

تأثير التخزين علي -20م° الصفات الميكانيكية والطبيعية ومحتوي ونوع السكر ثمار نخيل البلح صنف الخلاص في مرحلة الرطب بمنطقة الإحساء- السعودية العربية

نبيل بن سعود البلوشي¹

الملخص العربي

تم دراسة التغيرات في الخواص الطبيعية الميكانيكية ومحتوي ونوع السكريات لثمار نخيل البلح صنف الخلاص في مرحلة الرطب الناضجة خلال تخزينه علي -20م° لمدة 11 شهر. وأظهرت النتائج تغيرات معنوية متباينة لقيم الصفات المدروسة خلال فترة التخزين. فاختلقت قيم القوة والقساوة ومعامل الاختراق للثمار من 0.226 الي 0.653 نيوتن، ومن 0.775 الي 2.884 نيوتن/مم ومن 0.136 الي 0.517 نيوتن/مم علي التوالي للثمار خلال فترة التخزين وكانت أعلي وأقل القيم للصفات التالية الصلابة، والتماسك، والزنبركية، والرجوعية للثمار خلال فترة التخزين كالاتي 2.119 نيوتن للثمار الطازجة و 1.639 نيوتن بعد خمسة شهور تخزين و 0.607 بعد 5 شهور تخزين 0.224 للثمار الطازجة و 0.110 بعد 8 شهور تخزين علي -20م° علي التوالي. وكانت أقل قيمة لخاصية الالتصاق (0.509) بعد 11 شهر والاعلي (0.658) بعد 5 شهور من التخزين علي -20م° وزادت قيمة المضغ من 0.607 بعد خمس شهور 0.738 بعد 8 شهور من التخزين علي - 20 م° وارتفع محتوى السكريات الكلية والمختزلة خاصة الجلوكوز والفراكتوز مع امتداد التخزين لمدة 11 شهر علي - 20م°. وأفادت النتائج أن انصب فترة لتخزين هذا الصنف من الثمار عند مرحلة الرطب علي - 20 م° هي 2 شهر.

المقدمة المشكلة البحثية

هناك كثير من العوامل التي تؤثر على قوام ثمار الفواكة والخضار قبل و بعد الحصاد والذي يلعب دورا هاما في تحديد اختيار المستهلك للمنتج (Szczeniak and Kahn, 1971) ويعرف القوام على انه الخواص النسيجية للغذاء والتي تقدر عن طريق الشعور باللمس ويتأثر بالظروف التي تتعرض لها الثمار خلال عمليات الحصاد والتداول

والنقل والتخزين (Bourne, 1988). قد وضع Bourne (1978) ان القوام يرتبط بالعديد من الخواص النسيجية والخصائص الميكانيكية (الصلابة واللزوجة والتشكل) والخصائص الهندسية (حجم وشكل الثمار) والكيميائية (المحتوى الرطوبي والدهون). والتغيرات في جدار الخلية الأولية والمكونات السليلوزية والبكتين والهيمو سليولوز والذي يحدث أثناء النمو والتطور وفي التغيرات الكيميائية المصاحبة لتغيرات القوام (Harker et al 1997).

ويستخدم التجميد لحفظ العديد من أنواع الخضار والفاكهة الطازجة للمحافظة على جودتها. وتهدف هذه العملية إلى خفض درجة حرارة المنتج إلى الدرجة التي تحد من التفاعلات الغير مرغوبة والتي تسبب في تدهور الجودة وتطيل من العمر التخزيني للمنتجات الغذائية القابلة للتلف السريع نسبيا وأيضا في الحفاظ علي نكهة ولون وقوام المنتج، وقيمتة التغذوية (Heldman, 1992).

قام Bourne (1978) بأجراء اختبارات التحليل القطاعي للقوام آلياً باستخدام جهاز الإنسترون العالمي للاختبارات (Instron Universal Testing Machine) عن طريق الكبس مرتين لعينات قياسية من المواد الغذائية لمحاكاة حركة الفك عند مضغ الغذاء. وقد وجد ارتباط مقبول بين نتائج منحنى تغير القوة مع الزمن الناتج من عملية الكبس الثنائي ونتائج التقييم الحسي.

وقد ذكر Szczeniak (1963) أن خصائص التحليل القطاعي لقوام الأغذية يشمل تقدير كل من التقصف (Brittleness[Fracturability])، والصلابة (Hardness) ([Firmness]) والتماسك (Cohesiveness) والزنبركية (المرونة) (Springiness) (Chewiness) والتصمغ (Gumminess).

¹ 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 في 22 يناير 2012، الموافقة على النشر في 28 مارس 2012

ووجد (Muramatsu *et al.* (1996) 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 0.3 إلى 0.49. وأقترحت هذه الدراسة أن صلابة أنسجة البرتقال تتأثر بمحتواها من السكريات العديدة.

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

ودرس (Exama and Lacorix (1989) تأثير زمن التخزين عند 95 م ° (لمدة 15، 20 و 25 دقيقة) ومحتوى البروتينات (4.5 و 6 و 7.5%) ومحتوى السكر (20% و 30% و 40%) على معجون فاكهة عالي البروتين المصنع من بروتين الشرش ومستخلص المانجو والسكر. و أوضحت الدراسة زيادة التماسك والصلابة بزيادة زمن التخزين ومحتوى البروتينات، والالتصاق بزيادة زمن التخزين. وقد كان لمحتوى السكر أثراً ضئيلاً على القوام.

