

المقدرة الاتحادية والمعالم الوراثية لسلاسل العقم الذكري الساييتوبلازمي في الذرة الصفراء

محمد عبد الله محمد العكدي^{1*}، زياد عبد الجبار عبد الحميد²، عبد محمود ضاحي³

¹ باحث، دائرة الغابات ومكافحة التصحر، وزارة الزراعة، العراق.

² أستاذ مساعد، قسم المحاصيل الحقلية، كلية الزراعة، جامعة الانبار، العراق.

³ رئيس باحثين اقدم، دائرة البحوث الزراعية، وزارة الزراعة، العراق.

المستخلص

يهدف تقدير بعض المعالم الوراثية لعدد من السلالات المبراة داخلياً من الذرة الصفراء (*Zea mays* L) باستخدام سلالات العقم الذكري الساييتوبلازمي، نفذت تجربة حقلية في محطة ابحاث المحاصيل الحقلية في ابي غريب التابعة لدائرة البحوث الزراعية- وزارة الزراعة في الموسمين (ربيعي وخريفي 2019). استخدم فيها اربع سلالات عقيمه ساييتوبلازمياً (A_1 ، A_3 ، A_5 ، A_7) مع مثيلاتها الخصبة ساييتوبلازمياً واربع سلالات خصبة وراثياً (18، R_5 ، HZ_3 ، Inb_2). اجري التضريب بين السلالات المذكورة وفق نظام التزاوج سلالة \times فاحص لانتاج بذور ستة عشر هجيناً فردياً. ادخلت السلالات وهجنها الفردية بالإضافة الى هجين المقارنة (نهريين) في تجربة مقارنة باستخدام تصميم القطاعات الكاملة المعشاة RCBD وبثلاثة مكررات، لتحليل المقدرة الاتحادية العامة والخاصة وتقدير تأثيراتها وبعض المعالم الوراثية لصفات التزهير الانثوي والمساحة الورقية وعدد الصفوف بالعرنوص وعدد الحبوب بالصف ووزن 500 حبة وحاصل حبوب النبات الفردي. اختلفت السلالات الابوية وهجنها الفردية معنوياً في الصفات المدروسة جميعها، اذ تفوقت الهجن ($A_1 \times HZ_3$) و ($A_1 \times R_5$) و ($A_3 \times HZ_3$) وأعطت حاصلًا مقداره (175.1 و 172.2 و 172.1 غم. نبات⁻¹) بالتتابع. كما اظهرت النتائج التأثيرات المعنوية لقابلية الاتحاد العامة والخاصة لأغلب الصفات المدروسة، وكانت نسبة تباين قابلية الاتحاد العامة الى الخاصة اقل من واحد وان نسبة التوريب بالمعنى الواسع مرتفعة لجميع الصفات فيما كانت منخفضة للتوريب بالمعنى الضيق ولجميع الصفات ايضاً مما ادى الى ارتفاع معدل درجة السيادة عن واحد الصحيح مما يشير الى ان الصفات كانت تحت تأثير السيادة والسيادة الفائقة للجينات ويستنتج من ذلك امكانية استخدام الاباء المتفوقة في تضريباتها لاستنباط هجن فردية ذات قابلية اتحاد خاصة للصفات الحقلية والحاصل ومكوناته.

الكلمات المفتاحية: السيادة، نسبة التوريب، العقم الذكري الساييتوبلازمي، قابلية الاتحاد العامة، قابلية الاتحاد الخاصة.

COMBINING ABILITY AND GENETIC PARAMETERS FOR CYTOPLASMIC MALE STERILITY LINES IN *Zea mays* L.

Mohammed A.M. Alogaidi^{*1}, Zeyad A. Abdul hamed², Abed M. Dhahi³

¹ Researcher, Directorate of Forests and Desertification, Ministry of Agriculture, Iraq.

² Asisst. Prof., Department of Field Crop, College of Agriculture, University of Anbar, Iraq.

³ Researcher, Department of Agricultural Research, Ministry of Agriculture, Iraq.

Abstract

This study aimed to evaluate The number of pure inbred lines of maize (*Zea mays* L.) carried out for two seasons (spring and autumn) of 2019 in the fields of the research station/ agricultural research station in Abo Gharib. Four cytoplasmic male sterile inbred lines (A_1 , A_3 , A_5 and A_7) with their maintenance lines and four genetically fertile inbreds (Inb_2 , HZ_3 , R_5 and 18) in addition to the control hybrid (Nahrain) were used. Single hybrids were produced according to line \times tester system. All genotypes were planted using randomized complete block design (RCBD) in three replicates, to analyses general and specific combining ability and estimate the effects and estimation some

Corresponding author.

