

دراسة معاملي الارتباط المظهري والمرور لصفة صلابة الثمار وبعض الصفات المرتبطة بها في هجن من البندروة (*Lycopersicon esculentum* Mill.)

علي عزو*⁽¹⁾ وحسان خوجه⁽²⁾ وسهيل مخول⁽³⁾

- (1). محطة بحوث الجماسة، مركز البحوث العلمية الزراعية في طرطوس، الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية، طرطوس، سورية.
 (2). قسم البساتين، كلية الزراعة، جامعة تشرين، اللاذقية، سورية.
 (3). الهيئة العليا للبحث العلمي، دمشق، سورية.
 (* للمراسلة: م. علي عزو، البريد الإلكتروني izzo198899@gmail.com).

تاريخ القبول: 2015/11/12

تاريخ الاستلام: 2015/10/20

الملخص

أجري هذا البحث في محطة بحوث الجماسة التابعة لمركز البحوث العلمية الزراعية في طرطوس/سورية، خلال الموسم 2014 وذلك بهدف دراسة معاملي الارتباط المظهري والمرور لصفات صلابة الثمار (كغ/سم³)، وسماكة غلاف الثمرة (مم)، وطول الثمرة (سم)، وعرض الثمرة (سم)، وعدد الحجيرات في الثمرة، ونسبة المواد الصلبة الذائبة (%، وإنتاجية النبات الفردي (كغ/نبات). وتضمنت الدراسة خمسة عشر هجيناً نصف تبادلياً من البندروة مع آبائها، والتي قيّمت بتجربة وفق تصميم القطاعات العشوائية الكاملة بثلاثة مكررات، وبيّنت نتائج الدراسة ارتباطاً سلبياً معنوياً لصلابة ثمار البندروة مع إنتاجية النبات الفردي (**-r=0.492)، وطول الثمرة (**-r=0.439)، وعرض الثمرة (**-r=0.685)، وعدد الحجيرات في الثمرة (**-r=0.649)، في حين كان ارتباطها موجباً معنوياً مع نسبة المواد الصلبة الذائبة (*r=0.319)، وسماكة غلاف الثمرة (**-r=0.779)، وأظهرت دراسة معامل المرور أن سماكة غلاف الثمرة من أكثر الصفات مساهمة في تباين صلابة الثمار على أن يترافق ذلك مع عرض للثمرة وعدد حجيرات في الثمرة ملائمين، وعليه تعدّ صفة سماكة غلاف الثمرة مؤشراً انتخابياً لتحسين صلابة ثمار البندروة.

الكلمات المفتاحية: البندروة، معاملي الارتباط المظهري والمرور.

المقدمة:

تعد البندورة من أهم محاصيل الخضار في جميع أنحاء العالم نظراً لقدرتها العالية على التأقلم والتكيف مع البيئات المختلفة وإنتاجيتها العالية وملائمتها للاستخدامات المتعددة (Kumar *et al* 2013)؛ وتزرع على المستوى العالمي في مساحة 4.39 مليون هكتار، وإنتاج كلي 150.51 مليون طن (FAO, 2012). وتحتل سورية المرتبة الثامنة عشر في الإنتاج عالمياً، حيث تشير المجموعة الإحصائية الزراعية السورية لعام 2013 إلى أن المساحة الحقلية المروية بلغت 6443 هكتاراً أنتجت 264224 طناً بإنتاجية 41 طن/هكتار، والمساحة الحقلية البعلية بلغت 1482 هكتاراً، أنتجت 8785 طناً بإنتاجية 5.9 طن/هكتار، في حين بلغ عدد البيوت البلاستيكية المزروعة بالبندورة في الزراعة المحمية 37789 بيتاً بمساحة تقدر بنحو 1512 هكتاراً وإنتاج كلي يقدر بنحو 226734 طناً بإنتاجية 6 طن/بيت. تركّز الهدف الرئيسي لبرامج تربية البندورة - حتى وقت قريب - على تحسين الإنتاجية والتكيف مع الظروف المحددة والمقاومة للأمراض وغير ذلك، ولكن مع تطور الوعي الاستهلاكي في الوقت الحاضر فقد أصبحت نوعية الثمار تملك أهمية خاصة، حيث تتحدد جودة الثمار الصالحة للاستهلاك الطازج بصفات خارجية (الحجم، اللون، والصلابة)، وصفات داخلية (النكهة، الرائحة، والقوام) (Causse *et al.*, 2010)، وتعد الصلابة من الصفات الهامة في تحديد

