Estimation of phenotypic and path correlation coefficients of yield and some yield components in Tomato (*Lycopersicom esculentum* Mill.) lines.

Dr. Hassan khojah*
Dr. Abdlmohsen murie**
Ali Izzo***

(Received 14 / 1 / 2020. Accepted 15 / 7 /2020)

□ ABSTRACT □

The research was conducted at Al-Jammaseh station - Agricultural Research Center in Tartous- Syria, to study the phenotypic correlation and path coefficient of yield and some correlated traits, i.e. number of days until start of flowering, number of flowers per cluster, number of fruits per cluster, fruit weight, pericarp thickness, number of locules per fruit, fruit diameter, fruit length,. Seventeen lines were evaluated in 2018 season in three replication using R.C.B.D design. Results of phenotypic correlation showed that yield per plant was positively and significantly correlated with the number of days until the start of flowering (+0.59), fruit weight (+0.67), fruit length (+0.37), fruit diameter (+0.66), number of locules per fruit (+0.28), pericarp thickness (+0.77), but it was negatively and significantly correlated with number of flowers per cluster (-0.41), number of fruits per cluster (-0.42). Path coefficient analysis showed that pericarp thickness, fruit weight and fruit diameter were the most contributed traits in yield variation, therefore, it could be concluded that yield improvement could be achieved by selection for these traits.

Key Words: Tomato, Phenotypic Correlation and Path Coefficient Analysis

*Professor- Horticulture Department, Faculty of Agriculture, Tishreen University, Latakia, Syria.
** Researcher . General Commission for Scientific Agricultural Research.
***Postgraduate Student, Faculty of Agriculture, Department of Horticulture, Tishreen University,Lattakia, Syria.(izzo198899@gmail.com)

تقدير معاملي الارتباط المظهري والمرور لصفة الإنتاجية وبعض مكوناتها في سلالات من البندورة (*Solanum Lycopersicom* L.)

د.حسان خوجه*

د.عبد المحسن مرعي**

علي عزو***

(تاريخ الإيداع 14 / 1 / 2020. قبل للنشر في 15 / 7 / 2020)

□ ملخّص □

أجري هذا البحث في محطة بحوث الجماسة التابعة لمركز البحوث العلمية الزراعية في طرطوس، سورية، خلال الموسم 2018 وذلك بهدف دراسة معاملي الارتباط المظهري والمرور لصفات إنتاجية النبات الفردي (كغ/نبات)، ووزن الثمرة(غ)، وعدد الأيام حتى بدء الإزهار، وعدد الأزهار في العنقود، وعدد الثمار في العنقود، وعدد الحجيرات في الثمرة، وقطر الثمرة (سم)، وارتفاع الثمرة (سم)، وسماكة غلاف الثمرة (مم). وتضمنت الدراسة سبعة عشر سلالة من البندروة، والتي قيّمت بتجربة وفق تصميم القطاعات العشوائية الكاملة بثلاث مكررات، وبيّنت نتائج دراستنا وجود ارتباطاً موجباً معنوياً بين صفة إنتاجية النبات الفردي وكل من صفة عدد الأيام حتى بدء الإزهار (+0.59)، ووزن الثمرة (+0.67)، وارتفاع الثمرة (+0.37)، وقطر الثمرة (+0.66)، وعدد الحجيرات في الثمرة (+0.28)، وسماكة غلاف الثمرة (+0.77)، بالمقابل كان الارتباط سالباً معنوياً مع عدد الأزهار في العنقود (−0.41)، وعدد الثمار في العنقود (−0.42)، وأظهرت دراسة معامل المرور أن صفة سماكة غلاف الثمرة، وعرض الثمرة، ووزن الثمرة من أكثر الصفات مساهمةً في إنتاجية النبات الفردي، وبالتالي يمكن اعتمادها مؤشرات انتخابيّة هامة في برامج تحسين إنتاجية البندورة .

الكلمات المفتاحية: البندروة ، معاملي الارتباط المظهري والمرور.

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

** **باحث –إدراة بحوث البستنة – الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية – دمشق– سورية.**

*** **طالب دكتوراه – قسم البساتين – كلية الزراعة – جامعة تشرين – اللاذقية – سورية.**(izzo198899@gmail.com)

مقدمة

يتبع نبات البندورة .*Solanum Lycopersicom* L العائلة الباذنجانية *Solanaceae*. وترجع بموطنها الأصلي إلى الإكوادور وبوليفيا في أميركا الجنوبية (1969) Rick ، وتعد البندورة أحد أهم محاصيل الخضار عالمياً؛ نظراً لإنتاجيتها العالية واستخداماتها الغذائية المتعددة الطازج والتصنيعي منها، كما تعد من الخضار الغنية بفيتامين A و C وغيرها من المكونات الغذائية الهامة (Mahapatra *et al*.,2013) ، وتشغل البندورة المركز الأول عالمياً إذ تشكل ما نسبته 14% من مجموع الإنتاج العالمي من الخضار، بمساحة تقدر بـ 4.85 مليون هكتار، وإنتاج كلي 182 مليون طن (FAO, 2017). أما في سورية فبلغت المساحة المكشوفة من البندورة 9489 هكتاراً أنتجت 440132 طناً؛ في حين بلغ عدد البيوت البلاستيكية المزروعة بالبندورة 102728 بيتاً بمساحة تقدر بـ 4109 هكتاراً، وبإنتاج كلي مقداره 616368 طناً (المجموعة الإحصائية لوزارة الزراعة والإصلاح الزراعي، 2017).

