

"دراسة مقارنة لتأثير الصنف وطريقة الحصاد على الجودة التسويقية لثلاثة أصناف محلية من البرتقال المنتجة في مدينة الزهراء"

ناجي الهادي الصادق أبوراس

مركز البحوث والاستشارات العلمية والتدريب- جامعة نالوت

المستخلص:

هدفت الدراسة إلى إجراء تقييم مقارن لتأثير بقاء السوقية أثناء جني ثمار البرتقال على الجودة التسويقية لثلاثة أصناف محلية شائعة، وهي: الكيني، أبوصرة، والتاروكي. برزت أهمية هذه الدراسة نتيجة ملاحظة تزايد العيوب الميكانيكية والإصابات الفطرية بعد الحصاد في ثمار البرتقال التي يتم جنيها مع السوقية. استخدمت الدراسة نموذج الانحدار الخطي لتحديد العوامل المؤثرة في تمييز الأصناف، حيث أظهرت النتائج أن النموذج كان معنوياً بشكل قوي ($p < 0.001$) وأنه يفسر حوالي 45% من التباين في المتغير التابع. بينت معاملات الانحدار أن وزن الثمرة وسمك القشرة كانا العاملين الأكثر تأثيراً في الاختلاف بين الأصناف، بينما لم يكن لبقاء السوقية تأثير مباشر في التنبؤ بالصنف الأفضل. أظهرت مصفوفة الارتباط أن العيوب الميكانيكية ترتبط بقوة بالإصابات الفطرية ($r = 0.60, p < 0.05$)، مما يؤكد أن الجروح الناتجة عن بقاء السوقية تُعد طريقاً رئيسياً لمهاجمة الفطريات بعد الحصاد. بينت نتائج التحليل الإحصائي وجود علاقة عكسية بين كلاً من سمك القشرة والعيوب الميكانيكية ($r = -0.20, p \leq 0.05$) وبين وزن الثمرة وكثرة العيوب ($r = -0.25, p \leq 0.05$)، بما تشير إلى دور الخصائص الفيزيائية في الحد من التلف. تظهر النتائج أن تأثير بقاء السوقية على الجودة ليس مباشراً، بل يتم عبر زيادة الاحتكاك وإحداث الجروح، والتي تشكل بدورها نقطة دخول للكائنات الممرضة. تؤكد هذه النتائج تأثير طريقة الجني على القابلية للتخزين والجودة التسويقية، توصي الدراسة باعتماد ممارسات حصاد تقلل من الاحتكاك بين الثمار وتحد من بقاء السوقيات. تعزز هذه النتائج أهمية تحسين طرق الجني للحد من الفاقد وتحقيق جودة تسويقية أفضل في سلاسل إنتاج البرتقال المحلي.

الكلمات المفتاحية: أصناف البرتقال، السوقية، العيوب الميكانيكية، الإصابات الفطرية بعد الحصاد، الجودة التسويقية، الزهراء - ليبيا.

المقدمة:

الذان يعتبران الأكثر انتشارًا وخطرًا على ثمار البرتقال. كما أن الجروح الناتجة عن الأذى الميكانيكي أثناء القطف أو المناولة يمكن أن تحدث أضرار في بنية القشرة، مثل تدمير الخلايا في غلاف القشرة (flavedo) وتفجير غدد الزيوت، وهو ما تم رصده في برتقال أبوصرة Navel باستخدام المجهر الإلكتروني. إن الإصابات الميكانيكية غير الظاهرة خارجيًا قد تكون ضارة، وتشير بعض الدراسات إلى أن ثمار الحمضيات المحصودة بواسطة مقصات حادة والتي تُزال فيها السويقة بشكل سليم تُظهر أقل إصابات وفقد أقل في الوزن مقارنة بطرق جني غير سليمة، والتي تترك سويقات حادة تخترق قشرة الثمرة (Kassim, 2020; Rokaya et al., 2020). وجد (Wang et al. 2022) علاقة بين الأس الهيدروجيني (pH) وخصائص النضج وبين قوة قطع السويقة، مما يشير إلى أن درجة النضج قد تؤثر في مدى تلف الثمرة عند القطف. في كثير من الممارسات الحقلية، يترك القائمون على عملية القطف جزءًا من السويقة ملتصقًا بالثمرة أو يقطعون معها قطعة من الأغصان والسويقات والأوراق، وقد تختلف النتائج من حيث الأذى الميكانيكي حسب الصنف وخصائص القشرة (سمك القشرة) والصفات الفسيولوجية الأخرى مثل تماسك القشرة والـ pH. لذلك، تقتضي الحاجة إلى دراسة منهجية تربط بين بقاء السويقة عند الجني وبعض الخصائص الفيزيائية للثمرة ومدى حدوث الخسائر الميكانيكية وغزو الفطريات (Bai et al., 2019; Baldwin, 2019). بينت دراسة أجراها (Ben- Yehoshua, 2016)، أن مجرد وجود خدش مجهري Micro injury حتى وإن لم يكن ظاهرًا للعين المجردة يمكن أن يفتح ممرًا لتغلغل الفطريات وبالتالي سرعة التلف، خاصة في ظل توفر بيئة رطبة

تُعد عملية جني ثمار الحمضيات إحدى أكثر المراحل الحساسة في منظومة ما بعد الحصاد، إذ تلعب دورًا محوريًا في تحديد مستوى الجودة الذي ستحتفظ به الثمار خلال مراحل النقل والتداول والتخزين وحتى التسويق. وعلى الرغم من التطور الكبير في تقنيات ما بعد الحصاد في العديد من الدول، إلا أن ممارسات الجني التقليدية خصوصًا جني الثمار مصحوبة بالسويقات (Pedicels) بطرق غير صحيحة مازالت تمثل أحد أهم الأسباب المؤدية إلى تدهور جودة ثمار البرتقال في كثير من الدول (Mahajan & Caleb, 2020). تُعرف السويقة على أنها الجزء الرفيع القصير الذي يربط الثمرة مباشرةً بالغصن الحامل لها، وتُعد جودة ثمار البرتقال بعد الحصاد أحد العوامل الحاسمة في تحديد قيمتها التسويقية، وتتأثر هذه الجودة بشكل كبير بالممارسات الحقلية أثناء الجني. إن ترك السويقة أو قصها بطريقة خاطئة قد يخلق نقاطًا حرجية في قشرة الثمرة تمثل مداخل مباشرة للممرضات الفطرية، ولا سيما أنواع *Penicillium* المسؤولة عن العفن الأخضر والأزرق في الحمضيات، ما يؤدي إلى زيادة نسبة الفاقد ما بعد الحصاد وخسائر تسويقية ملموسة (Strano et al., 2022). تُعد القشرة الخارجية لثمار البرتقال خط الدفاع الأول ضد مسببات الأمراض، خاصة الفطريات الممرضة التي تنتشر في الحقل وفي بيئة التخزين والتسويق. وبمجرد تعرّض هذا الغلاف الحامي للخدش أو التمزق، تزداد احتمالية اختراق الفطريات للثمرة، مما يؤدي إلى ظهور أمراض شائعة مثل العفن الأخضر *Penicillium digitatum* والعفن الأزرق *Penicillium italicum* وهما المرضان الفطريان

رغم التطور في تقنيات الحصاد لثمار البرتقال، فإن ممارسات الجني التقليدية التي تترك أجزاء من السوق ملتصقة بالثمرة، لازال شائعاً في بعض البلدان. هذه الممارسة قد تزيد من تعرض الثمار للجروح الدقيقة التي تسهل دخول أبواغ الفطريات الممرضة، مما يؤدي إلى ارتفاع معدلات العفن، انخفاض الجودة الحسية، وفقدان قابلية التسويق. لوحظ أن العديد من عمليات جني محصول البرتقال تترك السوق ملتصقة بالثمرة أو تُقطف مع جزء من الغصن والغرض من ذلك هو إثبات للمستهلك بأن الثمار طازجة، هذا بدوره يؤدي إلى زيادة العيوب الميكانيكية التي تساهم في غزو الفطريات بعد الحصاد وتدهور الجودة التسويقية. ومن غير الواضح مدى تأثير هذا العامل (بقاء السوق) على مؤشرات الجودة الفسيولوجية والإصابات الفطرية في أصناف مختلفة من البرتقال المحلي. لذا تبرز الحاجة لمعرفة: ما مدى تأثير بقاء السوق عند جني ثمار البرتقال على العيوب الميكانيكية، نسبة الإصابات الفطرية، والخصائص الفيزيائية لأصناف (الكيني Kinny ، أبوصرة Navel ، التاروكي Tarocco)؟

3. أهداف الدراسة .

- تقييم أثر بقاء السوق عند الجني على نسبة العيوب الميكانيكية (الخدوش والجروح) في ثمار البرتقال.
- تحديد العلاقة بين وجود هذه العيوب وحدوث الإصابة الفطرية بعد الحصاد.
- مقارنة التأثير لثلاثة أصناف محلية: التاروكي، الكيني، وأبوصرة فيما يتعلق بسمك القشرة، pH، ووزن الثمار، وزيادة نسبة السوق والأوراق كفاقد.
- تقديم توصيات عملية لممارسات الحصاد لتقليل الفاقد وتحسين الجودة التسويقية.

