قوة الهجين والقدرة على الإئتلاف لبعض الصفات الكمية في الفول (*Vicia faba* L.)

Heterosis and Combining Ability for some Quantitative Traits in Faba Bean (*Vicia faba* L.)

Received 25 September 2011 / Accepted 7 December 2012

م. كفاح غرزالدين[1] ، أ.د. حسن عزام[2] ، و د. سمير الأحمد[3]

(1): طالب ماجستير - الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية - دمشق - سورية.

(2): قسم المحاصيل الحقلية- كلية الزراعة- جامعة دمشق - سورية.

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

الملخّص

نُفّذ التهجين نصف المتبادل بين ست سلالات نقية من الفول في محطة بحوث أوتايا (مركز بحوث ريف دمشق) التابعة للهيئة العامّة للبحوث العلميّة الزراعيّة السورية، خلال الموسمين الزراعيين 2009/ 2010 و 2010/ 2011، وذلك بهدف تقدير القدرة العامة والخاصة على التوافق، وقوة الهجين لصفات الغلة البذرية، وعدد القرون على النبات، وعدد الأيام حتى النضج، وعدد الأفرع على النبات، وطول القرن.

كان تباين السلالات والهجن عالي المعنوية لجميع الصفات المدروسة. وأظهرت القدرة العامة والقدرة الخاصة على التوافق تبايناً معنوياً في أغلب الصفات عدا تباين القدرة العامة على التوافق لصفتي عدد الأفرع على النبات وعدد القرون على النبات، وتباين القدرة الخاصة على التوافق لصفة عدد الأيام حتى النضج، حيث بلغت قيم القدرة العامة على التوافق 34.65، و87.67، و2901، و1.84، و 135.38 لكل من صفات طول القرن، وعدد الأيام حتى النضج، والغلة البذرية، وعدد الأفرع على النبات، وعدد القرون على النبات على التوالي، في حين بلغت قيم القدرة الخاصة على التوافق 5.81، و1.27، و113.43 و 1711، و19.60 لكلّ من صفات طول القرن، وعدد الأفرع على النبات، وعدد القرون على النبات، والغلة البذرية، وعدد الأيام حتى النضج على التوالي. ويبيّن ذلك اسهام كلّ من الفعل الوراثي التراكمي واللاتراكمي في وراثة معظم هذه الصفات.

بينت نسبة تباين القدرة العامة على الإئتلاف إلى تباين القدرة الخاصة على الإئتلاف ($\sigma^2_{GCA}/\sigma^2_{SCA}$) سيطرة الفعل الوراثي اللاتراكمي على وراثة صفات طول القرن (0.86)، وعدد الأفرع على النبات (0.03)، وعدد القرون على النبات (0.02)، والغلة البذرية (0.09)، في حين سيطر الفعل الوراثي التراكمي على وراثة صفة عدد الأيام حتى النضج (1.91).

أبدت معظم الهجن قوّة هجين إيجابية عالية المعنوية قياساً على متوسط الأبوين والأب الأفضل لجميع الصفات المدروسة عدا صفة عدد الأيام حتى النضج، وتراوحت قيم قوة الهجين لصفة الغلة البذرية من 14.13 (P6 × P5) إلى 184.55 (P2 × P1)، ومن 0.84 (P5 × P2) إلى 176.31 (P2 × P1) قياساً على متوسط الأبوين والأب الأفضل على التوالي. أبدت السلالتان Riena planca و Aquadolce قدرة عامة جيدة على التوافق لصفة الغلة

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

البذرية حيث بلغت قيم القدرة العامة على التوافق 0.519، و0.278 لكلتا السلالتين على التوالي، كما أظهرت أربعة هجن قدرة خاصة جيدة على التوافق لصفة الغلة البذرية كان أفضلها الهجين (Aquadolce × Riena planca).

الكلمات المفتاحيّة: الفول، التهجين نصف المتبادل، القدرة العامة والخاصة على التوافق، قوة الهجين.

Abstract

A half-diallel cross carried out among six pure lines of Faba Bean were evaluated at Otaya Research Station, General Commission for Scientific Agricultural Research (G.C.S.A.R.) Syria, during the growing season (2009/2010 and 2010/2011), to study heterosis, general and specific combining ability for seed yield, pods per plant, days to maturity, number of branches per plant and pod length traits.

General (GCA) and Specific (SCA) combining ability mean squares were significant for all traits except GCA mean squares for pods per plant and number of branches per plant traits, and SCA mean squares for days to maturity. GCA values were 34.65, 87.67, 2901, 1.84, 135.38 for pod length, days to maturity, seed yield, number of branches per plant and pods per plant respectively, whereas SCA effects reached to 5.81, 1.27, 113.43,1711, 19.60 for pod length, number of branches per plant, pods number per plant, seed yield and days to maturity respectively, which indicate to high importance for additive and non-additive gene action in controlling the inheritance of the most studied traits.

Estimated $\sigma^2_{GCA}/\sigma^2_{SCA}$ ratios for all traits showed that non-additive gene action was more importance than additive gene action in controlling seed yield (0.09), pods per plant (0.02), number of branches per plant (0.03) and pod length (0.86) traits, while indicated that days to maturity (1.91) trait was controlled by additive gene action.

Heterosis percentage compared with mid and better parents was significant for all traits except days to maturity, Heterosis effects for seed yield varied between 14.13,184.55 and 0.84, 176.31 , relative to mid and better parents respectively. GCA effects showed that the lines Rienaplanca and Aquadolce were good general combiners for seed yield. SCA effects showed that four hybrids were the best F1 cross combinations for seed yield such as (Aquadolce × Rienaplanca).

Keywords: Faba Bean, Half - diallel cross, General and specific combining ability, Heterosis.

