

السلوكية الوراثية لبعض الصفات الكمية لدى هجن فردية من الذرة الصفراء (*Zea mays* L.)

د. علي ونوس*⁽¹⁾ وسمير الأحمد⁽²⁾ وغسان اللحام⁽¹⁾ ووزان النجار⁽¹⁾ والياس عويل⁽¹⁾ وريم المنصور⁽¹⁾

- (1). قسم أبحاث الذرة الصفراء، إدارة بحوث المحاصيل، الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية، دمشق، سورية.
(2). مركز البحوث العلمية الزراعية في طرطوس، الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية، دمشق، سورية.
(* للمراسلة: د. علي ونوس. البريد الإلكتروني: aliwannows@yahoo.com).

تاريخ القبول: 2017/03/27

تاريخ الاستلام: 2017/02/11

الملخص:

تُقدت عملية تهجين نصف تبادلية بين ست سلالات من الذرة الصفراء مربية ذاتياً في قسم بحوث الذرة التابع للهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية في سورية خلال الموسمين الزراعيين 2010 و 2011 بهدف تقدير القدرة العامة والخاصة على التوافق وكذلك قوة الهجين لصفات الغلة الحبيبة (طن/هكتار)، ارتفاع العرنوس (سم)، طول وقطر العرنوس (سم) وصفة الإزهار المؤنث (يوم) بالمقارنة مع الهجين باسل-1 والهجين سبيرو S-4-985 لتحديد أفضل الهجن من حيث الكفاءة الإنتاجية في تجربة صُممت وفق القطاعات الكاملة العشوائية، بثلاثة مكررات. أظهرت النتائج أن تباين السلالات والهجن كان عالي المعنوية في توريث جميع الصفات المدروسة وأظهرت القدرة العامة والخاصة على التوافق تبايناً معنوياً في توريث كل الصفات عدا تباين القدرة الخاصة على التوافق لصفة ارتفاع العرنوس. يبين ذلك مساهمة كل من الفعلين الوراثيين التراكمي واللاتراكمي في وراثة معظم هذه الصفات. بيّنت نسبة تباين القدرة العامة على تباين القدرة الخاصة $\sigma^2_{GCA}/\sigma^2_{SCA}$ سيطرة الفعل الوراثي التراكمي في وراثة كل من صفة ارتفاع العرنوس وطول العرنوس وسيطرة الفعل الوراثي اللاتراكمي على وراثة كل من صفة الإزهار المؤنث والغلة الحبيبة ومساهمة كل من الفعلين الوراثيين التراكمي واللاتراكمي في وراثة صفة قطر العرنوس. أبدت جميع الهجن قيم قوة هجين موجبة عالية المعنوية قياساً لمتوسط الأبوين والأب الأفضل لجميع الصفات المدروسة. كما أبدت السلالتان IL.766-06 و IL.792-06 قدرة عامة جيدة على التوافق لصفة الغلة الحبيبة. وأظهرت أربعة هجن قدرة خاصة جيدة على التوافق لصفة الغلة الحبيبة، ما يؤكد ضرورة إدخالها في تجارب الكفاءة الانتاجية لاسيما الهجين (IL.459-06 × IL.292-06).

الكلمات المفتاحية: الذرة الصفراء، التهجين نصف التبادلي، القدرة العامة والخاصة على التوافق، قوة الهجين.

المقدمة:

تنتمي الذرة الصفراء *Zea mays* L إلى القبيلة Maydeae والفصيلة النجيلية Poaceae وهي من النباتات العشبية الحولية، أحادية المسكن Monoecious، التي تحمل الأزهار المذكورة في أعلى النبات، والأزهار المؤنثة في إبط أحد الأوراق عند منتصف النبات، تشمل القبيلة Maydeae ثمانية أجناس، أهمها الجنس *Zea* الذي يضم النوع *Mays* (الساھوكي، 1990). يُعتقد أن الموطن الأصلي للذرة الصفراء هو المكسيك وأمريكا الوسطى وبالتحديد المكسيك وغواتيمالا (Beadle, 1939; Galinat, 1988). تحلّ الذرة الصفراء في سورية المركز الثالث بعد القمح والشعير من حيث المساحة المزروعة في عام 2013 (30 ألف هكتاراً) أنتجت 109 ألف طناً وبمتوسط مردود قدره 3.6 طن/هكتار (وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي، 2013). يُستخدم محصول الذرة الصفراء في تغذية الإنسان ويُقدّم كعلف للحيوانات، وله استخدامات طبية عديدة كما يُعدّ مادة أولية في الصناعة، حيث يدخل في تغذية الإنسان إما مقلّياً أو مشويماً أو مسلوقاً، كما يُخلط دقيقه مع دقيق القمح لإنتاج الخبز وصناعة الحلويات (Rooney and serna-saldivar, 2003).

تُعرف ظاهرة قوة الهجين بأنها الزيادة في معدل النمو والغلة والحيوية. كما عُرّفت بأنها تفوق الجيل الأول F_1 الهجين على سلالاته الأبوية المرباة داخلياً، ويتجلى هذا التفوق من خلال التأثير في الصفات الكمية كالغلة، والتأثيرات في الصفات الحيوية كالمحافظة على الصفات الاقتصادية، وزيادة الكتلة الحيوية، ومعدل النمو والإخصاب، أما التأثيرات الفيزيولوجية فتتجلى في مقاومة الأمراض والحشرات وتحمل الإجهادات اللاإحيائية (Keeble and Pellew, 1910; Bruce, 1910).

تحدث قوة الهجين عند تلقيح سلالات مربية ذاتياً من نوع واحد تختلف عن بعضها وراثياً ويكون ارتباطها الوراثي (من حيث صلة النسب بينها) قليلاً أو معدوماً، ولا يشترط لظهور قوة الهجين أن تكون الآباء المستعملة في إنتاج الهجن ضعيفة النمو أو تعاني التدهور المصاحب للتربية الذاتية، حيث تظهر قوة الهجين في معظم النباتات ذاتية وخطية التلقيح (حسن، 1991).

