نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۶، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۱ ، ص. ۳۵۷-۳۵۰
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

Journal of Horticultural Science
Vol. 26, No. 4, Winter 2013, P. 350-357
ISSN: 2008 - 4730

برآورد ترکیب پذیری عمومی، خصوصی و هتروزیس تعدادی از لاینهای خیار برای کیفیت میوه از طریق تلاقی دی آلل ناقص

جمالعلی الفتی چیرانی[1*]- غلامعلی پیوست[2]- حبیب اله سمیع زاده لاهیجی[3]- بابک ربیعی[4]- سیداکبر خداپرست[5]

تاریخ دریافت:۱۳۸۸/۱۱/۵
تاریخ پذیرش:۱۳۹۱/۷/۲۲

چکیده

با استفاده از روش تلاقی دی آلل می‌توان ترکیب پذیری عمومی و خصوصی والدین و نتاج حاصل از آنها و همچنین میزان هتروزیس را برای صفات مورد نظر بررسی نمود. ترکیب پذیری و هتروزیس صفات کیفی میوه لاینهای خیار (*Cucumis sativus* L.) در قالب آزمایش دی آلل ناقص ۶×۶ به منظور تعیین نحوه عمل ژنها طی سالهای زراعی ۱۳۸۹-۱۳۸۷ مورد بررسی قرار گرفت. نتایج تجزیه واریانس اختلاف زیادی را در نسل F1 نشان داد و ارزش هر یک از والدها در هیبریدها مورد بررسی قرار گرفت. مقادیر ترکیب پذیری عمومی و خصوصی نیز اختلاف معنی‌داری را نشان داد. میزان ترکیب پذیری خصوصی صفت اندازه حفره بذر از ترکیب پذیری عمومی آنها بیشتر بود که نشان دهنده عمل توام افزایشی و غیر افزایشی ژنها است. رنگ میوه با توجه به ترکیب پذیری عمومی بالا توسط عمل افزایشی ژن‌ها کنترل می‌شود. شکل میوه و ظاهر کلی میوه با توجه با ترکیب پذیری عمومی بالای این صفت به صورت افزایشی و غیر افزایشی کنترل می‌شود. لاینهای ۶۰۵ و ۱۱۸ با توجه به ترکیب پذیری عمومی و خصوصی بالا برای تولید بذر هیبرید خیار مطلوب است و توصیه می‌گردد.

واژه های کلیدی: گریفینگ، وراثت پذیری، واریانس افزایشی، واریانس غالبیت

مقدمه

خیار (*Cucumis sativus* L.) یکی از محصولات عمده در بخش سبزیکاری است که سالهاست بذور مورد نیاز آن از کشورهای مختلف وارد می‌شود و در زمینه اصلاح آن در داخل کشور اقدام عملی مفیدی صورت نگرفته است. اولین گام اصلاحی یافتن والدینی مناسب جهت انجام تلاقیهای لازم برای تولید هیبریدهای مناسب است. یکی از روش‌های پرکاربرد در این زمینه روش تلاقی دی آلل است که در سال ۱۹۱۹ توسط اسمیت بنا نهاده شد. با استفاده از این روش می‌توان ترکیب پذیری عمومی و خصوصی والدین و نتاج حاصل از آنها و همچنین میزان هتروزیس را برای صفات مورد نظر بررسی نمود. برای این منظور با یکی از دو پیش فرض ثابت یا تصادفی بودن ژنوتیپهای مورد بررسی تجزیه ژنتیکی بر اساس یکی از ۴ روش پیشنهادی گریفینگ انجام می‌شود. چنانچه اثر سیتوپلاسم مادری وجود نداشته باشد می‌توان از تلاقیهای متقابل چشم پوشی نمود و بر اساس روش دوم گریفینگ نتایج را مورد تجزیه قرار داد (۴).

استرفلر و وهنر (۱۰) با استفاده از طرحهای کارولینای شمالی میزان وراثت پذیری صفات مربوط به کیفیت میوه را ۰/۰۰ تا ۰/۳۰ برآورد کردند. ودید و همکاران (۱۱) از تلاقیهای دی آلل کامل برای بررسی ترکیب پذیری عمومی و خصوصی ۵ لاین خیار استفاده نمود. آنها اختلاف معنی‌داری را بین تلاقی‌ها از نظر کلیه صفات مورد بررسی گزارش کردند. چانکرا-چانگ (۳) عنوان کرد که نسل F1 از نظر کلیه صفات بجز وزن میوه در بوته و تعداد میوه در بوته نسبت به والدین برتر است. وی عنوان کرد که ضخامت گوشت میوه و شاخص شکل میوه بوسیله عمل افزایشی و غیر افزایشی ژنها کنترل می‌شود. کانوبدی و همکاران (۵) بیان کردند که ضخامت گوشت بصورت افزایشی و غیر افزایشی کنترل می‌شود. اسمیت و همکاران (۹) عنوان کرد که بجز رنگ میوه تمام صفات کیفی میوه بصورت افزایشی

۱و۲- استادیار و استاد گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران
(*- نویسنده مسئول: Email: jamalaliolfati@gmail.com)
۳و۴- دانشیاران گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران
۵- دانشیار گروه گیاهپزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران

کنترل می‌شوند.

این تحقیق به منظور برآورد ترکیب پذیری عمومی، خصوصی، هتروزیس، و وراثت پذیری صفات مربوط به کیفیت میوه شش لاین خیار و تلاقیهای حاصل از آنها جهت تعیین بهترین والدین برای ایجاد هیبریدهای F_1 انجام می‌شود.