المقدمة

ينتمي الفول المزروع (*Vicia faba* L.) إلى رتبة البقوليات Fabales، والفصيلة الفولية Fabaceae. وهو نبات ذاتي التلقيح، تتراوح فيه نسبة التلقيح الخلطي من 2 إلى 84 % (Bond و Poulsen، 1983). يُعتقد أنّ موطنه الأصلي هو منطقة الشرق الأوسط، حيث عرف فيها منذ العصور التاريخية القديمة، ومنها انتشر إلى أوروبا، وشمالي إفريقيا ووسط آسيا، كما عُرف الفول في الصين منذ 2000 عام، وانتشر منها إلى أمريكا الجنوبية، ثمّ انتقل إلى كندا واستراليا في العصر الحديث (Matthews و Marcellos، 2003). بلغت المساحة المزروعة في سورية لإنتاج الفول الحب خلال عام 2009 نحو 17461 هكتاراً، أنتجت 37751 طناً، بمردود قدره 2.162 طن.هكتار$^{-1}$، وتأتي محافظة حلب في المركز الأول من حيث المساحة المزروعة لإنتاج الفول الحب، تليها إدلب ثم درعا (المجموعة الإحصائية، 2009). يُزرع الفول من أجل الحصول على قرونه الخضراء التي تُستهلك مطبوخة، ومن أجل بذوره التي تستهلك خضراء أو جافة (التدميس والحساء)، كما يمكن أن تستعمل بالقلي بعد هرسها وخلطها بالتوابل (البلقيني، 2007). كما تُعد بذور الفول من أكثر بذور محاصيل البقول قيمةً غذائيةً، فهي تحتوي على قرابة 28 % من البروتين الغني بالأحماض الأمينية، الأمر الذي يجعل من هذا المحصول حاجةً غذائيةً ضروريةً للتعويض عن البروتين الحيواني عالي الثمن، لذلك يُسمى في كثير من دول العالم لحم الفقراء، ويتمتع محصول الفول بأهمية علفية كبيرة (دريس، وسيلاج، وحبوب جافة، ونبات أخضر). كما يُعد محصول الفول مكوناً مهماً في الدورة الزراعية نظراً لقدرته على تثبيت الآزوت الجوي بوساطة بكتيريا العقد الجذرية (*Rhizobium*-

Leguminosorium) (البلقيني، 2007).

استُعمل مصطلح قوة الهجين لأول مرة من قبل العالم Shull (1914)، حيث تظهر قوة الهجين عند تلقيح نباتات من نوع واحد تختلف عن بعضها وراثياً، وتكون علاقة القرابة الوراثية من حيث صلة النسب بينها ضعيفة أو معدومة. وتُشير الدراسات إلى أن التباعد الوراثي بين الآباء الداخلة في عملية التهجين والمتباعدة بالمنشأ الجغرافي والمتباينة عن بعضها بصفاتها الوراثية يؤدي إلى إعطاء هجن تتمتع بظاهرة قوة الهجين (Haussmann وزملاؤه، 1999). أكد العديد من العلماء أهمية قوة الهجين في زيادة الغلة من البذور في النباتات البقولية مثل الفول والبازلاء (*Pisum sativum*) وفول الصويا (*Glycine max* L.(Merr) وغيرها (Weber و Moorthy، 1952). درس Mahmoud وزملاؤه (1994) قوة الهجين بالنسبة لمتوسط الأبوين (للهجن الناتجة عن 18 سلالة أبوية من الفول) لصفات الغلة البذرية، ووزن 100 بذرة، وعدد البذور في القرن، وعدد القرون على النبات، وقد بيّنت النتائج تفوق الهجن معنوياً على السلالات الأبوية والأصناف الشاهدة لجميع الصفات المدروسة. كما درس Farag (2007) تسعة آباء من الفول وأفراد الجيل الأول لتقدير القدرة على التوافق وقوة الهجين وآلية توريث صفات الغلة ومكوناتها، حيث وجد تباينات معنوية كبيرة بين الآباء وأفراد الجيل الأول لجميع الصفات المدروسة، وأظهرت صفات ارتفاع النبات، وعدد الأفرع على النبات، وطول القرن، وعدد القرون على النبات قوة هجين معنوية قياساً على متوسط الأبوين والأب الأفضل، وأشارت النتائج إلى سيطرة الفعل الوراثي اللاتراكمي على وراثة كلٍ من صفة عدد البذور في القرن، وعدد القرون على النبات، وطول القرن، حيث كانت قيمة درجة السيادة أكبر من الواحد للصفات السابقة. وجد Ebmeyer و Stelling (1984) قوة هجين معنوية لمعظم الصفات المدروسة، وأعطت الصفات الفينولوجية مثل عدد الأيام حتى الإزهار، وعدد الأيام حتى النضج أقل قيم لقوة الهجين، في حين كانت الهجن عالية الأداء لصفات عدد البذور على النبات، وعدد البذور في القرن، والغلة من البذور. وفي دراسة أجراها El-Refaey (1998) على ستة آباء من الفول وهجنها نصف المتبادلة وجد قوة هجين معنوية وموجبة قياساً على الأب الأفضل ومتوسط الأبوين لكل من صفات عدد الأفرع على النبات، وعدد القرون على النبات، وعدد البذور على النبات، وكان الفعل الوراثي اللاتراكمي أكثر أهمية من الفعل التراكمي في توريث صفات عدد الأفرع على النبات، وارتفاع النبات، وعدد البذور على النبات. عُرفت القدرة العامة (General Combining Ability) والخاصة (Specific Combining Ability) على التوافق لأول مرة من قبل Sprague و Tatum (1942)، حيث تُشير القدرة العامة على التوافق إلى متوسط سلوك السلالة في هجنها، وتصف القدرة الخاصة على التوافق حالة تهجين سلالة محدّدة مع كل سلالة إن كان أفضل أو أسوأ نسبياً مما هو متوقع بناءاً على متوسط سلوك السلالات الداخلة في التهجينات. وتتضمن قابلية الخلط العامة الفعل المتجمع للمورثات (Additive gene action) في حين تشير قابلية الخلط الخاصة لفعل السيادة و أشكال التفوق كافةً (Matzinger، 1963). كما درس Kitiki و Demir (1987) آلية توريث بعض مكونات الغلة في عدة سلالات من الفول، وأظهرا أن الفعل المورثي اللاتراكمي يتحكم بالعديد من الصفات المهمّة مثل عدد القرون على النبات، وعدد البذور على النبات، والغلة من البذور، في حين يسيطر الفعل المورثي التراكمي على صفات ارتفاع النبات ووزن 100 بذرة. وبيّن El-Harty (2007) سيطرة الفعل الوراثي اللاتراكمي على وراثة صفات الغلة من البذور، وعدد الأفرع على النبات، وعدد القرون على النبات. وقيّم Ibrahim (2010) 28 طرازاً وراثياً من الفول (آباء وهجن نصف متبادلة) بالنسبة لصفة الغلة وبعض مكوناتها، وأشارت النتائج إلى تباين عالي المعنوية ضمن الآباء وأفراد الجيل الأول(F1)، ما يشير إلى قدرة وراثية عالية على التباين بالنسبة للصفات المدروسة وإمكانية التحسين الوراثي باستعمال مثل هذه المصادر الوراثية من الفول، وجاءت نسبة $\sigma^2_{GCA}/\sigma^2_{SCA}$ أقل من الواحد بالنسبة لصفة الغلة، ما يدل على سيطرة الفعل الوراثي اللاتراكمي في توريث هذه الصفة.

