

قوة الهجين ودرجة التورث لبعض الصفات الإنتاجية والنوعية لثمار البطيخ الأصفر (*Cucumis Melo L.*)

فاتن الصفدي*⁽¹⁾ ورمزي مرشد⁽²⁾ وعبد المحسن مرعي⁽³⁾

- (1). مركز بحوث السويداء، الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية، سورية.
 (2). قسم علوم البستنة، كلية الزراعة، جامعة دمشق، دمشق، سورية.
 (3). قسم الخضار الثمرية، إدارة بحوث البستنة، الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية، دمشق، سورية.
 *للمراسلة د. فاتن الصفدي، البريد الإلكتروني: f.alsafadi@gmail.com

تاريخ القبول: 2023/06/13

تاريخ الاستلام: 2023/03/26

الملخص:

نفذت التجربة في الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية-مركز بحوث السويداء (محطة بحوث حوط) خلال موسمي الزراعة 2019 و2020، حيث تم تقييم ست سلالات أبوية مرباة ذاتياً من البطيخ الأصفر بالإضافة إلى 30 هجيناً فردياً ناتجاً من التهجين التبادلي الكامل للسلالات الست ضمن تصميم القطاعات الكاملة العشوائية (RCBD) بأربعة مكررات. بهدف دراسة قوة الهجين لبعض الصفات الإنتاجية (متوسط وزن الثمرة (غ)، عدد ثمار /النبات، إنتاج النبات) والنوعية (المادة الجافة %، المواد الصلبة الكلية الذائبة، السكريات الكلية % والثنائية % والأحادية % في الثمرة، ومحتوى الثمار من الكاروتينات وفيتامين C)، بالإضافة لدراسة درجة التورث بمعناها العريض والضيق. أظهرت النتائج امتلاك الهجن $P3 \times P2$ و $P2 \times P3$ و $P1 \times P2$ لقوة هجين موجبة معنوية قياساً بمتوسط الأبوين والهجين القياسي بلغ أعلاها (35.78% و 49.34%، على التوالي) لصفة إنتاج النبات، كما أظهر الهجين $P2 \times P1$ قوة هجين موجبة معنوية قياساً بالأب والفضل ومتوسط الأبوين والهجين القياسي لصفتي المواد الصلبة الكلية الذائبة والسكريات الأحادية، والهجين $P5 \times P3$ لصفة نسبة المادة الجافة، والهجن $P2 \times P4$ و $P3 \times P2$ و $P4 \times P2$ و $P5 \times P3$ و $P5 \times P4$ لصفتي محتوى الثمار من السكريات الكلية والثنائية، بينما امتلكت مجموعة من الهجن قوة هجين موجبة معنوية قياساً بمتوسط الأبوين والهجين القياسي لصفتي محتوى الثمار من الكاروتينات وفيتامين C. كما أظهرت النتائج أن درجة التورث العريضة مرتفعة لجميع الصفات المدروسة عدا صفة عدد الثمار على النبات، بينما كانت درجة التورث الضيقة متوسطة لصفات متوسط وزن الثمرة وإنتاج النبات ومحتوى الثمار من الكاروتينات والمواد الصلبة الكلية الذائبة، مما يشير لإمكانية تحسين هذه الصفات بالانتخاب.

الكلمات المفتاحية: البطيخ الأصفر، درجة التورث، قوة الهجين، صفات الثمار النوعية، الإنتاج.

المقدمة:

يعد البطيخ الأصفر (*Cucumis melo L.*) أحد أهم أنواع الخضار الصيفية المنتشرة في العالم، ينتمي للفصيلة القرعية *Cucurbitaceae* والجنس *Cucumis* (Wang et al., 1997)، ويتميز البطيخ الأصفر بوجود تنوع كبير في صفات الثمار كالحجم، ولون الثمار التي تتنوع بين اللون الأبيض والأصفر والبرتقالي و المخطط، ولون اللب (الكريمي والأصفر والبرتقالي)، والشكل، والطعم ووجود الشبكية أو عدمها (Kirkbride, 1993)، ويزود التباين الوراثي الكبير في صفات هذا النوع مربّي النبات بالموارد الوراثية الغنية والمتنوعة، بهدف دراستها والاستفادة منها في برامج التربية والتهجين (Muthuselvi et al., 2019).

تنتشر زراعة البطيخ الأصفر بشكل رئيسي في قارتي آسيا وأفريقيا في المناطق البيئية المدارية وشبه المدارية (Staub et al., 2004)، وتشغل مصر المرتبة الأولى عربياً من حيث المساحة المزروعة، والتي بلغت (27540) هكتاراً بإنتاجية قدرها (27049.76) كغ/هـ، وتأتي سورية في المرتبة السادسة عربياً (المنظمة العربية للتنمية الزراعية، 2022)، إذ بلغت المساحة المزروعة به لعام 2020 (8148) هكتاراً بإنتاجية مقدارها (17068) كغ/هـ (المجموعة الإحصائية الزراعية السنوية، 2020).

تعد التربية من أجل الحصول على قوة الهجين أحد الطرق الفعالة لمربي النبات للاستفادة من التنوع الوراثي Choudhary and (Pandey, 2010)، كما يتيح التنوع الوراثي الكبير في البطيخ الأصفر إمكانية استخدام قوة الهجين في برامج التربية للحصول على هجن ذات إنتاجية مرتفعة وثمار بمواصفات جيدة بحسب الهدف من التربية (Pandey et al., 2005). وضع Shull (1952) مصطلح قوة الهجين (Heterosis) على أنه تفسير للزيادة في القوة وامتلاء الحبوب وسرعة التطور ومقاومة الآفات والأمراض والإجهادات المناخية بمختلف أنواعها، التي تعود إلى التخاليف في التراكيب المجتمعة من أعراس الأباء (Heterozygosity). وتعرف قوة الهجين وراثياً على أنها التفوق في قيمة الهجين على قيمة متوسط أبويه، أو على قيمة الأب الأفضل (Singh and Choudhary, 1975). وكان Munger (1942) أول من لاحظ وجود قوة الهجين في البطيخ الأصفر، وقد عرف Agrawal (1998) ثلاثة أنواع لقوة الهجين (H): قوة الهجين النسبية (Heterosis) والمقدرة قياساً لمتوسط الأبوين وقوة الهجين الحقيقية (Heterobeltiosis) نسبة للأب الأفضل، كذلك قوة الهجين القياسية (Standard heterosis) نسبة إلى هجين تجاري أو صنف تجاري. تعزى قوة الهجين للسيادة التامة، عندما يتساوى متوسط الهجين مع متوسط الأب الأفضل، بينما تعود للسيادة الفائقة عند زيادة قيمة الهجين عن متوسط الأب الأفضل (Al-Shaladeh and Duwayri, 1986). وقد خلص Singh و Sachan (2003) إلى أهمية التباين الوراثي للسلاسل الأبوية في الحصول على هجن تمتاز بظاهرة قوة الهجين. توصل Abou Kamer وزملاؤه (2015) باستخدامهم 10 هجن نصف تبادلية لخمس سلاسل مرباة ذاتياً من البطيخ الأصفر، لقيم معنوية ومرغوبة لقوة هجين قياساً لمتوسط الأبوين والأب الأفضل في غالبية الهجن ولمعظم الصفات المدروسة (طول النبات، الإزهار، التبرير، سماكة لب الثمرة، نسبة المواد الصلبة الكلية الذائبة %، والإنتاج الكلي للنبات). أظهرت نتائج دراسة Kaur وزملاؤه (2022) عند دراستهم لمجموعة من سلاسل البطيخ الأصفر وهجنها الناتجة عن التهجين نصف التبادلي امتلاك بعض الهجن لقوة هجين قياساً للأب الأفضل والهجين القياسي لصفات متوسط وزن الثمرة والإنتاج الكلي للنبات ونسبة المواد الصلبة الكلية الذائبة ومحتوى الثمار من الكاروتينات. كما اختبر Moon وزملاؤه (2006) مجتمعاً مؤلفاً من 28 هجيناً فردياً نصف تبادلي وسلاسلها الأبوية الثمانية من البطيخ الأصفر لدراسة قوة الهجين في بعض مكونات الإنتاجية وخصائص الثمار النوعية، وسجلوا قوة هجين قياساً للأب الأفضل، والهجين الاختباري لصفات محتوى الثمار من المواد الصلبة الذائبة الكلية، ونسبة السكريات الكلية، ومحتوى الثمار من الكاروتينات ومحتوى الثمار من حمض الأسكوربيك والإنتاجية الكلية.

