دراسة التباين الوراثي والمقدرة على التوافق في هجن الذرة البيضاء *Sorghum bicolor* L. نصف التبادلية

أولا قاجو[1]* ورزان النجار[2] ودعاء حموي[1]

(1).قسم المحاصيل، بكلية الزراعة، جامعة تشرين، اللاذقية، سورية.

(2). الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية، دمشق، سورية.

(* للمراسلة: د. أولا قاجو البريد الإلكتروني olakajo0932@yahoo.com)

تاريخ الاستلام: 2024/02/15 تاريخ القبول: 2024/08/1

الملخص

نفذ البحث نفّذ البحث في قسم بحوث الذرة (محطة 1 أيّار) التابع لإدارة بحوث المحاصيل في الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعيّة في الموسمين الزراعيين 2022 و2023. استخدم في البحث ست سلالات مرباه داخلياً Inbred lines على درجةٍ عاليةٍ من النقاوة الوراثيّة 95%. وفي مرحلة الإزهار تمّ إجراء كافّة التهجينات المطلوبة بين السلالات عدا الهجينات العكسية وفق طريقة التهجين نصف التبادلي Half Diallel Cross، بهدف دراسة وتأثيرات المقدرة العامة والخاصة على التوافق ومكونات التباين الوراثي لكل من صفات: عدد الأيام من الزراعة حتى ظهور 50% من النورات المؤنثة وارتفاع النبات وطول العثكول والنضج الفيزيولوجي والإنتاجية طن/هـ. أظهرت النتائج أن تباين القدرة العامة GCA والخاصة SCA على الائتلاف كان معنوي عند الصفات المدروسة كافة، حيث كان أفضلها(P2 و P6) بصفتي الإزهار المؤنث والنضج الفيزيولوجي (يوم)، والسلالة (P5) بصفة ارتفاع النبات (سم)، والسلالة (P4) بصفتي طول العرنوس (سم) والانتاجية طن/هـ. والهجن ($P_1 \times P_2$) و ($P_2 \times P_5$) في صفة الإزهار و($P_1 \times P_4$) و ($P_2 \times P_6$) في صفة النضج الفيزيولوجي و($P_1 \times P_3$) و($P_2 \times P_5$) في صفة ارتفاع النبات و($P_1 \times P_3$) و($P_2 \times P_6$) في صفة طول العرنوس و($P_3 \times P_5$) في صفة الانتاجية مشيراً ذلك إلى التباعد الوراثي والجغرافي بين السلالات الأبويّة الداخلة في عمليّة التهجين. هذا بالإضافة إلى سيطرت الفعل المورثي اللا تراكمي في توريث صفات عدد الأيام من الزراعة إلى تزهير 50% من النباتات وطول العرنوس والانتاجية والتراكمي على صفة ارتفاع النبات والفعلين المورثين التراكمي واللاتراكمي على صفة النضج الفيزيولوجي لمقارنتها الواحد الصحيح. وأشارت النتائج إلى تمتع سبعة هجن بقدرةٍ خاصّةٍ جيّدةٍ على الائتلاف لصفة النضج الفزيولوجي، وهذه النتائج تعطي الأساس لمتابعة انعزالات الطرز في الاجيال اللاحقة وخاصة لمؤشر الانتاجية.

الكلمات المفتاحية: الذرة البيضاء، المقدرة العامة على التوافق، المقدرة الخاصة على التوافق، التباين الوراثي.

المقدمة:

تعُد الذرة البيضاء خامس المحاصيل الحبية النجيلية بعد القمح والأرز والذرة الصفراء والشعير من حيث المساحة المزروعة والأهمية الاقتصادية، وتنتشر زراعتها في المناق شبة الجافة من الاقاليم الاستوائية وشبة الاستوائية (جلاب ومحمد، 2017). ونظراً لأهمية المحصول عالمياً فقد ازدادت المساحة المزروعة به بالعالم حيث وصلت إلى أكثر من 40 مليون هكتار(ياسين وعبد، 2017).

أما في سوريا بلغت المساحة المزروعة 702هكتار بمتوسط انتاجية 1272كغ/هـ وانتاج قدره 893 طن ويتصدر انتاج الذرة البيضاء محافظات حلب والغاب والقنيطرة وتليها حمص وحماه (المجموعة الإحصائية الزراعية السورية، 2022). يتميز محصول بقدرته على تحمل الجفاف والملوحة نسبياً وارتفاع درجات الحرارة وانتاجية عالية من المادة الجافة لكونه من النباتات رباعية الكربون كما أن بذوره ذات قيمة غذائية عالية إذ تحتوي على80-70%كربوهيدرات و 13-11 %بروتين و5-2%دهون و1-3%الياف و2-1%معادن وأن بروتين الذرة لا يحتوي على gluten l مما يجعله بديلاً غذائيا للأشخاص الذين يعانون من امراض الجهاز العصبي ومرض السكري (Henzell, 2007).

على الرغم من أهمية المحصول وقدم زراعته إلا أنه يعاني نقصاً حاداً قياساً بالإنتاج العالمي، لذلك لابد من زيادة الانتاج وتخفيض تكاليفه بمختلف الطرق والتي من أهمها استنباط اصناف جديدة تلبي حاجة المصنع والمستهلك في الاسواق المحلية وقادرة على منافسة في السوق العالمية وهذا يتطلب استنباط اصناف من الذرة البيضاء تتميز بغلة عالية في وحدة المساحة وهذا مرتبط بزيادة فاعلية التربية والتحسين الوراثي وانتخاب أفضل التراكيب الوراثية في الاجيال الانعزالي(Prakash *et al*., 2010).

