تأثير التغليف بالبولي إيثلين على القدرة التخزينية لصنفي التفاح غراني سميث وروم بيوتي في ظروف محافظة السويداء

علا الحلبي[1*] و بيان مزهر[1] و سامر أبو حمدان[1] و بسمة الأطرش[1] و نسرين نعيم[1]

[1] إدارة بحوث البستنة – قسم بحوث التفاحيات والكرمة – السويداء.

(*للمراسلة: علا الحلبي، البريد الإلكتروني: Ola_halabi@msn.com)

تاريخ الاستلام: 7/ 2/ 2026 تاريخ القبول: 30/ 6/ 2026

الملخّص

تم تنفيذ البحث في قسم بحوث التفاحيات والكرمة خلال الفترة من 2018 حتى 2020 في ظروف محافظة السويداء؛ بهدف تحديد القدرة التخزينية لصنفي التفاح غراني سميث وروم بيوتي، من خلال تغليف الثمار بالبولي إيثلين (تخزين غازي شبه معدل)، بالمقارنة مع الشاهد بدون تغليف. قطفت الثمار عند درجة القطاف، وخزنت على درجة حرارة 0 م° ورطوبة نسبية 75–80%، لمدة سبعة أشهر مع إجراء التحاليل دورياً كل شهر. بينت النتائج تفوق معاملة التغليف معنوياً على الشاهد في كلا الصنفين المدروسين بخفض نسبة الفقد الوزني؛ حيث كانت بالمتوسط 1.21% و4.35% على التوالي بعد 7 أشهر دون فروق معنوية بين الصنفين المدروسين، وبعد 5 أشهر كانت صلابة لب الثمرة بالمتوسط 6.0 كغ/سم2 في كلا الصنفين المدروسين، وانخفضت بعد 7 أشهر إلى 5.5 كغ/سم2 في الصنف روم بيوتي. بعد 7 أشهر من التخزين تفوق الصنف غراني سميث على الصنف روم بيوتي معنوياً في نسبة محتوى الثمار من المواد الصلبة الذائبة في كلتي المعاملتين (18.05%)، كما تفوق في معاملة التغليف بالبولي إيثلين معنوياً في محتوى الثمار من الأحماض الكلية القابلة للمعايرة والسكريات الأحادية (0.59 % و13.95% على التوالي). لقد بينت نتائج الاختبارات الحسية احتفاظ الثمار بجودة عالية بعد 5 و7 أشهر من التخزين، مع تفوق معنوي لمدة التخزين 5 أشهر. تتضح من خلال ما تقدم أهمية استخدام التغليف بالبولي إيثلين في إطالة الحياة التخزينية للأصناف المدروسة والمحافظة على مؤشرات جودة الثمار، وبالتالي إمكانية تطبيق التغليف على مستوى تجاري.

الكلمات المفتاحية: تفاح، غراني سميث، روم بيوتي، تخزين غازي شبه معدل، الفقد الوزني.

المقدمة:

يعود الإقبال الكبير على استهلاك ثمار التفاح وبصور مختلفة؛ إلى ارتفاع قيمتها الغذائية واحتوائها على المكونات الأساسية لصحة وتغذية الإنسان (سكريات، فيتامينات، أملاح، أحماض عضوية)، وإلى تعدد فوائدها الطبية. لقد تبينت أهمية تبريد الثمار بشكل سريع بعد القطاف إذ يؤثر معدل التبريد بصورة مباشرة على المحافظة على جودة الثمار، وتعود أهمية التخزين لأسباب عديدة تتضمن المحافظة على سلامة المنتج، والحد من تلف الثمار وانتشار الأمراض، والحصول على أعلى قيمة للمنتج وزيادة سعره، إضافةً إلى استقرار أسعار السوق، والتوزيع المنتظم للحاصلات البستانية، وإطالة فترة عرضها. تعود هذه الفوائد على المنتجين والمستهلكين في آنٍ واحد، من حيث تحسين الأسعار، وتوفير الفاكهة في السوق خارج موسمها الطبيعي (Small Industries Service Institute, 2003). وتعد ثمار التفاح من الأنواع القابلة للتخزين فترات طويلة تصل حتى 12 شهراً حسب الصنف وطريقة التخزين (Schulz, 2000). إن درجة الحرارة المناسبة خلال التخزين المبرد من أهم العوامل للمحافظة على جودة الثمار خلال معاملات ما بعد القطاف، وفي زيادة القدرة التخزينية (Acuna and Mitcham, 2008).

يحدث فقد في وزن ثمار التفاح خلال التخزين؛ ناتج عن الفقد الرطوبي بالبخر والنتح من الثمار ذات المحتوى المائي العالي الذي يصل إلى 67–89% (Duckworth, 1979) ، وعندما يحصل فقد مائي بنسبة 5–7% تظهر على الثمار أعراض الذبول؛ مما

يؤدي إلى تدني جودتها وقيمتها التسويقية بشكل كبير، وتصبح أكثر عرضة للإصابة بالأمراض الفطرية والأضرار الفيزيولوجية (Osterloh, 1980)، ولذلك انتشر استخدام تقنيات التخزين الحديثة. لقد أوضح Richardson وKupferman (1997) أن التخزين الغازي المعدل يسهم في إطالة فترة التخزين لثمار أصناف الأجاص، وتقليل أضرارها الفيزيولوجية خلال التخزين. كما ذكر Acuna وMitcham (2008) أن التخزين الغازي المعدل واحد من أفضل الطرائق للتحكم بعملية نضج الثمار خلال التخزين طويل الأمد. كما خفض التخزين الغازي معدل الفقد الوزني في ثمار التفاح بشكل معنوي مقارنة مع الشاهد، وأطال من عمر الرف وحافظ على القيمة الغذائية للثمار (Babu *et al.*, 2025).

يسهم التغليف برقائق البولي إثيلين في خفض نسبة الفقد بالوزن في الثمار، من خلال زيادة نسبة الرطوبة حول الثمار؛ مما يقلل عجز ضغط البخار بين الثمرة والوسط المحيط (Weichmann, 1993). وذكر Pala وDamarli (1994) أن نظام الجو الغازي شبه المعدل يكون باستخدام الحقائب البلاستيكية للخفض قدر الإمكان من معدل التنفس والحد من تفاعلات الأكسدة، وتأخير التلف الميكروبيولوجي عن طريق تغيير تركيب الجو المحيط بالمنتج. ويمكن استخدام أشكال مختلفة من الأغلفة البلاستيكية لتحقيق الجو الغازي شبه المعدل حول الثمار، وهذه الطريقة مطبقة على العديد من أنواع الثمار ومنها التفاح ولها فوائد في خفض الفقد بالوزن، وتقليل الإصابة ببعض الأمراض، رغم ظهور بعض المشاكل المرافقة لاستخدامها كتكاثف بخار الماء وظهور بعض الأمراض الفيزيولوجية وغيرها عند عدم تطبيق الإجراءات المناسبة (Wills *et al.*, 1998).