يزوّد معامل الارتباط البسيط Simple Correlation Coefficient مربي النبات بمعلوماتٍ هامّة، عن درجة وطبيعة العلاقة بين صفتين أو أكثر، ويدل الارتباط المعنوي بينها على إمكانية تحسين الصفات المرتبطة معاً في آنٍ واحد (Hayes *et al*., 1955). ويعد معامل المرور Path coefficient أحد الطرائق الكمية للتعرف على التراكيب الوراثية المميزة، عبر قياس طبيعة العلاقة بين صفة ومكوناتها، وتحديد كل من التأثيرات المباشرة وغير المباشرة على الصفة الرئيسة، مما يسمح بتحديد مؤشرات انتخابية فعالة في برنامج التحسين الوراثي (Singh and Chaudhary,1995). وفي هذا الصدد قيّم Ullah وآخرون (2015) عشرين طرازاً وراثياً من البندورة، لدراسة معاملي الارتباط المظهري والوراثي ومعامل المرور لصفة الإنتاجية وبعض مكوناتها، فوجدوا ارتباطاً معنوياً سلبياً لصفة الإنتاجية مع عدد الأزهار في العنقود (−0.394)، وعدد الثمار في العنقود (−0.270)، وايجابياً مع قطر الثمرة وعدد حجيراتها (0.393 ، 0.330) على الترتيب، بالمقابل سجل قطر الثمرة أعلى تأثير مباشر في إنتاجية النبات الفردي (3.25)، في حين كان أعلى تأثير غير مباشر لوزن الثمرة من خلال قطرها(2.80). توصل Rajolli وآخرون (2017) في محصول البندورة إلى قيم موجبة لارتباط صفة الإنتاجية مع عدد الثمار على النبات (+0.932)، وصفتي عرض الثمرة ووزنها (+0.334، +0.280) على الترتيب، وأظهرت دراسة معامل المرور أن صفات عدد الثمار على النبات وارتفاع النبات ومتوسط وزن الثمرة امتلكت أعلى التأثيرات المباشرة الموجبة في إنتاجية النبات، وأشار Naveen وآخرون (2017) في دراستهم التي شملت ثلاثين طرازاً وارثياً من البندورة لتحليل معاملي الارتباط والمرور لصفات الإنتاجية والصفات المرتبطة بها، إلى وجود ارتباط موجب معنوي للإنتاجية مع متوسط وزن الثمرة، وارتباط سالب معنوي مع عدد الأيام حتى بدء الإزهار، وبالمقابل أظهرت دراسة معامل المرور تأثير مباشر لصفات عدد الأيام حتى بدء الإزهار ومتوسط وزن الثمرة، وكان لصفة عدد الأيام حتى بدء الإزهار تأثيراً غير مباشر في الإنتاجية من خلال عدد الأيام حتى إزهار 50%، وعدد الأيام حتى بدء العقد، كما كان لصفة وزن الثمرة تأثير غير مباشر من محتوى الليكوبين وإنتاجية الهكتار؛ مما دل على أهمية الصفات المدروسة كمؤشرات انتخابية في برامج تحسين الإنتاجية في البندورة.

لقد سجل Rathod وأخرون (2018) ارتباطاً موجباً ومعنوياً بين صفة إنتاجية نبات البندورة، وكل من صفات وزن الثمرة وعدد الثمار على النبات وعدد أزهار العنقود الواحد، وامتلكت صفتي وزن الثمرة وعدد الثمار على النبات أعلى التأثيرات المباشرة في إنتاجية النبات. تعد صفة الإنتاجية صفة كمية مركبة وترتبط بها مجموعة كبيرة من الصفات

الأخرى، لذلك تأتي هذه الدراسة بهدف تقدير معامل الارتباط المظهري ومعامل المرور لتحديد أكثر المؤشرات الانتخابية أهمية في برنامج تربية البندورة لإنتاج هجن ذات إنتاجية عالية وصفات مظهرية مميزة.

طرائق البحث ومواده:

تم دراسة سبع عشرة سلالة من البندورة المرباة في الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية. تتميز هذه السلالات بتباين صفاتها من حيث طبيعة نموها، وصفات ثمارها ولونها ووزنها، جدول (1).

جدول رقم (1) مصدر السلالات المستخدمة في الدراسة وأهم مواصفاتها:

اسم السلالة	مصدر السلالة	طبيعة النمو	صفات الثمار
T1	محلي	غير محدود النمو	كبيرة كروية حمراء
T2	محلي	غير محدود النمو	كبيرة كروية حمراء
T3	محلي	غير محدود النمو	كرزية كروية حمراء موشحة
T4	محلي	غير محدود النمو	كرزية أجاصية صفراء
T5	محلي	غير محدود النمو	متوسطة كروية صفراء
T6	محلي	غير محدود النمو	متوسطة كروية صفراء
T7	محلي	غير محدود النمو	متوسطة كروية مضغوطة حمراء
T8	محلي	غير محدود النمو	كبيرة كروية حمراء
T9	محلي	غير محدود النمو	متوسطة كروية حمراء
T10	محلي	غير محدود النمو	كرزية كروية حمراء
T11	محلي	غير محدود النمو	كرزية كروية حمراء
T12	محلي	غير محدود النمو	متوسطة أسطوانية حمراء
T13	محلي	محدود النمو	متوسطة متطاولة حمراء
T14	محلي	محدود النمو	كبيرة متطاولة جداً حمراء
T15	محلي	محدود النمو	متوسطة كروية متطاولة قليلاً حمراء
T16	محلي	محدود النمو	متوسطة كروية حمراء
T17	محلي	محدود النمو	متوسطة كروية حمراء

