

السلوك الوراثي للكتلة الحيوية والغلة البذرية ودليل الحصاد لهجن من البازلاء العلفية

حنين القصير^{1*} و محمد جمال حمندوش¹ و أحمد شمس الدين شعبان¹ و عبد الله اليوسف²



¹ قسم المحاصيل الحقلية، كلية الهندسة الزراعية، جامعة حلب.

² الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية، مركز بحوث حلب.

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

تاريخ القبول: 2026 / 6 / 21

تاريخ الاستلام: 2026/1 / 23

الملخص

نُفذت التجربة خلال المواسم 2020-2024 في محطتي حميمة (حلب) والكريم (سلمية) بموقعين: مجهد (بعلي) وغير مجهد (مروي)، باستخدام تصميم القطاعات العشوائية الكاملة بثلاثة مكررات. هدفت الدراسة إلى تقدير قوة الهجين والمقدرة العامة والخاصة ومكونات التباين لصفات الغلة البذرية والكتلة الحيوية ودليل الحصاد في سبع سلالات من البازلاء العلفية و 21 هجيناً ناتجاً عنها بنظام التهجين نصف التبادلي. أظهرت النتائج تميز الهجين $G2 \times G7$ بارتفاع الغلة البذرية في كلا الموقعين وبلغت (3620 كغ/هـ) مروبياً و(3150 كغ/هـ) بعلياً، مع قوة هجين معنوية بالنسبة لمتوسط الأبوين (في الموقعين البعلي والمروي) ولأب الأفضل (في الموقع البعلي فقط). كما تميز الهجين $G6 \times G7$ بقوة هجين للأب الأفضل في الموقع المروي. بالنسبة للكتلة الحيوية، تميز الهجين $G2 \times G7$ في الموقع البعلي (11045 كغ/هـ) وبقوة هجين بالنسبة لمتوسط الأبوين ومتوسط الأب، والهجين $G2 \times G5$ في الموقع المروي (20250 كغ/هـ) وبقوة هجين بالنسبة لمتوسط الأبوين ومتوسط الأب الأفضل، بينما لم تُسجل قوة هجين لدليل الحصاد. في المقدرة العامة على التوافق، امتلك الأبوان $G2$ و $G7$ قيمةً موجبة وعالية المعنوية للغلة البذرية والكتلة الحيوية في الموقع البعلي. في الموقع المروي، تميز $G6$ للغلة البذرية، و $G2$ و $G3$ و $G5$ للكتلة الحيوية. أما دليل الحصاد فتميز فيه $G6$ بعلياً، و $G2$ و $G7$ و $G4$ مروبياً. أما المقدرة الخاصة على التوافق، فتفوق الهجين $G2 \times G7$ للغلة البذرية والكتلة الحيوية في الموقع البعلي. وفي الموقع المروي، تميزت هجن متعددة $G2 \times G3$ ، $G2 \times G5$ ، $G2 \times G6$ للكتلة الحيوية، و $G2 \times G6$ ، $G2 \times G7$ ، $G6 \times G7$ للغلة البذرية، بالإضافة إلى $G2 \times G7$ ، $G6 \times G7$ لدليل الحصاد، دون ظهور هجن مباشرة في الموقع البعلي.

الكلمات المفتاحية: قوة الهجين، القدرة العامة على التوافق، القدرة الخاصة على التوافق، الطرز الوراثية، الهجين، البازلاء العلفية.

المقدمة:

تُعد البقوليات من أهم المحاصيل الزراعية في العالم لما لها من دور مزدوج في توفير الغذاء الغني بالبروتين النباتي وتحسين خصوبة التربة، عبر تثبيت النيتروجين الجوي، مما يجعلها ركيزة أساسية في النظم الزراعية المستدامة (FAO, 2016). ومن بين هذه البقوليات، يبرز محصول البازلاء العلفية (*Lathyrus sativus* L) باعتباره أحد المحاصيل المهمة نسبياً ولكنه يتمتع بقدرات تكيفية عالية مع الظروف البيئية القاسية مثل الجفاف والتربة الفقيرة، الأمر الذي يجعله خياراً استراتيجياً في المناطق الهامشية وشبه الجافة (Campbell, 1997) (Kumar et al, 2011). تُستخدم البازلاء العلفية كعلف للحيوانات وكسماد أخضر عند حرثها في التربة، حيث تساهم في تحسين إنتاجية محاصيل الحبوب اللاحقة مثل القمح والشعير (Sarker and Siddique, 2008). أثبتت معظم الدراسات مثل (Polignano et al, 2009) (Sarker and Sharma, 2003) وجود تباين وراثي واسع في الصفات الإنتاجية مثل الكتلة الحيوية ومتوسط وزن النبات، مما يتيح فرصاً كبيرة للانتقاء والتحسين الوراثي.

تم تسجيل قيم عالية لمعامل التوريث في صفات (الغلة الحيوية، طول الجزء الحامل للقرون، إنتاج البذور / نبات، عدد القرون / نبات، عدد القرون الممتلئة، معامل الحصاد (%، محتوى ODAP، ووزن المئة بذرة). وتشير هذه النتائج إلى أن هذه الصفات تخضع لتأثير المورثات التراكمية، مما يعني أن تحسين الإنتاج يمكن تحقيقه من خلال الانتخاب لهذه الصفات. (Ranjan et al, 2007) (Kumar and Dubey, 2010) (Jeberson et al, 2018) أظهرت دراسات مثل Rahman وآخرون (2013) أن دليل الحصاد حساس جداً لتغيرات البيئة، بينما الكتلة الحيوية أكثر ثباتاً نسبياً عبر المواقع والمواسم، وأن بعض السلالات تمتلك ثباتية وراثية عالية في إنتاج الكتلة الحيوية عبر مواقع مختلفة، بينما دليل الحصاد كان أكثر تقلباً. وهذا يبرز أهمية اختيار سلالات ذات ثباتية بيئية عند التحسين الوراثي للصفات الكمية. كما أظهرت بعض السلالات قدرة أعلى على تحويل الكتلة الحيوية إلى بذور، مما تسبب في زيادة قيمة دليل الحصاد، وهذا يشير إلى وجود جينات مسؤولة عن تنظيم توزيع المادة الجافة بين الأجزاء الخضرية (الأوراق والساق) والشرية (القرون) (Kumar and Gupta, 2012). بينت الدراسات أن الإجهاد المائي يقلل من قيمة دليل الحصاد بشكل أكبر من تأثيره على الكتلة الحيوية، وأظهرت السلالات المقاومة للجفاف قدرة نسبية على الحفاظ على وزن النبات الفردي حتى تحت ظروف الإجهاد (Sarker and Siddique, 2008). كما لاحظ (Campbell, 1997) أن زيادة الكتلة الحيوية قد تؤدي أحياناً إلى انخفاض قيمة دليل الحصاد بسبب زيادة النمو الخضري على حساب النمو الثمري (البذري). تشير العديد من الدراسات أن لوجود تنوع كبير في الطرز الوراثية للباذلاء العلفية في صفات ارتفاع النبات، عدد الأيام حتى 50% من الإزهار، عدد القرون / نبات، عدد الأيام حتى النضج، غلة البذور / نبات، الكتلة الحيوية وغلة البذور / هكتار ويمكن تحسين هذه الصفات من خلال الانتخاب والتجهين (Ahmadi et al, 2015) (Parihar et al, 2015) (Wuletaw and Endashaw, 2002) (Wuletaw and Endashaw, 2010) (Rahman et al, 2010) (Dikshit et al, 2014) (2003).

مواد البحث وطرقه:

1. **المادة النباتية:** تم زراعة 7 سلالات من البازلاء العلفية (*Lathyrus sativus*) والتي أثبتت كفاءتها الإنتاجية في بحث الماجستير الذي قمت به (القصير، 2019)، وتم ترميزها من G1 حتى G7 كما هو موضح بالجدول (1) حسب إيكاردا (المركز الدولي للبحوث الزراعية في المناطق الجافة).

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

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

2. **موقع البحث:** تمت زراعة الطرز التجريبية في محطة بحوث حميمة التابعة لمركز البحوث العلمية الزراعية في حلب لموسم 2020 - 2021، وفي محطة بحوث الكريم في سلمية التابعة لمركز البحوث العلمية الزراعية في حماه لمواسم 2021-2022 و 2022-2023 و 2023-2024.

خطوات العمل:**1. الموسم الأول 2020 - 2021 في محطة بحوث حميمة:**

- **تحضير الأرض:** تمت حراثة الأرض في نهاية شهر تشرين الثاني، ثم تم تخطيط الأرض وفق تصميم القطاعات العشوائية الكاملة بثلاثة مكررات وتقسيمها إلى قطع تجريبية. تألفت كل قطعة تجريبية من 4 خطوط بطول 4 م، والمسافة بين الخطوط 30 سم، أي بمساحة 4.8 م². زُرِع في كل قطعة تجريبية 200/ بذرة يدوياً في الموعد المناسب بعمق 3-5 سم. تم زراعة التجربة على ثلاثة مواعيد: الموعد الأول 2020/12/13، والموعد الثاني 2020/12/23، والموعد الثالث 2021/01/06

• العمليات الزراعية:

- التعشيب: تم إجراء تعشيب يدوي مرتين منذ بداية الانبات حتى بداية الازهار.
- الري: تم إعطاء رية إنبات أولى بتاريخ 2021/01/07، وريّة تكميلية أولى بتاريخ 2021/04/11، ثم رية تكميلية ثانية 2021/04/20

• التهجين:

- أجريت عملية التهجين وفق برنامج تهجين نصف تبادلي (half diallel)، تم خصي الأزهار في مرحلة التبرعم، وذلك عندما أخذت البراعم حجمها النهائي وقبل تلون التويجات بألوانها الحقيقية. أستخدم الملقط لإبعاد الزورق، حيث نباعد بين الأوراق التوجيهية ونستأصل الأسدية العشرة ثم يعاد الزورق إلى حالته الأولى. ترك على النبات الواحد من 2-3 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 المخصصة. ثم تم عزلها بأكياس ورقية خاصة عليها بطاقة كُتب عليها اسم الأب واسم الأم وتاريخ التهجين. وفي نهاية الموسم تم حصاد النباتات للحصول على البذار الهجين. (Fehr and Hadley, 1980)

• الحصاد:

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

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

- **تحضير الأرض:** تمت زراعة التجربة وفق التصميم المذكور مسبقاً على ثلاثة مواعيد: الموعد الأول 2021/12/21، والموعد الثاني 2021/12/29، والموعد الثالث 2022/01/04
- **العمليات الزراعية:**

- التسميد: تم إضافة السماد الفوسفاتي حوالي 20 غ للقطعة التجريبية الواحدة عند الزراعة.
- التعشيب: تم إجراء تعشيب يدوي مرتين منذ بداية الانبات حتى بداية الازهار.
- الري: تم إعطاء رية إنبات أولى بتاريخ 2022/01/09، وريّة تكميلية أولى بتاريخ 2022/04/12، ثم رية تكميلية ثانية 2021/04/20
- **التهجين:** أجريت عملية التهجين وفق برنامج تهجين نصف تبادلي كما هو مذكور.
- **الحصاد:** تم حصاد الآباء والهجن الناتجة عند اصفرار أكثر من 50 % من النباتات بتاريخ 2022/05/20.

