The Arab Center for the Studies of Arid Zones and Dry Lands (ACSAD)
The Arab Journal for Arid Environments
P.O.Box: 2440- Damascus- Syria.
Phone: 00963 11 2266250- Ext.722
Fax: 00963 11 2262707

المركز العربي لدراسات المناطق الجافة والاراضي القاحلة (أكساد)
المجلة العربية لبيئات الجافة
ص.ب: 2440 دمشق- سورية
هـ: 00963 11 2266250 توصيلة: 722
فاكس: 00963 11 2262707

Email: acsad.jae@gmail.com

ISSN: 2305-5243

الرقم (No.): 6/704 مع أ ص
التاريخ: 2016/ 8 / 7

السادة:

- م. كفاح غرزالدين
- أ.د. بولص خوري
- د. فؤاد معلوف
- د. سمير الأحمد

تحية طيبة وبعد،

يسرنا إعلامكم أن بحثكم المعنون" آلية توريث بعض الصفات الكمية في الفول باستخدام النهجين نصف التبادلي "، والمرسل الينا بتاريخ 2016/4/20، **قد قبل للنشر في المجلة العربية للبيئات الجافة، وهي مجلة علمية دورية محكمة تصدر عن المركز العربي لدراسات المناطق الجافة والاراضي القاحلة (أكساد)**، وسنرسل لكم ثلاث نسخ من العدد الذي سينشر فيه بحثكم حين صدوره.

مع فائق التحية والاحترام.

Dear;

- **Eng.Kifah Gharzeddin**
- **Prof.Boulos Khoury**
- **Dr. Fouad Maalouf**
- **Dr. Samir AL-Ahmad**

We are pleased to inform you that your research entitled:

"Inheritance of some quantitative traits in faba bean (*Vicia faba* L.) using half diallel crosses" sent to us on 20/4/2016 **has been accepted for publication in the Arab Journal for Arid Environments, which is a scientific referred periodic Journal issued by the Arab Center for the Studies of Arid Zones and Dry Lands (ACSAD).** We will send you three copies of the journal in which your research is included.

Best regards.

Editor in Chief
Dr. Tharwat Ibrahim

مدير التحرير
الدكتور ثروت إبراهيم

آلية توريث بعض الصفات الكمية في الفول باستخدام التهجين نصف التبادلي

كفاح غرزالدين[1] بولص خوري[2] فؤاد معلوف[3] سمير الأحمد[4]

(1) طالب دكتوراه. كلية الهندسة الزراعية- جامعة تشرين.

(2) أستاذ. دكتور في قسم المحاصيل الحقلية- كليّة الزراعة- جامعة تشرين.

(3) باحث. المركز الدولي للبحوث الزراعية في المناطق الجافة- ايكاردا.

(4) باحث. الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية- إدارة بحوث المحاصيل.

الملخّص

نُفِّذ التهجين نصف التبادلي بين ست سلالات مرباة داخلياً من الفول في محطة بحوث تربل التابعة للمركز الدولي للبحوث الزراعية في المناطق الجافة-ايكاردا (لبنان) خلال الموسم الزراعي 2014/2013، ثم زُرعَت بذور الجيل الأول F_1 مع السلالات الأبويّة الست في الموسم الثاني 2015/2014 وفق تصميم القطاعات العشوائية الكاملة بثلاثة مكررات، بهدف تقدير القدرة العامة والخاصة على التوافق لكل من صفات الغلة البذرية، ووزن المئة بذرة، وعدد البذور في القرن، وعدد البذور على النبات، وعدد الأيام حتى الإزهار.

كان تباين السلالات والهجن عالي المعنويّة لجميع الصفات المدروسة وأظهرت القدرة العامة والخاصة على التوافق تبايناً معنوياً في جميع الصفات عدا تباين القدرة العامة على التوافق لصفة عدد البذور على النبات ويبيّن ذلك مساهمة كلّ من الفعل الوراثي الإضافي واللاإضافي في وراثة معظم الصفات المدروسة. بينت نسبة تباين القدرة العامة على الإئتلاف إلى تباين القدرة الخاصة على الإئتلاف ($\sigma^2_{GCA}/\sigma^2_{SCA}$) سيطرة الفعل الوراثي اللاإضافي على وراثة صفات عدد الأيام حتى الإزهار، وعدد البذور على النبات، وعدد البذور في القرن، والغلة البذريّة، في حين سيطر الفعل الوراثي الإضافي على وراثة صفة وزن المئة بذرة.

سجّلت الآباء P_1 (Riena planca) وP_2 (Aquadolce) قدرة عامة جيدة على التوافق لصفة الغلة البذرية، وأظهرت أربعة هجن قدرة خاصة جيدة على التوافق لصفة الغلة البذرية كان أفضلها الهجين (Aquadolce × Riena planca).

الكلمات المفتاحيّة: الفول، التهجين نصف التبادلي، القدرة العامة والخاصة على التوافق.

-

Inheritance of some quantitative traits in faba bean (*Vicia faba* L.) using half diallel crosses

Kifah Gharzeddin [(1)] Boulos Khoury [(2)] Fouad Maalouf [(3)] Samir AL-Ahmad [(4)]

(1) PhD student. Faculty of agriculture- Tishreen University.

(2) Prof. Dr. Department of Agronomy، Fac. Agric. Tishreen University.

(3) BIGMP. International Center for Agricultural Research in the Dry Areas، ICARDA.

(4) Researcher. G.C.S.A.R. crops department.

Abstract

A half diallel set of crosses among six inbred lines of faba bean has performed at Terbol research station (ICARDA)- Lebanon، during 2013/2014 season to study the combining ability effects for the following traits: seed yield، 100 seed weight، seeds per plant، seeds per pod and days to flowering.

