

ارزیابی نتاج حاصل از تلاقی لاین‌های منتخب خیار با هیبرید تجاری نگین

فاطمه ستمدیده مسلمی^۱، جمالعلی الفتی^{۲*} و یوسف حمید اوغلی^۲

۱ و ۲. دانشجوی کارشناسی ارشد و دانشیار، گروه علوم باغبانی، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۲/۳ - تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۱۲/۵)

چکیده

پارتنوکاری توانایی تولید میوه بدون تلقیح است که حاصل برهم‌کنش ژنتیک و عوامل فیزیولوژیکی است. در طی تحقیقات پیشین، لاین‌های مطلوب خیار (*Cucumis sativus* L.) با ترکیب‌پذیری عمومی مطلوب و هیبریدهای برتر با هتروزیس بالا که ترکیب والدینی آنها، ترکیب‌پذیری خصوصی بالایی داشتند شناسایی شدند. در این بررسی امکان تلاقی آن لاین‌ها با هیبریدهای تجاری رایج ایران و بررسی نتاج آنها با هدف بهبود صفت پارتنوکاری و ماده‌گلی صورت گرفت. والد تجاری مورد استفاده در این تلاقی هیبرید تجاری نگین بود. لاین‌های مورد استفاده در این تلاقی نیز A₁₀، B₁₀ و B₁₂ بودند. نتایج نشان داد که نتاج حاصل از تلاقی هیبرید تجاری نگین و لاین B₁₂ دارای بیشترین تعداد میوه‌های پارتنوکارپ بودند. کمترین تعداد گل نر در نتاج حاصل از تلاقی هیبرید نگین و لاین A₁₀ مشاهده شد. نتاج حاصل از تلاقی هیبرید نگین با لاین A₁₀، کمترین ساقه‌های فرعی را داشتند. نتاج حاصل از تلاقی هیبرید نگین با لاین‌های B₁₀، A₁₀ دارای بیشترین درصد میوه‌های پارتنوکارپ بودند و کمترین درصد میوه‌های پارتنوکارپ در نتاج حاصل از تلاقی کولتیوار هیبرید نگین با لاین B₁₀ دیده شد. بیشترین درصد گل‌های ماده در نتاج حاصل از تلاقی هیبرید نگین و لاین B₁₀ دیده شد و کمترین درصد گل‌های ماده در نتاج حاصل از تلاقی هیبرید نگین با لاین B₁₂ دیده شد. امید می‌رود در تحقیقات بعدی، با انجام تلاقی‌های برگشتی، برترین نتاج به‌دست آمده از این تحقیق با لاین‌های منتخب، بتوان به لاین‌هایی مشابه لاین‌های منتخب با دارا بودن صفت پارتنوکاری دست یافت.

واژه‌های کلیدی: ارزیابی نتاج، پارتنوکاری، ماده‌افشانی، ماده‌گلی.

The evaluation of cross progeny between Elite lines and commercial hybrid 'Negeen'

Fatemeh Setamdideh Moslemi¹, Jamalali Olfati^{2*} and Yousef Hamidoghli²

1, 2. M. Sc. Student and Associate Professor, Department of Horticultural Science, Faculty of Agricultural Science, Guilan University, Iran

(Received: Apr. 23, 2017 - Accepted: Feb. 24, 2018)

ABSTRACT

The development of fruits without fertilization called parthenocarpy. Interacting genetic and physiological factors can affect parthenocarpy. In previous research superior lines of cucumber with high general combining ability which able to produce superior hybrids with high heterosis released but the lines have no enough parthenocarpic fruits. In this study, the possibility of crossing elite lines with commercial hybrid cv. Negeen studied and their progeny evaluated. Commercial cultivar 'Negeen' used as donor parent. Experiment conducted in complete randomized block design with three replication and characteristics including the number of parthenocarpic fruits, number of male flowers, number of lateral branches, percentage of parthenocarpic fruits, percentage of male flowers evaluated. Results showed that progeny of commercial cultivar 'Negeen' with B₁₀ had the maximum number of parthenocarpic fruits. The minimum number of male flowers related to the progeny of commercial cultivar 'Negeen' with A₁₀. The progeny of commercial cultivar 'Negeen' with A₁₀ had the least of lateral branches. The maximum and minimum percentage of parthenocarpic fruits related to the progeny of commercial cultivar 'Negeen' with B₁₂ and A₁₀ and the progeny of commercial cultivar 'Negeen' with B₁₀ respectively. Maximum and minimum percentage of female flower related to the progeny of commercial cultivar 'Negeen' with B₁₀ and B₁₂ respectively. According to these result it is possible to release recombinant inbred lines similar to elite lines with parthenocarpic in future.

Keywords: Gynociously, pollination, progeny evaluation.

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

مقدمه

پارتنوکاری توانایی تولید میوه بدون تلقیح است (Angelo & Giuseppe, 2001). پارتنوکاری صفت مهمی است که عملکرد و کیفیت را در بسیاری از گیاهان تحت تأثیر قرار می‌دهد (Wu et al., 2016) و سبب افزایش عملکرد به‌خصوص تحت شرایط نامساعد محیطی می‌شود و مزیت اصلی آن این است که تولید میوه به شرایط آب و هوایی، حشرات و یا گرده‌افشانی به‌وسیله دست وابسته نیست. علاوه بر این میوه‌های پارتنوکارپ نسبت به میوه‌های بذر دار (گرده‌افشانی‌شده) میوه‌های سفت‌تر و گوشتی‌تری دارند (Fabrice et al., 2000). عوامل محیطی، فیزیولوژیکی، ژنتیکی و هورمون‌ها پارتنوکاری را تحت تأثیر قرار می‌دهند. شرایط محیطی مثل دمای پایین و طول روز کوتاه، سبب تحریک پارتنوکاری می‌شوند. همچنین غلظت ایندول استیک موجود در تخمدان میوه‌های پارتنوکارپ نسبت به اندام‌های گرده‌افشانی شده در خیار بیشتر است (Kim et al., 1992; Boonkorkaew et al., 2008). تشکیل میوه پارتنوکارپ اغلب در طی دو مرحله اول نمو میوه صورت می‌گیرد (فعال شدن میوه و تقسیم سلولی) که تخمدان شروع به رشد می‌کند (Young, 2004). مطالعات ژنتیکی در ارتباط با پارتنوکاری از سال ۱۹۳۰ شروع شد و گزارش شد که پارتنوکاری توسط یک ژن مغلوب کنترل می‌شود (Hawthorn et al., 1930). بر اساس گزارش پایک و پیترسون (Pike & Peterson, 1968) این خصوصیت توسط ژن Pc با غالبیت ناقص کنترل می‌شود. با این‌حال گزارش شده که ژن‌های ناقص مغلوب متعددی مسئول کنترل پارتنوکاری در خیار هستند (Kvasnikov, 1970). در حالی که De ponti & Garretsen (1976) گزارش نمودند که سه ژن مستقل (ژن‌های ایزومری) با عمل افزایشی پارتنوکاری را کنترل می‌کنند. موارد متفاوتی در رابطه با توارث صفت پارتنوکاری در خیار گزارش شده است. براساس مطالعاتی که توسط Sun et al. (2006a,b) انجام شد، نشان داد که توارث پارتنوکاری پیچیده است و نمی‌توان آن را از طریق مدل ساده افزایشی - غالبیت توضیح داد. علاوه بر این محققین گزارش نمودند که