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

- **تحضير الأرض:** تمت زراعة التجربة على ثلاثة مواعيد: الموعد الأول 2022/11/28، والموعد الثاني 2022/12/05، والموعد الثالث 2022/12/12
- **العمليات الزراعية:**
 - التعشيب: تم إجراء تعشيب يدوي مرتين منذ بداية الانبات حتى بداية الازهار.
 - الري: تم إعطاء رية إنبات أولى بتاريخ 2022/12/04، ورية ثانية بتاريخ 2022/12/12
 - رش المبيدات: تم الرش بتاريخ 2023/03/01
- **التهجين:** أجريت عملية التهجين وفق برنامج تهجين نصف تبادلي المذكور سابقاً.
- **الحصاد:** تم حصاد الآباء والهجن الناتجة عند اصفرار أكثر من 50 % من النباتات بتاريخ 2023/05/09.

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

- **تحضير الأرض:** تم زراعة الآباء والهجن الناتجة من عمليات التهجين السابقة في موقعين أحدهما مروي والآخر بعلي وفق التصميم المذكور سابقاً: موعد زراعة الموقع المروي 2024/01/03، وموعد زراعة الموقع البعلي 2024/01/08
- **العمليات الزراعية:**
 - التعشيب: تم إجراء تعشيب يدوي في نهاية شهر آذار.
 - الري: تم إعطاء رية إنبات أولى بتاريخ 2024/01/11، وري الموقع المروي 2024/04/04، ورية ثانية 2024/04/24
 - رش المبيدات: تم الرش بتاريخ 2023/03/01، ومرة ثانية مبيدات وأسمدة ذوابة بتاريخ 2024/04/20.
- **الصفات المدروسة:**
 - تم تحديد عشر نباتات بشكل عشوائي من منتصف القطعة التجريبية لحساب متوسط وزن النبات (غ).
 - عند النضج الفيزيولوجي، تم حساب كل من:
 - إنتاجية الكتلة الحيوية في وحدة المساحة كغ / هـ.
 - دليل الحصاد.
- **الحصاد:** تم حصاد الآباء والهجن الناتجة عند اصفرار أكثر من 50 % من النباتات بتاريخ 2024/05/06 للموقع المروي وبتاريخ 2024/05/07 للموقع البعلي.

التحليل الإحصائي:

- تم تحليل النتائج باستخدام برنامج Genstat v12.0 لتحليل التباين إلى مصادره وفصل المتوسطات للسلاطات المدروسة وتحديد معنوية القيم للصفات المدروسة على مستوى معنوية (5%).
- وتم الحصول على التباين الوراثي والتباين الكلي من أجل حساب معامل التوريث بالمفهوم الواسع لكل صفة من الصفات المدروسة.

التحليل الوراثي:

1. **التحليل نصف التبادلي:** 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 باستخدام برنامج Agrobases.

3. **قوة الهجين:** قدرت النسبة المئوية لقوة الهجين لقوة الهجين بناءً على متوسط الأب الأفضل في قيمة الصفة من المعادلة:

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

أما النسبة المئوية لقوة الهجين بناءً على متوسط الأبوين فقدرت حسب المعادلة:

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

تم اختبار معنوية قوة الهجين باستخدام اختبار T عند مستوى معنوية 5% و 1% حسب المعادلات:

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

$$LSD(MP) = 0.01 T (2 Mse / 2r)^{1/2}$$

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

$$LSD(BP) = 0.01 T (2 Mse / 2r)^{1/2}$$

4. **درجة التوريث ومكونات التباين الوراثي:**

تعبّر درجة التوريث العامة عن التباين الوراثي إلى التباين الكلي أو المظهري وفق النموذج الرياضي التالي (Burton, 1951)

$$H(Bs)\% = (Vg / Vp) \times 100 \quad (\text{Singh and Chaudhary, 1985})$$

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:

$$Vg = (MS2 - MS3) / R$$

وحسب 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): $H(Ns)\% = (Va / Vp) \times 100$ Va التباين العائد للفعل التراكمي للمورثات.

النتائج والمناقشة:

1. **متوسط الغلة البذرية في وحدة المساحة كغ/هـ:**

تعد صفة الغلة البذرية في وحدة المساحة من أهم المؤشرات الاقتصادية والزراعية، كما تعد هدفاً رئيساً في برامج التربية لتطوير أصناف محسنة وتقييم كفاءة الأصناف الموجودة، فهي انعكاس للتكامل مع الصفات الأخرى ونجاح الممارسات الزراعية مثل الري والتسميد ومكافحة الآفات. (Brar, 2018) (Sharma, 2016)

تراوح متوسط إنتاجية البذور في وحدة المساحة في الموقع المروي بين 2405 كغ/هـ للطراز الوراثي G2 و 1335 كغ/هـ للطراز الوراثي G4. ولدى مقارنة متوسطات إنتاجية البذور للطرز المختبرة باستخدام قيمة أقل فرق معنوي L.S.D عند مستوى 5% (433.2) تبين تفوق الطراز G2 على جميع الطرز الوراثية المختبرة، كما تفوق الطراز G6 على G1، G7 و G4 بينما لم تظهر

فروق معنوية بينه وبين G5 و G3. وقد بلغ المتوسط العام لإنتاجية البذور (1672) كغ/هـ، ويلاحظ أن متوسط إنتاجية البذور للطرزين G2 و G6 أعلى من المتوسط العام حيث كانت 2405 و 1895 كغ/هـ على التوالي، بينما كان المتوسط للطرز الخمسة المتبقية أقل من المتوسط العام وهي على التوالي G5، G3، G1، G7، G4 وقد تراوح بين 1625 و 1335 كغ/هـ. أما في الموقع البعلي فقد تراوح متوسط إنتاجية البذور في وحدة المساحة بين 1370 كغ/هـ للطرز الوراثي G3 و 855 كغ/هـ للطرز الوراثي G2، وكانت الفروق بين الطرز المدروسة غير معنوية ($P < 0.05$). ولدى مقارنة إنتاجية البذور باستخدام قيمة أقل فرق معنوي L.S.D عند مستوى 5% (685.3) تبين عدم وجود فروق معنوية. علماً أن المتوسط العام لإنتاجية البذور في وحدة المساحة بلغ 1036 كغ/هـ، ويلاحظ أن المتوسط لكل من الطرازين G3 و G7 أعلى من المتوسط العام وقد بلغ 1370 و 1255 كغ/هـ على التوالي، بينما كان المتوسط للطرز الخمسة المتبقية أقل من المتوسط العام وهي G6، G5، G4، G1، G2 وقد تراوح بين 1000 و 855 كغ/هـ (الجدول 2).

الجدول (2): يبين إنتاجية الكتلة الحيوية والبذور في وحدة المساحة ودليل الحصاد

الطرز				إنتاجية البذور كغ / هـ				متوسط إنتاجية الكتلة الحيوية في وحدة المساحة كغ / هـ				دليل الحصاد	
الوراثي				الموقع المروي		الموقع البعلي		الموقع المروي		الموقع البعلي		الموقع المروي	
G1	c	1460	a	880	cd	5525	a	3140	bc	26.37	a	28	a
G2	a	2405	a	855	abc	7240	a	2380	b	33.02	a	35.8	a
G3	bc	1560	a	1370	a	8625	a	3870	d	17.98	a	35.6	a
G4	c	1335	a	920	e	3320	a	2845	a	40.26	a	32.5	a
G5	bc	1625	a	970	ab	8195	a	2945	cd	19.77	a	32.8	a
G6	b	1895	a	1000	bcd	6240	a	2400	b	31.01	a	51.8	a
G7	c	1425	a	1255	de	4620	a	4315	b	30.95	a	29	a
L.S.D		433.2		685.3		1983.1		2191.4		6.715		36.1	
G1 × G2	jk	910	kl	750	n	6905	hij	6625	jk	13.183	hi	11.34	hi
G1 × G3	i	1100	gh	975	n	6900	j	6360	gh	15.927	f	15.33	f
G1 × G4	l	810	kl	725	q	4915	n	3980	fg	16.482	de	18.24	de
G1 × G5	m	715	lm	640	p	5795	l	4935	kl	12.337	gh	12.97	gh
G1 × G6	m	695	lm	625	o	6410	m	4405	m	10.834	fg	14.22	fg
G1 × G7	gh	1265	g	1085	f	9545	d	8350	ij	13.253	gh	13.00	gh
G2 × G3	d	2420	c	2210	b	19625	b	9905	kl	12.331	bc	22.31	bc
G2 × G4	g	1320	g	1070	ij	8720	ghij	6690	h	15.136	ef	16.03	ef
G2 × G5	c	2670	b	2420	a	20250	b	9865	jk	13.185	b	24.53	b
G2 × G6	b	3070	d	1800	c	16115	b	9620	d	19.051	d	18.71	d
G2 × G7	a	3620	a	3150	d	13600	a	11045	a	26.618	a	28.52	a
G3 × G4	h	1230	ghi	945	m	7220	kl	5250	ef	17.034	de	18.01	de
G3 × G5	j	940	ijk	820	l	7695	k	5480	l	12.215	fg	14.97	fg
G3 × G6	kl	835	kl	690	j	8605	ij	6585	n	9.702	ij	10.48	ij
G3 × G7	f	1595	g	1060	ghi	8935	ghi	6795	e	17.851	f	15.61	f
G4 × G5	e	1780	e	1535	hi	8900	fgh	7025	c	19.999	c	21.85	c
G4 × G6	f	1570	f	1380	g	9145	e	7595	ef	17.164	de	18.17	de
G4 × G7	l	825	m	510	gh	8970	ef	7420	n	9.196	k	6.90	k
G5 × G6	j	980	lm	640	kl	7850	fg	7065	ijkl	12.483	jk	9.05	jk
G5 × G7	i	1125	hij	840	k	7950	d	8500	i	14.148	ij	9.90	ij
G6 × G7	b	3100	b	2455	e	12280	c	9165	b	25.240	a	26.81	a
L.S. D		145.4		145.4		226		407.9		0.89		2.27	

