دراسة معامل الارتباط و المرور بين بعض الصفات والغلة الحبية 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 2022–2021 و 2023–2022 و2024–2023، بهدف تحديد الصفات المرتبطة بالغلة الحبية وتقدير تأثيراتها المباشرة وغير المباشرة في هجينين من القمح القاسي (***Triticum durum* Desf.**) نُفذت التجربة وفق تصميم القطاعات العشوائية الكاملة بثلاثة مكررات، باستخدام هجينين هما : دوما1 × شام1 ، وشام1 × شام5 ، الناتجين عن التهجين نصف التبادلي، دُرست معاملات الارتباط المظهري بين الغلة الحبية وعدد من الصفات الفينومورفولوجية والإنتاجية، كما أُجري تحليل معامل المرور لتحديد الصفات الأكثر إسهامًا في الغلة الحبية .أظهرت النتائج في الهجين الأول وجود ارتباطات موجبة ومعنوية بين الغلة الحبية وكل من وزن الألف حبة والغلة الحيوية ودليل الحصاد، وارتباطاً سالباً معنوياً مع نسبة البروتين .بينما ارتبطت الغلة الحبية في الهجين الثاني ارتباطاً موجباً ومعنوياً مع عدد الحبوب في السنبلة وارتفاع النبات والغلة الحيوية ودليل الحصاد وطول حامل السنبلة، وأوضح تحليل معامل المرور أن دليل الحصاد والغلة الحيوية ووزن الألف حبة كانت أكثر الصفات إسهاماً في الغلة الحبية في الهجين الأول، في حين كانت الغلة الحيوية وعدد الحبوب في السنبلة الأكثر إسهاماً في الهجين الثاني، وتشير النتائج إلى إمكانية الاستفادة من هذه الصفات كمعايير انتخابية في برامج تحسين الغلة الحبية للقمح القاسي.

الكلمات المفتاحية: القمح القاسي، معامل المرور، الارتباط، الغلة الحبية.

Study of the Correlation and Path Coefficient Between Some Traits and Grain Yield in Two Durum Wheat Hybrids (*Triticum durum* Desf.)

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) in Al-Qamishli during the agricultural seasons 2021/2022, 2022/2023, 2023/2024. The study aimed to identify the traits associated with grain yield and estimate their direct and indirect effects in two durum wheat hybrids (***Triticum durum* Desf.**). The experiment was conducted using a randomized complete block design with three replications, using two hybrids: Duma 1 × Sham 1 and Sham 1 × Sham 5, derived from half-diallel crosses. Phenotypic correlation coefficients between grain yield and a number of phenomorphological and yield-related traits were estimated, and path coefficient analysis was performed to identify the traits contributing most to grain yield. The results showed that, in the first hybrid, grain yield was positively and significantly correlated with thousand-kernel weight, biological yield, and harvest index, and negatively and significantly correlated with protein content. In the second hybrid, grain yield was positively and significantly correlated with the number of grains per spike, plant height,

biological yield, harvest index, and spike-bearing stem length. Path coefficient analysis indicated that harvest index, biological yield, and thousand-kernel weight were the traits contributing most to grain yield in the first hybrid, whereas biological yield and number of grains per spike were the most important contributors in the second hybrid. These results indicate the potential use of these traits as selection criteria in breeding programs aimed at improving grain yield in durum wheat.

Keywords: durum wheat, grain yield, correlation coefficients, path coefficient analysis.

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**[1]** ، وتعد الدول العربية أكبر مستورد للقمح في العالم، فهي تستورد 20% من حجم التجارة السنوية العالمية بالقمح البالغة 200 مليون طن **[9]**، وتزداد 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.

وبلغت المساحة المزروعة بالقمح في سورية عام 2023 حوالي 1.33 مليون هكتار، بإنتاج إجمالي قدره 3.080 مليون طن بمتوسط إنتاجية بلغ 2.3 كغ/هـ **[2]**.

ينتمي محصول القمح Wheat إلى العائلة النجيلية Poaceae والقبيلة Maydeae هو من النباتات الحولية التي تتبع الجنس Triticum، ويقدر أن هناك أكثر من 1200 صنفاً من القمح مزروعاً في العالم، ينتمي معظمها إلى النوعين T.aestivum، T.durum، وتقسم هذه الأنواع وفقاً للعدد الصبغي إلى أربع مجموعات:

- القمح الثنائيDiploid (2n=14)
- القمح الرباعي Tetraploids (2n=28)، ومثال عليه القمح القاسي (T.durum).
- القمح السداسي Hexaploids (2n=42)، ومثال عليه القمح الطري (T.aestivum).

