دراسة السلوك الوراثي لبعض الصفات الفينولوجية لهجن من البازلاء العلفية

حنين القصير[*1] ومحمد جمال حمندوش[1] وأحمد شمس الدين شعبان[1] وعبد الله اليوسف[2]

[1] قسم المحاصيل الحقلية، كلية الهندسة الزراعية، جامعة حلب، حلب، سورية.

[2] مركز بحوث حلب، الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية،سورية.

(*للمراسلة: حنين القصير، البريد الإلكتروني haninalkaseer92@gmail.com الهاتف: 0941818755)

تاريخ الاستلام: 23/ 01/ 2026 **تاريخ القبول:** 2/ 08/ 2026

الملخّص

أُجريت الدراسة خلال مواسم 2020–2024 في محطتي حميمة (حلب) والكريم (سلمية) التابعتين للهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية، وفي موقعين: بعلي ومروي. استُخدم تصميم القطاعات العشوائية الكاملة بثلاثة مكررات لتقييم قوة الهجين والقدرة العامة والخاصة على التوافق للصفات الفينولوجية في البازلاء العلفية، وشملت سبع سلالات أبوية و21 هجيناً ناتجاً عن تهجين نصف تبادلي. في الموقع البعلي: كان الهجين G4×G7 الأكثر تبكيراً (85.5 يوماً)، وأظهر الهجينان G2×G3 وG2×G5 قوة هجين سالبة لصفة عدد الأيام حتى الإزهار اعتماداً على الأب الأفضل، وتميز الأب G3 بقدرة عامة مرتفعة على التوافق للتبكير في الازهار، بينما سجل الهجين G6×G7 قدرة خاصة عالية. بالنسبة لصفة عدد الأيام حتى النضج الفيزيولوجي، كان الهجين G3×G4 الأكثر تبكيراً في النضج (111.5 يوماً) وأظهر قوة هجين سالبة معنوية، وتميز الأب G1 بقدرة عامة عالية على التوافق، كما أظهر الهجينان G1×G5 وG3×G5 قدرة خاصة مرتفعة مع توقع ثبات الصفة في الأجيال اللاحقة. في الموقع المروي: كان الهجين G1×G4 الأكثر تبكيراً (88.5 يوماً) وهو فقط الذي سجل قيمةً سالبة لقوة الهجين لصفة عدد الأيام حتى الإزهار، وتميز الأب G1 بقدرة عامة عالية دون هجن واعدة. وبالنسبة لصفة عدد الأيام حتى النضج الفيزيولوجي، كانت الهجن الثلاثة G1×G3 وG1×G5 وG62G×الأكثر تبكيراً (116 يوماً)، كما أظهر الهجين G1×G3 قوة هجين معتمدة على الأب الأفضل ومتوسط الأبوين، والهجين G2×G6 على متوسط الأبوين فقط، كما امتلك الأب G1 قدرة عامة عالية على التوافق، وأظهر الهجين G1×G6 قدرة خاصة مرتفعة مع توقع استقرار الصفة في الأجيال القادمة.

الكلمات المفتاحية: قوة الهجين، القدرة العامة على التوافق، القدرة الخاصـــة على التوافق، طرز وراثية، الهجين، البازلاء العلفية.

المقدمة:

تُشكّل محاصيل الأعلاف حجر الأساس للزراعة المستدامة، إذ تُعرّف بأنها الأجزاء الصالحة للأكل من النباتات – باستثناء الحبوب – والتي تُستخدم لتغذية الحيوانات. وتؤدي هذه المحاصيل دوراً محورياً في تغذية ماشية اللحم والحليب، إلى جانب تعزيز تنوع المحاصيل، ودعم موائل الحياة البرية، وتحسين النظم البيئية للتربة. كما تمثل محاصيل الأعلاف أداة إنتاجية مهمة للمزارعين، إذ يتطلب نجاح زراعتها اختيار النوع المناسب وإدارة دقيقة للمحصول لضمان الاستفادة منه في مراحل النمو الأكثر إنتاجية، فضلاً عن الاهتمام بإدارة الآفات والأمراض للحد من تأثيرها في الإنتاجية.(www.bighaat.com)

تُزرع البازلاء العلفية (***Lathyrus sativus* L.**)، المعروفة محلياً باسم "الجلبان"، في بلدان جنوب آسيا عادةً لأغراض الحبوب والأعلاف. غير أن المحصول اكتسب أهمية أكبر كمادة علفية للحيوانات أكثر من استخدامه كغذاء بشري، حيث يتكون العلف الحيواني عادةً من الحبوب المطحونة أو الدقيق، ويُستخدم في المقام الأول لتغذية الماشية **(Campbell, 1997; Khawaja *et al*., 1993).**

وقد أصبحت البازلاء العلفية تحظى بأهمية متزايدة في النظم الزراعية، ومن المتوقع أن تتوسع مساحات زراعتها في المستقبل **(Dejene and Lijalem, 2012)**ويُعزى ذلك إلى قدرتها الفائقة على التكيف مع الظروف البيئية غير الملائمة، ولا سيما الإجهادات المائية **(Polignano *et al*., 2005; Vaz Patto *et al*., 2006)**، مما يجعلها محصولاً واعداً للتكيف مع تغير المناخ، وتنويع نظم الزراعة، والتوسع في الزراعة المستدامة.**(Vaz Patto *et al*., 2006; Hillocks and Maruthi, 2012)**

تُقدّر المساحة العالمية المزروعة بالبازلاء العلفية حالياً بنحو 700,000 هكتار، استناداً إلى أحدث التقديرات الصادرة عن **Kumar, *et al*,. (2021)**، وتشير تقديرات أخرى إلى مساحة أوسع تبلغ نحو 1.5مليون هكتار **(Vaz Patto and Rubiales, 2014)**، وتتركز مناطق الإنتاج الرئيسية في جنوب آسيا (الهند، باكستان، بنغلادش، نيبال) وشرق إفريقيا (إثيوبيا، السودان). وفي تركيا، بلغت المساحة المزروعة 8,210 هكتار عام 2025، بانخفاض عن 10,000 هكتار عام 2024 و13,351 هكتار عام 2023، بعد أن كانت قد بلغت ذروتها التاريخية عند 186,000 هكتار عام 2005 (المعهد الإحصائي التركي، 2026).

وتتميز البازلاء العلفية بتأثيرات إيجابية في بنية التربة، إذ تسهم جذورها المتعمقة في الحفاظ على القوام المثالي للتربة، ومنع تراصها، وتحسين تهويتها. كما تُعدّ من الأسمدة الخضراء الجيدة التي تمد التربة بالعناصر المعدنية والمادة العضوية **(Lazanyi, 2000)** وتتمتع أنواع ***Lathyrus*** بإمكانيات كبيرة في نظم تعاقب المحاصيل، إذ تحسن الظروف الفيزيائية للتربة، وتُقلل من انتشار الأمراض والأعشاب الضارة، وتُخفض تكاليف الإنتاج عموماً، مما يجعل البازلاء العلفية محصولاً واعداً ونموذجياً للزراعة المستدامة.

على الرغم من التقدم الملحوظ في المعلومات الجينومية المتاحة لجنس ***Lathyrus*** في السنوات الأخيرة، فإن هذه الموارد لا تزال متواضعة مقارنة بالمحاصيل البقولية الأخرى مثل البازلاء **(*Pisum sativum*)**. وقد طُبقت العديد من تقانات البصمة الوراثية بنجاح في دراسات التنوع الوراثي للجنس، غير أن هذه النجاحات لم تُترجم بعد إلى اكتشاف جينات أو تطوير مؤشرات جزيئية للانتخاب في برامج تربية وتحسين ***Lathyrus***

وفي الآونة الأخيرة، تجدد الاهتمام بزراعة البازلاء العلفية نتيجة للحاجة إلى توسيع تأمين الإنتاج الغذائي باستثمار الأراضي الهامشية، وتوفير بدائل فعالة للقمح في المناطق التي تعاني فيها زراعة الحبوب من الإجهادات البيئية. ويُعدّ الإجهاد المائي من أهم العوامل المحددة للإنتاجية، إذ يؤدي تطبيق نقص المياه في مرحلة الإزهار إلى تقليل عدد القرون لكل نبات عبر تقصير فترة الإزهار ومدة النمو الثمري، إضافة إلى إضعاف خصوبة بعض الأزهار وتساقطها.**(Nasri et al., 2008)**

تشير المراجع العلمية إلى وجود تباين كبير في صفات ارتفاع النبات، وعدد الأيام حتى 50% إزهار، وعدد القرون/نبات، وعدد الأيام حتى النضج، وغلة البذور/نبات، والكتلة الحيوية، وغلة البذور/هكتار لدى معظم الطرز الوراثية للبازلاء العلفية، مما يشير إلى إمكانية تحسين هذه الصفات من خلال الانتخاب والتهجين **(Parihar *et al*., 2015; Ahmadi *et al*., 2015; Dikshit *et al*., 2014; Rahman *et al*., 2010; Wuletaw and Endashaw, 2002, 2003)**

وقد أشارت دراسات متعددة إلى وجود تنوع وراثي بين مدخلات البازلاء العلفية وإمكانية تحسين الصفات من خلال الانتخاب المركّز، مع تسجيل اختلافات معنوية عالية في صفات مثل عدد الأيام حتى الإزهار وعدد الأيام حتى النضج **(Wuletaw and**

Endashaw, 2002, 2003; Parihar *et al*., 2015; Turk *et al*., 2007; Talukdar and Biswas, 2008; Grela *et al*., 2010).

