# تقدير نمط السيادة وقوة الهجين والارتباط لصفة الإنتاجية وأهم مكوناتها في بعض هجن البندورة (*Solanum lycopersicum L.*).

د. حسان يوسف خوجه*

(الإيداع: 21 نيسان 2021، القبول: 5 آيلول 2021)

**الملخص:**

نُفّذ البحث في محطة الجماسة– طرطوس للموسمين 2013–2014؛ لتقدير قوة الهجين ونمط تفاعلها الوراثي ومعامل الارتباط لصفات الإنتاجية وأهم مكوناتها، بغية تحديد طريقة التربية المثلى لتحسين هذه الصفات، وذلك في ثمانية هجن بندورة فردية ناجمة عن أربع سلالات(Lines) وسلالتين اختباريتين بطريقة (سلالة × مُختبر) وتصميم القطاعات الكاملة العشوائية بثلاثة مكررات. أظهرت الهجن (L4xT1، L1xT2، L2x T2، L4x T2) أعلى قيمة معنوية لقوة الهجين قياساً لأفضل الأبوين في صفة الانتاجية، والهجن (L1xT2، L2x T2، L4x T2) لمتوسط وزن الثمرة، وهي الهجن الواعدة التي أظهرت نمط السيادة الفائقة في سلوكها لهاتين الصفتين. كما أبدى الهجين L4xT1 فقط قوة هجين قياساً لأفضل الأبوين وسيادة فائقة في عدد الثمار على النبات، في حين أظهر الهجين L1xT1 فقط قوة هجين عالية المعنوية قياساً لمتوسط الأبوين في صفة سماكة جدار الثمرة امم، وسيادة غير تامة باتجاه الأب الأفضل. لقد ارتبطت الانتاجية إيجابياً مع متوسط وزن الثمرة بقوة وبدلالة معنوية عالية جداً (0.95***)، ولم ترتبط مع عدد الثمار (0.03NS)، في حين ارتبطت سلبياً بقوة ومعنوية مع سماكة جدار الثمرة (0.73-*). يمكن استغلال هذه الهجن الواعدة على المستوى التجاري بعد إجراء اختبارات قوة الهجين القياسية.

خلاصة القول يجب تطوير أنواع هجينة من البندورة عالية الإنتاجية تجاريًا؛ عن طريق اختيار آباء تملك التباين الوراثي المرغوب

الكلمات المفتاحية: البندورة، الانتاجية، قوة الهجين، نمط التفاعل الوراثي، معامل الارتباط .

*أستاذ مساعد – جامعة تشرين – كلية الزراعة – قسم البساتين.

# Estimation of predominance, heterosis and correlation in Tomato (*Solanum lycopersicum L.*) for productivity and its most important components.

Dr. Hassan Youssef Khojah*

(Received: 21 April 2021, Accepted: 5 September 2021)

Abstract:

he research conducted at Al-Jammaseh, Tartous in 2013 and 2014 seasons.To estimate ne heterosis, genetic interaction pattern, and correlation coefficient for productivity and its omponents, in order to determine the optimal breeding method to improve these traits, sing 8 hybrids in Line × tester fashion. Genotypes were evaluated in randomized block esign with 3 replications. The hybrids (L4xT1, L1xT2, L2x T2, L4x T2) showed the highest ignificant value of heterosis in productivity, and the hybrids (L1xT2, L2x T2, L4x T2) for ne average fruit weight. These promising hybrids showed the pattern of superior ominance in these two traits. Also, L4xT1 hybrid only showed heterosis comparison to ne best parents who had super-dominance in the number of fruits per plant. L1xT1 hybrid nly showed high significant heterosis compared to the mid parents, and incomplete ominance towards the better parent in pericarp fruit thickness trait. The productivity was orrelated positively and strongly with high significance (0.95 ***), in terms of average uit weight. It did not correlate with the number of fruits (0.03NS), while it correlated egatively significantly with the pericarp fruit thickness (-0.73 *).These promising hybrids an be exploited commercially after the critical standard heterosis testing. Bottom line: igh-yielding hybrids of tomato should be developed commercially; by selecting parents ith high desired genetic variation.

**Key words: tomato, productivity, heterosis, genetic interaction pattern, correlation coefficient.**

*Assistant Professor - Tishreen University - College of Agriculture - Department of Horticulture.

**1- المقدمة:**

تتبع البندورة العائلة الباذنجانية Solanaceae، (2n=2x=24، أي لا يوجد تضاعف صبغي، ويحتوي الجينوم n1 اثني عشر صبغياً)، وهي أحد أهم الخضار الصيفية الأوسع انتشاراً والأكثر إنتاجاً في العالم؛ إذ تزرع عالمياً في مساحة 5.03 مليون هكتار، وبإنتاج كلي 180.8 مليون طن، وإنتاجية 35.944 طن\هكتار، وفق إحصائية منظمة الأغذية الزراعية العالمية FAO (FAO, 2019). يعزى الإقبال الشعبي الكبير في انتشار زراعتها الواسع إلى تنوع استهلاكها (طازجة مع السلطات والطبخ والفطائر والشرائح، أو مصنعة بأشكال مختلفة معجون ( cutch up) وشراب وعصير وصلصة....إلخ )، بالإضافة إلى طعمها المرغوب وقيمتها الغذائية والطبية Kumar *et al.* 2013; Shankar *et al.* (2013). تزرع البندورة في سورية حقلياً ومحمية، حيث بلغت المساحة الحقلية 10179 هكتاراً أنتجت 297481 طناً بمعدل إنتاجية 29.225 طن\ هكتار؛ أي أدنى من متوسط الإنتاجية العالمي بمقدار 18.7%؛ في حين بلغت مساحة الزراعة المحمية 3878 هكتاراً، بإنتاج كلي بلغ 581754 طناً، وإنتاجية 150.014 طناً/هكتار، (المجموعة الإحصائية لوزارة الزراعة والإصلاح الزراعي، 2018). يشير ذلك بوضوح إلى تدني الإنتاجية في وحدة المساحة؛ حيث أن إنتاجيتنا في الزراعة المحمية تبلغ 29.5% من إنتاجية هولاندا لنفس العام؛ يمكن أن يعزى ذلك أن تقنيات الإنتاج ضعيفة وغياب استخدام الآلة في الإنتاج، واستمرار تجزئة الملكية، وعدم وجود شبكة فعالة لتقديم المعلومات التقنية، وعدم التنظيم العلمي للزراعة والاعتماد على زراعة الأصناف المستوردة والتي غالباً ما تكون غير مكافئة للأصناف المزروعة في أوروبا، ولا تناسب بيئتنا بشكل مثالي.

**1-2 الدراسة المرجعية:**

ذكر Falconer (1996) أن قوة الهجين (Heterosis) تحدث عند تلقيح نباتات من نوع واحد تختلف عن بعضها وراثياً، وتكون علاقة القرابة الوراثية – من حيث صلة النسب بينها – ضعيفة أو معدومة؛ أي تظهرها السيادة ضمن المواقع الوراثية متباينة الأعراس Heterozygous من جهة، والتفاعلات الوراثية بين نمطي المواقع الوراثية (متباين الأعراس× متباين الأعراس)، و(متماثل الأعراس× متباين الأعراس) من جهة أخرى؛ فإذا لم يتم التفاعل بين المواقع الوراثية، كما في حالة (متماثل الأعراس× متماثل الأعراس)، أو ( تراكمي× تراكمي)؛ فإن ظاهرة قوة الهجين تتناقص بمعدل 50 % عن الجيل السابق.