يعد مفهوم القدرة على التوافق Combining ability عن المقدرة النسبية لسلالةٍ ما مرباه ذاتيّاً على نقل صفاتٍ خاصةٍ أو مرغوبةٍ للهجن الناتجة عنها عند تهجينها مع سلالةٍ أخرى مرباه ذاتيّاً (Chaudhari, 1971). يعتبر هذا المفهوم هاماً لتقدير الطاقة الكامنة للسلالات المرباة ذاتيّاً وتحديد طبيعة الفعل الوراثي في الصفات الكميّة المتباينة (Alam *et al*., 2008). يساعد تقدير القدرة على التوافق في تحديد القيمة التربوية للسلالات الأبوية لإنتاج الهجن (Ünay *et al*., 2004). وقد قام العالم Griffing في عام 1956 بتجزئة التباين الكلي إلى تباين القدرة العامة على التوافق σ^2_{GCA} للآباء وتباين القدرة الخاصة على التوافق σ^2_{SCA} للهجن (Yan and Hunt, 2002)، وعرفت القدرة العامة GCA والخاصة SCA على التوافق لأول مرة من قبل Sprague and Tatum, (1942) حيث تشير القدرة العامة على التوافق إلى متوسط سلوك السلالة في هجنها الفردية، وتصف القدرة الخاصة على التوافق حالة تهجين سلالة محدّدة مع كل سلالة إن كان أفضل أو أسوأ نسبياً مما هو متوقع بناءً على متوسط سلوك السلالات الداخلة في التهجينات.

يعد التباين الوراثي القاعدة الرئيسية للتطور الوراثي لأي محصول، حيث أنّ التهجين بين سلالات متباعدة وراثياً يُنتج تباينات وراثيةٍ كافيةٍ للانتخاب الفعّال للصفات المرغوبة. تنتخب السلالات وهجنها بناءً على تأثيرات القدرة العامة الإيجابية، حيث يعتمد الاختيار الصحيح للسلالات الأبوية المرباة داخلياً التي تتحد بشكل جيد لإنتاج هجن عالية الإنتاجية على الفعل الوراثي الذي يحكم الصفات المراد تحسينها، وتعتبر نسبة تباينات القدرة العامة إلى تباينات القدرة الخاصة $\sigma^2_{GCA}/\sigma^2_{SCA}$ مؤشراً هاماً لتحديد طبيعة الفعل الوراثي المسيطر على وراثة الصفات، والذي يمكن أن يكون فعلاً وراثيّاً تراكمياً أو لا تراكمياً أو كلاهما معاً (Akbar *et al*., 2008). هدفت هذه الدراسة إلى تحديد آليّة توريث بعض الصفات الكميّة من خلال تقدير التباين الوراثي والقدرة العامة GCA والخاصة SCA على التوافق وتحديد أهم الهجن الفردية (Single crosses) الناتجة المتفوقة مقارنةً بأفضل صنف معتمد محلياً.

مواد وطرائق البحث:

استخدم في البحث ست سلالات مرباه ذاتياً من الذرة البيضاء وهي P1، P2، P3، P4، P5، P6 تشير للسلالات (إكساد 5، إكساد 14، إكساد 16، إكساد 32، إكساد 44، إكساد 46) على الترتيب. على درجة عالية من النقاوة الوراثية (95%) متباعدة وراثياً حصلنا عليها من البنك الوراثي في قسم بحوث الذرة – الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية– سورية.

الجدول (1): نسب ومنشأ السلالات الابوية.

ر	النسب	المنشأ
P_1	IZRAA7//VETRAITAHACS-S-(2009)-IZ2-IZ2-IZ1-IZ1	**اكساد**
P_2	AGIZA113//OMANIMAHALLY. ACS-S-(2009)-IZ2-IZ3-IZ1-IZ2	**اكساد**
P_3	IZRAA63//VETRAITAHACS-S-(2009)-IZ1-IZ1-IZ2-IZ2	**اكساد**
P_4	-	**اكساد**
P_5	-	**اكساد**
P6	**MAREDI/BALADY-09-2ACS-S-(2011) IZ17-IZ50-IZ27**	**اكساد**

في الموسم الزراعي 2022 زرعت حبوب السلالات وفي مرحلة الإزهار تم إجراء التهجين بين السلالات بكل التوافيق عدا العكسية وذلك للحصول على الحبوب الهجينة لخمسة عشر هجيناً فرديّاً، وزرعت هذه الحبوب F1 وكذلك حبوب السلالات الأبوية الستة في موسم 2023 وفق تصميم القطاعات الكاملة العشوائية RCBD وبثلاث مكررات حيث زرع كلّ مدخل في أربعة خطوط بطول 6 م لكلِّ خطٍّ وبمسافة 70 سم بين الخط والآخر و 25 سم بين نباتات الخط الواحد، حيث تم اختيار الأرض للتجربة بعيدة عن الطرق والمعابر والأشجار المستخدمة كمصدات للرياح، وكانت التربة على درجة عالية من التجانس، وجيدة الصرف وخالية من الملوحة والقلوية الضارة (الجدول2).

الجدول (2): التحليل الكيميائي والميكانيكي لتربة التجربة في العام 2022.

التحليل الكيميائي									التحليل الميكانيكي%		
dS.m^{-}(EC	(PH)	المادة العضوية %	كربونات الكالسيوم %	N الكلي %	K المتاح mg/kg	P المتاح mg/kg	رمل	سلت	طين
2.04	8.09	1.22	66.5	0.102	165.5	145.9	28	24	48

قدمت كافة العمليات الزراعية من عزيق وتسميد وتفريد بناءً على توصيات وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي لمحصول الذرة البيضاء، أخذت القراءات الحقلية على عشرة نباتات محاطة لصفات عدد الأيام من الزراعة حتى ظهور 50% من النورات المؤنثة (يوم)، ارتفاع النبات(سم)، طول العثكول (سم)، عدد الايام اللازمة للنضج الفيزيولوجي (يوم)، الإنتاجية من الحبوب (طن.هكتار−1). جمعت البيانات لكافة القراءات وبوبت باستخدام برنامج Excel، وأجري التحليل الأحصائي ببرنامج (AGD-R) و باستخدام القوانين المناسبة، حيث تمّ حساب القدرة العامة GCA والخاصة SCA على التوافق وتأثيرات كلٍّ منهما إضافةً لحساب مكونات التباين باستخدام الطريقة الثانية Method 2 الموديل الثاني Model 2 للعالم Griffing, (1956). وتم تقديرهما استناداً إلى (Singh and Chaudhary, 1985):

وفق المعادلة التالية:

$$Sij=(xij. /r) - (x.i./tr) - (xj.. /lr) + (x\dots /ltr)$$

حيث أن Sij: المقدرة الخاصة على الخلط للهجين بين i و j.