نشأت هذه المجموعات الثلاث طبيعياً دون تدخل الإنسان.

– القمح الثماني (Octoploid) (2n=56)، نشأت صناعياً بواسطة الإنسان **[20]**.

تعد دراسة العلاقات الارتباطية بين الصفات الاقتصادية نقطة بالغة الأهمية عند اختيار الآباء لإدخالها في برنامج التهجين، حيث تنتقى الآباء على أساس العلاقات الارتباطية الإيجابية بين الصفات الهامة، بحيث يزداد التقاء الصفات المرغوبة من كلا الأبوين في الأجيال اللاحقة **[18]**.

يشير معامل الارتباط المظهري إلى الارتباط بين صفتين أو أكثر، كما يحدد مكونات الصفات، وأسلوب الانتخاب الذي يمكن أن يُعتمد بهدف التحسين الوراثي لصفة الإنتاجية التي تعد أكثر الصفات الاقتصادية أهمية، وتدل معنوية قيم الارتباط المظهري على إمكانية التحسين لهذه الصفات، وخاصة إذا ترافقت مع قيم عالية للتباين المورثي التراكمي، حيث تعد دراسة علاقات الارتباط المظهري Phenotypic correlation عاملاً هاماً لتحديد أفضل الارتباطات الإيجابية بين الصفات كخطوة لتحسين إحداها عن طريق الانتخاب للصفة الأخرى، ومن هنا تبرز أهمية وضع برنامج تربوي مناسب وأكثر كفاءة لانتخاب الصفات الكمية **[6]**.

ويعرف معامل الارتباط Correlation Coefficient بأنه يدل على أن أي زيادة أو نقص في إحدى الظاهرتين يؤثر سلباً أو إيجاباً في الظاهرة الأخرى **[3]**.

أوجد **[19]** المفهوم الأساسي لمعامل المرور واستعمل هذا المؤشر لأول مرة في انتخاب النبات من قبل **[8]** ، وهو يقيس المساهمة المباشرة وغير المباشرة للصفات المثقلة في الصفة التابعة (غير المثقلة) لذلك فإن الفهم الجيد للعوامل التي تحدد الإنتاجية، وكذلك تحديد وربط الصفات الشكلية والفينولوجية والفيزيولوجية بالإنتاج من الناحية الوراثية كل ذلك يؤدي إلى تسريع الانتخاب في المراحل الأولى من التربية اعتماداً على هذه الصفات **[15]**.

أظهرت النتائج التي حصل عليها **[7]** ، وجود تباينات معنوية عالية ما بين الصفات المدروسة لخمسين نمطاً وراثياً من القمح، وكشف معامل الارتباط البسيط عن وجود ارتباط موجب معنوي مرتفع ما بين الغلة الحبية والغلة الحيوية ودليل الحصاد، وكل من ارتفاع النبات ووزن الألف حبة (عند مستوى معنوية

1%)، كما وجِدَت علاقة ارتباط موجبة معنوية (عند مستوى معنوية 5%) ما بين عدد الحبوب\السنبلة والغلة الحبية، كما إنّ تحليل معامل المرور أظهر وجود تأثير موجب مرتفع مباشر ما بين الغلة الحيوية ودليل الحصاد من جهة والغلة الحبية من جهة أخرى.

وجد **[16]** ، أن لارتفاع النبات تأثير إيجابي ومباشر في الغلة الحبية 7.599، بينما كان هناك تأثير غير مباشر لكل من صفات: مساحة ورقة العلم 4.167، عدد الإشطاءات في النبات 2.383، وطول السنبلة 2.399، وكان التأثير سلبياً في عدد حبوب السنبلة 5.893-، وكان لكل من صفتي: عدد السنيبلات في السنبلة 17.524، ووزن الألف حبة 4.236- تأثيرات غير مباشرة وسالبة.

بين **[5]** ، في دراسته على هجن من القمح القاسي علاقة ارتباط إيجابية عالية المعنوية بين الغلة الحبية في النبات وصفات (عدد السنابل في النبات، ودليل الحصاد، والغلة الحيوية، وعدد الحبوب في السنبلة، ووزن الألف حبة)، كما أن نتائج تحليل معامل المرور أوضحت أن صفات (عدد السنابل في النبات، ودليل الحصاد، والغلة الحيوية، ووزن الألف حبة) كانت أكثر الصفات مساهمة في الغلة الحبية/النبات.