أما بالنسبة للهجن فقد تراوح متوسط إنتاجية البذور في وحدة المساحة في الموقع المروي بين 3620 كغ/هـ للطرز الوراثي

$G_2 \times G_7$ و 695 كغ/هـ للطرز الوراثي $G_1 \times G_6$. ولدى مقارنة متوسطات إنتاجية البذور للطرز المختبرة باستخدام قيمة أقل فرق معنوي $L.S.D$ عند مستوى 5% (80.37) تبين تفوق الطراز $G_2 \times G_7$ على جميع الطرز الوراثية المختبرة، كما لم يلاحظ أية فروق معنوية بين الطرازين $G_2 \times G_6$ و $G_6 \times G_7$ وقد تفوقا على بقية الطرز المدروسة، تلاها الطراز الوراثي $G_2 \times G_5$ متفوقاً على بقية الطرز، فيما كان أقلها الطرازان $G_1 \times G_5$ و $G_1 \times G_6$ مع عدم وجود فروق معنوية بينهما. وقد بلغ المتوسط العام لإنتاجية البذور (1551.2) كغ/هـ، ويلاحظ أن متوسط إنتاجية البذور لثمانية طرز وراثية أعلى من المتوسط العام وهي $G_2 \times G_7$ ، $G_6 \times G_7$ ، $G_2 \times G_6$ ، $G_2 \times G_5$ ، $G_4 \times G_5$ ، $G_3 \times G_7$ ، $G_4 \times G_6$ وقد تراوحت بين 3620 و 1570 كغ/هـ، بينما كان المتوسط للطرز المتبقية أقل من المتوسط العام وهي على التوالي $G_1 \times G_3$ ، $G_5 \times G_7$ ، $G_3 \times G_4$ ، $G_1 \times G_7$ ، $G_2 \times G_4$ ، $G_1 \times G_6$ ، $G_1 \times G_5$ ، $G_1 \times G_4$ ، $G_4 \times G_7$ ، $G_3 \times G_6$ ، $G_1 \times G_2$ ، $G_3 \times G_5$ ، $G_5 \times G_6$ و 695 كغ/هـ. أما في الموقع البعلي فقد تراوح متوسط إنتاجية البذور في وحدة المساحة بين 3150 كغ/هـ للطرز الوراثي $G_2 \times G_7$ و 510 كغ/هـ للطرز الوراثي $G_4 \times G_7$. ولدى مقارنة متوسطات إنتاجية البذور للطرز المختبرة باستخدام قيمة أقل فرق معنوي $L.S.D$ عند مستوى 5% (145.4) تبين أيضاً تفوق الطراز $G_2 \times G_7$ على جميع الطرز الوراثية المختبرة، كما لم يلاحظ أية فروق معنوية بين الطرازين $G_2 \times G_5$ و $G_6 \times G_7$ وقد تفوقا على بقية الطرز المدروسة، تلاها الطراز الوراثي $G_2 \times G_3$ متفوقاً على بقية الطرز، ثم الطراز $G_2 \times G_6$. وقد بلغ المتوسط العام لإنتاجية البذور (1254) كغ/هـ، ويلاحظ أن متوسط إنتاجية البذور لسبعة طرز وراثية أعلى من المتوسط العام وهي $G_2 \times G_7$ ، $G_6 \times G_7$ ، $G_2 \times G_5$ ، $G_2 \times G_3$ ، $G_2 \times G_6$ ، $G_4 \times G_5$ ، $G_4 \times G_6$ ، وقد تراوحت بين 3150 و 1380 كغ/هـ، بينما كان المتوسط للطرز المتبقية أقل من المتوسط العام وهي على التوالي $G_1 \times G_7$ ، $G_2 \times G_4$ ، $G_3 \times G_7$ ، $G_1 \times G_3$ ، $G_3 \times G_4$ ، $G_5 \times G_7$ ، $G_3 \times G_5$ ، $G_1 \times G_2$ ، $G_1 \times G_4$ ، $G_3 \times G_6$ ، $G_1 \times G_5$ ، $G_5 \times G_6$ ، $G_1 \times G_6$ ، $G_4 \times G_7$ وقد تراوحت بين 1085 و 510 كغ/هـ.

- قوة الهجين:

بينت النتائج وجود اختلافات بين الطرز الأبوية مما أدى إلى ظهور قوة هجين وفي الاتجاه المرغوب لعدد من الهجن في الموقع البعلي، حيث أظهرت تسعة هجن قيماً موجبة بناءً على متوسط الأبوين وتراوح انحراف متوسط الجيل الأول بين أعلى قيمة موجبة وعالية المعنوية للهجين ($G_2 \times G_7$ 198.58**) مشيرة إلى أن المورثات المتحكممة بتوريث الصفة تظهر الأثر التراكمي، وأقل قيمة موجبة وغير معنوية للهجين ($G_1 \times G_7$ 1.64)، بينما كانت بقية الهجن ذات قيم سالبة غير مرغوبة. كما أظهر الهجين $G_2 \times G_7$ أعلى قيمة موجبة وعالية المعنوية في الموقع المروي ($G_2 \times G_7$ 89.03**) مشيرة إلى أن المورثات المتحكممة بتوريث الصفة تظهر الأثر التراكمي، وأقل قيمة موجبة وغير معنوية للهجين ($G_3 \times G_7$ 6.87)، في حين كانت بقية الهجن ذات قيم سالبة غير مرغوبة. أما بالنسبة لقوة الهجين المحسوبة بناءً على الأب الأفضل في الموقع البعلي، فقد أظهرت ثمانية هجن قيم موجبة تراوحت بين أعلى قيمة موجبة وعالية المعنوية ($G_2 \times G_7$ 151**) لدى الهجين $G_2 \times G_7$ مشيرة إلى أن المورثات المتحكممة بتوريث الصفة تظهر أثر السيادة الفائقة، وأقل قيمة موجبة وغير معنوية ($G_1 \times G_4$ 16.3) للهجين $G_1 \times G_4$. بينما أظهرت سبعة هجن في الموقع المروي قيماً موجبة تراوحت بين أعلى قيمة موجبة وعالية المعنوية ($G_6 \times G_7$ 63.59**) لدى الهجين $G_6 \times G_7$ مشيرة إلى أن المورثات المتحكممة بتوريث الصفة تظهر أثر السيادة الفائقة، وأقل قيمة موجبة وغير معنوية ($G_2 \times G_3$ 0.62) للهجين $G_2 \times G_3$. في حين كانت بقية الهجن في كلا الموقعين سالبة وهي غير مرغوبة (الجدول 3).

الجدول (3): يبين قوة الهجين بالنسبة لمتوسط الأبوين والأب الأفضل لصفة إنتاجية البذور في وحدة المساحة

الموقع المروي				الموقع البعلي				الطرز الوراثية
T BP	BP	T MP	MP	T BP	BP	T MP	MP	
9.27-	** 62.16-	7.32-	** 52.91-	0.88-	14.77-	0.92-	13.54-	G1 × G2
2.85-	** 29.49-	2.94-	** 27.15-	2.68-	* 28.83-	1.18-	13.33-	G1 × G3
4.03-	** 44.52-	4.21-	** 42.04-	1.32-	21.2-	1.37-	19.44-	G1 × G4
5.64-	** 56-	5.93-	** 53.65-	2.24-	* 34.02-	2.24-	** 30.81-	G1 × G5
7.44-	** 63.32-	7.04-	** 58.57-	2.55-	* 37.5-	2.47-	** 33.51-	G1 × G6
1.21-	13.36-	1.27-	12.31-	1.15-	13.55-	0.14	1.64	G1 × G7
0.09	0.62	3.13	** 22.07	5.71	** 61.31	8.61	** 98.65	G2 × G3
6.73-	** 45.11-	3.94-	** 29.41-	1.02	16.3	1.43	20.56	G2 × G4
1.64	11.02	4.69	** 32.51	9.85	** 149.48	11.82	** 165.21	G2 × G5
4.12	** 27.65	6.59	** 42.79	5.43	** 80	6.84	** 94.07	G2 × G6
7.53	** 50.52	12.21	** 89.03	12.87	** 151	16.43	** 198.58	G2 × G7
2.05-	21.15-	1.56-	15.03-	2.89-	** 31.02-	1.57-	17.47-	G3 × G4
4.25-	** 42.15-	4.67-	** 40.97-	3.74-	** 40.15-	2.75-	** 29.91-	G3 × G5
6.57-	** 55.94-	6.39-	** 51.66-	4.62-	** 49.64-	3.88-	** 41.77-	G3 × G6
0.22	2.24	0.73	6.87	2.11-	* 22.63-	1.98-	19.24-	G3 × G7
0.96	9.54	2.15	** 20.27	3.84	** 58.25	4.63	** 62.43	G4 × G5
2.02-	17.15-	0.32-	2.79-	2.58	* 38	3.29	** 43.75	G4 × G6
3.72-	** 42.11-	3.97-	** 40.22-	5.06-	** 59.36-	4.53-	** 53.1-	G4 × G7
5.67-	** 48.28-	5.59-	** 44.32-	2.45-	* 36-	2.71-	** 35.03-	G5 × G6
3.10-	** 30.77-	2.86-	** 26.23-	2.82-	** 33.07-	2.14-	** 24.49-	G5 × G7
7.47	** 63.59	10.31	** 86.75	8.15	** 95.62	10.41	** 117.74	G6 × G7
2.770	T calculated	2.051	T calculated	2.770	T calculated	2.051	T calculated	
7	1%	8	5%	7	1%	8	5%	

