تقدير المعالم الوراثية وطبيعة الفعل المورثي لصفات الغلة ومكوناتها في هجن من القمح الطري (*Triticum aestivum L.*)

محمد باقر العبد الواحد[1]* وفصل بكور[1] وثامر الحنيش[2]

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

[2] إدارة بحوث المحاصيل، الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية، دمشق، سورية.

(للمراسلة:م. محمد باقر العبد الواحد، البريد الإلكتروني:Baker963949351833@gmail.com)

تاريخ الاستلام: 31/ 01/ 2026 **تاريخ القبول:** 12/ 03/ 2026

الملخّص

دُرست ثلاثة هجن فردية من القمح الطري (*Triticum aestivum* L.) في محطة بحوث قرحتا خلال موسمي 2020–2021 و2021–2022، بهدف تقدير المعالم الوراثية وفهم طبيعة الفعل المورثي المسيطر على صفات الغلة ومكوناتها. صممت التجربة وفق تصميم القطاعات العشوائية الكاملة (RCBD) بثلاثة مكررات، وحُللت البيانات إحصائياً لتقدير معاملي التباين المظهري (PCV) والوراثي (GCV)، ودرجة التوريث بالمعنيين الواسع (HBS) والضيق (HNS)، والتقدم الوراثي المتوقع (GA%). أظهرت النتائج تقارباً كبيراً بين قيم معاملي التباين المظهري (PCV) والوراثي (GCV) لصفات عدد السنابل في النبات (SPP) حيث تراوحت قيم (PCV) بين (10.37 و12.31%) وقيم (GCV) بين (8.89 و11.12%) كما تقاربت القيم لصفة عدد الحبوب في السنبلة (GPS) بمدى (PCV) (9.47 –9.68%) و(GCV) (8.58–8.91%)، ولصفة وزن الألف حبة (TKW) بمدى (PCV) (6.86–7.49%) و(GCV) (6.18–6.76%) في جميع الهجن، يشير هذا التقارب إلى محدودية التأثير البيئي وثبات هذه الصفات. كشفت نتائج التحليل الوراثي أن درجة التوريث بالمعنى الواسع كانت مرتفعة وعالية جداً لجميع الصفات في كافة الهجن (تراوحت بين 0.73 و0.85)، بينما تباينت درجة التوريث بالمعنى الضيق، حيث تميز الهجين الأول بقيم متوسطة لدرجة التوريث (HNS) لصفة الغلة الحبية (0.56) ومرتفعة لدليل الحصاد (0.91)، بينما انخفضت هذه القيم بشكل ملحوظ في الهجين الثاني لصالح الفعل الوراثي غير الإضافي. سجلت قيم التقدم الوراثي المتوقع تبايناً واضحاً، حيث حقق الهجين الأول أعلى نسبة تقدم وراثي للغلة الحبية بلغت (24.31%) ولدليل الحصاد (50.78%)، مما يشير إلى سيادة الفعل الوراثي التراكمي (الإضافي). تؤكد النتائج أن الانتخاب المباشر لتحسين الغلة الحبية ودليل الحصاد يُعد فعالاً ومجدياً في الهجين الأول ابتداءً من الأجيال المبكرة، بينما يُنصح في الهجينين الثاني والثالث بتأجيل الانتخاب إلى الأجيال المتقدمة لضمان تفكك تأثيرات السيادة، نظراً لسيطرة الفعل الوراثي غير التراكمي على وراثة الغلة فيهما.

الكلمات المفتاحية: القمح الطري، المعالم الوراثية، درجة التوريث، التقدم الوراثي، الفعل الوراثي.

المقدمة:

يُشكل القمح حجر الزاوية في منظومة الأمن الغذائي العالمي والمحلي، مما يضع برامج التحسين الوراثي أمام تحدٍ مستمر لكسر حواجز الإنتاجية الحالية واستنباط أصناف قادرة على التكيف مع المتغيرات البيئية. وتُعد صفة الغلة الحبية الهدف النهائي والأكثر تعقيداً في هذه البرامج، فهي صفة كمية (Quantitative Trait) تتحكم فيها شبكة واسعة من المورثات، وتتأثر حساسيتها بشدة بالظروف المحيطة، مما يجعل عملية تقييمها وانتخابها في الأجيال الانعزالية المبكرة كالجيل الثاني F_2 مهمة دقيقة تتطلب ما هو أكثر من مجرد الملاحظة العينية.

إن الاعتماد على الأساليب التقليدية في الانتخاب دون فهم الطبيعة الوراثية للصفات قد يؤدي إلى نتائج مضللة، خاصة عندما تتداخل التأثيرات البيئية مع القدرة الوراثية الكامنة للنبات. ومن هنا، يصبح تقدير المعالم الوراثية وفهم سلوك الصفات عبر الأجيال هو الأداة التي تمنح المربي القدرة على التنبؤ بجدوى الانتخاب. يعتمد نجاح برامج تربية النبات على وجود تباين وراثي كافٍ في الصفات المدروسة، إذ لا يمكن تحقيق أي تقدم في الانتخاب دون اختلافات وراثية حقيقية بين التراكيب الوراثية. ومن المعروف أن المظهر الخارجي للنبات (Phenotype) هو نتيجة التفاعل بين التركيب الوراثي (Genotype) والعوامل البيئية (Environment)، لذا فإن التباين المظهري الذي نشاهده في الحقل يتكون من ثلاثة مصادر رئيسية: التباين الوراثي (V_G)، والتباين البيئي (V_E)، والتفاعل بينهما (V_{GE}). ويتمثل التحدي الأساسي أمام المربي في فصل التباين الوراثي عن التباين البيئي لتحديد الجزء القابل للتوريث من جيل إلى آخر (Falconer & Mackay, 1996; Singh *et al*., 2005).

يستخدم معامل التباين المظهري (PCV) ومعامل التباين الوراثي (GCV) لقياس مدى التباين في الصفات المدروسة. فمعامل التباين المظهري يعكس التباين الكلي المشاهد، بينما يعكس معامل التباين الوراثي التباين الناتج عن الاختلافات الوراثية فقط. وكلما كان الفرق بين المعاملين صغيراً، دل ذلك على أن التأثير البيئي محدود وأن معظم التباين يعود لأسباب وراثية، مما يزيد من فعالية الانتخاب (Sivasubramanian & Menon, 1973; Singh & Chaudhary, 1977).

تعد درجة التوريث (Heritability) من أهم المعايير التي توجه قرارات الانتخاب في برامج التربية. وهناك نوعان من درجة التوريث: الأول هو درجة التوريث بالمعنى الواسع (Broad Sense Heritability)، وتعبر عن نسبة التباين الوراثي الكلي إلى التباين المظهري، وتشمل جميع أنواع الفعل الوراثي (التراكمي، السيادي، والتفوقي). والثاني هو درجة التوريث بالمعنى الضيق (Narrow Sense Heritability)، وتعبر عن نسبة التباين الوراثي التراكمي فقط إلى التباين المظهري (Warner, 1952; Burton, 1951). تكتسب درجة التوريث بالمعنى الضيق أهمية خاصة في المحاصيل ذاتية التلقيح مثل القمح، لأنها تحدد الجزء من التباين الوراثي الذي ينتقل فعلياً من الآباء إلى الأبناء ويمكن تثبيته في السلالات النقية. فالصفات ذات درجة التوريث بالمعنى الضيق (H_{NS}) المرتفعة تستجيب بشكل جيد للانتخاب المباشر، بينما تحتاج الصفات ذات درجة التوريث بالمعنى الضيق (H_{NS}) المنخفض إلى طرق تربية مختلفة كالانتخاب المتأخر أو إنتاج الهجن (Holland *et al*., 2003; Falconer, 1960).

