نشریه تولید و فرآوری محصولات زراعی و باغی
سال چهاردهم / شماره دوم / تابستان ۱۴۰۳/ مقاله علمی-پژوهشی: صفحات ۹۵ تا ۱۰۹

ارزیابی صفات عملکردی اینبردلاین‌های پیشرفته‌ی کدو آجیل

شهربانو وکیلی بسطام[1*] و زهرا رودباری[2]

(تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۲/۰۵ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۲/۳۰)

چکیده

به‌منظور حفظ ژرم‌پلاسم داخلی و دستیابی به لاین‌های پیشرفته‌ی اینبرد کدوآجیلی، از ۷ توده‌ی بومی، تعداد ۸۳ لاین اینبرد نسل ششم (S6) با القای خودگشنی تولید شد. ارزیابی عملکردی لاین‌های انتخابی و توده‌های والدی در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. طبق نتایج تجزیه واریانس در همه‌ی صفات مورد بررسی به جز صفت جداشدن پوست از مغز دانه در بین لاین‌ها و توده‌های والدی تفاوت بسیار معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ مشاهده شد. در لاین شماره‌ی ۳۴ از خانواده‌ی گوشتی گنبد بالاترین مقدار عملکرد دانه در مترمربع مشاهده شد. بیشترین مقادیر سایر صفات به‌صورت زیر بود: تعداد میوه در بوته در لاین شماره‌ی ۳۴، میانگین وزن و طول میوه در لاین‌های شماره‌ی ۲۴۸ و ۲۴۹، قطر میوه در لاین شماره‌ی ۸۴ و توده‌ی والدی رادکان، نسبت عملکرد بذر به عملکرد میوه در توده‌ی والدی نودیجه، طول دانه در توده‌ی والدی نودیجه و لاین‌های شماره‌ی ۲۴ و ۳۲، عرض دانه در لاین شماره‌ی ۲۲۲، وزن هزاردانه در لاین شماره‌ی ۲۴۹، کیفیت طعم در لاین ۲۲۴ و مطلوبیت شکل و اندازه در لاین شماره ۲۲۲ و سپس لاین شماره‌ی ۳۴ با اختلاف معنی‌دار با سایر ژنوتیپ‌ها مشاهده شد. بر اساس تجزیه همبستگی صفات عملکرد دانه در مترمربع با تعداد میوه در بوته همبستگی مثبت (r=۰/۷۳) و بسیار معنی‌داری داشت. طبق نتایج، لاین‌های شماره‌ی ۳۲، ۳۴، ۵۹، ۱۹۵، ۲۲۲، ۲۲۴ و ۲۵۲ برای استفاده در برنامه‌های اصلاحی تولید رقم در پژوهش‌های آتی انتخاب شد. لاین شماره‌ی ۳۴ می‌تواند به‌عنوان رقم امیدبخش در پروژه‌های سازگاری و ارزیابی تمایز، یکنواختی و پایداری (DUS) وارد شود.

واژه‌های کلیدی: توده‌ی بومی، خالص‌سازی، تجزیه همبستگی، صفات کمی، صفات کیفی

۱. استادیار پژوهش، بخش تحقیقات زراعی و باغی، مرکز تحقیقات وآموزش کشاورزی و منابع طبیعی گلستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی گلستان، گرگان، ایران.

۲. استادیار پژوهش، بخش تحقیقات زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی جنوب کرمان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، جیرفت، ایران.

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

مقدمه

خانواده‌ی کدوئیان (Cucurbitaceae) از لحاظ اقتصادی بعد از خانواده‌ی سولاناسه به‌عنوان دومین خانواده بزرگ سبزی و صیفی دارای اهمیت هستند (۱). جنس *Cucurbita* (2n = 2x = 40) دارای ۳ گونه زراعی مهم کدو شامل مسمایی (*Cucurbita pepo*)، حلوایی (*Cucurbita moschata*) و کدو تنبل (*Cucurbita maxima*) است که در مناطق معتدل، گرمسیری و نیمه گرمسیری کشت می‌شوند (۲۸). کدو مسمایی یکی از گونه‌هایی است که به‌طور گسترده کشت شده و دارای تنوع ژنتیکی بالایی است (۲۰)، دانه‌های کدو مسمایی مصرف آجیلی دارند.

محتوای روغن دانه‌های کدوآجیلی حدود ۴۵٪ است. چهار اسیدچرب غالب آن شامل پالمیتیک، استئاریک، اولئیک و لینولئیک اسید هستند (۲۳). دانه‌های کدو آجیلی سرشار از ویتامین E و خصوصاً توکوفرول خیلی بالا بوده (۱۳) و داروهای استخراج شده از دانه‌ی کدو به‌عنوان ضد کرم، کاهش فشار خون بالا، جلوگیری از تشکیل سنگ کلیه و کاهش بیماری‌های پروستات شناخته شده است (۱۷ و ۱۹).

در مناطق مختلف کشور تنوع زیادی از جمعیت‌های بومی مورد کشت قرار می‌گیرند. این جمعیت‌ها بهپ‌علت طبیعت دگرگشن، عمدتاً مخلوطی از چند ژنوتیپ مختلف هستند. توده‌های بومی دگرگشن به‌علت وقوع انتشار ژن بعضی صفات نامطلوب کمی و یا کیفی را دارا هستند (۲۱). اولین گام در اجرای برنامه‌های به نژادی دسترسی به منابع ژنتیکی مناسب است. توده های بومی گیاهی، مخلوط ژنوتیپ‌هایی هستند که بر اثر گزینش طبیعی تحت شرایط محیطی محل رشد قرار گرفته‌اند. هزرا (۷) بر تولید لاین‌های والدینی کدو با اعمال گزینش اینبردها تأکید کرده است چرا که حتی پس از ۴ نسل خودگشنی همراه با گزینش هیچ کاهشی در خصوصیات میوه و دانه مشاهده نشد. مطالعات گذشته نشان داد در کدوئیان می‌توان به‌طور مؤثری از اینبریدینگ و انتخاب تک بوته در قالب روش اصلاحی شجره‌ای همانند گیاهان خودگشن استفاده نمود (۸). در پژوهشی با انجام ۶ نسل خودگرده‌افشانی و تولید اینبردلاین از جمعیت‌های بومی به روش بوته به ردیف، خودگرده‌افشانی روشی مناسب برای اصلاح کدو پیشنهاد شد زیرا کدو تحت تأثیر اثرات منفی خویش‌آمیزی قرار نمی‌گیرد (۳). استراتژی اصلاح کدو برای تولید هیبرید F_1 با تولید لاین‌های والدی و انجام خودگشنی انجام می‌شود (۲۲). در فعالیت‌های اصلاحی مختلف انتخاب اینبردلاین برای اصلاح واریته‌های مختلف کدو مورد استفاده قرار گرفته است (۹ و ۲۴). ژرم‌پلاسم متنوعی از جمعیت‌های بومی کدوآجیلی در کشور وجود دارد که به‌صورت توده‌های محلی در مناطق مختلف مورد کشت و کار قرار می‌گیرند. تاکنون اقدامات اصلاحی برای تولید رقم کدوآجیلی صورت نگرفته است. تولید اینبردلاین‌های با خصوصیات مختلف، گام اولیه در برنامه‌ی اصلاحی تولید رقم است.

هدف از این پژوهش تولید اینبرد لاین‌های پیشرفته متنوع با استفاده از ژرم‌پلاسم داخلی و خالص‌سازی توده‌های بومی است و همچنین گزینش اینبرد لاین‌های برتر از نظر عملکرد و سایر صفات زراعی مطلوب که می‌توانند در تولید ارقام هیبرید با عملکرد کمی و کیفی بالا مورد استفاده قرار گیرند.

مواد و روش‌ها

طی سه سال آزمایش از ۱۳۹۸ تا ۱۴۰۰، از ۷ توده بومی کدوآجیلی تعداد ۸۳ لاین S6 (پس از ۶ نسل خودگشنی) با کشت لاین‌ها دو بار در سال (کشت بهاره در مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان و کشت پاییزه در مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی جنوب کرمان) حاصل شد. توده‌های بومی والدی در جدول ۱ ارائه شده است.

