مجلة جامعة البعث

للعلوم الهندسية البترولية والكيميائية

مجلة علمية محكمة دورية

المجلد 13 . العدد 12

1442 هـ - 2021 م

الأستاذ الدكتور عبد الباسط الخطيب

رئيس جامعة البعث

المدير المسؤول عن المجلة

أ. د. ناصر سعد الدين	**رئيس هيئة التحرير**
أ. د. درغام سلوم	**رئيس التحرير**

مديرة مكتب مجلة جامعة البعث

بشرى مصطفى

د. محمد هلال	**عضو هيئة التحرير**
د. فهد شريباتي	**عضو هيئة التحرير**
د. معن سلامة	**عضو هيئة التحرير**
د. جمال العلي	**عضو هيئة التحرير**
د. عباد كاسوحة	**عضو هيئة التحرير**
د. محمود عامر	**عضو هيئة التحرير**
د. أحمد الحسن	**عضو هيئة التحرير**
د. سونيا عطية	**عضو هيئة التحرير**
د. ريم ديب	**عضو هيئة التحرير**
د. حسن مشرقي	**عضو هيئة التحرير**
د. هيثم حسن	**عضو هيئة التحرير**
د. نزار عبشي	**عضو هيئة التحرير**

تهدف المجلة إلى نشر البحوث العلمية الأصيلة، ويمكن للراغبين في طلبها الاتصال بالعنوان التالي:

رئيس تحرير مجلة جامعة البعث

سورية . حمص . جامعة البعث . الإدارة المركزية . ص . ب (77)

. هاتف / فاكس : 2138071 31 963 ++

. موقع الإنترنت : www.albaath-univ.edu.sy

. البريد الالكتروني : magazine@ albaath-univ.edu.sy

ISSN: 1022-467X

قيمة العدد الواحد : 100 ل.س داخل القطر العربي السوري

25 دولاراً أمريكياً خارج القطر العربي السوري

قيمة الاشتراك السنوي : 1000 ل.س للعموم

500 ل.س لأعضاء الهيئة التدريسية والطلاب

250 دولاراً أمريكياً خارج القطر العربي السوري

توجه الطلبات الخاصة بالاشتراك في المجلة إلى العنوان المبين أعلاه.

يرسل المبلغ المطلوب من خارج القطر بالدولارات الأمريكية بموجب شيكات باسم جامعة البعث.

تضاف نسبة 50% إذا كان الاشتراك أكثر من نسخة.

شروط النشر في مجلة جامعة البعث

الأوراق المطلوبة:

- 2 نسخة ورقية من البحث بدون اسم الباحث / الكلية / الجامعة) + CD / word من البحث منسق حسب شروط المجلة.
- طابع بحث علمي + طابع نقابة معلمين.
- **اذا كان الباحث طالب دراسات عليا:**

يجب إرفاق قرار تسجيل الدكتوراه / ماجستير + كتاب من الدكتور المشرف بموافقته على النشر في المجلة.

- **اذا كان الباحث عضو هيئة تدريسية:**

يجب إرفاق قرار المجلس المختص بإنجاز البحث أو قرار قسم بالموافقة على اعتماده حسب الحال.

- **اذا كان الباحث عضو هيئة تدريسية من خارج جامعة البعث :**

يجب إحضار كتاب من عمادة كليته تثبت أنه عضو بالهيئة التدريسية و على رأس عمله حتى تاريخه.

- **اذا كان الباحث عضواً في الهيئة الفنية :**

يجب إرفاق كتاب يحدد فيه مكان و زمان إجراء البحث ، وما يثبت صفته وأنه على رأس عمله.

- **يتم ترتيب البحث على النحو الآتي بالنسبة لكليات (العلوم الطبية والهندسية والأساسية والتطبيقية):**

عنوان البحث . . ملخص عربي و إنكليزي (كلمات مفتاحية في نهاية الملخصين).

1- مقدمة

2- هدف البحث

3- مواد وطرق البحث

4- النتائج ومناقشتها .

5- الاستنتاجات والتوصيات .

6- المراجع.

- **يتم ترتيب البحث على النحو الآتي بالنسبة لكليات (الآداب – الاقتصاد– التربية – الحقوق – السياحة – التربية الموسيقية وجميع العلوم الإنسانية):**
- عنوان البحث . . ملخص عربي و إنكليزي (كلمات مفتاحية في نهاية الملخصين).

1. مقدمة.
2. مشكلة البحث وأهميته والجديد فيه.
3. أهداف البحث و أسئلته.
4. فرضيات البحث و حدوده.
5. مصطلحات البحث و تعريفاته الإجرائية.
6. الإطار النظري و الدراسات السابقة.
7. منهج البحث و إجراءاته.
8. عرض البحث و المناقشة والتحليل
9. نتائج البحث.
10. مقترحات البحث إن وجدت.
11. قائمة المصادر والمراجع.

7- يجب اعتماد الإعدادات الآتية أثناء طباعة البحث على الكمبيوتر:

أ- قياس الورق 17.5×25 B5.

ب- هوامش الصفحة: أعلى 2.54- أسفل 2.54 – يمين 2.5- يسار 2.5 سم

ت- رأس الصفحة 1.6 / تذييل الصفحة 1.8

ث- نوع الخط وقياسه: العنوان . Monotype Koufi قياس 20

. كتابة النص Simplified Arabic قياس 13 عادي . العناوين الفرعية Simplified Arabic قياس 13 عريض.

ج . يجب مراعاة أن يكون قياس الصور والجداول المدرجة في البحث لا يتعدى 12سم.

8- في حال عدم إجراء البحث وفقاً لما ورد أعلاه من إشارات فإن البحث سيهمل ولا يرد البحث إلى صاحبه.

9- تقديم أي بحث للنشر في المجلة يدل ضمناً على عدم نشره في أي مكان آخر، وفي حال قبول البحث للنشر في مجلة جامعة البعث يجب عدم نشره في أي مجلة أخرى.

10- الناشر غير مسؤول عن محتوى ما ينشر من مادة الموضوعات التي تنشر في المجلة

11- تكتب المراجع ضمن النص على الشكل التالي: [1] ثم رقم الصفحة ويفضل استخدام التهميش الإلكتروني المعمول به في نظام وورد WORD حيث يشير الرقم إلى رقم المرجع الوارد في قائمة المراجع.

تكتب جميع المراجع باللغة الانكليزية (الأحرف الرومانية) وفق التالي:

آ . إذا كان المرجع أجنبياً:

الكنية بالأحرف الكبيرة . الحرف الأول من الاسم تتبعه فاصلة . سنة النشر . وتتبعها معترضة (–) عنوان الكتاب ويوضع تحته خط وتتبعه نقطة . دار النشر وتتبعها فاصلة . الطبعة (ثانية . ثالثة) . بلد النشر وتتبعها فاصلة . عدد صفحات الكتاب وتتبعها نقطة.

وفيما يلي مثال على ذلك:

–MAVRODEANUS, R1986– **Flame Spectroscopy**. Willy, New York, 373p.

ب . إذا كان المرجع بحثاً منشوراً في مجلة باللغة الأجنبية:

. بعد الكنية والاسم وسنة النشر يضاف عنوان البحث وتتبعه فاصلة، اسم المجلد ويوضع تحته خط وتتبعه فاصلة . المجلد والعدد (كتابة مختزلة) وبعدها فاصلة . أرقام الصفحات الخاصة بالبحث ضمن المجلة.

مثال على ذلك:

BUSSE,E 1980 Organic Brain Diseases **Clinical Psychiatry News** , Vol. 4. 20 – 60

ج. إذا كان المرجع أو البحث منشوراً باللغة العربية فيجب تحويله إلى اللغة الإنكليزية و التقيد

بالبنود (أ و ب) ويكتب في نهاية المراجع العربية: (المراجع In Arabic)

رسوم النشر في مجلة جامعة البعث

1. **دفع رسم نشر (20000) ل.س عشرون ألف ليرة سورية عن كل بحث لكل باحث يريد نشره في مجلة جامعة البعث.**
2. **دفع رسم نشر (50000) ل.س خمسون الف ليرة سورية عن كل بحث للباحثين من الجامعة الخاصة والافتراضية .**
3. **دفع رسم نشر (200) مئتا دولار أمريكي فقط للباحثين من خارج القطر العربي السوري .**
4. **دفع مبلغ (3000) ل.س ثلاثة آلاف ليرة سورية رسم موافقة على النشر من كافة الباحثين.**

المحتوى

اسم البحث	اسم الباحث	الصفحة
تأثير الطريقة الباردة والساخنة وتركيز المحلول السكري في مدة حفظ خشافات التفاح والمشمش	د.م. نسرين البيطار م.هبة شتور	32-11
دراسة خصائص ألياف الصبار سالميانا *Agave Salmiana* المتواجد في الساحل السوري	د.م.: راميه المحمد	58- 33
تحسين عملية عزل المخاريط المائية باستخدام الحقن المزدوج في بعض الحقول السورية	د. يوسف رجوب م. محمد الشيخ	86-59
تأثير المعالجة المسبقة وبارامترات عملية التجفيف على خصائص الملوخية	أنطون يوسف نسرين البيطار نور الاحمد	120-87

تأثير الطريقة الباردة والساخنة وتركيز المحلول السكري في مدة حفظ خشافات التفاح والمشمش

د.م. نسرين البيطار *م.هبة شتور*

كلية الهندسة الكيميائية والبترولية - جامعة البعث

الملخص

أُجريت هذه الدراسة لتحديد مدى تأثير تصنيع الخشافات بالطريقة الباردة والطريقة الساخنة في جودة الخشافات خلال فترة التخزين، إذ أُستخدم تراكيز مختلفة من المحلول السكري المحضر وفق النسب التالية (20 و30 و40)% وتم تخزينها لمدة 30يوم.

أظهرت نتائج البحث أن استخدام الطريقة الباردة وتركيز المحلول السكري 40% قد حافظ على خواص القوام المميزة للخشافات كالصلابة وترابط وتماسك البنية خلال فترة التخزين التي بلغت 30 يوماً، حيث كانت قيم الصلابة في الزمن الصفر لعينة خشافات التفاح والمشمش (0.8837,11.6577) N وبعد 30يوماً (10.4219 ، 0.7660)N على التوالي . كما حافظت هذه العينات أيضاً على ثباتية فيتامينC، وذلك مقارنة مع العينات المحضرة بالطريقة الساخنة عند نفس التركيز، إذ كانت قيم فيتامين C في الزمن الصفر لعينة خشافات المشمش والتفاح (4.593،9.896) (mg/100g) وبعد 30يوماً (4.496,4.496) (mg/100g) على التوالي .

وبالمقابل، تميزت عينات الخشاف المحضرة بالطريقة الساخنة وتركيز محلول سكري 40% بقيم رطوبة وفعالية مائية أخفض من العينات المحضرة بالطريقة الباردة، وذلك ابتداءً من اليوم 7 وحتى اليوم الأخير من التخزين (30 يوماً)، إذ انخفضت الرطوبة من(83.8،79) % لعينة خشافات المشمش والتفاح بالطريقة الباردة إلى (78.1,80.7) % على التوالي .

وأخيراً، يوصى بتصنيع الخشافات بالطريقة الباردة والتركيز 40% للمحافظة على جودة الخشافات خلال التخزين.

الكلمات المفتاحية: الخشافات، المحلول السكري، مدة حفظ ،التفاح، المشمش.

Effect of the hot and cold method and the concentration of the sugar solution on the expiration date of apple and apricot Compote

Dr. Eng .Nisreen Al-Bitar * Eng. Hiba Shattour*

Abstract

This study was conducted to determine the effect of manufacturing Compote by the cold method and the hot method on the quality of straws during the storage period, as different concentrations of the prepared sugar solution were used according to the following percentages (20, 30 and 40%).

The results of the research showed that the use of the cold method and the concentration of the sugar solution 40% preserved the characteristics of the distinctive textures of Compote such as hardness, cohesion and structural cohesion during the storage period of 30 days, where the hardness values at time zero for apple and apricot ope sample were (0.8837,11.6577) N and after 30 days. (10.4219 , 0.7660) N respectively. These samples also maintained the stability of vitamin C, compared to the samples prepared by the hot method at the same concentration, as the values of vitamin C in the zero time of the sample of apricot and apple ops were (9.896, 4.593) (mg/100g) and after 30 days (4.496,4.496) (mg/100g) respectively.

On the other hand, poppy samples prepared by the hot method and a sugar solution concentration of 40% were characterized by lower values of moisture and water efficiency than the samples prepared by the cold method, starting from the 7th day until the last day of storage (30 days), as the humidity decreased from (79,83.8%) for a sample. Apricot and apple flies by cold process to (78.1,80.7)%, respectively.

Finally, it is recommended to manufacture the Compote by the cold process and with a concentration of 40% to maintain the quality of the opals during storage.

Key words: Compote, sugar solution,expiration date, apple, apricot.

1.مقدمة:

تعليب الفواكه هي التقنية التي تشير إلى عملية تسخين المنتج الغذائي ضمن عبوات محكمة الإغلاق، إلى زمن ودرجة حرارة محددين، بهدف قتل الأحياء الدقيقة الممرضة المتواجدة في الغذاء، وبالتالي تطيل عملية التعليب مدة صلاحية المنتجات الغذائية[1].

وتُعّرف الخشافات بالفواكه المعلبة التي أعدت باستخدام فواكه سليمة في الأساس، بعد نضوجها على النحو المناسب لأغراض التجهيز، ولا يُنزع منها أي عنصر من عناصرها الأساسية المميّزة، وهي تخضع لعمليات مثل الغسيل والتقشير ونزع النواة ونزع الساق والتدريج والتقطيع والتعبئة ضمن شراب سكري متوسط التركيز (20-40)% [2].

تختلف الخطوات الخاصة بتعليب الفواكه بناءً على نوع المنتج [3]. وأهم خطوات العملية التصنيعية للخشافات اختيار الثمار المراد تعليبها حيث تؤخذ بعين الاعتبار الخواص الحسية للمادة الأولية مثل اللون والقوام والطعم والنكهة والمظهر الخارجي بالإضافة إلى الصنف، ثم يتم تدريجها على أساس الأبعاد واللون بهدف الحصول على منتج نهائي بخواص جودة موحدة، يلي ذلك غمر الثمار وغسلها بالماء لإزالة الغبار والأوساخ العالقة بها، ثم التقشير "نزع الغلاف الخارجي للثمار" وتقطيع الثمار إلى الأحجام المرغوبة وإزالة النوى والبذور، ويجب أن توضع قطع الفواكه المقطعة دائماً في الماء أو محلول حمضي بتركيز(1-2) % وذلك لتجنب حدوث الاسمرار الأنزيمي، يلي ذلك عملية السلق برفع درجة حرارة الفواكه إلى حوالي (82–87) °م باستخدام الماء الساخن بهدف تثبيط النشاط الأنزيمي، طرد الغازات، وتطرية المنتج، وتحسين اللون والتخلص من الطعم أو النكهات غير

المرغوبة في الفواكه ، ثم تعبئة الثمار يدوياً لمنع تضررها والتأكد من الفرز الجيد، ويتم بعد التعبئة مباشرة غمر الثمار بمحلول سكري والأغلاق.

وتتم إضافة المحلول السكري إلى العبوات إما بالطريقة الباردة أو الساخنة:

- الطريقة الباردة: يتم فيها مزج السكر مع الماء ويتبع ذلك تحريك وتصفية لإزالة الشوائب غير المنحلة.
- الطريقة الساخنة: يتم غلي السكر مع الماء في حوض مسخن بالبخار وتتم إزالة الرغوة السطحية[4].

تشمل جودة الخشافات على المظهر والقوام والنكهة والرائحة، فالمظهر هو العامل الأساسي للمستهلكين عند اتخاذ قرار شراء الخشافات، وتصنف الفواكه ذات المظهر الجيد بانتظام الحجم والشكل واللون، من حيث القوام تُفضل الأنسجة الصلبة في محاصيل الفواكه المعدة للخشافات، ويمكن الحكم على بعض جوانب القوام بصرياً، على سبيل المثال عندما تبدأ الثمرة بالذبول نتيجة التقدم في النضج، تصبح غير مقبولة في صناعة الخشافات، على الرغم من الحاجة إلى درجة معينة من الطراوة لتحقيق جودة تصنيعية مطلوبة للفواكه، إلا أن الإفراط في الطراوة أمر غير مرغوب به، كما أنه علامة على التحلل أو التلف الداخلي للثمار، وكثيراً ما تكون المحافظة على جودة القوام أمراً حرجاً في عملية تصنيع الخشافات، أما النكهة فهي خاصية حسية معقدة تجمع مكونات المذاق والرائحة، إذ إن مكونات المذاق الأساسية في المنتجات الطازجة هي الحلاوة والحموضة والطعم القابض والمرارة، ويجب المحافظة على التوازن بين الطعم الحلو والحموضة للمحافظة على نكهة الفواكه، وللرائحة دور مهم في تحديد فترة صلاحية المنتج واستهلاكه، فالرائحة غير المقبولة أو الغريبة تجعل المنتج غير قابل للشراء حتى ولو كانت خواص وعوامل الجودة الأخرى مقبولة إلى درجة كبيرة [5].

2.هدف البحث:

يهدف هذا البحث إلى دراسة تأثير طريقة تحضير الخشافات (الطريقة الباردة، الطريقة الساخنة) في جودة المنتج ومدة صلاحيته، وتحديد طريقة التحضير الأمثل،وقد تم تسليط الضوء تأثير تغير تركيز المحلول السكري (20–30–40)% المستخدم في تحضير الخشافات في جودة المنتج ومدة صلاحيته، وتحديد طريقة التركيز الأمثل.

3. مواد البحث والأجهزة والأدوات المستخدمة:

✓ **مواد البحث:**

- ثمار التفاح والمشمش: تم الحصول عليهما من السوق المحلية.
- مياه الشرب.
- سكر تجاري.
- ملح كلوريد الصوديوم التجاري.

4. خطوات العمل وطرئق البحث:

✓ **خطوات العمل:**

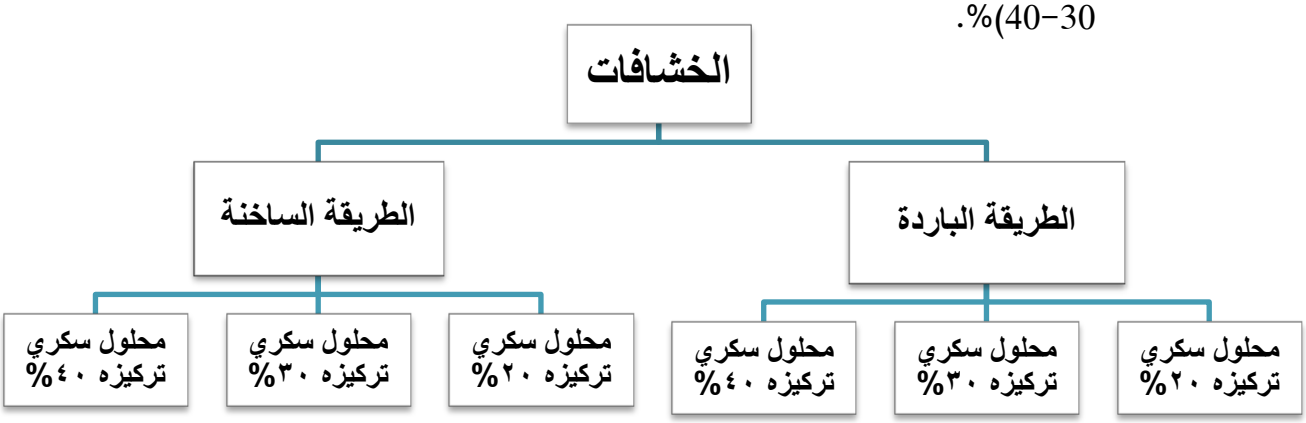
❖ **اختيار الثمار والقيام بالعمليات الأولية:** تم اختيار الثمار ذات اللون الجذاب والنكهة والرائحة المميزة بالثمار ويجب أن تكون الثمار ناضجة بشكل كامل (ليست طرية) وخالية من الاصابات المختلفة، حيث تم اختيار ثمار المشمش ذو النوع *pruns armeniaca* وثمار التفاح ذو النوع *Malus domestica* .

❖ **الغسيل والتقشير والتقطيع:** غسلت الثمار بشكل جيد بالماء وتقطع باستخدام القطاعة اليدوية ثم تقشر باستعمال القشارات اليدوية، تغطس أنصاف الثمار مباشرة

في وعاء يحوي على ماء مضاف اليه قليل من حمض الليمون 2% لمنع اسمرار اللون.

