GENERAL AND SPECIFIC COMBINING ABILITY ANALYSIS FOR GRAIN YIELD IN MAIZE USING DIALLEL CROSS

تحليل قابلية الاتحاد العامة والخاصة لصفة حاصل الحبوب في الذرة الصفراء ومكوناته باستخدام التضريب التبادلي

نزار سليمان علي الزهيري خالد محمد داؤد الزبيدي
قسم المحاصيل الحقلية، كلية الزراعة والغابات، جامعة الموصل

جزء من أطروحة دكتوراه للباحث الأول

الخلاصة

إن الهدف من الدراسة الحالية هو لاختبار القابلية العامة على الاتحاد للآباء والخاصة على الاتحاد للهجن وقوة الهجين قياساً لأفضل الآباء، وكذلك السلوك الوراثي للصفات (عدد العرانيص بالنبات وطول العرنوص وقطر العرنوص وعدد الصفوف بالعرنوص وعدد الحبوب بالصف وعدد الحبوب بالعرنوص ووزن 100 حبة وحاصل الحبوب بالنبات) في العشيرة التي تم الحصول عليها من التضريب التبادلي النصفي بين ست سلالات نقية من الذرة الصفراء (IK8 وZP-301 وZP-707 و UN44052 وOH40 وHS). زرعت الهجن التي تم الحصول عليها وعددها خمسة عشر هجيناً والسلالات الستة في حقل كلية الزراعة والغابات، مركز جامعة الموصل خلال الفصل الربيعي لعام 2012، باستخدام تصميم القطاعات العشوائية الكاملة بثلاثة مكررات. أظهرت النتائج أن متوسط مربعات التراكيب الوراثية كان معنوياً عالياً للصفات جميعها. ودلت نتائج تحليل التباين حسب طريقة Griffing الثانية أن متوسط مربعات القابليتين العامة والخاصة على الاتحاد كان معنوياً عالياً للصفات جميعها دلالة على وجود التأثيرات الإضافية وغير الإضافية للجين والتي تتحكم بهذه الصفات. وكانت النسبة بين مكونات القابليتين العامة والخاصة على الاتحاد اقل من واحد وهذا يدل على أن التأثير الجيني السيادي أكثر أهمية للصفات جميعها. تميزت السلالات الأبوية ZP-301 وUN44052 وOH40 بتأثيرات معنوية مرغوبة للقابلية العامة على الاتحاد لجميع الصفات، واظهر الهجينان (IK8 x ZP-707) و (ZP-301 x UN44052) تأثيرات معنوية مرغوبة للقابلية الخاصة على الاتحاد للصفات جميعها، ولوحظت قوة هجين قياساً لأفضل الأبوين في جميع الصفات أظهرها هذان الهجينان بالإضافة إلى الهجين (IK8 x OH40)، وبناءاً على ذلك يمكن استخدام الهجن ذات الاداء الجيد في استنباط اصناف ذات انتاجية عالية.

ABTRACT

The objective of this study was to investigate the general combining ability of parents and specific combining ability of hybrids, heterobeltiosis and also the genetic behavior for characters (number of ears per plant, ear length, ear diameter, number of rows per ear, number of grains per ear, number of grains per plant, 100 grain weight and grain yield per plant) in the population obtained by half diallel cross among pure lines of maize IK8, ZP-301, ZP-707, UN44052, OH40 and HS. The fifteen F1 and six parents were planted at Farm of College of Agriculture and Forestry through spring season, 2012 using randomized complete block design with three replications. The results showed that mean square of genotypes was highly significant for all studied characters. Analysis of variance according method 2 of Griffing revealed that mean square of general and specific combining abilities was highly significant for all characters indicated the presence of additive as well as non additive gene effects for controlling these characters. However, the ratio between components of general and specific combining ability was less than one, indicated that dominance gene effects were more prominent for all the characters. Parents ZP-301, UN44052 and OH40 characterized by significant desirable general combining ability effects for all characters, and the hybrids (IK8 x ZP-707) and (ZP-301 x UN44052) showed significant desirable specific characters for all characters. and could be exploited for hybrid vigor. Heterobeltiosis shown for all studied characters by hybrids (IK8 x ZP-707), (IK8 x OH40) and (ZP-301 x UN44052), accordingly hybrids with good performance can be used in the development of varieties with high productivity

المقدمة

تعد الذرة الصفراء (*Zea mays* L.) في الوقت الحاضر واحدة من أهم المحاصيل في كثير من دول العالم ومنها العراق، وعلى الرغم من حدوث زيادة في إنتاج المحصول قي القطر، فان هناك حاجة إلى الارتقاء بإنتاجية وحدة المساحة لمجابهة الاحتياجات المستقبلية. ولتحقيق هذا الهدف لا بد من اعتماد برامج كفوءة لتربية المحصول مع أصول وراثية جيدة التي من شأنها الاستثمار الأمثل لظاهرة قوة الهجين لتراكيب الذرة الصفراء الوراثية التي يتم تطويرها لمناطق زراعة المحصول في العراق.

من المعروف ومنذ زمن بعيد أدخلت هجن مختلفة من الذرة الصفراء إلى القطر من بلدان ومناطق مختلفة واستنبطت سلالات نقية من هذه التراكيب الوراثية واستخدامها في إنتاج هجن جيدة الحاصل. إذ أن عملية إدخال تراكيب وراثية الى القطر يعد فعالاً في زيادة التنوع الوراثي وفي تحسين أصناف الذرة الصفراء المحلية (1 و2). وكذلك إن المعلومات عن تنوع التراكيب الوراثية تعد ذا أهمية أساسية في برامج تربية الهجن وتحسين العشائر، حيث تميز التراكيب الوراثية وتضعها في مجاميع مختلفة (3). وبعد تطوير السلالات النقية من المصادر المختلفة (معروفة أو غير معروفة)، فان المربي يكون بحاجة إلى إجراء عدد كبير من التضريبات للحصول على هجن الجيل الأول ومن ثم تقييم الحاصل ومكوناته من الصفات الأخرى لهذه الهجن في تجارب حقلية متكررة. إن عملية تمييز السلالات إلى مجاميع مختلفة ومتباعدة وراثياً يساعد في تجنب تطوير هجن فردية وتقييمها من تلك التي يحتمل أنها سوف تهمل لضعف أدائها، والتركيز في برامج التربية على الحالات التي تضمن الحصول على أقصى ما يمكن من قوة هجين مرغوبة من خلال التهجين بين السلالات التي تعود إلى مجاميع مختلفة (4).

