

## القدرة على الانتلاف والفعل الجيني في هجن فردية من الذرة الصفراء (*Zea mays* L.) باستخدام طريقة (سلالة × مختبر)

ريم سليم علي\*<sup>(1)</sup> وسمير الأحمد<sup>(2)</sup> وبولص خوري<sup>(3)</sup>

(1). مركز بحوث اللاذقية، الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية، دمشق، سورية.

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

(3). قسم المحاصيل الحقلية، كلية الزراعة، جامعة تشرين، اللاذقية، سورية.

(\* للمراسلة: م. ريم علي. بريد الكتروني: [reem.s.ali@gmail.com](mailto:reem.s.ali@gmail.com)).

تاريخ القبول: 2019/06/01

تاريخ الاستلام: 2019/03/11

### الملخص

نُفذَ البحث في مركز بحوث اللاذقية التابع للهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية في الموسمين الزراعيين 2016 و2017 بهدف دراسة القدرة على الانتلاف والفعل الجيني لصفات طول العرنوس (سم)، وعدد الصفوف بالعرنوس (صف)، وعدد الحبوب بالصف (حبة)، والغلة الحبية (طن/هكتار)، وذلك في ثلاثين هجيناً فردياً من الذرة الصفراء ناتج عن تهجين عشر سلالات مرياة داخلياً وثلاث سلالات اختبارية، باستخدام الطريقة (سلالة × مختبر) وفق تصميم القطاعات الكاملة العشوائية وبثلاثة مكررات، وقد أظهرت النتائج سيطرة الفعل الوراثي اللاإضافي على وراثته جميع الصفات المدروسة حيث كانت النسبة  $\sigma^2_{GCA}/\sigma^2_{SCA}$  أصغر من الواحد الصحيح لجميع الصفات وجاءت قيمة درجة السيادة التي كانت أكبر من الواحد مؤكدةً لهذه النتيجة، وقد أظهرت السلالات (IL.291)، (IL.358)، (IL.322) قدرة عامة جيدة على الانتلاف في صفة الغلة الحبية، وحققت الهجن (IL.21×IL.155)، (IL.21×IL.1)، (IL.121×IL.200)، (IL.121×IL.322)، (IL.121×IL.291)، (IL.121×IL.291)، (IL.197 ×IL.98) أعلى قدرة خاصة على الانتلاف لصفة الغلة الحبية، كما حققت السلالات أكبر نسبة مساهمة في تباين كل من صفة الغلة الحبية (77.9%) وطول العرنوس (42.8%) وعدد الصفوف بالعرنوس (61.5%)، بينما امتلكت الهجن أعلى نسبة مساهمة في تباين صفة عدد الحبوب بالصف (65.9%).

**الكلمات المفتاحية:** الذرة الصفراء، الغلة الحبية، القدرة على الانتلاف، سلالة × مختبر.

### المقدمة:

تعد الذرة الصفراء المقوم الأساسي للغذاء البشري على مستوى العالم (Duvick, 1996)، فمحصول الذرة الصفراء *Zea mays* L. أو كما يسمى ملك النجيليات ينتمي إلى العائلة النجيلية *Poaceae* والقبيلة *Maydeae*، وهو نبات عشبي حولي منفصل الجنس أحادي المسكن Monoecious (Akbar et al., 2008). والنوع *Zea mays* هو النوع الوحيد المزروع من الجنس *Zea* (Doebly, 1990)، تحتل الذرة الصفراء في سورية المركز الثالث بعد القمح والشعير من حيث المساحة المزروعة ومن حيث الإنتاج، حيث بلغت المساحة المزروعة في العام 2017، 27.30 ألف هكتاراً أنتجت 91.85 ألف طناً بمردود 3.4 طن/هكتار (وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي، 2018).

إنّ التقدير الصحيح للقدرة على الائتلاف Combining Ability للطرز الوراثية يمكن أن يكون أساس التهجين، حيث يدل هذا المصطلح على مقدرة الآباء على انتاج نسل متفوق عندما يهجن مع أب آخر. وقد صنفت القدرة على الائتلاف إلى مجموعتين: القدرة العامة على الائتلاف General combining Ability، والقدرة الخاصة على الائتلاف Specific combining Ability، إن فكرة القدرة العامة على الائتلاف (GCA) والقدرة الخاصة على الائتلاف (SCA) عُرِفَت لأول مرة من قبل (Sprague and Tatum, 1942).

تعتبر طريقة سلالة × مختبر (line × tester) المبتكرة من قبل العالم (Kempthorn, 1957) مستخدمة على نطاق واسع من قبل مربّي النبات في العالم لتكوين معطيات موثوقة عن القدرة العامة على الائتلاف وللمساعدة في اختيار السلالات الأبوية المناسبة لإدخالها في عملية التهجين، وقد استخدمت هذه الطريقة من قبل العديد من مربّي الذرة الصفراء لأنها تسمح لهم بدراسة عدد لا بأس به من السلالات من حيث قدرتها العامة والخاصة على الائتلاف (لا يقل عن عشر سلالات) في حين يكون العدد أقل من عشر سلالات عند دراسة السلوكية الوراثية بالطرق التربوية الكلاسيكية الأخرى.

طبق (Premlatha and Kalamani, 2010) التهجين بين تسع سلالات مرباة داخلياً من الذرة الصفراء وأربع سلالات اختبارية بطريقة سلالة × مختبر، لدراسة القدرة العامة والخاصة على الائتلاف وقد أظهرت النتائج سيطرة الفعل المورثي اللاإضافي على توريث كل الصفات المدروسة (عدد الأيام حتى ظهور 50% من النورات المذكرة، عدد الأيام حتى ظهور 50% من النورات المؤنثة، ارتفاع النبات، ارتفاع العرنوس وغلة النبات الفردي). كما درس (Izhar and Chakraborty, 2013) القدرة على الائتلاف باستخدام طريقة سلالة × مختبر (5×12) لصفة الغلة ومكوناتها، وصفة عدد الأيام حتى ظهور 50% من النورات المؤنثة، وأظهرت النتائج سيطرة الفعل المورثي اللاإضافي على وراثة صفة الغلة الحبية ومكوناتها.