تُعَدّ الزيادة في قوة النمو من أبرز مظاهر قوة الهجين، إلاَّ أنَّ مصطلح قوة الهجين أوسع من ذلك، حيث يتضمن أيضاً أية زيادة في المحصول، وفي صفات الجودة الاقتصادية، ومقاومة الآفات، والتأقلم مع الظروف البيئية السائدة، وعلى مؤشرات الباكورية ...الخ (حسن، 2005).

تنتج شركات إنتاج وإكثار البذور الأصناف الثابتة، لكنها تنتج بكمية أكبر وأوسع بذور الهجن. لقد ازدادت شعبية الهجن وما تزال في ازدياد؛ إذ أن معظم أنحاء العالم تعتمد على الهجن في الزراعة المحمية، ففي الولايات المتحدة الأمريكية وأوروبا وصلت نسبة استخدام الهجن إلى 100% في الزراعة الحقلية، كما بلغت نسبة مرتفعة في كل الدول النامية (Farkas, 1993).

تتميز طريقة التهجين بأنها سريعة؛ لأنها تجمع الصفات المرغوبة من أبوين عن طريق التهجين بين صنفين ثابتين أو سلالتين. لقد ظهرت قوة الهجين في الهجن المستنبطة في أهم الصفات الاقتصادية، وبرهن الكثير من الباحثين أن ظهور قوة الهجين بشكل أكبر يتوقف على التباين الوراثي والمورفولوجي والجغرافي بين الأبوين (Georgiev, 1991; Farkas, 1993). تمتاز الهجن عن الأصناف الثابتة؛ بتجانس نباتاتها وراثياً ومورفولوجياً؛ فثمارها أكثر تجانساً مما يكسبها قيمة تسويقية مرغوبة، كما تمتاز بسرعة نموها، وبأفضلية تواتر نضج ثمارها، بالإضافة إلى أفضلية مقدرة

الهجن على التأقلم مع الظروف البيئية المختلفة، وسرعة إمكانية تجميع المورثات السائدة المقاومة للأمراض، بالإضافة إلى ظاهرة قوة الهجين التي تتجلى في الإنتاج الباكوري والكلي، بجانب صفات الجودة النوعية Farkas, *et al.*, (1973; Khojah, 1993).

يطلق على البذور الناتجة عن التهجين "البذار الهجين" أو بذور الجيل الأول $F_1$seed تعطي بزراعتها نباتات الجيل الأول $F_1$plants. تسمى الزيادة الملحوظة في هذه النباتات بالمقارنة مع آبائها سواء في كبر الحجم أو زيادة سرعة النمو أو ارتفاع في الخصوبة ومقاومة الأمراض؛ قوة الهجين وقد أطلق عليها Shull اسم (Heterosis) وهي اختصار لكلمة Heterozygosis وتعني ذلك كسر الأصالة الوراثية أو (التماثل الوراثي) للأليلات. تزداد قوة الهجين كلما تباعدت درجة القرابة الوراثية بين أبوي الهجين. لقد أصبحت طريقة استنباط الأصناف الهجينة أحد طرق التربية التقليدية (الانتخاب، التهجين، التهجين الرجعي....)، حيث يتم التهجين بين سلالتين مختلفتين وراثياً وجغرافياً وهي الطريقة الأسرع؛ إذ يتم جمع الصفات المرغوبة لسلالتين في طراز وراثي واحد، ولا تستعمل البذور الهجينة إلا مرة واحدة؛ بسبب ظهور الانعزالات الوراثية؛ لذلك يعاد تهجين نفس الآباء للحصول على البذور الهجينة باستمرار، وينبغي أن تتميز الآباء الداخلة في التهجين بأن تكون سهلة التلقيح والإخصاب فيما بينها، وأن تعطي نسلاً خصباً تصل نسبة إنبات بذوره إلى 100%، وأن تكون مقدرة الائتلاف فيما بينها عالية، وثبات الصفة المرغوبة في الأبوين أي أصالة الأليلات للصفات الهامة، وأن تكون الآباء متباعدة وراثياً ( Khojah, 1993; Suresh, *et al.*, 2020).

ذكر Farkas، (1993) أن الأصناف الهجينة تمتاز عن الأصناف الثابتة بالزيادة الكبيرة في المحصول المبكر والكلي، وتفوقها في كل صفات الجودة ، والمقاومة للآفات ،والقدرة على التأقلم مع الظروف البيئية القاسية....إلخ، وتجانس نباتاتها، وثمارها وهذه الصفة تسمح استخدام المكننة الزراعية على نطاق واسع؛ من خلال زراعة الهجن التي تؤمن صفة التجانس في النمو والإنتاج ، وفي موعد النضج، كما أنها تجمع بين قوة النمو والتجانس في صنف واحد، وهاتان الصفتان يصعب الحصول عليهما مجتمعتين بطرق التربية الأخرى؛ إذ تكون السلالات التي تربى داخلياً متجانسة ، وتكون بنفس الوقت ضعيفة النمو ، في حين تكون الأصناف مفتوحة التلقيح قوية النمو ، لكنها غير متجانسة. أدى استخدام الأصناف الهجينة الناتجة عن اكتشاف ظاهرة قوة الهجين؛ إلى زيادة الإنتاج الزراعي لأكثر من (50%) مقارنة مع الأصناف القديمة مفتوحة التلقيح (عزام وزملائه، 1999). يمكن أن تزيد قوة الهجين النسبية عن 70% عندما يكون اختيار الأصناف الأبوية ناجحاً، وتكون الآباء متباعدة وراثياً، وأن يكون الفعل غير التجميعي non- additive gene effect للمورثات هو الغالب (Khojah, 1993). ذكر Liedel و Anderson (1993) أنه يمكن تحديد نمط الفعل الوراثي تبعاً لقيمة قوة الهجين على النحو التالي:

1- عندما يتساوى $F_1$ مع متوسط الأبوين في الصفة المدروسة؛ فهذا يعني غياب قوة الهجين وأن فعل المورثات السائد هو الفعل التجميعي .

2- إذا زادت قيمة الصفة في $F_1$ عن متوسط الأبوين باتجاه الأب الأفضل فإن فعل المورثات هو السيادة غير التامة Partial dominance.

3- إذا زادت قيمة الصفة في $F_1$ عن الأب الأفضل فإننا نحصل على قوة الهجين الاقتصادية المرغوبة وهنا يكون فعل المورثات السائد هو غير تجميعي (سيادة فائقة).

4- إذا كانت قيمة الصفة في $F_1$ أقل من متوسط الأبوين فإننا نحصل على قوة هجين سلبية Negative Heterosis.

تعد المصادر الوراثية النباتية (Germoplasm) المستودع الأكثر قيمة للمادة الوراثية لأي برنامج تحسين وراثي؛ إذ أنها مع تراكم تغيراتها الناجمة عن تطور الأنواع النباتية على المدى الطويل تشكل العشائر النباتية، التي يستفاد منها في أماكن نشوئها، أو يمكن تخزينها في البنوك الوراثية ( Gul, *et al*., 2010; Gul, 2011).