يستخدم التضريب التبادلي في البحوث الوراثية كثيراً لتفسير توريث الصفات المهمة بين مجموعة من التراكيب الوراثية ولتحديد قابلية الاتحاد للسلالات الابوية من اجل تشخيص الآباء المتفوقة في برامج تطوير الهجن او انتاج الاصناف المركبة، حيث ان السلالات التي تمتلك تأثيرات عالية للقابلية العامة على الاتحاد، يمكن ان تستخدم في تطوير الاصناف التركيبية والمركبة بكفاءة اكبر، في حين تستخدم الهجن التي تمتلك قابلية خاصة على الاتحاد عالية في تطوير هجن متميزة او تكوين تراكيب ابوية. (5 و6 و7 و8).

إن معظم حقول الذرة الصفراء في العراق تزرع بأصناف متوسطة إلى متأخرة في النضج. وان سلوك الهجن الذي يعتمد على مستوى قوة الهجين التي يتميز بها يستخدم في استقراء المعلومات حول العلاقات بين السلالات النقية، الا انه لا توجد دراسات كافية عن المجموعات ونمط السلالات النقية من الذرة الصفراء في العراق. وهذا يتطلب دراسات عن علاقات مجموعات المواد الوراثية المتوفرة في العراق وبالأخص منها تلك المتوسطة أو المتأخرة في نضجها والتي قد تستخدم في تطوير الهجن. أشار (9) عند استخدامهم التحليل العنقودي في تقييم سلالات نقية من الذرة الصفراء متوسطة إلى متأخرة في نضجها إلى تمكنهم من تصنيف السلالات إلى أربع مجموعات تمهيدية. إن نجاح برامج تربية هجن الذرة الصفراء يعتمد على كفاءة الطرق المستخدمة في التعرف على السلالات التي سوف تستخدم في التضريبات لتطوير هجن فردية متفوقة (10). إن المجموعات ونمطها بين السلالات وأفضل التوافقات الجينية يمكن تحديدها من خلال المعلومات التي يمكن التوصل إليها من خلال منهجيات مختلفة بما في ذلك التضريبات الحقلية، بشكل رئيسي من خلال استخدام التضريب التبادلي أو التضريبات القمية، (11 و12)، ومعلومات عن النسب، والصفات المورفولوجية والمعلمات الجزيئية (13). إن نماذج التضريب التبادلي التي طورها (14 و15) تعد النماذج الرئيسية التي تستعمل في تحليل القابلية على الاتحاد. وكذلك تستخدم طريقة biplot في تحليل القابلية على الاتحاد (16). والعرض البياني الذي تقدمه طريقة تحليل biplot يعطي نظرة سريعة وفعالة عن تأثيرات القابليتين العامة والخاصة على الاتحاد وسلوك السلالات النقية في الهجن فضلاً عن نمط تجميع التراكيب الوراثية المتماثلة.

إن أهداف الدراسة الحالية: (1) تحليل قابلية الاتحاد العامة لست سلالات نقية من الذرة الصفراء وقابلية الاتحاد الخاصة على الاتحاد للهجن الفردية بينها و(2) تقدير قوة الهجين بانحراف متوسط الجيل الاول عن متوسط أفضل الأبوين لصفة حاصل الحبوب مكوناته.

مواد وطرائق البحث

تضمنت التراكيب الوراثية المستخدمة في الدراسة ست سلالات نقية من الذرة الصفراء: (1) IK8 و(2) ZP-301 و(3) ZP-707 و(4) UN44052 و(5) OH40 و(6) HS (تم الحصول عليها من الدكتور محمد على حسين الفلاحي، فاكولتي الزراعة والغابات بجامعة دهوك) والتي اختيرت على أساس الاختلافات بينها في صفاتها الحقلية. أدخلت هذه السلالات في تضريب تبادلي نصفي خلال الموسم الخريفي لعام 2011. زرعت الهجن الفردية التي تم الحصول عليها وعددها خمسة عشر هجيناً مع السلالات الست النقية في حقل كلية الزراعة والغابات، مركز جامعة الموصل في الأول من نيسان عام 2012، في تجربة استخدم فيها تصميم القطاعات الكاملة المعشاة بثلاثة مكررات. تضمنت الوحدة التجريبية مرزين، طول المرز 5 م والمسافة بين المروز 0.75 م وبين النباتات في الثلث العلوي من المرز 0.25 م. نفذت الزراعة بعد حراثة التربة وتنعيمها وتقسيمها حسب الحاجة، وأضيف سماد السوبر فوسفات الثلاثي P_2O_5 كمصدر للفسفور بواقع 200 كغم للهكتار عند الزراعة، وسماد اليوريا (46% نيتروجين) كمصدر للنيتروجين بواقع 200 كغم للهكتار على دفعتين الأولى عند الزراعة والثانية بعد مرور شهر. تم مكافحة حشرة حفار ساق الذرة باستعمال مبيد الديازينون المحبب 10% موضعياً مرتين خلال الموسم، الأولى بعد مرور 25 يوم من الزراعة والثانية بعدها بأسبوعين. رويت التجربة حسب حاجة المحصول، وكوفحت الأدغال يدوياً. اختيرت عشرة نباتات من

