنوتیپ های مختلف در سطح احتمال ۵٪ دارای اختلاف معنی دار بود. در آزمایش دوم نیز وزن و حجم میوه گوجه فرنگی نارنجی زیتونی گرده افشانی شده با ارقام مختلف در سطح احتمال ۵٪ دارای اختلاف معنی دار بود. در آزمایش سوم، گوجه فرنگی قرمز گیلاسی پیوند شده بر پایه های مختلف از نظر طول میوه دارای اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۵٪ بود. نتایج این پژوهش بیانگر امکان شناسایی میوه های هیبرید از خودگشن به کمک صفات حجم و وزن و همچنین مؤید تأثیر پایه بر صفات میوه بود.

کلمات کلیدی: خودگشنی، کاروتن، لیکوپن، متازنیا

مقدمه

آنتی اکسیدانی خود قادر است رادیکال های آزاد را خنثی کرده و از ابتلای افراد به بیماری هایی مانند سرطان و بسیاری از مشکلات و بیماری های دیگر جلوگیری کند (۳). واژه زنیبا نخستین بار بیش از ۱۰۰ سال پیش توسط فاک (۱۱) در مقاله ای تحت عنوان اختلاط گیاهان بیان شد. او دو نوع زنیبا را معرفی کرد. زنیبا به اثر دانه گرده بر جنین و آندوسپرم و متازنیا به اثر

گوجه فرنگی گیاهی علفی و یکساله و از خانواده بادمجانیان است. رنگ میوه به دلیل وجود لیکوپن و کاروتن است. در گوجه فرنگی های قرمز، ۸۵٪ لیکوپن و مابقی کاروتن و تنها مقدار کمی گزانتوفیل وجود دارد (۱). لیکوپن مهم ترین ترکیب شیمیایی گیاهی موجود در گوجه فرنگی است و با خاصیت

۱. گروه علوم باغبانی، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان

*مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: jamalaliolfati@gmail.com

صیفی جات ابتدا در اواخر دهه ۲۰ میلادی در ژاپن و کره روی هندوانه انجام شد و سپس برای سایر گیاهان توسعه یافت (۱۶). پژوهش‌های زیادی نشان داده که افزایش شوری محلول غذایی در پایه‌های پیوندی گوجه‌فرنگی گلخانه‌ای با سیستم هیدروپونیک باعث تولید میوه‌هایی با درصد قند و ماده خشک بیشتر و لذا میوه‌هایی با طعم و عملکرد کمی و کیفی بیشتر شد (۹ و ۱۴). استفاده از گیاهان پیوندی گوجه‌فرنگی (رقم سیندا) روی پایه رقم کینگ‌کنگ، عملکرد حاصل از این گیاه را به وسیله افزایش وزن و اندازه میوه در مترمربع فضای گلخانه افزایش داد (۴). پیوند ارقام حمرا و کوین گوجه‌فرنگی روی پایه گوجه‌فرنگی مقاوم به شوری (AR-9704) باعث افزایش صفات کیفی مانند مقدار لیکوپن (در رقم حمرا پیوندی) و مقدار بتا کاروتن (در هر دو رقم پیوندی) و غلظت مواد جامد محلول در میوه‌ها شد (۲). بنابراین، در صورت وجود برهمکنش پایه و پیوندک بر صفات مورفولوژیک می‌توان فرم‌های خاص از میوه را انتظار داشت.

بنابراین، در این آزمایش، تلاش می‌شود ضمن بررسی اثر دانه‌گرده بر ویژگی‌های میوه گوجه‌فرنگی برای تشخیص میوه‌های حاصل از گرده‌افشانی و اطمینان از انجام درست آزمایش، اثر احتمالی پایه بر فرم میوه نیز بررسی شود تا امکان تفکیک این اثرها از اثرهای احتمالی دانه‌گرده مهیا شود.

