تحرّي التفوّق وقوة الهجين والتدهور الناتج عن التربية الذاتية لمؤشرات الباكورية في البازلاء الخضراء (*Pisum sativum* L.)

Detection of Epistasis, Heterosis and Inbreeding Depression for Earliness Parameters in Garden Peas (*Pisum sativum* L.)

Received 14 June 2010 / Accepted 8 September 2011

م. فراس العايش [1] ، د. بسام أبو ترابي [2]، و د. سهيل مخوّل [3]

(1): مركز بحوث درعا - الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية- سورية.

(2): قسم علوم البستنة - كلية الزراعة - جامعة دمشق - سورية.

(3): إدارة بحوث البستنة - الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية - دمشق - سورية.

الملخّص

نُفذ البحث في مركز بحوث درعا التابع للهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية / سورية، خلال ثلاثة مواسم (2007 / 2008 و 2008 / 2009 و 2009 / 2010)، بهدف تحري السلوك الوراثي ودراسة قوة الهجين في الجيل الأول والتقهقر الناتج عن التربية الذاتية في الجيل الثاني لمؤشرات الباكورية في محصول البازلاء الخضراء وهي: عدد الأيام حتى بداية الإزهار، وعدد الأيام حتى بداية النضج الاستهلاكي، وعدد السلاميات حتى الزهرة الأولى، وطول السلامية، وذلك عبر توظيف اختبار تحليل متوسطات الأجيال وفق تصميم القطاعات العشوائية الكاملة بأربعة مكررات. استخدمت الدراسة أربعة طرز وراثية أبوية معتمدة، هي: Mutant-3، و Dasargelo، و Oterlo، و Nassra حيث نفّذ برنامج تهجين نصف متبادل (4×4) وتم إنتاج كل من BC_2 ،BC_1 ،F_3 ،F_2 ،F_1 لجميع الهجن الناتجة.

أظهر اختبار المعنوية تباينات ذات دلالة إحصائية بين العشائر الخاصّة بكل هجين وللمؤشرات المدروسة عدا مؤشر عدد السلاميات حتى الزهرة الأولى في الهجين (Nassra × Oterlo) ، ومؤشر طول السلامية في الهجن (Mutant-3 × Oterlo) و (Nassra × Mutant-3) و (Nassra × Oterlo)، ما دعا إلى استبعادها من التحليل الوراثي اللاحق. سجّلت القيم الأعلى لقوة الهجين الوراثية ذات الدلالة والسالبة (ذات الاتجاه المرغوب) لمؤشري عدد الأيام حتى بداية الإزهار والنضج الاستهلاكي في التصالبين (Mutant-3 × Oterlo) و (Mutant-3 × Nassra) وبلغت -23.48 و -13.07 % للمؤشر الأول و-19.44 و -16.81 % للمؤشر الثاني على التوالي، ولوحظ تدهور معنوي (بقيمة غير عالية) في قوة الهجين في الجيل الثاني متوافق الاتجاه مع قوة الهجين في غالبية الهجن ولجميع الصفات، نظراً لعدم تأثّر محصول البازلاء بهذه الظاهرة كونه محصولاً ذاتي التلقيح، وكشف تحليل الفعل الورثي إسهام الأنماط الثلاثة لفعل المورثات (تراكمي، وسيادة، وتفوق) في توريث صفات الباكورية في غالبية الهجن، مع سيادة نمط التفوّق التكراري (سيادة × سيادة)، ما يدفع لاستخدام طريقة الانتخاب المتكرر المتبادل كمنهج تربوي فعّال قادر على استغلالها.

الكلمات المفتاحية : التفوق، قوة الهجين، تربية ذاتية، هجن نصف تبادلية، بازلاء خضراء.

©2013 The Arab Center for the Studies of Arid Zones and Dry Lands, All rights reserved - ISSN 2305- 5243.

Abstract

This research was conducted at Dara'a Research Center, General Commission for Scientific Agricultural Research, (G.C.S.A.R.) (Syria) during three growing seasons (2007/2008, 2008/2009 and 2009/2010) to detect genetic behavior, heterosis in F1 and inbreeding depression in F2 of earliness parameters in garden peas namely: days to beginning of flowering, days to beginning of marketable maturity, number of low internodes, internodes length through utilizing generation mean analysis test in a randomized complete block design with four replications, using four parental genotypes (Mutant-3, Dasargelo, Oterlo and Nassra) where half-diallel crossing scheme 4x4 was applied and then production of F1, F2, F3, BC1 and BC2 generations for all crosses.

Test of significance showed significant differences among hybrid populations for all studied parameters, except number of low internodes in the Oterlo x Nassra cross and internodes length in the Mutant-3 x Oterlo, Mutant-3 x Nassra and Oterlo x Nassra crosses suggesting to excluded from further genetic analysis. The highest negative significant values of heterosis for days to beginning of flowering and marketable maturity were recorded in Mutant-3 x Oterlo and Mutant-3 x Nassra crosses (-23.48 , -13.07% respectively) for the first parameter and (-19.44 , -16.81 % respectively) for the second parameter , and significant inbreeding depression in F2 in the same direction has been observed in most crosses for all characters, which were relatively low, due to the nature of self-pollination of peas crop. Generation mean analysis revealed participation of all types of gene action in the inheritance of earliness parameters in most crosses, and predominance of duplicate type of epistasis (dominance x dominance), suggesting the utilization of reciprocal recurrent selection method as an efficient breeding procedure.