The variance of lines and crosses was highly significant for all studied traits. General (GCA) and specific (SCA) combining ability variance was significant for all studied traits except GCA mean squares for seeds per plant. The $\sigma^2_{GCA}/\sigma^2_{SCA}$ ratios were detected for all traits under research and showed that additive gene action was more important than non-additive gene action in controlling hundred seed weight trait، while results indicated that days to flowering, no. of seeds per plant, no. of seeds per pod and seed yield traits were controlled by non-additive gene action.

Two parental lines P_1 (Riena planca) and P_2 (Aquadolc) recorded good general combining ability for seed yield trait. Four hybrids showed good specific combining ability for seed yield, the cross $P_1 \times P_2$ (Aquadolce × Riena planca) considered the best for seed yield.

Key words: Faba bean، Half diallel cross, General and specific combining ability.

المقدمة

ينتمي الفول المزروع *Vicia faba* L. إلى رتبة البقوليات *Leguminosales* والفصيلة الفولية *Fabaceae* وهو محصول ذاتي التلقيح، تتراوح فيه نسبة التلقيح الخلطـي بين 4 و 84% (Bond وPoulsen، 1983)، يُعتقَد أن الموطن الأصلي للفول هو منطقة الشرق الأوسط، ومنها انتشر إلى أوربا وشمال أفريقيا ووسط آسيا، كما عُرف الفول في الصين منذ حوالي 2000 عام وانتشر منها إلى أمريكا الجنوبية، ثم كندا واستراليا في العصر الحديث (Matthews و Marcellos، 2003)، يُزرع الفول من أجل الحصول على قرونه الخضراء، وبذوره التي الخضراء أو الجافة، المُستخدمة في تغذية الإنسان (البلقيني، 2007)، ويُعَد أحد المحاصيل المُهمّة في الدورة الزراعية نظراً لقدرته على تثبيت الآزوت الجوي بواسطة بكتيريا العقد الجذرية، وتتراوح كمية الأزوت المُثَبّتة سنويّاً بواسطة جذور النبات من 178 إلى 251 كغ.هكتار$^{-1}$ سنوياً (Maalouf، 2010)، وتزايدت المساحة المزروعة بالفول في السنوات الأخيرة، ورافق ذلك زيادة الإنتاج في وحدة المساحة، وبلغت المساحة المزروعة لإنتاج الفول الحب في العالم عام 2013 قُرابة 2.1 مليون هكتار، أنتجت قرابة 3.5 مليون طناً، بمردود بلغ 1.7 طن.هكتار$^{-1}$، وتأتي الصين في المركز الأول عالمياً من حيث المساحة المزروعة (922 ألف هكتار)، والإنتاج (1.58 مليون طن)، في حين سجّلت الأرجنتين المردود الأعلى في وحدة المساحة (8.8 طن.هكتار$^{-1}$) (FAOstat، 2013). بلغت المساحة المزروعة في سورية لإنتاج الفول الحب 14933 هكتار، أعطت إنتاجاً قدره 30.99 طناً، بمردود بلغ 2.08 طن.هكتار$^{-1}$، وتأتي محافظة حلب في المركز الأول من حيث المساحة المزروعة لإنتاج الفول الحب، تليها درعا ثم حمص وإدلب، كما بلغت المساحة المزروعة في سورية لإنتاج الفول الأخضر 3610 هكتاراً، أعطت إنتاجاً قدره 31.99 طناً، بمردود 8.86 طن.هكتار$^{-1}$ (المجموعة الإحصائية الزراعية، 2013).

يعبّر مفهوم القدرة على التوافق Combining ability عن المقدرة النسبية لسلالةٍ ما مرباة ذاتيّاً على نقل صفات خاصة أو مرغوبة للهجن الناتجة عنها عند تهجينها مع سلالةٍ أخرى (Chaudhari،1971)، عُرّفت كلّ القدرة العامة (GCA) والخاصة (SCA) على التوافق لأول مرة من قبل Sprague و Tatum (1942) حيث تشير القدرة العامة على التوافق إلى متوسط سلوك السلالة في هجنها، في حين تَصِف القدرة الخاصة على التوافق حالة تهجين سلالة مُحدّدة مع كل سلالة إن كان أفضل أو أسوأ نسبياً مما هو متوقع بناءً على متوسط سلوك السلالات الداخلة في التهجينات، وتتضمّن قابلية الخلط العامة الفعل المُتجمّع للمورثات (additive) والتفوق من نوع الفعل المتجمع للمورثات (additive by additive) في حين تُشير قابلية الخلط الخاصة إلى السيادة وكافة أشكال التفوق (Matzinger،1963). درس Kitiki وDemir (1987) آلية توريث بعض مكوّنات الغلة في عدة سلالات من الفول، وبيّنوا أنَّ الفعل الوراثي اللاإضافي يتحكّم بالعديد من الصفات الهامة مثل عدد القرون على النبات وعدد البذور على النبات والغلة البذرية، بينما يسيطر الفعل الوراثي الإضافي على صفات ارتفاع النبات