وبشكل عام، تُعد المعرفة الشاملة بالتباين الوراثي ودرجة التوريث والتحسين الوراثي المتوقع من الأدوات الأساسية التي تمكن علماء الوراثة والمربين من وضع برامج تربية مناسبة لتحسين إنتاجية المحاصيل وجودتها **(Johnson *et al*., 1955)**، إذ تشكل درجة التوريث والتحسين الوراثي مؤشرات انتخاب رئيسية تسهم في تحسين إنتاجية المحاصيل.**(Singh and Narayanan, 1997)**

مبررات البحث:

نظراً للظروف التي تمر بها لتغير المناخ في سورية بشكل عام، وزيادة وتيرة تكرار ظاهرة الجفاف وطول مدتها عبر السنوات، وترافق ذلك مع قلة المصادر الوراثية وتأثيرها السلبي على برامج التربية، تتأتى أهمية دراسة التحليل الوراثي لسلالات البازلاء العلفية مما يساعد في رفد برامج التهجين بمادة وراثية جديدة محسنة وذات إنتاجية عالية. ومن هنا تأتي أهمية البحث لتحقيق الأهداف التالية:

1. تحديد السلوكية الوراثية للصفات المدروسة عن طريق تقدير مكونات التباين الوراثي وقوة الهجين والقدرة العامة والخاصة على التوافق ودرجة التوريث.
2. انتخاب أفضل الطرز الوراثية الهجينة والمبكرة.

مواد وطرائق البحث:

1. المادة النباتية:

تم استخدام 7 سلالات من البازلاء العلفية **(Grass pea)** والتي أثبتت كفاءتها الإنتاجية في بحث الماجستير للقصير (2019)، وتم ترميزها من **G1** حتى **G7** كما هو موضح بالجدول (1) حسب ايكاردا (المركز الدولي للبحوث الزراعية في المناطق الجافة)

الجدول (1): رموز الطرز الوراثية من البازلاء العلفية المستخدمة

رمز الطراز	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7
Origin	NPL		BGD	NPL	BGD	BGD	BGD

2. موقع البحث:

تمت زراعة التجربة في محطة بحوث حميمه التابعة لمركز البحوث العلمية الزراعية في حلب لموسم 2020 – 2021، وفي محطة بحوث الكريم في سلمية التابع لمركز البحوث العلمية الزراعية في حماه لمواسم 2021–2022 و2022–2023 و2023–2024.

3. خطوات العمل:

1. الموسم الأول 2020 – 2021 في محطة بحوث حميمه:

- **تحضير الأرض:**

أُستخدم تصميم القطاعات العشوائية الكاملة، وتم تخطيط الأرض لثلاثة مكررات وتقسيمها إلى قطع تجريبية. تألفت كل قطعة تجريبية من 4 خطوط بطول /4 م/، وعرض /30 سم/، أي بمساحة 4.8 م2. زُرِع في كل قطعة تجريبية /200/ بذرة يدوياً في الموعد المناسب بعمق /3–5 سم/. وحُرثت الأرض في نهاية شهر تشرين الثاني، وزُرعت المكررات الثلاثة على ثلاثة مواعيد:

الموعد الأول 13/12/2020 والموعد الثاني 23/12/2020 والموعد الثالث 06/01/2021.

- **العمليات الزراعية:**

التعشيب: تم إجراء تعشيب يدوي مرتين منذ بداية الانبات حتى بداية الازهار.

الري: تم إعطاء رية إنبات أولى بتاريخ 07/01/2021، ورية تكميلية أولى بتاريخ 11/04/2021، ثم رية تكميلية ثانية

.20/04/2021

- ***التهجين:***

أجريت عملية التهجين وفق برنامج تهجين نصف تبادلي، تم خصي الأزهار في مرحلة التبرعم، وذلك عندما أخذت البراعم حجمها النهائي وقبل تلون التويجات بألوانها الحقيقية. أُستخدم الملقط لإبعاد الزورق، حيث نباعد بين الأوراق التويجية ونستأصل الأسدية العشرة ثم يعاد الزورق إلى حالته الأولى. تُرك على النبات الواحد من **3- 2** أزهار بحيث، يكون على كل عقدة زهرة واحدة وتم إزالة الأزهار الباقية. جُمعت حبوب اللقاح في وعاء صغير وأُخذت كمية منها بوساطة الملقط ونُثرت فوق الأزهار المخصية، وتم عزل الأزهار الملقحة بأكياس ورقية خاصة، وضع عليها بطاقة كُتب عليها اسم الأب واسم الأم وتاريخ التهجين، وفي نهاية الموسم تم حصاد النباتات للحصول على البذار الهجين.

الجدول (2): المخطط العام لجدول التهجين نصف التبادلي

	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7
G1		X	X	X	X	X	X
G2			X	X	X	X	X
G3				X	X	X	X
G4					X	X	X
G5						X	X
G6							X
G7							

- ***الحصاد:***

تم حصاد الآباء والهجن الناتجة عند اصفرار أكثر من 50 % من النباتات بتاريخ 07/06/2021.

2. الموسم الثاني 2021 – 2022 في محطة بحوث الكريم في سلمية:

- ***تحضير الأرض:***

تمت الزراعة على ثلاثة مواعيد، وبنفس التصميم المذكور سابقاً:

الموعد الأول 21/12/2021، والموعد الثاني 29/12/2021، والموعد الثالث 04 /01/2022

- ***العمليات الزراعية:***

التسميد: تم إضافة السماد الفوسفاتي عند الزراعة.

التعشيب: تم إجراء تعشيب يدوي مرتين منذ بداية الانبات حتى بداية الازهار.

الري: تم إعطاء رية إنبات أولى بتاريخ 09/01/2022، ورية تكميلية أولى بتاريخ 12/04/2022، ثم رية تكميلية ثانية .20/04/2021

- ***التهجين:***

أجريت عملية التهجين وفق برنامج تهجين نصف تبادلي.

- ***الحصاد:***

تم حصاد الآباء والهجن الناتجة عند اصفرار أكثر من 50 % من النباتات بتاريخ 20/05/2022.

3. الموسم الثالث 2022 – 2023 في محطة بحوث الكريم في سلمية:

- ***تحضير الأرض:***

تمت الزراعة على ثلاثة مواعيد، وبنفس التصميم المذكور سابقاً:

الموعد الأول 28/11/2022 والموعد الثاني 05/12/2022 والموعد الثالث 12/12/2022.

- ***العمليات الزراعية:***

التعشيب: تم إجراء تعشيب يدوي مرتين منذ بداية الانبات حتى بداية الازهار.

الري: تم إعطاء رية إنبات أولى بتاريخ 04/12/2022، ورية ثانية بتاريخ 12/12/2022.

رش المبيدات: تم الرش بتاريخ 01/03/2023.

- ***التهجين:***

أجريت عملية التهجين وفق برنامج تهجين نصف تبادلي.

- ***الحصاد:***

تم حصاد الآباء والهجن الناتجة عند اصفرار أكثر من 50 % من النباتات بتاريخ 09/05/2023.

4. الموسم الرابع 2023 – 2024 في محطة بحوث الكريم في سلمية:

- ***تحضير الأرض:***

تم زراعة الآباء والهجن الناتجة من التهجينات السابقة في موقعين أحدهما مروي والآخر بعلي وفق التصميم المذكور سابقاً:

موعد زراعة الموقع المروي 03/01/2024 وموعد زراعة الموقع البعلي 08/01/2024.

- ***العمليات الزراعية:***

التعشيب: تم إجراء تعشيب يدوي في نهاية شهر آذار.

الري: تم إعطاء رية إنبات أولى بتاريخ 10/01/2024 لكلا التجربتين، وري الموقع المروي 04/04/2024، ورية ثانية للموقع المروي 24/04/2024.

رش المبيدات: تم الرش بتاريخ 01/03/2024، ومرة ثانية مبيدات وأسمدة ذوابة بتاريخ 20/04/2024.

- ***الصفات المدروسة:***

عدد الأيام حتى الازهار: عند إزهار 50% من النباتات في القطعة التجريبية.

عدد الأيام حتى النضج الفيزيولوجي: عند اصفرار 50% من النباتات في القطعة التجريبية.

- ***الحصاد:***

تم حصاد الآباء والهجن الناتجة عند اصفرار أكثر من 50 % من النباتات بتاريخ 06/05/2024 للموقع المروي وبتاريخ 07/05/2024 للموقع البعلي.

