Journal of Agricultural, Environmental and Veterinary Sciences
Volume (6), Issue (1): 30 Mar 2022
P: 1 - 21

ISSN: 2522- 3364

مجلة العلوم الزراعية والبيئية والبيطرية
المجلد (6)، العدد (1): 30 مارس 2022م
ص: 1 - 21

Effect of Tetraploid Wheat a Novel Source to expand genetic Base in Durum Wheat

Yaman Judat Jabbour

Mohammad Shafik Hakim

Faculty of Agriculture || Aleppo University || Syria

Filippo M. Bassi

International Center for Agriculture Research in the Dry Areas (ICARDA)

Abdallah Al- Yossef

Maysoun M. Saleh

General commission for scientific Agriculture research (GCSAR) || Syria

Ahmad Shams Al- Dien Shaaban

Faculty of Technological Engineering || Aleppo University || Syria

Abstract: Formation a new genetic variation is the principal procedure in breeding programs, and due to the narrow genetic base of many durum wheat varieties, new genetic recourses had to be introduced, hence the primitive wheat is considered the most promising source of novel genes. Here, study was carried out during two seasons 2017/2018- 2018/2019 at Scientific Agriculture Research Center in Aleppo/Syria to formation a new genetic base in durum wheat parents planted in first season in AL- sofera location five of them were primitive wheat 3 genotypes of T.dicoccum one genotypes of T.carthlicum and one genotype of T.polonicum which used as male parents while four cultivated varieties Bohuth9, Cahm9, Bohouth5, Cham5 used as female parents crossing was done using North Carolina II design to produce of 20 crosses groups hybrids and their parents planted in second season in Randomized Complete Block Design (RCBD) with two replications in Humeima station under supplemental irrigation condition data recorded for phenological traits (No. of days to heading, No. of days to maturity and grain filling period) morphological traits (plant height, awn length, peduncle length and spike length) grain yield and its components (thousand kernels weight, number of grain per spike) results showed significant differences among genotypes for all traits dominance gene action controlled grain filling period and grain yield whereas rest traits were controlled by additive gene action broad sense heritability was high for all traits whereas heritability in narrow sense was mid for grain filling period and grain yield and high for the rest of traits a high value for expected genetic advance associated with high narrow sense heritability recorded for thousand kernels weight, Awn length and peduncle length a positive significant genotypic and phenotypic correlation recorded between grain yield with thousand kernels weight, number of grain per spike the path coefficient analysis revealed the number of grain per spike was the most traits effect in grain yield as for indirect effects the peduncle length was the most traits effect in grain yield through the number of grain per spike.

Keywords: Durum Wheat, Interspecific Hybrids, North Carolina II, Primitive Wheat.

تأثير الأقماح الرباعية في توسيع القاعدة الوراثية في القمح القاسي

يمان جودة جبور

محمد شفيق حكيم
كلية الهندسة الزراعية || جامعة حلب || سوريا
فيليبو باسي
المركز الدولي للبحوث الزراعية في المناطق الجافة (ايكاردا)
عبد الله اليوسف
ميسون صالح
الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية || سوريا
أحمد شمس الدين شعبان
كلية الهندسة التقنية || جامعة حلب || سوريا

المستخلص: يعد تكوين تراكيب وراثية جديدة الخطوة الأساسية في برامج التربية، وبسبب ضيق القاعدة الوراثية للعديد من أصناف القمح القاسي كان لابد من إدخال مصادر وراثية جديدة ومن هنا تأتي أهمية الأقماح المبدئية كمصدر وراثي جديد نُفذ البحث خلال موسمي 2018/2017 و2019/2018 في مركز البحوث العلمية الزراعية في حلب/ سورية بهدف تكوين قاعدة وراثية جديدة في القمح القاسي زُرعت الطرز الوراثية الأبوية في منطقة السفيرة في الموسم الأول 5 منها أقماح المبدئية ثلاثة طرز T.dicoccum، طراز T.carthlicum، طراز T.polonicum استخدمت كآباء مذكرة والأصناف المعتمدة بحوث9 شام9 بحوث5 شام5 استخدمت كأمهات وتم التهجين وُفق تصميم North Carolina II للحصول على 20 مجموعة هجينة زُرعت الهجن والآباء في الموسم الثاني في محطة بحوث حميمة وفق تصميم القطاعات العشوائية الكاملة بمكررين تحت ظروف الري التكميلي دُرست الصفات التطورية عدد الأيام حتى التسنبل وعدد الأيام حتى النضج وفترة امتلاء الحبوب والشكلية ارتفاع النبات طول حامل السنبلة طول السفا وطول السنبلة والغلة الحبية ومكوناتها وزن الألف حبة وعدد الحبوب في السنبلة أظهرت النتائج وجود اختلافات معنوية بين الطرز الوراثية في جميع الصفات وسيطر الفعل الوراثي السيادي في توريث فترة امتلاء الحبوب والغلة الحبية في حين سيطر الفعل الوراثي التراكمي في توريث باقي الصفات وكانت قيمة درجة التوريث العامة عالية لجميع الصفات في حين كانت درجة التوريث الخاصة متوسطة لكل من فترة امتلاء الحبوب والغلة الحبية ومرتفعة لباقي الصفات وسُجلت قيمة تقدم وراثي متوقع عالية مترافقة مع قيمة عالية لدرجة التوريث الخاصة لكل من وزن الألف حبة طول حامل السنبلة وطول السفا وسُجل ارتباط وراثي ومظهري موجب ومعنوي بين كل من الغلة الحبية ووزن الألف حبة وعدد الحبوب في السنبلة وأظهرت نتائج تحليل المسار أن صفة عدد الحبوب في السنبلة كانت من أكثر الصفات تأثيراً مباشراً في الغلة أما بالنسبة للتأثيرات الغير مباشرة فكانت صفة طول حامل السنبلة من أكثر الصفات تأثيراً في الغلة الحبية من خلال تأثيرها في عدد الحبوب في السنبلة.

الكلمات المفتاحية: قمح قاسي، هجن نوعية، North Carolina II، قمح مبدئي، T.dicoccum، T. polonicum، T.carthlicum.

المقدمة.

يعد القمح القاسي (*T.turgidum* L. spp. durum) أحد أهم المحاصيل الغذائية والاقتصادية في العالم (bassi وSanchez- Garcia، 2017) لما تتميز به حبوبه من صفات تكنولوجية وأنواع المنتجات التي يمكن صناعتها منها (Soriano وآخرون، 2018) تنتشر زراعته في مناطق بيئية متباينة من الدافئة والحارة إلى الباردة والرطبة (Giraldo وآخرون، 2016) وتُعد مناطق البحر المتوسط وشمال أمريكا وجنوب غرب آسيا من أهم مناطق زراعته (Maccaferri وآخرون، 2014)، و65% من المساحة المزروعة بالقمح القاسي تتركز في منطقة البحر المتوسط Department of (Eurostat, 2019, United States Agriculture, 2019)، وغالباً ما يُزرع في هذه المنطقة تحت ظروف الزراعة البعلية في بيئات تتصف بالتقلبات المناخية من حيث كمية الهطول المطري وعدمْ انتظام توزعها خلال موسم النمو (Moreno وآخرون، 2020) مما يُسبب تذبذب في غلته من موسم لآخر نظراً لارتباطها بشكل أساسي بمعدلات الهطول المطري وتعرضه للعديد من الإجهادات اللاأحيائية (Xynias وآخرون، 2020).

أدت عمليات الاستئناس للمحاصيل الحقلية إلى إهمال الموائل الطبيعية للأسلاف والأقارب البرية، ومن ناحية أخرى على الرغم من أن التحسين الوراثي لمعظم المحاصيل الحقلية ومنها القمح ساهم في زيادة الإنتاج وبالتالي تلبية الحاجة للغذاء نتيجة التزايد السكاني إلا أن ذلك سبّب انخفاضاً في التنوع أو التباين الوراثي لتلك المحاصيل ومنها القمح أو ما يعرف بالانجراف الوراثي ونتيجةً لذلك فقد أنتجت العديد من الأصناف عالية الإنتاج إلا أنها ذات قاعدة وراثية ضيقة نتيجة التشابه الوراثي للآباء الداخلة في برامج التربية (Van Heerwarden وآخرون، 2011) هذه القاعدة الوراثية الضيقة للقمح قد تؤدي أو نستطيع أن نقول أنها أدت إلى كوارث نتيجة ظهور سلالات جديدة من الأمراض وعدم قدرة هذه الأصناف على مقاومتها (Makai وآخرون، 2016) كأمراض الأصداء التي تعد من أهم الأمراض التي تصيب القمح مسببةً خسائر كبيرة في الإنتاج (De Vita وTaranto 2019 وMiedaner وآخرون، 2019) كجائحة مرض الصدأ الأصفر التي انتشرت في سورية موسم 2010 حيث أنه على الرغم من اختلاف الأصناف المزروعة إلى أنها تتشابه في امتلاك قاعدتها الوراثية على مورث المقاومة Yr27 (Chen وآخرون، 2013)، وأمراض التبقعات الورقية (Ouaja وآخرون، 2020 وFaris وآخرون، 2020) والتي سببت خسائر كبيرة في إنتاج محصول القمح القاسي والحشرات كحشرة (Hessian fly) (Nsarellah وآخرون، 2011) من جهة أخرى ضيق القاعدة الوراثية لهذه الأصناف حدت من قدرتها ومن مرونتها الوراثية على التأقلم مع التغيرات البيئية وبالنتيجة قدرتها على مواجهة الإجهادات اللاأحيائية الناتجة عن تلك التغيرات (Li وآخرون، 2013 وSoriano وآخرون، 2018).

