السلوكية الوراثية لصفة الانتاجية وأهم مكوناتها لبعض طرز البندورة (*Solanum lycopersicum* L.)، باستخدام تحليل (Line x Tester).

د. حسان خوجه *

(تاريخ الإيداع 19 / 1 / 2021. قبل للنشر في 28 / 7 / 2021)

□ ملخّص □

نُفّذ البحث في محطة الجماسة– طرطوس للموسمين 2013–2014، لدارسة مقدرتي الائتلاف والفعل المورثي لصفات الإنتاجية وأهم مكوناتها. استخدم تحليل (سلالة×مختبر)؛ 4 سلالات×مُختبرين وهجنها الثمانية، وفق تصميم القطاعات الكاملة العشوائية بثلاثة مكررات. أظهرت تأثيرات القدرة العامة والخاصة على الائتلاف تبايناً معنوياً لكل الصفات المدروسة؛ مما يدّل على مساهمة الفعلين الإضافي وغير الإضافي في وراثتها. بيّنت نسبة $\sigma^2_{GCA}/\sigma^2_{SCA}$، ودرجة السيادة سيطرة الفعل المورثي الإضافي على صفتي متوسط وزن الثمرة، وسماكة جدارها، بينما هيمن غير الإضافي على الإنتاجية وعدد الثمار. أبدت السلالتان L2 و T1 أعلى قدرة عامة على الائتلاف، لصفتي إنتاجية النبات، ومتوسط وزن الثمرة وL4، T1 لعدد الثمار، وL3، T2 لسماكة جدار الثمرة. تفوق الهجين (L4×T1) معنوياً على جميع الهجن في صفتي الإنتاجية ، وعدد الثمار؛ لذلك يمكن أن يعد هجيناً واعداً واعتماده بعد تخطيه قوة الهجين القياسية. ساهمت السلالات بأكبر نسبة في تباين متوسط وزن الثمرة، والمُختبرات للإنتاجية وسماكة جدار الثمرة، بينما ساهمت الهجن بأعلى نسبة في تباين عدد الثمار.

الكلمات المفتاحية: البندورة،، القدرة العامة على الائتلاف، القدرة الخاصة على الائتلاف، تحليل (سلالة × مُختبر).

*أستاذ مساعد– قسم البساتين– كلية الزراعة – جامعة تشرين. E-Mail: Dr.hassan.khojah@gmail.com.

The genetic behavior of yield and its important components of some types of tomato (*Solanum lycopersicum* L.), Using (Line x Tester) analysis

Dr. Hassan Khojah *

(Received 19 / 1 / 2021. Accepted 28 / 7 /2021)

□ ABSTRACT □

The research conducted at Al-Jammaseh, Tartous in 2013 and 2014 seasons, studied the combining ability and gene action of parents and crosses for fruit productivity and its components using 8 hybrids in Line×tester fashion. Genotypes were evaluated in randomized block design with 3 replications. The ratio ($\sigma^2_{GCA}/\sigma^2_{SCA}$) and the degree of dominance indicated the superiority of additive gene actions over fruit weight and Pericarp thickness. The non-additive dominated productivity and fruit number. General Combining Ability showed L2 and T1 had the highest general combiners for productivity and fruit weight, L4 and T1 for number of fruits, and L3 and T2 for fruit Pericarp thickness. The hybrid (L4×T1) achieved significant superiority in productivity and number of fruits. Therefore, it can be certified after surpassing the strength of the standard hybrid. Lines contributed the largest percentage to the variation in the fruit weight, testers in pericarp thickness variations, while the hybrids in fruit number.

Keywords: *Solanum lycopersicum* L.; General Combining Ability; Specific Combining Ability and Line × Tester analysis.

* **Associate Professor- Department of Horticulture - College of Agriculture - Tishreen University. Dr.hassan.khojah@gmail.com.**

مقدمة

تتبع البندوره .*Lycopersicon esclentum* Mill (2n=2x=24) العائلة الباذنجانية Solanaceae، منشؤها الأصلي أميركا الوسطى والجنوبية، وهي من أهم محاصيلها الصيفية والأكثر انتشاراً في العالم وذات إقبال شعبي كبير؛ بسبب قيمتها الغذائية وتنوع مجالات استهلاكها؛ إذ تستهلك طازجة مع السلطات والفطائر والطبخ أو شرائح، كما تستخدم مصنعه على شكل معجون (cutch up)وشراب وعصير وصلصة البندوره وغيرها. وتعد من الأغذية الفاتحة للشهية كما يعتبر حساء البندورة علاجاً مناسباً للإمساك (Garg,*et al.* 2008). وتتوفر على مدار العام، وتؤكل طازجة ومطبوخة، وتستخدم بكميات كبيرة في تحضير الشوربات والفطائر والعصائر والسلطات والكاتشب والمعجون وبودرة البندورة وغيرها؛ حيث تزود بفيتامين C، وتضيف ألوان ونكهات مختلفة للطعام (Shankar *et. Al.*,2013). تعدّ البندورة من أغذية تقوية المناعة؛ لأنها غنية بمضادات الأكسدة، كما أنها غنية بالأملاح المعدنية والفيتامينات والأحماض العضوية، والتي تشكل المكونات الأساسية لاتباع نظام غذائي صحي ومتوازن(Yadav *et al.*,2013) كما أكد (2013)Aoun *et. al.*, أنها تمنع الإصابة بسرطان المري والرئة والبلعوم والمعدة والرحم والبنكرياس والقولون.

الدراسة المرجعية:

يرى Moot and Mcneil (1995) أن انتخاب الطرز الوراثية القيمة يجب أن يكون مبنياً على صفات النبات المورفولوجية الفيزيولوجية. وحيث إن تحسين المحصول يعتمد بالدرجة الأولى على التباين الوراثي المتوفر لذا فإن تقييم المادة الوراثية يعد أمراً بالغ الأهمية. وضح Lewis and John (1999) صعوبة وراثة الصفات الكمّيّة، ووصفاها بالهدف المتحرّك؛ لأنها تخضع لعددٍ كبيرٍ من المورّثات يساهم كل منها بأثر طفيف تراكمياً، كما تتأثّر بفعل بعض المورثات الفرديّة المتعدّدة كمورثات مساهمة رئيسة (Major genes)، وتخضع للتفاعل بين المورثات بجانب التفاعل بين العوامل الوراثيّة والبيئيّة، إضافةً إلى تأثّرها الكبير بالظروف البيئيّة. يُعدّ تحديد طبيعة الفعل المورثي المساهم في التعبير عن الصفات كمستوى تأثير الفعل المورثي الإضافي، وكذلك درجة السيادة؛ من أهم عوامل نجاح تخطيط برامج التربية الهادفة لتطوير هذه الصفات.

تعد إنتاجية النبات صفة كمية تتوقف على عدد الثمار على النبات، ومتوسط وزن الثمرة، ويعد عدد الثمار على النبات من أهم مكونات الإنتاج، ويتأثر إنتاج النبات بشدة بعوامل البيئة (Georgiev,1991). بين Ahmad–Dar (2012) أن أعلى قيم لمعامل التباين المظهري كانت لصفة الإنتاجية، وعدد الحجيرات في الثمرة وسماكة غلاف الثمرة، وأعلى قيمة لمعامل التباين الوراثي سجلت لصفة سماكة غلاف الثمرة. كما أكدت دراسة نفذها Al–Aysh *et al.* (2012) أن صفة سماكة جدار الثمرة تخضع لمساهمة الفعل الإضافي للمورثات، وأنها ترتبط بشكل ايجابي مع الإنتاجية على المستويين المظهري والوراثي. بينما وجد Garg,*et al.* (2008) أن التباين الوراثي غير الإضافي كان سائداً بالنسبة لصفة سماكة غلاف الثمرة. بينت تجاربLi and Wang (2007) أن توريث متوسط وزن الثمرة؛ يعتمد على الأثر التراكمي للمورثات، كما وجدا تأثيراً للسيادة غير التامة، وأن المورثات التي تتحكم في زيادة وزن الثمرة من النمط المتنحي. كما أشار Ibrahim, *et al.* (2001) إلى التأثير الواضح للسيادة الفائقة على صفة عدد الثمار على النبات، وعلى متوسط وزن الثمرة، ووجدوا أن كلا أثري المورثات التراكمي واللا تراكمي كان هاماً في تحديد متوسط وزن الثمرة، وأن الإنتاجية قد ارتبطت إيجابياً مع متوسط وزن الثمرة وسلبياً مع عدد الثمار على النبات.

ذكر Kalloo *et. al.* (1974) أن Sprague and Tatum, أول من عرّف المقدرة العامة GCA والخاصة SCA على الائتلاف، حيث يشير مصطلح القدرة العامة على الائتلاف إلى متوسط سلوك السلالة في هجنها الفردية، بينما

يشير مصطلح القدرة الخاصة على الائتلاف إلى الحالات التي تكون فيها تهجينات محددة أفضل أو أسوأ نسبياً مما هو متوقع بناءً على متوسط سلوك السلالات الداخلة في التهجينات. يزود ذلك مربي النبات بمعلومات وراثية هامّة وعمليّة حول المادة التي يتعامل معها، إضافةً إلى المعلومات حول آلية توريث الصفات التي يمكن لمربي النبات الحصول عليها في الأجيال المبكرة؛ وذلك من خلال تقدير العديد من المؤشرات الوراثية؛ مما يتيح له فرصة اختيار طريقة الانتخاب الأكثر فعالية في تحقيق الهدف.