Email: mohamdalogady@gmail.com

https:// doi.org/10.36531/ijds/21110101

Received 27 December 2020; Accepted 07 February 2021

genetic Parameters for number days of sowing to 50%, leaf area, rows number per ear, kernels number per row , 500-kernel weight and grain yield per plant. Comparison results showed that inbred lines and their single crosses presented significant differences for all studied traits. The hybrids ($A_1 \times HZ_3$), ($A_1 \times R_5$) and ($A_3 \times HZ_3$) scored highest yield (175.1, 172.2 and 172.1) respectively. Obtained results also recorded significant influence of GCA and SCA in most studied traits, And the values of GCA/SCA was less than one, And the percentage of broad sense heritability was high for all traits, while it was low for the narrow sense heritability for all traits as well, which led to a higher average degree of dominance than the correct one, which indicates that the traits were under the influence of the dominance and over dominance of genes, which indicates that the possibility of using superior parents in their speculations to derive Single hybrids with special combinability of field characteristics, yield and components.

Keywords: General combining ability, Specific combining ability, Cytoplasmic male sterility, Heritability, dominance.

المقدمة

Tesfaye واخرون (2019) و Kumar واخرون (2019) الى وجود فروقاً معنوية وعالية المعنوية لتأثيرات قابلية الاتحاد العامة والخاصة للصفات المدروسة وان نسبة GCA/SCA كانت اقل من الواحد للصفات المدروسة مما يؤكد دور الفعل الجيني غير المضيف في السيطرة على توريث الصفة. حصل Aljoboory و Algaissi (2017) و Alnaggar واخرون (2017) على نسبة توريث مرتفعة بمعناها الواسع ومنخفضة بمعناها الضيق ومعدل درجة السيادة اكبر من واحد لجميع الصفات المدروسة مما يشير الى وجود حالة السيادة الفائقة للجينات ودورها في توريث الصفات. يتطلب انتاج بذور الهجن اجراء التلقيح بين سلالتين مما يؤدي الى صعوبة الانتاج التجاري للهجن في الذرة الصفراء عندما تكون السلالات خصبة وراثياً اذ لابد من ازالة النورات الذكرية يدوياً او ميكانيكياً وهذا يتطلب وقتاً وجهداً وكلفة كبيرة عند اجراء عملية التهجين للحصول على بذور الهجن بالكميات التي تسمح للانتاج التجاري والاقتصادي، ولكن مع اكتشاف ظاهرة العقم الذكري السابتوبلازمي (Cytoplasmic Male Sterility (cms) وجينات استعادة الخصوبة (Restorer Fertility (Rf) من قبل العالم Rhoades عام (1931) ساعد في تطوير زراعة الذرة الصفراء بشكل كبير في العالم (Allard، 1960). تهدف الدراسة لتقييم اداء ثمان سلالات عقيمة وخصبة من الذرة الصفراء باستخدام نظام التزاوج (سلالة × فاحص)

ساعدت العديد من العوامل على اتساع زراعة محصول الذرة الصفراء *Zea Mays L.* وفي مقدمتها دخول المحصول في تغذية الانسان وعلف الحيوان ودخوله في صناعة الزيت والنشأ والمطاط والأصماغ وكذلك استعمال المحصول في انتاج الوقود الحيوي (Tesfaye واخرون، 2019)، وتزداد اهمية بالاضافة الى استخداماته المذكورة في القدرة الانتاجية العالية للمحصول وتأقلمه مع الظروف البيئية المختلفة اذ تنتشر زراعته في المناطق الاستوائية وشبه الاستوائية والمعتدلة والباردة (Rajesh واخرون، 2018). تقدر المساحة المزروعة بهذا المحصول عالمياً بنحو 184 مليون هكتار وبمعدل انتاجية 5.5 طن.ه⁻¹ (FAO، 2018) يعتمد نجاح برنامج تربية اي محصول ومنها الذرة الصفراء على تجميع اكبر قدر ممكن من ازواج الجينات المرغوبة وتوليقاتها في جينوم واحد. تعددت أنظمة التزاوج لتحقيق هذا الهدف ومنها نظام التزاوج (سلالة × فاحص) المقترحة من قبل Kempthorn (1957) وهي من الطرائق المهمة والكفوءة والتي تستعمل لتقييم عدد كبير من السلالات من خلال تجزئة متوسطات المربعات للتراكيب الوراثية الى مكوناتها كقابلية الاتحاد العامة والخاصة وتقدير بعض المعالم الوراثية المهمة (Anilkumar و Lohithaswa (2018). اظهرت نتائج الدراسات التي قام بها Akhi واخرون (2018) و