بیش از پنج ژن پارتنوکاری را کنترل می‌کند و برهم‌کنش محیط و اپیستازی می‌تواند در بیان این ژن اثر گذارد و همچنین پارتنوکاری در خیار با ویژگی‌های کمی در ارتباط است (Yan et al., 2008; Sun et al., 2006a) و لینکاژی قوی بین این صفت و ژن F مسئول تولید گل‌های ماده در خیار وجود دارد (Sun et al., 2006b). مطالعه پارتنوکاری در خصوص برخی گیاهان دیگر همانند بادنجان نشان داد که تمایل ژنتیکی به پارتنوکاری، توسط چندین ژن با اثرات افزایشی کنترل می‌شود (Yoshida et al., 2001). بیان ژن‌های *iaaM* و *iaaH* در بادنجان‌های پارتنوکارپ دست‌ورزی شده با فعال کردن تربیتوفان مونوکسی‌ژناز منجر به تولید مقادیر بالایی از ایندول استیک اسید می‌شود. مقادیر بالای این ماده برای سلول‌های گیاهی سمی است و باعث جلوگیری از نمو بذر می‌شود (Acciarri et al., 2002). مکانیزم پارتنوکاری در تخمدان واقع شده است (Cantliffe & Phatak, 1975). سیگنال‌های خارجی (گرده‌افشانی، هورمون‌ها، آنالوگ‌های اکسین) باعث افزایش میزان ایندول استیک اسید داخلی و فعالیت تخمدان می‌شود که مسئول تحریک میوه‌بندی و رشد میوه می‌باشد. براساس گزارشی (Gustafson, 1939) میزان بالایی از اکسین در تخمدان میوه‌های پارتنوکارپ وجود دارد. بررسی در سایر میوه‌ها نشان داد که ارقام پارتنوکارپ دارای سطح بالاتری از مواد محرک رشد هستند و می‌توانند غلظت این مواد را بدون نیاز به گرده‌افشانی یا تحریک دیگر در تخمدان به حداقل لازم برسانند تا میوه توسعه یابد (Nitsch, 1970).

با توجه به نوع کنترل ژنتیکی صفت پارتنوکاری که بر طبق گزارش‌های قبلی به شکل کیفی است؛ بنابراین از طریق تلاقی برگشتی امکان افزودن آن به لاین‌های اصلاحی منتخب وجود دارد (Pike & Peterson, 1968; Nematzadeh & Kiani, 2011). وراثت‌پذیری عمومی نسبت کل واریانس ژنتیکی (افزایشی، غالبیت و اپیستازی) به واریانس فنوتیپی است. برآورد وراثت‌پذیری این اطمینان را به اصلاحگران می‌دهد که یک صفت، چه اندازه تحت تأثیر ژنوتیپ و چه اندازه تحت تأثیر محیط است

خيار پيش از كشت، خيسانده و براي جوانه‌زني به ظروف پتري حاوي كاغذ صافي منتقل شدند. بذرهاي جوانه‌زده به گلدان‌هاي چهار ليتري داراي نسبت مساوي كوكوپيت و پرليت منتقل شدند و با محلول پيشنهادي Olfati *et al.* (2008) تغذيه شدند. اين آزمايش در گلخانه و در طول زمستان انجام شد. محلول‌رسانی به گياهان به صورت دستي و روزانه ۲ تا ۳ بار صورت گرفت. به طور متوسط دمای روز در طول آزمايش ۲۷ و دمای شب ۲۲ درجه سانتی‌گراد بود.

برای گرده‌افشانی، گل‌های ماده انتخابی روز قبل از گرده‌افشانی توسط کپسول‌های ژلاتینی پوشانده شدند تا در صبح روز بعد با گرده‌های مورد نظر تلاقی داده شوند. پس از حذف کاسبرگ‌ها و گلبرگ‌ها، گل نر روی کلاله گل ماده قرار داده شد و میوه‌ها تا رسیدگی کامل روی بوته‌های مادری نگهداری شدند و پس از برداشت، بخش داخلی میوه ۲۴ ساعت در آب قرار داده شدند تا جمع‌آوری بذرها با سهولت بیشتری انجام شود. پس آن بذرها جمع‌آوری، شسته و در نهایت در دمای اتاق خشک شدند.

جدول ۱. مشخصات لاین‌ها و رقم تجاری

Table 1. Characteristics of lines and commercial cultivar	
Cultivar names	Characteristics
B ₁₀	Monoecious, intermediate growth, wart fruit without groove, fresh type
B ₁₂	Monoecious, intermediate growth, wart fruit with groove, pickled
A ₁₀	Monoecious, intermediate growth, wart fruit and chinensis
Negeen	Female flower with characteristics of parthenocarpy, small wart in fruits, fruit cylindrical and fresh type, Purchased from Enza company

بذور حاصل از تلاقی لاین‌ها با هیبرید تجاری به‌همراه والدین مورد استفاده مجدداً پیش از کاشت خيسانده و برای جوانه‌زنی به ظروف پتري حاوي كاغذ صافي منتقل شدند. بذرهای جوانه‌دار شده همانند کشت اول به گلدان‌های چهار ليتري و در بستر كوكوپيت:پرليت با نسبت برابر منتقل شدند. کلیه نتایج و والدین در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با هفت تیمار و سه تکرار مورد بررسی قرار گرفتند. در گياهان رشديافته ده گره اول با کپسول‌گذاری و

(Dudley & Moll, 1968). انتخاب روش‌های اصلاحی مناسب برای جمعیت‌های مختلف بستگی به نوع عمل ژن‌ها، میزان وراثت‌پذیری و پیشرفت ژنتیکی صفات مورد مطالعه دارد؛ به‌طوری‌که برای حالتی که عمل افزایشی ژن نقش مهم‌تری دارد انتخاب روش اصلاح جمعیت و تولید لاین‌های خالص مناسب می‌باشد و برای زمانی که عمل غیرافزایشی ژن بیشتر است، روش تولید هیبرید پیشنهاد می‌گردد (Farshadfar, 2000).