قدم استنتج (Blahovec *et al.* (1995) 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 -20 م ° 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 الأحساء بالمملكة العربية السعودية وأجريت جميع التحليل بعمل 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 50 ثمرة لقياس

ووجد (Vu *et al.* (2004) أن التسخين لثمار الجزر من 80 إلى 110.8 م ° كان له تأثير على قيم ثابت المعدل الحركي وقوة القوام وكذلك طاقة التنشيط. واستنتج (Ross and Scanlon (2004) من دراسة علي تأثير زمن قلبي البطاطس على خواصه الميكانيكية. أن معامل المرونة قد زاد بينما انخفض جهد وقساوة التصدع مع زيادة زمن القلي.

وقد وضح (Huxsoll *et al.* (2002) 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 الالتصاق عند دراسة خواص التحليل القطاعي لقوام ثمار التفاح المخزن.

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

ودرس (Hernandez *et al.* (1999) تأثير التركيزات المختلفة من لب الفراولة (20-80%) ونسبة السكر (0-10%) 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 (Kang *et al.* (1996) أن صلابة ثمرة التفاح تقل تحت ظروف التخزين في أجواء الغرفة العادية. الالتصاق (Adhesiveness) أثناء اختبارات التحليل القطاعي للقوام ولكنه كان أوضح في مراحل المتقدمة من النضج.

في دراسة لإيجاد التحليل القطاعي للقوام لفاكهتي الموز والبلاتين (Kajuna, 1995; Kajuna *et al.* 1997). أثناء التخزين من 1 إلى 8 أيام عند درجات حرارة في الحدود من 13 إلى 25 م ° ورطوبة نسبية 90% حدث انخفاض في قيم خواص التحليل القطاعي للقوام ماعدا التماسك (Cohesiveness). وكانت عينات الموز غير المعالجة بالإيثيلين أكثر صلابة مقارنة مع نظيراتها من عينات البلاتين عند جميع مراحل التخزين.

حيث L^* و a^* و b^* هي قيم معاملات اللون للثمار الطازجة (قبل التجفيد).

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

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

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

حيث:

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

الخواص الميكانيكية

تم تقدير الخواص الميكانيكية باستخدام جهاز TA.XT-plus Texture Analyser المصنع بواسطة شركة Stable Micro System, Vienna Court, United England لثمار نخيل البلح صنف الخلاص في مرحلة الرطب الطازجة والمجمدة بعد تسيحها عند درجة حرارة الغرفة. لإجراء قياس الخواص الميكانيكية للثمار باختباري التحليل القطاعي للقوام (Texture Profile Analysis, TPA) والاختراق (Penetration) بواقع 15 مكررة لكل عينة طازجة ومجمدة. حيث شمل تحليل خواص الاختراق ومعامل الاختراق وقوة الاختراق والقساوة " وشمل تحليل القوام التقصف، الصلابة، التماسك، الالتصاق، المضغ، الزنبركية والرجوعية.

1 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 1.5 مم/ث حتى عمق 5 مم في الثمرة الكاملة. تتضمن عملية الكبس عضتين (two bites)، حيث يتسنى من المنحنى الناتج عنهما الحصول على خواص تحليل القوام سابقة الذكر.

2-اختبارات الاختراق(Penetration Tests):

الصفات الطبيعية مثل الكتلة (بواسطة ميزان حساس ذو دقة 0.01 والحجم والكثافة) باستخدام طريقة ميزان المنصة (Mohsenein, 1986) و الطول وقطر الثمرة الأكبر وقطري الثمرة الطري (باستخدام مقياس رقمي للإبعاد الدقيقة (Absolute Digimatic, Mdel CD-) (Mitutoyo Corp., Japan بالإضافة المحتوي الرطوبي طبقاً للطريقة القياسية (AOAC, 2006). وقد وجد أن المتوسط العام لهذه الصفات كالتالي: الكتلة 2.776 ± 14.227 جم، والحجم 2.737 ± 13.950 سم³، الكثافة 0.741 ± 1.027 جم/سم³، والطول 3.810 ± 22.711 مم، و القطر الأكبر 26.117 ± 2.780 مم، وقطر عنق الثمرة 3.909 ± 24.464 مم، وقطر طرف الثمرة 3.401 ± 20.898 مم. تم تقدير اللون باستخدام جهاز التقدير اللوني (Spectrophotometer, Color Flex, Model No. 45/0, Hunter Associates Laboratory Inc., AV, USA) اللون طبقاً للطريقة المستخدمة في (AOAC (2006). حيث تم قياس الصفات الأساسية للون وهي (L^* , a^* , b^*) بعد معايرة الجهاز باستخدام اللون الأبيض القياسي المتواجد مع الجهاز وذلك لعشرة قراءات لكل عينة من العينات الطازجة (قبل التجفيد) والعينات المخزنة علي -20°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 بالمعاملات L^* والذي يعبر عن مدى الابيضاض أو النضوع/ العتمة (whiteness or brightness/darkness)، و a^* الذي يعبر عن الاحمرار/الاخضرار (redness/greenness)، و b^* الذي يعبر عن الاصفرار/ الزرقة (yellowness/blueness). إضافة إلى هذه المعاملات الأساسية فقد تم التعبير عن اللون كذلك بالفرق الكلي في اللون (ΔE) (Total color difference) ودرجة اللون (Chroma) وزاوية تدرج اللون (Hue angle) ومؤشر التحول البني (BI (Browning index) كما هو معرف في المعادلات التالية، على الترتيب (Maskan, 2001):

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

(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 10 عينات بإجمالي 40 عينة لكل معاملة حيث عدد المعاملات خمسة لفترات التخزين وهي صفر يوم (بعد ثلاثة أيام من تجميع العينات، 2 شهر، 5 شهر، 8 شهر، 11 شهر) بحيث يكون عدد العينات المستخدمة 200 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 مستوى معنوية 0.05 (Steel and Torrie, 1998).

