قوة الهجين لبعض الصفات الإنتاجية في هجن نصف تبادلية من القمح الطري (*Triticum aestivum* L.)

إعداد: م. ربا بهجت يوسف

إشراف: ا.د. فيصل بكور (مشرف علمي) ، د. جلال عبود (مشرف مشارك)

الملخص:

أجريت هذه الدراسة في مركز البحوث العلمية الزراعية في طرطوس خلال الموسمين الزراعيين 2021-2022 و2023-2024 باستخدام ستة طرز وراثية (أصناف معتمدة وسلالات مبشرة) من القمح الطري (*Triticum aestivum* L.) هي دوما68538، دوما6، جولان2، دوما66594، دوما50205 وبحوث8، تم إدخالها في الموسم الأول في برنامج تهجين نصف تبادلي Half-Diallel mating design والحصول على 15 هجين فردي؛ وفي الموسم الثاني زُرِعت الهجن المتحصل عليها مع آبائها الستة في تجربة وفق تصميم القطاعات العشوائية الكاملة(R.C.B.D.) بثلاثة مكررات بهدف دراسة قوة الهجين على مستوى متوسط الأبوين MP والأب الأفضل BP في هجن الجيل الأول للصفات التالية: عدد السنابل/النبات، طول السنبلة، عدد الحبوب/السنبلة، عدد السنيبلات/السنبلة، وزن الألف حبة، الغلة الحيوية/النبات والغلة الحبية/النبات؛ وقد بينت النتائج وجود قوة هجين ذات دلالة احصائية عند مستوى 1% و 5% قياساً لمتوسط الأبوين والأب الأفضل لجميع الصفات المدروسة، بلغت 71.004% قياساً لمتوسط الأبوين و64.971% قياساً للأب الأفضل لصفة الغلة الحبية/النبات؛ وتم الحصول على عدد من الهجن الحاملة لقوة هجين معنوية مرغوبة لصفة الغلة الحبية للنبات ومعظم الصفات المرتبطة بها والتي يمكن استغلالها في العثور على انعزالات متفوقة في الأجيال المتقدمة لتحسين الغلة الحبية في القمح الطري، ومن أهم هذه الهجن: (جولان2 × بحوث8)، (دوما6 × دوما50205)، (دوما 6× جولان2)، (جولان2 × دوما50205)، (دوما68538 × بحوث8).

الكلمات المفتاحية: القمح الطري، قوة الهجين، الغلة الحبية.

Heterosis for Some Productive Traits in Half Diallel Crosses of Bread Wheat (*Triticum aestivum* L.)

Abstract

This study was carried out in the Agricultural Scientific Researchs Center in Tartous during (2021-2022 , 2023-2024); six bread wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes (certified varieties and promising lines) Douma68538, Douma6, Golan2, Douma66594, Douma50205 and Buhouth8, were used in 6x6 half diallel mating design in the first season to get 15 individual hybrids, which were grown along with their parents in the second season in randomized complete block design with three replications, to estimate Heterosis (MP) and Heterobeltiosis (BP) in F1 hybrids for traits, number of spikes per plant, spike length, number of grains per spike, number of spikelets per spike, thousand kernel weight, biological yield per plant and grain yield per plant; Results revealed that heterosis and Heterobeltiosis values were found to be statistically significant at the 1% and 5% level for all studied traits, the maximum heterosis and heterobelthiosis for grian yield per plant were recorded (71.004%, 64.971%) respectively; Hybrids that possess significant desirable heterosis and heterobelthiosis for grain yield and other related traits could be exploited to obtain superior segregants in advanced generations for grain yield improvement in bread wheat, such like (Golan2 x Buhouth8), (Douma6 x Douma50205), (Douma6 x Golan2), (Golan2 x Douma50205) and (Douma68538 x Buhouth8). .

Keywords: Bread wheat, Heterosis, Grain yield.

المقدمة:

ينتمي القمح .*Triticum* spp إلى الفصيلة النجيلية Poaceae، ويعد من أقدم محاصيل الحبوب، حيث انتقل خلال 10 آلاف عام من الزراعة من كونه نباتاً نشأ في منطقة صغيرة في جنوب غرب آسيا [14]، ليصبح محصولاً أساسياً زُرع في العام 2023 على مساحة 220.4 مليون هكتار وبإنتاج 798.97 مليون طن عالمياً [12]؛ ويُشكّل القمح مصدراً رئيسياً للغذاء لأكثر من ثلث سكان العالم، ويتميز بأهميته الغذائية واستخداماته المختلفة وجودة تخزينه[26]؛ بالإضافة إلى أهميته الاقتصادية لإعطائه غلة عالية في وحدة المساحة، وخاصة القمح الطري (*Triticum aestivum* L.) الذي يشغل 90% من الأراضي المزروعة بالقمح في العالم [35]، و17% من المساحة المحصولية العالمية [18]؛ وفي سورية يعد القمح المحصول الاستراتيجي الأول نظراً لدوره المهم في تحقيق الأمن الغذائي وارتباطه بالحياة اليومية للمواطن السوري [3]، حيث بلغت مساحة زراعته 1.184 مليون هكتار منها 491 ألف هكتار قمح طري، وبإنتاجٍ قدْرهُ 1.552 مليون طن منه 562 ألف طن قمح طري تركّزت بمعظمها في محافظات الحسكة وحلب والرقة للعام 2022 [1]؛ ومن المتوقع أن يزداد الطلب العالمي على القمح بنسبة 60% مع زيادة التعداد السكاني إلى 9.4 مليار نسمة بحلول عام 2050 [37]، وتعد التربية لقوة الهجين من الإنجازات المهمة في تربية النبات لإحداث نقلة نوعية في الإنتاج والغلة [10]، حيث أدى استغلال قوة الهجين في القمح إلى زيادة الغلة بنسبة 3.5% إلى 15% عن الأصناف التقليدية [22،40]، وذكر [33] أن انتاج القمح الهجين يتركز في أوروبا والهند والصين ويشغل ما يقارب 1% من إجمالي مساحة القمح المزروعة في العالم.

تُشير قوة الهجين إلى تفوق النسل الناتج في الانتاجية والنمو والتطور والمقاومة على الطرز الأبوية المستخدمة في تكوينه [32]، وتظهر قوة الهجين القصوى في الجيل الأول وتتناقص في الأجيال اللاحقة بنسبة 50% في كل جيل وفقاً لقوانين ماندل الإنعزالية[9]، وتنتج عن التفاعلات الوراثية القرينة وغير القرينة تحت تأثير بيئة معينة [8،38]، حيث يُعد الأساس الوراثي لقوة الهجين معقداً وينطوي على مزيج من التأثيرات الوراثية التراكمية واللاتراكمية [23].