لذلك كان لا بُد على مربي النبات السعي باستمرار لإدخال مورثات جديدة من خلال إدخال مصادر وراثية جديدة في برامج التربية (Jorasch, 2019) ولحُسن الحظ فإن العديد من صفات تحمل الإجهادات الأحيائية واللاأحيائية مازالت متوافرة في الأقارب البرية والأقماح المبدئية (Prohens وآخرون، 2017) ومن هنا تأتي أهمية التهجين البعيد (النوعي) وذلك بنقل صفة أو أكثر من تلك الأنواع إلى الأنواع المزروعة وبالتالي الحصول على صفات جديدة لم تكن موجودة (Dempewolf وآخرون، 2017)، إذ يعدُّ وجود الأسلاف البرية للقمح في المناطق شبه الجافة لغرب آسيا ووسطها أصيلاً وبالتالي فهي متكيفة بشكل جيد مع الإجهادات الأحيائية واللاأحيائية السائدة في المنطقة ومتأقلمة مع التقلبات المناخية السنوية المتكررة (Zhang وآخرون، 2016) وبذلك أصبحت المادة الأساسية في برامج تربية القمح (Rajaram, 2001)، إذ يمكن دمج المورثات من الأقماح المبدئية الرباعية بسهولة بتهجينها مع الأنواع الرباعية المزروعة من القمح ويكون الجيل الأول خصباً(Syouf وAbu Irmaileh،2010).

هناك العديد من الصفات التي يمكن الاستفادة منها من تلك الأنواع إذ أشار (Zaim وآخرون، 2017) إلى أهمية الأنواع (Ae. tauschii, Ae. umbellulata, Ae. speltoides, T. dicoccum, T. dicoccoides) في برامج التربية لتحمل الجفاف والتأقلم مع الظروف البيئية وأشار (Sall وآخرون، 2018) إلى أن الطرز الوراثية التي يدخل في تركيبها النوع T. dicoccoides كانت أكثر تحملاً للحرارة من الطرز الوراثية الأخرى وكذلك أعلى في الإنتاج، ومن ناحية أخرى ذكر (Bassi وآخرون، 2019) أهمية النوع T. araraticum في برامج التربية لمقاومة الحشرات، في حين ذكر (Valkoun, 2001) تميز الطرز الوراثية الناتجة عن التهجين مع الأنواع (T. carthlicum, T dicoccom, T. polonicum) في تحمل الجفاف، وأشار (Tadesse وآخرون، 2016) إلى أن أفضل الطرز الوراثية تحت ظروف إجهاد الجفاف والحرارة هي تلك الطرز الناتجة عن التهجين مع الأنواع (Aegilops species, T. monococcum, T. polonicum, T. dicoccum, and T. dicoccoides) في حين أشار (Nachit وآخرون، 2015) إلى أن العديد من صفات التحمل للجفاف والبرودة والملوحة تم الحصول عليها في الأصناف المستنبطة حديثاً من النوعين (T. dicoccum, T. dicoccoides)، في حين ذكر(Haddad El وآخرون، 2020) أهمية الأقارب البرية للقمح القاسي في توسيع القاعدة الوراثية مما ساعد في الحصول على طرز وراثية متحملة لكل من إجهادي الحرارة المرتفعة والجفاف.

إن عملية إدخال الأقماح المبدئية والأقارب البرية في برامج التربية كآباء مانحة لصفات هامة من خلال تهجينها مع الأصناف المزروعة ومن ثم دراسة الأجيال الانعزالية أصبحت من المراحل الأساسية في برامج التربية وهذه العملية تعرف بالتربية الأولية Pre Breeding والتي تعد حلقة الوصل بين الأقماح المبدئية والأقارب البرية والأصناف المزروعة، فالأصناف التي يدخل في تركيبها مورثات مصدرها تلك الأنواع لابد أن تمر أولاً بهذه المرحلة (Sharma وآخرون، 2013).

يُعد التهجين الخطوة الأولى في برنامج التربية لإحداث التباينات الوراثية والتي تعد أمراً مهما لمربي النبات ليتمكن من ممارسة عمله في التحسين الوراثي من خلال الانتخاب ضمن هذه التباينات الوراثية في الموعد والشدة المناسبين (Singh, 2000)، ولتحديد ذلك لابد من دراسة مكونات التباين الوراثي للحفاظ على التباينات الوراثية المرغوبة أي الحصول على طرز وراثية تتميز بالصفات التي انتخب لها المربي (Baloch, 2001)، يتكون التباين المظهري Phenotypic Varianceمن التباين البيئيEnvironmental Variance والتباين الوراثي Genetic Variance والذي يتألف من كل من التباين التراكمي Additive Genetic Variance والتباين السيادي Dominance Variance وتباين التفوق Epistasis Variance (Acquaach, 2012) ويكتسب التباين التراكمي أهمية كبيرة في العملية التربوية كونه يحدّد مدى استجابة العشيرة للانتخاب ويمكن تقدير ذلك من خلاله حساب درجة التوريث الخاصة والتي هي عبارة عن تأثير المورثات التي تنتقل بشكل تراكمي من الآباء إلى الأبناء أما درجة التوريث بالمفهوم الواسع فهي عبارة عن أداء كامل الطراز الوراثي كوحدة متكاملة (Allard, 1960) لذلك تعد درجة التوريث الخاصة أكثر أهمية لمربي النبات إذ أن القيم المرتفعة لدرجة التوريث العامة لا تعطي دلالة للمربي لاتخاذ القرار المناسب بالانتخاب في حين تعد درجة التوريث الخاصة مؤشرا مهماً لإجراء الانتخاب في الموعد المناسب (Dudley وMoll، 1969) وتعود أهميتها لعاملين أساسيين أولاً تعد العامل الأساسي الذي يحدّد الصفة الأفضل التي يجب الانتخاب لها إذ إنّ الانتخاب الفعال يعتمد بشكلٍ رئيس على الجزء التراكمي من التباين الوراثي (Eshghi وAkhundova، 2009) وثانياً ارتباطها بالتقدم الوراثي والذي هو عبارة عن مقياس للربح الوراثي الناتج عن عملية الانتخاب لذلك يعد هذين المؤشرين من المؤشرات الهامة لأنهما من المعايير التي تتيح لنا معرفة إمكانية انتقال الصفات المرغوبة من الآباء إلى الأبناء ويجب أن ترتبط تلك الصفات التي تمتلك درجة توريث خاصة عالية وقيمة عالية للتقدم الوراثي ارتباطاً إيجابياً مع الغلة الحبية (Falconer, 1981).

مبررات وأهداف البحث:

نظراً للأهمية الاقتصادية للقمح القاسي في سورية ولزيادة شدة كل من الإجهادات الأحيائية واللاحيائية إذ من المتوقع أن تسوء الظروف البيئية في منطقة حوض المتوسط من جهة التبدلات المناخية الحاصلة كارتفاع ملحوظ في متوسط درجات الحرارة وتدني في معدلات الهطول السنوي (Giorgi وLionello، 2008) مما يُوجب العمل على تطوير أصناف تتميز بالثباتية الإنتاجية بالإضافة إلى الإنتاجية العالية تحت الظروف البيئية المختلفة لذلك كان لا بد من تطوير طرز وراثية لديها القدرة على التأقلم مع تلك التغيرات ولكن بسبب ضيق القاعدة الوراثية للعديد من أصناف القمح القاسي في سورية التي نشأ أغلبها من آباء مكسيكية المنشأ مما يقلل فرص تكوين تباينات وراثية جديدة من هنا تأتي أهمية التهجين البعيد من خلال استخدام الأقماح المبدئية كآباء للحصول مورثات جديدة لم تكن موجودة أصلاً في الأصناف المزروعة وبذلك نُفذ هذا البحث بهدف تكوين قاعدة وراثية جديدة من القمح القاسي من خلال:

1- تقدير التباين الوراثي ومعامل التوريث ودرجة السيادة والتقدم الوراثي وقوة الهجين لبعض الصفات الهامة في هجن نوعية من القمح القاسي.
2- تقدير معاملي الارتباط المظهري والوراثي وتحليل المسار للصفات المدروسة في الغلة.

2- المواد وطرائق العمل.

المادة النباتية:

تضمنت المادة النباتية 9 طرز وراثية خمسة أنواع من القمح المبدئي وأربعة أصناف معتمدة للزراعة في سورية، تم الحصول عليها من قسم الأصول الوراثية/ الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية ومن المركز الدولي للبحوث الزراعية في المناطق الجافة (إيكاردا) كما هي موضحة في الجدول (1)، تم انتخاب هذه الآباء بعد دراسة مجموعة من الطرز الوراثية تحت كل من ظروف الجفاف والزراعة المروية من اجل تحديد أفضل تلك الطرز لإدخالها في برنامج التربية (جبور وآخرون، 2020).

الجدول (1) الطرز الوراثية المستخدمة في الدراسة

الطرز الوراثية			الخصائص
P1	الآباء المذكرة	T.dicoccum (إثيوبيا)	التبكير في التسنبل والنضج
P2		T.dicoccum (سورية)	التبكير في التسنبل والنضج
P3		T. polonicum (اليونان)	وزن ألف حبة وعدد حبوب في السنبلة مرتفع
P4		T.dicoccum (CYMMIT)	التبكير في التسنبل والنضج
P5		T.carthlicum (سورية)	وزن ألف حبة عالي
P6	الأمهات	بحوث 9	اعتمد في الزراعة المروية يمتاز بغلته العالية بمعدل إنتاج 6.914 كغ/هـ وبأقلمته الواسعة وبمواصفات شكلية جيدة
P7		شام9	اعتمد للزراعة البعلية في مناطق الاستقرار الأولى عام 2010 كصنف قاسي عالي الإنتاج بمعدل 4440 كغ/هـ
P8		بحوث5	اعتمد هذا الصنف عام 1987 للزرعة المروية بمعدل إنتاج 7318 كغ/هـ
P9		شام5	اعتمد للزراعة البعلية في منطقة الاستقرار الثانية (250- 350 ملم) يمتاز بمقاومته للجفاف وبأقلمته الواسعة.