النتائج ومناقشتها

الخواص الميكانيكية للثمار الطازجة في مرحلة الرطب

1 - التحليل القطاعي للقوام

خواص الاختراق

يوضح جدول 1 قيم خواص الاختراق وهي القساوة ومعامل الاختراق والصلابة لثمار رطب الخلاص الطازجة والمخزنة علي -20 م ° للفترات المختلفة (2، 5، 8، 11 شهرا). وأظهر شكل 1 تفاوت في السلوك الميكانيكي للرطب الخلاص تحت تأثير فترات التخزين علي -20 م ° المختلفة. بينما يبين شكل 2 نسبة الانخفاض في خواص الاختراق الثلاثة خلال فترات التخزين علي -20 م ° بالمقارنة بالعينات الطازجة.

معامل الاختراق (نيوتن/مم)

وضحت نتائج المدونة في جدول 1 وشكل 1 أن قيمة معامل الاختراق انخفضت معنويا ($P < 0.01$) مع زيادة فترات التخزين -20 م ° بالمقارنة بالثمار الطازجة وقد انخفضت هذه القيمة بنسبة 26.31% بعد 11 شهر من التخزين علي -20 م ° (شكل 2). ومعلوم أن مرحلة الرطب تعتبر مرحلة انتقالية سريعة (تتسم الثمار فيها

تم اختبار الاختراق على الثمرة كاملة عند فترات التخزين المختلفة علي درجة 20 م ° وذلك باستخدام الإبرة (Needle Probe P/2N) إلى عمق 5 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 5 مم في هذا الاختبار) وقياس مسافة الاختراق والقوة والقساوة التي تعبر عن الشغل المبذول (W, N.mm) لعمل جهد قوة الاختراق من منحنى القوة والمسافة الناتج من اختراق العينة.

تقدير السكريات

نظمت عينات الرطب وأزيل منها الطرف العنقي (calyxes) وكذلك النواة. اخذ 300 جرام من اللحم ثم قطع الي قطع صغيرة وخلطت مع بعضها تم وزن 30 جرام من لحم العينة المخلوطة في كاس وأضيف 200 مل ماء مقطر وبعد الخلط الجيد بواسطة خلاط كهربائي لمدة 5 دقائق ثم رج المخلوط لمدة ساعة لاذابة كل السكر بها. تم ترشيح المستخلص خلال ورق ترشيح من نوع ويتمان رقم 2 لتخلص من الحجم القليل المعكر والحصول علي المستخلص الراقط طبقا للطريقة المذكورة (AOAC 2006). تم فصل وتقدير السكريات المختزلة (جلوكوز وفركتوز) وغير المختزلة (سكروز) بواسطة طريقة (AOAC, 2006) باستخدام جهاز الكروماتوجرافيا عالي الأداء Shimadzu, LC-10 AD, Shimadzu Corporation, (HPLC) Kyoto, Japan تحت الظروف التالية عمود الفصل المستخدم 250×4.6mm Column Packed with 5µm Supelcosil Lc-NH₂ (Supelco/INC., Bellefonte, PA). الطور السائل مكون من (20% ماء و 80% أسيتونيتريل acetonitrile HPLC grade) تدفعه مضخة (Model LC-10-AZ, Shimadzu) بمعدل سريان 2.5 مل/دقيقة. والنظام موصول بمحاقن (Model SIL- Injector) (Model 10A, Shimadzu) تحقن بداخله عينة (5 ميكروليتر). استقبال النتائج والمنحنيات للسكريات المختلفة تحت الدراسة بواسطة دامج (Model C-R7A, Shimadzu Integrator) ومقارنة المحاليل القياسية للسكريات المتحصل عليها من قبل شركة (Sigma Chemical Co.,

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.

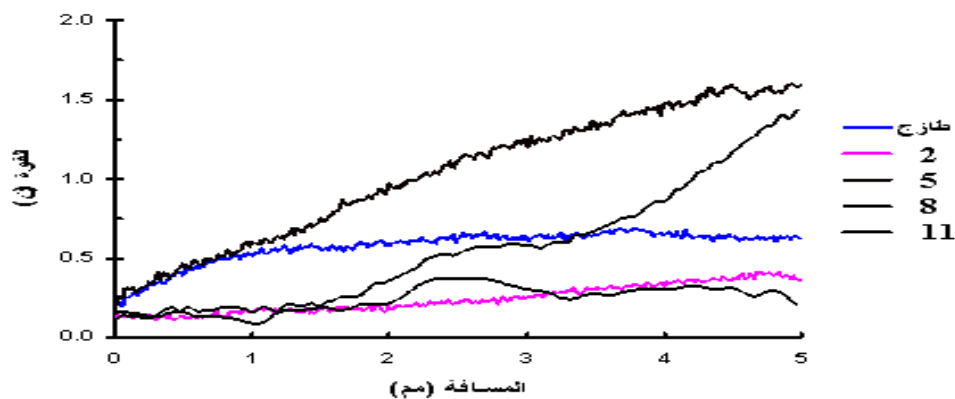
القوة (نيوتن)