غير أن درجة التوريث وحدها لا تكفي لاتخاذ قرار الانتخاب، إذ يجب أن تقترن بتقدير التقدم الوراثي المتوقع (Expected Genetic Advance). فالتقدم الوراثي يحدد المقدار الفعلي للتحسين المتوقع في الجيل القادم عند تطبيق شدة انتخاب معينة. ويعتمد التقدم الوراثي على ثلاثة عوامل: درجة التوريث، شدة الانتخاب، والانحراف المعياري المظهري. وعادة ما يُحسب التقدم الوراثي كنسبة مئوية من متوسط الصفة (GA%) لتسهيل المقارنة بين الصفات المختلفة (Allard, 1960; Johnson *et al*., 1955).

إن العلاقة بين درجة التوريث والتقدم الوراثي المتوقع تكشف عن طبيعة الفعل الوراثي المتحكم في الصفة. فعندما تكون درجة التوريث مرتفعة مع تقدم وراثي مرتفع، يدل ذلك على سيادة الفعل الوراثي التراكمي (Additive Gene Action)، ويكون الانتخاب البسيط فعالاً. أما إذا كانت درجة التوريث مرتفعة لكن التقدم الوراثي منخفض، فهذا يشير إلى سيطرة الفعل الوراثي غير التراكمي (السيادي والتفوقي)، مما يجعل الانتخاب في الأجيال المبكرة غير مجدٍ. وفي حالة انخفاض درجة التوريث مع ارتفاع التقدم الوراثي، فإن الصفة تتأثر بشدة بالعوامل البيئية رغم وجود أساس وراثي تراكمي جيد (Johnson *et al*., 1955).

وقد أجريت العديد من الدراسات على القمح لتقدير هذه المعالم الوراثية، وأظهرت النتائج تبايناً واضحاً بين الدراسات المختلفة يعود إلى اختلاف التراكيب الوراثية والظروف البيئية. حيث أشارت نتائج Goa *et al* (2026) إلى أن الفروق الواضحة بين المتوسطات المظهرية للتراكيب الوراثية تعكس ارتفاع التباين الوراثي مقارنة بالتباين البيئي في معظم الصفات المدروسة، لا سيما صفات الغلة ومكوناتها. وبينت الدراسة أن الصفات التي أظهرت تبايناً واسعاً بين التراكيب الوراثية تمتلك قابلية أعلى للاستجابة للانتخاب، مما يشير ضمنياً إلى ارتفاع درجة التوريث بالمعنى الواسع لهذه الصفات. كما أكدت النتائج أن الصفات المرتبطة مباشرة بالغلة الحبية تمثل أهدافاً مناسبة للتحسين الوراثي نظراً لإمكانية تحقيق تقدم وراثي فعلي عند اعتمادها في برامج الانتخاب. وأوضحت دراسة Muhammad *et al* (2025) أن درجة التوريث بالمعنى الواسع كانت مرتفعة لمعظم الصفات المدروسة، نتيجة لارتفاع التباين الوراثي مقارنة بالتباين البيئي، لا سيما في صفات عدد السنيبلات في السنبلة، عدد الحبوب في السنبلة، عدد السنابل في النبات، وزن الألف حبة، غلة النبات، ودليل الحصاد. كما أشارت النتائج إلى أن الصفات التي أظهرت ارتفاعاً في التباين الإضافي وتوريثاً عالياً تمثل أهدافاً مناسبة للانتخاب المباشر، مع إمكانية تحقيق تقدم وراثي فعلي في الدورات الانتخابية اللاحقة. في المقابل، فإن الصفات التي سيطر عليها الفعل الوراثي السيادي، مثل الغلة الحيوية، تستفيد بدرجة أكبر من برامج التربية عن طريق التهجين. وأظهرت دراسة Tarun *et al* (2025) عند تحليل مكوّنات التباين الوراثي لصفات الغلة ومكوّناتها في القمح الطري (*Triticum aestivum* L.) تحت ظروف الإجهاد الحراري، أن التباين الوراثي شكّل الجزء الأكبر من التباين المظهري لمعظم الصفات المدروسة، خاصة صفات الغلة الحبية، الغلة الحيوية، عدد الحبوب في السنبلة ووزن الألف حبة. وبينت النتائج أن الفروق بين معامل التباين الوراثي(GCV) ومعامل التباين المظهري (PCV) كانت محدودة في معظم الصفات، ولا سيما تحت ظروف الإجهاد الحراري، مما يدل على ضعف التأثير البيئي وقوة التحكم الوراثي بهذه الصفات. كما سجلت صفات الغلة الحبية في القطعة، وعدد الحبوب في السنبلة، ووزن الحبوب في السنبلة قيماً مرتفعة لكل من التباين الوراثي ودرجة التوريث بالمعنى الواسع، مترافقة مع تقدم وراثي مرتفع، مما يشير إلى أن الفعل الوراثي التراكمي هو المكوّن الرئيس للتباين الوراثي لهذه الصفات. وبينت دراسة Jan *et al* (2025) أن قيم معامل التباين المظهري (PCV) كانت أعلى من قيم معامل التباين الوراثي GCV) لجميع الصفات المدروسة، مع تقارب نسبي بين القيم في صفات عدد السنيبلات في السنبلة، وعدد الحبوب في السنبلة، ووزن الألف حبة، والغلة الحبية، مما يشير إلى محدودية التأثير البيئي مقارنة بالتأثير الوراثي. وسجلت درجة التوريث بالمعنى الواسع قيماً مرتفعة لصفات عدد الأيام حتى التسنبل وعدد السنيبلات في السنبلة، بينما كانت متوسطة لبقية الصفات بما فيها الغلة الحبية. كما ترافق ارتفاع درجة التوريث في بعض الصفات مع تقدم وراثي ملحوظ كنسبة من المتوسط، ولا سيما في صفات عدد السنيبلات في السنبلة، وعدد الحبوب في السنبلة، والغلة الحبية، مما يدل على فعالية الانتخاب لهذه الصفات في برامج التربية. بيّنت دراسة Al-Taweel *et al* (2025) أن قيم معامل التباين المظهري(PCV) انت أعلى من قيم معامل التباين الوراثي (GCV) لجميع الصفات المدروسة في كلا الموقعين، مع تقارب نسبي بين القيم في صفات الغلة الحبية ووزن الألف حبة، مما يشير إلى محدودية التأثير البيئي مقارنة بالتأثير الوراثي لهذه الصفات.

وسجلت درجة التوريث بالمعنى الواسع قيماً مرتفعة لمعظم الصفات، حيث تراوحت بين قيم منخفضة لبعض الصفات مثل طول السنبلة في موقع زمار، وقيم مرتفعة جداً للغلة الحبية ووزن الألف حبة في كلا الموقعين. كما أظهرت نتائج التقدم الوراثي المتوقع قيماً متوسطة إلى مرتفعة لصفات الغلة الحبية، وزن الألف حبة، وعدد الأشطاء في وحدة المساحة، مما يدل على كفاءة الانتخاب لهذه الصفات وإمكانية تحقيق تحسن وراثي ملموس في الدورات الانتخابية اللاحقة. بيّنت دراسة Raut *et al* (2025) أن درجة التوريث بالمعنى الضيق كانت مرتفعة لمعظم الصفات المدروسة، خاصة الغلة الحيوية، عدد الحبوب في السنبلة، طول السنبلة، وعدد الأيام حتى التسنبل، مما يدل على مساهمة معتبرة للمكون التراكمي في وراثة هذه الصفات. كما أظهرت بعض الصفات مثل ارتفاع النبات ووزن الألف حبة درجات توريث متوسطة، في حين سُجلت درجة توريث منخفضة لدليل الحصاد. وتعكس هذه النتائج تباين استجابة الصفات للانتخاب المباشر، مع إمكانية تحقيق تقدم وراثي ملحوظ في الصفات ذات التوريث المرتفع عند اعتمادها في برامج التربية. ووجدوا Dawar *et al* (2025) في دراستهم أن قيم معامل التباين المظهري (PCV) كانت أعلى قليلاً من قيم معامل التباين الوراثي (GCV) لجميع الصفات المدروسة، مع تقارب كبير بين القيم في معظم الصفات، ولا سيما صفات الغلة ومكوناتها، مما يشير إلى محدودية تأثير العوامل البيئية. وسجلت درجة التوريث بالمعنى الواسع قيماً مرتفعة جداً تراوحت بين 83.10% و99.90% لجميع الصفات، بما في ذلك الغلة الحبية، الغلة الحيوية، دليل الحصاد، وعدد الأشطاء الفعالة في النبات. كما ترافق ارتفاع درجة التوريث بالمعنى الواسع مع تقدم وراثي مرتفع كنسبة من المتوسط في صفات الغلة الحبية، الغلة الحيوية، دليل الحصاد، عدد الأشطاء الفعالة، وعدد السنابل في النبات، مما يدل على سيادة الفعل الوراثي التراكمي وإمكانية تحقيق تحسن وراثي فعلي عبر الانتخاب المباشر.

