تحليل معامل الارتباط والمسار وتحديد الأهمية النسبية لبعض صفات الفول (*Vicia faba* L.)

ولاء عمار*[1] وصفاء رحمون [1] ومحمد الحلو [2]

(1). إدارة بحوث المحاصيل، الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية، دمشق، سورية.
(2). مركز بحوث حماه، الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية، سورية.
(* للمراسلة: م. ولاء عمار. البريد الالكتروني: walaa.lulu90@gmail.com، هاتف: 0956856842)

تاريخ الاستلام: 22/ 2/ 2024 تاريخ القبول: 29/ 7/ 2024

الملخص

نفذت الدراسة في مركز البحوث العلمية الزراعية في حماه، التابع للهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية في سورية، خلال الموسم الزراعي 2023/2022 بهدف دراسة معامل الارتباط المظهري وتحليل المسار لبعض الصفات الفينولوجية والمورفولوجية والمكونة للغلة البذرية (عدد الأيام حتى الإزهار، عدد الأيام حتى النضج، ارتفاع النبات، عدد القرون على النبات، عدد الأفرع في النبات، وزن الـ 100 بذرة، الغلة البذرية) لدى 12 طراز وراثي من الفول. نفذت التجربة وفق تصميم القطاعات الكاملة العشوائية RCBD، بثلاثة مكررات. أظهرت نتائج دراسة معامل الارتباط المظهري، وجود علاقة ارتباط موجبة ومعنوية بين صفة الغلة البذرية، وكلاً من عدد الأيام حتى الإزهار(r=0.634**)، عدد الأيام حتى النضج (r=0.510**)، ارتفاع النبات (r=0.777**)، عدد القرون على النبات (r=0.657**)، وزن الـ 100 بذرة (r=0.898**). ولوحظ من خلال تحليل المسار، أن كلاً من صفة وزن الـ 100 بذرة (0.7553)، وعدد القرون على النبات (0.2699)، ذات تأثير مباشر في الغلة البذرية، بالإضافة إلى التأثير غير المباشر لصفة وزن الـ 100 بذرة مع ارتفاع النبات (0.6412)، وعدد الأيام حتى الإزهار (0.4822)، وعدد الأيام حتى النضج (0.4082)، وعدد القرون على النبات (0.4584). تعد صفة عدد الأيام حتى النضج، وعدد القرون على النبات، ووزن الـ 100 بذرة من أكثر الصفات مساهمة في زيادة الغلة البذرية حيث بلغت نسبة مساهمتها (70.72%).

الكلمات المفتاحية: معامل الارتباط المظهري، تحليل المسار، الغلة البذرية، الفول.

المقدمة:

يُعدّ الفول من المحاصيل البقولية الغذائية المهمة في الكثير من دول العالم، بسبب محتواه المرتفع من البروتين (25.4%) في البذور (Karadavut *et al*, 2010). ويعتقد أن الموطن الأصلي للفول هو منطقة الشرق الأوسط ومنها انتشر إلى أوروبا وشمالي افريقيا ووسط آسيا (Matthews and Marcellos, 2003)، وتعد الصين من أكثر الدول إنتاجاً واستهلاكاً للفول تليها إثيوبيا (Gurmu et al., 2012). يزرع الفول من أجل الحصول على قرونه وبذوره الخضراء والجافة، التي تستخدم كغذاء

للإنسان لاحتوائها على البروتينات والكربوهيدرات والأملاح المعدنية والفيتامينات، كذلك تستخدم كعلف للحيوانات، وله دور كبير في الدورة الزراعية حيث يعمل على تحسين خواص التربة، بسبب احتواء جذوره على بكتيريا العقد الجذرية المثبتة للآزوت الجوي (Alghamdi, 2009)، حيث يستطيع تثبيت الآزوت الجوي بمعدل 130–160 كغ.هكتار$^{-1}$(Hoffmann et al., 2007). ينتمي الفول المزروع Vicia faba.L إلى رتبة البقوليات Leguminosales والفصيلة الفولية Fabaceae وتحت الفصيلة Faboideae والقبيلة Fabiae، استوطن في الشرق الأوسط منذ قرابة أكثر من 8000 عام قبل الميلاد (Cubero, 2011).

بلغت المساحة المزروعة بمحصول الفول في سورية عام 2022 المخصصة للحصول على القرون الخضراء قرابة 8751 هكتاراً، في حين بلغت المساحة المزروعة لإنتاج بذور الفول نحو 14906 هكتاراً. وبلغ متوسط المساحة المرويّة المزروعة بمحصول الفول قرابة 111229 هكتاراً، بمتوسط إنتاجية 1477 كغ.هكتار$^{-1}$، في حين بلغ متوسط المساحة المزروعة بعلاً قرابة 3677 هكتاراً، بمتوسط إنتاجية قرابة 771 كغ.هكتار$^{-1}$ (المجموعة الإحصائية الزراعية السورية السنوية، 2022).