نُفّذَ البحث في مركز البحوث العلمية الزراعية في طرطوس– محطة بحوث الجماسة. زُرعت السلالات في الموسم الزراعي 2017 –2018 في بيت بلاستيكي مجهز، وفق تصميم القطاعات العشوائية الكاملة (R.C.B.D) وبثلاثة مكررات، بأبعاد 85 سم بين خطوط الزراعة و40 سم بين النباتات ضمن الخط الواحد، نفذت جميع العمليات الزراعية وفقاً لما هو متبع في الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية في خدمة محصول البندورة للزراعة المحمية، وأُخذت القراءات على 5 نباتات محاطة من كل قطعة تجريبية لصفات إنتاجية النبات الفردي (YIE)، ووزن الثمرة (AWF)، وعدد الأيام حتى بدء الإزهار (DFF)، وعدد الأزهار في العنقود (NFC)، وعدد الثمار في العنقود (NFRC)، وعدد

الحجيرات في الثمرة (NLF)، وقطر الثمرة (FD)، وارتفاع الثمرة (FL)، وسماكة غلاف الثمرة (PT)، جُمعت البيانات لجميع القراءات المدروسة، وبُوبت باستخدام برنامج Excel، أُجري تحليل التباين ANOVA، وقُدر معامل الارتباط المظهري بين الصفات المدروسة، وفق ما ورد في معادلة (Snedecor and Cochran, 1981) باستخدام برنامج Co. Stat.:

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

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

$\sigma^2_{p_i}$ and $\sigma^2_{p_j}$: التباين المظهري لكلٍّ من الصفة i والصفة j.

كما تمّ تقدير معامل المرور للوقوف على الأهمية النسبية لكلّ صفة من خلال تقدير نسبة مساهمتها في صفة الإنتاجية وذلك وفق معادلة العالمين (Dewey و Lu، 1959):

$$1 = P^2_{y_0} + P^2_{y_1} + P^2_{y_3} + \left(2P_{y_1} r_{12} P_{y_2}\right) + \left(2P_{y_1} r_{13} P_{y_3}\right) + \left(2P_{y_2} r_{23} P_{y_3}\right)$$

P: معامل المرور الذي يقيس التأثير المباشر.

y: الإنتاجية.

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: الأهميّة النسبيّة لمساهمة الصفة في الإنتاجية.

النتائج والمناقشة

1- تحليل التباين

أبدت السلالات المدروسة تبايناً عالي المعنوية لكافة الصفات المدروسة، مما يؤكد اتساع تباعدها الوراثي، جاء ذلك منسجماً مع نتائج (Solieman *et al*,2013., Najeema *et al*,2018)، (جدول،2).

جدول (2): تحليل تباين السلالات لصفات إنتاجية النبات الفردي، ووزن الثمرة، وعدد الأيام حتى بدء الإزهار، وعدد الأزهار في العنقود، وعدد الثمار في العنقود وعدد الحجيرات في الثمرة وقطر الثمرة وارتفاع الثمرة وسماكة غلاف الثمرة.

مصادر التباين	YIE	AWF	DFF	NFC	NFRC	NLF	FD	FL	PT
المكررات	0.13	20.69	8.35	0.05	0.40	0.02	0.13	0.00	0.00
السلالات	**1.38	**10253.1	**98.7	**92.27	**71.35	**0.93	**6.04	**8.39	**0.07
الخطأ التجريبي	0.07	26.31	4.13	0.55	0.48	0.03	0.04	0.03	0.001
CV%	10.9	4.7	5.4	7.6	8.3	6.9	3.8	3.4	4.1

*،** تشير إلى المعنوية على مستوى 5% ،1% على الترتيب؛ YIE: إنتاجية النبات الفردي، AWF: وزن الثمرة، DFF: عدد الأيام حتى بدء الإزهار (من التشتيل)، NFC: عدد الأزهار في العنقود، NFRC: عدد الثمار في العنقود، NLF: عدد الحجيرات في الثمرة، FD: قطر الثمرة، FL: ارتفاع الثمرة، PT: سماكة غلاف الثمرة.

يعدّ رفع إنتاجية محصول البندورة الهدف النهائي لأي برنامج تربية فعّال، وتشير النتائج الموضحة في الجدول 3 أن السلالات المدروسة تباينت في إنتاجية النبات الفردي (YIE)؛ حيث سجلت السلالة T8 الإنتاجية الأعلى

(3.359 كغ) متفوقة معنوياً على كافة السلالات، وسجلت السلالة T10 الإنتاجية الأقل(1.111 كغ) بين السلالات، تناغمت هذه النتائج مع ما توصل إليه (Najeema *et al*,2018., Raj *et al*,2018).

كما أبدت السلالات تبايناً كبيراً لصفة وزن الثمرة، إذ تراوح من أدناه (12.57غ) عند السلالة T4، إلى أعلاه عند السلالة T8 (222.13 غ) جدول (3). وتبرز أهمية زيادة متوسط وزن الثمرة في برامج التحسين الهادفة للوصول إلى هجن وأصناف عالية الإنتاجية، جاءت نتائجنا متوافقة مع نتائج Shalaby *et al*,2013., Najeema *et al*,2018).

