

# مجلة جامعة البعث

سلسلة العلوم الهندسية البترولية والكيميائية



مجلة علمية محكمة دورية

المجلد 46 . العدد 1

1445 هـ - 2024 م

الأستاذ الدكتور عبد الباسط الخطيب

رئيس جامعة البعث

المدير المسؤول عن المجلة

رئيس هيئة التحرير	أ. د. محمود حديد
رئيس التحرير	أ. د. درغام سلوم

مدير مكتب مجلة جامعة البعث

د. إبراهيم عبد الرحمن

عضو هيئة التحرير	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

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 : ++ 963 31 2138071

. موقع الإنترنت : [www.albaath-univ.edu.sy](http://www.albaath-univ.edu.sy)

. البريد الإلكتروني : [magazine@ albaath-univ.edu.sy](mailto:magazine@albaath-univ.edu.sy)

**ISSN: 1022-467X**

## 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.
  - إذا كان الباحث طالب دراسات عليا:  
يجب إرفاق قرار تسجيل الدكتوراه / ماجستير + كتاب من الدكتور المشرف بموافقة على النشر في المجلة.
  - إذا كان الباحث عضو هيئة تدريسية:  
يجب إرفاق قرار المجلس المختص بإنجاز البحث أو قرار قسم بالموافقة على اعتماده حسب الحال.
  - إذا 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.
  - إذا 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 25×17.5 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 (40000) ل.س أربعون ألف ليرة سورية عن كل بحث لكل باحث يريد نشره في مجلة جامعة البعث.
2. دفع رسم نشر (100000) ل.س مئة ألف 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 (6000) ل.س ستة آلاف ليرة سورية رسم موافقة على النشر من كافة الباحثين.

## المحتوى

الصفحة	اسم الباحث	اسم البحث
38-11	م. إناس ابراهيم د. نسرين البيطار د. بدور عجيب	تأثير التجفيف الشمسي المباشر والهواء الساخن لشرائح البندورة في محتواها من فيتامين C والحموضة المعاكسة
60-39	د. عدنان الشيخ حمود	التحليل الديناميكي وتطبيق استعمال أبراج التهوية الطبيعية في البلاد الحارة
78-61	د. عدنان الشيخ حمود	التحليل الديناميكي وتطبيق استعمال أبراج التهوية الطبيعية ذات (المناضج) المرشحات في البلاد الحارة
104-79	م. لينا الميرداس م. ريم سلمون	دراسة خواص الثباتية واللون لأقمشة قطنية مصبوغة بالكركديه تبعاً لتقنية الصباغة
140-105	د. رمضان عطرة د. بدور عجيب م. علي دردر	دراسة الشروط المثلى لتصنيع اللبن الرائب بإضافة حليب الصويا







## تأثير التجفيف الشمسي المباشر والهواء الساخن

### لشرائح البندورة في محتواها من فيتامين C

#### والحموضة المعاييرة

طالبة الدراسات العليا: م. إناس ابراهيم

كلية الهندسة الكيميائية والبترولية، جامعة البعث

الدكتور المشرف د. نسرين البيطار

الدكتور المشرف المشارك: د. بدور عجيب

#### الملخص

تم في هذا الدراسة تجفيف نوعين من ثمار البندورة بلاستيكي (مندلون) وبلدي (أميرة) باستخدام طريقتي تجفيف هما: التجفيف الشمسي المباشر والتجفيف الصناعي (بالهواء الساخن) عند درجتي حرارة هما  $60^{\circ}C$  و  $75^{\circ}C$ . وسرعة هواء  $2.5\text{ m/s}$  وتم تخزين العينات في نوعين من الأكياس هما بولي إيثيلين وسولفان، ومراقبة التغيرات في قيم الرطوبة والحموضة المعاييرة وفيتامين C خلال عملية تخزين العينات وذلك لمدة 6 أشهر. خلصت هذه الدراسة إلى أن التجفيف الصناعي أفضل من التجفيف الشمسي الطبيعي كونه حافظ بنسبة أكبر على الحموضة المعاييرة وفيتامين C، درجة الحرارة  $60^{\circ}C$  كانت أفضل من  $75^{\circ}C$  لأنه كلما ارتفعت درجة حرارة التجفيف فإن ذلك يؤثر بشكل سلبي في قيم فيتامين C والحموضة المعاييرة وأن البندورة البلاستيكية أفضل من البلدية كونها حافظت على قيم جميع البارامترات خلال التخزين.

**الكلمات المفتاحية:** البندورة، الحموضة المعاييرة، فيتامين C، محتوى الرطوبة، التجفيف

الشمسي، التجفيف الصناعي.

# The effect of direct sun drying and hot air drying for tomato slices on its content of vitamin C and tritable acidity

Dr .Nsren Albitar, Dr. Boudour Ajib,Eng. Enas Ebrahim

Faculty of Chem&Pet .Eng,Al-Baath University

## Abstract

In this study, two types of tomato fruits were dried Plastic (Mandaloun) and Baladi (Amira) using two drying methods: direct sun drying and hot air drying at two temperatures 60°C and 75°C and an air speed of 2.5 m/s. Moisture , tritable acidity and vitamin C values were measured during the storage of samples for period of 6 monthes. This study concluded that hot air drying is better than sun drying , as it preserved percentage of tritable acidity and vitamin C, and that the higher of drying temperature, **the** more negatively affected the values of vitamin C and tritable acidity.