أكدت مجموعة من الدراسات أن من أهم المؤشرات المستخدمة في تحديد موعد نضج الثمار: صلابة لب الثمرة، ونسبة المواد الصلبة الذائبة، ونسبة السكريات، ومستوى النشاء، ومحتوى حمض الماليك، واللون الأساسي للثمرة، ونسبة الإيثلين، وعدد الأيام بعد الإزهار الأعظمي، وتلون البذور (Chu and Wilson, 2000; Brittany, 2004; Graham *et al.*, 2004; Schwallier *et al.*, 2005).

يتم عند دراسة القدرة التخزينية لأصناف التفاح التركيز على دراسة التركيب البيوكيميائي (سكريات، حمض الأسكوربيك، المواد الصلبة الذائبة، والأحماض القابلة للمعايرة)، والخصائص الفيزيائية (تناسق اللون، القشرة، صلابة لب الثمرة)، قبل وبعد التخزين (Butkeviciute *et al.*, 2021). لقد تبيّن أن جودة الثمار تتغير وتتبدل أثناء النقل والتخزين، ويعدّ كلٌّ من الفقد الوزني وصلابة لب الثمرة عاملين هامين؛ لما لهما من أثر على باقي مؤشرات الجودة (Sanad Alsbu *et al.*, 2023). كما تم دراسة تأثير كل من موعد نضج الثمار، ومدة التخزين المبرد، وعمر الرف على الخصائص الفيزيائية والكيميائية لثمار صنف التفاح غراني سميث (Sredojevic *et al.*, 2025)،

لقد تطورت أذواق المستهلكين وزادت متطلباتهم ورغبتهم في وجود أصناف جديدة مختلفة في مواصفاتها عن الأصناف المتعارف عليها، ونظراً لوجود مجموعة كبيرة من أصناف التفاح المدخلة في المجمع الوراثي للتفاح في قسم بحوث التفاحيات والكرمة، والتي تلبي حاجة المنتج والمستهلك، كان لابد من دراسة كل ما يتعلق بهذه الأصناف بما في ذلك قدرتها التخزينية مع استخدام تقنيات أو تطبيقات محدثة بالتشارك مع الطرائق التقليدية القديمة وذلك لخفض الفاقد خلال التخزين قدر الإمكان، وإطالة وجود المنتج في السوق. تهدف الدراسة الحالية إلى تحديد القدرة التخزينية لصنفين من أصناف التفاح المدخلة في ظروف منطقة السويداء، وخفض الفاقد الحاصل في الثمار أثناء التخزين إلى أدنى حد ممكن، مع الحفاظ على أعلى جودة ممكنة للثمار، والمقارنة بين التخزين المبرد والتخزين شبه المعدل.

مواد البحث وطرائقه:

1. ***موقع الدراسة:*** حقول ومخابر قسم بحوث التفاحيات والكرمة في السويداء، الذي يقع على ارتفاع 1525 م عن سطح البحر، ومعدّل الهطول المطري السنوي 525 ملم.
2. ***المادة النباتية:*** تم إجراء الدراسة على صنفي التفاح المدخلين، المطعمين على الأصل البذري *Malus communis*، وهما:
3. ***روم بيوتي:*** أشجار ذات شكل نصف قائم، الطرود بنية محمرة، الأزهار بيضاء متوسطة الحجم، الثمار كروية إلى مخروطية ذات لون أحمر داكن، وطعم حلو حامض. متوسط وزن الثمرة 157.2 غ، ومتوسط إنتاج الشجرة 60–70 كغ.
4. ***غرانـي سميث:*** أشجار ذات شكل نصف قائم، الطرود بنية مخضرة، الأزهار بيضاء متوسطة الحجم، الثمار كروية إلى مخروطية ذات لون أخضر، وطعم حامض. متوسط وزن الثمرة 161.6 غ، ومتوسط إنتاج الشجرة 70–80 كغ (مزهر والطبي، 2010).
5. ***طرائق البحث:*** تم قطاف ثمار الأصناف المدروسة في موعد نضج القطاف اعتماداً على مؤشرات النضج المناسبة وذلك في موسمي 2019/2018، 2020/2019، مع تحليل عينة البداية قبل التخزين (مؤشرات النضج عند القطاف)، ثم قسمت العينات بعد فرزها وتوضيبها إلى قسمين: المعاملة الأولى غلفت بأكياس البولي إثيلين سماكة 60 ميكرون (تخزين شبه معدل)، والمعاملة الثانية معاملة الشاهد وضعت الثمار في صناديق من غير تغليف لكلا الصنفين المدروسين، وخزنت العينات على درجة حرارة 0مْ ورطوبة نسبية 75– 80%، وخزنت الثمار لمدة 7 أشهر، مع إجراء التحاليل الفيزيائية والكيميائية التالية على الثمار المخزنة وبصورة شهرية:

- ***الفقد الكلي بالوزن:*** وهو مجموع الفقد الطبيعي بالوزن والفقد المطلق:

الفقد الطبيعي: هو الفقد الحاصل بصورة طبيعية من الثمار نتيجة البخر، وعملية التنفس التي تستهلك المدخرات الغذائية، ويحسب هذا الفقد بالعلاقة:

الفقد الطبيعي بالوزن (%) = (الوزن البدائي - الوزن النهائي / الوزن البدائي) × 100

الفقد المطلق: وهو نسبة التلف في الثمار الناتجة عن نمو الأعفان والأحياء الدقيقة ويحسب بالعلاقة:

الفقد المطلق (%) = (الوزن التالف / الوزن البدائي) × 100

- ***درجة النشاء:*** باستخدام محلول اليود في يوديد البوتاسيوم وثم تعطى الدرجة من 1 إلى 8 حسب مقياس Blanpied و Silsby (1992).
- ***صلابة لب الثمرة:*** تقاس صلابة لب الثمرة (كغ/سم^2) باستعمال جهاز البنترومتر نموذج (FT 327, Italy)، بأخذ 10 ثمار من كل مكرر في كل صنف، وتؤخذ القراءة على كل ثمرة من جهتين متعاكستين ثم يتم حساب متوسط جميع القراءات.
- ***نسبة المواد الصلبة الذائبة الكلية (TSS%):*** تقدر بواسطة جهاز الرفراكتومتر الرقمي.
- ***نسبة الأحماض العضوية القابلة للمعايرة (TA%):*** بالمعايرة بمحلول ماءات الصوديوم 0.1 نظامي.
- ***نسبة للسكريات الأحادية (SS %) والكلية (TS %):*** بالمعايرة باستخدام محلولي فهلنغ A و B.