التحليل الاحصائي:

تم تحليل النتائج باستخدام برنامج **Genstat v12.0** لتحليل التباين إلى مصادره وتقدير المتوسطات للسلالات المدروسة وتحديد معنوية القيم للصفات المدروسة على مستوى معنوية (5%).

وتم تقدير التباين الوراثي والتباين الكلي بهدف حساب معامل التوريث بالمفهوم الواسع لكل صفة من الصفات المدروسة.

الجدول (3): نموذج تحليل التباين ومتوسطات المربعات الانحراف المتفوقة وفق تصميم القطاعات العشوائية الكاملة

SV	DF	SS	MS	EMS

Replication	N-1	SS1	MS1	
Genotypes	P-1	SS2	MS2	$Q^2e + N\ Q^2g$
Error	(N-1)(P-1)	SS3	MS3	Q^2e
Total	Np-1	SS4	MS4	

حيث: Q^2e التباين العائد للخطأ التجريبي Q^2g التباين الوراثي **N** عدد المكررات **P** عدد الطرز الوراثية

التحليل الوراثي:

1. التحليل نصف التبادلي *Half Diallel Analysis:*

تم تجهيز جدول التهجين نصف التبادلي لكل صفة من الصفات المدروسة وذلك لمتابعة دراسة تحليل القدرة على التوافق.

2. تحليل القدرة العامة على التوافق:

تم استخدام الطريقة الثانية (هجن الجيل الأول + الآباء) والموديل الرياضي الأول المقترح من قبل **(Griffing, 1956)** لدراسة تحليل التباين للقدرة على التوافق. يعتمد تحليل التباين للقدرة على التوافق على النموذج الرياضي التالي

$$\mathbf{Xij} = \mu + \mathbf{Gi} + \mathbf{Gj} + \mathbf{Sij} + \frac{\mathbf{1}}{\mathbf{bc}} \sum_{k} \sum_{\mathbf{i}} \boldsymbol{e}\ \mathbf{Ijkl}$$

حيث أن: $\mathbf{X_{ij}}$ الطراز المظهري للأفراد μ المتوسط العام للأفراد **Gi** القدرة العامة على التوافق للأب **I**

Gj القدرة العامة على التوافق للأب **J** **Sij** القدرة الخاصة على التوافق للهجين بين الأب **I** والأب **J**

Be عدد المكررات **eIjk** الخطأ التجريبي

الجدول (4): تحليل التباين ومجموع المربعات العائدة للقدرة العامة والخاصة والخطأ التجريبي

S. V.	Df	SS	MS	ExpectedMeanSquares(EMS) / Model I
G. C. A.	P-1	Sg	Mg	$\boldsymbol{\sigma 2 + p + 2}\left(\frac{\mathbf{1}}{\boldsymbol{p-1}}\right)\sum_{\boldsymbol{gi}}^{\mathbf{2}}$
S. C. A.	P(P-1)/2	Ss	Ms	$\boldsymbol{\sigma 2} + \left(\frac{\mathbf{2}}{\boldsymbol{p(p-1)}}\right)\sum_{\boldsymbol{i}}\sum_{\boldsymbol{j}} \boldsymbol{S_{ij}^2}$
Error	M	Se	Me'	σ^2

σ^2 E = Me' = Me/B

Me متوسط مربعات الخطأ التجريبي

GCA (SG) مجموع المربعات العائدة للقدرة العامة على التوافق

SCA (Ss) مجموع المربعات العائدة للقدرة الخاصة على التوافق

نقوم بحساب متوسط المكررات الثلاثة من كل معاملة، ثم نقوم بتقدير مجموع المربعات العائدة للقدرة العامة على التوافق **(S.S. GCA)** والقدرة الخاصة على التوافق **(S.S. SCA)**.

3. تقدير تأثير القدرة الخاصة على التوافق:

(Gi) مؤثرات القدرة العامة على التوافق للأباء **I** **(Sij)** مؤثرات القدرة الخاصة على التوافق للهجن **ij**

مجموع المربعات العائدة للقدرة العامة والخاصة على التوافق:

$$\boldsymbol{S_g} = \frac{\mathbf{1}}{\boldsymbol{p+2}}\left\{\sum_{\boldsymbol{i}} (\boldsymbol{Xi.} + \boldsymbol{Xij})^2 - \frac{\mathbf{4}}{\boldsymbol{p}}\ \boldsymbol{x^2}..\right\}$$

$$S_s = \sum_{i\leq}\sum_{i} X_{ij}^2 - \frac{1}{p+2}\sum_{i}(X_{i.} + X_{ii})^2 + \frac{2}{(p+1)(p+2)}X_{..}^2$$

أما تقديرات القدرة العامة **(Gi)** والخاصة **(Sij)** على التوافق و**μ** فتحسب من المعادلات التالية:

$$\widehat{\mu} = \frac{2}{p(p+1)}X_{..}$$

$$\widehat{g_i} = \frac{1}{(p+2)}\left[X_{i.} + X_{ij} - \frac{2}{p}X_{..}\right]$$

$$\widehat{S_{ij}} = X_{ij} - \frac{1}{p+2}\left[X_{i.} + X_{ii} + X_{j.} + X_{jj}\right] + \frac{2}{(p+1)(p+2)}X_{..}$$

حيث أن: **μ** المتوسط العام **P** عدد الآباء **Xi** المجموع العائد للمنظومة الأبوية **I**

Xj المجموع العائد للمنظومة الأبوية **J** **X..** المجموع العام للأفراد **Xij** متوسط الأفراد

يحسب الخطأ المعياري لمؤثرات القدرة على التوافق بأخذ الجذر التربيعي للتباينات

نقارن قيم القدرة العامة والخاصة على التوافق مع الصفر باختبار **T** للمعنوية عند درجة حرية الخطأ

T(Gi)= (Gi-0)/Segi
T(Sij)= (Sij-0)/Sesij
GCA Var / SCA Var = [(Mg – Me')/ P+2] / (Ms – Me')

4. قوة الهجين:

قدرت النسبة المئوية لقوة الهجين مقارنة بمتوسط الأب الأفضل ومتوسط الأبوين في الصفة المدروسة كما يلي:

$$\mathbf{H(BP)} = \left[\frac{(F1 - BP)}{BP}\right].100$$

أما النسبة المئوية لقوة الهجين مقارنة بمتوسط الأبوين فقدرت حسب المعادلة:

$$\mathbf{H(MP)} = \left[\frac{(F1 - MP)}{MP}\right].100$$

تم اختبار معنوية قوة الهجين باستخدام اختبار **T** عند مستوى معنوية 5% حسب المعادلات:

LSD (MP)= 0.05 T (3 Mse / 2r)$^{1/2}$
LSD (BP)= 0.05 T (3 Mse / 2r)$^{1/2}$

5. درجة التوريث ومكونات التباين الوراثي:

تعبر درجة التوريث العامة عن التباين الوراثي إلى التباين الكلي أو المظهري وفق النموذج الرياضـــي التالي **Burton, 1951)** **(Singh and Chaudhary, 1985**:

H^2(Bs)% = (Vg / Vp) × 100

حيث **H(Bs)** درجة التوريث بالمعنى الواسع **Vg** التباين الوراثي **Vp** التباين المظهري (الكلي)

وتم حساب التباين الوراثي باستخدام معطيات الجدول (2) على النحو التالي:

Vg= (MS2 – MS3) / R

وحُسب التباين الكلي أو المظهري من المعادلة التالية: **Vp = (Vg + Ve) / R**

Ve تباين الخطأ التجريبي **R** عدد المكررات **G** عدد الطرز الوراثية

أما درجة التوريث بالمعنى الضيق فقد قدرت من المعادلة التالية **(Warner, 1952)**:

H (Ns) % = (Va / Vp) × 100

Va التباين العائد للفعل التراكمي للمورثات.

النتائج:

1. عدد الأيام حتى الازهار (يوم):

تعد صفة عدد الأيام حتى الازهار من الصفات المهمة في برامج التربية، فهي تحدد مدى تأقلم النبات مع الظروف البيئية المحيطة، وتؤثر على جودة الإنتاج وموعد الحصاد. فهي تستخدم لتحسين الإنتاجية وتحديد الأصناف المبكرة أو المتأخرة. وبالتالي اختيار الأنسب للزراعة في المناطق والظروف المناخية المتنوعة **(Wu et al., 2023)**، حيث يظهر الجدول **(5)** متوسط عدد الأيام حتى الإزهار للآباء والهجن في كل من الموقعين البعلي والمروي.

تراوح عدد الأيام حتى الازهار في الموقع البعلي بين 82.5 للطراز **G5** و87 يوماً للطراز **G2**، بمتوسط عام بلغ (84.21) يوماً، لوحظ أن المتوسط العام لأربعة طرز وراثية أقل من المتوسط العام وتراوح بين 83.5 و82.5 يوم وهي على التوالي **G7**، **G1**، **G3**، **G5**، أي أنها طرز أكثر تبكيراً. أما الطرز المتبقية فقد كانت أعلى من المتوسط العام وهي على التوالي **G2**، **G4**، **G6**. ولدى مقارنة المتوسطات باستخدام قيمة أقل فرق معنوي **(LSD5% = 7.92)** تبين تفوق الطراز الوراثي **G5** (82.5) بالتبكير في الإزهار على معظم الطرز الوراثية باستثناء **G1**، **G3**، **G7**.

