دراسة الفعل المورثي لبعض الصفات الفينومورفولوجية في هجينين من القمح القاسي *Triticum durum* Desf.

[1] م. احمد سلمان [2] أ.د فيصل بكور [3] د. سامي عثمان

1. طالب دكتوراه، قسم المحاصيل الحقلية، كلية الهندسة الزراعية، جامعة حمص، حمص، سورية.
2. أستاذ، قسم المحاصيل الحقلية، كلية الهندسة الزراعية، جامعة حمص، حمص، سورية.
3. باحث في الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية، القامشلي، سورية.

الملخص:

أُجريت هذه الدراسة بالتعاون بين كلية الهندسة الزراعية في جامعة حمص والهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية (GCSAR) في القامشلي خلال المواسم الزراعية 2021–2022 و2022–2023 و2023–2024، بهدف دراسة أنماط الفعل المورثي لبعض الصفات الفينومورفولوجية في هجينين من القمح القاسي (*Triticum durum* Desf.) نُفذت التجربة وفق تصميم القطاعات العشوائية الكاملة (RCBD) بثلاثة مكررات، باستخدام هجينين هما: دوما 1 × شام 5، وشام 1 × شام 5، الناتجين عن التهجين نصف التبادلي.

بينت النتائج أن الفعل المورثي التفوقي من نمط السيادي × السيادي كان الأكثر أهمية في التحكم بوراثة عدد من الصفات، ولاسيما عدد الأيام حتى الإسبال، وارتفاع النبات، ومساحة الورقة العلمية، وأظهرت تقديرات التفاعل الوراثي أن النمط التفاعل التفوقي السائد كان من النوع المزدوج (Duplicate) في

جميع الصفات المدروسة لدى الهجينين، مما يشير إلى أن الانتخاب في الأجيال الانعزالية المتأخرة قد يكون أكثر كفاءة من الانتخاب في الأجيال المبكرة.

الكلمات المفتاحية: القمح القاسي، سكيلينغ، الفعل المورثي، الصفات الفينومورفولوجية.

Study of Genetic Action for Some Phenomorphological Traits in Two Hybrids of Durum Wheat (*Triticum durum* Desf.) Crosses

1 Ahmad salman 2 Dr. Faisal Bakor 3 Dr. sami Osman

1. PhD Student, Department Of Field Crops, Faculty Of Agriculture, Homs University, Homs, Syria.
2. Prof ,Department Of Field Crops ,Faculty Of Agriculture , Homs University, Homs, Syria.
3. Researcher in General Commission for Scientific Agricultural Research Center, AL-Qamishli, Syria.

Abstract

This study was conducted in collaboration between the Faculty of Agricultural Engineering at Homs University and the General Commission for Scientific Agricultural Research (GCSAR), Qamishli, during the 2021–2022, 2022–2023, and 2023–2024 growing seasons. The study aimed to investigate the patterns of genetic action governing some phenomorphological traits in two durum wheat (Triticum durum Desf.) hybrids. The experiment was conducted using a Randomized Complete Block Design (RCBD) with three replications, using two hybrids: Douma 1 × Sham 5 and Sham 1 × Sham 5, derived from a half-diallel crossing scheme.

The results showed that the dominance × dominance type of epistatic genetic action was the most important component controlling the inheritance of several

traits, particularly days to heading, plant height, and flag leaf area. Estimates of genetic interactions revealed that the epistatic interaction pattern was of the duplicate type (Duplicate) for all studied traits in both hybrids, indicating that selection in advanced segregating generations may be more effective than selection in early generations.

Keywords: Durum wheat, Scaling, Genetic action, Phenomorphological traits.

المقدمة Introduction:

يعد القمح في طليعة المحاصيل الغذائية الاستراتيجية التي تشكل المصدر الغذائي لسكان العالم، ويتصدر قائمة المحاصيل الحبية من حيث المساحة والإنتاج بعد الذرة الصفراء، إذ بلغت المساحة المزروعة بالقمح على مستوى العالم 220 مليون هكتار عام 2023، أنتجت 799 مليون طن بإنتاجية 3.6 طن/هكتار[9]، أما في الوطن العربي فتقدر المساحة المزروعة بالقمح بنحو 10 ملايين هكتار تنتج 25 مليون طن سنوياً بإنتاجية قدرها 2.5 طن/هكتار، وتبلغ مستورداته السنوية من القمح 40 مليون طن قيمتها 16 مليار دولار[3]، وتعد الدول العربية أكبر مستورد للقمح في العالم، فهي تستورد 20% من حجم التجارة السنوية العالمية بالقمح البالغة 200 مليون طن [9]، وتداد أهمية القمح عاماً بعد آخر في ضوء الزيادات السكانية العالية في الدول العربية والعالم، والنزاعات والحروب، بالإضافة إلى التغيرات المناخية والجفاف والموجات الحرارية التي وصلت إلى 40 مْ في مراحل امتلاء ونضج الحبوب في السنوات الأخيرة في العديد من الدول الكبرى المنتجة للقمح التي تتميز عادة بالمناخ المعتدل.

يشغل محصول القمح المرتبة الأولى في سورية من حيث الأهمية ويشكل حوالي 25 % من مجمل الأراضي القابلة للزارعة ويزرع بشكليه المروي والبعلي، وتتركز معظم المساحات المزروعة بالقمح في محافظة الحسكة في شمال شرق سورية، ويمتلك أهمية كبيرة نظراً للمساحة الواسعة والإنتاج العالي والاستخدامات المتنوعة في التصنيع والتسويق والاستهلاك المحلي، إذ يشغل المرتبة الأولى بين

محاصيل الحبوب بالمساحة والإنتاج، وتتركز زراعته في منطقة الاستقرار الأولى والثانية، ويعد إنتاج القمح عماد الإنتاج الزراعي، حيث يشكل (12%) من القيمة الإجمالية للإنتاج الزراعي و(22%) من قيمة الإنتاج النباتي و(84%) من قيمة إنتاج الحبوب [7].