مواد و روش ها

تهیه مواد ژنتیکی مورد نیاز: بذور لاینهای مورد مطالعه که از شرکت B.H جمهوری چک و مرکز بین المللی سبزیجات تهیه شده بودند خیسانده و پس از جوانه زنی به گلدان‌های نشایی منتقل شدند. جهت اطمینان از کسب مقدار کافی از گلهای نر و ماده مجددا اقدام به خیساندن بذور شد و به گلدان نشایی منتقل شدند. نشاءهای آماده با اندازه مناسب به گلدان‌هایی با قطر دهانه ۲۹ سانتی‌متر آغاز شد. بذور از قبل خیسانده شده در گلدانهای پلاستیکی (۱۱ × ۱۲ سانتیمتر) که با مخلوطی از کوکوپیت و خاک باغچه پر شده بودند کشت شدند. نشاءهای تهیه شده پس از حدود بیست روز از کشت بذر به گلدانهای سطل ۴ حاوی مخلوط پیشنهادی نوری و همکاران (۶) شامل پرلیت، پوسته برنج دکربونیزه شده و پیت به نسبت حجمی ۱:۱:۲ منتقل شدند و پس از آن تحت تغذیه با محلول غذایی قرار گرفتند. محلول غذایی طبق محلول غذایی پیشنهادی الفتی و همکاران (۷) بصورت محلول پایه تهیه و در زمان استفاده رقیق شد (جدول ۱ و ۲). دمای داخل گلخانه توسط سیستمهای گرمایش-سرمایش بین ۲۷ و ۱۸ درجه سانتیگراد در طی روز و شب تنظیم شد.

جدول۱- ترکیب عناصر پرمصرف محلول غذایی (۷)

$meq \cdot L^{-1}$	NO_3	PO_4	SO_4	Cl	کل
K	۳/۲	۰/۸			۴/۶
		۰/۶			
Na				۰/۲	۰/۲
Ca	۵/۲				۵/۲
Mg			۱/۵		۱/۵
NH_4	۰/۱				۰/۱
H		۱/۶			۱/۹
		۰/۳			
کل	۸/۵	۳/۳	۱/۵	۰/۲	۱۳/۵

برای ایجاد گل ماده در لاینهای نر و یکپایه (۶۰۴، ۶۰۵، ۱۱۸ و ۱۱۵) از اتفان به غلظت ۱۵۰ میلی‌گرم در لیتر (۸) و برای تحریک ایجاد گل نر در لاینهای ماده زا (۱۱۶، ۱۱۷، ۱۱۹، ۱۱۵ و ۱۱۸) از نیترات نقره به میزان ۲۵۰ میلی گرم در لیتر (۱) استفاده شد. برای انجام گرده‌افشانی گلهای ماده انتخابی در روز قبل از گرده افشانی توسط کپسولهای ژلاتینی پوشیده شده و صبح روز بعد با لاینهای مورد نظر تلاقی انجام می‌شد. پس از گرده‌افشانی میوه‌ها تا رسیدگی کامل روی بوته نگهداری شدند و پس از برداشت بخش داخلی میوه ۲۴ ساعت در آب خیسانده شدند تا جمع آوری بذور راحت شود. پس از آن بذور جمع آوری، شستشو و در نهایت در دمای اتاق خشک شدند.

جدول ۲- ترکیب عناصر کم‌مصرف در محلول غذایی (۷)

نمک	میلی‌گرم در لیتر محلول غذایی
$(NH_4)_6Mo_7O_{24}/4H_2O$	۰/۱
H_3BO_3	۱/۵
$MnSO_4/4H_2O$	۲
$CuSO_4/5H_2O$	۰/۲۵
$ZnSO_4/7H_2O$	۱
Sequesteren Fe 136	۱۰

نحوه اجرای آزمایش و اندازه‌گیری صفات: بذور لاینها و هیبریدهای خیار در تاریخ ۸۸/۴/۱۸ خیسانده و پس از ۲۴ ساعت در گلدانهای نشائی حاوی مخلوط مساوی از کوکوپیت و پرلیت کشت شدند. پس ازآنکه نشاءها آماده انتقال شدند یک آزمایش مزرعه‌ای جهت اندازه‌گیری صفات مورد نظر ترتیب داده شد. آزمایش بصورت بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد و در هر تکرار ۶ بوته کشت گردید. در مزرعه به منظور تامین نیازهای غذایی گیاهان از کمپوست ضایعات شهری به میزان ۱۵۰ تن در هکتار استفاده شد. عملیات وجین علفهای هرز بصورت دستی و کنترل آفات و بیماریها از طریق سمپاشی با سموم دارای دوره اثر کوتاه استفاده شد. امتیاز دهی به شکل میوه بر اساس روش پیشنهادی استرفلر و وهنر (۱۰) صورت گرفت (جدول ۳).

کلیه داده‌ها پس از نرمال سازی از طریق تبدیل داده مناسب مورد بررسی و آنالیز آماری و مقایسه میانگین قرار گرفتند. پس از معنی‌دار شدن اختلاف بین ژنوتیپ‌ها برای تجزیه و تحلیل دی آلل از روشهای دوم (والدین و نتایج حاصل از تلاقی یکطرفه) و چهارم (نتایج حاصل از تلاقی یکطرفه) گریفیک (۴) استفاده شد.

برای تعیین ترکیب پذیری عمومی و خصوصی از مدل ثابت روش دوم و چهارم با مدل آماری زیر استفاده شد:

$$X_{ij}=\mu+gca_i+gca_j+sca_{ij}+e_{ij}$$

که در این رابطه X_{ij} ارزش مشاهده شده صفت، μ میانگین جمعیت، gca_i ترکیب پذیری عمومی والد iام، gca_j ترکیب پذیری عمومی والد jام، sca_{ij} ترکیب پذیری خصوصی تلاقی ijام و e_{ij} خطای آزمایش مشاهده ijام است. برای آزمون اثرات ترکیب پذیری عمومی و خصوصی برآورد شده از آزمون t استفاده شد. میزان هتروزیس نسبت

به والد برتر و میانگین والدین محاسبه شد.

