Iranian Journal of Horticultural Science
Vol 50, No 3, Autumn 2019 (539-548)
DOI: 10.22059/ijhs.2018.231888.1236

علوم باغبانی ایران
دورۀ ۵۰، شمارۀ ۳، پاییز ۱۳۹۸ (ص ۵۴۸-۵۳۹)

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

پارتنوکارپی 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 پارتنوکارپی و ماده‌گلی صورت گرفت. والد تجاری مورد استفاده در این تلاقی هیبرید تجاری نگین بود. لاین‌های مورد استفاده در این تلاقی نیز A_{10} ، B_{10} و B_{12} بودند. نتایج نشان داد که نتاج حاصل از تلاقی هیبرید تجاری نگین و لاین B_{12}، دارای بیشترین تعداد میوه‌های پارتنوکارپ بودند. کمترین تعداد گل نر در نتاج حاصل از تلاقی هیبرید نگین و لاین A_{10} مشاهده شد. نتاج حاصل از تلاقی هیبرید نگین با لاین A_{10}، کمترین ساقه‌های فرعی را داشتند. نتاج حاصل از تلاقی هیبرید نگین با لاین‌های B_{12}، A_{10} دارای بیشترین درصد میوه‌های پارتنوکارپ بودند و کمترین درصد میوه‌های پارتنوکارپ در نتاج حاصل از تلاقی کولتیوار هیبرید نگین با لاین B_{10} دیده شد. بیشترین درصد گل‌های ماده در نتاج حاصل از تلاقی هیبرید نگین و لاین B_{10} دیده شد و کمترین درصد گل‌های ماده در نتاج حاصل از تلاقی هیبرید نگین با لاین B_{12} 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 پارتنوکارپی دست یافت.

واژه‌های کلیدی: ارزیابی نتاج، پارتنوکارپی، گرده‌افشانی، ماده‌گلی.

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

Fatemeh Setamdideh Moslemi[1], Jamalali Olfati[2*] and Yousef Hamidoghli[2]
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 hyrid 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 B_{10} had the maximum number of parthenocarpic fruits. The minimum number of male flowers related to the progeny of commercial cultivar 'Negeen' with A_{10}. The progeny of commercial cultivar 'Negeen' with A_{10} had the least of lateral branches. The maximum and minimum percentage of parthenocarpic fruits related to the progeny of commercial cultivar 'Negeen' with B_{12} and A_{10} and the progeny of commercial cultivar 'Negeen' with B_{10} respectively. Maximum and minimum percentage of female flower related to the progeny of commercial cultivar 'Negeen' with B_{10} and B_{12} respectively. According to these result it is possible to release recombinant inbred lines similar to elite lines with parthenocarpic in future.

Keywords: Gynociousy, pollination, progeny evaluation.

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

مقدمه

پارتنوکارپی توانایی تولید میوه بدون تلقیح است (Angelo & Giuseppe, 2001). پارتنوکارپی 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 بذردار (گرده‌افشانی‌شده) میوه‌های سفت‌تر و گوشتی‌تری دارند (Fabrice *et al*., 2000). عوامل محیطی، فیزیولوژیکی، ژنتیکی و هورمون‌ها پارتنوکارپی را تحت تأثیر قرار می‌دهند. شرایط محیطی مثل دمای پایین و طول روز کوتاه، سبب تحریک پارتنوکارپی می‌شوند. همچنین غلظت ایندول‌استیک 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 (فعال‌شدن میوه و تقسیم سلولی) که تخمدان شروع به رشد می‌کند (Young, 2004). مطالعات ژنتیکی در ارتباط با پارتنوکارپی از سال ۱۹۳۰ شروع شد و گزارش شد که پارتنوکارپی توسط یک ژن مغلوب کنترل می‌شود (Hawthon *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 پارتنوکارپی در خیار هستند (Kvasnikov, 1970). در حالی‌که De ponti & Garretsen (1976) گزارش نمودند که سه ژن مستقل (ژن‌های ایزومری) با عمل افزایشی پارتنوکارپی را کنترل می‌کنند. موارد متفاوتی در رابطه با توارث صفت پارتنوکارپی در خیار گزارش شده است. براساس مطالعاتی که توسط Sun *et al*. (2006a,b) انجام شد، نشان داد که توارث پارتنوکارپی 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 پارتنوکارپی را کنترل می‌کند و برهم‌کنش محیط و اپیستازی می‌تواند در بیان این ژن اثر گذارد و همچنین پارتنوکارپی 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 پارتنوکارپی در خصوص برخی گیاهان دیگر همانند بادنجان نشان داد که تمایل ژنتیکی به پارتنوکارپی، توسط چندین ژن با اثرات افزایشی کنترل می‌شود (Yoshida *et al*., 2001). بیان ژن‌های *iaaM* و *iaaH* در بادنجان‌های پارتنوکارپ دست‌ورزی شده با فعال‌کردن تریپتوفان مونوکسی‌ژناز منجر به تولید مقادیر بالایی از ایندول‌استیک‌اسید می‌شود. مقادیر بالای این ماده برای سلول‌های گیاهی سمی است و باعث جلوگیری از نمو بذر می‌شود (Acciarri *et al*., 2002). مکانیزم پارتنوکارپی در تخمدان واقع شده است (Cantliffe & Phatak, 1975). سیگنال‌های خارجی (گرده‌افشانی، هورمون‌ها، آنالوگ‌های اکسین) باعث افزایش میزان ایندول‌استیک‌اسید 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 پارتنوکارپی 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