بلغ عدد الأيام حتى الازهار في الموقع المروي 85 يوم للطراز **G6** و90 يوماً للطرازين **G2** و**G4**، وبمتوسط عام بلغ (87.64) يوماً، ولوحظ أن عدد الأيام حتى الازهار لثلاثة طرز وراثية كان أعلى من المتوسط العام وهي على التوالي **G2**، **G4**، **G3**، أما الطرز المتبقية فقد تراوح بين 85 و87.5 يوم وهي على التوالي **G1**، **G5**، **G7**، **G6**. لكن تبين عدم وجود فروق معنوية بين الطرز المدروسة على مستوى 5%.

أما لدى مقارنة الهجن في الموقع البعلي تراوح عدد الأيام حتى الازهار بين **85.5** يوماً للهجين **G4×G7** (الأكثر تبكيراً) و92 يوماً للهجين **G1×G7** (الأقل تبكيراً). حيث تبين تفوق الطرز الوراثية **G4×G7** و**G2×G3** و**G2×G5**، **G6×G7**، على معظم الطرز المتبقية باستثناء الطرز **G1×G3**، **G2×G6**، **G2×G7**، **G3×G6**، **G1×G4**، **G4×G6**، **G5×G7**. كما لوحظ أن عدد الأيام حتى الازهار لإحدى عشرة طرازاً وراثياً كان أقل من المتوسط العام والذي بلغ (87.48) يوماً (مبكرة) وتراوح بين 87 و85.5 يوم وهي على التوالي **G1×G4**، **G4×G6**، **G5×G7**، **G1×G3**، **G2×G6**، **G2×G7**، **G3×G6**، **G2×G3**، **G2×G5**، **G6×G7**، **G4×G7**. بينما كان أعلى لعشرة طرز وراثية وهي على التوالي **G1×G7**، **G3×G7**، **G4×G5**، **G3×G4**، **G1×G2**، **G1×G5**، **G1×G6**، **G2×G4**، **G3×G5**، **G5×G6** تراوح بين 92 و88 يوماً.

كانت مواعيد الإزهار متقاربة في الموقع المروي بين **88.5** يوماً للهجين **G1×G4** و98 يوماً للهجين **G2×G5**، علماً أن المتوسط العام للطرز المختبرة بلغ (92.43) يوماً، ويلاحظ أن عدد الأيام حتى الازهار لتسعة طرز وراثية (هجن) كان أعلى من المتوسط العام وهي على التوالي **G2×G5**، **G5×G6**، **G5×G7**، **G2×G4**، **G2×G3**، **G4×G5**، **G4×G6**، **G4×G7**، **G6×G7** تراوح بين 98 و92.5 يوماً، أما الطرز المتبقية فقد تراوح بين 92 و88.5 يوم وهي على التوالي **G2×G6**، **G2×G7**، **G3×G6**، **G3×G7**، **G3×G4**، **G1×G7**، **G3×G5**، **G1×G2**، **G1×G6**، **G1×G3**، **G1×G5**، **G1×G4**. حيث كان الطراز الوراثي **G1×G4** الأكثر تبكيراً (88.5 يوماً) وتفوق على معظم الهجن باستثناء الهجينين **G1×G3** و**G1×G5**، بينما الطراز الأقل تبكيراً **G2×G5**، (98 يوم) وتفوقت عليها معظم الطرز باستثناء الطرازين **G5×G6**، **G5×G7**.

الجدول (5): عدد الأيام حتى الإزهار وحتى النضج الفيزيولوجي

الطراز الوراثي	عدد الأيام حتى الازهار / يوم				عدد الأيام حتى النضج الفيزيولوجي/ يوم			
	الموقع المروي		الموقع البعلي		الموقع المروي		الموقع البعلي	
G1	87.5	a	83.0	ab	0.117	a	112.5	a
G2	0.90	a	87.0	d	120.0	a	112.5	a
G3	89.5	a	83.0	ab	121.0	a	113.0	a
G4	90.0	a	86.0	cd	117.5	a	115.0	a
G5	86.0	a	82.5	a	119.5	a	112.5	a
G6	85.0	a	84.5	bc	118.0	a	112.0	a
G7	85.5	a	83.5	ab	116.5	a	115.0	a
المتوسط العام	87.64		84.21		118.5		113.21	
L.S.D 5%	4.338		7.92		6.68		4.338	
G1 × G2	90.0	bc	88.0	bcd	118.0	bc	113.5	abcd
G1 × G3	89.5	ab	86.5	ab	116.0	a	113.5	abcd
G1 × G4	88.5	a	87.0	abc	117.0	ab	112.5	ab
G1 × G5	89.5	ab	88.0	bcd	116.0	a	112.5	ab
G1 × G6	90.0	bc	88.0	bcd	117.0	ab	113.0	abc
G1 × G7	91.0	cd	92.0	e	120.0	def	114.5	bcdef
G2 × G3	94.0	gh	86.0	a	120.5	efg	116.0	efg
G2 × G4	94.5	h	88.0	bcd	121.0	fg	115.0	cdefg
G2 × G5	98.0	i	86.0	a	122.0	gh	115.5	defg
G2 × G6	92.0	def	86.5	ab	116.0	a	117.0	g
G2 × G7	92.0	def	86.5	ab	119.0	cde	116.5	fg
G3 × G4	91.5	de	88.5	cd	117.5	abc	111.5	a
G3 × G5	91.0	cd	88.0	bcd	119.0	cde	113.0	abc
G3 × G6	92.0	def	86.5	ab	118.0	bc	112.5	ab
G3 × G7	92.0	def	89.0	d	119.0	cde	115.5	defg
G4 × G5	93.0	fg	89.0	d	120.5	efg	114.5	bcdef
G4 × G6	93.0	fg	87.0	abc	120.0	def	116.5	fg
G4 × G7	92.5	ef	85.5	a	122.0	gh	115.5	defg
G5 × G6	97.5	i	88.0	bcd	123.0	h	117.0	g
G5 × G7	97.0	i	87.0	abc	118.5	bcd	115.0	cdefg
G6 × G7	92.5	ef	86.0	a	118.0	bc	114.0	bcde
المتوسط العام	92.43		87.48		118.95		114.5	
L.S.D 5%	1.468		1.7		1.616		2.489	

2. قوة الهجين:

يهدف البحث في هاتين الصفتين، وهما عدد الأيام حتى الإزهار وعدد الأيام حتى النضج الفيزيولوجي، إلى تقليل مدة الدورة الحيوية للنبات، وذلك من خلال خفض قيمة الصفة المدروسة. وبما أن الهدف هو تقليل الفترة الزمنية، فإن القيم السلبية لكل من قوة الهجين والقدرة على التوافق تُعد مؤشراً مرغوباً، إذ تعكس قدرة التراكيب الوراثية على إنتاج نباتات تصل إلى مرحلة الإزهار والنضج الفيزيولوجي في وقت أقصر مقارنةً بالآباء أو المتوسط العام للسلالة.

أظهرت نتائج قوة الهجين في الجدول **6**، قيماً سالبة ولكنها غير معنوية بالنسبة للأب الأفضل في الموقع البعلي للمجموعات الهجينة

G2×G3 و**G2×G5**(**-1.15**) لكل منهما و(**-0.58**) للهجين **G4×G7**، و **G2×G6** و**G2×G7** (**-0.57**) أيضاً لكل منهما، في حين أظهر هجين واحد قيمة سالبة غير معنوية في الموقع المروي وهي **G1×G4** (**-1.67**) مشيرة إلى أن المورثات المتحكمة بتوريث الصفة تظهر أثر السيادة الفائقة، بينما لم تظهر قوة الهجين لدى الهجينين **G1×G2** و **G1×G3**، في حين كانت بقية الهجن في كلا الموقعين ذات قيم موجبة غير مرغوبة. وبالنسبة لمتوسط الأبوين كانت جميع الهجن في الموقع البعلي ذات قيم موجبة وهي غير مرغوبة، بينما أظهرت مجموعة واحدة في الموقع المروي قيمة سالبة غير معنوية وهي **G1×G4** (**-0.28**) مشيرة إلى أن المورثات المتحكمة بتوريث الصفة تظهر أثر المورثات ذات الأثر التراكمي.

