

التقرير النهائي :

استخدام تقنية التحكم في غازات وسط التخزين لإطالة العمر التخزيني لتمرور البرحي في مرحلة الخلال على مستوى شبه تجاري

رقم أ ت - ٢٨ - ٨٤

الفترة من ١٤٣٠/٢/١ إلى ١٤٣٣/٢/١ هـ

أ.د./ عبدالله بن محمد الحمدان (باحث رئيس)
أ.د./ بكري حسين حسن (باحث مشارك)
أ.د./ حسن بن عبدالله القحطاني (باحث مشارك)
أ.د./ صبحي محمد إسماعيل (باحث مشارك)

جامعة الملك سعود

١٤٣٣ هـ

جميع حقوق الطبع محفوظة لمدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية. غير مسموح بطبع أي جزء من أجزاء هذا التقرير أو خزنه في أي نظام لخزن المعلومات واسترجاعها أو نقله على أي هيئة أو بأي وسيلة سواء كانت إلكترونية أو شرائط ممغنطة أو ميكانيكية، أو استنساخاً، أو تسجيلاً، أو غيرها إلا بإذن من صاحب حق الطبع. إن كافة الآراء والنتائج والاستنتاجات والتوصيات المذكورة في هذا التقرير هي خاصة بالباحثين ولا تعكس وجهة نظر المدينة.

All Rights Are Reserved to King Abdulaziz City for Science and Technology. No Part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system or transmitted in any form or by any means-electronic, electrostatic magnetic tape, mechanical, photocopying, recording, or otherwise- without the permission of the copyright holders in writing. All views, results, conclusions, and recommendations in this report represent the opinions of the authors and do not reflect opinions of KACST.

شكر وتعريف بالمنحة

الحمد لله رب العالمين، والصلاة والسلام على أشرف الخلق والمرسلين نبينا محمد وعلى آله وصحبه أجمعين. وبعد،

في ختام هذا التقرير النهائي فيسرنا أن نتقدم بوافر الشكر والتقدير لمدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية على تمويلها لهذا المشروع البحثي التطبيقي رقم أ ت - ٢٨-٨٤ بعنوان: استخدام تقنية التحكم في غازات وسط التخزين لإطالة العمر التخزيني لتمرور البرحي في مرحلة الخلال على مستوى شبه تجاري

ونحمد الله على توفيقه لنا في إنجاز هذا المشروع البحثي الذي نتعشم أن يكون رائداً في طريقه لجانب مهم من جوانب الاستفادة من هذه الثروة الغالية "المنجم الأخضر" في صورتها الطازجة باستخدام أحدث التقنيات المتوافرة عالمياً بل وتطويرها وتطويرها لحفظ بلح البرحي طازجاً لعدة أشهر مع إجراء اختبارات وتجارب الخواص الطبيعية والميكانيكية والحرارية للمنتج طوال فترة التخزين. وأن يكون هذا البحث داعماً لمنتجات "عمتنا" النخلة وسبل تطوير الصناعات المرتبطة بها، والتي وبلا شك فإن مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية باع طويل في المساهمة في دعمها.

والشكر موصول لجامعة الملك سعود ممثلة بإدارة كلية علوم الأغذية والزراعة لمؤازرتها وتشجيعها للبحث العلمي، كما نعبر عن شكرنا وتقديرنا لكرسي تقنيات وتصنيع التمور وقسم علوم الأغذية والتغذية والذي ساعد على تهيئة البيئة المناسبة لتنفيذ المشروع البحثي في مراحل المختلفة. كما لا يفوتنا أن نزجي وافر تقديرنا لكل من ساهم في التعاون مع الفريق البحثي لإنجاز هذا العمل من فنيي مختبرات ومحللين اقتصاديين ونخص بالذكر منهم د. خالد عبدالواحد أحمد المدير التنفيذي للمشروع وطالب الماجستير محمود الامشيطي. وما التوفيق إلا من عند الله. وآخر دعوانا أن الحمد لله رب العالمين.

الباحثون

أ.د. عبدالله بن محمد الحمدان

أ.د. بكري حسين حسن

أ.د. حسن بن عبدالله القحطاني

أ.د. صبحي محمد إسماعيل

قائمة المحتويات

الصفحة	العنوان
أ	الغلاف
ب	حقوق الطبع
ج	النخلة.. في آيات
د	شكر وتعريف بالمنحة
هـ	- قائمة المحتويات
ك	- قائمة الجداول
ص	- قائمة الأشكال والرسومات البيانية
ض	- ملخص التقرير باللغة العربية
أأ	- ملخص التقرير باللغة الانجليزية Abstract
١	١ - المقدمة
٢	أهداف المشروع البحثي
٣	٢. المسح الأدبي
٣	٢ - ١ تقنية الأجواء المتحكم بها
١١	٢ - ٢ الخواص الحرارية
١١	٢ - ٢ - ١ معامل التوصيل الحراري
١٦	٢ - ٢ - ٢ معامل الانتشار الحراري (α)
١٧	٢ - ٢ - ٣ الحرارة النوعية (C_p)
٢٧	٢ - ٣ الخواص الطبيعية واللون
٣٠	٢ - ٤ الخواص الميكانيكية
٣٧	٢ - ٥ الجوانب التغذوية
٣٩	٢ - ٦ الدراسات الاقتصادية والتسويقية
٤٢	٣. منهج البحث
٤٢	٣ - ١ المواد وتخطيط التجارب
٤٥	٣ - ٢ الأجهزة
٤٥	٣ - ٢ - ١ بناء غرف التخزين ذات الأجواء المتحكم فيها
٤٥	٣ - ٢ - ١ - ١ أعمال المرافق
٤٧	٣ - ٢ - ١ - ٢ تركيب الغرف
٥١	٣ - ٢ - ٢ اختيار النخيل ونقل العينات إلى المعمل

٥٣	٣- ٢- ٣ استلام العينات في الموقع وفرزها
٥٤	٣- ٢- ٤ إدخال العينات في الغرف
٥٥	٣- ٣ ترميز الصناديق والعينات
٥٥	٣- ٣- ١ ترميز الصناديق
٥٥	٣- ٣- ٢ ترميز العينات
٥٦	٣- ٤ الغرف ومعاملات الأجواء المتحكم بها
٥٧	٣- ٥ قياسات الخواص الطبيعية والميكانيكية والحرارية
٥٧	٣- ٥- ١ الخواص الطبيعية
٥٩	٣- ٥- ٢ الخواص الميكانيكية
٦٢	٣- ٥- ٣ الخواص الحرارية
٦٤	٣- ٦. قياس معدلات التنفس وإنتاج الإيثانول لبلح البرحي
٦٤	٣- ٦- ١ حسابات معدل التنفس للثمار
٦٥	٣- ٦- ٢ حسابات وقياس معدل إنتاج الإيثانول للثمار
٦٦	٣- ٧ الخواص التغذوية والجودة
٦٦	٣- ٧- ١ التقويم الحسي
٦٦	٣- ٧- ٢ تقدير السكريات
٦٧	٣- ٧- ٣ استخلاص وتقدير الإنزيمات
٦٧	أ - إنزيم الإنفرتيز
٦٨	ب - إنزيم البيروكسيديز وإنزيم البولي فينول أوكسيديز
٦٨	٣- ٧- ٤ استخلاص الفينولات الكلية Extraction of Phenolic compounds
٦٩	أ - تقدير الفينولات الكلية
٦٩	ب - استخلاص الأنثوسيانين
٦٩	ج - تقدير نشاط مضادات الأكسدة
٧٠	٣- ٧- ٥ قياس اللون
٧٠	٣- ٨ التحليل الميكروبي
٧٠	٣- ٩ الجوانب الاقتصادية
٧٢	٣- ٩- ١ اختيار عينات الدراسة الميدانية لدراسة الجوانب الاقتصادية والتسويقية لتمور البرحي
٧٢	أ. عينة منتجي تمور البرحي
٧٣	ب. عينة مستهلكي البرحي

٧٣	ج. عينة المحلات والوسطاء المتعاملين في البرحي
٧٣	٣- ٩- ٢ أسلوب جمع استثمارات الاستبيان (المقابلة الميدانية)
٧٣	٣- ٩- ٣ ترميز وتحميل بيانات
٧٤	٤. النتائج والمناقشة
٧٤	٤- ١ معايرة وضبط النظام
٧٦	٤- ٢ استلام الثمار
٨٠	٤- ٣ الخواص الهندسية لبلح البرحي الطازج في الثلاثة مواسم ٢٠٠٩ و ٢٠١٠ و ٢٠١١م:
٨١	٤- ٣- ١ الخواص الطبيعية لثمار البرحي الطازجة
٨١	٤- ٣- ٢ اللون لثمار البرحي الطازجة
٨٢	٤- ٣- ٣ الخواص الميكانيكية لثمار بلح البرحي الطازجة
٨٧	٤- ٣- ٤ الخواص الحرارية لثمار البرحي الطازجة
٨٧	٤- ٣- ١ الحرارة النوعية لثمار البرحي الطازجة
٨٨	٤- ٣- ٢ معامل التوصيل الحراري لثمار البرحي الطازجة
٨٩	٤- ٣- ٣ معامل الانتشار الحراري α لثمار البرحي الطازجة
٩٠	٤- ٤ معدلات التنفس والطاقة وإنتاج الإيثيلين لبلح البرحي الطازج
٩٢	٤- ٥ - تأثير فترة وظروف التخزين على الخواص الهندسية لثمار البرحي لموسم ٢٠١٠م
٩٢	٤- ٥- ١ تأثير فترة وظروف التخزين على كتلة ثمار البرحي
٩٤	٤- ٥- ٢ تأثير فترة وظروف التخزين على المحتوى الرطوبي لثمار البرحي
٩٦	٤- ٥- ٣ تأثير فترة وظروف التخزين على النشاط المائي لثمار البرحي
٩٨	٤- ٥- ٤ تأثير فترة وظروف التخزين على طول ثمار البرحي
٩٩	٤- ٥- ٥ تأثير فترة وظروف التخزين على قطر ثمار البرحي
١٠١	٤- ٥- ٦ تأثير فترة وظروف التخزين على كثافة ثمار البرحي
١٠٢	٤- ٥- ٧ تأثير فترة وظروف التخزين على المساحة السطحية لثمار البرحي
١٠٤	٤- ٥- ٨ تأثير فترة وظروف التخزين على حجم ثمار البرحي
١٠٥	٤- ٥- ٩ تأثير فترة وظروف التخزين على لون ثمار البرحي
١١٤	٤- ٥- ١٠ تأثير فترة وظروف التخزين على الخواص الميكانيكية لثمار البرحي
١١٦	٤- ٥- ١٠- ١ تأثير فترة وظروف التخزين على اختبارات الكبس لثمار البرحي

١٢٤	٤- ٥- ١٠- ٢- تأثير فترة وظروف التخزين على اختبارات الاختراق لثمار البرحي
١٣٢	٤- ٥- ١١- تأثير فترة وظروف التخزين على الخواص الحرارية لثمار البرحي
١٣٢	٤- ٥- ١١- ١- تأثير فترة وظروف التخزين على الحرارة النوعية لثمار البرحي
١٣٦	٤- ٥- ١١- ٢- تأثير فترة وظروف التخزين على معامل التوصيل الحراري لثمار البرحي
١٤٠	٤- ٥- ١١- ٣- تأثير فترة وظروف التخزين على معامل الانتشارية الحرارية لثمار البرحي
١٤٥	٤- ٥- ١١- ٤- نمذجة الخواص الحرارية لثمار بلح البرحي مع فترة وظروف التخزين
١٥٣	٤- ٦- تأثير فترة وظروف التخزين على الجوانب التغذوية والجودة لثمار البرحي
١٥٣	٤- ٦- ١- نسب الثمار السليمة
١٥٨	٤- ٦- ٢- تأثير فترة وظروف التخزين على التقييم الحسي
١٦٠	٤- ٦- ٣- تأثير فترة وظروف التخزين على إنزيمات وسكريات ثمار البرحي
١٦٤	٤- ٦- ٤- تأثير فترة وظروف التخزين على فينولات ثمار البرحي
١٧٤	٤- ٦- ٥- تأثير فترة وظروف التخزين على الحمل الميكروبي لثمار البرحي
١٧٦	٤- ٧- ٧- الدراسة السوقية والاقتصادية للبرحي
١٧٦	٤- ٧- ١- تحليل جانب استهلاك البرحي والطلب عليه
١٧٦	٤- ٧- ١- ١- خصائص مستهلكي البرحي
١٧٨	٤- ٧- ١- ٢- مستوى الدخل واستهلاك البرحي
١٨٠	٤- ٧- ١- ٣- تفضيلات المستهلكين
١٨١	٤- ٧- ١- ٤- الاتجاهات نحو استهلاك البرحي المحفوظ
١٨١	٤- ٧- ١- ٥- إمكانات حفظ البرحي (بلح) في المنزل مجمداً أو مبرداً
١٨٢	٤- ٧- ١- ٦- الاتجاهات نحو إنشاء مشروع حفظ البرحي
١٨٢	٤- ٧- ١- ٧- اتجاهات المستهلكين نحو الشراء من منتجات مشروع حفظ البرحي

١٨٣	٤- ٧- ٢- تحليل جانب إنتاج وعرض البرحي
١٩١	٤- ٧- ٣- واقع واتجاهات تسويق البرحي
١٩١	٤- ٧- ٣- ١- تسويق البرحي محلياً في المملكة العربية السعودية
١٩٢	٤- ٧- ٣- ٢- أسعار البرحي
١٩٤	٤- ٧- ٣- ٣- الفرص التسويقية للبرحي
١٩٤	٤- ٧- ٤- تجار وهيئات تسويق البرحي
١٩٦	٤- ٧- ٤- ١- حجم التعامل في تجارة وتخزين البرحي
١٩٨	٤- ٧- ٤- ٢- تفاوت سعر البرحي
١٩٨	٤- ٧- ٤- ٣- مكانة البرحي في تفضيلات الشراء
١٩٩	٤- ٧- ٥- إمكانات إطالة مدة تسويق البرحي لدى التجار
١٩٩	٤- ٧- ٦- مواصفات الجودة في البرحي
١٩٩	٤- ٧- ٧- اتجاهات التجار نحو إنشاء مشروع لحفظ البرحي
١٩٩	٤- ٧- ٧- اتجاهات التجار نحو إنشاء مشروع لحفظ البرحي
٢٠٢	٤- ٧- ٨- التوجهات للسوق العالمي
٢٠٤	٤- ٧- ٩- دراسة الجدوى المالية لمشروع حفظ البرحي في أجواء متحكم فيها بالمملكة
٢٠٤	٤- ٧- ٩- ١- وصف مشروع حفظ البرحي المقترح
٢٠٦	٤- ٧- ٩- ٢- اعتبارات أساسية مستخلصة من الدراسة السوقية لبلح البرحي في المملكة
٢٠٦	٤- ٧- ٩- ٣- الخطوات الفنية والتسويقية لإنتاج وحفظ وتسويق البرحي
٢١٢	٤- ٧- ٩- ٤- مكونات وعناصر المصنع المناسب
٢٢٠	٤- ٧- ٩- ٥- طاقة المشروع
٢٣٠	٤- ٧- ٩- ٦- التدفقات النقدية السنوية خلال عمر المشروع
٢٣٣	٤- ٧- ٩- ٧- التحليل المالي لمشروع حفظ البرحي
٢٣٥	٤- ٧- ٩- ٨- معايير الجدوى المالية لتخزين البرحي
٢٣٦	٤- ٧- ٩- ٩- تحليل المخاطر واحتمالات الخسائر لمشروع حفظ البرحي
٢٣٨	٤- ٧- ٩- ١٠- الجدوى الاقتصادية لمشروع حفظ البرحي
٢٤٠	٤- ٧- ٩- ١١- مناقشة عوامل نجاح ومعوقات مشروع حفظ البرحي

٢٤٢	٥. المراجع
٢٥٨	٦ - الاستنتاجات والتوصيات
٢٥٨	٦- ١- الاستنتاجات
٢٦١	٦- ٢. التوصيات
٢٦٤	٧ - الملاحق
٢٦٤	٧- ١- استثمارات الجوانب الاقتصادية
٢٦٤	٧- ١- ١- استبيان مزارعي نخيل البرحي (المنتجين):
٢٦٨	٧- ١- ٢- استبيان تجار بلح البرحي (المسوقين)
٢٧٣	٧- ١- ٣- استبيانات مستهلكي البرحي
٢٧٨	٧- ٢- مطوية مطبوعة عن تقنية حفظ البرحي
٢٧٩	الغلاف باللغة الانجليزية.

قائمة الجداول

الرقم	العنوان	الصفحة
جدول ٣ - ١.	التحكم في ظروف تخزين ثمار تمر صنف البرحي في مرحلة الخلال للمواسم المختلفة.	٥٦
جدول ٣ - ٢.	التقويم الحسي لثمار تمر صنف البرحي في مرحلة الخلال.	٦٦
جدول ٤ - ١.	معايرة درجات الحرارة والرطوبة النسبية داخل الغرف.	٧٥
جدول ٤ - ٢.	معايرة مجسات نسب غازي الأكسجين وثنائي أكسيد الكربون داخل غرف التخزين	٧٥
جدول ٤ - ٣.	وصف إحصائي لكميات البرحي المخزنة داخل الغرف المسيطر على أجوائها لموسم ٢٠١٠م في الغرف (١، ٢، ٣، ٤) والغرفة الحاكمة (٥).	٧٦
جدول ٤ - ٤.	الخواص الطبيعية لثمار بلح البرحي الطازج لمزرعتي منطقتي الرياض والقصيم للمواسم الثلاثة.	٨١
جدول ٤ - ٥.	خواص اللون لثمار بلح البرحي الطازج لمنطقتي الرياض ومزرعة القصيم للثلاث مواسم ٢٠٠٩ و ٢٠١٠ و ٢٠١١م	٨٢
جدول ٤ - ٦.	متوسط خواص الكبس الأساسية لثمرة كاملة من البرحي الطازجة لمزرعتي منطقتي الرياض والقصيم في مرحلة الخلال.	٨٤
جدول ٤ - ٧.	متوسط خواص الاختراق الأساسية لثمرة كاملة من البرحي الطازجة لمزرعتي منطقتي الرياض والقصيم في مرحلة الخلال.	٨٥
جدول ٤ - ٨.	متوسط النتائج التجريبية للحرارة النوعية الظاهرية لعينة ثمرة البرحي الطازجة لمزرعتي منطقة الرياض والقصيم في مرحلة الخلال للمواسم الثلاثة.	٨٨
جدول ٤ - ٩.	متوسط النتائج التجريبية لمعامل التوصيل الحراري لعينة ثمرة البرحي الطازجة لمزرعتي منطقة الرياض والقصيم في مرحلة الخلال للمواسم الثلاثة.	٨٨
جدول ٤ - ١٠.	متوسط النتائج التجريبية لمعامل الانتشار الحراري α لثمار البرحي الطازجة لثمرة الكاملة لمزرعتي منطقة الرياض والقصيم في مرحلة الخلال للمواسم الثلاثة	٨٩
جدول ٤ - ١١.	تحليل التباين العملي لكتلة ثمار البرحي مقارنة بالمعاملة الحاكمة باستخدام البرنامج الإحصائي (SAS 9.1).	٩٦
جدول ٤ - ١٢.	تحليل التباين العملي لكتلة ثمار البرحي مع فترات التخزين باستخدام البرنامج الإحصائي (SAS 9.1)	٩٤
جدول ٤ - ١٣.	تحليل التباين العملي للمحتوى الرطوبي على أساس رطب ثمار	٩٥

	البرحي موسم ٢٠١٠م باستخدام البرنامج الإحصائي (SAS 9.1) مقارنة بالمعاملة الحاكمة
٩٦	جدول ٤ -١٤. تحليل التباين العاملي للمحتوى الرطوبي على أساس رطب ثمار البرحي موسم ٢٠١٠م باستخدام البرنامج الإحصائي (SAS 9.1).
٩٧	جدول ٤ -١٥. تحليل التباين العاملي للنشاط المائي ثمار البرحي باستخدام البرنامج الإحصائي (SAS 9.1) مقارنة بالمعاملة الحاكمة للشهر الأول.
٩٧	جدول ٤ -١٦. تحليل التباين العاملي للنشاط المائي ثمار البرحي باستخدام البرنامج الإحصائي (SAS 9.1) لفترة خمسة أشهر.
٩٩	جدول ٤ -١٧. تحليل التباين العاملي طول ثمار البرحي باستخدام البرنامج الإحصائي (SAS 9.1) مقارنة بالمعاملة الحاكمة.
٩٩	جدول ٤ -١٨. تحليل التباين العاملي لطول ثمار البرحي باستخدام البرنامج الإحصائي (SAS 9.1).
١٠٠	جدول ٤ -١٩. تحليل التباين العاملي لقطر ثمار البرحي باستخدام البرنامج الإحصائي (SAS 9.1) مقارنة بالمعاملة الحاكمة.
١٠٠	جدول ٤ -٢٠. تحليل التباين العاملي لطول ثمار البرحي باستخدام البرنامج (SAS 9.1).
١٠٢	جدول ٤ -٢١. تحليل التباين العاملي كثافة ثمار البرحي باستخدام البرنامج الإحصائي (SAS 9.1) مقارنة بالمعاملة الحاكمة.
١٠٢	جدول ٤ -٢٢. تحليل التباين العاملي لكثافة ثمار البرحي باستخدام البرنامج الإحصائي (SAS 9.1).
١٠٣	جدول ٤ -٢٣. تحليل التباين العاملي المساحة السطحية ثمار البرحي باستخدام البرنامج الإحصائي (SAS 9.1) مقارنة بالمعاملة الحاكمة.
١٠٣	جدول ٤ -٢٤. تحليل التباين العاملي للمساحة السطحية ثمار البرحي باستخدام البرنامج الإحصائي (SAS 9.1).
١٠٥	جدول ٤ -٢٥. تحليل التباين العاملي حجم ثمار البرحي باستخدام البرنامج الإحصائي (SAS 9.1) مقارنة بالمعاملة الحاكمة.
١٠٥	جدول ٤ -٢٦. تحليل التباين العاملي لحجم ثمار البرحي باستخدام البرنامج الإحصائي (SAS 9.1).
١٠٧	جدول ٤ -٢٧. تحليل التباين العاملي لمركب اللون *L لثمار البرحي المخزنة باستخدام البرنامج الإحصائي (SAS 9.1) مقارنة بالمعاملة الحاكمة.
١٠٨	جدول ٤ -٢٨. تحليل التباين العاملي لمركب اللون *a لثمار البرحي المخزنة باستخدام البرنامج الإحصائي (SAS 9.1) مقارنة بالمعاملة الحاكمة.

١٠٨	جدول ٤ - ٢٩. تحليل التباين العاملي لمركب اللون *b لثمار البرحي المخزنة باستخدام البرنامج الإحصائي (SAS 9.1) مقارنة بالمعاملة الحاكمة.
١٠٨	جدول ٤ - ٣٠. تحليل التباين العاملي لمركب اللون *L لثمار البرحي المخزنة باستخدام البرنامج الإحصائي (SAS 9.1).
١٠٩	جدول ٤ - ٣١. تحليل التباين العاملي لمركب اللون *b لثمار البرحي المخزنة باستخدام البرنامج الإحصائي (SAS 9.1).
١٠٩	جدول ٤ - ٣٢. تحليل التباين العاملي لمركب اللون *a لثمار البرحي المخزنة باستخدام البرنامج الإحصائي (SAS 9.1).
١١٠	جدول ٤ - ٣٣. تحليل التباين العاملي للفارق الكلي للون عن الأصفر القياسي لثمار البرحي باستخدام البرنامج الإحصائي (SAS 9.1) مقارنة بالمعاملة الحاكمة.
١١١	جدول ٤ - ٣٤. تحليل التباين العاملي للفارق الكلي للون عن الأصفر القياسي لثمار البرحي باستخدام البرنامج الإحصائي (SAS 9.1).
١١٣	جدول ٤ - ٣٥. تحليل التباين العاملي لزاوية تدرج اللون لثمار البرحي المخزنة باستخدام البرنامج الإحصائي (SAS 9.1) مقارنة بالمعاملة الحاكمة.
١١٣	جدول ٤ - ٣٦. تحليل التباين العاملي لصفاء لون ثمار البرحي باستخدام البرنامج الإحصائي (SAS 9.1) مقارنة بالمعاملة الحاكمة.
١١٣	جدول ٤ - ٣٧. تحليل التباين العاملي لمؤشر التحول للون البني لثمار البرحي باستخدام البرنامج الإحصائي (SAS 9.1) مقارنة بالمعاملة الحاكمة.
١١٤	جدول ٤ - ٣٨. تحليل التباين العاملي لزاوية تدرج اللون لثمار البرحي باستخدام (SAS 9.1).
١١٤	جدول ٤ - ٣٩. تحليل التباين العاملي لصفاء لون ثمار البرحي باستخدام البرنامج الإحصائي (SAS 9.1).
١١٤	جدول ٤ - ٤٠. تحليل التباين العاملي لمؤشر التحول للون البني لثمار البرحي باستخدام البرنامج الإحصائي (SAS 9.1).
١٢٠	جدول ٤ - ٤١. تحليل التباين العاملي لمعامل المرونة (نيوتن/مم) لثمار البرحي باستخدام البرنامج الإحصائي (SAS 9.1) مقارنة بالمعاملة الحاكمة.
١٢٠	جدول ٤ - ٤٢. تحليل التباين العاملي القساوة (نيوتن.مم) لثمار البرحي باستخدام البرنامج الإحصائي (SAS 9.1) مقارنة بالمعاملة الحاكمة.
١٢١	جدول ٤ - ٤٣. تحليل التباين العاملي قوة الخضوع الحيوي (نيوتن) لثمار البرحي باستخدام البرنامج الإحصائي (SAS 9.1) مقارنة بالمعاملة الحاكمة.
١٢١	جدول ٤ - ٤٤. تحليل التباين العاملي مدى المرونة (مم) لثمار البرحي باستخدام البرنامج الإحصائي (SAS 9.1) مقارنة بالمعاملة الحاكمة.

١٢١	جدول ٤ -٤٥. تحليل التباين العاملي القوة القصوى (نيوتن) لثمار البرحي باستخدام البرنامج الإحصائي (SAS 9.1) مقارنة بالمعاملة الحاكمة.
١٢١	جدول ٤ -٤٦. تحليل التباين العاملي نقطة التصدع (مم) لثمار البرحي باستخدام البرنامج الإحصائي (SAS 9.1) مقارنة بالمعاملة الحاكمة.
١٢٢	جدول ٤ -٤٧. تحليل التباين العاملي ومدى اللدونة (مم) لثمار البرحي باستخدام البرنامج الإحصائي (SAS 9.1) مقارنة بالمعاملة الحاكمة.
١٢٢	جدول ٤ -٤٨. تحليل التباين العاملي لمعامل المرونة (نيوتن/مم) لثمار البرحي باستخدام البرنامج الإحصائي (SAS 9.1).
١٢٣	جدول ٤ -٤٩. تحليل التباين العاملي القساوة (نيوتن.مم) لبني لثمار البرحي باستخدام البرنامج الإحصائي (SAS 9.1).
١٢٣	جدول ٤ -٥٠. تحليل التباين العاملي قوة الخضوع الحيوي (نيوتن) لثمار البرحي باستخدام البرنامج الإحصائي (SAS 9.1).
١٢٣	جدول ٤ -٥١. تحليل التباين العاملي لمدى المرونة (مم) لثمار البرحي باستخدام البرنامج الإحصائي (SAS 9.1).
١٢٣	جدول ٤ -٥٢. تحليل التباين العاملي للقوة القصوى (نيوتن) لثمار البرحي موسم باستخدام البرنامج الإحصائي (SAS 9.1).
١٢٤	جدول ٤ -٥٣. تحليل التباين العاملي لنقطة التصدع (مم) لثمار البرحي باستخدام البرنامج الإحصائي (SAS 9.1).
١٢٤	جدول ٤ -٥٤. تحليل التباين العاملي لمدى اللدونة (مم) لثمار البرحي باستخدام البرنامج الإحصائي (SAS 9.1).
١٢٨	جدول ٤ -٥٥. تحليل التباين العاملي لقساوة القشرة (نيوتن.مم) لثمار البرحي باستخدام البرنامج الإحصائي (SAS 9.1) مقارنة بالمعاملة الحاكمة.
١٢٨	جدول ٤ -٥٦. تحليل التباين العاملي لقساوة اللب والقشرة (نيوتن.مم) لثمار البرحي المخزنة باستخدام البرنامج الإحصائي (SAS 9.1) مقارنة بالمعاملة الحاكمة.
١٢٨	جدول ٤ -٥٧. تحليل التباين العاملي لمعامل اختراق القشرة (نيوتن/مم) لثمار البرحي المخزنة باستخدام البرنامج الإحصائي (SAS 9.1) مقارنة بالمعاملة الحاكمة.
١٢٩	جدول ٤ -٥٨. تحليل التباين العاملي لمعامل المرونة (نيوتن/مم) لثمار البرحي المخزنة باستخدام البرنامج الإحصائي (SAS 9.1) مقارنة بالمعاملة الحاكمة.
١٢٩	جدول ٤ -٥٩. تحليل التباين العاملي لمعامل اختراق القشرة واللب (نيوتن/مم) لثمار البرحي المخزنة باستخدام البرنامج الإحصائي (SAS 9.1) مقارنة بالمعاملة الحاكمة.

١٢٩	جدول ٤ - ٦٠. تحليل التباين العاملي لقوة اختراق القشرة (نيوتن) لثمار البرحي المخزنة باستخدام البرنامج الإحصائي (SAS 9.1) مقارنة بالمعاملة الحاكمة.
١٢٩	جدول ٤ - ٦١. تحليل التباين العاملي لمعامل المرونة (نيوتن/مم) لثمار البرحي المخزنة باستخدام البرنامج الإحصائي (SAS 9.1) مقارنة بالمعاملة الحاكمة.
١٣٠	جدول ٤ - ٦٢. تحليل التباين العاملي لقساوة القشرة (نيوتن.مم) لثمار البرحي المخزنة باستخدام البرنامج الإحصائي (SAS 9.1).
١٣٠	جدول ٤ - ٦٣. تحليل التباين العاملي قساوة اللب والقشرة (نيوتن.مم) لثمار البرحي المخزنة باستخدام البرنامج الإحصائي (SAS 9.1).
١٣١	جدول ٤ - ٦٤. تحليل التباين العاملي لمعامل اختراق القشرة (نيوتن/مم) لثمار البرحي المخزنة باستخدام البرنامج الإحصائي (SAS 9.1).
١٣١	جدول ٤ - ٦٥. تحليل التباين العاملي لمعامل اختراق القشرة واللب (نيوتن/مم) لثمار البرحي المخزنة باستخدام البرنامج الإحصائي (SAS 9.1).
١٣١	جدول ٤ - ٦٦. تحليل التباين العاملي لقوة اختراق القشرة (نيوتن) لثمار البرحي المخزنة باستخدام البرنامج الإحصائي (SAS 9.1).
١٣١	جدول ٤ - ٦٧. تحليل التباين العاملي لقوة اختراق القشرة واللب (نيوتن) لثمار البرحي المخزنة باستخدام البرنامج الإحصائي (SAS 9.1).
١٣٥	جدول ٤ - ٦٨. تحليل التباين العاملي للحرارة النوعية الظاهرية لثمار البرحي المخزنة باستخدام البرنامج الإحصائي (SAS 9.1) مقارنة بالمعاملة الحاكمة.
١٣٦	جدول ٤ - ٦٩. تحليل التباين العاملي للحرارة النوعية الظاهرية لثمار البرحي المخزنة باستخدام البرنامج الإحصائي (SAS 9.1).
١٣٩	جدول ٤ - ٧٠. تحليل التباين العاملي لمعامل التوصيل الحراري لثمار البرحي المخزنة باستخدام البرنامج الإحصائي (SAS 9.1) مقارنة بالمعاملة الحاكمة.
١٤٠	جدول ٤ - ٧١. تحليل التباين العاملي لمعامل التوصيل الحراري لثمار البرحي المخزنة باستخدام البرنامج الإحصائي (SAS 9.1).
١٤٤	جدول ٤ - ٧٢. تحليل التباين العاملي لمعامل الانتشارية الحرارية لثمار البرحي المخزن باستخدام البرنامج الإحصائي (SAS 9.1) مقارنة بالمعاملة الحاكمة.
١٤٤	جدول ٤ - ٧٣. تحليل التباين العاملي لمعامل الانتشارية الحرارية لثمار البرحي باستخدام البرنامج الإحصائي (SAS 9.1).
١٤٦	جدول ٤ - ٧٤. ثوابت النموذج الرياضي للتنبؤ بالحرارة النوعية لثمار البرحي المخزنة تحت ظروف الأجواء المعدلة.
١٤٦	جدول ٤ - ٧٥. ثوابت النموذج الرياضي للتنبؤ بمعامل التوصيل الحراري لثمار البرحي المخزنة تحت ظروف الأجواء المعدلة.

١٤٦	جدول ٤ -٧٦. ثوابت النموذج الرياضي للتنبؤ بمعامل الانتشار الحراري لثمار البرحي المخزنة تحت ظروف الأجواء المعدل
١٥٩	جدول ٤ -٧٧. نتائج التقييم الحسي لثمار بلح البرحي السليمة من مزرعة منطقة الرياض كدالة لزمن التخزين.
١٥٩	جدول ٤ -٧٨. نتائج التقييم الحسي لثمار بلح البرحي السليمة من مزرعة منطقة القصيم كدالة لزمن التخزين.
١٦١	جدول ٤ -٧٩. نتائج تقدير سكريات للثمار الطازجة والمخزنة من بلح البرحي لمزرعتي منطقة الرياض والقصيم.
١٦٥	جدول ٤ -٨٠. تأثير التخزين في جو معدل على محتوى بلح البرحي (الرياض) من الفينولات ودرجة نشاطها.
١٦٥	جدول ٤ -٨١. تأثير التخزين في جو معدل على محتوى بلح البرحي (الرياض) من الانثوسيانين ودرجة نشاطه.
١٧١	جدول ٤ -٨٢. تأثير التخزين في جو معدل على محتوى بلح البرحي (مزرعة القصيم) من الفينولات ودرجة نشاطها
١٧١	جدول ٤ -٨٣. تأثير التخزين في جو معدل على محتوى بلح البرحي (مزرعة القصيم) من الانثوسيانين ودرجة نشاطه.
١٧٥	جدول ٤ -٨٤. لوغاريثم عدد الميكروبات لكل من عينات برحي الرياض والقصيم خلال فترة التخزين وعند نسب الغازات المختلفة.
١٧٩	جدول ٤ -٨٥. أهم الخصائص الداخلية والإنفاقية الغذائية والإنفاقية على التمور لعينة من مستهلكي التمور في المملكة العربية السعودية عام ١٤٣١هـ.
١٨٩	جدول ٤ -٨٦. متوسط إنتاج المزرعة من البرحي والأهمية النسبية لمختلف منافذ البيع من حيث الكمية والسعر في المملكة العربية السعودية عام ١٤٣١هـ.
١٩٠	جدول ٤ -٨٧. مشكلات تسويق البرحي وسبل مواجهتها من وجهة نظر المنتجين في المملكة العربية السعودية عام ١٤٣١هـ.
١٩١	جدول ٤ -٨٨. اتجاهات منتجي البرحي نحو أهمية مبررات حفظ البرحي في أجواء متحكم فيها عام ١٤٣١هـ.
١٩٥	جدول ٤ -٨٩. بعض الملامح الوصفية لتجار وتجارة البرحي وصور حفظه وتسويقه في المملكة العربية السعودية عام ١٤٣١هـ.
١٩٧	جدول ٤ -٩٠. إجابات التجار الذين يمارسون تخزين وحفظ البرحي وبيعه لاحقاً في عينة من تجار البرحي من الرياض القصيم والخرج في المملكة العربية السعودية عام ١٤٣١هـ.
٢٠٠	جدول ٤ -٩١. آراء تجار التمور في المملكة العربية السعودية حول حفظ البرحي

	ميرادا عام ١٤٣١هـ.
٢٢٠	جدول ٤ - ٩٢. ساعات مستودعات التخزين والمساحات اللازمة لإنشائها للطاقت الإنتاجية الثلاثة.
٢٢١	جدول ٤ - ٩٣. بنود التكاليف الاستثمارية المقدرة للمشروع وفقا للطاقت الإنتاجية الثلاثة بالألف ريال.
٢٢٢	جدول ٤ - ٩٤. تكاليف المستودعات المتحكم فيها والآلات والمعدات بالألف ريال اللازمة لخطوط الإنتاج للطاقت الإنتاجية الثلاث.
٢٢٣	جدول ٤ - ٩٥. احتياجات المشروع من السيارات ووسائل النقل وكذلك تكلفتها.
٢٢٥	جدول ٤ - ٩٦. بنود رأس المال العامل لمختلف الطاقت الإنتاجية للمشروع بالألف ريال.
٢٢٦	جدول ٤ - ٩٧. بنود تكاليف التشغيل السنوية للمشروع وفقا للطاقت الإنتاجية الثلاث (بالألف ريال).
٢٢٨	جدول ٤ - ٩٨. عدد العاملين والأجر السنوي وقيمة الرواتب والأجور وفقا للطاقت الإنتاجية.
٢٢٩	جدول ٤ - ٩٩. تكاليف مواد التعبئة والتغليف (بالريال) للطاقت الإنتاجية الثلاث (١٠٠٠ و ٣٠٠٠ و ٥٠٠٠ طن) للبرحي بالألف ريال سنوياً.
٢٣١	جدول ٤ - ١٠٠. التدفقات النقدية لطاقة ١٠٠٠ طن.
٢٣١	جدول ٤ - ١٠١. التدفقات النقدية لطاقة ٣٠٠٠ طن.
٢٣٢	جدول ٤ - ١٠٢. التدفقات النقدية لطاقة ٥٠٠٠ طن.
٢٣٤	جدول ٤ - ١٠٣. متوسط تكلفة حفظ الطن من البرحي وفق للطاقت إنتاجية مختلفة (١٠٠٠، ٣٠٠٠، ٥٠٠٠ طن سنوياً) موزعة إلى بنودها المختلفة بالألف ريال.
٢٣٦	جدول ٤ - ١٠٤. مؤشرات الجدوى المالية لمشروع حفظ البرحي بطاقت إنتاجية ١٠٠٠ طن، ٣٠٠٠ طن، ٥٠٠٠ طن سنوياً
٢٣٧	جدول ٤ - ١٠٥. مؤشرات تحليل حساسية المشروع زيادة التكلفة الإجمالية بنسبة ١٠٪.
٢٣٧	جدول ٤ - ١٠٦. مؤشرات تحليل حساسية المشروع في حال انخفاض أسعار البيع (البرحي المحفوظ والمفروز) بنسبة ١٠٪.

قائمة الأشكال والرسومات البيانية

الرقم	العنوان	الصفحة
شكل ٣ - ١	مراحل العمل في إنشاء مخازن المتحكم في أجوائها للمشروع البحثي.	٤٣
شكل ٣ - ٢	مخطط خطوات إجراء التجارب خلال فترة المشروع.	٤٣
شكل ٣ - ٣	القياسات التي أجريت على العينات الطازجة والمخزنة.	٤٤
شكل ٣ - ٤	وحدة توليد النيتروجين ووحدة التبريد على القاعدة الخرسانية	٤٥
شكل ٣ - ٥	اختبار وحدة توليد النيتروجين.	٤٥
شكل ٣ - ٦	اختبار وحدة التبريد	٤٥
شكل ٣ - ٧	صور توضح أعمال خطوط المياه والغازات.	٤٦
شكل ٣ - ٨	صورة توضح أعمال خطوط الكهرباء.	٤٦
شكل ٣ - ٩	صور توضح أعمال المرافق الخارجية.	٤٦
شكل ٣ - ١٠	صور توضح استلام المعدات وتفريغها	٤٧
شكل ٣ - ١١	صور عملية تركيب غرف التبريد	٤٨
شكل ٣ - ١٢	صور تركيب الوصلات وأبواب غرف التبريد.	٤٩
شكل ٣ - ١٣	صور تركيب وحدات التبريد والترطيب والمجسات داخل الغرف.	٥٠
شكل ٣ - ١٤	وحدات التحكم بالغازات المرتبطة بالحاسب الآلي.	٥١
شكل ٣ - ١٥	اختيار العينات ونقلها في سيارات مبردة.	٥٢
شكل ٣ - ١٦	استلام العينات في الموقع وفرزها.	٥٣
شكل ٣ - ١٧	صور تخزين العينات داخل الغرف.	٥٤
شكل ٣ - ١٨	ترقيم وترتيب غرف التخزين المتحكم في أجوائها.	٥٦
شكل ٣ - ١٩	قياس الابعاد باستخدام مقياس رقمي للأبعاد الدقيقة.	٥٧
شكل ٣ - ٢٠	ميزان المنصة لقياس الكثافة.	٥٨
شكل ٣ - ٢١	جهاز Aqualab لقياس النشاط المائي.	٥٨
شكل ٣ - ٢٢	فرن التجفيف (تحت تفريغ) لقياس المحتوى الرطوبي.	٥٩
شكل ٣ - ٢٣	جهاز قياس الخواص الميكانيكية واختبارات الكبس والاختراق.	٦٠
شكل ٣ - ٢٤	رسم نموذجي يبين بعض الخصائص المستخلصة من منحنى القوة والمسافة لاختبار الكبس.	٦١
شكل ٣ - ٢٥	رسم نموذجي يبين بعض الخصائص المستخلصة من منحنى القوة والمسافة لاختبار الاختراق.	٦١

٦٣	شكل ٣ - ٢٦. جهاز المسعر الحراري التفاضلي لقياس الحرارة النوعية والسلوك الحراري.
٦٣	شكل ٣ - ٢٧. جهاز كبس وقفل حاويات العينات (يمين) ومن ثم وضع الحاويات المكبوسة في جهاز التقييم للمسعر التفاضلي الحراري المعدل (MDSC) لقياس الخواص الحرارية.
٦٤	شكل ٣ - ٢٨. جهاز قياس معامل التوصيل الحراري.
٦٥	شكل ٣ - ٢٩. جهاز قياس غازي الأكسجين وثاني أكسيد الكربون وجهاز قياس الإيثيلين متصلة بالعبوة المحكمة الغلق لقياس معدل التنفس والإيثيلين لثمار البرحي.
٦٦	شكل ٣ - ٣٠. التقييم الحسي لثمار البرحي في معامل التقييم الحسي.
٦٨	شكل ٣ - ٣١. جهاز قياس كمية الإنزيمات (Polaramiter).
٧٠	شكل ٣ - ٣٢. جهاز قياس اللون (شركة Hunter).
٧٤	شكل ٤ - ١. الجهاز الخارجي لقياس نسب الغازات من خلال فتحة التصريف على باب الغرفة.
٧٧	شكل ٤ - ٢. درجات الحرارة داخل غرف الأجواء المسيطر عليها أثناء فترة تخزين ثمار بلح البرحي من بداية شهر أغسطس إلى نهاية شهر ديسمبر ٢٠١٠م.
٧٧	شكل ٤ - ٣. الرطوبة النسبية داخل الغرف أثناء فترة تخزين ثمار بلح البرحي.
٧٨	شكل ٤ - ٤. نسبة غاز الأكسجين داخل غرف الأجواء المسيطر عليها أثناء فترة تخزين ثمار بلح البرحي.
٧٨	شكل ٤ - ٥. نسبة غاز ثاني أكسيد داخل غرف الأجواء المسيطر عليها أثناء فترة تخزين ثمار بلح البرحي .
٨٣	شكل ٤ - ٦. السلوك الميكانيكي لكبس ثمرة بلح البرحي الطازج.
٨٣	شكل ٤ - ٧. السلوك الميكانيكي لاختراق ثمرة بلح البرحي الطازج
٨٦	شكل ٤ - ٨. منحني السلوك الميكانيكي الناتج من اختبار الكبس لثمار البرحي الطازجة في مرحلة الخلال.
٨٦	شكل ٤ - ٩. منحني السلوك الميكانيكي الناتج من اختبار الاختراق بواسطة الإبرة لثمار برحي الرياض الطازجة في مرحلة الخلال.
٨٧	شكل ٤ - ١٠. الحرارة النوعية لبلح البرحي مع درجة الحرارة باستخدام المسعر الحراري التفاضلي المعدل (MDSC).
٩٠	شكل ٤ - ١١. معدل التنفس لبلح البرحي الطازج عند درجات حرارة تخزين مختلفة.
٩١	شكل ٤ - ١٢. الطاقة الحرارية للتنفس لبلح البرحي الطازج عند درجات حرارة تخزين مختلفة.

٩١	شكل ٤ - ١٣. معدل إنتاج الإيثيلين لبلح البرحي الطازج عند درجات حرارة تخزين مختلفة.
٩٣	شكل ٤ - ١٤. كتلة ثمار البرحي في المعاملات المختلفة كدالة لزمن التخزين (النسب ٢:٢ و ٥:٥ تمثل تركيزات الأكسجين : ثاني أكسيد الكربون (%)).
٩٤	شكل ٤ - ١٥. المحتوى الرطوبي ثمار البرحي في المعاملات المختلفة كدالة لزمن التخزين موسم ٢٠١٠م (النسب ٢:٢ و ٥:٥ تمثل تركيزات الأكسجين : ثاني أكسيد الكربون (%)).
٩٦	شكل ٤ - ١٦. النشاط المائي لثمار البرحي في المعاملات المختلفة خلال فترة التخزين.
٩٨	شكل ٤ - ١٧. التغيير في طول ثمار البرحي في المعاملات المختلفة خلال فترة التخزين.
٩٩	شكل ٤ - ١٨. التغيير في أطوال ثمار البرحي في المعاملات المختلفة خلال فترة التخزين.
١٠١	شكل ٤ - ١٩. التغيير في كثافة ثمار البرحي في المعاملات المختلفة خلال فترة التخزين.
١٠٢	شكل ٤ - ٢٠. التغيير في المساحة السطحية ثمار البرحي في المعاملات المختلفة خلال فترة التخزين.
١٠٤	شكل ٤ - ٢١. التغيير في حجم ثمار البرحي عند المعاملات المختلفة خلال فترة التخزين.
١٠٦	شكل ٤ - ٢٢. التغيير في مركبة اللون a* ثمار البرحي في المعاملات المختلفة خلال فترة التخزين.
١٠٦	شكل ٤ - ٢٣. التغيير في مركبة اللون b* لثمار البرحي في المعاملات المختلفة خلال فترة التخزين.
١٠٧	شكل ٤ - ٢٤. التغيير في مركبة اللون L* لثمار البرحي في المعاملات المختلفة خلال فترة التخزين.
١١٠	شكل ٤ - ٢٥. التغيير في الفارق الكلي للون عن اللون الأصفر القياسي لثمار البرحي في المعاملات المختلفة خلال فترة التخزين.
١١١	شكل ٤ - ٢٦. التغيير في زاوية تدرج اللون لثمار البرحي في المعاملات المختلفة خلال فترة التخزين.
١١٢	شكل ٤ - ٢٧. التغيير في صفاء اللون لثمار البرحي في المعاملات المختلفة خلال فترة التخزين.
١١٢	شكل ٤ - ٢٨. التغيير في مؤشر التحول البني لثمار البرحي في المعاملات المختلفة خلال فترة التخزين.
١١٥	شكل ٤ - ٢٩. منحنيات السلوك الميكانيكي لاختبار كبس ثمار البرحي عند فترات التخزين المختلفة لغرفة ٢:٢ (%CO ₂ :O ₂) لمزرعة منطقة القصيم
١١٥	شكل ٤ - ٣٠. منحنيات السلوك الميكانيكي لاختبار اختراق ثمار البرحي عند فترات التخزين المختلفة لغرفة ٢:٢ (%CO ₂ :O ₂) لمزرعة منطقة القصيم.

١١٦	شكل ٤ - ٣١. التغيير في معامل المرونة لثمار البرحي في المعاملات المختلفة خلال فترة التخزين.
١١٧	شكل ٤ - ٣٢. التغيير في القساوة لثمار البرحي في المعاملات المختلفة خلال فترة التخزين.
١١٧	شكل ٤ - ٣٣. التغيير في قوة الخضوع الحيوي لثمار البرحي في المعاملات المختلفة خلال فترة التخزين.
١١٨	شكل ٤ - ٣٤. التغيير في مدى مرونة ثمار البرحي في المعاملات المختلفة خلال فترة التخزين.
١١٨	شكل ٤ - ٣٥. التغيير في القوة القصوى لثمار البرحي في المعاملات المختلفة خلال فترة التخزين.
١١٩	شكل ٤ - ٣٦. التغيير في نقطة التصدع لثمار البرحي في المعاملات المختلفة خلال فترة التخزين.
١١٩	شكل ٤ - ٣٧. التغيير في مدى اللدونة لثمار البرحي في المعاملات المختلفة خلال فترة التخزين.
١٢٥	شكل ٤ - ٣٨. التغيير في قساوة القشرة (نيوتن.مم) لثمار البرحي في المعاملات المختلفة خلال فترة التخزين
١٢٥	شكل ٤ - ٣٩. التغيير في قساوة اللب والقشرة (نيوتن.مم) لثمار في المعاملات المختلفة خلال فترة التخزين
١٢٦	شكل ٤ - ٤٠. التغيير في معامل اختراق القشرة (نيوتن/مم) لثمار البرحي في المعاملات المختلفة خلال فترة التخزين.
١٢٦	شكل ٤ - ٤١. التغيير في معامل اختراق القشرة واللب (نيوتن/مم) لثمار البرحي في المعاملات المختلفة خلال فترة التخزين.
١٢٧	شكل ٤ - ٤٢. التغيير في قوة اختراق القشرة (نيوتن) لثمار البرحي في المعاملات المختلفة خلال فترة التخزين.
١٢٧	شكل ٤ - ٤٣. التغيير في وقوة اختراق اللب والقشرة (نيوتن) لثمار البرحي في المعاملات المختلفة خلال فترة التخزين
١٣٢	شكل ٤ - ٤٤. التغيير في الحرارة النوعية لثمار البرحي في المعاملات المختلفة خلال فترة التخزين عند درجة حرارة صفر °م.
١٣٣	شكل ٤ - ٤٥. التغيير في الحرارة النوعية لثمار البرحي المخزنة في المعاملات المختلفة خلال فترة التخزين عند درجة حرارة ٥ °م.
١٣٣	شكل ٤ - ٤٦. التغيير في الحرارة النوعية لثمار البرحي في المعاملات المختلفة خلال فترة التخزين عند درجة حرارة ١٥ °م.

١٣٤	شكل ٤ -٤٧. التغيير في الحرارة النوعية لثمار البرحي في المعاملات المختلفة خلال فترة التخزين عند درجة حرارة ٢٥ °م.
١٣٤	شكل ٤ -٤٨. التغيير في الحرارة النوعية لثمار البرحي في المعاملات المختلفة خلال فترة التخزين عند درجة حرارة ٤٠ °م.
١٣٦	شكل ٤ -٤٩. التغيير في معامل التوصيل الحراري لثمار البرحي في المعاملات المختلفة خلال فترة التخزين عند درجة حرارة صفر °م.
١٣٧	شكل ٤ -٥٠. التغيير في معامل التوصيل الحراري لثمار البرحي في المعاملات المختلفة خلال فترة التخزين عند درجة حرارة ٥ °م.
١٣٧	شكل ٤ -٥١. التغيير في معامل التوصيل الحراري لثمار البرحي في المعاملات المختلفة خلال فترة التخزين عند درجة حرارة ١٥ °م.
١٣٨	شكل ٤ -٥٢. التغيير في معامل التوصيل الحراري لثمار البرحي في المعاملات المختلفة خلال فترة التخزين عند درجة حرارة ٢٥ °م.
١٣٨	شكل ٤ -٥٣. التغيير في معامل التوصيل الحراري لثمار البرحي في المعاملات المختلفة خلال فترة التخزين عند درجة حرارة ٤٠ °م.
١٤١	شكل ٤ -٥٤. التغيير في معامل الانتشارية الحرارية لثمار البرحي في المعاملات المختلفة خلال فترة التخزين عند درجة حرارة صفر °م.
١٤١	شكل ٤ -٥٥. التغيير في معامل الانتشارية الحرارية لثمار البرحي في المعاملات المختلفة خلال فترة التخزين عند درجة حرارة ٥ °م.
١٤٢	شكل ٤ -٥٦. التغيير في معامل الانتشارية الحرارية لثمار البرحي في المعاملات المختلفة خلال فترة التخزين عند درجة حرارة ١٥ °م.
١٤٢	شكل ٤ -٥٧. التغيير في معامل الانتشارية الحرارية لثمار البرحي في المعاملات المختلفة خلال فترة التخزين عند درجة حرارة ٢٥ °م.
١٤٣	شكل ٤ -٥٨. التغيير في معامل الانتشارية الحرارية لثمار البرحي المخزنة في المعاملات المختلفة خلال فترة التخزين عند درجة حرارة ٤٠ °م.
١٤٧	شكل ٤ -٥٩. التغيير في الحرارة النوعية لثمار البرحي بدلالة درجة الحرارة وزمن التخزين لثمار البرحي من مزرعة منطقة القصيم تحت ظروف تخزين الغازات بنسبة ٢:٢ "O ₂ /CO ₂ ".
١٤٧	شكل ٤ -٦٠. التغيير في الحرارة النوعية لثمار البرحي بدلالة درجة الحرارة وزمن التخزين لثمار البرحي من مزرعة منطقة القصيم تحت ظروف تخزين الغازات بنسبة ٥:٥ "O ₂ /CO ₂ ".
١٤٨	شكل ٤ -٦١. التغيير في الحرارة النوعية لثمار البرحي بدلالة درجة الحرارة وزمن التخزين لثمار البرحي من مزرعة منطقة الرياض تحت ظروف تخزين الغازات

	بنسبة ٢:٢ "٪ ثاني أكسيد الكربون: ٪ أكسجين".
١٤٨	شكل ٤ - ٦٢. التغيير في الحرارة النوعية لثمار البرحي بدلالة درجة الحرارة وزمن التخزين لثمار البرحي من مزرعة منطقة الرياض تحت ظروف تخزين الغازات بنسبة ٢:٢ "٪ ثاني أكسيد الكربون: ٪ أكسجين"
١٤٩	شكل ٤ - ٦٣. التغيير في معامل التوصيل الحراري لثمار البرحي بدلالة درجة الحرارة وزمن التخزين لثمار البرحي من مزرعة منطقة القصيم تحت ظروف تخزين الغازات بنسبة ٢:٢ "٪ ثاني أكسيد الكربون: ٪ أكسجين"
١٤٩	شكل ٤ - ٦٤. التغيير في معامل التوصيل الحراري لثمار البرحي بدلالة درجة الحرارة وزمن التخزين لثمار البرحي من مزرعة منطقة القصيم تحت ظروف تخزين الغازات بنسبة ٥:٥ "٪ ثاني أكسيد الكربون: ٪ أكسجين"
١٥٠	شكل ٤ - ٦٥. التغيير في معامل التوصيل الحراري لثمار البرحي بدلالة درجة الحرارة وزمن التخزين لثمار البرحي من مزرعة منطقة الرياض تحت ظروف تخزين الغازات بنسبة ٢:٢ "٪ ثاني أكسيد الكربون: ٪ أكسجين".
١٥٠	شكل ٤ - ٦٦. التغيير في معامل التوصيل الحراري لثمار البرحي بدلالة درجة الحرارة وزمن التخزين لثمار البرحي من مزرعة منطقة الرياض تحت ظروف تخزين الغازات بنسبة ٢:٢ "٪ ثاني أكسيد الكربون: ٪ أكسجين"
١٥١	شكل ٤ - ٦٧. التغيير في معامل الانتشارية الحرارية لثمار البرحي بدلالة درجة الحرارة وزمن التخزين لثمار البرحي من مزرعة القصيم تحت ظروف الغازات بنسبة ٢:٢ "٪ O_2/CO_2 .
١٥١	شكل ٤ - ٦٨. التغيير في معامل الانتشارية الحرارية لثمار البرحي بدلالة درجة الحرارة وزمن التخزين لثمار البرحي من مزرعة منطقة القصيم تحت ظروف تخزين الغازات بنسبة ٥:٥ "٪ ثاني أكسيد الكربون: ٪ أكسجين".
١٥٢	شكل ٤ - ٦٩. التغيير في معامل الانتشارية الحرارية لثمار البرحي بدلالة درجة الحرارة وزمن التخزين لثمار البرحي من مزرعة القصيم تحت ظروف الغازات بنسبة ٢:٢ "٪ O_2/CO_2 .
١٥٢	شكل ٤ - ٧٠. التغيير في معامل الانتشارية الحرارية لثمار البرحي بدلالة درجة الحرارة وزمن التخزين لثمار البرحي من مزرعة منطقة الرياض تحت ظروف تخزين الغازات بنسبة ٢:٢ "٪ ثاني أكسيد الكربون: ٪ أكسجين"
١٥٤	شكل ٤ - ٧١. صور عينة من الثمار على الشمراخ قبل الفرز (أعلى يمين) وبعد فصل الثمار إلى سليم وذابل ورطب (أعلى يسار)؛ والفريق البحثي يناقش النتائج بعد خمسة أشهر من تخزين ثمار مزرعة منطقة الرياض (أسفل يمين) وأمامه عينة من البلح "السليم" وأخرى من الرطب (أسفل يسار).

١٥٥	شكل ٤ - ٧٢. نسبة الثمار السليمة في المعاملة الحاكمة بالنسبة لثمار برحي منطقتي الرياض والقصيم.
١٥٦	شكل ٤ - ٧٣. نسبة الثمار الرطبة في المعاملة الحاكمة بالنسبة لثمار برحي منطقتي الرياض والقصيم.
١٥٦	شكل ٤ - ٧٤. نسبة الثمار الذابلة (المنكمشة) في المعاملة الحاكمة بالنسبة لثمار برحي منطقتي الرياض والقصيم.
١٥٧	شكل ٤ - ٧٥. نسبة الثمار السليمة والثمار غير السليمة في المعاملات المختلفة بالنسبة لثمار برحي مزرعة منطقة الرياض كدالة لزمان التخزين.
١٥٧	شكل ٤ - ٧٦. نسبة الثمار السليمة والثمار غير السليمة في المعاملات المختلفة بالنسبة لثمار برحي مزرعة منطقة القصيم كدالة لزمان التخزين حتى ١٢٠ يوم.
١٦٢	شكل ٤ - ٧٧. نشاط إنزيم بولي فينول أكسيداز للثمار الطازجة والمخزنة لبرحي الرياض المخزن عند نسب غازات (٢٪ CO_2 : ٢٪ O_2).
١٦٢	شكل ٤ - ٧٨. نشاط إنزيم بولي فينول أكسيداز للثمار الطازجة والمخزنة لبرحي الرياض المخزن عند نسب غازات (٥٪ CO_2 : ٥٪ O_2).
١٦٣	شكل ٤ - ٧٩. نشاط إنزيم بولي فينول أكسيداز للثمار الطازجة والمخزنة لبرحي القصيم المخزن عند نسب غازات (٢٪ CO_2 : ٢٪ O_2).
١٦٣	شكل ٤ - ٨٠. نشاط إنزيم بولي فينول أكسيداز للثمار الطازجة والمخزنة لبرحي القصيم المخزن عند نسب غازات (٥٪ CO_2 : ٥٪ O_2).
١٦٧	شكل ٤ - ٨١. حركيات تفاعل الشق الحر (DPPH) مع الفينولات المستخلصة من بلح البرحي (الرياض) خلال التخزين في جو معدل من الغازات (٥ ٪ أكسجين: ٥ ٪ ثاني أكسيد الكربون).
١٦٧	شكل ٤ - ٨٢. حركيات تفاعل الشق الحر (DPPH) مع الفينولات المستخلصة من بلح البرحي خلال التخزين في جو معدل من الغازات (٢ ٪ أكسجين: ٢ ٪ ثاني أكسيد الكربون).
١٦٨	شكل ٤ - ٨٣. حركيات تفاعل الشق الحر (DPPH) مع الأنثوسيانين المستخلص من بلح البرحي (الرياض) خلال التخزين في جو معدل من الغازات (٥ ٪ أكسجين : ٥ ٪ ثاني أكسيد الكربون).
١٦٨	شكل ٤ - ٨٤. حركيات تفاعل الشق الحر (DPPH) مع الأنثوسيانين المستخلص من بلح البرحي (الرياض) خلال التخزين في جو معدل من الغازات (٢ ٪ أكسجين : ٢ ٪ ثاني أكسيد الكربون).
١٦٩	شكل ٤ - ٨٥. حركيات تفاعل الشق الحر (DPPH) مع الأنثوسيانين المستخلص من بلح البرحي (الرياض) خلال التخزين في جو معدل من الغازات (٢ ٪ أكسجين : ٢ ٪ ثاني أكسيد الكربون).

	٪ ثاني أكسيد الكربون).
١٧٢	شكل ٤- ٨٦ حركيات تفاعل الشق الحر (DPPH) مع الفينولات المستخلصة من بلح البرحي (مزرعة القصيم) خلال التخزين في جو معدل من الغازات (٥ ٪ أكسجين: ٥ ٪ ثاني أكسيد الكربون).
١٧٢	شكل ٤- ٨٧ حركيات تفاعل الشق الحر (DPPH) مع الفينولات المستخلصة من بلح البرحي (مزرعة القصيم) خلال التخزين في جو معدل من الغازات (٢ ٪ أكسجين: ٢ ٪ ثاني أكسيد الكربون).
١٧٣	شكل ٤- ٨٨ حركيات تفاعل الشق الحر (DPPH) مع الأنثوسيانين المستخلص من بلح البرحي (مزرعة القصيم) خلال التخزين في جو معدل من الغازات (٥ ٪ أكسجين: ٥ ٪ ثاني أكسيد الكربون).
١٧٤	شكل ٤- ٨٩ حركيات تفاعل الشق الحر (DPPH) مع الانثوسيانين المستخلص من بلح البرحي (مزرعة القصيم) خلال التخزين في جو معدل من الغازات (٢ ٪ أكسجين: ٢ ٪ ثاني أكسيد الكربون).
١٧٧	شكل ٤- ٩٠. رسم بياني يوضح خصائص عينة مستهلكي التمور عام ١٤٣١هـ المصدر: جمعت وحسبت من بيانات ميدانية لاستبيانات عينة من المستهلكين عام ١٤٣١هـ.
١٨٥	شكل ٤- ٩١. أشكال بيانية توضح خصائص عينة منتجي البرحي المصدر: جمعت وحسبت من بيانات ميدانية لاستبيانات عينة من المنتجين، ١٤٣١هـ.
١٨٧	شكل ٤- ٩٢. تظليل عذوق ثمار البرحي في بعض مزارع القصيم وحائل لتأخير نضجها لفترة ٢- ٣ أسابيع
١٩٣	شكل ٤- ٩٣. متوسط سعر بلح البرحي كدالة في الزمن. (المصدر: وزارة الزراعة، ٢٠٠٩).
٢٠٧	شكل ٤- ٩٤. مخطط مراحل استلام البرحي الطازج ومعاملات وحفظ وقياس جودة البرحي قبل التخزين.
٢١٩	شكل ٤- ٩٥. مخطط نموذجي لمستودعات ذات تقنية الأجواء المتحكم بها لحفظ البرحي الطازج وتشمل التبريد المبدئي وصالة الفرز والتجهيز. (الحقوق محفوظة للفريق البحثي).

المخلص

تم تنفيذ هذا المشروع بشكل متكامل، والذي أثمر عن نجاح حفظ بلح البرحي (الأصفر) طازجا في المخازن بتقنية الأجواء المتحكم بها، وحتى خمسة أشهر من التخزين لموسم ٢٠١٠م. كما تم تنفيذ وإجراء الإضافات التالية عن المقترح الأصلي للمشروع، وهي:

(١) إقامة أربعة مخازن أجواء متحكم فيها إضافية (ليكون إجمالي المخازن سبعة بدلاً من ثلاثة) بالاستفادة من فرق العملة ذلك الوقت وكفاءة إدارة الموارد المتاحة. وقد تم استغلال تلك المخازن في التجارب المبدئية للمعاملات المختلفة وكذلك في التجارب الأساسية.

(٢) إضافة أجهزة التحكم في الرطوبة النسبية لجميع المخازن، والتي شملت الحساسات وأجهزة الترطيب وأجهزة التحكم الآلية.

(٣) إجراء التجارب للثمار الطازجة والتخزين لموسمين إضافيين (٢٠٠٩ و ٢٠١١م)، والتي واجهتها بعض التحديات الفنية، وهي مفصلة في متن التقرير.

(٤) إضافة اختبارات أخرى في الجانب التغذوي هي:

أ. التحليل الميكروبي لثمار البرحي الطازجة والمخزنة والتي اشتملت على العد الكلي للميكروبات والخمائر والأعفان.

ب. تقدير نشاط مضادات الأكسدة التي اشتملت على الفينولات الكلية والأنثوسيانين متضمنة حركيات تفاعل الشق الحر (DPPH) مع الفينولات والانثوسيانين.

يشمل التقرير الفني النهائي مقدمة وأهداف المشروع ومسحا أدبيا، ومنهج البحث، إضافة إلى عرض النتائج والمناقشة، ويعقبه أهم الاستنتاجات والتوصيات، بالإضافة إلى قائمة المراجع والملاحق.

تم الترتيب لتوريد بلح البرحي الطازج من مزرعتين بمنطقتي الرياض والقصيم، ومن ثم التخزين داخل غرف متحكم في أجوائها عند درجة حرارة صفر °م، حيث تم التحكم في نسب غازاتها (٢:٢) و (٥:٥) (O₂:CO₂) (حجم/حجم)، إضافة إلى تخزين الثمار في غرفة تخزين مبردة (الظروف الحاكمة عند نسب الغازات في الهواء الجوي العادي (٢١,٢ : ٠,٠٣ % CO₂:O₂ و صفر °م).

في الجوانب الهندسية لتشغيل المشروع، تم معايرة وضبط نظام التخزين تحت الأجواء المسيطر عليها، وقياس ظروف التخزين المختلفة التي اشتملت على درجة الحرارة ونسب غازي الأكسجين وثنائي أكسيد الكربون، إضافة إلى الرطوبة النسبية طوال فترة التخزين والتي امتدت لمائة وخمسين يوماً (5 أشهر) لثمار برحي مزرعة منطقة الرياض، ومائة وعشرين يوماً (4 أشهر) لثمار برحي مزرعة منطقة القصيم.

وقد تم قياس الخواص الهندسية لبلح البرحي الطازج والمخزن والتي اشتملت على الخواص الطبيعية والميكانيكية والحرارية كدالة لظروف وزمن التخزين. تضمنت الخواص الطبيعية كل من الكتلة والكثافة والقطر والطول والحجم والمساحة السطحية ولون الثمار. أما الخواص الميكانيكية فقد اشتملت على اختباري الكبس والاختراق وحسابات معامل المرونة، نقطة الخضوع الحيوي، النقطة القصوى ونقطة التصدع ومعامل الاختراق والقساوة. أما الخواص الحرارية فقد اشتملت على كل من الحرارة النوعية ومعامل التوصيل الحراري ومعامل الانتشار الحراري. وتم عرض جميع نتائج الخواص الهندسية كدالة لظروف وزمن التخزين. كما تم قياس وعرض نتائج معدلات التنفس وإنتاج الإيثيلين لبلح البرحي الطازج كدالة لدرجة الحرارة. كما تم فرز عينات من ثمار البرحي المخزنة شهرياً وتصنيفها إلى ثمار سليمة ممتازة وأخرى ثمار رطبة جزئياً أو كلياً (ناضجة جزئياً أو كلياً في مرحلة الرطب) وثمار ذابلة (مجمعة أو منكمشة)، ورسم النتائج التجريبية كدالة لظروف وزمن التخزين. ودلت النتائج على تأثير طفيف لفترة التخزين على معظم هذه الخواص كنتيجة طبيعية لاستمرار العمليات الحيوية للثمار ولكن عند حدها الأدنى.

في الجوانب التغذوية والجودة، تم قياس المحتوى الرطوبي والنشاط المائي والسكريات المختزلة (جلوكوز وفركتوز) وغير المختزلة (سكروز) واستخلاص وتقدير الإنزيمات التي شملت الإنفرتيز والبيروكسيديز والبولي فينول أكسيداز لثمار البرحي الطازجة والمخزنة تحت الأجواء المسيطر عليها وظروف الجو الحاكم. كما تم تقدير نشاط مضادات الأكسدة التي اشتملت على الفينولات الكلية والأنثوسيانين. كذلك تم التحليل الميكروبي لثمار البرحي الطازجة والمخزنة والتي اشتملت على العد الكلي للميكروبات والخمائر والأعفان. كما تم تقويم عينات ثمار البرحي الطازجة والمخزنة تقويماً حسيماً (اللون، الطعم، القوام، القبول العام). وعرضت جميع النتائج التي تم الحصول عليها بدلالة ظروف وزمن التخزين. وكما هو الحال لنتائج الخواص الهندسية فقد تأثرت كذلك الخواص التغذوية والجودة لفترة التخزين كنتيجة

طبيعية لاستمرار العمليات الحيوية للثمار ولكن عند الحد الأدنى لهذه العمليات كما بينته بيانات ونتائج هذا المشروع.

في الدراسة السوقية والاقتصادية، تم تحليل جوانب استهلاك البرحي والطلب عليه والتي تناولت خصائص مستهلكي البرحي ومستوى الدخل واستهلاك البرحي وتفضيلات المستهلكين والاتجاهات نحو استهلاك البرحي المخزن وممكنات حفظ البرحي منزلياً. كذلك تضمنت الدراسة مدى تأثير إنشاء مشروع لحفظ البرحي بالتخزين المبرد تحت الأجواء المسيطر عليها واتجاهات المستهلكين نحو الشراء من منتجات المشروع. هذا إضافة إلى تحليل جانب إنتاج وعرض البرحي وتم كذلك تحليل واقع واتجاهات تسويق البرحي محلياً وعالمياً. وأثبتت دراسة مؤشرات الجدوى المالية لمشروع حفظ البرحي نجاحه اقتصادياً حيث كانت قيم معدلات العائد الداخلي (IRR) عالية وهي ٣٠، ٥٥، و ٦٧ للطاقت الإنتاجية ١٠٠٠ طن، ٣٠٠٠ طن، و ٥٠٠٠ طن سنوياً، على الترتيب. وهذا على اعتبار سعر شراء كيلو البرحي ٥ ريال بينما سعر البيع المتحفظ هو ١٥ ريال فقط للكيلوجرام من البرحي بعد تخزينه، وأن سعر بيع البرحي الناتج من الفرز هو ٥ ريال للكيلوجرام.

وبصفة عامة تشير نتائج المؤشرات التي تم تقييمها إلى جدوى المشروع فنياً ومالياً في جميع الحالات المدروسة. يؤمل أن يستفاد من هذا المشروع شبه التجاري في مشاريع تجارية رائدة تفيد مزارعي نخيل البرحي الذين يعانون من انخفاض أسعاره خلال الموسم غالباً بسعر التكلفة أو أقل ومسوقي البرحي لإطالة فترة عرض المنتج لعدة أشهر إضافية ومستهلكي ومحبي بلح البرحي. كما يؤمل أن تساهم هذه التقنية في رفع القيمة التسويقية للمشروع عبر حفظ عدة محاصيل أخرى بهذه التقنية بعد انتهاء مخزون البرحي وذلك للفترة المتبقية من استنفاد مخزون البرحي وحتى حلول موسم التمور الجديد.

ABSTRACT

This project has been completely and successfully executed with a major outcome of successful preservation of fresh Barhi dates at Balah stage of maturity (yellow crunchy fruits) using controlled atmosphere (CA) technology in fully controlled state of the art cold stores, for a period of up to five months during the 2010 date production season. The project included the implementation of the following significant additions to the original proposal that include:

- (1) Four extra controlled atmosphere cold stores were built in addition to the originally proposed three CA cold stores to allow availability of seven CA cold stores for running the semi-commercial experimental work. This significant addition was made possible by taking the advantage of currency differences at the time the of cold stores construction phase and best utilization of resources. All seven CA cold stores were utilized in preliminary and final semi-commercial experimental treatments.
- (2) Addition of controlled relative humidity instrumentations for all CA cold stores. The devices included humidity sensors, humidifiers and automatic control.
- (3) The semi-commercial experimental test runs were performed for an extra two seasons (2009 and 2011). Some technical challenges were encountered during those two seasons that will be elaborated further in the results section.
- (4) Addition of more experimental tests in the nutritional section, namely,:
 - a. Microbial analysis of fresh and stored Barhi fruits which included total microbial count, yeasts and mold.
 - b. Determination of antioxidant including total phenols and anthocyanins, and reaction kinetics of free radicals (DPPH).

This final report includes an introduction, project objectives, literature review, research methodology in addition to results and discussion, the most important conclusions and recommendations and list of references, and appendix.

The fresh Barhi balah was procured from two specialized date farms in Riyadh and Qasem regions. Date fruits were then stored in the fully controlled CA stores at zero ($^{\circ}\text{C}$), and two oxygen to carbon dioxide gases ratios (2:2 and 5:5 ($\text{O}_2:\text{CO}_2$), (volume:volume)), in addition to a normal atmosphere store (21.2:0.30 ($\text{O}_2:\text{CO}_2$), (volume:volume) at zero ($^{\circ}\text{C}$)).

In the engineering operational side of the project, the CA storage system was calibrated and controlled, and measurement of different storage conditions were reported including temperature, ratios of oxygen and carbon dioxide gases, in addition to relative humidity throughout the storage period which extended to 150 days (5 months) for Barhi balah fruits from the Riyadh region farm, and to 120 days (4 months) for Barhi balah fruits from the Qasem region farm.

Engineering properties of the stored fresh Barhi balah (khalal) fruits, namely, physical, mechanical and thermal properties as a function of storage period and condition were measured experimentally. The physical properties of date fruits included mass, density, diameter, length, volume, surface area, and color. Whereas mechanical properties included compression and penetration tests and determination of modulus of elasticity, bio-yield point, maximum point, rupture point, penetration modulus and hardness. Measured thermal properties included specific heat, thermal conductivity and thermal diffusivity. All measured engineering properties were reported as a function of storage time and conditions. Fresh Barhi balah fruits rate of respiration and ethylene production as a function of temperature were experimentally measured and results were reported. The stored Barhi balah fruits were sorted monthly into intact excellent fruits, partially or totally moistened fruits (partially ripe or totally ripe into the Rutab stage of maturity) or wrinkled fruits (wilted), and experimental results were presented as a function of storage period and conditions. Experimental results indicated minor effect of the storage period on most

of these properties, as a natural outcome of the continuing bioprocesses in the fruits but at the minimum level.

In the nutritional and quality aspects of the project, several experimental measurements were performed for the fresh, CA stored, and ordinary (control) stored Barhi balah fruits including moisture content, water activity, reduced sugars (glucose and fructose) and non-reduced sugars (sucrose), and enzymes extraction and quantification including invertase, peroxidase and polyphenol oxidase. Microbial analysis was also carried out for the fresh and stored date fruits including total microbial count, yeast and molds. Sensory evaluation (color, taste, texture, and overall acceptability) was also carried out for the fresh and stored Barhi balah fruits, and results were reported as a function of storage period and condition. As in the case of the engineering properties, the nutritional and quality properties of date fruits were also affected by the storage period and conditions as a result of the continual bioprocesses of the fruits but the effects were also minimal as supported with the given data.

In the marketing and economic aspects of the project, analysis was performed for the demand of Barhi balah fruit and the market supply. Consumption and demand of Barhi balah was studied and analyzed based on consumers properties, income level, Barhi consumption, preferences of consumers, and consumers trends toward consumption of stored Barhi balah and possibilities of preserving Barhi balah at home. The study also explored the effect of establishment of a Barhi balah CA cold storage preservation project and trends of consumers toward buying the project products. In the supply aspects, the Barhi balah producer's side was analyzed including supply of the project with high quality fresh Barhi dates during the production season, and the possible purchase values. The marketing study also covered the analysis of the actual situation and trends in marketing Barhi balah locally and globally.

Indicators and criteria of the financial feasibility analysis of the project for preservation of Barhi balah fruits under CA conditions based on highest technical standards, proved the favorable financial and economic feasibility of the project. The estimated internal rate of return (IRR) were high amounting to 30%, 55%, and 67% for the annual production capacities 1000, 3000, and 5000 tons, respectively. This was estimated based on a purchase price of 5 SR per kg of fresh Barhi balah during the production season, and a selling price of 15 SR per kg for the stored Barhi balah, and a 5 SR per kg for the sorted partially or totally matured (moistened) fruits.

In general, all evaluated indicators do favor the technical, financial and economic feasibility of the project in all studied situations. It is hoped that the outcome of this semi-commercial project study will be usefully utilized in establishment of pioneering state of the art CA projects for preservation of fresh Barhi balah fruits at a commercial level in the Kingdom of Saudi Arabia. This will be tremendously useful for Barhi palm trees farmers in the kingdom who presently suffer from low prices of Barhi dates during production season, which decrease to levels often lower than its production cost. This project also offers a very valuable opportunity for Barhi balah marketers in the kingdom to lengthen the product supply period for extra months resulting in a very favorable timing and pricing marketing equilibration. On the other hand it offers Barhi balah consumers a favorable commodity for a longer time span and with reasonable prices. It is also hoped that this project will contribute in increasing the value added in the marketing chain for several more other products that can be stored using the same CA technology following the preservation period for the Barhi balah fruits until the following date production season. This will add more income not considered in its financial feasibility indicators, which in turn further contribute in the possibilities of the project success and feasibility.

١. المقدمة

التمور هي الفاكهة الأكثر إنتاجاً بالملكة العربية السعودية، حيث يربو إنتاجها السنوي على أكثر من مليون طن تمثل أكثر من ٥٠٪ من الإنتاج السنوي الكلي للفاكهة (وزارة الزراعة، ٢٠١١م). ويفوق العدد الكلي لأشجار النخيل بالملكة ثلاث وعشرون مليون نخلة موزعة على مناطق المملكة المختلفة من أهمها مناطق الرياض والشرقية والقصيم وعسير والمدينة المنورة وحائل ومكة المكرمة. كما يبلغ عدد أصناف التمور المنتجة بالملكة حوالي ٤٠٠ صنفاً منها حوالي ٦٠ صنفاً هي الأكثر شيوعاً وإنتاجاً. وبلغت المساحة المزروعة بالنخيل في المملكة العربية السعودية حوالي ١٥٦ ألف هكتار عام ٢٠١٠م. كما وصل إنتاج المملكة من التمور إلى نحو ١,٠٠٨ مليون طن بنسبة ١٢,٨٪ من الإنتاج العالمي البالغ نحو ٧,٨٦ مليون طن عام ٢٠١٠م.

ويذكر التعداد الزراعي الإحصائي الشامل لعام ١٩٩٩م أن أعداد نخيل لصنف البرحي ٣٠٩,٥ ألف نخلة منها ١٨٢,١ ألف نخلة مثمرة كانت تنتج حوالي ٢٧ ألف طن من بلح البرحي الطازج في ذلك العام. وباعتبار أن النمو السنوي ٤,٥٪ فيكون الإنتاج التقديري لنخيل البرحي ٤٣,٨٢ ألف طن من التمور لعام ٢٠١٠م باعتبار أن متوسط إنتاجية نخلة البرحي ١٥٠ كجم من الثمار الطازجة في مرحلة الخلال (البلح أو البس أصفر اللون).

بدأ قطاع تصنيع التمور في المملكة عام ١٣٨٤هـ (١٩٦٤م) بإنشاء أول مصنع لمعالجة وفرز وتعبئة وتغليف وكبس التمور وذلك في مرحلة "التمر" (الكامل النضج). وقد نما هذا القطاع خلال العقود المنصرمة نمواً مضطرباً. وتعتبر معظم المصانع المنتجة مصانع تقليدية لتعبئة وتغليف التمور حيث يتركز إنتاجها في التمور الفرط (المفردة) في مرحلة التمر والمكبوسة المعبأة في عبوات مختلفة الأنماط والأشكال والسعات. بيد العقدين الماضيين شهد إنشاء مصانع تمور كبيرة اتسمت بخطوط إنتاج حديثة نسبياً لإنتاج منتجات مصنعة من التمور مثل معاجين التمور ودبس التمر ومربى التمر والخل الطبيعي والأعلاف الحيوانية من بقايا التمور. وعلى الرغم من ذلك، فإن جميع مصانع التمور المنتجة حالياً لا تستوعب أكثر من ١٥٪ من الإنتاج السنوي الكلي للتمور بالملكة. ويؤكد ذلك الأهمية البالغة لضرورة إيجاد في تطوير منافذ تسويقية غير تقليدية للتمور بالملكة والتي تعتبر من المنتجات الزراعية الإستراتيجية خاصة مع الزيادة الكبيرة المتوقعة في إنتاج التمور خلال السنوات القادمة.

وفيما يختص بالتمور في مرحلة الخلال (البلح أو البسر)، وهو الموضوع الرئيسي لهذا المشروع البحثي، فإن نسبة عالية من مستهلكيه بالملكة يقبلون على شراء الأنواع المرغوبة

لديهم وأهمها البرحي في موسم الإنتاج (أغسطس - سبتمبر) ويستهلكونه في صورته الطازجة. ومع أن البعض يحاول حفظ البرحي في مرحلة الخلال في الثلاجات التقليدية إلا أن فترة صلاحية في تلك المخازن المبردة لا تتعدى ١ - ٣ أسابيع. ولا شك أنه خلال فترة خارج موسم الإنتاج والتي تمتد إلى حوالي تسعة أشهر يكون توفره في فترة الندرة أو جزء منها يعتبر مكسباً سواء للمستهلك أو المسوق محلياً وإقليمياً وعالمياً. ولذلك كانت أهمية المشروع في حفظ بلح البرحي لأطول فترة ممكنة باستخدام تقنيات متطورة تتمثل في أجواء التخزين المتحكم بها.

يتناول هذا المشروع البحثي بالتحليل والدراسة الجوانب الهندسية والتقنية والتغذوية والاقتصادية لاستخدام إحدى التقنيات الحديثة في حفظ ثمار البرحي الطازجة من خلال التحكم في نسب الغازات، والرطوبة النسبية، ودرجة الحرارة لوسط التخزين. وتعد هذه التقنية من أحدث طرق الحفظ للعديد من الفواكه والخضار الطازجة. ومن المؤمل أن يفتح هذا المشروع البحثي الهام والرائد مجالاً واسعاً لحفظ العديد من المنتجات الطازجة لتكون ذات قيمة مضافة عالية.

أهداف المشروع البحثي

يهدف هذا المشروع إلى إطالة فترة صلاحية البرحي إلى عدة أشهر باستخدام مخازن متطورة ذات تقنية متحكم في أجواءها ودراسة الخواص الهندسية والتغذوية المرتبطة بالجودة وجدوى المشروع. وتتلخص أهداف المشروع في التالي:

- (١) تطبيق تقنية التحكم في أجواء التخزين على المستوى شبه التجاري لتخزين ثمار البرحي في مرحلة الخلال.
- (٢) اختبار تأثير ظروف أجواء التخزين عند درجة حرارة ١ م° ونسب غازات: (٢:٢%) و (٥:٥%) و (٠,٠٣:٢١%) لثاني أكسيد كربون والأكسجين (حجم% : حجم%)، على التوالي) على جودة ثمار البرحي كدالة في زمن التخزين.
- (٣) تأثير ظروف التخزين على التقييم الحسي والنشاط الإنزيمي والميكروبي وبعض الخصائص التغذوية لبلح البرحي الطازج والمخزن.
- (٤) قياس الخواص الطبيعية والحرارية ونسبة الثمار التالفة وقياس معدل التنفس وإنتاج غاز الإثيلين. وتأثير ظروف التخزين على الخواص الميكانيكية (اختبارات الكبس والاختراق) على الثمار الطازجة والمخزنة.
- (٥) دراسة وتحليل الجدوى الاقتصادية لتخزين ثمار البرحي على مستوى تجاري بمعدل ١٠٠٠ و ٣٠٠٠ و ٥٠٠٠ طن في مرحلة الخلال باستخدام تقنية الجو المتحكم به.

٢. المسح الأدبي

هناك العديد من الأبحاث التي تستهدف تطبيق تقنية الأجواء المتحكم بها Controlled Atmosphere Technology (CA) والعبوات ذات الأجواء المعدلة Modified atmosphere Technology (MAP) على العديد من المنتجات الزراعية من فواكه وخضراوات وذلك لإطالة عمر التخزين shelf life بأعلى جودة ممكنة. إلا أنه لا توجد دراسات منشورة عن تطبيق تقنية الأجواء المتحكم بها على ثمار التمر الطازجة، وبالتالي هناك حاجة لأبحاث مستفيضة لدراسة مختلف الجوانب المتصلة بتطبيق تقنية الأجواء المتحكم بها لحفظ ثمار التمر في مرحلة الخلال (البسر). يغطي المسح الأدبي جوانب عديدة من تقنية الأجواء المتحكم بها للمنتجات الزراعية من فواكه وخضراوات، والخواص الطبيعية والميكانيكية والحرارية للتمر، الجوانب التغذوية والجودة للتمر، وأخيراً الجوانب الاقتصادية.

٢ - ١ تقنية الأجواء المتحكم بها

يستفاد من تقنية الأجواء المتحكم بها في إطالة فترة تخزين المنتج الموسمي المعرض للتلف وذلك عندما يكون التبريد ليس كافياً لوحده. ويمكن استخدام هذه التقنية لحفظ العديد من الخضراوات والفاكهة إلا أن هذه التقنية نجحت تجارياً بصورة واسعة لحفظ منتجي التفاح والكمثرى. الغرض من إنتاج وتداول وتوزيع الفواكه والخضراوات الطازجة هي تلبية احتياجات المستهلكين بطريقة مستدامة وصديقة للبيئة واقتصادية (Shewfelt, 1999). وبصفة عامة فإن جاذبية الفواكه والخضراوات للمستهلكين تأتي من الصفات المرئية لها مثل المظهر، المقاس، التماثل، اللون، النضارة كما هو كذلك للطعم، الرائحة، النكهة، تماسك القوام، القيمة الغذائية والصحية (Awad and Jager, 2003).

تعتمد تقنية الأجواء المتحكم بها في عملية التخزين على التغيير في نسبة الغازات (التي توجد في الغلاف الجوي العادي) مما يقلل من نشاط التنفس للثمار إلى أدنى حد ممكن. ويعتبر محصول التفاح هو المحصول الرئيسي الذي يطبق عليه تقنية التحكم في الأجواء المعدلة أثناء تخزينه. إلا أنه في السنوات الأخيرة أصبحت هذه التقنية مهمة لتخزين سلع الأخرى بما في ذلك العديد من الفواكه مثل الفراولة، العنب، الخوخ، الكمثرى، المانجو، الرمان، والجوافة (Yahia, et al., 1983., Nunes, et al., 1995; Kader, 1997; Yahia, 1998; Hernandez, et al., 2004

إن تعريض المحاصيل البستانية لأجواء بها نسبة أقل من الأكسجين وأعلى من ثاني أكسيد الكربون داخل الحدود المسموح بها لكل نوع يخفض من معدل التنفس وإنتاج الإيثيلين.

إلا أنه خارج هذه الحدود يتم حفض التنفس وإنتاج الإيثيلين. يظهر التأثير الجيد لتقنية الجو المتحكم به في تأجيل شيخوخة الثمار وما يرتبط بها من التغيرات الفسيولوجية والبيوكيميائية، أي يبطئ من معدلات التنفس وإنتاج الإيثيلين، والتغيرات التركيبية (Kader, 2004).

وقد بذلت عدة تحسينات على تقنية الجو المتحكم به منها إنتاج النيتروجين عن طريق فصله عن الهواء المضغوط عبر مجموعة من الأغشية، استخدام عبوات أكسجين ذات نسب منخفضة (١٪ : ١,٥٪)، استخدام الإيثيلين (أقل من ١ ميكرو لتر/لتر)، التحكم السريع في الوصول إلى المستويات المثلى للأكسجين، برمجة وحدات التحكم. فمثلا يمكن التخزين عند مستوى ١٪ أكسجين لمدة تتراوح بين أسبوعين و٦ أسابيع يليها التخزين عند نسبة ٣٪ أكسجين للمدة الباقية من فترة التخزين (Veltman, et al., 2003; Kader, 2004).

تستخدم تقنية الجو المتحكم به على نطاق تجاري في العديد من المناطق في أنحاء العالم. ويستخدم الجو المعدل في عمليات النقل لمسافات بعيدة للتفاح، الأفوكادو، الموز، القرنبيط، التوت، قصب السكر، الكرز، التين، الكيوي، المانجو، البطيخ، الخوخ، والفراولة. هذا ومن الضروري متابعة التطورات التكنولوجية المستقبلية لتوفير تقنية الجو المتحكم به أثناء النقل والتخزين بتكلفة معقولة وذلك لزيادة الطلب على السلع البستانية الطازجة ومنتجاته (Kader, 2004). ومع أن التفاح يعتبر من أكثر المحاصيل البستانية التي تخزن تجاريا تحت ظروف الأجواء المتحكم بها إلا أن نسب الغازات ودرجة حرارة التخزين المثلى ترتبط بالسنف، وكذلك بمنطقة الزراعة وتقنية الحساسات والتحكم. وتساعد أجهزة توليد ودفق النيتروجين في تخفيض نسبة الأكسجين داخل الغرف إلى أقل من ٥٪ خلال يوم أو اثنين من الحصاد. وبالرغم من أن ٤ إلى ٧ أيام من بداية الحصاد وحتى وضع المنتج في غرف التخزين المتحكم في أجواءها يعتبر تطبيق سريع وفعال لكنه لبعض أصناف التفاح فإنه يجب تخفيض درجة حرارة الفاكهة لدرجة محددة سلفا قبل البدء في تطبيق تقنية الأجواء المتحكم به. وحتى عندما تكون الغرف ممتلئة بالفاكهة لمدة من الزمن والوصول إلى النسبة المحددة فإنه يستمر التغذية بالنيتروجين لتقليل نسبة الأكسجين وذلك للغرف المعاد غلقها بعد فتحها لمدة وجيزة لإخراج بعض الفاكهة المطلوبة للتسويق أو ربما بسبب التسريب عبر جوانب الأبواب. يتم شراء النيتروجين المستخدم إما في صهاريج أو يتم توليدها في الموقع. وتبدأ عملية المخازن المتحكم بأجوائها بحصاد التفاح في مرحلة النضج المناسبة يتبع ذلك تبريد سريع، ثم توضع في الغرف المتحكم بها وبعد ذلك يتم ضبط درجة الحرارة والأجواء. بصفة عامة فإن الأجواء الموصى بها بين ٢,٥٪ - ٣٪ أكسجين و ٢,٥٪ -

٤.٥٪ ثاني أكسيد الكربون عند درجة حرارة ٣ °م لفترة تخزين ما بين ٥ - ٩ أشهر (Kupferman, 1997; Watkins, et al., 2004).

المتغيرات الست الأساسية التي تعتمد عليها تقنيات الجو المتحكم به أو الجو المعدل أو الجو المعدل داخل العبوات هي: فترة التخزين، ودرجة الحرارة، والرطوبة النسبية، وتركيزات الأكسجين وثاني أكسيد الكربون والإيثيلين. إن البيئة المثلى لتخزين الفواكه والخضار تهدف إلى الحفاظ على هذه المتغيرات ضمن نسب معينة بحيث تصبح جودة هذه المنتجات عالية لأطول فترة تخزين. ويمكن تمثيل هذه المتغيرات (Saltveit, 2003) بصندوق ذو ستة أبعاد. كل جانب من الصندوق المتعدد السطوح الناتجة يتحكم بها اثنان من المتغيرات. وبتثبيت أربعة من المتغيرات الثابتة (عادة ما تكون مدة التخزين، درجة الحرارة، والرطوبة النسبية، وتركيز الإيثيلين)، يمكن التعبير عن هذه الحالة بمنحني ثنائي الأبعاد يشمل نسب الأكسجين وثاني أكسيد الكربون الموصى بها.

قام Flávio وآخرون (٢٠١٣) بدراسة تأثير الأجواء المعدلة على لون ونكهة ورائحة حبوب البن الخضراء المخزنة بعد ١٢ شهرا بطريقة التقييم الحسي تحت ظرفين من الأجواء، الجو العادي والجو المعدل بزيادة نسبة ثاني أكسيد الكربون إلى ٦٠٪ ونوعين من العبوات التجارية كبيرة الحجم. وقد وجدوا أن الأكياس الكبيرة الحجم والمحكمة الغلق والمعبأة مع حقن ثاني أكسيد الكربون استطاعت الإبقاء على لون ونكهة حبوب البن الخضراء. وقد قام vanderSman and Sanders (2012) بنمذجة تأثير تأخير الحفظ في المخازن معدلة الأجواء على صلابة التفاح عند ثلاث درجات حرارة مختلفة واستنتجا أن النموذج المقترح صالح لوصف صلابة التفاح خلال الإنضاج.

قيم Fernández-León و آخرون (٢٠١٣) تأثير حفظ البروكلي في مخازن تجارية ذات أجواء معدلة (١٠٪ أكسجين، ٥٪ ثاني أكسيد الكربون، ٨٥ - ٩٠٪ رطوبة نسبية و ١ - ٢ °م) على لون وصلابة البروكلي. وقد وجد أن الفقد في الوزن بالنسبة للعينات الحاكمة كان ٤١,٣٨ جم/١٠٠ جم من الوزن الطازج وذلك بعد ٢١ يوم بينما كان فقد الوزن في العينات المحفوظة في الجواء المعدلة يساوي ١١,٧ جم/١٠٠ جم من الوزن الطازج. بينما بالنسبة للصلابة لم يتبين فارق معنوي حتى التسعة أيام الأولى ومن ثم قلت الصلابة عند ٢١ يوم من التخزين. وأثبتت النتائج أن مركب اللون *b الذي يعبر عن الاخضرار يقل بصورة أكبر في العينات المخزنة في الأجواء العادية بينما تزداد مركب اللون *a الذي يعبر عن الاصفرار. كما قارن Ginés وآخرون (٢٠١٣) التقييم الحسي لنوعين من البروكلي المقطع طازجا ومعبأ في عبوات معدلة الأجواء. ولم يجد الباحثون

فارقاً معنوياً في الجودة الكلية حتى ٢ يوم من التخزين. خطط Fernández-León وآخرون (٢٠١٣) للاستراتيجيات المختلفة لمعاملات ما بعد الحصاد وتأثيرها على جودة البروكلي أثناء تخزينها في أجواء متحكم بها (١٠٪ أكسجين، ٥٪ ثاني أكسيد الكربون، ١ م° و ٩٠٪ رطوبة نسبية) وكذلك على مدة الصلاحية مقارنة بتلك المخزنة في مخازن تبريد عادية. وقد وجدوا أنه بمعاملة البروكلي ب 1-MCP أن الانخفاض في قيمة الصلابة كانت أقل في الثمار المحفوظة في الأجواء المعدلة. ومن ناحية أخرى لم يوجد تأثير في المركب اللوني *L للمعاملات المختلفة. وأثبتت النتائج أن مركب اللون *b الذي يعبر عن الاخضرار يقل بصورة أكبر في العينات المخزنة في الأجواء العادية بينما تزداد مركب اللون *a الذي يعبر عن الاصفرار.

لاحظ Tomasz وآخرون (٢٠١١) أنه يمكن الاحتفاظ بصلابة فاكهة الكيوي لمدة ١٤ يوم المحصودة مبكراً في مستودعات تبريد عند ١ م° وحدود ٨٥٪ رطوبة نسبية مقارنة بالفاكهة التي تم حصادها في مرحلة النمو الكاملة. كما درس Melike وآخرون (٢٠١٢) تأثير معاملات ما قبل حصاد فاكهة الخوخ على لون وصلابة الفاكهة المخزنة في مخازن تبريد معدلة الأجواء (صفر م°، ٥٪ أكسجين، ١٠٪ ثاني أكسيد الكربون و ٩٠٪ رطوبة نسبية) مقارنة بتلك المخزنة في مخازن تبريد تجارية (صفر م°، ٥ م° و ٩٠٪ رطوبة نسبية) وقد وجد أن الفقد في وزن الثمار كان واضحاً بعد الأسبوع الثاني في مخازن التبريد التجارية وبعد الأسبوع الرابع والثامن في مخازن التبريد المتحكم في أجواءها. وبالأخذ في الاعتبار المركب اللوني *a الذي يعبر عن الاحمرار نجد أن قيمتها في الثمار المبردة في أجواء متحكم بها أعلى منها في تلك المخزنة في مخازن التبريد العادية في نفس الفترة. وكذلك الحال لصلابة الثمار فقد قلت مع مرور الزمن وكانت قيمتها للثمار المخزنة في أجواء متحكم بها عند الأسبوع السادس ضعف تلك المخزنة في التبريد العادي.

استطاع Ruiling وآخرون (٢٠١٣) باستخدام 1-MCP كمعاملة لما بعد الحصاد في الحفاظ على جودة فاكهة الكمثرى أثناء تخزينها في أجواء متحكم بها (٢٪ أكسجين و ٢٪ ثاني أكسيد الكربون، صفر م°، ٩٥٪ رطوبة نسبية) لمدة ثمانية أشهر مقارنة بتلك المخزنة في أجواء عادية.

ذكر Bertoloini, et al. (1997) أن أنسب ظروف لتخزين الكمثرى بين ١ - ٥٪ أكسجين وصفر - ٨٪ ثاني أكسيد الكربون والتي تعطي أحسن جودة عند تناولها، بينما كانت النسبة ٠ - ٥,٥٪ للأكسجين تعطي طعم غير مقبول. ووجد Chervin, et al., (2000) أن التخزين في ظروف جو أكسجين أقل يقلل من المكونات العطرية للكمثرى. وتم تطبيق هذه التقنية في تخزين الخوخ الطازج (Kupferman, 1994; Galvis – Sanches, et al., 2004). كما أن عدد

من العوامل الرئيسية قد تؤثر في تقليل جودة ثمار الخوخ (Kupferman, 1987). ففي صنف روتشا (Rocha)، يتم خزنه بجودة عالية في أجواء متحكم بها وذلك لمدة ٩ أشهر. إلا الجودة الحسية لهذا الصنف تأثرت بفترة التخزين وظروف التخزين وتركيز الأكسجين الزائد (Galvis-Sanchez, et al., 2003).

في الوقت الحاضر يمكن استخدام تقنية التحكم في أجواء التخزين كتقنيات بديلة لاستخدام SO₂ في تقليل أو منع فساد عنب المائدة ((Yahia, et al., 1983; Cimino, et al., 1987;)) . أكثر أصناف عنب المائدة انتشاراً في العالم هو 'Thompson Seedless' وتسويقه يتم طوال أوقات العام تقريباً وفي جميع أنحاء العالم. وقد أثبتت تقنية التحكم في الأجواء أن رفع نسبة ثاني أكسيد الكربون كان لها تأثير في تأخير فسادها دون التأثير على صفات الجودة وذلك أثناء النقل والتخزين. وجد (Crisosto, et al. 2002) أن استخدام الأجواء ذات تركيز ثاني أكسيد الكربون (١٥٪ إلى ٢٥٪) أكثر فاعلية في التحكم في تدهور عنب المائدة عند الحصاد المتأخر. وينصح باستخدام نسبة ١٥٪ ثاني أكسيد الكربون مع ٣٪، ٦٪ أو ١٢٪ أكسجين لتخزين صنف 'Thompson Seedless' حتى ٣ أشهر في حالة الحصاد المتأخر مع ملاحظة أن لا تستخدم هذه النسب عند الحصاد المبكر. وقد طورت عدة نظم لتقنية الأجواء المتحكم بها لعدة أصناف من التوابل (Kader, 1997; Lidster, et al., 1990; Smock, 1979).

ويمكن تقدير حساسية المحاصيل لمستويات الأكسجين المنخفضة منفردة أو مع مستوى عال من ثاني أكسيد الكربون ببدية تخمر المحصول. تزيد المؤشرات البسيطة للتخمر في نسبة التنفس (النسبة بين إنتاج ثاني أكسيد الكربون ومعدل استهلاك الأكسجين) وإنتاج الإيثانول. وقد وجدت علاقة خطية بين تركيز الإيثانول ونسبة التنفس (Beaudry, 1993).

تحت الظروف الهوائية فإن نسبة التنفس تبقى ثابتة نسبياً، وعند انخفاض مستوى الأكسجين يستحث هذا عملية التخمر وتزيد نسبة التنفس وذلك لتعاطم إنتاج ثاني أكسيد الكربون مع استهلاكه/ أو عدم استهلاك الأكسجين. التركيزات المنخفضة من الأكسجين والمحيط بالمنتج والتي لا تؤدي إلى التخمر يعبر عنها بالحد الأدنى للأكسجين الخارجي (LOL)، نقطة انكسار نسبة التنفس، نقطة الاستهلاك اللاهوائي، نقطة التخمر اللاهوائي أو نقطة التخمر (Boersig, et al., 1988; Beaudry, et al., 1993; Talasila, et al., 1995; Yearsley, et al., 1996;) (Lakakul, et al., 1999)

إن الطريقة المثلى للإبقاء على جودة الفواكه والخضروات الطازجة بدون شك هي الحفاظ على درجة حرارة مناسبة في كل أوقات عمليات ما بعد الحصاد، ولكن نادراً ما يتم بلوغ أو الحفاظ على تلك درجات الحرارة. ومن المعروف كذلك أن استخدام المخازن ذات الأجواء المتحكم بها فقط لا يمكن أن تكون بديلاً عن درجات الحرارة المثلى للتخزين. فعند تخزين الفراولة من الصنف 'Chandler' في جو ٥٪ أكسجين و ١٥٪ ثاني أكسيد الكربون لمدة أسبوعين عند درجة حرارة ٤ أو ١٠°م، أشارت النتائج (Nunes, et al., 1995) إلى أن تقنية التحكم بالأجواء عند درجة حرارة ٤°م جودتها أعلى عند التخزين في ١٠°م من ناحية تقليل التغير في فقد الوزن، الصلابة، واللون. وفي المقابل، عند مقارنة معالمتي غازات، كانت الفراولة المخزنة في جو ٥٪ أكسجين و ١٥٪ ثاني أكسيد الكربون أقل في فقدان الوزن وحافظت على صلابة أكثر، كثافة أعلى، لون أحمر أنقى من تلك المخزنة في جو ١٠٪ أكسجين و ٢٠٪ ثاني أكسيد الكربون. بالإضافة إلى هذا حافظت المعاملة ٥٪ أكسجين و ١٥٪ ثاني أكسيد الكربون على مستوى أعلى من الحمضية والمواد الصلبة الذائبة عن المعاملة ١٠٪ أكسجين و ٢٠٪ ثاني أكسيد الكربون.

يؤمن التحكم الآلي في المخازن ذات الأجواء المتحكم به عدة مميزات لزيادة كفاءة وجودة المحصول (Mittal, 1997). ففي أوائل التسعينات، تم تطوير جهاز معلمي للتحكم في مستويات ثاني أكسيد الكربون والأكسجين للغرف الصغيرة (Vigneault, et al., 1994). هذا النظام كان محدوداً بعدم التحكم الآلي في عينات الغاز مما يتطلب مهارة المشغلين ومراقبة مستمرة للعملية وضبط يدوي للصمامات. هذا بالإضافة إلى التذبذب الناتج عن توازن النظام مما يتطلب وقتاً أطول في عمليات الضبط. ويعتبر التحكم الآلي في النظام ضروري جداً وخاصة في التجارب البحثية التي تتطلب تحكماً دقيقاً في مستويات الغازات (Makarjian, et al., 2003).

قام Singh and Pala (2008) بدراسة تأثير الأجواء المتحكم بها على تنفس ثلاثة أصناف من فاكهة الجوافة، وكذلك على إنتاج الإيثيلين، الصلابة، فقدان الوزن، الجودة، والتكرمش أثناء التخزين في ظروف الأجواء التي تحتوي على ٢,٥ و ٥، ٨٪ أكسجين مع ٢,٥ و ٥٪ ثاني أكسيد الكربون والباقي غاز النتروجين عند درجة حرارة ٨°م. ووجد أن معدل التنفس وإنتاج الإيثيلين يقلان بصورة ملحوظة عند التخزين في نسب أكسجين أقل من ٥٪ بالمقارنة مع تلك المخزنة في أجواء ٨ أو ١٠٪. وخلصوا إلى أن التخزين في أجواء متحكم بها كان فعالاً في تقليل فقدان الوزن، مع الحفاظ على صلابة الفاكهة. من ناحية أخرى، استخدم (Janisiewicz, et al., 2008) نوعين من مضادات التخمر مع بيكربونات الصوديوم عند معاملة للفتح المخزن بتقنية

الأجواء المتحكم بها على المستوى التجاري لنحو ستة أشهر. ووجد أن المعاملة بمضادات التخمر فقط أو بإضافة بيكربونات الصوديوم كانت فعالة في خفض معدل الإصابة عن طريق العفن الأزرق بحوالي ٨٤ - ٩٧٪.

