Iranian Journal of Horticultural Science
Vol 53, No 2, Summer 2022 (453-464)
DOI: 10.22059/ijhs.2021.314346.1875

علوم باغبانی ایران
دورهٔ ۵۳، شمارهٔ ۲، تابستان ۱۴۰۱ (ص ۴۶۴-۴۵۳)

نشریه پژوهشی:

بررسی کنترل ژنتیکی عادت رشد در نتاج حاصل از تلاقی کدو خورشتی و کدو پوست تخم کاغذی با استفاده از تجزیه میانگین نسل‌ها

سیما داودی[۱]، جمالعلی الفتی[۲*]، بابک ربیعی[۳]، عاطفه صبوری[۲] و غفار کیانی[٤]
۱، ۲ و ۳. دانشجوی دکتری، دانشیار و استاد، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان، گیلان، ایران
٤. دانشیار، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران
(تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۱۰/٤ - تاریخ پذیرش: ۱٤۰۰/۸/۹)

چکیده

انتخاب روش به نژادی مناسب به نوع و مقدار نسبی اجزای ژنتیکی بستگی دارد. در این مطالعه شش نسل P1، P2، F1، F2، BC1 و BC2 از تلاقی دو لاین کدو پوست تخم کاغذی و کدو خورشتی ($S_{10}\times P_{25}$) تهیه و از نظر صفت طول ساقه ارزیابی شدند. هم‌زمان صفات مربوط به عملکرد و اجزای آن (تعداد میوه در هکتار، تعداد بذر در میوه، وزن میوه و وزن صددانه) نیز ارزیابی شد. آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال ۱۳۹۸ انجام شد. نتایج نشان داد تفاوت معنی‌داری بین نسل‌ها از نظر طول ساقه وجود داشت. آزمون‌های مقیاس و مقیاس مشترک حاکی از وجود اپیستازی برای این صفت بود. واریانس افزایشی در رابطه با اکثر صفات از اهمیت بیشتری برخوردار بود، به این معنی که احتمالا گزینش می‌تواند روش مناسبی برای بهبود این صفات باشد. در هیبرید F1 از نظر همه صفات هتروزیس بالا مشاهده شد. وراثت‌پذیری خصوصی برای همه صفات بالا به‌دست آمد که نشان از اهمیت انتخاب در بهبود صفات بود. بنابراین با توجه به نتایج حاصل از آنالیز میانگین نسل‌ها و برآورد آثار ژنتیکی صفات به ویژه صفت مربوط به عادت رشدی و رسیدن به طول ساقه کوتاه‌تر می‌توان روش انتخاب را به کار گرفت.

واژه‌های کلیدی: **انتخاب، اثر افزایشی، اثر غالبیت، اپیستازی، وراثت‌پذیری خصوصی.**

Evaluation of the genes actions on growth habits of pumpkin in crossing of zucchini and hull-less seeded pumpkin using generation mean analysis

Sima Davoodi, Jamal-Ali Olfati[2*], Babak Rabiei[3], Atefeh Sabouri[2] and Ghaffar Kiani[4]
1, 2, 3. Ph. D. Student, Associat Professor and Professor, Faculty of Agricultural Science, University of Guilan, Guilan, Iran
4. Associate Professor, Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Sari, Iran
(Received: Dec. 24, 2020- Accepted: Oct. 31, 2021)

ABSTRACT

Selecting an appropriate breeding method depends on the type and relative proportion of genetic components. In this study, six generations P1, P2, F1, F2, BC1 and BC2 from a cross between two cucurbita varieties crossing of hull-less seed pumpkin and squash, S10×P25, were constructed and evaluated for main stem length. Yield and its components (number of fruit per hectare, number of seeds per fruit, fruit weight and 100- seed weight) were also evaluated. The experiment was carried out in a randomized complete blocks design with three replications in 2019. The results showed significant differences among generations for main stem length. Scaling and Chi-square ($\chi 2$) tests suggests the presence of digenic epistasis for this trait. According to the results, additive variance was more important for most of the traits, meaning that selection is a good way to improve these traits. High heterosis was observed in the F1 hybrid for all of the traits. High narrow-sense heritability estimates were shown for all of the traits. Therefore, according to the results of estimating the genetic effects of traits, especially traits related to growth habit and reaching a shorter stem length, the selection method can be used.

Keywords: Additive effect, dominant effect, epistasis, narrow-sense heritability, selection.

* Corresponding author E-mail: jamalaliolfati@gmail.com

مقدمه

کدو گیاهی متعلق به خانواده کدوئیان (Cucurbitaceae) و از جنس (*Cucurbita*) می‌باشد. این جنس دارای ۱۴ گونه و شش زیرگونه است. همه گونه‌های جنس کوکوربیتا دارای ۲۰ جفت کروموزوم می‌باشند (Nesom, 2011). از جمله اهمیت کدو می‌توان به سیستم گسترش ریشه بالای و فعالیت آنزیم‌های متحمل به تنش آن اشاره کرد که اهمیت فراوانی از نظر جذب آب و املاح دارد و از این نظر به‌عنوان پایه‌های مناسبی برای سایر کدوئیان به‌کار گرفته می‌شود، لذا تحقیق و توسعه سطح ویژگی‌های رشدی این گیاه امر مهمی به‌شمار می‌رود (Madadkhah *et al*., 2017, Fereshtian *et al*., 2020). کدو غالبا گیاهی دگرگشن است (Loy, 2004). گیاهان دگرگرده افشان در طبیعت سازگارتر هستند، زیرا از آمیزش بین ژنوتیپ‌های مختلف در جامعه این نوع از گیاهان به طور مداوم ترکیبات جدید ژنی ایجاد می‌گردد و ترکیب ژنی جدید حاصل از آمیزش گیاهان دگرگرده افشان ابزار مناسبی است که منجر به ایجاد تنوع لازم می‌گردد (Meybodi, 2007). تنوع ژنتیکی در کدو به هر دو گروه صفات رویشی و زایشی بستگی دارد. کدو دارای سابقه‌ی غنی و طولانی از نظر کشت و کار و اهلی کردن است و از این نظر دارای تنوع بی‌نظیری به لحاظ ویژگی‌های مورفولوژیکی و هم‌چنین دارای سطح وسیعی از سازگاری در کشت و کار است (Savage *et al.,* 2015).

بر اساس تحقیقات صورت گرفته در مورد ویژگی‌های این گیاه، کدوها را می‌توان از جنبه‌های مختلفی گروه‌بندی کرد. یکی از این معیارها، عادت رشدی بوته‌هاست که بر این اساس کدوها به دو گروه بوته‌ای و رونده تقسیم می‌شوند. رقم‌های بوته‌ای، ساقه‌هایی با میان‌گره‌های کوتاه دارند و رقم‌های رونده، گیاهانی با یک یا چند ساقه هستند که گاهی تا شش متر رشد و سطح زیادی از زمین را اشغال می‌کنند (Hassandokht, 2012). گونه‌های وحشی و اکثر های اهلی، بوته‌هایی رونده و طویل دارند، ولی در بعضی رقم‌ها به‌ویژه در کدو خورشتی (*Cucurbita pepo* L. var. *pepo*) عادت رشد متراکم دیده شده است که در آن‌ها پیچک‌ها از لحاظ اندازه و وظیفه تحلیل رفته‌اند (Peyvast, 2006). صفت کوتاهی میان‌گره‌ها یا به عبارتی عادت رشد بوته‌ای در کدو خورشتی به وسیله جایگاه ژنی *Bu* کنترل می‌شود که در مراحل توسعه گیاه به شکل مغلوب اثر می‌کند (Paris, 2002; Wu *et al*., 2007). به عبارتی تک ژن *Bu* ویژگی رشد بوته‌ای و متراکم را در مقابل رشد رونده در کدو کنترل می‌کند (Paris & Kabelka, 2009; Shifriss, 1947). بذر گونه کدو خورشتی دارای رنگ کرم یکنواخت بوده، برگ‌های آن چند لوبی با کرک‌های زبر است. دم میوه سخت و چوبی و به‌صورت چندضلعی (زاویه‌دار) می‌باشد. گل‌های آن با پرچم‌های کوتاه، کلفت و مخروطی شکل مشخص می‌شوند (Darrudi *et al.,* 2018).