كل وحدة تجريبية بعد ترك النباتات الطرفية في المرز وسجلت عليها بيانات عن الصفات: عدد العرانيص بالنبات وطول العرنوص (سم) وقطر العرنوص (سم) وعدد الصفوف بالعرنوص وعدد الحبوب بالصف وعدد الحبوب بالعرنوص ووزن 100 حبة (غم) وحاصل الحبوب بالنبات (غم). حللت بيانات على أساس متوسط الوحدة التجريبية للتراكيب الوراثية جميعها (سلالات وهجن) أو السلالات أو الهجن (كل على حده) حسب طريقة التصميم التجريبي المستخدم، واختبرت الفروقات بين متوسطات أي منها حسب طريقة دنكن المتعدد المدى (17). واجري تحليل التباين للقابلية على الاتحاد باستعمال قيم متوسطات الآباء وتضريباتها التبادلية حسب طريقة (14) الثانية (النموذج الثابت).

قدرت تأثيرات القابليتين العامة والخاصة على الاتحاد للآباء والهجن على التوالي واختبرت معنويتها عن الصفر من خلال تقدير الخطأ القياسي لكل منهما (18). وقدرت قوة الهجين على أساس انحراف متوسط الجيل الأول الهجين عن أفضل الأبوين لكل صفة (قوة الهجين = متوسط الجيل الاول الهجين – متوسط أفضل الأبوين)، واختبرت معنويتها حسب اختبار t، وتمت الاستعانة في انجاز التحاليل الإحصائية والوراثية بالبرامج الإحصائية الجاهزة Statistical Analysis System (SAS) version 9 و Minitab و Microsoft Office Excel 2003.

النتائج والمناقشة

يبين جدول (1) نتائج تحليل التباين للصفات موضوع الاختبار، ويلاحظ أن متوسط مربعات السلالات الأبوية كان معنوياً عند مستوى احتمال 1% للصفات جميعها ما عدا وزن 100 حبة، وتدل هذه الاختلافات المعنوية لمعظم الصفات على التباعد الوراثي الكبير بين السلالات الأبوية، ويظهر متوسط مربعات الهجن انه كان معنوياً عالياً للصفات جميعها باستثناء وزن 100 بذرة والتي ظهر فيها معنوياً عند مستوى احتمال 5%. أما نتائج تحليل التباين للتراكيب الوراثية جميعها دلت على أن متوسط مربعاتها كان معنوياً عالياً للصفات جميعها دلالة على وجود اختلافات وراثية واسعة بينها، وعليه فان التحليل الوراثي اللاحق للقابلية على الاتحاد يعد ضرورياً. ولذلك فقد تم تجزئة التغايرات الوراثية الكلية إلى القابليتين العامة والخاصة على الاتحاد (الجدول 2)، ومنه يلاحظ أن متوسط مربعات القابليتين العامة والخاصة على الاتحاد كان معنوياً عالياً للصفات جميعها دلالة على أهمية دور تأثير الجينات الإضافية وغير الإضافية (السيادية والتداخلية) لهذه الصفات، ويلاحظ أن النسبة بين مكونات القابلية العامة على الاتحاد إلى مكونات القابلية الخاصة على الاتحاد (Ø gca/Ø sca) كانت اقل من واحد للصفات جميعها وتراوحت بين 0.065 و0.712 لصفتي وزن 100 حبة وعدد العرانيص بالنبات على التوالي، وهذا يدل على أن التأثيرات الجينية غير الإضافية كانت أكثر أهمية في السيطرة على توريث الصفات جميعها.

تأثيرات القابلية العامة على الاتحاد: تظهر في الجدولين (3 و 4) تأثيرات القابلية العامة على الاتحاد للسلالات الأبوية ومتوسط أدائها للصفات المختلفة على التوالي. ويلاحظ من جدول (4) وجود مدى واسع من الاختلافات في تأثيرات قابلية الاتحاد العامة بين السلالات الأبوية. فيلاحظ لصفتي عدد العرانيص بالنبات وطول العرنوص أن السلالتين الأبويتين ZP301 و UN44052 أظهرتا تأثيرات معنوية مرغوبة لقابلية الاتحاد العامة وبنفس الوقت أظهرتا متوسطات أداء عالية في السلالتين وللصفتين بلغت (1,707 و2,213 عرنوص بالنبات) و(17,62 و19,38 سم) على التوالي، دلالة على أن متوسط أداء الآباء بحد ذاته يمكن أن يكون بمثابة مؤشر مفيد للقابلية على الاتحاد (19)، وقد استنتج (20) هذه الظاهرة ذاتها، وعليه فان هاتين السلالتين يمكن استخدامهما على نطاق واسع في برامج تربية الهجن بغية زيادة عدد العرانيص بالنبات وطول العرنوص وبالتالي انعكاس ذلك على حاصل الحبوب بالنبات. أظهرت السلالات ZP301 وUN44052 وOH40 تأثيرات مرغوبة معنوية لصفات قطر العرنوص وعدد الصفوف بالعرنوص وعدد الحبوب بالصف وعدد الحبوب بالعرنوص وحاصل الحبوب بالنبات، ويلاحظ أيضاً من الجدول (4) أن متوسط أداء السلالات لهذه الصفات كان جيداً، وعليه فان هذه السلالات تعد مفيدة عند اعتمادها في برامج إنتاج الهجن في تحسين حاصل الحبوب بالنبات. وبالنسبة لصفة وزن 100 حبة، فان السلالات ZP707 وUN44052 و OH40أظهرت تأثيرات معنوية مرغوبة للقابلية العامة على الاتحاد، وكانت متوسطات أدائها للصفة عالية اذ بلغت 24.71 و23.33 و24.53 غم على التوالي (جدول، 4)، وبذلك تعد السلالتان وUN44052 وOH40 مفيدتين في تطوير هجن تتميز بالوزن العالي للحبوب ومن ثم حاصل حبوب عالي. ويبدو أن السلالة UN44052 كانت متفوقة على السلالات الأخرى في إعطائها تأثيرات لقابلية الاتحاد العامة عالية ومعنوية بالاتجاه المرغوب للصفات جميعها، تلتها السلالتين ZP301 ثم OH40، بينما أظهرت السلالة ZP707 تأثيرا معنوياً مرغوباً لوزن 100 حبة، فيما لم تظهر السلالتين IK8 وHS تأثيراً معنوياً لأية صفة. ومن دراسات سابقة شخص (20 و21) سلالات نقية من الذرة الصفراء ذوات قدرة عامة على الاتحاد لبعض الصفات.