هجن (Akula et al., 2016) سلالة مرباة داخلياً من الذرة الصفراء مع سلالتين اختباريتين باستخدام طريقة سلالة × مختبر (5×12) وكونوا 290 هجيناً فردياً لدراسة القدرة العامة والخاصة على الائتلاف لصفة الغلة الحبية ومكوناتها وقد أظهرت النتائج أن كلا الفعلين الإضافي واللاإضافي قد ساهم في وراثة هذه الصفات، وسيطر الفعل المورثي اللاإضافي في وراثة صفة الغلة الحبية وموعد الإزهار المؤنث، والمذكر وارتفاع النبات والعرنوس.

طبق (Sandesh et al., 2018) طريقة سلالة × مختبر حيث استخدم 11 سلالة مرباة داخلياً من الذرة الصفراء مع سلالتين اختباريتين ودرسوا القدرة العامة والخاصة على الائتلاف، أظهرت النتائج سيطرة الفعل المورثي اللاإضافي على وراثة صفة الغلة الحبية، الإزهار المؤنث، ارتفاع النبات، وزن المئة حبة، عدد الحبوب بالعرنوس، عدد الحبوب بالصف، حيث كانت النسبة  $\sigma^2_{GCA}/\sigma^2_{SCA}$  أصغر من الواحد الصحيح.

تأتي أهمية البحث من أهمية محصول الذرة الصفراء في تغذية الإنسان والحيوان وخاصة الدواجن حيث تدخل الذرة الصفراء بنسبة 75% من العليقة المقدمة للدواجن في سورية، ومع تنامي صناعة الدواجن في سورية ازداد الطلب على هذا المحصول واتسعت الفجوة بين الحاجة والإنتاج لأن القطر لا ينتج إلا حوالي 25% تقريباً من حاجته لهذه المادة.

يهدف هذه البحث إلى دراسة السلوكية الوراثية لهذه الهجن لتحديد الفعل المورثي المسيطر على توريث الصفات الأكثر ارتباطاً بالغلة الحبية، لاستخدامها كمؤشرات انتخابية في برامج التربية الذاتية للوصول إلى سلالات على درجة عالية من النقاوة الوراثية تحمل صفات مرغوبة ويمكن أن تعطي من خلال تهجينها مع سلالات أخرى هجناً فردية عالية الإنتاجية في وحدة المساحة.

مواد البحث وطرائقه:

اختيرت عشر سلالات من الذرة الصفراء المرباة داخلياً والتي تتصف بدرجة عالية من النقاوة الوراثية (95%) وكذلك ثلاث سلالات مختبرة تم الحصول على بذورها من البنك الوراثي في قسم بحوث الذرة - الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية - سورية (جدول 1)، وقد نفذ البحث في حقول مركز بحوث اللاذقية التابع للهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية في الموسمين الزراعيين 2016 و2017. زرعت حبوب السلالات بتاريخ 2016/5/5، وتم إجراء التهجين بين السلالات الاختبارية والسلالات الأم وذلك للحصول على الحبوب الهجينة لثلاثين هجيناً فردياً، وزرعت هذه الحبوب F1 وكذلك حبوب السلالات في موسم 2017 من أجل تقييمها حيث زرع كل طراز في أربعة خطوط، طول كل خط 6 م والمسافة بين الخطوط 70 سم، في جور تبعد عن بعضها 25 سم، في ثلاثة مكررات وفق تصميم القطاعات الكاملة العشوائية Randomized Complete Block Design. قدمت كافة عمليات الخدمة من عزيق وتسميد وتقريد بناءً على توصيات وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي لمحصول الذرة الصفراء.

الجدول 1. اسم السلالات الأبوية المستخدمة في عملية التهجين.

السلالة	الرمز
IL.200	P <sub>1</sub>
IL.136	P <sub>2</sub>
IL.322	P <sub>3</sub>
IL.98	P <sub>4</sub>
IL.90	P <sub>5</sub>
IL.155	P <sub>6</sub>
IL. 358	P <sub>7</sub>
IL.341	P <sub>8</sub>
IL.1	P <sub>9</sub>
IL. 291	P <sub>10</sub>
IL.21	T <sub>1</sub>
IL.121	T <sub>2</sub>
IL.197	T <sub>3</sub>

أخذت القراءات الحقلية على عشرة نباتات من وسط كل قطعة تجريبية لصفات طول العرنوس (سم)، وعدد الصفوف بالعرنوس (صف)، وعدد الحبوب بالصف (حبة)، والغلة الحبيبة (طن/هكتار).

جمعت البيانات لكافة القراءات وبويت باستخدام برنامج Excel، وتم إجراء التحليل الإحصائي، حيث تم حساب متوسط مجموع مربعات انحرافات القدرة العامة GCA والخاصة SCA على الائتلاف وتأثيرات كل منها باستخدام الطريقة (Line×Tester) وفق المعادلات التالية:

1. تأثيرات القدرة العامة على الائتلاف للسلالات:

$$g_l = \frac{xi..}{tr} - \frac{x...}{ltr}$$

$g_l$ : تأثيرات القدرة العامة للسلالة.

$l$ : عدد السلالات الأبوية.

$t$ : عدد السلالات المختبرة.

$r$ ..: عدد المكررات.

2. تأثيرات القدرة العامة على الائتلاف للسلالات المختبرة.

$$g_l = \frac{xj..}{lr} - \frac{x...}{ltr}$$

$g_1$ : تأثيرات القدرة العامة للمختبر .

