Combining ability and heterosis analysis for grain yield and it's components in bread wheat(*Triticum aestivum* L.)

Dr. Boulos Khoury*
Dr. Majed Darwish**
Sanaa Belal Sheekh**

(Received 7 / 11/ 2022. Accepted 5 / 2 /2023)

□ ABSTRACT □

This study was carried out in AL- SHEER -LATTAKIA and Tishreen University, during 2020/2021 and 2021/2022 seasons. Five bread wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes were used L-1300,L-1302,L-68017, L-66233 , L-68467. Half diallel mating method was followed to get 10 hybrids . The hybrids and their parents were sown in the second season, using a randomized complete block design with three replication to estimate general combining ability GCA, specific combining ability SCA, genetic components, and both mid and better parent heterosis for traits; spike height ,number of grains per plant, thousand kernel weight, and grain yield per plant .

The results indicated additive gene action in all trait inheritance, except thousand kernel weight which was controlled by non-additive genes. Three parents had high general combiners effects for grain yield, (L-68467) , (L-1300), (L-68017) .the derived progenies of these parents in the breeding program will have high gene inheritance . Many hybrids with desirable specific combining ability effects were obtained from parents with desirable general combining ability effects, which also have both mid and high parents heterosis, including (L-1300* L-68467) ,(L-68017* L-68467). thus hybrids coud be used for selection in segregating generations in order to reach high yielding wheat lines.

Abstract it is possible to obain from the process of crossing five genotypes of bread wheata number of important genotypes for gentic progress of grain yield and its components in bred wheat.

Key words :Bread wheat, Combining ability ,genetic components, Heterosis .

التعليق [a1]: الحرف الأول من اسم العالم المصنف لا يكتب بحرف مائل

التعليق [a2]: النتائج في الملخص يفضل ان تكون سطرجديد

التعليق [a3]: يفضل ذكر خلاصة للملخص بحدود سطر أو بضع جمل

* Professor, Crop Department , Faculty of Agriculture, Tishreen University, Lattakia, Syria.
**Associate Professor, Crop Department , Faculty of Agriculture, Tishreen University, Lattakia, Syria.
*** Postgraduate Student, Crop Department , Faculty of Agriculture, Tishreen University, Lattakia, Syria.

القدرة على الائتلاف وقوة الهجين للغلة الحبية وبعض مكوناتها في القمح الطري(*Triticum aestivum* L.)

د.بولص خوري*

د. مجد درويش**

سناء بلال شيخ***

(تاريخ الإيداع 7 / 11 / 2022. قبل للنشر في 5 / 2 / 2023)

ملخّص

أجريت هذه الدراسة في قرية الشير التابعة لمحافظة اللاذقية خلال الموسمين الزراعيين 2020 / 2021 2022/2021استخدم خمس سلالات من القمح الطري (*Triticum aestivum* L.)هي (L-1300 و L-1302 و L-68017 و L-66233 و L-68467). اتبعت طريقة التهجين نصف التبادلي للحصول على عشرة هجن. زرعت جميع الهجن في الموسم الثاني مع آبائها وفق تصميم القطاعات العشوائية الكاملة (R.C.B.D)، وبواقع ثلاثة مكررات لدراسة القدرة العامة والخاصة على التوافق GCA و SCA على التوالي ،ومكونات التباين الوراثي ، وقوة الهجين على مستوى متوسط الأبوين MP و أفضلهما BP لصفات طول السنبلة ، عدد الحبوب /النبات ،وزن 1000 حبة والغلة الحبية / النبات الفردي، وحللت النتائج احصائيا" باستخدام برنامج (M-stat).

أظهرت مقارنة متوسطات الصفات المدروسة للسلالات الأبوية المستخدمة في برنامج التهجين امتلاكها كمية ممتازة من التباين في معظم الصفات المدروسة ، يؤهلها للدخول في برنامج التهجين للحصول على هجنها الفردية نصف التبادلية ، بغية دراسة السلوك الوراثي لصفات الآباء من خلال اختبار النسل Progeny test ،و بينت النتائج سيطرة الفعل المورثي الإضافي لعمل المورثات في التحكم بتوريث كافة الصفات المدروسة باستثناء وزن 1000 حبة التي سيطر فيها الفعل الوراثي اللاإضافي في توريث هذه الصفة ، أوضحت نتائج الدراسة امتلاك عدد من الآباء تأثيرات عالية ومعنوية للقدرة العامة على التوافق للغلة الحبية ومكوناتها والتي يقترح استخدامها كآباء هامة لهجن مستقبلية في برنامج تهجين محصول القمح الطري لقدرتها على توريث هذه الصفات إلى نسلها أهم هذه الآباء :(L- 68467 ، L-1300 و L-68017) ،كما تم الحصول على عدد من الهجن المرغوبة لتأثيرات القدرة الخاصة على التوافق والناتجة عن آباء مرغوبة لتأثيرات القدرة العامة على التوافق وحاملة لقوة الهجين على مستوى متوسط الأبوين و أفضلهما ، ومن أهم هذه الهجن:(L-68467 × L-1300)، (L-68467 × L-68017) ما يؤهلها لتكون مادة هامة للانتخاب خلال الأجيال الانعزالية اللاحقة للوصول إلى سلالات أكثر تميزا" من القمح لصفة الغلة الحبية. والخلاصة يمكن الحصول من عملية تهجين خمس سلالات من القمح الطري على عدد من الطرزالوراثية الهامة لعمليات التحسين الوراثي للغلة الحبية ومكوناتها في القمح الطري.

الكلمات المفتاحية : القمح الطري ، القدرة على التوافق ، مكونات التباين الوراثي، قوة الهجين .

التعليق [a4]: لم تتم الإشارة إلى التحليل الإحصائي المتبع

التعليق [a5]: هذه نتائج يفضل أن تكون فقرة جديدة وسطر جديد من الملخص

التعليق [a6]: لم تذكر الخلاصة التي خلص إليها البحث ولو ببضع جمل أ و سطر واحد

* أستاذ- قسم المحاصيل الحقلية- كلية الهندسة الزراعية- جامعة تشرين- اللاذقية- سورية.