کدوها از نظر نوع بذر نیز دارای تنوع فراوانی هستند که یکی از مهم‌ترین آن‌ها بذرهای بدون پوشش است که حدود ۱۰۰ سال قبل، از جهش خود به خودی برخی از ارقام کدو حاصل شد و زمینه را برای کارهای به‌نژادی جهت بهبود کیفیت بذور در این گروه از گیاهان فراهم کرد (Darrudi *et al*., 2018). در کدو پوست تخم کاغذی صفت تشکیل پوشش بذر توسط جایگاه ژنی *n* کنترل می‌شود و فنوتیپ آن به صورت مغلوب ظهور پیدا می‌کند (Zraidi *et al*., 2003, 2007). کدو پوست تخم کاغذی دارای ارزش فراوانی است و به لحاظ مصارف دارویی و خوراکی بسیار در خور توجه است. کدو پوست تخم کاغذی (*Cucurbita pepo* L. var. *pepo* subsp. *styriaca*) گیاهی است که به‌واسطه اسیدهای چرب موجود در روغن دانه و میزان پروتئین بالا در صنایع دارویی و غذایی جایگاه مهمی پیدا کرده است (Hosseinzadeh & Amjadi-Souraki, 2012). میوه‌های کدو پوست تخم کاغذی زرد متمایل به نارنجی و دانه‌های این میوه به رنگ سبز زیتونی است. از مهم‌ترین ویژگی‌های این گیاه، دانه‌های فاقد پوست آن می‌باشد (Zraidi *et al.,* 2007). این نوع کدو از نظر مصرف نیز قدمتی طولانی دارد (Hosseinzadeh & Amjadi-Souraki, 2012). علی‌رغم جایگاه تولید انواع سبزی‌ها در ایران و رتبه آن به لحاظ تولید در بازارهای جهانی و با توجه به سطح زیر کشت و تولید بالای این

محصولات در کشور، تا کنون کار به‌نژادی در خور توجهی در زمینه تولید بذر با کیفیت این محصولات صورت نگرفته است.

در کشت و کار کدو پوست تخم کاغذی در کشور ما بیشتر از ژنوتیپ‌های بومی که دارای عادت رشدی رونده می‌باشند استفاده می‌شود که در نتیجه به دلیل تراکم کم بوته در هکتار عملکردهای کمی حاصل می‌شود. از طرفی کدو پوست تخم کاغذی یکی از محصولاتی است که دارای اهمیت بالایی از نظر ارزش غذایی و دارویی است، اما یکی از مشکلات عمده‌ی تولید این محصول عملکرد پایین آن به دلیل ضعف میوه‌دهی است و از آن‌جائی که در گیاهان تیره‌ی کدوئیان عملکرد به میزان زیادی متأثر از تراکم و عادت رشدی گونه‌هاست با بررسی و بهبود عادت رشدی بوته‌ها و تنظیم مناسب‌ترین تراکم کشت می‌توان عملکرد گیاه را در واحد سطح افزایش داد. یکی از عوامل قابل توجه و موثر بر عملکرد محصول تراکم کشت (تعداد گیاه در واحد سطح) می‌باشد، از طرفی طبق گزارش محققان پارامترهای محیطی از جمله نور، فضا، آب و خاک به طور مطلوب در جمعیت‌های با تراکم نامناسب استفاده نمی‌شود و بنابراین، عملکرد کاهش می‌یابد (Rassam *et al.*, 2007; El-seyed *et al.*, 2011). تنظیم میزان برداشت محصول با توجه به نیاز بازار را هم می‌توان با دستکاری تراکم کشت امکان‌پذیر ساخت (Cushman *et al.*, 2004). تراکم بوته می‌تواند محصول را از طریق اثر متقابل با آفات تحت تاثیر قرار دهد به طوری که با نزدیک‌تر شدن فاصله‌ی بوته‌ها محصولاتی با مزیت رقابتی بالا با علف‌های هرز و یا دارای خاصیت کنترل-کننده‌ی علف‌های هرز خواهیم داشت که به مدیریت علف‌های هرز بدون استفاده از مواد شیمیایی کمک می‌کند (Bahlgerdi, 2014;)، بنابراین دستکاری فاکتورهای زراعی مانند فاصله ردیف و فواصل بوته‌ها ممکن است یک روش غیر شیمیایی برای کاهش اثر علف‌های هرز بر عملکرد محصول باشد (Buhler, 2009). به عبارتی با افزایش سطح برگ و کاهش عبور نور از میان برگ‌ها در فاصله‌ی کم ردیف یا تراکم بالای بوته می‌توان رشد و توسعه‌ی علف‌های هرز را سرکوب کرد (Doane *et al.*, 2009; Ghorbani *et al.*, 2017). هم‌چنین کاهش فاصله‌ی ردیف و تراکم بالای بوته تبخیر را کاهش می‌دهد و از این طریق باعث افزایش بازده مصرفی آب و انرژی موجود برای افزایش عملکرد و محصولی با بازده بالاتر می‌گردد (Walker & Buchanan, 1982). در دهه‌های اخیر کشت ارقام هیبرید F_1 به طور فزاینده‌ای در گونه‌های کشت و کار شده به ویژه گونه *C. pepo* برجسته شده است. ارقام هیبرید باید به اندازه ارقام استاندارد آزاد گرده افشان بازده داشته باشند و هم‌چنین دارای سایر ویژگی‌های مهم مثل کیفیت بالا، مقاومت در برابر بیماری‌ها و سازگاری مناسب برای فرآوری در صنعت باشند. از مزایای هیبریدهای کدو می‌توان به عادت رشدی نیمه محدود با کارایی بالا، سازگاری گسترده‌تر، مقاومت در برابر تنش‌های بیولوژیکی و محیطی، افزایش کیفیت خوراکی، افزایش قدرت کارایی تغذیه‌ای بالا مانند کاروتنوئید بالا و عملکرد بالاتر اشاره کرد (Lopez, 2004; Elias *et al.*, 2020). بنابراین داشتن کدو پوست تخم کاغذی با رشد محدود بوته که از طریق تلاقی بین یا درون‌گونه‌ای حاصل شود می‌تواند منجر به تولید ارقامی از این محصول با ظرفیت تولید بسیار بالاتر شود و زمینه‌ی صادرات این محصول باارزش را نیز فراهم کند. معمولا نتاج حاصل از تلاقی دو والد نامشابه دارای قدرت بیشتری است که تحت عنوان هتروزیس یا قدرت هیبرید معروف است، هتروزیس برتری عملکرد افراد نسل اول حاصل از تلاقی در مقایسه با میانگین والدین یا نسبت به والد برتر است (Ranjbar, 2012).