أو درجات حرارة مناسبة للنمو. أما الخدوش الناتجة عن السوق الحادة أو الجني المذبذب فهي أكبر حجماً وأكثر عمقاً، مما يجعلها نقاط اختراق مثالية للممرضات، ويزيد من معدل الإصابة الفطرية في الثمار بنسبة تتراوح بين 40 - 70 % مقارنة بالثمار السليمة (Saini & Sharma, 2017). وفي ليبيا، حيث لا يزال الاعتماد على الجني اليدوي شائعاً في المزارع التقليدية، غالباً ما تُستخدم أساليب غير متخصصة مثل جني ثمار البرتقال مع جزء السوق (الشوكة)، أو قطعها بطرق غير سليمة دون استعمال المقصات المخصصة لجني الثمار ومن موضع محدد، وفي وجود عمالة غير مدربة. هذه الممارسات تؤدي إلى انتشار واسع للثمار المتأذية ميكانيكياً في السوق المحلي، وانخفاض جودتها أثناء التسويق بسبب زيادة معدل الفقد في الوزن، وانخفاض الصلابة، وارتفاع معدلات الفساد الفطري في الأصناف المحلية الشائعة التداول، بل تشمل كذلك تغيير الصفات الفيزيائية والكيميائية للثمار. أن الجروح الناتجة عن السوق المذبذبة تسرع من معدلات التنفس، وتزيد من الفقد الرطوبي، وتؤثر في سمك القشرة، نسبة العصير، المواد الصلبة الذائبة، والحموضة الكلية، مما يؤدي إلى تدهور الجودة الحسية (Kader, 2013; Wang et al., 2018). يُعد التحكم في طريقة الجني خطوة أساسية للحد من الخسائر الاقتصادية ورفع جودة البرتقال المحلي وتحسين قابليته للتسويق. وفي ظل ملاحظة تفاوت جودة الأصناف المحلية في الأسواق، تبرز الحاجة إلى تقييم تأثير هذه العمليات على جودة ثلاثة من أهم أصناف البرتقال المحلي بهدف تحديد الممارسات الخاطئة واقتراح طرق أكثر كفاءة لتحسين الجودة وإطالة فترة الصلاحية.

2. مشكلة الدراسة.

4. فرضيات الدراسة:

- على العينة في منتصف شهر يناير 2025م بإجمالي 300 ثمرة. وقد تم الجني كالتالي:
- تم جني الثمار في يوم واحد خلال نفس مرحلة النضج التجاري لجميع الأصناف.
- طريقة الجني الأولى: تم قطع الثمرة مع ترك السويقة مرتبطة بالثمرة كما يفعلها عمال المزرعة عند القطف الأعتيادي .
- طريقة الجني الثانية: تُزال السويقة بلطف عند قاعدة الثمرة بواسطة مقص بحيث تُترك الثمرة نظيفة بلا جزء من السويقة .
- بعد القطف، تم وضع الثمار في صناديق البلاستيك التي تُستخدم في نقل الثمار إلى السوق. تم وضع الثمار بنفس الكيفية التي يقوم بها عمال المزرعة، وتم التخزين داخل صناديق بلاستيكية وخزنت في مكان جيد التهوية تحت ظروف مماثلة لظروف عرض السلعة في السوق.

3.5. القياسات:

1.3.5 قياسات فسيولوجية:

- وزن الثمرة (جم): (بواسطة ميزان دقيق ± 0.1 جم)
- سمك القشرة (مم): (قياس عند 3 مواضع (قريب من السرة، منتصف القشرة، والكتف) بأداة قياس سمك (calliper) وأخذ المتوسط.
- pH العصير: تم استخراج العصير من عينة الثمار وقياس pH بمقياس pH الرقمي المعايير.
- وزن السويقة والأوراق (جم): تم الوزن كفاقد بواسطة ميزان دقيق ± 0.1 جم).
- 2.3.5 تقييم العيوب الميكانيكية:
- نسبة الثمار ذات خدوش/جروح: تم تسجيل عدد الثمار التي تظهر عليها خدوش سطحية أو جروح عميقة مباشرة بعد القطف.

- بقاء السويقة عند الجني يزيد من نسبة العيوب الميكانيكية (خدوش/جروح) مقارنة بثمار بدون سويقة.
- الأصناف التي تعاني عيوبًا ميكانيكية نتيجة لوجود السويقة تكون أكثر عرضة للغزو الفطري خلال التخزين مقارنة بالثمار الخالية من هذه العيوب.
- بقاء السويقة يؤثر على خصائص الثمرة) سمك القشرة، pH، الوزن (بنسب قد تختلف باختلاف الصنف.
- وجود تداخل بين الصنف وطريقة القطف (سويقة باقية / سويقة مزالة) فيما يخص معدلات التلف والإصابات الفطرية.

5. منهجية الدراسة:

1.5. تصميم الدراسة:

- صُممت الدراسة تصميم عاملي (Factorial) بسيط بصيغة 2×3 : العامل الأول: الصنف 3 مستويات Tarocco, Kinny, Navel. العامل الثاني: طريقة الجني بمستويين هما: ثمار بالسويقة، ثمار بدون سويقة. الوحدة التجريبية: مجموعة من الثمار (10 ثمار لكل وحدة تجريبية) تُجمع وتُعامل كوحدة. بالتالي فإن عدد الوحدات الكلي = 3 أصناف \times 2 طرق \times 5 تكرارات = 30 وحدة؛ كل وحدة = 10 ثمار إجمالي 300 ثمرة. حيث تم استخدام التصميم العشوائي الكامل بالقطاعات. (RCBD)

2.5. عينة الدراسة:

- تم الحصول على ثمار البرتقال من الأصناف الثلاثة من نفس المزرعة الواقعة بمنطقة الزهراء غرب مدينة طرابلس، والتي يقوم مالكوها بتسويق إنتاجها إلى سوق جنزور لبيع الخضروات والفواكه بالجملة. تم الحصول

تُظهر النتائج الواردة في الجدول (2) الخاصة بتحليل التباين الثنائي (Two-way ANOVA) وجود فروق معنوية عالية بين الأصناف الثلاثة (أبو صرة، التاروكي، الكيني) في معظم المتغيرات المدروسة. عمومًا، جميع المتغيرات تقريبًا كانت ذات قيمة معنوية عند مستوى $P \leq 0.05$ ، ما يشير إلى تجانس واضح للنتائج وقدرة التصميم على كشف الفروق الحقيقية بين الأصناف، ما يؤكد أن الاختلاف الوراثي بين الأصناف يلعب دورًا محوريًا في تحديد خصائص الجودة التسويقية للثمار. وتنسجم هذه النتائج مع ما ورد في دراسات عديدة أثبتت تأثير الصنف وعوامل ما بعد الحصاد في صفات الجودة الطبيعية والكيميائية للحمضيات. وفيما يلي مناقشة لكل متغير على حدة ومقارنة بتلك الدراسات.

1.7. وزن الثمار، سمك القشرة، ووزن السويقات والأوراق:

أن أحد أهداف هذه الدراسة هو دراسة الخصائص الفيزيائية والتسويقية المرتبطة بجودة الثمار وإمكانية الاستفادة من المؤشرات المورفولوجية في تقدير جودة المحصول، فقد أظهرت النتائج جدول (2) بشكل عام أن متوسط سمك القشرة لثمار صنف أبوصرة الذي بلغ 3.91 ملم بانحراف معياري (1.41 ملم)، في حين بلغ متوسط وزن الأوراق والسويقات 2.27 جم بانحراف معياري قدره (1.64 جم)، أما متوسط وزن الثمار فبلغ 254.46 جم بانحراف معياري قدره (32.14 جم). وتشير هذه القيم إلى وجود تباين معتدل في الخصائص الفيزيائية بين العينات المدروسة. يشير هذا إلى أن ثمار أبوصرة تتميز بحجم كبير نسبيًا ووزن أعلى، مع تباين متوسط في سمك القشرة. كما أظهرت النتائج أن متوسط سمك القشرة

شدة العيب: تم قياس عدد العيوب بالملاحظة بالعين المجردة وقد تم التقسيم حسب الجدول (1).

جدول (1): التدرج الرتبي للعيوب وتفسير الترميز

درجة العيوب	الوصف الظاهري
0	لا يوجد عيوب
1	خدوش سطحية جدًا أصغر من 2 مم
2	خدوش أو رضوض بسيطة ما بين (2-5 مم)
3	خدوش/رضوض متوسطة أكبر من 5 مم
4	جروح شديدة وإزالة جزء من طبقة القشرة
5	جروح عميقة جدًا تصل للطبقات الداخلية

3.5.3. الكشف عن الإصابة الفطرية (بعد التخزين):

فترة الملاحظة: 10 أيام.
مؤشرات الإصابة: تسجيل عدد الثمار المصابة بالفطريات.

شدة الإصابة: مقياس رتبي (0-5 درجات).
الكشف عن العفن: أخذ عينات من الثمار المصابة، وفحصها ظاهريًا وبالمجهر ومقارنتها بالشكل المرفولوجي للفطريات التي تصيب ثمار البرتقال بعد الحصاد.

6. التحليل الإحصائي:

تم استخدام برنامج SPSS الإصدار 22، حُسبت المتوسطات والانحرافات المعيارية واستُخدم التباين الثنائي (Two-way ANOVA) عند مستوى معنوية ($P \leq 0.05$) ولتقييم الفروق بين المعاملات والأصناف تم إجراء اختبار Tukey HSD للمقارنات البعدية. تم قياس الارتباط بين العوامل باستخدام معامل ارتباط بيرسون، وتم استخدام الإنحدار المتعدد وإيجاد معادلة الإنحدار.