3. تأثيرات القدرة الخاصة على الائتلاف

$$S_{ij} = \frac{x_{ij}}{r} - \frac{xt}{tr} - \frac{x_j}{lr} - \frac{x \dots}{ltr}$$

$S_{ij}$  تأثيرات القدرة الخاصة على الائتلاف (Kempthoren, 1957)

استخدمت النسبة ما بين التباين المحسوب للقدرة العامة والخاصة على الائتلاف  $\sigma_{GCA}^2/\sigma_{SCA}^2$  لتحديد نسبة مساهمة كلٍّ من

الفعل المورثي الإضافي واللاإضافي في وراثة الصفات المدروسة حيث:

$$\frac{\sigma_{GCA}^2}{\sigma_{SCA}^2} > 1 \text{ دل ذلك على سيطرة الفعل المورثي الإضافي على وراثة هذه الصفة.}$$

$$\frac{\sigma_{GCA}^2}{\sigma_{SCA}^2} < 1 \text{ دل ذلك على سيطرة الفعل المورثي اللاإضافي على وراثة هذه الصفة.}$$

$$\frac{\sigma_{GCA}^2}{\sigma_{SCA}^2} = 1 \text{ دل ذلك على مساهمة كلا الفعلين الإضافي واللاإضافي في وراثة الصفة.}$$

4. درجة السيادة  $\hat{a}$  تم حسابها وفقاً لمعادلة (Mather, 1949)

$$\hat{a} = \sqrt{V_D/V_A}$$

$V_A$ : تباين الفعل الوراثي الإضافي.

$V_D$ : تباين الفعل الوراثي السیادي.

$\hat{a}$ : درجة السيادة.

**النتائج والمناقشة:**

### 1- طول العرنوس (سم):

تبرز أهمية الطرز الوراثية ذات العرائيس الطويلة لامتلاكها لعدد أكبر من الحبوب ومن ثم انتاجها لغلّة حبيبة أكبر بشرط أن لا يؤثر ذلك على حجم ووزن الحبوب، فقد أوصى مرسى (1979) باستنباط طرز ذات عرائيس طويلة من أجل تحسين صفة الغلّة الحبيبة في محصول الذرة الصفراء.

يبين الجدول (2) أن النسبة  $\sigma_{GCA}^2/\sigma_{SCA}^2$  كانت أقل من الواحد (0.06)، وكان تباين الفعل الإضافي (0.09)، والسيادي (0.81) كدليل على سيطرة الفعل المورثي اللاإضافي (Non-Additive geneaction) على وراثة صفة طول العرنوس، وأكدت هذه النتيجة قيمة درجة السيادة التي كانت أكبر من الواحد (3.00) مما يدلنا على خضوع الصفة لتأثير جينات السيادة الفائقة over dominance وبالتالي تبرز هنا أهمية وجدوى التهجين والانتخاب لتحسين هذه الصفة، توافقت هذه النتيجة مع نتائج (Kanagarasu *et al.*, 2010; Abrha *et al.*, 2013; Sandesh *et al.*, 2018).

تراوحت تأثيرات القدرة العامة على الائتلاف لصفة طول العرنوس (الجدول 3) من -2.144 (P<sub>5</sub>) إلى 1.311 (P<sub>10</sub>) للسلاسل، ومن -0.159 (T<sub>3</sub>) إلى 0.311 (T<sub>2</sub>) للمختبرات، وقد بينت هذه التأثيرات أنّ السلاسل P<sub>2</sub> و P<sub>3</sub> و P<sub>4</sub> و P<sub>8</sub> و P<sub>10</sub> ابدت قدرة عامة موجبة ومعنوية على الائتلاف لصفة طول العرنوس، وبالتالي يمكن الاستفادة منها في الحصول على هجن ذات عرائيس طويلة وبالتالي ذات عدد أكبر من الحبوب.

تراوحت تأثيرات القدرة الخاصة على الائتلاف (الجدول 4) من -1.822 (T<sub>2</sub> × P<sub>6</sub>) إلى 1.941 (T<sub>1</sub> × P<sub>6</sub>)، وبيّنت هذه التأثيرات أنّ كلاً من الهجن الهجن (T<sub>2</sub> × P<sub>3</sub>)، (T<sub>2</sub> × P<sub>7</sub>)، (T<sub>2</sub> × P<sub>10</sub>) تميّزت بقدرة خاصة على الائتلاف موجبة وعالية المعنوية و نتجت عن آباء تمتلك تأثيرات قدرة عامة على التوافق GCA موجبة وبالتالي فإن تفاعل العوامل الوراثية فيها من النوع (تراكمي X تراكمي) لذا تعتبر مجموعة هجينة مبشرة بينما (T<sub>1</sub> × P<sub>2</sub>)، (T<sub>2</sub> × P<sub>1</sub>) كانت ذات قدرة خاصة SCA موجبة القيمة وعالية المعنوية ولكنها نتجت

عن أبوين تتمتع احدهما بمقدرة عامة على التوافق موجبة والآخر بمقدرة عامة على التوافق سالبة والتفاعل الوراثي فيها من النوع (تراكمي X لاتراكمي) ومن المحتمل ظهور انعزلات وراثية في الأجيال اللاحقة وبالتالي عدم ثبات هذه الصفة. أما الهجن ( $T_1 \times P_6$ )، ( $T_1 \times P_5$ )، ( $T_3 \times P_9$ )، نتجت عن أبوين كلاهما يتمتع بمقدرة عامة سالبة والتفاعل الوراثي من النوع (لاتراكمي X لاتراكمي) وبالتالي احتمال ظهور انعزلات وراثية في الأجيال اللاحقة قائمة ومن غير المفيد الاستمرار بزراعتها في الأجيال اللاحقة. من الشكل (1) يلاحظ أنه للسلاسل كانت أكبر نسبة مساهمة في تباين صفة طول العرنوس (42.8%)، أتت الهجن بالمرتبة الثانية (36.9%)، واحتلت المختبرات المرتبة الثالثة بأقل نسبة (20.3%).