علی‌رغم این که خيار یکی از محصولات عمده در بخش سبزیکاری است و با توجه به افزایش سطح زیر کشت گلخانه‌ها در ایران و امکانات و پتانسیل موجود هنوز به‌عنوان واردکننده این بذور می‌باشیم. اکثر ارقام اصلاح‌شده در گلخانه‌ها ارقام ماده‌گل هستند که برای تشکیل میوه باید دارای ویژگی پارتنوکاری نیز باشند. با توجه به این که ارقام منتخب (B₁₀، B₁₂ و A₁₀) در آزمایش‌های قبلی ترکیب‌پذیری عمومی خوبی از نظر عملکرد، صفات رویشی و مقاومت به بیماری‌ها نشان دادند (Moradipour *et al.*, 2016) و هیبریدهای برتری تولید نمودند برای این آزمایش انتخاب شدند تا صفت پارتنوکاری آنها طی تلاقی با هیبریدهای تجاری پارتنوکارپ بهبود یابد. برای این منظور اولین مرحله انجام تلاقی موفق بین لاین‌های منتخب و یک منبع ژنتیکی دارای آن صفت می‌باشد که در برنامه اصلاحی ما به‌دلیل عدم دسترسی به لاین‌های پارتنوکارپ، به ناچار از هیبریدهای تجاری رایج در ایران که دارای این صفت هستند استفاده شد.

مواد و روش‌ها

در این تحقیق از هیبرید تجاری نگین که از ارقام غالب در کشت‌های گلخانه‌ای است به‌عنوان والد بخشنده پارتنوکاری و از لاین‌های A₁₀، B₁₀ و B₁₂ که حاصل تحقیقات قبلی در جهت معرفی لاین‌های مطلوب هستند (Moradipour *et al.*, 2016) به‌عنوان والدین دوره‌ای استفاده شد (جدول ۱). این لاین‌ها دارای عملکرد و کیفیت مناسبی هستند و ترکیب‌پذیری عمومی بالایی برای صفات اصلاحی مهم خيار نشان دادند (Moradipour *et al.*, 2016). بذور

با لاین‌های منتخب منوط به بررسی نسل بعدی حاصل از این تلاقی است. با توجه به این‌که یکی از والدین هیبرید تجاری و هتروزیگوت بود انتظار می‌رود تنوع زیادی در نتایج حاصل از تلاقی این دو دیده شود و برای درک دلیل این تنوع (محیطی یا ژنتیکی) نتایج تحت دو شرایط محیطی مختلف در دو گلخانه مجزا بررسی شدند و بنا بر مقایسه میانگین بلوک‌ها (گلخانه‌ها)، این فرضیه که محیط عامل این تنوع است، رد شد؛ چرا که بین بوته‌های کشت‌شده در گلخانه‌های مختلف با شرایط محیطی مختلف اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. بنابراین می‌توان پذیرفت که تنوع ژنتیکی درون نتایج از نظر پارتنوکاری به میزان قابل توجهی وجود دارد؛ هرچند مقادیر وراثت‌پذیری عمومی چندان بالا نیست، ولی با توجه به این‌که یکی از والدین در تمام تلاقی‌ها لاین خالص بوده، بنابراین مقادیر به‌دست‌آمده نشان‌دهنده ارزشمند بودن تنوع به‌دست‌آمده است و امکان انتخاب در نتایج حاصل از این تلاقی‌ها و نتایج حاصل از خودگشایی یا تلاقی‌های برگشتی نتایج منتخب با لاین‌های والدینی وجود دارد. باید تأکید شود که در انتخاب نتایج مطلوب تک‌بوته‌های مطلوب درون هر جمعیت انتخاب می‌شوند و این به معنی انتخاب کل افراد آن جمعیت نیست و البته در این انتخاب نزدیکی بوته‌های انتخاب‌شده از نظر صفات مورد بررسی به لاین‌های منتخب نیز مدنظر قرار خواهد گرفت. احتمال وجود اپیستازی یا لینکاژ بین جایگاه‌های مختلف در این صفت با صفات دیگر نیز وجود دارد که می‌تواند سبب کاهش میزان وراثت‌پذیری عمومی و کاهش سهم واریانس ژنتیکی از واریانس فنوتیپی گردد. بنا بر نتایج *Sun et al.* (2006a,b) لینکاژ و اپیستازی بین صفت پارتنوکاری و ژن F مسئول ماده گلی گزارش شده است که نشان می‌دهد برای اصلاح این صفت، باید به ژن‌های مسئول ماده گلی نیز در کنار پارتنوکاری توجه کرد.

تلاقی لاین منتخب B₁₀ با کولتیوار تجاری سبب بهبود وضعیت نتایج آن از نظر میانگین تعداد گل ماده نسبت به لاین تجاری شد ولی تلاقی لاین‌های منتخب B₁₂ و A₁₀ با کولتیوار تجاری سبب بهبود وضعیت نتایج

ممانعت از هر گونه گرده‌افشانی از نظر میزان پارتنوکاری مورد ارزیابی قرار گرفتند و ضمن ثبت تعداد میوه‌های پارتنوکارپ، تعداد گل‌های نر و تعداد ساقه‌های فرعی نیز ثبت گردید. در نهایت پس از اطمینان از برقراری پیش‌شرط‌های آزمون فیشر (نرمال بودن داده‌ها) تجزیه واریانس و سپس مقایسه میانگین با استفاده از آزمون LSD به‌وسیله نرم‌افزار SAS نسخه ۹.۱ انجام گرفت.