ووزن المئة البذرة. أشار El-Harty (2007) أنَّ تأثيرات الفعل الوراثي الإضافي كانت أقل من تأثيرات الفعل الوراثي اللاإضافي بالنسبة لصفة الغلة ومكوناتها باستثناء صفة وزن المئة بذرة. أجرى El-Refaey (1998) دراسة على ستة آباء من الفول وهجُنها النصف تبادليّة ووجد أن الفعل الوراثي اللاإضافي أكثر أهميّة من الفعل الوراثي الإضافي في توريث صفات عدد البذور على النبات، وعدد الأفرع على النبات، وارتفاع النبات. أظهرت صفة عدد الأيام حتى الإزهار تأثيرات (إضافية*سيادية) و(سيادية*سيادية) سالبة ومعنوية، ما يشير إلى أهمية الفعل الوراثي اللاإضافي في توريث هذه الصفة (الفهادي، 2009). قيّم Ibrahim (2010) 28 طرازاً وراثياً من الفول (سبعة آباء وهجنها النصف تبادلية) بالنسبة لصفات الغلّة، بيّن Wonda وزملاؤه (2004) وجود تباينات وراثيّة معنويّة بين الطرز المدروسة بالنسبة لصفات عدد الأيام حتى الإزهار، وعدد الأيام حتى النضج، وارتفاع النبات، وعدد العقد القرنية، ووزن البذور. وجد El-Hosary (1984) تباينات معنوية بين كل من الآباء والهجن لصفات الغلة البذريّة، وطول القرن، وعدد الأفرع على النبات، وعدد القرون على النبات عند دراسة التباين الوراثي بين سبعة آباء من الفول وهجنها النصف تبادلية. درس Farag (2007) القدرة على التوافق وقوة الهجين وآلية توريث صفات الغلة ومكوناتها لتسعة آباء من الفول وأفراد الجيل الأول، حيث أشارت النتائج إلى وجود تباينات معنويّة كبيرة بين الآباء وأفراد الجيل الأول لجميع الصفات المدروسة، كما بيّنت النتائج أهميّة الفعل الوراثي اللاإضافي في وراثة كلّ من صفات عدد البذور في القرن وعدد القرون على النبات، حيث سجّلت هذه الصفات درجة سيادة أكبر من الواحد.

يهدف البحث إلى دراسة آليّة توريث صفات الغلة البذريّة، ووزن المئة بذرة، وعدد البذور في القرن، وعدد البذور على النبات وعدد الأيام حتى الإزهار في ستة تراكيب وراثية من الفول وهجنها النصف تبادلية، وذلك من خلال تقدير القدرة العامة GCA والخاصة SCA على التوافق، ودرجة السيادة.

مواد البحث وطرائقه

أُجريت الدّراسة على ست سلالات من الفول مُرباة داخليّاً Inbred lines ومتباعدة وراثياً: Riena planca ،Aquadolce، ICARUS، Ascot، WRB_{1-3}، F6/1807/03 (الجدول1)، تم الحصول عليها من البنك الوراثي للمركز الدولي للبحوث الزراعية في المناطق الجافة (ايكاردا). نُفّذ البحث في حقول محطة بحوث تربل التابعة للمركز الدولي للبحوث الزراعية في المناطق الجافة (ايكاردا)، لبنان. خلال موسمين زراعيين (2014/2013 و2015/2014). تم إجراء التهجين نصف التبادلي بين السلالات خلال الموسم الأول، للحصول على البذور الهجينة لخمسة عشر هجيناً فردياً، وزُرعت بذور الجيل الأول F_1 مع السلالات الأبويّة الست، بالإضافة إلى شاهد المقارنة (حماة1) في الموسم الثاني، وفق تصميم القطاعات العشوائية الكاملة Randomized Complete Block Design، بثلاثة مكررات حيث زرع كلّ طراز وراثي في أربعة خطوط بطول 4 م لكل خطّ، ومسافة 50 سم بين الخط والآخر و15 سم بين نباتات الخط الواحد، أُجريَت كافة العمليات الزراعية المُوصى بها من عزيق وري وتسميد، سُجّلَت القراءات الحقلية على خمس نباتات مُحاطة لكلّ من الصفات التالية:

1- الغلة البذرية (كغ/هكتار): تم قياس هذه الصفة عن طريق وزن البذور الجافة الناتجة عن كل قطعة تجريبية (غرام/قطعة تجريبية)، ثم تحويلها إلى كغ/هكتار.

2- وزن المئة بذرة (غرام): متوسط وزن المئة بذرة لخمس عينات من كل قطعة تجريبية.

3- عدد البذور على النبات (بذرة): عن طريق قياس متوسط عدد البذور على النبات لخمس نباتات من كل قطعة تجريبية.

4- عدد البذور في القرن (بذرة): أُخِذ متوسط عدد البذور في القرن لعيّنة مؤلفة من عشرين قرن مأخوذة من كل قطعة تجريبية.

5- عدد الأيام حتى الإزهار: تم قياس هذه الصفة عند ظهور الزهرة الأولى على 50% من نباتات القطعة التجريبية.

الجدول1. نسب السلالات الأبويّة المُستخدمة في عملية التهجين.

الرمز	السلالة	النسب	المنشأ
P_1	Riena Planca	ILB1270	ايكاردا
P_2	Aquadolce	ILB1266	اسبانيا
P_3	ICARUS	BPL710	ايكاردا
P_4	Ascot	ILB1593	ايكاردا
P_5	WRB1-3	ILB1270 x WFL	انكلترا
P_6	F6/1807/03	S98-023/Fam783-1/02	ايكاردا

جُمعت البيانات لكافة القراءات وبُوبت باستخدام برنامج Excel، حيث تمّ حساب القدرة العامة GCA والخاصة SCA على التوافق وتأثيرات كلّ منها باستخدام الطريقة الثانية Method2 الموديل الثاني Model2 للعالم Griffing (1956):

- مجموع مربعات القدرة العامة على الائتلاف:

$$S.S.\,due\ to\ gca = \frac{1}{p-2}\sum Y_{i.}^2 - \frac{4}{p(p-2)}Y_{..}^2$$

: عدد السلالات الأبوية.

$\sum Y_{i.}^2$: مجموع مربعات مجموع متوسطات هجن السلالة i.

$Y_{..}^2$: مربع المجموع الكلّي.

- مجموع مربعات القدرة الخاصة على الائتلاف:

$$S.S.\,due\ to\ sca = \sum\sum Y_{ij}^2 - \frac{1}{p-2}\sum Y_{i.}^2 + \frac{2}{(p-1)(p-2)}Y_{..}^2$$

p : عدد السلالات الأبوية.

$\sum Y_{ij}^2$: مجموع مربعات متوسط كلّ هجين.

$\sum Y_{i.}^2$: مجموع مربعات مجموع متوسطات هجن السلالة i.

$Y_{..}^2$: مربع المجموع الكلّي.

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

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

σ^2_{GCA}: تباين القدرة العامة على الائتلاف.