وبلغت المساحة المزروعة بالقمح في سورية عام 2022 حوالي 1.18 مليون هكتار، بإنتاج إجمالي قدره 1.6 مليون طن بمتوسط إنتاجية بلغ 1310 كغ/هـ [2].

تعد الاختلافات الظاهرة بين أفراد النوع الواحد أساساً في استمرار بقائه وتطوره وتحسينه عبر عمليات التربية، والتباينات التي يعتمد عليها في برامج التحسين الوراثي تمثل التباينات الوراثية Geneticvariations، وهي الاختلافات التي تورث للنسل، وتتحكم فيها عوامل وراثية (مورثات) محددة، أما الاختلافات التي ترجع إلى تأثير البيئة على الشكل المظهري للفرد (الاختلافات البيئية Environmental variations) فإنها لا تورث، ولا تسهم في تحسين المحصول [4].

يشكل التباين الوراثي الأساس الذي تعتمد عليه برامج تربية النبات وتحسين صفات المحاصيل، إذ يتطلب استمرار التحسين توفير مصادر وراثية متجددة يمكن للمربي الانتخاب منها، وتُعد عمليات الإدخال Introduction والانتخاب Selection والتهجين Hybridization من أهم الطرائق المستخدمة في إحداث التباين الوراثي، خاصة في المحاصيل ذاتية التلقيح، كما تسهم الطفرات في استحداث تباينات وراثية جديدة يمكن توظيفها في برامج التربية [8].

يتميز القمح القاسي بمرونة عالية في المراحل الفينولوجية تسمح له بالتكيف مع التغيرات المناخية، وإن توقيت كل مرحلة يؤثر بشكل كبير في إنتاجية المحصول وجودة الحبوب فعلى سبيل المثال، التعجيل بمرحلة الإزهار أو تأخيرها يمكن أن يساعد النبات على تجنب فترات الجفاف أو الحرارة الشديدة التي تؤثر سلباً على الإخصاب وتكوين الحبوب، لهذا السبب تعد دراسة الفينولوجية جزءاً أساسياً من بحوث التربية النباتية لتحسين أصناف القمح القاسي وتحديد مواعيد الزراعة المثلى [16].

درس [17] الفعل المورثي باستخدام طريقة تحليل متوسطات العشائر الست لأربعة هجن من القمح الطري، وضمنت هذه التهجينات طرزاً من القمح مقاومة للصدأ الأصفر بالإضافة لطرز محلية متكيفة، ودرست صفات عدد الأيام حتى النضج التام، وعدد الأيام حتى الإسبال، وارتفاع النبات، وعدد السنابل في النبات، وطول السنبلة، وعدد الحبوب في السنبلة، والغلة الحبية، وكانت قيم المتوسط (m) عالية المعنوية بالنسبة لجميع الصفات المدروسة، وفي جميع الهجن، ولذلك فإن هذه الصفات تتبع الوراثة الكمية، وكان التأثير التراكمي أقل معنوية من التأثير السيادي بالنسبة لصفة الغلة الحبية ولمعظم الصفات المدروسة، ولذلك فإن الانتخاب يكون أكثر فاعلية في الأجيال الانعزالية المتأخرة.

قام [12] بدراسة المؤشرات الوراثية والارتباط في العشائر الخمس لهجينين من القمح الطري. حيث كانت الفروقات ضئيلة بين قيم معاملي التباين المظهري والوراثي ما دل على التأثير المحدود للبيئة في التعبير عن الصفات المدروسة. كان التأثير السيادي والتفاعل الوراثي من النمط سيادي × سيادي هو المسيطر في وراثة صفات وزن الألف حبة، وعدد السنابل في النبات وارتفاع النبات وعدد الأيام حتى النضج، وكان التفوق من النوع المضاعف، بينما كان من النوع المكمل في صفة عدد الحبوب في السنبلة

أظهرت دراسة [11] عند تحليل مكوّنات التباين الوراثي لصفات النمو والغلة في القمح القاسي (*Triticum durum* Desf.) أن التباين الوراثي كان مسيطراً على التباين المظهري في معظم الصفات المدروسة، مما يشير إلى الدور الفعال للعوامل الوراثية مقارنة بالتأثيرات البيئية. وبينت النتائج أن قيم التباين الوراثي كانت مرتفعة لصفات عدد السنابل في النبات، وعدد الحبوب في السنبلة، ووزن الألف حبة، والغلة الحبية، الأمر الذي يعكس إمكانية الاستجابة الجيدة للانتخاب لهذه الصفات. كما لوحظ أن الفروق بين التراكيب الوراثية أسهمت بنسبة كبيرة في التباين الكلي، مما يدل على وجود تنوع وراثي فعلي يمكن استثماره في برامج التحسين الوراثي .وأكدت الدراسة أن الصفات

ذات التباين الوراثي المرتفع تمثل أهدافاً مناسبة للانتخاب المباشر، خاصة في البيئات التي تتصف بعدم الاستقرار المناخي.

وفي دراسة أجرتها [6] على ثلاثة هجن من القمح القاسي تم انتخابها من بين 15 هجيناً فردياً استنبطت بطريقة التهجين نصف التبادلي بين ستة طرز وراثية من القمح القاسي، حيث حقق الفعل المورثي السيادي والتفاعل المورثي التفوقي من النمط سيادي × سيادي القيمة الأعلى في جميع الهجن من حيث الأهمية في التحكم بوراثة معظم الصفات المدروسة، وكان النمط المورثي المضاعف Duplicate هو السائد في وراثة جميع الصفات المدروسة، عدا الهجين الثالث في صفة عدد السنابل في النبات حيث كان النمط المورثي المتمم Complementary هو المساهم في وراثة هذه الصفة.