تأثير فترات التخزين على -20م° علي درجة مقاومة (القوة نيوتن) ثمار رطب بلح الخلاص موضحة في جدول 1 حيث أظهرت النتائج انخفاض معنوي في القوة بزيادة فترات التخزين خاصة بعد الشهر الثالث. ولم تظهر النتائج فرق معنوي في قيمة القوة بعد التخزين للفترة 8 و 11 شهر تجميد. وكانت النسب التغير المتوية للانخفاض في القوة. بالمقارنة بقوة الثمار الطازجة (شكل 2) كالتالي 35% بعد 2 شهر، 36% بعد 8 شهر، 39% بعد 5 شهر و 43% بعد 11 شهر من التخزين علي -20 م°.

جدول 1. تأثير فترات التخزين -20م° علي معامل الاختراق (نيوتن/مم)، القوة (نيوتن)، القساوة (نيوتن.مم) لثمار رطب الخلاص الطازج

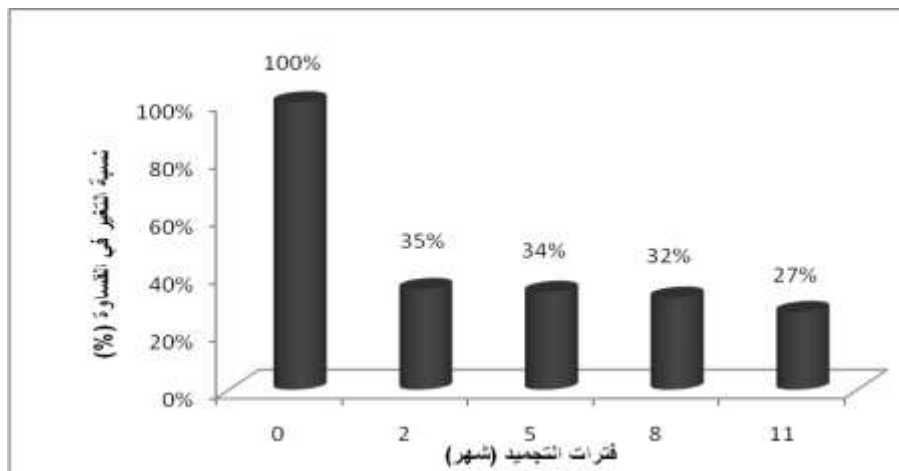
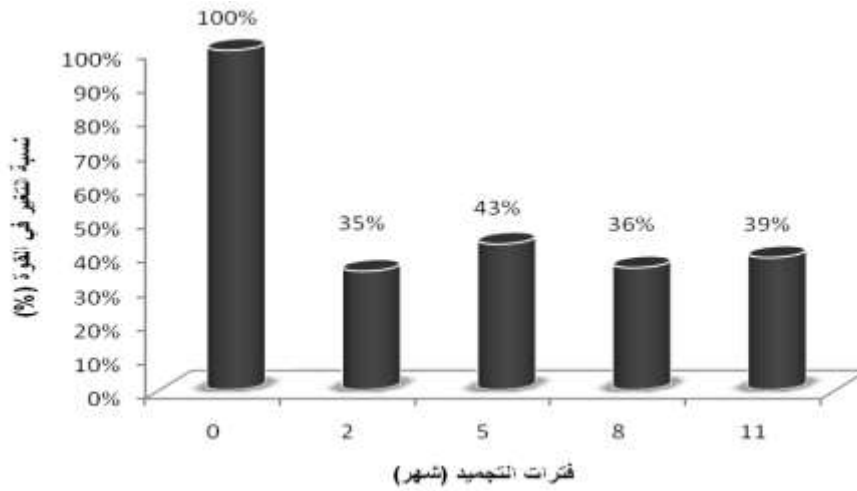
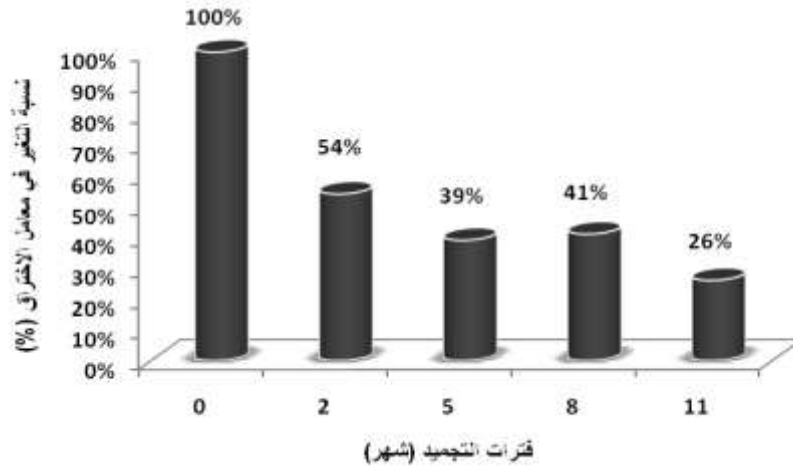
فترة التخزين (شهر)	معامل الاختراق (نيوتن/مم)	القوة (نيوتن)	القساوة (نيوتن.مم)
صفر	0.517a*	0.653a	2.884a
2	0.280b	0.226d	1.008b
5	0.202c	0.278b	0.974b
8	0.213c	0.235cd	0.913b
11	0.136d	0.257cb	0.775c
أقل فرق معنوي	0.014	0.029	0.095

* الأحرف غير المتشابهة المرتبطة بالقيم المتوسطة في كل عمود تشير إلى وجود اختلاف معنوي عند مستوى 5% ($P < 0.05$).