7. النتائج والمناقشة:

الدمي الأحمر غالباً ذات حجم متوسط إلى صغير. أما ثمار صنف الكيني تقع بين هذه الأوزان بفرق دال إحصائياً. هذا يشير إلى الخصائص الوراثية المختلفة للأصناف الثلاثة، حيث يتميز أبوصرة بالثمار الأكبر، ما يعزز قابليتها للتسويق التجاري ويقلل احتمالية تلف الثمار خلال التداول. تؤكد هذه النتيجة أن الصنف يلعب دوراً رئيسياً في تحديد وزن الثمرة، وتشير هذه القيم إلى وجود تباين معتدل في الخصائص الفيزيائية بين العينات المدروسة. إن ارتفاع وزن الثمرة يرتبط غالباً بزيادة حجم الفصوص، سماكة القشرة، ومعدلات أعلى في امتلاء العصير. وهذا قد يفسر تفوق صنف أبوصرة، وربما ينعكس إيجاباً على قابليته للتسويق، في الأسواق التي تفضل الثمار الكبيرة. يشير هذا إلى أن ثمار أبوصرة تتميز بحجم كبير نسبياً ووزن أعلى وهو ما يتسق مع ما ورد في الدراسات الحديثة التي أثبتت أن الاختلافات الوراثية في البرتقال تؤثر بشكل مباشر على الحجم والوزن. كما أن وجود فروق معنوية في الوزن مهم للغاية لأن العيوب الميكانيكية والإصابات الفطرية تتأثر مباشرة بحجم الثمرة كما أن الجودة التسويقية تتأثر بحجم الثمار (El-Otmani et al., 2011) كذلك فإن سمك القشرة يلعب دوراً بارزاً في تحديد الجودة التسويقية. تُعد هذه الصفة أحد أهم مرتكزات الدراسة؛ لأن سمك القشرة يؤثر على قابلية حدوث العيوب الميكانيكية ويؤثر أيضاً على قابلية الإصابة بالفطريات. الصنف الكيني والتاروكي كان الأقل في سمك القشرة، ما يجعله أكثر حساسية للحدوش عند الجني بالسويقة، بينما أصناف مثل أبو صرة ذات قشرة أكثر سماكة، لكنها قد تتعرض لحدوش بسبب احتكاك السويقة الحادة. هذه النتائج تدعم الفرضية الثالثة، التي تقول إن طريقة الجني (بقاء السويقة) قد تؤثر على بعض الصفات تبعاً للصنف ما

لثمار صنف الكيني بلغ 3.79 ملم بانحراف معياري (0.69 ملم)، في حين بلغ متوسط وزن الأوراق والسويقات 1.97 جم بانحراف معياري قدره (0.98 جم)، أما متوسط وزن الثمار فبلغ 195.06 جم بانحراف معياري قدره (11.29 جم). يدل ذلك على أن صنف الكيني أصغر حجماً من أبوصرة، وأكثر تجانساً في الوزن وذو تباين منخفض. أما صنف التاروكي فإن متوسط سمك القشرة لثماره قد بلغ 2.05 ملم بانحراف معياري (0.38 ملم)، في حين بلغ متوسط وزن الأوراق والسويقات 1.67 جم بانحراف معياري قدره (1.30 جم)، أما متوسط وزن الثمار فبلغ 149.62 جم بانحراف معياري قدره (35.19 جم) يدل هذا على أن صنف التاروكي ذو ثمار صغيرة نسبياً وقشرة رقيقة، مع تباين أكبر في الأوزان بين الأصناف الأخرى. تبرز النتائج تميز صنف أبوصرة بأكبر حجم للثمار وأعلى وزن، مما يجعله الأفضل تسويقياً بين الأصناف. أظهر صنف الكيني تجانساً عالياً في حجم الثمار، مما يجعله مناسباً للاستهلاك الطازج بسبب سهولة تقشيريه وقد يكون أيضاً مناسباً لصناعة العصائر. أما صنف التاروكي فتميز بركة القشرة وصغر الحجم، وهو مناسب للاستهلاك الطازج أو صناعة العصائر، مع العلم أن القشرة السمكية تُقلل من الاحتراق الميكانيكي وتقلل من كثافة الجروح، وبالتالي تقلل من دخول الأبواغ. كما أن قدرة التئام الجروح تختلف بين الأصناف، فالأصناف ذات استجابة التئام أسرع تُظهر معدلات إصابة أدنى. وقد بينت نتائج التحليل الإحصائي ANOVA المدونة في الجدول (2) وجود فروق عالية المعنوية بين الأصناف ($p \leq 0.05$)، يرجح ذلك إلى أن صنف أبوصرة يمتلك بنية ثمرية كبيرة طبيعياً نتيجة خصائصه الوراثية. أما صنف التاروكي من أصناف البرتقال

التكديس. أما السويقة الأصغر التاروكي تقلل فرص الخدش، لكن رقة القشرة لديها يعوض بقلة السويقة والأوراق.

كما أن وجود السويقة والأوراق مع الثمار يعد فاقداً لا يستفيد منه المستهلك باعتبارها غير قابلة للأكل، فعند قسمة وزن السويقة والأوراق على وزن الثمار لأستخراج الفاقد يتضح أن حوالي 0.9؛ 1.12؛ و1% في صنف أبوصرة، التاروكي، الكيني على التوالي تعد نسبة مفقودة. هذا الفاقد غير مُستفاد منه بل يسبب ضرر بالثمار كما في الشكل (1). بشكل عام ومن خلال النتائج المدونة في جدول (2) يتبين أن صنف أبوصرة يتميز بوزن أعلى وقشرة سمكية، ما يجعله مناسباً للتسويق الذي يتطلب ثماراً كبيرة وتحتملاً أعلى للتداول. بينما صنف التاروكي رغم خصائصه العصرية الجيدة، إلا أن قشرته الرقيقة وارتفاع حموضته تجعله يتطلب ممارسات حصاد دقيقة خصوصاً عند حصاد الثمار بالسويقة. أما صنف الكيني يقع في منطقة وسطية بين الصنفين، ما يجعله متوسط الخصائص ومناسباً لظروف تداول مختلفة وحساس جداً للتداول بسبب غضاضة قشرته ووجود شبه فاصل بين الثمرة والقشرة.



شكل (1) ثمار يرتقال صنف الكيني مصابة بحدوش وبداية نمو فطري نتيجة وجود السويقات الطويل

قد يزيد من قابليته للتلف الميكانيكي أثناء الحصاد والنقل، خاصة عند الحصاد بالسويقة. هذه الملاحظة تتسق مع الدراسة التي أجراها (2008) Ladaniya والتي أكدت أن سماكة القشرة عامل مهم في تحمل الثمار للضغط الميكانيكي والجروح التي قد تُسهّل إصابة الفطريات. أما عن وزن الأوراق والسويقة التي يتم جنيها مع ثمار البرتقال والتي تعد فاقداً لا يستفاد منه. رغم أن الاختلافات في هذا المتغير أقل حدة مقارنة بالمتغيرات الأخرى، فإن دلالة النتيجة تشير إلى أن الأصناف ليست متساوية في مقدار السويقة أو كمية الأنسجة المتبقية بعد الجني. وهذا يؤثر على احتمالية خدش الثمار الأخرى واحتمالية إحداث أذى ميكانيكي وكذلك احتمالية تكوّن ممرات لدخول الفطريات وهذا يدعم الفرضية الأولى بشكل مباشر. بناء على البيانات الواردة في جدول (2) الخاصة بوزن السويقة والأوراق، فقد بينت النتائج عدم وجود فرق دال إحصائياً بين صنف أبوصرة وصنف الكيني، بينما سجلت النتائج فرق معنوي دال إحصائياً بين أبوصرة والتاروكي الأقل. ولا يوجد فرق دال إحصائياً بين التاروكي وصنف الكيني. هذا العامل يُعد مهماً بشكل خاص في دراسات تأثير الحصاد بالسويقة، إذ قد تزيد السويقة الطويلة من احتمالية حدوث خدوش للثمار المجاورة أثناء الحصاد أو النقل، ما يسهل دخول الفطريات مثل *Penicillium digitatum*. كما تعتبر السويقات والأوراق كفاقد عند الاعتماد في البيع على وحدة الوزن. وتُظهر دراسات ما بعد الحصاد مثل الدراسة التي أجراها (Palou et al., 2001) والتي أوضحت أن الخدوش الناتجة عن السويقة من أهم مصادر دخول الفطريات في الحمضيات. ومن ناحية الجودة التسويقية، فإن السويقة الأكبر أبوصرة قد تُسبب ضرراً أكبر للثمار خلال

جدول (2): المتوسط الحسابي والانحراف المعياري وأعلى وأقل قيمة لوزن الثمار، سمك القشرة، الأس الهيدروجيني ووزن السويقة والأوراق كفاقد، عدد العيوب والإصابات الفطرية لثلاثة أصناف من البرتقال

القياسات	n	المتوسط*	الانحراف المعياري	أقل قيمة	أعلى قيمة
وزن الثمار (جم)	أبوصرة	100	254.46 ^a	32.14	200
	التاروكي	100	149.62 ^b	35.19	105
	الكفي	100	195.06 ^c	11.29	165
سمك القشرة (مم)	أبوصرة	100	3.91 ^a	1.41	2.20
	التاروكي	100	2.05 ^b	0.38	1.40
	الكفي	100	3.79 ^a	0.69	2.16
للعصير PH	أبوصرة	100	4.48 ^a	.030	4.40
	التاروكي	100	4.29 ^b	0.19	.234
	الكفي	100	4.38 ^c	.070	4.21
وزن السويقات والأوراق (جم)	أبوصرة	100	2.27 ^a	1.604	00.0
	التاروكي	100	1.67 ^b	1.30	.000
	الكفي	100	1.97 ^{ab}	.980	.000
مجموع العيوب الميكانيكية والخدوش	أبوصرة	100	1.01 ^a	1.45	0
	التاروكي	100	1.30 ^a	1.60	0
	الكفي	100	1.78 ^b	1.84	0
الإصابات الفطرية (1= لا توجد إصابة؛ 2 = إصابة فطرية)	أبوصرة	100	1.16 ^a	7.30	1
	التاروكي	100	1.19 ^a	0.39	1
	الكفي	100	1.36 ^b	0.48	1

* Tukey (HSD) أختلاف الحروف عند مقارنة الصفوف لكل قياس يدل على وجود فروق معنوية عند مستوى ($P \leq 0.05$)

لكنه ما يزال في المدى المقبول للطعم الجيد. وقيمة التباين أكبر قليلاً، ما يشير إلى تأثير الثمار نسبياً بعمليات التداول أو التخزين. صنف التاروكي بلغ الأس الهيدروجيني له (0.19 ± 4.29) هو الأكثر حموضة بفرق دال إحصائياً بين الأصناف الثلاثة (أدنى قيمة pH)، كما أن الانحراف المعياري الكبير (0.19) يشير إلى تفاوت واضح في الحموضة بين العينات بفرق معنوي، مما يعكس تأثيراً أكبر بعمليات التداول والعرض وربما بتفاوت النضج عند القطف. الأس الهيدروجيني pH يعد مؤشراً أساسياً على توازن الطعم وجودة العصير في ثمار البرتقال. وجود فروق معنوية بين الأصناف في pH يُعد مؤشراً على

2.7. الأس الهيدروجيني (pH) لعصير الثمار.

