

## برآورد وراثت پذیری و پاسخ به انتخاب برای صفت تعداد میوه در جمعیت اصلاحی خیار

حمید کلوندی<sup>۱</sup>، جمالعلی الفتی<sup>۲\*</sup>، حبیب اله سمیع زاده لاهیجی<sup>۳</sup>، یاور وفایی<sup>۴</sup>

۱- دانشجوی دکتری، گروه علوم باغبانی، پردیس دانشگاهی دانشگاه گیلان، رشت، ایران.

۲- استادیار گروه علوم باغبانی، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران.

۳- استاد گروه بیوتکنولوژی، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران.

۴- استادیار گروه علوم باغبانی، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه کردستان، سنندج، ایران

\*نویسنده مسئول: jamalaliolfati@gmail.com

(تاریخ دریافت: ۹۷/۴/۱۰ تاریخ پذیرش: ۹۷/۷/۱۵)

## چکیده

تعداد میوه در بوته اصلی ترین صفت تعیین کننده پتانسیل عملکرد لاین های خیار است. در این تحقیق بذره های نسل  $F_1$  حاصل از تلاقی لاین های ۱۱۸ و ۱۱۹ خودگشن شده و نسل  $F_2$  به دست آمد. سپس هر یک از تک بوته ها، خودگشن شده و نتاج  $F_3$  به دست آمد. تعداد ۱۰ بوته از هر کدام از جمعیت های  $F_3$  خیار در خطوط جداگانه در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی کشت و صفات مرتبط با عملکرد جمعیت های  $F_3$  اندازه گیری و ثبت شد. سپس بذور جمعیت های برتر در سال زراعی بعد مجددا کشت شدند و اجازه گرده افشانی باز به آن ها داده شد. نتاج حاصل از گرده افشانی باز لاین های انتخابی به طور مخلوط جمع آوری و در سال زراعی بعد مجددا کشت شدند تا میزان پیشرفت ژنتیکی حاصل از انتخاب برای صفات مورد نظر تعیین گردد. نتایج نشان داد جمعیت اصلاحی به دست آمده با میانگین ۳۹/۸۲ میوه در بوته نسبت به میانگین جمعیت پایه با ۲۸/۹۱ میوه در بوته، ۳۷/۷۳ درصد ارتقاء یافت. بنابراین، می توان از جمعیت حاصل به عنوان منبع ژنتیکی امیدبخش خیار برای انتخاب لاین های پرمحصول در برنامه های اصلاحی بعدی استفاده نمود.

واژه های کلیدی: بذر ذخیره، پیشرفت ژنتیکی، تعداد میوه در بوته، دیفرانسیل گزینش.

## Number of fruit heritability and response to selection in breeding population of cucumber

H. Kalvandi<sup>1</sup>, J. Olfati<sup>2\*</sup>, H. Samizadeh Lahiji<sup>3</sup>, Y. Vafae<sup>4</sup>

1-Department of Horticultural Sciences, University Campus 2, University of Guilan, Rasht, Iran.

2- Department of Horticultural sciences, Faculty of Agricultural sciences, University of Guilan, Rasht, Iran.

3 -Department of Biotechnology, Faculty of Agricultural sciences, University of Guilan, Rasht, Iran.

4- Department of Horticultural sciences, Faculty of Agricultural sciences, University of Kurdistan, Sanandaj, Iran.

\*Corresponding author: jamalaliolfati@gmail.com

(Received: July 01, 2018, Accepted: October 07, 2018)

## Abstract

The number of fruits per plant is the main trait in cucumber that determines the yield potential of lines. The  $F_1$  generation was obtained from a cross between lines 118 × 119 lines. The  $F_2$  generation was achieved by inbreeding of the  $F_1$  progenies and each of the  $F_2$  plants were inbred for generation of  $F_3$  progenies. Ten plants of each  $F_3$  population were planted in separate lines in a completely randomized complete block design and on the  $F_3$  plant populations different traits were measured and recorded. After evaluation of the  $F_3$  populations, the stock-seeds of the selected lines were re-cultivated in the following year and allowed to be open pollinated. The open-pollinated off-springs of selected lines were collected in a bulk method and in the following year, re-cultivated once again to determine the genetic value of the selection. Results indicated that the bred population with an average of 39.82 fruits per plant was 37.73 percent improved in comparison to average of the  $F_3$  population (28.91 fruits per plant). Therefore, the bred population can be used as a selection sources for further breeding programs and selection of more valuable cucumber lines.

**Keywords:** Seed-stock, Genetic advanced, Number of fruit per plant, selection differential.

برجسته‌ای در اصلاح ماهیت ژنتیکی جوامع گیاهی و افزایش راندمان تولید داشته است (Nematzadeh and Kiani, 2010). به دلیل گزینش فنوتیپی گیاهان، این روش برای صفات با وراثت‌پذیری بالا موثر است (Fatehi and Maleki, 2007). با حذف گیاهان نامطلوب و گیاهان با سازگاری ضعیف یک رقم تجاری می‌تواند به سرعت برای تامین نیازهای بشر تولید شود (Wyszogrodzka *et al.*, 1986; Kumar *et al.*, 2017; Mashilo *et al.*, 2017). انتخاب توده‌ای در نسل‌های اولیه حاصل از خودگشنی هیبریدهای طالبی باعث افزایش فراوانی ژن‌های مطلوب شد (Mohammadi *et al.*, 2015). بر اساس میزان پیشرفت حاصل از انتخاب (Response to selection) و با توجه به شدت انتخاب (Selection differential) اعمال شده میزان وراثت‌پذیری قابل تشخیص صفات محاسبه می‌گردند (Falconer and Mackay, 1996). در خیار انتخاب دوره‌ای به منظور مقاومت به بیماری (Sloane *et al.*, 1985)، مقاومت به علفکش (Staub *et al.*, 1991) و جوانه‌زنی در دمای پایین (Nienhuis *et al.*, 1983) مورد استفاده قرار گرفته شده است.