وجد (Abd EL- Aty and Katta, 2002) عند استخدام التهجين نصف التبادلي بين سبعة هجن فردية من الذرة الصفراء، قيماً مرغوبة لقوة الهجين قياساً لمتوسط الأبوين والأب الأفضل لكل من صفة الغلة ومكوناتها، وصفة ارتفاع العرنوس، وصفة عدد الأيام من الزراعة حتى ظهور 50% من النورات المؤنثة، كما خلصت نتائج الباحثين (Shafey et al., 2003) إلى وجود قيم مرغوبة لقوة الهجين قياساً لمتوسط الأبوين لصفة الغلة ومكوناتها، وارتفاع العرنوس، وصفة عدد الأيام من الزراعة حتى ظهور 50% من النورات المؤنثة، وذلك عند العمل على 28 هجيناً فردياً ناتجة عن التهجين نصف التبادلي بين ثماني سلالات مربية داخلياً من الذرة الصفراء. كما أتت نتائج (Ojo et al., 2007) مؤكدة وجود قوة هجين قياساً للأب الأعلى في 21 هجيناً فردياً ناتجة عن التهجين نصف التبادلي بين سبع سلالات مربية داخلياً من الذرة الصفراء، وذلك لكل من صفة الغلة الحبيبية وطول وقطر العرنوس.

يُعبّر مفهوم القدرة على التوافق Combining ability عن المقدرة النسبية لسلالة ما مربية ذاتياً على نقل صفات خاصة أو مرغوبة للهجن الناتجة عنها عند تهجينها مع سلالة أخرى مربية ذاتياً (Chaudhari, 1971). يُعتبر هذا المفهوم هاماً لتقدير الطاقة الكامنة للسلالات المربية ذاتياً وتحديد طبيعة الفعل الوراثي في الصفات الكمية 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} ولتباين 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 محددة مع كل سلالة إن كان أفضل أو أسوأ نسبياً مما هو متوقع بناءً على متوسط سلوك السلالات الداخلة في التهجينات. أكد (Sedhom, 1994) أن الفعل الوراثي التراكمي سيطر على وراثته كل من صفة ارتفاع العرنوس وقطر العرنوس بينما سيطر الفعل الوراثي اللاتراكمي على وراثته صفة الغلة الحبيبية للنبات، طول العرنوس وصفة عدد الأيام من الزراعة حتى ظهور 50% من النورات المؤنثة. أشار (EL-Hosary et al., 1994) إلى أهمية الفعل الوراثي اللاتراكمي في وراثته كل من صفة عدد الأيام من الزراعة حتى ظهور 50% من النورات المؤنثة وصفة عدد الصفوف بالعرنوس في حين سيطر الفعل الوراثي التراكمي على وراثته باقي الصفات. بينت نتائج (Abd EL- Aty and Katta, 2002) أن الفعل الوراثي اللاتراكمي كان أكثر أهمية في وراثته معظم الصفات في حين سيطر الفعل الوراثي التراكمي على وراثته كل من صفة طول وقطر العرنوس. تهدف هذه الدراسة إلى تحديد آلية توريث بعض الصفات الكمية من خلال تقدير القدرة العامة GCA والخاصة SCA على التوافق. وكذلك تقدير قوة الهجين قياساً لمتوسط الأبوين والأب الأفضل.

مواد البحث وطرقه:

استخدمت ست سلالات مربية ذاتياً من الذرة الصفراء Inbred lines P_1 (IL.766-06), P_2 (IL.792-06), P_3 (IL.459-06), P_4 (IL.292-06), P_5 (IL.565-06), P_6 (IL.362-06) على درجة عالية من النقاوة الوراثية (95%) متباعدة وراثياً تم الحصول عليها من البنك الوراثي في قسم بحوث الذرة، الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية، سورية. بالإضافة إلى هجيني المقارنة باسل 1- وسبيرو 985-4-S في الموسمين الزراعيين 2010 و 2011. زُرعت حبوب السلالات بتاريخ 2010/5/7 وفي مرحلة الإزهار تم إجراء التهجين بين السلالات بكل التوافق عدا العكسية وذلك للحصول على الحبوب الهجينة لخمسة عشر هجيناً فردياً، وزُرعت هذه الحبوب F_1 وكذلك حبوب السلالات الأبوية الستة في موسم 2011 وفق تصميم القطاعات الكاملة العشوائية RCBD وبثلاث مكررات، حيث زرع كل مدخل في أربعة خطوط بطول 6 م لكل خط وبمسافة 70 سم بين الخط والآخر و 25 سم بين نباتات الخط الواحد، قُدمت كافة العمليات الزراعية من عزيق وتسميد وتقليم وبناءً على توصيات وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي المتعلقة بالعمليات الزراعية المطلوبة لخدمة محصول الذرة الصفراء، أخذت القراءات الحقلية على عشرة نباتات محاطة لصفات عدد الأيام من الزراعة حتى ظهور 50% من النورات المؤنثة (يوم)، وارتفاع العرنوس (سم)، وطول العرنوس (سم)، وقطر العرنوس (سم)، والإنتاجية من الحبوب (طن/هكتار). جُمعت البيانات لكافة القراءات وبُويت باستخدام برنامج Excel، حيث تم حساب القدرة العامة GCA والخاصة SCA على التوافق وتأثيرات كل منهما إضافة لحساب مكونات التباين باستخدام الطريقة الرابعة Method 4 الموديل الثاني Model 2 للعالم (Griffing, 1956). حسبت قيم قوة الهجين قياساً لمتوسط الأبوين والأب الأفضل باستخدام برنامج Excel وفقاً للعالمين (Singh and Chaudhary, 1977) وقُدّرت معنوية قوة الهجين باستخدام اختبار T- Test وفق العالم (Wynne et al., 1970).