Xij: مجموع قيم الهجين الناتج عن التصالب.

النتائج والمناقشة:

1–عدد الأيام من الزراعة حتى ظهور 50% من النورات المؤنثة Day to 50% silking

تحليل التباين ومقارنة المتوسطات :

بينت نتائج تحليل التباين جدول (3) وجود تباينات عالية المعنوية بين السلالات وكذلك الهجن مما يدلّ على التباعد الوراثي بين السلالات الداخلة بعملية التهجين تنسجم هذه النتيجة مع النتائج التي توصل اليها الباحثين نتائج كل من الباحثين(Kaul *et al.*, 2003). تراوحت متوسطات السلالات جدول (4) لصفة عدد الأيام من الزراعة حتى ظهور 50% من النورات المؤنثة من 63.7 يوم (P_6) إلى 70.3 يوم لكل من (P_1، P_3) وبمتوسط عام قدره 67.4 يوم حيث أشارت هذه النتائج إلى أن السلالة (P_6) كانت أكثر السلالات الأبويّة تبكيراً. تراوحت متوسطات الهجن جدول (5) من 68.33 يوم ($P_1 \times P_2$) إلى73.17يوم لكل من الهجينين ($P_1 \times P_3$) ($P_1 \times P_5$) وبمتوسط عام قدره 71.16 يوم, وتبيّن أنّ الهجين ($P_1 \times P_2$) كان أكثر الهجن تبكيراً بالأزهار بين الهجن توافق ذلك مع (Rafiq *et al.*, 2003)

القدرة على التوافق:

أظهرت نتائج القدرة العامة والخاصة على التوافق جدول (3) تبايناً عالي المعنوية مشيراً إلى مساهمة كل من الفعل الوراثي التراكمي واللاتراكمي في وراثة صفة عدد الأيام من الزراعة حتى ظهور 50% من النورات المؤنثة, وجاءت نسبة σ^2GCA/σ^2SCA التي كانت أقل من الواحد (0. 93) . لتبين سيطرة الفعل الوراثي اللاتراكمي على وراثة هذه الصفة. وأكدت هذه النتيجة قيمة درجة السيادة التي كانت أكبر من الواحد (2.61)، حيث كان تباين الفعل الوراثي التراكمي (2.29) تقريباً ربع تباين الفعل الوراثي السيادي (7.82). توافقت هذه النتيجة مع نتائج(Amsalu *et al.*, 2000).

تراوحت قيم تأثيرات القدرة العامة على التوافق جدول (6) من -1.66 (P_2) إلى 1.33 (P_4) وبينت هذه التأثيرات أن كل من السلالة (P_2), (P_6) كانت أكثر السلالات تآلفاً لصفة عدد الأيام من الزراعة حتى ظهور 50% من النورات المؤنثة. وتراوحت قيم تأثيرات القدرة الخاصة على التوافق جدول (4) من -1.54 ($P_1 \times P_2$) إلى 1.95 ($P_2 \times P_6$) وبينت هذه التأثيرات أنّ كلاً من الهجن ($P_1 \times P_2$), ($P_2 \times P_5$), ($P_4 \times P_6$) كانت الأكثر تبكيراً في صفة عدد الأيام من الزراعة حتى ظهور 50% من النورات المؤنثة وكل منها ناتج من أبوين أحدهما تراكمي والآخر لا تراكمي (في الاتجاه المرغوب).

2–النضج الفزيولوجي:

تحليل التباين ومقارنة المتوسطات

تباينت السلالات الداخلة في عملية التهجين فيما بينها تبايناً عالي المعنوية لصفة النضج الفزيولوجي، دلالةً على التباعد الوراثي فيما بينها جدول (1)، وانسجمت هذه النتيجة مع نتائج (Alam *et al.*, 2008).

تراوحت متوسطات السلالات لصفة النضج الفزيولوجي جدول (4) من 93 يوماً (P_2) إلى 98.61 يوماً (P_3) وبمتوسط عام وقدره 95.96 يوماً. أكّد التباين العالي المعنوية بين الهجن لصفة النضج الفزيولوجي في الجدول (3) على التباعد الوراثي بين السلالات المستخدمة في عملية التهجين، حيث تناغمت هذه النتيجة مع ما وجده(Hovny *et al.*, 2003).

تراوحت متوسطات الهجن من 94 يوماً ($P_2 \times P_3$) إلى 115.2 يوماً ($P_1 \times P_5$)، ($P_3 \times P_4$) وبمتوسط عام قدره 104.32 يوماً، وبيّنت هذه النتائج أنّ الهجين ($P_2 \times P_3$) كان أكثر الهجن تبكيراً في صفة عدد الأيام من الزراعة حتى النضج الفيزيولوجي، كما نلاحظ أنّ السلالات الأبوية كانت عموماً أبكر من الهجن الناتجة عنها.

القدرة على الائتلاف

أظهرت نتائج تحليل التباين للقدرة على الائتلاف في الجدول (3) أنّ تباين القدرة العامة GCA والخاصة SCA على الائتلاف لصفة النضج الفزيولوجي كان عالي المعنوية، مشيراً إلى مساهمة كلا الفعلين الوراثيين التراكمي واللا تراكمي في وراثة هذه الصفة، وبيّنت نسبة $\sigma^2_{GCA}/\sigma^2_{SCA}$ التي كانت مقاربة جدا للواحد (0.91) يدلّ ذلك على خضوع الصفة لكلا الفعلين الوراثيين التراكمي واللا تراكمي ، وجاءت درجة السيادة مؤكدةً النتيجة السابقة، حيث كانت أكبر من الواحد (1.47)، حيث بلغ تباين الفعل الوراثي التراكمي (104.84) وكان مقاربا لتباين الفعل الوراثي السيادي (114.77)، وتعارضت النتيجة السابقة مع نتائج ما وجده الباحثين (Ahnert *et al*., 1996).وتوافق مع ما وجده (Konak , 2004).

