السلوكية الوراثية للإنتاجية ونوعية الثمار في بعض الهجن من البندورة (*Solanum lycopersicom* L.)

Genetic Behavior of Yield and Quality Traits in Some of Tomato (*Solanum lycopersicom* L.) Hybrids

م. علي محمد عزو[1] د. حسان خوجه[2] د. عبد المحسن مرعي[3]

Izzo, A.[1] khojah, H.[2] Murie, A.[2]

(1) طالب دكتوراه، قسم البساتين، كلية الزراعة، جامعة اللاذقية، اللاذقية، سورية.

(1) Ph.D student, Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Lattakia University, Lattakia, Syria.

(2) قسم البساتين، كلية الزراعة، جامعة اللاذقية، اللاذقية، سورية.

(2) Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Lattakia University, Lattakia, Syria.

(3) الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية، دمشق، سورية.

(3) General Commission for Scientific Agricultural Research, Damascus, Syria.

الملخص

نُفّذ البحث في محطة بحوث الجماسة، التابعة لمركز البحوث العلمية الزراعية في طرطوس- سورية التي تقع بارتفاع 20م عن سطح البحر وتبعد 21 كم جنوب مدينة طرطوس، خلال الموسمين الزراعيين (2017 - 2018)، بهدف تقدير قوة الهجين والمقدرة على الائتلاف لصفة الإنتاجية، وبعض الصفات النوعية، وذلك في خمسة عشر هجيناً فردياً من البندورة، تم الحصول عليها بطريقة التهجين نصف التبادلي لستة سلالات من البندورة. أظهرت النتائج أن أغلب الهجن قد تميزت بقوة هجين معنوية مرغوبة قياساً لمتوسط وأفضل الأبوين للصفات المدروسة كافة، إذ وصلت قوة الهجين إلى (49.03، 33.40) % لصفة إنتاجية النبات الواحد، و(20.44، 0)% لسماكة غلاف الثمرة، و(19.10، 8.89)% لصلابة الثمار، و(25.82، 15.20)% لنسبة المواد الصلبة الذائبة الكلية، و(9.27، 7.28)% لنسبة المادة الجافة، و(35.33، 30.09)% لنسبة الحموضة المعايرة، و(65.74، 27.55) % لنسبة السكريات الكلية قياساً بمتوسط الأبوين وأفضلهما على الترتيب. بالمقابل كان التباين العائد لكل من المقدرة العامة والخاصة على الائتلاف معنوياً للصفات المدروسة كافة، مما يشير إلى مساهمة الفعليين المورثيين الإضافي وغير الإضافي في توريث هذه الصفات. وأظهرت نسبة σ^2GCA/σ^2SCA غلبة الفعل المورثي الإضافي في توريث سماكة غلاف الثمرة وصلابة الثمار ونسبة المادة الجافة، في حين سيطر الفعل غير الإضافي في توريث صفات إنتاجية النبات الواحد، ونسبة كل من المواد الصلبة الذائبة الكلية والحموضة المعايرة والسكريات الكلية.

الكلمات المفتاحية: البندورة، مقدرة الائتلاف، قوة الهجين، التهجين نصف التبادلي.

©2023 The Arab Center for the Studies of Arid Zones and Dry Lands. **ISSN:2305 - 5243 ; (p:70 -83)**

Abstract

The research was conducted at Al-Jammasah station - Agricultural Research Center in Tartous- Syria, which is up 20 meters above sea level and lies 21 km south of Tartous city, during (2017-2018) seasons, to estimate heterosis and combining ability of yield and some quality traits of tomato. In fifteen hybrids were produced by half-diallel crossing method of six lines. Most hybrids were characterized by high significant heterosis values for all studied traits comparing to mid parents and better parents. Heterosis reached (49.03, 33.4) % for plant yield, (20.44, 0)% for pericarp thickness, (19.10, 8.89) % for firmness, (25.82, 15.20) % for total soluble solids, (9.27, 7.28) % for dry matter and (35.33, 30.09) % for titrated acidity comparing to mid parents and better parent, respectively. Variance related to general and specific combining ability was highly significant for all traits, this ensure that both types of gene action (additive and non-additive) controlled the inheritance of this traits. $\sigma^2_{GCA}/\sigma^2_{SCA}$ ratio showed that additive gene action overcame non-additive gene action in pericarp thickness, dry matter and firmness, while non-additive gene action overcame in yield, .total soluble solids total sugars and titration acidity

Key words: Tomato, heterosis, combining ability, half dialell cross**.**

المقدّمة

تعد البندورة (*Solanum lycopersicom* L.) من أهم محاصيل الخضار عالمياً؛ لقدرتها العالية على التأقلم والتكيف مع البيئات المختلفة وإنتاجيتها العالية واستخداماتها المنزلية المتعددة (Kumar وزملاؤه، 2013)؛ وينصح باستخدامها كأغذية واقية (Protective Food)، نظراً لغناها بالأملاح المعدنية والفيتامينات والأحماض العضوية ومضادات الأكسدة، والتي تشكل المكونات الأساسية لاتباع نظام غذائي صحي ومتوازن(Yadav وزملاؤه، 2013)؛ وقد تركز الهدف الرئيس لبرامج تربية البندورة - حتى وقت قريب - على تحسين الإنتاجية والتكيف مع الظروف البيئية والتحمل للأمراض وغير ذلك، ونظراً لتطور الوعي الاستهلاكي في الوقت الحاضر فقد أصبحت مقاييس الجودة للثمار تملك أهمية خاصة (Causse وزملاؤه، 2010). وتعد الاستفادة من قوة الهجين من أهم الطرق المتبعة لتحسين إنتاجية ونوعية البندورة (Mishra وزملاؤه، 2020). والتي تعتمد بشكل أساسي على اختيار آباء التهجين المناسبة بما يمكن من الوصول إلى هجن ذات صفات مرغوبة (Hannan وزملاؤه، 2007). إذ يقدم تحليل المقدرة على الائتلاف المساعدة الأهم في اختيار الآباء (Kumar وزملاؤه، 2015)، بالإضافة إلى المساهمة الكبيرة بتحديد طبيعة وحجم الفعل المورثي المتحكم بالصفات وتحديد طريقة التربية لها (Shankar وزملاؤه، 2013). قدّر Soresa وزملاؤه (2020) قوة الهجين لصفات الإنتاجية ومكوناتها في 28 هجيناً، تراوحت قوة الهجين لصفة الإنتاجية بين (-63.4 - 33.8)% قياساً بمتوسط الأبوين، و(-62.5 - 52.6)% قياساً بأفضلهما. ولسماكة غلاف الثمرة (46.3 - 57.6)%، ولصفة المواد الصلبة الذائبة الكلية (76.3- 37.5) % قياساً بمتوسط الأبوين وأفضلهما على الترتيب؛ كما ظهرت قوة هجين معنوية قياساً بأفضل الأبوين في دراسة أجراها Patwary وزملاؤه (2013) شملت ثمانية وعشرين هجيناً من البندورة، بلغت (282.63 %) لإنتاجية النبات، و(11.49 %) للمواد الصلبة الذائبة الكلية، و(33.33 %) لصلابة الثمرة، و(88.75 %) لسماكة غلاف الثمرة. وفي بحث نفذّه Mishra وزملاؤه (2020) للمقدرة على الائتلاف ضمت 45 هجيناً لـ 10 سلالات أبوية، غلُب الفعل الإضافي في توريث صفة الإنتاجية، في حين كانت الغلبة للفعل غير الإضافي في توريث سماكة غلاف الثمرة، والمواد الصلبة الذائبة الكلية، والحموضة المعايرة. كما وجد Vekariya وزملاؤه (2019) في دراستهم للمقدرة على الائتلاف بتصميم Line×Tester شملت 10 سلالات و4 أصناف اختبارية تبايناً عالي المعنوية للمقدرة العامة والخاصة على الائتلاف، وسيطر

الفعل المورثي غير الإضافي في توريث صفات إنتاجية النبات، وسماكة غلاف الثمرة ودليل الشكل، ونسبة المواد الصلبة الذائبة الكلية، ونسبة الحموضة المعايرة.