مواد و روش‌ها

در این پژوهش، از ارقام تجارتي گوجه‌فرنگی با میوه‌های قرمز زیتونی، نارنجی زیتونی، زرد گلابی، زرد پالم گاردن، بنفش گیلاسی، قرمز گیلاسی و قرمز بزرگ استفاده شد. بذرها از شرکت روزن سید هلند تهیه شدند. بذرها ابتدا در خاک سبک (مخلوط مساوی از کوکوپیت و پرلیت) نشا زده شده و پس از ظهور چهار برگ حقیقی به گلخانه منتقل شدند. برای بررسی تأثیر دانه‌گرده بر صفات مورفولوژیک و رنگ میوه در آزمایش اول، رقم قرمز زیتونی به‌عنوان والد مادری و ارقام زرد گلابی، بنفش گیلاسی، زرد پالم گاردن و نارنجی زیتونی به‌عنوان والد پدری در نظر گرفته

دانه‌گرده بر بافت میوه گفته می‌شود (۸). برخی نیز زنی را به‌عنوان اثر ژن‌های گرده بر نمو میوه و بذر تعریف کردند (۶ و ۷). دلیل متازنیا هنوز کاملاً مشخص نیست. سوائنگل (۲۲) هورمون‌های تولید شده توسط بذر را دلیل این امر می‌داند. در هندوانه، اثر زنی سبب ترد شدن بخش گوشتی، سرعت بخشیدن در رسیدگی بذرها و افزایش ۱/۴-۲/۷ درصدی میزان قند می‌شود (۱۵). زنی و متازنیا برای بهبود عملکرد ذرت (۲۳) و همچنین تعدادی از میوه‌ها مانند پکان، پسته، آووکادو (۱۹ و ۲۰) و به‌ویژه خرما پیشنهاد شده است (۲۱). بولانت و همکاران (۷) اثر خودگشنی و دگرگشنی را بر وزن خشک دانه ذرت بررسی کرده و نشان دادند که دگرگشنی سبب افزایش میزان ماده خشک تا ۱۴ روز پس از گرده‌افشانی می‌شود. لوبیا با غلاف کوتاه (MITA10597) از طریق دگرگشنی با گیاهی که غلاف بلند داشت (2B-S-I, MITA10598)، گیاهانی تولید کرد که دارای غلاف‌هایی با دو برابر طول طبیعی حاصل از خودگشنی بودند (۱۲). اثر متازنیا در سیب نیز گزارش شده است (۵). دانه‌گرده خیار نیز همانند گیاهان دیگر منجر به ظهور زنی و متازنیا می‌شود (۶، ۱۲، ۱۳ و ۱۸). *Solanum galapagense* یک رقم وحشی گوجه‌فرنگی است که دارای کرک‌های زیاد در سطح میوه و بذرها کوچک است. تلاقی این گیاه به‌عنوان گرده‌زا با دو رقم اهلی Micro-Tom و Puse Ruby که دارای کرک‌های خیلی کم در سطح میوه و بذرها بزرگ بودند باعث تولید میوه‌های با کرک زیاد و بذرها کوچک‌تر نسبت به میوه‌های اهلی خودگشن شد که نشان‌دهنده تأثیر متازنیا و زنی است (۱۰). سوائنگل (۲۲) گزارش کرد که هورمون‌های تولید شده توسط بذر منجر به ایجاد زنی و متازنیا می‌شوند. از جنبه اصلاحی هم شناخت هیبریدها ارزش زیادی دارد و در صورتی که دگرگرده‌افشانی منجر به تغییر مشهودی در میوه گردد می‌توان به‌آسانی در مراحل اولیه با اطمینان از صحت گرده‌افشانی صحبت کرد.

از سوی دیگر، استفاده از پایه‌های پیوندشده در

جدول ۱. تجزیه واریانس صفات مورفولوژیک گوجه فرنگی قرمز زیتونی گرده افشانی شده با ۴ رقم مختلف و خودگشن

میانگین مربعات					
منابع تغییرات	درجه آزادی	طول میوه (cm)	قطر میوه (cm)	وزن میوه (g)	حجم میوه (cm ³)
تیمار	۴	۰/۳۷۹ ^{ns}	۰/۰۵۹۶ ^{ns}	۲۱/۹۸۸ ^{ns}	۲۳/۱۳۰*
خطا	۱۰	۰/۲۱	۰/۰۶	۷/۰۰	۴/۹۵
ضریب تغییرات (%)		۱۲/۱	۹/۶	۲۰/۲	۱۷/۰