تراوحت تأثيرات القدرة العامة على الائتلاف في الجدول (6) من 8.86- (P_2) إلى 5.05 (P_5)، وأشارت هذه التأثيرات إلى أنّ السلالتين (P_2)، (P_6) كانتا أكثر السلالات مقدرةً عامةً على الائتلاف لصفة النضج الفزيولوجي. تراوحت تأثيرات القدرة الخاصة على الائتلاف الجدول (5) من 6.08- ($P_2 \times P_5$) إلى 8.33 ($P_2 \times P_6$)، وأشارت هذه النتائج إلى تمتع سبعة هجن بقدرةٍ خاصّةٍ جيّدةٍ على الائتلاف لصفة النضج الفزيولوجي وكان أفضلها الهجن ($P_2 \times P_5$)، ($P_2 \times P_3$)، ($P_1 \times P_4$).

3–ارتفاع النبات/سم:

تحليل التباين ومقارنة المتوسطات

كان تباين السلالات جدول (3) عالي المعنوية لصفة ارتفاع النبات إشارةً إلى التباعد الوراثي فيما بينها، وانسجمت هذه النتيجة مع نتائج كلّ من(Badhe and Patil, 1997). تراوحت متوسطات السلالات لصفة ارتفاع النبات (جدول 4) من 155.7 سم (P_2) إلى 158 سم (P_3)، وبمتوسط عام وقدره 156.88 سم.

أكّد التباين العالي المعنوية بين الهجن لصفة ارتفاع النبات في الجدول (5) على التباعد الوراثي بين السلالات المستخدمة في عملية التهجين، حيث تناغمت هذه النتيجة مع ما وجده (Ramakrishnan, 2000). عند الهجينين ($P_2 \times P_3$) و ($P_2 \times P_5$) إلى 172.8 سم عند الهجين ($P_3 \times P_4$) وبمتوسط عام قدره 163.17 سم، وبيّنت هذه النتائج أنّ الهجين ($P_3 \times P_4$) كان أكثر الهجن ارتفاعاً في طول الساق، كما نلاحظ أنّ الهجن كانت عموماً أكثر ارتفاعاً من السلالات الأبوية،وهذا يتفق مع (Rao *et al*.,2012).

القدرة على الائتلاف

أظهرت نتائج القدرة العامة والخاصة على التوافق جدول (6) تبايناً عالي المعنوية مشيراً إلى مساهمة كل من الفعل الوراثي التراكمي واللا تراكمي في وراثة صفة ارتفاع النبات ، وجاءت نسبة σ^2GCA/σ^2SCA التي كانت أكبلا من الواحد (1.09) لتبين سيطرة الفعل الوراثي التراكمي على وراثة هذه الصفة مما دلّ على سيطرة الفعل الوراثي التراكمي على وراثة صفة ارتفاع النبات، وكان تباين الفعل الوراثي التراكمي (75.14) أكبر من تباين الفعل الوراثي السيادي (68.83) وأكّدت هذه النتيجة قيمة درجة السيادة التي كانت أكبر من الواحد (1.35)، وهذه النتيجة اتفقت مع نتائج (Pillai *et al*., 2005).

تراوحت تأثيرات القدرة العامة على الائتلاف جدول (4) من 7.16- (P_2) إلى 4.41 (P_5)، وبيّنت هذه التأثيرات أنّ كلاً من السلالتين (P_2)، (P_6) كانتا أكثر السلالات تآلفاً لصفة ارتفاع النبات.

تراوحت تأثيرات القدرة الخاصة على الائتلاف جدول (5) من 4.89- ($P_1 \times P_4$) إلى 6.36 ($P_2 \times P_6$)، وبينت هذه التأثيرات أن الهجن ($P_1 \times P_4$)، ($P_2 \times P_3$)، ($P_2 \times P_5$)، ($P_3 \times P_6$)، كانت الاكثر تآلفاً لصفة ارتفاع النبات.

4–طول العثكول /سم

تحليل التباين ومقارنة المتوسطات

أظهرت النتائج في الجدول (4) تبايناً عالي المعنويّة للسلالات الأبوية لصفة طول العرنوس، مشيرةً إلى التباعد الوراثي بين تلك السلالات، حيث تراوحت متوسطات السلالات لصفة طول العرنوس من 19سم (P_6) إلى 21.72سم (P_3)، وبمتوسط عام قدره 20.43 سم. كان تباين الهجن لصفة طول العرنوس عالي المعنوية جدول (3)، مؤكداً التباعد الوراثي بين السلالات الأبوية المستخدمة في عملية التهجين، وهذه النتيجة جاءت متفقة مع نتائج (Marisol *et al*., 2020).

تراوحت متوسطات الهجن لصفة طول العرنوس من من19.33 سم عند الهجين ($P_1 \times P_2$) إلى 25.85سم عند الهجين ($P_5 \times P_4$) وبمتوسط عام قدره 22.90 سم، وبيّنت هذه النتائج أنّ الهجين ($P_4 \times P_5$) كان أكثر الهجن زيادة في طول العرنوس، كما نلاحظ أنّ الهجن كانت عموماً أكثر طولاً للعرنوس من السلالات الأبوية.

حيث تبرز أهميّة طول العرنوس في أنّ التراكيب الوراثيّة ذات العرنوس الطويل تتميّز بعدد أكبر من الحبوب، وبالتالي تزداد غلتها في وحدة المساحة شريطة محافظة الحبوب على حجمٍ أو وزنٍ جيد، وعليه فقد أشار مرسي(1979) إلى أهميّة استنباط طرز ذات عرانيس كبيرة الحجم لتحسين غلّة المحصول في وحدة المساحة.