القمح محصول ذاتي التلقيح يتصف ببنية زهرية تطورية خاصة تعيق التلقيح الخلطي[29]، ويبلغ حجم مجموعته الصبغية 17 gigabase (1.7×10¹⁰bp) [35]؛ لذلك تبرز أهمية قوة الهجين في القمح في تأثيرها المباشر على استراتيجيات التربية الهادفة لتحسين الأصناف فتساعد في تحديد

الهجن الواعدة والمبشرة للانتخاب [39] والتي تمتلك الفرصة الأفضل لعزل السلالات النقية المرغوبة في الأجيال المتقدمة مقارنةً مع الهجن الأقل انتاجية وفعالية ذات قوة الهجين المنخفضة التي يتم استبعادها ابتداءً من الجيل الأول [31،17]؛ كما أن انتخاب هذه الهجن المتفوقة سيسمح للمربي بالتركيز على آبائها التي نقلت الأداء المتفوق إلى النسل الناتج [27]، وبالتالي توفر قوة الهجين معلومات حول قدرة الآباء على التوافق وفائدتهم في برامج التربية [36]، وتشكل مقياساً للتنوع الوراثي وتعطي فكرة أولية عن الفعل الوراثي الذي ينطوي عليه تحديد صفة معينة [25].

أَبلغَت دراسات عديدة عن معنوية مرغوبة لقوة الهجين في الصفات المختلفة والتي يمكن استغلالها في الحصول على انعزالات متفوقة لتحسين الصفات في القمح الطري [8،13، 16،24]؛ وقد وصلت قوة الهجين إلى (33.14،26.97%) [11]، وتراوحت من 21.35- إلى 19.47% ومن 26.22- إلى 14.86% [20]، وكانت معنوية مرغوبة في (7،10) هجن [28] وذلك لصفة الغلة الحبية للنبات قياساً لمتوسط الأبوين والأب الأفضل على التوالي؛ بينما وجد [5] أن قوة الهجين كانت معنوية غير مرغوبة لصفات الغلة الحيوية للنبات،عدد السنابل/ النبات، عدد الحبوب/السنبلة قياساً لمتوسط الأبوين والأب الأفضل.

هدف البحث:

تقدير قوة الهجين على مستوى متوسط الأبوين MP والأب الأفضل BP للصفات المدروسة بهدف إعطاء فكرة أولية حول فائدة السلالات المستخدمة كآباء في برامج التربية وتحديد الهجن المتفوقة التي يمكن استثمارها لتكون مادة هامة للانتخاب خلال الأجيال الانعزالية للوصول إلى سلالات متفوقة من القمح الطري لصفة الغلة الحبية.

مواد البحث وطرائقه:

تم تنفيذ البحث خلال الموسمين الزراعيين 2021-2022 و2023-2024 في محطة بحوث الجماسة التابعة لمركز البحوث العلمية الزراعية في طرطوس، والتي تقع على ارتفاع 20 م عن سطح البحر، وعلى بعد 20 كم جنوب مدينة طرطوس، على خط طول 38,45 وعرض 35,25، وتعتبر منطقة استقرار أولى، يبلغ المعدل السنوي للأمطار فيها 821 ملم.

تم في الموسم الأول التهجين نصف التبادلي Half-Diallel Crosses بين ستة طرز وراثية من القمح الطري (أصناف معتمدة وسلالات مبشرة) هي دوما68538، دوما6، جولان2 دوما66594، دوما50205، بحوث8 ويبين الجدول (1) نسب وبعض مواصفات هذه الطرز الوراثية

الجدول (1): الطرز الوراثية المستخدمة في الدراسة ونسبها ومواصفاتها

الطراز الوراثي	النسب	المواصفات
دوما68538	SERI.1B//KAUZ/HEVO/3/AMAD/4/ PYN /BAU//MILAN/5 /OPATA/RAYON//KAUZ	سلالة مبشرة مقاوم للصدأ الأصفر/ الإنتاجية 4062 كغ.هكتار$^{-1}$
دوما6	SNB'S'//SHI#4414/CROW'S'/3/MON' S'/CROW'S	صنف معتمد لمنطقة الاستقرار الأولى/ الإنتاجية 4200 كغ.هكتار$^{-1}$
جولان2	GHURAB-1/ SHUHA-17	صنف معتمد لمنطقة الاستقرار الأولى/ الإنتاجية 4576 كغ.هكتار$^{-1}$
دوما66594	TILILA/MUBASHIIR-1	سلالة مبشرة مقاوم للصدأ الأصفر/ الإنتاجية 4080 كغ.هكتار$^{-1}$
دوما50205	ZEMAMRA-1/JADIDA-2	سلالة مبشرة مقاوم للصدأ الأصفر/ الإنتاجية 4124 كغ.هكتار$^{-1}$
بحوث8	KAUZ`S`/ABE	صنف معتمد لمناطق الزراعة المروية/ الإنتاجية 7388 كغ.هكتار$^{-1}$

[4]؛ التقارير السنوية (قسم بحوث الحبوب، إدارة بحوث المحاصيل، الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية)

وتم تهجين (15) سنبلة من كل هجين وكان عدد الهجن الناتجة (H):

$$H= n (n-1) / 2 = 6 (6 -1) / 2 =15$$ حيث n عدد الآباء

زُرِعت في الموسم التالي 2022-2023 هجن F1 الـ 15 مع آبائها الستة في تجربة وفق تصميم القطاعات العشوائية الكاملة (R.C.B.D) بثلاثة مكررات، وتم ذلك يدوياً على 3 سطور بطول 2 متر لكل هجين وأب وبمسافة 30 سم بين السطور، والمسافة بين النباتات 15 سم ضمن السطر الواحد، ولكن كانت نسبة الإنبات منخفضة في بعض القطع التجريبية وغير كافية لاستكمال الدراسة، وقد يعود ذلك إلى الظروف الحقلية التي لم تساعد على الإنبات، لذلك تمت إعادة الزراعة في الموسم اللاحق 2023-2024، ويوضح الجدول(2) كمية الهطول المطري ومتوسط درجات الحرارة العظمى والصغرى خلال الموسم الزراعي الثاني 2023-2024 في محطة بحوث الجماسة والتي يبلغ محتوى تربتها من المادة العضوية 2.52%، بوتاسيوم كلي256.25 جزء بالمليون، فوسفور15.28 جزء

بالمليون، آزوت 0.131 جزء بالمليون، كربونات الكالسيوم 24.5% والكلس الفعال 6.5%؛ وتبلغ درجة حموضتها 7.53 والناقلية الكهربائية 0.8 ميلليموز/سم، وهي تربة متعادلة غير مالحة، جيدة المحتوى بالمادة العضوية، غنية بالبوتاسيوم، مؤشراتها بشكل عام جيدة ضمن الحدود الطبيعية ومناسبة لإنتاج القمح، وكذلك كانت معدلات الهطول المطري ودرجات الحرارة خلال الموسم؛ مما يشير إلى أن الاختلافات في أداء الطرز الوراثية المستخدمة للصفات المختلفة تعود بشكل رئيسي إلى اختلاف تراكيبها الوراثية.

الجدول(2): كمية الهطول المطري ومتوسط درجات الحرارة خلال الموسم الزراعي الثاني 2023-2024

الشهر	متوسط درجة الحرارة العظمى (م°)	متوسط درجة الحرارة الصغرى (م°)	كمية الهطول المطري (مم)
تشرين الثاني	23.62	16.295	95.5
كانون الأول	19.8	11.9	188
كانون الثاني	17.9	11.5	296
شباط	17.4	10.3	148.5
آذار	19.6	12.01	74.5
نيسان	26.33	15.7	9
أيار	28.1	16.8	52
المجموع			**863.5**

الصفات المدروسة:

1. عدد السنابل/النبات Number of spikes per plant (SPP): أُخذ متوسط عدد السنابل لخمسة نباتات مختارة عشوائياً من كل قطعة تجريبية.