الفسلجي وحسب حاجة النبات ولكلا الموسمين. تم اخذ عينة عشوائية من كل وحدة تجريبية مكونة من خمسة نباتات محروسة وأجريت القياسات التالية عليها: عدد الايام من الزراعة لغاية 50% من التزهير الانثوي، متوسط المساحة الورقية (م²) تم حسابها من المعادلة التالية (مربع طول الورقة تحت ورق العرنوص العلوي × 0.75) الساهوكي، (1990)، عدد الصفوف بالعرنوص، عدد الحبوب بالصف، وزن 500 حبة (غم) وحاصل حبوب النبات الفردي (غم). اختبرت معنوية الفروقات بين متوسطات الصفات المدروسة للتركيب الوراثية باستخدام اختبار اقل فرق معنوي L.S.D عند مستوى 5% وفق تصميم القطاعات الكاملة المعشاة (RCBD) وثلاث مكررات، وفق الأنموذج الرياضي التالي:

$$Y_{ij} = \mu + t_i + b_j + e_{ij}$$

حللت معنوية التأثيرات الوراثية وفق نظام التزاوج (السلالة × الفاحص) المقترحة من قبل Kempthorne (1957) وفق الأنموذج الثابت (Fixed Model) والتي أوضحها Singh و Chaudhary (2010). تم اجراء التحليل الاحصائي بواسطة برنامج Genstat والتحليل الوراثي ببرنامج Plant Breeding Tools .

النتائج والمناقشة

يبين الجدول 1 نتائج تحليل التباين للصفات المدروسة في الذرة الصفراء، ومنه يلاحظ ان متوسط مربعات التراكيب الوراثية الآباء وهجنها الفردية والسلالات الابوية والهجن الفردية (كل على حده) كانت معنوية وعالية معنوياً للصفات جميعها باستثناء صفتي عدد الحبوب بالصف ووزن 500 حبة للآباء لم تصل الى مستوى المعنوية، وتدل حالة المعنوية على التباعد الوراثي الكبير بين هذه السلالات. لقد اكدت عدة دراسات اجريت من قبل Sunil واخرون (2012) و Hundera (2017) و Kumar واخرون (2019) و Darshan و Marker

لمعرفة قابلية الاتحاد وبعض المعالم الوراثية لصفات النمو وحاصل الحبوب ومكوناته.

المواد والطرائق

نفذت تجربة حقليّة في احد حقول محطة الابحاث التابعة لدائرة البحوث الزراعية في ابي غريب وأستعمل في هذه الدراسة 8 سلالات نقيّة من الذرة الصفراء تم الحصول عليها من الدائرة اعلاه كان اربعة منها عقيمه سايتوبلازمياً (A₁, A₃, A₅, A₇). استعملت امهات واربع سلالات خصبة وراثياً (18، R₅، HZ₃، Inb₂) استعملت آباء لانتاج الهجن الجيل الاول بنظام التضريب (سلالة × فاحص) وبالبالغ عددها (16) هجيناً فردياً في الموسم الربيعي 2019. نفذت تجربة المقارنة خريفي 2019 بزراعة بذور التراكيب الوراثية وبالبالغ عددها 25 تركيباً وراثياً، مكون من 16 هجيناً فردياً الناتجاً من تضييبات الموسم الربيعي مع آباءها وبالبالغ عددها 8 سلالات بالاضافة الى هجين النهرين (هجين المقارنة)، تمت الزراعة بتاريخ 2019/7/27 بواقع خطين لكل تركيب وراثي وبطول 5م لكل خط وبمسافة (0.25 – 0.75) م بين الجور و الخطوط على التوالي وبمعدل 3 بذور في الجورة الواحدة ثم خفت الى نبات واحد وكانت الكثافة النباتية (53333 نبات.ه⁻¹)، تم تهيئة الارض الخاصة بالتجربة واجراء عمليات خدمة التربة كافة وفق التوصيات العلمية. اضيف السماد السوبر فوسفات P2O5 دفعة واحد قبل الزراعة وبمعدل (400كغم.ه⁻¹) وسماد اليوريا (46% N) بمعدل (400كغم.ه⁻¹) على دفعتين الاولى بعد شهر من الزراعة والثانية عند ظهور النورات الذكرية. وتم استعمال مبيد الديازينون المحبب (15%) لمكافحة حشرة حفار ساق الذرة وبمعدل (4كغم.ه⁻¹) تمت الاضافة عند وصول النبات الى مرحلة ست اوراق وكررت الاضافة بعد 10 ايام من الاضافة الاولى، مع الاستمرار بالري وازالة الادغال من الزراعة لغاية اكتمال النضج