يعد تحسين الغلة هدفًا رئيسيًا للتربية في معظم برامج تحسين المحاصيل (Ghobary and Abdallah, 2010) وباعتبار صفة الغلة البذرية صفة كمية معقدة تتأثر بالتركيب الوراثي، والعوامل البيئية حيث يتحكم في توريثها عدد كبير من المورثات الرئيسة والثانوية، وإن تحديد علاقات الارتباط بين الغلة ومكوناتها ودراسة التأثير المباشر وغير المباشر لهذه المكونات في الغلة، سيساعد المربي في اختيار المعايير الفعالة في انتخاب الأنماط الوراثية المرغوبة، وتزيد من نجاح برنامج التربية (Karasu and Oz, 2010). يستخدم معامل الارتباط لتحديد العلاقة ما بين الغلة ومكوناتها وتحديد درجة وقوة العلاقة المتبادلة ما بين الصفات ويفيد تحليل معامل المسار في تجزئة معامل الارتباط إلى تأثيرات مباشرة وغير مباشرة لكل صفة من الصفات بالاعتماد على صفة الغلة (Bika and Shekhawat, 2015) ويستخدم في عدة محاصيل حقلية (Khaliq *et al*., 2004) لزيادة فعالية عملية الانتخاب عبر الصفات الثانوية المكونة للغلة، وهي الأهم والأكثر واقعية في هذا المحصول (Singh et al., 2014). ويقيس معامل المسار الأهمية المباشرة وغير المباشرة للصفات المركبة والمعقدة ووظائفها في المساهمة في معظم الارتباطات ومسبباتها وذلك بهدف استخدام بعض هذه الصفات كدليل انتخابي (Puri *et al*., 1982).

في دراسة قام بها الباحثين (Kalia and Sood, 2004) و (Alan and Geren, 2007) أظهرت أن صفة غلة البذور في الفول ارتبطت بقيم موجبة ومعنوية مع كل من ارتفاع النبات وعدد الأفرع في النبات وعدد القرون على النبات ووزن ال100 بذرة.

وفي دراسة أجراها (Kamal and Maan, 2021) بكلية الزراعة في جامعة الموصل خلال الموسم 2019/2018 لدراسة الارتباط وتحليل معامل المسار في 15 سلالة من الفول أظهرت نتائج معامل الارتباط قيم معنوية وموجبة بين غلة البذور وكلاً من ارتفاع النبات، عدد الأفرع في النبات ، وعدد القرون على النبات، ووزن ال100 بذرة، كما أشارت نتائج تحليل معامل المسار إلى وجود تأثير مباشر لصفات عدد الأيام حتى الازهار، ارتفاع النبات، وزن القرون، ووزن ال100 بذرة مع غلة البذور من الفول.

أشارت نتائج دراسة أجراها الباحثين (Tadesse *et al*., 2011) إلى أن صفات عدد القرون على النبات، وعدد البذور في القرن، ووزن الألف بذرة، وارتفاع النبات ارتبطت معنوياً مع غلة البذور في محصول الفول، كما بينت نتائج تحليل المسار أن عدد الأيام حتى الإزهار، وعدد الأيام حتى النضج، وعدد القرون على النبات كان لها تأثير مباشر في الغلة البذرية في الفول.

أشارت (Naglaa *et al*., 2018) في دراسة أُجريت في مركز البحوث الزراعية في مصر لتقييم عشرة أصناف من الفول، خمسة منها حديثة وخمسة أصناف قديمة خلال موسمي 2015/2014 و 2016/2015 لصفات التبكير في الإزهار والنضج، الغلّة

البذرية ومكوناتها، وصفات الجودة، إلى وجود علاقة ارتباط موجبة ومعنوية بين غلّة البذور في النبات وكلٍ من ارتفاع النبات، عدد القرون على النبات، عدد البذور في القرن، عدد البذور في النبات، ووزن ال100 بذرة خلال الموسمين، كما أوضحت من خلال نتائج تحليل معامل المسار أن صفة عدد البذور في النبات، يليها وزن ال100 بذرة كان لهما تأثير مباشر في غلة البذور في النبات خلال موسمي الزراعة.

كما توصل (Tadele et al., 2022) إلى أن غلة البذور في طرز من الفول ارتبطت بشكل ايجابي ومعنوي مع صفتي وزن ال100 بذرة وارتفاع النبات وكان لهاتين الصفتين تأثير إيجابي مباشر في غلة البذور.

تعود أهمية هذا البحث إلى أهمية الحصول على غلة عالية من بذور الفول نظراً لأهميتها الغذائية، حيث تساعد دراسة علاقات الارتباط بين الصفات والغلة البذرية في تحديد أكثر الصفات تأثيراً في الغلة البذرية، وبالتالي يمكن استخدامها كدليل انتخاب في برامج التربية لزيادة الغلة البذرية في محصول الفول.