قام Akbudak, *et al.* (2008) بدراسة فاعلية معاملات ما قبل وما بعد الحصاد على فاكهة الكرز الحلو في ظروف أجواء متحكم بها. استخدمت ست معاملات لذلك، فوضع الكرز في أجواء (٠,٣٪: ٢١٪، ٥٪: ٥٪، ١٠٪: ٥٪، ١٥٪: ٥٪، ٢٠٪: ٥٪، ٢٥٪: ٥٪) ثاني أكسيد كربون: أكسجين واستخدم النيتروجين كغاز التعادل، وذلك عند درجة حرارة صفر مئوية ورطوبة نسبية ٩٠٪ لمدة ٨ أسابيع. وقد أثبتت النتائج أنه يمكن تخزين الكرز الحلو بنجاح تام لمدة ٦٠ يوم تحت أجواء ٢٠٪: ٥٪ (ثاني أكسيد الكربون: أكسجين) وجزئياً تحت أجواء ٢٥٪: ٥٪ (ثاني أكسيد الكربون: أكسجين). كما استطاعت هذه المعاملات تحت هذه الظروف خفض نسبة الثمار الفاسدة من ٢٤,٠٦٪ إلى ٣,٨٠٪.

قام Sestari, *et al.* (2008) بدراسة تأثير ظروف التخزين من درجة حرارة وجو متحكم به على جودة ثمار الخوخ المقطع في مرحلتي نضج. وكانت معاملات التخزين عند درجتي حرارة ٥°م و -٥°م وعند أجواء ٢٪: ٤٪ أكسجين: ثاني أكسيد الكربون وعند درجة حرارة -٥°م وجو ١٪: ٣٪ أكسجين: ثاني أكسيد الكربون وعند درجة حرارة -٥°م وجو ٢٪: ٦٪ أكسجين: ثاني أكسيد الكربون. أظهرت النتائج أن الفاكهة المخزنة عند -٥°م وجو ٢٪: ٤٪ أكسجين: ثاني أكسيد الكربون كانت أكثر صلابة لأي من مراحل النضج. بينما وجد Angós, *et al.* (2008) أن الأجواء المتحكم بها تقلل من معدل التنفس والإنضاج إلى الحد الأدنى وذلك للبطاطس المصنعة خلال فترة تخزين ١٤ يوماً عند ٤°م. كانت معاملة الأجواء المتحكم بها والتي جرى اختبارها هي ٢,٥٪: ٥٪، ٥٪: ٥٪، ١٠٪: ٥٪، ١٠٪: ١٠٪، ١٠٪: ٨٠٪، ٢٠٪: ٨٠٪، ١٠٪: ٨٠٪، ٢٠٪: ٩٠٪، ٠٪: ٩٠٪، و ١٠٪: ٩٠٪ ثاني أكسيد كربون: أكسجين و نيتروجين كغاز تعادل. وقد أعطت المعاملة ٨٠٪: ٢٠٪، و ٨٠٪: ١٠٪ أفضل النتائج من حيث خفض معدلات التنفس والتغير في لون السطح، والصلابة بنسبة ٣٧٪ بعد تخزين لمدة ١٤ يوماً عند ٤°م.

من ناحية أخرى درس Tano, *et al.* (2008) تأثير تذبذب درجات الحرارة (من ٤ إلى ١١°م) عند ظروف أجواء ٦٪: ١٥٪ أكسجين: ثاني أكسيد الكربون داخل العبوات المعدلة على الفراولة الطازجة والمخزنة لمدة ١١ يوماً. تأثرت جودة الفراولة المخزنة تحت نظم تذبذب درجة حرارة بشدة كما أشارت إلى ذلك نتائج الصلابة وفقدان الوزن، وزيادة مستوى الإيثانول في الأنسجة النباتية، والإصابة بسبب الأضرار الفسيولوجية، وذلك بالمقارنة مع الفراولة المخزنة في

درجة حرارة ثابتة. وأكد الباحثون على أن تذبذب درجات الحرارة، حتى لو وقع مرة واحدة، يمكن أن يشكل تدهوراً خطيراً لفوائد التغليف تحت الجو المعدل وكذلك سلامة المنتجات المغلفة.

قد قام Chung and Moon (2009) بدراسة التحول البني في لون التفاح المخزن عند درجة حرارة صفر مئوية في الجو المتحكم به وآخر في الهواء العادي ووجدوا أن التحول البني للتفاح بعد قطعه والمخزن عند درجة صفر والهواء العادي أسرع من المخزن عند درجة حرارة صفر مئوية في الجو المتحكم به. بالإضافة إلى ذلك، قام Schouten, et al. (2009) بدراسة تغير لون زهور القرنبيط وتأثرها بدرجة الحرارة والتخزين في أجواء متحكم بها واستخلصوا إلى أن التركيز العالي لثاني أكسيد الكربون والنسبة المنخفضة من الأكسجين تقلل من تغير اللون. ووجد Valeria, et al. (2009) أن استخدام تقنية الأجواء المعدلة في تعبئة شرائح اليوسفي يعطى نفس جودة شرائح اليوسفي الطازجة لدى المستهلكين بحسب الاختبار الحسي.

أوضح Sandhya (2010) أن المنتجات الطازجة أكثر تعرضاً للأمراض وذلك بسبب زيادة معدل التنفس بعد الحصاد. وذكر الباحث أن تقنية الأجواء المعدلة والمتحكم بها للفواكه والخضروات الطازجة خاصة مع إجراء بعض المعاملات البسيطة للفواكه والخضروات المسبقة التجهيز. وقد راجع في دراسته الموقف الحالي والاحتياجات المستقبلية لهذه التقنية. كما أوضح Sen, et al. (2009) إمكانية استخدام تقنية الأجواء المتحكم بها عند درجات الحرارة العالية ٤١ م لحفظ التين بديلاً عن التجفيف الشمسي والمنتشر في منطقة البحر المتوسط.

أوضح Büchert, et al. (2011) أن الجين المسئول عن الكلورفيل وتدهور اللون الأخضر في القرنبيط يتأثر بمعاملات ما قبل الحصاد مثل التعرض لهواء الساخن، اللون الأبيض والأشعة فوق البنفسجية بينما لا يتأثر إذا احتفظ بالقرنبيط في جو معدل ومتحكم فيه. من ناحية أخرى درس Martínez-Sánchez, et al. (2011) تأثير الأجواء المعدلة على الخس الروماني الجاهز للأكل فوجد أن عدم تعريضه للضوء ووضعه في عبوات معدلة الأجواء بنسبة أكسجين أقل تزيد من العمر التخزيني للخس الروماني. وأظهرت الدراسة التي قام بها Yong-Biao Liu (2011) أن التخزين المبرد للخس لمدة يومان (٢ م) ثم تخزينها لمدة يومين في أجواء منخفضة الأكسجين (٠,٠٠٣٪) لمدة يومين كان فعالاً مع الحد الأدنى من الآثار السلبية على جودة الخس.

قام Cecchini, et al. (2011) بدراسة تأثير الأجواء المتحكم بها على جودة أحد الفواكه ذات النواة الحجرية chestnuts التي تم حصادها يدوياً وميكانيكياً ومن ثم معاملتها مائياً وخزنت

لمدة شهرين. وأثبتت نتائج البحث أن التخزين تحت ظروف الأجواء المتحكم بها حدث من انتشار التعفن والأضرار التي يسببها الصدوع الناتجة من الحصاد الميكانيكي.

٢- ٢ الخواص الحرارية

تتفاوت الخواص الحرارية حسب طبيعة الطور الحراري للمادة الغذائية وفقاً لتعريف (Dickerson and Read (1968). تشتمل الخواص الحرارية على ثلاثة خواص هامة وهي السعة الحرارية (الحرارة النوعية) (C_p) ومعامل التوصيل الحراري (k) ومعامل الانتشار الحراري (α).

يُفيد معامل التوصيل الحراري في حسابات العمليات الحرارية العابرة أو غير المستقرة التي تجرى على المواد الغذائية، بينما يمثل معامل الانتشار الحراري قابلية المادة على نشر الحرارة للجزيئات المجاورة، وتعد مقياساً لمدى امتصاص الحرارة بواسطة المادة الغذائية عند درجة حرارة معينة. أكد (Njie et al. (1998) على أن معامل التوصيل الحراري (k) والحرارة النوعية (C_p) ومعامل الانتشار الحراري (α) تعد أهم العوامل في عمليات النمذجة الرياضية وعمليات المحاكاة وذلك بغرض التحكم في عمليات تصنيع الأغذية المختلفة.

استخدم (Lim, et al. (2010) المسعر الحراري التفاضلي في إيجاد الخواص الحرارية للزيت الناتج من بعض أنواع التوابل. كما أوجد (Lan, et al. (2010) بعض الخواص الطبيعية والكيميائية والحرارية للنشا المستخرج من عشر أنواع من الأرز الصيني مستخدماً تقنية المسعر الحراري التفاضلي في إيجاد الخواص الحرارية.

تتبعاً (Bon, et al. (2010) بالحرارة النوعية للبق صنف مانجو بدلالة درجة الحرارة والمحتوى الرطوبي ووجد أن المحتوى الرطوبي يؤثر في قيم الحرارة النوعية أكثر من درجة الحرارة. بينما استخدم (Lima and Andrade (2010) جهاز التحليل الطيفي في إيجاد الخواص الحرارية للنشا المستخلص من صنف ذرة أثناء عملية الذوبان.

٢- ٢- ١ معامل التوصيل الحراري

قاس (Carson, et al. (2006) الموصلية الحرارية للمواد شبة المسامية بنسبة مسامية من صفر إلى ٦٥٪ بهدف دراسة تأثير المسامية على الموصلية الحرارية للمواد الغذائية. أتضح أن لأقطار المسامات المتوسطة تأثير طفيف على قيم الموصلية الحرارية والتي تراوحت نسبة الخطأ بها من ٢ إلى ٥٪. كما قام (Hamdami, et al. (2004) بتطوير نموذج للتنبؤ بالموصلية الحرارية للمواد المسامية والتي تتراوح بها الرطوبة النسبية من صفر إلى ٦٠٪ ونسبة مسامية من ٥٩ إلى ٩٤ حيث تم

استخدام طريقة المصدر الحراري الخطي في مدى من درجات الحرارة تراوح من -٣٥ إلى ٢٥°م. تم استخدام نموذجين هما نموذج ماكسويل Maxwell ونموذج كرشير Krischer وقد توافقت نتائج تطبيق النموذج الأخير مع تلك المقاسة معملياً بصورة جيدة. أتضح إمكانية استخدام ذلك النموذج للتنبؤ بالموصلية الحرارية للمواد الغذائية الإسفنجية مع اعتبار تأثير عملية البخر والتكثيف.

قام Sablani and Rahman, (2003) باستخدام برنامج الشبكة العصبية لتطوير نموذج للتنبؤ بالموصلية الحرارية للمواد الغذائية كدالة لدرجة الحرارة والمحتوى الرطوبي. وقد تم استخدام التفاح، الكمثري، الزبيب، البطاطس، السكروز، النشا، الجذر، الأرز ومواد أخرى لتطبيق بياناتها في ذلك النموذج. تراوحت قيم الموصلية الحرارية التي تم الحصول عليها من المراجع من ٠,٠١٢ إلى ٢,٣٥٠ وات/م.كلفن وذلك لمدى واسع من المحتوى الرطوبي ودرجات الحرارة (-٤٢ إلى ١٣٠°م) ولنسبة مسامية تراوحت من ٠,٠ إلى ٧٠٪. كان متوسط الخطأ النسبي للنموذج الذي تم استحداثه من خلال الشبكة العصبية ١٢,٦٪. أشار الباحثون إلى إمكانية استخدام هذا النموذج لحسابات العمليات الحرارية التي يتم تطبيقها على المواد الغذائية.

قام Niassar, et. al. (2000) بتطوير طريقة لقياس الموصلية الحرارية للمواد الغذائية الواقعة تحت ضغط (من ٠,٢ إلى ١٠ ميجا باسكال) باستخدام المصدر الحراري الخطي. تم تحديد الموصلية الحرارية لنشا البطاطس المجلتين والذي بلغ محتواه الرطوبي من ٥٠ إلى ٨٠٪ وذلك في مدى من درجات الحرارة تراوح من ٢٥ إلى ٨٠°م. وقد أتضح زيادة قيمة الموصلية الحرارية لنشا البطاطس المجلتين بزيادة المحتوى الرطوبي ودرجة الحرارة وكذلك بزيادة الضغط إلى ١ ميجاباسكال في حين بقيت الموصلية الحرارية ثابتة لقيم الضغط العالية. وتم تأكيد القيم الناتجة وذلك بمقارنتها بالماء ومع تلك المنشورة.

من ناحية أخرى قام Fikiin, et al. (1999) بتطوير معادلات تجريبية للتنبؤ بمعامل التوصيل الحراري لطبقات أنواع مختلفة من الفاكهة المعبأة في صواني مغلقة ومفتوحة حيث شملت الدراسة العنب، الفراولة، المشمش، الخوخ وغيرها. النتائج المتحصل عليها كانت مناسبة للاستخدام في عمليات النمذجة الرياضية وللحسابات الهندسية. قاس Nije et al, (1998) معامل التوصيل الحراري لمجموعة من ثمار الفاكهة وذلك باستخدام طريقة المصدر الحراري الخطي حيث بلغت القيم للجوافة من ٠,١٦ إلى ٠,٥٧ وات/م.°م، في حين كانت للبلاتينين من ٠,١٣ إلى ٠,٤٥ وات/م.°م.

قام Cristianini, *et al.* (1996) بقياس معامل التوصيل الحراري للحم سمك التونة وذلك باستخدام DSC في مدى درجات الحرارة من 28°م إلى 35°م. كما قام أيضا بقياس معامل الانتشار الحراري والكثافة وتم تقديم نماذج متعددة للخواص الحرارية للحم سمك للتونة بدلالة المحتوى الرطوبي. استقصى Rosentrater and Flores (1997) الخواص الحرارية والانسيابية والتي اشتملت على معامل التوصيل الحراري والحرارة النوعية والتي تعد أساسية لتصميم عمليات النقل. قام Delgado, *et al.* (1997) بموائمة نسخة معدلة من المصدر الحراري الخطي وذلك لقياس معامل التوصيل الحراري للفراولة المجمدة وغير المجمدة والسبانخ الطازجة والمسلوقة وذلك في مدى من درجات الحرارة تراوح من -21 إلى 28°م. قام Pongsawatmanit, *et al.* (1993) باستخدام طريقة الأسطوانة المحورية لقياس معامل التوصيل الحراري الفعال لمحاليل الجلوكوز والسكروروز والجلاتين والبيض في مدى من درجات الحرارة تراوح من -20°م إلى 20°م. معامل التوصيل الحراري الفعال انخفض بزيادة نسبة المواد الصلبة الكلية وذلك في كل من المرحلة المتجمدة وغير متجمدة. في المرحلة الغير متجمدة كان معامل التوصيل الحراري الفعال يعتمد بصورة ضعيفة على درجة الحرارة في حين في المرحلة المتجمدة اعتمد معامل التوصيل الحراري الفعال بصورة قوية على درجة الحرارة حيث أعطت درجات الحرارة المنخفضة قيم أعلى لمعامل التوصيل الحراري الفعال حيث انعكس ذلك من نسبة الثلج.

في دراسة متميزة طور Rahman (1991) جهازاً يعتمد على طريقة فيتش (Fitch) وذلك لقياس معامل التوصيل الحراري للمواد الغذائية الصلبة لدرجة حرارة أدنى وأعلى من درجة التجمد. تم معايرة الجهاز ثم اختباره من خلال قياس الموصلية الحرارية للثلج، الدجاج المجمد، البطاطس، والتفاح الطازج. أجرى Wang and Kolbe (1990) مجموعة من القياسات على الموصلية الحرارية Surimi وذلك باستخدام نسخة معدلة من المصدر الحراري الخطي وذلك في مدى من درجات الحرارة تراوح من -40 إلى 30°م. وُجد أن ثلاثة عوامل في نموذج Schwartzberg كانت علاقتهم خطية مع تركيز مادة cryoprotectant.

قام Lozano, *et al.* (1979) بتقدير معامل التوصيل الحراري للتفاح عند محتويات رطوبة مختلفة تراوحت ما بين 0.81 و 7.04 جم ماء/جم منتج وإيجاد العلاقة بينهما إحصائياً إضافة إلى علاقة بيانات معامل التوصيل الحراري التي تم الحصول عليها بدلالة درجة الحرارة. وقد أوضحت النتائج أن قيم معامل التوصيل الحراري لا تعتمد على درجة الحرارة في الحدود من 22 إلى 60°م، في حين كانت قيم معامل التوصيل الحراري وعلاقتها مع المحتوى الرطوبي كبيرة ومتناقضة. كما قام Vagenas, *et al.* (1990) بدراسة الخواص الحرارية للغيب والزبيب عند محتوى رطوبي في

الحدود من ١٤ إلى ٨٠٪ على أساس رطب وعند درجة حرارة المعمل. وقد بينت نتائج هذه الدراسة أن كلا من الحرارة النوعية ومعامل التوصيل الحراري للزبيب تتغير خطياً مع المحتوى الرطوبي. كما وُجد أيضاً أن معامل التوصيل الحراري لم يتغير معنوياً في حدود درجة الحرارة من ٣٩ إلى ٥١ °م وعند حدود المسامية من ٠,٤ إلى ٠,٥. كما بحث (Hobani and Tolba (1995 تأثير المحتوى الرطوبي على معاملي التوصيل والانتشار الحراريين للشعير ووجد أن معامل التوصيل الحراري يزداد خطياً بزيادة المحتوى الرطوبي في الحدود من ١٠ إلى ٣٠٪ (على أساس رطب)، في حين يتناقص معامل الانتشار الحراري خطياً بزيادة المحتوى الرطوبي عند نفس الحدود.

هناك العديد من طرق قياس معامل التوصيل الحراري عند الحالة المستقرة. فقد وصفت طريقة اللوح الساخن المحمي لقياس معامل التوصيل الحراري بواسطة ASTM Standard,C-177 (1970). يشيع استخدام هذه الطريقة في حالة المواد ضعيفة التوصيل للحرارة. بينما تستخدم طريقة القياس عند انتقال الحرارة المستقر بالاتجاه القطري لقياس الموصلية للمواد الحرة غير المدمجة مثل البودرة والحبوب. أما في طريقة الأسطوانة من غير نهايات محمية فتوضع العينة داخل اسطوانة يفترض أن تكون لانهائية الطول وعليه يمكن إهمال تأثيرات النهايات. يوفر المصدر الحراري على طول مركز العينة كمية الحرارة اللازم نقلها من خلال العينة (Reidy and Rippen, 1971) حيث يتم حساب معامل التوصيل الحراري كما يلي:

$$k = \frac{q \ln \left(\frac{r_2}{r_1} \right)}{2\pi L(T_1 - T_2)}$$

حيث q الطاقة المستخدمة بواسطة المسخن المركزي، L طول الاسطوانة، و T_1 و T_2 درجتا الحرارة للعينة عند القطرين r_1 و r_2 على الترتيب.

وفي طريقة الكرة ذات المصدر الحراري المركزي تحيط العينة تماماً بالمصدر الحراري حيث يؤدي ذلك إلى التخلص من الفواقد الناتجة عن النهايات الطرفية. وبافتراض الوصول إلى الحالة المستقرة وتساوي درجتا الحرارة لسطح المسخن الحراري على مسافة r_1 والسطح الخارجي للعينة على مسافة r_2 يمكن حساب معامل التوصيل الحراري من المعادلة التالية:

$$k = \frac{q(1/r_1 - 1/r_2)}{4\pi(T_1 - T_2)}$$

تستخدم طريقة الاسطوانة متحدة المركز المقارنة مسخن مركزي يحيط به عينة أسطوانية الشكل يحيط بها أسطوانة قياسية. بافتراض انتقال الحرارة في الاتجاه القطري

وبقياس درجات الحرارة T_1 و T_2 عند القطرين r_1 و r_2 للعينه و T_3 و T_4 عند القطرين r_3 و r_4 للمادة القياسية (Mohsenin, 1980). فيمكن إيجاد معامل التوصيل الحراري من المعادلة:

$$k = \frac{k_s (T_3 - T_4) \ln (r_2/r_1)}{(T_1 - T_2) \ln (r_4/r_3)}$$

حيث k_s هي معامل التوصيل الحراري لمادة الاسطوانة القياسية.

بشكل عام تعتبر طرق قياس معامل التوصيل الحراري عند انتقال الحرارة غير المستقر أقل تعقيداً من تلك عند الحالة المستقرة (Mohsenin, 1980). كما تتميز طرق القياس الانتقالية بقصر الزمن اللازم لإجراء التجربة وبالتالي التقليل من فقد المكونات الحيوية للمادة خاصةً المحتوى الرطوبي مما يجعل هذه الطرق أكثر ملائمة في حالة قياس معامل التوصيل الحراري للمنتجات الغذائية. ومن أهم هذه الطرق طريقة فيتش وهي الأكثر استخداماً لقياس معامل التوصيل الحراري للمواد ضعيفة التوصيل الحراري، وقد قام بتطويرها العالم فيتش Fitch عام ١٩٣٥م. ويمكن حساب معامل التوصيل الحراري للعينه باستخدام المعادلة التالية:

$$k = 2.303 \frac{M C_p L}{A} \frac{\log \left(\frac{T_1}{T_2} \right)}{t}$$

حيث M و C_p هما الكتلة بالرطل والحرارة النوعية لمُجمع الحرارة، T_1 و T_2 فرقاً درجة الحرارة عند بداية ونهاية التجربة، t الزمن، A و L مساحة وسماكة العينة المختبرة على الترتيب. طور Bennett, et al. (1962) جهاز فيتش معدل لقياس معامل التوصيل الحراري لمكونات الفواكه والخضراوات. كما طور Zuritz, et al. (1989) جهاز فيتش المعدل لقياس معامل التوصيل الحراري للأغذية صغيرة الحجم مثل حبات فول الصويا وشرائح صغيرة من العينة. قام Rahman (1991) بتحسين إضافي لجهاز Zuritz, et al. (1989) لقياس معامل التوصيل الحراري للأغذية المجمدة. الميزة الأساسية لهذا التحسين عن بقية الأجهزة المعتمدة على طريقة فيتش هو في حساب الفواقد من حواف الجهاز.

عرض Keppeler and Arboleda (1981) بيانات معامل التوصيل الحراري ومعامل الانتشار الحراري والحرارة النوعية وكثافة محاليل السكر المذوب عند تركيز ٢ و ٣٥٪ وذلك عند درجات حرارة بين -40 و 3.9 °م. كما قام Barrera and Zaritzky (1983) بقياس معامل التوصيل الحراري لكبد الأبقار المجمدة باستخدام طريقة المصدر الحراري الخطي حيث تم التعبير عنه كدالة في درجة الحرارة وتم عرض نموذج على أساس معادلة ماكسويل - أكين.

قدم Sweat (1974) دراسة عن معامل التوصيل الحراري لمجموعة مختارة من الفواكه والخضروات عند مستويات مختلفة من المحتوى الرطوبي تراوحت بين ٦٠٪ و ١٠٠٪ على أساس رطب. حدد المعادلة التالية للتنبؤ بمعامل التوصيل الحراري (k) لهذه الفواكه والخضروات مع محتوى رطوبي (M) أعلى من ٦٠٪:

$$k = 0.148 + 0.00493 M\%$$

حيث:

k معامل التوصيل الحراري، (وات/م.م°).

M المحتوى الرطوبي، (على أساس رطب).

كما طور (Sweat, 1976) معادلتين للتنبؤ بمعامل التوصيل الحراري لدرجات الحرارة الأدنى والأعلى من نقط التجمد اعتمادا على المعلومات المتاحة عن اللحوم، الأسماك والطيور آنذاك. النموذج التالي اقترح للتنبؤ بقيم k عند درجات الحرارة أعلى من نقطة التجمد:

$$k = 0.08 + 0.52W$$

حيث k الموصلية الحرارية (وات/متر.م°)، W نسبة المحتوى الرطوبي.

نفس الباحث (Sweat, 1986) طور معادلة عامة لكل من المواد الغذائية الصلبة والسائلة من مجموعة بيانات بلغ عددها ٤٣٠ نقطة:

$$k = 0.48X_w + 0.155X_p + 0.25X_c + 0.16X_f + 0.135X_a$$

حيث: X نسبة المحتوى من كل من ، p ، a ، f ، و wc وهم: المحتوى الرطوبي، البروتين، الرماد، الدهون، والكربوهيدرات، على التوالي. ينطبق هذا النموذج فقط في مجال ضيق من درجات الحرارة أعلى من درجة حرارة التجمد ولم يتضمن درجة الحرارة كمتغير. وقد قام (Sweat, 1986) بحساب الانحراف القياسي وفقا للعلاقة الآتية:

$$\sum (k_e - k_p)^2 / n$$

كما اقترح (Chato, 1966) النموذج التالي للمواد الحيوية:

$$k = 0.0324 + 0.329W$$

حيث k هي الموصلية الحرارية (وات/متر.م°)، W هي المحتوى الرطوبي (٪).

٢- ٢- ٢ معامل الانتشار الحراري (α)

وهي معدل انتشار الحرارة بالتوصيل عبر المادة، ويمكن التعبير عنها بدلالة الخواص الحرارية الأخرى:

$$\alpha = \frac{k}{\rho \cdot C_p}$$

حيث α معامل الانتشار الحراري (متر² ثانية⁻¹)، ρ الكثافة (كجم.متر⁻³)، C_p الحرارة النوعية (جول كجم⁻¹ كلفن⁻¹)، k معامل التوصيل الحراري (وات متر⁻¹ كلفن⁻¹). اقترح (Gijsbertsena, et al., 2004) فحص علامات الفساد للعديد من الفواكه والخضر بطرق غير محطمة (non-destructive methods) وذلك باستخدام أشعة تصوير حرارية والتي بواسطتها (تحديداً ليزر CO₂) أمكن الحصول على بيانات الموصلية الحرارية والانتشارية الحرارية.

قام (Albin, et al. (1979 باستخدام المجمد اللوحي لتسجيل العلاقة بين درجة الحرارة والزمن لبعض نماذج المواد الغذائية وبعض المنتجات الغذائية وذلك أثناء عملية التبريد في مرحلة عدم التجمد وأثناء عملية التسخين في مرحلة التجمد. علاقات درجة الحرارة مع الزمن تلك تم مقارنتهم بعلاقات نظرية تم الحصول عليها من طرق حسابية غير خطية وذلك من أجل الحصول على قيم معامل الانتشار الحراري. وقد تم عرض نتائج لمعامل الانتشار الحراري لنماذج المواد الغذائية مختلفة التكوين ذلك للبطاطس المهروسة عند محتويات رطوبة مختلفة وأيضاً للجمبري. استخدم (Chen, et al., (1998 طريقة فيتش المعدلة لقياس معامل الانتشار الحراري للحم والطبقة الخارجية لثمار الكيوي. تم قياس معامل الانتشار الحراري للحم سمك الباكلا المفرور (Nesvadba and Eunson (1984 حيث وجد أنه يزداد بزيادة المحتوى الرطوبي وقد كانت العلاقة خطية في مرحلة التجميد بين معامل الانتشار الحراري والمحتوى الرطوبي حيث تناقصت بزيادة درجة الحرارة.

تم حساب قيم معامل الانتشار الحراري من قبل (Nije, et al., (1998 وذلك باستخدام نتائج تجريبية لمعامل التوصيل الحراري والحرارة النوعية وكثافة المادة الغذائية. البيانات التي تم عرضها كانت قريبة لتلك المعطاة في مصادر أخرى مرجعية تم التعبير عنها في صورة علاقات معملية.

٢- ٢- الحرارة النوعية (Cp)

الحرارة النوعية هي كمية الحرارة المكتسبة أو المفقودة لوحدة الكتلة من المنتج لإنجاز تغير في درجة الحرارة دون حدوث أي تغيير في طور المنتج.

$$C_p = \frac{Q}{m \Delta T} = \frac{Q}{\rho V \Delta T}$$

حيث (Cp) الحرارة النوعية للمنتج بوحدة جول كجم⁻¹ م⁻¹، Q كمية الحرارة المكتسبة أو المفقودة بواسطة المنتج بوحدة جول، m كتلة المنتج بوحدة كجم، ρ كثافة المنتج بوحدة كجم متر⁻³، V حجم المادة الغذائية بوحدة متر³، و(ΔT) متوسط فرق درجة الحرارة بوحدة م°.

والحرارة النوعية دالة لدرجة الحرارة كالتالي:

$$C_p(T) = \frac{1}{m} \left(\frac{dQ}{dT} \right) \quad \text{و}$$

$$dQ = m \int_{T_1}^{T_2} C_p(T) dT$$

في حالات درجة الحرارة (٢٠ م° إلى ١٠٠ م°)، فإن الحرارة النوعية (Cp) للمواد الغذائية تظل ثابتة ولا تتغير كثيراً مع درجة الحرارة. أما في الحالات التي تتطلب فيها العمليات الحرارية درجة حرارة عالية، فإنه يجب الأخذ في الاعتبار تغير الحرارة النوعية (Cp) مع درجة الحرارة. ويمكن استخدام متوسط الحرارة النوعية باستخدام المعادلة التالية:

$$(C_p)_{avg} = \frac{\int_{T_1}^{T_2} C_p dT}{T_2 - T_1}$$

ولقد تم استعراض قيم الحرارة النوعية المتوسطة لكثير من المواد الغذائية الصلبة والسائلة في العديد من الدراسات منها (Heldman and Singh, 1981; Mohsenin, 1980; Toledo,) (1980; Singh and Heldman, 1984).

عندما تكون الحرارة النوعية معطاة، فإن:

$$Q = m(C_p)_{avg} (T_2 - T_1)$$

وتعتبر هذه المعادلة صحيحة في حدود درجات الحرارة الشائعة في معظم عمليات التصنيع الغذائي.

تتأثر الحرارة النوعية لأي منتج بعدة عوامل منها: مكونات المنتج، المحتوى الرطوبي، درجة الحرارة، والكثافة والضغط. فكلما زاد المحتوى الرطوبي للمنتج تزداد حرارته النوعية. وبصفة عامة، في معظم تطبيقات التصنيع الغذائي، تستخدم الحرارة النوعية عند ضغط ثابت حيث يتم المحافظة على الضغط ثابتاً خلال عمليات التصنيع الغذائي المختلفة. بالنسبة لعمليات التصنيع التي يحدث خلالها تغير في طور المنتج، ومثال ذلك تحول السائل إلى صلب أثناء عملية التجميد، فإنه يفضل أن تستخدم الحرارة النوعية.

ناقش Mohsenin, (1980) and Rahman, (1995) طرق معملية مختلفة لتقدير الحرارة النوعية للمواد الغذائية والتي تشمل طريقة المخاليط واستخدام مسعر المسح التفاضلي Differential Scanning Calorimeter. أيضا ناقش العديد من الباحثين استخدام نماذج مختلفة تعتمد على التركيب الكيميائي والتحليل الإحصائي لنتائج القياس التجريبي وذلك للتنبؤ بتلك الخاصية كدالة في درجة الحرارة والمحتوى الرطوبي.

طبق (Shinoj and Viswanthan, 2003) طريقة المخاليط لتقدير الحرارة النوعية لحبوب وطحين أنواع مختلفة من القمح وذلك في مدى من المحتوى الرطوبي من ١٠ إلى ٣٠٪. لوحظ زيادة في قيمة الحرارة النوعية من ١,٢٢ إلى ٢,٤ كجول/كجم.°م وذلك بزيادة المحتوى الرطوبي. وقد خلص الباحثان إلى أن طبيعة المادة ليس لها تأثير على قيمة الحرارة النوعية. تم استخدام نفس طريقة المخاليط لتقدير الحرارة النوعية الخاصة ببذور Locust bean وذلك من قبل (Ogunjimi et al., 2002)، حيث كان المحتوى الرطوبي للبذور ١٠,٢٥٪ وقد تراوح المدى الذي تم الحصول عليه من ١,١٣ إلى ١,٤١٥ ك جول/كجم.°م بانحراف قياسي ١,٠٣٪. يعد الفقد الحراري أو التسريب الحراري من المسعر للوسط المحيط من أهم عوامل الخطأ في طريقة حساب الحرارة النوعية بطريقة المخاليط (Lewis, 1987). وليتم تجنب ذلك يجب حفظ المسعر على درجة حرارة مساوية لدرجة حرارة الوسط المحيط حيث يسمى في تلك الحالة المسعر الأدياباتيك.

استخدم (Pham. et al. (1993) نفس التقنية لحساب كمية الحرارة الكلية لأنواع مختلفة من المواد الغذائية منها الأسماك واللحوم المصنعة في مدى من درجات الحرارة تراوح من -٤٠ إلى ٤٠°م. وقد وجدوا أن نتائجهم توافقت جيدا مع نموذج Schwartzberg والذي يعتمد على إضافة كمية الحرارة لعناصر العينة المختلفة وفقاً لنسبة كل منها. في هذه الطريقة يتم وضع عينة معلوم كتلتها ودرجة حرارتها داخل مسعر حراري ذو حرارة نوعية معلومة ويحتوي ماءً معلوماً كتلته ودرجة حرارته. ويمكن تقدير الحرارة النوعية للعينة في هذه الطريقة من:

$$C_{p_c} W_c (T_{c,i} - T_e) + C_{p_s} W_s (T_{s,i} - T_e) = C_{p_w} W_w (T_e - T_{w,i}) \quad \text{أو}$$

$$C_{p_s} = \frac{C_{p_w} W_w (T_e - T_{w,i}) - C_{p_c} W_c (T_{c,i} - T_e)}{W_s (T_{s,i} - T_e)} \quad \text{حيث:}$$

C _{p_c}	الحرارة النوعية لوعاء العينة في المسعر	ك.جول/كجم كلفن
C _{p_s}	الحرارة النوعية للعينة	ك.جول/كجم كلفن
C _{p_w}	الحرارة النوعية للماء	ك.جول/كجم كلفن

كجم	كتلة وعاء العينة	W_c
كجم	كتلة العينة	W_s
كجم	كتلة الماء المضاف	W_w
°م	درجة الحرارة الابتدائية لوعاء العينة	$T_{c,I}$
°م	درجة الحرارة الابتدائية للماء	$T_{w,I}$
°م	درجة حرارة التوازن	T_e

من أهم مصادر الخطأ في هذه الطريقة هي فقد الحرارة من المسعر وكذلك الطاقة المضافة بواسطة النشاط الحيوي للمادة الغذائية (Mohsenin, 1980). لتصحيح هذه الأخطاء أهمية كبيرة عند قياس الحرارة النوعية للمواد ذات السعات الحرارية المنخفضة بالنسبة لوحد الحجم، وأحيانا عندما تكون السعة الحرارية لوعاء العينة كبيرة إلى حد تساويها مع السعة الحرارية للوعاء. وقد اقترح Stitt and Kennedy (1945) طريقه بيانية لتصحيح هذه الأخطاء (فقد الحرارة) بالاعتماد على منحني درجات الحرارة مع الزمن للتجربة. ولقد تم تطوير طريقة (1951) Pealzner بواسطة Li, et al. (1971) استخدم فيها كبسولة اسطوانية من النحاس. ويمكن وضع العينة في الكبسولة ثم غمرها في الماء داخل المسعر (Hwang and Haykawa, 1979). وقد طور Gupta (1990) مسعراً صنعت كبسولة الاختبار الخاصة به من أنبوب نحاسي، ويمكن تقدير الحرارة النوعية للمسعر من المعادلة:

$$C_{CA} = \frac{C_{cap} \cdot W_{cap} \cdot (T_{wc} - T_{cao} + T_R) - C_w \cdot W_w \cdot (T_{ow} - T_{wc} - T_R)}{W_{CA} \cdot (T_{oc} - T_{wc} - T_R)}$$

حيث:

كيلوجول/كجم كلفن	الحرارة النوعية للمسعر	C_{CA}
كيلوجول/كجم كلفن	الحرارة النوعية للماء	C_w
كجم	كتلة الماء	W_w
كجم	كتلة المسعر	W_{CA}
°م	درجة الحرارة عند التوازن للماء في المسعر	T_{wc}

T_{ow}	درجة حرارة الماء الابتدائية	$^{\circ}\text{م}$
T_{oc}	درجة الحرارة الابتدائية للمسعر	$^{\circ}\text{م}$
C_{cap}	الحرارة النوعية للكبسولة	كيلو جول/كجم كلفن
W_{cap}	كتلة الكبسولة	كجم
T_{cao}	درجة حرارة الكبسولة الابتدائية	$^{\circ}\text{م}$

$$T_R = \frac{T_2 - T_1}{t_2 - t_1} t$$

T_R هي $(t) dT/dt$ ويمكن قياسها بالطريقة التالية :

ويمكن حساب الحرارة النوعية للعينة من المعادلة التالية:

$$C_{sa} = \frac{C_w \cdot W_w (T_{ow} - T_{ws} - T_R) + C_{CA} \cdot W_{CA} \cdot (T_{oc} - T_{ws} - T_R) - C_{cap} \cdot W_{cap} \cdot (T_{ws} - T_{cao} + T_R)}{W_{sa} \cdot (T_{ws} - T_{os} + T_R)}$$

حيث:

C_{sa} الحرارة النوعية للعينة كيلوجول.كجم⁻¹.كلفن⁻¹

T_{os} درجة حرارة العينة الابتدائية $^{\circ}\text{م}$

T_{ws} درجة حرارة العينة عند التوازن $^{\circ}\text{م}$

وأشار Gupta (1990) إلى أن هذه الطريقة يمكن استخدامها لقياس الحرارة النوعية أعلى من 100°م درجة مئوية باستخدام زيوت نباتية أو معدنية كوسيط للانتقال الحراري بدلاً من الماء. أوضح Rahman (1993) أن مدى قيم الحرارة النوعية للأغذية البحرية الطازجة يتراوح من 3,29 إلى 3,79 ك جول/كجم.كلفن. أيضاً استخدم Balaban and Pigott (1992) طريقة المخاليط لحساب الحرارة النوعية لسماك Ocean prech حيث عبرا عن نتائجهم في صورة معادلة معملية عند مستويات مختلفة من المحتوى الرطوبي ودرجة الحرارة. كما قام Peralta, et al. (1995) باستخدام نفس الطريقة لحساب الحرارة النوعية لأنواع مختلفة من الأغذية المصنعة وقد تم معايرة المسعر من خلال زيت السيلكون والبولي بروبيلين حيث كانت قيم الحرارة النوعية لهم $0,117 \pm 1,72$ و $0,89 \pm 0,113$ (ك جول/كجم.م°)، على التوالي.

يعد التنبؤ بقيم الخواص الحرارية للمواد الغذائية من خلال النماذج التجريبية واحدة من أهم الطرق لحساب تلك الخواص ومدى تأثيرها بدرجة الحرارة والمحتوى الرطوبي، وعادة ما تصاغ تلك النماذج كدالة في كل من درجة الحرارة ومكونات المادة الغذائية المختلفة من

الكربوهيدرات، البروتين، الرماد والمحتوى الرطوبي. وقد عمل الكثير من الباحثين على تطوير العديد من النماذج رياضية للتنبؤ بقيم الخواص الحرارية للمواد الغذائية الطازجة والمصنعة. ناقش (Sweat, 1986; Pham and Willix, 1989; Rahamn, 1993; and Radhakrishnan, 1997) النماذج

المتعددة التي يمكن من خلالها التنبؤ بقيم الخواص الحرارية المختلفة بصفة عامة.

استعرض (Lewicki 2004) تأثير المحتوى الرطوبي على الخواص الحرارية المختلفة للمواد الغذائية وخاصة للخضروات والفاكهة. أوصى الباحث باستخدام نموذج الإضافة (Additive model) لتقدير الحرارة النوعية موضحاً أن جميع النماذج المنشورة تأخذ في اعتبارها تأثير المحتوى الرطوبي على الحرارة النوعية للمواد الغذائية غير أنه عند انخفاض المحتوى الرطوبي تتباين النتائج الخاصة بغالبية النماذج مقارنة بالقيم الفعلية.

طور (Alhama and Fernandez 2002) طريقة محاكاة عددية للتنبؤ بالحرارة النوعية للمواد الغذائية الصلبة والتي تساهم في حل المعادلات التفاضلية الخاصة بعملية تجميد المواد الغذائية. تنطبق هذه الطريقة على المواد أسطوانية وكروية الشكل متعددة الطبقات، وقد تم تطبيقها على تجميد الأسماك باستخدام تيارات الحمل المدفوع. وتستخدم الطريقة في تفاصيلها نظرية الفروق المحددة لحل المعادلات التفاضلية بظروفها وقيمها الحدية.

استخدم (Simpson 2003) طريقة الفروق الحدية لتقدير الحرارة النوعية للمواد الغذائية أثناء عملية التجمد وذلك من خلال الطريقة المتحولة (Inverse method). تم تقييم الطريقة المقترحة من خلال تجربتها على نموذج المادة الغذائية (Tylose) حيث دلت النتائج الإحصائية على عدم وجود فروق معنوية ما بين القيم المحسوبة من النموذج وتلك المقاسة فعلياً.

استعرض (Becker, et al. 1999) النماذج المستخدمة لحساب الحرارة النوعية للمواد الغذائية في كل من مدى درجات الحرارة قبل وبعد التجمد. وقد أجريت تحليلات إحصائية لتقييم عدد من النماذج الشائعة الاستخدام حيث تبين وجود أخطاء للنماذج المختلفة تراوحت ما بين ٢٠ إلى ٢٥٪. غير أن تلك الأخطاء تقلصت بانخفاض درجة الحرارة، وقد أشار الباحثون إلى أن نموذج Schwartzberg كان الأكثر دقة. استخدم (Reidel, 1956) المسعر الحراري لتطوير نموذج لحساب الحرارة النوعية لأنواع مختلفة من المواد الغذائية في درجات حرارة فوق التجمد:

$$C_p = 1.672 + 2.508W$$

حيث C_p الحرارة النوعية (ك جول/كجم.°م)، W المحتوى الرطوبي. كما تم استخدام التالية من قبل (El-Sahrigi, et al., 1981) لتقدير الحرارة النوعية لأنواع مختلفة من المواد الغذائية:

$$C_p = W + 0.F + 0.36P$$

حيث C_p الحرارة النوعية (و.ج.أ./رطل.°ف)، W, F, P المحتوى الرطوبي، محتوى الدهون ومحتوى البروتين، على التوالي. قدر Rahman, (1993) الحرارة النوعية لعدة أنواع من المواد الغذائية باستخدام طريقة المخاليط حيث أوصي بالنموذج التالي والذي أعطى أعلى دقة من بين عدة نماذج تم اختبارها:

$$C_p = 35.06 - 81.33X_w + 52.88X_w^2$$

حيث X_w نسبة المحتوى الرطوبي.

طبق Frandas and Bicanic (1999) طريقة الكهرباء الضوئية photoyroelectric لقياس الحرارة النوعية لعصائر الفاكهة حيث أمكن من خلال الجمع بين أشكال هندسية مختلفة وظروف تجريبية متباينة. وقد استخدم تلك الطريقة بصورة جيدة للحصول على قيم الخواص الحرارية في مدى واسع من درجات الحرارة تراوح من صفر إلى 70°م. تم تطوير معادلات معملية للتنبؤ بالخواص الحرارية المختلفة عند نسب مواد صلبة مختلفة. قام Fikiin, et al (1999) بتطوير معادلات تجريبية للتنبؤ بالحرارة النوعية لطبقات أنواع مختلفة من الفاكهة المعبأة في صواني مغلقة أو المفتوحة حيث شملت الدراسة العنب، الفراولة، المشمش، الخوخ وغيرها. تعد النتائج المتحصل عليها مناسبة للاستخدام في عمليات النمذجة الرياضية وللحسابات الهندسية.

ومن الطرق الحديثة لقياس الحرارة النوعية طريقة المسعر الحراري التفاضلي Differential Scanning Calorimeter (DSC) والذي تم استخدامه في هذا المشروع البحثي. وتعتمد هذه الطريقة على قياس التأثيرات الحرارية الصغيرة جداً للمنتج الناتجة من العمليات الحرارية مقارنةً بعينة قياسية، حيث يعطي جهاز التسجيل في النظام رسماً حرارياً يبين أي اكتساب أو فقد للطاقة أثناء عملية المسح بمعدل تسخين محدد وفي حدود درجات حرارة معينة مختارة. وتتناسب المساحة داخل الرسم طردياً مع الطاقة الحرارية الممتصة أو المطرودة بواسطة العينة خلال عملية التسخين أو التبريد (Mohsenin, 1980). فعندما تتعرض مادة غذائية لعملية تغير الطور فإن المادة تتحول من الحالة الصلبة إلى السائلة أو العكس وتكون هذه العملية مصحوبة بانبعث (exothermic) أو امتصاص حرارة (endothermic). وفي مجال الصناعات الغذائية يحدث تحول الطور في عمليات عديدة مثل عملية التجمد والانصهار، عملية الدنترة وعملية جلتنة النشويات. تستخدم أجهزة DSC لقياس المحتوى الحراري أثناء تحول الطور للمواد الغذائية وكذلك لتقدير كمية الحرارة اللازمة لإنجاز تفاعلات محددة. يمكن من خلال هذه الاختبارات الحصول على نوعين من البيانات هما درجات حرارة تحول الطور وكميات الحرارة اللازمة لتلك التحولات مثل الحرارة الكامنة للتجمد، للانصهار، الحرارة النوعية والحرارة اللازمة لإنجاز تفاعلات محددة. يتم تقدير الحرارة

النوعية من خلال منحنيات التدفق الحراري التي يتم الحصول عليها من DSC ويتم التحكم بحيث تزداد أو تقل درجة الحرارة بصورة خطية عند قياس الحرارة النوعية. يتم تحديد كمية الحرارة المتدفقة إلى العينة بقياس الفرق في كمية الحرارة الكلية، ومن ثم يتم حساب الحرارة النوعية باستخدام المعادلة الآتية:

$$C_p = \frac{dQ/dt}{Ws(dT/dt)}$$

حيث (dQ/dt) هي معدل كمية الحرارة (J/s)، و(dT/dt) هو معدل التسخين بوحدات (K/s) بينما Ws هو كتلة العينة بالكجم. يتم تحديد خط الأساس (Base line) للجهاز من خلال مادة مرجعية معلومة الخواص الحرارية (Widmann and Riesen, 1988). وبين (Wunderlich (1990 أن تقنية المسعر التفاضلي الحراري تستخدم لدراسة التأثيرات الحرارية التي تحدث للمواد سواء الغذائية أو اللدائن والتي عادة ما يطلق عليها التحولات الحرارية. التحولات الحرارية عبارة عن تغيرات تحدث أثناء المعاملات الحرارية التي تجرى على المواد المختلفة مثل الذوبان والتبلور والتحول الزجاجي، ومن ثم تكون الخطوة الأولى لدراسة تلك التحولات هو إجراء عملية تسخين متحكم فيها من خلال إعطاء كمية حرارة معينة لرفع درجة حرارة العينة بمعدل متحكم فيه يعبر عنه بمعدل المسح (Scanning rate).

أجرى Njie, et al. (1998) مجموعة من القياسات للسعة الحرارية للعديد من أنواع الفاكهة وذلك باستخدام المسعر التفاضلي الحراري DSC حيث وجد أنها تزداد بازدياد المحتوى الرطوبي وقد تراوحت القيم المتحصل عليها من 1,636 إلى 3,26 ك جول/كجم.°م، قام (Singh, et al. 1997) بعرض مجموعة من القيم الجمية للسعة الحرارية والتي تم قياسها باستخدام المسعر التفاضلي الحراري DSC وأيضا لمعامل التوصيل الحراري والذي تم قياسه بطريقة فيتش المعدلة، وكذلك تم عرض قيم للكثافة الجمية والحقيقية لمسحوق حبيبات القهوة الكولومبية والمكسيكية والذي تم قياسها من خلال Stereopycnometer. استخدم (Cristianini, et al. 1996) المسعر التفاضلي الحراري DSC لقياس الحرارة النوعية لمنتجات سمك التونة كدالة في المحتوى الرطوبي. كما أجرى (Kapseu, et al. 1994) مجموعة من التجارب باستخدام جهاز DSC لإيجاد الحرارة النوعية والمنحني الحراري وكمية الحرارة لزيت بذرة القطن وذلك في مدى من درجات الحرارة تراوح من 25 إلى 110°م. وقد أوضحت النتائج أن العلاقة بين درجة الحرارة وكمية الحرارة خطية بينما تباينت قيم الحرارة النوعية قليلا بتغير درجة الحرارة وذلك في المدى من 25 إلى 110°م. أوضحت النتائج أيضا تشابه قيم الخواص الثرموديناميكية لجزيئات الصلب والسائل خلال المدى المشار إليه من درجات الحرارة. قام (Wang and Brennan (1993 باستخدام جهاز DSC

لتحديد قيم الحرارة النوعية للبطاطس ونمذجتها رياضيا حيث أشارت النتائج المتحصل عليها زيادة قيم الحرارة النوعية بازدياد المحتوى الرطوبي وذلك بصورة تربيعية في مدى من درجات الحرارة تراوح من صفر إلى ٤,١٣ جم ماء/ جم مادة صلبة في حين كانت العلاقة خطية مع درجة الحرارة وذلك في مدى من ٤٠ إلى ٧٠ م°.

استقصى (Sochava and Smirnoya 1993) القيم المطلقة للسعة الحرارية لأربعة أنواع من البروتين المهدرج، حيث أوضحت النتائج زيادة الحرارة النوعية للبروتين الأصلي التي تتم عملية الدنترة وذلك عند مستويات منخفضة للرطوبة وكذلك عند مرحلة التحول الزجاجي. استخدم (Noel and Ring, 1992) المسعر التفاضلي الحراري DSC لتقدير الحرارة النوعية لمخاليط النشا/الماء حيث وجد أنه في الطبقة المتبلورة لمخلوط amylopectin/water كان poysaccharide هو المكون الغالب لخاصية الحرارة النوعية المقاسة وذلك عند درجة حرارة التحول الزجاجي. قدر (Akingbala, et al. 1982) الخواص الحرارية لنشا الذرة والدقيق النقي وذلك باستخدام جهاز DSC حيث وجد أن الحرارة النوعية تزداد بازدياد درجة الحرارة والمحتوى الرطوبي للمادة. عرض (Dios 1991) نتائج قياس الحرارة النوعية والمحتوى الرطوبي لعدة أنواع من الفاكهة حيث تم تمثيل النتائج من خلال معادلات ارتداد خطي أسية والتي يمكن من خلالها حساب الحرارة النوعية للفاكهة الطازجة وعصائرها المركزة وذلك من محتوى رطوبي ١٪ إلى ٩٦٪.

في دراسة أخرى عن الخواص الحرارية أثناء التجمد قام (Wang and Kolbe 1990) وباستخدام DSC بتحديد درجة التجمد الابتدائية لسَمك Surimi وكمية الماء المرتبط والسعة الحرارية الظاهرية وكمية الحرارة ونسبة الماء غير المجمد. حين تم التحكم في المحتوى الرطوبي عند مستوى ٨٠,٣٪ على أساس رطب كان تركيز cryoprotectant ذي تأثير ضئيل على الخواص الحرارية في مدى التجمد الكامل (-٤٠ م°)، في حين تأثرت معنويا درجة الحرارة الابتدائية والخواص الحرارية دون هذه الدرجة (-٤٠ م°). استخلص الباحثون إمكانية استخدام جهاز DSC لقياس الخواص الحرارية والظواهر التي تحدث للمحاليل السائلة ونصف السائلة للمواد الغذائية وذلك عند درجات التجمد حيث وجد أن تلك الظواهر تعتمد على درجة الحرارة والمحتوى الرطوبي والمكونات الأخرى في أنظمة الأغذية المختلفة. كما وجد أيضا أن درجة الحرارة التي يحدث عندها تحول للطور وكذلك الحرارة الكامنة للانصهار والسعة الحرارية تعتمد على تلك العوامل من درجة حرارة ومحتوى رطوبي.

استحدث (Pham 1996) علاقة للتنبؤ بمنحنيات كمية الحرارة مع درجة الحرارة للمواد الغذائية وذلك في مدى من درجات الحرارة تراوح من -٤٠ إلى ٤٠ م° وذلك بدلالة مكونات المادة

حيث تم استخدام نموذج Schwartzberg للماء المرتبط وقد بلغت دقة النموذج $\pm 10\%$ في مدى التجمد. عرض (Harrison and McDonald (1975) بيانات للخواص الكيميائية والطبيعية لثمار الكيوي والتي اشتملت على الحرارة النوعية للفاكهة المجمدة والغير مجمدة، الكثافة، المحتوى الرطوبي، المعامل التوصيل الحراري، معامل انتقال الحرارة بالحمل، خواص التبريد، درجة التجمد، حرارة التنفس، كثافة التعبئة والفقد في الوزن أثناء عملية التخزين عند مستويات مختلفة من الرطوبة. حدد (Uemrua and Hasaba (1970) الحرارة النوعية ودرجات التجمد والتي شملت ١٢ نوعاً من الفاكهة وكذلك كميات الحرارة حيث تم توضيح تلك النتائج ومن ثم مقارنتها بدراسات أخرى مشابهة.

قام (Yang, et al.(2002 باستخدام جهاز DSC لتقدير الحرارة النوعية لبذور Borag والتي تراوح محتواها الرطوبي من ١,٢ إلى ٣,٣٪ وذلك عند درجة حرارة تراوحت من ٦ إلى ٢٠م. تراوحت قيم الحرارة النوعية من ٠,٧٧ إلى ١,٩٩ ك جول/كجم.م° وقد تراوحت الفوارق ما بين القيم المقاسة وتلك المتبأ بها لنموذج آخر طوره الباحثون سابقا في حدود ٥٪. وقد دل البحث على تأثير كل من المحتوى الرطوبي ودرجة الحرارة على الحرارة النوعية لهذا النوع من البذور. استخدم (Karunakar, et al. (1998 جهاز DSC لحساب الحرارة النوعية للروبيان في مدى من درجات الحرارة تراوح من -٣٠ إلى ٣٠م° حيث تراوحت القيم المتحصل عليها من ٣,٦٣ إلى ٢,١ (ك جول/كجم.م°) وقد توافقت النتائج جيدا مع نموذج Schwartzberg.

استخدم (Aparicio, et al (2011) الحرارة النوعية في إيجاد خواص انضغاطية معجون الطماطم لتصميم عمليات الضغط العالي في صناعة المعجون. واستخدم (Mills, et al. (2011 المسعر الحراري التفاضلي في إيجاد الخواص الحرارية للجلاتين النباتي كما استخدمه (Lim, et al. (2010 في إيجاد الخواص الحرارية للزيت الناتج من بعض أنواع التوابل. كما أوجد (Lan, et al. (2010 بعض الخواص الطبيعية والكيميائية والحرارية للنشا المستخرج من عشر أنواع من الأرز الصيني مستخدما تقنية المسعر الحراري التفاضلي في إيجاد الخواص الحرارية. بينما استخدم (Muramatsu, et al.,(2010 تقنية المسعر الحراري لإيجاد الخواص الحرارية لعصائر العنب، البرتقال والأناناس. وفي تطبيق آخر للمسعر الحراري التفاضلي استخدمه (Matos, et al. (2011، كأداة اختبار جودة لأسماك حيث استخدمه للفرقة بين السمك الطازج والسمك المجمد.

٢- ٣ الخواص الطبيعية واللون

هناك العديد من الدراسات التي تمت على الخواص الطبيعية ولعدد من المنتجات الغذائية. وفيما يلي استعراض لأهم تلك الدراسات على التمور وأيضا لبعض الفواكه الأخرى لعدد من الخواص الهندسية. فقد حقق Seddik, et al. (2010) نموذجا رياضيا تجريبياً لإيجاد كثافة مجموعة من المواد الغذائية أثناء عملية التجفيف.

دراسات الخواص الطبيعية للتمور محدودة وتكاد تنحصر في المقارنة بين تأثير المعاملات المختلفة على خواص التمور الطبيعية. فقد قام Bacha and Shahe (1986) بدراسة تأثير ثلاثة مستويات من نسب الأوراق إلى العذوق (٥، ٧، ٩ أوراق/ عذوق) على المحصول وخواص الثمار (الكتلة والحجم والقطر والطول) لصنفي نبوت السيف والرزي في مرحلة نضج البلح خلال ٣ سنوات متعاقبة. وقد أوضحت نتائج هذه الدراسة أن تأثير زيادة نسبة الأوراق/العذوق كان بسيطاً على الخواص الطبيعية للثمار. كما درس Bacha, et al.(1987) الخواص الطبيعية والكيميائية لثمار أربعة أصناف من التمور خلال ثلاث مراحل من النمو وهي: الكمري والخلال والتمر. أوضحت النتائج أن الخواص الطبيعية تغيرت بدرجة كبيرة من مرحلة إلى أخرى مع وجود بعض الاختلافات بين الأصناف والمواسم. فقد وجد أن حجم وطول وقطر الثمرة ووزن البذرة تزداد زيادة ملموسة في مرحلة الخلال عن مرحلة الكمري، يلي ذلك نقص بسيط في مرحلة التمر. لوحظ أن محتوى الثمار من الرطوبة، الرماد، البروتين، التانين أنخفض بدرجة كبيرة خاصة في مرحلة التمر مقارنة بمرحلتي الكمري والخلال. إلا أنه لم يتم دراسة الخواص الطبيعية لمرحلة الرطب.

أجرى El-Hamady, et al. (1992) دراسة على تأثير المعاملة بالأثيفون على صفات ثمار صنف بلح السلج والميني. دلت النتائج على تحسن خواص الثمار (الكتلة، الحجم، القطر والطول) في كلا الصنفين بتأثير خف الثمار الناتج من استخدام الأثيفون.

استقصى Al-Ghamdi (1996) الخواص الطبيعية لأربعة أصناف من التمور الشائعة في المنطقة الشرقية (دجلة، مدجول، زهدي وثورى) والتي تم إنتاجها من خلال زراعة الأنسجة حيث تم مقارنتها بتلك التي تم زراعتها بالطريقة التقليدية. الخواص التي تم تقييمها هي الحجم، اللون، الصلابة، الطول والقطر وذلك لكل من الثمار والنوى وأيضا لنسبة أبعاد الثمار ونسبة كتلة اللب. تم التقييم لأربعة أطوار نضج (الكمري، البسر، الرطب والتمر) وذلك خلال موسم ١٩٩٠م. أظهرت النتائج وجود فروق معنوية بين الأصناف لغالبية الصفات وذلك للثمار والنوى. كما أوضحت النتائج وجود فروق معنوية للصفات الطبيعية بين أطوار النضج لكل صنف في

حين كان هناك تماثل في الصفات الطبيعية للثمار التي تم إنتاجها من خلال زراعة الأنسجة وتلك التي تم إنتاجها بالطريقة التقليدية.

أجريت دراسة من قبل (Al-Yahya 1999) لقياس المحتوى الرطوبي لأربعة أصناف من التمور (الشقراء والبرحي والسكري وأم الخشب) عن طريق الفرن الحراري. وتم تحديد المحتوى الرطوبي في كل صنف لأربعة أوزان مختلفة وهي ٢، ٧، ١٥ جرام وثمره كاملة. تم تجفيف التمور عند درجات حرارة مختلفة (٧٠، ٨٠، ٩٠، ١٠٠ م°). لوحظ في جميع الأصناف أن أقصى زمن تجفيف حدث عند ٧٠ م° حيث بلغت ٥٣ ساعة للوزن ٢ جم و ٦٤ ساعة للأوزان ٧ و ١٥ جرام و ٧٢ ساعة للثمره الكاملة. ولوحظ أن أقل زمن تجفيف حدث عند ٩٠ م° حيث بلغت ساعة ونصف للوزن ٢ جرام و ٤ ساعات للوزن ٧ جم و ٥ ساعات للوزن ١٥ جرام. إلا أنه واجه بعض الصعوبات في قياس المحتوى الرطوبي لصنف السكري لعدم استقرار وزنه أثناء التجفيف.

قام (Sawaya 1986) باستعراض العديد من الدراسات التي قام بها مع فريق عمل وذلك لقياس وتقدير العديد من التغيرات الكيميائية أثناء نضج التمور للعديد من أصناف التمور في المملكة في أطوار الكمري والبلح والتمر. فقد قام بمقارنة كتلة الثمار للبلح والتمر وكذلك كتلة النوى للعديد من أصناف التمور. أيضاً قاس اللون ولكن ذلك كان وصفياً (تقييم حسي). وقام أيضاً بقياس طول وقطر وكتلة صنفين من التمور الخضري والسلج. وأخيراً قام بعمل مكثف لقياس المكونات الكيميائية للتمور متضمناً المحتوى الرطوبي، نسب وأنواع السكريات، البروتين، الألياف والمعادن والفيتامينات لخمسين صنفاً من التمور في مرحلتي البلح والتمر. وهذا جهد ضخم ومقدر في مجال التحليل الكيميائي الذي قام به بقسم الغذاء والتغذية بمركز أبحاث المياه والزراعة بالرياض التابع لوزارة الزراعة والمياه.

في دراسة مكثفة (الحمدان وحسن، ٢٠٠٢) تم إيجاد الخواص الطبيعية لثمانية أصناف من التمور هي البرحي والخضري والخلاص والسري والسكري والصفري والصقعي ونبوت سيف في مراحل نضجها المختلفة وهي البلح والرطب والتمر. وقد اشتملت هذه الخواص على الكتلة والحجم ومساحة السطح والكثافة والطول والقطر الأكبر ونسبة حجم النوى إلى حجم الثمرة الكاملة. وفي دراسة مشابهة، قام (Hobani and Ahmed 2001) بدراسة الخواص الطبيعية لستة أصناف من التمور الكاملة النضج (برحي، خلاص، نبوت سيف، سري، صقعي، وسكري). متوسط طول الثمار تراوح بين ٢,٢٧ - ٤,٦٠ سم والقطر بين ١,٣١ - ٢,٥٥ سم والكتلة بين ٨,٤١ - ١٢,٩٢ جم بينما الحجم بين ٠,٦٦ - ١,٢٢ سم. كما حصلنا على معادلات انحدار خطي لربط حجم الثمار بكتلتها.

يعد النشاط المائي من الخواص الطبيعية بالغة الأهمية ويرتبط ارتباطاً وثيقاً بفساد المنتجات الغذائية ومدى ثبات جودتها (Karel, 1971). فالقيم العالية للنشاط المائي تعطي دلالة على قابلية المنتج للفساد بصورة أكبر بينما القيم المنخفضة تعطي دلالة على طول فترة صلاحية هذا المنتج. إلا أنه يفضل عند استهلاك المنتج مثل الرطب ومعجون التمر أن تكون قيم النشاط المائي عالية. أورد الحمدان وحسن (٢٠٠٢) بيانات المحتوى الرطوبي والنشاط المائي لثمانية أصناف من التمر، عند مراحل نضجها الثلاث (بلح، رطب، تمر) وتراوحت قيم النشاط المائي من ٠,٣٩ إلى ٠,٩٨٥. تم تقييم عدد من الخواص الطبيعية لفاكهة التيربينث (terebinth) بناء على محتواها الرطوبي (Aydin and Ozcan, 2002). كان متوسط الطول، السمك، القطر والكتلة ٥,٣ مم، ٤,٩٦ مم، ٥,٤٣ مم، و ٠,٥٦٥ جم على الترتيب عند محتوى رطوبي ٦٪. عند ترطيب الثمار وزيادة المحتوى الرطوبي من ٦ إلى ٢٦٪، زادت كل من كثافة الحبة والكثافة الجمية والمساحة المواجهة والسرعة الحدية ماعدا المسامية التي انخفضت قيمها.

يعد اللون أحد أهم خصائص جودة المنتج التي تلفت انتباه المستهلك وتؤثر على مدى قبوله للمنتج عند نقاط البيع. ويرتبط لون المنتجات الغذائية ارتباطاً وثيقاً بطعمها ونكهتها وملامسها، وبالتالي فإن العديد من المنتجين يستخدمون التأثيرات الفسيولوجية للون لتحسين معدلات تسويق منتجاتهم (Rhim, et al., 1989; Lopez, et al., 1997; Avila and Silva, 1999; Walizewski et al., 1999; Maskan, 2001). وهناك العديد من التفاعلات التي يمكن أن تؤثر على لون الفواكه والخضروات أثناء عمليات تصنيعها وحفظها مثل عملية التجميد. فمكونات اللون الرئيسية في العديد من أنواع الفواكه والخضروات مثل الكلوروفيلات والكاروتينات والأنتوسيانينات تتدهور أثناء عمليات التصنيع والحفظ، فضلاً عن تفاعلات التحول البني مثل تفاعلات ميلارد للكربوهيدرات والمكونات الأمينية وتأكسد حمض الأسكوربيك (فيتامين ج) (Barreiro, et al., 1997; Lozano and Ibraz, 1997; Lee and Coates, 1999). ومن العوامل الأخرى التي تؤثر على لون الفواكه تركيز الأس الهيدروجيني والحموضة ودرجة حرارة عمليات التصنيع والحفظ وزمن التعرض لها، والصنف، والتلوث بالمواد المعدنية الثقيلة.



غير أن توفر أجهزة قياس اللون أوجد حلولاً موضوعية للتعبير عن لون المنتجات حسابياً. ومن أكثر المعايير شيوعاً واستخداماً لقياس لون المنتجات الغذائية معيار معمل جود -هنتر (Jud-Hunter Lab) والهيئة العالمية القياسية للإضاءة (CIE) وهو معيار L^* , a^* , b^* كما هو موضح في الرسم التوضيحي المقابل.

إضافة إلى ذلك، يمكن التعبير عن اللون بمعاملات هامة مشتقة من قيم اللون الأساسية L^* , a^* , b^* وهي فرق اللون الكلي (ΔE) وتدرج اللون (Hue) ونساعة وتشبع اللون (Chroma) وزاوية درجة اللون (Hue angle) ومؤشر التحول البني BI (Hunter and Harold, 1987;) . بينما قام Gnansekharan, et al., 1992; Maskan, 2001 مقارنة لمجموعة من الوجبات المصنعة من الفواكه بدلالة الفرق الكلي للون، النشاط المائي والمحتوى الرطوبي. أمكن (Ines, et al. (2010) تطوير برنامجاً حاسوبياً للتنبؤ بقيم رطوبة العنب أثناء عملية التجفيف في مجفف معلمي بناء على التصوير الضوئي ومعالجة تلك الصور.

٢- ٤ الخواص الميكانيكية

تعتبر الخواص الميكانيكية أحد المعايير الهامة التي تعبر عن جودة المنتجات الغذائية (Bourne, 1978). إيجاد الخواص الميكانيكية الأساسية للتمور ينطوي على فوائد عديدة منها وضع المواصفات القياسية وضبط الجودة للتمور استناداً على خواصها الميكانيكية مما سيقنن قطاع تسويقها محلياً وفي الأسواق العالمية. كذلك يساهم في تصميم نظم وآليات وعمليات الجني والمناولة والمعالجة والتصنيع على أسس هندسية راسخة. أيضاً للمساعدة في تحديد المستويات القصوى لرص عبوات التمور وتحديد الضغوط القصوى لرذاذ الماء أثناء عمليات الغسيل له صلة بخواص المنتج الميكانيكية. ومن المهم تحديد الخواص الموضوعية لقوام التمور في مراحل نضجها المختلفة (بلح، رطب، تمر). وأخيراً يمكن استخدام الخواص الميكانيكية كمعيار لمدى تأثير ظروف التخزين المختلفة على جودة التمور.

تشتمل تجارب الخواص الميكانيكية الأساسية في هذا المشروع على إيجاد العديد من الخواص الميكانيكية المشتقة من الاختبارات الميكانيكية الأساسية للكبس والاختراق مثل معامل المرونة ومعامل التشوه ومعامل القص ونقطة الخضوع الحيوي والنقطة القصوى ونقطة التصدع. سلوك أي منتج غذائي تحت ظروف تعريضه لعملية كبس أو اختبارات ميكانيكية أخرى يؤدي للحصول على العديد من الخواص الميكانيكية الأساسية مثل معامل المرونة (Modulus of Elasticity) واللدونة (Plasticity) والجسوءة (Stiffness) والمتانة (Toughness) ونقطة الخضوع الحيوي (Bioyield Point) ونقطة التصدع (Rupture Point).

قام Toru, et al. (2009) بدراسة العلاقة بين الخواص الميكانيكية لعشر أنواع من المواد الغذائية الصلبة للسكاكر، دجاج مقلي، وبطاطس مقلي مع سهولة المضغ. وقد أوصوا بتقسيم

هذه الأنواع إلى أربع مجموعات ووجد علاقة قوية خطية بين سهولة المضغ وأقصى قوة تم الحصول عليها من اختبار الكبس الميكانيكي. تتبأ (Liu and Scanlon (2003) بالخواص الميكانيكية والتي تشمل المرونة والتقصيف لأنواع مختلفة من قطع الخبز.

قام الحمدان وحسن (٢٠٠٢) بدراسة مكثفة للخواص الميكانيكية لثمانية أصناف من التمر عند ثلاث مراحل نضج باستخدام جهاز تحليل القوام (Texture Analyzer, TA. Hdi) وتضمنت صنف البرحي في مرحلة الخلال. وتم إيجاد الخواص الميكانيكية الأساسية والخواص اللزجة المرنة وخواص التحليل القطاعي للقوام. وقد شملت الخواص الميكانيكية الأساسية اختبارات الكبس والاختراق والقص وذلك باستخدام مكبس قرصي وإبرة وأسطوانة اختراق وسكين كرافت على التوالي. وقد تم إجراء مقارنة إحصائية لقيم متوسطات خواص الكبس الأساسية للثمار الكاملة للأصناف الثمانية في مراحل نضجها الثلاثة. تم استخدام مجسرين إيري وأسطواني لإيجاد خواص الاختراق والتي اشتملت على معامل الاختراق والمسافة والقوة والقساوة لنقطة التصدع للقشرة أو للنقطة القصوى. وقد تم مقارنة نتائج هذه الخواص إحصائياً على أساس الصنف ومرحلة النضج. أما في اختبارات القص لأصناف التمر الثمانية في مراحل نضجها الثلاثة (إضافة إلى معاجين مرحلة التمر لها) فقد تم استخدام سكين كرافت لإيجاد قوى القص والتي اشتملت على مراحل نضجها الثلاثة إضافة إلى عينات معاجين التمر الأسطوانية. كما تم إيجاد خصائص السلوك اللزج المرن لأصناف الثمار الثمانية في مراحل نضجها الثلاثة إضافة إلى لب (نسيج) مرحلة البلح ومعجون مرحلة التمر والكميات الجمية للثمار في مراحل نضجها الثلاثة. وقد قُسم السلوك اللزج المرن إلى جزأين هما تراخي الجهد والتزحف والاسترجاع. أما اختبارات التحليل القطاعي للقوام فقد أجريت على ثمار أصناف التمر الثمانية في مراحل نضجها الثلاثة إضافة إلى لب (نسيج) مرحلة البلح ومعجون مرحلة التمر. وقد تم إيجاد خواص التحليل القطاعي للقوام وهي الصلابة والتماسك والالتصاق والمضغ والتقصيف والزنبركية والرجوعية، ومن ثم مقارنة نتائجها على أساس الصنف ومرحلة النضج.

استناداً على خاصية تماسك التمر (Firmness of Date) طور (Schmilovitch, et al. (1995) جهازاً لفرز التمر في مصنع لتعبئة وتغليف التمر. وقد تم قياس تماسك التمر بضغطه بين لوحين متوازيين. وقد تم قياس موقع اللوح المتحرك بالنسبة إلى اللوح الثابت بجهاز لقياس الموقع الخطي (Linear encoder). كما تم تطوير برنامج للحاسب الآلي لحساب التماسك بناءً على حجم حبة التمر (موقع السطح المتحرك عند تطبيق قوة تساوي ٥ نيوتن)، والقوة المسلطة، ومرونة الزنبرك المساند إضافة إلى انحراف حبة التمر (الموقع عند قوة تساوي ٨ نيوتن). وقد تم التعرف على كل

حبة تمر بواسطة الحاسب الآلي استناداً على تركيبها النسيجي (مدى تماسكها) وتم فرز التمر بناءً على ذلك لأربعة مجموعات. وقد تم تشغيل النظام التجريبي الذي تم تطويره بمعدل حبة تمر في كل ثانية باستخدام مسار مفرد. أوضحت النتائج أنه بفرز التمر إلى أربعة مجموعات يمكن اختيار فترة الترطيب للحصول على درجة عالية من جودة التمور المفروزة وانتظاميتها.

أما بالنسبة للمنتجات الأخرى خلاف التمور فهي عديدة جداً. ومنها قيام Golias, et al. (2000a) بدراسة الخواص الميكانيكية لثلاثة أصناف من التفاح (Golden Delicious, Florina and Rezista) خلال فترة الحصاد. لاحظ الباحثون وجود فروقات ملحوظة بين الأصناف لخصائص كل من قساوة القشرة واللبن ومعامل المرونة. كذلك لاحظوا أن هناك انخفاضاً مبدئياً في قيم تلك الخواص أعقبها ثبات قيم تلك الخواص مع فترة الحصاد. كما وجد نفس الباحثين (Golias et al., 2000b) أن هناك اختلافاً معنوياً لطاقة التشوه بين أصناف التفاح خلال مراحل النضج المختلفة، ولكنهم وجدوا أنه لم يمكن استخدام معامل المرونة في المقارنة بين مراحل النضج. كما قارن (Ananthakrishna, et al. (1983) مراحل نضج التفاح بقياس نقطة الخضوع البيولوجي. وقد وجدوا أن استخدام نظام أوتوا لقياس القوام Ottawa Texture Measuring System أدى إلى الحصول على معاملات للجودة عند خمسة مراحل لنضج التفاح أثناء تخزينه. وقد اختبر Fekete (1994) استخدام معامل المرونة (نسبة جهد الكبس إلى التشوه (Deformation) كمقياس لمدى تماسك بعض أصناف الفاكهة. وقد وجد الباحثون علاقة ارتباط جيدة بين معامل المرونة والخواص الميكانيكية الأخرى (جهد نقطة الخضوع البيولوجي ونقطة التصدع، ومعامل يونج للمرونة (Young modulus of elasticity) مما أكد استخدام هذه الخاصية للتعبير عن مدى تماسك فاكهة التفاح. الباحثون (Zana, et al. (1994) أجروا عديداً من القياسات لإيجاد الخواص الميكانيكية الأساسية لستة أصناف مختلفة من التفاح. وقد اشتملت هذه الخواص على نقطة الخضوع البيولوجي وجهد التصدع ونسبة الجهد وشغل التشوه (Work of deformation). وقد كانت قيم نسبة الجهد مناسبة لتقييم تأثير زمن التخزين بينما كان شغل التشوه مناسباً لتقييم تأثير ميعاد القطف. وقد خلص الباحثون إلى إمكانية استخدام جهد التصدع كأداة للتفريق بين أصناف التفاح التي تم اختبارها. استخدم (Halker and Hallet (1992) اختبارات الشد لقياس مدى التلاصق (Adhesion) بين أنسجة فاكهة التفاح عند مستويات مختلفة من النضج. وقد وجدوا أن أنسجة التفاح المتقدم في مراحل نضجه لها التصاق منخفض ومقاومة عالية نسبياً لتصدع الأنسجة مقارنة بنظيراتها الأقل نضجاً. وقد تتبأ الباحثون (Yuwana and Duprat (1996) بحجم إصابة التفاح أثناء تخزينه عن طريق قياس معاملات المرونة للفاكهة محسوبة من القوة القصوى وقيم القوة

المتوسطة لقشرة التفاح عند عمق يساوي ٧ مم. وقد وجد الباحثون أن قيم هذه الخواص تنخفض خلال شهرين من زمن التخزين. واستقصى (Dobrzanski, et al. (1995) السلوك المرن لقشر التفاح ومدى تأثير درجة الحرارة على قوة الشد لأربعة أصناف من التفاح. نتائج معاملات المرونة التي تم حسابها من قياسات ٠,٤ و ١ مم من التشوه أوضحت أن القشرة تحتفظ بتماسكها فقط إذا تم تخزينها في حدود درجات الحرارة من صفر إلى ٢°م. وقد اختبر Rybczynski and Dobrzanski (1994) تلف التفاح الناتج عن الحمل الخارجي. تم اختبار المقاومة الميكانيكية لللب للتفاح وقشرته والطبقة المتواجدة تحت القشرة مباشرة في أجزاء مختلفة من الفاكهة باستخدام اختبارات الالتواء (Bending) والكبس والشد. وقد تم الحصول على قيم معامل المرونة تحت تأثيرات الصنف ومكان أخذ العينات ونوعية الاختبار.

قدم (Blahovec, et al. (1995) نتائج دراسة استمرت لمدة ثلاثة سنوات لإيجاد الخواص الميكانيكية للأنسجة (لب التفاح) والقشور لتسعة أصناف مختلفة من التفاح. وقد أوجدوا علاقات تربط بين الخواص الميكانيكية (المقاومة للاختراق، التماسك، القيم النظرية لمعامل المرونة، وعمق اختراق الأنسجة) ووجود الفراغات الداخلية في الأنسجة وكثافة الفاكهة.

أما (Thiagu, et al. (1993) فقد درسوا الخصائص الميكانيكية للطماطم عند مراحل نضج مختلفة بإجراء اختبارات الكبس على الفاكهة الكاملة (Whole Fruit Compression Tests, WFCT) واختبارات الاختراق باستخدام نظام ماغنيس - تايلور (Magness- Taylor Penetration Tests, MTPT) على جهاز الانسترون العالمي للاختبارات (Instron Universal Testing Machine). وقد تم حساب قوى التصدع والاختراق، والتشوه عند نقاط التصدع والاختراق، والجسوءة (Stiffness)، إضافة إلى الشغل المبذول، من منحنيات القوة والتشوه لاختبارات الكبس على الفاكهة الكاملة واختبارات الاختراق باستخدام نظام ماغنيس - تايلور عند مراحل نضج مختلفة لكل الصنفين. وقد خلص الباحثون إلى أن جميع المعاملات التي تم إيجادها - ماعدا التشوه عند التصدع في اختبارات الكبس على الفاكهة الكاملة - أظهرت فروقات ملموسة مع مرحلة النضج. كما أظهرت عينات الفاكهة لكلا الصنفين فروقات ملموسة في قيم المعاملات التي تم الحصول عليها من اختبارات الكبس على الفاكهة الكاملة ماعدا الجسوءة (Stiffness). فاكهة الطماطم من الصنف (Vashali) كانت أكثر تماسكاً واحتاجت إلى ما يعادل ٢٠ ٪ إلى ٥٠ ٪ قوة إضافية لتصدعها واختراقها عند جميع مراحل نضجها مقارنة بالصنف (Pysa Ruby). وقد ازداد التشوه عند الاختراق بما يعادل ٤ مرات من السرعة مع مرحلة النضج لصنف (Pysa Ruby) مقارنة بصنف (Vashali). وقد عبرت نماذج قانون الأس التجريبية تعبيراً مرضياً عن

التغيرات في معظم المعاملات مع دليل النضج (Ripening Index). وتوضح هذه الدراسة أهمية قياس ومقارنة مدى التماثل والفروقات بين أصناف الفواكه المختلفة وبالتالي أهمية تطبيقها لأصناف التمور المختلفة. كما استخدم Balla, et al. (1994) جهاز الإنسترون لتحليل القوام لقياس التغيرات في القوام مع التقدم في مراحل النضج. وقد اقترح الباحثون إمكانية استخدام المرونة للتعبير عن التحليل القطاعي لقوام الطماطم أثناء مراحل نضجها. كما أوجد الباحث Wann (1996) الخواص الطبيعية للخلايا والأنسجة للطماطم الخضراء الناضجة والحمراء الناضجة. وقد أُخضعت عينات الطماطم لاختبارات المقاومة للقوى المسلطة على الفاكهة الكاملة أو قطع من أنسجتها باستخدام تحليل تراخي الجهد. وقد أوضحت النتائج وجود فروقات معنوية للتماسك بين أصناف الطماطم. ومن التحليل الذي استخدمه الباحث يتضح أن مرونة الأنسجة تعتبر من المعاملات المؤثرة في إيجاد مدى تماسك الأنسجة في أصناف الطماطم المختلفة.

قام Nagata, et al. (1998) بدراسة علاقة قوة فصل ثمرة الفراولة عن العنقود بكل من درجة النضج وزاوية القطع وحجم الثمرة. كذلك قارنوا بين صنفين من الفراولة (Akihime) و (Toyonoka) تبين لهم أنه ليس هناك علاقة معنوية بين كتلة الثمرة وقطر الساق. بينما كان هناك علاقة طردية بين كتلة الثمرة وقوة الفصل عن الساق. كذلك قلت قوة الفصل مع زيادة زاوية الفصل من صفر إلى ٩٠ درجة. ولكنهم لم يجدوا علاقة بين قوة الفصل ودرجة النضج. كما استقصى Puchalski, et al. (1994) تأثيرات مستويات النضج ومواعيد الحصاد على جودة فاكهة الفراولة استناداً على قياسات التماسك (Firmness). وقد تم قياس التماسك بجهاز ميكانيكي لقياس القوة له نهاية معدنية قطرها ٥ مم، عند ثلاثة مستويات من سرعة الاختراق. ولقد أوضحت النتائج أن لمرحلة النضج تأثيراً أساسياً على جودة الفراولة. فبالنسبة لعوامل مثل قيم القوة إلى التصدع وقيم قوة الاختراق فإن جودة الفاكهة تتخفض مع زيادة مستوى نضجها. وتعتمد المرحلة المثلى للنضج للفراولة التي تم اختبارها على الأهمية النسبية لكل من هذه العوامل. ميعاد جني الفراولة قد يؤثر على المرحلة المثلى للنضج. وقد انخفض التشوه والقوة مع مواعيد الجني عند جميع مراحل نضج الفاكهة. وقام Smith (1992) بتخزين الفراولة عند درجات حرارة مختلفة في أجواء تخزين مسيطر عليها تحتوي على صفر إلى ١٨ ٪ غاز ثاني أكسيد الكربون و١٥ ٪ إلى ٢١ ٪ أوكسجين. قوى نقاط الخضوع البيولوجي (القوى اللازمة لتحفيز القص) والتي تم تسجيلها للفاكهة الطازجة المخزونة أوضحت أن زيادة غاز ثاني أكسيد الكربون لحيز التخزين أدت إلى زيادة تماسك الفاكهة. وقد قاس Buttner, et al. (1987) متانة (Toughness) القشرة لتسعة وخمسون صنفاً مختلفاً من الفراولة ووجدوا علاقة ارتباطية بين متانة

القشرة ومتانة لب الفاكهة ($r^2 = 0.67$)، إضافة إلى وجود علاقات ارتباطيه بين كلى المعاملين □
متانة القشرة ومتانة لب الفاكهة - مع مرونة الفاكهة.

استقصى (1995) Blahovec, et al. الخواص الميكانيكية لأنسجة (لب) أصناف الكرز الحلوة والحامضة بطريقة الاختراق للفاكهة الكاملة والمقشورة باستخدام اسطوانة معدنية رقيقة. وقد أوضحت النتائج أن لب فاكهة الكرز تلعب دوراً مهماً في عملية التشوه عندما يصبح معامل مرونتها في حدود ٠,١٥ ميجا باسكال. وعند القيم الأدنى يصبح سلوك الكبس لللب الكرز مشابهاً لسلوك السوائل بينما تلعب قشرة الفاكهة دوراً أكبر أهمية في الحفاظ على تماسك الفاكهة. وقد تولى (1992) Lejckova دراسة المعاملات الميكانيكية لفاكهة الكرز وماهية علاقتها بتلف الفاكهة أثناء التخزين والنقل. وقد تم تسليط قوة ثابتة أثناء الاختبار مع قياس التغير في التشوه كدالة للزمن. النموذج الذي تم استخدامه لتقييم القياسات التجريبية هو نموذج هيرتز وبيرجر . (Hertz and Burger model) تأثير المحتوى المائي في فاكهة الكرز على بعض الخواص الميكانيكية للفاكهة تم دراسته من قبل (1985) Patten and Patterson. عند زيادة المحتوى المائي في الفاكهة بأكثر من ٥ ٪ من وزنه الابتدائي بعد غمر الفاكهة في ماء مقطر أو زيادة درجة الحرارة من صفر إلى ٣٠ °م فإن قيمة القوة إلى نقطة الخضوع البيولوجي (الفضل الناتج عن الكبس) وكذلك الميل الأقصى لمنحنى الكبس ينخفضان، بينما يزداد تقشير القشرة الخارجية للفاكهة نتيجة لفعل التصادم. عند تخفيض المحتوى المائي للكرز بأكثر من ٢ ٪ من وزنه الابتدائي نتيجة للتجفيف، فإن قيمة القوة إلى نقطة الخضوع البيولوجي تزداد بينما ينخفض الميل الأدنى للكبس وتقشير القشرة الخارجية للفاكهة الناتج من فعل التصادم. ولقد أوضح الباحثون أن التلف الناتج عن التصادم لكل وحدة درجة حرارة ناتجة عن زيادة درجة حرارة الفاكهة كانت دالة لصنف الفاكهة ومساحة سطح التماس وارتفاع مستوى الارتطام.

أجريت اختبارات الاختراق من قبل (1997) Sato, et al. على مقاطع من لب (أنسجة) العنب سمكها ٨ مم لاثنتين وعشرين صنفاً من النوع (Vitis vinifera) و١٨ صنفاً من النوع (V. Labruscana) وقد تم قياس التشوه عند القمة القصوى الأساسية الأولى (Deformation at First) ، والقوة القصوى (Mjor Peak, DFP)، والقوة القصوى (Maximum Force, MF)، والقوة عند القمة القصوى الأولى، ومقدار الشغل إلى القمة القصوى الأولى. وقد كانت القيم المتوسطة ومدى التغير للقمة القصوى الأساسية الأولى ومقدار الشغل إلى القمة القصوى الأولى أعلى بمستوى معنوي في أصناف النوع (V. Labruscana) مقارنة بأصناف النوع (Vitis vinifera) بينما كانت قيم القوة القصوى متقاربة لكليهما. قوام أصناف العنب من النوع (V. Labruscana) أظهرت تفاوتاً واضحاً في مدى متانتها

(Toughness)، وكانت أصناف العنب من النوع (Vitis vinifera) أكثر هشاشة (Brittle). كلا النوعين أظهرتا نفس مستوى التفاوت في خاصية التماسك.

استخدم Wever, et al. (1995) جهاز الإنسترون للاختبارات الميكانيكية لتقييم أثر زمن النمو (Growing time) ٢ و ٦ و ١١ أسبوع) على ثبات التركيب النسيجي لثمانية أصناف من الخيار. وقد وجد الباحثون أن تأثيرات زمن النمو ونمو الجذور كانت واضحة بينما لم يكن لتركيز أيون الهيدروجين (pH) أثر ملموس على المرونة والصلابة للخيار.

حلل Delwiche (1987) قوى الارتطام لفاكهة الخوخ بأسطح صلبة للتعبؤ بالتماسك وبالتالي مدى نضج الفاكهة. وقد أظهرت خصائص قوى الارتطام ارتباطها العالي مع معامل المرونة لفاكهة الخوخ وقياسات الاختراق لتماسك لب (أنسجة) الفاكهة، بينما كان ارتباطها ضعيفاً بكتلة الفاكهة ونصف قطرها. وأمكن استخدام هذه الخصائص لتحديد الخوخ غير الناضج من نظيره الناضج. وقد استقصى Zhang, et al. (1993) مدى تأثير جدولة الري على تماسك الخوخ أثناء تخزينه. وقد تمت اختبارات مستويات جدولة الري التالية لأشجار الخوخ: بدون ري، بداية الري عند تفتح الزهرة وحتى أكتوبر، وبداية الري عند المرحلة الثالثة لنمو الفاكهة وحتى أكتوبر. وقد تم جنى الخوخ من الأشجار المعاملة بمستويات الجدولة الثلاثة عند مرحلتي نضج، وتبع ذلك تخزينها عند ٢ م^٥ ورطوبة نسبية تساوي ٩٠٪. بعد مرور ٣، ٦، ٩، ١٣، ١٦ يوم من التخزين. ولقد تم اختبار تماسك الخوخ بمجس معدل إضافة إلى اختبار التصادم الناتج من الارتطام. المعاملات التي تم الحصول عليها من اختبار المجس هي نقطة الخضوع البيولوجي، والقوة القصوى، ومعامل المرونة بينما تلك التي تم الحصول عليها من اختبار التصادم الناتج عن الارتطام اشتملت على زمن التماس، ونسبة القوة القصوى إلى الزمن للقوة القصوى، والنسبة المئوية للطاقة الممتصة. لم تُظهر أي من هذه المعاملات تأثيراً معنوياً بجدولة ري أشجار الخوخ. فاكهة الخوخ الأكثر نضجاً كانت أكثر ليونة أثناء كامل فترة التخزين.

تحصل Kawano (1984) على نتائج أساسية لتصميم نظام ملائم لتعبئة وتغليف الكمثرى اليابانية. وقد استخدم اختبارات الكبس شبه الساكن والكبس بالارتطام لقياس الخواص الميكانيكية للكمثرى. كما استقصى الباحث تأثير موعد الحصاد ومرحلة النضج وطريقة التخزين على الخواص الميكانيكية. قام Valerio, et al. (2000) بقياس الخواص الميكانيكية -الهامة في المناولة والنقل - لفاكهة المانجو ٣٠٪ صفراء اللون. وُجد في هذه الدراسة أن نقطة الخضوع الحيوي انخفضت بمقدار ٧٠٪ عند تغير اللون من نسبة ٣٠٪ اصفرار إلى ١٠٠٪. كما وجدوا أن الثمار ذات اللون الأخضر كانت الأعلى مقاومة من باقي الثمار المتلونة إلى الأصفر.

خزن (Deily and Rizvi (1981) الخوخ الطازج عند 5°م تحت عدد من الظروف التخزينية المعدلة، باستخدام رقائق بلاستيكية ولفترة امتدت إلى 30 يوماً. العوامل التي تم تقييمها اشتملت على معاملات التحليل القطاعي للقوام ومنها الصلابة والمرونة والتماسك. وقد أوضحت الدراسة أن المحافظة على أجواء داخل العبوة تحتوي على 10٪ إلى 15٪ أكسجين و15٪ إلى 25٪ ثاني أكسيد الكربون أعطت مستوى عالي من المحافظة على جودة الخوخ من خلال معاملات الصلابة والتماسك مقارنة بالظروف الأخرى. بينما لم تشر المطاطية (المرونة) إلى أي دليل يربطها بالجودة. وقد استخدم Bourne (1974) صنفين من فاكهة الخوخ هما Freestone, Clingstone بمستويات متقاربة من النضج وقد عرّض العينات لاختبارات الاختراق باستخدام جهاز جنرال فودز المعدل لقياسات القوام إضافة إلى ألواح مستطيلة لتقييم معامل للجهد ومعامل آخر للقص. وقد استخدم Bourne (1974) نوعين من فاكهة الخوخ هما Freestone , Clingstone بمستويات متقاربة من النضج وقد عرّض العينات لاختبارات الاختراق باستخدام جهاز جنرال فودز المعدل لقياسات القوام إضافة إلى ألواح مستطيلة لتقييم معامل للجهد ومعامل آخر للقص. وقد أوضحت النتائج أن التماسك للصنف Clingstone كان ثابتاً على الرغم من أن المساحتين التي تعطى نسبتهما قيمة التماسك قلت عند نفس المعدل كما هو الحال في اختبار الاختراق.

٢- ٥ الجوانب التغذوية

هناك العديد من الدراسات التي أجريت على خواص بعض أنواع من التمور وغيرها عند تخزينها في جو معدل من الغازات. ومن أهم الدراسات التي أجريت على التمور الدراسة التي قام بها El-Redhaiman, (2004) على ثمار البرحي الناضجة الصفراء اللون، حيث تم تخزينها في جو معدل من الغازات عبارة عن (5، 10، 20 ٪ ثاني أكسيد الكربون) على درجة حرارة الصفر المئوي. وقد لوحظ أن الثمار المخزنة في 20 ٪ CO₂ أعطت فترة تخزين أطول حوالي 182 يوم، مقارنة بالمخزنة في 5، 10 ٪ CO₂ والتي أعطت فترة تخزين 119 يوم لكل منهما. أما العينة القياسية (الكنترول) فقد خزنت لمدة 49 يوم تحت الظروف العادية. وقد لوحظ أن الثمار المخزنة في 20 ٪ CO₂ كانت محتفظة بالمواد الصلبة الذائبة والتانين. بالإضافة إلى أن المعاملة بثاني أكسيد الكربون قد أعاققت هدم حمض ال caffeoylshikimic والذي يعتبر من أهم الأحماض الفينولية في التمور. في دراسة أخرى أجريت على ثمار تمر Dhakki في جو معدل من النيتروجين، الأكسجين والهواء، ونشاط مائي (0.52، 0.58، 0.75) وخزنت على درجة حرارة 40 ± 1°م لمدة 4 أشهر. لوحظ زيادة اسوداد الثمار وكذلك الحموضة خلال فترة التخزين. ويرجع ذلك إلى

ظروف التخزين والنشاط المائي (Musa, et al., 2006). ومن ناحية أخرى أوضح (James, et al. (2002) أن تخزين الكمثري سواء في جو معدل من الأكسجين أو CO₂ المرتفع لا يمنع اللون البني أو طراوة الأنسجة عند قطع الثمار.

هناك العديد من الدراسات التي أجريت على خواص بعض أنواع من التمور وغيرها عند تخزينها في جو معدل من الغازات. ومن أهم الدراسات التي أجريت على التمور الدراسة التي قام بها (El-Rrayes. 2009) على تخزين ثمار البرحي على درجات حرارة منخفضة (صفر، ٢، ٤، ٦م°) تحت تركيبات مختلفة من غاز ثاني أكسيد الكربون (٠,٣، ٥، ١٠، ٢٠٪). وقد دلت النتائج أن جميع تركيبات ثاني أكسيد الكربون قد قللت من تدهور الجودة بدرجات مختلفة وأن الثمار المخزنة على درجة حرارة الصفر المئوي وتحت تركيز ٢٠٪ من غاز ثاني أكسيد الكربون أظهرت أفضل جودة للثمار وأعلى قدرة تخزينية، وقد أمكن تخزين ثمار البرحي لمدة ١٨٢ يوم تحت هذه الظروف. كما أوضحت الدراسة أن محتوى البلح من الفينولات كان أعلى في الكنترول، ولم يوجد فروقات معنوية في نهاية فترة التخزين (١٧٣ يوم) على الصفر المئوي، ٢٠٪ ثاني أكسيد الكربون، كما لوحظ أن نسبة ٢٠٪ ثاني أكسيد الكربون حافظت على مستوى الفينولات أكثر من النسب الأخرى. ومن ناحية أخرى لوحظ حدوث انخفاض معنوي في الفينولات نتيجة تحول البرحي إلى مرحلة النضج الكامل، وقد لوحظت هذه الظاهرة في العديد من الفواكه الأخرى (Larrauria, et al. 1997).

أجريت تجربة على الفاصوليا الخضراء قام بها (Sa'nchez-Mata, et al., (2003a، حيث تم تخزينها على درجة حرارة ٨ م° في جو معدل من الغازات (جو عادي، ٥٪ CO₂ + 3% O₂، 3% CO₂ + 1% O₂). وقد أوضحت النتائج المتحصل عليها أن التخزين في جو معدل من ٣٪ CO₂ + 3% O₂ كان أفضل في إطالة فترة الحفظ من الناحية التغذوية، حيث حافظت على ٧٥٪ من فيتامين C، مقارنة بباقي المعاملات (Sa'nchez-Mata, et al., 2003b).

وفي دراسة أجريت بواسطة (Perkins and Collins (2002 حيث قاما بتخزين نبات العليق على درجة حرارة ٢ م° تحت ضغط من الغازات المختلفة (٠,٣ kPa CO₂، 21 kPa O₂، 15 kPa CO₂، 10 kPa O₂)، وذلك لمدة (٣ أيام في جو معدل + ١١ يوم في الهواء)، (٧ أيام في جو معدل + ٧ أيام في الهواء) و(١٤ يوم في جو معدل). وقد دلت النتائج أن المحكمين لم يلاحظوا أي تغيرات في النكهة في العينات المخزنة في جو معدل سواء بعد ٣ أو ٧ أيام.

أجريت تجربة أخرى على التفاح، حيث خزن في الهواء وتحت ضغط متحكم فيه من الغازات المختلفة وتحت ضغوط مختلفة من الأكسجين وثاني أكسيد الكربون وقد لوحظ أن

عينات التفاح المقبولة لدى المحكمين كانت أعلى في محتواها من ethyl 2-methylbutanoate, ethyl hexanoate, tert-butyl propanoate and ethyl acetate. بالإضافة إلى زيادة في الحموضة ودرجة الصلابة (Echeverría, et al., 2008). ومن ناحية أخرى أوضح (Awad and de Jager, 2003) أن الفلافونويدات لم تتغير أثناء تخزين التفاح في جو معدل متحكم فيه، وعليه فإن القيمة التغذوية للتفاح تكون مرتفعة خلال فترة التخزين.

أجريت دراسة على معاملة المانجو الخضراء الناضجة بالماء الساخن ثم خزنت تحت ظروف مختلفة (في الهواء، 3% O₂ + 10% CO₂ + 87% N₂، O₂ 97% + N₂ 3%) لمدة أسبوعين على درجة 10°م. وقد لوحظ أن هذه المعاملة قد ساعدت على تأخير نضج الثمار (Kim, et al. 2007).

٢- ٦ الدراسات الاقتصادية والتسويقية

تنتج المملكة العربية السعودية ما يزيد عن ٤٥٠ صنف من أصناف التمور، المشهور منها حوالي ٢٠ صنفاً. وتختلف شهرة الأصناف وتفضيلها لدى المستهلكين من منطقة إلى أخرى ومن مستهلك إلى آخر. ويعتبر صنف البرحي من أشهر الأصناف المفضلة، وهو يستهلك غالباً في مرحلة الخلال (بسر) ولذا ينحصر موسم استهلاكه في موسم الإنتاج فقط الذي يبدأ مبكراً في الرياض ثم القصيم ومتأخراً نسبياً في حائل، وتسوق تمور البرحي تقليدياً دون المرور بمصانع التمور. ومن الملاحظ وجود العديد من المشكلات التسويقية للتمور عموماً، وخاصة تلك التي تسوق من خلال المسار التسويقي التقليدي، مثل ضعف وتخلف الخدمات التسويقية وخاصة الفرز والتدريج والتبخير والغسيل (مكي، ١٩٨٩). وتقتصر فترة تسويق البسر والرطب (والذي يقدر بنحو ٤٨٪ من إجمالي استهلاك المملكة من التمور) من بعض الأصناف على أربعة أشهر فقط خلال موسم البسر والرطب، في حين تستهلك التمور الجافة والمعبأة على مدار السنة. وتباع التمور في مرحلة البسر والمنصف والرطب بأسعار مرتفعة نسبياً ويتم جمعها بعناية بطريقة يدوية وتعبأ في عبوات متوسطة الحجم قليلة العمق في زناجيل أو سطول أو صناديق خشبية أو كرتونية أو من الفلين أو أقمصاص مستطيلة الشكل مصنوعة من البلاستيك، وتختلف سعتها من ١- ٢٠ كيلو جرام. ومن أهم مشكلات تسويق التمور في هذا المرحلة صعوبة حفظ التمور لفترة طويلة بسبب ارتفاع المحتوى الرطوبي (صبري، ١٩٨٣م).

لقد أوضحت بعض الدراسات (آل سلطان وحسن، ٢٠٠٧) أن الاستمرار في إنتاج التمور في المملكة سيرتبط بمقدرة المنتجين على المنافسة العالمية بعد انضمام المملكة لمنظمة التجارة العالمية WTO. كما أوضحت دراسات أخرى (الملاح، ٢٠٠٧) وجود فائض متنامي من التمور في

المملكة، يتوقع أن يصل إلى ١,٥٢٠ ألف طن عام ٢٠٢٠ الأمر الذي يبرر أهمية توجيه هذا الفائض نحو التصنيع. ومن خلاله يمكن زيادة فرص العمل والقيمة المضافة للاقتصاد الوطني. ولا تختلف مشكلات تسويق التمور في المملكة كثيرا عنها في العديد من الدول الأخرى المنتجة للتمور، ففي الجزائر بين صلاح الدين وبشي (٢٠٠٧) وجود عراقيل اجتماعية واقتصادية وتقنية أدت إلى تدهور التمور على مستوى الإنتاج والتسويق الداخلي والعالمي. ومن هنا تأتي أهمية تطوير المستوى التقني للتغلب على مشكلات إنتاجها وتسويقها. وأكد قطوشي (٢٠٠٧) على هذا المعنى ونوه إلى ضرورة إجراء المزيد من الدراسات والأبحاث لتطوير هذا القطاع الهام اقتصاديا للجزائر. وبين بشير (٢٠٠٧) أهمية الجهاز الإرشادي في مواجهة المشكلات الإنتاجية والتسويقية التي تواجه زراع النخيل في الجزائر بدءا من المنتج الأولي وحتى المستهلك النهائي. وأوصى بأسباع (٢٠٠٧) بإدخال التقنية وخاصة زراعة الأنسجة والأصناف عالية الجودة ذات الشهرة العالمية، فضلا عن الاهتمام بعمليات الخدمة وخلق مناخ للاستثمار التجاري في مجال النخيل. وأوضح الشعبي والسماويل (٢٠٠٧) سوء تسويق التمور وعدم وجود منافذ كبيرة للصادرات إضافة إلى الفائض عن الاستهلاك المحلي وتحول جزء من التمور إلى أعلاف للحيوانات تعد مشكلات واضحة في نظام تسويق التمور في المملكة. وبين جمعي (٢٠٠٧) ضرورة استخدام التوزيع الإلكتروني للتمور لمسوقي التمور الذين يريدون التوسع في الأسواق العالمية. بين العبد (٢٠٠٧) تركيز زراعة النخيل عالميا، إذ أن ست دول هي الإمارات العربية المتحدة والمملكة العربية السعودية والجزائر والعراق وباكستان تستحوذ على نحو ٧٤,٤٪ من مساحة النخيل العالمية وأن ٩٢,٣٪ من إنتاج التمور يتركز في عشر دول إسلامية وأن مصر هي الأعلى في الإنتاجية الفدانية (١٤,٧ طنا/فدان) في الفترة ٢٠٠١ - ٢٠٠٥. كما أن المملكة العربية السعودية والإمارات العربية المتحدة هي الأعلى في متوسط استهلاك الفرد من التمور حيث بلغ ٣٣,٥ و ١٧,٥ كجم/فرد على التوالي.