كشف التحليل الوراثي الذي قام به [1] على أربعة هجن من القمح القاسي بطريقة العشائر الستة، أن الفعل المورثي السيادي والتفاعل المورثي التفوقي من النمط سيادي × سيادي سجلت القيمة الأعلى في جميع الهجن من حيث الأهمية في التحكم بوراثة معظم الصفات المدروسة، وكان النمط المورثي المضاعف Duplicate هو السائد في وراثة معظم الصفات المدروسة، كما أشارت نتائج اختبار Scale 2 إلى غياب التفاعل بين العوامل الوراثية والبيئية في جميع الصفات المدروسة.

أهداف البحث:

1- تقدير أنماط الفعل المورثي (التراكمي، السيادي، التفوقي) لهجن فردية مستنبطة محلياً وذات صفات جيدة.
2- تحديد كفاءة مواعيد وطرائق الانتخاب المناسبة للحصول على أصناف محسّنة ذات صفات مرغوبة.

مواد وطرائق البحث:

مواصفات الأصناف المدروسة:

شام 1: صنف من القمح القاسي، كثير الإشطاء، مقاوم للرقاد، اعتمد للزراعة المروية والبعلية في منطقة الاستقرار الأولى، يمتاز بالإنتاجية العالية والأقلمة الواسعة في البيئات السورية المختلفة. يظهر هذا الصنف مقاومة لمرض الصدأ الأصفر، وقابليته للإصابة بمرض الفحم المغطى لذا ينصح بتعقيم البذار قبل الزراعة، كما تمتاز حبوبه بالبلورية الجيدة.

شام 5: صنف من القمح القاسي مقاوم للجفاف، اعتمد للزراعة البعلية في منطقة الاستقرار الثانية (250–350 ملم)، في محافظات (درعا– حماة– ادلب– حلب)، يمتاز بأقلمته الواسعة وبطول ساقه لذلك يتأثر بالرقاد في السنوات المطيرة، كما يمتاز بتحمله الجيد للصقيع.

دوما 1: صنف من القمح القاسي، اعتمد للزراعة البعلية في منطقة الاستقرار الأولى في محافظات (حمص– طرطوس– الغاب– ادلب– الحسكة)، وفي منطقة الاستقرار الثانية في محافظات(حماة– ادلب– الرقة– الحسكة).

يمتاز بتحمل الجفاف والأقلمة الواسعة في البيئات السورية، وبتحمل الرقاد، وهو مقاوم إلى متوسط المقاومة لمرضي الصدأ الأصفر والأسود تمتاز حبوبه بصفات تكنولوجية جيدة.

طريقة الزراعة Planting method:

الموسم الزراعي الأول العام 2021–2022:

زراعة الآباء للتهجين : زرعت الآباء (دوما1، شام1، شام5) في خمس مواعيد بفاصل (15) يوما بين الموعد والآخر، من أجل الحصول على كميات كافية من بذار الهجين المستنبط من بحث الماجستير، وذلك بزراعة كل أب يدوياً في ثلاثة سطور بطول 3 م وبمسافة 25 سم بين السطور و 15سم بين النباتات في السطر الواحد وبكثافة 275 حبة/ م ^{2} وترك سطرين فارغين بين كل أبوين، تم في الموعد المناسب (خروج ثلثي السنبلة من غمد الورقة و قبل نضج المآبر) خصي عشرة سنابل من كل أم ولكل تهجين وتغطيتها بأكياس ورقية، وتلقيح السنابل المخصية بالأب المحدد في الموعد المناسب، وتم اجراء التهجين بطريقة التهجين نصف التبادلي، وتسجيل على بطاقات التهجين (اسم الأم ،اسم الأب، تاريخ الخصي، تاريخ التهجين).

الموسم الزراعي الثاني العام 2022-2023:

تم زراعة الهجينين دوما 1 × شام 5، وشام 1 × شام 5، وآبائها بثلاثة مواعيد، بفاصل اسبوعين بين الموعد والآخر، بهدف ضمان اكتمال دائرة التهجينات للحصول على كميات كافية من بذار الجيل الأول وبذار كل من الهجينين الرجعيين إضافة إلى بذار الآباء وبذار الجيل الثاني ليتم الحصول على بذار العشائر الست للهجين الفردي (P1،P2، F1، F2، BC_{2-P1}، BC_{1-P2}).

الموسم الزراعي الثالث العام 2023-2024:

تم زُراعة العشائر النباتية الست للهجينين (P1،P2، F1، F2، BC_{2-P1}، BC_{1-P2}) وذلك باستخدام تصميم القطاعات الكاملة العشوائية (R.C.B.D.) في ثلاثة مكررات، حيث تم في كل مكرر زراعة العشائر الست لكل هجين، وبمعدل أربعة أسطر لكل من عشيرة الأبوين P_1 وP_2 وعشيرة الجيل الأول وثلاثة عشر سطراً لعشيرة الجيل الثاني F2 وتسعة سطور لعشيرة الأب الرجعي الأول BC1 وعشيرة الأب الرجعي الثاني BC2، حيث تمت الزراعة على سطور بطول 3 متر، المسافة بين السطر والآخر 25 سم، والمسافة بين النباتات على السطر الواحد 15 سم.

مخطط 1. تصميم التجربة في الحقل في الموسم الثالث.