تأثيرات القدرة الخاصة على الاتحاد: تظهر في الجدولين (5 و6) تأثيرات القدرة الخاصة على الاتحاد للهجن التبادلية ومتوسطات أدائها للصفات المختلفة على التوالي، ويلاحظ في جميع الصفات أن الهجن التي أظهرت قدرة خاصة على الاتحاد معنوية بالاتجاه المرغوب (الجدول، 5) كان لها أيضاً متوسطات أداء عالية (الجدول، 6)، وبالمقابل فان الهجن التي أظهرت قدرة خاصة على الاتحاد غير معنوية (سالبة أو موجبة)، كانت متوسطات أداها واطئة للصفات جميعها، وقد بين (19) أن قيم متوسطات الهجن العالية للصفات المختلفة بحد ذاتها تعكس قابلية هذه الهجن. يلاحظ أن الهجن (HS x IK8) و(HS x ZP-707) و(UN44052 x HS) و(HS x OH40) لم تبد تأثيراً معنوياً للقدرة الخاصة على الاتحاد لأية صفة، وهذه الهجن جميعها تشترك فيها السلالة HS، التي أعطت تأثيرات سالبة للقدرة العامة على الاتحاد للصفات جميعها، وكذلك الحال بالنسبة للسلالتين IK8 وZP707، أما

السلالتين UN44052 وOH40 فكانت تأثيراتها لقابلية الاتحاد العامة معنوية بالاتجاه المرغوب لمعظم الصفات (الجدول، 3)، وتشير هذه النتائج إلى أن الهجن غير المرغوبة في قابليتها الخاصة على الاتحاد كانت آبائها المكونة لها إما (واطئة x واطئة) أو(واطئة x عالية) بالنسبة لقابليتها العامة على الاتحاد. ومن جهة أخرى تميز الهجينان (ZP-707 x IK8) و(ZP-301 x UN44052) بتأثيرات معنوية مرغوبة للقابلية الخاصة على الاتحاد للصفات جميعها، تلتهما الهجن (UN44052 x IK8) و(OH40 x IK8) و(OH40 x ZP-301) و(UN44052 x ZP-707) و(OH40 x UN44052) ولكل منها تأثيرات خاصة معنوية مرغوبة لست صفات (بضمنها حاصل الحبوب بالنبات). ويتضح أن الهجن المتميزة في تأثيراتها لقابلية الاتحاد الخاصة للصفات جميعها ناتجة في معظمها عن آباء (عالية x عالية) أو بعضها (عالية x واطئة) من حيث قابليتها العامة على الاتحاد. ومن دراسات سابقة أشار (19 و22) إلى أن الآباء ذوات القابلية العامة الجيدة على الاتحاد لا تنتج دائماً في توافقاتها هجن جيدة في قابليتها الخاصة على الاتحاد. وعلى العكس من ذلك أكد (23) أن الآباء التي تتميز قابلية عامة على الاتحاد جيدة ينتج عنها هجن ذوات قابلية خاصة على الاتحاد عالية.

قوة الهجين: يبين الجدول (7) تقديرات قوة الهجين على أساس انحراف متوسط الجيل الأول الهجين عن أفضل الأبوين، ويلاحظ لصفات عدد الصفوف بالعرنوص وعدد الحبوب بالعرنوص وحاصل الحبوب بالنبات أن جميع الهجن التبادلية أظهرت قوة هجين معنوية عند مستوى احتمال 1% بالاتجاه المرغوب، وكانت قوة الهجين قد تراوحت لصفة عدد الصفوف بالعرنوص بين 1.907 في الهجين (ZP-301 x IK8) و7.130 في الهجين (OH40 x ZP-301)، ولصفة عدد الحبوب بالعرنوص بين 109.9 في الهجين (HS x UN44052) و322.5 في الهجين (OH40 x ZP-301) ولحاصل الحبوب بالنبات بين 42.23 في الهجين (HS x UN44052) و312.4 في الهجين (UN44052 x ZP-301). وبلغ عـــدد الهجن التي أعطت قـوة هجين معنوية بالاتجاه المرغوب لصـــفات عـدد عرانيص النبات و طـــول العرنوص و قطر العرنوص وعدد الحبوب بالصف ووزن 100 حبة (غم) على التوالي 4 و8 و12 و12 و7. ويلاحظ أن من بين الهجن التبادلية جميعها تميزت بعضها بأعلى قوة هجين ومنها الهجين (ZP-301 x IK8) لصفة عدد الحبوب بالصف والهجين (OH40 x IK8) لصفة عدد العرانيص بالنبات والهجين (ZP-301 x UN44052) لصفات طول العرنوص ووزن 100 حبة وحاصل الحبوب بالنبات والهجين (OH40 x ZP-301) لصفات قطر العرنوص وعدد الصفوف بالعرنوص وعدد الحبوب بالعرنوص، وهي ذاتها كانت قد أعطت اعلى تأثيرات للقابلية الخاصة على الاتحاد في معظم الحالات. ومن ناحية أخرى تميزت الهجن (ZP-707 x IK8) و(OH40 x IK8) و(ZP-301 x UN44052) بقوة هجين معنوية مرغوبة للصفات جميعها، وبنفس الوقت كانت قد تميزت بتأثيراتها للقابلية الخاصة على الاتحاد، تلاها في الأهمية الهجين (OH40 x UN44052) ثم الهجن (ZP-301 x IK8) و(ZP-301 x OH40) و(3 x OH40). وتشير هذه النتائج إلى أهمية اعتماد هذه الهجن ذات السلوك الجيد في تطوير أصناف هجينة عالية الإنتاجية، وكذلك استغلال ظاهرة قوة الهجين.