برای انجام خودگشنی بوته‌ها (شکل ۱)، گل‌های نر و ماده‌ی آماده‌ی گرده‌افشانی قبل از باز شدن در عصر روز قبل با پاکت پوشانده شد تا از اختلاط گرده‌ی گل‌های ژنوتیپ‌های دیگر جلوگیری شود. صبح روز بعد گرده‌افشانی مصنوعی با انتقال دانه گرده‌ی گل نر همان بوته انجام شد و با پنبه و نخ بسته شد

جدول ۱. فهرست توده‌های کدو آجیلی والدی

ردیف	نام توده	استان محل جمع‌آوری	ارتفاع	عرض جغرافیایی	طول جغرافیایی
۱	نودیجه	گلستان	۸۰	۵۴/۱۶	۳۶/۵۰
۲	رادکان	گلستان	۱۴۴۸	۵۴/۰۵	۳۶/۳۸
۳	دهاقان #۱	اصفهان	۲۰۵۰	۵۱/۶۵	۳۱/۹۳
۴	گوشتی دهاقان	اصفهان	۲۰۵۰	۵۱/۶۵	۳۱/۹۳
۵	گوشتی گنبد	گلستان	۵۲	۵۵/۱۰	۳۷/۱۵
۶	گوشتی آزادشهر	گلستان	۱۵۰	۵۵/۱۷	۳۷/۰۸
۷	گوشتی کلاله	گلستان	۱۹۴	۵۵/۲۹	۳۷/۲۲

الف

ب

ج

د

شکل ۱. تولید میوه‌های خودگشن در کدوآجیلی

(شکل ۱– د). از بین توده‌های برتر حاصل از نتایج آزمایش قبلی (۲۴ و ۲۶)، بذور بوته‌های داخل یک توده که از لحاظ ویژگی‌های رویشی و عملکردی به‌صورت مشاهده‌ای برتر بودند، به‌صورت بوته به ردیف و شجره‌ای برای خالص‌سازی نسل بعد مورد استفاده قرار گرفتند.

برای انجام آزمایش ارزیابی عملکرد لاین‌ها به خاطر هزینه‌ی بالای ارزیابی تمامی لاین‌ها و از آنجایی‌که تولید اینبرد لاین‌های خالص به‌صورت بوته به ردیف و شجره‌ای صورت گرفته، از لاین‌های دارای قرابت نزدیک، یک لاین انتخاب شد. در S5 ردیف‌های برتر از لحاظ خصوصیات عملکردی مانند تعداد میوه‌ی بیشتر، با اندازه‌ی میوه متوسط، تعداد دانه در میوه و وزن هزاردانه بالاتر، تیپ رشدی یکنواخت، شکل و رنگ میوه‌ی یکنواخت به‌صورت مشاهده‌ای گزینش شد. یکنواختی بوته‌های داخل ردیف منتج از یک بوته‌ی انتخابی از لحاظ تیپ بوته (بوته‌ای یا رونده بودن)، شکل برگ‌ها، حجم بوته از لحاظ رویشی، شکل و رنگ و اندازه‌ی میوه و شکل دانه در طی نسل‌های خالص‌سازی مدنظر قرار گرفت. اینبردلاین‌های انتخابی از بین لاین‌هایی انتخاب شدند که از نسل S4 به بعد روند یکنواختی ظاهری در این صفات را نشان دادند. لاین‌های گزینش شده S6 وارد آزمایش مقایسه‌ی عملکرد شدند.

ارزیابی و مقایسه اینبرد لاین‌ها و توده‌های والدی (تعداد ۲۹ ژنوتیپ) در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با ۳ تکرار در سال زراعی ۱۴۰۱ اجرا شد. هر واحد آزمایشی شامل ۲ خط به طول ۱۰ متر و فاصله بین ردیف‌ها ۱/۵ متر در نظر گرفته شد و فاصله بوته‌ها روی ردیف کاشت ۰/۶ متر بود. بذرها در عمق ۴-۳ سانتی‌متر کشت شدند و مراقبت‌های زراعی لازم شامل آبیاری، کوددهی و مبارزه با علف‌های هرز انجام شد. کشت در نیمه دوم فروردین در مزرعه‌ی ایستگاه تحقیقات کشاورزی عراقی‌محله گرگان در ۶ کیلومتری شمال گرگان با عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۵۴ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی

جدول ۲. میانگین داده‌های هواشناسی ایستگاه تحقیقات کشاورزی گرگان طی فصل زراعی ۱۴۰۰-۱۴۰۱

ماه	میانگین درجه حرارت هوا (°C)	میانگین رطوبت نسبی هوا (٪)	مجموع میزان بارندگی (mm)	مجموع میزان تبخیر (mm)	میانگین سرعت باد (m/s)	میانگین ساعات آفتابی (h)	تعداد روزهای با حداکثر دمای بیش از ۳۰ درجه
فروردین	۱۴/۹	۷۰	۲۲/۳	۸۱/۱	۲/۵	۵/۴	۶
اردیبهشت	۱۹/۱	۷۲	۴۷/۵	۹۴/۹	۲/۸	۴/۶	۵
خرداد	۲۵/۸	۵۵	۰/۶	۲۲۱	۳	۱۰/۶	۲۶
تیر	۲۸/۸	۶۲	۰	۲۷۳	۴/۴	۹/۷	۳۱
مرداد	۲۹/۲	۶۳	۱۸/۶	۴۱۹۳	۲/۸	۷/۸	۲۷

۵۴ درجه و ۲۵ درجه شرقی و ارتفاع از سطح دریا ۱۷۶ متر، انجام شد. میانگین داده‌های هواشناسی ایستگاه تحقیقات کشاورزی عراقی‌محله گرگان در جدول ۲ آورده شده است.

صفات مورد بررسی شامل تعداد میوه در بوته، وزن میوه، طول و عرض میوه، عملکرد دانه در مترمربع (دانه‌ی خشک)، نسبت تولید دانه به کل عملکرد میوه، ابعاد دانه، درصد بذور پوک و وزن هزار دانه اندازه‌گیری و یادداشت شد. برای خشک کردن بذور، دانه‌های کدو آجیلی پس از استحصال در فضای گلخانه‌ی گرم و خشک به مدت ۳ روز پهن شده و خشک شدند. تست پانل برای ارزیابی مطلوبیت آجیل از دید مصرف کننده برای صفات جدا شدن پوست از مغز، کیفیت طعم و مطلوبیت شکل و اندازه با تعداد ۶ فرد ارزیابی‌کننده انجام شد، برای کمی سازی داده‌ها میانگین وزنی داده‌ها محاسبه شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها و ترسیم نقشه‌ی همبستگی با نرم افزار آماری R3.5.1 انجام شد. مقایسه میانگین صفات با آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار LSD و در سطح آماری ۵٪ انجام شد.

نتایج و بحث

برخی ویژگی‌های مورفولوژیک اینبرد لاین‌های پیشرفته‌ی کدوآجیلی و توده‌های والدی مورد بررسی در جدول ۳ آمده است. طبق نتایج تجزیه واریانس (جدول ۴) در اغلب صفات مورد بررسی شامل عملکرد بذر در مترمربع، میانگین وزن میوه، تعداد میوه در بوته، طول میوه، قطر میوه، نسبت عملکرد بذر خشک به عملکرد میوه، طول دانه، عرض دانه، وزن هزار دانه، درصد بذور پوک، صفات کیفی شامل کیفیت طعم و مطلوبیت شکل و اندازه دانه از دید مصرف کننده در بین لاین‌ها و توده‌های والدی تفاوت بسیار معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ مشاهده شد.

مقایسه میانگین صفات

مقایسه میانگین صفات مورد بررسی در آزمایش با آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار LSD و در سطح آماری ۵٪ در جدول ۵ آورده شده است.

تعداد میوه در بوته

مقایسه میانگین صفات مورد بررسی نشان می‌دهد که از لحاظ تعداد میوه در بوته، لاین شماره‌ی ۳۴ دارای بیشترین تعداد میوه (۳/۹ میوه در بوته) بود و با سایر ژنوتیپ‌ها تفاوت معنی‌دار داشت (جدول ۵). کمترین تعداد میوه در بوته به لاین شماره ۲۱۲ (۱/۴ میوه در بوته) تعلق داشت.