من خلال البيانات المدونة في الجدول (2) المتعلقة بالأس الهيدروجيني. بينت نتائج التحليل الإحصائي عند مستوى معنوية ($P \leq 0.05$) أن صنف أبوصرة يمتلك متوسط حسابي وانحراف معياري قدره (4.48 ± 0.03) وبهذا يمتلك أعلى قيمة للأس الهيدروجيني (pH)، أي أنه أقل حموضة وأكثر توازناً من حيث الطعم الانحراف المعياري المنخفض جداً (0.03) يدل على ثبات جودة الثمار واستقرارها عبر مراحل التداول والعرض. أما صنف الكفي فقد بلغ الأس الهيدروجيني له (0.07 ± 4.39) وهو يتميز بدرجة حموضة أعلى بفرق دال إحصائياً من صنف أبوصرة،

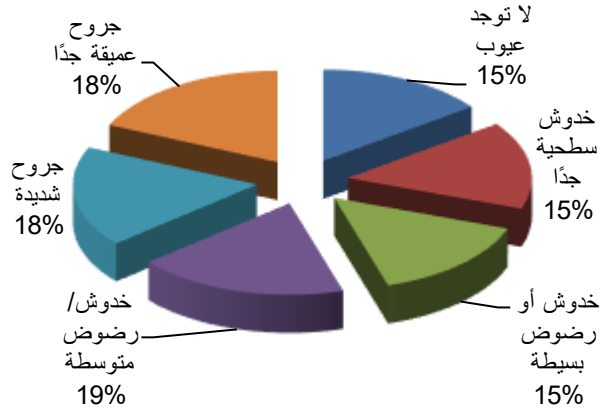
صنف الكيني الأعلى من حيث الضرر الميكانيكي هذا يشير إلى أن ثمار الكيني أكثر حساسية للضغط والاحتكاك خلال الجني والنقل. يعود ذلك عادة إلى غضاضة القشرة، رغم أن سمكها مقارب لسمك قشرة صنف أبوصرة، إلا أن طبيعة سطحها مقارنة بالأصناف الأخرى يعتبر هش وسهل الأختراق بسبب وجود فراغ بين القشرة ولب الثمرة. كما أن شكل الثمرة قد يكون أكثر استدارة أو أقل تحملاً للضغط، ما يجعل الإصابة بالخدوش أكثر شيوعاً. أما صنف التاروكي يعتبر متوسط من حيث الخدوش والعيوب الميكانيكية، فالبرغم من أن قشرة صنف التاروكي أقل سمكاً مقارنة بالكيني وأبوصرة، إلا أنه لم يكن الأكثر في معدل العيوب. هذا يشير إلى أن العيوب الميكانيكية لا تتأثر بسمك القشرة فقط، بل تتداخل معها طريقة الجني بالسويقة أو بدونها، وكذلك الخواص البنوية للقشرة مثل مرونتها ومساميتها. صنف أبوصرة الأقل ضرراً ويُعرف أبوصرة بقشرة أكثر سماكة، ما يمنحه تحملاً ميكانيكياً عالياً. كما أن شكل الثمرة واستدارتها المستوية يساعد في تقليل نقاط الاحتكاك. رغم أن السويقة أكبر في صنف أبوصرة، إلا أن القشرة السمكية عوّضت تأثير السويقة في حدوث الخدوش

يبين الشكل (2) أنواع العيوب بصفة عامة بغض النظر عن الصنف وهي متقاربة نوعاً ما وتراوحت من 15% إلى 19%. ويبين الشكل (3) تأثير الصنف وطريقة الحصاد على النسبة المئوية للأضرار الميكانيكية والخدوش. حيث يبين الشكل أن نسبة الإضرار كانت أعلى في صنف الكيني 54%، وتساوت في صنف التاروكي 28% وأبوصرة 28%، هذه النسب طبعاً في وجود السويقة، أما عند الجني بدون سويقة فإن النسب تنخفض ففي صنف الكيني بلغت 18%، يليه التاروكي 10% وأبوصرة الأقل في

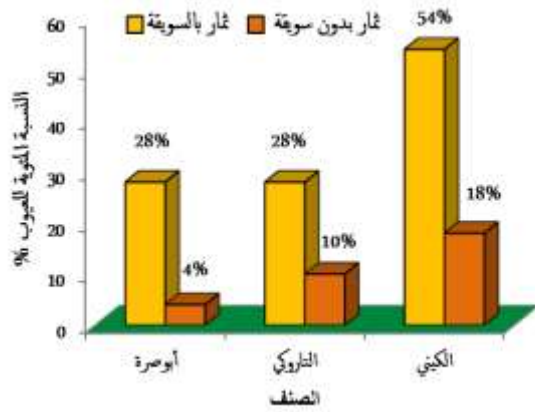
اختلاف التركيب الكيميائي بين الأصناف واختلاف استجابة كل صنف للإصابات الميكانيكية والفطرية لاحقاً. الحموضة تُعد عاملاً مؤثراً في نمو الفطريات؛ فبعض الفطريات تنمو بشكل أفضل في ثمار منخفضة الحموضة وهو ما يتوافق مع ما أشارت إليه دراسة (Kelebek & Selli, 2011) حول تباين مستويات الحموضة بين أصناف البرتقال تبعاً للخصائص الوراثية ومستوى النضج. إن الأصناف ذات pH الأعلى غالباً ما تكون أقل حموضة وأكثر قبولاً للمستهلك. أما الأصناف ذات حموضة الأعلى قد يُفضّلها المستهلكون الذين يفضلون مذاقاً أكثر حدة. القيمة المثالية للـ PH عادة تقع بين 4.0 - 4.6 ، وكلما اقتربت من 4.5 دلّ ذلك على أن الثمار ناضجة وذات جودة عالية، طبعاً يتوقف ذلك على تفضيل المستهلك. تُعد قيمة pH من أهم العوامل المرتبطة بالجودة الحسية والكيميائية للثمار، فهي تؤثر في مستوى الحموضة والطعم. انخفاض pH يعني نكهة حامضية أكثر، كذلك قابلية التخزين فالثمار الأكثر حموضة غالباً ما تمتلك مقاومة أعلى للفساد الميكروبي، كذلك تؤثر في ثبات العصير ونشاط الإنزيمات، وأيضاً درجة قبول المستهلك المرتبطة بالتوازن بين الحلاوة والحموضة.

3.7. عدد العيوب والأضرار الميكانيكية.

يعد متغير العيوب الميكانيكية والخدوش أحد أهم المؤشرات الحساسة التي تعكس جودة الثمار أثناء الجني والتداول. ونتائج الدراسة بينت بوضوح وجود فروق معنوية بين الأصناف الثلاثة، إذ سجّل صنف الكيني أعلى متوسط للعيوب (1.78)، يليه التاروكي (1.30)، بينما جاء أبوصرة بأقل متوسط (1.01) بفروق دالة إحصائية عند مستوى معنوية ($P \leq 0.05$). ويمكن تفسير ذلك حسب الصنف كالتالي: يعتبر



شكل (2): النسبة المئوية % للأضرار الميكانيكية والخدوش في ثمار البرتقال



شكل (3): تأثير الصف وطريقة الجني بدون سويقة وبالسويقة على نسبة الأضرار الميكانيكية والخدوش في ثمار البرتقال

4.7 الإصابات الفطرية:

تُعدّ إصابات الفطريات في ثمار البرتقال من أهم المشكلات التي تواجه مراحل ما بعد القطف، وتزداد شدتها عند حدوث خدوش أو ثقب في قشرة الثمرة، إذ يؤدي أي تلف في طبقة الـ flavedo إلى تهتك الحاجز الطبيعي الذي يمنع دخول الممرضات. وتُعد عملية القطف غير الصحيحة، خاصة عند قص الثمار بالسويقات وتركها طويلة، من أبرز الممارسات

نسبة الضرر فقد بلغ 4% . ويمكن التطرق إلى دور السويقة في حدوث العيوب، فالسويقة تُعد من أهم مسببات الضرر الميكانيكي المصاحب للجني: السويقة الطويلة أو الحادة تعمل كأداة خدش للثمار المجاورة أثناء الجمع أو النقل (Ghanei & Mollazade, 2023). فالصنف ذو السويقة الأكبر (أوبصرة) لم يعانٍ من عيوب عالية، مما يؤكد مرة أخرى أن نوع القشرة والخصائص الصفية تلعب دورًا حاسمًا. ومع ذلك، فإن متوسط العيوب في التاروكي والكيني يشير إلى أن السويقة قد تسهم نسبيًا، خصوصاً عند تكديس الثمار أو عند التعامل العنيف مع الصناديق وتعبئتها أكثر من سعتها. العيوب الميكانيكية ليست مجرد عيب شكلي، بل تؤثر على: فقد الرطوبة السريع، تدهور المظهر التسويقي، انخفاض السعر في السوق، وارتفاع القابلية للإصابة الفطرية. وبذلك فإن جمع الثمار بلطف، وتشذيب السويقة، وتقليل الارتطام داخل الصناديق تساعد في الحفاظ على الجودة التسويقية لثمار البرتقال. وجود فرق معنوي يعني: كل صنف يتأثر بطريقة الجني بدرجة مختلفة. وأن بعض الأصناف (مثل الكيني) كانت أكثر عرضة للخدوش . وهذا يتفق مع الفرضية الأولى: بقاء السويقة يزيد من العيوب الميكانيكية والفرضية الرابعة: يوجد تفاعل بين الصف وطريقة الجني في معدلات التلف. كما تدعم النتيجة ما ورد في دراسة (Ghanei & Mollazade, 2023) التي أكدت أن السويقة تعمل كجسم حاد يسبب الخدش.