يعد التبكير في الإزهار (NDF) أحد الصفات ذات الأهمية الاقتصادية والتي يتم التركيز عليها في برامج التحسين الوراثي للبندورة (Kanneh *et al*,2017)؛ إذ تشير النتائج إلى أن السلالة T4 كانت أبكرها إزهاراً (30) يوماً من التشتيل متفوقة معنوياً على كافة السلالات المدروسة، بالمقابل احتاجت السلالة T2 لـ (49) يوم حتى تزهر، جدول (3)، جاءت هذه النتائج مقاربةً لما توصل إليه (Kumar *et al*,2017., Raj *et al*,2018).

تعدّ صفتي عدد الأزهار في العنقود وعدد الثمار في العنقود من مكونات الإنتاجية الهامة التي يعمل عليها مربو النبات لزيادة الإنتاجية (Kanneh *et al*,2017)، تفوقت السلالة T4 (22.5) زهرة/ العنقود معنوياً على كافة السلالات، وسجلت السلالة T8 أدنى القيم (5.17) زهرة/العنقود، جدول (3).

بالمقابل تباينت السلالات بعدد الثمار في العنقود فتفوقت السلالات T4 (18.63)، T11(18.45)، T3 (17.78) ثمرة / العنقود على كافة السلالات معنوياً وسجلت السلالة T8 أخفض عدد للثمار في العنقود الواحد (4.26) ثمرة، توافقت هذه النتائج مع (Ramzan *et al*,2014., Hamisu *et al*,2016).

وتملك صفة عدد الحجيرات في الثمرة أهمية خاصة من خلال ارتباطها الكبير بزيادة وزن الثمرة وبالتالي زيادة في الإنتاجية (Kanneh *et al*,2017)، وتباينت السلالات المدروسة بعددها؛ إذ تراوح عدد الحجيرات في الثمرة بين 2 و 3.36 حجيرة، فامتلكت السلالة T1 العدد الأكبر للحجيرات في الثمرة متفوقة معنوياً على كافة السلالات جاءت هذه النتائج متوافقة مع ما توصل إليه ((Shankar *et al*,2013., Renuka *et al*,2014).

تمتلك صفتي ارتفاع وقطر الثمرة دوراً كبيراً في تحديد شكل الثمرة الذي يعد صفة تسويقية هامة للبندورة (Kumar *et al* 2013). كما تؤثران مباشرة على إنتاجية النبات وصلابة الثمار مع (Tiwari and Upadhyay,2011). وأعطت السلالات اختلافاً واضحاً بقطر الثمرة، فسجلت السلالة T4 القطر الأقل للثمرة (2.49) سم، واتصفت السلالة T1 بالقطر الأكبر بين السلالات (7.20) سم.

كما توضح نتائج الدراسة إلى تراوح ارتفاع الثمرة من (9.14) سم عند السلالة T14 إلى (3.26)عند السلالة T4، تقاربت هذه المعطيات مع ما ذكره (Ramzan *et al*,2014., Hamisu *et al*, 2016., Kumar *et al*,2017)

تباينت قيم متوسطات سماكة غلاف الثمرة بين السلالات فتراوحت بين (0.95−0.41) مم، حيث أبدت السلالة T8 أكبر سماكة لغلاف الثمرة مقارنة مع باقي السلالات (0.95) مم، وتعد سماكة غلاف الثمرة من الصفات النوعية الهامة نظراً لدورها في تحديد صلابة الثمار ومدى تحملها للنقل والتداول (Islam *et al*.,2010 ;Ullah *et al*.,2015).

جدول (3): قيم متوسطات السلالات المدروسة لصفات إنتاجية النبات الفردي، ووزن الثمرة، وعدد الأيام حتى بدء الإزهار، وعدد الأزهار في العنقود، وعدد الثمار في العنقود وعدد الحجيرات في الثمرة وقطر الثمرة وارتفاع الثمرة وسماكة غلاف الثمرة.

السلالة	YIE /كغ	AWF /غ	DFF /يوم	NFC /زهرة	NFRC /ثمرة	NLF	FD /سم	FL/سم	PT/ مم
T1	3.03 abc	208.61 b	47.11 ab	8.15 def	7.19 c	3.4 a	7.20 a	5.66 e	0.90 abc
T2	3.25 ab	143.35 c	49.00 a	7.72 def	6.68 cde	3.1 ab	7.15 a	5.38 ef	0.87 cd
T3	1.93 e	52.67 e	41.00 cd	19.87 b	17.78 a	2.1 c	4.21 f	3.98 j	0.62 g
T4	1.40 f	12.57 k	30.00 g	22.50 a	18.63 a	2.0 c	2.49 g	3.26 k	0.41 i
T5	3.15 ab	121.83 f	41.67 c	8.98 cd	7.34 c	2.0 c	5.30 d	4.98 gh	0.93 ab
T6	3.189 ab	132.23 de	43.33 c	7.68 defg	6.74 cd	2.0 c	5.24 d	5.52 ef	0.89 bc
T7	2.64cd	89.28 h	44.33 bc	8.61 cde	6.94 c	3.1 ab	5.76 c	4.47 i	0.65 g
T8	3.36 a	222.13 a	37.67 de	5.17 i	4.26 g	3.0 b	7.09 a	6.56 d	0.95 a
T9	2.78bc	96.24 h	32.33 fg	7.74 def	5.59 def	2.2 c	6.43 b	4.99 gh	0.76 f
T10	1.11 f	16.91 k	31.33 fg	9.73 c	8.71 b	2.0 c	2.69 g	3.31 k	0.52 h
T11	2.20 de	27.26 j	32.00 fg	20.77b	18.45 a	2.0 c	4.01 f	3.49 k	0.65 g
T12	3.16ab	110.79 g	36.00 e	7.45 efg	6.94 c	2.0 c	5.17 d	8.01 b	0.85 cde
T13	2.21 de	110.27 g	31.67 fg	7.24 efg	6.54 cde	2.0 c	4.66 e	7.17 c	0.80 ef
T14	2.18 de	130.78 def	35.00 ef	5.81 hi	4.64 fg	2.0 c	4.98 de	9.14 a	0.83 de
T15	2.11 e	136.39 cd	36.67 e	6.31 ghi	5.15 fg	2.0 c	5.81 c	7.19 c	0.89 bc
T16	1.96 e	123.63 ef	38.00 de	5.30 i	4.89 fg	3.2 ab	6.18 b	4.77 hi	0.67 g
T17	2.04 e	130.40 def	37.67 de	6.74 fgh	5.44 fg	3 ab	6.49 b	5.27 fg	0.66 g
%5L.S.D	0.443	8.53	3.4	1.24	1.15	0.28	0.34	0.31	0.052