أهداف البحث:

نظراً للأهمية الاقتصادية والغذائية الكبيرة لمحصول البندورة فقد أُجري هذا البحث بهدف تحليل السلوكية الوراثية لصفة الإنتاجية وبعض صفات جودة الثمار في هجن من البندورة بتقدير بعض المؤشرات الوراثية (مقدرتي الائتلاف العامة والخاصة) وقياس قوة الهجين النسبية (Heterosis) قياساً لمتوسط وأفضل الأبوين، وتحديد السلالات والهجن المميزة لإدخالها في برامج تحسين البندورة مستقبلاً.

مواد البحث وطرائقه

استخدم في الدراسة ست سلالات من البندورة مرباة ذاتياً في الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية، سورية؛ تتباين بصفات نموها، وثمارها، وخصائصها النوعية، الجدول (1).

الجدول 1. مصدر السلالات المستخدمة في الدراسة وأهم مواصفاتها.

اسم السلالة	مصدر السلالة	طبيعة النمو	صفات الثمار
T2	محلي	غير محدود النمو	كبيرة كروية حمراء
T6	محلي	غير محدود النمو	متوسطة كروية صفراء
T8	محلي	غير محدود النمو	كبيرة كروية حمراء
T11	محلي	غير محدود النمو	كرزية كروية حمراء
T12	محلي	غير محدود النمو	متوسطة أسطوانية حمراء
T16	محلي	محدود النمو	متوسطة كروية حمراء

نُفّذَ البحث في مركز البحوث العلمية الزراعية في طرطوس- محطة بحوث الجماسة، حيث تم التهجين نصف التبادلي بين السلالات للحصول على الهجن الخمسة عشر خلال الموسم الزراعي 2017؛ وزرعت الهجن وآبائها في الموسم الزراعي 2018 في بيت بلاستيكي مجهز بالأدوات اللازمة للزراعة كافة، وفق تصميم القطاعات العشوائية الكاملة (R.C.B.D) وبثلاثة مكررات، ضمن قطع تجريبية مخططة، بحيث كان التباعد بين الخطوط 90 سم، وبين النباتات على الخط 40 سم. قدمت جميع عمليات الخدمة الزراعية قبل وبعد الزراعة وفقاً لما هو متبع في الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية في خدمة محصول البندورة المحمية، بحيث تمت تربية النباتات على ساق واحدة. سُجلت القراءات لثمانية نباتات محاطة من كل قطعة تجريبية لصفات إنتاجية النبات الواحد (YIE)، وسماكة غلاف الثمرة (PT) باستخدام جهاز البياكوليس، وصلابة الثمار (FIR) باستخدام جهاز قياس الصلابة البينيترومتر، والمواد الصلبة الذائبة % (TSS) باستخدام جهاز الرفراكتومتر، ونسبة المادة الجافة %(DM) بطريقة الوزن، ونسبة الحموضة المعايرة % (ACD) ، ونسبة السكريات الكلية % (SU) بالمعايرة الكيميائية، وقد أجريت التحاليل الكيميائية في مخبر علوم الأغذية في مركز البحوث العلمية الزراعية في اللاذقية لثمار ناضجة مقطوفة من العنقود الثالث، جُمعت البيانات لجميع القراءات المدروسة، وبوبت باستخدام برنامج Excel، ثم أُجري التحليل الإحصائي للتباين العام باستخدام برنامج Genstat 12، وقُدّرت قوّة الهجين قياساً لمتوسط الأبوين وأفضلهما باستخدام برنامج Excel وفق معادلات (Singh وKahana، 1975).

$$H_{MP} = \frac{\overline{F_1} - \overline{MP}}{\overline{MP}} \times 100$$

H_{MP}: قوّة الهجين قياساً لمتوسط الأبوين، $\overline{F_1}$: متوسط الجيل الأول، $\overline{MP}$: متوسط الأبوين، والذي يحسب من المعادلة: $\frac{\overline{P_1}+\overline{P_2}}{2}$

$$H_{BP} = \frac{\overline{F_1} - \overline{BP}}{\overline{BP}} \times 100$$

H_{BP}: قوّة الهجين قياساً للأب الأفضل، $\overline{F_1}$: متوسط الجيل الأول، $\overline{F_1}$: متوسط الأب الأفضل.

وقدّرت معنوية قوّة الهجين قياساً لمتوسط الأبوين وأفضلهما باستخدام اختبار t- test وفق (Wynne وزملاؤه، 1970)، كما تم تقدير المقدرة العامة على الائتلاف GCA والمقدرة الخاصة على الائتلاف SCA باستخدام الطريقة الثانية، الموديل الأول وفقاً لـ (Griffing, 1956)، وحللت النتائج إحصائياً باستخدام برنامج Diallel وفقاً للمعادلات التالية:

$$\text{GCA Effects: gi} = (1/n+2)[\Sigma(yi + yii) - \left(\frac{2}{n}\right) y \ldots]$$

$$\text{SCA Effects: Sij} = \text{yij} - 1/n+2[\text{yij+yii+yj+yjj}] + [2/(n+1)(n+2)]\, y$$

$$\sigma^2_{GCA} = (M_g - M_s)/(n+2),\ \sigma^2_{SCA} = M_s - M_e$$

GCA: القدرة العامة على التوافق، SCA: القدرة الخاصة على التوافق، Yij: متوسط الهجين، yi: متوسط السلالة، n: عدد الآباء.

σ^2_{GCA}: مكون التباين العائد للقدرة العامة على التوافق، σ^2_{SCA}: مكون التباين العائد للقدرة الخاصة على التوافق، M_g: متوسط مجموع مربعات القدرة العامة على التوافق، M_s: متوسط مجموع مربعات القدرة الخاصة على التوافق، M_e: متوسط مربعات الخطأ التجريبي.

واستخدمت النسبة ما بين التباين المحسوب للمقدرة العامّة والخاصّة على الائتلاف $\sigma^2_{GCA}/\sigma^2_{SCA}$ لتحديد نسبة مساهمة كلٍّ من الفعل المورثي الإضافي وغير الإضافي في توريث الصفات المدروسة حيث:

$\frac{\sigma^2_{GCA}}{\sigma^2_{SCA}} > 1$ دلّ ذلك على سيطرة الفعل المورثي الإضافي، $\frac{\sigma^2_{GCA}}{\sigma^2_{SCA}} < 1$ دلّ ذلك على سيطرة الفعل المورثي غير الإضافي، $\frac{\sigma^2_{GCA}}{\sigma^2_{SCA}} = 1$ دلّ ذلك على مساهمة كلا الفعلين المورثيين الإضافي وغير الإضافي.