النتائج والمناقشة:

عدد الأيام من الزراعة وحتى ظهور 50% من النورات المؤنثة:

تحليل التباين ومقارنة المتوسطات:

تبيّن نتائج تحليل التباين في الجدول (1) وجود تباين عالي المعنوية بين السلالات وكذلك الهجن، مما يدلّ على التباين الوراثي بين السلالات المستخدمة في عملية التهجين. وانسجمت هذه النتيجة مع النتائج التي توصل إليها (Sedhom, 1994; EL- Hosary et al., 1994). تراوحت متوسطات السلالات (الجدول 2) لصفة عدد الأيام من الزراعة حتى ظهور 50% من النورات المؤنثة من 61.7 يوم (P4) إلى 75.7 يوم (P1) وبمتوسط عام قدره 67.4 يوم، حيث أشارت هذه النتائج إلى أنّ السلالة (P4) كانت أكثر السلالات الأبوية تكيّراً مشيراً ذلك إلى إمكانية اعتماد هذه السلالة في برامج التربية الهادفة لإنتاج هجن مبكرة الإزهار. تراوحت متوسطات الهجن (الجدول 3) من 55 يوم (P5 × P3) إلى 64 يوم (P3 × P1) وبمتوسط عام قدره 57.9 يوم، وأشارت النتائج إلى عدم تفوق أيّ من الهجن الناتجة على هجين المقارنة باسل-1، بينما تفوق ستة هجن بفروقات عالية المعنوية على هجين المقارنة سيبرو (S-4-985) وتبيّن أنّ الهجين (P5 × P3) كان أكثر الهجن تكيّراً.

قوة الهجين:

تشير نتائج قوة الهجين إلى وجود قيم عالية المعنوية قياساً لمتوسط الأبوين والأب الأفضل (الجدول 4)، حيث تراوحت قيم قوة الهجين من -18.95 (P6 × P3) إلى -9.32 (P6 × P5) ومن -17.96 (P6 × P3) إلى -4.12 (P2 × P1) قياساً لمتوسط الأبوين والأب الأفضل على التوالي. إذ أنه من المعروف أن الهجن تكون أكثر تكيّراً من سلالاتها الأبوية. توافقت هذه النتائج مع (Shafey et al., 2003).

القدرة على التوافق:

أظهرت القدرة العامة والخاصة على التوافق الجدول (1) تبايناً عالي المعنوية مما يشير إلى مساهمة كل من الفعل الوراثي التراكمي واللاتراكمي في وراثة صفة عدد الأيام من الزراعة حتى ظهور 50% من النورات المؤنثة، وجاءت نسبة $\sigma^2_{GCA}/\sigma^2_{SCA}$ التي كانت أقل من الواحد (0.26) لتبيّن سيطرة الفعل الوراثي اللاتراكمي على وراثة هذه الصفة. وأكّدت هذه النتيجة قيمة درجة السيادة التي كانت أكبر من الواحد (1.39)، حيث كان تباين الفعل الوراثي التراكمي (2.36) تقريباً نصف تباين الفعل الوراثي السيادي (4.58). توافقت هذه النتيجة مع نتائج (Abd EL- Aty and Katta, 2002).

تراوحت قيم تأثيرات القدرة العامة على التوافق (الجدول 5) من -1.75 (P4) إلى 2.583 (P1) وبيّنت هذه التأثيرات أنّ كلّ من السلالة (P5)، (P4) كانت أكثر السلالات تآلفاً لصفة عدد الأيام من الزراعة حتى ظهور 50% من النورات المؤنثة.

تراوحت قيم تأثيرات القدرة الخاصة على التوافق (الجدول 6) من -2.183 (P6 × P1) إلى 3.567 (P3 × P1) وبيّنت هذه التأثيرات أنّ كلّاً من الهجن (P4 × P1)، (P6 × P3)، (P6 × P1) كانت الأكثر تكيّراً في صفة عدد الأيام من الزراعة حتى ظهور 50% من النورات المؤنثة.

ارتفاع العرنوس (سم):

تحليل التباين ومقارنة المتوسطات:

بيّنت نتائج تحليل التباين في الجدول (1) وجود تباين عالي المعنوية لكل من السلالات الأبوية والهجن لصفة ارتفاع العرنوس ما يدلّ على وجود التباين الوراثي بين السلالات الداخلة في تكوين الهجن، وجاءت هذه النتيجة متوافقة مع نتائج (EL- Hosary et al., 1994). تراوحت متوسطات السلالات لصفة ارتفاع العرنوس (الجدول 2) من 55.3 سم (P6) إلى 109.2 سم (P1) وبمتوسط عام قدره 73.2 سم. تراوحت متوسطات الهجن لصفة ارتفاع العرنوس (الجدول 3) من 92.2 سم (P6 × P4) إلى 165.6 سم (P3 × P1) وبمتوسط عام قدره 122.8 سم، وأظهرت نتائج مقارنة المتوسطات تفوق الهجين (P6 × P4) بفروقات معنوية على هجين المقارنة باسل-1، بينما تفوق أحد عشر هجناً بفروقات معنوية على هجين المقارنة سيبرو (S-4-985).

قوة الهجين:

أبدت الهجن الناتجة قيم قوة هجين عالية المعنوية قياساً لمتوسط الأبوين والأب الأفضل لصفة ارتفاع العرنوس (الجدول 4) حيث تراوحت قيم قوة الهجين من 25.26 (P4 × P1) إلى 102.27 (P6 × P2) ومن 60.23 (P5 × P4) إلى 139.75 (P2 × P1) قياساً لمتوسط الأبوين والأب الأفضل على التوالي. انسجمت هذه النتائج مع ما توصل إليه (Abd EL- Aty and Katta, 2002).

القدرة على التوافق:

كان تباين القدرة العامة على التوافق عالي المعنوية (الجدول 1) بينما أظهرت القدرة الخاصة على التوافق SCA تبايناً غير معنوياً لصفة ارتفاع العرنوس مما يدلّ على سيطرة الفعل الوراثي التراكمي على وراثة هذه الصفة وبلغ تباين الفعل الوراثي التراكمي (558.46) في حين كان تباين الفعل الوراثي السيادي (35.39) وتوافقت هذه النتيجة مع نتائج (Sedhom, 1994).