(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 خیار 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 پارتنوکارپی نیز باشند. با توجه به این‌که ارقام منتخب (B_{12}، B_{10} و A_{10}) 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 پارتنوکارپی 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 پارتنوکارپی و از لاین‌های A_{10}، B_{10} و B_{12} که حاصل تحقیقات قبلی در جهت معرفی لاین‌های مطلوب هستند (Moradipour *et al*., 2016) به‌عنوان والدین دوره‌ای استفاده شد (جدول۱). این لاین‌ها دارای عملکرد و کیفیت مناسبی هستند و ترکیب‌پذیری عمومی بالایی برای صفات اصلاحی مهم خیار نشان دادند (Moradipour *et al*., 2016). بذور خیار پیش از کشت، خیسانده و برای جوانه‌زنی به ظروف پتری حاوی کاغذ صافی منتقل شدند. بذرهای جوانه‌زده به گلدان‌های چهار لیتری دارای نسبت مساوی کوکوپیت و پرلیت منتقل شدند و با محلول پیشنهادی Olfati *et al*. (2008) تغذیه شدند. این آزمایش در گلخانه و در طول زمستان انجام شد. محلول‌رسانی به گیاهان به‌صورت دستی و روزانه ۲ تا ۳ بار صورت گرفت. به‌طور متوسط دمای روز در طول آزمایش 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, fuit cylindrical and fresh type, Purchased from Enza company

بذور حاصل از تلاقی لاین‌ها با هیبرید تجاری به‌همراه والدین مورد استفاده مجددا پیش از کاشت خیسانده و برای جوانه‌زنی به ظروف پتری حاوی کاغذ صافی منتقل شدند. بذرهای جوانه‌دار شده همانند کشت اول به گلدان‌های چهار لیتری و در بستر کوکوپیت:پرلیت با نسبت برابر منتقل شدند. کلیه نتاج و والدین در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با هفت تیمار و سه تکرار مورد بررسی قرار گرفتند. در گیاهان رشدیافته ده گره اول با کپسول‌گذاری و