- ***الاختبارات الحسية:*** من خلال إجراء جلسات تذوق تقوم بها لجنة مكونة من 10 أشخاص لتقييم صفات المظهر واللون والصلابة والعصيرية والطعم والنكهة، وذلك مع بداية مرحلة نضج الثمار، وعند كل فترة تخزين، وتعطى العلامات من 1–5 لكل صفة مدروسة. يعد الرقم 5 ممتازاً، 4 جيداً، 3 متوسطاً، 2 سيئاً، و1 سيئاً جداً.

6. ***تصميم التجربة والتحليل الإحصائي:*** تم تنفيذ التجربة وفق تصميم تجربة عاملية ضمن قطاعات كاملة العشوائية Two -way ANOVA. وتحليل النتائج باستعمال البرنامج الإحصائي SPSS23، وحساب أقل فرق معنوي LSD عند مستوى معنوية 5%، كما تم استخدام التحليل التجميعي بين موسمي الدراسة.

النتائج والمناقشة:

1. مؤشرات النضج عند القطاف:

تم قطاف ثمار التفاح المعدة للتخزين عند درجة نضج القطاف؛ والتي تتمثل باكتمال نمو الثمار إلا أنها لم تأخذ بعد مواصفات الجودة الخاصة بكل صنف، والتي يتم استكمالها أثناء مرحلة التخزين، إذ إن الثمار المقطوفة مبكراً ستبقى بعد التخزين غير ناضجة، وتكون عرضة للأضرار الفيزيولوجية، أما الثمار المقطوفة متأخراً تصبح بعد التخزين طرية، ومظهرها وطعمها غير جيدين، وتتعرض للتحلل الداخلي (Ingle *et al.*, 2000). تم قطاف ثمار الصنفين المدروسين خلال موسمي الدراسة عند درجة نشاء بالمتوسط 3.2 في الصنف روم بيوتي، و3.5 في الصنف غراني سميث الشكل (1)، إذ تعتبر درجة النشاء الممثلة لدرجة نضج القطاف عندما يختفي النشاء تماماً من حجرة البذور، ويبدأ بالاختفاء من لب الثمار ويتوافق ذلك بين الدرجة 3– 5 حسب الصنف، وذلك عند اعتماد المقياس ذي الثمان درجات. كما أن معدل تناقص النشاء خلال فترة القطاف يستخدم كمؤشر لتحديد الموعد الأفضل للقطاف حسب الغرض (Papamihal, 2013).

الصنف روم بيوتي (عينة البداية) 2019/10/7

الصنف غراني سميث (عينة البداية) 2019/10/20

الشكل (1): درجة النشاء عند القطاف للصنفين المدروسين

تبين نتائج الجدول (1) تفوق الصنف روم بيوتي معنوياً على الصنف غراني سميث بمتوسط صلابة لب الثمرة عند القطاف (9.2 و7.5 كغ/سم^{2}على التوالي)، وكذلك في نسبة محتوى الثمار من السكريات الكلية، بينما لم يكن الفرق معنوياً في نسبة المواد الصلبة الذائبة بين الصنفين، وبين موسمي الدراسة، في حين تفوق الصنف غراني سميث معنوياً على الصنف روم بيوتي في كل من نسبة الأحماض الكلية القابلة للمعايرة (0.64%)، ونسبة السكريات الأحادية (11.1%)، كما بينت النتائج تفوق الموسم الثاني على الموسم الأول في كافة المؤشرات المدروسة عدا نسبة المواد الصلبة الذائبة، ويعود ذلك إلى اختلاف المعطيات المناخية لا سيما درجات الحرارة خلال موسم النمو، وتختلف الأصناف فيما بينها بموعد نضجها، كما أن الصنف نفسه يختلف بموعد نضجه من عام لآخر تبعاً لموعد الإزهار والظروف البيئية السائدة خلال موسم النمو يتوافق ذلك مع رأي (Beaudry *et al.*, 2012)،

كما تنسجم مع رأي Farcuh (2023) الذي وجد أن نسبة المواد الصلبة الذائبة والسكريات تزداد في الموسم الذي تكون فيه درجات الحرارة مرتفعة، والسطوع الشمسي العالي، وتتناقص مع الهطولات المطرية الكثيرة، وفي حالات الري.

الجدول (1): صلابة لب الثمرة، ونسبة المواد الصلبة الذائبة (TSS)، ونسبة الأحماض الكلية القابلة للمعايرة (TA)، ونسبة السكريات الأحادية (SS) والكلية (TS) عند القطاف للصنفين المدروسين خلال موسمي الدراسة.

الصنف	الصلابة كغ/سم^2	TSS (%)	TA (%)	SS (%)	TS (%)
روم بيوتي	9.2 *	15.3	0.46	10.7	13.5*
غراني سميث	7.5	15.4	0.64*	11.1*	13.2
متوسط الموسم 1	7.8	15.4	0.44	10.7	13.0
متوسط الموسم 2	8.9**	15.4	0.66**	11.1**	13.8**
LSD5% بين الصنفين	0.86	–	0.01	0.20	0.20
LSD5% بين الموسمين	0.86	–	0.01	0.20	0.20
LSD5% التفاعل بين الصنف والموسم	–	–	–	0.14	0.14

ملاحظة: *تشير إلى التفوق المعنوي للصنف بالصفة المدروسة، **تشير إلى التفوق المعنوي للموسم بالصفة المدروسة

2. التغيرات في المؤشرات الفيزيائية والكيميائية خلال مدة التخزين:

تم إجراء التحاليل دورياً كل شهر من أشهر التخزين، وتم عرض نتائج التحاليل بعد مدة 5 أشهر و7 أشهر من التخزين.