تحقیقات نشان داده‌اند برای محصولی مانند خیار که میوه‌ها در مرحله بلوغ تجاری برداشت می‌گردند، بهترین شاخص ارزیابی و اصلاح عملکرد، انتخاب براساس تعداد میوه در بوته است (Wehner, 1989) و از آنجایی که تعداد میوه در خیار یک معیار پایدارتر از وزن یا ارزش میوه (fruit weight or value) در رابطه با عملکرد می‌باشد (Ells and McSay, 1981; Shukla *et al.*, 2010)، لذا این تحقیق با هدف ارزیابی کارایی انتخاب دوره‌ای به روش بذر ذخیره بر بهبود تعداد میوه در جمعیت‌های اصلاحی خیار به عنوان مهمترین صفت مرتبط با عملکرد انجام شد.

خیار (*Cucumis sativus* L.;  $2n = 2x = 14$ ) متعلق به خانواده کدوییان و از مهمترین محصولات باغی است که هر ساله سهم عمده‌ای را در بازار میوه به خود اختصاص می‌دهد (Chen *et al.*, 2011). طبق آخرین آمارنامه منتشره در سال ۱۳۹۶، سطح زیر کشت خیار گلخانه‌ای ایران در سال ۱۴۰۰۰۰ تن بوده برابر با ۶۴۲۲ هکتار و میزان تولید آن حدود ۳/۲ درصد از سطح زیر کشت خیار در جهان است. ایران حدود ۳/۲ درصد از سطح زیر کشت خیار در جهان را بخود اختصاص داده است. با این حال تقریباً همه بذرهای اصلاحی مورد استفاده وارداتی هستند و سالانه مقادیر قابل توجهی ارز برای خرید بذر خیار از کشور خارج می‌شود.

لازمه اصلاح محصولات باغی داشتن تنوع است. تنوع ژنتیکی مبنای تمام گزینش‌ها است. با بالا رفتن تنوع ژنتیکی در یک جامعه دامنه انتخاب وسیع‌تر می‌شود (Salehi Jozani *et al.*, 2003). یک به‌نژادگر گیاه، در صورتی می‌تواند موفقیت زیادی در برنامه‌های به‌نژادی خود داشته باشد که شناس انتخاب مواد مناسب و تنوع برای او وجود داشته باشد (Mardi *et al.*, 2003). از آنجا که خیار مزرعه‌ای با توجه به یکپایه بودن و جدایی مکانی گل‌های نر و ماده دگرگشن است و توسط حشرات گرده‌افشانی می‌شود، بنابراین با اجازه دادن به بوته‌ها برای گرده‌افشانی آزاد می‌توان به انتقال ژن‌ها در بین بوته‌ها کمک کرد. سپس با انتخاب دوره‌ای یا توده‌ای از میان بوته‌های برتر، در جهت افزایش صفات کمی و کیفی بوته‌ها اقدام نمود. با این حال، گرده گیاهان نامطلوب سبب کاهش کارایی این انتخاب در گیاهان دگرگشن می‌گردد. از این رو روش بذر ذخیره می‌تواند برای گیاهان دگرگشنی که صفات اصلاحی آن‌ها پس از گلدهی ظاهر می‌گردند روش مطلوب‌تری محسوب گردد (Nematzadeh and Kiani, 2010).

اصلاح جامعه گیاهی دگرگشن با استفاده از انتخاب توده‌ای نقش

## مواد و روش‌ها

این پژوهش طی سال‌های ۱۳۹۵-۱۳۹۲ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه کردستان با مختصات جغرافیایی ۳۵ درجه و ۲۰ دقیقه شمالی و ۴۷ درجه و ۲۱ دقیقه شرقی و ارتفاع ۱۴۵۰ متر از سطح دریا انجام شد. به منظور مطالعه وراثت‌پذیری و کارایی انتخاب صفت تعداد میوه در خیار به منظور افزایش عملکرد میوه، ابتدا دو لاین ۱۱۸ و ۱۱۹ که در تحقیقات قبلی دارای ترکیب‌پذیری مناسبی بودند (Olfati et al., 2011; 2012)، از موسسه بذر سبزیجات تایوان تهیه شدند. لاین ۱۱۸ یک لاین از نوع مخصوص فرآوری، با چندین گل ماده در هر گره، طول ساقه اصلی کوتاه و میوه‌هایی با اندازه کوچک و لاین ۱۱۹ که از تیپ تازه‌خوری، عمدتاً دارای یک میوه در هر گره، دارای عادت رشدی نامحدود و میوه‌هایی با اندازه متوسط بود. از تلاقی این لاین‌ها با هم بذره‌های  $F_1$  و از طریق خودگشتی بذره‌های  $F_1$ ، نسل  $F_2$  حاصل شد. سپس هر یک از تک بوته‌ها، خودگشتن و نتاج  $F_2$  به دست آمد. نسل  $F_2$  از طریق خودگشتی بوته‌های  $F_1$  حاصل شد. سپس هر یک از تک بوته‌های  $F_2$ ، خودگشتن و نتاج  $F_2$  حاصل شد. در سال زراعی بعد، ۱۰ بوته از هر کدام از جمعیت‌های  $F_2$  در خطوط جداگانه در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی کشت و صفاتی شامل تعداد میوه در بوته، طول بوته، طول ۱۵ میانگره‌ی اول، تعداد گل ماده، طول میوه بالغ، طول برگ، عرض برگ، تعداد گل نر، طول دم میوه بالغ، طول شاخه جانبی و تعداد برگ به دقت اندازه‌گیری و ثبت شد. اندازه‌گیری‌ها زمانی انجام شد که روی همه بوته‌ها یک میوه با اندازه بزرگ وجود داشت. برای ثبت صفات میوه، میوه‌ها تا زمان بلوغ و تغییر رنگ و نرم شدن روی بوته نگهداری شدند (Wehner, 1989). نحوه اندازه‌گیری تمام صفات طبق دستور العمل اندازه‌گیری صفات در خیار (UPOV) صورت گرفت. باید دقت داشت که در این مرحله تک بوته ارزیابی شد