توصل **[4]** ، في دراسته على أربعة هجن من القمح الطري أن صفة الغلة الحبية في النبات ارتبطت إيجابياً ومعنوياً بصفات ارتفاع النبات، وعدد السنابل في النبات، وعدد الحبوب في السنبلة، وعدد الحبوب في النبات، ووزن الألف حبة في الهجن الأربعة المدروسة، كما ارتبطت سلبياً ومعنوياً بصفة عدد الأيام حتى الإسبال في الهجينين الثالث والرابع، وسلبياً غير معنويٍ في الهجينين الأول والثاني، وبينت نتائج تحليل معامل المسار أن صفات عدد السنابل في النبات، وعدد الحبوب في السنبلة، ووزن الألف حبة هي أكثر الصفات مساهمةً في الغلة الحبية في النبات.

أشارت دراسة **[13]** ، التي أجريت على 28 طرازاً وراثياً من القمح الطري، إلى وجود ارتباط إيجابي قوي ومعنوي بين محصول الحبوب للنبات الواحد وكل من المحصول البيولوجي (r= 0.756) ، وعدد الإشطاءات المثمرة (r= 0.728 إلى 0.801)، وعدد الحبوب في السنبلة (r = 0.672 إلى 0.728) عبر مختلف مواعيد الزراعة، وأوضح الباحثون من خلال تحليل معامل المسار أن هذه الصفات لم

ترتبط بالمحصول فحسب، بل كانت المساهم المباشر الأكبر في تحديده، حيث سجلت الإشطاءات المثمرة وعدد الحبوب في السنبلة أعلى تأثيرات مباشرة موجبة على الغلة تحت ظروف الإجهاد الحراري الناتج عن الزراعة المتأخرة.

أهداف البحث:

1- تحديد طبيعة الارتباط بين الغلة الحبية والصفات المدروسة.
2- تحديد التأثيرات المباشرة وغير المباشرة للصفات المرتبطة بالغلة الحبية.
3- تحديد الصفات الأكثر مساهمة في الغلة الحبية.

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 1، 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× شام1					
4خط P1	**4خط P2**	**4خط F1**	**13خط F2**	**9خط BC1**	**9خط BC2**
شام1× شام5					
4خط P1	**4خط P2**	**4خط F1**	**13خط F2**	**9خط BC1**	**9خط BC2**
دوما1× شام1					
4خط P1	**4خط P2**	**4خط F1**	**13خط F2**	**9خط BC1**	**9خط BC2**
شام1× شام5					
4خط P1	**4خط P2**	**4خط F1**	**13خط F2**	**9خط BC1**	**9خط BC2**
دوما1× شام1					
4خط P1	**4خط P2**	**4خط F1**	**13خط F2**	**9خط BC1**	**9خط BC2**

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

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	17.82	8.30

الصفات المدروسة:

- **الصفات الكمية**

1- 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.

2- 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.

3- طول حامل السنبلة (سم) spike peduncle (SP):

يقاس ابتداء من العقدة الأخيرة للساق وحتى قاعدة السنبلة بحيث حسب متوسط طول حامل السنبلة لـ 10 سنابل مختارة **عشوائياً** من كل قطعة تجريبية.

4- عدد السنابل في النبات Spikes Per Plant (SPP):

متوسط عدد السنابل لـ (10) نباتات مختارة **عشوائياً** من كل قطعة تجريبية.

5- عدد الحبوب في السنبلة الرئيسية Grains Per Spike (GPS):

متوسط عدد الحبوب لـ (10) سنابل مختارة **عشوائياً** من كل قطعة تجريبية.

6- وزن الـ 1000 حبة (غ) Thousand Kernel Weight (TKW):

متوسط ثلاث قراءات لوزن 1000 حبة من **كل قطعة** تجريبية باستخدام الميزان الحساس

7- الغلة الحيوية في النبات (غ) Biological Yield per Plant (BYP):

متوسط الغلة الحيوية (الحب +القش) لعشرة نباتات مختارة عشوائياً من كل قطعة تجريبية

8- الغلة الحبية في النبات (غ) Grain Yield per Plant (GYP) :

متوسط غلة الحبوب لعشرة نباتات **مختارة عشوائياً** من كل قطعة تجريبية.

9- دليل الحصاد % Harvest Index (HI):

حسب دليل الحصاد لعشرة نباتات مختارة **عشوائياً** من كل قطعة تجريبية كما يلي:

دليل الحصاد = (الغلة الحبية / الغلة الحيوية) × 100

ملاحظة :تؤخذ القراءات على النباتات نفسها لصفة الغلة ومكوناتها.