* و ns به ترتیب اثر معنی دار در سطح احتمال ۵٪ و بدون اثر معنی دار

توجه به حالیت لیکوپین در حلال‌های آلی و پژوهش‌های انجام شده در این راستا، حلال هگزان و استون برای استخراج لیکوپین استفاده شد. مقدار ۰/۳ گرم از پوست گوجه فرنگی را به وسیله نیتروژن مایع منجمد کرده و پودر حاصل را با ۱۰ میلی لیتر از محلول هگزان: استون به نسبت ۲:۱ عصاره گرفته و سوسپانسیون حاصل به مدت ۱۰ دقیقه در دستگاه سانتریفیوژ با دور ۵۰۰۰ rpm قرار داده شد. لایه بالایی سوسپانسیون خارج شده و در دستگاه اسپکتوفتومتر قرار داده شد و میزان جذب در طول موج ۵۰۵ نانومتر قرائت شد. مقدار لیکوپین با استفاده از ضریب خاموشی آن (۳۴۰۰) محاسبه شد (۸).

داده‌های حاصل از آزمایش‌ها در قالب طرح کاملاً تصادفی با به ترتیب ۵، ۴ و ۳ تیمار در ۳ تکرار توسط نرم افزار SAS (نسخه ۹/۰۰) تجزیه آماری شدند. مقایسه میانگین داده‌ها با آزمون LSD در سطوح احتمال ۵٪ و ۱٪ انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس آزمایش اول نشان داد که اثر دانه گرده بر حجم میوه رقم قرمز زیتونی در سطح احتمال ۵٪ معنی دار است (جدول ۱). در این رقم، میانگین حجم میوه گرده افشانی شده با گرده زرد گلابی دارای بیشترین مقدار و میوه گرده افشانی شده با گرده زرد پالم گاردن دارای کمترین مقدار است (جدول‌های ۲ و ۳). میوه گرده افشانی شده با گرده زرد گلابی ۳۶٪ نسبت به میوه خودگشن و ۵۳٪ نسبت به میوه گرده افشانی شده با

شدند. در آزمایش دوم، رقم نارنجی زیتونی به عنوان والد مادری و ارقام زرد پالم گاردن، زرد گلابی و بنفش گیلاسی به عنوان والد پدری در نظر گرفته شدند. برای گرده افشانی گل‌ها، روز پیش از گرده افشانی، غنچه‌های گل‌ها (برای اطمینان از عدم گرده افشانی، غنچه‌ها باید حتماً بسته باشند) عقیم‌سازی شدند و کاسبرگ‌ها، گلبرگ‌ها و پرچم‌های غنچه گل‌ها حذف شدند تا در صبح روز بعد با گرده‌های مورد نظر تلاقی داده شوند. گرده افشانی به این صورت انجام شد که پس از تماس پرچم به قسمت مادگی گل عقیم‌شده، پرچم‌ها به صورت دسته‌ای و کلاhek مانند روی مادگی قرار گرفتند. این امر مانع از ورود گرده‌های ناخواسته می‌شود. در آزمایش سوم، به منظور بررسی اثر پایه بر اندازه و رنگ میوه، رقم قرمز گیلاسی را به عنوان پیوندک در نظر گرفته و به صورت حفره‌ای روی ارقام زرد پالم گاردن و قرمز بزرگ پیوند شد و رقم قرمز گیلاسی به عنوان شاهد (بدون پیوند) منظور شد. نتایج بررسی‌های تجربی پیشین نشان داده بود که پیوند حفره‌ای در صورتی که با زخم‌زنی در پیوندک همراه باشد نتایج مطلوبی را در پی خواهد داشت. در مرحله رسیدگی کامل، میوه‌ها برداشت شدند و صفات مورفولوژیک آنها مانند طول، قطر، وزن و حجم میوه و مقدار لیکوپین اندازه‌گیری شد. طول و قطر میوه به وسیله کولیس بر حسب سانتی‌متر، وزن میوه به وسیله ترازو بر حسب گرم و حجم میوه به وسیله استوانه مدرج با واحد سانتی‌متر مکعب اندازه‌گیری شد. اندازه‌گیری مقدار لیکوپین به وسیله دستگاه اسپکتوفتومتر انجام شد. با

جدول ۲. مقایسه میانگین اثر دانه گرده بر صفات میوه گوجه‌فرنگی قرمز زیتونی (LSD5%)

