التحليل الوراثي لصفات الغلة البذرية ومكوناتها في بعض العشائر من الفول (*Vicia faba* L.)

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

(1) طالب دكتوراه. مهندس في الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية.

(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

أُجريت عملية الأنتخاب المتكرر على عشائر الجيل الثاني (F2) لأربعة هجن من الفول في محطة بحوث تربل التابعة للمركز الدولي للبحوث الزراعية في المناطق الجافة-إيكاردا (لبنان) خلال صيف 2013، وتم تقييم عشائر الجيل الثالث (F3) خلال شتاء 2014/2013، بهدف تقدير معاملي التباين المظهري والتباين الوراثي ودرجة التوريث بالمفهوم الواسع وكذلك حساب معاملي الارتباط المظهري والمرور لكل من صفات غلة النبات الفردي (غرام/نبات)، وارتفاع النبات (سم)، وعدد البذور في النبات، وعدد البذور في القرن، وعدد الأيام حتى النضج (يوم)، ووزن 100 بذرة (غ).

أظهرَتْ النتائج وجود فروقات معنوية بين العشائر الأربع لجميع الصفات المدروسة، وكانت العشيرة S2012-085 الأفضل بين العشائر المدروسة من حيث متوسط الغلة البذرية (79.2 غ/نبات)، ما يدل على أهمية هذه العشيرة في التحسين الوراثي للغلة العالية عن طريق الانتخاب في الأجيال الانعزالية المتقدّمة. أظهرت جميع العشائر المدروسة فروقات كبيرة بين قيم معامل التباين المظهري (PCV%) ومعامل التباين الوراثي (GCV%) لجميع الصفات المدروسة، ما يبيّن أهمية التباينات البيئيّة في توريث هذه الصفات، كما تميّزت العشيرة S2012-085 بأعلى قيمة لدرجة التوريث بالمفهوم الواسع لصفة الغلة البذرية (0.418). وأظهرت قيم معامل الارتباط المظهري وجود ارتباط إيجابي وعالي المعنويّة بين صفة الغلة البذرية وكل من صفات عدد البذور في النبات (0.779) ووزن 100 بذرة (0.391)، وسجّلت صفة عدد البذور في النبات نسبة الإسهام الأعلى في تباين الغلة البذرية (86.07%)، ثم صفة وزن 100 بذرة وبنسبة إسهام بلغت 37.79%، ما يدل على أن الانتخاب لصفتي عدد البذور في النبات أو وزن 100 بذرة سيترافق مع تحسين الغلة البذرية في عشائر الفول.

الكلمات المفتاحيّة: الفول، التباين المظهري والتباين الوراثي، درجة التوريث بالمفهوم الواسع، معامل الارتباط المظهري ومعامل المرور.

Genetic Analysis of Grain Yield and it's Components for some Populations of Faba Bean (*Vicia Faba* L.)

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

(1) PhD student. G.C.S.A.R. Damascus-Syria.

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

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

(4) Researcher. General Commission for Scientific Agricultural Research.

ABSTRACT

The recurrent selection was applied on four F_2 populations of faba bean at Terbol research station (ICARDA)- Lebanon, during 2013 summer season, advanced F_3 populations were evaluated during 2013-2014 winter season to estimate the following indicators: phenotypic (PCV%) and genotypic (GCV%) coefficients of variation, broad sense heritability (HBS), phenotypic correlation coefficient and path coefficient for the following traits: seed yield (gr.plant^{-1}), plant height (cm), number of seeds per plants, number of seeds per pod, days to maturity (day) and hundred seed weight (gr). Results revealed that the populations means significantly differed for all studied traits, and the population S2012-085 had the best yield value among populations under research (79.2 g.plant^{-1}), showing the importance of such population in developing high yielding lines of faba bean by selection in advance generation, wide difference between phenotypic and genotypic coefficient of variations have been detected for all traits under research, these results emphasized that the environmental factors had a high effects on the inheritance of such traits. The highest estimate of broad sense heritability (BSH) for seed yield character was recorded by the population S2012-085 (0.418). Significant positive correlations were detected between seed yield and each of number of seeds per plant (0.779) and hundred seed weight (0.391). Path coefficient analysis estimates indicated that number of seeds per plant trait had the highest related importance percentage on seed yield variation (86.07), followed by hundred seed weight (37.79%). These findings indicates that selection for number of seeds per plant and/or hundred seed weight would be accompanied by high yielding ability under such populations.