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

p : عدد السلالات الأبوية.

$$\sigma^2_{SCA} = M_s - \acute{M}_e$$

σ^2_{SCA} : تباين القدرة الخاصة على الائتلاف.

$\acute{M}_e$: متوسط مجموع مربعات الخطأ التجريبي للقدرة على الإئتلاف.

استخدمت النسبة بين التباين المحسوب للقدرة العامّة والخاصّة على الائتلاف $\sigma^2_{GCA}/\sigma^2_{SCA}$ لتحديد نسبة مساهمة كلّ من الفعل المورثي الإضافي واللاإضافي في وراثة الصفات المدروسة حيث:

$\frac{\sigma^2_{GCA}}{\sigma^2_{SCA}} > 1$ دلّ ذلك على سيطرة الفعل المورثي الإضافي على وراثة هذه الصفة.

$\frac{\sigma^2_{GCA}}{\sigma^2_{SCA}} < 1$ دلّ ذلك على سيطرة الفعل المورثي اللاإضافي على وراثة هذه الصفة.

$\frac{\sigma^2_{GCA}}{\sigma^2_{SCA}} = 1$ دلّ ذلك على مساهمة كلا الفعلين الوراثيين الإضافي واللاإضافي في وراثة الصفة.

- تأثيرات القدرة العامة والخاصة على الائتلاف:

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

g_i: تأثيرات القدرة العامة للسلالة i.

p: عدد السلالات الأبوية.

$Y_{i.}$: مجموع متوسطات هجن السلالة i.

$Y_{..}$: المجموع الكلّي.

$$s_{ij} = Y_{ij} - \frac{1}{p-2}(Y_{i.} + Y_{.j}) + \frac{2}{(p-1)(p-2)}Y_{..}$$

s_{ij}: تأثيرات القدرة الخاصة للهجين (i.j)

$Y_{.j}$: مجموع متوسطات هجن السلالة j.

- تمّ حساب التباين والخطأ القياسي Standard error (SE) للتأثيرات كما يلي:

$$S.E.(\widehat{g_i}) = \sqrt{(p-1)\sigma^2_e/p(p-2)}$$

$$S.E.(\widehat{s_{ij}}) = \sqrt{(p-3)\sigma^2_e/(p-1)}$$

$\widehat{g_i}$: تأثيرات القدرة العامة على الائتلاف.

$\widehat{s_{ij}}$: تأثيرات القدرة الخاصة على الائتلاف.

σ^2_e: تباين الخطأ التجريبي.

- درجة السيادة (Mather, 1949):

$$V_A = 2\sigma^2_{gca}$$

$$V_D = \sigma^2_{sca}$$

$$\hat{a} = \sqrt{V_D/V_A}$$

V_A :تباين الفعل المورثي الإضافي.
V_D :تباين الفعل المورثي السيادي.
$\hat{a}$:درجة السيادة.

$\hat{a} = 1$ يدلّ ذلك على خضوع الصفة لكلا الفعلين الوراثيين الإضافي واللاإضافي.

$\hat{a} < 1$ الصفة تخضع للفعل المورثي اللاإضافي (سيادة وتفوّق).

$\hat{a} > 1$ الصفة تخضع للفعل المورثي الإضافي.

النتائج والمناقشة

1- تحليل التباين ومقارنة المتوسطات

1-1- صفة عدد الأيام حتى الإزهار

بينت نتائج تحليل التباين (الجدول2) وجود تباينات عالية المعنوية بين الطرز الوراثية المدروسة، ما يدلّ على التباعد الوراثي بين السلالات الداخلة بعمليّة التهجين، توافقت هذه النتيجة مع Wonda وزملاءه (2004). تراوحت متوسطات الآباء والهجن (الجدول3) لصفة عدد الأيام حتى الإزهار من 87.7 يوم للهجين ($P_2 \times P_4$) إلى 98.7 يوم للسلالة (P_3) والهجين ($P_3 \times P_4$) وبمتوسط عام قدره 93.6 يوم، وأشارت النتائج إلى عدم تفوق أي من الآباء والهجن الناتجة على شاهد المقارنة (حماة1) الذي كان الأكثر تبكيراً في الإزهار(85.5 يوم) بين جميع الطرز الوراثية المدروسة.

1-2- صفة عدد البذور على النبات

يُبيّن الجدول (2) وجود تباين عالي المعنويّة للسلالات الأبوية والهجن لصفة عدد البذور على النبات وهذا يدل على وجود تباعد وراثي بين تلك السلالات والهجن.

تراوحت متوسطات الآباء والهجن لصفة عدد البذور على النبات (الجدول3) من 20.7 بذرة للسلالة (P_3) إلى 106.3 بذرة ($P_1 \times P_3$) وبمتوسط عام قدره 69.8 بذرة. وأظهرت نتائج مقارنة المتوسطات تفوق أربعة عشر طرازاً وراثياً بفروقات معنوية على شاهد المقارنة (حماة1)، وتميّزت الهجن ($P_1 \times P_2$) و($P_1 \times P_4$) و($P_1 \times P_6$) بالقيمة الأعلى لعدد البذور على النبات، ما يشير إلى القدرة العالية لهذه الهجن على إعطاء عدد أكبر من البذور على النبات، وقد يعود السبب في ذلك إلى التأثير المرتفع لقوة الهجين (Heterosis) في هذه الهجن، وجاءت هذه النتيجة متوافقة مع Farag (2007).

1-3- صفة عدد البذور في القرن

يُظهر الجدول (2) تبايناً عالي المعنويّة للسلالات والهجن لصفة عدد البذور في القرن مُبيّناً التباعد الوراثي بين تلك السلالات وهجنها.