وللمقارنة بين تأثيرات قابلية الاتحاد الخاصة للهجن التبادلية ومتوسطات أدائها وقوتها (قوة الهجين)، فقد اختيرت صفة حاصل الحبوب بالنبات لهذا الغرض كونها المحصلة النهائية التي تهدف إليها برامج تربية وتحسين النبات (الجدول، 8). يلاحظ أن الهجين (UN44052 x ZP-301) تميز بأعلى متوسط لحاصل الحبوب بالنبات وفي نفس الوقت أعطى أعلى قوة هجين، وكان تأثيره للقابلية الخاصة على الاتحاد معنوياً بالاتجاه المرغوب، إذ بلغت هذه القيم 542.29 غم و312.4غم و125.96 غم على التتابع، بالإضافة إلى انه أظهر تأثيراً معنوياً مرغوباً لقابلية الاتحاد الخاصة للصفات الأخرى جميعها، وكان هذا الهجين قد نتج عن أبوين تأثيرهما لقابلية الاتحاد العامة (عالي x عالي). جاءت الهجن (UN44052 x IK8) و(OH40 x UN44052) و(ZP-301 x OH40) و(ZP-707 x UN44052) و(ZP-301 x ZP-707) قريبة من حيث متوسط أدائها للصفة مع بعضها ومع الهجين السابق المتفوق، وكان لها قوة هجين وتأثيرات للقابلية العامة على الاتحاد معنوية ومرغوبة، إضافة إلى أن قابليتها الخاصة عالية على الاتحاد لصفات أخرى. ويلاحظ أن جميع هذه الهجن جاءت من توافيق بين سلالات إما (عالية x عالية) أو (عالية x واطئة) من حيث قابليتها العامة على الاتحاد، وهذا تأكيد على ما تم التطرق إليه أعلاه والذي جاء متفقاً مع آراء باحثين آخريـن. وأخيـراً يلاحظ أن الهجن التالية في تسـلسـلها من حيث متوسطات أدائها كانت لها قـوة هجين أقل في قيمتـها رغم معنويتها، أما تأثيراتها لقابلية الاتحاد الخاصة فكانت سالبة في معظمها. بالإضافة إلى أن معظمها لم تظهر اتحاد خاص مرغوب لأي من الصفات الأخرى. ومما تجدر الإشارة إليه، أن معظم هذه الهجن التي لم تظهر اتحاد خاص مرغوب لحاصل الحبوب بالنبات جاءت من آباء توافيقها من حيث القابلية العامة على الاتحاد إما (عالي x واطئ) أو (واطئ x واطئ).

يستنتج مما تقدم أن متوسط أداء الهجن للصفات المختلفة يعد مؤشراً على كفاءتها من حيث قابليتها على الاتحاد وقوتها، وأن الهجين المتميز في قابليته الخاصة على الاتحاد ناتج من أبوين احدهما على الأقل يتميز بقابلية عامة جيدة على الاتحاد. بالإضافة إلى أن الدراسة الحالية أفرزت سلالات جيدة (ZP-301 وUN44052 وOH40) وهجن متفوقة (ZP-707 x IK8 و ZP-301 x UN44052 و IK8 x OH40)، والتي يمكن الاستفادة منها في برامج تربية النبات لإنتاج أصناف جديدة من الذرة الصفراء تتميز بقوة الهجين عالية.

المصادر

1- Vasal, S. K., G. Srinivasan and S. Pandey (1992). Heterotic patterns of ninety two white tropical CIMMYT lines. Maydica, 37: 259-270.

2- Fan, X. M., J. Tan, J. Y. Yang , F. Liu, B. H. Huang and Y. X. Huang (2002). Study on combining ability for yield and genetic relationship between exotic tropical, subtropical maize inbreeds and domestic temperate maize inbreeds. Sci. Agric. Sinica, 35: 743- 749.

3- Reif, J. C., A. E. Melchinger, X. C. Xia, M. L. Warburton, D. A. Hoisington, S. K. Vasal, D. Beck , M. Bohn and M. Frisch (2003). Use of SSRs for establishing heterotic groups in subtropical maize. Theoret. Appl. Genet. 107: 947–957.

4- Terron, A., E. Preciado, H. Cordova, H. Mickelson and R. Lopez (1997). Determinacion del patron heterotico de 30 lineas de maiz derivadas de la poblacion SR del CIMMYT. Agron. Mesoamericana, 43(8): 26-34.

5- Falconer, D. S. (1979). Introduction to Quantitative Genetics. 3rd edition, Longman Grp. Essex.

6- Melani, M. D. and M. J. Carena (2005). Alternative maize heterotic pattern for the Northern Corn Belt. Crop Sci. 45: 2186-2194.

7- Barata, C. and M. Carena (2006). Classification of North Dakota maize inbred lines into heterotic groups based on molecular and testcross data. Euphytica, 151: 339-349.

8- Bello. O. B. and G. Olaoye (2009). Combining ability for maize grain yield and other agronomic characters in a typical southern guinea savanna ecology of Nigeria. Afr. J. Biotechnol. 11: 2518-2522.

9- Choukan, R., A. Hossainzadeh, M. R. Ghannadha, M. L. Warburton, A. R. Talei, and S. A. Mohammadi (2006). Use of SSR data to determine relationships and potential heterotic groupings within medium to late maturing Iranian maize inbred lines. Field Crop. Res. 95: 212–222.