Keywords: Epistasis, Heterosis, Inbreeding, Half-diallel cross, Garden peas.

المقدمة

عُرفت البازلاء في سورية منذ عهود قديمة، وانتشرت زراعتها في الآونة الأخيرة بشكل متزايد، ولاسيما بعد انتشار مصانع التعليب في مناطق الزراعة، ويعود انتشارها الكبير إلى قيمتها الغذائية العالية واستخداماتها المتعددة، فنباتاتها الخضراء وبذورها غنية بالبروتين سهل الذوبان بالماء والأحماض الآمينية الضرورية لحياة الإنسان والحيوان، كما تُستخدم قرونها الخضراء وبذورها الغضّة في غذاء الإنسان حيث تؤكل مباشرةً أو بعد تعليبها، كما تقدّم للحيوان علفاً أخضراً او دريساً، إذ يُضاف دقيقها كمواد مركزة إلى الخلطة العلفية، بالإضافة إلى استخدام مجموعها الخضري سماداً أخضراً (غنيم، 1986). بلغ إجمالي المساحة المزروعة بالبازلاء الخضراء في العالم نحو 1087674 هكتاراً أعطت إنتاجاً قُدّر بـ 8264769 طناً وبمتوسط غلّة بلغ 7.6 طن/هـ (FAO، 2007).

أجمع Horner وزملاؤه (1955) على أنّ غياب التفوّق لا يمكن افتراضه عند التعامل مع الصفات الكمية حتى إذا أثبتت التجربة خلاف ذلك، وتتبع معظم الصفات المهمة اقتصادياً - والتي هي صفات كمية بطبيعتها – نماذج التوريث المعقدة، ويُعدُّ الفهم الصحيح للأنظمة الوراثية أمراً جوهرياً من أجل الإدارة الفعالة للتباين الوراثي المتاح عبر إعداد برامج التربية المنهجية (Sofi وزملاؤه، 2006).

استخدم Katiyar (1994) تصميم (سلالة × مختبر) لتقدير قوة الهجين لصفات الباكورية والغلّة، حيث أظهر 16 هجيناً قوة هجين معنوية قياساً على الأب الأعلى لعدد الأيام حتى 50 % من الإزهار، و8 هجن لصفة الباكورية للنضج الاستهلاكي. ووجد Kharch و Narsinghani (1994) أنّ كلا التصالبين (JP9 × Arkel) و (JP9 × JP4) امتلكا قوة هجين اقتصادية لصفة الباكورية للنضج، وكان كلاهما من الأنماط الوراثية المتوسطة إلى المتأخرة في النضج مع إنتاجية جيدة من القرون الخضراء. كما وجد Brian و Arthur (1973) في دراسة تناولت مؤشرات التبكير، متمثلةً بعدد الأيام حتى ظهور أول زهرة، وعدد الأيام حتى 50 % من الإزهار، وطول السلامية أنّ جميع هذه الصفات تقع تحت سيطرة الفعل الإضافي (التراكمي) للمورثات، وكان تأثير كل من فعلي السيادة والتفوّق قليل الأهمية في توريثها، كما أثبتت نتائج Sood و Kalia (2006) غياب التفوّق لصفة عدد الأيام حتى 50 % من الإزهار مع

وجود سيادة فائقة في الجيل الأول وسيادة تامة في الجيل الثاني لهذه الصفة، وسجّل Awasthi وزملاؤه (2009)، قوة هجين جوهرية مرغوبة قياساً على متوسط وأفضل الأبوين، لصفة عدد الأيام حتى بداية النضج الأخضر في التصالب (EC 269396 × Pusa Pragati).

تهدف هذه الدراسة إلى:

1 - تحري التفاعل الوراثي غير الأليلي لمؤشرات الباكورية في هجن البازلاء الخضراء.

2 - قياس قوة الهجين الوراثية في الجيل الأول (F_1).

3 - حساب التدهور الراجع للتربية الداخلية في الجيل الثاني (F_2).

مواد البحث وطرائقه

1 - المادة النباتية: تم استخدام أربعة أنماط وراثية أبوية، ثلاثة منها أصناف مستوردة ومعتمدة، هي: Dasargelo (هولندي المنشأ)، و Oterlo (أمريكي المنشأ)، و Nassra (مصري المنشأ)، أما الطراز الرابع (Mutant-3) فقد استُنبط من السلالة المحلية رقم (10533) باستخدام الطفرات في الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية/ سورية.

2 - طرائق البحث: نفّذ البحث في ثلاثة مواسم زراعية خلال أربع عروات وفقاً لما يلي:

- موسم 2008/2007 (عروة ربيعة): حيث زُرعَت الطرز الأبوية بتاريخ 2007/11/26 على شكل خطوط لتنفيذ برنامج تهجين نصف تبادلي (4×4) نتج عنه ستة هجن (الشكل 1).