جدول ۳- نحوه امتیازدهی به شکل میوه

صفت				
امتیاز	شکل میوه	رنگ	اندازه حفره بذر	ظاهر کلی میوه
۱	نوکدار، خمیده	سفید	خیلی خیلی بزرگ	خیلی ضعیف
۲		زرد–سفید	خیلی بزرگ	ضعیف
۳		زرد–سبز	بزرگ	متوسط
۴		سبز روشن	متوسط–بزرگ	خوب
۵	مخروطی، منحنی	سبز روشن متوسط	متوسط	خوب
۶		سبز متوسط	متوسط–کوچک	خوب
۷		سبز متوسط–تیره	کوچک	عالی
۸		سبز تیره	خیلی کوچک	عالی
۹	کاملا مستقیم	سبز خیلی تیره	خیلی خیلی کوچک	عالی

آزمون t در روش دوم طبق روابط زیر انجام شد برای تعیین سهم واریانس افزایشی در کنترل ژنتیکی صفات در روشهای دوم و چهارم گریفینگ از نسبت بیکر طبق رابطه زیر استفاده شد (۲):

$$\text{نسبت بیکر} = \frac{2MS_{gca}}{2MS_{gca} + MS_{sca}}$$

هر چه این نسبت به یک نزدیک‌تر باشد نشاندهنده آن است که سهم واریانس افزایشی در کنترل این صفت بیشتر است. با توجه به اینکه در روش‌های گریفینگ $\sigma^2_A=2\sigma^2_{gca}$ و $\sigma^2_D=\sigma^2_{sca}$ می‌باشد، برای برآورد وراثت پذیری خصوصی صفات از رابطه زیر استفاده شد (۴):

$$h^2_n=\frac{\sigma^2_A}{\sigma^2_A+\sigma^2_D+\sigma^2_e}=\frac{2\sigma^2 gca}{2\sigma^2_{gca}+\sigma^2_{sca}+\sigma^2_e}$$

نتایج و بحث

شکل میوه: نتایج تجزیه واریانس حاکی از اختلاف بسیار معنی‌دار در بین ژنوتیپها است (جدول ۴). مقایسه میانگین‌ها نشان داد کلیه لاین‌ها بجز لاین ۱۱۵ دارای وضعیت خوبی از نظر این صفت هستند و کلیه هیبریدها حالتی میانه دارند. بهترین هیبرید از این نظر ۱۱۸×۵۰۴ بود (جدول ۵). ترکیب پذیری عمومی و خصوصی برای این صفت معنی‌دار بود (جدول ۶). معنی‌دار نشدن نسبت پذیری عمومی به خصوصی و نسبت بیکر (۰/۸۰) به دست آمده نشاندهنده آن است که این صفت به صورت افزایشی و غیر افزایشی کنترل می‌شود که مطابق نتایج چانکرا–چانک (۳) و کانوبدی و همکاران (۵) است. میزان وراثت پذیری خصوصی برای این صفت در این روش ۰/۲۰ محاسبه شد که مطابق نتایج استرفلر و وهنر (۱۰) است. نتایج حاصل از تجزیه ترکیب پذیری عمومی و خصوصی در روش چهارم همسو با روش دوم است (جدول ۷). نسبت بیکر در این روش ۰/۶۱ برآورد شد در حالیکه وراثت پذیری خصوصی در این روش به دلیل کوچکتر بودن واریانس ترکیب پذیری عمومی به واریانس ترکیب پذیری خصوصی و به دلیل خطای برآورد (اشتباه آزمایشی) برآورد نشد. بررسی ترکیب‌پذیری عمومی لاینها در روش دوم حاکی از ترکیب پذیری عمومی معنی‌دار منفی برای لاین ۱۱۵ و معنی‌دار مثبت برای لاینهای ۶۰۵ و ۱۱۸ داشت (جدول ۸). در این روش هیبریدهای ۱۱۵×۵۰۲ و ۵۰۲×۵۰۴ به ترتیب بالاترین ترکیب پذیری خصوصی مثبت و منفی را نشان دادند. بررسی ترکیب‌پذیری عمومی لاینها در روش چهارم حاکی از ترکیب پذیری عمومی معنی‌دار مثبت برای لاینهای ۶۰۵ و ۱۱۸ داشت (جدول ۹). در این روش هیبرید ۱۱۸×۵۰۴ ترکیب پذیری خصوصی مثبت معنی‌دار و هیبرید ۱۱۵×۱۱۸ ترکیب پذیری خصوصی منفی معنی‌دار نشان دادند. بررسی میزان هتروزیس (جدول ۱۶) نشان داد که اغلب هتروزیس مشاهده شده از نوع منفی است و بیشترین میزان هتروزیس منفی نسبت به میانگین والدین و والد برتر مربوط به هیبرید ۵۰۲×۵۰۴ است.

