تأثير التخزين علي –٢٠م° الصفات الميكانيكية والطبيعية ومحتوي ونوع السكر ثمار نخيل البلح صنف الخلاص في مرحلة الرطب بمنطقة الإحساء– السعودية العربية

نبيل بن سعود البلوشي[١]

الملخص العربى

تم دراسة التغيرات في الخواص الطبيعية الميكانيكية ومحتوي ونوع السكريات لثمار نخيل البلح صنف الخلاص في مرحلة الرطب الناضجة خلال تخزينه علي –٢٠م° لمدة ١١شهر. وأظهرت النتائج تغيرات معنوية متباينة لقيم الصفات المدروسة خلال فترة التخزين. فاختلفت قيم القوة والقساوة ومعامل الاختراق للثمار من ٠,٢٢٦الي ٠,٦٥٣ نيوتن، ومن ٠,٧٧٥ الي ٢,٨٨٤نيوتن/مم ومن ٠,١٣٦ الي ٠,٥١٧ نيوتن/مم علي التوالي للثمار خلال فترة التخزين وكانت أعلي وأقل القيم للصفات التالية الصلابة، والتماسك، والزنبركية، والرجوعية للثمار خلال فترة التخزين كالآتي ٢,١١٩ نيوتن للثمار الطازجة و ١,٦٣٩نيوتن بعد خمسة شهور تخزين و ٠,٦٠٧ بعد ٥ شهور تخزين ٠,٢٢٤ للثمار الطازجة و ٠,١١٠ بعد ٨شهور تخزين علي –٢٠م° علي التوالي. وكانت أقل قيمة لخاصية الالتصاق (٠,٥٠٩) بعد ١١ شهر والاعلي (٠,٦٥٨)بعد ٥شهور من التخزين علي –٢٠م° وزادت قيمة المضغ من ٠,٦٠٧ بعد خمس شهور ٠,٧٣٨ بعد ٨ شهور من التخزين علي – ٢٠ م° وارتفع محتوي السكريات الكلية والمختزلة خاصة الجلوكوز والفراكتوز مع امتداد التخزين لمدة ١١ شهر علي – ٢٠م°. وأفادت النتائج أن انسب فترة لتخزين هذا الصنف من الثمار عند مرحلة الرطب علي – ٢٠ م° هي ٢ شهر.

المقدمة المشكلة البحثيـــة

هناك كثير من العوامل التي تؤثر على قوام ثمار الفواكة والخضار قبل و بعد الحصاد والذي يلعب دورا هامـــا في تحديـــد اختيـــار المستهلك للمنتج (Szczeniak and kahn, 1971) ويعرف القـــوام على انه الخواص النسيجية للغذاء والتي تقدر عن طريـــق الشـــعور باللمس ويتأثر بالظروف التي تتعرض لها الثمار خـــلال عمليـــات الحصاد والتـــداول والنقـــل والتخـــزين (Bourne,1988). قـــد وضح(1978) Bourne ان القوام يرتبط بالعديد مـــن الخـــواص النسيجية والخصائص الميكانيكية (الصلابة واللزوجـــة والتشـــكل) والخصائص الهندسية (حجم وشكل الثمار) والكيميائية (المحتـــوى الرطوبي والدهون). والتغيرات في جدار الخلية الأولية والمكونـــات السليلوزية والبكتين والهيمو سليلوز والذي يحـــدث إثنـــاء النمـــو والتطور وفي الـــتغيرات الكيميائيـــة المصـــاحبة لـــتغيرات القـــوام (Harker et al 1997).

ويستخدمُ التجميد لحفظ العديد من أنواع الخضـــر والفاكهـــة الطازجة للمحافظة على جودتها. وتهدف هذه العملية إلى خفـــض درجة حرارة المنتج إلى الدرجة التي تحد من التفاعلات الغير مرغوبة والتي تتسبب في تدهور الجودة وتطيل من العمر التخزيني للمنتجات الغذائية القابلة للتلف السريع نسبيا وأيضا في الحفاظ علي نكهـــة ولون وقوام المنتج، وقيمته التغذوية (Heldman, 1992).

قام Bourne(1978) بأجراء اختبارات التحليل القطاعي للقوام آليـــاً باســـتخدام جهـــاز الإنســـترون العـــالمي للاختبـــارات (Instron Universal Testing Machine) عن طريـــق الكـــبس مرتين لعينات قياسية من المواد الغذائية لمحاكاة حركة الفـــك عنـــد مضغ الغذاء.وقد وجد أرتباط مقبول بين نتائج منحنى تغير القوة مع الزمن الناتج من عملية الكبس الثنائي ونتائج التقييم الحسي.

وقد ذكر Szczeniak (1963) أن خصائص التحليل القطاعي لقـــوام الأغذيـــة يشـــمل تقـــدير كـــل مـــن التقصـــف (Brittleness[Fracturability])، والصـــــــلابة Hardness [Firmness]) والتماسك(Cohesiveness) والزنبركية(المرونـــة)

[١]برنامج هندسة النظم الزراعية– قسم هندسة النظم الزراعية– كلية العلوم الزراعية والأغذية
جامعة الملك فيصل، الإحساء، المملكة العربية السعودية
(nalbaloushi@kfu.edu.sa)

استلام البحث في٢٢ يناير ٢٠١٢، الموافقة على النشر في ٢٨مارس ٢٠١٢

(Elasticity[Springiness]) والالتصاق (Adhesiveness) والمضغ (Chewiness) والتصمغ (Gumminess).

ووجد (2004) Vu *et al.* أن التسخين لثمار الجزر من ٨٠ إلى ١١٠,٨°م كان له تأثير على قيم ثابت المعدل الحركي وقوة القوام وكذلك طاقة التنشيط. واستنتج (Ross and Scanlon 2004) من دراسة علي تأثير زمن قلي البطاطس على خواصه الميكانيكية.أن معامل المرونة قد ذاد بينما انخفض جهد وقساوة التصدع مع زيادة زمن القلي.

وقد وضح (2002) Huxsoll *et al.* أن تقدير صفات الزنبركية والمضغ والتماسك مهمة للحصول على منتجات فاكهة مركزة تقارب في خواصها للمنتجات الطازجة. وذكر (Nadulski *et al.* 2001) أن حجم العينة له أثر واضح على قيم الصلابة والمرونة ولا يؤثر على التلاصق عند دراسة خواص التحليل القطاعي لقوام ثمار التفاح المخزن.

وأفاد (1999) Goldring و(1999) Martens علي أهمية التقييم الحسي عند دراسة خواص التحليل القطاعي لقوام ثمار الفاكهة والخضار

ودرس (1999) Hernandez *et al.* تأثير التركيزات المختلفة من لب الفراولة (٢٠−٨٠٪) ونسبة السكر (٠−١٠٪) على خواص القوام لجيلي الفراولة. ولقد وجدوا أن زيادة لب الفاكهة أدي إلى زيادة قيم الصلابة والمضغ والالتصاق، ولكنها قللت من قيم التماسك والزنبركية للقوام.

ووجد (1996) Kang *et al.* أن صلابة ثمرة التفاح تقل تحت ظروف التخزين في أجواء الغرفة العادية. الالتصاق (Adhesiveness) أثناء اختبارات التحليل القطاعي للقوام ولكنه كان أوضح في مراحله المتقدمة من النضج.

في دراسة لإيجاد التحليل القطاعي للقوام لفاكهتي الموز والبلانتين (Kajuna, 1995; Kajuna *et al*, 1997). أثناء التخزين من ١ إلى ٨ أيام عند درجات حرارة في الحدود من ١٣ إلى ٢٥°م ورطوبة نسبية ٩٠٪ حدث انخفاض في قيم خواص التحليل القطاعي للقوام ماعدا التماسك (Cohesiveness). و كانت عينات الموز غير المعالجة بالإيثلين أكثر صلابة مقارنة مع نظيراتها من عينات البلانتين عند جميع مراحل التخزين.