** أستاذ مساعد- قسم المحاصيل الحقلية- كلية الهندسة الزراعية- جامعة تشرين- اللاذقية- سورية.

***طالبة دكتوراه- قسم المحاصيل الحقلية- كلية الهندسة الزراعية- جامعة تشرين- اللاذقية- سورية.

مقدمة:

يعد القمح المحصول الاستراتيجي الأول في سورية نظرا" لدوره المهم في تحقيق الأمن الغذائي وارتباطه بالحياة اليومية للمواطن السوري من جهة، ولأهميته الاقتصادية والسياسية من جهة أخرى، فضمن هذه البقعة الجغرافية تتنوع المحاصيل الزراعية الاستراتيجية في الجمهورية العربية السورية من أبرزها القمح الذي يشهد عليه طلبا" كبيرا" من كافة شرائح المجتمع في سورية، وبخاصة بعد خروج مساحات كبيرة من الأراضي الزراعية من العملية الإنتاجية نتيجة الحرب في سوريا منذ 2011.

قبل عام 2011 كانت سوريا تنتج نحو أربعة ملايين طن من القمح لكن الإنتاج تراجع كثيرا في السنوات الخمس الماضية وفق إحصاءات رسمية [1] .ولكن في السنوات الأخيرة أصبح هناك فجوة كبيرة بين الإنتاج والاستهلاك من مادة القمح في سورية وفي ظل الأوضاع الحالية للموسم الزراعي فإن المعطيات على الأرض غير مشجعة على الإطلاق وبخاصة بعد سيطرة الجفاف على هذه المناطق وخروج مساحات كبيرة من الأراضي المزروعة من القمح البعل من العملية الإنتاجية ووصلت مساحة الأراضي المزروعة بمحصول القمح في منطقة الجزيرة السورية الى مليون و50 دونم.

يصنف القمح في المرتبة الأولى من حيث أهميته بسبب زراعته بمساحات كبيرة ومساهمته كمحصول غذائي أساسي على مستوى العالم[5] .

ولتلبية حاجات السوق المحلية والسوق العالمية من القمح ، لابد من زيادة الانتاج وتخفيض تكاليفه بمختلف الطرق والتي من أهمها استنباط أصناف جديدة عالية الغلة وتحمل مواصفات نوعية جيدة تلبي حاجة المصنع والمستهلك في الأسواق المحلية وقادرة على المنافسة في الأسواق العالمية، وهذا مرتبط بزيادة فاعلية التربية والتحسين الوراثي بشكل كامل بدءا من تحديد الطرز الابوية التي ستدخل بالتهجين وانتخاب أفضل التراكيب الوراثية في الأجيال الانعزالية ، وتعتمد عملية الانتخاب بشكل أساسي على التباينات الوراثية لاسيما في الأصناف المحلية منها ، وفي ظل قلة التباينات يسعى المربي الى خلق هذه التباينات عن طريق التهجين ، والبحث ضمن الأجيال الانعزالية عن الهجن المرغوبة عالية الغلة للوصول إلى أصناف جديدة ذات أمكانيات وراثية عالية الغلة الحبية ، والتعرف على البناء الوراثي للنوع وسلوك المورثات المتحكمة باستجابة النبات وتعد معرفة الأهمية النسبية للفعلين الإضافي والسيادي ودرجة التوريث ومعدل درجة السيادة والتحسين الوراثي المتوقع الخطوة الأهم من خلال التخطيط لبرامج التحسين الوراثي والذي يمكن المربي من التنبؤ بمقدار التحسين الوراثي الناتج من عملية الانتخاب[6] .

من خلال التحليل المقترح من قبل [7] تم تقدير التباينات الوراثية ومعرفة طبيعة الفعل المورثي المحدد لحاصل الحبوب ومكوناته في القمح وتقدير تباين المقدرة على التوافق وتأثيراتها وهذا يساعد في تحديد القيمة التربوية للسلالات الابوية لإنتاج الهجن [8] ، استعمل هذه المعالم الوراثية في محصول القمح باحثون عدة ومنهم: [11];[10];[9];[2]

يعد اختيار الهجن في الأجيال المبكرة في ذاتيات التلقيح امرا في غاية الأهمية لان ثبات وتفوق هذه الهجن يعكس الإمكانات الوراثية الحقيقية لها ويسمح بالتحقق من افضل الهجن مبكرا ما يتيح الفرصة لمربي النبات بتتبع التراكيب الوراثية المرغوبة في الأجيال الانعزالية التالية في برامج واستنباط الأصناف وان تقييم الطرز الوراثية الداخلة ضمن برامج التربية يعتمد على تحليل هجنها ومن ثم الاستفادة من هذا التحليل للهجن في اختيار الآباء الواجب إدخالها ضمن هذه البرامج بحيث يمكن ان تحقق قوة هجين مرغوبة في الجيل الأول [13];[12].يعتبر Half diallel آلية موثوقة لتقديم معلومات وراثية لمربي النبات عن ا لقدرة العامة على الائتلاف والقدرة الخاصة ونوع الفعل المورثي الذي يتحكم بالصفات الوراثية المعقدة ذات الأهمية الاقتصادية وهذا يساهم بتحسين أساليب التربية وعمليات الانتخاب [14].

وجد [15] لدى دراسته على القمح الطري تفوق الفعل المورثي اللاإضافي في التحكم بتوريث معظم الصفات المدروسة تفوق الفعل المورثي اللاإضافي في توريث صفة عدد الحبوب في السنبلة وعدد السنابل بالنبات وارتفاع النبات ووزن الالف .
أشار[16] إلى أن التهجينات تقدم لنا أفضل الهجن التي تتميز بقوة الهجين ، وبالتالي نستطيع استخدامها لتحسين الغلة ومكوناتها.

تعتمد برامج التربية على التهجين وعلى توافر معلومات تتعلق بقدرة التوافق بين الآباء المتاحة للتهجين ومعرفة إمكانية تحقيق الكسب الوراثي بوقت قصير والوقوف على سلوكية المورثات المعبرة عن الصفات الكمية والنوعية ذات الأهمية الاقتصادية ويعد تحديد الهجن المؤشرة لصفة الغلة الحبية من بين عدد كبير من الهجن جزءا" مهما" من برامج التربية ، وهذا يمكننا من تركيز الجهد والوقت على هذه الهجن من بين مجموع الهجن المنفذة ،وتمثل الهجن الحاملة لقوة الهجين Heterosis مجتمعات مبشرة للإنتخاب والوصول لسلالات متفوقة عند الأجيال المتأخرة [17] .

وبناء" على ما تقدم فإنه يوجد ضرورة ملحة للقيام بدراسة الأفعال المورثية المتحكمة بتوريث الصفات التي يمكن الاستفادة منها في برنامج تربية القمح الطري في سورية للوصول إلى أصناف أفضل ، من خلال توجيه العملية التربوية بشل علمي صحيح اعتبارا" من المراحل الأولية وذلك اختصارا" للوقت والجهد والمال .