الموسم الأول (2017- 2018):

زُرعت الآباء بتاريخ 11/20/ 2017 في حقل تابع لمركز البحوث العلمية الزراعية في حلب في منطقة السفيرة بمعدل سطرين لكل أب وبطول (2) م وبمسافة فاصلة (30) سم بين السطور، وبمسافة فاصلة (100) سم بين الأب والآخر ليتسنى القيام بعملية التهجين، في ثلاث مواعيد للزراعة بفاصل أسبوعين بين الموعد والآخر بهدف تحقيق التزامن في الإزهار، ولتشكيل كل مجموعة هجينية تم خصي/20/ سنبلة من كل أم، وأُجريت عملية التهجين في بداية مرحلة الإزهار إذ استخدمت الأقماح المبدئية كنبات أب والأصناف المعتمدة كنبات أم وُفق تصميم North Carolina II المقترح من قبل (Comstock وRobinson، 1952) والذي يتضمن إجراء كافة التهجينات الممكنة بين مجموعتين

مختلفتين من الآباء المجموعة (A) التي تستخدم كآباء مذكرة والمجموعة (B) والتي تستخدم كأمهات وبذلك تم الحصول على (4×5= 20) مجموعة هجينة كما هو موضح في الجدول (2)

الجدول (2) مخطط التهجين بين الآباء والأمهات

الأمهات	الآباء				
	T .dicoccum Ethiopia	T. dicoccum Syria	T. polonicum Greece	T. dicoccum CYMMIT	T.carthlicum Syria
بحوث 9	X	X	X	X	X
شام 9	X	X	X	X	X
بحوث5	X	X	X	X	X
شام5	X	X	X	X	X

الموسم الثاني (2018- 2019):

زُرعت بذار الهجن لـ (20) مجموعة هجينة وكذلك الآباء (9 آباء) في خطين بطول 2م وبمسافة فاصلة (30) سم بين السطر والآخر، وُفق تصميم القطاعات العشوائية الكاملة بمكررين تحت ظروف الري التكميلي وذلك في محطة بحوث حميمة التي تقع شرق محافظة حلب 56 كم (36º09´N 37 º42´E) وبارتفاع عن سطح البحر 348 م وهي منطقة استقرار ثالثة بمعدل هطول مطري 225 ملم/ سنة، تمت الزراعة بتاريخ 2018/12/14 وقُدمت للنباتات ريتين تكميليتين بمعدل (25 ملم) ملم للرية الواحدة وذلك في شهر نيسان، ويلاحظ من الجدول رقم (3) الظروف المناخية خلال موسم الدراسة.

الجدول (3) الظروف المناخية خلال موسم (2018- 2019) في محطة بحوث حميمة

الشهر	الهطول المطري	درجات الحرارة الصغرى م□	درجات الحرارة العظمى م□
كانون الأول	106	3.7	12.7
كانون الثاني	75	0.7	8.3
شباط	92	1.8	10.9
آذار	75.5	5.5	16.4
نيسان	44.5	6.5	17.7
آيار	5	12.0	28.9

الصفات الشكلية Morphological Traits:

- ارتفاع النبات (سم): متوسط ارتفاع السوق الرئيسة عند النضج من سطح التربة إلى قمة السنبلة دون السفا لـ 10 نباتات مختارة عشوائياً.
- طول السنبلة (سم): متوسط طول 10 سنابل رئيسة ابتداءً من قاعدة السنبلة إلى نهاية السنيبلات دون قياس السفا.
- طول حامل السنبلة (سم): متوسط طول حوامل 10 سنابل رئيسة ابتداءً من آخر عقدة ساقية إلى قاعدة السنبلة.
- طول السفا (سم): متوسط طول السفا لـ 10 سنابل مختارة عشوائياً

الصفات التطورية Phenological Traits:

- عدد الأيام حتى التسنبل: عدد الأيام من تاريخ أول هطول مطري كافي للإنبات وحتى خروج كامل السنبلة من غمدها وذلك لـ 50% من النباتات.
- عدد الأيام حتى النضج التام: عدد الأيام من تاريخ أول هطول مطري كافي للإنبات وحتى النضج الكامل لـ 50% من النباتات.
- فترة امتلاء الحبوب: (عدد الأيام حتى النضج التام- عدد الأيام حتى التسنبل).

مكونات الغلة Yield Components

- عدد الحبوب في السنبلة الرئيسية: متوسط عدد الحبوب في 10سنابل رئيسة عشوائياً.
- وزن الألف حبة (غرام): وزنت 200 حبة وعدل الوزن إلى وزن 1000 حبة/ غرام.

الغلة الحبية:Grain Yield تم تقدير الغلة الحبية بالغرام في 1 $م^2$.

التحليل الإحصائي والوراثي:

تم إجراء تحليل التباين ANOVA باستخدام برنامج (Analysis of Genetic Designs AGD- R version 5.0 with R) (Rodriguez وأخرون، 2018) وتم حساب المعايير الوراثية التالية:

- درجة التوريث Heritability%: (Warner, 1952):

قُدرت درجة التوريث بمفهوميها الواسع (H2b%) والضيّق (H2n%)

$$H2b\% = 100\ (\delta 2g/\ \delta 2ph)$$
$$H2n\% = 100\ (\delta 2a/\ \delta 2ph)$$

التباين الوراثي$\delta 2g$ = التباين الوراثي الإضافي ($\delta 2a$) + التباين الوراثي السيادي ($\delta 2d$)

التباين المظهري$\delta 2ph$ = التباين الوراثي ($\delta 2a + \delta 2d$) + التباين البيئي $\delta 2e$

حدود معامل التوريث:H > 60% عالية، 60%> H >40% متوسطة، H <40% منخفضة

- التقدم الوراثي المتوقع: Expected genetic advance

حُسب عند شدة انتخاب (5%) وفق معادلات (Allard, 1960):

$$EGA = (H2n\%)\ (\sigma P)\ (i)$$

(i): ثابت يدل على شدة الانتخاب Selection intensity ويساوي 2.0627 عند شدة انتخاب (5%).

(σp): الانحراف القياسي المظهري للصفة (H2n%) : درجة التوريث الخاصة.

حسبت النسبة المئوية للتقدم الوراثي المتوقع من المعادلة الآتية:

$$EGA\ \% = (EGA/X) * 100$$

X متوسط الصفة المدروسة.

EGA% >20% مرتفع، 20%>EGA%>10% متوسط، EGA%<10% منخفض

- مكونات التباين الوراثي:

تم تقدير التباين الإضافي والسيادي والبيئي وفقاً للمعادلات المقترحة من قبل (Lynch وWalsh، 1998 وComstock و Robinson, 1952).

وذلك باتباع طريقة هندرسون Henderson باستخدام برنامج AGD- R (Analysis of Genetic Designs with R) version 5.0 .

التباين الإضافي	$\delta 2a = 4\delta 2\ gca$
التباين الوراثي السيادي	$\delta 2d = 4\ (\sigma 2\ mf) = 4\delta 2\ sca$
التباين البيئي	$\delta 2E = \delta 2MSE/r$

- درجة السيادة: **Dominance Degree** وفق المعادلة المقترحة من قبل (Mather and Jinks, 1977):

$$\alpha = (\delta 2d/\delta 2a)\ 0.5$$

$\alpha < 1$ سيادة جزئية $\alpha > 1$ سيادة فائقة $\alpha = 1$ سيادة تامة

الارتباط الوراثي والمظهري وتحليل المسار:

تم تحليل الارتباط المظهري بين الغلة والصفات المدروسة باستخدام برنامج Genstat V12.0 في حين تم تقدير الارتباط الوراثي بين الغلة والصفات المدروسة باستخدام برنامج META- R Multi-) Environment Trial (with R V.6 Analysis (Alvarado وآخرون، 2016) ومن أجل تقدير مساهمة كل صفة في الغلة أُجري تحليل معامل المسار اعتماداً على نموذج رياضي خاص بتحليل المسار وفق (Chudhary وSingh، 1977) ضمن برنامج Genstat V12.0.

3- النتائج والمناقشة.

أظهرت الطرز الوراثية (الآباء، الأمهات والهجن) اختلافات معنوية في الصفات المدروسة الجدول (4) إذ تباينت الآباء بشكل معنوي في جميع الصفات المدروسة عند مستوى معنوية (1%) في حين كان تباين الأمهات عالي المعنوية لجميع الصفات المدروسة عدا صفة ارتفاع النبات، في حين تباينت الهجن بفروق عالية المعنوية (1%) وذلك لجميع الصفات المدروسة، وهذا يشير إلى أن الطرز الأبوية المستخدمة في برنامج التهجين تمتلك قدراً كافياً من التباين في الصفات المدروسة مما يدل على أنها من مصادر جغرافية متنوعة ما يؤهلها للدخول في برنامج التهجين.

الجدول (4) متوسطات المربعات للصفات المدروسة

مصادر الاختلاف	المكررات	الهجن	الآباء	الأمهات	الآباء× الأمهات	الخطأ التجريبي
درجات الحرية	1	19	4	3	12	19
ارتفاع النبات	9.03	11.55**	38.03**	6.29*	4.04*	1.5
طول السنبلة	0.484	0.548**	1.026**	1.744**	0.09**	0.006
طول حامل السنبلة	0.909	14.855**	21.399**	55.381**	2.543**	0.185
طول السفا	1.789	3.505**	2.579**	16.262**	0.625**	0.101
عدد الأيام/ التسنبل	10	24.179**	34.412**	84.6**	5.663**	0.368
عدد الأيام/ النضج	0.1	19.784**	42.662**	48.567**	4.962**	1.363
فترة امتلاء الحبوب	8.1	16.479**	41.4**	12.967**	9.05**	1.363
عدد الحبوب/ السنبلة	22.801	15.702**	38.28**	35.327**	3.27*	1.19
وزن الألف حبة	17.7	**25.66	**20.72	**123.4	*2.87	1.07
الغلة الحبية	67428.73	6328.81**	14277.16**	9733.34**	2828.23**	410.22

مكونات التباين الوراثي.

الصفات الشكلية:

ترتبط صفة قصر الساق مع الغلة تحت ظروف منطقة البحر المتوسط لذلك يُفضل التربية للطرز الوراثية الأطول تحت تلك الظروف (González- Ribot وآخرون،2017) وأشار (Sip وآخرون، 2009) إلى أن صفة ارتفاع النبات تتميز بمعامل توريث مرتفع لذا يجب أخذ هذه الصفة بعين الاعتبار عند الانتخاب لطرز وراثية عالية الإنتاج من القمح، وتلعب السفا دوراً في زيادة الغلة تحت ظروف الزراعة البعلية ويعود ذلك إلى استمرار السفا في عملية التمثيل الضوئي حتى المراحل الأخيرة من عمر النبات (Motzo وآخرون، 2010)، في حين تُعد صفة طول حامل السنبلة من الصفات الهامة والتي ترتبط بالغلة وخاصةً تحت ظروف الجفاف إذ أشار (Hafsi وآخرون، 2001) عندَ دراسته للتفاعل البيئي الوراثي لصفة الغلة الحبية أن طول حامل السنبلة ارتبط معنوياً مع الغلة الحبيّة وأشار (Kaya وآخرون، 2002) إلى علاقة الارتباط القوية بين الغلة الحبية وطول حامل السنبلة تحت ظروف الجفاف وضرورة اعتماد هذه الصفة كمؤشر انتخابي غير مباشر لتحسين الغلة الحبية في القمح تحت ظروف الجفاف.