2. طول السنبلة (سم) Spike Length (SL): أُخذ متوسط طول السنبلة ابتداءً من قاعدة السنبلة حتى نهايتها دون السفا لخمسة نباتات مختارة عشوائياً من كل قطعة تجريبية.

3. عدد السنيبلات/السنبلة Number of Spikelets per Spike (SPPS): أُخذ متوسط عدد السنيبلات لعشرة سنابل مختارة عشوائياً من كل قطعة تجريبية.

4. عدد الحبوب/السنبلة Number of grains per spike (NG): أُخذ متوسط عدد الحبوب لعشرة سنابل مختارة عشوائياً من كل قطعة تجريبية.

5. وزن الألف حبة (غ) Thousand kernel weight (TKW): أُخذ متوسط ثلاث قراءات لوزن الألف حبة من كل قطعة تجريبية، باستخدام العداد الإلكتروني والميزان الحساس.

6. الغلة الحيوية/النبات(غ) Biological yield per plant (BY): أخذ متوسط وزن النبات الجاف كاملاً (القش+الحب) لخمسة نباتات مختارة عشوائياً من كل قطعة تجريبية.

7. الغلة الحبية/النبات (غ) Grain yield Per Plant (GY): أُخذ متوسط وزن الحبوب الناتجة من نبات واحد لخمسة نباتات مختارة عشوائياً من كل قطعة تجريبية.

قُدِّرت قوة الهجين قياساً لمتوسط الأبوين (MP) والأب الأفضل (BP) وفق معادلات[34]:

Mid Parent Heterosis $(HMP)=(MF1-MP)/MP*100$

Better Parent Heteros $(HBP)=(MF1-BP)/BP*100$

MF1 : متوسط أفراد الجيل الأول؛ **MP** : متوسط الأبوين؛ **HP**: متوسط الأب الأفضل

تم تفسير قوة الهجين بناء على درجة السيادة للمورثات المتحكمة في إظهار الصفة وفق [7]:

- قوة الهجين المعنوية قياساً للأب الأفضل: ناجمة عن السيادة الفائقة للمورثات.
- قوة الهجين المعنوية قياساً لمتوسط الأبوين: ناجمة عن السيادة الجزئية للمورثات.
- قوة الهجين المساوية للصفر قياساً للأب الأفضل: ناجمة عن السيادة التامة للمورثات.
- قوة الهجين المساوية للصفر قياساً لمتوسط الأبوين: ناجمة عن الأثر التراكمي للمورثات.

النتائج:

يبين الجدول(3) متوسطات المربعات للتراكيب الوراثية المستخدمة (الآباء وهجن F1) في الصفات السبعة المدروسة، حيث يُلاحظ وجود فروق معنوية واضحة بين الطرز الوراثية ولجميع الصفات عند مستوى 1% مما يبين أهمية الدراسة المنفذة.

الجدول (3): تحليل التباين للطرز الوراثية(الآباء والهجن) للصفات السبعة في الموسم 2023-2024

SOURCE	SPP	SL	NG	SPPS	TKW	BY	GY
Rep	0.12	0.25	3.11	0.37	4.77	0.93	0.57
Genotypes	4.91**	0.87**	162.79**	1.65**	50.35**	239.17**	95.54**
Error	0.24	0.31	7.17	0.61	5.07	5.95	2.24

(*) معنوي عند مستوى 5%،(**) معنوي عند مستوى 1%

نورد فيما يلي متوسطات القيم المظهرية للصفات في التراكيب الوراثية المستخدمة (الآباء والهجن) وقوة الهجين على مستوى متوسط الأبوين (HMP) والأب الأفضل (HBP) في هجن F1 للصفات السبعة في الموسم الثاني، علماً أن قوة الهجين الموجبة هي المرغوبة كونها تتضمن الغلة الحبية ومكوناتها الأساسية وصفات إنتاجية أخرى مرتبطة بها:

عدد السنابل/ النبات (SPP):

يوضح الجدول(4) تباين متوسط عدد سنابل النبات للطرز الأبوية المستخدمة من 7.87 للأب دوما66594 إلى 9.97 للأب دوما6، وللهجن من 7.2 للهجين **H1** إلى 12.6 للهجين **H12.**

تراوحت قوة الهجين قياساً لمتوسط الأبوين من 27.39−% للهجين **H1** إلى 40.66% للهجين **H10**، وكانت معنوية مرغوبة في الهجين H8 وعالية المعنوية مرغوبة في تسعة من الهجن هي **H5** ، **H6** ، **H7** ، **H9** ، **H10** ، **H11** ، **H12** ، **H14** ، **H15** ؛ وتراوحت قوة الهجين قياساً للأب الأفضل من 27.76−% للهجين **H1** إلى 35.79% للهجين **H12**، وكانت معنوية مرغوبة في ثلاثة من الهجن **H5** ، **H11** ، **H15** وعالية المعنوية مرغوبة في أربعة هجن هي **H6** ، **H10** ، **H12** ، **H14** الجدول(4).

الجدول(4): قوة الهجين لصفة عدد السنابل/النبات قياساً لمتوسط الأبوين HMP والأب الأفضلHBP ومتوسط الصفة للطرز الوراثية للموسم 2023-2024

اسم الهجين		متوسط الصفة			قوة الهجين%	
		الأم	الأب	الهجين	HMP	HBP
H1	دوما68538×دوما6	9.87	9.97	7.20	-27.39**	-27.76**
H2	دوما68538×جولان2	9.87	8.82	10.13	8.48	2.70
H3	دوما68538×دوما66594	9.87	7.87	9.67	9.02	-2.03
H4	دوما68538×دوما50205	9.87	9.92	9.47	-4.30	-4.54
H5	دوما68538×بحوث8	9.87	9.27	11.07	15.68**	12.16*
H6	دوما6×جولان2	9.97	8.82	11.28	20.14**	13.21**
H7	دوما6×دوما66594	9.97	7.87	10.07	12.90**	1.003
H8	دوما6×دوما50205	9.97	9.92	10.87	9.30*	9.03
H9	دوما6×بحوث8	9.97	9.27	10.80	12.31**	8.36
H10	جولان2×دوما66594	8.82	7.87	11.73	40.66**	33.08**
H11	جولان2×دوما50205	8.82	9.92	11.15	19.04**	12.44*
H12	جولان2×بحوث8	8.82	9.27	12.60	39.36**	35.97**
H13	دوما66594×دوما50205	7.87	9.92	8.67	-2.53	-12.61**
H14	دوما66594×بحوث8	7.87	9.27	10.60	23.74**	14.39**
H15	دوما50205×بحوث8	9.92	9.27	10.87	13.29**	9.58*

(*) معنوي عند مستوى 5%،(**) معنوي عند مستوى 1%

طول السنبلة (SL):

يبين الجدول(5) أن الاب دوما50205 امتلك أقصر سنبلة 9.83 سم بينما تميز الأب جولان2 بالسنبلة الأطول 12.02 سم؛ وسُجِّلت أقل قيمة لطول السنبلة 10.47سم للهجينين **H1** و **H15** وأعلاها 11.87 سم للهجين **H12** .