ظاهر کلی میوه: نتایج تجزیه واریانس حاکی از اختلاف بسیار معنی‌دار در بین ژنوتیپ‌ها بود (جدول ۴). کلیه لاین‌ها بجز لاین ۱۱۵ دارای وضعیت خوبی از نظر این صفت بودند و کلیه هیبریدها حالتی میانه دارند. بهترین هیبرید از این نظر ۶۰۵×۱۱۸ است (جدول ۵). اثرات ترکیب پذیری عمومی و خصوصی برای این صفت در روش دوم گریفینگ بسیار معنی‌دار بود (جدول ۶). معنی‌دار نشدن نسبت ترکیب پذیری عمومی به خصوصی و نسبت بیکر (۰/۸۴) به دست آمده نشاندهنده آن است که این صفت به صورت افزایشی و غیر افزایشی کنترل می‌شود که مطابق نتایج چانکرا–چانک (۳) و کانوبدی و همکاران (۵) است. میزان وراثت پذیری خصوصی برای این صفت در این روش ۰/۲۹ محاسبه شد که مطابق نتایج استرفلر و وهنر (۱۰) است. نتایج حاصل از تجزیه ترکیب پذیری عمومی و خصوصی در روش چهارم همسو با روش چهارم است (جدول ۷). نسبت بیکر در این روش ۰/۶۵ برآورد شد در حالیکه وراثت پذیری خصوصی در این روش به دلیل کوچکتر بودن واریانس ترکیب پذیری عمومی به واریانس ترکیب پذیری خصوصی و به دلیل خطای برآورد (اشتباه آزمایشی) برآورد نشد. ترکیب‌پذیری عمومی لاین‌ها در روش دوم حاکی از ترکیب پذیری عمومی معنی‌دار منفی برای لاین ۱۱۵ و معنی‌دار مثبت برای لاینهای ۶۰۵، ۵۰۴ و ۱۱۸ داشت (جدول ۱۰). در این روش هیبریدهای ۱۱۵×۵۰۲ و ۵۰۲×۱۱۸ به ترتیب بالاترین ترکیب پذیری خصوصی مثبت و منفی را نشان دادند. بررسی ترکیب-

پذیری عمومی لاین‌ها در روش چهارم حاکی از ترکیب پذیری عمومی معنی‌دار مثبت برای لاین‌های ۶۰۵، ۵۰۴ و ۱۱۸ و معنی‌دار منفی برای لاین‌های ۵۰۲ و ۱۱۵ داشت (جدول ۱۱). در این روش هیبرید ۱۱۵×۵۰۲ ترکیب پذیری خصوصی مثبت معنی‌دار و هیبرید ۵۰۲×۱۱۸ ترکیب پذیری خصوصی منفی معنی‌دار نشان دادند. بررسی میزان هتروزیس (جدول ۱۶) نشان داد که اغلب هتروزیس مشاهده شده از نوع منفی است و بیشترین میزان هتروزیس منفی نسبت به میانگین والدین و والد برتر مربوط به هیبرید ۵۰۲×۱۱۸ است.

اندازه حفره بذر: اختلاف بسیار معنی‌دار در بین ژنوتیپ‌ها از نظر این صفت وجود داشت (جدول ۴). تلاقی ۱۱۵×۱۱۸ از نظر این صفت در مطلوب‌ترین و لاین ۱۱۸ در ضعیف‌ترین حالت قرار داشت (جدول ۵). نتایج حاصل از تجزیه ترکیب پذیری عمومی و خصوصی به روش ۲ گریفینگ با فرض ثابت بودن ژنوتیپها حاکی از وجود اثرات بسیار معنی‌دار ترکیب پذیری عمومی و خصوصی برای این صفت داشت (جدول ۶). معنی‌دار نشدن نسبت ترکیب پذیری عمومی به خصوصی و نسبت بیکر (۰/۵۷) به دست آمده نشاندهنده آن است که این صفت به صورت افزایشی و غیر افزایشی کنترل می‌شود که مطابق نتایج کانوبدی و همکاران (۵) است. وراثت پذیری خصوصی به دلیل کوچکتر بودن واریانس ترکیب پذیری عمومی به واریانس ترکیب پذیری خصوصی و به دلیل خطای برآورد (اشتباه آزمایشی) برآورد نشد. نتایج حاصل از تجزیه ترکیب پذیری عمومی و خصوصی در روش چهارم همسو با روش دوم است (جدول ۷). نسبت بیکر در این روش ۰/۸۵ و میزان وراثت پذیری خصوصی در این روش ۰/۴۵ برآورد شد. بررسی ترکیب‌پذیری عمومی لاین‌ها در روش دوم حاکی از ترکیب پذیری عمومی معنی‌دار منفی برای لاین ۶۰۴ و معنی‌دار مثبت برای لاین‌های ۵۰۴ و ۵۰۲ داشت (جدول ۱۲). در این روش هیبریدهای ۱۱۵×۱۱۸ و ۱۱۵×۶۰۴ به ترتیب بیشترین ترکیب پذیری خصوصی مثبت و منفی را نشان دادند. بررسی ترکیب‌پذیری عمومی لاین‌ها در روش چهارم حاکی از ترکیب پذیری عمومی معنی‌دار منفی برای لاین ۶۰۴ و معنی‌دار مثبت برای لاین‌های ۵۰۴، ۱۱۸ و ۵۰۲ داشت (جدول ۱۳). در این روش هیبریدهای ۱۱۵×۱۱۸ و ۵۰۲×۱۱۸ به ترتیب بیشترین ترکیب پذیری خصوصی مثبت و منفی را نشان دادند. بررسی میزان هتروزیس مثبت و منفی نسبت به میانگین والدین به ترتیب مربوط به هیبریدهای ۱۱۵×۱۱۸ و ۵۰۲×۶۰۴ است و بیشترین میزان هتروزیس مثبت و منفی نسبت به والد برتر به ترتیب مربوط به هیبریدهای ۱۱۵×۱۱۸ و ۱۱۵×۶۰۴ است.