الجدول (6): قوة الهجين لصفة عدد الأيام حتى الازهار مقارنة بمتوسط الأبوين والأب الأفضل

الموقع المروي				الموقع البعلي				
T BP	BP	T MP	MP	T BP	BP	T MP	MP	الطراز الوراثي
0.00	0	1.32	1.41	1.13	1.15	3.92	3.53 **	G1 × G2
0.00	0	1.05	1.13	3.96	4.22 **	4.58	4.22 **	G1 × G3
-1.37	-1.67	-0.26	-0.28	1.13	1.16	3.27	2.96 **	G1 × G4
1.82	2.29	2.90	3.17 **	5.66	6.02 **	6.87	6.34 **	G1 × G5
2.28	2.86 *	3.95	4.35 **	3.96	4.14 **	5.56	5.07 **	G1 × G6
3.19	4 **	4.74	5.2 **	9.63	10.18 **	11.44	10.51 **	G1 × G7
3.65	4.44 **	4.47	4.74 **	-1.13	-1.15	1.31	1.18	G2 × G3
4.10	5 **	4.74	5 **	1.13	1.15	1.96	1.73	G2 × G4
7.29	8.89 **	10.53	11.36 **	-1.13	-1.15	1.63	1.47	G2 × G5
1.82	2.22	4.74	5.14 **	-0.57	-0.57	0.98	0.87	G2 × G6
1.82	2.22	4.47	4.84 **	-0.57	-0.57	1.63	1.47	G2 × G7
1.37	1.67	1.84	1.95	2.83	2.91 **	5.23	4.73 **	G3 × G4
1.37	1.68	3.42	3.7 **	5.66	6.02 **	6.87	6.34 **	G3 × G5
2.28	2.79 *	5.00	5.44 **	2.26	2.37 *	3.60	3.28 **	G3 × G6
2.28	2.79 *	4.74	5.14 **	6.23	6.59 **	7.52	6.91 **	G3 × G7
2.74	3.33 *	5.26	5.68 **	3.40	3.49 **	6.21	5.64 **	G4 × G5
2.74	3.33 *	5.79	6.29 **	1.13	1.16	2.29	2.05 **	G4 × G6
2.28	2.78 *	5.00	5.41 **	-0.57	-0.58	0.98	0.88	G4 × G7
10.48	13.37 **	12.63	14.04 **	3.96	4.14 **	5.88	5.39 **	G5 × G6
10.03	12.79 **	11.84	13.12 **	3.96	4.19 **	5.23	4.82 **	G5 × G7
6.38	8.19 **	7.63	8.5 **	1.70	1.78	2.62	2.38 **	G6 × G7
		2.0518	T calculated 5%			2.0518	T calculated 5%	

MP قوة الهجين لمتوسط الأبوين، **BP** قوة الهجين للأب الأفضل، **T MP**المحسوبة لمتوسط الأبوين، **T BP** المحسوبة للأب الأفضل

3. القدرة العامة على التوافق:

أظهرت نتائج القدرة العامة على التوافق في الموقع البعلي أن أفضل الطرز الأبوية كان الطراز **G3** حيث كانت القيمة لديه سالبة (**-0.310**) وهذا يشير إلى أن هذا الطراز يملك العدد الأكبر من المورثات ذات الأثر التراكمي والمسؤولة عن تقليل عدد الأيام حتى الازهار. كما أظهرت طرز أخرى قيماً سالبة وهي **G5** (**-0.254**) و**G6** (**-0.254**) و**G7** (**-0.03**)، بينما كانت بقية الطرز ذات قيم موجبة غير مرغوبة. في حين كانت تأثيرات القدرة العامة في الموقع المروي سالبة وعالية المعنوية للطراز **G1**(**-1.818**) وهذا يشير إلى أن هذا الطراز يملك العدد الأكبر من المورثات ذات الأثر التراكمي التي تساهم في تقليل عدد الأيام اللازمة للإزهار، وأظهرت ثلاثة طرز وراثية قيماً سالبة(**-0.318**) **G6**،(**-0.21**) **G7**، (**-0.095**) **G3**، أما بقية الطرز كانت ذات قيم موجبة غير مرغوبة الجدول (7).

4. القدرة الخاصة على التوافق:

في الموقع البعلي كانت نتائج القدرة الخاصة على التوافق سالبة وغير معنوية للهجين **G6×G7 (-0.375)** وهو هجين ناتج من أبوين سالبا القدرة العامة على التوافق وبالتالي التفاعل الوراثي من النمط (تراكمي × تراكمي) وهو هجين مبشر من المتوقع ثبات الصفة، وأظهر الهجين **G1×G4 (-0.319)** قيمة سالبة غير معنوية وهو ناتج من أبوين موجبا القدرة العامة على التوافق وبالتالي التفاعل الوراثي من النمط (لا تراكمي × لا تراكمي)، بينما كانت ستة هجن ذات قيم سالبة وغير معنوية نتجت من أبوين أحدهما عالي القدرة على التوافق والآخر منخفض القدرة أي التفاعل الوراثي من النمط (تراكمي × لا تركمي) وبالتالي من المتوقع حدوث انعزالات وراثية في الأجيال اللاحقة، بينما باقي الهجن كانت ذات قيم موجبة وهي غير مهمة لتحسين هذه الصفة.

أما في الموقع المروي فقد أظهرت الهجن **G2×G5 (4.681**), G5×G6 (5.681**), G5×G7 (5.069**)** قيماً موجبة وعالية المعنوية وهي غير مرغوبة لأنها مسؤولة عن زيادة عدد الأيام اللازمة حتى الازهار، بينما كانت ستة هجن ذات قيم سالبة غير معنوية **G1×G4 (-1.264), G3×G5 (-1.042), G1×G5 (-0.819), G1×G2 (-0.597), G2×G7 (-0.208),** **G2×G6 (-0.097)** وهي هجن نتجت من أبوين أحدهما مرتفع القدرة العامة على التوافق والآخر منخفض القدرة العامة وبالتالي التفاعل الوراثي من النمط (لا تراكمي × تراكمي) ومن المتوقع حدوث انعزالات وراثية في الأجيال اللاحقة. أما بقية الهجن فكانت ذات قيم موجبة معنوية أو غير معنوية لتأثيرات القدرة الخاصة وهي غير مهمة لتحسين هذه الصفة (الجدول 7).

الجدول (7): تأثيرات القدرة العامة والخاصة لصفة عدد الأيام حتى الازهار

الموقع البعلي							
تأثير القدرة العامة على الخلط للآباء		تأثيرات القدرة الخاصة على الخلط للهجن					
		G1	G2	G3	G4	G5	G6
G1	0.246						
G2	0.191	0.903					
G3	-0.310	-0.097	-0.542				
G4	0.413	-0.319	0.736	1.736			
G5	-0.254	1.347	-0.597	1.903	2.181		
G6	-0.254	1.347	-0.097	0.403	0.181	1.847	
G7	-0.03	5.125	-0.319	2.681	-1.542	0.625	-0.375
	آباء	الهجن					
LSD5%	0.40	1.15					
الموقع المروي							
G1	-1.818**						
G2	1.182**	-0.597					
G3	-0.095	0.181	1.681*				
G4	0.349	-1.264	1.736*	0.014			
G5	0.905**	-0.819	4.681**	-1.042	0.514		
G6	-0.318	0.903	-0.097	1.181	1.736*	5.681**	
G7	-0.21	1.792*	-0.208	1.069	1.125	5.069**	1.792*
	آباء	الهجن					
LSD5%	0.49	1.43					

5. مكونات التباين:

تشير قيمة مكونات التباين العائدة للقدرة العامة على التوافق على مكونات التباين العائدة للقدرة الخاصة على التوافق **GCA/SCA**

(0.01) في الموقع البعلي و(0.09) في الموقع المروي إلى زيادة أهمية المورثات التي تظهر أثر المورثات السائدة والمتفوقة. وكانت درجة التوريث العامة عالية في كلا الموقعين (85.73) و(90.24) وهي تشير إلى أهمية التباين الوراثي في توريث هذه الصفة، بينما درجة التوريث الخاصة كانت منخفضة في كلا الموقعين وبلغت (1.62) و(8.46) الجدول **(8)**، وتشير إلى ضعف مساهمة الأثر التراكمي للمورثات في توريث هذه الصفة مقارنة مع المورثات السائدة أو المتفوقة، وبالتالي لا ينصح بممارسة الانتخاب بالاعتماد على الشكل المظهر، وتعتبر الطريقة المثلى لتحسين هذه الصفة هي طريقة التهجين.