ممانعت از هر گونه گرده‌افشانی از نظر میزان پارتنوکارپی 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 (نرمال‌بودن 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 نتاج لاین‌های منتخب از نظر صفت تعداد میوه پارتنوکارپ نسبت به لاین تجاری شد؛ به‌طوری‌که در تک بوته‌هایی از نتاج حاصل از تلاقی کولتیوار نگین با لاین B_{12} تعداد ۱۸ میوه پارتنوکارپ مشاهده شد که از بزرگترین مشاهده در والد نگین (۱۵میوه پارتنوکارپ) نیز بیشتر بود و این بدان معنی است که خودگشنی یا تکرار تلاقی برگشتی با والد تکراری ممکن است ما را به والدینی برساند که مشابه یا بهتر از والد نگین از نظر صفت پارتنوکارپی باشد (جدول۳). بررسی جمعیت‌ها نشان داد که همه لاین‌ها دارای درصدی از پارتنوکارپی 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 هموژن هستند بیانگر تأثیر شرایط محیطی و احتمالا 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 A_{10}، B_{10} و B_{12} تمایل به داشتن میوه‌های پارتنوکارپ دارند و با توجه به انحراف ارزش این نتاج نسبت به والدین، ژن‌های مسئول پارتنوکارپی ظاهراً غالب می‌باشند. این نتایج مطابق با گزارش Pike & Peterson (1968) است که بیان داشتند پارتنوکارپی صفتی با غالبیت ناقص است. بررسی تعداد ژن‌های مفید هیبرید تجاری در مقایسه 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 نتاج حاصل از تلاقی این دو دیده شود و برای درک دلیل این تنوع (محیطی یا ژنتیکی) نتاج 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 نتاج از نظر پارتنوکارپی به‌میزان قابل‌توجهی 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 ارزشمندبودن تنوع به‌دست آمده است و امکان انتخاب در نتاج حاصل از این تلاقی‌ها و نتاج حاصل از خودگشنی یا تلاقی‌های برگشتی نتاج منتخب با لاین‌های والدینی وجود دارد. باید تأکید شود که در انتخاب نتاج 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 پارتنوکارپی 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 پارتنوکارپی توجه کرد.

تلاقی لاین منتخب B_{10} با کولتیوار تجاری سبب بهبود وضعیت نتاج آن از نظر میانگین تعداد گل ماده نسبت به لاین تجاری شد ولی تلاقی لاین‌های منتخب B_{12} و A_{10} با کولتیوار تجاری سبب بهبود وضعیت نتاج

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 B_{12} و B_{10} 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 (جدول۴).

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 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 پارتنوکارپی لاین B_{12} و نتاج حاصل از تلاقی کولتیوار نگین با لاین B_{10} دارای بیشترین تعداد میوه‌های پارتنوکارپ بودند و لاین B_{12} دارای اختلاف بسیار معنی‌داری با شاهد (هیبرید تجاری نگین) بود؛ اما نتاج حاصل از تلاقی کولتیوار هیبرید نگین با لاین B_{10} تفاوت معنی‌داری با شاهد داشت. تفاوت بین نتاج حاصل از تلاقی کولتیوار هیبرید نگین با لاین‌های A_{10}، B_{12} و لاین‌های B_{10} و A_{10} نیز با شاهد بسیار معنی‌دار شد. تلاقی لاین‌های منتخب با هیبرید تجاری سبب بهبود وضعیت این صفت در نتاج آنها شد به‌طوری‌که تعداد میوه‌های پارتنوکارپ از ۲/۶، ۴ و ۴/۴ به‌ترتیب در لاین‌های A_{10} ، B_{10} و B_{12} به ۴/۸، ۸/۲ و ۷/۱ میوه در نتاج آنها افزایش یافت (جدول ۷).

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

	Number of parthenocarpic fruits in the first ten nodes				Percentage of parthenocarpic fruits in the first ten nodes			
Population	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
$N\times B_{12}$	7.1	3	18	3.8	74.1	50	100	13.2
$N\times B_{10}$	8.2	3	14	3.8	70.2	23.5	100	19. 8
$N\times A_{10}$	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

	Number of female flowers in the first ten nodes				Percentage of female flowers in the first ten nodes			
Treatment	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
$N\times B_{12}$	9.23	5	20	3.7934	30.17	10.41	55.55	11.19
$N\times B_{10}$	12.146	3	19	4.9977	32.92	9.67	60.71	13.09
$N\times A_{10}$	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

	Number of parthenocarpic male flowers in the first ten nodes				Percentage of parthenocarpic male flowers in the first ten nodes			
Treatment	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
$N\times B_{12}$	22.142	10	43	7.370	69.82	44.44	89.58	11.19
$N\times B_{10}$	25.074	10	36	6.759	67.07	39.28	90.32	13.09
$N\times A_{10}$	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
$N\times B_{12}$	5.7619	3	9	2.1190
$N\times B_{10}$	6.0370	1	9	2.3774
$N\times A_{10}$	4.8095	2	8	1.4354

جدول ۶. نتایج تجزیه واریانس اثر جمعیت‌های مورد مطالعه خیار بر پارتنوکارپی 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
$N\times B_{12}$	7.095	22.143	6.037	9.333	74.159	69.823	30.621
$N\times B_{10}$	8.185	25.074	5.761	12.111	70.250	67.077	32.781
$N\times A_{10}$	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