6- الصفات النوعية:

1- تقدير البروتين: قدرت باستخدام جهاز التحليل (Perten IM 9500) الموجود في مخبر تكنولوجيا الأغذية في الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية في دمشق.

وتم حساب كل من:

- **الارتباط المظهري Phenotypic correlation coefficient:**

تم تقدير قيم الارتباط المظهري لجميع الأزواج المحتملة من الصفات وفقاً لطريقة **[11]**،حسب المعادلة الآتية:

$$Rxy = \frac{Cov(xy)}{[Var(x)Var(y)]1/2}$$

حيث cov(xy): التباين الكلي المشترك بين الصفتين x وy.

var(x)var(y): تباين الصفتين x وyعلى التوالي.

- **معامل المرور Path analysis coefficients**

يحدد تحليل معامل المرور ارتباط الصفات المدروسة بالغلة الحبية ومعرفة التأثيرات المباشرة وغير المباشرة الناتجة عن ارتباطها بالصفات الأخرى. حيث أن تقديره يحدد نسبة مساهمة كل صفة من الصفات المدروسة في الغلة الحبية. وتصنف التأثيرات المباشرة وغير المباشرة حسب المستويات التي قدمها **[12]**،على النحو التالي:

التأثيرات المباشرة وغير المباشرة Direct and indirect effects	مستوى التأثير Rate of effect
0.00–0.09	غير جدير بالاهتمامNegligible
0.10–0.19	منخفض Low
0.20–0.29	معتدل Moderate
0.30–1.00	مرتفع High
أكبر من 1.00	مرتفع جداً high Very

وتعطى معادلة معامل المرور وفق **[17]**.

بالشكل التالي:

$$P= P2Y0+P2Y1+P2Y3+ (2PY1\ r12PY2) + (2PY1\ r13PY3) + (2PY2r23PY3)$$

حيث: P معامل المرور (التأثير المباشر).

Y الغلة الحبية.

r الارتباط المظهري.

وحُسبت الأهمية النسبية Relative importance (RI%) لمساهمة الصفة المدروسة بالغلة الحبية وفق معادلة وفق **[8]**:

$$RI\% = \{|Cdi|/ \Sigma i\ |Cdi|\} \times 100$$

حيث: RI% الأهمية النسبية لمساهمة الصفة (الصفات) المدروسة في الغلة الحبية.

Cdi معامل تحديد للصفة i.

تم حساب CDi:

1- للتأثير المباشر للصفة: من خلال تربيع قيمة معامل المرور للتأثير المباشر للصفة.

2- للتأثير غير المباشر: من خلال المعادلة {(التأثير المباشر للصفة في الغلة الحبية x التأثير غير المباشر للصفة في الغلة الحبية من خلال صفة ثانية) x 2}.

- تم تصميم التجربة باستخدام تصميم القطاعات الكاملة العشوائية (R.C.B.D.) في ثلاثة مكررات.

النتائج والمناقشة

- الارتباط المظهري

أظهرت نتائج معاملات الارتباط وفق الجدول (2) وجود عدد من العلاقات الارتباطية المهمة بين الصفات المدروسة في الهجين الأول، حيث ارتبطت الغلة الحبية ارتباطاً موجباً ومعنوياً مع وزن الألف حبة بقيمة (r=0.577*)، ومع الغلة الحيوية بقيمة (r=0.811**)، ومع دليل الحصاد بقيمة (r=0799*) توافق مع [7]، في حين ارتبطت ارتباطاً سالباً ومعنوياً مع نسبة البروتين بقيمة (r=−0.512*).

كما أظهرت الغلة الحيوية ارتباطات موجبة وعالية المعنوية مع وزن الألف حبة بقيمة (r=0.773**)، ومع ارتفاع النبات بقيمة (r=645**)، وارتبط دليل الحصاد ارتباطاً موجباً ومعنوياً مع عدد الحبوب في السنبلة بقيمة (r=0.486*)

كما ظهرت علاقات ارتباطية مهمة بين بعض الصفات المورفولوجية والإنتاجية، إذ ارتبط وزن الألف حبة ارتباطاً موجباً ومعنوياً مع ارتفاع النبات (r=495*) ومع طول حامل السنبلة (r−0.501*)، في حين ارتبط طول حامل السنبلة مع الغلة الحيوية ارتباطاً موجباً ومعنوياً (r=0.470*)، وأظهرت نسبة البروتين ارتباطات سلبية ومعنوية مع الغلة الحبية (r=−0.521*)، والغلة الحيوية (r=−0.610**)، وارتفاع النبات (r=−692**)، بينما ارتبطت ايجابياً ومعنوياً مع عدد الأيام حتى الإسبال (r=0.527*).