وفي المملكة العربية السعودية يمثل تسويق التمور محليا نحو ٩٥٪ من الإنتاج منها ٨٪ لمصانع التمور و٣٪ مخلفات وعلف و٨٤٪ تسويق تقليدي مباشر. تستوعب مصانع التمور نحو ٨٪ من إجمالي التمور. ويتركز دور المصانع غالبا على التعبئة فقط (وزارة الزراعة، ٢٠٠٥م). وتسوق التمور السعودية في صورة بسر ورطب وتمور جافة أو مكبوسة (عيسى، ٢٠٠٤م). وتبدو أهمية مرحلة تجهيز وتعبئة التمور لأنه تنعكس في تقليل الهوامش التسويقية وبالتالي تحسين السعر النهائي للمنتج وأيضا تحسين نوعية التمور وقابليتها للتسويق وفقاً للمواصفات النوعية الجيدة (مكي، ١٩٨٩م). اقترح العليوي (٢٠٠٧) بعض التوصيات التي منشأها المساهمة في وضع بعض

السياسات المتعلقة بعمليات إنتاج التمور مثل التخلص من نخيل الأصناف رديئة الجودة عن طريق تركيز الإعانات الحكومية على الأصناف الجيدة، وإعطاء الأولوية في منح الإعانات الحكومية للمزارع الكبيرة وذلك لتشجيعها للوصول لحجم الإنتاج الأمثل، بشرط استخدام أساليب الري الحديثة، ودعم مدخلات الإنتاج وإعطاء مزايا تسويقية خاصة للمزارع المثلى من حيث عدد النخيل وإنتاج التمور من الأصناف الجيدة. وتوعية منتجي التمور بالأساليب الإنتاجية الحديثة الفعالة لإنتاج وتسويق التمور لتحقيق العائد الأفضل عن طريق تحسين الإنتاج وتقليل التكاليف، وبناء قاعدة بيانات لتكاليف الإنتاج والعائد من التمور على مستوى أصناف التمور. وبين أهمية تفعيل قرار مجلس الوزراء الموقر رقم ١٦٢ والذي يقضي بتفعيل دور الجمعيات التعاونية ودعمها للقيام بمهامها وتشغيل دورها في مجال توفير مدخلات الإنتاج وتسويق المنتجات الزراعية، ودعم إنشاء مصانع للاستفادة من المنتجات الثانوية للنخيل مثل السعف والليف والجريد وغيرها وذلك لتخفيض تكاليف إنتاج التمور، والإعلان والترويج للتمور السعودية في الخارج من خلال إقامة المعارض والمهرجانات والندوات للتعريف بالتمور السعودية. هذا مع التوسع في إقامة المراكز المتخصصة في أبحاث النخيل وتسهيل إجراءات استقدام عماله متخصصة بالنخيل وقت الموسم.

دلت دراسات عديدة آخرها دراسة آل سلطان (١٤٣١هـ) على التغيرات الموسمية الملحوظة في متوسط أسعار تمور البرحي والحلوة والسكري والسلج والخضري ونبوت سيف والمنيفي والرزي والخلاص والصفري والروثانة، حيث تنخفض الأسعار عن متوسطها السنوي العام في الفترة من أغسطس وحتى ديسمبر فضلا عن شهري مارس وأبريل. وأوصت بضرورة الاهتمام بتخزين الفائض في موسم زيادة العرض وتوفير قاعدة معلومات حديثة ومتكاملة تتعلق بالإنتاج والتسويق والأسعار.

٣. منهج البحث

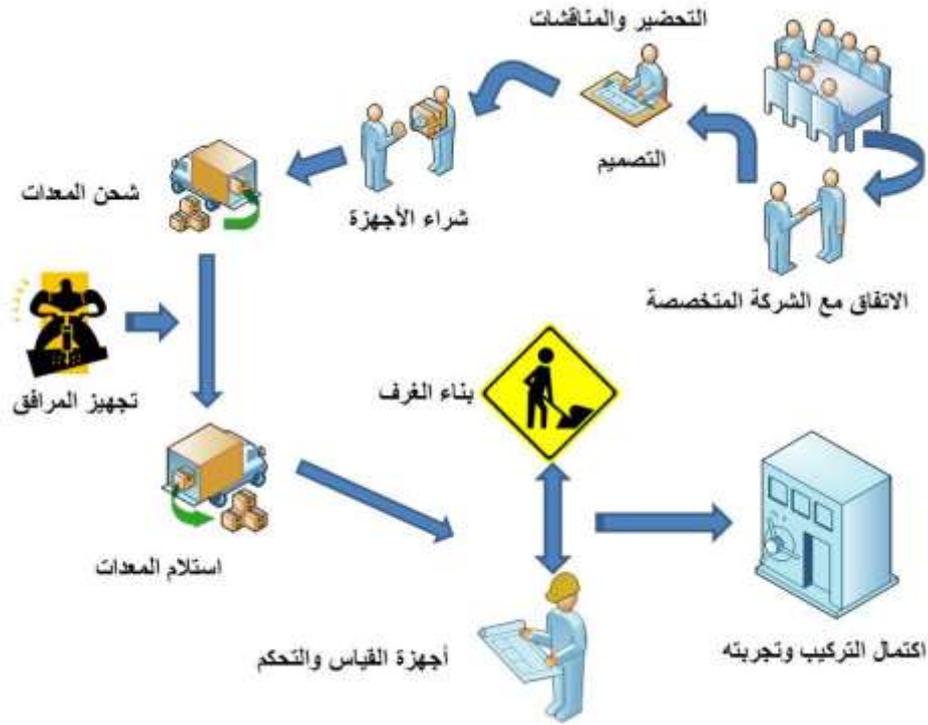
٣- ١ المواد وتخطيط التجارب

في هذا المشروع البحثي تم استخدام تقنية التحكم في نسب غازات وسط التخزين لإطالة العمر التخزيني لثمار التمور صنف البرحي في مرحلة نضج الخلال (البسر) على مستوى شبه تجاري. تم تأمين الحصول على الكميات المطلوبة خلال موسم حصاد التمور لثلاث مواسم متتالية ابتداء من موسم ١٤٣٠ - ١٤٣١ هـ من منطقتين هما الرياض والقصيم بناء على اتفاق مسبق مع مزارع تمور متميزة لتخصيص عدد (٤٠) نخلة لكل مزرعة، ذات المحصول الجيد، والغير معاملة أي معاملة خاصة في خدماتها من ري وأسمدة ووقاية وغير ذلك، ومن ثم الترتيب لجنيها في أوقات معينة حسب طور النضج المحدد والكمية المطلوبة. ويتم إحضارها إلى معامل كلية علوم الأغذية والزراعة بجامعة الملك سعود في الرياض في المواعيد المطلوبة باستخدام عربات مبردة ومن ثم عمل الاختبارات المخطط لها والتخزين. وتجرى التجارب على الثمار الطازجة في نفس يوم وصولها.

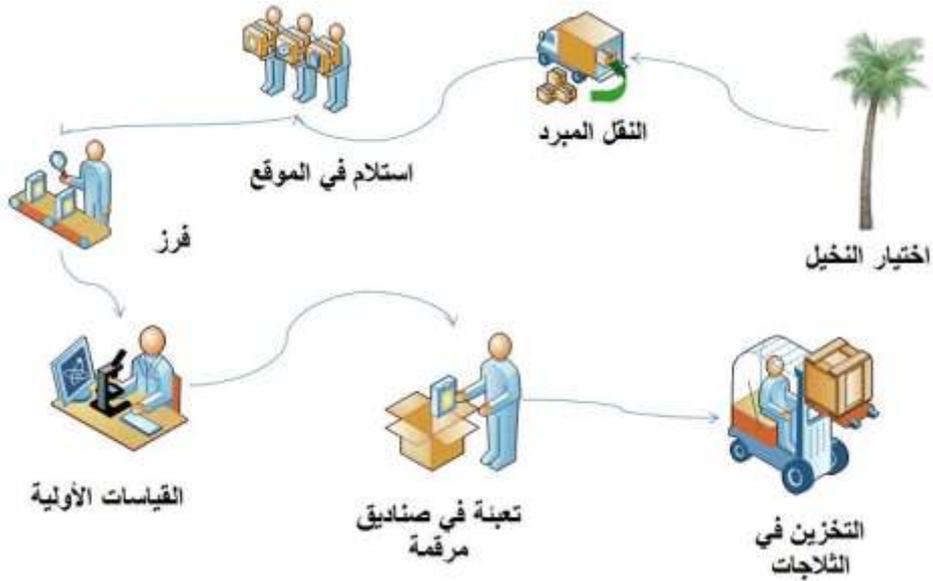
شكل (٣- ١) يبين خطوات العمل في هذا المشروع البحثي بينما شكل (٣- ٢) خطوات إجراء التجارب ومن ثم شكل رقم (٣- ٣) يبين مخطط القياسات.

تتلخص خطوات إجراء التجارب في الخطوات التالية:

- قطف الثمار بأيدي مدربة حسب أطوار المواعيد المحددة ومن ثم نقلها مباشرة باستخدام عربات مبردة من المزرعة إلى معامل هندسة التصنيع الغذائي، قسم الهندسة الزراعية كلية علوم الأغذية والزراعة بجامعة الملك سعود.
- استلام الثمار في المعمل حسب الجدول المتفق عليه.
- فرز الثمار لطور النضج المحدد. ومن ثم استبعاد الثمار المعطوبة والرطوبة والمشوهة والشوائب.
- إجراء القياسات على الثمار الطازجة حسب المخطط بالشكل رقم (٣- ٣).
- التعبئة في صناديق مرقمة حسب المعاملات.
- التنظيف بهواء مضغوط.
- تخزين العينات في غرف التخزين، وإحكام غلقها.
- ضبط الأجواء في الغرف حسب مخطط المشروع. عند الفترات الزمنية المحددة (كل شهر) يتم أخذ العينات من الغرف بعد تهويتها وإجراء الاختبارات المختلفة للثمار سواء الهندسية أو التغذوية.

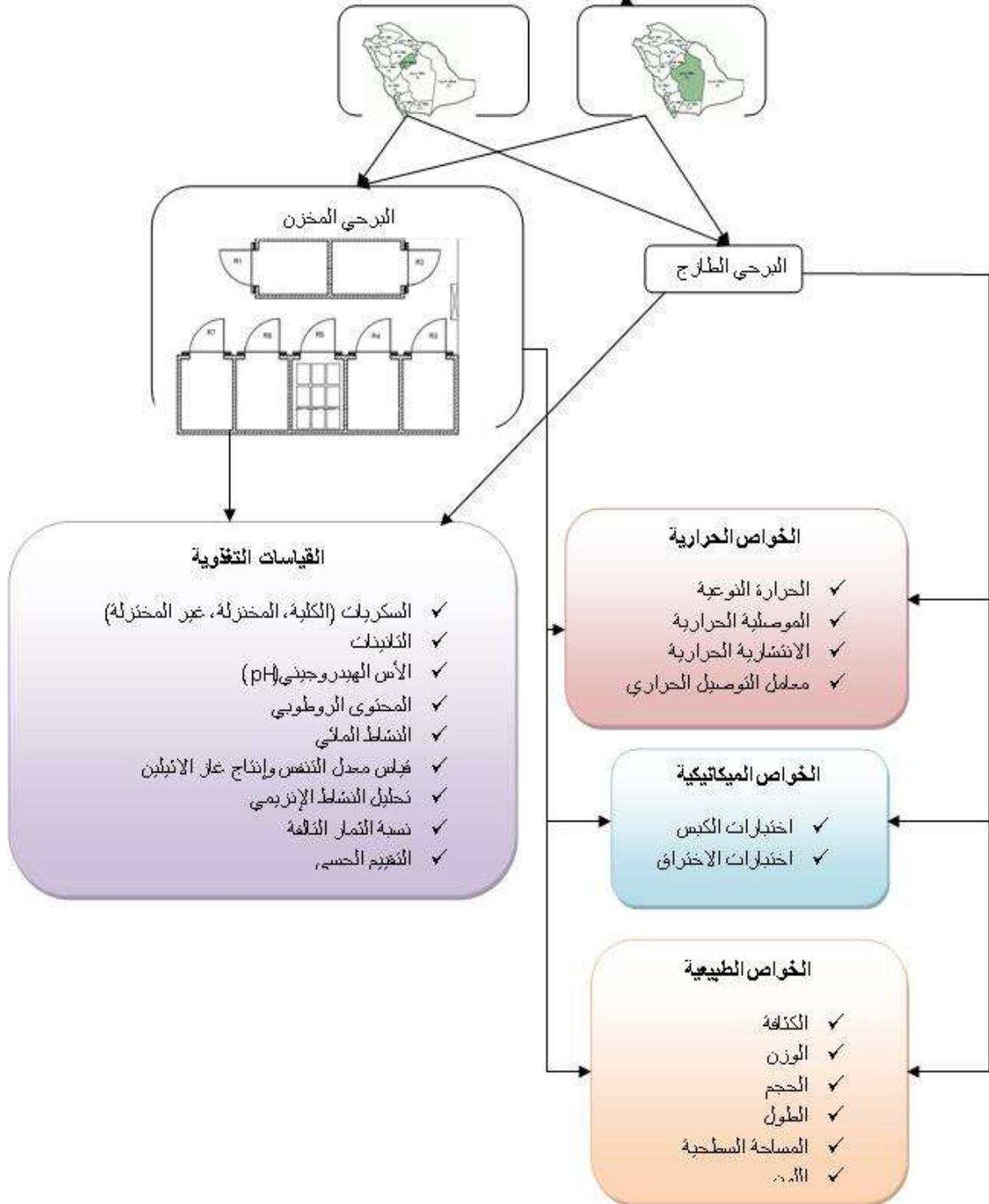


شكل ٣ - ١. مراحل العمل في إنشاء مخازن المتحكم في أجوائها للمشروع البحثي.



شكل ٣ - ٢. مخطط خطوات إجراء التجارب خلال فترة المشروع.

التقييم والقياسات على البرحي الطازج



شكل ٣ - ٣. القياسات التي أجريت على العينات الطازجة والمخزنة.

٣- ٢- الأجهزة

٣- ٢- ١- بناء غرف التخزين ذات الأجواء المتحكم فيها

٣- ٢- ١- ١- أعمال المرافق

تم تجهيز قاعدة خرسانية بجوار مبنى كلية علوم الأغذية والزراعة وذلك لوضع وحدتي التبريد وتوليد النيتروجين وعمل الفتحات اللازمة لتوصيل الانابيب والكهرباء الخاصة بالوحدتين. الشكل (٣- ٤) صورة القاعدة الخرسانية ووحدتي التبريد وتوليد النيتروجين بعد تركيبها. بينما شكل (٣- ٥)، (٣- ٦) صور اختبار وحدتي توليد النيتروجين ووحدة التبريد من قبل الشركة المورددة على الترتيب.



شكل ٣- ٤. وحدة توليد النيتروجين ووحدة التبريد على القاعدة الخرسانية.



شكل ٣- ٦. اختبار وحدة التبريد.



شكل ٣- ٥. اختبار وحدة توليد النيتروجين.

تم عمل إمدادات الكهرباء بالقدرة المطلوبة بالتعاون مع إدارة المشروعات بجامعة الملك سعود وكذلك إدارتي الصيانة والأمن. الأشكال أرقام (٣- ٧) إلى (٣- ٩) توضح صور بعض هذه الأعمال.



شكل ٣ -٧. صور توضح أعمال خطوط المياه والغازات.



شكل ٣ -٨. صورة توضح أعمال خطوط الكهرباء.



شكل ٣ -٩. صور توضح أعمال المرافق الخارجية.

تم استلام المعدات من ميناء الرياض الجاف ومن ثم الانتهاء من الإجراءات الجمركية ثم توجهت إلى معامل كلية علوم الأغذية والزراعة حيث تم تفريغ الشحنات، يوضح الشكل رقم (٣ - ١٠) صور استلام المعدات وتفريغ الشحنات.



شكل ٣ - ١٠. صور توضح استلام المعدات وتفريغها .

٣- ٢- ١- تركيب الغرف

تم تركيب عدد ٧ غرف تبريد محكمة الغلق كل غرفة مزودة بوحدة تبريد ووحدة ترطيب ووصلات إمداد بالغازات بالإضافة إلى عدد ٢ مجسات حرارية، ١ مجس رطوبة نسبية ومجس غازات. الأشكال رقم (٣- ١١) إلى رقم (٣- ١٤) توضح عملية تركيب الغرف والأبواب والمجسات.



شكل ٣ - ١١. صور عملية تركيب غرف التبريد.



شكل ٣ - ١٢. صور تركيب الوصلات وأبواب غرف التبريد.



شكل ٣ - ١٣. صور تركيب وحدات التبريد والترطيب والمجسات داخل الغرف.



شكل ٣ - ١٤. وحدات التحكم بالغازات المرتبطة بالحاسب الآلي.

٣- ٢- ٢- اختيار النخيل ونقل العينات إلى المعمل

تم اختيار النخيل المتفق عليه من المزارع في المواسم المختلفة والتي روعي أن تكون ذات محصول الجيد، والغير معاملة بمعاملة خاصة المعروف خدماتها من ري وأسمدة ووقاية، ومن ثم تم حصادها في الأوقات المتفق عليها حسب طور النضج. شكل (٣- ١٥) يبين صور حصاد النخيل ومن ثم نقل بلح البرحي في عذوقه بعربات مبردة من مزرعة العمارية موسم ١٤٣٠هـ - ١٤٣١هـ إلى المعامل بكلية علوم الأغذية والزراعة.



شكل ٣ - ١٥ اختيار العينات ونقلها في سيارات مبردة.

٣- ٢- ٣ استلام العينات في الموقع وفرزها

عند وصول العينات إلى موقع المعامل يتم فرزها يدويا وتعبئتها في الصناديق المخصصة لذلك ومن ثم تنظيفها بالهواء ومن ثم إلى غرف التخزين والشكل رقم (٣- ١٦) يوضح صور استلام وتجهيز العينات من أحد مزارع منطقة القصيم موسم ١٤٣١- ١٤٣٢هـ.



شكل ٣- ١٦. استلام العينات في الموقع وفرزها.

٣- ٢- ٤- إدخال العينات في الغرف

بعد فرز بلح البرحي تم تعبئته في صناديق مرقمة ومُرمّزة حسب المعاملات ووزنها ومن ثم تخزينها في غرف التخزين التي تم ضبط أجوائها حسب المعاملات والشكل (٣- ١٧) يوضح صور تلك العملية.



شكل ٣- ١٧. صور تخزين العينات داخل الغرف.

٣- ٣ ترميز الصناديق والعينات

٣- ٣- ١ ترميز الصناديق

تم ترميز جميع الصناديق بوضع ورقة (٥ اسم × ١٠ اسم) داخل كيس بلاستيك محكم الغلق. تكتب البيانات التالية في الورقة قبل وضعها في الكيس:

• الوجه العلوي

- رقم الصندوق داخل دائرة على اليمين وفي المنتصف.
- اسم المزرعة بين علامتي تنصيص في الأعلى والمنتصف.
- اسم منطقة الزراعة بين علامتي تنصيص.
- التاريخ الهجري بين علامتي تنصيص.
- التاريخ الميلادي بين علامتي تنصيص.

• الوجه السفلي

- الوزن الكلي بين علامتي تنصيص.
- رقم الغرفة بين علامتي تنصيص.

مثال

" ٣,٧٨٥ كجم "	" برحي العمّارية " "الرياض" "٤/٨/٣٠١٤هـ"
---------------	--

٣- ٣- ٢ ترميز العينات

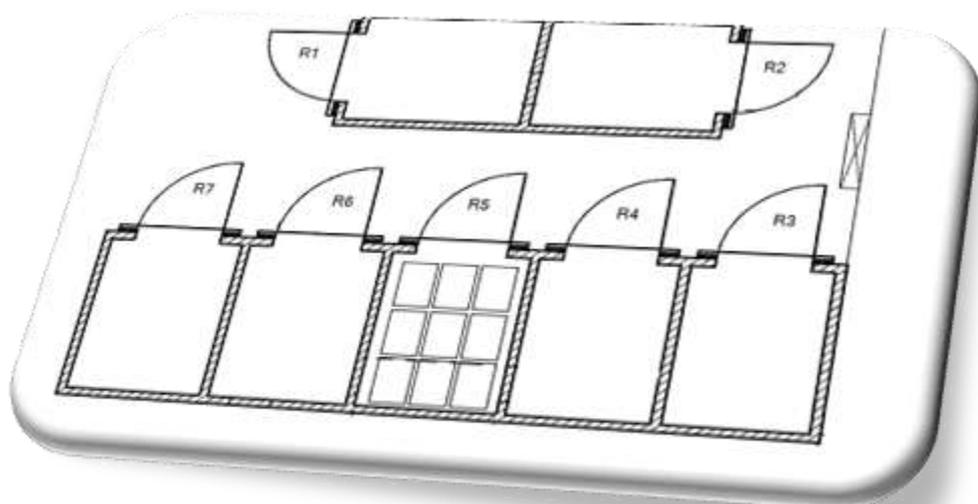
توضع العينات في صناديق مخصصة للعينات بجوار نافذة الغرفة بحيث تكفي لإجراء قياسات الخواص الهندسية والتغذوية وإجراء التقييم الحسي وكان عدد صناديق العينات ٩ صناديق. كل صندوق يوضع به لاصق (٧.٥ سم × ٥ سم) تكتب فيه البيانات التالية: رقم الغرفة، رقم العينة، وزن العينة

مثال

غرفة رقم "٧"، عينة "٣"، "٤,٥٨ كجم"

٣- ٤- الغرف ومعاملات الأجواء المتحكم بها

تم ترقيم الغرف حسب الانشاءات كما هو موضح في الشكل رقم (٣-١٨).



شكل ٣- ١٨. ترقيم وترتيب غرف التخزين المتحكم في أجوائها.

بناءً على المسح الأدبي والمقترح المقدم كانت معاملات الأجواء المتحكم بها هي استخدام المعاملة الحاكمة الهواء الطبيعي (٢١٪ أكسجين، ٠,٠٠٣٪ ثاني أكسيد كربون). والمعاملات (٢٪ أكسجين : ٢٪ ثاني أكسيد الكربون) وكذلك (٥٪ أكسجين : ٥٪ ثاني أكسيد الكربون). وكذلك تم ضبط درجة الحرارة والرطوبة النسبية داخل الغرف ويوضح الجدول رقم (٣- ١) التحكم في ظروف تخزين ثمار البرحي في مرحلة الخلال للمواسم المختلفة.

جدول ٣- ١. التحكم في ظروف تخزين ثمار تمر صنف البرحي في مرحلة الخلال للمواسم المختلفة.

الموسم الزراعي	الأكسجين %	ثاني أكسيد الكربون %	درجة الحرارة، م°	الرطوبة النسبية، %
١٤٣٠-١٤٣١ هـ	٥	٥	١	٨٠
١٤٣١-١٤٣٢ هـ	٢	٢	١	٨٠
١٤٣٢-١٤٣٣ هـ	٥	٥	١	٨٠
١٤٣٣-١٤٣٣ هـ	٢	٢	١	٨٠

٣- ٥ قياسات الخواص الطبيعية والميكانيكية والحرارية

٣- ٥- ١ الخواص الطبيعية

تم قياس الخواص الطبيعية التالية:

- الطول والقطر: تم القياس باستخدام مقياس رقمي للأبعاد الدقيقة (Absolute Digimatic, Model CD 15CW- Japan.Mitutoyo Corp.), تم أخذ طول الثمرة كأطول بُعد بين قاعدة الثمرة وطرفها، أما القطر يكون في منتصف الثمرة كما هو موضح في شكل رقم (٣- ١٩).



شكل ٣- ١٩. قياس الابعاد باستخدام مقياس رقمي للأبعاد الدقيقة.

- المساحة السطحية للثمار: تم تقدير المساحة باستخدام المساحة ضوئية (HP Scanner) وبرنامج "قارئ المساحات" الحمدان وبكري (٢٠٠٢). في البداية تم تقطيع الثمرة إلى أربعة مقاطع ومن ثم استشفاف محيط كل مقطع على ورق خاص. تلى ذلك تظليل تلك المساحات التي تم استشفافها ومن ثم تم المسح الضوئي (scan) لتلك المساحات المظلمة وإدخالها للحاسب الآلي. الخطوة التالية تمت بواسطة تعرف برنامج "قارئ المساحات" على تلك المستشفات (Images) ومن ثم حساب مساحتها (سم^٢).
- الحجم والكثافة: تم استخدام طريقة ميزان المنصة (Mohsenein, 1986)، شكل (٣- ٢٠). حيث تم قياس كتلة الثمرة في الهواء، ثم غمرها في الماء بواسطة قضيب غامر. وتم أخذ فرق قراءة كتلة الوعاء والماء قبل وبعد الغمر حيث تساوي كتلة الماء كتلة الماء المزاح. من كتلة الثمرة في الهواء وكتلة الماء المزاح يمكن حساب حجم وكثافة الثمرة بمعلومية كثافة الماء المزاح.



شكل ٣ - ٢٠. ميزان المنصة لقياس الكثافة.

- الكتلة: تم باستخدام ميزان حساس ((Model 204, Mettler, Toledo, Switzerland) دقته (٠,١ ملي جرام).
- النشاط المائي: تم قياس النشاط المائي للعينات بوضع عينة كتلتها ٢٠ جم في جهاز (lab - Aqua Model CX) Decagon Devices Inc- Washington.2T, readability 1 mg, Model CX) شكل (٣ - ٢١). لتحضير عينات النشاط المائي تم تقطيع عدد ٤٠ ثمرة ثم خلطت وتم اخذ ثلاث عينات وزن كل عينة ٢٠ جم من المخلوط المقطع.



شكل ٣ - ٢١. جهاز Aqualab لقياس النشاط المائي.

- المحتوى الرطوبي: تم استخدام الطريقة القياسية (AOAC, 1995) لتقدير المحتوى الرطوبي وذلك بوضع عينة كتلتها ٥ جم في فرن تفرغ (Model VT6025, Heraeus - Instruments Vacutherm, Germany) (شكل ٣ - ٢٢) وذلك عند درجة حرارة ٧٠م عند ضغط تفرغ ٢٠٠ مل بار لمدة ٢٤ ساعة. لتحضير عينات المحتوى الرطوبي تم أخذ عدد ٤٠ حبة ويتم تقطيعها ومن ثم خلطت وتم أخذ ١٠ عينات من المخلوط وزن كل عينة تقريبا ٥ جم.



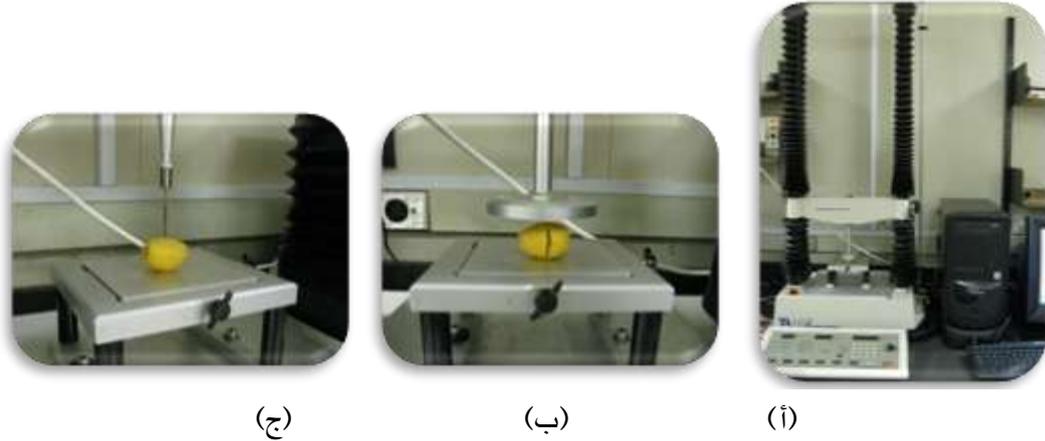
شكل ٣ - ٢٢. فرن التجفيف (تحت تفريغ) لقياس المحتوى الرطوبي.

٣- ٥- ٢- الخواص الميكانيكية

من خلال المسح الأدبي الشامل، تبين أن مواصفات العينات والاختبارات التي استخدمها الباحثون في تجارب الخواص الميكانيكية لم تكن متماثلة. وأنه ليس هناك اتفاق بين الباحثين على استخدام طرق قياسية موحدة لتلك التجارب. إلا أنه تم الاستعانة بدراسة الحمدان وبكري (٢٠٠٢) لتحديد مواصفات التجارب لنفس صنف ثمار البرحي.

تم استخدام جهاز قياس الخواص الميكانيكية (HDi Texture Analyzer- TA) موديل HD3128 مصنع من قبل شركة (Stable Micro Systems, Surrey, England). كما هو موضح بالشكل رقم (٣- ٢٣)، يمكن التحكم في الجهاز عن طريق برنامج حاسب آلي (Texture 05.Expert Exceed, version 2) مزود من قبل نفس الشركة. أيضاً يساعد هذا البرنامج في تحليل البيانات ورسم علاقات القوة بالمسافة أو الزمن واستتباط بعض الخصائص الميكانيكية منها. تفاصيل تجارب الخواص الميكانيكية على النحو التالي:

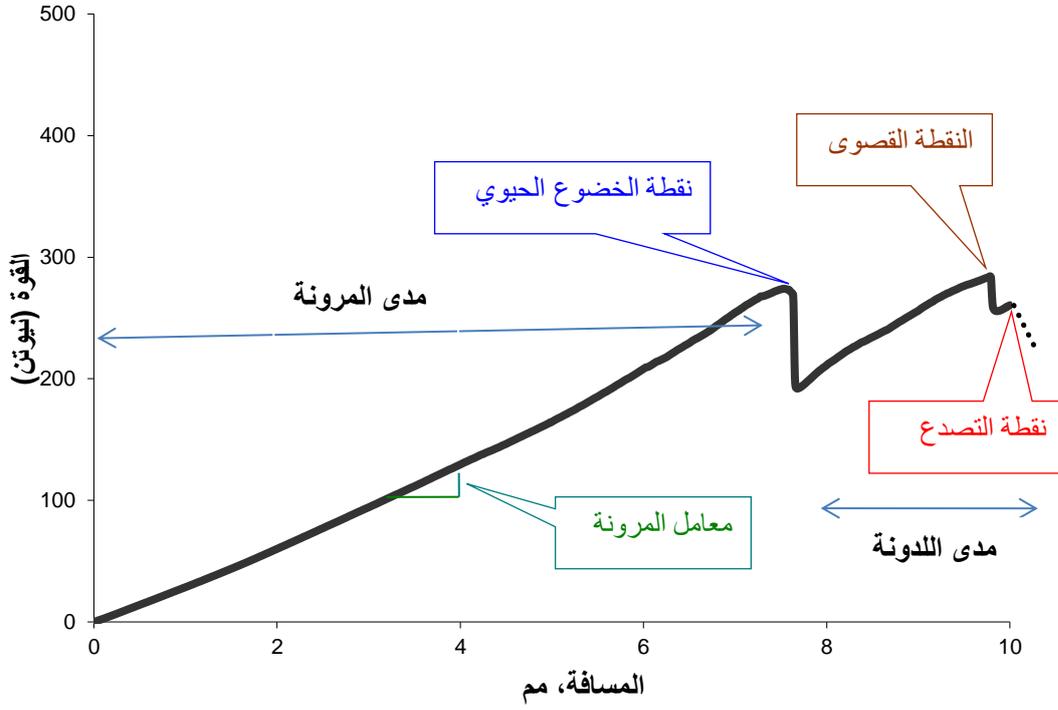
- اختبار الضغط باستخدام المجس (P75) القرصي نزولاً إلى عمق ١٠ مم من سطح الثمرة. كما هو موضح بالشكل رقم (٣- ٢٣ب).
- اختبار الاختراق باستخدام المجس (2N/P) الابري لاختراق القشرة ولب الثمرة حتى عمق ٥ مم. كما هو موضح بالشكل رقم (٣- ٢٣ج).



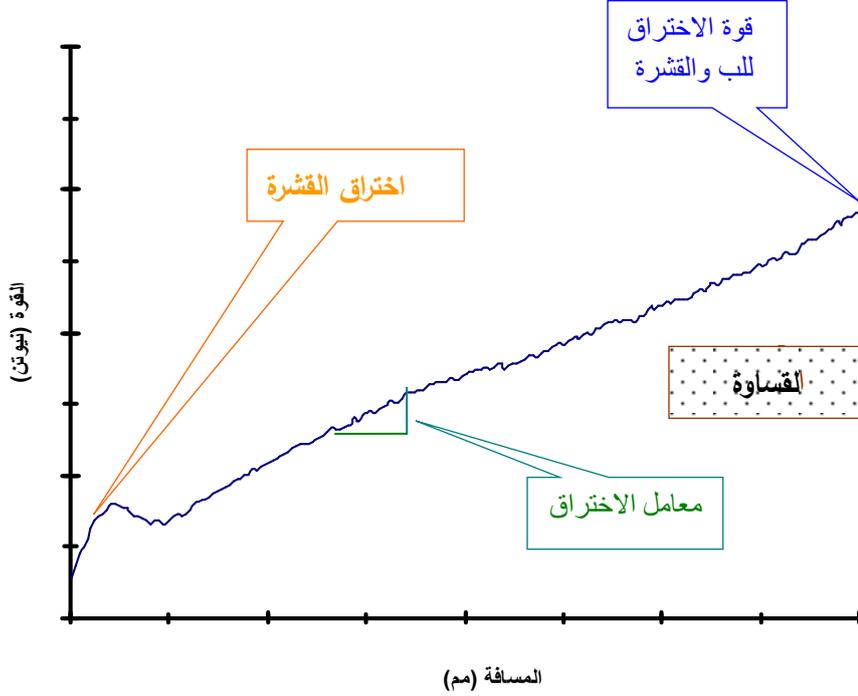
شكل ٣ - ٢٣. جهاز قياس الخواص الميكانيكية واختبارات الكبس والاختراق.

يمكن استخلاص وحساب عدد من الخصائص الميكانيكية من تلك التجارب التي يمكن توليدها من منحنى القوة / الازاحة وتشمل : معامل المرونة، نقطة الخضوع الحيوي، المرونة، اللدونة، نقطة الانهيار، الحد الأقصى للقوة، والشغل الكلي (القساوة) كما يوضحه المنحنيين القياسيين للكبس (شكل ٣ - ٢٤) والاختراق (٣ - ٢٥).

يمكن إيجاد معامل المرونة بحساب ميل الخط المستقيم في المقطع الأول لمنحنى القوة - المسافة خلال المرحلة المرنة (ASABE,2000) وأيضا يسمى معامل الاختراق في حالة اختبار الاختراق. أما نقطة الخضوع الحيوي فقد استخدم تعريف الجمعية الأمريكية للمهندسين الزراعيين (ASABE,2000) وهى النقطة التي يكون عندها الزيادة في المسافة مصاحبة لانخفاض أو عدم تغير في القوة. الحد الأقصى للقوة تمثل أعلى نقطة موجودة في منحنى القوة - المسافة وتحدد بمقدار تلك القوة ومقدار المسافة التي حدثت عندها تلك القوة. من ناحية أخرى فإن نقطة الانهيار أو التصدع تتحدد عند النقطة التي يحصل عندها الانهيار الكامل حيث لا يحدث استعادة للقوة مع زيادة التشوه وتحدد بقياس قوة ومسافة التصدع. الشغل الكلي. ويمكن أن تسمى القساوة وهي عبارة عن الشغل المبذول لعمل جهد محدد على العينة سواء الكبس أو الاختراق ويمثل هذا الشغل تكامل القوة للمسافة التي يقطعها الكباس خلال العينة. ومدى المرونة هي المسافة من سطح الثمرة إلى نقطة الخضوع الحيوي بينما تمثل بداية منطقة اللدونة نقطة الخضوع الحيوي حتى النقطة التي تحدث عندها القوة القصوى.



شكل ٣ - ٢٤. رسم نموذجي يبين بعض الخصائص المستخلصة من منحنى القوة والمسافة لاختبار الكبس.



شكل ٣ - ٢٥. رسم نموذجي يبين بعض الخصائص المستخلصة من منحنى القوة والمسافة لاختبار الاختراق.

٣- ٥- ٣ الخواص الحرارية

(١) الحرارة النوعية C_p :

في جهاز المسعر الحراري التفاضلي MDSC تم التحكم في معدل التسخين بحيث تزداد أو تقل درجة الحرارة بصورة خطية وذلك لقياس الحرارة. تم قياس كمية الحرارة المتدفقة إلى العينة ومن ثم يتم حساب الحرارة النوعية باستخدام جهاز Modulated Differential Scanning Calorimeter (Leatherhead, England .Q100, MDSC, TA Instruments, Ltd) كما في شكل (٣- ٢٦). يتكون الجهاز بصورة أساسية من حاويتين توضع العينة في أحدهما (بعد كبسها وإحكام غلقها) كما في شكل (٣- ٢٧) في حين تكون الأخرى حاوية مرجعية فارغة. كل حاوية مركب تحتها سخان يتم التحكم فيه من خلال البرنامج المصاحب للحاسب والذي يتم إعطاء الأوامر منه لتشغيل ذلك السخان وفق برنامج محدد. يتم اختيار العناصر المحددة للتجربة، ومن ثم تسخين كلا الحاويتين بنفس المعدل والذي عادة ما يكون (٥°م/دقيقة) للمواد الغذائية ويعمل الجهاز على بقاء معدل التسخين ثابتاً طوال مدة التجربة ومتساوي للحاويتين وذلك لاختلاف الحاويتين حيث أن الأولى تحتوي على العينة التي تمتص كمية أكبر من الحرارة من أجل الحفاظ على درجة حرارتها متزايدة وفقاً لنفس معدل الحاوية الثانية والتي تمثل المرجعية. يقوم الجهاز بقياس درجة الحرارة مع الفارق في كمية الحرارة المعطى للسخانين. ومن خلال هذه العلاقة يتم تحديد عدد من الخواص ومن أهمها الحرارة النوعية والتي يتم الحصول عليها من

$$\frac{q}{t} = \text{heat flow} \quad \text{معدل الحرارة:}$$

حيث: (q) كمية الحرارة، (t) الزمن، بينما معدل التسخين:

$$\frac{\Delta T}{t} = \text{heating rate}$$

حيث: (ΔT) التغير في درجة الحرارة، ومن ثم حساب السعة الحرارية أو الحرارة النوعية C_p

(heat capacity) من:

$$C_p = \frac{dQ/dt}{Ws(dT/dt)}$$



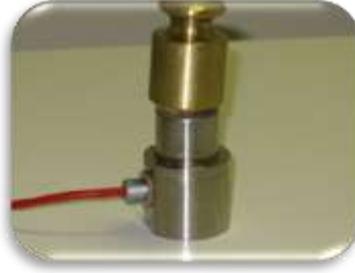
شكل ٣ - ٢٦. جهاز المسعر الحراري التفاضلي لقياس الحرارة النوعية والسلوك الحراري.



شكل ٣ - ٢٧. جهاز كبس وقفل حاويات العينات (يمين) ومن ثم وضع الحاويات المكبوسة في جهاز التلقيح للمسعر التفاضلي الحراري المعدل (MDSC) لقياس الخواص الحرارية.

(٢) معامل التوصيل الحراري k :

تم استخدام أحدث جهاز لقياس معامل التوصيل الحراري للمواد الغذائية Mathis Thermal Conductivity Analyzer كما في شكل (٣ - ٢٨) حيث تم قياس تلك الخاصية كدالة في مدى درجات الحرارة من صفر إلى ٤٠°C .



شكل ٣ - ٢٨. جهاز قياس معامل التوصيل الحراري.

(٣) معامل الانتشار الحراري α :

تم استخدام القيم التجريبية للحرارة النوعية (C_p)، معامل التوصيل الحراري (k) والكثافة (ρ) لحساب قيم معامل الانتشار الحراري (α).

$$\alpha = \frac{k}{\rho \cdot C_p}$$

٣- ٦. قياس معدلات التنفس وإنتاج الإيثيلين لبلح البرحي

تم قياس معدل التنفس بوضع عينة من البلح الطازج (حوالي ١,٥ كجم) في عبوة خاصة (ICA, UK) لها صمامين (داخل وخارج) وهي محكمة الغلق بسعة ٩ لتر (شكل ٣ - ٢٩). يتم وضع العينات بعد وزنها في هذه العبوات ويحكم غلقها ثم توضع في حضانات وثلاجات حسب درجة الحرارة (١، ٥، ١٥، ٢٥°م). بعد عدة ساعات يتم إدخال أحد أنابيب جهاز قياس نسب الغازات (ICA 15, Dual Analyzer, ICA, UK) حيث يضخ الجهاز عينة من الهواء من داخل العبوة ويتم إعادته مرة أخرى من الجهاز لعبوة العينة مرة أخرى عبر الأنبوب الآخر. مع الأخذ في الاعتبار تخزين الثمار في درجة الحرارة المحددة لمدة ٢٤ ساعة على الأقل قبل غلق العبوة.

٣- ٦- ١ حسابات معدل التنفس للثمار:

تم حساب معدل التنفس بقياس معدل تنفس الثمار المخزنة في البيئة المغلقة بدلالة تركيز غاز ثاني أكسيد الكربون (حجم، مل) المنبعث مع التنفس ويتم قياس نسبة الزيادة في CO_2 والنقص O_2 داخل العبوات المحكمة الغلق المحتوية على الثمار عند درجات الحرارة المطلوبة.



شكل ٣ - ٢٩ . جهاز قياس غازي الأكسجين وثاني أكسيد الكربون وجهاز قياس الإيثيلين متصلة بالعبوة المحكمة الغلق لقياس معدل التنفس والإيثيلين لثمار البرحي.

تم حساب معدل تنفس الثمار من المعادلة التالية:

$$CO_2 \text{ rate} = \frac{\Delta CO_2 \times (V_{jar} - V_{product}) + V_{w-p} \times 0.878}{m_{product} \times t}$$

Where

$$V_{w-p} = \frac{m_{product} \times MC}{\rho_w}$$

حيث تم قياس التالي: حجم العبوة (مل) V_{jar} وحجم المنتج $V_{product}$ ، المحتوى الرطوبي للثمار (%/رطب)، الكتلة (كجم) $m_{product}$ ، الحجم (مل)، التركيز الابتدائي لغازي CO_2 ، O_2 والتركيز النهائي لغازي CO_2 ، O_2 ومنه يتم حساب ΔCO_2 والفترة الزمنية (ساعة) t

٣- ٦- ٢ حسابات وقياس معدل إنتاج الإيثيلين للثمار:

تم قياس إنتاج الإيثيلين للثمار. باستخدام جهاز (ICA 56, ICA, UK) Range 0-100ppm. Sensor Resolution : 0.1ppm. Display 0.2ppm. كما في شكل ٣ - ٢٩ (يمين). وحساب معدل إنتاج الإيثيلين من المعادلة التالية:

$$C_2H_4 \text{ rate} = \frac{\Delta C_2H_4 \times (V_{jar} - V_{product}) + V_{w-p} \times 0.878}{m_{product} \times t}$$

Where

$$V_{w-p} = \frac{m_{product} \times MC}{\rho_w}$$

وبالأخذ بالوحدات المناسبة والثوابت في المعادلة، تكون وحدة معدل الأثيلين هي $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{hr}$.

٣- ٧- قياسات الخواص التغذوية والجودة

٣- ٧- ١- التقييم الحسي

تم تقويم عينات التمور تحت الدراسة تقويماً حسيماً (اللون، الطعم، القوام، القبول العام) للتمر صنف البرحي في مرحلة الطازج وكذلك المخزن. حيث تم الاستعانة بفريق مدرب مكون من عشرة أشخاص على الأقل من منسوبي قسم علوم الأغذية والتغذية بكلية الزراعة - جامعة الملك سعود (شكل ٣ - ٣٠). استخدمت استبانة التقييم لكل خاصية من الخصائص الأربع مكونة من تسع درجات (الدرجة رقم ١ تمثل عدم القبول بشدة extremely dislike في حين أن الدرجة رقم ٩ تمثل القبول بشدة extremely like (Larmond, 1980) حسب جدول (٣ - ٢).

جدول ٣ - ٢. التقييم الحسي لثمار تمر صنف البرحي في مرحلة الخلال.

الصفة	درجة (١)	درجة (٩)
١- اللون	داكن (رطب)	فاتح كالطازج
٢- الطعم	طعم رديء	مذاق ممتاز
٣- القوام	لين	متماسك
٤- الحلاوة	غير مقبول	حلو
٥- القبول النهائي	غير مقبول	ممتاز



شكل ٣ - ٣٠. التقييم الحسي لثمار البرحي في معام التقييم الحسي.

٣- ٧- ٢- تقدير السكريات

تم فصل وتقدير السكريات المختزلة (جلوكوز وفركتوز) وغير المختزلة (سكروز) بواسطة طريقة (AOAC, 1995) وجهاز الكروماتوجرافيا عالي الأداء (Shimadzu, LC(HPLC) - 10 - 6mm Column Packed. 250x4. AD, Shimadzu Corporation, Kyoto, Japan

(NH₂- with 5µm Supelcosil Lc Bellefonte, PA.INC/Supelco), الطور السائل مكون من (20% ماء و 80% أسيتونيترايل acetonitrile HPLC grade) تدفعه مضخة (AZ, - 10- Model LC) بمعدل سريان 2,5 مل/دقيقة. والنظام موصول بحاقن (Shimadzu 10A, - Model SIL) Injector (Shimadzu) تحقن بداخله عينة (5 ميكروليتر). تستقبل النتائج والمنحنيات للسكريات المختلفة تحت الدراسة بواسطة دامج (Shimadzu Chromatopac data - Model C) Integrator (processor) ويتم عندئذ مقارنة المحاليل القياسية للسكريات (Sigma Chemical Co, St. Louis, Mo). بتلك السكريات المتحصل عليها من التمور.

٣- ٧- ٣ استخلاص وتقدير الإنزيمات

أ - إنزيم الإنفرتيز:

سوف يتم استخدام طريقة Hasegawa and Smollensky (1970) لاستخلاص إنزيم الإنفرتيز وذلك بخلط العينة (15 جم) مع محلول ملح NaCl (4%) يحتوي على 1 جم polyvinyl pyrotidone لمدة دقيقتين عند درجة حرارة 2°م ثم الطرد المركزي عند 2000 دورة في الدقيقة لمدة 30 دقيقة على درجة حرارة 5°م. يتم صب الطبقة العلوية السائلة Superrantant والاحتفاظ بها لتقدير الإنزيم enzyme assay. تعاد الخطوات السابقة مرة أخرى على المتبقي (المادة الصلبة) ثم صب الطبقة العلوية السائلة superrantant وإضافتها إلى الكمية السابقة وعمل ديلزة dialysis بالماء عند 2°م حتى إزالة جميع السكريات. أما الإنفرتيز soluble invertase. الغير ذائب insoluble invertase فيتم الحصول عليه بغسيل متبقي الاستخلاص بالماء عند 2°م حتى إزالة جميع السكريات.

قدرت نشاطية إنزيم الإنفرتيز باستخدام طريقة Kanner *et al* (1978) من حيث المحاليل المختلفة والحجم النهائي والحضن وكيفية سحب العينات ويعبر عن وحدة الإنفرتيز بأنها كمية الإنزيم التي تحلل 5µmole.0 من السكروز في الدقيقة تحت الظروف المدرجة في طريقة العمل.

ب - إنزيم البيروكسيديز وإنزيم البولي فينول أوكسيديز:

تم استخدام طريقة Cano *et al* (1995) لاستخلاص وتقدير كل من إنزيم البيروكسيديز peroxidase والبولي فينول أوكسيديز polyphenol oxidase كل على حدة. يستخلص كل إنزيم بمحلول منظم الفوسفات 2.0 M sodium phosphate buffer ومحلول ملحي 1M sodium chloride عند 5°م ثم الترشيح والطررد المركزي وجمع الطبقة العلوية superrantant المحتوية على الإنزيم.

قدرت نشاطية إنزيم polyphenol oxidase بالتفاعل مع 1.0M catechol وماء مقطر عند ٢٥°م لمدة ٣ دقائق. سجل الامتصاص absorbance عند طول موجة 420nm على جهاز Pharmacia Utrospec III Spectrophotometer- LKB بعد كل دقيقة خلال الثلاث دقائق الأولى. حسبت وحدة النشاط الإنزيمي على أساس التغير في قراءة الامتصاص خلال دقيقة/جرام بروتين. قدرت نشاطية إنزيم Peroxidase بتفاعل مستخلص الإنزيم مع 6 pH 5.5.0M sodium phosphate buffer و 1% Phnylenediamine- P و hydrogen peroxide ثم قيس الامتصاص عند طول موجة 485nm بعد كل دقيقة خلال الثلاث دقائق الأولى عند ٥°م.

تم استخدام جهاز الاستقطاب (Polarimeter) نموذج Autopol IV Six Wavelength والمصنع من قبل Rudolph Research, USA لقياس النشاط الإنزيمي للعينات، كما هو موضح في شكل (٣ - ٣١).



شكل ٣ - ٣١. جهاز قياس كمية الإنزيمات (Polaramiter).

٣- ٧- ٤- استخراج الفينولات الكلية : Extraction of Phenolic compounds

تم استخراج الفينولات الكلية باستخدام طريقة Abbas وآخرون سنة ٢٠٠٨م والتي يمكن إيجازها كما يلي : يوزن ١٠٠ جرام من ثمار التمر النظيف، المنزوع النوى والمفروم بالخلط المنزلي، ويضاف عليه ٣٠٠ مل من مخلوط مذيبات مكون من كحول الميثانول، الماء بنسبة ٤:١. يقلب المخلوط بعد ذلك على هزاز لمدة ٥ ساعات، ثم يرشح ويجرى له طرد مركزي Centrifuge على ٤٠٠٠ لفة في الدقيقة لمدة ١٠ دقائق. يؤخذ الجزء العلوي Supernatant ويركز تحت تفريغ Under vacuum على درجة حرارة ٤٠°م باستخدام جهاز تبخير المذيبات Rotary evaporator. يحفظ بعد ذلك المستخلص المركز في المجمد حتى التحليل.

أ - تقدير الفينولات الكلية:

قدرت الفينولات الكلية باستخدام محلول فولين Foli-Ciocalteu reagent طبقا لطريقة Kaluza وآخرون سنة ١٩٨٠م والتي يمكن إيجازها فيما يلي: حيث يتكون مخلوط التفاعل من ٢٥٠ ميكروليتر من مستخلص الفينولات، ٢٥٠ ميكروليتر من محلول فولين (المخفف بالماء المقطر ١٠ مرات)، ٥٠٠ ميكروليتر من محلول كربونات الصوديوم المشبعة، ثم يكمل الحجم إلى ٥ مل بالماء المقطر. يخلط جيدا ثم تحفظ في الظلام لمدة ٣٠ دقيقة. بعد ذلك يقرا الامتصاص على طول موجى ٧٢٥ نانوميتر باستخدام جهاز إسبكتروفوتوميتر-(Jasco, Model V-530, Japan) تحسب كمية الفينولات الكلية مقدره بالمليجرام جالكليك أسد / ١٠٠ عينة.

ب - استخلاص الأنثوسيانين Extraction of anthocyanin :

استخدمت طريقة Fuleki and Francis سنة ١٩٦٨م لإستخلاص الأنثوسيانين من التمر والتي يمكن تلخيصها فيما يلي: يوزن ٣٠٠ جرام من ثمار التمر النظيف، المنزوع النوى والمفروم بالخلاط المنزلي، ويضاف عليه ٤٥٠ مل مخلوط مكون من كحول إيثانول وماء بنسبة ٤ : ١، ثم التقليب على درجة حرارة الغرفة طوال الليل Overnight يجري بعد ذلك طرد مركزي Centrifuge على ٣٠٠٠ لفة /ق لمدة ٥ دقائق. ثم يرشح الجزء العلوي ويجمع الأنثوسيانين. يقدر الأنثوسيانين بقراءة الامتصاص على طول موجى ٥٣٥ نانوميتر باستخدام جهاز اسبكتروفوتوميتر (Jasco, Model V-530, Japan) يحسب كمية الأنثوسيانين باستخدام منحني قياسي من كلوريد السيانيدين Cyanidin chloride .

ج - تقدير نشاط مضادات الأكسدة:

استخدمت طريقة Yu et al. (2003) لتقدير نشاط الفينولات الكلية والأنثوسيانين المضاد للأكسدة . ويمكن إيجاز هذه الطريقة كما يلي: يضاف ١ مل من المستخلص ويضاف إلى ٤ مل ٨٠٪ ميثانول، ١ مل (١ ملليمول) من ٢،٢ - دايفينيل - ١ - بيكريل هيدرازيل (DPPH)، ثم يقلب المخلوط جيدا ويقراً الامتصاص على طول موجى ٥١٧ نانوميتر وتسجل القراءة كل دقيقة ولمدة ٣٠ دقيقة. تحسب نسبة النشاط باستخدام المعادلة التالية:

$$AB \text{ Scavenging } \% = \frac{AB - AS}{AS} \times 100$$

حيث: AB هو امتصاص البلاנק وAS هو امتصاص العينة.

٣- ٧- ٥- قياس اللون

تم قياس لون تمر صنف البرحي في مرحلة الخلال مباشرة (٤٠ حبة بطريقة عشوائية من كل عينة) باستخدام جهاز قياس اللون (Hunterlab, labscan XE, Reston, USA) (شكل ٣- ٣٢) ومن ثم تسجيل قيم L^* , a^* , b^* للمجموعات.



شكل ٣- ٣٢. جهاز قياس اللون (شركة Hunter).

٣- ٨- التحليل الميكروبي

تم تقدير العدد الكلي للميكروبات والخمائر والأعفان طبقاً لطريقة Pownes and Ito (1992). يمكن إيجاز طريقة العمل كما يلي: تم أخذ ١٠ جم من التمر وتم غسلها بمحلول مخفف ٩٠ مل في أكياس Stomacher معقمة. ثم أجريت التخفيفات المتسلسلة اللازمة. تم استخدام التخفيفات ١٠- ١، ١٠- ٢، ١٠- ٣ للعد الكلي بالأطباق وللخمائر والأعفان استخدمت التخفيفات ١٠- ١، ١٠- ٢. استخدمت بيئة Plate count agar (Oxoid-UK) للعد الكلي للميكروبات وبيئة Potatoes Dextrose agr المحمضة للخمائر والأعفان. تم التحضين على درجة حرارة $36 \pm 1^\circ\text{C}$ لمدة ٢٤- ٤٨ ساعة للعد الكلي للميكروبات، وعلى درجة حرارة الغرفة 25°C لمدة ٣- ٧ أيام للخمائر والأعفان. تم العد على أساس وم/جم (وحدة مكونة للمستعمرات (CFU/gm).

٣- ٩- الجوانب الاقتصادية

اعتمد الجزء الاقتصادي من هذا التقرير على البيانات الثانوية المنشورة من الجهات الرسمية. كذلك اعتمد على بعض البيانات والمعلومات من الدراسات السابقة عن التمر مستخدماً بعض الأساليب الوصفية والتحليلية، وكذلك بعض الأساليب القياسية البسيطة والمناسبة لأغراض هذه الدراسة. تم استخدام تحليل الانحدار المتعدد Multiple Regression Analysis بطريقة المربعات الصغرى العادية OLS من خلال الصور الرياضية الأكثر شيوعاً

واستخداماً في مثل هذه الحالة وهي الصورة الخطية ونصف اللوغاريتمية واللوغاريتمية المزدوجة. استلزم ذلك اختبارات إحصائية وقياسية مثل اختبارات (ت) (t) و(ف) (F) ودوربن واتسون (Durbin Watson).

اعتمدت التوقعات المحسوبة في هذه الدراسة على أكثر من طريقة للتنبؤ ببعض المتغيرات الهامة، حيث استخدمت معادلات الاتجاه الزمني العام ومعدلات النمو الأسي (الهندسي)، فضلاً عن نموذج التمهيد الأسي المزدوج Double Exponential Smoothing Model في الصيغة الرياضية التالية (Makridaks et al. (1983):

$$PIM_{t+m} = a_t + b_t \cdot m$$

حيث: PIM_{t+m} القيمة المتوقعة للمتغير في السنة، b_t الميل المقدر للدالة، m عدد سنوات التوقع، $t = 1, 2, \dots, 16$ ، a_t المقطع المقدر للدالة.

ويقدر مقطع الدالة (a_t) من المعادلة التالية:

$$a_t = 2PIM'_t - PIM''_t$$

حيث:

PIM'_t هي القيمة الممهدة الفردية (Single Smoothed Value) وتحسب كما يلي:

$$PIM'_t = a PIM_t + (1 + a)PIM'_{t-1}$$

(a) معامل التمهيد الأسي المزدوج = $1 /$ عدد المشاهدات،

PIM_t هي قيمة المتغير PIM في السنة t ،

PIM''_t هي القيمة الممهدة المزدوجة (Double Smoothed Value)

وتحسب كما يلي:

$$PIM''_t = a PIM'_t + (1 + a)PIM''_{t-1}$$

ويقدر ميل الدالة (b_t) من المعادلة التالية:

$$b_t = \frac{a}{1 - a} (PIM'_t - PIM''_t)$$

ومن الواضح أن هذه الطريقة تعطي وزناً أقل للمشاهدات القديمة ووزناً أكبر للمشاهدات الحديثة.

كما تم استخدام معامل جيني Gini Coefficient للتركز وكذلك منحنى لورنز Lorenz Curve للدلالة على مدى التركيز في توزيع بعض المتغيرات الهامة في هذه الدراسة.

تم جمع بيانات ثانوية عن:

- إنتاج التمور في مختلف مناطق المملكة .
- التجارة العالمية للتمور.
- أسعار مختلف أصناف التمور.
- بيانات معاملات فنية لتقدير التكاليف الاستثمارية للمشروع المستهدف.
- تصميم وتجريب ثلاث استثمارات استبيان لجمع المعلومات الميدانية هي:
- استثمارة منتجي تمور البرحي.
- استثمارة مستهلكي تمور البرحي.
- استثمارة تجار ومسوقي تمور البرحي.

٣- ٩- ١- اختيار عينات الدراسة الميدانية لدراسة الجوانب الاقتصادية والتسويقية لتمور البرحي

تطلبت الدراسة الاقتصادية والتسويقية لتمور البرحي الحصول على بيانات ومعلومات أساسية تخدم دراسة ما يلي:

- دراسة سوق البرحي في المملكة العربية السعودية .
- جانب عرض تمور البرحي في أهم مناطق إنتاجها .
- جانب الطلب على البرحي وتوجهات الطلب في مختلف المواسم.
- تسويق وتداول وأسعار تمور البرحي قبل وبعد التخزين .
- دراسة الجدوى الاقتصادية والفنية للمشروع.

أ - عينة منتجي تمور البرحي :

نظرا لتركيز الدراسة الفنية التقنية لحفظ البرحي على أهم المناطق المنتجة وهي الرياض والقصيم والخرج وحائل. ونظرا لأن القصيم بها نحو ٥٠٪ من صنف البرحي وتعتبر الأولى في إنتاج البرحي، كما أن الرياض بها نحو ٣٢,٥٪ من أشجار النخيل من صنف البرحي فإن الرياض تعتبر الثانية في إنتاج صنف البرحي. وأمكن جمع نحو ٣٠٠ استثمارة من منتجي البرحي سواء كانوا متخصصين في إنتاج البرحي أو أنهم ينتجون البرحي وأصناف أخرى من التمور. وتم توزيع الاستثمارات بين الرياض والخرج والقصيم وحائل بالتساوي (٧٥ استثمارة بالقصيم و٧٥ استثمارة من الرياض و٧٥ استثمارة من الخرج و٧٥ استثمارة من حائل).

ب - عينة مستهلكي البرحي:

رغبة في التمثيل الواقعي لمستهلكي البرحي الحاليين والمستهدفين في ضوء إمكانات الدراسة يمكن تمثيل المستهلكين من خلال ٣٠٠ استمارة توزع على أربع مدن رئيسية وهي الرياض، القصيم، جدة، الدمام. علي أن لا يقل عدد الاستمارات المجمع من كل من هذه المدن عن ٥٠ استمارة ويمكن مقابلة مستهلكي التمور لدى محلات بيع التمور أو معارض التمور لضمان العشوائية والتركيز على مستهلكي البرحي بشكل محدد .

ج - عينة المحلات والوسطاء المتعاملين في البرحي:

يفضل إجراء حصر شامل للمحلات التي يمكنها بيع المنتج المستهدف (البرحي) ويتوافر لديها إمكانيات التبريد، ويمكن التركيز على المنطقة الوسطى. ويمكن تمثيل المحلات والوسطاء من خلال ١٥٠ استمارة، وعلى أن توزع بين الرياض والخرج والقصيم (٥٠ استمارة من كل منطقة)، باعتبارها ممثلة لنمط استهلاك تمور البرحي في المملكة.

٣- ٩- ٢- أسلوب جمع استمارات الاستبيان (المقابلة الميدانية):

يقوم بإنجازها ثلاثة من مساعدي الباحثين هم :

- مساعد باحث بدرجة ماجستير اقتصاد زراعي من منطقة الرياض (٧٥ استمارة منتجين، ٥٠ استمارة محلات تمور، ٧٥ استمارة مستهلكين).
- مساعد باحث بدرجة ماجستير اقتصاد زراعي من منطقة القصيم (٧٥ استمارة منتجين، ٥٠ استمارة محلات تمور، ٧٥ استمارة مستهلكين).
- مساعد باحث بدرجة ماجستير اقتصاد زراعي من منطقة حائل (٧٥ استمارة منتجين).
- طالب دراسات عليا (٥٠ استمارة مستهلكين من جدة).

٣- ٩- ٣- ترميز وتحميل بيانات

تم ترميز جميع استمارات الاستبيان وتحميل جميع البيانات الميدانية المجمع على الحاسب الآلي بعد مراجعة وتدقيق البيانات واستبعاد بعض الاستمارات غير الصالحة. ومن ثم إجراء التحليلات اللازمة للدراسة السوقية التفصيلية ولدراسة الجدوى المالية والاقتصادية للمشروع، بسعات تخزينية سنوية مختلفة (١٠٠٠ و ٣٠٠٠ و ٥٠٠٠ طن من بلح البرحي).

٤ - النتائج والمناقشة

مع أن مخطط هذا المشروع في المقترح البحثي كان لموسم واحد من التمور فقط، إلا أنه وبفضل الله، تم تنفيذ هذا المشروع لثلاثة مواسم متتالية (١٤٣٠ - ١٤٣١ هـ، ١٤٣١ - ١٤٣٢ هـ و ١٤٣٢ - ١٤٣٣ هـ) أي ٢٠٠٩ و ٢٠١٠ و ٢٠١١ م. وهذا يعود بفضل الله للاستعداد المبكر ولكفاءة توريد وتركيب الأجهزة في مدة قياسية وإدارة موارد المشروع بتخطيط مسبق، ومن ثم تنفيذ أوجه المشروع مباشرة بعد التركيب.

٤ - ١ معايرة وضبط النظام

قبل بداية كل موسم وقبل وصول الثمار تم غسل الغرف وتعقيمها تمهيداً لتخزين الثمار فيها ومن ثم ضبط درجات الحرارة والرطوبة النسبية وكذلك نسب الغازات داخل الغرف من لوحة التحكم الآلي حتى استقرت الأجواء داخل الغرف تتم معايرة النظام من حيث درجات الحرارة "موضعين في كل معاملة"، الرطوبة النسبية، نسبة غاز الأكسجين ونسبة غاز ثاني أكسيد الكربون. وتم قياس درجة الحرارة والرطوبة النسبية داخل كل الغرف باستخدام مجسات وقارئ بيانات خارجية (Testo 177 H.T4. Testo Inc. Sparta. N.J. - USA) ومن ثم مقارنتها بالمجسات الموصولة بالنظام.

كما تم استخدام جهاز قياس نسب الغازات (ICA15 dual analyzer من International Controlled Atmosphere Ltd. UK) لقياس نسبة غازي الأكسجين وثاني أكسيد الكربون من الفتحة المخصصة لذلك على باب كل غرفة ومن ثم مقارنتها بقراءات مجسات النظام (شكل ٤ - ١).



شكل ٤ - ١. الجهاز الخارجي لقياس نسب الغازات من خلال فتحة التصريف على باب الغرفة.

يوضح الجدول (٤ - ١) نتائج مقارنة قياسات مجسات درجة الحرارة المرتبطة بالنظام داخل الغرف (مجس ١، مجس ٢) والرطوبة النسبية (مجس ٣)، مع نظيراتها المتحصل عليها من جامع البيانات الخارجي (Testo 177)، وهي تعبر عن: (متوسط القراءة \pm الانحراف المعياري للقراءات). كما يوضح الجدول (٤ - ٢) نتائج معايرة حساسات الغازات بعد ضبط نظام التحكم الآلي لها وغلقها حتى الوصول إلى حالة الاتزان (في حدود ٧ أيام). تعبر البيانات عن (المتوسط \pm الانحراف المعياري) مقارنة باستخدام الجهاز الخارجي ICA15.

جدول ٤ - ١. معايرة درجات الحرارة والرطوبة النسبية داخل الغرف.

الغرفة	درجة حرارة (م°)		الرطوبة النسبية، %	
	مجس ١	مجس ٢	Testo 177	مجس ٣
١	٠,١١ \pm ١	٠,٠٩ \pm ١	٥,١٢ \pm ٨٥	٥,٨١ \pm ٨٠
٢	٠,١٠ \pm ١	٠,١٠ \pm ١	٣,٢٧ \pm ٨٥	٣,٧١ \pm ٨٠
٣	٠,٠١ \pm ١	٠,٠٤ \pm ١	٤,١٦ \pm ٨٥	٤,٧٢ \pm ٨٠
٤	٠,٠١ \pm ١	٠,١٤ \pm ١	٣,٦٢ \pm ٨٥	٤,١١ \pm ٨٠
٥	٠,٠١ \pm ١	٠,١٧ \pm ١	٤,٤٥ \pm ٨٥	٥,٠٥ \pm ٨٠

جدول ٤ - ٢. معايرة مجسات نسب غازي الأكسجين وثنائي أكسيد الكربون داخل غرف التخزين.

الغرفة	الأكسجين (%)		ثاني أكسيد الكربون (%)	
	النظام	ICA15	النظام	ICA15
١	٠,٤ \pm ٥,٦	٠,١ \pm ٥,٥٢	٠,٤ \pm ٥,١	٠,٢ \pm ٥,٥٣
٢	٠,٤ \pm ٢,٦	٠,١ \pm ٢,٣٢	٠,٤ \pm ٢,١	٠,٣ \pm ٢,٢٥
٣	٠,٣ \pm ٢,٤	٠,٣ \pm ٢,٣٤	٠,٤ \pm ٢,٢	٠,٢ \pm ٢,٢٣
٤	٠,٤ \pm ٥,٥	٠,١ \pm ٥,٥٢	٠,٣ \pm ٥,١	٠,٢ \pm ٥,٥٣
٥	٠,٤ \pm ٢٠,١	٠,٣ \pm ١٩,٩	٠,٤ \pm ٥,١	٠,٢ \pm ٥,٥٥

٤ - ٢- استلام الثمار وتخزينها

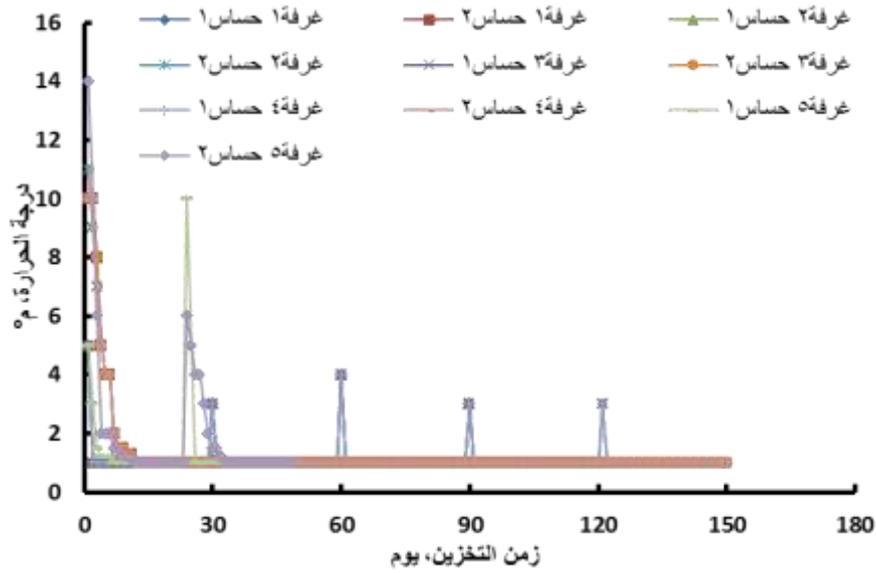
تم استلام ثمار البرحي من المزارع التي تم الاتفاق معها في كل من منطقتي الرياض والقصيم وقياس خواص الثمار طازجة، ومن ثم تخزينها في الغرف المعدة لذلك بالكميات المبينة في جدول (٤- ٣).

جدول ٤ - ٣. وصف إحصائي لكميات البرحي المخزنة داخل الغرف المسيطر على أجوائها لموسم ٢٠١٠م في الغرف (١، ٢، ٣، ٤) والغرفة الحاكمة (٥).

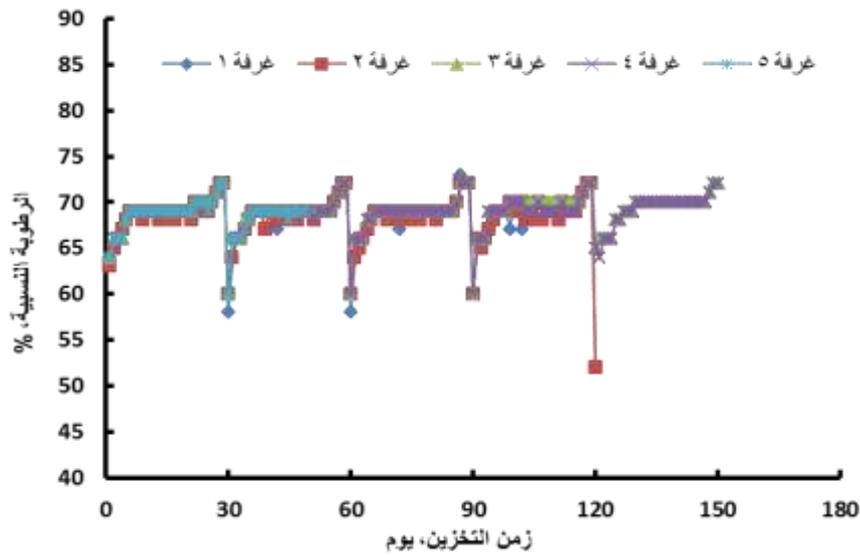
الغرفة					
١	٢	٣	٤	٥	
٦٦	٦٦	٦٦	٦٦	٦٦	١ - عدد الصناديق في كل غرفة
٥,٠١±٦٧٧,٢	٦,٠٤±٦٨٣,١	٣,١٢±٧٣٣,٧	٤,٠٧±٦٩٧,٠	٣,٧٥±٧٥٣,٢	٢ - إجمالي الكمية المخزنة في الغرفة، كجم
٠,٥٨±١٠,٣	٠,٦٥±١٠,٤	٠,٥٢±١١,١	٠,٥٦±١٠,٦	٠,٥٧±١١,٤	٣ - متوسط كتلة ثمار البرحي بالصندوق، كجم
٩,٥	٩,١	٩,٤	٩,٧	٩,٣	٤ - أقل كتلة في كل صندوق، كجم
١١,٣	١٢,٦	١٢,١	١١,٩	١٢,٢	٥ - كبر كتلة في كل صندوق، كجم

نسب الغازات والرطوبة النسبية ودرجة الحرارة داخل الغرف أثناء فترة تخزين الثمار

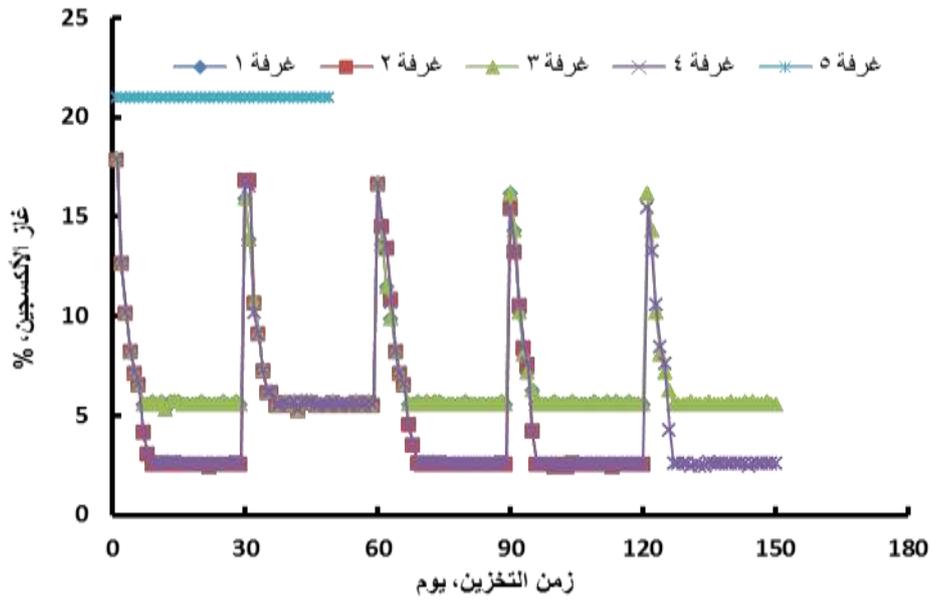
توضح الأشكال (٤- ٢) إلى (٤- ٥) درجات الحرارة، الرطوبة النسبية، نسب الأكسجين وثنائي أكسيد الكربون داخل الغرف أثناء فترات تخزين ثمار البرحي والتي امتدت إلى مائة وخمسون يوماً للنتائج الأساسية للتقرير (الموسم الثاني) وبالطبع يلاحظ في هذه الأشكال تأثير فتح الغرف لأخذ العينات على درجة الحرارة ونسب الغازات وذلك كل شهر من التخزين.



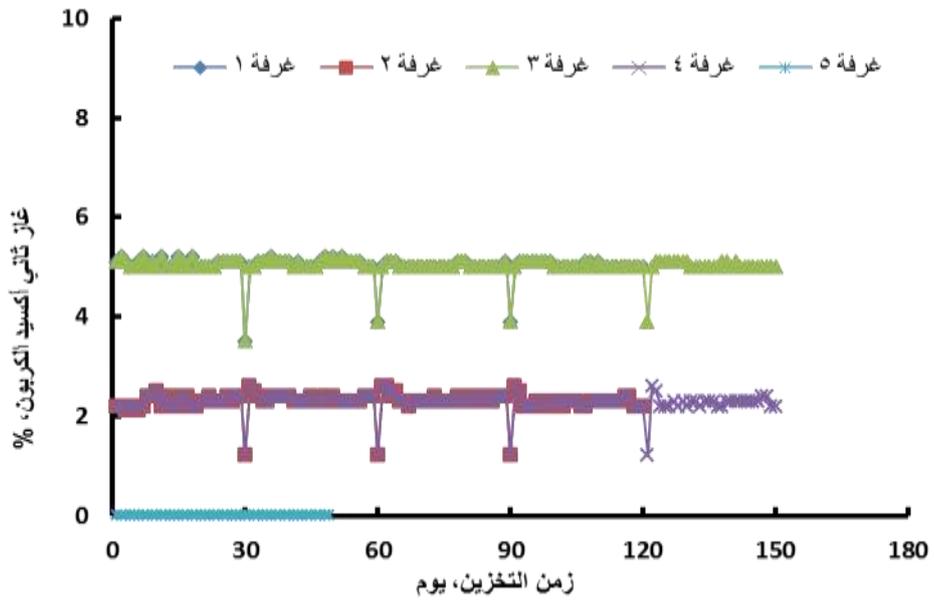
شكل ٤-٢. درجات الحرارة داخل غرف الأجوواء المسيطر عليها أثناء فترة تخزين ثمار بلح البرحي من بداية شهر أغسطس إلى نهاية شهر ديسمبر ٢٠١٠م.



شكل ٤-٣. الرطوبة النسبية داخل الغرف أثناء فترة تخزين ثمار بلح البرحي.



شكل ٤ -٤. نسبة غاز الأوكسجين داخل غرف الأجواء المسيطر عليها أثناء فترة تخزين ثمار بلح البرحي.



شكل ٤ -٥. نسبة غاز ثاني أكسيد داخل غرف الأجواء المسيطر عليها أثناء فترة تخزين ثمار بلح البرحي .

التجارب التي تمت خلال الثلاث مواسم وبعض التحديات التي واجهتها:

١ - موسم ٢٠٠٩:

في الموسم الأول تم بالفعل وتزامناً مع انتهاء واكتمال بناء غرف التخزين وبدء موسم التمور البدء في تجريب النظام بتخزين بلح البرحي في هذه الغرف ذات الأجواء المعدلة. وقد تم قياس جميع الخواص الهندسية والتغذوية للثمار الطازجة. إلا أنه ومع بدء الشهر الثاني من التخزين حصلت عدة أعطال في النظام مما استدعى التشاور مع الشركة المصنعة للنظام. وبالفعل تم إصدار تأشيرات زيارة عمل وحضور عدد (٣) من أخصائيي الشركة إلى المملكة، وتم اكتشاف الخلل الرئيس في الأعطال وهو انخفاض كفاءة مولد النيتروجين بسبب حدوث خلل في أحد الصمامات كما في الصور التالية:



ومن خلال ذلك تم تغيير الصمام وإصلاح العطل، وكذلك تم معايرة واختبار النظام مرة أخرى من قبل الشركة المصنعة لمولد النيتروجين. لذلك تم الاكتفاء ببيانات خواص البلح الطازج لموسم ٢٠٠٩م.

٢ - موسم ٢٠١٠:

في الموسم التالي وبفضل الله تم إجراء جميع التجارب الرئيسية بنجاح والمطلوب تنفيذها للمشروع البحثي. وذلك بعد معايرة النظام وتصحيح مشكلة عطل الموسم السابق. ونتائج هذا الموسم (٢٠١٠م) هي لب نتائج هذا التقرير النهائي. وسيتم عرض تفاصيل نتائجه في الأقسام التالية.

٣ - موسم ٢٠١١م:

في الموسم الثالث تم التحضير لإجراء التجارب لموسم جديد (٢٠١١م)، وبالفعل تم تجهيز المخازن وتوفير عينات ثمار البرحي الطازج من المزارع المختارة، وقياس خواصها الهندسية والتغذوية. ومن ثم إجراء كافة الخطوات والتجهيزات حتى تم ملء المخازن بالبرحي وبدء العمل بالغازات. إلا أنه وخلال الشهر الأول من التخزين حصل عطل في نظام التبريد (تجمد ما حول

المبخرات) في أحد المخازن، مما أثر على درجات الحرارة في المخازن الأخرى حيث أن جميعها تعمل تحت نظام تبريد مركزي. وباستشارة الشركة الموردة أشاروا إلى ضرورة إطفاء النظام وإزالة العينات ومن ثم إذابة الثلج المتراكم داخل وخارج الغرف كما في الصور التالية:



والصور التالية بعد تفريغ الغرف من الثمار وتكسير وإزالة الثلج من المبخرات.



وحدث ذلك أثناء إجازة عيد الفطر (١٤٣٢/٩/٢٦هـ). وبالفعل تم ذلك إصلاحها، والذي استغرق عدة أيام، والتي أدت إلى تدهور جودة الثمار وعدم إمكانية الاستمرار في التخزين بعدها. لذلك اقتصر على الاستفادة من بيانات الخواص الهندسية والجودة لثمار البرحي الطازجة لموسم ٢٠١٠م.

سيتم في بداية عرض نتائج هذا المشروع البحثي بإيراد بيانات ومقارنة الخواص الهندسية والتغذوية للثمار الطازجة (قبل التخزين) للثلاثة مواسم (٢٠٠٩ و ٢٠١٠ و ٢٠١١م). وستكون الاختبارات المتكاملة لثمار البرحي خلال فترة التخزين في هذا التقرير هي لموسم ١٤٣١ - ١٤٣٢هـ (٢٠١٠م).

٤- ٣ الخواص الهندسية لبلح البرحي الطازج في الثلاثة مواسم ٢٠٠٩ و ٢٠١٠ و ٢٠١١م:
من المهم وقبل استعراض النتائج تأكيد ملاحظة أن جميع الاختبارات في هذا التقرير تمت على الثمار السليمة فقط (أي باستبعاد الثمار الرطبة والذابلة أو المنكمشة أو متجمدة السطح) باعتبار أنها القابلة للتسويق، وذلك لجميع النتائج في هذا التقرير.

٤- ٣- ١- الخواص الطبيعية لثمار البرحي الطازجة

يبين الجدول رقم (٤-٤) الخواص الطبيعية لثمار البرحي الطازج لكل من مزرعتي منطقتي الرياض والقصيم على مدار ثلاثة مواسم.

جدول ٤-٤. الخواص الطبيعية لثمار بلح البرحي الطازج لمزرعتي منطقتي الرياض والقصيم للمواسم الثلاثة.**.

مزرعة منطقة القصيم			مزرعة منطقة الرياض			الخاصية
موسم ٢٠١١م	موسم ٢٠١٠م	موسم ٢٠٠٩م	موسم ٢٠١١م	موسم ٢٠١٠م	موسم ٢٠٠٩م	
١٣,٢٦±٦٧,٨٣	١٣,١٦±٦٧,٠٣	١٣,٣٣±٦٧,٥١	١٥,٤٣±٦٧,٤٣	١٥,٠٣±٦٥,٤٣	١٤,٤٣±٦٦,٣٤	المحتوي الرطوبي %*
١١,٤٣±١٣,٥٥	١١,٣٣±١٢,٤٧	١١,٤٢±١٣,٠٤	١١,٨٣±١٣,٤٦	١١,٣٣±١١,٩٦	١١,١٤±١٢,٤٧	الكتلة، جم
١٠,٠١٢±١,٠٢٤	١٠,٠١١±١,٠٢٢	١٠,٠٠٧±١,٠٢٢	١٠,٠٤١±١,٠١٢	١٠,٠١١±١,٠١٢	١٠,٠٣٢±١,٠١١	الكثافة، جم سم ^{-٣}
١١,٣٣±١٣,٢٣	١١,٣٠±١٢,٢١	١١,٢٩±١٢,٨٦	١١,٣٩±١٣,٣٠	١١,٣٠±١١,٨٢	١١,٢٧±١٢,٤٣	الحجم، سم ^٣
١١,٣٢±٣١,٥٨	١١,٤٢±٣٠,٩١	١١,٩٢±٣١,١٧	١١,٨٩±٣٣,٢٢	١١,٧٩±٣٢,٧٢	١١,٥٧±٣٢,٧٥	الطول، مم
١١,٨٢±٣١,٠٢	١١,٢١±٣٠,٣٢	١١,٧٤±٣١,٠٧	١١,٨١±٣١,٩٤	١١,٢١±٣١,٥٤	١١,٧٣±٣١,٣٨	القطر، مم
١١,١٠±٢٠,٤٢	١٠,١٣±١٩,١٢	١١,٢٤±٢٠,١٤	١٠,٩١±٢٠,٩٧	١٠,١١±١٩,٧٧	١٠,٧٣±٢٠,١٣	المساحة السطحية، سم ^٢
١٠,٠٠٨±٠,٩٦٨	١٠,٠٠٨±٠,٩٦٩	١٠,٠٠٤±٠,٩٦٦	١٠,٠١٠±٠,٩٧٦	١٠,٠٠٨±٠,٩٦٠	١٠,٠٠٧±٠,٩٦٢	النشاط المائي

* على أساس رطب. ** الحروف المتشابهة في الصف تعني عدم وجود فروق معنوية عند مستوى معنوي ٥%.

باستخدام تحليل التباين العاملي وجد أنه لا يوجد فروق معنوية سواء بين المواسم أو المناطق وذلك لكل من المحتوى الرطوبي، الكتلة، الكثافة، الحجم، الطول، القطر والنشاط المائي. بينما وجدت بعض الاختلافات المعنوية كما هو مبين من الجدول رقم (٤-٤) في المساحة السطحية للثمار بين المناطق والذي قد يرجع إلى صعوبة قياس المساحة بدقة عالية مقارنة بالخواص الأخرى..

٤- ٣- ٢- اللون لثمار البرحي الطازجة

تم قياس قيم اللون للثمار الطازجة من منطقتي الرياض ومزرعة القصيم بالمعاملات L* والذي يعبر الابيضاض أو النضوع (١٠٠) إلى العتمة (٠) و a* الذي يعبر عن الاحمرار (+)/الاحضرار (-) و b* الذي يعبر عن الاصفرار (+) إلى الزرقة (-). ومن هذه القياسات تم التعبير عن اللون بالفرق الكلي في اللون واستخدم فيه قيم اللون الأصفر القياسي، ودرجة اللون وزاوية تدرج اللون ومؤشر التحول البني. والجدول رقم (٤-٥) يوضح قيم القياسات اللونية لثمار البرحي الطازجة من مزرعة منطقة الرياض ومزرعة منطقة القصيم في مرحلة الخلال للمواسم الثلاث.

جدول ٤ - ٥ . خواص اللون لثمار بلح البرحي الطازج لمنطقتي الرياض ومزرعة القصيم للثلاث مواسم ٢٠٠٩ و ٢٠١٠ و ٢٠١١م

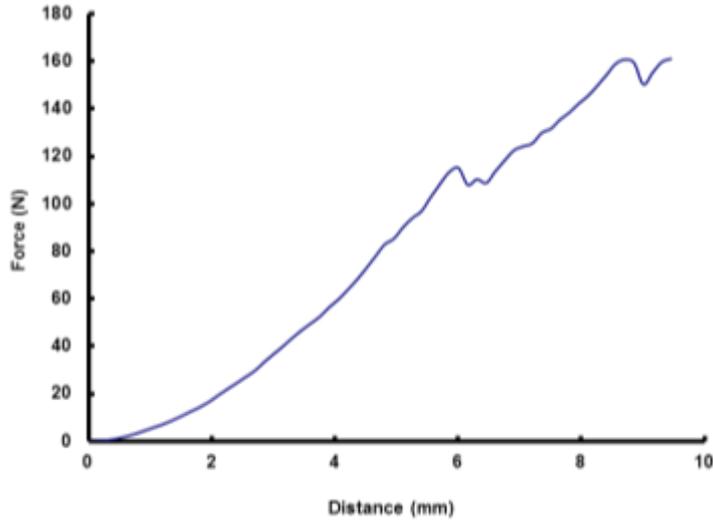
مزرعة منطقة القصيم			مزرعة منطقة الرياض			الخاصية
موسم ٢٠١١م	موسم ٢٠١٠م	موسم ٢٠٠٩م	موسم ٢٠١١م	موسم ٢٠١٠م	موسم ٢٠٠٩م	
٠.٤±٦٨.٣ ب	٠.٨±٦٨.٧ ب	٠.٤±٦٧.٩ ب	٠.٩±٦٦.٢ ا	٠.٧±٦٧.٤ ا	٠.٣±٦٧.٣ ا	L*
٠.٣±١١.١ ا	٠.٨±١١.٤ ا	٠.٧±١٠.٩ ا	٠.٤±١٠.٥ ا	٠.٧±١٠.٧ ا	٠.٧±١٠.٨ ا	a*
٠.٥±٤٨.٢ ب	٠.٩±٤٨.١ ب	٠.٧±٤٧.٨ ب	٠.٦±٤٦.٩ ا	٠.٩±٤٧.٧ ا	٠.٣±٤٧.٢ ا	b*
٠.١±١٠٤.٣ ا	٠.٣±١٠٤.٠ ا	٠.١±١٠٤.١ ا	٠.٦±١٠٤.٤ ا	٠.٧±١٠٤.١ ا	٠.٣±١٠٤.٢ ا	الفرق الكلي للون ΔE
٠.٩±٤٩.٥ ب	٠.٦±٤٩.٤ ب	٠.٣±٤٩.٠ ب	٠.٨±٤٨.١ ا	٠.٩±٤٨.٨ ا	٠.٦±٤٨.٤ ا	شدة اللون Chroma
٠.٣±٧٧.٠ ا	٠.٦±٧٦.٧ ا	٠.٥±٧٧.١ ا	٠.٨±٧٧.٤ ا	٠.٦±٧٧.٣ ا	٠.١±٧٧.١ ا	زاوية تدرج اللون Hue Angle
٠.٤±١٢٣.٢ ج	٠.٨±١٢٢.٠ ب	٠.١±١٢٢.٦ ب	٠.٩±١٢٣.٥ ج	٠.١±١٢٣.٤ ا	٠.٥±١٢١.٩ ا	دليل الاسمرار BI

استخدمت قيم اللون الأصفر القياسي للمواد الصلبة المزود من شركة Hunter LAB حسب المعهد الدولي للألوان في حساب الفارق اللوني. وباستخدام تحليل التباين العاملي وجد أنه لا يوجد تأثير معنوي للموسم أو المنطقة لمركب اللون الأساسي a* بينما وجد هناك تأثير للمنطقة بالنسبة للمركبين الآخرين L* و b*. من ناحية أخرى لم يتضح وجود تأثير معنوي للموسم أو المنطقة على القيمة المشتقة الفارق الكلي للون عن الأصفر القياسي أو زاوية تدرج اللون، أما شدة اللون فتأثرت معنوياً بالمنطقة بينما تأثر دليل الاسمرار بالمنطقة والموسم كما يتضح ذلك من جدول (٤ - ٥).

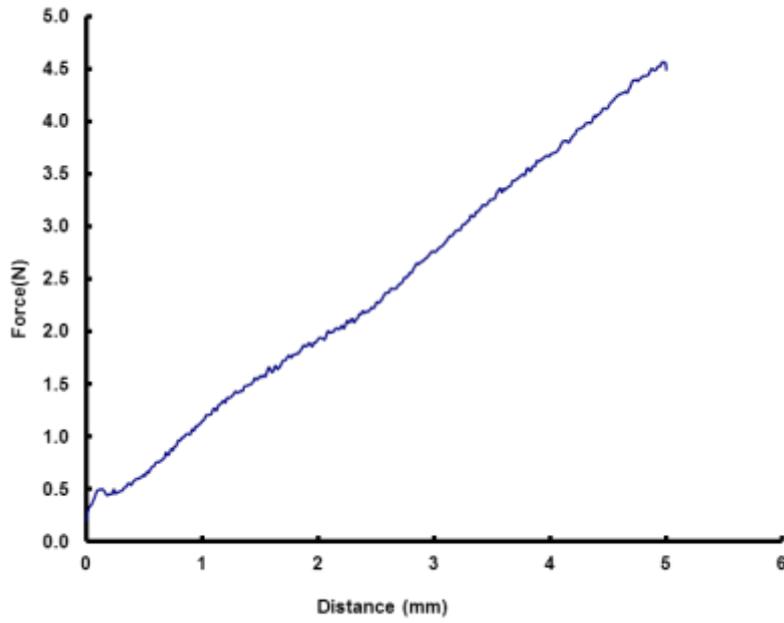
٤ - ٣ - ٣ الخواص الميكانيكية لثمار بلح البرحي الطازجة

تم عمل اختبارات كل من الكبس والاختراق كما هو موضح في منهجية البحث لإيجاد قيم الخواص الميكانيكية الأساسية على ثمار البرحي الطازجة في مرحلة البلح (الخلال) لكل من مزرعتي منطقتي الرياض والقصيم خلال الثلاثة مواسم. يوضح الجدول رقم (٤ - ٦) الخواص الميكانيكية الأساسية الناتجة عن اختبار الكبس بينما يوضح الجدول رقم (٤ - ٧) تلك الخواص الناتجة عن اختبار الاختراق للثمرة الكاملة.

من جدول رقم (٤ - ٦) يتضح أن منطقة الزراعة تؤثر على جميع الخواص الميكانيكية، فوجد فارق معنوي بين قيم الخواص لمزرعتي منطقتي الرياض والقصيم عند مستوى معنوي ٥٪ بينما لم تتأثر تلك القيم باختلاف الموسم. بالإضافة إلى ذلك، يتبين أن متوسط قيم الخواص الميكانيكية الناتجة عن اختراق الإبرة لثمار البرحي الطازج لا تتأثر معنوياً سواء باختلاف المنطقة أو الموسم كما هو موضح في الجدول رقم (٤ - ٧).



شكل ٤ - ٦. السلوك الميكانيكي لكبس ثمرة بلح البرحي الطازج.



شكل ٤ - ٧. السلوك الميكانيكي لاختراق ثمرة بلح البرحي الطازج.

جدول ٤ -٦. متوسط خواص الكبس الأساسية لثمرة كاملة من البرحي الطازجة لمزرعتي منطقتي الرياض والقصيم في مرحلة الخلال.

المنطقة	الموسم	معامل المرونة		نقطة الخضوع الحيوي		النقطة القصوى		نقطة التصدع		مدى اللدونة	القساوة**
		نيوتن. مم ⁻¹	نيوتن	القوة، نيوتن	المسافة*، مم	القوة، نيوتن	المسافة، مم	المسافة، مم	المسافة، مم		
الرياض	٢٠٠٩م	٢٨,٣٧١±٠,٠٣٣	١٢٩,٠١٠±٠,٠٤٩	١٣٨,٥٨٢±٠,٠٣٢	٧,٢٥٢±٠,٠٤١	٩,٩٥٢±٠,٠٨٩	٩,٩٥١±٠,٠٨٨	٢,٠٧١±٠,٠٩٥	٥٤٦,١٢٦±٤,٨٦٢		
	٢٠١٠م	٢٨,٤٠٢±٠,٠٣١	١٢٩,٠٣١±٠,٠٠٥	١٣٨,٦٠١±٠,١٠١	٧,٢٥١±٠,٠٤٤	٩,٩٥٣±٠,٠٩١	٩,٩٥٢±٠,٠٨٤	٢,٠٧١±٠,٠٩١	٥٤٦,١٣١±٤,٩١١		
	٢٠١١م	٢٨,٢١٢±٠,٠٨١	١٢٨,٨٣١±٠,٠٠٥	١٣٨,٤٧١±٠,١٧١	٧,٢٤٩±٠,٠٤٤	٩,٢٥٥±٠,٠٦٦	٩,٤٧٢±٠,٠٣٣	٢,٠٣١±٠,٠٩٩	٥٤٦,١٤٧±٣,٩٨١		
القصيم	٢٠٠٩م	٢٩,٢٧١±٠,٠٣٣	١٣٠,٨١٠±٠,١٥٧	١٤٥,٨٨٢±٠,٠٢٢	٧,٩٥٣±٠,٠٢٨	٩,٢٣٢±٠,١٢٣	٩,٩٤١±٠,١٠١	٢,١١١±٠,١٩٥	٥٨٥,١٣٥±٥,١٦٢		
	٢٠١٠م	٢٩,٣٠٣±٠,٠٣٠	١٣٠,٨٢٣±٠,١٨٠	١٤٥,٩٠٣±٠,٠٢١	٧,٩٥١±٠,٠٢٨	٩,٢٢١±٠,١٠٠	٩,٩٢١±٠,٠١١	٢,١٠١±٠,٢٠٢	٥٨٥,١٠٣±٤,٥٩١		
	٢٠١١م	٢٩,٣٥٣±٠,٠٢٣	١٣٠,٨١٣±٠,١٤٨	١٤٥,٨٢٣±٠,١١١	٧,٩٦١±٠,٠٢١	٩,٣٢١±٠,٠٢١	٩,٩٣٣±٠,٠٢١	٢,١٠٨±٠,١٨٢	٥٨٤,٠٠٣±٤,٨٩٠		

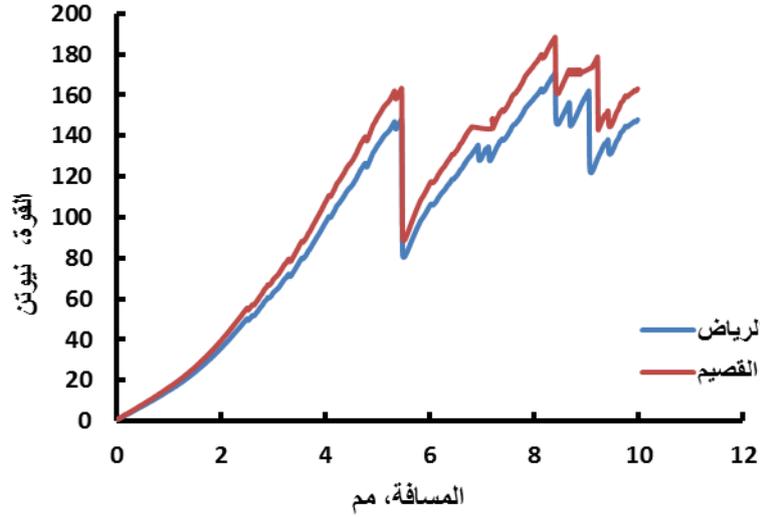
* مدى المرونة يساوي المسافة من بداية الاختبار وحتى نقطة الخضوع الحيوي.

** القساوة تساوي الشغل الكلي المبذول.

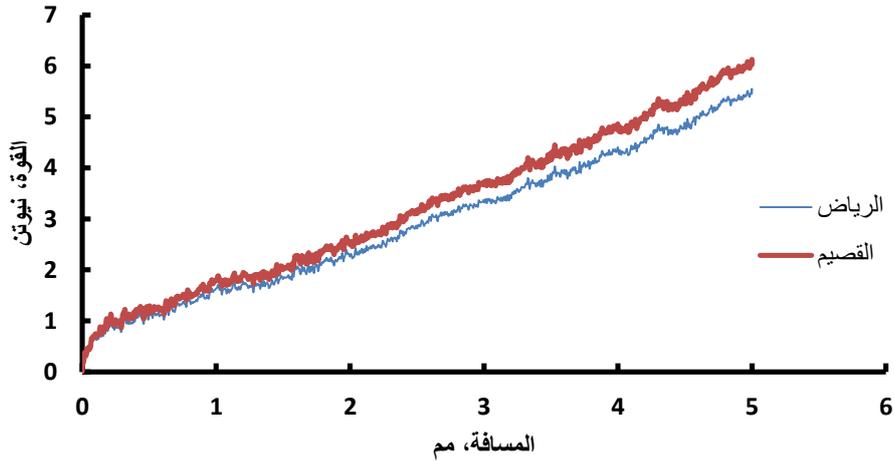
جدول ٤ - ٧. متوسط خواص الاختراق الأساسية لثمرة كاملة من البرحي الطازجة لمزرعتي منطقتي الرياض والقصيم في مرحلة الخلال.

المنطقة	الموسم	خواص اختراق القشرة			خواص اختراق القشرة واللُب		
		معامل الاختراق (نيوتن/مم)	القوة (نيوتن)	القساوة (نيوتن.مم)	معامل الاختراق (نيوتن/مم)	القوة (نيوتن)	القساوة (نيوتن.مم)
الرياض	م٢٠٠٩	أ٠,٠٤٩±٤,٨٨١	أ٠,٠١٤±٠,٩١٢	أ٠,٠٠٨±٠,١٠١	أ٠,٠٠٥±١,١٧٧	أ٠,١٠١±١١,٨٠٠	
	م٢٠١٠	أ٠,٠٥١±٤,٩١٢	أ٠,٠٤١±٠,٨٩٢	أ٠,٠٣١±٠,١١٠	أ٠,٠٩١±١,٢٠١	أ٠,١٠٢±١١,٨٠٤	
	م٢٠١١	أ٠,٠٥١±٤,٨١٤	أ٠,٠٥٦±٠,٩٠٢	أ٠,٠٢١±٠,١٠٠	أ٠,٠٧١±١,١٩١	أ٠,١١١±١١,٧٩٤	
القصيم	م٢٠٠٩	أ٠,٠٤٢±٤,٩٤٢	أ٠,٠١٣±٠,٩٥٢	أ٠,٠٢٨±٠,١١٠	أ٠,٠٠٢±١,١٨٥	أ٠,١١٢±١١,٩٦٩	
	م٢٠١٠	أ٠,٠٥٢±٤,٩١٣	أ٠,٠٢٣±٠,٩٤١	أ٠,٠٣٠±٠,١١٢	أ٠,٠٩٣±١,١٨٣	أ٠,١٠٣±١١,٨١٤	
	م٢٠١١	أ٠,٠٤١±٤,٩٢٠	أ٠,٠٤٣±٠,٩١١	أ٠,٠٢٥±٠,١١١	أ٠,٠٩٠±١,١٧٧	أ٠,١١٣±١١,٩١٤	

يبين الشكل رقم (٤- ٨) منحى السلوك الميكانيكي للثمار الطازجة لكل من مزرعتي برحي الرياض والقصيم بينما يوضح الشكل رقم (٤- ٩) منحى السلوك الميكانيكي للثمار الطازجة لبلح برحي مزرعتي الرياض والقصيم الناتج من عملية الاختراق بواسطة الإبرة. ويمثل كل منحى متوسط ٤٠ تكرار (على الأقل).



شكل ٤- ٨. منحى السلوك الميكانيكي الناتج من اختبار الكبس لثمار البرحي الطازجة في مرحلة الاختراق.



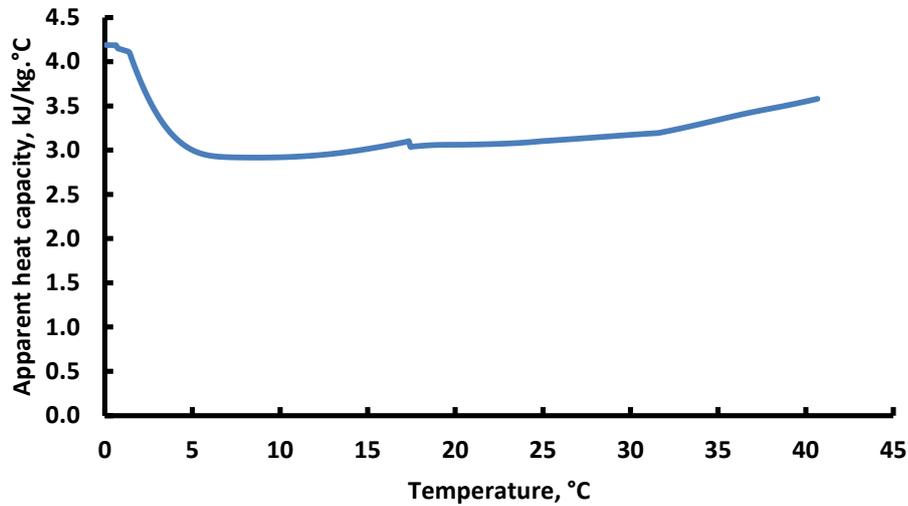
شكل ٤- ٩. منحى السلوك الميكانيكي الناتج من اختبار الاختراق بواسطة الإبرة لثمار برحي الرياض الطازجة في مرحلة الاختراق.

٤- ٣- ٤ الخواص الحرارية لثمار البرحي الطازجة

تعتبر الحرارة النوعية (Cp) ومعامل التوصيل الحراري (k) ومعامل الانتشار الحراري (α) من أهم الخواص الحرارية اللازمة لإجراء الحسابات الهندسية لنظم التبريد على مستوى صناعي.

٤- ٣- ٤ الحرارة النوعية لثمار البرحي الطازجة

يعطي الشكل (٤- ١٠) نموذجا لأحد منحنيات الحرارة النوعية مع درجة الحرارة ذلك باستخدام المسعر الحراري التفاضلي المعدل (MDSC). يبين الجدول رقم (٤- ٨) متوسط النتائج التجريبية للحرارة النوعية الظاهرية عند درجات الحرارة صفر، ٥، ١٥، ٢٥ و ٤٠°م. ويتضح من الجدول أن متوسط قيم الحرارة النوعية تتأثر باختلاف المنطقة ولم تتأثر باختلاف المواسم عند درجات الحرارة المختلفة وذلك عند مستوى معنوي ٥٪.



شكل ٤- ١٠. الحرارة النوعية لبلح البرحي مع درجة الحرارة باستخدام المسعر الحراري التفاضلي المعدل (MDSC).

جدول ٤ -٨. متوسط النتائج التجريبية للحرارة النوعية الظاهرية لعينة ثمرة البرحي الطازجة لمزرعتي منطقة الرياض والقصيم في مرحلة الخلال للمواسم الثلاثة.

المنطقة	الموسم	الحرارة النوعية، (ك جول/ كجم م°)			
		م° ٤٠	م° ٢٥	م° ١٥	م° ٥
الرياض	م ٢٠٠٩	٠,٠٠٩±٣,٨٨٢	٠,٠٠٢±٣,٦٩٢	٠,٠١٢±٣,٠٢٣	٠,٠٠٢±٢,٩٨٥
	م ٢٠١٠	٠,٠١٠±٣,٨٨٦	٠,٠٠٨±٣,٦٨٢	٠,٠١١±٣,٠٣٣	٠,٠٠٥±٢,٩٩٥
	م ٢٠١١	٠,٠٠٨±٣,٨٨٤	٠,٠٠٣±٣,٦٨٧	٠,٠٠٩±٣,٠٣٠	٠,٠٠٤±٢,٩٩٠
القصيم	م ٢٠٠٩	٠,٠١٢±٣,٨٣٨	٠,٠٠٤±٣,٧٥٢	٠,٠١٤±٣,١٣٧	٠,٠٠٣±٣,٠٥٨
	م ٢٠١٠	٠,٠١١±٣,٨٣٧	٠,٠٠٣±٣,٧٥١	٠,٠١١±٣,١٣٨	٠,٠٠٣±٣,٠٦٠
	م ٢٠١١	٠,٠١١±٣,٨٣٦	٠,٠٠٢±٣,٧٥٣	٠,٠١١±٣,١٣٦	٠,٠٠٢±٣,٠٥٩

٤- ٣- ٤- ٢- معامل التوصيل الحراري لثمار البرحي الطازجة

تم الحصول على قيم الموصلية الحرارية (معامل التوصيل الحراري Thermal conductivity, k) باستخدام جهاز Setaram Mathis TCI Thermal conductivity analyzer. (Instrumentation. Calorie. France) لقياس معامل التوصيل الحراري لبلح البرحي الطازج لمزرعتي منطقتي الرياض والقصيم وذلك في حدود درجات الحرارة من صفر م° إلى ٤٠ م° وهي مبينة في الجدول (٤-٩). وبالمثل تأثرت قيم متوسط قيم معامل التوصيل الحراري تتأثر باختلاف المنطقة ولم تتأثر باختلاف المواسم عند درجات الحرارة المختلفة وذلك عند مستوى معنوي ٥٪.