- **السلق والتعبئة:** سُلقت الثمار المقشرة في ماء درجة حرارته (70–80) °م، لمدة 3 دقائق ثم تصفى وتبرّد وتعبأ برفق داخل المرطبان مع ضرورة ترك فراغ في أعلى المرطبان بحدود 1 سم ويضاف إلى الثمار وبرفق محلول سكري مسبق التحضير وهو بدرجة الغليان مع مراعاة المحافظة على ترك الفراغ العلوي بدون تعبئة ويغلق المرطبان مباشرة، وتراوح تركيز المحلول السكري حسب نوع الثمار من (20–30–40)% مع إضافة حمض الليمون بنسبة 0.2% للطريقة الساخنة.
- **التعقيم** : توضع المرطبانات المغلقة بإحكام بعد ذلك برفق في الحمام المائي الذي يحوي ماء بدرجة الغليان بحيث يغمر المرطبانات ويزيد عليها(2– 3) سم فوق المرطبانات وتستمر عملية التعقيم لمدة 30 دقيقة، تخرج بعدها المرطبانات من الحمام المائي وتبرد بسرعة وتخزن في الشروط الصحية [6].

يبين المخطط الصندوقي لمراحل تصنيع الخشاف الذي أُنجز في هذا البحث، حيث تم بالطريقتين الباردة والساخنة وباستخدام ثلاث تراكيز من المحلول السكري(20–30–40)%.



مخطط صندوقي لمراحل العمل

✓ **طرائق البحث:**

1-تقدير الرطوبة: تم استخدام طريقة التجفيف حتى ثبات الوزن، إذ تعتمد هذه الطريقة على تبخير الماء الموجود ضمن المادة المراد معرفة رطوبتها في فرن كهربائي بدرجة حرارة ثابتة 105°C حتى ثبات الوزن حسب [7].

2-**تقدير اللون:** تم قياس اللون باستخدام جهاز قياس اللون(Konica Minolta CM-3500d،Japan) لتحديد قيم الفراغ اللوني L*,a*,b* حيث:

L* (شدة الإضاءة): تعبر عن كمية الضوء الأبيض المنعكس عن المادة التي تجرى عليها التجربة، ويعبر عنها بنسبة مئوية من 0% للأسود حتى 100% للأبيض.

a* تتغير من (0→+a*) وتقيس التغيرات في اللون من الرمادي إلى الأحمر، وتتغير من (0→-a*) وتقيس التغيرات من الرمادي إلى الأخضر ضمن مجال يتراوح بين(+60 إلى -60).

b* تتغير من(0→+b*) وتقيس التغيرات من الرمادي إلى الأصفر، وتتغير من(0→-b*) وتقيس التغيرات من الرمادي إلى الأزرق ضمن مجال يتراوح بين (+60 إلى -60) [8].

3- النشاط المائي:

باستخدام جهاز Axier Ltd Novasina instrumen حسب طريقة [8]. على درجة حرارة 25 °م.

4- تقدير الصلابة والمتانة وتماسك البنية:

باستخدام جهاز جهاز TA-XT.plus Texture Analyser (Stable Micro Systems، Surrey، U.K حسب طريقة [8].

5-**تقدير الـ pH:**

تمّ قياس pH المحلول باستخدام جهاز pH-meter نموذج C835 Consort (Belgium) بدرجة حرارة 20 °م وذلك عبر غمر الإلكترود في مستخلص الخشافات وبعد انتهاء القياس يغسل الإلكترود بالماء [9].

6- **تقدير المواد الصلبة المنحلة:**

قُـدرت المـادة الصـلبة المنحلـة باسـتخدام جهـاز قيـاس قرينـة الانكسـار (Kruss, Germany) بدرجة حرارة 20 ºم [9].

7-تقدير السكريات المرجعة

تمّ تقدير السكر المرجع بطريقة فهلنغ [10]. وفق المعادلة الآتية:

$$\%X = \frac{(v1 - v2).C2.100}{g.C1}$$

حيث: C2 تركيز محلول الغلوكوز القياسي، C1 تركيز العينة %، g حجم العينة المأخوذة للمعايرة.

8. تقدير فيتامين C:

قُدر فيتامين C وفق [11] ، حُسب تركيز فيتامين C في العصير وفق المعادلة الآتية:

$$\text{تركيز فيتامين } C \left(\frac{mgr}{100g}\right) = \frac{\text{قوة الصبغة} \times \text{حجم الصبغة المستهلك } ml \times \text{معامل التمديد} \times 100}{\text{وزن العينة } gr}$$

5. النتائج والمناقشة:

الرطوبة:

بينت النتائج الموضحة في الجدول (1) انخفاض رطوبة شرائح الفواكه في عينات الخشاف كلها في اليوم 7 (سواءً التفاح أو المشمش) مقارنة مع الشرائح الطازجة، كما يلاحظ أن الرطوبة تنخفض خلال مدة التخزين أيضاً ابتداءً من اليوم 7 وحتى اليوم 30 من التخزين، وقد يرجع ذلك إلى انتقال السكريات من المحلول إلى الشرائح بسبب اختلاف الضغط الأسموزي (انتقال الماء من الثمار إلى المحلول وفق مبدأ الأسمزة) بين الوسطين، وتستمر هذه العملية حتى حصول التوازن [10].

كما يلاحظ أنه بزيادة تركيز السكر في المحلول تنخفض رطوبة الشرائح، وذلك سواءً أكانت العينات محضرةً بالطريقة الساخنة أو الباردة، حيث كانت الرطوبة في عينات الخشاف تركيز محلول سكري 40 % أقل من عينات الخشاف تركيز 20%، ويعود ذلك إلى انتقال كميات أكبر من السكر من المحلول الأكثر تركيزاً إلى الشرائح، وهذا يؤدي

إلى انخفاض الرطوبة فيها بشكل أكبر من الشرائح المغمورة في محلول سكري أخفض تركيزاً [12] .

كما بينت النتائج أيضاً اختلاف رطوبة شرائح الفواكه (سواءً التفاح أو المشمش) تبعاً لطريقة تحضيرها، حيث انخفضت الرطوبة بشكل عام عند تحضير الخشاف بالطريقة الساخنة بشكل أكبر من الخشاف المحضر بالطريقة الباردة، وقد يعود ذلك إلى أن المعاملة الحرارية التي تمّ تطبيقها قد سرّعت من عملية انتقال السكر من المحلول السكري إلى شرائح الفواكه، ويستمر هذه الانتقال حتى حصول التوازن في الضغط الأسموزي بين الوسطين [13].

الفعالية المائية aw:

يوضح الجدول (1) قيم الفعالية المائية لخشاف التفاح وخشاف المشمش، المحضر بالطريقتين الباردة والساخنة، وبتراكيز سكر مختلفة خلال أزمنة تخزين مختلفة، يُلاحظ وجود ارتباط بين قيم الرطوبة وقيم الفعالية المائية للعينات، وتعتبر المادة الغذائية ذات الفعالية المائية الأقل قابلة للحفظ لفترة أكبر[14].

كما يُلاحظ أنه كلما زادت نسبة السكر في المحلول تنخفض فعاليته المائية بسبب الضغط الأسموزي[13] ، بينت النتائج أنّ العينات ذات نسبة سكر 40% في المحلول، المحفوظة سواءً بالطريقة الساخنة أو الباردة كان لها أقل قيمة بالفعالية المائية بقيم (79.0,78.1) ، وذلك ابتداءً من اليوم 7 وحتى اليوم 30 من التخزين بالتبريد، وبالتالي فإن هذه العينات قابلة للحفظ لفترة أطول.

أما مع اختلاف المعاملة الحرارية، فقد بينت النتائج أن العينات المعاملة بالطريقة الساخنة ونسبة سكر 40% في المحلول ذات فعالية مائية أخفض من العينات التي لم تعامل حرارياً وذات تركيز سكري 40%، وذلك ابتداءً من اليوم 7 وحتى اليوم 30 من التخزين، ويعود ذلك إلى انخفاض رطوبتها، وانتقال السكر من المحلول إلى الشرائح، وتزداد حركية هذا الانتقال بزيادة درجة الحرارة[15] ، وبالتالي تعتبر عينة الخشاف

تركيز سكري 40% ومحضرة بالطريقة الساخنة ذات قابلية للحفظ لفترة أطول من تلك المحضرة بالطريقة الباردة عند نفس التركيز 40%.

جدول (1) قيم الرطوبة (%) والفعالية المائية لعينات خشاف التفاح وخشاف المشمش المحضر بالطريقة الباردة والساخنة، وبتراكيز سكر مختلفة، وخلال أزمنة تخزين مختلفة

طريقة تحضير المحلول السكري	تركيز المحلول السكري	زمن التخزين (يوم)	الرطوبة(%)		الفعالية المائية a_w	
			خشاف التفاح	خشاف المشمش	خشاف التفاح	خشاف المشمش
العينة الطازجة			0.21±85.0	0.3±85.2	0.014±0.920	0.004±0.915
على البارد	%20	7	0.47±83.6	0.3±80.6	0.009±0.917	0.009±0.912
		15	0.25±83.5	0.5±80.2	0.008±0.916	0.002±0.910
		30	0.11±83.4	0.51±80.0	0.009±0.916	0.008±0.908
	%30	7	0.15±82.1	0.70±83.9	0.02±0.915	0.01±0.910
		15	0.91±81.8	0.21±83.5	0.016±0.915	0.012±0.907
		30	0.75±81.7	0.76±83.4	0.013±0.914	0.014±0.905
	%40	7	0.37±79.0	0.41±83.8	0.008±0.913	0.008±0.909
		15	0.41±78.7	0.63±83.3	0.008±0.911	0.017±0.908
		30	0.8±78.7	0.54±83.1	0.051±0.908	0.002±0.907
على الساخن	%20	7	0.76±82.9	0.5±78.1	0.014±0.914	0.008±0.908
		15	0.75±82.8	0.65±77.8	0.013±0.910	0.009±0.904
		30	0.49±82.7	0.51±77.6	0.014±0.907	0.012±0.902
	%30	7	0.8±80.3	0.8±78.9	0.011±0.898	0.021±0.905
		15	0.17±80.1	0.23±78.6	0.022±0.897	0.03±0.903
		30	0.41±80.0	0.80±78.5	0.03±0.897	0.009±0.902
	%40	7	0.61±78.1	0.35±80.7	0.013±0.896	0.008±0.903
		15	0.63±78.0	0.29±80.5	0.004±0.894	0.004±0.896
		30	0.35±77.9	0.27±80.4	0.009±0.893	0.014±0.894

قياس الـ pH:

يوضح الجدول (2) قيم pH عينات خشاف التفاح وخشاف المشمش، المحضرة بالطريقة الباردة والساخنة، بتراكيز سكر مختلفة وخلال أزمنة تخزين مختلفة.

بينت النتائج أنه بزيادة تركيز السكر في المحلول ترتفع قيمة pH المقاسة، وذلك بسبب انتقال السكر من المحلول إلى الشرائح (حتى حصول التوازن)، كما أظهرت النتائج أيضاً أن العينات قد حافظت على قيم pH خلال فترة التخزين، وهذا يدل على فعالية عملية التعقيم.

الجدول (2) قيم pH لعينات خشاف التفاح وخشاف المشمش المحضر بالطريقة الباردة والساخنة، وبتراكيز سكر مختلفة، وخلال أزمنة تخزين مختلفة

طريقة تحضير المحلول السكري	تركيز المحلول السكري	زمن التخزين (يوم)	pH	
			خشاف التفاح	خشاف المشمش
العينة الطازجة			0.09±3.50	0.11±4.60
على البارد	%20	7	0.11±3.31	0.18±4.54
		15	0.23±3.34	0.15±4.51
		30	0.17±3.34	0.11±4.51
	%30	7	0.29±3.41	0.14±4.43
		15	0.25±3.43	0.23±4.42
		30	0.16±3.43	0.16±4.42
	%40	7	0.11±3.64	0.27±4.45
		15	0.32±3.66	0.26±4.43
		30	0.21±3.66	0.22±4.43
على الساخن	%20	7	0.26±3.40	0.12±4.49
		15	0.3±3.42	0.20±4.45
		30	0.13±3.42	0.14±4.45
	%30	7	0.25±3.53	0.9±4.45
		15	0.16±3.51	0.14±4.43
		30	0.12±3.51	0.11±4.43
	%40	7	0.17±3.70	0.12±4.48
		15	0.23±3.69	0.27±4.46
		30	0.23±3.69	0.19±4.46

المواد الصلبة المنحلةT.s.s:

يوضح الجدول (3) قيم Bx لهريس خشاف التفاح والمشمش، المحضرين بالطريقة الباردة والطريقة الساخنة، عند تراكيز سكر مختلفة وأزمنة تخزين مختلفة.

نلاحظ أنه كلما ازدادت نسبة السكر بالمحلول زادت قيمة T.s.s لهريس الخشاف، وذلك بسبب انتقال السكر من المحلول إلى الشرائح نتيجة اخلاف الضغط الأسموزي بين الوسطين، ويستمر هذا الانتقال حتى حصول التوازن بينهما [13]. كما نلاحظ أن العينات المحضرة بالطريقة الساخنة كان لها قيم T.s.s أعلى من العينات المحضرة بالطريقة الباردة، وذلك لأن المعاملة الحرارية تسرع العملية [13]. وبالتالي فإن العينات المحضرة بالطريقة الساخنة عند تركيز محلول سكري 40% كان لها قيم T.s.s أعلى من مقابلتها والمحضرة بالطريقة الباردة، وذلك طوال فترة التخزين.

جدول (3) قيم T.s.s لهريس خشاف التفاح وخشاف المشمش المحضر بالطريقة الباردة والساخنة، وبتراكيز سكر مختلفة، وخلال أزمنة تخزين مختلفة

طريقة تحضير المحلول السكري	تركيز المحلول السكري	زمن التخزين (يوم)	B_x	
			خشاف التفاح	خشاف المشمش
العينة الطازجة			0.09±12.0	0.06±14.1
على البارد	%20	7	0.06±13.4	0.08±14.5
		15	0.07±13.5	0.02±14.8
		30	0.09±13.6	0.19±14.9
	%30	7	0.13±14.9	0.15±17.8
		15	0.12±15.2	0.21±18.0
		30	0.09±15.3	0.1±18.1
	%40	7	0.12±18.0	0.08±19.9
		15	0.19±18.3	0.07±20.2
		30	0.15±18.3	0.08±20.3
على الساخن	%20	7	0.03±14.1	0.19±15.0
		15	0.09±14.2	0.15±15.3
		30	0.21±14.3	0.19±15.4
	%30	7	0.09±16.7	0.02±18.1
		15	0.09±16.9	0.08±18.4
		30	0.15±17.0	0.19±18.5
	%40	7	0.09±18.9	0.08±20.4
		15	0.13±19.0	0.13±20.7
		30	0.02±19.1	0.19±20.9

السكريات المرجعة:

من الجدول (4) نلاحظ أن العينات المحضرة بالطريقة الساخنة وتركيز السكر 40%، أعطت أعلى قيمة للسكر المرجع مقارنة مع العينات المحضرة بالطريقة الباردة عند نفس تركيز السكر، وقد يعود ذلك إلى تفكك السكروز أثناء المعاملة الحرارية بوجود حمض الليمون المضاف أثناء التحضير، ويزداد مردود هذا التفكك (المحتوي من السكريات المرجعة) بزيادة تركيز المحلول السكري، والمعاملة الحرارية.

الجدول (4) قيم السكريات المرجعة (%) لعينات خشاف التفاح وخشاف المشمش المحضر بالطريقة الباردة والساخنة، وبتراكيز سكر مختلفة، وخلال أزمنة تخزين مختلفة

طريقة تحضير المحلول السكري	تركيز المحلول السكري	زمن التخزين (يوم)	قيم السكريات المرجعة (%)	
			خشاف التفاح	خشاف المشمش
العينة الطازجة			0.15±13.50	0.21±15.00
على البارد	%20	7	0.1±18.37	6±20.18.55
		15	0.23±18.36	0.31±18.53
		30	0.31±18.35	0.31±18.52
	%30	7	0.22±19.35	0.21±20.27
		15	0.43±19.34	0.27±20.26
		30	0.21±19.33	0.17±20.25
	%40	7	0.23±22.56	0.16±20.35
		15	0.43±22.55	0.13±20.34
		30	0.55±22.54	0.19±20.33
على الساخن	%20	7	0.33±20.15	0.31±19.45
		15	0.32±20.14	0.19±19.44
		30	0.22±20.13	0.24±19.33
	%30	7	0.53±21.47	0.27±23.54
		15	0.42 ±21.45	0.15±23.52
		30	0.48±21.44	0.16±23.50
	%40	7	0.19±25.34	0.12±27.53
		15	0.25±25.32	0.19±27.52
		30	0.21±25.31	0.17±27.51

قياس اللون:

تم قياس اللون للعينات الطازجة لكل من التفاح والمشمش، بالإضافة إلى العينات المحضرة بالطريقتين الباردة والساخنة، وذلك عند تركيز محلول سكري متغير (20، 30، 40) % خلال التخزين .

يتعلق تغير اللون في العينات بالزمن المستهلك في تقشير العينات، والزمن الفاصل بين عملية التقشير وعملية الغمر في المحلول السكري، وتركيز المحلول السكري، والمعاملة الحرارية المطبقة [16].

نلاحظ من النتائج الموضحة في الجدول (5) حصول تغير بسيط في لون العينات المحضرة بالطريقة الباردة مقارنة مع العينات المحضرة بالطريقة الساخنة، ويعود ذلك إلى حصول الاسمرار الأنزيمي في شرائح التفاح (وبشكل أقل في حالة المشمش)، وذلك بسبب غناها بالمركبات الفينولية ووجود أنزيم بولي فينول أكسيداز PPO الذي ينشط عند تقشير وتقطيع الفواكه، وتسبب عملية الغمر في محلول مائي سكري بطء هذه العملية بسبب عزل الأنزيم عن الأكسجين الجوي [16]. وبينت النتائج أيضاً حصول تغير في اللون لعينات الخشاف المحضرة بالطريقة الساخنة مقارنة بالعينات الطازجة، وذلك خلال اليوم 7 من التخزين، ويعود ذلك إلى حصول إسمرار غير أنزيمي (تفاعل ميلارد) في شرائح الفواكه (وخصوصاً التفاح) بسبب غناها بالأحماض الأمينية والسكريات المرجعة التي تعد الركائز الأساسية لحدوث هذه التفاعلات بوجود الحرارة، التي تسبب تغير اللون (دكانة اللون)، تجدر الإشارة إلى أن شدة هذه التفاعلات تتعلق بزمن المعاملة الحرارية، ودرجة الحرارة المطبقة، وتركيز الأحماض الأمينية، والسكريات المرجعة في المادة، وهذه يفسر دكانة اللون في العينات المحضرة بالطريقة الساخنة تركيز 40% بشكل أكبر من التركيز 20% مع ثبات زمن ودرجة حرارة المعاملة الحرارية المطبقة

كما يلاحظ من النتائج أن تغير اللون مع التخزين بالنسبة للخشاف المحضر بالطريقة الساخنة كان معدوماً، وذلك لأن المعاملة الحرارية قد سببت تثبيط أنزيم PPO، وبالتالي توقف عملية الإسمرار الأنزيمي [16].