دوما1× شام5					
9خط BC_2	9خط BC_1	13خط F_2	4خط F_1	4خط P_2	4خط P_1
شام1× شام5					
9خط BC_2	9خط BC_1	13خط F_2	4خط F_1	4خط P_2	4خط P_1
دوما1× شام5					
9خط BC_2	9خط BC_1	13خط F_2	4خط F_1	4خط P_2	4خط P_1
شام1× شام5					
9خط BC_2	9خط BC_1	13خط F_2	4خط F_1	4خط P_2	4خط P_1
دوما1× شام5					
9خط BC_2	9خط BC_1	13خط F_2	4خط F_1	4خط P_2	4خط P_1
شام1× شام5					
9خط BC_2	9خط BC_1	13خط F_2	4خط F_1	4خط P_2	4خط P_1

جدول (1) : كميات الامطار ودرجات الحرارة في موسم 2023 -2024

الاشهر	كميات الامطار (ملم)	متوسط درجة حرارة عظمى (°م)	متوسط درجة حرارة صغرى (°م)
تشرين الثاني	22	17.63	9.57
كانون الاول	44	12.19	5.06
كانون الثاني	40	7.68	3.58
شباط	56	11.93	4.17
اذار	50	17.19	7.06
نيسان	37	27.37	13.17
ايار	48	30.81	15.52

المجموع	297	124.8	58.13

الصفات المدروسة:

1- الصفات الفينومورفولوجية

- **عدد الأيام حتى الإسبال Days to Heading (DH) :**

وهو عدد الأيام من الزارعة وحتى الإسبال، ويسجل تاريخ الإسبال عند ظهور نصف السنبلة في 50 % من نباتات القطعة التجريبية.

- **عدد الأيام حتى النضج التام Days to Maturity (DM):**

وهو عدد الأيام من الزارعة حتى دخول النباتات في مرحلة النضج التام عند 50 % نباتات القطعة التجريبية.

- **فترة امتلاء الحبوب Grain filling period (GFP) :**

وهو عدد الأيام من الإزهار حتى النضج عند وصول النباتات إلى مرحلة النضج التام.

- **ارتفاع النبات/سم Plant Height (PH):**

متوسط ارتفاع النبات في مرحلة النضج التام، وذلك ابتداءً من سطح التربة وحتى نهاية السنبلة الرئيسية لعشرة نباتات مختارة عشوائياً من كل قطعة تجريبية، ولا يدخل ارتفاع السفا في هذا القياس.

- **مساحة الورقة العلمية (سم^2) Flag Leaf Area (FLA):**

حسبت مساحة الورقة العلمية يدوياً لعشرة نباتات مختارة عشوائياً من كل قطعة تجريبية باستخدام المسطرة، وذلك بقياس طول الورقة والعرض الأعظمي لها، وضرب حاصل الجداء بمعامل التصحيح وفق المعادلة الرياضية الآتية:

مساحة الورقة العلمية = طول الورقة x العرض الأعظمي للورقة x معامل التصحيح. وتساوي قيمة معامل التصحيح في محصول القمح 0.79 [19].

2- الفعل المورثي Genetic action:

- **اختبار Scaling test I:**

وضع العالمان [13] أربعة مقاييس للتأكد من وجود أو عدم وجود تفاعلات قرينة بين المورثات المختلفة Allelic or non- allelic interaction وهذه المقاييس هي: (A, B, C, D) وتشير معنوية أياً منها إلى وجود تفاعل بين المورثات المختلفة على المواقع الوراثية المختلفة.

$$A= 2\overline{BC1}- \overline{P1}-\overline{F1}$$
$$B= 2\overline{BC2}- - \overline{P2}-\overline{F2}$$
$$C= 4\overline{F2} -2\overline{F1} -\overline{P1}- \overline{P2}$$
$$D= 2\overline{F2}- \overline{BC1} -\overline{BC2}$$

حيث أن : P1 و P2 متوسط عشيرة الأبوين.

F1 متوسط عشيرة الجيل الأول.

F2 متوسط عشيرة الجيل الثاني.

BC1 و BC2 متوسط الجيلين الرجعيين مع الأب الأول والثاني.

حيث تشير معنوية المقياسين A و B إلى وجود الأنواع الثلاثة للفعل الوراثي التفوقي التراكمي × التراكمي ، والتراكمي × السيادي، والسيادي× السيادي.

وتدل معنوية المعيار C على وجود تفاعل من نوع سيادة × سيادة، بينما تشير معنوية المعيار D على وجود تفاعل من نوع تراكمي × تراكمي [18].

- **اختبار Scaling test II:**

يوضح هذا الاختبار وجود أو غياب التفاعل بين العوامل الوراثية والعوامل البيئية Genotypes × environment interaction.

وتم ذلك بحساب قيمة F (F- ratio) لتباينات عشائر الأب الأول P_1، والأب الثاني P_2، والجيل الأول F_1 (الأجيال الانعزالية). ثم تقدير الفعل المورثي من خلال متوسطات العشائر الست لكل هجين، وتقدير المعايير الستة للفعل المورثي باستخدام معادلات كل من [14] [15] [10] كما يلي:

$$m = \overline{F2}$$

$$d = \overline{BC1} - \overline{BC2}$$

$$h = \overline{F1} - 4\,\overline{F2} - 0.5 \times \overline{P1} - 0.5 \times \overline{P2} + \overline{2BC1} + \overline{2BC2}$$

$$I = 2\,\overline{BC1} + 2\,\overline{BC2} - 4\overline{F2}$$

$$J = \overline{BC1} - 0.5 \times \overline{P1} - \overline{BC2} + 0.5 \times \overline{P2}$$

$$L = \overline{P1} + \overline{P2} + 2\overline{F1} + \overline{4F2} - \overline{4BC1} - \overline{4BC2}$$

حيث m: متوسط عشيرة الجيل الثاني

d: التأثير التراكمي للمورثة (Additive genetic effect)

h: التأثير السيادي للمورثة (Dominance genetic effect)

i: التفاعلات المورثية من النمط تراكمي× تراكمي
(Additive × additive type of gene interaction)

l: التفاعلات المورثية من النمط سيادي × سيادي
(Dominance × dominance type of gene interaction)

تم تصميم التجربة باستخدام تصميم القطاعات الكاملة العشوائية (R.C.B.D.) في ثلاثة مكررات، وتم تحليل النتائج باستخدام برنامج Excel.