تراوحت متوسطات الآباء والهجن لصفة عدد البذور في القرن (الجدول3) من 1 بذرة (P_3) إلى 4.3 بذرة للهجين ($P_1 \times P_6$) وبمتوسط عام قدره 3.1 بذرة، حيث أشار الجدول3 إلى أنَّ الهجين ($P_1 \times P_6$) كان الأعلى من حيث عدد البذور في القرن، حيث تفوق على شاهد المقارنة بفارق موجب ومعنوي، ما يشير إلى أهميّة هذا الهجين كمادة وراثية في برنامج تربية الفول لتحسين صفة عدد البذور في القرن، وتفوقت خمسة

طرز وراثية على شاهد المقارنة بفوارق موجبة وغير معنوية، ويبيّن تفوق بعض السلالات على شاهد المقارنة قدرة هذه السلالات على إعطاء عدد أكبر من البذور في القرن، ما يشير إلى أهمية هذه السلالات في التحسين الوراثي لصفة عدد البذور في القرن عن طريق استعمالها في تكوين هجن تمتلك عدد أكبر من البذور في القرن، توافقت هذه النتيجة مع Farag (2007).

1-4- صفة وزن المئة بذرة

يظهر الجدول(2) تبايناً عالي المعنوية للسلالات والهجن لصفة وزن المئة بذرة، ما يدل على وجود تباعد وراثي بين السلالات الأبويّة والهجن، وتراوحت متوسطات وزن المئة بذرة من 59 غرام (P_3) إلى 121.5 غرام (P_2) بمتوسط عام وقدره 96.7 غرام (الجدول3). وأشارت نتائج مقارنة المتوسطات إلى تفوق تسعة طرز وراثية بفروقات إيجابية عالية المعنوية على شاهد المقارنة (حماة$_1$)، وكانت كلاً من السلالة P_2 والهجينين ($P_2 \times P_6$) و($P_2 \times P_5$) الأفضل في صفة وزن المئة بذرة، حيث تفوقت على شاهد المقارنة (حماة$_1$) بفوارق معنوية (29.4 و24.2 و24.8) غرام على الترتيب، تدل هذه النتيجة على أهميّة استخدام السلالة P_2 في التحسين الوراثي لصفة وزن المئة بذرة في الفول، وكذلك أهمية الهجينين ($P_2 \times P_6$) و($P_5 \times P_2$) كمادة وراثية مهمّة للحصول على سلالات من الفول تتميّز بوزن مئة بذرة مرتفع، توافقت هذه النتيجة مع Islam وزملاءه (2009).

1-5- صفة الغلة البذريّة كغ.هكتار$^{-1}$

أبدت السلالات والهجن تباينات عالية المعنوية لصفة الغلة البذريّة (الجدول2) مُشيرةً إلى التباعد الوراثي بين السلالات. تراوحت متوسطات الآباء والهجن لصفة الغلة البذرية من 1137 كغ.هكتار$^{-1}$ (P_5) إلى 4437 كغ.هكتار$^{-1}$ ($P_1 \times P_2$)، وبمتوسط عام قدره 2021 كغ.هكتار$^{-1}$ (الجدول3). وبيّنت نتائج مقارنة المتوسطات وجود تفوق معنوي لأحَدَ عشَر هجيناً على شاهد المقارنة (حماة$_1$)، وسَجّل الهجين ($P_1 \times P_2$) أعلى نسبة للتفوق بين الطرز الوراثية المدروسة حيث بلغت النسبة المئوية للزيادة على الشاهد 312 %، ويمكن أن يعود ذلك إلى الدور الكبير لقوة الهجين في تفوق هذا الهجين، وهذا يعطي دلالة واضحة على إمكانية استمرار العمل على هذا الهجين في برنامج التربية بالانتخاب للوصول إلى سلالات عالية الغلة من الفول، وانسجمت هذه النتيجة مع El-Hosary (1984).

الجدول2. تحليل التباين للسلالات والهجن لكل من صفات عدد الأيام حتى الإزهار، وعدد البذور على النبات، وعدد البذور في القرن، ووزن المئة بذرة، والغلة البذرية.

مصادر التباين	عدد الأيام حتى الإزهار (يوم)	عدد البذور على النبات (بذرة)	عدد البذور في القرن (بذرة)	وزن المئة بذرة (غرام)	الغلة البذرية (كغ.هكتار$^{-1}$)
Rep	10.924	10.02	0.2424	9.45	969
Genotype	55.108**	2021.19**	1.6421**	649.58**	20088**
GCA	72.11*	2927.33	4.17**	2167.01**	2901**
SCA	16.87*	1841.23**	0.90**	184.33**	1711**
Error	7.019	18.27	0.2742	16.29	14175
CV%	2.8	6.2	13.7	4.2	9.3
مكونات التباين					
σ^2_{GCA}	2.30	45.25	0.14	82.61	50
σ^2_{SCA}	3.22	607.58	0.21	55.90	560
$\sigma^2_{GCA}/\sigma^2_{SCA}$	0.72	0.07	0.64	1.48	0.09
Additive	4.60	90.5	0.28	165.22	100
Dominance	3.22	607.58	0.21	55.90	560
$\bar{\alpha}$	0.83	2.59	0.87	0.58	2.37

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

الجدول3. قيم متوسطات السلالات والهجن لكل من صفات عدد الأيام حتى الإزهار، وعدد البذور على النبات، وعدد البذور في القرن، ووزن المئة بذرة، والغلة البذرية.