تباينت الصفات الشكلية من حيث قيمة مكونات التباين الوراثي كما هو مبين في الجدول (5) إذ سجلت قيماً لمكون التباين (a) (9.205، 15.093، 0.562، 3.531) الذي يقيس الأثر التراكمي للمورثات أكبر من قيمة مكون التباين (d) (5.086، 4.717، 0.167، 1.047) الذي يقيس أثر السيادة لصفات (ارتفاع النبات، طول حامل السنبلة، طول السنبلة، طول السفا) على التوالي مما يدل على أهمية فعل المورثات ذات الأثر التراكمي في توريث الصفات الشكلية، وكانت درجة السيادة أصغر من الواحد لجميع الصفات المدروسة مما يشير إلى أن المورثات المتحكمة في توريث هذه الصفات تظهر أثر السيادة الجزئية، واختلفت هذه النتائج كلياً مع النتائج التي توصل إليها (جعفر، 2013) من خلال دراسته لهجن الجيل الأول الناتجة عن 7 آباء من القمح القاسي ضمن برنامج تربية نصف تبادلي تحت ظروف الري التكميلي إذ أشار إلى سيطرة الفعل الوراثي السيادي في توريث كل من صفة (ارتفاع النبات، طول حامل السنبلة، طول السنبلة، طول السفا) في حين اتفقت مع (عقل، 2015) والذي أشار إلى سيطرة الفعل الوراثي التراكمي في توريث صفتي ارتفاع النبات وطول السنبلة من خلال دراسته لمجموعة من هجن القمح القاسي الناتجة عن 7 آباء تحت ظروف الري التكميلي ضمن برنامج تهجين نصف تبادلي.

كانت درجة التوريث بالمعنى الواسع H2b% عالية لجميع الصفات مما يُشير إلى أن حصة التباين الوراثي أكبر من حصة التباين البيئي في توريث تلك الصفات واتفقت هذه النتائج مع العديد من الدراسات والتي أشارت إلى تسجيل قيم مرتفعة لدرجة التوريث العامة للصفات الشكلية (جعفر،2013، تدبير، 2013)، وكذلك الأمر سُجلت قيمة عالية لدرجة التوريث الخاصة H2n% في كل من ارتفاع النبات (61.2%)، طول حامل السنبلة (75.8%)، طول السنبلة (76.8%)، طول السفا (76.3%) مما يشير إلى مساهمة المورثات ذات الأثر التراكمي في توريث هذه الصفات واتفقت هذه النتيجة مع الدراسة التي أشارت إلى أن صفة ارتفاع النبات تتميز بمعامل توريث مرتفع (Ribot -González وآخرون، 2017)، وكذلك اتفقت هذه النتائج جزئياً مع (جعفر، 2013) والذي أشار إلى تسجيل درجة توريث خاصة مرتفعة لصفتي ارتفاع النبات وطول السنبلة ومتوسطة لصفتي طول السفا وطول حامل السنبلة، وترافقت تلك القيمة لدرجة التوريث الخاصة مع قيمة مرتفعة للتقدم الوراثي 20.5225% لصفة طول حامل السنبلة وقيمة مرتفعة أيضاً لصفة طول السفا 26.517% مما يشير إلى إمكانية الانتخاب في الأجيال المبكرة لتحسين هذه الصفات في حين سُجلت قيمة متوسطة للتقدم الوراثي 15.063% لصفة طول السنبلة وقيمة منخفضة لصفة

ارتفاع النبات 5.61% وهذا ما يشير إلى ضرورة الاستمرار في إجراء الانتخاب في الأجيال المتوسطة والمتأخرة لتحسين هذه الصفات

الجدول (5) مكونات التباين الوراثي للصفات الشكلية المدروسة

مكونات التباين	ارتفاع النبات	طول حامل السنبلة	طول السنبلة	طول السفا
δ2a	9.205	15.093	0.562	3.531
δ2d	5.086	4.717	0.167	1.047
δ2 E	0.749	0.092	0.0031	0.051
H2b%	0.95	0.995	0.996	0.989
H2n%	0.612	0.758	0.768	0.763
A	0.743	0.313	0.297	0.297
X	87.23	33.96	8.98	12.75
EGA%	5.61	20.522	15.063	26.517

δ2a التباين الإضافي، δ2d التباين السيادي، δ2 E التباين البيئي، H2b%درجة التوريث العامة، H2n% درجة التوريث الخاصة، a درجة السيادة، X متوسط الصفة المدروسة، EGA% النسبة المئوية للتقدم الوراثي

الصفات الفينولوجية:

تعد صفة التبكير في التسنبل والتبكير في النضج من الصفات الهامة التي يتم الانتخاب على أساسها عند التربية من أجل تحمل الجفاف في حين لا ترتبط الغلة العالية مع التبكير في هاتين الصفتين تحت الظروف المروية (Alvaro وآخرون، 2008)، وتختلف الآراء حول هذه الصفة من حيث أهميتها إذ يُشير بعض الباحثين إلى أنَّ الطرز الوراثية المتأخرة في التسنبل والنضج تتميز بقدرتها على تشكيل كمية أكبر من نواتج التمثيل الضوئي وبالتالي زيادة في معدّل تراكم المادة الجافة في الحبوب مما يساهم في زيادة وزنها وبالتالي زيادة في الغلة الحبية (Royo وآخرون، 2000) بينما يُشير أخرون إلى أنَّ الطرز الوراثية من القمح التي تتميز بأنَّها متأخرة بالنضج الفيزيولوجي تسبَّب انخفاض كبير في معدّل تراكم المادة الجافة في الحبوب مسببةً انخفاض وزن الحبوب النهائي بسبب استهلاك المجموع الخضري الكبير لجزء من نواتج التمثيل الضوئي (Kimurto وآخرون، 2003).

ومن جهة أخرى ترتبط هذه الصفة بشكل كبير مع التأقلم البيئي إذ ساعد الانتخاب لصفة المحايدة لطول النهار في أصناف القمح الحديثة في نجاح ما يعرف بأصناف الثورة الخضراء (إضافةً إلى صفة قصر طول الساق) مما ساعدها على التأقلم الواسع في العديد من دول العالم ونجاح زراعتها (Borlaug 1995)، وكذلك ترتبط صفة التبكير في التسنبل بكل من صفتي وزن الألف حبة وعدد الحبوب في السنبلة إضافةً إلى صفة الغلة الحبية لذلك لا بد من تطوير طرز وراثية تتلاءم مع كل منطقة بيئية بحيث تتميز بعلاقة متوازنة بين عدد الأيام حتى التسنبل بحيث تكون ذات مدة كافية (للحصول على أكبر عدد من الحبوب في السنبلة) على أن لا تكون تلك الفترة طويلة لكي لا تتأثر صفة وزن الألف حبة نتيجة حدوث فترة امتلاء الحبوب تحت إجهادي الحرارة والجفاف خلال نهاية الموسم (Arjona وآخرون، 2018).

أشارت نتائج دراسة التباين الوراثي للصفات الفينولوجية الموضحة في الجدول (6) إلى أهمية فعل المورثات ذات الأثر التراكمي في توريث كل من صفة عدد الأيام حتى التسنبل وصفة عدد الأيام حتى النضج إذ كانت قيمة التباين الإضافي أكبر من التباين السيادي وهذا ما انعكس على قيمة درجة السيادة والتي كانت أصغر من الواحد مما

يشير إلى أن المورثات المتحكمة في توريث هذه الصفات تظهر أثر السيادة الجزئية واتفقت هذه النتائج مع نتائج (تدبير، 2009) والتي أشارت إلى سيطرة الفعل الوراثي التراكمي في توريث صفتي عدد الأيام حتى التسنبل وعدد الأيام حتى النضج من خلال دراسة الجيل الأول لـ 36 هجين من القمح القاسي ناتجة عن 9 آباء ضمن برنامج تهجين نصف تبادلي، في حين سيطر الفعل الوراثي السيادي في توريث صفة فترة امتلاء الحبوب وبدرجة سيادة لهذه الصفة أكبر من الواحد مما يشير إلى أن المورثات المتحكمة في توريث هذه الصفة تظهر أثر السيادة الفائقة واختلفت نتائجنا مع النتائج التي توصلت إليها (تدبير، 2009) بشكل كامل بالنسبة لهذه الصفة، واتفقت تلك النتائج جزئياً مع النتائج التي أشار إليها (Souza وآخرون، 2002) والذي ذكر أن المورثات المتحكمة في توريث صفتي عدد الأيام حتى النضج وفترة امتلاء الحبوب تظهر أثر السيادة الجزئية في حين تحكمت ظاهرة السيادة الفائقة في توريث صفة عدد الأيام حتى التسنبل.

وسُجلت درجة التوريث بالمعنى الواسع H2b% عالية لجميع الصفات إذ بلغت (994%، 974%، 973%) لصفات عدد الأيام حتى التسنبل، عدد الأيام حتى النضج وفترة امتلاء الحبوب على التوالي تشير تلك القيم المرتفعة إلى أن حصة التباين الوراثي أكبر من حصة التباين البيئي في توريث تلك الصفات واتفقت هذه النتائج مع (تدبير، 2013)، في حين سُجلت درجة توريث خاصة مرتفعة لكل من صفتي عدد الأيام حتى التسنبل (67.8%) وعدد الأيام حتى النضج (69.7%) ومنخفضة لصفة فترة امتلاء الحبوب (36.2%) مما يُشير إلى مساهمة المورثات ذات الأثر التراكمي في توريث صفتي عدد الأيام حتى التسنبل وعدد الأيام حتى النضج في حين أن المورثات ذات الأثر السيادي هي المسؤولة توريث صفة فترة امتلاء الحبوب، انعكست قيم تلك المؤشرات على قيمة التقدم الوراثي المتوقع والذي سجل قيمة منخفضة لجميع الصفات المدروسة عدد الأيام حتى التسنبل (6.255%) وعدد الأيام حتى النضج (4.377%) وفترة امتلاء الحبوب (9.752%) وبالتالي فإن الانتخاب في الأجيال المبكرة غير مجدٍ لتحسين هذه الصفات ولابد من الاستمرار بالانتخاب حتى الأجيال المتأخرة.