تدلُّ تباينات القدرة العامة والخاصة على الائتلاف على نوع الفعل المورثي المسيطر؛ إذ تشير المقدرة العامة إلى الجزء الإضافي من الفعل المورثي، بينما تدلّ تباينات المقدرة الخاصة إلى الجزء غير الإضافي من الفعل المورثي، والذي ينجم عن تباين الفعل المورثي السيادي Dominance، وتباين التفوق Epistasis. كما يعد الفعل المورثي الإضافي هاماً لمربي النبات؛ لأنه الجزء الذي يمكن التنبؤ به (Hannan *et al*,2007; Muttappanavar *et al.*,2014). تعد نسبة تباينات المقدرة العامة إلى المقدرة الخاصة $\sigma^2_{GCA}/\sigma^2_{SCA}$ مؤشراً هاماً لتحديد طبيعة الفعل المورثي المسيطر على وراثة الصفات، والذي يمكن أن يكون فعلاً مورثيّاً إضافيّاً أو غير إضافيّ أو كلاهما معاً (Akbar *et al.*, 2008). تشكّل المعلومات المتعلقة بأنماط الفعل المورثي، وحجم وطبيعة التباين الوراثي، والمقدرة على الائتلاف أهم عوامل التحسين الوراثي لمحصول البندورة؛ حيث تقدم قاعدة بيانات تفيد مربي النبات في اختيار الآباء المتآلفة لتحقيق التحسين المطلوب (Hannan *et al*, 2007). تعد أيضاً درجة السيادة من المؤشرات الوراثية التي تحدد طبيعة فعل المورثات المتحكمة في توريث الصفة (Mather and Jinks,1985). تدل معنوية تباين المقدرة العامة على الائتلاف على أنّ تلك الصفات خاضعة للتأثير الإضافي للمورثات Additive Genes Effect، الذي يورث بثبات من الآباء إلى الأبناء، وترتبط إيجابياً مع درجة التوريث بالمعنى الضيق، وتفيد في انتخاب السلالات جيدة الائتلاف في المقدرة العامة مع غيرها من السلالات لإنتاج الهجن. بينما تبين معنوية المقدرة الخاصة على الائتلاف أن هذه الصفات واقعة تحت التأثير غير الإضافي للمورثات Non Additive Genes Effect والتي تشمل التأثير المورثي السيادي Dominance أو التفوقي Epistasis أو السيادة الفائقة Over Dominance، وترتبط إيجابياً مع قوة الهجين، وتساعد أيضاً في التعرف على توافيق الآباء المناسبة لإنتاج الهجن التجارية المتميزة (Hasan, 2005). أشارت نتائج Kalloo وآخرين (1974) في دراستهم على ثمانية أصناف من البندورة؛ إلى أن التباين العائد للمقدرة العامة على الائتلاف لصفة الإنتاجية كان أعلى من التباين العائد للمقدرة الخاصة على الائتلاف؛ مما يدل على هيمنة الفعل المورثي التراكمي في توريثها. كما وجد Garg,*et al.* (2008) أن الفعل المورثي الإضافي كان سائداً في توريث صفات إنتاج النبات، ومتوسط وزن الثمرة، بينما كان التباين الوراثي غير الإضافي هو السائد في توريث سماكة غلاف الثمرة. في حين وجد Hannan, *et al.* (2007) أن كلا مقدرتي الائتلاف العامة والخاصة كانتا عاليتي المعنوية في توريث الإنتاجية ومكوناتها، وظهر تأثير الفعلين المورثيين الإضافي وغير الإضافي، مع تغلب الفعل المورثي غير الإضافي.

مبررات البحث:

يتم استيراد جميع بذور البندورة المحسنة بالعملة الصعبة؛ بالرغم من توفر جميع مستلزمات استنباطها الفنية والمادية محلياً. ويؤدي ذلك إلى إهمال زراعة الأصناف المحلية ثم فقدانها، وخسارة مخزونها الوراثي الذي لا يقدر بثمن؛ الأمر الذي يستوجب دراسة صفاتها وخواصها وآلية توريثها وتحديد إمكانية إدخالها في برامج التربية المناسبة، ونقل صفاتها الاقتصادية المميزة إلى نسلها كأصناف ثابتة أو هجن مستنبطة محلياً. وحيث أنه قد بدأ الاتجاه الصحيح في توجيه

الدراسات وفق خطط وزارة الزراعة والهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية؛ لاستنباط أصناف جديدة في القطر تتمتع بإنتاجية ونوعية جيدة تساهم في تحقيق الأمن الغذائي والاكتفاء الذاتي؛ لذلك فقد هدفت هذه الدراسة إلى:

1- تحليل السلوكية الوراثية لصفة الإنتاجية وأهم مكوناتها؛ وذلك بتقدير أهم مؤشراتها الوراثية وهي:

أ- حساب مقدرتي الائتلاف العامة والخاصة لتحديد نمط تأثير المورثات.

ب- حساب درجة التوريث بالمعنى الضيق لتحديد امكانية انتخاب صفة الانتاجية ومكوناتها بنجاح.

2- تحديد الآباء جيدة المقدرة العامة على الائتلاف في الصفات الاقتصادية الهامة، وتحديد الهجن الواعدة التي أظهرت مقدرة ائتلاف خاصة مميزة؛ لمتابعة دراسة إمكانية اعتمادها كهجن مستنبطة للزراعة المحمية أو الحقلية بعد نجاحها في تحقيق قوة الهجين القياسية، واستكمالها لخطى استراتيجية العمل التربوي في التحسين الوراثي.

طرائق البحث ومواده

المادة النباتية: تم اختيار أربع سلالات نقية (Lines) من البندورة متباعدة وراثياً وجغرافياً اثنتان محليتان واثنتان مدخلتان، وسلالتين اختباريتين (Testers)، واحدة محلية والأخرى مدخلة. تم الحصول عليها من البنك الوراثي في قسم البستنة – الهيئة العامة للبحوث الزراعية العلمية في سورية، ومنتخبة في مركز البحوث العلمية الزراعية في طرطوس الجدول(1).

نُفّذ البحث في محطة الجماسة التابعة لمركز البحوث العلمية الزراعية في طرطوس، خلال الموسمين الزراعيين 2013 و 2014. تمت زراعة بذور الآباء في التورب صواني ستريبور، بناريخ 2013/3/22. زرعت شتلات الآباء بعد شهر من زراعة البذور بتاريخ (2013/4/22)، في قطع تجريبية ضمن بيت بلاستيكي على خطوط تبعد عن بعضها (90) سم؛ لتسهيل عمليات الخدمة، المسافة بين الشتلات (40) سم. أجريت عملية خصي الأزهار وتأبيرها قبيل حصول التلقيح الذاتي؛ عندما انفرجت سبلة واحدة عن كأس الزهرة. علمت الأزهار الملقحة بقص نصف سبلتين متجاورتين. تركت بعض الأزهار للتلقيح الذاتي وبقيت سبلاتها كاملة. تم عزل هذه الأزهار باستخدام القطن، ووضعت عليها بطاقة تعريف. ثم توالى التفتيش الحقلي دورياً؛ للتأكد من سلامة الأزهار ونجاح العقد. وتم جمع البذور الهجينة والملقحة ذاتياً من الثمار الناضجة؛ لإدخالها في تجارب المقارنة في الموسم الثاني.

جدول(1): رمز ومصدر الطرز الوراثية المدروسة.

رمز السلالة	السلالة	المصدر	مواصفات السلالات المدروسة
Jr	L1	محلي	غير محدودة النمو، ثمارها كروية متوسطة إلى كبيرة الحجم قليلة الصلابة وردية اللون.
W	L2	محلي	غير محدودة النمو، ثمارها قرصية كبيرة الحجم قليلة الصلابة وردية اللون.
F	L3	مُدخل	محدودة النمو، ثمارها متطاولة صغيرة الحجم، جيدة الصلابة، حمراء اللون.
Or	L4	مُدخل	محدودة النمو، ثمارها كروية متوسطة الحجم صلبة، حمراء اللون.
H	T1	محلي	غير محدودة النمو، ثمارها قرصية كبيرة الحجم، قليلة الصلابة، وردية اللون.
Ou	T2	مُدخل	محدودة النمو، ثمارها كروية متوسطة الحجم، مقبولة الصلابة، حمراء اللون.

تم زراعة شتلات كافة الطرز الوراثية (14 طرازاً)؛ (ثمانية هجن F_1، وأربع أمهاتLines، وأبوين Testers)، بتاريخ 2014/2/12، في بيت بلاستيكي ضمن قطع تجريبية في خطوط تبعد عن بعضها مسافة 80 سم، وتبعد الشتلات عن بعضها 40 سم ضمن الخطوط؛ لتقييمها باستخدام تصميم القطاعات العشوائية الكاملة (R.C.B.D.) بثلاثة مكررات، وقد قدمت كافة عمليات الخدمة من ري وتسميد وتفريد وعزيق ومكافحة، وفق الأصول المتبعة في الزراعة المحمية للبندورة.