X		1	2	3	4
		Mutant- 3	Dasargelo	Oterlo	Nassra
1	Mutant-3		1×2	1×3	1×4
2	Dasargelo			2×3	2×4
3	Oterlo				3×4
4	Nassra				

الشكل 1. برنامج التهجين نصف التبادلي للطرز الأبوية الأربعة (4×4).

- موسم 2009/2008 (عروة خريفية): تمت زراعة بذار الجيل الأول (F_1) بتاريخ 2008/8/17، وأُجريت النباتات خلال موسم الإزهار على التلقيح الذاتي للحصول على بذار الجيل الثاني (F_2) مع تكرار برنامج التهجين نصف التبادلي (4×4).

- موسم 2009/2008 (عروة ربيعية): زُرعَت بذار الجيل الثاني (F_2) بتاريخ 2009/2/10، وأجبرت النباتات على التلقيح الذاتي للحصول على بذار الجيل الثالث (F_3)، كما زُرِعَ بذار F_1 الناتجة عن العروة السابقة وأجبر بعض نباتاتها على التلقيح الذاتي، للحصول على الـ F_2، واستُخدم البعض الآخر لإجراء التهجينات الرجعية مع كلا الأبوين في جميع الهجن نصف التبادلية، وكُرر للمرة الثالثة برنامج التهجين نصف التبادلي (4×4).

- موسم 2010/2009 (عروة ربيعية): زُرعَت العشائر النباتية الخاصة بكل هجين نصف تبادلي وهي: P_1، P_2، F_1، F_2، F_3، BC_1، BC_2 بتاريخ 2009/11/9وذلك وفق تصميم القطاعات العشوائية الكاملة بأربعة مكررات لتقويم أدائها، وتباين عدد النباتات الممثلة للأجيال السبعة العائدة لكل هجين وفقاً لـ Checa وزملائه (2006) كالآتي:

P_1، P_2، F_1 = 20 نباتاً لكلٍ منها، و BC_1، BC_2، F_3 = 40 نباتاً لكلٍ منها و F_2 = 80 نباتاً.

زُرعَت نباتات العشائر الانعزالية وغير الانعزالية لكل هجين في خطوط مفردة متباعدة على مسافة 70 سم بين كل خطين و20 سم بين نباتات الخط الواحد.

نفّذ البحث في مركز بحوث جلين في محافظة درعا/ سورية، والعائد للهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية، وأجريت عمليات تجهيز أرض التجربة وخدمة المحصول أصولاً وفقاً لـ بوراس وزملائه (2006). وسُجّلت القراءات والمشاهدات الحقلية على جميع النباتات المزروعة في كل خط من خطوط الزراعة المخصصة لكل طراز وراثي مع إهمال النباتات الطرفية من كل خط، حيث دُرست الصفات التالية:

1 - عدد الأيام حتى بداية الإزهار.

2 - عدد الأيام حتى بداية النضج الاستهلاكي.

3 - عدد السلاميات حتى الزهرة الأولى.

4 - طول السلامية (سم).

- التحليل الإحصائي الوراثي:

- تم تحليل التباين وفق تصميم القطاعات العشوائية الكاملة بأربعة مكررات لمؤشرات الباكورية وفي كل مجتمع على حدة وفقاً لـ Fisher (1970).

- قُدّرت قوة الهجين النسبية H(mp) (%) (قياساً على المتوسط الأبوي) في الجيل الأول (F1) وفقاً لـ Sinha و Khanna (1975) حسب المعادلة التالية:

$$H(MP) = [(F1 - MP) / MP] \times 100$$

حيث:

$$MP = (P1 + P2) / 2$$

- قُدّر التدهور الناتج عن التربية الذاتية (ID) في الجيل الثاني (F2) وفقاً لـ Mather و Jinks (1977) حسب العلاقة الآتية:

$$ID = [(F1 - F2) / F1] \times 100$$

تم اختبار معنوية قوة الهجين، والتدهور الناتج عن التربية الذاتية باختبار T عند مستوى معنوية 5 % وفق العلاقة التالية:

$$L.S.D_{0.05} = t_{0.05} \times (3MSe / 2r)^{1/2}$$

- استُخدم تحليل متوسطات الأحيال لاختبار وجود أو عدم وجود التفاعل الوراثي غير الأليلي (التفوّق) الذي يؤثّر في مؤشرات الباكورية وفقاً لـ Mather (1949) عن طريق تقدير أربعة معايير أساسية كمايلي:

$$A = 2\,B1 - P1 - F1$$
$$B = 2\,B2 - P2 - F1$$
$$C = 4\,F2 - 2\,F1 - P1 - P2$$
$$D = 4\,F3 - 2\,F2 - P1 - P2$$

- تشير الدلالة الإحصائية لأي من المعايير الأربعة لصفةٍ ما على وجود التفوّق وعندها يُستخدم الموديل سداسي المؤشرات لتقدير مكوّنات التباين الوراثي وفقاً لـ Hayman (1958)، في حين يدلُّ عدم اختلاف قيم أيّ من المعايير الأربعة جوهرياً عن الصفر على غياب التفوّق، فيقدّر عندها فقط تباين الفعلين التراكمي والسيادي باستخدام الموديل ثلاثي المؤشرات البسيط المقترح من قِبل Jinks و Jones (1958).