بيّن Wond وزملاؤه (2004) وجود تباينات وراثية معنوية بين طرز الفول المدروسة بالنسبة لصفات عدد الأيام حتى الإزهار، وعدد الأيام حتى النضج، وارتفاع النبات، وارتفاع العقدة القرنية الأولى، وعدد العقد القرنية، ووزن البذور. كما وجد El-Hosary (1984) تباينات معنوية بين كلّ من الآباء والهجن لصفات الغلة من البذور، وطول القرن، وعدد الأفرع على النبات، وعدد القرون على النبات عند دراسة التحليل الوراثي باستعمال التهجين نصف المتبادل بين سبعة آباء من الفول. أجرى الفهادي (2009) تهجيناً نصف متبادل بين أربعة أصناف من الفول لدراسة مكونات التباين الوراثي لبعض الصفات الإنتاجية والفينولوجية، ووجد أن الفعل الوراثي التراكمي يتحكم بوراثة صفة عدد الأيام حتى النضج، في حين سيطر الفعل الوراثي اللاتراكمي على وراثة صفة عدد القرون على النبات.

هدف البحث إلى دراسة السلوكية الوراثية لبعض مكونات الغلة البذرية من خلال تقدير القدرة العامة GCA والخاصة SCA على التوافق، وكذلك تقدير قوة الهجين قياساً على متوسط الأبوين والأب الأفضل.

مواد البحث وطرائقه

أُخذت ست سلالات نقية (Pure lines) من الفول P1 (Riena planca)، P2 (Aquadolce)، P3 (Icarus)، P4 (Ascot)، P5($Wrb_{1.3}$)، P6(F6/1807/03) متباعدة وراثياً وعلى درجة عالية من النقاوة الوراثية، تم الحصول عليها من البنك الوراثي للمركز الدولي

للبحوث الزراعية في المناطق الجافة (ايكاردا) في حلب/سورية. نُفذ البحث في حقول محطة بحوث أوتايا التابعة لمركز بحوث ريف دمشق في الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية، خلال الموسمين الزراعيين 2010/2009 و2011/2010، ترتفع المحطة عن سطح البحر بحدود 600 م، ويبلغ معدل الهطول المطري 150 ملم. زُرعت بذور السلالات بتاريخ 2009/11/1، و تم إجراء التهجين نصف المتبادل بينها في مرحلة الإزهار للحصول على البذور الهجينة لخمسة عشر هجيناً حسب المعادلة [n(n-1)/2]، حيث n عدد الآباء، ويوضح الجدول 1 مخطط التهجين بين السلالات الست. زرعت بذورالجيل الأول (F1) مع بذور السلالات الأبوية الست خلال موسم 2010 وفق تصميم القطاعات العشوائية الكاملة Randomized Complete Block Design، بثلاثة مكررات، حيث زُرع كلّ طراز وراثي في أربعة خطوط بطول 4 م لكلّ خط، وبمسافة 50 سم بين الخط والآخر، و15 سم بين نباتات الخط الواحد. قُدمت العمليات الزراعية كافةً من عزيق وتسميد وتفريد بناءاً على توصيات وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي لمحصول الفول، وأُخذت القراءات الحقلية على خمسة نباتات محاطة لصفات الغلة البذرية، وعدد القرون على النبات، وعدد الأيام حتى النضج، وعدد الأفرع على النبات وطول القرن. وجُمعت البيانات للقراءات كافةً وبُوبت باستعمال برنامج Excel، حيث تمّ حساب القدرة العامة (GCA) والخاصة (SCA) على التوافق، وتأثيرات كلٌ منهما، إضافةً لحساب مكونات التباين باستعمال الطريقة الثانية (Method 2) والموديل الثاني (Model 2) للعالم Griffing (1956)، وفق المعادلات الآتية:

1- مجموع مربعات القدرة العامة على الإئتلاف:

$$\text{S.S. due to gca} = \frac{1}{p-2}\sum Y_i^2 \frac{4}{p(p-2)} Y^2_{..}$$

حيث :

p : عدد السلالات الأبوية.

$\sum Y^2_i$: مجموع مربعات مجموع متوسطات هجن السلالة i.

$Y^2_{..}$: مربع المجموع الكلي.

2 - مجموع مربعات القدرة الخاصة على الائتلاف:

$$\text{S.S. due to gca} = \sum\sum Y_{ij}^2 - \frac{1}{p-2}\sum Y_i^2 + \frac{2}{(p-1)(p-2)} Y^2_{..}$$

حيث :

p : عدد السلالات الأبوية.

$\sum Y^2_{ji}$: مجموع مربعات متوسط كل هجين.

$\sum Y^2_i$: مجموع مربعات مجموع متوسطات هجن السلالة i.

$Y^2_{..}$: مربع المجموع الكلي.

3 - نسبة تباينات القدرة العامة إلى القدرة الخاصة ($\sigma^2_{GCA}/\sigma^2_{SCA}$):

$$\sigma^2_{GCA} = \frac{M_g - M_s}{p-2}$$

حيث:

σ^2_{GCA}: تباين القدرة العامة على الائتلاف (التباين المحسوب، أي المقدّر).

M_g، M_s: متوسط مجموع مربعات القدرة العامة والخاصة على التوالي.

p : عدد السلالات الأبوية.

$$\sigma^2_{SCA} = M_s - M_e$$

حيث:

σ^2_{SCA} : تباين القدرة الخاصة على الإئتلاف (التباين المحسوب، أي المقدّر).

$M_s - M_e$: متوسط مجموع مربعات الخطأ التجريبي للقدرة على التوافق.

استُخدمت النسبة ما بين التباين المحسوب للقدرة العامّة والخاصّة على الإئتلاف $\sigma^2_{GCA} / \sigma^2_{SCA}$ لتحديد نسبة إسهام كلٌ من الفعل الوراثي الإضافي واللاإضافي في وراثة الصفات المدروسة حيث نميز الحالات التالية:

$\sigma^2_{GCA} / \sigma^2_{SCA} > 1$ يدلّ ذلك على سيطرة الفعل الوراثي الإضافي على وراثة هذه الصفة.

$\sigma^2_{GCA} / \sigma^2_{SCA} < 1$ يدلّ ذلك على سيطرة الفعل الوراثي اللاإضافي على وراثة هذه الصفة.

$\sigma^2_{GCA} / \sigma^2_{SCA} = 1$ يدلّ ذلك على إسهام كلا الفعلين الوراثيين الإضافي واللاإضافي في وراثة الصفة.

a. تأثيرات القدرة العامة على الإئتلاف:

$$g_i = \frac{1}{p(p-2)}[pY_i - 2Y_{i..}]$$

حيث:

g_i: تأثيرات القدرة العامة للسلالة i.

p: عدد السلالات الأبوية.

Y_i: مجموع متوسطات هجن السلالة i.

$Y_{..}$: المجموع الكلي.

b. تأثيرات القدرة الخاصة على الإئتلاف:

$$S_{ij} = Y_{ij} - \frac{1}{p-2}(Y_i + Y_j) + \frac{2}{(p-1)(p-2)} Y_{..}$$

حيث:

S_{ij}: تأثيرات القدرة الخاصة للهجين (i,j)

Y_j: مجموع متوسطات هجن السلالة j.