الجدول (8): مكونات التباين الوراثي لصفة عدد الأيام حتى الازهار وحتى النضج الفيزيولوجي

مكونات التباين	عدد الأيام حتى الازهار		عدد الأيام حتى النضج الفيزيولوجي	
	الموقع البعلي	الموقع المروي	الموقع البعلي	الموقع المروي
Grand mean	86.66	91.23	114.18	118.84
component GCA	0.04	0.90	0.31	0.47
component SCA	4.92	10.45	1.51	2.82
GCA/SCA	0.01	0.09	0.20	0.17
تباين بيئي	0.78	1.20	1.76	1.38
تباين نمط وراثي	4.69	11.13	3.55	4.51
تباين نمط مظهري	5.47	12.33	5.31	5.89
انحراف النمط المظهري	2.34	3.51	2.30	2.43
BSH	85.73	90.24	66.89	76.52
NSH	1.62	8.46	8.28	9.96
GA	4.13	6.53	3.17	3.83
%GA	4.77	7.16	2.78	3.22

6. عدد الأيام حتى النضج الفيزيولوجي (يوم):

تُعد صفة عدد الأيام حتى النضج الفيزيولوجي من الصفات الفينولوجية المهمة، إذ تُعبر عن الفترة الزمنية اللازمة لوصول البذور إلى أقصى وزن جاف لها واكتمال تراكم المادة الجافة فيها، وتوقف عملية امتصاص العناصر الغذائية من النبات الأم. وتُعتبر هذه المرحلة النقطة الفاصلة التي يبدأ بعدها المحصول في فقدان الرطوبة والوزن، وهي تحدد طول دورة حياة الصنف بشكل دقيق. وتتأثر هذه الصفة بالعوامل الوراثية (تباين الأصناف بين مبكر ومتأخر) والعوامل البيئية، وفي مقدمتها درجة الحرارة وطول النهار، مما يجعلها معياراً أساسياً في برامج التربية لاختيار الأصناف المتكيفة مع طول الموسم الزراعي في كل منطقة. لذلك يبدو من خلال الجدول 5 أن عدد الأيام حتى النضج في الموقع البعلي تراوح بين 112 يوماً للطراز **G6** و115 يوماً للطرازين **G4** و**G7**، وكانت الفروق بين الطرز الوراثية المدروسة غير معنوية عند مستوى **(p<0.05)**، ويلاحظ أن عدد الأيام حتى النضج للطرز **G3**، **G1**، **G2**، **G5**، **G6** تراوحت بين 112 و113 يوماً وهي أقل من المتوسط العام (113.21) يوماً، ولطرازين وراثيين كانت أعلى من المتوسط العام حيث كان 115 يوماً وهما **G4**، **G7**. تراوح عدد الأيام حتى النضج في الموقع المروي بين **116** يوماً لكل من الطرز **G2×G6**، **G1×G3**، **G1×G5** و**123** يوم للطراز **G6 × G5**.

أما في الموقع المروي فقد تراوح متوسط عدد الأيام حتى النضج بين 116.5 يوم للطراز **G7** و**121** يوماً للطراز **G3**، وكانت الفروق بين الطرز الوراثية المدروسة غير معنوية عند مستوى **(p<0.05)**. علماً أن المتوسط العام للطرز المختبرة بلغ (118.5) يوماً، ويلاحظ أن عدد الأيام حتى النضج لأربعة طرز وراثية أقل من المتوسط العام (مبكرة) وتراوحت بين 116.5 و118 يوماً وهي على التوالي **G6**، **G4**، **G1**، **G7**. أما الطرز الثلاثة المتبقية كانت متأخرة تراوحت بين 119.5 و121 يوماً وهي على التوالي

G3، G2، G5.

أما لدى مقارنة متوسطات عدد الأيام حتى النضج للطرز الهجينة المختبرة في الموقع البعلي فقد تراوح بين **111.5** يوماً للهجين **G3×G4** و**117** يوم للهجينين **G2×G6** و**G5×G6**، وتبين تفوق الطراز **G3×G4** على معظم الطرز الهجينة باستثناء **G1×G4، G1×G5، G3×G6، G1×G6، G3×G5، G1×G2، G1×G3**. علماً أن المتوسط العام للطرز المختبرة بلغ (114.5) يوماً، لوحظ أن عدد الأيام حتى النضج لتسعة طرز وراثية أقل من المتوسط العام وتراوحت بين 111.5 و114 يوماً وهي **G6×G7، G1×G2، G1×G3، G1×G6، G3×G5، G1×G4، G1×G5، G3×G6، G3×G4**. أما الطرز المتبقية كانت أعلى أو تساوي المتوسط العام وهي على التوالي **G6 × G2، G5 × G6، G2×G7، G4×G6، G2×G3، G2×G5، G3×G7، G4×G7، G2×G4، G5×G7، G1×G7، G4×G5** وتراوحت بين 117 و114.5 يوماً، الجدول (5).

بينما في الموقع المروي تبين تفوق كل من **G1×G3، G1×G5، G2×G6** على معظم الهجن المدروسة وعدم وجود فروق معنوية بينها. علماً أن المتوسط العام للطرز المختبرة بلغ (118.95) يوماً، ويلاحظ أن عدد الأيام حتى النضج لعشرة طرز وراثية أقل من المتوسط العام (مبكرة) وتراوحت بين 118.5 و116 يوماً وهي على التوالي **G5×G7، G1×G2، G3×G6، G6×G7، G3×G4، G1×G4، G1×G6، G1×G3، G1×G5، G2×G6**. أما الطرز الإحدى عشر المتبقية كانت أعلى من المتوسط العام وهي على التوالي **G6×G5، G2×G5، G4×G7، G2×G4، G2×G3، G4×G5، G1×G7، G4×G6، G2×G7، G3×G5، G3×G7** تراوحت بين 123 و119 يوماً.

7. قوة الهجين:

بينت النتائج وجود اختلافات بين الطرز المدروسة حيث أظهر هجينان قيماً سالبة بناءً على متوسط الأبوين في الموقع البعلي، حيث كانت سالبة وعالية المعنوية للهجين **G3×G4 (-2.19**)** وغير معنوية للهجين **G1×G4 (-1.1)**، بينما أظهرت تسعة هجن قيماً سالبة في الموقع المروي حيث تراوح انحراف متوسط هجن الجيل الأول بين **(-2.52**)** لكلا الهجينين **G1×G3** و**G2×G6**وأقل قيمة سالبة غير معنوية **G1×G4 (-0.21)** مشيرة إلى أن المورثات المتحكمة بتوريث الصفة تظهر أثر المورثات ذات الأثر التراكمي، كما تبين غياب قوة الهجين لدى **G1×G5** و**G3×G6** في الموقع البعلي، و**G2×G3** في الموقع المروي، أما بقية الهجن فكانت ذات قيم موجبة غير مرغوبة. أما بالنسبة لقوة الهجين المحسوبة بناءً على الأب الأفضل فقد أظهرت ستة هجن مزروعة بعلياً قيماً سالبة، حيث تراوح انحراف متوسط الجيل الأول بين أعلى قيمة سالبة ومعنوية **(-3.04*)** لدى الهجين **G3×G4** مشيرة إلى أن المورثات المتحكمة بتوريث الصفة تظهر أثر السيادة الفائقة وأقل قيمة سالبة وغير معنوية **(-0.43)** لدى الهجينين **G1×G7** و**G4×G5**، ولوحظ غياب قوة الهجين لدى كل **G1×G5** و**G2×G4** و**G3×G5** و**G5×G7**، في حين أظهرت ثلاثة عشر هجيناً مزروعة مروياً قيماً سالبة وتراوحت بين أعلى قيمة سالبة وعالية المعنوية **(-4.13**)** لدى الهجين **G1×G3**، مشيرة إلى أن المورثات المتحكمة بتوريث الصفة تظهر اثر السيادة الفائقة، وأقل قيمة سالبة غير معنوية **(-0.41)** لدى الهجين **G2×G3**، ولوحظ غياب قوة الهجين لدى **G6×G7**، بينما كانت باقي المجموعات الهجينة ذات قيم موجبة وهي غير مرغوبة الجدول (9).

الجدول (9): قوة الهجين لصفة عدد الأيام حتى النضج الفيزيولوجي مقارنة بمتوسط الأبوين والأب الأفضل.

	الموقع البعلي				الموقع المروي			
الطراز الوراثي	MP	T MP	BP	T BP	MP	T MP	BP	T BP
G1 × G2	0.89	0.87	0.89	0.75	-0.42	-0.49	-1.67	-1.70
G1 × G3	0.67	0.65	0.44	0.38	-2.52 **	-2.95	-4.13 **	-4.25
G1 × G4	-1.1	-1.09	-2.17	-1.89	-0.21	-0.25	-0.43	-0.43
G1 × G5	0	0.00	0	0.00	-1.9 **	-2.21	-2.93 **	-2.98

-0.85	-0.85	-0.49	-0.43	0.38	0.44	0.65	0.67	G1 × G6
2.55	2.56 *	3.19	2.78 **	-0.38	-0.43	0.65	0.66	G1 × G7
-0.43	-0.41	0.00	0	2.26	2.65 *	2.83	2.88 **	G2 × G3
0.85	0.83	2.21	1.89 **	0.00	0	1.09	1.1	G2 × G4
1.70	1.67	2.21	1.88 **	2.26	2.67 *	2.61	2.67 **	G2 × G5
-3.40	-3.33 **	-2.95	-2.52 **	3.40	4 **	4.14	4.23 **	G2 × G6
-0.85	-0.83	0.74	0.63	1.13	1.3	2.40	2.42 **	G2 × G7
-2.98	-2.89 **	-1.72	-1.47	-2.64	-3.04 *	-2.18	-2.19 **	G3 × G4
-1.70	-1.65	-1.23	-1.04	0.00	0	0.22	0.22	G3 × G5
-2.55	-2.48 *	-1.47	-1.26	-0.38	-0.44	0.00	0	G3 × G6
-1.70	-1.65	0.25	0.21	0.38	0.43	1.31	1.32	G3 × G7
0.85	0.84	1.96	1.69	-0.38	-0.43	0.65	0.66	G4 × G5
1.70	1.69	2.21	1.91 **	1.13	1.3	2.61	2.64 **	G4 × G6
3.83	3.83 **	4.91	4.27 **	0.38	0.43	0.44	0.43	G4 × G7
2.98	2.93 **	4.17	3.58 **	3.40	4 **	4.14	4.23 **	G5 × G6
-0.85	-0.84	0.49	0.42	0.00	0	1.09	1.1	G5 × G7
0.00	0	0.74	0.64	-0.75	-0.87	0.44	0.44	G6 × G7
		2.0518	T calculated 5%			2.0518	T calculated 5%	

