نشریه تولید و فرآوری محصولات زراعی و باغی
سال سیزدهم / شماره اول / بهار ۱۴۰۲/مقاله علمی-پژوهشی: صفحات ۶۷ تا ۸۲

ارزیابی و مقایسه کمی و کیفی ژنوتیپ‌های هیبرید گوجه‌فرنگی رشد نامحدود در کشت گلخانه‌ای استان گلستان

شهربانو وکیلی بسطام[1*] و صدیقه زمانی[2]

(تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۱۰/۱۰ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۱۲/۲۰)

چکیده

به‌منظور ارزیابی و مقایسه‌ی ۱۵ ژنوتیپ مختلف هیبرید گوجه‌فرنگی گلخانه‌ای در شرایط استان گلستان، آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار در دو گلخانه (گلخانه‌ی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی گلستان، گرگان و گلخانه‌ی بخش خصوصی در ۷ کیلومتری گرگان) اجرا شد. صفات عملکرد میوه در بوته، تعداد میوه در بوته، تعداد میوه در خوشه، میانگین وزن میوه، طول و قطر میوه، ارتفاع بوته، مواد جامد محلول، اسیدیته، ضخامت فرابر، مقدار ترکیبات فنولیک و محتوای فلاونوئید اندازه‌گیری شد. نتایج تجزیه واریانس تفاوت معنی‌داری در تمامی صفات مورد بررسی بین ژنوتیپ‌های مختلف در هر دو مکان آزمایش نشان داد. بر اساس نتایج مقایسه میانگین صفات مورد بررسی در هر دو گلخانه، بیشترین عملکرد میوه در بوته در ژنوتیپ‌های ۴۱۲۹ و اماگنا و پس از آن، ایزمونو، ۱۰۱۶۱، هیراد و ساخیا مشاهده شد. ارقام دافنیس و هیوا نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها، عملکرد متوسطی داشتند. ژنوتیپ‌های مورد استفاده در تحقیق در صفات وزن و تعداد میوه، ابعاد میوه، ارتفاع بوته، صفات کیفی میوه شامل ضخامت فرابر، مواد جامد محلول، pH، ترکیبات فنولیک و فلاونوئید نیز تفاوت بسیار زیادی داشتند. همبستگی صفت عملکرد میوه با صفات تعداد میوه در بوته، میانگین وزن میوه و قطر میوه در هر دو گلخانه بالا بود. لذا پیشنهاد می‌شود از این سه صفت جهت بهبود عملکرد و انجام گزینش در برنامه‌های اصلاحی تولید بذر و رقم در گوجه‌فرنگی استفاده کرد.

واژه‌های کلیدی: ***Solanum lycopersicum*، سازگاری، همبستگی ، اصلاح، عملکرد**

۱و ۲. به ترتیب 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.

*: مسئول مکاتبات: پست الکترونیکی: sh.vakili@areeo.ac.ir

مقدمه

گوجه فرنگی (*Solanum lycopersicum* L.) یکی از محبوب‌ترین و پرمصرف‌ترین سبزی میوه‌ای در سراسر جهان است. این محصول یکی از سبزی‌های با ارزشی است که با توجه به صدور فرآورده‌های آن به دیگر کشورها، رونق بازار جهانی تولیدات حاصل از این فرآوری و امکانات وسیع تولید و فرآوری آن در کشور اهمیت اقتصادی زیادی یافته و با توجه به ارزآوری مناسب، مورد توجه بسیاری از متولیان کشاورزی قرار گرفته است (۲۹). افزایش جمعیت، نیاز بیشتر به تولیدات کشاورزی و محدودیت منابع آب، بشر را به سمت کشت‌های گلخانه‌ای سوق داده است. از آنجایی‌که در کشت‌های گلخانه‌ای سیستم کشت، انرژی و سایر هزینه‌های اجرایی متأثر از پتانسیل ارقام هستند، ادعا شده است رقم یکی از مهم‌ترین مؤلفه‌های تولید دانش محور است و بخش عمده‌ای از فناوری کشت را شامل می‌شود (۵، ۲۴ و ۳۹). انتخاب رقم مناسب همراه با مدیریت صحیح تولید و سیستم‌های مناسب گلخانه برای موفقیت تولید ضروری هستند (۱۷). از آنجایی‌که عملکرد یک صفت کمی پیچیده بوده و توسط تعداد زیادی ژن کنترل می‌شود، عوامل محیطی، تأثیر زیادی بر این صفت دارند (۱۶). تشخیص پتانسیل تولید ارقام هیبرید در شرایط اقلیمی خاص جهت پایداری تولید بسیار با اهمیت است (۲ و ۲۲). اولانی و همکاران (۳۱) در بررسی عملکرد و مواد مغذی میوه گوجه‌فرنگی در هفت ژنوتیپ مختلف، تفاوت معنی‌داری را برای عملکرد میوه این ژنوتیپ‌ها گزارش نمودند. یکی از مهم‌ترین عوامل در افزایش کمیت و کیفیت تولید گوجه‌فرنگی گلخانه‌ای، معرفی ارقام جدید پرعملکرد و هیبرید است که سازگار به تکنولوژی‌های نوین و شرایط نامطلوب منطقه باشند (۱، ۳، ۴، ۱۴ و ۲۳). عادت رویشی گوجه‌فرنگی علاوه بر ژنوتیپ به شدت متغیر و متأثر از شرایط محیطی می‌باشد (۳۶). دمای هوای بیرون گلخانه، طول روز، شدت نور خورشید و رطوبت هوا ساعت به ساعت، روز به روز و فصل به فصل در حال تغییر است. با وجود اینکه گلخانه یک محیط بسته بوده ولی کاملاً از محیط بیرون ایزوله نیست، به همین دلیل شرایط داخل گلخانه تحت تأثیر تغییرات آب و هوائی بیرون دائماً تمایل به تغییر دارد (۳۲). کشت ارقام رشد نامحدود گوجه‌فرنگی در گلخانه در استان گلستان در چند سال اخیر آغاز شده و رو به توسعه است. با توجه به نوپا بودن کشت گلخانه‌ای در استان گلستان و وجود تنوع بسیار در ارقام تجاری هیبرید گلخانه‌ای گوجه‌فرنگی، گلخانه‌داران در زمینه انتخاب رقم مناسب جهت کشت، سردرگم بوده و عمدتاً به تبعیت از یکدیگر و گلخانه‌داران سایر استان‌های کشور اقدام به کشت رقم می‌نمایند و انتخاب رقم مناسب برای کشت به یکی از چالش‌های مهم گلخانه‌داران این استان تبدیل شده است. به همین منظور در این پروژه با کشت و پرورش تعداد ۱۵ ژنوتیپ هیبرید گلخانه‌ای گوجه‌فرنگی در شرایط گلخانه‌های استان گلستان، خصوصیات عملکردی، بازارپسندی و تعدادی از صفات کیفی آنها مورد بررسی قرار گرفته است.

مواد و روش‌ها

در این مطالعه تعداد پانزده ژنوتیپ هیبرید گوجه‌فرنگی رشد نامحدود مناسب کشت گلخانه‌ای (جدول ۱) مورد ارزیابی قرار گرفتند. این مطالعه در سال زراعی ۱۴۰۰-۱۳۹۹ در دو گلخانه‌ی شماره ۱ و ۲ (۱: گلخانه‌ی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گلستان با عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۵۰ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۴ درجه و ۲۶ دقیقه شرقی و ۲: گلخانه‌ی بخش خصوصی با عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۵۰ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۴ درجه و ۳۰ دقیقه شرقی) اجرا شد. میانگین داده‌های هواشناسی منطقه در جدول ۲ آورده شده است.