- الصفات المدروسة وطرق قياسها:

تم قطف الثمار المتجانسة تباعاً عند نضجها في كل عنقود، وأخذ متوسط عينتين 20 ثمرة لكل طراز وراثي من كل قطعة تجريبية حيث قدرت الصفات التالية:

1- إنتاجية الكلية مقدرة بالطن في الدونم. 2- متوسط وزن الثمرة/غ: تم أخذ 5 كغ من الثمار وعدّها؛ ثم حُسب متوسط وزن الثمرة مقدراً بالغرام؛ بقسمة وزن الثمار على عددها. 3- عدد الثمار الكلية / دونم. 4- سماكة جدار الثمرة/ مم: تم تقديرها بواسطة جهاز البياكوليس، وذلك بأخذ متوسط سماكته لعشرين ثمرة، وقياسه في موضعين لكل ثمرة، مع الابتعاد عن منطقة بين الحجيرات. 5- استخدمت نسبة تباين مقدرة الائتلاف العامّة على الخاصّة $\boldsymbol{\sigma^2_{GCA}/\sigma^2_{SCA}}$ ؛ لتعبر عن السلوك الوراثي للصفة المدروسة، إذ تحدد نسبة مساهمة تأثير المورثات التراكمي واللا تراكمي في وراثة الصفات المدروسة وفق الآتي:

- النسبة $(\sigma^2_{GCA}/\sigma^2_{SCA})$ >1 يدل أن الصفة تخضع لتأثير المورثات التراكمي.
- النسبة $(\sigma^2_{GCA}/\sigma^2_{SCA})$ <1 بين أن الصفة تخضع لتأثير المورثات اللا تراكمي.
- النسبة$(\sigma^2_{GCA}/\sigma^2_{SCA})$ = 1 دلالة تساوي كلا فعلي المورثات التراكمي واللا تراكمي في توريث الصفة.

6- تم حساب تأثيرات المقدرة العامة على الائتلاف GCA: أ- للسلالات Lines:

$$GCA_{(line)} = \frac{Xli}{t.r} - \frac{X}{l.t.r}$$

حيث: $x_{li}/t.r$: متوسط إنتاج هجن السلالة. x/ltr : متوسط إنتاج جميع الهجن.

l: عدد السلالات lines. t: عدد السلالات المختبرة testers. r: عدد المكررات . ب- للسلالات الاختبارية testers:

$$GCA_{(tester)}=g_t = \frac{Xt}{l.r} - \frac{X}{l.t.r}$$

ت-حساب تأثيرات مقدرة الائتلاف الخاصة SCA:

$$SCA_{l.t} = \frac{Xlt}{r} - \frac{Xl}{t\times r} - \frac{Xt}{l\times r} + \frac{X...}{l\times t\times r}$$

7- تم حساب المساهمة النسبية للسلالات Lines والسلالات الاختبارية Testers وتفاعلهما المشترك (Lines×) testers من مجمل التباينات بالمعادلات التالية:

$$\text{Contribution of lines} = \frac{SSl\times 100}{SS\ (crosses)}$$

$$\text{Contribution of testers} = \frac{SSt\times 100}{SS\ (crosses)}$$

$$\text{Contribution of (lines} \times \text{ testers)} = \frac{SS(l.t)\times 100}{SS\ (crosses)}$$

8- تم حساب التباين المظهري: (σ^2_p) من جدول تحليل التباين(عن حربا ومعلا 1994):

$$\sigma^2_p = MST / r = \sigma^2_g + (\sigma^2_e/r)$$

حيث: MST: متوسط مجموع مربعات انحرافات الطرز الوراثية، r : عدد المكررات.

9- تم حساب مكونات التباين الوراثي الإضافي وغير الإضافي في تحليل (Tester× Line)، وفق المعادلتين التاليتين عن (Singh and Chaudary, 1977):

$$2\sigma^2_g = \sigma^2_A \text{ and } \sigma^2_s = \sigma^2_D$$

10- تم تقدير متوسط درجة السيادة Degree of Dominance وفق (Warner, 1952) بالمعادلة التالية:

$$\bar{a} = \sqrt{\sigma^2_D / \sigma^2_A}$$

حيث: σ^2_D التباين العائد لفعل السيادة. σ^2_A: التباين العائد للفعل التراكمي للمورثات.

11- تحدد قيمة درجة السيادة ($\bar{a}$) نمط الفعل الوراثي كالآتي:

$\bar{a}$ = 1 الصفة تخضع لكلا الفعلين التراكمي واللا تراكمي، $\bar{a}$>1 الصفة تخضع للفعل المورثي اللا تراكمي (سيادة وتفوّق)،

$\bar{a}$<1 الصفة تخضع للفعل المورثي التراكمي.

- جمعت البيانات لكافة القراءات المدروسة وبوبت باستخدام برنامج Excel، وتمّ إجراء التحليل الإحصائي باستخدام البرامج الإحصائي Genestat-12، حيث تم حساب متوسط مجموع مربعات انحرافات كلتا مقدرتي الائتلاف العامة GCA والخاصة SCA، وتأثيرات كل منها باستخدام تحليل(Line x tester)، وفق (Singh and Chaudhary, 1977).

النتائج و المناقشة

1-**الإنتاجية طن\ دونم:** تبرز أهمية زيادة الإنتاجية في وحدة المساحة؛ بأنها الهدف الأول في استراتيجية أي عمل تربوي أو برنامج تحسين وراثي لمختلف أنواع الخضار والمحاصيل (Sabbouh, *et al*. 2011). يبين الجدول (2) أن قيمة النسبة $\sigma^2_{GCA}/\sigma^2_{SCA}$ لصفة الإنتاجية طن \ دونم بلغت (0.06) أي أقل من الواحد. كما جاءت قيمة تباين الفعل الإضافي (4.16) أصغر من تباين الفعل السيادي (38.02)؛ مما يدل على هيمنة الفعل المورثي غير الإضافي (Non- Additive gene action)، على الإضافي في توريث صفة إنتاجية ثمار البندورة. تؤكد نفس المعطيات قيمة درجة السيادة التي بلغت (3.023)، والتي تبين خضوع هذه الصفة لتأثيرات مورثات السيادة؛ مما يوضح أنه يمكن تحسينها بالاعتماد على تربية قوة الهجين عندما تحقق الفائدة التجارية المطلوبة. يتوافق ذلك مع نتائج الكثير من الباحثين

(Khojah, 1993; Singh AK and Asati. 2011; Metwally *et al.* 2015; Dagade *et al.* 2015; Krupal and Acharya, 2019; Vekariya, *et al*., 2019).

ولا يتوافق مع معطيات Kalloo *et al*. 1974; Garg *et al*.,2008; Gul,2011; Farzane *et al*. ,2012; Muttappanavar *et al*.,2014; Savale and Al pate, 2017).

يبين الجدول (2) أيضاً أن قيمة درجة التوريث بالمعنى الضيق($h^2n.s.\%$) قد بلغت 7.420% وهي ضعيفة، وتؤكد على مدلولات المؤشرات الوراثية المذكورة أعلاه؛ في هيمنة الفعل المورثي غير الإضافي في توريث هذه الصفة، وهذا طبيعي في توريث الصفات الكمية التي يتحكم فيها عدد كبير جداً من العوامل الوراثية، بجانب أنها صفة مركبة ومكوناتها أيضاً مركبة ؛ وبالتالي يصعب جداً انتخاب هذه الصفة في نسلها، بل يجب الاعتماد على استخدام قوة الهجين (heterosis breeding approach). يتوافق ذلك مع الكثير من الباحثين:

Hannan *et al.* 2007; Singh and Asati 2011; Shankar *et al.* 2013; Agarwal et al. 2014; Dagade *et al.* 2015; Kumar *et al.* 2015; Krupal and Acharya, 2019; Vekariya *et al.*, 2019).

يشير تحليل مقدرة الائتلاف وتقديرات مكونات التباين الجدول (2) إلى أن متوسط مربعات الانحرافات للطرز الوراثية كان عالي المعنوية جداً؛ بسبب تباينها الوراثي والجغرافي، حيث أن اختيار السلالات والمختبرين المناسبين يلعب دورًا مهمًا في تحسين صفة الإنتاجية بشكل جيد. كما أظهر التفاعل (**Lines** × **Testers**) معنوية عالية جداً قياساً إلى الخطأ التجريبي. وهذا يدل أنّ مصدر التباين العائد إلى (السلالات × المُختبرات) مهم لهذه الصفة والتي انعكست على أهمية الفعل المورثي غير الإضافي في وراثتها، وبالتالي على وجود مقدرة ائتلاف خاصة عالية للهجن.

يبين الجدول (2) أيضاً أن المُختبرات قد احتلت المرتبة الأولى في المساهمة النسبية من التباين الكلي لصفة الإنتاجية\ الدونم (41.71 %)، تلاها التفاعل الداخلي (السلالات × المُختبرات) بنسبة (32.7%)، وتأخرت عنهما مساهمة السلالات حيث شاركت بربع التباين الكلي لصفة الإنتاجية (25.67).

جدول(2) يتضمن جدول تحليل التباين لمقدرتي الائتلاف، ومكونات التباين ودرجة التوريث بالمعنى الضيق، والمساهمة النسبية لصفات الانتاجية ومكوناتها في البندورة.