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

- القدرة العامة على التوافق:

بينت النتائج أن أفضل الطرز الأبوية في الموقع البعلي كان الطرازان G2(390.8**) و G7(224.1**) حيث كانت تأثيرات القدرة العامة لديهما موجبة وعالية المعنوية وهذا يشير إلى أن هذين الطرازان الأبويان يملكان العدد الأكبر من المورثات ذات الأثر التراكمي والتي تساهم في زيادة إنتاجية البذور. أما الطرازان الأبويان G1 (-336.98**) و G4 (-176.4**) فقد كانت تأثيرات القدرة العامة لديهما سالبة وعالية المعنوية وهما غير مرغوبان لأنهما يملكان مورثات سائدة مسؤولة عن تقليل الغلة البذرية، كما كانت بقية الطرز سالبة معنوية أو غير معنوية وهي أيضاً غير مرغوبة. أما في الموقع المروي فقد أظهرت النتائج تميز ثلاثة طرز وراثية بقيم موجبة وعالية المعنوية لتأثيرات القدرة العامة على التوافق وهي G7 (154.3**), G6 (685.4**), G2 (192.1**) وهذا يشير إلى أن هذه الطرز تملك العدد الأكبر من المورثات ذات الأثر التراكمي والتي تساهم في زيادة الغلة البذرية، بينما كانت تأثيرات القدرة العامة سالبة وعالية المعنوية لبقية الطرز وهي غير مرغوبة لأنها تملك مورثات سائدة مسؤولة عن تقليل الغلة البذرية (الجدول 4).

الجدول (4): يبين تأثيرات القدرة العامة والخاصة على التوافق لصفة إنتاجية البذور في وحدة المساحة

الموقع البعلي							
تأثيرات القدرة الخاصة على الخلط للهجن						تأثير القدرة العامة على الخلط للآباء	
G6	G5	G4	G3	G2	G1		
						**336.98-	G1
					**502.9-	**390.8	G2
				**637.1	129.9	17.0-	G3
			60.7-	**343.5-	39.3	**176.4-	G4
		**596.5	**277.9-	**914.3	137.9-	*84.2-	G5
	**474.6-	**357.6	**491.8-	*210.4	*236.8-	0.3-	G6
**1032.1	**499.0-	**736.8-	**346.3-	**1336	1.3-	**224.1	G7
الهجن						آباء	
628.34						216.05	LSD5%
848.49						291.75	LSD1%
الموقع المروي							
						**470.7-	G1
					**886.1-	**685.4	G2
				**310.0	146.1	**156.9-	G3
			77.2	**675.0-	28.9-	**271.8-	G4
		**602.8	**352.2-	**535.6	*263.3-	**132.4-	G5
	**623.3-	106.1	**743.9-	**648.9	**570.0-	**154.3	G6
**1172.2	**516.1-	**676.7-	21.7-	**1161.1	37.8-	**192.1	G7
الهجن						آباء	
209.98						72.20	LSD5%
283.55						97.49	LSD1%

- القدرة الخاصة على التوافق:

بينت النتائج امتلاك عدة مجموعات هجينة قيم موجبة لتأثيرات القدرة العامة على التوافق في الموقع البعلي، فقد أظهرت المجموعة $G2 \times G7$ قيمة موجبة وعالية المعنوية ($**1336$) وهي ناتجة من أبوين كلاهما مرتفع القدرة العامة على التوافق وبالتالي التفاعل الوراثي (تراكمي $\times$ تراكمي) وهي مجموعة مبشرة يوصى بالعمل عليها، كما كانت أيضاً موجبة وعالية المعنوية للمجموعات $G2 \times G3(637.1^{**})$, $G2 \times G5(914.3^{**})$, $G6 \times G7(1032.1^{**})$ التوافق والآخر منخفض وبالتالي التفاعل الوراثي (تراكمي $\times$ لا تراكمي)، والمجموعتان $G4 \times G5(596.5^{**})$, $G4 \times G6(357.6^{**})$ ناتجة من أبوين كلاهما منخفض القدرة العامة على التوافق وبالتالي التفاعل الوراثي من النمط (لا تراكمي $\times$ لا تراكمي) ومن المتوقع حدوث انفصال وراثي في الأجيال اللاحقة لتلك المجموعات. كما كانت المجموعة $G2 \times G6$ ذات قيمة موجبة ومعنوية ($*210.4$) ناتجة من أبوين أحدهما عالي القدرة على التوافق والآخر منخفض وبالتالي التفاعل الوراثي من النمط (تراكمي $\times$ لا تراكمي) ومن المتوقع حدوث انفصال وراثي في الأجيال اللاحقة. بينما كانت بقية المجموعات الهجينة ذات قيم موجبة غير معنوية أو سالبة وهي غير مهمة لتحسين هذه الصفة. بينما أظهرت ثلاث مجموعات قيم موجبة وعالية ناتجة عن أبوين كلاهما مرتفع القدرة العامة على التوافق وهي $G2 \times G6(648.9^{**})$, $G2 \times G7(1161.1^{**})$, $G6 \times G7(1172.2^{**})$

وهي مجموعات مبشرة يوصى بمتابعة العمل بها، كما نتجت المجموعتان $G2 \times G5$ (310**), $G2 \times G5$ (535.6**) من المتوقع حدوث انفصالات، ومجموعة واحدة ناتجة من أبوين كلاهما منخفض القدرة العامة على التوافق وهي $G4 \times G5$ (602.8**) ومن المتوقع حدوث انفصال وراثي في الأجيال اللاحقة لتلك المجموعات. في حين كانت بقية المجموعات ذات قيم موجبة أو سالبة وهي غير مرغوبة لتحسين هذه الصفة (الجدول 4).

- مكونات التباين:

تشير قيمة مكونات التباين العائدة للقدرة العامة على التوافق على مكونات القدرة الخاصة على التوافق GCA/SCA (0.15) % في الموقع البلي و (0.35) % في الموقع المروي إلى زيادة أهمية المورثات التي تظهر أثر السيادة الفائقة والمورثات المتوقعة في توريث هذه الصفة. كما كانت درجة التوريث العامة مرتفعة في الموقعين البلي والمروي وبلغت (95.22) % و (96.05) % على التوالي وهذا يشير إلى أهمية التباين الوراثي في توريث هذه الصفة. بينما كانت درجة التوريث الخاصة منخفضة في كلا الموقعين البلي والمروي وبلغت (14.08) % و (23.76) % وهذا يشير إلى قلة مساهمة الأثر التراكمي للمورثات في توريث هذه الصفة بالمقارنة مع المورثات السائدة أو المتوقعة وبالتالي لا ينصح بممارسة الانتخاب بالاعتماد على الشكل المظهري، وتعتبر طريقة التهجين هي الطريقة المثلى لتحسين هذه الصفة، وهو ما يتوافق مع (Piepho and Mohring, 2007) (Rashwan, 2010) (Sharma et al., 2023) (الجدول 5).

الجدول (5): يبين مكونات التباين الوراثي لصفة متوسط الغلة البذرية وإنتاجية الكتلة الحيوية ودليل الحصاد

مكونات التباين		إنتاجية البذور كغ / هـ		إنتاجية الكتلة الحيوية في وحدة المساحة		دليل الحصاد	
		الموقع البلي	الموقع المروي	الموقع البلي	الموقع المروي	الموقع البلي	الموقع المروي
Grand mean		1199.11	1581.43	6234.11	8931.96	21.16	18.68
component GCA		57965.41	143228.98	602898.14	3112877.96	2.42	6.20
component SCA		378765.15	410288.23	6279370.47	13142054.31	95.64	63.73
GCA/SCA		0.15	0.35	0.10	0.24	0.03	0.10
تباين بيئي		21674.27	26001.85	206675.86	232834.59	54.67	2.52
تباين نمط وراثي		432200.20	631572.88	6296426.93	16680188.30	133.89	64.48
تباين نمط مظهري		453874.47	657574.74	6503102.79	16913022.89	188.56	67.00
انحراف النمط المظهري		673.70	810.91	2550.12	4112.54	13.73	8.19
BSH		95.22	96.05	96.82	98.62	71.01	96.24
NSH		14.08	23.76	10.20	19.96	3.13	10.22
GA		1321.55	1604.42	5086.29	8355.21	20.09	16.23
GA%		110.21	101.45	81.59	93.54		

2. إنتاجية الكتلة الحيوية في وحدة المساحة كغ / هـ:

تعد من الصفات المهمة لأنها تعكس النمو الخضري والثمري للنبات. وتدل على كفاءة استخدام الموارد الطبيعية، كما تسهم الكتلة الحيوية العالية في تحسين خصوبة التربة عند استخدامها كسماد أخضر، وتستخدم أيضاً كمصدر علفي للحيوانات. تستخدم هذه الصفة في برامج التربية لاختيار النباتات ذات النمو القوي خاصة في البيئات الجافة.

تراوح متوسط إنتاجية الكتلة الحيوية في وحدة المساحة في الموقع المروي بين 8625 كغ للطراز الوراثي $G3$ و 3320 كغ للطراز الوراثي $G4$ ، ولدى مقارنة متوسطات إنتاجية الكتلة الحيوية للطرز المختبرة باستخدام قيمة أقل فرق معنوي $L.S.D$ عند مستوى 5% (1983.1) تبين تفوق الطراز الوراثي $G3$ على كل من $G4$ ، $G7$ ، $G1$ ، $G6$ ، وعدم وجود فروق معنوية بينه وبين $G5$ و $G2$ ، كما تبين تفوق الطراز الوراثي $G5$ على معظم الطرز المتبقية باستثناء $G2$ و $G6$. كما بلغ المتوسط العام لإنتاجية الكتلة

الحيوية (6252.1) كغ / هـ، ويلاحظ أن متوسط الكتلة الحيوية لثلاثة طرز وراثية أعلى من المتوسط العام وهي على التوالي **G3**، **G5**، **G2**، **G6** وقد تراوحت بين 8625 و7240 كغ/هـ—، أما الطرز المتبقية **G1**، **G6**، **G7**، **G4** فقد تراوحت بين 6240 و3320 كغ/هـ. أما في الموقع البعلي فقد تراوح متوسط إنتاجية الكتلة الحيوية في وحدة المساحة بين 4315 كغ/هـ للطراز الوراثي **G7**، و2380 كغ/هـ للطراز الوراثي **G2**. ولدى مقارنة متوسطات وزن الكتلة الحيوية للطرز المختبرة باستخدام قيمة أقل فرق معنوي **L.S.D** عند مستوى 5% (2191.4) تبين عدم وجود فروق معنوية بين الطرز المدروسة. علماً أن المتوسط العام بلغ (3128) كغ/هـ—، ويلاحظ أن المتوسط العام لثلاثة طرز وراثية وهي على التوالي **G1**، **G3**، **G7** أعلى من المتوسط العام وقد تراوحت بين 4315 و3140 كغ/هـ—، أما الطرز الأربعة المتبقية فقد تراوحت بين 2945 و2380 كغ/هـ— وهي على التوالي **G5**، **G4**، **G6**، **G2**.