کارایی یک روش به‌نژادی به میزان مؤلفه‌های ژنتیکی و غیرژنتیکی اجزای تنوع بستگی دارد تا مناسب‌ترین روش اصلاحی برای رسیدن به هدف نهایی اصلاح یعنی عملکرد بیشتر به کار گرفته شود (Anant, 2018). پتانسیل جمعیت پایه و کارایی گزینش با ارزیابی اثرات ژنتیکی افزایشی، غالبیت و اپیستازی برای هر صفت قابل برآورد است (Gonçalves *et al.*, 2011). برای بهبود صفات کمی مانند عملکرد اطلاع از واریانس ژنتیکی، نوع عمل ژن‌ها و وراثت‌پذیری و اجزاء آن ضروری است

(Kumar & Wehner, 2013). تجزیه میانگین نسل‌ها تکنیکی کارآمد برای برآورد اثرات مهم ژنی مانند اثرات افزایشی، غالبیت و بر هم کنش آن‌ها در بروز صفات کمی می‌باشد (Amaefula *et al*., 2014). روش تجزیه میانگین نسل‌ها توسط Jinks & Jones (1958)، Hayman (1958) و Mather & Jinks (1982) بسط داده شده است. به‌طورکلی، اطلاع از نحوه عمل ژن‌های دخیل در بروز صفات گام اول در پیشبرد اهداف به‌نژادی است، به طوری‌که اگر بخش اعظم اثرات ژنی از نوع افزایشی باشد توصیه می‌شود روند اصلاحی از طریق گزینش مستقیم برای صفت موردنظر ادامه یابد و اگر اثرات ژنی از نوع غالبیت باشد توصیه بر این است که مسیر اصلاحی در جهت تولید ارقام هیبرید ادامه پیدا کند (Bernardo, 2002; Azizi *et al*., 2006; Rebolloza, 2016).

از این رو در این تحقیق تلاش شد تا ضمن بررسی اثرات ژن‌های کنترل کننده صفت مهم طول بوته در نسل‌های ایجاد شده از طریق هیبریداسیون میان کدو خورشتی و کدو پوست تخم کاغذی در کنار صفات مربوط به عملکرد در خصوص اصلاح این صفات در ژنوتیپ‌های کدو برنامه کاربردی ارائه گردد.

مواد و روش‌ها

دو لاین کدو از نوع کدو خورشتی (P25) و کدو پوست تخم کاغذی (S10) به‌ترتیب به‌دلیل دارا بودن ویژگی رشد محدود و پوسته کاغذی بذر جهت دورگ‌گیری انتخاب شدند. آزمایش‌های مزرعه‌ای جهت ایجاد جمعیت‌ها و ثبت داده‌های مزرعه‌ای طی سه فصل کشت متوالی در بهار و تابستان سال‌های ۹۸-۱۳۹۶ در مزرعه پژوهشی دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه گیلان انجام شد. در سال اول به منظور تولید بذرهای نسل اول (F1) با هدف ایجاد ویژگی مورد نظر یعنی ژنوتیپی دارای رشد محدود بوته و پوسته بذر کاغذی، دو لاین کدو پوست تخم کاغذی (S10) و کدو خورشتی (P25) که طی سال‌های قبل در دانشکده علوم کشاورزی خالص سازی شده بودند (Davoodi *et al*., 2015)، تلاقی داده شدند. در این مرحله، سیستم کشت مزرعه‌ای به صورت ردیفی و فاصله کاشت دو متر بین ردیف‌ها و یک متر روی ردیف‌ها در نظر گرفته شد (Latifi *et al*., 2012) و مراحل داشت با اجرای سیستم آبیاری قطره‌ای و استفاده از مالچ پوششی و هم‌چنین مراقبت‌های زراعی لازم و مناسب در طی تمام مراحل رشد انجام شد. در سال دوم، بذرهای نسل اول (F1) در مزرعه کشت و تعدادی از بوته‌های حاصل جهت تولید بذرهای نسل دوم (F2) خودگشن شدند. تعدادی دیگر از بوته‌های نسل F1 نیز با هر دو والد اولیه، تلاقی برگشتی (Back cross) شدند تا نسل‌های تلاقی برگشتی (BC1 و BC2) تهیه شوند. بعد از تشکیل میوه‌های حاصل از تلاقی و رسیدن میوه‌ها به مرحله بلوغ کامل، میوه‌ها برداشت شده و بذرگیری صورت گرفت و در شرایط مناسب برای استفاده در مرحله بعد نگهداری شد. بدین ترتیب، بذرهای شش نسل حاصل (شامل دو والد اولیه به‌عنوان P1 و P2 به‌همراه نسل‌های F1، F2، BC1 و BC2) در سال سوم در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه کشت و صفات مورد نظر شامل طول ساقه اصلی، تعداد میوه در هکتار، وزن میوه، تعداد بذر در میوه و وزن صد دانه (UPOV, 2016) اندازه‌گیری شد. به‌منظور اندازه‌گیری صفات، نمونه‌های تصادفی از هر نسل انتخاب شدند، به‌طوری که از هر کدام از والدین و نسل اول تعداد ۱۰ بوته در هر تکرار و ۳۰ بوته در مجموع و از هر کدام از تلاقی-های برگشتی و نسل F2 تعداد ۳۰ بوته در هر تکرار و ۹۰ بوته در مجموع در نظر گرفته شد.

به منظور تجزیه داده‌ها و ارزیابی آثار ژنتیکی کنترل کننده صفات مورد مطالعه از روش متر و جینکز (Mather & Jinks, 1982) طبق رابطه (۱) استفاده شد:

$$Y= m + \alpha [d] +\beta [h] + \alpha^2[i] + 2\alpha\beta[j] + \beta^2[l] \quad (۱)$$

در این رابطه،y میانگین یک نسل، m میانگین تمام نسل‌ها در یک تلاقی، [d] برآیند آثار افزایشی، [h] برآیند آثار غالبیت، [i] برآیند اپیستازی افزایشی× افزایشی، [j] برآیند اپیستازی افزایشی × غالبیت، [l] برآیند اپیستازی غالبیت × غالبیت، α و β و α^2و $2\alpha\beta$ و β^2 ضرایب هر یک از پارامترهای ژنتیکی مدل متر و جینکز هستند.

از آزمون‌های مقیاس (Scaling Test) برای آزمون آثار اپیستازی بر اساس روابط (۲) الی (۵) و بررسی معنی‌داری با محاسبه مقدار t براساس روابط (۶) الی (۹) و مقایسه آن با t جدول استفاده شد (Mather & Jinks, 1982):

$$A = \bar{P}1+\bar{F}1-\overline{2BC}1 \quad (۲)$$

$$B = \bar{P}2+\bar{F}1-\overline{2BC} \quad (۳)$$

$$C = \bar{P}1+\bar{P}2+2\bar{F}1-4\bar{F}2 \quad (۴)$$

$$D = 2\bar{F}2-\overline{BC}1-\overline{BC}2 \quad (۵)$$

$$t_A = \frac{A}{\sqrt{\bar{V}P1+\bar{V}F1+4\bar{V}BC1}} \quad (۶)$$

$$t_B = \frac{B}{\sqrt{\bar{V}P2+\bar{V}F1+4\bar{V}BC2}} \quad (۷)$$

$$t_C = \frac{C}{\sqrt{\bar{V}P1+\bar{V}P2+4\bar{V}F1+16\bar{V}F2}} \quad (۸)$$

$$t_D = \frac{D}{\sqrt{4\bar{V}F2+\bar{V}BC1+\bar{V}BC2}} \quad (۹)$$

به منظور برآورد آثار ژن‌های کنترل کننده صفات مورد مطالعه نیز از روابط (۱۰) الی (۱۵) استفاده شد (Mather & Jinks, 1982):

$$m = 0.5P1+0.5P2+4F2-2BC1-2BC \quad (۱۰)$$

$$d = 0.5P1-0.5P2 \quad (۱۱)$$

$$h = 6BC1+6BC2-8F2-F1-1.5P1-1.5P2 \quad (۱۲)$$

$$i = 2(\overline{BC}1+\overline{BC}2)-4F2 \quad (۱۳)$$

$$j = 2(\overline{BC}1-\overline{BC}2)-\bar{P}1+\bar{P}2 \quad (۱۴)$$

$$j = 2BC1-P1-2BC2+P2$$

$$l = \bar{P}1+\bar{P}2+2F1+4\bar{F}2-4\overline{BC}1-4\overline{BC}2 \quad (۱۵)$$