**Key words:** tomato, tritable acidity, Vitamin C, Moisture content, sun drying, industrial drying.

## 1 مقدمة:

تعد البندورة *Lycopersicon esculantum* التي تنتمي للعائلة الباذنجانية *Solanaceae* إحدى الثمار المهمة في وجباتنا الغذائية، لأنها غنية بالعديد من مضادات الأكسدة مثل: الليكوبين وحمض الاسكويك والفلافونيدات والفينولات والتي لها دور مهم في تثبيط الجذور الحرة في جسم الإنسان(15)(16)

تعتبر الرطوبة تعتبر عامل أساسي في تحديد العمر الافتراضي للخضار والفواكه وبالتالي تعد عملية التجفيف عملية مهمة وتقليدية لإزالة الرطوبة من الطعام ، ويعود تفسير ذلك إلى أن الكائنات الحية الدقيقة مثل البكتيريا والفطور تحتاج إلى الماء لتنمو مما يسبب فساد الأغذية وتعفنها لذلك يتم العمل على إزالة الرطوبة لإطالة مدة حفظ هذه المنتجات (14)

تتميز للبندورة العديد من الفوائد الصحية حيث تقلل من أمراض القلب و تخفض نسبة الكوليسترول وتساهم في زيادة المناعة ولها دور تقوية العظام وعلاج توسع الأوعية الدموية وغيرها من الفوائد(1)

وللبندورة طرق حفظ عديدة منها : التشميع- استخدام أغلفة معدلة للجو، استخدام أغلفة صالحة للأكل وأهم هذه الطرق التجفيف.

يمكن استخدام المنتجات المجففة في العديد من الأطعمة المصنعة أو الجاهزة بدلاً من الأطعمة الطازجة وذلك بسبب العديد من المزايا مثل: الراحة في النقل والتخزين والتحضير والاستخدام. تستخدم خصائص ترطيب كمعامل لتحديد الجودة. يمكن تحقيق ترطيب أمثل من خلال التحكم في عملية التجفيف وتعديل ظروف معالجة التجفيف(2)

وبسبب عدم توفر معامل أو ورش متخصصة لإنتاج البندورة المجففة في المنطقة المحلية فقد تم العمل على تجفيف سرائح البندورة بطرق بسيطة وحفظها لمدة تخزينية معينة وهذا بدوره يؤدي إلى استخدامات غذائية متنوعة للبندورة المجففة الناتجة مثل إضافتها للبيتزا أو الوجبات الخفيفة وهنا تكمن أهمية البحث.

## 2. هدف البحث:

- ✚ تجفيف سرائح البندورة من نوعين هما بلدي (أميرة) وبلاستيكي (مندلون) مختلفين وسماكة 0.3 cm باستخدام أشعة الشمس المباشرة والتجفيف الصناعي عند درجتي حرارة  $60^{\circ}\text{C}$  و  $75^{\circ}\text{C}$ .
- ✚ دراسة تأثير عملية التجفيف الشمسي والصناعي في محتوى سرائح البندورة من الحموضة المعايرة وفيتامين C.

## 3 الدراسة المرجعية:

- ✚ درس (9) عملية تجفيف سرائح البندورة ب 3 طرق مختلفة وهي تجفيف شمسي مباشر، التجفيف بمجفف شمسي والتجفيف بالفرن وتم تقييم النتائج التي حصل عليها، حيث وجد بأن العينات المجففة تجفيف شمسي مباشر كانت النتائج مرضية من ناحية المواد الصلبة والعينات المجففة بالفرن أعطت نتائج مرضية من ناحية الليكوبين والتعداد الجرثومي العام .
- ✚ درس (11) عملية تجفيف سرائح البندورة بالهواء الساخن وتبين من خلال هذه الدراسة أنه بالإمكان تجفيف سرائح البندورة من رطوبة 92% إلى 12% عند

درجات حرارة 55 درجة مئوية و65 درجة مئوية و75 درجة مئوية عند سرعة هواء  $1.5 \pm 0.4$  m/s مع الحفاظ على الجودة، بينما الدراسات الأخرى بينت أن محتوى الرطوبة الذي يتم الوصول إليه هو 15% أو أكثر، وأيضاً تبين أن التجفيف عند درجات حرارة مرتفعة لوقت قصير يؤدي إلى تقليل اللون الداكن لشرائح البندورة المجففة لذلك أوصى باستخدام درجة الحرارة 75 درجة مئوية.

➤ درس (12) عملياً التجفيف الشمسي والتجفيف بالفرن لشرائح البندورة عند 3 درجات حرارة مختلفة حيث أنه بعد التجفيف تم إجراء التجارب للتحقق من جودة الشرائح المجففة وتبين من خلال هذه التجارب أن شرائح البندورة المجففة بالفرن يمكن حفظها لفترات أطول من العينات المجففة بالشمس وذلك بسبب انخفاض محتوى الرطوبة والحمل الميكروبي.