گرده‌زا (cm ³)	طول میوه (cm)	قطر میوه (cm)	وزن میوه (g)	حجم میوه (cm ³)
قرمز زیتونی	۳/۹۳	۲/۴۰	۱۲/۹۳	۱۳/۰۰
زرد گلابی	۴/۳۰	۲/۵۶	۱۷/۴۷	۱۷/۶۶
بنفش گیلاسی	۳/۵۶	۲/۴۶	۱۲/۱۹	۱۰/۹۷
زرد پالم گاردن	۳/۴۰	۲/۱۸	۱۰/۰۶	۱۰/۷۶
نارنجی زیتونی	۳/۶۳	۲/۴۳	۱۲/۷۶	۱۳/۰۰
LSD (٪۵)	۰/۸۳۳۷	۰/۴۲۳۲	۴/۸۱۱۹	۴/۰۴۵۹

LSD: آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار

جدول ۳. تجزیه واریانس صفات مورفولوژیک گوجه‌فرنگی نارنجی زیتونی گرده‌افشانی شده با ۳ رقم مختلف و خودکشتی

میانگین مربعات					
منابع تغییرات	درجه آزادی	طول میوه (cm)	قطر میوه (cm)	وزن میوه (g)	حجم میوه (m ³)
تیمار	۳	۰/۲۵۵ ^{ns}	۰/۰۹۵ ^{ns}	۴۹/۴۱۷*	۳۵/۸۶۱*
خطا	۸	۰/۱۵	۰/۰۵	۷/۸۵	۵/۹۲
ضریب تغییرات (٪)		۱۰/۲	۷/۰	۱۲/۹	۱۱/۰

* و ns به ترتیب اثر معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و بدون اثر معنی‌دار

گرده زرد پالم گاردن افزایش حجم داشت.

با اینکه دلیل متانزیا و چنین اثرهای دانه گرده بر صفات میوه هنوز کاملاً مشخص نیست، با این حال سواینگل (۲۲) هورمون‌های تولید شده توسط بذر را دلیل این امر می‌داند. نتایج مشابهی در خصوص اثر دانه گرده بر اندازه میوه در خصوص لوبیا (۱۲)، سیب (۵)، بلوبری (۱۳)، خرما (۱۷) و خیار (۱۸) گزارش شده است. با توجه به نتایج آزمایش‌های حاضر، از جنبه اصلاحی، با استفاده از صفات وزن و حجم میوه، امکان شناخت هیبریدها در مراحل اولیه با اطمینان از صحت گرده‌افشانی مهیا می‌شود.

در آزمایش سوم، طول میوه رقم قرمز گیلاسی در سطح احتمال ۵٪ تحت تأثیر تیمارهای پیوند قرار گرفت (جدول ۶). میانگین طول میوه در بوته‌های پیوند نشده دارای بیشترین مقدار و در بوته‌های پیوند شده روی پایه زرد پالم گاردن

در آزمایش دوم، وزن و حجم میوه در رقم نارنجی زیتونی در سطح احتمال ۵٪ تحت تأثیر نوع دانه گرده قرار گرفت (جدول ۴). میانگین وزن میوه گرده‌افشانی شده با گرده بنفش گیلاسی دارای بیشترین مقدار و میوه خودکشتن شده دارای کمترین مقدار است (جدول‌های ۵ و ۶). میوه گرده‌افشانی شده با گرده بنفش گیلاسی ۵۱٪ نسبت به میوه خودکشتن شده افزایش وزن داشت. میانگین حجم میوه گرده‌افشانی شده با گرده بنفش گیلاسی دارای بیشترین مقدار و میوه گرده‌افشانی شده با گرده زرد پالم گاردن دارای کمترین مقدار است. میوه گرده‌افشانی شده با گرده بنفش گیلاسی ۳۷٪ نسبت به میوه خودکشتن شده و ۳۹٪ نسبت به میوه گرده‌افشانی شده با گرده زرد پالم گاردن افزایش حجم داشت.