جدول (5) قيم اللون لخشاف التفاح وخشاف المشمش المحضر بالطريقة الباردة والساخنة، وبتراكيز سكر مختلفة، وخلال أزمنة تخزين مختلفة

طريقة تحضير المحلول السكري	تركيز المحلول السكري	زمن التخزين (يوم)	قيم اللون					
			خشاف التفاح			خشاف المشمش		
			L*	a*	b*	L*	a*	b*
العينة الطازجة			0.62±66.12	0.08±2.13	0.21±25.15	0.45±48.81	0.08±17.40	0.18±55.30
على البارد	%20	7	0.74±63.50	0.05±1.92	0.18±27.54	0.86±46.52	0.05±9.44	0.07±50.70
		15	0.86±63.19	0.08±1.93	0.16±27.57	0.81±46.48	0.22±9.93	0.12±50.69
		30	0.81±62.72	0.13±1.37	0.21±27.71	0.84±46.44	0.06±9.43	0.14±50.64
	%30	7	0.54±55.86	0.07±9.78	0.22±31.37	0.72±48.01	0.04±13.94	0.07±55.55
		15	0.64±55.79	0.08±9.79	0.21±31.34	0.68±47.95	0.06±13.94	0.32±55.53
		30	0.81±55.74	0.04±9.80	0.19±31.38	0.78±47.92	0.06±13.93	0.37±55.51
	%40	7	0.55±61.73	0.09±6.46	0.09±27.58	0.81±48.18	0.21±12.63	0.45±58.26
		15	0.42±60.19	0.08±6.65	0.17±27.62	0.84±48.38	0.11±12.61	0.41±58.04
		30	0.58±60.03	0.05±6.15	0.32±27.74	0.83±48.35	0.04±12.62	0.32±58.02
على الساخن	%20	7	0.55±60.05	0.21±3.61	0.25±27.41	0.78±8.46	0.05±8.85	0.21±49.02
		15	0.67±60.88	0.07±3.63	0.15±27.55	0.73±48.43	0.12±8.84	0.14±49.09
		30	0.65±61.07	0.07±3.64	0.23±27.28	0.82±48.43	0.18±8.82	0.25±49.13
	%30	7	0.56±56.40	0.06±3.57	0.12±26.97	0.91±46.49	0.20±8.54	0.17±52.38
		15	0.86±56.60	0.16±3.57	0.09±29.95	0.82±46.43	0.05±8.54	0.35±52.38
		30	0.75±57.01	0.04±3.32	0.14±26.06	0.86±46.37	0.07±8.54	0.11±52.34
	%40	7	0.96±65.73	0.04±1.61	0.24±23.68	0.99±50.98	0.16±10.98	0.18±55.95
		15	0.85±66.96	0.05±1.60	0.18±23.71	0.91±50.87	0.11±10.97	0.24±55.88
		30	0.87±66.99	0.07±1.60	0.32±23.75	0.85±50.84	0.12±10.97	0.13±55.90

القوام:

بينت النتائج الموضحة في الجدول (6) أن خصائص القوام كالصلابة وتماسك البنية في شرائح التفاح الطازجة كانت أكبر من حالة المشمش، وقد يعود ذلك إلى محتوى التفاح المرتفع من البكتين 1.5% مقارنة مع المشمش 1% ، حيث يعتبر التفاح من الفواكه الغنية بالبكتين مقارنة بالمشمش الذي يصنف ضمن الفواكه الفقيرة بالبكتين[1]، وتنخفض مؤشرات القوام مع تقدم نضج الفواكه، حيث ينخفض التماسك ويحصل تراجع في الصلابة كلما ازداد النضج، وذلك بسبب تغير بنية البكتين[17].

نلاحظ أنه كلما ازداد تركيز المحلول السكري المستخدم في العينات المحضرة بالطريقة الباردة، تحتفظ شرائح التفاح بخواص القوام المميزة كالصلابة وترابط وتماسك البنية، وبالتالي فإنّ عينات الخشاف المحضرة بالطريقة الباردة وتركيز السكر الأكبر (40%) حافظت على القوام بشكل أفضل من الطريقة الساخنة عند نفس التركيز.

كما نلاحظ أيضاً أن المعاملة الحرارية قد سببت تراجعاً في تماسك العينات، مقارنة مع العينات التي حضرت بالطريقة الباردة، سواءً في عينات خشاف التفاح أو المشمش، ويزداد هذا التراجع بزيادة تركيز المحلول السكري، وقد يعود ذلك إلى التغيرات في السكريات التي تحدث بسبب المعاملة الحرارية، وحدوث تغير في البنية النسيجية للثمار أثناء المعاملة الحرارية.

جدول (6) نتائج قياس القوام لخشاف التفاح وخشاف المشمش المحضر بالطريقة الباردة والساخنة، وبتراكيز سكر مختلفة، وخلال أزمنة تخزين مختلفة

طريقة تحضير المحلول السكري	تركيز المحلول السكري	زمن التخزين (يوم)	خشاف التفاح			خشاف المشمش		
			صلابة(N)	ترابط وتماسك(N)	متانة(N)	صلابة(N)	ترابط وتماسك(N)	متانة(N)
العينة الطازجة			0.034±19.766	0.028±0.825-	0.321±12.307	0.030±0.606	0.014±0.084-	0.072±0.202
على البارد	%20	7	0.019±9.962	0.056±0.299-	0.215±4.734	0.087±0.489	0.021±0.056-	0.085±0.244
		15	0.043±9.773	0.231±0.153-	0.265±4.682	0.045±0.453	0.013±0.042-	0.069±0.216
		30	0.022±9.681	0.039±0.109-	0.235±4.613	0.065±0.428	0.023±0.038-	0.075±0.198
	%30	7	0.029±10.162	0.063±0.331-	0.314±4.923	0.037±0.704	0.013±0.059-	0.071±0.275
		15	0.036±9.751	0.052±0.299-	0.351±4.691	0.012±0.693	0.011±0.053-	0.077±0.247
		30	0.082±9.439	0.048±0.229-	0.213±4.538	0.072±0.677	0.012±0.049-	0.081±0.218
	%40	7	0.044±11.658	0.096±0.363-	0.511±5.426	0.119±0.884	0.021±0.023-	0.091±0.420
		15	0.075±10.718	0.150±0.208-	0.274±5.029	0.056±0.795	0.041±0.015-	0.058±0.389
		30	0.046±10.422	0.057±0.143-	0.254±4.921	0.042±0.766	0.032±0.010-	0.081±0.367
على الساخن	%20	7	0.087±5.447	0.093±0.139-	0.231±2.932	0.118±0.822	0.011±0.028-	0.085±0.181
		15	0.022±5.124	0.014±0.107-	0.199±2.189	0.063±0.795	0.009±0.020-	0.019±0.101
		30	0.031±4.923	0.521±0.093-	0.235±1.873	0.052±0.720	0.009±0.018-	0.035±0.890
	%30	7	0.032±6.968	0.079±0.093-	0.246±3.118	0.048±0.858	0.021±0.068-	0.072±0.405
		15	0.036±6.798	0.215±0.089-	0.289±2.576	0.096±0.735	0.022±0.065-	0.075±0.349
		30	0.033±6.163	0.075±0.083-	0.315±2.156	0.057±0.621	0.019±0.061-	0.081±0.298
	%40	7	0.028±7.848	0.083±0.074-	0.289±3.392	0.150±0.751	0.021±0.029-	0.081±0.358
		15	0.046±6.956	0.054±0.063-	0.312±2.281	0.117±0.554	0.015±0.021-	0.074±0.246
		30	0.053±6.683	0.072±0.052-	0.216±2.263	0.045±0.439	0.013±0.020-	0.077±0.189

فيتامين C:

يوضح الجدول (7) قيم فيتامين C لعينات خشاف التفاح وخشاف المشمش المحضرين بالطريقة الباردة والطريقة الساخنة عند تراكيز سكر مختلفة وأزمنة تخزين مختلفة. نلاحظ أن كمية فيتامين C في المشمش أكبر من التفاح في العينات الطازجة، واحتفظ فيتامين C بثبات كميته بشكل نسبي في عينات المشمش خلال مرحلة التصنيع، وأيضاً خلال فترة التخزين مقارنة بالتفاح الذي انخفض محتواه من فيتامينCمع تقدم فترة التخزين، وقد يرجع ذلك إلى محتوى المشمش من حمض السيتريك الذي يساهم في زيادة ثباتية فيتامين C خلال مرحلة التصنيع والتخزين، مقارنةً مع التفاح الذي يحوي في تركيبه على حمض الماليك، حيث يعتبر حمض السيتريك أقوى كحمض من حمض الماليك (pka لحمض السيتريك أقل من حمض الماليك، وبالتالي يوفر وسطاً حمضياً أكبر يسبب زيادة ثباتية فيتامين C) [18]. كما يعتبر فيتامين C من الفيتامينات الحساسة للحرارة، حيث يتغير تركيبه ويفقد خواصه بشكل كبير كلما كانت درجة الحرارة التي تتم عندها المعاملة الحرارية أكبر ومدتها أطول، حيث كان الفقد في فيتامينCفي العينات المحضرة بالطريقة الساخنة أكبر من الباردة، وذلك بسبب تفككه بالحرارة [18]. وبالتالي فإن العينات المحضرة بالطريقة الباردة وتركيز 40% تعتبر الأمثل من حيث محتواها من فيتامين C.

جدول (7) كمية فيتامين C (mg/100g) في الخشاف التفاح وخشاف المشمش المحضر بالطريقة الباردة والساخنة، وبتراكيز سكر مختلفة، وخلال أزمنة تخزين مختلفة

طريقة تحضير المحلول السكري	تركيز المحلول السكري	زمن التخزين (يوم)	كمية فيتامين C (mg/100g)	
			خشاف التفاح	خشاف المشمش
العينة الطازجة			0.08±4.600	0.09±10.000
على البارد	%20	7	0.09±3.056	0.06±9.531
		15	0.35±3.050	0.07±9.520
		30	0.08±2.948	0.09±9.500
	%30	7	0.09±4.435	0.12±9.725
		15	0.13±4.360	0.13±9.718
		30	0.07±4.285	0.08±9.705
	%40	7	0.07±4.593	0.09±9.896
		15	0.11±4.563	0.19±9.832
		30	0.09±4.496	0.23±9.806
على الساخن	%20	7	0.07±2.874	0.05±9.486
		15	0.04±2.608	0.07±9.435
		30	0.12±2.567	0.09±9.419
	%30	7	0.12±3.225	0.10±9.225
		15	0.11±3.213	0.08±9.173
		30	0.14±3.110	0.11±9.102
	%40	7	0.09±4.467	0.35±9.097
		15	0.15±4.392	0.24±9.075
		30	0.9±4.317	0.17±9.043

6.الاستنتاجات والتوصيات:

أظهرت نتائج هذه الدراسة أن خشاف التفاح أو خشاف المشمش المحضر بالطريقة الباردة عند تركيز محلول سكري 40%، قد حافظ على خواص القوام المميزة للخشافات كالصلابة وترابط وتماسك البنية خلال فترة التخزين التي بلغت 30 يوماً، كما حافظت هذه العينات أيضاً على ثباتية فيتامين C، وذلك مقارنة مع العينات المحضرة بالطريقة الساخنة عند نفس التركيز.

وبالمقابل، تميزت عينات الخشاف المحضرة بالطريقة الساخنة وتركيز محلول سكري 40% بقيم رطوبة وفعالية مائية أخفض من العينات المحضرة بالطريقة الباردة، وذلك ابتداءً من اليوم 7 وحتى اليوم الأخير من التخزين (30 يوماً)، كما كان تغير اللون في هذه العينات خلال فترة التخزين شبه معدوم، وذلك بسبب تثبيط أنزيمات PPO بعملية السلق.

وأخيراً، تمّ تفضيل تصنيع خشاف التفاح أو خشاف المشمش بالطريقة الباردة وعند تركيز محلول سكري 40%، وذلك للمحافظة على خواص القوام المميز للخشافات وعلى قيمة تغذوية مرتفعة خلال فترة التخزين. ويوصى بما يلي:

1. التوسع في عملية تصنيع الخشافات، بحيث تشمل أصناف أخرى من الفواكه وذلك بهدف تأمينها في غير مواسمها، وتوفير طريقة حفظ بسيطة نوعاً ما للفواكه سريعة الفساد.
2. دراسة تعليب الخضار، بحيث يتم حفظ أصناف من الخضار كالبازيلاء في محاليل ملحية.
3. محاولة نقل هذه الدراسة للتطبيق العملي الصناعي، لأنها تعتبر وسيلة حفظ لمنتجات الفواكه أو الخضار لفترات طويلة بدون الحاجة إلى توفير ظروف تخزينية صارمة كالتبريد أو التجميد.

7.المراجع:

1. Hallabo, Saad; Badi, just; Bakhit, Mahmoud (2008). Food Industry Technology, Basics of Food Preservation and Manufacture, Academic Library, Egypt .(Arabic)

2. Egyptian Standard Specification No. 129. (2005). Preserved fruit products - Egyptian General Organization for Standardization and Quality .(Arabic)

3. Al-Saad, Ali, 2009, Canning and Cooling Fruits and Vegetables, Theoretical Department, Food Processing Department, Cairo University Publications. (Arabic)

4 .Sehrawat, R., Khan, K. A., Goyal, M. R., & Paul, P. K. (Eds.). (2018). Technological Interventions in the Processing of Fruits and Vegetables. CRC Press.

5.Jongen, W. (Ed.). (2002). Fruit and vegetable processing: improving quality. Elsevier.

6. alwazir, Dredd, (2011). Vegetable and Fruit Technology, Theoretical Department, Faculty of Chemical and Petroleum Engineering - Al-Baath University Publications. Syrian Arab Republic. (Arabic)

7. AACC. (2000). Approved methods of American Association of Cereal Chemists (8th ed.). American Association of Cereal Chemists, St. Paul, MN, USA.

8. Belitz, H. D., Grosch, W., & Schieberle, P. (2009). Fruits and fruit products. Food chemistry, 1009-1079.

9. alwazir, Duraid, (2011). Technology of vegetables and fruits, Department of Practicality, Faculty of Chemical and Petroleum Engineering - Al-Baath University Publications. Syrian Arab Republic . (Arabic)

10. Al-Baqoni and Saad, (1997). Food Chemistry, Department of Practicality, College of Chemical and Petroleum Engineering - Al-Baath University Publications. Syrian Arab Republic. (Arabic)

11.AOAC (2006). Association of official Analytical Chemists. Official Methods of Analysis. (17th Ed.) Mary land. U.S.A.

12. Yadav A.k.k. and Singh S.V.(2012). Osmotic dehydration of fruits and vegetable s: a review. J Food Sci Technol

13. Matusek A. And Merész P.(2002). Modelling Of Sugar Transfer During Osmotic Dehydration Of Carrots. Periodica Polytechnica Ser. Chem. Eng. Vol. 46, No. 1–2, PP. 83–92

14. Nyangena, I., Owino, W., Ambuko, J., Imathiu, S. (2019). Effect of selected pretreatments prior to drying on physical quality attributes of dried mango chips. Journal of Food Science and Technology, 1-10.

15. Chen W. S., Liu D.C. and Chen M.T.(2002). Effects of High Level of Sucrose on the Moisture Content, Water Activity، Protein Denaturation and Sensory Properties in Chinese-Style Pork Jerky. J. Anim. Sci. Vol 15, No. 4 : 585-590

16. Jeantet R., Croguennec T., Schuck P. and Brulé G.(2016). Enzymatic Browning. Handbook of Food Science and Technology 1: Food Alteration and Food Quality: 160-181

17. Hajnal V., Szalay l., németH Sz., Ficzek G., BujdoSó G. and tótH m.(2012). Changes In The Fruit Texture Parameters And Composition Of Apricot Cultivars During Ripening. Acta Alimentaria, Vol. 41,pp. 73–82

18. Oyetade, O.A., Oyeleke, G.O., Adegoke, B.M. and Akintunde, A.O. (2012). Stability Studies on Ascorbic Acid (Vitamin C) From Different Sources. IOSR Journal of Applied Chemistry (IOSR-JAC), Volume 2, Issue 4, PP 20-24 .

دراسة خصائص ألياف الصبار سالميانا *Agave Salmiana* المتواجد في الساحل السوري

د.م.: راميه المحمد، قسم هندسة الغزل والنسيج، كلية الهندسة الكيميائية والبترولية، جامعة البعث.

ملخص البحث:

يقدم هذا البحث، دراسة عن السلوك الميكانيكي لألياف طبيعية مستخرجة من نبات أغاف السالميانا والمتواجد بكثرة في سوريا. حيث أظهرت النتائج الخصائص الميكانيكية المميزة لهذه الألياف من الاستطالة حتى القطع، معامل يونغ وكذلك متانة الألياف و تمت دراسة هذه الخصائص بعد قياس أقطار الألياف المدروسة.

تسمح هذه الدراسة بتوصيف ألياف السالميانا و مقارنتها مع الألياف النسيجية وخصوصاً الألياف التي تستخدم في التطبيقات التقنية مثل المواد المركبة أو الجيوتكستايل.

كذلك أجريت دراسة إحصائية على نتائج الخصائص الميكانيكة لكل جزء من ورقة أغاف السالميانا لمعرفة فيما إذا كان هناك تقارب في القيم، فوجدنا أنه بالنسبة قوة القطع للألياف هي موحدة على كامل الورقة بينما الاستطالة حتى القطع وقيم المتانة تختلف من جزء لآخر ولذلك يتوجب علينا خلط جميع ألياف الورقة قبل البدء باستخدامها.

الكلمات المفتاحية : أغاف سالميانا، الخصائص الميكانيكية، ألياف طبيعية.

Characterization of the Fibers of Agave Salmiana Located in Syria

Abstract:

In This paper, the results of mechanical behavior study of natural fibres extracted from the agave Salmiana plant, the most abundant variety in Syria, are presented. These results deal with the principal mechanical characteristics of these fibers which are the elongation at break, the elasticity modulus, tensile strength.

These results permitted to situate these fibres, compared to the other textile fibers, as materials that can be used in technical applications such as reinforcing or geotextile.

In order to compare the mechanical properties of these fibres from the different parts of the plants, a statistics study was done. The obtained results showed that the tensile strength is the same between the different parts of the plant, while the elongation at break and tenacity are not the same that's why we have to mix the fibres before using.

Key words: Agave Salamiana, Mechanical properties, Natural fibers.

1. مقدمة Introduction:

تصنف الألياف النسيجية إلى مجموعتين أساسيتين : الألياف الطبيعية والألياف الصناعية، تنقسم كل مجموعة لعدة أنواع فالألياف الطبيعية تضم ألياف نباتية وألياف حيوانية، بينما الألياف الصناعية تضم ألياف تحويلية و ألياف تركيبية. [1]

على الرغم من العدد الكبير للألياف النسيجية إلا أن الحاجة لإيجاد ألياف جديدة كان مطلب الصناعيين والباحثين. لذلك كان التوجه لإيجاد ألياف ذات خصائص فيزيائية، ميكانيكية تلبي متطلبات المنتجات الجديدة ذات الاستخدامات التقليدية و التقنية.

تم التوجه لدراسة أحد أنواع الصبار حيث أوضحت بعض الدراسات أن هناك 300 نوع من الصبار تنبت في جميع مناطق العالم.[2]

تختلف أنواع الصبار حسب عدد الأوراق ،عدد الأشواك، الحجم ،المظهر والبنية. يمكن بشكل عام، تصنيف أهم أنواع الصبار المستخدمة في الصناعات الطبية، الصحية، الغذائية و النسيجية كما يلي:

1. الأوليفيرا: من أهم نباتات الفصيلة الزنبقية، وهو نبات معمر، أوراقه قاعدية شوكية متجمعة وتظهر من التربة على هيئة باقة رمحية يتراوح طولها ما بين 20–30 سنتمتر، وهو أكثر نباتات الصبار شيوعاً في الاستخدامات الطبية والتجميلية [3].
2. الساجوارو: أو الصبار العملاق وهو أكبر صبار ينمو في الولايات المتحدة، حيث ينمو بشكل أعمدة طويلة و يمكن أن طول النباتات إلى أكثر من 12 متراً. تم استخدامه لعدة قرون بين الهنود كمصدر للطعام والشراب والعديد من الاستخدامات الأخرى[4].

3. التين الشوكي: نوع من أنواع الصبار، موطنهُ الأصلي دول أمريكا الجنوبية مثل الارجنتين، وهو يزهر في الصيف لينتج ثماراً معروفة بفائدتها الغذائية، كما يحتاج لتربة جيدة التهوية [4].

4. فيورسيريلا: من الأنواع النادرة، ساقة قصيرة جداً والأوراق طويلة عريضة سيفية متراكمة فوق بعضها، زهرته طويله جداً بيضاء اللون. يمكن تربيته في أماكن نصف ظليلة[3].

5. سيراسيولا: أوراقه سميكة مستديرة لحد ما وصلبة، السطح السفلي مبرقش والحواف ملساء، أزهاره كبيرة لونها وردي، يستخدم للزينة في الحدائق [5].

6. البروفوليم: أوراقه متقابلة في حلقات مبرومة لتشكل ما يشبه الزهرة، لونها قرنفلي فاتح مبرقشه بالأخضر والأزهار حمراء برتقالية، يزرع في الحدائق الصخرية والمناطق الجافة[5].