YIE: إنتاجية النبات الفردي، AWF: وزن الثمرة، DFF: عدد الأيام حتى بدء الإزهار (من التشتيل)، NFC: عدد الأزهار في العنقود، NFRC: عدد الثمار في العنقود، NLF: عدد الحجيرات في الثمرة، FD: قطر الثمرة، FL: ارتفاع الثمرة، PT: سماكة غلاف الثمرة.

2- معامل الارتباط المظهري

تعد الإنتاجية صفة مركبة ترتبط بمجموعة من المكونات، وعليه فإن معرفة علاقة الارتباط بين هذه الصفة ومكوناتها المختلفة تشكل ركيزة هامة في التخطيط لبرنامج تحسين فعال للإنتاجية (Naveen *et al*.,2017). يبين الجدول(4) وجود علاقة ارتباط موجبة معنوية بين صفة إنتاجية النبات الفردي وكل من صفة عدد الأيام حتى بدء الإزهار (+0.59)، ووزن الثمرة (+0.67)، وارتفاع الثمرة (+0.37)، وقطر الثمرة (+0.66)، وعدد الحجيرات في الثمرة (+0.28)، وسماكة غلاف الثمرة (+0.77)، بالمقابل كان الارتباط سالباً معنوياً مع عدد الأزهار في العنقود (−0.41)، وعدد الثمار في العنقود (−0.42)، ويعزى ذلك إلى صغر وزن ثمار السلالات التي أعطت عناقيدها عدداً أكبر من الأزهار والثمار؛ تنسجم هذه النتائج مع ما توصل إليه (Ullah *et al*.,2015; Al-aysh *et al*., 2012; Kaushik, *et al*.,2011; Islam *et al*.,2010; Naveen *et al*.,2017).

بالمقابل ارتبطت صفة عدد الأيام حتى بدء الإزهار (DFF) ارتباطاً موجباً معنوياً مع وزن الثمرة (+0.53)، وقطرها (+0.59)، وعدد الحجيرات في الثمرة (+0.58)، وسماكة غلاف الثمرة (+0.45). تتوافق معطيات هذه الدراسة في علاقات الارتباط هذه مع ما توصل إليه كل من (Tiwari and Upadhyay., 2011; Reddy *et al*., 2013).

كما ارتبطت صفة عدد الأزهار في العنقود ارتباطاً موجباً معنوياً مع عدد الثمار في العنقود (+0.99)، في حين ارتبطت سلبياً بدلالة إحصائية معنوية مع وزن الثمرة (−0.72)، ومع ارتفاع الثمرة وعرضها (−0.63، −0.66)، وكذلك الارتباط السلبي مع عدد الحجيرات الثمرة وسماكة غلافها (−0.36، −0.64). تتوافق كثيراً هذه النتائج مع ما توصل إليه (Ullah *et al*.,2015).

لقد سجل ارتباط صفة عدد الثمار في العنقود قيماً سالبة ومعنوية مع صفة وزن الثمرة (−0.72)، وارتفاع الثمرة وعرضها وعدد حجيراتها وسماكة غلافها (−0.62، −0.67 ، −0.36 ، −0.62) على الترتيب. تنسجم هذه النتائج مع المعطيات التي توصل إليها كل من (Reddy *et al*., 2013; Ullah *et al*.,2015). دلت هذه النتائج في دراسة صفة وزن الثمرة على وجود ارتباط موجب معنوي مع ارتفاع الثمرة (+0.59)، وعرض الثمرة (+0.86)، وعدد الحجيرات في الثمرة (+0.54)، وسماكة غلاف الثمرة (+0.82). توافقت هذه النتائج مع ما أشار إليه (Rajolli *et al*.,2017; Kumar and Dudi,2011).

كما أظهرت نتائجنا ارتباط ارتفاع الثمرة ارتباطاً موجباً معنوياً مع عرض الثمرة (+0.38)، ومع سماكة غلاف الثمرة (+0.67). بالمقابل ارتبط عرض الثمرة ارتباطاً موجباً معنوياً مع عدد الحجيرات في الثمرة (+0.69)، ومع سماكة غلاف الثمرة (+0.68). تتوافق هذه النتائج مع ما ذكره (Reddy *et al*., 2013; Rajolli *et al*.,2017; Islam *et al*.,2010; Al-aysh *et al*., 2012).