شكل 1. تأثير التخزين على -20 م° على السلوك الميكانيكي لاختبار الاختراق لثمار رطب الخلاص

نبيل بن سعود البلوشي: تأثير التخزين على -20 م° الصفات الميكانيكية والطبيعية ومحتوي ونوع السكر ثمار نخيل البلح صنف الخلاص...



شكل 2. تأثير فترات التخزين على -20 م° علي نسبة التغير في القوة (نيوتن)، درجة القساوة (نيوتن.مم)، ومعامل الاختراق (نيوتن/مم) لثمار رطب الخلاص

وقد بينت النتائج أيضا عن وجود فروق معنوية ($P > 0.05$) في قيم الصلابة والتماسك والالتصاق والمضغ والزبركية والرجوعية مع زيادة فترات التخزين. كانت أقل قيم للصلابة بعد 5 شهور (1.639 نيوتن)، وللتماسك (0.592) بعد 2 شهر، والالتصاق (0.509 نيوتن. ث) بعد 11 شهر تخزين، والمضغ (0.571 نيوتن) بعد 5 شهر، والزبركية (0.584) بعد 5 شهور والرجوعية (0.114) بعد 8 شهر من التخزين علي -20م°. وقد يرجع الانخفاض في قيم هذه الصفات للتغيرات الإنزيمية والكيميائية والنسجية التي تطرأ عليها خلال التخزين على -20م° ومن أبرزها التحول شبه الكامل لسكرياتها الثنائية (سكروز) إلى سكريات أحادية (فركتوز وجلوكوز) كما ذكر الحمدان وآخرون (2006).

وكانت القيم الاعلي للصلابة (2.11 نيوتن) والرجوعية (0.224) للثمار الطازجة ولالتصاق (0.658 نيوتن. ث) بعد 5 شهر والمضغ (0.942 نيوتن) والزبركية (0.760) وللتماسك (0.728) بعد 8 شهر من التخزين على -20م°.

يلاحظ من جدول 2 أيضا أن أقل القيم المتحصل عليها لصفتي التماسك والزبركية بعد 2 شهر والأعلي لنفس الصفتين بالإضافة الي صفة المضغ بعد 8 شهر من التخزين علي -20م° وهذا يدل علي ان هذه الصفات مرتبطة معا في سلوكها.

وتجدر الإشارة إلى أن قيم التماسك لا تعبر بالضرورة عن انخفاض أو زيادة المقاومة الميكانيكية وإنما تعبر عن إمكانية نسبية لعودة الثمار بعد العضة الثانية لشكلها وأبعادها بعد العضة الأولى والثانية (الحمدان وآخرون، 2002).

جدول 2. تأثير فترات التخزين علي -20م° على خصائص التحليل القطاعي للقوام لثمار رطب الخلاص الطازج والمجمد عند

فترات التخزين المختلفة

فترة التخزين على -20م° (شهر)	الصلابة نيوتن	التماسك	الالتصاق (نيوتن. ث)	المضغ نيوتن	الزبركية	الرجوعية
صفر	2.119a	0.601b	0.547c	0.801b	0.678c	0.224a
2	1.969b	0.592c	0.590b	0.801b	0.607d	0.176b
5	1.639d	0.593cb	0.658a	0.801b	0.584e	0.140c
8	1.743c	0.728a	0.545c	0.801b	0.760a	0.114d
11	2.066a	0.593cb	0.509c	0.801b	0.692b	0.197b
أقل فرق معنوي	0.076	0.010	0.039	0.012	0.010	0.024