الجدول (6) مكونات التباين الوراثي للصفات الفينولوجية

مكونات التباين	عدد الأيام حتى التسنبل	عدد الأيام حتى النضج	فترة امتلاء الحبوب
δ2a	22.698	18.169	9.106
δ2d	10.588	7.199	15.374
δ2 E	0.184	0.682	0.682
H2b%	0.994	0.974	0.973
H2n%	0.678	0.697	0.362
A	0.466	0.396	1.688
X	129.2	167.55	38.35
EGA%	6.255	4.377	9.752

δ2a التباين الإضافي، δ2d التباين السيادي، δ2 E التباين البيئي، H2b%درجة التوريث العامة، H2n% درجة التوريث الخاصة، a درجة السيادة، X متوسط الصفة المدروسة، EGA% النسبة المئوية للتقدم الوراثي

الغلة الحبية ومكوناتها:

تُعد الغلة الحبية من الصفات الكمية المعقدة الناتجة عن التفاعل بين مكونات الغلة فيما بينها من جهة (Cossani وآخرون، 2009) وبين مكونات الغلة والظروف البيئة من جهة أخرى (Quarrie وآخرون، 1999) وهي ذات

درجة توريث منخفضة (McIntyre وآخرون، 2010) لذلك فإن تحسين الإنتاجية ليس بالأمر السهل إذ لا بد أولاً من معرفة طبيعة توريث مكونات الغلة (Misra وآخرون، 1994 و Rebetzke وآخرون، 2008) إذ تتميز صفة وزن الألف حبة بمعامل توريث مرتفع في كل من القمح القاسي الطري (Nachit وآخرون، 1995و Wang وآخرون، 2009 و Li وآخرون، 2015)، ومن جهة أخرى فإن درجة توريث صفة عدد الحبوب في السنبلة تتشابه إلى حد كبير مع درجة توريث صفة الغلة الحبية في كل من القمح القاسي والطري (Acevedo, 1992 وnachit وketata،1991)، وهنا لابُدَ من الإشارة إلى وجود علاقة ارتباط سلبية بين زيادة عدد الحبوب ووزن الحبوب حيث كلما زادت عدد الحبوب في وحدة المساحة قلت كمية نواتج عملية التركيب الضوئي المتوافرة للحبة الواحدة مما يؤدي إلى تراجع في وزن الحبة النهائي نتيجة المنافسة بين الحبوب على المصادر المتاحة (Acreche وآخرون، 2008).

أشارت نتائج دراسة التباين الوراثي لصفات (وزن الألف حبة، عدد الحبوب في السنبلة، الغلة الحبية) والموضحة في الجدول (7) إلى أهمية فعل المورثات ذات الأثر التراكمي في توريث كل من صفتي وزن الألف حبة وعدد الحبوب في السنبلة إذ كانت قيمة مكون التباين (a) والذي يقيس الأثر التراكمي للمورثات أكبر من قيمة مكون التباين (d) الذي يقيس أثر السيادة وسُجلت درجة سيادة أصغر من الواحد مما يشير إلى أن المورثات المتحكمة في توريثهما تظهر أثر السيادة الجزئية واتفقت هذه النتائج مع النتائج التي توصل إليها (Ismail وآخرون، 2003) الذي أشار إلى أن الفعل الوراثي التراكمي هو المسؤول عن توريث صفة عدد الحبوب في السنبلة ووزن الألف حبة وذلك من خلال برنامج تهجين تبادلي بين ثمانية أصناف من القمح القاسي في حين اتفقت جزئياً مع النتائج التي أشار إليها (جعفر 2013) والذي أشار إلى سيطرة الفعل الوراثي التراكمي في توريث صفة عدد الحبوب في السنبلة في حين سيطر الفعل الوراثي السيادي في توريث صفة وزن الألف حبة وكذلك أشار (عقل، 2015) إلى سيطرة الفعل الوراثي التراكمي في توريث صفة وزن الألف حبة.

في حين كانت قيمة التباين السيادي (4836.032) أعلى من قيمة التباين التراكمي (4291.034) في صفة الغلة الحبية مما يشير إلى مساهمة كل من المورثات ذات الأثر السيادي في توريثها وهذا ما انعكس على قيمة درجة السيادة والتي كانت أكبر الواحد (1.127) بالتالي تظهر المورثات المتحكمة في توريث هذه الصفة أثر السيادة الفائقة واختلفت هذه النتائج مع (زيبنب، 2009) والتي أشارت إلى سيطرة الفعل الوراثي التراكمي في توريث صفة الغلة الحبية في حين اتفقت مع (العطرات، 2013) والذي إلى سيطرة الفعل الوراثي السيادي في توريث صفة الغلة الحبية

وكانت قيمة درجة التوريث بالمعنى الواسع H2b% عالية لجميع الصفات إذ بلغت (98.3%، 97%، 97.8%) لكل من صفات وزن الألف حبة وعدد الحبوب في السنبلة والغلة الحبية على التوالي مما يُشير إلى أن حصة التباين الوراثي أكبر من حصة التباين البيئي في توريث تلك الصفات واتفقت هذه النتائج مع العديد من الدراسات (جعفر، 2013 وتدبير، 2013)

وسجلت قيمة مرتفعة لدرجة التوريث الخاصة لكل من صفتي وزن الألف حبة (78.1%) وعدد الحبوب في السنبلة (76.2%) واتفقت هذه النتيجة جزئياً مع (جعفر، 2013) والذي أشار إلى تسجيل درجة توريث خاصة متوسطة لصفة وزن الألف حبة ودرجة توريث خاصة مرتفعة لصفة عدد الحبوب في السنبلة وهذا ما يُشير إلى أهمية المورثات ذات الأثر التراكمي في توريث هاتين الصفتين وترافقت هذه القيم لدرجة التوريث الخاصة مع قيمة مرتفعة للتقدم الوراثي المتوقع لصفة وزن الألف حبة (20.403%) مما يشير إلى إمكانية إجراء الانتخاب في الأجيال المبكرة لتحسين هذه الصفة وهذا ما أكده كل من (Sissons وHare،2002) (Grausgruber وآخرون، 2005) والذين أشاروا إلى إمكانية تحسين صفة وزن الألف حبة في القمح القاسي من خلال إدخال الأقماح المبدئية (T. polonicum, T. turanicum) في برامج التربية والتي تتميز بوزن ألف حبة عالي، في حين كانت قيمة التقدم الوراثي المتوقع لصفة

عدد الحبوب في السنبلة متوسطة (12.46%) وبالتالي لابد من الاستمرار بعملية الانتخاب لهذه الصفة حتى الأجيال المتوسطة والمتأخرة من أجل تحسينها.

في حين سجلت قيمة درجة توريث خاصة متوسطة لصفة الغلة الحبية (46%) مما يُشير إلى مساهمة كل من الفعل السيادي والإضافي في توريث هذه الصفة وانعكست تلك القيمة على قيمة التقدم الوراثي والتي كانت متوسطة (15.468%) وهذا ما يشير إلى ضرورة الاستمرار في عملية الانتخاب لصفة الغلة الحبية حتى الأجيال المتأخرة إذ لا يمكن الاعتماد على الغلة الحبية كمؤشر انتخابي في الأجيال المبكرة واختلفت هذه النتيجة مع النتيجة التي توصل إليها (عقل، 2015) والذي أشار إلى إمكانية البدء بالانتخاب في الأجيال المبكرة والمتوسطة من أجل تحسين صفة الغلة الحبية، في حين اتفقت مع (تدبير، 2013) وكذلك اتفقت هذه النتيجة مع النتائج التي توصل إليها (Rathwa وآخرون، 2018) إذ أشار إلى أن قيمة التقدم الوراثي لصفة الغلة الحبية كانت متوسطة.

الجدول (7) مكونات التباين الوراثي لصفة الغلة الحبية ومكوناتها

مكونات التباين	وزن الـ1000 حبة	عدد الحبوب/السنبلة	الغلة الحبية
δ2a	27.937	15.24	4291.034
δ2d	3.597	4.158	4836.032
δ2 E	0.533	0.595	205.109
H2b%	0.983	0.97	0.978
H2n%	0.871	0.762	0.46
a	0.129	0.273	1.127
X	49.81	56.35	591.58
EGA%	20.403	12.46	15.468

δ2a التباين الإضافي، δ2d التباين السيادي، δ2 E التباين البيئي، H2b%درجة التوريث العامة، H2n% درجة التوريث الخاصة، a درجة السيادة، X متوسط الصفة المدروسة، EGA% النسبة المئوية للتقدم الوراثي

الارتباط المظهري والوراثي:

أظهرت نتائج تحليل الارتباط المظهري والوراثي والموضحة في الجدول (8) أن قيم معامل الارتباط الوراثي أكبر من قيم معامل الارتباط المظهري مما يشير إلى دور الفعل الوراثي في سلوك هذه الصفات أكثر من دور الفعل البيئي وبالتالي يمكن أن يكون الانتخاب المظهري فعالاً.