جدول ۴. مقایسه میانگین اثر دانه گرده بر صفات میوه گوجه‌فرنگی نارنجی زیتونی (LSD_{5%})

گرده‌زا	طول میوه (cm)	قطر میوه (cm)	وزن میوه (g)	حجم میوه (cm ³)
نارنجی زیتونی	۳/۴۷	۲/۸۴	۱۷/۳۴	۱۹/۳۴
زرد پالم گاردن	۳/۵۰	۳/۰۰	۱۹/۱۱	۱۹/۰۰
زرد گلایی	۳/۸۷	۳/۲۰	۲۳/۷۴	۲۳/۰۰
بنفش گیلاسی	۴/۰۷	۳/۲۰	۲۶/۱۲	۲۶/۳۴
(/۵) LSD	۰/۷۱۷	۰/۴۰۳۱	۵/۲۷۲۶	۴/۵۷۹۹

LSD: آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار

جدول ۵. تجزیه واریانس صفات مورفولوژیک گوجه‌فرنگی قرمز گیلاسی پیوندی با ۲ رقم مختلف و خودگشنی

میانگین مربعات					
منابع تغییرات	درجه آزادی	طول میوه (cm)	قطر میوه (cm)	وزن میوه (g)	حجم میوه (m ³)
تیمار	۲	۰/۰۳۸*	۰/۰۰۴ ^{ns}	۰/۱۹۷ ^{ns}	۰/۳۹۱ ^{ns}
خطا	۶	۰/۰۰۴	۰/۰۰۶	۰/۰۸۰	۰/۰۹۲
ضریب تغییرات (%)		۴/۱	۴/۹	۱۰/۷	۱۰/۳

* و ns به ترتیب اثر معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و بدون اثر معنی‌دار

جدول ۶. مقایسه میانگین اثر پیوند بر صفات میوه گوجه‌فرنگی قرمز گیلاسی (LSD_{5%})

پایه	طول میوه (cm)	قطر میوه (cm)	وزن میوه (g)	حجم میوه (m ³)
بدون پیوند	۲/۶۷	۲/۴۰	۸/۹۲	۱۰/۰۰
زرد پالم گاردن	۲/۰۴	۲/۱۷	۶/۱۲	۶/۰۰
قرمز بزرگ	۲/۱۷	۲/۲۷	۷/۲۷	۷/۳۴
(/۵) LSD	۰/۳۹۹۶	۰/۴۵۶۶	۳/۱۹۶۹	۳/۳۲۹۸

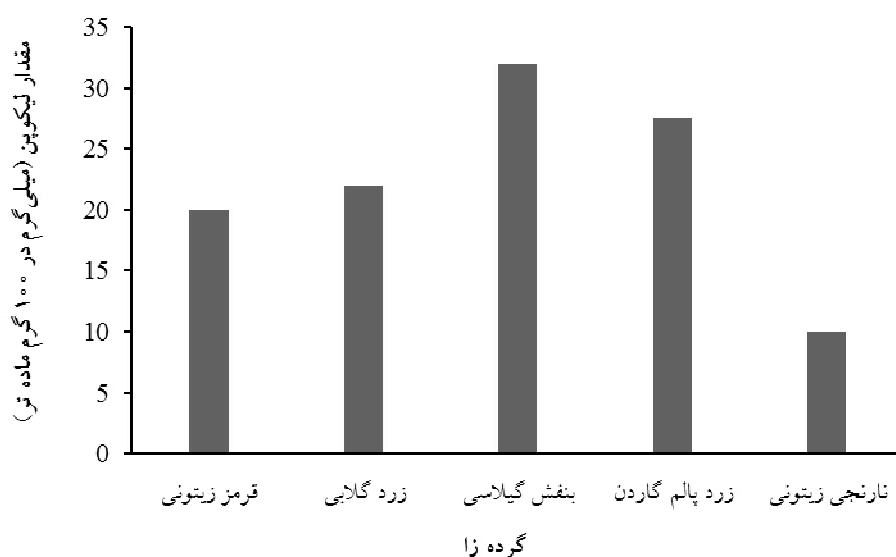
LSD: آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار

دارای کمترین مقدار بود (جدول ۶). میوه بدون پیوند نسبت به میوه پیوند شده روی پایه زرد پالم گاردن ۳۲٪ افزایش طول داشت.