تهدف هذه الدراسة إلى: دراسة علاقات الارتباط المظهري بين الغلة البذرية ومكوناتها وبعض الصفات الفينولوجية والمورفولوجية المدروسة في الفول، وتحليل معامل المسار للصفات المدروسة لتحديد أكثر الصفات مساهمة في الغلة البذرية لاستخدامها كمعايير انتخاب في برامج التربية لتحسين محصول الفول.

مواد البحث وطرائقه:

المادة النباتية:

تم زراعة 12 طراز وراثي من الفول تضمنت الشاهد حماه2 والشاهد حماه3، تم الحصول عليها من قسم بحوث البقوليات في الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية، ويوضح الجدول (1) نسب هذه الطرز الوراثية المدروسة.

الجدول (1): الطرز الوراثية المدروسة ونسبها

رقم السلالة	اسم السلالة	النسب
1	FLIP19-005FB	Zarazeri x Sel. 97 Lat. 98108 -2
2	FLIP19-004FB	ILB 1814 L. 82/96 x Sel. 99 Lat. 10135
3	FLIP19-0192FB	SelTH/2338/2009/ILB4365 X (ILB 4365 X BPL2282)
4	FLIP19-014FB	F6/HBP/SOC/2005 (Cold x Bot.)/157 - 2
5	FLIP19-002FB	Zarazeri x Sel. 99 Lat. 10418
6	FLIP06-011FB	DT/B7/7038/0405-HBP/DS0/2000
7	FLIP19-026FB	Sel. Br./20640-1/2010xSel. Br./20303-2/2010
8	FLIP19-006FB	ILB 1814 L. 62/96 x Sel. 2000 Lat. 12672
9	Yehya	HBP/SOA/2009
10	Aguadulce	ILB1266
11	حماه 2	Local check
12	حماه 3	Local check

موقع التجربة:

نفذت التجربة في مركز البحوث العلمية الزراعية في حماه خلال الموسم الزراعي (2023/2022) بتصميم القطاعات العشوائية الكاملة RCBD وبثلاثة مكررات، بمعدل أربعة خطوط في كل قطعة تجريبية، طول الخط 4 م، المسافة بين الخطوط 50 سم، وبين النبات والآخر 20 سم ، وتم تنفيذ كافة عمليات الخدمة الزراعية حسب توصيات وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي.

وبالنسبة للتربة فقد كان قوامها طيني ثقيل وخصوبتها جيدة ونفاذيتها متوسطة إلى جيدة ودرجة الاستواء جيدة ولا توجد ملوحة فيها.

وتم إضافة أسمدة آزوتية بمعدل 50 كغ.هكتار$^{-1}$ يوريا 46% وأسمدة فوسفاتية بمعدل 45 كغ.هكتار$^{-1}$ P_2O_5 46%.

الظروف البيئية المرافقة لتنفيذ التجربة:

يبين الجدول (2) المعطيات المناخية لموقع الزراعة من كميات الأمطار الهاطلة ومتوسط درجات الحرارة الصغرى والعظمى خلال أشهر تنفيذ البحث، حيث يشير الجدول (2) إلى أن أعلى درجة حرارة في شهر حزيران بمتوسط 33.3 درجة مئوية، وأدنى درجة حرارة في شهر شباط بمتوسط 3.6 درجة مئوية، وأعلى كمية هطول مطري كانت في شهر شباط بكمية قدرها 94.5 مم، وبلغ مجموع الهطولات المطرية خلال كامل موسم النمو 292.8 مم.

الجدول (2): متوسط درجات الحرارة وكمية الهطول المطري خلال فترة تنفيذ البحث

الشهر	الهطول المطري (مم)	متوسط درجة الحرارة العظمى (م)	متوسط درجة الحرارة الصغرى (م)
تشرين الثاني	55.2	21.0	10.8
كانون الأول	44.7	14.3	7.6
كانون الثاني	43.2	12.8	4.8
شباط	94.5	14.4	3.6
آذار	37.8	20.3	9.6
نيسان	17.4	23.9	11.4
أيار	0	29.4	15.2
حزيران	0	33.3	19.7

المصدر: الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية– مركز بحوث حماه.

وتمّت دراسة المؤشرات التالية اعتماداً على توصيات المعهد الدولي للمصادر الوراثية النباتية Bioversity International، والمعروف سابقاً باسم IPGRI (IPGRI, 2001):

1- **عدد الأيام حتى الإزهار (يوم):** يمثل عدد الأيام من تاريخ الإنبات وحتى الإزهار في 50% من النباتات في القطعة التجريبية.

2- **عدد الأيام حتى النضج (يوم):** يمثل عدد الأيام من تاريخ الإنبات وحتى تمام النضج في 90% من النباتات في القطعة التجريبية.

3- **ارتفاع النبات (سم):** ويمثل طول النبات ابتداءً من نقطة تماس الساق الرئيسة مع سطح التربة وحتى قمة النبات.