نتایج و بحث

تلاقی لاین‌های منتخب با هیبرید تجاری سبب بهبود وضعیت نتایج لاین‌های منتخب از نظر صفت تعداد میوه پارتنوکارپ نسبت به لاین تجاری شد؛ به‌طوری‌که در تک بوته‌هایی از نتایج حاصل از تلاقی کولتیوار نگی با لاین B₁₂ تعداد ۱۸ میوه پارتنوکارپ مشاهده شد که از بزرگترین مشاهده در والد نگی (۱۵ میوه پارتنوکارپ) نیز بیشتر بود و این بدان معنی است که خودگشایی یا تکرار تلاقی برگشتی با والد تکراری ممکن است ما را به والدینی برساند که مشابه یا بهتر از والد نگی از نظر صفت پارتنوکاری باشد (جدول ۳). بررسی جمعیت‌ها نشان داد که همه لاین‌ها دارای درصدی از پارتنوکاری در شرایط محیطی این آزمایش هستند که شاید اصلی‌ترین عامل محیطی مؤثر، نور کم در شرایط کشت گلخانه‌ای باشد که سبب تجزیه کمتر اکسین و بالارفتن میزان آن در میوه و سقط جنین می‌گردد (Gustafson, 1939; Nitsch, 1970). البته وجود تنوع در والدین و هیبرید تجاری که از نظر ژنتیکی هموزن هستند بیانگر تأثیر شرایط محیطی و احتمالاً اثر متقابل بین ژنوتیپ و محیط بر میزان ظهور این صفت دارد. همان‌گونه که در جدول ۲ نیز مشخص است میانگین جمعیت‌های حاصل از تلاقی هیبرید تجاری با لاین‌های انتخاب‌شده A₁₀، B₁₀ و B₁₂ تمایل به داشتن میوه‌های پارتنوکارپ دارند و با توجه به انحراف ارزش این نتایج نسبت به والدین، ژن‌های مسئول پارتنوکاری ظاهراً غالب می‌باشند. این نتایج مطابق با گزارش Pike & Peterson (1968) است که بیان داشتند پارتنوکاری صفتی با غالبیت ناقص است. بررسی تعداد ژن‌های مفید هیبرید تجاری در مقایسه

نسبت به لاین‌های منتخب کاهش پیدا کرد (جدول‌های ۴ و ۵).

نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول ۶) حاکی از آن است که اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد در رابطه با تعداد میوه‌های پارتنوکارپ، تعداد گل‌های نر، تعداد ساقه‌های فرعی، درصد گل‌های نر و درصد گل‌های ماده و اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد برای درصد میوه‌های پارتنوکارپ بین جمعیت‌ها وجود داشت. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که از نظر صفت پارتنوکاری لاین B₁₂ و نتاج حاصل از تلاقی کولتیوار نگین با لاین B₁₀ دارای بیشترین تعداد میوه‌های پارتنوکارپ بودند و لاین B₁₂ دارای اختلاف بسیار معنی‌داری با شاهد (هیبرید تجاری نگین) بود؛ اما نتاج حاصل از تلاقی کولتیوار هیبرید نگین با لاین B₁₀ تفاوت معنی‌داری با شاهد داشت. تفاوت بین نتاج حاصل از تلاقی کولتیوار هیبرید نگین با لاین‌های A₁₀، B₁₂ و لاین‌های B₁₀ و A₁₀ نیز با شاهد بسیار معنی‌دار شد. تلاقی لاین‌های منتخب با هیبرید تجاری سبب بهبود وضعیت این صفت در نتاج آنها شد به طوری که تعداد میوه‌های پارتنوکارپ از ۲/۶، ۴ و ۴/۴ به ترتیب در لاین‌های A₁₀، B₁₀ و B₁₂ به ۸/۴، ۸/۲ و ۷/۱ میوه در نتاج آنها افزایش یافت (جدول ۷).

لاین‌های منتخب از تعداد گل‌های ماده نشد؛ هرچند تعداد گل‌های ماده در نتاج نسبت به لاین‌های منتخب افزایش پیدا کرد. در برخی از تک‌بوته‌های نتاج حاصل از تلاقی کولتیوار نگین با لاین B₁₂ و B₁₀ بین ۲۰-۱۹ گل ماده ظاهر شد که از بزرگترین مشاهده در والد نگین (۱۵ گل ماده) بیشتر بود و با خودگشنی یا تکرار تلاقی برگشتی با والد تکراری امید می‌رود در آینده به والدینی دست یابیم که حتی از والد نگین نیز از نظر تعداد گل‌های ماده بهتر باشد (جدول ۳). بررسی جمعیت‌ها نشان داد که تلاقی لاین‌های منتخب با کولتیوار تجاری، سبب بهبود وضعیت میانگین نتاج لاین‌های منتخب از نظر درصد گل‌های ماده نسبت به لاین تجاری نشد؛ اما میانگین درصد گل‌های ماده در جمعیت نتاج نسبت به لاین‌های منتخب افزایش پیدا کرد (جدول ۴).

براساس میانگین نتاج حاصل از تلاقی لاین‌های منتخب با هیبرید تجاری، تلاقی لاین‌های منتخب با هیبرید تجاری نگین سبب تغییر معنی‌دار میانگین وضعیت نتاج لاین‌های منتخب از نظر صفت تعداد گل‌های نر، درصد گل‌های نر و تعداد ساقه‌های فرعی نسبت به لاین تجاری نشد؛ اما میانگین تعداد گل‌های نر، درصد گل‌های نر و تعداد ساقه فرعی در نتاج

جدول ۲. بررسی وضعیت جمعیت‌های مورد مطالعه خیار از نظر تعداد میوه‌های پارتنوکارپ و درصد میوه‌های پارتنوکارپ در ۱۰ گره اول

Table 2. The investigation of population status based on the number and percentage of parthenocarpic fruits in the first ten nodes of cucumber

Population	Number of parthenocarpic fruits in the first ten nodes				Percentage of parthenocarpic fruits in the first ten nodes			
	Mean	Minimum	Maximum	Standard deviation	Mean	Minimum	Maximum	Standard deviation
B ₁₂	4.4	3	7	1.5	75.1	60	100	13.0
B ₁₀	4	3	6	1.3	78.0	66.7	100	11.6
A ₁₀	2.6	2	4	0.8	82.8	66.7	100	65.7
Negeen (N)	10.4	8	13	1.8	88.8	80	92.8	4.2
N×B ₁₂	7.1	3	18	3.8	74.1	50	100	13.2
N×B ₁₀	8.2	3	14	3.8	70.2	23.5	100	19.8
N×A ₁₀	4.8	3	7	1.2	81.8	37.5	100	17.6

جدول ۳. بررسی وضعیت جمعیت‌های مورد مطالعه خیار از نظر تعداد گل‌های ماده و درصد گل‌های ماده در ۱۰ گره اول

Table 3. The investigation of population status based on the number and percentage of female flowers in the first ten nodes of cucumber