تمامی ۱۵ ژنوتیپ گوجه‌فرنگی در گلخانه‌ی ۱ کشت شدند اما در گلخانه‌ی ۲ به‌دلیل از بین رفتن نشاهای ژنوتیپ‌های هانا و ۴۱۲۹، تعداد ۱۳ ژنوتیپ باقیمانده کشت شدند. گلخانه‌ی ۱ با مساحت ۱۷۰ متر مربع با سازه‌ی A شکل با پوشش پلی کربنات و ارتفاع بلند (۴/۵ متر تا ناودان و ۵/۵ متر تا رأس)

جدول ۱. ژنوتیپ‌های مورد استفاده در آزمایش و منشأ آنها

ردیف	ژنوتیپ	شرکت
۱	ساخیا	رکزوان
۲	اماگنا	رکزوان
۳	۴۱۲۹	سمینس
۴	نیوتن	سینجنتا
۵	هیراد	سینجنتا
۶	ازمیر	سینجنتا
۷	دافنیس	سینجنتا
۸	ایزمونو	سینجنتا
۹	هیوا	نگین بذر دانش
۱۰	هانا	نگین بذر دانش
۱۱	هما	نگین بذر دانش
۱۲	ژنوتیپ ۱	دریافت شده از سازمان جهاد کشاورزی گلستان
۱۳	ژنوتیپ ۲	دریافت شده از سازمان جهاد کشاورزی گلستان
۱۴	ژنوتیپ ۳	دریافت شده از سازمان جهاد کشاورزی گلستان
۱۵	۱۰۱۶۱	دریافت شده از شرکت سپاهان رویش

جدول ۲. میانگین داده‌های هواشناسی شهر گرگان طی فصل زراعی ۱۳۹۹-۱۴۰۰ در گرگان، گلستان

ماه	حداکثر دما (^{0}C)	حداقل دما (^{0}C)	حداکثر رطوبت نسبی (٪)	حداقل رطوبت نسبی (٪)	ساعات آفتابی (ساعت)	تعداد روزهای یخبندان
شهریور	۳۰/۹	۲۰/۵	۸۴	۴۱	۲۲۲	۰
مهر	۲۸/۷	۱۵/۸	۹۰	۴۱	۲۲۶	۰
آبان	۲۰/۶	۱۰/۰	۹۳	۴۸	۱۶۲	۰
آذر	۱۵/۹	۵/۴	۹۵	۵۳	۱۵۹	۴
دی	۱۵/۵	۴/۲	۹۱	۴۸	۱۵۶	۲
بهمن	۱۵/۹	۳/۱	۹۱	۴۱	۱۹۶	۶
اسفند	۱۶/۸	۶/۱	۹۶	۵۵	۱۳۶	۰
فروردین	۱۷/۶	۸/۵	۹۷	۵۸	۱۱۹	۱
اردیبهشت	۲۵/۶	۱۳/۵	۹۵	۴۹	۱۹۰	۰

و گلخانه‌ی ۲ با مساحت ۳۰۰۰ متر مربع با طرح گاتیک با پوشش پلاستیک پلی‌اتیلن و ارتفاع بلند (۴/۵ متر تا ناودان و ۶ متر تا رأس کمان) بود. کشت در هر دو گلخانه در بستر خاک انجام شد. در هر دو گلخانه برای تهیه‌ی بستر کشت مناسب، کود دامی در ردیف‌های کشت به‌همراه کودهای سولفات پتاسیم و سوپرفسفات تریپل به‌عنوان کود پایه استفاده شد. برای شروع

کشت، بذرها در اواخر مرداد در سینی نشا کشت شدند. پس از حدود ۴۰ روز که نشاءها ۴ تا ۶ برگ حقیقی تولید کردند (۷ مهر در گلخانه‌ی ۱ و ۲۵ شهریور در گلخانه‌ی ۲) به بستر اصلی گلخانه انتقال داده شدند. در هر دو گلخانه کشت به‌صورت دو ردیفه با فاصله بین ردیف‌های اصلی ۱۲۰ سانتی‌متر و بین دو ردیف کشت ۴۰ سانتی‌متر (۱۲۰:۴۰:۱۲۰ سانتی‌متر) با فاصله‌ی روی ردیف ۴۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. عملیات داشت مانند تغذیه، هرس بوته‌ها، نخ‌کشی و پایین‌کشی بوته‌ها، کنترل علف‌های هرز، کنترل آفات و بیماری‌ها در طی فصل رشد انجام شد.

آزمایش در هر دو گلخانه در قالب طرح بلوک کامل تصادفی در ۳ تکرار انجام شد. از هر ژنوتیپ در هر واحد آزمایشی در گلخانه‌ی شماره‌ی یک، ۶ بوته و در گلخانه‌ی شماره‌ی دو۲، ۱۲ بوته کشت شد. بوته‌ها تا اواسط فروردین نگهداری شدند. یادداشت‌برداری صفات در هر واحد آزمایشی بدون در نظر گرفتن دو بوته‌ی ابتدا و انتهای ردیف (گلخانه‌ی ۱: ۴ بوته و گلخانه‌ی ۲: ۱۰ بوته) انجام گرفت. صفات کمی مورد ارزیابی شامل عملکرد میوه در بوته، تعداد میوه در بوته (تمامی میوه‌های رسیده‌ی برداشت‌شده)، تعداد میوه در خوشه (میانگین تعداد میوه برداشت‌شده در هر خوشه)، میانگین وزن تک میوه، قطر میوه، طول میوه و صفات کیفی شامل ضخامت پریکارپ، مواد جامد محلول، pH، میزان ترکیبات فنولیک و محتوای فلاونوئید میوه بودند. ضخامت پریکارپ (قطر پریکارپ بیرونی در مقطع عرضی از میوه به وسیله کولیس برحسب میلی‌متر)، مواد جامد محلول (بریکس) توسط دستگاه رفراکتومتر و pH آب میوه توسط pH متر اندازه‌گیری شدند.

اندازه‌گیری ترکیبات فنولیک و میزان فلاونوئید میوه در دو برداشت اول به روش ابراهیم‌زاده و همکاران (۱۲) انجام شد. نیم سی‌سی عصاره بدست آمده با ۵ سی‌سی فولین سیوکالتیو (۱ به ۱۰ رقیق شده با آب مقطر) مخلوط و ۴ سی‌سی کربنات سدیم یک مولار اضافه شد. محلول حاصل ۱۵ دقیقه در تاریکی قرار داده شد و در طول موج ۷۶۵ نانومتر در دستگاه اسپکتروفتومتر (UNIC VIS/UV 2800 ساخت کشور آلمان) خوانده شد. از گالیک اسید به عنوان استاندارد برای رسم منحنی کالیبراسیون استفاده شد و بر اساس میزان معادل میلی‌گرم گالیک اسید در گرم وزن خشک گزارش شد.

برای اندازه‌گیری محتوای فلاونوئید از روش رنگ‌سنجی آلومینیوم‌کلرید استفاده شد. مقدار ۰/۵ سی‌سی از عصاره متانولی، ۱/۵ سی‌سی متانول، ۰/۱ سی‌سی آلومنیوم‌کلرید ۱۰ درصد در اتانول، ۰/۱ سی‌سی استات‌پتاسیم یک مولار و ۲/۸ سی‌سی آب مقطر مخلوط شدند. محلول حاصل نیم ساعت در تاریکی قرار گرفته و در طول موج ۴۱۵ نانومتر خوانده شده و با استفاده از منحنی استاندارد محاسبه و برحسب میلی‌گرم کوئرستین در یک گرم عصاره خشک گزارش شد.

تجزیه و تحلیل داده‌ها با نرم افزار آماری R ورژن 3.5.1 انجام شد. مقایسه میانگین صفات با آزمون چند دامنه‌ای دانکن و در سطح اطمینان ۹۵٪ انجام شد. ضریب همبستگی صفات برای تعیین رابطه‌ی بین صفات با استفاده از نرم‌افزار R محاسبه شد. نمودارها در محیط نرم‌افزاری اکسل ترسیم شدند.