النتائج والمناقشة

أظهرت النتائج بعد إجراء التحاليل الإحصائية تباين السلالات الأبوية تبايناً عالي المعنوية، مما يدّل على تباعدها الوراثي، كما لوحظ وجود فروق معنوية بين متوسطات السلالات للصفات المدروسة كافة، توافق ذلك مع ما ذكره (Yadav وزملاؤه، 2013)، الجدول (2).

الجدول 2. تحليل التباين للسلالات والهجن لصفات إنتاجية النبات الواحد، وسماكة غلاف الثمرة/مم، وصلابة الثمار كغ/سم^2، والمواد الصلبة الذائبة %، والمادة الجافة %، والحموضة المعايرة %، والسكريات الكلية %.

مصادر التباين	YIE	PT	FIR	TSS	DM	ACD	SU
المكررات	0.003	0.001	0.02	0.005	0.05	0.000	0.001
السلالات والهجن	1.56**	0.034**	1.54**	0.913**	1.13**	0.005**	0.462**
الخطأ التجريبي	0.119	0.001	0.01	0.036	0.06	0.00012	0.017
%CV	10.2	3.80	3.40	3.80	3.40	3.50	4.80

YIE إنتاجية النبات الواحد، **PT**: سماكة غلاف الثمرة، **FIR**: صلابة الثمار، **TSS**: نسبة المواد الصلبة الذائبة، **DM**: نسبة المادة الجافة ، **ACD**: نسبة الحموضة المعايرة، **SU**: نسبة السكريات الكلية. * ،** تشير إلى المعنوية على مستوى 5 % ،1 % على الترتيب.

يبين الجدول (3) اختلاف السلالات معنوياً في صفة إنتاجية النبات الواحد، فاحتلت السلالة T8 المرتبة الأولى (3.42) كغ/نبات، وكانت السلالة T16 (1.81) كغ/نبات الأقل إنتاجاً؛ تعد سماكة غلاف الثمرة من الصفات النوعية الهامة نظراً لدورها في تحديد صلابة الثمار ومدى تحملها للنقل والتداول (Kumari وSharma ،2011). إذ تباينت السلالات المدروسة في سماكة غلاف الثمرة معنوياً فكانت ثمار السلالة T8 أكثرها (0.88) سم، وكانت أقلها في السلالة T11 (0.61) سم، تملك الصلابة دوراً هاماً في تحديد جودة الثمار؛ إذ تحدد نضج الثمار ومدى قابليتها لتحمل الشحن والنقل والتصنيع، أظهرت السلالات المدروسة اختلافاً معنوياً في صفة صلابة الثمار فكانت ثمار السلالة T11 أدناها صلابة (1.96) كغ/سم^2، في حين أعلاها في السلالة T8 (4.31) كغ/سم^2، و(Marsic وزملاؤه، 2011)، الجدول (3).

يهتم الباحثون بزيادة نسبة المواد الصلبة الذائبة في ثمار البندورة؛ كونها من أهم معايير الجودة والنوعية في البندورة (Kumar وزملاؤه، 2013).

وفي دراستنا تراوحت نسبة المواد الصلبة الذائبة من (4.22)% في السلالة T2، إلى (5.33)% في السلالة T11. كما ظهرت فروق معنوية بين السلالات في صفة نسبة المادة الجافة؛ حيث تراوحت المادة الجافة من (6.00)% في السلالة T6 إلى (7.55)% في السلالة T12؛ وتباينت السلالات معنوياً في صفة نسبة الحموضة المعايرة، فكانت ثمار السلالة T16 الأكثر حموضة (0.344)%، في حين كانت السلالة T12 الأقل حموضةً (0.212)%؛ وظهرت تباينات وراثية معنوية الدلالة الإحصائية في صفة نسبة السكريات الكلية، حيث تراوحت السكريات في ثمار السلالات بين (1.78 - 3.22)%، إن للانتخاب لصفات الحموضة والسكريات دوراً كبيراً في برامج التحسين الوراثي كونها تساهم بتحديد جودة الثمار واستساغتها ونكهتها (Aoun وزملاؤه، 2013)، الجدول (3).

يبين أيضاً الجدول (2) أن الهجن قد أظهرت تبايناً معنوياً مما يؤكد التباعد الوراثي بين السلالات الأبوية المستخدمة في التهجين، لقد تباينت متوسطات الهجن لصفة إنتاجية النبات الواحد فتراوحت بين (2.71- 4.56) كغ كان أعلاها إنتاجية الهجين (T2×T8)، وأقلها الهجين (T11×T12)؛ كذلك تباينت الهجن المدروسة في صفة سماكة غلاف الثمرة فكانت ثمار الهجين (T6×T8) الأكثر سماكة (0.90) سم، وثمار الهجين (T6×T11) الأقل سماكة (0.62) سم.

وكذلك الأمر أظهرت الهجن اختلافاً معنوياً في صفة صلابة الثمار فقد امتلكت ثمار الهجين (T6×T8) الصلابة الأعلى بين الهجن (4.69) كغ/سم^2، وأدناها لثمار الهجين (T6×T11) إلى (2.96) كغ/سم^2.

كما تباينت معنوياً نسبة المواد الصلبة الذائبة في الهجن، فقد سجّل الهجين (T2×T6) النسبة الأعلى بين الهجن (4.35) %، وكانت النسبة الأقل في ثمار الهجين (T8×T11) (6.08)%.

أبدت الهجن تباينات وراثية معنوية في صفة نسبة المادة الجافة في الثمار، إذ تراوحت المادة الجافة بين (6.32)% في الهجين (T6×T8)، و(8.00)% في الهجينين (T2×T11, T8×T11).

وكذلك في صفة نسبة الحموضة المعايرة كانت ثمار الهجين (T6×T11) الأقل حموضة (0.265)% في حين كانت الثمار الأقل حموضة في الهجين (T8×T11) (0.339)%.

وظهرت التباينات الوراثية المعنوية بين الهجن، في صفة السكريات الكلية، فتراوحت بين (2.28 و3.47)%، كانت أعلاها في الهجين (T8×T11)، وأقلها في الهجين(T2×T11)، الجدول (3). جاءت هذه النتائج متناغمة مع ما توصل إليه (Muttappanavar وزملاؤه، 2014؛ Kumar وزملاؤه، 2015؛ Gautam وزملاؤه، 2018).

الجدول 3. متوسطات السلالات والهجن لكل من صفات إنتاجية النبات الواحد/ كغ وسماكة غلاف الثمرة/سم، وصلابة الثمار كغ/سم2، والمواد الصلبة الذائبة الكلية%، والمادة الجافة%، والحموضة المعايرة%، والسكريات الكلية%.