النتائج والمناقشة

1 - تحليل التباين: أظهرت نتائج تحليل التباين وجود فروق عالية المعنوية بين عشائر الهجن، لصفتي عدد الأيام حتى بداية الإزهار، وعدد الأيام حتى بداية النضج الاستهلاكي. ولصفة عدد السلاميات حتى الزهرة الأولى باستثناء الهجين (Oterlo × Nassra). بينما كانت الفروق عالية المعنوية في صفة طول السلامية عند الأول (Mutant-3 × Dasargelo) والخامس (Dasargelo × Nassra)، ومعنوية فقط للهجين الرابع (Dasargelo × Oterlo) لصفة طول السلامية، وكان الفرق غير معنوي عند كلٍّ من الهجن الثاني والثالث والسادس لصفة طول السلامية، بالإضافة إلى أنَّ الهجين السادس لم يظهر فروقاً معنوية في صفة عدد السلاميات حتى الزهرة الأولى، لذلك استُبعدت هذه الهجن من الدخول في التحليل الوراثي اللاحق (الجدول 1).

2 - قوة الهجين في الجيل الأول (F_1): تبين معطيات الجدول 2 تباين قوة الهجين الوراثية النسبية، لصفة عدد الأيام حتى بداية الإزهار، إذ تراوحت بين 3.63 و -23.48 %، وكانت جميعها ذات دلالة إحصائية بالاتجاه المرغوب (سالبة القيمة)، عدا الهجين الأخير (Oterlo × Nassra)، حيث كانت معنوية وبالاتجاه المتأخر. وتراوحت قوة الهجين المعنوية لصفة عدد الأيام حتى بداية النضج بين -5.26 و -19.44 % وكان أفضلها الهجين (Mutant-3 × Oterlo)، في حين لم تكن معنوية عند الهجين (Oterlo × Nassra) (-1.63%)، وسجّل الهجين (Mutant-3 × Oterlo) أعلى قوة هجين معنوية سالبة (-17.34%) لمؤشر عدد السلاميات حتى الزهرة الأولى، تلاه الهجين الثالث (-15.59 %) ثم الهجين الأول (-12.50%)، ثم الخامس (-1.47%)، وكانت موجبةً ومعنويةً عند الهجينين الرابع والسادس (8.38 و 6.05 %) على التوالي. كما أظهرت ثلاثة هجن (الرابع، والثالث والثاني) قوة هجين مرغوبة ومعنوية لصفة طول السلامية إذ بلغت -7.84، و -4.85، و -3.77 % على التوالي، في حين كانت موجبةً ومعنويةً في بقيّة الهجن.

لقد أسهمت التباينات بين متوسطات الآباء وهجنها نصف التبادلية في مؤشرات الباكورية، في ظهور قوة الهجين الوراثية في الجيل الأول وبالاتجاه المرغوب، ما يشير إلى وجود تأثير واضح لجينات السيادة الجزئية في مؤشرات التبكير، وسيطرة فعل المورثات السيادي باتجاه الأب الأدنى، أي الأكثر باكورية، ويؤكد في الوقت ذاته التباين الوراثي للطرز الأبوية المستخدمة في هذه التصالبات.

3 - التدهور الناتج عن التربية الذاتية في الجيل الثاني (F_2): لقد ذكر Falconer (1996) وفقاً لفرضية الأثر التراكمي للمورثات أنّ قوة الهجين تتناقص بمعدل 50 % في كل جيل قياساً على الجيل السابق.

الجدول 1. قيم متوسطات مربعات الانحرافات بين الأنماط الوراثية (العشائر) الناتجة عن كل هجين نصف تبادلي لمؤشرات الباكورية.

الصفة المدروسة / الهجين	عدد الأيام حتى بداية الإزهار	عدد الأيام حتى بداية النضج الاستهلاكي	عدد السلاميات حتى الزهرة الأولى	طول السلامية
Mutant-3 x Dasargelo	150.580 **	140.405 **	2.346 **	0.373 **
Mutant-3 x Oterlo	479.822 **	515.333 **	11.836 **	0.166 NS
Mutant-3 x Nassra	321.357 **	570.369 **	20.503 **	0.125 NS
Dasargelo x Oterlo	68.259**	152.226 **	10.540 **	0.415*
Dasargelo x Nassra	91.201 **	244.476 **	7.180 **	0.423 **
Oterlo x Nassra	17.387 **	48.750 **	0.762 NS	0.270 NS

** : معنوي عند مستوى 1 % (عالي المعنوية)، * : معنوي عند مستوى 5 %، NS : غير معنوي.

أظهرت مؤشرات التبكير مدىً واسعاً لمقدار التدهور الحاصل في قوة الهجين تراوح بدلالة معنوية بين -5.05 و -16.38 % لصفة عدد الأيام حتى بداية الإزهار، ولم يكن التدهور معنوياً في التصالبين الثالث والسادس، وتراوح التدهور المعنوي بين -4.26 و -13.79 % في جميع الهجن لمؤشر عدد الأيام حتى بداية النضج الاستهلاكي، واتسمت صفة عدد السلاميات حتى الزهرة الأولى بتراجع لقوة الهجين، تراوح بين -0.94 و -16.96 % وكانت جميعها سالبة وذات معنوية. لقد تباين تدهور قوة الهجين في مؤشر طول السلامية إذ تراوح سلباً بين -1.32 و -11.75 %، في حين كان موجباً في الجيل الثاني للهجينين الرابع والسادس وبلغ 0.52 و 7.90 % على التوالي وكانت جميعها ذات دلالة إحصائية (الجدول 2).