مصدر التباين	d.f.	**MS** لإنتاجية طن\دونم	**MS** لمتوسط وزن الثمرة\غ	**MS** لعدد الثمار\ النبات	**MS** لسماكة جدار الثمرة\مم
المكررات	2	1.31*	0.36**	4.19**	0.006NS
الطرز الوراثيةT	13	168.12***	291.3***	25.47***	0.067***
Lines	3	89.76***	254.75***	22.96***	0.029***
Testers	1	437.65***	633.73***	6.36***	0.167***
lines × Testers	3	114***	50.00***	39.01***	0.002NS
الآباء P	5	130.248***	3.19***	27.717***	1.394***
للتصالبات C	7	149.998***	2.21***	27.467***	0.037***
P v.s C	1	6.146***	6.46***	0.267***	0.0003NS
الخطأ التجريبي E	26	0.3040	0.027	0.69	0.003
مكونات التباين					
σ^2_{GCA}		2.08	99.831	− 0.673	0.0007
σ^2_{SCA}		38.02	16.658	12.771	0.0003
$\sigma^2_{GCA}/\sigma^2_{SCA}$		0.06	5.993	—	2.3333

0.00133	—	199.662	4.16	σ^2_A
0.0003	—	16.658	38.02	σ^2_D
0.475	—	0.289	3.023	*á*
5.968	15.857	20.564	7.420	h^2n.s. *%*
33.333	35.833	49.371	25.666	Contribution of lines (%)
64.103	3.3054	40.939	41.714	Contribution of Testers *%*
2.563	60.862	9.690	32.697	Contribution of lines × Testers *%*

NS، *، **، ***: **غير معنوي، معنوية عند مستوى ثقة 5%، 1%، 1‰ على التوالي تجاه الخطأ التجريبي.**

MS: متوسط مجموع مربعات الانحرافات.

تبين معطيات الجدول (3) أنّ السلالة (L2)، قد أعطت أفضل تأثير في مقدرة الائتلاف العامة موجب وعالي المعنوية (**4.9164)، وأفضل متوسط مُقدّر بين السلالات (24.5735)، كما أعطت السلالة المختبرة (T1) تأثيراً موجباً عالي المعنوية (**4.27)، وأفضل متوسط مقدر من بين المُختبرين(23.9271)؛ مما يدل على أنّ هذه السلالات تمتلك العدد الأكبر من المورثات ذات الأثر التراكمي (الإضافي)، التي تساهم في زيادة قيمة الصفة في نسلها، ويبدو ذلك واضحاً في هجن السلالة المختبرة (T1)؛ أي يمكن إدخالها في برامج تحسين وراثي بحيث نحصل منهما على هجن ذات إنتاجية عالية، في حين كانت قيمة هذا التأثير سالبة وعالية المعنوية للسلالتين (L3 و L4) (**4.5023 − و **0.6276 −) على التوالي وللسلالة المختبرة (T2) (**4.2703−)؛ مما يبين أن هذه السلالات تمتلك العدد الأكبر من المورثات السائدة أو/ و المتفوقة التي تورث نسلها خفض الصفة أي قلة الإنتاج. تنسجم هذه النتائج مع (Metwally et al. 2015)، و (Krupal and Acharya 2019).

لقد أظهرت الهجن (L4*T1)، و (L2*T2)، و (L3*T1) تأثيرات مقدرة ائتلاف خاصة موجبة عالية المعنوية (**2.917 + **5.54+، **4.185 +) على التوالي؛ نجمت عن أبوين أحدهما مقدرة ائتلافه العامة موجبة والآخر سالبة؛ وستورث التأثير التراكمي إلى أجيالها، بينما سينعزل التأثير غير التراكمي(السيادي). يلاحظ أن الهجين (L2*T1) الذي نجم عن أفضل الأبوين في مقدرة ائتلافهما العامة، لم يكن الأفضل في مقدرة ائتلافه الخاصة بل كان الأسوأ (**5.254−)، ولم يكن الأفضل في متوسط إنتاجيته الحقلية (b 26.44)، حيث تفوقت عليه معنوياً هجن أخرى؛ يجب التأكيد في مثل هذه الحالة على الأخذ بعين الاعتبار الملاحظة الشخصية للمربي عند انتخاب الهجن؛ لأنها ناتجة عن القيم الحقيقية الحقلية لإنتاجية الهجن؛ أكثر من الاعتماد على مقدرة ائتلافها الخاصة، تدعم هذه النتيجة آراء العديد من الباحثين (Kalloo *et al.*,1974; Farkas, 1993; Khojah1993). لقد أظهرت بقية الهجن تأثيرات سالبة في مقدرة الائتلاف الخاصة، وأبويها سالبي التأثير في مقدرة الائتلاف العامة، وسينجم عنها أجيال منخفضة الإنتاج، ومنها من أظهر قيمة موجبة غير معنوية؛ وبالتالي لا يفيد استمرار زراعتها في الأجيال اللاحقة. تنسجم هذه النتائج مع (Solieman*, et al* 2013; Elgabry, 2014; Agarwal, 2014) .

2- **متوسط وزن الثمرة:** تدل معطيات الجدول (2) على هيمنة الفعل الوراثي التراكمي في توريث صفة متوسط وزن الثمرة مقدرة بالغرام؛ فقد كانت نسبة $\sigma^2_{GCA}/\sigma^2_{SCA}$ أكبر من الواحد بست مرات(5.993)، وتدنت قيمة درجة السيادة

إلى (0.289)، بينما وصل تباين الفعل الإضافي إلى (199.662)، والفعل السيادي إلى (16.658). يدل ذلك على أن صفة معدل وزن الثمرة قد خضعت لهيمنة التفاعل الوراثي الإضافي؛ وهذا يعني أنه يمكن تحسينها باستخدام إحدى طرق الانتخاب العائلي المناسبة. تتوافق هذه النتائج مع الباحثين (Dhaliwal *et al.* 2003; SaravananP *et al.* 2010)، وتعارض (Shankar *et al.* 2013; Masry 2014; Metwally, *et al.* 2015).

يبين أيضاً الجدول (2) أن قيمة درجة التوريث بالمعنى الضيق(h^2n.s.*%*) قد بلغت 20.564% وهي قيمة قليلة نسبياً؛ وبالتالي لن ينجح كثيراُ الاعتماد على طرق الانتخاب التقليدية في تحسين هذه الصفة، بل يتوجب الاعتماد على استخدام طريقة قوة الهجين في تحسينها. يتوافق ذلك مع الكثير من الباحثين (Hannan *et al.* 2007; Singh and Asati 2011; Shankar *et al.*, 2013; Agarwal *et al.* 2014; Dagade *et al.* 2015; Kumar *et al.* 2015).

يشير تحليل مقدرة الائتلاف وتقديرات مكونات التباين الجدول (2) إلى أن متوسط مربعات الانحرافات للطرز الوراثية كان عالي المعنوية جداً لصفة متوسط وزن الثمرة؛ بسبب تباينها الوراثي الواسع بجانب التباين الجغرافي للآباء المستخدمة، حيث أن اختيار السلالات والمُختبرين المناسبين يلعب دورًا هاماً في تحسين هذه الصفة. كذلك كانت السلالات والمخُتبرات عالية المعنوية جداً لصفة متوسط وزن الثمرة قياساً إلى الخطأ التجريبي، وهذا يدل على مساهمتها الكبيرة في مقدرة الائتلاف العامة. كما أظهر التفاعل الداخلي بينهما(**Lines** × **Testers**) معنوية عالية جداً قياساً إلى الخطأ التجريبي والذي يدل أنّ مصدر التباين الناجم عن (السلالات × المُختبرات) يساهم بدور مهم في توريث هذه الصفة، والذي يبرز أهمية الفعل الوراثي غير الإضافي في وراثتها، وبالتالي على وجود مقدرة ائتلاف خاصة عالية للهجن. كما يوضح الجدول (2) أنّ السلالات (Lines) قد تفوقت في المساهمة النسبية من التباين الكلي لصفة متوسط وزن الثمرة (49.37 %)، تلتها السلالات المُختبرة بنسبة جيدة (40.94%)، في حين كانت مساهمة التفاعل الداخلي (التأثير المتبادل) قليلة جداً قياسا لهما (9.69). ينسجم ذلك جزئياً مع (Metwally, *et al.* 2015).

تبين معطيات الجدول (4) أن السلالتين L2، L1 والسلالة المُختبرة T1 قد تميزت بتأثيرات موجبة عالية المعنوية في مقدرة الائتلاف العامة (**82.992، **19.345، **51.386) على التوالي، وقد امتلكن أعلى متوسط فعلي حقلي من بين الآباء؛ مما يدل على أنها تمتلك أكبر عدد من مورثات الأثر التراكمي، التي تساهم في زيادة متوسط وزن ثمارها وستورثها لأجيالها اللاحقة، يؤكد ذلك أنّ إجمالي هجن T1 أفضل من هجن T2. يدلنا ذلك على إمكانية إدراجها في برامج التحسين الوراثي لهذه الصفة. بينما كانت تأثيرات مقدرة الائتلاف العامة للسلالتين (L3، L4) وللسلالة المُختبرة (T2) عالية المعنوية وسالبة (**62.086-، **40.236 -، **51.386 -) على التوالي، وهذا يدل على أنها تمتلك العدد الأكبر من المورثات السائدة، التي تنعزل في الأجيال اللاحقة فلا تورث زيادة الصفة لنسلها. وهذا يتفق مع ما وجده

(Grag *et al*,2008; Farzane *et al.* 2012; Muttappanvar *et al.* 2014)، ويتعارض مع نتائج (Hannan *et al*,2007; Gul,2011; Yadav *et al*,2013; Solieman*et al.*,2013; Agarwal *et al*,2014; El-Gabry *et al.* 2014).