وتشير هذه النتائج إلى أن الغلة الحيوية ودليل الحصاد ووزن الألف حبة تمثل أهم الصفات المرتبطة إيجابياً بالغلة الحبية في هذا الهجين.

أظهر الهجين الثاني وفق الجدول (2) نمطاً مختلفاً نسبياً في طبيعة العلاقات الارتباطية بين الصفات، فقد ارتبطت الغلة الحبية ارتباطاً موجباً وعالي المعنوية مع الغلة الحيوية (**r=0.836)، مع دليل الحصاد (**r=0.691)، كما ارتبطت موجباً ومعنوياً مع عدد الحبوب في السنبلة (*r=0.568)، وارتفاع النبات (*r=565)، وطول حامل السنبلة (*r=490)، في المقابل لم يكن ارتباطها مع وزن الألف حبة معنوياً (r=0.314)، كما لم يظهر ارتباط معنوي مع نسبة البروتين (r=0.034).

الجدول (2) قيم معامل الارتباط المظهري بين الصفات المدروسة في الهجن المدروسة

الهجن	الصفات	DH	PH	SPP	GPS	TKW	GYP	BYP
H1	GPS	-0.197	0.266	0.264	-			
H2		-0.075	0.575*	0.306	-			
H1	TKW	-0.056	0.495*	-0.319	-0.236	-		
H2		-0.207	0.095	-0.241	0.068	-		
H1	GYP	-0.417	0.453	0.291	0.338	0.577*	-	
H2		-0.21	0.565*	0.416	0.568*	0.314	-	
H1	BYP	-0.416	0.645**	0.041	0.036	0.773**	0.811**	-
H2		0.057	0.44	0.634**	0.452	0.193	0.836**	-
H1	Hi	-0.273	0.053	0.366	0.486*	0.202	0.799**	0.337
H2		-0.01	0.401	0.341	0.620**	0.123	0.691**	0.507*
H1	SP	-0.348	0.409	-0.068	-0.038	0.501*	0.263	0.470*
H2		0.002	0.520*	0.317	0.616**	0.03	0.490*	0.275
H1	PRO	0.527*	-0.692**	-0.206	-0.217	-0.344	-0.521*	-.610**
H2		-0.015	0.145	0.095	0.117	-0.593**	0.034	0.131

وأظهرت الغلة الحيوية ارتباطاً موجباً وعالي المعنوية مع عدد السنابل في النبات (**r=0.634)، في حين ارتبط دليل الحصاد ارتباطاً موجباً وعالي المعنوية مع عدد الحبوب في السنبلة (**r=0.620)،

كما ظهرت علاقات ارتباط موجبة ومعنوية بين طول حامل السنبلة وكل من عدد الحبوب في السنبلة (r=0.616**)، وارتفاع النبات (r=0.520*)، كذلك ارتبط عدد الحبوب في السنبلة ارتباطاً موجباً ومعنوياً مع ارتفاع النبات (r=0.575*)، أما نسبة البروتين فقد أظهرت ارتباطاً سالباً وعالي المعنوية مع وزن الألف حبة.

وتشير هذه النتائج إلى أن الغلة الحيوية ودليل الحصاد كانا من أكثر الصفات ارتباطا بالغلة الحبية، مع مساهمة واضحة لكل من عدد الحبوب في السنبلة وارتفاع النبات وطول حامل السنبلة في هذا الهجين

- **معامل المرور**

يستخدم تحليل معامل المرور بشكل واسع في تربية المحاصيل لتحديد طبيعة العلاقة بين الغلّة الحبية ومكوناتها، وكذلك لتحديد أي من هذه المكوّنات له تأثير معنوي ومباشر في الغلّة لاستخدامه كدليل انتخابي [14] [10]، وفي هذه الدراسة تم تقدير معامل المرور لكل هجين من الهجينين لتحديد أكثر الصفات مساهمة في تباين صفة الغلّة الحبية في النبات.