7. الأغاف: هو صبار من النباتات الصحراوية تنتمي إلى عائلة أحادية الفلقة. نبات الأغاف عديم الساق تقريباً، أوراقه متراكمة فوق بعضها البعض ذات حواف مسننة باللون الأبيض أو الأصفر تنتهي الورقة بشوكة طرفية.

يعد الأغاف النوع الوحيد من أنواع الصبار الذي أثبت إلى الآن وجود الألياف في بعض أنواعه: مثل أغاف أمريكانا، أغاف مارجيناتا و أغاف السالميانا.

يوجد أنواع مختلفة لصبار الأغاف حيث يوضح الشكل التالي بعض أنواع الأغاف الموجودة عالمياً[6].

الشكل (1) : بعض أنواع الأغاف[3]

صبار الأغاف:

يتميز نبات الأغاف بأوراق شوكية تحتوي أنواعًا مختلفة من الألياف ولا تحتاج إلى رعاية دقيقة حيث تتكون ألياف الأغاف بشكل أساسي من حوالي 80٪ سليلوز، 15٪ لجنين و 5٪ هيميسليلوز بالإضافة لوجود مكونات مثل البكتين والشموع والمواد القابلة للذوبان في الماء. يعتمد التركيب الكيميائي لهذا النوع من الصبار على عوامل مختلفة مثل نوع التربة المستخدمة، الظروف الجوية وعمر الألياف الطبيعية. [7,8]

من بين جميع هذه الأنواع يوجد نوعين مستخدمين سابقاً من أنواع الأغاف في الصناعة وهما Agave Sisalana L والتي يتم الحصول منها على ألياف سيزال Sisal و Agave Fourcroydes التي يتم الحصول منها على ألياف هينيكين[9] .

لذلك تم التوجه لدراسة أحد أنواع الصبار ويسمى صبار سالميانا Salamiana الذي يعيش في أماكن مختلفة من العالم ومنها سوريا. حيث يزرع في بلادنا للزينة في الحدائق العامة ويتميز هذا النبات بطول ورقه الذي يمكن أن يصل إلى مترين كما هو موضح في الشكل (2).

الشكل (2) : صبار السالميانا

تتمتع ألياف الأغاف بخصائص ميكانيكية جيدة وكذلك متانة عالية. يوضح الجدول التالي مقارنة بين الخصائص الميكانيكية لبعض الألياف الطبيعية [10].

الجدول (1): مقارنة الخصائص الميكانيكية لبعض الألياف النسيجية

Fibres	Tenacity (cN/tex)	Strain (%)	Initial modulus (N/tex)	Work facture (mN/tex)
Agave Americana L.	**28.3**	**49.64**	**0.61**	**15.4**
Sisal	36 – 45	2 – 3	25 – 26	-
Henequen	20 – 24	3.5 – 5	-	-
Flax	23 – 24	2.7 – 3.3	18	8
Jute	26 – 51	1.2 – 1.9	17.2	2.7
Coton	26 – 44	3 – 10	5	10.7
Wool (Botany 645)	11	42.5	2.3	30.9
Glass fibres -E	75	2.5	29.4	9.8
PET (HT)	56	7	13.2	22

نلاحظ من الجدول أن قيم الخصائص الميكانيكية لألياف الأغاف أمريكانا و سيزال تجعل منها مؤهلة كمصدر مهم لألياف النسيج.

2. هدف البحث : The Aim of Research

يهدف البحث إلى استخراج ألياف صبار سالميانا و دراسة خصائصه الفيزيائية والمورفولوجية والميكانيكية وبالتالي الوصول لنتيجة إمكانية استخدامه أم لا في الصناعات التقنية مثل استخدامه في Geotextile أو مثلاً المواد المستجدة Biodegrable .

3. مواد وطرق البحث:

1.3 المواد :Materials

صبار السالميانا Salamiana agave

هو نبات دائم الخضرة يتميز بأوراق خضراء داكنة كبيرة مع هوامش حادة، يزهر مرة واحدة كل 15–25 سنة.

هو نبات شديد التحمل للجفاف، حيث يتم ريه كل 2 إلى 3 أسابيع في الصيف حيث بدأت زراعته في حدائق و صحارى وسط أريزونا وكذلك وسط وجنوب المكسيك. بعدها تمت زراعته في الدول ذات الظروف المناخية للبحر الأبيض المتوسط مثل إسبانيا و شمال إفريقيا وكذلك سورية. يمكن الاستفادة من صبار السالميانا في :

- يستخدم النسغ المستخرج من برعم الأزهار في تخمير مشروب كحولي.
- تستخدم الأوراق المعمرة في صناعة الأربطة.
- تتكون الجذور من مادة الصابونين و هي بديل جيد للصابون.

2.3 طرق البحث:

1.2.3 استخراج الألياف :

تم البدء بالعمل على ثلاث أوراق من صبار سالميانا، بحيث قطعت كل ورقة إلى ثلاثة أجزاء متساوية وسميت كالتالي: الجزء القريب من الجذر B ، الجزء الأوسط M ، الجزء العلوي H.

تم استخراج ألياف كل جزء بشكل يدوي حتى الحصول على كمية تكفي لإجراء الاختبارات جميعها. كان الاستخراج سهلاً ولكن بقي القليل من المادة الخضراء (اللجنين) على الألياف لذلك تم التوجه للخطوة التالية وهي غسيل الألياف المستخرجة.

الشكل (3) : استخراج الألياف

2.2.3 غسل الألياف المستخرجة :

تم غسل الألياف بمياه مقطرة ومن ثم نقعها لمدة ساعتين، بعد ذلك تم سحب كل ليف لوحده حتى يتم فصل الألياف المتلصقة وكذلك إزالة بقايا اللجنين على الليف.

جففت الألياف في هواء المخبر في الشروط النظامية (درجة حرارة 20 درجة سيلسيوس و 65 % رطوبة) وبذلك كانت الألياف جاهزة للاختبارات.

الشكل (4) : عينة ألياف مستخرجة من أغاف السالميانا

3.2.3 فحص الألياف باستخدام المجهر الالكتروني الماسح SEM :

يتميز المجهر الالكتروني بقدرته التكبيرية العالية و ذلك لاستخدام إشعاع الكتروني مكون من حزمة الكترونات عالية الطاقة تصطدم عمودياً بسطح العينة المدروسة ومن ثم يتم جمع الإشارات المنعكسة عن العينة بواسطة كواشف.

الشكل (5) : المجهر الالكتروني SEM

تم فحص عينات من الألياف مستخرجة من الأجزاء الثلاثة H،M،B بالمجهر الاكتروني بتكبير 300× و 1000× سوف نوضح صور لليفين من كل جزء.

4.2.3 قياس قطر الألياف:

تم استخدام برنامج Image J لمعرفة أقطار 10ألياف من كل جزء بعد قياسها على المجهر الالكتروني حيث يعتبر هذا البرنامج من البرامج الهامة في تحليل ومعالجة الصور العلمية، حيث يمكن من خلاله حساب أبعاد ومسافات على الصورة وفقاً لمقياس رسم مناسب يعطي القيمة الحقيقية لهذا البعد وفقاً للواحدة المستخدمة. تم استخدامه لتحليل صور العينات المجهرية الناتجة.

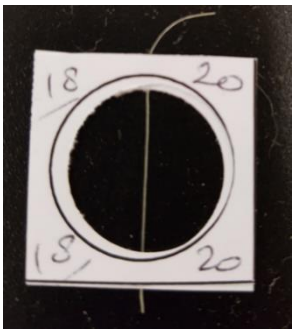
5.2.3 قياس الخصائص الميكانيكية :

تم استخدام آلة الشد MTS المجهزة بحساس N10 لقياس الخصائص الميكانيكية للألياف المفردة المستخرجة بسرعة 10 mm/min.

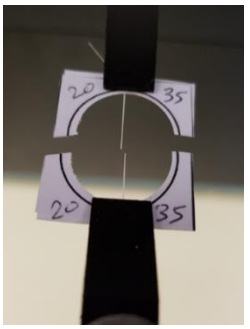
الشكل (6) : آلة الشد MTS

بدايةً، لم نتمكن من تثبيت الألياف بشكل مباشر بين مقابض الجهاز، لذلك تم تصميم إطار من الكرتون وتثبيت الليف المقاس قطره سابقاً بداخله كما هو موضح في الشكل

(7)، ثم قص الجهة اليمنى واليسرى للإطار قبل البدء بالاختبار بعد تثبيته بين مقابض الجهاز.



الشكل (7) : يوضح الليف داخل الإطار



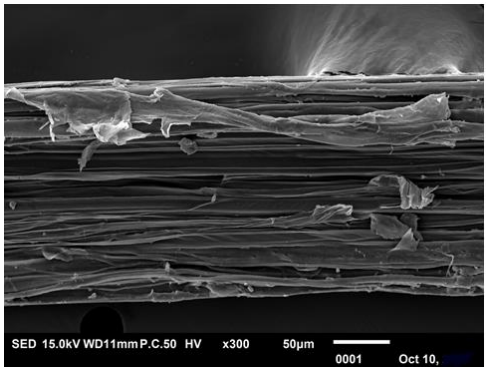
الشكل (8) : يوضح تقطع الخيط بين مقبضي الجهاز

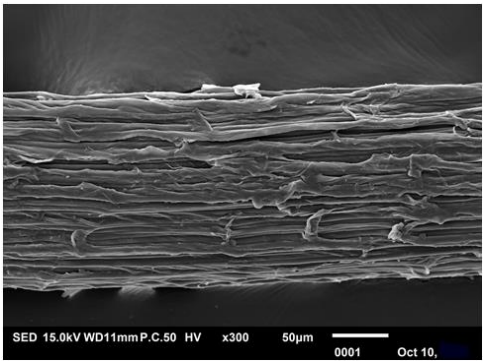
تم إجراء الاختبار على 10 ألياف من كل جزء من أجزاء ورقة أغاف سالميانا.

4. النتائج ومناقشتها :

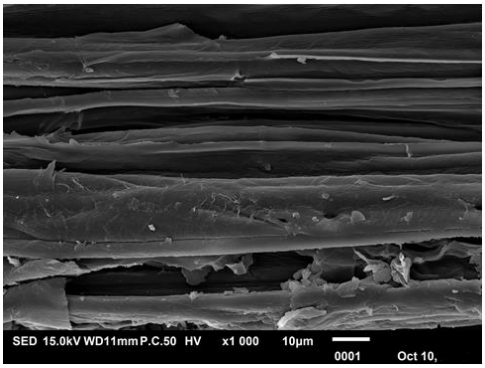
1.4 باستخدام المجهر الالكتروني الماسح تم الحصول على الصور التالية لكل جزء من الورقة:

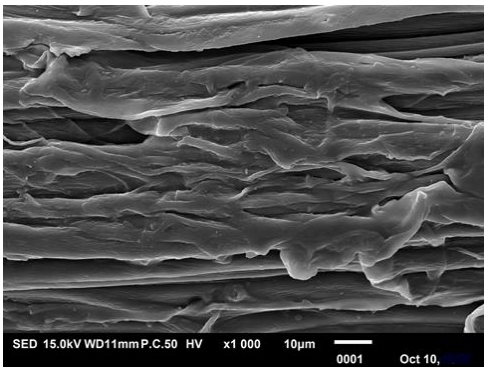
1.1.4 صور الجزء السفلي B من أغاف سالميانا:





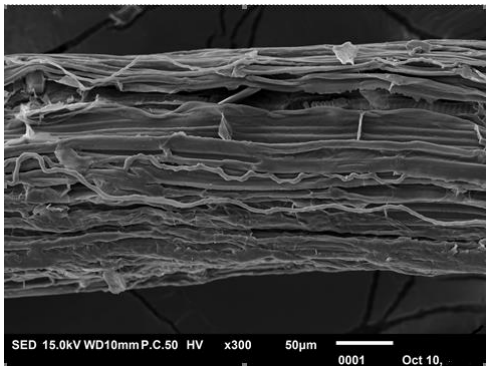
الشكل(9):الليف الأول من الجزء B بتكبير 300× الشكل(10):الليف الثاني من الجزء B بتكبير 300×

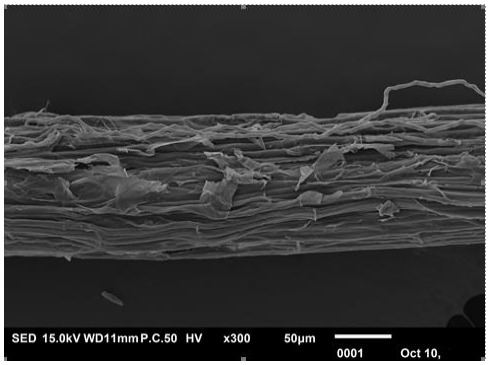




الشكل(11):الليف الأول من الجزء B بتكبير 1000× الشكل(12):الليف الثاني من الجزء B بتكبير 1000×

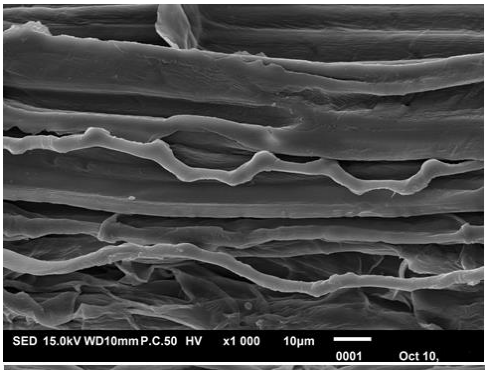
2.3.4 صور الجزء الأوسطM من أغاف سالميانا:

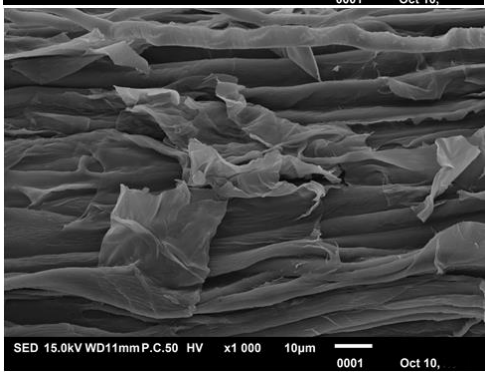




الشكل(13):الليف الأول من الجزء M بتكبير 300 ×

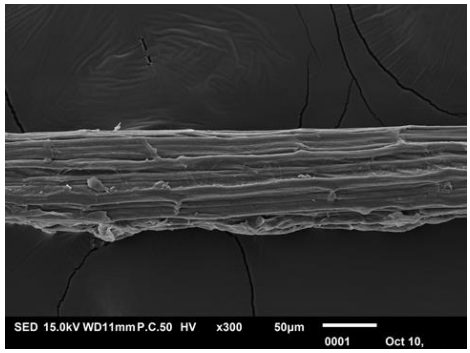
الشكل(14):الليف الثاني من الجزء M بتكبير 300×



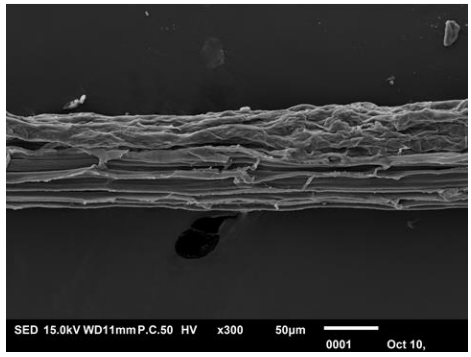


الشكل(15):الليف الأول من الجزء M بتكبير1000× الشكل(16):الليف الثاني من الجزء M بتكبير1000×

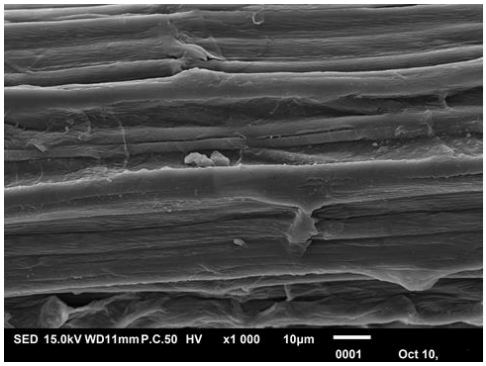
3.3.4 صور الجزء العلوي H من أغاف سالميانا:

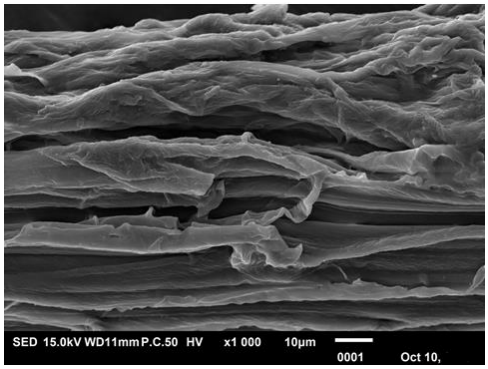


الشكل(17):الليف الأول من الجزء H بتكبير 300×



الشكل(18):الليف الثاني من الجزء H بتكبير 300×





الشكل(19):الليف الأول من الجزء H بتكبير 1000× الشكل(20):الليف الثاني من الجزء H بتكبير 1000×

بملاحظة الأشكال السابقة من الشكل 9 إلى الشكل 20 أنه لا يوجد أي فارق مرئي ملحوظ بين الأجزاء الثلاثة لورقة أغاف السالميانا.

تظهر الألياف ناعمة ومفردة و لكن نلاحظ بقاء القليل من مادة اللجنين حول الليف ماعدا الجزء السفلي الذي كان نظيفاً تماماً كما هو واضح في الشكل 9. لذلك يتوجب علينا إيجاد طريقة أخرى لتنظيف الألياف بعد استخراجها.

2.4 قطر الألياف : تم قياس قطر الخيط ل 10 ألياف من كل جزء وكانت النتائج كالتالي بواحدة µm:

الجدول(2): متوسط أقطار ألياف الأجزاء الثلاثة

	الجزء السفلي B	الجزء الأوسط M	الجزء العلوي H
متوسط قطر الألياف	47,65	43,25	35,65
الانحراف المعياري	9,68	5,38	4,86
معامل الاختلافCV%	20,32	12,45	13,65

من أجل معرفة فيما إذا كان هناك فرق واضح بين أقطار ألياف الأجزاء الثلاثة كان لابد من أن نجري اختبار إحصائي لمعرفة تجانس متوسط الأقطار لكامل الورقة.

تم استخدام قانون فيشر و الذي اعتبر القيمة الاحتمالية تساوي 0.05 أي تقريباً القيمة 1.65 كحد أقصى في الحكم على ما إذا كان الانحراف ذو أهمية أم لا [11].. يتم التحقق من خلال تطبيق القانون التالي :

$$z = \frac{\overline{x1} - \overline{x2}}{\sqrt{\left(\frac{\partial^2}{100}\right)_{x_1} + \left(\frac{\partial^2}{100}\right)_{x_2}}}$$

فإذا كانت $Z > 1.65$ نقول أن هنالك فرق واضح بين الأقطار.

الجدول (3) : دراسة إحصائية لمتوسط أقطار الألياف

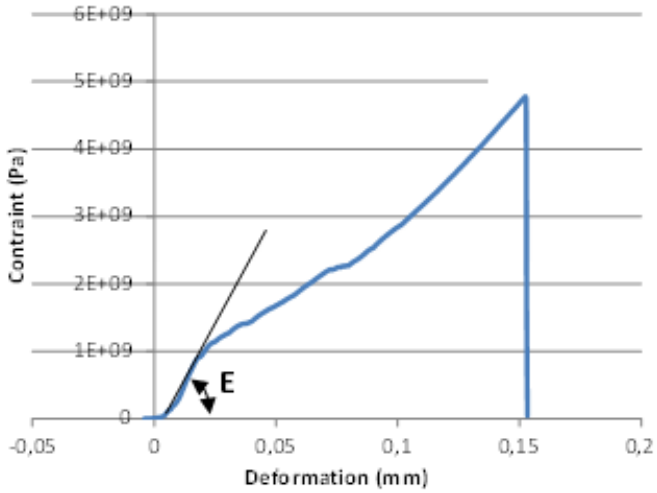
	X	6	6^2	$6^2/100$	6 X1-X2	Z
الجزء السفليB	47.65	9.68	93.79	0.94	1.11	7.84
الجزء الأوسطM	43.25	5.39	29.04	0.29	0.7	10.46
الجزء العلوي H	35.65	4.87	23.71	0.24	1.1	11.07

من الواضح أن هناك فرق واضح بين أقطار الألياف في الأجزاء الثلاثة و لذلك يتوجب خلط جميع الألياف مع بعضها البعض من الأجزاء الثلاثة في مرحلة الغزل.