لقد ظهرت قيم تأثيرات المقدرة الخاصة على الائتلاف في الهجن على النحو التالي: آ- أربعة هجن تملك تأثيرات (SCA) موجبة عالية المعنوية، (هي L3*T1 = **39.599 + ، و L2*T2= **21.735 +، و L1*T2 = + **21.181، و L4*T1 = **3.317) نجمت عن أبوين أحدهما موجب والآخر سالب في تأثيرات (GCA)؛ وبالتالي فمن المتوقع حدوث انعزال لمورثات الأب السالب فقط؛ مما يسبب تراجعاً جزئياً في قيمة الصفة في النسل

التالي. ب- الهجين L2 x T1 الذي نجم عن أبوين عاليّ المقدرة العامة على الائتلاف قد تفوق على باقي الهجن في متوسط وزن الثمرة، لكن مقدرة ائتلافه الخاصة جاءت عالية المعنوية وسالبة فلا يُعوَّل عليه في تحسين هذه الصفة. ج- الهجن الأربعة الباقية امتلكت تأثيرات (SCA) سالبة عالية المعنوية؛ فلا ترتجى منها فائدة في متابعة نسلها. تنسجم هذه النتيجة مع معطيات (Grag *et al*,2008; Farzane *et al*,2012; Muttappanvar *et al*,2014).

3- عدد الثمار على النبات: يبين الجدول (2) أن قيمة النسبة $\sigma^2_{GCA}/\sigma^2_{SCA}$ لعدد الثمار الكلية على النبات قد بلغت (0.05) أي أقل من الواحد، وبنفس المنحى تدنت قيمة تباين الفعل الإضافي (1.35) عن تباين الفعل السيادي (12.77)؛ مما يدل على هيمنة الفعل المورثي غير الإضافي، على الإضافي في توريث صفة عدد ثمار البندورة الكلي على النبات. تؤكد نفس المعطيات قيمة درجة السيادة التي بلغت (3.08)، والتي تبين خضوع هذه الصفة لتأثيرات مورثات السيادة؛ مما يوضح أنه يمكن تحسينها بالاعتماد على تربية قوة الهجين عندما تحقق الفائدة التجارية المطلوبة. يتوافق ذلك مع نتائج الكثير من الباحثين (Katkar, 2012; Metwally *et al.,* 2015; Dagade *et al.*, 2015; Vekariya., *et al.*,2019 and Krupal and Acharya; 2019)، ولا يتوافق مع معطيات (Kalloo *et al.* 1974; Gul, 2011).

يبين الجدول (2) أيضاً أن قيمة درجة التوريث بالمعنى الضيق(h^2n.s. %) قد بلغت 15.857% وهي قيمة قليلة، تتوافق مع قيم المؤشرات الوراثية المدروسة في التأكيد على هيمنة الفعل المورثي غير الإضافي في توريث هذه الصفة، وهذا طبيعي لأنها صفة كمية مركبة يتحكم في توريها عدد كبير جداً من العوامل الوراثية، بجانب تأثرها الكبير بالعوامل البيئية؛ وبالتالي لن يكون سهلاً انتخاب هذه الصفة في نسلها، وسيكون الاعتماد على استخدام قوة الهجين أنجع في تحسين هذه الصفة. يتوافق ذلك مع الكثير من الباحثين

Hannan *et al.*, 2007; Singh and Asati, 2011; Shankar *et al.*, 2013; Agarwal *et al.*, 2014; Dagade *et al.*, 2015; and Kumar *et al.*, 2015).

يبين تحليل مقدرة الائتلاف وتقديرات مكونات التباين الجدول (2) أنّ متوسط مربعات الانحرافات للطرز الوراثية كان عالي المعنوية جداً؛ مما يؤكد على أن اختيار السلالات والمختبرين كان مناسباً فقد تباينت وراثياً وجغرافياً، ويلعب ذلك دوراً مهماً في تحسين صفة عدد الثمار على النبات. وكانت كذلك السلالات والمخُتبرات عالية المعنوية جداً قياساً إلى الخطأ التجريبي، مما يؤكد مساهمتها الكبيرة في مقدرة الائتلاف العامة. كما أظهر التفاعل (**Lines** × **Testers**) معنوية عالية جداً قياساً إلى الخطأ التجريبي. وهذا يدل أنّ مصدر التباين بسبب السلالات × المُختبرات مهم لهذه الصفة والتي انعكست على أهمية الفعل المورثي غير الإضافي في وراثتها، وبالتالي على وجود مقدرة ائتلاف خاصة عالية للهجن.

كما يوضح الجدول (2) أنّ التفاعل الداخلي بين السلالات والُمختبرات قد تفوق في المساهمة النسبية من التباين الكلي لصفة عدد الثمار الكلية على النبات (60.862 %)، تلاه مساهمة السلالات بنسبة (35.833%)، في حين جاءت مساهمة السلالات الُمختبرة ضئيلة جداً (3.3054%).تتوافق هذه النتيجة كثيراً مع معطيات (Metwally, *et al.*, 2015).

تبين معطيات الجدول (5) أن السلالة L4 فقط قد تميزت بتأثيرات موجبة عالية المعنوية في مقدرة الائتلاف العامة (2.765+**)؛ مما يدل على أنها تمتلك العدد الأكبر من المورثات ذات الأثر التراكمي، التي تساهم في زيادة عدد ثمارها في أجيالها اللاحقة. لكنها في الحقيقة لم تمتلك أعلى متوسط فعلي من بين الآباء (de 24.49+). جاءت

بقية السلالات إما موجبة غير معنوية أو سالبة معنوية، كما أن السلالات المُختبرة لم تكن تأثيراتها معنوية. لقد ظهرت قيم تأثيرات المقدرة الخاصة على الائتلاف في الهجن كالآتي:

- هجينان املكا تأثيرات (SCA) موجبة عالية المعنوية، هما(L4*T1 =**2.577+ وكذلك L3*T1= *1.165+) نجما عن أبوين كلاهما يملك تأثيرات مقدرة ائتلاف عامة موجبة (GCA)؛ وقد أعطيا أعلى متوسط فعلي حقلي من بين الهجن (31.627 و 27.453) على التوالي، لذلك يمكن الاعتماد على الانتخاب ضمن نسليهما في تحسين صفة عدد الثمار الكلية على النبات.

- يملك الهجين L2*T2 قيم تأثيرات المقدرة الخاصة على الائتلاف موجبة بمعنوية عالية(**3.371+)؛ لكن كلا أبويه سالبان في تأثيرات مقدرة الائتلاف العامة، وبالتالي لم يقتصر إنتاج الهجن التي أظهرت تأثيرات مقدرة ائتلاف خاصة موجبة فقط عن تآلف آباء ذات تأثيرات مقدرة ائتلاف عامة (موجبة × موجبة) ؛ وإنما تم الحصول عليها أيضًا من تآلف آباء ذات تأثير مقدرة ائتلاف عامة (موجبة × سالبة) و(سالبة × سالبة). يتوافق ذلك مع (Narasimhamurthy and Ramanjini, 2013).

- بقية الهجن إما معنوية سالبة في قيم تأثيرات المقدرة الخاصة على الائتلاف أو غير معنوية فلا فائدة منها في تحسين هذه الصفة. تتوافق هذه المعطيات مع نتائج (Farzane *et al.*,2012; Muttappanvar *et al.*,2014).

سماكة جدار الثمرة: تدل معطيات الجدول (2) على هيمنة الفعل المورثي التراكمي في توريث صفة سماكة جدار الثمرة؛ فقد كانت نسبة $\sigma^2_{GCA}/\sigma^2_{SCA}$ أكبر من الواحد (2.3333)، وتدنت قيمة درجة السيادة إلى (0.475)، وأخذت نفس المنحى قيمتي تباين الأثر الإضافي (0.00133)، والأثر السيادي (0.0003). يدل ذلك على أن صفة سماكة جدار الثمرة قد خضعت لهيمنة الأثر المورثي الإضافي؛ وهذا يعني أنه يمكن تحسينها باستخدام إحدى طرق الانتخاب العائلي المناسبة. تتوافق هذه النتائج مع (Savale and Pate,2017)، وتختلف مع نتائج (Solieman *et al*., 2013; Shankar,2013; El-Gabry *et al*., 2014; ., Muttappanavar *et al*., 2014).

يبين أيضاً الجدول (2) أن قيمة درجة التوريث بالمعنى الضيق(h^2n.s.*%*) قد بلغت 5.968% وهي قيمة ضعيفة؛ وهذا ما يصعب انتخاب هذه الصفة؛ لأنها صفة كمية تخضع في توريثها لعدد كبير من المورثات، بجانب تأثرها الشديد بالعوامل البيئية. يتوافق ذلك مع الكثير من (Hannan *et al.*, 2007; Singh and Asati 2011; Shankar *et al.*, 2013; Agarwal *et al.*, 2014 ;Dagade *et al.*, 2015;Kumar *et al.*, 2015).