بناءً على ما سبق، يتضح أن الاعتماد على المؤشرات المظهرية وحدها لا يكفي للحكم على القيمة التربوية للتراكيب الوراثية الجديدة. ونظراً لخصوصية التفاعل بين التركيب الوراثي والبيئة، وتباين تقديرات التوريث والتقدم الوراثي باختلاف العشائر المدروسة، فإن الحاجة تصبح ملحة لإخضاع هذه الهجن الفردية الثلاثة التي تم انتقاؤها لتميزها الإنتاجي لتحليل وراثي دقيق. يهدف هذا التحليل إلى تجزيء التباين المظهري إلى مكوناته الحقيقية، وفهم طبيعة الفعل المورثي المسيطر.

لذلك تهدف هذه الدراسة إلى:

1. تقدير معاملي التباين المظهري (PCV) والوراثي (GCV) لصفات الغلة ومكوناتها في هجن القمح المدروسة.
2. حساب درجة التوريث بالمعنيين الواسع (H_{BS}) والضيق (H_{NS}) لتحديد نسبة التباين القابلة للانتقال عبر الأجيال.
3. التنبؤ بالتقدم الوراثي المتوقع (GAD) وتحديد الصفات التي تجمع بين توريث عالٍ وتقدم وراثي مرتفع.
4. تحديد استراتيجية التربية والانتخاب الأمثل لكل هجين بناءً على طبيعة الفعل الوراثي المسيطر (تراكمي أو غير تراكمي).

مواد البحث وطرائقه:

1. المادة النباتية:

استخُدم في هذه الدراسة ثلاثة هجن فردية من القمح الطري هي H1: (جواهر 14×دوما 4)، H2: (أكساد 1149×شام 6)، H3: (أكساد 1252×جواهر 14). تم انتخابها من بين واحدٍ وعشرين هجيناً فردياً استنبطت في بحث الماجستير بطريقة التهجين نصف التبادلي بين سبعة طرز وراثية من القمح الطري. ويوضح الجدول (1) نسب وصفات الطرز الوراثية التي نتجت عنها الهجن الثلاثة المدروسة.

الجدول (1): الطرز الوراثية المستخدمة في الدراسة مع أنسابها وبعض مواصفاتها

مسلسل	الطراز الوراثي	النسب	المواصفات
1	شام 6	W3918 / JUP	صنف معتمد لمناطق الزراعة الأولى والثانية عدد الأيام حتى الإسبال 102، عدد الأيام حتى النضج التام 138 يوماً، ارتفاع النبات 78.3، الإنتاجية 3324 كغ. هكتار-1.
2	دوما 4	'ACSAD 529/KARAWAN'S	صنف معتمد لمناطق الزراعة الثانية عدد الأيام حتى الإسبال 119 يوماً، وحتى النضج التام 159 يوماً، ارتفاعه 67سم، الإنتاجية 2257كغ.هكتار-1
3	جواهر 14	SHUHA-4//NS732/HER	سلالة مبشرة عدد الأيام حتى الإسبال 117 يوماً، وحتى النضج التام 162 يوماً، ارتفاعه 68سم، وزن الألف حبة 28غ.
4	أكساد 1149	SNB'S'//SHI4414/CROW'S' /3/KARAWAN2	سلالة مبشرة عدد الأيام حتى الإسبال 115 يوماً، وحتى النضج التام 162 يوماً، ارتفاعه 63سم، وزن الألف حبة 29غ.
5	أكساد 1252	HAAMA-11//KARAWAN-1/TALLO-3	سلالة مبشرة

ملاحظة: تقارير اعتماد الأصناف والتقارير السنوية (1992 – 2014)

2. موقع تنفيذ البحث:

تمت الزراعة في محطة بحوث قرحتا التابعة للهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية، خلال موسمي 2020-2021، 2021-2022. تتميز المحطة بتربة خفيفة فقيرة بالمادة العضوية، تميل إلى القلوية (pH= 7.66). حيث يوضّح الجدول (2) الخصائص الكيميائيّة والميكانيكيّة للتربة، كما يوضّح الجدول (3) المعطيات المناخيّة لموقع الزراعة خلال مواسم تنفيذ الدراسة.

الجدول (2): التحليل الكيميائي والميكانيكي لتربة التجربة في العام 2022/2021.

المؤشر	(EC) $dS.m^{-1}$ لمحلول عجينة التربة المشبعة	(pH)	المادة العضوية (%)	N الكلي (%)	K المتاح Ppm	P المتاح Ppm	التحليل الميكانيكي (%)		
							رمل	سلت	طين
القيمة	1.4	7.66	1.616	0.03	7.341	18.58	39	23	38
التوصيف	منخفضة	تميل للقلوية	منخفضة	متوسط	عالي	عالي	تربة خفيفة		

ملاحظة: إدارة بحوث الموارد الطبيعية، قسم بحوث فيزياء وكيمياء التربة.

الجدول (3): المعطيات المناخية في محطة بحوث قرحتا خلال المواسم الزراعية

أشهر موسم النمو	الموسم الزراعي 2020-2021			الموسم الزراعي 2021-2022		
	متوسط درجات الحرارة (°م)		الهطول المطري (ملم)	متوسط درجات الحرارة (°م)		الهطول المطري (ملم)
	الصغرى	العظمى		الصغرى	العظمى	
تشرين الثاني	6.57	18.44	16.5	9.21	18.92	-
كانون الأول	3.4	14.9	40	5.6	16.04	13
كانون الثاني	-1.49	12.8	39.5	2.26	10.49	33.1
شباط	4.43	14.58	27.5	3.47	16.05	31.8
آذار	5.76	17.66	20	11.03	23.68	21.8
نيسان	13.66	29.28	15	12.96	30.38	28
أيار	12.85	29.61	-	12.99	31.01	7
المتوسط السنوي لدرجات الحرارة (م°)	6.52	19.63		8.22	20.94	
مجموع الهطول المطري السنوي (ملم)			158.5			134.7

ملاحظة: الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية، محطة بحوث قرحتا 2022.

3. طريقة الزراعة:

- **الموسم الأول 2020-2021**

تمت زراعة الهجن الثلاثة وآبائها بثلاثة مواعيد، بفاصل أسبوعين بين الموعد والآخر، بهدف ضمان اكتمال دائرة التهجينات، حيث تم تهجين 25 سنبلة للحصول على كمية كافية من حبوب الجيل الأول وحبوب كل من الهجينين الرجعيّين BC_1 وBC_2 بتهجين نباتات الجيل الأول F_1 مع كل من أبويه.