بينما تراوح متوسط إنتاجية الكتلة الحيوية في وحدة المساحة في الموقع المروي للهجن المدروسة بين 20250 كغ للطرز الوراثي $G2 \times G5$ و 4915 كغ للطرز الوراثي $G1 \times G4$. ولدى مقارنة متوسطات إنتاجية الكتلة الحيوية للطرز المختبرة باستخدام قيمة أقل فرق معنوي $L.S.D$ عند مستوى 5% (226) تبين تفوق الطراز الوراثي $G2 \times G5$ على جميع الطرز الوراثية المختبرة يليه الطراز $G2 \times G3$ متفوقاً على بقية الطرز الوراثية، كما تلاه الطراز $G2 \times G6$ أيضاً متفوقاً على بقية الطرز، بينما كان أقلها الطراز الوراثي $G1 \times G4$. حيث بلغ المتوسط العام لإنتاجية الكتلة الحيوية (9825) كغ / هــ، ويلاحظ أن خمسة طرز وراثية تميزت بصفة متوسط الكتلة الحيوية وكانت أعلى من المتوسط العام وتراوحت بين 20250 و 12280 كغ/هــ، وهي على التوالي $G2 \times G5$ ، $G2 \times G3$ ، $G2 \times G6$ ، $G2 \times G7$ ، $G6 \times G7$ ، أما الطرز المتبقية فقد كانت أقل من المتوسط العام وتراوحت بين 9545 و 4915 كغ/هــ وهي على التوالي $G1 \times G7$ ، $G4 \times G6$ ، $G4 \times G7$ ، $G3 \times G7$ ، $G4 \times G5$ ، $G2 \times G4$ ، $G3 \times G6$ ، $G5 \times G6$ ، $G5 \times G7$ ، $G3 \times G5$ ، $G3 \times G4$ ، $G1 \times G2$ ، $G1 \times G3$ ، $G1 \times G6$ ، $G1 \times G5$ ، $G1 \times G4$. أما في الموقع البعلي فقد تراوح متوسط إنتاجية الكتلة الحيوية في وحدة المساحة بين 11045 كغ للطرز الوراثي $G2 \times G7$ و 3980 كغ للطرز الوراثي $G1 \times G4$. ولدى مقارنة متوسطات إنتاجية الكتلة الحيوية للطرز المختبرة باستخدام قيمة أقل فرق معنوي $L.S.D$ عند مستوى 5% (407.9) تبين تفوق الطراز الوراثي $G2 \times G7$ على جميع الطرز الوراثية المختبرة، بينما لم يلاحظ وجود فروق معنوية بين الطرز $G2 \times G3$ ، $G2 \times G5$ و $G2 \times G6$ وقد تفوقت على بقية الطرز المدروسة بينما كان أقلها الطراز الوراثي $G1 \times G4$ أيضاً. كما بلغ المتوسط العام لإنتاجية الكتلة الحيوية (7270) كغ / هـ، ويلاحظ أن متوسط الكتلة الحيوية لتسعة طرز وراثية $G2 \times G7$ ، $G2 \times G3$ ، $G2 \times G5$ ، $G2 \times G6$ ، $G6 \times G7$ ، $G5 \times G7$ ، $G1 \times G7$ ، $G4 \times G6$ ، $G4 \times G7$ أعلى من المتوسط العام وقد تراوحت بين 11045 و 7420 كغ/هـ، أما الطرز المتبقية فقد تراوحت بين 7065 و 3980 كغ/هـ وهي على التوالي $G5 \times G6$ ، $G4 \times G5$ ، $G3 \times G7$ ، $G2 \times G4$ ، $G1 \times G2$ ، $G3 \times G6$ ، $G1 \times G3$ ، $G3 \times G5$ ، $G3 \times G4$ ، $G1 \times G5$ ، $G1 \times G6$ ، $G1 \times G4$. الجدول (2)

- قوة الهجين:

بينت النتائج وجود اختلافات بين الطرز الأبوية المدروسة في الموقع البعلي مما أدى إلى ظهور قوة هجين لجميع المجموعات الهجينة وفي بالاتجاه المرغوب، حيث كانت موجبة وعالية المعنوية بناءً على متوسط الأبوين حيث تراوح انحراف متوسط الجيل الأول بين أعلى قيمة موجبة وعالية المعنوية (302.51**) % لدى الهجين $G2 \times G6$ وأقل قيمة موجبة وعالية المعنوية (33**) لدى الهجين $G1 \times G4$ مشيرة إلى أن المورثات المتحكممة بتوريث الصفة تظهر الأثر التراكمي. وفي الموقع المروي أظهرت ثمانية عشر هجيناً قيم موجبة تراوحت بين أعلى قيمة موجبة وعالية المعنوية (162.39**) لدى الهجين $G2 \times G5$ مشيرة إلى أن

المورثات المتحكممة بتوريث الصفة تظهر الأثر التراكمي وأقل قيمة موجبة غير معنوية (8.19) لدى الهجين $G1 \times G2$. في حين كانت بقية الهجن ذات قيم سالبة غير مرغوبة. وبالنسبة لقوة الهجين المحسوبة بناءً على الأب الأفضل فقد أظهرت جميع الهجن قيم موجبة في الموقع البعلي وتراوحت بين أعلى قيمة لدى الهجين $G2 \times G6$ وبلغت (300.83**) وأقل قيمة موجبة غير معنوية لدى الهجين $G1 \times G4$ وبلغت (26.75) مشيرة إلى أن المورثات المتحكممة بتوريث الصفة تظهر أثر السيادة الفائقة. في حين أظهر اثنتا عشر هجيناً قيم موجبة في الموقع المروي وتراوح انحراف متوسط الأول بين أعلى قيمة موجبة وعالية المعنوية (147.1**) لدى الهجين $G2 \times G5$ مشيرة إلى أن المورثات المتحكممة بتوريث الصفة تظهر أثر السيادة الفائقة، وأقل قيمة موجبة وغير معنوية (2.72) % لدى الهجين $G1 \times G6$. في حين كانت بقية الهجن ذات قيم سالبة وهي غير مرغوبة. الجدول (6)

الجدول (6): يبين قوة الهجين بالنسبة لمتوسط الأبوين والأب الأفضل لصفة إنتاجية الكتلة الحيوية في وحدة المساحة

الموقع المروي				الموقع البعلي				الطرز الوراثي
T BP	BP	T MP	MP	T BP	BP	T MP	MP	
0.69-	4.63-	1.25	8.19	7.67	** 110.99	9.82	** 140.04	$G1 \times G2$
3.57-	** 20-	0.42-	2.47-	5.48	** 64.34	7.25	** 81.46	$G1 \times G3$
1.26-	11.04-	1.18	11.14	1.85	26.75	2.51	** 33	$G1 \times G4$
4.97-	** 29.29-	2.55-	** 15.52-	3.95	** 57.17	4.81	** 62.2	$G1 \times G5$
0.35	2.72	1.26	8.97	2.78	** 40.29	4.15	** 59.03	$G1 \times G6$
8.33	** 72.76	10.70	** 88.17	8.88	** 93.51	11.74	** 124.01	$G1 \times G7$
22.80	** 127.54	27.98	** 147.4	13.27	** 155.94	17.22	** 216.96	$G2 \times G3$
3.07	** 20.44	8.23	** 65.15	8.46	** 135.15	10.36	** 156.08	$G2 \times G4$
24.98	** 147.1	29.99	** 162.39	15.22	** 234.97	18.29	** 270.52	$G2 \times G5$
18.39	** 122.58	22.43	** 139.09	15.88	** 300.83	18.36	** 302.51	$G2 \times G6$
13.18	** 87.85	18.35	** 129.34	14.80	** 155.97	19.55	** 229.95	$G2 \times G7$
2.91-	** 16.29-	2.99	** 20.89	3.04	** 35.66	4.81	** 56.37	$G3 \times G4$
1.93-	10.78-	1.71-	8.5-	3.54	** 41.6	5.26	** 60.82	$G3 \times G5$
0.04-	0.23-	2.81	** 15.78	5.97	** 70.16	8.76	** 110.05	$G3 \times G6$
0.64	3.59	5.53	** 34.92	5.46	** 57.47	6.86	** 66.04	$G3 \times G7$
1.46	8.6	7.52	** 54.58	8.97	** 138.54	10.49	** 142.66	$G4 \times G5$
6.02	** 46.55	10.45	** 91.32	10.45	** 166.96	12.63	** 189.61	$G4 \times G6$
9.01	** 94.16	11.97	** 125.94	6.83	** 71.96	9.75	** 107.26	$G4 \times G7$
0.71-	4.21-	1.51	8.76	9.06	** 139.9	11.16	** 164.36	$G5 \times G6$
0.51-	2.99-	3.69	** 24.07	9.21	** 96.99	12.37	** 134.16	$G5 \times G7$
12.52	** 96.79	16.39	** 126.15	10.67	** 112.4	14.75	** 172.97	$G6 \times G7$
2.7707	T 1%	2.0518	T 5%	2.7707	T 1%	2.0518	T 5%	

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

- القدرة العامة على التوافق:

أظهرت النتائج أن أفضل الطرز الأبوية في الموقع البعلي كان الطرازان $G7$ (1114.7**), $G2$ (959.7**) حيث كانت تأثيرات القدرة العامة على التوافق لديهما موجبة وعالية المعنوية وهذا يشير إلى أن هذين الطرازان الأبويان يملكان العدد الأكبر من