والكشف الظاهري. تم عد الإصابات الفطرية لكل صنف وقد بينت نتائج التحليل الإحصائي عدم وجود فروقات معنوية عند مستوى المعنوية ($P \leq 0.05$) في عدد الأصابات الفطرية بين صنف البرتقال التاروكي وأبوصرة في حين سجلت فروقات معنوية بين هذان الصنفان وصنف الكيني والذي يعد الأكثر إصابة. تعد هذه واحدة من أهم النتائج، لأن الفرضية الثانية تنص على: "أن الثمار ذات العيوب الميكانيكية تكون أكثر عرضة للإصابة الفطرية خلال التخزين". وبما أن: صنف الكيني سجل أعلى العيوب الميكانيكية وهو أيضاً سجل أعلى الإصابات الفطرية فهذا يعد دليلاً مباشراً على صحة الفرضية الثانية. كما تتفق النتيجة مع دراسات كثيرة تنص على أن الخدوش البسيطة ترفع خطر الإصابة الفطرية بمعدل 3-4 مرات).

(Smilanick et al., 2008)

1.4.7 الوصف المرفولوجي للفطر النامي على ثمار البرتقال نتيجة الخدوش:

تم تجميع العينات للكشف الظاهري على الإصابات الفطرية، حيث تم تسجيل الملاحظات التالية: وجود لون أخضر زيتوني إلى أخضر مصفر ناتج عن الخلايا الجرثومية (*Conidia*) ، وكذلك نمو سطحي حول نقطة الإصابة، بالإضافة لوجود هالة بيضاء قطنية في الحواف، كذلك تم ملاحظة تعفن مائي داخل الثمرة مع وجود رائحة تخمر. ويمكن ملاحظة بعض هذه الصفات مثل وجود هالة بيضاء في الحواف ونمو أخضر في الوسط كما في الشكل (4) والشكل (5)، بالإضافة أن طبيعة النسيج المتحلل شبيه بالأسفنج وهذا ما أشار إليه (Cheng et al., 2020) عند دراسته أمراض ما بعد الحصاد في الحمضيات. من خلال الشكلين (4 و 5) يتضح أن نمو لفطر *Penicillium digitatum* المعروف

التي تسبب إدخال السويقات الحادة في جدار الثمرة، مما يفسح المجال أمام دخول الفطريات ومباشرة الإصابة (Cheng et al., 2020). آلية دخول الفطريات عبر خدوش السويقة يبدأ عند تعرض قشرة البرتقال للخدش، تتعرض الأنسجة الداخلية الغنية بالرطوبة والكربوهيدرات إلى بيئة خارجية مليئة بأبواغ الفطريات، خصوصاً تلك المنتشرة في أماكن الحصاد والتخزين مثل *Geotrichum*، *Penicillium spp.*، *citri-aurantii*، و *Aspergillus spp.* وتقوم هذه الفطريات بإنبات الأبواغ فور ملامستها للأنسجة الرطبة، ثم تبدأ في إفراز إنزيمات تحطم البكتين وجدران الخلايا، ما يؤدي إلى تعفن نسيجي سريع (Sánchez-Torres et al., 2024). وهناك العديد من الظروف المساعدة على تطور الإصابة مثل وجود جروح طازجة لم تلتئم، رطوبة نسبية مرتفعة (95-85%)، درجات حرارة ما بعد الحصاد (20-25°C)، تلوث سطحي مرتفع بأبواغ الفطريات وكذلك سوء التهوية أثناء التخزين (Smilanick et al., 2008). هناك عدة أعراض تقليدية للتعفن في ثمار البرتقال تختلف باختلاف نوع الفطر، لكنها غالباً تبدأ بوجود منطقة رطبة ناعمة حول الجرح، ثم يتغير لون القشرة ويظهر نمو سطحي ملون، مع ظهور رائحة تخمرية خفيفة في المراحل المتقدمة وهذه العلامات تساعد كثيراً في الكشف المرفولوجي على وجود الفطريات. عند وجود هذه العلامات المرشح الأول عالمياً في حال وجود جرح صغير ناتج عن السويقة هو العفن الأخضر *Penicillium digitatum* خاصة عند وجود هالة خضراء في الوسط وهو الأكثر شيوعاً عالمياً في نموه على ثمار البرتقال. ومن خلال النتائج المسجلة في جدول (2) والمتعلقة بالإصابات الفطرية فقد تم تدوينها بعد إجراء التدقيق في موضع الإصابة



شكل (5): ثمرة برتقال من صنف أبوصرة عليها هالة بيضاء وفي الوسط نمو للعفن الأخضر *Penicillium digitatum*

كما تم أستبعاد العفن الحمضي (Sour Rot) *Geotrichum citri-aurantii* لأن هذا العفن يتميز بمجموعة مختلفة من الصفات: فمظهره أبيض كالدقيق، والسائل الناتج من الإفرازات الذي يخرج من الثمرة غير لزج ويتميز برائحة حمضية قوية، ولا يوجد لون أخضر أو أزرق، وينمو عن درجات حرارة أعلى من العفن الأزرق والعفن الأخضر ويكون هالة مائية مفتوحة، كما أن طبيعة النسيج المتحلل مثل العجينة (Brown et al., 2020). طبعاً هناك أنواع أخرى أقل شيوعاً من الفطريات التي قد تنمو على ثمار البرتقال لكنها غالباً لا تبدأ من خدوش السويقة وحدها إلا في حالات تخزين معينة مثل *Aspergillus niger* و *Alternaria Cladosporium*. اعتماداً على الكثير من الدراسات العلمية ومنها دراسة (Cheng et al., 2020) حول إصابة ثمار البرتقال والتي تُرجح عفن *P. digitatum*: للأسباب التالية: المسبب الأول لتعفن البرتقال بعد الحصاد عالمياً، مرتبط بقوة بجروح السويقة أكثر من الأنواع الأخرى، ينتشر في بيئات التعبئة والتخزين بكثافة عالية، يتميز بقدرة سريعة على استعمار القشرة مباشرة بعد حدوث الجرح و يحتاج إلى جرح صغير جداً لبدء الإصابة.

أيضاً باسم العفن الأخضر green mould الشائع النمو على ثمار البرتقال. هذا الفطر يُعد من مسببات التلف بعد الحصاد في ثمار البرتقال على وجه الخصوص وفي الحمضيات بشكل عام. حيث توجد منطقة باهتة مائلة على شكل هالة بيضاء أو مائلة للرمادي على قشرة البرتقالة وفي مركز البقعة (sporulation) يوجد تلون أخضر خفيف يظهر عند بداية تشكل الأبواغ والسطح طري ومبلل قليل مقارنة بالأجزاء السليمة من الثمرة كما أن الإصابة تبدأ حيث يوجد خدوش. تم أستبعاد أن تكون الإصابات ناتجة عن نمو فطر العفن الأزرق *Penicillium italicum* لأن هذا الفطر له لون أزرق واضح ناتج عن الخلايا الجرثومية (Conidia) ، كما أن شكل نموه أقل تماسكاً من الفطر الأخضر، بالإضافة لوجود حواف فطرية بيضاء غزيرة، كما أن العفن الأزرق ينتشر عادةً تحت ظروف رطوبة أعلى (Smilanick et al., 2006).



شكل (4): ثمرة برتقال من صنف التاروكي عليها هالة بيضاء ونمو في الوسط للعفن الأخضر *Penicillium digitatum*

القشرة (سمك، غضاضة، قدرة إحداث الإصابة من الجروح) في تحديد قابلية التعفن الجروح الناتجة عن السويقات تمثل مداخل مباشرة لأبواغ *Penicillium* وأنواع أخرى، ما يضاعف فرصة الإصابة ويقلل فترة الصلاحية.