ووجد (1996) Muramatsu *et al.* اختلافات في صلابة الأصناف المختلفة من البرتقال. وتفاوتت مستويات الفروقات في الصلابة لأكثر من ثلاث مرات بين أصناف البرتقال التي تم اختبارها. كما تفاوتت قيم التماسك في الحدود ٠,٣ إلى ٤٩.٠ . وأقترحت هذه الدراسة أن صلابة أنسجة البرتقال تتأثر بمحتواها من السكريات العديدة.

وقد وضح (1973) Breene *et al.* إلى أن جودة القوام للخيار المملح يمكن التنبؤ بها من تقديرخصائص التحليل القطاعي لقوام الخيار الطازج.

ودرس (1989) Exama and Lacorix تأثير زمن التسخين عند ٩٥°م (لمدة ١٥، ٢٠ و٢٥ دقيقة) ومحتوى البروتينات (٤,٥ و٦ و٧,٥٪) ومحتوى السكر (٢٠٪ و٣٠٪ و٤٠٪) على معجون فاكهة عالي البروتين المصنع من بروتين الشرش ومستخلص المانجو والسكر. و أوضحت الدراسة زيادة التماسك والصلابة بزيادة زمن التسخين ومحتوى البروتينات، والالتصاق بزيادة زمن التسخين . وقد كان لمحتوى السكر أثراً ضئيلاً على القوام.

قدم استنتج (1995) Blahovec et al. من نتائج دراسة استمرت لمدة ثلاثة سنوات للخواص الميكانيكية لتسعة أصناف مختلفة من التفاح. وأن هناك ارتباط بين الخواص الميكانيكية (المقاومة للاختراق، التماسك، القيم النظرية لمعامل المرونة، وعمق اختراق الأنسجة) ووجود الفراغات الداخلية في الأنسجة وكثافة الفاكهة.

يهدف هذا البحث الي دراسة تأثير فترات التخزين علي −٢٠م° لثمار نخيل البلح صنف الخلاص في طور الرطب علي بعض من الصفات الميكانيكية والطبيعية ومحتواها من السكر.

المواد وطرق البحث

جمع وإعداد العينات

تم جمع الثمار في مرحلة الرطب من صنف الخلاص من عدة مناطق بمحافظة الإحساء بالمملكة العربية السعودية وأجريت جميع

التحاليل بمعمل التحليل الكيميائي بمحطة التدريب والابحاث الزراعية والبيطرية. ثم بعد ذلك تم فرز الثمار واختيار الثمار المتماثلة في الحجم واللون ودرجة النضج. ثم اختير بطريقة عشوائية عدد ٥٠ ثمرة لقياس الصفات الطبيعية مثل الكتلة (بواسطة ميزان حساس ذو دقة ٠,٠١) والحجم والكثافة (باستخدام طريقة ميزان المنصة (Mohsenein, 1986) و الطول وقطر الثمرة الأكبر وقطري الثمرة الطرفي (باستخدام مقياس رقمي للإبعاد الدقيقة (Absolute Digimatic, Mdel CD-Mitutoyo Corp., Japan) بالإضافة المحتوي الرطوبي طبقا للطريقة القياسية (AOAC, 2006). وقد وجد أن المتوسط العام لهذه الصفات كالتالي:ـــ الكتلة ١٤,٢٢٧±٢,٧٧٦جم، والحجم ١٣,٩٥٠±٢,٧٣٧سم^{3}، الكثافة ١,٠٢٧ ± ٠,٧٤١جم سم$^{-3}$، والطول ٢٢,٧١١± ٣,٨١٠ مم، و القطر الأكبر ٢٦,١١٧ ± ٢,٧٨٠ مم، وقطر عنق الثمرة ٢٤,٤٦٤ ± ٣,٩٠٩ مم، وقطر طرف الثمرة ٢٠,٨٩٨ ± ٣,٤٠١ مم. تم تقدير اللون باستخدام جهاز التقدير اللوني (Spectrophotometer, Color Flex, Model No. 45/0, Hunter Associates Laboratory Inc., AV, USA) اللون طبقا للطريقة المستخدمة في AOAC (2006) . حيث تم قياس الصفات الأساسية للون وهي(L*, a*, b*) بعد معايرة الجهاز باستخدام اللون الابيض القياسي المتواجد مع الجهاز وذلك لعشرة قراءات لكل عينة من العينات الطازجة (قبل التجميد) والعينات المخزنة علي −٢٠ °م للفترات المختلفة بعد فك تجميدها (التسيح) واخذ المتوسط لها . حيث وضعت العينات تحت الاختبار أثناء التخزين في عبوات من البلاستيك بحيث رصت الثمار علي هيئة طبقة واحدة في كل عبوة.

تم التعبير عن قيم اللون للثمار بالمعامِلات L^* والذي يعبر عن مدى الابيضاض أو النصوع/ العتمة (whiteness or brightness/darkness)، وa^* الذي يعبر عن الاحمرار/الاخضرار (redness/greenness)، وb^* الذي يعبر عن الاصفرار/ الزرقة (yellowness/blueness). إضافة إلى هذه المعاملات الأساسية فقد تم التعبير عن اللون كذلك بالفرق الكلي في اللون (Total color difference) (ΔE) ودرجة اللون (Chroma) وزاوية تدرج اللون (Hue angle) ومؤشر التحول البني (Browning index) BI كما هو معرف في المعادلات التالية، على الترتيب (Maskan, 2001):

$$\Delta E = \sqrt{\left(L^*_0 - L^*\right)^2 + \left(a^*_0 - a^*\right)^2 + \left(b^*_0 - b^*\right)^2}$$

حيث L^*_0 وa^*_0 وb^*_0 هي قيم معاملات اللون للثمار الطازجة (قبل التجميد).

$$Chroma = \left(a^{*2} + b^{*2}\right)^{0.5}$$

$$Hueangle = \tan^{-1}\left(\frac{b^*}{a^*}\right)$$

$$BI = \frac{[100(x - 0.31)]}{0.17}$$

حيث:

$$x = \frac{\left(a^* + 1.75L^*\right)}{\left(5.645L^* + a^* - 3.012b^*\right)}$$

الخواص الميكانيكية

تم تقدير الخواص الميكانيكية باستخدام جهـــاز TA.XT-plus Texture Analyser المصنع بواســـطة شـــركة Stable Micro System, Vienna Court, United England لثمار نخيل الـــبلح صنف الخلاص في مرحلة الرطب الطازجة والمجمدة بعد تسيحها عند درجة حرارة الغرفة. لإجراء قياس الخـــواص الميكانيكيـــة للثمـــار باختباري التحليل القطاعي للقوام (Texture Profile Analysis, TPA) والاختراق (Penetration) بواقع ١٥ مكررة لكل عينـــة طازجة ومجمدة. حيث شمل تحليل خـــواص الاختـــراق ومعامـــل الاختراق وقوة الاختراق والقساوة " وشمل تحليل القوام التقصـــف، الصلابة، التماسك، الالتصاق، المضغ، الزنبركية والرجوعية.

١–تقدير خواص التحليل القطاعي للقوام (TPA)

تم تنفيذ اختبارات التحليل القطاعي للقوام بالكبس مرتين على الثمار الكاملة الموضوعة على مستوى أفقي. وتم قياس القوة بكبس العينة بسرعة العمود ١,٥ مم/ث حتى عمـــق ٥ مـــم في الثمـــرة الكاملة. تتضمن عملية الكبس عضتين (two bites)، حيث يتسنى من المنحنى الناتج عنهما الحصول على خواص تحليل القوام ســـابقة الذكر.