وحُسبت قوّة الهجين قياساً على متوسط الأبوين والأب الأفضل باستعمال برنامج Excel وفقاً للعالمين Singh و Chaudhary (1977)، حسب المعادلات الآتية:

$$HMP = \frac{\overline{F_1} - \overline{MP}}{\overline{MP}} X100$$

$$HBP = \frac{\overline{F_1} - \overline{BP}}{\overline{BP}} X100$$

حيث:

HMP : قوة الهجين قياساً على متوسط الأبوين.

F_1 : متوسط الجيل الأول.

MP : متوسط الأبوين والذي يحسب من المعادلة $\frac{P_1 + P_2}{2}$

HBP : قوة الهجين قياساً على الأب الأفضل.

F_1 : متوسط الجيل الأول.

BP : متوسط الأب الأفضل.

وقُدّرت معنوية قوّة الهجين باستخدام اختبار T- Test (Wynne وزملاؤه، 1970).

الجدول1. مخطط التهجين نصف المتبادل بين السلالات الأبوية المدروسة.

السلالات الأبوية	P_2	P_3	P_4	P_5	P_6
P_1	$P_1 \times P_2$	$P_1 \times P_3$	$P_1 \times P_4$	$P_1 \times P_5$	$P_1 \times P_6$
P_2	×	$P_2 \times P_3$	$P_2 \times P_4$	$P_2 \times P_5$	$P_2 \times P_6$
P_3	×	×	$P_3 \times P_4$	$P_3 \times P_5$	$P_3 \times P_6$
P_4	×	×	×	$P_4 \times P_5$	$P_4 \times P_6$
P_5	×	×	×	×	$P_5 \times P_6$

P1، P2، P3، P4، P5، P6 تشير إلى السلالات (F6/1807/03، Wrb $_{1-3}$ ، Ascot ، Icarus ، Aquadolce ، Riena Planca) على التوالي.

النتائج والمناقشة

1.طول القرن (Pod length)

1-1 - تحليل التباين ومقارنة المتوسطات (Analysis of variance and means compared)

بينت نتائج تحليل التباين (الجدول 2) وجود تباينات عالية المعنوية بين السلالات والهجن لصفة طول القرن، ما يدل على التباعد الوراثي بين السلالات الداخلة بعملية التهجين، وقد توافقت هذه النتيجة مع نتائج El-Hosary (1984). وتراوحت متوسطات السلالات والهجن لصفة طول القرن من 7.3 سم لكل من (P3) ، (P3 × P4) إلى 15.3 سم (P1 × P5) وبمتوسط عام قدره 11.24 سم (الجدول3)، حيث أشارت هذه النتائج إلى أن الهجين (P1 × P5) كان الأعلى بين السلالات والهجن في صفة طول القرن. وأشارت النتائج إلى تفوق سبعة هجن وخمسة آباء بفروقات عالية المعنوية على شاهد المقارنة حماة1.

2-1 - قوّة الهجين (Heterosis)

بينت نتائج قوة الهجين وجود قيم عالية المعنوية قياساً على متوسط الأبوين والأب الأفضل بالنسبة لصفة طول القرن، حيث تراوحت قيم قوة الهجين من 12.00- (P3 × P4) إلى 28.30 (P3 × P2) ومن 24.39- (P3 × P1) إلى 25.00 (P5 × P6) قياساً على متوسط الأبوين والأب الأفضل على التوالي (الجدول 6). وهذا يتوافق مع Farag (2007).

3-1 - القدرة على التوافق (Combining ability)

أظهرت القدرة العامة والخاصة على التوافق (الجدول 2) تبايناً عالي المعنوية، ما يشير إلى إسهام كل من الفعل الوراثي التراكمي واللاتراكمي في وراثة صفة طول القرن، وجاءت نسبة $\sigma^2_{GCA}/\sigma^2_{SCA}$ التي كانت أقل من الواحد (0.86) لتبيّن أهمية نسبية للفعل الوراثي اللاتراكمي في وراثة هذه الصفة، ومن جهة أخرى أشارت درجة السيادة (0.76) إلى أهمية نسبية للفعل الوراثي التراكمي في توريث صفة طول القرن، حيث كان تباين الفعل الوراثي التراكمي (2.40) أكبر من تباين الفعل الوراثي السيادي (1.40). وهذا يتوافق مع نتائج Farag (2007). وتراوحت قيم تأثيرات القدرة العامة على التوافق (الجدول4) من 1.75- (P3) إلى 1.75 (P1)، وبينت هذه التأثيرات أنّ السلالة P1 كانت الأكثر تآلفاً لصفة طول القرن. كما تراوحت قيم تأثيرات القدرة الخاصة على التوافق (الجدول5) من 1.27- (P2 × P5) إلى 2.06 (P1 × P5) وبينت هذه التأثيرات أنّ كلاً من الهجن (P1 × P5)، و (P2 × P3)، و (P4 × P5)، و (P5 × P6) كانت الأعلى في صفة طول القرن.

2. عدد الأفرع على النبات (Stems per plant)

1-2 - تحليل التباين ومقارنة المتوسطات

يبين جدول تحليل التباين (الجدول 2) وجود تباين عالي المعنويّة لكلٍّ من السلالات الأبوية والهجن لصفة عدد الأفرع على النبات، حيث دلّ ذلك على وجود التباعد الوراثي بين الطرز الوراثية المدروسة، وجاءت هذه النتيجة متوافقة مع نتائج El-Hosary (1984). تراوحت قيم متوسطات

السلالات والهجن لصفة عدد الأفرع على النبات من 1.7 فرع (P6) إلى 4.7 فرع (P4 × P2) وبمتوسط عام قدره 3.1 فرع (الجدول3). وأظهرت نتائج مقارنة المتوسطات تفوق عشرة طرز وراثية على شاهد المقارنة حماة1، كما بيّنت أن قيمة الهجين (P4 × P2) كانت الأعلى بين الطرز الوراثية المدروسة لصفة عدد الأفرع على النبات (4.7 فرع على النبات).

2-2 - قوة الهجين

حقّقت معظم الهجن (بالنسبة لصفة عدد الأفرع على النبات) قوّة هجين عالية المعنوية قياساً على متوسط الأبوين والأب الأفضل (الجدول6)، حيث تراوحت قيم قوة الهجين من 22.22- (P5 × P3) إلى 86.67 (P4 × P2) ومن 30.00- لكل من (P4 × P3)، و (P5 × P3) إلى 75.00 (P4 × P2) قياساً على متوسط الأبوين والأب الأفضل على التوالي، وتوافقت هذه النتائج مع نتائج El-Refaey (1998).