و امکان ارزیابی عملکرد وجود نداشت. از این رو، تعداد میوه که به عنوان مهم‌ترین شاخص انتخاب عملکرد و دارای بیشترین اثر مستقیم بر عملکرد خیار معرفی شده است، ارزیابی شد (Wehner, 1989).

با توجه به اینکه بذرها بلافاصله پس از بذرگیری جوانه‌زنی ضعیفی نشان دادند، بذور خیار پس از یک دوره کوتاه پس‌رسی (بذرها در دمای سرد و هوای مرطوب قرار گرفتند)، جهت کشت به گلخانه منتقل شده و درون گلدان‌های نشایی کشت شدند. پس از ۳ برگی شدن نشاء‌ها، گیاهان به زمین اصلی در مزرعه منتقل و به صورت ردیفی کشت شدند. پس از کشت بوته‌ها تمامی صفات مورفولوژیکی ثبت و اندازه‌گیری شد. زمین آزمایش از نوع لومی‌شنی بود که قبل از کشت توسط عملیات شخم‌زنی و دیسک‌زنی آماده شد. فاصله بین ردیف‌ها در تمام مراحل کشت ۱ متر و فاصله بین بوته‌ها ۵۰ سانتی‌متر بود. قبل از کشت ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژنه‌ی اوره و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفره سوپرفسفات تریپل و ۸۰ کیلوگرم در هکتار کود پتاسه سولفات پتاسیم استفاده شد. در حین رشد از کودهای سرک نیتروژنه، فسفره و کودهای مایع میکرو به میزان لازم و در زمان ۵۰ درصد گلدهی استفاده شد. سیستم آبیاری از نوع قطره‌ای و میزان آبیاری حدوداً به میزان ۲۵۰ مترمربع در هکتار و سه بار در هفته انجام شد. جهت جلوگیری از هدر رفت آب و رشد بهتر بوته‌ها مالچ پلاستیکی روی ردیف‌ها کشیده شد. آفات و علفهای هرز توسط روش‌های بیولوژیک کنترل شدند بدین صورت که از کارتهای فرومون زرد و آبی (تله کارت) برای کنترل و جذب تریپس، مگس‌های سفید و شته‌ها استفاده شد. برای کنترل علف‌های هرز پانزده روز یکبار به‌صورت دستی وجین صورت گرفت.

پس از بررسی جمعیت  $F_2$  بذر ذخیره جمعیت‌های برتر انتخاب شده مجدداً در سال زراعی بعد در قالب آزمایش بلوک‌های

در تعداد میوه، در برخی موارد، دارای صفات مناسب دیگری نیز بودند که در جدول ۲ قابل مشاهده است. به عنوان مثال، لاین ۱۲۰۲۹۹۳ دارای بیشترین ارتفاع بوته (۱۵۱ سانتی‌متر) بود که برای استفاده در برنامه اصلاحی خیار گلخانه‌ای در آینده می‌تواند مفید باشد و همچنین لاین‌های ۱۲۰۰۵۹۳ و ۱۲۰۳۳۹۳ دارای تعداد بالایی از گل‌های ماده بودند که این امر سبب بالا بودن تعداد میوه در بوته در لاین‌های مذکور می‌گردد (Wehner, 1989). از نظر طول میوه رسیده، لاین‌های انتخابی جزو لاین‌های با طول کم تا نزدیک به میانگین بودند که این امر می‌تواند با تعدد میوه در بوته در ارتباط باشد. وجود تنوع ژنتیکی در جمعیت پایه یکی از اصول اساسی و نیازهای اولیه برای شروع برنامه اصلاحی است که در تحقیق حاضر این تنوع در جمعیت پایه به خوبی نمایان است.