Key Words: Faba bean, Phenotypic and Genotypic coefficient of variation, Broad sense heritability, Correlation and Path coefficient.

المقدمة

ينتمي الفول المزروع *Vicia faba* L. إلى رتبة البقوليات *Leguminosales*، والفصيلة الفوليّة *Fabaceae* ويُعدّ من أهم المحاصيل البقولية الغذائية نظراً لارتفاع محتوى البذور من البروتين (25 إلى 30 %)، الأمر الذي يجعل هذا المحصول حاجة غذائية ضرورية للتعويض عن البروتين الحيواني مرتفع الثمن، لذلك يسمى الفول في كثير من دول العالم لحم الفقراء، ويتمتّع محصول الفول بأهميّة علفية كبيرة (البلقيني، 2007)، ويُعتقد أن الموطن الأصلي للفول هو منطقة الشرق الأوسط التي عرف فيها منذ العصور القديمة، ومنها انتشر إلى أوروبا وشمالي أفريقيا ووسط آسيا، كما عُرف في الصين منذ حوالي 2000 عام وانتشر منها إلى أمريكا الجنوبية، ثم انتقل إلى كندا واستراليا في العصر الحديث (Matthews و Marcellos، 2003)، يُزرع الفول من أجل الحصول على قرونه الخضراء التي تستعمل في الطهي، وبذوره التي تُستهلك خضراء أو جافة (البلقيني، 2007)، ويُعَد المكوّن الأهم في الدورة الزراعية نظراً لقدرته العالية على تثبيت الآزوت الجوي عن طريق بكتيريا العقد الجذرية (178 إلى 251 كغ.هكتار$^{-1}$ سنوياً) (Maalouf، 2010)، وقد تزايدت المساحة المزروعة بالفول في السنوات الأخيرة، ورافق ذلك زيادة الإنتاج في وحدة المساحة، فقد بلغت المساحة المزروعة لإنتاج الفول الحب في العالم عام 2013 قرابة 2.1 مليون هكتار، أنتجت قرابة 3.5 مليون طن، بمردود بلغ 1.7 طن.هكتار$^{-1}$، توزعت هذه المساحة على عدد كبير من الدول في مقدمتها الصين والمغرب واستراليا والسودان وفرنسا والبيرو ومصر، وتأتي الصين في المركز الأول عالمياً من حيث المساحة المزروعة (922 ألف هكتار)، والإنتاج (1.58 مليون طن)، في حين تعطي الأرجنتين المردود الأعلى في وحدة المساحة (8.8 طن.هكتار$^{-1}$) (FAO، 2013). بلغت المساحة المزروعة في سورية لإنتاج الفول الحب قرابة 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 هكتار، أعطت إنتاجاً قدره 31.99 طناً، بمردود 8.86 طن.هكتار$^{-1}$ (المجموعة الإحصائية الزراعية، 2013).

تزداد فرصة التحسين الوراثي للصفات عن طريق الانتخاب كلما كانت درجة توريثها مرتفعة، ما يساعد على تحقيق تقدم وراثي مرتفع لهذه الصفات خلال الأجيال الانعزالية (Mohamed و Abd-El-Haleem، 2011).

درس Kalia و Sood (2004) معاملي التباين المظهري (PCV) والوراثي (GCV) لـ24 طرازاً وراثيّاً من الفول، وأشاروا إلى وجود فروقات قليلة بين قيمتي معامل التباين المظهري ومعامل التباين الوراثي لصفات وزن القرون في النبات والمحتوى من البروتين، في حين سُجّلت فروقات كبيرة بين معامل التباين المظهري ومعامل التباين الوراثي لكل من صفتي معامل الحصاد ونسبة المادة الجافة المئوية، ما يشير إلى ارتفاع نسبة التأثير البيئي لهذه الصفات، كما بينت النتائج وجود قيم مرتفعة لدرجة التوريث والتقدم الوراثي المتوقع لصفة الغلة من القرون للنبات (97%، 26% على التوالي) ما يشير إلى سيطرة الفعل الوراثي التراكمي على توريث هذه الصفة ما يزيد فرصة التحسين الوراثي للصفة عن طريق الانتخاب.