تعد درجة التوريث Heritability أحد أهم المؤشرات الوراثية لتقدير الريح الوراثي المحقق، إضافة إلى دوره الهام في اختيار الطريقة المناسبة للتربية وتحسين الصفات الكمية المرغوبة لاسيما إذا كان تقديره مرتفعاً (Allard, 1960)، فهو مقياس لتحديد الصلة بين الآباء والأبناء أي بمعرفة درجة التوريث يمكن تحديد إسهام كل من التركيب الوراثي والبيئي في الشكل المظهري (Lush, 1943). وتقسم درجة التوريث استناداً للقيمة الوراثية وقيمة التربية إلى عريضة وضيقة (Falconer, 1989).

بينت النتائج التي توصل إليها Muthuselvi وزملاؤه (2019) في تجربتهم لتقييم 23 طراز من البطيخ الأصفر أن أعلى تقدير لدرجة التوريث العريضة كانت لصفة إنتاج النبات (99.94%)، تلتها صفة عدد الثمار على النبات (99.12%). أظهرت نتائج Metwally وزملاؤه (2015) في دراستهم لبعض المؤشرات الوراثية بنظام العشائر الست عند تهجين صنفين من البطيخ الأصفر أن درجة التوريث بمعناها العريض بلغت 88.9% لنسبة المواد الصلبة الكلية الذاتية، أما درجة التوريث بمعناها الضيق فسجلت تقديراً مرتفعاً بلغ 75.9% لصفة متوسط وزن الثمرة. وفي دراسة أجريت من قبل Napolitano وزملاؤه (2020) على مجموعة من سلالات البطيخ الأصفر وهجنها نصف التبادلية بينت النتائج وجود تقديرات مرتفعة لدرجة التوريث بمعناها الضيق لصفة إنتاج النبات (77%)، ومتوسطة لصفة محتوى الثمار من المواد الصلبة الكلية الذاتية (42%)، كما توصل Zalapa وزملاؤه (2006) عند دراستهم لمجتمع العشائر الستة لبعض هجن البطيخ الأصفر إلى تقديرات مرتفعة لدرجة التوريث بمعناها العريض لصفتي عدد الثمار على النبات والحاصل الكلي، كما اتصفت درجة التوريث بمعناها الضيق بتقديرها المرتفع لصفة إنتاجية النبات الكلية (70%)، بينما كان معتدلاً لمتوسط وزن الثمرة (45%)، كما أكد Feyzian وزملاؤه (2009) عند إجراءه لتهجينات تبادلية كاملة لست سلالات محلية إيرانية وصنف مدخل Ananasi من البطيخ الأصفر أن درجة التوريث بمعناها العريض كان عالياً للإنتاج الكلي (85%)، وبمعناه الضيق لمتوسط وزن الثمرة حيث بلغ 76%.

تهدف هذه الدراسة لتقدير قوة الهجين ودرجة التوريث العريضة والضيقة لمعرفة أفضل الآباء لاستخدامها في برامج التربية والتحسين الوراثي وأفضل الطرق لتحسين هذه الصفات، وتحديد أهم الهجن المباشرة والتي تمتلك قوة هجين لأكثر من صفة لإدخالها في برامج تقييم موسعة.

مواد البحث وطرائقه:

1-المادة النباتية:

تم زراعة بذور الهجن التبادلية الكاملة وعددها 30 هجين (15 هجين و15 هجين عكسي) وسلالاتها الأبوية الست وهي P1(104)، P2(106)، P3(108)، P4(113)، P5(116) و P6(118) تم الحصول على بذار الهجن من العام السابق بإجراء التهجين التبادلي الكامل للسلالات الست بالإضافة إلى هجين مدخل من البطيخ الأصفر (الهجين القياسي) جواهر F₁ من إنتاج شركة Nickerson-Zwaan الهولندية من نمط القاوون الأوربي، شبكي القشرة، بيضوي الشكل، ذو جدار لحمي سميك حلو المذاق.

2-مكان التنفيذ:

نفذ البحث في مركز بحوث السويداء محطة بحوث حوط خلال السنوات 2019-2020.

3-طريقة العمل:

زرع كل تركيب وراثي في خط واحد متضمناً 10 نباتات، المسافة بين النبات والأخر 0.8 م، وبين الخطوط 1.4 م في النصف الثاني من شهر نيسان. صممت التجربة وفق تصميم القطاعات الكاملة العشوائية بأربعة مكررات يتضمن المكرر الواحد 37 تركيباً وراثياً. قدمت لها كافة عمليات الخدمة قبل وبعد الزراعة من ري بالتقريب وإضافة الأسمدة الكيميائية بحسب توصيات وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي، كما تم استخدام المبيدات الحشرية والفطرية في مكافحة المن والبيض الدقيقي.

أخذت القراءات على 5 نباتات تم اختيارها عشوائياً مع إهمال النباتات الطرفية في كل مكرر، كما أخذت قراءات الصفات الكمية والنوعية للثمار على متوسط 5 ثمار من كل مكرر عند وصولها لمرحلة النضج الاستهلاكي ووصول القشرة الخارجية إلى اللون المميز لكل سلالة قبل انفصال الثمار بشكل كامل بالاعتماد على موصف البطيخ الأصفر (IPGRI, 2003).

4- المؤشرات المدروسة:

4-1 الخصائص الإنتاجية: وتشمل

متوسط وزن الثمرة (غ)، عدد ثمار/النبات، إنتاج النبات (كغ)، الثمار الصالحة للتسويق.

4-2 الخصائص النوعية للثمار وتضم:

- نسبة المادة الجافة %: وقدرت وفق Sawyer و Kirk (1989) بوضع 100 غ من الثمار في مجففة على حرارة 80° م حتى ثبات الوزن.

- نسبة المواد الصلبة الذائبة الكلية %: وقدرت باستخدام جهاز الرفاكوميتر الرقمي (Matest-24048 -Italy).

- نسبة السكريات الكلية والأحادية والثنائية %: بحسب Takahashi (1959).

- المحتوى من فيتامين C: وقدرت وفق Ismail وآخرون (2014).

- المحتوى من الكاروتينات: قيست الامتصاصية باستخدام جهاز السبيكتروفيمتر (106-UK) على أطوال الموجات 470، 645 و 662 بحسب طريقة Beerh و Siddappa (1959).

4-3 المؤشرات الوراثية:

1- قوة الهجين Heterosis:

قدرت قوة الهجين قياساً لمتوسط الأبوين والأب الأفضل بحسب Arnel و Miranda (1981) كالآتي:

$$H(F_1, M.P)\% = \frac{F_1 - M.P}{M.P} \times 100$$

% H (F₁, M.P) = قوة الهجين قياساً لمتوسط الأبوين، F₁ = متوسط الجيل الأول، M.P = متوسط الأبوين.

$$H(F_1, B.P)\% = \frac{F_1 - B.P}{B.P} \times 100$$

% H (F₁, B.P) = قوة الهجين قياساً للأب الأفضل، F₁ = متوسط الجيل الأول، B.P = الأب الأفضل.

أما قوة الهجين القياسية فحسبت وفق Sinha و Kahana (1975) كالآتي:

$$H(F_1, chv)\% = \frac{F_1 - chv}{chv} \times 100$$

% H (F₁, Chv) = قوة الهجين القياسية، F₁ = متوسط الجيل الأول، Chv = الهجين القياسي

وحسبت معنوية قوة الهجين باستخدام طريقة L.S.D على مستوى ثقة 95% و 99% وفق Steel و Torrie (1980)، وبحسب القانون التالي:

$$t \sqrt{\frac{3EMS}{2r}} = \text{L.S.D لقوة الهجين بالنسبة لمتوسط الأبوين}$$

$$t \sqrt{\frac{2EMS}{r}} = \text{L.S.D لقوة الهجين بالنسبة للأب الأفضل}$$

$$t \sqrt{\frac{2EMS}{r}} = \text{L.S.D لقوة الهجين بالنسبة للهجين القياسي}$$

حيث r: عدد المكررات، EMS: متوسط مربعات الخطأ التجريبي،
t: قيمة t الجدولية المقابلة لدرجة حرية الخطأ التجريبي على مستوى ثقة 95% و 99%.