رنگ میوه: نتایج تجزیه واریانس حاکی از اختلاف بسیار معنی‌دار در بین ژنوتیپ‌ها است (جدول ۴). رنگ میوه در تلاقی ۱۱۵×۶۰۴ و لاین ۶۰۴ در ضعیف‌ترین و لاین ۱۱۵ در مطلوب‌ترین حالت قرار داشت (جدول ۵). ترکیب پذیری عمومی و خصوصی به روش ۲ گریفینگ برای این صفت معنی‌دار بود (جدول ۶). معنی‌دار شدن نسبت ترکیب پذیری عمومی به خصوصی و نسبت بیکر (۰/۹۱) به دست آمده نشاندهنده آن است که این صفت به صورت افزایشی کنترل می‌شود که مغایر نظر اسمیت و همکاران (۹) است. وراثت پذیری خصوصی در این روش برای این صفت ۰/۴۷ برآورد شد که بالاتر از وراثت پذیری صفات کیفی دیگر است. نتایج حاصل از تجزیه ترکیب پذیری عمومی و خصوصی در روش چهارم همسو با روش دوم است (جدول ۷). نسبت بیکر در این روش ۰/۸۵ و میزان وراثت پذیری خصوصی در این روش ۰/۴۵ برآورد شد ولی نسبت ترکیب پذیری عمومی به خصوصی معنی‌دار نشد. بررسی ترکیب‌پذیری عمومی لاین‌ها در روش دوم حاکی از ترکیب پذیری عمومی معنی‌دار منفی برای لاین‌های ۶۰۴ و ۶۰۵ و معنی‌دار مثبت برای لاین‌های ۵۰۴، ۱۱۸، ۱۱۵ و ۵۰۲ داشت (جدول ۱۴). در این روش هیبریدهای ۵۰۴×۶۰۴ و ۱۱۵×۶۰۴ به ترتیب بیشترین ترکیب پذیری خصوصی مثبت و منفی را نشان دادند. بررسی ترکیب‌پذیری عمومی لاین‌ها در روش چهارم حاکی از ترکیب پذیری عمومی معنی‌دار منفی برای لاین ۶۰۴ و معنی‌دار مثبت برای لاین‌های ۵۰۴، ۱۱۸ و ۵۰۲ داشت (جدول ۱۵). در این روش هیبریدهای ۵۰۴×۶۰۴ و ۱۱۵×۵۰۴ به ترتیب بیشترین ترکیب پذیری خصوصی مثبت و منفی را نشان دادند. بررسی میزان هتروزیس (جدول ۱۶) بیانگر آن بود که بیشترین میزان هتروزیس مثبت و منفی نسبت به میانگین والدین به ترتیب مربوط به هیبریدهای ۵۰۴×۶۰۴ و ۱۱۵×۶۰۴ است و بیشترین میزان هتروزیس مثبت نسبت به والد برتر به ترتیب مربوط به هیبریدهای ۱۱۸×۵۰۴، ۵۰۲×۵۰۴ و ۵۰۲×۱۱۸ است. هیبرید ۱۱۵×۶۰۴ بیشترین هتروزیس منفی را نسبت به والد برتر نشان داد.

جدول ٤- تجزیه واریانس صفات اندازه‌گیری شده در مزرعه

منبع تغییرات	درجه آزادی	شکل میوه	ظاهر کلی	اندازه حفره بذر	رنگ میوه
بلوک	۲	۰/۶۲^{ns}	۰/۱۱^{ns}	۰/۳۳^{ns}	۰/۴۳^{ns}
ژنوتیپ	۲۰	۷/۹۳**	۸/۳۵**	۷/۵۷**	۷/۶۵**
خطا	۴۰	۰/۳۰	۰/۲۱	۰/۲۳	۰/۳۵
ضریب تغییرات		۷/۸۶	۸/۶۴	۱۰/۵۷	۱۰/۰۳

ns و **: به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد

جدول ۵- مقایسه میانگین صفت درصد میوه‌بندی و صفات اندازه‌گیری شده در مزرعه

تیمار	شکل میوه	ظاهر کلی میوه	اندازه حفره بذر	رنگ میوه
۶۰۴	۹/۰۰a	۶/۰۰a	۴/۰۰cd	۳/۰۰g
۶۰۵	۹/۰۰a	۶/۰۰a	۴/۰۰cd	۴/۰۰defg
۵۰۴	۹/۰۰a	۶/۶۷a	۴/۰۰cd	۶/۰۰abcd
۱۱۸	۹/۰۰a	۶/۶۷a	۳/۰۰de	۶/۰۰abcd
۵۰۲	۹/۰۰a	۷/۰۰a	۵/۰۰bc	۶/۰۰abcd
۱۱۵	۳/۰۰g	۲/۰۰b	۴/۰۰cd	۸/۰۰a
۶۰۴×۱۱۵	۶/۶۷cdef	۳/۰۰b	۲/۰۰e	۳/۰۰g
۵۰۲×۱۱۵	۷/۰۰bcde	۶/۰۰a	۶/۳۳ab	۷/۳۳abc
۱۱۸×۱۱۵	۵/۶۷def	۵/۶۷a	۸/۰۰a	۷/۳۳abc
۵۰۴×۶۰۵	۶/۶۷cdef	۶/۰۰a	۷/۰۰a	۶/۳۳abc
۵۰۲×۶۰۵	۷/۶۷abc	۶/۶۷a	۶/۶۷ab	۶/۰۰abcd
۵۰۲×۵۰۴	۵/۰۰f	۵/۶۷a	۵/۰۰bc	۷/۳۳abc
۶۰۴×۶۰۵	۷/۳۳abcd	۶/۰۰a	۴/۰۰cd	۳/۳۳fg
۵۰۴×۱۱۸	۸/۶۷ab	۶/۶۷a	۷/۳۳a	۷/۳۳abc
۵۰۴×۱۱۵	۶/۰۰cdef	۳/۰۰b	۴/۰۰cd	۵/۳۳cdef
۱۱۸×۶۰۵	۷/۶۷abc	۷/۰۰a	۴/۰۰cd	۵/۶۷bcde
۵۰۲×۱۱۸	۵/۶۷def	۳/۰۰b	۳/۳۳cde	۷/۳۳abc
۵۰۲×۶۰۴	۶/۰۰cdef	۳/۰۰b	۳/۰۰de	۳/۶۷efg
۱۱۸×۶۰۴	۷/۳۳abcd	۶/۶۷a	۳/۶۷cde	۵/۶۷bcde
۵۰۴×۶۰۴	۵/۳۳ef	۶/۰۰a	۴/۰۰cd	۶/۶۷abc
۶۰۵×۱۱۵	۶/۳۳cdef	۳/۰۰b	۳/۶۷cde	۷/۶۷ab