4- **عدد الأفرع في النبات (فرع. نبات$^{-1}$):** ويُمثل متوسط عدد الأفرع الأولية في 5 نباتات من كل قطعة تجريبية.

5- **عدد القرون على النبات (قرن.نبات$^{-1}$):** يمثل متوسط عدد القرون في 5 نباتات من كل قطعة تجريبية.

6- **وزن ال100 بذرة (غ):** يتم فرط القرون، ومن ثمّ عدّ 50 بذرة عشوائياً، وتوزن بواسطة ميزان إلكتروني حسّاس، ويُضرب الناتج ب 2، وتكرر العملية على الأقل خمس مرات، ويحسب متوسط وزن ال100 بذرة.

7- **الغلة البذرية (كغ.هكتار$^{-1}$):** تم حساب الغلة البذرية (غرام. قطعة التجريبية$^{-1}$) ومن ثم تحويلها إلى (كغ.هكتار$^{-1}$).

تم تبويب البيانات باستخدام برنامج Excel ، ثم تم حساب معامل الارتباط المظهري بين الصفات المدروسة باستخدام برنامج SPSS v.12، وفق ما ورد في معادلة (Snedecor and Cochran, 1981):

$$r_{ph} = \sigma_{p_i p_j} / \sqrt{\sigma^2_{p_i} \times \sigma^2_{p_j}}$$

r_{ph}: معامل الارتباط.

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

$\sigma^2_{p_i}$ and $\sigma^2_{p_j}$: التباين المظهري لكلٍّ من الصفة i والصفة j.

تم حساب معنوية معامل الارتباط حسب الجدول القياسي الموضوع من قبل (Snedecor, 1961). كما أجري تحليل معامل المسار من أجل تحديد التأثيرات المباشرة، وغير المباشرة للصفات في الإنتاجية و الوقوف على الأهمية النسبية لكلّ صفة من خلال تقدير نسبة مساهمتها في إنتاجية المحصول وذلك وفق معادلة العالمين (Dewey and Lu, 1959):

$$\mathbf{1} = \boldsymbol{P^2_{y0}} + \boldsymbol{P^2_{y1}} + \boldsymbol{P^2_{y3}} + \left(\boldsymbol{2P_{y1}r_{12}P_{y2}}\right) + \left(\boldsymbol{2P_{y1}r_{13}P_{y3}}\right) + \left(\boldsymbol{2P_{y2}r_{23}P_{y3}}\right)$$

P: معامل المرور الذي يقيس التأثير المباشر.

y: الغلّة الحبّيّة.

r: الارتباط المظهري.

كما تمّ تحديد الأهمية النسبية وفق المعادلة:

$$\boldsymbol{RI} = |\boldsymbol{CD_i}| / \sum_{\boldsymbol{i}} |\boldsymbol{CD_i}| \times \mathbf{100}$$

CD_i: معامل التحديد للصفة i.

RI: الأهميّة النسبيّة لمساهمة الصفة في الإنتاجيّة.

صنفت التأثيرات المباشرة وغير المباشرة حسب المستويات التي اقترحها (Lenka and Mishra, 1973) على النحو التالي:

التأثيرات المباشرة وغير المباشرة	مستوى التأثير
0 – 0.09	مهمل
0.1 – 0.19	منخفض
0.20 – 0.29	معتدل
0.30 - 1	مرتفع
أكبر من 1.00	مرتفع جداً

النتائج والمناقشة:

أظهرت نتائج التحليل الاحصائي وجود فروق معنوية بين الطرز الوراثية في جميع الصفات المدروسة، ماعدا صفة عدد الأفرع في النبات (الجدول، 3).

الجدول (3): تحليل التباين للصفات المدروسة.

Source of variation	d.f.	m.s.						
		عدد الأيام حتى الإزهار	عدد الأيام حتى النضج	ارتفاع النبات	عدد الأفرع في النبات	عدد القرون على النبات	وزن 100 بذرة	الغلة البذرية
rep stratum	2	215.1111	2295.111	446.53	0.028	1715.53	2985.3	9104848
entry	11	0.202*	0.202*	61.3*	0.876	22.88*	217.3*	489612*
Residual	22	0.202	0.202	40.47	1.24	26.07		697663

أولاً: دراسة معامل الارتباط المظهري:

1- **الغلة البذرية (كغ.هكتار$^{-1}$):** تظهر نتائج الارتباط بين الصفات المدروسة وصفة الغلة البذرية (الجدول، 4) إلى وجود علاقة ارتباط موجبة ومعنوية جداً بين الغلة البذرية وكلاً من عدد الأيام حتى الإزهار (0.634**)، وعدد الأيام حتى النضج (0.510**)، وارتفاع النبات (0.777**)، وعدد القرون على النبات (0.657**)، ووزن ال100 بذرة (0.898**)، يتفق ذلك مع ما توصل إليه الباحثين في دراسات على محصول الفول (Lal, 2019; Badolay *et al.*, 2009; Alan and Geren, 2007; Keneni and Jarso, 2002) وهذا يشير إلى إمكانية تحسين الغلة البذرية من خلال الانتخاب لهذه الصفات.