3.4 الخصائص الميكانيكية :

أجرينا اختبار الشد على 10 ألياف لكل جزء من أغاف سالميانا على آلة الشد، حيث وضعنا كل خيط مفرد داخل إطار والذي تم قصه من الجهة اليمينية واليسارية قبل البدء بالاختبار.

نخضع العينة لشد أولي ومن ثم يبدأ الاختبار حتى القطع، نحصل على منحني التشوه– الانفعال الموضح في الشكل(21) لكل عينة.



الشكل(21): منحني التشوه

يوضح الشكل (21) سلوك الليف حتى الوصول للحظة التمزق، حيث نلاحظ من الشكل قيمة الاستطالة حتى التمزق أعلى من معظم الألياف الطبيعية.[9]

من خلال هذه التجارب تم تحديد الخصائص الميكانيكية لألياف أغاف السالميانا من حيث قوة القطع، الاستطالة عند التمزق، معامل يونغ وكذلك المتانة. موضحة في الجداول التالية :

1.3.4 الخصائص الميكانيكية للجزء السفلي B

الجدول (4) : الخصائص الميكانيكية للجزء السفلي

	قطر الليف µm	القطر Tex	قوة القطع CN	الاستطالة حتى القطع %	المتانة CN/TEX
المتوسط	42.80	2.09	338.71	26.44	211.72
الانحراف المعياري	12.17	1.20	108.96	10.81	148.39
معامل الاختلافCV%	28.43	57.34	32.17	40.89	70.09

2.3.4 الخصائص الميكانيكية للجزء الأوسط M

الجدول (5) : الخصائص الميكانيكية للجزء الأوسط

	قطر الليف µm	القطر Tex	قوة القطع CN	الاستطالة حتى القطع %	المتانة CN/TEX
المتوسط	36.80	1.57	344.16	18.50	276.48
الانحراف المعياري	11.63	1.09	79.09	5.00	101.25
معامل الاختلافCV%	31.59	69.22	22.98	27.04	36.62

3.3.4 الخصائص الميكانيكية للجزء العلوي H

الجدول (6) : الخصائص الميكانيكية للجزء العلوي

	قطر الليف µm	القطر Tex	قوة القطع CN	الاستطالة حتى القطع %	المتانة CN/TEX
المتوسط	50,00	3,00	401,48	16,91	174,21
الانحراف المعياري	18,43	2,21	155,32	5,03	80,69
معامل الاختلافCV%	36,86	73,61	38,69	29,76	46,32

لمعرفة فيما اذا كان هناك فرق في الخصائص الميكانيكية بين الأجزاء الثلاثة B ،M، H، نستخدم قانون Student Fisher.

حيث تكون Z الجزء السفلي : تحليل الفرق بين الجزء السفلي والجزء الأوسط، كذلك Zالجزء الأوسط: تحليل الفرق بين الجزء الأوسط والجزء العلوي، Z الجزء العلوي: تحليل الفرق بين الجزء العلوي والجزء السفلي.

تم تحليل الفرق بين الأجزاء الثلاثة بالنسبة لقوة القطع،الاستطالة حتى القطع و المتانة فكانت النتائج كالتالي:

الجدول (7) : دراسة إحصائية لقوة القطع

	X	6	6^2	$6^2/100$	6 X1-X2	Z
Bالجزء السفلي	338.712	108.9623	11872.78	118.73	13.5	0.40
Mالجزء الأوسط	344.16	79.08944	6255.14	62.55	10.9	1.234482
H الجزء العلوي	330.72	74.81896	5597.877	55.98	13.2	0.604646

الجدول (8) : دراسة إحصائية للاستطالة حتى القطع للأجزاء الثلاثة

	X	6	6^2	$6^2/100$	6 X1-X2	Z
Bالجزء السفلي	26.44	10.81022	116.8608	1.17	1.2	6.67
Mالجزء الأوسط	18.5	5.002083	25.02083	0.25	0.7	1.534306
H الجزء العلوي	17.5	4.178317	17.45833	0.17	1.2	7.713803

الجدول (9) : دراسة إحصائية لمتانة الألياف للأجزاء الثلاثة

	X	6	6^2	$6^2/100$	6 X1-X2	Z
Bالجزء السفلي	211.7161	148.3913	22019.97	220.20	18.0	3.61
Mالجزء الأوسط	276.4791	101.2485	10251.27	102.51	18.9	3.432822
H الجزء العلوي	347.8037	159.1873	25340.59	253.41	21.8	6.25331

يظهر الجدول أنه لايوجد فرق بين أجزاء الورقة بالنسبة لقوة القطع بينما يظهر الجدولين فرق واضح بين أجزاء الورقة من حيث الاستطالة عند القطع والمتانة. نستنتج أنه يجب خلط جميع ألياف الورقة مع بعضها البعض في مرحلة الغزل.

5 الاستنتاجات والمقترحات:

1.5 الاستنتاجات:

أظهرت الخصائص الميكانيكية لعينة الألياف المستخرجة من نبات الأغاف المتواجد بكثرة في سوريا، إمكانية استخدامها لخصائها المميزة مقارنة بباقي الألياف.

- بلغ قطر الليف وسطياً حوالي 40 µm وهي قيمة قريبة من قطر ليف الكتان (18-80 µm)
- بلغت قيمة متانة هذه الألياف 276 Cn/tex لألياف الجزء الأوسط وتعتبر هذه القيمة عالية مقارنة مع متانة باقي الألياف الطبيعية، الجدول (2).
- أظهرت الاستطالة عند التمزق لألياف السالميانا قيمة مرتفعة مقارنةً بالألياف الطبيعية الأخرى وتميزت بمتانة عالية.
- من الناحية المورفولوجية ظهرت ألياف السالميانا بمقطع منتظم ناعم خالي من الفراغات.

وبالتالي يوجد إمكانية لاستخدام ألياف سالميانا في مجال الغزل والنسيج.

2.5 المقترحات :

1 استخراج الألياف بطرق أخرى مثل الطريقة الميكانيكية أو الأنزيمية لتقليل كمية اللجنين المتبقية على الألياف المستخرجة.

2 دراسة الخصائص الميكانيكية لأنواع أخرى من الأغاف وإجراء المقارنة بينها.

3 دراسة إمكانية استخدام ألياف الأغاف في المواد المركبة والأقمشة غير المنسوجة.

4 دراسة إمكانية استخدام ليف الأغاف في صناعة الحرير الصناعي.

6 المراجع العلمية

1. HAMOUD M., 2020-Fibres Science. Al Baath University, Syria, pp: 41-161.
2. CHAABOUNI Y., DREAN J-Y., MSAHLI S. and SAKLI F., 2006 -Morphological Characterization of Individual Fiber of Agave Americana L. Textile Research Journal, 76, (5): 367-374.
3. GUENDO L., FLORE Z., April 2001-Europeenne, agave Americana Fibre, Hachette, article, Paris, pp: 914-918.
4. ENGELMANN G., RODRIGUEZ E., 2018- Cactus Plant, (Family Cactaceae). United States, pp: 127.
5. CHATTOPADHYAY D.P., KHAN J.S.2012-Agave Americana: A New Source of Textile Fibre. united states,pp:33-36.
6. GENTRY H., 2008-The Agave Family. University of Texas, United States, PP: 55-56.
7. NAVA N., July 2014-Agave biotechnology. United State, PP: 3-13.
8. ALLISON A., 2014- The Definition of Agave Fiber. New-Delhi, PP: 3-4.
9. BEN BRAHIM S., 1998- Elaboration d'un Matériau

Composite à base de Fibres d'Agave, Tunis : ENIT.

10. ORTEGA Z., CASTELLANO J., and SUAREZ L., 2019- Characterization of Agave Americana L. Plant as Potential Source of Fibers for composites Obtaining, Switzerland, Springer Natural Journal.
11. CARBON M., 2015-STT-2300, Analyse de la Variance, Laval university.

تحسين عملية عزل المخاريط المائية باستخدام الحقن المزدوج في بعض الحقول السورية

طالب الماجستير: م. محمد الشيخ ماجستير في هندسة مخزون وإنتاج ونقل النفط

كلية الهندسة الكيميائية والبترولية – جامعة البعث

إشراف الدكتور: يوسف رجوب

الملخص

يقل معدل إنتاج البئر و يمكن أن ينعدم في بعض الحالات و ذلك أثناء استثمار الطبقات المنتجة الحاملة للنفط ، و يتحول الإنتاج من البئر إلى مياه طبقية على الرغم من بقاء كميات كبيرة من النفط في الطبقة المستثمرة ، وهذه الحالة تعرف بانغمار الطبقة المنتجة بالماء أو الغاز التي قد تأتي من الطبقة نفسها بسبب التقدم الطبيعي للمياه أو نتيجة استثمار الطبقة المنتجة بمعدلات عالية .

يهدف البحث إلى دراسة طريقة جديدة في عزل المخاريط المائية من خلال الحقن المزدوج باستخدام المواسير المرنة من خلال اختيار سائلي المعالجة والحماية المناسبين واجراء دراسة اقتصادية من أجل معرفة مدى الاستفادة من هذه الطريقة.

الكلمات المفتاحية : المخاريط المائية ، صيانة الآبار، الحقن المزدوج ، المواسير المرنة .

Enhancing the Isolation Process Of Water Coning Using A Double-Injection Method In some Syrian Fields

Abstract

The rate of well production is reduced and may be absent in some cases during the formation recovery.

Production from the well turns into water or gas, although large quantities of oil remain in formation. This situation is known as flooding the producing layer with water or gas, which may come from the same layer due to natural progress of water or as a result of high rates of oil recovery from production layers.

The research aims to study a new method for isolating water coning through double injection using coiled tubing by selecting the appropriate treatment and protective fluids and conducting an economic study to know the benefit of this method.

Key words : Water coning , Well workover , The dual injection , Coiled tubing .

1 – المقدمة :

يمكن أن يقل إنتاج البئر من النفط أو ينعدم في أثناء استثمار الطبقات الحاملة للمركبات الهيدروكربونية حيث ينتج الماء مع أن الطبقات ما زالت تحوي كميات هامة من النفط وهذا ما يطلق عليه بانغمار الطبقة المنتجة بالماء التي قد تأتي من الطبقة نفسها بسبب التقدم العادي للمياه (الانغمار التدريجي لشبكة الآبار) أو نتيجة التقدم غير العادي لهذه المياه وقدومها من مناطق أخرى وإن من أفضل الطرق المستخدمة في عزل المخاريط المائية هي الطرق الكيميائية (اسمنت، سيليكات، بولميرات).

من سلبيات استخدام الطرق الكيميائية:

1. تقليل نفوذية المجال النفطي .
2. ضرورة إعادة تنشيط المجال النفطي (تحميض ، تشقيق ثم إجراء عملية الغسيل).
3. قد تحدث مشاكل غير متوقعة (تأخر زمني) يسبب تغير في مواصفات موائع المعالجة.
4. خطورة حدوث الاستعصاء أثناء تنفيذ عملية العزل .
5. تأثير هذه المواد الكيميائية على عمليات الاستثمار المدعم (الإنتاج الثالثي) التي يمكن أن يخضع لها المكمن لاحقاً.

2 – هدف البحث :

يهدف هذا البحث إلى تقليل من سلبيات الطرق الكيميائية من خلال طريقة الحقن المزدوج من خلال:

1. تحقيق عملية عزل جيد للمخاريط المائية

2. حصر تأثير سائل المعالجة في المجال المائي.
3. الحفاظ على مواصفات الطبقة المنتجة وتحسينها عن طريق استخدام مائع حماية.
4. زيادة سرعة العملية باستخدام الحقن المزدوج.

3- مواد و طرق البحث :

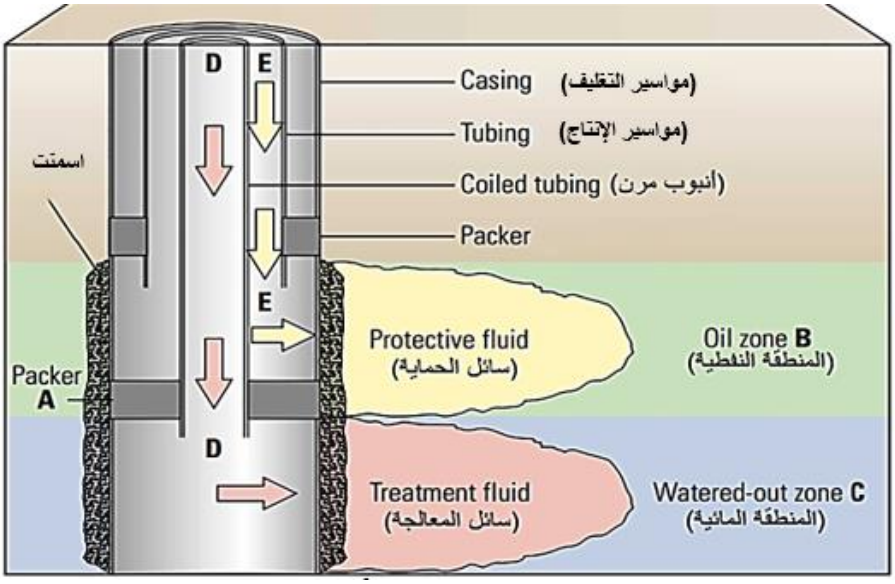
اعتمد البحث على طريقة الحقن المزدوج في معالجة مشكلة المخاريط المائية حيث يتم اختيار كلاً من سائلي الحماية والمعالجة المناسبين وتم استخدام برنامج Eclipse Schlumberger Simulator لتنفيذ عملية النمذجة والمحاكاة من خلال مقارنة مؤشرات الإنتاج في حالتين الأولى بدون استخدام الحقن المزدوج والثانية مع استخدام الحقن المزدوج من ثم اجراء الدراسة الاقتصادية للطريقة المدروسة.

4- طريقة الحقن المزدوج (Dual Injection)[1] :

تعتبر هذه الطريقة من الطرائق الكيميائية المستخدمة لعزل المخاريط المائية، وبالتالي فهي تتطلب توضعاً دقيقاً للموائع المستخدمة ضمن الطبقة المستهدفة ويعد تحقيق ذلك أمراً جوهرياً خوفاً من تخريب وأذية المنطقة النفطية. لتنفيذ ذلك، يتم استخدام الأنابيب المرنة (Coiled tubing) مع عوازل منع التسريب القابلة للنفخ (Inflatable Packers) كي نتمكن من ضخ سائل المعالجة (Treatment fluid) ضمن الطبقة المائية بدون حصول خطر على المنطقة النفطية المنتجة.

تقوم طريقة الحقن المزدوج باستخدام الأنابيب المرنة على استخدام عازل منع تسريب (A) لتأمين العزل بين المنطقتين النفطية (B) والمائية (C)، ثم ضخ سائل معالجة (D) بواسطة الأنابيب المرنة لإيصاله إلى المنطقة المائية لمنع الدخول غير المرغوب للماء

إلى المنطقة النفطية المنتجة أي عزل مخاريط الماء. وفي نفس الوقت، يتم ضخ سائل حماية (E) إلى المنطقة النفطية عبر حلقة الغلاف (Casing annulus) ليصل إلى الطبقة النفطية بهدف الحفاظ على مواصفاتها وتحسينها كما يُظهر الشكل التالي[1] :



الشكل (1): مخطط تنفيذ طريقة الحقن المزدوج باستخدام الأنابيب المرنة[1] .

يقوم سائل المعالجة عند ضخه في المنطقة المائية برفع لزوجة الماء بشكل كبير بحيث تقل النفوذية ضمن المنطقة المشبعة بالماء وبالتالي يقل احتمال تشكل مخاريط الماء بشكل كبير[2] .

بينما يقوم سائل الحماية عند حقنه في المنطقة النفطية بتشكيل حاجز غير نفوذ لمنع سائل المعالجة من دخول المنطقة المشبعة بالنفط [2] .

4-1- سوائل المعالجة:

تستخدم سوائل المعالجة باختصار لرفع لزوجة الماء وبالتالي تخفيض حركيتها ومن ثم ينخفض احتمال تشكل مخروط الماء بشكل كبير. من أهم السوائل المستخدمة كسوائل

معالجة هي محاليل البوليميرات لقدرتها الكبيرة على رفع لزوجة الماء عند استخدام تراكيز منخفضة منها وتوافرها صناعياً أو طبيعياً [3].

يتم عادة استخدام بوليميرات تنحل في الماء، وتكون ذات أوزان جزيئية عالية لكنها لا تشكل محاليل حقيقية بل تكون جزيئات البوليمير متوزعة ضمن جزيئات الماء ويؤخذ بعين الاعتبار عند اختيار البوليمير المناسب ألا تكون جزيئاته كبيرة بحيث تشكل إعاقة لحركة السوائل ضمن المسامات [3].

-المبدأ الفيزيائي لحقن البوليميرات: عندما يزيح الماء النفط من الفراغات المسامية فإن سرعة الإزاحة تتناسب مع حركية الماء أي:

$$\lambda_W = \frac{K_W}{\mu_W}$$

λ_W: حركية المياه.

K_W: النفوذية الفعالة للصخر بالنسبة للماء.

μ_W: لزوجة الماء.

أما حركية النفط تعطى بالعلاقة:

$$\lambda_O = \frac{K_O}{\mu_O}$$

λ_O: حركية النفط.

K_O: النفوذية الفعالة للصخر بالنسبة للنفط.

μ_O: لزوجة النفط.

وعند تساوي سرع الجريان لكلا السائلين باتجاه البئر المنتج يكون:

$$\lambda_W = \lambda_O$$

وبالتالي: $\frac{\lambda_W}{\lambda_O} = 1$

يُعرف بعد ذلك مفهوم نسبة الحركية (mobility ratio) وهو مؤشر يصف نسبة حركية الطور المُزيح للطور المُزاح أي:

$$M_{W-O} = \frac{\lambda_W}{\lambda_O} = \frac{K_W . \mu_O}{K_O . \mu_W}$$

وبالتقسيم على النفوذية المطلقة نجد:

$$M_{W-O} = \frac{K_{rw} . \mu_O}{K_{ro} . \mu_W}$$

$K_{\Gamma W}$: النفوذية النسبية للمياه.

$K_{\Gamma O}$: النفوذية النسبية للنفط.

يُلاحظ أن نسبة الحركية M_{W-O} أكبر من الواحد وبالتالي فإن معدل الحركية غير مرغوب به لذلك يتم استخدام البوليميرات المنحلة بالماء من أجل زيادة μ_W وتخفيض K_{rw} الأمر الذي يؤدي إلى تخفيض M_{W-O} لتكون قريبة من الواحد أو حتى أقل من الواحد (حركية النفط أكبر أو تساوي حركية المياه في الطبقة المنتجة) وبالتالي تحقيق معامل كسح حجمي (عمودي وأفقي) أفضل [3,4].

يوجد عدد من المواد والبوليميرات التي يمكن استخدامها لتحضير سائل المعالجة مثل [2,3,4]:

جدول (1): أنواع البولميرات مع مواد يمكن أن تضاف لها

المادة	مواصفات عامة
Polyacrylamides	صناعي، سالب القطبية، يوجد بشكل بودرة، يشكل مع الماء هلاماً غروياً
Xanthan gum	طبيعي ذو منشأ عضوي، سالب القطبية
Polyacrylate copolymers	صناعي، سالب القطبية، يذوب في الماء
Xanthan+ KCl +NaOH + CaCO3+ Starch powder	مزيج كيميائي يحسن خواص البوليمير الأساسي (Xanthan) ويرفع لزوجته بفعل كربونات الكالسيوم وبودرة النشاء

Xanthan Gum (XG)+ KCl +NaOH + CaCO3+ Starch powder:

تستخدم مثل هذه التركيبة بشكل أساسي عندما يكون احتمال دخول الماء إلى المنطقة النفطية كبيراً أي عندما لا يكون كافياً استخدام محلول البوليمير لوحده كما في المكامن المتشققة (fractured reservoirs) التي قد تحوي شبكة من الشقوق المعقدة والمسامات العالية، حيث يصبح احتمال تشكل المخاريط المائية كبيراً للغاية[2] .

لذلك يلزم ضخ سائل مستقر حرارياً وعالي التحمل للكالسيوم وقادر على إغلاق الشقوق ومنع تسرب الماء عبره[2,5] .