درس Ozlem وHakan (2007) درجة التوريث بالمفهوم الواسع في بعض الطرز من الفول، وأشارت النتائج إلى قيم عالية لدرجة التوريث لصفات الغلة البذرية (0.77) ومتوسطة لصفة وزن 100 بذرة (0.30) في حين أخذت صفة عدد البذور في القرن أقل قيمة لدرجة التوريث (0.03).

بيّن Bora وزملاؤه (1998) أنّ القيم العالية لدرجة التوريث تترافق مع قيم كبيرة للتقدم الوراثي لصفات عدد القرون في النبات والغلة البذرية للفول، ما يشير إلى زيادة فرصة التحسين الوراثي لهذه الصفات عن طريق تطبيق عملية الانتخاب.

تُعَد زيادة الغلّة من أهمّ الأهداف التي يعمل مربي الفول من أجلها، ولكنَّ الانتخاب المباشر لصفة الغلّة العالية غير مجدٍ، حيث تُعَد هذه الصفة من الصفات الوراثيّة الكمّيّة المعقّدة (حسن،1991)، وأوضح Hayes وزملاؤه (1955) أنّ الانتخاب لمكونات الغلة يكون أكثر فعاليّة من الانتخاب للغلة مباشرةً اعتماداً على الارتباط المظهري والتباين الوراثي، ويفيد معامل الارتباط في اختيار العديد من الصفات التي تشكّل المكونات الأساسيّة للغلّة وكذلك يسمح بتجنّب الصفات المرتبطة بالتغيرات غير المرغوبة (Najeeb وزملاؤه، 2009).

أجرى Ebmyer (1988) دراسةً على سبعة عشَر طرازاً وراثياً من الفول لتقدير معاملي الإرتباط المظهري والمرور لصفات الغلة البذرية، وعدد القرون في النبات، وعدد البذور في القرن، وعدد البذور في النبات، وطول القرن، وارتفاع النبات، وعدد الأيام حتى الإزهار، وعدد الأيام حتى النضج، وبيّن وجود علاقة ارتباطية إيجابية وعالية المعنوية بين صفة الغلة البذرية وكلّ من صفتي عدد القرون في النبات، وعدد البذور في القرن، وعلاقة ارتباطية إيجابية ومعنوية بين صفة عدد البذور في النبات وكلّ من صفات ارتفاع النبات، وطول القرن، وعدد الأيام حتى النضج، وبين صفة عدد البذور في القرن وصفة عدد القرون في النبات، وكذلك بين صفتي طول القرن وعدد الأيام حتى النضج، وبيّن تحليل معامل المرور أن صفة عدد القرون في النبات هي أكثر الصفات إسهاماً في الغلة (47%)، تليها صفة عدد البذور في النبات (33%)، ثم عدد الأيام حتى الإزهار (10%)، وأكّد على إمكانية استخدام هذه الصفات كمعايير إنتخابية لزيادة الغلة من البذور في أصناف الفول.

يُعَد تحديد موعد الانتخاب والصفات المرافقة للغلة من الأهداف الرئيسة التي يسعى مربي الفول إلى تحقيقها في برامج تربية الفول للغلة المرتفعة، حيث يساعد تحديد موعد الانتخاب على معرفة الجيل أو المرحلة التي يجب البدء بالانتخاب عندها، كما أن معرفة الصفات المرتبطة وإسهامها بالغلة البذرية يساعد مربي الفول على التحسين المترافق للغلة من خلال تحسين الصفات المرتبطة بها والتي تُسهِم في تباين الغلة البذريّة.

يهدف البحث إلى دراسة التباين الوراثي لبعض العشائر من الفول من خلال تقدير معاملي التباين الوراثي والمظهري ودرجة التوريث ومعاملي الارتباط المظهري والمرور.