تراوحت تأثيرات القدرة العامة على التوافق (الجدول 5) من -20.426 (P4) إلى 22.066 (P1) وكانت السلالة (P4) أكثر السلالات قدرةً عامةً على التوافق لصفة ارتفاع العرنوس تلتها السلالة (P6).

تراوحت تأثيرات القدرة الخاصة على التوافق (الجدول 6) من -19.441 (P6 × P5) إلى 10.552 (P5 × P4) وأبدى الهجين (P6 × P5) قدرةً خاصةً مفيدةً لكنّها غير معنوية لصفة ارتفاع العرنوس.

طول العرنوس (سم):

تحليل التباين ومقارنة المتوسطات:

يُظهر الجدول (1) تباين عالي المعنوية لكلّ من السلالات والهجن لصفة طول العرنوس مبيناً التباعد الوراثي بين تلك السلالات وتوافق ذلك مع نتائج *Ojo et al.*, (2007). تراوحت متوسطات السلالات لصفة طول العرنوس (الجدول 2) من 14.5 سم (P3) إلى 17.3 سم (P4)، ويمتوسط عام قدره 16.5 سم حيث أشار جدول المتوسطات إلى أنّ كلا السلالتين (P4) و (P2) كانتا الأعلى قيمةً لصفة طول العرنوس. تراوحت متوسطات الهجن لصفة طول العرنوس (الجدول 3) من 17.7 سم (P6×P3) إلى 22.1 سم (P5×P2) ويمتوسط عام قدره 20.7 سم، وأظهرت نتائج مقارنة المتوسطات تفوق جميع الهجن بفروقاتٍ موجبة عالية المعنوية على هجين المقارنة باسل-1 عدا الهجين (P6×P3) الذي كان من فئة الشاهد باسل-1 وبفروقاتٍ موجبة غير معنوية، بينما كان هناك ثلاثة هجن من فئة هجين المقارنة سبيرو (S-4-985) وبفروقاتٍ سالبة غير معنوية. حيث تبرز أهمية طول العرنوس في أنّ التراكيب الوراثية ذات العرائس الطويلة تتميز بعدد أكبر من الحبوب وبالتالي تزداد غلتها في وحدة المساحة شريطة محافظة الحبوب على حجمٍ أو وزنٍ جيد. وعليه فقد أشار مرسى، (1979) إلى أهمية استنباط طرز ذات كيزان كبيرة الحجم لتحسين غلة محصول الذرة الصفراء في وحدة المساحة.

قوة الهجين:

أظهرت الهجن بالنسبة لصفة طول العرنوس قوة هجين عالية المعنوية (الجدول 4) حيث تراوحت قيم قوة الهجين من 14.22 (P6×P3) إلى 33.05 (P3×P2) ومن 7.04 (P6×P3) إلى 28.06 (P5×P2) قياساً لمتوسط الأبوين والأب الأفضل على التوالي.

تناغمت هذه النتائج مع ما وجدته *Ojo et al.*, (2007).

القدرة على التوافق:

أشارت نتائج تحليل التباين للقدرة على التوافق (الجدول 1) إلى وجود تباين معنوي للقدرة العامة والخاصة على التوافق مشيراً إلى مساهمة كلّ من الفعل الوراثي التراكمي واللاتراكمي في وراثية صفة طول العرنوس، وجاءت نسبة $\sigma^2_{GCA}/\sigma^2_{SCA}$ التي كانت أكبر من الواحد (2.32) لتبيّن سيطرة الفعل الوراثي التراكمي على وراثية هذه الصفة. وأكدت هذه النتيجة قيمة درجة السيادة التي كانت أقل من الواحد (0.46)، حيث كان تباين الفعل الوراثي التراكمي (1.24) أكبر بخمسة أضعاف تقريباً من تباين الفعل الوراثي السيايدي (0.27). توافقت هذه النتيجة مع نتائج *Ojo et al.*, (2007). تراوحت تأثيرات القدرة العامة على التوافق (الجدول 5) من -1.422 (P3) إلى 0.719 (P2) وقد تميّزت السلالتان (P5) و (P2) بقدرةٍ عامّةٍ جيّدةٍ على التوافق لصفة طول العرنوس. تفاوتت تأثيرات القدرة الخاصة على التوافق (الجدول 6) من -0.923 (P6 × P3) إلى 1.132 (P3 × P2) وقد تميّز كلا الهجينين (P6 × P5، P3 × P2) بقدرةٍ خاصّةٍ جيدةٍ على التوافق لصفة طول العرنوس.

قطر العرنوس (سم):

تحليل التباين ومقارنة المتوسطات:

يُظهر الجدول (1) تبايناً عالي المعنوية لكلّ من السلالات والهجن لصفة قطر العرنوس مما يدلّ على وجود التباعد الوراثي بين السلالات الأبوية، وهذا ما توصلت إليه العديد من الدراسات التي تناولت هذا الموضوع (*Sedhom, 1994; EL-Hosary et al., 1994; Abd EL- Aty and Katta, 2002; Ojo et al., 2007*). تراوحت متوسطات السلالات لصفة قطر العرنوس (الجدول 2) من 3.9 سم (P1) إلى 5.0 سم (P6) بمتوسط عام وقدره 4.4 سم. كما تراوحت متوسطات الهجن (الجدول 3) من 5.2 سم (P4×P2) إلى 5.6 سم (P6×P3) ويمتوسط عام قدره 5.4 سم. وأشارت نتائج مقارنة المتوسطات إلى تفوق جميع الهجن بفروقاتٍ موجبة عالية المعنوية على هجين المقارنة باسل-1 بينما أبدى ثلاثة عشر هجيناً فروقاتٍ موجبة معنوية على هجين المقارنة سبيرو (S-4-985).

قوة الهجين:

أبدت جميع الهجن قيم قوة هجين موجبة عالية المعنوية بالنسبة لصفة قطر العرنوس (الجدول 4) تراوحت قيمها من 11.10 (P6×P5) إلى 32.50 (P3×P1) ومن 5.33 (P6×P4) إلى 27.24 (P3×P1) قياساً لمتوسط الأبوين والأب الأفضل على الترتيب.