2- **وزن ال 100 بذرة:** أكدت النتائج في الجدول (4) وجود علاقة ارتباط موجبة ومعنوية جداً بين وزن ال100 بذرة وكلاً من عدد الأيام حتى الإزهار، وعدد الأيام حتى النضج، وارتفاع النبات، وعدد القرون على النبات (0.638**، 0.540**، 0.849**، 0.607** على التوالي) ، وهذا يتفق مع نتائج دراسات الباحثين (Kalia and Sood, 2004). حيث أن نباتات الفول التي تمتلك ارتفاع نبات يكون لديها حجم المسطح الورقي الأخضر أكبر، وبالتالي تزداد كفاءة النباتات التمثيلية، وتوفر كمية أكبر من نواتج التمثيل الضوئي في مرحلة النمو الثمري، فيزداد عدد القرون المتشكلة على النبات، وعدد البذور في القرن، ووزن ال100 بذرة.

3- **عدد القرون على النبات (قرن.نبات$^{-1}$):** يبين الجدول (4) وجود علاقة ارتباط موجبة ومعنوية جداً بين عدد القرون على النبات وكلاً من عدد الأيام حتى الإزهار، وعدد الأيام حتى النضج، وارتفاع النبات حيث بلغت قيمة معامل الارتباط (0.910**، 0.839**، 0.538** على التوالي)، وهذا يتوافق مع العديد من الدراسات في الفول (Abdalla *et al.*, 2015; Sharifi, 2014; Azarpour *et al.*, 2012).

4- **ارتفاع النبات (سم):** ارتبطت صفة ارتفاع النبات بشكل موجب ومعنوي جداً مع عدد الأيام حتى الإزهار (0.570**)، وعدد الأيام حتى النضج (0.444**)، وهذا يتوافق مع الدراسات التي توصل إليها الباحثين (Alghamdi and Ali, 2004; Tadesse *et al.*, 2011) (الجدول، 4)

5- **عدد الأيام حتى النضج (يوم):** ارتبطت صفة عدد الأيام حتى النضج ارتباطاً موجباً ومعنوياً جداً مع صفة عدد الأيام حتى الإزهار(0.929**)، وهذا ينسجم مع ما أشار إليه الباحث (Abdelmula, 2002). (الجدول، 4)، حيث يؤدي تأخير حدوث الإزهار إلى تأخير موعد النضج وهذا يفيد في زيادة الكفاءة الإنتاجية من خلال زيادة عدد القرون على النبات، وعدد البذور في القرن، ووزن ال100 بذرة.

الجدول (4): قيم معامل الارتباط المظهري بين الصفات المدروسة

الصفات	عدد الأيام حتى الإزهار	عدد الأيام حتى النضج	ارتفاع النبات	عدد الأفرع في النبات	عدد القرون على النبات	وزن 100 بذرة	الغلة البذرية
عدد الأيام حتى الإزهار	1						
عدد الأيام حتى النضج	0.929**	1					
ارتفاع النبات	0.570**	0.444**	1				
عدد الأفرع في النبات	0.052	0.04	0.06	1			
عدد القرون على النبات	0.910**	0.839**	0.538**	0.187	1		
وزن ال100 بذرة	0.638**	0.540**	0.849**	0.167	0.607**	1	
الغلة البذرية	0.634**	0.510**	0.777**	0.256	0.657**	0.898**	1
** معنوي عند مستوى دلالة 1%							

ثانياً: تحليل معامل المسار:

استخدم تحليل معامل المسار، لتحديد طبيعة العلاقة بين الغلة الكلية للمحصول، والصفات الأخرى لا سيما مكوناتها، وذلك بهدف استخدام بعض هذه الصفات كدليل انتخابي في برامج التربية والتحسين الوراثي لمحصول الفول. حيث وجد من خلال الجدول (5) أن تصنيف التأثيرات المباشرة وغير المباشرة للصفات، تراوحت من المهمل حتى المرتفع. وكان مستوى التأثير المباشر لصفة وزن ال100 بذرة مرتفعاً 0.7553، وكان التأثير غير المباشر لهذه الصفة مع ارتفاع النبات، وعدد الأيام حتى الإزهار، وعدد الأيام حتى النضج، وعدد القرون على النبات، مرتفعاً أيضاً (0.6412، 0.4822، 0.4082، 0.4584) على التوالي. في حين كان التأثير المباشر لصفة عدد القرون على النبات معتدلاً 0.2699، وكذلك من خلال التأثير غير المباشر لهذه الصفة مع صفة عدد الأيام حتى الإزهار، وعدد الأيام حتى النضج (0.2457، 0.2265) على التوالي. أما التأثير المباشر لصفة عدد الأيام حتى الإزهار فقد كان منخفضاً حيث بلغ 0.1203، تلاها التأثير غير المباشر لهذه الصفة مع صفة عدد الأيام حتى النضج وعدد القرون على النبات حيث بلغ (0.1118، 0.1095) على التوالي. وتراوحت التأثيرات من خلال باقي الصفات ما بين منخفضة إلى مهملة، ذات إشارة سالبة (الجدول، 5).