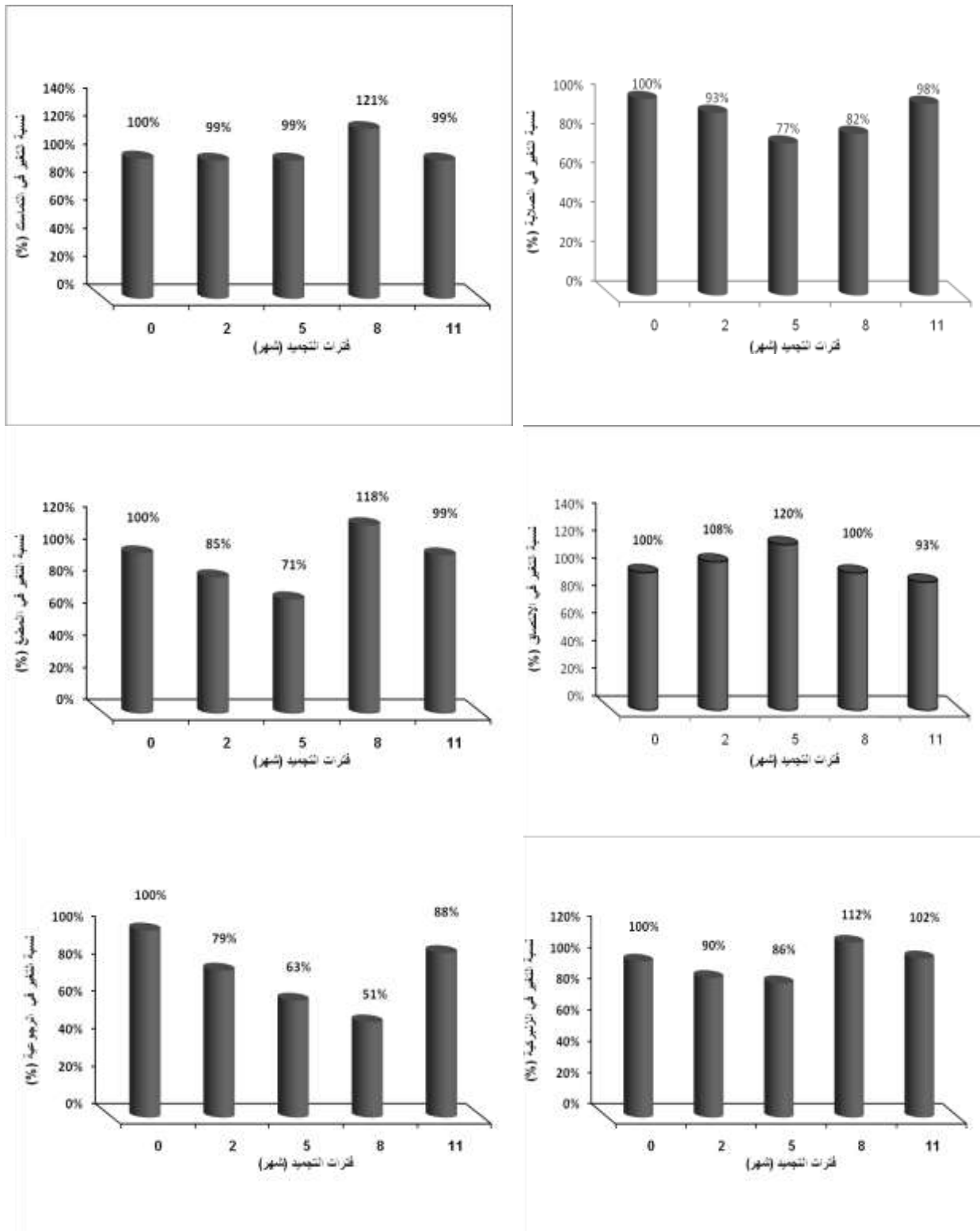
* الأحرف غير المتشابهة المرتبطة بالقيم المتوسطة لكل طريقة تجميد في كل عمود تشير إلى وجود اختلاف معنوي عند مستوى 5% ($P < 0.05$).

ونستخلص من هذه النتائج ضرورة الحزر في عملية التعبئة والنقل والتداول لهذه الثمار بعد تخزينها على -20م° وأن فترة التخزين على -20م° لمدة 2 أشهر هي الأنسب للثمار الطازجة بناء علي خواص الاختراق وقد وجد الحمدان وآخرون (2006) عدم تماثل في صفة القوة لثمار رطب بلح صنف الخلاص المجمع من منطقة القصيم مع زيادة فترات التجميد التي تراوحت بين 3 الي 12 شهر.

(2) اختبارات التحليل القطاعي للقوام

(Texture Profile Analysis, TPA)

يوضح جدول (2) وشكل (3) التغير في نتائج التحليل القطاعي لقوام ثمار صنف الخلاص (الصلابة والتماسك والالتصاق والمضغ والزبركية والرجوعية) خلال فترات التخزين علي -20م°. يوضح جدول 2 خصائص التحليل القطاعي للقوام الثمار الطازجة قبل التخزين علي -20م° لصنف الخلاص في مرحلة الرطب قبل إجراء أي من المعاملات عليها. حيث بينت النتائج أن الصلابة كانت 2.119 نيوتن (الانحراف المعياري بين العينات ± 1.01)، التماسك 0.601 نيوتن (الانحراف المعياري ± 0.07)، الالتصاق 0.547 نيوتن. ث (الانحراف المعياري ± 0.30)، المضغ 0.801 نيوتن (والانحراف المعياري ± 0.30)، الزبركية 0.678 (الانحراف المعياري ± 0.14)، الرجوعية 0.224 (الانحراف المعياري ± 0.03). ومن هذه القيم نستنتج إن أن خواص القوام لقسرة ولب ثمار الرطب الطازج ضعيفة بالمقارنة مع ثمار الفواكه الاخرى ولذا يجب في نقلها وتداولها وتخزينها مراعاة الحذر حتي لا يتغير شكل وطبيعة الثمار لكي يتقبلها المستهلك.



شكل 3. تأثير التخزين على -20 م° علي نسبة كل من الصلابة، التماسك، الالتصاق، المصطن، الزنبركية، الرطوبة من لثمار رطب الخلاص

(Chroma) وزاوية تدرج اللون (Hue angle) ودليل الإسمرار (BI) لثمار صنف الرطب الخلاص قبل وبعد التخزين على -20م°. وقد بينت نتائج التحليل (جدول 3) وجود فروق معنوية وتباين بين قيم (L*) الذي يعبر عن درجة نضاعة اللون (نضاعته أو عتمته) قيم (a*) التي تعبر عن الاحمرار/الاحضرار وقيم (b*) التي تعبر عن الاصفرار/الزرقة مع إمتداد فترات التخزين على -20م° ويرجع ذلك للتغير في بعض من الصفات الطبيعية للثمار خلال فترة التخزين (Maier and Metzler, 1961).