بررسی نتایج حاصل از گرده‌افشانی باز لاین‌های انتخابی که به صورت مخلوط مجدداً کشت شدند، نشان داد که جمعیت اصلاحی به دست آمده دارای میانگین ۳۹/۸۲ میوه در بوته بود که این میزان نسبت به میانگین جمعیت پایه (۲۸/۹۱ میوه در بوته) افزایش یافته است. بر این اساس، میزان دیفرانسیل انتخاب برای این صفت برابر با ۱۳/۲۲، پاسخ به انتخاب برابر با ۱۰/۹۱ و میزان وراثت‌پذیری عمومی برابر با ۸۲ درصد به دست آمد (جدول ۳). برآورد پیشرفت ژنتیکی در صورتی که واریانس ژنتیکی و فنوتیپی در چرخه‌های مختلف ثابت در نظر گرفته شود، می‌تواند جهت پیش‌بینی فرآیند انتخاب به خوبی مورد استفاده قرار گیرد (Amand and Wehner, 2001). همچنین، در این رابطه میزان وراثت‌پذیری تعداد میوه در بوته خیار ۹۸/۶۳ درصد گزارش و ادعا شد که محیط تأثیر کمتری روی این صفت دارد. بنابراین می‌توان با انتخاب مستقیم برای این صفت، در جهت افزایش عملکرد خیار اقدام نمود (Pal et al., 2016). برخی محققین میزان وراثت‌پذیری تعداد میوه

کامل تصادفی کشت شدند و اجازه گرده‌افشانی باز به آن‌ها داده شد. از هر کدام از جمعیت‌های انتخاب شده ۱۰ بوته در هر تکرار کشت شدند و میانگین ارزیابی آنها برای هر صفت ثبت شد. نتایج حاصل از گرده‌افشانی باز لاین‌های انتخابی به‌طور مخلوط جمع‌آوری و در سال زراعی بعد مجدداً با همان شرایط قبلی کشت شدند تا میزان پیشرفت ژنتیکی حاصل از انتخاب برای صفات مورد نظر تعیین گردد. میزان پاسخ به انتخاب (R) از طریق تفریق میانگین جامعه اصلاحی از میانگین جمعیت پایه انتخابی در نسل سوم ( $F_3$ ) محاسبه شد و شدت انتخاب (S) از طریق تفریق میانگین بوته‌های انتخاب شده از میانگین جمعیت پایه انتخابی در نسل سوم ( $F_3$ ) بدست آمد. همچنین بر اساس پیشرفت ژنتیکی، میزان وراثت‌پذیری قابل تشخیص صفت تعداد میوه در بوته که در نسل‌های قبلی نیز امکان ثبت آن فراهم بود، از طریق رابطه ( $h^2=R/S$ ) محاسبه شد (Falconer and Mackay, 1996).

## نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس و مقایسه میانگین (جدول ۱ و ۲) صفات نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین جمعیت‌های انتخابی  $F_3$  از نظر صفات مورد بررسی وجود داشت. این جمعیت‌ها از این پس لاین خوانده می‌شوند و برای نامگذاری آنها از اعداد ۱ و ۲ که کد والدین، شماره بوته در جمعیت متنوع و سال نامگذاری استفاده شد. جدول ۲ نشان داد که از نظر عملکرد، لاین ۱۲۰۰۵۹۳ با میانگین ۵۵ میوه در بوته به عنوان یکی از لاین‌های انتخابی، بیشترین تعداد میوه در بوته را به خود اختصاص داد. بنابراین، از آنجا که هدف اصلی این طرح بهبود میزان عملکرد بود، از بین لاین‌های کشت شده جمعیت پایه، تعداد ۱۵ لاین که دارای تعداد میوه در بوته بالاتری نسبت به میانگین جمعیت پایه بودند، انتخاب شدند. لاین‌های انتخابی علاوه بر برتری نسبی

محققین با استفاده از انتخاب دوره‌ای مشاهده کردند که به طور متوسط ۵۴ درصد افزایش عملکرد با استفاده از جمعیت متنوع حاصل از تلاقی‌هایی که در قالب طرح کارولینای شمالی حاصل شد، به دست آمد. علاوه بر این، زودرسی به طور متوسط در این جمعیت طی ۱۰ دوره انتخاب، ۶۵ درصد افزایش یافت (Wehner and Cramer, 1996a).

علیرغم اهمیت اقتصادی و تنوع ژنتیکی زیادی که خیار دارد، فعالیت‌های به‌نژادی زیادی روی آن صورت نگرفته است و از این منظر، می‌توان اهمیت انجام پروژه‌های به‌نژادی را به خوبی احساس کرد. برآورد پارامترهای ژنتیکی مانند وراثت‌پذیری در انتخاب برنامه‌های اصلاحی و انتقال صفات مطلوب خیار از نسلی به نسل دیگر مفید هستند (Kumar et al., 2013). همچنین، برآورد پاسخ به انتخاب در صفات مختلف جهت مقایسه روش‌های مختلف اصلاح و تصمیم‌گیری در این رابطه، مورد نیاز است (Aliabadi et al., 2012).