جدول ٤ -٩. متوسط النتائج التجريبية لمعامل التوصيل الحراري لعينة ثمرة البرحي الطازجة لمزرعتي منطقة الرياض والقصيم في مرحلة الخلال للمواسم الثلاثة.

المنطقة	الموسم	معامل التوصيل الحراري، وات/م. م°			
		م° ٤٠	م° ٢٥	م° ١٥	م° ٥
الرياض	م ٢٠٠٩	٠,٠١٤±٠,٤٢١٣	٠,٠١٢±٠,٤١٦٧	٠,٠١٢±٠,٣٨٥٧	٠,٠١٢±٠,٣٥٤٤
	م ٢٠١٠	٠,٠١١±٠,٤٢٢٣	٠,٠١٤±٠,٤١٥٧	٠,٠١١±٠,٣٨٣٧	٠,٠١٥±٠,٣٥٤٤
	م ٢٠١١	٠,٠١٥±٠,٤٢٢٠	٠,٠٠٩±٠,٤١٦٤	٠,٠٠٩±٠,٣٨٣٧	٠,٠١١±٠,٣٥٣٤
القصيم	م ٢٠٠٩	٠,٠١٢±٠,٤٢٥٢	٠,٠١١±٠,٤١٥٢	٠,٠١٤±٠,٣٩٧٢	٠,٠٠٣±٠,٣٥٨٢
	م ٢٠١٠	٠,٠١١±٠,٤٢٥٤	٠,٠١٣±٠,٤١٥٣	٠,٠١١±٠,٣٩٧٥	٠,٠٠٣±٠,٣٥٨٢
	م ٢٠١١	٠,٠١١±٠,٤٢٥٢	٠,٠٠٨±٠,٤١٥٠	٠,٠١١±٠,٣٩٧٤	٠,٠٠٢±٠,٣٥٨٠

٤- ٣- ٤- ٣- معامل الانتشار الحراري α لثمار البرحي الطازجة

تم حساب معامل الانتشار الحراري من العلاقة:

$$\alpha = \frac{k}{\rho \cdot C_p}$$

وقد تم استخدام القيم التجريبية في هذا المشروع من للحرارة النوعية (C_p)، معامل التوصيل الحراري (k) والكثافة (ρ) لحساب قيم معامل الانتشار الحراري (α).

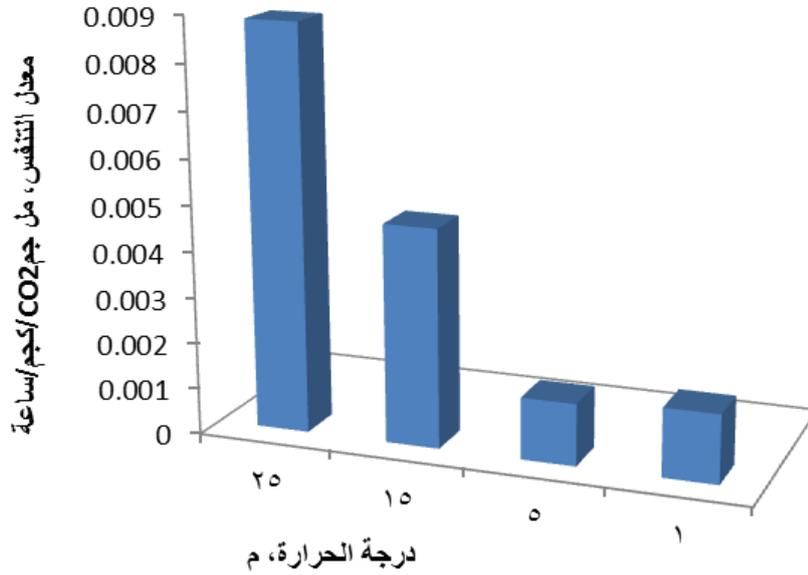
يبين الجدول رقم (٤- ١٠) متوسط النتائج المحسوبة لمعامل الانتشارية الحرارية لثمار البرحي الطازجة للمواسم الثلاثة عند درجات الحرارة صفر، ٥، ١٥، ٢٥ و ٤٠ م° وذلك باستخدام القيم التجريبية المتحصلة للحرارة النوعية الظاهرية، معامل التوصيل الحراري والكثافة. ويتضح من الجدول أن متوسط قيم معامل الانتشارية الحرارية لم تتأثر باختلاف المنطقة أو باختلاف المواسم عند درجات الحرارة المختلفة وذلك عند مستوى معنوي ٥٪.

جدول ٤- ١٠. متوسط النتائج التجريبية لمعامل الانتشار الحراري α لثمار البرحي الطازجة لثمرة الكاملة لمزرعتي منطقة الرياض والقصيم في مرحلة الخلال للمواسم الثلاثة.

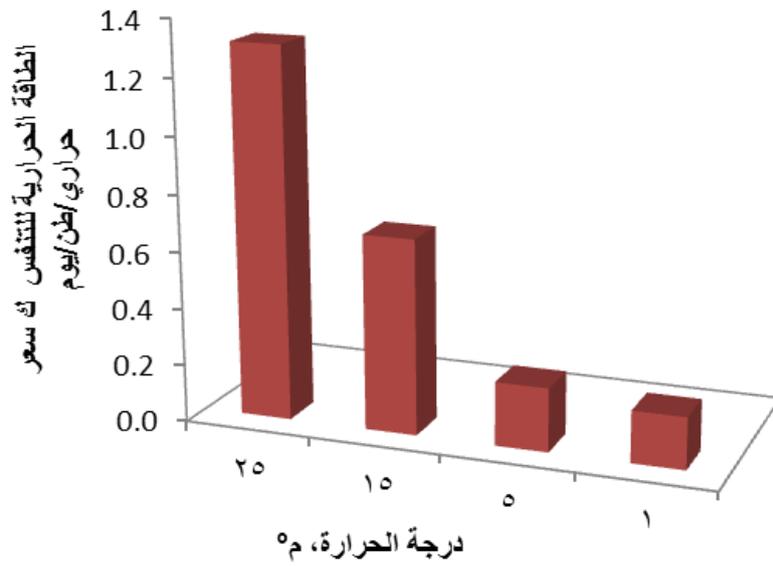
المنطقة	الموسم	معامل الانتشار الحراري، م ^٢ /ث				
		صفر، م°	٥، م°	١٥، م°	٢٥، م°	٤٠، م°
الرياض	٢٠٠٩م	± ^٨ ١٠×٧,٦٦	± ^٧ ١٠×١,١٧	± ^٧ ١٠×١,٢٦	± ^٧ ١٠×١,١٢	± ^٧ ١٠×١,٠٧
		± ^٨ ١٠×٠,١٦	± ^٨ ١٠×٠,٠٥	± ^٨ ١٠×٠,٠٩	± ^٨ ١٠×٠,٠٦	± ^٨ ١٠×٠,٠٧
	٢٠١٠م	± ^٨ ١٠×٧,٤٩	± ^٧ ١٠×١,١٧	± ^٧ ١٠×١,٢٥	± ^٧ ١٠×١,١٢	± ^٧ ١٠×١,٠٧
		± ^٨ ١٠×٠,١١	± ^٨ ١٠×٠,٠٧	± ^٨ ١٠×٠,١١	± ^٨ ١٠×٠,٠٩	± ^٨ ١٠×٠,١٤
	٢٠١١م	± ^٨ ١٠×٧,٥٨	± ^٧ ١٠×١,١٧	± ^٧ ١٠×١,٢٦	± ^٧ ١٠×١,١٢	± ^٧ ١٠×١,٠٧
		± ^٨ ١٠×٠,١٢	± ^٨ ١٠×٠,١٢	± ^٨ ١٠×٠,١٦	± ^٨ ١٠×٠,١٠	± ^٨ ١٠×٠,١١
القصيم	٢٠٠٩م	± ^٨ ١٠×٧,٦٠٧	± ^٧ ١٠×١,١٤٦	± ^٧ ١٠×١,٢٣٩	± ^٧ ١٠×١,٠٨٣	± ^٧ ١٠×١,٠٨٤
		± ^٨ ١٠×٠,١١	± ^٨ ١٠×٠,١١	± ^٨ ١٠×٠,٠٢٠	± ^٨ ١٠×٠,١١	± ^٨ ١٠×٠,١٣
	٢٠١٠م	± ^٨ ١٠×٧,٦٣٤	± ^٧ ١٠×١,١٤٦	± ^٧ ١٠×١,٢٤٠	± ^٧ ١٠×١,٠٨٣	± ^٧ ١٠×١,٠٨٥
		± ^٨ ١٠×٠,١٤	± ^٨ ١٠×٠,٠٩	± ^٨ ١٠×٠,١١	± ^٨ ١٠×٠,١٢	± ^٨ ١٠×٠,١٢
	٢٠١١م	± ^٨ ١٠×٧,٦٢١	± ^٧ ١٠×١,١٤٦	± ^٧ ١٠×١,٢٣٩	± ^٧ ١٠×١,٠٨٣	± ^٧ ١٠×١,٠٨٤
		± ^٨ ١٠×٠,١٢	± ^٨ ١٠×٠,١٣	± ^٨ ١٠×٠,٠٠٨	± ^٨ ١٠×٠,٠٨٦	± ^٨ ١٠×٠,٠٧

٤- ٤ معدلات التنفس والطاقة وإنتاج الإيثيلين لبلح البرحي الطازج

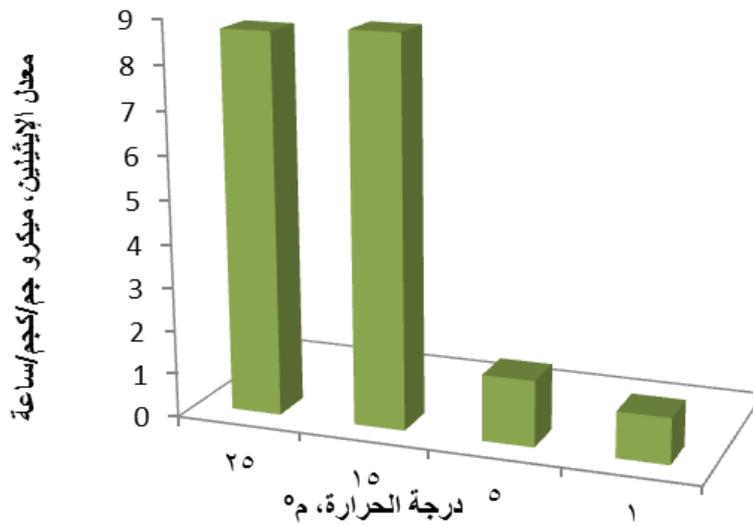
تم قياس معدلات التنفس لبلح البرحي الطازج عند درجات حرارة (١، ٥، ١٥، و٢٥°م). وكما يبين شكل (٤- ١١) فإن لدرجة الحرارة تأثيراً واضحاً على زيادة معدل التنفس خاصة عند ١٥ و٢٥°م. وهذا كذلك انعكس على الطاقة الحرارية للتنفس (شكل ٤- ١٢). ومن جانب إنتاج الإيثيلين فقد تم قياس الزيادة في معدل إنتاجه مع زيادة درجة حرارة التخزين كما في شكل (٤- ١٣) والذي ما يتفق مع نتائج (الفهيد ١٤٢٩ هـ). وهذا يبين بشكل واضح حساسية بلح البرحي لدرجات حرارة أعلى من ٥°م عند التخزين أو النقل والتداول، والذي يؤدي لزيادة الأنشطة الحيوية وبالتالي تعجيل تدهور جودة الثمار مبكراً.



شكل ٤- ١١. معدل التنفس لبلح البرحي الطازج عند درجات حرارة تخزين مختلفة.



شكل ٤ - ١٢. الطاقة الحرارية للتنفس لبلح البرحي الطازج عند درجات حرارة تخزين مختلفة.



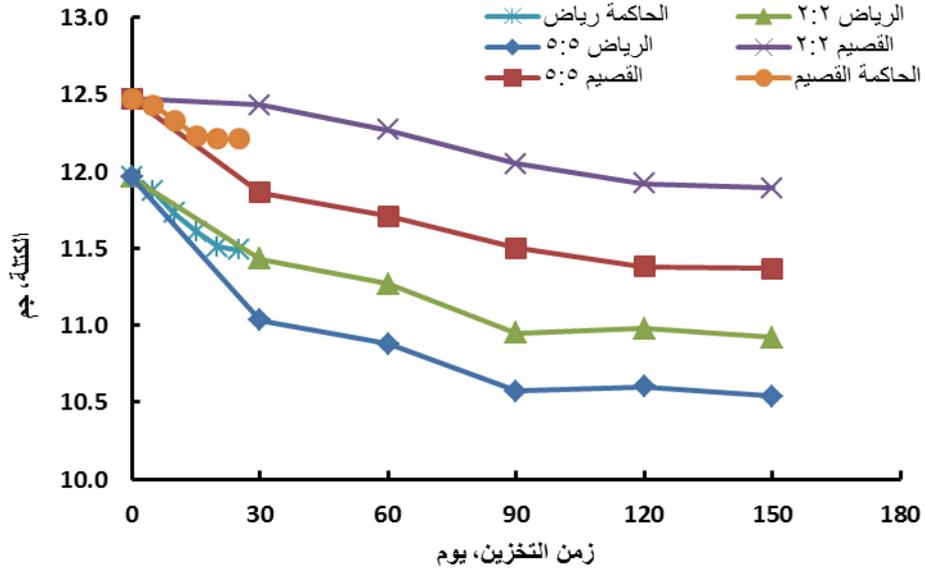
شكل ٤ - ١٣. معدل إنتاج الإيثيلين لبلح البرحي الطازج عند درجات حرارة تخزين مختلفة.

٤- ٥- - تأثير فترة وظروف التخزين على الخواص الهندسية لثمار البرحي لموسم ٢٠١٠م

استمرت مدة التخزين في هذا الموسم ١٥٠ يوم "خمس أشهر" لكل من ثمار بلح البرحي من مزرعة منطقة الرياض ومزرعة منطقة القصيم وذلك في موسم ٢٠١٠م. في التالي سيتم عرض نتائج تأثير فترة وظروف التخزين على كل خاصية هندسية على حدة. كما سيتم إدراج جدولين مقارنة احصائية، الجدول الأول يبين تحليل التباين العملي بين خصائص الثمار المخزن في الأجواء المتحكم بها مع تلك الحاكمة (تبريد فقط) وذلك خلال الشهر الأول من التخزين (صلاحية العينة المبردة فقط). أما الجدول الثاني فتحليل التباين العملي بين خصائص الثمار المخزن في الأجواء المتحكم بها وتأثير نسب الغازات وفترة التخزين (حتى ٥ أشهر).

٤- ٥- ١- تأثير فترة وظروف التخزين على كتلة ثمار البرحي

يوضح الشكل (٤- ١٤) كتلة لثمار بلح البرحي خلال فترة التخزين لموسم ٢٠١٠م لمعاملات الغاز المختلفة مقارنة بذلك في المعاملة الحاكمة لكل من مزرعتي المنطقتين. ويلاحظ تناقص كتلة الثمار مع فترة التخزين والذي قد يرجع إلى فقد جزء من الرطوبة للهواء عند ضبط نسب الغازات والحاجة إلى التهوية. وهذا يحتم الاهتمام بالرطوبة النسبية داخل المخازن لتكون متوازنة مع النشاط المائي للثمار. وقد استخدم برنامج SAS9.1© لتحليل التباين العملي عند مستوى معنوي ٥٪ للعوامل: زمن التخزين (صفر، ٣٠ يوم)، المنطقة (الرياض، القصيم) ونسب الغازات (الحاكمة "٢١٪ أكسجين و٠,٠٠٣٪ ثاني أكسيد كربون"، ٢:٢ و ٥:٥ "٥٪ أكسجين : ٥٪ ثاني أكسيد كربون"). اتضح أنه فيما عدا تأثير المناطق لا يوجد فارق معنوي في القيم المتوسطة لكتلة ثمار البرحي كما هو موضح في الجدول رقم (٤- ١١).



شكل ٤ - ١٤. كتلة ثمار البرحي في المعاملات المختلفة كدالة لزمن التخزين (النسب ٢:٢ و ٥:٥ تمثل تركيزات الأكسجين : ثاني أكسيد الكربون (%)).

جدول ٤ - ١١. تحليل التباين العاملي لكتلة ثمار البرحي مقارنة بالمعاملة الحاكمة باستخدام البرنامج الإحصائي (SAS 9.1).

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Gases	2	0.01287222	0.00643611	0.06	0.9418
Zone	1	8.25604444	8.25604444	77.13	<.0001
Time	1	0.06417778	0.06417778	0.60	0.4463
Zone*Gases	2	0.01040556	0.00520278	0.05	0.9526
Gases*Time	2	0.01287222	0.00643611	0.06	0.9418
Zone*Time	1	0.11787778	0.11787778	1.10	0.3044
Zone*Gases*Time	2	0.01040556	0.00520278	0.05	0.9526

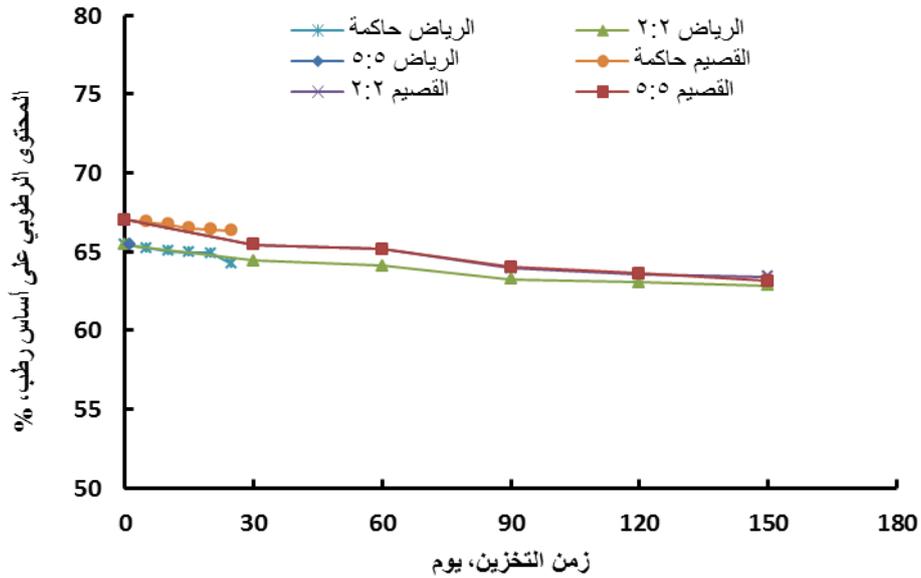
بالإضافة إلى هذا تم إجراء تحليل التباين العاملي لكتلة ثمار البرحي خلال فترة التخزين كاملة (صفر، ٣٠، ٦٠، ٩٠، ١٢٠ و ١٥٠ يوم) ومنطقتي الرياض والقصيم مع نسب الغاز ٢:٢ و ٥:٥ "٪ أكسجين : ٪ ثاني أكسيد كربون" وكانت نتائجها كما في جدول (٤ - ١٢). وأيضا اتضح أنه فيما عدا تأثير المناطق لا يوجد فارق معنوي في متوسط قيم كتلة ثمار البرحي. ونستنتج من هذا أن حفظ ثمار البرحي تحت نظم الأجواء المتحكم بها وللمدة تحت الدراسة (١٥٠ يوم) لا يؤثر معنوياً على كتلة الثمار.

جدول ٤ - ١٢. تحليل التباين العاملي لكتلة ثمار البرحي مع فترات التخزين باستخدام البرنامج الإحصائي (SAS 9.1).

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Gases	1	0.05500139	0.05500139	0.53	0.4692
Time	5	0.23484583	0.04696917	0.45	0.8079
Zone	1	16.71383472	16.71383472	161.75	<.0001
Gases*Time	5	0.39019028	0.07803806	0.76	0.5865
Zone*Gases	1	0.03423472	0.03423472	0.33	0.5676
Zone*Time	5	0.23095694	0.04619139	0.45	0.8133
Zone*Gases*Time	5	0.07302361	0.01460472	0.14	0.9817

٤- ٥- ٢ تأثير فترة وظروف التخزين على المحتوى الرطوبي لثمار البرحي

يوضح الشكل (٤- ١٥) المحتوى الرطوبي لثمار بلح البرحي على أساس رطب خلال فترة التخزين لموسم ٢٠١٠م لمعاملات الغاز المختلفة مقارنة بذلك في المعاملة الحاكمة لكل من مزرعتي المنطقتين.



شكل ٤ - ١٥. المحتوى الرطوبي لثمار البرحي في المعاملات المختلفة كدالة لزمن التخزين موسم ٢٠١٠م (النسب ٢:٢ و ٥:٥ تمثل تركيزات الأكسجين : ثاني أكسيد الكربون (%)).

تم استخدام برنامج SAS9.1© لتحليل التباين العاملي عند مستوى معنوي ٥٪ للعوامل زمن التخزين (صفر، ٣٠ يوم)، المنطقة (الرياض، القصيم) ونسب الغازات (الحاكمة ٢١٪ أكسجين و٠,٠٣٪ ثاني أكسيد كربون"، ٢:٢ و٥:٥ "٪ أكسجين : ٪ ثاني أكسيد كربون") اتضح أن جميع المعاملات والتأثير المشترك بينها تؤثر على متوسط قيم المحتوى الرطوبي على أساس رطب فيما عدا التأثير المشترك للمناطق وأزمنة التخزين كما هو موضح في الجدول رقم (٤ - ١٣).

جدول ٤ - ١٣. تحليل التباين العاملي للمحتوى الرطوبي على أساس رطب ثمار البرحي موسم ٢٠١٠م باستخدام البرنامج الإحصائي (SAS 9.1) مقارنة بالمعاملة الحاكمة.

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Gases	2	13.14251667	6.57125833	8.06	0.0021
Zone	1	21.57602500	21.57602500	26.48	<.0001
Time	1	8.75173611	8.75173611	10.74	0.0032
Zone*Gases	2	21.93171667	10.96585833	13.46	0.0001
Gases*Time	2	7.83140556	3.91570278	4.81	0.0176
Zone*Time	1	0.23846944	0.23846944	0.29	0.5935
Zone*Gases*Time	2	14.32727222	7.16363611	8.79	0.0014

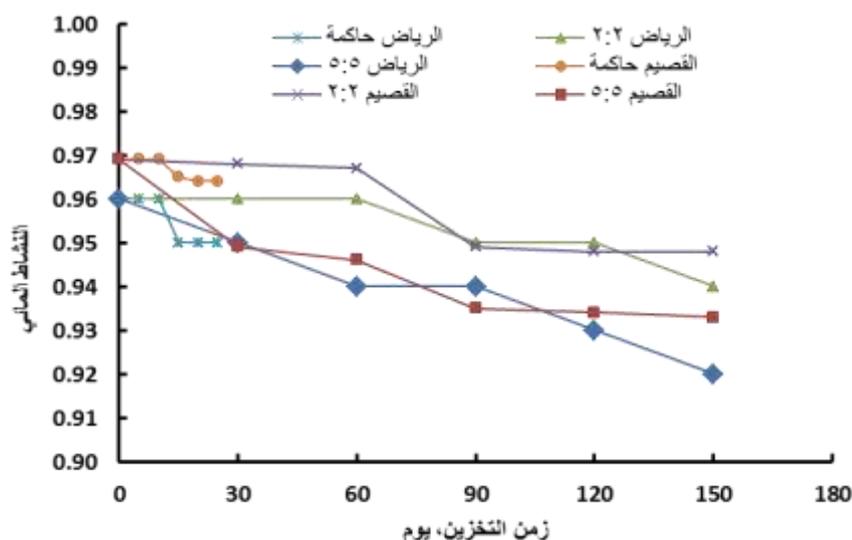
ومن ثم تم إجراء تحليل التباين العاملي لقيم المحتوى الرطوبي على أساس رطب لثمار البرحي خلال فترة التخزين كاملة (صفر، ٣٠، ٦٠، ٩٠، ١٢٠ و١٥٠ يوم) ومنطقتي الرياض والقصيم مع نسب الغاز ٢:٢ و٥:٥ "٪ أكسجين : ٪ ثاني أكسيد كربون" وكانت نتائجها كما في جدول (٤ - ١٤). وجد أن متوسط قيم المحتوى الرطوبي على أساس رطب لثمار مزرعة منطقة القصيم تختلف معنوياً عن تلك من ثمار برحي مزرعة منطقة الرياض بينما لم تتأثر تلك القيم بمرور زمن التخزين وكذلك باستخدام نسب الغازات مختلفة. وأيضاً اتضح أنه فيما عدا التأثير المشترك للغازات والمناطق لا يوجد فارق معنوي في متوسط قيم المحتوى الرطوبي لثمار البرحي. ويرجع الانخفاض في المحتوى الرطوبي إلى الأنشطة الحيوية للثمار بالإضافة إلى انخفاض الرطوبة النسبية للجو المحيط عن النشاط المائي للثمار خاصة مع وجود تيار هوائي مستمر داخل المخازن.

جدول ٤ - ١٤. تحليل التباين العاملي للمحتوى الرطوبي على أساس رطب ثمار البرحي موسم ٢٠١٠م باستخدام البرنامج الإحصائي (SAS 9.1).

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Zone	1	482.5171125	482.5171125	9.59	0.0033
Time	5	9.7461125	9.7461125	0.19	0.6618
Gases	1	318.1022236	63.6204447	1.26	0.2946
Zone*Gases	5	313.1253125	313.1253125	6.22	0.0161
Gases*Time	1	310.6786458	62.1357292	1.24	0.3075
Zone*Time	5	188.5135458	37.7027092	0.75	0.5906
Zone*Gases*Time	5	262.7677792	52.5535558	1.04	0.4026

٤- ٥- ٣ تأثير فترة وظروف التخزين على النشاط المائي لثمار البرحي

كانت متوسط قيمة النشاط المائي لبلح البرحي الطازج من مزرعة منطقة الرياض ٠,٩٦ وقلت القيمة إلى ٠,٩٥ بعد ٢٥ يوم في المعاملة الحاكمة وإلى ٠,٩٤ في المعاملة ٢:٢ % (أكسجين: ثاني أكسيد الكربون) بعد ١٥٠ يوم تخزين، وإلى ٠,٩٢ في المعاملة ٥:٥ % (أكسجين: ثاني أكسيد الكربون) كما في شكل (٤- ١٦). أما مزرعة منطقة القصيم فكانت قيمة النشاط المائي لثمار بلح البرحي الطازج ٠,٩٧ وفي المعاملة الحاكمة بعد ٢٥ يوماً من التخزين فكانت ٠,٩٦٥ وفي المعاملة ٢:٢ % (أكسجين: ثاني أكسيد الكربون) بعد ١٥٠ يوم من التخزين كانت ٠,٩٤٨ وفي المعاملة ٥:٥ % (أكسجين: ثاني أكسيد الكربون) بعد نفس فترة التخزين كانت ٠,٩٣٣.



شكل ٤ - ١٦. النشاط المائي لثمار البرحي في المعاملات المختلفة خلال فترة التخزين.

وكانت نتائج تحليل التباين العاملي عند مستوى معنوي ٥٪ للعوامل زمن التخزين (صفر، ٣٠ يوم)، المنطقة (الرياض، القصيم) ونسب الغازات (الحاكمة "٢١٪ أكسجين و٠,٠٠٣٪ ثاني أكسيد كربون"، ٢:٢ و٥:٥ "٪ أكسجين : ٪ ثاني أكسيد كربون"). اتضح أنه فيما عدا التأثير المشترك لزمن التخزين والمناطق وجد فارق معنوي في النشاط المائي لثمار البرحي كما هو موضح في الجدول رقم (٤ - ١٥).

جدول ٤ - ١٥. تحليل التباين العاملي للنشاط المائي لثمار البرحي باستخدام البرنامج الإحصائي (SAS 9.1) مقارنة بالمعاملة الحاكمة للشهر الأول.

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Gases	2	0.00040741	0.00020370	75.41	<.0001
Zone	1	0.00036800	0.00036800	136.23	<.0001
Time	1	0.00041957	0.00041957	155.32	<.0001
Zone*Gases	2	0.00015495	0.00007748	28.68	<.0001
Gases*Time	2	0.00031805	0.00015903	58.87	<.0001
Zone*Time	1	0.00000061	0.00000061	0.23	0.6380
Zone*Gases*Time	2	0.00007731	0.00003865	14.31	<.0001

من ناحية أخرى تم إجراء تحليل التباين العاملي للنشاط المائي لثمار البرحي خلال فترة التخزين كاملة (صفر، ٣٠، ٦٠، ٩٠، ١٢٠ و١٥٠ يوم) ومنطقتي الرياض والقصيم مع نسب الغاز ٢:٢ و٥:٥ "٪ أكسجين : ٪ ثاني أكسيد كربون" وكانت نتائجها كما في جدول (٤ - ١٦). وقد اتضح أن قيم النشاط المائي لثمار البرحي تتأثر بالعوامل تحت الدراسة وكذلك مختلف التأثيرات المشتركة بينها. وهذا قد يرجع للتفاوت النسبي في قيم النشاط المائي للثمار مع الرطوبة النسبية للمخازن.

جدول ٤ - ١٦. تحليل التباين العاملي للنشاط المائي لثمار البرحي باستخدام البرنامج الإحصائي (SAS 9.1) لفترة خمسة أشهر.

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Gases	1	0.00289434	0.00289434	562.54	<.0001
Zone	1	0.00019635	0.00019635	38.16	<.0001
Time	5	0.00639397	0.00127879	248.54	<.0001
Zone*Gases	1	0.00005530	0.00005530	10.75	0.0019
Gases*Time	5	0.00085065	0.00017013	33.07	<.0001
Zone*Time	5	0.00027681	0.00005536	10.76	<.0001
Zone*Gases*Time	5	0.00024869	0.00004974	9.67	<.0001

جدول ٤ - ١٧. تحليل التباين العاملي طول ثمار البرحي باستخدام البرنامج الإحصائي (SAS 9.1) مقارنة بالمعاملة الحاكمة.

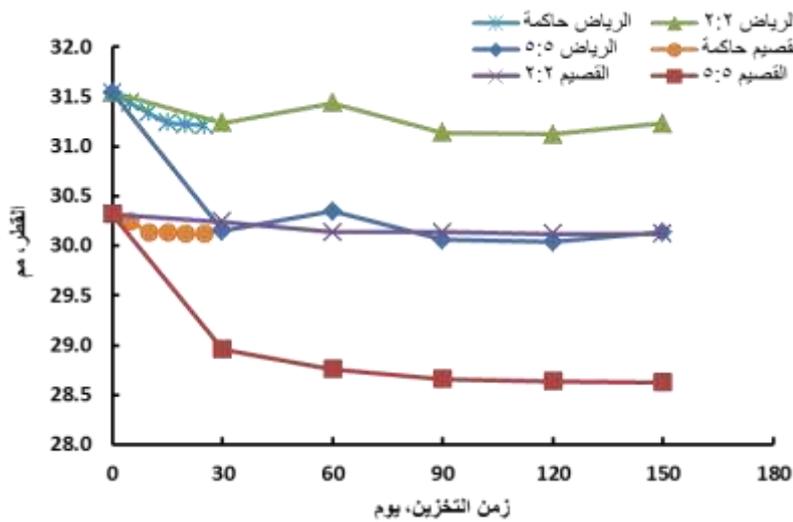
Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Gases	2	0.61685000	0.30842500	3.44	0.0487
Zone	1	34.14454444	34.14454444	380.45	<.0001
Time	1	0.64000000	0.64000000	7.13	0.0134
Zone*Gases	2	0.32577222	0.16288611	1.81	0.1845
Gases*Time	2	0.61685000	0.30842500	3.44	0.0687
Zone*Time	1	0.34417778	0.34417778	3.83	0.0619
Zone*Gases*Time	2	0.32577222	0.16288611	1.81	0.1845

جدول ٤ - ١٨. تحليل التباين العاملي طول ثمار البرحي باستخدام البرنامج الإحصائي (SAS 9.1).

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Gases	1	5.07211250	5.07211250	59.29	<.0001
Zone	1	23.01811250	23.01811250	269.06	<.0001
Time	5	5.45206250	1.09041250	12.75	<.0001
Zone*Gases	1	4.23890139	4.23890139	49.55	<.0001
Gases*Time	5	1.10729583	0.22145917	2.59	0.0375
Zone*Time	5	8.90539583	1.78107917	20.82	<.0001
Zone*Gases*Time	5	0.93707361	0.18741472	2.19	0.0707

٤ - ٥ - ٥ تأثير فترة وظروف التخزين على قطر ثمار البرحي

يوضح شكل (٤ - ١٨) التغيير في قطر ثمار البرحي طوال فترة التخزين للمعاملات المختلفة.



شكل ٤ - ١٨. التغيير في أقطار ثمار البرحي في المعاملات المختلفة خلال فترة التخزين.

وكانت نتائج تحليل التباين العاملي عند مستوى معنوي ٥٪ للعوامل زمن التخزين (صفر، ٣٠ يوم)، المنطقة (الرياض، القصيم) ونسب الغازات (الحاكمة " ٢١٪ أكسجين و ٠,٠٠٣٪ ثاني أكسيد كربون"، ٢:٢ و ٥:٥ " ٥٪ أكسجين : ٪ ثاني أكسيد كربون") تظهر التأثير المعنوي لكل العوامل والتأثيرات المشتركة بينها على متوسط قيم قطر الثمرة كما يتضح من الجدول رقم (٤ - ١٩).

من ناحية أخرى تم إجراء تحليل التباين العاملي لقطر ثمار البرحي خلال فترة التخزين كاملة (صفر، ٣٠، ٦٠، ٩٠، ١٢٠ و ١٥٠ يوم) ومنطقتي الرياض والقصيم مع نسب الغاز ٢:٢ و ٥:٥ " ٥٪ أكسجين : ٪ ثاني أكسيد كربون" وكانت نتائجها كما في جدول (٤ - ٢٠). وقد أظهر التحليل أن كل المعاملات وكذلك مختلف التأثيرات المشتركة بينها تؤثر معنوياً على متوسط قيم قطر ثمار البرحي تحت ظروف الأجواء المعدلة. وكما سبق ملاحظته للتناقص في الطول ينطبق كذلك في أنه قد يرجع إلى الانكماش في الحجم بسبب الفقد في المحتوى الرطوبي للثمار. وهذا يؤكد أهمية الرطوبة النسبية للمخازن لتقليل أو منع الفقد الرطوبي من تلك الثمار. إلا انه يلاحظ أن الفقد عند جو ٥/٥ كان أكثر من ذلك عند ٢/٢ نسب غازات.

جدول ٤ - ١٩. تحليل التباين العاملي لقطر ثمار البرحي باستخدام البرنامج الإحصائي (SAS 9.1) مقارنة بالمعاملة الحاكمة.

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Gases	2	1.62361667	0.81180833	16.84	<.0001
Zone	1	18.51867778	18.51867778	384.23	<.0001
Time	1	1.76890000	1.76890000	36.70	<.0001
Zone*Gases	2	0.92743889	0.46371944	9.62	0.0009
Gases*Time	2	1.62361667	0.81180833	16.84	<.0001
Zone*Time	1	0.41387778	0.41387778	8.59	0.0073
Zone*Gases*Time	2	0.92743889	0.46371944	9.62	0.0009

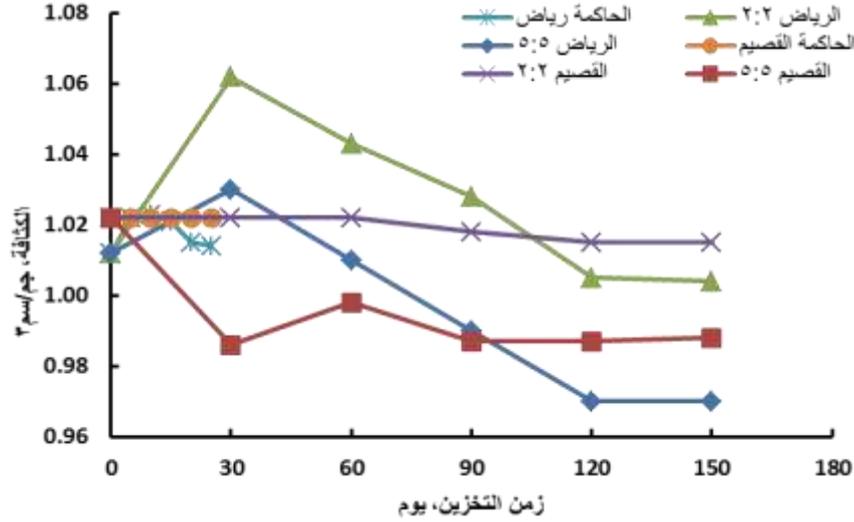
جدول ٤ - ٢٠. تحليل التباين العاملي لطول ثمار البرحي باستخدام البرنامج (SAS 9.1).

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Gases	1	17.62200556	17.62200556	357.82	<.0001
Zone	1	35.87045000	35.87045000	728.35	<.0001
Time	5	6.63401667	1.32680333	26.94	<.0001
Zone*Gases	1	1.69280000	1.69280000	34.37	<.0001
Gases*Time	5	4.10904444	0.82180889	16.69	<.0001
Zone*Time	5	0.63420000	0.12684000	2.58	0.0383
Zone*Gases*Time	5	1.03735000	0.20747000	4.21	0.0030

٤- ٥- ٦ تأثير فترة وظروف التخزين على كثافة ثمار البرحي

يوضح شكل (٤- ١٩) التغيير في كثافة ثمار البرحي طوال فترة التخزين للمعاملات

المختلفة.



شكل ٤- ١٩. التغيير في كثافة ثمار البرحي في المعاملات المختلفة خلال فترة التخزين.

وأظهرت نتائج تحليل التباين العملي عند مستوى معنوي ٥٪ للعوامل زمن التخزين (صفر، ٣٠ يوم)، المنطقة (الرياض، القصيم) ونسب الغازات (الحاكمة ٢١٪ أكسجين و٣،٠٠٣٪ ثاني أكسيد كربون، ٢:٢ و٥:٥ "٪ أكسجين : ٪ ثاني أكسيد كربون") أن كل العوامل مع تأثيراتها المشتركة تؤثر معنويًا في قيم كثافة ثمار البرحي كما يتضح من الجدول (٤- ٢١). من ناحية أخرى تم إجراء تحليل التباين العملي لكثافة ثمار البرحي خلال فترة التخزين كاملة (صفر، ٣٠، ٦٠، ٩٠، ١٢٠ و١٥٠ يوم) ومنطقتي الرياض والقصيم مع نسب الغاز ٢:٢ و٥:٥ "٪ أكسجين : ٪ ثاني أكسيد كربون" وكانت نتائجها كما في جدول (٤- ٢٢). وقد أظهر التحليل أن كل المعاملات وكذلك مختلف التأثيرات المشتركة بينها تؤثر معنويًا على قيم كثافة ثمار البرحي. وكان هناك تغير طفيف في قيم الكثافة يميل للانخفاض مع الفترة الزمنية وذلك حسب التغير النسبي لكل من الكتلة والحجم أثناء التخزين.

جدول ٤ - ٢١. تحليل التباين العاملي لكثافة ثمار البرحي باستخدام البرنامج الإحصائي (SAS 9.1) مقارنة بالمعاملة الحاكمة.

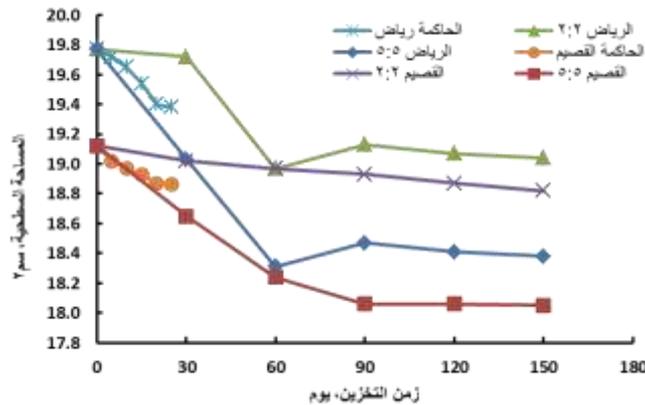
Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Gases	2	0.00214606	0.00107303	316.63	<.0001
Zone	1	0.00033003	0.00033003	97.39	<.0001
Time	1	0.00018225	0.00018225	53.78	<.0001
Zone*Gases	2	0.00093172	0.00046586	137.47	<.0001
Gases*Time	2	0.00204017	0.00102008	301.01	<.0001
Zone*Time	1	0.00245025	0.00245025	723.02	<.0001
Zone*Gases*Time	2	0.00103717	0.00051858	153.02	<.0001

جدول ٤ - ٢٢. تحليل التباين العاملي لكثافة ثمار البرحي باستخدام البرنامج الإحصائي (SAS 9.1).

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Gases	1	0.01767200	0.01767200	3080.83	<.0001
Zone	1	0.00008450	0.00008450	14.73	0.0004
Time	5	0.00671478	0.00134296	234.12	<.0001
Zone*Gases	1	0.00046006	0.00046006	80.20	<.0001
Gases*Time	5	0.00657633	0.00131527	229.30	<.0001
Zone*Time	5	0.01345117	0.00269023	469.00	<.0001
Zone*Gases*Time	5	0.00303094	0.00060619	105.68	<.0001

٤- ٥- ٧ تأثير فترة وظروف التخزين على المساحة السطحية لثمار البرحي

يوضح شكل (٤ - ٢٠) التغيير في المساحة السطحية لثمار البرحي طوال فترة التخزين للمعاملات المختلفة. وقد يرجع التناقص النسبي في المساحة السطحية للثمار إلى الانكماش الذي قد يحدث بسبب فقد الرطوبي للعينات المخزنة.



شكل ٤ - ٢٠. التغيير في المساحة السطحية لثمار البرحي في المعاملات المختلفة خلال فترة التخزين.

وكانت نتائج تحليل التباين العاملي عند مستوى معنوي ٥٪ للعوامل زمن التخزين (صفر، ٣٠ يوم)، المنطقة (الرياض، القصيم) ونسب الغازات (الحاكمة "٢١٪ أكسجين و٠,٠٠٣٪ ثاني أكسيد كربون"، ٢:٢ و٥:٥ "٪ أكسجين : ٪ ثاني أكسيد كربون") توضح أن الاختلاف في المساحة السطحية لثمار البرحي قد ينتج عن عاملي المناطق أو زمن التخزين بينما لا تؤثر باقي العوامل معنويا على المساحة السطحية لثمرة البرحي، كما يتضح من الجدول رقم (٤ - ٢٣). من ناحية أخرى تم إجراء تحليل التباين العاملي للمساحة السطحية لثمار البرحي خلال فترة التخزين كاملة (صفر، ٣٠، ٦٠، ٩٠، ١٢٠ و١٥٠ يوم) ومنطقتي الرياض والقصيم مع نسب الغاز ٢:٢ و٥:٥ "٪ أكسجين : ٪ ثاني أكسيد كربون" وكانت نتائجها كما في جدول (٤ - ٢٤). وقد أظهر التحليل أن الاختلاف في قيم المساحة السطحية لثمار البرحي المخزنة قد يكون نتيجة لأي من العوامل تحت الدراسة منفرداً بينما لا تؤثر مختلف التأثيرات المشتركة بينها معنويا على قيم المساحة السطحية لثمرة البرحي المخزنة تحت ظروف الأجواء المعدلة.

جدول ٤ - ٢٣. تحليل التباين العاملي للمساحة السطحية لثمار البرحي باستخدام البرنامج الإحصائي (SAS 9.1) مقارنة بالمعاملة الحاكمة.

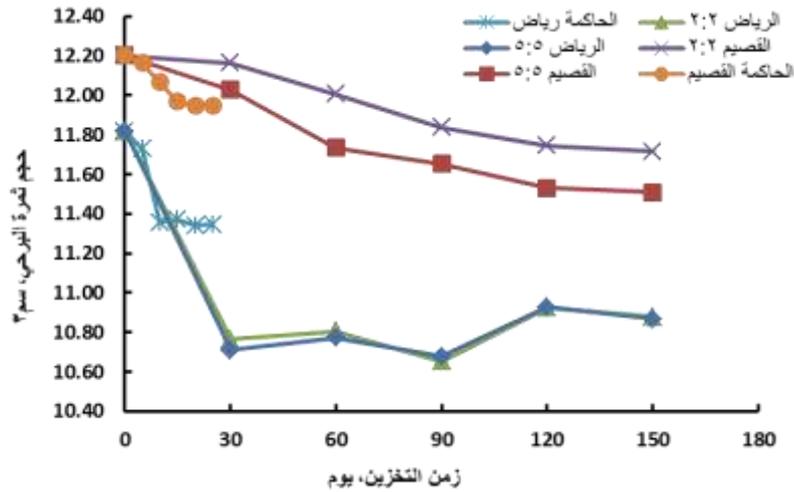
Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Gases	2	0.62402222	0.31201111	2.73	0.0852
Zone	1	2.07840278	2.07840278	18.21	0.0003
Time	1	1.79113611	1.79113611	15.69	0.0006
Zone*Gases	2	0.09415556	0.04707778	0.41	0.6666
Gases*Time	2	0.62402222	0.31201111	2.73	0.0852
Zone*Time	1	0.24173611	0.24173611	2.12	0.1586
Zone*Gases*Time	2	0.09415556	0.04707778	0.41	0.6666

جدول ٤ - ٢٤. تحليل التباين العاملي للمساحة السطحية لثمار البرحي باستخدام البرنامج الإحصائي (SAS 9.1).

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Gases	1	3.39735556	3.39735556	25.68	<.0001
Zone	1	2.52375556	2.52375556	19.07	<.0001
Time	5	11.71162778	2.34232556	17.70	<.0001
Zone*Gases	1	0.55827222	0.55827222	4.22	0.0454
Gases*Time	5	0.78277778	0.15655556	1.18	0.3313
Zone*Time	5	0.49337778	0.09867556	0.75	0.5932
Zone*Gases*Time	5	1.13956111	0.22791222	1.72	0.1475

٤- ٥- ٨ تأثير فترة وظروف التخزين على حجم ثمار البرحي

يوضح شكل (٤- ٢١) التغيير في حجم ثمار البرحي طوال فترة التخزين للمعاملات المختلفة. ويلاحظ الانخفاض النسبي لحجم الثمار مع الفترة الزمنية بسبب الانكماش الحاصل من فقد الرطوبي للعينات بسبب التفاعلات الحيوية مثل التنفس وكذلك تبخر جزء من المحتوى الرطوبي للثمار. إلا أنه لثمار مزرعة منطقة الرياض يلاحظ الاستقرار النسبي للحجم بعد فقد الكبير في الشهر الأول.



شكل ٤- ٢١. التغيير في حجم ثمار البرحي عند المعاملات المختلفة خلال فترة التخزين.

وكانت نتائج تحليل التباين العاملي عند مستوى معنوي ٥% للعوامل زمن التخزين (صفر، ٣٠ يوم)، المنطقة (الرياض، القصيم) ونسب الغازات (الحاكمة "٢١% أكسجين و٠,٠٠٣% ثاني أكسيد كربون"، "٢:٢ و ٥:٥" : "أكسجين : % ثاني أكسيد كربون") اتضح أن عامل المنطقة وعامل نسب الغازات يؤثران معنويًا على قيم حجم ثمرة البرحي بينما لا تؤثر باقي العوامل والتأثيرات المشتركة على حجم الثمرة كما في الجدول (٤- ٢٥).

تم إجراء تحليل التباين العاملي لحجم ثمار البرحي خلال فترة التخزين كاملة (صفر، ٣٠، ٦٠، ٩٠، ١٢٠ و ١٥٠ يوم) ومنطقتي الرياض والقصيم مع نسب الغاز ٢:٢ و ٥:٥. وقد أظهرت النتائج أن التأثير المشترك لنسبة الغازات سواء مع عامل أزمدة التخزين أو عامل المناطق أو التأثير المشترك الثلاثي لا يؤثر معنويًا على قيم حجم ثمار البرحي المخزنة. وأن التغيير قد يرجع لأي من العوامل تحت الدراسة منفرداً.

جدول ٤ - ٢٥. تحليل التباين العاملي لحجم ثمار البرحي باستخدام البرنامج الإحصائي (SAS 9.1) مقارنة بالمعاملة الحاكمة.

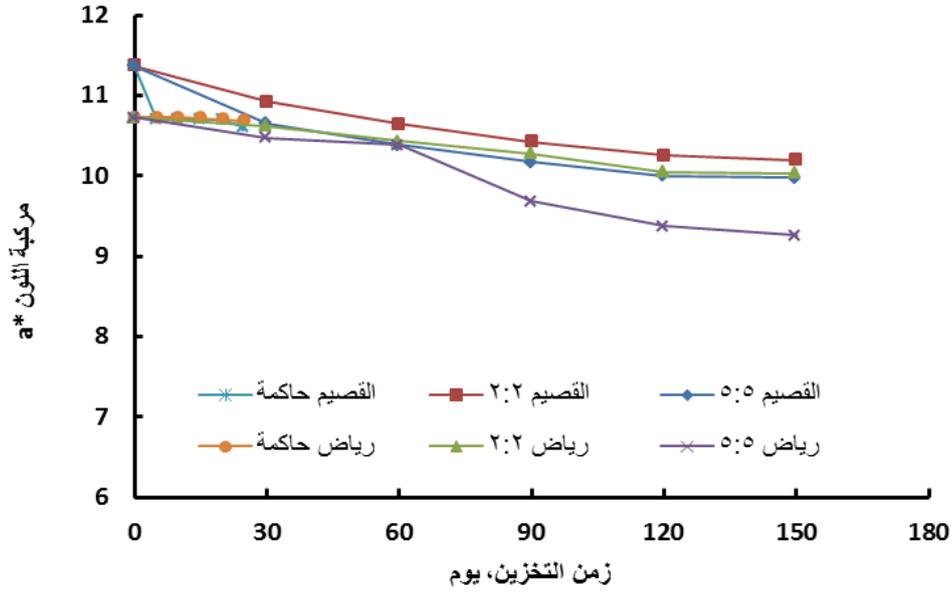
Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Gases	2	0.32554306	0.16277153	1.49	0.0487
Zone	1	9.14558403	9.14558403	83.85	<.0001
Time	1	0.13286025	0.13286025	1.22	0.2807
Zone*Gases	2	0.15240039	0.07620019	0.70	0.5071
Gases*Time	2	0.31003117	0.15501558	1.42	0.2610
Zone*Time	1	0.80850069	0.80850069	7.41	0.0119
Zone*Gases*Time	2	0.16278672	0.08139336	0.75	0.4848

جدول ٤ - ٢٦. تحليل التباين العاملي لحجم ثمار البرحي باستخدام البرنامج الإحصائي (SAS 9.1).

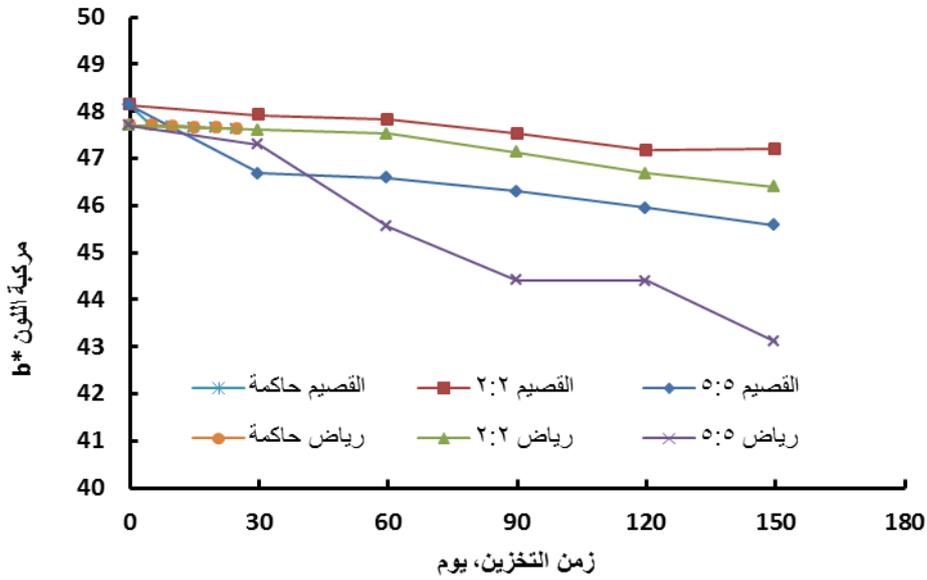
Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Gases	1	3.21733889	3.21733889	31.42	<.0001
Zone	1	15.47904800	15.47904800	151.17	<.0001
Time	5	1.58236544	0.31647309	3.09	0.0169
Zone*Gases	1	0.23713089	0.23713089	2.32	0.1346
Gases*Time	5	1.21020444	0.24204089	2.36	0.0537
Zone*Time	5	2.16539633	0.43307927	4.23	0.0029
Zone*Gases*Time	5	0.61010311	0.12202062	1.19	0.3274

٤ - ٥ - ٩ تأثير فترة وظروف التخزين على لون ثمار البرحي

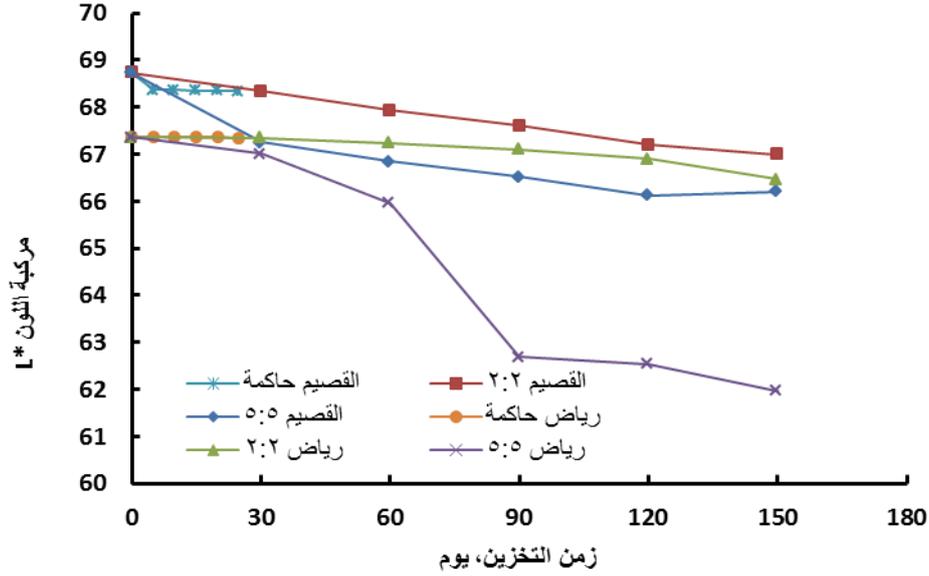
توضح الأشكال رقم (٤ - ٢٢) إلى رقم (٤ - ٢٤) نتائج قياسات اللون الأساسية تحت المقياس العالمي CIE LAB لثمار بلح البرحي لجميع المعاملات تحت ظروف التخزين المختلفة. ويلاحظ أن هناك تفاوتاً في مكونات اللون. ويلاحظ أن درجة الاصفرار برمز (b*) الموجبة هي الأكثر تعبيراً عن لون قشرة ثمار البرحي. ويلاحظ تناقصها مع فترة التخزين وإن كانت أوضح مع ثمار مزرعة منطقة الرياض المخزنة عند ٥/٥٪. مع أهمية ملاحظة أن التناقص في درجة اللون إلى العتمة قد يرجع إلى تعرض العينة للجو الخارجي ودرجة حرارة الغرفة عند إجراء مثل هذه الاختبارات.



شكل ٤ - ٢٢. التغيير في مركبة اللون a* لثمار البرحي في المعاملات المختلفة خلال فترة التخزين.



شكل ٤ - ٢٣. التغيير في مركبة اللون b* لثمار البرحي في المعاملات المختلفة خلال فترة التخزين.



شكل ٤ - ٢٤. التغيير في مركبة اللون L* لثمار البرحي في المعاملات المختلفة خلال فترة التخزين.

يلاحظ من الأشكال السابقة أنه بصفة عامة تقل قيم مركبات اللون الثلاثة الأساسية بمرور زمن التخزين. وكانت نتائج تحليل التباين العاملي لمركبات اللون الثلاثة L*, a* and b* عند مستوى معنوي ٥٪ للعوامل زمن التخزين (صفر، ٣٠ يوم)، المنطقة (الرياض، القصيم) ونسب الغازات (الحاكمة "٢١٪ أكسجين و٠,٠٠٣٪ ثاني أكسيد كربون"، ٢:٢ و٥:٥ "٥:٥٪ أكسجين : ٠,٠٠٣٪ ثاني أكسيد كربون") كما في الجداول رقم (٤ - ٢٧) إلى رقم (٤ - ٢٩) على الترتيب ووجد أن جميع المعاملات تؤثر معنوياً على مركبات اللون الثلاثة.

جدول ٤ - ٢٧. تحليل التباين العاملي لمركب اللون L* لثمار البرحي المخزنة باستخدام البرنامج الإحصائي (SAS 9.1) مقارنة بالمعاملة الحاكمة.

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Gases	2	1.04021145	0.52010572	87872.2	<.0001
Time	1	1.75032900	1.75032900	295719	<.0001
Zone	1	9.99571456	9.99571456	1688782	<.0001
Gases*Time	2	1.03962521	0.51981260	87822.7	<.0001
Zone*Gases	2	0.27900985	0.13950492	23569.4	<.0001
Zone*Time	1	0.89302500	0.89302500	150877	<.0001
Zone*Gases*Time	2	0.27929401	0.13964700	23593.4	<.0001

جدول ٤ -٢٨. تحليل التباين العاملي لمركب اللون *a لثمار البرحي المخزنة باستخدام البرنامج الإحصائي (SAS 9.1) مقارنة بالمعاملة الحاكمة.

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Gases	2	0.06618589	0.03309294	1124.90	<.0001
Time	1	1.31010916	1.31010916	44533.3	<.0001
Zone	1	1.33233154	1.33233154	45288.7	<.0001
Gases*Time	2	0.06618589	0.03309294	1124.90	<.0001
Zone*Gases	2	0.05516878	0.02758439	937.65	<.0001
Zone*Time	1	0.56660747	0.56660747	19260.2	<.0001
Zone*Gases*Time	2	0.05516878	0.02758439	937.65	<.0001

جدول ٤ -٢٩. تحليل التباين العاملي لمركب اللون *b لثمار البرحي المخزنة باستخدام البرنامج الإحصائي (SAS 9.1) مقارنة بالمعاملة الحاكمة.

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Gases	2	1.05370882	0.52685441	464872	<.0001
Time	1	1.87635204	1.87635204	1655605	<.0001
Zone	1	0.26364802	0.26364802	232631	<.0001
Gases*Time	2	1.05370882	0.52685441	464872	<.0001
Zone*Gases	2	0.32381454	0.16190727	142859	<.0001
Zone*Time	1	0.68315735	0.68315735	602786	<.0001
Zone*Gases*Time	2	0.32381454	0.16190727	142859	<.0001

بالإضافة إلى هذا تم إجراء تحليل التباين العاملي لمركبات اللون ثمار البرحي خلال فترة التخزين كاملة (صفر، ٣٠، ٦٠، ٩٠، ١٢٠ و ١٥٠ يوم) ومنطقتي الرياض والقصيم مع نسب الغاز ٢:٢ و ٥:٥ "٪ أكسجين : ٪ ثاني أكسيد كربون" وكانت نتائجها كما في الجداول (٤ -٣٠) إلى (٤ -٣٢). وقد أظهر التحليل أن كل المعاملات تؤثر معنوياً على مركبات اللون الأساسية.

جدول ٤ -٣٠. تحليل التباين العاملي لمركب اللون *L لثمار البرحي المخزنة باستخدام البرنامج الإحصائي (SAS 9.1).

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Gases	1	50.15962720	50.15962720	2874363	<.0001
Time	5	67.98099257	13.59619851	779121	<.0001
Zone	1	43.15158550	43.15158550	2472772	<.0001
Gases*Time	5	21.46387017	4.29277403	245994	<.0001
Zone*Gases	1	11.90370292	11.90370292	682133	<.0001
Zone*Time	5	8.16091877	1.63218375	93531.2	<.0001
Zone*Gases*Time	5	15.30450738	3.06090148	175403	<.0001

جدول ٤ -٣١. تحليل التباين العاملي لمركب اللون *b ثمار البرحي المخزنة باستخدام البرنامج الإحصائي (SAS 9.1).

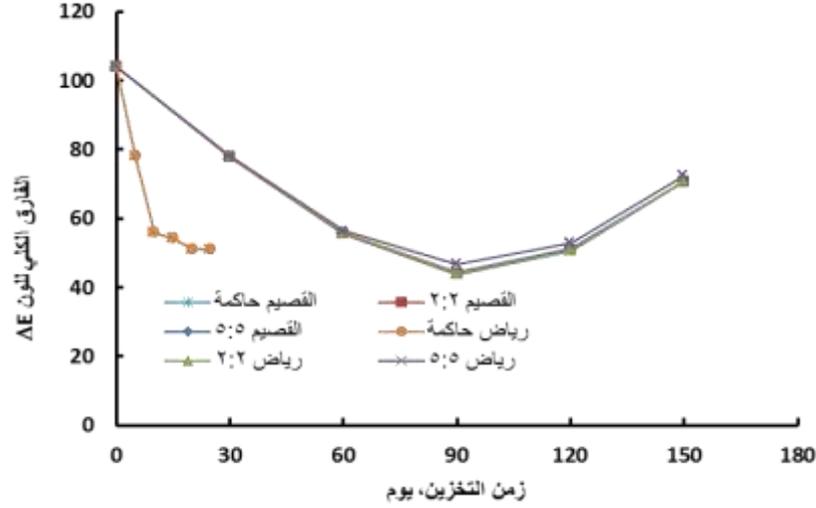
Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Gases	1	36.71215244	36.71215244	1.95E7	<.0001
Time	5	45.42925853	9.08585171	4826870	<.0001
Zone	1	11.38502967	11.38502967	6048311	<.0001
Gases*Time	5	11.84872684	2.36974537	1258930	<.0001
Zone*Gases	1	2.06078496	2.06078496	1094795	<.0001
Zone*Time	5	5.79444531	1.15888906	615661	<.0001
Zone*Gases*Time	5	3.58392212	0.71678442	380793	<.0001

جدول ٤ -٣٢. تحليل التباين العاملي لمركب اللون *a ثمار البرحي المخزنة باستخدام البرنامج الإحصائي (SAS 9.1).

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Gases	1	1.54812541	1.54812541	115290	<.0001
Time	5	12.63520139	2.52704028	188191	<.0001
Zone	1	2.33492448	2.33492448	173884	<.0001
Gases*Time	5	0.60903084	0.12180617	9071.02	<.0001
Zone*Gases	1	0.12018887	0.12018887	8950.58	<.0001
Zone*Time	5	0.50328617	0.10065723	7496.04	<.0001
Zone*Gases*Time	5	0.36949461	0.07389892	5503.32	<.0001

من ناحية أخرى، تم حساب قيم اللون المشتقة وهي الفارق اللوني الكلي ΔE عن اللون الأصفر القياسي ذو القيم $L^*, a^*, b^* = 97.138, -21.556, 94.482$ وكانت السمة لكل المعاملات يقل الفارق اللوني حتى الشهر الثالث ويزداد هذا الفارق في الشهرين الرابع والخامس كما في الشكل رقم (٤-٢٥) حيث أن الفارق الكلي قيمة مشتقة تتأثر بنسبة تغير مكونات اللون الأساسية.

وكانت نتائج تحليل التباين العاملي للفارق الكلي للون عند مستوى معنوي ٥٪ للعوامل زمن التخزين (صفر، ٣٠ يوم)، المنطقة (الرياض، القصيم) ونسب الغازات (الحاكمة "٢١٪ أكسجين و٠,٠٠٣٪ ثاني أكسيد كربون"، ٢:٢ و٥:٥ "٠:٥ أكسجين : ٢٪ ثاني أكسيد كربون") كما في الجدول رقم (٤-٣٣) ووجد أن جميع المعاملات تؤثر معنوياً على قيم مركبات الفارق الكلي للون.



شكل ٤ - ٢٥. التغيير في الفارق الكلي للون عن اللون الأصفر القياسي لثمار البرحي في المعاملات المختلفة خلال فترة التخزين.

جدول ٤ - ٣٣. تحليل التباين العاملي للفارق الكلي للون عن الأصفر القياسي لثمار البرحي باستخدام البرنامج الإحصائي (SAS 9.1) مقارنة بالمعاملة الحاكمة.

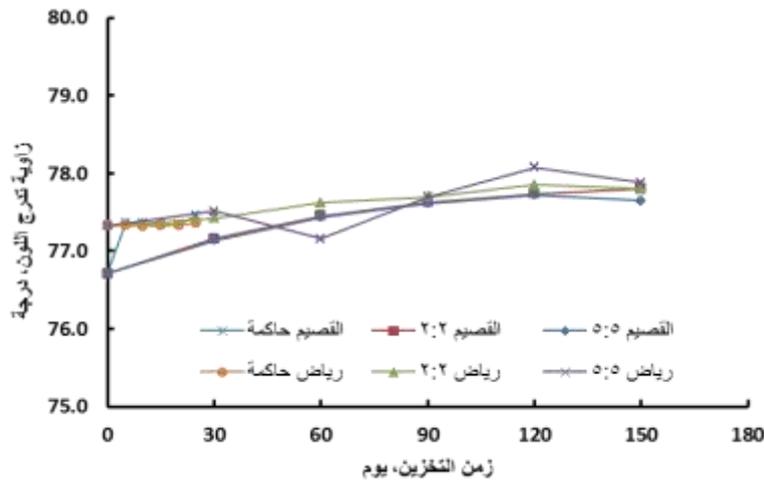
Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Gases	2	1457.89748	728.94874	Infty	<.0001
Time	1	11120.27636	11120.27636	Infty	<.0001
Zone	1	0.16461	0.16461	Infty	<.0001
Gases*Time	2	1457.89748	728.94874	Infty	<.0001
Zone*Gases	2	0.02937	0.01469	Infty	<.0001
Zone*Time	1	0.01801	0.01801	Infty	<.0001
Zone*Gases*Time	2	0.02937	0.01469	Infty	<.0001

بالإضافة إلى هذا تم إجراء تحليل التباين العاملي للفارق اللوني الكلي لثمار البرحي عن اللون الأصفر القياسي خلال فترة التخزين كاملة (صفر، ٣٠، ٦٠، ٩٠، ١٢٠ و ١٥٠ يوم) ومنطقتي الرياض والقصيم مع نسب الغاز ٢ : ٢ و ٥ : ٥ "أكسجين : ثاني أكسيد كربون" وكانت نتائجها كما في الجدول رقم (٤ - ٣٤). وقد أظهر التحليل أن كل المعاملات تؤثر معنوياً على الفارق اللوني الكلي لثمار بلح البرحي عن اللون الأصفر القياسي.

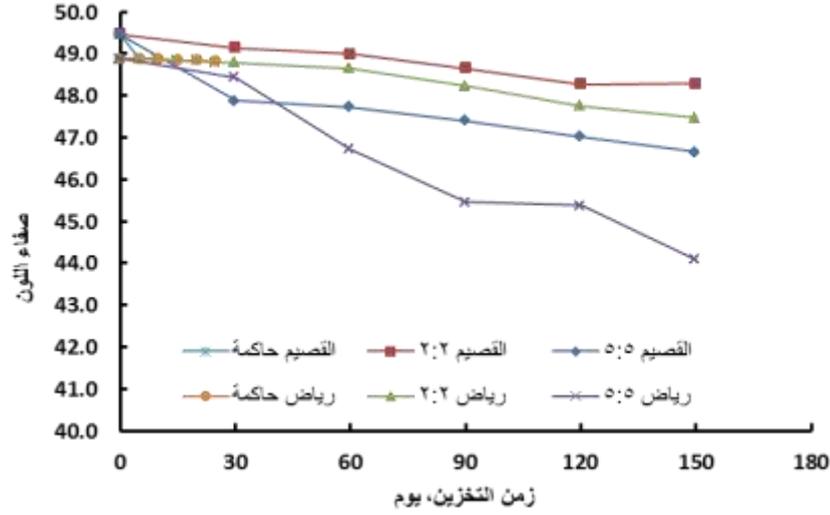
جدول ٤ - ٣٤. تحليل التباين العاملي للفارق الكلي للون عن الأصفر القياسي لثمار البرحي باستخدام البرنامج الإحصائي (SAS 9.1).

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Gases	1	11.33636	11.33636	Infty	<.0001
Time	5	28553.76403	5710.75281	Infty	<.0001
Zone	1	7.48184	7.48184	Infty	<.0001
Gases*Time	5	6.56056	1.31211	Infty	<.0001
Zone*Gases	1	3.76647	3.76647	Infty	<.0001
Zone*Time	5	3.51773	0.70355	Infty	<.0001
Zone*Gases*Time	5	4.01780	0.80356	Infty	<.0001

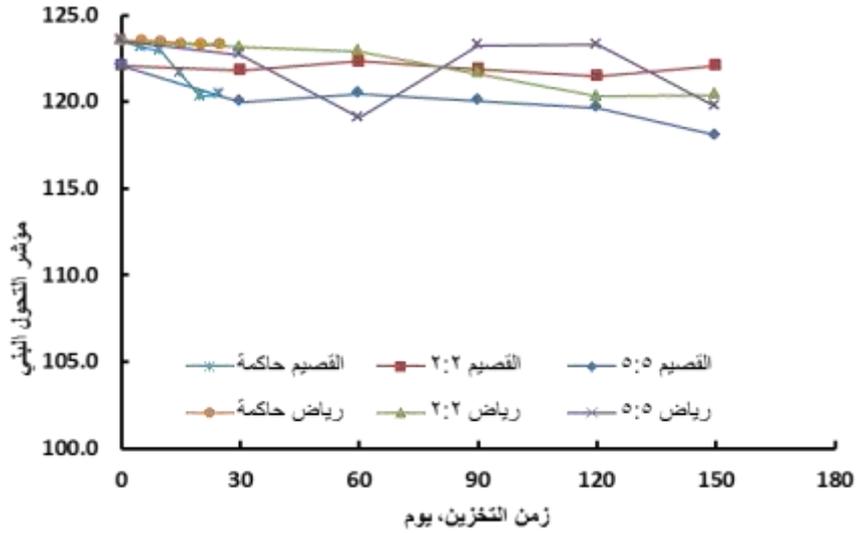
بالنسبة لباقي قيم اللون المشتقة وهي زاوية تدرج اللون Hue angle وشفاء اللون chroma ومؤشر التحول للون البني فكانت نتائجها كما في الأشكال من رقم (٤ - ٢٦) إلى رقم (٤ - ٢٨).



شكل ٤ - ٢٦. التغير في زاوية تدرج اللون لثمار البرحي في المعاملات المختلفة خلال فترة التخزين.



شكل ٤ - ٢٧. التغيير في صفاء اللون لثمار البرحي في المعاملات المختلفة خلال فترة التخزين.



شكل ٤ - ٢٨. التغيير في مؤشر التحول البني لثمار البرحي في المعاملات المختلفة خلال فترة التخزين.

ويلاحظ أنه بمرور الزمن لكافة المعاملات وبدرجات متفاوتة تزداد زاوية تدرج اللون ويقل صفاء اللون بينما تتفاوت قيم مؤشر التحول البني. وكانت نتائج تحليل التباين العاملي لقيم اللون المشتقة وهي زاوية تدرج اللون Hue angle و صفاء اللون chroma ومؤشر التحول للون البني عند مستوى معنوي ٥٪ للعوامل زمن التخزين (صفر، ٣٠ يوم)، المنطقة (الرياض، القصيم) ونسب الغازات (الحاكمة "٢١٪ أكسجين و ٠,٠٠٣٪ ثاني أكسيد كربون"، ٢:٢ و ٥:٥ "٥٪ أكسجين : ٠,٠٠٣٪ ثاني أكسيد كربون") كما في الجداول رقم (٤ - ٣٥) إلى رقم (٤ - ٣٧) على الترتيب ووجد أن جميع المعاملات تؤثر معنوياً على قيم اللون المشتقة.

جدول ٤ -٣٥. تحليل التباين العاملي زاوية تدرج اللون لثمار البرحي المخزنة باستخدام البرنامج الإحصائي (SAS 9.1) مقارنة بالمعاملة الحاكمة.

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Gases	2	0.02102210	0.01051105	5324.30	<.0001
Time	1	0.93138584	0.93138584	471787	<.0001
Zone	1	1.41114601	1.41114601	714806	<.0001
Gases*Time	2	0.02102210	0.01051105	5324.30	<.0001
Zone*Gases	2	0.09022543	0.04511272	22851.5	<.0001
Zone*Time	1	0.42390951	0.42390951	214728	<.0001
Zone*Gases*Time	2	0.09022543	0.04511272	22851.5	<.0001

جدول ٤ -٣٦. تحليل التباين العاملي لصفاء لون ثمار البرحي باستخدام البرنامج الإحصائي (SAS 9.1) مقارنة بالمعاملة الحاكمة.

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Gases	2	1.10275889	0.55137945	162622	<.0001
Time	1	2.53467627	2.53467627	747570	<.0001
Zone	1	0.57800540	0.57800540	170475	<.0001
Gases*Time	2	1.10275889	0.55137945	162622	<.0001
Zone*Gases	2	0.31924019	0.15962010	47077.9	<.0001
Zone*Time	1	0.95596247	0.95596247	281949	<.0001
Zone*Gases*Time	2	0.31924019	0.15962010	47077.9	<.0001

جدول ٤ -٣٧. تحليل التباين العاملي لمؤشر التحول اللون البني لثمار البرحي باستخدام البرنامج الإحصائي (SAS 9.1) مقارنة بالمعاملة الحاكمة.

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Gases	2	1.91967696	0.95983848	3383133	<.0001
Time	1	7.38957361	7.38957361	2.605E7	<.0001
Zone	1	31.63906514	31.63906514	1.115E8	<.0001
Gases*Time	2	1.91967696	0.95983848	3383133	<.0001
Zone*Gases	2	1.13305443	0.56652721	1996832	<.0001
Zone*Time	1	1.80156619	1.80156619	6349961	<.0001
Zone*Gases*Time	2	1.13305443	0.56652721	1996832	<.0001

ومن ثم تم إجراء تحليل التباين العاملي لمركبات اللون المشتقة لثمار البرحي خلال فترة التخزين كاملة (صفر، ٣٠، ٦٠، ٩٠، ١٢٠ و ١٥٠ يوم) ومنطقتي الرياض والقصيم مع نسب الغاز ٢:٢ و ٥:٥ "٪ أكسجين : ٪ ثاني أكسيد كربون" وكانت نتائجها كما في الجداول (٤ -٣٨) إلى (٤ -٤٠). وقد أظهر التحليل أن كل المعاملات تؤثر معنوياً على جميع قيم مركبات اللون المشتقة.

جدول ٤ - ٣٨. تحليل التباين العاملي لزاوية تدرج اللون ثمار البرحي باستخدام (SAS 9.1).

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Gases	1	0.00926614	0.00926614	7205.55	<.0001
Time	5	6.00930296	1.20186059	934593	<.0001
Zone	1	0.83424445	0.83424445	648727	<.0001
Gases*Time	5	0.19937825	0.03987565	31008.2	<.0001
Zone*Gases	1	0.00302124	0.00302124	2349.38	<.0001
Zone*Time	5	0.81825345	0.16365069	127258	<.0001
Zone*Gases*Time	5	0.23731349	0.04746270	36908.0	<.0001

جدول ٤ - ٣٩. تحليل التباين العاملي لصفاء لون ثمار البرحي باستخدام البرنامج (SAS 9.1).

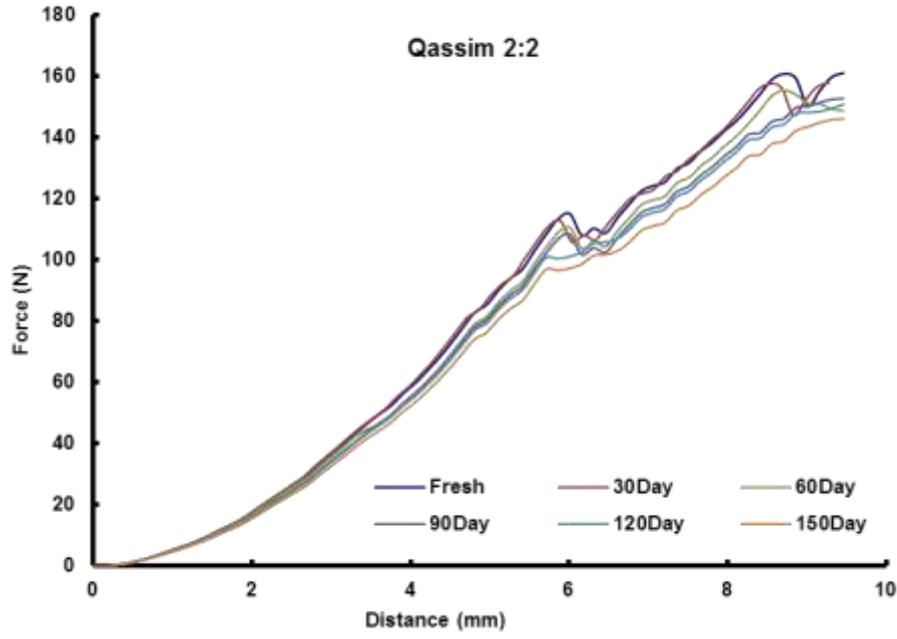
Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Gases	1	38.21579883	38.21579883	2.18E7	<.0001
Time	5	53.96951522	10.79390304	6156706	<.0001
Zone	1	13.13887778	13.13887778	7494250	<.0001
Gases*Time	5	12.31268558	2.46253712	1404600	<.0001
Zone*Gases	1	2.17816713	2.17816713	1242399	<.0001
Zone*Time	5	5.66409224	1.13281845	646145	<.0001
Zone*Gases*Time	5	3.81287298	0.76257460	434963	<.0001

جدول ٤ - ٤٠. تحليل التباين العاملي لمؤشر التحول للون البني لثمار البرحي باستخدام البرنامج الإحصائي (SAS 9.1).

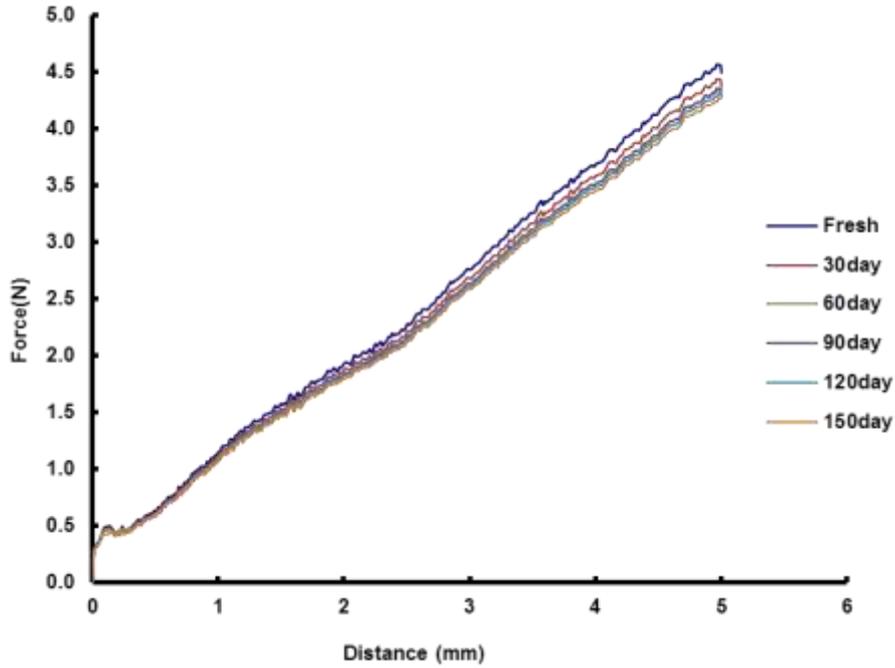
Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Gases	1	17.36182789	17.36182789	1.541E8	<.0001
Time	5	50.31337626	10.06267525	8.931E7	<.0001
Zone	1	16.32861336	16.32861336	1.449E8	<.0001
Gases*Time	5	28.74479441	5.74895888	5.102E7	<.0001
Zone*Gases	1	15.08059894	15.08059894	1.338E8	<.0001
Zone*Time	5	13.44825948	2.68965190	2.387E7	<.0001
Zone*Gases*Time	5	24.04155286	4.80831057	4.268E7	<.0001

٤- ٥- ١٠ تأثير فترة وظروف التخزين على الخواص الميكانيكية لثمار البرحي

تم عمل اختبارات كل من الكبس والاختراق لإيجاد قيم الخواص الميكانيكية الأساسية على ثمار البرحي المخزنة خلال موسم ٢٠١٠م في مرحلة البلح وتأثير منطقة الزراعة ونسب الغازات المحددة خلال فترة التخزين. وقد تم تحديد وحساب الخصائص الميكانيكية من منحنيات الكبس والاختراق كما في شكلي (٣- ٢٤) و (٣- ٢٥). شكلي (٤- ٢٩) و (٤- ٣٠) يوضحان أمثلة للسلوك الميكانيكي لاختباري الكبس والاختراق لعينات من ثمار البرحي مع فترات التخزين.



شكل ٤ - ٢٩. منحنيات السلوك الميكانيكي لاختبار كبس ثمار البرحي عند فترات التخزين المختلفة لغرفة ٢/٢ (O₂/CO₂%) لمزرعة منطقة القصيم.

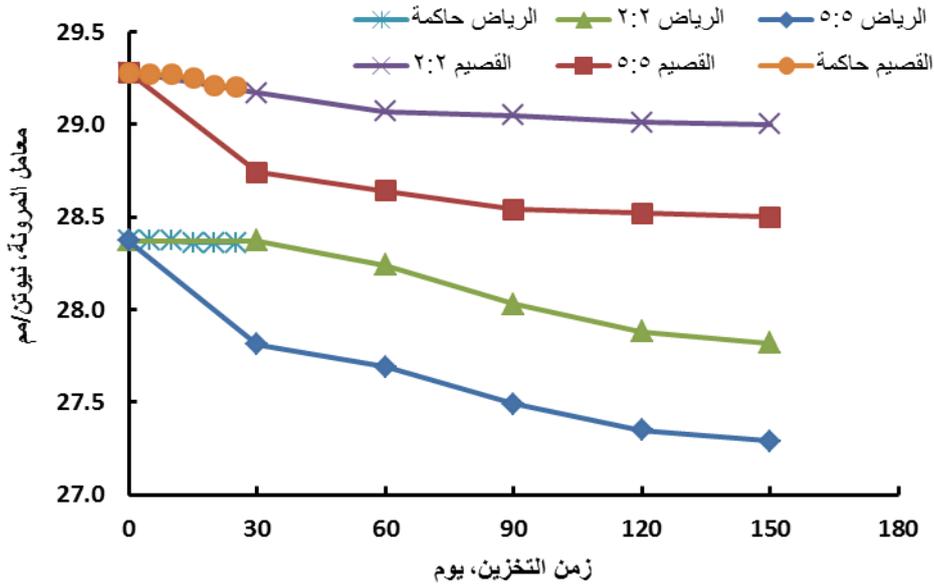


شكل ٤ - ٣٠. منحنيات السلوك الميكانيكي لاختبار اختراق ثمار البرحي عند فترات التخزين المختلفة لغرفة ٢/٢ (O₂/CO₂%) لمزرعة منطقة القصيم.

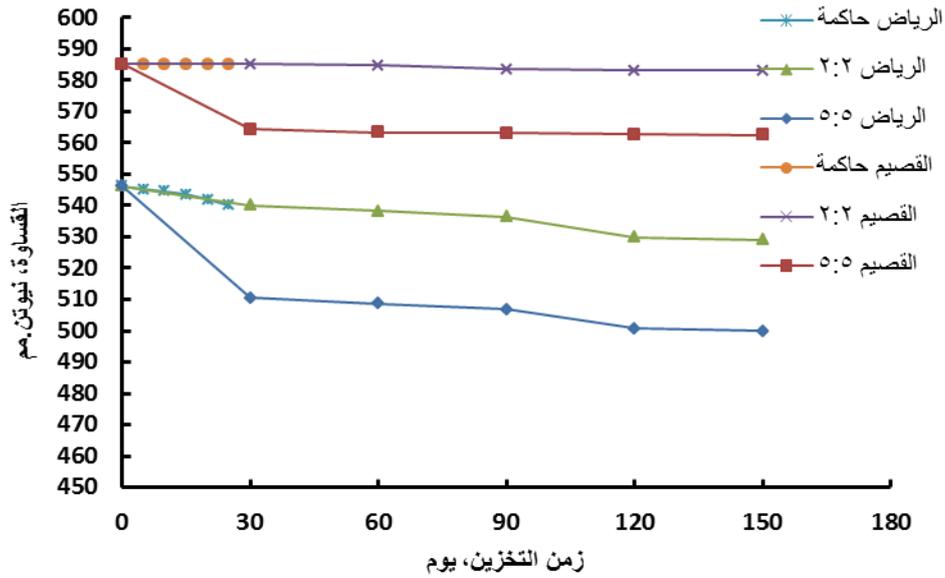
٤- ٥- ١٠- ١- تأثير فترة وظروف التخزين على اختبارات الكبس لثمار البرحي

توضح الأشكال (٤- ٣١) إلى (٤- ٣٧) القيم المحسوبة من منحنيات الكبس والتي تشمل معامل المرونة (نيوتن/مم) ، القساوة (نيوتن.مم) ، قوة الخضوع الحيوي (نيوتن) ، مدى المرونة (مم) ، القوة القصوى (نيوتن) ، نقطة التصدع (مم) ومدى اللدونة (مم) خلال فترة التخزين.

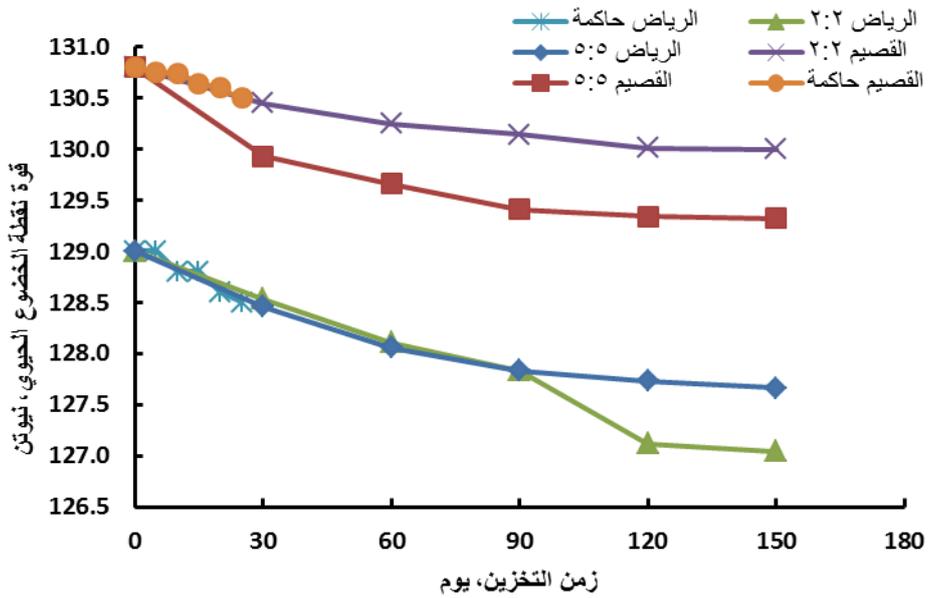
ومن الطبيعي تناقص المقاومة الميكانيكية مع زيادة فترة التخزين. إلا أنه يلاحظ أن المعاملة ٥:٥ أقل في خواصها الميكانيكية عن المعاملة ٢:٢ لثمار بلح البرحي من مزرعتي المنطقتين ، كما أن تلك الخواص لثمار بلح البرحي من مزرعة منطقة الرياض أقل منها لثمار مزرعة منطقة القصيم كما هو موضح في هذه الأشكال. ويتبين أن الخواص الميكانيكية للثمار المبردة (الشاهد) قد تناقصت قليلا إلا أن جميع تلك الثمار وصلت لمرحلة الترطيب قبل اكتمال شهر من التخزين.



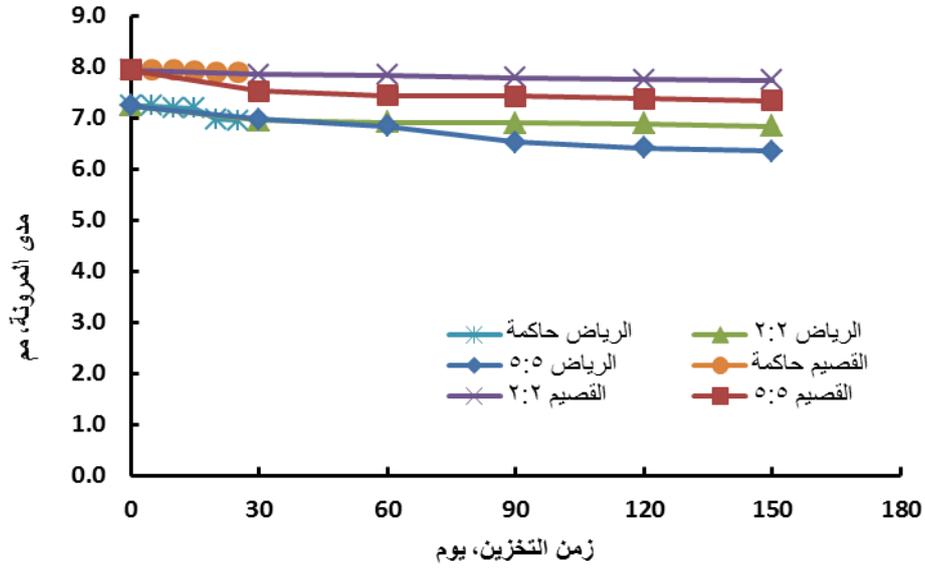
شكل ٤- ٣١. التغيير في معامل المرونة لثمار البرحي في المعاملات المختلفة خلال فترة التخزين.



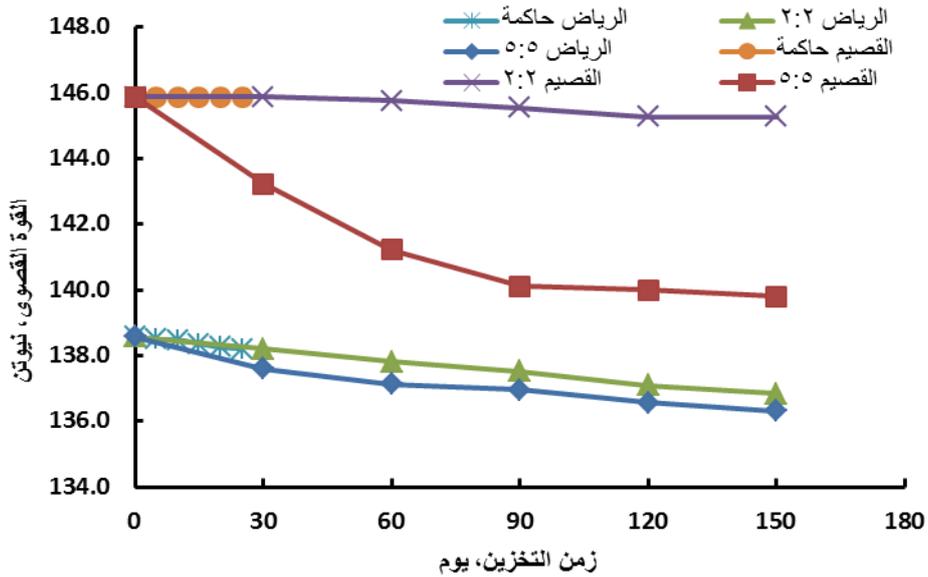
شكل ٤ - ٣٢. التغيير في القساوة لثمار البرحي في المعاملات المختلفة خلال فترة التخزين.



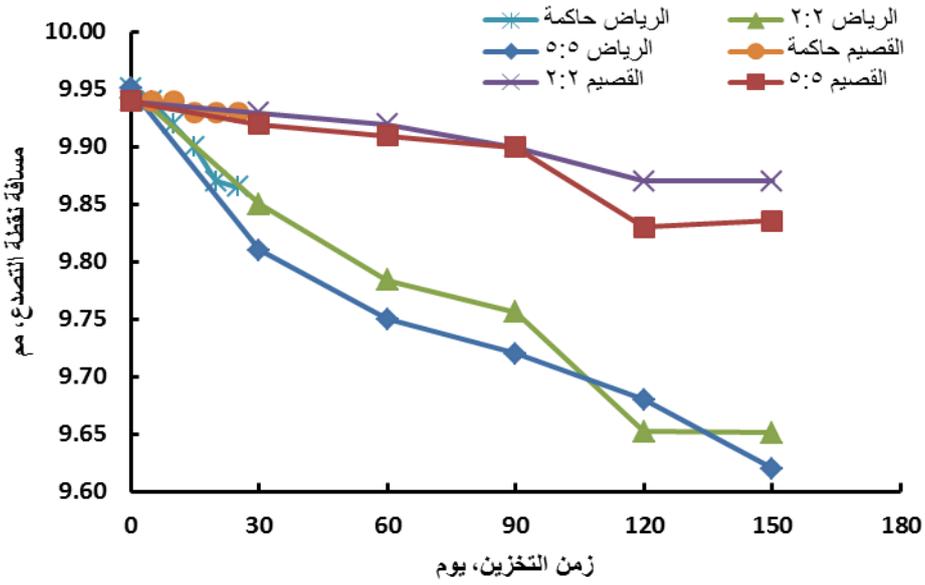
شكل ٤ - ٣٣. التغيير في قوة الخضوع الحيوي لثمار البرحي في المعاملات المختلفة خلال فترة التخزين.



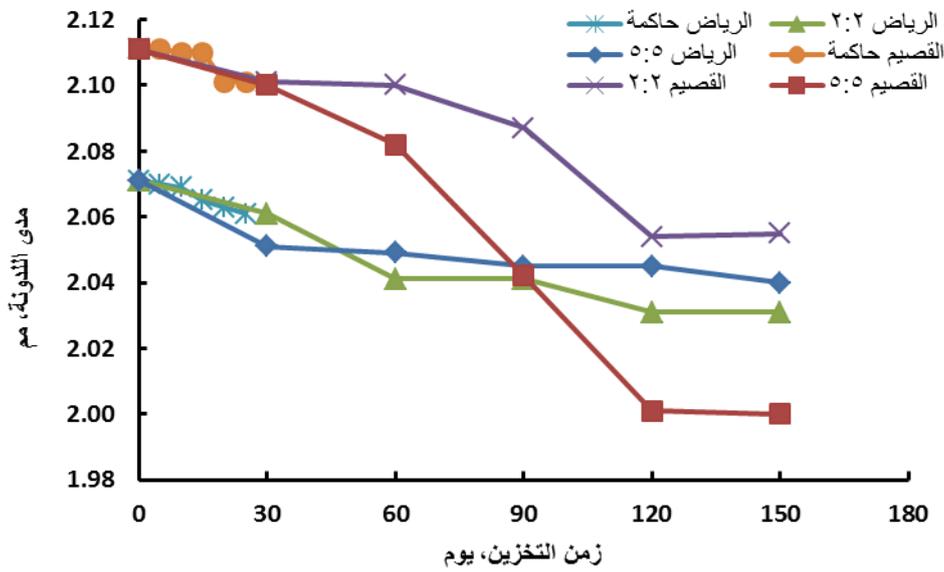
شكل ٤ - ٣٤. التغيير في مدى مرونة ثمار البرحي في المعاملات المختلفة خلال فترة التخزين.



شكل ٤ - ٣٥. التغيير في القوة القصوى لثمار البرحي في المعاملات المختلفة خلال فترة التخزين.



شكل ٤ - ٣٦. التغيير في نقطة التصدع لثمار البرحي في المعاملات المختلفة خلال فترة التخزين.



شكل ٤ - ٣٧. التغيير في مدى اللدونة لثمار البرحي في المعاملات المختلفة خلال فترة التخزين.

وتوضح الجداول (٤-٤١) إلى (٤-٤٧) تحليل التباين العاملي لمعامل المرونة (نيوتن/مم) ، القساوة (نيوتن.مم) ، قوة الخضوع الحيوي (نيوتن) ، مدى المرونة (مم) ، القوة القصوى (نيوتن) ، نقطة التصدع (مم) ومدى اللدونة (مم) على الترتيب عند مستوى معنوي ٥٪ للعوامل زمن التخزين (صفر ، ٣٠ يوم) ، المنطقة (الرياض ، القصيم) ونسب الغازات (الحاكمة "٢١٪ أكسجين و٠,٠٠٣٪ ثاني أكسيد كربون" ، ٢:٢ و ٥:٥ "أكسجين : ثاني أكسيد كربون") ووجد أن جميع المعاملات تؤثر معنوياً على قيم لمعامل المرونة (نيوتن/مم) ، القساوة (نيوتن.مم) ، قوة الخضوع الحيوي (نيوتن) ، مدى المرونة (مم) ، القوة القصوى (نيوتن) ، نقطة التصدع (مم) على الترتيب عند مستوى معنوي ٥٪ ، بينما لا تتأثر قيم مدى المرونة بمعاملات نسب الغازات أو التأثير المشترك لمعاملات الغازات مع زمن التخزين.

جدول ٤ -٤١. تحليل التباين العاملي لمعامل المرونة (نيوتن/مم) لثمار البرحي باستخدام البرنامج الإحصائي (SAS 9.1) مقارنة بالمعاملة الحاكمة.

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Gases	2	0.51677756	0.25838878	2464.10	<.0001
Time	1	0.37925069	0.37925069	3616.70	<.0001
Zone	1	7.01102136	7.01102136	66860.1	<.0001
Gases*Time	2	0.51677756	0.25838878	2464.10	<.0001
Zone*Gases	2	0.00649756	0.00324878	30.98	<.0001
Zone*Time	1	0.00232003	0.00232003	22.12	<.0001
Zone*Gases*Time	2	0.00649756	0.00324878	30.98	<.0001

جدول ٤ -٤٢. تحليل التباين العاملي القساوة (نيوتن.مم) لثمار البرحي باستخدام البرنامج الإحصائي (SAS 9.1) مقارنة بالمعاملة الحاكمة.

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Gases	2	1270.47316	635.23658	Infty	<.0001
Time	1	1167.79393	1167.79393	Infty	<.0001
Zone	1	17020.79441	17020.79441	Infty	<.0001
Gases*Time	2	1270.47316	635.23658	Infty	<.0001
Zone*Gases	2	40.53271	20.26635	Infty	<.0001
Zone*Time	1	180.57895	180.57895	Infty	<.0001
Zone*Gases*Time	2	40.53271	20.26635	Infty	<.0001

جدول ٤ -٤٣. تحليل التباين العاملي قوة الخضوع الحيوي (نيوتن) لثمار البرحي باستخدام البرنامج الإحصائي (SAS 9.1) مقارنة بالمعاملة الحاكمة.

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Gases	2	0.19581839	0.09790919	111.05	<.0001
Time	1	2.51645344	2.51645344	2854.11	<.0001
Zone	1	28.22088544	28.22088544	32007.6	<.0001
Gases*Time	2	0.19581839	0.09790919	111.05	<.0001
Zone*Gases	2	0.12754506	0.06377253	72.33	<.0001
Zone*Time	1	0.00852544	0.00852544	9.67	0.0048
Zone*Gases*Time	2	0.12754506	0.06377253	72.33	<.0001

جدول ٤ -٤٤. تحليل التباين العاملي مدى المرونة (مم) لثمار البرحي باستخدام البرنامج الإحصائي (SAS 9.1) مقارنة بالمعاملة الحاكمة.

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Gases	2	0.06169072	0.03084536	380.90	<.0001
Time	1	0.47446840	0.47446840	5859.10	<.0001
Zone	1	5.11279932	5.11279932	63136.8	<.0001
Gases*Time	2	0.06169072	0.03084536	380.90	<.0001
Zone*Gases	2	0.07630350	0.03815175	471.13	<.0001
Zone*Time	1	0.02523332	0.02523332	311.60	<.0001
Zone*Gases*Time	2	0.07630350	0.03815175	471.13	<.0001

جدول ٤ -٤٥. تحليل التباين العاملي القوة القصوى (نيوتن) لثمار البرحي باستخدام البرنامج الإحصائي (SAS 9.1) مقارنة بالمعاملة الحاكمة.

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Gases	2	5.2883161	2.6441580	21280.6	<.0001
Time	1	4.7501476	4.7501476	38230.0	<.0001
Zone	1	458.0234889	458.0234889	3686248	<.0001
Gases*Time	2	5.2883161	2.6441580	21280.6	<.0001
Zone*Gases	2	2.0989161	1.0494580	8446.21	<.0001
Zone*Time	1	0.2488181	0.2488181	2002.53	<.0001
Zone*Gases*Time	2	2.0989161	1.0494580	8446.21	<.0001

جدول ٤ -٤٦. تحليل التباين العاملي نقطة التصدع (مم) لثمار البرحي باستخدام البرنامج الإحصائي (SAS 9.1) مقارنة بالمعاملة الحاكمة.

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Gases	2	0.18676239	0.09338119	28671.4	<.0001
Time	1	0.16531001	0.16531001	50756.2	<.0001
Zone	1	3.42404184	3.42404184	1051305	<.0001
Gases*Time	2	0.18676239	0.09338119	28671.4	<.0001
Zone*Gases	2	0.11006072	0.05503036	16896.3	<.0001
Zone*Time	1	0.09677284	0.09677284	29712.8	<.0001
Zone*Gases*Time	2	0.11006072	0.05503036	16896.3	<.0001

جدول ٤ -٤٧. تحليل التباين العاملي ومدى اللدونة (مم) لثمار البرحي باستخدام البرنامج الإحصائي (SAS 9.1) مقارنة بالمعاملة الحاكمة.

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Gases	2	0.00001458	0.00000729	0.37	0.6922
Time	1	0.00074802	0.00074802	38.33	<.0001
Zone	1	0.01772005	0.01772005	908.03	<.0001
Gases*Time	2	0.00001458	0.00000729	0.37	0.6922
Zone*Gases	2	0.00032345	0.00016173	8.29	0.0018
Zone*Time	1	0.00015417	0.00015417	7.90	0.0097
Zone*Gases*Time	2	0.00032345	0.00016173	8.29	0.0018

بينما توضح الجداول (٤ -٤٨) إلى (٤ -٥٤) تحليل التباين العاملي لمعامل المرونة (نيوتن/مم)، القساوة (نيوتن.مم)، قوة الخضوع الحيوي (نيوتن)، مدى المرونة (مم)، القوة القصوى (نيوتن)، نقطة التصدع (مم) ومدى اللدونة (مم) على الترتيب عند مستوى معنوي ٥٪ للعوامل خلال فترة التخزين كاملة (صفر، ٣٠، ٦٠، ٩٠، ١٢٠ و ١٥٠ يوم) ومزرعتي منطقتي الرياض والقصيم مع نسب الغاز ٢:٢ و ٥:٥ "٪ أكسجين : ٪ ثاني أكسيد كربون" وكانت نتائجها كما في الجداول (٤ -٥٥) إلى (٤ -٦١). وقد أظهر التحليل أن جميع المعاملات تؤثر معنوياً على قيم معامل المرونة (نيوتن/مم)، القساوة (نيوتن.مم)، قوة الخضوع الحيوي (نيوتن)، مدى المرونة (مم)، القوة القصوى (نيوتن)، نقطة التصدع (مم) على الترتيب عند مستوى معنوي ٥٪، بينما لا تتأثر قيم مدى المرونة بمعاملات نسب الغازات مع زمن التخزين.