### 2- عدد الصفوف بالعرنوس (صف):

يشير الجدول (2) إلى سيطرة الفعل المورثي اللاإضافي (Non-Additive geneaction) على وراثه صفة عدد الصفوف بالعرنوس حيث كانت النسبة  $\sigma^2_{GCA}/\sigma^2_{SCA}$  أقل من الواحد (0.07)، وقيمة درجة السيادة كانت أكبر من الواحد (2.16)، في حين كان تباين الفعل الإضافي (0.03) أقل بكثير من الفعل السيادي (0.14) كتأكيد على هذه النتيجة، وهذا يتفق مع نتائج (Saleem *et al.*, 2013; Aly, 2002)، ويتعارض مع نتائج (Amer *et al.*, 2003).

تراوحت تأثيرات القدرة العامة على الائتلاف لصفة عدد الصفوف بالعرنوس (الجدول 3) من -0.877 ( $P_5$ ) إلى 0.901 ( $P_{10}$ ) للسلاسل، ومن -0.278 ( $T_1$ ) إلى 0.172 ( $T_2$ ) للمختبرات، وقد بينت هذه التأثيرات أن السلاسل  $P_7$  و  $P_9$  و  $P_{10}$  أبدت قدرة عامة موجبة ومعنوية على الائتلاف لصفة عدد الصفوف بالعرنوس، وبالتالي يمكن الاستفادة من هذه السلاسل في الحصول على هجن ذات عرائس لديها عدد كبير من الصفوف.

تراوحت تأثيرات القدرة الخاصة على الائتلاف (الجدول 4) من -0.694 ( $T_3 \times P_9$ ) إلى 0.806 ( $T_3 \times P_2$ )، وبينت هذه التأثيرات أن كلاً من الهجن ( $T_2 \times P_7$ )، ( $T_2 \times P_{10}$ ) تميّزت بقدرة خاصة على الائتلاف موجبة وعالية المعنوية و نتجت عن آباء تمتلك تأثيرات قدرة عامة على التوافق GCA موجبة وبالتالي فإن تفاعل العوامل الوراثية فيها من النوع (تراكمي X تراكمي) لذا تعتبر مجموعة هجينة مباشرة بينما ( $T_1 \times P_9$ )، ( $T_3 \times P_2$ ) كانت ذات قدرة خاصة SCA موجبة القيمة وعالية المعنوية ولكنها نتجت عن أبوين تتمتع احدهما بمقدرة عامة على التوافق موجبة والآخر بمقدرة عامة على التوافق سالبة والتفاعل الوراثي فيها من النوع (تراكمي X لاتراكمي) ومن المحتمل ظهور انعزلات وراثية في الأجيال اللاحقة وبالتالي عدم ثبات هذه الصفة.

من الشكل (2) نلاحظ حققت السلاسل أعلى نسبة مساهمة في تباين صفة عدد الصفوف بالعرنوس (61.5%)، أتت الهجن بالمرتبة الثانية (28.8%)، واحتلت المختبرات المرتبة الثالثة بأقل نسبة (9.7%).

### 3- عدد الحبوب بالصف (حبة):

من الجدول (2) نجد أن النسبة  $\sigma^2_{GCA}/\sigma^2_{SCA}$  كانت أقل من الواحد (0.003) وهذا يشير إلى سيطرة الفعل المورثي اللاإضافي (Non-Additive geneaction) على وراثه صفة عدد الحبوب بالصف، وقيمة درجة السيادة كانت أكبر من الواحد (11.73)، وكان تباين الفعل الإضافي (0.05) أقل بكثير من الفعل السيادي (6.88)، وهذا يتفق مع نتائج (Aly, 2013)، ويتعارض مع نتائج (Muraya *et al.*, 2006).

تراوحت تأثيرات القدرة العامة على الائتلاف لصفة عدد الحبوب بالصف (الجدول 3) من -2.902 ( $P_5$ ) إلى 2.120 ( $P_{10}$ ) للسلاسل، ومن -0.114 ( $T_1$ ) إلى 0.092 ( $T_2$ ) للمختبرات، وقد بينت هذه التأثيرات أن السلاسل  $P_2$  و  $P_3$  و  $P_7$  و  $P_8$  و  $P_{10}$  أبدت قدرة عامة موجبة ومعنوية على الائتلاف لصفة عدد الحبوب بالصف، وبالتالي يمكن الاستفادة من هذه السلاسل في الحصول على هجن ذات عرائس لديها عدد كبير من الحبوب بالصف.

تراوحت تأثيرات القدرة الخاصة على الائتلاف (الجدول 4) من -5.337 ( $T_2 \times P_6$ ) إلى 4.019 ( $T_2 \times P_1$ )، وبيّنت هذه التأثيرات أنّ كلاً من الهجن ( $T_2 \times P_2$ )، ( $T_2 \times P_3$ )، ( $T_2 \times P_{10}$ )، ( $T_3 \times P_7$ ) تميّزت بقدرةٍ خاصةٍ على الائتلاف موجبة وعالية المعنوية و نتجت عن آباء تمتلك تأثيرات قدرة عامة على التوافق GCA موجبة وبالتالي فإن تفاعل العوامل الوراثية فيها من النوع (تراكمي X تراكمي) لذا تعتبر مجموعة هجينة مباشرة بينما ( $T_1 \times P_2$ )، ( $T_1 \times P_3$ )، ( $T_1 \times P_8$ )، ( $T_2 \times P_1$ )، ( $T_2 \times P_4$ )، ( $T_3 \times P_4$ )، ( $P_5$ )، ( $T_3 \times P_6$ )، ( $T_3 \times P_9$ ) كانت ذات قدرة خاصة SCA موجبة القيمة وعالية المعنوية ولكنها نتجت عن أبوين تمتع أحدهما بمقدرة عامة على التوافق موجبة والآخر بمقدرة عامة على التوافق سالبة والتفاعل الوراثي فيها من النوع (تراكمي X لاتراكمي) ومن المحتمل ظهور انعزلات وراثية في الأجيال اللاحقة وبالتالي عدم ثبات هذه الصفة، بينما الهجن ( $T_1 \times P_6$ )، ( $T_1 \times P_9$ ) نتجت عن أبوين كلاهما يتمتع بمقدرة عامة سالبة والتفاعل الوراثي من النوع (لاتراكمي X لاتراكمي) وبالتالي احتمال ظهور انعزلات وراثية في الأجيال اللاحقة قائمة ومن غير المفيد الاستمرار بزراعتها في الأجيال اللاحقة.