القدرة على الائتلاف

بيّن الجدول (3) أنّ تباين القدرة العامة GCA والخاصة SCA على الائتلاف طول العرنوس كان عالي المعنوية ، مشيراً ذلك إلى مساهمة كلٍّ من الفعلين الوراثيين التراكمي واللاتراكمي في وراثة صفة طول العرنوس، وجاءت نسبة $\sigma^2_{GCA}/\sigma^2_{SCA}$ التي كانت مقاربة للواحد (1.17) لتؤكد مشاركة الفعل الوراثي اللاتراكمي على وراثة هذه الصفة، وعززت قيمة درجة السيادة هذه النتيجة، حيث كانت أكبر من الواحد (1.30)، وكان تباين الفعل الوراثي التراكمي (6.24) أكبر بقليل من تباين الفعل الوراثي السيادي (5.32)، حققت هذه النتيجة مصداقيّةً كونها اتفقت مع ما توصل إليه كلٌّ من الباحثين (Menezes *et al*., 2015).

تراوحت تأثيرات القدرة العامة على الائتلاف جدول (6) من 2.11- (P_2) إلى 1.43(P_4)، وبينت هذه التأثيرات أنّ كلا السلالتين (P_3)، (P_4) امتلكتا قدرةً عامةً جيدةً على الائتلاف لصفة طول العرنوس. تراوحت تأثيرات القدرة الخاصة على الائتلاف جدول (7) من 1.21- ($P_1 \times P_2$) إلى 1.68 ($P_2 \times P_6$)، وبيّنت هذه التأثيرات أن سبعة هجن تميّزت بقدرةٍ خاصّةٍ جيدةٍ على الائتلاف كان أفضلها ($P_1 \times P_2$)، ($P_2 \times P_3$) ، ($P_2 \times P_5$).

5–إنتاجيّة وحدة المساحة طن/هكتار Grain Yield Per Plot

تحليل التباين ومقارنة المتوسطات

أبدت السلالات تبايناً عالي المعنوية جدول (3) مشيراً إلى التباعد الوراثي فيما بينها لصفة الغلة الحبية، وهذه النتيجة اتفقت مع النتائج التي توصّلت إليها الأبحاث المنفذة من قبل كلٍّ من (Umakanth *et al*., 2002) ، تراوحت متوسطات السلالات لصفة الغلة الحبية جدول (4) من 4.56 طن/هـ (P_2) إلى 4.91 طن/هـ (P_3) وبمتوسط عام وقدره 4.78 طن/هـ.

أبدت الهجن تبايناً عالي المعنوية لصفة الغلة الحبية جدول (3)، مؤكداً على التباعد الوراثي بين السلالات الأبوية المستخدمة في عملية التهجين، حيث تناغمت هذه النتيجة مع ما وجده(Rafiq *et al*., 2002). تراوحت متوسطات الهجن لصفة الغلة الحبية من 5.899 طن/هـ ($P_1 \times P_2$) إلى 8.05 طن/هـ ($P_4 \times P_5$)، وبمتوسط عام قدره 6.72 طن/هـ.

القدرة على الائتلاف

ساهم كل من الفعلين الوراثيين التراكمي واللاتراكمي في وراثة صفة الغلّة الحبّيّة، حيث كان ذلك واضحاً من خلال التباين العالي المعنوية للقدرة العامة GCA والخاصة SCA على الائتلاف جدول (3)، وجاءت نسبة $\sigma^2_{GCA}/\sigma^2_{SCA}$ التي كانت أقل من الواحد (0.81) لتبين سيطرة الفعل الوراثي اللاتراكمي على وراثة صفة الغلة الحبية، وأكدت هذه النتيجة درجة السيادة التي كانت أكبر من الواحد (1.56)، حيث كان تباين الفعل الوراثي التراكمي (0.64) أقل من تباين الفعل الوراثي السيادي (0.79)، وتطابقت هذه النتيجة مع نتائج أبحاث كلٍّ حول تأثير الفعل اللاتراكمي في وراثة هذه الصفة.

تراوحت تأثيرات القدرة العامة على الائتلاف جدول (6) من -0.59 (P_2) إلى 0.45 (P_4)، وأظهرت السلالتان(P_2) ، (P_6) أفضل قدرة عامة على الائتلاف لصفة الانتاجية.

تراوحت تأثيرات القدرة الخاصة على الائتلاف جدول (7) من -0.54 ($P_2 \times P_5$) إلى 0.62 ($P_2 \times P_6$) وأشارت هذه التأثيرات إلى أنّ كلاً من الهجن ($P_2 \times P_5$)، ($P_1 \times P_4$)، ($P_3 \times P_4$)، كانت الأعلى في قدرتهما الخاصة على الائتلاف لصفة الغلة الحبية.

أما بالنسبة لمعامل الاختلاف كان ضعيفاً (أقل من 10) عند جميع الصفات المدروسة.

الجدول (3). تحليل التباين للسلالات والهجن ومكونات التباين لكل من صفة الإزهار المؤنث، النضج الفزيولوجي، ارتفاع النبات و طول العرنوس والإنتاجية .

مصادر التباين	الإزهار المؤنث	النضج الفيزيولوجي	ارتفاع النبات/سم	طول العرنوس/سم	الإنتاجية(طن/هـ)
Rep Lines	0.19	0.71	0.08	0.26	0.55
Lines	3.93**	15.76**	4.009**	3.04**	9.26**
Error (Lines)	0.07	0.14	0.04	0.04	0.0007
CV%	0.40	0.39	0.1	1	0.18
Rep Crosses	31.0	23.	5.75	0.	9.8
Crosses	9.2	199.4	133.53	10.8	1.30
Error (Crosses)	0.	0.		0.39	0.(
CV%	1.3	0.9	4.95	1.6	1.5
GCA	4.55**	133.87**	92.81**	7.61**	0.85 **
SCA	2.25	29.02	17.67	1.37	0.20 *
Error (GCA, SCA)	0.3	0.3	0.4	0.0	0.(
مكونات التباين					
σ^2_{GCA}	0.57	26.21	18.78	1.56	0.16
σ^2_{SCA}	1.95	28.69	17.20	1.33	0.19
$\sigma^2_{GCA}/\sigma^2_{SCA}$	0.29	0.91	1.09	1.17	0.81
Additive	2.29	104.84	75.14	6.24	0.64
Dominance	7.82	114.77	68.83	5.32	0.79
A	2.61	1.47	1.35	1.30	1.56

، SCA: تشير إلى القدرة العامة والخاصة على الائتلاف على الترتيب.

a: **تشير إلى درجة السيادة والتي تساوي** $\sqrt{(V_D/V_A)}$.