جدول ۳. برخی ویژگی‌های مورفولوژیک اینبرد لاین‌های کدوآجیلی مورد بررسی و توده‌های والدی

توده والدی	شماره‌ی لاین	تیپ رویشی بوته	شکل میوه	رنگ میوه
نودیجه	جمعیت اولیه	رونده	غالباً گرد – استوانه‌ای کوتاه	زرد کم‌رنگ- زردپررنگ خط‌دار
	۲۲	رونده	گرد	زردپررنگ
	۲۴	رونده	گرد	زرد کم‌رنگ
	۳۲	رونده	گرد	زرد متوسط
گوشتی گنبد	جمعیت اولیه	بوته‌ای	استوانه‌ای	زرد متوسط
	۳۴	رونده	استوانه‌ای کشیده با سطح صاف	زرد متوسط
	۵۰	بوته‌ای	استوانه‌ای کشیده با سطح صاف	زرد کم‌رنگ
	۵۱	بوته‌ای	استوانه‌ای کشیده با سطح صاف	زرد متوسط
رادکان	جمعیت اولیه	رونده	استوانه‌ای – گرد	سبز تیره- زرد پررنگ با خط‌های سبز و زرد- زرد کم‌رنگ
	۵۸	رونده	بیضوی شکل	زرد کم‌رنگ با خط‌های کم‌رنگ
	۵۹	رونده	گرد	زرد پررنگ خط‌دار
	۸۴	رونده	استوانه‌ای	زردپررنگ با خط‌های پهن سبز
	۸۵	رونده	گرد	زردپررنگ با خط‌های پهن سبز
گوشتی آزادشهر	جمعیت اولیه	بوته‌ای	استوانه‌ای کشیده – استوانه‌ای متوسط	غالباً زرد کم‌رنگ – گاهاً زرد پرنگ با خط‌های سبز
	۱۹۴	نیمه‌رونده	خمره‌ای استوانه‌ای	زرد متوسط
	۱۹۵	نیمه‌رونده	خمره‌ای استوانه‌ای	زرد با خط‌های زرد باریک
	۲۱۲	بوته‌ای	استوانه‌ای با سطح صاف	زرد با خط‌های زرد پررنگ
گوشتی کلاله	جمعیت اولیه	بوته‌ای	استوانه‌ای	زرد کم‌رنگ
	۲۱۶	رونده	استوانه‌ای	زرد کم‌رنگ
	۲۱۹	نیمه‌رونده	استوانه‌ای	زرد متوسط
	۲۲۲	بوته‌ای	استوانه‌ای	زرد متوسط
دهاقان #۱	جمعیت اولیه	بوته‌ای	استوانه‌ای	زرد کم‌رنگ – گاهاً زرد پررنگ با خط‌های سبز
	۲۲۴	بوته‌ای	استوانه‌ای	زرد پررنگ با خط
	۲۳۱	بوته‌ای خیلی پهن	استوانه‌ای	زرد پررنگ
	۲۴۸	بوته‌ای	استوانه‌ای با قطر نایکنواخت باریک کشیده	زرد متوسط
	۲۴۹	بوته‌ای	استوانه‌ای با قطر نایکنواخت باریک کشیده	زرد متوسط
گوشتی دهاقان	جمعیت اولیه	رونده	استوانه‌ای	زرد کم‌رنگ – زرد پررنگ
	۲۵۱	شدیداً رونده	استوانه کوتاه با قاعده پهن	زرد کم‌رنگ
	۲۵۲	شدیداً رونده	استوانه کوتاه با قاعده پهن	زرد کم‌رنگ با خط‌های برجسته

جدول ۴. تجزیه واریانس اینبردلاین‌های کدوآجیلی و توده‌ی والدینی از نظر صفات مورد ارزیابی در آزمایش

منابع تغییرات	درجه آزادی	تعداد میوه در بوته	وزن میوه	طول میوه	قطر میوه	عملکرد دانه در مترمربع	تولید دانه به عملکرد میوه	طول دانه	عرض دانه	درصد بذور پوک	وزن هزاردانه	کیفیت طعم	جدا شدن پوست دانه	مطلوبیت شکل و اندازه دانه
بلوک	۲	۰/۰۵	۳۵۷۳۷	۲/۰۳	۰/۳۲	۰/۷۵	۰/۰۰	۰/۲۷	۰/۰۲	۰/۵۷	۱۹/۴	۳/۸۱	۴/۶۶	۲/۱۱
ژنوتیپ	۲۸	۱/۲۲**	۶۲۹۰۰۹**	۱۱۸**	۷/۳۲**	۶۳۲**	۰/۶۵**	۹/۴۰**	۴/۶۳**	۳۰/۹**	۲۶۰۶**	۴/۵۱**	۲/۴۰	۱۱/۵**
خطا	۵۶	۰/۰۷	۲۰۳۷۱	۳/۲۲	۱/۰	۴/۱	۰/۰۴	۰/۱۹	۰/۰۶	۱/۳۸	۲۰/۹	۱/۴۰	۲/۱۶	۰/۸۲
ضریب تغییرات		۱۰/۰	۱۱/۲	۸/۳۱	۷/۲۱	۵/۵۴	۱۱/۱	۲/۵۷	۲/۷۰	۱۴/۲	۳/۶۲	۱۰/۵	۱۲/۳	۸/۹۹

**: اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪

وزن میوه

میانگین وزن میوه بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی بسیار متفاوت بود. بیشترین وزن میوه در لاین‌های شماره ۲۴۸ و ۲۴۹ با وزن به‌ترتیب ۲۲۰۵ و ۲۱۳۴ گرم و توده والدی گوشتی دهاقان با وزن ۲۰۴۷ گرم مشاهده شد. کمترین وزن میوه به لاین‌های شماره ۲۲ و ۸۵ (هر دو با وزن حدود ۷۰۰گرم) تعلق داشت. تفاوت وزن میوه بین اینبرد لاین‌های منتج از یک توده‌ی بومی نیز مشاهده شد. به‌عنوان مثال میانگین وزن میوه بین اینبردلاین‌های حاصل از توده‌ی دهاقان #۱ از ۱۰۷۳ گرم تا ۲۲۰۵ گرم متغیر بود (جدول ۵).

طول میوه

بیشترین طول میوه به لاین‌های شماره‌ی ۲۴۹ با طول ۳۳ سانتی‌متر و شماره‌ی ۲۴۸ با طول ۳۱/۶ سانتی‌متر تعلق داشت که با سایر ژنوتیپ‌ها تفاوت معنی‌دار داشتند. کمترین مقدار صفت در لاین شماره‌ی ۲۴ با طول ۹ سانتی‌متر مشاهده شد (جدول ۵). بر طبق تحقیقات صورت گرفته بر روی کدو (۱۵) با افزایش نسبت طول به عرض میوه عملکرد بذر کاهش می‌یابد، بنابراین میوه‌های با طول متوسط دارای عملکرد بذر بیشتری خواهند بود.

قطر میوه

بیشترین قطر میوه در لاین شماره‌ی ۸۴ (۱۴/۶سانتی‌متر) مشاهده شد که با توده‌ی والدی رادکان (۱۴ سانتی‌متر) و سایر لاین‌های حاصل از این توده تفاوت معنی‌دار نداشت. کمترین قطر میوه در لاین‌های حاصل از توده‌ی گوشتی گنبد (۵۱، ۵۰ و ۳۴ به‌ترتیب ۹/۲، ۹/۵ و ۹/۵ سانتی‌متر) و لاین شماره‌ی ۲۲۴ (۹/۸ سانتی‌متر) مشاهده شد که تفاوت معنی‌داری با سایر ژنوتیپ‌ها داشتند.

عملکرد دانه در مترمربع

از لحاظ صفت عملکرد دانه در مترمربع، لاین ۳۴ با میانگین ۱۰۶ گرم در مترمربع بیشترین مقدار را دارا بود که به طور معنی‌داری با بقیه‌ی لاین‌ها و توده‌های والدی متفاوت بود. در پژوهشی در مصر، تعداد پنج لاین خالص کدو خورشتی حاصل از رقم آزادگرده‌افشان Eskandrani، برای صفت عملکرد کل میوه بر رقم والدی، برتری نشان دادند (۱۲). در لاین‌های حاصل از توده نودیجه، لاین شماره‌ی ۳۲ با میانگین عملکرد دانه ۶۵/۳ گرم در مترمربع، در لاین‌های حاصل از گوشتی گنبد، لاین شماره‌ی ۳۴ با میانگین عملکرد ۱۰۶ گرم در مترمربع، در لاین‌های حاصل از توده‌ی رادکان، لاین ۵۹ با میانگین عملکرد

جدول ۵. مقایسه میانگین اینبرد لاین‌ها و توده‌های والدی کدو آجیلی با روش LSD در صفات مورد مطالعه

