نشریه تولید و فرآوری محصولات زراعی و باغی
سال سیزدهم / شماره دوم / تابستان ۱۴۰۲/مقاله علمی-پژوهشی: صفحات ۵۷ تا ۷۲

ارزیابی سازگاری و مقایسه‌ی عملکرد کمی و کیفی هیبریدهای جدید گوجه‌فرنگی در شرایط استان گلستان

شهربانو وکیلی بسطام[۱*]، حسین احمدی اوچ تپه[۲]، حسین بهلول[۳]، سمیرا شاملی[۴]، خدیجه محمدنیا[۵] و جعفر قاسمی[۳]

(تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۱/۱۶ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۳/۰۸)

چکیده

گوجه‌فرنگی (*Solanum lycopersicum* L.) یکی از محبوب‌ترین و پرمصرف‌ترین سبزی میوه‌ای در سراسر جهان است. با توجه به سطح کشت این محصول در استان گلستان (حدود ۲۲۰۰ هکتار) و اهمیت جایگزین نمودن ارقام هیبرید پرمحصول، در این مطالعه تعداد دو ژنوتیپ هیبرید جدید گوجه‌فرنگی رشد محدود مناسب کشت در فضای باز به نام‌های A-Z15، A-Z16-a به‌همراه رقم هیبرید شاهد مهدیس مورد ارزیابی قرار گرفتند. ژنوتیپ A-Z16-a در دو سطح دارای باکتری و بدون باکتری مورد بررسی قرار گرفت که ژنوتیپ آغشته شده به باکتری پروبیو۹۶ از شرکت بایوران تحت عنوان A-Z16-b نامیده شد. این مطالعه در سال زراعی ۱۴۰۱-۱۴۰۰ در ایستگاه‌های تحقیقات کشاورزی گرگان و گنبد اجرا شد. آزمایش‌ها در قالب طرح بلوک کامل تصادفی در ۳ تکرار انجام شد. صفات عملکرد در هکتار، متوسط وزن میوه، تعداد برچه میوه، درصد اندازه میوه (ریز، متوسط و درشت)، قطر و طول میوه، تعداد حفره میوه، تعداد میوه در هر بوته، pH آب میوه، میزان کل مواد جامد محلول، نسبت میوه‌های دارای لایه سفید و ماندگاری میوه پس از برداشت یادداشت و اندازه‌گیری شدند. نتایج تجزیه واریانس تفاوت معنی‌داری در اغلب صفات مورد بررسی در هر دو مکان آزمایش نشان داد. بر اساس نتایج مقایسه میانگین LSD رقم شاهد مهدیس از لحاظ عملکرد و تعداد میوه در بوته به سایر ژنوتیپ‌ها برتری داشت ولی در خصوصیات کیفی ماندگاری میوه، تعداد کمتر لایه‌های سفید میوه و مواد جامد محلول در مرتبه‌ی آخر قرار گرفت. بالاترین میانگین وزن میوه و بیشترین میزان ماندگاری میوه به ژنوتیپ A-Z16-b تعلق داشت که از لحاظ میزان عملکرد بعد از شاهد قرار داشت. به‌طور کلی بر اساس نتایج آزمایش، مشخص شد که در بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی رقم شاهد مهدیس عملکرد بالاتری نسبت به ژنوتیپ‌های جدید داشت و بعد از آن ژنوتیپ A-Z16-b (تیمار آغشته به باکتری پروبیو ۹۶ ژنوتیپ A-Z16-a) خصوصیات عملکردی بهتری نشان داد.

واژه‌های کلیدی: هیبرید پرمحصول، کیفیت، تیمار باکتری

۱ و ۵. به‌ترتیب استادیار پژوهش و کارشناس پژوهش، بخش تحقیقات زراعی- باغی، مرکز تحقیقات وآموزش کشاورزی و منابع طبیعی گلستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی گلستان، گرگان، ایران
۲. استادیار پژوهش، بخش تحقیقات زراعی- باغی، مرکز تحقیقات وآموزش کشاورزی و منابع طبیعی گلستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی گلستان، گنبد، ایران
۳. کارشناس پژوهش، ایستگاه تحقیقات کشاورزی چالکی، مرکز تحقیقات وآموزش کشاورزی و منابع طبیعی گلستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی گلستان، گرگان، ایران
۴. کارشناس پژوهش، بخش تحقیقات گیاهپزشکی، مرکز تحقیقات وآموزش کشاورزی و منابع طبیعی گلستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی گلستان، گرگان، ایران
*: مسئول مکاتبات: پست الکترونیکی: sh.vakili@areeo.ac.ir

مقدمه

گوجه فرنگی (*Solanum lycopersicum* L.) یک گیاه مهم تجاری و غذایی است و به‌دلیل ارزش صادراتی آن جایگاه ویژه‌ای در بین سبزیجات دارد (۲۸). این گیاه یکی از مهم‌ترین سبزی‌های میوه‌ای است که منبع خوبی برای ویتامین‌های A، B_1 ، B_2، C و نیاسین می‌باشد (۱۵) و به‌علت دارا بودن انواع ویتامین‌ها، اسیدهای مفید و املاح معدنی نقش مهمی در سلامت انسان دارد (۶). ارقام گوجه‌فرنگی با دو هدف مناسب جهت تازه‌خوری و ارقام مناسب فرآوری تولید می‌شوند (۸). این دو گروه در برخی صفات با هم متفاوت هستند، لیکن هدف عمومی در برنامه‌های اصلاحی گوجه‌فرنگی دستیابی به عملکرد بالاتر است. تنوع ارقام گوجه‌فرنگی بسیار گسترده است چرا که شرکت‌های تولید کننده و اصلاح کننده‌ی بذر هر ساله تعداد زیادی از بذور هیبرید سبزی و صیفی ارائه می‌دهند. یکی از جنبه‌های مهم حفظ قدرت تولید رقم هیبرید، سازگاری آن به شرایط محیطی است که با خصوصیات بیولوژیکی گیاه مانند زودرسی، اندازه‌ی میوه، کیفیت آن و عملکرد محصول مشخص می‌شود (۲). راجاسکار و همکاران (۲۴) گزارش نمود رشد، نمو، عملکرد و کیفیت پس از برداشت هر گیاه زراعی عمیقاً به اثر متقابل بین ژنتیک گیاه و شرایط محیطی محل رشد آن بستگی دارد. عادت رویشی گوجه‌فرنگی علاوه بر ژنوتیپ به شدت متغیر و متأثر از شرایط محیطی می‌باشد (۲۶). انتخاب رقم مناسب همراه با مدیریت صحیح تولید برای موفقیت تولید ضروری هستند (۱۱). همچنین تشخیص پتانسیل تولید ارقام هیبرید در شرایط اقلیمی خاص جهت پایداری تولید بسیار با اهمیت است (۱۶). در استان گلستان سطح زیر کشت گوجه‌فرنگی فضای باز در سال زراعی ۱۴۰۰-۱۳۹۹، ۲۱۹۶ هکتار با عملکرد متوسط ۳۷/۸ تن در هکتار بود (۳۲). ارقام مورد استفاده به‌طور عمده ارقام آزاد گرده‌افشان و لاین‌های استاندارد هستند و به‌طور محدود ارقام هیبرید در استان کشت می‌شود. بخشی از تولید گوجه فرنگی در استان گلستان به‌صورت تازه خوری مصرف می‌شود و مابقی گوجه‌فرنگی تولیدی به ۳ کارخانه استان برای فرآوری و تبدیل به رب گوجه‌فرنگی انتقال داده می‌شود. با توجه به وجود بازارهای مصرف و زنجیره‌ی فرآوری محصول در استان گلستان، جایگزین کردن ارقام هیبرید پرعملکرد با خصوصیات کیفی مطلوب می‌تواند اثر مطلوبی در رونق اقتصادی کشاورزی منطقه داشته باشد. بدین منظور این آزمایش جهت بررسی عملکردی و کیفی ژنوتیپ‌های هیبرید جدید گوجه‌فرنگی در شرایط استان گلستان پی‌ریزی شده است.