من الشكل (3) نلاحظ أنه كان للهجن أكبر نسبة مساهمة في تباين صفة عدد الحبوب بالصف (65.9%)، أتت السلالات بالمرتبة الثانية (34.0%)، واحتلت المختبرات المرتبة الثالثة بأقل نسبة (0.1%).

#### 4- الغلة الحبية (طن/هكتار):

سيطر الفعل المورثي للإضافي (Non-Additive geneaction) على وراثية صفة الغلة الحبية حيث كانت النسبة  $\sigma^2_{GCA}/\sigma^2_{SCA}$  أقل من الواحد (0.16)، وقيمة درجة السيادة كانت أكبر من الواحد (1.77)، في حين كان تباين الفعل الإضافي (0.16) أقل من الفعل السيادي (0.50) كتأكيد على هذه النتيجة، وهذا يتطابق مع نتائج (Akula et al., 2016; Sandesh et al., 2018). تراوحت تأثيرات القدرة العامة على الائتلاف لصفة الغلة الحبية (الجدول 3) من -2.227 ( $P_5$ ) إلى 1.949 ( $P_{10}$ ) للسلالات، ومن -0.001 ( $T_1$ ) إلى 0.397 ( $T_2$ ) للمختبرات، وقد بينت هذه التأثيرات أنّ السلالات  $P_3$  و  $P_7$  و  $P_8$  و  $P_9$  و  $P_{10}$  أبدت قدرة عامة موجبة ومعنوية على الائتلاف لصفة الغلة الحبية، وبالتالي يمكن الاستفادة من هذه السلالات في الحصول على هجن عالية الانتاجية. وتراوحت تأثيرات القدرة الخاصة على الائتلاف (الجدول 4) من -1.541 ( $T_2 \times P_6$ ) إلى 1.163 ( $T_1 \times P_6$ )، وبيّنت هذه التأثيرات أنّ كلاً من الهجن ( $T_1 \times P_6$ )، ( $T_1 \times P_9$ )، ( $T_2 \times P_1$ )، ( $T_2 \times P_3$ )، ( $T_2 \times P_{10}$ )، ( $T_3 \times P_4$ ) تميّزت بقدرةٍ خاصةٍ على الائتلاف موجبة وعالية المعنوية لصفة الغلة الحبية، كما أن الهجن ( $T_2 \times P_3$ )، ( $T_2 \times P_{10}$ )، ( $T_3 \times P_8$ ) تميّزت بقدرةٍ خاصةٍ على الائتلاف موجبة وعالية المعنوية و نتجت عن آباء تمتلك تأثيرات قدرة عامة على التوافق GCA موجبة وبالتالي فإن تفاعل العوامل الوراثية فيها من النوع (تراكمي X تراكمي) لذا تعتبر مجموعة هجينة مباشرة، بينما ( $T_1 \times P_9$ )، ( $T_2 \times P_1$ )، ( $T_3 \times P_5$ )، ( $T_3 \times P_6$ ) كانت ذات قدرة خاصة SCA موجبة القيمة وعالية المعنوية ولكنها نتجت عن أبوين تمتع أحدهما بمقدرة عامة على التوافق موجبة والآخر بمقدرة عامة على التوافق سالبة والتفاعل الوراثي فيها من النوع (تراكمي X لاتراكمي) ومن المحتمل ظهور انعزلات وراثية في الأجيال اللاحقة وبالتالي عدم ثبات هذه الصفة، بينما الهجن ( $T_1 \times P_6$ ) نتج عن أبوين كلاهما يتمتع بمقدرة عامة سالبة والتفاعل الوراثي من النوع (لاتراكمي X لاتراكمي) وبالتالي احتمال ظهور انعزلات وراثية في الأجيال اللاحقة قائمة ومن غير المفيد الإستمرار بزراعته في الأجيال اللاحقة.

من الشكل (4) نلاحظ أن السلالات كان لها أكبر نسبة مساهمة في تباين صفة الغلة الحبية (77.9%)، أتت الهجن بالمرتبة الثانية (16.6%)، واحتلت المختبرات المرتبة الثالثة بأقل نسبة (5.5%).

#### الاستنتاجات:

- أكدت النسبة  $\sigma^2_{GCA}/\sigma^2_{SCA}$  سيطرة الفعل المورثي اللاإضافي على وراثة صفة الغلة الحبية، والتفاعل ما بين السيادة والتفوق سائد في توريث الصفات المدروسة، وإن تحسين هذه الصفات يتم عن طريق التربية لقوة الهجين.

- أظهرت السلالات (IL.291)، (IL.358)، (IL.322) قدرة عامة جيدة على الائتلاف في صفة الغلة الحبية ويمكن استخدامها في برامج تربية الذرة الصفراء لتطوير هجن فردية ذات غلة حبية عالية.

- حققت الهجن (IL.21×IL.155)، (IL.21×IL.1)، (IL.121×IL.200)، (IL.121×IL.322)، (IL.121×IL.291)، (IL.197×IL.98) أعلى قدرة خاصة على الائتلاف لصفة الغلة الحبية.

- حققت الهجن (IL.121×IL.322)، (IL.121×IL.291)، (IL.197×IL.341) قدرة خاصة على الائتلاف موجبة وعالية المعنوية لصفة الغلة الحبية وقد نتجت عن آباء تمتلك تأثيرات قدرة عامة على التوافق GCA موجبة ومعنوية وبالتالي فإن تفاعل العوامل الوراثية فيها من النوع (تراكمي X تراكمي) ومن المتوقع ثبات قيمة الصفة في الأجيال اللاحقة لذا تعتبر مجموعة هجينة مباشرة لزيادة الغلة الحبية ويمكن التوصية بإدخالها في تجارب الكفاءة الإنتاجية والحقول الاختبارية.