الهجين الأوّل

بينت نتائج تحليل معامل المرور الموضحة في الجدول (3) أنَّ كلاً من صفة الغلة الحيوية في النبات وصفة دليل الحصاد وصفة وزن الألف حبة كانت أكثر الصفات مساهمة في تباين الغلة الحبية في النبات للهجين الأول. كما بينت النتائج أنَّ مجموع تأثيرات صفة الغلة الحيوية في النبات المباشرة وغير المباشرة من خلال صفتي دليل الحصاد ووزن الألف حبة، قد بلغ (0.811) وهذا يشير إلى أنَّ صفة الغلة الحيوية في النبات وتأثيراتها المباشرة وغير المباشرة قد ساهمت في زيادة الغلة الحبية في النبات للهجين الأول، وبلغ مجموع التأثيرات المباشرة وغير المباشرة لصفة دليل الحصاد في الغلة الحبية (0.799)، حيث ساهمت هذه التأثيرات في زيادة الغلة الحبية، كما ساهمت صفة وزن الألف حبة في زيادة الغلة الحبية في النبات في الهجين الأول من خلال تأثيراتها الإيجابية المباشرة وغير المباشرة التي بلغت بمجملها (0.577).

الجدول (3). التأثيرات المباشرة وغير المباشرة للصفات الأكثر إسهاماً في الغلة في الهجين الأول

	مصدر التباين	التأثيرات
1	صفة الغلة الحيوية	
	التأثير المباشر	0.425
	التأثير غير المباشر من خلال صفة دليل الحصاد	0.205
	التأثير غير المباشر من خلال صفة وزن الألف حبة	0.181
	الإجمالي	0.811
2	صفة دليل الحصاد	
	التأثير المباشر	0.609
	التأثير غير المباشر من خلال صفة الغلة الحبية في النبات	0.143
	التأثير غير المباشر من خلال صفة وزن الألف حبة	0.047
	الإجمالي	0.799
3	صفة وزن الألف حبة	
	التأثير المباشر	0.234
	التأثير غير المباشر من خلال صفة الغلة الحبية في النبات	0.219
	التأثير غير المباشر من خلال صفة دليل الحصاد	0.123
	الإجمالي	0.577

ولمعرفة أهمية هذه الصفات الثلاثة، تم تقدير نسبة المساهمة المباشرة وغير المباشرة لكل منها في تباين الغلة الحبية في النبات. حيث بينت النتائج المبينة في الجدول (4)، أنَّ صفة دليل الحصاد ساهمت بنسبة (37.03%) في تباين الغلة الحبية، تلاها في الأهمية التأثير المباشر لصفة الغلة

الحيوية في النبات (18.04%)، ثم التأثير غير المباشر لصفة الغلة الحيوية في النبات من خلال صفة دليل الحصاد (17.42%)، ثم التأثير غير المباشر لصفة الغلة الحيوية في النبات من خلال صفة وزن الألف حبة (15.39%)، ثم التأثير غير المباشر لصفة دليل الحصاد من خلال صفة وزن الألف حبة (5.76%)، ثم التأثير المباشر لصفة وزن الألف حبة (5.49%). وبينت النتائج أنَّ المجموع الكلي لمساهمات هذه الصفات في تباين الغلة الحبية في النبات للهجين الأول بلغ (99.14%).

الجدول (4). الأهمية النسبية للصفات الأكثر إسهاماً في تباين الغلة للهجين الأول

	مصدر التباين	معامل التحديد	الأهمية النسبية %
1	صفة الغلة الحيوية في النبات	0.1804	18.04
2	صفة دليل الحصاد	0.3703	37.03
3	صفة وزن الألف حبة	0.0549	5.49
4	صفة الغلة الحيوية في النبات × صفة دليل الحصاد	0.1742	17.42
5	صفة الغلة الحيوية في النبات × صفة وزن الألف حبة	0.1539	15.39
6	صفة دليل الحصاد × صفة وزن الألف حبة	0.0576	5.76
	الأهمية النسبية الكلية	0.9914	99.14
	المتبقي	0.0086	0.86

الهجين الثاني

أظهرت نتائج تحليل معامل المرور للهجين الثاني الموضحة في الجدول (5) أنَّ كلاً من صفة الغلة الحيوية في النبات وصفة عدد الحبوب في السنبلة وصفة ارتفاع النبات ساهمت في تباين الغلة الحبية في النبات، حيث بلغت مجموع التأثيرات المباشرة وغير المباشرة لصفة الغلة الحيوية في النبات (0.836)، بينما كانت التأثيرات المباشرة وغير المباشرة لصفة عدد الحبوب في السنبلة في تباين الغلة الحبية في النبات (0.568)، وكانت التأثيرات المباشرة وغير المباشرة لصفة ارتفاع النبات في تباين الغلة الحبية في النبات (0.565)، حيث أشارت النتائج إلى اختلاف اتجاه التأثيرات المباشرة وغير المباشرة لهذه الصفات في الغلة الحبية، بين تأثيرات إيجابية وأخرى سلبية.