مواد و روش‌ها

در این مطالعه تعداد دو ژنوتیپ هیبرید جدید گوجه‌فرنگی رشد محدود مناسب کشت در فضای باز به نام‌های A-Z15، A-Z16-a به همراه رقم هیبرید شاهد مهدیس مورد ارزیابی قرار گرفتند. ژنوتیپ A-Z16-a در دو سطح دارای باکتری و بدون باکتری مورد بررسی قرار گرفت که ژنوتیپ آغشته شده به باکتری پروبیو۹۶ از شرکت بایوران تحت عنوان A-Z16-b نامیده شد. این مطالعه در سال زراعی ۱۴۰۱-۱۴۰۰ در دو ایستگاه تحقیقات کشاورزی گلستان (ایستگاه تحقیقات کشاورزی عراقی محله گرگان: با عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۵۴ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۴ درجه و ۲۵ دقیقه شرقی و ایستگاه تحقیقات کشاورزی گنبد: با عرض جغرافیایی ۳۷ درجه و ۱۶ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۵ درجه و ۱۲ دقیقه شرقی) اجرا شد. میانگین داده‌های هواشناسی این دو ایستگاه در جدول ۱ و خصوصیات ژنوتیپ‌های هیبرید مورد بررسی در جدول ۲ آورده شده است. در دو ایستگاه تحقیقات کشاورزی گرگان و ایستگاه تحقیقات کشاورزی گنبد آزمایش در قالب طرح بلوک کامل تصادفی در ۳ تکرار انجام شد. در ایستگاه تحقیقات کشاورزی گرگان هر واحد آزمایشی شامل ۶ ردیف به طول ۱۰ متر و در ایستگاه تحقیقات کشاورزی گنبد هر واحد آزمایشی شامل ۶ ردیف به طول ۷ متر بود. کشت به‌صورت نشایی انجام گرفت. برای تهیه نشا، بذور در اوایل فروردین در سینی‌های نشا حاوی ترکیبی از کوکوپیت و پرلیت کشت شده و پس از حدود ۳۰ روز (در مرحله‌ی ۴ تا ۶ برگی) در اوایل اردیبهشت به زمین انتقال داده شدند. الگوی

جدول ۱. میانگین داده‌های هواشناسی شهر گرگان (ایستگاه تحقیقات کشاورزی گرگان) و گنبد (ایستگاه تحقیقات کشاورزی گنبد) طی فصل زراعی ۱۴۰۰-۱۴۰۱

ماه	شهر	ارتفاع از سطح دریا (m)	میانگین درجه حرارت هوا (ºC)	میانگین رطوبت نسبی هوا (٪)	مجموع میزان بارندگی (mm)	مجموع میزان تبخیر (mm)	میانگین سرعت باد (m/s)	میانگین ساعات آفتابی (hr)	تعداد روزهای یخبندان	تعداد روزهای با حداکثر دمای بیش از ۳۰ درجه
فروردین	گرگان	۱۷۶	۱۴/۹	۷۰	۲۲/۳	۸۱/۱	۲/۵	۵/۴	۰	۶
	گنبد	۵۲	۱۵/۵	۶۹	۱۱/۹	۹۳/۵	۲/۷	۵/۶	۰	۵
اردیبهشت	گرگان	۱۷۶	۱۹/۱	۷۲	۴۷/۵	۹۴/۹	۲/۸	۴/۶	۰	۵
	گنبد	۵۲	۱۹/۹	۷۴	۸۷/۶	۱۰۲	۲/۷	۴/۸	۰	۷
خرداد	گرگان	۱۷۶	۲۵/۸	۵۵	۰/۶	۲۲۱	۳	۱۰/۶	۰	۲۶
	گنبد	۵۲	۲۶/۳	۵۳	۲/۲	۲۷۳	۳	۱۰/۸	۰	۲۸
تیر	گرگان	۱۷۶	۲۸/۸	۶۲	۰	۲۷۳	۴/۴	۹/۷	۰	۳۱
	گنبد	۵۲	۲۹/۹	۵۲	۰	۳۰۹	۳	۱۰/۳	۰	۳۱
مرداد	گرگان	۱۷۶	۲۹/۲	۶۳	۱۸/۶	۱۹۳	۲/۸	۷/۸	۰	۲۷
	گنبد	۵۲	۲۹/۶	۶۱	۲۶/۴	۲۱۳	۲/۷	۸/۴	۰	۲۸
شهریور	گرگان	۱۷۶	۲۷/۹	۵۵	۱۱	۱۹۵	۲/۸	۹/۴	۰	۲۷
	گنبد	۵۲	۲۷/۹	۵۰	۲/۳	۲۲۴	۲/۴	۹/۹	۰	۳۱

کشت در هر دو مکان آزمایش مشابه بود. فاصله‌ی بین ردیف‌ها ۱۱۰ سانتی‌متر و فاصله‌ی بوته‌ها روی هر ردیف ۴۰ سانتی‌متر بود. آبیاری به‌صورت قطره‌ای با استفاده از نوار تیپ انجام شد. کنترل علف‌های هرز، آفات و بیماری‌ها در طول فصل رشد صورت گرفت. جهت تغذیه کودهای پتاسه (۳۰۰ کیلوگرم در هکتار)، فسفره (۱۵۰ کیلوگرم در هکتار) و یک سوم کود ازته (۵۰ کیلوگرم در هکتار) به‌صورت کود پایه استفاده شد. همچنین باقی کود ازته (۱۰۰ کیلوگرم در هکتار) به‌صورت سرک و کودهای تقویتی (اسیدآمینه، کود پتاس بالا همراه با عناصر میکرو) به‌صورت محلول‌پاشی در چند مرحله (زمان گلدهی و شروع فروت ست) استفاده شد. یادداشت برداری صفات به‌صورت زیر انجام گرفت.

صفات عملکرد کرت (مجموع تمام برداشت‌ها)، متوسط وزن میوه (متوسط وزن ۳۰ میوه‌ی تصادفی در همه برداشت‌ها)، درصد تعداد میوه‌های ریز (کمتر از ۵۰ گرم)، درصد تعداد میوه‌های متوسط (۱۳۰ -۵۰ گرم) و درصد تعداد میوه‌های درشت (بیش از ۱۳۰ گرم)، قطر میوه (متوسط قطر ۱۰ میوه‌ی تصادفی در همه برداشت‌ها)، طول میوه (متوسط طول ۱۰ میوه‌ی تصادفی در همه برداشت‌ها)، تعداد میوه در هر بوته (متوسط تعداد میوه در ۲۰ بوته‌ی تصادفی)، اسیدیته (pH) آب میوه، میزان کل مواد جامد محلول (میانگین همه برداشت‌ها) توسط دستگاه رفراکتومتر چشمی (ATAGO ساخت کشور ژاپن) اندازه‌گیری شدند. برای اندازه‌گیری صفت میزان کل مواد جامد محلول در هر بار تعداد ۵ میوه تصادفی برای اندازه‌گیری

جدول ۲. خصوصیات ژنوتیپ‌های هیبرید (F1) گوجه‌فرنگی مورد بررسی در آزمایش

نام ژنوتیپ	شرکت تولید کننده	کشور	توضیحات
مهدیس	Ergon	هلند	بسیار پر بار با میوه‌های هم‌شکل و قرمز براق. بسیار سفت. بوته قوی با پوشش عالی*
A-Z15	شرکت تعاونی دانش بنیان پیشگامان توسعه گیاهان زراعی ایران–ترکیه A-Z tohum –		والدین این ارقام توسط شرکت A-Z tohum تأمین و عملیات تولید بذر هیبرید توسط شرکت تعاونی دانش بنیان پیشگامان توسعه گیاهان زراعی تحت نظارت موسسه تحقیقات ثبت و گواهی بذر و نهال انجام شده است. آزمون تیپ (DUS) آن در کشور ترکیه انجام شده است.
A-Z16-a	شرکت تعاونی دانش بنیان پیشگامان توسعه گیاهان زراعی ایران–ترکیه A-Z tohum –		والدین این ارقام توسط شرکت A-Z tohum تأمین و عملیات تولید بذر هیبرید توسط شرکت تعاونی دانش بنیان پیشگامان توسعه گیاهان زراعی تحت نظارت موسسه تحقیقات ثبت و گواهی بذر و نهال انجام شده است. آزمون تیپ (DUS) آن در ایران در حال انجام است.
A-Z16-b	شرکت تعاونی دانش بنیان پیشگامان توسعه گیاهان زراعی ایران–ترکیه A-Z tohum –		ژنوتیپ A-Z16-a آغشته شده به باکتری پروبیو۹۶ از شرکت بایوران تحت عنوان A-Z16-b نامیده شد.

* طبق توضیحات شرکت‌های فروش بذر

شکل ۱. آزمایشات کشت ژنوتیپ‌های مختلف هیبرید گوجه‌فرنگی فضای باز

مورد استفاده قرار گرفتند و ضریب شکست نور بر حسب بریکس یادداشت شد. نسبت میوه‌های دارای لایه سفید و ماندگاری میوه پس از برداشت (درصد میوه‌های سالم پس از ۱۴ روز نگهداری در دمای یخچال (۵ درجه سانتی‌گراد) اندازه‌گیری شد. تجزیه داده‌ها شامل تجزیه واریانس و مقایسه میانگین LSD (در سطح آماری ۵٪) با نرم‌افزار R 4.2.1 انجام شد.