النتائج والمناقشة:

تشير بيانات الجدول (2) إلى عدم وجود تفاعل معنوي بين العوامل الوراثية والبيئية في جميع الصفات المدروسة، كما أوضحت نتائج اختبار Scaling test II عدم معنوية الفروق لجميع الصفات المدروسة بعد تطبيق اختبار F–test على العشائر غير الانعزالية التي ضمت الآباء وهجن الجيل الأول، وتدل

هذه النتائج على استقرار التراكيب الوراثية المدروسة المتحصل عليها، ويؤكد في الوقت نفسه نقاوة السلالات وهجن الجيل الأول المستخدمة في الدراسة.

جدول (2) قيم اختبار Scaling test II للأجيال غير الانعزالية (P1,P2.F1) لجميع الصفات المدروسة

الصفة	الهجن	F-test		
		VP1/VP2	VP1/VF1	VP2/VF1
عدد الأيام حتى الإسبال	H1	NS	NS	NS
	H2	NS	NS	NS
عدد الأيام حتى النضج	H1	NS	NS	NS
	H2	NS	NS	NS
فترة امتلاء الحبوب	H1	NS	NS	NS
	H2	NS	NS	NS
ارتفاع النبات	H1	NS	NS	NS
	H2	NS	NS	NS
مساحة الورقة العلمية	H1	NS	NS	NS
	H2	NS	NS	NS

بناءً على ذلك، يمكن الانتقال إلى إجراء اختبار Scaling I للتأكد من وجود أو غياب التفاعل بين المورثات غير القرينة، هذا يعني تحديد وجود أو غياب التفاعل المورثي (التفوق)، وبالتالي تحديد القيمة الوراثية والتربوية للأفراد والعائلات المدروسة، وفهم آلية توريث الصفات عبر الأجيال الانعزالية. وذلك من خلال دراسة المعايير الوراثية الستة (m, d, h, i, j, l).

- **عدد الأيام حتى الإسبال**

تشير معنوية المقياسين A، B المبينة بالجدول رقم (3) إلى وجود الأنواع الثلاثة للفعل المورثي التفوقي التراكمي X التراكمي، والتراكمي X السيادي، والسيادي X السيادي، وتشير معنوية المقياس C إلى الجزء من الفعل المورثي التفوقي سيادي X سيادي، وتشير معنوية المقياس D إلى الجزء من الفعل المورثي التفوقي تراكمي X تراكمي، وعندما يكون الفعل المورثي السيادي (h) والفعل المورثي (سيادي X سيادي) (L) نفس الإشارة، يكون نمط التفاعل المورثي من الشكل المتمم (Complementary)، أما إذا اختلفت الإشارة لكل منهما، يكون النمط من التفاعل المورثي المضاعف (Duplicate).

جدول (3) اختبار Scale 1، متوسط الجيل الثاني (m)، الفعل المورثي التراكمي (d)، السيادي (h)، التراكمي × تراكمي (i)، التراكمي × سيادي (j)، السيادي × سيادي (l) لصفة عدد الأيام حتى الإسبال

الصفة		عدد الأيام حتى الإسبال (يوم)	
الهجن		دوما1× شام5	شام1× شام5
Scaling I	A	**	**
	B	**	**
	C	NS	**
	D	**	**
المؤشرات الوراثية	m±SE	125.67**±0.29	123.67**±0.26
	d±Se	1.67**±0.47	2.00**±0.43
	h±SE	−5.83**±1.53	15.50**±1.38
	i±SE	−4.67**±1.48	16.00**±1.36
	j±SE	3.83**±1.06	2.50**±0.90
	l±SE	9.00**±2.34	−17.67**±2.07
نمط التفاعل		Dupl.	Dupl.

أظهرت نتائج اختبار Scaling I قيما عالية المعنوية للمؤشرات A، B، D في الهجين الأول، وكانت معنوية في جميع المؤشرات الأربعة في الهجين الثاني بالنسبة لصفة عدد الأيام حتى الإسبال، ويدل هذا على إسهام التفاعل بين المورثات غير القرينة على المواقع الوراثية المختلفة إلى جانب الفعلين الوراثيين السيادي والتراكمي في التعبير عن هذه الصفة، كما أن معنوية المؤشر (m) لمتوسطات الجيل الثاني F_2 في جميع الهجن يدل على أن الصفة تتبع في وراثتها للوراثة الكمية جدول (3).

بينت نتائج تحليل مكونات الفعل المورثي للهجين الأول (دوما 1 × شام 5)، أن الفعل المورثي التفوقي من النوع السيادي X السيادي ساهم بالمرتبة الأولى في وراثة صفة عدد الأيام حتى الإسبال، تلاه الفعل المورثي السيادي ثم الفعل المورثي التراكمي X التراكمي، وفي الهجين الثاني كان أيضاً الفعل المورثي السيادي X السيادي بالمرتبة الأولى تلاه الفعل المورثي التراكمي X التراكمي ثم الفعل المورثي السيادي، كما بينت النتائج أن مكونات الفعل المورثي التفوقي أسهمت في وراثة صفة عدد الأيام حتى الإسبال، حيث كان نمط التفاعل المورثي التفوقي في كل من الهجين الأول والثاني من النوع المضاعف (Duplicate) نتيجة التعاكس بين إشارتي الفعل المورثي السيادي (h) والفعل المورثي (السيادي x السيادي) (L)، مشيراً ذلك إلى أن تحسين هذه الصفة في هذه الهجن يجب أن يتم بعد عدة أجيال من التربية الذاتية أي في الأجيال الانعزالية المتأخرة وذلك للتخلص من التأثيرات الضارة لتفاعل المورثات من خلال الانتخاب المتكرر وقد توافقت هذه النتيجة مع نتائج [1].