- **الموسم الثاني 2021-2022**

تم تجهيز أرض التجربة من فلاحة وتنعيم وتسوية قبل الزراعة، وتمت زراعة العشائر الست وهي حبوب الجيل الأول F_1، وحبوب الجيل الثاني F_2 من خلال التلقيح الذاتي، وحبوب عملية التهجين الرجعي الأول BC_1 والرجعي الثاني BC2، إضافة لحبوب الأب الأول P_1، والأب الثاني P_2. وفق تصميم القطاعات العشوائية الكاملة (RCBD) بثلاثة مكررات بواقع أربعة سطور لكل من عشيرة الأب الأول P_1 وعشيرة الأب الثاني P_2 وعشيرة الجيل الأول F_1، وثلاثة عشر سطراً لعشيرة الجيل الثاني F_2، وتسعة سطور لعشيرتي التهجينين الرجعي الأول BC_1 والثاني BC2، وتمت الزراعة بشكل يدوي على سطور بطول 3 م وبمسافة 25 سم بين السطور، و15 سم بين النباتات. طُبِّق برنامج الري الكامل بطريقة التطويف وأُعطي المحصول سبع ريات في كل موسم، وقدّمت كافّة العمليّات الزراعيّة حسب توصيات وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي لمحصول القمح.

الصفات المدروسة:

1- ***عدد السنابل في النبات Number of spikes per plant (SPP) (سنبلة. نبات$^{-1}$):*** أخذ متوسط عدد السنابل في النبات، وذلك حسب العشيرة المدروسة.

2- ***عدد الحبوب في السنبلة Number of grains per spike (GPS) (حبة. سنبلة$^{-1}$):*** تم تحديده من خلال حساب متوسط عدد الحبوب الكلي في النبات، ثم تقسيم الناتج على متوسط عدد السنابل في النبات الواحد لنحصل على متوسط عدد الحبوب في السنبلة الواحدة.

3- ***عدد الحبوب في النبات Number of grains per plant (GPP) (حبة. نبات$^{-1}$):*** تم فرط كامل سنابل النبات وأخذ متوسط عدد الحبوب للنباتات المختارة عشوائياً وذلك حسب العشيرة المدروسة.

4- ***وزن الألف حبة Thousand kernel weight (TKW) (غ):*** تم حساب وزن 500 حبة من كل طراز وراثي في كل مكرر، وأخذ متوسط القراءات الثلاث من كل قطعة تجريبية، ثم ضرب الناتج بـ 2 لحساب وزن الألف حبة. واستُخدم لهذه القراءة العداد الإلكتروني والميزان الحساس.

5- ***الغلة الحبية في النبات Grain yield Per Plant (GY) (غ. نبات$^{-1}$):*** حُسب متوسط وزن الحبوب الناتجة عن النباتات، وذلك حسب العشيرة المدروسة.

6- ***الغلة الحيوية في النبات Biological yield per plant (BY) (غ):*** حُسب متوسط الغلة الحيوية (الحب+القش) للنباتات، وذلك حسب العشيرة المدروسة.

7- ***دليل الحصاد Harvest index (HI) %:*** يعبر دليل الحصاد عن النسبة المئوية بين وزن الحبوب إلى الوزن الجاف الكلي للنبات حسب دليل الحصاد وفق المعادلة الآتية:

$$\text{دليل الحصاد (\%)} = \frac{\text{وزن الحبوب}}{\text{الوزن الجاف الكلي للنبات}} \times 100$$

التحليل الإحصائي:

حُللت البيانات إحصائياً باستخدام برنامج R (R Core Team, 2023)، حيث حُلّلت هذه البيانات للعشائر الست وفقاً للعالمين (Snedecor and Cochran, 1981)، وقورنت المتوسطات باستخدام مقياس أقل فرقٍ معنويٍّ Least Significant Difference (L.S.D) على مستوى معنويّة 5%، وحُسبت المؤشرات الوراثيّة التالية:

1. ***درجة التوريث Heritability*** وفق معادلة كل من Burton (1951) وWarner (1952)
2. ***درجة التوريث بالمفهوم الواسع (Broad sense heritability)***

$$H_{BS} = \frac{S_g^2}{S_{ph}^2}$$

S_{ph}^2: يمثّل التباين المظهري الذي يحسب بالمعادلة $S_{ph}^2 = S_{F_2}^2$

S_g^2: يمثّل التباين الوراثي الذي يحسب بالمعادلة $S_g^2 = S_{F_2}^2 - S_E^2$

S_E^2: التباين البيئي الذي يحسب بالمعادلة التالية $S_E^2 = \frac{S_{P_1}^2 + S_{P_2}^2 + S_{F_1}^2}{3}$

3. ***درجة التوريث بالمفهوم الضيق (Narrow sense heritability)***

$$H_{NS} = \frac{S_a^2}{S_{ph}^2}$$

S_a^2: التباين الوراثي التراكمي الذي يعطى بالمعادلة $S_a^2 = \frac{2S_{F_2}^2 - (S_{BC_1}^2 + S_{BC_2}^2)}{S_{F_2}^2}$

4. ***التقدم الوراثي المتوقع Expected Genetic Advance (ΔG)*** تمّ حساب النسبة المئويّة للتقدّم الوراثي (ΔG%) كنسبة من متوسط الجيل الثاني F2 وذلك وفق (Allard, 1960)

$$\Delta G = 2.0627 \times H_{NS} \times \sqrt{S_{F_2}^2}$$

$$\Delta G\% = \frac{\Delta G}{\overline{F_2}} \times 100$$

5. ***معامل التباين المظهري Phenotypic coefficient variation (PCV) ومعامل التباين الوراثي (GCV)***

Genotypic coefficient variation تمّ تقديرهما وفق ما ورد في معادلة (Singh and Chaudhary, 1977)

$$PCV = \frac{\sqrt{S_{F_2}^2}}{\overline{X_{F_2}}} \times 100 \quad \text{or} \quad PCV = \frac{S_{ph}}{\overline{X}} \times 100$$

$$GCV = \frac{\sqrt{S_{F_2}^2 - S_E^2}}{\overline{X_{F_2}}} \times 100 \quad \text{or} \quad GCV = \frac{S_g}{\overline{X}} \times 100$$

$S_{F_2}^2$: تباين الجيل الثاني.

S_E^2: التباين البيئي الذي يحسب بالمعادلة التالية $S_E^2 = \frac{S_{P_1}^2 + S_{P_2}^2 + S_{F_1}^2}{3}$

S_{ph} و S_g: الانحراف المعياري المظهري والوراثي على الترتيب.

$\overline{X_{F_2}}$: متوسّط الجيل الثاني.

$\overline{X}$: المتوسط العام.

النتائج والمناقشة:

كشفت نتائج الجدول (4) عن وجود تباين معنوي عالٍ بين العشائر في الهجن الثلاثة لمعظم الصفات، مما يعكس التباعد الوراثي الكبير بين الآباء ويوفر فرصة ثمينة لانتخاب انعزالات وراثية متفوقة، خاصة في صفات الغلة. وبالتوازي، سجلت قيم معامل الاختلاف (CV%) مستويات مقبولة (متوسطة إلى منخفضة)، مما يؤكد دقة ضبط التجربة وموثوقية النتائج المتحصل عليها.