برای ارزیابی بهترین مدل ژنتیکی کنترل کننده هر یک از صفات مورد مطالعه نیز از آزمون مقیاس مشترک (Joint Scalling Test) بر اساس آزمون کای اسکور (chi-squared) استفاده و میزان مطابقت بین میانگین مشاهده شده نسل‌های مربوطه و میانگین مورد انتظار آن‌ها (که بر اساس مقادیر برآورد شده و معنی‌دار پارامترهای ژنتیکی بالا به‌دست می‌آید)، از لحاظ آماری آزمون شد.

اجزای واریانس افزایشی (V_D)، غالبیت (V_H) و محیطی (V_E) کنترل کننده تنوع فنوتیپی هر یک از صفات مورد مطالعه نیز براساس روابط (۱۶) الی (۱۸) محاسبه شدند (Kearsey & Pooni, 1996):

(۱۶) واریانس افزایشی

$$V_D = 2V_{F2}-(V_{BC1}+V_{BC2})$$

(۱۷) واریانس غالبیت

$$V_H = V_{F2}-V_D-V_E$$

رابطه (۱۸) واریانس محیطی

$$V_E = \frac{1}{3}(V_{P1}+V_{P2}+V_{F1})$$

برای تعیین انحرافات غالبیت در مکان‌های ژنی متفاوت، میانگین درجه غالبیت بر اساس رابطه (۱۹) برآورد گردید (Mather & Jinks, 1982):

$$(H/D)^{1/2} = \left(\frac{2V[h]}{V[d]}\right)^{1/2} \quad (۱۹)$$

وراثت‌پذیری عمومی و خصوصی با استفاده از روابط (۲۰) (Falconer & Mackay, 1996) و (۲۱) (Mather & Jinks, 1982) محاسبه شد:

$$h^2_b = \frac{VD+VH}{VD+VH+VE} \quad (۲۰)$$

$$h^2_n = \frac{VD}{VD+VH+VE} \quad (۲۱)$$

آزمون نرمال بودن داده‌ها با استفاده از نرم افزار SPSS و تمامی تجزیه‌های آماری و ژنتیکی با استفاده از نرم‌افزار SAS انجام گرفت (Kang, 2003). میانگین مشاهدات تمام نسل‌ها نیز به روش توکی در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪ آزمون شد.

نتایج و بحث

بررسی وجود توزیع نرمال در داده‌های اندازه‌گیری شده بر اساس آزمون‌های چولگی و کشیدگی با استفاده از نرم‌افزار SPSS نشان داد که داده‌های مربوط به همه صفات مورد مطالعه دارای توزیع نرمال بودند. نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تفاوت معنی‌داری بین شش نسل تهیه شده برای صفات طول ساقه، وزن میوه و تعداد بذر در سطح احتمال ۱٪ و برای صفات تعداد میوه در هکتار و وزن صد دانه در سطح احتمال ۵٪ وجود داشت (جدول ۱). با معنی‌دار شدن تفاوت بین نسل‌ها، انجام تجزیه ژنتیکی و بررسی نحوه توارث آن‌ها امکان‌پذیر شد.

ارزیابی میانگین و خطای معیار صفات (جدول ۲) نشان داد که تفاوت معنی‌داری بین میانگین والدین و نتاج وجود داشت و برای همه صفات پدیده هتروزیس استاندارد مشاهده شد، به این معنی که میانگین نسل F1 برای همه صفات مورد مطالعه (به‌جز طول ساقه) بیشتر از میانگین والدین بود. لازم به توضیح است در رابطه با صفت طول ساقه، با توجه به اینکه هدف اصلاحی برای این صفت کاهش طول ساقه است، بنابراین در

صورتی که نتاج نسل جدید دارای طول ساقه کمتری نسبت به والدین خود باشند، مطلوب خواهد بود. مشاهده نتایج اندازه‌گیری این صفت نشان داد که طول ساقه در نسل اول (۲۲۲/۳۳ سانتی‌متر) نسبت به میانگین والدین (۲۶۰/۹۸ سانتی‌متر) کاهش یافت که با توجه به هدف مورد نظر مطلوب بود. در پژوهشی مشابه Kuabara (1984) با استفاده از تلاقی بین‌گونه‌ای کدو حلوائی × کدو خورشتی توانست عادت پاکوتاهی در رشد را از کدو مسمایی به کدو حلوائی منتقل کند. هم‌چنین ارزش این صفت در نسل دوم نسبت به نسل اول کاهش چندانی نداشت در واقع به لحاظ دستیابی به بوته‌های دارای رشد محدود جمعیت مطلوبی حاصل شد. این برتری نتاج نسبت به میانگین والدین می‌تواند نشان دهنده وجود آثار غالبیت و یا فوق‌غالبیت در کنترل صفات باشد. در نتاج حاصل از تلاقی‌های برگشتی یعنی تلاقی برگشتی با والد اول (BC1=P1×F1=SP×P) و والد دوم (BC2=P2×F1=SP×S) نیز میزان طول بوته نسبت به والد دارای رشد رونده کاهش نشان داد، به گونه‌ای که طول بوته بیشتر از میانگین والدین اما کمتر از والد دارای رشد رونده بود.

در مورد صفت تعداد میوه در هکتار، میانگین F1 حاصل از تلاقی دو والد بیشتر از میانگین والدین و حتی بیشتر از والد دارای ارزش بیشتر بود و بنابراین برای این صفت پدیده Heterobeltiosis (هتروزیس نسبت به والد برتر) مشاهده شد. میانگین تعداد میوه در هکتار در نسل دوم نیز نسبت به میانگین نسل اول نه تنها کاهشی نداشت، بلکه بیشتر از میانگین والدین، ارزش هر دو والد و ارزش نسل اول بود. در تلاقی برگشتی با والد اول میانگین تعداد میوه در هکتار بیشتر از میانگین والدین اما در تلاقی برگشتی با والد دوم کمتر از ارزش هر دو والد بود. در رابطه با صفت وزن میوه، میانگین نسل اول بیشتر از میانگین والدین و حتی بیشتر از والد دارای میانگین بالاتر بود و بنابراین برای این صفت هم پدیده هتروزیس نسبت به والد برتر ایجاد شد که با یافته‌های سایر محققان مطابقت داشت، براساس گزارش محققان هتروزیس نسبت به میانگین والدین و والد برتر در رابطه با برخی صفات کدوی تابستانه مانند تعداد میوه در بوته و طول ساقه مشاهده شد (Al-Ballat, 2008; Al-Araby, 2010; Najvot *et al*., 2018). میانگین F_2 نسبت به F_1 کاهش نشان داد که می‌توان به آثار حاصل از خودگشنی و وجود پدیده پسروی خویش‌آمیزی (Inbreeding depression) اشاره کرد. در رابطه با نتاج حاصل از تلاقی‌های برگشتی ارزش این صفت در تلاقی برگشتی با والد اول افزایش در حالی‌که در تلاقی برگشتی با والد دوم کاهش نشان داد. در مورد صفت تعداد بذر نیز میانگین نسل اول بیشتر از میانگین والدین و بیشتر از والد دارای میانگین بالاتر بود و نشان از وجود پدیده هتروبلتیوزیس داشت. میانگین نسل دوم هم نسبت به نسل اول کاهش نشان داد که می‌تواند نشان‌دهنده آثار حاصل از خودگشنی و وجود پدیده پسروی خویش‌آمیزی باشد. در نتاج حاصل از تلاقی‌های برگشتی ارزش صفت نسبت به میانگین والدین افزایش نشان داد (جدول ۲).