- **عدد الأيام حتى النضج التام**

أظهرت نتائج اختبار Scaling I الموضحة في الجدول (4) أن المؤشرات A، B، C، D كانت عالية المعنوية في الهجينين الأول والثاني في صفة عدد الأيام حتى النضج ما عدا المؤشر A في الهجين الأول، وهذا يؤكد على دور الفعل المورثي التفوقي في وراثة صفة عدد الأيام حتى النضج التام في هذه الهجن.

جدول (4) اختبار Scale 1، متوسط الجيل الثاني (m)، الفعل المورثي التراكمي (d)، السيادي (h)، التراكمي × تراكمي (i)، التراكمي × سيادي (j)، السيادي × سيادي (l) لصفة عدد الأيام حتى النضج التام

الصفة		عدد الأيام حتى النضج (يوم)	
الهجن		دوما1× شام5	شام1× شام5
Scaling I	A	NS	**
	B	**	**
	C	**	**
	D	**	**
المؤشرات الوراثية	m±SE	187.67**±0.29	187.67**±0.19
	d±Se	1.00*±0.47	−3.33**±0.29
	h±SE	−8.50**±1.54	−20.17**±0.95
	i±SE	−6.00**±1.48	−20.00**±0.95
	j±SE	−0.50±1.05	−2.50**±0.59
	l±SE	2.33±2.36	23.00**±1.39
نمط التفاعل		Dupl.	Dupl.

أشارت القيم عالية المعنوية لمؤشر تأثير المتوسط [m] في الجدول (4) إلى أن صفة عدد الأيام حتى النضج التام خاضعة في وراثتها للوارثة الكمية.

بينت نتائج تحليل مكونات الفعل الوراثي لصفة عدد الأيام حتى النضج التام الجدول (4) في الهجين الأول أن الفعل المورثي السيادي ساهم بالمرتبة الأولى في وراثة هذه الصفة، تلاه الفعلين الوراثيين

تراكمي x تراكمي و السيادي x السيادي، وفي الهجين الثاني كان الفعل المورثي السيادي x السيادي بالمرتبة الأولى تلاه الفعل المورثي السيادي ، ثم التراكمي x التراكمي.

كان الفعل المورثي السيادي [h] أعلى من الفعل المورثي التراكمي [d] في الهجينين المدروسين، وهذا يدل على سيطرة الفعل المورثي السيادي على وراثة صفة عدد الأيام حتى النضج التام، هذه النتيجة توافقت مع نتائج [6].

ساهم الفعل المورثي التفوقي في وراثة صفة عدد الأيام حتى النضج التام، حيث كان نمط هذه التفاعل المورثي من النوع المزدوج في الهجينين المدروسين، وهذا النوع من التفاعل المورثي يتطلب عدد أكبر من دورات الانتخاب للوصول إلى النقاوة المطلوبة للمورثات المسيطرة على وراثة صفة عدد الأيام حتى النضج التام، وذلك يعود إلى الاتجاه المختلف الذي يؤثر فيه كل من الفعل المورثي السيادي والفعل المورثي السيادي x السيادي، مما يسبب تشتتاً في القيم المتوقعة من عملية الانتخاب.

- **فترة امتلاء الحبوب**

أظهرت نتائج اختبار Scale I الموضحة في الجدول (5) أن المؤشرات A، B، C، D كانت عالية المعنوية للهجينين في صفة فترة امتلاء الحبوب، عدا المؤشر A في الهجين الأول، وهذا يؤكد على دور الفعل الوراثي التفوقي في وراثة صفة فترة امتلاء الحبوب في الهجن المدروسة، أشارت القيم عالية المعنوية لمؤشر تأثير المتوسط [m] في الجدول (5) إلى أن صفة فترة امتلاء الحبوب خاضعة في وراثتها للوراثة الكمية.

جدول (5) اختبار Scale 1، متوسط الجيل الثاني (m)، الفعل المورثي التراكمي (d)، السيادي (h)، التراكمي × تراكمي (i)، التراكمي × سيادي (j)، السيادي × سيادي (l) لصفة فترة امتلاء الحبوب

الصفة		فترة امتلاء الحبوب (يوم)	
الهجن		دوما1× شام5	شام1× شام5
Scaling I	A	NS	**
	B	**	**
	C	**	**
	D	**	**
المؤشرات الوراثية	m±SE	54.67**±0.21	64.00**±0.41
	d±Se	0.00±0.31	−5.33**±0.67
	h±SE	−14.00**±1.05	−35.67**±2.14
	i±SE	−12.00**±1.03	−36.00**±2.12
	j±SE	−2.00**±0.67	−5.00**±1.38
	l±SE	9.33**±1.55	40.67**±3.21
نمط التفاعل		Dupl.	Dupl.

بينت نتائج تحليل مكونات الفعل المورثي للهجين الأول أن الفعل الوراثي السيادي ساهم بالمرتبة الأولى في وراثة صفة فترة امتلاء الحبوب، تلاه الفعل المورثي التراكمي x التراكمي ثم الفعل المورثي السيادي x السيادي، وفي الهجين الثاني كان الفعل المورثي التفوقي من النوع السيادي x السيادي بالمرتبة الأولى تلاه الفعل المورثي التراكمي x التراكمي، ثم الفعل المورثي السيادي.

كما بينت النتائج أن مكونات الفعل المورثي التفوقي أسهمت إلى جانب الفعلين الوراثيين التراكمي والسيادي في وراثة صفة فترة امتلاء الحبوب، حيث كان نمط التفاعل المورثي التفوقي في كل من

الهجينين الأول والثاني من النوع المضاعف (Duplicate) نتيجة التعاكس بين إشارتي الفعل المورثي السيادي (h) والفعل المورثي (السيادي x السيادي) (L)، مشيراً ذلك إلى أن تحسين هذه الصفة في هذه الهجن يجب أن يتم بعد عدة أجيال من التربية الذاتية أي في الأجيال الانعزالية المتأخرة.