- حققت السلالات أكبر نسبة مساهمة في تباين كل من صفة الغلة الحبية وطول العرنوس وعدد الصفوف بالعرنوس، بينما امتلكت الهجن أعلى نسبة مساهمة في تباين صفة عدد الحبوب بالصف.

الجدول 2. مكونات التباين لصفة طول العرنوس، وعدد الصفوف بالعرنوس، وعدد الحبوب بالصف والغلة الحبية

مكونات التباين	طول العرنوس (سم)	عدد الصفوف بالعرنوس	عدد الحبوب بالصف	الغلة الحبية (كغ/هكتار)
$\sigma^2_{GCA}$	0.05	0.01	0.02	0.08
$\sigma^2_{SCA}$	0.81	0.14	6.88	0.50
$\sigma^2_{GCA}/\sigma^2_{SCA}$	0.06	0.07	0.003	0.16
Additive	0.09	0.03	0.05	0.16
Dominance	0.81	0.14	6.88	0.50
$\hat{a}$	3.00	2.16	11.73	1.77

GCA، SCA: تشير إلى القدرة العامة والخاصة على الائتلاف على التوالي.

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

الجدول 3. تأثيرات القدرة العامة على الائتلاف GCA للسلالات الأبوية لصفة طول العرنوس، وعدد الصفوف بالعرنوس، وعدد الحبوب بالصف، والغلة الحبية

السلالات	طول العرنوس (سم)	عدد الصفوف بالعرنوس	عدد الحبوب بالصف	الغلة الحبية (كغ/هكتار)
P <sub>1</sub>	-1.433**	-0.743**	-1.636**	-1.790**
P <sub>2</sub>	0.622**	-0.199	0.476**	-0.601**
P <sub>3</sub>	1.033**	0.057	1.009**	1.057**
P <sub>4</sub>	0.567**	0.023	-0.024	0.210
P <sub>5</sub>	-2.144**	-0.877**	-2.902**	-2.227**
P <sub>6</sub>	-0.044	0.112	-1.047**	-0.262*
P <sub>7</sub>	0.133	0.334*	0.931**	1.097**
P <sub>8</sub>	0.444**	-0.043	1.687**	0.313*
P <sub>9</sub>	-0.489**	0.434**	-0.613**	0.255*
P <sub>10</sub>	1.311**	0.901**	2.120**	1.949**
SE[g <sub>(i)</sub> ] lines	0.122	0.134	0.287	0.104
SE[g <sub>(i)</sub> -g <sub>(j)</sub> ] lines	0.172	0.189	0.405	0.147
T <sub>1</sub>	-0.152	-0.278	-0.114	-0.001
T <sub>2</sub>	0.311*	0.172	0.092	0.397*
T <sub>3</sub>	-0.159	0.106	0.022	0.396*
SE[g <sub>(i)</sub> ] testers	0.067	0.073	0.157	0.057
SE[g <sub>(i)</sub> -g <sub>(j)</sub> ] testers	0.094	0.104	0.222	0.080

P<sub>1</sub>، P<sub>2</sub>، P<sub>3</sub>، P<sub>4</sub>، P<sub>5</sub>، P<sub>6</sub>، P<sub>7</sub>، P<sub>8</sub>، P<sub>9</sub>، P<sub>10</sub> تشير إلى السلالات IL.1، IL.341، IL.358، IL.155، IL.90، IL.98، IL.322، IL.136، IL.200

IL.291 على الترتيب، T<sub>1</sub>، T<sub>2</sub>، T<sub>3</sub> تشير إلى المختبرات (IL.197، IL.121، IL.21) على التوالي.

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

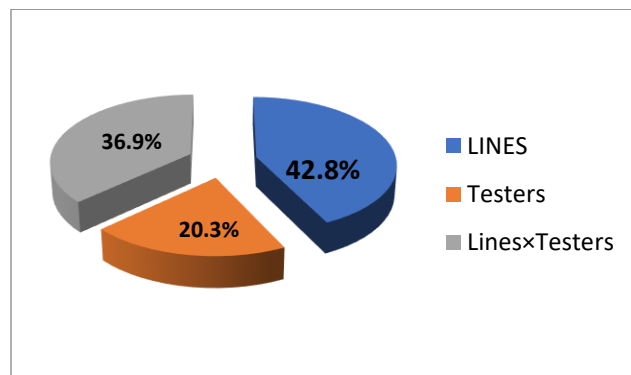


الجدول 4. تأثيرات القدرة الخاصة على الانتلاف SCA للهجن لصفة طول العرنوس، وعدد الصفوف بالعرنوس، وعدد الحبوب بالصف