يظهر الجدول (2) التالي دور كل مكون في التركيبة السابقة والكميات المثلى الواجب استخدامها من كل مكون للحصول على ليتر واحد من سائل المعالجة المقترح [2] :

الجدول (2) : المواد المستخدمة لتشكيل سائل المعالجة المقترح وكمياتها.

المادة الكيميائية	وظيفة ودور المادة	الكمية اللازمة لتحضير 1L
كلوريد البوتاسيوم (KCl)	مانع انتباج بفعل الماء	30 g
هيدروكسيد الصوديوم (NaOH)	مادة ضبط درجة الحموضة PH	لضبط درجة الحموضة حتى 9.5
كربونات الكالسيوم (CaCO3)	عامل ربط المسامات	65 g
بوليمير Xanthan	رافع لزوجة	4 g
بودرة النشاء (Starch powder)	عامل مساعد على تماسك الجل الناتج	16

4-2- سوائل الحماية:

اقترحت الأوراق البحثية عدة سوائل حماية وذلك لحماية الطبقة النفطية من المواد الهلامية البوليمرية شديدة الضرر (سائل المعالجة). تمثل حماية مناطق النفط في المكامن المتشققة تحديًا كبيرًا تقنيًا واقتصاديًا بسبب تعقيد شبكة الشقوق[6] .

بوليمر Xanthan (XP) + ألياف السيللوز في محلول كلوريد البوتاسيوم.

وضع الباحث B. Ghosh وزملاؤه عدة شروط على مواصفات سائل الحماية الذي يمكن استخدامه[6] . فاقترحوا سائل حماية لزج يحتوي على جزيئات ليفية دقيقة معلقة، يتم ضخ هذا السائل لإنشاء كعكة ترشيح عديمة النفوذية (impermeable filter cake) في الصخور والمناطق الحاوية للنفط منخفضة النفوذية ولكن يسمح بمرور المزيد من السوائل عبر الشقوق مثل سائل المعالجة الذي نريده أن يُغلق الشقوق ليمنع دخول الماء عبرها وتشكيل مخروط الماء. تعتمد هذه التقنية على الفرق بين حجم الجسيمات للمواد المعلقة، وحجم فتحات الشق. يتم اختيار أبعاد جسيمات المواد الليفية بعناية، لتكون صغيرة بما يكفي لاختراق الشقوق بحرية، ولكنها كبيرة بما يكفي كي لا تدخل المنطقة الخازنة للنفط ولتشكيل كعكة مرشح خارجي على المناطق الحاوية للنفط. ويجب أن يكون سائل الحماية قابلاً للتحلل بسهولة عن طريق مواد كيميائية مناسبة من أجل استعادة نفاذية الطبقة الحاملة للنفط لما كانت عليه تقريباً، يمكن استخدام كمادة تفكيك سائل الحماية محلول amylase بتركيز 5% ذو درجة حموضة معدلة بواسطة حمض كلور الماء لتصبح pH=4[2].

بناءً على الشروط السابقة، تم خلط ألياف السيللوز الدقيقة المنتقاة بدقة ذات أطوال من 100 إلى 200 مم (في الوسط المائي) بمحلول بوليمر Xanthan (XP) ذو لزوجة مناسبة. كانت التراكيز المثلى المستخدمة للمواد الداخلة في تحضير سائل الحماية وفقاً لهذه المقالة هي بوليمر Xanthan 0.4% وألياف السيللوز 1.5% في محلول كلوريد

البوتاسيوم KCl تركيزه 4%. استُخدِم كلوريد البوتاسيوم لتجنب انتباج الطين (Clay) بالماء كونه يعمل كمانع انتباج[6] .

يعتبر السيللوز من المركبات العضوية المتشكلة من سلاسل بوليميرية طويلة من الكربوهيدرات أي يتكون من عدد كبير من وحدات الغلوكوز. تُصنع ألياف السيللوز من إيثرات (مركبات عضوية تحوي زمرة الإيثر الكيميائية R1-O-R2) أو استرات (مركبات عضوية تحوي زمرة الاستر (R-COO-R*) السليلوز، والتي يمكن الحصول عليها من لحاء أو خشب أو أوراق نباتات أو من مواد نباتية أخرى. يمتلك السيللوز كتلة جزيئية تساوي 162.14 g/mol لكل وحد غلوكوز وهو ذو لون أبيض كثافته 1.5 g/cm3 يمتلك مجال لحرارة الانصهار بين 260–270 درجة مئوية وهو لا ينحل في الماء بل يشكل فيها معلقاً.

توجد دراسات أخرى لاختيار واختبار سائل حماية إذ اقترح الباحث Bisweswar Ghosh وزملاؤه سائل حماية مشابه للسائل المذكور سابقاً ولكن باستخدام السيللوز سالب القطبية بدلاً عن ألياف السيللوز وإضافة كربونات الكالسيوم لسد المسامات [2] .

اقترح الباحث Zhang وزملاؤه (1998) استخدام مواد عضوية غير بوليميرية (لا تتكون من سلاسل طويلة) لتشكيل كعكة ترشيح ذات نفوذية ضعيفة وهذه المواد هي ألفا وبيتا ميتيل غلوكوز alpha- and beta-methyl glucosides (MEG) حيث استخدمت هذه المواد في سوائل الحفر ويمكن استخدامها أيضاً في سوائل الحماية[3] . تعتبر هذه المواد من مشتقات الغلوكوز المُنتَج من نشاء الذرة وهي تخفض التوتر السطحي وتشكل جسور بين المسامات فتساهم بتشكيل كعكة ترشيح منخفضة النفوذية.

الجدول (3) : المواد المستخدمة لتشكيل سائل الحماية المقترح وكمياتها.

المادة الكيميائية	وظيفة ودور المادة	الكمية اللازمة

		لتحضير 1L
كلوريد البوتاسيوم (KCl)	مانع انتباج بفعل الماء	40 g
بوليمير Xanthan	رافع لزوجة	4 g
ألياف السيلوز	عامل مساعد على تماسك الجل الناتج	15 g
محلول amylase	من أجل استعادة النفوذية للمجال المنتج	5%

5- الدراسة العملية :

5-1- اختيار سائل المعالجة:

تم اختيار سائل المعالجة المقترح من قبل الباحث Ghosh وزملائه أي السائل المركب التالي:

(Xanthan Gum (XG)+ KCl +NaOH + $CaCO_3$+ Starch powder)

وقد ذُكرت كميات كل مادة داخلة في تركيب ليتر من هذا السائل في الجدول(2) .

5-2- اختيار سائل الحماية:

تم اختيار سائل الحماية المقترح من قبل الباحث Ghosh وزملائه أي السائل المكون من ألياف السيللوز مع كلوريد البوتاسيوم وبولمير.

وقد ذُكرت كميات كل مادة داخلة في تركيب ليتر من هذا السائل في الجدول(3) .

- ✓ تم اختيار سوائل المعالجة والحماية المذكورة أعلاه دون غيرها بسبب نجاحها في تخفيض نفوذية الماء بحدود 90%، وعلى الرغم من انخفاض

نفوذية النفط أيضاً بحدود 10% ولكن مع استخدام سائل amylase سوف تعود النفوذية الى ما كانت عليه.

5-3- الأنابيب المرنة:

يتم استخدام أنابيب مرنة ملفوفة على بكرات مصنوعة من الفولاذ المارتنسيتي المُعالج حرارياً. أبعاد الأنابيب الملتفة كالتالي:

-قطر الأنبوب الخارجي: r_0=1.5inch

-قطر الأنبوب الداخلي: r_i=1.26 inch

5-4- برنامج النمذجة والمحاكاة:

تم استخدام برنامج Eclipse Schlumberger Simulator لتنفيذ عملية النمذجة والمحاكاة. تم دراسة عملية المحاكاة وفق مرحلتين أساسيتين(بدون الحقن ومع اجراء عملية الحقن):

لمحة عن موقع الدراسة(حقل البرغوث):

هو حقل نفطي يقع على بعد 20km عن حقل التنك حيث يبلغ إحتياطي الحقل 78MMSTB وهو يعتمد على طاقة الدفع المائي في الإنتاج ويتم الإنتاج فيه من طبقة الضّبّيات الكربوناتية ويبلغ الضغط الطبقي البدائي للمكمن 5000 PSI

ويوضح الجدول (4) بيانات ومواصفات النفط في المكمن المدروس والتي هي جزء من المعطيات التي تم إدخالها إلى برنامج المحاكاة.

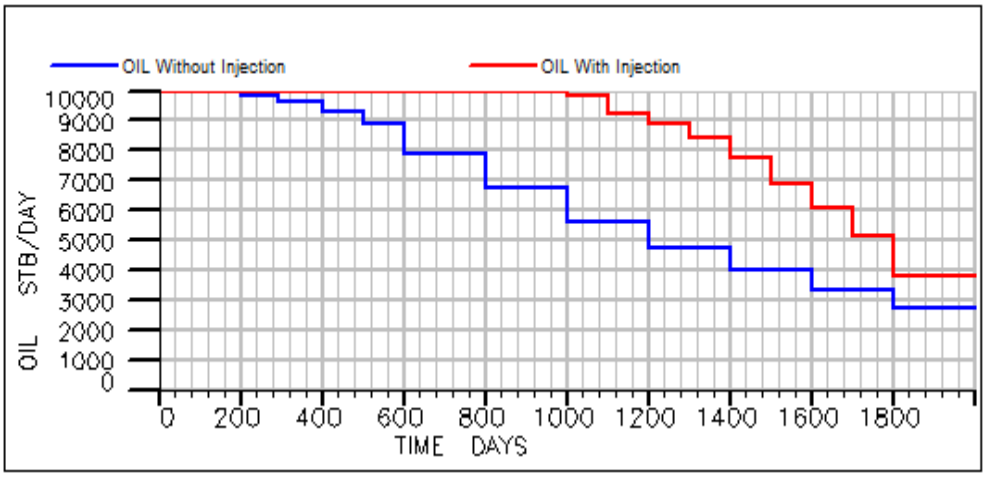
الجدول (4) :مواصفات النفط في المكمن المدروس.[7]

Bubble Point Pressure	1124 psi
Bubble Point Temp	269 F°
Oil Density	49 Lb/ft^3
Water Density	63 Lb/ft^3
PVDO P(psia) Bo(rb/stb) Viscosity(Cp)	300 1.1 1.16 800 1.23 1.127 6000 1.15 1.19
PVTW P(psia) Bw(rb/stb)	4500 1.02
Bo	1.25 rb/stb
Perm	200 md

المقارنة بين الحالتين بدون حقن ومع اجراء عملية الحقن:

تتم عملية المقارنة من خلال المنحيات البيانية لإنتاج النفط و الماء والإنتاج التراكمي للنفط والماء بدون اجراء عملية حقن و مع اجراء عملية حقن وفق مايلي:

1- إنتاج النفط :

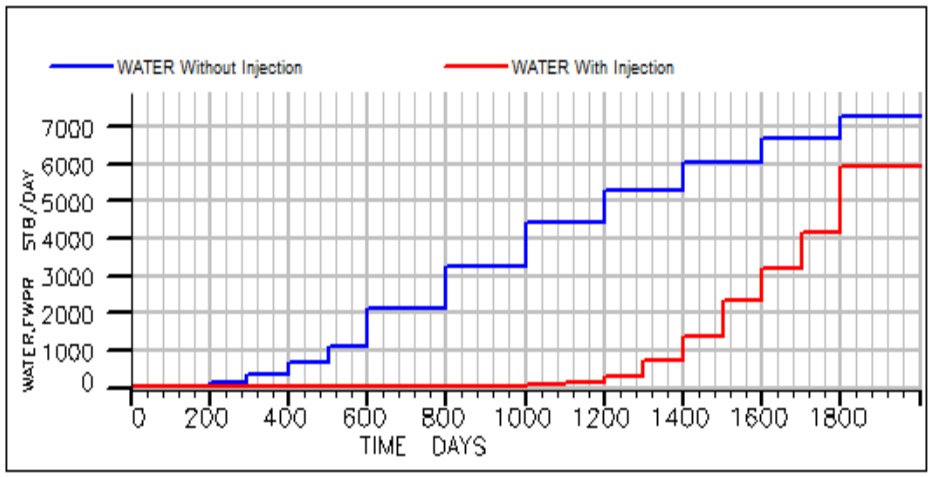


الشكل(1): مقارنة بين إنتاج النفط بدون استخدام الحقن المزدوج ومع استخدام الحقن المزدوج.

يُلاحظ انخفاض معدل إنتاج النفط (بدون اجراء عملية الحقن المزدوج) بعد الإنتاج لمدة 200 يوم فقط بسبب دخول الماء بكميات كبيرة للمنطقة النفطية نتيجة تشكل المخاريط المائية وبالتالي ينخفض إنتاج النفط ويزداد إنتاج الماء.

بينما معدل إنتاج النفط (مع اجراء عملية الحقن المزدوج) يبقى ثابتاً تقريباً حتى مرور 1000 يوم مما يعني تأخر دخول الماء إلى المنطقة النفطية بسبب عزل مخاريط الماء.

2- انتاج الماء:

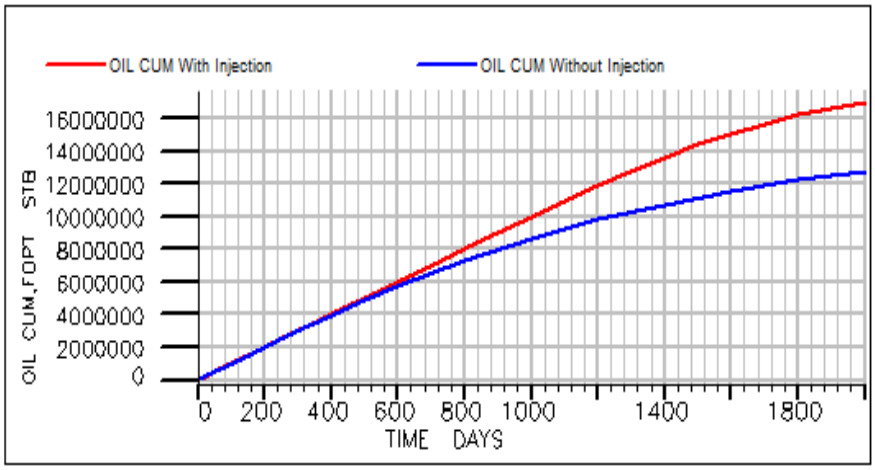


الشكل(2): مقارنة بين إنتاج الماء بدون استخدام الحقن المزدوج ومع استخدام الحقن المزدوج.

يُلاحَظ في الشكل السابق أن معدل إنتاج الماء (بدون اجراء عملية الحقن المزدوج) يكون معدوماً تقريباً حتى مرور 200 يوم إنتاج ثم يبدأ بالارتفاع بكميات كبيرة.

بينما معدل إنتاج الماء (مع اجراء عملية الحقن المزدوج) يبقى معدوماً تقريباً حتى مرور 1000 يوم مما يعني تأخر دخول الماء إلى المنطقة النفطية بسبب عزل مخاريط الماء.

3- إنتاج النفط التراكمي:

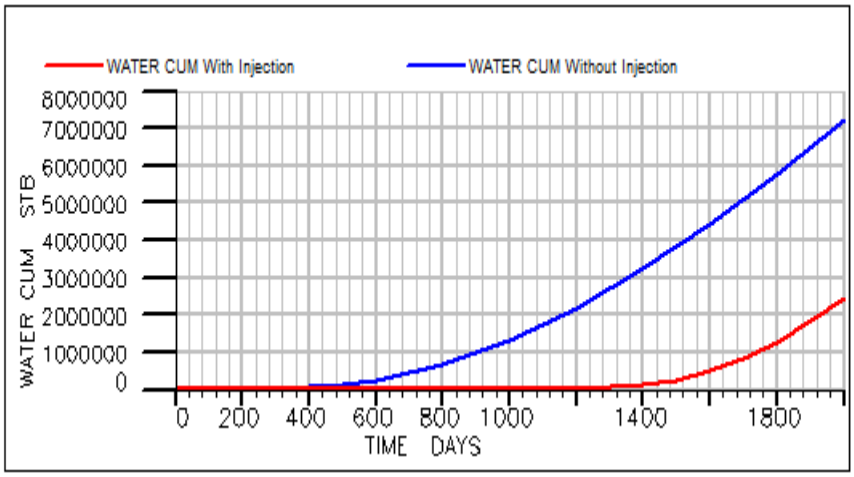


الشكل(3): مقارنة بين إنتاج النفط التراكمي بدون استخدام الحقن المزدوج ومع استخدام الحقن المزدوج.

يُلاحظ في الشكل السابق معدل إنتاج النفط التراكمي (بدون اجراء عملية الحقن المزدوج) يكون بشكل شبه خطي حتى 200 يوم فقط من إنتاج النفط ثم يصبح بشكل منحني بسبب تشكل المخاريط المائية وإنتاج المياه بكميات كبيرة.

بينما معدل إنتاج النفط (مع اجراء عملية الحقن المزدوج) نلاحظ أن علاقة إجمالي إنتاج النفط بالزمن هي علاقة خطية تقريباً حتى مرور 1400 يوم إنتاج ثم يبدأ الإجمالي بالتناقص بشكل قليل.

4- إنتاج الماء التراكمي:



الشكل(4): مقارنة بين إنتاج الماء التراكمي بدون استخدام الحقن المزدوج ومع استخدام الحقن المزدوج.

يُلاحظ في الشكل السابق أن معدل إنتاج الماء التراكمي (بدون اجراء عملية الحقن المزدوج) يزداد بشكل طردي بعد 300 يوم فقط من إنتاج النفط بسبب تشكل المخاريط المائية.

بينما معدل إنتاج الماء التراكمي (مع اجراء عملية الحقن المزدوج) نلاحظ أن علاقة إجمالي إنتاج الماء مع الزمن لا تظهر إلا بعد مرور 1300 يوم إنتاج ثم يبدأ الإجمالي للماء بالتزايد بشكل أقل حدة من المنحني الاخر.

معدل إنتاج النفط التراكمي من الحقل بدون الحقن:

Field Oil Production Rate (FOPR)=12762147 STB

معدل إنتاج النفط التراكمي من الحقل مع الحقن:

Field Oil Production Rate (FOPR)=16966925 STB

مقدار الزيادة في إنتاج النفط: 4204778 STB

أي بمعدل زيادة إنتاج تقريبي 33%.

الجدول(5):المقارنة بين إنتاج الماء والنفط بين بدون استخدام الحقن المزدوج ومع استخدام الحقن المزدوج.

	الإنتاج التراكمي من النفط (STB)	الإنتاج التراكمي من الماء (STB)
بدون عملية الحقن المزدوج	12762147	7237853
مع عملية الحقن المزدوج	16966925	2419317

يُلاحَظ تحسن معدل إنتاج النفط بمقدار 33% تقريباً وانخفاض معدل إنتاج الماء بمقدار 66.6% مما يعني نجاح طريقة الحقن المزدوج في عزل المخاريط المائية.

الاقتصادية الجدوى دراسة:

سيتم في هذه الدراسة اعتماد عملة الدولار لحساب مقدار الجدوى الاقتصادية في استخدام هذه الطريقة لمدة 2000 يوم:

بافتراض سعر برميل النفط 44 دولار.

الجدول(6): لائحة باسعار المواد الداخلة بتركيب سائل الحقن والحماية

المادة الكيميائية	سعر 1 كغ (الدولار)	النسبة الوزنية لتحضير 1كغ(%)
كلوريد البوتاسيوم (KCl)	0.63	3
هيدروكسيد الصوديوم (NaOH)	0.5	3
كربونات الكالسيوم ($CaCO_3$)	0.7	6.5
بوليمير Xanthan	1.6	0.4
بودرة النشاء(Starch powder)	0.5	1.6
سللوز سالب القطبية	3.5	1.5
محلول amylase	0.5	5

سعر 1 ليتر من سائل الحقن يساوي 1.5 دولار

سعر 1 ليتر من سائل الحماية 2.5 دولار.

سعر 1 ليتر من محلول amylase 0.5 دولار.

سعر برميل النفط: 44 دولار.

تكلفة إنتاج برميل النفط في سوريا 3 دولار.