MP قوة الهجين لمتوسط الأبوين، **BP** قوة الهجين للأب الأفضل، **T MP** المحسوبة لمتوسط الأبوين، **T BP** المحسوبة للأب الأفضل

8. القدرة العامة على التوافق:

أشـــارت النتائج في الجدول 10 إلى أن أفضـــل الطرز الأبوية كان الطراز **G1** في كلا الموقعين حيث كانت تأثيرات القدرة العامة على التوافق لديه سالبة وعالية المعنوية (**-0.992**) في الموقع البعلي و(**-1.413**) في الموقع المروي، وهذا يشير إلى أن هذا الطراز يملك العدد الأكبر من المورثات ذات الأثر التراكمي التي تساهم في تقليل عدد الأيام حتى النضج. كما كانت تأثيرات القدرة العامة على التوافق ســالبة ومعنوية للطراز **G3** (*0.603-) وســالبة غير معنوية للطراز **G5** (0.103-) في الموقع البعلي، بينما كانت باقي الطرز ذات قيم موجبة معنوية وغير معنوية لا يمكن استخدامها في برامج التربية لتحسين هذه الصفة لأنها تحتوي العدد الأكبر من المورثات الســائدة او المتفوقة المســؤولة عن زيادة عدد الأيام حتى النضــج. كما أظهر الطرازان **G6** و**G7** قيماً ســالبة وغير معنوية في الموقع المروي. أما الطراز **G5** فكانت تأثيرات القدرة العامة لديه موجبة وعالية المعنوية (**0.809**) وهو غير مرغوب، وباقي الطرز ذات قيم موجبة معنوية وغير معنوية لذلك لا يمكن اســـتخدامها في برامج التربية كونها تحتوي العدد الأكبر من المورثات السائدة او المتفوقة المسؤولة عن زيادة عدد الأيام حتى النضج.

9. القدرة الخاصة على التوافق:

أظهرت عدة هجن في الموقع البعلي قيماً سالبة، وكانت سالبة ومعنوية (*2.306-) للهجين **G3×G4** وهو ناتج من أبوين أحدهما منخفض القدرة العامة على التوافق والآخر مرتفع القدرة ، وأن التفاعل الوراثي في هذه الحالة من النمط الوراثي (تراكمي × لا تراكمي)، وســالبة غير معنوية ناتجة من أبوين أحدهما منخفض القدرة العامة على التوافق والآخر مرتفع القدرة والتفاعل الوراثي من النمط الوراثي (تراكمي × لا تراكمي) لأربعة هجن وهي **G1×G2**، **G1×G4**، **G1×G6**، **G3×G6**، والهجين **G6×G7** ذو قيمة ســالبة غير معنوية (**1.083-**) ناتج من أبوين كلاهما موجب القدرة العامة على التوافق والتفاعل الوراثي من النمط (لا تراكمي × لا تراكمي)، ومن المتوقع حدوث انعزالات وراثية في الأجيال اللاحقة لتلك المجموعات. وكان الهجينين **G1×G5** (0.583-) و**G3×G5** (0.472-) ذوا قيم سالبة غير معنوية ناتجة من أبوين كلاهما منخفض القدرة العامة على التوافق وهما هجينان مبشران والتفاعل الوراثي من النمط (تراكمي × تراكمي)، ومن المتوقع توريث الصـــفة وثباتها بعد عدد قليل من دورات الانتخاب للأجيال الانعزالية. في حين كانت بقية الهجن ذات قيم موجبة غير مرغوبة لتحسين هذه الصفة.

في الموقع المروي أظهرت اثنتا عشر هجيناً قيماً سالبة، وكان الهجينين **G1×G5** و**G2×G6** ذوا قيم سالبة وعالية المعنوية وهي ناتجة من أبوين أحدهما مرتفع القدرة العامة على التوافق والآخر منخفض وبالتالي التفاعل الوراثي من النمط الوراثي (تراكمي × لا تراكمي) فمن المتوقع حدوث انعزالات وراثية في الأجيال اللاحقة. والهجين **G3×G4** ذا قيمة ســـالبة ومعنوية ناتجة عن أبوين كلاهما موجب القدرة العامة على التوافق وبالتالي التفاعل الوراثي من النمط (لا تراكمي × لا تراكمي)، وتعتبر مجموعة غير مبشرة. في حين كان الهجينين **G1×G6 (-0.125)** و**6G(-0.403) G7**× ناتجان من أبوين مرتفعا القدرة العامة على التوافق، وهما مجموعتان مبشرتان ينصـح بمتابعة العمل عليهما والتفاعل الوراثي من النمط (تراكمي × تراكمي)، في حين كانت بقية الهجن ذات قيم سالبة غير معنوية أو موجبة وهي غير مهمة لتحسين هذه الصفة. الجدول **(10)**.

الجدول (10): يبين تأثيرات القدرة العامة والخاصة لصفة عدد الأيام حتى النضج الفيزيولوجي

الموقع البعلي							
تأثير القدرة العامة على الخلط للآباء		تأثيرات القدرة الخاصة على الخلط للهجن					
		G1	G2	G3	G4	G5	G6
G1	-0.992**						
G2	0.564	-0.250					
G3	-0.603*	0.917	1.861*				
G4	0.230	-0.917	0.028	-2.306*			
G5	-0.103	-0.583	0.861	-0.472	0.194		
G6	0.064	-0.250	2.194*	-1.139	2.028*	2.861**	
G7	0.84**	0.472	0.917	1.083	0.250	0.083	-1.083
	آباء	**الهجن**					
LSD5%	0.59	1.73					
الموقع المروي							
G1	-1.413**						
G2	0.643*	-0.069					
G3	0.143	-1.569*	0.875				
G4	0.254	-0.681	1.264	-1.736*			
G5	0.809**	-2.236**	1.708*	-0.792	0.597		
G6	-0.302	-0.125	-3.181**	-0.681	1.208	3.653**	
G7	-0.13	2.708**	-0.347	0.153	3.042**	-1.014	-0.403
	آباء	**الهجن**					
LSD5%	0.53	1.53					

10. مكونات التباين:

بلغت قيمة مكونات التباين العائدة للقدرة العامة على التوافق على القدرة الخاصة على التوافق **GCA/SCA** في الموقع البعلي **(0.20)** وفي الموقع المروي **(0.17)** وهذا يشير إلى أهمية المورثات التي تظهر أثر المورثات السائدة والمتفوقة. وكانت قيمة درجة التوريث العامة مرتفعة في كلا الموقعين وبلغت **(66.89)** في الموقع البعلي و(79.52) في الموقع المروي وهي تشير على أهمية التباين الوراثي في توريث هذه الصفة، بينما كانت درجة التوريث الخاصة منخفضة في كلا الموقعين وبلغت في الموقع البعلي **(8.28)** وفي الموقع المروي **(9.96)** الجدول (8)، وهي تشير إلى قلة مساهمة الأثر التراكمي للمورثات في توريث هذه الصفة بالمقارنة مع المورثات السائدة أو المتفوقة وبالتالي لا ينصح بممارسة الانتخاب بالاعتماد على الشكل المظهري، وتعتبر طريقة التهجين هي الطريقة المثلى لتحسين هذه الصفة.

الاستنتاجات:

1. نستنتج مما سبق أن الهجين G4×G7 الأكثر تبكيراً بينما الهجين G1×G7 كان الأكثر تأخيراً بالنسبة لصفة عدد الأيام حتى الازهار. وبالنسبة لصفة التبكير في النضج الفيزيولوجي فقد كان الهجين G3×G4 الأكثر تبكيراً بينما الهجينين G2×G6 وG5×G6 متأخرين في النضج.
2. لوحظ تفوق كل من الهجينين G2×G3 وG2×G5 لصفة عدد الأيام حتى الإزهار، والهجين G3×G4 لصفة عدد الأيام حتى النضج وذلك على متوسط الأب الأفضل في الموقع البعلي.
3. لوحظ امتلاك الطراز الأبوي G1 قدرة عامة عالية على التوافق في الموقع المروي بالنسبة لصفة عدد الأيام حتى الازهار، وفي كلا الموقعين بالنسبة لصفة عدد الأيام حتى النضج.
4. لوحظ امتلاك الهجين G6×G7 قدرة خاصة عالية على التوافق لصفة عدد الأيام حتى الازهار في الموقع البعلي، وفي صفة عدد الأيام حتى النضج امتلك قدرة خاصة عالية على التوافق كل من الهجينين G1×G5 وG3×G5 في الموقع البعلي والهجين G1×G6 في الموقع المروي.