٢-اختبارات الاختراق(Penetration Tests):

تم اختبار الاختراق على الثمرة كاملة عند فترات التخزين المختلفة علي درجة ٢٠م°وذلك باستخدام الإبرة (Needle Probe P/2N) إلى عمق ٥ مم من قشرة الثمرة. تم تحديد معامل الاختراق أو معامل يونج (وهو يمثل ميل الخط المستقيم في مقطع القشرة أو اللب في منحنى القوة-المسافة وذلك خلال المرحلة المرنة) وقوة الاختراق (هي القوة القصوى للاختراق إلى عمق ٥ مم في هذا الاختبار) وقياس مسافة الاختراق والقوة والقساوة التي تعبر عن الشغل المبذول (W, N.mm) لعمل جهد قوة الاختراق من منحني القوة والمسافة الناتج من أختراق العينة.

تقدير السكريات

نظفت عينات الرطب وأزيل منها الطرف العنقي (calyxes) وكذلك النواة. اخذ ٣٠٠جرام من اللحم ثم قطع الي قطع صغيرة وخلطت مع بعضها تم وزن ٣٠ جرام من لحم العينة المخلوطة في كاس وأضيف ٢٠٠مل ماء مقطر وبعد الخلط الجيد بواسطة خلاط كهربائي لمدة ٥ دقائق ثم رج المخلوط لمدة ساعة لاذابة كل السكر بها. تم ترشيح المستخلص خلال ورق ترشيح من نوع ويتمان رقم ٢ للتخلص من الحجم القليل المعكر والحصول علي المستخلص الرائق طبقا للطريقة المذكورة AOAC (2006). تم فصل وتقدير السكريات المختزلة (جلوكوز وفركتوز) وغير المختزلة (سكروز) بواسطة طريقة (AOAC,2006) باستخدام جهاز الكروماتوجرافيا عالي الأداء (HPLC) Shimadzu, LC-10 AD, Shimadzu Corporation, Kyoto, Japan تحت الظروف التالية عمود الفصل المستخدم 250×4.6mm Column Packed with 5µm Supelcosil Lc-NH_2 (Supelco/INC., Bellefonte, PA). الطور السائل مكون من(٢٠٪ماء و٨٠٪ أسيتونيترايل acitonitrile HPLC grade) تدفعه مضخة (Model LC-10-AZ, Shimadzu) بمعدل سريان ٢,٥مل/دقيقة. والنظام موصول بحاقن Injector (Model SIL-10A, Shimadzu) تحقن بداخله عينة (٥ ميكروليتر). استقبال النتائج والمنحنيات للسكريات المختلفة تحت الدراسة بواسطة دامج (Model C- Integrator R7A, Shimadzu Chromatopac data processor) ومقارنة المحاليل القياسية للسكريات المتحصل عليها من قبل شركة (Sigma Chemical Co., St. Louis, Mo.) بتلك السكريات الناتجة من عينات الرطب تحت الاختبار.

التحليل الإحصائي للتجارب

صممت التجربة باستخدام التصميم القطاعات العشوائية البسيطة في اربعة مكررات بحيث تشمل كل مكررة ١٠عينات بإجمالي ٤٠عينة لكل معاملة حيث عدد المعاملات خمسة لفترات التخزين وهي صفر يوم (بعد ثلاثة إيام من تجميع العينات، ٢شهر، ٥ شهر، ٨ شهر، ١١ شهر) بحيث يكون عدد العينات المستخدمة ٢٠٠ عينة. وتم حساب معامل الارتباط بين كمية السكر وأنواعه مع بعض من الصفات الميكانيكية. وتم التحليل الإحصائي لنتائج التجارب باستخدام تحليل التباين(SAS, 2001) ومقارنة المتوسطات للمعاملات بطريقة أقل فرق معنوي عند مستوي معنوية ٠.٠٥ (Steel and Torrie, 1998).

النتائج ومناقشتها

الخواص الميكانيكية للثمار الطازجة في مرحلة الرطب

١- التحليل القطاعي للقوام

خواص الاختراق

يوضح جدول١ قيم خواص الاختراق وهي القساوة ومعامل الاختراق والصلابة لثمار رطب الخلاص الطازجة والمخزنة علي -٢٠م° للفترات المختلفة (2، 5، 8، 11 شهرا). وأظهر شكل ١ تفاوت في السلوك الميكانيكي للرطب الخلاص تحت تأثير فترات التخزين علي-٢٠م° المختلفة. بينما يبين شكل٢ نسبة الانخفاض في خواص الاختراق الثلاثة خلال فترات التخزين علي-٢٠م° بالمقارنة بالعينات الطازجة.

معامل الاختراق(نيوتن/مم)

وضحت نتائج المدونة في جدول١ وشكل ١ أن قيمة معامل الاختراق انخفضت معنويا ($P<0.01$) مع زيادة فترات التخزين -٢٠م° بالمقارنة بالثمار الطازجة وقد انخفضت هذه القيمة بنسبة ٢٦,٣١% بعد ١١شهر من التخزين علي-٢٠م°(شكل ٢). ومعلوم أن مرحلة الرطب تعتبر مرحلة انتقالية سريعة (تتسم الثمار فيها بليونة قوامها) بين البسر (مرحلة بداية ظهور الثمار) ومرحلة

التمر (أي النضج الكامل وفقد جزء كبير من الرطوبـــة) الأكثـــر صلابة.

القساوة (نيوتن . مم)

وضحت النتائج(جدول١) أن قيمة القساوة للثمار الطازجة كانت ٢,٨٨٤ نيوتن.مم انخفضت بشكل معنوي مع زيادة فترات التخزين علي–٢٠م° الي أن تصل الي اقل قيمة ٠.٧٧٥ نيوتن.مم بعد ١١ شهر بنسبة انخفاض ٢٦,٨٧% مقارنة بالعينات الطازجة(شكل٢) مما يؤكد ليونة القوام لقشرة الثمرة وسهولة اختراقها وتشوه شكلها مما قد ينعكس على إقبال المستهلك عليها بعد تخزينها وهذا ما توصل اليه الحمدان واخرون(٢٠٠٦)حيث وجد إنخفاض في المقاومة الميكانيكية للثمار المجمدة مقارنة بالثمار الطازجة لرطب الخلاص. وهذا علامة تدهور وضمور للجودة الخاصة بالرطب حيث لا تحتفظ الثمار بليونتها المعهودة. كما وجد أن قيم القساوة انخفضت مع زيادة فترة التجميد وهذا قد يعود الي أن التجميد يؤثر علي درجة القساوة نظرا لتحول الماء الموجود في الثمرة الي بلورات ثلجية مما يقلل من تماسك الألياف وتقطعها ويزيد من الليونة ويقلل من درجة القساوة.