معدل إنتاج النفط التراكمي من الحقل بدون استخدام الحقن المزدوج:

Field Oil Production Rate (FOPR)=12762147 STB

معدل إنتاج النفط التراكمي من الحقل بعد استخدام الحقن المزدوج:

Field Oil Production Rate (FOPR)=16966925 STB

مقدار الزيادة في إنتاج النفط: 4204778 STB

أي بمعدل زيادة إنتاج تقريبي 33%

حساب حجوم كلٍّ من سائلي المعالجة والحماية:

المعادلة المستخدمة في حساب حجم كلٍّ من سائلي المعالجة والحماية:

$$v = \Phi \cdot \pi \cdot D \cdot 0.8 * \left\{ H \cdot D + 2 \cdot H \cdot R_{wellbore} + 2 \cdot \frac{K_v}{K_h} \cdot \left[\frac{2}{3} D^2 + \frac{\pi}{2} \cdot R_{wellbore} \cdot D \right] \right\}$$

ø: المسامية.

H: سماكة المنطقة المراد التأثير فيها.

D: عمق المنطقة المراد وصول السائل اليها.

$R_{wellbore}$: نصف قطر البئر .

Kv/kh: نسبة النفوذية الشاقولية الى الأفقية.

الجدول(7): المعطيات الداخلة في حساب حجم سائل المعالجة

Well				
Well parameters	Value	Unit	Value	Unit
سماكة المنطقة المراد التاثير فيها	**18**	M	18.00	M
نصف قطر البئر	**7**	inch	0.18	M
(open hole bit size)				
المسامية	**20**	%	20%	
نسبة النفوذية الشاقولية الى الأفقية.	**0.1**		0.10	
عمق المنطقة المراد وصول السائل اليها	**1.5**	m	1.50	M
حجم سائل المعالجة	**31841**	**l**	**31.8**	**m3**

تكلفة سائل المعالجة=31841×1.50=47761.5$

الجدول(8): المعطيات الداخلة في حساب حجم سائل الحماية

Well				
Well parameters	Value	Unit	Value	Unit
سماكة المنطقة المراد التاثير فيها	**6**	M	6.00	M
نصف قطر البئر	**7**	Inch	0.18	M
(open hole bit size)				
المسامية	**20**	%	20%	
نسبة النفوذية الشاقولية الى				

			الأفقية.
	0.10	**0.1**	
			عمق المنطقة المراد وصول السائل اليها
M	1.50	M	**1.5**
m3	**10.9**	**L**	**10855**
			حجم سائل الحماية

تكلفة سائل الحماية=10855×2.5=27137.5$.

تكلفة محلول الأميلاس=10855×0.5=5427.5$.

تكلفة استخدام مجموعة المواسير المرنة (للحقن والاحياء)= 7000$.

حساب الربح قبل عملية الحقن المزدوج علما أن تكلفة إنتاج البرميل النفطي هي 3 دولار تقريبياً:

الربح= عدد البراميل المنتجة قبل الحقن المزدوج * سعر البرميل – تكلفة البرميل * عدد البراميل المنتجة قبل الحقن المزدوج.

الربح =523248027 دولار

حساب الربح بعد الحقن المزدوج

الربح = عدد البراميل المنتجة بعد الحقن المزدوج * سعر البرميل – تكلفة البرميل * عدد البراميل المنتجة بعد الحقن المزدوج –تكلفة استخدام المواسير المرنة – تكلفة سائل المعالجة – تكلفة سائل الحماية – تكلفة محلول amylase.

الربح =695549598.5 دولار.

مقدار الزيادة في الربح =[(الربح بعد الحقن – الربح قبل الحقن)/ الربح بعد الحقن]*100

مقدار الزيادة في الربح=24.8%

أي أن عمليه الحقن المزدوج تساهم في زيادة الارباح بمقدار 25 % على مدى 2000 يوم.

الاستنتاجات والتوصيات:

1. زيادة إنتاج النفط بمعدل 33 % بعد إجراء عملية الحقن المزدوج.

2. انخفاض إنتاج الماء بمعدل 66.6 % بعد إجراء عملية الحقن المزدوج.

3. دراسة سوائل معالجة وسوائل حماية أخرى بحيث تكون ذات كفاءة عالية وسعر منخفض لتحقيق مردود اقتصادي جيد.

4. دراسة تركيز سوائل المعالجة وسوائل الحماية الواجب إضافتها إلى الآبار النفطية تبعاً للزوجة النفط في الأراضي السورية وتحقيق الأمثلية في الإضافة للمواد وذلك لتحقيق أفضل مردود اقتصادي وتقليل الهدر قدر الامكان.

5. دراسة الجدوى الاقتصادية للحقن المزدوج على مدة زمنية أكثر من 2000 يوم لتحديد مدى جدوى هذه العملية على المدى البعيد.

6. العمل على نمذجة الآبار السورية وتطوير محاكاة المكامن النفطية حاسوبياً وذلك لتقليل الاخطاء وإجراء دراسات على الآبار بشكل جيد وتحديد أفضل طريقة لتجنب تشكل المخاريط المائية قدر الإمكان أو تأجيل تشكلها تبعا لمعدل الإنتاج أو الحواجز أو بواسطة الحقن المزدوج.

7. زيادة عامل النفوذية الأفقية بإحدى طرائق المعالجة (تحميض، تشقيق هيدروليكي، ...)، أو إنقاص النفوذية العمودية للتقليل أو لمنع تقدم الماء وبالتالي تشكل المخاريط المائية.

8. الابتعاد بما فيه الكفاية عن مستوى التقاء النفط بالماء، لذلك من الافضل أن يكون التثقيب في مركز الطبقة المنتجة.

9. يتم تقليل تشكل المخاريط المائية والغازية باختيار نظام التثقيب المكثف.

10. تنظيم معدل استثمار الطبقات النفطية لمنع حدوث عمليات الإماهة لما لها من تأثيرات سلبية على المواصفات الخزنية للطبقة المنتجة من جهة المعدات الموجودة في البئر من جهة أخرى .

11. من خلال الأعمال الحقلية و التجارب العملية تم التوصل إلى أن الميل لتشكل المخاريط المائية أو الغازية يتناسب عكساً مع فرق الكثافة و طرداً مع فرق اللزوجة للموائع الطبقية.

12. ينصح بتشكيل حواجز اصطناعية غير نفوذة بين النفط و الغاز أو النفط و الماء بضخ مواد عازلة (نفط لزج أو اسمنت أو مواد بلاستيكية) و لتسهيل ذلك يفضل إجراء عملية تشقيق هيدروليكي للطبقة لفتح شقوق أفقية و من ثم تغلق بالمواد العازلة .

13. ينصح بدراسة استخدام تقنية الأبار الذكية **(Smart Wells)** من أجل تنظيم عملية الإنتاج والتقليل من خطر حدوث الاماهة المبكرة للخزانات النفطية.

14. تحسين المعدل الحرج في حالة الآبار الأفقية عنها في الآبار العمودية ، و هذا يتحقق بحفر بئر أفقية بطول جذع كبير و الذي يحقق فرق ضغط قليل بين الطبقة و جذع البئر.

قائمة المراجع **References**:

1- Bill Bailey, Mike Crabtree, Jeb Tyrie, Jon Elphick, Fikri Kuchuk, Christian Romano, Leo Roodhart ; 2006; Water Control-Schlumberger.

2- Ghosh, Bisweswar, Samhar Adi Ali, and Hadi Belhaj. "Controlling excess water production in fractured carbonate reservoirs: chemical zonal protection design." Journal of Petroleum Exploration and Production Technology (2020): 1-11.

3- Civan, F. "Reservoir Formation Damage-Fundamentals, Modeling, Assessment, and Mitigation, Gulf Professional Pub." (2007).

4- Thomas, F. Brent, et al. "Water shut-off treatments-reduce water and accelerate oil production." Journal of Canadian Petroleum Technology 39.04 (2000).

5- Reda AA (2016) Evaluation of water coning phenomenon in naturally fractured oil reservoirs. J Petrol Technol.

6- Ghosh, B., et al. "Development of a novel chemical water shut-off method for fractured reservoirs: Laboratory development and verification through core flow experiments." Journal of Petroleum Science and Engineering 96 (2012): 176-184.

7- Al Furat Petroleum Company (AFPC) Reports.

تأثير المعالجة المسبقة وبارامترات عملية التجفيف على خصائص الملوخية

The Effect of Pretreatment and drying process parameters on the Characteristics of Mulukhiyyah

أنطون يوسف نسرين البيطار، نور الاحمد

قسم الهندسة الغذائية جامعة البعث سوريا

ملخص البحث:

الملوخية هي خضراوات صيفية مورقة، تعرف بعدة أسماء بما في ذلك الملوخية بوش البامية، السالويويت وأحيانا السبانخ المصرية. هي عبارة عن خضراوات صيفية مورقة تنمو في المناطق شبه الاستوائية

لقد تم انتاجها كخضراوات مهمة للغاية في مصر،اليابان،الصين ودول الشرق الأوسط. على الرغم من أنها من الخضار الورقية الهامة المزروعة في العديد من البلدان ومع ذلك لا يوجد بيانات إحصائية متوفرة عن الإنتاج والتصدير.

لقد تم في هذا البحث تجفيف الملوخية في الظل وصناعياً عند درجة حرارة 45°,65° في المجفف الذي قمنا بتصميمه، وذلك بعد أن قمنا بمعالجات مسبقة على الملوخية قبل تجفيفها (السلق، التقطيع، التقطيع والسلق).

ولوحظ أن سلق الملوخية بالبخار لعدة دقائق قبل تجفيفها قلل من زمن تجفيفها، وكما لوحظ أيضا أن عينات الملوخية المجففة صناعيا عند درجة حرارة 65° هي الأفضل من حيث اللون والقيمة الغذائية حيث كانت مؤشرات اللون أفضل وقيم فيتامين c ومضادات الأكسدة أعلى.

الكلمات المفتاحية: الملوخية، سلق، تجفيف، مضادات الأكسدة، فعالية الماء

The Effect of Pretreatment and drying process parameters on the Characteristics of Mulukhiyyah

Abstract

Corchorus olitorius L.(known by several namessuch Jews mallow, Molokhia or Egyptian spinach)is a leafy summer vegetable that grows in subtropical and tropical regions.
It has been produced as avery important vegetable in Egypt, japan, china and middle east countries. Although, it is an important leafy vegetable cultiviated in many countries,no statistical data on the production and trading are available.

In this research, we dry Corchorus olitorius L in the shade and industrial drying on the temperature 45° and 65° in the dried we have designed so after we have done Pretreatment before being dry
We noticed that the blanching of the steam for several minutes before drying it reduce the dry time,and also noted

that the industrially dried mallow sample are the best in term of color and nutritional value.

Keywords: corchorus olitorius, Blanching, drying, antioxidant, water activity

المقدمة:

الملوخية واسمها العلمي corchorus olitorius من نباتات الخضر العشبية الحولية والذي يعود إلى العائلة الزيزفونية Tiliacea نشأ أصلاً في شبه القارة الهندية وانتشرت زراعته في الكثير من بلدان العالم مثل مصر، السودان، جنوب الولايات المتحدة الأمريكية واليابان والصين (حمدي وآخرون 1973 مطلوب وآخرون 1989).

تعود القيمة الغذائية للنبات إلى الجزء الأخضر الذي يؤكل إما طازجاً أو جافاً بعد الطهي إذ يحتوي على الكربوهيدرات والبروتينات والدهون والفيتامينات وعناصر معدنية. كما تحوي أوراق نبات الملوخية على مادة لزجة ذات درجة حموضة تتراوح بين 7.8–7.1 وهي عبارة عن سكريات متعددة حامضية تحتوي على كميات كبيرة من العناصر المعدنية (El mahdy and El sehaiy 1984)تشير الدراسات إلى أن نبات الملوخية من المحاصيل الصيفية التي يمكن زراعته طول العام من شهر آذار حتى شهر أيلول عدا أشهر الشتاء الباردة (fafun and bassir 1976 حسن1992) وقد تزرع إما منفرداً أو متداخلاً مع محاصيل حقلية أخرى مثل القطن والذرة (حمدي وأخرون1973 والطماطة1987 ojeifo and luces)

يقال أن اسمها الأساسي هو الملوكية وسبب التسمية بهذا الاسم كما يذكر في كتاب التاريخ هو أن الخليفة الحاكم بأمر الله أصدر أمراً بمنع أكل الملوخية على عامة الناس وجعلها حكر على الأمراء والملوك فسميت الأكلة ب الملوكية ثم حرف هذا الاسم إلى الملوخية وفي رواية أخرى تقول أن أول معرفة العرب لها هو في زمن المعز لدين الله الفاطمي حيث أصيب بمغص حاد في أمعائه فأشار أطباؤه

بإطعامه الملوخية وبعد أن أكلها شفي من المرض فقرر احتكار أكلها لنفسه والمقربين منه وأطلق عليها من شدة إعجابه بها اسم الملوكية أي طعام الملوك. وبمرور الزمن حُرف الاسم إلى الملوخية، وأياً كانت التسمية وسببها فإنها لا تغير من حقيقة هذه النبتة وأهميتها الغذائية والصحية.

إن للخضار الورقية الخضراء مكانه فريدة بين الخضراوات لما لها من لون ونكهة وفوائد صحية فهي رخيصة الثمن وسهلة الطهي، كما وإن استهلاكها يؤدي إلى تحسين الحالة التغذوية فهي تعد مكوناً لا غنى عنه في النظام الغذائي لكنها موسمية الإنتاج فهي ليست متوفرة خلال السنة لذلك يعد تجفيفها هو الحل الأفضل للحفاظ عليها أثناء الإنتاج الكثير. وإن الخضار الورقية الخضراء المجففة غنية بالبروتين ومركبات الفينوليك الكاملة ومضادات الأكسدة الطبيعية والفيتامينات والمعادن والألياف لذلك يمكن أن تستخدم لإغناء بعض المنتجات الغذائية لذيذة ومغذية خفيفة الوزن وسهلة التحضير والتخزين.

من بين طرق الحفظ المختلفة، يعتبر التجفيف الطريقة الأكثر ملاءمة وأبسط طريقة في جميع أنحاء العالم، وقد تم تطوير عدد من تقنيات التجفيف على مدى سنوات وهي التوصيل والحمل الحراري والإشعاع إلى جانب الحفاظ على السلع الموسمية، يوفر التجفيف أيضاً مساحة تخزين ويقلل تكليف النقل (Green smith 1998)

لايزال التجفيف الطبيعي (التجفيف في الظل) من أكثر الطرق المستخدمة على نطاق واسع لإنتاج المنتجات الغذائية المجففة، بسبب انخفاض تكلفته كما أن العديد

من العيوب بسبب عدم قدرته على التعامل مع الكميات الكبيرة وتحقيق معايير الجودة (soysal and oztekin 2001)

يعرف التجفيف الصناعي بأنه العملية التي تؤدي إلى خفض نسبة الرطوبة في المادة الغذائية ورفع تركيز موادها الصلبة الذائبة بالقدر الكافي الذي يمنع تحللها وفسادها نتيجة لإيقاف عوامل الفساد الحيوية والطبيعية والكيميائية بفعل الأنزيمات والأحياء الدقيقة. وتعتبر عملية التجفيف ناجحة طالما ظلت المادة الغذائية محتفظة بمركباتها الغذائية دون تلف أو انحلال أثناء التجفيف والتخزين، وكذلك سرعة امتصاصها للرطوبة ثانية عند نقعها بالماء أو في محاولة تحضيرها وإعدادها للاستهلاك أو التصنيع بحيث تأخذ ما أمكن شكلها الطبيعي الطازج (عطرة،2007)

الطرق الشائعة في حفظ الملوخية:

التبريد: توضع عادة في أكياس بولي ايتلين وتجمد.

التجفيف الشمسي: تتم عادة في الظل، وبعد أن تجف توضع في أكياس نايلون أو قماشية.

الا أن لهذه الطرق عيوب ومساوئ وهي:

تلفها وسوء مواصفاتها في حال الانقطاع الطويل للتيار الكهربائي.

تحتاج مساحات واسعة لتجفيفها وحجوم كبيرة لتخزينها، وقد تتعرض للإصابات الحشرية.

لذلك كان الهدف من البحث ما يلي:

دراسة تأثير المعالجات المسبقة للتجفيف (سلق–تقطيع) على مواصفات الملوخية بالإضافة إلى دراسة تأثير تغير درجة حرارة التجفيف على مواصفات الملوخية وكذلك إجراء مقارنة بين طرق التجفيف الشائعة مع النتائج الحالية.

إن أوراق الملوخية مغذية فهي غنية بالبروتين، التيامين، الريبوفلافين، النياسين، حمض الفوليك، الكالسيوم، الحديد والألياف الغذائية وإن تناول أوراق الملوخية بشكل منتظم يضبط ضغط الدم والكولسترول ويقلل من مخاطر الإصابة بالسرطان والأمراض السكرية وأمراض القلب (palada and chang 2003)

يوضح كل من الجدولين (1) و(2) التركيب الكيميائي لكل 100غ ملوخية على أساس المادة الجافة: (Ndlovu and Afolayan,2008)

الجدول (1) التركيب الكيميائي لكل 100 g ملوخية على أساس المادة الجافة

المركب	النسبة (g)
الماء	85–87
الكربوهيدرات	5.8
الدسم	0.7
البروتين	5.6
الألياف	1.5

الجدول(2) محتوى الفيتامينات في 100g ملوخية

الفيتامينات	النسبة
A	278ug
B1	0.133mg
B2	0.546 mg
B3	1.26 mg
B5	0.072mg
B6	0.6 mg
B9	123ug
C	37mg

الجدول (3) محتوى العناصر المعدنية في 100g ملوخية

العناصر المعدنية	النسبة
الكالسيوم	208 mg
الحديد	4.76 mg

المغنيزيوم	64mg
المنغنيز	0.123mg
الفوسفور	83mg
البوتاسيوم	559 mg
الزنك	0.69 mg

وتعد أطباق الملوخية من أشهر وأقدم الأطباق المأكولة في مصر وبلاد الشام، حتى انها تعد من الأطعمة الرئيسة في موسم الصيف ويتم تجفيفها وتخزينها لبقية العام. وتحضر إما بصورتها الغضة الخضراء كورق على شكل يخنة أو مفروم الورق على شكل حساء، وإما بصورتها الجافة على شكل حساء كذلك. ولا تقتصر استخدامات الملوخية على جانب الطعام فحسب، بل تتعداها إلى العديد من الاستخدامات الطبية الشعبية حيث تستعمل في علاج الحكة والتخفيف من الآلام والانتفاخات، كما تعد الملوخية مدراً للحليب ومليناً للأمعاء ومانعاً للإمساك، نظراً لاحتوائها على كميات معتبرة من الألياف والصماغ السائلة التي تسهم في تسريع مرور الفضلات من الأمعاء والتخلص من الفضلات، كما تساعد الألياف الذائبة فيها في التقليل من مستوى الدهون في الدم. كما استعملت أوراقها في علاج الكثير من الحالات المرضية وفي تحسين الشهية وتقوية الجسم ولا غرابة إذا علمنا أنها تستعمل في تحضير كريمات للشعر وللجسم ومرطبات البشرة واليدين. (فارس عزت)

مواد وطرائق البحث:

المواد المستخدمة لإنجاز هذا البحث:

الملوخية الخضراء تركيبها الكيميائي موضح في الجدول 3

غاز، وعاء، ماء مغلي لإجراء السلق بالبخار لعينات الملوخية.

الجهاز الذي تم تصميمه لإجراء التجفيف. (وصف الجهاز +صور)

الجدول (4): التركيب الكيميائي والخصائص الفيزيائية للملوخية الخضراء التي تم تجفيفها

الخصائص	القيمة
الرطوبة	82%
فعالية الماء	0.927
فيتامين C	45.76 mg/100mg
مضادات الأكسدة	52.29%
اللون	L= 44.31

a= −7.01	
b= 16.79	

الجهاز الذي تم تصميمه:

1- مجفف مخبري: تم تصميم مجفف مخبري من نوع خزانة من أجل إنجاز الدراسة، وهي عبارة عن خزانة معزولة حرارياً مجهزة برفوف شبكية معدنية وبنظام تسخين وتدوير للهواء وبنظام تحكم بسرعة الهواء حيث يعمل النظام على سرعة هواء 0.5 m/h أما نظام التسخين فهو وشيعة كهربائية مركبة أمام مروحة الهواء، وكانت رطوبة الهواء الداخل للمجفف 50% ورطوبة الهواء الخارج من المجفف بحدود 20%.

الصورة(1) المجفف المخبري الذي تم تصميمه لإجراء التجفيف الصناعي.