تشير هذه المعطيات، وفي غالبية الهجن المختبرة، إلى ارتباط قوة الهجين المعنوية في الجيل الأول مع التقهقر الراجع للتربية الذاتية المعنوي في الجيل الثاني، مع الإشارة إلى الاتجاه الواحد لكلا هذين المقياسين الوراثيين ما يؤكد بدوره على التفوق الحاصل في أداء هجن الـ F_1 والتي اتسمت بالقيم الأدنى (الأكثر باكوريةً) مقارنةً بالجيل الثاني، كما تدلُ النتائج على انخفاض نسبة التقهقر لقوة الهجين عموماً ولغالبية مؤشرات التبكير المعنية والذي يُعدّ أمراً طبيعياً في محصول البازلاء، نظراً لطبيعة تلقيحه الذاتي وعدم تأثره كثيراً بالتربية الذاتية، وهذا ما يتوافق مع نتائج Singh وزملائه (1975)، Sarawat وزملائه (1994).

4 - الفعل المورثي: دلّت نتائج اختبار تحليل متوسطات الأجيال، على ظهور المعنوية لواحد أو أكثر من المعايير الأساسية (A، B، C، D) للاختبار في جميع الهجن المختبرة، ولجميع الصفات المدروسة باستثناء الهجين (Dasargelo x Oterlo) لصفة طول السلامية، ما دعا لضرورة استخدام الموديل ثلاثي المؤشرات البسيط في هذا الهجين لتقدير تباين الفعلين الإضافي والسيادي فقط، بالمقابل استُخدم الموديل سداسي المؤشرات لتقدير مكوّنات التباين الوراثي ومن ضمنها التفوّق في بقيّة الهجن و للصفات كافةً (الجدول 3)، وأشارت المعطيات إلى معنوية المتوسط العام (m) لجميع التصالبات المختبرة ولمؤشرات التبكير كافةً:

أ- عدد الأيام حتى بداية الإزهار: سلكت التصالبات الأربعة الأولى سلوكاً متشابهاً من حيث ظهور المعنوية لتباين الفعلين الإضافي والسيادي والتفاعلات الوراثية بأنماطها الثلاثة أو لاثنين منها مع سيادة التفوّق من نمط سيادة × سيادة، وأبدى الفعل التراكمي معنويةً مع جميع أنماط التفوّق مع سيطرة النمط الأخير في الهجين (Dasargelo × Nassra)، وظهرت المعنوية فقط لفعل السيادة والتفوّق من نمط سيادة × سيادة في الهجين (Oterlo × Nassra).

ب- عدد الأيام حتى بداية النضج الاستهلاكي: أبدى الفعل التراكمي والتفوّق من نمطي (تراكمي × تراكمي) و(سيادة × سيادة) دلالةً إحصائيةً في التصالب الأول، وأظهر الفعلان سيادة وتراكمي وجميع أنماط التفوّق معنويةً في التصالب الثاني، وسجّل التصالب الثالث معنويةً للفعلين تراكمي وسيادة ونمطي التفوّق (تراكمي × تراكمي) و(سيادة × سيادة)، وظهرت المعنوية لفعلي المورثات السيادي والتراكمي مع جميع أنماط التفوّق في التصالب الرابع، ولوحظ إسهام لفعلي المورثات السيادي والتراكمي والتفوّق من نمط (سيادة × سيادة) في الهجين الخامس، و لوحظ تأثير معنوي فقط لكلٍّ من فعل السيادة والتفوّق من نمط (سيادة × سيادة) في الهجين السادس، وكان الإسهام الأكبر لنمط التفوّق الأخير في إظهار المعالم الوراثية لمؤشر التبكير للنضج الاستهلاكي في الهجن المدروسة كافةً.

ج- عدد السلاميات حتى الزهرة الأولى: أبدى هذا المؤشر فعلاً تراكمياً ذا دلالة إحصائية في جميع الهجن المختبرة، وتأثيراً معنوياً لفعل السيادة في التصالبات الثالث، الرابع والخامس، وكانت السيادة لنمط التفوّق سيادة × سيادة في الهجن المختبرة عدا التصالبين الثاني والخامس.

الجدول 2. قيم قوة الهجين النسبية $H_{(mp)}$ قياساً على متوسط الأبوين في الـ F_1 والتدهور الناتج عن التربية الذاتية (ID) في الـ F_2 في الهجن المدروسة لمؤشرات الباكورية.