3-2 - القدرة على التوافق

كان تباين القدرة الخاصة على التوافق عالي المعنوية (الجدول2)، في حين أظهرت القدرة العامة على التوافق (GCA) تبايناً غير معنوي لصفة عدد الأفرع على النبات، وجاءت نسبة $\sigma^2_{GCA}/\sigma^2_{SCA}$ التي كانت أقل من الواحد (0.03) لتبين سيطرة الفعل الوراثي اللاتراكمي على وراثة هذه الصفة، وأكدت هذه النتيجة قيمة درجة السيادة التي كانت أكبر من الواحد (4.03)، حيث كان تباين الفعل الوراثي السيادي (0.28) أكبر من تباين الفعل الوراثي التراكمي (0.02)، وتوافقت هذه النتيجة مع نتائج El-Refaey (1998) و El-Harty (2007). وتراوحت تأثيرات القدرة العامة على التوافق (الجدول4) من 0.28- (P5) إلى 0.39 (P2)، وكانت السلالة (P2) أكثر السلالات قدرةً عامةً على التوافق لصفة عدد الأفرع على النبات. كما تراوحت تأثيرات القدرة الخاصة على التوافق (الجدول5) من 0.41- (P5 × P2) إلى 0.92 (P4 × P2) وكان الهجين (P4 × P2) الأفضل في صفة عدد الأفرع على النبات.

3. عدد الأيام حتى النضج (Days to maturity)

1-3 - تحليل التباين ومقارنة المتوسطات

يظهر الجدول 2 تبايناً معنوياً للسلالات والهجن لصفة عدد الأيام حتى النضج، ما يدلّ على وجود التباعد الوراثي بين السلالات الأبويّة، وهذا ما توصل إليه Wondوزملاؤه (2004). وتراوحت متوسطات السلالات لصفة عدد الأيام حتى النضج من 147 يوماً (P4 × P2) إلى 161.3 يوم (P3) بمتوسط عام قدره 153.5 يوماً (الجدول 3). وأشارت نتائج مقارنة المتوسطات إلى عدم تفوق أي من الطرز الوراثية على شاهد المقارنة حماة1 من حيث التبكير في النضج.

الجدول 2. تحليل التباين للسلالات والهجن ومكونات التباين، لكل من صفات طول القرن، وعدد الأفرع على النبات، وعدد الأيام حتى النضج، وعدد القرون على النبات، والغلة البذرية.

مصادر التباين	طول القرن (سم)	عدد الأفرع / النبات (فرع)	عدد الأيام حتى النضج (يوم)	عدد القرون على النبات	الغلة البذرية (كغ.هكتار$^{-1}$)
Rep	2.8636	0.0152	7.29	1.152	969
Genotype	15.0332**	1.6421**	41.83*	114.211**	20088**
GCA	34.65**	1.48	87.67*	135.38	2901**
SCA	5.81**	1.27**	19.60	113.43**	1711**
Error	0.9271	0.2374	14.75	2.088	14175
%CV	8.3	15.5	2.5	7.4	9.3
مكونات التباين					
σ^2_{GCA}	1.20	0.01	2.84	0.91	50
σ^2_{SCA}	1.40	0.28	1.49	37.17	560
$\sigma^2_{GCA}/\sigma^2_{SCA}$	0.86	0.03	1.91	0.02	0.09
Additive	2.40	0.02	5.67	1.83	100
Dominance	1.40	0.28	1.49	37.17	560
a	0.76	4.03	0.51	4.51	2.37

GCA، SCA: القدرة العامة والخاصة على التوافق على التوالي. a: درجة السيادة والتي تساوي $\sqrt{(VA/VD)}$.
**، * المعنوية عند مستوى 5 %، و 1 % على التوالي.

الجدول 3. قيم متوسطات السلالات والهجن لكل من صفات طول القرن، وعدد الأفرع على النبات، وعدد الأيام حتى النضج، وعدد القرون على النبات، والغلة البذرية.

الطرز الوراثية	طول القرن (سم)	عدد الأفرع على النبات (فرع)	عدد الأيام حتى النضج (يوم)	عدد القرون على النبات (قرن)	الغلة البذرية (كغ/هكتار)
P_1	13.7	3.0	154	16.3	1606
$P_1 \times P_2$	13.7	3.7	152.3	37.7	4437
$P_1 \times P_3$	10.3	3.3	153.7	23.7	2778
$P_1 \times P_4$	11.0	3.3	153.3	27.0	3348
$P_1 \times P_5$	15.3	3.0	151.0	21.7	2375
$P_1 \times P_6$	14.7	4.0	152.0	21.7	2144
P_2	10.3	2.7	150.7	12.7	1513
$P_2 \times P_3$	11.3	4.0	152.0	24.0	2548
$P_2 \times P_4$	11.3	4.7	147.0	23.3	2483
$P_2 \times P_5$	10.3	4.0	155.0	12.7	1525
$P_2 \times P_6$	11.7	4.0	149.3	22.3	2354
P_3	7.30	3.3	161.3	13.7	1243
$P_3 \times P_4$	7.30	2.3	160.3	21.7	2069
$P_3 \times P_5$	10.7	2.3	154.7	16.0	1428
$P_3 \times P_6$	10.0	3.0	153.7	17.3	1674
P_4	9.3	2.3	156.3	10.3	1141
$P_4 \times P_5$	12.0	2.3	156.3	17.7	1780
$P_4 \times P_6$	11.0	3.7	150.0	21.3	2256
P_5	10.3	2.7	157.3	10.7	1137
$P_5 \times P_6$	13.3	2.7	151.3	17.3	1356
P_6	10.7	1.7	151.3	17.3	1239
المتوسط العام	**11.2**	**3.1**	**153.5**	**19.3**	**2021**
حماة 1 (شاهد)	**12.3**	**3.3**	**146**	**22**	**1422**
L.S.D 0.05	**1.587**	**0.80**	**6.3**	**2.4**	**310.7**

P1، P2، P3، P4، P5، P6 تشير إلى السلالات
(Riena Planca . Aquadolce ، Icarus ، Ascot ، Wrb $_{1-3}$ ، F6/1807/03)
على التوالي.

2-3 - قوة الهجين

لم يُظهر أي من الهجن المدروسة قوة هجين معنوية بالنسبة لصفة عدد الأيام حتى النضج (الجدول6)، وتراوحت قيم قوة الهجين من -4.23 ($P4 \times P2$) إلى 0.94 ($P4 \times P3$) ومن -4.05 ($P6 \times P4$) إلى 2.88 ($P5 \times P2$) قياساً على متوسط الأبوين والأب الأفضل على التوالي. وتوافقت هذه النتائج مع ما وجده Ebmeyer و Stelling (1984).