نتایج و بحث

تجزیه واریانس مرکب در دو مکان برای بررسی تفاوت صفات مورد بررسی در جدول ۳ آورده شده است. طبق نتایج تجزیه

واریانس عامل مکان در صفات عملکرد (تن در هکتار)، تعداد میوه در بوته، درصد میوه ریز، درصد میوه متوسط و درصد میوه درشت، میانگین وزن میوه، طول میوه، نسبت میوه‌های دارای لایه سفید معنی‌دار شد. عامل ژنوتیپ در صفات عملکرد (تن در هکتار)، تعداد میوه در بوته، درصد میوه ریز، درصد میوه متوسط و درصد میوه درشت، میانگین وزن میوه، تعداد برچه میوه، قطر میوه، تعداد حفره میوه، نسبت میوه‌های دارای لایه سفید و درصد ماندگاری میوه پس از برداشت معنی‌دار شد ولی در صفات طول میوه، pH، میزان مواد جامد محلول و صفت ترک میوه معنی‌دار نشد. اثر متقابل ژنوتیپ × مکان در صفات عملکرد، تعداد میوه در بوته، تعداد برچه میوه، قطر میوه، تعداد حفره میوه معنی‌دار شد و در سایر صفات معنی‌دار نشد.

مقایسه میانگین صفات با آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) و در سطح آماری ۵٪ حاصل از آزمایشات دو ایستگاه تحقیقاتی گرگان و گنبد حاصل از تجزیه واریانس مرکب در جدول (۴) و به تفکیک مکان‌های آزمایش در شکل‌های ۲، ۳ و ۴ آمده است.

عملکرد میوه (تن در هکتار)

مقایسه میانگین عملکرد میوه‌ی گوجه‌فرنگی (تن در هکتار) بر اساس آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) طبق جدول ۴ نشان می‌دهد که رقم شاهد مهدیس با متوسط عملکرد ۵۸/۲ تن در هکتار، بیشترین عملکرد را تولید کرده است که با سایر ژنوتیپ‌ها اختلاف معنی‌دار داشت. ژنوتیپ A-Z16-b عملکرد بالاتری (۳۹/۳ تن در هکتار) نسبت به ژنوتیپ A-Z16-a (۲۶/۲ تن در هکتار) و ژنوتیپ A-Z15 (۲۵/۵ تن در هکتار) تولید کرد.

در ایستگاه تحقیقات کشاورزی گرگان متوسط عملکرد هر چهار ژنوتیپ بالاتر از ایستگاه تحقیقات کشاورزی گنبد بود (شکل ۲. الف). همچنین در این ایستگاه بیشترین عملکرد میوه در رقم شاهد مهدیس (۷۳/۶ تن در هکتار) مشاهده شد که با متوسط عمکرد سایر ژنوتیپ‌ها اختلاف معنی‌دار داشت. پس از آن ژنوتیپ A-Z16-b بیشترین عملکرد (۶۱/۴ تن در هکتار) را با تفاوت معنی‌دار تولید کرد. دو ژنوتیپ A-Z16-a و A-Z15 (به‌ترتیب با عملکرد ۳۸/۵ و ۳۰/۷ تن در هکتار) با هم تفاوت معنی‌دار نداشتند. در ایستگاه تحقیقات کشاورزی گنبد بالاترین عملکرد متعلق به رقم شاهد مهدیس (۴۲/۸ تن در هکتار) بود و سایر ژنوتیپ‌ها با هم از لحاظ عملکرد تولیدی تفاوت معنی‌دار نداشتند (۲۰/۳، ۱۷/۳ و ۱۳/۹ تن در هکتار به‌ترتیب در ژنوتیپ‌های A-Z15، A-Z16-b و A-Z16-a).

از آنجایی‌که عملکرد یک صفت کمی پیچیده بوده و توسط تعداد زیادی ژن کنترل می‌شود، عوامل محیطی تأثیر زیادی بر این صفت دارند (۹). تفاوت در عملکرد گوجه‌فرنگی به‌علت تفاوت در ساختار ژنتیکی ارقام مختلف رخ می‌دهد. همچنین یک دلیل احتمالی تفاوت عملکرد این است که هر رقم نیازمند شرایط محیطی متفاوتی جهت رشد و نمو مطلوب برای تولید عملکرد بهینه است (۷). معمولاً ارقام دارای اندازه میوه متوسط و کوچک به شرایط مزارع ایران سازگاری بیشتری دارند (۱۴). افزایش عملکرد ممکن است از طریق افزایش تعداد میوه و یا افزایش وزن میوه و یا به هر دو طریق صورت گیرد (۱۲). افزایش عملکرد در رقم شاهد برآیند تعداد میوه بیشتر و با وزن میوه متوسط بیشتر بود.

تعداد میوه در بوته

مقایسه میانگین صفت تعداد میوه در بوته (جدول ۴) بر اساس نتایج تجزیه واریانس مرکب آزمایش در دو ایستگاه تحقیقات کشاورزی گرگان و گنبد نشان داد که بیشترین تعداد میوه در بوته با اختلاف معنی‌دار با سایر ژنوتیپ‌ها در رقم مهدیس (۴۵/۱ عدد) و سپس در A-Z15 (۳۸/۱ عدد میوه) مشاهده شد. ژنوتیپ A-Z16-b (۱۵/۶ عدد میوه) و A-Z16-a (۱۳/۴ عدد میوه) کمترین تعداد میوه در بوته بدون اختلاف معنی‌دار با هم را داشتند. طبق شکل ۲ (ب)، در ایستگاه گرگان رقم مهدیس با تعداد میوه ۳۶/۶ عدد با اختلاف معنی‌دار بیشترین مقدار را دارا بود. A-Z15 در مرتبه دوم (۲۴/۴ عدد میوه) قرار گرفت و ژنوتیپ‌های A-Z16-b و A-Z16-a تعداد میوه مشابهی در بوته

جدول ۳. میانگین مربعات حاصل از تجزیه واریانس مرکب صفات مورد مطالعه در ژنوتیپ‌های هیبرید گوجه‌فرنگی مورد بررسی

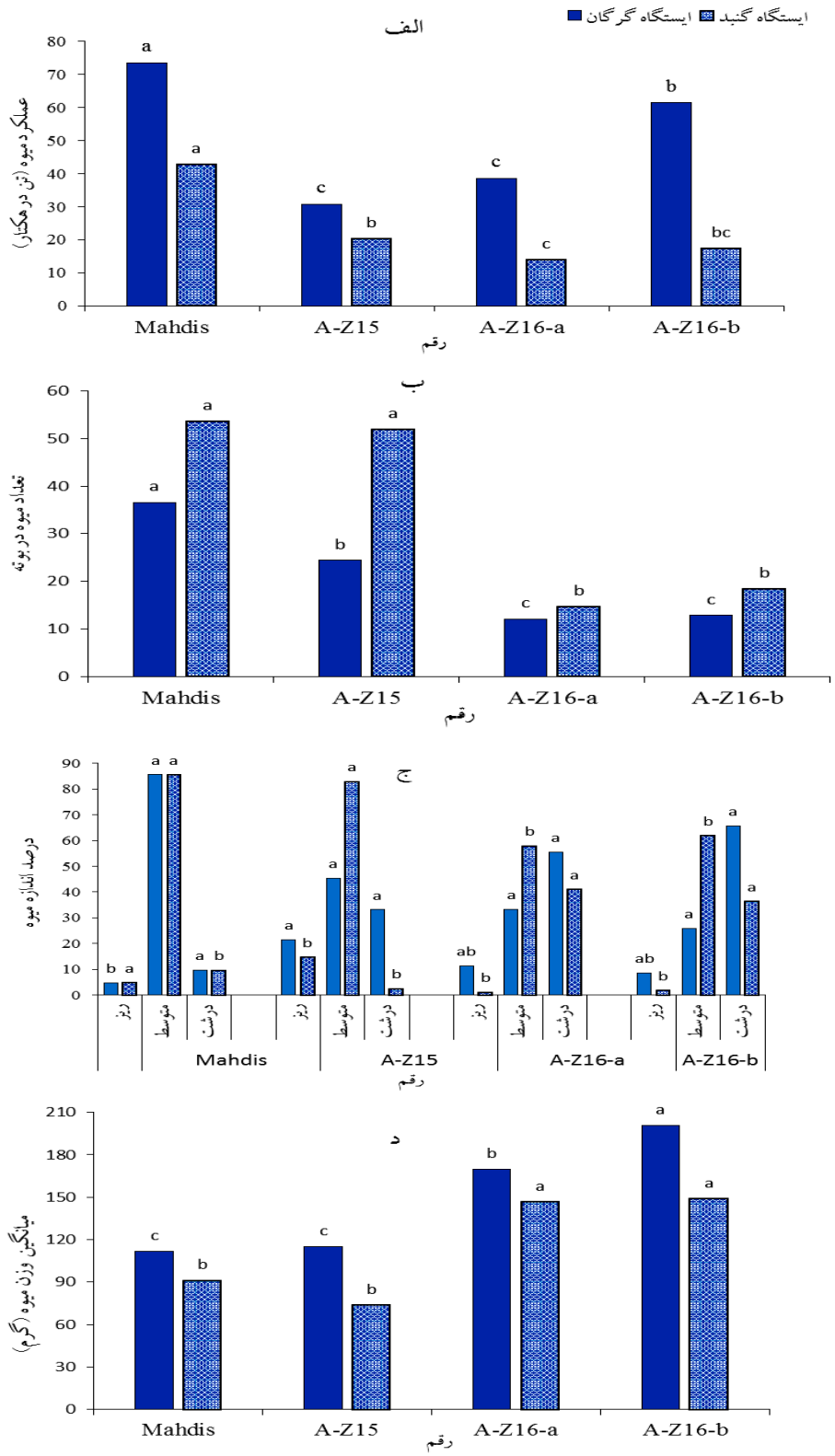
منابع تغییرات	درجه آزادی	صفات												
		عملکرد (تن در هکتار)	تعداد میوه در بوته	درصد میوه ریز (کمتر از ۵۰گرم)	درصد میوه متوسط (۱۳۰-۵۰ گرم)	درصد میوه درشت (بیش از ۱۳۰ گرم)	میانگین وزن میوه	تعداد برچه میوه	قطر میوه	طول میوه	تعداد حفره میوه	نسبت میوه‌های دارای لایه سفید	pH	مواد جامد محلول	درصد ماندگاری
مکان		۴۵۲۵/۵**	۱۰۴۱/۶**	۲۵۵/۵*	۵۶۱۷/۲**	۴۱۹۱/۶**	۷۰۰۸**	۰/۴۴	۰/۰۱	۰/۸۱**	۱/۵۸	۰/۱۰**	۰/۰۰۲	۰/۰۷	۰/۲۶
بلوک در مکان (خطای a)	۴	۲۲/۵۶	۷/۸۰	۱۶/۸۲	۱۰۹/۷۹	۱۳۱/۶۶	۲۰۴/۵	۰/۰۸	۰/۰۴	۰/۰۰۴	۰/۲۷	۰/۰۰۱	۰/۰۴	۰/۰۷	۰/۱۵
ژنوتیپ	۳	۱۴۱۰/۲۴**	۱۵۲۳/۹۲**	۲۲۷/۱۱**	۹۶۶/۴۶*	۱۶۴۰/۶۴**	۹۷۱۲**	۸/۴۹**	۸/۹۷**	۰/۱۱	۵/۰۹**	۰/۱۱**	۰/۰۲	۰/۱۵	۰/۴۰*
ژنوتیپ × مکان	۳	۲۹۳/۲۹**	۱۹۵/۳۴**	۱۵/۲۱	۵۰/۳۷	۹۶/۱۴	۳۴۰	۰/۳۷**	۰/۲۸*	۰/ ۰۵	۰/۵۹*	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۱۴	۰/۰۷
خطای b	۱۲	۲۰/۵۶	۱۰/۲۶	۲۸/۶۸	۱۸۰/۴۱	۱۴۵/۹۳	۱۵۱	۰/۰۵	۰/۰۶	۰/۰۵	۰/۱۲	۰/۰۰۵	۰/۰۳	۰/۱۷	۰/۰۷
ضریب تغییرات		۱۲/۱۴	۱۱/۴۲	۲۰/۶۳	۲۴/۱۵	۱۷/۹۷	۹/۲۹	۷/۱۳	۳/۸۸	۳/۴۹	۸/۶۱	۲۳/۳۸	۳/۸۴	۱۰/۰۱	۲۲/۵۷