وتهدف هذه الدراسة إلى تحديد سلالات القمح الطري التي تمتاز بقدرة عامة جيدة على التوافق لاستخدامها في برنامج التهجين ، ودراسة السلوك الوراثي لها من خلال اختبار النسل Progeny test لتحديد أفضل الهجن المتميزة بقدرة خاصة جيدة على التوافق وذات قوة هجين مرغوبة قياسا" بمتوسط الأبوين والأب الأفضل والناتجة عن آباء ذات قدرة عامة على التوافق ،وتحديد الفعل المورثي المتحكم بتوريث الصفات المدروسة للاستفادة منها لاحقا" في برامج التربية للأجيال الانعزالية .

طرائق البحث ومواده:

تم تنفيذ البحث خلال الموسمين الزراعيين 2020 / 2021 و2022/2021 في قرية الشير التابعة لمحافظة اللاذقية، والتي تبعد عنها حوالي (7km) شرقا" ،تربتها طينية ثقيلة ، استخدم في الدراسة خمس سلالات من القمح الطري (*Triticum aestivum* L.) هي(L-1300 و L-1302 و L-68017 و L-66233 و L-68467) مصدرها الهيئة العامة للبحوث الزراعية . حيث زرعت السلالات الأبوية في الموسم الأول في قطع تجريبية مساحتها ($2m^2$) على سطور بطول (2m) والمسافة بين السطر والأخر (25cm) وبمسافة (5cm) بين النباتات على السطر الواحد، بمعدل ثلاثة سطور لكل طراز بثلاث مواعيد بفاصل أسبوع بين الموعد والاخر، ونفذت العمليات الزراعية من عزيق وخف وغيرها، وعند بداية الإزهار تمت عمليات التهجين نصف التبادلي (Half Diallel Cross) بين السلالات الأبوية ، رمزت السلالات الأبوية كما يلي:

P1	P2	P3	P4	P5
L-1300	L-1302	L-68017	L-66233	L- 68467

ويكون عدد الهجن الفردية H:

$$H=P^*(P-1)/2 = 5^*(5-1)/2 = 10$$

كما عزلت السلالات الأبوية بتكييسها للحصول على بذار التلقيح الذاتي .

مخطط التهجين نصف التبادلي للطرز الأبوية المستخدمة بالتهجين

Parents	P1	P2	P3	P4
P1				
P2	P1P2			
P3	P1P3	P2P3		
P4	P1P4	P2P4	P3P4	
P5	P1p5	P2p5	P3p5	P4p5

وتمت عمليات الحصاد، والحصول على الحبوب الهجينة وحبوب آبائها، ووضعت حبوب سنابل كل هجين وأب على حدة في أكياس خاصة بكل طراز وراثي وتم تخزينها لزراعتها في الموسم الزراعي الثاني في تجارب المقارنة . في الموسم الزراعي الثاني :تمت زراعة الهجن F1 مع آبائها في تجربة وفق تصميم القطاعات العشوائية الكاملة (R.C.B.D) بثلاثة مكررات ، حيث تم زراعة كل أب وهجين في سطرين بطول (2m)وبمسافة (30cm)بين السطور، والمسافة بين النباتات(5Cm) ودرست الصفات التالية:

1- طول السنبلة (سم)

2- عدد الحبوب/ النبات

3- وزن 1000حبة(غ)

4-الغلة الحبية /النبات (غ)

استخدم برنامج Genstat- لتقدير الفروق المعنوية بين متوسطات الصفات المدروسة بمقارنتها مع أقل فرق معنوي عند مستوى 5%

درست القدرتان العامة والخاصة على التوافق باستخدام الطريقة الثانية ،الموديل الأول في تحليل الهجن نصف التبادلية للعالم[7] وحللت احصائيا" باستخدام برنامج (M-stat).

وقدر التناسب (σ^2 GCA/σ^2 SCA) وهو مقياس يعبر عن السلوك الوراثي للصفة المدروسة.

قدرت قوة الهجين لكل صفة قياسا" بمتوسط الأبوين MP و أفضلهما BP باستخدام المعادلات الآتية:

$$H(MP)\% = \{(F1-MP)/MP\} * 100$$

$$H(BP)\% = \{(F1-BP)/BP\} * 100$$

باستخدام برنامج M- stat وفق معادلات العالم [18] وتم تقدير معنوية قوة الهجين وفق اختبار t-test حسب [19].

BP: متوسط الصفة في افضل الأبوين MP : متوسط الصفة في الأبوين F1: متوسط الصفة في أفراد الجيل الأول.

النتائج والمناقشة :

التعليق [a7]: شرح النتائج الواردة في الجدول يجب أن تكون بعد الجدول أو قبله مباشرة

يبين الجدول (1) متوسطات الآباء الخمسة ومتوسطات صفات عشرة هجن في الجيل الأول ، حيث تباينت السلالات الداخلة في عملية التهجين وهجنها النصف تبادلية فيما بينها" بفروق معنوية عالية لجميع الصفات المدروسة مما يدل على التباعد الوراثي فيما بينها و يؤكد أهمية الدراسة المنفذة .

الجدول(1) المؤشرات الإنتاجية للآباء الخمسة وهجنها F1 العشرة بالنسبة للصفات المدروسة.

Genotypes(G)	طول السنبلة(سم)	عدد الحبوب /نبات	وزن 1000 حبة(غ)	الغلة الحبية /نبات (غ)
P1	15.76	756.90	53.60	39.40
P2	12.50	489.30	35.20	20.73
P3	16.00	765.90	39.16	31.20
P4	13.10	380.20	47.90	16.77
P5	16.40	897.80	42.46	38.49
Mean	14.75	658.02	43.66	29.32
P1*P2	12.90	472.30	43.00	20.73
P1*P3	15.60	686.60	48.90	30.3
P1*P4	12.06	463.80	48.96	23.97
P1*P5	16.63	898.30	53.73	46.43
P2*P3	12.90	377.40	39.90	15.23
P2*P4	11.96	327.70	42.63	14.73
P2*P5	14.46	751.40	39.88	30.33
P3*P4	11.83	475.50	44.66	20.73
P3*P5	16.10	984.70	50.03	43.96
P4*P5	16.00	678.80	48.46	33.85
Mean	14.04	611.65	46.02	28.03
L.S.D 5%	1.05	12.76	1.75	1.64

يوضح الجدول (2) وجود تباين بفروق معنوية عالية في جميع الصفات المدروسة لكل من القدرة العامة على التوافق ، والقدرة الخاصة على التوافق ، مما يدل على أهمية كل من الفعل المورثي الإضافي والفعل المورثي اللاإضافي في وراثة هذه الصفات وهذا ينسجم مع [20].