جدول ٤ -٤٨. تحليل التباين العاملي لمعامل المرونة (نيوتن/مم) لثمار البرحي باستخدام البرنامج الإحصائي (SAS 9.1).

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Gases	1	3.24275556	3.24275556	20221.6	<.0001
Time	5	3.66630428	0.73326086	4572.56	<.0001
Zone	1	18.31335200	18.31335200	114201	<.0001
Gases*Time	5	0.65178378	0.13035676	812.90	<.0001
Zone*Gases	1	0.01372272	0.01372272	85.57	<.0001
Zone*Time	5	0.33414033	0.06682807	416.73	<.0001
Zone*Gases*Time	5	0.01204461	0.00240892	15.02	<.0001

جدول ٤ -٤٩. تحليل التباين العاملي القساوة (نيوتن.مم) البني لثمار البرحي باستخدام البرنامج الإحصائي (SAS 9.1).

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Gases	1	7849.26189	7849.26189	5.041E8	<.0001
Time	5	3929.21082	785.84216	5.047E7	<.0001
Zone	1	47011.76036	47011.76036	3.019E9	<.0001
Gases*Time	5	1570.75942	314.15188	2.018E7	<.0001
Zone*Gases	1	236.40186	236.40186	1.518E7	<.0001
Zone*Time	5	729.33710	145.86742	9368574	<.0001
Zone*Gases*Time	5	47.64337	9.52867	611995	<.0001

جدول ٤ -٥٠. تحليل التباين العاملي قوة الخضوع الحيوي (نيوتن) لثمار البرحي باستخدام البرنامج الإحصائي (SAS 9.1).

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Gases	1	0.55932939	0.55932939	1406.18	<.0001
Time	5	17.51783278	3.50356656	8808.16	<.0001
Zone	1	69.88378272	69.88378272	175692	<.0001
Gases*Time	5	0.41861394	0.08372279	210.48	<.0001
Zone*Gases	1	2.34433422	2.34433422	5893.78	<.0001
Zone*Time	5	1.03490628	0.20698126	520.36	<.0001
Zone*Gases*Time	5	0.98236511	0.19647302	4.268E7	<.0001

جدول ٤ -٥١. تحليل التباين العاملي لمدى المرونة (مم) لثمار البرحي باستخدام البرنامج الإحصائي (SAS 9.1).

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Gases	1	1.36042513	1.36042513	24865.7	<.0001
Time	5	2.19304954	0.43860991	8016.87	<.0001
Zone	1	12.11271387	12.11271387	221395	<.0001
Gases*Time	5	0.47309579	0.09461916	1729.44	<.0001
Zone*Gases	1	0.02250735	0.02250735	411.39	<.0001
Zone*Time	5	0.16062614	0.03212523	587.18	<.0001
Zone*Gases*Time	5	0.15859057	0.03171811	579.74	<.0001

جدول ٤ -٥٢. تحليل التباين العاملي للقوة القصوى (نيوتن) لثمار البرحي موسم باستخدام البرنامج الإحصائي (SAS 9.1).

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Gases	1	86.4656334	86.4656334	807212	<.0001
Time	5	62.5391216	12.5078243	116769	<.0001
Zone	1	693.7849750	693.7849750	6476926	<.0001
Gases*Time	5	21.3501614	4.2700323	39863.5	<.0001
Zone*Gases	1	52.0098005	52.0098005	485545	<.0001
Zone*Time	5	6.1245522	1.2249104	11435.3	<.0001
Zone*Gases*Time	5	14.8298660	2.9659732	27689.3	<.0001

جدول ٤ - ٥٣. تحليل التباين العاملي لنقطة التصدع (مم) لثمار البرحي باستخدام البرنامج الإحصائي (SAS 9.1).

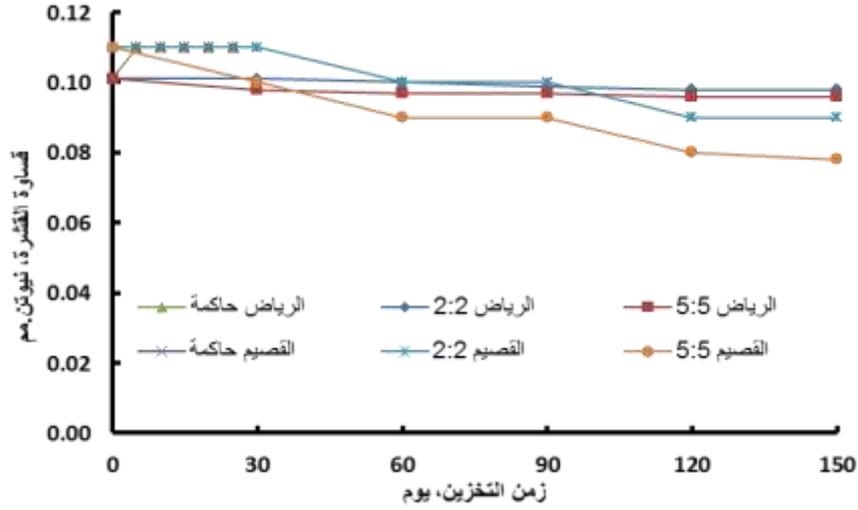
Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Gases	1	1.66227222	1.66227222	46614.8	<.0001
Time	5	0.87556590	0.17511318	4910.67	<.0001
Zone	1	4.36453513	4.36453513	122394	<.0001
Gases*Time	5	0.36176061	0.07235212	2028.96	<.0001
Zone*Gases	1	0.40590050	0.40590050	11382.6	<.0001
Zone*Time	5	0.20161379	0.04032276	1130.76	<.0001
Zone*Gases*Time	5	0.10619400	0.02123880	595.60	<.0001

جدول ٤ - ٥٤. تحليل التباين العاملي لمدي اللدونة (مم) لثمار البرحي باستخدام البرنامج الإحصائي (SAS 9.1).

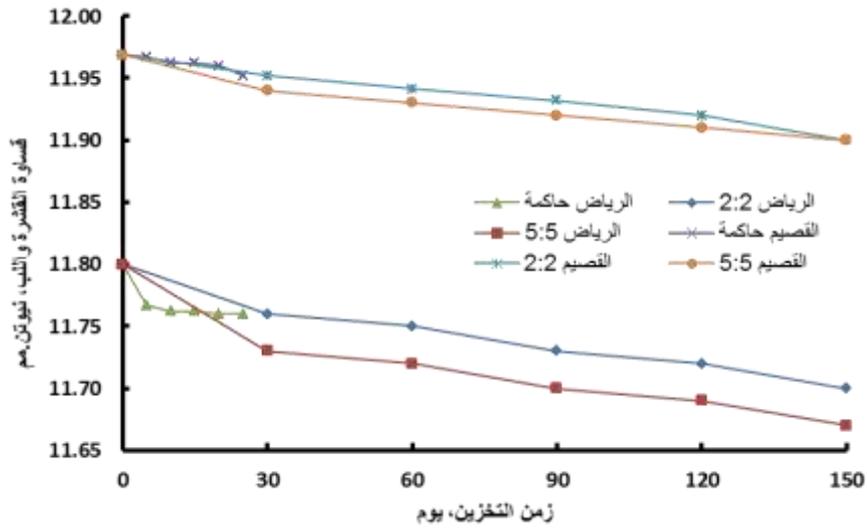
Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Gases	1	0.00058825	0.00058825	3.88	0.0546
Time	5	0.02906594	0.00581319	38.34	<.0001
Zone	1	0.01572947	0.01572947	103.75	<.0001
Gases*Time	5	0.00244883	0.00048977	3.23	0.0136
Zone*Gases	1	0.00181604	0.00181604	11.98	0.0011
Zone*Time	5	0.00819189	0.00163838	10.81	<.0001
Zone*Gases*Time	5	0.00463891	0.00092778	6.12	0.0002

٤- ٥- ١٠- ٢- تأثير فترة وظروف التخزين على اختبارات الاختراق لثمار البرحي

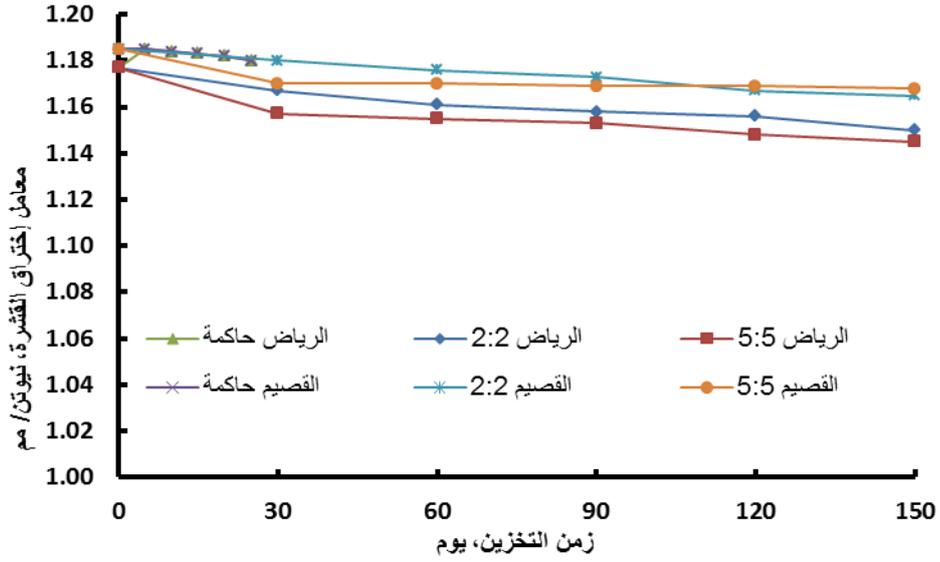
توضح الأشكال (٤- ٣٨) إلى (٤- ٤٣) القيم المحسوبة من منحنيات الاختراق والتي تشمل قساوة القشرة (نيوتن.مم)، قساوة اللب والقشرة (نيوتن.مم)، معامل اختراق القشرة (نيوتن/مم)، معامل اختراق القشرة واللب (نيوتن/مم)، قوة اختراق القشرة (نيوتن) وقوة اختراق اللب والقشرة (نيوتن) على الترتيب وذلك خلال فترة التخزين. ويلاحظ أنه في كل الخواص أنها تقل بمرور الزمن وأن المعاملة ٥:٥ أقل في خواصها عن المعاملة ٢:٢ لثمار بلح البرحي من مزرعتي المنطقتين، كما أن تلك الخواص لثمار بلح البرحي من مزرعة منطقة الرياض أقل منها لثمار بلح البرحي من مزرعة منطقة القصيم.



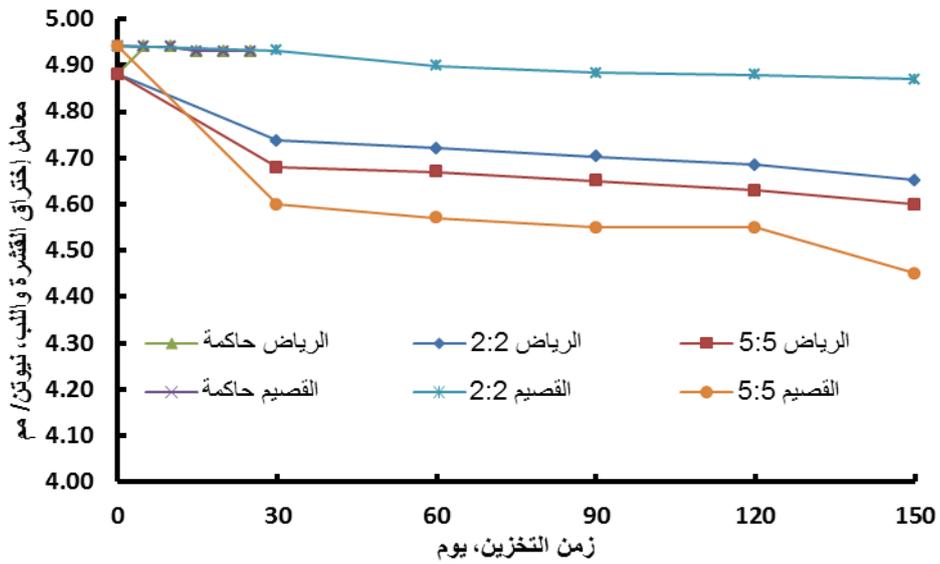
شكل ٤ - ٣٨. التغيير في قساوة القشرة (نيوتن.مم) لثمار البرحي في المعاملات المختلفة خلال فترة التخزين.



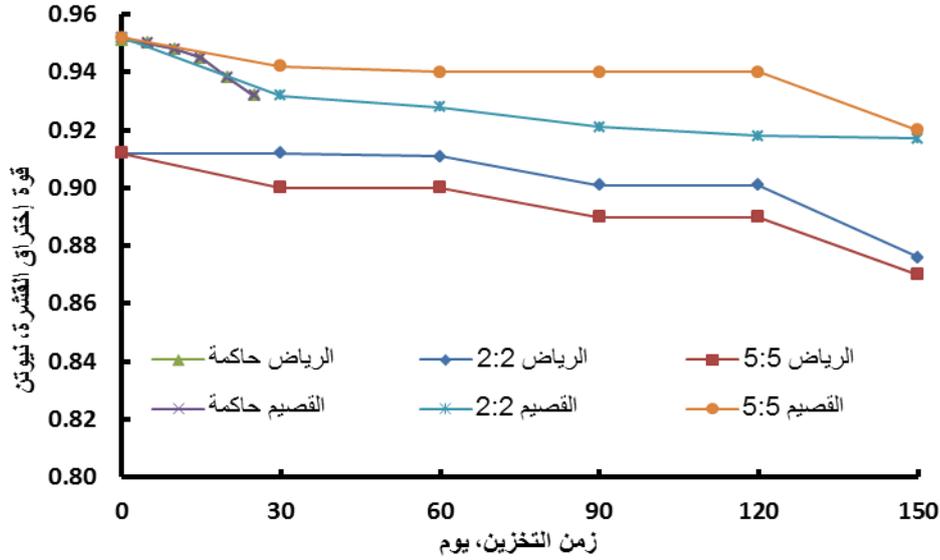
شكل ٤ - ٣٩. التغيير في قساوة اللب والقشرة (نيوتن.مم) لثمار في المعاملات المختلفة خلال فترة التخزين.



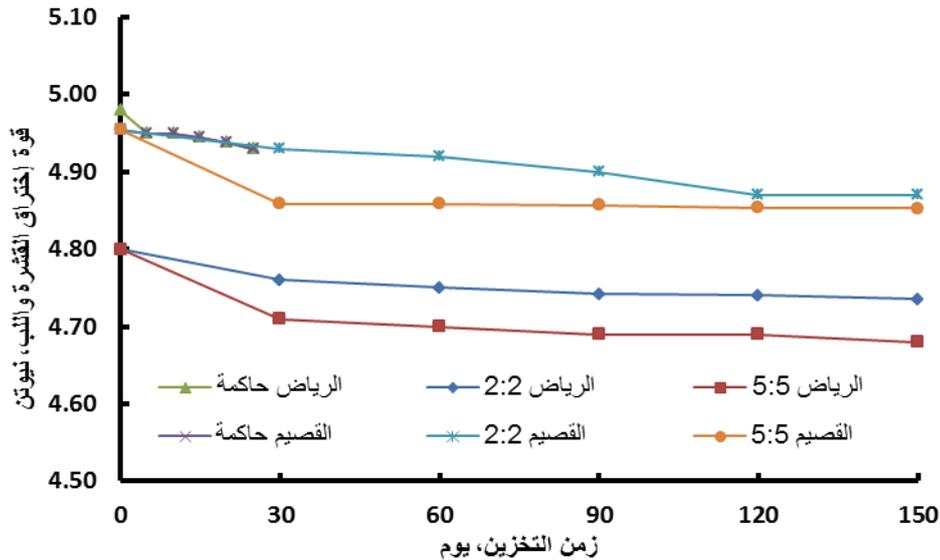
شكل ٤ - ٤٠. التغيير في معامل اختراق القشرة (نيوتن/مم) لثمار البرحي في المعاملات المختلفة خلال فترة التخزين.



شكل ٤ - ٤١. التغيير في معامل اختراق القشرة واللب (نيوتن/مم) لثمار البرحي في المعاملات المختلفة خلال فترة التخزين.



شكل ٤ -٤٢. التغيير في قوة اختراق القشرة (نيوتن) لثمار البرحي في المعاملات المختلفة خلال فترة التخزين.



شكل ٤ -٤٣. التغيير في وقوة اختراق اللب والقشرة (نيوتن) لثمار البرحي في المعاملات المختلفة خلال فترة التخزين.

بينما توضح الجداول (٤-٥٥) إلى (٤-٦١) تحليل التباين العاملي قساوة القشرة (نيوتن.مم)، قساوة اللب والقشرة (نيوتن.مم)، معامل اختراق القشرة (نيوتن/مم)، معامل اختراق القشرة واللب (نيوتن/مم)، قوة اختراق القشرة (نيوتن) وقوة اختراق اللب والقشرة (نيوتن) على الترتيب عند مستوى معنوي ٥٪ للعوامل زمن التخزين (صفر، ٣٠ يوم)، المنطقة

(الرياض، القصيم) ونسب الغازات (الحاكمة " ٢١٪ أكسجين و ٠,٠٠٣٪ ثاني أكسيد كربون"، ٢:٢ و ٥:٥ "٪ أكسجين : ٪ ثاني أكسيد كربون") ووجد أن جميع المعاملات تؤثر معنوياً على تلك الصفات فيما عدا عامل الزمن لا يؤثر معنوياً على قيم قوة اختراق القشرة أو قساوتها.

جدول ٤ -٥٥. تحليل التباين العملي لقساوة القشرة (نيوتن.مم) لثمار البرحي باستخدام البرنامج الإحصائي (SAS 9.1) مقارنة بالمعاملة الحاكمة.

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Gases	2	0.00009564	0.00004782	15.35	<.0001
Time	1	0.00000019	0.00000019	0.06	0.8082
Zone	1	0.00057280	0.00057280	183.85	<.0001
Gases*Time	2	0.00009564	0.00004782	15.35	<.0001
Zone*Gases	2	0.00004160	0.00002080	6.68	0.0049
Zone*Time	1	0.00003325	0.00003325	10.67	0.0033
Zone*Gases*Time	2	0.00004160	0.00002080	6.68	0.0049

جدول ٤ -٥٦. تحليل التباين العملي لقساوة اللب والقشرة (نيوتن.مم) لثمار البرحي المخزنة باستخدام البرنامج الإحصائي (SAS 9.1) مقارنة بالمعاملة الحاكمة.

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Gases	2	0.00086325	0.00043163	17.09	<.0001
Time	1	0.01442401	0.01442401	571.18	<.0001
Zone	1	0.28608235	0.28608235	11328.6	<.0001
Gases*Time	2	0.00086325	0.00043163	17.09	<.0001
Zone*Gases	2	0.00017644	0.00008822	3.49	0.0466
Zone*Time	1	0.00331392	0.00331392	131.23	<.0001
Zone*Gases*Time	2	0.00017644	0.00008822	3.49	0.0466

جدول ٤ -٥٧. تحليل التباين العملي لمعامل اختراق القشرة (نيوتن/مم) لثمار البرحي المخزنة باستخدام البرنامج الإحصائي (SAS 9.1) مقارنة بالمعاملة الحاكمة.

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Gases	2	0.00051749	0.00025875	1007.00	<.0001
Time	1	0.00050393	0.00050393	1961.21	<.0001
Zone	1	0.00080382	0.00080382	3128.34	<.0001
Gases*Time	2	0.00051749	0.00025875	1007.00	<.0001
Zone*Gases	2	0.00004110	0.00002055	79.99	<.0001
Zone*Time	1	0.00001894	0.00001894	73.70	<.0001
Zone*Gases*Time	2	0.00004110	0.00002055	79.99	<.0001

جدول ٤ - ٥٨. تحليل التباين العاملي لمعامل المرونة (نيوتن/مم) لثمار البرحي المخزنة باستخدام البرنامج الإحصائي (SAS 9.1) مقارنة بالمعاملة الحاكمة.

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Gases	2	0.51677756	0.25838878	2464.10	<.0001
Time	1	0.37925069	0.37925069	3616.70	<.0001
Zone	1	7.01102136	7.01102136	66860.1	<.0001
Gases*Time	2	0.51677756	0.25838878	2464.10	<.0001
Zone*Gases	2	0.00649756	0.00324878	30.98	<.0001
Zone*Time	1	0.00232003	0.00232003	22.12	<.0001
Zone*Gases*Time	2	0.00649756	0.00324878	30.98	<.0001

جدول ٤ - ٥٩. تحليل التباين العاملي لمعامل اختراق القشرة واللبن (نيوتن/مم) لثمار البرحي المخزنة باستخدام البرنامج الإحصائي (SAS 9.1) مقارنة بالمعاملة الحاكمة.

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Gases	2	5.73319726	2.86659863	146127	<.0001
Time	1	4.82995855	4.82995855	246210	<.0001
Zone	1	2.95788402	2.95788402	150780	<.0001
Gases*Time	2	5.73319726	2.86659863	146127	<.0001
Zone*Gases	2	7.29967060	3.64983530	186053	<.0001
Zone*Time	1	3.62083812	3.62083812	184574	<.0001
Zone*Gases*Time	2	7.29967060	3.64983530	186053	<.0001

جدول ٤ - ٦٠. تحليل التباين العاملي لقوة اختراق القشرة (نيوتن) لثمار البرحي المخزنة باستخدام البرنامج الإحصائي (SAS 9.1) مقارنة بالمعاملة الحاكمة.

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Gases	2	0.00009564	0.00004782	15.35	<.0001
Time	1	0.00000019	0.00000019	0.06	0.8082
Zone	1	0.00057280	0.00057280	183.85	<.0001
Gases*Time	2	0.00009564	0.00004782	15.35	<.0001
Zone*Gases	2	0.00004160	0.00002080	6.68	0.0049
Zone*Time	1	0.00003325	0.00003325	10.67	0.0033
Zone*Gases*Time	2	0.00004160	0.00002080	6.68	0.0049

جدول ٤ - ٦١. تحليل التباين العاملي لمعامل المرونة (نيوتن/مم) لثمار البرحي المخزنة باستخدام البرنامج الإحصائي (SAS 9.1) مقارنة بالمعاملة الحاكمة.

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Gases	2	0.00086325	0.00043163	17.09	<.0001
Time	1	0.01442401	0.01442401	571.18	<.0001
Zone	1	0.28608235	0.28608235	11328.6	<.0001
Gases*Time	2	0.00086325	0.00043163	17.09	<.0001
Zone*Gases	2	0.00017644	0.00008822	3.49	0.0466
Zone*Time	1	0.00331392	0.00331392	131.23	<.0001
Zone*Gases*Time	2	0.00017644	0.00008822	3.49	0.0466

الجدول (٤- ٦٢) إلى (٤- ٦٧) تبين نتائج تحليل التباين العاملي لقساوة القشرة (نيوتن.مم)، قساوة اللب والقشرة (نيوتن.مم)، معامل اختراق القشرة (نيوتن/مم)، معامل اختراق القشرة واللب (نيوتن/مم)، قوة اختراق القشرة (نيوتن) وقوة اختراق اللب والقشرة (نيوتن) على الترتيب عند مستوى معنوي ٥٪ عند مستوى معنوي ٥٪ للعوامل خلال فترة التخزين كاملة (صفر، ٣٠، ٦٠، ٩٠، ١٢٠ و ١٥٠ يوم) ومنطقتي الرياض والقصيم مع نسب الغاز ٢:٢ و ٥:٥ "٪ أكسجين : ٪ ثاني أكسيد كربون". وقد أظهر التحليل أن جميع المعاملات تؤثر معنوياً على الخواص السابقة والناجمة من اختبار الاختراق لثمرة البرحي، بينما لا تتأثر قيم قساوة القشرة بعامل المناطق وكذلك قساوة القشرة واللب بالتأثير المشترك للعوامل الثلاثة الزمن والمناطق ونسب الغازات.

جدول ٤- ٦٢. تحليل التباين العاملي لقساوة القشرة (نيوتن.مم) لثمار البرحي المخزنة باستخدام البرنامج الإحصائي (SAS 9.1).

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Gases	1	0.00083913	0.00083913	97.07	<.0001
Time	5	0.00240296	0.00048059	55.59	<.0001
Zone	1	0.00001440	0.00001440	1.67	0.2030
Gases*Time	5	0.00037393	0.00007479	8.65	<.0001
Zone*Gases	1	0.00024790	0.00024790	28.68	<.0001
Zone*Time	5	0.00134740	0.00026948	31.17	<.0001
Zone*Gases*Time	5	0.00012297	0.00002459	2.84	0.0250

جدول ٤- ٦٣. تحليل التباين العاملي قساوة اللب والقشرة (نيوتن.مم) لثمار البرحي المخزنة باستخدام البرنامج الإحصائي (SAS 9.1).

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Gases	1	0.00506186	0.00506186	149.67	<.0001
Time	5	0.05999899	0.01199980	354.80	<.0001
Zone	1	0.72286284	0.72286284	21373.2	<.0001
Gases*Time	5	0.00103502	0.00020700	6.12	0.0002
Zone*Gases	1	0.00126924	0.00126924	37.53	<.0001
Zone*Time	5	0.00736757	0.00147351	43.57	<.0001
Zone*Gases*Time	5	0.00036314	0.00007263	2.15	0.0757

جدول ٤ -٦٤. تحليل التباين العاملي معاملي اختراق القشرة (نيوتن/مم) لثمار البرحي المخزنة باستخدام البرنامج الإحصائي (SAS 9.1).

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Gases	1	0.00029849	0.00029849	1576.78	<.0001
Time	5	0.00427587	0.00085517	4517.43	<.0001
Zone	1	0.00381647	0.00381647	20160.4	<.0001
Gases*Time	5	0.00018003	0.00003601	190.20	<.0001
Zone*Gases	1	0.00005270	0.00005270	278.40	<.0001
Zone*Time	5	0.00019406	0.00003881	205.02	<.0001
Zone*Gases*Time	5	0.00007904	0.00001581	83.50	<.0001

جدول ٤ -٦٥. تحليل التباين العاملي معاملي اختراق القشرة واللب (نيوتن/مم) لثمار البرحي المخزنة باستخدام البرنامج الإحصائي (SAS 9.1).

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Gases	1	0.49698788	0.49698788	42786.4	<.0001
Time	5	0.52217932	0.10443586	8991.03	<.0001
Zone	1	0.04378334	0.04378334	3769.37	<.0001
Gases*Time	5	0.10412825	0.02082565	1792.91	<.0001
Zone*Gases	1	0.26980634	0.26980634	23228.0	<.0001
Zone*Time	5	0.00259354	0.00051871	44.66	<.0001
Zone*Gases*Time	5	0.05983621	0.01196724	1030.28	<.0001

جدول ٤ -٦٦. تحليل التباين العاملي لقوة اختراق القشرة (نيوتن) لثمار البرحي المخزنة باستخدام البرنامج الإحصائي (SAS 9.1).

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Gases	1	0.00005084	0.00005084	133.44	<.0001
Time	5	0.00865961	0.00173192	4546.06	<.0001
Zone	1	0.02280892	0.02280892	59870.3	<.0001
Gases*Time	5	0.00013097	0.00002619	68.76	<.0001
Zone*Gases	1	0.00171015	0.00171015	4488.91	<.0001
Zone*Time	5	0.00062319	0.00012464	327.16	<.0001
Zone*Gases*Time	5	0.00060090	0.00012018	315.46	<.0001

جدول ٤ -٦٧. تحليل التباين العاملي لقوة اختراق القشرة واللب (نيوتن) لثمار البرحي المخزنة باستخدام البرنامج الإحصائي (SAS 9.1).

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Gases	1	0.02716004	0.02716004	1198.08	<.0001
Time	5	0.07677494	0.01535499	677.33	<.0001
Zone	1	0.43341153	0.43341153	19118.5	<.0001
Gases*Time	5	0.00696668	0.00139334	61.46	<.0001
Zone*Gases	1	0.00010416	0.00010416	4.59	0.0372
Zone*Time	5	0.00092771	0.00018554	8.18	<.0001
Zone*Gases*Time	5	0.00239719	0.00047944	21.15	<.0001

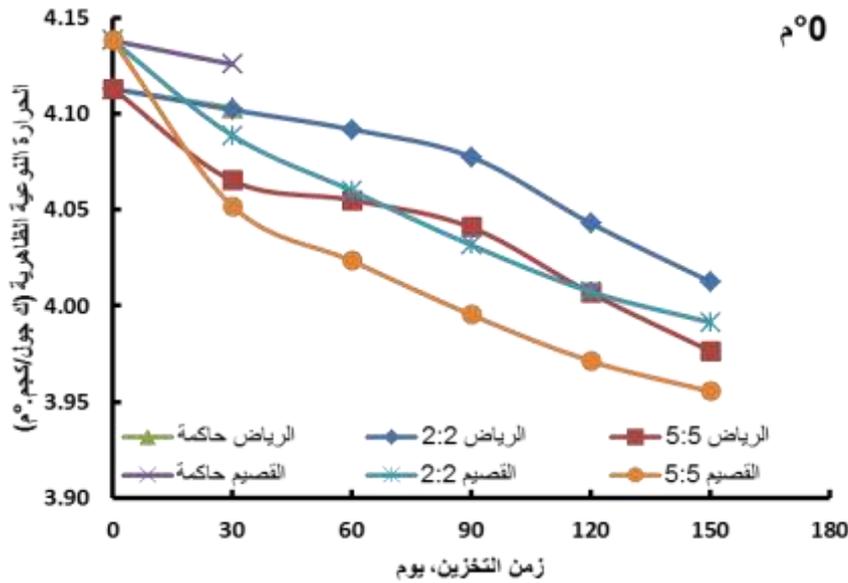
٤- ٥- ١١ تأثير فترة وظروف التخزين على الخواص الحرارية لثمار البرحي

في هذا الجزء سيتم استعراض أهم الخواص الحرارية الأساسية لثمار بلح البرحي اللازمة لإجراء الحسابات الهندسية لنظم التبريد للتمور على مستوى صناعي وهي الحرارة النوعية (Cp) ومعامل التوصيل الحراري (k) ومعامل الانتشار الحراري (α).

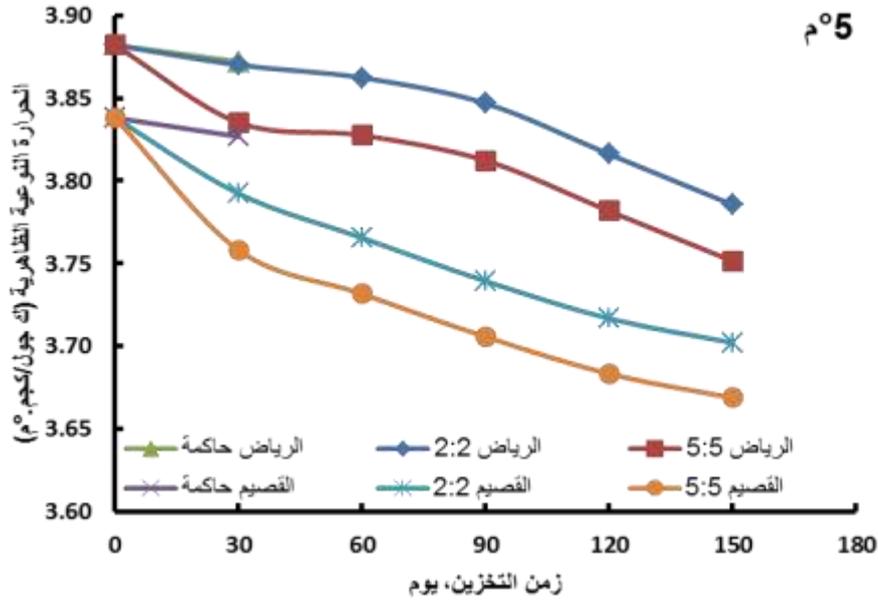
٤- ٥- ١١- ١ تأثير فترة وظروف التخزين على الحرارة النوعية لثمار البرحي

تم قياس الحرارة النوعية باستخدام المسعر الحراري التفاضلي. وتوضح الأشكال من (٤- ٤٤) إلى (٤- ٤٨) الحرارة النوعية عند درجات حرارة صفر، ٥، ١٥، ٢٥ و ٤٠ م° على الترتيب لكل المعاملات.

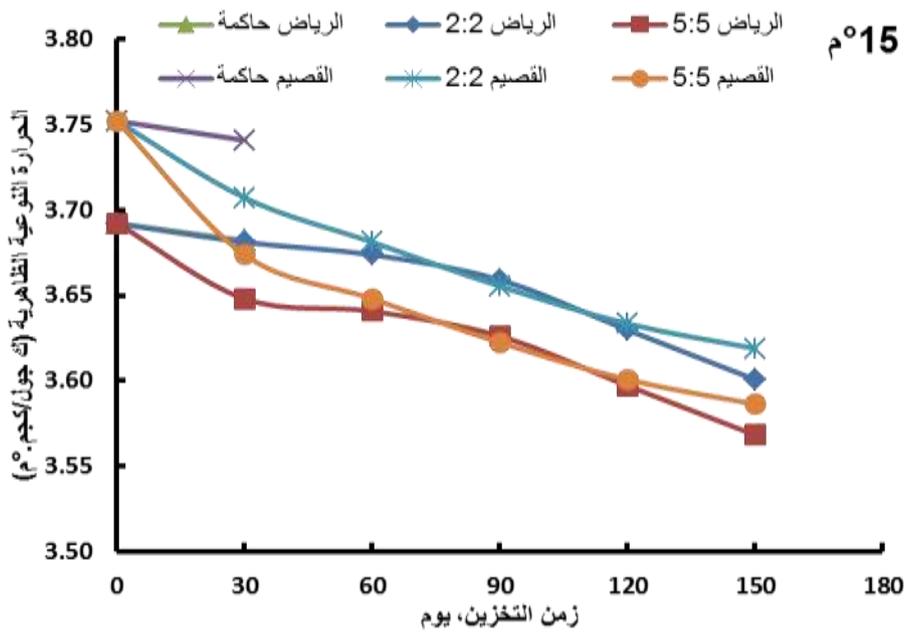
ويلاحظ أن الحرارة النوعية في جميع المعاملات تقل بمرور الزمن وأنها عند المعاملة بالغازات عند نسب ٥:٥ "أكسجين : ثاني أكسيد الكربون" أقل من نسبة ٢:٢ "أكسجين : ثاني أكسيد الكربون" سواء لثمار بلح البرحي من مزرعة منطقة القصيم أو من مزرعة منطقة الرياض وكذلك أوضحت أن قيم الحرارة النوعية للثمار المخزنة في الغرفة الحاكمة أعلى من تلك المخزنة تحت معاملات الغاز.



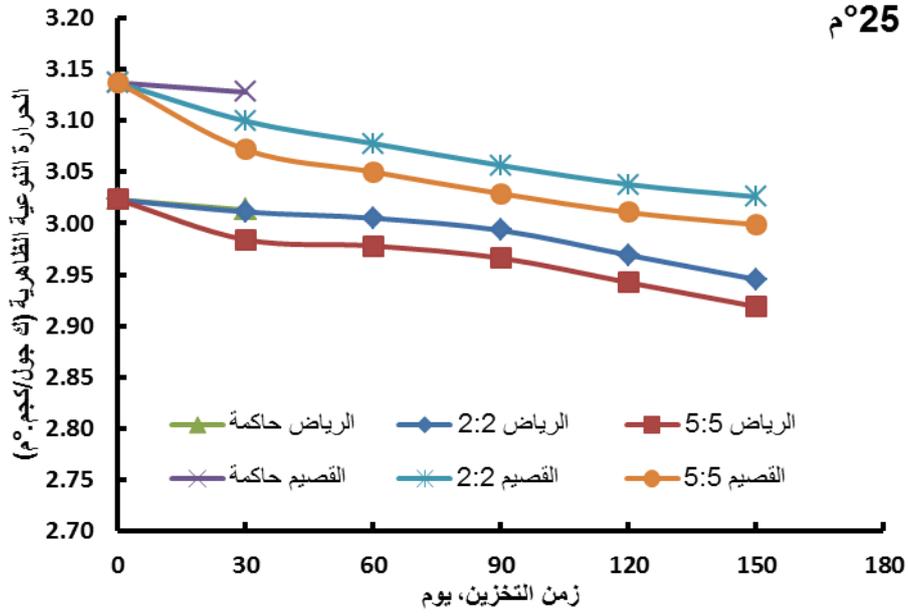
شكل ٤- ٤٤. التغيير في الحرارة النوعية لثمار البرحي في المعاملات المختلفة خلال فترة التخزين عند درجة حرارة صفر م°.



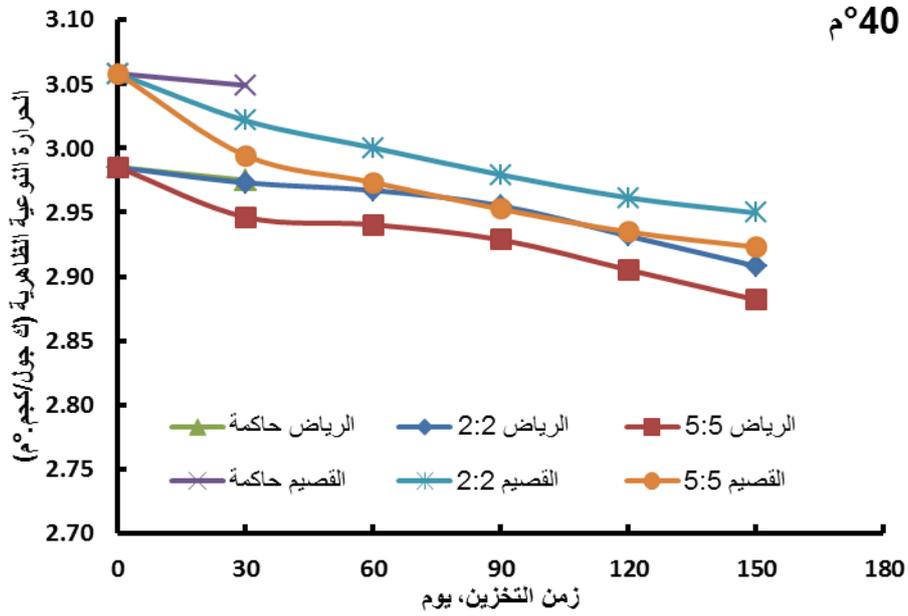
شكل ٤ -٤٥. التغير في الحرارة النوعية لثمار البرحي المخزنة في المعاملات المختلفة خلال فترة التخزين عند درجة حرارة ٥ م°.



شكل ٤ -٤٦. التغير في الحرارة النوعية لثمار البرحي في المعاملات المختلفة خلال فترة التخزين عند درجة حرارة ١٥ م°.



شكل ٤ -٤٧. التغير في الحرارة النوعية لثمار البرحي في المعاملات المختلفة خلال فترة التخزين عند درجة حرارة ٢٥ °م.



شكل ٤ -٤٨. التغير في الحرارة النوعية لثمار البرحي في المعاملات المختلفة خلال فترة التخزين عند درجة حرارة ٤٠ °م.

وقد تم إجراء تحليل التباين العاملي للحرارة النوعية الظاهرية عند مستوى معنوي ٥٪ للعوامل زمن التخزين (صفر، ٣٠ يوم)، المنطقة (الرياض، القصيم) ونسب الغازات (الحاكمة "٢١٪ أكسجين و٠,٠٠٣٪ ثاني أكسيد كربون"، ٢:٢ و٥:٥ "٪ أكسجين : ٪ ثاني أكسيد كربون") ودرجات الحرارة عند درجات حرارة صفر، ٥، ١٥، ٢٥ و٤٠ °م. ووجد أن جميع المعاملات تؤثر معنوياً على الحرارة النوعية لثمار البرحي المخزن كما يتضح من الجدول رقم (٤-٦٨).

جدول ٤ -٦٨. تحليل التباين العاملي للحرارة النوعية الظاهرية لثمار البرحي المخزنة باستخدام البرنامج الإحصائي (SAS 9.1) مقارنة بالمعاملة الحاكمة.

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Gases	2	0.01836654	0.00918327	26994.7	<.0001
Temp	4	34.18529103	8.54632276	2.512E7	<.0001
Zone	1	0.05532352	0.05532352	162626	<.0001
time	1	0.04682945	0.04682945	137657	<.0001
Gases*Temp	8	0.00025495	0.00003187	93.68	<.0001
Zone*Gases	2	0.00233329	0.00116665	3429.42	<.0001
Gases*time	2	0.01836654	0.00918327	26994.7	<.0001
Zone*Temp	4	0.13281447	0.03320362	97603.7	<.0001
time*Temp	4	0.00043811	0.00010953	321.96	<.0001
Zone*time	1	0.00502163	0.00502163	14761.3	<.0001
Zone*Gases*Temp	8	0.00003630	0.00000454	13.34	<.0001
Gases*time*Temp	8	0.00025495	0.00003187	93.68	<.0001
Zone*Gases*time	2	0.00233329	0.00116665	3429.42	<.0001
Zone*time*Temp	4	0.00016065	0.00004016	118.06	<.0001

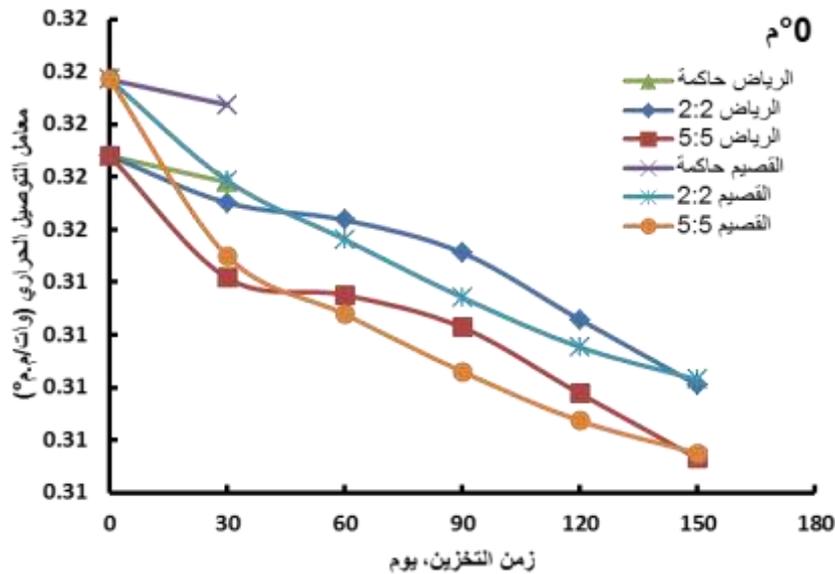
وقد تم إجراء تحليل التباين العاملي للحرارة النوعية الظاهرية عند مستوى معنوي ٥٪ للعوامل زمن التخزين (صفر، ٣٠، ٦٠، ٩٠، ١٢٠ و١٥٠ يوم)، المنطقة (الرياض، القصيم) ونسب الغازات (٢:٢ و٥:٥ "٪ أكسجين : ٪ ثاني أكسيد كربون") ودرجات الحرارة عند درجات حرارة صفر، ٥، ١٥، ٢٥ و٤٠ °م. ووجد (جدول ٤-٦٩) أن الاختلاف في قيم الحرارة النوعية معنوياً باختلاف جميع المعاملات لثمار البرحي المخزن فيما عدا التأثير المشترك للمناطق والغازات وكذلك التأثير المشترك الثلاثي للمناطق والغازات وأزمة التخزين.

جدول ٤ - ٦٩. تحليل التباين العاملي للحرارة النوعية الظاهرية لثمار البرحي المخزنة باستخدام البرنامج الإحصائي (SAS 9.1).

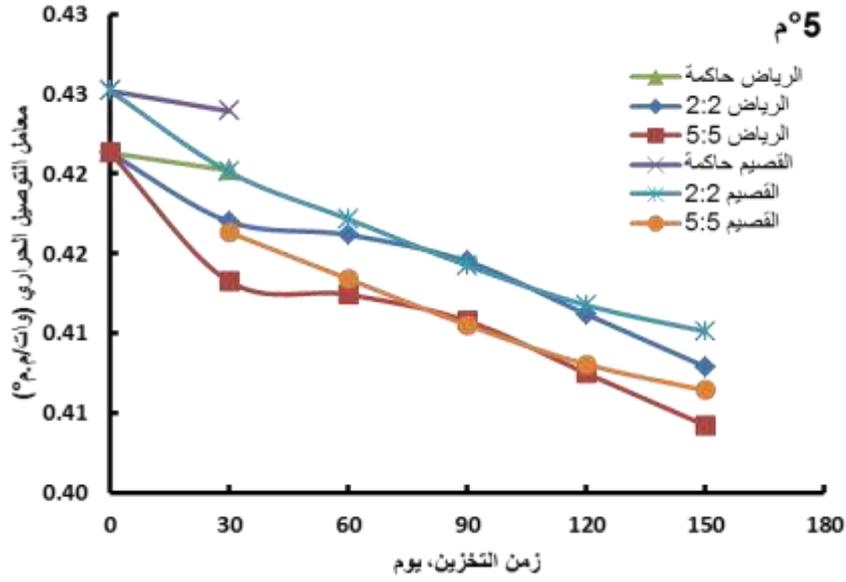
Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Gases	1	0.06188279	0.06188279	467718	<.0001
Temp	4	66.51614133	16.62903533	1.257E8	<.0001
Zone	1	0.00464622	0.00464622	35116.7	<.0001
time	5	0.58240718	0.11648144	880382	<.0001
Gases*Temp	4	0.00093727	0.00023432	1771.01	<.0001
Zone*Gases	1	0.00000000	0.00000000	0.00	0.9606
Gases*time	5	0.01238170	0.00247634	18716.5	<.0001
Zone*Temp	4	0.28757935	0.07189484	543390	<.0001
time*Temp	20	0.00785913	0.00039296	2970.02	<.0001
Zone*time	5	0.03413740	0.00682748	51603.0	<.0001
Zone*Gases*Temp	4	0.00000419	0.00000105	7.91	<.0001
Gases*time*Temp	20	0.00018753	0.00000938	70.87	<.0001
Zone*Gases*time	5	0.00000015	0.00000003	0.23	0.9478
Zone*time*Temp	20	0.00063188	0.00003159	238.79	<.0001

٤- ٥- ١١- ٢- تأثير فترة وظروف التخزين على معامل التوصيل الحراري لثمار البرحي

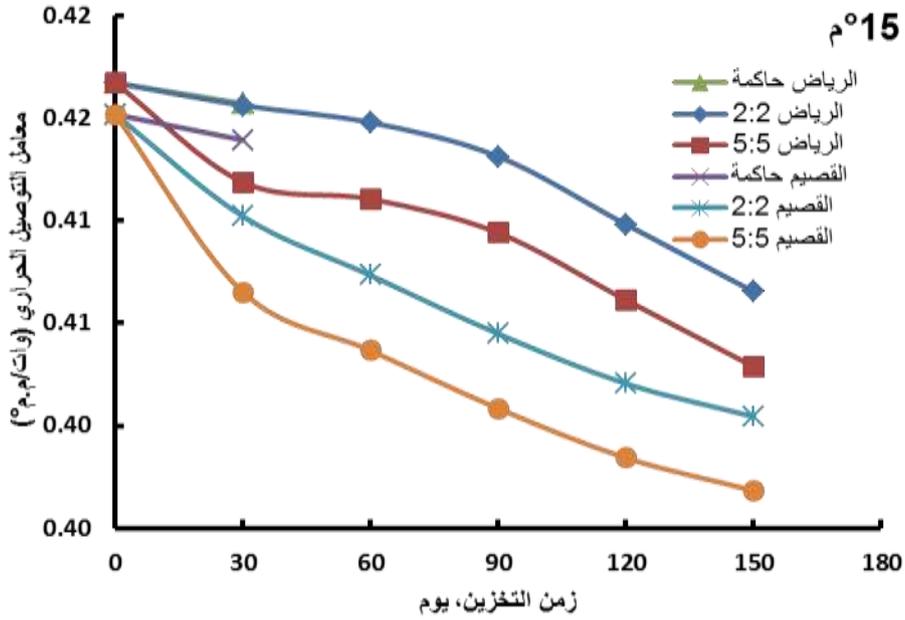
تم معامل التوصيل الحراري باستخدام جهاز Mathis TCI Thermal conductivity analyzer. Setaram Instrumentation. Calorie. France) وتوضح الأشكال من (٤- ٤٩) إلى (٤- ٥٣) معامل التوصيل الحراري لثمار بلح البرحي عند درجات حرارة صفر، ٥، ١٥، ٢٥ و ٤٠ م° على الترتيب لكل المعاملات.



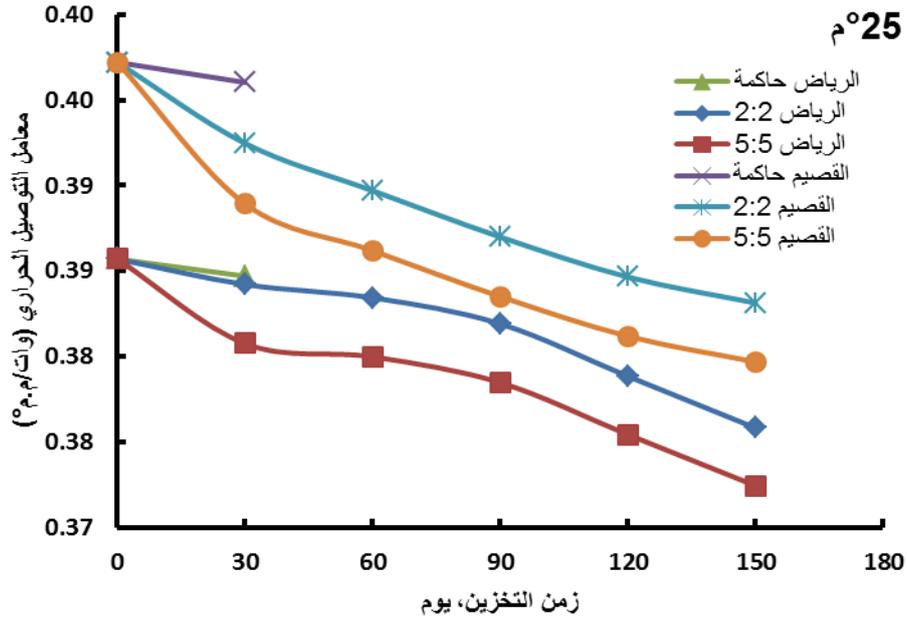
شكل ٤ - ٤٩. التغيير في معامل التوصيل الحراري لثمار البرحي في المعاملات المختلفة خلال فترة التخزين عند درجة حرارة صفر م°.



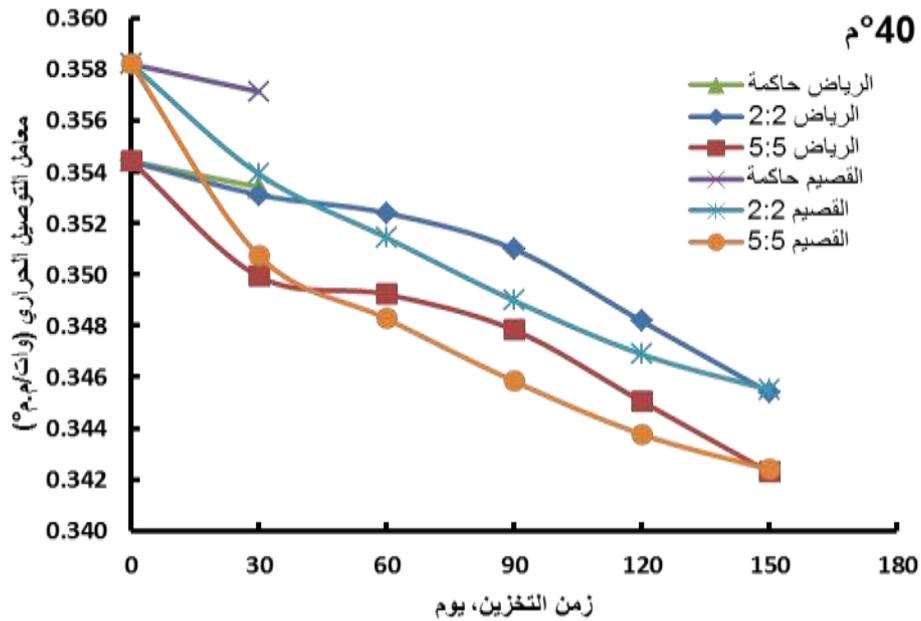
شكل ٤ - ٥٠. التغيير في معامل التوصيل الحراري لثمار البرحي في المعاملات المختلفة خلال فترة التخزين عند درجة حرارة 5°م.



شكل ٥ - ٥١. التغيير في معامل التوصيل الحراري لثمار البرحي في المعاملات المختلفة خلال فترة التخزين عند درجة حرارة 15°م.



شكل ٤ - ٥٢. التغيير في معامل التوصيل الحراري لثمار البرحي في المعاملات المختلفة خلال فترة التخزين عند درجة حرارة ٢٥ °م.



شكل ٤ - ٥٣. التغيير في معامل التوصيل الحراري لثمار البرحي في المعاملات المختلفة خلال فترة التخزين عند درجة حرارة ٤٠ °م.

ويلاحظ أن قيم معامل التوصيل الحراري في جميع المعاملات تقل بمرور الزمن وأنها عند المعاملة بالغازات عند نسب ٥:٥ "أكسجين : ثاني أكسيد الكربون" أقل من نسبة ٢:٢ "أكسجين : ثاني أكسيد الكربون" سواء لثمار بلح البرحي من مزرعة منطقة القصيم أو من مزرعة منطقة الرياض وكذلك أوضحت أن قيم معامل التوصيل الحراري للثمار المخزنة في الغرفة الحاكمة أعلى من تلك المخزنة تحت معاملات الغازات المتحكم بها.

وقد تم إجراء تحليل التباين العاملي لمعامل التوصيل الحراري عند مستوى معنوي ٥٪ للعوامل: زمن التخزين (صفر، ٣٠ يوم)، المنطقة (الرياض، القصيم) ونسب الغازات (الحاكمة "٢١٪ أكسجين و٠,٠٠٣٪ ثاني أكسيد كربون"، ٢:٢ و ٥:٥ "أكسجين : ثاني أكسيد كربون") ودرجات الحرارة عند درجات حرارة صفر، ٥، ١٥، ٢٥ و ٤٠ م. ووجد أن جميع المعاملات تؤثر معنوياً على معامل التوصيل الحراري لثمار البرحي المخزن كما يتضح من الجدول رقم (٤ - ٧٠).

جدول ٤ - ٧٠. تحليل التباين العاملي لمعامل التوصيل الحراري لثمار البرحي المخزنة باستخدام البرنامج الإحصائي (SAS 9.1) مقارنة بالمعاملة الحاكمة.

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Gases	2	0.00023627	0.00011814	5504.27	<.0001
Temp	4	0.26387872	0.06596968	3073731	<.0001
Zone	1	0.00047047	0.00047047	21920.5	<.0001
time	1	0.00061774	0.00061774	28782.2	<.0001
Gases*Temp	8	0.00000673	0.00000084	39.17	<.0001
Zone*Gases	2	0.00001641	0.00000820	382.27	<.0001
Gases*time	2	0.00023627	0.00011814	5504.27	<.0001
Zone*Temp	4	0.00080627	0.00020157	9391.70	<.0001
time*Temp	4	0.00001472	0.00000368	171.49	<.0001
Zone*time	1	0.00003455	0.00003455	1609.72	<.0001
Zone*Gases*Temp	8	0.00000240	0.00000030	13.98	<.0001
Gases*time*Temp	8	0.00000673	0.00000084	39.17	<.0001
Zone*Gases*time	2	0.00001641	0.00000820	382.27	<.0001
Zone*time*Temp	4	0.00000614	0.00000153	71.51	<.0001

وقد تم إجراء تحليل التباين العاملي لمعامل التوصيل الحراري عند مستوى معنوي ٥٪ للعوامل زمن التخزين (صفر، ٣٠، ٦٠، ٩٠، ١٢٠ و ١٥٠ يوم)، المنطقة (الرياض، القصيم) ونسب الغازات (٢:٢ و ٥:٥ "أكسجين : ثاني أكسيد كربون") ودرجات الحرارة عند درجات حرارة صفر، ٥، ١٥، ٢٥ و ٤٠ م. ووجد أن جميع المعاملات تؤثر معنوياً على الحرارة

النوعية لثمار البرحي المخزن فيما عدا التأثير المشترك للمناطق والغازات وكذلك التأثير المشترك الثلاثي للمناطق والغازات وأزمنة التخزين كما يتضح من الجدول رقم (٤ - ٧١).

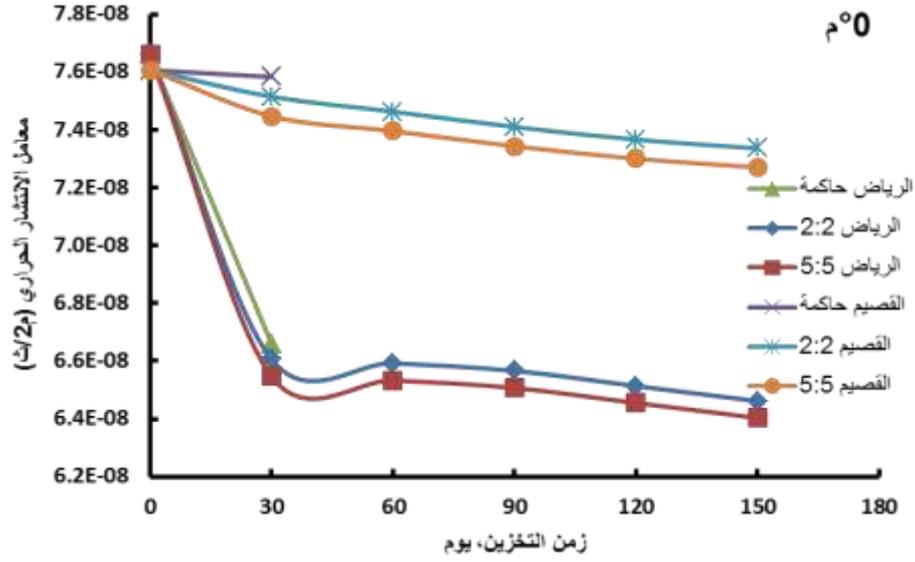
جدول ٤ - ٧١. تحليل التباين العاملي لمعامل التوصيل الحراري لثمار البرحي المخزنة باستخدام البرنامج الإحصائي (SAS 9.1).

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Gases	1	0.00070831	0.00070831	2075698	<.0001
Temp	4	0.51002396	0.12750599	3.737E8	<.0001
Zone	1	0.00003422	0.00003422	100295	<.0001
time	5	0.00699639	0.00139928	4100582	<.0001
Gases*Temp	4	0.00000717	0.00000179	5253.63	<.0001
Zone*Gases	1	0.00000000	0.00000000	0.03	0.8742
Gases*time	5	0.00014172	0.00002834	83062.4	<.0001
Zone*Temp	4	0.00166812	0.00041703	1222109	<.0001
time*Temp	20	0.00009745	0.00000487	14278.9	<.0001
Zone*time	5	0.00030588	0.00006118	179277	<.0001
Zone*Gases*Temp	4	0.00000002	0.00000001	17.68	<.0001
Gases*time*Temp	20	0.00000143	0.00000007	210.23	<.0001
Zone*Gases*time	5	0.00000000	0.00000000	1.03	0.3979
Zone*time*Temp	20	0.00001501	0.00000075	2198.97	<.0001

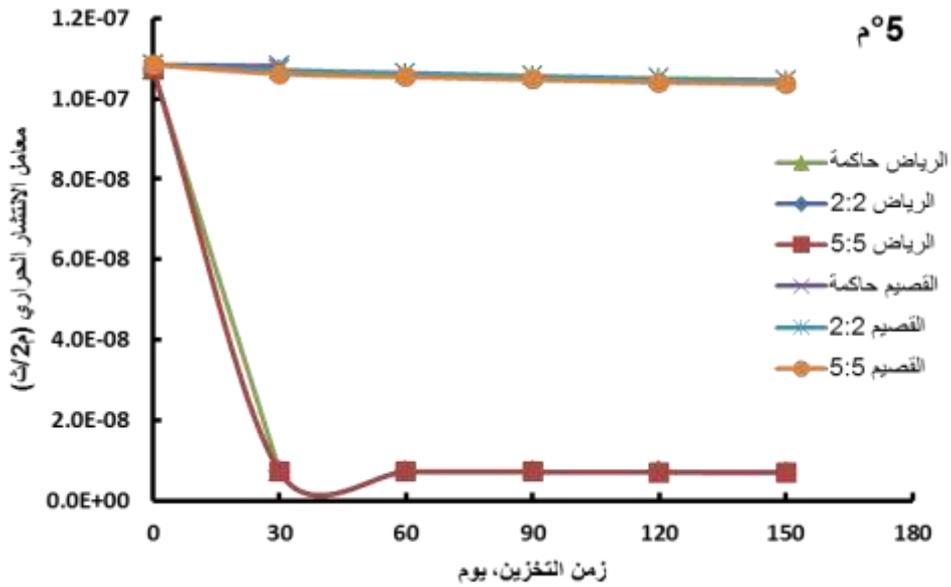
٤- ٥- ١١- ٣- تأثير فترة وظروف التخزين على معامل الانتشارية الحرارية لثمار البرحي

تم حساب معامل الانتشارية الحرارية من القيم التجريبية لكل من الكثافة ومعامل التوصيل الحراري وكذلك الحرارة النوعية لثمار بلح البرحي وتوضح الأشكال من (٤ - ٥٤) إلى (٤ - ٥٨) معامل الانتشارية الحرارية لثمار بلح البرحي المخزنة ٢٠١٠م عند درجات حرارة صفر، ٥، ١٥، ٢٥ و ٤٠ م على الترتيب لكل المعاملات.

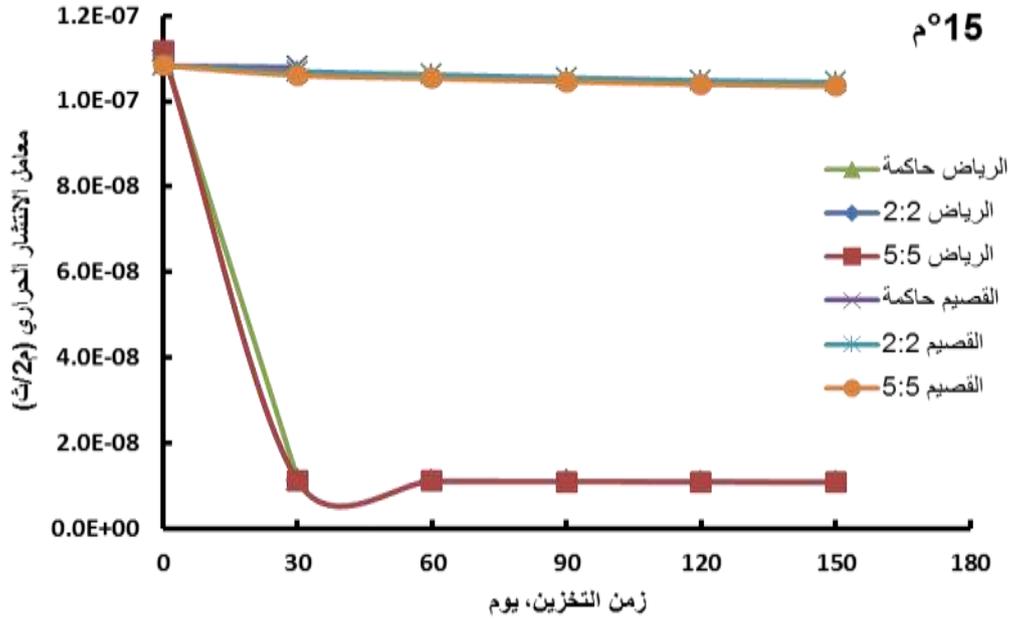
ويلاحظ أن قيم معامل الانتشارية الحرارية في جميع المعاملات تقل بمرور الزمن وأنها عند المعاملة بالغازات عند نسب ٥:٥ "أكسجين : ثاني أكسيد الكربون" أقل من نسبة ٢:٢ "أكسجين : ثاني أكسيد الكربون" سواء لثمار بلح البرحي من مزرعة منطقة القصيم أو من مزرعة منطقة الرياض وكذلك أوضحت أن قيم معامل الانتشارية الحرارية للثمار المخزنة في الغرفة الحاكمة أعلى من تلك المخزنة تحت معاملات الغاز.



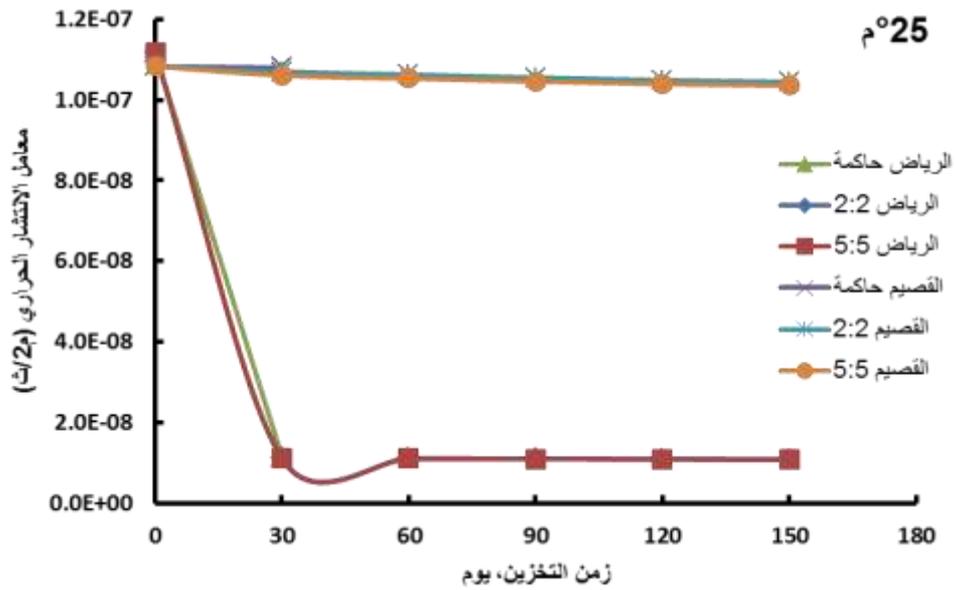
شكل ٤ -٥٤. التغيير في معامل الانتشارية الحرارية لثمار البرحي في المعاملات المختلفة خلال فترة التخزين عند درجة حرارة صفر °م.



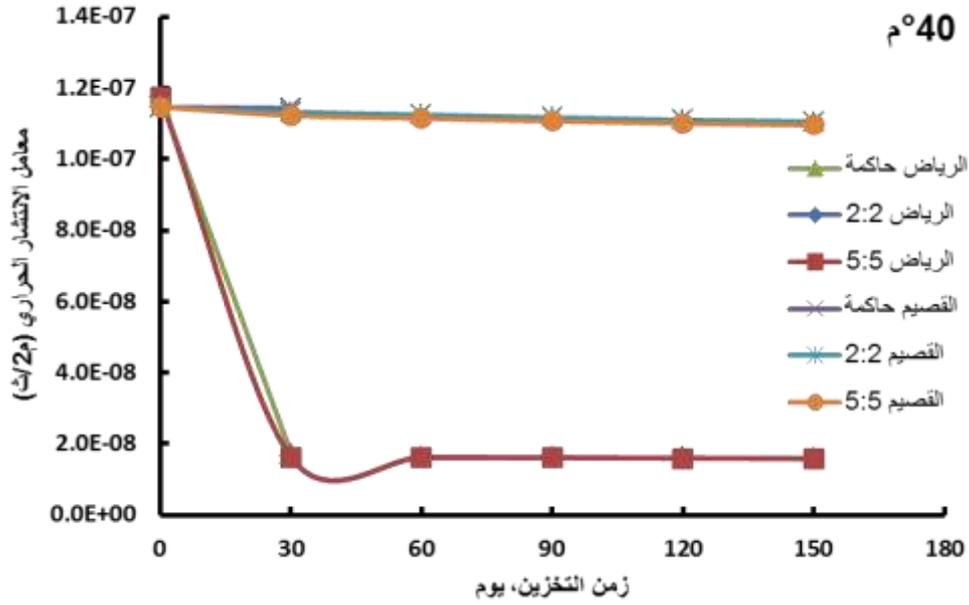
شكل ٤ -٥٥. التغيير في معامل الانتشارية الحرارية لثمار البرحي في المعاملات المختلفة خلال فترة التخزين عند درجة حرارة ٥ °م.



شكل ٤ -٥٦. التغيير في معامل الانتشارية الحرارية لثمار البرحي في المعاملات المختلفة خلال فترة التخزين عند درجة حرارة ١٥ °م.



شكل ٤ -٥٧. التغيير في معامل الانتشارية الحرارية لثمار البرحي في المعاملات المختلفة خلال فترة التخزين عند درجة حرارة ٢٥ °م.



شكل ٤ - ٥٨. التغيير في معامل الانتشارية الحرارية لثمار البرحي المخزنة في المعاملات المختلفة خلال فترة التخزين عند درجة حرارة ٤٠ °م.

وقد تم إجراء تحليل التباين العملي لمعامل الانتشارية الحرارية عند مستوى معنوي ٥٪ للعوامل زمن التخزين (صفر، ٣٠ يوم)، المنطقة (الرياض، القصيم) ونسب الغازات (الحاكمة "٢١٪ أكسجين و٠,٠٠٣٪ ثاني أكسيد كربون"، ٢:٢ و ٥:٥ "٪ أكسجين : ٪ ثاني أكسيد كربون") ودرجات الحرارة عند درجات حرارة صفر، ٥، ١٥، ٢٥ و ٤٠ °م. ووجد أن جميع المعاملات تؤثر معنوياً على معامل الانتشارية الحرارية لثمار البرحي المخزن كما يتضح من الجدول رقم (٤ - ٧٢).

وقد تم إجراء تحليل التباين العملي لمعامل الانتشارية الحرارية عند مستوى معنوي ٥٪ للعوامل زمن التخزين (صفر، ٣٠، ٦٠، ٩٠، ١٢٠ و ١٥٠ يوم)، المنطقة (الرياض، القصيم) ونسب الغازات (٢:٢ و ٥:٥ "٪ أكسجين : ٪ ثاني أكسيد كربون") ودرجات الحرارة عند درجات حرارة صفر، ٥، ١٥، ٢٥ و ٤٠ °م. ووجد أن جميع المعاملات تؤثر معنوياً على معامل الانتشارية الحرارية لثمار البرحي المخزن فيما عدا التأثير المشترك لدرجات الحرارة والغازات وكذلك التأثير المشترك الثلاثي لدرجات الحرارة والغازات وأزمنة التخزين كما يتضح من الجدول رقم (٤ - ٧٣).

جدول ٤ -٧٢. تحليل التباين العاملي لمعامل الانتشارية الحرارية لثمار البرحي المخزن باستخدام البرنامج الإحصائي (SAS 9.1) مقارنة بالمعاملة الحاكمة.

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Gases	2	1.149341E-17	5.746705E-18	72.27	<.0001
Temp	4	1.307329E-14	3.268322E-15	41102.1	<.0001
Zone	1	6.777642E-14	6.777642E-14	852350	<.0001
time	1	7.867025E-14	7.867025E-14	989350	<.0001
Gases*Temp	8	3.389617E-19	4.237022E-20	0.53	0.8300
Zone*Gases	2	3.242044E-18	1.621022E-18	20.39	<.0001
Gases*time	2	1.149341E-17	5.746705E-18	72.27	<.0001
Zone*Temp	4	1.34929E-14	3.373225E-15	42421.4	<.0001
time*Temp	4	1.462217E-14	3.655543E-15	45971.8	<.0001
Zone*time	1	7.397672E-14	7.397672E-14	930325	<.0001
Zone*Gases*Temp	8	7.351112E-19	9.18889E-20	1.16	0.3312
Gases*time*Temp	8	3.389617E-19	4.237022E-20	0.53	0.8300
Zone*Gases*time	2	3.242044E-18	1.621022E-18	20.39	<.0001
Zone*time*Temp	4	1.433338E-14	3.583344E-15	45063.8	<.0001

جدول ٤ -٧٣. تحليل التباين العاملي لمعامل الانتشارية الحرارية لثمار البرحي باستخدام البرنامج الإحصائي (SAS 9.1).

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Gases	1	2.090466E-17	2.090466E-17	297.53	<.0001
Temp	4	1.171883E-14	2.929708E-15	41697.6	<.0001
Zone	1	3.759924E-13	3.759924E-13	5351379	<.0001
time	5	9.215618E-14	1.843124E-14	262326	<.0001
Gases*Temp	4	2.040326E-19	5.100816E-20	0.73	0.5749
Zone*Gases	1	7.751785E-18	7.751785E-18	110.33	<.0001
Gases*time	5	4.182756E-18	8.365512E-19	11.91	<.0001
Zone*Temp	4	7.458177E-14	1.864544E-14	265375	<.0001
time*Temp	20	1.628583E-14	8.142913E-16	11589.5	<.0001
Zone*time	5	7.933036E-14	1.586607E-14	225817	<.0001
Zone*Gases*Temp	4	1.533243E-18	3.833106E-19	5.46	0.0003
Gases*time*Temp	20	4.082587E-20	2.041294E-21	0.03	1.0000
Zone*Gases*time	5	1.551122E-18	3.102244E-19	4.42	0.0007
Zone*time*Temp	20	1.551295E-14	7.756473E-16	11039.5	<.0001

٤- ٥- ١١- ٤ نمذجة الخواص الحرارية لثمار بلح البرحي مع فترة وظروف التخزين

تم عمل نماذج رياضية للتنبؤ بالخواص الحرارية لثمار البرحي المخزنة تحت ظروف المعاملات المختلفة بدلالة زمن التخزين ودرجة الحرارة وقد استخدم النموذج العام التالي:

$$Y = a_1 + a_2 \cdot \text{Time}^{n_1} + a_3 \cdot \text{Temp}^{n_2} + a_4 \cdot (\text{Time} \times \text{Temp})^{n_3}$$

حيث

Y: الخاصية الحرارية.

$a_1, a_2, a_3, a_4, n_1, n_2$ and n_3 ثوابت النموذج الرياضي.

Temp درجة الحرارة، °م.

Time زمن التخزين، يوم.

الجدول رقم (٤- ٧٤) يوضح ثوابت النموذج الرياضي للتنبؤ بالحرارة النوعية لثمار البرحي المخزنة تحت ظروف الأجواء المعدلة. بينما يوضح الجدول رقم (٤- ٧٥) ثوابت النموذج الرياضي للتنبؤ بمعامل التوصيل الحراري لثمار البرحي المخزنة تحت ظروف الأجواء المعدلة. اما جدول رقم (٤- ٧٦) ثوابت النموذج الرياضي للتنبؤ بالحرارة بمعامل الانتشارية الحرارية لثمار البرحي المخزنة تحت ظروف الأجواء المعدلة. وتوضح الأشكال (٤- ٥٩) إلى (٤- ٧٠) مدى استجابة الخواص الحرارية بتغير درجة الحرارة في المدى صفر إلى ٤٠°م وزمن التخزين من صفر إلى ١٥٠ يوم تحت ظروف أجواء معدلة مختلفة ومن مزارع منطقتين.

جدول ٤ - ٧٤. ثوابت النموذج الرياضي للتنبؤ بالحرارة النوعية لثمار البرحي المخزنة تحت ظروف الأجواء المعدلة.

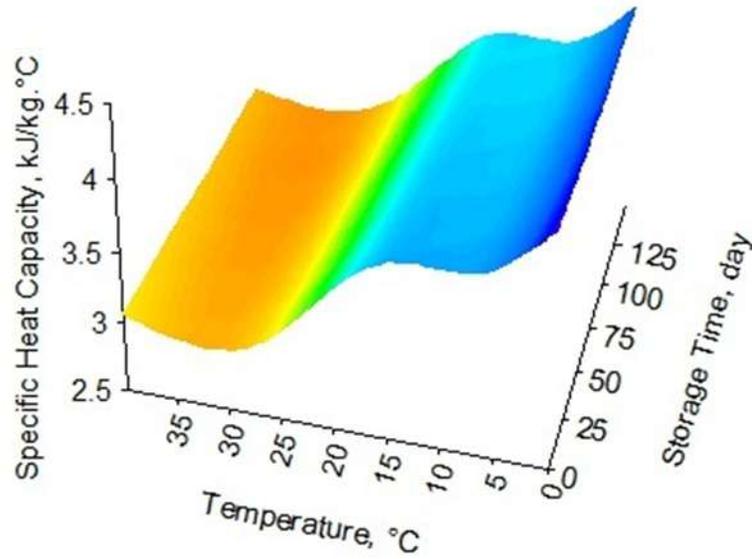
المنطقة	نسب الغازات	a ₁	a ₂	a ₃	a ₄	n ₁	n ₂	n ₃	R ²
الرياض	٢:٢	٤٣,٥٩٨-	٤٧,٩٣٨	٠,٠٧٣-	٢٢- ١٠×٥,٨٦٨	٠,٠٠١-	٠,٧٧٠	٥,٣٨٥	٠,٩١٦
	٥:٥	٤,١١٨	١٠×٩,٦٢٠ ^{٥-}	٠,٠٧٣-	٣٣- ١٠×١,٢٧٢	١,٤٤٣	٠,٧٧٠	٥,٨٤٩	٠,٩١٧
القصيم	٢:٢	٤,١٢٨	٠,٠٠٢-	٠,٠٧٣-	٢٦- ١٠×١,٤٨٥	٠,٨٣٨	٠,٧٤١	٦,٥٧٩	٠,٩٢٠
	٥:٥	٤,١٤٠	٠,٠١٧-	٠,٠٨٢-	٠,٠٠١	٠,٤٨٠	٠,٧١٤	٠,٤٦٣	٠,٩١٩

جدول ٤ - ٧٥. ثوابت النموذج الرياضي للتنبؤ بمعامل التوصيل الحراري لثمار البرحي المخزنة تحت ظروف الأجواء المعدلة.

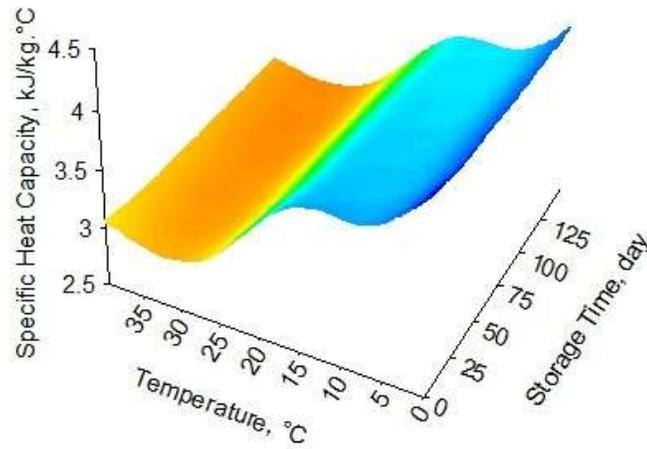
المنطقة	نسب الغازات	a ₁	a ₂	a ₃	a ₄	n ₁	n ₂	n ₃	R ²
الرياض	٢:٢	١٩,٤٠٠-	٠,٥٠٧-	١٩,٩١٥	٠,٠٠٧-	٠,٦٢٥-	١٠×٩,٧٣ ^{٩-}	٠,٣٤٥	٠,٨٩٢
	٥:٥	١٣٨,٣٠٥-	١٠×٩,٥٤٨ ^{١٢-}	١٣٨,٧٦٢	١٠×٦,٥٧٤ ^{٩-}	٣,٩٢٥	٠,٠٠٠	١,٧٨٣	٠,٨٨٩
القصيم	٢:٢	١١٧,٦١٩-	١٠×٩,٧٦٦ ^{٢٢-}	١١٨,٠٧٨	١٠×٩,٧٣ ^{٩-}	٨,٥٦٢	٠,٠٠٠	١,٧٤٢	٠,٨٢٢
	٥:٥	١٢٤,٣١٢-	١٠×٢,٢٨٦ ^{١٨-}	١٢٤,٧٦٦	١٠×١,٧٧٣ ^{٧-}	٧,٠٣١	٠,٠٠٠	١,٤١٤	٠,٨١٧

جدول ٤ - ٧٦. ثوابت النموذج الرياضي للتنبؤ بمعامل الانتشار الحراري لثمار البرحي المخزنة تحت ظروف الأجواء المعدل

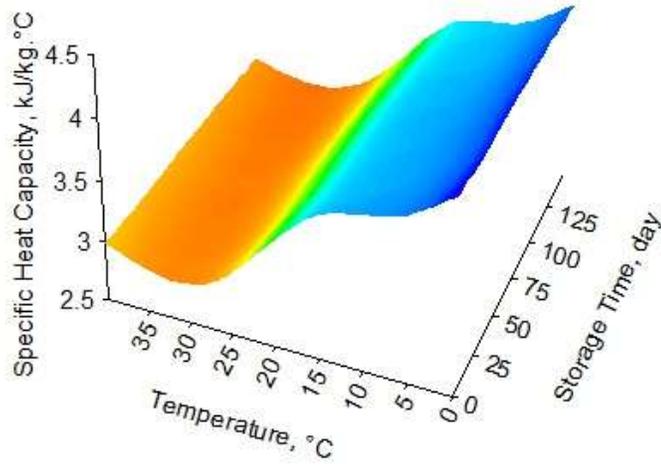
المنطقة	نسب الغازات	a ₁	a ₂	a ₃	a ₄	n ₁	n ₂	n ₃	R ²
الرياض	٢:٢	١٠×١,٥٤٢ ^{٦-}	١٠×١,٤٢٠ ^{٦-}	١٠×٥,٥٣٥ ^{٥-}	١٠×٢,٥٢٤ ^{١٢-}	٠,٠٠١-	٠,٣٦١-	٠,٩٠٢	٠,٨٣٠
	٥:٥	١٠×٧,٦٣٢ ^{٨-}	١٠×٧,٦٣٢ ^{٨-}	١٠×٧,٦٣٢ ^{٨-}	١٠×٧,٦٣٢ ^{٨-}	٠,٠٠١=	٠,٣٦١-	٠,٩٠٦=	٠,٨٣٥
القصيم	٢:٢	١٠×٧,٦٣٢ ^{٨-}	١٠×٢,٧١٤ ^{١١-}	١٠×٢,٤٦٢ ^{٨-}	١٠×٣,٩٤٦ ^{٣٠-}	٠,٤٧١	٠,١٤٤	٥,٥٩١	٠,٩٣١
	٥:٥	١٠×٧,٦٥٢ ^{٨-}	١٠×٧,١١٥ ^{١١-}	١٠×٢,٤٤٤ ^{٨-}	١٠×٤,٤٢٠ ^{٣٠-}	٠,٣٣٣	٠,١٤٤	٥,٥٧٧	٠,٩٣١



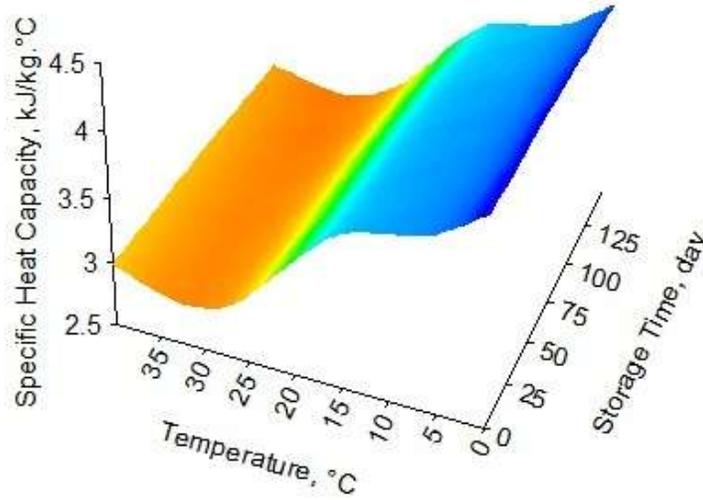
شكل ٤ - ٥٩. التغيير في الحرارة النوعية لثمار البرحي بدلالة درجة الحرارة وزمن التخزين لثمار البرحي من مزرعة منطقة القصيم تحت ظروف تخزين الغازات بنسبة ٢:٢ "O₂/CO₂".



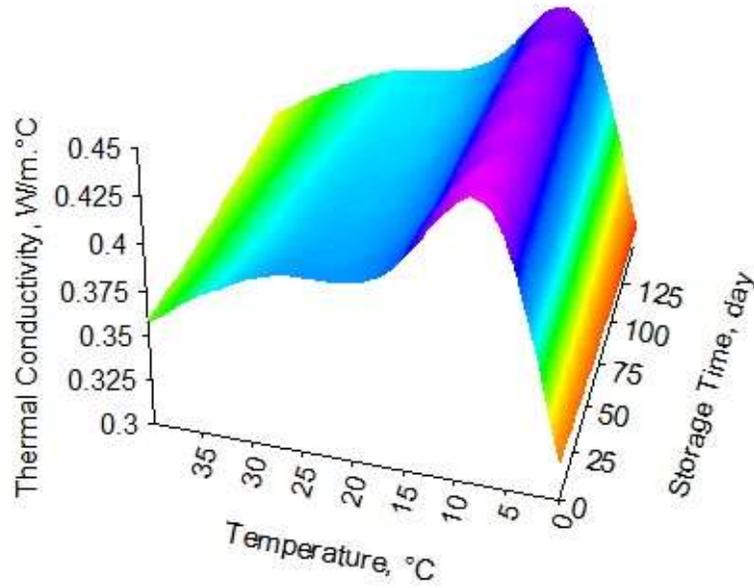
شكل ٤ - ٦٠. التغيير في الحرارة النوعية لثمار البرحي بدلالة درجة الحرارة وزمن التخزين لثمار البرحي من مزرعة منطقة القصيم تحت ظروف تخزين الغازات بنسبة ٥:٥ "O₂/CO₂".



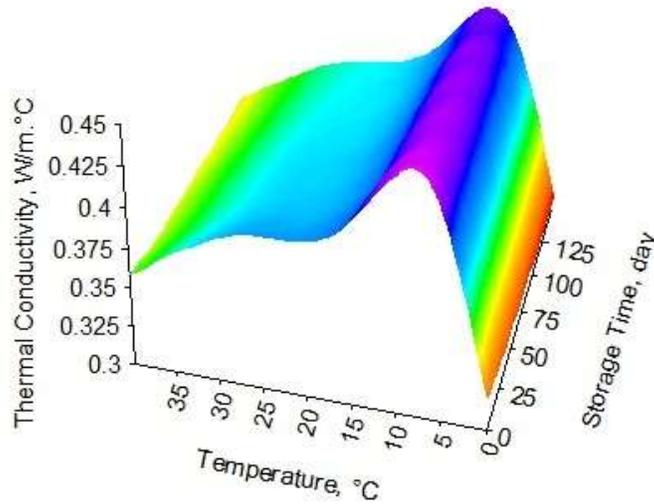
شكل ٤ - ٦١. التغيير في الحرارة النوعية لثمار البرحي بدلالة درجة الحرارة وزمن التخزين لثمار البرحي من مزرعة منطقة الرياض تحت ظروف تخزين الغازات بنسبة ٢:٢ "٪ ثاني أكسيد الكربون: ٪ أكسجين".



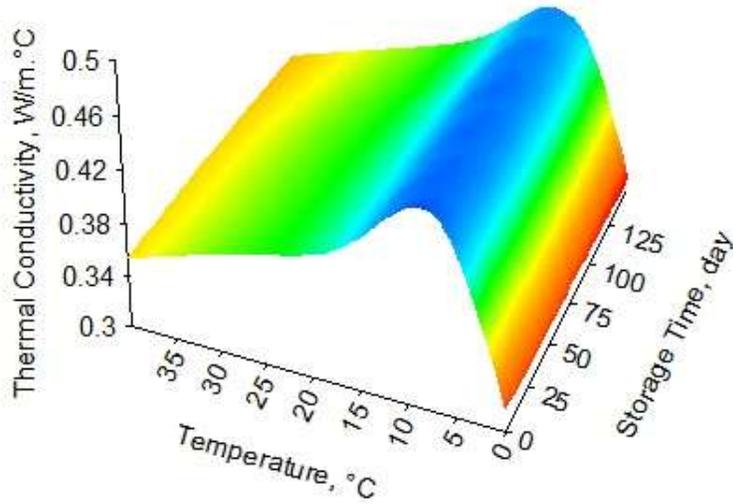
شكل ٤ - ٦٢. التغيير في الحرارة النوعية لثمار البرحي بدلالة درجة الحرارة وزمن التخزين لثمار البرحي من مزرعة منطقة الرياض تحت ظروف تخزين الغازات بنسبة ٢:٢ "٪ ثاني أكسيد الكربون: ٪ أكسجين".



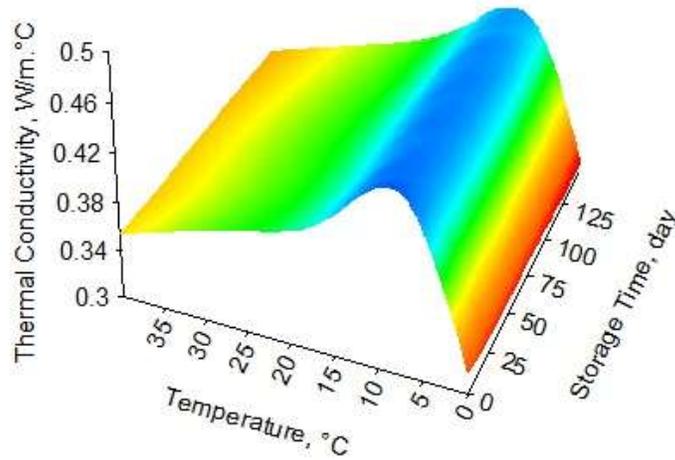
شكل ٤ -٦٣. التغير في معامل التوصيل الحراري لثمار البرحي بدلالة درجة الحرارة وزمن التخزين لثمار البرحي من مزرعة منطقة القصيم تحت ظروف تخزين الغازات بنسبة ٢:٢ "٪ ثاني أكسيد الكربون: ٪ أكسجين"



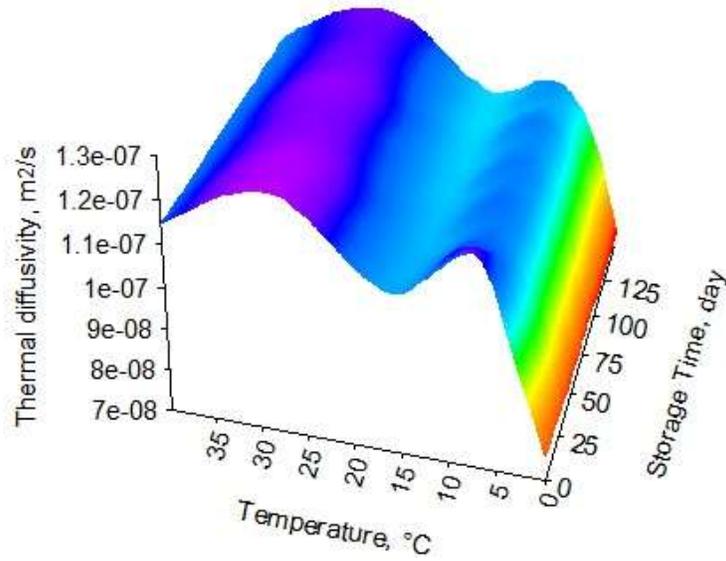
شكل ٤ -٦٤. التغير في معامل التوصيل الحراري لثمار البرحي بدلالة درجة الحرارة وزمن التخزين لثمار البرحي من مزرعة منطقة القصيم تحت ظروف تخزين الغازات بنسبة ٥:٥ "٪ ثاني أكسيد الكربون: ٪ أكسجين"



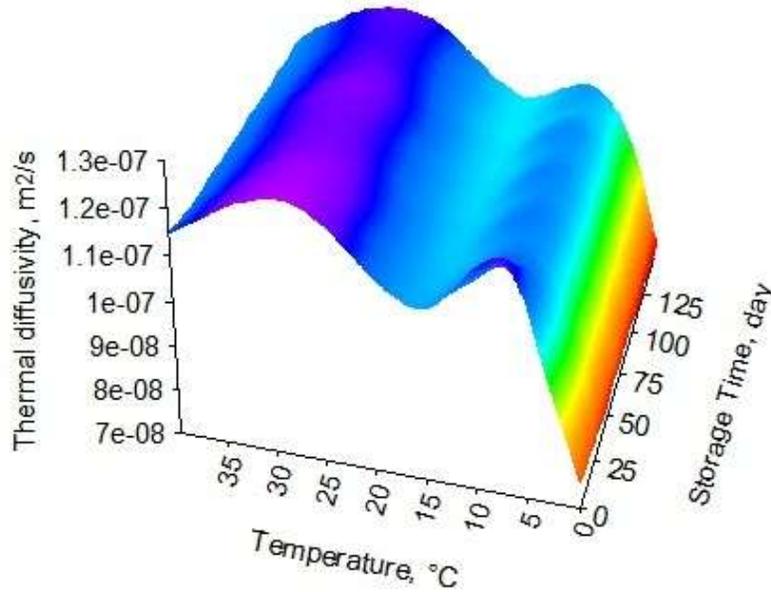
شكل ٤ -٦٥. التغير في معامل التوصيل الحراري لثمار البرحي بدلالة درجة الحرارة وزمن التخزين لثمار البرحي من مزرعة منطقة الرياض تحت ظروف تخزين الغازات بنسبة ٢:٢ "٪ ثاني أكسيد الكربون: ٪ أكسجين".



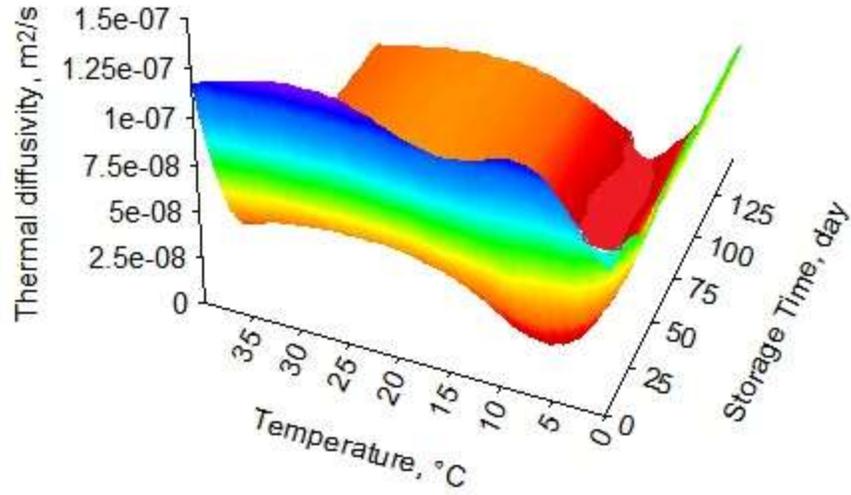
شكل ٤ -٦٦. التغير في معامل التوصيل الحراري لثمار البرحي بدلالة درجة الحرارة وزمن التخزين لثمار البرحي من مزرعة منطقة الرياض تحت ظروف تخزين الغازات بنسبة ٢:٢ "٪ ثاني أكسيد الكربون: ٪ أكسجين".



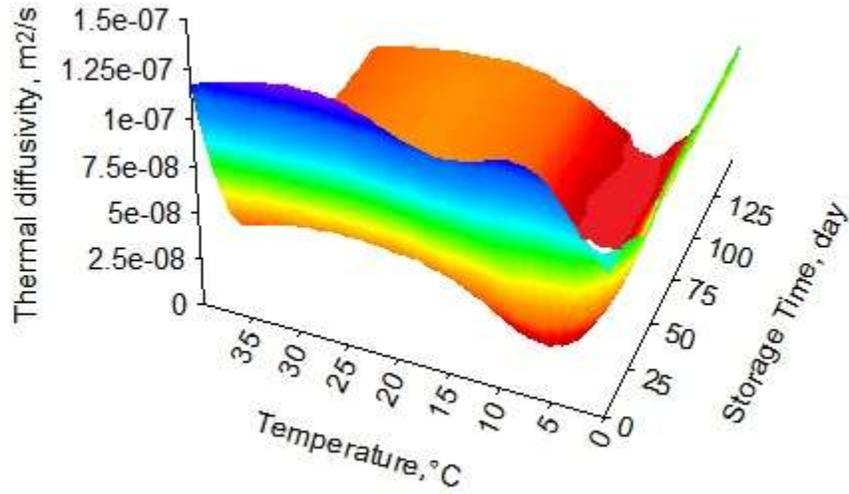
شكل ٤ -٦٧. التغير في معامل الانتشارية الحرارية لثمار البرحي بدلالة درجة الحرارة وزمن التخزين لثمار البرحي من مزرعة القصيم تحت ظروف الغازات بنسبة ٢:٢ "O₂/CO₂ %".



شكل ٤ -٦٨. التغير في معامل الانتشارية الحرارية لثمار البرحي بدلالة درجة الحرارة وزمن التخزين لثمار البرحي من مزرعة منطقة القصيم تحت ظروف تخزين الغازات بنسبة ٥:٥ "ثاني أكسيد الكربون: % أكسجين".



شكل ٤ -٦٩. التغيير في معامل الانتشارية الحرارية لثمار البرحي بدلالة درجة الحرارة وزمن التخزين لثمار البرحي من مزرعة القصيم تحت ظروف الغازات بنسبة ٢:٢ "O₂/CO₂".



شكل ٤ -٧٠. التغيير في معامل الانتشارية الحرارية لثمار البرحي بدلالة درجة الحرارة وزمن التخزين لثمار البرحي من مزرعة منطقة الرياض تحت ظروف تخزين الغازات بنسبة ٢:٢ "ثاني أكسيد الكربون: % أكسجين".

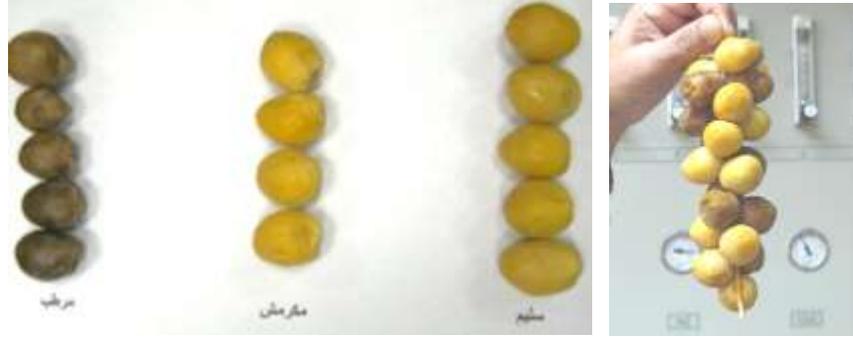
٤- ٦- تأثير فترة وظروف التخزين على الجوانب التغذوية والجودة لثمار البرحي

٤- ٦- ١- نسب الثمار السليمة

في البداية وعند استلام البلح الطازج مبرداً من المزارع المحددة تمت عملية الفرز الأولي، وذلك باستبعاد كل من الثمار الرطبة وتلك المخضرة والصغيرة جداً وغيرها من العيوب. وتم إجراء التجارب للثمار الطازجة وتخزين الثمار في الشماريخ الخالية من العيوب السابقة الذكر. وبعد كل فترة تخزين (شهرياً) يتم تهوية الغرف وإرجاع أجواءها للهواء الجوي العادي (للسلامة العاملين) ومن ثم فتح أبواب الغرف وإخراج عينات الثمار في صناديقها من غرف التخزين. تم فرز ثمار البرحي حسب جودتها ونضجها إلى أربعة مجاميع رئيسية وهي ثمار سليمة، ثمار رطبة جزئياً أو كلياً، ثمار مجمدة السطح (ذابلة، منكمشة)،

ومع أنه خلال فترة التخزين لفترة خمسة أشهر لم تبدو ظاهرياً أن هناك ثمار مصابة ميكروبياً أو حشياً اقتصر التصنيف على الثمار السليمة والغير سليمة (والتي تشمل الثمار الرطبة (جزئياً أو كلياً) والثمار مجمدة السطح (الذابلة أو المنكمشة)). تبين الصور في شكل (٤- ٧١) الفريق البحثي وأمامه عينات ثمار برحي مزرعة منطقة الرياض (السليمة وغير السليمة) بعد التخزين لفترة خمسة أشهر. توضح الأشكال (٤- ٧٢) إلى (٤- ٧٤) نسبة الثمار السليمة، نسبة الثمار الرطبة ونسبة الثمار المجمدة السطح (الذابلة أو المنكمشة) للمعاملة الحاكمة (التي رطب ثمارها قبل انتهاء الشهر الأول من التخزين) لثمار برحي منطقتي الرياض والقصيم، على الترتيب. بينما يعطي الشكل (٤- ٧٥) نسبة الثمار السليمة ومجموع الثمار غير السليمة في المعاملات المختلفة لثمار برحي مزرعة منطقة الرياض كدالة لزمان التخزين. بينما يوضح الشكل (٤- ٧٦) نسبة الثمار السليمة والثمار غير السليمة في المعاملات المختلفة بالنسبة لثمار برحي مزرعة منطقة القصيم كدالة لزمان التخزين وحتى ١٢٠ يوم.

ويلاحظ في كلا منطقتي الزراعة ونسب الغازات أن ترطيب الثمار كان سريعاً جداً في المعاملة الحاكمة (تبريد فقط، نسب الهواء الطبيعية) حيث لم يتجاوز الشهر الأول من التخزين (أشكال ٤- ٦٩ إلى ٤- ٧١). ونسبة الفقد كانت حوالي ٥٠٪ خلال الأسبوعين الأولين من التخزين. وهذا يشابه المحاولات الشخصية والشبه تجارية للعديد من مسوقي وتجار بلح البرحي.

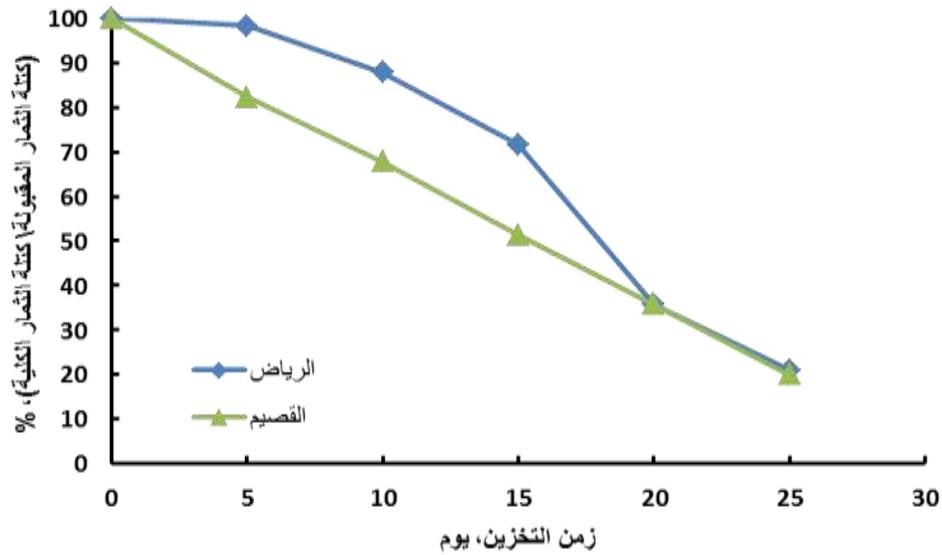


شكل ٤ - ٧١. صور عينة من الثمار على الشمراخ قبل الفرز (أعلى يمين) وبعد فصل الثمار إلى سليم وذابل ورطب (أعلى يسار)؛ والفريق البحثي يناقش النتائج بعد خمسة أشهر من تخزين ثمار مزرعة منطقة الرياض (أسفل يمين) وأمامه عينة من البلح "السليم" وأخرى من الرطب (أسفل يسار).