الصفة / الهجين	عدد الأيام حتى بداية الإزهار		عدد الأيام حتى بداية النضج الاستهلاكي		عدد السلاميات حتى الزهرة الأولى		طول السلامية	
	$H_{(MP)}$	I.D	$H_{(MP)}$	I.D	$H_{(MP)}$	I.D.	$H_{(MP)}$	I.D
Mutant-3 x Dasargelo	- 15.51 *	- 7.91 *	- 13.46 *	- 7.78 *	- 12.50 *	- 16.96 *	3.18 *	- 1.32 *
Mutant-3 x Oterlo	- 23.48 *	- 15.16 *	- 19.44 *	- 13.79 *	- 17.34 *	- 2.94 *	- 3.77 *	- 11.75 *
Mutant-3 x Nassra	- 13.07 *	- 1.58 NS	- 16.81 *	- 4.26 *	- 15.59 *	- 9.17 *	- 4.85 *	- 6.70 *
Dasargelo x Oterlo	- 5.95 *	- 5.05 *	- 5.26 *	- 8.33 *	8.38 *	- 1.96 *	- 7.84 *	0.52 *
Dasargelo x Nassra	- 11.58 *	- 16.38 *	- 11.86 *	- 13.46 *	- 1.47 *	- 8.05 *	5.07 *	- 4.14 *
Oterlo x Nassra	3.63 *	- 1.02 NS	- 1.63 NS	- 4.96 *	6.05 *	- 0.94 *	19.09 *	7.90 *
$L.S.D_{0.05}$	2.91	3.52	3.82	4.1	0.72	0.67	0.38	0.33

الجدول 3. نتائج اختبار تحليل متوسطات الأجيال مع أخطائها القياسية لمؤشرات الباكورية في هجن البازلاء المدروسة.

الهجن	A	B	C	D
عدد الأيام حتى بداية الإزهار				
Mutant-3 x Dasargelo	10.65 ± 2.24 *	12.3±1.73 *	2.14 ± 1.65 NS	21.35±2.70 *
Mutant-3 x Oterlo	15.35 ± 2.02 *	29.85 ± 1.42 *	3.56 ± - 0.36 NS	10.14±4.21 *
Mutant-3 x Nassra	8.06 ± 1.90 *	16.3 ± 1.38 *	- 13.28 ± 2.91 *	42.36 ± 2.34 *
Dasargelo x Oterlo	8.66 ± 1.12 *	12.41 ± 1.21 *	5.19 ± 3.35 NS	- 10.97 ± 5.24 *
Dasargelo x Nassra	11.3 ± 1.34 *	19.01 ± 1.40 *	24.85 ± 2.67 *	- 4.33 ± 2.69 NS
Oterlo x Nassra	6.3 ± 1.40 *	5.86 ± 1.51 *	8.7 ± 2.43 *	5.02 ± 2.67 NS
عدد الأيام حتى بداية النضج الاستهلاكي				
Mutant-3 x Dasargelo	8 ± 2.22 *	9 ± 1.83 *	2.64 ± 1 NS	3.74 ± 3 NS
Mutant-3 x Oterlo	11 ± 2.19 *	29 ± 1.68 *	6 ± 3.84 NS	4.26 ± 2 NS
Mutant-3 x Nassra	10 ± 2.55 *	7 ± 1.60 *	- 21 ± 3.56 *	27 ± 3.13 *
Dasargelo x Oterlo	19 ± 1.78 *	26 ± 2.40 *	25 ± 4.68 *	5.08 ± -1 NS
Dasargelo x Nassra	19 ± 1.3 *	15 ± 1.81*	28 ± 3.07 *	- 12 ± 3.81 *
Oterlo x Nassra	11±1.91 *	6 ± 2.09 *	21 ± 3.71 *	9 ± 3.46 *
عدد السلاميات حتى الزهرة الأولى				
Mutant-3xDasargelo	1.06 ± 0.47 *	2.46 ± 0.56 *	2.2 ± 0.79 *	5.62 ± 0.97 *
Mutant-3 x Oterlo	0.60 ± 0.35 NS	-1.49 ± 0.75 NS	- 2.16 ± 0.88 *	4.3 ± 1.38 *
Mutant-3 x Nassra	1.36 ± 0.43 *	5.61 ± 0.56 *	-1.01 ± 0.85 NS	10.23 ± 1.11 *
Dasargelo x Oterlo	3.56 ± 0.54 *	3.10 ± 0.59 *	2.26 ± 1.01 *	1.34 ± 1.24 NS
Dasargelo x Nassra	3.1 ± 0.52 *	0.91 ± 0.53 NS	2.55 ± 0.94 *	1.41 ± 0.87 NS
طول السلامية				
Mutant-3 x Dasargelo	1.69 ± 0.32 *	0.37 ± 0.28 NS	0.60 ± 0.53 NS	0.61 ± 0.51
Dasargelo x Oterlo	- 0.51 ± 0.34 NS	- 0.34 ± 0.30 NS	-0.73 ± 0.61 NS	- 1.13 ± 0.71 NS
Dasargelo x Nassra	0.32 ± -0.16 NS	0.28 ± 0.2 NS	1.14 ± 0.50 *	0.60 ± - 0.14 NS

- تشير معنوية A و B إلى وجود الأنماط الثلاثة من الفعل الوراثي (تراكمي × تراكمي و تراكمي × سيادة، و سيادة × سيادة).
- تشير معنوية C إلى وجود النمط الوراثي (سيادة × سيادة).
- تشير معنوية D على وجود النمط الوراثي (تراكمي × تراكمي).
* : معنوي عند مستوى 5 % ، NS : غير معنوي.