المورثات ذات الأثر التراكمي التي تساهم في زيادة الغلة الحيوية، وكانت سالبة وعالية المعنوية لدى الطرازين **G1(-993.1**)**، **G4(-691.4**)** وهي غير مرغوبة لأنها تحمل العدد الأكبر من المورثات ذات الأثر التراكمي التي تساهم في تقليل الغلة الحيوية، أما بقية الهجن فكانت ذات قيم سالبة غير مرغوبة. بينما في الموقع المروي كانت تأثيرات القدرة العامة على التوافق موجبة وعالية المعنوية لثلاث طرز أبوية وهي **G5 (374.9**)**، **G3 (530.5**)**، **G2 (3137.7**)** وهذا يشير إلى أنهم يملكون العدد الأكبر من المورثات ذات الأثر التراكمي التي تساهم في زيادة الغلة الحيوية، بينما كانت سالبة وعالية المعنوية لكل من **G1 (-2215.1**)**، **G4 (-1882.9**)** وهذا يشير إلى أنهما يملكان العدد من المورثات ذات الأثر التراكمي التي تساهم في تقليل الغلة الحيوية، أما بقية الهجن فكانت ذات قيم موجبة أو سالبة غير مرغوبة. الجدول (7)

الجدول (7): يبين تأثيرات القدرة العامة والخاصة على التوافق لصفة إنتاجية الكتلة الحيوية في وحدة المساحة

الموقع البعلي							
تأثيرات القدرة الخاصة على الخلط للهجن						تأثير القدرة العامة على الخلط للآباء	
G6	G5	G4	G3	G2	G1		
						**993.1-	G1
					424.3	**959.7	G2
				**2906.5	**1314.3	195.3-	G3
			97.4-	187.6	569.6-	**691.4-	G4
		**1606.0	435.1-	**2794.9	182.4-	123.7-	G5
	**1025.4	**2123.2	*617.1	**2497.1	*765.1-	70.9-	G6
**1887.1	**1274.9	*762.6	358.5-	**2736.5	**1994.3	**1114.7	G7
الهجن						آباء	
591.99						203.55	LSD5%
799.41						274.87	LSD1%
الموقع المروي							
						**2215.1-	G1
					**2949.6-	**3137.7	G2
				**7024.9	347.4-	**530.5	G3
			359.6-	**1466.8-	81.0	**1882.9-	G4
		**1476.0	**2142.4-	**7805.4	**1296.8-	**374.9	G5
	**1615.7-	**1937.1	**1016.3-	**3886.5	465.7-	158.8	G6
**3293.2	**1252.9-	**2024.9	423.5-	**1634.3	**2932.1	104.0-	G7
الهجن						آباء	
628.34						216.05	LSD5%
848.49						291.75	LSD1%

- القدرة الخاصة على التوافق:

أظهرت النتائج امتلاك عدة مجموعات هجينة قيم موجبة وعالية المعنوية لتأثيرات القدرة الخاصة على التوافق في الموقع البعلي، وكانت المجموعة الهجينة **G2×G7 (2736.5**)** مجموعة مباشرة يجب متابعة العمل بها لأنها نتجت من أبوين كلاهما عالي القدرة العالمية على التوافق وبالتالي التفاعل الوراثي من النمط (تراكمي × تراكمي)، بينما كانت المجموعات **G1×G3 (1025.4**)**، **G4×G5 (1606**)**، **G4×G6 (2123.2**)**، **G5×G6 (1025.4**)** ناتجة عن أبوين كلاهما منخفض القدرة العامة على التوافق وبالتالي التفاعل الوراثي (لا تراكمي × لا تراكمي)، والمجموعات **G1×G7 (1994.3**)**، **G2×G3 (2906.5**)**، **G2×G5 (2794.9**)**، **G2×G6 (2497.1**)**، **G5×G7 (1274.9**)**، **G6×G7 (1887.1**)**

ناتجة عن أبوين أحدهما منخفض القدرة العامة على التوافق والآخر مرتفع القدرة وبالتالي فإن التفاعل الوراثي من النمط (تراكمي × لا تراكمي) ومن المتوقع حدوث انفصال وراثي في الأجيال اللاحقة لتلك المجموعات. أما في الموقع المروي امتلكت عدة مجموعات قيم موجبة وعالية المعنوية لتأثيرات القدرة الخاصة على التوافق، وكانت المجموعات $G2 \times G3(7024.9^{**})$, $G2 \times G6(3886.5^{**})$, $G2 \times G5(7805.4^{**})$ ناتجة من أبوين كلاهما عالي القدرة العامة على التوافق وبالتالي التفاعل الوراثي من النمط (تراكمي × تراكمي) وهي مجموعات مبشرة يجب متابعة العمل بها، والمجموعات $G1 \times G7(2932.1^{**})$, $G4 \times G7(2024.9^{**})$ ناتجة من أبوين كلاهما منخفض القدرة العامة على التوافق وبالتالي التفاعل الوراثي من النمط (لا تراكمي × لا تراكمي)، والمجموعات $G2 \times G7(1634.3^{**})$, $G4 \times G5(1476^{**})$, $G4 \times G6(1937.1^{**})$, $G6 \times G7(3293.2^{**})$ ناتجة من أبوين أحدهما مرتفع القدرة العامة على التوافق والآخر منخفض وبالتالي التفاعل الوراثي من النمط (تراكمي × لا تراكمي) ومن المتوقع حدوث انفصال وراثي في الأجيال اللاحقة لتلك المجموعات (الجدول 7).

- مكونات التباين:

تشير قيمة مكونات التباين العائدة للقدرة العامة على التوافق على مكونات التباين العائدة للقدرة الخاصة على التوافق GCA/SCA في الموقع البعلي (0.10) % وفي الموقع المروي (0.24) % إلى زيادة أهمية المورثات التي تظهر أثر السيادة الفائقة والمورثات المتوقعة في توريث هذه الصفة. كما كانت درجة التوريث العامة مرتفعة في الموقع البعلي (96.82) % وفي الموقع المروي (98.62) % وهذا يشير إلى أهمية التباين الوراثي في توريث هذه الصفة. كما كانت درجة التوريث الخاصة منخفضة في الموقع البعلي (10.20) % وفي الموقع المروي (19.96) % وهي تشير إلى قلة مساهمة الأثر التراكمي للمورثات في توريث هذه الصفة بالمقارنة مع المورثات السائدة أو المتوقعة وبالتالي لا ينصح بالانتخاب بالاعتماد على الشكل المظهري ويعتبر التهجين هو الطريقة المثلى لتحسين هذه الصفة، وهو ما كان متقارباً مع ما توصل إليه (Sharma et al., 2023) (Varsha Kanwar et al., 2023). الجدول (5)

3. دليل الحصاد:

هو أحد أهم المؤشرات الفيزيولوجية المستخدمة في تقييم كفاءة تحويل النبات لنواتج التمثيل الضوئي إلى الجزء الاقتصادي وهو البذور. وبالتالي اختيار الأصناف ذات الإنتاجية العالية، كما لا يعني دائماً دليل الحصاد المرتفع إنتاجية عالية من البذور بل يُستخدم مع صفات أخرى مثل عدد القرون وحجم البذور. لذا يُعتمد عليه في دعم برامج التربية وإجراء توازن بين الكتلة الحيوية المرتفعة وإنتاجية البذور.

تراوح دليل الحصاد للطرز المختبرة في الموقع المروي بين 40.26% للطرز الوراثي G4 و 17.98% للطرز G3. ولدى مقارنة دليل الحصاد للطرز المدروسة باستخدام قيمة أقل فرق معنوي L.S.D عند مستوى 5% (6.715) تبين تفوق الطراز الوراثي G4 على جميع الطرز المدروسة والذي بلغ 40.26%، كما تبين تفوق الطراز الوراثي G2 على كل من G5 و G3 بينما لم تظهر فروق بينه وبين G6، G7 و G1، أما أقلها فقد كان للطرزين G5 و G3. وقد تبين أن دليل الحصاد لأربعة طرز وراثية كان أعلى من المتوسط العام (28.48%) وهي على التوالي G4، G2، G6، G7 وقد تراوح بين 40.26 و 30.95%، بينما كان أقل من المتوسط العام لثلاثة طرز وراثية وهي G1، G5، G3 وقد تراوح بين 26.37 و 17.98%. أما في الموقع البعلي فقد تراوح بين 51.8% للطرز G6 و 28% للطرز G1، وكانت الفروق بين الطرز المختبرة غير معنوية عند مستوى ($p < 0.05$). ولدى مقارنة دليل الحصاد باستخدام قيمة أقل فرق معنوي L.S.D عند مستوى 5% (36.1) تبين عدم وجود فروق معنوية بين الطرز الوراثية

المدروسة. وقد بلغ المتوسط العام لدليل الحصاد 35.1%، ويلاحظ أن دليل الحصاد لثلاثة طرز وراثية أعلى من المتوسط العام وهي G6، G2، G3 على التوالي وقد تراوح بين 51.8 و 35.6%، بينما كان أقل من المتوسط العام لأربعة طرز وراثية وهي G5، G4، G7، G1 وقد تراوح بين 32.8 و 28%.