مما تقدم نجد بأن الارتباط المعنوي للإنتاجية بصفات عدد الأيام حتى بدء الإزهار وعدد الإزهار في العنقود وعدد الثمار في العنقود ووزن الثمرة وارتفاع الثمرة وقطر الثمرة وعدد الحجيرات في الثمرة وسماكة غلاف الثمرة؛ يجعل من هذه الصفات من مكونات الإنتاجية الهامة التي يجب أخذها في الاعتبار عند تحديد المؤشرات الانتخابية لبرنامج التحسين الوراثي الفعال للإنتاجية.

جدول (4) معامل الارتباط البسيط بين الصفات المدروسة لـ 17 سلالة من البندورة:

	DFF	NFC	NFCR	AWF	FL	FD	NLF	PT
YI	***0.59	**0.41-	**0.42-	***0.67	** 0.37	***0.66	*0.28	***0.77
DFF		0.27-	0.27-	***0.53	0.03	*** 0.59	***0.58	**0.45
NFC			***0.99	***0.72-	*** -0.63	***0.66-	** -0.36	***0.64-
NFCR				***0.72-	*** -0.62	*** -0.67	**0.36-	***0.62-
AWF					*** 0.59	*** 0.86	***0.54	***0.82
FL						**0.38	0.08-	***0.67
FD							***0.69	***0.68
NLF								0.12

*،** تشير إلى المعنوية على مستوى 5% ،1% على الترتيب؛ YIE: إنتاجية النبات الفردي، DFF : عدد الأيام حتى بدء الإزهار، NFC: عدد الأزهار في العنقود، NFRC: عدد الثمار في العنقود، AWF : وزن الثمرة، ، NLF: عدد الحجيرات في الثمرة، FD: قطر الثمرة، FH: ارتفاع الثمرة ، PT: سماكة غلاف الثمرة .

معامل المرور Path Coefficient

يقدم معامل المرور فكرة عن مدى مساهمة كل صفة من مكونات الصفة الرئيسة كالإنتاجية، وعليه فهو يقسم معامل الارتباط إلى تأثيرات مباشرة وغير مباشرة بصفة الإنتاجية (Anuradha *et al*., 2018). يبين الجدول(5) في تقدير معامل المرور لأكثر الصفات مساهمةً في تباين صفة الإنتاجية؛ أنّ صفة سماكة غلاف الثمرة امتلكت التأثير الإيجابيّ المباشر الأعلى في صفة إنتاجية النبات الفردي (+0.703). تلتها صفة عرض الثمرة (+0.390)، في حين امتلكت صفة وزن الثمرة أعلى قيم التأثيرات السلبية المباشرة (−0.242). كما يبين الجدول في دراسة التأثيرات غير المباشرة، أن صفة وزن الثمرة من خلال سماكة غلاف الثمرة (+0.577) قد سجلت أعلى تلك التأثيرات، تلتها التأثيرات غير المباشرة لصفة عرض الثمرة من خلال سماكة غلاف الثمرة (+0.478)، ثمّ التأثيرات غير المباشرة لصفة وزن الثمرة من خلال عرض الثمرة (+0.335)، ثمّ التأثيرات غير المباشرة لصفة لسماكة غلاف الثمرة من خلال عرض الثمرة

(+0.265)، تلتها التأثيرات غير المباشرة السلبية لسماكة غلاف الثمرة من خلال وزن الثمرة (−0.198)؛ وأخيراً التأثيرات غير المباشرة لعرض الثمرة من خلال وزن الثمرة (−0.208)، انسجمت هذه النتائج مع ما توصل إليه ((Hidayatullanh *et al* .,2008; Rajolli *et al*.,2017; Ullah *et al*.,2015).

جدول(5): التأثيرات المباشرة وغير المباشرة لصفات وزن الثمرة، وعرض الثمرة، وسماكة غلاف الثمرة على إنتاجية النبات الفردي.

مصدر التباين		التأثيرات
1	تأثير وزن الثمرة على الإنتاجية	
	التأثير المباشر	−0.242
	التأثير غير المباشر من خلال عرض الثمرة	0.335
	التأثير غير المباشر من خلال سماكة غلاف الثمرة	0.577
	المجموع	0.670
2	تأثير عرض الثمرة على الإنتاجية	
	التأثير المباشر	0.390
	التأثير غير المباشر من خلال وزن الثمرة	−0.208
	التأثير غير المباشر من خلال سماكة غلاف الثمرة	0.478
	المجموع	0.660
3	تأثير سماكة غلاف الثمرة	
	التأثير المباشر	0.703
	التأثير غير المباشر من خلال وزن الثمرة	−0.198
	التأثير غير المباشر من خلال عرض الثمرة	0.265
	المجموع	0.770

كما يوضّح الجدول (6) الأهميّة النسبيّة والتأثيرات المفصّلة كنسبة مئويّة من تباين إنتاجية النبات الفردي، فقد بلغت نسبة مساهمة صفة سماكة غلاف الثمرة (49.47%)، تلاها التأثير غير المباشر لعرض الثمرة من خلال سماكة غلاف الثمرة (37.30%)، ثم التأثير المباشر لعرض الثمرة (15.20%)، ثمّ التأثير المباشر لوزن الثمرة (5.86%)، تلاه في الأهمية التأثير غير المباشر السلبي لعرض الثمرة من خلال عدد الحجيرات في الثمرة (−6.63%)، ثمّ التأثير غير المباشر السلبي لوزن الثمرة من خلال عرض الثمرة (−16.23%)، تلاه التأثير غير المباشر لوزن الثمرة من خلال سماكة غلاف الثمرة (−27.92%)؛ وبلغت نسبة المساهمة الكلّيّة لهذه الصفات(63.67%)، بينما كانت قيمة باقي التأثيرات على التباين المظهري لصفة إنتاجية النبات الفردي(36.33%)، ومن الجدير بالذكر أنّ التأثيرات المباشرة لصفة سماكة غلاف الثمرة، والتأثير غير المباشر لعرض الثمرة من خلال سماكة غلاف الثمرة، والتأثيرات المباشرة لوزن الثمرة من خلال سماكة غلاف الثمرة من أكثر هذه الصفات مساهمةً في إنتاجية النبات الفردي (Reddy *et al* ., 2013).