ينسجم ذلك مع *Shafey et al.*, (2003).

القدرة على التوافق:

يُظهر الجدول (1) تباين عالي المعنوية للقدرة العامة GCA والخاصة SCA على التوافق ما يشير إلى مساهمة كلا الفعلين الوراثيين التراكمي واللاتراكمي في وراثته هذه الصفة، وأظهرت نسبة $\sigma^2_{GCA}/\sigma^2_{SCA}$ التي كانت مساوية للواحد تساوي نسبة مساهمة كل من الفعل الوراثي التراكمي واللاتراكمي في وراثته صفة قطر العرنوس وجاءت درجة السيادة (0.67) التي كانت أقل من الواحد لترجح سيطرة الفعل الوراثي التراكمي على وراثته صفة قطر العرنوس، حيث كان تباين الفعل الوراثي التراكمي (0.011) أكبر بمرتين تقريباً من تباين الفعل الوراثي السياتي (0.005). توافقت هذه النتائج مع نتائج (EL-Hosary et al., 1994). تراوحت تأثيرات القدرة العامة على التوافق (الجدول 5) من -0.122 (P4) إلى 0.108 (P6) وبينت هذه التأثيرات أن السلالة (P6) تمتلك قدرة عامة جيدة على التوافق لصفة قطر العرنوس تلتها السلالة (P3). تراوحت تأثيرات القدرة الخاصة على التوافق (الجدول 6) من -0.113 (P3×P2) إلى 0.091 (P2×P1) وتميز الهجين (P2×P1) بقدرة خاصة جيدة على التوافق لصفة قطر العرنوس تلاه الهجين (P5×P3) ثم الهجين (P5×P4).

الغلة الحبيبة (طن/هكتار):

تحليل التباين ومقارنة المتوسطات:

أبدت السلالات والهجن تباينات عالية المعنوية لصفة الغلة الحبيبة (الجدول 1) مشيرة إلى التباعد الوراثي بين السلالات وقد تتاغت هذه النتيجة مع نتائج (Sedhom, 1994; Ojo et al., 2007). تراوحت متوسطات السلالات لصفة الغلة الحبيبة الجدول (2) من 3.509 طن/هكتار (P1) إلى 6.948 طن/هكتار (P2) ويمتوسط عام قدره 5.722 طن/هكتار وتراوحت متوسطات الهجن لصفة الغلة الحبيبة (الجدول 3) من 10.315 طن/هكتار (P3×P1) إلى 15.183 طن/هكتار (P2×P1) ويمتوسط عام قدره 12.523 طن/هكتار. وبينت نتائج مقارنة المتوسطات تفوق ثلاثة عشر هجيناً معنوياً على هجين المقارنة باسل-1 بينما لم تبد الهجن تفوقاً معنوياً على هجين المقارنة سبيرو (S-4-985) بل حقق هجينان فروقات سلبية غير معنوية عنه.

قوة الهجين:

أظهرت نتائج قوة الهجين قيماً موجبة عالية المعنوية لصفة الغلة الحبيبة (الجدول 4)، حيث تراوحت قيمها من 82.32 (P6×P5) إلى 190.39 (P2×P1) ومن 72.56 (P6×P3) إلى 118.52 (P2×P1) قياساً لمتوسط الأبوين والأب الأفضل على التوالي. جاءت هذه النتيجة منسجمة مع ما وجدته (Ojo et al., 2007).

القدرة على التوافق:

تبيّن من خلال نتائج تحليل التباين للقدرة على التوافق لصفة الغلة الحبيبة (الجدول 1) وجود تباين عالي المعنوية لكل من القدرة العامة GCA والخاصة SCA على التوافق دلالة على مساهمة كل من الفعل الوراثي التراكمي واللاتراكمي في وراثته هذه الصفة، وجاءت نسبة $\sigma^2_{GCA}/\sigma^2_{SCA}$ التي كانت أقل من الواحد (0.41) لتبيّن سيطرة الفعل الوراثي اللاتراكمي على وراثته صفة الغلة الحبيبة. وأكدت هذه النتيجة درجة السيادة التي كانت أكبر من الواحد (1.10) حيث كان تباين الفعل الوراثي التراكمي (0.74) أقل من تباين الفعل الوراثي السياتي (0.90). توافقت ذلك مع نتائج أبحاث كل من (Sedhom, 1994; Abd EL- Aty and Katta, 2002). تراوحت تأثيرات القدرة العامة على التوافق (الجدول 5) من -1.011 (P3) إلى 1.445 (P2) وأظهرت السلالة (P2) قدرة عامة جيدة على التوافق لصفة الغلة الحبيبة تلتها السلالة (P1).

تراوحت تأثيرات القدرة الخاصة على التوافق (الجدول 6) من -1.349 (P4 × P2) إلى 1.442 (P4 × P3) وأشارت هذه التأثيرات إلى أن كلاً من الهجن (P2×P1)، (P6×P2)، (P4×P3) و (P5×P3) أظهر قدرة خاصة جيدة على التوافق لصفة الغلة الحبيبة.

الجدول 1. تحليل التباين للسلاسل والهجن ومكونات التباين لكل من صفة الإزهار المؤنث وارتفاع وطول وقطر العرنوس والغلة الحبيبة.