3-3 - القدرة على التوافق

يظهر الجدول 2 تبايناً معنوياً للقدرة العامة (GCA) على التوافق وتبايناً غير معنوي للقدرة الخاصة (SCA) على التوافق ما يدل على تحكم الفعل الوراثي التراكمي في وراثة هذه الصفة، وأظهرت نسبة σ^2_{GCA} / σ^2_{SCA} التي كانت أكبر من الواحد (1.91) سيطرة الفعل الوراثي التراكمي على وراثة صفة عدد الأيام حتى النضج، وجاءت درجة السيادة (0.51) التي كانت أقل من الواحد لتؤكد النتيجة نفسها حيث كان تباين الفعل الوراثي التراكمي (5.67) أكبر بأربع مرات تقريباً من تباين الفعل الوراثي السيادي (1.49)، ما يشير إلى إمكانية الانتخاب في الأجيال الانعزالية المبكرة بالنسبة لصفة عدد الأيام حتى النضج، وتوافقت هذه النتائج مع ماوجده الفهادي (2009). وتراوحت تأثيرات القدرة العامة على التوافق (الجدول4) من -2.17 (P2) إلى 2.83 (P3)، وبينت هذه التأثيرات أن السلالة (P2) أظهرت قدرةً عامةً جيدةً على التوافق لصفة عدد الأيام حتى النضج تلتها السلالة (P6). كما تراوحت تأثيرات القدرة الخاصة على التوافق (الجدول5) من -4.98 ($P2 \times P4$) إلى 3.36 ($P3 \times P4$)، وتميّز الهجين ($P2 \times P4$) بقدرةٍ خاصةٍ جيدةٍ على التوافق لصفة عدد الأيام حتى النضج.

4. عدد القرون على النبات (Pods per plant)

4-1 - تحليل التباين ومقارنة المتوسطات

أبدت السلالات والهجن تباينات عالية المعنوية لصفة عدد القرون على النبات (الجدول2)، ما يشير إلى التباعد الوراثي بين السلالات، وقد توافقت هذه النتيجة مع نتائج El-Hosary (1984) ، Farag (2007).

وتراوحت متوسطات الآباء والهجن لصفة عدد القرون على النبات من 10.3 قرن (P4) إلى 37.7 قرن ($P1 \times P2$)، وبمتوسط عام قدره 19.3 قرن (الجدول3). وبينت نتائج مقارنة المتوسطات تفوق ثلاثة عشر طرازاً وراثياً معنوياً على شاهد المقارنة حماة1، وكان كل من الهجينين ($P4 \times P2$) و ($P4 \times P1$) الأكثر تفوقاً في صفة عدد القرون على النبات.

4-2 - قوّة الهجين

بينت نتائج قوة الهجين وجود قيم عالية المعنوية قياساً على متوسط الأبوين والأب الأفضل (الجدول6)، حيث تراوحت قيم قوة الهجين من

8.57 (P2× P5) إلى 159.77 (P1 × P2) ومن 0.00 (P2 × P5) (P6 × P5)، (P3 × P6) إلى 130.61 (P1 × P2) قياساً على متوسط الأبوين والأب الأفضل على التوالي، وتوافق ذلك مع نتائج Mahmoud (1994) و El-Refaey (1998).

3-4 - القدرة على التوافق

بيّنت نتائج تحليل تباين القدرة على التوافق لصفة عدد القرون على النبات (الجدول2) وجود تباينات عالية المعنوية للقدرة الخاصة (SCA) على التوافق وتباينات غير معنوية للقدرة العامة على التوافق (GCA)، ما يدل على سيطرة الفعل الوراثي اللاتراكمي في وراثة هذه الصفة، وجاءت نسبة $\sigma^2_{GCA}/\sigma^2_{SCA}$ التي كانت أقل من الواحد (0.02) لتبيّن سيطرة الفعل الوراثي اللاتراكمي على وراثة صفة عدد القرون على النبات، وأكدت هذه النتيجة قيمة درجة السيادة التي كانت أكبر من الواحد (4.51)، حيث كان تباين الفعل الوراثي التراكمي (1.83) أقل بشكل كبير من تباين الفعل الوراثي السيادي (37.17)، وتوافقت هذه النتيجة مع نتائج Kitiki وDemir، (1987) و Farag (2007) و الفهادي (2009). وتراوحت تأثيرات القدرة العامة على التوافق (الجدول4) من -3.60 (P5) إلى 3.61 (P1) وأظهرت السلالة P1 قدرةً عامةً جيدةً على التوافق لصفة عدد القرون على النبات تلتها السلالة P2. كما تراوحت تأثيرات القدرة الخاصة على التوافق (الجدول5) من -4.32 (P5 × P2) إلى 13.47 (P1 × P2)، وأشارت هذه التأثيرات إلى أنّ كلاً من الهجن (P2 × P1)، و (P4 × P1)، و (P3 × P2)، و (P4 × P3)، و (P4 × P2) ذات قدرةً خاصةً جيدةً على التوافق لصفة عدد القرون على النبات.

5. الغلة البذرية كغ.هكتار$^{-1}$ (Seed yield)

5-1 - تحليل التباين ومقارنة المتوسطات

يبيّن الجدول 2 وجود تباينات عالية المعنوية بين السلالات والهجن لصفة الغلة البذرية، ما يشير إلى التباعد الوراثي بين السلالات، وقد توافقت هذه النتيجة مع ماوجده El-Hosary (1984) و Farag (2007) و Ibrahim (2010). وتراوحت متوسطات الآباء والهجن لصفة الغلة البذرية من 1137 كغ.هكتار$^{-1}$ (P5) إلى 4437 كغ.هكتار$^{-1}$ (P1 × P2)، بمتوسط عام قدره 2021 كغ.هكتار$^{-1}$ (الجدول3). وبيّنت نتائج مقارنة المتوسطات تفوق أحد عشر هجيناً معنوياً على شاهد المقارنة حماة1، وأظهر الهجين (P1 × P2) تفوقاً معنوياً بشكل كبير على شاهد المقارنة حماة1، حيث بلغت النسبة المئوية للزيادة على الشاهد 312 %.

الجدول 4. تأثيرات القدرة العامة على التوافق (GCA) للسلالات الأبوية لكل من صفات طول القرن، وعدد الأفرع على النبات، وعدد الأيام حتى النضج، وعدد القرون على النبات، والغلة البذرية.