- ***الفقد الكلي بالوزن:***

تبين النتائج أنه لم يكن هناك فقد مطلق خلال مدتي التخزين (5 و7 أشهر) في كلا الصنفين المدروسين خلال موسمي الدراسة. في حين كان هناك فقد طبيعي بالوزن، إذ أن ثمار التفاح ثمار كلايمكتيرية فهي تتابع نضجها بعد القطاف وتحدث فيها ظاهرة التنفس الأعظمي في المخزن، ويرافق هذا التنفس والعمليات الحيوية داخل الثمرة فقد الماء، وبالتالي فقد في وزن الثمار. لقد بينت نتائج الجدول (2) تفوق معاملة التغليف بالبولي إيثلين معنوياً على معاملة الشاهد في خفض الفقد الطبيعي بالوزن بعد 5 أشهر في كلا الصنفين المدروسين، وقد كان أقل فقد وزني 0.61% في الصنف روم بيوتي في معاملة التغليف، في حين كان أعلى فقد وزني في معاملة الشاهد 3.33% للصنف نفسه دون فرق معنوي مع الصنف غراني سميث، وكذلك بعد 7 أشهر من التخزين كان متوسط الفقد الوزني للصنفين في معاملة التغليف 1.21% بتفوق معنوي على معاملة الشاهد التي وصل الفقد الوزني فيها إلى 4.35% بالمتوسط، وتؤكد هذه النتائج على أهمية التغليف بالبولي إيثلين عند تخزين هذين الصنفين. كما بينت النتائج عدم وجود فرق معنوي بين موسمي الدراسة، وكذلك بين الصنفين المدروسين، ولم يكن هناك أثراً معنوياً بين المعاملة والصنف، ودلت النتائج أيضاً على تفوق مدة التخزين لـ 5 أشهر معنوياً في خفض الفقد الوزني على التخزين لمدة 7 أشهر. تتطابق نتائج الدراسة الحالية مع الدراسات المرجعية حيث أظهرت نتائج إحدى الدراسات على الصنف غولدن ديليشس في سورية، أن للتغليف تأثير واضح في خفض نسبة الفقد بالوزن؛ إذ لم تتجاوز هذه النسبة في ثمار الصنف غولدن ديليشس المغلفة 1.85% بعد 220 يوماً من التخزين، في حين بلغت في الثمار غير المغلفة 4.93% (بلقيس وآخرون، 2007)، كما تتوافق مع (Rocha *et al.*, 2004) في دراستهم على صنف التفاح 'Bravo de Esmolfe' حيث نجح التغليف بالبولي إيثلين في خفض الفاقد الوزني إلى 2%، مقارنة بالشاهد الذي وصل الفقد فيه إلى 6% وذلك بعد تخزين لمدة 5-6 شهراً.

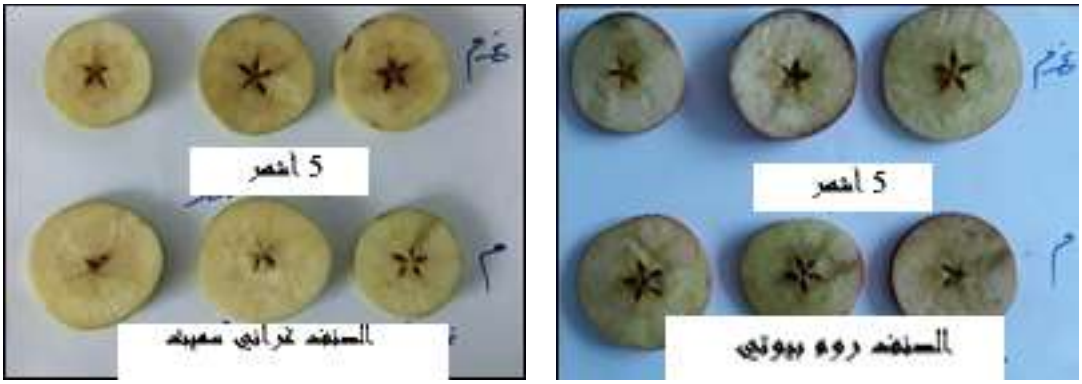
- ***درجة النشاء:*** بينت النتائج أنه لم يكن هناك أثر واضح لمعاملة التغليف بالبولي إيثلين على تخفيض سرعة تحول النشاء إلى سكريات، بالمقارنة مع معاملة الشاهد، في كلا الصنفين المدروسين، وكذلك في موسمي الدراسة، إذ تتابع ثمار

التفاح نضجها خلال التخزين، حيث يتحلل النشاء ويتحول إلى سكريات ليختفي تماماً من لب الثمرة مع الوصول إلى مرحلة النضج الاستهلاكي، وكان ذلك بعد 5 أشهر من التخزين الشكل (2)، وتعد درجة النشاء من مؤشرات نضج الثمار الهامة (Herrara, 1998)، وبالتالي مؤشر على الحياة التخزينية.

الجدول (2): متوسط نسبة الفقد الوزني في الصنفين المدروسين باستخدام معاملتي تعبئة بعد 5 و7 أشهر من التخزين.

الصنف	نسبة الفقد خلال فترة التخزين (%)			
	بعد 5 أشهر		بعد 7 أشهر	
	مغلف	غير مغلف (شاهد)	مغلف	غير مغلف (شاهد)
روم بيوتي	0.61	3.33	0.78	4.2
غراني سميث	0.78	2.77	1.64	4.5
متوسط الصنفين	0.70	2.55*	1.21	4.35*
متوسط الفقد الوزني في كل مدة تخزين	1.63**		2.78	
LSD 5% بين المعاملتين	0.61		0.73	
LSD 5% بين الصنفين	–		–	
LSD 5% بين الموسمين	–		–	
LSD 5% التفاعل بين الصنف والمعاملة	–		–	
LSD 5% بين مدتي التخزين	0.29			

ملاحظة: *تشير إلى التفوق المعنوي للمعاملة في كل مدة تخزين، **تشير إلى التفوق المعنوي لمدة التخزين