Treatment	Number of female flowers in the first ten nodes				Percentage of female flowers in the first ten nodes			
	Mean	Minimum	Maximum	Standard deviation	Mean	Minimum	Maximum	Standard deviation
B ₁₂	6	3	9	2	16.48	5.88	27.77	8.02
B ₁₀	5.333	3	9	2.250	12.13	7.69	20	4.94
A ₁₀	3.142	2	5	0.8997	16.15	8.69	25	5.83
Negeen (N)	11.777	9	15	2.2236	70.20	57.89	82.35	7.02
N×B ₁₂	9.23	5	20	3.7934	30.17	10.41	55.55	11.19
N×B ₁₀	12.146	3	19	4.9977	32.92	9.67	60.71	13.09
N×A ₁₀	6.0930	3	10	1.6876	32.46	16.66	50	8.77

جدول ۴. بررسی وضعیت جمعیت‌های مورد مطالعه خیار از نظر تعداد و درصد گل‌های نر در ۱۰ گره اول

Table 4. The investigation of population status based on the number and percentage of male flowers in the first ten nodes of cucumber

Treatment	Number of parthenocarpic male flowers in the first ten nodes				Percentage of parthenocarpic male flowers in the first ten nodes			
	Mean	Minimum	Maximum	Standard deviation	Mean	Minimum	Maximum	Standard deviation
B ₁₂	35.142	13	52	14.016	83.51	72.22	94.11	8.02
B ₁₀	38.500	36	44	3.563	87.86	80	92.30	4.94
A ₁₀	16.714	10	21	4.029	83.49	75	91.32	5.83
Negeen (N)	5	3	8	1.50	29.79	17.64	42.10	7.02
N×B ₁₂	22.142	10	43	7.370	69.82	44.44	89.58	11.19
N×B ₁₀	25.074	10	36	6.759	67.07	39.28	90.32	13.09
N×A ₁₀	13.047	7	24	4.225	67.53	50	83.33	8.77

جدول ۵. بررسی وضعیت جمعیت‌های مورد مطالعه خیار از نظر تعداد ساقه‌های فرعی

Table 5. The investigation of population status based on the number of lateral branches of cucumber

Treatment	Mean	Minimum	Maximum	Standard deviation
B ₁₂	6.2857	3	8	2.0586
B ₁₀	7.8333	6	9	1.1690
A ₁₀	7.1428	3	8	1.8644
Negeen (N)	3.777	2	6	1.3944
N×B ₁₂	5.7619	3	9	2.1190
N×B ₁₀	6.0370	1	9	2.3774
N×A ₁₀	4.8095	2	8	1.4354

جدول ۶. نتایج تجزیه واریانس اثر جمعیت‌های مورد مطالعه خیار بر پارتنوکاری و تظاهر جنسیت

Table 6. ANOVA table effects of population on parthenocarpic characteristics and gender expression of cucumber

S.O.V	df	Mean square						
		Number of parthenocarpic fruits	Number of male flowers	Number of lateral branches	Number of female flowers	Percentage of parthenocarpic fruits	Percentage of male flowers	Percentage of female flowers
Replication	2	0.013 ^{ns}	0.238 ^{ns}	0.001 ^{ns}	0.003 ^{ns}	23.24 ^{ns}	29.38 ^{ns}	25.40 ^{ns}
Population	6	0.946 ^{**}	5.600 ^{**}	5.241 ^{**}	0.977 ^{**}	121.08 [*]	1160.43 ^{**}	969.79 ^{**}
Error	12	0.045	0.109	0.039	0.064	29.20	8.16	19.91
C.V. (%)		9.00	7.30	8.22	9.39	6.87	4.08	14.93

ns و **: عدم تفاوت معنی‌دار، تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد.

ns, *, **: nonsignificant, and significant at 5 and 1% probability levels, respectively.

جدول ۷. مقایسه میانگین اثر جمعیت‌های مختلف خیار بر صفات مورد بررسی

Table 7. Effect of population on breeding characteristics of cucumber

Population	Number of parthenocarpic fruits	Number of male flowers	Number of lateral branches	Number of female flowers	Percentage of parthenocarpic fruits	Percentage of male flowers	Percentage of female flowers
B ₁₂	4.333	35.222	6.333	6.167	74.630	83.676	17.305
B ₁₀	4	38.500	7.833	5.667	78.016	87.862	12.562
A ₁₀	2.611	16.833	7.055	3.500	82.963	83.550	17.348
Negeen (N)	10.444	5	3.777	10.444	88.955	29.793	66.058
N×B ₁₂	7.095	22.143	6.037	9.333	74.159	69.823	30.621
N×B ₁₀	8.185	25.074	5.761	12.111	70.250	67.077	32.781
N×A ₁₀	4.761	13.048	4.809	6	81.825	67.535	32.465
LSD 1%	2.6971	9.5911	2.5236	3.1402	13.479	7.1246	11.13
LSD 5%	1.9238	6.8414	1.8001	2.2399	9.6146	5.082	7.9393

است (Sun *et al.*, 2006a,b; Wu *et al.*, 2003; Kikuchi *et al.*, 2008). مکانیزم مولکولی و ژنتیکی در بیان ژن‌های پارتنوکاری تا حد زیادی ناشناخته مانده است. از آن جایی که پارتنوکاری یکی از اجزای مهم

ماهیت ژنتیکی پارتنوکاری با توجه به وراثت‌پذیری پایین، اپیستازی و برهمکنش محیط و ژنوتیپ برآورد آن را تا حد زیادی پیچیده می‌کند و شرایط محیطی به‌طور معنی‌داری در بیان ژن‌های پارتنوکاری اثرگذار

واربانس افزایشی در کنترل این صفت است. البته کنترل این صفت توسط تعدادی (بیش از ۵) ژن است (Sun *et al.*, 2006a, b; Wu *et al.*, 2003; Kikuchi *et al.*, 2008)، که برآیند اثر آنها افزایشی است و در جمعیت حاصل از تلاقی‌های انجام‌شده در این تحقیق نیز افزایش میزان این صفت حکایت از وجود ژن‌های افزایشنده در والدین تلاقی دارد. در خیار عوامل ژنتیکی پارتنوکاری تا حد زیادی وابسته به مقدار ایندولاستیک‌اسید (IAA) در تخمدان و در زمان شکوفایی است (Kim *et al.*, 1992).