الغلة الحبيبة (طن/هكتار)	قطر العرنوس (سم)	طول العرنوس (سم)	ارتفاع العرنوس (سم)	الإزهار المؤنث (يوم)	مصادر التباين
0.31	0.009	0.26	26.20	0.89	Rep Lines
5.27**	0.45**	3.59**	1193.13**	79.69**	Lines
0.35	0.003	0.20	19.10	0.22	Error
10.39	1.26	2.74	5.97	0.70	%CV
1.46	0.007	0.03	1.21	0.41	Rep Crosses
7.30**	0.15**	7.46**	1165.01**	22.11**	Crosses
0.72	0.005	0.51	14.63	0.18	Error
6.78	1.36	3.47	3.12	0.74	%CV
7.90**	0.08**	8.78**	3695.27**	28.07**	GCA
3.45**	0.02**	1.38*	344.52	13.90**	SCA
0.75	0.005	0.58	238.34	0.18	Error
مكونات التباين					
0.37	0.005	0.62	279.23	1.18	σ^2_{GCA}
0.90	0.005	0.27	35.39	4.58	σ^2_{SCA}
0.41	1	2.32	0.26	$\sigma^2_{GCA}/\sigma^2_{SCA}$
0.74	0.011	1.24	558.46	2.36	Additive
0.90	0.005	0.27	35.39	4.58	Dominance
1.10	0.67	0.46	1.39	درجة السيادة (a)

GCA، SCA: القدرة العامة والخاصة على التوافق على التوالي. a: درجة السيادة حسب العلاقة . *، ** المعنوية عند مستوى 5%، 1% على التوالي.

الجدول 2. قيم متوسطات السلاسل لكل من صفة الإزهار المؤنث وارتفاع وطول وقطر العرنوس والغلة الحبيبة.

الغلة الحبيبة (طن/هكتار)	قطر العرنوس (سم)	طول العرنوس (سم)	ارتفاع العرنوس (سم)	الإزهار المؤنث (يوم)	السلاسل
3.509	3.9	16.0	109.2	75.7	P ₁
6.948	4.4	17.3	61.8	64.7	P ₂
4.822	4.3	14.5	83.2	70.3	P ₃
6.050	4.2	17.3	64.5	61.7	P ₄
6.856	4.7	17.2	65.2	63.7	P ₅
6.148	5.0	16.6	55.3	68.7	P ₆
5.722	4.4	16.5	73.2	67.4	المتوسط العام
1.081	0.10	0.8	8.0	0.9	L.S.D 5%
1.538	0.14	1.2	11.3	1.2	L.S.D 1%

P₁، P₂، P₃، P₄، P₅، P₆ تشير للسلاسل الأبوية (IL.362-06، IL.565-06، IL.292-06، IL.459-06، IL.792-06، IL.766-06) على التوالي.

الجدول 3. قيم متوسطات الهجن لكل من صفة الإزهار المؤنث وارتفاع وطول وقطر العرنوس والغلة الحبية.

الغلة الحبية (طن/هكتار)	قطر العرنوس (سم)	طول العرنوس (سم)	ارتفاع العرنوس (سم)	الإزهار المؤنث (يوم)	الهجن
15.183	5.5	21.1	148.2	62.0	$P_1 \times P_2$
10.315	5.5	19.6	165.6	64.0	$P_1 \times P_3$
12.595	5.3	21.9	108.8	57.0	$P_1 \times P_4$
12.441	5.2	21.3	142.4	58.3	$P_1 \times P_5$
12.685	5.5	20.5	127.2	58.7	$P_1 \times P_6$
12.584	5.3	21.1	138.0	57.7	$P_2 \times P_3$
12.340	5.2	21.5	109.6	56.7	$P_2 \times P_4$
13.446	5.3	22.1	118.0	55.3	$P_2 \times P_5$
14.841	5.5	20.5	118.4	59.0	$P_2 \times P_6$
12.676	5.3	19.8	108.1	56.3	$P_3 \times P_4$
12.388	5.5	19.7	133.2	55.0	$P_3 \times P_5$
10.608	5.6	17.7	121.7	56.3	$P_3 \times P_6$
12.412	5.3	21.5	103.4	55.7	$P_4 \times P_5$
11.479	5.3	20.6	92.2	57.0	$P_4 \times P_6$
11.854	5.4	21.7	107.1	60.0	$P_5 \times P_6$
12.523	5.4	20.7	122.8	57.9	المتوسط العام
9.663	4.6	16.6	100.2	52.3	باسل ١
15.218	5.1	22.9	140.2	57.7	S-4-985
1.410	0.1	1.2	6.4	0.7	L.S.D 5%
1.896	0.2	1.6	8.6	1.0	L.S.D 1%

تشير للسلاسل الأبوية ($P_6, P_5, P_4, P_3, P_2, P_1$) IL.362-06، IL.565-06، IL.292-06، IL.459-06، IL.792-06، IL.766-06 على التوالي.

الجدول 4. قيم قوة الهجين قياساً لمتوسط الأبوين (HMP) والأب الأفضل (HBP) لكل من صفة الإزهار المونث وارتفاع وطول وقطر العرنوس والغلة الحبيبة.

الغلة الحبيبة (طن/هكتار- ¹)		قطر العرنوس (سم)		طول العرنوس (سم)		ارتفاع العرنوس (سم)		الإزهار المونث (يوم)		الهجين
HBP	HMP	HBP	HMP	HBP	HMP	HBP	HMP	HBP	HMP	
118.52**	190.39**	23.31**	30.52**	21.99**	26.56**	139.75**	73.26**	-4.12**	-11.64**	$P_1 \times P_2$
113.90**	147.61**	27.24**	32.50**	21.93**	28.13**	99.00**	72.08**	-9.01**	-12.33**	$P_1 \times P_3$
108.20**	163.54**	26.95**	30.29**	26.52**	31.27**	68.65**	25.26**	-7.57**	-16.99**	$P_1 \times P_4$
81.47**	140.07**	10.88**	20.82**	24.05**	28.35**	118.24**	63.20**	-8.38**	-16.27**	$P_1 \times P_5$
106.34**	162.72**	10.05**	23.13**	23.44**	25.46**	130.22**	54.69**	-14.56**	-18.71**	$P_1 \times P_6$
81.12**	113.83**	19.55**	21.61**	22.28**	33.05**	123.30**	90.35**	-10.83**	-14.57**	$P_2 \times P_3$
77.60**	89.88**	17.90**	21.69**	24.59**	24.59**	77.40**	73.56**	-8.11**	-10.29**	$P_2 \times P_4$
93.51**	94.81**	11.51**	15.00**	28.06**	28.43**	90.89**	85.73**	-13.09**	-13.77**	$P_2 \times P_5$
113.60**	126.66**	10.19**	16.88**	18.71**	21.22**	114.22**	102.27**	-8.76**	-11.50**	$P_2 \times P_6$
109.54**	133.19**	24.05**	25.91**	14.27**	24.34**	67.56**	46.39**	-8.65**	-14.65**	$P_3 \times P_4$
80.70**	112.16**	15.61**	21.21**	14.45**	24.21**	104.14**	79.43**	-13.61**	-17.91**	$P_3 \times P_5$
72.56**	93.40**	11.19**	19.84**	7.04*	14.22**	120.15**	75.73**	-17.96**	-18.95**	$P_3 \times P_6$
81.05**	92.36**	11.44**	18.51**	24.49**	24.86**	60.23**	59.36**	-9.73**	-11.17**	$P_4 \times P_5$
86.73**	88.22**	5.33**	15.10**	19.09**	21.62**	66.83**	53.92**	-7.57**	-12.53**	$P_4 \times P_6$
72.90**	82.32**	7.92**	11.10**	26.48**	28.79**	93.73**	77.70**	-5.76**	-9.32**	$P_5 \times P_6$