* و ** به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱٪

جدول ۴. مقایسه میانگین صفات مورد مطالعه در ژنوتیپ‌های هیبرید گوجه‌فرنگی مورد بررسی بر اساس تجزیه واریانس مرکب در دو مکان

	صفات													
	عملکرد (تن در هکتار)	تعداد میوه در بوته	درصد میوه ریز (کمتر از ۵۰گرم)	درصد میوه متوسط (۱۳۰-۵۰ گرم)	درصد میوه درشت (بیش از ۱۳۰ گرم)	میانگین وزن میوه	تعداد برچه میوه	قطر میوه	طول میوه	تعداد حفره میوه	نسبت میوه‌های دارای لایه سفید	pH	مواد جامد محلول	درصد ماندگاری میوه
A-Z15	۲۵/۵۰^{c}	۳۸/۱۵^{b}	۱۸/۰۳^{a}	۶۴/۱۷^{a}	۱۷/۷۹^{b}	۹۴/۵۲^{c}	۱/۸۷^{c}	۵/۳۰^{b}	۶/۱۹^{ab}	۳/۱۷^{b}	۰/۳۱^{b}	۴/۳۹^{a}	۴/۲۷^{a}	۰/۲۲^{b}
A-Z16-a	۲۶/۲۰^{c}	۱۳/۳۸^{c}	۶/۱۷^{b}	۴۵/۶۰^{b}	۴۸/۲۲^{a}	۱۵۸/۲۹^{b}	۴/۱۸^{a}	۷/۴۹^{a}	۶/۲۷^{ab}	۴/۵۷^{a}	۰/۲۲^{b}	۴/۲۶^{a}	۴/۰۹^{a}	۰/۷۲^{a}
A-Z16-b	۳۹/۳۵^{b}	۱۵/۶۱^{c}	۵/۱۲^{b}	۴۳/۹۰^{b}	۵۰/۹۸^{a}	۱۷۴/۷۵^{a}	۴/۱۵^{a}	۷/۴۸^{a}	۶/۱۷^{b}	۴/۹۹^{a}	۰/۲۴^{b}	۴/۳۴^{a}	۴/۲۵^{a}	۰/۷۲^{a}
مهدیس	۵۸/۲۴^{a}	۴۵/۰۷^{a}	۶/۰۰^{b}	۶۸/۷۵^{a}	۲۵/۲۴^{b}	۱۰۱/۴۵^{c}	۲/۴۰^{b}	۵/۳۸^{b}	۶/۴۷^{a}	۳/۲۶^{b}	۰/۵۲^{a}	۴/۳۰^{a}	۳/۹۳^{a}	۰/۳۴^{b}

در هر ستون حروف مشابه از نظر آماری اختلاف معنی‌داری ندارند.



شکل ۲. مقایسه میانگین صفات الف: عملکرد میوه (تن در هکتار)، ب: تعداد میوه در بوته، ج: درصد اندازه میوه و د: میانگین وزن میوه (گرم) در ژنوتیپ‌های گوجه‌فرنگی مورد بررسی، با آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار LSD (حروف مشابه نشان دهنده عدم وجود اختلاف معنی دار (۵٪) است).

مهدیس A-Z15 A-Z16-a A-Z16-b

شکل ۳. تفاوت وزن نمونه‌های تصادفی از ژنوتیپ‌های هیبرید گوجه‌فرنگی مورد استفاده در آزمایش

(به‌ترتیب ۱۲/۸ و ۱۲/۱ عدد میوه) داشتند. در ایستگاه گنبد دو ژنوتیپ مهدیس و A-Z15 (به‌ترتیب ۵۳/۶ و ۵۱/۹ عدد میوه) در این صفت اختلاف معنی‌دار نداشتند ولی با ژنوتیپ‌های A-Z16-a و A-Z16-b (به‌ترتیب ۱۴/۷ و ۱۸/۴) تفاوت معنی‌دار داشتند. طبق نتایج تیمار بذرمال باکتری در ژنوتیپ A-Z16 در صفت تعداد میوه تفاوتی ایجاد نکرد.

درصد اندازه میوه (ریز (کمتر از ۵۰ گرم)، متوسط (۱۳۰-۵۰ گرم) و درشت (بیش از ۱۳۰ گرم))