مواد البحث وطرائقه

أُجريت الدراسة على أربع عشائر من الفول مُتباعدة وراثيّاً وعالية الغلّة، تم الحصول عليها من البنك الوراثي للمركز الدولي للبحوث الزراعية في المناطق الجافة (ايكاردا): S2012-001، S2012-018 ، S2012-

085، S2012-133، نُفّذ البحث في حقول محطة بحوث تربل التابعة للمركز الدولي للبحوث الزراعية في المناطق الجافة (ايكاردا- لبنان)، خلال موسمين زراعيين (صيف 2013 وشتاء 2014/2013)، حيث أجريت عملية الانتخاب المتكرر لنباتات الجيل الثاني (F_2) خلال الموسم الأول، وزُرعت بذور النباتات المُنتَخبة خلال الموسم الثاني وفق تصميم Alpha Design، بمكررين، حيث تم تقسيم كل مكرر إلى ستة قطاعات (Blocks)، وتم توزيع الطرز المدروسة عشوائيّاً ضمن القطاعات بمعدل قطعة تجريبية واحدة لكل طراز وراثي في كل مكرر، وزرعت كلّ عائلة في خطين، بطول 2 م لكل خط ومسافة 50 سم بين الخط والآخر و15 سم بين نباتات الخط الواحد، سجُّلت القراءات الحقلية على عشر نباتات محاطة لصفات غلة النبات الفردي (غرام/نبات)، وارتفاع النبات (سم)، وعدد البذور في النبات (بذرة)، وعدد البذور في القرن (بذرة)، وعدد الأيام حتى النضج (يوم)، ووزن 100 بذرة (غرام).

تم حساب معامل التباين المظهري (%PCV) ومعامل التباين الوراثي (%GCV) ودرجة التوريث بالمفهوم الواسع (HBS) وفقاً لمعادلة Singh و Chaudhary (1977):

$$\mathrm{PCV} = \frac{\sigma_P}{X} \times 100, \qquad \mathrm{GCV} = \frac{\sigma_G}{X} \times 100, \qquad \mathrm{HBS} = \frac{VG}{VP}$$

حيث:

σ_G: الانحراف المعياري للتباين الوراثي، σ_p: الانحراف المعياري للتباين المظهري.

V_G: التباين الوراثي وتساوي قيمته (Mst-Mse)/r ، Vp: التباين المظهري (الكلي) وتساوي قيمته $V_P = V_E + V_G$

حيث Mst: متوسط المربعات الكلي، Mse: متوسط مربعات الخطأ، r: عدد المكررات، V_E: التباين البيئي.

تمّ تقدير معامل الارتباط المظهري بين الصفات المدروسة وفق ما ورد في معادلة Snedecor و Cochran (1981) باستخدام برنامج PLABSTAT (Utz، 2005):

$$r = \sigma_{p_i p_j} / \sqrt{\sigma_{p_i}^2 \times \sigma_{p_j}^2}$$

كما تمّ تحديد معنويّة معامل الارتباط عند مستويي المعنويّة 1% و5%.

حيث:

r: معامل الارتباط.

$\sigma_{p_i p_j}$: التباين المشترك المظهري بين الصفة i والصفة j على التوالي.

$\sigma_{p_i}^2$ و $\sigma_{p_j}^2$: التباين المظهري لكلٍّ من الصفة i والصفة j.

وتمّ تقدير معامل المرور لتحديد الأهمية النسبيّة للصفات الأكثر إسهاماً في الغلة البذريّة، وذلك وفق معادلة Dewey و Lu (1959) حيث تمّ برمجة المعادلات باستخدام Excel:

$$1 = P_{y1}^2 + P_{y2}^2 + P_{y3}^2 + \left(2P_{y1} r_{12} P_{y2}\right) + \left(2P_{y1} r_{13} P_{y3}\right) + \left(2P_{y2} r_{23} P_{y3}\right)$$

حيث:

P_{y1}^2: التأثير المباشر للصفة الأولى في الغلّة البذرية، P_{y2}^2 : التأثير المباشر للصفة الثانية في الغلّة البذريّة، P_{y3}^2: التأثير المباشر للصفة الثالثة في الغلّة البذرية، r12: معامل الارتباط المظهري بين الصفتين الأولى والثانية، r13: معامل الارتباط المظهري بين الصفتين الأولى والثالثة، r23: معامل الارتباط المظهري بين الصفتين الثانية والثالثة.

كما تمّ تحديد الأهميّة النسبيّة وفق المعادلة:

$$RI = \frac{|CD_i|}{\sum_i |CD_i| \times 100}$$

حيث:

CD_i: معامل التحديد للصفة i. RI: الأهميّة النسبيّة لإسهام الصفة في الغلّة البذريّة.