الطراز	YIE	PT	FIR	TSS	DM	ACD	SU
T2	3.32	0.79	3.91	4.22	7.00	0.268	2.56
T6	3.11	0.86	4.05	4.26	6.00	0.306	1.78
T8	3.42	0.88	4.31	4.95	7.22	0.317	3.22
T11	2.18	0.61	1.96	5.33	8.09	0.336	2.22
T12	3.09	0.80	3.12	5.08	7.55	0.212	2.76
T16	1.81	0.64	2.49	4.43	6.12	0.344	2.83
T2×T6	4.42	0.89	4.06	4.35	6.77	0.302	2.34
T2×T8	4.56	0.88	4.33	4.93	7.75	0.294	3.23
T2×T11	2.93	0.76	3.24	5.22	8.00	0.318	2.28
T2×T12	4.09	0.82	3.75	4.76	7.53	0.288	2.96
T2×T16	3.56	0.78	3.68	4.93	6.73	0.312	2.96
T6×T8	4.22	0.90	4.69	4.72	6.32	0.289	2.85
T6×T11	2.81	0.62	2.97	5.12	6.84	0.265	3.31
T6×T12	3.76	0.87	3.93	4.52	7.05	0.312	2.65
T6×T16	3.66	0.82	3.71	4.88	6.62	0.337	2.83
T8×T11	2.82	0.64	3.47	6.08	8.00	0.339	3.47
T8×T12	3.85	0.92	4.43	5.18	7.52	0.273	2.89
T8×T16	4.13	0.91	3.67	4.86	6.87	0.351	2.78
T11×T12	2.71	0.70	3.28	6.05	7.48	0.357	2.76
T11×T16	2.82	0.63	2.26	6.14	7.66	0.369	2.71
T12×T16	3.49	0.83	3.19	4.96	6.83	0.377	2.89
% LSD 5	0.57	0.049	0.20	0.31	0.40	0.018	0.22

YIE: إنتاجية النبات الواحد، **PT:** سماكة غلاف الثمرة، **FIR:** صلابة الثمار، **TSS:** نسبة المواد الصلبة الذائبة، **DM:** نسبة المادة الجافة، **ACD:** نسبة الحموضة المعايرة، **SU:** نسبة السكريات الكلية.

قوة الهجين:

يوضح الجدول (4) أن أحد عشر هجيناً أظهرت قوة هجين معنوية موجبة مرغوبة قياساً لمتوسط الأبوين لصفة إنتاجية النبات الواحد تراوحت بين (18.28 -49.03)%، وكانت أعلاها في الهجين (T6×T16)؛ بالمقابل أظهرت سبعة هجن قوة هجين مرغوبة تراوحت بين (21.01 – 33.40)% قياساً بأفضل الأبوين كانت أعلاها في الهجين (T2×T8). وفي صفة سماكة غلاف الثمرة أبدى تسعة هجن قوة هجين معنوية موجبة مرغوبة قياساً لمتوسط الأبوين تراوحت بين (5.43 - 20.44)% كانت أفضلها عند

الهجين (T8×T16)، في حين لم يبدِ أي هجين قوة هجين معنوية مرغوبة قياساً بأفضل الأبوين. وفي صفة صلابة الثمار أظهر اثنا عشر هجيناً قوة هجين معنوية موجبة مرغوبة قياساً بمتوسط الأبوين تراوحت بين (5.31)% و(29.19)% في الهجين (T11×T12)، بالمقابل أظهر الهجين (T6×T8) قوة هجين معنوية بلغت (8.89)% قياساً بأفضل الأبوين.

الجدول 4. قيم النسبة المئويّة لقوّة الهجين قياساً بمتوسط الأبوين(HMP) وأفضلهما (HBP) لكل من صفات إنتاجية النبات الواحد، وسماكة غلاف الثمرة، وصلابة الثمار.

الهجين	YIE		PT		FIR	
	%HMP	%HBP	%HMP	%HBP	%HMP	%HBP
T2×T6	37.58**	33.17**	7.47**	3.10	2.18	0.33
T2×T8	35.30**	33.40**	6.00*	0.38	5.31*	0.39
T2×T11	6.74	-11.63	8.57**	-3.80	10.57**	-17.05**
T2×T12	27.51**	23.17**	3.78	2.92	6.78**	-4.01
T2×T16	38.63**	7.12	9.56**	-0.84	15.10**	-5.80*
T6×T8	29.23**	23.37**	3.65	2.27	12.33**	8.89**
T6×T11	6.18	-9.81	-15.19**	-27.52**	-1.10	-26.67**
T6×T12	21.40**	21.0**	5.43*	1.55	9.72**	-2.88
T6×T16	49.03**	17.80	8.89**	-5.04	13.35**	-8.48**
T8×T11	0.86	-17.43*	-14.35**	-27.65**	10.80**	-19.41**
T8×T12	18.28*	12.69	9.96**	4.55	19.10**	2.71
T8×T16	57.76**	20.70*	20.44**	3.79	7.79**	-14.93**
T11×T12	2.85	-12.30	0.00	-12.08**	29.19**	5.24
T11×T16	41.40**	29.30*	1.33	-1.04	1.35	-9.37*
T12×T16	42.43**	13.01	16.01**	4.17	13.47**	2.14

YIE: إنتاجية النبات الواحد، PT: سماكة غلاف الثمرة، FIR: صلابة الثمار * ، تشير إلى المعنوية على مستوى 5 %، 1 % على الترتيب.**

وكذلك الأمر في صفة نسبة المواد الصلبة الذائبة الكلية أبدت ثمانية هجن قوة هجين معنوية موجبة مرغوبة قياساً بمتوسط الأبوين تراوحت بين (6.92 -25.82)% كانت أعلاها (T11×T16)؛ بالمقابل أظهرت خمسة هجن قوة هجين مرغوبة قياساً بأفضل الأبوين كانت أعلاها في الهجين (T11×T16) بقوة الهجين (15.20)%، الجدول (5). وفي صفة نسبة المادة الجافة سجّل الهجين (T6×T16) أعلى قيمة لقوة الهجين الموجبة المرغوبة قياساً بمتوسط الأبوين وأفضلهما (9.27، 8.17)% على الترتيب. وفي صفة نسبة الحموضة المعايرة أعطت ستة هجن قوة هجين معنوية موجبة مرغوبة قياساً بمتوسط الأبوين كانت أعلاها في الهجين (T12×T16) بقوة هجين (35.33)%، بالمقابل أعطى الهجينان (T11×T16) و(T12×T16) قوة هجين موجبة معنوية قياساً بأفضل الأبوين (8.53، 10.78)% على الترتيب، أما صفة نسبة السكريات الكلية أبدت عشرة هجن قوة هجين معنوية موجبة مرغوبة قياساً بمتوسط الأبوين فقد تراوحت بين (7.47 - 65.74)% كانت أعلاها في الهجين (T6×T11)، تلاه الهجين (T8×T11) بقوة هجين (27.55)%، وكذلك أعطى هجينان قوة هجين مرغوبة قياساً بأفضل الأبوين؛ إذ أعطى الهجين (T6×T11) قوة هجين (49.28)% والهجين (T8×T11) (7.72)%، الجدول (5).

توافقت هذه النتائج مع ما ذكره العديد من الباحثين (kumara وSharma،2011؛ Kumar وزملاؤه، 2013؛ Patwary وزملاؤه، 2014؛ Sosera وزملاؤه، 2020).