اعطت السلالة Inb_2 اعلى متوسط للصفة بلغ 38.33 حبة ولم يختلف معنوياً مع السلالتين 18 و A_1 في حين اعطت السلالة R_5 ادنى متوسط للصفة بين السلالات بلغ 21.67 حبة، انعكس التباين الوراثي بين السلالات على الذريات الناتجة منها باتجاه الزيادة في عدد الحبوب بالصف، اذ اعطى الهجين ($A_7 \times R_5$) اعلى متوسط بلغ 40.73 حبة و اختلف معنوياً مع الهجن التي حققت معدل 35.53 حبة في الصف فمادون، بينما كان ادنى متوسط للصفة في الهجين ($A_1 \times HZ_3$) بلغ 30.20 حبة. واعطت السلالة A_5 اعلى متوسط لصفة وزن 500 حبة بلغ 148.13غم ولم تختلف معنوياً مع السلالة 18، واعطى الهجين ($A_5 \times HZ_3$) اعلى معدل للصفة بين الهجن بلغ 157.93غم واختلف معنوياً مع الهجن التي حققت معدل 145.10 غم فما دون، تفوقت اربعة الهجن معنوياً على هجين النهيرين الذي بلغ متوسط وزن 500 حبة فيه 129.17غم. حققت السلالة Inb_2 اعلى متوسط لصفة حاصل حبوب النبات الفردي بلغ 146غم فيما اعطت السلالة R_5 ادنى متوسط للصفة بلغ 53.5 غم، اما بالنسبة للهجن كان الهجين ($A_1 \times HZ_3$) قد سجل اعلى معدل للصفة بلغ 175.1 غم ويرجع تفوقه الى اعطاه اعلى متوسط لعدد العرانيص بالنبات ولم يختلف معنوياً مع اربعة هجن ($A_1 \times R_5$) و ($A_3 \times HZ_3$) و ($A_5 \times HZ_3$) و ($A_1 \times Inb_2$) الذين بلغوا 172.2، 172.1، 166.7، 166.0 غم بالتتابع، في حين سجل الهجين ($A_3 \times R_5$) ادنى معدل للصفة بلغ 139.2 غم، وظهرت النتائج ايضاً تفوق اثني عشر هجيناً على الهجين المحلي النهيرين الذي بلغ متوسط الصفة فيه 152.6غم. اتفقت هذه النتائج مع نتائج (Alfalawy (2015) و Akhi واخرون (2018) و Rajesh واخرون (2018) و Abdullah و Abdul Karim (2019) و Darshan و Marker (2019).

(2019) الى وجود اختلافات معنوية بين التراكيب الوراثية اذ تم تجزئة التبايرات الوراثية الكلية الى المقدرتين العامة والخاصة. يظهر الجدول 2 قيم متوسطات المربعات وجود فروق معنوية بين التراكيب الوراثية وهجتها الفردية للصفات المدروسة، اذ كانت السلالة A_1 ابكر السلالات استغرقت 60.33 يوماً للوصول الى 50% تزهير انثوي ولم يختلف معنوياً مع السلالة A_3 ، بينما كانت السلالة R_5 اكثر السلالات تأخراً في التزهير الانثوي اذ استغرقت 71.33 يوماً للصفة ذاتها. ومن نتائج الجدول نفسه يتبين ان الهجين ($A_3 \times Inb_2$) كان ابكر الهجن، اذ استغرق 57.33 يوماً واختلف معنوياً مع الهجن الفردية التي حققت متوسط عدد ايام تزهير انثوي 60.67 يوماً واكثر، بينما كان الهجينان ($A_1 \times R_5$) و ($A_7 \times HZ_3$) اكثر الهجن تأخراً اذ استغرقتا اطول فترة للوصول الى 50% تزهير انثوي بلغت 63.67 يوماً. واعطت السلالتان A_5 و Inb_2 اعلى معدل للمساحة الورقية بلغ 0.53 م² بينما اعطت السلالة R_5 ادنى معدل للصفة بلغ 0.23 م²، اما بالنسبة للهجن فقد تفوق الهجين ($A_7 \times 18$) بأعطائه اعلى معدل للمساحة الورقية بلغ 0.68 م² ولم تختلف معنوياً مع سبعة هجن التي اعطت معدل مساحة ورقية اعلى من 0.60 م². وظهرت السلالة A_3 اعلى متوسط لصفة عدد الصفوف بالعنوص بلغ 14.80 صفاً واختلفت معنوياً مع السلالات التي حققت معدل 13.33 صفاً فما دون، في حين اظهرت السلالة R_5 اقل معدل للصفة بلغ 11.33 صفاً، انعكست الاختلافات بين الالباء على نتائج الهجن فكان الهجين ($A_1 \times R_5$) قد سجل اعلى معدل للصفة بلغ 16.40 صفاً واختلفت معنوياً مع الهجن التي حققت معدل 15.13 صفاً فما دون، بينما اعطى الهجين ($A_7 \times Inb_2$) ادنى معدل بلغ 13.86 صف، وكان الهجينان ($A_1 \times R_5$) و ($A_7 \times 18$) قد اعطيا متوسطاً اعلى من الهجين المحلي النهيرين الذي كان متوسط الصفة فيه 15.46 صفاً. فيما

كانت قابلية الاتحاد العامة معنوية لصفة من الصفات ولم ينتج عنها اي تاثير معنوي لقابلية الاتحاد الخاصة فأن ذلك يعود الى تاثير فعل الجين الاضافي في تلك الصفة. وتتفق هذه النتائج مع ماوجده Sunil وآخرون (2012) و Izhar و Chakraborty (2013) و Noelle وآخرون (2017) و Andayani وآخرون (2018) و Anilkumar و Lohithaswa (2018).