الطرز الوراثية	عدد الأيام حتى الإزهار (يوم)	عدد البذور على النبات (بذرة)	عدد البذور في القرن (بذرة)	وزن المئة بذرة (غرام)	الغلة البذرية (كغ/ هكتار)
P_1	96.0	66.3	3.7	103.1	1606
$P_1 \times P_2$	92.7	106.3	3.7	101.3	4437
$P_1 \times P_3$	96.0	68.7	3.3	89.3	2778
$P_1 \times P_4$	93.0	104.0	3.7	91.1	3348
$P_1 \times P_5$	92.0	92.3	4.0	100.5	2375
$P_1 \times P_6$	91.7	102.3	4.3	112.4	2144
P_2	89.7	32.0	2.7	121.5	1513
$P_2 \times P_3$	93.3	92.0	3.3	99.9	2548
$P_2 \times P_4$	87.7	85.7	3.3	94.3	2483
$P_2 \times P_5$	95.7	70.0	3.3	116.3	1525
$P_2 \times P_6$	89.7	90.7	3.3	116.9	2354
P_3	98.7	20.7	1.0	59.0	1243
$P_3 \times P_4$	98.7	36.0	2.0	69.7	2069
$P_3 \times P_5$	94.3	72.7	3.3	93.0	1428
$P_3 \times P_6$	94.0	32.0	2.3	90.3	1674
P_4	98.0	75.7	3.7	94.2	1141
$P_4 \times P_5$	94.3	65.3	3.0	91.7	1780
$P_4 \times P_6$	89.7	44.7	2.3	79.6	2256
P_5	97.3	37.0	3.3	101.6	1137
$P_5 \times P_6$	92.7	78.0	3.7	109.0	1356
P_6	90.7	93.7	2.7	95.7	1239
المتوسط العام	93.6	69.8	3.1	96.7	2021
حماة1	85.5	61.7	3.3	92.1	1422
L.S.D 5 %	**4.3**	**7.0**	**0.8**	**6.6**	**310.7**

P_1 ، P_2، P_3، P_4، P_5، P_6 تشير إلى السلالات (F6/1807/03،WRB1-3،Ascot،Icarus،Aquadolce،Riena Planca) على الترتيب.

2- القدرة على التوافق

2-1- صفة عدد الأيام حتى الإزهار

أظهرت القدرة العامة والخاصة على التوافق (الجدول2) تبايناً معنويّاً، ما يشير إلى مساهمة كل من الفعل الوراثي الإضافي واللاإضافي في وراثة صفة عدد الأيام حتى الإزهار، وبيّنت نسبة $\sigma^2_{GCA}/\sigma^2_{SCA}$ التي كانت أقل من الواحد (0.72) سيطرة نسبية للفعل الوراثي اللاإضافي على وراثة هذه الصفة، بينما أشارت درجة السيادة (0.83) إلى سيطرة نسبية للفعل الوراثي الإضافي، حيث بلغت تباينات الفعل الوراثي الإضافي (4.60) التي كانت أكبر من تباينات الفعل الوراثي السيادي (3.22) وهذه النتائج تدل على مساهمة كل من الفعل الوراثي الإضافي واللاإضافي في وراثة صفة عدد الأيام حتى الإزهار، وهذا يتوافق مع الفهادي (2009).

تراوحت قيم تأثيرات القدرة العامة على التوافق (الجدول4) من 2.069- (P_2) إلى 2.347 (P_3) وبيّنَت هذه التأثيرات أن السلالتين (P_2) و(P_6) كانتا أكثر السلالات تآلفاً لصفة عدد الأيام حتى الإزهار. تراوحت قيم تأثيرات القدرة الخاصة على التوافق (الجدول5) من 4.375- ($P_2 \times P_4$) إلى 3.208 ($P_2 \times P_5$) وبيّنت هذه التأثيرات أنّ كلاً من الهجن ($P_2 \times P_4$)، ($P_1 \times P_5$)، ($P_3 \times P_5$) كانت الأكثر تبكيراً من حيث عدد الأيام حتى الإزهار.

2-2- صفة عدد البذور على النبات

كان تباين القدرة العامة على التوافق غير معنوي (الجدول2)، وأظهرَتْ القدرة الخاصة على التوافق SCA تبايناً عالي المعنويّة لصفة عدد البذور على النبات، ما يُشير إلى سيطرة الفعل الوراثي اللاإضافي على وراثة هذه الصفة، وأكّد ذلك قيمة $\sigma^2_{GCA}/\sigma^2_{SCA}$ التي كانت أقل من الواحد (0.07) وقيمة درجة السيادة التي كانت أكبر من الواحد (2.59)، حيث بلغ تباين الفعل الوراثي السيادي (607.58)، في حين كان تباين الفعل الوراثي الإضافي (90.5)، وتوافقت هذه النتيجة مع Kitiki و Demir (1987). تراوحت تأثيرات القدرة العامة على التوافق (الجدول4) من 18.250- (P_3) إلى 14.708 (P_1) وسجّلت السلالة (P_1) أكبر قيمة موجبة بين السلالات من حيث القدرة العامة على التوافق لصفة عدد البذور على النبات تلتها السلالة (P_6). تراوحت تأثيرات القدرة الخاصة على التوافق (الجدول5) من 25.351- ($P_3 \times P_6$) إلى 37.940 ($P_2 \times P_3$) الذي أبدى قدرةً خاصّةً عالية المعنوية لصفة عدد البذور على النبات.

2-3- صفة عدد البذور في القرن

أشارت نتائج تحليل التباين للقدرة على التوافق (الجدول2) إلى وجود تباين عالي المعنوية للقدرة العامة والخاصّة على التوافق مُشيرةً إلى مساهمة كلّ من الفعل الوراثي الإضافي واللاإضافي في وراثة صفة عدد البذور في القرن، وجاءت نسبة $\sigma^2_{GCA}/\sigma^2_{SCA}$ التي كانت أقل من الواحد (0.64) لتُبين الأهميّة النسبيّة للفعل الوراثي اللاإضافي في توريث هذه الصفة، من ناحية أخرى أشارت درجة السيادة (0.87) إلى أهمية نسبية للفعل الوراثي الإضافي في وراثة هذه الصفة وهذا يعود إلى تقارب نسبي لقيمة كل من الفعل الوراثي الإضافي (0.28) والفعل الوراثي السيادي (0.21). توافقت هذه النتيجة مع El-Harty (2007); Farag (2007) .