يشير تحليل مقدرة الائتلاف وتقديرات مكونات التباين الجدول (2) إلى أن متوسط مربعات الانحرافات للطرز الوراثية كان عالي المعنوية جداً لصفة سماكة جدار الثمرة؛ بسبب تباينها الوراثي الواسع بجانب التباين الجغرافي للآباء المستخدمة، وبالتالي يمكن اعتبار أن اختيار السلالات والمُختبرين كان مناسباً لتحسين هذه الصفة. كذلك كانت السلالات والمخُتبرات عالية المعنوية جداً لصفة متوسط وزن الثمرة قياساً إلى الخطأ التجريبي؛ وهذا يدل على مساهمتها الكبيرة في مقدرة الائتلاف العامة. في حين لم يكن التفاعل الداخلي بينهما(Lines × Testers) معنوياً قياساً إلى الخطأ التجريبي، ويعني ذلك أن مصدر التباين بسبب السلالات × المُختبرات ليس مهماً لهذه الصفة، وبالتالي يدل على قلة أهمية عمل الجين غير الإضافي في توريثها.

كما يوضح الجدول (2) تفوق الُمختبرين في المساهمة النسبية من التباين الكلي فبلغت 64.103 % تلتها مساهمة السلالات بنسبة (33.333%)، في حين كانت مساهمة التفاعل الداخلي بين (السلالات × الُمختبرات) من التباين

الكلي ضئيلاً جداً (2.563%). تتوافق هذه النتيجة كثيراً مع معطيات (Metwally, *et al.*, 2015). ولا تنسجم مع معطيات:

(Saravanan, *et al.*, 2010 ;Mohamad, 2018).

تبين معطيات الجدول (6) أن السلالة L3، قد تميزت بتأثيرات موجبة معنوية في مقدرة الائتلاف العامة (0.08333+*)؛ كما تميزت السلالة المُختبرة T2 بتأثيرات موجبة عالية المعنوية في مقدرة الائتلاف العامة (0.08333+**)، وقد امتلكتا أعلى متوسط فعلي حقلي من بين الآباء (0.7023+، 0.7023)على التوالي؛ مما يدل على أنهما تمتلكان العدد الأكبر من المورثات التي تساهم في زيادة سماكة جدار ثمارها وتورث ذلك لأجيالها اللاحقة، يؤكد ذلك أنّ إجمالي هجنهما هم الأفضل من بين جميع الهجن في هذه الصفة؛ يدلنا ذلك على امكانية إدراجها في برامج التحسين الوراثي لهذه الصفة. بينما كانت تأثيرات مقدرة الائتلاف العامة للسلالات الباقية (L1،L2، L4) وللسلالة المُختبرة (T1) إما عالية المعنوية وسالبة، أو غير معنوية وهذا يدل على أنها تمتلك العدد الأكبر من المورثات السائدة، التي تنعزل في الأجيال اللاحقة فلا تورث زيادة الصفة لنسلها. وهذا يتفق مع ما وجده (Hasan *et al.*, 2014 ; Mondal *et al.*,2009 ;Mohamad, 2018).

لقد ظهرت قيم تأثيرات المقدرة الخاصة على الائتلاف في الهجن على النحو التالي: أ- امتلك الهجن L4*T2 تأثيرات (SCA) موجبة نجمت عن أبوين كلاهما موجب في تأثيرات (GCA)؛ وبالتالي فمن المتوقع وجود هذه الصفة في نسله أي يمكن تحسين هذه الصفة بالانتخاب في F2 والأجيال التالية. ب- امتلك الهجينان L3*T1 و L2*T2 تأثيرات (SCA) موجبة نجمت عن أبوين أحدهما موجب والآخر سالب في تأثيرات مقدرة الائتلاف العامة؛ وبالتالي سيورث الأثر الموجب وسينعزل السالب. ت- امتلكت الهجن الباقية تأثيرات (SCA) سالبة أو موجبة لأبوين سالبين؛ فلا ترتجى منها فائدة في متابعة نسلها. تنسجم هذه النتيجة مع معطيات: (Shalaby, 2012 ;Mohamad, 2018 ;Chisti *et al.*, 2007;).

الجدول (3) المتوسط الفعلي الحقلي للإنتاجية طنادونم، وتأثيرات مقدرتي الائتلاف العامة والخاصة.

النمط الوراثي	المقدرة العامة على الائتلاف للأب الأول $GCA_{(i)}$	المقدرة العامة على الائتلاف للأب الثاني $GCA_{(j)}$	المقدرة الخاصّة على الائتلاف $SCA_{(ij)}$	المتوسط الفعلي ومعنويته
L1	+0.2134	---	---	16.51 e
L2	**+4.9164****			20.31 d
L3	-4.5023**			10.33 gh
L4	- 0.6276*			09.65 h
	$CD_L5\%$= 0.5298 $CD_L1\%$ = 1.0225		SE[g(i)] lines = 0.2252 SE[g(i)- g(j)] lines =0.3183	
T1	+ **4.2700***	-	-	26.07 bc
T2	- 4.2703*	-	-	10.99 g
	$CD_t5\%$ =1.003 $CD_t1\%$ =5.0595		SE[g(i)] testers = 0.1590 SE[g(i)- g(j)] t = 0.2381	
L1*T1	0.2134	4.27	-1.848**	25.15 c
L2*T1	4.9164	4.27	-5.254**	26.44 b

26.46 b	**4.185****	4.27	− 4.5023	L3*T1
29.07 a	**2.917****	4.27	− 0.6276	L4*T1
20.30 d	1.848**	− 4.2703	0.2134	L1*T2
28.40 a	**5.54****	− 4.2703	4.9164	L2*T2
09.55 h	− 4.185**	− 4.2703	− 4.5023	L3*T2
14.70 f	− 2.917**	− 4.2703	− 0.6276	L4*T2
Lsd= 0.925*** CV% = 2.8	$CD_{cross}5\%$ = 0.6026 $CD_{cross}1\%$ = 0.9534		SE[s(i,j)] = 0.3180 SE[s(i,j) − s(k ,l)] = 0.45	

*** , **: معنوية عند مستوى 5%، 1% على التوالي.**

$CD_L5\%$ ، $CD_L1\%$ − $CD_t5\%$ ، $CD_t1\%$ ؛ $CD_{cross}5\%$ ، $CD_{cross}1\%$: (الفرق المحدد Critical difference) لطرز الأمهات، والمختبرات، والهجن عند مستوى معنوية 5%، و 1% على التوالي.

الجدول (4) المتوسط الفعلي الحقلي لمتوسط وزن الثمرة بالغرام، وتأثيرات مقدرتي الائتلاف العامة والخاصة.

المتوسط الفعلي ومعنويته لمتوسط وزن الثمرة غ.	المقدرة الخاصّة على الائتلاف $SCA_{(ij)}$	المقدرة العامة على الائتلاف للأب الثاني $GCA_{(j)}$	المقدرة العامة على الائتلاف للأب الأول$GCA_{(i)}$	النمط الوراثي
192.20 i			19.345**	L1
283.30 g			82.992**	L2
107.70 m			− 62.086**	L3
126.10 l			− 40.236**	L4
	SE[g(i)] lines = 0.667 SE[g(i)− g(j)] lines = 0.943		$CD_L5\%$= 1.570 $CD_L1\%$ = 3.030	
365.60 a			+ 51.386**	T1
131.40 k			− 51.386**	T2
	SE[g(i)] testers = 0.469 SE[g(i)− g(j)] t = 0.670		$CD_t5\%$ =2.962 $CD_t1\%$ =14.928	
329.90 d	− 21.181**	+ 51.386	19.345	L1*T1
392.90 b	− 21.735**	+ 51.386	82.992	L2*T1
309.20 e	+ 39.599**	+ 51.386	− 62.086	L3*T1
294.80 f	+ 03.317**	+ 51.386	− 40.236	L4*T1
269.40 h	+ 21.181**	− 51.386	19.345	L1*T2
333.60 c	+ 21.735**	− 51.386	82.992	L2*T2
127.20 l	− 39.599**	− 51.386	− 62.086	L3*T2
185.40 j	− 03.317**	− 51.386	− 40.236	L4*T2
Lsd= 0.027*** CV% = 0.7	$CD_{cross}5\%$ = 1.778 $CD_{cross}1\%$ = 2.813		SE[s(i,j)] = 0.0094 SE[s(i,j) − s(k ,l)] = 0.0298	

*** , **,: *** معنوية عند مستوى 5%، 1%، و 1‰ على التوالي.**

$CD_L5\%$ ، $CD_L1\%$ − $CD_t5\%$ ، $CD_t1\%$ ؛ $CD_{cross}5\%$ ، $CD_{cross}1\%$: (الفرق المحدد Critical difference) لطرز الأمهات، والمختبرات، والهجن عند مستوى معنوية 5%، و 1% على التوالي.

الجدول (5) المتوسط الفعلي الحقلي لعدد الثمار\ النبات وتأثيرات مقدرتي الائتلاف العامة والخاصة.