10- Hallauer, A. R. (1990). Methods used in developing maize inbred. Maydica, 35: 1–16.

11- Han, G. C., S. K. Vasal, D. L. Beck and E. Elis (1991). Combining ability of inbred lines derived from CIMMYT maize (*Zea mays L.*) germplasm. Maydica, 36: 57–64.

12- Gonzalez, S., H. Cordova, S. Rodrigue, H. De Leon and V. M. Serrato (1997). Determinacion de un patron heterotico a partir de la evaluacion de un dialelo de diez lineas de maiz subtropical. Agron. Mesoamericana, 8: 1–7.

13- Smith, J. S. C. and O. S. Smith (1992). Fingerprinting crop varieties. Adv. Agron. 47: 85–129.

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

15- Gardner, C. O. and S. A. Eberhart (1966). Analysis and interpretation of the variety cross diallel and related populations. Biometrics, 22: 439-452.

16- Bhatnagar, S., F. J. Betran and L. W. Rooney (2004). Combining ability of quality protein maize inbreds. Crop Sci. 44: 1997–2005.

17- Gomez, K. A. and A. A. Gomez (1983). Statistical Procedures For Agricultural Research. Research. 2nd ed., John Wiley and Sons, New York.

18-Singh, R. K., and B. D. Chaudary (2007). Biometrical Methods in Quantitative Genetic Analysis. Rev. ed., Kalyani Publishers Ludhiana, India. 318. pp.

19- Shalim Uddin, M., F. Khatun, S. Ahmed, M. R. Ali and S. A. Bagum (2006). Heterosis and combining ability in corn (Zea mays L.). Bangladesh J. Bot. 35(2): 109-116.

20- Hussain, S.A., M. Amiruzzaman and Z. Hossain (2003). Combining ability estimates in maize. Bangladesh J. Agril. Res. 28(3):435-440.

21- Wali, M. C, R. M. Kachapur, C. P. Chandrashekhar, V. R. Kulkarni and S. B. D. Navadagi (2010). Gene action and combining ability studies in single cross hybrids of maize (*Zea mays* L.). Karnataka J. Agric. Sci., 23(4): 557-562.

22- Ivy, N. A. and M. S. Hawlader (2000). Combining ability in maize. Bangladesh J. Agril. Res. 25(3): 385-392.

23- Paul, S. K. and R. K.Duara (1991). Combining ability studies in maize (*Zea mays* L.). Intl. J. Tropics. Agric. 9(4): 250-254.

جدول (1): نتائج تحليل التباين للتراكيب الوراثية جميعها وللآباء والهجن لثمانية صفات في الذرة الصفراء.

مصادر الاختلاف	درجات الحرية	الصفات							
		عدد عرانيص النبات	طول العرنوص (سم)	قطر العرنوص (سم)	عدد صفوف العرنوص	عدد حبوب الصف	عدد حبوب العرنوص	وزن 100 حبة (غم)	حاصل النبات (غم)
القطاعات	2	0.044	0.368	0.013	0.599	5.999	19.39	78.71	882.7
التراكيب الوراثية	20	0.395‘‘	17.22**	1.296**	25.35**	83.79**	69004.8**	50.3**	67067.1**
الخطأ التجريبي	40	0.019	0.922	0.043	0.218	1.009	429.04	6.338	8.746
القطاعات	2	0.032	1.493	0.025	0.160	1.575	288.2	36.11	271.4
الآباء	5	0.443**	10.48**	0.553**	3.835**	60.33**	20016.6**	5.768	10693.3**
الخطأ التجريبي	10	0.028	1.087	0.012	0.129	0.818	763.79	6.555	4.348
القطاعات	2	0.018	0.003	0.004	0.441	4.743	133.1	44.93	611.9
الهجن الفردية	14	0.290**	8.518**	0.554**	6.439**	51.77**	23155.6**	25.23*	37029.3**
الخطأ التجريبي	28	0.016	0.849	0.056	0.245	1.126	347.2	6.507	10.89

(**) و (*) معنوية عند مستوى احتمال 1% و 5% على التوالي.

جدول (2): نتائج تحليل التباين للقابلية على الاتحاد حسب طريقة (14) الثانية، لثمانية صفات في الذرة الصفراء.

مصادر الاختلاف	درجات الحرية	الصفات							
		عدد عرانيص النبات	طول العرنوص (سم)	قطر العرنوص (سم)	عدد صفوف العرنوص	عدد حبوب الصف	عدد حبوب العرنوص	وزن 100 حبة (غم)	حاصل النبات (غم)
GCA	5	1.004**	29.77**	1.101**	13.94**	142.7**	60996.2**	32.39**	74800.5**
SCA	15	0.192**	13.04**	1.361**	29.16**	64.15**	72917.9**	56.28**	64489.3**
الخطأ التجريبي	40	0.019	0.922	0.043	0.218	1.009	429.04	6.338	8.746
ØGCA/ ØSCA		0.712	0.298	0.101	0.059	0.281	0.104	0.065	0.145

(**) و (*) معنوية عند مستوى احتمال 1% و 5% على التوالي.

جدول (3): تأثير قابلية الاتحاد العامة (gca) للسلالات الأبوية ولثمانية صفات من الذرة الصفراء.