جدول(2)تحليل التباين تبعا" لطريقة Griffing –الطريقة الثانية – الموديل الأول للصفات المدروسة

مصادر ومكونات التباين	طول السنبلة/سم/	عدد الحبوب /نبات	وزن 1000حبة/غ	الغلة الحبية /نبات /غ/
Replication(R)	0.001	77.60	6.77	1.29
Genotypes(G)	10.25	127531.00	38.00	327.17
Error	0.39	127.33	1.09	0.96
GCA	27.07**	409262,00**	163.09**	946.10**
SCA	3.52**	27701.70**	26.89**	79.61**
σ2 GCA	1.27	19485,00	7.71	45.00
σ2 SCA	1.04	9214.00	8.60	26.21
σ2 GCA/σ2 SCA	1.22	2.11	0.89	1.71
Additive variance	2.54	38971.00	15.43	90.00
Dominance variance	1.04	9214.40	8.60	26.20
å	0.90	0.68	1.05	0.76
Error	0.39	58.28	1.09	0.96

1.طول السنبلة (سم)

تباينت السلالات الداخلة في عملية التهجين وهجنها النصف تبادلية فيما بينها تباينا" عالي المعنوية لصفة طول السنبلة جدول(1) مما يدل على التباعد الوراثي فيما بينها ، وتراوحت متوسطات السلالات لصفة طول السنبلة من (12.50) للأب p2 إلى (16.40) للأب P5 وبمتوسط عام قدره(14.72)، كما أبدت الهجن تباينا" معنويا" لصفة طول السنبلة مؤكدا" على التباعد الوراثي بين السلالات الأبوية المستخدمة في عملية التهجين ، وهذه النتيجة تتفق مع نتائج [21];[3]، حيث نلاحظ من الجدول (1) أن الهجين (P1*P5) والأب P5 كانت الأفضل، و تراوحت متوسطات صفة طول السنبلة للهجن من (11.83) للهجين (P3*P4) إلى(16.63) للهجين(P1*P5) بمتوسط عام قدره (14.04) كما أظهرت نتائج مقارنة المتوسطات تفوق الهجن (P1*P5 ; P3*P5 ;P4*P5) بفروق معنوية . ساهم كل من الفعلين المورثيين الإضافي واللاإضافي في وراثة صفة طول السنبلة حيث ظهر ذلك من خلال التباين عالي المعنوية للقدرة العامة GCA والقدرة الخاصة SCA ، وبينت النسبة σ2 GCA/σ2 SCA التي كانت أكبر من الواحد(1.21) سيطرة الفعل المورثي الإضافي على وراثة صفة طول السنبلة وأكدت هذه النتيجة درجة السيادة التي كانت أقل من الواحد (0.90) حيث بلغ تباين الفعل الإضافي (2.54) وتباين الفعل المورثي السيادي (1.04) جدول(2) ،مما يثبت دور الفعل المورثي الإضافي في توريث هذه الصفة ، حيث نستنتج أن صفة طول السنبلة تقع تحت سيطرة الفعل المورثي الإضافي وبالتالي توجد إمكانية لتحسين هذه الصفة بفعل عملية الانتخاب في الأجيال الإنعزالية وهذا يتفق مع [24];[23];[22] .

جدول (3) تأثيرات القدرة العامة على التوافق للآباء بالنسبة للصفات المدروسة

Genotypes(G)	طول السنبلة	عدد الحبوب /نبات	وزن 1000 حبة	الغلة الحبية /نبات
P1	0.44*	38.88**	3.46**	4.21**
P2	−1.20**	−122.80**	−2.79**	−6.89**
P3	0.39	41.92**	−1.91**	0.27
P4	−1.09**	−150.90**	2.46**	−6.27**
P5	1.47**	192.30**	−1.23**	8.68**
SE(gi)	0.21	2.58	0.35	0.33
SE(gi−gj)=	0.33	4.08	0.55	0.52
L.S.D5%	0.43	5.28	0.91	0.68
L.S.D1%	0.59	7.13	0.97	0.91

*** ** وجود فروق معنوية عند مستوى ثقة 5 و1 % على التوالي**

تراوحت تأثيرات القدرة العامة على التوافق GCA من (1.20−) للطراز(p2) إلى (1.47) للطراز الوراثي(p5) ، وأظهرت السلالة (p5) قدرة عامة جيدة على التوافق بصفة طول السنبلة لامتلاكها أعلى التأثيرات الإيجابية عالية المعنوية الجدول (3)، كما تراوحت تأثيرات القدرة الخاصة على التوافق SCA من (1.75−) للهجين (p3*p4) إلى (1.61) للهجين (p4*p5)، وسجل الهجين(p4*p5) تأثيرات عالية المعنوية مرغوبة لطول السنبلة ، كما أظهرت الهجن (p3*p4) و(P1*P4) تأثيرات معنوية بالاتجاه غير المرغوب لصفة طول السنبلة بقيم (1.75 −) و (−) 1.56على التوالي (الجدول 4).

التعليق [a8]: شرح النتائج الواردة في الجدول يجب أن تكون بعد الجدول أو قبله مباشرة

التعليق [a9]: شرح النتائج الواردة في الجدول يجب أن تكون بعد الجدول أو قبله مباشرة

التعليق [a10]: شرح النتائج الواردة في الجدول يجب أن تكون بعد الجدول أو قبله مباشرة

تراوحت قيم قوة الهجين لهذه الصفة قياسا" بمتوسط الأبوين MP من (18.67−) للهجين (P3*P4) إلى (8.47) للهجين P4*P5 ، وكانت قوة الهجين إيجابية عالية المعنوية لدى الهجينين (P4*P5) و (P1*P5) الجدول (5) . أما قياسا" بأفضل الأبوين BP فتراوحت قوة الهجين من (26.04−) للهجين (P3*P4) إلى (1.42) للهجين (P1*P5) وكانت إيجابية معنوية لدى الهجين (P1*P5) (الجدول 6) حيث نلاحظ ان السلالة الأبوية p5 قدرة عامة عالية المعنوية بالنسبة لصفة طول السنبلة العالي واستطاعت توريث هذه الصفة لبعض أنسالها الهجينية حيث انعكس ذلك في تميز الهجينين (p1*p5, p4*p5) فيSCA وفي قوة الهجين أيضا".