جودة الثمار، فهي تحدد درجة نضج الثمار ومدى قابليتها لتحمل الشحن والنقل والتصنيع، وقد توجهت برامج التربية للوصول إلى ثمار صلبة متجانسة اللون (Aurand *et al.*, 2012; Seymour, 2012)، والصلابة صفة مركبة يتحكم بها العديد من المورثات (Chapman *et al.*, 2012)، لذلك يتم الانتخاب لمكونات هذه الصفة، حيث يمكن زيادة الصلابة من خلال زيادة كل مكون من مكوناتها، مثل زيادة صلابة البشرة، وسماكة غلاف الثمرة. إن تقدير معامل الارتباط المظهري Simple Correlation Coefficient يدل على مدى الارتباط بين اثنتين أو أكثر من الصفات، والارتباط المعنوي يدل على إمكانية التحسين لتلك الصفات المرتبطة معنوياً في آن واحد (Hayes *et al.*, 1955). ويعد معامل المرور Path coefficient أحد الطرائق الكمية للتعرف على التراكيب الوراثية المميزة، عبر قياس طبيعة العلاقة بين صفتين وتحديد كل من التأثيرات المباشرة وغير المباشرة في الصفة الرئيسية، ويرسم صورة واضحة لطريقة ودرجة تأثير تلك الصفات في الصفة الرئيسية، مما يسمح بتحديد مؤشرات انتخابية فعالة في برنامج التحسين الوراثي (Singh and Chaudhary, 1995).

وجد (Al-Aysh *et al.*, 2012) في تقييمهم لنحو 14 سلالة محلية من البندورة، ارتباطاً إيجابياً معنوي لعدد الحبيبات في الثمرة مع الإنتاجية، وسلبي معنوي مع نسبة المواد الصلبة الذائبة، وارتباطاً إيجابياً معنوي لسماكة غلاف الثمرة مع دليل الشكل والإنتاجية، وسلبي معنوي مع نسبة المواد الصلبة الذائبة، في حين ارتبطت نسبة المواد الصلبة الذائبة ارتباطاً سلبياً ومعنوياً مع الإنتاجية، وذكر (Shalini 2009) في دراسته للارتباط بين مجموعة من الصفات الكمية، وجود ارتباطاً إيجابياً بين عدد الحبيبات في الثمرة من جهة، وعرض وطول الثمرة من جهة أخرى، وأوضح (Fu *et al.*, 1995) أن صفة صلابة الثمار ترتبط مع نسبة المواد الصلبة الذائبة ودليل شكل الثمار، وبالمقابل وجد (Shokat *et al.*, 2011) من خلال تحليل الارتباط ومعامل المرور، ارتباطاً قوياً لعرض الثمار ($r=0.536$) مع سماكة غلاف الثمرة، وارتبطت صلابة الثمار في مرحلة النضج الوردي مع صلابة الثمار في مرحلة النضج الأحمر، وسماكة غلاف الثمرة بارتباطاً إيجابياً ومعنوياً ($r=0.813$) و($r=0.584$) على التوالي. بالمقابل أظهر طول الثمار علاقة قوية مع عرض الثمار ($r=0.815$) وسماكة غلاف الثمرة ($r=0.8036$) ودرجة الحموضة ($r=0.550$) ونسبة المواد الصلبة الذائبة ($r=0.7125$).

لقد أدى استيراد الأصناف والهجن المتفوقة، دون السعي إلى استنباطها محلياً، إلى تراجع زراعة الأصناف المحلية Land races وفقدانها وتدهورها الوراثي، مع أنها تمتاز بصفات اقتصادية هامة، الأمر الذي يُحفّز على الاستفادة من هذه الطرز المحلية، من خلال دراسة صفاتها وآلية توريثها والارتباطات بين هذه الصفات، بهدف استثمارها في برامج التربية ونقل صفاتها الاقتصادية المميزة إلى الأصناف والهجن الجديدة، ومن هنا فقد هدف البحث إلى دراسة معاملي الارتباط المظهري والمرور لصفة الصلابة وبعض صفات الثمار بغية تحديد الصفات الأكثر أهمية كمحددات انتخابية في برامج التربية الهادفة لتحسين صلابة ثمار البندورة.