كما يبين تحليل المسار في الجدول (5) ارتباط الصفات المدروسة بالغلة البذرية، ومعرفة التأثيرات المباشرة وغير المباشرة الناتجة عن ارتباطها بالصفات الأخرى. حيث لوحظ أن كلاً من وزن ال100 بذرة، وعدد القرون على النبات، وعدد الأيام حتى النضج، وعدد الأيام حتى الأزهار ذات تأثير مباشر في الغلة البذرية، بالإضافة إلى التأثير غير المباشر لصفة عدد الأيام حتى النضج وعدد القرون على النبات مع وزن ال100 بذرة.

الجدول (5): قيم الارتباط المظهري والتأثيرات المباشرة (القيم القطرية) والتأثيرات الغير مباشرة (طرفي القطر) للصفات المدروسة على الغلة البذرية في الفول، 2022.

الصفات	التأثيرات						معامل الارتباط المظهري
	عدد الأيام حتى الإزهار	عدد الأيام حتى النضج	ارتفاع النبات	عدد الأفرع في النبات	عدد القرون على النبات	وزن 100 بذرة	
عدد الأيام حتى الإزهار	**0.1203**	-0.2348	0.0167	0.0042	0.2457	0.4822	0.634**
عدد الأيام حتى النضج	0.1118	**-0.2527**	0.0130	0.0033	0.2265	0.4082	0.510**
ارتفاع النبات	0.0686	-0.1121	**0.0294**	0.0049	0.1451	0.6412	0.777**
عدد الأفرع في النبات	0.0062	-0.0101	0.0018	**0.0818**	0.0504	0.1263	0.256
عدد القرون على النبات	0.1095	-0.2120	0.0158	0.0153	**0.2699**	0.4584	0.657**
وزن 100 بذرة	0.0768	-0.1366	0.0249	0.0137	0.1638	**0.7553**	0.898**

ويوضح الجدول (6) مساهمة كل صفة من الصفات المدروسة في تباين الغلة البذرية، ونسبة تلك المساهمة. وأوضحت تقديرات معامل المسار إلى الأهمية النسبية والتأثيرات المفصلة كنسبة مئوية من تباين الغلة البذرية، حيث أبدت صفة وزن ال100 بذرة المساهمة الأكبر في الغلة البذرية (57.04%)، بالإضافة إلى المساهمة غير المباشرة لهذه الصفة مع صفة عدد القرون على النبات وعدد الأيام حتى الإزهار وعدد الايام حتى النضج (24.747%،20.629%، 11.599% على التوالي)، تلاها التأثير غير المباشر لصفة عدد القرون على النبات مع عدد الأيام حتى النضج 11.447%، ثم الأهمية النسبية للتأثير المباشر لصفة عدد القرون على النبات 7.286%، ثم الأهمية النسبية للتأثير المباشر لصفة عدد الأيام حتى النضج 6.386%. وبذلك تعد تلك الصفات من أكثر الصفات مساهمة في زيادة الغلة البذرية. بلغت النسبة المئوية للصفات الأكثر مساهمة في تباين الغلة 72.92%. ومجموع التأثيرات المتبقية بلغت 27.08% (الجدول، 6).

الجدول (6): الأهمية النسبية للصفات المدروسة المساهمة في تباين الغلة البذرية.

معامل التحديد للصفات	عدد الأيام حتى الإزهار	عدد الأيام حتى النضج	ارتفاع النبات	عدد الأفرع في النبات	عدد القرون على النبات	وزن ال100 بذرة
عدد الأيام حتى الإزهار	**1.447**					
عدد الأيام حتى النضج	5.649	**6.386**				
ارتفاع النبات	0.403	0.658	**0.086**			
عدد الأفرع في النبات	0.102	0.166	0.029	**0.67**		
عدد القرون على النبات	5.911	11.447	0.852	0.826	**7.286**	
وزن ال 100 بذرة	11.599	20.629	3.764	2.068	24.747	**57.044**
الأرقام في الخط الغامق تشير إلى الأهمية النسبية المباشرة للصفات المدروسة في تباين الغلة البذرية						
مجموع التأثيرات المتبقية 27.08						
مجموع الأهمية النسبية الكلي 72.92						

بناءً على تقديرات معامل المسار للصفات المرتبطة بالغلة البذرية في الفول، فإن تحسين الغلة لهذا المحصول، يمكن تحقيقه بالاعتماد على صفة وزن ال100 بذرة، وعدد القرون على النبات، وعدد الأيام حتى النضج كمعايير انتخابية مهمة تسهم مباشرة