النتائج والمناقشة

تبيّن النتائج الموضحة في الجدول1 وجود فروقات معنوية بين العشائر الأربع لجميع الصفات المدروسة، ما يدل على التباعد الوراثي بين العشائر. تراوحت قيم الغلة البذريّة بين 61.4 غ.نبات$^{-1}$ للعشيرة S2012-133 و78.3 غ.نبات$^{-1}$ للعشيرة S2012-085، ما يشير إلى أهمية هذه العشيرة في التحسين الوراثي عن طريق الانتخاب للغلة البذرية في الفول، كما سجّلت العشيرة S2012-085 القيمة الأعلى لمتوسط كل من صفات عدد البذور في النبات (79.2)، وعدد البذور في القرن (2.9)، وعدد الأيام حتى النضج (178.9)، في حين حقّقَتْ العشيرة S2012-018 القيمة الأعلى لمتوسط كلّ من صفتي ارتفاع النبات (70.8) ووزن 100 بذرة (113.6)، ما يدل على أهمّية العشيرة S2012-018 في تحسين صفتي ارتفاع البنات ووزن 100 بذرة عن طريق الانتخاب خلال الأجيال الانعزالية.

الجدول 1. المتوسط العام لكلّ من صفات عدد الأيام حتى النضج (يوم)، وارتفاع النبات (سم)، وعدد البذور في النبات (بذرة)، وعدد البذور في القرن (بذرة)، ووزن 100 بذرة (غ)، والغلة البذرية (غ.نبات$^{-1}$) لكل من العشائر المدروسة خلال الموسم الثاني.

الرقم	العشيرة	عدد الأيام حتى النضج	ارتفاع النبات	عدد البذور في النبات	عدد البذور في القرن	وزن 100 بذرة	الغلة البذرية
1	S2012-001	169.7	60.4	70.7	2.5	86.5	61.8
2	S2012-018	174.9	70.8	57.4	2.9	113.6	64.0
3	S2012-085	178.9	58.2	79.2	2.9	99.1	78.3
4	S2012-133	176.9	66.7	57.2	2.3	108.0	61.4
LSD 0.05		1.7	6.3	8.5	0.1	8.4	9.7
SE		±2.4	±1.5	±2.0	±0.1	±6.4	±1.9

حيث: LSD: أقل فرق معنوي، SE: الخطأ القياسي للصفة المدروسة

1. معامل التباين المظهري والوراثي

تبيّن النتائج الموضّحة في الجدولين 2 و3 وجود قيم مرتفعة لمعامل التباين المظهري (PCV%) لصفة الغلة البذرية في معظم العشائر المدروسة، حيث كانت قيم معامل التباين المظهري أعلى من قيم معامل التباين الوراثي وبفروقات كبيرة، ما يشير إلى التأثير المرتفع للبيئة في توريث صفة الغلة البذرية، وتميزت كل من صفات عدد الأيام حتى النضج، وارتفاع النبات، وعدد البذور في النبات، وعدد البذور في القرن، ووزن 100 بذرة بفروقات

كبيرة بين معامل التباين المظهري ومعامل التباين الوراثي في جميع العشائر المدروسة، ما يدل على أهمية التأثير البيئي في توريث هذه الصفات. تراوحت قيم درجة التوريث بالمفهوم الواسع لصفة الغلة البذرية بين 0.013 و0.418، حيث امتلكت العشيرة S2012-085 أعلى قيمة لدرجة التوريث بالمفهوم الواسع (0.418)، تلتها العشيرة S2012-133 (0.397)، ما يشير إلى أهمية التباينات الوراثية لكلٍّ من العشيرتين في تحديد الأنماط المظهرية لأفرادها، وبالتالي فإن الانتخاب بالاعتماد على متوسط العشائر سيكون فعّالاً في تحسين الغلة البذرية لهذه العشائر، كما سجّلت العشيرة S2012-085 أعلى قيمة لدرجة التوريث بالمفهوم الواسع لكل من صفات ارتفاع النبات (0.124)، وعدد الأيام حتى النضج (0.320) ووزن 100 بذرة (0.368)، في حين تميّزت العشيرةS2012-133 بقيمة عالية لدرجة التوريث لصفتي عدد البذور في النبات (0.292) وعدد البذور في القرن (0.221)، ما يبيّن أهمية كل من العشيرتين S2012-085 وS2012-133 في تحسين صفات الغلة البذرية ومكوناتها في الفول، وهذا يتوافق مع Alghamdi (2007).