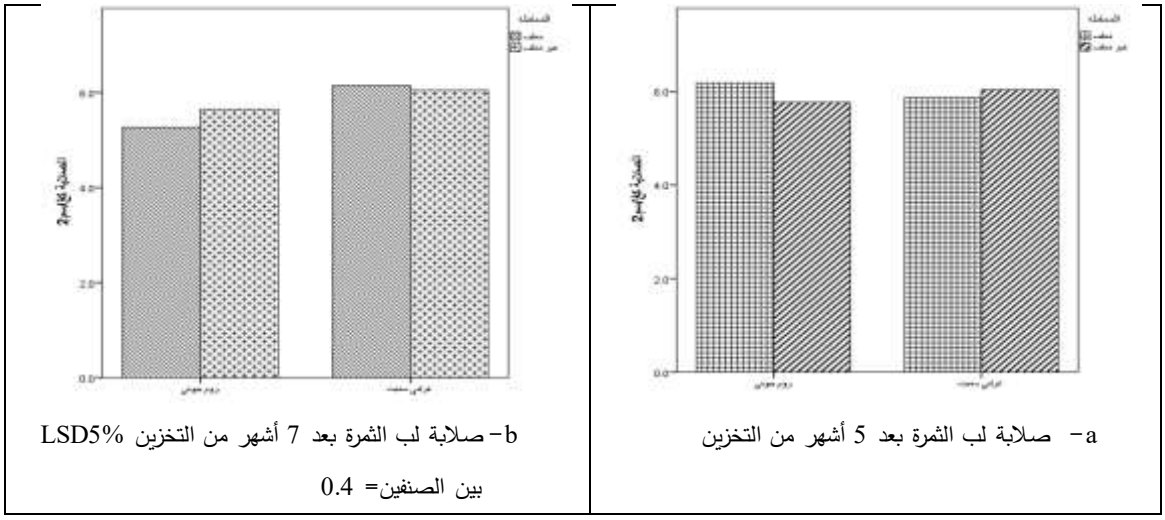


الشكل (2): درجة النشاء بعد 5 أشهر من التخزين للصنفين المدروسين

- ***صلابة لب الثمرة:***

تنخفض صلابة لب الثمرة مع التقدم بالنضج، وقد كان ذلك واضحاً مقارنة بنتائج صلابة لب الثمرة عند القطاف لكلا الصنفين المدروسين، فقد انخفضت صلابة لب الثمرة بعد خمسة أشهر من التخزين في كل من الصنفين روم بيوتي وغراني سميث إلى 6.0 كغ/سم^2 بالمتوسط، ولم يكن هناك تأثيراً معنوياً لمعاملة التغليف على شدة الانخفاض بالمقارنة مع معاملة الشاهد، في حين بينت الدراسات المرجعية أن التغليف بالبولي إيثلين حافظ على صلابة لب الثمار أثناء التخزين (Rocha *et al.*, 2004; Hajizadeh *et al.*, 2008). كما لم يكن هناك فرقاً معنوياً بين الصنفين المدروسين، وكذلك بين موسمي الدراسة، أما بعد سبعة أشهر من التخزين فقد حافظ الصنف غراني سميث على صلابته بتفوق معنوي على الصنف روم بيوتي الذي انخفضت صلابته إلى 5.5 كغ/سم^2 الشكل (3)، وتشير الدراسات إلى أن معدل انخفاض الصلابة مختلف بين أصناف التفاح، ويعتمد ذلك على وجود ومدى تعبير بعض المورثات التي تنظم عمليات التحلل الأنزيمي (Konopacka and Plocharski, 2002)، إذ يعتبر القوام الممتاز الذي تتأخر عمليات التحلل فيه صفة وراثية (Su *et al.*, 2022).

كذلك لم يكن هناك فرقاً معنوياً بين معاملتي التعبئة، وبين موسمي الدراسة في صلابة لب الثمرة، وأيضاً بين فترتي التخزين لمدة 5 و7 أشهر، ويدل ذلك على القدرة التخزينية العالية للصنفين المدروسين، إذ تتأثر صلابة لب الثمرة بعوامل عديدة من ضمنها حجم الثمار، لذلك يفضل أن تكون الثمار متجانسة من حيث الحجم، ويحقق هذان الصنفان هذه الميزة، وتلعب قيمة الصلابة عند القطاف دوراً هاماً في الحياة التخزينية المطلوب تحقيقها (Farcuh, 2023).



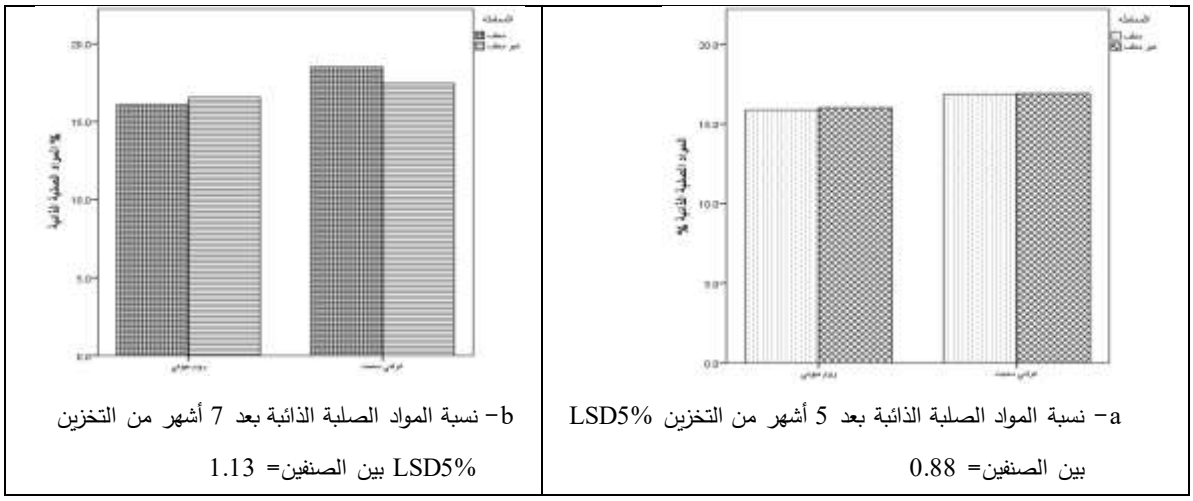
a- صلابة لب الثمرة بعد 5 أشهر من التخزين

b- صلابة لب الثمرة بعد 7 أشهر من التخزين LSD5% بين الصنفين= 0.4

الشكل (3): متوسط صلابة لب الثمرة في الصنفين المدروسين باستخدام معاملتي تعبئة خلال موسمي الدراسة

- ***نسبة المواد الصلبة الذائبة:***

يبين الشكل (4) وجود تفوق معنوي للصنف غراني سميث على الصنف روم بيوتي في نسبة المواد الصلبة الذائبة بعد 5 أشهر من التخزين (16.8% و16.0% على التوالي)، وكذلك بعد 7 أشهر من التخزين؛ حيث كانت نسبة المواد الصلبة الذائبة بالمتوسط 18.0% في الصنف غراني سميث الذي تفوق معنوياً على الصنف روم بيوتي (16.4%)، كما تفوقت مدة التخزين 7 أشهر معنوياً على مدة التخزين 5 أشهر في متوسط نسبة المواد الصلبة الذائبة، في حين لم يكن الفرق معنوياً بين معاملتي التعبئة، وكذلك بين موسمي الدراسة. يتضح أن نسبة المواد الصلبة الذائبة تزداد مع تقدم الثمار بالنضج؛ نتيجة تحول النشاء إلى سكريات، وكذلك تحلل السكريات المعقدة من الجدر الخلوية. يتوافق ذلك مع معظم الدراسات المرجعية التي أكدت على زيادة نسبة المواد الصلبة الذائبة خلال التخزين (Jan *et al.*, 2012; Ahmed *et al.*, 2021).



a- نسبة المواد الصلبة الذائبة بعد 5 أشهر من التخزين LSD5% بين الصنفين= 0.88

b- نسبة المواد الصلبة الذائبة بعد 7 أشهر من التخزين LSD5% بين الصنفين= 1.13

الشكل (4): متوسط نسبة المواد الصلبة الذائبة في الصنفين المدروسين باستخدام معاملتي تعبئة خلال موسمي الدراسة، LSD5% بين مدتي التخزين =0.62 (متوسط نسبة المواد الصلبة الذائبة بعد 5 و 7 شهور على التوالي: 16.42% و 17.15%).