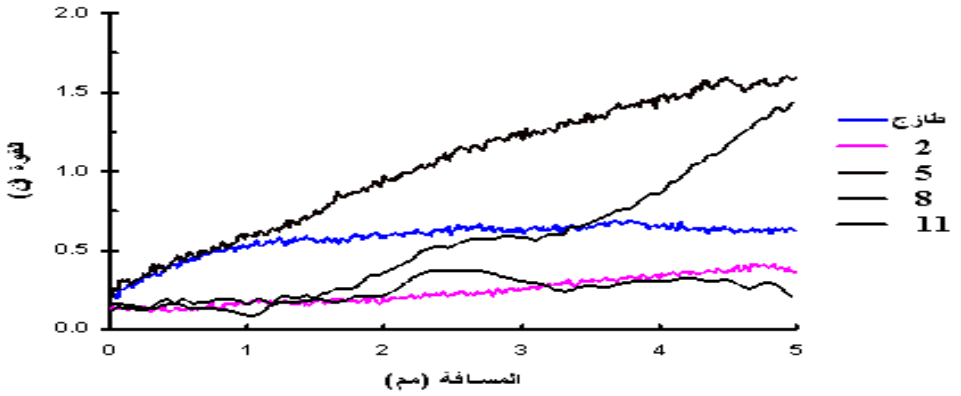
القوة (نيوتن)

تأثير فترات التخزين على–٢٠م° علي درجة مقاومة (القوة نيوتن) ثمار رطب بلح الخلاص موضحة في جدول١ حيث أظهرت النتائج انخفاض معنوي في القوة بزيادة فترات التخزين خاصة بعد الشهر الثالث. ولم تظهر النتائج فرق معنوي فيي قيمة القوة بعد التخزين للفترة 8 و11 شهر تجميد. وكانت النسب التغير المئوية للانخفاض فى القوة. بالمقارنة بقوة الثمار الطازجة (شكل٢) كالتالي ٣٥% بعد٢شهر، ٣٦% بعد ٨ شهر، ٣٩% بعد٥ شهر و٤٣% بعد ١١ شهر من التخزين علي–٢٠ م°.

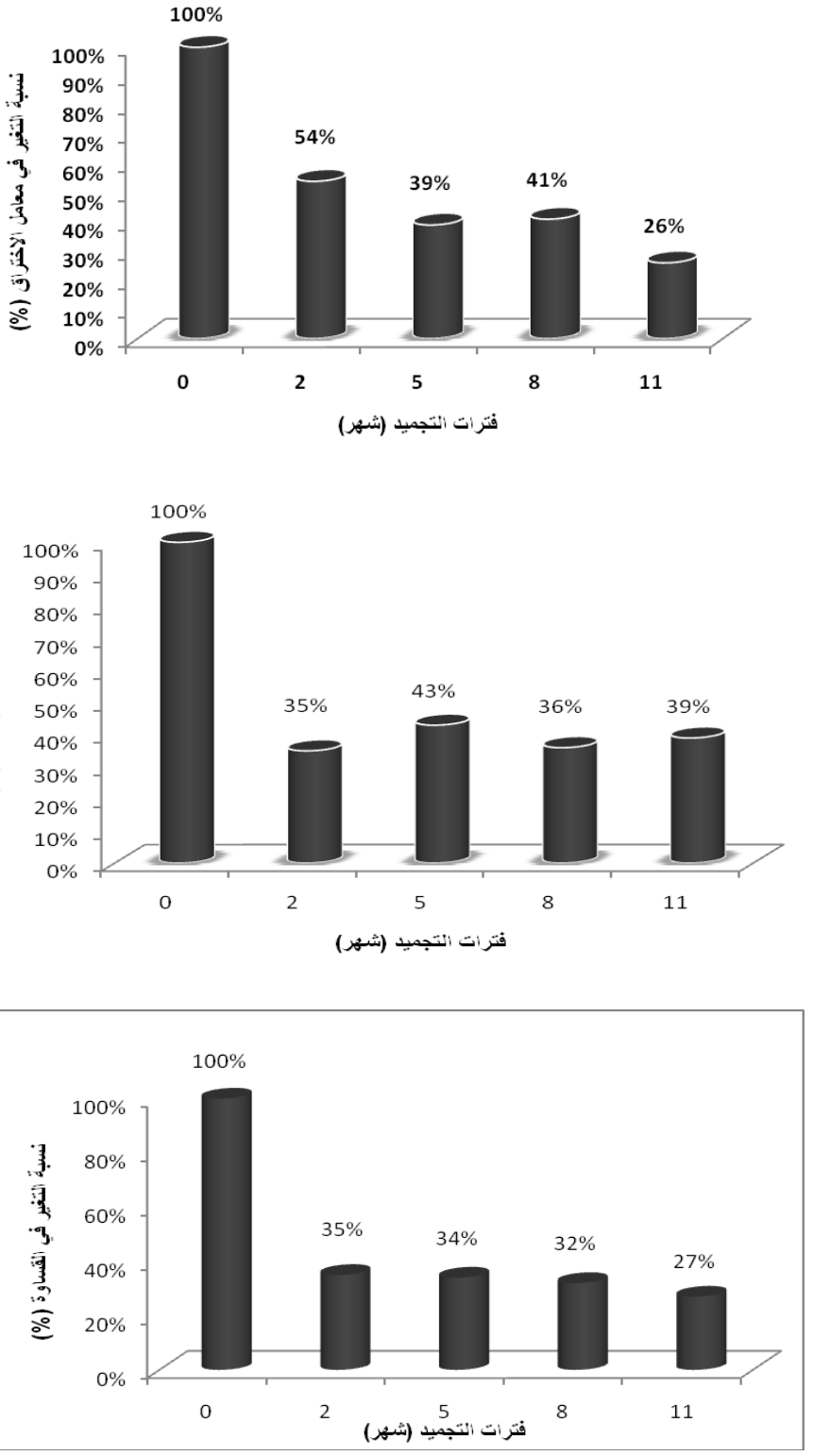
جدول١. تأثير فترات التخزين –٢٠م° علي معامل الاختراق(نيوتن/مم)، القوة(نيوتن)، القساوة(نيوتن.مم) لثمار رطب الخلاص الطازج

فترة التخزين	خواص اختراق القشرة واللب		
(شهر)	معامل الاختراق(نيوتن/مم)	القوة (نيوتن)	القساوة (نيوتن.مم)
صفر	0.517a*	0.653a	2.884a
2	0.280b	0.226d	1.008b
5	0.202c	0.278b	0.974b
8	0.213c	0.235cd	0.913b
11	0.136d	0.257cb	0.775c
أقل فرق معنوي	0.014	0.029	0.095

* الأحرف غير المتشابهـــة المرتبطة بالقيم المتوسطة في كل عمود تشير إلى وجود اختلاف معنوي عند مستوى ٥ ٪ ($P < 0.05$).



شكل ١. تأثير التخزين على –٢٠ م° على السلوك الميكانيكي لاختبار الاختراق لثمار رطب الخلاص



شكل٢. تأثير فترات التخزين على –٢٠م° علي نسبة التغير في القوة (نيوتن)، درجة القساوة (نيوتن.مم)، ومعامل الاختراق(نيوتن/مم) لثمار رطب الخلاص

ونستخلص من هذه النتائج ضرورة الحزر في عملية التعبئة والنقل والتداول لهذه الثمار بعد تخزينها على–٢٠م°وأن فترة التخزين على–٢٠م° لمدة ٢ أشهر هي الأنسب للثمار الطازجة بناءا علي خواص الاختراق وقد وجد الحمدان واخرون(٢٠٠٦)عدم تماثل في صفة القوة لثمار رطب بلح صنف الخلاص المجمع من منطقة القصيم مع زيادة فترات التجميد التي تراوحت بين ٣ الي ١٢ شهر.