في زيادة الغلة البذرية في الفول. يتفق ذلك مع نتائج (Tadesse *et al*., 2011) الذي أشار إلى أن عدد الأيام حتى الإزهار، وعدد الأيام حتى النضج، وعدد القرون على النبات، وعدد البذور في القرن، ووزن ال100 بذرة ذات تأثير مباشر في غلة محصول الفول. وكذلك تتطابق مع العديد من الدراسات (Kumar *et al*., 2017; Ulukan *et al*., 2003) التي أظهرت أن عدد الأفرع في النبات، وعدد القرون على النبات، ووزن ال100 بذرة ذات تأثير مباشر في غلة الفول البذرية ما يشير إلى إمكانية تحسين صفة الغلة البذرية لمحصول الفول، من خلال الانتخاب للصفات المذكورة.

الاستنتاجات والمقترحات:

وجد ارتباط إيجابي وعالي المعنوية وكذلك تأثير مباشر عالي للصفات التالية: عدد الأيام حتى الإزهار، وعدد الأيام حتى النضج، وارتفاع النبات، وعدد القرون على النبات، ووزن ال100 بذرة على الغلة البذرية وبالتالي يمكن استخدامها كدليل انتخاب لتحسين الغلة البذرية.

المراجع:

المجموعة الإحصائية الزراعية السنوية (2022). الجمهوريّة العربية السوريّة، وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي، مديريّة التخطيط.

Abdalla, M.M.; M.M. Shafik.; M.I.A. El-Mohsen; S.R. Abo-Hegazy and M.A.S. Heba (2015). Investigation on faba beans, (*Vicia faba* L.) heterosis, inbreeding effects, GCA and SCA of diallel crosses of ssp. *paucijuga* and *eu-faba*. *Journal of American Sciences, 11*, 1-7.

Abdelmula, A.A. (2002). The inter relationship between yield and yield components in faba bean (*Vicia faba* L.) under two water conditions. U. of K. J. Agric. Sci., 10(2): 180-196.

Alan, O.; and H. Geren (2007). Evaluation of heritability and correlation for seed yield and yield components in faba bean (*Vicia faba* L.). Agron. J.;6:484-87.

Alghamdi, S. (2009). Chemical composition of faba bean (*Vicia faba* L.) Genotypes under various water regimes. Pakistan journal of nutrition 8(4); 477-482.

Alghamdi, S.S.; and Kh. A. Ali (2004). Performance of several newly broed faba bean lines. Egypt. J. Plant Breed.8, 189-200.

Azarpour, E.; S. Bidarigh; M. Moraditochaee; R.K. Danesh; H.R. Bozorgi; and M. Bakian (2012). *International Journal of Agricultural Crop Science, 4*, 1559-1561.

Badolay, A.; J.S. Hooda; and B.P.S. Malik (2009). Correlation and path analysis in faba bean (*Vicia faba* L.). J. Haryana Agron. *25*: 94-95.

Bika, N.K.; and S.S. Shekhawat (2015). Character association studies in pearl millet [*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.] for green fodder yield and related traits Agric. Sci. Digest., 35 (3): 191-194.

Cubero.José I.(2011). The faba bean: a historic perspective, Grain Legumes magazine No. 56: 5.

Dewey, J.R.; and K.H. Lu (1959). A correlation and path coefficient analysis of components of crested wheat-grass seed. production. Agron. J., (51): 515-518.

Ghobary, H.M.M.; and S.A.M. Abdallah (2010). Correlation and path coefficient studies in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). J. Plant Prod. *9*: 1233–1239.

Gurmu, F. ; E. Lire1 ; A. Asfaw1 ; F. Alemayehu1 ; Y. Rezene and D. Ambachew (2012). Research article GGE-biplot analysis of grain yield of faba bean genotypes in southern Ethiopia. Electronic Journal of Plant Breeding, 3(3): 898-907.

Hoffmann, D.; Q. Jiang; A. Men; M. Kinkema; and P.M. Gresshoff.(2007). Nodulation deficiency caused by fast neutron mutagenesis of themodel legume Lotus japonicus. J. Plant Physiol. 164:460–469.

IPGRI (The International Plant Genetic Resources Institute). (2001). Newsletter for Central and West Asia and North Africa, IPGRI/CWANA. Issue No.22. February (2001). Aleppo, Syria.

Kalia, P.; and S. Sood (2004). Genetic variation and association analysis for pod yield and other agronomic and quality characters in an Indian Himalayan collection of broad bean. J. Plant Breed. and Genet. ;36:55-61.

Kamal, B. E.; and M. S. Maan (2021). Correlation and Path Coefficient Analysis in Faba Bean (*Vicia faba* L.). Plant Cell Biotechnology and Molecular Biology 22(29&30):53-62.