الجدول2. قيم معاملي التباين المظهري (PCV%)، والوراثي (GCV%)، ودرجة التوريث بالمفهوم الواسع (HBS) لكل من صفات عدد الأيام حتى النضج وارتفاع النبات وعدد البذور في النبات للعشائر المدروسة.

العشيرة	عدد الأيام حتى النضج			ارتفاع النبات			عدد البذور في النبات		
	PCV	GCV	HBS	PCV	GCV	HBS	PCV	GCV	HBS
S2012-001	4.6	2.1	0.206	29.7	13.3	0.200	40.4	17.5	0.189
S2012-018	3.4	1.1	0.112	29.3	4.9	0.028	38.9	14.1	0.131
S2012-085	0.8	0.5	0.320	37.7	13.3	0.124	28.7	2.7	0.009
S2012-133	2.2	1.0	0.221	32.4	11.4	0.124	56.9	30.8	0.292

الجدول3. قيم معاملي التباين المظهري (PCV%)، والوراثي (GCV%)، ودرجة التوريث بالمفهوم الواسع (HBS) لكل من صفات عدد البذور في القرن ووزن 100 بذرة والغلة البذرية للعشائر المدروسة.

العشيرة	عدد البذور في القرن			وزن 100 بذرة			الغلة البذرية		
	PCV	GCV	HBS	PCV	GCV	HBS	PCV	GCV	HBS
S2012-001	20.2	7.4	0.133	27.4	13.9	0.256	58.1	18.7	0.104
S2012-018	23.8	8.1	0.117	27.3	13.7	0.252	39.7	4.5	0.013
S2012-085	10.8	8.2	0.104	31.6	19.2	0.368	85.4	55.2	0.418
S2012-133	25.1	11.8	0.221	22.1	13.2	0.354	63.7	40.1	0.397

3. معامل الارتباط المظهري

أوضَحَتْ نتائج تحليل معامل الارتباط الموضّحة في الجدول4 وجود ارتباط إيجابيّ وعالي المعنويّة بين صفة الغلّة البذرية وصفة عدد البذور في النبات (0.779)، وارتباط ايجابي ومعنوي بين صفة الغلة البذرية وصفة وزن 100 بذرة (0.391)، وهذا مؤشر مُهم يدل على أن الانتخاب لإحدى صفتي عدد البذور في النبات ووزن 100 بذرة أو

كليهما سوف يترافق مع تحسين الغلة البذرية لعشائر الفول، وتوافقت هذه النتيجة مع كلٌّ من Kumar و Dubey (2001)؛ وEL-Ghamdi (2004) ؛ وWond وزملائه (2004)؛ وAtilla (2007)؛ وخالفت ما وجده كل من El-Sherbeeny وRobertson (1992)؛ وStoddard وزملائه (1993) كما أظهرت النتائج أن صفة وزن 100 بذرة ارتبطت بقيمة موجبة ومعنوية بصفة عدد البذور في القرن (0.221)، وسالبة ومعنويّة بصفة ارتفاع النبات (0.243-)، وهذا ما توصل إليه كل من Wond وزملائه (2004)؛ وEL-Ghamdi (2004).

الجدول4. قيم معامل الارتباط المظهري بين صفة الغلّة البذرية وكل من صفات ارتفاع النبات، وعدد البذور في النبات، وعدد البذور في القرن، وعدد الأيام حتى النضج ووزن 100 بذرة.

مسلسل	الصفات	الغلة البذرية	ارتفاع النبات	عدد البذور في النبات	عدد البذور في القرن	عدد الايام حتى النضج
2	ارتفاع النبات	-0.082				
3	عدد البذور في النبات	0.779**	0.057			
4	عدد البذور في القرن	0.069	0.116	0.105		
5	عدد الايام حتى النضج	0.189	0.053	-0.033	-0.003	
6	وزن 100 بذرة	0.391*	-0.243*	-0.086	0.221*	0.073

* ،** تشير إلى المعنوية على مستوى 5% ،1% على الترتيب.

4. معامل المرور Path coefficient

أظهرت نتائج تحليل معامل المرور (الجدول5) إسهام كل من صفات عدد البذور في النبات، ووزن 100 بذرة في تباين الغلة البذرية، وأظهرت صفة عدد البذور في النبات أعلى تأثير إيجابيّ مباشر في صفة الغلّة البذرية (0.928)، تلتها صفة وزن 100 بذرة (0.615). ومن ناحية أخرى كان التأثير غير المباشر لصفة عدد البذور في النبات من خلال وزن 100 بذرة (0.149-) أعلى التأثيرات غير المباشرة، وجاء التأثير غير المباشر لوزن 100 بذرة من خلال عدد البذور في النبات (0.225-) في المقام التالي.