2- درجة التوريث Heritability:

فُدرت درجتى التوريث بمعناها العريض والضيق بحسب Falconer (1989) وفق الآتي:

$$H^2_{BS} = \frac{\delta^2 g}{\delta^2 ph} \times 100$$

$$h^2_{ns} = \frac{\delta^2 A}{\delta^2 ph} \times 100$$

H_{BS} = درجة التوريث بمعناها العريض، h_{ns} = درجة التوريث بمعناها الضيق،

$\delta^2 ph$ = التباين المظهري، $\delta^2 g$ = التباين الوراثي، $\delta^2 A$ = التباين الإضافي (التراكمي).

اعتمدت حدود درجة التوريث العريضة بحسب Johnson وزملاؤه (1955) على النحو التالي:
مرتفعة إذا تجاوزت 60%، متوسطة من 30-60%، منخفضة أقل من 30%.

وتعد درجة التوريث الضيقة مرتفعة إذا تجاوزت 50% أي أن تأثير الظروف البيئية في الصفة المدروسة منخفض، أما إذ تراوح تقديرها من 20 إلى 50% فدرجة التوريث متوسطة والظروف البيئية تلعب دوراً في تحويل فعل المورثات، وإذ كان تقديرها أقل من 20% فإن للبيئة تأثيراً كبيراً في الصفة المدروسة.

النتائج والمناقشة:

1- قوة الهجين Heterosis:

• الخصائص الإنتاجية:

تُبين النتائج في الجدول 1 عدم إظهار أي من الهجن المدروسة قوة هجين معنوية قياساً لمتوسط الأبوين والأب الأفضل لصفة متوسط وزن الثمرة، وهذه النتيجة لا تتفق مع بعض الدراسات السابقة حيث أظهرت بعض الهجن في دراستهم لقوة هجين موجبة معنوية (Mohammadi وزملاؤه، 2014؛ Feyzian وزملاؤه، 2009)، واتفقت مع دراسة Abou Kamer وزملاؤه (2015) من حيث عدم إظهار أي من الهجن المدروسة لقوة هجين موجبة معنوية لصفة متوسط وزن الثمرة، وكانت أعلى قوة هجين بدون دلالة إحصائية في الهجين $P6 \times P3$ قياساً لمتوسط الأبوين والأب الأفضل (26.74 و 16.97%، على التوالي). وفيما يخص قوة الهجين قياساً بالهجين القياسي فقد أظهرت الهجن $P6 \times P2$ و $P2 \times P1$ و $P1 \times P2$ قوة هجين موجبة معنوية (50.33 و 43.18 و 38.11%، على التوالي)، اتفقت هذه النتائج مع ما توصل إليه Kaur وزملاؤه (2022) من حيث امتلاك مجموعة من الهجن

لقوة هجين موجبة معنوية قياساً بالهجين القياسي لصفة متوسط وزن الثمرة، وفيما يتعلق بصفة عدد الثمار على النبات أظهرت الهجن $P1 \times P2$ و $P2 \times P3$ و $P3 \times P2$ قوة هجين موجبة معنوية قياساً لمتوسط الأبوين بلغت 24.50 و 20.48 و 15.7%، على التوالي، وقد سجل كل من Subramanian (2008) و Choudhary وزملاؤه (2003) قوة هجين موجبة معنوية لصفة عدد الثمار على النبات قياساً لمتوسط الأبوين والأب الأفضل. وأظهر الهجينان $P2 \times P3$ و $P3 \times P2$ قوة هجين موجبة معنوية قياساً للأب الأفضل (20.16 و 16.28%، على التوالي)، وأظهر الهجين $P3 \times P2$ قوة هجين معنوية قياساً بالهجين القياسي بلغت 18.32%. أظهرت أربعة هجن قوة هجين موجبة معنوية قياساً لمتوسط الأبوين لصفة إنتاج النبات، بلغ أعلاها 35.78% في الهجين $P2 \times P3$ ، ولم تظهر أي من الهجن قوة هجين موجبة أو سالبة معنوية قياساً للأب الأفضل. اتفقت هذه النتائج مع ما توصل إليه Napolitano وزملاؤه (2020) و Cavalcante Neto وزملاؤه (2020) و Mohammadi وزملاؤه (2014) من حيث امتلاك عدد من الهجن لقوة هجين موجبة معنوية قياساً لمتوسط الأبوين. بينما أظهرت ثلاثة هجن قوة هجين موجبة معنوية قياساً بالهجين القياسي، بلغ أعلاها 49.34% في الهجين $P1 \times P2$ ، واتفقت هذه النتائج مع ما توصل إليه Kaur وزملاؤه (2022) و Duradundi وزملاؤه (2018) من حيث امتلاك بعض الهجن لقوة هجين موجبة معنوية قياساً بالهجين القياسي لصفة إنتاج النبات.

مما سبق نجد أن أفضل الهجن من حيث الصفات السابقة كانت $P3 \times P2$ و $P2 \times P3$ و $P1 \times P2$.

الجدول (1): النسبة المئوية لتقدير قوة الهجين (%) قياساً لمتوسط الأبوين والأب الأفضل والهجين القياسي لصفات متوسط وزن الثمرة وعدد الثمار على النبات وإنتاج النبات.

| الهجن | متوسط وزن الثمرة | | | عدد الثمار على النبات | | | إنتاج النبات | | |
|-----------------------|------------------|-------------|----------------|-----------------------|-------------|----------------|---------------|-------------|----------------|
| | متوسط الأبوين | الأب الأفضل | الهجين القياسي | متوسط الأبوين | الأب الأفضل | الهجين القياسي | متوسط الأبوين | الأب الأفضل | الهجين القياسي |
| الهجن المباشرة | | | | | | | | | |
| $P1 \times P2$ | -3.11 | -8.41 | 38.11* | 15.7* | 14.75 | 6.87 | 29.08* | 19.81 | 49.34** |
| $P1 \times P3$ | -0.86 | -19.02 | 8.76 | -7.57 | -10.08 | -11.45 | -3.01 | -15.98 | -10.31 |
| $P1 \times P4$ | 2.97 | -13.24 | 16.52 | -3.15 | -6.82 | -6.11 | 8.39 | 0.57 | 7.36 |
| $P1 \times P5$ | -5.37 | -14.86 | 14.34 | -4.25 | -9.49 | -5.34 | 13.26 | 11.45 | 22.90 |
| $P1 \times P6$ | -5.68 | -17.51 | 10.79 | 2.40 | 0.00 | -2.29 | 5.47 | 0.01 | 6.76 |
| $P2 \times P3$ | -4.62 | -25.40 | 12.49 | 20.48** | 16.28* | 14.50 | 35.78* | 10.47 | 37.71* |
| $P2 \times P4$ | -8.37 | -26.23 | 11.25 | -4.76 | -9.09 | -8.40 | -10.70 | -22.63 | -3.56 |
| $P2 \times P5$ | -20.59 | -32.03 | 2.50 | 9.73 | 2.92 | 7.63 | -2.72 | -8.33 | 14.27 |
| $P2 \times P6$ | -11.32 | -26.08 | 11.47 | -3.23 | -6.25 | -8.40 | -6.32 | -17.20 | 3.21 |
| $P3 \times P4$ | -11.42 | -14.75 | -21.56 | -4.98 | -6.06 | -5.34 | -9.31 | -15.84 | -23.12 |
| $P3 \times P5$ | 16.91 | 4.79 | 12.49 | -12.03 | -14.60 | -10.69 | 1.06 | -13.64 | -4.76 |
| $P3 \times P6$ | 9.38 | 0.94 | 1.56 | 3.50 | 3.10 | 1.53 | 24.51 | 13.12 | 8.25 |
| $P4 \times P5$ | -25.76 | -31.06 | -25.99 | 7.81 | 5.84 | 10.69 | -14 | -21.38 | -13.30 |
| $P4 \times P6$ | 8.99 | 4.33 | 4.96 | 5.38 | 3.79 | 4.58 | 9.09 | 6.61 | 2.03 |
| $P5 \times P6$ | -21.21 | -23.69 | -18.08 | -7.92 | -10.95 | -6.87 | -23.76 | -28.80 | -21.48 |
| الهجن العكسية | | | | | | | | | |
| $P2 \times P1$ | 0.44 | -5.05 | 43.18* | 0.00 | -0.82 | -7.63 | 10.18 | 2.27 | 27.47 |
| $P3 \times P1$ | 11.19 | -9.18 | 21.98 | 0.40 | -2.33 | -3.82 | 33.49* | 15.63 | 23.43 |
| $P3 \times P2$ | 8.07 | -15.48 | 27.46 | 24.5** | 20.16* | 18.32* | 34.1* | 9.11 | 36.00* |
| $P4 \times P1$ | 12.09 | -5.56 | 26.84 | -0.79 | -4.55 | -3.82 | 21.91 | 13.11 | 20.75 |
| $P4 \times P2$ | -20.78 | -36.22 | -3.82 | 0.79 | -3.79 | -3.05 | -15.76 | -27.01 | -9.02 |