مواد البحث وطرقه:

استخدم في الدراسة خمسة عشر هجيناً نصف تبادلياً مع آبائها، نُفِّدَ البحث في محطة بحوث الجماسة التابعة لمركز البحوث العلمية الزراعية في طرطوس/سورية. زرعت الطرز الوراثية (الهجن وآباءها) في الموسم الزراعي 2014 في بيت بلاستيكي، بتجربة وفق تصميم القطاعات العشوائية الكاملة (RCBD) وبثلاثة مكررات، ضمن قطع تجريبية مخططة، بحيث كانت المسافة بين الخطوط 80 سم، والمسافة بين النباتات على الخط 40 سم. قَدِّمَت جميع العمليات الزراعية من عزيق وري وتسميد ومكافحة وفقاً لما هو متبع في الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية، وأخذت القراءات على عشرة نباتات محاطة من كل قطعة تجريبية لصفات صلابة الثمار (FIR)، وطول الثمرة (FL)، وعرض الثمرة (FD)، وعدد الحبيبات في الثمرة (NLF)، ونسبة المواد الصلبة الذائبة (TSS)، وسماكة غلاف الثمرة (PT)، وإنتاجية النبات الفردي (YIE)، حيث قَدِّمَت صلابة الثمار (FIR) في طور النضج الكامل باستخدام جهاز قياس الصلابة البينيتروميتر، الذي يعتمد على أساس درجة مقاومة أنسجة الثمرة لضغط واقع على مساحة معينة منها ويعمق معين وتقدر بوحدة كغ/سم³، أما طول الثمرة (FL)، وعرض الثمرة (FD) فقَدِّمَت باستخدام جهاز البياكوليس، وحدد عدد الحبيبات في الثمرة (NLF) بعمل مقطع عرضي في الثمرة، وقَدِّمَت نسبة المواد الصلبة الذائبة (TSS)

بجهاز الرفراكتوميتر المئوي، وسماكة غلاف الثمرة (PT) بواسطة جهاز البياكوليس، وذلك بأخذ متوسط سماكة غلاف الثمرة لعشرين ثمرة وقياس سماكة الغلاف مرتين لكل ثمرة في موضعين مختلفين مع تجنب القياس مقابل الجدر الفاصلة بين الحجيرات.

جُمعت البيانات لجميع القراءات المدروسة، وبوبت باستخدام برنامج Excel، ثم تمّ تقدير معامل الارتباط المظهري بين الصفات المدروسة وفق ما ورد في معادلة (Snedecor and Cochran, 1981) باستخدام برنامج Plab.Stat:

$$r_{ph} = \sigma_{p_i p_j} / \sqrt{\sigma_{p_i}^2 \times \sigma_{p_j}^2}$$

r_{ph} : معامل الارتباط المظهري. $\sigma_{p_i p_j}$: التباين المشترك المظهري بين الصفة i والصفة j .

$\sigma_{p_i}^2$ and $\sigma_{p_j}^2$: التباين المظهري لكل من الصفة i والصفة j .

وتمّ تقدير معامل المرور للوقوف على الأهمية النسبية لكل صفة من خلال تقدير نسبة مساهمتها في صلابة الثمار وذلك وفق معادلة العالمين (Dewey and Lu, 1959):

$$1 = P_{y_0}^2 + P_{y_1}^2 + P_{y_3}^2 + (2P_{y_1 r_{12}} P_{y_2}) + (2P_{y_1 r_{13}} P_{y_3}) + (2P_{y_2 r_{23}} P_{y_3})$$

P : معامل المرور الذي يقيس التأثير المباشر.

y : صلابة الثمار.

r : الارتباط المظهري.

كما تمّ تحديد الأهمية النسبية Relative Importance وفق المعادلة:

$$RI = |CD_i| / \sum_i |CD_i| \times 100$$

CD_i : معامل التحديد للصفة i . RI_i : الأهمية النسبية لمساهمة الصفة في الصلابة.