الجدول5. التأثيرات المباشرة وغير المباشرة لصفتي عدد البذور في النبات ووزن 100 بذرة في صفة الغلّة البذرية.

	مصدر التباين	التأثيرات
1	تأثير عدد البذور في النبات في الغلّة البذرية	
	التأثير المباشر	0.928
	التأثير غير المباشر من خلال وزن 100 بذرة	-0.149
	المجموع	0.797
2	تأثير وزن 100 بذرة في الغلّة البذرية	
	التأثير المباشر	0.615
	التأثير غير المباشر من خلال عدد البذور في النبات	-0.225
	المجموع	0.39

كما يوضّح الجدول6 الأهميّة النسبيّة والتأثيرات المفصّلة كنسبة مئويّة من تباين الغلّة البذرية، حيث أخذت صفة عدد البذور في النبات نسبة الإسهام الأعلى في تباين الغلة البذرية (86.07%)، وجاء التأثير المباشر لصفة وزن 100 بذرة (37.79%) في المقام التالي، كما بلغ التأثير غير المباشر السالب لعدد البذور في النبات من خلال وزن 100 بذرة (-27.66%)، وبلغت نسبة الإسهام الكلّيّة لهذه الصفات (96.2%)، بينما كانت قيمة باقي التأثيرات في التباين المظهري لصفة الغلّة البذرية (3.80)، وبناءً على ما تقدّم يمكن القول أنّ صفة عدد البذور في النبات هي أكثر الصفات إسهاماً في الغلة (86.07%)، حيث يمكن عَدّ هذه الصفة مؤشراً انتخابيّاً مهمّاً في برامج التربية الهادفة إلى رفع القدرة الإنتاجيّة لمحصول الفول، وقد توافقت هذه النتيجة مع نتائج كلٍّ من Kumar و Dubey، (2001) و Atilla، (2007) وتعارضت مع ما وجده Albayrak (2006).

الجدول6. الأهميّة النسبيّة للصفات الإسهام في تباين صفة الغلّة البذرية.

الرقم	مصدر التباين	معامل التحديد	الأهمية النسبية %
1	عدد البذور في النبات	| 0.8607|	86.07
2	وزن 100 بذرة	|0.3779|	37.79
3	عدد البذور في النبات × وزن 100 بذرة	|- 0.2766|	-27.66
	مجموع الأهمية النسبية الكلي		96.2
4	المتبقي		3.80

الاستنتاجات:

1- أبْدت العشيرة S2012-085 أعلى قيمة بين العشائر المدروسة من حيث متوسط الغلة البذرية، ما يبيّن أهمية هذه العشيرة في عملية الانتخاب المتكرر للغلة العالية في الفول.

2- أظهرت جميع العشائر المدروسة فروقات كبيرة بين قيم معامل التباين المظهري (PCV%) ومعامل التباين الوراثي (GCV%) لجميع الصفات المدروسة، ما يشير إلى أهمية التأثيرات البيئية في توريث صفات الغلة ومكوناتها في الفول.

3- أظهرت العشيرة S2012-085 أعلى قيمة لدرجة التوريث بالمفهوم الواسع لصفة الغلة البذرية، ما يدل على أهمية التباينات الوراثية لهذه العشيرة في التحسين الوراثي للفول.

4- تُعَد صفة عدد البذور في النبات مؤشّراً انتخابياً مهماً في برامج التربية الهادفة إلى تحسين القدرة الإنتاجيّة لمحصول الفول حيث أسهَمت هذه الصفة بنسبة 86.07% في تباين الغلّة البذرية.

المقترحات:

1- متابعة عملية الانتخاب المتكرر على العشيرة S2012-085 في برامج التربية بهدف استنباط أصناف عالية الغلة من الفول، نظراً لارتفاع متوسط الغلة البذرية لهذه العشيرة، وارتفاع قيمة درجة التوريث لصفة الغلة البذرية في الطرز المكونة لها.