تراوحت قوة الهجين قياساً لمتوسط الأبوين من 6.43−% للهجين **H2** إلى 10.58% للهجين **H9**، وكانت معنوية مرغوبة في الهجينين **H8** ، **H12** وعالية المعنوية مرغوبة في الهجين**H9** ؛ وتراوحت قوة الهجين قياساً للأب الأفضل من 10.13−% للهجين **H2** إلى 8.49% للهجين **H9** والذي انفرد بمعنوية مرغوبة لقوة الهجين لهذه الصفة الجدول(5).

الجدول(5): قوة الهجين لصفة طول السنبلة قياساً لمتوسط الأبوين HMP والأب الأفضلHBP ومتوسط الصفة للطرز الوراثية للموسم 2023-2024

اسم الهجين		متوسط الصفة (cm)			قوة الهجين%	
		الأم	الأب	الهجين	HMP	HBP
H1	**دوما68538×دوما6**	11.07	10.60	10.47	-3.39	-5.42
H2	**دوما68538×جولان2**	11.07	12.02	10.80	-6.43	-10.13**
H3	**دوما68538×دوما66594**	11.07	11.27	10.83	-2.99	-3.85
H4	**دوما68538×دوما50205**	11.07	9.83	10.73	2.71	-3.01
H5	**دوما68538×بحوث8**	11.07	10.20	10.93	2.82	-1.21
H6	**دوما6×جولان2**	10.60	12.02	10.87	-3.91	-9.57*
H7	**دوما6×دوما66594**	10.60	11.27	11.67	6.71	3.55
H8	**دوما6×دوما50205**	10.60	9.83	11.13	8.97*	5.03
H9	**دوما6×بحوث8**	10.60	10.20	11.50	10.58**	8.49*
H10	**جولان2×دوما66594**	12.02	11.27	11.47	-1.50	-4.58
H11	**جولان2×دوما50205**	12.02	9.83	11.25	2.98	-6.38
H12	**جولان2×بحوث8**	12.02	10.20	11.87	6.83*	-1.25
H13	**دوما66594×دوما50205**	11.27	9.83	11.07	4.9	-1.78
H14	**دوما66594×بحوث8**	11.27	10.20	11.20	4.35	-0.59
H15	**دوما50205×بحوث8**	9.83	10.20	10.47	4.49	2.61

(*) معنوي عند مستوى 5%،(**) معنوي عند مستوى 1%

عدد السنيبلات/السنبلة (SPPS):

كشف الجدول (6) عن تباين متوسط الصفة للآباء من 19.13 للأب دوما66594 إلى 21

للأب دوما68538، وللهجن من 19 للهجين **H1** إلى21.47 للهجين **H7.**

تراوحت قوة الهجين قياساً لمتوسط الأبوين من 5.47-% للهجين **H1** إلى 12% للهجين **H7**، وكانت معنوية مرغوبة في الهجين **H6**، وعالية المعنوية مرغوبة في الهجينين **H7** و **H8**؛ وتراوحت قوة الهجين قياساً للأب الأفضل من 9.52-% للهجين **H1** إلى 11.81% للهجين **H7**، وكانت معنوية مرغوبة في الهجين **H8** وعالية المعنوية مرغوبة في الهجين **H7** الجدول(6).

الجدول(6): قوة الهجين لصفة عدد السنيبلات/السنبلة قياساً لمتوسط الأبوين HMP والأب الأفضلHBP ومتوسط الصفة للطرز الوراثية للموسم 2023-2024

اسم الهجين		متوسط الصفة			قوة الهجين%	
		الأم	الأب	الهجين	HMP	HBP
H1	دوما68538×دوما6	21.00	19.20	19.00	-5.47	-9.52**
H2	دوما68538×جولان2	21.00	20.05	20.67	0.69	-1.59
H3	دوما68538×دوما66594	21.00	19.13	19.93	-0.66	-5.08
H4	دوما68538×دوما50205	21.00	19.50	21.00	3.70	0.00
H5	دوما68538×بحوث8	21.00	20	20.67	0.81	-1.59
H6	دوما6×جولان2	19.20	20.05	21.03	7.17*	4.90
H7	دوما6×دوما66594	19.20	19.13	21.47	12.00**	11.81**
H8	دوما6×دوما50205	19.20	19.50	21.13	9.22**	8.38*
H9	دوما6×بحوث8	19.20	20	19.93	1.70	-0.33
H10	جولان2×دوما66594	20.05	19.13	20.07	2.43	0.08
H11	جولان2×دوما50205	20.05	19.50	19.83	0.3	-1.08
H12	جولان2×بحوث8	20.05	20	21.00	4.87	4.74
H13	دوما66594×دوما50205	19.13	19.50	20.00	3.54	2.56
H14	دوما66594×بحوث8	19.13	20	20.20	3.24	1.00
H15	دوما50205×بحوث8	19.50	20	19.20	-2.79	-4.00

(*) معنوي عند مستوى 5%،(**) معنوي عند مستوى 1%

عدد الحبوب/السنبلة (NG):

يبين الجدول(7) اختلاف متوسط الصفة للآباء من 48.22 للأب دوما6 إلى 60.3 للأب بحوث8، واختلف متوسط الصفة للهجن من 41.67 للهجين **H9** إلى 67.44 للهجين **H11.**

تراوحت قوة الهجين قياساً لمتوسط الأبوين من 25.08-% للهجين **H14** إلى 36.46% للهجين **H11**، وكانت عالية المعنوية مرغوبة في خمسة من الهجن هي **H3** ، **H6**، **H8**، **H11** ، **H12**؛

وتراوحت قوة الهجين قياساً للأب الأفضل من 30.9-% للهجين **H9** إلى33.71% للهجين **H11**، وكانت معنوية مرغوبة في الهجين **H3**، وعالية المعنوية مرغوبة لكل من الهجن **H6** ، **H8** ` ، **H11** الجدول (7).