(٢)اختبارات التحليل القطاعي للقوام

(Texture Profile Analysis, TPA)

يوضح جدول(٢) وشكل(٣) التغير فى نتائج التحليل القطاعي لقوام ثمار صنف الخلاص (الصلابة والتماسك والالتصاق والمضغ والزنبركية والرجوعية) خلال فترات التخزين علي –٢٠م°. يوضح جدول ٢ خصائص التحليل القطاعي للقوام الثمار الطازجة قبل التخزين على–٢٠م° لصنف الخلاص في مرحلة الرطب قبل أجراء أي من المعاملات عليها. حيث بينت النتائج أن الصلابة كانت ٢,١١٩ نيوتن(الانحراف المعياري بين العينات ±١,٠١)، التماسك ٠,٦٠١ نيوتن(الانحراف المعياري ±٠,٠٧)، الالتصاق ٠,٥٤٧ نيوتن. ث (الانحراف المعياري ±٠,٣٠)، المضغ ٠,٨٠١ نيوتن (والانحراف المعياري ±٠,٣٠)، الزنبركية ٠,٦٧٨ (الانحراف المعياري ±٠,١٤)، الرجوعية ٠,٢٢٤ (الانحراف المعياري ±٠,٠٣). ومن هذه القيم نستنتج إن أن خواص القوام لقشرة ولب ثمار الرطب الطازج ضعيفة بالمقارنة مع ثمار الفواكه الاخري ولذا يجب في نقلها وتداولها وتخزينها مراعاة الحذر حتي لا يتغير شكل وطبيعة الثمار لكي يتقبلها المستهلك.

وقد بينت النتائج ايضا عن وجود فروق معنوية (P>0.05) في قيم الصلابة والتماسك والالتصاق والمضغ والزنبركية والرجوعية مع زيادة فترات التخزين. كانت أقل قيم للصلابة بعد ٥شهور (١,٦٣٩نيوتن)، وللتماسك(٠,٥٩٢)بعد ٢شهر، والالتصاق (٠,٥٠٩ نيوتن. ث) بعد ١١شهر تخزين، والمضغ (٠,٥٧١ نيوتن) بعد ٥شهر، والزنبركية(٠,٥٨٤) بعد ٥ شهور والرجوعية (٠,١١٤) بعد ٨شهر من التخزين علي–٢٠م°. وقد يرجع الانخفاض في قيم هذه الصفات للتغيرات الإنزيمية والكيميائية والنسيجية التي تطرأ عليها خلال التخزين على –٢٠م° ومن أبرزها التحول شبه الكامل لسكرياتها الثنائية(سكروز) إلى سكريات أحادية (فركتوز وجلوكوز) كما ذكر الحمدان واخرون (٢٠٠٦).

وكانت القيم الاعلي للصلابة(٢,١١ نيوتن) والرجوعية (٠,٢٢٤) للثمار الطازجة وللالتصاق(٠,٦٥٨ نيوتن.ث) بعد ٥ شهر والمضغ(٠,٩٤٢ نيوتن) والزنبركية(٠,٧٦٠) وللتماسك (٠,٧٢٨) بعد ٨ شهر من التخزين على–٢٠ م°.

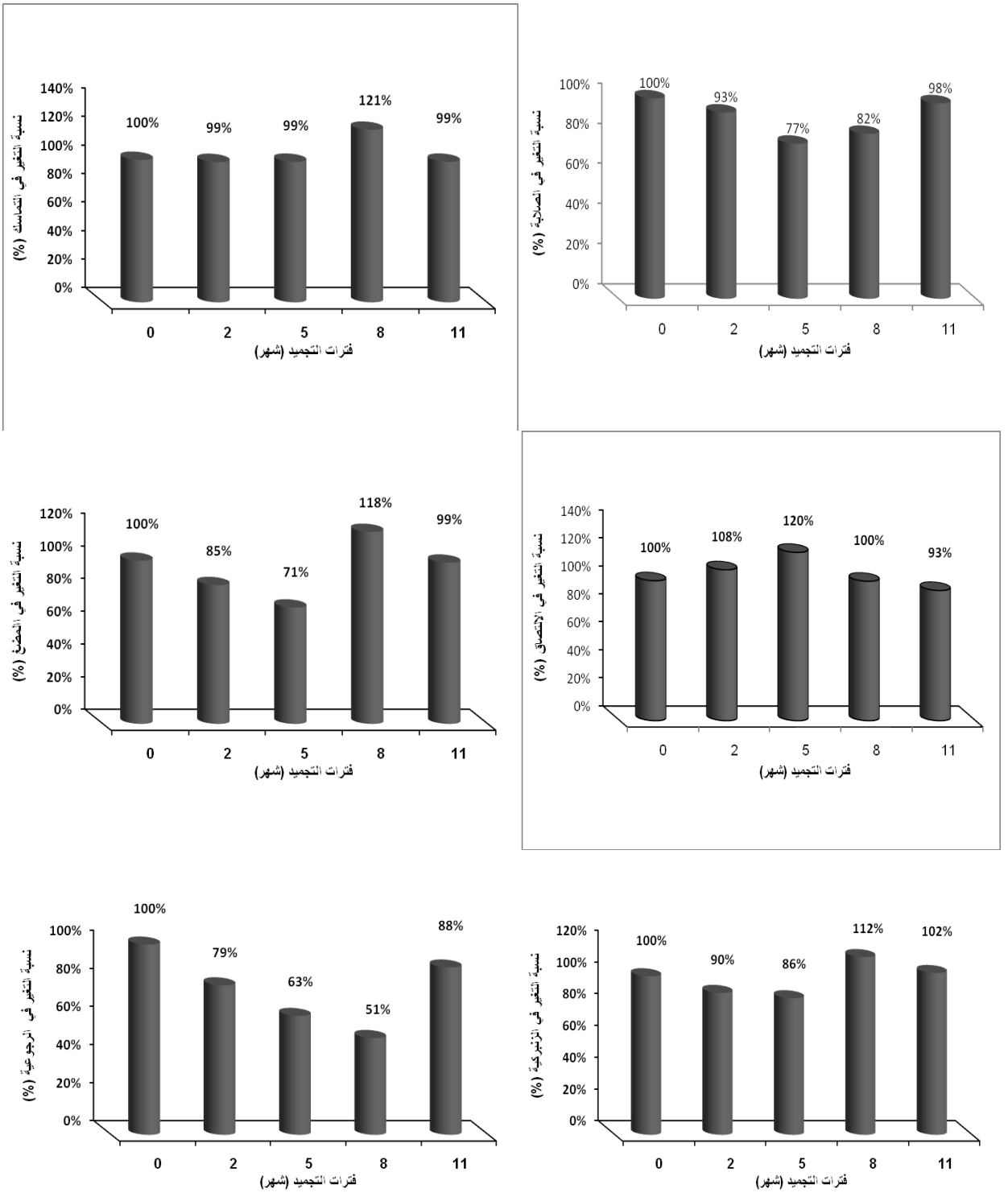
يلاحظ من جدول 2 أيضا أن اقل القيم المتحصل عليها لصفتي التماسك والزنبركية بعد ٢شهر والأعلي لنفس الصفتين بالإضافة الي صفة المضغ بعد ٨ شهر من التخزين علي –٢٠م°وهذا يدل علي ان هذه الصفات مرتبطة معا في سلوكها.

وتجدر الإشارة إلى أن قيم التماسك لا تعبّر بالضرورة عن انخفاض أو زيادة المقاومة الميكانيكية وإنما تعبَر عن إمكانية نسبية لعودة الثمار بعد العضة الثانية لشكلها وأبعادها بعد العضة الأولى والثانية (الحمدان وآخرون، ٢٠٠٢).