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

عملکرد است، تفکیک ویژگی‌های پارتنوکارپی حقیقی از ویژگی‌های وابسته به عملکرد دشوار است (Lietzow *et al*., 2016). در خیار عوامل اقلیمی مثل طول روز و دما پارتنوکارپی 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 پارتنوکارپی 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 پارتنوکارپی بیشتری نشان دادند که تا حد زیادی در ارتباط با سطوح بالای اشعه ماورای بنفش می‌باشد. همچنین تمایل به پارتنوکارپی در محصولات بهاره بیشتر از محصولات زمستانه است. این نشان‌دهنده اهمیت شرایط محیطی در گرایش به پارتنوکارپی است (Biriukova & Maslovskaya, 2004). میوه‌های خیاری 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 به‌صورت پارتنوکارپی 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 هموژن 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 پارتنوکارپی دخیل است. در تحقیق حاضر نیز با وجود یک تنوع نسبتا زیاد در نتاج حاصله، میزان این صفت در میانگین نتاج افزایش یافته که بیانگر نقش پررنگ واریانس 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 افزاینده در والدین تلاقی دارد. در خیار عوامل ژنتیکی پارتنوکارپی 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 نگین 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 نگین 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 به‌طوری‌که تعداد گل‌های ماده از ۳/۱، ۵/۳ و ۶ به‌ترتیب در لاین‌های A_{10}، B_{10} و B_{12} به ۶/۱، 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 نگین 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 به‌طوری‌که درصد گل‌های ماده از ۱۷/۳۵، ۱۲/۵۶ و ۱۷/۳۰ به‌ترتیب 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 نگین 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 نگین با لاین B_{12} و لاین‌های A_{10} و B_{12} نیز با شاهد بسیار معنی‌دار شد. تفاوت بین نتاج حاصل از تلاقی کولتیوار هیبرید نگین با لاین A_{10} نیز با شاهد معنی‌دار شد. تلاقی لاین‌های منتخب با هیبرید تجاری سبب کاهش تعداد گل نر در نتاج

آنها شد به‌طوری‌که تعداد گل‌های نر از ۱۶/۸۳، ۳۸/۵۰ و ۳۵/۲۲ به‌ترتیب در لاین‌های A_{10}، B_{10} و B_{12} به ۱۳/۰۵، ۲۵/۰۷ و ۲۲/۱۴ در نتاج آنها رسید (جدول۷). از نظر درصد گل‌های نر لاین‌های B_{10} و نتاج حاصل از تلاقی کولتیوار هیبرید نگین با لاین B_{12} دارای بیشترین درصد گل‌های نر هستند و اختلاف بسیار معنی‌داری با شاهد داشتند. تفاوت بین نتاج حاصل از تلاقی کولتیوار هیبرید نگین با لاین‌های A_{10}، B_{10} و لاین‌های B_{12} و A_{10} نیز 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 به‌ترتیب 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 M/m، F/f و A/a 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 ژنوتیب 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، آبسیزیک‌اسید 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، 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 تعداد ساقه‌های فرعی از ۷/۰۵، ۷/۸۳ و ۶/۳۳ به‌ترتیب در لاین‌های A_{10}، B_{10} و B_{12} به ۴/۸۱، ۵/۷۶ و ۶/۰۴ در نتاج آن‌ها کاهش یافت که این امر برای ارقام گلخانه‌ای با توجه به تربیت تک‌شاخه‌ای آنها حائز اهمیت زیادی است (جدول ۷). گزارشات قبلی نشان داد که تعداد ساقه فرعی به‌صورت کمی به ارث می‌رسد (دارای ۵ ژن). میزان وراثت‌پذیری آن پایین است و محیط تأثیر زیادی در بیان این صفت دارد (Knapp, 1998). طول روز و شدت نور در بیان ژن‌های کنترل‌کننده تعداد ساقه فرعی مؤثر است (Staub *et al*., 1995). همچنین این صفت به‌میزان زیادی تحت تأثیر محیط قرار می‌گیرند (Serquen *et al*., 1997).

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 gynoecious 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 androecious 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 gynoecism in cucumber (*Cucumis sativus* L.) using genotype gbs-1 as gynoecious 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 gynoecious 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 gynoecious 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.