أظهرت النتائج وجود ارتباط مظهري ووراثي موجب وعالي المعنوية (0.01>P) بين الغلة الحبية وكل من صفتي (وزن الألف حبة وعدد الحبوب في السنبلة) في حين كان الارتباط المظهري موجب ومعنوي مع صفة طول حامل السنبلة من ناحية أخرى كان الارتباط الوراثي موجب ومعنوي مع كل من صفات (طول السنبلة، طول السفا، ارتفاع النبات) واتفقت هذه النتائج مع (عقل، 2015) والذي أشار إلى ارتباط الغلة الحبية بشكل عالي المعنوية مع صفة عدد الحبوب في السنبلة وصفة وزن الألف حبة وكذلك أيضاً أشارت (تدبير، 2009 وتدبير، 2013) إلى ارتباط الغلة الحبية بشكل عالي المعنوية مع صفة عدد الحبوب في السنبلة وكذلك اتفقت مع النتائج التي توصل إليها (Rathwa وآخرون، 2018) والذي أشار إلى ارتباط الغلة الحبية بشكل عالي المعنوية مع كل من صفة عدد الحبوب في السنبلة وصفة وزن الألف حبة.

وارتبطت صفة وزن الألف حبة بشكل موجب وعالي المعنوية مظهرياً ووراثياً مع كل من (عدد الحبوب في السنبلة، طول السنبلة، طول السفا)، في حين ارتبطت مظهرياً بشكل موجب وعالي المعنوية مع صفتي طول حامل السنبلة وارتفاع النبات في حين كان ذلك الارتباط الوراثي موجب ومعنوي مع صفتي طول حامل السنبلة وارتفاع النبات.

وسُجل ارتباط مظهري ووراثي موجب وعالي المعنوية بين صفة عدد الحبوب في السنبلة وطول السنبلة وهذه النتيجة منطقية إذ كلما كان طول السنبلة أكبر أدى ذلك إلى زيادة في عدد الحبوب في السنبلة، في حين ارتبطت صفة طول السنبلة مظهرياً ووراثياً بشكل موجب ومعنوي مع صفة طول حامل السنبلة وعالي المعنوية مع صفة طول السفا.

في حين ارتبطت صفة طول حامل السنبلة مظهرياً بشكل سالب مع صفة عدد الأيام حتى التسنبل وبشكل عالي المعنوية مع صفة عدد الأيام حتى النضج، وأخيراً ارتبطت صفة عدد الأيام حتى التسنبل مظهرياً ووراثياً بشكل موجب وعالي المعنوية مع صفة عدد الأيام حتى النضج.

الجدول (8) الارتباط الوراثي في الأعلى والمظهري في الأسفل بين الغلة الحبية والصفات المدروسة

DM	DH	PH	PL	AWL	SL	GN	TKW	YIELD	
0.01	0.152	*0.56	0.377	0.481*	0.519*	0.748**	0.744**	-	YIELD
- 0.236	- 0.146	*0.548	0.511*	0.59**	0.584**	0.696**	-	0.409**	TKW
0.156	0.148	0.309	0.442	0.438	0.823**	-	0.51**	0.677**	GN
0.004	- 0.263	0.275	0.505*	0.666**	-	0.672**	0.564**	0.258	SL
- 0.396	- 0.41	0.556*	0.577**	-	0.644**	0.345*	0.537**	0.26	AWL
**- 0.594	*- 0.516	0.015	-	0.553**	0.464*	0.413**	0.454**	0.321*	PL
0.065	- 0.144	-	- 0.018	0.478**	0.289	0.138	0.503**	0.227	PH
0.647**	-	- 0.07	*- 0.496	- 0.365	- 0.215	0.091	- 0.117	0.035	DH
-	**610.	0.072	**- 0.53	- 0.342	0.014	0.126	- 0.25	- 0.024	DM

TKW: وزن الألف حبة، GN: عدد الحبوب في السنبلة، DH: عدد الأيام حتى التسنبل،DM : عدد الأيام حتى النضج، PH: ارتفاع النبات، PL: طول حامل السنبلة، AWL: طول السفا، SL: طول السنبلة،:GY الغلة الحبية.

تحليل المسار:

أظهرت نتائج تحليل المسار الجدول (9) أن صفة عدد الحبوب في السنبلة كانت أكثر الصفات تأثيراً في الغلة الحبية بتأثير مباشر موجب (0.97) تلتها صفة طول السنبلة بتأثير مباشر موجب في الغلة الحبية (0.651) ثم صفة وزن الألف حبة بتأثير مباشر موجب (0.495) تلتها صفة ارتفاع النبات بتأثير مباشر موجب (0.161) يلي ذلك صفة طول السفا بتأثير مباشر موجب (0.15) في حين كان التأثير المباشر لصفة عدد الأيام حتى النضج موجب وأخيراً كان التأثير المباشر لصفة عدد الأيام حتى التسنبل سالب واتفقت هذه النتائج الذي توصل إليها (عقل، 2015) والذي ذكر أن صفة عدد الحبوب في السنبلة كانت أكثر الصفات تأثيراً في الغلة الحبية تليها صفة وزن الألف حبة وكذلك اتفقت مع (تدبير، 2009، تدبير، 2013) التي أشارت إلى أن صفة عدد الحبوب في السنبلة كانت من الصفات ذات التأثير المباشر والعالي في الغلة الحبية إضافةً لارتباطها الموجب والعالي المعنوية مع الغلة الحبية.

أما بالنسبة للتأثيرات غير المباشرة فكانت صفة طول حامل السنبلة من أكثر الصفات تأثيراً في الغلة الحبية من خلال التأثير في صفة عدد الحبوب في السنبلة بتأثير موجب غير مباشر (0.4) تلتها صفة طول السنبلة من خلال التأثير في صفة عدد الحبوب في السنبلة بتأثير غير مباشر (0.348) ثم صفة طول السفا من خلال التأثير في صفة وزن الألف حبة بتأثير غير مباشر (0.333) ثم صفة ارتفاع النبات من خلال التأثير في صفة طول حامل السنبلة (0.134).

ويلاحظ من النتائج الجدول (9) العلاقة السلبية بين صفتي وزن الألف حبة وعدد الحبوب في السنبلة أي كلما كانت صفة عدد الحبوب في السنبلة أكبر انخفضت صفة وزن الألف حبة وهذا ما يؤثر سلباً في الغلة الحبية لذلك وجب على مربي النبات العمل على إيجاد التوليفة الأمثل بما يضمن له الحصول على أكبر غلة ممكنة من تلك الطرز الوراثية قيد التحسين الوراثي من خلال الانتخاب للصفات ذات التأثير المباشر وغير المباشر في الغلة الحبية.

الجدول (9) التأثير المباشر وغير المباشر للصفات المدروسة في الغلة

DM	DH	PH	PL	AWL	SL	GN	TKW	
- 0.0005	0.010	0.081	0.025	0.081	- 0.349	0.067	0.495	TKW
0.0003	- 0.008	0.022	0.023	0.052	0.034	0.97	- 0.416	GN
0.0000	0.019	0.046	0.026	0.097	0.651	0.348	- 0.929	Sl
- 0.0007	0.032	0.077	0.031	0.15	- 0.399	0.036	0.333	AWLT
- 0.0011	0.043	- 0.003	0.056	0.083	- 0.287	0.4	0.03	PL
0.0002	0.006	0.161	0.134	0.072	- 0.179	- 0.001	0.034	PH
0.0013	- 0.087	- 0.011	- 0.028	- 0.055	0.133	0.089	- 0.008	DH
0.0021	- 0.053	0.012	- 0.030	- 0.051	- 0.009	0.122	- 0.017	DM

TKW: وزن الألف حبة، GN: عدد الحبوب في السنبلة، DH: عدد الأيام حتى التسنبل،DM : عدد الأيام حتى النضج، PH: ارتفاع النبات، PL: طول حامل السنبلة، AWL: طول السفا، SL: طول السنبلة.

الاستنتاجات:

يُلاحظ مما سبق من الدراسة سيطرة الفعل الوراثي السيادي في توريث صفتي فترة امتلاء الحبوب وصفة الغلة الحبية في حين سيطر الفعل الوراثي التراكمي والذي يلعب دوراً هاماً بالتحسين الوراثي عن طريق المورثات التي تمتلك تأثيراً وراثياً خطياً أي تلك المورثات التي تنتقل من الآباء إلى الأجيال في توريث باقي الصفات المدروسة، كذلك يلاحظ من الدراسة ارتفاع قيمة درجة التوريث العامة لجميع الصفات المدروسة وهذا دليل على انخفاض التأثير البيئي في توريث تلك الصفات، وسُجلت درجة توريث خاصة عالية مترافقة مع قيمة تقدم وراثي متوقع عالية لكل من ووزن الألف حبة وطول السفا وطول حامل السنبلة

وأشارت الدراسة إلى تسجيل قوة هجين معنوية لجميع الصفات المدروسة وذلك بناءً على متوسط الأبوين أما بالنسبة لمتوسط الأب الأفضل فقد سجلت قوة هجين معنوية في جميع الصفات ماعدا عدد الأيام حتى النضج وفترة امتلاء الحبوب والغلة الحبية، وسجلت المجموعة الهجينة (P7*P4) أعلى قيمة لصفة الغلة الحبية وتميزت بقوة هجين موجبة ومعنوية لكل من صفة وزن الألف حبة وطول حامل السنبلة والغلة الحبية وفي الاتجاه السالب المرغوب لصفة عدد الأيام حتى التسنبل.

وسُجل ارتباط وراثي ومظهري موجب ومعنوي بين كل من الغلة الحبية وكل من الصفات (وزن الألف حبة، عدد الحبوب في السنبلة)، وكانت صفة عدد الحبوب في السنبلة من أكثر الصفات ذات التأثير المباشر في الغلة

الحبية، أما بالنسبة للتأثيرات الغير مباشرة فكانت صفة طول حامل السنبلة من أكثر الصفات تأثيراً في الغلة الحبية من خلال تأثيرها في صفة عدد الحبوب في السنبلة.

التوصيات والمقترحات.

وكنتيجة نهائية يمكن القول أن هذه المادة الأولية التي امتلكت في تركيبها الوراثي مورثات جديدة من الأقماح المبدئية سوف يعاد استخدامها في برامج التربية (Pre- breeding) كآباء إما بطريقة التهجين الرجعي أو من خلال التهجين القمي (Top Cross) مع التركيز على الصفات التي أبدت قيمة عالية لدرجة التوريث الخاصة مترافقة مع قيمة عالية للتقدم الوراثي المتوقع من أجل استخدامها كمؤشرات انتخاب ولاسيما تلك الصفات التي تميزت بمعامل ارتباط وراثي ومظهري وكانت ذات تأثير عالي في الغلة الحبية كصفة عدد الحبوب في السنبلة وصفة وزن الالف حبة مع الأخذ بعين الاعتبار أهمية الانتخاب للتبكير في التسنبل والنضج وذلك من أجل تطوير طرز وراثية عالية الإنتاج متأقلمة مع الظروف البيئية وذات ثبات عالي والاستفادة من المجموعات الهجينة التي تميزت بقوة هجين مرغوبة تبعاً للصفة المدروسة.