يوضح الجدول 5 قيم مكونات التباين الوراثي ونسبة التوريث بالمعنى الواسع والضيق ومعدل درجة السيادة للصفات المدروسة، واطهرت النتائج ان تباين قابلية الاتحاد العامة الى الخاصة كان اقل من واحد ولجميع الصفات المدروسة مما يؤكد اهمية فعل الجين غير الاضافي في السيطرة على توريث الصفة، اما نسبة التوريث بالمعنى الواسع كانت مرتفعة لجميع الصفات تراوحت بين 94.06 و 99.36 لصفتي المساحة الورقية وحاصل الحبوب بالتتابع، في حين كانت نسبة التوريث بالمعنى الضيق منخفضة لجميع الصفات تراوحت بين 3.23 و 12.83 لصفتي عدد الصفوف بالعنوص وعدد الحبوب بالصف بالتتابع، وكان معدل درجة السيادة اكبر من واحد صحيح ولجميع الصفات بسبب كون التباين الوراثي السياتي كان اكبر من التباين الوراثي الاضافي. يتضح مما سبق ان التباين السياتي هو المكون الرئيسي للتباين الوراثي في جميع الصفات مع وجود حالة السيادة الفائقة للجينات ودورها في توريث الصفات. وهذا يتفق مع ما وجده باحثون آخرون Aljboory و Algaisi (2017) و Alnaggar وآخرون (2017) و Delima وآخرون (2019) الذين وجدوا ان نسبة تباين قابلية الاتحاد العامة الى الخاصة اقل من الواحد وان نسبة التوريث بمعناها الواسع مرتفعة وبالمعنى الضيق منخفضة ومعدل درجة السيادة اكبر من واحد مؤكدين وجود حالة السيادة الفائقة للجينات في توريث الصفات .

يبين الجدول 3 تقدير تأثيرات قابلية الاتحاد العامة للسلاطات ان السلالة R_5 قد اختلفت بالاتجاه السالب المرغوب لصفة التزهير الانثوي ولم تختلف معنوياً مع السلالتين A_1 و HZ_3 و لصفة المساحة الورقية كان اختلف السلالة I_8 معنوياً بالاتجاه المرغوب ولم تختلف معنوياً مع السلالة A_7 بينما سجلت السلالتين Inb_2 و A_5 ائتلافاً معنوياً وموجباً بالاتجاه المرغوب لصفة عدد الصفوف بالعنوص. وسجلت عدد من سلاطات ائتلافاً موجباً بالاتجاه المرغوب لصفتي عدد الحبوب بالصف ووزن 500 حبة الا انها لم ترتقي الى مستوى المعنوية. في حين سجلت السلالتين A_3 و Inb_2 ائتلافاً موجباً ومعنوياً بالاتجاه المرغوب لصفة حاصل حبوب النبات الفردي .

من نتائج الجدول 4 يتبين ان التهجينات قد تباينت في تأثيرات قابلية الاتحاد الخاصة ما بين تأثيرات موجبة وسالبة معنوية للصفات المدروسة، اذ اعطت ثمانية الهجين تأثيراً خاصاً سالباً معنوياً بالاتجاه المرغوب لصفة التزهير الانثوي. واعطى الهجين $(A_1 \times R_5)$ تأثيراً خاصاً ومعنوياً بالاتجاه المرغوب للصفات المساحة الورقية، عدد الصفوف بالعنوص وحاصل الحبوب، وكان الهجين $(A_1 \times I_8)$ قد اعطى تأثيراً معنوياً بالاتجاه المرغوب لصفة وزن 500 حبة، وسجل الهجين $(A_3 \times HZ_3)$ تأثيراً خاصاً ومعنوياً بالاتجاه المرغوب لصفة عدد الحبوب بالصف. واطهر الهجين $(A_5 \times HZ_3)$ ائتلافاً معنوياً بالاتجاه المرغوب لصفة المساحة الورقية. اما الهجن التي لم تذكر فأنها اما ان تكون تأثيراتها باتجاه غير المرغوب او انها لم ترتقي الى مستوى المعنوية للصفات المدروسة. ومن خلال ماتقدم يلاحظ ان الابعاء التي لها تأثير معنوي لقابلية الاتحاد العامة لصفة من الصفات اعطت تأثيرات معنوية بالاتجاه نفسه في تأثيرات تهجيناتها لقابلية الاتحاد الخاصة اشارة الى دور فعل الجين السياتي في توريث الصفة، اما اذا

و ($A_3 \times HZ_3$) في الهجن الواعدة وادخالها في برامج الانتخاب للمقدرة الخاصة على الاتحاد وذلك لوجود الفعل الجيني السيادي ودراسة الاستقرار الوراثي للهجن المتفوقة في أكثر من منطقة ولعدد من السنين.