النمط الوراثي	المقدرة العامة على الائتلاف للأب الأول $GCA_{(i)}$	المقدرة العامة على الائتلاف للأب الثاني $GCA_{(j)}$	المقدرة الخاصّة على الائتلاف $SCA_{(ij)}$	المتوسط الفعلي ومعنويته
L1	−1.454*			27.48 b
L2	−1.314*			22.95 efg
L3	+0.003			30.67 a
L4	+2.765**			24.49 de
	$CD_L5\%$= 0.7986 $CD_L1\%$ = 1.5413	SE[g(i)] lines = 0.3394 SE[g(i)− g(j)] lines = 0.4800		
T1	+0.515			22.82 fg
T2	− 0.515			26.76 be
	$CD_t5\%$ = 1.5154 $CD_t1\%$ = 7.6370	SE[g(i)] testers =0.2400 SE[g(i)− g(j)] t = 0.3394		
L1*T1	−1.454	+0.515	−0.371	24.39 de
L2*T1	−1.314	+0.515	−3.371**	21.53 g
L3*T1	+0.003	+0.515	+1.165*	27.39 b
L4*T1	+2.765	+0.515	+2.577**	31.56 a
L1*T2	−1.454	−0.515	+0.371	24.11 def
L2*T2	−1.314	−0.515	+3.371**	27.25 b
L3*T2	+0.003	−0.515	−1.165*	24.03 def
L4*T2	+2.765	−0.515	−2.577**	25.38 cd
SE[s(i,j)] = 0.4800 SE[s(i,j) − s(k ,l)] = 0.6788	$CD_{cross}5\%$ = 0.910 $CD_{cross}1\%$ = 1.439			Lsd= 1.395*** CV% = 3.2

*** , **: معنوية عند مستوى 5%، 1% على التوالي.**

$CD_L5\%$ ، $CD_L1\%$ − $CD_t5\%$ ، $CD_t1\%$ ؛ $CD_{cross}5\%$ ، $CD_{cross}1\%$: (الفرق المحدد Critical difference) لطرز الأمهات، والمختبرات، والهجن عند مستوى معنوية 5%، و 1% على التوالي.

الجدول (6) المتوسط الفعلي الحقلي لسماكة جدار الثمرة مم وتأثيرات مقدرتي الائتلاف العامة والخاصة.

النمط الوراثي	المقدرة العامة على الائتلاف للأب الأول $GCA_{(i)}$	المقدرة العامة على الائتلاف للأب الثاني $GCA_{(j)}$	المقدرة الخاصّة على الائتلاف $SCA_{(ij)}$	المتوسط الفعلي ومعنويته
L1	−0.01667	−	−	0.5667 efgh
L2	−0.08333*			0.4667 hijk
L3	+0.08333*			0.8667 a
L4	+0.01667			0.7667 b
	$CD_L5\%$= 0.0538 $CD_L1\%$ = 0.1038		SE[g(i)] lines = 0.0229 SE[g(i)− g(j)] lines = 0.0323	
T1	−0.08333**	−	−	0.3333 i
T2	+0.08333**	−	−	0.7333 bcd
	$CD_t5\%$ =0.0390 $CD_t1\%$ = 0.0752		SE[g(i)] testers = 0.0166 SE[g(i)− g(j)] t = 0.0229	
L1*T1	−0.01667	−0.08333	+0.01667	0.5333 fghij
L2*T1	−0.08333	−0.08333	−0.01667	0.4333 ik
L3*T1	+0.08333	−0.08333	+0.01667	0.6333 cdef
L4*T1	+0.01667	−0.08333	−0.01667	0.5333 fghij
L1*T2	−0.01667	+0.08333	−0.01667	0.6667 cdefg
L2*T2	−0.08333	+0.08333	+0.01667	0.6667 cdefg
L3*T2	+0.08333	+0.08333	−0.01667	0.7667 b
L4*T2	+0.01667	+0.08333	+0.01667	0.7333 bc
	SE[s(i,j)] = 0.3231 SE[s(i,j) − s(k ,l)] = 0.0457		$CD_{cross}5\%$ = 0.7603 $CD_{cross}1\%$ = 1.4672	Lsd=0.0939*** CV% = 0.9

*** , **: معنوية عند مستوى 5%، 1% على التوالي.**

$CD_L5\%$ ، $CD_L1\%$ − $CD_t5\%$ ، $CD_t1\%$ ؛ $CD_{cross}5\%$ ، $CD_{cross}1\%$: (الفرق المحدد Critical difference) لطرز الأمهات، والمختبرات، والهجن عند مستوى معنوية 5%، و 1% على التوالي.

الاستنتاجات والتوصيات

الاستنتاجات:

1- أكدت نتائج الدراسة على هيمنة الفعل المورثي غير الإضافي على صفتي الإنتاجية، وعدد الثمار على النبات؛ وبالتالي يمكن الاعتماد على طريقة التهجين في تحسينهما، في حين هيمن الفعل المورثي الإضافي على متوسط وزن الثمرة وسماكتها؛ وبالتالي يمكن تحسين هاتين الصفتين من خلال الانتخاب في النسل.

2- بينت تأثيرات مقدرة الائتلاف الخاصة SCA أن الهجين (L4×T1) قد تفوق معنوياً على جميع الهجن في صفتي الإنتاجية في الدونم، وعدد الثمار على النبات، وقد أعطى أعلى متوسط تم جنيه، وقد نجم عن أبوين أحدهما

مقدرة ائتلافه معنوية موجبة، والثاني مقدرة ائتلافه سالبة، لذلك يمكن أن يعد هجيناً مقبولاً لزيادة الإنتاجية ومتوسط وزن الثمرة. كما بينت تأثيرات SCA أن الهجين (L3×T1) قد برز في صفة معدل وزن الثمرة.

3- أظهرت السلالتان L2 و T1 أفضل تأثيرات مقدرة عامة على الائتلاف لصفتي الإنتاجية، ومتوسط وزن الثمرة، والسلالة L4 أفضل مقدرة ائتلاف عامة عالية المعنوية لصفة عدد الثمار على النبات، في حين تميزت السلالتان L3 و T2 بسماكة جدار الثمرة؛ لذلك يمكن استخدام هذه السلالات لإنتاج هجن فردية تتمتع بصفات آبائها.

4- حققت السلالات أكبر نسبة مساهمة في تباين صفة متوسط وزن الثمرة، بينما ساهمت المُختبرات في أعلى نسبة تباين لسماكة جدار الثمرة، كما ساهمت بنسبة كبيرة في تباين متوسط وزن الثمرة، في حين تفوقت كثيراً مساهمة الهجن(lines × Testers) في نسبة التباين الكلي لصفة عدد الثمار على النبات.

التوصيات:

متابعة العمل التربوي على الهجين (L4×T1) لتفوقه في صفتي الانتاجية وعدد الثمار ومقارنته مع أفضل هجين رائج (حساب قوة الهجين القياسية) فإن تفوق يمكن أن يوصى باعتماده كصنف مستنبط. وإيلاء المزيد من الاهتمام بمحصول البندورة على المستويين البحثي والإنتاجي، والتوسّع في الدراسات الوراثية لتشمل طرز أخرى ومناطق بيئية متباينة من القطر.

– استخدام تصاميم أخرى في التحليل الوراثي بهدف تثبيت القناعات المتوصّل إليها ، وتحقيق معرفة أفضل وأكمل للطبيعة الوراثية للصفات الهامّة لهذا المحصول.

References

1- HASAN A. A. M., *General Foundations of Plant Breeding.* Arab House for Publishing and Distribution. Cairo, Egypt, S.A. 2005, 476 p.

2- HASAN, Gh., *Evaluation of some local origins and the formation of hybrids within high-quality tomato (Lycopresicon esculentum L.).* A study prepared for a master's degree - Damascus University, 2007, (144) p.

3- HASAN, Gh., *The genetic analysis of some quantitative and qualitative traits in crossbreeds of semi-interchange between genotypes of tomatoes,* (*Lycopresicon esculentum L.*) PhD thesis- Tishreen University, 2012, 287 pp.

4- IBRAHIM, F. H.; AL-MUKHTAR, F.; AL-DEBAI, H. A., *Analysis of the Coalition Capacity in the Total Output and its components for tomatoes.* Iraqi Journal of Agricultural Sciences, Volume 32, 4, 2001, 85-94p.

5- MUALLA, M. and HARBA, N., Genetic improvement for fruit trees and vegetable plants. Tishreen University Publications, Faculty of Agricultue, 271,pp.

6- SABBOUH, M.; HADID, L. M.; SHAHRLY M.; DEBO A., *Breeding Field Crops*. Damascus University Publications, 2011, 240 pp.

Foreign references:

1- AHMAD-DAR,R.,SHARMA,J.,NABI,A,.CHOPRA,S., *Germplasm evaluation for yield and fruit quality traits in tomato (Solanum Lycopresicon L.)*. African Journal Agricultural Research Vol. 7(46), 2012, 6143-6149.

2- AGARWAL,A.; ARYA,D. N.; RANJAN,R.; AHMED, Zakwan., *Heterosis, combining ability and gene action for yield and quality traits in tomato(Solanum lycopersicum L.)*.Helix Vol. 2, 2014, 511- 515.

3- AKBAR, M.; M. SALEEM; F. M. AZHAR; M. Y. ASHRAF; R. AHMAD., *Combining ability analysis in maize under normal and high temperature conditions. J. Agric. Res*.,46,1,2008, 27-38.

4- AL-AYSH,F.; KUTMA,H.; SERHAN,M.; AL-ZOUBAI,A.; AL-NASEER, M.A, *Genetic Analyses and correlation Studies of Yield and Fruit Quality Traits in Tomato (Solanum lycopersicum L.).* New York Science Journal 2012, 5(10), 142-145.

5- AOUN, A. B., LECHIHEB, B., BENYAHYA, L., FERCHICHI, Ali, *Evaluation of fruit quality traits of traditional varieties of tomato (Solanum lycopersicum) grown in Tunisia.* African Journal of Food Science. Vol. 7(10), (2013) pp. 350-354.