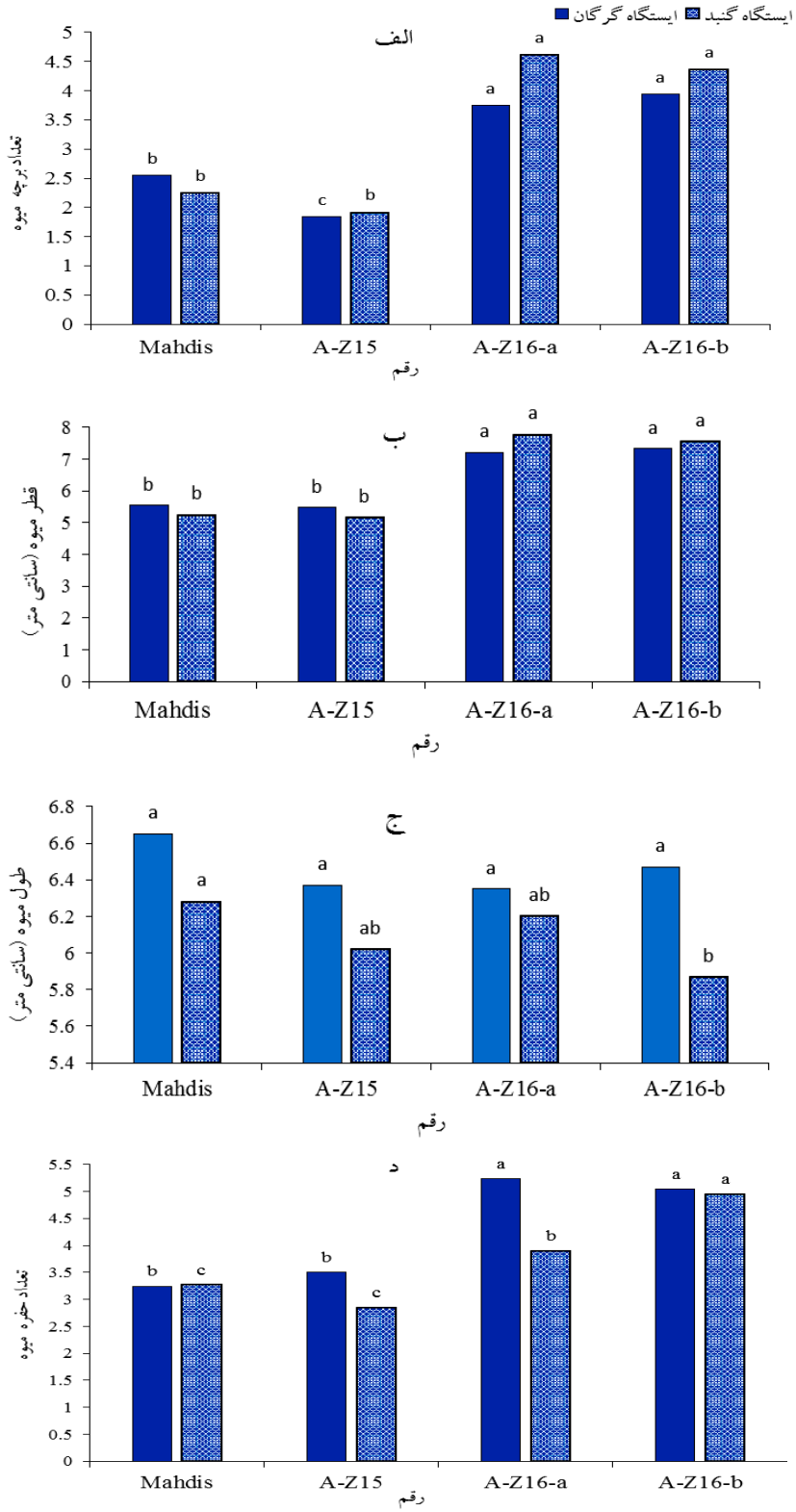
مقایسه میانگین صفت اندازه میوه بر اساس نتایج تجزیه واریانس مرکب آزمایش در دو ایستگاه تحقیقات کشاورزی گرگان و گنبد (جدول ۴) نشان داد ژنوتیپ A-Z15 بالاترین نسبت میوه با وزن کمتر از ۵۰ گرم (۱۸/۰ درصد کل عملکرد) را تولید نمود و در سایر ژنوتیپ‌ها نسبت میوه‌های ریز کمتر از ۷ درصد بود که با هم تفاوت معنی‌دار نداشتند. ژنوتیپ‌های مهدیس و A-Z15 با بیشترین اندازه میوه متوسط (به‌ترتیب با ۶۸/۵ و ۶۴/۲ درصد اندازه میوه متوسط در کل عملکرد) با بقیه اختلاف معنی‌دار داشتند. درصد میوه‌های درشت در ژنوتیپ-های A-Z16-b و A-Z16-a (به‌ترتیب ۵۰/۹ و ۴۸/۲ درصد عملکرد) با اختلاف معنی‌دار از دو ژنوتیپ دیگر بالاتر بود.

در ایستگاه تحقیقات گرگان (شکل ۲. ج) بیشترین درصد میوه‌های ریز در ژنوتیپ A-Z15 (۲۱/۴ درصد) و کمترین در رقم مهدیس (۷/۲ درصد) مشاهده شد ولی تفاوت معنی‌دار نبود. همچنین درصد میوه‌های با اندازه متوسط و درشت نیز بین ژنوتیپ‌ها در ایستگاه گرگان با هم اختلاف معنی‌دار نشان ندادند. در ایستگاه گنبد ژنوتیپ A-Z15 (۱۴/۶ درصد) بیشترین نسبت عملکرد میوه‌های ریز را با اختلاف معنی‌دار با سایر ژنوتیپ‌ها تولید نمود. مهدیس و A-Z15 (به‌ترتیب ۸۵/۵ و ۸۲/۹ درصد) با تفاوت معنی‌دار بیشترین درصد میوه‌های با اندازه متوسط در کل عملکرد را داشتند. بیشترین درصد میوه‌های با اندازه درشت متعلق به ژنوتیپ‌های A-Z16-a و A-Z16-b (به‌ترتیب ۴۰/۹ و ۳۶/۳ درصد) بود.

میانگین وزن میوه

بر اساس مقایسه میانگین صفت میانگین وزن میوه بر اساس تجزیه واریانس مرکب در دو ایستگاه تحقیقاتی گرگان و گنبد (جدول ۴) بالاترین میانگین وزن میوه با تفاوت معنی‌دار در ژنوتیپ A-Z16-b (۱۷۴ گرم) و سپس در ژنوتیپ A-Z16-a (۱۵۸ گرم) با تفاوت معنی‌دار با دو ژنوتیپ دیگر مشاهده شد.

در ایستگاه تحقیقات گرگان و گنبد به‌طور مجزا نیز (شکل ۲. د) بالاترین میانگین وزن میوه در A-Z16-b (۲۰۰ گرم در گرگان و ۱۴۶ گرم در گنبد) و سپس در ژنوتیپ A-Z16-a (۱۷۰ گرم در گرگان و ۱۴۷ گرم در گنبد) با تفاوت معنی‌دار با دو ژنوتیپ دیگر مشاهده شد. طبق نتایج تیمار بذرمال باکتری در ژنوتیپ A-Z16 باعث افزایش وزن میوه در A-Z16-b نسبت به A-Z16-a شد. هر گیاهی برای تولید میوه با اندازه بزرگتر و به‌عبارتی عملکرد بیشتر، نیازمند رشد رویشی قوی و اندوخته غذایی کافی می‌باشد، این رشد زمانی میسر



شکل ۴. مقایسه میانگین صفات الف: تعداد برچه میوه، ب: قطر میوه (سانتی‌متر)، ج: طول میوه (سانتی‌متر) و د: تعداد حفره میوه در ژنوتیپ‌های گوجه‌فرنگی مورد بررسی، با آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار LSD (حروف مشابه نشان دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار (۵٪) است).

خواهد شد که جذب مطلوب آب و عناصر معدنی توسط ریشه انجام شود (۳۱). ریزوباکتری‌های محرک رشد باعث افزایش و ارتقاء رشد گیاهان می‌شوند. این باکتری‌ها به‌صورت آزادزی بوده و می‌توان برای افزایش عملکرد گیاهان از آنها استفاده کرد (۱۰، ۱۷ و ۳۰). ریزوباکتری‌های محرک رشد گیاهان می‌توانند با افزایش سرعت جوانه‌زنی، افزایش وزن بوته و افزایش عملکرد به تقویت گیاه کمک کنند. این باکتری‌ها همچنین می‌توانند به‌طور مستقیم از طریق تثبیت نیتروژن، تولید مواد تنظیم کننده رشد گیاه، افزایش قابلیت جذب عناصر غذایی مختلف برای گیاه، ویتامین‌ها و مواد محرک رشد گیاه و یا غیر مستقیم به‌صورت تولید آنتی بیوتیک، رقابت با گونه‌های مضر از طریق اشغال ریشه، تولید آنزیم‌های تجزیه کننده دیواره سلولی قارچ‌های بیماری‌زای گیاهی، باعث ایجاد مقاومت سیستماتیک در گیاه و افزایش مقاومت گیاه به تنش‌ها و درنتیجه موجب افزایش رشد و عملکرد گیاه شوند (۵ و ۱۹). در مطالعات مختلف، نقش مؤثر باکتری‌های افزایش دهنده رشد گیاهی بر رشد گیاهان مختلف مانند گوجه‌فرنگی، فلفل، کلزا، باقلا، کاهو و نخود در شرایط مختلف گزارش شده است (۳، ۱۸ و ۳۳). از جمله خصوصیات بسیار مهم و موثر در تولید و انتقال محصول گوجه‌فرنگی به بازار مصرف، صفات مورفولوژیک میوه نظیر طول، قطر و وزن تک میوه است (۲۰). علاوه بر شرایط محیطی و تغذیه‌ای، ژنتیک گیاه نقش اساسی در ایجاد تفاوت در وزن میوه در ژنوتیپ‌های مختلف دارد. در مطالعه کمبیاسو و همکاران (۴) وراثت‌پذیری خصوصی بالایی (۰/۶۹) برای صفت وزن میوه در گوجه‌فرنگی گزارش شد و عمده واریانس ژنتیکی مربوط به واریانس افزایشی بود.