الصورة (2) عينات الملوخية ضمن المجفف المخبري الذي تم تصميمه

طرائق التحليل:

تم إجراء التجارب العملية والتحاليل المخبرية في مخابر قسم الهندسة الغذائية في جامعة البعث، حيث تم إجراء الاختبارات التالية

اللون: تم قياس اللون باستخدام جهاز الذي يعمل وفقا لنظام قياس اللون ويستخدم الجهاز مصدراً ضوئياً قياسياً وهو ضوء نهار متوسط متضمن أشعة UV. حيث تتم أولاً معايرة الجهاز على اللونين الأبيض والأسود ثم يتم قياس لون العينة بوضعها ضمن عبوة شفافة على عدسة الجهاز الذي يعطي عدة خيارات لتحديد اللون.

فعالية الماء: يعرف النشاط المائي aw رياضياً وفق المعادلة:

$aw = p/p_0$

حيث p ضغط بخار الماء في المادة p فهو ضغط بخار الماء النقي عند درجة الحرارة نفسها.

الرطوبة: تم تقدير محتوى الرطوبة في عينات الملوخية باستخدام التجفيف حتى ثبات الوزن ()

وباستخدام العلاقة: $\frac{W1-W2}{W1} * 100$

حيث:

MC: النسبة المئوية للماء في العينة (%).

W1: الوزن الأولي للعينة (g).

W2: الوزن النهائي للعينة بعد التجفيف حتى ثبات الوزن (g).

مضادات الأكسدة: تحديد القدرة المضادة للأكسدة بطريقة الجذر الحر DPPH : وفق (Ozkan et al., 2004)

فيتامين C : حددت نسبة فيتامين C بطريقة كاشف 6,2 ثنائي سداسي كلورفينول اندوفينول، حسب

(AOAC, 1980)

تحديد اللون: تم قياس اللون لعينات الملوخية باستخدام جهاز Spectrophotometer (CM-5) الذي يعمل وفقا لنظام قياس اللون CIE (Commission International de l´Eclairage) ويستخدم الجهاز

مصدرا ضوئيا قياسيا وهو ضوء نهار متوسط متضمن أشعة U.V. حيت تتم أولا معايرة الجهاز على اللونين الأبيض والأسود ثم يتم قياس لون العينة بوضعها ضمن عبوة شفافة على عدسة الجهاز الذي يعطي عدة خيارات لتحديد اللون.

طرائق البحث:

تم جمع الملوخية حيث نزعت الأوراق عن الساق ومن ثم تم إزالة الشوائب والأوراق غير المرغوبة.

تم تقسيم العينات لأربع أقسام (عينة الشاهد، عينة تم تقطيعها، عينة تم سلقها بالبخار لمدة زمنية تتراوح بين 4-3 دقائق، عينة تم تقطيعها ومن ثم سلقها بالبخار كالسابقة).

تم إجراء التجفيف في الظل ومن ثم تعبئة عينات الملوخية المجففة في عدة أنواع أكياس (نايلون، قنب، رقائق ألمنيوم)

تم تجفيف صناعي في الجهاز الذي تم تصميمه على درجات حرارة مختلفة وسرعة هواء 0.5 m/sec ومن ثم التعبئة في أكياس كالسابقة.

تم تخزين العينات ودراسة بعض الدلائل الكيميائية وتقييم نوعية الملوخية.

النتائج والمناقشة:

<u>نتائج تأثير المعالجة المسبقة على خصائص الملوخية:</u>

بعض الخصائص الكيميائية للملوخية المعالجة مسبقاً

درسنا تأثير المعالجات المسبقة التي قمنا بها (التقطيع، السلق بالبخار، التقطيع والسلق بالبخار) على الخصائص الكيميائية للملوخية.

الجدول (5) بعض الخصائص الكيميائية للملوخية المعالجة مسبقاً

البيان	نسبة الماء %	فيتامين C mg/100g	الرماد %	مضادات الأكسدة %
ملوخية غير معالجة(شاهد)	82.56A	45.76A	1.007A	52.40A
ملوخية مسلوقة بالبخار	73.03B	26.17B	0.982A	49.22B
ملوخية مقطعة	82.56A	44.66A	0.978A	51.77A
ملوخية مقطعة ومسلوقة بالبخار	73.47B	25.32B	0.991A	48.73B

نلاحظ أن المعالجات المسبقة لم يكن لها تأثير واضح على قيم مضادات الأكسدة وقيمة الرماد حيث كان الانخفاض قليل، الا أن السلق أثر بشكل واضح على قيمة فيتامين c حيث نلاحظ أن قيمة الفيتامين قلت للنصف تقريبا نتيجة السلق.

لقد بين التحليل الاحصائي وجود تأثير معنوي للمعالجة المسبقة على كل من نسبة الماء، قيمة فيتامين Cوقيمة مضادات الأكسدة. كما بين التحليل الاحصائي عدم وجود تأثير معنوي للمعالجة المسبقة على نسبة الرماد.

بعض الخصائص الفيزيائية للملوخية المعالجة مسبقاً

الجدول(6) بعض الخصائص الفيزيائية للملوخية المعالجة مسبقاً

البيان	Aw	مؤشرات اللون		
		B	A	L
ملوخية غير معالجة (شاهد)	0.922AB	15.72	- 6.92A	41.83A
ملوخية مسلوقة بالبخار	0.895B	18.22	- 8.73A	40.15A
ملوخية	0.923B	15.66B	- 6.81A	41.64A

مقطعة				
ملوخية مقطعة ومسلوقة بالبخار	0.884A	18.87A	− 8.26A	40.11A

نلاحظ أن التقطيع لم يؤثر بشكل واضح على الخصائص الفيزيائية للملوخية، الا أنه نتيجة السلق قلت فعالية الماء، وقلت قيمة الاضاءة L بمقدار درجتين ونقصت قيمة a بمقدار درجة واجدة فقط وزادت قيمة b بحدود ثلاث درجات.

لقد بين التحليل الاحصائي وجود تأثير معنوي للمعالجة المسبقة على كل من فعالية الماء وقيمة b

نتائج عملية التجفيف لعينات الملوخية

نتائج عملية التجفيف لعينات الملوخية عند درجة حرارة 2±45°:

تبين الجداول (7,8,9,10) نتائج دراسة تغير نسبة الماء في الملوخية عند التجفيف عند درجة حرارة 2±45° حيث تبين الجداول تغير نسبة الماء في الملوخية كل نصف ساعة لعينات الملوخية (الشاهد، المقطعة، المسلوقة والمقطعة والمسلوقة).

نلاحظ أن السلق قلل من زمن التجفيف، حيث استغرق تجفيف عينات الشاهد خمس ساعات ونصف تقريبا بينما لم نحتاج لأكثر من أربع ساعات حتى تمام

التجفيف لعينات الملوخية المسلوقة. ونلاحظ أن الرطوبة النهائية لعينات الشاهد والمقطعة كانت بحدود 9.78%

الجدول (7) تغير نسبة الماء في الملوخية غير المعالجة أثناء التجفيف عند درجة حرارة 45°±2

	زمن أخذ القراءة(hr)										
	0	0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5
نسبة الماء %	82.56 A	70.91B	62.84C	54.09D	43.8E	35.09F	26.48G	19.34H	14.15I	12.37J	K

الجدول (8) تغير نسبة الماء في الملوخية المسلوقة أثناء التجفيف عند درجة حرارة 45°±2

	زمن أخذ القراءة (hr)							
	0	0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5
نسبة الماء%	73.02A	51.51B	45.79B.C	42.51C	30.87D	24.46E	17.48F	12.82F.G

الجدول (9) تغير نسبة الماء في الملوخية المقطعة أثناء التجفيف عند درجة حرارة 45°±2

	زمن أخذ القراءة (hr)								
	0	0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4
نسبة	82.56A	70.45B	60.46C	51.26D	40.53E	33.33F	24.27G	16.49H	13.31I

الماء %									

الجدول (10) تغير نسبة الماء في الملوخية المقطعة والمسلوقة أثناء التجفيف عند درجة حرارة 2±45°

	زمن أخذ القراءة (hr)							
	0	0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5
نسبة الماء %	73.4 7A	41.2 0B	50.6 8C	41.0 4D	27.2 4E	19.8 6F	14.5 1G	10.6 7H

لقد بين التحليل الاحصائي وجود تأثير معنوي هام للمعالجة المسبقة على تغير نسبة الرطوبة مع الزمن.

نتائج عملة التجفيف لعينات الملوخية عند درجة حرارة 2±65°:

تبين الجداول (11,12,13,14) نتائج دراسة تغير نسبة الماء في الملوخية عند التجفيف على درجة حرارة 2±65° حيث تبين الجداول تغير نسبة الماء في الملوخية كل نصف ساعة لعينات الملوخية (الشاهد، المقطعة، المسلوقة والمقطعة والمسلوقة).

نلاحظ أنه بزيادة درجة حرارة التجفيف ل 2±65° قل زمن التجفيف للنصف تقريباً مقارنة بالتجفيف عند الدرجة 2±45 حيث استغرق تجفيف عينات الملوخية غير المعالجة ساعتين ونصف تقريبًا، بينما باقي العينات احتاجت حوالي الساعتين لتمام

التجفيف. الرطوبة النهائية التي وصلنا اليها بعد تجفيف الملوخية كانت % 9.23 للعينات المقطعة والمسلوقة وبحدود 10.23% لباقي العينات.

الجدول (11) تغير نسبة الماء في الملوخية غير المعالجة أثناء التجفيف عند درجة حرارة 2±65°

	زمن أخذ نسبة الماء (hr)					
	0	0.5	1	1.5	2	2.5
نسبة الماء%	82.56A	54.54B	26.85C	14.89D	12.25E	10.71F

الجدول (12) تغير نسبة الماء في الملوخية المسلوقة أثناء التجفيف عند درجة حرارة 2±65°

	زمن أخذ القراءة (hr)				
	0	0.5	1	1.5	2
نسبة الماء%	73.47A	44.58B	20.06C	13.31D	10.57E

الجدول (13) تغير نسبة الماء في الملوخية المقطعة أثناء التجفيف عند درجة حرارة 2±65°

	زمن أخذ القراءة (hr)

	0	0.5	1	1.5	2
نسبة الماء%	82.56A	53.33B	25.01C	12.97CD	10.56D

الجدول (14) تغير نسبة الماء في الملوخية المقطعة والمسلوقة أثناء التجفيف على درجة حرارة 2±65°

	زمن أخذ القراءة (hr)				
	0	0.5	1	1.5	2
نسبة الماء	73.47A	41.92B	19.23C	12.53D	9.22E

لقد بين التحليل الاحصائي وجود تأثير معنوي هام للمعالجة المسبقة على تغير نسبة الرطوبة مع الزمن.

نتائج عملية التجفيف في الظل لعينات الملوخية:

تبين الجداول (15,16,17,18) نتائج دراسة تغير نسبة الماء في الملوخية عند التجفيف في الظل، حيث تبين الجداول تغير نسبة الماء في الملوخية كل نصف ساعة لعينات الملوخية (الشاهد، المقطعة، المسلوقة والمقطعة والمسلوقة).

نلاحظ أن التجفيف في الظل استغرق حوالي ستة أيام لتمام التجفيف لعينات الملوخية الشاهد والمقطعة ووصلت رطوبتها ل 10.65%، بينما استغرق خمسة أيام للعينات المسلوقة حيث وصلت رطوبتها النهائية لحدود% 9.79

الجدول (15) تغير نسبة الماء في الملوخية غير المعالجة أثناء التجفيف في الظل

	زمن أخذ القراءة (hr)						
نسبة الماء %	0 يوم	1 يوم	2 يوم	3 يوم	4 يوم	5 يوم	6 يوم
	82.56 A	51.24 B	32.19 C	24.16 D	18.00 E	13.88 F	10.22 G

الجدول (16) تغير نسبة الماء في الملوخية المسلوقة أثناء التجفيف في الظل

	زمن أخذ القراءة (hr)					
نسبة الماء %	0 يوم	1 يوم	2 يوم	3 يوم	4 يوم	5 يوم
	73.02A	45.17B	31.19C	23.61D	13.11E	9.85F

جدول (17) تغير نسبة الماء في الملوخية المقطعة أثناء التجفيف في الظل

	زمن أخذ القراءة (hr)						
نسبة	0 يوم	1 يوم	2 يوم	3 يوم	4 يوم	5 يوم	6 يوم

بة الما ء %	82.56 A	50.71 B	31.82 C	23.66 D	17.91 E	13.47 F	10.65 G

جدول (18) تغير نسبة الماء في الملوخية المقطعة والمسلوقة أثناء التجفيف في الظل

	زمن أخذ القراءة (hr)					
نسبة الماء %	0 يوم	1 يوم	2 يوم	3 يوم	4 يوم	5 يوم
	73.47A	44.92B	31.08C	22.11D	12.72E	9.17F

لقد بين التحليل الاحصائي وجود تأثير معنوي هام للمعالجة المسبقة على تغير نسبة الرطوبة مع الزمن.

4-3 نتائج دراسة التغيرات التي طرأت على الخصائص الكيميائية لعينات الملوخية

الجدول (19) الخصائص الكيميائية للملوخية بعد التجفيف عند درجة حرارة (45°±2)

البيان	نسبة الماء %	فيتامين C mg/100g	الرماد %	مضادات الأكسدة %
ملوخية غير معالجة(شاهد)	9.89BC	38.44A	0.992A	43.59A
ملوخية مسلوقة بالبخار	10.47AB	22.18C	0.983AB	41.23B
ملوخية مقطعة	9.78C	37.35B	0.977B	42.72A
ملوخية مقطعة ومسلوقة بالبخار	10.67A	21.41C	0.988AB	40.22C

لقد بين التحليل الاحصائي لعينات الملوخية المعالجة والمجففة عند درجة حرارة 45°±2 وجود تأثير مع

جدول (20) الخصائص الكيميائية للملوخية بعد التجفيف عند درجة حرارة (65°±2)

البيان	نسبة الماء %	فيتامين C mg/100g	الرماد %	مضادات الأكسدة %
ملوخية غير معالجة(شاهد)	10.71A	40.21A	0.994A	42.15A
ملوخية مسلوقة بالبخار	10.57B	23.17C	0.993A	40.12B
ملوخية مقطعة	10.56B	39.32B	0.985A	41.52A

ملوخية مقطعة ومسلوقة بالبخار	9.23C	22.65D	0.987A	40.00B

لقد بين التحليل الاحصائي لعينات الملوخية المعالجة والمجففة عند درجة حرارة 65°±2 وجود تأثير معنوي هام على قيمة فيتامين C. كما بين التحليل الاحصائي أيضا عدم وجود تأثير معنوي على قيمة الرماد.

جدول(21) الخصائص الكيميائية للملوخية بعد التجفيف في الظل

البيان	**نسبة الماء %**	**فيتامين C mg/100g**	**الرماد %**	**مضادات الأكسدة %**
ملوخية غير معالجة(شاهد)	10.22AB	30.16A	0.989A	41.52A
ملوخية مسلوقة بالبخار	9.85BC	21.17C	0.984A	39.41B
ملوخية مقطعة	10.65A	29.21B	0.979A	41.48A
ملوخية مقطعة ومسلوقة بالبخار	9.17C	21.12C	0.979A	40.16B

لقد بين التحليل الاحصائي وجود تأثير معنوي هام للتجفيف في الظل على نسبة الماء كما بين عدم وجود تأثير معنوي على قيمة الرماد.

نلاحظ أن قيم مضادات الأكسدة لعينات الملوخية المجففة عند درجة حرارة 65° هي الأعلى والسبب تحرر مركبات فينولية عن طريق تفكك مكونات الخلايا وتشكل مركبات جديدة مثل منتجات تفاعل ميلارد التي لها نشاط مضاد للأكسدة(Manzocco,2001)

نتائج دراسة التغيرات التي طرأت على الخصائص الفيزيائية لعينات الملوخية

الجدول(22) الخصائص الفيزيائية للملوخية بعد التجفيف عند درجة حرارة (45°±2)

البيان	aw	مؤشرات اللون		
		B	A	L
ملوخية غير معالجة(شاهد)	0.322A	20.29A	−5.32A	31.49A
ملوخية مسلوقة بالبخار	0.331A	18.41B	−7.62C	30.57B
ملوخية مقطعة	0.321A	20.62A	−5.70B	31.19AB
ملوخية مقطعة ومسلوقة بالبخار	0.330A	18.33B	−7.27C	30.72AB

لقد بين التحليل الاحصائي وجود تأثير معنوي هام للتجفيف عند درجة الحرارة 45°±2 على قيمة a. كما بين عدم وجود تأثير معنوي قيمة فعالية الماء.

جدول (23) الخصائص الفيزيائية للملوخية بعد التجفيف عند درجة حرارة (65°±2)

البيان	aw	مؤشرات اللون		
		B	A	L
ملوخية غير معالجة(شاهد)	0.332B	19.22A	- 6.15A	34.16A
ملوخية مسلوقة بالبخار	0.340A	18.31B	-7.77B	32.25B
ملوخية مقطعة	0.331B	19.11A	- 6.30A	34.11A
ملوخية مقطعة ومسلوقة بالبخار	0.330B	18.44B	- 7.63B	32.17B

لقد بين التحليل الاحصائي عدم وجود تأثير معنوي هام للتجفيف عند درجة حرارة 65°±2على قيمة فعالية الماء.

جدول (24) الخصائص الفيزيائية للملوخية بعد التجفيف في الظل

البيان	aw	مؤشرات اللون		
		B	A	L
ملوخية غير معالجة(شاهد)	0.332A	21.31A	- 4.18A	28.33AB
ملوخية مسلوقة بالبخار	0.321A	18.14C	- 5.72C	27.44B
ملوخية مقطعة	0.331A	21.55A	- 4.21A	28.35A
ملوخية مقطعة ومسلوقة بالبخار	0.311A	19.00B	- 5.61B	27.52AB

لقد بين التحليل الاحصائي عدم وجود تأثير معنوي هام للتجفيف في الظل على قيمة فعالية الماء.

خلاصة النتائج:

1-سلق عينات الملوخية قبل تجفيفها اختصر زمن التجفيف لكنه أدى لفقد محتوى فيتامين c من المادة الغذائية.

2-كان لون عينات الملوخية المجففة عند درجة حرارة °65 أفضل، حيث كانت قيم مؤشرات اللون أفضل

3-التجفيف الصناعي للملوخية عند درجة حرارة °65 كان الأفضل من ناحية القيمة الغذائية حيث حافظ على قيم أعلى ل فيتامينC ومضادات الأكسدة

4-التجفيف الصناعي عند درجة حرارة 65° كان الأفضل من حيث توفير الوقت اذ لم نحتاج لأكثر من ثلاث ساعات حتى تمام التجفيف بالمقابل استمر التجفيف الصناعي عند درجة حرارة 45° لحدود خمس ساعات وعدة أيام في حال التجفيف الشمسي.

المراجع:

1-عطرة، رمضان. (2007) تقانة المواد المركزة والمجففة. منشورات جامعة البعث. كلية الهندسة الكيميائية والبترولية.

2-حمدي ،سعيد وزيدان عبد العال وعبد العزيز محمد خلف الله(1973).الخضر. الطبعة الأولى .دار المطبوعات الجديدة. جمهورية مصر العربية.623 صفحة.

3- مطلوب ،عدنان ناصر وعز الدين سلطان محمد وكريم صالح عبدول(1989).انتاج الخضروات. الجزء الثاني. الطبعة الثانية المنقحة. مديرية دار الكتب للطباعة والنشر. جامعة الموصل.العراق.337 صفحة

4- الباقوني، رياض. (2006) كيمياء الأغذية. مديرية الكتب والمطبوعات. جامعة البعث.

5-حسن ،احمد عبد المنعم (1992).أساسيات انتاج الخضر وتكنولوجيا الزراعات المكشوفة والمحمية. الدار العربية للنشر والتوزيع. القاهرة.920 صفحة.

5-Ndlovu, J.,& Afolayan,A .J.(2008).Nutritional analysis of the south African wild vegetable Corchorus olitorious L .Asian Jplat.7(6),615-618

6-Amin, 1. &Lee, W.Y. (2005).Effect of different blanching time on

Antioxidant properties in .Cruciferous vegetables. selected

7- Lewicki, p. p. (2006).Design of hot air drying for better foods. Trend in

Food science & technology, 17(4), 153-163

8-Ifon,E.T.and Bassir,O.(1980)The nutritive value of some Nigerian leafy green vegetable.Part 2:The distribution of Proteing carbohydrates(including ethanol-soluble simple sugars),crudefat,fiber and ash.food .chemistry.5(3):231-235.