براساس نتایج حاصل از آزمون مقیاس در مورد صفات تعداد میوه در هکتار و تعداد بذر هیچ‌یک از پارامترهای مقیاس معنی‌دار نشد، در واقع این آزمون‌ها نشان داد که در رابطه با صفات مذکور اپیستازی وجود ندارد، اما برای اطمینان از نتیجه، بهتر است آثار اپیستازی محاسبه و آزمون شود. در مورد صفات طول ساقه اصلی، وزن میوه و وزن صددانه معنی‌دار نشدن برخی از پارامترها نشان از احتمال وجود اپیستازی داشت به طوری که در مورد صفات طول ساقه و وزن میوه پارامتر B در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار شد که احتمالا نشان‌دهنده‌ی وجود اثر متقابل از نوع افزایشی در غالبیت است. هم‌چنین در رابطه با صفت وزن صددانه معنی‌دارشدن پارامتر A در سطح احتمال ۵٪ می‌تواند نشان‌دهنده احتمال اثر متقابل از نوع افزایشی در غالبیت باشد (جدول ۳).

نتایج آزمون مقیاس مشترک نشان داد که در رابطه با صفات طول ساقه اصلی و وزن میوه مقدار کااسکوئر براساس مدل سه پارامتری معنی‌دار بود و نشان از اهمیت وجود آثار اپیستازی داشت، در نتیجه با بررسی مدل چهار پارامتری برای طول ساقه و پنج پارامتری برای وزن میوه آثار اپیستازی معنی‌دار شد. از طرفی در رابطه با صفت تعداد میوه در هکتار مدل سه

پارامتری کفایت نکرد و در نتیجه با بررسی مدل پنج پارامتری مقدار کااسکوئر در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد که نشان از وجود آثار اپیستازی داشت. اما در رابطه با دو صفت تعداد بذر و وزن صددانه بذور مقدار کااسکوئر برای مدل سه پارامتری غیر معنی دار بود که نشان از کفایت مدل سه پارامتری و وجود اثرات اصلی داشت که با نتایج آزمون مقیاس نیز مطابقت داشت.

جدول ۱. نتایج تجزیه واریانس نسل‌های مختاف حاصل از تلاقی کدو خورشتی و کدو پوست تخم کاغذی برای برخی صفات

Table 1. Results of variance analysis effect of different generations resulting from the cross between zucchini and hull-less seeded pumpkin on some traits.

Source of variation	d.f.	Means of square				
		Main stem length	Number of fruit per hectare hectarehectaremeter	Fruit weigtht	Number of seed per fruit	100-seed weight
Replication	2	2396.1146*	555293.253^{ns}	9348.804^{ns}	432.736^{ns}	1.521^{ns}
Generation	5	30047.1615**	1159419.853*	291893.757**	5147.777* *	13.567*
Error	10	528.6280	260663.266	27880.026	347.097	2.747
C.V(%)		8.98	8.15	8.291	7.83	11.86

ns، * و **: به ترتیب تبود تفاوت معنی‌دار و تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

ns, *, **: Non-significantly difference and significantly difference at 5 and 1% probability level, respectively.

جدول ۲. مقایسه میانگین نسل‌های مختلف حاصل از تلاقی کدو خورشتی و کدو پوست تخم کاغذی.

Table 2. Mean comparison of different generations resulting from the cross between zucchini and hull-less seeded pumpkin.

Generation	Main stem length (cm)	Number of fruit per hectare	Fruit weight (g)	Number of seed per fruit	100-seed weight (g)
P1	415.833±1.702	5833.33±166.66	1819.80±2.91	216.614±0.443	10.36±0.066
P2	106.133±1.313	6166.67±166.66	2057.17±3.426	176.276±0.473	15.266±0.145
F1	222.333±6.872	6200±200	2629.84±61.832	293.330±1.922	13.666±0.666
F2	242.677±33.097	7411.11±496.961	2058.93±160.448	234.451±18.815	16.133±1.474
BC1	281.644±21.929	6338.89±427.344	2254.48±131.271	272.877±12.196	15.434±1.039
BC2	266.177±7.180	5622.22±347.122	1657.72±128.325	233.275±14.691	12.953±1.166
HSD (0.05)	65.204	1447.9	532.12	52.835	4.70
HSD (0.01)	85.322	1894.6	696.3	69.137	6.151

جدول ۳. آزمون مقیاس اثرهای ژنتیکی در صفات مختلف نسل‌های مختلف حاصل از تلاقی کدو خورشتی و کدو پوست تخم کاغذی.

Table 3. Scaling test related to genetic effects for different generations resulting from the cross between zucchini and hull-less seeded pumpkin.

Scale	Main stem length	Number of fruit per hectare	Fruit weight	Number of seed per fruit	100-seed weight
A	74.878^{ns}	-644.45^{ns}	-59.32^{ns}	-35.81^{ns}	-6.834*
B	-203.888**	1122.23^{ns}	137.57**	3.056^{ns}	3.026^{ns}
C	-4.076^{ns}	-5244.44^{ns}	900.93^{ns}	41.746^{ns}	-11.568^{ns}
D	-62.467^{ns}	2861.11^{ns}	205.66^{ns}	37.25^{ns}	3.88^{ns}

ns، * و **: به ترتیب نبود تفاوت معنی‌دار و تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد و ۱ درصد.

سطوح معنی‌داری براساس بررسی t محاسبه شده نسبت به t جدول نشان داده شده است.

ns, *, **: Non-significantly differnce and significantly difference at 5 and 1% probability level, respectively.

Significance levels are shown based on the t-test compared to the table t.