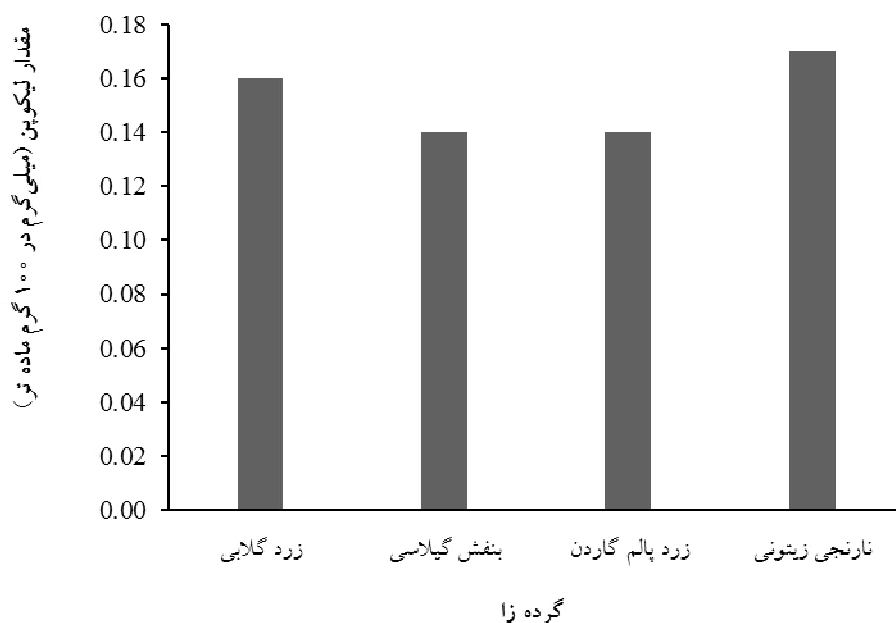
پیش از این نیز گزارش‌هایی مبنی بر اثر پایه بر ویژگی‌های میوه گوجه‌فرنگی همسو با نتایج این پژوهش، گزارش شده بود (۲ و ۴). بنابراین، در انتخاب پایه برای گوجه‌فرنگی، حتماً

باید چنین اثرهایی مد نظر قرار گیرند.

از نظر تأثیر گرده‌دهنده و پیوند بر میزان لیکوپن، بررسی انجام شده نشان داد که در آزمایش اول، میزان لیکوپن در میوه‌های گوجه‌فرنگی رقم قرمز زیتونی گرده‌افشانی شده با گرده‌های گوجه‌فرنگی رقم قرمز زیتونی، زرد گلایی، بنفش گیلاسی، زرد پالم گاردن و نارنجی زیتونی بین ۱/۱۰ mg/۱۰۰L تا



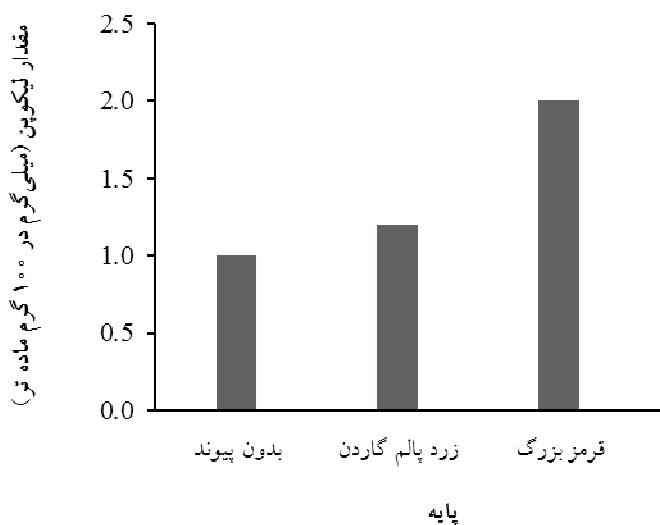
شکل ۱. مقدار لیکوپین گوجه‌فرنگی قرمز زیتونی تحت تأثیر منابع گرده مختلف



شکل ۲. مقدار لیکوپین گوجه‌فرنگی نارنجی زیتونی تحت تأثیر منابع گرده مختلف

این نظر مشاهده نشد (شکل ۲). در آزمایش سوم، میزان لیکوپین در میوه‌های گوجه‌فرنگی رقم قرمز گیلاسی بدون پیوند و پیوند شده روی پایه‌های گوجه‌فرنگی رقم زرد پالم گاردن و قرمز بزرگ بین $0.967 \text{ mg}/100\text{L}$ تا $1.99 \text{ mg}/100\text{L}$ بوده و تفاوت‌هایی از این نظر مشاهده شد (شکل ۳).