الآباء	الصفات							
	عدد عرانيص النبات	طول العرنوص (سم)	قطر العرنوص (سم)	عدد صفوف العرنوص	عدد حبوب الصف	عدد حبوب العرنوص	وزن 100 حبة (غم)	حاصل النبات (غم)
IK8 (1)	0.029-	0.645-	0.202-	1.341-	0.901-	48.066-	0.762-	28.179-
ZP301 (2)	0.131	1.027	0.309	0.098	1.649	25.233	0.455	35.511
ZP707 (3)	0.019-	0.558-	0.153-	0.095-	0.419-	8.712-	0.654	4.793-
UN44052 (4)	0.327	1.715	0.149	0.619	3.193	66.084	0.929	79.019
OH40 (5)	0.219-	0.387-	0.092	0.830	0.433	34.353	0.749	3.581
HS (6)	0.189-	1.152-	0.196-	0.111-	3.955-	68.892-	2.026-	85.138-
SE	0.025	0.179	0.039	0.087	0.187	3.877	0.469	0.551

جدول (4): متوسطات السلالات الأبوية لثمانية صفات في الذرة الصفراء.

الآباء	الصفات							
	عدد عرانيص النبات	طول العرنوص (سم)	قطر العرنوص (سم)	عدد صفوف العرنوص	عدد حبوب الصف	عدد حبوب العرنوص	وزن 100 حبة (غم)	حاصل النبات (غم)
IK8 (1)	1.344ج د	14.33 ج	2.493 د	11.33 هـ	20.41 هـ	227.0 هـ	21.78 أ	67.44 و
ZP301 (2)	1.707 ب	17.62أب	3.470 أ	13.79بج	29.32 ب	402.9 ب	24.06 أ	164.12ب
ZP707 (3)	1.497بج	15.79بج	2.737 ج	12.83 د	26.14 ج	335.9ج د	24.71 أ	101.59 د
UN44052 (4)	2.213 أ	19.38 أ	3.537 أ	14.50 أ	32.66 أ	465.6 أ	23.33 أ	229.85أ
OH40 (5)	1.123 د	15.85بج	3.367 أ	14.09أب	27.42 ج	384.5بج	24.53 أ	109.2ج
HS (6)	1.333ج د	14.92 ج	2.947 ب	13.27ج د	22.43 د	320.7 د	21.51 أ	90.15 هـ
المتوسط	1.536	16.316	3.092	13.30	26.40	356.14	23.319	127.06

القيم المتبوعة بالحرف نفسه لكل صفة لا تختلف عن بعضها معنوياً.

جدول (5): تأثيرات القابلية الخاصة على الاتحاد (sca) للهجن التبادلية ولثمانية صفات في الذرة الصفراء.

الهجن	الصفات							
	عدد عرانيص النبات	طول العرنوص (سم)	قطر العرنوص (سم)	عدد صفوف العرنوص	عدد حبوب الصف	عدد حبوب العرنوص	وزن 100 حبة (غم)	حاصل النبات (غم)
2 x 1	0.078-	2.288	0.026	0.335-	5.587	63.883	0.422	5.429-
3 x 1	0.299	1.203	0.721	0.888	4.122	84.862	3.216	104.49
4 x 1	0.319	0.499	0.349	2.001	5.576	146.81	0.791	156.07
5 x 1	0.172	1.525	0.077	2.016	3.993	141.96	4.231	87.567
6 x 1	0.325-	2.204-	0.198-	1.311-	10.015-	206.98-	3.665-	164.69-
3 x 2	0.255	1.008	0.436	1.772	0.124-	55.385	0.969	121.19
4 x 2	0.302	1.971	0.477	1.691	0.783	86.759	5.314	125.96
5 x 2	0.128	0.766	0.735	3.017	1.276	112.11	0.896-	123.37
6 x 2	0.261-	2.662-	0.651-	2.466-	2.071-	116.89-	0.663-	156.37-
4 x 3	0.026	1.312	0.110-	1.144	1.965	70.248	1.891	86.746
5 x 3	0.092-	0.128	0.401	1.623	3.988	121.49	4.278	50.92
6 x 3	0.233-	1.624-	0.616-	1.177-	5.459-	131.67-	5.457-	172.72-
5 x 4	0.039	1.591	0.509	2.445	1.022	111.31	4.169	114.82
6 x 4	0.455-	2.391-	0.589-	3.267-	4.153-	195.11-	5.342-	253.60-
6 x 5	0.017-	1.699-	1.032-	4.256-	5.358-	248.99-	6.524-	176.93-
SE	0.069	0.492	0.106	0.239	0.514	10.629	1.288	1.513

- (1) IK8 و(2) ZP-301 و(3) ZP-707 و(4) UN44052 و(5) OH40 و(6) HS.

جدول (6): متوسطات الهجن التبادلية لثمانية صفات في الذرة الصفراء.

الهجن	الصفات							
	عدد عرانيص النبات	طول العرنوص (سم)	قطر العرنوص (سم)	عدد صفوف العرنوص	عدد حبوب الصف	عدد حبوب العرنوص	وزن 100 حبة (غم)	حاصل النبات (غم)
2 x 1	1.81ج دهـ	31.60بج	4.007هوز	15.69 ز	37.81أب	594.7دهـ	28.41ج-و	303.71ط
3 x 1	2.04ب ج	18.93دهو	4.24ج-و	16.73 و	34.27دهـ	581.8 هـ	31.4أ-د	373.31و
4 x 1	2.407 أ	20.5 بجد	4.17د-ز	18.55دهـ	39.34 أ	718.5 ب	29.25ب-و	508.71ب
5 x 1	1.713دهـ	19.43دهـ	3.84وزح	18.78ج د	34.99 د	681.9 ج	32.51أبج	364.77ز
6 x 1	1.633هو	18.24هـ و	4.253ج-و	17.77 هـ	25.86 ز	460.3 ح	26.84دهو	201.8 م
3 x 2	2.157 ب	20.41بجد	4.467بجد	19.05ج د	32.58هو	625.6 د	30.73أ-و	453.71هـ
4 x 2	2.550 أ	23.65 أ	4.81 أب	19.68بج	37.09بج	731.8أب	34.99 أ	542.29أ
5 x 2	1.83ج دهـ	20.34بجد	5.01 أ	21.22 أ	34.83 د	725.4 ب	28.6ج-و	464.26د
6 x 2	1.82ج دهـ	19.52دهـ	4.36جدهـ	18.48دهـ	32.55هو	594.4دهـ	31.21أ-هـ	304.51ط
4 x 3	2.123 ب	21.4ب ج	3.76 زح	18.94ج د	36.21بجد	681.3 ج	31.77أ-د	462.77د
5 x 3	1.46 و	18.12هو	4.213ج-و	19.63بج	35.47جد	700.8بج	33.98أب	351.51ح
6 x 3	1.603هو	17.63 و	3.74 زح	20.14 ب	26.13 ز	544.7 و	26.36هـ و	229.77ل
5 x 4	1.94بج د	21.85 ب	4.623أبج	21.17 أ	36.12بجد	762.4 أ	34.14أب	499.22ج
6 x 4	1.703دهـ	20.09ج د	3.873 وز	18.53دهـ	31.75 و	575.8هو	28.68ج-و	272.07ي
6 x 5	1.593هو	18.01هو	3.427 ح	18.58دهـ	27.51 ز	508.01ز	25.75 و	243.06ك
المتوسط	1.892	19.981	4.186	18.864	33.502	629.53	30.285	371.69