نستنتج مما سبق امكانية الاستفادة من السلالات المتميزة في المقدرة الاتحادية العامة وهما A_3 و Inb_2 من خلال ادخالها في برامج تربية وتحسين انتاج الهجن الفردية والاصناف التركيبية. واستخدام الهجن المتميزه في المقدرة الاتحادية الخاصة وجيدة وهي ($A_1 \times R_5$) و ($A_3 \times Inb_2$)

جدول 1. تحليل التباين لمتوسطات المربعات للصفات المدروسة لثمان سلالات وهجنها وقابلية الاتحاد العامة والخاصة

وفق تحليل السلالة \times الفاحص في الذرة الصفراء.

الصفات مصادر التباين	درجات الحرية	50% تزهير أنثوي (يوم)	المساحة الورقية (m^2)	عدد الصفوف بالعرنوص	عدد الحبوب بالصف	وزن 500 حبة (غم)	حاصل حبوب النبات الفردي (غم)
المكررات	2	19.50	0.0044	0.519	21.13	160.08	5.166
التراكيب الوراثية	23	38.26**	0.0403**	2.71**	71.97**	445.51**	2791.11**
الاباء	7	4.99**	0.014*	1.395*	11.37	62.40	276.12*
الاباء ضد الهجن	1	146.99**	0.512**	17.30**	932.64**	5748.87**	4953.1**
الهجن	15	46.54**	0.025**	2.28**	42.88**	270.75**	848.50**
السلالات	3	1086.94**	0.1005**	64.60**	1603.37**	5874.49**	27896.1**
الفواحص	3	3261.76**	0.302**	195.19**	1632.74**	1771.84**	32885.9**
السلالات \times الفواحص	9	812.51**	0.109**	48.23**	1150.17**	4186.58**	17785.9**
الخطأ التجريبي	46	3.09	0.0024	0.588	9.89	58.89	40.4

* و ** معنوي عند مستوى احتمال 5 و 1 % بالتتابع

جدول 2. متوسطات قيم الآباء والهجن للصفات المدروسة للذرة الصفراء - الموسم الخريفي 2019.

الصفات	50% تزهر أنثوي (يوم)	المساحة الورقية (م ²)	عدد الصفوف بالعروض	عدد الحبوب بالصف	وزن 500 حبة (غم)	حاصل حبوب النبات الفردي (غم)
A ₁	60.33	0.50	13.60	33.20	121.53	105.5
A ₃	64.00	0.31	14.80	25.80	124.57	122.0
A ₅	62.67	0.53	13.33	26.93	148.13	114.7
A ₇	66.67	0.41	14.26	32.67	130.07	116.8
Inb ₂	62.00	0.53	14.66	38.33	127.83	146.0
HZ ₃	70.00	0.30	14.00	23.07	110.27	78.1
R ₅	71.33	0.23	11.33	21.67	114.20	53.5
18	64.67	0.38	13.73	33.27	146.43	121.0
A ₁ ×Inb ₂	62.33	0.51	14.13	30.53	148.17	166.0
A ₁ ×HZ ₃	62.00	0.47	14.40	30.20	136.07	175.1
A ₁ ×R ₅	63.67	0.61	16.40	34.80	139.90	172.2
A ₁ ×18	59.67	0.60	15.16	35.53	154.30	161.1
A ₃ ×Inb ₂	57.33	0.48	14.40	32.27	137.60	159.3
A ₃ ×HZ ₃	61.33	0.51	15.13	39.67	139.60	172.1
A ₃ ×R ₅	58.00	0.53	14.66	34.60	118.90	139.2
A ₃ ×18	60.67	0.60	14.40	36.20	140.27	145.3
A ₅ ×Inb ₂	58.33	0.59	14.26	32.53	148.37	163.2
A ₅ ×HZ ₃	61.33	0.64	15.33	33.27	157.93	166.7
A ₅ ×R ₅	57.67	0.56	14.40	34.93	137.37	140.4
A ₅ ×18	58.00	0.60	14.26	39.27	135.93	164.5
A ₇ ×Inb ₂	59.67	0.57	13.86	35.00	139.53	142.3
A ₇ ×HZ ₃	63.67	0.64	14.80	35.20	145.10	160.0
A ₇ ×R ₅	61.67	0.61	14.40	40.73	133.67	155.2
A ₇ ×18	63.00	0.68	15.86	36.87	132.43	157.8
هجين النهرين	57.00	0.48	15.46	37.67	129.17	152.6
L.S.D 5%	2.99	0.08	1.25	5.19	12.42	10.24

جدول 3. تأثير قابلية الاتحاد العامة للصفات المدروسة للذرة الصفراء - الموسم الخريفي 2019.