همچنین مقایسه میانگین‌ها نشان داد که از نظر صفت ماده‌گلی لاین B_{12} و نتاج حاصل از تلاقی کولتیوار هیبرید نگیب با لاین B_{10} دارای بیشترین تعداد گل‌های ماده هستند و اختلاف معنی‌داری با شاهد (هیبرید تجاری) داشتند. تفاوت بین نتاج حاصل از تلاقی کولتیوار هیبرید نگیب با لاین‌های A_{10} و B_{12} نیز با شاهد معنی‌دار شد. تلاقی لاین‌های منتخب با هیبرید تجاری سبب بهبود وضعیت این صفت در نتاج آنها شد به طوری که تعداد گل‌های ماده از $۳/۱$ ، $۵/۳$ و ۶ به ترتیب در لاین‌های A_{10} ، B_{10} و B_{12} به $۱۲/۱$ و $۹/۲$ در نتاج آنها شد (جدول ۷). از نظر درصد گل‌های ماده لاین A_{10} و نتاج حاصل از تلاقی کولتیوار هیبرید نگیب با لاین B_{10} دارای بیشترین درصد گل‌های ماده بودند و اختلاف بسیار معنی‌داری با شاهد داشتند. تلاقی لاین‌های منتخب با هیبرید تجاری سبب بهبود وضعیت این صفت در نتاج آنها شد به طوری که درصد گل‌های ماده از $۱۷/۳۵$ ، $۱۲/۵۶$ و $۱۷/۳۰$ به ترتیب در لاین‌های A_{10} ، B_{10} و B_{12} به $۳۲/۴۶$ ، $۳۲/۷۸$ و $۳۰/۶۲$ در نتاج آنها افزایش یافت (جدول ۷). از نظر تعداد گل‌های نر لاین B_{10} و نتاج حاصل از تلاقی کولتیوار هیبرید نگیب با لاین B_{10} دارای بیشترین تعداد گل نر بودند و اختلاف بسیار معنی‌داری با شاهد داشتند. تفاوت بین نتاج حاصل از تلاقی کولتیوار هیبرید نگیب با لاین B_{12} و لاین‌های A_{10} نیز با شاهد بسیار معنی‌دار شد. تفاوت بین نتاج حاصل از تلاقی کولتیوار هیبرید نگیب با لاین A_{10} نیز با شاهد معنی‌دار شد. تلاقی لاین‌های منتخب با هیبرید تجاری سبب کاهش تعداد گل نر در نتاج

عملکرد است، تفکیک ویژگی‌های پارتنوکاری حقیقی از ویژگی‌های وابسته به عملکرد دشوار است (Lietzow *et al.*, 2016). در خیار عوامل اقلیمی مثل طول روز و دما پارتنوکاری را در بوته‌های تک‌پایه و ماده‌گل، که پارتنوکارپ نیستند، تحت تأثیر قرار می‌دهد (Cantliffe, 1981). دمای پایین شب و روزهای کوتاه سبب افزایش اندازه تخمدان و پارتنوکاری می‌شود (Kim *et al.*, 1992). مقدار اکسین در تخمدان ارقام پارتنوکارپ مثل لیمو، پرتقال و انگور بیشتر از ارقام غیرپارتنوکارپ بود و مقدار بالای اکسین در تخمدان و در زمان شکوفه‌دهی مسئول نمو میوه‌های پارتنوکارپ است (Gustafson, 1939). خیارهایی که در گلخانه‌های پلاستیکی کشت شدند در مقایسه با گیاهان خیار کشت‌شده در گلخانه‌های شیشه‌ای، درصد پارتنوکاری بیشتری نشان دادند که تا حد زیادی در ارتباط با سطوح بالای اشعه ماورای بنفش می‌باشد. همچنین تمایل به پارتنوکاری در محصولات بهاره بیشتر از محصولات زمستانه است. این نشان‌دهنده اهمیت شرایط محیطی در گرایش به پارتنوکاری است (Biriukova & Maslovskaya, 2004). میوه‌های خیار که تخمدان آنها بزرگتر از ۶ سانتی‌متر است میزان ایندولاستیک‌اسید (IAA) داخلی آنها $۱/۷$ برابر بیشتر از تخمدان‌هایی است که کوتاهتر از ۶ سانتی‌متر هستند و رابطه مثبتی بین میزان ایندولاستیک‌اسید داخلی تخمدان و میوه‌بندی به صورت پارتنوکاری دیده شده است (Takeno & Ise, 1992). با توجه به این‌که یک والد (نگین) از تلاقی‌ها هیبرید بوده است؛ بنابراین نسل F_1 بوده است که علی‌رغم این‌که هموزن است ولی هتروزیگوت می‌باشد؛ لذا در هنگام تولید گامت‌ها (گرده) تفرق حاصل کرده و ماهیت ژنتیکی گرده‌هایی که برای گرده‌افشانی گل‌های والد‌های لاین استفاده شده کاملاً متفاوت بوده است و لذا انتظار تفرق صفات برای این صفات وجود دارد. Deponti & Garretsen (1976) بیان داشتند عمل افزایشی ژن تا حد زیادی در توارث پارتنوکاری دخیل است. در تحقیق حاضر نیز با وجود یک تنوع نسبتاً زیاد در نتاج حاصله، میزان این صفت در میانگین نتاج افزایش یافته که بیانگر نقش پررنگ

دارای وراثت‌پذیری پایین می‌باشد و تا حد زیادی تحت تأثیر ژنوتیپ و محیط قرار می‌گیرد (Wehner, 1989) که پیوستگی بالایی با پارتنوکارپی دارد. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که از نظر تعداد ساقه‌های فرعی لاین B_{10} و نتاج حاصل از تلاقی کولتیوار هیبرید نگین با لاین‌های B_{12} دارای بیشترین تعداد ساقه‌های فرعی بودند و اختلاف معنی‌داری با شاهد داشتند. تفاوت بین نتاج حاصل از تلاقی کولتیوار هیبرید نگین با B_{10} نیز با شاهد معنی‌دار شد. درحالی‌که تفاوت بین لاین‌های A_{10} و B_{12} با شاهد بسیار معنی‌دار شد. تلاقی لاین‌های منتخب با هیبرید تجاری سبب بهبود وضعیت این صفت در نتاج آن‌ها شد به‌طوری‌که درصد گل‌های نر از $۸۳/۵۵$ ، $۸۷/۸۶$ و $۸۳/۶۷$ به ترتیب در لاین‌های A_{10} ، B_{10} و B_{12} به $۶۷/۵۳$ ، $۶۷/۷۱$ و $۶۹/۸۲$ در نتاج آنها شد (جدول ۷). بیان جنسی در خیار به‌صورت ژنتیکی کنترل می‌شود؛ اما شرایط محیطی و عوامل هورمونی نیز در بیان این صفت تأثیر گذارند (Fukushima et al., 1968). جنسیت در خیار توسط سه لوکوس A/a و F/f ، M/m کنترل می‌شود. لوکوس F بر میزان ماده‌گلی تأثیر می‌گذارد ($FF > Ff > ff$). درحالی‌که لوکوس M تک جنسی (mm) و یا دوجنسی بودن (MM) گل‌ها را تعیین می‌کند (Mibus & Tatlioglu, 2004). لوکوس A در صورت مغلوب‌بودن تمایل به نر شدن را در ژنوتیپ هموزیگوت مغلوب از نظر ژن f تشدید می‌کند (Pati et al., 2015). ماده‌گلی یک صفت کمی است و حداقل ۵ ژن در بیان این صفت نقش دارد (Fazio et al., 2003). ترکیباتی که از سنتز جیبرلین جلوگیری می‌کنند سبب تحریک ماده‌گلی می‌شوند (Mitchell & Wittwer, 1962). کنترل ژنتیکی و تغییرات محیطی بیان جنسی از طریق تغییراتی در سطوح هورمون‌های گیاهی صورت می‌گیرد. بیان جنسی در خیار به‌وسیله تعادل بین هورمون‌های اتیلن، اکسین، آبسزیک‌اسید و جیبرلین تنظیم می‌شود (Galun, 1959). اتیلن به‌عنوان هورمون ابتدایی در نظر گرفته شده است که مادگی را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Byers et al., 1972). جیبرلین بیان جنسی نر را تنظیم می‌کند (Rudich et al., 1972). ماده‌گلی یکی از اجزای عملکرد که به‌صورت کمی به ارث می‌رسد،