*** ،** تشير إلى المعنوية على مستوى 5% ،1% على الترتيب.**

الجدول(4): قيم متوسطات السلالات لكل من صفة الإزهار المؤنث، النضج الفزيولوجي، ارتفاع النبات وطول العرنوس والانتاجية

السلالات	الإزهار المؤنث(يوم)	النضج الفزيولوجي (يوم)	ارتفاع النبات/سم	طول العرنوس/سم	الإنتاجية(طن/هـ)
P_1	70.3^{e}	96.83^{d}	157.7^{c}	20^{c}	4.87^{d}
P_2	66.7^{c}	93^{a}	155.7^{a}	19.33^{b}	4.56^{a}
P_3	70.3^{e}	98.61^{e}	158^{c}	21.72^{f}	4.91^{e}
P_4	64.7^{b}	96^{c}	156.2^{b}	21.09^{d}	4.77^{c}
P_5	68.7d	96.83^{d}	157.7^{c}	21.46^{e}	4.87^{d}
P_6	63.7^{a}	94.5^{b}	156^{ab}	19^{a}	4.68^{b}
لمتوسط العام	67.4	95.96	156.88	20.43	4.78
L.S.D 5%	0.50	0.67	1.0	0.38	0.06

P_1، P_2، P_3، P_4، P_5، P_6 تشير للسلالات (إكساد 5، إكساد **14**، إكساد **16**، إكساد **32**، إكساد **44**، إكساد **46**) على الترتيب.

الجدول (5): قيم متوسطات الهجن لصفات الإزهار المؤنث، النضج الفزيولوجي، ارتفاع النبات و طول العرنوس والإنتاجية

الهجن	لإزهار المؤنث(يوم)	النضج الفزيولوجي(يوم)	ارتفاع النبات/سم	طول العرنوس/سم	الإنتاجية(طن/هـ)
$P_1 \times P_2$	68.33^{a}	94.5^{a}	156.2^{ab}	19.33^{a}	5.899^{a}
$P_1 \times P_3$	73.17^{e}	114^{e}	171^{e}	24.21^{f}	7.33^{h}
$P_1 \times P_4$	73^{e}	104.8^{e}	161.8^{d}	23.66^{f}	6.75^{f}
$P_1 \times P_5$	73.17^{e}	115.2^{e}	172^{e}	24.96^{g}	7.35h
$P_1 \times P_6$	69.67^{ab}	97.5^{b}	157.8^{b}	21.38^{c}	6.199^{bc}
$P_2 \times P_3$	68.67^{a}	94^{a}	155.8^{a}	20.11^{b}	5.998^{a}
$P_2 \times P_4$	72.83^{e}	104.3^{d}	162^{d}	23.74^{f}	7.05^{g}
$P_2 \times P_5$	68.5^{a}	94.2^{a}	155.8^{a}	21.28^{c}	6.049^{ab}
$P_2 \times P_6$	70.67	98.5^{b}	157.2^{b}	21.61^{c}	6.25^{cd}
$P_3 \times P_4$	72.33^{bcd}	115.2^{e}	172.8^{e}	24.16^{f}	7.2^{gh}
$P_3 \times P_5$	72^{de}	114.5^{e}	172.5^{e}	25.21^{g}	7.549^{i}
$P_3 \times P_6$	70.33^{bc}	100.2^{c}	159.8^{c}	22.27^{d}	6.3^{cde}
$P_4 \times P_5$	72.67^{e}	113.8^{e}	171.2^{e}	25.85^{h}	8.05^{j}
$P_4 \times P_6$	70.33^{bc}	100^{c}	159.2^{c}	22.86^{e}	6.399^{de}
$P_5 \times P_6$	71.67^{cde}	104.2^{d}	162.5^{d}	22.96^{e}	6.448^{e}
سط العام	71.16	104.32	163.17	22.90	6.72
L.S.D	1.59	1.6	1.97	0.59	0.17

P_1، P_2، P_3، P_4، P_5، P_6 تشير للسلالات (إكساد 5، إكساد **14**، إكساد **16**، إكساد **32**، إكساد **44**، إكساد **46**) على الترتيب.

الجدول (6). تأثيرات القدرة العامة على الائتلاف GCA للسلالات الأبوية لكل من الإزهار المؤنث، النضج الفزيولوجي، ارتفاع النبات و طول العرنوس

السلالات	الإزهار المؤنث(يوم)	النضج الفزيولوجي (يومَ)	ارتفاع النبات/سم	طول العرنوس/سم	الإنتاجية(طن/هـ)
P_1	0.37	0.97^{*}	0.62^{**}	-0.24^{*}	-0.016
P_2	-1.66^{*}	-8.86^{**}	-7.16^{*}	-2.11^{*}	-0.59^{**}
P_3	0.16	4.13^{*}	3.91^{*}	0.35^{*}	0.19^{**}
P_4	1.33^{*}	4.05^{*}	2.83^{*}	$*1.43^{*}$	0.45^{**}
P_5	0.58^{*}	5.05^{*}	4.41	1.43^{*}	0.45^{**}
P_6	-0.79^{*}	-5.36^{*}	-4.62^{*}	-0.86^{*}	-0.50^{**}
SE[	0.25	0.26	0.31	0.09	0.02
SE[$g_{(i)}$-	0.38	0.40	0.48	0.14	0.04

P_1، P_2، P_3، P_4، P_5، P_6 تشير للسلالات (إكساد 5، إكساد 14، إكساد 16، إكساد 32، إكساد 44، إكساد 46) على الترتيب.