2- استخدام صفة عدد البذور في النبات كمؤشر انتخابي في برامج التربية الهادفة إلى زيادة الغلة في محصول الفول، بشكل غير مباشر بسبب زيادة نسبة إسهامها وارتباطها عالي المعنوية بصفة الغلّة البذرية.

المراجع

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

حسن، أحمد عبد المنعم. 1991. أساسيات تربية النبات. الدار العربية للنشر، القاهرة. ص:682.

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

Albayrak, S. and Ö. TÖNGEL. 2006. Path analysis of yield and yield related traits of common vetch (*Vicia sativa* L.), J. of Fac. of Agric., OMU, 21(1):27-32

Alghamdi, S.S. 2007. Genetic Behavior of Some Selected Faba Bean, Genotypes African Crop Science Conference Proceedings. 8, 709-714

Atilla, D. 2007. Variability, heritability, and correlation studies in bean genotypes, world journal of agricultural sciences 3 (1):12-16

Bora, G.C; S.N. Gupta; Y.S. Tomer and S. Singh. 1998. Genetic variability, correlation and path analysis in faba bean (*Vicia faba* L.). Indian J. Agric. Sci. 68(4): 212-214.

Dewey, D. R and K. H. Lu. 1959. A correlation and path coefficient analysis of components of crested wheat grass seed production, Agron, J, 515-518.

Ebmeyer, E. 1988. Heterosis and genetic variances and their implications for breeding improved varieties of spring beans (*Vicia faba* L.). Plant Breeding 101 : 200-207 .

El-Ghamdi, S. 2004. Genetic behavior of some selected faba bean genotype, African Crop Science Conference, Proceedings Vol. 8: pp. 709-714.

El-Sherbeeny, M. H. and L. D. Robertson. 1992. Protein content variation in a pure line faba bean (*Vicia faba* L.) collection. Journal of the Science of Food and Agriculture,58: 193–196

FAOstat. 2013. http://faostat3.fao.org

Hayes, H. K; R. I. Forrest and D. C. Smith. 1955. Correlation and regression in relation to plant breeding: 439-451. Methods of plant breeding. 2nd ED. McGraw-Hill Company Inc.

Kalia.P and S. Sood. 2004. Genetic variation and association analyses for pod yield and other agronomic and quality characters in an Indian Himalayan collection of broad bean (*Vicia faba*L.), SABRAO Journal of Breeding and Genetics, 36(2): 55-61.

Kumar, S. and D. K . Dubey. 2001. Variability,heritability,and correlation studies in grass pea (*Lythyrus Sativus* L.), Lathyrus Lathyrism Newsletter , 2:79-81.

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.

Matthews, P. and H. Marcellos. 2003. The Faba bean, Division of Plant Industries ,NSW Austria, Agfact, 2nd edition:4.2.7.

Mohamed, G. I.A and S.H.M. Abd El-Haleem .2011. Pedigree selection in two segregating populations of faba bean (*Vicia faba* L.) I- Agro-Morphological traits. World Journal of agricultural sciences 7 (6): 785-791.

Najeeb, S; A. G. Rather, G. A. Parray, F. A. Sheikh and S. M. Razvi .2009. Studies on genetic variability, genotypic correlation and path coefficient analysis in maize under high altitude temperate ecology of Kashmir. Maize Genetics Cooperation Newsletter., 83: 1-8.

Ozlem, A. and G. Hakan. 2007. Evaluation of heritability and correlation for seed yield and yield components in faba bean (*Vicia faba*L.), journal of agronomy, 6(3):484-487.

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

Snedecor, G. W. and W. G. Cochran. 1981. Statistical methods. 6th edition, Iowa Stat. Univ., Press. Ames, Iowa, U. S. A.

Stoddard, F.L; D.R Marshall and S.M. Ali .1993. Variability in grain protein concentration of peas and lentils grown in Australia. Australian Journal of Agricultural Research 44 (6): 1415 – 1419.

Utz ,H.F. 2005. PLABSTAT, a computer program for statistical analysis of plant breeding experiments Version3, http://www.uni-hohenheim.de/~ipspwww/soft.html.

Wond, F; S. Harjt; T. Hail and D . Meaza . 2004. Variation and association of seed yield and related traits in faba bean (*Vicia faba* L.) land race of Ethiopia under fertisoil conditions. Conference Ethiopian Society of Animal Production, Addis Abeba (Ethiopia) 25-27 Aug: 68-77.