تعد منهجية دراسة الأصول الوراثية للبندورة ذات أهمية عظمى في تحسينها الوراثي الحالي والمستدام، ويتطلب نجاح أي برنامج تحسين تقييماً لفهم الخلفية الوراثية، وقيم التربية للمادة المتوفرة (Gul, 2011). تشمل المصادر الوراثية للبندورة الأصناف الحديثة والقديمة والأصناف البدائية وسلالات التربية والسلالات المحلية والأنواع البرية، وتعتمد استراتيجيات التربية الحديثة للبندورة على استغلال التنوع الوراثي بين الأصناف البرية والسلالات المحلية، ويتعزز برنامج تحسين البندورة إلى حد كبير بتوفر معلومات أساسية حول نمط وحجم التباين المتاح لمربي البندورة؛ والذي يعد ضرورياً لاختيار الآباء المتنوعة للقيام بتهجينها (Gul *et al*., 2010). تعد البندورة من الأنواع النباتية المميزة وراثياً ونموذجاً مميزاً للأبحاث الأساسية والتطبيقية، وهذا يرجع إلى العديد من الأسباب منها سهولة زراعتها، ودورة حياتها القصيرة، وارتفاع نسبة التلقيح الذاتي فيها– متماثلة اللواقح– والخصوبة العالية، وسهولة إجراء التلقيح والتهجين، وتوفر قاعدة واسعة من الطفرات الوراثية والأصول الوراثية؛ ويمكن إكثارها لا جنسياً بالبروتوبلازم وزراعة الأنسجة والخلايا، ويملك النبات قدرة تجديدية عالية (Gul, 2011). يهدف التحسين الوراثي للبندورة إلى إنتاج أصناف متميزة بإنتاجها العالي، ونوعيتها الجيدة وصفاتها التكنولوجية المرغوبة، وتكيفها مع الظروف البيئية السائدة.

أكّد Chaudhary (1971) أنّ قوّة الهجين تظهر عندما تكون الآباء المستخدمة في التهجين متباعدة وراثياً وجغرافياً. تحدث قوّة الهجين عند تلقيح نباتاتٍ من نوعٍ واحدٍ تختلف عن بعضها وراثيّاً، ويكون ارتباطها الوراثيّ (من حيث صلة النسب بينها) قليلاً أو معدوماً، فتظهر قوّة الهجين في معظم النباتات ذاتيّة وخلطيّة التلقيح (حسن، 1991).

يختلف مصطلح قوّة الهجين Hybrid Vigour عن مصطلح Heterosis حيث يشير الأوّل فقط إلى الزيادة في معدّل النمو والحجم، بينما يشير المصطلح الثاني إلى كلا الجانبين الزيادة والنقصان، لذلك أمكن تقسيم مصطلح Heterosis إلى قسمين هما قوّة الهجين المفيدة Beneficial Heterosis وقوّة الهجين غير المفيدة Non–Beneficial Heterosis (Chaudhari, 1971). تتوقف قوّة الهجين على مقدرة السلالات الأبوية على الائتلاف؛ حيث تزداد بزيادتها، أي كلّما كانت تراكيبها الوراثية مكمّلةً لبعضها (حسن، 1991).

تُقدّر قوّة الهجين بعدّة طرق إما قياساً لمتوسط الأبوين Heterosis ($H_{MP}$)، حيث تقدّر كانحراف لمتوسط الجيل الأول عن متوسط أبويه، أو قياساً لأفضل الأبوين الأفضل Heterobeltiosis ($H_{BP}$) كانحراف لمتوسط الجيل الأول عن الأب الأفضل، أو قياساً لأفضل هجين أو صنف رائج (Standard heterosis)، (Agrawal, 1998). لوحظت قوة الهجين في البندورة في الإنتاجية العالية، وزيادة عدد الثمار، وقد درست لمكونات الانتاجية وصفات الجودة، وتأخذ قوة الهجين مظاهر مختلفة في البندورة كقوة النمو، والتطور والتبكير في النضج وزيادة الإنتاجية، وزيادة مستويات المقاومة للإجهادات الإحيائية وغير الإحيائية (Solieman *et al*., 2013; Kumar *et al*., 2013).

تتصف الإنتاجية في وحدة المساحة بأنها صفة مركبة، وأهم مكوناتها هو عدد الثمار على النبات، ومتوسط وزن الثمرة، وقد أكدت نتائج الكثير من الباحثين أن أهم عنصر في الإنتاج هو عدد الثمار على النبات الواحد إذ تتحدد وراثياً بنسبة 85% بعدد الثمار ومكوناته، وتؤول النسبة الباقية لمعدل وزن الثمرة ومكوناتها (Kolhe, 1970; Farkas,1985). يتباين التعبير المظهري لقوة الهجين في صفة الإنتاج الكلي؛ لأنها كمية مركبة تتأثر بطبيعة الآباء، وبالعوامل البيئية، لذلك تعطي الهجن صوراً متباينة عن الانتاج الكلي بدءاً من عدم تخطي أقل الأبوين إنتاجاً، وانتهاء بقوة هجين تتجاوز أفضل الأبوين بنسبة عالية (Farkas,1989; Khojah, 1993).

أظهرت الهجن التي درسها Kurian وزملاؤه (2001) قوة هجين موجبة معنوية لمتوسط وزن الثمرة، وسماكة غلاف الثمرة. وجد Chaudhary و Malhotra (2001) قوة هجين معنوية موجبة لصفات الإنتاجية، ومتوسط وزن الثمرة، وكذلك (Hannan, *et al.*, 2007)، ورسلان (2008)، قد توصلوا لنتائج مماثلة.

أكدت دراسة Shalini (2009)، و Kumar وزملائه (2013) قوة هجين موجبة لصفة سماكة الغلاف مقارنة مع الأب الأفضل والصنف القياسي. ووجد Gul وزملاؤه (2010) قوة هجين عالية المعنوية وموجبة لصفة متوسط وزن الثمرة (45.0%– 48.7%)، وإنتاجية النبات الفردي(34.9–24%) قياساً لمتوسط الأبوين وأفضلهما على التوالي. كما وجد Kumari و Sharma (2012)، و Kumar وزملاؤه (2013)، و Solieman وزملاؤه (2013) قوة هجين معنوية مرغوبة لإنتاجية النبات الفردي، ومتوسط وزن الثمرة، وسماكة غلافها.

وجد Singh و Asati (2011) قوة هجين معنوية موجبة لمتوسط وزن الثمرة. و Farzane وزملاؤه (2012)، و Yadav وزملاؤه (2013) لمتوسط وزن الثمرة، وإنتاجية النبات الفردي، وأبدت هجن Shalaby وزملائه (2013)، و Agarwal وزملائه (2014) قوة هجين مقارنة مع أفضل الأبوين لصفة الإنتاج الكلي. لقد أظهرت نتائج Sativa و Singh (2018) قوة هجين موجبة لمتوسط وزن الثمرة ، وعدد الثمار / نبات ، وإنتاج الثمار / نبات، وقد وصلت نسبة قوة الهجين إلى 149.24% مقارنة مع الأب الأفضل لإنتاجية ثمار أحد الهجن. بينما وجد Adnan وزملاؤه (2018) قوة هجين سالبة لمتوسط وزن الثمرة.

أجرى Kumar وزملاؤه (2016) تجربة قدر فيها قوة الهجين؛ حيث تباينت الهجن في تفوقها على متوسط الأبوين وأفضلهما؛ في صفات عدد الثمار على النبات، ووزن الثمرة وإنتاجية النبات. بينما تفوقت الهجن التي درسها Soresa وزملاؤه (2020) و Suresh وزملاؤه (2020) على متوسط الأبوين والأب الأفضل لصفات الإنتاجية وعدد الثمار على النبات، وسماكة غلاف الثمرة، ومتوسط وزنها.