جدول (6): الأهميّة النسبيّة للصفات المساهمة في تباين صفة إنتاجية النبات الفردي:

	مصدر التباين	CD	RI%
1	وزن الثمرة	0.0586	5.86
2	عرض الثمرة	0.1520	15.20
3	سماكة غلاف الثمرة	0.4947	49.47
5	وزن الثمرة ×عرض الثمرة	-0.1623	-16.23
6	وزن الثمرة × سماكة غلاف الثمرة	-0.2792	-27.92
8	عرض الثمرة × سماكة غلاف الثمرة	0.3730	37.30
	مجموع التأثيرات المتبقية	0.3633	36.33
	مجموع الأهميّة النسبيّة الكلّية	0.6367	63.67

CD: تشير إلى معامل التحديد. RI%: تشير إلى الأهميّة النسبيّة.

الاستنتاجات والتوصيات

الاستنتاجات

- لوحظ من نتائج الدراسة عظم التباين الوراثي بين السلالات السبعة عشر لمعظم الصفات المدروسة، وعليه يمكن الاستفادة من هذه السلالات بإدراجها في برامج تهجين متعددة الأهداف للحصول على هجن ذات إنتاجية ونوعية جيدة من البندورة في الزراعة المحمية. إذ يمكن إدخال السلالة T8 لتحسين صفتي الإنتاجية ووزن الثمرة والسلالة T4 للباكورية، والسلالة T7 لعدد الحجيرات.
- نظراً لامتلاك معامل الارتباط المظهري بين صفات عدد الأيام حتى الإزهار ووزن الثمرة وعرضها وسماكةغلافها وعدد الحجيرات قيمة موجبة معنوية مع صفة الإنتاجية لذا يجب أن تؤخذ هذه الصفات بالاعتبار عند الانتخاب لتحسين الإنتاجية في البندورة.
- ارتبطت صفات عرض الثمرة وارتفاع الثمرة وعدد الحجيرات في الثمرة وسماكة غلاف الثمرة ارتباطاً معنوياً مرغوباً مع صفة وزن الثمرة.
- امتلكت صفات وزن الثمرة وعرض الثمرة وسماكة غلاف الثمرة أعلى تأثير مباشر وغير مباشر في صفة إنتاجية النبات الفردي.

وعليه وفقاً لنتائج ارتباط الصفات وتحليل معامل المرور يجب إعطاء الاهتمام الأكبر والتركيز على صفة وزن الثمرة وعرض الثمرة وسماكة غلاف الثمرة بسبب امتلاكها تأثيراً مباشراً موجباً في إنتاجية النبات الفردي، ويمكن لهذه الصفات أن تكون ذات فائدة كبيرة كمعيار انتخابي في برامج تحسين إنتاجية محصول البندورة.

Reference:

1. Al-AYSH,F., KUTMA,H., SERHAN,M., AL-ZOUBAI,A., AL-NASEER, M. *Genetic Analysis and Correlation Studies of Yield and Fruit Quality Traits in Tomato (Solanum lycopersicum L.).* New York Science Journal, 2012,5(10)**.**

2. ANURADHA.B., SAIDAIAH.P., SUDINI.H., GEETHA.A., REDDY.K.R. *Correlation and path coefficient analysis in tomato (Solanum lycopersicum L.).* Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry,2018, 7(5): 2748-2751.

3. DEWEY, J. R. and K. H. Lu. *Correlation and path coefficient analysis of components of crested wheat grass seed production.* Agron. J,1959. 51: 515-518.

4. FAO (2017). *Plant genetic ressource for food and agriculture*. Rome, Food and Agriculture Organisation of the United Nations.

5. Hamisu,H.S,. Ado,S. G., Yeye, M. Y., Usman, I. S., Afolayan, S. O,. Bala .M. G.,

6. HAYES, H. K., R. I. FORREST and D. C. SMITH.*Correlation and regression in relation to plant breeding*. pp:439-451. Methods of plant breeding. 2nd ED. McGraw-Hill Company Inc.1955.

7. HIDAYATULLAH, J,S.A., ABDUL,G., MAHMOOD,T. (2008). *Path coefficient analysis of yield component in Tomato(Lycopersicon esculentum). Pak. J. Bot*,2008,40(2): 627-635.

8. ISLAM, B. M. R., IVY, N. A., RASUL, M. G., ZAKARIA. M. *Character association and path analysis of exotic tomato (Solanum lycopersicum L.) Genotypes.* Bangladesh J.Pl. Breed. Genet, 2010, 23(1):13-18.

9. KANNEH, S. M., QUEE. D.D., NGEGBA. P.M., MUSA. P.D. *Evaluation of Tomato (Solanum lycopersicum L.) Genotypes for Horticultural Characteristics on the Upland in Southern Sierra Leone. Journal of Agricultural Science*;(2017) Vol. 9, No. 6.

10. KAUSHIK, S. K., TOMAR, D. S., DIXIT. A. K. *Genetics of fruit yield and it's contributing characters in tomato (Solanum lycopersicom).* Journal of Agricultural Biotechnology and Sustainable Development Vol. 3(10), pp. 209 -213, December 2011.