وضحت النتائج المدونة في جدول 3 عن وجود فروق معنوية وتباين أيضا في قيمة اللون وشدة اللون وزاوية تدرج اللون ودليل الإسمرار حيث كانت القيم الاعلى في الثمار الطازجة ولا يوجد سلوك ارتباطي بين قيم هذه الصفات مع بعضها البعض وايضا مع فترات التخزين على -20م°.

(4) محتوى الثمار ونوع السكريات

يوضح شكل 4 تأثير فترات التخزين على -20م° علي السكريات الكلية، السكروز، السكريات المختزلة، الجلوكوز، الفركتوز (جم/100جم 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 -20م° بينما قل متوسطات السكروز مع زيادة فترات التخزين الي ان وصل الي الصفر بعد 8 شهور من التخزين.

جدول 3. تأثير فترات التخزين على -20م° على قيم الخواص المختلفة (L*, a*, b*) للون ثمار رطب الخلاص

دليل الإسمرار BI	خواص اللون المشتقة			خواص اللون الأساسية			فترات التخزين علي -20 م°
	زاوية تدرج اللون Hue Angle	شدة اللون Chroma	قيمة اللون E	b*	a*	L*	
105.26c	57.84a	27.30a	49.30a	23.11a	14.53c	41.05a	صفر
134.08b	40.63d	26.13ab	38.70b	17.02c	19.83a	28.55c	2 أشهر
78.95e	53.10b	18.73c	39.43b	14.98d	11.25d	34.7b	5 أشهر
142.39a	48.05c	26.68ab	40.14b	19.84b	17.83b	29.99c	8 أشهر
86.62d	54.26ab	24.91b	49.70a	20.22b	14.55c	43.01a	11 شهراً
4.47	3.34	2.10	2.95	1.90	1.84	2.60	أقل فرق معنوي

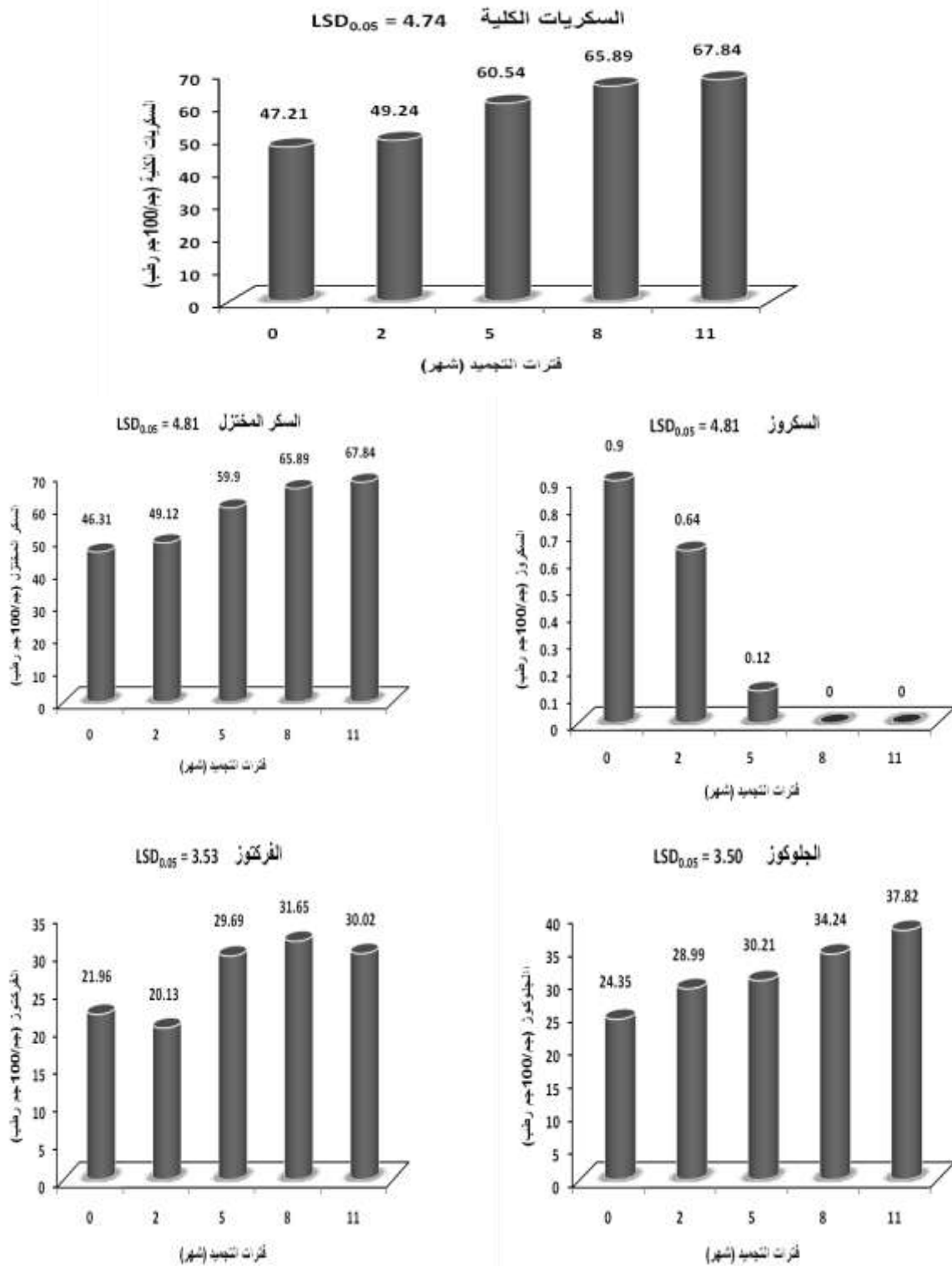
(*) الأحرف الإنجليزية المتشابهة في كل عمود تشير إلى أن متوسطات المعاملات غير مختلفة معنوياً بناءً على اختبار إقل فرق معنوي (LSD) عند مستوى معنوية 0.05