النتائج والمناقشة:

1- معامل الارتباط الظاهري:

تعدّ الصلابة من الصفات المحددة لجودة ثمار البندورة سواء المعدّة للاستهلاك في السوق المحلية أو للتصدير (Aurang et al., 2012) وهي صفة كمية من الناحية الوراثية لذا يعتمد مربي البندورة على الانتخاب لمكوناتها بهدف الوصول للصلابة مرغوبة. وقد أظهرت الدراسة ارتباطاً سلبياً معنوياً لصلابة ثمار البندورة مع إنتاجية النبات الفردي ($r=-0.492$)، وطول الثمرة ($r=-0.439$)، وعرض الثمرة ($r=-0.685$)، وعدد الحجيرات في الثمرة ($r=-0.649$)، في حين كان ارتباطها موجباً معنوياً مع نسبة المواد الصلبة الذائبة ($r=0.319$)، وسماكة غلاف الثمرة ($r=0.779$)، (الجدول 1). تتاغت هذه النتائج مع ما توصل إليه (Chaibet et al., 2007; Shalini, 2009; Kumar and Devendra, 2011; Al-Aysh et al., 2012; Aurang, 2012). أما فيما يتعلق بصفة سماكة غلاف الثمرة والتي تعد من الصفات النوعية الهامة نظراً لدورها في تحديد صلابة الثمار ومدى تحملها للنقل والتداول، فقد ارتبطت ارتباطاً سلبياً معنوياً مع إنتاجية النبات الفردي ($r=-0.663$)، وطول الثمرة ($r=-0.540$)، وعرض الثمرة ($r=-0.849$)، وعدد الحجيرات في الثمرة ($r=-0.867$)، وارتباطاً موجباً معنوياً مع نسبة المواد الصلبة الذائبة ($r=0.434$)، وتشابهت هذه النتيجة مع ما جاء به (Kumar and Dudi, 2011; Shokat et al., 2011; Al-Aysh et al., 2012; Nadeem et al., 2013)، وكذلك نسبة المواد الصلبة الذائبة في الثمار، هذه الصفة التي تعد

من أهم معايير الجودة والنوعية في البندورة، حيث أن زيادة 1% في نسبة المواد الصلبة الذائبة تؤدي إلى زيادة قدرها 20% في إنتاج البندورة المصنعة، كما تؤثر في نكهة وطعم البندورة (Kumar *et al* 2013)، فقد ارتبطت ارتباطاً سلبياً معنوياً مع عرض الثمرة ($r=0.281-$)، وعدد الحجيرات في الثمرة ($r=0.429-$)، وتوافق ذلك مع ما ذكره (Shokat *et al.*, 2011; Jing *et al.*, 2012; Al-Aysh *et al.*, 2012). وبالنسبة لعدد الحجيرات في الثمرة فقد وجد بأن الثمار التي تملك عدد أقل من الحجيرات تكون أكثر صلابة من الثمار عديدة الحجيرات وهذا ما يجب أخذه بالاعتبار ضمن برامج التربية الهادفة للوصول إلى هجن ذات إنتاجية عالية وصلابة ثمار جيدة وبالتالي الانتخاب لعدد متوسط من الحجيرات في الثمار (حسن، 1993)، وأظهرت النتائج ارتباط عدد الحجيرات ارتباطاً موجباً معنوياً مع إنتاجية النبات الفردي ($r=0.516$) وطول الثمرة ($r=0.516$)، وعرض الثمرة ($r=0.871$)، وتقاربت هذه النتيجة مع ما وصل إليه (Chaib *et al.*, 2007; Shalini, 2009; Kumar and Devendra, 2011). إن لصفتي طول وعرض الثمرة دور كبير في تحديد شكل الثمرة الذي يعد صفة تسويقية هامة للبندورة (Kumar *et al* 2013)، كما أن لطول الثمرة وعرضها تأثيراً مباشراً في تحديد إنتاجية النبات وصلابة الثمار (Kumar and Devendra, 2011)، بينت النتائج ارتباط عرض الثمرة ارتباطاً موجباً معنوياً مع إنتاجية النبات الفردي ($r=0.654$)، وطول الثمرة ($r=0.689$). بالمقابل ارتبط طول الثمرة ارتباطاً موجباً معنوياً مع إنتاجية النبات الفردي ($r=0.265$)، وتشابهت هذه النتائج مع ما توصل إليه كل من (Shalini, 2009; Shokat *et al.*, 2011; Gul, 2011).