تباينت تأثيرات القدرة العامة على التوافق (الجدول4) من 0.708- (P_3) إلى 0.542 (P_1) حيث بيّنتْ أنّ السلالتين (P_1) و(P_5) تميزتا بقدرةٍ عامةٍ جيدةٍ على التوافق لصفة عدد البذور في القرن.

تفاوتت تأثيرات القدرة الخاصة على التوافق (الجدول5) من -0.685 ($P_4 \times P_6$) إلى 0.875 ($P_2 \times P_3$)، وبيّنت هذه التأثيرات أن كلا الهجينين ($P_2 \times P_3$) و($P_1 \times P_6$) تميزا بقدرةٍ خاصةٍ جيدة على التوافق لصفة عدد البذور في القرن.

2-4- صفة وزن المئة بذرة

يُبين الجدول (2) تبايناً عالي المعنويّة للقدرة العامة GCA والخاصة SCA على التوافق، ما يدل على مساهمة كلّ من الفعل الوراثي الإضافي واللاإضافي في وراثة هذه الصفة، وأظهرت نسبة $\sigma^2_{GCA}/\sigma^2_{SCA}$ التي كانت أكبر من الواحد (1.48) سيطرة الفعل الوراثي الإضافي على وراثة صفة وزن المئة بذرة، وأكّدت ذلك درجة السيادة التي كانت أقل من الواحد (0.58) لتبيّن أهمية الفعل الوراثي الإضافي في توريث صفة وزن المئة بذرة، حيث كان تباين الفعل الوراثي الإضافي (165.22) أكبر بثلاث مرات تقريباً من تباين الفعل الوراثي السيادي (55.90). توافقت هذه النتائج مع El-Refaey (1998)، وتراوحت تأثيرات القدرة العامة على التوافق (الجدول4) من -14.573 (P_3) إلى 11.851 (P_2) وبيّنت هذه التأثيرات أن السلالة (P_2) كانت الأعلى من حيث القدرة العامة على التوافق لصفة وزن المئة بذرة تلتها السلالة (P_5). وتراوحت تأثيرات القدرة الخاصة على التوافق (الجدول5) من -12.132 ($P_4 \times P_6$) إلى 9.846 ($P_1 \times P_6$) وتميّز الهجين ($P_1 \times P_6$) بأعلى قيمة للقدرة الخاصة على التوافق لصفة وزن المئة بذرة تلاه الهجينين ($P_3 \times P_5$) و($P_2 \times P_3$).

2-5- صفة الغلة البذريّة كغ.هكتار$^{-1}$

تَبَيّن من خلال نتائج تحليل التباين للقدرة على التوافق لصفة الغلة البذرية (الجدول2) وجود تباينات عالية المعنوية للقدرة العامة GCA والخاصة SCA على التوافق، ما يدل على مساهمة كل من الفعل الوراثي الإضافي واللاإضافي في وراثة هذه الصفة، وجاءت نسبة $\sigma^2_{GCA}/\sigma^2_{SCA}$ التي كانت أقل من الواحد (0.09) لتبيّن سيطرة الفعل الوراثي اللاإضافي على وراثة صفة الغلة البذرية. وأكّدت هذه النتيجة درجةُ السيادة التي كانت أكبر من الواحد (2.37) حيث كان تباين الفعل الوراثي الإضافي أقل بخمس مرات تقريباً من تباين الفعل الوراثي السيادي (560). وجاءت هذه النتيجة متوافقة مع Kitiki وDemir (1987).

تراوحت تأثيرات القدرة العامة على التوافق (الجدول4) من -0.426 (P_5) إلى 0.519 (P_1) وأظهرت السلالة (P_1) قدرةً عامةً جيدةً على التوافق لصفة الغلة البذرية تلتها السلالة (P_2). كما تراوحت تأثيرات القدرة الخاصة على التوافق (الجدول5) من -0.348 ($P_2 \times P_5$) إلى 1.619 ($P_1 \times P_2$) وأشارت هذه التأثيرات إلى أنّ كلاً من الهجن ($P_1 \times P_2$) و($P_1 \times P_4$) و($P_4 \times P_6$) و($P_2 \times P_3$) أظهرت قدرةً خاصةً جيدةً على التوافق لصفة الغلة البذرية.

الجدول4. تأثيرات القدرة العامة على التوافق GCA للسلالات الأبويّة لكل من صفات عدد الأيام حتى الإزهار، وعدد البذور على النبات، وعدد البذور في القرن، ووزن المئة بذرة، والغلة البذرية.

السلالات	عدد الأيام حتى الإزهار (يوم)	عدد البذور على النبات (بذرة)	عدد البذور في القرن (بذرة)	وزن المئة بذرة (غرام)	الغلة البذرية (كغ/ هكتار)

0.519**	3.003**	0.542**	14.708**	0.181	**P_1**
0.278**	11.851**	0.042	2.500**	-2.069**	**P_2**
-0.145**	-14.573**	-0.708**	-18.250**	2.347**	**P_3**
0.009	-7.753**	-0.042	-0.208	0.556	**P_4**
-0.426**	4.625**	0.250*	-4.542**	0.972	**P_5**
-0.235**	2.848**	-0.083	5.792**	-1.986**	**P_6**
0.035	0.760	0.096	0.801	0.500	**$SE[g_{(i)}]$**

P_1 ،P_2، P_3، P_4، P_5، P_6 تشير إلى السلالات (Riena planca،Aquadolce،Icarus،Ascot،WRB1-3،(F6/1807/03) على الترتيب. * ،** تشير إلى المعنوية على مستوى 5% ،1% على الترتيب. $SE[g_{(i)}]$: الخطأ القياسي للقدرة العامة على التوافق للسلالة i.

الجدول 5. تأثيرات القدرة الخاصة على التوافق SCA للهجن لكل من صفات عدد الأيام حتى الإزهار، وعدد البذور على النبات، وعدد البذور في القرن، ووزن المئة بذرة، والغلة البذرية.