نتایج و بحث

طبق نتایج تجزیه واریانس مرکب در دو مکان عامل گلخانه، ژنوتیپ و اثر متقابل ژنوتیپ × گلخانه در عمده‌ی صفات معنی‌دار شدند. با توجه به معنی‌دار شدن اثر متقابل ژنوتیپ × گلخانه، و با توجه به اینکه تعداد ژنوتیپ‌های گوجه‌فرنگی در دو گلخانه مساوی نبود، تجزیه واریانس صفات در دو گلخانه به طور مجزا انجام شد (جدول ۳). نتایج تجزیه‌ی واریانس نشان داد تفاوت عامل بلوک برای صفات طول میوه، طول ساقه و ضخامت فرابر در گلخانه‌ی یک و صفات ارتفاع بوته و ضخامت فرابر در گلخانه‌ی دو۲ معنی‌دار شد که نشان‌دهنده‌ی بلوک‌بندی صحیح آزمایش در هر دو گلخانه است (جدول ۳).

جدول ۳. میانگین مربعات صفات مورد مطالعه در ژنوتیپ‌های مختلف هیبرید گوجه‌فرنگی گلخانه‌ای در دو گلخانه‌ی شماره‌ی ۱ و ۲

منابع تغییرات	درجه آزادی	عملکرد میوه در بوته	تعداد میوه در بوته	میانگین وزن میوه	طول میوه	قطر میوه	pH	مواد جامد محلول	عملکرد در گرم (میلی‌گرم در گرم)	ترکیبات فنولیک (میلی‌گرم در گرم)	فلاونوئید (میلی‌گرم در گرم)
بلوک	۱	۱۳۴۱۲	۱۰/۸	۰/۷۱	۲/۸۴	۲/۸/۹	۰/۰۰۵	۰/۱۹	۰/۰۲	۹/۸۶	۰/۹۶
	۲	۱۱۹۹۱	۱۵/۵	۰/۹۸	۵۱	۴/۴	۰/۰۰۲	۰/۱۷	۰/۰۱	۶/۳۴	۲/۳۱
ژنوتیپ	۱۴	۲۹۳۸۰**	۲۳۰**	۱/۵۶**	۱۰۰۱**	۵۴/۳*	۰/۰۴۴**	۰/۸۴*	۰/۰۲**	۱۴/۸**	۴/۹۱*
	۱۲	۱۷۱۸۷**	۷۷/۵**	۵/۳۹**	۳۲۱۲**	۱۳۸**	۰/۰۳۹**	۰/۳۳**	۰/۰۰۸**	۹/۵۲*	۱/۹۶*
خطا	۲۸	۶۳۸۷	۱۲/۷	۰/۲۷	۲۲۸	۲۱/۲	۰/۰۱۲	۰/۳۰	۰/۰۰۲	۵/۰۱	۲/۲۲
	۲۴	۳۹۹۷	۱۴/۱	۱/۳۴	۱۰۳	۵/۰۴	۰/۰۱	۰/۰۶	۰/۰۰۲	۴/۳۳	۰/۷۹
ضریب تغییرات		۷/۵	۱۱/۴	۱۰/۴	۱۳/۴	۷/۷	۲/۵۱	۱۳/۷	۸/۷	۶/۳۲	۵/۲۴
		۱۳/۵	۸/۰۲	۲۶/۴	۱۱/۲	۳/۷	۲/۴۲	۶/۲۶	۷/۹۶	۹/۹۶	۸/۰۳

*و ** به‌ترتیب معنی‌دار در سطح آماری پنج و یک درصد

طبق نتایج تجزیه واریانس در آزمایش هر دو گلخانه برای تمامی صفات تفاوت معنی‌داری در ژنوتیپ‌های مورد بررسی مشاهده شد.

عملکرد میوه

مقایسه میانگین عملکرد میوه‌ی گوجه‌فرنگی در بوته بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در گلخانه‌ی یک (شکل ۱. الف) نشان می‌دهد که بالاترین مقدار عملکرد متعلق به دو ژنوتیپ ۴۱۲۹ واماگنا (به‌ترتیب حدود ۴۳۰۰ و ۴۲۰۰ گرم در بوته) بود و پس از آن ژنوتیپ‌های ایزمونو، هیراد، ۱۰۱۶۱ و ساخیا دارای بیشترین عملکرد میوه بودند. در گلخانه‌ی دو در بین ۱۳ ژنوتیپ مورد بررسی، بالاترین عملکرد (بیشتر از ۳۵۰۰ گرم در بوته) در ژنوتیپ‌های اماگنا، ۱۰۱۶۱، ایزمونو و هیراد مشاهده شد که با سایر ژنوتیپ‌ها اختلاف معنی‌دار داشتند و پس از آن ارقام ساخیا، دافنیس و هیوا به‌ترتیب بیشترین عملکرد را حاصل کردند. 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 (۸).

تعداد کل میوه در بوته

بیشترین میانگین تعداد میوه در بوته در گلخانه‌ی یک متعلق به رقم هیراد (حدود ۳۲/۹ عدد) بود. بعد از آن ژنوتیپ‌های ۴۱۲۹ (۲۸/۲ عدد)، ایزمونو (۲۷/۶ عدد) و هما (۲۴/۲ عدد) به‌ترتیب دارای بیشترین تعداد میوه بودند. در گلخانه‌ی دو بالاترین تعداد میوه در بوته در ژنوتیپ‌های هیراد، ایزمونو (به‌ترتیب ۲۸ و ۲۶/۵ عدد) و ۱۰۱۶۱ (۲۴/۸ عدد) حاصل شد (شکل ۱. ب). در مجموع مطالعات مختلفی که روی ارقام گوجه‌فرنگی توسط محققین انجام گرفته نشان می‌دهد که تعداد میوه در بوته صفت مهم در عملکرد می‌باشد (۱۳، ۱۸، ۳۱، ۳۷). در بررسی روابط بین عملکرد میوه و اجزای آن در ارقام مختلف گوجه‌فرنگی، تعداد میوه در بوته مهمترین جزء عملکرد گزارش شد (۱۶). سبک‌خیز و همکاران (۳۶) در مطالعه‌ی ارقام تجاری گوجه-فرنگی فضای باز در استان خراسان رضوی تحت آبیاری شور نشان دادند که ارقام با تعداد میوه‌ی بیشتر، عملکرد بالاتری تولید کردند. در این مطالعه همبستگی بالا بین عملکرد، وزن و تعداد میوه گزارش شد.