د- طول السلامية: ظهرت المعنوية لهذه الصفة في التصالب الأول لجميع أشكال الفعل المورثي مع سيادة النمط (سيادة × سيادة) للتفاعل الوراثي، في حين وُجدت المعنوية فقط لنمط التفوّق (تراكمي × تراكمي) في الهجين (Dasargelo xNassra) ، وغاب التفوّق تماماً في الهجين (Dasargelo x Oterlo) مع ظهور المعنوية فقط لفعل المورثات التراكمي (الجدول 4). يُستنتج مما سبق وجود اختلافات وراثية كافية لاستخدامها في برنامج التربية، وانعكاس هذه الاختلافات على ظهور قوة الهجين الوراثية بالاتجاه المرغوب لمعظم الهجن المدروسة، والتي تشير إلى تأثير واضح لمورثات السيادة الجزئية في غالبية مؤشرات التبكير، كما يلاحظ إسهام الأنماط الثلاثة للفعل المورثي لمؤشرات التبكير في الغالبية العظمى من هجن البازلاء الخضراء المدروسة، وبناءً عليه يمكن الإشارة إلى إمكانية استخدام طريقة الانتخاب المتكرر المتبادل كإجراء تربية فعّال يمكّن من الاستفادة المثلى لهذه الأنماط من فعل المورثات (تراكمي وسيادي وتفوّق) مع ضرورة استخدام طريقة انتخاب السلالة النقية أو انتخاب النسب لتحسين صفة طول السلامية في (Dasargelo × Oterlo) و (Dasargelo × Nassra)، وتتوافق هذه النتائج جزئياً مع نتائج Singh وزملائه (1986)، الذين أشاروا إلى سيطرة الفعل غير الإضافي لصفة عدد الأيام حتى بداية الإزهار، وتتطابق كلياً مع ما وجده Ravinder وزملاؤه (2000)،

الجدول 4. قيم مكوّنات التباين الوراثي مع أخطائها القياسية لمؤشرات الباكورية في هجن البازلاء المدروسة.

الهجن	m	d	h	i	j	l
عدد الأيام حتى بداية الإزهار						
Mutant-3 x Dasargelo	57.95±0.39*	- 8.05±1.28*	13.63±3.09*	21.3±3*	- 0.83±1.35	- 44.25±5.55*
Mutant-3 x Oterlo	57.81±0.66*	- 18.7±0.87*	34.1±3.38*	45.56±3.17*	- 7.25±0.92*	- 90.76±4.99*
Mutant-3 x Nassra	56.73±0.59*	- 14.22±0.98*	29.24±3.19*	37.64±3.07*	- 4.12±1.03*	- 62±4.89*
Dasargelo x Oterlo	71.96±0.79*	- 6.1±0.66*	11.55±3.47*	15.88±3.43*	- 1.87±0.79*	- 36.95±4.27*
Dasargelo x Nassra	73.55±0.55*	- 6.73±0.75*	- 2.82±2.76	5.46±2.66*	- 3.85±0.87	- 35.77±3.91*
Oterlo x Nassra	79.25±0.49*	1.57±0.87	6.21±2.72	3.46±2.62	0.22±0.93	- 15.62±4.24*
عدد الأيام حتى بداية النضج الاستهلاكي						
Mutant -3 x Dasargelo	97±0.5*	- 6±1.22*	2.5±3.26	16±3.15*	- 0.5±1.38	- 33±5.53*
Mutant-3 x Oterlo	99±0.67*	- 19±0.89*	13±3.50*	34±3.22*	- 9±1.06*	- 74±5.22*
Mutant-3 x Nassra	98±0.66*	- 13±1.18*	19.5±3.74*	38±3.54*	1.5±1.31	- 55±5.91*
Dasargelo x Oterlo	117±1.1*	- 8±1.20*	14.5±5.07*	20±5.01*	- 3.5±1.29	- 65±6.70*
Dasargelo x Nassra	118±0.68*	- 7±0.94*	- 8±3.38*	6±3.3	2±1.04	- 40±4.84*
Oterlo x Nassra	127±0.75*	- 2±1.16	- 8.5±2.35*	- 4±3.8	2.5±1.21	- 13±5.95*
عدد السلاميات حتى الزهرة الأولى						
Mutant-3 x Dasargelo	6.55±0.16*	- 1±0.31*	0.52±0.93	1.32±0.9	- 0.7±0.34*	- 57.24±1.48*
Mutant-3 x Oterlo	7.36±0.13*	- 1.63±0.39*	- 0.48±1.01	1.02±0.94	0.92±0.42*	0.37±1.81
Mutant-3 x Nassra	7.86±0.16*	- 4.55±0.29*	5.65±0.9*	6.98±0.86*	- 2.12±0.31*	- 13.95±1.41*
Dasargelo x Oterlo	9.89±0.19*	- 2.02±0.3*	5.15±1.02*	4.4±0.97*	0.23±0.35	- 11.06±1.56*
Dasargelo x Nassra	9.4±0.2*	1.03-±0.31*	20.13±1.04*	1.46±1.01	1.10±0.35*	- 5.47±1.56*
طول السلامية						
Mutant-3 x Dasargelo	4.61±0.1*	0.48±0.17*	1.59±0.57*	1.44±0.53*	0.71±0.21*	- 3.41±0.91*
Dasargelo x Oterlo	4.33±0.64*	0.43±0.14*	- 1.42±1.53	-	-	-
Dasargelo x Nassra	4.53±0.10*	0.31±0.17	- 0.89±0.55	- 1.10±0.52*	- 0.18±0.20	1.06±0.84

m : المتوسط العام، d : تأثير الفعل التراكمي، h : تأثير فعل السيادة، * : معنوي عند مستوى 5 %.