الجدول (4): تباين عشائر الهجن الثلاثة للصفات المدروسة

الهجين	الصفة	SPP	GPS	GPP	TKW	GY	BY	HI
H1	تباين المكرر	2.185	7.94	12776	3.635	30.26	80.93	169
	تباين العشائر	34.86**	105.1**	196742**	109.66**	82.96**	106.43*	91.9
	S.E.D	0.3179	1.032	20.92	0.617	1.241	1.661	3.313
	CV%	9.40	7.80	12.00	5.60	17.10	13.50	21.50
	L.S.D	0.6254	2.03	41.16	1.213	2.441	3.267	6.518
H2	تباين المكرر	0.276	10.91	3488	2.776	39.46	5.45	236.2
	تباين العشائر	4.58**	41.19*	30788**	45.62**	13.6	89.17*	169.3
	S.E.D	0.2823	1.002	19.13	0.672	1.21	1.405	3.346
	CV%	9.00	7.70	12.20	6.30	17.60	11.60	22.40
	L.S.D	0.5554	1.972	37.63	1.321	2.38	2.765	6.583
H3	تباين المكرر	1.003	37.06	15689	1.309	6.58	36.05	154.4
	تباين العشائر	3.59*	64.75**	31593**	32.69**	10.39	36.7	44.8
	S.E.D	0.3121	1.081	19.23	0.662	1.212	1.529	3.275
	CV%	9.90	8.30	12.20	6.20	17.80	12.60	22.30
	L.S.D	0.614	2.126	37.83	1.302	2.384	3.007	6.444

SPP = عدد السنابل في النبات، GPS = عدد الحبوب في السنبلة، GPP = عدد الحبوب في النبات، TKW = وزن الألف حبة، GY = الغلة الحبية في النبات، BY = الغلة الحيوية في النبات، HI = دليل الحصاد، * المعنوية على مستوى 5%، ** المعنوية على مستوى 1%.

- *صفة عدد السنابل في النبات:*

تُمثل صفة عدد السنابل المكون الأساسي الأول للغلة في محاصيل الحبوب. أظهرت النتائج الواردة في الجدول (5) أن قيم معاملي التباين المظهري والوراثي كانت متوسطة في جميع الهجن، حيث تراوحت قيم معامل التباين المظهري من 10.37 في الهجين الثاني إلى 12.31 في الهجين الثالث، بينما تراوحت قيم معامل التباين الوراثي من 8.89 في الهجين الثاني إلى 11.12 في الهجين الأول. يُلاحظ التقارب الكبير بين القيمتين في جميع الهجن، مما يشير إلى أن التأثير البيئي على هذه الصفة كان محدوداً نسبياً، وأن الجزء الأكبر من التباين المظهري هو تباين وراثي، الا ان قيم التباين الوراثي متوسط الى منخفضة وبالتالي فإن الصفة محدودة التباين الوراثي مما ينعكس على عملية الانتخاب. تتفق هذه النتائج مع (Fellahi *et al*., 2024; Al-Jibouri & Al-Saffar, 2024) الذين وجدوا قيماً متوسطة للتباين الوراثي لهذه الصفة.

بينت النتائج أن درجة التوريث بالمفهوم الواسع كانت عالية في جميع الهجن، حيث سجلت 0.82 في الهجين الأول، 0.73 في الهجين الثاني، و0.81 في الهجين الثالث، مما يشير إلى أن الصفة ذات مقدرة توريثية عالية. أما عند تحليل درجة التوريث بالمفهوم الضيق، فقد ظهر تباين جوهري في طبيعة الفعل الوراثي بين الهجن، حيث سجل الهجينان الأول والثالث قيماً مرتفعة بلغت 0.65 لكليهما، مما يدل على سيادة الفعل الوراثي الإضافي الذي يمكن تثبيته بسهولة عن طريق الانتخاب. في حين سجل الهجين الثاني قيمة منخفضة بلغت 0.25، مما يشير إلى أن التباين الوراثي فيه يعود بشكل رئيسي للفعل الوراثي غير الإضافي. وفيما يخص

التقدم الوراثي المتوقع، سجل الهجينان الأول والثالث قيماً متوسطة بلغت 16.40% و16.62% على التوالي، بينما سجل الهجين الثاني قيمة منخفضة بلغت 5.31%. وفقاً لـ Johnson *et al.* (1955)، فإن اقتران درجة التوريث العالية بتقدم وراثي مرتفع يشير بوضوح إلى سيادة الفعل الوراثي الإضافي. تدعم هذه النتائج ما أشار إليه (Galal *et al.*, 2019) حول اختلاف التحكم الجيني بالإشطاء باختلاف التراكيب الوراثية. بناءً على ذلك، يُنصح باعتماد طرق الانتخاب المباشر لتحسين عدد السنابل في الهجينين الأول والثالث بدءاً من الأجيال المبكرة، بينما يُفضل في الهجين الثاني استخدام طرق تربية تستغل قوة الهجين أو تأخير الانتخاب لأجيال متقدمة.

- ***صفة عدد الحبوب في السنبلة***

تُمثل صفة عدد الحبوب في السنبلة المكوّن الرئيس الثاني للغلة بعد عدد السنابل، إذ تعبر عن قدرة السنبلة على استيعاب عدد أكبر من الحبوب وبالتالي زيادة الإنتاجية. أشارت النتائج في الجدول (5) إلى أن قيم معاملي التباين المظهري والوراثي كانت متوسطة ومتقاربة جداً في جميع الهجن، حيث تراوحت قيم معامل التباين المظهري من 9.47 في الهجين الأول إلى 9.68 في الهجين الثالث، بينما تراوحت قيم معامل التباين الوراثي من 8.58 في الهجين الثاني إلى 8.91 في الهجين الثالث. يُستدل من الفارق الضئيل جداً بين القيمتين إلى انخفاض التباين البيئي، مما يعني أن الصفة تتمتع بثبات وراثي عالٍ. تتفق هذه النتائج مع (Al-Jibouri & Al-Saffar, 2024; Galal *et al.*, 2019).

أظهرت النتائج في الجدول (5) أن درجة التوريث بالمفهوم الواسع كانت عالية جداً في كافة الهجن، حيث سجلت 0.85 في الهجينين الأول والثالث، و0.81 في الهجين الثاني. ولكن عند تحليل درجة التوريث بالمفهوم الضيق، تكشفت فروقات جوهرية في طبيعة التوريث بين الهجن، حيث سجل الهجين الثاني قيمة متوسطة إلى جيدة بلغت 0.61، مما يشير إلى مساهمة كبيرة للفعل الوراثي الإضافي، بينما سجل الهجين الأول قيمة متوسطة بلغت 0.48، مما يدل على توازن بين الفعل الوراثي الإضافي وغير الإضافي. أما الهجين الثالث فقد سجل قيمة منخفضة جداً بلغت 0.10 رغم ارتفاع درجة التوريث الواسعة، وهذه الفجوة الكبيرة تعني أن التباين الوراثي في هذا الهجين يعود بالكامل تقريباً للفعل الوراثي غير الإضافي. وتكاملت هذه الصورة عند النظر إلى التقدم الوراثي المتوقع، حيث حقق الهجين الثاني أعلى نسبة بلغت 11.91%، وهو ما ينسجم مع ارتفاع درجة التوريث الضيقة فيه، في حين سجل الهجين الثالث أدنى نسبة بلغت 1.96%. لذلك يُعد الهجين الثاني المصدر الأفضل للانتخاب المبكر لتحسين عدد الحبوب في السنبلة، بينما يُنصح في الهجين الثالث بتأجيل الانتخاب لأجيال متقدمة جداً أو استخدام طرق التربية التي تستغل الفعل الوراثي غير الإضافي.

- ***صفة عدد الحبوب في النبات***

تُعد صفة عدد الحبوب في النبات المحصلة النهائية والحاسمة لكافة مكونات الغلة السابقة، وهي تعكس الكفاءة التكاملية للنبات في استغلال الموارد البيئية. أوضحت النتائج الواردة في الجدول (5) أن قيم معاملي التباين المظهري والوراثي كانت متوسطة في جميع الهجن المدروسة، حيث تراوحت قيم معامل التباين المظهري من 14.30 في الهجين الثالث إلى 15.49 في الهجين الأول، بينما تراوحت قيم معامل التباين الوراثي من 12.51 في الهجين الثالث إلى 13.98 في الهجين الأول. يُلاحظ وجود فارق بسيط ولكنه واضح بين القيمتين، مما يشير إلى أن العوامل البيئية تلعب دوراً ملموساً في التعبير عن هذه الصفة مقارنة بالصفات الأخرى. تتفق هذه النتائج مع (Fellahi *et al.*, 2024).