التعليق [a11]: شرح النتائج الواردة في الجدول يجب أن تكون بعد الجدول أو قبله مباشرة

2.عدد الحبوب / النبات

تشير النتائج في الجدول (1) إلى تباين السلالات الداخلة في عملية التهجين وهجنها النصف تبادلية فيما بينها تباينا" عالي المعنوية لصفة عدد الحبوب / النبات ، مما يدل على التباعد الوراثي فيما بينها . وتراوحت متوسطات السلالات لصفة عدد الحبوب / النبات من(380.20) للأب p4 إلى (897.8) للأب P5 وبمتوسط عام قدره(658.02) كما أبدت الهجن تباينا "معنويا" لصفة عدد الحبوب / النبات مؤكدا" على التباعد الوراثي بين السلالات الأبوية المستخدمة في عملية التهجين ، كما تراوحت متوسطات صفة عدد الحبوب / النبات للهجن من (327.70) للهجين (P2*P4) إلى(984.70) للهجين(P3*P5) بمتوسط عام قدره (611.65)، كما أظهرت نتائج مقارنة المتوسطات تفوق الهجين (P3*P5)و(P1*P5) بفروق معنوية موجبة .

التعليق [a12]: تشير النتائج في الجدول 1 أيضا ألى تباين السلالات

يوضح الجدول (2) تفوق الفعل المورثي الإضافي في توريث هذه الصفة من خلال نسبة σ2 GCA/σ2 SCA التي زادت عن الواحد (2.114) ، ودرجة السيادة à (0.68) التي تؤكد تحكم الفعل المورثي الإضافي في توريث هذه الصفة ، وبالتالي يمكن أن يتحقق التحسين المطلوب من خلال عملية الانتخاب في الأجيال الإنعزالية اللاحقة وهذا يتوافق مع [24].

تراوحت تأثيرات القدرة العامة على التوافق GCA من (150.9−) للسلالة p4 إلى (192.3) للسلالة p5، وأظهرت السلالات (p5,p3,p1) قدرة عامة جيدة على التوافق بصفة عدد الحبوب في النبات لامتلاكها أعلى التأثيرات الإيجابية عالية المعنوية الجدول (3).

تراوحت تأثيرات القدرة الخاصة على التوافق SCA من (169.4−) للهجين (p2*p3) إلى (123.36) للهجين (p3*p5) ، وسجلت الهجن(p3*p5, p4*p5, p2*p5, p1*p5) تأثيرات عالية المعنوية مرغوبة لصفة عدد الحبوب/النبات ، كما أظهرت الهجن(p3*p4),(p2*p4),(p2*p3),(p1*p4),(p1*p3), (P1*P2) تأثيرات عالية المعنوية بالاتجاه السالب لصفة عدد الحبوب/النبات (الجدول 4)

التعليق [a13]: شرح النتائج الواردة في الجدول يجب أن تكون بعد الجدول أو قبله مباشرة

جدول(4) تأثيرات القدرة الخاصة على التوافق لهجن F1 العشرة للصفات المدروسة .

Crosses	طول السنبلة	عدد الحبوب /نبات	وزن 1000 حبة	الغلة الحبية /نبات
P1*P2	−0.60	−71.50**	−4.13**	−5.04**
P1*P3	0.49	−21.28**	−0.64	−2.63**
P1*P4	−1.56**	−51.27**	2.97**	−2.44**
P1*P5	0.44	40.01**	4.17**	5.07**
P2*P3	−0.56	−169.40**	0.38	−6.60**
P2*P4	−0.01	−26.30**	−0.36	−0.55

P2*P5	−0.07	54.17**	−0.26	0.08
P3*P4	−1.75**	−42.61**	0.18	−1.71**
P3*P5	−0.05	123.36**	2.81**	6.55**
P4*P5	1.61**	64.67**	3.41**	2.10**
SE(Sij)	0.44	5.26	0.72	0.67
SE(Sij − Sik)	0.83	9.99	1.37	1.28
L.S.D5%	0.89	13.57	1.99	1.39
L.S.D1%	1.20	14.55	1.86	1.87

*** ،** وجود فروق معنوية عند مستوى ثقة 5 و1 % على التوالي**

تراوحت قيم قوة الهجين لهذه الصفة قياسا" بمتوسط الأبوين MP من (18.67−) للهجين (P3*P4) إلى (18.37) للهجين (P3*P5)، وكانت قوة الهجين إيجابية عالية المعنوية لدى الهجينين (P4*P5)(P1*P5) الجدول (5) .

الجدول(5) قيم % لقوة الهجين قياسا" لمتوسط الابوين للصفات المدروسة.

Crosses	طول السنبلة	عدد الحبوب /نبات	وزن 1000 حبة	الغلة الحبية /نبات
P1*P2	−8.73**	−24.20	−8.59**	−31.04**
P1*P3	−1.78**	−9.82	1.19*	−14.16**
P1*P4	−16.40**	−18.43	8.40**	−14.73**
P1*P5	3.42**	8.57	13.33**	19.23**
P2*P3	−9.47**	−39.86	−0.07	−41.33**
P2*P4	−6.51**	−24.62	−0.48	−21.42**
P2*P5	0.12	8.34	1.74**	2.44**
P3*P4	−18.67**	−17.03	4.05**	−13.56**
P3*P5	−0.62**	18.37	12.18**	26.18**
P4*P5	8.47**	6.22	10.83**	22.52**
L.S.D5%	0.41	59.69	1.12	0.99
L.S.D1%	0.55	80.53	1.516	1.33

*** ،** وجود فروق معنوية عند مستوى ثقة 5 و1 % على التوالي**

أما قياسا" بأفضل الأبوين BP فتراوحت قوة الهجين من (26.04−) للهجين (P3*P4) إلى (1.42) للهجين (P1*P5) وكانت إيجابية معنوية لدى الهجين (P1*P5)(الجدول 6).

التعليق [a14]: شرح النتائج الواردة في الجدول يجب أن تكون بعد الجدول أو قبله مباشرة

الجدول(6)قيم % لقوة الهجين قياسا" بالأب الأفضل بالنسبة للصفات المدروسة.

Crosses	طول السنبلة	عدد الحبوب /نبات	وزن 1000 حبة	الغلة الحبية /نبات
P1*P2	−18.18**	−37.60**	−15.72**	−47.38**
P1*P3	−2.50**	−9.28	−8.26**	−23.10**
P1*P4	−23.47**	−38.72**	5.41**	−39.22**
P1*P5	1.42*	0.06	1.14	17.85**

P2*P3	−19.38**	−50.72**	−1.89*	−51.18**
P2*P4	−8.65**	−33.02**	−5.79**	−28.93**
P2*P5	−11.79**	−16.31**	−1.82*	−21.19**
P3*P4	−26.04**	−37.92**	−3.19**	−33.55**
P3*P5	−1.83**	9.68	10.22**	14.23**
P4*P5	−2.44**	−24.40**	1.45*	−12.05**
L.S.D5%	1.06	12.76	1.75	1.64
L.S.D1%	1.43	17.22	2.36	2.22

*** ،** وجود فروق معنوية عند مستوى ثقة 5 و1 % على التوالي**

حيث نلاحظ مما سبق أن السلالتين الأبويتين P1 و P_5 امتلكتا قدرة عامة عالية المعنوية واستطاعتا توريث نسلهما الهجيني صفة عدد الحبوب المرتفع /النبات ، وانعكس ذلك في تميز هذا الهجين فيSCA وفي قوة الهجين أيضا".