التوصيات:

1. التركيز على الطرز الوراثية المبكرة في الازهار وهي الهجين G1×G4 وفي النضج الهجين G3×G4.
2. متابعة العمل على الطرز الأبوية المتحملة للجفاف والتي تميزت بقدرة عامة عالية على التوافق وهي **G1** لصفة عدد الأيام حتى الازهار و**G1** و**G3** لصفة عدد الأيام حتى النضج.
3. كما يجب متابعة العمل على الهجن التي تفوقت على متوسط الأب الأفضل في ظروف الجفاف وهي G2×G3 وG2×G5 لصفة التبكير في الازهار، وG3×G4 لصفة التبكير في النضج. كما تميز الهجين G6×G7 لصفة التبكير في الازهار، والهجن G1×G5 وG3×G5 لصفة التبكير في النضج بقدرة خاصة عالية على التوافق وهي مجموعات مبشرة.

المراجع:

القصير، حنين. (2019) تقييم بعض سلالات البازلاء العلفية ودراسة مؤشرات الجفاف لها. رسالة ماجستير، كلية الهندسة الزراعية، جامعة حلب، ص: 16-36.

Ahmadi, J., Vaezi, B. and Pour-Aboughadareh, A. (2015). Assessment of Heritability and Relationships among Agronomic characters in Grasspea (*Lathyrus sativus* L.) under rainfed conditions. Biharean Biologist 9: 29-34.

Burton, G. W. (1951). Quantitative inheritance in Pearlmillet (Pennisetum Glaucum). Agron. J. 46, 409-417.

Campbell, C. G., (1997). Grass pea: Lathyrus sativus L. International Plant Genetic Resources Institute (IPGRI), Rome; Italy, 92p.

Dejene Girma and Lijalem Korbu, (2012). Genetic improvement of grasspea (*Lathyrus sativus*) in Ethiopia: an unfulfilled promise. *Plant Breeding*, 131: 231-236.

Dikshit, N., Nizar, M.A. and Sivaraj, N. (2014). Phenotypic variability in grasspea (*Lathyrus ativus* L.) germplasm of Vidarbha region of Maharashtra, India. Legume Research 37: 556-558.

Grela, E.R., Rybinski, W., Klebaniuk, R. and Matras, J. (2010). Morphological characteristics of some accessions of grass pea (Lathyrus sativus L.) grown in Europe and nutritional traits of their seeds. Genetic Resources and Crop Evolution 57: 693-701.

Griffing, B., (1956). Concept of general and specific combining ability in relation to diallel system. Aust. J. Bio. Sci. 9:463-493.

Hillocks, R.J. and Maruthi, M.N. (2012). Grass pea (*Lathyrus sativus*): Is there a case for further crop improvement? Euphytica 186: 647-654. https://www.bighaat.com/blogs/kb/forage-crops-and-its-importance-in-agriculture.

Khawaja, I. ; H.I.T. Khawaja, I. Ullah, N.U. Raja, A.M. Khushk, (1993). Lathyrism in Pakistan: a preliminary survey. H.K.M. Yusuf, F. Lambein (Eds.), *Lathyrus sativus* and Human Lathyrism: Progress and Prospects: Proceedings of the Second International Colloquium on Lathyrus/Lathyrism, December 10–12, Dhaka, University of Dhaka, Dhaka (1995), pp. 55-62.

Lazányi, J., (2000). Grass pea and green manure effects in the Great Hungarian Plain. Univ. West. Aust., Centre Leg. Med. Agric., Lathyr. Lathyrism Newsletter, 1

Nasri, M., Zahedi., H., Tohidi Moghadam., H.R., Ghooshchi. F. and Paknejad. F. (2008). Investigation of water stress on macroelementsin Canola genotypes leaf (Brassica napus). American Journal of Agricultural and Biological Sciences., 3(4): 669-672.

Parihar, A.K., Dixit, G.P. and Singh, D. (2015). Genetic Variability Analysis for Quantitative Traits in a Germplasm set of Grasspea (*Lathyrus* spp.). Legume Research 38: 461-464.

Polignano, G.B., Uggenti, P., Olita, G., Bisignano, V., Alba, V. and Perrino, P. (2005). Characterization of grasspea (*Lathyrus sativus* L.) entries by means of agronomically useful traits. Lathyrus Lathyrism Newsletter 4: 10-14.

Rahman, S., Molla, M.R., Nazim-ud-Dowla, M.A.N., Rasul, M.G. and Mian, M.A.K. (2010). Assessment of Genetic Diversity in Grasspea (*Lathyrus sativus* L.) Genotypes using Morphological Markers. Academic Journal of Plant Sciences 3: 85-91.

Singh, P. and Narayanan, S.S. (1997). Biometrical Techniques in Plant Breeding. Kalyani Publishers. New Delhi, India.

Singh, R.K. and B.D. Chaudhary., (1985). Biometrical methods in quantitative genetic analysis. Rev. (Ed). Kalyani Publishers, Ludhiana, India. P.P. 318.

Talukdar, D. and Biswas, A.K. (2008). Variability, Heritability and Scope of Selection for some Quantitative Traits in Induced Mutant Lines of Grasspea (*Lathyrus sativus* L.). International Journal of Plant Sciences 3: 528-530.

Turk, M., Albayrak, S. and Celik, N. (2007). Estimates of Broad-sense Heritability for Seed yield and Yield Components of Grasspea (*Lathyrus sativus* L.). Turkey Journal of Agriculture and Forestry 31: 155-158.

Vaz Patto, M.C., Skiba., B., Pang., E.C.K., Ochatt., S.J., Lambein. F .and Rubiales. D. (2006). Lathyrus improvement for resistance against biotic and abiotic stresses: From classical reeding to marker assisted selection. Euphytica., 147: 133–147.

Warner, J. N. (1952). A method for estimating heritability. Agron. J. 44,427-430.

Wu, L., Marcelis, L. F. M., Kong, F., & Zhu, Y. (2023). Editorial: Flowering time control in agricultural and horticultural crops, volume II. Frontiers in Plant Science, 14, 1183355.

Wuletaw, T. and Endashaw, B. (2002). Variation and Association Analysis in Grasspea (*Lathyrus sativus* L.). SINET: Ethiopian Journal Sciences 25: 191-204.

Wuletaw, T. and Endashaw, B. (2003). Variation and association of morphological and biochemical characters in grass pea (*Lathyrus sativus* L.). Euphytica 130: 315-324.

Study of the Genetic Behavior of Some Phenological Traits of Grass Pea Hybrids

Hanin Alkasser[1*], Mohammad Jamal Hamandoush[1], Ahmad Shams Alden Shaaban[1] and Abdullah Alyoussef[2]

[1] Department of Field Crops, Faculty of Agricultural Engineering, Aleppo University, Aleppo, Syria.

[2] Aleppo Research Center, General Commission for Agricultural Scientific Research, Syria.

(*Corresponding author: Hanin Alkasser, Email: haninalkaseer92@gmail.com)

Received: 23/01 /2026 **Accepted:** 2/ 08/ 2026

Abstract

The study was conducted during the 2020–2024 seasons at the Hamimah (Aleppo) and Al-Karim (Salamiyah) stations, affiliated with the General Commission for Scientific Agricultural Research (GCSAR), across two sites: rainfed and irrigated. A randomized complete block design (RCBD) with three replications was used to evaluate heterosis, general combining ability (GCA), and specific combining ability (SCA) for phenological traits in grass pea (Lathyrus sativus). The plant material included seven parental lines and 21 hybrids resulting from a half-diallel crossing. At the rainfed site: The hybrid G4×G7 was the earliest (85.5 days), while the hybrids G2×G3 and G2×G5 exhibited negative heterosis (−1.15) for days to flowering, based on the better-parent (BP) heterosis. The parent G3 was distinguished by a high positive GCA for earliness of flowering, whereas the hybrid G6×G7 recorded a high SCA. For days to physiological maturity, the hybrid G3×G4 was the earliest maturing (111.5 days) and showed significant negative heterosis. The parent G1 exhibited a high GCA, and the hybrids G1×G5 and G3×G5 displayed high SCA, with an expectation of trait stability in subsequent generations. At the irrigated site: The hybrid G1×G4 was the earliest (88.5 days) and was the only hybrid that recorded a negative heterosis value for days to flowering, with parent G1 exhibiting a high GCA but no promising hybrids identified. For days to physiological maturity, the three hybrids G1×G3, G1×G5, and G2×G6 were the earliest (116 days). The hybrid G1×G3 showed negative heterosis based on both better-parent (BP) and mid-parent (MP) values, while G2×G6 showed negative heterosis based on mid-parent only. Parent G1 possessed a high GCA, and the hybrid G1×G6 exhibited a high SCA, with an expectation of trait stability in future generations.

Keywords: hybrid vigor, general combining ability, specific combining ability, genotypes, hybrid, grass pea.