يبين معامل الارتباط العلاقة بين قيم عددية لصفتين أو أكثر، إحداهما تتأثر بالأخرى إيجاباً (علاقة طردية)، أو سلباً(علاقة عكسية)، ويعزى هذا الارتباط إما للأثر المتعدد للمورثات، أو للتفاعل بين المورثات أو لكليهما معاً. تفيد معرفة قيمته واتجاهه مربي النبات في الانتخاب؛ إذ يمكنه انتخاب الصفتين المرتبطتين في آن معاً، وهذا مفيد للمربي عند انتخاب صفة كمية مرتبطة مع صفة نوعية (حسن، 2005).

لقد وجد Mohanty (2003) في دراسة تضمنت 18 طرازاً وراثياً، ارتباطاً معنوياً سلبياً للإنتاجية مع متوسط وزن الثمرة. بينما ذكر Shalini (2009) في دراسته للارتباط أن الإنتاج الكلي للنبات يرتبط بشكل موجب مع متوسط وزن الثمرة. وبينت نتائج Haydar وزملائه (2007) وجود ارتباط عالي موجب بين الإنتاجية وعدد الثمار الكلي، بينما لم يكن هذا الارتباط قوياً في دراسة Gaurav, وزملائه (2019). نفذ Kumar و Dudi (2011) دراسة باستخدام 12 سلالة أبوية وهجنها من البندورة فوجدا ارتباطاً موجباً متوسطاً بين إنتاجية النبات من الثمار ووزن الثمرة (0.44)، ووجدا أيضاً ارتباطاً ضعيفاً موجباً معنوياً بين وزن الثمرة وسماكة غلافها (0.22). كما بيّن Al-Aysh وزملاؤه (2012) في تقييمهم 14 سلالة محلية من البندورة وجود ارتباط موجب معنوي لسماكة الغلاف مع الإنتاجية. درس Nadeem وزملاؤه (2013) قوة الارتباط؛ فوجدوا أن متوسط وزن الثمرة يرتبط بقوة مع إنتاجية النبات الفردي، في حين ارتبطت إنتاجية النبات الفردي سلباً مع سماكة غلاف الثمرة، كما ارتبطت سماكة غلاف الثمرة ارتباطاً إيجابياً مع وزن الثمرة.

1–3– **مبررات البحث وأهدافه:** يسبب عدم استنباط هجن محلية قادرة على منافسة الهجن المستوردة؛ إلى استنزاف العملة الصعبة لخزينة الوطن، مع أن الإمكانية العلمية والفنية متوفرة لدى الباحثين السوريين. كما أن كلفة الاستنباط أقل بسبب رخص اليد العاملة نسبياً، وتفوق الظروف البيئية لسورية على الظروف البيئية لبلاد الشركات المُصدّرة.

وحيث أن شركات الدول الرأسمالية لا تصدر البذار المحسنة التي تسوقها في أوروبا إلى دولتنا؛ بل الأقل إنتاجية؛ مما يخفض الإنتاجية لدينا رغم تفوق ملائمة بيئتنا، أضف إلى ذلك تعرض مزارعنا للغش حين شرائه بذور F1 بأسعار باهظة، وهي في الحقيقة F2 معبأة في مظاريف كُتب عليها F1 لزيادة ربح معتمدي الشركات، وإمعاناً في الخفض المتعمّد للإنتاج المحلي لمنع التفكير بتصدير المنتجات الفائضة وزيادة الناتج الوطني لدولة متمردة على الخضوع لهيمنتهم. وحيث أن مراكز البحث العلمي في سورية لما تنطلق بالشكل الصحيح بعد نحو الهدف الرئيس لإيجادها؛ وهو منافسة هذه الشركات في استنباط هجن وأصناف تلائم البيئة المحلية، تمهيداً لتسويقها في الأقطار المشابهة للبيئة السورية، وما زال أثرها ضيق النطاق رغم افتتاح العديد من مراكز البحث العلمي في مختلف أنحاء محافظات القطر. كل ذلك يعد مبرراً للبحث ويرفع من أهميته؛ لذلك فقد توجه هدفه نحو دراسة السلوك الوراثي لصفات الإنتاجية وأهم مكوناتها؛ من خلال دراسة قوة الهجين (Heterosis) ونمط تفاعلها الوراثي ومعامل الارتباط، كمعايير وراثية مكملة لمعايير أخرى، بغية تحديد طريقة التربية المثلى لتحسين هذه الصفات.

**2- المواد وطرائق البحث:**

**2-1- 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 الهيئة العامة للبحوث الزراعية في سورية، ومنتخبة في مركز البحوث العلمية الزراعية في طرطوس الجدول(1). نُفّذ البحث في محطة الجمّاسة التابعة لمركز البحوث العلمية الزراعية في طرطوس، خلال الموسمين الزراعيين 2013 و 2014. تمت زراعة بذور الآباء في التورب صواني ستريبور، بتاريخ 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. وضعت علامة مميزة للثمار التي تحوي البذور الهجينة بقصم نصف سبلتين متجاورتين، في حين تركت سبلات أزهار التلقيح الذاتي. تم عزل الأزهار باستخدام القطن، ووضعت عليها بطاقة تعريف، وتوالى التفتيش الحقلي دورياً؛ للتأكد من سلامة الأزهار ونجاح العقد، وتم جمع البذور الهجينة والملقحة ذاتياً من الثمار الناضجة، وأدخلت في تجارب المقارنة في الموسم الثاني.

الجدول رقم(1): رمز ومصدر الطرز الوراثية المدروسة.

| السلالة | المصدر | مواصفات السلالات المدروسة |
|---|---|---|
| L1 | محلي | غير محدودة النمو، ثمارها كروية متوسطة إلى كبيرة الحجم قليلة الصلابة وردية اللون. |
| L2 | محلي | غير محدودة النمو، ثمارها قرصية كبيرة الحجم قليلة الصلابة وردية اللون. |
| L3 | مدخل | محدودة النمو، ثمارها متطاولة صغيرة الحجم، جيدة الصلابة، حمراء اللون. |
| L4 | مدخل | محدودة النمو، ثمارها كروية متوسطة الحجم صلبة، حمراء اللون. |
| T1 | محلي | غير محدودة النمو، ثمارها قرصية كبيرة الحجم، قليلة الصلابة، وردية اللون. |
| T2 | مدخل | 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 (RCBD) بثلاثة مكررات. بُوّبت بيانات الصفات المدروسة باستخدام برنامج Excel، ثم البرنامج الإحصائي (GenStat–12) في تحليل التباينات (ANOVA)، وحُددت المعنوية باختبار Duncan بحساب أقل مدى معنوي (LSR). نفذت كافة عمليات الخدمة من ري وتسميد وتفريد وعزيق ومكافحة... إلخ، وفق الأصول المتبعة في الزراعة المحمية للبندورة

**2–2– الصفات المدروسة وطرق قياسها:**

1– متوسط عدد الثمار الكلية / دونم.

2– متوسط وزن الثمرة/غ؛ تم عد الثمار في 5 كغ ؛ ثم حُسب متوسط وزن الثمرة مقدراً بالغرام؛ بقسمة وزن الثمار على عددها.