جدول٢. تاثير فترات التخزين علي –٢٠م°على خصائص التحليل القطاعي للقوام لثمار رطب الخلاص الطازج والمجمد عند فترات التخزين المختلفة

فترة التخزين على –٢٠ م° (شهر)	الصلابة نيوتن	التماسك	الالتصاق (نيوتن.ث)	المضغ نيوتن	الزنبركية	الرجوعية
صفر	2.119a	0.601b	0.547c	0.801b	0.678c	0.224a
2	1.969b	0.592c	0.590b	0.681c	0.607d	0.176b
5	1.639d	0.593cb	0.658a	0.571d	0.584e	0.140c
8	1.743c	0.728a	0.545c	0.942a	0.760a	0.114d
11	2.066a	0.593cb	0.509c	0.791b	0.692b	0.197b
أقل فرق معنوي	0.076	0.010	0.039	0.012	0.010	0.024

* الأحرف غير المتشابهة المرتبطة بالقيم المتوسطة لكل طريقة تجميد في كل عمود تشير إلى وجود اختلاف معنوي عند مستوى ٥ ٪ (P <0.05).



شكل٣. تأثير التخزين على -٢٠م° علي نسبة كل من الصلابة، التماسك، الالتصاق، المضغ، الزنبركية، الرجوعية من لثمار رطب الخلاص

يبين شكل ٣ نسبة الانخفاض أو الارتفاع في صفات التحليل القطاعي للقوام لثمار صنف الخلاص في مرحلة الرطب الطازج وبعد التخزين لفترة ١١شهر عند–٢٠°م. يتضح من هذا الشكل إنه لا يوجد إتجاه واضح في نسب الانخفاض أو الارتفاع في الصلابة، التماسك، الالتصاق، والمضغ، الزنبركية، والرجوعية وهذا يتماشى مع نتائج كلا من الحمدان واخرون (٢٠٠٦)حيث ارجعوا هذا الاختلاف الي صعوبة الحصول على ثمار متجانسة في مرحلة نضج الرطب نظراً لقصر موسمها بالإضافة الي أن نتائجهم بينت رطب ثمار الخلاص كانت الأقل في الخواص الحسية والميكانيكية بالمقارنة بالأصناف الأخرى نبوت سيف والبرحي والسكري التي قاموا بدراستها الدراسة. وأضاف الي أن هناك ميل لانخفاض الصلابة مع طول الفترة الزمنية للتخزين–٢٠م°بعد ١٢ شهر. وهذا لا يتماشى مع نتائج هذه التجربة كما هو مبين في جدول٢ وشكل٣ حيث لا يوجد فرق معنوي في قيم الصلابة بعد ١١شهر والمعاملة صفر تجميد (الثمار الطازجة). وقد أشار الحمدان وآخرون(٢٠٠٦)أن هناك أهمية علي التركيز علي أهمية العناية الفائقة بقطف وتداول ونقل الثمار وطريقة تخزينها وعمليات الفرز التي تجرى عليها خاصة في مرحلة الرطب لهشاشة قوامها وسرعة تلفها مقارنة بمراحل النضج الأخرى.

(٣) لون الثمار

يوضح جدول٣ قيم اللون الأساسية *L وa* وb* وصفات اللون المشتقة من هذه الخواص وهي قيمة اللون (E) وشدة اللون (Chroma) وزاوية تدرج اللون (Hue angle) ودليل الإسمرار (BI) لثمار صنف الرطب الخلاص قبل وبعد التخزين على –٢٠م°. وقد بينت نتائج التحليل(جدول ٣) وجود فروق معنوية وتباين بين قيم (L*) الذي يعبر عن درجة نصاعة اللون(نصاعته أو عتمته) قيم (a*) التي تعبر عن الاحمرار/الاخضرار وقيم (b*) التي تعبر عن الاصفرار/ الزرقة مع إمتداد فترات التخزين على–٢٠م°ويرجع ذلك للتغير في بعض من الصفات الطبيعية للثمار خلال فترة التخزين ((Maier and Metzler, 1961).

وضحت النتائج المدونة في جدول3 عن وجود فروق معنوية وتباين أيضا في قيمة اللون وشدة اللون وزاوية تدرج اللون ودليل الاسمرار حيث كانت القيم الاعلي في الثمار الطازجة ولا يوجد سلوك ارتباطي بين قيم هذه الصفات مع بعضها البعض وايضا مع فترات التخزين على–٢٠ م°.

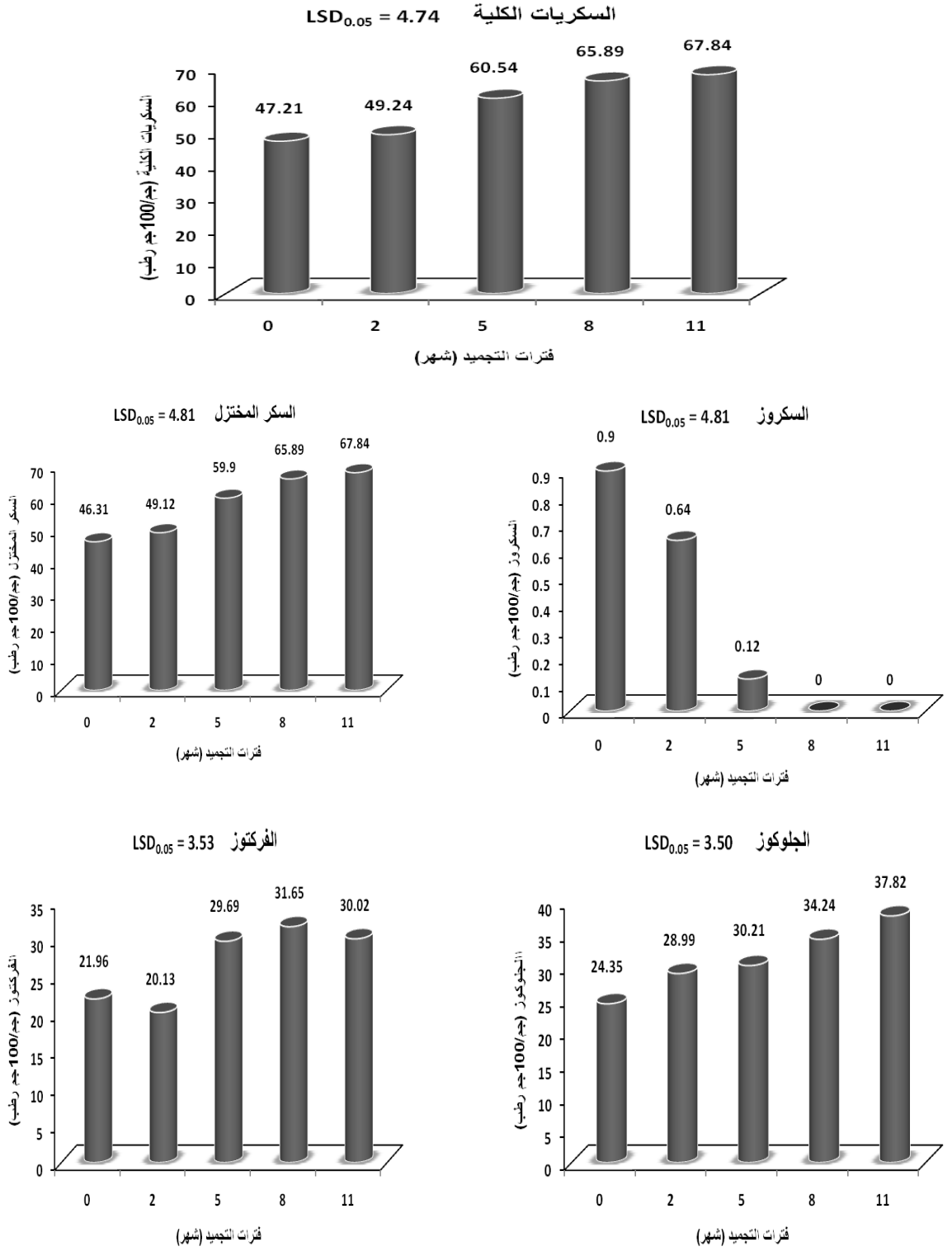
(٤) محتوي الثمار ونوع السكريات

يوضح شكل ٤ تأثير فترات التخزين على–٢٠م°علي السكريات الكلية، السكروز، السكريات المختزلة، الجلوكوز، الفركتوز(جم/١٠٠جم لب ثمرة رطب). حيث بين التحليل الإحصائي عن وجود فروق معنوية في المتوسطات المختلفة لمحتوي السكر وأنواعه المختلفة. وقد زادت السكريات الكلية والسكريات المختزلة والجلوكوز والفركتوز مع زيادة فترات التخزين على –٢٠م° بينما قل متوسطات السكروز مع زيادة فترات التخزين الي ان وصل الي الصفر بعد ٨ شهور من التخزين.