نتایج نشان داد که نتاج حاصل از هیبرید تجاری نگین و لاین B_{12} دارای بیشترین تعداد میوه‌های پارتنوکارپ و نتاج حاصل از تلاقی هیبرید نگین با لاین‌های B_{12} ، A_{10} دارای بیشترین درصد میوه‌های پارتنوکارپ بودند به‌طوری‌که برخی از تک بوته‌های حاصل از این تلاقی وضعیتی بهتر از والد هیبرید تجاری داشتند. با توجه به بهبود برخی صفات در نتاج نسبت به لاین‌ها، امید می‌رود که در تحقیقات بعدی با انجام تلاقی برگشتی برترین نتاج به‌دست آمده از این تحقیق با لاین‌های منتخب بتوان به لاین‌هایی مشابه آنها با دارا بودن صفات مطلوب هیبرید تجاری جهت کشت در گلخانه دست یافت.

نتیجه‌گیری کلی

نتایج نشان داد که نتاج حاصل از هیبرید تجاری نگین و لاین B_{12} دارای بیشترین تعداد میوه‌های پارتنوکارپ و نتاج حاصل از تلاقی هیبرید نگین با لاین‌های B_{12} ، A_{10} دارای بیشترین درصد میوه‌های پارتنوکارپ بودند به‌طوری‌که برخی از تک بوته‌های حاصل از این تلاقی وضعیتی بهتر از والد هیبرید تجاری داشتند. با توجه به بهبود برخی صفات در نتاج نسبت به لاین‌ها، امید می‌رود که در تحقیقات بعدی با انجام تلاقی برگشتی برترین نتاج به‌دست آمده از این تحقیق با لاین‌های منتخب بتوان به لاین‌هایی مشابه آنها با دارا بودن صفات مطلوب هیبرید تجاری جهت کشت در گلخانه دست یافت.

REFERENCES

1. Acciarri, N., Restaino, F., Vitelli, G., Perrone, D., Zottini, M., Pandolfini, T., Spena, A. & Rotino, G. (2002). Genetically modified parthenocarpic eggplants: improved fruit productivity under both greenhouse and open field cultivation. *BMC Biotechnology*, 2(4), 1-7.
2. Biriukova, N. & Maslovskaya, E. (2004). The influence of cultivation conditions on parthenocarpy of cucumber. In: Proceedings of Cucurbitaceae, the 8th EUCARPIA, 12-17 July, Palacký University, Olomouc, Czech Republic, pp. 51-56.
3. Boonkorkaew, P., Hikosaka, S. & Sugiyama, N. (2008). Effect of pollination on cell division, cell enlargement, and endogenous hormones in fruit development in a gynoeocious cucumber. *Scientia Horticulturae*, 116 (1), 1-7.
4. Byers, R. E., Baker, L. R., Sell, H. M., Herner, R. C. & Dilley D. R. (1972). Female flower induction on androeocious cucumber (*Cucumis sativus* L.). *Journal of the American Society of horticultural Science*, 98, 197-199.
5. Cantliffe, D. J. & Phatak, S. C. (1975). Parthenocarpic fruit development from grafted ovaries of *Cucumis sativus* L. *Plant Physiology*, 55(6), 1107-1109.
6. Cantliffe, D. J. (1981). Alteration of sex expression due to change in temperature, light intensity, and photoperiod. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 106 (2), 133-136.
7. De ponti, O. M. B. & Garretsen, F. (1976). Inheritance of parthenocarpy in pickling cucumbers (*Cucumis sativus* L.) and linkage with other characters. *Euphytica*, 25(1), 633-642.
8. Dudley, J. W. & Moll, R. H. (1968). Interpretation and use of estimates of heritability and genetic variances in plant breeding. *Crop Science*, 9(3), 257-262.
9. Farshadfar, E. (2000). *Application of Quantitative Genetics in Plant Breeding*. Vol. 1. Tagh- E – Bostan Press, Kermanshah. (in Farsi)
10. Fazio, G., Staub, J. E. & Stevens, M. R. (2003). Genetic mapping and QTL analysis of horticultural traits in cucumber (*Cucumis sativus* L.) using recombinant inbred lines. *Theoretical Applied Genetics*, 107(5), 864-874.
11. Fukushima, E., Matsuo, E. & Fujieda, K. (1968). Studies on the growth behaviour of cucumber (*Cucumis sativus* L.), *Journal of the Faculty of Agriculture*, 14(3), 349-366.
12. Galun, E. (1959). Effects of gibberellic acid and naphthalene acetic acid on sex expression and some morphological characters in the cucumber plant. *Phyton*, 13, 1-8.
13. Galun, E., Izhar, S. & Atsmon, D. (1965). Determination of relative auxin content in hermaphrodite and andromonoecious *Cucumis sativus* L. *Plant Physiology*, 40(2), 321-326.
14. Gustafson, F. G. (1939). The cause of natural parthenocarpy. *American Journal of Botany*, 26 (3), 135-138.
15. Hawthorn, L. R. & Wellington, R. (1930) Geneva, a greenhouse cucumber that develops fruit without pollination. *New York State Agricultural Experiment Station*, 2, 3-11.
16. Kikuchi, K., Honda, I., Matsuo, S., Fukuda, M. & Saito, T. (2008). Stability of fruit set of newly selected parthenocarpic eggplant lines. *Scientia Horticulturae*, 115, 111-116.
17. Kim, I. S. Okubo, H. & Fujieda, K. (1992). Genetic and hormonal control of parthenocarpy in cucumber (*Cucumis sativus* L.). *Journal Faculty of Agriculture*, 36 (3.4), 173-181.
18. Knapp, S. J. (1998). Marker-assisted selection as a strategy for increasing the probability of selecting superior genotypes. *Crop Science*, 38(5), 1164-1174.
19. Kvasnikov, B. V., Rogova, N. T., Tarakanova, S. I. & Ignatov, S. I. (1970). Methods of breeding vegetable crops under the covered ground. *Bulletin of applied botany, genetics and plant breeding*, 42, 45-57.
20. Lietzow, C. D., Zhu, H., Pandey, S., Havey, M. J. & Weng, Y. (2016). QTL mapping of parthenocarpic fruit set in North America processing cucumber. *Theoretical Applied Genetics*, 129 (12), 2387-2401.
21. Mibus, H. & Tatlioglu, T. (2004). Molecular characterization and isolation of the F/f gene for femaleness in cucumber (*Cucumis sativus* L.). *Theoretical Applied Genetics*, 109(8), 1669-1676.
22. Mitchell, W. D. & Wittwer, S. H. (1962). Chemical regulation of flower sex expression and vegetative growth in *Cucumis sativus* L. *Science*, 136(3519), 880-881.
23. Moradipour, F., Olfati, J. A., Hamidoghli, Y., Sabouri, A. & Zahedi, B. (2016). General and specific combining ability and heterosis for yield in cucumber fresh market lines. *International Journal of Vegetable Science*, 23(1), 1-9.
24. Nematzadeh, Gh. A. & Kiani, Gh. (2011). *Plant breeding (Classical methods)*. Vol. 1. Rice and Citrus Institute. (in Farsi)
25. Nitsch, J. P. (1970). *Hormonal factors in growth and development*. In: A.C. Hulme (ed.), *The Biochemistry of Fruits and their Products*. Vol. II, Academic Press, London, pp. 427-472.