تتراوح دليل الحصاد للطرز الهجينة في الموقع المروي بين 26.61% للطرز الوراثي G2×G7 و 9.19% للطرز G4×G7. ولدى مقارنة دليل الحصاد للطرز المدروسة باستخدام قيمة أقل فرق معنوي L.S.D عند مستوى 5% (0.89) تبين تفوق الطراز الوراثي G2×G7 على جميع الطرز المدروسة، تلاه الطراز G6×G7 متفوقاً على بقية الطرز المدروسة، ثم الطراز G4×G5، بينما احتل كلا من الطرازين G3×G6 و G4×G7 ذيل القائمة دون وجود فروق معنوية بينهما. وقد بلغ المتوسط العام لدليل الحصاد 15.39% وقد تبين أن دليل الحصاد لتسعة طرز وراثية أعلى من المتوسط العام والذي تراوح بين 26.61 و 15.92% وهي على التوالي G2×G7، G6×G7، G4×G5، G2×G6، G3×G7، G4×G6، G3×G4، G1×G4، G1×G3، بينما كان أقل من المتوسط العام لبقية الطرز الوراثية وقد تراوح بين 15.13 و 9.19% وهي على التوالي G2×G4، G5×G7، G1×G7، G2×G5، G1×G2، G5×G6، G1×G5، G2×G3، G3×G5، G1×G6، G3×G6، G4×G7. أما في الموقع البعلي فقد تراوح بين 28.52% للطرز الوراثي G2×G7 و 6.9% للطرز G4×G7. ولدى مقارنة دليل الحصاد للطرز المدروسة باستخدام قيمة أقل فرق معنوي L.S.D عند مستوى 5% (2.27) تبين عدم وجود فروق معنوية بين G2×G7 و G6×G7 وقد تفوقا على جميع الطرز المدروسة، يليه الطراز G2×G5 متفوقاً على بقية الطرز باستثناء G2×G3، ثم الطراز الوراثي G4×G5 متفوقاً على الطرز الوراثية التي تليه. وقد بلغ المتوسط العام لدليل الحصاد 16.52% وقد تبين أن دليل الحصاد لتسعة طرز وراثية أعلى من المتوسط العام وهي على التوالي G2×G7، G6×G7، G2×G5، G2×G3، G4×G5، G2×G6، G1×G4، G4×G6، G3×G4 وقد تراوح بين 28.52 و 18.01%، بينما كان أقل من المتوسط العام لبقية الطرز الوراثية وهي على التوالي G2×G4، G3×G7، G1×G3، G3×G5، G1×G6، G1×G7، G1×G5، G1×G2، G3×G6، G5×G7، G5×G6، G4×G7، وقد تراوح بين 16.03 و 6.9% (الجدول 2).

- قوة الهجين:

أدت الاختلافات بين الطرز الأبوية إلى ظهور قوة هجين ولكن بالاتجاه الغير مرغوب لجميع الهجن الناتجة سواء لقوة الهجين المحسوبة بناءً على أفضل الأبوين أو الأب الأفضل وفي الموقعين المروي والبعلي، وهي غير مرغوبة (الجدول 8).

- القدرة العامة على التوافق:

بينت النتائج أن أفضل الطرز الأبوية في الموقع البعلي هو الطراز G6 حيث كانت تأثيرات القدرة العامة لديه موجبة ومعنوية (3.579*) % وهذا يشير إلى أنه يملك العدد الأكبر من المورثات ذات الأثر التراكمي والتي تساهم في زيادة معدل الحصاد. وكان الطراز G2 ذا قيمة موجبة (2.635)%، بينما كانت بقية الطرز ذات قيم سالبة لا يمكن استخدامها في برامج التربية لتحسين هذه الصفة لأنها تحمل العدد الأكبر من المورثات السائدة أو المتفوقة المسؤولة عن تخفيض معدل الحصاد. أما في الموقع المروي فقد أظهرت ثلاثة طرز أبوية قيم موجبة وعالية المعنوية لتأثيرات القدرة العامة على التوافق G4 (2.841**), G2 (1.897**), G7 (2.175**), وهذا يشير إلى أنها تملك العدد الأكبر من المورثات السائدة والتي تساهم في زيادة معدل الحصاد، كما كان الطراز G6 ذو قيمة موجبة ومعنوية (0.786*) % وهذا يشير إلى أنه يحمل العدد الأكبر من المورثات ذات الأثر التراكمي والتي تساهم في زيادة معدل الحصاد. أما بقية الطرز فكانت ذات قيم سالبة وعالية المعنوية وهي غير مرغوبة ولا يمكن استخدامها في برامج التربية لتحسين هذه الصفة لأنها تحمل العدد الأكبر من المورثات السائدة المسؤولة عن تخفيض معدل الحصاد (الجدول 9).

الجدول (8): يبين قوة الهجين بالنسبة لمتوسط الأبوين والأب الأفضل لصفة دليل الحصاد

الموقع المرقي				الموقع البعلي				الطرز الوراثي
T BP	BP	T MP	MP	T BP	BP	T MP	MP	
12.36-	** 60.08-	11.88-	** 55.61-	3.32-	** 68.31-	3.22-	** 64.43-	G1 × G2
6.51-	** 39.61-	4.50-	** 28.18-	2.75-	* 56.91-	2.58-	** 51.77-	G1 × G3
14.82-	** 59.06-	12.12-	** 50.53-	1.94-	43.91-	1.88-	39.71-	G1 × G4
8.75-	** 53.22-	7.73-	** 46.53-	2.70-	* 60.51-	2.74-	** 57.36-	G1 × G5
12.58-	** 65.07-	12.85-	** 62.24-	5.10-	** 72.53-	4.02-	** 64.35-	G1 × G6
11.03-	** 57.17-	11.09-	** 53.76-	2.17-	* 55.15-	2.43-	** 54.36-	G1 × G7
12.90-	** 62.66-	9.48-	** 51.64-	1.83-	37.63-	2.09-	** 37.45-	G2 × G3
15.66-	** 62.4-	15.48-	** 58.69-	2.68-	* 55.19-	2.84-	** 53.05-	G2 × G4
12.36-	** 60.07-	9.51-	** 50.05-	1.53-	31.43-	1.53-	28.5-	G2 × G5
8.71-	** 42.31-	9.33-	** 40.5-	4.49-	** 63.85-	3.93-	** 57.25-	G2 × G6
3.99-	** 19.39-	3.86-	** 16.78-	0.99-	20.28-	0.60-	11.91-	G2 × G7
14.47-	** 57.69-	8.70-	** 41.5-	2.39-	* 49.38-	2.51-	** 47.1-	G3 × G4
4.71-	** 38.22-	4.79-	** 35.29-	2.80-	** 57.93-	3.02-	** 56.25-	G3 × G5
13.28-	** 68.72-	10.65-	** 60.39-	5.61-	** 79.75-	5.20-	** 76-	G3 × G6
8.16-	** 42.31-	4.76-	** 27.03-	2.71-	* 56.1-	2.61-	** 51.62-	G3 × G7
12.63-	** 50.32-	7.21-	** 33.37-	1.49-	33.46-	1.70-	33.12-	G4 × G5
14.39-	** 57.36-	13.29-	** 51.83-	4.56-	** 64.9-	3.76-	** 56.89-	G4 × G6
19.36-	** 77.16-	19.00-	** 74.17-	3.48-	** 78.77-	3.74-	** 77.55-	G4 × G7
11.55-	** 59.75-	9.29-	** 50.84-	5.80-	** 82.51-	5.21-	** 78.6-	G5 × G6
10.47-	** 54.28-	8.07-	** 44.21-	3.12-	** 69.84-	3.29-	** 67.96-	G5 × G7
3.60-	** 18.61-	4.13-	** 18.52-	3.39-	** 48.21-	2.13-	** 33.6-	G6 × G7
2.7707	T 1%	2.0518	T 5%	2.7707	T 1%	2.0518	T 5%	

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

- القدرة الخاصة على التوافق:

بينت النتائج أن مجموعتان هجيتان تملك قيمة سالبة وعالية المعنوية في الموقع البعلي ($G3 \times G6$ (-14.15**), $G5 \times G6$ (-14.6**) وسالبة معنوية ($G4 \times G7$ (-12.82*)) وهي غير مرغوبة لأنها تملك العدد الأكبر من المورثات السائدة المسؤولة عن تخفيض دليل الحصاد. أما بقية المجموعات الهجينة فقد كانت تملك قيمة موجبة غير معنوية أو سالبة لتأثيرات القدرة الخاصة على التوافق وهي غير مرغوبة لتحسين هذه الصفة. بينما في الموقع المروي فقد امتلكت مجموعتان هجيتان قيمة موجبة وعالية المعنوية ($G2 \times G7$ (4.25**), $G6 \times G7$ (3.86**))، ونتجت من أبوين كلاهما مرتفع القدرة العامة على التوافق، أي التفاعل الوراثي من النمط (تراكمي × تراكمي) وهما مجموعتان مبشرتان ينصح بمتابعة العمل بهما. كما كانت المجموعة $G1 \times G3$ ذات قيمة موجبة ومعنوية ونتجت من أبوين كلاهما منخفض القدرة العامة على التوافق وبالتالي فإن التفاعل الوراثي من النمط (لا تراكمي × لا تراكمي) ومن المتوقع حدوث انفصال وراثي في الأجيال اللاحقة. أما بقية المجموعات الهجينة فقد كانت تملك قيمة موجبة غير معنوية أو سالبة لتأثيرات القدرة الخاصة على التوافق وهي غير مرغوبة لتحسين هذه الصفة. الجدول (9)

الجدول (9): يبين تأثيرات القدرة العامة والخاصة على التوافق لصفة دليل الحصاد

الموقع البعلي							
تأثيرات القدرة الخاصة على الخلط للهجن						تأثير القدرة العامة على الخلط للآباء	
G6	G5	G4	G3	G2	G1		
						3.143-	G1
					9.15-	2.635	G2
				1.21-	2.43-	0.087-	G3
			2.38-	7.10-	0.68	0.698-	G4
		2.18	4.93-	1.85	3.88-	1.143-	G5
	**14.6-	6.04-	**14.15-	8.38-	7.60-	*3.579	G6
3.40	8.88-	*12.82-	3.93-	5.85	3.88-	1.14-	G7
الهجن						آباء	
9.63						3.31	LSD5%
13.00						4.47	LSD1%
الموقع المروي							
						**1.659-	G1
					**5.42-	**1.897	G2
				**5.42-	*2.14	**3.159-	G3
			1.360-	**8.42-	**3.36-	**2.841	G4
		1.360	0.140-	**4.69-	*2.14-	**2.881-	G5
	**4.08-	**4.81-	**6.81-	*2.36-	**7.31-	*0.786	G6
**3.86	**3.47-	**14.69-	0.310	**4.25	**6.19-	**2.175	G7
الهجن						آباء	
2.07						0.71	LSD5%
2.79						0.96	LSD1%

- مكونات التباين:

تشير قيمة مكونات التباين العائدة للقدرة العامة على التوافق على مكونات التباين العائدة للقدرة الخاصة على التوافق GCA/SCA في الموقع البعلي (0.03) % وفي الموقع المروي (0.10) % إلى زيادة أهمية المورثات التي تظهر أثر السيادة الفائقة والمورثات المتوقعة في توريث هذه الصفة. كما كانت درجة التوريث العامة مرتفعة في الموقع البعلي (71.01) % وفي الموقع المروي (96.24) % وهذا يشير إلى أهمية التباين الوراثي في توريث هذه الصفة. كما كانت درجة التوريث الخاصة منخفضة في الموقع البعلي (3.13) % وفي الموقع المروي (10.22) % وهي تشير إلى قلة مساهمة الأثر التراكمي للمورثات في توريث هذه الصفة بالمقارنة مع المورثات السائدة أو المتوقعة وبالتالي لا ينصح بالانتخاب بالاعتماد على الشكل المظهري ويعتبر التهجين هو الطريقة المثلى لتحسين هذه الصفة. وهو ما توصل إليه (Sharma et al., 2023) (Johanson et al, 1955) (الجدول 5).