الجدول 5. قيم النسبة المئويّة لقوّة الهجين قياساً بمتوسط الأبوين(HMP) وأفضلهما (HBP) لكل من صفات نسبة المواد الصلبة الذائبة ونسبة المادة الجافة، ونسبة الحموضة المعايرة، ونسبة السكريات الكلية.

الهجين	TSS		DM		ACD		SU	
	%HMP	%HBP	%HMP	%HBP	%HMP	%HBP	%HMP	%HBP
T2×T6	2.59	2.11	4.10	-3.33	5.29	-2.58	8.22	-8.44
T2×T8	7.45*	-0.40	8.95**	7.29*	0.57	-8.13*	11.80**	0.21
T2×T11	9.39**	-2.00	6.03*	-1.11	5.25	-6.57*	-4.67	-11.04*
T2×T12	2.33	-6.30*	3.44	-0.31	19.86**	6.54	11.33**	7.13
T2×T16	13.82**	11.21**	2.62	-3.86	2.07	-8.14**	10.08**	4.73
T6×T8	2.57	-4.58	-4.44	-12.51**	-7.22**	-9.69**	14.34**	-11.35**
T6×T11	6.92*	-3.88	-2.91	-15.45**	-17.45**	-22.06**	65.74**	49.28**
T6×T12	-3.11	-10.96**	4.03	-6.62*	20.26**	0.54	17.02**	-3.90
T6×T16	12.31**	10.16**	9.27**	8.17*	3.64	-0.88	22.73**	-0.12
T8×T11	18.29**	14.07**	4.55	-1.07	3.93	-0.20	27.55**	7.72*
T8×T12	3.26	1.97	1.76	-0.44	3.27	-14.58**	-3.37	-10.37**
T8×T16	3.62	-1.75	2.97	-4.89	6.15*	3.24	-8.09*	-13.71**
T11×T12	16.27**	13.51**	-4.37	-7.54**	30.09**	4.90	10.74**	-0.12
T11×T16	25.82**	15.20**	7.84**	-5.32*	8.48**	8.53**	7.47*	-4.08
T12×T16	4.34	-2.30	-0.07	-9.54**	35.33**	10.78**	3.41	2.06

TSS: نسبة المواد الصلبة الذائبة، DM: نسبة المادة الجافة ، ACD: نسبة الحموضة المعايرة، SU: نسبة السكريات الكلية. * ، تشير إلى المعنوية على مستوى 5% ،1% على الترتيب.**

المقدرة على الائتلاف:

أبدت المقدرة العامة والخاصة على الائتلاف تبايناً عالي المعنوية للصفات المدروسة كافة الجدول (6)؛ مما يشير إلى مساهمة كلا الفعلين المورثيين الإضافي وغير الإضافي في توريث تلك الصفات؛ وأشار تدني تناسب تباين المقدرة العامة على الائتلاف إلى تباين المقدرة الخاصة على الائتلاف عن الواحد الصحيح ($\sigma^2GCA/\sigma^2SCA=0.48$) إلى أهمية الفعل المورثي غير الإضافي في توريث إنتاجية النبات الواحد؛ وأكدت درجة السيادة (a=1.44) هذا السلوك الوراثي؛ انسجم ذلك مع ما توصل إليه كل من (Kansouh و Zakher، 2011؛ Solieman وزملاؤه، 2013؛ Shankar وزملاؤه، 2013؛ Agarwal وزملاؤه، 2014؛ El-Gabry وزملاؤه، 2014؛ Gayosso وزملاؤه، 2019؛ Vekariya وزملاؤه، 2019).

الجدول 6. مكونات التباين لصفات إنتاجية النبات الواحد، وسماكة غلاف الثمرة / مم، وصلابة الثمار كغ/سم^2، والمواد الصلبة الذائبة %، والمادة الجافة %، والحموضة المعايرة %، والسكريات الكلية %.

مصادر التباين	YIE	PT	FIR	TSS	DM	ACD	SU
GCA	3.96**	0.103**	5.53**	2.486**	3.73**	0.010**	0.689**
SCA	0.85**	0.011**	0.21**	0.389**	0.26**	0.003**	0.386**
σ^2_{GCA}	0.118	0.004	0.22	0.09	0.14	0.0003	0.01
σ2SCA	0.245	0.003	0.07	0.12	0.07	0.0010	0.12
σ^2GCA/σ^2SCA	0.48	1.198	3.39	0.74	2.22	0.2774	0.10
Additive	0.24	0.008	0.44	0.17	0.29	0.0005	0.03
Dominance	0.25	0.003	0.07	0.12	0.07	0.0010	0.12
a	1.44	0.914	0.54	1.16	0.67	1.8985	3.12

YIE: إنتاجية النبات الواحد، **PT:** سماكة غلاف الثمرة، **FIR:** صلابة الثمار، **TSS:** نسبة المواد الصلبة الذائبة، **DM:** نسبة المادة الجافة، **ACD:** نسبة الحموضة المعايرة، **SU:** نسبة السكريات الكلية. **SCA**، **GCA:** تشير إلى القدرة العامة والخاصة على الائتلاف على الترتيب.
a: تشير إلى درجة السيادة والتي تساوي (VD/VA)√. * ،** تشير إلى المعنوية على مستوى 5 %، 1 % على الترتيب.

أما في صفة سماكة غلاف الثمرة بلغ تناسب (σ^2GCA/σ^2SCA=1.20) ودرجة السيادة (a=0.91) مما يشير إلى أهمية الفعل المورثي الإضافي في توريث هذه الصفة اتفق ذلك مع ما وصل إليه (Kumar وزملاؤه، 2015)؛ كما امتلك الفعل المورثي الإضافي الدور الأكبر في توريث صفة صلابة الثمار لارتفاع تناسب (σ^2GCA/σ^2SCA=3.39) وتدني درجة السيادة عن الواحد الصحيح (a=0.54) انسجم ذلك مع ما وصل إليه (Fu وزملاؤه، 1995؛ Thakur وزملاؤه، 2005)؛ في حين تحكم الفعل المورثي غير الإضافي في صفة نسبة المواد الصلبة الذائبة وفق مؤشري تناسب (σ^2GCA/σ^2SCA=0.74) ودرجة السيادة (a=1.16)، وهذا يتفق مع ما وجده (Dharva وزملاؤه، 2018؛ Vekariya وزملاؤه، 2019؛ Mishra وزملاؤه، 2020)؛ وكان تناسب (σ^2GCA/σ^2SCA=2.22) مرتفعاً لصفة نسبة المادة الجافة مما يوضح أهمية الفعل المورثي الإضافي في توريثها؛ وأيد تقدير درجة السيادة (a=0.67) هذا السلوك الوراثي؛ جاء ذلك منسجماً مع ما وجده (Kumar وزملاؤه، 2015)؛ في حين كانت الغلبة للفعل المورثي غير الإضافي في توريث نسبة الحموضة المعايرة وفق تناسب (σ^2GCA/σ^2SCA=0.28) و درجة السيادة (a=1.90)، وجاءت هذه النتيجة موافقة لما ذكره (Kalloo وزملاؤه، 1974؛ Garg وزملاؤه، 2008؛ Vekariya وزملاؤه، 2019؛ Mishra وزملاؤه، 2020). وكذلك الحال لعب الفعل المورثي غير الإضافي الدور الأهم في توريث نسبة السكريات الكلية بحسب تناسب (σ^2GCA/σ^2SCA=0.10) ودرجة السيادة (a=3.12) واتفق ذلك مع نتائج (Dharva وزملاؤه، 2018).