أظهرت النتائج في الجدول (5) أن درجة التوريث بالمفهوم الواسع كانت عالية في كافة الهجن، حيث سجلت 0.81 في الهجين الأول، 0.78 في الهجين الثاني، و0.76 في الهجين الثالث. ولكن عند تحليل درجة التوريث بالمفهوم الضيق، ظهرت اختلافات

جوهرية تحدد استراتيجية التربية، حيث سجل الهجين الثاني أعلى قيمة بلغت 0.56، وهي قيمة متوسطة تشير إلى مساهمة جيدة للفعل الوراثي الإضافي، بينما سجل الهجين الأول قيمة متوسطة إلى منخفضة بلغت 0.46، مما يدل على تداخل الفعل الوراثي الإضافي مع تأثيرات السيادة. في حين سجل الهجين الثالث قيمة منخفضة جداً بلغت 0.18، مما يعني أن الغالبية العظمى من التباين الوراثي تعود للفعل الوراثي غير الإضافي. وقد انعكست هذه القيم بوضوح على التقدم الوراثي المتوقع، حيث حقق الهجين الثاني أعلى نسبة بلغت 17.25%، وهو ما يتسق مع ارتفاع درجة التوريث الضيقة فيه، في المقابل سجل الهجين الثالث أدنى نسبة بلغت 5.36%. تدعم هذه النتائج ما ذكره (Galal *et al*., 2019) حول تعقيد توريث الصفات الكمية النهائية. لذلك يُنصح بتركيز جهود الانتخاب في عشيرة الهجين الثاني لتحسين عدد حبوب النبات، بينما يُفضل في الهجين الثالث تأخير الانتخاب لأجيال متقدمة جداً.

- ***صفة وزن الألف حبة***

يُعتبر وزن الألف حبة مؤشراً كمياً دقيقاً لكفاءة عملية الامتلاء وحجم الحبوب النهائي، وهو أحد المكونات الثلاثة الرئيسية لغلة القمح. أوضحت النتائج في الجدول (5) أن قيم معاملي التباين المظهري والوراثي لصفة وزن الألف حبة كانت منخفضة في جميع الهجن المدروسة، حيث تراوحت قيم معامل التباين المظهري من 6.86 في الهجين الأول إلى 7.49 في الهجين الثاني، بينما تراوحت قيم معامل التباين الوراثي من 6.18 في الهجين الأول إلى 6.76 في الهجين الثاني. يُلاحظ التقارب الشديد جداً بين القيمتين، مما يدل على أن التأثير البيئي على هذه الصفة كان محدوداً للغاية. تتفق هذه النتائج مع (Al-Jibouri & Al-Saffar, 2024; Fellahi *et al*., 2024) الذين أشاروا إلى أن صفة وزن الحبة تتميز غالباً بتباين وراثي منخفض إلى متوسط ولكن بثبات عالٍ.

أظهرت النتائج الواردة في الجدول (5) أن درجة التوريث بالمفهوم الواسع كانت عالية في جميع الهجن، حيث سجلت 0.81 في الهجينين الأول والثاني، و0.78 في الهجين الثالث. أما عند تحليل درجة التوريث بالمفهوم الضيق، فقد ظهرت مستويات مختلفة من التحكم الجيني، حيث سجل الهجينان الأول والثاني قيماً متوسطة بلغت 0.48 و0.41 على التوالي، مما يشير إلى وجود توازن بين الفعل الوراثي الإضافي وغير الإضافي، بينما سجل الهجين الثالث قيمة منخفضة بلغت 0.26، مما يؤكد أن التباين الوراثي في هذا الهجين يعود بشكل أساسي للفعل الوراثي غير الإضافي. وقد انعكس هذا بوضوح على التقدم الوراثي المتوقع، حيث كانت القيم منخفضة لجميع الهجن وتراوحت النسبة المئوية من 3.86% في الهجين الثالث إلى 6.80% في الهجين الأول. وفقاً لـ Johnson *et al*. (1955)، فإن اقتران درجة التوريث العالية بالمفهوم الواسع مع تقدم وراثي منخفض يُعزى إلى سيادة الفعل الوراثي غير الإضافي. لذلك يُنصح بتأجيل الانتخاب لصفة وزن الألف حبة إلى الأجيال المتقدمة للسماح بتثبيت التراكيب الوراثية، أو استخدام طريقة الانتخاب المتكرر لكسر الارتباطات الجينية وتجميع الجينات المرغوبة.

- ***صفة الغلة الحبية في النبات***

تُعد الغلة الحبية في القمح صفة كمية معقدة للغاية، فهي المحصلة النهائية للتفاعل الديناميكي بين جميع العمليات الفسيولوجية والعوامل البيئية طوال موسم النمو. أوضحت النتائج في الجدول (5) أن قيم معاملي التباين المظهري والوراثي لصفة الغلة الحبية كانت مرتفعة في جميع الهجن، حيث تراوحت قيم معامل التباين المظهري من 20.58 في الهجين الثاني إلى 21.21 في الهجين الثالث، بينما تراوحت قيم معامل التباين الوراثي من 18.32 في الهجين الثاني إلى 19.08 في الهجين الثالث. يُلاحظ التقارب الكبير بين القيمتين في جميع الهجن، مما يدل على أن العوامل البيئية، رغم تأثيرها المعروف على الغلة، لم تحجب التباين الوراثي الكبير

الموجود في هذه العشائر. تتفق هذه النتائج مع (Tyagi *et al*., 2025; Fellahi *et al*., 2024) والتي أكدت أن الغلة تظهر أعلى مستويات التباين الوراثي مقارنة ببقية الصفات.

أظهرت النتائج في الجدول (5) أن درجة التوريث بالمفهوم الواسع كانت عالية في جميع الهجن، حيث سجلت 0.81 في الهجينين الأول والثالث، و0.79 في الهجين الثاني. ولكن عند تحليل درجة التوريث بالمفهوم الضيق والتقدم الوراثي المتوقع، ظهرت فروقات جوهرية تحدد مسار التربية، حيث سجل الهجين الأول قيمة متوسطة إلى مرتفعة لدرجة التوريث الضيقة بلغت 0.56 مقترنة بأعلى نسبة تقدم وراثي بلغت 24.31%. وفقاً لـ Johnson *et al*. (1955)، فإن اجتماع التوريث العالي بالمفهوم الواسع مع توريث ضيق جيد وتقدم وراثي مرتفع يؤكد سيادة الفعل الوراثي الإضافي، مما يعني أن الانتخاب المباشر للنباتات عالية الغلة في هذا الهجين سيكون فعالاً. في المقابل، سجل الهجين الثاني قيمة منخفضة لدرجة التوريث الضيقة بلغت 0.34 ونسبة تقدم وراثي متوسطة الانخفاض بلغت 14.57%، مما يشير إلى أن الجزء الأكبر من التباين الوراثي يعود للفعل الوراثي غير الإضافي، بينما أظهر الهجين الثالث سلوكاً متوسطاً بتوريث ضيق بلغ 0.48 وتقدم وراثي بلغ 20.93%، مما يدل على مساهمة متوازنة لكلا الفعلين الوراثيين. بناءً على ذلك يُعتبر الهجين الأول العشيرة الأنسب لإجراء الانتخاب المباشر لتحسين الغلة الحبية نظراً لسيادة الفعل الوراثي الإضافي، أما في الهجين الثاني فيُنصح باتباع طريقة الانتخاب المتأخر.