### نتیجه‌گیری کلی

در مجموع پژوهش حاضر نشان داد که بین لاین‌های مورد نظر، اختلاف بالایی از نظر صفات مورد اندازه‌گیری وجود دارد و این تنوع می‌تواند جهت تولید لاین‌های با عملکرد بالا مورد توجه قرار گیرد. همچنین نتایج بیانگر آن بود که تعداد میوه در بوته خیار که به عنوان یک صفت اقتصادی و مهم مطرح می‌باشد، دارای وراثت‌پذیری بالا و پاسخ به انتخاب مناسبی بود. بنابراین، صفت مذکور کمتر تحت تاثیر محیط قرار گرفت و می‌توان از روش‌های انتخاب به منظور افزایش تعداد میوه در بوته و به تبع آن افزایش عملکرد خیار استفاده نمود و در پژوهش‌های بعدی در راستای معرفی لاین‌های پرمحصول از جمعیت اصلاحی اقدام نمود. همچنین، در این تحقیق از تکنیک بذر ذخیره‌ای به منظور جلوگیری از تأثیر منفی گرده گیاهان نامطلوب استفاده

در بوته خیار را ۷۹/۶۰ درصد گزارش کرده‌اند (Kumar et al., 2013). این نتایج با یافته‌های سایر محققین مبنی بر بالا بودن وراثت‌پذیری این صفت مطابقت داشت (Shukla et al., 2010; Gaikwad et al., 2011; Veena et al., 2012; Yadav et al., 2012). همچنین، (Golabadi et al., 2015) پی بردند که برای صفت تعداد میوه در بوته میزان وراثت‌پذیری عمومی در جمعیت حاصل از تلاقی دای‌الل کامل معنی‌دار شد و به اهمیت عمل افزایشی ژن‌ها در کنترل این صفت اشاره نمودند و گزارش کردند که انتخاب دوره‌ای برای اصلاح این صفت کارآمد خواهد بود. در پژوهشی دیگر ادعا شده که میزان وراثت‌پذیری عمومی به رقم و نیز مرحله برداشت بستگی دارد. به‌طوری که وراثت‌پذیری عمومی در برداشت‌های دوم و سوم نسبت به برداشت اول دارای ثبات بیشتری است (López-Sesé and Staub, 2002).

عملکرد میوه در خیار صفتی کمی است که میزان وراثت‌پذیری آن پایین می‌باشد و به همین خاطر اصلاح آن با مشکلاتی روبرو است (Smith et al., 1978). یکی از راه‌های افزایش عملکرد، انتخاب غیرمستقیم از طریق صفاتی است که همبستگی بالایی با عملکرد دارند و در عین حال از وراثت‌پذیری بالایی برخوردارند (Cramer and Wehner, 2000). در خیار گزارش شده که وراثت‌پذیری تعداد میوه (۰/۱۷) نسبت به وزن میوه (۰/۰۲) بسیار بیشتر است (Smith et al., 1978) و پیشنهاد شده که به منظور انتخاب غیرمستقیم برای افزایش عملکرد میوه مورد استفاده قرار گیرد (Cramer and Wehner, 2000).

انتخاب دوره‌ای به منظور بهبود صفات کمی که وراثت‌پذیری پایینی دارند از طریق چرخه‌های پی در پی روشی بسیار کارآمد است (Cramer and Wehner, 1999). روش‌های انتخاب دوره‌ای جهت بهبود عملکرد در خیار موثر هستند (Lertrat and Lower, 1984; Nienhuis and Lower, 1988; Wehner, 1989; Wehner and Cramer, 1996a, 1996b).



شد که می تواند نویدبخش افزایش کارایی روش انتخاب دوره‌ای در پژوهش‌های آتی باشد.

## REFERENCES

- Aliabadi, E., Amiri, R., & Lotfi, M. (2012). Inheritance of Traits Affecting Flavor in Cucumber and Introduction of the Best Index for Flavor Breeding. *Seed and Plant Improvement Journal*, 28(1), 1-15.
- Amand, P. C. S., & Wehner, T. C. (2001). Heritability and genetic variance estimates for leaf and stem resistance to gummy stem blight in two cucumber populations. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 126(1), 90-94.
- Chen, H., Tian, Y., Lu, X., & Liu, X. (2011). The inheritance of two novel subgynoecious genes in cucumber (*Cucumis sativus* L.). *Scientia horticulturae*, 127(3), 464-467.
- Cramer, C. S., & Wehner, T. C. (1999). Testcross performance of three selection cycles from four pickling cucumber populations. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 124(3), 257-261.
- Cramer, C. S., & Wehner, T. C. (2000). Path analysis of the correlation between fruit number and plant traits of cucumber populations. *HortScience*, 35(4), 708-711.
- Ells, J.E. and McSay, A.E., 1981. Yield comparisons of pickling cucumber cultivar trials for once-over harvesting. *HortScience*. 16:187-189.
- Falconer, D. S. & Mckay, T. F. C. (1996). Genetic constitution of a population. Introduction to quantitative genetics, 1, 5-22.
- Fatehi, Fatehi, F. & Maleki, M. (2007). *Plant Breeding*. Dibagaran Publication. 340 pp. (In Farsi)
- Gaikwad, A. G., Musmade, A. M., Dhumal, S. S. and Sonawane, H. G. (2011). Variability studies in cucumber (*Cucumis sativus* L.). *Ecology Environment and Conservation*, 17(4), 799-802.
- Golabadi, M., Golkar, P., & Eghtedary, A. (2015). Combining ability analysis of fruit yield and morphological traits in greenhouse cucumber (*Cucumis sativus* L.). *Canadian Journal of Plant Science*, 95(2), 377-385.
- Kumar, R., Kumar Meena, K. & Yadav, N. (2017). Breeding cucumber for quality improvement. *International Journal of Farm Sciences*, 7(1), 54-56.
- Kumar, S., Kumar, D., Kumar, R., Thakur, K. S. & Singh Dogra, B. (2013). Estimation of Genetic Variability and Divergence for Fruit Yield and Quality Traits in Cucumber (*Cucumis Sativus* L.) in North-Western Himalays. *Universal Journal of Plant Science*, 1, 27-36.
- Lertrat, K., & Lower, R. L. (1984). *Pickling cucumber population improvement for increased fruit yield II*. Report: Cucurbit genetics cooperative (USA).
- López-Sesé, A. I., & Staub, J. (2002). Combining ability analysis of yield components in cucumber. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 127(6), 931-937.
- Mardi, M., Talei, A. R. & Omid, M. (2003). Study of genetic diversity and identification of yield components in Desi Chickpea. *Iranian J. Field Crop Research*, 34, 345-351.
- Mashilo, J., Shimeles, H. & Odindo, A. (2017). Phenotypic and genotypic characterization of bottle gourd [*Lagenaria siceraria* (Molina) Standl.] and implications for breeding: A Review. *Journal of Scientia Horticulturae*, 222, 136-144.
- Mohammadi, R., Dehghani, H. & Karimzadeh, Gh. (2015). Graphic analysis of trait relations of cantaloupe using the Biplot method. *Journal of Plant Production Research*, 21(4), 43-62.
- Nematzadeh, Gh. A. & Kiani, G. (2010). *Plant breeding (classic methods)*. University of Agriculture Press, Sciences and Natural Resources of Sari. (In Farsi)
- Nienhuis, J., Lower, R. L., & Staub, J. E. (1983). Selection for improved low temperature germination in cucumber. *Journal-American Society for Horticultural Science*, 108, 1040-1043.