$1.32 \text{ mg}/100\text{L}$ بوده و تفاوت چندانی از این نظر مشاهده نشد (شکل ۱). در آزمایش دوم، میزان لیکوپین در میوه‌های گوجه‌فرنگی رقم نارنجی زیتونی گرده‌افشانی شده با گرده‌های گوجه‌فرنگی نارنجی زیتونی، زرد پالم گاردن، زرد گلابی و بنفش گیلاسی بین $0.17 \text{ mg}/100\text{L}$ تا $0.137 \text{ mg}/100\text{L}$ بوده و تفاوت چندانی از



شکل ۳. مقدار لیکوپن گوجه‌فرنگی قرمز گیلاسی تحت تأثیر پیوند

نتیجه‌گیری

نسبت به میوه‌های بوته بدون پیوند شد. بنابراین، در رواج پیوند سبزی‌ها چنین اثرهایی نیز قبل از توصیه حتماً باید متناسب با نیاز بازار و سلیقه مصرف‌کننده بررسی شود. ضمن اینکه در صورتی که در برنامه‌های اصلاحی از پیوند استفاده می‌شود و بوته‌های پیوندی در تلاقی استفاده می‌شوند باید توجه داشت که خود پیوند نیز می‌تواند سبب تغییر در مورفولوژی میوه شود و در تمیز این اثرها از اثر گرده باید دقت لازم را مبذول داشت یا در صورت امکان برای تلاقی از بوته‌های پیوندی استفاده نشود.

با توجه به نتایج به‌دست آمده از این پژوهش، استفاده از گرده رقم‌های مختلف گوجه‌فرنگی متناسب با وزن و حجم میوه آن رقم سبب افزایش و کاهش حجم و وزن میوه شد و از تغییرات حاصل برای تشخیص میوه‌های حاصل از هیبریداسیون درست در برنامه‌های اصلاحی می‌توان سود برد. همچنین، استفاده از پیوند تأثیر معنی‌داری بر صفات مورفولوژیک میوه داشته و حتی با توجه به نوع رقم پایه سبب کاهش طول میوه بوته پیوندی

منابع مورد استفاده

۱. پیوست، غ. ع. ۱۳۸۸. سبزی‌کاری. انتشارات دانش پذیر، ۵۷۷ صفحه.
۲. جعفری، پ. و ا. ه. جلالی. ۱۳۹۱. استفاده از پیوند جهت بهبود تحمل گوجه‌فرنگی به شوری در شرایط هیدروپونیک. علوم و فنون کشت‌های گلخانه‌ای ۳(۳): ۶۷-۷۵.
۳. فیاض‌مهر، ب. و ن. آصفی. ۱۳۹۱. تأثیر امواج فراصوت بر مقدار و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی لیکوپن استخراج شده از تفاله گوجه‌فرنگی. پژوهش‌های صنایع غذایی ۲۲(۳): ۲۴۱-۲۴۸.
۴. رحمتیان، ا. م. دلشاد، ر. صالحی محمدی و م. موسوی رحیمی. ۱۳۹۱. بررسی رشد و عملکرد گوجه‌فرنگی گلخانه‌ای رقم سیندا تحت تأثیر پیوند، روش تربیت و تنک میوه در کشت هیدروپونیک. علوم باغبانی ایران ۴۳(۴): ۴۲۳-۴۳۵.
5. Bodor, P., M. Gaal and M. Toth. 2008. Metaxenia in apples cv. Rewena, Relinda, Baujade as influenced by scab resistant pollinizers. IJHS 14(3): 11-14.
6. Bulant, C. and A. Gallais. 1998. Xenia effects in maize with normal endosperm. I. Importance and stability. Crop Sci. 39: 1517-1525.