| | | | | | | | | | |
|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-------|
| -3.47 | 5.68 | 13.88 | 0.76 | 0.00 | 1.15 | -17.68 | -10.53 | -7.04 | P4×P3 |
| 3.95 | -5.74 | -4.21 | -3.05 | -7.30 | -1.93 | 4.95 | -21.86 | -13.14 | P5×P1 |
| -4.89 | -23.7 | -19.03 | -7.63 | -11.68 | -5.84 | -1.69 | -34.81 | -23.83 | P5×P2 |
| -0.67 | -9.92 | 5.41 | 12.98 | 8.03 | 11.28 | -9.01 | -15.24 | -5.44 | P5×P3 |
| -24.46 | -31.50 | -25.07 | -12.21 | -16.1* | -14.5* | -6.76 | -13.14 | -6.46 | P5×P4 |
| 2.54 | -3.94 | 1.30 | -3.05 | -0.78 | 1.6 | 7.20 | -20.18 | -8.73 | P6×P1 |
| 24.27 | -0.30 | 12.80 | 2.29 | 4.69 | 8.06 | 50.33** | -0.31 | 19.59 | P6×P2 |
| 4.88 | 9.60 | 20.63 | -5.34 | -3.88 | -3.5 | 17.68 | 16.97 | 26.74 | P6×P3 |
| -7.10 | -2.93 | -0.67 | 1.53 | 0.76 | 2.31 | 2.05 | 1.43 | 5.95 | P6×P4 |
| -8.93 | -17.42 | -11.58 | 9.16 | 4.38 | 7.92 | -10.37 | -16.51 | -13.80 | P6×P5 |
| 1.676 | 1.640 | 1.420 | 0.537 | 0.532 | 0.461 | 0.733 | 0.549 | 0.476 | LSD%5 |
| 2.219 | 2.171 | 1.880 | 0.711 | 0.704 | 0.610 | 0.554 | 0.727 | 0.629 | LSD%1 |

*, **, تشير إلى وجود فروق معنوية على مستوى ثقة 95% و 99% على التوالي.

• الخصائص النوعية للثمار:

يظهر من النتائج في الجدول 2 أن أربعة هجن أظهرت قوة هجين موجبة معنوية قياساً لمتوسط الأبوين لصفة نسبة المادة الجافة في الثمار بلغ أعلاها 33.4% في الهجين P5×P3، والذي أظهر بدوره قوة هجين موجبة معنوية قياساً للأب الأفضل بلغت 20.75% لنفس الصفة، بينما ظهرت قوة هجين موجبة معنوية في ثمانية هجن قياساً بالهجين القياسي تراوحت بين 48.46% في الهجين P5×P3 و 31.93% في الهجين P4×P1. كما أظهرت تسعة هجن قوة هجين موجبة معنوية قياساً لمتوسط الأبوين لصفة نسبة المواد الصلبة الكلية الذاتية تراوحت بين 26.6% في الهجين P2×P1 و 10.88% في الهجين P3×P2، كما أظهر الهجين P2×P1 قوة هجين موجبة معنوية قياساً للأب الأفضل بلغت 22.6%، واتفقت هذه النتائج مع ما توصل إليه Abou Kamer وزملاؤه (2015) و Pornsuriya وزملاؤه (2013) من حيث امتلاك بعض الهجن لقوة هجين موجبة معنوية. وفيما يخص قوة الهجين قياساً بالهجين القياسي فقد أظهرت 10 هجن قوة هجين موجبة معنوية تراوحت بين 25.80% في الهجين P5×P2 و 13.04% في الهجين P5×P1، واتفقت هذه النتائج مع ما توصل إليه Duradundi وزملاؤه (2021) من حيث امتلاك مجموعة من الهجن لقوة هجين موجبة معنوية لصفة نسبة المواد الصلبة الكلية الذاتية قياساً للأب الأفضل والهجين القياسي.

كانت أفضل الهجن من حيث قوة الهجين لصفة نسبة المادة الجافة P5×P3 و P4×P6 و P4×P6 و P2×P1 و P2×P3 و P2×P4 و P3×P2 و P3×P5 و P5×P2 و P1×P5 و P3×P4 و P5×P1 و P5×P3 لصفة نسبة المواد الصلبة الكلية الذاتية.

الجدول (2): النسبة المئوية لتقدير قوة الهجين (%) قياساً لمتوسط الأبوين والأب الأفضل والهجين القياسي لصفتي نسبة المادة الجافة والمواد الصلبة الكلية الذاتية

| المواد الصلبة الكلية الذاتية | | | نسبة المادة الجافة | | | |
|------------------------------|-------------|---------------|--------------------|-------------|---------------|-------|
| الهجين القياسي | الأب الأفضل | متوسط الأبوين | الهجين القياسي | الأب الأفضل | متوسط الأبوين | الهجن |
| الهجن المباشرة | | | | | | |
| 8.07 | 9.434 | 12.99* | 8.85 | -30.61* | -18.48* | P1×P2 |
| 4.04 | -7.967 | -1.760 | 4.49 | -5.17 | -0.47 | P1×P3 |
| 5.90 | -6.575 | -0.146 | 2.57 | -10.66 | -8.83 | P1×P4 |
| 20.80** | 5.135 | 13.08* | 20.03 | -2.37 | 2.97 | P1×P5 |
| 8.70 | -4.110 | 2.489 | 32.30** | 20.04 | 20.06* | P1×P6 |
| 16.77* | 3.297 | 13.6* | 17.22 | -25.27 | -8.66 | P2×P3 |
| 20.2** | 6.027 | 16.74** | 10.19 | -29.76* | -18.88* | P2×P4 |

| | | | | | | |
|----------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-------------------|
| 1.55 | -11.62* | -2.096 | 33.16** | -15.11 | -4.82 | P2×P5 |
| -1.55 | -13.15* | -4.374 | -2.47 | -37.8** | -26.9** | P2×P6 |
| 22.70** | 8.219 | 8.368 | 22.02 | 6.27 | 13.71 | P3×P4 |
| 19.30** | 3.784 | 4.632 | 20.34 | -2.12 | 8.05 | P3×P5 |
| 1.24 | -10.69 | -10.56* | 4.56 | -5.13 | -0.43 | P3×P6 |
| 9.94 | -4.324 | -3.673 | 14.64 | -6.75 | -3.56 | P4×P5 |
| 0.31 | -11.51* | -11.51* | 35.91** | 18.37 | 20.79* | P4×P6 |
| 8.70 | -5.405 | -4.762 | 44.99** | 17.91 | 24.34** | P5×P6 |
| الهجن العكسية | | | | | | |
| 21.1** | 22.6** | 26.6** | 13.34 | -27.74 | -15.12 | P2×P1 |
| 11.18 | -1.648 | 4.985 | 22.09 | 10.80 | 16.28 | P3×P1 |
| 13.98* | 0.824 | 10.88* | 40.88** | -10.19 | 9.78 | P3×P2 |
| 12.11 | -1.096 | 5.710 | 31.93** | 14.90 | 17.27 | P4×P1 |
| 22.1** | 7.671 | 18.55** | 34.40** | -14.32 | -1.06 | P4×P2 |
| 12.11 | -1.096 | -0.960 | 17.83 | 2.63 | 9.81 | P4×P3 |
| 13.04* | -1.622 | 5.814 | 19.51 | -2.79 | 2.53 | P5×P1 |
| 25.80** | 9.459 | 21.26** | 23.80 | -21.08 | -11.51 | P5×P2 |
| 25.20** | 8.919 | 9.81* | 48.46** | 20.75* | 33.3** | P5×P3 |
| 10.87 | -3.514 | -2.857 | -4.01 | -21.93 | -19.26* | P5×P4 |
| 4.04 | -8.219 | -1.903 | 12.89 | 2.43 | 2.44 | P6×P1 |
| -6.52 | -17.53* | -9.201 | 2.57 | -34.61 | -23.19* | P6×P2 |
| 3.42 | -8.767 | -8.642 | 18.72 | 7.716 | 13.06 | P6×P3 |
| 1.55 | -10.41 | -10.41* | -4.18 | -16.55 | -14.84 | P6×P4 |
| 3.73 | -9.730 | -9.116 | 21.74 | -0.98 | 4.43 | P6×P5 |
| 1.031 | 1.036 | 0.897 | 1.743 | 1.696 | 1.468 | LSD _{5%} |
| 1.366 | 1.371 | 1.187 | 2.307 | 2.244 | 1.944 | LSD _{1%} |

*, ** تشير إلى وجود فروق معنوية على مستوى ثقة 95% و 99% على التوالي.