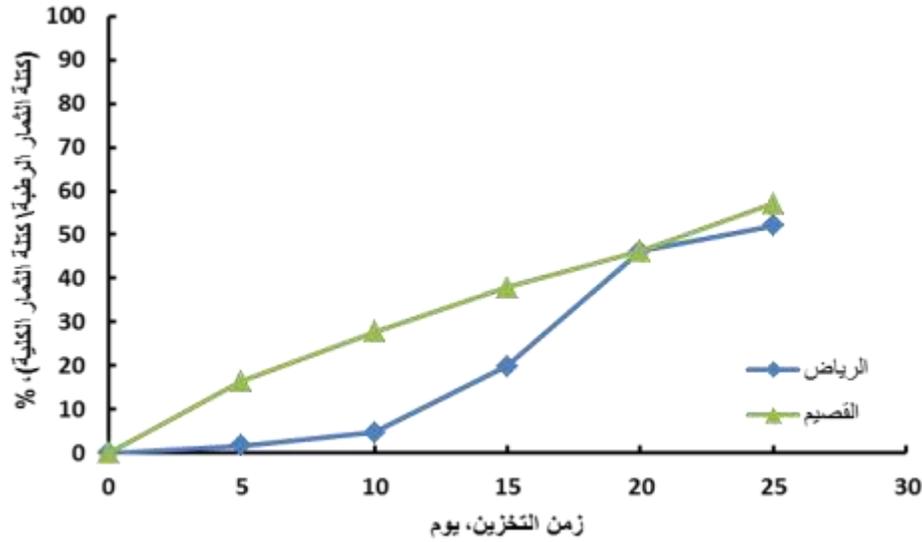
إلا أنه مع التحكم في الغازات والاستخدام الأمثل لتقنية الأجواء المتحكم بها فقد أمكن بنجاح حفظ ثمار البرحي طازجاً حتى فترة خمسة أشهر من التخزين (١٥٠ يوم). وكانت العينات من برحي القصيم بعد ١٢٠ يوم من التخزين قابلة للاختبارات الهندسية ولذلك أجريت عليها التجارب. إلا أنه للاختبارات التغذوية أرتأى الفريق التغذوي أن يكتفى ببعض العينات حتى ١٢٠ يوم حيث أن بعض العينات التي اختيرت لم تكن ملائمة للتقييم الحسي والتغذوي. وهذا قد يرجع لبعد المسافة (تبعد الرياض عن القصيم ٤٠٠ كم) واختلاف المنطقة وغيرها. ولذلك سيتم هنا عرض الاختبارات التغذوية والجودة حتى ١٢٠ يوم من التخزين لمعظم عينات برحي القصيم. ويلاحظ هنا أن فترة الحفظ للثلاثة أشهر الأولى من التخزين كانت ممتازة، حيث لم تتجاوز

نسبة الثمار الرطبة والمنكمشة حوالي ١٠٪ من الكمية المخزنة كما في شكلي ٤-٧٥ و ٤-٧٦. إلا أن عملية الترطيب تسارعت بصورة واضحة بعد تلك الفترة من التخزين. وهذا يقترح أن يكون التركيز في التسويق خلال الثلاثة أشهر الأولى من التخزين وتحديدًا في الشهر الثالث حيث يقل المعروض من البرحي لقرب نهاية موسمه وارتفاع أسعاره. أما معاملات نسب الغازات فيتضح أن نسبة ٢/٢ تفوق ٥/٥ (O₂/CO₂) في جودة الثمار ونسبة السليم منها كما في الأشكال (٤-٧٥) و (٤-٧٦).

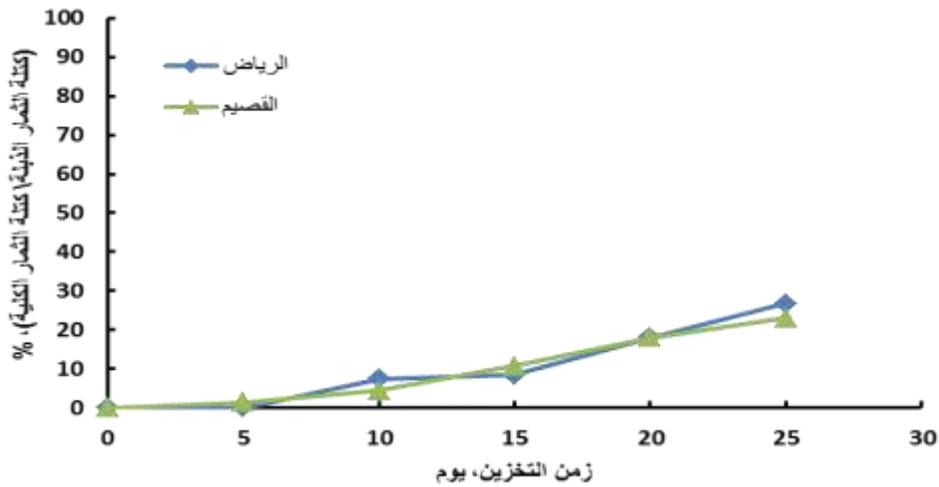
ومن الجدير بالذكر أن الرطب بالرغم أنه أدكن قليلاً من الرطب الطازج إلا أنه كان بمجمله مقبولاً للتسويق خاصة في آخر فترات الموسم حيث يزيد سعره عدة أضعاف عن وقت موسمه. ولكن يوصى بتسويقه حال تحوله إلى رطب لتقليل فرصة زيادة دكائه لونه.



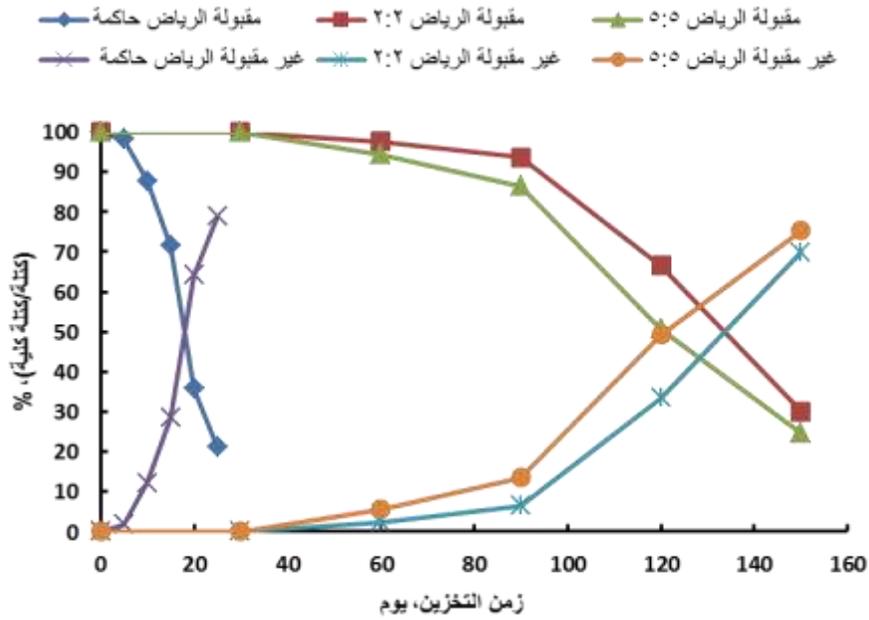
شكل ٤-٧٢. نسبة الثمار السليمة في المعاملة الحاكمة بالنسبة لثمار برحي منطقتي الرياض والقصيم.



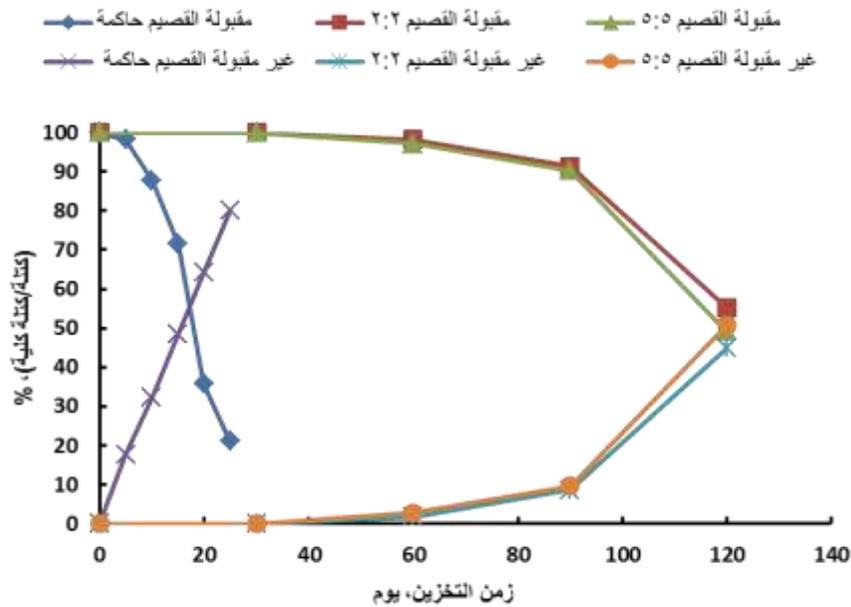
شكل ٤ - ٧٣. نسبة الثمار الرطبة في المعاملة الحاكمة بالنسبة لثمار برحي منطقتي الرياض والقصيم.



شكل ٤ - ٧٤. نسبة الثمار الجافة (المنكمشة) في المعاملة الحاكمة بالنسبة لثمار برحي منطقتي الرياض والقصيم.



شكل ٤ - ٧٥. نسبة الثمار السليمة والثمار غير السليمة في المعاملات المختلفة بالنسبة لثمار برحي مزرعة منطقة الرياض كدالة لزمن التخزين.



شكل ٤ - ٧٦. نسبة الثمار السليمة والثمار غير السليمة في المعاملات المختلفة بالنسبة لثمار برحي مزرعة منطقة القصيم كدالة لزمن التخزين حتى ١٢٠ يوم.

٤- ٦- ٢- تأثير فترة وظروف التخزين على التقييم الحسي

تدل الدرجة (٩) على الجودة الممتازة، ويتدرج في الجودة إلى درجة (١) والتي تمثل الأقل جودة. وقد تم استخدام نظام درجات التحكيم الحسي المذكور في منهج البحث والتالي. نتائج التقييم الحسي لثمار البرحي السليمة موضحة في الجدولين (٤- ٧٧) و(٤- ٧٨).

م	الصفة	درجة (١)	درجة (٩)
١	اللون	داكن (رطب)	فاتح كالطازج
٢	الطعم	طعم رديء	مذاق ممتاز
٣	القوام	لين	متماسك
٤	الحلاوة	غير مقبول	حلو
٥	القبول النهائي	غير مقبول	ممتاز



إلا أنه يلاحظ من جدولي (٤- ٧٧) و(٤- ٧٨) أن نسبة الحلاوة في التقييم الحسي قد قلت في الشهر الأخير من التخزين. وهذا مما يؤكد على أهمية تسويق البرحي وحتى نهاية الشهر الثالث من التخزين لتجنب زيادة ترطيب الثمار ونقص الحلاوة تحت ظروف التخزين في هذه الدراسة.

جدول ٤ - ٧٧. نتائج التقييم الحسي لثمار بلح البرحي السليمة من مزرعة منطقة الرياض كدالة لزمن التخزين.

المعاملة	فترة التخزين، يوم	اللون	القوام	الطعم	الحلاوة	القبول العام	
الحاكمة	٠	٠,٥±٨,٠	٠,٣±٧,٦	٠,٣±٧,٦	٠,٥±٨,٤	٠,٥±٨,٥	
	١٥	٠,٣±٧,٩	٠,٣±٧,٦	٠,٣±٧,٦	٠,٤±٨,٤	٠,٤±٨,٥	
	٢٥	٠,٢±٧,٧	٠,٤±٧,٦	٠,٤±٧,٦	٠,٣±٨,٤	٠,٥±٨,٤	
	٣٠	٠,٣±٧,٧	٠,٤±٧,٦	٠,٤±٧,٦	٠,٤±٨,٤	٠,٥±٨,٤	
	٦٠	٠,٥±٧,٤	٠,٣±٧,٥	٠,٣±٧,٤	٠,٤±٨,٣	٠,٥±٧,٧	
	٩٠	٠,٤±٦,٧	٠,٤±٧,٤	٠,٤±٧,٤	٠,٥±٧,٧	٠,٥±٧,٧	
٢:٢	١٢٠	٠,٥±٦,٦	٠,٣±٧,٣	٠,٣±٧,٣	٠,٥±٧,٤	٠,٥±٧,٥	
	١٥٠	٠,٥±٦,٥	٠,٤±٦,٦	٠,٤±٦,٦	٠,٥±٦,٦	٠,٥±٦,٥	
	٥:٥	٣٠	٠,٤±٧,٦	٠,٣±٧,٦	٠,٣±٧,٦	٠,٦±٧,٥	٠,٦±٧,٧
		٦٠	٠,٥±٧,٢	٠,٤±٧,٥	٠,٤±٧,٥	٠,٣±٧,٨	٠,٥±٧,٦
		٩٠	٠,٥±٦,٦	٠,٤±٧,٢	٠,٤±٧,١	٠,٥±٧,٥	٠,٥±٧,٥
		١٢٠	٠,٥±٦,٥	٠,٣±٧,١	٠,٣±٧,١	٠,٥±٧,٣	٠,٥±٧,٤
١٥٠		٠,٥±٦,٥	٠,٥±٦,٥	٠,٥±٦,٥	٠,٥±٦,٥	٠,٦±٦,٢	

جدول ٤ - ٧٨. نتائج التقييم الحسي لثمار بلح البرحي السليمة من مزرعة منطقة القصيم كدالة لزمن التخزين.

المعاملة	فترة التخزين، يوم	اللون	القوام	الطعم	الحلاوة	القبول العام	
الحاكمة	٠	٠,٥±٧,٩	٠,٥±٧,٦	٠,٦±٧,٥	٠,٥±٨,٣	٠,٥±٨,٦	
	١٥	٠,٥±٧,٩	٠,٥±٧,٥	٠,٤±٧,٥	٠,٤±٨,٣	٠,٥±٨,٢	
	٢٥	٠,٤±٧,٦	٠,٥±٧,٥	٠,٤±٧,٥	٠,٢±٨,٢	٠,٤±٨,٢	
	٣٠	٠,٤±٧,٧	٠,٦±٧,٣	٠,٥±٧,٥	٠,٥±٨,٢	٠,٦±٧,٩	
	٦٠	٠,٦±٧,٢	٠,٦±٧,١	٠,٥±٧,٥	٠,٥±٨,٠	٠,٥±٧,٥	
	٩٠	٠,٥±٦,٥	٠,٤±٦,٧	٠,٦±٧,٠	٠,٥±٧,٧	٠,٤±٧,٥	
٢:٢	١٢٠	٠,٥±٦,٥	٠,٥±٦,٥	٠,٤±٦,٥	٠,٥±٦,٦	٠,٤±٦,٤	
	٥:٥	٣٠	٠,٥±٧,٥	٠,٤±٧,١	٠,٤±٧,٤	٠,٥±٧,٨	٠,٥±٧,٥
		٦٠	٠,٥±٧,١	٠,٧±٦,٩	٠,٦±٦,٩	٠,٤±٧,٧	٠,٥±٧,٤
		٩٠	٠,٥±٦,٥	٠,٥±٦,٦	٠,٦±٦,٨	٠,٥±٧,٤	٠,٥±٧,٠
		١٢٠	٠,٤±٦,٤	٠,٥±٦,٤	٠,٤±٦,٥	٠,٥±٦,٤	٠,٥±٦,٣

٤- ٦- ٣ تأثير فترة وظروف التخزين على إنزيمات وسكريات ثمار البرحي

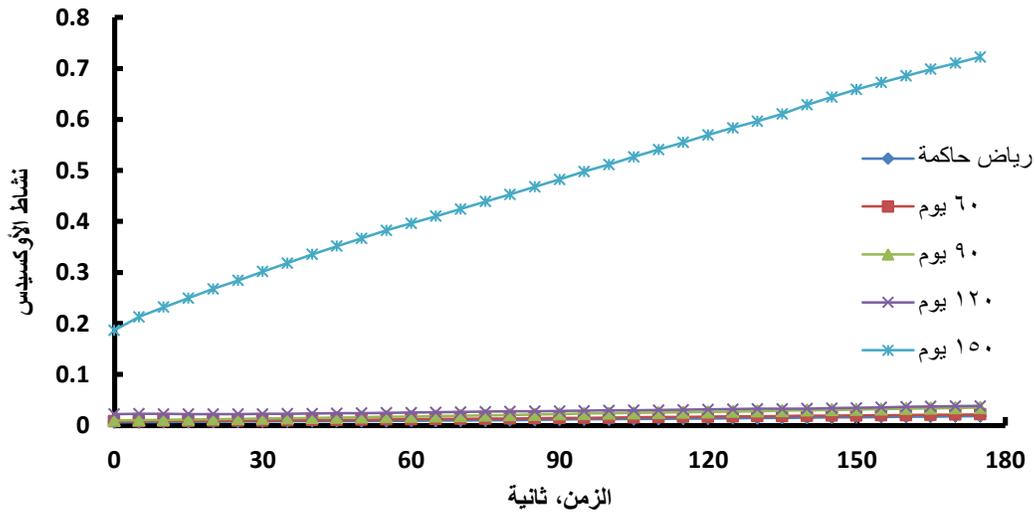
توضح الأشكال (٤-٧٧ و ٤-٧٨) نشاط إنزيم بولي فينول أكسيداز للثمار الطازجة والمخزنة لبرحي الرياض المخزن عند نسب غازات ($O_2/2$: $CO_2/2$) و ($O_2/5$: $CO_2/5$)، على التوالي. بينما توضح الأشكال (٤-٧٩ و ٤-٨٠) نشاط إنزيم بولي فينول أكسيداز للثمار الطازجة والمخزنة لبرحي القصيم المخزن عند نسب غازات ($O_2/2$: $CO_2/2$) و ($O_2/5$: $CO_2/5$)، على التوالي. ومنها يتضح أن النشاط الإنزيمية قد زاد مع فترة التخزين، والذي يرجع لاستمرار التنفس وإن كان بطيئاً. إلا أنه عند آخر فترات التخزين زاد النشاط الإنزيمية بصورة واضحة والذي بدوره أدى إلى تدهور جودة الثمار وعدم امكانية الحفاظ عليه لفترة أطول. وهذه الزيادة الفارطة في النشاط الإنزيمية للثمار يمكن أن تستخدم كمؤشر على بداية التدهور الكامل للثمار واقترب نهاية فترة صلاحيتها وبالتالي ضرورة التسويق المباشر لها.

أما بالنسبة للسكريات فقد بينت النتائج في جدول (٤-٧٩) التغيرات التي حدثت في السكريات الأحادية والثنائية (السكروز، الجلوكوز والفركتوز) خلال فترات التخزين المختلفة تحت ظروف مختلفة من نسب الأكسجين إلى ثاني أكسيد الكربون. وقد تبين الزيادة المضطردة في نسب جميع السكريات، ففي برحي مزرعة منطقة الرياض تواصلت الزيادة طوال فترة ١٥٠ يوم في حين كانت لمزرعة برحي القصيم الذي لم يستمر إلا لمدة ١٢٠ يوم استمرار الزيادة في كل من الفركتوز والجلوكوز خلال آخر ثلاثين يوماً، بينما تناقصت نسبة السكروز في هذه الفترة. ولم يكن هناك اختلاف واضح في ظروف التخزين (٥:٥) و (٢:٢). وتُعزى التغيرات في السكريات إلى تحول السكريات العديدة إلى سكريات أصغر (ثنائية وأحادية)، ثم من ثنائية إلى أحادية خلال مراحل النضج حيث نسب الرطوبة العالية والنشاط الإنزيمي المرتفع الذي يقوم على ذلك التحول للسكريات.

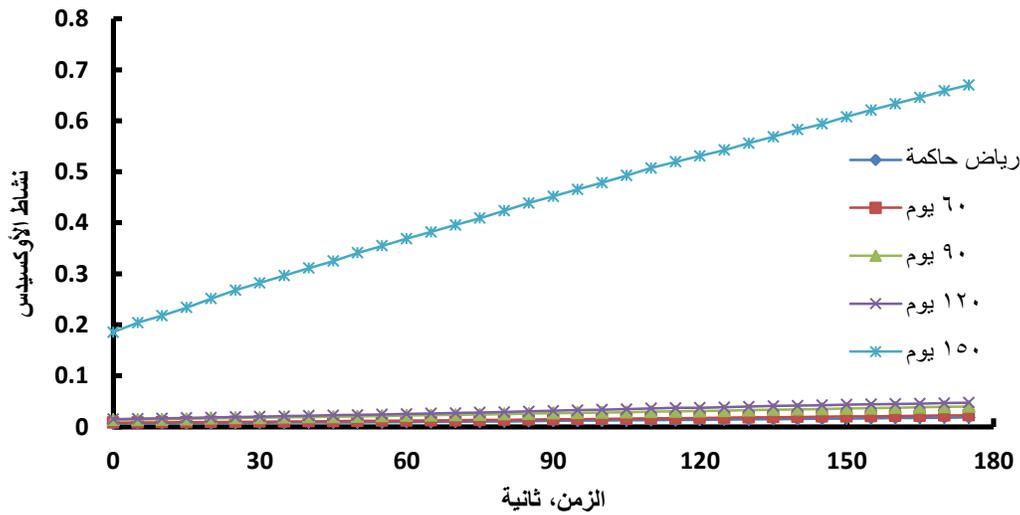
جدول ٤ - ٧٩. نتائج تقدير سكريات للثمار الطازجة والمخزنة من بلح البرحي لمزرعتي منطقة الرياض والقصيم.

المنطقة	نسب الغازات O2:CO2	مدة التخزين، يوم	نسب السكريات *		
			مجموع السكريات الأحادية والثائية	سكروز	جلوكوز فركتوز
الرياض		٠	٩,٧٨	٣,١١	٣,٦٩
		٦٠	١٦,٧٧	٣,٩٤	٤,٢٥
	٥:٥	٩٠	٢٨,٣٤	٤,٥٥	٤,٧٧
		١٢٠	٥٦,٢٨	١٠,٦٢	١٤,٠٩
		١٥٠	٦٩,١١	١٣,٥٤	١٥,٦٠
الرياض		٠	٩,٣٢	٣,١١	٣,١٤
		٦٠	١٧,١٧	٣,١٧	٣,٢٩
	٢:٢	٩٠	٢٧,٨٨	٥,٤٥	٥,٦٣
		١٢٠	٥٤,٨٦	٩,٩٤	١٢,٨٠
		١٥٠	٦٦,٠٩	١٢,٠٣	١٣,٨٨
القصيم		٠	٨,٠٦	٢,٣١	٢,٢٨
		٣٠	١٥,٩٤	٢,٨٩	٣,٢٠
	٥:٥	٦٠	٢٨,٤٠	٥,٠٥	٥,٢٩
		٩٠	٦٤,٠٠	١٠,٦٨	١٢,٩٩
		١٢٠	٥٦,٤٠	١٣,٤٨	١٨,٢٢
القصيم		٠	٨,٢١	٢,١٤	٢,٧٤
		٣٠	١٢,٥٥	٢,٤٦	٢,٩٢
	٢:٢	٦٠	٢٥,٨٥	٤,٥٢	٤,٧٤
		٩٠	٦٦,٥٢	١٠,٢٥	١٣,٠٨
		١٢٠	٧١,٠٨	١٨,٣١	٢٠,٣١

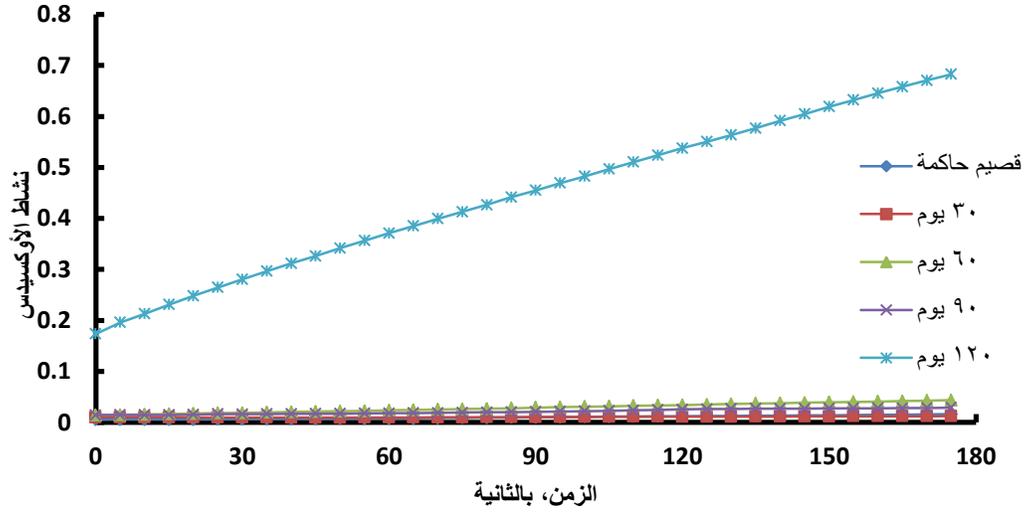
*نسب السكريات على أساس الوزن الجاف (db).



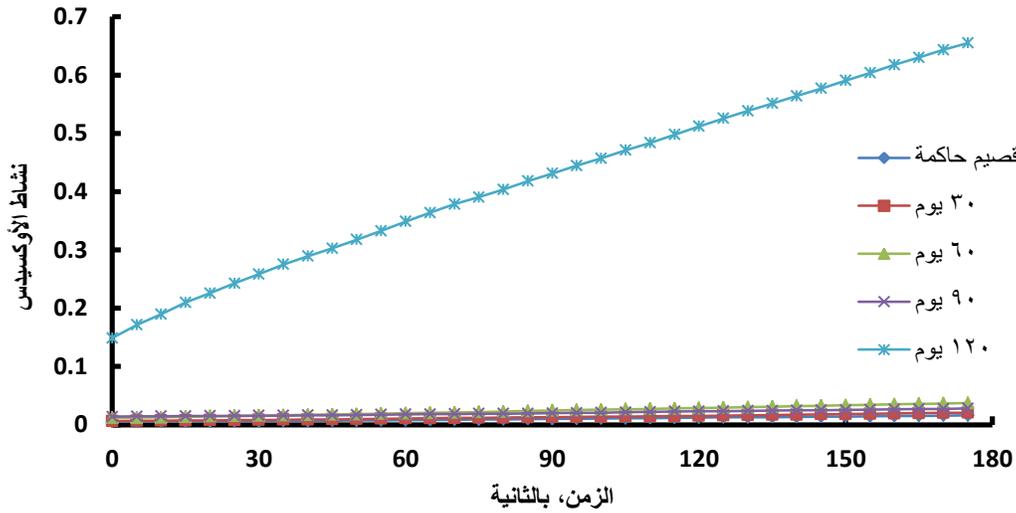
شكل ٤ - ٧٧. نشاط إنزيم بولي فينول أكسيداز للثمار الطازجة والمخزنة لبرحي الرياض المخزن عند نسب غازات (O₂%٢ : CO₂%٢).



شكل ٤ - ٧٨. نشاط إنزيم بولي فينول أكسيداز للثمار الطازجة والمخزنة لبرحي الرياض المخزن عند نسب غازات (O₂%٥ : CO₂%٥).



شكل ٤ - ٧٩. نشاط إنزيم بولي فينول أكسيداز للثمار الطازجة والمخزنة لبرحي القصيم المخزن عند نسب غازات (2% O₂ : 2% CO₂).



شكل ٤ - ٨٠. نشاط إنزيم بولي فينول أكسيداز للثمار الطازجة والمخزنة لبرحي القصيم المخزن عند نسب غازات (5% O₂ : 5% CO₂).

٤- ٦- ٤ تأثير فترة وظروف التخزين على فينولات ثمار البرحي

يوضح جدول (٤- ٨٠) تأثير التخزين في جو معدل من الغازات (٥ ٪ أكسجين : ٥ ٪ ثاني أكسيد الكربون، ٢ ٪ أكسجين: ٢ ٪ ثاني أكسيد الكربون(حجم/حجم)) على كمية الفينولات المستخلصة من بلح البرحي مزرعة منطقة الرياض.

أوضحت النتائج المتحصل عليها أن تخزين البرحي في جو معدل من الأكسجين، ثاني أكسيد الكربون (٥ ٪ : ٥ ٪) لم يؤدي لحدوث تغيرات معنوية في محتوى البرحي من الفينولات الكلية خلال فترة التخزين حتى ١٢٠ يوم. أما بعد ١٥٠ يوم من التخزين انخفض محتوى البرحي من الفينولات انخفاضاً معنوياً مقارنة بالعينات الأخرى في نفس ظروف التخزين. كما أظهرت النتائج أيضاً أن تخزين البرحي في جو معدل من الأكسجين، ثاني أكسيد الكربون (٢ ٪ : ٢ ٪) أدى إلى انخفاض الفينولات معنوياً بعد ٩٠، ١٢٠ و ١٥٠ يوم من التخزين، في حين لم يتأثر معنوياً محتوى الفينولات بعد ٦٠ يوم من التخزين مقارنة بالمعاملة الحاكمة.

وبدراسة نشاط الفينولات المستخلصة من بلح البرحي لمزرعة منطقة الرياض والمخزن في جو معدل من الغازات أوضحت النتائج (جدول ٤- ٨٠) أن نشاط الفينولات انخفض انخفاضاً طفيفاً ولكنه معنوياً خلال التخزين في جو معدل (٥ ٪ : ٥ ٪)، ولم يلاحظ اختلافات معنوية بين العينات أثناء التخزين حتى ١٥٠ يوم مقارنة بالعينة الحاكمة. أما التخزين في جو معدل (٢ ٪ : ٢ ٪) فقد أدى إلى انخفاض معنوي في نشاط الفينولات خلال التخزين، مقارنة بنشاط العينات المخزنة في جو معدل (٥ ٪ : ٥ ٪)، وكان الانخفاض أكثر وضوحاً في العينات المخزنة بعد ١٥٠ يوماً.

جدول ٤ - ٨٠. تأثير التخزين في جو معدل على محتوى بلح البرحي (الرياض) من الفيولات ودرجة نشاطها.

المنطقة	نسبة O ₂ /CO ₂	مدة التخزين (يوم)	الفيولات (ملجم/١٠٠جم)	درجة النشاط (%)
الرياض	٥ : ٥	صفر	٠,٠٨ ± ١٣,١٤	١,٠٠ ± ٦٣,٣٥
		٦٠	٠,٢٥ ± ١٤,٧٥	١,٠٥ ± ٥٨,٠٨
		٩٠	٠,٦٨ ± ١٤,٣٩	١,٠٣ ± ٥٨,٠٩
		١٢٠	٠,٠٤ ± ١٤,٠٥	٠,٧٣ ± ٥٩,٠٧
		١٥٠	٠,٠٢ ± ١٢,٤٣	٠,٦٥ ± ٥٩,٠١
	٢ : ٢	٦٠	٠,٤٩ ± ١٤,٦٧	١,٠٩ ± ٥٠,٩٦
		٩٠	٠,٢٤ ± ١٣,٤٦	٠,٤١ ± ٥٢,٣٥
		١٢٠	٠,١٣ ± ١٣,١٣	٠,٦٨ ± ٥٢,٣٠
		١٥٠	٠,٠٧ ± ١٢,١٤	٠,٦٦ ± ٤٦,٣١

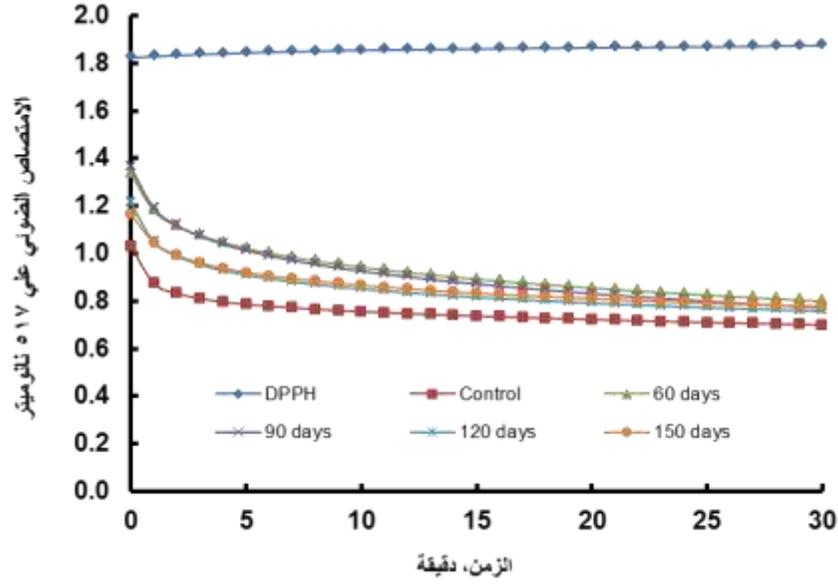
جدول ٤ - ٨١. تأثير التخزين في جو معدل على محتوى بلح البرحي (الرياض) من الانثوسيانين ودرجة نشاطه.

المنطقة	نسبة O ₂ /CO ₂	مدة التخزين (يوم)	الانثوسيانين (ميكروجرام/كجم)	درجة النشاط (%)
الرياض	٥ : ٥	صفر	٠,٣٥ ± ٤٦,٤٥	٠,٦٢ ± ٨٩,٩٦
		٦٠	٠,٢٨ ± ٤٠,٣٠	٠,٩٤ ± ٩١,٦٠
		٩٠	٠,١٤ ± ٤٢,٦٠	٠,١٣ ± ٨٩,٢٧
		١٢٠	٠,٠٤ ± ٥٣,٤٣	٠,٣٣ ± ٩٠,٥٤
		١٥٠	٠,١٤ ± ٥٩,٦٠	٠,٤٨ ± ٩٠,٦٥
	٢ : ٢	٦٠	٠,٢١ ± ٥٧,٧٥	١,٠٣ ± ٨٩,٠٠
		٩٠	٠,٤٢ ± ٥٥,٣٠	٠,١٠ ± ٩١,٥٣
		١٢٠	٠,٢١ ± ٥٥,٢٥	٠,٠٥ ± ٩١,٥١
		١٥٠	٠,٠٨ ± ٥٥,٦٥	٠,٢٩ ± ٩٠,١٦

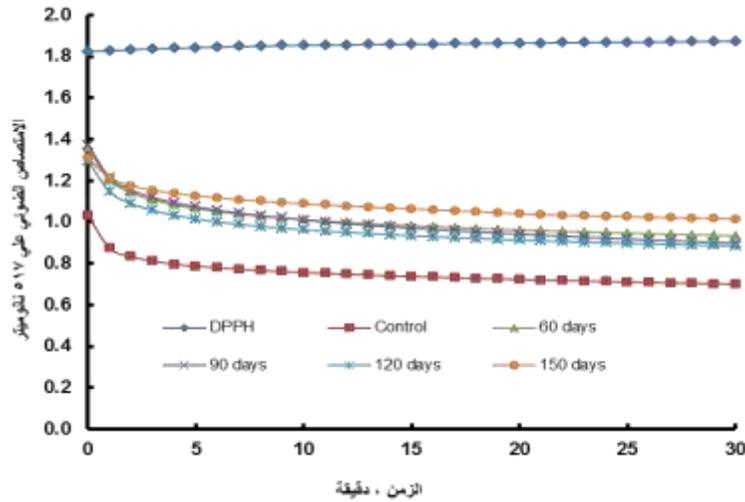
يوضح جدول (٤ - ٨١) تأثير التخزين في جو معدل من الغازات (٥ % أكسجين : ٥ % ثاني أكسيد الكربون، ٢ % أكسجين : ٢ % ثاني أكسيد الكربون) على محتوى بلح البرحي (الرياض) من الأنثوسيانين. لوحظ حدوث تغيرات معنوية في كمية الأنثوسيانين أثناء التخزين في جو معدل سواء (٥ % : ٥ % أو ٢ % : ٢ %)، وقد لوحظ أن كمية الأنثوسيانين قد ازدادت معنويا بعد ١٢٠، ١٥٠ يوم من التخزين في جو معدل (٥ % : ٥ %) وبعد ٦٠ يوم من التخزين في جو معدل (٢ % : ٢ %). أما نشاط الأنثوسيانين فلم يتأثر معنويا أثناء التخزين في جو معدل من الغازات سواء (٥ % : ٥ %) أو (٢ % : ٢ %) كما هو موضح في جدول (٤ - ٨١).

وبدراسة حركيات التفاعل باستخدام الشق الحر DPPH، فإن لون الـ DPPH يظل ثابت ويختزل في وجود مضادات الأكسدة ويسجل الانخفاض في كثافة اللون خلال ٣٠ دقيقة. وقد لوحظ من شكلي (٤ - ٧٨) و(٤ - ٧٩) حركيات التفاعل بين الشق الحر DPPH ومستخلص الفينولات من برحي (الرياض) خلال التخزين لمدة ١٥٠ يوم في جو معدل (٥ % : ٥ %)، (٢ % : ٢ %) أن حركيات تفاعل الفينولات بعد ٦٠، ٩٠ يوما كان متشابهة خلال الخمس دقائق الأولى، العشر دقائق الأولى من التفاعل أثناء التخزين في جو معدل (٥ % : ٥ % - شكل ٣٠)، (٢ % : ٢ % - شكل ٤ - ٧٩) على التوالي، ثم أخذ الشكل في الانحدار حتى نهاية التفاعل (٣٠ دقيقة)، أما بعد ١٢٠، ١٥٠ يوم كانت حركيات التفاعل متشابهة خلال الأربع دقائق الأولى من التفاعل، ثم الانحدار حتى نهاية التفاعل، مقارنة بالعينة الحاكمة (٥ % : ٥ % - شكل ٤ - ٨٠).

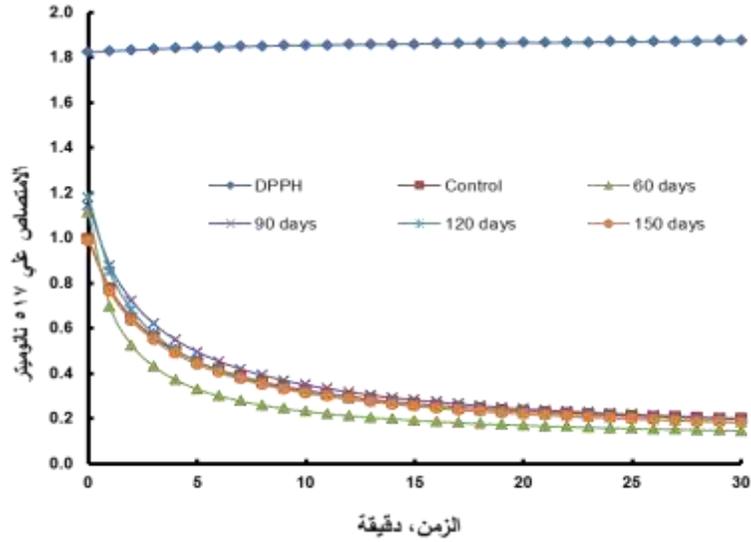
يوضح شكل (٤ - ٨١) حركيات التفاعل بين الشق الحر (DPPH) والآنثوسيانين المستخلص من برحي الرياض أثناء التخزين في جو معدل (٥ % : ٥ %). وقد أوضحت النتائج أن حركيات التفاعل بعد ٩٠، ١٥٠ يوم، بين العينة الحاكمة، ١٥٠ يوم كان لهم نفس الاتجاه خلال الدقائق الأولى من التفاعل، ثم اتجه التفاعل نحو الانحدار السريع حتى نهاية التفاعل (٣٠ دقيقة). أما التخزين في جو معدل (٢ % : ٢ %) فكانت حركيات التفاعل بعد ١٢٠، ١٥٠ يوم من التخزين مقارنة بالعينة الحاكمة لها نفس الاتجاه خلال الخمس دقائق الأولى من التفاعل (شكل ٤ - ٨٢).



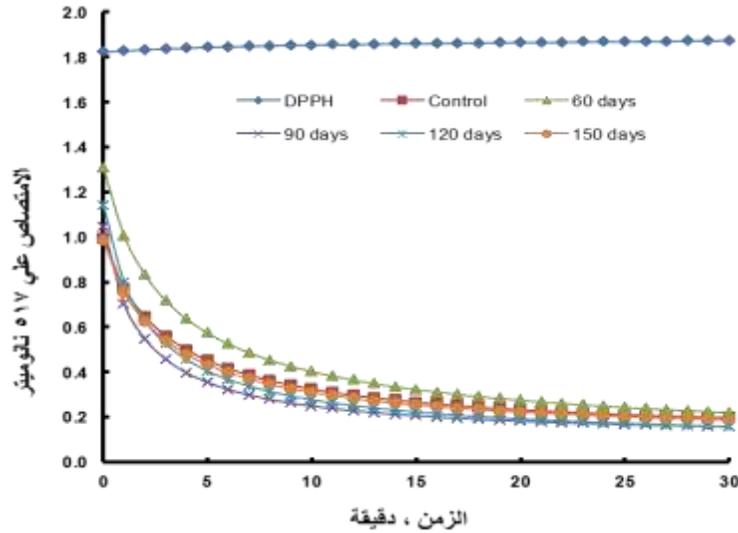
شكل ٤ - ٨١. حركيات تفاعل الشق الحر (DPPH) مع الفينولات المستخلصة من بلح البرحي (الرياض) خلال التخزين في جو معدل من الغازات (٥ % أكسجين: ٥ % ثاني أكسيد الكربون).



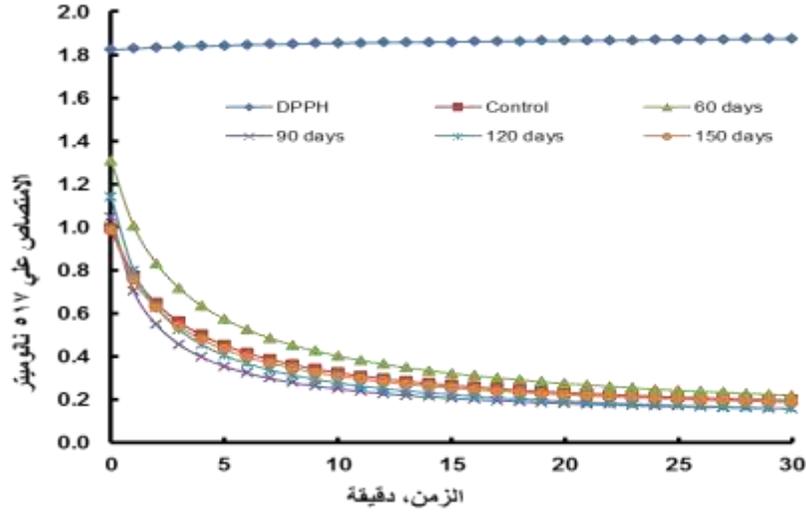
شكل ٤ - ٨٢. حركيات تفاعل الشق الحر (DPPH) مع الفينولات المستخلصة من بلح البرحي خلال التخزين في جو معدل من الغازات (٢ % أكسجين: ٢ % ثاني أكسيد الكربون).



شكل ٤ - ٨٣. حركيات تفاعل الشق الحر (DPPH) مع الأنتوسيانين المستخلص من بلح البرحي (الرياض) خلال التخزين في جو معدل من الغازات (٥ ٪ أكسجين : ٥٠ ٪ ثاني أكسيد الكربون).



شكل ٤ - ٨٤. حركيات تفاعل الشق الحر (DPPH) مع الأنتوسيانين المستخلص من بلح البرحي (الرياض) خلال التخزين في جو معدل من الغازات (٢ ٪ أكسجين : ٩٨ ٪ ثاني أكسيد الكربون).



شكل ٤ - ٨٥. حركيات تفاعل الشق الحر (DPPH) مع الأنتوسيانين المستخلص من بلح البرحي (الرياض) خلال التخزين في جو معدل من الغازات (٢٪ أكسجين : ٢٪ ثاني أكسيد الكربون).

يوضح جدول (٤ - ٨٢) تأثير التخزين في جو معدل من الغازات (٥٪ أكسجين : ٥٪ ثاني أكسيد الكربون، ٢٪ أكسجين : ٢٪ ثاني أكسيد الكربون) على كمية الفينولات المستخلصة من بلح البرحي (القصيم). أوضحت النتائج أن تخزين البرحي في جو معدل (٥٪ : ٥٪) لم يؤدي إلى تغيرات معنوية في كمية الفينولات حتى ٩٠ يوم من التخزين، في حين انخفضت معنويا بعد ١٢٠ يوم من التخزين، مقارنة بالحاكمة. أما التخزين في جو معدل (٢٪ : ٢٪) فقد أدى إلى حدوث انخفاض معنوي بعد ٦٠، ٩٠، ١٢٠ يوم من التخزين، أما بعد ٣٠ يوم فلم يحدث أي تغيرات معنوية مقارنة بالحاكمة.

وبدراسة نشاط الفينولات المستخلصة من بلح البرحي (القصيم) والمخزن في جو معدل من الغازات أوضحت النتائج (جدول ٤ - ٨٢) أن نشاط الفينولات أنخفض انخفاضاً بسيطاً ولكنه معنويا خلال التخزين في جو معدل (٥٪ : ٥٪) بعد ٣٠ يوم من التخزين ثم ازداد النشاط بعد ٦٠ يوم من التخزين، في حين بعد ٩٠، ١٢٠ يوم من التخزين أنخفض النشاط معنويا. أما التخزين في

جو معدل (٢ : ٢ %) أدى إلى انخفاض معنوي في نشاط الفينولات خلال التخزين وكان الانخفاض أكثر وضوحاً بعد ١٢٠ يوم .

يوضح جدول (٤ - ٨٣) تأثير التخزين في جو معدل من الغازات (٥ % أكسجين : ٥ % ثاني أكسيد الكربون، ٢ % أكسجين : ٢ % ثاني أكسيد الكربون) على محتوى بلح البرحي (مزرعة القصيم) من الأنثوسيانين. لوحظ حدوث زيادة معنوية أثناء التخزين في جو معدل (٥ : ٥ %) وكانت الزيادة أكثر وضوحاً بعد ١٢٠ يوم من التخزين . أما التخزين في جو معدل (٢ : ٢ %) فكانت الزيادة في كمية الأنثوسيانين أكثر وضوحاً بعد ٣٠ ، ٦٠ يوم من التخزين مقارنة بالحاكمة. كما يوضح الجدول أيضاً أن نشاط الانثوسيانين قد ازداد معنوياً خلال التخزين في جو معدل من الغازات سواء (٥ : ٥ %) أو (٢ : ٢ %) وكانت الزيادة في النشاط أكثر وضوحاً بعد ٦٠ يوم من التخزين في جو معدل (٥ : ٥ %).

أما بالنسبة لحركيات التفاعل بين الفينولات المستخلصة من برحي مزرعة القصيم والشق الحر (DPPH) خلال التخزين في جو معدل (٥ : ٥ %) ، (٢ : ٢ %) فهي موضحة في شكلي (٤ - ٨٣) و(٤ - ٨٤). يوضح الشكل رقم (٤ - ٨٣) أن حركيات التفاعل بين العينة الحاكمة بعد ٣٠ ، ٦٠ يوم من التخزين في جو معدل (٥ : ٥ %) كان لها نفس الاتجاه خلال ١٥ دقيقة الأولى من التفاعل. أما بعد ٣٠ ، ٩٠ يوم من التخزين في جو معدل (٢ : ٢ %) فقد كان لها نفس اتجاه التفاعل مقارنة بباقي فترات التخزين كما هو موضح في شكل (٤ - ٨٤).

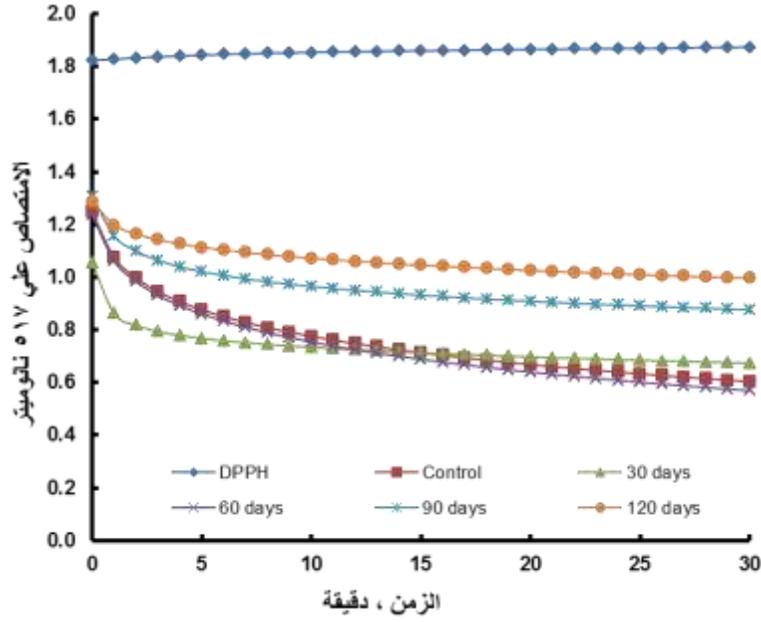
يوضح شكل (٤ - ٨٥) أن الأنثوسيانين المستخلص من العينات المخزنة في جو معدل من الغازات (٥ : ٥ %) بعد ٣٠ ، ٩٠ ، ١٢٠ يوم من التخزين والعينة الحاكمة كان له نفس اتجاه التفاعل مع الشق الحر (DPPH) بعد ١٠ دقائق من التفاعل واستمر حتى نهاية فترة التفاعل (٣٠ دقيقة). أما حركيات التفاعل في العينات المخزنة في جو معدل (٢ : ٢ %) فكانت متشابهة بعد ١٥ دقيقة وحتى نهاية التفاعل بعد ٣٠ دقيقة كما هو موضح في شكل (٤ - ٨٦).

جدول ٤ - ٨٢. تأثير التخزين في جو معدل على محتوى بلح البرحي (مزرعة القصيم) من الفينولات ودرجة نشاطها.

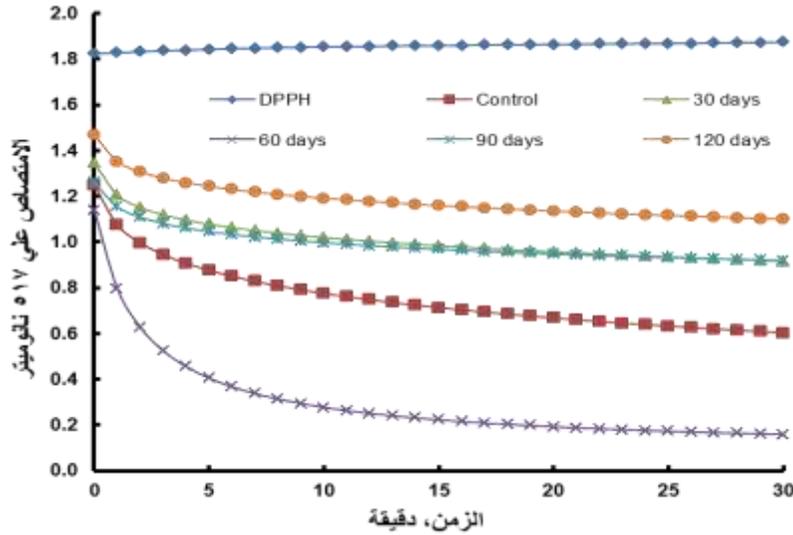
المنطقة	نسبة الغاز O2:CO2	مدة التخزين (يوم)	الفينولات (ملجم/١٠٠جم)	درجة النشاط (%)
القصيم	٥ : ٥	صفر	٠,٠٤ ± ١٤,٨٨	٠,٣٠ ± ٦٨,٠٣
		٣٠	٠,٠٨ ± ١٤,٩٦	٠,٤١ ± ٦٣,٧٧
		٦٠	٠,٣٨ ± ١٤,٣٣	٠,٧٢ ± ٦٨,١٩
		٩٠	٠,٦٠ ± ١٤,١٠	٠,١٢ ± ٥٣,١٧
		١٢٠	٠,٤٨ ± ١٢,٣٦	٠,٩١ ± ٤٦,٢٢
	٢ : ٢	٣٠	٠,٠٤ ± ١٤,٩٩	٠,٦٩ ± ٥١,٥٦
		٦٠	٠,٣١ ± ١٣,٥٦	٠,٧٣ ± ٥٣,٣٠
		٩٠	٠,١٣ ± ١٣,٢١	٠,٥٢ ± ٥٠,٥٥
		١٢٠	٠,١١ ± ١١,٧٨	٠,٤٨ ± ٤١,٦٤

جدول ٤ - ٨٣. تأثير التخزين في جو معدل على محتوى بلح البرحي (مزرعة القصيم) من الانثوسيانين ودرجة نشاطه.

المنطقة	نسبة الغاز O2:CO2	مدة التخزين (يوم)	الانثوسيانين (ميكروجرام/كجم)	درجة النشاط (%)
القصيم	٥ : ٥	صفر	٠,٠٨ ± ٤١,١٥	٠,٥ ± ٨٩,٨٩
		٣٠	٠,٢٨ ± ٤١,٣٠	٠,٠٨ ± ٩٠,٧٥
		٦٠	٠,٦٣ ± ٥٠,٠٥	٠,٢٧ ± ٩٢,٤٩
		٩٠	٠,٨٤ ± ٥١,٤٠	٠,٤٣ ± ٩٠,١٤
		١٢٠	٠,١٤ ± ٥٦,٩٠	٠,٥٧ ± ٩٠,٩٢
	٢ : ٢	٣٠	٠,١٤ ± ٥٦,٩٠	٠,٦٠ ± ٩٠,٩٣
		٦٠	٠,٣٥ ± ٥٦,١٥	٠,٠٤ ± ٩١,١٤
		٩٠	٠,٦٣ ± ٥٨,٤٥	٠,٥٧ ± ٩١,٤٠
		١٢٠	٠,٠٨ ± ٤٨,٩٥	٠,٥٨ ± ٩٠,٦٦



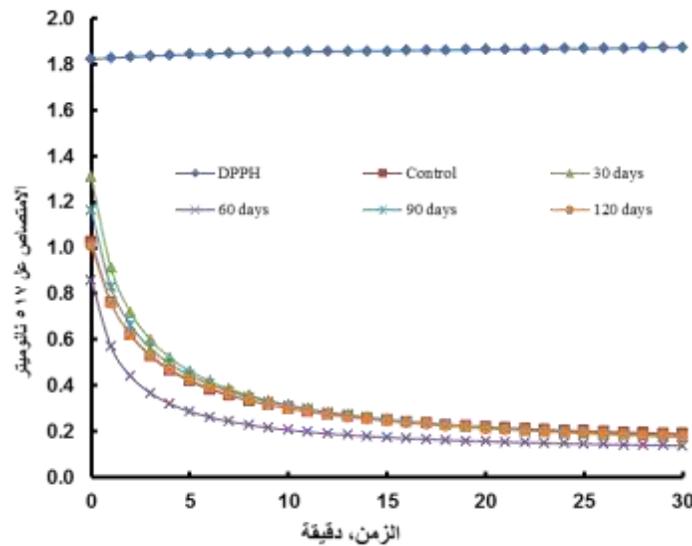
شكل ٤ - ٨٦. حركيات تفاعل الشق الحر (DPPH) مع الفينولات المستخلصة من بلح البرحي (مزرعة القصيم) خلال التخزين في جو معدل من الغازات (٥ % O₂ : ٥ % CO₂).



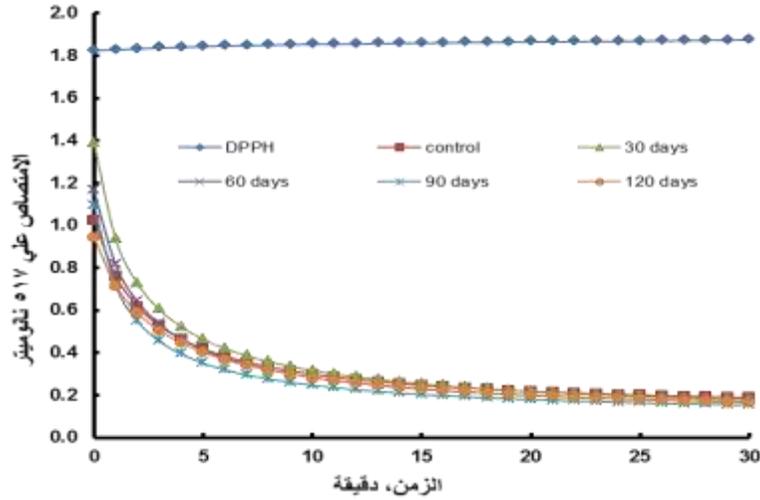
شكل ٤ - ٨٧. حركيات تفاعل الشق الحر (DPPH) مع الفينولات المستخلصة من بلح البرحي (مزرعة القصيم) خلال التخزين في جو معدل من الغازات (٢ % أكسجين : ٢ % ثاني أكسيد الكربون).

ومن النتائج السابقة لوحظ انخفاض بسيط في محتوى البرحي من مضادات الأكسدة أثناء التخزين في جو معدل من الغازات ويرجع ذلك إلى تحطيم الفينولات نتيجة لتطور نضج الثمار أثناء التخزين، حيث أوضح El-Rayes سنة ٢٠٠٩م أنه خلال مرحلة تحول البرحي من full mature إلى مرحلة ripening يحدث انخفاض معنوي في الفينولات .

وعموما فإن تخزين ثمار البرحي في جو معدل من الغازات (أكسجين : ثاني أكسيد الكربون) سواء بنسبة (٥ ٪ : ٥ ٪) أو بنسبة (٢ ٪ : ٢ ٪) لم تحدث تغيرات واضحة في محتوى البرحي من الفينولات أو الأنثوسيانين وكذلك لم يكن لها تأثير على نشاطها المضاد للأكسدة.



شكل ٤ - ٨٨. حركيات تفاعل الشق الحر (DPPH) مع الأنثوسيانين المستخلص من بلح البرحي (مزرعة القصيم) خلال التخزين في جو معدل من الغازات (٥ ٪ أكسجين : ٥ ٪ ثاني أكسيد الكربون).



شكل ٤ - ٨٩. حركيات تفاعل الشق الحر (DPPH) مع الانثوسيانين المستخلص من بلح البرحي (مزرعة القصيم) خلال التخزين في جو معدل من الغازات (٢٪ O_2 : ٢٪ CO_2).

٤- ٦- ٥ تأثير فترة وظروف التخزين على الحمل الميكروبي لثمار البرحي

جدول (٤- ٨٤) يبين لوغاريتم عدد الميكروبات لكل من عينات برحي الرياض والقصيم خلال فترة التخزين والتي تشمل العدد الكلي للميكروبات الهوائية (APC) وعدد الأعفان والخمائر (YM). ويتبين من الجدول أن لوغاريتم عدد الميكروبات الكلى الهوائية (APC) وكذلك عدد الخمائر والأعفان (YM) في حدود دورتين لوغاريتمية، مما يدل على تقارب في الأعداد الميكروبية بصفة عامة. ويلاحظ انخفاض العدد الكلي للميكروبات الهوائية بينما ازداد عدد الخمائر والأعفان في منطقتي الرياض والقصيم عند نسبة الغاز ٢:٢ مقارنة بتلك عند نسبة ٥:٥. وخلال فترة التخزين يلاحظ تأرجح في أعداد الميكروبات حيث تميل للانخفاض في منطقة الرياض عند نسبي الغاز ٥:٥ و ٢:٢ بينما حدثت زيادة للأعداد في منطقة القصيم خاصة عند استخدام نسبة الغاز ٢:٢. ويمكن استنتاج أن الميكروبات التي وجدت على عينات البرحي أنها متجراثمات (مكونات جراثيم) سواء كانت بكتيريا أو أعفان. ومعلوم أن التجراثم وسيلة من وسائل مقاومة الميكروبات للظروف غير المناسبة للنمو والتي قد تفسر التغير الطفيف والتأرجح في الأعداد الميكروبية التي تم اجراءها. ويمكن اعتبار أن أعداد الميكروبات منخفضة جداً، كما أن التغيرات خلال التخزين طفيفة جداً ولا تشكل أهمية تستدعي الحذر.

جدول ٤ - ٨٤. لوغاريثم عدد الميكروبات لكل من عينات برحي الرياض والقصيم خلال فترة التخزين وعند نسب الغازات المختلفة.

العدد		مدة التخزين يوم	O ₂ /CO ₂	المنطقة
عدد الخمائر والأعفان YM	لوغاريثم العدد الكلي APC			
١,٩٣	٢,٣٨	٦٠	٥:٥	الرياض *
١,٩٣	٢,١١	٩٠		
٢,٤٦	٢,٣٦	١٢٠		
٢,٠٨	٢,٠٤	١٥٠		
٢,٣٤	٢,٢٣	٦٠	٢:٢	
٢,٤٣	٢,٥١	٩٠		
٢,٤٢	٢,٣	١٢٠		
١,٩٣	١,٧٨	١٥٠		
١,٧	٢,٣٦	٣٠	٥:٥	القصيم **
١,٩٣	٢,٣٦	٦٠		
٢,٤٢	٢,٤	٩٠		
٢,١١	٢,٢	١٢٠		
١,٦	٢,١٧	٣٠	٢:٢	
٢,٣٤	٢,٤٩	٦٠		
٢,٦	٢,٤٩	٩٠		
٢,١١	٢,٢٧	١٢٠		

* عينة الكونترول (الحاكمة) من الرياض ٢,٧١ APC و ١,٩٨ YM

** عينة الكونترول (الحاكمة) من القصيم ٢,٥٩ APC و ٢,٥٣ YM

٤- ٧- الدراسة السوقية والاقتصادية للبرحي

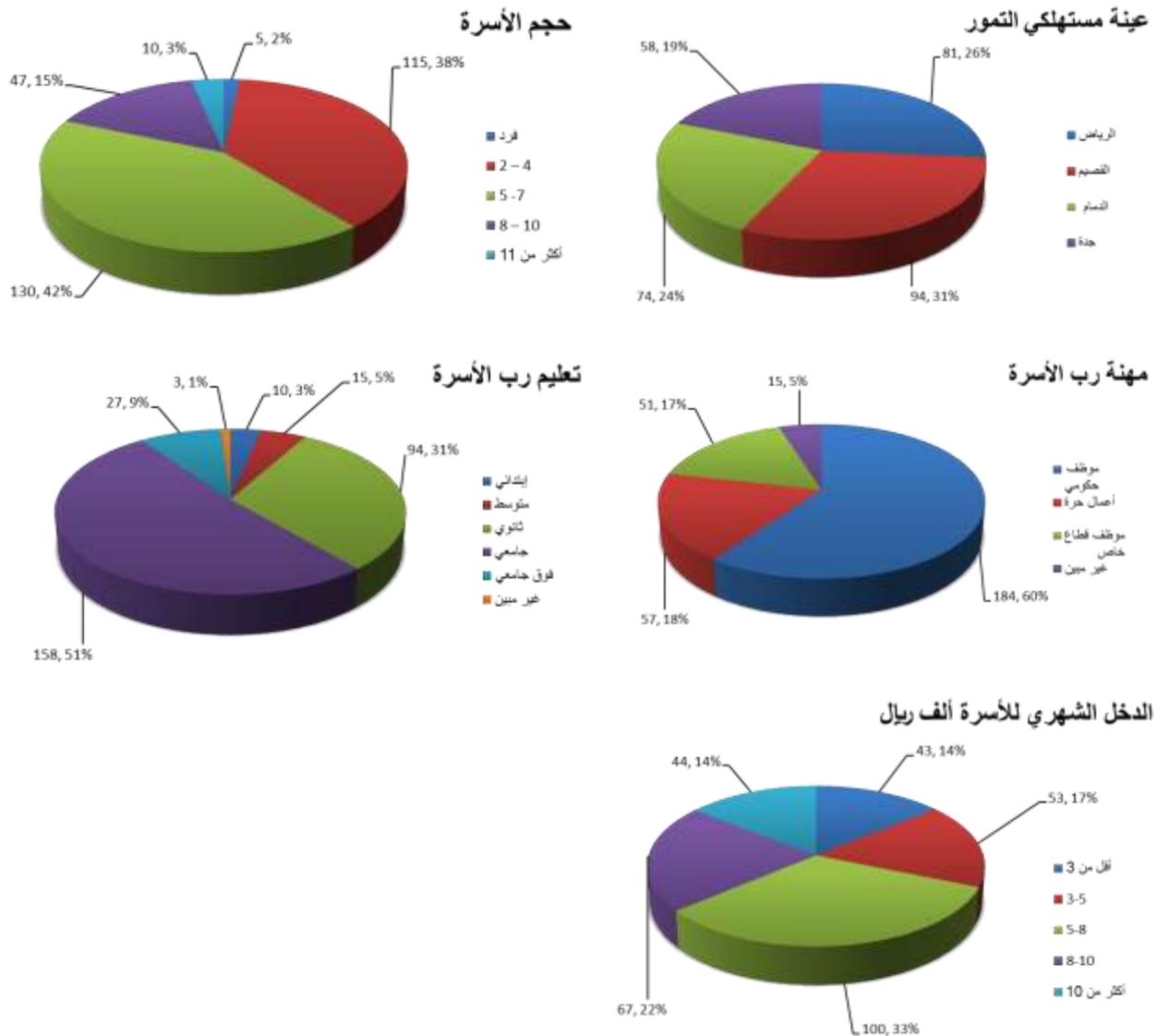
يتضمن هذا الجزء من الدراسة عدة جوانب تغطي واقع واتجاهات سوق البرحي داخليا وخارجيا في إطار تشابك العلاقات بين البرحي والتمور السعودية والعالمية على مستوى مزارع النخيل ومستهلكي البرحي، كذلك للهيئات والخدمات التسويقية وذلك لإعطاء صورة متكاملة عن سوق المنتج المستهدف في هذا المشروع البحثي من حيث الطلب على المنتج النهائي أو المستهلك المستهدف. وكذلك عرض المنتج الأولي وهي ثمار البرحي الطازجة، فضلا عن وصف ملامح السوق والوسطاء المستهدفين بتداول المنتج وعرض الخدمات التسويقية الكفيلة بنجاح المشروع.

٤- ٧- ١- تحليل جانب استهلاك البرحي والطلب عليه

٤- ٧- ١- خصائص مستهلكي البرحي

تكونت عينة المستهلكين في هذه الدراسة من ٣٠٧ أسرة موزعة بين الرياض ومزرعة القصيم والدمام وجدة بنسب متقاربة، ولتعكس وبطريقة أقرب إلى الحقيقة واقع واتجاهات أنماط استهلاك بلح البرحي في مدن ممثلة لوسط وشرق وغرب المملكة. ولقد تضمنت العينة المدروسة مهن مختلفة لرب الأسرة - موظف حكومي بنسبة ٦٠٪، أعمال حرة بنسبة ١٩٪، وموظف قطاع خاص بنسبة ١٧٪ ومستويات تعليمية مختلفة لأرباب الأسر، أكثر من نصفهم جامعيين، وكذلك مستويات تعليمية مختلف لربات الأسر، تعليم معظمهن فوق الثانوي. ونظرا لأن مستوى الدخل يعد عاملا رئيسا في تحديد نمط الاستهلاك عموما، ونمط استهلاك البرحي خصوصا، فقد شملت عينة الدراسة على مستويات متباينة من دخل الأسرة، إذ تضم العينة نحو ١٤٪ منها من الأسر ذات الدخل الشهري أقل من ثلاثة آلاف ريال، ونحو ١٧٪ من الأسر ذات الدخل الشهري من ثلاثة آلاف إلى أقل من خمسة آلاف ريال، ونحو ٣٣٪ من الأسر ذات الدخل الشهري من خمسة آلاف إلى أقل من ثمانية آلاف، ونحو ٢٢٪ منها من الأسر ذات الدخل الشهري من ثمانية آلاف إلى عشرة آلاف، ونحو ١٤٪ منها من الأسر ذات الدخل الشهري الذي يتجاوز عشرة آلاف ريال. ولقد تراوح حجم الأسرة في العينة قيد الدراسة بين فرد واحد وأكثر من ١١ فرد، إلا أن معظم الأسر قيد الدراسة (٧٧٪) يتراوح حجمها بين ٢ - ٧ أفراد على النحو الوارد

في الشكل رقم (٤ - ٩٠). ويتضح من هذا العرض لخصائص عينة المستهلكين أنها تعكس في طياتها وبدرجة مناسبة كافة فئات مستهلكي التمور بصفة عامة والبرحي بصفة خاصة. وعلى ذلك يمكن الاستناد على نتائجها في تحليل واقع واتجاهات استهلاك البرحي في المملكة العربية السعودية بدرجة عالية من الثقة والموضوعية.



شكل ٤ - ٩٠. رسم بياني يوضح خصائص عينة مستهلكي التمور عام ١٤٣١هـ المصدر: جمعت وحسبت من بيانات ميدانية لاستبيانات عينة من المستهلكين عام ١٤٣١هـ.

٤- ٧- ١- ٢- مستوى الدخل واستهلاك البرحي

استناداً إلى البند السابق يمكن القول أن متوسط الدخل الشهري للأسرة في عينة المستهلكين قد بلغ نحو ٧ آلاف ريال، كما بلغ متوسط الإنفاق الشهري على الغذاء بشكل عام نحو ألفين ريال شهرياً، منها نحو ٤٠٠ ريال على الفواكه عموماً بما فيها التمر. كما يقدر متوسط إنفاق الأسرة شهرياً على التمر نحو ٣٦٤ ريال شهرياً أي بنسبة ٩١٪ تقريباً من الإنفاق على الفاكهة عموماً بجميع أنواعها وأصنافها، ونحو ١٨٪ من الإنفاق على الغذاء. وهذا يدل على الأهمية الخاصة لاستهلاك التمر في النمط الاستهلاكي الغذائي في المملكة العربية السعودية (جدول ٤ - ٨٥) وهذه النتائج قريبة مما بينته الدراسات السابقة (الحمدان وآخرون، ٢٠٠٧)، حيث قدرت متوسط استهلاك الأسرة من التمر بنحو ٩٧ كيلو جراماً سنوياً أي بمعدل ١٦ كيلو جراماً للفرد سنوياً. كما قدرت أيضاً متوسط إنفاق الأسرة الشهري على الفاكهة بما فيها التمر والذي تراوح بين ٢٠٠ - ٥٠٠ ريال لدى أكثر من نصف الأسر المدروسة، وهذا يعني أن متوسط إنفاق الأسرة سنوياً على الفاكهة بما فيها التمر يتراوح ما بين ٢٤٠٠ ريال و٦٠٠٠ ريال في معظم الأسر. كما أن كثيراً من هذه الأسر (حوالي ١٥٪ منها) يتجاوز إنفاقها السنوي على الفاكهة بما فيها التمر ٦٠٠٠ ريال. وبينت أيضاً أن معظم الأسر يتجاوز إنفاقها السنوي على التمر ٥٠٠ ريال.

قدر متوسط استهلاك الأسرة في عينة الدراسة من بلح البرحي ٧,٦ كيلوجراماً، قيمتها ٤٨ ريال، أي بمتوسط سعري قدره ٩,٧ ريال/ كجم، وذلك خلال موسم لا تتجاوز مدته الثلاث شهور (٢,٨ شهراً)، هذا فضلاً عن أن بعض الأسر تستهلك كمية إضافية من رطب البرحي بلغت في المتوسط ٦,٢ كيلوجراماً بقيمة قدرها ٨٦ ريالاً، وبذلك بلغ متوسط سعر الكيلوجرام من رطب البرحي حوالي ١٤ ريالاً كجم، وذلك خلال موسم لا تتجاوز مدته ٣ شهور.

جدول ٤ - ٨٥. أهم الخصائص الداخلية والإنفاقية الغذائية والإنفاقية على التمور لعينة من مستهلكي التمور في المملكة العربية السعودية عام ١٤٣١هـ.

المتغير	الوحدة	العدد	المتوسط	أقل قيمة	أعلى قيمة	معامل الاختلاف
حجم الأسرة		٣٠٧	٥,٥	١	١٧	٤٦,٧٨
الدخل الشهري	ريال	٣٠٧	٧٤٤١	٦٠٠	٢٥٠٠٠	٥١,٣٩
الإنفاق الشهري على الغذاء	ريال	٣٠٧	١٩٢٨,٩٩	١٠٠	٩٠٠٠	٧٠,٥٨
الإنفاق الشهري على الفاكهة	ريال	٣٠٧	٤٠٣,٧٤	٥٠	٢٥٠٠	٨٤,٦٠
الإنفاق السنوي على التمور	ريال	٢٩٣	٣٦٣,٧٢	٥	٣٠٠٠	١١٠,٩٢
الإنفاق الموسمي على البرحي	ريال	٢٦٣	٢٨٠,٦٨	٤	٤٠٠٠	١٣٤,٣٠
الإنفاق خلال شهر رمضان على البرحي	ريال	٢٩٣	١٨٩,٧٦	١٠	١٠٠٠	٧٨,٢٠
الإنفاق الشهري على البرحي خلال بقية السنة	ريال	٢٣٢	٢٧٦,٣٣	٠	٣٥٠٠	١٣٣,٨٦
متوسط استهلاك الأسرة (كميه) من البرحي بلح في الموسم	كجم	٢٥٣	٧,٦	٠	١٠٠	١٥٥,٤٠
متوسط استهلاك الأسرة (قيمة) من البرحي بلح في الموسم	ريال	٢٤٣	٨٣,٦	٠	٩٠٠	١٢٦,٨٨
متوسط استهلاك الأسرة (سعر) من البرحي بلح في الموسم	ريال	٢٢٦	١٨,٢	٠	١٠٠	٦٧,٦٤
طول الموسم الذي يستهلك فيه البرحي بلح	شهر	١٧١	٢,٨	٠	٥	٣٥,٥٩
متوسط استهلاك الأسرة (كميه) من البرحي رطب في الموسم	كجم	٢٣٨	٦,٢	٠	٦٠	١٢٨,٥٣
متوسط استهلاك الأسرة (قيمة) من البرحي رطب في الموسم	ريال	٢٢٩	٨٦,٤	٠	٢٠٠٠	١٦٧,٨٠
متوسط استهلاك الأسرة (سعر) من البرحي رطب في الموسم	ريال	٢٠٧	١٩,٦	٠	١٠٠	٧٢,٢٩
طول الموسم الذي يستهلك فيه البرحي رطب	شهر	١٦٤	٣,٠	٠	٦	٤٤,٤٢
متوسط استهلاك الأسرة (كميه) من البرحي بلح	كجم	٢٥٠	٧,٣	٠	١٠٠	١٩٦,٣٦

المتغير	الوحدة	العدد	المتوسط	أقل قيمة	أعلى قيمة	معامل الاختلاف
في رمضان						
متوسط استهلاك الأسرة (قيمة) من البرحي بلح في رمضان	ريال	٢٤٤	٧٤,٥	٠	١٠٠٠	١٥٢,٤٧
متوسط استهلاك الأسرة (سعر) من البرحي بلح في رمضان	ريال	٢٠٦	١٢,٩	٠	١٥	٢٦,١٣
متوسط استهلاك الأسرة (كميه) من البرحي رطب في رمضان	كجم	٢٢٧	٦,٧	٠	١٠٠	١٦٧,٤٤
متوسط استهلاك الأسرة (قيمة) من البرحي رطب في رمضان	ريال	٢٢٠	٩٦,٨	٠	٢٥٠٠	٢١٥,٠٩
متوسط استهلاك الأسرة (سعر) من البرحي رطب في رمضان	ريال	١٩٠	١٥,٥	٠	٢٠	٣١,٩٠
متوسط الكمية التي تحتاج الأسرة شرائها من البرحي في رمضان عند تخزينه طازج	كجم	٢١٨	١١,١	١	١٠٠٠	٦١٥,٥٤
متوسط السعر الممكن دفعه في كل شهر رمضان عند نجاح تخزينه	ريال	٢١٣	٣٠,٠	٢	٤٠	٣٨,٣٥
متوسط الكمية التي تحتاج الأسرة شرائها من البرحي في بقية الموسم عند تخزينه طازج	كجم	٢٠١	٨,٥	١	٨٠	١٥٤,١١
متوسط السعر الممكن دفعه في بقية مواسم السنة عند نجاح تخزينه	ريال	١٩٧	٢٦,٦	٢	٦٠	٢٦,٤٧

المصدر: جمعت وحسبت من بيانات ميدانية لاستبيانات عينة من المستهلكين عام ١٤٣١هـ.

٤- ٧- ١- ٣- تفضيلات المستهلكين

لقد بينت الدراسة الميدانية وجود اختلافات واضحة بين مختلف الأسر في تفضيلاتها لنوعيات التمور والتي عادة ما تنعكس في التفاوت الكبير في أسعارها (الحمدان وآخرون، ٢٠٠٧). وأمكن استنتاج أن مستهلكي البرحي وخاصة النوعيات الجيدة منه تهتم به شريحة معينة من فئات المستهلكين. ومن هنا يجب توجيه الجهود التسويقية البرحي المستهدف

عرضه بعد نهاية الموسم بمواصفات عالية الجودة إلى شريحة معينة من المستهلكين Target Consumers. ودلت الدراسة على أن هذه الشريحة موجودة بالفعل ومن ثم يكون من المتوقع قبول المنتج تسويقياً وبأسعار يمكن أن تكون مجزية للقائمين بأنشطة تخزين البرحي في مناخ متحكم به وعرضه بمواصفات عالية الجودة، وخاصة إذا ما أمكن إتاحتها في الشهور التي يزيد فيها طلب هذه الفئة من المستهلكين على البرحي (ولا سيما شهر رمضان المبارك) بالمواصفات المستهدفة إنتاجها.

٤- ٧- ١- ٤- الاتجاهات نحو استهلاك البرحي المحفوظ

أتضح أن نسبة الأسر التي تستهلك البلح البرحي الطازج، والبرحي المجمد (في صورة رطب) تمثل نحو ٣٩٪، ٧٠٪، من أسر العينة المدروسة على التوالي، وذلك بمتوسط ٣٧,٥، ٣٤,٤ كجم سنوياً على التوالي. ولتوضيح مدى تفضيل المستهلك السعودي للبرحي سواء كان بلحا أو رطباً مقارنة بغيره من أصناف التمور السعودية الجيدة، فقد بينت دراسة سابقة (الحمدان وآخرون، ٢٠٠٧) ومن خلال ترجيح متوسط الاستهلاك بعدد الأسر المستهلكة لكل صنف ونوعية أن بلح البرحي يأتي بعد رطب السكري والخلاص الطازج.

٤- ٧- ١- ٥- إمكانات حفظ البرحي (بلح) في المنزل مجمداً أو مبرداً

تضمنت الدراسة الميدانية أسئلة حول ملكية الأسرة لأجهزة التبريد والتجميد للمواد الغذائية المختلفة، وللبلح والرطب بشكل خاص وواقع التخزين المبرد والمجمد، واتضح أن للأسر السعودية إمكانات هائلة للتخزين المبرد والمجمد داخل المنزل. وتمتلك ٥٢٪ من أسر العينة المدروسة ثلاجة واحدة على الأقل، وأن ٤١,٧٪ يمتلكون اثنتين، بل أن أكثر من ٦٪ من أسر العينة يمتلكون من ٣ إلى ٥ ثلاجات منزلية. وتراوحت كمية المواد الغذائية التي يتم تخزينها بالفعل لدى أكثر من نصف أسر العينة بين ٢٠ و ٥٠ كيلوجراماً، بل زادت عن ذلك لنحو ٦٪ من الأسر. ويمتلك نحو ٣٣٪ من أسر العينة مجمد خاص بالبلح والرطب، بل أن أكثر من ٦٪ من الأسر تمتلك من ٢ إلى ثلاث مجمدات خاصة بالبلح والرطب منزلياً. وعموماً فقد تبين أن ٣٩٪ من

المبحوثين يقومون بالفعل بتخزين البلح والرطب مجمدا منزليا بكمية تقل عن ٢٠ كيلوجراما لنحو ٢٤,٤٪ من أسر العينة، وبكمية تتراوح بين ٢٠ و ٥٠ كيلوجراما لنحو ٨٪ منهم، وبكمية تتجاوز ٥٠ كيلوجراما لنحو ٦,٥٪ من الأسر. كما تبين أيضا أن ٢٢٪ من المبحوثين يقومون بالفعل بتخزين البلح والرطب مبردا منزليا بكمية تقل عن ٢٠ كيلوجراما لنحو ١٧,٦٪ من أسر العينة، وبكمية تتراوح بين ٢٠ و ٥٠ كيلوجراما لنحو ٣,٩٪ منهم، وبكمية تتجاوز ٥٠ كيلوجراما لنسبة ضئيلة لا تتجاوز ٠,٧٪ من الأسر.

٤- ٧- ١- ٦- الاتجاهات نحو إنشاء مشروع حفظ البرحي

يؤيد ٦٢٪ من عينة المستهلكين قيد الدراسة إنشاء مشروع لحفظ البرحي طازجا لعدة أشهر، ولقد بينت نتائج الدراسة الميدانية أن متوسط ما ترغب الأسرة في شرائه من البرحي متى أمكن إتاحتها طازجا في شهر رمضان هو في حدود ١١ كيلوجرام، حيث يمكن دفع سعر ٣٠ ريال/ كجم. وبشكل عام يمكن أن تدفع الأسرة سعرا يصل في متوسطه إلى ٢٧ ريال/ كجم من البرحي الطازج المطروح خارج الموسم، وأن متوسط الكمية التي يمكن أن تشتريها الأسرة خارج الموسم، وبخلاف شهر رمضان تصل إلى ٨,٥ كيلوجرام (جدول ٤ - ٨٥).

٤- ٧- ١- ٧- اتجاهات المستهلكين نحو الشراء من منتجات مشروع حفظ البرحي

لقد أوضح ٦٥٪ من الأسر قيد الدراسة أنهم يفضلون شراء بلح البرحي من السوق عند توافره خارج الموسم بمواصفات ممتازة، إلا أن ٣٠٪ منهم يميلون نحو تخزينه في المنزل بأنفسهم عن شرائه من السوق، باعتبار أن التخزين بالمنزل هي عادة اجتماعية موجودة في المجتمع السعودي (٤١٪). ولضمان النوعية المناسبة لذوق الأسرة وميولها الاستهلاكية (٤٠٪)، فضلا عن رخص التمور في حال تخزينها في المنزل مقارنة بشرائها من السوق خارج الموسم (١١٪)، وكذلك لضمان الإشراف المباشر على نقل البرحي وتداوله قبل عملية تبريده (٩٪) (جدول ٤ - ٨٥).

٤- ٧- ٢- تحليل جانب إنتاج وعرض البرحي

تعتبر النخيل من الفواكه التي تتحمل ظروف المملكة من حرارة وجفاف، لذلك فإنها تنجح في معظم مناطق المملكة. وتتميز معظم أصناف التمور في المملكة بالجودة العالية وتتمتع بسمعة محلية وخليجية جيدة. ويمكن أن تتعدى ذلك إلى المستوى العالمي إذا نالت العناية الكافية في مجالات الإنتاج والتسويق والتصنيع وفي إطار التطورات التقنية الحديثة. ولقد تواصل دعم مسيرة التنمية الزراعية بشكل عام ونشاط زراعة النخيل وإنتاج التمور بشكل خاص. ويؤكد ذلك الأمر السامي الكريم رقم ٩٥٣٨/م.ب وتاريخ ١٤٢٧/١٢/٢٥هـ المتضمن رفع سعر شراء التمور المحلية من المزارعين ابتداء من موسم ١٤٢٨هـ من ٣ إلى ٥ ريالاً للكيلوجرام على أن تكون زيادة السعر مرتبطة بتطبيق نظم الري الحديثة المرشدة للمياه. وكذلك الأمر السامي رقم ٢٢٣٢/م.ب وتاريخ ١٤٢٨/٣/١هـ المتضمن زيادة الكمية المشتراه من التمور من ٢١,٠٠٠ طن إلى ٢٥ ألف، مع توسعة وتطوير مصنع التمور الحكومي بالأحساء لاستيعاب الكميات الإضافية من التمور الموردة للمصنع (بالغنيم، ٢٠٠٧).

لقد بلغت المساحة المزروعة بالنخيل في المملكة العربية السعودية حوالي ١٥٦ ألف هكتار، تمثل حوالي ١٣,٦٣٪ من المساحة المزروعة بالنخيل في العالم عام ٢٠١٠م. كما وصل إنتاج المملكة من التمور إلى نحو ١,٠٠٨ مليون طن بنسبة ١٢,٨٪ من الإنتاج العالمي البالغ نحو ٧,٨٦ مليون طن عام ٢٠١٠م. ومن الملاحظ زيادة إنتاج التمور في المملكة خلال السنوات العشر السابقة بمعدل سنوي معنوي إحصائياً قدر بحوالي ٤,٥٪ من متوسطه البالغ ٨٢٩ ألف طن وهو معدل زيادة يفوق بكثير معد زيادة الإنتاج العالمي من التمور المقدر بنحو ١,٧٨٪ من متوسطه البالغ ٦,٣٥٤ مليون طن خلال الفترة ١٩٩٧ - ٢٠٠٧.

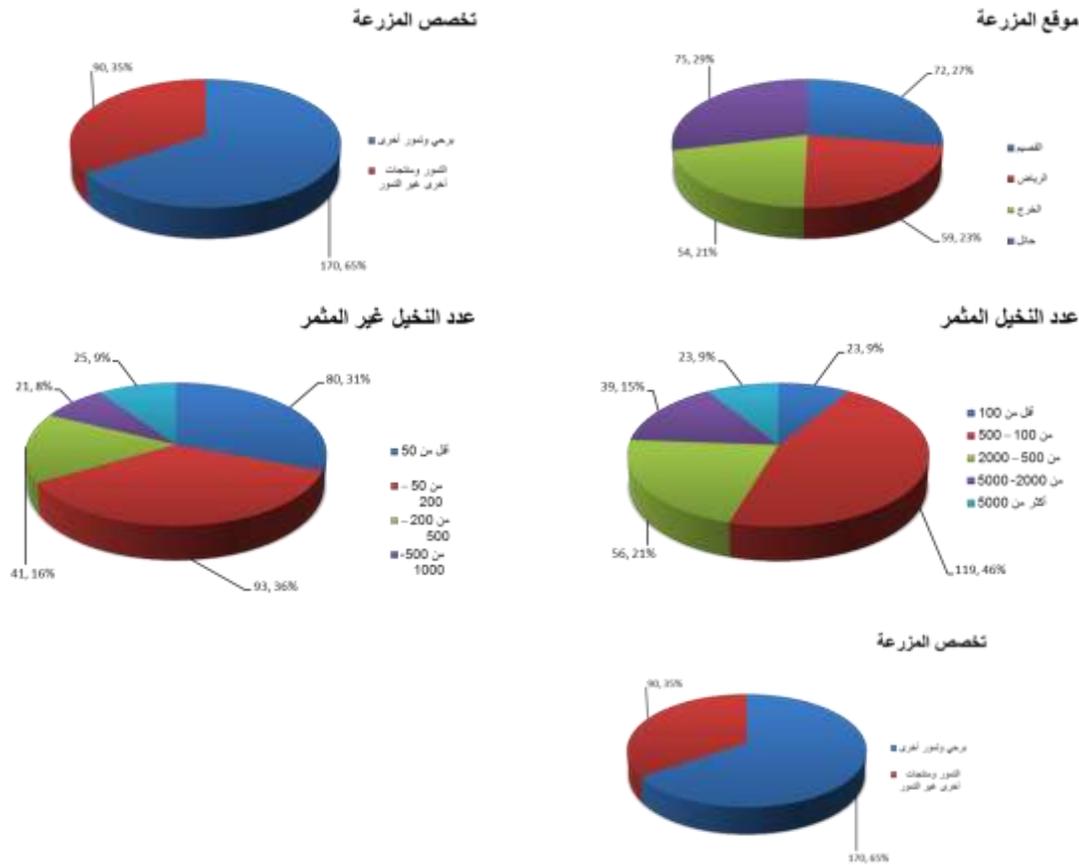
ويبلغ أعداد النخيل في التعداد الزراعي الإحصائي الشامل لعام ١٩٩٩م والذي لم يصدر له تحديث له حتى الآن ٢٣ مليون نخلة، وهو الوحيد الذي يذكر أعداد النخيل حسب الصنف. وكانت أعداد نخيل لصنف البرحي ٣٠٩,٥ ألف نخلة منها ١٨٢,١ ألف نخلة مثمرة (٢٧ ألف طن من بلح البرحي الطازج)، وباعتبار أن النمو السنوي ٤,٥٪ فيكون الإنتاج التقديري لنخيل البرحي ٤٣,٨٢ ألف طن من التمور لعام ٢٠١٠م (متوسط ١٥٠ كجم/نخلة برحي مثمرة).

يعتبر صنف البرحي من أشهر الأصناف المفضلة، وهو يستهلك بسرا، ولذا ينحصر موسم استهلاكه في موسم الإنتاج فقط الذي يبدأ مبكراً في نجران ثم وادي الدواسر ثم الرياض ثم القصيم ومتأخراً نسبياً في حائل، وتسوق بلح البرحي تقليدياً دون المرور بمصانع التمور حيث يسوق طازجاً من المزرعة للسوق أو الحراج. ويتميز البرحي بحلاوة الطعم وغزارة الإنتاج وتجوّد زراعة البرحي في كافة مناطق المملكة العربية السعودية عدا المناطق الساحلية ذات الرطوبة النسبية العالية، ويعتبر البرحي صنفاً تجارياً ذو شهرة عالمية. ويستهلك بلح البرحي في أوروبا ويقبل عليه المستهلكون وأسعاره مرتفعة. ويعتبر معدل الإنتاج عالي جداً ٨٠ - ٣٠٠ كجم/ للنخلة مع ملاحظة أن المحتوى الرطوبي للبرحي حوالي ٦٦٪ (على أساس رطب). وكما هو معروف تعتمد إنتاجية النخلة من التمور على عدد من العوامل منها الصنف، عمر النخلة، كمية ونوعية مياه الري، المنطقة والظروف المناخية، نوع التربة وملوحتها، عمليات الخدمة من تسميد وتلقيح ومكافحة وخف وغيرها. وتبدأ بشاير إنتاج البرحي عادة في منتصف يوليو في منطقة الرياض واغسطس في القصيم وبداية سبتمبر في حائل بينما في الجوف في النصف الأخير من شهر سبتمبر. نخيل البرحي هو مصدر لعرض ثماره في الأسواق باختلاف الأبعاد الشكلية والمكانية والزمنية للتسويق، أي ثماراً لبرحي بمستويات نضجه المختلفة (بلح، ومنصف، ورطب)، ومناطق إنتاجه المنتشرة جغرافياً في المملكة، وأسواق تصريفه الداخلية والخارجية، كذلك التوزيع الزمني لإنتاجه ولتسويقه خلال العام. ولأهمية تفهم جانب العرض في سوق البرحي في المملكة كان من الضروري الوصول إلى إجابات واقعية موضوعية مستقاة من المنتجين أنفسهم حول متغيرات هامة في هذه الدراسة هي:

- ١ - متوسط عدد النخيل المثمر من صنف البرحي في المزرعة والتوجهات المستقبلية في تطور إنتاج البرحي على مستوى المزارع، متوسط إنتاجية نخلة البرحي المثمرة الواحدة في الموسم الإنتاجي، ومعرفة متوسط الإنتاج السنوي من البرحي.
- ٢ - معرفة الأهمية النسبية لمنافذ أو المسالك التسويقي التي تتبعها مزارع البرحي لتصرف إنتاجها من البرحي في صورته المختلفة (بلح أو برحي رطب ومنصف)، ومتوسط السعر المزرعي لبيع البرحي ومدى اختلافه وفقاً لصورة البرحي المسوق ومنفذ التسويق.

عينة منتجي البرحي قيد الدراسة

شملت العينة ٢٦٠ منتج تمر موزعين بين الرياض والخرج والقصيم وحائل بنسبة ٢٣٪، و٢١٪، و٢٨٪، و٢٩٪ على التوالي. وتتفاوت مزارع العينة المدروسة من حيث عدد النخيل المثمر، حيث أن نسبة عالية من مزارع العينة (٤٦٪) يتراوح عدد النخيل المثمر فيها بين ١٠٠ و ٥٠٠ نخلة ويتراوح عدد النخيل في نحو ٢٢٪ من العينة المدروسة بين ٥٠٠ و ٢٠٠٠ نخلة، كما يتراوح عدد النخيل بين ٢٠٠٠ و ٥٠٠٠ نخلة في نحو ١٥٪ من مزارع العينة. ومجمل القول أن عدد النخيل المثمر في أكثر من ٨٢٪ من مزارع العينة المدروسة قد تراوح بين ١٠٠ و ٥٠٠٠ نخلة. وشملت العينة أيضا على مزارع تمر صغيرة يقل عدد أشجار النخيل المثمر فيها عن ١٠٠ نخلة بنسبة ٨,٨٪، وعلى مزارع كبيرة جدا بها أكثر من ٥٠٠٠ نخلة مثمرة بنسبة ٨,٨٪ أيضا (شكل رقم ٤ - ٩١).



شكل ٤ - ٩١. أشكال بيانية توضح خصائص عينة منتجي البرحي المصدر: جمعت وحسبت من بيانات ميدانية لاستبيانات عينة من المنتجين، ١٤٣١هـ.

ومن حيث التخصص الإنتاجي شملت العينة ٦٥,٤٪ من المزارع المتخصصة في إنتاج التمور (برحي وتمور أخرى)، بينما شملت ٣٤,٦٪ من مزارعها وهي تنتج منتجات أخرى غير التمور. وللوقوف على إنتاج البرحي بالتحديد في المزارع قيد الدراسة تبين أن عدد نخيل البرحي المثمر في المزرعة الواحدة قد تراوح بين مدى واسع بين صفر و١٢٠ ألف نخلة بمتوسط قدره ١٣٣٦ نخلة. وبلغ متوسط إنتاجية النخلة الواحدة في المزارع قيد الدراسة نحو ١٦٠ كيلوجرام من بلح البرحي. وقد لوحظ اتجاه للتوسع في إنتاج البرحي من خلال عدد نخيل البرحي غير المثمر والذي بلغ في المتوسط حوالي ٣٣٤ نخلة في المزرعة الواحدة، وبنسبة ٢٥٪ من الأشجار المثمرة. وعلى ضوء النتائج المستقاة من العينة بلغ متوسط عدد نخيل البرحي المثمر في المزرعة الواحدة حوالي ١٣٣٦ نخلة بمعامل اختلاف قدره ٨٠٠، كما بلغ متوسط عدد النخيل غير المثمر نحو ٣٣٤ نخلة بمعامل اختلاف ٩٤٥، وعلى ذلك قدر متوسط عدد نخيل البرحي في المزرعة الواحدة نحو ١٦٧٠ نخلة بمعامل اختلاف ٧٠٣. كما بلغ متوسط إنتاج النخلة المثمرة نحو ١٦٠ كيلوجراما.

المؤشرات المستخلصة من عينة منتجي البرحي

في دراسة سابقة (الحمدان وآخرون، ٢٠٠٧) تم استطلاع آراء منتجي البرحي واتجاهاتهم حول بعض المتغيرات ذات الصلة بالمشروع الراهن، وباعتبار أن مزارع نخيل البرحي هي المصدر الأولى لتدبير احتياجات المشروع من البرحي البسر لتخزينه وعرضه طازجا في الأسواق بعد انتهاء الموسم اتضح أن متوسط إنتاج المزرعة سنوياً من البرحي ٢٠,٩ طن. ولقد كان التباين كبيراً أيضاً بين مختلف المزارع في الإنتاج السنوي. ليس من الغريب أن يختلف متوسط الإنتاج السنوي للمزرعة وفقاً للمناطق، فيلاحظ أن متوسط إنتاج المزرعة سنوياً من البرحي يبلغ نحو ٣٩ طن في الرياض والخرج، ٨,٥ طن في القصيم، ٢,٠ طن فقط في الشرقية، ٢٦,٩ طن في الغربية. كان ٤٣٪ من مزارع العينة متخصصين في إنتاج التمور دون غيرها من المنتجات الزراعية الأخرى، بينما ٥٧٪ منها ينتجون إلى جانب التمور منتجات زراعية أخرى. وتختلف نسبة المزارع المتخصصة في إنتاج التمور في العينة المدروسة من منطقة إلى أخرى من المناطق التي شملتها الدراسة، حيث تبلغ هذه النسبة ٣٥٪ في الرياض والخرج، و٦٣٪ في القصيم، و٢٪ فقط في الشرقية، و٧٦٪ في

الغربية. وبشكل عام استخلصت الدراسة أن الرياض والقصيم هي أكثر المناطق التي يمكن الاعتماد عليها في إمداد المشروع بمتطلباته من البرحي.

ولقد اتضح أيضا اختلاف متوسط عدد أشجار النخيل المثمرة في المزرعة الواحدة بين مختلف المناطق المزروعة، حيث بلغ نحو ٣ آلاف نخلة في الرياض والخرج، ٩٢٠ نخلة في القصيم، ٣٩٠ نخلة في الشرقية، ٤٧٢ نخلة في الغربية، وبلغ معامل الاختلاف بين عدد أشجار النخيل المثمرة في المزرعة الواحدة ٣٦٤,٣.

توجهات المنتجين نحو تحسين جودة التمور

نظرا لارتفاع السعر مع زيادة صفات جودة التمور، فقد اتجه المنتجون إلى إجراء الممارسات الفنية في التعامل مع التمور أثناء عمليات الإنتاج وذلك بغية إنتاج تمور بمواصفات جيدة يرغبها المستهلك ليتسنى تحقيق أسعار مجزية لهم. ومن أهم المعاملات المشاهدة في الآونة الأخيرة عمليات خف الثمار وتظليل عذوق التمور وتفريط التمور. ولقد اتضح أن نحو ٥٠٪ من المنتجين في العينة المذكورة يقومون بخف الثمار، كما يقوم نحو ٨٪ منهم بتظليل العذوق (شكل ٤ - ٩٢)، بينما يقوم نحو ٢٩٪ منهم بخف الثمار وأيضا بتظليل العذوق. ومن الملاحظ عند زيارة الفريق البحثي لتلك المزارع ميدانياً عند جمع تلك الثمار أنه يحدث لحوالي ٤٠٪ منها ترطيب كامل، حيث يعتبر مفقودا حيث أن جودته لا تؤهله للتسويق.



شكل ٤ - ٩٢. تظليل عذوق ثمار البرحي في بعض مزارع القصيم وحائل لتأخير نضجها لفترة ٢ - ٣ أسابيع.

قنوات تسويق البرحي

من خلال تقديرات المزارع قيد الدراسة لأهمية قنوات التسويق التي غلب على نمط تسويق منتجاتهم من البرحي سواء في صورة بسر أو رطب ومنصف (جدول ٤ - ٨٦)، اتضح أن متوسط الكمية المسوقة سنويا من البرحي بالنسبة للمزرعة الواحدة تبلغ نحو ٢٦,٦٦٦ طنا من البرحي منها ١٤,٨٣١ طن بسر، ونحو ١١,٨٣٥ طنا من البرحي في صورة رطب ومنصف. ويلاحظ بصفة عامة أن البيع المباشر في أسواق التمور من قبل المزارع نفسه هو نمط التسويق الغالب للبرحي البسر، حيث يمثل ما يربو على نصف البرحي البسر المسوق. ويلاحظ أن التعاقد المسبق هو الغالب في تسويق البرحي الرطب أو المنصف (٥٥,٤٨٪). ومن الملاحظ وجود أنماط تسويقية أخرى بأهمية منخفضة نسبيا ومتباينة بين البسر والرطب وهي أساليب البيع في المزرعة والبيع لمصانع التمور على النحو الوارد في جدول (٤ - ٨٦).

ومن الطبيعي أن يتباين سعر البرحي وفقا للجودة وزمن العرض في السوق سواء كان ذلك في صورة بسر أو رطب، إلا أنه وبشكل عام يلاحظ أن سعر البيع في السوق أعلى نسبيا من أساليب التسويق الأخرى.

مبررات إنشاء مشروع لحفظ البرحي مبردا في أجواء متحكم فيه

واتجاهات المنتجين للمشروع:

يتضح من جدول (٤ - ٨٧) وجود العديد من المشكلات التسويقية التي تواجه المنتجين في تسويق البرحي. وتختلف الأهمية النسبية لهذه المشكلات، كما تختلف أهمية المقترحات التي يرى المنتجون أنها لازمة لحل تلك المشكلات.

ورغبة في استطلاع آراء المنتجين قيد الدراسة حول مدى وجود ما يبرر إنشاء منشأة لحفظ البرحي في أجواء متحكم فيها لحفظ البرحي وبيعه خارج موسم التسويق التقليدي، رأى المنتجون (جدول ٤ - ٨٨) أن مبررات ذلك موجودة بالفعل وفقا لخبراتهم وتقديراتهم الشخصية، حيث وجود طلب فعلي في السوق على البرحي يبرر إنشاء مثل هذه الوحدة المستهدفة (٣٩,٨٪). ومن ناحية أخرى، يرغب المزارعون في إيجاد وحدة تقوم بالتعاقد مسبقا مع منتجي البرحي للوفاء

بطاقتها التخزينية بما يقلل المخاطر السعرية التي عادة ما يواجهها المنتجين في تسويق منتجاتهم عموماً والبرحي خصوصاً لعدم إمكانية التحكم في كمية وتوقيت العرض في السوق (٢٣,٧٩٪). هذا فضلاً عن إمكانية تسويق البرحي بمستوى جودة أفضل (٥,٥٧٪)، تسويق أسرع (٥,١٥٪)، ضمان تصرف البرحي من وحدة التسويق بناءً على تعاقدات مسبقة (٢٤,٣٣٪)، وتحقيق سعر أفضل للمشتري (١,٨٦٪).

جدول ٤ - ٨٦. متوسط إنتاج المزرعة من البرحي والأهمية النسبية لمختلف منافذ البيع من حيث الكمية والسعر في المملكة العربية السعودية عام ١٤٣١هـ.

السعر		الكمية			أسلوب التسويق	طبيعة البرحي (مستوى النضج)
معامل الاختلاف	المتوسط ريال/كجم	معامل الاختلاف	%	المتوسط كجم		
٥٧,٥	٤,٥	٢٦٨,٣	١٢,٧٦	١٨٩٣	بيع مباشر في المزرعة	بسر
٥٩,٥	٤,٣	٢٠٠,٧	٢٠,٢٦	٣٠٠٥	بيع للمصانع	
٧٩,٢	٧,٦	١١٠,٥	١٦,٧٦	٢٤٨٦	تعاقد مسبق	
٧١,٨	٨,٥	٤١٧,٤	٥٠,٢١	٧٤٤٧	بيع في السوق	
-	-	-	١٠٠	١٤٨٣١	الجملة	
٨٦,٣	٥,٥	٢٦٧,٤	٩,٧٠	١١٤٨	بيع مباشر في المزرعة	رطب ومنصف
٥٠,٠	٥,٤	٨٤,٥	١٠,٤٦	١٢٣٨	بيع للمصانع	
٤٧,٣	٦,٩	١٩٢,٢	٥٥,٤٨	٦٥٦٧	تعاقد مسبق	
٤٦,٩	١٠,٠	١٤٦,٧	٢٤,٣٥	٢٨٨٢	بيع في السوق	
-	-	-	١٠٠	١١٨٣٥	الجملة	

المصدر: جمعت وحسبت من بيانات ميدانية لاستبيانات عينة من المنتجين، ١٤٣١هـ.

جدول ٤ - ٨٧. مشكلات تسويق البرحي وسبل مواجهتها من وجهة نظر المنتجين في المملكة العربية السعودية عام ١٤٣١هـ.

المتغير	العدد	%
١ - المشكلات		
- انخفاض الأسعار	٤٠	١٥,٤
- زيادة العروض	٤٧	١٨,١
- ارتفاع نسبة التلف	٤٥	١٧,٣
- المنافسة	٢٦	١٠,٠
- بعد السوق	١٢	٤,٦
- انخفاض الأسعار وكثرة العرض	٣٣	١٢,٧
- انخفاض الأسعار والتلف	١٠	٣,٨
- انخفاض الأسعار والمنافسة	٢٤	٩,٢
- كثرة العرض والتلف	١١	٤,٢
- كل ما سبق	١٢	٤,٦
٢ - مقترحات حل المشكلات		
- التصدير للخارج	٧	٢,٧
- إنشاء مصانع	١٢	٤,٦
- التسويق الجيد	٨	٣,١
- منع مشاركته الأجنبي في البيع	٦	٢,٣
- استلام التمور من قبل الدولة	٢	٠,٨
- تفعيل دور الجمعيات	١	٠,٤
- تخفيض سعر السماد	٧٤	٢٨,٥
- لم يبين	١٤٩	٥٧,٣١

المصدر: جمعت وحسبت من بيانات ميدانية لاستبيانات عينة من المنتجين، ١٤٣١هـ.

جدول ٤ - ٨٨. اتجاهات منتجي البرحي نحو أهمية مبررات حفظ البرحي في أجواء متحكم فيها عام ١٤٣١هـ.