i : التفوّق من نمط (تراكمي× تراكمي)، j : التفوّق من نمط (تراكمي× سيادة)، l : التفوّق من نمط (سيادة × سيادة).

الذين ذكروا سيادة التفوّق على المستوى الثنائي لصفة الباكورية للنضج الاستهلاكي في البازلاء الخضراء، كما تتوافق هذه النتائج مع ما ذكره Deb و Khaleque (2009) في إشارتهم لعدم كفاية الموديل (الإضافي – السيادي) البسيط لشرح التباين الوراثي لصفة عدد الأيام حتى ظهور الزهرة الأولى في نبات الحمّص.

المراجع

بوراس، متيادي؛ بسام أبو ترابي؛ إبراهيم البسيط. 2006. إنتاج محاصيل الخضر، الجزء النظري، منشورات جامعة دمشق، كلية الزراعة: 264-275.

غنيم، عفيف. 1986. وراثة وتربية البازلاء، دراسة نظرية، قسم الخضروات، مديرية البحوث العلمية الزراعية: 8-13.

Awasthi, S., L.G. Roopa and J. Rashmi. 2009. Heterosis estimates of garden pea crosses (*Pisum sativum* L.). Trends in Biosciences, 2 (2).

Brian, S. and A.E. Arthur. 1973. Genetical studies of quantitative characters in peas. 1. A seven-parent diallel cross of cultivars. Euphytica, 22 (2): 327-337.

biometrical genetics. Chapman and Hall Ltd. London. P 231.

Ravinder, K., M. Singh, K. Singh, B.P. Singh and D.T. Singh. 2000. Genetic control of economically important characters in garden pea (*Pisum sativum* L.). CAB Abstracts 14 (4): 17- 19.

Sarawat, P., F.L. Stoddard, D.R.Marshall and S.M.Ali. 1994. Heterosis for yield and related characters in pea. Euphytica, 80(4): 39 - 48.

Singh, D., J. P. Srivastava, H. N. Singh and S.P. Singh. 1975. Heterosis and inbreeding depression in table pea. Indian Journal of Genetics and Plant Breeding, 35(3): 414 - 416.

Singh, K.N., U.S. Santoshi and H.G.Singh. 1986. Genetic analysis of yield traits in pea. Crop Improv. Journal, 16: 62 -67.

Sinha, S.K. and R. Khanna. 1975. Physiological, biochemical and genetic bases of heterosis. Adv. Agron., 27: 123 -174.

Sofi, P., A.G. Rather and S.Venkatesh. 2006. Detection of epistasis by generation means analysis in maize hybrids. Pakistan Journal of Biological Sciences, 9 (10): 1983- 1986.

Sood, M. and P. Kalia. 2006. Gene action of yield –related traits in garden pea (*Pisum sativum* L.). SABRO Journal of Breeding and Genetics, 38(1): 1 -17.

Checa, O.; H. Ceballos and W. Blair. 2006. Generation mean analysis of climbing ability in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). Journal of Heredity, 97(5): 456 -465.

Deb, A.C. and M.A. Khaleque. 2009. Nature of gene action of some quantitative traits in chickpea (*Cicer arietinum* L.) World Journal of Agricultural Sciences, 5 (3): 361 -369.

Falconer, D.S. 1996. Introduction to quantitative genetics. The Ronald Press Company. New York.: 281- 286.

Fisher, R.A. 1970. Statistical methods for research workers. 14th ed. Oliver and Boyd, London, UK.

F.A.O (Food and Agriculture Organization). 2007. http: // faostat. Fao.org/site/567/ desktop default. aspx? Page ID.

Hayman, B.I. 1958. The separation of epistasis from additive and dominance variation in generation means. Heredity, 12: 371 -390.

Horner, T.W., R.E.Comstock and H.F. Robinson. 1955. Non-allelic gene interactions and the interpretation of quantitative genetic data. N.C. Agric.Tech. Bull. 118.

Jinks, J.L. and R. M. Jones. 1958. Estimation of the components of heterosis. Genetics, 43: 223- 234.

Katiyar, R.P. 1994. Heterobeltiosis for morphophysiological attributes in powdery mildew and rust resistance peas. Indian Journal of Pulses Research, 7(1): 48 -51.

Kharche, S.K. and V.G. Narsinghani. 1994. Heterosis and inbreeding depression in pea. Indian Journal of Pulses Research, 7(1): 18 -20.

Mather, K. 1949. Biometrical genetics, 1st ed., Methuen, London.

Mather, K. and J.L. Jinks. 1977. Introduction to