تعداد میوه در خوشه

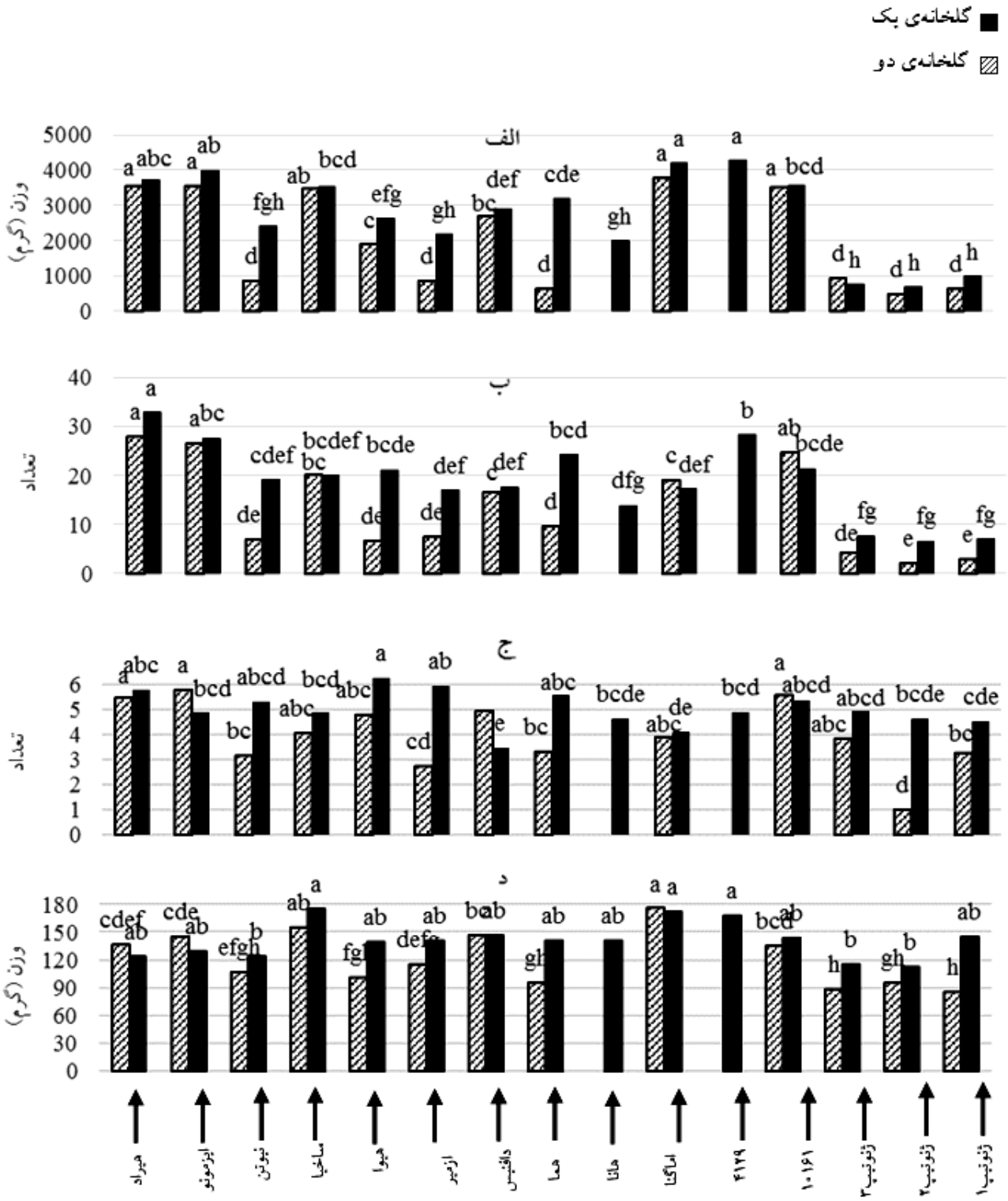
میانگین بیشترین تعداد میوه در خوشه در گلخانه‌ی یک در رقم هیوا (۶/۲ عدد) و در گلخانه‌ی دو در ژنوتیپ‌های ایزمونو (۵/۸ عدد)، ۱۰۱۶۱(۵/۶ عدد) و هیراد (۵/۴ عدد) مشاهده شد (شکل ۱. ج). زراوکویک و همکاران (۴۱) گزارش کردند که عملکرد گوجه‌فرنگی به دو عامل بستگی دارد؛ وزن میوه و تعداد میوه در هر خوشه‌ی گل. این صفات کمی هستند و هر دو توسط تعدادی از عوامل ژنتیکی و محیطی تعیین می‌شوند (۴۱). کومار و همکاران (۲۶) با بررسی ۲۶ رقم گوجه‌فرنگی دریافتند که عملکرد همبستگی مثبت و معنی‌داری با تعداد میوه در هر بوته و تعداد میوه در هر خوشه دارد.

میانگین وزن میوه (گرم)

میانگین وزن تک میوه در ژنوتیپ‌های گوجه‌فرنگی بسیار متفاوت بود. بالاترین وزن میوه در گلخانه‌ی شماره یک در ژنوتیپ‌های ساخیا، اماگنا و ۴۱۲۹ (حدود ۱۷۰ گرم) مشاهده شد. در گلخانه‌ی شماره دو رقم اماگنا (۱۷۵ گرم) و پس از آن به‌ترتیب ژنوتیپ‌های ساخیا (۱۵۵ گرم)، دافنیس (۱۴۵ گرم) و ۱۰۱۶۱ (۱۳۵ گرم) با اختلاف معنی‌دار با هم و با سایر ژنوتیپ‌ها بیشترین وزن میوه را داشتند (شکل ۱. د).

میانگین قطر میوه (میلی‌متر)

در گلخانه‌ی شماره یک رقم اماگنا و ساخیا بیشترین قطر میوه (۷۲ میلی‌متر) را دارا بودند و با بقیه اختلاف معنی‌دار داشتند. در آزمایش گلخانه‌ی شماره دو بیشترین قطر میوه در رقم دافنیس



شکل ۱. مقایسه میانگین صفات عملکرد میوه (الف)، تعداد میوه در بوته (ب)، تعداد میوه در خوشه (ج) و میانگین وزن میوه (د) در ۱۵ ژنوتیپ مختلف هیبرید گوجه‌فرنگی گلخانه‌ای با آزمون چند دامنه‌ای دانکن. میانگین‌های صفات با حروف مقایسه میانگین مشابه اختلاف معنی‌داری بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن (در سطح احتمال ۵٪) با هم ندارند.

(۷۸ میلی‌متر) و پس از آن رقم اماگنا و ساخیا (۷۴/۵ میلی‌متر) مشاهده شد (شکل ۲. الف). پارمار و همکاران (۳۳) نتایج مشابهی در مطالعه‌ی چند رقم هیبرید گوجه‌فرنگی گزارش کردند.

میانگین طول میوه (میلی‌متر)

در گلخانه‌ی شماره‌ی یک، ارقام ۴۱۲۹ (۵۸ میلی‌متر) و پس از آن هانا و ساخیا (۵۷ میلی‌متر) بیشترین طول میوه را تولید کردند. در آزمایش گلخانه‌ی شماره دو بیشترین طول میوه در رقم دافنیس (۶۲ میلی‌متر) و پس از آن رقم اماگنا (۵۹ میلی‌متر) مشاهده شد (شکل ۲. ب).

ضخامت فرابر (پریکارپ)

بر اساس مقایسه میانگین در بررسی ژنوتیپ‌ها در هر دو گلخانه، ضخیم‌ترین فرابر در رقم هما (به‌ترتیب ۰/۷ و ۰/۶۷ میلی‌متر) مشاهده شد (شکل ۲. ج).

میانگین ارتفاع بوته

طول بوته در ژنوتیپ‌های مورد بررسی بسیار متفاوت بود. بالاترین ارتفاع بوته در رقم هانا (بیش از ۶/۵ متر) در گلخانه‌ی شماره یک و سپس در ژنوتیپ ۱۰۱۶۱ در هر دو گلخانه (به‌ترتیب ۶ و ۵/۵ متر در گلخانه‌ی یک و دو) مشاهده شد. ژنوتیپ ۱و ۲ کمترین ارتفاع بوته را دارا بودند (شکل ۲. د).

در مطالعه‌ی مشابهی با بررسی نوزده ژنوتیپ گوجه‌فرنگی با استفاده از هجده شاخص کمی گزارش شد که صفاتی مانند وزن میوه، تعداد میوه در هر بوته و ارتفاع بوته از عوامل مهم در افتراق ژرم‌پلاسم گوجه‌فرنگی بوده است (۲۵).

مواد جامد محلول

بیشترین مقدار مواد جامد محلول در هر دو گلخانه در رقم اماگنا (به‌ترتیب ۴/۷۵ و ۴/۶۹ درجه بریکس) مشاهده شد (شکل ۳. الف). افزایش میزان ماده خشک در میوه‌ها یکی از عوامل بهبود کیفیت آنها است. میزان مواد جامد محلول و اسیدیته نقش مهمی در ایجاد طعم و مزه میوه دارد (۲ و ۹). همچنین مواد جامد محلول یکی از فاکتورهای مهم کیفی گوجه‌فرنگی است که در تولید فرآورده‌های گوجه‌فرنگی نقش مهمی دارد (۳۶). تنوع در مقدار مواد جامد محلول در ژنوتیپ‌های مختلف گوجه‌فرنگی قبلاً گزارش شده است (۴۰).