الجدول 1. معامل الارتباط المظهري بين الصفات المدروسة لستة طرز وراثية أبوية وهجنها في البندورة:

					0.265*	FL
				0.689**	0.654**	FD
			0.871**	0.516**	0.541**	NLF
		-0.429**	-0.281*	-0.163	-0.174	TSS
	0.434**	-0.867**	-0.849**	-0.540**	-0.663**	PT
0.779**	0.319*	-0.649**	-0.685**	-0.439**	-0.492**	FIR
PT	TSS	NLF	FD	FL	YIF	

YIF: إنتاجية النبات الواحد، FL: طول الثمرة، FD: عرض الثمرة، TSS: المواد الصلبة الذائبة %، PT: سماكة غلاف الثمرة، FIR: صلابة الثمار، NLF: عدد الحجيرات في الثمرة.

** : دلالة إحصائية عند مستوى معنوية 1%، * : دلالة إحصائية عند مستوى معنوية 5%.

2- معامل المرور:

تم تقدير معامل المرور لتحديد أكثر الصفات مساهمةً في تباين صلابة الثمار، وهذه الصفات هي: صفة عدد الحجيرات في الثمرة، وسماكة غلاف الثمرة، وعرض الثمرة والتي امتلكت أعلى قيم لمعامل الارتباط مع الصلابة، وتبين من خلال النتائج (الجدول 2) أن صفة سماكة غلاف الثمرة امتلكت تأثيراً إيجابياً مباشراً عالياً في صفة صلابة الثمار (0.801)، تلتها صفة عدد الحجيرات في الثمرة (0.206)، ومن ثم التأثير السلبي لصفة عرض الثمرة (-0.184)، ومن ناحية أخرى فقد كان التأثير غير المباشر لصفة عرض الثمرة من خلال عدد الحجيرات في الثمرة (0.180) أعلى التأثيرات غير المباشرة، تلتها التأثيرات غير المباشرة لصفة سماكة غلاف الثمرة من خلال عرض الثمرة (0.157)، ثم التأثيرات غير المباشرة السلبية لعدد الحجيرات في الثمرة من خلال سماكة غلاف الثمرة (-0.695)، تلتها التأثيرات غير المباشرة السلبية لسماكة غلاف الثمرة من خلال سماكة غلاف الثمرة (-0.680)، ثم التأثيرات غير المباشرة السلبية لسماكة غلاف الثمرة من خلال عدد الحجيرات في الثمرة (-0.179)؛ وأخيراً التأثيرات غير المباشرة لعدد الحجيرات في الثمرة من خلال عرض الثمرة (-0.161). انسجمت هذه النتائج مع ما توصل إليه (Jing *et al.*, 2011).

الجدول 2. التأثيرات المباشرة وغير المباشرة لصفات عرض الثمرة، وعدد الحجيرات في الثمرة، وسماكة غلاف الثمرة في صلابة الثمار.

التأثيرات	مصادر التباين
	تأثير عرض الثمرة في صلابة الثمار
-0.184	التأثير المباشر
0.180	التأثير غير المباشر من خلال عدد الحجيرات
-0.680	التأثير غير المباشر من خلال سماكة غلاف الثمرة
-0.685	المجموع
	تأثير عدد الحجيرات في صلابة الثمرة
0.206	التأثير المباشر
-0.161	التأثير غير المباشر من خلال عرض الثمرة
-0.695	التأثير غير المباشر من خلال سماكة غلاف
-0.649	المجموع
	تأثير سماكة غلاف الثمرة في صلابة الثمار
0.801	التأثير المباشر
0.157	التأثير غير المباشر من خلال عرض الثمرة
-0.179	التأثير غير المباشر من خلال عدد الحجيرات
0.779	المجموع

يوضح الجدول (3) الأهمية النسبية والتأثيرات المفصلة كنسبة مئوية من تباين صلابة الثمار، حيث بلغت نسبة مساهمة صفة سماكة غلاف الثمرة (64.23%)، تلاها التأثير غير المباشر لعرض الثمرة من خلال سماكة غلاف الثمرة (25.10%)، ثم التأثير المباشر لعدد الحجيرات في الثمرة (4.26%)، ثم التأثير المباشر لعرض الثمرة (3.40%)، تلاه في الأهمية التأثير غير المباشر السلبي لعرض الثمرة من خلال عدد الحجيرات في الثمرة (-6.63%)، ثم التأثير غير المباشر السلبي لعدد الحجيرات في الثمرة من خلال سماكة غلاف الثمرة (-28.70%)، وبلغت نسبة المساهمة الكلية لهذه الصفات (61.66%)، بينما كانت قيمة باقي التأثيرات في التباين المظهري لصفة صلابة الثمار (38.34%). ومن الجدير بالذكر أن التأثيرات المباشرة لصفة سماكة غلاف الثمرة، والتأثير غير المباشر لعرض الثمرة من خلال سماكة غلاف الثمرة، والتأثيرات المباشرة لعدد الحجيرات في الثمرة، وعرض الثمرة، من أكثر الصفات مساهمة في صلابة ثمار البندورة.