3.وزن الألف حبة (غ):

يبين الجدول(1) تباين السلالات الداخلة في عملية التهجين وهجنها النصف تبادلية فيما بينها تباينا" عالي المعنوية لصفة وزن الألف حبة مما يدل على التباعد الوراثي فيما بينها . وتراوحت متوسطات السلالات لصفة وزن الألف حبة من(35.2) للأب p2 إلى (53.6) للأب P1 وبمتوسط عام قدره(43.66).

كما أبدت الهجن تباينا" معنويا" لصفة وزن الألف حبة مؤكدا" على التباعد الوراثي بين السلالات الأبوية المستخدمة في عملية التهجين كما تراوحت متوسطات صفة وزن الألف حبة للهجن من(39.88) للهجين (P2*P5) إلى (53.73) للهجين(P1*P5) بمتوسط عام قدره (46.01)، كما أظهرت نتائج مقارنة المتوسطات تفوق الهجين(P1*P5) والهجين (P3*P5) بفروقات معنوية موجبة .

نلاحظ من الجدول (2) أن نسبة σ2 GCA/σ2 SCA أقل من الواحد (0.89) ، في حين كان تباين الفعل المورثي السيادي VD (8.60) وتباين الفعل المورثي الإضافيVA (15.43) ودرجة السيادة â (1.05) ،بالتالي نستنتج أن صفة وزن الألف حبة تقع تحت سيطرة الفعل المورثي اللاإضافي وهذا يتفق مع [4].

تراوحت تأثيرات القدرة العامة على التوافق GCA من (−2.79) للسلالة (p2) إلى (3.45) للسلالة (p1) وأظهرت السلالتين (p1,p4) قدرة عامة جيدة على التوافق بصفة وزن الألف حبة لامتلاكها أعلى التأثيرات الإيجابية عالية المعنوية بقيم (3.47,2.46) على التوالي كما أظهرت السلالات(p2,p3,p5)تأثيرات سالبة عالية المعنوية جدول (3).

أما تأثيرات القدرة الخاصة على التوافق SCA تراوحت بين(−4.13) للهجين (p1*p2) إلى (4.17) للهجين (p1*p5) ، وسجلت الهجن(p1*p5) و(p4*p5) و(p1*p4)و(p3*p5) تأثيرات موجبة عالية المعنوية مرغوبة لصفة وزن الألف حبة بقيم (2.81),(2.97),(3.41),(4.17) على التوالي، كما أظهر الهجين(p1*p2) تأثيرات عالية المعنوية بالاتجاه السالب لصفة وزن الألف حبة بقيمة(−4.13) (الجدول 4).

قيم قوة الهجين لهذه الصفة قياسا" بمتوسط الأبوين MP كانت بين(−8.59) للهجين (P1*P2) إلى (13.33) للهجين(P1*P5)، وكانت قوة الهجين إيجابية عالية المعنوية لدى الهجن (P2*P5),(P1*P4),(P3*P4),(P1*P4),(P4*P5),(P3*P5), (P1*P5) الجدول (5) . أما قياسا" بأفضل الأبوين BP فتراوحت قوة الهجين من (−15.72) للهجين (P1*P2) إلى (10.22) للهجين (P3*P5) وكانت إيجابية عالية المعنوية لدى الهجينين (P1*P4,),(P3*P5) بقيم (5.41),(10.22) على التوالي(الجدول 6)

التعليق [a15]: شرح النتائج الواردة في الجدول يجب أن تكون بعد الجدول أو قبله مباشرة

التعليق [a16]: شرح النتائج الواردة في الجدول يجب أن تكون بعد الجدول أو قبله مباشرة

نستنتج مما تقدم أن الأب p1 استطاع توريث العديد من أنساله في الجيل الأول الهجيني قيما" مرتفعة في وزن الألف حبة وانعكس ذلك على امتلاك تلك الأنسال (هجن F1) قيم مرغوبة وعالية المعنوية سواء بالنسبة للقدرة الخاصة على التوافق أو بالنسبة لقوة الهجين.

4.الغلة الحبية /النبات (غ):

تباينت السلالات الداخلة في عملية التهجين وهجنها النصف تبادلية فيما بينها تباينا" عالي المعنوية لصفة الغلة الحبية /النبات جدول(1) ، وتراوحت متوسطات السلالات لصفة الغلة الحبية /النبات من(16.77) للأب p4 إلى (39.40) للأب P1 وبمتوسط عام قدره(29.31)، موضحا" ذلك التباين الواسع بين الآباء بصفة الغلة الحبية /النبات.

أظهرت الهجن تباينا" معنويا" لصفة الغلة الحبية /النبات مؤكدا" على التباعد الوراثي بين السلالات الأبوية المستخدمة في عملية التهجين ، كما تراوحت متوسطات صفة الغلة الحبية /النبات للهجن من (14.73) للهجين (P2*P4) إلى(46.43) للهجين(P1*P5) بمتوسط عام قدره (28.02) ، وأظهرت نتائج مقارنة المتوسطات تفوق الهجين (P1*P5) والهجين(P3*P5)بفروقات معنوية واضحة بينها وبين كل منها وبقية الهجن المختبرة جدول (1).

ساهم كل من الفعلين المورثيين الإضافي واللاإضافي في وراثة صفة الغلة الحبية/النبات حيث ظهر ذلك من خلال التباين عالي المعنوية للقدرة العامة GCA والقدرة الخاصة SCA جدول(2) ، وبينت النسبة σ2 GCA/σ2 SCA التي كانت أكبر من الواحد (1.71) سيطرة الفعل المورثي الإضافي على وراثة صفة الغلة الحبية/النبات وأكدت هذه النتيجة درجة السيادة التي كانت أقل من الواحد (0.53) حيث بلغ تباين الفعل الإضافي (90.00) وتباين الفعل المورثي السيادي (26.20) ، نستنتج أن صفة الغلة الحبية/النبات تقع بامتياز تحت سيطرة الفعل المورثي الإضافي وبالتالي التحسين يمكن ان يتحقق بالانتخاب وهذا يتفق مع [25] ، ويتعارض مع [26] الذي بين من خلال دراسته على القمح الطري سيطرة الفعل المورثي اللاإضافي على توريث صفة الغلة الحبية /النبات، وهذا قد يعود لاختلاف الطرز الوراثية المستخدمة واختلاف بيئات الدراسة.