البيان	العدد	%
الطلب يبرر	١٩٣	٣٩,٨
رغبة المزرعة في التعاقد مسبقاً مع وحدة حفظ البرحي	١١٣	٢٣,٣
تسويق البرحي بمستوى جودة أفضل	٢٧	٥,٦
تسويق أسرع	٢٥	٥,٢
ضمان تصرف البرحي من وحدة التسويق بناء على تعاقدات مسبقة	١١٨	٢٤,٣
سعر أفضل للمشتري	٩	١,٩

المصدر: جمعت وحسبت من بيانات ميدانية لاستبيانات عينة من المنتجين، ١٤٣١هـ.

٤- ٧- ٣- واقع واتجاهات تسويق البرحي

٤- ٧- ٣- ١- تسويق البرحي محلياً في المملكة العربية السعودية

تسوق التمور في المملكة عموماً من خلال ثلاث مسارات أساسية؛ أولها، التسويق التقليدي دون المرور بمصانع التمور، حيث يتم من خلال هذا المسار تسويق نحو ٩٠٪ من جملة التمور المسوقة. وثانيهما، تسويق التمور مروراً بمصانع القطاع الخاص لتعبئة وتغليف التمور؛ وثالثها، التسويق الحكومي للتمور مروراً بمصنع تعبئة التمور الحكومي بالإحساء. ففي حالة التسويق التقليدي المباشر للمستهلك يقوم المزارعون ببيع تمورهم بعد جنيها مباشرة في الأسواق المحلية المنتشرة في مناطق الإنتاج وكذلك الأسواق المجاورة دون إجراء بعض الخدمات التسويقية مثل الفرز والتدريج والتبخير والغسيل. ويكون ذلك على ثلاث صور من مراحل نضج الثمار هي صورة البلح (البسر أو الخلال) بلونها الأصفر وهي الصورة المفضلة للبرحي وصورة المرطب (البنّي الفاتح) وصورة التمر (البنّي الغامق أو الأسود).

وتمتاز التمور في مرحلة البلح والرطب بالطعم والنكهة الجيدين وحلاوتها المميزة. وتمتد فترة تسويق البلح والرطب من بعض الأصناف إلى أربعة أشهر. ويمثل استهلاك البسر والرطب حوالي ٤٨٪ من إجمالي استهلاك الفرد بالمملكة من التمور. أي يتم استهلاك هذه النسبة الكبيرة من التمور خلال موسم البلح والرطب، في حين يستهلك الباقي من التمور الجافة والمعبأة على مدار السنة (صبري، ١٩٨٣م).

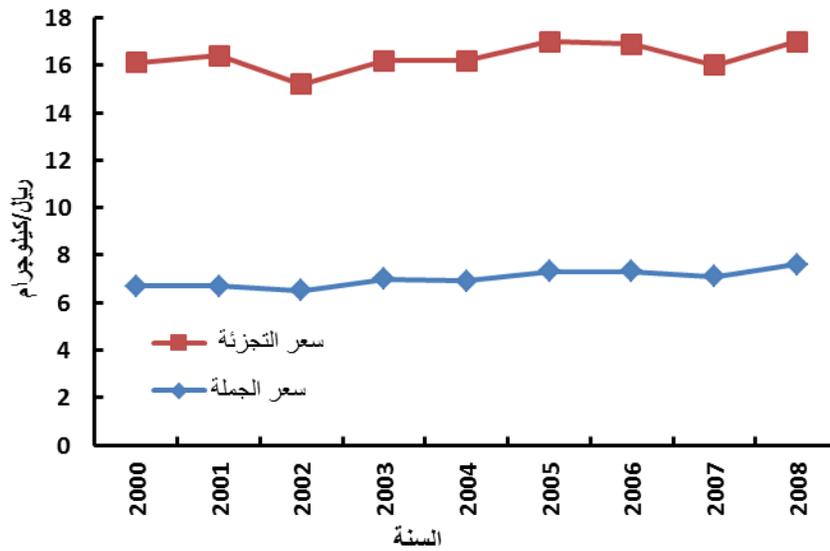
ومن أهم مشاكل تسويق التمور ما يلي:

١. انخفاض الطلب على التمور نتيجة لتغير أنماط الاستهلاك وانخفاض متوسط استهلاك الفرد.
٢. ارتفاع تكاليف إنتاج التمور عالية الجودة.
٣. ضعف الخبرة والمهارة الفنية والتسويقية للمنتجين.
٤. ضآلة حجم صادرات المملكة من التمور مقارنة بحجم إنتاجها ونوعيات تمورها الممتازة.

٤- ٧- ٣- ٢- أسعار البرحي

من الملاحظ التفاوت الكبير في سعر البرحي في السوق وبدرجات ملفتة وفقاً لاعتبارات كثيرة، منها جودة الثمار والتي يختلف عليها المستهلكين وفقاً لعاداتهم وتفضيلاتهم الاستهلاكية. عموماً تنعكس جودة البرحي في عوامل كثيرة أهمها حجم الثمرة ولونها ودرجة الحلاوة وكونها بسر وبدرجة نضج مناسبة، فضلاً عن وقت الشراء حيث تكون الأسعار مرتفعة نسبياً (٥- ١٠ ريال/كجم) عند بواكير الإنتاج وخاصة في المناطق مبكرة الإنتاج مثل وادي الدواسر، وتتنخفض الأسعار تدريجياً مع وصول الإنتاج إلى الذروة وخاصة إنتاج منطقة القصيم (٢- ٥ ريال/كجم) والتي عادة ما تنتج متأخرة نسبياً عن الرياض، ثم تبدأ في الارتفاع التدريجي مع تقلص الكميات المنتجة في القصيم وظهور إنتاج منطقة حائل، وتستمر الأسعار في الارتفاع لتصل إلى ما يزيد عن ٣٠- ٤٠ ريال/كجم (جملة) في نهاية موسم إنتاج البرحي على مستوى المملكة وخاصة للثمار ذات الجودة العالية. ومن الطبيعي أن يكون السعر عند أدنى مستوياته

عند باب المزرعة، ويكون سعر الجملة أقل عن سعر التجزئة بمقدار هامش التسويق بين مستوى الجملة والتجزئة، ويعكس هذا الهامش بالطبع تكاليف التسويق وأرباح الوسطاء. وتنتشر وزارة الزراعة بيانات متوسطة عن أسعار الجملة والتجزئة لمختلف أصناف التمور ومنها البرحي، وهي بمثابة متوسطات تقريبية لا تعكس مدى التقلب حولها نتيجة الاختلافات النوعية أو الاختلافات السعرية اليومية أو الأسبوعية. وبرغم من مشكلات التجميع فإن هذه الأسعار المنشورة تفيد في إعطاء مؤشرات عامة تقريبية عن الأسعار. ويتضح من شكل (٤- ٩٣) أن متوسط سعر الجملة للبرحي يأخذ اتجاهها متزايدا بمرور الزمن فقد كان متوسط سعر الجملة للبرحي ٥,٩ ريال/ كجم عام ١٩٩٩، إلا أنه بلغ ٧,٦ ريال/كجم عام ٢٠٠٧. كما أن سعر التجزئة للبرحي يزيد عن سعر الجملة بنسبة تتراوح بين ٣٠٪ و ٥٠٪، فقد كان متوسط سعر التجزئة للبرحي وفقا لبيانات وزارة الزراعة ٩ ريال/ كجم، إلا أنه تزايد ليصل إلى ٩,٤ ريال/ كجم عام ٢٠٠٨.



شكل ٤- ٩٣. متوسط سعر بلح البرحي كدالة في الزمن. (المصدر: وزارة الزراعة، ٢٠٠٩).

٤- ٧- ٣- الفرص التسويقية للبرحي

يعتبر بلح البرحي من أجود التمور السعودية التي يتاح لها فرص تسويقية واعدة في مجالات عدة هي إطالة فترة التسويق بجودة عالية من خلال استخدام التقنيات الحديثة وتطوير خدمات ما بعد الحصاد.

من أهم ظواهر اهتمام المجتمع السعودي بعمليات النهوض بتسويق التمور السعودية وترويجها داخليا وخارجيا هو إقامة مهرجانات سنوية للتمور في أهم مدن المملكة ومن أمثلة هذه المهرجانات مهرجان بريده ومهرجان عنيزة وسوق الرياض للتمور (في حي الربوة) وبقية المهرجانات على مستوى مدن ومحافظات المملكة المنتجة للتمور. وتعتبر التجارة الأليكترونية إحدى الفرص التسويقية الحديثة وذلك للتطور الهائل في تقنية الاتصالات والشبكة العنكبوتية العالمية، وتوفر هذه التقنية بصورة جيدة في المملكة (شركة طيبة للتنمية الزراعية، ٢٠٠١).

٤- ٧- ٤- تجار وهيئات تسويق البرحي

تضمنت الدراسة الميدانية لسوق البرحي عينة من تجار التمور مكونة من ١٥٦ تاجرا موزعة بين مدن الرياض والقصيم والخرج بنسب ٣٥,٥٪ و ٣٣,٣٪ و ٣٠,٨٪ على التوالي كما هو موضح في جدول (٤- ٨٩) وتم تمثيل مختلف فئات التجار من تجار يبيعون التمور من خلال معارض فاخرة متخصصة في التمور (٣٠,١٪) ومحلات تمور متوسطة أو عادية (٣٢,١٪) و في أسواق التمور الشعبية (٣٧,٨٪). وبذلك تبين أن معظم تجار العينة يتعاملون في تجارة التمور طوال العام (٨٨,٥٪). ولقد اتضح أن النسبة الأعلى من تجار التمور (٤١٪) يتعاملون في كافة صور التمور (طازجة أثناء الموسم، ومبردة ومجمدة وتمر مفروود ومكنوز على مدار العام)، بينما يقتصر نشاط البعض منهم على بيع التمور الطازجة أثناء الموسم فقط.

جدول (٤ - ١٩٩). بعض الملامح الوصفية لتجار وتجارة البرحي وصور حفظه وتسويقه في المملكة العربية

السعودية عام ١٤٣١هـ.

المتغير	العدد	%	المتغير	العدد	%
نوع محل التمور:			المدينة:		
معرض فاخر متخصص في التمور	٤٧	٣٠,١	الرياض	٥٦	٣٥,٩
محل تمور متوسط	٥٠	٣٢,١	القصيم	٥٢	٣٣,٣
سوق تمور شعبي	٥٩	٣٧,٨	الخرج	٤٨	٣٠,٨
صورة بيع التمور:			وقت بيع التمور:		
طازجة أثناء الموسم	٣٨	٢٤,٤	فترة الموسم فقط	١٨	١١,٥
مبردة	٦	٣,٨	طول السنة	١٣٨	٨٨,٥
مكنوز	٤	٢,٦	الإجمالي	١٥٦	١٠٠
طازجة أثناء الموسم ومبردة	٥	٣,٢	أصناف التمور الأكثر تفضيلاً للمستهلكين:		
طازجة أثناء الموسم ومكنوز	٢٦	١٦,٧	برحي	٤٨	٣٠,٨
طازجة أثناء الموسم ومبردة ومكنوز	٥	٣,٢	حلوة	١	٠,٦
طازجة أثناء الموسم وتمر مفروود ومكنوز	٨	٥,١	سكري وخلص	٧٩	٥٠,٦
طازجة إثناء الموسم ومبردة ومجمده وتمر مفروود ومكنوز	٦٤	٤١,٠	برحي وحلوة	٧	٤,٥
مرحلة نضج البرحي لأكثر بيعاً:			برحي وسكري وخلص	٢١	١٣,٥
بلح (بسر أصفر)	٧٢	٤٦,٢	تخزين بلح البرحي قبل بيعه:		
منصف	٢٩	١٨,٦	يتم تخزين البرحي	٣٨	٢٤,٤
رطب	٥	٣,٢	يباع مباشرة دون تخزين	١١٨	٧٥,٦
تمر	٧	٤,٥			
بلح (بسر أصفر) ومنصف	٣٢	٢٠,٥			
بلح ورطب	٧	٤,٥			
بلح (بسر أصفر) وتمر	٤	٢,٦			

المصدر: جمعت وحسبت من بيانات ميدانية لاستبيانات عينة من التجار من الرياض والخرج والقصيم، عام

١٤٣١هـ.

٤- ٧- ٤- ١- حجم التعامل في تجارة وتخزين البرحي

يلاحظ قلة حجم تعامل التجار في البرحي، فلم تتجاوز نسبة التجار الذين يبيعون أكثر من طنين سنويا ١٢,٥٪ من تجار العينة المدروسة، بل أن نسبة كبيرة منهم لا يتجاوز حجم تعاملهم السنوي في بلح البرحي النصف طن، وأن ثلث التجار (٣٢,١٪) يتراوح حجم تعاملهم السنوي في تجارة البرحي بين نصف الطن والطن الواحد (جدول ٤ - ٩٠).

وليس من الغريب وفقا لما أورده معظم تجار البرحي (٨٣,٣٪) بمحدودية تخزين بلح البرحي في مستودعات التبريد. لقد أظهرت الدراسات السوقية السابقة للتجار التمور (الحمدان وآخرون، ٢٠٠٧) بصفة عامة توفر طاقات تخزينية مجمدة لدى معظم تجار التمور والرطب، وقد بلغ متوسط الطاقة التخزينية المجمدة المخصصة للتمور في المحل الواحد نحو ٦٥,٤ طناً سنوياً. وتختلف هذه الطاقة بشكل كبير من محل إلى آخر، وبلغ معامل اختلاف طاقة التخزين المجمدة المخصصة للتمور ٢٥٢. كما قدر متوسط كمية التمور المباعة سنوياً بحوالي ٧١,٥ طناً، كما بلغ متوسط كمية البلح والرطب والمنصف المجمد المباعة سنوياً نحو ٣٠,١ طناً، معظمها يباع خلال شهر رمضان المبارك (٥٥,٤٪). وتأتي منطقة الرياض في المركز الثاني في الأهمية من حيث حجم نشاط تجارة التمور المجمدة وسعة التعامل لمحلات التمور. وللوقوف على حجم التعامل السنوي لمحلات التمور من البرحي بلح سواء كانت هذه المحلات تشتريها بشكل طازج أو بشكل مجمد، تبين أن متوسط حجم التعامل السنوي للمحل الواحد من البرحي هي ٢,٦ طن.

وفي العادة يشتري تجار البرحي من سوق التمور (٣٩,١٪) أو من المزارع (٣٤,٦٪). وقد بلغ متوسط سعر البرحي في بداية الموسم بناء على استطلاع آراء التجار ٦,٥٨ ريال/ كجم بمعامل اختلاف ٠,٩٥ وبين معظم التجار (٧٥,٦٪) أنهم لا يخزنون البرحي قبل بيعه، وحتى الذين يقومون بتخزين البرحي مبرداً، فلا يتجاوزون ربع تجار البرحي (٢٤,٤٪) ولا تتجاوز مدة حفظه مبرداً ٢ - ٣ أسابيع وذلك من أجل تحسن سعر البيع، حيث أفادوا أنهم يشترونه بسعر متوسط قدره حوالي ٥ ريالات/كجم، ثم يبيعونه بعد التخزين بضعف السعر تقريباً. وقرر نحو ٩٠٪ من عينة تجار البرحي أنهم لا يقومون بتخزينه لأنه سريع الفساد والتحول إلى رطب.

جدول ٤ - ٩٠. إجابات التجار الذين يمارسون تخزين وحفظ البرحي وبيعه لاحقا في عينة من تجار البرحي من الرياض القصيم والخرج في المملكة العربية السعودية عام ١٤٣١هـ.

المتغير	الوحدة	العدد	المتوسط	أقل قيمة	أعلى قيمة	معامل الاختلاف
تخزين البرحي:						
متوسط فترة التخزين	أسبوع	٣٨	٢,٦٣	١	٤	٤٨,٧٣
متوسط سعر الشراء	ريال/كجم	٣٨	٥,١٧	١,٥	٢٤	٨٩,٤٢
متوسط سعر البيع	ريال/كجم	٣٨	٩,٨٩	٤	٢٥	٦٥,٩٢
أقصى مدة لحفظ البرحي قبل بيعه مبردا	يوم	٢٥	٢٠,٨٠	١	٥٠	٤٥,٧٤
ما أقصى مدة لحفظ البرحي قبل بيعه غير مبرد	يوم	١٥٦	٢,٧٨	١	٥	٢٩,٨١
أقصى مدة لحفظ البرحي قبل بيعه مجمدا	يوم	٨	٧٧,٥٠	١٠	١٢٠	٥٧,٦٠
حجم وأسعار التعامل السنوي في البرحي:						
متوسط الكمية المشتراة	كجم	١٥٦	١٢٠٧,٦٠	٢٥	٢٤٠٠٠	١٨٣,٩٢
متوسط السعر في بداية الموسم	ريال / كجم	١١٠	٦,٥٨	١	٤٠	٩٥,٣٨
متوسط السعر في ذروة الموسم	ريال / كجم	٩٢	٧,٢٢	١,٥	٣٠	٧١,٨٨
متوسط السعر في نهاية الموسم	ريال / كجم	٩١	١٠,١٩	١,٥	٤٠	٨٠,٤٢
متوسط فترة التخزين المبرد	شهر	١٦	٠,٩٦	٠,٣	٢	٥٠,٢٢
متوسط فترة التخزين المجمد	شهر	٢٢	٣,٠٩	١	٥	٣٤,٤٦
متوسط سعر البيع	ريال / كجم	٨٨	١٢,٤٥	٣	٥٥	٧٣,٥٩

المصدر: جمعت وحسبت من بيانات ميدانية لاستبيانات عينة من التجار من الرياض والخرج والقصيم، عام ١٤٣١هـ.

٤- ٧- ٤- ٢- تفاوت سعر البرحي

يبلغ متوسط السعر في ذروة الانتاج خلال الموسم ٧,٢٢ ريال/ كجم بمعامل اختلاف ٠,٧٢. أما في نهاية الموسم فيبلغ متوسط السعر ١٠ ريال/ كجم بمعامل اختلاف ٠,٨٠ وفي حال إمكانية تخزين البرحي لمدة ٢- ٣ أسابيع يرتفع السعر إلى ١٢,٤٥ ريال/ كجم في المتوسط بمعامل اختلاف ٠,٧٤.

وبشكل عام أفاد ٨١٪ من التجار أن سعر البرحي يرتفع بشكل كبير في نهاية الموسم. وفي كل الحالات يرى ٥١٪ من تجار العينة المدروسة أن البرحي يشتريه كافة فئات المجتمع سواء كانوا محدودي الدخل أو متوسطي أو مرتفعي الدخل، بينما أفاد ٢٨,٨٪ من التجار أن ذوي الدخل المتوسط هم أكثر فئات المجتمع شراء للبرحي.

٤- ٧- ٤- ٣- مكانة البرحي في تفضيلات الشراء

وفي استطلاع وجهة نظر التجار حول أصناف التمور الأكثر تفضيلاً للمستهلكين بشكل عام تربح السكري والخلاص على قمة تفضيل المستهلك السعودي لدى أكثر من نصف التجار (٥٠,٦٪)، بينما جاء البرحي في المكانة التالية (٣٠,٨٪)، في حين قرر ١٣,٥٪ من التجار أن البرحي والسكري والخلاص كلها مفضلة لدى المستهلك السعودي. وقرر ٤٦,٢٪ من التجار أن البرحي في مرحلة البلح هي الأكثر بيعاً (٤٣,٢٪)، بينما قرر ٢٠,٥٪ من التجار أن كلا من البلح والمنصف معا هي الأكثر بيعاً، وجاء الرطب في مكانة متأخرة (٣,٢٥٪).

ومن خلال استطلاع آراء تجار البرحي حول إمكانات نجاح قيام مشروع لحفظ البرحي طازجا وطرحه في السوق بعد نهاية الموسم الطازج أفاد معظم تجار العينة قيد الدراسة (٧٥٪) بأن الطلب على البرحي يبرر إنشاء وحدة إنتاجيه لحفظه، ولم تتجاوز نسبة المعارضين للفكرة ٢٥٪ من التجار.

٤- ٧- ٥- ممكنات إطالة مدة تسويق البرحي لدى التجار

ولقد أفاد ٧٢٪ من تجار التمور بعدم وجود طرق معروفة لإطالة عمر البرحي. ولذلك يقوم ٨٣,٣٪ من التجار ببيع البرحي مباشرة بدون تبريد، بينما يقوم نحو ٦٪ من التجار ببيعه بعد حفظه مبرداً لعدة أيام، ويقوم نحو ٧٪ منهم ببيعه بعد حفظه لعدة أسابيع. ولهذه الأسباب يعرض ٨٤٪ من التجار البرحي في محلاتهم بدون تبريد. بينما يقوم ٥٪ منهم بعرضه في ثلاجات عرض ونحو ٤٪ منهم بعرضه في عبوات مبردة. ويبيع نحو ٤٠٪ من التجار البرحي في صورة شماریخ، بينما يبيعه ١٦٪ منهم بصورة مفرد، وباقي التجار يبيعونه في صور مختلفة.

٤- ٧- ٦- مواصفات الجودة في البرحي

يتضح من استبانات هذه الدراسة أن صفات البرحي المرغوبة لدى المستهلك هي في الحجم الكبير والحلاوة (٢٦,٣٪) والحجم الكبير (٢٢٪) واللون الأصفر والحلاوة معا (١٦,٧٪) والحلاوة فقط (١٦,٧٪)، والحجم الكبير واللون الأصفر (٦,٤٪) واللون الأصفر والحلاوة (٥,١٪).

٤- ٧- ٧- اتجاهات التجار نحو إنشاء مشروع لحفظ البرحي

يؤيد ٦٥,٤٪ من التجار قيام مشروع لحفظ البرحي طازجا لعدة شهور خارج الموسم بينما لا يوافق ٢٧٪ على فكرة إنشاء المشروع حيث يرى ٣٤,٦٪ من التجار محدودية تفضيل المستهلك للبرحي وانخفاض الطلب بسبب الارتفاع السعر (٥,٨٪) وانخفاض الجودة أثناء التخزين (٣٥,٣٪). ويقترح بعض التجار (٦٠٪) أن يتراوح السعر بين ١٠ - ٢٠ ريال/ كجم في حال حفظ البرحي طازجا وطرحه خارج الموسم بينما يقترح ٢٧٪ منهم أن يتراوح السعر بين ٥ - ١٠ ريال ولم يتجاوز نسبة من يقترح أعلى من ٢٠ ريال كسعر بيع خارج الموسم ٨,٣٪ من تجار العينة. يوضح جدول (٤- ٩١) ملخص آراء تجار التمور في المملكة العربية السعودية حول حفظ البرحي مبرداً عام ١٤٣١هـ.

جدول ٤ - ٩١. آراء تجار التمور في المملكة العربية السعودية حول حفظ البرحي مبردا عام ١٤٣١هـ.

المتغير	التكرار %	المتغير	التكرار %
حفظ البرحي:		سبب عدم حفظ البرحي مبردا:	
مبردا	٢٥	١٦	٥٥
غير مبرد	١٣١	٨٤	٤٦,٦
متوسط كمية البرحي المباعة سنويا:		ارتفاع تكلفة التبريد	١٠
أقل من ٥٠٠	٥٥	٣٥,٣	٧,٦
من ٥٠٠ - ١٠٠٠	٥٠	٣٢,١	٣,٨
من ١٠٠٠ - ٢٠٠٠	٣٢	٢٠,٥	
أكثر من ٢٠٠٠	١٩	١٢,٢	
نوع وحدات التبريد المستخدمة لدى التجار:		تخزين البرحي في مستودعات تبريد:	
أمريكي	٢	١,٣	
أوربي	٧	٤,٥	
ياباني	١٠	٦,٤	
وطني	٧	٤,٥	
لم يخزن	١٣٠	٨٣,٣	
أحسن ظروف تخزين البرحي من حيث لون الثمار:		أحسن ظروف تخزين البرحي من حيث الشماريخ:	
اصفر	١٤	٩,٠	
اصفر مخضر	٣٠	١٩,٢	
منصف	٩٣	٥٩,٦	
لم يبين	٧	١٢,٢	
مع العذق	٢١	١٣,٥	
بدون العذق	١١٦	٧٤,٤	
لم يبين	١٩	١٢,٢	
أحسن ظروف تخزين البرحي من حيث وسط التخزين:		نسبة التلف أثناء عملية التخزين المبرد:	
مبرد	٥٧	٣٦,٥	
مجعد	٧٥	٤٨,١	
لم يبين	٢٤	١٥,٤	
أسباب التلف أثناء التخزين:		سعة السوق لإنشاء مشروع حفظ البرحي:	
غير معروفة	٥	٣,٢	
انقطاع الكهرباء	٣	١,٩	
سرعة التحول إلى رطب	٤	٢,٦	
غير مبينة	١٤٤	٩٢,٣	

المتغير	التكرار	%	المتغير	التكرار	%
وسيط	٨	٥,١	أكثر فئات المجتمع شراء للبرحي:		
سوق التمور	٦١	٣٩,١	ذوي الدخل المحدود	١٤	٩,٠
مصنع	١	٠,٦	ذو الدخل المتوسط	٤٥	٢٨,٨
مزرعة وسوق تمور	٥	٣,٢	ذو الدخل المرتفع	١٣	٨,٣
غير مبين	٢٧	١٧,٣	ذوي الدخل المتوسط والمرتفع	٥	٣,٢
مدى ارتفاع سعر البرحي آخر الموسم:			ذوي الدخل المحدود والمتوسط والمرتفع	٧٩	٥٠,٦
نعم	١٢٦	٨٠,٨	مشكلات تسويق البرحي:		
لا	٣٠	١٩,٢	انخفاض الطلب بسبب ارتفاع السعر	٩	٥,٨
معرفة التجار بطرق لإطالة مدة تخزين البرحي:			محدودية تفضيل المستهلك للبرحي	٥٤	٣٤,٦
يعرفون	٣٤	٢١,٨	انخفاض الجودة إثناء التخزين	٥٥	٣٥,٣
لا يعرفون	١١٢	٧١,٨	قصر الموسم	٢٥	١٦,٠
غير مبين	١٠	٦,٤	انخفاض الطلب بسبب ارتفاع الأسعار وانخفاض الجودة أثناء التخزين	٤	٢,٦
مدة وصورة حفظ البرحي لدى التجار:			انخفاض الطلب بسبب ارتفاع الأسعار وقصر الموسم	٢	١,٣
البيع مباشرة بدون تبريد	١٣٠	٨٣,٣	انخفاض الطلب بسبب ارتفاع الأسعار وانخفاض الجودة إثناء التخزين وقصر الموسم ومحدودية تفضيل المستهلك للبرحي	٧	٤,٥
حفظ مبرد لعدة أيام	٩	٥,٨	يتم عرض البرحي بدون تبريد	١٣١	٨٤,٠
حفظ مبرد لعدة أسابيع	١١	٧,١	في ثلاجات عرض	٨	٥,١
حفظ مجمد لعدة اشهر	١	٠,٦	في عبوات مبردة	٦	٣,٨
حفظ بدون تبريد ومبرد لعدة أسابيع	٥	٣,٢	بدون تبريد وفي ثلاجات	٦	٣,٨
الطبيعة التي يباع عليها البرحي:					

المتغير	التكرار %	المتغير	التكرار %
عرض			
في ثلاجات عرض وفي عبوات	٥	في شمرايخ	٣,٢
مبردة			
٤٠,٤	٦٣		
صفات الجودة للبرحي:			
بعذوق	٩	بعذوق	٥,٨
حجم كبير	٣٤	مفرد	١٦,٠
اللون اصفر	١٠	في شمرايخ وبعذوق	٣,٢
الحلاوة	٢٦	في شمرايخ ومفرد	١٦,٧
حجم كبير واللون اصفر	١١	بعذوق ومفرد	٩,٦
حجم كبير والحلاوة	٤١	في شمرايخ وبعذوق ومفرد	٧,١
اللون اصفر والحلاوة	٨	غير مبين	١,٣
حجم كبير واللون اصفر	٢٦	سعر البيع المقترح في حال حفظ البرحي طازجا:	
والحلاوة			
١٦,٧			
تأييد فكرة إنشاء مشروع لحفظ البرحي طازج لعدة			
اشهر:			
٤,٥	٧	من ١ - ٥ ريال	
تأييد الفكرة	١٠٢	من ٥ - ١٠ ريال	٢٦,٩
عدم تأييد الفكرة	٤٢	من ١٠ - ٢٠ ريال	٦٠,٣
غير مبين	١٢	أكثر من ٢٠ ريال	٨,٣

المصدر: جمعت وحسبت من بيانات ميدانية لاستبيانات عينة من التجار من الرياض والخرج والقصيم، عام ٤٣١هـ.

٤- ٧- ٨- التوجهات للسوق العالمي

بلغت صادرات المملكة من التمور ٤٧,٨٧ ألف طن في متوسط الفترة ٢٠٠٤ - ٢٠٠٧ قيمتها ٣٥,٢٣ مليون دولار، وتمثل كمية صادرات المملكة نحو ٨,٤٦٪ من الصادرات العالمية للتمور التي بلغت ٥٦٥,٦٥ ألف طن في نفس العام. ونظرا لأن الواردات العالمية من التمور تتزايد في السنوات الأخيرة (١٩٩٧ - ٢٠٠٧) بمعدل سنوي معنوي إحصائيا بلغ ٤,٠٨٪ من متوسطها في نفس الفترة، كان على المملكة أن تأخذ بأسباب زيادة صادراتها من التمور من خلال التعرف على هذه الأسواق وطبيعة المنافسين على مستوى العالم في سوق التمور. (FAO. 2004-2008).

تعتبر إيران والإمارات العربية المتحدة وباكستان والعراق وتونس والسعودية هي أكبر دول العالم تصديرا للتمور حيث مثلت حوالي ٢٦,٣٨٪، ١٨,٥١٪، ١٥,١٥٪، ١١,٠٤٪، ٨,٩٣٪، ٨,٤٦٪ من الصادرات العالمية في الفترة ٢٠٠٤ - ٢٠٠٧. في حين كانت الهند والإمارات العربية والمغرب وباكستان وفرنسا وروسيا واليمن وبنجلاديش وماليزيا وانجلترا وسوريا واندونيسيا وتركيا وألمانيا أهم الدول المستوردة للتمور على المستوى العالمي بنسب متفاوتة وصلت حوالي ٣٧٪ من جملة الواردات العالمية من التمور للهند وحوالي ١,٤٢٪ في حالة ألمانيا (FAO. 2004-200).

تأتي الكويت والإمارات العربية المتحدة وسوريا وقطر وجمهورية الصومال الديمقراطية والأردن والبحرين ولبنان وجيبوتي وسلطنة عمان في قمة الدول المستوردة للتمور السعودية، إذ تستوعب نحو ٢٤,٢٪، ١٨,٥٪، ١٤٪، ١٠,٤٪، ٥,٩٪، ٥,٧٪، ٣,٦٪، ٣٪، ٢,٤٪، ١,٤٪، ١٪ على التوالي من كمية الصادرات السعودية من التمور. ومن الملاحظ أن الأهمية النسبية لقيم واردات هذه الدول من التمور السعودية أقل من الأهمية النسبية لكمية وارداتها من التمور السعودية وذلك باستثناء الكويت وجمهورية الصومال الديمقراطية. وقد يدل ذلك على أن هاتين الدولتين تستوردان الأصناف والنوعيات ذات الأسعار الأعلى مقارنة بغيرها من الدول الأخرى المستوردة (الحمدان وآخرون، ٢٠٠٧).

ولقد أوضحت بعض الدراسات السابقة الموقف التنافسي للتمور السعودية عالميا مستخدمة معايير الميزة النسبية الظاهرية Revealed Comparative Advantage (رقم قياسي ينسب الأهمية النسبية لقيمة صادرات المملكة من التمور بالنسبة لقيمة صادرات العالم من التمور إلى الأهمية النسبية لقيمة صادرات المملكة الكلية إلى قيمة صادرات العالم الكلية) ومؤشر النصيب السوقي لتمور المملكة (بنسبة صادرات المملكة لسوق إلى جملة واردات ذلك السوق من العالم)، ومؤشر المركز التنافسي سعري (نسبة المتوسط المرجح لسعر التصدير للدول المنافسة إلى سعر تصدير التمور السعودية المصدرة). وكذلك مقارنة ذلك بالقيمة القصوى والدنيا لنفس النسبة المحسوبة للدول المنافسة) ومعدل اختراق التمور السعودية لسوق Market Penetration Ratio (نسبة صادرات السعودية من التمور لهذا السوق من إجمالي المتاح للاستهلاك من التمور في ذلك السوق محسوبا وفقا لإنتاجه و وارداته وصادراته). وخلصت الدراسة إلى أن القدرة التنافسية للتمور

السعودية بشكل عام منخفضة في الأسواق العالمية ما عدا الأسواق العربية وخاصة الكويت، وكانت القدرة التنافسية للملكة أكثر انخفاضاً في الدول الأوروبية مقارنة بإيران وتونس و(إسرائيل) وباكستان.

وبينت الدراسة أن من أهم أسباب عدم مناسبة تمور المملكة للمستهلك الأوربي تعدد اللون في الثمار وزيادة نسبة السكريات، وتفضيل التمور النثر وليست المضغوطة، وتفضيل التمور الطازجة عن الجافة، هذا فضلاً عن أن الدول المنافسة تصدر التمور Bio- Organic Dates. وتعد صفقات وتعاقدات مع سلاسل شركات التجزئة المتعددة الجنسيات في أمريكا وأوروبا والوفاء بشروط الصفقات من حيث الحجم والصنف والجودة وزمن التسليم واستخدام تقنيات المعاملة والنقل والتخزين بما يناسب رغبة المستهلك، والحصول على شهادات الجودة العالمية ومن أهمها ISO و USDA Organic و Europe Gap.

٤- ٧- ٩ دراسة الجدوى المالية لمشروع حفظ البرحي في أجواء متحكم فيها بالمملكة

٤- ٧- ٩- ١ وصف مشروع حفظ البرحي المقترح

يقتصر موسم تسويق البرحي في أحسن الأحوال على أربعة أشهر تمتد عادة في الفترة من أوائل يوليو إلى أوائل نوفمبر من كل عام. وتعد عملية تخزين البرحي وحفظه على الشكل المفضل لدى مستهلكيه لأطول فترة ممكنة على أسس علمية نشاطاً إنتاجياً تسويقياً هاماً للحفاظ على هذا المنتج وتوسيع موسم تسويقه من خلال إضافة منافع شكلية باستخدام أحدث ما توصل إليه البحث العلمي من تقنيات التصنيع الغذائي. لقد أثبتت التجارب الهندسية والتغذوية لهذه الدراسة إمكانية الحفاظ على جودة البرحي المخزون في مناخ متحكم فيه بهدف إطالة موسم تسويق بلح البرحي فائق الجودة من نوعيات جيدة يتم اختيارها عند الجني في مراحل النضج المناسبة. وبذلك يمكن من خلال تقنيات الحفظ إتاحتها للمستهلك الداخلي والخارجي بعد نهاية موسم التقليدي وبما يحقق عوائد صافية أعلى للمنتجين ويوسع فرص ونطاق زمن ومكان الاختيار للمستهلكين.

يشمل المشروع أنشطة لتجهيزية وتصنيعية وتسويقية تحقق قيمة مضافة. ويحقق فرصة تسويقية عصرية لنوعية مميزة من صنف البرحي في السوق الداخلي والخارجي، من خلال التركيز على البعد الزمني لتسويقه من خلال توسيع موسم التسويق ليتمكن تحقيق تحسن في التوازن السوقي الزمني من خلال التسويق على امتداد فترة أطول خلال العام (منافع زمنية). فضلا عن تقديم نوعية بلح البرحي عالي الجودة (منافع شكلية) ومن ثم تحسين مستوى السعر للمنتجين، وتحقيق أرباح مجدية للقائمين على المشروع، فضلا عن زيادة القيمة المضافة للتسويق في مجال حيوي وهام للمملكة العربية السعودية وهو سوق التمر.

من المعروف أن موسم إنتاج البرحي يبدأ مبكرا في الخرج في أوائل يوليو من كل عام، ثم يبدأ إنتاج الرياض في الظهور إلى الأسواق في حدود ١٥ يوليو ثم يتزايد الإنتاج ليصل إلى ذروته بوصول إنتاج منطقة القصيم إلى الأسواق، والذي يتزايد في الفترة من ١٠ أغسطس تقريبا إلى أول أكتوبر، وهو وقت ظهور إنتاج منطقة حائل والذي يستمر في أحسن الأحوال حتى أوائل نوفمبر. ومن الطبيعي أن تتناسب أسعار البرحي عكسيا مع مقدار المعروض منه في السوق في موسم إنتاجه المحصور بين أوائل يونيو وأوائل نوفمبر. فقد كانت أسعار البرحي وفقا للاستطلاعات الميدانية في السوق (على مستوى المزرعة) تتراوح بين ثلاثة ريالات وخمسة ريالات للكيلوجرام قبل أغسطس ٢٠١١، وسرعان ما بدأت في التزايد التدريجي لتصل إلى ٦ ريالات في سبتمبر ثم إلى نحو سبعة ريالات في أول أكتوبر ثم تزايدت تدريجيا لتصل إلى نحو ٢٠ ريال/كجم في أوائل نوفمبر، وفي بداية شهر نوفمبر يكاد ينعدم وجود البرحي من السوق.

وتفترض هذه الدراسة أن اكتشاف طريقة تقنية لحفظ البرحي تساعد في إطالة موسم التسويق بما يمكن من عرض البرحي طازجا (بسرا) اعتبارا من أوائل نوفمبر وبما يمكن من تحقيق مستوى سعري لا يقل عن ٢٠ ريال/كجم يعد إنجازا تقنيا (بل ابتكارا علميا لفرصة سوقية واستثمارية) مجدية في مجال تسويق البرحي. ولذا يستعرض هذا الجزء من المشروع البحثي تحليل الجدوى المالية والاقتصادية لهذه الفرصة الاستثمارية على مستوى المملكة العربية السعودية (وهي فرصة استثمارية مبتكرة) في ظل بدائل مختلفة للطاقت الإنتاجية (١٠٠٠ طن، ٣٠٠٠ طن، ٥٠٠٠ طن سنويا).

٤- ٧- ٩- ٢- اعتبارات أساسية مستخلصة من الدراسة السوقية لبلح البرحي في المملكة:

يمكن إيجاز أهم الاعتبارات السوقية الهامة لدراسة الجدوى المالية لهذا المشروع فيما يلي:

١ - أفضل فترة لشراء وبدء تخزين البرحي هي الفترة من ٢٠ سبتمبر حتى أول أكتوبر، حيث لا يتجاوز السعر المزرعي للبرحي ٦ ريالاً للكيلوجرام وفي حالة التعاقد على نوعيات جيدة من البرحي في تلك الفترة يصل السعر إلى ٧,٦ ريال/كجم.

٢ - يستهدف المستثمر في مشروع تخزين البرحي تحقيق عوائد مجدية على استثماراته نتيجة لبيع البرحي في السوق المحلي خارج الموسم (أي اعتباراً من أول نوفمبر)، وكذلك تصديره لبعض الدول المستوردة (خلال الموسم أو خارجه أي بعد أول نوفمبر)، حيث يزيد سعر الكيلوجرام عن ٧٠ ريال.

٣ - لا بد من توفير بلح برحي طازج وبمواصفات جيدة في أنسب فترات الموسم الإنتاجي من الناحية الفنية ووفقاً للاعتبارات الاقتصادية، علماً بأنه يلزم فرز واستبعاد نسبة من التمور المشتراة قبل التخزين في حدود ٢٥٪، وهذه يمكن بيعها بنصف سعر الشراء.

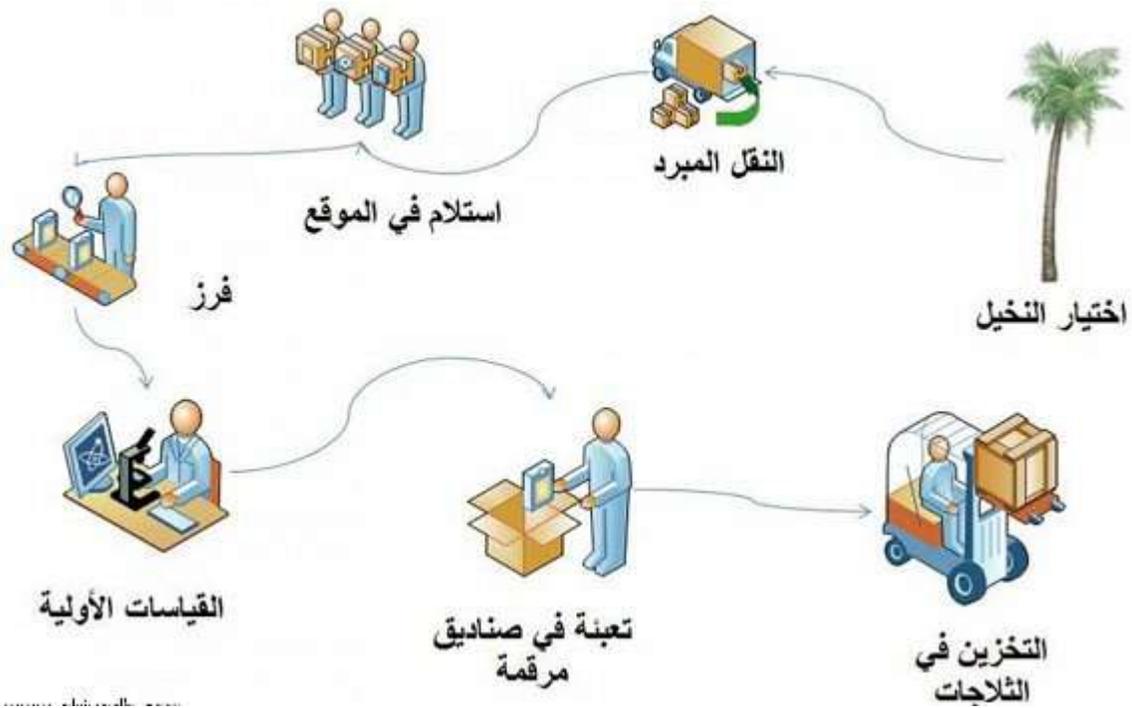
٤ - تختلف نسبة الثمار التالفة والثمار المتحولة إلى رطب حسب مدة التخزين، هذه بالطبع يجب أن تؤخذ في الاعتبار عند حساب الهامش التسويقي والربحية.

٥ - يجب تقدير كميات الإنتاج من البرحي خاصة في القصيم استناداً على عدد النخيل ومتوسط إنتاجية النخلة الواحدة وحساب النسبة المخزنة من جملة العرض في تلك الفترة.

٤- ٧- ٩- ٢- الخطوات الفنية والتسويقية لإنتاج وحفظ وتسويق البرحي

يعرض المخطط (شكل ٤ - ٩٤) مخططاً للعمليات التفصيلية التي سيجريها هذا المشروع (الوحدة الإنتاجية المستهدفة) بدءاً من استلام البرحي الطازج الخام الوارد من مصادر إنتاجه وحتى نقل البرحي بعد فترة التخزين في الظروف المتحكم فيها وبالمواصفات الجيدة إلى مراكز التسويق أو التوزيع. وسوف يتم الارتكاز على تسلسل العمليات في تخزين البرحي لتحديد وتقدير

أهم عناصر التكاليف الاستثمارية والتشغيلية المطلوبة لوحدة الإنتاج المستهدف إنشائها. ومن الثابت أن هذا المشروع يستند في الأساس على توافر نخيل البرحي في المنطقة أو المناطق المزمع إنشاء المصنع فيها، كذلك توافر سيارات مبردة. وهناك حاجة إلى التنظيف الأولي (يتم استبعاد ١٠٪ فرز أولي) ثم التنظيف بالهواء لنفخ الغبار، ثم فرز واستبعاد ١٥٪ في صالة الإعداد والتجهيز حيث ترص الشماريخ في صناديق ذات أبعاد مفضلة للتخزين. ثم نقلها إلى غرف التخزين المتحكم بها. كذلك هناك حاجة لفرز الرطب وإعادة التعبئة عند الحاجة. يلي فترة التخزين التسويق والحفاظ على البرحي الطازج في صالات العرض على مستوى التجزئة. ويمكن توضيح معالجة وتسويق بلح البرحي الطازج في الخطوات التالية:



شكل ٤ - ٩٤. مخطط مراحل استلام البرحي الطازج ومعاملات وحفظ وقياس جودة البرحي قبل التخزين.

١ - توفير البرحي الخام بالمواصفات الفنية المطلوبة

نظراً لأن المشروع يستهدف إنتاج نوعيات عالية الجودة من البرحي فإن مواصفات بلح البرحي المدخل تعتبر من أهم عوامل نجاح المشروع. لذا يجب الاهتمام باختيار النوعيات الجيدة وإجراء عملية الفرز لاختيار الثمار ذات الحجم المناسب والخالية من العيوب التجارية والتصنيعية بما يناسب إمكانات حفظ البرحي لأطول مدة ممكنة بالتنوع والمواصفات الممتازة.

ومن حيث مصدر هذه الثمار فقد سبق أن أوضحت الدراسة أن منطقة الرياض والقصيم تعد مناطق أساسية يمكن الاعتماد على أي منها في توفير البرحي الخام المطلوب وبالكميات المستهدفة. فالرياض تمثل نحو ثلث إنتاج البرحي، كما أن القصيم تمثل أكثر من نصف إنتاج المملكة من صنف البرحي، ولذلك فإن مناطق إمداد المشروع بالبرحي الخام اللازم لحفظه يمكن حصرها في النطاق الجغرافي لأي من هذه المناطق بما يضمن المرونة الكافية للمشروع في توفير الخامات اللازمة من المنتجات الوطنية. وفي ضوء الاعتبارات الاقتصادية الخاصة بالسعر وتكاليف النقل، وأيضاً وفقاً للاعتبارات الزمنية من حيث امتداد الموسم الإنتاجي والذي يختلف إلى حد ما من منطقة إلى أخرى.

ولقد أوضحت هذه الدراسة وجود قنوات تسويقية مختلفة لدى منتجي البرحي حيث البيع في المزرعة أو البيع للمصانع أو التعاقد مع هيئات تسويقية، أو البيع المباشر في السوق. وعليه يكون للمشروع مرونة كافية أيضاً في اختيار الأسلوب المناسب في توفير الأصناف والكميات المطلوبة من مصادر عرضها المختلفة. إلا أنه من المفضل التنسيق المسبق بين مشروع حفظ وتخزين البرحي ومزارع البرحي لضمان توفر الكميات المطلوبة والمواصفات المطلوبة، وبحيث يتم الإنتاج وفقاً للمواصفات من خلال اختيار العمليات المزرعية المناسبة مثل التلقيح وخف الثمار والعراجين وتغطيتها واختيار أسلوب الجمع وغير ذلك من الممارسات ذات الأهمية في الحفاظ على الثمار بالمواصفات الممتازة. هذا فضلاً عن عمليات الفرز التي يمكن أن يجريها المزارعين أنفسهم قبل تسليم التمور إلى وحدات الحفظ والتخزين المستهدفة، وعلى أن يتم إجراء فرز آخر للبلح البرحي قبل إدخاله في المخازن المتحكم فيها.

ولقد أوضحت الدراسة الميدانية أن نسبة لا يستهان بها من منتجي البرحي قد أبدوا رغبتهم في التعاقد والالتزام بتسليم النوعيات المناسبة وبالمواصفات المطلوبة. وقد اقترح المنتجون أسعاراً يمكن التعاقد على أساسها، ويبلغ متوسط الكمية التي يمكن للمزرعة الواحدة التعاقد عليها نحو ١٣,٥ طن/سنوياً، كما يبلغ متوسط السعر الذي يراه المنتجون مناسباً للتعاقد على أساسه نحو ٤,١٤ ريال/ كجم من بلح البرحي.

٢ - مناولة واستلام ووزن بلح البرحي الطازج

يمكن أن ترد كميات البرحي من مصادرها في المزارع على شكل عذوق كاملة منفردة أو معبأة في صناديق بلاستيكية سعة ١٠ - ١٥ كجم على شكل شماريخ. وذلك بالكيفية الفنية للحفاظ على صفات وجودة البرحي الطازج ولحمايته من الخدوش والرضوض وفي شاحنات مبردة للحفاظ على المواصفات الممتازة للبرحي. ويتم استلام البرحي بعد تسجيل الوزن من خلال وزن الشاحنات وهي محملة، ثم وزنها بعد تفريغ حمولتها، وتحديد الوزن الصافي للبرحي الوارد، بعد استبعاد وزن العبوات. ويتم استلام البرحي في غرفة مبردة عند درجة حرارة ٥°م بسعة تخزينية ٢٥٠ طن أو ٥٠٠ طن.

٣ - فرز البرحي الطازج وتجهيز كميته الأولية

تتم هذه العملية من قبل عمال مهرة يعملون على استبعاد الثمار غير الصالحة للحفظ، بحيث يتم التأكد من أن الثمار الداخلة إلى غرف التخزين المتحكم فيها هي ثمار عالية الجودة وبالمواصفات المستهدفة. ويتوقع أن لا تتجاوز نسبة الثمار المستبعدة في هذه المرحلة ١٠٪ من الثمار النظيفة الجافة، وعادة يمكن بيع هذه الثمار المستبعدة والتي تكون في صورة رطب أو منصف بنفس سعر الشراء. وعادة يتم الفرز والتدريج والتصنيف النهائي للبرحي الطازج النظيف أثناء حركة الثمار في سير النقل الرئيسي بواسطة عمال الفرز والتصنيف المدربين كما سيتضح لاحقاً.

ومن الجدير ضرورة زيادة كمية البرحي الطازج المطلوبة للتخزين بمقدار (٢٥٪)، وعليه يلزم تكون الكميات المتعاقد عليها تمثل ١٣٣,٣ ٪ من الكميات المستهدف إنتاجها (حوالي ١٣٣٤ ، ٤٠٠٠ ، ٦٦٦٧ طناً للطاقت المستهدفة في الدراسة المالية على التوالي)، وذلك ومن أجل الحفاظ على جودة عالية للبرحي المحفوظ وبكميات كافية.

٤ - عمليات التنظيف :

من المهم التخلص من الغبار والأتربة التي قد تكون علق بالثمار سواء على النخلة أو أثناء النقل والتداول. ويمكن عمل ذلك بالنفخ بهواء مضغوط على الثمار. ومن جانب آخر يجب استبعاد الشوائب العالقة بالفحص بعين خبيرة.

٥ - التعبئة في صناديق:

يتم تعبئة ثمار البرحي بشماريخها في صناديق بلاستيكية سعة ١٠ - ١٢ كجم. وتتميز هذه الصناديق بفتحاتها الواسعة للتهوية وكذلك إمكانية صفها فوق بعضها بالأسلوب العكسي عند ملئها. ولكن عند تخزين الصناديق فارغة فيقلب وضعها لتقليل الحيز المخصص لها.

٦ - التبريد الأولي للبرحي الطازج قبل تخزينه في المستودعات المتحكم فيها

من المهم عمل تبريد أولي للثمار فور حصادها وذلك للحفاظ على المنتج طازجا وتقليل معدل تنفسه وبالتالي إطالة فترة صلاحيته. وقد قام الأنصاري (Elansari, 2007) بعمل تبريد أولي (precooling) لبلح البرحي باستخدام خليط من الثلج والماء. وقد اوضحت النتائج بأن التبريد المبدئي قد أطل فترة صلاحية المنتج مقارنة بذلك الغير مبرد. ولكن يمكن عمل التبريد المبدئي بعدة طرق سواء أهمها للكميات الكبيرة غرف التبريد المبدئي ذات معدل طاقة التبريد العالية مع التحكم في الرطوبة النسبية. وهذه الغرف معروفة لمخازن العديد من الفواكه وينصح بوجودها في المخازن التجارية. إلا أنه يجدر الإشارة إلى أهمية التصميم المناسب للمنتجات داخل الغرف لتحقيق تجانس درجة الحرارة للثمار وتقليل الفقد الرطوبي خلالها.

٧ - بدء التخزين في المستودعات المتحكم في أجوائها

تعتبر هذه المرحلة هي المرحلة الأساسية لحفظ برحي ذي جودة مناسبة للتسويق لتفضيلات المستهلك. ولقد تم دراسة هذه العمليات والإجراءات طوال ثلاث سنوات متتالية من كافة الجوانب الفنية الهندسية والتغذوية في هذا المشروع. فيجب أولاً تشغيل نظم التبريد حتى الوصول لدرجة التخزين الملائمة. يعقب ذلك نقل الثمار بصناديقها إلى مستودعات التبريد المتحكم في غازاتها. وبعد استكمال تخزين على شكل طبلينات، يتم غلق الغرف وإحكام غلقها. كما يجب الحفاظ على إجراءات السلامة بوضع أقفال على ابوابها وكذلك وضع لوحات تحذيرية من فتحها. وللحفاظ على البرحي بمواصفاته الممتازة، تحفظ صناديق البرحي الناتجة من المرحلة السابقة في مستودعات متحكم فيها عند درجة حرارة ١ - ٥°م ونسب الغازات المناسبة. وبمعلومية وزن الصندوق (١٠ كجم) يكون عدد الصناديق الواجب تخزينها في هذه المرحلة هو ١٢٥ ألف أو ٣٧٥ ألف، أو ٦٢٥ ألف صندوق من البرحي وفقاً لبدائل الطاقات قيد الدراسة. ويمكن توفير هذه الطاقات التخزينية عند إنشاء المصنع وفقاً لبدائل الطاقات الإنتاجية المقترحة (١٠٠٠ طن، ٣٠٠٠ طن، ٥٠٠٠ طن) وذلك على مساحات ١٢٠٠ م^٢، ٣٦٠٠ م^٢، ٥٠٠٠ م^٢ على التوالي.

٨ - تسويق ثمار البرحي بعد التخزين

عند الرغبة في تسويق ثمار البرحي بعد عدة أسابيع أو شهور من التخزين، وحسب الخطة التسويقية للمشروع وأسعار البرحي السوقية يتم فتح تهوية الغرفة المراد تسويق منتجها ومن ثم فتح الباب ولا يدخل العمال المكان حتى يتم التأكد من نسب الغازات المماثلة للهواء الجوي. وحسب الخطة التسويقية يتم تعبئة البرحي في عبوات كرتونية صلبة ذات تصميم مناسب يحافظ على شكل ومواصفات البرحي عالي الجودة في أوزان مختلفة (نصف كيلو جرام، كيلو جرام واحد، ٢ كيلو جرام، ٥ كيلوجرام). بحيث تكون فئة الكيلو جرام هي الفئة الأكثر في نمط التعبئة الذي تنتجه الوحدة الإنتاجية. ويراعى أن تغلف العبوات الكرتونية الصلبة بأغلفة يدون عليها مواصفات التمور المنتجة والشركة المنتجة والأسلوب الأمثل لتداولها وتخزينها واستخدامها

على أن تحمل صور جذابة ممثلة لثمار البرحي داخل العبوة تكون بمثابة وسيلة إعلانية وترويجية لمنتجات المشروع. كذلك يتم بيان الأسلوب العلمي الذي تم إتباعه في خطوات الإنتاج وفقاً لأحدث المواصفات الصحية والغذائية والشكل والمذاق وما إلى ذلك، وتتم هذه المرحلة آلياً.

ولتسهيل عمليات النقل والتداول والتوزيع بالأسلوب الذي يحقق مزايا الحفاظ على المنتج في أفضل مواصفاته التي أنتج عليها، ويحقق تقليل تكاليف النقل والتداول في ذات الوقت، فتتم تعبئة العبوات الرئيسية في صناديق كرتونية مقواة (عبوات ثانوية). يشتمل كل صندوق على عبوات متجانسة (سعة نصف كيلو جرام، أو كيلو جرام، أو ٢ كجم) بحيث يكون الوزن الإجمالي لكل صندوق ١٠ كجم (٢٠ عبوة سعة نصف كجم، أو ١٠ عبوات سعة ١ كجم، أو ٥ عبوات سعة ٢ كجم، ٢ عبوة سعة ٥ كجم). ويلصق على الصندوق معلومات عن محتواه من حيث عدد العبوات ووزن العبوة والصنف وتاريخ الإنتاج وما شابه ذلك، وتتم هذه العملية آلياً وفقاً لما هو وارد في تصميم المصنع وتجهيزاته.

٩ - النقل المبرد لمراكز التسويق والتوزيع

لكي يتم تصريف وتوزيع كمية بلح البرحي المخزن سنوياً، يلزم نقلها إلى مراكز التوزيع والتسويق في شاحنات نقل ذات حاويات مبردة على درجة حرارة ٥ °م، علماً بأنه يجب عرض هذه الكميات في مراكز التسويق والأسواق المركزية في درجة الحرارة ٥ °م) حتى بيعها للمستهلك والذي يمكنه أن يستهلكها مباشرة أو يحفظها في المبردات المنزلية العادية لفترة تخزين قصيرة نسبياً (لا تزيد عن عدة أيام في حال احكام غلق العبوة).

٤ - ٧ - ٩ - ٤ مكونات وعناصر المصنع المناسب

توجد متطلبات هامة وأساسية يلزم توفيرها عند إنشاء مصانع التمور لضمان جودة المنتجات النهائية وتحقيق الشروط المطلوبة للأمن والسلامة والمحافظة على البيئة. ويمكن تفصيل هذه المتطلبات فيما يلي:

١. الموقع:

يجب توفير الشروط التالية:

- القرب من أماكن إنتاج البرحي حتى لا تتسبب طول المسافة في تسريع النضج أو تشوه الثمار وفساده. ويقترح أن يكون موقع المشروع في نطاق مدينة الرياض أو القصيم أو حائل.
- البعد عن أي مصانع لها روائح نفاذة، وعن مسار هبوب الرياح والغبار.
- نظافة الموقع والبعد عن مصادر التلوث البيئي أو الصناعي.
- توافر الاحتياجات التشغيلية الرئيسية من مياه وطاقة كهربائية.
- ملائمة الطرق المؤدية للمصنع لضمان سهولة حركة وسائل النقل.
- القرب بقدر الإمكان من أماكن توافر العمالة، خاصة وأن التمور تحتاج إلى عمالة مؤقتة (موسمية) في فترة جني المحصول.
- القرب من مراكز التوزيع والاستهلاك الرئيسية وكذلك من مناطق الطلب على خدمة التخزين المبرد حتى يمكن الاستفادة من خدمة التخزين المبرد أو المتحكم فيه في فترات تفريغ المخازن من البرحي المخزن وهي فترة ستة شهور تقريباً.

٢. التصميم والإنشاء:

بالنسبة للجوانب الهندسية المتعلقة بتصميم وبناء المصنع، من المفضل إتباع النظام الأفقي نظراً لطبيعة العمليات التصنيعية التي تجرى على البرحي. ويراعى أتباع الشروط التالية عند تصميم وبناء المصنع:

- أن تكون نسبة الارتدادات، وهي المسافة بين مبنى المصنع وملحقاته، وبين حدود الأرض خمسة أمتار على الأقل من كل جانب لدواعي السلامة وسهولة الحركة.
- أن يكون للمصنع بوابتان وألا يقل عرض البوابة عن ستة أمتار، وأن تكونا متباعدين بقدر الإمكان.
- أن لا يزيد ارتفاع صالة الإنتاج عن تسعة أمتار، ولا يقل عن خمسة أمتار.
- أن لا تقل المسافة بين مبنى وآخر عن ارتفاع أعلاها مع وجود رصيف لا يقل عن ٥٠ سم.

- يراعى تغطية الحوائط بالسيراميك مع تفادي وجود زوايا حادة بين الحوائط والأرضيات، وتغطية الأرضيات بالسيراميك أو بالفينيل أو بالإيبوكسي لسهولة الغسيل والتنظيف.

- يجب تزويد المصنع بنوعين من المياه هما:

(أ) مياه شرب نقية لغسل وتنظيف الثمار والعبوات البلاستيكية.

(ب) مياه صناعية لجميع العمليات الصناعية الأخرى.

وتتطلب توصيلات المياه مراعاة ما يلي:

- فصل خطوط التغذية بالمياه النقية عن خطوط الصرف وإبعادها عن بعضها ما أمكن.
- أن تكون مجاري صرف المياه ذات قاع مستدير، وأن تكون ذات ميل في اتجاه البلاعات بمعدل ميل ١ (سم) لكل متر طولي، وأن تغطى المجاري بشبك حديد لمنع تساقط أي مواد صلبة داخل المجاري.
- تصميم تمديدات المياه الصناعية المستخدمة في التبريد والأعمال الصناعية الأخرى في دائرة مغلقة للاستفادة من هذه المياه أكثر من مرة.
- تجميع مياه التصنيع والغسيل في خزان ترسيب لفصل المواد العالقة العضوية ومعالجتها في وحدة مخصصة للمعالجة قبل تصريفها إلى مياه مجاري البلدية.
- يجب مراعاة ما يلي عند تصميم نظام تهوية المصنع والمرافق:
 - ألا يقل معدل تغيير الهواء في صالة الإنتاج عن ٢ - ٣ مرة في الساعة في حالة استخدام التكييف، أو ١٢ - ١٥ مرة في الساعة في حالة عدم وجود تكييف.
 - تزود حوائط صالة الإنتاج بفتحات سفلية (لوفرز) لإمكان دوران الهواء مع استخدام مراوح شفط ووضع مصائد الأتربة والحشرات.
 - وضع مراوح شفط قرب سقف المصنع وفي وضع معاكس للفتحات السفلية في الحوائط.
 - تحتسب عدد مرات تغيير الهواء في المناطق الأخرى من المصنع كما يلي: (أ) الغلايات: ٢٠ - ٢٥ مرة في الساعة، (ب) الورش: ١٥ - ٢٠ مرة في الساعة، (ج) مستودعات المواد الخام والمنتجات النهائية: ١٠ - ١٢ مرة في الساعة.

- يجب مراعاة ما يلي عند تنفيذ الأعمال الكهربائية:

- تزويد مجاري الكابلات بحوائط فاصلة لمنع امتداد الحريق
- تزويد غرفة الكهرباء ومحطات المولدات بمراوح شفط
- (ج) وضع أسلاك الإنارة داخل مواسير بلاستيكية وتثبيتها
- (د) عزل أسقف غرف المحولات بمادة عازلة لحمايتها من حرارة الشمس.

- عند تنفيذ أعمال الإضاءة يراعى ما يلي:

- أن تكون كافية للأعمال التي تتطلب تركيز الملاحظة مثل أعمال المراقبة والفحص والفرز.
- أن لا يكون هنالك زغلة ضوئية وأن لا يكون مصدر الضوء في مجال النظر.
- توزيع الإضاءة بما يتناسب مع طبيعة العمل.

- يجب مراعاة الجوانب التالية عند تصميم مخازن المواد الكيميائية ومواد التعبئة والتغليف:

- التهوية الجيدة.
- عدم التعرض المباشر لأشعة الشمس.
- القرب من خطوط الإنتاج.
- النظافة التامة.
- سهولة الشحن والتفريغ.
- البعد عن أماكن الورش والغلايات.
- العزل الجيد للأسقف والحوائط للمحافظة على درجة حرارة معتدلة (٢٨ - ٣٠°م).
- تخصيص أماكن لكل نوعية من أنواع العبوات ومواد التغليف.
- تزويد المخازن والمستودعات بأرفف وقواعد خشبية لإحكام التنظيم.
- التزويد بوسائل النقل والتداول مع وجود مسافات تكفي لمرور هذه الوسائل لسرعة الشحن والتفريغ.

- يجب الالتزام بالحد الأدنى للمرافق الصحية، وتفصيلها كما يلي:

- دولاب ملابس لكل عامل.

- دورة مياه واحدة لكل ١٥ عامل.
- حمام سباحة لكل ١٥ عامل.
- حوض غسيل لكل ١٥ عامل.
- جهاز شرب مياه باردة لكل ٦٠ عامل.
- حنفية وضوء لكل ١٥ عامل.

- مراعاة تنفيذ أعمال السلامة الصناعية التالية:

- تحديد بوابات ومخارج الطوارئ في المباني المختلفة.
- تغطية أرضية السلالم بمادة تقاوم الانزلاق، مع وضع حواجز الأمن حولها ودرجة ميل آمنة من الانزلاق، على أن يشمل الأماكن التي يتجاوز ارتفاعها ١,٥ (متر) وخاصة داخل صالة الإنتاج.
- تحديد موقع خزانات الوقود والمياه بجوار أسوار المصنع، مع تحديد خزان يومي لتغذية الغلايات.
- تحديد مواقع رشاشات الطوارئ وغسيل العيون.
- تأمين نظام إنارة طوارئ داخل جميع المباني بحيث يؤمن إنارة كافية للحركة خلال فترة انقطاع التيار الكهربائي.
- تحديد غرفة إسعافات أولية وتزويدها بكل ما يلزم من أدوات ومواد إسعاف، وأن تكون مناسبة لعدد عمال المصنع.
- تزويد شبكة الحريق المائية الخارجية بحفنيات الحريق (هيدرنت)، لتوفير الحماية الخارجية للمصنع، وأن تكون شبكة الحريق مغلقة.
- تزويد شبكة الحريق المائية الداخلية بخزان مياه لا تقل سعته عن ساعة تشغيل.
- توزيع طفايات الحريق اليدوية على جميع أجزاء المصنع، مع تحديد النوع والحجم والعدد اللازم، وتحديد أماكنها مع أماكن خروج الطوارئ.
- وضع كواشف دخان، مع تحديد أماكنها حسب استخدام المكان، وخاصة في المخازن التي تحتوي على عبوات ومستلزمات ورقية، أو مواد كيميائية.

٣. المباني والمرافق

المخطط الأولي للمصنع ومرافقه يشمل المساحات الكلية للأراضي المقترحة للطاقت الإنتاجية ١٠٠٠ و ٣٠٠٠ و ٥٠٠٠ طن برحي طازج في السنة وهي ٥٠٠٠ م^٢ و ١٠٠٠٠ م^٢ و ٥٠٠٠٠ م^٢ على الترتيب. ويتكون المصنع من الوحدات الإنشائية التالية:

(أ) **مكتب استقبال البرحي:** ويجهز هذا المكتب بحاسب آلي ومرفقاته لتنظيم عملية استلام ثمار البرحي الطازج وتحديد نوعياتها وكمياتها وأسعارها ومصادرها.

(ب) **صالة استلام الوارد من المزارع:** وتحتوي على ميزان أرضي (بسكول) لوزن الشاحنات حمولة ٥٠ (طن). والميزان مزود بحاسب آلي وطابعة وجميع الملحقات اللازمة. ويجب أن يوفر المصنع صناديق بلاستيكية سعة ١٠ كجم لتخزين البرحي.

(ت) **صالة الفرز والتصنيف الأولي للبرحي:** ويتم فيها فرز البرحي الطازج باستبعاد الثمار التالفة والمهترئة والعوالق والمواد الغريبة الأخرى بواسطة عمالة مدربة على فرز البلح الطازج المتحرك في خطوط الفرز. ويلحق مع هذه الصالة وحدة لغسيل وتنظيفه وتعقيم الصناديق البلاستيكية الفارغة لتجهيزها لتعبئة الثمار المفروزة فرزاً أولاً قبل نقلها لمستودعات التبريد (٥°م) لحفظها لحين إدخالها الغرف المتحكم فيها.

(ث) **صالة الإنتاج الرئيسية:** وهي الجزء المركزي في المصنع، وتحتوي على مستودعات التخزين، والخطوط الرئيسية للفرز، ووحدة التعبئة والتغليف. ونظراً لتطور تقنيات تصميم المخازن المتحكم فيها، فتوجد العديد من الشركات المتميزة في هذا المجال، والتي تتسم بخبرتها الطويلة في إنشاء المخازن المتحكم فيها حيث يبين شكل (٤) - (٩٥) تصميم مستودعات نموذجية قام الباحث الرئيس في هذا المشروع بتصميمه مع أحد الشركات العالمية في هذا المجال تمهيدا للشروع في مشروع تجاري. وباعتبار الطاقات الإنتاجية المقترحة لمصانع حفظ البرحي (١٠٠٠ و ٣٠٠٠ و ٥٠٠٠ طن سنوياً)

فستكون ساعات مستودعات الحفظ اللازمة هي ١٠٠٠ و ٣٠٠٠ و ٥٠٠٠ طن برحي. ومن المفضل أن توزع الساعات إلى عدد من غرف التحكم سعة كل منها ٢٠٠ طن. ومن الأساسيات كذلك عند تصميم هذه المستودعات الأخذ بالاعتبار كثافة المنتج حيث أن تخزينه في شماريخ يقلل من الكميات الوزنية المخزنة لوحدية الحجم.

(ج) أهم متطلبات التصميم اللازمة في هذه المستودعات أن تكون درجات الحرارة التي يمكن التحكم فيها بكفاءة عالية في الحدود المطلوبة، وبالتالي سيتسنى استخدامها لتبريد البرحي الطازج (مثلاً عند ١ أو ٥°م).

(ح) الورشة ومخزن الاحتياجات العامة للمصنع.

(خ) مبنى معالجة المياه وغلاية البخار.

(د) غرفة توزيع الكهرباء والمحولات.

(ذ) معمل ضبط الجودة.

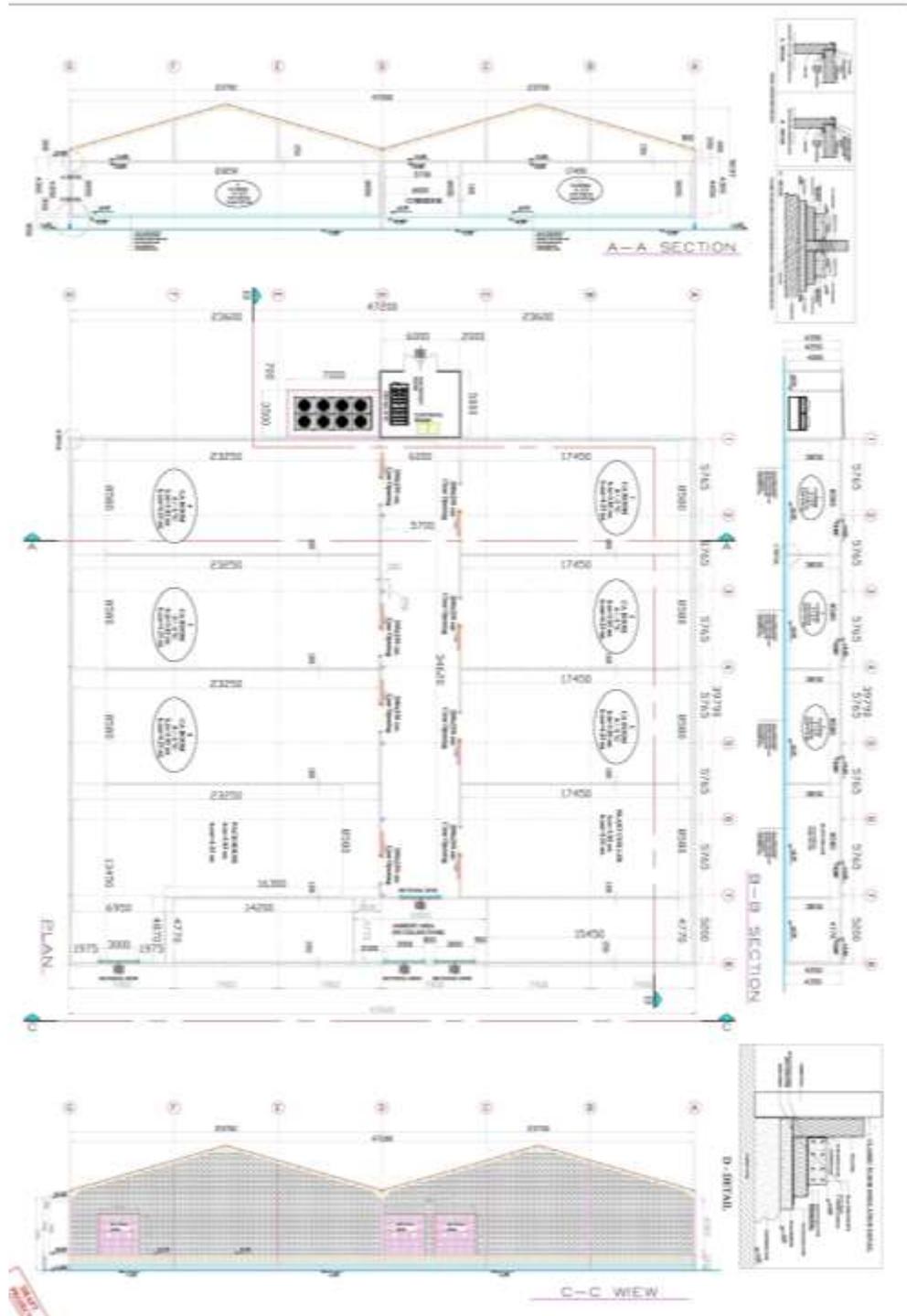
(ر) مبنى مكاتب الإدارة ويجب ألا يزيد عن طابقين.

(ز) المسجد وأماكن الصلاة.

(س) مبنى خدمات العمالة: مثل صالة الطعام والمطبخ، غرفة إسعاف، دورات مياه وحمامات، وأماكن تغيير الملابس للعاملين.

(ش) أماكن لمواقف السيارات والشاحنات.

(ص) الممرات الداخلية بما يسمح بسهولة حركة السيارات والشاحنات.



شكل ٤ - ٩٥. مخطط تفصيلي نموذجي لمستودعات ذات تقنية الأجواء المتحكم بها لحفظ البرحي الطازج وتشمل التبريد المبدئي وصالة الفرز والتجهيز. (الحقوق محفوظة للفريق البحثي).

يوضح جدول (٤ - ٩٢) ساعات المستودعات والمساحات التقريبية اللازمة لإنشائها للطاقات الإنتاجية المقترحة لمصانع حفظ البرحي وهي ١٠٠٠ و ٣٠٠٠ و ٥٠٠٠ طن سنوياً.

جدول ٤ - ٩٢. ساعات مستودعات التخزين والمساحات اللازمة لإنشائها للطاقات الإنتاجية الثلاثة.

الطاقة الإنتاجية السنوية (طن)	سعة مستودعات التخزين (طن)	المساحة اللازمة لإنشاء مستودعات التخزين المبرد المتحكم فيه (م ^٢)
١٠٠٠	١٠٠٠	١٢٠٠
٣٠٠٠	٣٠٠٠	٣٦٠٠
٥٠٠٠	٥٠٠٠	٦٠٠٠

٤ - ٧ - ٩ - ٥ طاقة المشروع

تتوقف طاقة مشروع إنتاج وتسويق البرحي المخزون على العديد من العوامل، من أهمها الممكنات المالية والموردية والفنية والإدارية المتاحة للمشروع. هذا فضلاً عن إمكانات توفر البرحي الممكن تخزينه، وحجم السوق الحالي والمتوقع على امتداد فترة الاستهلاك، وبحيث تتحقق عوائد مجدية على الأموال المستثمرة في تنفيذ وتشغيل المشروع.

و يتناول هذا الجزء تحليل المشروع في ضوء بدائل مختلفة للطاقات الإنتاجية وهي ١٠٠٠ طن، ٣٠٠٠ طن، و ٥٠٠٠ طن ليتسنى اختيار البديل المناسب وفقاً للاعتبارات المذكورة من قبل القائمين على تنفيذ المشروع.

(١) التكاليف الاستثمارية للمشروع

قدرت التكاليف الاستثمارية لإنشاء المشروع بنحو ١٨٠٤٤,٤ ، ٤٢٣١٢,٤ ، ٦٤٢٣٩,٤ ألف ريال للطاقات الثلاث على التوالي. ويُلخص جدول (٤ - ٩٣) لبنود التكاليف الاستثمارية للمشروع بينما يبين جدول (٤ - ٩٤) تكاليف المستودعات المتحكم فيها والآلات والمعدات اللازمة لخطوط الإنتاج للطاقات الإنتاجية الثلاث.

جدول ٤ - ٩٣. بنود التكاليف الاستثمارية المقدرة للمشروع وفقا للطاقت الإنتاجية الثلاثة بالألف ريال*.

البند	١٠٠٠ طن	٣٠٠٠ طن	٥٠٠٠ طن
المباني الإنشاءات	١٥٠٠	٣٠٠٠	٤٥٠٠
محطة توليد الكهرباء الاحتياطية	٣٠٠	٥٥٠	٧٠٠
السيارات ووسائل النقل	١١٣٠	٢٧٦٠	٤٢٦٠
الأثاث والتجهيزات	١٤٥٠	٤٠٥٠	٦٦٥٠
تكلفة ما قبل التشغيل	٥٠٠	١٠٠٠	١٥٠٠
المستودعات المتحكم بها	٨٣١٠	١٧٨٥٠	٢٥٣٢٧
رأس المال العامل	٤٨٥٤,٤	١٣١٠٢,٤	٢١٣٠٢,٤
جملة التكاليف الاستثمارية	١٨٠٤٤,٤	٤٢٣١٢,٤	٦٤٢٣٩,٤
جملة الأصول الخاضعة للصيانة والتأمين	١٢٦٩٠	٢٨٢١٠	٤١٤٣٧

* حسب من عطاءات شركات عالمية متخصصة تم مراسلتها ومن تقديرات تكاليف الإنشاءات بالسوق المحلي.

(٢) المباني والإنشاءات

لقد أمكن تقدير قيمة المباني والإنشاءات على اعتبار أن مساحة المباني الكلية تشكل ٦٠٪ من المساحة الكلية (٥٠٠٠ م^٢، ١٠٠٠٠ م^٢، ١٥٠٠٠ م^٢ للطاقت الثلاثة على التوالي) وعلى اعتبار أن متوسط التكلفة الإنشائية للمتر الواحد لمختلف نوعيات المباني والمنشآت هو ٥٠٠ ريال/م^٢.

واستنادا على الحسابات المبنية على الفروض السابقة، قدرت تكلفة المباني والمنشآت للطاقت الإنتاجية الثلاثة قيد الدراسة بنحو ١,٥ مليون، ٣ مليون، و٤,٥ مليون ريال على التوالي. وتشمل هذه التكاليف جميع الأعمال المدنية شاملة جميع أعمال المباني الحديدية وتكاليف الأعمال الكهربائية والميكانيكية.

جدول ٤ -٩٤. تكاليف المستودعات المتحكم فيها والآلات والمعدات بالآلاف ريال اللازمة لخطوط الإنتاج للطاقات الإنتاجية الثلاث.

البند	١٠٠٠ طن	٣٠٠٠ طن	٥٠٠٠ طن
مستودعات تخزين للبرحي بنظام التحكم*	٦٥٠٠	١٥٦٠٠	٢٢٧٥٠
خط الفرز للفحص والتصنيف	١١٠	١١٠	١٢٧
وحدة النقل إلى جهاز الوزن	٥٠	٧٠	٧٠
وحدة ضبط وزن	٥٠	٧٠	٧٠
آلة الغسيل الآلية لصناديق البلاستيك	٢٥٠	٣٠٠	٣٦٠
أجهزة معمل ضبط الجودة	٧٥٠	٧٥٠	٧٥٠
وحدة تحلية المياه	١٥٠	٢٠٠	٢٥٠
نظام وزن الشاحنات	١٥٠	٢٠٠	٢٥٠
نظام وزن الصناديق البلاستيكية	١٠٠	١٠٠	١٥٠
الوحدة الاحتياطية لتوليد الكهرباء	٣٠٠	٥٥٠	٧٠٠
الإجمالي	٨٣١٠	١٧٨٥٠	٢٥٣٢٧

* حسب من عطاءات شركات عالمية متخصصة تم مراسلتها ومن تقديرات تكاليف الإنشاءات بالسوق المحلي.

٣) محطة توليد الكهرباء الاحتياطية

يؤدي انقطاع التيار الكهربائي لأي سبب من الأسباب إلى مخاطر كبيرة تؤدي إلى خسائر فادحة للمشروع، حيث أنه يركز أساساً على تبريد سلعة سريعة القابلية للتلف. ولذلك تستدعي الحيطة الشديدة لتأمين محطة احتياطية لتوليد الكهرباء تعمل تلقائياً فور انقطاع التيار الكهربائي. ولقد قدرت تكلفة هذه الوحدة بنحو ٣٠٠ ألف، ٥٥٠ ألف، و ٧٠٠ ألف للطاقات الثلاث قيد الدراسة (١٠٠٠، ٣٠٠٠، و ٥٠٠٠ طن سنوياً)، على التوالي.

٤) السيارات ووسائل النقل

يحتاج المشروع إلى وسائل نقل مناسبة لنقل البرحي الطازج الخام من أماكن شرائه إلى المصنع، وكذلك نقل البرحي المحفوظ بعد تخزينه في المصنع إلى منافذ ومراكز توزيعه في الأسواق المركزية (السوبر ماركت) والفنادق وغيرها من منافذ التوزيع. هذا فضلا عن توفير السيارات والمركبات اللازمة لنقل العمال ولندوبي المشتريات والمبيعات. وسوف يعتمد المشروع على وسائل نقل يتم شراؤها على النحو الوارد في جدول (٤ - ٩٥).

جدول ٤ - ٩٥. احتياجات المشروع من السيارات ووسائل النقل وكذلك تكلفتها.

السعة	١٠٠٠ طن		٣٠٠٠ طن		٥٠٠٠ طن		البند
	عدد	ألف ريال	عدد	ألف ريال	عدد	ألف ريال	
شاحنة مبردة صغيرة حمولة ٤ طن	١	٢٠٠	٣	٦٠٠	٥	١٠٠٠	
شاحنة مبردة متوسطة حمولة ١٠ طن	١	٥٠٠	٣	١٥٠٠	٥	٢٥٠٠	
حافلة لاستخدام العاملين	١	١٠٠	١	١٠٠	١	١٠٠	
رافعة شوكية كهربائية	١	١٣٠	٢	٢٦٠	٢	٢٦٠	
سيارة جيب	٢	٢٠٠	٣	٣٠٠	٤	٤٠٠	
الجملة	-	-	-	١١٣٠	-	٤٢٦٠	

٥) الأثاث والتجهيزات:

وتشتمل على الأثاث وأجهزة الحاسب الآلي والموازين في حدود ٢٠٠ ألف، و ٣٠٠ ألف، و ٤٠٠ ألف ريال للطاقت الثلاث على التوالي. ويحتاج المشروع إلى الصناديق البلاستيكية للتعبئة والمقدرة بنحو ١٢٥ ألف، و ٣٧٥ ألف، و ٦٢٥ ألف صندوق للطاقت الثلاث على التوالي. وعلى اعتبار أن سعر الصندوق عشر ريالات، تكون قيمتها ١٢٥٠ ألف، و ٣٧٥٠ ألف، و ٦٢٥٠ ريال على

التوالي، وبذلك قدرت تكلفة الأثاث والتجهيزات بنحو ١٤٥٠ ألف، ٤٠٥٠ ألف، ٦٦٥٠ ألف للطاقت الثلاث على التوالي.

٦) تكاليف ما قبل التشغيل

وتشمل كافة المصروفات التي تتفق في السنة الأولى، وتشتمل على تكلفة المخططات الهندسية والتراخيص وبعض المصروفات الأخرى التي تتفق قبل تشغيل المشروع. وقدر لهذا البند ٥٠٠ ألف، ١ مليون، ١,٥ مليون ريال للطاقت الإنتاجية الثلاث (١٠٠٠، ٣٠٠٠، و٥٠٠٠ طن سنوياً)، على التوالي.

٧) بنود رأس المال العامل:

حيث أن موسم بلح البرحي يمتد إلى ٤ شهور كحد أقصى، وبافتراض أن المشروع يبدأ في تحقيق عوائد عند وبعد انتهاء موسم التسويق التقليدي مباشرة حيث يقوم المشروع بتوزيع البرحي المحفوظ وفق خطة توزيع مدروسة على منافذ البيع خلال الشهور الثلاث التالية من العام. وهذا على اعتبار أنه سيتم توزيع نحو ٣٠٪ من الطاقت الإنتاجية شهرياً. وعلى اعتبار أنه يلزم دفع كافة الرواتب والأجور للعاملين قبل بدء موسم التخزين، فإنه يكون من الضروري توفير الاعتمادات المالية لأجور ورواتب العاملين لمدة ٦ أشهر. وعلى اعتبار أنه يمكن دفع ٥٠٪ من قيمة البلح البرحي للمنتجين مقدماً على أن يتسلموا بقية مستحقاتهم من الإيرادات الناتجة عن بيع البرحي المخزون، وكذلك المحروقات والطاقة والمياه ومواد التعبئة وقسط التأمين على الأصول (١٪) والصيانة وقطع الغيار (١٪ فقط). وعلى ذلك، يلزم توفير رأس المال العامل للمشروع والمقدر بنحو ٤٨٥٤,٤ ألف، ١٣١٠٢,٤ ألف، و٢١٣٠٢,٤ ألف ريال للطاقت الثلاث على التوالي كما هو مفصل في جدول (٤ - ٩٦).

جدول ٤ - ٩٦. بنود رأس المال العامل لمختلف الطاقات الإنتاجية للمشروع بالألف ريال.

البند	١٠٠٠ طن	٣٠٠٠ طن	٥٠٠٠ طن
البلح البرحي الطازج باعتبار سعر شراء الطن (٥ألف ريال)	٣٣٣٥	١٠٠٠٠	١٦٦٦٨
الأجور والرواتب	٦١٥,٤	٧٨٨,٤	٩٥٦,٤
المحروقات والطاقة والمياه	١٠٠	١٧٥	٢٥٠
مواد التعبئة والتغليف	٥٠٠	١٥٠٠	٢٥٠٠
التأمين على الأصول (١٪)	١٢٧	٢٨٢	٤١٤
الصيانة وقطع الغيار (١٪)	١٢٧	٢٨٢	٤١٤
مواد النظافة الصحية	٥٠	٧٥	١٠٠
الجملة	٤٨٥٤,٤	١٣١٠٢,٤	٢١٣٠٢,٤

٨) تكاليف التشغيل السنوية

تشمل التكاليف التشغيلية السنوية للمشروع قيمة إيجار الأرض التي سيقام عليها المشروع، حيث يمكن استئجار المساحة اللازمة لإنشاء المشروع وفقا لنظام التأجير المتبع في المناطق الصناعية (٠,٢٥ أو ٠,٥٠ ريال/م^٢/سنة). ويحقق ذلك بالطبع مزايا عديدة للمشروع أهمها توفر البنية التحتية، وتقليل التكاليف الاستثمارية اللازمة، حيث تدفع القيمة الإيجارية سنويا على اعتبارها من ضمن التكاليف التشغيلية للمشروع، وليس من التكاليف الاستثمارية. كما تشمل التكاليف التشغيلية السنوية للمشروع تكاليف البلح البرحي المشتري لغرض التخزين، والأجور والرواتب، وتكاليف المحروقات والطاقة والمياه، وتكاليف مواد التعبئة والتغليف، وتكلفة الصيانة وقطع الغيار (٥٪ سنويا لتكون كافية للحفاظ على كفاءة أداء الأصول الرأسمالية، حيث لا يتم إحلال أي منها خلال عمرها المفترض بعشر سنوات، بينما تكلفة التأمين على الأصول (١٪). ولقد قدرت هذه التكاليف للمستويات الإنتاجية المستهدفة المختلفة، والجدول (٤ - ٩٧) يعرض ملخصاً لتكاليف التشغيل السنوية للمشروع بالألف ريال.

جدول ٤ - ٩٧. بنود تكاليف التشغيل السنوية للمشروع وفقا للطاقت الإنتاجية الثلاث (بالألف ريال).

بنود التكاليف التشغيلية	١٠٠٠ طن	٣٠٠٠ طن	٥٠٠٠ طن
البلح المشترى للتخزين	٦٦٧٠	٢٠٠٠٠	٣٣٣٣٥
الأجور والرواتب	١٠٨٠,٨	١٣٦٦,٨	١٦٤٢,٨
المحروقات والطاقة والمياه	٢٠٠	٣٥٠	٥٠٠
مواد التعبئة والتغليف	٥٠٠	١٥٠٠	٢٥٠٠
الصيانة وقطع الغيار	٦٥٩,٥	١٤٦٠,٥	٢١٤٦,٩
التأمين على الأصول ١٪	١٣١	٢٩٢	٤٢٩
مواد النظافة الصحية	١٠٠	١٥٠	٢٠٠
الجملة	١٠٣٤١,٣	٢٦١١٩,٣	٤٠٧٥٣,٧

٩) تكاليف البلح البرحي الخام اللازم للتخزين:

سوف يتعاقد المشروع قبل كل موسم إنتاجي مع مزارعين من ذوي السمعة الجيدة والذين لديهم خبرة طويلة في إنتاج البرحي بنوعيات ممتازة، ويفضل من لديهم حيازات كبيرة. ومن الطبيعي أن تتفاوت قيمة البرحي الخام اللازم للمشروع وفقاً لبدائل الطاقات الإنتاجية المقترحة، في ضوء تغيرات الأسعار في إطار تقلبات العرض والطلب عند مختلف المستويات السوقية بدءاً من مستوى المزرعة وانتهاء بالمستهلك النهائي داخلياً كان أم خارجياً، إضافة إلى اتجاهات الهيئات التسويقية وقدرتها على توسيع الطلب على البرحي المخزن. وبافتراض ثبات تكلفة المعاملات التصنيعية فيكون الهامش السوقي بين سعر التعاقد من المزرعة وسعر البيع عند باب الوحدة الإنتاجية (المصنع) هو أساس القرار في حفظ البرحي.

وتقدر كمية البرحي اللازم شراؤه للحفظ بحوالي ١٣٣٤ طن، و ٤٠٠٠ طن، و ٦٦٦٧ طن للطاقت المختلفة على التوالي. ولقد بينت الدراسة السوقية الميدانية إمكانية الشراء بحوالي ٥٠٠٠ ريال/طن، وعلى ذلك تبلغ تكلفة شراء البرحي للتخزين حوالي ٦,٦٧٠ مليون، ٢٠ مليون، و ٣٣,٣٣٥ مليون ريال على التوالي (ويعتبر هذا السعر مناسباً حيث دلت الدراسة الميدانية على أن واقع الممارسات الفعلية لمنتجي البرحي تدل على أن متوسط سعر البيع في المزرعة هو ٤٥٠٠ ريال/

طن ومتوسط السعر في حالة التعاقدات الفعلية هو ٧٦٠٠ ريال / (وخاصة أن التعاقدات عادة تمت لأوقات يشح فيها المعروض في السوق، إلا أن نسبة كبيرة من المنتجين الذين شملتهم الدراسة الميدانية أبدوا استعدادهم للتعاقد على أساس سعر قدره ٤١٤٠ ريال/طن .

١٠ الرواتب والأجور:

قدرت الرواتب والأجور بنحو ١٠٨٠,٨ ألف، ١,٣٦٦٨ مليون، ٢,٦٤٢٨ مليون للطاقت الثلاث على التوالي. ومن المقدر حاجة المشروع الاستثماري المستهدف إلى جهاز إداري وفني وعمالة كما في جدول (٤ - ٩٨) على النحو التالي:

- ١) القسم الإداري: ويتكون من مديراً عاماً للمشروع، ومديراً للإنتاج، وسكرتيراً.
- ٢) القسم المالي: ويضم اثنين محاسبين وذلك لضبط حسابات الإدارة والسجلات المالية والمحاسبية الخاصة بالمشتريات والمبيعات وتسديد المستحقات وإعداد الموازنات الحسابية اللازمة.
- ٣) القسم التجاري: ثلاثة مندوبين مبيعات في حالة الطاقة الإنتاجية ١٠٠٠ طن، أو أربعة مندوبين مبيعات في حالة الطاقة الإنتاجية ٣٠٠٠ طن، أو ستة مندوبين في حالة الطاقة الإنتاجية ٥٠٠٠ طن. إضافة إلى مندوب مشتريات واحد في الحالة الأولى وأثنين في أي من الحالتين الثانية والثالثة.
- ٤) السائقون: وعددهم ثلاثة، أو خمسة، أو سبعة وفقاً للطاقت الإنتاجية الثلاث على التوالي.
- ٥) الفنيون: ثلاثة مهندسين فنيين في التبريد والميكانيكا والكهرباء.
- ٦) العمال الدائمون: وعددهم خمسة، أو ثمانية، أو ١٢ عاملاً دائماً وفقاً للطاقت الثلاث على التوالي على مدار العام.
- ٧) العمال المؤقتون : عدد العمال المؤقتين اللازمين في الموسم هو ٥٠، أو ٧٠ و ٩٠ عاملاً للطاقت الثلاث على التوالي في الموسم فقط (٣ شهور)
- ٨) أمين مستودع: أمين مستودع واحد في أي من الطاقت الثلاث.
- ٩) حراس: عاملين حراسة في أي من الطاقت الثلاث.

جدول ٤ - ٩٨. عدد العاملين والأجر السنوي وقيمة الرواتب والأجور وفقا للطاقت الإنتاجية.

البند	الأجر الشهري		١٠٠٠ طن		٣٠٠٠ طن		٥٠٠٠ طن	
	ريال	عدد	ألف ريال/سنة	عدد	ألف ريال/سنة	عدد	ريال/سنة	
مدير عام	١٢٥٠٠	١	١٥٠	١	١٥٠	١	١٥٠	
مدير إنتاج	٧٥٠٠	١	٩٠	١	٩٠	١	٩٠	
سكرتير	٣٠٠٠	١	٣٦	١	٣٦	١	٣٦	
محاسب	٤٠٠٠	٢	٩٦	٢	٩٦	٢	٩٦	
مندوب مبيعات	٤٠٠٠	٣	١٤٤	٤	١٩٢	٦	٢٨٨	
مندوب مشتريات	٥٠٠٠	١	٦٠	٢	١٢٠	٢	١٢٠	
مهندس فني	٤٠٠٠	٣	١٤٤	٣	١٤٤	٣	١٤٤	
سائق	٣٠٠٠	٣	١٠٨	٥	١٨٠	٧	٢٥٢	
عمال دائمون	١٠٠٠	٥	٦٠	٨	٩٦	١٢	١٤٤	
أمين مستودع	٢٠٠٠	١	١٤	١	٢٤	١	٢٤	
حارس	١٢٠٠	٢	٢٨٠	٢	٢٨٠	٥	٢٨٠	
عمال مؤقتون*	١٠٠٠	٥٠	١٥٠	٧٠	٢١٠	٩٠	٢٧٠	
الجملة	-	-	١٠٨٠,٨	-	١٣٦٦,٨	-	١٦٤٢,٨	

* لمدة ٣ أشهر في العام.

(١) تكلفة والطاقة والمياه

التكلفة الرئيسية للطاقة في مشروعات تبريد المنتجات الغذائية هي تلك الناتجة من استهلاك الكهرباء في مستودعات التخزين. كما تعد احتياجات الوقود والزيوت والمياه من المتطلبات الهامة لتشغيل الآلات والمعدات وخطوط الإنتاج. وقدرت تكلفة هذا البند بنحو ٢٠٠ ألف، ٣٥٠ ألف، ٥٠٠ ألف للطاقت الثلاث على التوالي.

١٢) تكاليف مواد التعبئة

العبوات الأساسية للبلح البرحي هي عبوات كرتونية ملائمة لتعبئة المنتجات الغذائية المبردة. وهي صناديق كرتونية بسعات ١ كجم، و ٣ كجم، حسبت على أساس تكلفة قدرها ٥٠ هلة لكل كيلوجرام من البرحي المعد للتسويق بعد التخزين المبرد في الأجواء المتحكم بها. ويوضح جدول (٤ - ٩٩) تكاليف مواد التعبئة والتغليف للطاقت الإنتاجية الثلاث (١٠٠٠ و ٣٠٠٠ و ٥٠٠٠ طن) سنوياً.

جدول ٤ - ٩٩. تكاليف مواد التعبئة والتغليف (بالريال) للطاقت الإنتاجية الثلاث (١٠٠٠ و ٣٠٠٠ و ٥٠٠٠ طن) للبرحي بالألف ريال سنوياً.

البند	الطاقة الإنتاجية (طن /سنة)		
	١٠٠٠	٣٠٠٠	٥٠٠٠
العبوات البلاستيكية الأساسية بسعات ١ كجم و ٣ كجم، وبسعر متوسط قدره ٥٠ هلة لكل كجم بلح برحي	٥٠٠	١٥٠٠	٢٥٠٠
إجمالي كلفة مواد التعبئة والتغليف	٥٠٠	١٥٠٠	٢٥٠٠

١٣) تكلفة الصيانة وقطع الغيار:

قدرت تكلفة الصيانة وقطع الغيار على أساس نسبة ٥٪ من قيمة الأصول الرأسمالية، وعلى ذلك قدرت بحوالي ٦٥٩,٥ ألف، ١٤٦٠,٥ ألف، ٢١٤٦,٩ ألف ريال للطاقت الثلاث على التوالي.

١٤) تكلفة مواد النظافة ومكافحة الآفات

وتشمل المصائد والمراوح والستائر الهوائية وكذلك مواد النظافة المختلفة. ولقد قدرت تكلفتها بنحو ١٠٠ ألف، ١٥٠ ألف، ٢٠٠ ألف ريال سنوياً للطاقت الثلاث على التوالي.

٤- ٧- ٩- ٦ التدفقات النقدية السنوية خلال عمر المشروع

(١) إيرادات المشروع:

تتكون إيرادات المشروع من:

- (أ) الإيرادات المتحصلة من قيمة بيع البرحي المخزن آخر وخارج الموسم التقليدي أي على مدى ثلاث شهور على الأقل بعد انتهاء موسم التخزين.
- (ب) الإيرادات المتحصلة من بيع الفرزة (في حدود ١٠٪ من الكمية المشتراة بنفس سعر الشراء، وهي عادة ما تكون في صورة برحي رطب أو منصف.
- (ت) الإيرادات الثانوية الممكن تحقيقها من استخدام طاقات التبريد المتاحة لمنتجات ومحاصيل أخرى لمدة لا تقل عن ٦ شهور.
- وتوضح الجداول (٤- ١٠٠) و (٤- ١٠١) و (٤- ١٠٢) التدفقات النقدية للمشروع خلال عمره الاقتصادي (عشر سنوات + سنة الإنشاء) وذلك على اعتبار سعر البيع هو ١٥ ريال فقط للكيلوجرام من البرحي بعد تخزينه، وأن سعر بيع البرحي الناتج من الفرز (في حدود ١٠٪ من الكمية المشتراة) هو ٥ ريال للكيلوجرام.

(٢) التدفقات النقدية الخارجة Outflows والداخلة Inflows للمشروع

- توضح الجداول السابقة (من ٤- ١٠٠ إلى ٤- ١٠٢) التدفقات النقدية الداخلة والخارجة للمشروع وفقا لكل من الطاقات الإنتاجية الثلاث خلال عمره الاقتصادي (١٠ سنوات).

جدول ٤ - ١٠٠٠. التدفقات النقدية لطاقة ١٠٠٠ طن.

السنة	التكاليف الرأسمالية	التكاليف التشغيلية	جملة التدفقات الخارجة	التدفقات الداخلة *	التدفقات الصافية
١	١٣١٩٠	-	١٣١٩٠	-	(١٣١٩٠)
٢	٤٨٥٤,٤	١٠٣٤١,٣	١٥١٩٥,٧	١٥٦٦٧	٤٧١,٣
٣	-	١٠٣٤١,٣	١٠٣٤١,٣	١٥٦٦٧	٥٣٢٥,٧
٤	-	١٠٣٤١,٣	١٠٣٤١,٣	١٥٦٦٧	٥٣٢٥,٧
٥	-	١٠٣٤١,٣	١٠٣٤١,٣	١٥٦٦٧	٥٣٢٥,٧
٦	-	١٠٣٤١,٣	١٠٣٤١,٣	١٥٦٦٧	٥٣٢٥,٧
٧	-	١٠٣٤١,٣	١٠٣٤١,٣	١٥٦٦٧	٥٣٢٥,٧
٨	-	١٠٣٤١,٣	١٠٣٤١,٣	١٥٦٦٧	٥٣٢٥,٧
٩	-	١٠٣٤١,٣	١٠٣٤١,٣	١٥٦٦٧	٥٣٢٥,٧
١٠	-	١٠٣٤١,٣	١٠٣٤١,٣	١٥٦٦٧	٥٣٢٥,٧
١١	-	١٠٣٤١,٣	١٠٣٤١,٣	٢٠٥٢١,٤	١٠١٨٠,١

* تشمل ١٥ مليون على أساس سعر بيع ١٥ ألف ريال/طن بعد موسم التخزين وكذلك ٦٦٧ ألف ريال قيمة بيع جزء من الفرز قبل التخزين (١٠٪ فقط) بسعر الشراء (٥ ألف ريال/طن)

جدول ٤ - ١٠١. التدفقات النقدية لطاقة ٣٠٠٠ طن.

السنة	التكاليف الرأسمالية	التكاليف التشغيلية	جملة التدفقات الخارجة	التدفقات الداخلة *	التدفقات الصافية
١	٢٩٢١٠	-	٢٩٢١٠	-	(٢٩٢١٠)
٢	١٣١٠٢,٤	٢٦١١٩,٣	٣٩٢٢١,٧	٤٧٠٠٠	٧٧٧٨,٣
٣	-	٢٦١١٩,٣	٢٦١١٩,٣	٤٧٠٠٠	٢٠٨٨٠,٧
٤	-	٢٦١١٩,٣	٢٦١١٩,٣	٤٧٠٠٠	٢٠٨٨٠,٧
٥	-	٢٦١١٩,٣	٢٦١١٩,٣	٤٧٠٠٠	٢٠٨٨٠,٧
٦	-	٢٦١١٩,٣	٢٦١١٩,٣	٤٧٠٠٠	٢٠٨٨٠,٧

السنة	التكاليف الرأسمالية	التكاليف التشغيلية	جملة التدفقات الخارجة	التدفقات الداخلة *	التدفقات الصافية
٧	-	٢٦١١٩,٣	٢٦١١٩,٣	٤٧٠٠٠	٢٠٨٨٠,٧
٨	-	٢٦١١٩,٣	٢٦١١٩,٣	٤٧٠٠٠	٢٠٨٨٠,٧
٩	-	٢٦١١٩,٣	٢٦١١٩,٣	٤٧٠٠٠	٢٠٨٨٠,٧
١٠	-	٢٦١١٩,٣	٢٦١١٩,٣	٤٧٠٠٠	٢٠٨٨٠,٧
١١	-	٢٦١١٩,٣	٢٦١١٩,٣	٦٠١٠٢,٤	٣٣٩٨٣,١

* تشمل ٤٥ مليون ريال على أساس سعر بيع ٢٥ ألف ريال/طن بعد موسم التخزين وكذلك ٢ مليون ريال قيمة بيع جزء من الفرز قبل التخزين (١٠٪ فقط) بسعر الشراء (٥ ألف ريال/طن)

جدول ٤ - ١٠٢. التدفقات النقدية لطاقة ٥٠٠٠ طن.

السنة	التكاليف الرأسمالية	التكاليف التشغيلية	جملة التدفقات الخارجة	التدفقات الداخلة *	التدفقات الصافية
١	٤٢٩٣٧	-	٤٢٩٣٧	-	(٤٢٩٣٧)
٢	٢١٣٠٢,٤	٤٠٧٥٣,٧	٦٢٠٥٦,١	٧٨٣٣٣,٥	١٦٢٧٧,٤
٣	-	٤٠٧٥٣,٧	٤٠٧٥٣,٧	٧٨٣٣٣,٥	٣٧٥٧٩,٨
٤	-	٤٠٧٥٣,٧	٤٠٧٥٣,٧	٧٨٣٣٣,٥	٣٧٥٧٩,٨
٥	-	٤٠٧٥٣,٧	٤٠٧٥٣,٧	٧٨٣٣٣,٥	٣٧٥٧٩,٨
٦	-	٤٠٧٥٣,٧	٤٠٧٥٣,٧	٧٨٣٣٣,٥	٣٧٥٧٩,٨
٧	-	٤٠٧٥٣,٧	٤٠٧٥٣,٧	٧٨٣٣٣,٥	٣٧٥٧٩,٨
٨	-	٤٠٧٥٣,٧	٤٠٧٥٣,٧	٧٨٣٣٣,٥	٣٧٥٧٩,٨
٩	-	٤٠٧٥٣,٧	٤٠٧٥٣,٧	٧٨٣٣٣,٥	٣٧٥٧٩,٨
١٠	-	٤٠٧٥٣,٧	٤٠٧٥٣,٧	٧٨٣٣٣,٥	٣٧٥٧٩,٨
١١	-	٤٠٧٥٣,٧	٤٠٧٥٣,٧	٩٩٦٣٥,٩	٥٨٨٨٢,٢

* تشمل ٧٥ مليون ريال على أساس سعر بيع ١٥ ألف ريال/طن بعد موسم التخزين وكذلك ٣,٣٣٣ مليون ريال قيمة بيع جزء من الفرز قبل التخزين (١٠٪ فقط) بسعر الشراء (٥ ألف ريال/طن)

٤- ٧- ٩- ٧- التحليل المالي لمشروع حفظ البرحي

بعد أن وفق الله القائمين على هذا المشروع البحثي من تحقيق ابتكار تقني يمكن من خلاله حفظ ثمار البرحي بمواصفات جيدة ومماثلة لمواصفات ثمار البرحي الطازجة في موسم إنتاجها، وبعد دراسة سوقية مستفيضة لجانبي عرض البرحي الطازج والطلب عليه وتوجهات المنتجين والمستهلكين والوسطاء لهذا المنتج، أصبح من الأهمية بمكان تحليل هذا الإنجاز العلمي التقني ماليا واقتصاديا. فلقد تم بيان الخطوات والشروط والمواصفات الفنية والتقنية لعملية حفظ البرحي الخام وفقاً للاعتبارات العلمية الصحيحة من النواحي الهندسية والتغذوية الواردة في مواصفات هذا المشروع، للوصول إلى المنتج النهائي في الصورة الممتازة والمستهدفة من هذا المشروع.