السلالات	طول القرن	عدد الأفرع على النبات	عدد الأيام حتى النضج	عدد القرون على النبات	الغلة البذرية
P_1	1.75**	0.18	-0.50	3.61**	0.519**
P_2	0.08	0.39**	-2.17**	1.24**	0.278**
P_3	-1.75**	0.01	2.83**	-0.68*	-0.145**
P_4	-0.88**	-0.15	0.67	-0.47	0.009
P_5	0.33	-0.28*	1.08	-3.60**	-0.426**
P_6	0.46	-0.15	-1.92*	-0.10	-0.235**
$SE[g_{(i)}]$	0.24	0.12	0.73	0.26	0.035
$SE[g_{(i)}-g_{(j)}]$	0.37	0.19	1.12	0.40	0.054

P1، P2، P3، P4، P5، P6 تشير إلى السلالات

(Riena Planca ، Aquadolce ، Icarus ، Ascot ، Wrb $_{1-3}$ ،F6/1807/03) على التوالي.

* ،** تشير إلى المعنوية عند مستوى 5 %، و 1 % على التوالي. وSE يشير إلى الخطأ المعياري.

5-2 - قوة الهجين

أظهرت نتائج قوة الهجين قيماً إيجابيةً عالية المعنوية لصفة الغلة البذرية (الجدول6)، حيث تراوحت قيمها من 14.13 (P6 × P5) إلى 184.55 (P2 × P1)، ومن 0.84 (P5 × P2) إلى 176.31 (P2 × P1) قياساً على متوسط الأبوين والأب الأفضل على التوالي، وتوافقت هذه النتيجة مع ما وجده Ebmeyer و Stelling (1984) و Mahmoud وزملاؤه (1994) و Farag (2007).

5-3 - القدرة على التوافق

يتّضح من الجدول 2 وجود تباينات عالية المعنوية للقدرة العامة (GCA) والخاصة (SCA) على التوافق، ما يدلّ على إسهام كل من الفعل الوراثي التراكمي واللاتراكمي في وراثة هذه الصفة، وجاءت نسبة $\sigma^2_{GCA}/\sigma^2_{SCA}$ التي كانت أقل من الواحد (0.09) لتبيّن سيطرة

الجدول 5. تأثيرات القدرة الخاصة على التوافق (SCA) للهجن لكل من صفات طول القرن، وعدد الأفرع على النبات، وعدد الأيام حتى النضج، وعدد القرون على النبات، والغلة البذرية.

الهجن	طول القرن	عدد الأفرع على النبات	عدد الأيام حتى النضج	عدد القرون على النبات	الغلة البذرية
$P_1 \times P_2$	0.64	-0.08	1.52	13.47**	1.619**
$P_1 \times P_3$	-0.86	-0.04	-2.14	1.39	0.384**
$P_1 \times P_4$	-1.07	0.46	-0.31	4.51**	0.800**
$P_1 \times P_5$	2.06**	-0.08	-3.06	2.30**	0.262**
$P_1 \times P_6$	1.27	0.80*	0.94	-1.20	-0.160
$P_2 \times P_3$	1.81**	0.42	-2.14	4.10**	0.394**
$P_2 \times P_4$	0.93	0.92**	-4.98*	3.22**	0.174
$P_2 \times P_5$	-1.27	0.71*	2.61	-4.32**	-0.348**
$P_2 \times P_6$	-0.07	0.59	-0.06	1.85*	0.291**
$P_3 \times P_4$	-1.23	-0.37	3.36	3.47**	0.184
$P_3 \times P_5$	0.89	-0.24	-2.73	0.93	-0.021
$P_3 \times P_6$	0.10	-0.04	-0.73	-1.24	0.034
$P_4 \times P_5$	1.35*	-0.41	1.11	2.39**	0.176
$P_4 \times P_6$	0.23	0.46	-2.23	2.55**	0.461**
$P_5 \times P_6$	1.35*	-0.08	-1.31	1.68*	-0.004
$[SEs_{(i=j)}]$	0.65	0.33	1.99	0.71	0.096
$SE[s_{(i=j)}-s_{(i\neq k)}]$	0.97	0.49	2.97	1.06	0.143

الجدول 6. قيم قوة الهجين قياساً على متوسط الأبوين (HMP) والأب الأفضل (HBP) لكل من صفة طول القرن، وعدد الأفرع على النبات، وعدد الأيام حى النضج، وعدد القرون على النبات، والغلة البذرية.

الهجن	طول القرن		عدد الأفرع على النبات		عدد القرون على النبات		عدد الأيام حتى النضج		الغلة البذرية	
	HMP	HBP	HMP	HBP	HMP	HBP	HMP	HBP	HMP	HBP
$P_1 \times P_2$	13.89**	0.00	29.41**	22.22**	159.77**	130.61**	0.00	1.11	184.55**	1176.31**
$P_1 \times P_3$	-1.59	-24.39**	5.26**	0.00	57.78**	44.90**	-2.54	-0.22	95.04**	72.99**
$P_1 \times P_4$	-4.35**	-19.51**	25.00**	11.11**	102.50**	65.31**	-1.18	-0.43	143.81**	108.53**
$P_1 \times P_5$	27.78**	12.20**	5.88**	0.00	60.49**	32.65**	-3.00	-1.95	73.23**	47.93**
$P_1 \times P_6$	20.55**	7.32**	71.43**	33.33**	28.71**	25.00**	-0.44	0.44	50.76**	33.55**
$P_2 \times P_3$	28.30**	9.68**	33.33**	20.00**	82.28**	75.61**	-2.56	0.88	84.93**	68.42**
$P_2 \times P_4$	15.25**	9.68**	86.67**	75.00**	102.90**	84.21**	-4.23	-2.43	87.11**	64.13**
$P_2 \times P_5$	0.00	0.00	50.00**	50.00**	8.57**	0.00	0.65	2.88	15.15**	0.84
$P_2 \times P_6$	11.11**	9.38**	84.62**	50.00**	48.89**	28.85**	-1.10	-0.88	71.12**	55.64**
$P_3 \times P_4$	-12.00**	-21.43**	-17.65**	-30.00**	80.56**	58.54**	0.94	2.56	73.57**	66.47**
$P_3 \times P_5$	20.75**	3.23**	-22.22**	-30.00**	31.51**	17.07**	-2.93	-1.69	20.06**	14.94**
$P_3 \times P_6$	11.11**	-6.25**	20.00	-10.00**	11.83**	0.00	-1.71	1.54	34.91**	34.71**
$P_4 \times P_5$	22.03**	16.13**	-6.67	-12.50**	68.25**	65.63**	-0.32	0.00	56.33**	56.03**
$P_4 \times P_6$	10.00**	3.13**	83.33	57.14**	54.22**	23.08**	-2.49	-4.05	89.58**	82.08**
$P_5 \times P_6$	26.98**	25.00**	23.08	0.00	23.81**	0.00	-1.94	0.00	14.13**	9.42

P1، P2، P3، P4، P5، P6 تشير إلى السلالات (F6/1807/03، Wrb_{1-3} ، Ascot ، Icarus ، Aquadolce ، Riena Planca) على التوالي.