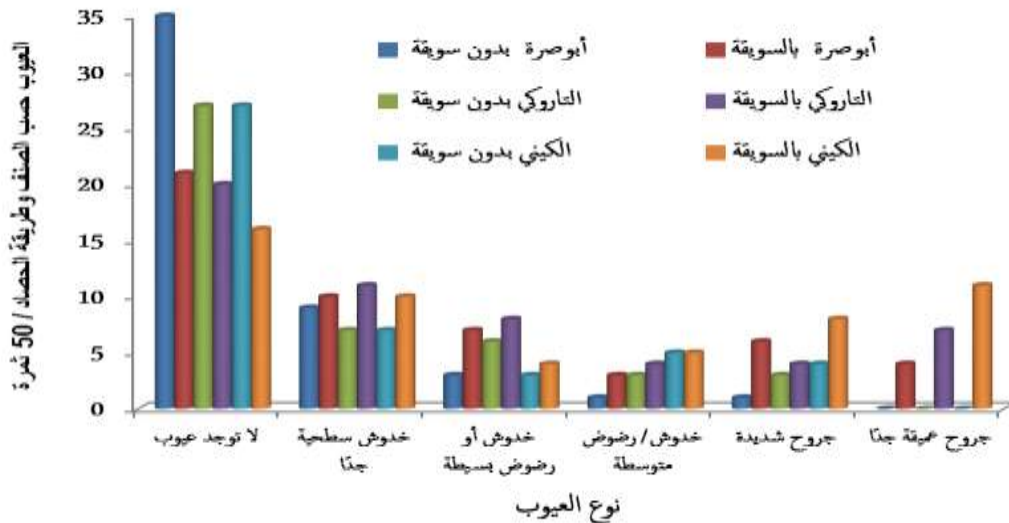
تتفق هذه النتيجة مع العديد من الدراسات التي أوضحت أن السويقة الطويلة أو غير المشدبة تعمل كجسم حاد يحدث خدوشاً سطحية أثناء الحصاد أو النقل أو احتكاك الثمار فيما بينها. فقد بينت دراسة أجراها (Ghanei & Mollazade, 2023). أن الخدوش السطحية في الحمضيات ترتبط مباشرة بعملية الجني والعوامل الميكانيكية المصاحبة. إذ أن النتائج تُظهر ارتفاعاً معنوياً في قيم درجة العيب الميكانيكي في معاملة الثمار مع السويقة، فهذا يؤكد أن طريقة الجني كانت عاملاً مؤثراً، وأن التعامل مع الثمار ذات السويقة يزيد من فرص الاحتكاك والخدش بشكل واضح.

2.5.7. تأثير العيوب والخدوش على الجودة التسويقية للأصناف. □

كل هذه المؤشرات تدعم أن الإصابة الفطرية سببها *Penicillium digitatum*. كما أن العديد من الدراسات الحديثة تؤكد أن الإصابات ما بعد قطف ثمار البرتقال ترتبط ارتباط وثيق بشكل ونوع وعمق الجرح أثناء الجني. (Costa, 2019; Moradinezhad et al., 2023).

5.7. مناقشة النتائج في ظل فرضيات الدراسة.

1.5.7. تأثير الجني بالسويقات على مؤشرات الجودة. تنص الفرضية الأولى على أن "بقاء السويقة عند الجني يزيد من نسبة العيوب الميكانيكية (خدوش/جروح) مقارنة بالثمار بدون سويقة بزيادة قابلية مهاجمة الفطريات وارتفاع معدل الإصابات" وتتضح هذه النتيجة من خلال الشكل (6) والذي يبين أن الجني بالسويقة وبدون سويقة في الثلاثة أصناف. حيث تشير النتائج إلى أن جني الثمار بالسويقة أدى إلى زيادة معدل الإصابة وإحداث الخدوش في الثلاثة أصناف بدرجات متفاوتة وهذا يؤكد الفرضية الأولى. وتبين النتائج أن طريقة الجني بالسويقة له تأثير معنوي على إحداث الخدوش وزيادة عدد العيوب في الثمار. ويشير إلى دور خصائص



شكل (6): التداخل بين الصنف وطريقة الجني في التأثير على إحداث الخدوش والإصابات الفطرية

الثمار مع السوقية، فهذا يُعد ارتباطاً منطقياً ومؤيداً للفرضية، ويثبت أن العيوب الميكانيكية كانت نقطة دخول رئيسية للفطريات. وهذا ما ذكره (Sharma, 2021) الذي أوضح بأن الجروح الميكانيكية ترفع من زيادة احتمال غزو الفطريات للثمار المخدوشة. وفي دراستنا الحالية زدات العيوب الميكانيكية من مهاجمة الفطريات، حيث أكدت النتائج وجود علاقة بين أعلى عيوب وأعلى إصابات (خاصة صنف الكيني).

4.5.7. تأثير بقاء السوقية على خصائص الثمار حسب الصنف.

تتوقع الفرضية الثالثة وجود تأثير لبقاء السوقية على صفات الثمار حسب الصنف. وهنا توجد نقاط مهمة يجب التنويه لها وهي: أولهما وزن الثمار ذات السوقية غالباً ما تُتلف جزءاً أكبر قليلاً من القشرة أو العمود الوعائي، مما قد يجعل وزنها أعلى نسبياً. بعض الدراسات تشير أيضاً إلى أن الثمار التي بها عيوب ميكانيكية تفقد ماء أكثر أثناء التخزين بسبب تلف الطبقة الشمعية، ما قد يؤدي في النهاية إلى نقص الوزن مقارنة بالثمار السليمة. وثانيهما سمك القشرة وطبيعة مكوناتها فالسمك مرتبط بالصنف أكثر من ارتباطه بطريقة الجني، لذلك أظهرت النتائج فرقاً معنوياً، فقد يكون بسبب: فقد رطوبة أعلى نتيجة الخدوش التي تؤدي لإنكماش القشرة. وثالثهما الأس الهيدروجيني pH لعصير الثمار فلا يُتوقع عادةً أن تتغير قيمة الـ pH مباشرة نتيجة وجود السوقية، لكن الإصابات الفطرية قد تؤثر على حموضة اللب، ما قد ينعكس على الـ pH بعد فترة التخزين. لذلك، أي تغير في الـ pH مرتبط بمعاملة السوقية سيكون غالباً غير مباشر ويحدث نتيجة التلف أو العدوى.

5.5.7. تداخل التأثير بين الأصناف وطريقة الجني في ظل فرضيات الدراسة.

أختلفت الأصناف في مدى تحملها للأصابات والكدمات بما في ذلك الخدوش الناتجة عن وجود السوقية، هذه العيوب تؤثر في الجودة التسويقية لأصناف البرتقال فهي تُسبب فقدان في الوزن وتسريع في الشيخوخة. فالثمار المصابة أو المجروحة تفقد الماء بسرعة أكبر، ما يؤدي إلى انخفاض الوزن والقيمة التسويقية خلال الأيام الأولى من التخزين. كما أن الجروح قد تزيد من معدل التنفس، مما يؤثر سلباً على جودة نكهة العصير (Strano et al., 2022). كما أن التباين حسب الصنف والذي يلعب فيه سمك القشرة وخصائص الصنف منطقة الانفصال (abscission zone) بأعتبار أنهما يؤثران على قدرة الثمرة على الاستجابة للجروح والالتئام السطحي؛ لذلك اختلفت حساسية الأصناف الثلاثة في مقارنتها لدخول الفطريات بشكل دال إحصائياً وهذا ما أكدته كلاً من (Tranbarger et al., 2025; Kassim, 2020).

3.5.7. العلاقة بين العيوب الميكانيكية وارتفاع قابلية مهاجمة الفطريات.

حسب الفرضية الثانية، فإن الثمار المتضررة ميكانيكياً تكون أكثر عرضة للإصابات الفطرية خلال التخزين، وهو ما أكدته العديد من الدراسات بوضوح (Abou-Zaid et al., 2018; Galsurker, 2024; Strano et al., 2022). فالجرح الميكانيكي يُفقد الثمرة طبقة الحماية (Cuticle) ويتيح دخول مسببات العفن مثل *Penicillium digitatum* وقد بينت دراسة (Zacarias et al., 2020) أن مجرد خدش بطول 2-3 مم يزيد احتمالات الإصابة الفطرية بأكثر من 4 أضعاف مقارنة بالثمار السليمة. وعليه، فإن النتائج في جدول (2) بينت أن نسبة الإصابات الفطرية أو معدلات التلف كانت أعلى في

(Interaction) بين الصنف وطريقة الجني وهو ما يتسق مباشرة مع الفرضية الرابعة.

6.7. مصفوفة الارتباط بين متغيرات الدراسة.

يُبين الجدول (3) مصفوفة الارتباط بين متغيرات الدراسة ويتضح من نتائج التحليل الإحصائي بأحتساب معامل ارتباط بيرسون بين كافة المتغيرات أن تفسير النتائج فيما يتعلق بوزن الثمرة وسمك القشرة يُبين وجود ارتباط إيجابي متوسط ($r = 0.55$) فالثمار الأثقل عادةً تكون ذات قشرة أسمك. يعني أن الأصناف ذات الثمار الكبيرة غالبًا أكثر مقاومة للتلف. أما وزن الثمرة والعيوب الميكانيكية والإصابات الفطرية، فقد بينت النتائج وجود ارتباط سلبي ($r = -0.25$) و ($r = -0.20$) على التوالي فالثمار الأخف أكثر عرضة للخدوش ومهاجمة الفطريات، وهذا مُلاحظ في صنف الكيني. أما الارتباط بين سمك القشرة والعيوب الميكانيكية والإصابات الفطرية، فقد وجد ارتباط سلبي ضعيف إلى متوسط ($r = -0.18$) ($r = -0.20$) على التوالي، فالقشرة الأسمك تقلل من التلف والغزو الفطري ولكن ليس بشكل مطلق فهذا يتوقف على عدة عوامل تتعلق بطبيعة تركيب القشرة ذاتها. كما تُبين نتائج الارتباط بين العيوب الميكانيكية والإصابات الفطرية وجود ارتباط قوي ($r = 0.60$) فكلما زادت الخدوش زادت احتمالية الإصابة الفطرية، وهو ما يؤكد الفرضية الثانية. أما عن ارتباط وزن السويقة والأوراق مع العيوب الميكانيكية والإصابات الفطرية فُتبين النتائج وجود ارتباط إيجابي ضعيف ($r = 0.18$) وكذلك مع الإصابات الفطرية إذ بلغ معامل ارتباط بيرسون ($r = 0.16$). زيادة الفاقد مرتبط قليلاً بزيادة التلف ومهاجمة الفطريات، لكنها ليست العامل الأهم أما فيما يتعلق بالأس الهيدروجيني PH. أوضحت النتائج في جدول (3) وجود ارتباط ضعيف مع جميع