يلاحظ من المعطيات السابقة؛ سيطرة الفعل المورثي الإضافي في توريث كل من سماكة غلاف الثمرة وصلابة الثمار ونسبة المادة الجافة، يفيد ذلك في تحسين هذه الصفات اعتماداً على الانتخاب بدءاً من الأجيال المتوسطة (Shankar وزملاؤه، 2013). في حين سيطر الفعل المورثي غير الإضافي على توريث صفات إنتاجية النبات الواحد، ونسبة كل من المواد الصلبة الذائبة والحموضة المعايرة والسكريات الكلية لذا يمكن استغلال قوة الهجين في تحسين هذه الصفات والانتخاب لها في الأجيال المتأخرة (Dharva وزملاؤه، 2018؛ Gayosso وزملاؤه، 2019).

تُعد تأثيرات المقدرة العامة والخاصة على الائتلاف مؤشرات هامة في تحديد القيمة التربوية الكامنة للسلالات الأبوية وهجنها (Falconer، 1981)، وقد أظهرت دراسة تأثيرات المقدرة العامة على الائتلاف الموضحة في الجدول (7) تميز السلالات T8 (0.355)، وT2 (0.327)، وT6 (0.187) بامتلاكها لتأثيرات موجبة ومعنوية ومرغوبة لمقدرتها العامة لصفة الإنتاجية بما يمهد لاستخدامها كمانح لهذه الصفة لنسلها، في حين امتلكت السلالتان T11 وT16 تأثيرات سلبية معنوية غير مرغوبة GCA، الجدول (7) جاءت النتائج متوافقة مع (Agarwal وزملاؤه، 2014؛ El-Gabry وزملاؤه، 2014؛ Gayosso وزملاؤه، 2019)؛ وكذلك

فـي صفـة سـماكة غـلاف الثمـرة، أبـدت السـلالات (T2، T6، T8، T12) تأثيـرات موجبـة معنويـة مرغوبـة للمقـدرة العامـة علـى الائتـلاف تراوحـت بيـن (0.024 - 0.061)، وبالتالـي يمكـن الاسـتفادة هـذه السـلالات فـي تحسـين سـماكة غـلاف الثمـار أتـت هـذه النتائـج منسـجمة مـع مـا أشـار اليـه (Kumar وزمـلاؤه،2015)، بالمقابـل تميـزت السـلالات T2 (0.256) وT6 (0.328) وT8 (0.546) بتأثيـر موجـب المعنويـة لمقدرتهـا علـى الائتـلاف GCA لصفـة صلابـة الثمـار ممـا يسـمح بالاسـتفادة منهـا فـي برامـج تحسـين صلابـة الثمـار، تناغمـت هـذه النتائـج مـع مـا ذكـره (El-Gabry وزمـلاؤه، 2014)، أمـا فـي صفـة نسـبة المـواد الصلبـة الذائبـة فقـد سـجلت السـلالة T11 (0.534) تأثيـرًا موجبـاً ومعنويـاً للمقـدرة العامـة علـى الائتـلاف، جـاءت نتائجنـا متوافقـة مـع (Katkar وزمـلاؤه، 2012؛ Vekariya وزمـلاؤه، 2019؛ Mishra وزمـلاؤه، 2020) بمـا يفسـح المجـال لاسـتخدامها لإنتـاج هجـن تمتـاز بنسـبة عاليـة للمـواد الصلبـة الذائبـة، وفـي السـياق نفسـه أظهـرت السـلالتان T11 (0.523)، وT12 (0.192) تأثيـرات موجبـة معنويـة للمقـدرة العامـة علـى الائتـلاف فـي صفـة نسـبة المـادة الجافـة، ممـا يسـمح بإدخالهـا فـي برامـج التربيـة الهادفـة لتحسـين المـادة الجافـة فـي البنـدورة، كذلـك سـجلت السـلالتين T11 وT16 تأثيـرات موجبـة معنويـة للمقـدرة العامـة علـى الائتـلاف فـي صفـة نسـبة الحموضـة المعايـرة (0.017، 0.030) علـى الترتيـب، ممـا يمكّـن مـن إدخـال هاتيـن السـلالتين فـي برامـج التربيـة لزيـادة نسـبة الحموضـة فـي الثمـار، توافـق ذلـك مـع مـا جـاء بـه (Garg وزمـلاؤه، 2008؛ Dharva وزمـلاؤه، 2018)؛ وقـد جـاءت تأثيـرات المقـدرة العامـة علـى الائتـلاف لصفـة نسـبة السـكريات الكليـة موجبـة معنويـة فـي السـلالة T8 (0.278) وبالتالـي يمكـن الاسـتفادة مـن هـذه السـلالة فـي تحسـين هـذه الصفـة؛ شـابهت هـذه النتائـج مـا أشـار إليـه (Gul،2011)، الجـدول (7).

الجدول 7. قيم النسبة المئويّة لقوّة الهجين قياساً بمتوسط الأبوين(HMP) وأفضلهما (HBP) لكل من صفات نسبة المواد الصلبة الذائبة ونسبة المادة الجافة، ونسبة الحموضة المعايرة، ونسبة السكريات الكلية.

السلالة	YIE	PT	FIR	TSS	DM	ACD	SU
T2	0.327**	0.024**	0.256**	-0.295**	0.099	-0.018**	-0.067*
T6	0.187*	0.037**	0.328**	-0.360**	-0.548**	-0.009**	-0.234**
T8	0.355**	0.061**	0.546**	0.086	0.114	-0.001	0.278**
T11	-0.643**	-0.118**	-0.711**	0.534**	0.523**	0.017**	-0.057
T12	0.063	0.028**	-0.001	0.080	0.192**	-0.019**	0.028
T16	-0.289**	-0.033**	-0.419**	-0.045	-0.380**	0.030**	0.052
SE*(gj)*	0.064	0.006	0.0227	0.035	0.045	0.002	0.025

YIE: إنتاجية النبات الواحد، PT: سماكة غلاف الثمرة، FIR: صلابة الثمار، TSS: نسبة المواد الصلبة الذائبة، DM: نسبة المادة الجافة، ACD: نسبة الحموضة المعايرة، SU: نسبة السكريات الكلية. *، ** تشير إلى المعنوية على مستوى 5 %،1 % على الترتيب.