وبما يتعلق بصفة نسبة السكريات الكلية في الثمار أظهر 11 هجين قوة هجين موجبة معنوية مرغوبة قياساً لمتوسط الأبوين بلغ أعلاها 42.70% في الهجين P4×P2، كما أظهرت ستة هجن منها قوة هجين موجبة معنوية قياساً للأب الأفضل تراوحت بين 17.87% في الهجين P5×P3 و 30.07% في الهجين P4×P2، وأظهرت ثمانية هجن قوة هجين موجبة معنوية قياساً بالهجين القياسي كان أفضلها الهجين P4×P2 حيث بلغت 33.00% (الجدول 3). واتفقت هذه النتائج مع ما توصل إليه Subramanian (2008) و Lal و Kaur (2002) حيث أظهرت عدد من الهجن قوة هجين معنوية قياساً لمتوسط الأبوين والأب الأفضل في الهجن المدروسة من قبلهم ومع ما توصل إليه Duradundi وزملاؤه (2021) من حيث امتلاك مجموعة من الهجن لقوة هجين موجبة معنوية لصفة نسبة السكريات الكلية في الثمار قياساً للأب الأفضل والهجين القياسي. كما أظهرت النتائج في الجدول 3 أن أربعة هجن أظهرت قوة هجين موجبة معنوية قياساً لمتوسط الأبوين لصفة السكريات الأحادية بلغ أعلاها 43.9% في الهجين P2×P1. أظهر اثنان منها (P1×P2 و P2×P1) قوة هجين موجبة معنوية قياساً للأب الأفضل بلغت 33.2 و 24.19%، على التوالي، أما قوة الهجين قياساً بالهجين القياسي فقد أظهرت خمسة هجن قوة هجين موجبة معنوية تراوحت بين 33.2% في الهجين P2×P1 و 19.84% في الهجين P4×P6. أظهرت ستة هجن قوة هجين موجبة معنوية قياساً لمتوسط الأبوين والأب الأفضل والهجين القياسي لصفة نسبة السكريات الثنائية، بلغ أعلاها 146% قياساً لمتوسط الأبوين في الهجين P3×P2، وبلغ أعلاها 142.1 و 79.72%، على التوالي، قياساً للأب الأفضل والهجين القياسي في الهجين P2×P4، إضافة إلى الهجينين P2×P3 و

P2×P5 للذين أظهرت قوة هجين موجبة معنوية قياساً لمتوسط الأبوين حيث بلغت 95.66 و79.64%، على التوالي (الجدول 3). واتفقت هذه النتائج مع ما توصل إليه Sambhajji (2010) من حيث إظهار عدد من الهجن المدروسة قوة هجين معنوية قياساً لمتوسط الأبوين والأب الأفضل، لصفة محتوى الثمار من السكريات الأحادية والثنائية. كانت أفضل الهجن بنسبة السكريات في الثمار P1×P5 و P2×P1 و P2×P3 و P2×P4 و P3×P2 و P3×P4 و P4×P1 و P4×P2 و P5×P2 و P5×P3 و P5×P4.

الجدول (3): النسبة المئوية لتقدير قوة الهجين (%) قياساً لمتوسط الأبوين والأب الأفضل والهجين القياسي لصفات نسبة السكريات الكلية والأحادية والثنائية

| السكريات الكلية | | | السكريات الأحادية | | | السكريات الثنائية | | | الهجن |
|-----------------------|--------------|----------------|-------------------|--------------|----------------|-------------------|--------------|----------------|-------|
| متوسط الأبوين | الأب الأفضل | الهجين القياسي | متوسط الأبوين | الأب الأفضل | الهجين القياسي | متوسط الأبوين | الأب الأفضل | الهجين القياسي | |
| الهجن المباشرة | | | | | | | | | |
| 7.173 | 0.326 | -2.56 | 28.8** | 24.19* | 19.19 | -33.09 | -41.74 | -41.66 | P1×P2 |
| 1.041 | 0.156 | -1.00 | 2.060 | -5.467 | 6.42 | 6.21 | -11.88 | -11.76 | P1×P3 |
| 12.32 | 9.76 | 11.69 | -9.66* | -16.56* | -5.48 | 29.87 | 13.07 | 13.23 | P1×P4 |
| 19.7** | 16.26 | 19.71* | 2.618 | -7.01 | 9.86 | 38.62 | 28.38 | 28.56 | P1×P5 |
| 14.12 | 8.76 | 16.58 | 3.115 | -3.40 | 6.12 | 43.68 | 41.87 | 42.07 | P1×P6 |
| 22** | 13.22 | 11.92 | 0.68 | -9.80 | 1.55 | 95.66* | 84.85 | 37.22 | P2×P3 |
| 39.3** | 27.6** | 29.8** | 7.96 | -3.54 | 9.27 | 142.1** | 142.1** | 79.72* | P2×P4 |
| 13.7 | 3.621 | 6.69 | 9.77 | -3.70 | 13.78 | 34.95 | 26.16 | 7.67 | P2×P5 |
| 10.79 | -0.83 | 6.30 | 24.4** | 12.65 | 23.76* | 4.755 | -7.80 | -9.99 | P2×P6 |
| 16.89* | 15.22 | 17.25* | -3.41 | -3.71 | 9.08 | 95.66* | 84.85 | 37.22 | P3×P4 |
| 10.13 | 7.93 | 11.13 | -13.31* | -15.35 | 0.01 | 66.46 | 47.63 | 25.99 | P3×P5 |
| 6.75 | 2.59 | 9.97 | 2.38 | 1.14 | 13.86 | 23.27 | 3.33 | 0.87 | P3×P6 |
| 13.43 | 12.76 | 16.11 | -11.97* | -13.78 | 1.87 | 88.9* | 76.61 | 50.72 | P4×P5 |
| -1.96 | -4.45 | 2.42 | 7.41 | 5.79 | 19.84* | -27.89 | -36.53 | -38.04 | P4×P6 |
| 9.71 | 7.55 | 15.28 | -7.398 | -10.65 | 5.57 | 51.93 | 42.38 | 38.99 | P5×P6 |
| الهجن العكسية | | | | | | | | | |
| 20.81* | 13.09 | 9.83 | 43.9** | 38.8** | 33.2** | -38.32 | -46.30 | -46.22 | P2×P1 |
| 6.66 | 5.73 | 4.51 | 5.92 | -1.89 | 10.44 | 8.905 | -9.65 | -9.52 | P3×P1 |
| 30.8** | 21.47* | 20.07* | -2.39 | -12.55 | -1.55 | 146** | 132.4** | 72.5* | P3×P2 |
| 15.57* | 12.94 | 14.92 | 13.03 | 4.39 | 18.26 | 22.93 | 7.02 | 7.17 | P4×P1 |
| 42.7** | 30.7** | 33.00** | 13.63 | 1.53 | 15.01 | 138** | 137.9** | 76.68* | P4×P2 |
| 10.43 | 8.85 | 10.76 | -5.82 | -6.11 | 6.36 | 57.34 | 48.65 | 10.35 | P4×P3 |
| 14.74 | 11.48 | 14.78 | 13.07 | 2.46 | 21.05* | 7.803 | -0.16 | -0.02 | P5×P1 |
| 39.6** | 27.3** | 31.00** | 21.64* | 6.71 | 26.1** | 79.64* | 67.95 | 43.33 | P5×P2 |
| 20.3** | 17.87* | 21.37* | -16.82* | -18.78* | -4.04 | 141.7** | 114.3** | 82.92* | P5×P3 |
| 18.69* | 17.99* | 21.49* | -12.99* | -14.78 | 0.69 | 115.5** | 101.47* | 71.94* | P5×P4 |
| 8.92 | 3.8 | 11.26 | 11.23 | 4.20 | 14.48 | 4.99 | 3.67 | 3.81 | P6×P1 |
| 0.19 | -10.32 | -3.87 | 9.915 | -0.45 | 9.37 | -24.99 | -33.97 | -35.54 | P6×P2 |
| -5.58 | -9.25 | -2.72 | -18.92* | -19.90* | -9.83 | 40.12 | 17.45 | 14.66 | P6×P3 |
| 4.86 | 2.21 | 9.55 | -4.946 | -6.38 | 6.06 | 37.64 | 21.15 | 18.27 | P6×P4 |
| 4.67 | 2.61 | 9.98 | -13.88 | -16.90* | -1.82 | 51.63 | 42.10 | 38.72 | P6×P5 |
| 1.074 | 1.240 | 1.224 | 0.873 | 1.008 | 1.01 | 1.138 | 1.314 | 1.309 | LSD%5 |
| 1.422 | 1.641 | 1.619 | 1.155 | 1.334 | 1.332 | 1.506 | 1.739 | 1.732 | LSD%1 |

*, ** تشير إلى وجود فروق معنوية على مستوى ثقة 95% و99% على التوالي.