$P_1, P_2, P_3, P_4, P_5, P_6$ تشير للسلاطات الأبوية (IL.362-06, IL.565-06, IL.292-06, IL.459-06, IL.792-06, IL.766-06) على التوالي.

HBP, HMP تشير إلى متوسط الأبوين والأب الأفضل على التوالي.

*, ** تشير إلى المعنوية عند مستوى 1%, 5% على التوالي.

الجدول 5. تأثيرات القدرة العامة على التوافق GCA للسلاطات الأبوية لكل من صفة الإزهار المونث وارتفاع وطول وقطر العرنوس والغلة الحبيبة.

الغلة الحبيبة (طن/هكتار)	قطر العرنوس (سم)	طول العرنوس (سم)	ارتفاع العرنوس (سم)	الإزهار المونث (يوم)	السلاطات
0.151	0.024	0.186	22.066**	2.583**	P_1
1.445**	-0.016	0.719**	7.066	0.250*	P_2
-1.011**	0.062**	-1.422**	15.658**	-0.083	P_3
-0.278	-0.122**	0.432*	-20.426**	-1.750**	P_4
-0.019	-0.056**	0.711**	-7.507	-1.333**	P_5
-0.287	0.108**	-0.626**	-16.857**	0.333**	P_6
0.228	0.019	0.200	4.068	0.111	$S_{E[g(i)]}$
0.353	0.029	0.310	6.303	0.171	$SE_{[g(i)-g(j)]}$

$P_1, P_2, P_3, P_4, P_5, P_6$ تشير للسلاطات الأبوية (IL.362-06, IL.565-06, IL.292-06, IL.459-06, IL.792-06, IL.766-06) على التوالي.

*, ** تشير إلى المعنوية عند مستوى 5%, 1% على التوالي. SE الخطأ المعياري.

الجدول 6. تأثيرات القدرة الخاصة على التوافق SCA للهجن لكل من صفة الإزهار المؤنث وارتفاع وطول وقطر العرنوس والغلة الحبية.

الغلة الحبية (طن/هكتار)	قطر العرنوس (سم)	طول العرنوس (سم)	ارتفاع العرنوس (سم)	الإزهار المؤنث (يوم)	الهجن
1.065*	0.091**	-0.527	-1.746	1.233**	$P_1 \times P_2$
-1.348**	-0.004	0.082	7.063	3.567**	$P_1 \times P_3$
0.200	0.007	0.544	-13.587	-1.767**	$P_1 \times P_4$
-0.214	-0.103**	-0.285	7.027	-0.850**	$P_1 \times P_5$
0.298	0.010	0.186	1.244	-2.183**	$P_1 \times P_6$
-0.372	-0.113**	1.132**	-5.504	-0.433*	$P_2 \times P_3$
-1.349**	-0.003	-0.323	2.213	0.233	$P_2 \times P_4$
-0.504	-0.033	-0.002	-2.373	-1.517**	$P_2 \times P_5$
1.161**	0.058	-0.281	7.410	0.483*	$P_2 \times P_6$
1.442**	0.006	0.036	-7.879	0.233	$P_3 \times P_4$
0.895*	0.083*	-0.327	4.235	-1.517**	$P_3 \times P_5$
-0.617	0.029	-0.923*	2.085	-1.850**	$P_3 \times P_6$
0.186	0.070*	-0.331	10.552	0.817**	$P_4 \times P_5$
-0.479	-0.080*	0.073	8.702	0.483*	$P_4 \times P_6$
-0.363	-0.017	0.944**	-19.441	3.067**	$P_5 \times P_6$
0.386	0.032	0.339	6.904	0.188	$S_{E[s(i,j)]}$
0.611	0.050	0.537	10.917	0.297	$SE_{[s(i,j)-s(i,k)]}$

$P_1, P_2, P_3, P_4, P_5, P_6$ تشير للسلاسل الأبوية (06-IL.766، 06-IL.792، 06-IL.362، 06-IL.565، 06-IL.292) على التوالي.

*، ** تشير إلى المعنوية عند مستوى 5%، 1% على التوالي.

SE الخطأ المعياري.

الاستنتاجات:

- إدخال السلالتين (06-IL.792) و(06-IL.766) في برامج التربية لاستنباط هجن عالية الغلة.
- تقييم كل من الهجن المباشرة (06-IL.292 × 06-IL.459)، (06-IL.362 × 06-IL.792)، (06-IL.766 × 06-IL.792) والهجين (06-IL.565 × 06-IL.459)، (06-IL.362 × 06-IL.766)، (06-IL.292 × 06-IL.766) والهجين (06-IL.565 × 06-IL.292) في تجارب الكفاءة الإنتاجية والحقول الاختبارية لارتفاع غلة هذه الهجن في وحدة المساحة التي تراوحت ما بين 12 إلى 15 طن/هكتار.