پارامترهای ژنتیکی کنترل کننده هر یک از صفات مورد مطالعه در جدول ۴ ارایه شده است. نتایج حاکی از آن است که در رابطه با صفات طول ساقه اصلی و وزن صددانه جزء افزایشی در سطح یک درصد معنی‌دار بود، در حالی‌که جزء غالبیت اثر غیرمعنی‌دار داشت و این درحالی است که اثر متقابل افزایشی در غالبیت در رابطه با صفت طول ساقه اصلی معنی‌دار شد. در رابطه با صفت تعداد میوه در هکتار، جزء غالبیت و اثر متقابل افزایشی در افزایشی و غالبیت در غالبیت معنی‌دار شد، در حالی‌که جزء افزایشی غیرمعنی‌دار بود، این نتایج با یافته‌های سایر محققان در رابطه با آثار ژنتیکی صفات مختلف کدو مطابقت داشت (Najvot *et al.*, 2018). برای صفاتی که نوع عمل غیرافزایشی ژن بر نوع افزایشی آن فزونی دارد اعمال گزینش انفرادی یا ساده کارایی لازم را نخواهد داشت، در این مورد بهتر است که انتخاب افراد برتر صورت گرفته و از طرح‌هایی در قالب آزمایش‌های دی آلل و یا تولید واریته‌های هیبرید استفاده گردد، زیرا در این روش‌ها هتروزیگوتی برای مدت طولانی حفظ شده و در نتیجه امکان شکستن پیوستگی‌ها و استفاده از این خصوصیات وجود دارد (Paris *et al*., 2003). از آن‌جایی که اثرهای افزایشی و غالبیت ژن‌ها هر یک به ترتیب از راه خودگشنی و تلاقی قابل تثبیت هستند، بنابراین می‌توان نتاج برتر حاصل از خودگشنی را انتخاب و سپس برای استفاده از اثرهای غالبیت ژن‌ها، بوته‌های مطلوب را تلاقی داد. در رابطه با صفت وزن میوه اثرات غالبیت و افزایشی غیر معنی‌دار اما اثرات متقابل افزایشی در غالبیت و غالبیت در غالبیت معنی‌دار شد. در مورد صفت تعداد بذر فقط اثر افزایشی معنی‌دار بود.

علامت‌های مخالف [h] و [l] نشان دهنده وجود اثر غالبیت دوگانه (مضاعف) در رابطه با همه صفات مورد مطالعه است. این شکل از اپیستازی با کاهش میزان تنوع در نسل دوم و نسل‌های بعد از آن سبب اختلال در فرایند انتخاب می‌گردد و انتخاب تا دسترسی به سطح بالایی از تثبیت ژنی باید به تاخیر انداخته شود (Anant, 2018).

اجزای واریانس به همراه وراثت‌پذیری و درجه غالبیت هر یک از صفات مورد مطالعه ارزیابی و در جدول ۵ ارایه شده است. نتایج نشان داد که در همه صفات میزان واریانس افزایشی از واریانس غالبیت بیشتر بود که این نتیجه نیز موید تاثیر مثبت انتخاب بر اصلاح این صفات است که با نتایج سایر محققان در رابطه با صفات مربوط به عملکرد درکدو خورشتی و کدو پوست تخم کاغذی مطابقت داشت (Najvot, 2018; Pandey & Rao, 2010). در برخی موارد طبق گزارش محققان طی بررسی اجزای واریانس ژنتیکی در رابطه با صفات مختلف کدو نتایجی از اهمیت واریانس افزایشی در رابطه با صفت وزن بذر حاصل شد (Villanueva-Verduzco *et al*., 2020). هم‌چنین در رابطه با همه صفات مورد بررسی واریانس محیطی برآورد شده بسیار کمتر از واریانس ژنتیکی افزایشی و غالبیت بود و این بیانگر تاثیر کم محیط بر این صفات در این آزمایش می‌باشد. در رابطه با اکثر صفات وراثت‌پذیری عمومی نسبتاً بالا بود. از طرفی وراثت‌پذیری خصوصی بالا در رابطه با اکثر صفات نشان‌دهنده این است که در جمعیت مورد مطالعه گزینش براساس این صفات می‌تواند بازده ژنتیکی خوبی را ایجادکند، زیرا فنوتیپ تقریبا بیان کننده ژنوتیپ است (Javanmard *et al*., 2018).

جدول ۴. برآورد اثرات ژنتیکی برای صفات مورد بررسی در نسل‌های مختلف حاصل از تلاقی کدو خورشتی و کدو پوست تخم کاغذی.

Table 4. Estimation of genetic effects for different generations resulting from the cross between zucchini and hull-less seeded pumpkin for the studied traits.

Genetic components	Main stem length	Number of fruit per hectare	Fruit weight	Number of seed per fruit	100-seed weight
m	136.050^{ns}	11722.213**	2349.811**	121.944*	20.576**
d	154.850**	-166.66^{ns}	-118.682^{ns}	20.168*	-2.450**
h	340.226^{ns}	-11722.204**	-1443.537^{ns}	278.641^{ns}	-10.863^{ns}
i	124.933^{ns}	-5722.213**	-411.328^{ns}	-	-
j	-278.766**	1766.666^{ns}	1430.881**	-	-
l	-253.942^{ns}	6199.990*	1723.563*	-	-
x^2	5.48^{ns}	52.154**	3.568^{ns}	1.560^{ns}	1.156^{ns}

ns، * و **: به ترتیب نبود تفاوت معنی‌دار و تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد و ۱ درصد.

[m] میانگین نسل‌های حاصل از تلاقی، [d]، [h]، [i]، [j] و [l] به ترتیب نشان دهنده اثرات افزایشی، غالبیت و اثرات متقابل افزایشی ×فزایشی، افزایشی ×غالبیت و غالبیت× غالبیت است.

ns, *, **: Non-significantly differnce and significantly difference at 5 and 1% probability level, respectively.

m: is the mean of all generations in a cross, [d], [h], [i], [j], and [l] are the effects of genetic parameters; additive, dominance, additive ×additive epistasis, additive × dominance epistasis, and dominance × dominance epistasis, respectively.

x^2= Chi-Square

جدول ۵. برآورد اجزای واریانس نسل‌های مختلف حاصل از تلاقی کدو خورشتی و کدو پوست تخم کاغذی.

Table 5. Estimation of generation variance components for different generations resulting from the cross between zucchini and hull-less seeded [umpkin for the studied traits.

Components of variance	Main stem length	Number of fruit per hectare	Fruit weight	Number of seed per fruit	100-seed weight
Additive variance	2487.573**	207915.20**	106728.26**	2060.436**	11.442**
Dominance variance	186.7135**	89780.089**	80094.436**	110.664**	1.332ns
Environmental variance	51.853	95555.553	3843.541	4.116	0.469
Narrow-sense heritability	0.98	0.75	0.56	0.94	0.86
Barrow-sense heritability	0.91	0.52	0.98	0.99	0.96
Average degree of dominance	0.38	0.92	1.22	0.32	0.48

ns و **: به ترتیب نبود تفاوت معنی‌دار و تفاوت معنی‌دار در سطح ۱ درصد.

ns, **: Non-significantly differnce and significantly difference at 1% probability level, respectively.

براساس گزارش Saad (2003) در بررسی وراثت‌پذیری کدو خورشتی ارزش وراثت‌پذیری عمومی وزن میوه و تعداد میوه بیشتر از وراثت‌پذیری خصوصی بود که احتمالا نشان از اهمیت واریانس ژنتیکی غیرافزایشی داشت. در تحقیقی دیگر بررسی اجزای ژنتیکی برخی صفات کدو نشان داد که جزء غالبیت نسبت به جزء افزایشی از اهمیت بیشتری برخوردار بود (All-Ballat, 2008). در پژوهشی دیگر در زمینه بررسی آثار ژنتیکی کدو در رابطه با صفات تعداد میوه در بوته و میانگین وزن میوه وراثت‌پذیری این صفات بیشتر از وراثت‌پذیری خصوصی و بالاتر از ۸۵٪ به دست آمد (Obiadalla-Ali, 2006; All-Ballat, 2008).