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

12. KUMAR,V., NANDAN,R., SHARMA,S.K., SRIVASTAVA,K., KUMAR,RAVINDRA., SINGH,M. K. *Heterosis Study For quality attributing traits in different Crosses in tomato (Solanum Lycopersicum L.)*. Plant Archives. (2013)Vol. 13 No. 1, pp. 21-26.

13. KUMAR.S., SINGH.V., MAURYA.P.K., KUMAR.B.A., YADAV.P.K. *Evaluation of F1 Hybrids along with Parents for Yield and Related Characteristics in Tomato (Solanum lycopersicum Child).* Int.J.Curr.Microbiol.App.(2017). Sci 6(9): 2836-2845.

14. MAHAPATRA. A.S., SINGH. A.K., VANI.V.M., MISHRE.R., KUMAR.H., RAJKUMAR.B.V. *Inter-relationship for various components and path coefficient analysis in tomato (Lycopersicon esculentumMill).* Int. J Curr. Microbiol. App. Sci. 2013; 2(9):147-152.

15. NAJEEMA.N.H., HADIMANI.R.H.P., BIRADAR.I. B. *Evaluation of Cherry Tomato (Solanum lycopersicum var. cerasiforme) Genotypes for Yield and Quality Traits*. Int.J.Curr.Microbiol.App.(2018). Sci 7(6): 2433-2439.

16. NAVEEN.B.L., SAIDAIAH. P., RAVINDERREDDY. K., GEETHA.A. *Correlation and path coefficient analysis of yield and yield attributes in tomato (Solanum lycopersicum L.).* Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry,2017,6(6): 665-669**.**

17. RAJ.T., BHARDWAJ.M.l., PAL.S., KUMARI.S., DOGRA.R.K. *Performance of Tomato (Solanum lycopersicum L.) Hybrids for Yield and its Contributing Traits under Mid-hill Conditions of Himachal Pradesh***.** International Journal of Bio-resource and Stress Management .(2018). 9(2):282-286.

18. RAJOLLI, M. G., LINGAIAH, H. B., MALASHETTI, I.R., BHAT, A.S., J. S. ARAVINDKUMAR. *Correlation and Path Co-Efficient Studies in Tomato (Solanum lycopersicum L.). Int. J. Pure App. Biosci,* 2017.5 (6): 913-917.

19. RAMZAN.A., KHAN.T.N., NAWAB.N.N., HINA.A.,NOOR.T.,JILLANI.G. *Estimation of genetic Components in F1 hybrids and their parents in determinate tomato (Solanum lycopersicum L.).*(2014**).** J. Agric. Res., 52(1).

20. RATHOD. N.V.K., SURESH. B.G., REDDY. S.M. *Correlation and Path Coefficient Analysis in Tomato (Solanum lycopersicum L.).* Int.J.Curr.Microbiol.App.Sci, 2018,7(10): 203-210.

21. REDDY,B.R., REDDY, M. P., REDDY.D. S., BEGUM. H. *Correlation and path analysis studies for yield and quality traits in tomato (Solanum lycopersicum L.).* IOSR Journal of Agriculture and Veterinary Science. Volume 4, Issue 4 (Jul. - Aug. 2013), PP 56-59.

22. RENUKA.D.M., SADASHIVA.A. T., KAVITA. B. T., VIJENDRAKUMAR. R. C., HANUMANTHIAH. M. R. *Evaluation of cherry tomato lines of (Solanum Lycopersicum var. cerasiforme) for growth,yield and quality traits . Plant Archives.* (2014**)**.Vol. 14 No. 1, pp. 151-154.

23. RICK, C. M. *Origin of cultivated tomato, current status and the problem*. Abstract, XI International Botanical Congress, 1969, pp 180.

24. SHALABY, T.A. *Mode of gene action, Heterosis and inbreeding depression for yieldand its components in tomato (Solanum lycopersicum L.)*.Scientia Horticulturae. (2013) 164. 540–543.

25. SHANKAR, A., REDDY, R., SUJATHA, M., PRATAP, M. *Combining Ability Analysis to Identify Superior F1 Hybrids for Yield and Quality Improvement in Tomato (Solanum lycopersicum L.).* Agrotechnology.(2013). ISSN: 2168-9881 AGT.

26. SINGH,R.K and CHAUDHARY,B.D. *Biometrical methods in quantitive genetics analysis*. Kalyani publishers. New Delhi-318P,1995.

27. SNEDECOR, G. W. and W. G. COCHRAN. *Statistical methods*. 6th (Edit), Iowa Stat. Univ., Press. Ames, Iowa, U. S. A.1981.

28. SOLIEMAN,T.H.I., El-GABRY,M.A.H., ABIDO,A.I. *Heterosis, potence ratio and correlation of some important characters in tomato(Solanum lycopersicum L.).*Scientia Horticulturae .(2013). 150.25-30.

29. STATISTICAL GROUP.(2017). MINISTRY OF AGRICULTURE AND AGRARIAN REFORM.

30. TIWARI, J.K., UPADHYAY,D. *Correlation and Path-coefficient Studies in Tomato (Lycopersicon esculentum Mill.).*Research Journal of Agricultural Sciences .2011.2(1): 63-68.

31. ULLAH. M. Z., HASSAN. L., SHAHID. S. B., PATWARY. A. K. *Variability and inter relationship studies in tomato (Solanumlycopersicum L.).* M. Z. J. Bangladesh Agril. Univ, 2015,13(1): 65–69**.**