- ***صفة الغلة الحيوية للنبات***

تُمثل الغلة الحيوية المؤشر الفسيولوجي الأهم لكفاءة النبات في التمثيل الضوئي وتراكم الكتلة الحيوية. أوضحت النتائج في الجدول (5) أن قيم معاملي التباين المظهري والوراثي لصفة الغلة الحيوية كانت مرتفعة نسبياً في جميع الهجن، حيث تراوحت قيم معامل التباين المظهري من 13.86 في الهجين الثاني إلى 16.68 في الهجين الأول، بينما تراوحت قيم معامل التباين الوراثي من 12.35 في الهجين الثاني إلى 15.17 في الهجين الأول. يُلاحظ أن الفارق بين القيمتين كان موجوداً ولكنه ليس كبيراً، مما يشير إلى أن التباين الوراثي يُشكل الجزء الأكبر من التباين الكلي.

أظهرت النتائج في الجدول (5) أن درجة التوريث بالمفهوم الواسع كانت عالية في جميع الهجن، حيث سجلت 0.83 في الهجين الأول، 0.79 في الهجين الثاني، و0.80 في الهجين الثالث. أما عند تحليل درجة التوريث بالمفهوم الضيق، فقد تكشفت تفاصيل دقيقة حول طبيعة الجينات المتحكمة، حيث سجل الهجين الأول قيمة متوسطة بلغت 0.54، مما يشير إلى مساهمة معتبرة للفعل الوراثي الإضافي، بينما سجل الهجينان الثاني والثالث قيماً منخفضة بلغت 0.28 و0.31 على التوالي، مما يشير إلى أن التباين الوراثي في هذين الهجينين يعود بشكل رئيسي للفعل الوراثي غير الإضافي. وفيما يخص التقدم الوراثي المتوقع، حقق الهجين الأول أعلى نسبة بلغت 18.57%، وهي قيمة مرتفعة نسبياً تتسق مع ارتفاع درجة التوريث الضيقة، في المقابل سجل الهجينان الثاني والثالث قيماً منخفضة بلغت 7.91% و9.40% على التوالي. يُنصح باعتماد الانتخاب لتحسين الغلة الحيوية في عشيرة الهجين الأول في الأجيال المبكرة والمتوسطة، بينما يُفضل في الهجينين الثاني والثالث تأخير الانتخاب.

- ***صفة دليل الحصاد***

يُعد دليل الحصاد المعيار الفسيولوجي الأبرز لقياس الكفاءة التوزيعية للنبات، حيث يعبر عن قدرة المحصول على توجيه نواتج التمثيل الضوئي المتراكمة نحو الجزء الاقتصادي. كشفت النتائج في الجدول (5) عن وجود تباين وراثي ومظهري مرتفع لصفة دليل الحصاد في جميع الهجن، حيث تراوحت قيم معامل التباين المظهري من 24.94 في الهجين الثاني إلى 27.11 في الهجين الأول،

بينما تراوحت قيم معامل التباين الوراثي من 22.53 في الهجين الثاني إلى 24.76 في الهجين الأول. يُشير هذا الارتفاع في القيم مع التقارب الكبير بين المعاملين إلى وجود قاعدة وراثية واسعة للاختلافات يمكن استغلالها بفعالية.

أظهرت النتائج في الجدول (5) أن درجة التوريث بالمفهوم الواسع كانت عالية في جميع الهجن، حيث سجلت 0.83 و0.82 و0.84 على التوالي. لكن الصورة الوراثية ازدادت وضوحاً عند تحليل درجة التوريث بالمفهوم الضيق والتقدم الوراثي المتوقع، حيث ظهر تباين كبير في السلوك الوراثي بين الهجن. سجل الهجين الأول قيمة عالية جداً لدرجة التوريث الضيقة بلغت 0.91 مقترنة بأعلى نسبة تقدم وراثي بلغت 50.78%، وهذا التلازم يقطع بسيادة الفعل الوراثي الإضافي، مما يعني أن الانتخاب الفردي في هذا الهجين سيكون فعالاً للغاية وسيحقق قفزات إنتاجية سريعة. على النقيض تماماً، سجل الهجين الثاني قيمة منخفضة لدرجة التوريث الضيقة بلغت 0.14 ونسبة تقدم وراثي منخفضة بلغت 7.41%، مما يشير إلى أن التباين الوراثي هنا يعود بشكل شبه كامل للفعل الوراثي غير الإضافي، بينما أظهر الهجين الثالث سلوكاً متوسطاً بتوريث ضيق بلغ 0.39 وتقدم وراثي بلغ 21.31%، مما يدل على مشاركة كلا الفعلين الوراثيين. بناءً على ذلك، يُعد الهجين الأول متميزاً وراثياً لانتخاب أصناف ذات كفاءة حصاد عالية باستخدام الانتخاب المباشر، أما الهجين الثاني فيُنصح بتأخير الانتخاب فيه لأجيال متقدمة جداً للتخلص من تأثيرات السيادة.

الجدول (5): معامل التباين المظهري والوراثي، ودرجة التوريث بالمفهوم الواسع والضيق والتقدم الوراثي المتوقع في الهجن الثلاثة للصفات المدروسة

الصفة	الهجن	PCV	GCV	H_{BS}	H_{NS}	ΔG	ΔG%
SPP	H1	12.27	11.12	0.82	0.65	2.03	16.40
	H2	10.37	8.89	0.73	0.25	0.64	5.31
	H3	12.31	11.08	0.81	0.65	2.00	16.62
GPS	H1	9.47	8.72	0.85	0.48	4.75	9.34
	H2	9.51	8.58	0.81	0.61	5.93	11.91
	H3	9.68	8.91	0.85	0.10	0.98	1.96
GPP	H1	15.49	13.98	0.81	0.46	93.34	14.85
	H2	14.84	13.14	0.78	0.56	103.83	17.25
	H3	14.30	12.51	0.76	0.18	32.17	5.36
TKW	H1	6.86	6.18	0.81	0.48	2.84	6.80
	H2	7.49	6.76	0.81	0.41	2.62	6.35
	H3	7.28	6.43	0.78	0.26	1.57	3.86
GY	H1	21.06	18.92	0.81	0.56	6.73	24.31
	H2	20.58	18.32	0.79	0.34	3.90	14.57
	H3	21.21	19.08	0.81	0.48	5.54	20.93
BY	H1	16.68	15.17	0.83	0.54	8.71	18.57
	H2	13.86	12.35	0.79	0.28	3.61	7.91
	H3	14.84	13.28	0.80	0.31	4.40	9.40
HI	H1	27.11	24.76	0.83	0.91	30.76	50.78
	H2	24.94	22.53	0.82	0.14	4.44	7.41
	H3	26.16	24.03	0.84	0.39	12.34	21.31

SPP= عدد السنابل في النبات، GPS= عدد الحبوب في السنبلة، GPP= عدد الحبوب في النبات، TKW= وزن الألف حبة، GY = الغلة الحبية في النبات، BY= الغلة الحيوية في النبات، HI= دليل الحصاد.

الاستنتاجات:

أظهرت نتائج تحليل المعالم الوراثية للصفات المدروسة تبايناً واضحاً في طبيعة التحكم الجيني بين الهجن الثلاثة، مما يستوجب اعتماد استراتيجيات انتخاب متباينة لكل هجين. تميز الهجين الأول بسيادة الفعل الوراثي الإضافي في معظم الصفات، خاصة دليل الحصاد والغلة الحبية والغلة الحيوية، مما يجعله مثالياً للانتخاب المباشر الفعال ابتداءً من الأجيال المبكرة (F_2 وF_3). بينما، أظهر الهجين الثاني تبايناً واضحاً في السلوك الوراثي بين الصفات، حيث سجلت صفة عدد الحبوب في السنبلة درجة توريث بالمعنى الضيق مرتفعة، بينما انخفضت هذه القيم بشكل ملحوظ لصفة دليل الحصاد، مما يتطلب انتخاباً موجهاً حسب الصفة أو استغلاله في برامج قوة الهجين. أما الهجين الثالث فقد مال نحو الفعل الوراثي غير الإضافي في معظم الصفات نتيجة انخفاض قيم التوريث الضيق مقارنة بالواسع، مما يجعل تأجيل الانتخاب إلى الأجيال المتقدمة (F_4 وf_5) الخيار الأنسب لضمان تفكك تأثيرات السيادة. كما أظهرت النتائج أن صفة وزن الألف حبة سجلت تقدماً وراثياً منخفضاً في جميع الهجن، مما يستدعي استخدام طرق تربية متقدمة كالانتخاب المتكرر لتحسينها.