مثبت‌بودن درجه غالبیت در صفات که همان انحراف F1 از میانگین والدین است به این مفهوم است که غالبیت برای صفات مورد بررسی به طرف والدی که دارای میانگین بالاتری است اتفاق افتاده است. متوسط درجه غالبیت برای وزن میوه بیشتر از یک بود که احتمالا نشان‌دهنده‌ی پدیده فوق غالبیت در این صفات می‌باشد، بنابراین در مورد این صفات گزینش در نسل‌های اولیه موثر نبوده و بهتر است در نسل‌های بعدی صورت گیرد که با نتایج حاصل از پژوهش دیگر محققان در بررسی آثار ژنتیکی صفات مختلف کدو هم‌پوشانی دارد (Aruah *et al*., 2010; Najvot, 2016). در برخی موارد بررسی میانگین درجه غالبیت نشان از غالبیت کامل در رابطه با صفت طول ساقه داشت (All-Ballat, 2008). از سوی دیگر متوسط درجه غالبیت برای صفات تعداد میوه در هکتار، تعداد بذر و وزن صد دانه کمتر از یک بود که نشان دهنده‌ی غالبیت نسبی به طرف والد پوست تخم کاغذی (S_{10}) برای صفات مذکور و به سمت والد کدو خورشتی (P_{25}) برای صفت طول ساقه و نشان‌دهنده اهمیت بیشتر واریانس افزایشی در این صفات بود، لذا احتمالا می‌توان گزینش را در نسل‌های اولیه انجام داد.

نتیجه‌گیری کلی

با توجه به نتایج حاصل از بررسی میانگین‌ها و آثار ژنتیکی صفات مورد بررسی در کنار بهبود صفات مهم به‌نژادی نه تنها ضعف در سایر صفات عملکردی دیده نشد بلکه در رابطه با صفات عملکرد میوه و عملکرد بذر برتری نتاج نسبت به میانگین والدین مشاهده گردید. انحراف برخی صفات از جمله صفت مهم طول ساقه از میانگین والدین نشان از وجود آثار غالبیت نسبی داشت، از طرفی اهمیت بیشتر واریانس افزایشی از واریانس غالبیت در این صفت نشانگر اهمیت انجام انتخاب در راستای بهبود صفت مورد نظر است. از طرفی اهمیت بیشتر واریانس افزایشی از واریانس غالبیت در صفاتی مانند تعداد میوه در هکتار، تعداد بذر و وزن صددانه نشان دهنده‌ی این است که در این صفات نیز می‌توان از روش انتخاب برای بهبود صفات بهره گرفت. دستیابی به درجه غالبیت بالاتر از یک برای صفت وزن میوه گویای تاثیر ژنتیکی فوق غالبیت است و بهتر است که گزینش در نسل‌های جلوتر صورت گیرد. واریانس محیطی بسیار کمتر از واریانس افزایشی و غالبیت در رابطه با اکثر صفات بیانگر تاثیر کم محیط بر این صفات و تاثیر بیشتر آثار ژنتیکی است. به طور کلی با توجه به نتایج حاصل از بررسی نحوه توارث صفت طول ساقه و سایر صفات عملکردی به عنوان مهم‌ترین برنامه‌های کاربردی جهت پیشبرد اهداف موردنظر می‌توان از روش انتخاب در نسل‌های اولیه برای بهبود صفات مهم بهره برد.

REFERENCES

1. Al-Araby, A. A. (2004). *Breeding studies on cucumber crop* (*Cucumis sativus* L.). M.Sc. Thesis, Faculty of Agriculture, Tanta. University.
2. Al-Ballat, I. A. (2008). *Breeding studies on summer squash crop* (*Cucurbita pepo* L.). M.Sc. Thesis, Faculty of Agriculture, Tanta. University.
3. Amaefula, C., Agboand, C. U. & Nwofia, G. E. (2014). Hybrid vigour and genetic control of some quantitative traits of tomato (*Solanum lycopersicum* L.). *Open Journal of Genetics,* 4, 30-39.
4. Anant, S.O. (2018). *Generation mean analysis in Bitter gourd* (*Momordica charantia* L.). M.Sc. Thesis, College of Agriculture, Latur, India.
5. Aruah, C., Uguru, M. & Oyiga, B. (2010). Variations among some Nigerian Cucurbita landraces. *African Journal of Plant Science,* 4, 374-386.
6. Azizi, F., Rezaie, A. & Saeidi, G. (2006). Generation mean analysis to estimate genetic parameters for different traits in two crosses of corn inbred lines at three planting densities. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 8, 153-169.
7. Bahlgerdi M., Aroiee H. & Azizi M. (2014). The study of plant density and planting methods on some growth characteristics, seed and oil yield of medicinal pumpkin (*Cucurbita pepo* var. *styriaca*, cv. '*Kaki*). *American Journal of Life Sciences*, 2(5), 319-324.
8. Bernardo, R. (2002). *Breeding for Quantitative Traits in Plants*. Stemma Press.
9. Buhler, D. D. (2009). 50th Anniversary-Invited Article: Challenges and opportunities for integrated weed management. *Weed Science,* 50 (3), 273-280.
10. Cushman, K. E., Horgan, T. E., Nagel, D. H. & Gerard, P. D. (2004). Plant population affects pumpkin yield components. *Horticultural Technology*, 1, 326-331.
11. Darrudi, R., Nazeri, V., Soltani, F., Shokrpour, M., & Ercolano, M.R. (2018). Evaluation of combining ability in *Cucurbita pepo* L. and *Cucurbita moschata* Duch. accessions for fruit and seed quantitative traits. *Journal of Applied Research on. Medicinal and Aromatic Plants*, 9, 70-77.
12. Davoodi, S., Olfati, J.A., HamidOghli, Y. & Sabouri, A. (2015). *Evaluation of yield and quality of some hybrids between Squash* (*Cucurbita moschata* Duch.) *and Pumpkin* (*Cucurbita pepo* L.). M.Sc. Thesis. Faculty of Agricultural Sciences. University of Guilan. Rasht. Iran.
13. Doane, T.A., Horwath W.R., Mitchell J.P., Jackson J., Miyao G. & Brittan, K. (2009). Nitrogen supply from fertilizer and legume cover crop in the transition to no-tillage for irrigated row crops. *Nutrient Cyclingin Agroecosystems*, 85, 253-262.
14. Elias, M. S., Hassan, K. D., Odeh, S. & Mohiaddin, S. R. (2020). Study of growth, yield and phytosterol of Squash (*Cucurbita pepo* L.) and medical Pumpkin (*Cucurbita pepo* L.) and their hybrid. *Iraqi Journal of Agricultural Sciences*, 51(2),675-684
15. El-Hamed, K. E. S. A. & Elwan, M. W. M. (2011). Dependence of pumpkin yield on plant density and variety. *American Journal of Plant Sciences,* 2(5), 636-643.