جدول٣. تأثير فترات التخزين على –٢٠م° على قيم الخواص المختلفة (L*, a*, b*) للون ثمار رطب الخلاص

خواص اللون الاساسية			خواص اللون المشتقة			
فترات التخزين علي –٢٠ م°	L*	a*	b*	قيمة اللون E	شدة اللون Chroma	زاوية تدرج اللون Hue Angle	دليل الاسمرار BI
صفر	41.05a	14.53c	23.11a	49.30a	27.30a	57.84a	105.26c
2 أشهر	28.55c	19.83a	17.02c	38.70b	26.13ab	40.63d	134.08b
5 أشهر	34.7b	11.25d	14.98d	39.43b	18.73c	53.10b	78.95e
8 أشهر	29.99c	17.83b	19.84b	40.14b	26.68ab	48.05c	142.39a
11 شهرا	43.01a	14.55c	20.22b	49.70a	24.91b	54.26ab	86.62d
أقل فرق معنوي	2.60	1.84	1.90	2.95	2.10	3.34	4.47

(*) الأحرف الانجليزية المتشابهة في كل عمود تشير إلى أن متوسطات المعاملات غير مختلفة معنوياً بناءاً على اختبار إقل فرق معنوي (LSD) عند مستوى معنوية ٠,٠٥



شكل ٤. تأثير فترات التخزين على -٢٠م°(شهر) علي السكريات الكلية ، السكروز، السكريات المختزلة، الجلوكوز، الفركتوز (جم/١٠٠ جم لب ثمرة رطب) لثمار رطب الخلاص

وهذا يتماشي مع ما وجده Yousif and Abou-Ali (1993) في دراستهم علي ثمانية أصناف من تمور الاحساء في مرحلة الرطب من المملكة العربية السعودية خلال حفظها بالتبريد والتجميد حيث وجدوا أن محتوى السكريات الكلية والفركتوز والجلوكوز قد ارتفعت وانخفض محتوى السكروز خلال فترة التخزين المجمد وفي معظم الأصناف اختفى سكر السكروز نهائياً. (وقد درس Mikki and Al-Taisan (1993) التغيرات الطبيعية والكيميائية والحسية لبعض أصناف التمور (الرزيز، الخلاص، الخنيزي بالمملكة العربية السعودية) أثناء التخزين لمدة ٦ أشهر عند −٢٠±٢°م. وتبين من النتائج الزيادة في السكريات المختزلة والانخفاض في كمية السكروز. ترجع الزيادة المتدرجة في محتويات السكريات المختزلة من الجلوكوز والفركتوز خلال مرحلة نضج الثمار لنشاط إنزيم الانفرتيز Invertase. وتبلغ زيادة تركز هذه السكريات أقصاها عندما تصل الثمار إلى مرحلة الاحمرار red stage ويستمر نمط الزيادة حتى ما قبل الحصاد (Coggins and Knapp, 1969). ولقد أيد Hasegawa and Smolensky (1970) هذا التفسير من منطلق أن التمور المحتوية على كميات عالية من السكريات المختزلة يكون بها النشاط الإنزيمي عالي أيضاً، مقارنة بالتمور المحتوية على كميات منخفضة من السكريات المختزلة. ذكر Maier and Metzler (1961) أهمية تحلل السكروز sucrose hydrolysis على جودة القوام في التمور حيث أن درجة هذا التحول إلى جلوكوز وفركتوز تعتمد على نشاطية إنزيم الانفرتيز وكمية الرطوبة ودرجة حرارة الحضن. وجد Al-Mashhadi *et al.* (1993) تزايد السكريات المختزلة وتناقص سكر السكروز في صنفي الخضري والمنيفي عند التخزين لمدة ١٢ شهراً عند درجات حرارة −١٨°م، −١٥°م، و−١٠°م.

وقد وجدت علاقة ارتباط سالبة عالية المعنوية ($P > 0.01$) (جدول٤) بين كل من السكريات الكلية والسكريات المختزلة والجلوكوز والفركتوز وصفات الرجوعية والقساوة والقوة ومعامل الاختراق. وعلاقة ارتباط موجبة وضعيفة وغير معنوية بين صفات الزنبركية والمضغ والالتصاق والتماسك ومحتوي الثمرة من السكريات الكلية والسكريات المختزلة الجلوكوز والفركتوز. بينما ارتبطت الصلابة معنويا فقط بقيم الفركتوز بالثمار. وهذا يعني إن السكر ومكوناته يؤثر سالبا علي جميع الصفات الحسية ما عدا صفات الزنبركية والمضغ والالتصاق. وقد يرجع ذلك الي إن حركة السكر إثناء التسيح من داخل لب الثمرة الي خارجها يقطع في ألياف الثمار ويمزقها مما يجعل صفاتها الميكانيكية أقل وهذا ما أشار إليه Maier and Metzler (1961). وفي دراسة قام بها Muramatsu *et al.* (1996) لإيجاد علاقة بين القوام ومحتوى السكريات المتعددة في الأنسجة الداخلية لاثني عشر صنف من فاكهة البرتقال لوحظ أن صلابة أنسجة البرتقال تتأثر بمحتواها من السكريات العديدة.

جدول ٤. قيم معامل الارتباط بين أنواع السكريات فى ثمار رطب الخلاص وبعض من صفاته الميكانيكية

الصفات الحسية والميكانيكية	المكونات السكرية$			
	السكريات الكلية	السكر المختزل	جلوكوز	فركتوز
الرجوعية	- 0.683**	- 0.683**	- 0.683**	- 0.683**
الزنبركية	0.164 غ م	0.164 غ م	0.164 غ م	0.164 غ م
المضغ	0.128 غ م	0.128 غ م	0.128 غ م	0.128 غ م
الالتصاق	- 0.175 غ م	- 0.175 غ م	- 0.175 غ م	- 0.175 غ م
التماسك	-0.161 غ م	-0.161 غ م	-0.161 غ م	-0.161 غ م
الصلابة	-0.412 غ م	-0.412 غ م	−0.180 غ م	-0.573**
القساوة	-0.705**	-0.720**	-0.799**	-0.551**
القوة	-0.606**	-0.625**	-0.723**	-0.450*
معامل الاختراق	-0.841**	-0.850**	0.893**	-0.700**

$ ** : معامل الارتباط عالي المعنوية ($P>0.01$)، *: معامل الارتباط معنوي ($P>0.05$)، غ م: معامل الارتباط غير معنوي

الخلاصة

يتضح من النتائج إن عملية تخزين ثمار بلح الخـــلاص في طـــور الرطب على -٢٠م° يؤثر علي كثير من صفاته الميكانيكية مما يقلـــل من تقبل المستهلك للثمار المخزنة وأن زيادة فترة التخزين لمدة أكثر من شهرين مما يؤثر علي الرجوعية والزنبركية والمضغ والالتصـــاق والتماسك والصلابة والقساوة والقوة ومعامل الاختراق ويســـبب الانخفاض النسبي في الصلابة والقساوة والقـــوة مقارنـــة بالثمـــار الطازجة.