الصفات	50% تزهر أنثوي (يوم)	المساحة الورقية (م ²)	عدد الصفوف بالعروض	عدد الحبوب بالصف	وزن 500 حبة (غم)	حاصل حبوب النبات الفردي (غم)
A ₁	-0.768	-0.053	-0.592	-1.336	1.031	-2.466
A ₃	0.920	0.003	0.057	-0.172	2.453	5.611
A ₅	-0.090	0.0005	0.474	0.366	-4.910	-3.963
A ₇	-0.062	0.055	0.060	1.122	1.428	-1.161
Inb ₂	0.465	-0.006	0.593	-1.277	1.428	4.136
HZ ₃	-0.395	-0.065	-0.031	0.194	-4.834	-6.780
R ₅	-0.962	0.007	-0.559	-0.033	2.528	1.347
18	0.893	0.067	0.003	1.115	0.879	1.280
SE (gi-gl)	0.718	0.020	0.313	1.28	3.13	2.60

جدول 4. تأثير قابلية الاتحاد الخاصة للصفات المدروسة للذرة الصفراء - الموسم الخريفي 2019.

الصفات التركيبة الوراثية	50% تزهير أنثوي (يوم)	المساحة الورقية (m^2)	عدد الصفوف بالعرنوص	عدد الحبوب بالصف	وزن 500 حبة (غم)	حاصل حبوب النبات الفردي (غم)
$A_1 \times Inb_2$	0.506	0.0002	-0.104	0.094	0.154	-4.911
$A_1 \times HZ_3$	-0.493	-0.023	-0.266	-0.683	-8.301	2.069
$A_1 \times R_5$	1.373	0.071	0.884	0.288	1.051	5.677
$A_1 \times 18$	-1.387	0.001	-0.013	0.301	7.093	-1.836
$A_3 \times Inb_2$	-0.298	-0.003	0.109	-0.302	0.138	4.263
$A_3 \times HZ_3$	0.145	-0.002	0.103	4.502	0.382	3.433
$A_3 \times R_5$	-0.354	-0.0008	-0.068	-3.750	-2.442	-4.958
$A_3 \times 18$	0.506	0.007	-0.143	-0.450	1.921	-3.738
$A_5 \times Inb_2$	0.201	0.010	0.092	0.016	0.121	4.006
$A_5 \times HZ_3$	0.312	0.066	0.198	-0.405	2.899	-1.952
$A_5 \times R_5$	-0.298	-0.014	-0.129	-0.411	0.107	-5.144
$A_5 \times 18$	-0.215	-0.013	-0.160	0.801	-3.128	3.097
$A_7 \times Inb_2$	-0.409	-0.006	-0.096	0.189	-0.414	-2.352
$A_7 \times HZ_3$	0.034	0.009	-0.035	-0.411	1.018	-1.550
$A_7 \times R_5$	-0.020	-0.007	-0.685	0.872	1.282	2.425
$A_7 \times 18$	0.395	0.004	0.317	-0.650	-1.886	1.477
SE (sij-sik)	1.43	0.040	0.626	2.568	6.266	5.19

جدول 5. قيم المعالم الوراثية للصفات المدروسة للذرة الصفراء - الموسم الخريفي 2019.

الصفات التركيبة الوراثية	50% تزهير أنثوي (يوم)	المساحة الورقية (m^2)	عدد الصفوف بالعرنوص	عدد الحبوب بالصف	وزن 500 حبة (غم)	حاصل حبوب النبات الفردي (غم)
σ^2_{gca}	19.12	0.0012	1.134	6.50	105.65	175.07
σ^2_{sca}	269.80	0.0355	15.881	380.09	1375.89	5915.1
$\frac{\sigma^2_{gca}}{\sigma^2_{sca}}$	0.071	0.034	0.071	0.017	0.077	0.03
σ^2_A	38.24	0.0025	2.268	13.00	211.32	350.14
σ^2_D	269.80	0.0355	15.881	380.09	1375.89	5915.1
σ^2_G	308.04	0.038	18.149	393.09	1587.21	6265.24
σ^2_E	3.09	0.0024	0.588	9.89	58.89	40.4
σ^2_P	311.13	0.0404	18.737	402.98	1646.10	6305.64
% $H^2.b.s$	99.00	94.06	96.86	97.55	96.42	99.36
% $h^2.n.s$	12.29	6.19	12.10	3.23	12.83	5.55
\bar{a}	3.75	5.33	3.74	7.64	3.61	5.81