- Nienhuis, J., & Lower, R. L. (1988). Comparison of two recurrent selection procedures for yield in two pickling cucumber populations. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 113, 272-276.
- Olfati, J. A., Peyvast, Gh., Samizadeh, H., Rabiei, B. & Khodaparast, S. A. (2011). Estimation of general combinability, Private combining and heterozygosity a number of cucumber lines for performance through incomplete diallel crossings. *Journal of Iranian Horticultural Sciences*, 42(1), 53-64. (In Farsi)
- Olfati, J. A., Peyvast, Gh., Samizadeh, H., Rabiei, B. & Khodaparast, S. A. (2012). Estimation of general combinability, Private combining and heterozygosity a number of cucumber lines for the quality of fruit through incomplete diallel crossings. *Journal of Iranian Horticultural Sciences*, 26(4), 350-357. (In Farsi)
- Pal, S., Sharma, H., Rai, A. K., & Bhardwaj, R. K. (2016). Genetic variability, heritability and genetic gain for yield and quality traits in cucumber (*Cucumis sativus* L.). *Supplement on Genetics and Plant Breeding*, 11(3), 1985-1990.
- Salehi-Jozani, G., Abd-Mishani, S., Hoseinzadeh, A. H., & Seied Tabatabaei, B.E. (2003). Genetic diversity analysis of commercial potato cultivars (*Solanum tuberosum*) in Iran using RAPD- PCR technique. *Iranian Journal of Agriculture*, 34(4):1021-1029. (In Farsi)
- Sloane, J. T., Wehner, T. C., & Jenkins Jr, S. F. (1985). Inheritance of resistance to *Rhizoctonia* fruit rot in cucumber. *HortScience*. 20: 1119-1120.
- Shetty, N. V., & Wehner, T. C. (2002). Screening the cucumber germplasm collection for fruit yield and quality. *Crop science*, 42(6), 2174-2183.
- Shukla, I. N., Shunder, S., Singh, D. K., Singh, N., Pandey, R. & Awasti, P. N. (2010). Genetic variability and selection parameters for fruit yield in cucumber (*Cucumis sativus* L.). *Current Advances in Agricultural Sciences*. 2(2), 107-108.
- Smith, O. S., Lower, R. L., & Moll, R. H. (1978). Estimates of heritabilities and variance components in pickling cucumber [Cultivars]. *Journal American Society for Horticultural Science*. 103, 222-225.
- Staub, J. E., Lower, R. L., & Nienhuis, J. (1988). Correlated responses to selection for low temperature germination in cucumber. *HortScience*. 23, 745-746.
- Veena, R., Sidhu, A. S., Pitchaimuthu, M. & Souravi, K. (2012). Genetic evaluation of some cucumber (*Cucumis sativus* L.) genotypes for some yield and related traits. *Electronic Journal of Plant Breeding*, 3(3), 945-948.
- Wehner, T. C. (1989). Breeding for improved yield in cucumber. *Plant Breeding Reviews*, 6, 323-359.
- Wehner, T. C., & Cramer, C. S. (1996a). Gain for pickling cucumber yield and fruit shape using recurrent selection. *Crop science*, 36(6), 1538-1544.
- Wehner, T. C., & Cramer, C. S. (1996b). Ten cycles of recurrent selection for fruit yield, earliness, and quality in three slicing cucumber populations. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 121(3), 362-366.
- Wyszogrodzka, A. J., Williams, P. H. & Peterson, C. E. (1986). Search for resistance to gummy stem blight (*Didymella bryoniae*) in cucumber (*Cucumis sativus* L.). *Euphytica*, 35, 603-613.
- Yadav, Y. C., Kumar, S. and Singh, R. (2012). Studies on genetic variability, heritability and genetic advance in cucumber (*Cucumis sativus* L.). *HortFlora Research Spectrum*, 1(1), 34-37.