Karadavut, U.; Ç. Palta; Z. Kavurmaci; and Y. BÖLEK (2010). Some grain yield parameters of multi-environmental trials in faba bean (*Vicia faba*) genotypes. Inter. J. Agric. Biol. *12*: 217–220.

Karasu, A.; and M. Oz (2010). A study on coefficient analysis and association between agronomical characters in dry bean (*Phaseolus vulgaris* L.). Bulgar. J. Agric. Sci. *16*: 203-211.

Keneni, G.; and M. Jarso (2002). Comparison of three secondary traits as determination of grain yield in Faba bean on water logged vertisols. J. Genet. Breed. *56:* 314-325.

Khaliq, I.; N. Parveen; and M.A. Chowdhry (2004). Correlation and path coefficient analysis in bread wheat. Int. J. Agric. Biol., 6(4): 633-635.

Kumar, P.; R.R. Das; S.K. Bishnoi; and V. Sharma (2017). Intercorrelation and path analysis in faba bean (*Vicia faba* L.). *Electronic Journal of Plant Breeding, 8,* 395-397. https://doi. org/10.5958/0975-928X.2017.00059.X.

Lal, K. (2019). Genetic variability and diversity analysis in faba bean (*Vicia faba* L.). *Trends in Biosciences*, *12*, 754-760.

Lenka, D.; and B. Mishra (1973). Path coefficient analysis of yield in rice varieties. Indian J. Agric. Sci., (43): 376-379.

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

Naglaa, Q.; A.A. Helal; and Y.S.A. Rasha (2018). Evaluation of some new and old faba bean cultivars (*Vicia faba* L.) for earliness, yield, yield attributes and quality characters. Zagazig J.Agric.Res,vol.45No(3).

Puri, Y.P.; C.O. Qualset; and W.A. Williams (1982). Evaluation of yield components as selection criteria in barley breeding. Crop Sci., (22):927–931.

Sharifi, P. (2014). Correlation and path coefficient analysis of yield and yield component in some of broad bean (Vicia faba L.) genotypes. Genetika, 46, 905- 914. https://doi. org/10.2298/GENSR1403905S.

Singh, B.; P.K. Upadhyay; and K.C. Sharma (2014). Genetic Variability, Correlation and path analysis in Pearl millet (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.) Indian Res. J. Genet. & Biotech. 6(3): 491-500.

Snedecor, G.W. (1961). Statistical methods. Iowa State College Press, Ames, Lowa USA.

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

Tadele, M. ; W. Mohammed; and M. Jarso (2022). Correlation and Path Coefficient Analysis of Grain Yield and It's Contributing Traits in Faba Bean (Vicia Faba L.) Genotypes. J Plant Biol Crop Res. 5(1): 1059.

Tadesse, T.; M. Fikere; T. Legesse; and A. Parven (2011). Correlation and path coefficient analysis of yield and its component in faba bean (*Vicia faba* L.) germplasm. Inter. J. Biodiv. Conserv. *3*: 376-382.

Ulukan, H.; M. Cular; and S. Keskin (2003). Path coefficient analysis of some yield and yield components in Faba Bean (*Vicia faba* L.) genotypes. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, *6*, 1951-1955.

Correlation coefficient and path analysis and determining the relative importance of some faba bean (vicia faba l.) traits

Walaa Ammar[(1)], Safaa Rahmoun[(1)] and Mohamed El Helou[(2)]

(1). Crops Research Administration, GCSAR, Damascus, Syria
(2). Hama Research Center, General Commission for Scientific Agricultural Research, Syria.
(*corresponding author: Walaa Ammar. E-Mial: walaa.lulu90@gmail.com).

Received: 22/2/2024 Accepted: 29/7/2024

Abstract

The study was carried out at the Center for Scientific Agricultural Research in Hama, General Commission for Scientific Agricultural Research, Syria, during the 2022/2023 agricultural season with the aim of studying the phenotypic correlation coefficient and path analysis of some phenological and morphological traits and yield components (days to flowering, days to maturity, plant height, number of pods on the plant, number of branches per plant, weight of 100 seed, seed yield) for 12 faba bean genotypes. The experiment was arranged in a randomized complete block design (RCBD), with three replications. The results showed that there was a positive and significant correlation between the seed yield trait and the days to flowering (r=0.634**), days to maturity (r=0.510**), plant height (r=0.777**), number of pods on the plant (r=0.657**), weight of 100 seed (r=0.898**). Path analysis clarified that weight of 100 seed (0.7553), number of pods on the plant (0.2699), had a direct effect on seed yield, In addition to the indirect effect of weight of 100 seeds on plant height (0.6412), days to flowering (0.4822), days to maturity (0.4082), and number of pods on the plant (0.4584).

The days to maturity, the number of pods on the plant, and weight of 100 seeds are among the characteristics that contribute most to increasing seed yield, as their contribution rate reached (70.72%).

Key words: phenotypic correlation coefficient, path analysis, seed yield, faba bean.