اعداد دارای حرف یا حروف مشابه اختلاف آماری معنی‌داری ندارند.

جدول ٦- تجزیه واریانس ترکیب پذیری عمومی و خصوصی صفات به روش دوم گریفینگ

منبع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات			
		شکل میوه	ظاهر کلی میوه	اندازه حفره بذر	رنگ میوه
ترکیب پذیری عمومی	۵	۱۲/۷۲**	۱۵/۶۸**	۵/۴۲**	۱۸/۷۸**
ترکیب پذیری خصوصی	۱۵	۶/۳۴**	۵/۹۱**	۸/۲۹**	۳/۹۴**
M′e	۴۰	۰/۱۰	۰/۰۷	۰/۰۸	۰/۱۲
MS_{GCA}/MS_{SCA}	–	۲/۰۱ ns	۲/۶۵ ns	۰/۶۵ ns	۴/۷۷**
نسبت بیکر	-	۰/۸۰	۰/۸۴	۰/۵۷	۰/۹۱
h^2_n	–	۰/۲۰	۰/۲۹	b	۰/۴۷

ns و * و **: به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

b: به دلیل کوچکتر بودن σ^2_{GCA} نسبت به σ^2_{SCA} و خطای برآورد وراثت پذیری خصوصی محاسبه نشد.

جدول ۷- تجزیه واریانس ترکیب پذیری عمومی و خصوصی صفات به روش چهارم گریفینگ

منبع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات			
		شکل میوه	ظاهر کلی میوه	اندازه حفره بذر	رنگ میوه
ترکیب پذیری عمومی	۵	۲/۶۳**	۷/۵۹**	۱۸/۶۲**	۱۲/۴۶**
ترکیب پذیری خصوصی	۹	۳/۳۷**	۸/۰۷**	۶/۶۵**	۴/۵۵**
M′e	۲۸	۰/۱۴	۰/۰۸	۰/۳۰	۰/۱۶
MS_{GCA}/MS_{SCA}	–	۰/۷۸ ns	۰/۹۴ ns	۲/۸ ns	۲/۷۴ ns
نسبت بیکر	–	۰/۶۱	۰/۶۵	۰/۸۵	۰/۸۵
h^2_n	–	b	b	۰/۴۵	۰/۴۵

ns و * و **: به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

b: به دلیل کوچکتر بودن σ^2_{GCA} نسبت به σ^2_{SCA} و خطای برآورد وراثت پذیری خصوصی محاسبه نشد.

جدول ۸- ترکیب پذیری عمومی (GCA) والدین (روی قطر) و خصوصی (SCA) هیبریدها (بالای قطر) برای صفت شکل میوه در روش دوم گریفینگ

والدین	٦٠٤	٦٠٥	٥٠٤	١١٨	٥٠٢	١١٥
۶۰۴	۰/۲۱ns	−۰/۴۶ns	−۱/۹۶**	−۰/۳۷ns	−۱/۲۵**	۰/۸۷**
۶۰۵		۰/۵۸**	−۱/۰۰**	−۰/۴۲ns	۰/۰۴ns	۰/۱۷ns
۵۰۴			ns۰/۰۸	۱/۰۸**	−۲/۱۲**	۰/۳۳ns
۱۱۸				۰/۵۰**	−۱/۸۷**	−۰/۴۲ns
۵۰۲					۰/۰۴ns	۱/۳۷**
۱۱۵						−۱/۴۲**

ns و **: به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد

جدول ۹- ترکیب پذیری عمومی (GCA) والدین (روی قطر) و خصوصی (SCA) هیبریدها (بالای قطر) برای صفت شکل میوه در روش چهارم گریفینگ

والدین	٦٠٤	٦٠٥	٥٠٤	١١٨	٥٠٢	١١٥
۶۰۴	−۰/۰۸ns	۰/۱۵ns	−۰/۸۵*	۰/۳۲ns	−۰/۱۰ns	۰/۴۸ns
۶۰۵		۰/۶۷*	−۰/۲۷ns	−۰/۱۰ns	۰/۸۲*	−۰/۶۰ns
۵۰۴			−۰/۳۳ns	۱/۹۰**	−۰/۸۵*	۰/۰۷ns
۱۱۸				۰/۵۰*	−۱/۰۲**	−۱/۱۰**
۵۰۲					−۰/۴۲ns	۱/۱۵**
۱۱۵						−۰/۳۳ns

ns و * و **: به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

جدول ۱۰- ترکیب پذیری عمومی (GCA) والدین (روی قطر) و خصوصی (SCA) هیبریدها (بالای قطر) برای صفت ظاهر کلی میوه در روش دوم گریفینگ