- **نسبة الأحماض الكلية القابلة للمعايرة، والسكريات الأحادية والكلية:**

تنخفض نسبة الأحماض العضوية القابلة للمعايرة مع التقدم في النضج؛ فقد انخفضت في الصنف غراني سميث بعد 5 أشهر من التخزين إلى 0.61% بالمتوسط بتفوق معنوي على الصنف روم بيوتي (0.42%)، وكذلك بعد 7 أشهر من التخزين فقد حافظ الصنف غراني سميث على نسبة أحماض كلية قابلة للمعايرة أعلى من الصنف روم بيوتي وبتفوق معنوي (0.53% و0.27% على التوالي)، كما كانت أعلى نسبة الأحماض الكلية القابلة للمعايرة بعد 7 أشهر من التخزين في الصنف غراني سميث في معاملة التغليف بالبولي إيثلين (0.59%) بتفوق معنوي، وهذا يدل على الدور الإيجابي لمعاملة التغليف في الحفاظ على جودة الثمار، وبالمقارنة بين فترتي التخزين فقد تفوقت مدة التخزين لـ 5 أشهر على مدة التخزين لـ 7 أشهر. كما بينت النتائج عدم وجود فرق معنوي في نسبة السكريات الكلية والأحادية بين الصنفين، وبين معاملتي التعبئة، وكذلك بين موسمي الدراسة، بعد 5 أشهر من التخزين، وبعد سبعة أشهر من التخزين بالنسبة للسكريات الكلية، بينما تفوق الصنف غراني سميث في معاملة التغليف معنوياً بنسبة السكريات الأحادية (13.95%) بعد 7 أشهر من التخزين، كما تفوقت مدة التخزين لـ 7 أشهر في السكريات الأحادية والكلية على التخزين لمدة 5 أشهر الجدول (3)، وهذه النتيجة طبيعية إذ مع التقدم بالنضج تستهلك الأحماض القابلة للمعايرة، وتزداد نسبة السكريات. وتتوافق هذه النتائج مع نتائج العديد من الدراسات المرجعية (Jan and Rab, 2012; Ahmed *et al.*, 2021).

الجدول (3): متوسط الأحماض الكلية القابلة للمعايرة (TA)، والسكريات الأحادية (SS) والكلية (TS) بعد 5 و7 أشهر من التخزين للصنفين المدروسين باستخدام معاملتي تعبئة خلال موسمي الدراسة.

الصنف	المعاملة	بعد 5 أشهر			بعد 7 أشهر		
		(%) TA	(%)SS	(%) TS	(%) TA	(%)SS	(%) TS
روم بيوتي	مغلف	0.39	11.68	13.55	0.22	11.99	14.15
	غير مغلف	0.46	11.33	13.45	0.32	12.38	14.61
	المتوسط	0.42	11.50	13.50	0.27	12.19	14.38
غراني سميث	مغلف	0.60	11.97	13.30	**0.59**	**13.95**	15.20
	غير مغلف	0.62	12.37	14.01	0.48	12.10	14.55
	المتوسط	0.61*	12.17	13.66	0.53*	13.02	14.88
متوسط الصنفين في كل مدة تخزين		0.52**	12.1	13.58	0.40	12.61**	14.63**
LSD 5% بين الصنفين		0.06	–	–	0.03	–	–
LSD 5% بين المعاملتين		–	–	–	–	–	–
LSD 5% بين الموسمين		–	–	–	–	–	–
LSD 5% التفاعل بين الصنف والمعاملة		–	–	–	0.02	0.6	–
LSD 5% بين مدتي التخزين					0.019	0.074	0.077

ملاحظة: *تشير إلى التفوق المعنوي للصنف في الصفة المدروسة، **تشير إلى التفوق المعنوي لمدة التخزين في الصفة المدروسة

الأرقام بالخط العريض تشير إلى التفوق المعنوي للتفاعل بين الصنف والمعاملة.

- **الاختبارات الحسية:**

- بعد 5 أشهر من التخزين: أظهرت نتائج الاختبارات الحسية جودة عالية للثمار المخزنة حيث كانت جميع النتائج بين فوق المتوسط والممتاز في جميع الصفات المدروسة، وقد تفوق الصنف غراني سميث معنوياً في المظهر (4.9) والطعم (4.6) على الصنف روم بيوتي الذي حققت ثماره (4.4) و(4) على التوالي الجدول (4)، كما تفوقت ثمار الصنفين في الموسم الثاني معنوياً على ثمار الموسم الأول في كافة الصفات المدروسة عدا صفة الطعم التي كانت جيدة بالمتوسط (4) في موسمي الدراسة.

- بعد 7 أشهر من التخزين: تبين النتائج في الجدول (4) تفوق معاملة التغليف بالبولي إيثلين في مظهر الثمرة في كلا الصنفين المدروسين، كما تفوق اللون معنوياً في الصنف روم بيوتي في معاملة التغليف (4.7)، وكذلك تفوق الصنف روم بيوتي على الصنف غراني سميث معنوياً في كل من مظهر الثمرة واللون، أما فيما يتعلق بالصلابة والعصيرية والطعم لم يكن الفرق معنوياً بين الصنفين المدروسين، وكذلك في معاملة التغليف. وقد تفوق الموسم الثاني فقط على الموسم الأول معنوياً في مظهر الثمرة.
- كما تفوقت مدة التخزين لخمسة أشهر معنوياً في الصفات الحسية المدروسة على مدة التخزين لسبعة أشهر، وبالتالي في الحفاظ على جودة الثمار، على الرغم من أن كافة القراءات حتى بعد 7 أشهر من التخزين تقع ضمن درجات بين المتوسط والأعلى من الجيد، وهذا مؤشر هام على القدرة التخزينية العالية للصنفين المدروسين، وكذلك أهمية التعبئة بالبولي إيثلين في الحفاظ على مظهر ولون الثمار. تتوافق هذه النتيجة مع نتائج الدراسات المرجعية بمحافظة التغليف بالبولي إيتلن على تلون جيد للثمار (Rocha *et al.*, 2004). كما تستخدم الاختبارات الحسية كمؤشر هام في تحديد القدرة التخزينية لأصناف التفاح، ومدى محافظة التخزين على جودة عالية للثمار تناسب أذواق المستهلكين (Anshu *et al.*, 2019; Ahmed *et al.*, 2021).