الغلة البذرية (كغ/ هكتار)	وزن المئة بذرة (غرام)	عدد البذور في القرن (بذرة)	عدد البذور على النبات (بذرة)	عدد الأيام حتى الإزهار (يوم)	الهجن
1.619**	-10.204**	-0.060	19.315**	1.000	**$P_1 \times P_2$**
0.384**	4.187	0.357	2.399	-0.083	**$P_1 \times P_3$**
0.800**	-0.820	0.024	19.69**	-1.292	**$P_1 \times P_4$**
0.262**	-3.831	0.065	12.357**	-3.708*	**$P_1 \times P_5$**
-0.160	9.846**	0.732**	12.024**	-0.083	**$P_1 \times P_6$**
0.394**	5.936**	0.857**	37.940**	-0.500	**$P_2 \times P_3$**
0.174	-6.518**	0.190	13.565**	-4.375**	**$P_2 \times P_4$**
-0.348**	3.154	-0.101	2.232	3.208*	**$P_2 \times P_5$**
0.291**	5.484*	0.232	12.565**	0.167	**$P_2 \times P_6$**
0.184	-4.680*	-0.393	-15.351**	2.208	**$P_3 \times P_4$**
-0.021	6.275**	0.649*	25.649**	-2.542	**$P_3 \times P_5$**
0.034	5.336*	-0.018	-25.351**	0.083	**$P_3 \times P_6$**
0.176	-1.855	-0.351	0.274	-0.750	**$P_4 \times P_5$**
0.461**	-12.132**	-0.685*	-30.726**	-2.458	**$P_4 \times P_6$**
-0.004	4.837*	0.357	6.940**	0.125	**$P_5 \times P_6$**
0.096	2.087	0.264	2.199	1.374	**$SE[s_{(i,j)}]$**

P_1 ،P_2، P_3، P_4، P_5، P_6 تشير إلى السلالات (Riena planca،Aquadolce،Icarus،Ascot،WRB1-3، F6/1807/03) على الترتيب. * ،** تشير إلى المعنوية على مستوى 5% ،1% على الترتيب، $SE[s_{(i,j)}]$: الخطأ القياسي للقدرة الخاصة على التوافق للهجين (i, j).

الاستنتاجات:

1- أظهرت القدرة العامة والخاصة على التوافق تبايناً معنوياً في جميع الصفات عدا تباين القدرة العامة على التوافق لصفة عدد البذور على النبات، ويبيّن ذلك تأثير كلّ من الفعل الوراثي الإضافي واللاإضافي في وراثة معظم الصفات المدروسة.

2- سيطر الفعل الوراثي اللاإضافي على وراثة صفات عدد الأيام حتى الإزهار، وعدد البذور على النبات، وعدد البذور في القرن، والغلة البذرية، في حين خضَعَت وراثة صفة وزن المئة بذرة إلى الفعل الوراثي الإضافي.

3- سجّلت السلالتان P_1 (Riena planca) و P_2 (Aquadolce) قدرة عامة جيدة على التوافق لصفة الغلة البذرية، وأظهرت أربعة هجن قدرة خاصة جيدة على التوافق لصفة الغلة البذرية كان أفضلها الهجين P_1 × (Riena planca × Aquadolce) P_2.

المقترحات:

1- إدخال السلالتين (Riena planca) و(Aquadolce) في برامج التربية لتحسين الغلة البذرية في الفول.

2- متابعة العمل على كل من الهجن (Riena Planca × Aquadolce)، (Riena Planca × Ascot)، (Ascot × F6/1807/03)، (Aquadolce × Icarus)، (Riena Planca × Icarus)، (F6/1807/03 × Aquadolce) والهجين (Riena planca × WRB1-3) في برامج تربية الفول واستخدامها للوصول إلى سلالات واستنباط أصناف من الفول عالية الغلة نظراً لارتفاع غلة هذه الهجن في وحدة المساحة.

المراجع

البلقيني، حامد محمود. 2007. الفول، زراعة المحاصيل المصرية، جمهورية مصر العربية، ص:37.

الفهادي، محمد يوسف حميد. 2009. وراثة بعض الصفات في الفول (*Vicia faba* L.)، المجلة الأردنية للعلوم الزراعية، المجلد 5، العدد 4، ص:512.

المجموعة الإحصائية الزراعية. 2013. منشورات وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي.

References

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

Chaudhari, H. K. 1971. Glossary of plant breeding terms. Edition 2nd. pp. 251-271.

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 v. 9 (1-2)، p. 17-28.

El-Refaey, R.A. 1998. Heritability and gene effects for choclate spot disease resistance، yield and it's components in three faba bean crosses. Annals of agric.sc.Moshtohor، Vol.36(4).210- 287.

FAOstat. 2013. http://FAOSTAT3.FAO.Org.

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.

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: 35-50

Islam, M. M. Rahman and M. A. K .2009. Mian Combining Ability Analysis In Hyacinth Bean [Lablab purpureus (L.) Sweet] M. S. SAARC J. Agri., 7(2): 106-115.

Kitiki, A. and I. Demir. 1987. Determination of faba bean yield components and their inheritance in the F_1، and F_2 generations by means of diallel analysis (in Turkish). Ege Bölge Zirai Arastirma Ens. DoktoraÇalisma Òzetleri. Ebzaf Yayin 75:152-172

Maalouf, F. 2010. Faba bean and it's importance to food security in the developing countries, Food Security and Climate Change in Dry Areas, con, Amman, Jordan,1-4 Feb.

Mather, K. (1949). Biometrical Genetics. Dover Publication, Inc., New York.

Matthews, P and H. Marcellos. 2003. The Faba bean، Agfact، second edition. P4.2.7

Matzinger, D. F. 1963. Experimental estimates of genetic parameters and their application in self-fertilizing plant. In kohle pp.135.

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.

Wonda, 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 Ethiopia under vertisoil conditions. Conference. Ethiopian society of animal production، Addis Ababa (Ethiopia) 25-27 Aug. P:68-77.