والدین	٦٠٤	٦٠٥	٥٠٤	١١٨	٥٠٢	١١٥
۶۰۴	−۰/۰۷ns	۰/۳۲ns	۰/۳۲ns	۰/۷۸**	−۲/۳۹**	−۰/۶۸*
۶۰۵		۰/۴۳**	−۰/۱۸ns	۰/۶۱*	۰/۷۸**	−۱/۱۸**
۵۰۴			۰/۴۳**	۰/۲۸ns	−۰/۲۲ns	−۱/۱۸**
۱۱۸				۰/۶۴**	−۳/۱۰**	۱/۲۸**
۵۰۲					۰/۱۴ns	۲/۱۱**
۱۱۵						−۱/۶۰**

ns و * و **: به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

جدول ۱۱- ترکیب پذیری عمومی (GCA) والدین (روی قطر) و خصوصی (SCA) هیبریدها (بالای قطر) برای صفت ظاهر کلی میوه در روش چهارم گریفینگ

والدین	٦٠٤	٦٠٥	٥٠٤	١١٨	٥٠٢	١١٥
۶۰۴	−۰/۲۸ns	۰/۴۰ns	۰/۷۳**	۰/۹۸**	−۱/۵۲**	−۰/۶۰*
۶۰۵		۰/۷۲**	−۰/۲۷ns	۰/۳۲ns	۱/۱۵**	−۱/۶۰**
۵۰۴			۰/۳۹*	۰/۳۲ns	۰/۴۸ns	−۱/۲۷**
۱۱۸				۰/۸۱**	−۲/۶۰**	۰/۹۸**
۵۰۲					−۰/۳۶*	۲/۴۸**
۱۱۵						−۱/۲۸**

ns و * و **: به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

جدول ۱۲- ترکیب پذیری عمومی (GCA) والدین (روی قطر) و خصوصی (SCA) هیبریدها (بالای قطر) برای صفت اندازه حفره بذر در روش دوم گریفینگ

والدین	٦٠٤	٦٠٥	٥٠٤	١١٨	٥٠٢	١١٥
۶۰۴	-۰/۹۲**	۰/۱۸ns	-۰/۰۷ns	-۰/۰۳ns	-۰/۹۵**	-۱/۶۵**
۶۰۵		۰/۱۷ns	۱/۸۵**	-۰/۷۸**	۱/۶۴**	-۱/۰۷**
۵۰۴			۰/۴۲**	۲/۳۰**	-۰/۲۸ns	-۰/۹۹**
۱۱۸				۰/۰۴ns	-۱/۵۷**	۳/۳۹**
۵۰۲					۰/۲۹*	۱/۴۷**
۱۱۵						۰/۰۰ns

ns و * و **: به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

جدول ۱۳- ترکیب پذیری عمومی (GCA) والدین (روی قطر) و خصوصی (SCA) هیبریدها (بالای قطر) برای صفت اندازه حفره بذر در روش چهارم گریفینگ

والدین	٦٠٤	٦٠٥	٥٠٤	١١٨	٥٠٢	١١٥
۶۰۴	-۱/۸۳**	۰/۷۰ns	۰/۲۰ns	۰/۱۲ns	-۰/۰۵ns	-۰/۹۷*
۶۰۵		۰/۳۳ns	۱/۰۳*	-۱/۷۲**	۱/۴۵**	-۱/۴۷**
۵۰۴			۰/۸۳*	۱/۱۲*	-۰/۷۲ns	-۱/۶۳**
۱۱۸				۰/۵۸ns	-۲/۱۳**	۲/۶۲**
۵۰۲					۰/۰۸ns	۱/۴۵**
۱۱۵						۰/۰۰ns

ns و * و **: به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

جدول ١٤- ترکیب پذیری عمومی (GCA) والدین (روی قطر) و خصوصی (SCA) هیبریدها (بالای قطر) برای صفت رنگ میوه در روش دوم گریفینگ

والدین	٦٠٤	٦٠٥	٥٠٤	١١٨	٥٠٢	١١٥
۶۰۴	-۱/۵۸**	-۰/۴۴ns	۱/۸۹**	۰/۸۵*	-۰/۹۴**	-۱/۹۸**
۶۰۵		-۰/۵۰**	۰/۴۸ns	-۰/۲۳ns	۰/۳۱ns	۱/۶۰**
۵۰۴			۰/۵۰**	۰/۴۳ns	۰/۶۴ns	-۱/۷۳**
۱۱۸				۰/۵۴**	۰/۶۰ns	۰/۲۳ns
۵۰۲					۰/۳۳*	۰/۴۳ns
۱۱۵						۰/۷۱**

ns و * و **: به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

جدول ۱۵- ترکیب پذیری عمومی (GCA) والدین (روی قطر) و خصوصی (SCA) هیبریدها (بالای قطر) برای صفت رنگ میوه در روش چهارم گریفینگ

والدین	٦٠٤	٦٠٥	٥٠٤	١١٨	٥٠٢	١١٥
۶۰۴	-۱/۹۲**	-۰/۵۰ns	۱/۸۳**	۰/۷۵*	-۰/۸۳*	۱/۲۵**
۶۰۵		-۰/۲۵ns	-۰/۱۷ns	-۰/۹۲*	-۰/۱۷ns	۱/۷۵**
۵۰۴			۰/۷۵**	-۰/۲۵ns	۰/۱۷ns	-۱/۵۸**
۱۱۸				۰/۸۳**	۰/۰۸ns	۰/۳۳ns
۵۰۲					۰/۴۲*	۰/۷۵*
۱۱۵						۰/۱۷ns

ns و * و **: به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

جدول ۱۶- هتروزیس محاسبه شده نسبت به والد برتر و میانگین والدین برای صفات اندازه‌گیری شده