يبين شكل 3 نسبة الانخفاض أو الارتفاع في صفات التحليل القطاعي للقوام لثمار صنف الخلاص في مرحلة الرطب الطازج وبعد التخزين لفترة 11 شهر عند -20م°. يتضح من هذا الشكل إنه لا يوجد اتجاه واضح في نسب الانخفاض أو الارتفاع في الصلابة، التماسك، الالتصاق، والمضغ، والزبركية، والرجوعية وهذا يتماشى مع نتائج كلا من الحمدان وآخرون (2006) 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 نبت سيف والبرحي والسكري التي قاموا بدراستها الدراسة. وأضاف الي أن هناك ميل لانخفاض الصلابة مع طول الفترة الزمنية للتخزين -20م° بعد 12 شهر. وهذا لا يتماشى مع نتائج هذه التجربة كما هو مبين في جدول 2 وشكل 3 حيث لا يوجد فرق معنوي في قيم الصلابة بعد 11 شهر والمعاملة صفر تجميد (الثمار الطازجة). وقد أشار الحمدان وآخرون (2006) 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.

(3) لون الثمار

يوضح جدول 3 قيم اللون الأساسية L* و a* و b* و صفات اللون المشتقة من هذه الخواص وهي قيمة اللون (E) وشدة اللون

نبيل بن سعود البلوشي: تأثير التخزين على -20 م° الصفات الميكانيكية والطبيعية ومحتوي ونوع السكر ثمار نخيل البلح صنف الخلاص...



شكل 4. تأثير فترات التخزين على -20 م° (شهر) علي السكريات الكلية ، السكروز ، السكريات المختزلة، الجلوكوز، الفركتوز (جم/100 جم لب ثمرة رطب) لثمار رطب الخلاص

وفركتوز تعتمد على نشاطية إنزيم الانفرتيز وكمية الرطوبة ودرجة حرارة الحضان. وجد (Al-Mashhadi *et al.* (1993) تزايد السكريات المختزلة وتناقص سكر السكر في صنف الخضرى والمنيفي عند التخزين لمدة 12 شهراً عند درجات حرارة -18م، -15م، و-10م.

وقد وجدت علاقة ارتباط سالبة عالية المعنوية ($P > 0.01$) (جدول 4) 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 والجلوكوز والفركتوز. بينما ارتبطت الصلابة معنوياً فقط بقيم الفركتوز بالثمار. وهذا يعني إن السكر ومكوناته يؤثر سلباً علي جميع الصفات الحسية ما عدا صفات الزنبركية والمضغ والالتصاق. وقد يرجع ذلك الي إن حركة السكر أثناء 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 4. قيم معامل الارتباط بين أنواع السكريات في ثمار رطب الخلاص وبعض من صفاته الميكانيكية

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

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

وهذا يتماشى مع ما وجدته (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 السكر خلال فترة التخزين المجد وفي معظم الأصناف اختلفى سكر السكر نثائياً. (وقد درس Mikki and Al-Taisan (1993) التغيرات الطبيعية والكيميائية والحسية لبعض أصناف التمور (الرزيز، الخلاص، الخيزري بالمملكة العربية السعودية) أثناء التخزين لمدة 6 أشهر عند 20 ± 2 م. وتبين من النتائج الزيادة في السكريات المختزلة والاختلاف في كمية السكر. ترجع الزيادة المتدرجة في محتويات السكريات المختزلة من الجلوكوز والفركتوز خلال مرحلة نضج الثمار لنشاط إنزيم الانفرتيز Invertase. وتبلغ زيادة تركيز 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 السكر sucrose hydrolysis على جودة القوام في التمور حيث أن درجة هذا التحول إلى جلوكوز

- 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, Gordon 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.
- 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 Institute, Cary, NC, USA.

الخلاصة

يتضح من النتائج إن عملية تخزين ثمار بلح الخلاص في طور الرطب على -20م° يؤثر علي كثير من صفاته الميكانيكية مما يقلل من تقبل المستهلك للثمار المخزنة وأن زيادة فترة التخزين لمدة أكثر من شهرين مما يؤثر علي الرجوعية والزنبركية والمضغ والالتصاق والتماسك والصلابة والقساوة والقوة ومعامل الاختراق ويسبب الانخفاض النسبي في الصلابة والقساوة والقوة مقارنة بالثمار الطازجة.

المراجع

المراجع باللغة العربية:

- الحمدان، عبدالله م. وحسن، بكرى ح. 2002. الخواص الميكانيكية لثمانية أصناف من التمور السعودية. مشروع مدعم من مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية رقم أ ت -18-48.

المراجع باللغة الإنجليزية:

- 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 Faisal 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.

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

ABSTRACT

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

Nabil Bin Saud Al-Baloushi

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 0.11 after 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 results indicated the suitable storage period of this species of date at rutab stage is 2 months at -20C°.

Changes in physical and mechanical properties, type and content of sugars of date palm Khlasi Variety at rutab stage during storage at -20 C° for 2, 5, 8 and 11