اسیدیته (pH)

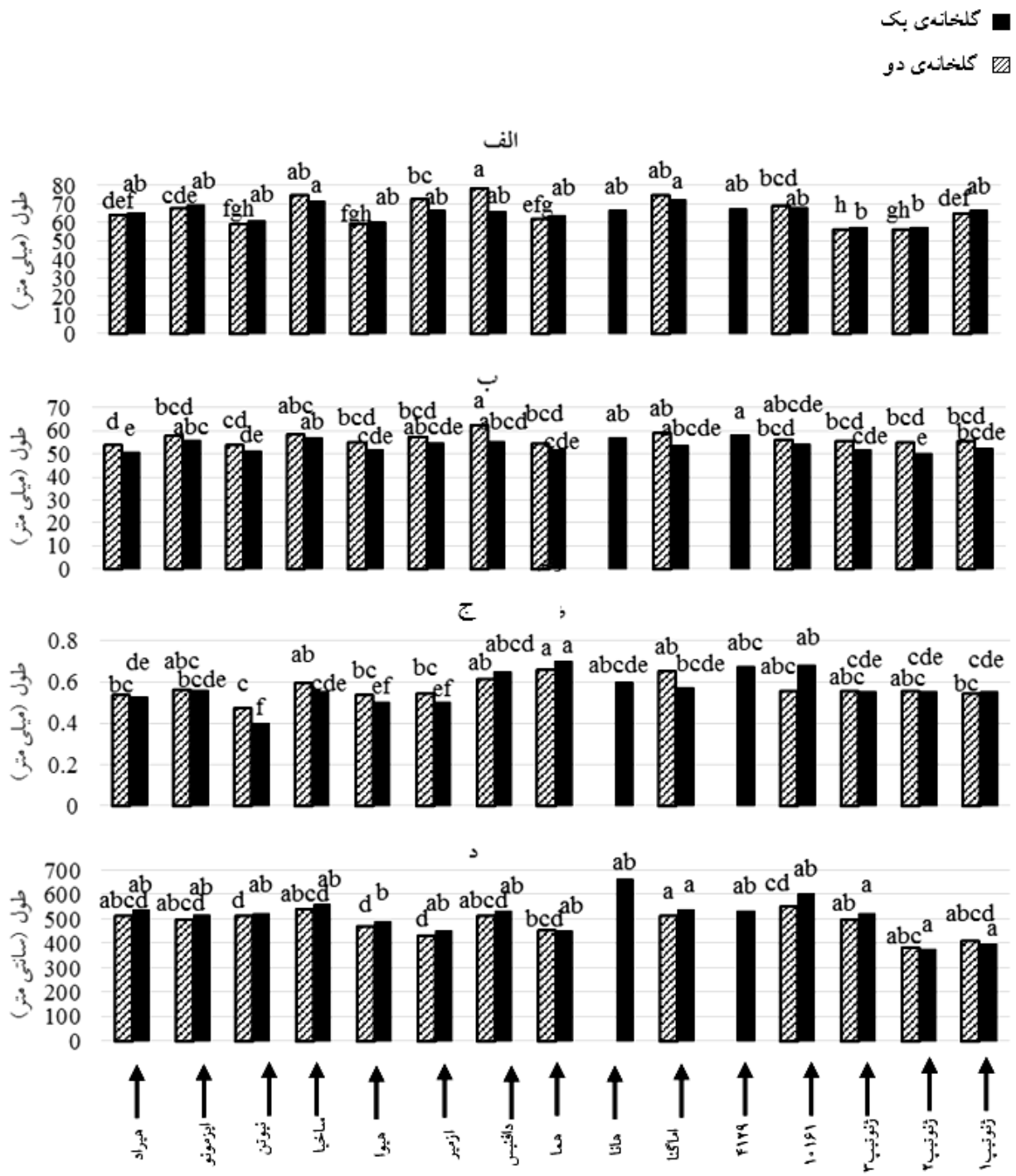
یکی دیگر از فاکتورهای مهم تأثیرگذار در تولید فرآورده‌های گوجه‌فرنگی با کیفیت میزان اسیدیته محصول است. اسیدیته‌ی بالا مانع از فعالیت‌های میکروبی در محصول فرآوری شده، می‌شود (۳۳). طبق نتایج مشاهده شد که در هر دو مکان آزمایش ارقام هیوا و ازمیر در هر دو گلخانه کمترین مقدار pH (به‌ترتیب ۴/۲ و ۴/۱۱ در گلخانه یک و ۴/۱۶ و ۴/۲ در گلخانه دو) را دارا بودند (شکل ۳. ب). اسیدیته (pH) میوه از خواص کیفی مهم در کنترل میکروارگانیسم‌های ترموفیل (در pH کمتر از ۴/۴)، مؤثر بر درصد و خواص پکتین (استریفیه شدن پکتین) و در نتیجه مؤثر در قوام فرآورده‌ها (با کاهش pH) و همچنین مؤثر در زمان فرآوری (pH بالاتر باعث افزایش زمان تغلیظ وکاهش کیفیت می‌شود) است (۲۱).

ترکیبات فنولیک

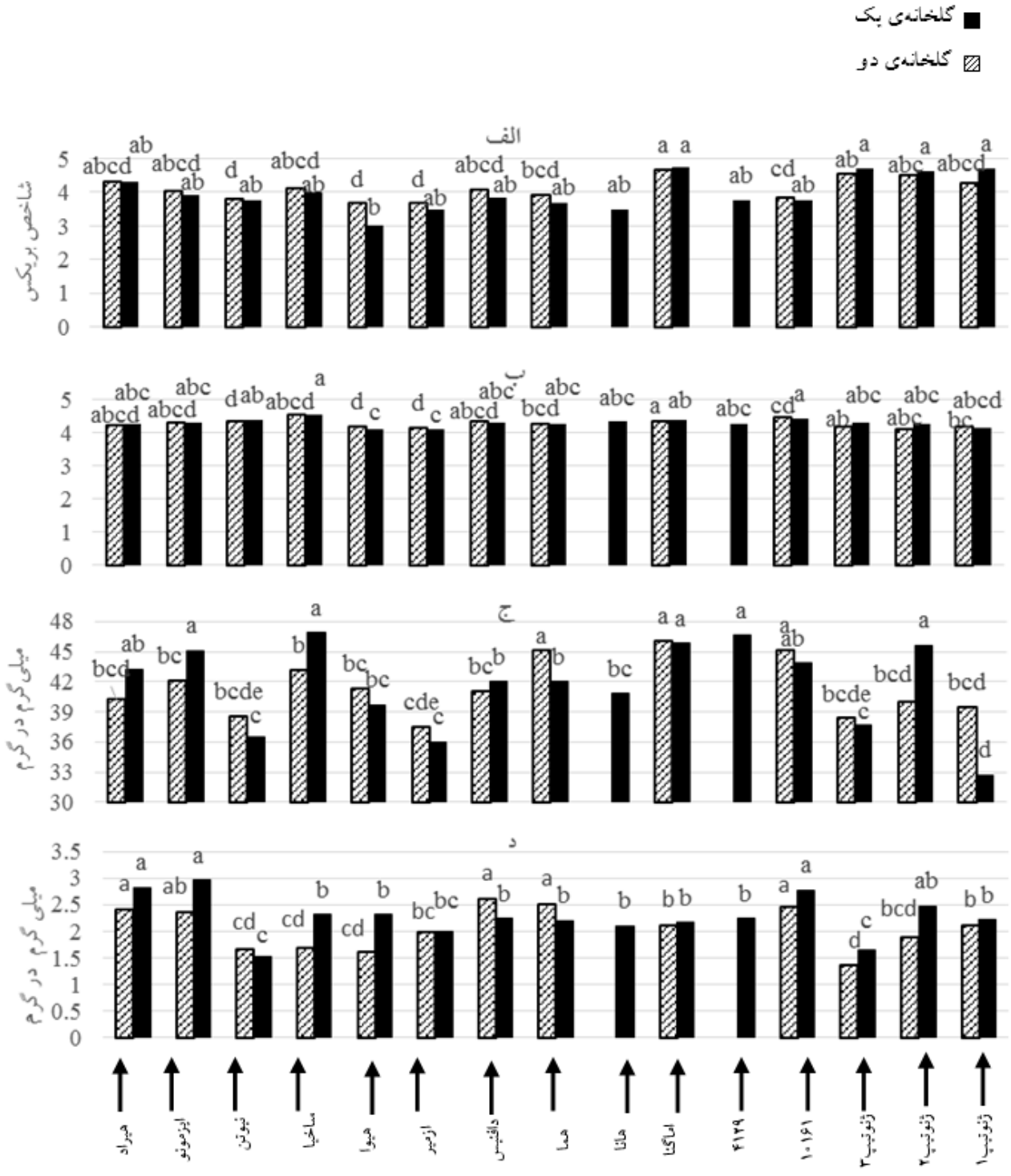
بر اساس نتایج مقایسه‌ی میانگین در رقم اماگنا در هر دو گلخانه (به‌ترتیب ۴۶/۱۲ میلی‌گرم در گرم در گلخانه یک و ۴۵/۸۴ میلی‌گرم در گرم در گلخانه دو)، همچنین در ژنوتیپ‌های ایزمونو، ساخیا، ۴۱۲۹، ژنوتیپ ۲ تنها در گلخانه یک و رقم هما تنها در گلخانه دو بالاترین مقدار ترکیبات فنولیک مشاهده شد (شکل ۳. ج).