3– سماكة جدار الثمرة/ مم، تم تقديرها بواسطة جهاز البياكوليس، وذلك بأخذ متوسط سماكته لعشرين ثمرة، وقياسه في موضعين لكل ثمرة، مع الابتعاد عن المنطقة بين الحجيرات.

4– الإنتاجية الكلية مقدرة بالطن في الدونم.

2–3– قُدرت قوّة الهجين قياساً لمتوسط الأبوين، ولأفضلهما وفق معادلتي: Singh و Khanna (1975).

$$H_{(MP)} = [(F_1 - MP) / MP] \times 100 \quad , \quad H_{(BP)} = [(F_1 - BP) / BP] \times 100$$

2–4– حُسبت معنوية قوة الهجين باختبار **L.S.D** قياساً لمتوسط، ولأفضل الأبوين عند مستوى ثقة 5 % و 1% بالآتي:

$$L.S.D._{(MP)\ (0.05)} = t_{(0.05)} \times \sqrt{\frac{3MSe}{2r}} \qquad L.S.D._{(MP)\ (0.01)} = t_{(0.01)} \times \sqrt{\frac{3MSe}{2r}}$$

$$L.S.D._{(BP)\ (0.05)} = t_{(0.05)} \times \sqrt{\frac{2MSe}{2r}} \qquad L.S.D._{(BP)\ (0.01)} = t_{(0.01)} \times \sqrt{\frac{2MSe}{2r}}$$

**حيث: (MP): متوسط الأبوين، (BP): أفضل الأبوين. (0.05)، (0.01): قيمة t الجدولية عند مستوى معنوية 5% و 1%عند درجة حرية الخطأ التجريبي. MSe : متوسط مربعات الانحراف للخطأ التجريبي. r: عدد المكررات في التجربة.**

**2–5–** تم تحديد قيمة ونمط السيادة باستخدام المعادلة التالية عن (Smith, 1952):

$$PR = [(F_1 - MP)] / [½ \times (P1 - P2)]$$

حيث:PR: (predominance) نمط السيادة. $F_1$: متوسط الجيل الأول. MP: متوسط الأبوين. P1: متوسط الأب الأعلى. P2: متوسط الأب الأدنى.

فإذا كانت قيمة: (PR= 0): دلالة على غياب السيادة.

(PR =±1): سيادة تامة Complete dominance.

(1– < PR <1+): دلالة على السيادة غير التامة Incomplete dominance.

(1– > PR >1+): دلالة على السيادة الفائقة Over dominance.

**3– النتائج والمناقشة:**

**3–1–** قوة الهجين: تعد طريقة التهجين أداة فعالة في يد مربي النباتات؛ لأنها تمكنه من الحصول على تراكيب وراثية جديدة، يختار منها التي تحقق معظم الصفات الاقتصادية التي تلبي رغبة المنتج والمستهلك، والتي كانت موزعة على جميع الآباء التي اشتركت في إنتاج الهجين.

**1– متوسط عدد الثمار على النبات:** يوضح الجدول(2) أن هجينين قد أظهرا قوة هجين موجبة قياساً مع متوسط الأبوين معنوياً هما (L4xT1=***33.42، L2x T2=*9.64)%، بينما أظهرت ثلاثة هجن قوة هجين معنوية سالبة(L2xT1= *5.92–، L1xT2 = *11.10–، و L3x T2 = **16.32–) %، بينما لم تكن معنوية قوة هجين الهجن الباقية. كذلك أظهر الهجين L4xT1 قوة هجين موجبة عالية المعنوية جداً قياساً مع أفضل الأبوين (***28.90)%، في حين أظهرت أربعة هجن قوة هجين معنوية سالبة هي(L1xT1=***12.99–، و L2xT1=– *6.20، و L3xT1=*10.69–، و L3x T2= ***21.65–)%، بينما لم تكن معنوية في الهجينين الباقيين. كما دل نمط السيادة (PR) على أن الهجينين L4xT1، وL2x T2 وحدهما قد أبديا سيادة فائقة موجبة (9.467، 1.257) على التوالي، بينما أظهرت ثلاثة هجن سيادة فائقة سالبة باتجاه الأب الأقل عدداً في الثمار (L2xT1= – 20.85، و L1xT2 = –8.361، وL3xT2= –2.396)، في حين أظهر الهجين L1xT1 سيادة غير تامة سالبة (0.419–)، والهجين L3xT1 سيادة غير تامة موجبة (0.164). ينسجم ذلك مع نتائج ( Sativa and Singh, 2018).

**2– سماكة جدار الثمرة امم:** يبين الجدول (2) أيضاً أن الهجين L1xT1 هو الوحيد من بين الهجن المدروسة الذي أظهر قوة هجين عالية المعنوية قياساً لمتوسط الأبوين في صفة سماكة جدار الثمرة امم، وسيادة غير تامة باتجاه الأب الأفضل، بينما أظهرت بقية الهجن قوة هجين بنسب ضعيفة بعضها موجبة وبعضها الآخر سالبة ولكنها ليست معنوية. كما أظهر الهجينان L3xT1 و L4xT1 قوة هجين سالبة عالية المعنوية جداً قياساً لأفضل الأبوين (***26.93–، ***30.44–)% على التوالي. توضح قيم نمط السيادة (PR)، أن الهجين L4x T2 قد أظهر سيادة تامة باتجاه الأب الأقل سماكة، في حين أظهرت بقية الهجن سيادة غير تامة باتجاه الأب الأكثر سماكة، أو باتجاه الأب الأقل سماكة. تنسجم هذه النتائج مع معطيات:

(Kumari and Sharma, 2012; Kumar, *et al.,* 2013; Solieman, *et al.*, 2013; Suresh, *et al.*, 2020; Soresa, *et al.*, 2020).

**الجدول رقم (2): قوّة الهجين% قياساً لمتوسط الأبوين($H_{MP}$) وأفضلهما ($H_{BP}$) لصفتي عدد الثمار\ النبات، وسماكة جدار الثمرةامم.**

| الهجين | متوسط عدد الثمار\ النبات | | نمط السيادة (PR) | سماكة جدار الثمرة \مم | | نمط السيادة (PR) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | $\%H_{MP}$ | $\%H_{BP}$ | | $\%H_{MP}$ | $\%H_{BP}$ | |
| **L1xT1** | $-4.22^{NS}$ | −12.99*** | −0.419 | 18.511** | − 5.89 NS | 0.714 |
| **L2xT1** | −5.92* | −6.20* | −20.85 | 8.325 NS | − 7.2 NS | 0.499 |
| **L3xT1** | $2.412^{NS}$ | −10.69* | 0.164 | 5.5 NS | −26.93*** | 0.125 |
| **L4xT1** | 33.42*** | 28.90*** | 9.467 | −3.04 NS | −30.44*** | −0.077 |
| **L1xT2** | −11.10* | −12.30* | −8.361 | 2.57 NS | − 9.1 NS | 0.201 |
| **L2x T2** | 9.64* | $1.83^{NS}$ | 1.257 | 5.6 NS | − 13.64 NS | 0.250 |
| **L3x T2** | −16.32** | −21.65*** | −2.396 | −4.16 NS | −11.54 NS | −0.499 |
| **L4x T2** | $-0.90^{NS}$ | −5.00NS | −0.216 | −2.2 NS | −4.36 NS | −1.000 |

NS: عدم وجود معنوية. *: معنوية عند مستوى 5% . **: معنوية عند مستوى 1%. ***: معنوية عند مستوى 1 ‰.