REFERENCES

- Abdullah, A.H. and A. Abdul Karim. 2019. Evaluation of F1S', F2S' Hybrids, Heterosis, and Inbreeding Depression of Maize (*Zea mays* L.). Tikrit Journal for Agricultural Sciences, 19 (1):1 -17.
- Akhi, A.H, S.A. Ahmed, A.N.M.S. Karim, and M.M. Rohman. 2018. Genetic control observation for yield and morphological traits in maize (*Zea mays* L.) inbred lines. Adv Plants Agric Res, 8(5):371 –378.
- Alfalaky, M.A. 2015. Estimation combining ability, heterosis and some genetic parameters across four environments using full diallel cross method. International Journal of Pure and Applied Sci. and Technology, 26(1): 34.
- Aljoboory, A.H.A and W.H.M.T. Algaisi. 2017. Estimate of Combining Ability in Maize (*Zea mays* L.) Using (Line×Tester) Method. Tikrit Journal for Agricultural Sciences, 17 (3): 80-95.
- Allard, R.W.1960. Principle of Plant Breeding. John Wiley and Sons, Inc. New York. pp.485.
- Alnaggar, A.M.M, R. Shabana, M.S. Hassanein, T.A. Elewa, A.S.M. Younis and A.M.A. Metwally. 2017. Estimation of Genetic Parameters Controlling Inheritance of Maize Quantitative Traits under Different Plant Densities Using Line×Tester Analysis. Asian Journal of Advances in Agricultural Research, 2(2): 1-12.
- Andayani, n.n, M.A., R. Efendi and M. Azra. 2018. Line×tester analysis across equatorial environments to study combining ability of Indonesian maize inbred. Asian Journal Agricultural and Biol., 6(2):213-220.
- Anilkumar, C and H.C. Lohithaswa. 2018. Heterotic hybrid frequency in relation to combining ability and parental genetic divergence in maize. Electronic Journal of Plant Breeding, 9(4): 1322-1334.
- Darshan, S.S. and S. Marker. 2019. Heterosis and combining ability for grain yield and its component characters in quality protein maize (*Zea mays* L.) hybrids. Electronic Journal of Plant Breeding, 10 (1): 111 – 118.
- De lima, V.J., A.T.A. Junior, S.H. Kamphors and K. Marker. 2019. Combined dominance and additive gene effects in trait inheritance of drought-stressed and full irrigated popcorn. Agronomy, 9(782) :1 – 17.
- Elsahookie. M. M 1990. Yellow Maize Production and Improvement, Ministry of Higher Education and Scientific Research - University of Baghdad, pp. 400. (in Arabic).
- FAO. 2018. Crop prospects and food situation. Statistics Division Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome, Italy.
- Hundera, N.B. 2017. Combining Ability and Heterotic Grouping in Maize (*Zea mays* L.) Inbred Lines for Yield and Yield Related Traits. World Journal of Agricultural Sciences, 13 (6): 212-219.
- Izhar, T, and M. Chakraborty. 2013. Combining ability and heterosis for grain yield and its components in maize inbreds over environments (*Zea mays* L.). Academic Journal, 8(25) : 3276 – 3280.
- Kempthorne, O. 1957. An Introduction to Genetic Statistics, John Wiley and Sons, New York. USA. pp. 545.
- Kumar. S., U. Chandel, S.K. Guleria and R. Devlash. 2019. Combining ability and heterosis for yield contributing and quality traits in medium maturing inbred lines of maize (*Zea mays* L.) using line×tester. International Journal of chemical studies, 7(1) : 2027 – 2034.
- Noelle, M.A.H, K. Richard, G. Vernon, Y.A. Martin, M. N. Laouali, T.N. Liliane and N. Godswill. 2017. Combining Ability and Gene Action of Tropical Maize (*Zea mays* L.) Inbred Lines under Low and High Nitrogen Conditions. Journal of Agricultural Science, 9(4) :222-235.
- Rajesh, V, S.S. Kumar, V. Reddy and A.S. Sanka. 2018. Combining Ability and Genetic Action Studies for Yield and Its Related Traits in Maize (*Zea mays* L.). International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences, 7(6): 2645-2652.
- Rhoades, M.M.1931. Cytoplasmic inheritance of male sterility in (*Zea mays* L.). Science, 73:340-341.
- Singh, R.K. and B.D. Chaudary .2010. Biometrical Methods in Quantitative Genetic Analysis. Kalyani Publishers, Ludhiana, India. Pp.318.
- Sunil, B.K., M. Prakash, G. Sathyanarayanan and S. Padmavathi. 2012. Studies on combining ability and heterosis through line x tester analysis in maize (*Zea mays* L.). Crop Research, 43 (1, 2 & 3) :153-157.
- Terefe, w, A. Teklewold and K. Tesfaye. 2019. Combining Ability of Selected Maize (*Zea mays* L.) Inbred Lines Adapted to Highland Agro-Ecologies of Ethiopia. International Journal Agricultural Biosciences, 8(2): 99-105.
- Tesfaye, S., H. Zeleke and D. Abakemal. 2019. Combining ability of highland adapted maize

Alogaidi, *et al.*, 2021

(*Zea mays* L.) inbred lines for grain yield and yield related traits under optimum and low

nitrogen conditions. African Journal of Plant Science, 13(5): 125-137.