وبناءً على ما تقدّم يمكن القول أن صفتي: سماكة غلاف الثمرة، وعرض الثمرة، تعتبران من أكثر الصفات مساهمة في صلابة الثمار، وعليه يمكن اعتبارهما مؤشراً انتخابياً في برامج تربية البندورة الهادفة إلى تحسين صلابة ثمار البندورة من خلال التربية لزيادة سماكة غلاف الثمرة لارتباطها الموجب بالصلابة وتقليل عرض الثمرة لارتباطه السالب بصلابة الثمار.

الجدول 3. الأهمية النسبية للصفات المساهمة في تباين صفة صلابة الثمرة:

RI%	CD	مصدر التباين
3.40	0.0340	عرض الثمرة
4.26	0.0426	عدد الحجيرات في الثمرة
64.23	0.6423	سماكة غلاف الثمرة
-6.63	-0.0663	عرض الثمرة × عدد الحجيرات في الثمرة
25.10	0.2510	عرض الثمرة × سماكة غلاف الثمرة
-28.70	-0.2870	عدد الحجيرات في الثمرة × سماكة غلاف الثمرة
61.66	0.6166	مجموع الأهمية النسبية الكلية
38.34	0.3834	مجموع التأثيرات المتبقية

CD: معامل التحديد. RI%: الأهمية النسبية.

الخلاصة:

أظهرت دراسة معامل الارتباط بأن صفات عرض الثمرة وعدد الحجيرات في الثمرة وسماكة غلاف الثمرة أكثر الصفات ارتباطاً بصلاية ثمار البندورة، وبينت دراسة معامل المرور بأن سماكة غلاف الثمرة من أكثر الصفات مساهمة في تباين صلاية الثمار على أن يتوافق ذلك مع عرض للثمرة وعدد حجيرات في الثمرة ملائمين، وعليه تعدّ صفة سماكة غلاف الثمرة مؤشراً انتخابياً لتحسين صلاية ثمار البندورة.

المراجع:

- وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي (2013). مديرية الإحصاء والتعاون الدولي، وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي، دمشق، سورية. حسن، أحمد عبد المنعم (1993). تربية الخضر. الدار العربية للنشر والتوزيع، القاهرة. 682 صفحة.
- Al-aysh, F.; H. Kutma; M. Serhan; A. Al-zoubai; and M. Al-Naseer (2012). Genetic analysis and correlation studies of yield and fruit quality traits in tomato (*Solanum lycopersicum L.*). New York Science Journal . 5(10).
- Aurand, R.; M. Faurobert; D. Page; J. Maingonnat; B. Brunel; M. Causse; and N. Bertin (2012). Anatomical and biochemical trait network underlying genetic variations in tomato fruit texture. Euphytica. 187:99–116.
- Chaib, J.; M. Devaux; M.G. Grotte; K. Robini; M. Causse; M. Lahaye; I. Marty (2007). Physiological relationships among physical, sensory, and morphological attributes of texture in tomato fruits. Journal of Experimental Botany. 58(8): 1915–1925.
- Chapman, N. H.; J. Bonnet; L. Grivet; J. Lynn; N. Graham; R. Smith; G. Sun; P.G. Walley; M. Poole; M. Causse; G.J. King; C. Baxter; and G.B. Seymour (2012). High-resolution mapping of a fruit firmness-related quantitative trait locus in tomato reveals epistatic interactions associated with a complex combinatorial locus1[W][OA]. Plant Physiology. 159:1644–1657.
- Causse, M.; C. Friguet; C. Coiret; M. L'epicier; B. Navez; M. Lee; N. Holthuysen; F. Sinesio; E. Moneta; and S. Grandillo (2010). Consumer preferences for fresh tomato at the european scale: a common segmentation on taste and firmness. S532, Journal of Food Science. 75(9).
- Dewey, J.R. ; and K.H. Lu (1959). Correlation and path coefficient analysis of components of crested wheat grass seed production. Agron. J., 51: 515-518.
- Fu, W.; L. Jingfu; L. Guiying (1995). A study on inheritance and correlation of fruit firmness in tomato. Acta Hort., (ISHS). 402:253-258.
- FAO (2012). Plant genetic resource for food and agriculture. Rome, Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- 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.
- Hayes, H.K.; R.I. Forrest; and D.C. Smith (1955). Correlation and regression in relation to plant breeding. pp:439-451. Methods of plant breeding. 2nd ED. McGraw-Hill Company Inc.
- Jing, L; T. Liping; Z. Chao; and X. Lin (2011). Analysis of firmness and related characters of processing tomato. Chinese Agricultural Science Bulletin. 27(28):217-220.
- Kumar, V.; R. Nandan; S.K. Sharma; K. Srivastava; R. Kumar; and M.K. Singh (2013). Heterosis study for quality attributing traits in different crosses in tomato (*Solanum Lycopersicum L.*). Plant Archives. 13(1): 21-26.