والد ۱	والد ۲	هتروزیس نسبت به میانگین والدین						هتروزیس نسبت به والد برتر			
		شکل میوه	ظاهر کلی میوه	اندازه حفره بذر	رنگ میوه	شکل میوه	ظاهر کلی میوه	اندازه حفره بذر	رنگ میوه
۶۰۴	۶۰۵	-۱/۶۷	۰/۰۰	۰/۰۰	-۰/۱۷	-۱/۶۷	۰/۰۰	۰/۰۰	-۰/۶۷
۶۰۴	۵۰۴	-۳/۶۷	-۰/۳۳	۰/۰۰	۲/۱۷	-۳/۶۷	-۰/۶۷	۰/۰۰	۰/۶۷
۶۰۴	۱۱۸	-۱/۶۷	۰/۳۳	۰/۱۷	۱/۱۷	-۱/۶۷	۰/۰۰	-۰/۳۳	-۰/۳۳
۶۰۴	۵۰۲	-۳/۰۰	-۳/۵۰	-۱/۵۰	-۰/۸۳	-۳/۰۰	-۴/۰۰	-۲/۰۰	-۲/۳۳
۶۰۴	۱۱۵	۰/۶۷	-۱/۰۰	-۲/۰۰	-۲/۵۰	-۲/۳۳	-۳/۰۰	-۲/۰۰	-۵/۰۰
۶۰۵	۵۰۴	-۲/۳۳	-۰/۳۳	۳/۰۰	۱/۳۳	-۲/۳۳	-۰/۶۷	۳/۰۰	۰/۳۳
۶۰۵	۱۱۸	-۱/۳۳	۰/۶۷	۰/۵۰	۰/۶۷	-۱/۳۳	۰/۳۳	۰/۰۰	-۰/۳۳
۶۰۵	۵۰۲	-۱/۳۳	۰/۱۷	۲/۱۷	۱/۰۰	-۱/۳۳	-۰/۳۳	۱/۶۷	۰/۰۰
۶۰۵	۱۱۵	۰/۳۳	-۱/۰۰	-۰/۳۳	۱/۶۷	-۲/۶۷	-۳/۰۰	-۰/۳۳	-۰/۳۳
۵۰۴	۱۱۸	-۰/۳۳	۰/۰۰	۳/۸۳	۱/۳۳	-۰/۳۳	۰/۰۰	۳/۳۳	۱/۳۳
۵۰۴	۵۰۲	-۴/۰۰	-۱/۱۷	۰/۵۰	۱/۳۳	-۴/۰۰	-۱/۳۳	۰/۰۰	۱/۳۳
۵۰۴	۱۱۵	۰/۰۰	-۱/۳۳	۰/۰۰	-۱/۶۷	-۳/۰۰	-۳/۶۷	۰/۰۰	-۲/۶۷
۱۱۸	۵۰۲	-۳/۳۳	-۳/۸۳	-۰/۶۷	۱/۳۳	-۳/۳۳	-۴/۰۰	-۱/۶۷	۱/۳۳
۱۱۸	۱۱۵	-۰/۳۳	۱/۳۳	۴/۵۰	۰/۳۳	-۳/۳۳	-۱/۰۰	۴/۰۰	-۰/۶۷
۵۰۲	۱۱۵	۱/۰۰	۱/۵۰	۱/۸۳	۰/۳۳	-۲/۰۰	-۱/۰۰	۱/۳۳	-۰/۶۷

منابع

۱- رقامی م.، دشتی ح.، برزگر ر. و صداقتی ا. ۱۳۸۵. مقایسه اثر ژیبرلین (GA3) و نیترات نقره برای القای تولید گل نر در یک لاین خیار ماده گل (*Cucumis sativus*). مجله علم و فناوری. ۵ (۱ و۲):۲۲-۱۶.

2- Baker R.J. 1978. Issues in diallel analysis. Crop Sci. 18:533-536.

3- Chankra-chang S. 1984. Combining ability study in five inbred cucumbers. MS thesis. Kasetsart Univ. Bangkok.

4- Griffing B. 1956. Concept of general and specific ability in relation to diallel crossing systems. Aus. J. Biol. Sci. 9:463-493.

5- Kanobdee J., Lavapaurya T., Subhadrabandhu S., and Srinives P. 1990. Combining ability of yield and yield components in pickling cucumber. Kasetsart J. (Nat. Sci.). 24:102-107.

6- Noori Roudsari O., Peyvast Gh., Alimousavi A.R., Ramezani Kharazi P., and Olfati J.A. 2008. Feasibility decrease use of fertilizer on greenhouse Cucumber production in soilless culture. Biosciences, Biotechnology Research Asia 5(2):593-600.

7- Olfati J.A., Babalar M., Kashi A.K., Dadashipoor A., and Shahmoradi Kh. 2008. The effect of ammonium and molybdenum on nitrate concentration in two cultivars of greenhouse cucumbers. Agricult. Sci. Technolo. J. 22(1):69-77.

8- Olfati J.A., Peyvast Gh., Samizadeh Lahiji H., Rabie B., and Khodaparast S.K. 2009. Effect of ethephon on cucumber sex expression. The 4th international cucurbitaceae symposium. Changsha, Hunan. China.

9- Smith O.S., Lower R.L., and Moll R.H. 1978. Estimates of heritabilities and variance components in pickling cucumbers. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 103:222-225.

10- Strefeler M.S., and Wehner T.C. 1986. Estimates of heritabilities and genetic variances of three yield and five quality traits in three fresh-market cucumber populations. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 111:599–605.

11- Wadid M.M., Medany M.A., and Abou-Hadid A.F. 2003. Diallel analyses for yield and vegetative characteristics in cucumber (*Cucumis sativus* L.) under low temperature conditions. Acta Hort. (ISHS) 598:279-287.