إن تحليل تداخل عامل الأصناف، وطريقة الجني (الصنف × طريقة الجني) عبر تحليل التباين العاملي والذي كشف تداخلًا معنويًا: بعض الأصناف (مثلًا) الصنف ذو القشرة السمكية) أظهر مقاومة نسبية (معدل إصابة أقل أو بطء)، بينما الصنف ذو القشرة الرقيقة أو المسامية كان أكثر عرضة. هذا يدعم الفرضية الرابعة "وجود تداخل بين الصنف وطريقة القطف (سويقة باقية / سويقة مزالة) فيما يخص معدلات التلف والإصابات الفطرية". تُعد الفرضية الرابعة من أهم الفرضيات لأنها تتعلق بما يسمى Interaction Effect وهي تعني أن تأثير السويقة ليس ثابتًا لكل الأصناف، بل قد يختلف كالاتي: صنف ذو قشرة رقيقة قد يتأثر أكثر بالخدوش الناتجة عن السويقة، صنف ذو قشرة سمكية قد يكون أقل تأثرًا، صنف ذو محتوى PH مرتفع قد يُعد وسطًا أكثر ملاءمة لنمو الفطريات عند حدوث خدش وصنف آخر قد يكون أكثر مقاومة طبيعيًا. وقد ذكرت دراسة أجراها (Strano, 2024). أن استجابة أصناف البرتقال للضرر الميكانيكي تختلف بشكل كبير بسبب اختلاف: تركيبة القشرة، سمك الألبودرم، المحتوى المائي والمواد العطرية الطاردة للميكروبات. مما يدل على أن استجابة الثمار لطريقة الجني ليست ثابتة، بل تختلف تبعاً للصنف كما أشارت الفرضية الرابعة. وتتفق هذه النتائج مع ما ورد في دراسات حديثة مثل دراسة (Sharma, 2021) ودراسة أخرى أجراها (Strano, 2024)، التي أكدت أن بقاء السويقة يمثل عامل خطورة لحدوث الخدوش، وأن قوة تحمل القشرة تختلف بين الأصناف. كما أن الارتفاع المعنوي للعيوب الميكانيكية في أحد الأصناف دون غيره يشير إلى وجود تداخل

جدول (3): مصوفة الارتباط بين المتغيرات حسب معامل الارتباط لبيرسون

المتغيرات	وزن الثمرة	سمك القشرة	الـ PH	وزن السويقة والأوراق	العيوب الميكانيكية	الإصابات الفطرية
وزن الثمرة	1	0.55*	0.30*	0.05	-0.25*	-0.20*
سمك القشرة	0.55*	1	0.15*	0.10	-0.20*	-0.18*
الـ PH	0.30*	0.15*	1	0.02	-0.05	-0.03
وزن السويقة والأوراق	0.05	0.10	0.02	1	0.18*	0.16*
العيوب الميكانيكية	-0.25*	-0.20*	-0.05	0.18*	1	0.60*
الإصابات الفطرية	-0.20*	-0.18*	-0.03	0.16*	0.60*	1

*العلاقة بين المتغيرات تبين ارتباط معنوي عند مستوى ($P \leq 0.05$)

أعطى القيم غير المعيارية (B)، وبالتالي معادلة الانحدار تكون حسب النموذج التالي:

$$\text{Variety} = 5.702 - 0.112(\text{PS}) - 0.014(\text{FW}) + 0.422(\text{PK}) - 0.537(\text{pH}) + 0.021(\text{W \& L}) + 0.016(\text{MD}) + 0.203(\text{FI}).$$

حيث:

PS: Pedicel Status 0 بدون سويقة، 1 = بالسويقة،
FW: Fruit Weight، وزن الثمرة (جم)،
PK: Peel Thickness سمك القشرة (مم)،
pH حموضة العصير،
WL: Weight of Pedicel & Leaves وزن السويقة والأوراق المرافقة،
MD: Mechanical Defects درجة العيوب الميكانيكية،
FI: Fungal Infections درجة الإصابة الفطرية والأرقام التي في معادلة الانحدار المتعدد تعبر عن معامل الانحدار Beta.

وبهذه المتغيرات ومعامل بيتا الذي يقابلها، يمكن من معادلة الانحدار المتعدد التنبؤ بالجودة التسويقية. يبين الجدول (4) قيمة F والتي بلغت 34.128 ومستوى الدلالة Sig = 0.000 وبهذه النتائج يتم إثبات أن النموذج ككل معنوي، أي أن المتغيرات المفسرة قادرة على التنبؤ بالفروقات. من خلال النتائج في جدول (5) يتضح أن المتغيرات المؤثرة معنوياً بالترتيب كالتالي: وزن الثمرة (Fruit Weight) يعتبر أقوى متغير منفرد يميز بين الأصناف يعني أن

المتغيرات الأخرى، مما يشير إلى أن التغيرات الكيميائية (حموضة العصير) لها تأثير محدود على العيوب أو مهاجمة الفطريات للثمار. مع أن PH يعد عاملاً مؤثراً في نمو الفطريات، فبعض الفطريات تنمو بشكل أفضل في ثمار منخفضة الحموضة وهو ما يتوافق مع ما أشارت إليه دراسة (Kelebek & Selli, 2011) حول تباين مستويات الحموضة بين أصناف البرتقال تبعاً للخصائص الوراثية ومستوى النضج. ويمكن صياغة الارتباط بين متغيرات الدراسة مفادها أن: أهم العوامل المرتبطة بالعيوب والإصابات: وزن الثمرة، سمك القشرة، والعيوب الميكانيكية نفسها. وأن العلاقة بين العيوب الميكانيكية والإصابات الفطرية قوية، مما يؤكد أن الخدوش تعتبر المدخل الرئيسي للفطريات. أما باقي المتغيرات مثل pH ووزن السويقة والأوراق لها تأثير ضعيف نسبياً، لكنها قد تساهم جزئياً.

7.7. معادلة الانحدار المتعدد بين متغيرات الدراسة.

بناء على متغيرات الدراسة والتي تشمل متغير الصنف بثلاثة مستويات (الكيني، أبوصرة، التاروكي) وهو متغير تابع يتأثر بباقي المتغيرات. جدول المتغيرات

جدول (4): ANOVA لبيان الدلالة المعنوية بين تأثير المتغيرات

النموذج	مجموع المربعات	درجات الحرية	متوسط المربعات	F قيمة	Sig. مستوى الدلالة
الانحدار	89.997	7	12.857	34.128	0.000 ^b
البواقي	110.003	292	.377	—	—
المجموع	200.000	299	—	—	—

^a المتغير التابع: صنف البرتقال ^b (VARIETY OF ORANGE) المتغيرات المستقلة (المتبينات) (الثوابت): الإصابات الفطرية، درجة الـ pH لعصير الثمرة، وزن السويقة والأوراق، سُمك القشرة / مم، حالة السويقة، وزن الثمرة / جم، درجة العيوب الميكانيكية.

الأصناف تختلف جذرياً في متوسط أوزانها. يليه سمك القشرة: (Peel Thickness) وهو ثاني أقوى متغير يفرق بين الأصناف. صنف مثل أبوصرة يمتلك قشرة أسمك مقارنة

معنوياً بشكل قوي ($p < 0.001$) وأنه يفسر حوالي 45% من التباين في المتغير التابع.

8. الخلاصة.

بالأصناف الأخرى. يليه الأس الهيدروجيني PH وهو قريب من مستوى الدلالة (0.05) ويشير إلى أن الاختلاف في حموضة العصير بين الأصناف مهم إحصائياً بشكل حدودي ويستحق الدراسة. أما المتغيرات غير المؤثرة معنوياً في التمييز بين الأصناف: حالة السويقة (0.144)، ووزن السويقة

أختلفت الأصناف في الوزن، سمك القشرة، والـ pH لعصير بشكل معنوي، كما أن وزن الثمرة وسمك القشرة يمثلان أقوى العوامل التمييزية بين الأصناف. العيوب الميكانيكية والإصابة الفطرية ترتبط مباشرة بطريقة الجني، وليس بالصنف، على الرغم من أن الانحدار أوضح أن الصفات الفيزيائية تحدد الاختلاف بين

جدول (5): معاملات نموذج الانحدار للعوامل المؤثرة في تمييز أصناف البرتقال

النموذج	المعاملات غير القياسية	الخطأ المعياري	المعاملات القياسية (بيتا)	قيمة t	مستوى الدلالة
(الثابت)	5.70	1.19	—	4.80	0.00
حالة السويقة	-0.11	0.08	-0.07	-1.46	0.14
وزن الثمرة (جم)	-0.01	0.00	-0.90	-13.10	0.00
سُمك القشرة (مم)	0.42	0.04	0.65	10.01	0.00
درجة الحموضة (pH)	-0.54	0.28	-0.09	-1.89	0.06
وزن السويقة والأوراق	0.02	0.03	0.03	0.76	0.45
درجة العيوب الميكانيكية	0.02	0.04	0.03	0.37	0.71
الإصابات الفطرية	0.20	0.16	0.11	1.23	0.22

والأوراق (0.447)، العيوب الميكانيكية (0.708)، الإصابات الفطرية (0.218)، هذا لا يعني أنها غير مهمة للدراسة، وإنما فقط غير قادرة على التنبؤ بالصنف نفسه. حيث بينت النتائج أن النموذج كان

الأصناف. تشير نتائج الدراسة إلى أن طريقة الجني تمثل عاملاً حرجاً في التأثير على سلامة ثمار البرتقال بعد الحصاد. أظهرت جميع الأصناف انخفاضاً ملحوظاً في الثمار السليمة عند ترك السويقة، وارتفاعاً كبيراً في العيوب الميكانيكية الخطيرة، خاصة الجروح

الأندلس- طرابلس، لتقديم كافة التسهيلات من أجهزة ومعدات تحت تصرف الباحث.