3- **متوسط وزن الثمرة:** تبين معطيات الجدول (3) أن ستة هجن قد تفوقت على متوسط أبويها بدلالة معنوية عالية جداً، حيث تراوحت قوة الهجين النسبية بين ***21.12% في الهجين L2xT1 إلى ***80.23 في الهجين L2x T2؛ في حين تفوق الهجين L4xT1 على متوسط أبويه بدلالة معنوية *12.3، وتفوق الهجين L3xT2 على متوسط أبويه بدلالة معنوية عالية **6.35؛ أي أن جميع الهجن قد أظهرت قوة هجين معنوية قياساً مع متوسط الأبوين. كما تفوقت أربعة هجن على الأب الأفضل بدلالة معنوية عالية، وبعضها بدلالة عالية جداً؛ حيث تراوحت بين **7.47% عند الهجين L2xT1 و ***40.17% عند الهجين L1xT2، وبالمقابل سجلت أربعة هجن، قوة هجين سالبة أي تفوق عليها الأب الأفضل بدلالة معنوية بعضها عال جداً؛ وبذلك فقد أظهرت سيادة غير تامة باتجاه الأب الأفضل في وزن الثمرة. ويؤكد ذلك قيم نمط السيادة (PR) التي تراوحت لهذه الهجن بين (0.27 و 0.64)، بينما أظهرت بقية الهجن سيادة فائقة. تتوافق هذه النتائج مع الكثير من الباحثين (Khojah,1993; Kumar, *et al.,* 2016; Suresh, *et al.,* 2020; Soresa, et al. 2020)، بينما لا تتوافق مع نتائج (Adnan, *et al.*, 2018)، الذي وجد قوة هجين سالبة في معدل وزن الثمرة، وتتعارض مع دراسات قديمة أظهرت فيها الهجن سيادة غير تامة لتوريث الثمرة الصغيرة (Miklova, 1975; Khalil, 1979; Farkas, 1993).

4- **الانتاجية طن/دونم:** يبين الجدول(3) أيضاً أن سبعة هجن قد أبدوا قوة هجين بدلالة معنوية عالية، أو عالية جداً قياساً لمتوسط الأبوين في صفة إنتاجية الثمار في الدونم؛ حيث تراوحت قوة الهجين النسبية بين 14.04% للهجين L2xT1 و 81.53% في الهجين L2x T2، في حين أظهر هجين واحد L3x T2 قوة هجين سالبة معنوياً بنسبة (*10.40-)%، كما أظهرت أربعة هجن قوة هجين نسبية مقارنة مع أفضل الأبوين (L4xT1= **11.51%، و L1xT2= **22.96%، و L2x T2= **39.88%، و L4x T2= **33.00%)، في حين تفوق الهجينان (L2xT1، وL3xT1) على أفضل أبويهما ولكن دون معنوية، بينما أظهر الهجين L1xT1 قوة هجين معنوية سالبة مقارنة مع أفضل الأبوين (*3.53-)%، وكذلك الهجين L3xT2 (*13.10-)%. انسجمت هذه النتائج مع العديد من الباحثين (Khojah,1993; Shalaby, *et al.* 2013; Agarwal, *et al.,* 2014; Suresh, *et al.* 2020;

Soresa, *et al.*, 2020). وتعارضت مع بعض هجن (Adnan, *et al.*, 2018) كما يبين الجدول (3) القيم التي تدل على نمط السيادة؛ حيث أبدى الهجين L1xT1 سيادة غير تامة ( باتجاه الأب الأكثر إنتاجية، بينما أبدى الهجينان L2xT1 و L3xT1 سيادة تامة باتجاه الأب الأفضل. وأبدى الهجين L3x T2، سيادة فائقة سلباً، بينما أبدت بقية الهجن سيادة فائقة لزيادة الانتاجية. ينسجم ذلك مع

(Al-Daej, 2018 Gayosso-Barragán, *et al.,* 2019, Suresh, *et al.,* 2020).

الجدول رقم(3): قوّة الهجين% قياساً لمتوسط الأبوين($H_{MP}$) وأفضلهما($H_{BP}$) لصفتي إنتاجية النبات في الدونم، ومتوسط وزن الثمرةا غ.

| الهجين | قوة الهجين% للإنتاجية/دونم | | نمط السيادة (PR) | قوة الهجين % لمتوسط وزن الثمرة غ | | نمط السيادة (PR) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | $\%H_{MP}$ | $\%H_{BP}$ | | $\%H_{MP}$ | $\%H_{BP}$ | |
| L1xT1 | 18.13** | - 3.53* | 0.814 | 18.29*** | - 9.76 *** | 0.588 |
| L2xT1 | 14.04** | $1.46^{NS}$ | 1.13 | 21.12*** | 7.47** | 7.74 |
| L3xT1 | 45.38*** | $1.50^{NS}$ | 1.05 | 30.63*** | -15.43*** | 0.562 |
| L4xT1 | 62.77*** | 11.51** | 1.37 | 12.3* | -19.37** | 0.27 |
| L1xT2 | 47.64*** | 22.96** | 2.282 | 66.5*** | 40.17*** | 3.54 |
| L2x T2 | 81.53*** | 39.88** | 2.738 | 80.23*** | 17.76*** | 1.955 |
| L3x T2 | -10.40* | -13.10* | 3.364 | 6.35** | -3.20* | 0.64 |
| L4x T2 | 42.44** | 33.00** | 5.264 | 43.39*** | 14.37** | 21.17 |

$^{NS}$: عدم وجود معنوية. *: معنوية عند مستوى 5% . **: معنوية عند مستوى 1%. ***: معنوية عند مستوى 1 ‰.

**3-2- معامل الارتباط:** يبين الجدول (4) قيمة ونمط الارتباط بين الانتاجية وأهم مكوناتها؛ فقد ارتبطت الانتاجية إيجابياً مع معدل وزن الثمرة بقوة وبدلالة معنوية عالية جداً (0.95***). توافق ذلك مع نتائج (Shalini, 2009)، وكذلك مع (Livia, *et al.*, 2012)، ومع (Anuradha, *et al.,* 2018)، وانسجمت مع ( Mahanta *et al.*, 2017) (0.3**)، بينما تعارضت مع نتائج Mohanty (2003) حيث كان الارتباط معنوياً سلبياً. كما يبين الجدول (4) أيضاً أن الإنتاجية لم ترتبط مع عدد الثمار (0.03NS). لا ينسجم ذلك مع (Gaurav, *et al.*, 2019). ويتعارض مع نتائج (Haydar, *et al.*, 2007)، و (Mahanta *et al.*, 2017)، حيث كانت قوية وعالية المعنوية. لقد ارتبطت الإنتاجية سلبياً بقوة ومعنوية مع سماكة جدار الثمرة (0.73*-). تتوافق مع نتائج Nadeem *et al.,* 2013، وتختلف مع (Livia, *et al.*, 2012) و (Mahanta, *et al.*, 2017).