الاستنتاجات:

1. لوحظ تميز المجموعة الهجينة G2×G7 بصفة الغلة البذرية في كلا الموقعين وإنتاجية الكتلة الحيوية في وحدة المساحة وارتفاع معدل الحصاد في الزراعة البعلية، وتميزت المجموعة G1×G4 بإنتاجية الكتلة الحيوية، والمجموعة G4×G7

بارتفاع دليل الحصاد في الظروف المروية.

2. وتميزت المجموعة $G2 \times G6$ بقوة هجين متفوقة على متوسط الأب الأفضل لإنتاجية الكتلة الحيوية في الموقع المزروع بعلياً، والمجموعة $G2 \times G5$ في الموقع المزروع مروياً، والمجموعة $G2 \times G7$ للغة البذرية، في حين لم تظهر أي مجموعة هجينة قوة هجين بالنسبة لصفة دليل الحصاد.
3. تميزت الطرز الأبوية $G2$ و $G7$ بقدرة عامة عالية على التوافق لكل من صفة اللغة البذرية وإنتاجية الكتلة الحيوية، والطرز $G6$ بالنسبة لدليل الحصاد في الموقع البعلي، وكل من $G2$ و $G3$ و $G5$ بالنسبة لإنتاجية الكتلة الحيوية وكل من $G2$ و $G4$ و $G6$ و $G7$ لدليل الحصاد في الموقع المروي.

التوصيات:

1. متابعة العمل على الطراز الوراثي $G2 \times G7$ المحتمل للجفاف والذي أظهر قيم ذات دلالة معنوية للصفات الثلاث المدروسة.
2. متابعة العمل على الهجين $G2 \times G6$ الذي أظهر قوة هجين متفوقاً متوسط الأب الأفضل لصفتي اللغة البذرية وإنتاجية الكتلة الحيوية في الظروف البعلية.
3. التركيز على الطرز الأبوية $G2$ و $G7$ التي أظهرت قدرة عامة عالية على التوافق في الموقع البعلي لتحسين صفة اللغة البذرية وإنتاجية الكتلة الحيوية و $G6$ لتحسين صفة دليل الحصاد في ظروف الزراعة البعلية.
4. متابعة العمل على الهجن المبشرة التي أظهرت قدرة خاصة عالية على التوافق والتي نتجت من أبوين مرتقعا القدرة العامة على التوافق مثل $G2 \times G6$ و $G2 \times G7$ لتحسين الصفات الثلاث المدروسة.

الشكر:

يمكن أن يذكر المؤلفون شكراً مقتضباً لأشخاص أو لمؤسسات على المساعدة في تنفيذ أو تمويل البحث.

المراجع:

- القصير، حنين (2019). تقييم بعض سلالات البازلاء العلفية ودراسة مؤشرات الجفاف لها. رسالة ماجستير، قسم المحاصيل الحقلية، كلية الهندسة الزراعية، جامعة حلب، حلب، سورية، 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.
- Brar, D. S., & Khush, G. S. (2018). Breeding for high yield. In *Fundamentals of field crop breeding* (pp. 147-178).
- 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.
- 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.

- FAO (Food and Agriculture Organization). (2016). Pulses: Nutritious seeds for a sustainable future. FAO, Rome.
- Fehr, W. R., & Hadley, H. H. (Eds.). (1980). Hybridization of crop plants. American Society of Agronomy; Crop Science Society of America.
- Griffing, B., (1956). Concept of general and specific combining ability in relation to diallel system. Aust. J. Bio. Sci. 9:463-493.
- Jeberson, M. S., Gonmei, R., Kumar, M., Singh, N. B., Shashidhar, K. S., & Sharma, P. R. (2018). Analysis of gene effects controlling yield contributing traits in grass pea (*Lathyrus sativus* L.). International Journal of Bio-Resource and Stress Management, 9(5), 589–598.
- Johnson, H. W., Robinson, H. F., & Comstock, R. E. (1955). Estimates of genetic and environmental variability in soybeans. Agronomy Journal, 47(7), 314–318.
- Kumar, A., & Dubey, D. K. (2010). Genetics of yield and its attributes in grass pea (*Lathyrus sativus* L.). Journal of Genetics and Breeding, 64(2), 101–107.
- Kumar, S., & Gupta, S. (2012). Breeding strategies for improvement of harvest index in grass pea under varying moisture regimes. Euphytica, Vol. 186, Issue 1, pp. 59–67".
- Kumar, S., Nakkoul, H., & Sarker, A. (2011). Role of grass pea in food security and sustainable agriculture in marginal areas. Plant Genetic Resources, 9(1), 59–66.
- 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.
- Piepho, H.P., & Möhring, J. (2007). Computing heritability and selection response from unbalanced plant breeding trials. Genetics, 177(3), 1881–1888
- Polignano, G. B., Bisignano, V., Tomaselli, V., Ugenti, P., Alba, V., & Sonnante, G. (2009). Variation in seed and plant traits in *Lathyrus sativus* L. Genetic Resources and Crop Evolution, Vol. 56, Issue 5, pp. 511–522.
- Rahman, M. M., Sarker, A., Kumar, S., & Ali, M. A. (2013). Genotype $\times$ environment interaction analysis for biomass and seed yield in grass pea. Field Crops Research, Vol. 148, pp. 1–7/IJPB7(2)116-123.
- 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.
- Ranjan, R., Singh, R. K., & Prasad, R. (2007). Estimates of broad-sense heritability for seed yield and yield components of grass pea (*Lathyrus sativus* L.). Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 31(3), 155–158.
- Rashwan, A.M.A. (2010). Genetic analysis and selection of some agro-economic characteristics and its components in cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp) under drought conditions. Faculty of Agriculture, South Valley University, Egypt.
- Sarker, A., & Sharma, B. (2003). Genetic variability, heritability and genetic advance in grass pea (*Lathyrus sativus* L.). *Lathyrus Lathyrism Newsletter*.
- Sarker, A., & Siddique, K. H. M. (2008). Genetic and agronomic approaches to improve yield and harvest index in cool-season food legumes. Crop & Pasture Science, Vol. 59, Issue 6, pp. 541–552.
- Sharma, J. R. (2016). Principles and practices of plant breeding. Kalyani Publishers. (pp. 89-102).
- Sharma, S., Singh, A. K., & Kumar, V. (2023). Combining ability and heterosis for seed yield and drought tolerance traits in field pea (*Pisum sativum* L.) under rainfed conditions. Journal of Food Legumes, 36(2), 112-120.
- Singh, R.K. and B.D. Chaudhary., (1985). Biometrical methods in quantitative genetic analysis. Rev. (Ed). Kalyani Publishers, Ludhiana, India. P.P. 318.

- Varsha Kanwar, Krishna Tandekar, Rashmi Sai, Vinita Singh Kanwar, & Lalit Kumar Singh. (2023). Genetic variability analysis for and yield attributing traits in a germplasm accession of grasspea (*Lathyrus sativus* L.). The Pharma Innovation Journal, 12(9), 2781–2784.
- Warner, J. N. (1952). A method for estimating heritability. Agron. J. 44, 427–430.
- 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: 315-32.

Genetic behavior of biomass, seed yield, and harvest index of grass pea hybrids

Hanin Alkasser^{1*}, Mohammad Jamal Hamandoush¹, Ahmad Shams Alden Shaaban¹ and Abdullah Alyoussef²

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

² General Commission for Scientific Agricultural Research, Aleppo Research Center.



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

Received: 23/ 1/ 2026

Accepted: 21/ 6/ 2026

Abstract

The experiment was conducted over four seasons (2020–2024) at two research stations in Syria (Hameimeh, Aleppo and Al-Karim, Salamieh). Two sites were used: rainfed (non-irrigated) and irrigated. A randomized complete block design with three replications was employed. The objective was to study heterosis, general (GCA) and specific (SCA) combining ability, and genetic variance components for seed yield, biomass, and harvest index in grass pea (*Lathyrus sativus*) genotypes using seven parental lines and 21 half-diallel hybrids. For seed yield per unit area, hybrid G2×G7 showed high performance in both sites (3620 kg/ha) in rainfed site and (3150 kg/ha) in irrigated site, with heterosis over mid-parent (both sites) and better-parent (rainfed only). Hybrid G6×G7 exhibited heterosis over better-parent under irrigated conditions. For biomass per unit area, G2×G7 showed high performance (11045 kg/ha), with heterosis over mid-parent and better-parent under rainfed conditions, while G2×G5 showed high performance (20250 kg/ha) with similar heterosis under irrigation. No heterosis was observed for harvest index. For GCA: under rainfed conditions, parents G2 and G7 had positive, highly significant values for both seed yield and biomass. Under irrigation, G6 excelled in seed yield; G2, G3, and G5 excelled in biomass. For harvest index, G6 (rainfed) and G2, G7, G4 (irrigated) showed positive GCA. For SCA: under rainfed conditions, hybrid G2×G7 was superior for seed yield and biomass. Under irrigation, G2×G3, G2×G5, G2×G6 were superior for biomass; G2×G6, G2×G7, G6×G7 for seed yield; and G2×G7, G6×G7 for harvest index. No promising hybrids for harvest index were observed under rainfed conditions.

Keywords: hybrid vigor, general combining ability (GCA), specific combining ability (SCA), genotypes, hybrid, grass pea.