10. المراجع:

- Abou-Zaid, E. A. A., El-Sayed, A. M., & Ramadan, M. M. (2024). Improvement of post-harvest quality of Balady lime fruit with edible coatings and essential oil. *Journal of Food Science and Technology*, 2024.
- Bai, J., Baldwin, E., & Hagenmaier, R. (2015). *Citrus postharvest biology*. Springer.
- Baldwin, E. (2019). Postharvest quality of citrus fruit. *Journal of Food Quality*, 42(2), 115–123.
- Ben-Yehoshua, S. (2016). *Citrus fruits: Biology, technology and evaluation*. Academic Press.
- Brown, R., Palou, L., & Droby, S. (2020). *Postharvest decay: Control strategies*. Academic Press.
- Cheng, Y., Jin, Y., Liu, X., Cao, J., & Jiang, W. (2020). Postharvest diseases of citrus fruits: Current status and future perspectives. *Trends in Food Science & Technology*, 103, 234–247.
- Costa, J. H., Margaria, P., & Tavares, L. (2019). *Penicillium digitatum* infection mechanisms in citrus: what do we know so far? *In Postharvest Biology and Technology* (Vol. — review article).
- El-Otmani, M., Ait-Oubahou, A., & Zaccarías, L. (2011). *Citrus fruit: Physiology, storage and quality*. CAB International.
- Galsurker, O., Diskin, S., Maurer, D., Feygenberg, O., & Alkan, N. (2018). Fruit stem-end rot. *Horticulturae*, 4(4), 50.
- Ghanei Ghoshkhaneh, N., & Mollazade, K. (2023). Optical techniques for fungal disease detection in citrus fruit: a review. *Food and Bioprocess Technology*, 16(8), 1668-1689.
- Ghanei Ghoshkhaneh, N., & Mollazade, K. (2023). Optical techniques for fungal disease detection in citrus fruit: a review. *Food and Bioprocess Technology*, 16(8), 1668-1689.

الشديدة والعميقة جداً. ويعود ذلك إلى احتكاك السوقية بالثمار داخل صناديق التعبئة. كما بيّنت النتائج أن حساسية الأصناف تختلف، حيث كان صنف الكيني الأكثر تأثراً، يليه التاروكي، بينما كان أبو صرة الأقل تأثراً نسبياً. كما أن الكدمات والإصابات الفطرية تزداد بشكل خاص عند تعرض الثمار للتداول في صناديق غير مهياة وتكديس المحصول في صناديق أكبر من سعتها. كما بينت الدراسة وجود ارتباط بين بعض المتغيرات كان أبرزها بين كثرة الخدوش وعمقها ومدى مهاجمة الفطريات لها. كما أن نموذج الإنحدار الذي تم صياغته يفسر 45% من التغير في المتغير التابع (الجودة التسويقية).

9. التوصيات.

1. إزالة السوقية أثناء الجني خطوة أساسية لرفع الجودة التسويقية لأصناف البرتقال.
2. تدريب العمال على الجني والتعامل مع الثمار بدون خدش القشرة مع الحرص على عدم تعبئة الصناديق فوق سعتها.
3. استخدام صناديق مهواة أثناء النقل لتقليل الاحتكاك بين الثمار.
4. عزل الثمار ذات العيوب مباشرة قبل التخزين.
5. ضرورة فصل الأصناف الحساسة إلى عبوات منفصلة.
6. تقليل الارتجاج والحركة داخل العبوات لتفادي تفاقم الجروح.

الشكر والتقدير.

يتقدم الباحث بالشكر والتقدير لمختبر وادي ماسين لتقنيات البيئة (WADI MASSIN FOR ENVIRONMENT TECHNOLOGY) حي

- Diseases of Horticultural Produce (pp. 219-230). CRC Press.
- Smilanick, J. L., Mansour, M. F., Gabler, F. M., & Sorenson, D. (2008). Control of citrus postharvest green mold and sour rot by potassium sorbate combined with heat and fungicides. *Postharvest Biology and Technology*, 47(2), 226-238.
- Smilanick, J., Sorenson, D., & Meyer, A. (2006). Biology and control of blue mold (*Penicillium italicum*) of citrus fruit. *Plant Disease*, 90(9), 1234-1240.
- Strano, M. C. (2024). Innovative Technologies and Shelf-Life Extension of Citrus Fruit. In *Recent Advances in Postharvest Technologies, Volume 1: Advanced and Novel Technologies* (pp. 83-126). Cham: Springer International Publishing.
- Strano, M. C., Altieri, G., Allegra, M., Di Renzo, G. C., Paterna, G., Matera, A., & Genovese, F. (2022). Postharvest technologies of fresh citrus fruit: Advances and recent developments for the loss reduction during handling and storage. *Horticulturae*, 8(7), 612.
- Tranbarger, T. J., et al. (2025). Abscission zone metabolism impacts pre- and post-harvest fruit physiology. *Journal of Experimental Botany*, 2025.
- Wang, H., Liu, Y., & Chen, Y. (2018). Storage conditions and citrus fruit quality. *Postharvest Biology and Technology*, 140, 34-41.
- Wang, Z., Sui, Y., Li, J., Tian, X., & Wang, Q. (2022). Biological control of postharvest fungal decays in citrus: a review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 62(4), 861-870.
- Zacarias, L., Cronje, P. J., & Palou, L. (2020). Postharvest technology of citrus fruits. In *The genus citrus* (pp. 421-446). Woodhead Publishing.
- Kader, A. (2013). Postharvest technology of horticultural crops. *University of California Press*.
- Kassim, A. (2020). A review of the postharvest characteristics and pre-packaging treatments of citrus fruit. *AIMS Agriculture and Food*, 5(3), 337-356.
- Kelebek, H., & Selli, S. (2011). Determination of volatile, phenolic, organic acid and sugar components in a Turkish cv. Dortyol lemon juice. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 91(10), 1855-1862.
- Ladaniya, M. (2020). Citrus fruit: Biology, technology and evaluation. Elsevier.
- Ladaniya, M. S. (2008). Citrus fruit: Biology, technology and evaluation. Academic Press.
- Mahajan, P., & Caleb, O. (2020). Postharvest losses in fruit crops. *Horticultural Reviews*, 47, 55-90.
- Moradinezhad, F., et al. (2023). Advances in postharvest diseases management of fruits: New methods and integrated approaches. *Plants*, 9(10), 1099.
- Palou, L., Smilanick, J. L., & Droby, S. (2001). Improving postharvest citrus fruit quality and safety through novel packaging and handling systems. *HortTechnology*, 11
- Rokaya, P. R., Baral, D. R., Gautam, D. M., Shrestha, A. K., & Paudyal, K. P. (2020). Effect of harvesting methods on storage behaviour of mandarin (*Citrus reticulata* Blanco) under cellar condition. *International Journal of Science and Qualitative Analysis*, 6(1), 8-12.
- Saini, R., & Sharma, P. (2017). Physico-chemical changes in citrus fruit under mechanical stress. *Food Chemistry*, 219, 122-128.
- Sánchez-Torres, P., González-Candelas, L., & Ballester, A. R. (2024). Discovery and transcriptional profiling of *Penicillium digitatum* genes that could promote fungal virulence during citrus fruit infection. *Journal of Fungi*, 10(4), 235.
- Sharma, M. (2021). Postharvest Diseases of Guava (*Psidium guajava* L.) and Their Management. In *Postharvest Handling and*

Comparative Study of the Effect of Cultivar and Harvesting Method on the Marketing Quality of Three Local Orange Varieties Produced in Al-Zahraa City

Naji Elhadi Aborus*

*Center for Scientific Research, Consulting, and Training – Nalut University

Abstract:

This study aimed to conduct a comparative assessment of the impact of pedicel retention during orange harvesting on the market quality of three commonly grown local cultivars: Kinny, Navel, and Tarocco. The significance of this work stems from the increasing incidence of mechanical defects and postharvest fungal infections observed in oranges harvested with the pedicel attached. A linear regression model was employed to identify the factors influencing cultivar differentiation. The results showed that the model was highly significant ($p < 0.001$) and explained approximately 45% of the variance in the dependent variable. Regression coefficients indicated that fruit weight and peel thickness were the most influential traits distinguishing the cultivars, while pedicel retention had no direct effect on predicting the variety. The correlation matrix revealed a strong association between mechanical defects and fungal infections ($r = 0.60$, $p < 0.05$), confirming that wounds caused by pedicel retention serve as a major entry point for postharvest pathogens. Negative correlations were also recorded between peel thickness and mechanical defects ($r = -0.20$, $p < 0.05$) and between fruit weight and defect incidence ($r = -0.25$, $p < 0.05$), highlighting the protective role of physical fruit attributes in reducing damage. The findings indicate that the impact of pedicel retention on quality is indirect, operating through increased friction and injury that facilitate pathogen invasion. The study underscores the influence of harvesting method on storability and market quality and recommends adopting harvesting practices that minimize fruit abrasion and reduce pedicel retention. Overall, the results reinforce the importance of improving harvesting techniques to reduce postharvest losses and enhance market quality within local orange production systems.

Keywords: Orange cultivars, Pedicel, Mechanical defects, Postharvest fungal infections, Market quality

* Corresponding : n.aburas@nu.edu.ly

+218918328176

Received: 31/12/2026

Accepted: 27/2/20

Published Online: 27/6/2026