التعليق [a17]: عندما تتعارض نتائج الباحث مع نتائج آخرين عليه تفسير سبب الإختلاف أو التعارض

تراوحت تأثيرات القدرة العامة على التوافق GCA من(6.89−) للسلالة (P2) إلى (8.68) للسلالة (P5) ، وأظهرت السلالتين(P5,P1) قدرة عامة جيدة على التوافق بصفة الغلة الحبية/ نبات لامتلاكهما أعلى التأثيرات الإيجابية عالية المعنوية ،كما أظهرت السلالتين P2,P4 تأثيرات عامة عالية المعنوية بالاتجاه غير المرغوب لهذه الصفة الجدول (3). تراوحت تأثيرات القدرة الخاصة على التوافق SCA من(6.60−) للهجين (P2*P3)، إلى (6.55) للهجين (p3*p5) وسجلت الهجن(P3*P5,P1*P5, P4*P5) تأثيرات عالية المعنوية مرغوبة لصفة الغلة الحبية/النبات بقيم (6.55,5.07,2.1)، كما أظهرت الهجن (P2*P3,P1*P2,P1*P3,P1*P4) تأثيرات عالية المعنوية بالاتجاه غير المرغوب لصفة الغلة الحبية بقيم (2.44−,2.63−,5.04−,6.60−) على التوالي (الجدول 4)

تراوحت قيم قوة الهجين لهذه الصفة قياسا" بمتوسط الأبوين MP من (26.18) للهجين P3*P5 إلى (41.33−) للهجين (P2*P3) ، وكانت قوة الهجين إيجابية عالية المعنوية لدى الهجن (P3*P5,P1*P5,P4*P5,P2*P5) بقيم ,(2.44, 19.23, 22.52, 26.18) على التوالي(الجدول(5).

أما قياسا" بأفضل الأبوين BP فتراوحت قيم قوة الهجين من(51.18−) للهجين (P2*P3) إلى (17.85) للهجين (P1*P5) وكانت إيجابية عالية المعنوية لدى الهجن (,P3*P5),(P1*P5) (الجدول 6)

نستنتج مما تقدم أن امتلاك كل من السلالتين الأبويتين p5, p1 أعلى القيم في متوسطات الغلة الحبية /النبات انعكس بصورة إيجابية على امتلاكهما لتأثيرات مرتفعة وعالية المعنوية في القدرة العامة على التوافق واستطاعا بجدارة

توريث بعض أنسالهما الهجينية في F1هذه الصفة كالهجينين(P1*P5 و P3*P5) اللذان امتلكا أعلى القيم المعنوية في القدرة SCA وفي قيم قوة الهجين لمتوسط الأبوين وأفضلهما.

الاستنتاجات والتوصيات:

الاستنتاجات :

1. خضع السلوك الوراثي لجميع الصفات المدروسة لهيمنة الفعل المورثي الإضافي ، ماعدا صفة وزن الألف حبة فقد خضعت لسيطرة الفعل المورثي اللاإضافي.
2. نجم تفوق الهجن في الغلة الحبية عن تميز بعض السلالات الأبوية في متوسطات معظم الصفات وامتلاكها لقدرة عامة على التوافق عالية المعنوية .
3. وجد أن معظم الهجن الحاملة لقوة الهجين معنوية أب واحد على الأقل ذو قدرة عامة على التوافق إيجابية ومعنوية، وتمثل هذه الهجن مادة وراثية هامة للوصول إلى سلالة متفوقة في مختلف الصفات المدروسة بفضل امتلاك آبائها سيطرة الفعل المورثي الإضافي .
4. كان لاختبار النسل دورا" هاما" في عزل السلالات المتفوقة التي استطاعت وبكفاءة عالية توريث نسلها الهجيني في الجيل الأول صفات مكونات الغلة المدروسة معبرا" عن ذلك بقوة هجين وقدرة خاصة على التوافق عاليتا المعنوية.
5. امتلكت بعض الهجن الحاملة لقوة هجين معنوية مرغوبة قدرة خاصة على التوافق مرغوبة ومعنوية أيضا" ، لذى يجب استثمار هذه الهجن ومتابعة العمل عليها بدءا" من الجيل الانعزالي الأول في عمليات التربية بالانتخاب لتحسين محصول القمح الطري.

التوصيات:

إدخال السلالات الأبوية (L-68467 و L-1300 وL-68017) في برامج التربية بالتهجين مع آباء جديدة لاستنباط أصناف مستقبلية جديدة محسنة ذات إنتاجية أعلى من القمح الطري والاستفادة من هجنها في F1 وخاصة الهجينان (L-68467 × L-1300) ، (L-68467 × L-68017) لعزل سلالات أكثر تفوقا" في العديد من المورثات المسؤولة عن صفات مكونات الغلة الحبية في الأجيال الانعزالية اللاحقة باستخدام برامج التربية بالانتخاب

References:

1.وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي. قسم الإحصاء، مديرية الإحصاء والتخطيط، وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي 2021، دمشق، سورية.

2.خوري، بولص وشاهرلي ،مخلص. السلوكية الوراثية لبعض الصفات المرتبطة بالغلة الحبية في القمح القاسي . مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية، 2012.،29. 97- 114.

3. خوري، بولص وقبيلي، صالح. مكونات الغلة ودليل الحصاد للقمح القاسي تحت ظروف الساحل السوري. مجلة جامعة تشرين للدراسات والبحوث العلمية. سلسلة العلوم البيولوجية، 2005,المجلد 27، العدد 1 ص: 59-72

4.إسماعيل ، آضي محمد. دراسة السلوكية الوراثية لبعض الصفات الإنتاجية في هجن من القمح القاسي في ظروف منطقة الغاب . رسالة ماجستير، كلية الزراعة جامعة البعث، سورية.2018 ، 96 صفحة.