تعداد برچه میوه

تجزیه واریانس مرکب در دو ایستگاه تحقیقات کشاورزی گرگان و گنبد نشان داد اثر ژنوتیپ و اثرمتقابل ژنوتیپ و مکان در این صفت تفاوت معنی‌دار ایجاد کردند. مقایسه میانگین‌ها به روش LSD در دو آزمایش ایستگاه گرگان و گنبد نشان داد بیشترین تعداد برچه میوه در ژنوتیپ‌های A-Z16-b و A-Z16-a مشاهده شد. در ایستگاه گنبد رقم مهدیس و ژنوتیپ A-Z15 اختلاف معنی‌دار نداشتند ولی در ایستگاه گرگان تعداد برچه میوه در رقم مهدیس با تفاوت معنی‌دار بیشتر بود (شکل ۴. الف).

میانگین قطر و طول میوه

بزرگ‌ترین میانگین قطر میوه با اختلاف معنی‌دار با ۷/۴۹ و ۷/۴۸ سانتی‌متر به‌ترتیب به ژنوتیپ‌های A-Z16-a و A-Z16-b تعلق داشت و دو ژنوتیپ مهدیس و ژنوتیپ A-Z15 (به‌ترتیب ۵/۳۸ و ۵/۳۰ سانتی‌متر) با هم اختلاف معنی‌دار نداشتند. در صفت طول میوه ژنوتیپ‌ها با هم اختلاف معنی‌داری نشان ندادند. مقایسه میانگین LSD به تفکیک در ایستگاه گرگان و گنبد برای صفت قطر میوه نتایج مشابهی حاصل شد (شکل ۴. ب). بزرگ‌ترین میانگین قطر میوه با اختلاف معنی‌دار در (در ایستگاه گرگان ۷/۲۱ و ۷/۳۲ سانتی‌متر، در ایستگاه گنبد ۷/۷۷ و ۷/۵۶ سانتی‌متر به‌ترتیب ژنوتیپ‌های A-Z16-a و A-Z16-b) مشاهده شد. در دو ایستگاه گرگان و گنبد از لحاظ صفت طول میوه تفاوت معنی‌دار بین ژنوتیپ‌ها مشاهده نشد (شکل ۴. ج).

تعداد حفره میوه

تجزیه واریانس مرکب نشان داد اثر ژنوتیپ و اثر متقابل ژنوتیپ و مکان در این صفت تفاوت معنی‌دار ایجاد کردند. مقایسه میانگین‌ها به روش LSD بر اساس تجزیه واریانس مرکب در دو ایستگاه تحقیقات کشاورزی گرگان و گنبد نشان داد ژنوتیپ‌های A-Z16-b و A-Z16-a بیشتربن تعداد حفره میوه را با اختلاف معنی‌دار با دو ژنوتیپ دیگر داشتند. مقایسه میانگین LSD به تفکیک دو ایستگاه نشان داد (شکل ۴. د) در ایستگاه گرگان بیشترین تعداد حفره میوه با تفاوت معنی‌دار در ژنوتیپ‌های A-Z16-b مشاهده شد و پس از آن ژنوتیپ A-Z16-a بالاترین تعداد حفره میوه را داشت. در ایستگاه گنبد ژنوتیپ A-Z16-b و A-Z16-a بیشترین تعداد حفره میوه را با اختلاف معنی‌دار با بقیه تولید کردند. در آزمایش

شکل ۵. میوه دارای لایه سفید (در مزوکارپ)

هر دو ایستگاه گرگان و گنبد رقم مهدیس و ژنوتیپ A-Z15 در این صفت اختلاف معنی‌دار نداشتند.

نسبت میوه‌های دارای لایه سفید

مقایسه میانگین LSD بر اساس تجزیه واریانس مرکب در دو ایستگاه تحقیقات کشاورزی گرگان و گنبد نشان داد بیشترین نسبت تعداد میوه‌های دارای لایه سفید (شکل ۵) با اختلاف معنی‌دار با بقیه در رقم شاهد مهدیس (۰/۵۲) مشاهده شد و بقیه با هم تفاوت معنی‌دار نداشتند. در مقایسه میانگین LSD به تفکیک در ایستگاه گرگان و گنبد برای صفت نسبت تعداد میوه‌های دارای لایه‌ی سفید نتایج مشابهی حاصل شد (شکل ۶. الف). لایه سفید به‌صورت تجمع ذرات سفید رنگ در مزوکارپ (میان‌بر) مشاهده شد. دلایل مختلفی برای ایجاد این عارضه وجود دارد که یکی از دلایل عدم تعادل غذایی است. با توجه به این‌که مصرف کود برای همه‌ی ژنوتیپ‌ها مشابه بود و علایم کمبود مواد غذایی در بوته‌ها مشاهده نشد به‌نظر می‌رسد با توجه به ماهیت سفت بودن میوه‌ی رقم مهدیس (جدول ۲)، این رقم از لحاظ ژنتیکی مستعد این عارضه باشد.

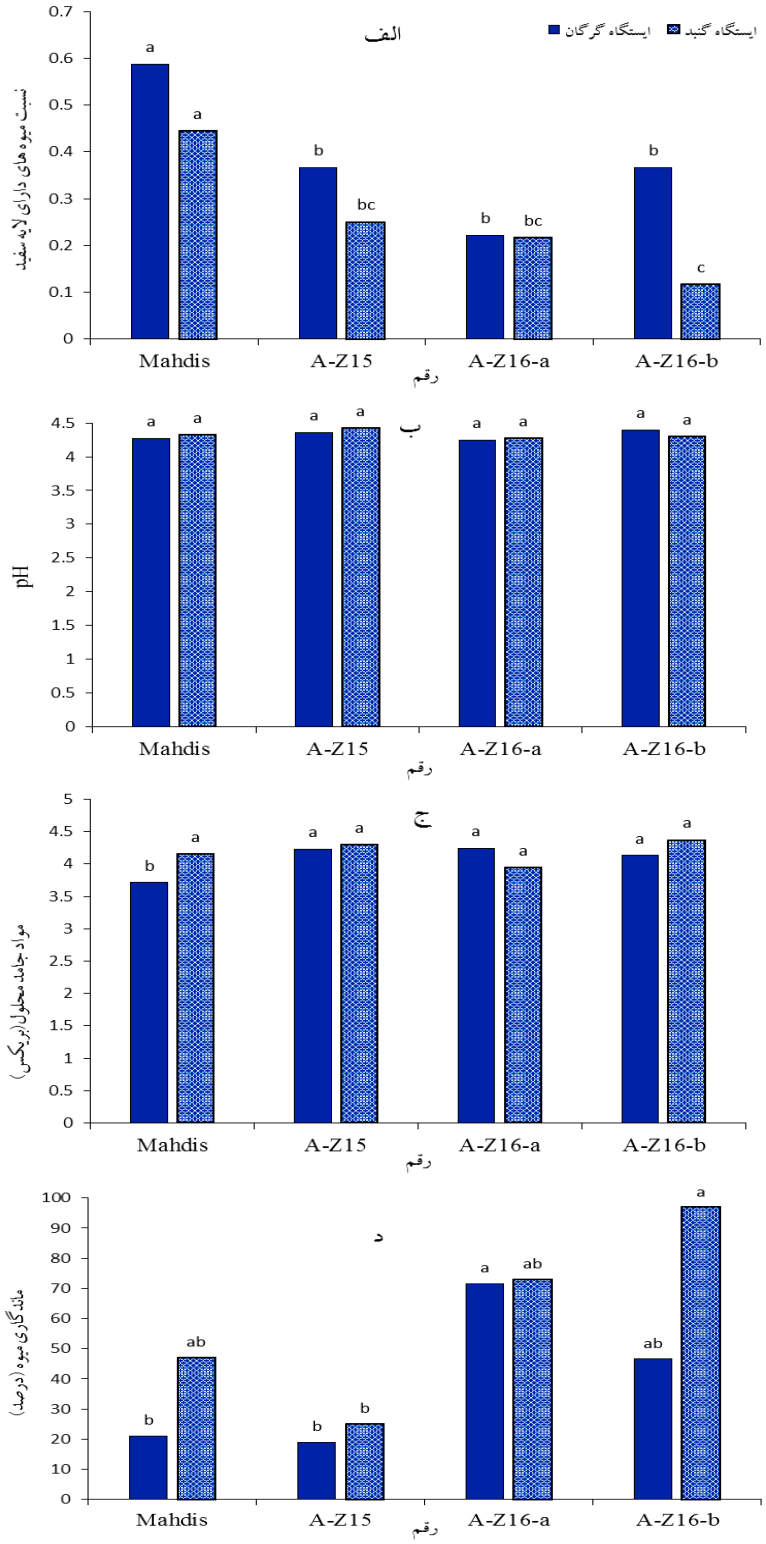
اسیدیته (pH) آب میوه

مقایسه میانگین LSD بر اساس تجزیه واریانس مرکب در دو ایستگاه تحقیقات گرگان و گنبد (جدول ۴) و به تفکیک مقایسه میانگین ژنوتیپ‌ها در ایستگاه‌های گرگان و گنبد (شکل ۶. ب) برای صفت اسیدیته (pH) آب میوه تفاوت معنی‌داری نشان نداد.