- **ارتفاع النبات**

أشارت المعنوية العالية للمؤشرات A، C، D لاختبار Scaling I للهجينين المدروسين والموضحة في الجدول (6) أن الفعل المورثي التفوقي ساهم إلى جانب الفعلين الوراثيين التراكمي والسيادي في وراثة صفة ارتفاع النبات.

جدول (6) اختبار Scale 1، متوسط الجيل الثاني (m)، الفعل المورثي التراكمي (d)، السيادي (h)، التراكمي × تراكمي (i)، التراكمي × سيادي (j)، السيادي × سيادي (l) لصفة ارتفاع النبات/سم

الصفة		ارتفاع النبات (سم)	
الهجن		دوما1× شام5	شام1× شام5
Scaling I	A	**	**
	B	NS	NS

	C	**	**
	D	**	**
المؤشرات الوراثية	m±SE	98.93**±0.80	98.20**±0.48
	d±Se	−4.73**±1.33	−3.20**±0.77
	h±SE	−15.57**±4.19	−19.33**±2.51
	i±SE	−20.67**±4.16	−23.20**±2.47
	j±SE	−7.23**±2.69	−2.33±1.60
	l±SE	34.60**±6.27	27.47**±3.75
نمط التفاعل		Dupl.	Dupl.

أشارت المعنوية العالية للمؤشرات A، C، D لاختبار Scaling I للهجينين المدروسين والموضحة في الجدول (6) أن الفعل المورثي التفوقي ساهم إلى جانب الفعلين الوراثيين التراكمي والسيادي في وراثة صفة ارتفاع النبات.

أشارت معنوية مؤشر تأثير المتوسط (m) للهجينين المدروسين في الجدول (6) أن صفة ارتفاع النبات خاضعة في وراثتها للوراثة الكمية.

بينت نتائج تحليل مكونات الفعل المورثي في الهجينين الأول والثاني أن الفعل المورثي التفوقي من النوع السيادي x السيادي ساهم بالمرتبة الأولى في وراثة صفة ارتفاع النبات، تلاه الفعل المورثي التراكمي x التراكمي، ثم الفعل المورثي السيادي.

كان الفعل الوراثي السيادي (h) أكثر أهمية من الفعل المورثي التراكمي (d) في وراثة صفة ارتفاع النبات في الهجينين المدروسين، وكانت قيم الفعل المورثي السيادي سالبة وعالية المعنوية في الهجينين المدروسين، وتشير هذه النتيجة إلى إمكانية الاستفادة من هذه الهجن في استنباط تراكيب وراثية أقصر من أبويها بالنسبة لصفة ارتفاع النبات، بما يتلاءم مع متطلبات الزراعة المروية، ويعزى ذلك إلى أن

الفعل المورثي السيادي يمثل أحد المكونات المهمة المسؤولة عن ظاهرة قوة الهجين وحدوثها. وقد توافقت هذه النتيجة مع ما توصل إليه [5].

كما بينت النتائج أن مكونات الفعل المورثي التفوقي ساهمت إلى جانب الفعلين الوراثيين التراكمي والسيادي في وراثة صفة ارتفاع النبات، حيث كان نمط التفاعل المورثي التفوقي في كلا الهجينين الأول والثاني من النوع المزدوج (Duplicate) نتيجة التعاكس بين إشارتي الفعلين الوراثيين السيادي والسيادي x السيادي، مشيراً ذلك إلى إمكانية تطوير هذه الصفة في الهجن المدروسة يجب أن يتم بعد عدة أجيال من التربية الذاتية أي في الأجيال المتأخرة وذلك للتخلص من التأثيرات الضارة لفعل المورثات من خلال الانتخاب المتكرر.

- **مساحة الورقة العلمية**

أظهرت نتائج اختبار Scaling I الموضحة بالجدول (7) قيما عالية المعنوية لكل المؤشرات الأربعة A, B, C, D وهذا يؤكد وجود تفاعل بين المؤثرات غير القرينة على المواقع المختلفة ودور الفعل المورثي التفوقي في وراثة صفة مساحة الورقة العلمية، وبينت النتائج في الجدول (7) أن قيم المؤشر (m) كانت عالية المعنوية لكلا الهجينين الأول والثاني، وهذا يؤكد أن صفة مساحة الورقة العلمية هي من الصفات الكمية.

جدول (7) اختبار Scale 1، متوسط الجيل الثاني (m)، الفعل المورثي التراكمي (d)، السيادي (h)، التراكمي × تراكمي (i)، التراكمي × سيادي (j)، السيادي × سيادي (l) لصفة مساحة الورقة العلمية (سم^2)

الصفة	مساحة الورقة العلمية (سم^2)	
الهجن	دوما1× شام5	شام1× شام5

**	**	A	Scaling I
**	**	B	
**	**	C	
**	**	D	
43.35**±0.34	46.42**±0.30	m±SE	المؤشرات الوراثية
−8.03**±0.58	−11.07**±0.49	d±Se	
24.20**±1.86	4.43**±1.61	h±SE	
25.71**±1.80	6.01**±1.56	i±SE	
−7.51**±1.22	−3.12**±1.06	j±SE	
−44.61**±2.86	−50.06**±2.44	l±SE	
Dupl.	Dupl.	نمط التفاعل	

بينت نتائج تحليل مكونات الفعل المورثي في الهجين الأول أن الفعل المورثي التفوقي من النوع السيادي x السيادي ساهم بالمرتبة الأولى في وراثة صفة مساحة الورقة العلمية تلاه الفعل المورثي التراكمي، ثم الفعل المورثي التفوقي من النوع التراكمي x التراكمي، في حين كان ترتيب المساهمة في وراثة الهجين الثاني هو السيادي x السيادي، ثم السيادي، التراكمي x التراكمي، ومن خلال النتائج تبين أهمية الفعل المورثي السيادي في وراثة صفة مساحة الورقة العلمية في الهجينين المدروسين.