جدول ۱- تجزیه واریانس اثر لاین های F<sub>p</sub> بر صفات مورد بررسی

منبع تغییرات	درجه آزادی	تعداد میوه در بوته	طول بوته	طول ۱۵ میانگره اول	طول میوه بالغ	تعداد ماده	گل	طول برگ	عرض برگ	تعداد گل	تعداد برگ	گل	تعداد گل	تعداد میوه در بوته	طول شاخه جانبی
بلوک	۲	۶/۵۱ <sup>ns</sup>	۱۰۲۲/۸*	۴۱۹/۰۲*	۰/۶۵ <sup>ns</sup>	۹۹/۲۲*	۰/۹۷ <sup>ns</sup>	۲۰/۲۵ <sup>***</sup>	۱/۴۶ <sup>ns</sup>	۰/۵۲ <sup>ns</sup>	۱۱/۳۶ <sup>ns</sup>				
لاین	۱۴	۳۱۶/۵ <sup>***</sup>	۳۶۳/۸*	۲۲۳/۰۵*	۴۵/۶۵ <sup>***</sup>	۳۲۶/۰۶ <sup>***</sup>	۳۷/۵۲ <sup>***</sup>	۳۹/۸۷ <sup>***</sup>	۹۱/۹۵ <sup>***</sup>	۴۵۵/۱۱ <sup>***</sup>	۱۵۸۲/۳۵ <sup>***</sup>				
خطا	۲۸	۱۲/۹۳	۲۳۸/۲۲	۱۵۹/۲۱	۲/۲۶	۲۲/۱۵	۳/۴۷	۲/۱۳	۲/۷۵	۱۸/۹۸	۸/۵۶				
ضریب تغییرات (%)		۱۲/۴۴	۱۲/۱۹	۱۴/۴۶	۷/۶۶	۱۲/۱۸	۱/۵۱	۶/۸	۱۰/۳۵	۸/۲۱	۳/۵۷				

ns: غیر معنی دار؛ \*: معنی دار در سطح احتمال ۹۵ درصد؛ \*\*: معنی دار در سطح احتمال ۹۹ درصد