- (1) IK8 و(2) ZP-301 و(3) ZP-707 و(4) UN44052 و(5) OH40 و(6) HS.
- القيم المتبوعة بالحرف نفسه لكل صفة لا تختلف عن بعضها معنوياً.

جدول (7): قوة الهجين على أساس انحراف الجيل الأول عن أفضل الأبوين ولثمانية صفات في الذرة الصفراء.

الهجن	الصفات							
	عدد عرانيص النبات	طول العرنوص (سم)	قطر العرنوص (سم)	عدد صفوف العرنوص	عدد حبوب الصف	عدد حبوب العرنوص	وزن 100 حبة (غم)	حاصل النبات (غم)
2 x 1	0.107	**3.987	*0.537	**1.907	**8.490	**191.8	4.350	**139.6
3 x 1	**0.543	*3.143	**1.503	**3.893	**8.133	**245.8	*6.697	**271.7
4 x 1	0.193	1.120	*0.633	**4.053	**6.677	**252.7	5.923	**134.9
5 x 1	**1.344	**3.577	0.473	**4.690	**7.580	**297.4	*7.980	**255.6
6 x 1	0.289	**3.323	**1.307	**4.503	*3.437	**139.6	5.060	**111.7
3 x 2	*0.450	*2.793	**0.997	**5.260	*3.260	**222.7	5.667	**289.6
4 x 2	*0.337	**4.263	**1.273	**5.183	**4.433	**265.9	**10.93	**312.4
5 x 2	0.123	*2.723	**1.540	**7.130	**5.513	**322.5	4.070	**300.1
6 x 2	0.110	1.900	**0.890	**4.687	*3.23	**191.5	*7.147	**140.4
4 x 3	0.090-	2.020	0.223	**4.443	**3.547	**215.5	*7.063	**232.9
5 x 3	0.037-	2.267	**0.847	**5.543	**8.057	**316.3	**9.270	**242.3
6 x 3	0.107	1.837	**0.793	**6.877	0.010 -	**208.8	1.657	**128.2
5 x 4	0.277-	*2.470	**1.087	**6.670	**3.457	**299.1	**9.610	**269.4
6 x 4	0.510-	0.703	0.337	**4.030	0.913 -	**109.9	5.350	**42.23
6 x 5	0.260	2.157	0.060	**4.493	0.097	**123.5	1.220	**133.8

- (1) IK8 و(2) ZP-301 و(3) ZP-707 و(4) UN44052 و(5) OH40 و(6) HS.
- (**) و (*) معنوية عند مستوى احتمال 1% و 5% على التوالي.

جدول (8): أفضل عشرة هجن في متوسط أداءها لحاصل الحبوب وتأثيراتها لقابلية الاتحاد الخاصة.

ت	الهجين الفردي	حاصل الحبوب بالنبات	قوة الهجين	تأثير القدرة الخاصة للهجن	تأثير القدرة العامة للآباء	صفات أخرى بقدرة خاصة معنوية
1	4 x 2	542.29	**312.4	*125.96	عالي x عالي	جميع الصفات الأخرى
2	4 x 1	508.71	**134.9	*156.07	واطئ x عالي	جميعها عدا وزن 100 حبة
3	5 x 4	499.22	**269.4	*114.82	عالي x عالي	جميعها عدا عدد العرانيص بالنبات
4	5 x 2	464.26	**300.1	*123.37	عالي x عالي	جميعها عدا وزن 100 حبة
5	4 x 3	462.77	**232.9	*86.746	واطئ x عالي	جميعها عدا عدد العرانيص بالنبات وقطر العرنوص
6	3 x 2	453.71	**289.6	*121.19	عالي x واطئ	جميعها عدا وزن حبوب الصف ووزن 100 حبة
7	3 x 1	373.31	**271.7	*104.49	واطئ x واطئ	جميع الصفات الأخرى
8	5 x 1	364.77	**255.6	*87.567	واطئ x عالي	جميعها عدا قطر العرنوص
9	5 x 3	351.51	**242.3	*50.92	واطئ x عالي	جميعها عدا عدد العرانيص وقطر العرنوص
10	6 x 2	304.51	**140.4	*156.37-	عالي x واطئ	لا توجد
11	2 x 1	303.71	**139.6	*5.429-	واطئ x عالي	طول العرنوص وعدد حبوب الصف وعدد حبوب العرنوص
12	6 x 4	272.07	**42.23	*253.60-	عالي x واطئ	لا توجد
13	6 x 5	243.06	**133.8	*176.93-	عالي x واطئ	لا توجد
14	6 x 3	229.77	**128.2	*172.72-	واطئ x واطئ	لا توجد
15	6 x 1	201.8	**111.7	*164.69-	واطئ x واطئ	لا توجد