وللوقوف على أهمية اقتصاديات السعة Economies of Scale عند تنفيذ هذا المشروع فقد تم إجراء تقديرات لمتوسط تكلفة الطن الواحد وفقاً لطاقت إنتاجية ممكنة من حيث توفر البرحي الطازج وتوازنات السوق الحالية والمنتظرة. وعليه، رأى فريق الدراسة أن تكون بدائل الطاقات الإنتاجية المستهدفة تحليل جدواها ماليا هي ألف طن، وثلاثة آلاف طن، وخمسة آلاف طن. وبذلك تتيح هذه الدراسة اختيار البديل المناسب في ضوء إمكاناته المالية، وظروف سوق البرحي في أي من المناطق الإنتاجية وفق التقنية قيد الدراسة.

ومن خلال استعراض التقديرات الواردة في جدول (٤- ١٠٣) يلاحظ أن التكاليف التشغيلية تمثل نحو ٨٥٪ من التكاليف الإنتاجية الكلية اللازمة لوحدة تخزين البرحي في أجواء متحكم فيها. ولم تتجاوز متوسط التكلفة الاستثمارية لحفظ الكيلو جرام الواحد ١,٤١٠، ١,٨٠٤، ١,٢٨٦ ريال/كجم للطاقت الإنتاجية ١٠٠٠ طن، ٣٠٠٠ طن، ٥٠٠٠ طن على التوالي. وتبلغ التكاليف التشغيلية (عدا شراء البرحي الطازج) نحو ٢,٦٧، ١,٧١، ١,٤٩ ريال/كجم على التوالي، وهي تشمل الأجور، والرواتب، والمحروقات، والطاقة، والمياه، والتعبئة والتغليف، والصيانة وقطع الغيار، وكذلك التأمين على الأصول، ومواد النظافة الصحية. وبذلك تبلغ التكاليف التشغيلية الإجمالية بما فيها البرحي الطازج الخام نحو ٩,٣٤، ٨,٣٨، ٨,١٦ ريالاً/كجم على التوالي.

جدول ٤ - ١٠٣. متوسط تكلفة حفظ الطن من البرحي وفق للطاقت إنتاجية مختلفة (١٠٠٠، ٣٠٠٠، ٥٠٠٠ طن سنوياً) موزعة إلى بنودها المختلفة بالألف ريال.

البند	١٠٠٠ طن		٣٠٠٠ طن		٥٠٠٠ طن	
	%	ألف ريال	%	ألف ريال	%	ألف ريال
تكاليف استثمارية		١,٨٠٤		١,٤١٠		١,٢٨٦
أجور ورواتب		١,٠٨٠		٠,٤٥		٠,٣٣
محروقات وطاقة ومياه		٠,٢٠٠		٠,١٢		٠,١٠
تعبئة وتغليف		٠,٥٠		٠,٥٠		٠,٥٠
صيانة وقطع غيار		٠,٦٦		٠,٤٩		٠,٤٣
تأمين على الأصول		٠,١٣		٠,١٠		٠,٠٩
مواد نظافة صحية		٠,١		٠,٠٥		٠,٠٤
جملة التكاليف التشغيلية عدا البرحي الطازج		٢,٦٧		١,٧١		١,٤٩
البرحي الطازج		٦,٦٧		٦,٦٧		٦,٦٧
جملة التكاليف التشغيلية		٩,٣٤		٨,٣٨		٨,١٦
التكاليف	٨٣,٨١		٨٥,٦٠		٨٦,٣٥	
التكلفة الكلية	١٠٠	١١,١٤٤	١٠٠	٩,٧٩	١٠٠	٩,٤٥
كمية التعادل (طن)*	-	٣١٩	-	٦٣٩	-	٩٤٠
سعر التعادل (ألف ريال/طن)	-	١١,١٤	-	٩,٧٩	-	٩,٤٥

* حسبت على أساس متوسط سعر البيع على مستوى وحدة الحفظ ١٥٠٠٠ ريال/طن.

وفي حالة تشغيل كامل الطاقات قيد الدراسة، فإن فرص تحقيق الأرباح تتوقف على الفرق بين أسعار البرحي الطازج الخام وأسعار بيع البرحي المخزن تحت أجواء متحكم فيها آخر أو خارج الموسم التقليدي لعرض البرحي الطازج دون تخزين والتي سبق الإشارة إليها. وتدل النتائج الواردة في الجدول (٤ - ١٠٣) والتي لا تضع اعتباراً لعنصر الزمن لضبط التدفقات النقدية الداخلة والخارجة للمشروع أنه يمكن للمشروع تحقيق أرباح إذا تجاوز سعر بيع البرحي المخزن في أجواء متحكم بها سعر التعادل المقدر بنحو ١١,١٤، ٩,٧٩، ٩,٤٥ ريالاً في بدائل الطاقات الإنتاجية قيد الدراسة، وذلك على اعتبار التشغيل بطاقة إنتاجية كاملة. ومن المفيد أن يتعرف المستثمر على وضع المشروع في حال عدم إمكانية التشغيل بالطاقة الكاملة، لذا رأى الفريق البحثي ضرورة حساب أقل طاقة ممكنة لتغطية التكلفة بالكاد بفرض سعر تقريبي لبيع البرحي خارج الموسم وهو ١٥ ريال/كجم، وهي ما تسمى بكمية التعادل، وقد بلغت هذه الكمية ٣١٩ طن، ٦٣٩ طن، ٩٤٠ طن على التوالي. ويعني ذلك أن المشروع يمكنه أن يعمل بطاقات أقل من طاقته القصوى ويظل محققاً للأرباح طالما أن الكميات المنتجة تتجاوز كميات التعادل المذكورة للبدائل قيد الدراسة.

٤- ٧- ٩- ٨- معايير الجدوى المالية لتخزين البرحي

لقد تم تقدير أهم مؤشرات الجدوى المالية للمشروع، وهي نسبة العائد إلى التكلفة B/C Ratio وصافي القيمة الحالية للمشروع (NPV) Net Present Value (وذلك باستخدام سعر خصم قدره ٥٪) وكذلك معدل العائد الداخلي للمشروع (IRR) Internal Rate of Return. ويعرض جدول (٤ - ١٠٤) هذه المؤشرات لمختلف الطاقات الإنتاجية قيد الدراسة. وبصفة عامة تشير نتائج المؤشرات المخصوصة إلى جدوى المشروع مالياً في جميع الحالات المدروسة.

جدول ٤ - ١٠٤. مؤشرات الجدوى المالية لمشروع حفظ البرحي بطاقات إنتاجية ١٠٠٠ طن، ٣٠٠٠ طن، ٥٠٠٠ طن سنوياً .

المؤشر	١٠٠٠ طن	٣٠٠٠ طن	٥٠٠٠ طن
نسبة العوائد إلى التكاليف B/C Ratio	١,٢٧	١,٥٢	١,٦٣
صافي القيمة الحاضرة (ألف) N.P.V	٢٦٢٩٠,٥٩	١٢٧٥٩٠,٥	٢٤٠٠٣٤,١
معدل العائد الداخلي IRR (%)	٣٠	٥٥	٦٧

٤- ٧- ٩- ٩- تحليل المخاطر واحتمالات الخسائر لمشروع حفظ البرحي

توجد مؤشرات هامة لمرونة هذا المشروع في مواجهة أي مخاطر محتملة سواء كانت هذه المخاطر طبيعية أو اقتصادية، ومن بينها:

- نسبة التكاليف الاستثمارية إلى التكاليف الكلية.
- مدى تخصص الأصول.
- الاستخدامات البديلة والمكملة للأصول الإنتاجية.
- المنتجات والخدمات الثانوية والجانبية للمشروع.
- التكاملية بين الأنشطة والمشروعات.

تحليل حساسية المشروع لاحتمالات زيادة التكلفة أو نقص الإيرادات

قد يتخوف المستثمرون من احتمال ارتفاع التكاليف سواء كانت تكاليف تشغيلية أو تكاليف استثمارية، كما قد يتخوفون من إمكانية انخفاض سعر البرحي المحفوظ عن الأسعار المأخوذة في الاعتبار (ألف ريال/طن) في تقديرات المؤشرات المالية.

ولذلك تم تقدير المؤشرات المالية للمشروع في ضوء الفروض التالية:

- ١ - زيادة التكاليف الكلية للمشروع بكافة بنودها الاستثمارية والتشغيلية بنسبة ١٠٪.
 - ٢ - انخفاض الإيرادات نتيجة انخفاض أسعار بيع البرحي المحفوظ بنسبة ١٠٪.
- وباستعراض النتائج المدونة في الجداول (٤ - ١٠٥) والتي توضح مؤشرات تحليل حساسية المشروع للافتراضات السابقة. كما يتبين أن المشروع أكثر حساسية لانخفاض أسعار بيع البرحي المحفوظ من ارتفاع التكاليف الإنتاجية بكافة بنودها (جدول ٤ - ١٠٦).

جدول ٤ - ١٠٥. مؤشرات تحليل حساسية المشروع زيادة التكلفة الإجمالية بنسبة ١٠٪.

المؤشرات المالية	١٠٠٠ طن	٣٠٠٠ طن	٥٠٠٠ طن
نسبة العوائد إلى التكاليف B/C Ratio	١,١٥	١,٣٨	١,٤٨
صافي القيمة الحاضرة (ألف) N.P.V	١٦٥٢٤	١٠٣٢٥٣	٢٠٢٢٤٣
معدل العائد الداخلي IRR (%)	٢٠	٤٢	٥٣

جدول ٤ - ١٠٦. مؤشرات تحليل حساسية المشروع في حال انخفاض أسعار البيع (البرحي المحفوظ والمفروز) بنسبة ١٠٪.

المؤشرات المالية	١٠٠٠ طن	٣٠٠٠ طن	٥٠٠٠ طن
نسبة العوائد إلى التكاليف B/C Ratio	١,١٤	١,٣٧	١,٤٧
صافي القيمة الحاضرة (ألف) N.P.V	١٣٨٩٥	٩٠٤٩٤	١٧٨٢٣٩
معدل العائد الداخلي IRR (%)	١٨,٧	٤١	٥٢

٤- ٧- ٩- ١٠- الجدوى الاقتصادية لمشروع حفظ البرحي

يعتبر هذا المشروع من المشروعات التقنية الحديثة التي تسهم في رفع كفاءة تسويق التمور السعودية، والتي تشكل دعامة أساسية في البنيان الاقتصادي الزراعي السعودي. وفي ظل تزايد المشكلات التسويقية التي تعاني منها معظم أنواع التمور (خاصة تلك في مرحلة الخلال (البسر))، يعد هذا المشروع بمثابة فرصة تسويقية جديدة من خلال توسعة تسويق التمور، وخاصة بلح البرحي من خلال عدة محاور. فيمكن أولاً توسعة سوق البرحي زمنياً من خلال تخزين البرحي بنوعية جيدة، ومواصفات ممتازة ليكون في متناول المستهلك بحد فترة زمنية تمتد على مدار عدة أشهر بعد الموسم. هذا فضلاً عن توسعة سوق البرحي مكانياً من خلال نقل البرحي المحفوظ ليضي بالاحتياجات الاستهلاكية في مناطق مترامية من المملكة على مدار عدة أشهر بعد الموسم. ويتم ذلك من خلال تطوير وسائل النقل المبرد وتزويد منافذ التوزيع بالمبردات المناسبة لحفظه وتداوله طوال الفترة. هذا فضلاً عن إمكانية التصدير للدول المجاورة وغيرها ليزداد السوق اتساعاً ليمتد إلى خارج حدود المملكة. ومن ثم يمكن أن يكون ذلك مدخلاً لزيادة الصادرات السعودية وخاصة من البرحي المطلوب في كثير من الأسواق العالمية وإلى الدول الإسلامية وبشكل خاص خلال شهر رمضان المبارك خلال توافق ذلك مع نهاية موسم البرحي. ومن الناحية الشكلية، يركز المشروع على تطوير شكل ومواصفات البرحي ليتواءم مع متطلبات المستهلكين والذين تطورت احتياجاتهم وتفضيلاتهم الاستهلاكية ووعيهم واهتمامهم بالنواحي الصحية والغذائية للمنتجات المتداولة، .

ويسهم المشروع بشكل واضح في زيادة الدخل الوطني لما ينجم عنه من قيمة مضافة على منتج من أهم المنتجات الزراعية السعودية، واعتماده على عناصر إنتاجية وطنية دون الاحتياج إلى عناصر مستوردة. ويسهم المشروع في توفير فرص وظيفية تتدرج بين وظائف إدارية وفنية وعمالة عادية دائمة وأخرى مؤقتة، إذ تبلغ الفرص الوظيفية التي يتيحها هذا المشروع ٢٣، ٣٠، ٦١ فرصة وظيفية دائمة، وكذلك ١٥، ٢٠، ٢٠ فرصة وظيفية مؤقتة وفقاً للطاقت الثلاث (١٠٠٠، ٣٠٠٠، و ٥٠٠٠ طن) قيد الدراسة. وتبلغ الأجور السنوية التي يدفعها هذا المشروع نحو ٩٩١ ألف، ١،٢٣٧ مليون، ١،٤٥٣ مليون ريال سنوياً للطاقت الثلاث على التوالي. هذا فضلاً عن الفرص

الوظيفية الناجمة عن الأنشطة الاقتصادية ذات الروابط الخلفية والأمامية بهذا المشروع سواء على مستوى مزارع النخيل أو مصانع العبوات اللازمة للتمور أو مراكز التسويق والتداول. كما أنه يمكن أن يساعد على تأمين منفذ تسويقي لمنتجي التمور بما يقلل من مخاطر التسويق لديهم وخاصة إذا ما لجأ المشروع إلى وسيلة التعاقد المسبق مع مزارعي النخيل لتوريد الكميات اللازمة من البرحي الخام اللازم لعمليات التبريد والحفظ في الأجواء المتحكم بها.

ويعتبر المشروع مثلاً يمكن أن يحتذى به في تطوير التقنية الهندسية Engineering Technology في مجال علوم الأغذية وصحة الإنسان والتي أصبحت المخرج العصري لتطوير سبل تسويق الغذاء عموماً ومنتجات الفاكهة والخضار على وجه الخصوص. ويتم ذلك بنفس الأسلوب المتبع في الدول المتقدمة، إذ لم تزل المملكة العربية السعودية تعتمد في الغالب على الأساليب التقليدية في تسويق المنتجات الزراعية وخاصة منتجات الخضار والفاكهة، وبالذات التمور في مراحل نضجها المختلفة. هذا رغم المطالبة المستمرة بضرورة تنمية الصناعات التحويلية واستخدام أحدث التقنيات لتعزيز الاستفادة من التمور في المملكة العربية السعودية.

يتيح هذا المشروع فرصة استثمارية مدروسة على أسس علمية من كافة جوانبها الفنية والتقنية والسوقية والمالية والاقتصادية. ويمكن لرجال الأعمال والمستثمرين الاستفادة منها سواء كان ذلك من خلال القطاع الخاص أو القطاع التعاوني. ويمكن أن تكون الأرباح المحققة من هذا المشروع بمثابة عامل الجذب الذي يؤدي إلى جلب الاستثمارات وتوجيهها إلى مجال حفظ وتصنيع وتسويق وتصدير التمور السعودية، بما يعود بالنفع على كافة أطراف نظام تسويق التمور في المملكة من منتجين ومستهلكين ووسطاء ومصنعين ومصدرين. هذا فضلاً عن توسيع نطاق السوق، ورفع أسعار التمور خاصة الطازجة منها.

ويساعد المشروع على إيجاد نوع من التنسيق السوقي الرأسي بين منتجي تمور البرحي الطازج ورجال أعمال ومنافذ التوزيع وفق إطار علمي وعملي يتواءم مع طبيعة هذه الثمار، وبما يحقق الانسجام الطبيعي بين الإنتاج واحتياجات المستهلكين. وبذلك فإن المشروع يحقق مزايا التكامل القطاعي Sectoral Integration بين القطاع الزراعي والقطاع الصناعي، وزيادة القيمة المضافة Value added لتمور البرحي السعودية، وتحقيق التوازن الرأسي، والتوازن الشكلي

والتوازن المكاني في سوق البرحي. وبما يسهم في المحافظة على منجزات القطاع الزراعي ودعم مواطن القوة فيه والتي تعد التمور من أهمها، هذا فضلاً عن فتح فرص جديدة لتصدير البرحي الطازج للأسواق الإقليمية والدولية.

٤- ٧- ٩- ١١ مناقشة عوامل نجاح ومعوقات مشروع حفظ البرحي

يعتمد نجاح مشروع حفظ وتخزين البرحي بالمواصفات التغذوية والصحية والهندسية على النحو الوارد في هذه الدراسة على عوامل عدة خاصة بطبيعة هذا المشروع، وموقعه. كذلك يعتمد نجاحه على علاقاته مع الهيئات القائمة بالفعل، وخاصة منتجي البرحي وتسويقه ومستهلكيه، والمؤسسات التمويلية والأجهزة الحكومية مثل وزارة الزراعة، صندوق التنمية الزراعية، وصندوق التنمية الصناعي وغيرها.

ويتناول هذا الجزء عرض لأهم عوامل نجاح ومعوقات المشروع وفقاً لمنهج SWOT المعروف، والذي يقسم هذه العوامل إلى عوامل داخلية وتتضمن عوامل تدعم المشروع Strengthen، وأخرى تضعف المشروع Weaken، وكذلك عوامل خارجية تتضمن فرصاً أمام المشروع Opportunities وأخرى تهدد المشروع Threaten.

(١) أهم عوامل التي تدعم مشروع حفظ البرحي

من أهم العوامل الداخلية التي تدعم هذا المشروع اعتباره الأول من نوعه في المملكة العربية السعودية باعتباره مشروع متخصص، ويقوم على أحدث ما وصلت إليه التقنية في هندسة التصنيع وعلوم الأغذية، وتوفر المواد الخام اللازمة من البلح الطازج ذات الجودة الممتازة المستهدفة. وحيث أنه سينشأ في أهم المناطق المنتجة لهذه الأصناف بوفرة تمكنه من توفير كافة احتياجاته، هذا فضلاً عن استعداد المنتجين للتعاقد مع المصنع مسبقاً على توريد الكميات المطلوبة من البلح الطازج اللازم لعمليات التبريد والحفظ في الأجواء المتحكم بها، وبالمواصفات المطلوبة، وبأسعار مناسبة. ويتوفر للمشروع الخصائص الفنية والتقنية والاقتصادية التي تميزه عن

غيره من المنافسين في السوق. كما يمكن الحصول على قرض من صندوق التنمية الصناعي أو صندوق التنمية الزراعية.

٢) أهم نقاط الضعف لمشروع حفظ البرحي

من أهم عوامل ضعف المشروع اعتماده على سلعة سريعة التلف إذا تعرضت لظروف تخزين أو تداول غير مناسبة أو في حال حدوث أي خلل أو عطل في أي مرحلة من مراحل سلسلة التبريد والحفظ المخطط لها.

٣) أهم العوامل التي تزيد من فرص النجاح لمشروع حفظ البرحي

يتوفر للمشروع طاقة تخزينية للتبريد يمكن الاستفادة منها في تحقيق عوائد إضافية للمشروع. فمن المعروف أن موسم الحفظ للمشروع يمكن أن يمتد لمدة أربعة شهور يتم تسويق بلح البرحي الطازج خلال شهور الموسم. وبعد تخزين البرحي يتم تسويقه وتوزيعه على منافذ التصريف. ومن ثم يمكن إتاحة نحو ٢٠٪ من الطاقة التخزينية لمدة خمسة شهور، و ٢٠٪ لمدة أربعة شهور، و ٢٠٪ لمدة ثلاثة شهور، و ٢٠٪ لمدة شهر واحد، ومن الممكن أيضا إتاحة كامل الطاقة التخزينية في المتبقي من السنة (حوالي خمسة أشهر) للاستفادة منها من خلال التأجير للمحاصيل الأخرى.

٤) أهم العوامل التي يمكن أن تهدد مشروع حفظ البرحي

من أهم العوامل التي يمكن أن تهدد المشروع هو التوسع في حفظ بلح البرحي بطرق مستحدثة مثل العبوات المعدلة الأجواء Modified Atmospheric Packages (MAP) قليلة التكلفة. كذلك في حالة عدم وجود حملة إعلانية مكثفة لتوعية المستهلكين بمميزات البلح الطازج المخزن بالطرق العلمية - كما هو الحال لهذا المشروع - وعدم اعتماده على أي مواد كيميائية أو مواد ضارة للبيئة أو المنتج في الحفظ بل على نفس الغازات الموجودة في الجو ولكن في التحكم بنسبها ودرجة حرارة التخزين.

٥. المراجع

- إسماعيل، صبحي ومحمد القنيبط. ١٩٩٦. التسويق الزراعي. دار المريخ، الرياض.
- آل سلطان، مهدي بن معيض، وأحمد حلمي حسن. ٢٠٠٧. دراسة تحليلية للتقييم الاقتصادي للسياسات الإنتاجية لبعض أصناف التمور في المملكة العربية السعودية. ندوة النخيل الرابعة بالمملكة العربية السعودية: تحديات التصنيع والتسويق ومكافحة الآفات، ملخصات الأبحاث. مركز أبحاث النخيل والتمور. جامعة الملك فيصل، الأحساء، ٥ - ٨ مايو ٢٠٠٧.
- باسباع، على خميس. ٢٠٠٧. تنمية إنتاج التمور في إلى من: الواقع وآفاق التنمية. ندوة النخيل الرابعة بالمملكة العربية السعودية: تحديات التصنيع والتسويق ومكافحة الآفات، ملخصات الأبحاث. مركز أبحاث النخيل والتمور، جامعة الملك فيصل، الأحساء، ٥ - ٨ مايو ٢٠٠٧.
- بالغنيم، فهد. ٢٠٠٧. زراعة النخيل وإنتاج التمور في المملكة: الواقع والتطلعات (محاضرة عامة). ندوة النخيل الرابعة بالمملكة العربية السعودية: تحديات التصنيع والتسويق ومكافحة الآفات، مركز أبحاث النخيل والتمور، جامعة الملك فيصل، الأحساء، ٥ - ٨ مايو ٢٠٠٧.
- بشير، بن عيشي. ٢٠٠٧. المشكلات الإنتاجية والتسويقية لزراع النخيل بدائرة طولقة بولاية بسكرة بالجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية. . ندوة النخيل الرابعة بالمملكة العربية السعودية: تحديات التصنيع والتسويق ومكافحة الآفات، ملخصات الأبحاث. مركز أبحاث النخيل والتمور. جامعة الملك فيصل، الأحساء، ٥ - ٨ مايو ٢٠٠٧.
- جمعي، عماري. ٢٠٠٧. توظيف التوزيع الإلكتروني لزيادة الطلب على منتجات التمور في الأسواق العالمية. ندوة النخيل الرابعة بالمملكة العربية السعودية: تحديات التصنيع والتسويق ومكافحة الآفات، ملخصات الأبحاث. مركز أبحاث النخيل والتمور، جامعة الملك فيصل، الأحساء، ٥ - ٨ مايو ٢٠٠٧.

الحمدان، عبدالله محمد وحسن، بكري حسين والقحطاني، حسن وإسماعيل، صبحي. ٢٠٠٧. م. إنتاج رطب مجمد فائق الجودة من أصناف مختارة من التمور السعودية. التقرير النهائي. مشروع ممول من مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية رقم أ ت ٢٠ - ٤٨.

الحمدان، عبدالله محمد وحسن، بكري حسين. ٢٠٠٢. م. الخواص الميكانيكية للتمور السعودية. التقرير الختامي. مشروع ممول من مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية رقم أ ت ١٨ - ٤٨.

شركة طيبة للتنمية الزراعية. ٢٠٠١. "دور التجارة الإلكترونية في زيادة كفاءة وفاعلية مصانع التمور في المملكة". ورقة عمل مقدمة للملتقى الأول لمنتجي ومصنعي التمور بالمملكة. المدينة المنورة. ف ١٤٢٢/٢/٧ هـ الموافق ٢٠٠١/٥/١ م.

الشعبي، عبد العزيز، ومحمد السماعيل. ٢٠٠٧. البدائل الاقتصادية للتمور المستخدمة كأعلاف في محافظة الأحساء والقطيف. ندوة النخيل الرابعة بالمملكة العربية السعودية: تحديات التصنيع والتسويق ومكافحة الآفات، ملخصات الأبحاث. مركز أبحاث النخيل والتمور، جامعة الملك فيصل، الأحساء، ٥ - ٨ مايو ٢٠٠٧.

صبري، مدحت، ومحمود العضيبي، وحمدى رياض نور الدين. ١٩٨٥ م. تنمية إنتاج وصناعة التمور في المملكة العربية السعودية. مجلة جامعة الملك سعود، المجلد السابع، العلوم الزراعية (١): ٢١ - ٤١.

صلاح الدين بن زيوش، وبن عيشي بشي. ٢٠٠٧. العوامل الاقتصادية والاجتماعية لشعبة التمور في الجزائر.

العبد، وائل أحمد عزت. ٢٠٠٧. التحليل الاقتصادي لإنتاج واستهلاك التمور في مصر والدول الإسلامية. ندوة النخيل الرابعة بالمملكة العربية السعودية: تحديات التصنيع والتسويق ومكافحة الآفات، ملخصات الأبحاث. مركز أبحاث النخيل والتمور، جامعة الملك فيصل، الأحساء، ٥ - ٨ مايو ٢٠٠٧.

العليوي، محمد بن عبدالله علي. ٢٠٠٧. تحليل اقتصادي لتكاليف إنتاج تمر السكري في منطقة القصيم. رسالة ماجستير العلوم في الاقتصاد الزراعي، قسم الاقتصاد الزراعي كلية علوم الأغذية والزراعة، جامعة الملك سعود، الرياض.

قطوشي، أ. ٢٠٠٧. التحدي والنظرة المستقبلية لوضع قطاع النخيل في الجزائر. ندوة النخيل الرابعة بالمملكة العربية السعودية: تحديات التصنيع والتسويق ومكافحة الآفات، ملخصات الأبحاث. مركز أبحاث النخيل والتمر، جامعة الملك فيصل، الإحساء، ٥- ٨ مايو ٢٠٠٧.

مركز أبحاث النخيل والتمر. ٢٠٠٧. ندوة النخيل الرابعة بالمملكة العربية السعودية: تحديات التصنيع والتسويق ومكافحة الآفات، ملخصات الأبحاث. جامعة الملك فيصل، الإحساء، ٥- ٨ مايو ٢٠٠٧.

الملاح، جلال. ٢٠٠٧. توقعات الفائض والأهمية الاقتصادية. ندوة النخيل الرابعة بالمملكة العربية السعودية: تحديات التصنيع والتسويق ومكافحة الآفات، ملخصات الأبحاث. مركز أبحاث النخيل والتمر، جامعة الملك فيصل، الإحساء، ٥- ٨ مايو ٢٠٠٧.

وزارة الزراعة. ٢٠٠٠. دراسة أثر انضمام المملكة إلى منظمة التجارة العالمية على القطاع الزراعي. الرياض، المملكة العربية السعودية.

وزارة الزراعة. ٢٠٠٤. مؤشرات عن صناعة التمر في المملكة العربية السعودية - العدد السابع ٢٥٤هـ/٢٠٠٤م.

وزارة الزراعة. ٢٠٠٦. التمر في المملكة العربية السعودية، الواقع والمأمول وكالة الوزارة لشؤون الأبحاث والتنمية الزراعية، إدارة الدراسات والتخطيط والإحصاء (١٤٢٧هـ - ٢٠٠٦م)، الرياض، المملكة العربية السعودية.

وزارة الزراعة. ٢٠٠٧. لمحة عن صناعة التمر في المملكة العربية السعودية (١٩٩٧ - ٢٠٠٥م). الرياض، السعودية.

وزارة الزراعة. ٢٠١١. الكتاب الإحصائي الزراعي السنوي "٢٥". إدارة الإحصاء.. الرياض، السعودية. <http://www.moa.gov.sa/public/portal>

- Abbas, F. M. A., Foroogh, B., Liong, M. T. and Azhar, M. E. (2008). Multivariate Statistical Analysis of Antioxidants in Dates (*Phoenix dactylifera*). *International Food Research Journal* 15(2): 193-200.
- Akbadak. B., Tezcan. H., and Eris. A. (2008). Evaluation of messenger plant activator as a preharvest and postharvest treatment of sweet cherry fruit under a controlled atmosphere *Int. J. Food Sci. Nutr.* (1):1-13.
- Akingbala. J.O.; Rooney. L.W.; Palacios. L.G.; Sweat. V.E. (1982). Thermal properties of sorghum starch. In 'Proceedings of the International symposium on sorghum grain quality' G International Crops Research Institute for the Semi Arid Tropics .pp .251-261.
- Al-Bakir, A., and Whitaker, J.R. (1978). Purification and characterization Of Invertase From Dates (*Phoenix Dactylifera L.*, Var. Zahdi), *J. Food Biochem.*, 2: 132-160.
- Albin. F.V.; Badari. Narayana K.; Srinivasa. Murthy S; Krishna. Murthy M.V. (1979). Thermal diffusivities of some unfrozen and frozen food models. *Journal of Food Technology*; (14) 4:(361-367
- Al-Ghamdi (1996). Field evaluation of date palm (*Phoenix Dactylifera L.*) cultivars produced through tissue culture techniques .3 -Fruit physical properties. *Bull. Fac. Agric.. Univ. Cairo.* (47): 153-166
- Alhama, F. and Gonzalez Fernandez. C.F. (2002). Transient thermal behavior of phase-change processes in solid foods with variable thermal properties. *Journal of Food Engineering* (54) : 331-336.
- Al-Redhaiman, K. N. (2004). Modified atmosphere extends storage period and maintains quality of Barhi date fruits, *Proceedings of the 5th international postharvest symposium Verona, Italy*
- Al-Yahya. S. A. (1999). Determination of moisture content of dates by vacuum oven. *International conference for dates palm. Studies and Environmental Research Centre; Assiut University. Egypt.*
- Ananthakrishna. S.; Dhanaraj. S.; Ramakrishnarajan. M.; and Govindarajan, V. (1983). Instrumental quality measures :development, standardization and their correlation to the sensory attributes in apple. *Journal of Food Science and Technology. India* (20) 2 : 57-62.
- Angós I.; Vírseada. P. and Fernández. T. (2008). Control of respiration and color modification on minimally processed potatoes by means of low and high O₂/CO₂ atmospheres. *Postharvest Biology and Technology* .(48) 3 :(422-430.
- AOAC.1995. Official methods of analysis. 16th Ed. Associates of official analytical Chemists. Washington DC.
- Aparicio, C., L. Otero, P. D. Sanz, and B. Guignon (2011). Specific volume and compressibility measurements of tomato paste at moderately high pressure as a function of temperature, *Journal of Food Engineering* (103) 251-257.
- ASTM Standard C-177. (1970). Thermal Conductivity of Materials by Means of the Guarded Hot Plate. *Annual ASTM Standards* .V 1.14.p.17.

- Avila, I.M.L.B. and Silva, C.L.M. (1999). Modeling kinetics of thermal degradation of color in peach puree. *Journal of Food Engineering* (39)161–166.
- Awad, M.A.; and de-Jager, A. (2003). Influences of air and controlled atmosphere storage on the concentration of potentially healthful phenolics in apples and other fruits, *Postharvest Biology and Technology* (27): 53 -58.
- Aydina Cevat, and Musa Özcan. (2002). Some physico-mechanic properties of terebinth (*Pistacia terebinthus* L.) fruits. *Journal of Food Engineering*. (53) 1: 97–101.
- Bacha. M .A.; and Shaheen. M .A .(1986). The effect of different Leaf/Bunch ratios on yield and fruit quality of Nabut Seif and Ruzeizi date palm cultivar .(4) 1(341-347).
- Bacha. M .A.; Naser. T .A.; and Shaheen. M .A .(1987) .Changes in physical and chemical characteristics of the fruits of four date palm cultivars.*Proce .Saudi Biol .Soc.* (10): 285-295.
- Balaban. M.O.. and Pigott. G.M .(1992). Thermal conductivity. heat capacity and moisture isotherm of ocean perch at different moisture levels and temperatures .*Journal of Aquatic Food Product Technology* .(1) 2 : 57-74.
- Balla. C.; Saray T; Horti. K.; Koncz. A .and Polyak. K .(1994). Study of the color development of tomato during post harvest handling.COST 94 .In :The post harvest treatment of fruit and vegetables :quality criteria .*Proceedings of a workshop. Bled. Slovenia.*. 81 92.
- Barreiro, J.A., Milano, M. and Sandoval, A.J. (1997). Kinetics of color change of double concentrated tomato paste during thermal treatment. *Journal of Food Engineering*, pp. 33
- Barrera, M. and Zaritzky, N. E. (1983), Thermal Conductivity of Frozen Beef Liver. *Journal of Food Science*, 48: 1779–1782. doi: 10.1111/j.1365-2621.1983.tb05083.x
- Basiouny. F.M. (1998). Quality of ‘Muscadine’ grapes as influenced by elevated CO₂ and reduced O₂ atmosphere .*Act Hort* .(464) .381–386
- Beaudry. R. M. (1993). Effect of carbon dioxide partial pressure on blueberry fruit respiration and respiratory quotient .*Post harvest Biol .Technol* .(3). 249-258.
- Becker. B.R and Brian A .F.. Ph.D .1999.Food thermophysical property models .*Int .Comm . Heat Mass Transfer*. (26) 627-636.
- Bennett. A .H.. Chace. W .G .and Cubbedge. R .H .(1962) Estimating thermal conductivity of fruit and vegetable components -the Fitch method. *ASHRAE J.* (4) 9- 80 .
- Bertolini. P. Bottardi. S. Dalla Rosa.. M. and Folchi. A .(1997). Effect of controlled atmosphere storage on the physiological disorders and quality of Conference pears .*Italian Journal of Food Science*. (9) 4: 303–312.
- Blahovec. J.; Jeschke. J .and Houska. M .(1995). Mechanical properties of the flesh of sweet and sour cherries. *Journal of Texture Studies*. (26)1 :45- 57.
- Boersig. M.R.. Kader. A.A.. and Romani. R.J .(1988). Aerobic anaerobic respiratory transition in pear fruit and cultured pear fruit cells.*J .Am .Soc .Hortic .Sci* .(113). 869-873.
- Bon J .; H .Vquiro ; J .Benedito ; and J .Telis-Romero. (2010) .Thermophysical properties of mango pulp) *Mangifera indica* L .cv .Tommy Atkins .*Journal of Food Engineering* (97) : 563–568.
- Bourne, M.C. (1978). Texture Profile Analysis. *Food Technology*, 32(7):62-66, 72.
- Bourne. M .C .(1974). Textural Changes in Ripening Peaches. *Can .Inst .Food Sci .Technol. J .* (7)1: 11-15

- Büchert Agustín M.; Pedro M. Civello ; Gustavo A. Martíneza (2011). Effect of hot air, UV-C, white light and modified atmosphere treatments on expression of chlorophyll degrading genes in postharvest broccoli (*Brassica oleracea* L.) florets. *Scientia Horticulturae* (127): 214–219
- Buttner. R.; Uhlemann. K.; and Schulze. P .(1987). Penetrometer studies on fruit firmness in a strawberry collection. *Archiv fur Gartenbau..* (35)3:115-128.
- Cano, M. P., DeAncos, B. and Lobo, G. (1995). Peroxidase and polyphenol oxidase activities in papaya during post harvest ripening and after freezing/thawing, *J. Food Sci.*, 60(4):815-817.,
- Carson James K. ; Simon J. Lovatt ; David J. Tanner ; and Andrew C. Cleland (2006). Predicting the effective thermal conductivity of unfrozen, porous foods. *Journal of Food Engineering* (75): 297–307
- Cecchinia Massimo; Marina Continib; Riccardo Massantinib; Danilo Monarcaa and Roberto Moscettia (2011). Effects of controlled atmospheres and low temperature on storability of chestnuts manually and mechanically harvested. *Postharvest Biology and Technology* (61): 131–136
- Chato. J .C .(1966). A survey of thermal conductivity and thermal diffusivity data on biological materials .ASME Paper 66-WATHT -37.
- Chen. X .D.; McLellan. D .N.; Rahman. M .S .(1998). Thermal diffusivity of kiwifruit skin. flesh and core measured by a modified fitch method .*Int .J .Food Prop* .(1) 2:113-119.
- Chervin C.. Speirs J.. Loveys. B.. and Patterson. B .D . (2000). Influence of low oxygen storage on aroma compounds of whole pears and crushed pear flesh .*Post harvest Biology and Technology. fruits and vegetables .Hort .Rev* .(8):101-127
- Chung H-.S.. and K-.D .Moon .(2009). Browning characteristics of fresh-cut ‘Tsugaru’ apples as affected by pre-slicing storage atmospheres. *Food Chemistry* (114): 1433–1437.
- Cimino. A.. Mari. M.. and Marchi. A .(1987). ULO storage of table grapes and kiwifruit .In : *Proceedings of the XVIIth International Congress on Refrigeration .Vienna.* 642–646.
- Crisosto. C.H.. Garner. D. and Crisosto. G. (2002). High carbon dioxide atmospheres affect stored ‘Thompson Seedless’ table Grapes .*Hort Science.* (37)7 : 1074–1078.
- Crisosto. C.H.. Garner. D.. and Crisosto. G. (2002). Carbon dioxide-enriched atmospheres during cold storage limit losses from *Botrytis* but accelerate rachis browning of ‘Red globe’ table grapes .*Post-harvest Biol .Technol* .(26): 181–189.
- Cristianini. M.; Elansari. A.M.; Singh. R.P .(1996). Modeling thermal properties of pre-cooked tuna.1996 IFT annual meeting :book of abstracts.:193.
- Deily. K .R.; and Rizvi. S .S .(1981). Optimization of parameters for packaging of fresh peaches in polymeric films .*Journal of Food Process Engineering* .(5)1: 23-41.
- Delgado. A .E.; Gallo. A.; Piante. D.. and de Rubiolo. A .(1997). Thermal conductivity of unfrozen and frozen strawberry and spinach .*J.Food Eng* .(31) 2 :137-146.
- Delwiche. M .J .(1987). Theory of fruit firmness sorting by impact forces.*Transactions of the ASAE.* (30)4 : 1160-1166.
- Dickerson. R.W .Jr .and Read. R.B .Jr .(1968). Calculation and measurement of heat transfer in foods .*Food Technol* .(22) :1533.
- Dios. Alvarado J .De .(1991). Specific heat of dehydrated pulps of fruits. *Journal of Food Process Engineering*; (14)3: 189-195

- Dobrzanski. B.; Rybczynski. R.; and Szot. I. (1995). Mechanical properties of apple skin during storage .Materialy ogólnopolskiej konferencji naukowej Nauka Praktyce.85-88.
- Elansari A.M.. 2007. Hydrocooling rates of Barhee dates at the Khalal stage, Postharvest Biology and Technology, Volume 48, Issue 3, June 2008, Pages 402-407
- El-Hamady. M .M.; Al-Maghrabi. M.A and Bacha. M .A .(1992). Effect of Ethephon treatment on fruit thinning and quality of Seleg and Meneify date palm cultivars .(36) 2 :531-538.
- El-Rayes, D. A. (2009) Effect of carbon dioxide-enriched atmosphere during cold storage on limiting antioxidant losses and maintaining quality of Barhy date fruits. Met., Env. And Arid land Agric., sci., 20(1):3-22.
- El-Sahrigi. A.F.. Hasson. Y.M.. Soliman. S.A.. and El Mansy. H.A .(1981). Physico-thermal properties of some varieties of fish and meat. Proceedings of the European meeting of meat research workers .(27)39 : 339-342.
- Eris. A.. Türkben. C.. and Özer. M.H .(1993). A research on CA-storage of grape cultivars ‘Alphonse Lavallée’ and ‘Razaki’ .In :Proceedings of the Sixth International CA Research Conference ‘NRAES-71’ .Cornell University. Ithaca. NY. pp .705–710
- Fekete. A.; and Sass. P. (1994). Elasticity characteristics of fruits .International symposium on postharvest treatment of horticultural crops. Proceedings of a conference held in Kecskemet. Hungary. Acta Horticulturae.. No .368. 199-205.
- Fikiin.-A.G.; Fikiin.-K.A.; and Triphonov.-S.D. (1999). Equivalent thermophysical properties and surface heat transfer coefficient of fruit layers in trays during cooling: . J-food-eng . (40)1 : 7-13
- Flávio Meira Borém, Fabiana Carmanini Ribeiro, Luisa Pereira Figueiredo, Gerson Silva Giomo, Valquíria Aparecida Fortunato, and Eder Pedroza Isquierdo (2013). Evaluation of the sensory and color quality of coffee beans stored in hermetic packaging. Journal of Stored Products Research 52 (2013) 1-6
- Frandas.-A.; and Bicanic.-D .(1999). Thermal properties of fruit juices as a function of concentration and temperature determined using the photopyroelectric (PPE) method. . J-Sci-Food-Agric .(79)11:1361-1366.
- Fuleki, T., and Francis, F. J. (1968) Quantitative methods for anthocyanins. I. Extraction and detennination of total anthocyanin in cranberries. J. Food Sci. 33: 72-77.
- G. Echeverría, J.Graell, I. Lara, and M. L. López, (2008). Physicochemical measurements in Mondial Gala apples stored at different atmospheres: Influence on consumer acceptability. Postharvest Biology and Technology 50: 135–144 .
- Galvis-Sanchez. A .C.. Fonseca. S .C.. Morais. A .M .M .B.. and Malcata. F .X .2004 .Effects of pre-harvest. harvest and post-harvest factors on the quality of pear)cv .Rocha’ (stored under controlled atmosphere conditions .Journal of Food Engineering. 64. 161–172.
- Gijsbertsen. A.; Bicanic D.; and Gielenc. J .L .2004 .Chirtocd Rapid. non-destructive and non-contact inspection of solid foods by means of photothermal radiometry; thermal diffusivity and initial heating coefficient .Infrared Physics & Technology .45)2:(93-101.
- Ginés Benito Martínez-Hernández, Francisco Artés-Hernández, Perla A. Gómez, and Francisco Artés (2013) . Comparative behaviour between kailan-hybrid and conventional fresh-cut broccoli throughout shelf-life. LWT - Food Science and Technology 50 (2013) 298-305
- Gnanasekharan, V, Shewfelt, R.L, and Chinnan, M.S. 1992. Detection of color changes in green vegetables. Journal of Food Science 57, pp. 149–154.

- Golias. J.; Letal. J.; Suderlova. L .2000a .Softening of apples during maturation and cooling storage .Zahradnictvi UZPI .27)2:(49 55.
- Golias. J.; Letal. J.; Suderlova. L .2000b.Changes in firmness of apples during maturation on trees .Zahradnictvi UZPI .27)2:(41 47
- Gupta. T .R..)1990 (Specific heat of Indian unleavened flat bread) chaphati (at various stages of cooking. J .Food Proc .Eng.. 13)3(. 217.
- Halker. FR.; and Hallett. IC.. 1992 .Physiological changes associated with development of mealiness of apple fruit during cool storage. HortScience.. 27)12:(1291-1294.
- Hamdami Nasser; Jean-Yves Monteau and Alain Le Bail (2004). Transport properties of a high porosity model food at above and sub-freezing temperatures. Part 1: Thermophysical properties and water activity . Journal of Food Engineering, Volume 62, Issue 4, May 2004, Pages 373-383
- Harrison. S.; McDonald. B .1975.Physical data for kiwifruit)Actinidia chinensis.(New Zealand Journal of Science; 18)3 (307-312
- Heldman. D .R.. and Singh. R .P) .1981.(Food Process Engineering. 2nd Ed.. AVI Publishing Co.. Westport. CT.
- Heldman. D.R .1982 .Food properties during freezing.Food Technology; 36)2 (92-96.
- Hernandez. F.A. Aguayo. E. and Artés. F .2004. Alternative atmosphere treatments for keeping quality of 'Autumn seedless' table grapes during long-term cold storage .Post harvest Biology and Technology. 31 :59-67
- Hobani and Ahmed.2001.A Study of Selected Physical Properties of Dates.Misr J .of Agric .Eng . 18)2:(295-301.
- Hobani. A .I .and Tolba M .H) .1995.(Bulk thermal conductivity and diffusivity of barley.Agric.Res.Center. King Saud Uni.. Res .Bult.No .53 .pp 5-17.
- Hunter, R.S. and Harold, R.W 1987. The Measurement of Appearance. John Wiley & Sons, New York.
- Hwang. M .P.. and Hayakawa. K.. A specific heat calorimeter for food.)1979 .(J .Food Sci..44)2(. 435 .
- Ines N .Ramos ; Jo'o M.R .Miranda ; Teresa R.S .Brand'o ; and Cristina L.M .Silva.2010 . Estimation of water diffusivity parameters on grape dynamic drying .Journal of Food Engineering 97)2010 (519-525
- James R. Gorny, Betty Hess-Pierce, Rodrigo A, Cifuentes, and Adel A, Kader, (2002). Quality changes in fresh-cut pear slices as affected by controlled atmospheres and chemical preservatives, Postharvest Biology and Technology 24: 271-278.
- James R. Gorny. Betty Hess-Pierce. Rodrigo A. Cifuentes. and Adel A. Kader.. 2002. Quality changes in fresh-cut pear slices as affected by controlled atmospheres and chemical preservatives. Postharvest Biology and Technology 24: 271-278.
- Janisiewicz.W.. Saftnerb. R.. Conwayb. W .and Yoderc. K .2008 .Control of blue mold decay of apple during commercial controlled atmosphere storage with yeast antagonists and sodium bicarbonate .Postharvest Biology and Technology 49)2008 (374-378.
- Kader. A.A .2004 .Controlled atmosphere storage .In " :The Commercial Storage of Fruits. Vegetables. and Florist and Nursery Stocks "; Gross. Wang. and Satveit)eds(; Agriculture Handbook Number 66 .USDA. ARS

- Kader. A.A.. 1997a .A summary of CA requirements and recommendations for fruits other than apples and pears .In :Proceedings of the Conference CA '97. vol .3 .Post harvest Horticulture Series no .17. University of California. Davis. pp .1–34.
- Kader. A.A.. 1997b .Biological bases of O₂ and CO₂ effects on post harvest life of horticultural perishables .Proc .Seventh Intl .Controlled Atmosphere Res .Conf.. vol .4 :Vegetables and Ornamentals. 13–18 July. 1997. Davis. CA. pp .160–163
- Kaluza,W. Z., McGrath, R. M., Roberts, T. C. and Schroder, H. H. (1980). Separation of phenolics of sorghum bicolor (L) Moench grain. J. Agri. Food Chem., 28:1191-1196.
- Kapseu. C.; Kayem. G.J.; Balesdent. D .1994.Analysis of cottonseed oil and its fractions by differential scanning calorimetry.Journal of Food Engineering; 21)2 (225-234
- Karel. M .1971 .Protective Packaging of Foods.in .Principles of Food Science. Edited By : Fennema. O .Marecell Dekker. Inc .NY.
- Karunakar, B., Mishra, S. K., and Bandyopadhyay, S. 1998. Specific heat and thermal conductivity of shrimp meat. J. Food Eng. 37, 345-351.
- Kawano. S; Iwamoto. M; Hayakawa. A; Yamane. A; and Andou. K .1984 .Mechanical properties of Japanese pear "Nijisseiki "as related to susceptibility of the fruit to mechanical injury . Journal of the Society of Agricultural Machinery. Japan. 46)1:(627-632
- Keppeler. R.A.; Arboleda. J.R .1981.The thermal properties of frozen invert sugar solutions.Journal of Food Process Engineering; 5)2 (89-111.
- Kupferman. E) .1987 .(Brown core. a disorder of CA stored pears .Post harvest Pomology Newsletter. 5)2(. 15–17.
- Kupferman. E) .1994 .(Anjou pear quality :fruit quality .Tree Fruit Post harvest Journal. 5)1(. 3–10
- Kupferman. E .1997.Controlled atmosphere storage of apples .In :E.J .Mitcham)ed (Proc .7th Intl .Contr .Atmos .Res .Conf.. Vol .2 .Postharvest .Hort .Ser .No .16 .Univ .Calif.. Davis CA. pp .1-31.
- Lakakul. R.. Beaudry. R.M.. Hernandez. R.J.. 1999 .Modeling respiration of apple slices in modified-atmosphere packages .J .Food Sci .64. 105 /-110.
- Lan Wang ; Bijun Xie ; John Shi ; Sophia Xue ; Qianchun Deng ; Yu Wei and Binqiang Tian. 2010. Physicochemical properties and structure of starches from Chinese rice cultivars. Food Hydrocolloids 24 (2010) 208–216
- Larrauria, J. A. , Rupérez, P., and Saura-Calixto, F. (1997). Effect of drying temperature on the stability of polyphenols and antioxidant activity of red grape pomace peels. J. Agric. Food Chem., 45 (4):1390 – 1393.
- Lee, H.S. and Coates, G.A. 1999. Thermal pasteurization effects on color of red grapefruit juices. Journal of Food Science 64, pp. 663–666
- Lejkova. K .1992. Viscoelastic properties of berry fruits.Trends in agricultural engineering. Prague. 15-18 September. 1992 .Proceedings I.. 318-323.
- Lewicki. P .P .2004 .Water as the determinant of food engineering properties.A review.Journal of Food Engineering 61)2004 (483–495.
- Lewis, M. J. 1987. Physical properties of Foods and Food Processing Systems. VCH Publishers, Deerfield Beach, Florida. 465p.
- Li. K .J.. Wheellock. T .D .and Lanaster. E.B .1971 .Thermal properties of soft white winter wheat flour. Chem .Eng> Symp.Series. 67.108.

- Lidster, P.D., G.D. Blanpied, and R.K. Prange. 1990. Controlled-atmosphere disorders of commercial fruits and vegetables. *Agr. Canada Publ.* 1847/E
- Lim Hong Kwong, Chin Ping Tan, Roselina Karim, Abdul Azis Ariffin, and Jamilah Bakar (2010). Chemical composition and DSC thermal properties of two species of *Hylocereus cacti* seed oil: *Hylocereus undatus* and *Hylocereus polyrhizus*, *Food Chemistry* 119 (2010) 1326–1331.
- Lima F.F., and C.T. Andrade. Effect of melt-processing and ultrasonic treatment on physical properties of high-amylose maize starch. *Ultrasonics Sonochemistry* 2010(. doi : 10.1016/j.ultsonch.2010.01.001
- Liu Z. And M. G. Scanlon. 2003. Predicting mechanical properties of bread crumb. *Trans IChemE. Vol 81. Part C. September 2003.* 224-238.
- Lopez, A., Pique, M.T., Boatella, J., Romero, A., Ferran, A. and Garcia, J. 1997. Influence of drying conditions on the hazelnut quality: III. Browning. *Drying Technology* 15, pp. 989–1002
- Lozano, J.E. and Ibarz, A. 1997. Color changes in concentrated fruit pulp during heating at high temperatures. *Journal of Food Engineering* 31, pp. 365–373.
- Lozano, J. E.; Urbicain M. J. and Rotstein E). 1979. (Thermal conductivity of apples as a function of moisture content. *Journal of Food Science.* 44 :198-199.
- M.F. Fernández-León, A.M. Fernández-León, M. Lozano, M.C. Ayuso, and D. González-Gómez (2013). Altered commercial controlled atmosphere storage conditions for ‘Parhenon’ broccoli plants (*Brassica oleracea* L. var. *italica*). Influence on the outer quality parameters and on the health-promoting compounds. *LWT - Food Science and Technology* 50 (2013) 665-672
- M.F. Fernández-León, A.M. Fernández-León, M. Lozano, M.C. Ayuso, and D. González-Gómez (2013). Different postharvest strategies to preserve broccoli quality during storage and shelf life: Controlled atmosphere and 1-MCP. *Food Chemistry* 138 (2013) 564–573
- Markarian, R.A; Vigneault, C; Garipey, Y; and Rennie, T.J. 2003. Computerized monitoring and control for a research controlled-atmosphere storage facility. *Computers and Electronics in Agriculture* 39 :23/-37.
- Martínez-Sánchez Ascensión; Juan A. Tudela; Consuelo Luna; and Allende, María I. Gil (2011). Low oxygen levels and light exposure affect quality of fresh-cut Romaine lettuce. *Postharvest Biology and Technology* 59 (2011) 34–42
- Maskan, M. 2001. Kinetics of color change of kiwifruits during hot air and microwave drying. *Journal of Food Engineering* 48, pp. 169–175
- Melike Cetinbas, Sinan Butar, Cemile Ebru Onursal, and M. Ali Koyuncu (2012). The effects of pre-harvest ReTain [aminoethoxyvinylglycine (AVG)] application on quality change of ‘Monroe’ peach during normal and controlled atmosphere storage. *Scientia Horticulturae* 147 (2012) 1–7
- Mills Tom, Fotis Spyropoulos, Ian T, Norton and Serafim Bakalis (2011) Development of an in-vitro mouth model to quantify salt release from gels, *Food Hydrocolloids* 25 (2011) 107-113.
- Mittal, G.S.. 1997. Computer-based instrumentation :sensors for in-line measurements. In : *Computerized Control Systems in the Food Industry*. Dekker Marcel Inc. New York. NY. pp. 13_/53.

- Mohsenin. N .N) .1980.(In Thermal properties of Foods and Agricultural materials.Gordon and Breach. Science Publishers. Inc.
- Musa, K. B., Shahzada A. S., Ahmad, K. B. and Waqar, A. B. (2006). Impact of controlled atmosphere on the stability of Dhakki dates, LWT 39:671-676.
- Nagata. M.; Bato. P.M.; Okada. Y.; Gejima. Y.; Awaya. S.; and Kitahara. T. 1998 .Studies on the pulling forces associated with strawberry]Fragaria ananassa [harvesting .Bulletin of the Faculty of Agriculture. Miyazaki University .45)12:(135-142.
- Nesvadba, P. and Eunson, C. (1984), Moisture and temperature dependence of thermal diffusivity of cod minces. International Journal of Food Science & Technology, 19: 585–592. doi: 10.1111/j.1365-2621.1984.tb01875.x
- Niassar M Shariaty; M. Hozawa; and T. Tsukada (2000). Development of probe for thermal conductivity measurement of food materials under heated and pressurized conditions. Journal of Food Engineering, Volume 43, Issue 3, February 2000, Pages 133-139
- Njie. D .N.; Rumsey. T.R.; and Singh. R .P .1998 .Thermal properties of cassava. yam and plantain. J .Food Engineering .37)1:(63-76.
- Noel. T.R.; Ring. S.G .1992.A study of the heat capacity of starch/water mixtures.Carbohydrate Research; 227. 203-213
- Nunes. M.C.N.. Morais. A.M.B.. Brecht. J.K.. Sargent. S.A..1995 .Quality of strawberries after storage in controlled atmospheres at above optimum storage temperatures .Proc.Fla . State Hortic.Soc .108. 273_/278.
- Nussinovitch. A.; Rosen. B.; Salik. Kopelman. I.J) .1989.(Effect of heating media on the microbiology ans shelflife of heat pasteurized soft dates.Lebansmittel-Wissenschaft-und-Technologie; 22)5:(245-247.
- Ogunjimi. L .A .O.. N .A .Aviara and O .A .Aregbesola .2002 .Some engineering properties of locust bean seed .Journal of Food Engineering 55 :95–99
- Patten. KD.; and Patterson. ME .1985. Fruit moisture status effects on the texture and mechanical properties of sweet cherries. Journal of the American Society for Horticultural Science.. 110)4 :(537-541.
- Pealzner. P. M)..1951 (The specific heat of wheat. Can .J .Technol.. 29.261.
- Peralta. R .D.. M .Rodrigo. and P .Kelly .1995. A calorimetric method to determine specific heats of prepared foods .Journal of Food Engineering 26:81-96
- Perkins Veazie, P. and Collins, J. K. (2002). Quality of erect-type blackberry fruit after short intervals of controlled atmosphere storage, Postharvest Biology and Technology 25: 235–239 .
- Perkins Veazie. P.and Collins. J.K. (2002). Quality of erect-type blackberry fruit after short intervals of controlled atmosphere storage. Postharvest Biology and Technology 25: 235–239 .
- Pham. Q.T .1996 .Prediction of calorimetric properties and freezing time of foods from composition data.J.Food Engineering.30)1/2:(95-107.
- Pham. Q.T .and Willix. J .1989 .Thermal conductivity of fresh lamb meat. offals. and fat in the range – 40 to +30°C :Measurements and correlations. J .Food Sci.. 54)3(. 508.
- Pongsawatmanit. R.; Miyawaki. O.; Yano. T .1993.Measurement of the thermal conductivity of unfrozen and frozen food materials by a steady state method with coaxial dual-cylinder apparatus.Bioscience. Biotechnology. and Biochemistry; 57)7 (1072-1076.

- Pownes, D. F. and Ito, K, (1992). Comendium of methods for the microbial examination of foods, 4th edition.
- Puchalski. C.; Gorzelany. J.; and Goracy. Z .1994. The effect of maturity and harvest date on firmness of strawberry fruit .Paper presented at Seminar on agronomical properties of agricultural materials as related to machine design 1993)SAPAM '93(held in Nitra. Czechoslovakia. 11-13 October 1993.
- R.G.M. vanderSman and M.Sanders (2012). Prediction of postharvest firmness of apple using biological switch model. *Journal of Theoretical Biology* 310 (2012) 239–248
- Radhakrishnan .S .1997 .Measurement of thermal properties of seafood.An M.Sc .Thesis. Virginia Polytechnic Institute and State University .Blacksburg. Virginia
- Ragab. M .H .H.. Shehate. A .M .E.. Sedky. A) .1956 .(Food Technology.10 :407.
- Rahman. M .S).1991a.(Evaluation of the precision of the modified Fitch method for thermal conductivity measurement of foods. *J .Food Eng..* 14. 71.
- Rahman. M .S).1995 .(Food Properties Handbook.CR Press. INC
- Rahman. M.S .1993. Specific heat of selected fresh seafood.*Journal of Food Science* .58)3:(522-524.
- Rahman. M.S.1991b.Evaluation of the precision of the modified Fitch method for thermal conductivity measurements of foods.*Journal of Food Engineering.* 14 :71 .
- Reidy. G .A .and Rippen. A .L) .1971.(Method for determining thermal conductivity in foods.*Trans.Of ASAE.*14)2 :(248-254.
- Rhim, J.W., Nunes, R.V., Jones, V.A. and Swartzel, K.R. 1989. Kinetics of color change of grape juice generated using linearly increasing temperature. *Journal of Food Science* 54, pp. 776–777.
- Riedel. L .1956 .Kalorimetrische Untersuchungen Uber das Geffrieren von Seefischen.*Kaltetechnik.*8:374.
- Rojas-Grau. M.A.. Soliva-Fortuny. R. and Martin-Belloso. O. (2008). Effect of Natural Antibrowning Agents on Color and Related Enzymes in Fresh-Cut Fuji Apples as an Alternative to the Use of Ascorbic Acid. *J. Food Sci..* 73(6):267-272.
- Rosentrater. K.A.; Flores. R.A .1997.Physical and rheological properties of slaughterhouse swine blood and blood components.*Transactions of the ASAE;* 40)3 (683-689.
- Ruiling Liua, Tongfei Lai, Yong Xu, and Shiping Tiana (2013). Changes in physiology and quality of Laiyang pear in long time storage. *Scientia Horticulturae* 150 (2013) 31–36
- Rybczynski. R.; and Dobrzanski. B. 1994. Mechanical resistance of apple in different place of fruit.*Proceedings of the 5th International Conference on Physical Properties of Agricultural Materials .Part III .Fruits. Vegetables and Root Crops. held in Bonn. Germany. 6 8 September 1993 .International Agrophysics..* 8)3:(455 459.
- Sa´nchez-Mata M.C.; M. Ca´mara, C. Di´ez-Marque´ sa (2003a). Extending shelf-life and nutritive value of green beans (*Phaseolus vulgaris* L.). by controlled atmosphere storage: micronutrients. *Food Chemistry* 80: 317–322,
- Sa´nchez-Mata M.C.; M. Ca´mara, C. Di´ez-Marque´ sa (2003b). Extending shelf-life and nutritive value of green beans (*Phaseolus vulgaris* L.). by controlled atmosphere storage: macronutrients. *Food Chemistry* 80: 309–315.

- Sablani Shyam S., and M. Shafiur Rahman (2003). Using neural networks to predict thermal conductivity of food as a function of moisture content, temperature and apparent porosity. *Food Research International* 36 (2003) 617–623
- Saltveit. M.A .2003 .Is it possible to find an optimal controlled atmosphere? .*Postharvest Biology and Technology*. 27 :3/-13.
- Sandhya .2010. Modified atmosphere packaging of fresh produce :Current status and future needs /*LWT -Food Science and Technology* 43)2010 (381–392
- Sato. A; Yamane. H; Hirakawa. N; Otobe. K; and Yamada. M .1997.Varietal differences in the texture of grape berries measured by penetration tests.*Vitis*.. 36)1 :(7-10.
- Schmilovitch. Z.; Zaltzman. A.; Hoffman. A.; and Edan. Y .1995. Firmness sensor and system for date sorting .*Applied Engineering in Agriculture* .11)4:(555-560; Presented as ASAE Paper No .93 6028.
- Schouten Rob E.; Xiaobing Zhang ; Jan A .Verschoor; Els C .Otma; L .M .M .Tijskens; and Olaf van Kootena .2009 .Development of colour of broccoli heads as affected by controlled atmosphere storage and temperature .*Postharvest Biology and Technology* 51)2009 (27–35
- Seddik Khalloufi ; Cristhian Almeida-Rivera and Peter Bongers .2010 .A fundamental approach and its experimental validation to simulate density as a function of moisture content during drying processes .*Journal of Food Engineering* 97)2010 (177–187.
- Sena Fatih; Kamer B. Meyvacia; Ferit Turanlib; and Uygun Aksoy.. Effects of short-term controlled atmosphere treatment at elevated temperature on dried fig fruit. *Journal of Stored Products Research*)2009(. doi:10.1016/j.jspr.2009.07.005
- Sestari. I. Giehl. R.. Pinto. Josuel. A.. and Brackman. A .2008 .Controlled atmosphere storage for 'maciel' peaches harvested in two ripening stages. *Cienc.Rural* .38)5:(1240-1245.
- Shewfelt. R.L.. 1999 .What is quality? *Postharvest Biol . Technol* .15. 197_/200.
- Shinoj Subramanian; R .Viswanathan .2003 .Thermal Properties of Minor Millet Grains and Flours .*Biosystems Engineering* .84)3 :(289–296
- Simpson. R .2003 .An inverse method to estimate thermophysical properties of foods at freezing temperatures :apparent volumetric specific heat .*Journal of Food Engineering* .In Press.
- Singh. P.C.; Singh. R.K.; Bhamidipati. S.; Singh. S.N.; Barone. P .1997.Thermophysical properties of fresh and roasted coffee powders .*Journal of Food Process Engineering*; 20)1 (31-50
- Singh. R .P.. and Heldman. D .R) .1984.(Introduction to Food Engineering. AP. INC.
- Singh. S .and Pala. R .2008 .Controlled atmosphere storage of guava)*Psidium guajava* L(. fruit *Postharvest Biol . Technol*)47 :(296–306
- Smith. R .1992. Controlled atmosphere storage of 'Redcoat' strawberry fruit.*Journal of the American Society for Horticultural Science* .117)2:(260-264.
- Smock. R .1979.Controlled atmosphere storage of fruits .*Hort .Rev* .1:301–336
- Sochava, I. V., and O. I. Smirnova. 1993. Heat capacity of hydrated and dehydrated globular proteins - denaturation increment of heat capacity. *Mol. Biol.* 27:209–215.
- Stitt. F .and Kennedy. E .K..)1945.(Specific Heats of Dehydrated Vegetables and Egg Powder. *Food Research*..10:426-436.
- Sun-Waterhouse D .; A .Teoh; C .Massarotto; R .Wibisono; and S .Wadhwa.2010 .Comparative analysis of fruit-based functional snack bars .*Food Chemistry* 119)2010 (1369–1379.

- Suter, D .A., Agrawal, K .K., and Clary, B .L) .1975.(Thermal properties of Peanut Pods, Hulls, and Kernels .Trans .Of the ASAE.18)2 :(370-375.
- Sweat, V. E (1976). Modeling the thermal conductivity of meats. Transactions of the ASAE 18 (3) 564-568
- Sweat, V .E) .1974 .(Experimental values of thermal conductivity of selected fruits and vegetables .Journal of Food Science. 39 :1080-1083.
- Sweat, V.E .1986 .Thermal properties of foods .Chapter 2 in Engineering properties of foods . Marcel Dekker, Inc.. New York.
- Szczesniak, A.S .1963 .Classification of textural characteristics.Journal of Food Science.28:385-389.
- Talasila, P.C., Chau, K.V., Brecht, J.K., 1995 .Modified atmosphere packaging under varying surrounding temperature .Trans .ASAE 38. 869 /-876
- Tano, K., Françoise, A., Nevry, R., and Oulé, M .2008 .Modified Atmosphere Packaging of Strawberries)Fragaria X Ananassa Duch(.Stored Under Temperature Fluctuation Conditions .European Journal of Scientific Research .21)2:(353-364.
- Thiagu, R.; Chand, N.; and Ramana, KVR.1993 .Evolution of mechanical characteristics of tomatoes of two varieties during ripening .Journal of the Science of Food and Agriculture .62)2:(175-183.
- Toledo, R .T) .1980(. Fundamentals of Food Process Engineering. AVI Publishing Co.. Westport, CT.
- Tomasz Krupa, Piotr Latocha, and Agata Liwin ska (2011). Changes of physicochemical quality, phenolics and vitamin C content in hardy kiwifruit (*Actinidia arguta* and its hybrid) during storage. *Scientia Horticulturae* 130 (2011) 410-417
- Toru Takahashi ; Fumiyo Hayakawa ; Masanori Kumagai ; Yoshinobu Akiyama ; and Kaoru Kohyama .2090 .Relations among mechanical properties, human bite parameters, and ease of chewing of solid foods with various textures .Journal of Food Engineering 95)2009 (400–409
- Uemura, T.; Hasaba, S .1970 .Freezing point and specific heat of fruit and vegetables.Refrigeration]Reito[; 45)516(942-944
- Vagenas, G .K.; Marinos-Kouris D .and Saravacos, G .D) .1990.(Thermal properties of Raisins.Journal of Food Engineering. 11 :147-158.
- Valeria Del-Valle, Pilar Hernández-Muñoz, Ramón Catalá, and Rafael Gavara .2009 . Optimization of an equilibrium modified atmosphere packaging)EMAP (for minimally processed mandarin segments .Journal of Food Engineering 91)2009 (474–481
- Veltman, R.H; Vershoor, J .H; and Dugteren, J.H .2003 .Dynamic control system)DCS (for apples)Malus domestic a Borkh .cv ‘Elstar’ :(optimal quality through storage based on product response .Post-harvest Biology and Technology. 27 :79/-86.
- Vigneault, C., V.G.S .Raghavan and R .Prange .1994 .Techniques for controlled atmosphere storage of fruit and vegetables .Agric .Canada, Kentville, N.S., Tech .Bull 1993-18E. 15 pp.
- Waliszewski, K.N., Cortes, H.D., Pardo, V.T. and Garcia, M.A. 1999. Color parameter changes in banana slices during osmotic dehydration. *Drying Technology* 17, pp. 955–960.
- Wang, D.Q.; and Kolbe, E .1990.Thermal conductivity of surimi measurement and modeling.Journal of Food Science; 55)5 (1217-1221.

- Wang, D.Q.; Kolbe, E. 1991. Thermal properties of surimi analyzed using DSC. *Journal of Food Science*; 56)2 (302-308
- Wang, N.; Brennan, J.G. 1993. The influence of moisture content and temperature on the specific heat of potato measured by differential scanning calorimetry. *Journal of Food Engineering*; 19)3 (303-310
- Wann, E. 1996. Physical characteristics of mature green and ripe tomato fruit tissue of normal and firm genotypes. *Journal of the American Society for Horticultural Science*.. 121)3:(380-383.
- Wever, G.; Leeuwen, A.A.; and Van Leeuwen AA. 1995. Measuring mechanical properties of growing media and the influence of cucumber cultivation on these properties. *Acta Horticulturae*.. No. 401. 27-34.
- Wunderlich B (1990). *Thermal Analysis*. Academic Press, 1990, pp. 417-431.
- Yahia, E.M. 1998. Modified and controlled atmosphere for tropical fruits. *Hort. Rev.* 22:123-183.
- Yahia, E.M., Nelson, K.E., Kader, A.A. 1983. Postharvest quality and storage life of grapes as influenced by adding carbon monoxide to air or controlled atmospheres. *J. Am. Soc. Hort. Sci.* 108. 1067-1071.
- Yang, W., Sokhansanj, S., Tang, J., and Winter, P. 2002. Determination of thermal conductivity, specific heat and thermal diffusivity of Borage seeds. *Biosystems Engineering*, 82 (2), 169-176.
- Yearsley, C.W., Banks, N.H., Ganesh, S., Cleland, D.J. 1996. Determination of lower oxygen limits for apple fruit. *Post-harvest Biol. Technol.* 8. 95 -109.
- Yong-Biao Liu (2011). Semi-commercial ultralow oxygen treatment for control of western flower thrips, *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae), on harvested iceberg lettuce. *Postharvest Biology and Technology* 59 (2011) 138-142
- Yoshiki Muramatsu, Eiichiro Sakaguchi, Takahiro Orikasa and Akio Tagawa (2010). Simultaneous estimation of the thermophysical properties of three kinds of fruit juices based on the measured result by a transient heat flow probe method, *Journal of Food Engineering* 96 (2010) 607-613.
- Youngmok Kim, Jeffrey K. Brecht, Stephen T. Talcott., (2007). Antioxidant phytochemical and fruit quality changes in mango (*Mangifera indica* L.) following hot water immersion and controlled atmosphere storage. *Food Chemistry*. 105:1327-133.
- Youngmok Kim, Jeffrey K. Brecht, Stephen T. Talcott., 2007. Antioxidant phytochemical and fruit quality changes in mango (*Mangifera indica* L.) following hot water immersion and controlled atmosphere storage. *Food Chemistry*. 105:1327-133.
- Yu, L., Perret, I., Harris, M., Wilson, J. and Haley, S. (2003). Antioxidant properties of bran extracts from Akron wheat grown at different locations. *J. Agric. Food Chem.* 51:1566-1570.
- Yuwana, Y.; and Duprat, F. 1996. Post harvest impact bruising of apple as related to the modulus of elasticity. *International Agrophysics*.. 10)2:(131-138.
- Zana, J.; Laszlo, P.; Sass, P.; and Sass, P. 1994. Penetrometric properties of apple varieties in Hungary. *International symposium on postharvest treatment of horticultural crops. Proceedings of a conference held in Kecskemet, Hungary. 30 August -3 September 1993. Acta Horticulturae*. No. 368. 333-343.

- Zhang. X.; Brusewitz. G.H.; Huslig. S.M.; and Smith. M.W .1993 .Peach firmness during storage as affected by tree irrigation schedules. J Food Qual .Trumbull. Conn .Food & Nutrition Press .16)3:(151-161.
- Zuritz. C .A.. Sastry. S .K.. McCoy. S .C.. Murakami. E .G.. and Blaisdell. J .L). 1989. A Modified Fitch Device for Measuring the Thermal Conductivity of Small Food Particles .Trans .of the ASAE. (32)2 :(711-716).

٦ - الاستنتاجات والتوصيات:

٦- ١ الاستنتاجات:

١. نجحت تقنية الأجواء المتحكم في نسب غازاتها مع التبريد في حفظ بلح البرحي طازجا وحتى خمسة أشهر من التخزين. بينما لم يستمر حفظ الثمار في غرفة التبريد (الحاكمة) أكثر من ٤ أسابيع.

(أ) الجوانب الهندسية:

١. تعتبر أنسب أجواء للتخزين داخل غرف متحكم في أجوائها عند درجة حرارة صفر °م وينسب غازات (٢:٢) (O₂:CO₂).
٢. تعتبر إضافة نظم وأجهزة الترطيب أساسية للتحكم في الرطوبة النسبية للمخازن.
٣. تعتبر الخواص الهندسية للثمار معيارا أساسيا لتقييم تأثير الثمار بظروف التخزين المختلفة، ومقارنتها كذلك بخواص الثمار قبل التخزين.
٤. حافظت الثمار على جودتها بنسبة تفوق ٩٠٪ في نهاية الثلاثة أشهر الأولى من التخزين، وهي فترة تسويق الثمار مع نهاية الموسم وبداية انقطاعها عن السوق.
٥. يعتبر فرز عينات ثمار البرحي المخزنة دورياً وتصنيفها إلى ثمار سليمة وأخرى رطبة وذابلة مهماً في التقييم العام لجودة الثمار أثناء فترة التخزين.

(ب) الجوانب التغذوية:

١. تأثرت الخواص التغذوية والجودة بفترة التخزين بشكل طفيف، كنتيجة طبيعية لاستمرار العمليات الحيوية للثمار عند الحد الأدنى لهذه العمليات. وتبين من التقييم الحسي تقبل المستهلكين لثمار البرحي المخزنة بنسبة عالية حتى بداية الشهر الأخير من التخزين.
٢. لوحظ انخفاض بسيط في محتوى البرحي من مضادات الأكسدة أثناء التخزين في جو معدل من الغازات. ولم تحدث تغيرات واضحة في محتوى البرحي من الفينولات أو الأنثوسيانين وكذلك لم يكن لها تأثير على نشاطها المضاد للأكسدة.

٣. أثبت التحليل الميكروبي لثمار البرحي الطازجة والمخزنة والتي شملت العد الكلي للميكروبات والخمائر والأعفان أن أعداد الميكروبات كانت منخفضة جداً، كما أن التغيرات خلال التخزين طفيفة جداً ولا تشكل أهمية تستدعي الحذر.
٤. زاد النشاط الإنزيمي (وإن كان ببطء) مع فترة التخزين كنتيجة لاستمرار التنفس حيث أن الثمار في مرحلة البلح عادة ما تشهد نشاط أنزيمي مرتفع للوصول الى نضج الثمار التام. إلا أنه عند آخر فترات التخزين زاد هذا النشاط بصورة واضحة والذي بدوره أدى إلى تدهور أسرع لجودة الثمار المخزنة .
٥. زادت نسب السكريات الأحادية والثنائية (الجلوكوز والفركتوز والسكروز) مع فترة التخزين كنتيجة طبيعية للنشاط الإنزيمي للثمار.

(ج) الجوانب الاقتصادية:

١. تمثل المنطقة الوسطى إنتاج البرحي على مستوى المملكة، فالرياض تنتج حوالي ثلث إنتاج البرحي بينما تمثل القصيم أكثر من نصف إنتاج المملكة من صنف البرحي.
٢. متوسط استهلاك الأسرة من بلح البرحي كان ٧,٥ كيلوجراما، قيمتها ٤٨ ريال وذلك خلال موسم البرحي. وتشكل الأسر المستهلكة للبرحي الطازج حوالي ٤٠٪ من أسر العينة المدروسة.
٣. يؤيد ٦٢٪ من عينة المستهلكين إنشاء مشروع لحفظ البرحي طازجا لعدة أشهر، وشراء منتجه بمتوسط سعري قدره ٣٠ ريال/كجم. وبنسبة مقارنة، أوضح ٦٥٪ من الأسر أنهم يفضلون شراء بلح البرحي من السوق عند توفيره خارج الموسم بمواصفات ممتازة.
٤. يرغب حوالي ٤٠٪ من المزارعين في إنشاء وحدات لإطالة فترة صلاحية البرحي، وتقوم بالتعاقد مسبقا معهم للوفاء بطاقتها التخزينية بما يقلل المخاطر السعرية التي عادة ما يواجهها المزارعين في تسويق منتجاتهم.
٥. أفاد ٨١٪ من مسوقي البرحي أن سعر البرحي يرتفع بشكل كبير في نهاية الموسم. وفي كل الحالات يرى ٥١٪ منهم أن البرحي يشتره كافة فئات المجتمع.

٦. أفاد معظم تجار التمور (٧٥٪) بأن الطلب على البرحي يبرر إنشاء وحدة إنتاجية لحفظه. وفي نفس الوقت أخبر ٧٢٪ من تجار التمور بعدم وجود طرق معروفة لإطالة عمر البرحي.
٧. يقوم ٨٤٪ من تجار التمور بعرض وبيع البرحي مباشرة بدون تبريد. بينما يقوم نحو ٦٪ من التجار ببيعه بعد حفظه مبرداً لعدة أيام، ويقوم نحو ٧٪ منهم ببيعه بعد حفظه لعدة أسابيع.
٨. صفات البرحي المرغوبة لدى المستهلك هي في الحجم الكبير والحلاوة (٢٦,٣٪) والحجم الكبير (٢٢٪) واللون الأصفر والحلاوة معا (١٦,٧٪) والحلاوة فقط (١٦,٧٪).
٩. اعتبرت الدراسة البيانات المتحفظة للأسعار، فسعر شراء كيلو البرحي من المزرعة هو ٥ ريال بينما سعر البيع بعد تخزينه هو ١٥ ريال بينما سعر بيع البرحي الناتج من الفرز هو ٥ ريال للكيلوجرام.
١٠. تتمثل الإيرادات المتحصلة في قيمة بيع البرحي المخزن وتلك من بيع نواتج الفرز (رطب أو منصف) والإيرادات الثانوية من استخدام طاقات التبريد والأجواء المتحكم بها المتاحة لمنتجات ومحاصيل أخرى لمدة لا تقل عن ٦ شهور.
١١. قدرت التكاليف الاستثمارية لإنشاء المشروع بنحو ١٨، ٤٢، ٦٥ مليون ريال للطاقات الثلاث (١٠٠٠، ٣٠٠٠، و ٥٠٠٠ طن) على التوالي.
١٢. أثبتت دراسة مؤشرات الجدوى المالية لمشروع حفظ البرحي نجاحه اقتصادياً حيث كانت قيم معدلات العائد الداخلي (IRR) عالية وهي ٣٠، ٥٥، و ٦٧ للطاقات الإنتاجية ١٠٠٠ طن، ٣٠٠٠ طن، و ٥٠٠٠ طن سنوياً، على الترتيب.
١٣. تدل المؤشرات على جدوى المشروع فنياً ومالياً في جميع الحالات المدروسة.

٦-٢. التوصيات:

١. الاستفادة من نجاح تقنية الأجواء المتحكم في أجوائها في إقامة مشاريع تجارية لحفظ ثمار البرحي (أو غيره من أصناف ذات طعم مشابه) في مرحلة نضح بلح البلح (البس أو الخلال) سواء على مستوى التجار أو المزارعين و توفيره آخر وخارج الموسم بأسعار تحقق الربحية للمستثمرين و تساهم في تنمية اقتصاد الوطن.

٢. وضع برنامج متكامل للجودة الشاملة للبرحي الطازج والتي تشمل سلسلة ما قبل الحصاد، الحصاد، سلسلة ما بعد الحصاد، وبعد ذلك عملية التبريد والتخزين والتداول والعرض المناسب وحتى وصولها للمستهلك وإرشادات تناولها. وتشمل تلك العمليات:

- الإمام بطبيعة ظروف منطقة الزراعة مثل الظروف المناخية والتراب وكمية ونوعية مياه الري ومدى ملائمتها لزراعة هذا الصنف من النخيل.
- العناية بخدمة ورعاية النخلة من ري وتسميد وتهيئة التربة وسبل الوقاية من الأمراض والآفات وبعد ذلك التقليم والتكريب، ومن ثم التلقيح والخف وغيرها من أوجه خدمة النخلة.
- عند مرحلة الإثمار الاهتمام بتكميم العذوق وترتيبها وحمايتها من الآفات.
- عند الحصاد، الاهتمام بتدريب العاملين على جني ثمار البرحي الطازج بالطرق الملائمة وإعطائهم في البداية برنامج تدريبي وتعريف بأطوار نضح الثمار عملياً.
- أهمية وضع برنامج للقطف مع تقدير الكميات اليومية المراد تبريدها ليتوافق مع كمية البلح التي تم جنيها وتلائم ذلك مع فترة الانتظار القصوى بين الجني وبدء التبريد واستيعاب خطوط الإنتاج والمخازن المحددة لتلك الكميات.
- يجب تسويق جزء من الإنتاج المفروز الغير مناسب للحفظ (سواء الثمار ذات طور النضج المختلف وكذلك الثمار الأقل جودة عن المطلوب) إلى جهة تسويقية مناسبة.

٣. إجراء التبريد المبدئي للثمار والحفاظ عليه مبردا حتى وصوله إلى مخازن المخصصة. وكذلك وضع مبردات مناسبة في منافذ البيع والأسواق المركزية بدرجة حرارة بين الصفر و ٥°م.
٤. وضع برنامج هاسب HACCP (تحليل النقاط الحرجة مصدر المخاطر) في تداول ثمار البرحي من المزرعة الى المائدة مرورا بجميع المراحل والعمليات وذلك لتقليل الفواقد والمحافظة على الجودة.
٥. العناية بالتصميم الهندسي والتسويقي لعبوات بلح البرحي، وتمكين المستهلك من مشاهدة الثمار داخل العبوة، مع الإستفادة من التقنيات الحديثة في التغليف (مثل العبوات معدلة الأجواء MAP) للمحافظة على الجودة وإطالة العمر التخزيني، وكذلك تعزيز الجانب التسويقي.
٦. وضع برنامج تقني مناسب لعمليات تصدير البرحي من خلال الشحن البري والبحري لها.
٧. تدريب الكوادر البشرية على تشغيل تقنية الأجواء المحكمة لتحقيق الإستفادة القصوى منها و تجنب الأضرار و الإصابات الناجمة عن الإختناقات لا سمح الله.
٨. الإستفادة من تقنية الأجواء المتحكم في أجوائها لتخزين سلع غذائية أخرى مناسبة وعدم ترك المخازن فارغة بعد نفاذ تسويق البرحي بإنتظار الموسم القادم.
٩. توفير إحصائيات تفصيلية حديثة عن مزارع إنتاج البرحي في مناطق المملكة المختلفة وكذلك إحصائيات عن التمور الأخرى في مراحل النضج المختلفة (بلح و منصف و رطب) ومقدار الإستهلاك الفعلي منها، لما لذلك من أهمية في دراسات الجدوى و وضع الإستراتيجيات التسويقية. حيث أن آخر احصائية تفصيلية عن النخيل حسب الأصناف كانت عام ١٩٩٩م.
١٠. إصدار كتيب مبسط يوضح خطوات العناية بالثمار في المزرعة: من بدء التلقيح وحتى الحصاد، طرق الحصاد الملائمة والفرز الأولي في الحقل، العناية بالمنتج أثناء النقل والتداول، عمليات التجهيز والتعبئة، وأخيرا التعامل مع غرف التخزين ذات الأجواء

المتحكم فيها كتقنية وإجراءات السلامة الخاصة بها، وإجراءات وظروف التخزين الملائمة من درجة حرارة ونسب غازات وغيرها.

١١. حث الباحثين على الاستفادة من مثل هذه المشاريع الرائدة في المحافل الاقليمية والدولية. فبفضل الله فازت هذه التقنية على جائزة خليفة الدولية للنخيل والتمور لعام ٢٠١٢م، حيث بدأ فكرتها الباحث الرئيس مبسطة في عام ٢٠٠٥م وتم تطويرها ذاتيا خلال السنوات التالية ومن خلال توفير بعض التجهيزات العملية من قبل الجامعة، حتى تتوجت بتمويل هذا المشروع البحثي الشبه تجاري.
١٢. قيام مشاريع تجارية مماثلة. فقد تم بعد انتهاء فترة هذا المشروع البحثي تكثيف الجهود والتي أثمرت بعدة عدة أشهر من التخطيط البدء في إقامة مشروع تجاري بهذه التقنية في منطقة القصيم، ليبدأ تشغيله عام ٢٠١٣م.
١٣. قيام مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية ممثلة في إدارة المنح مشكورة بتمويل المزيد من المشاريع البحثية ذات الطبيعة التطبيقية والعائد الإقتصادي في قطاع النخيل والتمور.

والله الموفق، ،

٧ - الملاحق

٧ - ١ استثمارات الجوانب الاقتصادية:

٧ - ١ - ١ استبيان مزارعي نخيل البرحي (المنتجين):

بسم الله الرحمن الرحيم

المملكة العربية السعودية

جامعة الملك سعود

كلية علوم الأغذية والزراعة

استمارة استبيان لمزارعي البرحي

أخي الكريم:

يقوم فريق بحثي من جامعة الملك سعود بعمل دراسات لإمكانية حفظ بلح البرحي طازجاً ولعدة أشهر باستخدام تقنيات تبريد وتحكم في غازات صديقة للبيئة والإنسان..

نرجو التكرم بإعطائنا جزء من وقتك الثمين لتعبئة هذه الاستمارة لمعرفة تفضيلك لهذه الفكرة لتسهيل تسويق مزارعي نخيل البرحي لمنتجهم بحفظ بلح البرحي مخزناً لعدة أشهر

والتي سوف تستخدم في أغراض البحث العلمي فقط.

رقم الاستمارة ()

- (١) اسم المزرعة (اختياري)
- (٢) موقع المزرعة: هاتف
- (٣) هل المزرعة متخصصة في إنتاج:
 البرحي فقط البرحي وتمور أخرى التمور ومنتجات أخرى غير التمور
- (٤) إجمالي عدد النخيل في المزرعة:
 مثمر: نخلة غير مثمر: نخلة الإجمالي: نخلة
- (٥) العدد التقريبي للعذوق في نخلة البرحي () كل عذوق يحمل حوالي () كيلوجرام.
- (٦) هل تقوم بعمليات خاصة لنخيل البرحي لزيادة جودة الثمار؟
 () خف (تخفيف) () تظليل العذوق () تبريد العذوق () أخرى

(٧) عدد النخيل والإنتاج السنوي من البرحي:

الصف	عدد النخيل المثمرة	عدد النخيل غير المثمرة	جملة عدد النخيل	متوسط إنتاج النخلة من البلح سنويا ، كيلوجرام/نخلة
برحي				

(٨) أساليب وأسعار بيع تمور البرحي: الرجاء تحديد الكمية المباعة والسعر لكل أسلوب

توقيت البيع	هل تقوم بتبريد البلح قبل بيعه؟	البيع في السوق عن طريق المزرعة		البيع من خلال تعاقدات مسبقة		البيع المباشر للمصانع		بيع مباشر في المزرعة		الصف
		السعر	الكم ية	السعر	الكم ية	السعر	الكم ية	السعر	الكم ية	
أثناء الموسم										برحي بلح
طول السنة										برحي رطب أو منصف

(٩) هل تقوم المزرعة بتجميد بلح البرحي أو الرطب أو المنصف وبيعه في فترات ما بعد الموسم:

نعم				لا	الصنف ومستوى النضج
سعر بيع المنتج المجمد (ريال/كجم)	وقت البيع أو الاستهلاك	أقصى مدة للتجميد (شهر)	الكمية المجمدة (كجم)		
					برحي بلح
					برحي رطب

(١٠) هل تقوم المزرعة بتبريد البلح وبيعه لاحقاً بعد الموسم:

نعم				لا	الصنف ومستوى النضج
سعر بيع المنتج المبرد (ريال/كجم)	وقت البيع أو الاستهلاك	أقصى مدة للتبريد (أسبوع)	الكمية المبردة (كجم)		
					برحي بلح
					برحي رطب

(١١) ما هي أهم المشاكل التي تواجهك في تسويق بلح البرحي؟

إنخفاض الأسعار كثرة العرض التلف الجني

المنافسة أخرى.....

(١٢) ما هو اقتراحك لحلها..

(١) (٢) (٣)

(١١) هل تعتقد أن الطلب على البرحي يبرر إنشاء مصنع لإطالة حفظ البرحي يقوم بالشراء من المزارعين ومن

ثم يقوم بحفظ وتخزين البلح البرحي لعدة أشهر على أسس وتقنيات علمية يعتبر عملاً ناجحاً ؟

نعم لا

في حالة الإجابة بنعم.. فإن السبب هو:

جودة أفضل تسويق أسرع ضمان التسويق بناءً على تعاقدات مسبقة

سعر أفضل للمشتري أخرى.....

(١٢) هل ترغب المزرعة في التعاقد مسبقاً قبل الموسم مع مصنع حفظ لبيع كميات من البرحي في موسم

الإنتاج؟

نعم			لا	الصف
% من الإنتاج الكلي	أدنى سعر للبيع تقبله (ريال / كجم)	الكمية السنوية (كيلوجرام)		
				برحي بلح
				حلوة بلح

(١٣) ما هو السعر المعقول والذي تقترحه لبيع بلح برحي المزرعة للكيلوجرام:

الصف	أقل من ١٠ ريال	١٠ - ٣٠ ريال	٣١ - ٥٠ ريال	أكثر من ٥٠
برحي - بلح - ملكي				
برحي - بلح - جيد				
برحي - بلح - متوسط				

(١٤) هل تؤيد قيام مشروع لحفظ بلح البرحي طازجاً لعدة أشهر؟ () نعم () لا

تعليقك

وأخيراً نشكرك على اهتمامك وتعاونك على تعبئة هذه الاستبيان

استمارة استبيان لمحلات وأسواق بيع البلح البرحي

أخي الكريم:

يقوم فريق بحثي من جامعة الملك سعود بعمل دراسات لإمكانية حفظ بلح البرحي طازجاً ولعدة أشهر باستخدام تقنيات تبريد وتحكم في غازات صديقة للبيئة والإنسان..

نرجو التكرم بإعطائنا جزء من وقتك الثمين لتعبئة هذه الاستمارة لمعرفة تفضيلك لهذه الفكرة وتسويق بلح البرحي طازجاً ولعدة أشهر

والتي سوف تستخدم في أغراض البحث العلمي فقط.

رقم الاستمارة ()

(١) اسم المحل (اختياري):

(٢) نوع المحل: معرض فاخر متخصص في التمور سوق مركزي "سوبر ماركت أو مجمع تجاري"

محل تمور متوسط سوق تمور شعبي

(٣) العنوان: هاتف:

(٤) هل تبيع التمور خلال: الموسم فقط طوال السنة

(٥) هل تبيع التمور:

طازجة أثناء الموسم مبردة مجمدة تمر مفرد مكنوزة

(٦) ما هي أصناف التمور الأكثر رغبة من قبل المستهلكين للشراء في حالة البلح (الأصفر):

برحي حلوة أخرى، وهي

(٧) ما هي مرحلة النضج الأكثر بيعاً لبلح البرحي:

بلح (بسر أصفر) منصف رطب تمر

(٨) هل تقوم بتخزين بلح البرحي مبرداً لبيعه لاحقاً؟

إذا كان الجواب بنعم.. فما هو متوسط فترة التخزين:

أسبوع واحد أسبوعان ٣ أسابيع ٤ أسابيع أخرى..... أسبوع.

متوسط سعر الشراء ريال/كجم

متوسط سعر البيع ريال/كجم

(٩) هل تقوم بتبريد بلح البرحي؟

إذا كان الجواب بنعم.. فما هو متوسط فترة التخزين:

○ أسبوع واحد ○ أسبوعان ○ ٣ أسابيع ○ ٤ أسابيع ○ أخرى..... أسبوع.

متوسط سعر الشراء ريال/كجم

متوسط سعر البيع ريال/كجم

وإذا كان الجواب لا فلماذا؟ () لا تصلح () يفسد أو ويرطب بسرعة () مكلف ()

أخرى، وهي _____

(١٠) ما أقصى مدة لحفظ بلح البرحي قبل بيعه؟ مبردة () يوم غيرمبردة () يوم مجمدة () يوم.

أخرى () يوم

(١١) متوسط كمية البرحي المباعة سنويا:.....كجم.

(١٢) في حالة التخزين في مبرد (مستودعات تبريد) مخصص لهذا الغرض:

أ : ما نوع المخزن (الشركة الصانعة)؟.....

ب: ما مقدار سعته.....كجم

ج: ما هو سعر شراء المبرد.....ريال

(١٣) من خلال خبرتك وتجربتك، أحسن ظروف لتخزين البرحي:

- من حيث لون الثمار: ○ أصفر ○ أصفر مخضر ○ منصف
- من حيث العراجين وقصها: ○ مع العرجون (العذق) ○ بدون العرجون
- من حيث الشماريخ: ○ في شماريخها ○ بدون شماريخ
- من حيث وسط التخزين: ○ مبرد ○ مجمد (فريزر)

(١٤) ما هي نسبة التلف أثناء عملية التخزين المبرد؟

○ (٠ - ٥%) ○ (٥ - ١٠%) ○ أكثر من ١٠%

(١٥) ما هي في رأيك أسباب التلف أثناء التخزين المبرد؟

(١٦) ضع علامة (✓) أمام نوع العبوة المستخدمة عند تخزين البلح البرحي وكذلك الأحجام المستخدمة.

سعة العبوة			العبوة	
٥ كجم فأكثر	٢ - ٣ كجم	١ كجم		
			أكياس بلاستيكية مرنة	١
			عبوات بلاستيكية صلبة	٢
			أطباق فوم (فلين)	٣
			عبوات كرتونية	٤
			صناديق فوم (فلين)	٥

(١٧) هل الطلب على البرحي يبرر إنشاء مصنع متكامل لحفظ البرحي لعدة أشهر على أسس علمية؟

○ نعم ○ لا

(١٨) حجم وأسعار التعامل السنوي في البرحي:

متوسط سعر البيع (ريال / كجم)	متوسط فترة التخزين (شهر)		متوسط سعر الشراء (ريال / كجم)			الكمية المشتراة (كجم)	مصدر الشراء
	مجمد	مبرد	نهاية الموسم	ذروة الموسم	بداية الموسم		
							(١) مزرعة
							(٢) وسيط
							(٣) سوق التمور
							(٤) مصنع
							(٥) أخرى تذكر

(١٩) هل هناك ارتفاع كبير في أسعار البرحي آخر الموسم؟ وهل يشجع ذلك على حفظ بلح البرحي بالطرق

○ المناسبة ○ نعم ○ لا

(٢٠) من تعتقد أنهم أكثر فئات المجتمع شراء لبلح البرحي؟

○ ذوى الدخل المحدودة ○ ذوى الدخل المتوسط ○ ذوى الدخل المرتفعة

(٢١) ضع علامة (√) على ما تراه صحيحاً من مشكلات تسويق البرحي التالية:
○ انخفاض الطلب بسبب ارتفاع السعر ○ حدودية تفضيل المستهلك للبلح البرحي
○ انخفاض الجودة أو تدهورها أثناء التخزين
○ قصر الموسم ○ أخرى تذكر

(٢٢) هل هناك في رأيك طرق لإطالة مدة تخزين بلح البرحي؟ نعم ○ لا ○
في حال نعم، ماهي أهم تلك الطرق

(٢٣) عند استلام بلح البرحي، هل تقوم ببيعه:
○ مباشرة بدون تبريد ○ مبرد لعدة أيام ○ مبرد لعدة أسابيع ○ تجميده لعدة أشهر

(٢٤) هل يتم عرض بلح البرحي في المحل: ○ بدون تبريد ○ في ثلاجات عرض ○ في عبوات مبردة

(٢٥) هل يتم بيع البرحي: ○ في شماريخ ○ بعذوق ○ مفرد (حبات)

(٢٦) ما هي الصفات التي يرغبها المستهلك عند شراء بلح البرحي: ○ حجم كبير ○ اللون أصفر
○ الحلاوة ○ منطقة المزرعة ○ تجانس النضج ○ أخرى، وهي

(٢٧) في حال أمكن حفظ بلح البرحي طازجاً وبجودة عالية لعدة أشهر بعد الموسم، ما هو سعر البيع الذي
تقترحه ويمكن أن يقبل به المستهلك؟

○ ١- ٥ ريال ○ ٥- ١٠ ريال ○ ١٠- ٢٠ ريال ○ أكثر من ٢٠ ريال

(٢٨) هل تؤيد قيام مشروع لحفظ بلح البرحي طازجاً لعدة أشهر؟ () نعم () لا
تعليقتك

وأخيراً نشكرك على اهتمامك وتعاونك على تعبئة هذه الاستبيان..

بسم الله الرحمن الرحيم

المملكة العربية السعودية
جامعة الملك سعود
كلية علوم الأغذية و الزراعة

استمارة استبيان لمستهلكي البلح البرحي

أخي الكريم:

يقوم فريق بحثي من جامعة الملك سعود بعمل دراسات لإمكانية حفظ بلح البرحي طازجاً ولعدة أشهر باستخدام تقنيات تبريد وتحكم في غازات صديقة للبيئة والإنسان..
نرجو التكرم بإعطائنا جزء من وقتك الثمين لتعبئة هذه الاستمارة لمعرفة تفضيلك لهذه الفكرة والاستهلاك المتوقع لها

والتي سوف تستخدم في أغراض البحث العلمي فقط.

رقم الاستمارة ()

بيانات تعريفية:

(١) اسم رب الأسرة (اختياري):

(٢) المدينة أو الحي: هاتف:

فضلاً ضع علامة (√) على الاختيار المناسب

أولاً: بيانات عامة عن الأسرة:

(١) الجنسية: سعودي غير سعودي

(٢) مهنة رب الأسرة: موظف حكومي أعمال حرة موظف قطاع خاص

(٣) عدد أفراد الأسرة الذين يعولهم رب الأسرة (بما فيهم رب الأسرة): فرد.

(٤) متوسط دخل الأسرة شهرياً: ريال

(٥) المستوى التعليمي لرب الأسرة:

لا يقرأ ولا يكتب ابتدائي متوسط

ثانوي جامعي فوق جامعي

(٦) المستوى التعليمي لربة الأسرة:

لا تقرأ ولا تكتب ابتدائي متوسط

ثانوي جامعي فوق جامعي

ثانياً: بيانات تفضيل المستهلك

(١) أثناء موسم التمور، هل تفضل شراء التمور في مرحلة

(ا) البلح (البسر الأصفر) () الرطب والمنصف () التمر المفروود أو المكنوز

(٢) هل تفضل شراء التمور في مرحلة البلح للأصناف التالية:

() برحي () حلوة () أخرى، وهي _____ و _____ و _____ .

(٣) في حال إمكانية حفظ بلح البرحي مبرداً وبمواصفاته الممتازة بعد الموسم فبكم ستدفعون لشراءه:

١ - ٥ ريال/كجم ١٠ ريال/كجم ٣٠ ريال/كجم أو أكثر آخر... ريال/كجم

(٤) هل تشتري الأسرة بلح برحي أو غيره في موسم الإنتاج وتخزنه مبرداً في المنزل لحين استهلاكه في مواسم أخرى؟
○ نعم ○ لا

(٥) في حالة الإجابة بنعم . فما هي الكميات حسب درجات نضج البرحي التي تقوم الأسرة بتبريدها؟
- بلح (كجم)
- منصف (كجم)
- رطب (كجم)

ثالثاً - بيانات خاصة بالاستهلاك:

- (١) المبلغ التقريبي المنفق شهرياً على الغذاء بصفة عامة: ريال
(٢) المبلغ التقريبي المنفق شهرياً على الفاكهة: ريال
(٣) المبلغ التقريبي المنفق شهرياً على التمور بمختلف أنواعها خلال الموسم: ريال
(٤) المبلغ التقريبي المنفق على البرحي فقط خلال الموسم: ريال
(٥) المبلغ المنفق على البرحي خلال شهر رمضان: ريال
(٦) المبلغ المنفق شهرياً على البرحي خلال بقية السنة: ريال
(٧) متوسط استهلاك الأسرة من التمور شهرياً خلال موسم التمور الطازجة:

مرحلة النضج	الكمية (كجم)	القيمة (ريال)	متوسط سعر الكيلوجرام	طول الموسم الذي يستهلك فيه البرحي (شهر)
البرحي بلح				
البرحي منصف أو رطب				

(٨) متوسط استهلاك الأسرة من التمور البرحي خلال شهر رمضان:

المتوسط سعر الكيلوجرام	القيمة (ريال)	الكمية (كجم)	المنصف
			البرحي بلح
			البرحي منصف أو رطب

(٩) ما هي متوسط الكمية التي تحتاج الأسرة شرائها والسعر الممكن دفعه في كل من شهر رمضان وبقية مواسم السنة (غير موسم التمور الطازجة) للبرحي عند نجاح تخزينه طازجاً وبمواصفات جيدة

بقية المواسم		شهر رمضان		المنصف
السعر (ريال)	الكمية(كجم)	السعر (ريال)	الكمية (كجم)	
				برحي بلح
				حلوة بلح

رابعاً: تبريد أو تجميد البرحي البلح في المنزل:

(١) ملكية الأسرة لأجهزة التبريد أو التجميد (مجمدات):

متوسط الكمية المخزنة بالكيلو جرام			العدد	النوع
أكثر من ٥٠	٥٠-٢٠	٢٠-٠		
				مجمد مواد غذائية مختلفة
				مجمد خاص بالبلح والرطب
				ثلاجة خاصة بالبلح والرطب

(٢) ضع علامة (√) أمام العبوة المستخدمة عند تبريد أو تجميد البلح أو الرطب في المنزل وكذلك الأحجام المستخدمة:

م	العبوة	سعة العبوة					
		٥ كجم		٢ كجم		١ كجم	
		تجميد	تبريد	تجميد	تبريد	تجميد	تبريد
١	أكياس بلاستيكية						
٢	عبوات بلاستيكية صلبة						
٣	أطباق فوم (فلين)						
٤	عبوات كرتونية						
٥	صناديق فلين (فوم)						

- (٣) ما هي نسبة التلف أثناء عملية التخزين المبرد ؟ ٠ - ٥٪ ٥ - ١٠٪ أكثر من ١٠٪
- (٤) ما هي في رأيك أسباب التلف أثناء التخزين؟
 عدم وجود التقنية المناسبة للحفظ تذبذب أو انقطاع الكهرباء تكرار فتح الثلاجة عدم التغليف الجيد (أخرى تذكر).....
- (٥) هل تفضل الأسرة:
 شراء بلح البرحي المبرد من السوق في حالة توفره بمواصفات ممتازة وأسعار معقولة تخزين بلح البرحي في المنزل بصرف النظر عن المتاح في السوق..
- (٦) في حال تخزين البرحي مبردا بالمنزل، ما هي أسباب تفضيل ذلك؟
 أرخص ضمان النوعية المطلوبة عادة اجتماعية الإشراف على النقل والتداول قبل التبريد أخرى تذكر.....
- (٧) ما هو في رأيك سبب محدودية شراء البرحي المبرد من السوق؟
 عدم توافره بالسوق خارج الموسم عدم توفر ثلاجات مناسبة بالمنزل محدودية الاستهلاك توافر خيارات عديدة
- (٨) هل تؤيد قيام مشروع لحفظ بلح البرحي طازجاً لعدة أشهر؟ تعليقتك

وأخيراً نشكرك على اهتمامك وتعاونك على تعبئة هذه الاستبيان

Final Technical Report:

Project No. : AR – 28 – 84

***Utilization of Controlled Atmosphere (CA)
Technology in Shelf Life Extension of Fresh Barhi
Dates at Khalal Stage of Maturity at a Semi-
Commercial Level***

By:

**Prof. .Abdullah M. Alhamdan
Prof. Bakri H. Hassan
Prof. Hassan A. Al-Kahtani
Prof. Sobhi M. Ismaiel**

King Saud University,

2012 G