المـــراجـــع

المراجع باللغة العربية:

الحمدان، عبدالله م. وحسن، بكري ح. ٢٠٠٢. الخواص الميكانيكية لثمانية أصناف من التمور السعودية. مشروع مدعم من مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية رقم أ ت -١٨-٤٨.

المراجع باللغة الأنجليزية:

Al-Mashhadi, A.S., Al-Shalhat, A.F., Faoual, A. and Abo-Hamrah, A.A. 1993. Storage and preservation of dates in Rutab stage (In Arabic). Proceedings of the Third Symposium on the Date Palm in Saudi Arabia, King Fiasal University, Al-Hassa, saudi Arabia,January 17-20, PP 253-266.

AOAC. 2006. Official methods of analysis, 18th Ed. Associates of official analytical Chemists. Washington DC.

Blahovec, J.; Jeschke, J. and Houska, M. 1995. Mechanical properties of the flesh of sweet and sour cherries. Journal of Texture Studies., 26: 45 57.

Bourne, M.C. 1978. Texture Profile Analysis. Food Technology, 32:62-66.

Bourne, M.C. 1988. Basic principles of food texture measurements. Lecture text of dough rheology and baked products texture workshop Chicago.

Breene, W. M; Davis, D. W; and Chou, H. E. 1973. Effect of brining on objective texture profiles of cucumber varieties. Journal, of Food Science; 38: 210-214.

Coggins C. W., Jr., Knapp, J. C.F. 1969. Date growers' Inst. Rep. 46: 11.

Exama, A.; and Lacroix, C. 1989. Development of a high protein fruit paste. I. Influence of some process parameters. Sciences des Aliments; 9:285-305.

Goldring, Z. 1999. When it comes to the crunch. Food-Manufacture. 74:20-22.

Harker FR, Redgwell RJ, Hallett IC, Murray SH, Carter G. 1997. Texture of fresh fruit. Horticultural Reviews 20: 121–224.

Hasegawa S. and Smolensky, D. C. 1970. Date inverters : properties and activity associated with maturation and quality. J. Agric. Food Chemistry. 18: 902-904.

Heldman, D.R. 1992. Food freezing. In: Handbook of Food Engineering, Heldman, D.R. and Lund, D.B., Eds.New York:Marcel Dekker,Inc.

Hernandez-MJ; Duran-L; and Costell-E 1999 Influence of composition on mechanical properties of strawberry gels: Compression test and texture profile analysis. Food-Science-and-Technology-International. 5:79-87.

Huxsoll, C. C.., D. A. Olson, and T. H. McHugh. 2002 Rehydrated dehydrofrozen fruit as potential retail and food service products. Session Fruit & Vegetable Product: Processed Fruits and Vegetables. July 16, 2002. IFT Annual Meeting and Food Expo - Anaheim, California.

Kajuna, S. T. 1995. Visco elastic and physico mechanical properties of banana and plantain by quasi static and dynamic methods. Ph.D Dissertation, The University of Guelph, Canada.

Kajuna, S.; Bilanski, W.K. and Mittal, G.S. 1997. Textural changes of banana and plantain pulp during ripening. J. Sc. Food Agric, 75:244-250.

Kang, Tu.; Baerdemaeker, J.; De Baerdemaeker, J.; and Tu K. 1996. Instrumental measurements to investigate apple mealy texture. International Agrophysics. 10: 97-102.

Maier, V. P., Metzler, D. M. 1961. Sucrose inversion in Deglet Noor dates and its processing applications. Date Growers' Inst. Ann. Report. 38,6.

Martens, H.J. and Kidmose, U. 1999. Changes in texture, microstructure and nutritional quality of carrot slices during blanching and freezing. Journal of the Science of Food and Agriculture. 79:1747-1753.

Mikki, M.S. and Al-Taisan, S.M. 1993. Physicochemical changes associated with freezing storage of date cultivars at their Rutab stage of maturity (In Arabic). Proceedings of the Third Symposium on the Date Palm in Saudi Arabia, King Faisal University, Al-Hassa, Saudi Arabia, January 17-20, PP 253-266.

Mohsenin, N. N. 1986. Physical properties of plant and animal materials. 2nd ed., New York, Gordan and Breach Science Publisher.

Muramatsu, N.; Takahara, T.; Kojima, K.; and Ogata, T. 1996. Relationship between texture and cell wall polysaccharides of fruit flesh in various species of Citrus. HortScience. 31: 114 116.

Nadulski, R, Grochowicz, J., Shmulevich, I., Galili, I., Seginer, J.; Bailey, B; and Gieling, T (edss). 2001. The influence of the measurement conditions on the TPA test of selected fruit. Acta-Horticulturae. , No.562-570.

Szczesniak, A.S. and Kahn, E.L. 1971. Consumer awareness of and attitudes to food texture. J. Texture Studies 2: 280–295

Vu; T.S., Smout, C. ; Sila, D.N.; LyNguyen B.; Van Loey A.M.L, and Hendrickx, M.E.G. 2004. Effect of preheating on thermal degradation kinetics of carrot texture. Innovative Food Science and Emerging Technologies.

Yousif, A. K., and Abou Ali, M. 1993. Suitability of fresh (Rutab) Saudi dates for refrigeration and freezing storage. Proceedings of the the 3rd Symp. On the Date Palm. VII. King Faisal University, Al-Hassa. Saudi Arabia, Jan. 17-20.

Ross, Kelly A. and Scanlon, Martin G. 2004. A fracture mechanics analysis of the texture of fried potato crust. J. of Food Engineering. 62:417–423.

SAS, Institute .2001. SAS user's guide. Statistics 21st edition. SAS Institue, Cary, NC, USA.

Steel, R.G., Torrie, J.H. 1998. Principles and procedures of statistic (McGraw-Hill Book Co, New York, NY), 2nd Ed, p 633.

Szczesniak, A.S. 1963. Classification of textural characteristics. Journal of Food Science. 28:385-389.

ABSTRACT

Effect of Storage at -20 C° on Physical and Mechanical Properties and Their Relation with Sugar Content and Type of Date Palm Fruits (Khlass Variety) in Rutab Stage from Al-Hassa Area- Saudi Arabia

Nabil Bin Saud Al-Baloushi

Changes in physical and mechanical properties, type and content of sugars of date palm Khlass Varity at rutab stage during storage at -20 C° for 2, 5, 8 and 11 months were studied. The results showed significance fluctuate changes in the values of the determined parameters during storage> Force, hardness and penetration coefficient varied from 0.266 to 0.653N , 0.775 to 2.884 N/mm, and 0.136 to 0.517 N/mm respectively during storage fruits at -20C°. The highest and lowest values of hardness, cohesiveness, adhesion, chewiness, elasticity and resilience were 2.119N. in fresh fruits and 1.639 N after 5 months of storage, 0.728 after 8 months and 0.592 after 2 months of storage, 0.658 after 5 months and 0.509 after 11 months of storage, 0.942 after 8 months and 0.571 after 5 months of storage, 0.738 after 8 months and 0.607 after 5 months of storage, 0.227 in fresh fruit and 0.11after 8 months storage at -20C° respectively. Total and reducing sugars especially glucose and fructose contents were gradually increased with extending storage period at -20C° for 11 months. The obtained resulted indicated the suitable storage period of this species of date at rutab stage is 2 months at -20C°.