مواد جامد محلول

بر اساس تجزیه واریانس مرکب و مقایسه میانگین LSD در دو ایستگاه تحقیقات کشاورزی گرگان و گنبد برای صفت مواد جامد محلول تفاوت معنی‌داری در مقایسه میانگین ژنوتیپ‌ها مشاهده نشد (جدول‌های ۳ و ۴). در ایستگاه گرگان در رقم شاهد مهدیس میانگین میزان مواد جامد محلول با تفاوت معنی‌دار کمتر از سایر ژنوتیپ‌ها بود (شکل ۶. ج). در ایستگاه گنبد تفاوت معنی‌داری بین میانگین ژنوتیپ‌ها مشاهده نشد.

یکی از مهم‌ترین صفات کیفی در محصول گوجه‌فرنگی، میزان مواد جامد محلول می‌باشد. مواد جامد محلول شامل قندهای آزاد (ساکارز، فروکتوز و گلوکز) و اسیدهای آلی می‌باشد. بنابراین مواد جامد محلول از عوامل مهم کیفیت بوده و نقش به‌سزایی در تولید فرآورده‌های گوجه‌فرنگی دارد (۲۶). در بررسی مقدار مواد جامد محلول، نتایج مقایسه‌ی میانگین نشان داد که در یک مکان آزمایش، رقم شاهد از ژنوتیپ‌های دیگر مواد جامد محلول کمتری داشت. از اینرو ژنوتیپ‌های هیبرید جدید مورد بررسی در این آزمایش علاوه بر مصرف تازه‌خوری در کشت گوجه‌فرنگی به‌منظور فرآوری محصول نیز می‌توانند مورد توجه باشند.



شکل ۶. مقایسه میانگین صفات الف: نسبت میوه‌های دارای لایه سفید، ب: اسیدیته (pH) آب میوه، ج: میزان مواد جامد محلول (شاخص بریکس) و د: ماندگاری میوه (درصد) در ژنوتیپ‌های گوجه‌فرنگی مورد بررسی، با آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار LSD (حروف مشابه نشان دهنده عدم وجود اختلاف معنی دار (۵٪) است).

درصد ماندگاری میوه

مقایسه میانگین LSD بر اساس تجزیه واریانس مرکب در دو ایستگاه تحقیقات گرگان و گنبد (جدول ۴) نشان داد که میزان ماندگاری میوه پس از دو هفته نگهداری در دمای یخچال در ژنوتیپ‌های A-Z16-a و A-Z16-b (۷۲ درصد) با تفاوت معنی‌دار بیشتر از رقم شاهد مهدیس (۳۴٪) و ژنوتیپ A-Z15 (۲۲ درصد) بود. طبق مقایسه میانگین LSD به تفکیک ایستگاه-های گرگان و گنبد (شکل ۶. د) ژنوتیپ A-Z16-a در ایستگاه گرگان و ژنوتیپ A-Z16-b در ایستگاه گنبد بیشترین میزان ماندگاری میوه را داشتند. ماندگاری میوه یکی از مهم‌ترین ویژگی زراعی است که کیفیت میوه را در طی بازاریابی پس از برداشت تعیین می‌کند و بر بازده اقتصادی تولیدکننده و فروشنده تأثیر می‌گذارد (۲۱، ۲۲ و ۲۳). ماندگاری میوه یکی از اجزای مهم کیفیت پس از برداشت محصول می‌باشد و بستگی به عوامل قبل از برداشت از قبیل مدیریت تغذیه دارد (۱). به علاوه رودریگز و همکاران (۲۵) از بررسی نسل‌های F1، F2 و بک‌کراس، واریانس ژنتیکی افزایشی معنی‌دار و مقادیر بالایی از وراثت‌پذیری خصوصی برای صفت ماندگاری میوه در گوجه-فرنگی گزارش کردند.

نتیجه‌گیری کلی

بر اساس نتایج مقایسه میانگین حداقل اختلاف معنی‌دار LSD در صفات مورد بررسی، در ایستگاه گرگان رقم شاهد (مهدیس) ۲۰ درصد عملکرد بیشتری نسبت به ژنوتیپ A-Z16-b، ۹۱ درصد نسبت به A-Z16-a و ۱۴۰ درصد نسبت به ژنوتیپ A-Z15 تولید نموده است. در ایستگاه گنبد رقم مهدیس به-ترتیب نسبت به ژنوتیپ‌های A-Z15، A-Z16-b و A-Z16-a، ۱۱۱، ۱۴۶ و ۲۰۷ درصد عملکرد بیشتری تولید کرد. با توجه به نتایج آزمایش بررسی ژنوتیپ‌ها در دو مکان در استان گلستان، مشخص شد رقم شاهد مهدیس با اختلاف عملکردی بالایی برتر بود و بعد از آن ژنوتیپ A-Z16 نسبت به A-Z15 خصوصیات عملکردی بهتری نشان داد. در برخی خصوصیات کیفی مانند ماندگاری میوه، تعداد کمتر لایه‌های سفید میوه و مواد جامد محلول ژنوتیپ A-Z16 به رقم شاهد برتری داشت. تیمار بذرمال باکتری پروبیو ۹۶ در ژنوتیپ A-Z16 به‌طور چشمگیری برخی خصوصیات عملکردی به‌ویژه وزن میوه و درصد میوه‌های اندازه درشت را در این ژنوتیپ افزایش داد. نتایج مشابهی در مطالعات مشابه گزارش شده است (۱۳، ۲۷ و ۲۹).

سپاسگزاری

این مقاله از گزارش نهایی پروژه‌ی تحقیقاتی تحت عنوان " بررسی و مقایسه‌ی عملکرد کمی و کیفی هیبریدهای گوجه‌فرنگی در مزارع استان گلستان " با شماره مصوب ۲-۵۷-۳۳-۰۴۵-۰۱۰۶۱۵" استخراج شده است. نویسندگان از موسسه تحقیقات علوم باغبانی و مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گلستان به خاطر فراهم کردن شرایط اجرای این تحقیق سپاسگزاری می‌نمایند. همچنین از همکاری شرکت تعاونی دانش بنیان پیشگامان توسعه گیاهان زراعی در تأمین هزینه اجرای پروژه تشکر و قدردانی می‌شود.

منابع مورد استفاده

1. Azarmi, R. and N. Chaparzadeh. 2018. The Effect of salinity and fruit ripening stage on some quantitative and quantitative characteristics of tomato in hydroponics. *Journal of Plant Productions (Scientific Journal of Agriculture)* 41: 91-103.
2. Bakhtiyarovna Dyamurshayeva, E., R. Iskendirovich Kudiyarov, I. Aleksandrovich Bobrenko, G. Zykriyaevna Sauytbayeva, N. Zhetkergenovich Urazbayev, G. Evgenyevna Dyamurshayeva and S. Izbaskanovna Sadybekova. 2017. Variety trial on Tomato hybrids in greenhouse conditions of the prearal area of Kazakhstan. *Online journal of biological sciences* 17: 26-34.