1. Ministry of Agriculture and Agrarian Reform. Department of Statistics, Directorate of Statistics and Planning, Ministry of Agriculture and Agrarian Reform 2021, Damascus, Syria.
2. Khoury, Boulos and Shaherli, Mukhlis. Genetic behavior of some traits associated with grain yield in durum wheat. Damascus University Journal of Agricultural Sciences, 29, 2012. 97- 114.
3. Khoury, Boulis and Qebili, Salih. Yield components and harvest index for durum wheat under Syrian coastal conditions. Tishreen University Journal for Scientific Studies and Research. Biological Sciences Series, 2005, Vol. 27, No. 1, p.: 59-72
.4Ismail, Adi Muhammad. Genetic behavioral study of some productive traits in durum wheat crosses in Al-Ghab region conditions. Master's thesis, College of Agriculture, Al-Baath University, Syria. 2018, 96 pages.
5.IQBAL, M. A., JUNAID, R., WAJID, N., SABRY , H.,YASSIR, K .,and AYMAN, S.: *Rainfed winter wheat Triticum aestivum* L.*) cultivars respond differently to integrated fertilization in Pakistan*. Fresenius Environ. Bull.2021.30:3115-3121.
6.YADAV , H.K.,SINGH, S.P. :Inheritance of quantitative traits in opium.Genetika.2011.43(1),113-128
7.GRIFFING, B.: *Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems*. Australian journal of biological sciences.1956. 9(4) , 463-493.
8.YADAV, J.; SHARMA, S.N.;JAKHAR, M.L.;SHWETA.: *Combining ability analysis for yield and its components in bread wheat (Triticum aestivum* L.) over environments. Int. J. P.Sci. 2017. 12(2):95-101.
9.KUMAR, S.; SINGH, S.K.; SINGH, L.; GUPTA, S.K.; PRASHANT, V.; YADAV, P.C.; SINGH, Y.P.: *Heterosis and inbreeding depression for grain yield and related morphophysiological characters in wheat (Triticum aestivum* L.). Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci India . 2017.6(10) :1352-1364.
10.SAEED, M.; KHALIL, I.H. : *Combining ability and narrow-sense heritability in wheat (Triticum aestivum* L.) *under rainfed environment.* Sarhad J. Agr. Pakistan. 33(1), 2017, 22-29
11.FERRARI, E.D.; FERREIRA, V.A.; GRASSI, E.M.; PICCA, A.M.T.; ANTONIO, H. :*Paccapelo genetic parameters estimation in quantitative traits of a cross of triticale (x Triticosecale* W.). Open Agr. 2018. 3, 25–31
12.ROUSSELLE, Y.; M. THOMAS; N. GALIC; I. BONNIN; and I. GOLDRIKPS :*Inbreeding depression and low betweenpopulation heterosis in recently diverged experimental populations of a selfing species*. Heredity. 2010 . 106,289-299.
13.KRYSTKOWIAK, K.; T. ADAMSKI; M. SURMA; and Z. KACZMARIC.: *Relationship between phenotypic and genetic diversity of parental genotypes and the specific combining ability and heterosis effects in wheat (Triticum aestivum* L.). Euphytica. 2009. 165,419-434 .
14.KIZIlGECI, F.: *Diallel analysis of spad, yield component and nitrogen use efficıency of some bread wheat genotypes under low and high nitrogen levels.* Fresenius Environmental Bulletin, 2020. 29(8) :7071-7080
15.ALABDAlwahed, M.; A. ALRAFI and J. ABBOUD.: *Estimation of Combining Ability, Dominance Degree and Heterosis in Some Single Crosses of Bread Wheat (Triticum eastivum* L.) Syrian Journal of Agricultural Research – SJAR 7(3) ,2020, 209-224.
16.SAIED ABD El-Rahman, S.; M. ABD El-SHAFI; and S. El-SADI.: *Heterosis, gene action and combining ability of grain yield and its components in six bread wheat crosses*. Bioscience Research-.2017,14(4): 1204-1215.

17.AHMED. H.M., K.A.F SADDAM., S. SALEEM., M. HASSAN., S. ZAHID and M. BENISH.: *Genetic mechanisms of yield related morphological markers response toincrease grain yield in different environment of hexaploid wheat*. Journal of Biodersity and Environmental Sciences.2015. 6, 2015,158-164

18.FEHR, W.R.: *Principles of Cultivar development*: Theory and technique, 1,Macmillan publishing company, 1993,New York,USA.

19.STEELE, R.G.D., J.H. TORRIE and D.A. DICKEY.: Principles and Procedures of Statistics: A Biometrical Analysis. McGraw Hill Book Co, 1980,New York, USA

20.LJUBICIC N, PETROVIC S, KOSTIC M, DIMITRIJENYIC M, HRISTOV N, KONDIK-SPIKA A, JEVTIC R.: *Diallel analysis of some important grain yield traits in bread wheat crossed.* Turkish Journal of Field Crops. 2017.22(1): 1-7.

21.Gull S, AZIZ MK, AHMED RI, LIAQAT S, RAFIQ M, HUSSAIN F, RAFIQ MR, MANJOOR SA. : *Estimation of heterosis and heterobeltiosis in wheat (T. aestivum* L.). Crosses. Basic Res. J. Agric. Sci. and Review.2015.4:151-157..

22.LJUBICIC N, PETROVIC S, DIMITRIJENYIC M, HRISTOV N, VUKOSAVLJEV M, SRECKOV Z.: *Diallel analysis for spike length in winter wheat.* Turkish Journal of Agricultural and Natural Sciences.2014. 2: 1455- 1459.

23.KANDIL AA, SHARIEF AE, HASNAA SM.: .*Estimation of general and specific combining ability in bread wheat (T. aestivum* L.). 2016.Int. J. Agri. R.;37.

24.Parveen, N., KANWAL, A., AMIN, E., SHAHZADI, F., ALEEM, S., TAHIR, M., YOUNAS, A., ASLAM, R., ASLAM, N., GHAFOOR, I., MAKHDOOM, M., SHAKIR, M.A. and NAJEEBULLAH, M. : .*Assessment of Heritable Variation and Best Combining Genotypes for Grain Yield and Its Attributes in Bread Wheat*. American Journal of Plant Sciences . 2018. 9, 1688-1698.

25.KAMALUDDIN, SINGH, R.M., PRASAD, L.C., ABDIN, M.Z. and JOSHI, A.K.: *Combining Ability Analysis for Grain Filling Duration and Yield Traits in Spring Wheat (Triticum aestivum* L. em. Thell.). Genetic and Molecular Biology . 2007.30, 411-416. https://doi.org/10.1590/S1415-47572007000300018

26.TAYADE, S.D.; N.R. POTDUKHE; B.K. DAS; S.J. GAHUKAR; S. BHARAD; and R.M. PHUKE. : *Combining ability analysis in direct crosses for yield and yield related traits among bread wheat (Triticum aestivum* L.). Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry. 2019.8(6): 1772-1777.