توده اولیه	شماره لاین	تعداد میوه در بوته	میانگین وزن میوه (گرم)	طول میوه (سانتی متر)	قطر میوه (سانتی متر)	عملکرد بذر در مترمربع (گرم)	عملکرد دانه/ عملکرد میوه	طول دانه (میلی متر)	عرض دانه (میلی متر)	وزن هزاردانه (گرم)	درصد بذور پوک (درصد)	کیفیت طعم (میانگین وزنی)	جدا شدن پوست دانه (میانگین وزنی)	مطلوبیت شکل و اندازه دانه (میانگین وزنی)
	والد	۲/۳۳^{defg}	۸۱/۰^{ijk}	۱۲/۹^{mnop}	۱۳/۸^{nbc}	۷۴/۶^{cde}	۳/۳۲^{a}	۲۰/۱^{a}	۸/۱۳^{mn}	۱۳۱/۹^{ef}	۱۱/۱^{de}	۱۰/۸۳^{defghi}	۱۰/۸۳^{cd}	۸/۵۰^{ijk}
	۲۲	۲/۱۰^{ghi}	۶۹۷^{jk}	۱۱/۵^{pq}	۱۰/۸^{hijkl}	۵۱/۴^{klmn}	۲/۳۱^{bc}	۷/۲۷^{op}	۷/۸۸^{mn}	۱۲۰^{i}	۱۱/۵^{opl}	۱۰/۳۶^{fghi}	۱۱/۸۳^{abcd}	۸/۴۳^{ijk}
	۲۴	۲/۰۶^{ghi}	۷۲۰^{k}	۹/۰۰^{q}	۱۲/۰^{defgh}	۵۴/۵^{jk}	۲/۴۷^{b}	۲۰/۱^{a}	۷/۸۸^{mn}	۱۳۰^{fg}	۱۳/۳^{abc}	۱۰/۳۶^{defghi}	۱۲/۲۲^{abcd}	۸/۰۰^{ijk}
	۳۲	۳/۵۷^{ab}	۸۲۸/۱^{ijk}	۱۱/۸^{opq}	۱۲/۵^{bcdefg}	۶۵/۳^{ih}	۱۹/۹^{ab}	۱۶/۹^{ghi}	۱۰/۲^{cdef}	۱۲۱^{hi}	۱۰/۸^{de}	۱۰/۷۷^{defghi}	۱۲/۲۲^{abcd}	۱۱/۰۰^{defg}
	والد	۳/۱۴^{bc}	۱۷۳۰^{b}	۲۲/۷۴^{cde}	۱۱/۷^{efghi}	۸۱/۰^{b}	۱/۴۸^{ijk}	۱۶/۶^{ghi}	۹/۹۹^{fg}	۱۶۹^{c}	۶/۰۳^{jk}	۱۰/۳۳^{defghi}	۱۴/۱۱^{a}
	۳۴	۳/۹۰^{a}	۱۱۶۶^{efg}	۲۱/۹^{ef}	۹/۵۶^{l}	۱۰۶^{a}	۲/۱۲^{bcd}	۱۵/۵^{jk}	۸/۶۷^{ijk}	۱۲۴^{ghi}	۵/۸۳^{jkl}	۱۲/۳۰^{abcde}	۱۲/۱۹^{abcd}
	۵۰	۱/۶۳^{jkl}	۱۶۳۳^{bc}	۲۲/۵^{ef}	۹/۵۰^{i}	۴۰/۴۰	۱/۱۲^{hmn}	۱۶/۲^{ij}	۱۰/۴^{cd}	۹۴/۳^{lmn}	۵/۹۰^{jkl}	۱۱/۵۵^{bcdefgh}	۱۲/۸۸^{abc}
	۵۱	۲/۷۰^{cd}	۱۱۰۹^{efg}	۲۵/۶^{bcd}	۹/۲۳^{i}	۷۵^{de}	۲/۰۹^{cdef}	۱۶/۸^{hi}	۱۰/۲^{cdef}	۱۰۶^{jk}	۵/۹^{jkl}	۱۰/۴۴^{abcd}	۱۲/۶۶^{abc}
	والد	۳/۲۱^{b}	۱۰۳۲^{phij}	۲۰/۳^{fg}	۱۴/۰^{ab}	۶۹/۷۲^{fg}	۱/۸۰^{fghi}	۱۷/۶^{ef}	۸/۸۹^{jk}	۱۲۹^{a}	۹/۳۳^{cde}	۹/۳۵^{efg}	۱۴/۶^{a}
	۵۸	۲/۱۷^{fghi}	۸۴۰^{huik}	۱۵/۵^{jklmn}	۱۳/۱^{abcdef}	۵۴/۸^{j}	۲/۱۳^{cde}	۱۹/۴^{b}	۹/۳۱^{hi}	۱۲۸^{fghi}	۸/۴۰^{efg}	۹/۴۰^{efghi}	۱۲/۱۱^{abcdefgh}
	۵۹	۳/۱۷^{bc}	۸۲۹^{huijk}	۱۲/۳^{mnop}	۱۳/۰^{nbc}	۶۵/۰^{ih}	۱/۹۳^{defg}	۱۷/۹^{de}	۸/۰۲^{lmn}	۱۰۵^{jk}	۸/۴۱^{fghi}	۱۰/۶۱^{defghi}	۱۲/۱۱^{abcd}
	۸۴	۲/۱۰^{ghi}	۸۰۸/۰^{jk}	۱۳/۹^{mnop}	۱۴/۶^{a}	۵۰۸/۰^{lmn}	۲/۰۱^{defg}	۱۷/۵^{efg}	۱۰/۱^{def}	۱۲۵^{ghi}	۹/۲۱^{efg}	۹/۲۱^{efghi}	۱۲/۲۲^{abcd}
	۱۹۵	۲/۵۷^{cdef}	۱۰۸۵^{efg}	۱۵/۱^{ijklmn}	۱۱/۵^{ghijk}	۶۶/۲^{gh}	۱/۹۴^{defg}	۱۶/۸^{hi}	۷/۹۳^{mn}	۱۱۰^{l}	۴/۰۷^{lmn}	۹/۳۳^{l}	۱۲/۱۳^{abcd}
	۲۱۲	۱/۴۳^{l}	۱۰۵۹^{fghi}	۱۶/۲^{jkl}	۱۳/۴^{abcde}	۶۳/۶^{h}	۲/۰۸^{cdefg}	۱۵/۵^{jk}	۱۳/۱^{m}	۹۴/۶^{lm}	۱۱/۴^{cd}	۱۱/۰۰^{cdefghi}	۱۲/۰۸^{abcd}
	والد	۲/۷۶^{cd}	۲۰۲۷^{a}	۲۸/۲^{b}	۱۲/۶^{bcdefg}	۷۹/۸^{b}	۱/۴۲^{jkl}	۱۷/۱^{fgh}	۱۰/۱^{cdfe}	۱۷۰^{bc}	۵/۳۶^{jkl}	۹/۴۵^{klmn}	۱۲/۱۶^{abcdef}
	۲۱۶	۲/۱۷^{fghi}	۱۲۶۹^{def}	۱۷/۹^{ghi}	۱۱/۶^{fghij}	۵۲/۳^{jklm}	۱/۴۹^{hijk}	۱۶/۹^{ghi}	۹/۱۹^{hi}	۹۵/۰^{lm}	۸/۰۷^{ghi}	۱۱/۰۰^{cdefghi}	۱۲/۲۲^{abcd}
	۲۱۹	۲/۰۷^{ghi}	۱۰۳۵^{ghij}	۱۵/۰^{jklmn}	۹/۹۳^{kl}	۵۴/۱^{jkl}	۱/۸۶^{efg}	۱۳/۷^{lm}	۹/۵۳^{mjh}	۱۲۰^{jkl}	۶/۰۰^{jk}	۹/۶^{ghi}	۱۲/۱۳^{abcd}
	۲۲۲	۲/۲۳^{efgh}	۱۰۵۶^{fghi}	۱۹/۶^{gh}	۱۳/۳^{nbcde}	۶۳/۶^{h}	۲/۱۱^{cdef}	۱۲/۱^{m}	۹/۵۳^{mjh}	۱۲۶^{ghi}	۱۲/۵^{jkl}	۹/۳۳^{klmn}	۱۲/۲۲^{abc}
	والد	۳/۳۳^{b}	۱۶۱۶^{bc}	۲۲/۹^{de}	۱۱/۷^{efghij}	۷۴/۲^{cd}	۱/۴۲^{kl}	۱۶/۲^{ij}	۸/۸۸^{ij}	۱۲۰^{jkl}	۵/۲۳^{klmn}	۱۰/۸۳^{defghi}	۱۱/۱۶^{bcdefghi}
	۲۲۴	۳/۱۳^{bc}	۱۰۷۳^{efgh}	۱۵/۴^{jklmn}	۹/۷۸^{l}	۵۹/۰^{i}	۱/۵۰^{hijk}	۱۴/۳^{l}	۸/۰۲^{lmn}	۱۴۰^{fg}	۹/۶۰^{m}	۲/۰۰^{m}	۱۱/۳۳^{bcdefgh}
#۱	۲۳۱	۱/۸۷^{hijk}	۱۴۶۰^{cd}	۱۷/۶^{hij}	۱۰/۶^{jkl}	۵۰/۵^{mn}	۱/۴۴^{jkl}	۱۵/۱^{jk}	۸/۴۱^{kl}	۹۹/۳^{kl}	۱۴/۱^{a}	۹۰/۰^{m}	۱۱/۳۳^{bcdefgh}
	۲۴۸	۱/۸۰^{ijkl}	۲۲۰۵^{g}	۳۱/۶^{a}	۱۰/۱^{jkl}	۳۸/۹^{op}	۰/۸۴^{n}	۱۶/۸^{ghi}	۹/۹۵^{ef}	۹۹/۳^{kl}	۱۳/۵^{ab}	۱۳/۰^{ab}	۱۱/۱۶^{bcd}
	۲۴۹	۲/۲۷^{efgh}	۲۱۳۴^{a}	۳۳/۰^{a}	۱۲/۱^{cdefgh}	۵۲/۷^{jklm}	۱/۰۸^{mn}	۱۷/۵^{efg}	۱۰/۸^{lj}	۱۹۷۴^{a}	۱۳/۵^{ab}	۱۰/۴۶^{efghi}	۱۱/۵۵^{bcd}
	والد	۲/۶۶^{de}	۲۰۴۷^{a}	۲۶/۶^{bc}	۱۲/۵^{bcdefg}	۷۹/۰^{bc}	۱/۴۶^{ijk}	۱۷/۲^{fgh}	۶/۶۹^{ij}	۱۰۶^{jk}	۶/۳۳^{fghi}	۱۲/۰^{abcdefg}	۱۱/۲۲^{bcd}
	۲۵۱	۱/۵۷^{kl}	۱۱۰۰^{efg}	۱۶/۸^{hijk}	۱۴/۰^{ab}	۱۳۴/۲^{q}	۱/۱۸^{klmn}	۱۶/۹^{ghi}	۶/۶۹^{ij}	۱۰۶^{jk}	۱۱/۳^{bcd}	۱۰/۳۳^{defg}	۱۱/۲۲^{bcd}
	۲۵۲	۲/۵۷^{def}	۱۳۰۰^{cde}	۱۸/۰^{phi}	۱۳/۳^{abcdef}	۵۲/۸^{jklm}	۱/۳۰^{klmn}	۱۶/۶^{ghi}	۷/۰۰^{pq}	۱۰۴/۱^{lm}	۱۰/۴^{def}	۱۰/۴^{defghi}	۱۱/۵۰^{bcd}