الجدول (4): الاختبارات الحسية بعد 5 و7 أشهر من التخزين للصنفين المدروسين باستخدام معاملتي تعبئة خلال موسمي الدراسة

الصنف	المعاملة	بعد 5 أشهر					بعد 7 أشهر				
		المظهر	اللون	الصلابة	العصيرية	الطعم	المظهر	اللون	الصلابة	العصيرية	الطعم
روم بيوتي	مغلف	4	4.7	3.7	4	4	4.7a	**4.7**	3	3.2	4
	غير مغلف	4.7	4.5	4	3.5	4	4.5b	4.2	4	3	3.5
متوسط الصنف روم بيوتي		4.4	4.6	3.9	3.8	4	4.6*	4.5*	3.5	3.1	3.8
غراني سميث	مغلف	4.7	4.3	4.2	4.2	4.7	4a	4	3.3	3.7	4.2
	غير مغلف	5	4.3	4	4.7	4.5	3.5b	3.2	3.3	3.2	3.5
متوسط الصنف غراني سميث		4.9*	4.3	4.1	4.5	4.6*	3.8	3.6	3.3	3.5	3.9
متوسط الصنفين		4.7**	4.5**	4**	4.2**	4.3**	4.2	4.1	3.4	3.3	3.9
متوسط الموسم الأول		4.5	4.4	3.6	3.6	4.3	3.9	4	3.5	3.4	3.8
متوسط الموسم الثاني		4.8***	4.8***	4.4***	4.6***	4.4	4.5***	4.1	3.5	3.3	3.9
LSD 5% بين الصنفين		0.25	-	–	0.59	0.43	0.18	0.61	–	-	–
LSD 5% بين المعاملتين		0.25	–	–	–	–	0.18	–	–	–	–
LSD 5% بين الموسمين		0.25	0.39	0.59	0.59	–	0.18	–	–	-	–
LSD 5% التفاعل بين الصنف والمعاملة		–	–	–	–	–	–	0.43	–	–	–
LSD 5% بين مدتي التخزين		0.51	0.35	0.39	0.35	0.39	0.51	0.35	0.39	0.35	0.39

ملاحظة: *تشير إلى التفوق المعنوي للصنف في الصفة المدروسة، **تشير إلى التفوق المعنوي لمدة التخزين في الصفة المدروسة ***تشير إلى التفوق المعنوي للموسم في الصفة المدروسة، الأرقام بالخط العريض تشير إلى التفوق المعنوي للتفاعل بين الصنف والمعاملة، والأحرف a، b تشير إلى الاختلاف المعنوي ضمن الصنف نفسه تبعاً لمعاملة التعبئة.

الخلاصة: بينت نتائج هذه الدراسة القدرة التخزينية العالية لصنفي التفاح غراني سميث وروم بيوتي، حيث تم التخزين على درجة حرارة 0 درجة مئوية، ورطوبة نسبية 75–80%، لمدة سبعة أشهر، باستخدام معاملتي تعبئة، المعاملة

الأولى تغليف بالبولي إيثلين، والمعاملة الثانية تعبئة في صناديق عادية دون تغليف، وقد خفضت معاملة التغليف بالبولي إيثلين الفقد الوزني في كلا الصنفين المدروسين بشكل معنوي وفرق كبير عن معاملة الشاهد؛ مما يشير إلى أهمية استخدامها لتقليل الفاقد الوزني وتحقيق الجدوى الاقتصادية من التخزين، لا سيما أن الصنفين المدروسين لم يظهرا اختلافات معنوية واضحة بين المعاملتين في باقي المؤشرات المدروسة، فيما عدا التلون في الصنف روم بيوتي، لذلك يُنصح بتطبيق هذه التقنية على مستوى تجاري واسع لأثرها الكبير في تقليل الفاقد الوزني.

المراجع:

بلقيس، باسم وأحمد يونس وغسان النابلسي (2007). تأثير موعد القطاف والتغليف برقائق البولي اثيلين في الجودة وفاقد الوزن في ثمار التفاح الصنف غولدن ديليشس خلال التخزين المبرد، مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية. 23(2). 207-218.

مزهر، بيان وعلا الحلبي (2010). أطلس أصناف التفاح المنتشرة في سورية. وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي، دمشق، سورية.

Ahmad, F.; S. Zaidi; and M. Arshad (2021). Postharvest quality assessment of apple during storage at ambient temperature. Heliyon, 7(8): e07714.

Anshu, S. (2019). Effect of Some Postharvest Treatments on Storage Quality of Apple cv. Royal Delicious under Ambient Storage. International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences. 8(4): 533-553.

Acuna, M.V.; and E.J. Mitcham. (2008). Ripening of European pears: the chilling dilemma. Postharvest Biology and Technology Journal. 49 (2): 187–200.

Babu, I.; S. Rashid, H. U. Noor, R. Zulfiqar, H. Naeem, M. H. Rashid, R. Kanwal, Z. Yasmin, B. Shafique and M. Arbrar. (2025). Controlled atmosphere (CA) storage of apples. Journal of Agriculture and Food. 6(1): 103-117.

Beaudry, R.; Ph. Schwallir; and M. Lennington. (2012). Apple Maturity Prediction: An Extension Tool to Aid Fruit Storage Decisions. Hort. Technology. 3(2): 233-239.

Blanpied, G.D. and K.J. Silsby. (1992). Predicting harvest date windows for apple. Information Bulletin 221, Cornell Cooperative Extension Publication, Ithaca, New York, P:1-12.

Brittany, B. (2004). Effect of Maturity level on Malic Acid, Brix, and Starch Levels in Various Apples. Science project.

Butkeviciute, A.; J. Viskelis; P. Viskelis; M. Liaudanskas; and V. Janulis. (2021). Changes in the Biochemical Composition and Physicochemical Properties of Apples Stored in Controlled Atmosphere Conditions. Appl. Sci. 11, 6215.

Chu, G.C.L.; and K. Wilson. (2000**).** Evaluating maturity of McIntosh and Red Delicious apples. Factsheet ISSN 1198-712-X.