أما محتوى الثمار من الكاروتينات فقد أظهر 12 هجين قوة هجين موجبة معنوية قياساً لمتوسط الأبوين بلغ أعلاها 63.52% في الهجين P2×P1، والذي أظهر بدوره قوة هجين موجبة معنوية قياساً للأب الأفضل بلغت 38.3%، اتفقت هذه النتائج مع ما توصل إليه Kumar وزملاؤه (2018) من حيث قوة الهجين الموجبة المعنوية في بعض الهجن قياساً لمتوسط الأبوين والأب الأفضل والهجين القياسي. وبما يخص قوة الهجين قياساً بالهجين القياسي فقد أظهرت خمسة هجن قوة هجين موجبة معنوية بلغ أعلاها 32.84% في الهجين P5×P1، (الجدول 4). واتفقت هذه النتائج مع ما ذكره Duradundi وزملاؤه (2021) من حيث امتلاك مجموعة من الهجن لقوة هجين موجبة قياساً للأب الأفضل والهجين القياسي، ومع Abou Kamer وزملاؤه (2015) و Moon وزملاؤه (2006) من حيث إظهار بعض الهجن في دراستهم لقوة هجين موجبة معنوية قياساً بمتوسط الأبوين والأب الأفضل لصفة محتوى الثمار من الكاروتينات. كما تُظهر النتائج في الجدول 4 أن الهجن P2×P3 و P3×P2 و P1×P3 امتلكت قوة هجين موجبة معنوية قياساً لمتوسط الأبوين لصفة محتوى الثمار من فيتامين C بلغت 70.70 و 54 و 42.20%، على التوالي، ولم تمتلك أي من الهجن قوة هجين موجبة معنوية قياساً للأب الأفضل، وأظهرت ستة هجن قوة هجين موجبة معنوية قياساً بالهجين القياسي بلغ أعلاها 64.90% في الهجين P1×P4، واتفقت هذه النتائج مع ما توصل إليه Kumar وزملاؤه (2018) و Abou Kamer وزملاؤه (2015) من حيث إظهار بعض الهجن لقوة هجين موجبة معنوية قياساً لمتوسط الأبوين والهجين القياسي بما يخص محتوى الثمار من فيتامين C.

الجدول (4): النسبة المئوية لتقدير قوة الهجين (%) قياساً لمتوسط الأبوين والأب الأفضل والهجين القياسي لصفتي محتوى الثمار من

الكاروتينات وفيتامين C

| محتوى الثمار من فيتامين C | | | محتوى الثمار من الكاروتينات | | | الهجن |
|---------------------------|-------------|---------------|-----------------------------|-------------|---------------|-------|
| الهجين القياسي | الأب الأفضل | متوسط الأبوين | الهجين القياسي | الأب الأفضل | متوسط الأبوين | |
| الهجن المباشرة | | | | | | |
| -31.25 | -37.83 | -17.82 | -4.17 | 36.29 | 61.20** | P1×P2 |
| 57.21* | 42.17 | 42.20* | -25.01 | 3.848 | 5.23 | P1×P3 |
| 64.90* | 17.47 | 31.42 | -40.3** | -41.9* | -31.01* | P1×P4 |
| 17.79 | -13.12 | -4.30 | 30.57* | 0.000 | 29.99** | P1×P5 |
| 8.17 | -5.46 | -3.85 | -1.39 | 34.91 | 37.52* | P1×P6 |
| 42.79 | 29.13 | 70.70* | -11.11 | 23.09 | 47.15* | P2×P3 |
| 17.79 | -16.10 | 19.51 | -4.17 | -6.76 | 26.62 | P2×P4 |
| 7.21 | -20.92 | 11.50 | 30.57* | 0.000 | 45.75** | P2×P5 |
| -46.63 | -53.36 | -37.64 | -20.84 | 8.30 | 30.10 | P2×P6 |
| -18.27 | -41.78 | -34.87 | -4.17 | -6.76 | 9.53 | P3×P4 |
| 55.29* | 14.54 | 26.17 | 2.53 | -21.47 | 1.13 | P3×P5 |
| 18.75 | 3.78 | 5.56 | -19.45 | 10.2 | 10.87 | P3×P6 |
| 15.38 | -17.81 | -16.38 | -5.30 | -27.47 | -18.83 | P4×P5 |
| 55.77* | 10.96 | 22.26 | 2.76 | -0.01 | 16.86 | P4×P6 |
| 38.94 | 2.48 | 11.15 | 28.51* | -1.58 | 26.20* | P5×P6 |
| الهجن العكسية | | | | | | |
| 25.00 | 13.04 | 49.43 | -2.78 | 38.3* | 63.52** | P2×P1 |
| 32.21 | 19.57 | 19.57 | -25.01 | 3.85 | 5.23 | P3×P1 |
| 28.85 | 16.52 | 54* | -4.17 | 32.71 | 58.65** | P3×P2 |
| 61.06* | 14.73 | 28.35 | -15.28 | -17.57 | -2.12 | P4×P1 |
| 37.98 | -1.71 | 40.00 | 0.00 | -2.70 | 32.12* | P4×P2 |

| | | | | | | |
|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|--------------|-------|
| -19.71 | -42.81 | -36.02 | -12.50 | -14.87 | 0.000 | P4×P3 |
| 39.42 | 2.84 | 13.28 | 32.84* | 1.74 | 32.25** | P5×P1 |
| 32.21 | -2.48 | 37.50 | 29.18* | -1.06 | 44.20** | P5×P2 |
| -0.96 | -26.95 | -19.53 | 25.01 | -4.26 | 23.30* | P5×P3 |
| 29.81 | -7.53 | -5.923 | 26.25 | -3.31 | 8.21 | P5×P4 |
| 53.37* | 34.03 | 36.33 | -4.17 | 31.11 | 33.65* | P6×P1 |
| 26.44 | 10.50 | 47.45 | -8.34 | 25.40 | 50.65** | P6×P2 |
| 15.38 | 0.84 | 2.56 | -36.1** | -12.61 | -12.08 | P6×P3 |
| 2.88 | -26.71 | -19.25 | -9.73 | -12.17 | 2.66 | P6×P4 |
| -2.88 | -28.37 | -22.31 | 2.64 | -21.39 | 0.80 | P6×P5 |
| 27.044 | 27.247 | 23.596 | 8.346 | 8.070 | 6.989 | LSD%5 |
| 35.795 | 36.063 | 31.232 | 11.046 | 10.682 | 9.251 | LSD%1 |

*, ** تشير إلى وجود فروق معنوية على مستوى ثقة 95% و99% على التوالي.

2- درجة التوريث Heritability:

أظهرت النتائج في الجدول 5 أن التباين الإضافي أعلى من السيادة والبيئي بما يتعلق بصفات متوسط وزن الثمرة وإنتاج النبات محتوى الثمار من الكاروتينات، اتفقت هذه النتائج مع Akrami و Arzan (2019) لصفة متوسط وزن الثمرة. وكانت قيم درجة التوريث العريضة والضيقة مرتفعة لصفة متوسط وزن الثمرة وبلغت 69.990% و57.835%، على التوالي، مما يدل على أن تأثير الظروف البيئية في هذه الصفة منخفض، وانسجمت هذه النتائج مع ما توصل إليه Tomar وزملاؤه (2008) من جهة قيم درجة التوريث العريضة والضيقة. ومن جهة أخرى كانت درجة التوريث العريضة مرتفعة لصفة إنتاج النبات بلغت 69.151%، ودرجة التوريث الضيقة متوسطة (39.101%)، واتفقت هذه النتائج مع Feyzian وزملاؤه (2009) بما يخص درجة التوريث الضيقة والعريضة. وفيما يخص صفة عدد الثمار على النبات كانت درجة التوريث العريضة متوسطة بلغت 37.084%، ودرجة التوريث الضيقة بلغت 2.737%، انسجمت هذه النتائج مع نتائج Reddy وزملاؤه (2013) من حيث قيم درجة التوريث. بينما كانت درجة التوريث العريضة مرتفعة لجميع صفات الثمار النوعية وقد تراوحت بين 86.847 و61.681%. واتفقت هذه النتائج مع Muthuselvi وآخرون (2019) لجهة درجة التوريث العريضة المرتفعة. ومن جهة أخرى بلغت درجة التوريث الضيقة قيماً متوسطة لصفتي محتوى الثمار من الكاروتينات والمواد الصلبة الكلية الذائبة (49.241% و20.515%، على التوالي). ومنخفضة لبقية الصفات اتفقت هذه النتائج مع نتائج Metwally وآخرون (2015) و Singh و vashisht (2015) بدرجة التوريث الضيقة المتوسطة لصفة المواد الصلبة الكلية الذائبة.