- Kumar, M.; and B.S. Dudi (2011). Study of correlation for yield and quality characters in tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). Electronic Journal of Plant Breeding. 2(3): 453-460.
- Kumar, T.J.; and U. Devendra (2011). Correlation and path-coefficient studies in tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). Research Journal of Agricultural Sciences. 2(1): 63-68.
- Nadeem, K.; M. Munawar; and S. Chishti (2013). Genetic architecture and association of fruit yield and quality traits in tomato (*Solanum lycopersicum* L.). Universal Journal of Agricultural Research. 1(4):155-159.
- Shokat, S.; F.M. Azhar; M.B. ZIA (2011). Path coefficient analysis of total soluble solids in *Solanum lycopersicum* L. The Nucleus Pakistan, A Quarterly Scientific Journal of Pakistan Atomic Energy Commission. 48(4):339-342.
- Seymour, G.B. (2012). Combinatorial QTL-Related 1 to tomato fruit firmness. Plant Physiology Preview. as DOI:10.1104/pp.112.200634.
- Shalini, M. (2009). Studies on heterosis and combining ability in tomato (*Solanum lycopersicum* L.). Ph.D thesis. Department of Horticulture, College of Agriculture. Dharwad University of Agricultural Sciences. Darwad- 580 005.
- Singh, R.K. and B.D. Chaudhary (1995). Biometrical methods in quantitative genetics analysis. Kalyani publishers. New Delhi-318P.
- Snedecor, G.W. and W.G. Cochran (1981). Statistical methods. 6th (Edit), Iowa Stat. Univ., Press. Ames, Iowa, U. S. A.

A study of Phenotypic Correlation and Path Coefficients of Fruit Firmness and Some Correlated Traits in Tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.)

Hybrids

Ali Izzo^{*(1)} Hassan khojah⁽²⁾ and Sohil Makhol⁽³⁾

(1). AL-Jmmaseh Research Station, Scientific Agricultural Researches Center of Tartous, General Commission for Scientific Agricultural Research (GCSAR), Tartous, Syria.

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

(3). Higher Commission for Scientific Research (HCSR), Damascus, Syria.

(*Corresponding author: Eng. Ali Izzo. E-mail: izzo198899@gmail.com , Mobile: +963 0966275436).

Received: 20/10/ 2015

Accepted: 12/11/ 2015

Abstract

The research was conducted at Al-Jmmaseh Station, Agricultural Research Center in Tartous, Syria, during 2014 season, to study the phenotypic correlation and path coefficient of pericarp thickness (mm), firmness (Kg/cm³), total soluble solids (%), yield per plant (Kg/plant), number of locales per fruit, fruit diameter (cm), and fruit length (cm). Fifteen hybrids and their parents were evaluated with three replications using RCBD design. The results of phenotypic correlation values showed that fruit firmness was positively and significantly correlated with total soluble solids ($r=0.319^*$) and pericarp thickness ($r=0.779^{**}$), but it was negatively and significantly correlated with yield per plant ($r=-0.492^{**}$), fruit length ($r=-0.439^{**}$), fruit diameter ($r=-0.685^{**}$) and number of locales per fruit ($r=-0.649^{**}$). Path coefficient analysis showed that pericarp thickness was one of the most traits in contribution in firmness variation, therefore, it could be concluded that firmness improvement could be achieved by selection for pericarp thickness.

Key Words: Tomato, Phenotypic correlation and path coefficients.