در هر ستون حروف مشابه از لحاظ آماری در مقایسه میانگین LSD در سطح احتمال ۵٪ اختلاف معنی داری ندارند.

۶۵/۰ گرم، در لاین‌های حاصل از گوشتی آزادشهر، لاین شماره‌ی ۱۹۵ با میانگین عملکرد ۶۶/۲ گرم، در لاین‌های حاصل از توده‌ی گوشتی کلاله، لاین شماره‌ی ۲۲۲ با میانگین عملکرد ۶۳/۶۳ گرم، در لاین‌های حاصل از توده‌ی دهاقان #۱، لاین شماره‌ی ۲۲۴ با میانگین عملکرد ۵۹/۰۳ گرم و در لاین‌های حاصل از توده‌ی گوشتی دهاقان، لاین شماره‌ی ۲۵۲ با میانگین عملکرد ۵۲/۸۶ گرم در مترمربع بیشترین عملکرد بذر در مترمربع در مقایسه با سایر لاین‌های هم‌خانواده‌ی خود را داشتند (جدول ۳).

در لاین شماره‌ی ۳۴ از خانواده‌ی گوشتی گنبد بالاترین مقدار عملکرد دانه در مترمربع مشاهده شد. همچنین از لحاظ تعداد میوه در بوته، لاین شماره‌ی ۳۴ دارای بیشترین تعداد میوه بود. به‌نظر می‌رسد بالاتر بودن عملکرد دانه در مترمربع به‌علت تعداد میوه‌ی بیشتر در هر بوته در این لاین نسبت به سایر ژنوتیپ‌های مورد بررسی بوده است. همبستگی بالای این دو صفت (جدول ۶) مؤید این مطلب است. در بررسی دو رقم هیبرید کدو پوست کاغذی گزارش شد که تعداد میوه در بوته‌ی بیشتر موجب افزایش عملکرد بذر در واحد سطح می‌شود (۱۱). در مطالعه‌ی جمعیت‌های کدو گزارش شد صفات اندازه میوه، اندازه بذر و تعداد میوه در بوته دارای اثرات افزایشی هستند (۱۰)، بدین ترتیب انتظار می‌رود با انجام گزینش بتوان جمعیت‌های کدو را از نظر صفات فوق بهبود بخشید.

نسبت عملکرد بذر به کل عملکرد میوه

بالاترین نسبت عملکرد بذر به کل عملکرد میوه متعلق به توده‌ی والدی نودیجه با ۳/۳۲ ٪ بود. کمترین نسبت عملکرد بذر به کل عملکرد میوه در لاین شماره‌ی ۲۴۸ (۰/۸۹) مشاهده شد.

کمترین نسبت عملکرد بذر به کل عملکرد میوه در لاین شماره‌ی ۲۴۸ (با وزن و طول میوه‌ی بالا) مشاهده شد. با افزایش اندازه‌ی میوه، تولید دانه کاهش می‌یابد (۱۶). دلیل آنکه با افزایش وزن میوه نسبت عملکرد بذر به عملکرد میوه کاهش می‌یابد آن است که بخش زیادی از بیومس تولیدی گیاه جهت افزایش وزن میوه، موجب افزایش ضخامت گوشت میوه می‌شود. در میوه‌هایی که نسبت طول به قطر زیاد دارند (میوه‌های استوانه‌ای) یک سوم از طول میوه که به دمگل میوه نزدیک است، بذر خیلی کمی تولید می‌کند (۱۴).

اندازه‌ی دانه

در ویژگی‌های اندازه‌ی دانه، از نظر طول دانه توده بومی نودیجه و دو اینبردلاین ۲۴ و ۳۲ حاصل از این توده با طول بذر حدود ۲۰ میلی‌متر بیشترین مقدار را دارا بودند. لاین شماره‌ی ۲۲۲ کوتاه‌ترین طول دانه را دارا بود.

در بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی، لاین شماره‌ی ۲۲۲ با ۱۱/۳ میلی‌متر دارای بزرگ‌ترین اندازه عرض دانه و لاین شماره‌ی ۲۵۱ با ۶/۷ میلی‌متر دارای کمترین مقدار عرض دانه بود.

اندازه‌ی بذر یک صفت زراعی کلیدی در سازگاری گیاهان است (۴ و ۵) و یک هدف تجاری مهم در کدوآجیلی محسوب می‌شود (۵ و ۲۷). تفاوت اندازه‌ی دانه از لحاظ طول و عرض در ژنوتیپ‌های مختلف کدوآجیلی به خاطر ماهیت ژنتیکی آنها است. در بین لاین‌های افتراقی از توده‌های بومی تفاوت اندازه‌ی دانه‌ی لاین‌های یک خانواده با هم و با توده والدی مشاهده شد. لذا علاوه بر تنوع در تیپ بوته، شکل و رنگ میوه، اندازه بذرها نیز در طی نسل‌های خالص‌سازی در لاین‌ها تفرق یافت. به‌طور معمول، بذرهای با اندازه‌ی بزرگتر سرعت جوانه‌زنی بالاتری دارند و به‌علت رقابت بهتر تغذیه‌ای و تحمل بیشتر به شرایط محیطی گیاهچه‌های قوی‌تری تولید می‌کنند (۶).

درصد دانه‌های پوک

مقدار این صفت در ژنوتیپ‌های مختلف از ۲/۹ تا ۱۴/۲ درصد متغیر بود و کمترین میزان درصد دانه‌های پوک به لاین شماره‌ی ۲۲۴ تعلق داشت.

جدول ۶. ضرایب همبستگی ساده بین صفات اندازه‌گیری شده در آزمایش

صفات	تعداد میوه در بوته	وزن میوه	طول میوه	عرض میوه	نسبت تولید آجیل به کل عملکرد	طول دانه	عرض دانه	درصد بذور پوک	وزن هزاردانه	کیفیت طعم	جدا شدن پوست دانه	مطلوبیت شکل و اندازه دانه	عملکرد دانه در مترمربع
تعداد میوه در بوته	۱	-۰/۰۱	۰/۰۷	۰/۰۲	۰/۰۳	۰/۰۶	-۰/۰۰۶	-۰/۳۴*	۰/۱۹	-۰/۰۱	-۰/۰۴	۰/۱۲	۰/۷۳**
وزن میوه		۱	۰/۸۹**	-۰/۱۵	۰/۶۵**	-۰/۲۲*	۰/۴۲**	-۰/۳۱*	۰/۳۸**	۰/۴۵**	-۰/۰۷	۰/۳۰*	۰/۱۳
طول میوه			۱	-۰/۱۲	-۰/۵۴**	۰/۲۳*	۰/۵۵**	-۰/۳۷*	۰/۴۴**	۰/۵۶**	۰/۰۵	۰/۴۹**	۰/۲۷*
عرض میوه				۱	۰/۰۸	۰/۴۱**	-۰/۰۱	۰/۲۳*	۰/۲۴	-۰/۱۰	۰/۰۹	۰/۰۰	-۰/۰۸
نسبت تولید آجیل به کل عملکرد					۱	۰/۲۸*	-۰/۲۲	۰/۱۳	-۰/۰۷	-۰/۳۳*	۰/۱۳	-۰/۱۳	۰/۳۹*
طول دانه						۱	-۰/۱۱	۰/۴۲**	۰/۱۸	-۰/۱۴	-۰/۲۲	-۰/۱۱	-۰/۰۶
عرض دانه							۱	-۰/۳۹**	۰/۵۰**	۰/۵۴**	۰/۱۳	۰/۸۳**	۰/۱۵
درصد بذور پوک								۱	-۰/۳۲*	-۰/۱۳	-۰/۱۴	-۰/۳۹**	-۰/۴۳**
وزن هزاردانه									۱	۰/۳۵*	۰/۰۱	۰/۴۴**	۰/۳۸*
کیفیت طعم										۱	-۰/۱۰	۰/۵۲**	۰/۱۳
جدا شدن پوست دانه											۱	۰/۲۴	۰/۱۳
مطلوبیت شکل و اندازه دانه												۱	۰/۲۱
عملکرد دانه در مترمربع													۱