الجدول(7): قوة الهجين لصفة عدد الحبوب/السنبلة قياساً لمتوسط الأبوين HMP والأب الأفضلHBP ومتوسط الصفة للطرز الوراثية للموسم 2023-2024

اسم الهجين		متوسط الصفة			قوة الهجين%	
		الأم	الأب	الهجين	HMP	HBP
دوما68538×دوما6	H1	52.93	48.22	54.26	7.28	2.51
دوما68538×جولان2	H2	52.93	48.41	54.12	6.82	2.26
دوما68538×دوما66594	H3	52.93	59.32	64.01	14.04**	7.9*
دوما68538×دوما50205	H4	52.93	50.44	41.91	-18.92**	-20.83**
دوما68538×بحوث8	H5	52.93	60.3	59.36	4.84	-1.57
دوما6×جولان2	H6	48.22	48.41	63.37	31.17**	30.91**
دوما6×دوما66594	H7	48.22	59.32	56.43	4.95	-4.87
دوما6×دوما50205	H8	48.22	50.44	62.23	26.14**	23.38**
دوما6×بحوث8	H9	48.22	60.3	41.67	-23.21**	-30.90**
جولان2×دوما66594	H10	48.41	59.32	52.68	-2.21	-11.20**
جولان2×دوما50205	H11	48.41	50.44	67.44	36.46**	33.71**
جولان2×بحوث8	H12	48.41	60.3	62.58	15.13**	3.77
دوما66594×دوما50205	H13	59.32	50.44	49.85	-9.17*	-15.97**
دوما66594×بحوث8	H14	59.32	60.3	44.81	-25.08**	-25.69**
دوما50205×بحوث8	H15	50.44	60.3	56.33	1.74	-6.58

(*) معنوي عند مستوى 5%،(**) معنوي عند مستوى 1%

وزن الألف حبة (TKW):

يوضح الجدول (8) أن أقل قيمة لمتوسط وزن الألف حبة كانت للأب بحوث8 الذي سجل 36.11غ بينما كانت القيمة الأعلى للأب دوما50205 بمتوسط 51.46غ، وتباين متوسط قيم الصفة للهجن من 40.62غ للهجين **H15** إلى 49.7غ للهجين **H4** .

تراوحت قوة الهجين قياساً لمتوسط الأبوين من 16.99-% للهجين **H11** إلى 17.4%

للهجين **H5**، وكانت معنوية مرغوبة في الهجين **H9** وعالية المعنوية مرغوبة في الهجينين **H5** و **H14**؛ وتراوحت قوة الهجين قياساً للأب الأفضل من 21.07-% للهجين**H15** إلى 12.14% للهجين **H14** والذي انفرد بمعنوية مرغوبة لهذه الصفة الجدول (8).

الجدول(8): قوة الهجين لصفة وزن الألف حبة قياساً لمتوسط الأبوين HMP والأب الأفضلHBP ومتوسط الصفة للطرز الوراثية للموسم 2023-2024

اسم الهجين		متوسط الصفة (g)			قوة الهجين%	
		الأم	الأب	الهجين	HMP	HBP
دوما68538×دوما6	H1	46.39	44.20	44.62	-1.49	-3.82
دوما68538×جولان2	H2	46.39	50.90	49.60	1.97	-2.55
دوما68538×دوما66594	H3	46.39	37.91	45.24	7.33	-2.48
دوما68538×دوما50205	H4	46.39	51.46	49.70	1.59	-3.41
دوما68538×بحوث8	H5	46.39	36.11	48.43	17.40**	4.39
دوما6×جولان2	H6	44.20	50.90	48.53	2.06	-4.67
دوما6×دوما66594	H7	44.20	37.91	40.93	-0.31	-7.39
دوما6×دوما50205	H8	44.20	51.46	47.35	-1.01	-7.99
دوما6×بحوث8	H9	44.20	36.11	44.86	11.74*	1.51
جولان2×دوما66594	H10	50.90	37.91	42.64	-3.97	-16.23**
جولان2×دوما50205	H11	50.90	51.46	42.48	-16.99**	-17.44**
جولان2×بحوث8	H12	50.90	36.11	45.30	4.12	-11.01**
دوما66594×دوما50205	H13	37.91	51.46	44.92	0.53	-12.7**
دوما66594×بحوث8	H14	37.91	36.11	42.51	14.87**	12.14*
دوما50205×بحوث8	H15	51.46	36.11	40.62	-7.23	-21.07**

(*) معنوي عند مستوى 5%،(**) معنوي عند مستوى 1%

الغلة الحيوية/نبات (BY):

يبين الجدول (9) اختلاف متوسط الغلة الحيوية للطرز الأبوية المستخدمة من 38.33غ للأب دوما66594 إلى 55.75غ للأب دوما50205، وللهجن من 31.67غ للهجين **H1** إلى 70.67غ للهجين **H12** .

تراوحت قوة الهجين قياساً لمتوسط الأبوين من 30.34-% للهجين **H1** إلى 54.46% للهجين **H12**، وكانت معنوية مرغوبة في الهجن **H7** ، **H8** ، **H9** وعالية المعنوية مرغوبة في الهجن **H6** ، **H10**، **H12**؛ وتراوحت قوة الهجين قياساً للأب الأفضل من

38.71-% للهجين **H1** إلى 40.86% للهجين **H12** وكانت عالية المعنوية مرغوبة في **H6**، **H10**، **H12** الجدول (9).

الجدول(9): قوة الهجين لصفة الغلة الحيوية/النبات قياساً لمتوسط الأبوين HMP والأب الأفضلHBP ومتوسط الصفة للطرز الوراثية للموسم 2023-2024

اسم الهجين		متوسط الصفة (g)			قوة الهجين%	
		الأم	الأب	الهجين	HMP	HBP
دوما68538×دوما6	H1	51.67	39.25	31.67	-30.34**	-38.71**
دوما68538×جولان2	H2	51.67	50.17	53.00	4.09	2.58
دوما68538×دوما66594	H3	51.67	38.33	44.42	-1.3	-14.03**
دوما68538×دوما50205	H4	51.67	55.75	40.33	-24.90**	-27.65**
دوما68538× بحوث8	H5	51.67	41.33	49.67	6.81	-3.87
دوما6×جولان2	H6	39.25	50.17	55.33	23.76**	10.2**
دوما6× دوما66594	H7	39.25	38.33	43.00	10.85*	9.55
دوما6× دوما50205	H8	39.25	55.75	51.67	8.77*	-7.32*
دوما6× بحوث8	H9	39.25	41.33	43.67	8.38*	5.65
جولان2×دوما66594	H10	50.17	38.33	55.67	25.80**	10.96**
جولان2× دوما50205	H11	50.17	55.75	54.67	3.23	-1.94
جولان2× بحوث8	H12	50.17	41.33	70.67	54.46**	40.86**
دوما66594×دوما50205	H13	38.33	55.75	38.33	-18.51**	-31.24**
دوما66594× بحوث8	H14	38.33	41.33	37.00	-7.11	-10.48*
دوما50205× بحوث8	H15	55.75	41.33	45.33	-6.61	-18.69**

(*) معنوي عند مستوى 5%،(**) معنوي عند مستوى 1%

الغلة الحبية/ النبات (GY):

يبين الجدول (10) أن الأب دوما66594 سجّل أدنى غلة حبية بمتوسط 17.64غ وتميز الأب دوما50205 بأعلى غلة حبية بلغت 25.74غ، وكانت الغلة الحبية للهجين **H1** هي الأقل بمتوسط 17.42غ وتفوق الهجين **H12** بالغلة الحبية الأفضل بمتوسط 35.79غ.

تراوحت قوة الهجين قياساً لمتوسط الأبوين من 23.22-% للهجين **H1** إلى 71.004% للهجين **H12**، وكانت عالية المعنوية مرغوبة في سبعة هجن **H3** ، **H5** ، **H6** ، **H8** ، **H10** ، **H11** ،

H12؛ وتراوحت قوة الهجين قياساً للأب الأفضل من 27.83-% للهجين **H1** إلى 64.97% للهجين **H12**، وكانت معنوية مرغوبة في الهجينين **H8** ، **H11**

وعالية المعنوية مرغوبة في ثلاثة هجن **H5** ، **H6** ، **H12** الجدول (10).