محتوای فلاونوئید

فلاونوئیدها یکی از بزرگترین زیرگروه‌های ترکیبات فنلی



شکل ۲. مقایسه میانگین صفات قطر میوه (الف)، طول میوه (ب)، ضخامت فرابر میوه (ج) و ارتفاع بوته (د) در ۱۵ ژنوتیپ مختلف هیبرید گوجه‌فرنگی گلخانه‌ای با آزمون چند دامنه‌ای دانکن. میانگین‌های صفات با حروف مقایسه میانگین مشابه اختلاف *معنی‌داری* بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن (در سطح احتمال ۵٪) با هم ندارند.



شکل ۳. مقایسه میانگین صفات مواد جامد محلول (الف)، pH (ب)، مقدار ترکیبات فنولیک (ج) و محتوای فلاونوئید (د) در ۱۵ ژنوتیپ مختلف هیبرید گوجه‌فرنگی گلخانه‌ای با آزمون چند دامنه‌ای دانکن. میانگین‌های صفات با حروف مقایسه میانگین مشابه اختلاف معنی‌داری بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن (در سطح احتمال ۵٪) با هم ندارند.

هستند که و در مقابله با تنش‌های زنده و غیرزنده دخالت دارند. این ترکیبات سبب فعالیت آنتی‌اکسیدانی و جاروکنندگی رادیکال‌های آزاد می‌شوند (۱۵). محتوای فلاونوئید در ژنوتیپ‌های هیراد و ۱۰۱۶۱ در هر دو گلخانه و ارقام ایزمونو تنها در گلخانه یک و دافنیس و هما در گلخانه دو بالاترین مقدار بود (شکل ۳. د).

ضرایب همبستگی صفات مورد بررسی

تجزیه همبستگی نشان داد بین صفات مطالعه شده همبستگی مثبت و منفی وجود دارد که تعدادی از همبستگی‌ها دارای مقادیر بالا و اختلاف معنی‌دار هستند (جدول ۴). نتایج جدول نشان می‌دهد عملکرد میوه در بوته همبستگی مثبت و بسیار معنی‌داری با تعداد میوه در گیاه، میانگین وزن میوه و قطر میوه (به‌ترتیب **۰/۶۸، **۰/۶۴ و **۰/۵۳ در گلخانه‌ی یک و **۰/۸۱، **۰/۷۸ و **۰/۵۷ در گلخانه‌ی دو) داشت. همبستگی عملکرد با صفات تعداد میوه، وزن میوه و قطر میوه در گوجه‌فرنگی در مطالعات مختلف گزارش شد (۷، ۱۰، ۱۹، ۲۶، ۲۷، ۲۸، ۳۶ و ۳۷). در تطابق با نتایج این تحقیق ایسلام و همکاران (۱۹) نشان دادند که تعداد میوه در هر گیاه بیشترین اثر مثبت بر عملکرد را داشته است. کومار و همکاران (۲۶) با بررسی ۲۶ رقم گوجه‌فرنگی دریافتند که در ابتدا وزن میوه و سپس در پی آن تعداد میوه در هر بوته، قطر میوه و تعداد میوه در هر خوشه بیشترین اثر مثبت را بر عملکرد گوجه‌فرنگی دارند. همچنین سریواستاوا و همکاران (۳۷) گزارش کردند که میانگین وزن میوه و سپس تعداد میوه در هر بوته در ژنوتیپ‌های گوجه‌فرنگی مورد بررسی بیشترین اثر مثبت را روی عملکرد داشتند که همبستگی مشاهده شده در این تحقیق را توجیه می‌کند. یکی از دلایل وجود همبستگی بین دو صفت می تواند ناشی از قرار گرفتن ژن‌ها یا بلوک‌های ژنی کنترل کنندهٔ آن دو صفت روی یک کروموزوم باشد، به‌طور کلی همبستگی به‌وسیلهٔ پیوستگی (لینکاژ) بین ژن‌ها، اثرهای متقابل غیرآللی و پلیوتروپی به‌دست می آید لذا داشتن همبستگی بین زوج صفات در کارهای اصلاحی به‌ویژه در امر گزینش بر پایهٔ شماری از صفات ضروری است (۳۸). وقتی همبستگی بین دو صفت زیاد باشد انتخاب در جهت یک صفت باعث افزایش صفت دیگر می‌شود (۶ و ۱۱).

عملکرد میوه با صفات دیگر مانند ارتفاع بوته، طول میوه، pH آب میوه در هر دو گلخانه (به‌ترتیب **۰/۳۸، *۰/۳۷ و *۰/۳۱ در گلخانه‌ی شماره یک و به‌ترتیب **۰/۴۸، *۰/۳۵ و *۰/۴۳ در گلخانه‌ی شماره دو) و ضخامت پریکارپ و ترکیبات فنولیک در گلخانه‌ی یک (به‌ترتیب *۰/۳۵ و *۰/۳۴) و تعداد میوه در خوشه در گلخانه‌ی شماره دو (*۰/۳۷) نیز همبستگی مثبت معنی دار داشت. ایسلام و همکاران (۱۹) با بررسی ضریب همبستگی ۳۹ رقم گوجه‌فرنگی دریافتند که عملکرد بوته همبستگی مثبت و معنی‌داری با تعداد گل و میوه در بوته، طول و قطر میوه و وزن میوه دارد. در دو پژوهش مختلف همبستگی مثبت و معنی‌داری بین ضخامت پریکارپ با عملکرد میوه گوجه‌فرنگی گزارش شد (۲۰ و ۲۷).

بر اساس جدول ۴، میانگین وزن میوه همبستگی مثبت بسیار بالا و معنی‌داری با قطر میوه (**۰/۷۲ در گلخانه‌ی یک و **۰/۷۳ در گلخانه‌ی دو) و طول میوه (**۰/۵۵ در گلخانه‌ی شماره یک و **۰/۵۹ در گلخانه‌ی شماره دو) و ترکیبات فنولیک (*۰/۴۵ در گلخانه‌ی یک و *۰/۳۲ در گلخانه‌ی دو) داشت. همبستگی بالا بین وزن میوه و مقدار ترکیبات فنولیک قبلاً گزارش شده است (۳۵). صفات قطر میوه و طول میوه در پژوهش هر دو گلخانه همبستگی مثبت معنی‌دار (به ترتیب**۰/۵۲ و **۰/۷۹) داشتند.