7. Bulant, C., A. Gallais, E. Matthys-Rochon and J.L. Priol. 2000. Xenia effects in maize with normal endosperm. II. Kernel growth and enzyme activities during grain filling. *Crop Sci.* 40: 182-189.
8. Davies, B.H. 1976. Carotenoid analysis. PP. 38-165. *In: Goodwin, T.H. (Ed.), Chemistry and Biochemistry of Plant Pigments, Edition 2, Vol. 2, Academic Press, New York.*
9. Fernandez-Garcia, N., V. Martinez, A. Cerda, and M. Carvajal. 2002. Water and nutrient uptake of grafted tomato plant grown under saline conditions. *J. Plant Physiol.* 159: 899-905.
10. Fernando, A.P., D.B. Katherine, A. Marcilio and C.X.O. Giancarlo. 2013. Interspecific xenia and metaxenia in seeds and fruit of tomato. *Sci. Agric.* 70(2): 102-107.
11. Focke, W.O. 1881. *Die Pflanzen-Mischlinge: Ein Beitrag zur Biologie der Gewasche.* Borntraeger, Berlin.
12. Freytag, G.F. 1979. Metaxenia effects on pod size development in the common bean. *J. Hered.* 70(6): 444-446.
13. Gupton, C.L. 1997. Evidence of xenia in blueberry. *Acta Hort. (ISHS)* 446: 119-124.
14. Hegde, D.M. 2006. Nutrient requirements of solanaceous vegetable crops. Solapur Maharashtra, India. 87 p.
15. Hongbin, L. 2009. Influence of xenia effect to the fruit of watermelon. *Hangzhou Acad. Agric. Sci.* 10(5): 36-37.
16. Marsic, N.K. and J. Osvald. 2004. The influence of grafting on yield of two tomato cultivars grown in plastic house. *Acta Agric. Slovenia* 83: 243-249.
17. Nixon, R. 1928. Immediate influence of pollen in determining the size and time of ripening of the fruit of the date palm. *J. Hered.* 19: 241-255.
18. Olfati, J.A., Z. Sheykhtaher, R. Qamgosar, A. Khasmakhi-Sabet, Gh. Peyvast, H. Samizade and H. Rabiee. 2010. Xenia and metaxenia on cucumber fruit and seed characteristics. *IJVS* 16(3): 243-252.
19. Robbertse, P.J., L.A. Coetzer, M.F. Johannsmeier and D.J. Swart. 1996. Has yield and fruit size as influenced by pollination and pollen donor: A joint progress report. *South Afr. Avocado Growers Assoc. Yearbook* 19: 63-67.
20. Sedgley, M. and A.R. Griffin. 1989. *Sexual Reproduction in Tree Crops.* Academic Press, London, UK.
21. Shaheen, M.A., M.A. Becha and T.A. Naser. 1989. Effect of male type on fruit chemical properties in some date palm cultivars. *Ann. Agric. Sci.* 34: 265-281.
22. Swingle, W.T. 1928. Metaxenia in date palm, possibly a hormone action by the embryo or the endosperm. *J. Hered.* 19: 257-268.
23. Weingartner, U., O. Kaeser, M. Long and P. Stamp. 2002. Combining cytoplasmic male sterility and xenia increases grain yield of maize hybrids. *Crop Sci.* 42: 1848-1856.

Pollen Source and Grafting Effects on Morphological Characteristics and Lycopene Pigment of Tomato Fruit

J. Olfati^{1*} and T. Ekram Nosratian¹

(Received: 7 July 2017 ; Accepted : 10 March 2019)

Abstract

To evaluate the effects of pollen source and grafting on morphological characteristics and color of tomatoes, different cultivars with various fruit colors were grown and investigated in three experiments. In the first experiment, the red sweet olive cultivar was used as female parent and yellow pear, violet cherry, yellow palm garden and orange olive cultivars were used as male parents. In the second experiment, the orange olive cultivar was used as female parent and yellow palm garden, yellow pear and violet cherry cultivars were used as male parents. In the third experiment, the red cherry cultivar was used as scion and grafted on large red and yellow palm garden cultivars, and red cherry cultivar was used as control without grafting. Manual pollination was used in the first and the second experiments. Based on the results of the first experiment, different pollen sources significantly affected volume of fruit in red olive cultivar ($P \leq 0.05$). In the second experiment, different pollen sources significantly affected weight and volume of fruits in the orange olive cultivar ($P \leq 0.05$). In the third experiment, different rootstocks significantly affected fruit length of red cherry tomato cultivar ($P \leq 0.05$). Results of this research showed that selection of hybrid fruits is possible by fruit volume and weight and also rootstock affects scion fruit characteristics.

Keywords: Self-pollination, Carotene, Lycopene, Metaxenia.

1. Dept. of Hort. Sci., Faculty of Agric. Sci., Univ. of Guilan, Guilan, Iran.

* Corresponding Author, Email: jamalaliolfati@gmail.com