الجدول(10): قوة الهجين لصفة الغلة الحبية/النبات قياساً لمتوسط الأبوين HMP والأب الأفضلHBP ومتوسط الصفة للطرز الوراثية للموسم 2023-2024

اسم الهجين		متوسط الصفة(g)			قوة الهجين%	
		الأم	الأب	الهجين	HMP	HBP
H1	**دوما68538×دوما6**	24.14	21.25	17.42	-23.22*	-27.83*
H2	**دوما68538×جولان2**	24.14	21.69	27.17	18.56	12.56
H3	**دوما68538×دوما66594**	24.14	17.64	27.94	33.78**	15.76
H4	**دوما68538×دوما50205**	24.14	25.74	19.67	-21.13*	-23.57*
H5	**دوما68538×بحوث8**	24.14	20.16	31.78	43.48**	31.67**
H6	**دوما6×جولان2**	21.25	21.69	34.64	61.34**	59.67**
H7	**دوما6×دوما66594**	21.25	17.64	23.25	19.59	9.43
H8	**دوما6×دوما50205**	21.25	25.74	31.88	35.73**	23.89*
H9	**دوما6×بحوث8**	21.25	20.16	20.17	-2.61	-5.08
H10	**جولان2×دوما66594**	21.69	17.64	26.30	33.71**	21.21
H11	**جولان2×دوما50205**	21.69	25.74	31.94	34.7**	24.12*
H12	**جولان2×بحوث8**	21.69	20.16	35.79	71.004**	64.97**
H13	**دوما66594×دوما50205**	17.64	25.74	19.39	-10.61	-24.67*
H14	**دوما66594×بحوث8**	17.64	20.16	20.17	6.70	0.02
H15	**دوما50205×بحوث8**	25.74	20.16	24.82	8.14	-3.56

(*) معنوي عند مستوى 5%،(**) معنوي عند مستوى 1%

المناقشة:

تضمنت الدراسة قوة الهجين لصفة الغلة الحبية والصفات الإنتاجية المرتبطة بها حيث تعد المعلومات المتعلقة بحجم التباين الوراثي وقوة الهجين أمراً ضرورياً لوضع برنامج التربية الفعال [30]، وقد كشفت النتائج عن تباين ملحوظ بين التراكيب الوراثية (الآباء والهجن) في جميع الصفات المدروسة، مما يدل على إمكانية استغلال قوة الهجين لتحسين انتاجية القمح الطري.

تفاوتت الهجن في أدائها، ولم يُظهِر أي هجين أداء متفوقاً للصفات المدروسة جميعها، ولكن نتج عن آباء محددة عند تهجينها أفضل الهجن أداءً في الجيل الأول لمعظم الصفات، حيث تفوق

الهجين بين الأبوين جولان2و بحوث8 بالقيم المظهرية الأفضل لصفات الغلة الحبية والغلة الحيوية وطول السنبلة وعدد السنابل/النبات وامتلك قوة هجين معنوية مرغوبة لمعظم الصفات المدروسة، وكذلك حققت الهجن التي نتجت عن أحد هذين الأبوين قوة هجين معنوية مرغوبة لواحدة أو أكثر من الصفات المدروسة؛ وعلى العكس من ذلك وبالرغم من الأداء الجيد لغالبية الصفات للآباء دوما68538 و دوما50205 إلا أنّ القيم المظهرية للصفات في الهجين بينهما كانت منخفضة، ولم يُظهِر قوة هجين معنوية لأي من الصفات المدروسة، ولكن حقق الأب دوما50205 أداء مُرضياً وقوة هجين معنوية مرغوبة لبعض الصفات في متوافقات هجينة أخرى، وهذا يعود إلى أن قوة الهجين تتطلب التوافق والتكامل بين السلالات الأبوية الداخلة في تركيب الهجن فتزداد كلما كانت السلالات الأبوية أكثر قابلية للخلط أي كلما كانت تراكيبها الوراثية تكمّل بعضها البعض [2].

من جهة أخرى تتأثر قوة الهجين بمتوسط القيمة المظهرية للصفة في السلالات الأبوية المستخدمة في تكوين الهجن، ومن الممكن الحصول على هجين بقيمة مظهرية مرتفعة للصفة ولكن قوة هجين منخفضة في حال كانت قيم الأبوين مرتفعة لهذه الصفة، وعلى العكس قد يكون أداء الهجين منخفضاً ولكنه يمتلك قوة هجين عالية كالهجين **H14** الذي حقق قوة هجين عالية المعنوية مرغوبة لصفة وزن الألف حبة بالرغم من انخفاض متوسط الصفة له نظراً للقيم المنخفضة لأبويه؛ أي أن اختيار أفضل هجين على أساس قوة الهجين العالية قد لا يحقق أعلى أداء فردي للصفة، وبما أن الأداء الفردي هو القيمة المحققة والاستجابة الهجينة هي القيمة المقدرة فيجب إعطاء الأولوية للتراكيب الوراثية ذات قوة الهجين العالية عند انتخاب الهجن [21].

بينت النتائج اختلاف مدى قوة الهجين وعدد الهجن الحاملة لقوة هجين معنوية مرغوبة باختلاف الصفات، كما اختلفت قوة الهجين باختلاف الهجن لكل صفة ويشير ارتفاع قوة الهجين في بعض الهجن وانخفاضها في هجن أخرى للصفة نفسها إلى أن نوع الفعل الوراثي المسؤول عن التعبير عن الصفة يختلف باختلاف التركيب الوراثي للآباء الداخلة في تكوين الهجن[20]؛ ووفقاً لـ[7] يمكن القول أن السيادة الجزئية هي المسؤولة عن توريث صفة الغلة الحبية في الهجينين **H3** و **H10** ، والسيادة الفائقة هي المسؤولة عن توريث هذه الصفة في الهجن **H5**، **H6** ، **H8** ، **H11** ، **H12**؛ وكانت السيادة التامة هي المتحكمة بوراثة صفة عدد السنيبلات/السنبلة في الهجين **H4** وهذا يتفق مع [6].

وُجدَت قوة هجين معنوية في الاتجاهين الموجب والسالب في جميع الصفات، ولكن لم يُظهِر أي من الهجن الناتجة بشكل فردي قوة هجين معنوية مرغوبة للصفات المدروسة جميعها؛ ويبين الجدول (11) الهجن التي تفوقت بقوة هجين ذات دلالة إحصائية مرغوبة لصفة الغلة الحبية ولبعض الصفات الأخرى المدروسة؛ وقد كشف هذا الجدول عن العلاقة بين قوة الهجين لصفة الغلة الحبية والصفات الأخرى المرتبطة بها، حيث ساهمت قوة الهجين لصفتي عدد السنابل/النبات وعدد الحبوب/السنبلة بشكل أساسي في قوة الهجين لصفة الغلة الحبية قياساً لمتوسط الأبوين والأب الأفضل، وهذا يدعم رأي [15] الذي اقترح عدم وجود نظام وراثي منفصل للغلة بحد ذاتها لأنها صفة كمية معقدة تشكل الناتج النهائي للتفاعل بين مكوناتها وبالتالي قد تؤدي قوة الهجين للصفات المساهمة في الغلة إلى التعبير عن قوة الهجين للغلة، ومع ذلك فإن الهجن التي أظهرت تأثيرات هجينة لصفة الغلة الحبية لم تُظهِر بالضرورة تأثيرات هجينة لجميع الصفات المرتبطة بها وهذا يتفق مع [19].