الجدول (5): تقديرات التباين الوراثي الإضافي (δ^2A) والسيادي (δ^2D) والتباين البيئي (δ^2E) درجة التوريث بالمعنيين العريض ($H_{B.S}$) والضيق ($h_{n.s}$) لبعض الصفات المتعلقة بالإنتاج وصفات الثمار النوعية

| $h_{n.s}$ | $H_{B.S}$ | δ^2E | δ^2D | δ^2A | المؤشرات الوراثية الصفات المدروسة |
|-----------|-----------|-------------|-------------|-------------|--------------------------------------|
| 57.835 | 69.990 | 0.038 | 0.016 | 0.074 | متوسط وزن الثمرة |
| 2.737 | 37.084 | 0.036 | 0.020 | 0.002 | عدد الثمار/النبات |
| 39.101 | 69.151 | 0.342 | 0.333 | 0.433 | إنتاج النبات |
| 9.182 | 74.313 | 0.365 | 0.926 | 0.131 | المادة الجافة |
| 20.515 | 81.016 | 0.142 | 0.434 | 0.147 | المواد الصلبة الكلية الذائبة |
| 7.946 | 79.488 | 0.201 | 0.681 | 0.076 | السكريات الكلية |
| 0.506 | 67.005 | 0.133 | 0.261 | 0.002 | السكريات الأحادية |
| 6.908 | 73.857 | 0.224 | 0.562 | 0.058 | السكريات الثنائية |

| | | | | | |
|--------|--------|-------|--------|-------|-------------|
| 49.241 | 86.847 | 8.272 | 23.653 | 30.97 | الكاروتينات |
| 11.921 | 61.681 | 94.30 | 122.46 | 29.34 | C فيتامين |

تعتمد فعالية الانتخاب على درجة التوريث الضيقة العالية (Johnson *et al.*, 1955). ويمكن القول بأن الصفات التي أظهرت قيماً مرتفعة لدرجة التوريث الضيقة تخضع للفعل المورثي الإضافي ويمر تحسينها عبر الانتخاب بالأجيال المبكرة بكفاءة عالية (Reddy *et al.*, 2013)، بينما الصفات التي أظهرت قيماً منخفضة لدرجة التوريث الضيقة تخضع للفعل المورثي اللاإضافي ويمكن تحسينها بالتجين (Ibrahim, 2012).

الاستنتاجات والتوصيات:

- أظهرت الهجن $P_1 \times P_2$ و $P_2 \times P_1$ و $P_6 \times P_2$ قوة هجنتين معنوية قياساً بالهجين القياسي لصفة متوسط وزن الثمرة، والهجن $P_3 \times P_2$ و $P_2 \times P_3$ و $P_1 \times P_2$ لصفة إنتاج النبات قياساً لمتوسط الأبوين والهجين القياسي، كما امتلك عدد كبير من الهجن لقوة هجين معنوية قياساً بالأب الأفضل ومتوسط الأبوين والهجين القياسي بما يخص الصفات الكيميائية للثمار، لذلك تعد هذه الهجن واعدة يمكن استخدامها في الزراعة بعد استكمال تقييمها.
- كانت درجة التوريث العريضة مرتفعة لجميع الصفات المدروسة عدا صفة عدد الثمار على النبات، بينما كانت درجة التوريث الضيقة متوسطة لصفات متوسط وزن الثمرة وإنتاج النبات ومحتوى الثمار من الكاروتينات والمواد الصلبة الكلية الذائبة، مما يشير لإمكانية تحسين هاتين الصفتين بالانتخاب.
- متابعة دراسة الهجن السابقة التي أظهرت قوة هجين معنوية في تجارب موسعة لدراسة الكفاءة الإنتاجية.

المراجع:

المجموعة الإحصائية الزراعية السنوية. 2020. منشورات وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي-مديرية الإحصاء والتخطيط - قسم الإحصاء - الجدول 62.

- المنظمة العربية للتنمية الزراعية. (2022). الكتاب السنوي للإحصاءات الزراعية العربية-الخرطوم-المجلد 40-الجدول 76.
- Abou Kamer, M. E., M. Mona Yousry and A. M. El-Gamal (2015). Heterosis and Heritability Studies for Fruit Characters and Yield in Melon (*Cucumis melo*, L). Middle East Journal of Applied Sciences. ISSN 2077-4613. 5 (01): 262-273.
- Agrawal, A. A. (1998). Induced responses to herbivory and increased plant performance. *Science* 279: 1201-1202.
- Akrami, M. and A. Arzan (2019). Inheritance of fruit yield and quality in melon (*Cucumis melo* L.) grown under field salinity stress. *Scientific Reports*. 9:7249. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-43616-6>.
- Allard, R.W. (1960). Principles of Plant Breeding. John Wiley and Sons. Inc. New York.
- Al-Shalaldehy, G. and M. A. Duwayri (1986). Inheritance of morphophysiological characters and grain yield in durum wheat crosses. *Rachis*. 5(1): 37-41.
- Arnel, R.H. and J. B. Miranda (1981). Quantitative genetics in maize breeding. Iowa State University press, Ames. 468P.
- Beerh, O. P. and G. S. Siddappa (1959). A rapid spectrophotometric method for the detection and estimation of adulterants in tomato ketchup. *Food Technology*, 13: 414-418.
- Cavalcante Neto, J. G. C., K. T. C. Ferreira, F. A. S. de Aragão, R. P. Antônio and G. H. de Sousa Nunes (2020). Potential of parents and hybrids experimental of the yellow melon. *Ciência Rural*. 50(2). ISSN 1678-4596.

- Choudhary, B. R. and S. Pandey. (2010). Breeding of F1 hybrids in muskmelon: Accomplishment and prospects. *Indian Journal of Arid Horticulture* 5 (1- 2): 1-5.
- Choudhary, B.P., R.S. Dhaka and M.S. Fageria (2003). Heterosis for yield and yield related attributed in muskmelon (*Cucumis melo* L.). *Indian journal of Genetic and Plant breeding*. 95 (1-6):24-27.
- Duradundi, S. K., V.D. Gasti, R. Mulge and D. A. Masuthi (2021). Heterosis studies in muskmelon (*Cucumis melo* L.) for Yield and Quality Traits. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*.10(2):1534-1549.
- Duradundi, S. K., V.D. Gasti, R. Mulge, M.G. Kerutagi and D. A. Masuthi (2018). Heterosis studies in muskmelon (*Cucumis melo* L.) for growth, earliness and yield traits. *International Journal of Chemical Studies*. 6(4): 3079-3086.
- Falconer, D.R. (1989). *Introduction to Quantitative Genetics*. Third Edition. Longman, New York. 340 P.
- Feyzian, E., H. Dehghani, A. M. Rezai and M. J. Jalali (2009). Diallel cross analysis for maturity and yield-related traits in melon *Cucumis melo* L. *Euphytica*. 168: 215-223.
- Ibrahim, E. A. (2012). Variability, Heritability and Genetic Advanced in Egyptian sweet melon (*Cucumis melo* var. *aegyptiacus* L.) under water stress conditions. *International Journal of Plant Breeding and Genetics*. 6(4):238-244.
- IPGRI. (2003). *Descriptors for Melon (Cucumis melo L.)*. International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy.
- Ismail, M., A. Sajjad and M. Hussain (2014). Quantitative Determination of Ascorbic Acid in Commercial Fruit Juices by Redox Titration. *International Journal of Pharmaceutical Quality Assurance*. 5(4): 22-25.
- Johnson, H.W., H.R. Robinson and R.E. Comstock (1955). Estimates of genetic and environmental variability in soyabeans. *Agronomy Journal*. 47: 314-318.
- Kaur, S., S. P. Sharma, N. K. Sarao, J. K. Deol, R. Gill, K. A. Abd-Elsalam, M. A. Alghuthaymi, M. M. Hassan and N. Chawla (2022). Heterosis and Combining Ability for Fruit Yield, Sweetness, β -Carotene, Ascorbic Acid, Firmness and Fusarium Wilt Resistance in Muskmelon (*Cucumis melo* L.) Involving Genetic Male Sterile Lines. *Horticulturae*. 8(82):1-24.
- Kirk, S. and R. Sawyer (1989). *Pearson composition and analysis of food*, 9th. Longman scientific and Technical. New York. p: 18-31.
- Kirkbride J. H. (1993). *Biosystematic monograph of the genus Cucumis (Cucurbitaceae)*. Parkway Publishers, North Carolina.
- Kumar, R., V. Rajasree, S. Praneetha, S. Rajeswari and S. Khuntia (2018). Heterosis breeding in pumpkin (*Cucurbita moschata* Duch. ex poir.) for small size, thick flesh with high yield and β -carotene. *International Journal of Chemical Studies*. 6(5): 81-85.
- Lal, T. and R. Kaur (2002). Heterosis and combining ability analysis for improvement horticultural traits and reduction to downy mildew in muskmelon (*Cucumis melo* L.). *PAU. Journal of research*. 39(4):482-490.
- Lush, J. L. (1943). *Animals Breeding Plans*. Iowa State Collage Press. Ames Iowa.
- Metwally, E. I., M. E. M. Ahmed. I. A. Al-Ballat. U. K. Al-abbasy and A. M. Konsowa (2015). Gene action and heritability of fruit yield and it is components on melon (*Cucumis melo*. L). *Egyptian Journal of Plant Breeding*. 19 (3):37-55.