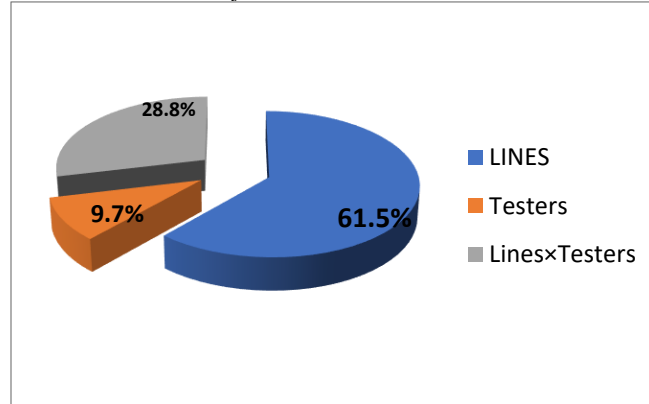
الهجن	طول العرنوس (سم)	عدد الصفوف بالعرنوس	عدد الحبوب بالصف	الغلة الحبية (كغ/هكتار)
T <sub>1</sub> ×P <sub>1</sub>	-0.870**	-0.067	-3.541**	-0.680**
T <sub>1</sub> ×P <sub>2</sub>	0.808**	-0.678**	1.814**	0.360
T <sub>1</sub> ×P <sub>3</sub>	-0.470*	-0.100	1.214**	-0.650**
T <sub>1</sub> ×P <sub>4</sub>	-0.737**	0.167	-4.086**	-0.708**
T <sub>1</sub> ×P <sub>5</sub>	-0.826**	0.133	-0.974**	-0.216
T <sub>1</sub> ×P <sub>6</sub>	1.941**	0.178	4.003**	1.163**
T <sub>1</sub> ×P <sub>7</sub>	-0.437*	-0.211	-0.008	0.005
T <sub>1</sub> ×P <sub>8</sub>	0.386*	0.067	0.637**	0.279
T <sub>1</sub> ×P <sub>9</sub>	0.486*	0.722**	1.137**	0.531**
T <sub>1</sub> ×P <sub>10</sub>	-0.281	-0.211	-0.197	-0.084
T <sub>2</sub> ×P <sub>1</sub>	0.633**	-0.217	4.019**	0.571**
T <sub>2</sub> ×P <sub>2</sub>	-0.322	-0.128	0.808**	-0.242
T <sub>2</sub> ×P <sub>3</sub>	0.867**	0.083	0.708**	0.819**
T <sub>2</sub> ×P <sub>4</sub>	0.467*	-0.483*	2.141**	0.197
T <sub>2</sub> ×P <sub>5</sub>	0.111	0.117	-0.281	-0.246
T <sub>2</sub> ×P <sub>6</sub>	-1.822**	-0.039	-5.337**	-1.541**
T <sub>2</sub> ×P <sub>7</sub>	0.500**	0.506**	-0.748**	0.305
T <sub>2</sub> ×P <sub>8</sub>	-0.111	-0.217	-0.470*	-0.686**
T <sub>2</sub> ×P <sub>9</sub>	-1.011**	-0.028	-1.870**	0.231
T <sub>2</sub> ×P <sub>10</sub>	0.689**	0.406*	1.030**	0.593**
T <sub>3</sub> ×P <sub>1</sub>	0.237	0.283	-0.478*	0.109
T <sub>3</sub> ×P <sub>2</sub>	-0.486*	0.806**	-2.622**	-0.119
T <sub>3</sub> ×P <sub>3</sub>	-0.397*	0.017	-1.922**	-0.169
T <sub>3</sub> ×P <sub>4</sub>	0.270	0.317	1.944**	0.511**
T <sub>3</sub> ×P <sub>5</sub>	0.714**	-0.250	1.256**	0.462*
T <sub>3</sub> ×P <sub>6</sub>	-0.119	-0.139	1.333**	0.379*
T <sub>3</sub> ×P <sub>7</sub>	-0.063	-0.294	0.756**	-0.310
T <sub>3</sub> ×P <sub>8</sub>	-0.274	0.150	-0.167	0.408*
T <sub>3</sub> ×P <sub>9</sub>	0.526**	-0.694**	0.733**	-0.761**
T <sub>3</sub> ×P <sub>10</sub>	-0.408*	-0.194	-0.833**	-0.509**
SE[S <sub>(i,j)</sub> ]	0.211	0.231	0.497	0.179
SE[S <sub>(i,j)</sub> ×S <sub>(k,l)</sub> ]	0.299	0.327	0.702	0.254

IL.1، IL.341، IL.358، IL.155، IL.90، IL.98، IL.322، IL.136، IL.200) السلالات P<sub>10</sub>، P<sub>9</sub>، P<sub>8</sub>، P<sub>7</sub>، P<sub>6</sub>، P<sub>5</sub>، P<sub>4</sub>، P<sub>3</sub>، P<sub>2</sub>، P<sub>1</sub> تشير إلى الترتيب، T<sub>1</sub>، T<sub>2</sub>، T<sub>3</sub> تشير إلى المختبرات (IL.197، IL.121، IL.21) على التوالي. \*، \*\* تشير إلى المعنوية مستوى 5%، 1% على التوالي.

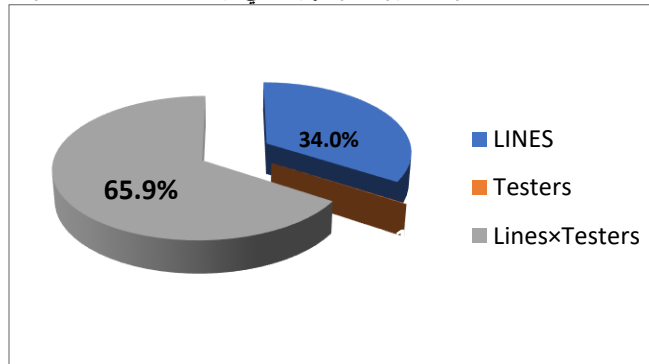




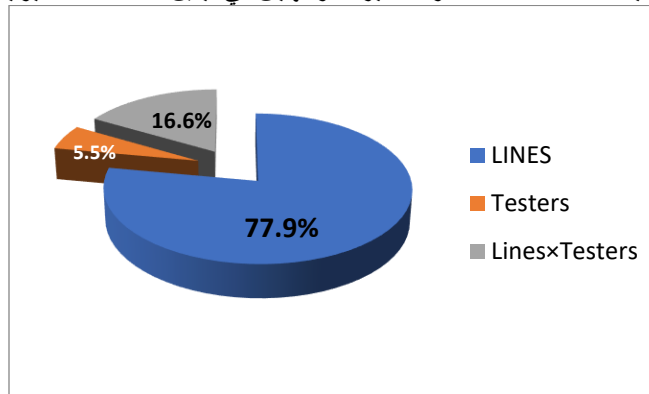
الشكل 1. نسبة مساهمة السلالات والمختبرات والهجن في تباين صفة طول العرنوس (سم).