3. Banchio, E., P. C. Bogino, J. Zygadlo and W. Giordano. 2008. Plant growth promoting rhizobacteria improve growth and essential oil yield in *Origanum majorana* L. *Biochemical Systems and Ecolology* 36: 766-771.
4. Cambiaso, V., M. D. Gimenez, J. H. P. da Costa, D. V. Vazquez, L. A. Picardi, G. R. Pratta and G. R. Rodríguez. 2019. Selected genome regions for fruit weight and shelf life in tomato RILs discernible by markers based on genomic sequence information. *Breed Science* 69: 447-454.
5. Chen, X. H., J. Vater, J. Piel, P. Franke, R. Scholz, K. Schneider, A. Koumoutsi, G. Hitzeroth, N. Grammel, A. W. Strittmatter, G. Gottschalk, R. D. Sussmuth and R. Borriss. 2006. Structural and functional characterization of three polyketide synthase gene clusters in *Bacillus amyloliquefaciens* FZB 42. *Journal of bacteriology* 188: 4024-4036.
6. Das, B. K., J. G. Kim and J. W. Choi. 2011. Efficacy of different washing solutions and contact times on the microbial quality and safety of fresh-cut Paprika. *Food Science and Technology International* 17: 471-479
7. Davis, J. M., D. C. Sanders, P. V. Nelson, L. Lengnick and W. J. Sperry. 2003. Boron improves growth, yield, quality and nutrients contents of tomato. *Journal of American Society for Horticultural Science* 128: 441-446.
8. Foolad, M. R. and D. R. Panthee. 2012. Marker-assisted selection in tomato breeding. *Critical Reviews in Plant Sciences* 31: 93-123.
9. Ghorbanpour, A., A. Salimi, M. A. Tajik Ghanbari, H. A. Pirdashti and A. Dehestani. 2017. Investigating the relationship between fruit yield and its components in different tomato cultivars using multivariate statistical methods. *Journal of Crop Breeding* 24: 22-29. (In Farsi).
10. Grobelak, A., A. Napora and M. Kacprzak. 2015. Using plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR) to improve plant growth. *Ecological Engineering* 84: 22-28.
11. Hochmuth, G. J. 2015. Production of greenhouse Tomatoes. Florida greenhouse vegetable production handbook, University of Florida, Florida.
12. Kakhaki, A., A. R. Sobhani, H. Khazaii and B. Vafaii. 2009. Adaptation evaluation and comparison yield of tomato cultivars. First congress of production and processing of tomato. 11February Mashhad, Iran. (In Farsi).
13. Keramat, S., B. Esmaiilpour, M. Behnamian, H. Maleki Lajayer, M. Sheikhalipour and A. Fooladi Gorjan. 2021. Effect of biological fertilizers and probiotics on growth and yield and quality of cherry tomatoes. *Relation of Soil and Plant Journal* 12: 49-62.
14. Khazaii, J., M. Hassanpour Asil, H. A. Samizade Lahiji and A. Ensinejhad. 2013. Investigating the yield and quality of tomato fruit in single and multi-stage manual harvesting. *Seed and Plant Production* 29: 235-249.
15. Khoshkhooy, M., A, Sheybani and A, Tafzili. 1986. Perinciples of Horticulture. Second edition, Shiraz university publication, Shiraz. (In Farsi)
16. Kiry, P. I. 2007. Improving the technology of tomato cultivation in the extended cycle of the winter block greenhouse of the fourth photic zone. PhD Thesis. All-Russian research institute of vegetable growing. Moscow, Russian.
17. Makarian, H. and H. Shahgholi. 2016. Effect of organic and biological fertilizers on growth and yield of tomatoes (*Lycopersicon esculentum* Mill.) and bacterial colonization. *Journal of Horticulture Science* 29: 185-195. (In Farsi).
18. Mayak, S., T. Tirosh and B. R. Glick. 2004a. Plant growth-promoting bacteria that confer resistance to water stress in tomatoes and peppers. *Plant Science* 166: 525-530.
19. Mayak, S., T. Tirosh and B. R. Glick. 2004b. Plant growth-promoting bacteria confer resistance in tomato plants to salt stress. *Plant Physiology and Biochemistry* 42: 565-572.
20. Modarresi, M. and S. Rastgoo. 2013. Performance response and morphological traits of different cultivars tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill) to heat stress. *Journal of Agricultural Plant Sciences of Iran* 44: 59-67.
21. Nath, N., M. Bouzayen, A. K. Mattoo and J. C. Pech. 2019. Fruit Ripening: Physiology, Signalling and Genomics, CABI. Available online at: https://doi.org/10.1079/PAVSNNR20149014.
22. Paliyath, G., D. P. Murr, A. K. Handa and S. Lurie. 2009. An international perspective. pp. 1-8, In: G. D. Paliyath, P. Murr, A. K. Handa and S. Lurie (Eds.), Postharvest Biology and Technology of Fruits, Vegetables, and Flowers. Wiley-Blackwell, Guelph.
23. Peralta, I. E. and D. M. Spooner. 2006. History, origin and early cultivation of tomato (*Solanaceae*). pp. 1-27, In: M. K. Razdan and A. K. Mattoo (Eds.), Genetic Improvement of *Solanaceous* Crops, Vol. 2. CRC Press, Boca Raton.
24. Rajasekar, M., T. Arumugam and S. Ramesh Kumar. 2013. Influence of weather and growing environment on vegetable growth and yield. *Journal of Horticulture Forestry* 5: 160-167.
25. Rodrıguez, G. R., G. R. Pratta, D. R. Liberatti, R. Zorzoli and L. A. Picardi. 2010. Inheritance of shelf life and other quality traits of tomato fruit estimated from F1's, F2's and backcross generations derived from standard cultivar, nor homozygote and wild cherry tomato. *Euphytica* 176: 137-147.
26. Sabokkhiz, M., A. Nejhadshamloo and S. Malekzadeh Shafaroudy. 2013. Adaptation evaluation and comparison tomato cultivars under saline irrigation in Khorasan Razavi province. In: Proceeding of 1th International Congress of Plant Agronomy and Breeding, Seed and Plant Improvement Research Institute, Karaj, Iran. (In Farsi).

27. Sheikhalipour, P., S. A. Bolandndnazar, M. R. Sarikhani, J. Panahandeh. 2019. Effect of application of biofertilizers on yield, quality and antioxidant capacity of tomato fruit. *Iranian Journal of Horticultural Science* 50: 621-632. (In Farsi).
28. Singh, T., N. Singh, A. Bahuguna, M. Nautiyal and V. K. Sharma. 2014. Performance of tomato (*Solanum lycopersicum* L.) hybrids for growth, yield and quality inside polyhouse under mid hill condition of uttarakhand. . *American journal of Drug Discovery and Development* 4: 202-209.
29. Soltani Toolarood, A. A., S. R. Ziatabar, B. Esmaeilpour, K. Khavazi, S. Fathololomi. 2015. Effect of plant growth promoting rhizobacteria and spent mushroom compost on growth and yield of tomato (*Lycopersicon esculentum*). *Iranian Journal of Soil Research* 29: 285-296. (In Farsi).
30. Srinivasan, K., G. Gilardi, A. Garibaldi and M. L. Gullino. 2009. Bacterial antagonists from used rockwool soilless substrates suppress Fusarium wilt of tomato. *Journal of Plant Pathology* 91: 147-154.
31. Turhan, E. and E. Atilla. 2004. Effect of chloride application and different media on ionic strawberry plants under salt stress conditions. *Soil Science and Plant Analysis* 36: 1021-1028.
32. Vice President of Statistics, Information and Communication Technology Center. 2022. Agricultural statistics of 2020-2021. Ministry of Jahad-e-Agriculture. Available online at: https://maj.ir/page-amar/FA/65/form/pId3352.
33. Zahir, A. Z., M. Arshad and A. Khalid. 1998. Improving maize yield by inoculation with plant growth promoting rhizobacteria. *Pakistan Journal of Soil Science* 15: 7-11.

Journal of Crop Production and Processing
Vol. 13, No. 2, Summer 2023, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran.

Adaptation Evaluation and Quantitative and Qualitative Comparison of New Hybrid Tomato (*Solanum lycopersicum*) Genotypes in the Farms of Golestan Province

Sh. Vakili Bastam[1*], H. Ahmadi Och Tappe[2], H. Bohlul[3], S. Shameli[4], Kh. Mohammadnia[5] and J. Ghasemi[6]

(Received: April 05-2023; Accepted: May 29-2023)

Abstract

Tomato (*Solanum lycopersicum* L.) is one of the most popular and widely consumed vegetable fruits all over the world. Given the vast area (about 2200 hectares) under cultivation of this crop in Golestan province (north of Iran) and the importance of replacing old open-pollinated cultivars with new high-yielding hybrid cultivars, a field study was carried out by evaluating the new determinate tomato hybrid genotypes suitable for outdoor cultivation named A-Z15 and A-Z16 along with Mahdis (control) hybrid cultivar. A-Z16 consisted of two treatments of without and with treating seeds with Probio 96 bacteria named A-Z16a and A-Z16-b, respectively. This study was carried out during 2022 in two agricultural research stations of Golestan, Gorgan and Gonbad Experiments carried out as complete block designs with three replications. Characteristics such as fruit yield/hectare, average weight of fruit, number of fruit carpel, percentage of fruit size (small, medium, large), diameter and length of fruit, number of fruit cavity, fruits/plant, pH of fruit juice, amount of total soluble solids, proportion of fruits with white layer and shelf life of fruit after harvest were recorded and measured. The results of analysis of variances showed significant differences in most of the examined traits in two experimental locations. Based on mean comparisons, cultivar Mahdis (control) was superior in fruit yield and fruits/plant, but this cultivar in qualitative characteristics such as shelf life of fruit, the lower proportion of fruits with white layer and total soluble solids was ranked last. The highest average weight of fruit and shelf life of fruit belonged to A-Z16-b. After Mahdis, A-Z16-b produced highest fruit yield. In conclusion, Mahdis (control) and in a lesser extent A-Z16-b (A-Z16-a treated with Probio 96 bacteria) showed better fruit yield attributes compared to others.

Keywords: High yield hybrid, Quality, Bacteria treatment

1 and 5, Assistant Professor and Researcher, Respectively, Crop and Horticultural Science Research Department, Golestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Gorgan, Iran
2. Assistant Professor, Crop and Horticultural Science Research Department, Golestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Gonbad, Iran.
3. Researcher, Chalaki Agricultural Research Sation, Golestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Gorgan, Iran.
4. Researcher, Plant Protection Research Department, Golestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Gorgan, Iran.
*: Corresponding Author, Email: sh.vakili@areeo.ac.ir