قائمة المصادر والمراجع.

أولاً- المراجع بالعربية:

- **تدبير، زينب (2009).** دراسة السلوكية الوراثية لبعض لصفات الكمية والنوعية في هجن من القمح القاسي. ماجستير. قسم المحاصيل الحقلية، كلية الزراعة، جامعة دمشق، 149 صفحة.
- **تدبير، زينب (2013).** التحليل الوراثي لتحسين الغلة الحبية ومكوناتها في القمح القاسي، رسالة دكتوراه، قسم المحاصيل الحقلية، كلية الزراعة، جامعة دمشق 141 صفحة.
- **جبور، يمان، حكيم، محمد شفيق، باسي، فيليبو، اليوسف، عبد الله، صالح، ميسون، شعبان، أحمد شمس الدين. (2020).** انتخاب طرز وراثية من الأقماح الرباعية الأولية (البدائية) متحملة للجفاف. المجلة السورية للبحوث الزراعية. المجلد7. العدد الثالث. 1- 11
- **جعفر، حسين (2013).** القدرة على التوافق وطبيعة توريث بعض صفات تحمل الجفاف في القمح القاسي، رسالة دكتوراه، قسم المحاصيل الحقلية، كلية الزراعة، جامعة حلب، سورية. 182 صفحة
- **عقل، وسام (2015).** تحديد الفعل الوراثي لبعض الصفات الكمية والنوعية ودوره في التحسين الوراثي في القمح القاسي، رسالة دكتوراه، قسم المحاصيل الحقلية، كلية الزراعة، جامعة دمشق 162 صفحة.
- **مهدي، العطرات (2010).** التحليل الوراثي لبعض صفات الغلة والنوعية في هجن القمح القاسي، ماجستير. قسم المحاصيل الحقلية، كلية الزراعة، جامعة دمشق، 96 صفحة.
- **نايف، محمد (2018).** تحسين بعض الصفات المرتبطة بتحمل الجفاف لبعض أصناف من القمح القاسي باستخدام طريقة التجميع، قسم المحاصيل الحقلية، كلية الزراعة، جامعة حلب، سورية. 112 صفحة.

ثانيا- المراجع بالأجنبية:

- **Acevedo, E. (1992).** Increasing the Yield Potential of Irrigated Bread Wheat: Basis for Physiological Research at CIMMYT (No. 12). México, D.F: CIMMYT
- **Acquaah, G. (2012).** Principles of Plant Genetics and Breeding Oxford, UK, P: 88- 89. 740.

- **Acreche M.M., Briceno- Felix G., Sanchez J.A., Slafer G.A. (2008).** Physiological bases of genetic gains in Mediterranean bread wheat yield in Spain. Eur. J. Agron, 28: 162- 170.
- **Allard**, **R. W. (1960).** Principles of plant breeding. New York, John Wiley, PP. 485.
- **Alvarado, G., Lopez, M. Vargas, M. Pacheco, A. Rodriguez, F. Burgue˜no, J. and Crossa, J. (2016).** META- R (Multi Environment Trial Analysis with R for Windows). Version 6.0. CIMMYT, Mexico, D.F.
- **Alvaro, F., Isidro, J., Villegas, D., Garc´ıa del Moral, L. F., and Royo, C. (2008).** Old and modern durum wheat varieties from Italy and Spain differ in spike components. Field Crop Res. 106: 86–93.
- **Arjona, J. M., Royo, C, Dreisigacker, S, Ammar, K, Villegas, D. (2018).** Effect of Ppd- A1 and Ppd-B1 Allelic Variants on Grain Number and Thousand Kernel Weight of Durum Wheat and Their Impact on Final Grain Yield. Front. Plant Sci. 9:888. doi: 10.3389/fpls.2018.00888.
- **Baloch**, **M.Z, Ansari, B.A. Memon, N.N. Kumbhar, M.B. and Soomor A.A. (2001).** Combining ability and heterotic performance of some agronomic traits in bread wheat. Pakistan Journal of Biological Sciences, 4(2): 138- 140.
- **Bassi, F.M., Brahmi, H. Sabraoui, A. Amri, A. Nsarellah, N. Nachit, M.M. Al- Abdallat, A. Chen, M.S. Lazraq, A. El Bouhssini M. (2019).** Genetic identification of loci for Hessian fly resistance in durum wheat. Mol Breeding, Pp 24- 39.
- **Bassi**, **F.M., Sanchez- Garcia, M. (2017).** Adaptation and stability analysis of ICARDA durum wheat (*Triticum durum* Desf.) elites across 18 countries. Crop Sci. (57):1–12.
- **BORLAUG, N. E. (1995).** Preface. In Wheat Breeding at CIMMYT. Commemorating 50 Years of Research in Mexico for Global Wheat Improvement (Eds S. Rajaram & G. P. Hettel), pp. IV–VI. Wheat Special Report 29. Exico, DF: CIMMYT.
- **Chen**, **X., Coram, T., Huang, X., Wang, M., Dolezal A. (2013).** Understanding molecular mechanisms of durable and non- durable resistance to stripe rust in wheat using a transcriptomic approach. Curr. *Genomics* 14;111- 126
- **Comstock, R. R., Robinson, H.F. (1952).** Genetic parameters, their estimation and significance. Proc. 6th International Grassland Congress (Vol. 1, pp. 248- 291). Nat. publ. Co. Wash., D.C., U.S.A.
- **Cossani C M., Slafer G A., Savin R. (2009).** Yield and biomass in wheat and barley under a range of conditions in a Mediterranean site. Field Crops Research, 112 (2- 3): 205- 213.
- **De Vita, P., and Taranto, F. (2019).** Durum wheat (*Triticum turgidum* ssp. durum) breeding to meet the challenge of climate change. In: J. Al- Khayri, S. Jain, & D. Johnson (Eds.), Advances in plant breeding strategies: Cereals. Cham, Switzerland: Springer.
- **Dempewolf**, **H., G. Baute, J. Anderson, B. Kilian, C. Smith, L. Guarino (2017).** Past and Future Use of Wild Relatives in Crop Breeding. Crop Science. (57): 1- 13.
- **Dudley, J.W., Moll, R.H. (1969).** Interpretations and use of esti- mates of heritability and genetic variances in plant breeding. Crop Science, (9): 257- 262.

- **El Haddad, N., Kabbaj, H., Zaïm, M. (2020).** Crop wild relatives in durum wheat breeding: Drift or thrift? Crop Science. 1–18. https://doi.org/10.1002/csc2.20223.
- **Eshghi, R., Akundova, E. (2009).** Genetic analysisof grain yield and some agronomic traits in hulless barley. Afr. J. Agric. Res, Vol. 4(12): 1464- 1474.
- **EUROSTAT**. Available online: https://ec.europa.eu/eurostat/data/database (accessed on 27 September 2019).
- Falconer, D.S. (1981). Introduction to Quantitative Genetics, 2nd Edn. Longman, London and New yourk. 340pp.
- **Faris**, **J. D., Overlander, M. E., Kariyawasam, G. K., Carter, A., Xu, S. S., & Liu, Z. (2020).** Identification of a major dominant gene for race- nonspecific tan spot resistance in wild emmer wheat. Theoretical and Applied Genetics, 133, 829–841. https://doi.org/10.1007/s00122- 019- 03509- 8.
- **Giorgi, F., Lionello, P. (2008**). Climate change projections for the Mediterranean region. Global Planetary Change, 63:90- 104.
- **Giraldo**, **P., Royo, C. GonzaÂlez, M. Carrillo, J.M. Ruiz M. (2016).** Genetic diversity and association mapping for agromorphological and grain quality traits of a structured collection of durum wheat landraces including subsp. durum, turgidum and diccocon. PLoS One, 11 (11), e0166577.
- **González- Ribot, G., Opazo, M. Silva, P. Acevedo, E. (2017).** Traits Explaining Durum Wheat (*Triticum turgidum* L. spp. *Durum*) Yield in Dry Chilean Mediterranean Environments. Frontiers in Plant Science, Vol 8 Pp1- 11.
- **Grausgruber, H, Oberforster, M, Ghambashidze G, Ruckenbauer P, (2005).** Yield and agronomic traits of Khorasan wheat (*Triticum turanicum* Jakubz.). Field Crop Res 91, 319- 327.
- **Hafsi**. **M., Monneveux., P. Merah. O. and Abdelhamid, D. (2001).** Carbon Isotope Discrimination and Durum Wheat Yields in The Setif High Plains of Algeria. Secheresse.12(1): 37- 43.
- **Ismail, A.A., Khalifa, M.A. Hamam, K.A. (2003).** Genetic studies on some yield traits of durum wheat. 2. Assiut- Journal- of- Agricultural- Sciences (Egypt), p.121- 139.
- **Jorasch, P. (2019).** The global need for plant breeding innovation. Transgenic Res, (28): 81–86.
- **Kaya, Y., Topal, R., Gonulal, A.E., Arisoy, R.Z., (2002)**. Factor analyses of yield traits in genotypes of durum wheat (*Triticum durum*). Indian Journal of Agriculture Science, 72: 301- 303.
- **Kimurto, P. K., Kınyua, M. G. and Njoroge. J. M. (2003).** Response of Bread Wheat Genotypes to Drought Simulation under A Mobile Rain Shelter in Kenya. African Crop Science Journal 11 (3):225- 234.
- **Li**, **Q., Zhang, Y., Liu, T., Wang, F., Liu, K., Chen, J., et al. (2015).** Genetic analysis of kernel weight and kernel size in wheat (*Triticum aestivum* L.) using unconditional and conditional QTL mapping. Mol. Breed. 35, 194. doi: 10.1007/s11032- 015- 0384- 4