الجدول(11): الهجن الواعدة لصفة الغلة الحبية/النبات [GY]

الهجين		H%		الصفات الأخرى
جولان2×بحوث8	H12	71.004**	MP	SPP - NG - BY – SL
		64.97**	BP	SPP – BY
دوما6× جولان2	H6	61.34**	MP	SPP- NG - BY – SPPS
		59.67**	BP	SPP – NG – BY
دوما68538×بحوث8	H5	43.48**	MP	SPP – TKW
		31.67**	BP	SPP
دوما6×دوما50205	H8	35.73**	MP	SPP - NG - BY - SL – SPPS
		23.89**	BP	SPPS – NG
جولان2×دوما50205	H11	34.7**	MP	SPP – NG
		24.12**	BP	SPP – NG

(*) معنوي عند مستوى 5%،(**) معنوي عند مستوى 1%

حيث: **SPP**: عدد السنابل/النبات **NG**: عدد الحبوب/السنبلة **SL**: طول السنبلة

SPPS: عدد السنيبلات/السنبلة **BY**: الغلة الحيوية/النبات **TKW**: وزن الألف حبة.

الاستنتاجات والتوصيات:

– حققت معظم الهجن الناتجة عن أحد الأبوين جولان2 و بحوث8 قوة هجين معنوية مرغوبة لصفة عدد السنابل/النبات؛ واشتركت السلالة الأبوية جولان2 في معظم الهجن الحاملة لقوة هجين معنوية

مرغوبة لصفات الغلةالحبية، الغلة الحيوية وعدد الحبوب/السنبلة وذلك على مستوى متوسط الأبوين والأب الأفضل.

– لم تكن قوةالهجين ذات دلالة احصائية مرغوبة لصفات طول السنبلة، وزن الألف حبة وعدد السنيبلات/السنبلة في غالبية هجن F1 باستثناء الهجين (دوما6×بحوث8) لصفة طول السنبلة؛ الهجين (دوما66594 × بحوث8) لصفة وزن الألف حبة والهجينين (دوما6 × دوما66594)، (دوما 6×دوما50205) لصفة عدد السنيبلات/السنبلة وذلك على مستوى متوسط الأبوين وأفضلهما معاً.

– تفوقت الهجن (جولان2×بحوث8)، (دوما6×دوما50205)، (دوما6×جولان2)، (جولان2× دوما50205)، (دوما68538×بحوث8) بمعنوية مرغوبة لقوة الهجين لصفة الغلة الحبية للنبات والصفات الأخرى وخاصة صفات عدد السنابل/النبات، عدد الحبوب/السنبلة والغلة الحيوية/ النبات وتعد هذه الهجن واعدة لتحسين الغلة في القمح الطري.

وبناءً على ماسبق يوصى بما يلي:

_ دراسة المؤشرات الوراثية كالقدرة على التوافق ونوع الفعل الوراثي المتحكم في التعبير عن الصفات المدروسة للسلالات الأبوية المستخدمة، وخاصة تلك السلالات التي أظهرت أداءً جيداً وقوة هجين معنوية قياساً لمتوسطالأبوين والأب الأفضل في الهجن الناتجة عنها لتحديد إمكانية استخدامها كآباء في برامج التربية المستقبلية لتحسين الصفات المختلفة.

– استثمار الهجن الحاملة لقوة هجين ذات دلالة إحصائية مرغوبة للغلة الحبية والصفات المرتبطة بها ومتابعة الأجيال الانعزالية لها وتعميق الدراسات الوراثية حولها بهدف الوصول إلى سلالات متفوقة لتحسين الانتاجية في القمح الطري.

المراجع:

1. المجموعة الاحصائية الزراعية السنوية، 2022– وزارة الزراعة، الجمهورية العربية السورية.

2. حسن، عبد المنعم، 1991– أساسيات تربية النبات، الدار العربية للنشر والتوزيع، القاهرة، جمهورية مصر العربية. P:682.

3. خوري، بولص؛ درويش، مجد وشيخ، سناء بلال، 2023- القدرة على الائتلاف وقوة الهجين للغلة الحبية وبعض مكوناتها في القمح الطري (*Triticum Aestivum* L.)، مجلة جامعة تشرين، العلوم البيولوجية، 45 (1):81-94.

4. دليل أصناف القمح في سورية، 2021- وزارة الزراعة، الجمهورية العربية السورية، مديرية الإرشاد الزراعي، رقم النشرة (2).

5. عطا الله، فراس؛ الشباك، محمود أسعد و عبود، جلال شعبان، 2023- تقدير القدرة العامة والخاصة على التوافق ودرجة السيادة وقوة الهجين في عدد من هجن القمح الطري (*Triticum aestivum.* L)، مجلة جامعة البعث، 45(7):25-50.

6. مصطفى، علا؛ عقل، وسام و شاهرلي، مخلص، 2021- تقدير بعض المعايير الوراثية للغلة الحبية ومكوناتها في هجن من القمح القاسي (*Triticum durum* Desf.)، مجلة العلوم الحديثة والتراثية،-60. 51:(1)10

7. Agrawal, R. L., 1998- Fundamentals of plant breeding and hybrid seed production, Science Pub.,Inc.,Enfield .New Hampshire, USAM P: H85.

8. Burdak, A., V. Prakash, B. L. Kakralya, D. Gupta and R. Choudhary., 2024- Heterotic Performance and Inbreeding Depression for Yield and Component Traits in Bread Wheat (*Triticum aestivum* L.em.Thell), International Journal of Environment and Climate Change, vol.(13) No.(3): p. 56-64.

9. Chaudhari, H. K., 1971- Heterosis or hybrid vigour. Chapter 8, p. 119-135. In H. K. Chaudhari, (ed). Elementary principles of plant breeding, Edition 2nd. Oxford and IBH publishing CO. New delhi, Bombay, Caicutta.

.

10. Devi, L., S. P. Goel, M. Singh and J. P. Jaiswal., 2013- Heterosis studies for yield and yield contributing traits in bread wheat (*Triticum aestivum* L.), The Bioscan, Vol.(8)No.(3): P. 905-909.

11. El-Karamity, A. E., M. Kh. Sarhan, Sh. Th. I. El-Sherif and H. M. Fouad., 2025- Heterosis and Combining Ability of F1 Bread Wheat Diallel Crosses, Journal of Plant Production, Mansoura University, Vol. (16) No.(1): P. 13–19.

12. FAO. 2023. FAOSTAT database. {http//faostat.fao.org}.

13. Fareed, G., A. A. Keerio, S. N. Mari, S. Ullah, A. A. Mastoi, M. A. Arain, M. Adeel, S. A. Shah, M. A. Mengal and M. I. Badini. 2024- Estimation of Hetrosis

in F1 Hybrids of Bread Wheat Genotypes, Journal of Applied Research in Plant Sciences. Vol.(5)No.(1): P. 120-123.