*** ،** تشير إلى المعنوية على مستوى 5% ،1% على الترتيب**

الجدول (7). تأثيرات القدرة الخاصة على الائتلاف SCA للسلالات الأبوية لكل من الإزهار المؤنث، النضج الفزيولوجي، ارتفاع النبات وطول العرنوس والانتاجية

الهجن	الإزهار المؤنث (يوم)	النضج الفزيولوجي (يوم)	ارتفاع النبات/سم	طول العرنوس/سم	الإنتاجية(طن/هـ)
$P_1 \times P_2$	-1.54*	-2.00*	-0.55	-1.21*	-0.21*
$P_1 \times P_3$	1.45*	4.66**	3.19*	1.19*	0.44*
$P_1 \times$	0.12	-4.91*	-4.89*	-0.43*	-0.41*
$P_1 \times$	1.04*	4.75*	3.69*	0.87*	0.18*
$P_1 \times$	-1.08*	-2.50*	-1.42*	-0.41*	-0.002
$P_2 \times$	-0.99*	-5.16*	-4.18*	-1.05*	-0.32*
$P_2 \times$	1.99*	4.91*	3.06**	1.51*	0.46*
$P_2 \times$	-1.41*	-6.08*	-4.68*	-0.94*	-0.54*
$P_2 \times$	1.95**	8.33*	6.36*	1.68*	0.62*
$P_3 \times$	-0.33	2.58*	2.81*	-0.53*	-0.53*
$P_3 \times$	0.08	0.91*	0.90**	0.51*	0.17*
$P_3 \times$	-0.20	-3.00*	-2.72*	-0.13	-0.11*
$P_4 \times$ F	-0.41	0.33*	0.65**	0.07	0.41*
$P_4 \times$ F	-1.37*	-2.91*	-1.64*	-0.61*	-0.27*
$P_5 \times$ F	0.70	0.08	-0.56	-0.51*	-0.22*
SE[s	0.42	0.26	0.52	0.15	0.
$SE[s_{(i,j)}-s_($	0.67	0.40	0.83	0.24	0.07

P_1، P_2، P_3، P_4، P_5، P_6 تشير للسلالات (إكساد 5، إكساد 14، إكساد 16، إكساد 32، إكساد 44، إكساد 46) على الترتيب.

*** ،** تشير إلى المعنوية على مستوى 5% ،1% على الترتيب**

الاستنتاجات :

– كان تأثير القدرة العامة للسلالات عالي المعنوية في صفات عديدة، حيث تميز في ذلك كل من (P2 و P6) بصفتي الإزهار المؤنث والنضج الفيزيولوجي (يوم)، والسلالة (P5) بصفة ارتفاع النبات (سم)، والسلالة (P4) بصفتي طول العرنوس (سم) والانتاجية طن/هـ.

– كان تأثير القدرة الخاصة عالي المعنويّة عند هجن عديدة أهمها ($P_1 \times P_2$) و ($P_2 \times P_5$) في صفة الإزهار و($P_1 \times P_4$) و ($P_2 \times P_6$) في صفة النضج الفيزيولوجي و ($P_1 \times P_3$) و ($P_2 \times P_5$) في صفة ارتفاع النبات و ($P_1 \times P_3$) و ($P_2 \times P_6$) في صفة طول العرنوس و ($P_3 \times P_5$) في صفة الانتاجية مشيراً ذلك إلى التباعد الوراثي والجغرافي بين السلالات الأبويّة الداخلة في عمليّة التهجين.

– كان تباين القدرة العامّة والخاصّة على الائتلاف معنويّاً في معظم الصفات المدروسة، مشيراً إلى تساوي نسبة مساهمة كلٍّ من الفعلين الوراثيين التراكمي واللاتراكمي في وراثة هذه الصفات.

– بينت نسبة $\sigma^2_{GCA}/\sigma^2_{SCA}$ التي كانت أكبر من الواحد على سيطرة الفعل الوراثي التراكمي على وراثة في صفات ارتفاع النبات طول والعرنوس، صفة عدد الأيام من الزراعة حتى ظهور 50% من النورات المؤنثة ، بينما سيطر الفعل الوراثي اللاتراكمي على صفة الانتاجية، وبيّنت نسبة $\sigma^2_{GCA}/\sigma^2_{SCA}$ التي كانت مقاربة جداً للواحد على خضوع صفة النضج الفزيولوجي لكلا الفعلين الوراثيين التراكمي واللاتراكمي.

المقترحات

–استخدام كلٍّ من السلالتين السلالتان (P_2) ، (P_6) في برامج تطوير غلّة محصول الذرة البيضاء لتميّزهما بقدرةٍ عامّةٍ جيدةٍ على الائتلاف لصفة الانتاجية.

–تفوق التركيب الوراثي (P4) في عدة صفات مثل طول العرنوس (سم) والانتاجية(طن/هـ) لذا يمكن انتخابه واعتماد زراعته لتفوقه في الانتاجية وصفات النمو بعد زراعته في عدة مناطق بيئية وبعدة مواسم.

–متابعة العمل على الهجين ($P_2 \times P_6$) لتفوقه بصفي الباكورية في النضج وطول العرنوس والهجين ($P_3 \times P_5$) لتفوقه بصفة الانتاجية، ولتميزهم بقدرة خاصة معنوية على الائتلاف.

المراجع:

جلاب، يحيى كريدي؛ محمد، سجى عبدالله (2017). تأثير رش تراكيز مختلفة من البوتاسيوم في صفات الحاصل ومكوناته لأصناف من الذرة البيضاء [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] مجلة المثنى للعلوم الزراعية . مجلد (5) .عدد (2)

المجموعة الإحصائية الزراعية السنوية (2022). وزارة الزراعة والاصلاح الزراعي، دمشق، سورية.

مرسي، مصطفى علي (1979). محاصيل الحبوب. مكتبة الأنجلو المصريّة. القاهرة. 403 صفحة.

ياسين، لبيب ابراهيم ؛ عبد، ناظم يونس(2017). تأثير مواعيد الزراعة في صفات الحاصل ومكوناته لصنفين من الذرة البيضاء. مجلة الفرات للعلوم الزراعية. مجلد 9 – عدد4 . ص: 949 - 59 .

Ahnert, D.; M. Lee; D.F. Austin; k. Porter; and G. Dalton(1996). Gentic diversity among elite Sorghum inbred lines assessed with DNA markers and pedigree information. Crop Science (USA). (Sep-Oct1996). V. 36(5) p.1385-1392.