6- CHISTI, S.A; A. KHAN, B. SADIA and I.A. KHAN, *Analysis of combining ability for yield, yield components and quality characters in tomato (Lycopersicon esculentum L..).* J. Agric. Res., (2007), 46: 325-332**.**

7- DAGADE SB.; DHADUK LK.; HARIPRASANNA K.; MEHATA DR.; BHATT VM.; BARAD AV., *Parent offspring relations of nutritional quality traits in 8 × 8 partial diallel cross of fresh tomatoes.* International J. of Applied Biology and Pharmaceutical Technology. 2015, 6(2):45-55.

8- DHALIWAL, M.S., S. SINGH; D.S. CHEEMA, *Line x tester analysis for yield and processing attributes in tomato.* J. Res., 2003, 40: 49-53.

9- DIXIT, J.; KALLOO, Bhutani,R.D.; Sidhu, A.S., *Line x tester analysis for the study of heterosis and combining ability in tomato.* Haryana Journal Horticultural Science, 9, (1/2) 1980,56-61.

10- EL-GABRY, M.A.H.; SOLIEMAN,T.I.H.; ABIDO,A.I.A., *Combining ability and heritability of some tomato (Solanum lycopersicum L.) cultivars*. Scientia Horticulturae167(2014)153–157.

11- FARKAS,J. Actual problems of tomato improvement using heterosis method. Vegetable Research Institute - Kecskemét (1993),107-123p.

12- FARZANE, A.; NEMATI, H.; AROUIEE ,H.; KAKHKI, AMIN M.; VAHDATI, N., *The Estimate of Combining Ability and Heterosis for Yield and Yield Components in Tomato (Lycopersicon esculentum Mill.)*. J. BIOL. ENVIRON. SCI., 2012, 6(17), 129-134.

13- GARG,N., CHEEMA,D.S., DHATT,A.S., *Genetics of yield, quantity and shelf life characteristics in tomato under normal and late planting condition.* Euphytica (2008), 159:275-288.

14- GEORGIV,H., *Heterosis in tomato breeding. In: Genetic improvement of tomato*.(Kallo,G (ed) , Berlin etc. Spriger. Monographs on TAG (1991), 14:83-98.

15- GUL, R**.,** *Characterization and inheritance studies of desirable attributes in tomato.* Doctoral thesis. Department of plant breeding and genetics. Faculty of crop production sciences. Khyber Pukhtunkhawa agricultural university Peshawar.Pakistan.March.2011.

16- HANNAN,M. M., BISWAS,M. K., AHMED,M. B.., HOSSAIN,M.,*Combining Ability Analysis of Yield and Yield Components in Tomato (Lycopersicum esculentum Mill.)* .Turk J Bot.31 (2007) 559-563**.**

17- HASAN, N.; A. SAEED; A. SHAKEEL; M.F. SALEEM; A. AHMAD and S. YASIN, *Genetic analysis to find suitable parents for development of tomato hybrids.* Agric. For./Poljoprivreda Sumarstvo,(2014), 60: 255-265.

18- KALLOO., SINGH,RK., BHUTANI,R.D., *Combining ability studies in Tomato (Lycopersicon esculentum Mill.) Theortical and Applied Genetics*.44, (1974), 358-363.

19- KHOJAH, H., *Development of fresh market field tomato hybrids.* PhD thesis-Vegetable Research Institute - Kecskemét,(1993), 110 p.

20- KRUPAL C. B.; and ACHARYA RR., *Assessment of combining ability using Line × tester analysis over environments in tomato (Solanum lycopersicum L.)* Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry 2019; 8(3): 4478-4485.
21- KUMAR V.; JINDAL SK.; DHALIWAL MS., *Combining ability studies in tomato (Solanum lycopersicum L.).* Agric. Res. J. 2015, 52(2):121-125.
22- LEWIS,N.L.and D.JOHN. *Epistatic and environmental interactions for quantitative trait loci involved in maize evolution***.**Res.Cambridge**.**(1999).74:291-302.
23- LI,Y.,T.; WANG,D.: *Studies on the Inheritance of Locale F formation in Tomatoes (Lycopresicon esculentum Mill.).*Journal of Genetics and Genomics (Formerly Acta Genetic a Sinica) November 2007,34(11):1028-1036.
24- MASRY, A.I.A.M, *Heterosis and gene action in tomato crosses under tomato yellow leaf curl virus infection*. Ph.D. Thesis, Fac. Agric., Kafrelsheikh Univ., (2014),Egypt.
25- MATHER , K., Biometrical Genetics : The study of continuous variation. Dover Puplications Inc (1949).
26- MATHER,K. AND JINKS,J.L., *Biometrical genetics*, Third edition,Chapman and Hall Ltd. London-Newyork, (1985),463p.
27- METWALLY, E. I.; A. I. El - KASSAS; A. M. El - TANTAWY; M. I. MAHMOUD and A. B. El-MANSY: *heterosis and combining ability in tomato by line x tester*. J. Plant Production, Mansoura Univ., Vol. 6 (2) (2015): 159 – 173.
28- MONDAL C.; SARKAR S.; HAZRA P., *Line x tester analysis of combining ability of tomato (Solanum lycopersicum L.).* J. Crop & Weed. 2009; 5(1):53-57.
29- MOOT, D.J., and MCNEIL ,D.L., *Yield components, harvest index and plant type in relation to yield difference in field pea genotypes.* Euphytica, (1995). 86:31-40.
30- MOHAMMAD I. Al-Daej, *Line×Tester Analysis of Heterosis and Combining Ability in Tomato (Lycopersicon esculentum Mill.) Fruit Quality Traits.* Pakistan Journal of Biological Sciences ISSN, 2018 1028-8880. DOI: 10.3923/pjbs.2018,224.231.
31- MUTTAPPANAVAR,RENUKA D.; SADASHIVA, A.T.; VIJENDRAKUMAR, R.C.; B.N. ROOPA., VASANTHA,P.T.**,** *Combining Ability Analysis of Growth, Yield and Quality Traits in Cherry Tomato (Solanum lycopersicum* var. cersiforme*)***.** Molecular Plant Breeding 2014, Vol.5, No.4, 18-23.
32- NARASIMHAMURTHY, Y. K.; and P. H. Ramanjini, *Line x tester analysis in tomato (Solanum lycopersicon L.)*: Identification of superior parents for fruit quality and yield attributing traits. International J. Pl. Breed., 7(1) (2013): 50-54.
33- SARAVANAN, K.R.; P. THANGAVEL; S. THIRUGNANAKUMAR, *Studies on gene action in tomato (Lycopersicon esculentum* L.*).* Int. J. Plant Sci., 5,(2010): 203-205.
34- SAVALE SV. and AI PATE: *Combining ability analysis for fruit yield and quality traits across environments in tomato (Solanum lycopersicum* L.*).* International Journal of Chemical Studies 2017; 5(5): 1611-1615.
35- SHANKAR,Adhi., REDDY,Rvsk., SUJATHA,M., PRATAP,M., *Combining ability and gene action studies for yield and yield contributing traits in tomato (Solanum lycopersicum L.).* Helix. 2013; 6:431-435.
36- SHALABY, T.A., *Line x tester analysis for combining ability and heterosis in tomato under late summer season conditions.* J. Plant Prod. Mansoura Univ., (2012), 3: 2857-2865.
37- SHANKAR, A.; R.V.S. K. REDDY; M. Sujatha; and M. Pratap: *Combining ability and gene action studies for yield and yield contributing traits in tomato (Solanum lycopersicum L.).* Helix 6 (2013): 431 – 435.

38- SIDHU,A.S.; DIXIT,J.; KALLOO, Bhutani,R.D., *Heterosis and combining ability in pear – shaped tomato.* Haryana Journal of the Agricultural University Research. II, (1) 1981, 1-7.
39- SINGH, R. K.; and B. D. CHAUDHARY, *Biometrical methods in quantitative genetic analysis.* Kalyani Publ. Ludhiana. New Delhi. (1977), 203-214 p.
40- SINGH B.; KAUL S.; KUMAR D.; KUMAR V., *Combining ability for yield and its contributing characters in tomato.* Indian Journal of Horticulture 2010, 67(1):50-55.
41- SINGH AK. and ASATI BS., *Combining ability and heterosis studies in tomato under bacterial wilt condition*. Bangladesh Journal of Agricultural Research 36.2 (2011), 313-318.
42- SOLIEMAN,T.H.I.; EL-GABRY,M.A.H.; ABIDO,A.I.,*Heterosis,potence ratio and correlation of some important characters in tomato(Solanum lycopersicum L.).*Scientia Horticulturae 150(2013)25-30.
43- Tanvi R., et al. "Combining ability and geneaction studies in some genetic stocks of tomato (Solanum lycopersicum L.)". International Journal of Current Microbiology and Applied Sci- ences 6.10 (2017): 138-144.
44- VEKARIYA TA.; KULKARNI GU.; VEKARIA DM.; DEDANIYA AP.; and MEMON JT: *Combining Ability Analysis for Yield and its Components in Tomato (Solanum lycopersicum L.).* Acta Scientific Agriculture 3.7 (2019): 185-191.
45- WARNER , J. N. *A method for estimating heritability*. *Agron. J.* 44 (1952),: 427-430.
46- YADAV,SUNIL K., SINGH,B. K., BARANWAL,D. K., SOLANKEY,S.S., *Genetic study of heterosis for yield and quality components in tomato (Solanum lycopersicum).* African Journal of Agricultural. Vol. 8(44), (2013), pp. 5585-5591