** و *: به‌ترتیب اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۰/۰۱ و ۰/۰۵.

وزن هزار دانه

طبق نتایج آزمایش، وزن هزار دانه‌ی ژنوتیپ‌های کدو آجیلی مورد بررسی با هم بسیار متفاوت بودند، لاین شماره‌ی ۲۴۹ با ۱۹۷/۳ گرم بالاترین وزن هزاردانه و لاین‌های شماره‌ی ۱۹۴ و ۲۳۱ با ۹۰ گرم کمترین مقدار وزن هزار دانه را دارا بودند.

صفات کیفی ارزیابی مطلوبیت آجیل از دید مصرف کننده

بر اساس مقایسه میانگین داده‌های صفات کیفی، بالاترین کیفیت طعم دانه متعلق به لاین ۲۲۴ و سپس لاین ۲۴۸ بود. از لحاظ مطلوبیت شکل و اندازه، لاین‌های شماره ۲۲۲ و سپس لاین شماره‌ی ۳۴ به سایر توده‌ها برتری داشت. لاین‌ها و توده‌ها در جدا شدن پوست از مغز با هم تفاوت معنی‌دار نداشتند.

تجزیه همبستگی

تجزیه ضرایب همبستگی بر روی صفات مورد ارزیابی در آزمایش انجام گرفت و میزان همبستگی بین صفات اندازه‌گیری برآورد شد (جدول ۶). نتایج جدول نشان می‌دهد که عملکرد دانه در مترمربع با تعداد میوه در بوته همبستگی مثبت (r=۰/۷۳) و بسیار معنی‌داری دارد در صورتی‌که با وزن میوه رابطه‌ی معنی‌داری مشاهده نشد. این رابطه نشان می‌دهد که تعداد میوه بر عملکرد نهایی دانه‌ی تولید شده در مترمربع موثر است. همچنین همبستگی معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ (r=۰/۲۷) با طول میوه و (r=۰/۳۹) با وزن هزاردانه مشاهده شد. همبستگی بین عملکرد دانه در مترمربع و درصد بذور پوک، منفی و معنی‌دار (r= -۰/۴۳) بود که با نتایج حسن‌زاده خانکهدانی و همکاران (۶) مطابقت دارد. تعیین همبستگی بین صفات مختلف، به‌ویژه عملکرد دانه، به به‌نژادگران این فرصت را می‌دهد که مناسب‌ترین ترکیب اجزاء را که منتهی به عملکرد بیشتر شود، انتخاب نمایند (۲). در پژوهش قبلی(۲۵ و ۲۶) در ارزیابی و مقایسه‌ی ۱۳ توده‌ی بومی کدو آجیلی از لحاظ صفات مختلف عملکردی و کیفی در دو سال آزمایش، همبستگی بسیار بالای عملکرد دانه در بوته با صفت تعداد میوه در بوته گزارش شد، لذا پیشنهاد شد که تعداد میوه می‌تواند برای گزینش و اصلاح توده‌های با عملکرد بالا مد نظر قرار گیرد.

تعداد میوه در بوته با صفت درصد بذور پوک همبستگی منفی معنی‌دار (r= -۰/۳۴) داشت. بدین مفهوم که در ژنوتیپ-های با تعداد میوه بالاتر، پر شدن دانه‌ها بهتر انجام شده و درصد تولید بذور پوک کمتر بوده است.

وزن میوه با صفت طول میوه رابطه مثبت معنی‌دار (r=۰/۸۹) داشت، بدین مفهوم که میوه‌های با وزن بیشتر متعلق به ژنوتیپ‌هایی با شکل میوه‌ی استوانه‌ای طویل بود. رابطه منفی معنی‌دار (r=-۰/۶۵) بین وزن میوه با صفت نسبت تولید آجیل به کل عملکرد مشاهده شد. رابطه منفی معنی‌دار وزن میوه با صفت نسبت تولید آجیل به کل عملکرد نشان می‌دهد با افزایش وزن میوه به همان نسبت عملکرد بذر افزایش نمی‌یابد و لذا در انتخاب لاین‌ها به‌منظور افزایش عملکرد، ژنوتیپ‌های با تعداد میوه‌ی بیشتر و با وزن میوه متوسط مناسب‌تر هستند.

همبستگی منفی صفت نسبت تولید آجیل به کل عملکرد با طول میوه (r=۰/۵۴) مشاهده شد. طبق نتایج مطالعات برزگر و همکاران (۲) در بررسی روابط بین عملکرد بذر و برخی از صفات میوه در توده‌های کدو خورشتی ایران، همبستگی منفی بین عملکرد بذر با شکل میوه (نسبت طول به عرض میوه) و طول میوه وجود داشت.

صفت طول دانه با صفت قطر میوه و صفت عرض دانه با طول میوه رابطه‌ی مثبت معنی‌دار (به‌ترتیب ۰/۴۱ و ۰/۵۵) داشت. تحقیقات نشان داده که تفاوت اندازه‌ی دانه در کدو با اندازه و شکل میوه ارتباط دارد (۱۸). این روابط همبستگی نشان می‌دهد توده‌های گوشتی با دانه‌های ضخیم‌تر و پهن‌تر دارای طول میوه‌ی بیشتری هستند و توده‌های با عرض میوه‌ی بزرگتر دارای تیپ دانه‌های کشیده و بلند هستند.

درصد بذور پوک با صفات عرض میوه وطول دانه همبستگی مثبت معنی‌دار (به‌ترتیب ۰/۲۳ و ۰/۴۳) داشت. در

پژوهش گذشته ژنوتیپ‌های کدوآجیلی دارای دانه‌های کشیده درصد بذور پوک بیشتری داشتند (۲۶). درصد بذور پوک با تعداد میوه در بوته، وزن میوه، طول میوه و عرض دانه همبستگی منفی معنی‌دار (به‌ترتیب ۰/۳۴، ۰/۳۱، ۰/۳۷ و ۰/۳۹) داشت. منطبق با این نتایج و طبق مشاهدات، تولید بذور پوک در ژنوتیپ‌هایی با بنیه‌ی ضعیف‌تر که تعداد میوه کمتری تولید کردند و وزن میوه‌ی کمی داشتند بیشتر مشاهده شد. همچنین در ژنوتیپ‌ها و لاین‌های با دانه‌ی گوشتی میزان تولید بذور پوک کمتر بود.

وزن هزاردانه با صفات وزن میوه، طول میوه، عرض دانه و عملکرد دانه در مترمربع همبستگی مثبت معنی‌دار (به‌ترتیب ۰/۳۸، ۰/۴۴، ۰/۵۰ و ۰/۳۸) نشان داد که با نتایج برزگر و همکاران (۲) و وکیلی‌بسطام و همکاران (۲۶) مطابقت دارد. طبق این روابط همبستگی، توده‌های گوشتی با وزن میوه‌ی بیشتر، طول میوه‌ی بزرگتر و دانه‌های ضخیم‌تر دارای وزن هزاردانه‌ی بیشتر نسبت به بقیه‌ی توده‌ها هستند.

کیفیت طعم دانه و صفت مطلوبیت شکل و اندازه دانه با صفات وزن میوه، طول میوه، عرض دانه و وزن هزار دانه همبستگی مثبت معنی‌دار (به‌ترتیب ۰/۴۵، ۰/۵۶، ۰/۵۴ و ۰/۳۵ برای کیفیت طعم و ۰/۳۰، ۰/۴۹، ۰/۸۳ و ۰/۴۴ برای مطلوبیت شکل و اندازه دانه) نشان داد. همبستگی این دو صفت با هم نیز مثبت و معنی‌دار بود (۰/۵۲). ژنوتیپ‌هایی که دارای وزن میوه‌ی بیشتر و طول میوه‌ی بزرگتر نسبت به سایر توده‌ها هستند، دارای عرض دانه‌ی بیشتر و وزن هزار دانه‌ی بالاتر بوده و دارای مطلوبیت بیشتری از دید مصرف کننده هستند (۲۶).