**، * المعنوية عند مستوى 5 %، و 1 % على التوالي.

الفعل الوراثي اللاتراكمي على وراثة صفة الغلة البذرية، وأكدت هذه النتيجة قيمة درجة السيادة التي كانت أكبر من الواحد (2.37)، حيث كان تباين الفعل الوراثي التراكمي (100) أقل من تباين الفعل الوراثي السيادي (560)، وأكدت نتائج Kitiki و Demir (1987) و-El Harty (2007) و Ibrahim (2010) هذه النتيجة. وتراوحت تأثيرات القدرة العامة على التوافق (الجدول 4) من 0.426- (P5) إلى 0.519 (P1)، وأظهرت السلالة (P1) قدرةً عامةً جيدةً على التوافق لصفة الغلة البذرية تلتها السلالة (P2). كما تراوحت تأثيرات القدرة الخاصة على التوافق (الجدول 5) من 0.348- (P2 × P5) إلى 1.619 (P2 × P1)، وأشارت هذه التأثيرات إلى أنّ كلاً من الهجن (P2 × P1)، و (P4× P1)، و (P6 × P4)، و (P3 × P2) ذات قدرةً خاصةً جيدةً على التوافق لصفة الغلة البذرية.

الاستنتاجات:

1. سيطر الفعل الوراثي اللاتراكمي على وراثة صفات طول القرن، وعدد الأفرع على النبات، وعدد القرون على النبات والغلة البذرية، في حين سيطر الفعل الوراثي التراكمي على وراثة صفة عدد الأيام حتى النضج.
2. أبدت معظم الهجن قوّة هجين إيجابية عالية المعنوية قياساً على متوسط الأبوين والأب الأفضل لمعظم الصفات المدروسة.
3. أبدت السلالتان Riena planca و Aquadolce قدرةً عامةً جيدةً على التوافق لصفة الغلة البذرية.
4. أظهرت أربعة هجن قدرة خاصة جيدة على التوافق لصفة الغلة البذرية، وكان أفضلها الهجين (Aquadolce × Riena planca).

المقترحات:

1. إدخال السلالتين Riena planca و Aquadolce في برامج التربية لتحسين الغلة البذرية.
2. متابعة العمل على الهجن (Aquadolce × Riena Planca) و (Ascot × Riena Planca)، و (F6/1807/03 × Ascot)، و (Icarus × Aquadolce)، و (Icarus × Riena Planca)، و (F6/1807/03 × Aquadolce) و ($Wrb_{1\ ,\ 3}$ × Riena planca) في برامج تربية الفول واستعمالها في عزل سلالات نقية واستنباط أصناف من الفول عالية الغلة، لارتفاع غلة هذه الهجن في وحدة المساحة.

المراجع

البلقيني، حامد محمود . 2007. الفول – زراعة المحاصيل المصرية– جمهورية مصر العربية، ص37.

الفهادي، محمد يوسف حميد. 2009. وراثة بعض الصفات في الباقلاء *Vicia faba* L.، المجلة الأردنية للعلوم الزراعية، المجلد 5 (4)، ص512.

المجموعة الإحصائية السنوية الزراعية . 2009. منشورات وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي، الجمهورية العربية السورية.

Bond, D.A and M.H. Poulsen. 1983. Pollination in Faba Bean. Butterworths: 77–101.

Ebmeyer E. and D. Stelling. 1984. Genetic structur of three open- pollinated faba bean varieties (*Vicia faba* L.), Plant Breeding 112:17- 23 .

EL-Harty, E.H. 2007. Heterosis and genetic analysis of yield and some characters in faba bean (*Vicia faba* L.) Minia J. of Agric. Res. & Develop. Vol. 27 (5):897 -913 .

El-Hosary A.A. 1984. Heterosis and combining ability in diallel crosses among seven varieties of faba bean. Egyptian Journal of Agronomy Vol. 9 (1 - 2) :17- 28.

El-Refaey.R.A. 1998. Heritability and gene effects for choclate spot disease resistance, yield and its components in three faba bean crosses. Annals of Agric.sc.Moshtohor, vol.36 (4):210- 287.

Farag, S. T. 2007. Relative importance of genetic variance for improving broad bean (*Vicia faba* L.). Egyptian Journal of Plant Breeding.11 (1).

Griffing, B. 1956. Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems. Australian J. Biol. Sci. 9:463 – 493.

Haussmann, B. I., and A.B. Blana, P.O. Ayiecho, A. Blum, W. Schipprack and H.H. Geiger. 1999. Quantitative genetic parameters of sorghum (*sorghum bicolor* L.) grown in semi–arid areas of Kenya .Euphytica .105:109- 118 .

Ethiopia under vertisoil conditions. Conference Ethiopian Society of Animal Production, Addis Ababa (Ethiopia) 25(27):68 -77.

Wynne, J. C., D. A. Enevy and P. W. Rice. 1970. Combining ability estimation in *Arachis hypogea*. II – Field performance of F1 hybrids. Crop Sci. 1: 713 -715.

Ibrahim, H.M. 2010. Heterosis,combining ability and components of genetic variance in faba bean (*Vicia faba* L.); Journal of King Abdul - aziz University 21(1): 35 -50 .

Kitiki, A. and I. Demir. 1987. Determination of faba bean yield components and their inheritance in the F1, and F2 generations by means of diallel analysis (in Turkish). Ege Bölge Zirai Arastirma Ens. Doktora Çalisma Özetleri. Ebzaf Yayin 75:152- 172.

Mahmoud Z., C.C. Schön and W. Link. 1994. Hybrid performance and AFLP-based genetic similarity in faba bean. Institute of Agronomy and Plant Breeding, Georg-August-University, D-37075, Göttingen, Germany.

Matthews, P and H. Marcellos . 2003. The Faba bean, Agfact, second edition: 4 -7 .

Matzinger, D. F. 1963. Experimental estimates of genetic parameters and their application in self – fertilizing plant. C .F .Cotton.P.135.

Shull, G. H. 1914. Duplicate genes for capsule from the bursa pastois zeitspastoris.Zeitschr. Induct. Abstamm, U.Vererbungs l,12: 97- 149.

Singh, R. K. and B. D. Chaudhary. 1977. Biometrical method in quantitative genetic analysis. Kamla Nagar, Delhi 110007. India.

Sprague, G. F., and L. A. Tatum. 1942. General versus specific combining ability in single crosses of corn. J. Amer. Soc. Agron. 34:923- 932.

Weber,C.R., and B.R. Moorthy. 1952. Heritable and non–heritable relationships and variability of oil content and agronomic characters in the F2 generations of soybean crosses .Agron. J.44:202- 209.

Wond, F. M., H. singh, H. Tefera and M. Demise. 2004. Variation and association of seed yield and related traits in faba bean (*Vicia faba* L.) land race of