المراجع:

الساهاوكي، مدحت مجيد (1990). الذرة الصفراء إنتاجها وتحسينها. قسم علوم المحاصيل الحقلية، كلية الزراعة، جامعة بغداد، العراق. 389 صفحة.

وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي (2013). قسم الإحصاء، مديرية الإحصاء والتعاون الدولي، وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي، دمشق، سورية.

حسن، أحمد عبد المنعم (1991). أساسيات تربية النبات. الدار العربية للنشر والتوزيع، القاهرة. 682 صفحة.

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

Abd El Aty, M.S.; and Y.S. Katta (2002). Estimation of heterosis and combining ability for yield and other agronomic traits in maize hybrids (*Zea mays* L.). J. Agric. Sci., Mansoura Univ., 27(8):5137- 5146.

- Alam, A.K.M.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.
- Beadle, G.W. (1939). Teosinte and the origin of maize. *Heredity. J.*, 30:245- 247.
- Bruce, A.B. (1910). The Mendelian theory of heredity and the augmentation of vigour. *Science.* 32:627- 628.
- Chaudhari, H.K. (1971). Glossary of plant breeding terms. pp. 251- 271. In: H. K. Chaudhari, (ed). *Elementary principles of plant breeding*, Edition 2nd. Oxford and IBH publishing CO. New delhi, Bombay, Caicutta.
- El Hosary, A.A.; M.K. Mohamed; S.A. Sedhom; and G.A. Abo El Hassan (1994). Performance and combining ability in diallel crosses of maize. *Annals of Agric. Sci., Moshtohor.* 32(1):203- 215.
- Galinat, W.C. (1988). The origin of corn. pp. 1- 31. In: G. F. Sprague, J. W. Dudley, (eds) *Corn and corn improvement*. ASA-CSSA-SSSA, Madison.
- Griffing, B. (1956). Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems. *Australian J. Biol. Sci.*, 9:463–493.
- Keeble, F. and C. Pellew (1910). The mode of inheritance of stature and time of flowering in peas (*Pisum sativum*). *Journal of Genetics.* 1:47- 56.
- Ojo, G.O.S.; D.K. Adedzwa; and L.L. Bello (2007). Combining ability estimates and heterosis for grain yield and yield components in maize (*Zea mays* L.). *J. of Sustainable Development in Agriculture and Environment.* 3: 49- 57.
- Rooney, L.W.; and S.O. Serna-Saldivar (2003). Food use of whole corn and dry-milled fractions. Chapter 13. pp 495- 535. In: P. J. White, L. A. Johnson, (eds). *Corn: chemistry and technology*, Edition 2nd. American Association of Cereal Chemists, Inc. St. Paul, Minesota, USA.
- Sedhom, S.A. (1994). Genetic study on some top crosses in maize under two environments. *Annals of Agric. Sci., Moshtohor.* 32(1): 131- 141.
- Shafey, S.A.; H.E. Yassien; I.M.A. El Beially; and O.A.M. Gad Alla (2003). Estimates of combining ability and heterosis effects for growth, earliness and yield in maize (*Zea mays* L.). *J. Agric., Mansoura Univ.*, 28(1): 55- 67.
- Singh, R.K. and B.D. Chaudhary (1977). *Biometrical method in quantitative genetic analysis*. Kamla Nagar, Delhi 110007. India.
- Sprague, G.F. and L.A. Tatum (1942). General versus specific combining ability in single crosses of corn. *J. Amer. Soc. Agron.*, 34:923- 932.
- Ünay, A.; H. Basal and C. Konak (2004). Inheritance of grain yield in a Half-Diallel maize population. *Turk. J. Agric.*, 28: 239- 244.
- Wynne, J.C.; D.A. Enevy and P.W. Rice (1970). Combining ability estimation in *Arachis hypogea*. II – Field performance of F₁ hybrids. *Crop Sci.*, 1: 713- 715.
- Yan, W. and L.A. Hunt (2002). Biplot analysis of diallel data. *Crop Sci.*, 42:21–30.

Genetic Behavior of Some Quantitative Traits of Yellow Maize (*Zea mays* L.) Single Crosses

Ali Wannows⁽¹⁾ Samir AL Ahmad⁽²⁾ Ghassan AL Lahham⁽¹⁾ Razan AL Najjar⁽¹⁾ Elias Aweel⁽¹⁾ and Reem AL Mansour⁽¹⁾

(1). Maize Research Department, Crops Administration, General Commission for Scientific Agricultural Research (GCSAR), Damascus, Syria.

(2). Agricultural Research Center of Tartous, GCSAR, Damascus, Syria.

(*Corresponding author: Dr. Ali Wannows. E-Mail: aliwannows@yahoo.com).

Received: 11/02/2017

Accepted: 27/03/2017

Abstract

Half diallel set of crosses between six inbred lines of maize were executed at Maize Research Department, General Commission for Scientific Agricultural Research (GCSAR), Syria, during 2010 and 2011 seasons to study heterosis, general and specific combining ability components for grain yield (ton/ha), ear height, length and diameter (cm), and silking date (day) compared with control varieties Basel-1 and the hybrid Spirou S-4- 985 to identify the best hybrid in terms of yield. Randomized Completely Block Design (RCBD) was used with three replicates. General (GCA) and specific (SCA) combining ability mean squares of the inbred lines, and crosses were significant for all traits, except SCA mean square for ear height. This showed the contribution of additive and non-additive gene action in those traits. The ratio of $\sigma^2_{GCA}/\sigma^2_{SCA}$ showed the dominance of additive gene action for ear height and length, but non-additive gene action for grain yield, and silking date. On the other hand, it indicated additive and non-additive gene action for ear diameter. Heterosis of all hybrids for all traits was significant compared with mid and better parents. The results confirmed that the lines IL.766- 06, and IL.792- 06 had a good GCA for grain yield, while four hybrids had a good SCA, which means the necessity to be included in yield trails, specifically the hybrid (IL.459- 06 × IL.292- 06) for grain yield.

Key words: Maize, Half diallel cross, GCA, SCA, Heterosis.