جدول ۲- میانگین لاین های انتخابی F<sub>p</sub> خیار

لاین	طول شاخه جانبی	تعداد برگ	تعداد گل	عرض برگ	طول برگ	تعداد گل ماده	طول میوه بالغ	طول ۱۵ میانگره اول	طول بوته	تعداد میوه در بوته
۱۲۰۰۵۹۳	۸۳/۰۰±۲/۰۴	۵۸/۰۰±۲/۷۱	۲۱/۰۰±۲/۷۱	۱۸/۳۳±۲/۰۸	۱۶/۶۶±۰/۵۸	۶۰/۰۰±۰/۸۵	۱۱/۰۰±۰/۹۲	۶۷/۳۳±۲/۰۴	۱۰۷/۳۳±۴/۰۸	۵۵/۰۰±۱/۰۳
۱۲۰۰۶۹۳	۸۹/۶۶±۱/۹۰	۵۵/۰۰±۱/۸۹	۸/۰۰±۱/۰۵	۲۳/۳۳±۱/۸۶	۱۴/۳۳±۰/۹۶	۵۰/۰۰±۰/۹۲	۱۵/۰۰±۲/۰۵	۶۴/۰۰±۳/۱۳	۱۰۷/۳۳±۲/۵۱	۴۰/۶۶±۰/۸۰
۱۲۰۰۷۹۳	۹۹/۰۰±۳/۷۳	۵۸/۰۰±۲/۱۸	۲۲/۰۰±۲/۱۱	۲۶/۳۳±۳/۱۰	۱۹/۰۰±۱/۲۷	۴۷/۰۰±۰/۶۴	۱۶/۰۰±۱/۶۴	۶۷/۰۰±۲/۱۸	۹۳/۰۰±۲/۹۷	۳۷/۳۳±۰/۶۲
۱۲۰۰۸۹۳	۵۳/۰۰±۱/۹۲	۴۰/۰۰±۲/۹۳	۱۱/۶۶±۱/۰۴	۱۸/۶۶±۱/۰۳	۱۲/۰۰±۰/۶۹	۴۸/۰۰±۱/۸۷	۱۵/۰۰±۰/۸۳	۸۳/۰۰±۳/۵۸	۱۲۸/۰۰±۶/۸۰	۴۳/۰۰±۱/۲۱
۱۲۰۰۹۹۳	۶۶/۰۰±۲/۴۳	۵۰/۰۰±۳/۰۷	۵/۳۳±۰/۸۰	۱۹/۶۶±۱/۹۲	۱۷/۳۳±۱/۰۸	۵۶/۶۶±۲/۶۲	۱۳/۰۰±۰/۶۷	۶۹/۰۰±۱/۰۹	۱۱۳/۳۳±۱/۰۴	۵۳/۰۰±۰/۴۹
۱۲۰۱۰۹۳	۴۴/۰۰±۱/۸۵	۴۲/۶۶±۱/۰۵	۶/۰۰±۰/۸۲	۱۷/۰۰±۰/۹۷	۱۲/۶۶±۰/۸۶	۴۴/۰۰±۰/۸۹	۱۷/۰۰±۲/۷۴	۸۴/۳۳±۲/۸۳	۱۱۳/۰۰±۲/۰۶	۳۴/۰۰±۱/۵۷
۱۲۰۱۴۹۳	۶۴/۰۰±۲/۷۵	۴۲/۶۶±۱/۵۸	۸/۰۰±۰/۹۸	۱۸/۰۰±۲/۱۵	۱۲/۶۶±۱/۰۴	۴۷/۰۰±۱/۵۲	۱۷/۰۰±۱/۰۷	۸۸/۶۷±۲/۱۰	۱۱۸/۳۳±۳/۳۷	۳۵/۰۰±۲/۰۱
۱۲۰۱۶۹۳	۱۰۵/۰۰±۴/۰۸	۵۸/۰۰±۲/۸۳	۱۶/۰۰±۱/۱۶	۱۶/۶۶±۱/۰۷	۱۴/۶۶±۱/۹۱	۵۴/۰۰±۰/۹۶	۱۵/۰۰±۱/۶۲	۹۲/۰۰±۱/۶۷	۱۳۰/۰۰±۴/۰۶	۴۲/۰۰±۱/۰۸
۱۲۰۱۹۹۳	۸۵/۰۰±۰/۹۱	۶۴/۶۶±۳/۱۲	۱۵/۶۶±۱/۰۷	۲۰/۰۰±۱/۳۰	۱۳/۶۶±۲/۰۷	۵۵/۰۰±۱/۰۸	۱۵/۰۰±۰/۸۹	۸۳/۳۳±۲/۴۲	۱۳۶/۰۰±۱/۷۲	۴۲/۰۰±۱/۲۵
۱۲۰۲۹۹۳	۴۰/۶۶±۱/۶۴	۳۸/۰۰±۱/۵۴	۱۱/۶۶±۰/۰۹۵	۲۰/۰۰±۱/۵۲	۱۶/۰۰±۱/۴۰	۵۲/۰۰±۲/۳۰	۱۶/۰۰±۱/۵۰	۱۰۶/۰۰±۰/۰۸	۱۵۱/۰۰±۵/۱۶	۴۰/۰۰±۱/۱۶
۱۲۰۳۰۹۳	۹۴/۰۰±۲/۸۰	۷۰/۰۰±۳/۴۰	۱۶/۰۰±۲/۰۶	۲۳/۶۶±۲/۱۰	۲۱/۳۳±۳/۴۰	۴۵/۰۰±۱/۱۴	۱۷/۰۰±۱/۹۷	۹۸/۳۳±۱/۰۴	۱۴۶/۰۰±۴/۶۴	۳۵/۰۰±۰/۹۱
۱۲۰۳۱۹۳	۹۳/۰۰±۳/۷۴	۶۶/۰۰±۲/۰۶	۱۸/۰۰±۱/۸۵	۲۷/۳۳±۲/۵۸	۱۸/۰۰±۱/۷۵	۴۵/۰۰±۰/۹۱	۱۶/۰۰±۲/۰۸	۸۷/۰۰±۴/۰۶	۱۲۳/۰۰±۲/۳۷	۴۰/۰۰±۱/۲۸
۱۲۰۳۲۹۳	۸۵/۰۰±۱/۹۵	۶۰/۰۰±۲/۱۷	۱۴/۳۳±۲/۰۸	۲۱/۳۳±۰/۸۳	۲۱/۰۰±۲/۴۳	۴۸/۰۰±۱/۶۹	۱۶/۰۰±۱/۸۰	۹۴/۰۰±۲/۹۰	۱۳۶/۰۰±۴/۵۲	۳۸/۰۰±۱/۰۴
۱۲۰۳۳۹۳	۸۲/۰۰±۲/۷۶	۵۰/۰۰±۱/۹۱	۱۵/۶۶±۰/۹۴	۱۹/۶۶±۱/۱۲	۱۶/۰۰±۱/۲۰	۶۰/۰۰±۲/۷۳	۱۳/۰۰±۱/۷۳	۸۷/۳۳±۳/۸۳	۱۲۵/۰۰±۵/۹۱	۵۱/۰۰±۲/۱۹
۱۲۰۳۴۹۳	۶۷/۳۳±۱/۰۸	۵۴/۰۰±۲/۰۳	۱۲/۰۰±۱/۱۴	۱۸/۳۳±۱/۰۹	۱۴/۳۳±۰/۹۳	۵۶/۳۳±۱/۸۰	۱۵/۰۰±۰/۹۴	۱۰۲/۰۰±۱/۰۹	۱۲۳/۳۳±۱/۷۸	۴۶/۰۰±۱/۹۳
LSD%5	۳/۴۷	۵/۵۹	۱/۹۳	۵/۲۱	۲/۶۶	۶/۸۴	۵/۳۸	۵/۱۷	۵/۲۵	۲/۸۷
LSD%1	۴/۴۹	۷/۱۲	۲/۵۱	۵/۷۲	۳/۳۱	۸/۴۹	۵/۹۱	۷/۵۸	۶/۶۵	۳/۱۳

جدول ۳- محاسبه میزان وراثت پذیری عمومی، پیشرفت ژنتیکی و پاسخ به انتخاب برای صفت تعداد میوه در بوته

میانگین جمعیت F3	میانگین منتخب	لاین های اصلاحی	میانگین جمعیت	تفاوت انتخاب	پاسخ به انتخاب	وراثت پذیری عمومی
۲۸/۹۱	۴۲/۱۳	۳۹/۸۲	۱۳/۲۲	۱۰/۹۱	۰/۸۲	