- Mohammadi R., H. Dehghani and G. Karimzadeh (2014). Genetic analysis of yield components, early maturity and total soluble solids in cantaloupe (*Cucumis melo* L. subsp. *melo* var. *cantalupensis* Naudin). *Yyü Tar Bil Derg* (Yyu J Agr Sci). 24(1): 79-86.
- Moon, S. S., A. D. Munshi, V. K. Verma and A. K. Sureja (2006). Heterosis for biochemical traits in muskmelon (*Cucumis melo* L.). *Sabrao Journal of Breeding and Genetics*. 38
- Munger, H.M. (1942). The possible utilization of first generation muskmelon hybrid and an improved method of hybridization. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 40: 405-410.
- Muthuselvi, R., S. Praneetha, Z. John Kennedy and D. Uma (2019). Assessment of variability in snap melon (*Cucumis melo* var. *Momordicaduth.* & full) genotypes. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*. 8(4): 654-657.
- Napolitano, M., N. Terzaroli, S. Kashyap, L. Russi, E. Jones-Evans, and E. Albertini (2020). Exploring Heterosis in Melon (*Cucumis melo* L.). 9 (282):1-19.
- Pandey, S., M. Rai and B. Singh (2005). Genetic variability and character association in muskmelon (*Cucumis melo* L.). *Indian J. Plant Genet. Resour.* 18 (2):212-216.
- Pornsuriya, P., P. Pornsuriya and S. Teerasakulchol (2013). Heterosis of Three-Way Crosses between Thai Melon and Cantaloupe. *Journal of Applied Sciences Research*. 9 (12): 6111-6114.
- Reddy, B. P. K., H. Begum, N. Sunil and M. T. Reddy (2013). Variance Component Analysis of Quantitative Traits in Muskmelon (*Cucumis melo* L.). *Trakia Journal of Sciences*. 11(2): 118-124.
- Sambhaji, G. V. (2010). Heterosis and Combining Ability in Muskmelon (*Cucumis Melo* L.). Ph.D. Thesis. Ahmednagar. Maharashtra state. India. 141 p.
- Shull, G. H. (1952). Heterosis. Iowa State Univ. Press. PP. 14-48: in Smith, N. C. and E. A. Lee. (2016). Heterosis and growth in a developing maize plant. *Maydica electronic publication*. 61(22):1-9.
- Singh, N. and V. K. vashisht (2015). Genetic analysis of economic traits in muskmelon (*cucumis melo* L.) using biparental progenies. *Agric. Res. J.* 52 (1): 94-97.
- Singh, R.K and B.D. Choudhary. (1995). *Biometrical methods in quantitative genetic analysis*. Kalyani publishers. New Delhi-318p.
- Singh, Y. and J. N. Sachan (2003). Combining ability analysis for seed yield and its components in Indian Mustard [*Brassica juncea* (L.) Czern. and Coss.]. *Indian J. Genet. Plant Breed.* 63(1):83-84.
- Sinha, S. and R. Khanna (1975). Physiological biochemical and genetic basis of heterosis. *Advances in Agronomy*. 27: 123-174.
- Staub, J. E., A. I. López-Sesé and N. Fanourakis (2004). Diversity among melon landraces (*Cucumis melo* L.) from Greece and their genetic relationship with other melon germplasm of diverse origins. *Euphytica* 136: 151-166.
- Steel, R. G. D. and J. H. Torrie. (1980) *Principles and procedures of statistics. A biometrical approach*, 2nd Edition, McGraw-Hill Book Company, New York.
- Subramanian, D. (2008). Studies of heterosis expression and association of fruit yield and yield component characters among five crosses of Vellari melon (*Cucumis melo* L.). *Madras agricultural journal*. 95(1-6):24-27.
- Takahashi, M. (1959). Determination of Reducing Sugars by Means of Back Titration against Alkaline Copper Solution. *Annual Meeting of the Chemical Society of Japan*. 33(2): 178-181.

- Tomar, R. S., G. U. Kulkarni and D. K. Kakade (2008). Genetic analysis in muskmelon (*Cucumis melo* L.). J. Hort. Sci. 3 (2): 112-118.
- Wang, Y. H., C. E. Thomas and R. A. Dean (1997). A Genetic Map of Melon (*Cucumis melo* L.) Based on Amplified Fragment Length Polymorphism (AFLP) Markers. Theor. Appl. Genet. 95: 791- 798.
- Zalapa, J. E., J. E. Staub and J. D. McCreight (2006). Generation means analysis of plant architectural traits and fruit yield in melon. Plant Breeding. 125(5):482-487.

Heterosis and Heritability Studies in Melon (*Cucumis melo* L.) for Yield and some Fruit Quality Traits

Faten alsafadi⁽¹⁾, Ramzi Murshid⁽²⁾ and Abdel Mohsen Marie⁽³⁾

(1). Sweida Research Centre, General Commission for Scientific Agricultural Research (GCSAR), Syria.

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

(3). Administration of Horticulture Research, General Commission for Scientific Agricultural Research (GCSAR), Damascus, Syria.

(*Corresponding author: Dr.Faten alsafadi. E-Mail. f.alsafadi@gmail.com).

Received: 26/03/2023

Accepted:13/06/2024

Abstract

This study was conducted at GCSAR-Swaida research center (Hout station) during the season 2019-2020, to evaluate six melon inbred lines and their F1 hybrids produced by complete diallel mating design, using RCBD with four replications. to estimate Heterosis for hybrids. in addition to evaluate the broad and narrow sense heritability for yield (average fruit weight, number of fruit per plant. yield per plant) and some fruit quality traits of melon (dry matter, total soluble solids, total sugar, monosaccharaides, disaccharides, carotenoids, vitamin C). the results showed highly significant positive estimates of Heterosis were recorded over mid parents and standard hybrid in hybrids P2×P3, P3×P2 and P1×P2 the highest value was (35.78% and 49.34%, respectively) for yield per plant. and the hybrid P2xP1 showed significant positive Heterosis over mid parents, better parents and standard hybrid for the percentage of total soluble solids and monosaccharaides in fruits, and the hybrid P2xP1 for the percentage of dry matter, and the hybrids P2×P4, P3×P2, P4×P2, P5×P3 and P5×P4 for the percentage of total sugar and monosaccharaides in fruits, While some hybrids showed significant positive estimates of Heterosis over mid parents and standard hybrid for the fruit content of carotenoids and vitamin C. The Estimates of the broad sense heritability was high in all traits except number of fruit per plant. While the narrow sense heritability was an intermediate estimate for average fruit weight, yield per plant, fruit content of carotenoids and total soluble solids, that's refers of possibility to improve this characteristics by selection.

Keywords: *Cucumis melo* L., Heterosis, Heritability, Fruit Quality, Melon, Yield.