الجدول (5). التأثيرات المباشرة وغير المباشرة للصفات الأكثر إسهاماً في الغلة في الهجين الثاني

	مصدر التباين	التأثيرات
1	صفة الغلة الحيوية	
	التأثير المباشر	0.759
	التأثير غير المباشر من خلال صفة عدد الحبوب في السنبلة	0.137
	التأثير غير المباشر من خلال صفة ارتفاع النبات	−0.060
	الإجمالي	0.836
2	صفة عدد الحبوب في السنبلة	
	التأثير المباشر	0.303
	التأثير غير المباشر من خلال صفة الغلة الحيوية في النبات	0.343
	التأثير غير المباشر من خلال صفة ارتفاع النبات	−0.078
	الإجمالي	0.568
3	صفة ارتفاع النبات	
	التأثير المباشر	−0.136
	التأثير غير المباشر من خلال صفة الغلة الحيوية في النبات	0.434
	التأثير غير المباشر من خلال صفة عدد الحبوب في السنبلة	0.267
	الإجمالي	0.565

كما قدرت نسبة مساهمة كل صفة من هذه الصفات في تباين الغلة الحبية في النبات، حيث بينت النتائج الموضحة في الجدول (6) أنَّ التأثير المباشر لصفة الغلة الحيوية في النبات امتلك أعلى نسبة مساهمة في تباين الغلة الحبية في النبات (57.56%)، تلتها في الأهمية التأثيرات غير المباشرة لصفة الغلة الحيوية في النبات من خلال صفة عدد الحبوب في السنبلة (20.78%)، تلاها التأثير المباشر لصفة عدد الحبوب في السنبلة (9.18%)، ثم التأثير المباشر لصفة ارتفاع النبات في تباين الغلة الحبية في النبات (1.84%)، ثم تأثير صفة عدد الحبوب في السنبلة من خلال صفة ارتفاع النبات (4.72-%)، وأخيراً التأثير غير المباشر لصفة الغلة الحيوية في النبات من خلال ارتفاع النبات (9.05-%)، وكان المجموع الكلي لهذه المساهمات (75.59%) في تباين الغلة الحبية في النبات للهجين الثاني.

الجدول (6). الأهمية النسبية للصفات الأكثر إسهاماً في تباين الغلة للهجين الثاني

	مصدر التباين	معامل التحديد	الأهمية النسبية %
1	صفة الغلة الحيوية في النبات	0.5756	57.56
2	صفة عدد الحبوب في السنبلة	0.0918	9.18
3	صفة ارتفاع النبات	0.0184	1.84
4	صفة الغلة الحيوية × صفة عدد الحبوب في السنبلة	0.2078	20.78
5	صفة الغلة الحيوية × صفة ارتفاع النبات	-0.0905	-9.05
6	صفة عدد الحبوب في السنبلة × صفة ارتفاع النبات	-0.0472	-4.72
	الأهمية النسبية الكلية	0.7559	75.59
	المتبقي	0.2441	24.41

الاستنتاجات Conclusions

1- أظهرت نتائج الارتباط اختلافاً في الصفات المرتبطة بالغلة الحبية بين الهجينين، مما يعكس اختلاف مساهمة الصفات في تحديد الغلة باختلاف التركيب الوراثي.
2- كان وزن الألف حبة والغلة الحيوية ودليل الحصاد من أهم الصفات المرتبطة بالغلة الحبية في الهجين الأول، بينما تمثلت أهم الصفات في الهجين الثاني بالغلة الحيوية ودليل الحصاد، مع ارتباط معنوي أيضاً بارتفاع النبات وعدد الحبوب في السنبلة وطول حامل السنبلة.
3- أظهر تحليل معامل المرور أن الغلة الحيوية ودليل الحصاد ووزن الألف حبة كان لها تأثير مباشر في الهجين الأول، بينما كان للغلة الحيوية وعدد الحبوب في السنبلة وارتفاع النبات تأثير مباشر في الهجين الثاني، مع وجود تأثيرات غير مباشرة لبعض الصفات عبر الصفات الأخرى.
4- أكد تحليل معامل المرور أهمية الغلة الحيوية ودليل الحصاد ووزن الألف حبة في الهجين الأول، والغلة الحيوية وعدد الحبوب في السنبلة في الهجين الثاني، مما يجعلها صفات مناسبة للاستفادة منها كمعايير انتخابية لتحسين الغلة الحبية.