المراجع:

Al-Jibouri, A. M., & Al-Saffar, A. H. (2024). Genetic analysis of growth traits and hybrid vigor in wheat crosses. *Iraqi Journal of Agricultural Sciences*, *55*(1), 112-120.

Allard, R. W. (1960). Principles of plant breeding. New York, John Wiley, PP. 485.

Al-Taweel, M. S., Salih, M. M., Mahmood, A. H., Alkhalidy, Z. H. A., Shukr, A. N. A. A., & Saleh, O. H. (2025). Study of genetic variations for promising varieties of bread wheat under the rain-fed conditions in Zummar and Al-Muhallabiya sites. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 1549, No. 1, p. 012148). IOP Publishing.

Burton, G. W. (1951). Quantitative inheritance in pearl millet (Pennisetum glaucum).

Dawar, S., Mishra, P. C., Kumar, A., Sitole, R., Kumar, V., Tanwar, K., & Prajapati, S. S. (2025). Genetic Behavior of Yield and Component Traits in Bread Wheat (*Triticum aestivum* L.). *International Journal of Plant & Soil Science*, *37*(11), 162-169.

Falconer, D. C. (1960). Introduction to quantitative genetics. Ronald Press, New York p. 365.

Falconer, D. S., & Mackay, T. F. C. (1996). Introduction to Quantitative Genetics (4th ed.). Longman Group Ltd.

Fellahi, Z. E. A., Boubellouta, T., Hannachi, A., Belguet, H., Louahdi, N., Benma-hammed, A., Utkina, A. O., & Rebouh, N. Y. (2024). Exploitation of the Genet-ic Variability of Diverse Metric Traits of Durum Wheat (Triticum turgidum L.ssp. durum Desf.) Cultivars for Local Adaptation to Semi-Arid Regions ofAlgeria. Plants, 13(7).

Galal, E. S. A., Khaled, G. A. A., & Elsayed, H. M. (2019). Inheritance of gene action for yield component traits in bread wheat under normal and drought stress conditions. *International Journal of Modern Agriculture*, *8*(2), 2305-7246.

Goa, T., Kebede, M., Ferede, B., & Wato, T. (2026). Genetic Diversity and Performance Evaluation of Durum Wheat (*Triticum durum* Desf.) Genotypes for Grain Yield and Rust Resistance in the Wolaita Zone, Southern Ethiopia. *Advances in Agriculture*, *2026*(1), 3310081.

Holland, J. B., W. E. Nyquist and C. T. Cervantes-Martinez. (2003). Estimating and interpreting heritability for plant breeding: an update. Plant Breeding Reviews, 22: 9-112.

Jan, P. S., Khan, J., Jabeen, R., & Sadia, B. (2025). Evaluation of Some Bread Wheat (*Triticum aestivum* L.) Landraces of Balochistan for Yield and Related Traits through Correlation and Path Analysis. *Pak-Euro Journal of Medical and Life Sciences*, *8*(4), 887-896.

Johnson, H. W., H. F. Robinson and R. E. Comstock. (1955). Genotypic and phenotypic correlations and their implications in selection of soybean. Agron. J., 47: 477-483.

Muhammad, S. T., Sharif, Y. O. N. A., Al-Mafarji, T. R. T., Ahmed, K. K., Al-Ani, S. H. I., & Mahmood, E. T. (2025). Genetic Analysis and Performance Evaluation of Genotypes and Their Single Crosses in Bread Wheat (*Triticum aestivum* L.).

Raut, R. N., More, K. K., & Talekar, N. (2025). Analysis of Components of Variances for Yield and Its Component Traits in Bread Wheat (*Triticum aestivum* L. em. Thell). *Archives of Current Research International*, *25*(11), 393-402.

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

Singh, R. P., Huerta-Espino, J. U. L. I. O., & WILLIAM, H. (2005). Genetics and breeding for durable resistance to leaf and stripe rusts in wheat. *Turkish journal of agriculture and forestry*, *29*(2), 121-127.

Sivasubramanian, S. and M. Menon. (1973). Heterosis and inbreeding depression in rice. Madras Agri. J., 60: 1139-1144.

Snedecor, G. W., and Cochran, W. G. (1981). Statistical Methods, seventhed.

Tarun, G., Pal, K., Rani, K., Saharan, R. P., & Chaudhari, M. H. (2025). Evaluating Genetic Variation and the Potential for selection in Growth and Yield Characteristics of Wheat (*Triticum aestivum* L.) Genotypes.

Tyagi, A., Srivastava, A., Srivastava, S., Jaiswal, M., baliyan, P., Kumar, N., & S C Vimal. (2025). Integrative Analysis of genetic parameters and traits associated for enhancing Grain yield in Bread Wheat. The Bioscan, 20 (Supplement 2), 964–970. https://doi.org/10.63001/tbs.2025.v20.i02.S2.pp964-970

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

Estimation of Genetic Parameters and Nature of Gene Action for Yield traits and Its Components in Bread Wheat (Triticum aestivum L.) Hybrids

Mohamed Baker Alabd Alwahed*[1], Faisal Bakor[1] and Thamer Alhenish[2]

[1] Department of Field Crops, Faculty of Agriculture, Homs University, Homs, Syria.
2 Crops Research Administration, General Commission for Scientific Agricultural Research (GCSAR), Damascus, Syria.
(*Corresponding author Mohamed Baker, Email: Baker963949351833@gmail.com)

Received: 31/01 / 2025 **Accepted:** 12/03 /2026

Abstract

Three single crosses of bread wheat (*Triticum aestivum* L.) were studied at the Qarahta Research Station during the 2020-2021 and 2021-2022 seasons with the aim of estimating genetic parameters and understanding the nature of gene action controlling yield traits and their components. The experiment was designed according to a Randomized Complete Block Design (RCBD) with three replications, and the data were statistically analyzed to estimate the phenotypic coefficient of variation (PCV) and the genotypic coefficient of variation (GCV), broad-sense heritability (HBS) and narrow-sense heritability (HNS), and expected genetic advance (GA%). The results showed a close proximity between the values of (PCV) and (GCV) for spikes per plant (SPP), where the values of (PCV) ranged between (10.37 and 12.31%) and the values of (GCV) ranged between (8.89 and 11.12%). Similar proximity was observed for grains per spike (GPS) with a range of (PCV) (9.47 – 9.68%) and (GCV) (8.58 – 8.91%), and for thousand kernel weight (TKW) with a range of (PCV) (6.86 – 7.49%) and (GCV) (6.18 – 6.76%) in all crosses. This proximity indicates the limited environmental influence and the stability of these traits. The results of the genetic analysis revealed that broad-sense heritability was high to very high for all traits in all crosses (ranging between 0.73 and 0.85), whereas narrow-sense heritability varied, as the first cross was characterized by moderate values of (HNS) for grain yield (0.56) and high values for harvest index (0.91), while these values decreased markedly in the second cross in favor of non-additive gene action. The values of expected genetic advance showed clear variation, as the first cross recorded the highest genetic advance for grain yield reaching (24.31%) and for harvest index (50.78%), indicating the predominance of additive gene action. The results confirm that direct selection for improving grain yield and harvest index is effective and feasible in the first cross starting from early generations, whereas in the second and third crosses it is recommended to delay selection to advanced generations to ensure the dissipation of dominance effects, due to the predominance of non-additive gene action controlling yield inheritance in them.

Keywords: Bread Wheat, Genetic Parameters, Heritability, Genetic Advance, Gene Action.