بررسی ضرایب همبستگی بین سایر صفات، نشان می‌دهد صفت ارتفاع بوته با میزان pH همبستگی مثبت معنی‌دار (**۰/۳۸ در گلخانه‌ی یک و **۰/۴۹ در گلخانه‌ی دو) داشت. بدین معنی که در ژنوتیپ‌های گوجه‌فرنگی با طول کمتر میزان pH میوه کمتر است. همچنین بین صفات مواد جامد محلول و میزان ترکیبات فنولیک همبستگی مثبت معنی‌داری در هر دو گلخانه (*۰/۴۹ در گلخانه‌ی یک و *۰/۳۵ در گلخانه‌ی دو) مشاهده شد. افـزایش غلظـت قنـدهای احیاکننده و واکنش آنها با معرف فولین‌سیوکالتیو می‌تواند علت این پدیده باشد (۳۴).

جدول ۴. ضرایب همبستگی ساده بین صفات اندازه‌گیری شده در ژتونیپ‌های مختلف گوجه‌فرنگی گلخانه‌ای

صفات	عملکرد میوه در بوته		تعداد میوه در بوته		تعداد میوه در خوشه		میانگین وزن میوه		قطر میوه		طول میوه		ارتفاع بوته		مواد جامد محلول		pH		ضخامت فرابر		ترکیبات فنولیک		محتوای فلاونوئید	
گلخانه	۱	۲	۱	۲	۱	۲	۱	۲	۱	۲	۱	۲	۱	۲	۱	۲	۱	۲	۱	۲	۱	۲	۱	۲
عملکرد میوه	۱	۱																						
تعداد میوه در بوته	۰/۶۸**	۰/۸۱**	۱	۱																				
تعداد میوه در خوشه	۰/۱۴	۰/۳۷*	۰/۳۹**	۰/۴۱*	۱	۱																		
میانگین وزن میوه	۰/۶۴**	۰/۷۸**	۰/۲۰	۰/۳۱	-۰/۱۲	۰/۳۲	۱	۱																
قطر میوه	۰/۵۳**	۰/۵۷**	۰/۲۰	۰/۴۲*	-۰/۱۴	۰/۳۱*	۰/۷۳**	۰/۷۲**	۱	۱														
طول میوه	۰/۳۷*	۰/۳۵*	۰/۱۰	۰/۲۳	-۰/۳۰*	۰/۱۸	۰/۵۹**	۰/۵۵**	۰/۵۲**	۰/۷۹**	۱	۱												
ارتفاع بوته	۰/۳۸**	۰/۴۸**	۰/۲۵	۰/۴۸*	-۰/۰۵	۰/۳۸*	۰/۳۴*	۰/۲۸	۰/۲۱	۰/۲۲	۰/۲۶	۰/۰۴	۱	۱										
مواد جامد محلول	-۰/۱۳	۰/۱۵	-۰/۲۶	۰/۰۲	-۰/۳۲*	-۰/۱۹	۰/۱۲	۰/۰۷	-۰/۱۲	-۰/۰۶	-۰/۲۱	۰/۰۳	-۰/۰۹	-۰/۰۰۳	۱	۱								
pH	۰/۳۱*	۰/۴۳*	۰/۰۵	۰/۲۶	-۰/۲۳	۰/۳۲	۰/۴۵*	۰/۱۷	۰/۰۹	۰/۴۰*	۰/۰۶	۰/۲۰	۰/۳۸**	۰/۴۹**	۰/۲۶	-۰/۰۷	۱	۱						
ضخامت فرابر	۰/۳۵*	۰/۱۹	۰/۰۶	۰/۰۸	-۰/۲۷	-۰/۰۴	۰/۱۲	۰/۳۰*	۰/۲۱	۰/۳۳*	۰/۱۵	۰/۲۸	۰/۱۵	۰/۱۴	۰/۰۷	۰/۲۵	۰/۰۱	۰/۲۲	۱	۱				
ترکیبات فنولیک	۰/۳۴*	۰/۲۹	-۰/۰۳	-۰/۰۵	-۰/۱۱	-۰/۰۷	۰/۳۲*	۰/۴۵*	۰/۲۵*	۰/۱۸	۰/۱۳	۰/۲۰	-۰/۰۸	-۰/۰۶	۰/۴۹*	۰/۳۵*	۰/۳۳	۰/۰۸	۰/۱۸	۰/۲۴	۱	۱		
محتوای فلاونوئید	۰/۰۶	۰/۱۳	۰/۳۷*	۰/۲۱	۰/۲۹*	۰/۱۳	۰/۱۰	-۰/۰۸	۰/۰۴	۰/۱۶	۰/۰۹	۰/۱۷	-۰/۱۴	۰/۱۲	۰/۲۳	۰/۱۸	۰/۱۱	-۰/۰۶	۰/۲۸*	۰/۱۳	۰/۴۲*	۰/۲۸	۱	۱

* و ** به‌ترتیب معنی‌دار در سطح آماری پنج و یک درصد

نتیجه‌گیری کلی

با توجه به نتایج آزمایش بررسی ژنوتیپ‌ها در دو گلخانه، مشخص شد که در بین ۱۵ ژنوتیپ مورد بررسی ژنوتیپ‌های اماگنا، ۴۱۲۹ و پس از آن، ایزمونو، ۱۰۱۶۱، هیراد، ساخیا، دافنیس و هیوا از نظر عملکرد در استان گلستان برتر بوده و برای کشت در این استان پیشنهاد می‌شوند. در بین این ژنوتیپ‌ها توجه به برخی صفات کمی و کیفی مانند وزن و اندازه‌ی میوه (جهت صادرات و یا بازارهای داخلی)، مقدار مواد جامد محلول و یا میزان ترکیبات فنولیک بر اساس هدف تولید (تازه‌خوری و یا فرآوری) باید مورد توجه قرار گیرند. بر اساس نتیجه همبستگی، رابطه قوی بین عملکرد میوه گوجه‌فرنگی وصفات تعداد، وزن و قطر میوه وجود دارد. لذا از این سه صفت می‌توان جهت بهبود عملکرد و انجام گزینش در برنامه‌های اصلاحی تولید بذر و رقم در گوجه‌فرنگی استفاده کرد.

سپاسگزاری

این مقاله از گزارش نهایی پروژه‌ی تحقیقاتی تحت عنوان" ارزیابی و مقایسه ارقام هیبرید گوجه‌فرنگی گلخانه‌ای در استان گلستان" با شماره مصوب ۹۹۱۴۵۴-۱۶۱-۳۳-۵۷-۲۴" 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 صمیمانه سازمان جهاد کشاورزی استان گلستان و جناب آقای مهندس سنگدوینی (گلخانه بخش خصوصی) در اجرای پروژه تشکر و قدردانی می‌شود.

منابع مورد استفاده

1. Ali, A., H. Ijaz, G. Humaira, M. Shah, K. Ayub, W. Fazli and K. Junaid. 2015. Effect of different doses of foliar fertilizer on yield and physiochemical characteristics of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill) cultivars under the agroclimatic condition of Peshawar. *International Journal of Botany* 7: 58- 65.
2. Anne, P. 1997. Eating quality of 'Gala' and 'Fuji' apples from multiple harvest and storage duration. *Horticultural Science* 32: 903-908.
3. 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.
4. Balashov, E. S., 2006. Features of growth and development of new tomato hybrids under cultivation in the extended cycle of winter glazed greenhouse. PhD Thesis. All-Russian Research Institute of Vegetable Growing, Moscow.
5. Becherescu, A., A. Horgoş, D. Popa, G. Hoza and A. Ienciu. 2015. Study on the impact of culture substratum and fertilization system upon the productive potential of some Tomato hybrids cultivated in industrial greenhouses. *Journal of Horticulture, Forestry and Biotechnology* 19: 52-58.
6. Bogs, J., A. Ebadi, D. McDavid and S. P. Robinson. 2006. Identification of the flavonoid hydroxylases from grapevine and their regulation during fruit development. *Plant Physiology* 140: 279-291.
7. Bujarian, M., H. A. Asadi Gharneh and M. Golabadi. 2018. Evaluation of yield relationships, traits related to yield and fruit quality using correlation coefficients and cluster analysis in some tomato lines. *Horticultural Sciences of Iran* 9: 801-811. (In Farsi).
8. 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.
9. Defilippi, B. G., A. M. Dandekar and A. A. Kader. 2004. Impact of suppression of ethylene action or biosynthesis on flavor metabolites in apple '*Malus domestica* Borkh.' fruit. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 52: 5701-5710.
10. Dhankhar, S. K. and B. S. Dhankhar. 2006. Variability, heritability, correlation and path coefficient studies in tomato. *Journal of Horticultural Science* 35: 179-181.
11. Doulati Baneh, H., R. Abdollahi and M. Aslanpor. 2013. Morphological study of some wild grape genotypes of Sardasht and Piranshahr regions, Iran. *Seed and Plant Improvement Journal* 29: 519-533.