- **Li, Y. F., Wu, Y., Hernandez- Espinosa, N., & Peña, R. J. (2013).** Heat and drought stress on durum wheat: Responses of genotypes, yield, and quality parameters. Journal of Cereal Science, 57, 398–404. https://doi.org/10.1016/j.jcs.2013.01.005.
- **Lynch, M., Walsh, B. (1998).** Genetics and analysis of quantitative traits. Sinauer Associates, Sunderland, MA. Pp 874.
- **Maccaferri, M., Cane, M.A. Sanguineti, M.C. (2014).** A consensus framework map of durum wheat (*Triticum durum* Desf.) suitable for linkage disequilibrium analysis and genome- wide association mapping. BMC Genomics, Pp 873.
- **Makai, S., Tamás, L. Juhász, A. (2016).** A catalog of regulatory sequences for trait gene for the genome editing of wheat. Front. Plant Sci, 7, 1504.
- **Mather, K., Jinks, J.L. (1977).** Introduction to biometric genetics. Champan and Hall. London P.382.
- **McIntyre, C. L., Mathews, K. L., Rattey, A., Chapman, S. C., Drenth, J., Ghaderi, M., et al. (2010).** Molecular detection of genomic regions associated with grain yield and yield- related components in an elite bread wheat cross evaluated under irrigated and rainfed conditions. Theor. Appl. Genet. 120, 527–541. doi: 10.1007/s00122- 009- 1173- 4
- **Miedaner, T., Raoo, M., Flath, K., Longin, C. F. H., & Wurschum, T. (2019).** Genetic architecture of yellow and stem rust resistance in a durum wheat diversity panel. Euphytica, 215, 71. https://doi.org/10.1007/s10681- 019- 2394- 5
- **Misra S.C., Rao V.S., Dixit R.N., Surve V.D., Patil V.P. (1994).** Genetic control of yield and its components in breadwheat. Indian Journal of Genetics, 54:77- 82.
- **Moreno, F. M, Solís, I, Noguero, D, Blanco, A, Özberk, I, Nsarellah, N, Elias, E, Mylonas, I, Soriano, J M. (2020).** Durum wheat in the Mediterranean Rim: historical evolution and genetic resources. Genet Resour Crop Evol, doi.org/10.1007/s10722- 020- 00913- 8.
- **Motzo, R., Giunta, F., and Pruneddu, G. (2010).** The response of rate and duration of grain filling to long- term selection for yield in Italian durum wheats. Crop Pasture Sci. 61, 162–169. doi: 10.1071/CP09191
- **Nachit, M.M., and Ketata, H. (1991**). "Selection of morpho- physiological traits for multiple abiotic stresses resistance in durum wheat (*Triticum turgidum* L. var. Durum), " in Physiology Breeding of Winter Cereals for stressed Mediterranean Environments, eds E. Acevedo, A.P. Conesa, P. Monneveux, and Srivastava (Montpellier: INRA), 35–47.
- **Nachit, M.M., Nserallah, N. Motowaj, J. Kehel, Z. Pagnott, M. Mondi, L. Porceddu, E. Bassi, F.M. Amri, A. (2015).** Use of durum landraces and triticum wild relatives to breed robust durum cultivars for Mediterranean environmental conditions. From Seed to Pasta & Beyond. June 6–10, Bologna, Italy.

- **Nsarellah, N., Amamou, A., Taghouti, M., & Annicchiarico, P. (2011).** Adaptation of Moroccan durum wheat varieties from different breeding era. Journal of Plant Breeding and Crop Science, 3, 34–40.
- **Ouaja, M., Aouini, L., Bahri, B., Ferjaoui, S., Medini, M., Marcel, T. C., & Hamza, S. (2020).** Identification of valuable sources of resistance to Zymoseptoria tritici in the Tunisian durum wheat landraces. European Journal of Plant Pathology, 156, 647–661. https://doi.org/10.1007/s10658-019- 01914- 9.
- **Prohens, J., Gramazio, P. Plazas, M. Dempewolf, H. Kilian, B. Díez, M.J. Fita, A. Herraiz, F.J., Rodríguez- Burruezo, A. Soler, S. Knapp, S. Vilanova, S. (2017).** Introgressiomics: a new approach for using crop wild relatives in breeding for adaptation to climate change. Euphytica, 213 (158).
- **Quarrie, S. A., Stojanovi´c, J., and Peki´c, S. (1999).** Improving drought resistance in small- grained cereals: a case study, progress and prospects. Plant Growth Regul. 29, 1–21. doi: 10.1023/A:1006210722659
- **Rajaram, S. (2001).** Prospects and Promise of Wheat Breeding in the 21st Century. Euphytica. (119): 3- 15
- **Rathwa, H.K., Pansuriya, A.G. Patel J.B. and Jalu, R.K. (2018)**. Genetic Variability, Heritability and Genetic Advance in Durum Wheat (*Triticum durum* Desf.). *Int.J.Curr.Microbiol.App.Sci.* 7(01): 1208-1215. doi: https://doi.org/10.20546/ijcmas.2018.701.147
- **Rebetzke G.J., Van Herwaarden A.F., Jenkins C., Weiss M., Lewis D., Ruuska S., Tabe L., Fettell N.A., Richards R.A. (2008).** Quantitative trait loci for watersoluble carbohydrates and associations with agronomic traits in wheat. Australian Journal of Agricultural Research, 59: 891- 905.
- Rodriguez, F., Alvarado, G., Pacheco, A., Burgueno, J., Crossa, J. (2018). AGD- R (Analysis of Genetic Designs in R). Version 5.0. CIMMYT, Mexico, D.F.
- **Royo, C., Abaza, M. Blanco, R. and Garcia Del Moral, L.F. (2000).** Triticale Grain Growth and Morphometry as Affected by Drought Stress, Late Sowing and Simulated Drought Stress. Aust. J. Plant Physiol. 27:1051–1059.
- **Sall, A.T., Cisse, M. Gueye, H. Kabbaj, H. Ndoyel, I. Filali- Maltouf, A. Belkadi, B. El- Mourid, M. Ortiz, R. Bassi, F.M. (2018).** Heat tolerance of durum wheat (*Tritcum durum* Desf.) elite germplasm tested along the Senegal River. J. Agric. Sci, 10, 217–233.
- **Sharma, S., Upadhyaya, H.D. Varshney, R.K. Gowda C.L.L. (2013).** Pre- breeding for diversification of primary gene pool and genetic enhancement of grain legumes. Front. Plant Sci.
- **Singh, B. K., Chudhary B.D. (1977).** Biometrical methods in quantitative genetic analysis. Kalyani Publishers, New Delhi.
- **Singh, B.D. (2000).** Breeding for resistance to abiotic stresses. I. Drought resistance. In: Plant Breeding Principles and Methods. Kalyani Publishers, Ludhiana, New Delhi, India: 381- 409 pp.

- **Sip, V., RuŽek, P., Chrpová, J., Vavera, R., and Kusá, H. (2009).** The effect of tillage practice, input level and environment on the grain yield of winter wheat in the Czech Republic. Field Crops Res. 113, 131–137. doi: 10.1016/j.fcr.2009. 04.013
- **Sissons, MJ, Hare, RA, (2002).** Tetraploid wheat- A resource for genetic improvement of durum wheat Quality. Cereal Chem 79, 78- 84.
- **Soriano, J.M., Villegas, D., Sorrells, M.E., Royo, C. (2018).** Durum Wheat Landraces from East and West Regions of the Mediterranean Basin Are Genetically Distinct for Yield Components and Phenology. Frontiers in Plant Science. Vol 9 Pp 1- 9.
- **Souza, E.J., Graybosch, R.A. Guttieri M.J. (2002).** Quality Improvement in Field Corps: Breeding Wheat for Improved Milling and Baking Quality. Haworth Press, 39- 74.
- **Syouf, M., Abu Irmaileh, B. (2010).** Morphological Indications for Introgression in Jordanian Wild emmer Wheat, *Triticum dicoccoides* (Körn. ex Assch. & Graebner.) Schweinf . *Jordan Journal of Agricultural Sciences,* Volume 8, No.4 2012.
- **United** States Department of Agriculture. Wheat Data. Available online: http://www.ers.usda.gov/dataproducts/wheat- data.aspx (accessed on 26 September 2019).
- **Valkoun, J. J. (2001).** Wheat Pre- Breeding Using Wild Progenitors. Euphytica, (119):17–23.
- **van Heerwaarden, J., Doebley, J. Briggs, W.H. Glaubitz, J.C. Goodman, M.M. de Jesus Sanchez Gonzalez, J. and Ross- Ibarra. J. (2011).** Genetic signals of origin, spread, and introgression in alarge sample of maize landraces. Proc. Natl. Acad. Sci. USA 108:1088–1092. doi:10.1073/pnas.1013011108
- **Wang, R. X., Hai, L., Zhang, X. Y., You, G. X., Yan, C. S., and Xiao, S. H. (2009).** QTL mapping for grain filling rate and yield- related traits in RILs of the Chinese winter wheat population Heshangmai× Yu8679. Theor. Appl. Genet. 118, 313–325. doi: 10.1007/s00122- 008- 0901- 5
- **Warner, J.N. (1952).** A method for estimating heritability. Agron. J, (44): 427- 430.
- **Xynias, I. N., Mylonas, I, Korpetis, E .G., Ninou, E, Tsaballa, A, Avdikos, I D, Mavromatis, A G. (2020).** Durum Wheat Breeding in the Mediterranean Region: Current Status and Future Prospects, Agronomy, 10, 432, doi:10.3390/agronomy10030432
- **Zaim, M., El Hassouni, K. Gamba, F.M. Filali- Maltouf, A. Belkadi, B. Sourour, A. Amri, A. Nachit, M. Taghouti, M. Bassi, F.M. (2017).** Wide crosses of durum wheat (*Triticum durum* Desf.) reveal good disease resistance, yield stability, and industrial quality across Mediterranean sites. Field Crops Research. (214): 219- 227.
- **Zhang, H., Mittal, N. Leamy, L.J. Barazani, O. Song, B.H. (2016).** Back into the wild –apply untapped genetic diversity of wild relatives for crop improvement. Evol. App