Akbar, M.; M. S. Shakoor.; A. Hussain and M. Sarwar(2008). Evaluation of maize. 3- way crosses through genetic variability, broad sense heritability, characters association and path analysis. J. Agric. Res. 76 (1) 39–43.

Alam, A. M.; S. Ahmed; M. Begum and M.K. Sultan(2008). Heterosis and combining ability for grain yield and its contributing characters in maize. Bangladesh. *J. Agril. Res*., 33(3): 375-379.

Amsalu, A.; T. Bryngelsson and B. Endashaw(2000). Genetic variation of Ethiopian and Eritrean sorghum (Sorghum bicolor (L.) Moench) germplasm assessed by random amplified polymorphic DNA (RAPD). Genetic Resource and Crop Evaluation 47:471-482.

Badhe P. L. and Patil H. S. 1997. Line x testers analysis in sorghum. Ann. Agric. Res., 18: 281-284.

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

-Unay, A.; H. Basal; and C.

Griffing, B. (1956). Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems. Aust. J. of Boil. Sci. 9 463 – 493.

Henzell, . D. B. (2007). Strategy for the Global Ex Situ Conservation of Sorghum Genetic Diversity . (GRDC). Australia.

Hovny, M. R.; A. EI-Nagouly; and E.A. Hassaballa (2003). Combining ability and heterosis in grain sorghum. Aust. J. Agric. Sci.. 31: 1-16. Konak (2004). Inheritance of grain yield in a Half-Diallel maize population. *Turk. J. Agric*., 28: 239-244.

Marisol G.; S. Sinagawa-Garcia; A. Gutiérrez-Diez; H. Williams-Alanis and F. Zavala Garcia (2O2O)Thermoto1erance in sorghum lines [Sorghum bicolor (L.) Moench] for grain. Rev. Mex. Cienc. Agric. vol. 11 num. 1 January 01 - February 14.

Menezes, C. B.; D.C. Saldanha; C.V. Santos; L. Andrade; and F.D. Tardin (2015). Evaluation of grain yield in sorghum hydrids under water stress. Gen. Mol. Res. Brazil. 14(4):12675-12683

Pillai M. A.; P. Rangaswamy; N. Nadarajan; C. Vanniarajan; and J. Ramalingam(2005). Combining ability analysis for panicle characters in sorghum. Indian J. Agric. Res., 29: 98-102.

Prakash, R.; K. Ganesamurthy; A. Nirmalakumari; P. Nagarajan (2010). Combining ability for fodder yield and its components in Sorghum (Sorghum bicolor L.). Electronic Journal of Plant Breeding 1:124–128.

Ramakrishnan, N. (2000). Development of heterotic hybrids in sorghum resistance to downy mildew. M.Sc. Thesis, Tamil Nadu Agricultural University, Coimbatore 3, India.

Rafiq S.M.; R. Madhusudhana, and A.U. Umakanth (2003). Heterosis in postrainy season sorghum under shallow and medium-deep soils. International Sorghum Millets Newsletter. 44: 17-21.

Rafiq, S.M.; R.Y. Thete; R. Madhusudhana; and A.U. Umakanth (2002). Combining ability studies for grain yield and its components in postrainy season sorghum grown in medium-deep and shallow soils. International Sorghum Millets Newsletter 44: 33-37.

Rao, P.S.; M. Blümmel; B. Reddy(2012). Enhancement of in vitro digestibility of sorghum (*Sorghum bicolor* (L) Moench) in brown midrib (bmr) mutant derivatives of bmr1 and bmr7. European Journal of Plant Science and Biotechnology 6:76–80.

Sprague, G. F.; and L. A. Tatum (1942). General vs. specific combining ability in single crosses of corn. J. Amer. Soc. Agronomy 34: 923-939.

Umakanth, A.V.; K. Madhusudhana; P. Madhavi Latha; K. Hema; and S. Kaul(2002). Genetic architecture of yield and its contributing characters in postrainyseason sorghum. *International Sorghum and Millets*.

Ünay, A.; H. Basal and C. Konak (2004). Inheritance of grain yield in a Half-Diallel maize population. *Turk. J. Agric*., 28: 239-244

Yan, W.; and L. A. Hunt (2002). Biplot analysis of diallel data. Crop Sci. 42:21–30.

Study of genetic variations and the ability to compatible in the semi -recipient *Sorghum bicolor* L.

Ola Qajou [(1)*], Razan Al -Najjar [(2)] and Doaa Hamwi [(1)]

(1). crop department at the Faculty of Agriculture, Tishreen University, Lattakia - Syria.

(2). General Authority for Agricultural Scientific Research-Damascus-Syria.

(*Corresponding author: Ola Qajou . E-Mail: olakajo0932@yahoo.com).

Received: 15/05/2024 Accepted:1/08/2024

Abstract

The research was implemented by the research in the Department of Corn Research (1 Ayar Station) of the Crop Research Department at the General Commission for Scientific n Research (GCSAR) in the Agricultural seasons 2022 and 2023. In the research, six Inbred Lines breed is used in a high degree of genetic purity 95%. In the flowering stage, all the required hybrids were conducted between the strains except for the reverse hybrids according to the Half Diall Cross, with the aim of studying the general and specific ability and effects And the length of the matholor, physiological maturity and productivity. The results showed the variation of all the studied qualities morally, in addition to the dominance of the cumulative heritage action in

inheriting the characteristics of the number of days of agriculture to the flowering of 50% of the plants, the length of the matholor, the productivity, and the cumulative to the characteristic of the height of the additional and additional genetic verbs to the characteristic of the physiological maturity of their one correct comparison. The results indicated that seven hybrids enjoyed a special ability to the coalition of the attribute of the physiological maturity, and the additional genetic act dominated the inheritance of the characteristic of the length of the trumpet, and the control of the additional genetic action on the inheritance of the attribute of love, and these results give the basis for follow -up of the removal of the context in subsequent generations, especially for the productivity indicator.

Keywords: *Sorghum bicolor*, general ability to compatible, private headquarters on genetic variation.