26. Olfati, J. A., Babalar, M., Kashi, A. K., Dadashipoor, A. & Shahmoradi, Kh. (2008). The effect of ammonium and molybdenum on nitrate concentration in two cultivars of greenhouse cucumbers. *Journal of Horticultural science*, 22(1), 67-77.
27. Panti, K., Das Munshi, A. & Kanti Behera T. (2015). Inheritance of gynoeicm in cucumber (*Cucumis sativus* L.) using genotype gbs-1 as gynoeicious parent. *Genetika*, 47 (1), 349-356.
28. Pike, L. M. & Peterson, C. E. (1968). Inheritance of Pathenocarpy in the Cucumber (*Cucumis sativus* L.). *Euphytica*, 18(1), 101-105.
29. Rudich, J. Baker, L. R. & Sell, H. M. (1977). Parthenocarpy in *Cucumis sativus* L. as affected by genetic parthenocarpy, thermo-photoperiod, and femaleness. *Journal of the American Society of Horticultural Science*, 102(2), 225-228.
30. Rudich, J., Halevy, A. H. & Kedar, N. (1972). The level of phytohormones in monoecious and gynoeicious cucumbers as affected by photoperiod and ethephon. *Plant Physiology*, 50(5), 585-590.
31. Serquen, F. C., Bacher, J. & Staub, J. E. (1997). Genetic analysis of yield components in cucumber at low plant density. *Journal of American Society of Horticultural Science*, 122(4), 522-528.
32. Sharma, J. R. (2008). *Statistical and biometrical techniques in plant breeding*. New age international publisher. New dehli. 432 pp.
33. Spena, A. & Leonardo Rotina, G. (2001). Parthenocarpy. In: Current Trends in the Embryology of Aniosperms. (pp. 435-450.) Kluwer Academic Publishers.
34. Staub, J. E., Bacher, J. & Crubaugh L. (1995). Problems associated with the selection of determinate cucumber (*Cucumis sativus* L.) plant types in a multiple lateral background. *Cucurbit Genetics Cooperative*, 18, 7-9.
35. Sun, Z., Staub, J. E., Chung, S. M. & Lower, R. L. (2006a). Identification and comparative analysis of quantitative trait loci associated with parthenocarpy in processing cucumber. *Plant Breeding*, 125 (3), 281-287.
36. Sun, Z., Lower, R. L. & Staub, J. E. (2006b). Analysis of generation and components of variance for parthenocarpy in cucumber (*Cucumis sativus* L.). *Plant breeding*, 125(3), 281-287.
37. Takeno, K. & Ise, H. (1992). Parthenocarpic fruit set and endogenous indole-3-acetic acid content in ovary f *Cucumis sativus* L., *Journal of the Japanese Society for Horticultural Science*, 60(4), 941-946.
38. Varoquaux, F. Blanvillain, R. Delseny, M. & Gallois, P. (2000). Less is better: new approaches for seedless fruit production. *Trends Biotechnology*, 18 (6), 233-242.
39. Wehner, T. C. (1989). *Breeding for improved yield in cucumber*. Vol. 6. Timber Press.
40. Wu, Z., Zhang, T., Li, L., Xu, J., Qin, X., Zhang, T., Cui, L., Lou, Q., Li J. & Chen, J. F. (2016). Identification of a stable major-effect QTL (Parth 2.1) controlling parthenocarpy in cucumber and associated candidate gene analysis via whole genome re-sequencing. *BMC Plant Biology*, 16(182), 1-14.
41. Yan, L. Y., Lou, L. N., Feng, Z. H., Lou, Q. F. & Chen, J. F. (2010). Inheritance of parthenocarpy in monoecious cucumber (*Cucumis sativus* L.) under different eco-environments. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 21(1), 61-66.
42. Yan, L.Y., Lou, L. N., Lou, Q. F. & Chen, J. F. (2008). Inheritance of parthenocarpy in gynoeicious cucumber. *Acta Horticulturae Sinica*, 35 (10), 1441-1446.
43. Yoshida, T., Matsunaga, S. & Saito T. (2001). Effect of seasonal condition and genotype on fully developed parthenocarpy in eggplant. *Journal of the Japanese Society for Horticultural Science*, 70, 388. (in Japanese)
44. Young, L. W., Wilen, R. W. & Bonham-Smith, P. C. (2004) High temperature stress of *Brassica napus* during flowering reduces micro- and mega-gametophyte fertility, induces fruit abortion, and disrupts seed production. *Journal of Experimental Botany*, 55(396), 485-495.