Duckworth, R.B. (1979). Fruit and vegetables. Pergman press LTD. Oxford360 pp.

Farcuh, M. (2023). Fruit Harvest—Determining Apple Fruit Maturity and Optimal Harvest Date.

Graham, O.S.; L.D. Wichham; and M. Mohammed. (2004). Growth development and quality attributes of miniature golden apple fruit. Food, Agriculture and Environment, 2(1): 90-94.

Hajizadeh, H.S.; Y. Mostofi; and A. Talaie. (2008). Modified Atmosphere Packaging (MAP) Effects on Quality Maintenance and Storage Life Extension of Local Iranian Apple 'Golab Kohanz'. Acta Horticulturae, (768), 111.

Herrara, E. (1998). Apple maturity indices. College of Agriculture and Home Economics New Mexico State University.

Ingle M.; M.C. D'Souza; and E.C. Townsend. (2000). Fruit characteristics of Yorkapples during development and after storage. Hort. Science, 35(1): 95–98.

Jan, I.; and A. Rab. (2012). Influence of storage duration on physico-chemical changes in fruit of apple cultivars. J. Anim. Plant Sci, 22(3): 708-714.

Jan, I.; A. Rab; M. Sajid; A. Ali; and S.T. Shah. (2012). Response of apple cultivars to different storage durations. Sarhad J. Agric, 28(2): 219-225.

Juniper, B.E.; R. Watkins; and S.A. Harris. (1998). The Origin of The Apple. Acta Horticulture 484: 27-34.

Konopacka D.; and W.J. Płocharski. (2002). Effect of picking maturity, storage technology and shelf-life on changes of apple firmness of 'Elstar', 'Jonagold' and 'Gloster'cultivars. J. Fruit Ornam. Plant Res. 10: 11-22.

Osterloh, A. (1980). Obstlagerung. VEB Deutsher land wirtschafts Verlag, Berlin.

Pala, M.; and E. Damarli. (1994). Impact of modified atmosphere packaging technology present and future. The Post-Harvest Treatment of Fruit and Vegetables – Current Status and Future Prospects, Proceedings of the Sixth International Symposium of the European Concerted Action Program COST 94, 19-22 October, Oosterbeek, The Netherlands, P: 1-13.

Papamihal, D. (2013). Assessment of some maturity indicators and fruit Growth in three apple cultivars. The 1st International Conference on "Research and Education Challenges Towards the Future" (ICRAE2013). P:1-10.

Richardson, D.G.; and E. Kupferman. (1997). Controlled atmosphere storage of pears. In: Mitcham, E.J. (Ed.), Apples and pears. Postharvest Hortic. Series No. 16, Univ. Calif., Davis CA, CA'97 Proc. 2, 31−35.

Rocha, A.M.C.N.; M.G. Barreiro; and A.M. Morais. (2004). Modified atmosphere package for apple 'Bravo de Esmolfe'. Food Control, 15(1): 61-64.

Sanad Alsbu, R.A.; P. Yarlagadda; and A. Karim. (2023). An Empirical Model for Predicting the Fresh Food Quality Changes during Storage. Foods. 12, 2113.

Schulz, H. (2000). Physiology der lagerenden Früchen. In: Friedrich, M. Physiologischen Grund lagen des Obstbaues. VerlagEugen Ulmer Stuttgart, 327-397.

Schwallier, P.; A. Brown; and D. Ruwersma. (2005). MSU Fruit Team Apple Maturity Report. Grand Rapids Area Report Number 7. Michigan State University Extension.

Small Industries Service Institute. (2003). Cold Storage.
http://www.dcmsme.gov.in/publications/pmryprof/food/ch7. pdf

Sredojevic, A.; D. Radivojevic; S.M. Levic; M.F. Aksic; J. Milivojevic and M. Diordievic. (2025). Postharvest quality of Granny Smith apples: interplay of harvest storage, storage duration, and shelf-life. Horticulturae, 11(8), 868.

Su, Q.; X. Li; L. Wang; B. Wang; Y. Feng; H. Yang; and Z. Zhao. (2022). Variation in cell wall metabolism and flesh firmness of four apple cultivars during fruit development. Foods, 11(21): 3518.

Weichmann, J. (1993). KühlräumefürObst und Gemüse, Einfluß des Raumklimas auf die Kühqualität. Sonderdruck, P:1-20.

Wills, R.; B. McGlasson; D. Graham; and D. Joyce. (1998). Postharvest: an introduction to the physiology & handling. 4thedition, CABI Publishing Wallingford, Oxon, OX10 8DE, UK.

Impact of polyethylene packaging on the storability of two apple cultivars (Grany Smith and Rome Beauty) under the conditions of As-Suwayda governorate

Ola Al-Halabi[1*], Bayan Muzher[1], Samer Abohamdan[1], Basma Alatrach[1] and Nesreen Naim [1]

[1] Horticulture Administration - Pome and Grapevine Division – As-Suwayda.

(*Corresponding author: Ola Al-Halabi, Email: Ola_halabi@msn.comm)

Received: 7/ 2/ 2026 **Accepted:** 30/ 6/ 2026

Abstract

This investigation was achieved at Pome and Grapevine Division during 2018-2020, to evaluate storability of two apple cultivars "Grany Smith" and "Rome Beauty" under As-Suwayda conditions, using polyethylene packaging (modified atmospheric storage) in comparison with control (without polyethylene packaging). The fruits were harvested at harvest maturity, then stored at 0º c and relative humidity 75-80% for seven months, the analysis were done monthly. The results showed that using polyethylene packaging lowered weight loss significantly than control treatment of two studied cultivars, it was 1.21% and 4.35% respectively after seven months of storage, the difference between the cultivars was insignificant. After five months of storage the starch disappeared from fruits of two cultivars, and the fruit firmness was in average 6.0 kg/cm2 in the studied cultivars, then decreased to 5.5 kg/cm2 in Rome Beauty cultivar after seven months. After seven months of storage Grany Smith cultivar revealed a significant higher total soluble solid (TSS) than Rome Beauty cultivar in the two treatments (18.05% in average). On the other hand, it gave in polyethylene packaging treatment significant values for total acidity and single sugar (0.59% and 13.95% respectively). The sensory tests showed that fruits kept their high quality after five and seven months of storage, however the five months was better significantly than seven months. Consequently, it is clear the importance of using polyethylene packaging in longing life storage of the studied cultivars and keeping fruits quality indices, thus the probability of using polyethylene packaging in economic level.

Keywords: Apple, Grany Smith, Rome Beauty, modified atmospheric storage, weight loss.