أمـا فيمـا يتعلـق بتأثيـرات المقـدرة الخاصـة علـى الائتـلاف الموضحـة فـي الجـدول (8)، ففـي صفـة إنتاجيـة النبـات الواحـد امتلكـت سـتة هجـن تأثيـرات موجبـة مرغوبـة ومعنويـة لمقدرتهـا الخاصـة علـى الائتـلاف كان أبرزهـا الهجيـن (T8×T16)، والهجيـن (T2×T6)، والهجيـن (T2×T8) بتأثيـرات (0.693، 0.536، 0.511) علـى التوالـي جـاءت نتائجنـا متوافقـة مـع (Kansouh and Zakher،2011؛ Solieman وزمـلاؤه،2013؛ Shankar وزمـلاؤه، 2013). وبمـا يمكـن مـن اسـتخدام تلـك الهجـن بهـدف زيـادة الإنتـاج الزراعـي. وتباينـت التأثيـرات فـي صفـة سـماكة غـلاف الثمـرة فأعطـت خمسـة هجـن تأثيـرات موجبـة معنويـة للمقـدرة الخاصـة علـى الائتـلاف مـن أبرزهـا الهجيـن (T8×T16) (0.097) والهجيـن (T2×T11) (0.065)، توافقـت نتائجنـا مـع أعمـال (Kumar وزمـلاؤه، 2015). وفـي صفـة صلابـة الثمـار أظهـرت سـتة هجـن تأثيـرات موجبـة معنويـة للمقـدرة الخاصـة علـى الائتـلاف؛ كان أبرزهـا الهجـن (T11×T12) (0.447) و(T8×T12) (0.333)، تناغمـت هـذه النتائـج مـع مـا جـاء إليـه (Fu وزمـلاؤه، 1995؛ Thakur وزمـلاؤه، 2005)، وهـذا مـا يدعـم الاسـتفادة مـن هـذه الهجـن فـي برامـج تحسـين صفـات جـودة الثمـار. أمـا فـي صفـة نسـبة المـواد الصلبـة الذائبـة فأظهـرت خمسـة

هجن تأثيرات موجبة ومعنوية لمقدرتها الخاصة على الائتلاف منها الهجين (T11×T16) (0.651)، والهجين (T8×T11) (0.460) يتفق هذا مع ما سجله (Gautam وزملاؤه، 2018؛ Dharva وزملاؤه، 2018؛ Vekariya وزملاؤه،2019؛ Mishra وزملاؤه، 2020). وفي صفة نسبة المادة الجافة سجلت أربعة هجن تأثيرات موجبة معنوية للمقدرة الخاصة على الائتلاف كانت أبرزها في الهجين (T6×T16) (0.408) والهجين (T2×T8) (0.394). وبسلوك مشابه أظهرت أربعة هجن مقدرة خاصة موجبة ومعنوية على الائتلاف لصفة نسبة الحموضة المعايرة أبرزها الهجين (T12×T16) (0.053)، والهجين (T11×T12) (0.049) الناتجين من أبوين متباينين في إشارة مقدرتهما العامة على الائتلاف، بما يتوافق مع أعمال (Kalloo وزملاؤه، 1974؛ Garg وزملاؤه، 2008؛ Shankar وزملاؤه، 2013). بالمقابل امتلكت ستة هجن تأثيرات موجبة معنوية للمقدرة الخاصة على الائتلاف لصفة نسبة السكريات الكلية من أبرزها الهجين (T6×T11) (0.829)، والهجين (T8×T11) (0.470)، تماشى ذلك مع ما ذكره (Agarwal وزملاؤه، 2014).

الجدول 8. تأثيرات المقدرة الخاصة على الائتلاف للهجن في مختلف الصفات المدروسة.

الهجين	YIE	PT	FIR	TSS	DM	ACD	SU
T2×T6	0.536**	0.036*	-0.069	0.006	0.076	0.018**	-0.130
T2×T8	0.511*	0.009	-0.024	0.140	0.394**	0.000	0.240**
T2×T11	-0.121	0.065**	0.151*	-0.015	0.238	0.005	-0.374**
T2×T12	0.329	-0.018	-0.050	-0.025	0.096	0.011	0.218**
T2×T16	0.148	0.003	0.298**	0.267*	-0.129	-0.015*	0.207**
T6×T8	0.307	0.013	0.271**	-0.002	-0.389**	-0.012	0.037
T6×T11	-0.111	-0.085**	-0.195**	-0.050	-0.275*	-0.054**	0.829**
T6×T12	0.146	0.019	0.058	-0.196	0.267*	0.026**	0.084
T6×T16	0.398*	0.023	0.249**	0.285*	0.408**	0.003	0.234**
T8×T11	-0.259	-0.095**	0.090	0.460**	0.226	0.011	0.470**
T8×T12	0.064	0.042*	0.333**	0.015	0.071	-0.019**	-0.198**
T8×T16	0.693**	0.097**	-0.009	-0.177	-0.007	0.008	-0.325**
T11×T12	-0.081	0.004	0.447**	0.436**	-0.374**	0.049**	0.010
T11×T16	0.381*	-0.005	-0.162*	0.651**	0.377**	0.010	-0.053
T12×T16	0.348*	0.049**	0.058	-0.072	-0.121	0.053**	0.035
SE(*sij*)	0.177	0.015	0.0625	0.097	0.125	0.006	0.067

YIE: إنتاجية النبات الواحد، **PT:** سماكة غلاف الثمرة، **FIR:** صلابة الثمار، **TSS:** نسبة المواد الصلبة الذائبة، **DM:** نسبة المادة الجافة، **ACD:** نسبة الحموضة المعايرة، **SU:** نسبة السكريات الكلية. **SE:** الخطأ القياسي *، ** تشير إلى المعنوية على مستوى 5 % ،1 % على الترتيب.

الاستنتاجات والتوصيات

- تباين سلالات البندورة الست لصفاتها المدروسة ومقدرتها العامة على الائتلاف، وإمكانية استخدام العديد منها لتحسين صفة أو أكثر، وظهور قوة الهجين في معظم الصفات المدروسة.
- غلبة الفعل المورثي الإضافي في توريث صفات سماكة غلاف الثمرة وصلابة الثمار ونسبة المادة الجافة وعليه ينصح بإجراء الانتخاب في الأجيال المتوسطة والمتأخرة لتحسين هذه الصفات، وبالمقابل تحكم الفعل المورثي غير الإضافي في توريث صفات إنتاجية النبات الواحد، وكل من نسبة المواد الصلبة الذائبة والحموضة المعايرة والسكريات الكلية وبالتالي يمكن إجراء الانتخاب في الأجيال المتأخرة لتحسين هذه الصفات، واستثمار قوة الهجين.
- يمكن إدخال السلالات T2 وT6 وT8 في برامج التربية لتحسين إنتاجية البندورة، والاستفادة من السلالات T8 وT11 باعتمادها كآباء في برامج التربية لتحسين جودة ثمار البندورة لامتلاكهما تأثيرات مقدرة عامة معنوية جيدة لمعظم الصفات النوعية.
- الاستفادة من الهجن (T2×T8) و(T8×T11) و(T11×T12) و(T11×T16) كهجن واعدة لتحسين خصائص ثمار البندورة لامتلاكها تأثيرات مقدرة خاصة معنوية مرغوبة على الائتلاف وقوة هجين جيدة.