يبين الجدول (4) أيضاً أن عدد الثمار على النبات قد ارتبط سلباً مع معدل وزن الثمرة دون وجود معنوية (0.33NS-). تنسجم هذه النتيجة مع (Mahanta, *et al.*, 2017)، ومع (Anuradha, *et al.*, 2018). لقد ارتبطت سماكة جدار الثمرة سلباً وبمعنوية عالية جداً مع معدل وزن الثمرة (0.83***-)، يتوافق ذلك مع معطيات ( Nadeem *et al.,* 2013)، ولا يتوافق مع (Kumar and Dudi, 2011)، و (Mahanta, *et al.*, 2017). كما ارتبطت سماكة جدار الثمرة ايجاباً دون معنوية مع عدد الثمار على النبات (0.43NS)، بينما ارتبطت سلباً (0.7 -) وفق نتائج (Livia, *et al.*, 2012).

الجدول رقم (4): معامل الارتباط بين الانتاجية وأهم مكوناتها.

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | الانتاجية | --- | | | |
| 2 | سماكة جدار الثمرة | $-0.73^{**}$ | --- | | |
| 3 | عدد الثمار \ النبات | $0.03^{NS}$ | $0.43^{NS}$ | --- | |
| 4 | معدل وزن الثمرة/غ | $0.95^{***}$ | $-0.83^{***}$ | $-0.33^{NS}$ | --- |
| | الصفة | 1 | 2 | 3 | 4 |

$^{NS}$: عدم وجود معنوية. *: معنوية 5% . **: معنوية عالية 1%. ***: معنوية عالية جداً عند مستوى ‰.

**4- الاستنتاجات:**

1- تميزت بعض الهجن بقوة هجين عالية المعنوية قياساً لمتوسط الأبوين $H_{BP}$ والأب الأفضل $H_{MP}$ في معظم الصفات المدروسة، وهذا يدل على التباعد الوارثي بين الهجن المدروسة وبين السلالات الأبوية المكونة لهذه الهجن بجانب تباعدها الجغرافي.

2- تعد الهجن (L1xT2، L2x T2، L4x T2) هي الأفضل في قوة الهجين لصفتي الانتاجية ومتوسط وزن الثمرة وهي الهجن الواعدة لهاتين الصفتين.

3- ظهرت تباينات السيادة (تامة وغير تامة وفائقة) في سلوك الهجن الناتجة للصفات المدروسة.

4- تمتلك السلالات الأبوية (L1، و L2، و L4) أفضل تآلف، وبالتالي الأهمية الكبيرة في برامج التربية لتحسين صفة الانتاجية.

5- تساعد معرفة درجة الارتباط واتجاهها ومعنويتها بين الصفات في تعميق فهم العلاقة البيولوجية فيما بينها من جهة، وتزيد فعالية الانتخاب في أعمال التحسين الوراثي من جهة أخرى؛ حيث تبين هذه الصفات الإمكانية المباشرة لزيادة الانتاجية في البندورة.

**5- التوصيات Recommendations :**

1- متابعة العمل التربوي على الهجين (L4×T1) لتفوقه في صفتي الانتاجية وعدد الثمار، وعلى الهجن (L1xT2، L2x T2، L4x T2) لصفة الإنتاجية ومتوسط وزن الثمرة؛ باعتبارها هجن واعدة أظهرت نمط السيادة الفائقة في سلوكها، ثم مقارنتها مع أفضل هجين رائج (حساب قوة الهجين القياسية) فإن تفوقت يمكن أن يوصى بالعمل على اعتمادها كأصناف مستنبطة.

2- إدخال السلالات الأبوية المتفوقة جيدة التآلف (L1، L2، L4) في البنك الوراثي للقطر، ووضعها تحت تصرف المراكز البحثية والجامعات، وإيلاء المزيد من الاهتمام بمحصول البندورة على المستويين البحثي والإنتاجي، والتوسّع في الدراسات الوراثية لتشمل طرز أخرى ومناطق بيئية متباينة من القطر؛ فقد آن الأوان للاستغناء التدريجي عن استيراد الأصناف المحسنة، واستنباطها محلياً.

3- استخدام تصاميم أخرى في التحليل الوراثي؛ لتحقيق معرفة أفضل وأكمل للطبيعة الوراثية للصفات الهامّة في البندورة.

## 6- المراجع:

### 6-1: المراجع العربية:


1. المجموعة الإحصائية السورية وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي، مديرية الإحصاء والتخطيط، الحاسب الآلي (2018).
2. حسن، أحمد عبد المنعم. (2005). طرق تربية النبات. الطبعة الأولى. الدار العربية للنشر والتوزيع. القاهرة. مصر. 393 صفحة.
3. حسن، أحمد عبد المنعم. (1991). **أساسيات تربية النبات**. الدار العربية للنشر والتوزيع، القاهرة. 682 صفحة.
4. عزام حسن، كيال حامد، جابر بدر، صبوح محمود(1999).التحسين الوراثي للنبات.منشورات جامعة دمشق 400 ص.
5. رسلان، نسرين (2008). دراسة بعض الصفات الكمية والنوعية في هجن نصف تبادلية (half diallel crosses) بين بعض أصناف البندورة (*Lycopersicum esculentum L.*). أطروحة الماجستير- جامعة تشرين، 111ص.


### 6-2- المراجع الأجنبية: ( Foreign references)


1- Adnan R.; Shahoor Ahmed; Ghulam M. W.; Abdul -Malik S.; Muhammad A.; Hira K.; Ayaz Ali K. ; Abdul Q.; Israr A., (2018). Estimation of hybrid vigor for yield and yield related traits in tomato (Solanum lycopersicon Mill.). International Journal of Biosciences Vol. 12, No. (1): 160-167 p.

2- Al-Aysh,F.; Kutma,H.; Serhan,M.; Al-Zoubai, A.; Al-Naseer, M., (2012): Genetic Analysis and Correlation Studies of Yield and Fruit Quality Traits in Tomato (*Solanum lycopersicum L.*). New York Science Journal:5(10).

3- Al-Daej, M. I.(2018): Line×Tester Analysis of Heterosis and Combining Ability in Tomato (*Lycopersicon esculentum Mill.*) Fruit Quality Traits. Pakistan Journal of Biological Sciences ISSN, 1028-8880. DOI: 10.3923/pjbs.2018,224.231.

4- Awagral,R.L., (1998). Fundamentals of plant breeding and hybrid seed production. Science Pub, Inc, Enfield, New Hampshire, USA, 394 p.

5- Agarwal, A.; Arya,D. N.; Ranjan,R.; Ahmed, Z., (2014). Heterosis, combining ability and gene action for yield and quality traits in tomato.(*Solanum lycopersicum L.*).Helix Vol. (2): 511- 515.

6- Anuradha B.; Saidaiah, P.; Harikishn S.; Geetha, A.; Ravinder, K.,(2018): Correlation and path coefficient analysis in tomato (Solanum lycopersicum L.). Journal of Pharmacognocy and Phytochemistry, 7(5): 2748-2751.

7- Chaudhari, H. K., (1971). Heterosis or hybrid vigor. In: H. K. Chaudhari, (ed). Elementary principles of plant breeding, Edition 2nd. Oxford and IBH publishing CO. New Delhi, Bombay, Calcutta. Chapter 8. pp. 119-135.

8- Chaudhary D.R. and Malhotra S.K., (2001). Studies on hybrid vigour in tomato (lycopersiconesculentummill.) . Indian J. Agric. Res.. 35 (3): 176 – 180.

9- Falconer, D.S., (1996). Introduction to quantitative genetics. The Ronald Press Company. New York: 281-286 P.

10- FAO (2019). FAO Statistical Databases. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.

11- Farkas,J.; Baldy B.; Hdossi S. (1973). Hazai hybrid paradicom nemesítésünk helyzete és lehetôségei. Kecskemét Kutató Intezet Közleményei. Budapest (3): 164-177.