براساس نقشه همبستگی رسم شده بین صفات که میزان شدت همبستگی را براساس رنگ (رنگ قرمز بیشترین میزان همبستگی تا رنگ سفید عدم همبستگی) نمایش می‌دهد، بیشترین میزان همبستگی بین صفت وزن میوه با طول میوه، صفت عملکرد دانه با تعداد میوه در بوته، وزن هزاردانه با طول میوه، طول دانه با درصد بذور پوک و عرض دانه با صفات طول میوه و وزن هزار دانه مشاهده شد (شکل ۲).

نتیجه‌گیری کلی

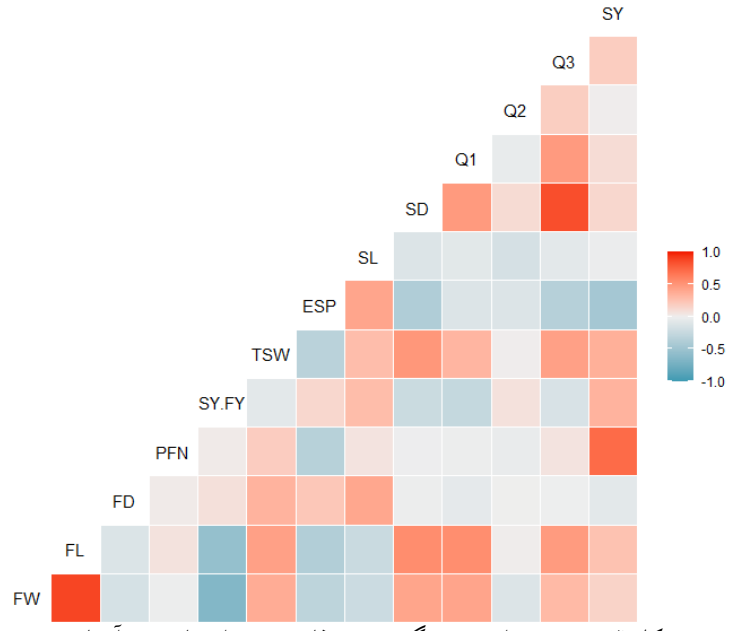
در طی نسل‌های خالص‌سازی در هر جمعیت، لاین‌ها از لحاظ صفات یکنواختی تیپ رویشی، یکنواختی شکل و رنگ میوه، یکنواختی شکل دانه در میوه‌های مختلف یک لاین، تعداد میوه در بوته، تحمل نسبی به تنش‌های مزرعه از قبیل بیماری‌ها و آفات و تنش‌های غیرزنده به‌صورت مشاهده‌ای مورد انتخاب قرار گرفتند. در نهایت بر اساس نتایج مقایسات میانگین از ۷ خانواده‌ی حاصل از ۷ توده‌ی بومی با ویژگی‌های مختلف، تعداد ۷ لاین به‌صورت زیر برای استفاده در برنامه‌های اصلاحی انتخاب شد:

لاین شماره‌ی ۳۲ از توده‌ی بومی نودیجه، لاین شماره‌ی ۳۴ از توده‌ی بومی گوشتی گنبد، لاین شماره‌ی ۵۹ از توده‌ی بومی رادکان، لاین شماره ۱۹۵ از توده‌ی بومی گوشتی آزادشهر، لاین شماره‌ی ۲۲۲ از توده‌ی گوشتی کلاله، لاین شماره‌ی ۲۲۴ از توده‌ی دهاقان #۱ و لاین شماره‌ی ۲۵۲ از توده‌ی بومی گوشتی دهاقان.

بر اساس نتایج مقایسه میانگین صفات مورد بررسی، لاین شماره‌ی ۳۴ از خانواده‌ی گوشتی گنبد در عملکرد دانه نسبت به توده‌ی والدی هم برتر بود. لاین شماره‌ی ۳۴ می‌تواند به‌عنوان رقم امیدبخش در پروژه‌های سازگاری و DUS وارد شود. همچنین این نتایج نشان می‌دهد که برای افزایش عملکرد دانه در کدوآجیلی می‌توان از انتخاب طی نسل‌های خالص‌سازی بهره جست. همبستگی بالای صفت تعداد میوه در بوته و عملکرد دانه نشان داد برای اصلاح کدوآجیلی با هدف افزایش عملکرد باید ژنوتیپ‌های دارای تعداد میوه‌ی بیشتر را گزینش نمود.

سپاسگزاری

این مقاله از گزارش نهایی پروژه‌ی تحقیقاتی تحت عنوان" تولید و ارزیابی عملکرد لاین‌های خالص کدو آجیلی " با شماره مصوب ۰-۵۷-۳۳-۰۴۱-۰۰۰۳۴۴" استخراج شده است. نویسندگان از موسسه تحقیقات علوم باغبانی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گلستان و مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی جنوب استان کرمان به خاطر فراهم کردن شرایط اجرای این تحقیق سپاسگزاری می‌نمایند.



شکل ۳. شدت میزان همبستگی بین صفات مورد ارزیابی در آزمایش

وزن میوه: FW، طول میوه: FL، قطر میوه:FD، تعداد میوه در بوته: PFN، نسبت تولید دانه به عملکرد میوه: SY/FY، وزن هزاردانه: TSW، درصد بذور پوک: ESP، طول دانه: SL، عرض دانه: SD، کیفیت طعم دانه: Q1، جدا شدن پوست از مغز: Q2، مطلوبیت شکل و اندازه دانه: Q3، عملکرد دانه در مترمربع: SY.

منابع مورد استفاده

1. Andolfo, G., A. D. Donato, R. Darrudi, A. Errico, R. A. Cigliano and M. R. Ercolano. 2017. Draft of Zucchini (*Cucurbita pepo* L.) proteome: A resource for genetic and genomic studies. *Frontiers in Genetics* 8: 181.
2. Barzegar, R., S. Houshmand and G. H. Peyvast. 2016. Investigation of relation between seed yield and some fruit characters in *Cucurbita pepo* L. *Horticultural Sciences* 29(1): 142-149.
3. El-Eslamboly, A. A. S. A. and A. H. M. Diab. 2020. New promising Squash inbred lines development as a major step to develop superior hybrids. *Egyptian Journal of Plant Breeding* 24(3): 555-569.
4. Gomez, J. M. 2004. Bigger is not always better: Conflicting selective pressures on seed size in *Quercus ilex*. *Evolution* 58: 71-80.
5. Guo, Y., M. Gao, X. Liang, M. Xu, X. Liu, Y. Zhang, X. Liu, J. Liu, Y. Gao, S. Qu and F. Luan. 2020. Quantitative trait loci for seed size variation in *cucurbits*—A review. *Frontiers in Plant Science* 11: 304.
6. Hassanzadeh Khankahdani, H., M. Henareh Ashkesoo, S.S. Shafiei-Masouleh and M. J. Zamani. 2022. Comparison of the seed yield and yield components of different nut Squash genotypes (*Cucurbita* sp.) in Autumn planting of Hormozgan province. *Journal of Crops Improvement* 24 (4), 1391-1405.
7. Hazra, P. 2006. Seed production technology in pumpkin. In: Proceeding of Cucurbite Breeding and Production Technology, Proceedings of the National Seminar on Cucurbits, College of Agriculture, Pantnagar, Uttaranchal, India. Volume1, pp. 183- 194.
8. Hazra, P., A. K. Mandal, A. K. Dutta and H. H. Ram. 2007. Breeding pumpkin (*Cucurbita moschata* Duch. Ex poir.) for fruit yield and other characters. *International Journal of Plant Breeding* 1(1): 51-64.
9. Hazra, P. and M. K. Banerjee. 2005. Varieties in Vegetable Crops in India. Kalyani publishers, Ludhiana.
10. Kaloo, B. and O. Bergh. 1993. Genetic Imprivement of Vegetable Crops. Pregamon Press. India.
11. Meru, G. and Y. Fu. 2018. Yield and horticultural performance of naked-seed pumpkin in South Florida. UF/IFAS Extension. Available online at: https://edis.ifas.ufl.edu/publication/HS1323. Accessed 6 May 2024.
12. Mohamed, M. F., E. F. S. Refaei and G. I. Shalaby. 2003. Growth and yield of inbred Zucchini Squash *Cucurbita pepo* L. lines developed under adverse climatic conditions. *Assiut University Bull Environmental Researches* 6(1): 109-114.