وبينت النتائج أن التعاكس بين إشارتي الفعل المورثي السيادي والفعل المورثي (سيادي x سيادي) للهجينين المدروسين يشير إلى النمط المضاعف (Duplicate) من الفعل المورثي التفوقي، وهذا يشير إلى أن الانتخاب يكون فعالاً في الأجيال الانعزالية المتأخرة، ويمكن أن يسهم في تحسين هذه الصفة.

الاستنتاجات Conclusions

1- أظهرت دراسة الفعل المورثي للصفات الفينومورفولوجية المدروسة وجود مساهمة مشتركة للأفعال الوراثية التراكمية والسيادية والتفوقية في التحكم بوراثة هذه الصفات في الهجينين المدروسين، وكان الفعل المورثي التفوقي من النمط السيادي × السيادي من أكثر مكونات الفعل الوراثي أهمية في وراثة عدد من الصفات، ولا سيما صفات عدد الأيام حتى الإسبال، وارتفاع النبات، ومساحة الورقة العلمية.

2- أسهم الفعل المورثي التفوقي أسهم في وراثة عدد الأيام حتى النضج التام، وفترة امتلاء الحبوب، إلى جانب الفعلين التراكمي والسيادي، كما أظهر تحليل التفاعلات الوراثية سيادة النمط المضاعف (Duplicate) في كلا الهجينين ولجميع الصفات المدروسة، مما يشير إلى أهمية مراعاة طبيعة الفعل المورثي عند تحديد الأجيال المناسبة لإجراء الانتخاب.

3- تشير طبيعة الفعل المورثي والتفاعلات التفوقية السائدة في الصفات المدروسة إلى أن الاستفادة من التباين الوراثي المتاح تتطلب تأخير الانتخاب إلى الأجيال الانعزالية المتقدمة، بما يتيح تثبيت التراكيب الوراثية المرغوبة وتحقيق كفاءة انتخابية أفضل،

المقترحات Suggestions

متابعة العمل على العشائر الانعزالية للهجينين دوما1× شام5، وشام1× شام5 في الأجيال المتقدمة، مع اعتماد الانتخاب المتكرر للصفات المرغوبة، بهدف تثبيت التراكيب الوراثية المتفوقة والوصول إلى سلالات نقية يمكن الاستفادة منها في برامج تربية القمح القاسي.

المراجع References

المراجع العربية:

1. إسماعيل، أضي. (2025). دراسة وراثية لأهم الصفات المورفولوجية والفينولوجية والإنتاجية والنوعية (*Triticum durum* Desf.) للقمح القاسي في ظروف منطقة الغاب. رسالة دكتوراه. كلية الزراعة، جامعة حمص.
2. المجموعة الإحصائية الزراعية السنوية (2022). وزارة الزراعة و الإصلاح الزراعي، دمشق، الجمهورية العربية السورية.
3. المنظمة العربية للتنمية الزراعية، (2023). الكتاب السنوي للإحصاءات الزراعية.
4. صبوح، محمود؛ ومها حديد وعدنان قنبر. (2010). الوراثة الكمية (الجزء النظري). منشورات جامعة دمشق.

5. عبود، جلال (2015). التحليل الوراثي لتحسين بعض الصفات الكمية في القمح الطري، رسالة دكتوراه، كلية الزراعة، جامعة البعث.
6. كاسو، علا (2023). تقدير بعض المعايير الوراثية لأهم الصفات الإنتاجية ومكوناتها وأثرها في التحسين الوراثي للقمح القاسي (*Triticum durum* Desf.)، رسالة دكتوراه، كلية الهندسة الزراعية، جامعة البعث.
7. مهنا، أحمد؛ وحياص، بشار. (2007). إنتاج محاصيل الحبوب والبقول، منشورات جامعة البعث. ص267.

المراجع الأجنبية:

8. Chahal, G. S. and S. S. Gossal. (2002). Principles and procedures of plant breeding. Biotechnological and conventional approaches. Alpha science international Ltd. Harrow, UK. 604 pp.
9. FAO. (2024). FAOSTAT Statistical Database. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
10. Gamble, E. E. (1962). Gene effect in corn (*zea mays* L.) I. Separation and relative importance of gene effect for yield. Can. J. Plant Sci 42: 339-348.
11. 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.
12. Gupta, P., Prasad, R., and Sharma, M. (2023). Genetic architecture of F 2 and identified transgressive segregants for yield and its component

traits in bread wheat (*Triticum aestivum* L.). Electronic Journal of Plant Breeding, 14(2), 551-560.

13. Hayman, B. I. and Mather, K. (1955). The decription of genetic interaction in continuous variation. Biometrics, 11: 69- 82.
14. Hayman, B. I. (1958). The separation of epistasis frome additive and dominance variation in generation means. Heredity 12: 371- 390.
15. Jinks, J. L. and R. M. Jones (1958). Estimation of the Components of herterosis. London. Genetics 43: 223- 234.
16. Khalil, I. A. (2019). Phenological development of durum wheat under Mediterranean conditions. Field Crops Research, 234, 150-158.
17. Sandhu, R., Singh, B., Delvadiya, I. R., Pandey, M. K., Rai, S. K., and Attri, M. (2023). Genetic analysis of grain yield and its contributing traits in four bread wheat (*Triticum aestivum* L.) crosses using six parameter model. Electronic Journal of Plant Breeding, 14(1), 154-159.
18. Singh, R. K. and B. D. Chaudhry. (1977). Biometrical methods in quantitative genetic analysis . Kamla Nagar, Delhi. 110007. India.
19. Voldeng, H.D. And G. M. Simpson. (1967). The Relationship Between Photosynthetic Area and Grin Yield per Plant in Wheat . Can .J. Plant Sci., 47: p. 359-369.