12- Farkas,J., (1985). A paradicsom biológiàia . In Paradicsom termesztés. (szerk. Balàzs S.) Budapest. Mazögazd. K., 19-62 p.

13- FARKAS,J., (1989). A paradicsom heterózis nemesítése. In: Heterózis nemesítése. (Szerk.: Bàlint A.) Gödöllô ATE., 107-123 p.

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

15- Farzane, A.; Nemati, H.; Arouiee ,H.; Kakhki, Amin M.; Vahdati, N., (2012). The estimate of combining ability and heterosis for yield and yield components in tomato (*Lycopersicon esculentum Mill.*). J. Biol. Environ. SCI., 6. (17): 129-134.

16- Gaurav N.; Chaudhari B.; Fakrudin G. K.; Ramegowda, R. K.; Ramachandra A.S.; Bhat, H.; Lingaiah, B., (2019). Correlations among the component traits of yield in minicore collection of tomato *(Solanum lycopersicum L.).* Bulletin of Environment, Pharmacology and Life Sciences Vol 8, (4): 123-127

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

18- Hannan,M. M.; Biswas,M. Kumar.; Ahmed, M. B.; Hossain, M., (2007). Combining Ability Analysis of Yield and Yield Components in Tomato (*Lycopersicum esculentum Mill.*). Turk J Bot.(31): 559-563.

19- Haydar,A.; Mandal,M.A.; Ahmed,M.B.; Hannan,M.M.; Karim,R.; Razvy,M.A.; Roy,U.K.; Salahin,M., (2007). Studies on Genetic Variability and Interrelationship among the Different Traits in Tomato (*Lycopersicon esculentum Mill.*). Middle-East Journal of Scientific Research 2 (3-4): 139-142.

20- Gayosso-B. A.; López-Benítez; S.A.; Rodríguez-Herrera J.N.; Ek-Maas, D.M.; Hidalgo-Ramos and J.S.; Alcala-Rico, G.J. (2019). Studies on combining ability in tomato (Solanum lycopersicum L.). D space publications Agronomy Research vol. 17. No. (1): 77-85.

21- Gul,R.; Hidayat,U.; Khalil, I. H.; Shah,S.M.A.; Ghafoor,A., (2010), Heterosis for flower and fruit traits in tomato (*Lycopersicon esculentum Mill.*).African Journal of Biotechnology Vol. 9(27): pp. 4144-4151.

22- Gul, R., (2011). Characterization and inheritance studies of desirable attributes in tomato. doctoral thesis. Department of plant breeding and genetics. Faculty of crop production sciences. Khyber Pukhtun khawa agricultural university Peshawar. Pakistan.March. 193 p.

23- Khalil, R.M.,( 1979). Inheritance of some economic characters in tomato interspecific and intervarietal crosses. Ph.D. Diss.Univ.of Hort. Budapest, , 152 p.

24- Khojah, H., ( 1993), Development of fresh market field tomato hybrids. PhD thesis- Vegetable Research Institute - Kecskemét, pp:122.

25- Kohle, A.K., (1970). Possibilities and extent of exploitation of hybrid vigour in tomato. Research Journal of the Mahatma Ghandi Agric. Univ., 1(1): 54-61.

26- Kumar,V.; Nandan, R.; Sharma,S.K.; Srivastava, K.; Kumar, R.; Singh, M.K., (2013). Heterosis study for quality attributing traits in different Crosses in tomato (*Solanum Lycopersicum L.*). Plant Archives Vol. 13 No.( 1), 21-26.

27- Kumari S. and Sharma K.M., (2012). Line x tester analysis to study combining ability effects in tomato (*Solanum lycopersicum L.*). Vegetable Science 39.1: 65-69.

28- Kumar.P., Paliwa.A., Tiwari.D., Upadhyay.S., Bahuguna.P. (2016): Heterosis studies for yield and its attributing traits in tomato under mid-hill conditions of garhwal. Int. J. Adv. Res. 4(11): 750-757.

29- Kumar,M.; Dudi, B.S. (2011): Study of correlation for yield and quality characters in tomato (*Lycopersicon esculentum Mill.*). Electronic Journal of Plant Breeding, 2(3), 2011, 453-460.

30- Kurian, A., Peter K.V. and Rajan, S. (2001).Heterosis for yield components and fruit characters in tomato. J. Trop. Agric., (39): 5-8.

31- Liedel, B.E.; and Anderson, N.O. (1993). Reproductive barriers: Identification, uses, and circumvention. Plant Breeding .Rev. (11), 11-154.

32- Livia M.DE Souza; Paulo C. T. Melo; Reginaldo R.L.; Arlete MT Melo,(2012) Correlations between yield and fruit anality characteristics of fresh market tomatoes. Horticultura Prasilerira, vol, 30, (4): vitoria da comguirta.

33- Mahant G.; Rajolli H.B.; Lingaiah I.; Malashetti R.; Amfuta, S. B.; Ravindkumar, J.S., (2017): Correlation and Path Co-Efficient Studies in Tomato (*Solanum lycopersicum L.*). Int. J. Pure APP. Biosci. 5(6): 913-917.

34- Miklova, L., (1975):General and specific combining ability for mean fruit weight in tomato(*L. esculentum Mill.*), diallel cross. Comptes Rendus de l'Academic Agricole Georgi Dimitrov. 8 (4), , 23-25.

35- Mohanty, B.K., (2003). Correlation and path coefficient studies in tomato. Indian J. Agric. Res., 37 (1): 68 - 71.

36- Nadeem, K.; Munawar, M.; Chishti, S. Ahmad S., (2013). Genetic Architecture and Association of Fruit Yield and Quality Traits in Tomato (*Solanum ycopersicum L.*). Universal Journal of Agricultural Research 1(4): 155-159.

37- Sativa, T. and Singh, J.P. (2018). Heterosis in Tomato for Growth and Yield Traits.International Journal of vegetable scince, volume 24, 169-179.

38- Shalaby, T.A., (2013): Line x tester analysis for combining ability and heterosis in tomato under late summer season conditions. J. Plant Prod. Mansoura Univ., (3): 2857-2865.

39- Sinha,S.K.; Khanna, R., (1975). Physiological, biochemical and genetic basis of heterosis, Advances in Agronomy.(27): 123-174.

40- Shalini,M., (2009). Studies on heterosis and combining ability in tomato (*Solanum lycopersicum L.*).doctoral thesis. Department of horticulture college of agriculture. Dharwad university of agricultural sciences, Darwad, 580 005.

41- 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): 114. doi:10.4172/2168-9881.1000114.

42- Singh AK. and Asati B.S., (2011). Combining ability and heterosis studies in tomato under bacterial wilt condition. Bangladesh Journal of Agricultural Research 36.(2): 313-318.

43- Smith, H.H.,( 1952). Fixing transgressive vigor in Nicotiana rustica. Heterosis, Iowa State college Press. Ames, Iowa, USA, 74-161 P.

44- 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.

45- 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.

46- Suresh K. S.; Anand K. S.; Singh, B.K.; Kalyan B.; Pal A.K. and Ashutosh K., (2020). Heterosis Studies for Growth and Yield Traits in Tomato (*Solanum lycopersicum L.*). Int.J.Curr.Microbiol.App.Sci, 9(10): 2732-2738.

47- Yadav, S. 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.