المقترحات Suggestions

1- اعتماد الغلة الحيوية ودليل الحصاد ووزن الألف حبة في الهجين الأول، والغلة الحيوية وعدد الحبوب في السنبلة في الهجين الثاني، كمعايير انتخابية لتحسين الغلة الحبية.
2- استخدام تحليل معامل المرور إلى جانب معاملات الارتباط عند تحديد الصفات الأكثر أهمية في برامج تحسين القمح القاسي.
3- إجراء دراسات لاحقة على عدد أكبر من الهجن وتحت بيئات مختلفة للتحقق من ثبات هذه الصفات كمعايير انتخابية.

المراجع References

المراجع العربية:

1. **المنظمة العربية للتنمية الزراعية، (2023)**. الكتاب السنوي للإحصاءات الزراعية.
2. **المجموعة الإحصائية الزراعية السنوية (2023).** وزارة الزراعة و الإصلاح الزراعي، دمشق، الجمهورية العربية السورية.
3. **قاسم عبده، السقا هناء، خياط سهيل (1993).** الارتباط والانحدار، الفصل الرابع، عدد الصفحات 103- 152. عبده قاسم، هناء السقا، سهيل خياط . الإحصاء وتصميم التجارب. منشورات جامعة دمشق.
4. **عطاالله، فراس. (2023).** دراسة وراثية للصفات الكمية المتعلقة بعناصر الغلة لتحسين هجن من القمح الطري، رسالة دكتوراة، كلية الهندسة الزراعية، جامعة حمص، سورية.
5. **سلمان، احمد. (2021).** التحليل الوراثي لصفة الغلة الحبية ومكوناتها في هجن من القمح القاسي (*Triticum durum* Desf.). رسالة ماجستير، كلية الزراعة، جامعة البعث.
6. **خوري، بولص. (2006).** قدرة بعض مدخلات من القمح القاسي T.durum على التوافق. مجلة جامعة تشرين للدراسات والبحوث العلمية، المجلد 26، العدد الأول.

المراجع الأجنبية:

7. **Ayer, D. K, A. Sharma, B. R. Ojha, A. Paudel and K. Dhakal. (2017).** Correlation and Path Coefficient Analysis in Advanced Wheat Genotypes. Department of Genetics and Plant Breeding, N.M. College of Agriculture, Navsari Agricultural University, India. SAARC J. Agri. vol (15) no(1). 2017: p. 1-12.
8. **Dewey, D. R. and K. H. Lu. (1959).** Acorrelation and path coefficient analysis of components of crested wheat grass seed production, Agron, J, 515-518.

9. **FAO. (2024).** FAOSTAT Statistical Database. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
10. **Kang, M. S., J. D. Miller and P. Y. P. Tai. (1983).** Genetic and phenotypic path analyses and heritability in sugarcane. Crop Sci., 23: 643-647.
11. **Kwon, S. H. andJ. H. Torrie. (1964).** Heritability and Interrelationship among traits of tow soybean population. Crop Sci., (4): 196-198.
12. **Lenka, D. andB. Mishra. (1973).** Path coefficient analysisof yieldin rice varieties. Indian J. Agric. Sci., 43: 376-379.
13. **Mishra, S. K., Surin, S. S., Verma, N., Tirkey, S. K., Bhargaw, P. K., Agarwal, A. K., ... and Pandey, M. K. (2025).** Effect of sowing dates on genetic variability, correlation and path analysis in bread wheat (Triticum aestivum L.) under Ranchi conditions.
14. **Puri, Y. P., C. O. Qualset and W. A. Williams. (1982).** Evaluation of yield components as selection criteria in barley breeding. Crop Sci., 22: 927-931.
15. **Richards, R. A; G. L. Rebetezke; A. G. Condon and A. F. Van Herwaardden. 2002.** Opportunities for increasing the efficiency of water use and crop yield in temperate cereals. Crop Sci. 42:111-121.
16. **Saleh, S. H. (2011).** Performance, correlation and path coefficient analysis for grain yield and its related traits in diallel crosses of bread wheat under normal irrigation and drought conditions, World Journal of Agriculture Sciences 7(3): 270-279.
17. **Singh, R. K. and B. D. Chaudhry. (1977).** Biometrical methods in quantitative genetic analysis . Kamla Nagar, Delhi. 110007. India.
18. **Williams, W. (2002).** Correlation and plant breeding. Blackwell Scientific Pub.,Oxford. 504p.
19. **Wright, S. 1921.** Correlation and causations. *J.* Agric. Res. 20:557-585.
20. **Zhukovsky, P. M. 1964.** Cultivated plants and its origin. Leningrad (in Russian).