12. Ebrahimzadeh, M. A., F. Pourmorad and S. Hafezi. 2008. Antioxidant activities of Iranian corn silk. *Turkish Journal of Biology* 32: 43-49.
13. Emami, A. and A. R. Eivazi. 2013. Evaluation of Genetic variations of tomato genotypes (*Solanum lycopersicum* L.) with multivariate analysis. *International Journal of Scientific Research in Environmental Sciences* 1: 273-284.
14. Gavrish, S. F. 2015. Modern hybrids tomato and cucumber. *Gavrish* 4: 2-5.
15. Gill, M. I., F. Ferreres and A. Francisco. 1999. Effect of postharvest storage and processing on the antioxidant constituents (flavonoids and vitamin C) of fresh-cut spinach. *Journal of Agriculture and Food Chemistry* 47: 2213-2217.
16. 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).
17. Hochmuth, G. J. 2015. Production of Greenhouse Tomatoes. Florida Greenhouse Vegetable Production Handbook, University of Florida, Florida.
18. Haydar, A., M. Mandal, M. Ahmed, M. Hannan, R. Karim, M. Razvy, U. Roy and M. Salahin. 2007. Studies on genetic variability and interrelationship among the different traits in tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *Middle-East Journal of Scientific Research* 2: 139-142.
19. Islam, B., N. Ivy, M. Rasul and M. Zakaria. 2010. Character association and path analysis of exotic tomato (*Solanum lycopersicum* L.) genotypes. *Bangladesh Journal of Plant Breeding and Genetics* 23: 13-18.
20. Joshi, A., A. Vikram and M. C. Thakur. 2004. Studies on genetic variability, correlation and path analysis for yield and physico-chemical traits in tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *Progressive Horticulture* 36: 51-58.
21. 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.
22. 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, Russia.
23. Korol, V. G. 2000. Criterion for variety selection. *Gavrish* 3: 3-4.
24. Korol, V. G. 2011. Agrobiological basis for productivity enhancement of vegetables in the winter greenhouse. PhD Thesis. All-Russian Research Institute of Vegetable Ggrowing. Moscow, Russia.
25. Krasteva, L., I. Ivanova and N. Velcheva. 2010. Grouping of determinate local tomato varieties on the basis of cluster analysis. *Agricultural Science and Technology* 2: 113-115.
26. Kumar, D., R. Kumar, S. Kumar, M. L. Bhardwaj, M. C. Thakur, R. Kumar, K. S. Thakur, B. Dogra, S. Vikram, A. Thakur and P. Kumar. 2013. Genetic variability, correlation and path coefficient analysis in tomato. *International Journal of Vegetable Science* 19: 313-323.
27. Kumari, S. and M. K. Sharma. 2014. Genetic variability studies in tomato (*Solanum lycopersicum* L.). *Vegetable Science* 40: 83-86.
28. Mahmood, T. 2008. Path coefficient analysis of yield component in tomato (*Lycopersicon esculentum*). *Pakistan Journal of Botany* 40: 627-635.
29. Masiha, S. and M. Behnamian. 2002. Tomato. Sotudeh Publications, Tehran. (In Farsi).
30. Mazzucato, A., R. Papa, E. Bitocchi, P. Mosconi, L. Nanni, V. Negri, M. E. Picarella, F. Siligato, G. P. Soressi and B. Tiranti. 2008. Genetic diversity, structure and marker-trait associations in a collection of Italian tomato (*Solanum lycopersicum* L.) landraces. *Theoretical and Applied Genetics* 116: 657-669.
31. Olaniyi, J. O., W. B. Akanbi, T. A. Adejumo and O. G. Akande. 2010. Growth, fruit yield and nutritional quality of tomato varieties. *African Journal of Food Science* 4: 398-402.
32. Omid, M. and A. Shafaii. 2004. Investigating greenhouse indoor temperature and humidity changes using a computer data collecting system. *Research in agronomy and horticulture* 64: 67-73. (In Farsi).
33. Parmar, D. K., D. R. Thakur, R. S. Jamwal and G. Singh. 2018. Evaluation of Tomato cultivars for yield, profit and quality performance in an organic management system in north western Himalayas, India. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences* 7: 498-506.
34. Prior, R. L., X. Wu, K. Schaich. 2005. Standardized methods for the determination of antioxidant capacity and phenolics in foods and dietary supplements. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 53: 4290-4302.
35. Rahaii, J., M. Hassanpour Asil, H. A. Samizade Lahiji and R. Ensinejad. 2016. Investigating the relationship between fruit morphological traits and its quality in tomato lines through correlation coefficients and path analysis. *Horticultural Science of Iran* 47: 233-243. (In Farsi).
36. 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).

37. Srivastava, K., K. Kumari, S. Singh and R. Kumar. 2013. Association studies for yield and its component traits in tomato (*Solanum Lycopersicum* L.). *Plant Archives* 13: 105-112.
38. Valizadeh, M. and M. Moghadam. 2010. Introduction to Quantitative Genetics. Iran University Press, Tehran. (In Farsi).
39. Tarakanov, G. I. 1997. Variety-key link of technology. *Greenhouse land* 6: 8-10.
40. Yagmur, B., B. Okur and A. R. Ongun. 2004. Effects on enhanced Potassium doses on yield, quality and nutrient uptake of Tomato. IPI regional workshop on Potassium and Fertigation development in West Asia and North Africa; Rabat, Morocco. pp 24-28.
41. Zdravkovic, J., N. V. Pavlovic, Z. Girek and A. D. Cvikic. 2011. Generation mean analysis of yield components and yield in tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *Pakistan Journal of Botany* 43: 1575-1580.

Journal of Crop Production and Processing
Vol. 13, No. 1, Spring 2023, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran.

Quantitative and Qualitative Evaluation and Comparison of Indeterminate Tomato Hybrid Genotypes in Golestan Province of Iran

SH. Vakili Bastam[1*] and S. Zamani[2]

(Received: December 31-2022; Accepted: March 11-2023)

Abstract

In order to evaluate and compare 15 different hybrid genotypes of greenhouse tomato (*Solanum lycopersicum* L) in Gorgan, Golestan, north of Iran, an experiment was carried out in randomized complete block design with 3 replications at two Golestan province greenhouses (greenhouse of Gorgan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center and a private greenhouse in Gorgan). Investigated traits were fruit yield per plant, number of fruits per plant, number of fruits per cluster, average fruit weight, fruit diameter, fruit height, stem length, total soluble solids, pH, pericarp thickness, total phenolics content and flavonoids content. Statistical analyses were suggestive of significant difference in all of the studied traits between different genotypes in both greenhouse experiments. In both of the greenhouse experiments, the highest fruit yield per plant was observed in 4129, Omagna, and then Izmono, 10161, Hirad and Sakhia genotypes. Dafnis and Hiva cultivars were intermediate in terms of fruit yield compared to other genotypes. In traits such as fruit number, fruit weight, fruit size, plant height, pericarp thickness, total soluble solids, pH, phenolics content and flavonoids great differences were observed between the studied genotypes. Positive correlations of fruit yield with number of fruits per plant, mean fruit weight and fruit diameter traits were observed in both greenhouse experiments. Therefore, selecting based on the latter three attributes may improve fruit yield of tomato in seed and variety breeding programs.

Keywords: *Solanum lycopersicum* L., Adaptation, Correlation, Breeding, Yield

1, 2. Assistant Professor and Researcher, Respectively, Department of Crop and Horticultural Science Research, 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