الشكل 2. نسبة مساهمة السلالات والمختبرات والهجن في تباين صفة عدد الصفوف بالعرنوس.



الشكل 3. نسبة مساهمة السلالات والمختبرات والهجن في تباين صفة عدد الحبوب بالصف.



الشكل 4. نسبة مساهمة السلالات والمختبرات والهجن في تباين صفة الغلة الحبية.

## المراجع:

- مرسي، علي مصطفى (1979). محاصيل الحبوب. مكتبة الأنجلو المصرية، القاهرة. 403 صفحة.
- وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي (2018). مساحة وإنتاج وغلة الذرة الصفراء حسب المحافظات لعام 2017 وتطورها على مستوى القطر خلال الفترة 2008-2017. قسم الإحصاء، مديرية الإحصاء والتخطيط، وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي، دمشق، سورية.
- Abrha, S.W.; H.Z. Zeleke; and D.W. Gissa (2013). Line x tester analysis of maize inbred lines for grain yield and yield related traits. *Asian Journal of Plant Science and Research*. 3(5): 12-19.
- Akbar, M.; M. Saleem; M.F. Azhar; Y.M. Ashraf ; and R. Ahmad (2008). Combining ability analysis in maize under normal and high temperature conditions. *J. Agric. Res.*, 46(1):27-38.
- Akula. D; A. Patil; P.H. Zaidi; P.H. Kuchanur; M. Vinayan; K. Seetharam (2016). Line x testers analysis of tropical maize inbred lines under heat stress for grain yield and secondary traits. *Maydica*. 61: 1-4.
- Aly, R.S.H (2013). Relationship between combining ability of grain yield and yield components for some newly yellow maize inbred lines via line × tester analysis. *Alex. J. Agric. Res.*, 58(2): 115-124
- Amer, E.A.; A.A. EL Shenawy; and A.A. Motawei (2003). Combining ability of new maize inbred lines via line ×tester analysis. *Egypt. J. Plant Breed*. 7(1): 229-239.
- Doebly, J.F.; A. Stec; J. Wendel; and M. Edwards. (1990). Genetic and morphological analysis of a maize-teosinte F2 population: implications for the origin of maize. *Proceeding of the National Academy of Sci.*, 87: 9888-9892
- Duvick, D.N. (1996). Plant breeding an evolutionary concept. personal perspective. *Arup. Sci.*, 36: 539-548.
- Izhar, T.; and M. Chakraborty (2013). Combining ability and heterosis for grain yield and its components in maize inbreds over environments (*Zea mays* L.). *Afr. J. Agric. Res.*, 8(25): 3276-3280.
- Kanagarasu, S.; G. Nallathambi; and K. Ganesan (2010). Combining ability analysis for yield and its component traits in maize (*Zea mays* L.). *Electronic Journal of Plant Breeding*. 1(4): 915-920.
- Kemphoren, O. (1957). An introduction to genetic statistics. New York. John wiley and sans Inc; London. Chapman and Hall. Ltd.
- Muraya, M.M.; C.M. Ndirangu; and E.O. Omolo (2006). Heterosis and combining ability in diallel crosses involving maize (*Zea mays*) S<sub>1</sub> lines. *Australian Journal of Experimental Agriculture.*, 46(3): 387-394.
- Premlatha, M. and A. Kalamani (2010). Heterosis and combining ability for grain yield and growth characters in maize (*Zea mays* L.). *Indian J. Agric. Res.*, 44 (1) : 62 – 65.
- Saleem, M.; K. Shahzd; M. Javid; and A. Ahmad (2002). Genetic analysis for various quantitative traits in maize (*Zea mays* L.) inbred lines. *Int. J. Agric. and Biol.*, 4(3):379-382.
- Sandesh, G.M.; A. Karthikeyan; D.Kavithamani; K. Thangaraj1; K.N. Ganesan; R. Ravikesavan and N. Senthil (2018). Heterosis and combining ability studies for yield and its component traits in Maize (*Zea mays* L.). *Electronic Journal of Plant Breeding*. 9 (3) : 1012 - 1023.
- 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.



## Combining Ability and Gene Action in Single Crosses of Maize (*Zea mays* L.) Using (Line×Tester) Method

Reem Saleem Ali<sup>(1)</sup> Samir AL-Ahmad<sup>(2)</sup> Bolous Khoury<sup>(3)</sup>

(1). Agricultural Research Center of Lattakia, GCSAR, Damascus, Syria.

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

(3). Field Crops department, Faculty of Agriculture, Tishreen University, Lattakia, Syria.

(\* Corresponding author: Eng. Reem Ali. E-Mail: [reem.s.ali@gmail.com](mailto:reem.s.ali@gmail.com)).

Received: 11/03/2019

Accepted: 01/06/2019

### Abstract

The present research was conducted at Lattakia Research Center, General Commission for Scientific Agricultural Research, Syria, to study combining ability and gene action of ear length (cm), number of rows per ear, number of kernels per row, and grain yield (ton/ha). Thirty crosses produced using Line × Tester method (10 × 3) in 2016 season which were evaluated during 2017 season. The experiment was conducted using randomized complete block design (RCBD) with three replications. Results indicated that non-additive gene action was more important than additive gene action in controlling all traits. The ratios  $\sigma^2_{GCA}/\sigma^2_{SCA}$  was less than one for all traits. General Combining Ability (GCA) effects showed that the lines (IL.291), (IL.358), and (IL.322) had good general combiners for grain yield. Specific Combining Ability (SCA) effects showed that the crosses (IL.21×IL.155), (IL.21×IL.1), (IL.121×IL.200), (IL.121×IL.322), (IL.121×IL.291) and (IL.197×IL.98) were the best F1 cross combination for grain yield. The Lines showed the highest contribution ratios in variation of grain yield (77.9%), ear length (42.8%) and number of rows per ear (61.8%), while the crosses showed the highest contribution ratios for number of kernels per row (65.9%).

**Key words:** Maize, Grain yield, Combining ability, Line × tester.