المراجع

- Agarwal, A., Arya, D.N., Ranjan, R., Ahmed, Zakwan.2014. Heterosis, combining ability and gene action for yield and quality traits in tomato *(Solanum lycopersicum* L.*)*. Helix Vol. 2:511- 515.
- Aoun, A. B., Lechiheb, B., Benyahya, L., Ferchichi, Ali. 2013. Evaluation of fruit quality traits of traditional varieties of tomato (*Solanum lycopersicum* L.) grown in Tunisia. African Journal of Food Science. Vol. 7(10), pp. 350-354, October.
- Causse, M., Friguet, C., Coiret, C.,L´epicier, M.,Navez, B., Lee, M., Holthuysen, N., Sinesio,F.,Moneta,E., Grandillo,S. 2010. Consumer Preferences for Fresh Tomato at the European Scale: A Common Segmentationon Taste and Firmness.S532, Journal of Food Science _ Vol. 75, Nr. 9.
- Dharva PB, Patel AI, Vashi JM and Chaudhari BN.2018. Combining ability analysis for yield and yield attributing traits in tomato *(Solanum lycopersicum* L.*).* International Journal of Chemical Studies; 6(3): 2342-2348.
- El-gabry, M.A.H., Solieman, T.I.H., Abido,A.I.A.2014. Combining ability and heritability of some tomato (*Solanum lycopersicum* L.) cultivars. Scientia Horticulturae167,153–157.
- Falconer, D. S. 1981. Introduction to quantitative genetics. The Ronald press company. New York. P. 281–286.
- Fu,W.,Jingfu, L. Guiying, L. 1995. A study on inheritance and correlation of fruit firmness in tomato. Acta Hort. (ISHS) 402: 253- 258.
- Garg, N., Cheema, D.S., Dhatt, A.S. 2008. Genetics of yield, quality and shelf life characteristics in tomato under normal and late planting conditions. Euphytica 159:275–288.
- Gautam,N., Kumar,M., Kumar,D., Kumar,S., Vikram,A., Dogra,R.K., Sharma, S. 2018. Combining ability and gene action studies for important quality traits in tomato (*Solanum lycopersicum* L.). International Journal of Chemical Studies; 6(2): 1992-1996.
- Gayosso-B,O., López-B,A., Rodríguez-H,S.A., J.N. Ek-Maas., D.M. Hidalgo-R,D.M., Alcala-R, J.S.G.J.

2019. Studies on combining ability in tomato (*Solanum lycopersicum* L.). Agronomy Research 17(1), 77–85.

- Griffing,B, 1956. Concept of general and specific combining ability in relation crossing system.Aust.J.Biol. Sci.9:463-493.
- Gul,Rahmani. 2011. 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.
- Hannan, Mohammad,M.,Biswas..M.Kumar.,Ahmed,M.Bulbul.,Hossain,M.2007. Combining Ability Analysis of Yield and Yield Components in Tomato (*Lycopersicum esculentum* Mill.). Turk J Bot.31. 559-563.
- Kalloo., Singh,RK., Bhutani,R.D. 1974. Combining ability studies in Tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) Theortical and Applied Genetics. 44,358-363.
- Kansouh, A. M. Zakher, A.G. 2011. Gene action and combining ability in tomato (*Lycopersicon esculentum* MILL.) by line×tester analysis. J. Plant Production, Mansoura Univ., Vol. 2 (2): 213 – 227.
- Katkar, G.D., Sridevi,O.,Salimath, P.M., Patil,S.P. 2012. Combining ability analysis for yield, its contributing characters and fruit quality parameters of exotic Tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) breeding lines. Electronic Journal of Plant Breeding, 3(3):908-915.
- Kumar,V., Jindal, S.K., Dhaliwal, M.S. 2015. Combining ability studies in tomato (*Solanum lycopersicum* L.). *Agric Res J* 52 (2): 121-125.
- Kumar,Vinod., Nandan,R., Sharma,S.K., Srivastava,K., Kumar, Ravindra., Singh,M. K. 2013. Heterosis Study For quality attributing traits in different Crosses in tomato (*Solanum lycopersicum* L.). Plant Archives Vol. 13 No. 1, pp. 21-26.
- Kumari,S., Sharma,M.K. 2011. Exploitation of heterosis for yield and its contributing traits in tomato, *Solanum lycopersicum* L. International Journal of Farm Sciences 1(2) :45-55.
- Marsic,N.K.,Gasperlin,L.,Abram,V.,Budic,M.,Vidrih,R. 2011. Quality parameters and total phenolic content in tomato fruits regarding cultivar and microclimatic conditions. Turk J Agric For.35. 185-194.
- Mishra, A., Nandi,A., Sahu, GS., DAS,S., Mohanty, IC., Pattanayak, SK., Tripathy,P. 2020. Studies of combining ability in tomato (*Solanum lycopersicum* L.) for vegetative growth, yield and quality traits. Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry; 9(1): 466-473.
- Muttappanavar,D.R; Sadashiva,A.T., Vijendarakumar,R.C; B.N,Roopa.,Vasantha,P.T. 2014. Combining Ability Analysis of Growth, Yield and Quality Traits in Cherry Tomato (*Solanum lycopersicum* var. *cersiforme*). Molecular Plant Breeding, Vol.5, No.4, 18-23.
- Patwary, M. M. Alam, Rahman,M. Mizanur., Miah M. A. Khaleque., Ahmad, Shahabuddin., Barua, Haimonti. 2013. Study of heterosis in heat tolerant tomato*(Solanum lycopersicum)* during summer. Bangladesh J. Agril. Res. 38(3): 531-544.
- Shankar,A; Reddy,R; Sujatha,M., Pratap ,M. 2013. Combining ability analysis to identify superior F1 hybrids for yield and quality improvement in Tomato (*Solanum lycopersicum* L.).Agrotechnology 2;3.

- Singh,S.K., Kahana,R. 1975. *Physiological, biochemical and genetic basis of heterosis, Advances* in Agronomy.(27):123-174.
- Solieman, T.H.I.,El-Gabry,M.A.H.,Abido,A.I. 2013. Heterosis, potence ratio and correlation of some important characters in tomato(*Solanum lycopersicum* L.).Scientia Horticulturae 150.25-30.
- Soresa.D.N., Nayagam.G., Netsanet B., Jaleta, Z.2020. Heterosis in Tomato (*Solanum lycopersicum* L.) for Yield and Yield Component Traits. *21(9): 141-152, Article no.AIR.60258.*
- Thakur, A.K., Kohli U.K. 2005. Studies on genetics of shelf-life in tomato. Indian Journal of Horticulture. Volume : 62, Issue : 2 First page : (163) Last page : (167) Print ISSN : 0972-8538.
- Vekariya,TA., Kulkarni1, GU., Vekaria, DM., Dedaniya, AP., JT Memon, JT. 2019. Combining Ability Analysis for Yield and its Components in Tomato (*Solanum lycopersicum* L.). Acta Scientific Agriculture (ISSN: 2581-365X). Volume 3 Issue.
- Wynne, J. C., Enevy,D. A., Rice,P. W. 1970. Combining ability estimation in *Arachis hypogea.* II – Field performance of F_1 hybrids. *Crop Sci*. 1: 713-715.
- Yadav,Sunil.K., Singh,B. K., Baranwal,D. K., Solankey,S.S. 2013. Genetic study of heterosis for yield and quality components in tomato (*Solanum lycopersicum* L.). African Journal of Agricultural. Vol. 8(44), pp. 5585-5591,14.

N° Ref: 1045