14. Feldman, M. and A. A. Levy., 2023- Wheat Evolution and Domestication, Springer International Publishing, P:673.

15. Grafius, J. E., 1959- Heterosis in barley, Agronomy Journal, Vol.(51) No.(9): P. 551-554.

16. Güngör, H., 2024- Evaluation of Heterosis and Heterobeltiosis for Spike-Related Traits in F1 and F2 Populations of Hexaploid Bread Wheat, ISPEC,Journal of Agricultural Sciences, Vol.(8)No.(3): P. 572-582.

17. Ibrahim, A. U., B. Yadav, A. Raj and A. I. Magashi., 2020- Heterosis studies in durum wheat (*Triticum durum* L.), Journal of Genetics, Genomics and Plant Breeding, Vol.(4) No.(1): P. 2-8.

18. Juraev D.T., O. A. Amanov, S. D. Dilmurodov, N. B. Boysunov and J. F. Odirovich., 2020- To Study the Heat Resistance Features of Bread Wheat Varieties and Species for the Southern Regions of the Republic of Uzbekistan, European Journal of Molecular and Clinical Medicine,. Vol.(7) No.(2): P. 2254-2270.

19. Kajla, S. L., A. K. Sharma and H. Singh., 2020- Heterosis Analysis in F1Hybrids of Bread Wheat (*Triticum aestivum* L. em. Thell.) Over Environments, International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences, Vol.(9) No.(5): P. 2052-2057.

20. Khan, R., B. Prasad and B. Bhatt., 2024- Study of heterosis for grain yield and its components in wheat (*Triticum aestivum* L. em. Thell), Environment Conservation Journal, Vol.(25) No.(1): P. 56-61.

21. Kumar, P., R. Kumar, S. S. Nagar, Y. P. Singh and D. Abhishek., 2016- Estimation of Heterosis for Grain Yield and its Contributing Traits in Bread Wheat (*Triticum aestivum* L.), The Bioscan, Vol.(11) No.(2): P. 1099-1105, (Supplement on Genetics and Plant Breeding).

22. Longin, C., J. Mühleisen, H. Maurer, H. Zhang, M. Gowda and J. Reif., 2012- Hybrid breeding in autogamous cereals, Theoretical and Applied Genetics, Vol.(125): P. 1087–1096.

23. Manna, P., 2023- Genetic Bases of Heterosis, Centurion University of Technology and Management, Regd. NO.– 220805210005, India.

24. Nageshwar; S.V. Singh; M. Singh; S. Kumar; B. Kumar and U. Tiwari., . 2024- Heterosis and inbreeding depression for grain yield and yield contributing characters in wheat (*Triticum aestivum* L.), Electronic Journal of Plant Breeding. .Vol.(15)No.(1): P. 246-254.

25. Peterson, C. J., 1969- Genotype-environment interaction in winter wheat F1 progeny, Oregon State University.

26. Rasaei, A., S. Jalali-Honarmand, M. Saeidi, M. E. Ghobadi and S. Khanizadeh., 2017- Wheat grain quality and its relationship with plant growth regulators, Journal of Pakistan Agriculture Science, Vol.(54) No.(1): P. 123–127.

27. Roy, A., A. Kumar, S. K. Babu, A. Singh and S. Sisodiya., 2021- Estimation of heterosis for grain yield and yield attributes in bread wheat genotypes utilizing line x tester analysis (*Triticum aestivum* L. em. Thell), Environment Conservation Journal, Vol.(22)No.(3): P. 85-95.

28. Saeed, S., N. U. Khan, I. H. Khalil, S. Ali and K. Afridi., 2024- Heterotic Effects and Inbreeding Depression in F1 and F2 Populations of Wheat, Pakistan Journal of Botany, Vol.(56)No.(3): P. 1001-1013.

29. Selva, C., M. Riboni, U. Baumann, T. Würschum, R. Whitford and M. R. Tucker., 2020- Hybrid breeding in wheat: how shaping floral biology can offer new perspectives, Functional Plant Biology, Vol.(47)No.(8): P. 675-694.

30. Shah, A.A., S.K. Mondal, H. Khurshid and A. A. Wani., 2018- Heterosis for yield and yield component traits in F1 and F2 generation of winter and spring wheat derivatives (line x tester), Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry, Vol.(7) No.(5): P. 644-648.

31. Sharif, A.; A. Bakhsh, M. Arshad, A. M. Haqqani and S. Najma., 2001- Identification of genetically superior hybrids in chickpea (*Cicer arietinum* L.), Pakistan Journal of Botany, Vol.(33) No.(4): P. 403-409.

32. Shull, G.H., 1914- A peculiar negative correlation in Oenothera hybrids, Journal of Genetics, Vol.(4) No.(1): P. 83-102.

33. Singh, S.P.; R. Srivastava, and J. Kumar, 2015- Male sterility systems in wheat and opportunities for hybrid wheat development, Acta Physiologiae Plantarum, Vol.(37): 1713.

34. Sinha, S. and R. Khana., 1975- Physiological, Biochemical and Genetic Basis of Heterosis. Advances in Agronomy.Vol.(27): P. 123-174.

35. Thapa, R. S., P. K. Sharma, D. Pratap, T. Singh and A. Kumar., 2019- Assessment of genetic variability, heritability and genetic advance in wheat (Triticum aestivum L.) genotypes under normal and heat stress environment, Indian journal of agricultural research, Vol.(53)No.(1): P. 51-56.

36. Tiwari, U., S. V. Singh, Nageshwar, S. Tripathi, M. K. Shukla, P. Awasthi, M. Tiwari, P. K. Saini and A. Pandey., 2024- Identification of Good Combiner with Heterotic Group in Bread Wheat (*Triticum aestivum*),Journal of Food Chemistry and Nanotechnology, Vol.(10) No.(1): P. 2-10.

37. Tripathi, A. D., R. Mishra, K. K. Maurya, R. B. Singh and D. W. Wilson., 2019- Estimates for World Population and Global Food Availability for Global Health, the Role of Functional Food Security in Global Health, Vol.(327): P. 3–24.

38. Wang, L., I. K. Greavesa, M. Groszmanna, L. M. Wua, E. S. Dennisa and W. J. Peacocka., 2015- Hybrid mimics and hybrid vigor in Arabidopsis, Proceeding of the National Academy of Sciences, Vol.(112) No.(35): P. 4959–4967.

39. Yadav, J., S. N. Sharma and Shweta., 2017- Heterosis and Inbreeding Depression Analysis for Yield and Its Components Traits in Bread Wheat (*Triticum aestivum* L. em. Thell.) Over Environments. International Journal of Pure and Applied Bioscience, Vol.(5)No.(5): P. 995-1003.

40. Yang, W.B., Z.L. Qin, H. Sun, Q.L. Hou, J. Gao, X.C. Chen, L. Zhang, Y. Wang, C.P. Zhao and F.T. Zhang., 2022- Analysis of combining ability for stem-related traits and its correlations with lodging resistance heterosis in hybrid wheat, Journal of Integrative Agriculture, Vol.(21) No.(1): P. 26–35.