16. Fereshtian, M., Salehi, R., Kashi A. & Babalar M. (2020). Preliminary evaluation of compatibility, growth and yield of Khatooni melon's scion on different cucurbit rootstocks in the field condition. *Iranian Journal of Horticultural Science,* 52(2), 447-459. .(In Farsi).
17. Gonçalves, L. S., Rodrigues, A. R., dos Santos Bento, C., Robaina, R.R. & do Amaral Júnior, A. T., (2011). Herança de caracteres relacionados à produção de frutos em *Capsicum baccatum* var. pendulum com base em análise dialélica de Hayman. *Revista Ciência Agronômica*, 42(3), 662-669.
18. Ghorbani, R., Khorramdel S., Asadi G.A & African R. (2017). Effect of non-chemical weed management strategies on population and diversity index for weeds in spinach. *Journal of Agroecology*, 9(3), 638-651. (In Farsi).
19. Hasandokht, M.R. (2012). *Vegetable Production Technology* (1th ed.). Selseleh press.
20. Hayman, B. I. (1958). The separation of epistasis from additive and dominance variation in generation Means. *Heredity*, 12(3), 371-390.
21. Hosseinzadeh Colagar, A. & Amjadi Souraki, O. (2012). Review of Pumpkin anticancer effects. *Quran and Medicine*, 1(4), 93-104.
22. Javanmard, T., Soltani Saleh-abadi, F. & Bihamta, M. R. (2018). Estimation of some genetic parameters through generation mean analysis in Melon. *Indian Journal of Agricultural Research*, 52,619-624
23. Jinks, J.H. & Jones, R.M. (1958). Estimation of components of heterosis. *Genetics*, 43(2), 223-234.
24. Kang, M.S. (2003). *Handbook of formulas and software for plant geneticists and tree breeders*. Food Products Press.
25. Kaur, N. (2016). *Genetic analysis of important economictraits and validation of molecular markers linked to Hull-less Seed traits in Pumpkin* (*Cucurbita pepo* subsp. *pepo* var. *styriaca*). Ms.C. Thesis. Punjab Agricultural University, Ludhiana.
26. Kearsey, M. J. & Pooni, H. S. (1996). *The genetical analysis of quantitative traits*. Chapman and Hull, London. UK. pp.380.
27. Kuabara, M.Y. (1984). Interspecific hybrids of cucurbita obtained by embryo culture. *Escola Superior de Agriculture Luis Queiroz*. Brazil. pp.69.
28. Kumar, R. & Wehner, T. C. (2013). Quantitative analysis of generations for inheritance of fruit yield in watermelon. *Horticultural Science*, 48(7), 844-847.
29. Latifi, M., Barimavandi, A., Sedaghathoor, S. & Lipayi, S.R. (2012). Sowing date and plant population effects on seed yield of *Cucurbita pepo*. *International Journal of Agriculture and Biology*, 14, 641-644.
30. López Anido, F., Cravero, V., Asperelli, P., Firpo, T., Garcia, S. M. & Cointry, E. (2004). Heterotic patterns in hybrids involving cultivar-groups of summer-squash*, Cucurbita pepo* L. *Euphytica* 135(3), 355-360.
31. Loy, J.B. (2004). Morpho-physiological aspects of productivity and quality in squash and pumpkins (*Cucurbita* spp.). *Critical reviews in plant sciences,* 23(4):337-363.
32. Madadkhah, E., Bolandnazar, S. & Oustan, S. (2017). Effect of salt stress on growth, antioxidant enzymes activity, lipid peroxidation and photosystem II efficiency in cucumber grafted on cucurbit rootstock. *Iranian Journal of Horticultural Science,* 49(2), 465-475. .(In Farsi).
33. Mather, K. & Jinks, J. L. (1982). *Biometrical genetics* (3th ed.). Champan and Hall.
34. Meybodi, S.A.M. (2007). *Principles and basics of plant breeding* (1th ed.). Isfahan University of Technology Publications.
35. Navjot, K. (2018). Genetic studies of yield and its component traits using generation mean analysis in summer squash (*Cucurbita pepo* subsp. *pepo*).*Vegetable Science*, 45(2), 154-160
36. Nesom, G.L. (2011). New state records for *Citrullus*, *Cucumis*, and *Cucurbita* (Cucurbitaceae) outside of cultivation in the USA. *Phytoneuron,* 1, 1-7.
37. Obiadalla-Ali, H. A. (2006). Heterosis and nature of gene action for earliness and yield components in summer squash (*Cucurbita pepo* L.). *Assiut Journal of Agricultural Science*, 37, 123-135.
38. Paris, H.S. (2002). Multiple allelism at a major locus affecting fruit coloration in *Cucurbita pepo*. *Euphytica,* 125, 149-153.
39. Paris, H.S. & Kabelka, E. (2009). Gene list for *Cucurbit a* species. *Cucurbit Genetics Cooperative Report*, 31-32, 44-69.
40. Paris, H., Yonah, S., Portony, N., Mozes-Daube, V., Tzuri, N. & Katzir, G. (2003). Assessment of genetic relationships in (*Cucurbita pepo* L.) Cucurbitaceae using DNA markers. *Theoretical and Applied Genetics*, 106, 971-78.
41. Pandey, J. B. & Rao, T.V.R. (2010). Analysis of certain biochemical changes associated with growth and ripening of pumpkin fruit in relation to its seed development. *Journal of Pure and Applied Science*, 18, 34-39.
42. Peyvast, G.A. (2006). *Olericulture* (5th ed.)*.* Daneshpazar press.
43. Ranjbar, G.A. (2012). *Theoretical and Practical Plant Breeding* (2nd ed). Mazandaran University Press.

44. Rassam, G., Naddaf, M. & Sefidcon, F. (2007). Effect of planting date and plant density on yield and seed yield components of anise (*Pimpinella anisum* L.). *Pajouhesh & Sazandegi*, 75, 127-133.(In Farsi).
45. Rebolloza-Hernández, H., Castillo-Gutiérrez, A. & Carapia-Ruíz, V.E. (2016). Estimation of genetic parameters and selection of S1 lines in a segregating population of tropical maize. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 7(8), 1893-1904.
46. Saad, M. S. (2003). *Inheritance of some economical traits in Squash* (*Cucurbita pepo* L.). Ms.C. Thesis, Faculty of Agricultural Mansoura University, Egypt.
47. Savage, J.A., Haines, D.F. & Holbrook, N.M. (2015). The making of giant pumpkins: how selective breeding changed the phloem of *Cucurbita maxima* from source to sink. *Plant, Cell & Environment*, 38 (8), 1543-1554.
48. Swanton, C. J. & Weise, S. F. (1991). Integrated weed management: the rationale and approach. *Weed Technology*, 5(3), 657-663.
49. UPOV. (2016). Descriptors for Cucurbits guidelines for the conduct of tests for distictness, uniformity and stability Pumpkin (*Cucurbita pepo* L.). International union for the protection of new varieties of plants, 29 pp.
50. Villanueva-Verduzco, C., Ayala-Esteban, J. A., Villanueva-Sánchez, E., Sahagen-Castellanos, J., Sánchez Cabrera, I., Chaning Merrick, L. & Guadalupe Irizar Garzas, M. B. (2020). Changes of genetic variances and heritability by effect of selection in a Mexican local variety of Squash. *Journal of Agriculture and Horticulture Research*, 7(5), 225-230.
51. Walker, R. H. & Buchanan, G. A. (1982). Crop manipulation in integrated weed management systems. *Weed Science*, 30(1), 17-24.
52. Wu, T., Zhou, J., Zhang, Y. & Cao, J. (2007). Characterization and inheritance of a bush-type in tropical pumpkin (*Cucurbita moschata* Duch.). *Scientia Horticulture*, 114, 1-4.
53. Zraidi, A., Pachner, M., Lelley, T. & Obermayer, R. (2003). On the genetics and histology of the Hull-less character of styrian Oil-pumpkin (*Cucurbita pepo* L.). *Cucurbit Genetics Cooperative Report*, 26, 57-61.
54. Zraidi, A., Stift, G., Pachner, M., Shojaeiyan, A., Gong, L. & Lelley, T. (2007). A consensus map for *Cucurbita pepo* L. *Molecular Breeding*, 20(4), 375-388.