13. Murkovic, M., A. Hillebrand, J. Winkler and W. Pfannhauser. 1996. Variability of vitamin E content in Pumpkin seeds (*Cucurbita pepo* L.). *European Food Research and Technology* 202: 275-278.
14. Nerson, H. 2004. Effects of fruit shape and plant density on seed yield and quality. *Scientia Horticulturae* 105: 293-304.
15. Nerson, H. and H. Paris. 2001. Relationship between fruit shape and seed yield in *Cucurbita pepo*. *Cucurbit Genetics Cooperative Report* 24: 82-86.
16. Nerson, H., H. S. Paris and E. P. Paris. 2000. Fruit shape, size and seed yield in *Cucurbita pepo*. *Acta Horticulturae* 1: 226-230.
17. Noumedem, J. A. K., M. Mihasan, S. T. Lacmata, M. Stefan, J. R. Kuiate and V. Kuete. 2013. Antibacterial activities of the methanol extracts of ten Cameroonian vegetables against Gram-negative multidrug-resistant bacteria. *BMC Complementary and Alternative Medicine* 13: 26-29.
18. Paris, H. S. and H. Nerson. 2003. Seed dimensions in the subspecies and cultivar-groups of *Cucurbita pepo*. *Genetic Resources and Crop Evolution* 50: 615-625.
19. Perez Gutierrez, R. M. 2016. Review of *Cucurbita pepo* (Pumpkin) its Phytochemistry and Pharmacology. *Medical Chemistry* 6 (1): 12-21.
20. Rakha, M. T., E. I. Metwally, S. A. Moustafa, A. A. Etman and Y. H. Dewir. 2012. Production of *Cucurbita* interspecific hybrids through cross pollination and embryo rescue technique. *World Applied Sciences Journal* 20 (10): 1366-1370.
21. Robinson, R. W., T. A. Zitter, R. Provvidenti and M. K. Jahn. 2003. Breeding and evaluation of squash and pumpkin with multiple disease and insect resistance. Final Project Report. Agricultural IPM, New York.
22. Sari, N., H. Yetisir and U. Bal. 2006. Parthenogenic haploid induction via irraditated pollen, dihaploidization and ploidy level determination in vegetable crops. In: Teixeia da silva, J. A. (Ed), Floriculture, Ornamental and Plant Biotechnology. Global Science Books, UK.
23. Schinas, P., G. Karavalakis, C. Davaris, G. Anastopoulos, D. Karonis, F. Zannikos, S. Stournas and E. Lois. 2009. Pumpkin (*Cucurbita pepo* L.) seed oil as an alternative feedstock for the production of biodiesel in Greece. *Biomass and Bioenergy* 33(1): 44-49.
24. Sirohi, P. S., B. Choudhury and T. S. Kalda. 1991. Pumpkin 'Pusa Vishwas' for tropical and subtropical growing. *Indian Horticulture* 36: 24-26.
25. Vakili Bastam, Sh., Z. Roudbari, M. Damavandi, F. Sheikh and M. Adibi. 2021. Evaluation of qualitative and quantitative traits in squash (*Cucurbita pepo* L.) local populations, Final Project Report. Horiticultural Science Research Institute. Karaj. (In Farsi).
26. Vakili Bastam, Sh., Z. Roudbari, M. Damavandi, F. Sheikh and M. Adibi. 2023. Investigating quantitative and qualitative traits of edible seeds in some local populations of Iranian Summer Squash (*Cucurbita pepo* L.). *Journal of Agricultural Science and Technology* 25(4): 953-961.
27. Wang, Y., C. Wang, H. Han, Y. Luo, Z. Wang, C. Yan, W. Xu and S. Qu. 2019. Construction of a high-density genetic map and analysis of seed-related traits using specific length amplified fragment sequencing for *Cucurbita maxima*. *Frontiers in Plant Science* 10: 1782.
28. Wang, Y. H., T. K. Behera and C. Kole. 2012. Genetics, Genomics and Breeding of Cucurbits. CRC Press. Florida.

Journal of Crop Production and Processing
Vol. 14, No. 2, Summer 2024, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran.

Evaluation of Yield Traits in Advanced Summer Squash Inbred Lines

Shahrbanou Vakili Bastam[1,*], Zahra Roudbari[2]

1. Assistant Professor, 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.
2. Assistant Professor, 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

(Received: April 24-2024; Accepted: May 19-2024)

Extended Abstract

Introduction

The *Cucurbitaceae* family is the second largest horticultural family in terms of economic importance after *Solanaceae* (1). The genus *Cucurbita* (2x = 2n = 40), encompasses three economically important crop species such as *Cucurbita pepo, Cucurbita moschata*, and *Cucurbita maxima*, cultivated throughout temperate, sub-tropical, and tropical regions (3). *Cucurbita pepo* L. is the most widely grown and polymorphic of the Cucurbita species (2). Roasted summer squash seeds are used as nut in many cultures worldwide. Production of summer squash in Iran is based on local populations that are combined from several genotypes due to their cross-pollination nature. This lack of uniformity affects both the quantity and quality of squash yield and reduces the marketability of nuts. The purpose of this research was to produce various advanced inbred lines of summer squash by using local germplasm and purifying indigenous populations and also to select superior inbred lines in terms of fruit yield and other desirable agricultural traits that can be used in the production of hybrid cultivars with superior quantity and quality of fruit yield attributes.

Materials and Methods

In order to preserve internal genetic resources and produce advanced summer squash inbred lines, 83 S6 inbred lines were produced by inducing self-pollination from seven local populations. These genetic resources were obtained by planting the lines twice a year (spring planting at Golestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center and fall planting at Southern Kerman Agricultural and Natural Resources Research and Education Center) from 2018 to 2021. A randomized complete block design with three replications was used to evaluate fruit yield attributes of selected S6 inbred lines and their parental local populations. The following quantitative traits were considered in this study: fruits/plant, fruit weight, fruit length, fruit width, seed yield/m^2, seed yield/fruit yield ratio, seed length, seed width, percentage of empty seeds and 1000-seeds weight. Also, Panel test was performed to evaluate the suitability of nuts from a consumer perspective for the following traits: separation of skin from the kernel, taste quality and desirability of seeds shape and size from the consumer's point of view, with six testers. The experimental data were statistically analyzed for variance using the R version 3.5.1. Least significant difference (LSD) test at the probability level of 1% was used to compare the means of each trait. The heat map was created by R version 3.5.1.

Results and Discussion

The results of analysis of variance at the probability level of 1% indicated that the studied genotypes had

significant differences in most of the traits including seed yield/m^2, mean of fruits weight, fruits/plant, fruit length, fruit width, seed yield/fruit yield ratio, seed length, seed width, percentage of empty seeds and 1000-seeds weight, taste quality and desirability of seeds shape and size. Based on LSD mean comparison of the traits in selected S6 inbred lines and their parental local populations, the highest seed yield/m^2 was observed in line#34 and the highest values of other traits with significant difference were as follows: fruits/plant in line#34, both mean of fruit weight and mean of fruit length in line#248 and line#249, fruit diameter in line#84 and Radkan parental genotype, seed yield/fruit yield ratio in Noodijeh parental genotype, seed length in Noodijeh parental genotype, line#24 and line#32, seed diameter in line#222, 1000-seeds weight in line#249, taste quality in line#224, and desirability of seed shape and size from the consumer's point of view in line#222 and line#34. The results of correlation analysis also showed that the seed yield/m^2 had a positive and significant correlation with fruits/plant (r=0.73), but there was no significant relationship with fruit weight. The results suggest that populations with larger fruit weight and size produce fewer fruits; as a result, it reduces the seed yield. In fruits, as the length-to-width ratio increased, there was a trend toward decreased seed number, especially in the peduncular end of the fruit. It seems that breeding and selection for a greater number of small fruits is better than selecting plants with larger fruits. Also, managing agricultural operations, which increase the number of fruits, will increase seed yield/m^2.

Conclusions

Based on the results lines #32, 34, 59, 195, 222, 224 and 252 were selected to be used in the breeding programs of cultivar production in future researches. Line#34 can be used as a promising line in compatibility and DUS projects.

Keywords

Local population, Self-pollination, Correlation analysis, Quantity traits, Quality traits

References:

1. Andolfo, G., A.D. Donato, R. Darrudi, A. Errico, R.A. Cigliano and M.R. Ercolano. 2017. Draft of Zucchini (*Cucurbita pepo* L.) Proteome: A Resource for Genetic and Genomic Studies. *Frontiers in Genetics* 8: 181. doi: 10.3389/fgene.2017.00181.
2. Rakha, M.T., E.I. Metwally, S.A. Moustafa, A.A. Etman, and Y.H. Dewir. 2012. Production of *Cucurbita* interspecific hybrids through cross pollination and embryo rescue technique. *World Applied Sciences Journal* 20 (10): 1366-1370.
3. Wang Y. H., T. K. Behera and C. Kole. 2012. Genetics, Genomics and Breeding of Cucurbits. CRC Press. Florida. 425p