➤ درس (17) عملية التجفيف التقليدي لشرائح البندورة وكان الهدف من هذه الدراسة هو تقييم تأثيرات درجة الحرارة، الزمن، سمك الشرائح على عملية التجفيف الحراري وبالتالي الحصول على أفضل شروط معالجة من أجل الحفاظ على جودة المنتج حيث تم استخدام 5 درجات حرارة و 4 سماكات لشرائح البندورة ووجد في النهاية أن الظروف المثالية لعملية التجفيف كانت عند درجة حرارة 52-67 درجة مئوية وبالتحديد هي 60 درجة مئوية وزمن 35-44 ساعة وهو أقصر وقت وسمك شرائح 15mm و 27mm.

➤ كما أجرى الباحثان (18) دراسة على خصائص تجفيف شرائح البندورة عند 5 درجات حرارة مع 3 سرعات هواء في المجفف وقد استمر التجفيف حتى وصلت العينات إلى محتوى رطوبة نهائي يعادل 11%. أوضحت النتائج أنه بزيادة سرعة الهواء من 1 m/s إلى 3 m/s انخفض الزمن من 1000 دقيقة إلى 700 دقيقة.

✚ درس (19) عملية تجفيف نوعين من البندورة وتقييم التغيرات في 3 درجات حرارة مختلفة حيث تم تحويل البندورة إلى مسحوق والتخزين لمدة 8 أسابيع. حيث لوحظ إزدياد في مجموع حمل الفطريات في صنفى البندورة في جميع درجات الحرارة بينما الحموضة المعاكسة ودرجة الحموضة وحمض الأسكوربيك والليكوبين والإحمرار والإصفرار ازدادت مع التخزين.

✚ \_ أظهر (20) أن عملية تقطيع البندورة وتجفيفها حتى رطوبة 10% أدى إلى احتوائها على أعلى قيمة من الليكوبين من منتجات البندورة، كما اكتشف أنه في عملية تجفيف البندورة عند درجة حرارة 80 درجة مئوية انخفض محتوى حمض الاسكوربيك بنسبة 90% وتفكك تفكك كامل عند درجة حرارة 110 درجة مئوية.

✚ \_ بين (21) أن حفظ البندورة المجففة في زيت الزيتون وتخزينها بعد ذلك في الظلام يساهم في الحفاظ على معلمات الجودة ومعلمات اللون ومحتوى الفينولات والكاروتينات والبيتا كاروتين والليكوبين ومضادات الأكسدة.

#### 4- مواد وطرائق البحث:

##### 4-1- مواد البحث:

تم إنجاز هذا البحث في مخابر كلية الهندسة الكيميائية والبترولية بجامعة البعث وفي مخابر قسم علوم الأغذية في كلية الزراعة ومركز التقانات الحيوية في جامعة البعث وتم استخدام:

✚ ثمار بندورة من نوعين بلدي (أميرة) وبلاستيكي (مندلون) تم الحصول عليها من السوق المحلية وتقطيعها إلى شرائح بسماكة (0.3 cm) ✚  
✚ أكياس من البولي إيثيلين والسولفان من أجل التخزين.



## 4-2- طرائق البحث:

## 4-2-1- التجفيف:

تم تجفيف العينات بطريقتين هما تجفيف شمسي مباشر، وتجفيف صناعي بالهواء الساخن في فرن من ماركة mement يحتوي على مروحة ويعمل على تغيير سرعات الهواء .

بعد ذلك تم تعبئة العينات في نوعين من الأكياس هما بولي إيثيلين وسولفان وتم التخزين في مخبر في مركز التقانات الحيوية بدرجة حرارة الغرفة.

## \*التجفيف تحت أشعة الشمس المباشرة:

تم تجفيف الشرائح في شهر أيلول حيث وضعت الشرائح في صواني وتم تعريضها لأشعة الشمس المباشرة

وكانت بارامترات التجفيف الشمسي موضحة في الجدول(1):

## جدول(1) مؤشرات التجفيف الشمسي المباشر

سرعة الرياح (km/h)	الرطوبة(%)	الضغط الجوي (h pa)	درجة الحرارة العليا(°C)	درجة الحرارة الدنيا (°C)
10.5	62	1008	35	31

[ الهيئة العامة للأرصاد الجوية في سوريا ]

\*التجفيف الصناعي:

تم إنجاز هذا التجفيف باستخدام فرن مجفف (بالهواء الساخن) كما ذكرنا سابقا من ماركة mement على تغيير سرعات الهواء وتم التجفيف عند درجتي حرارة هما  $75^{\circ} C$  و  $60^{\circ} C$  أما سرعة الهواء فكانت  $2.5 m/s$ .

وتم تحديد مواصفات العينات الأولية وذلك وفق:

1. الرطوبة:

تم تحديد الرطوبة وفق (AOAC 2006)

2. الحموضة المعايرة:

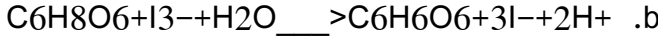
تم تحديد الحموضة المعايرة بطريقة المعايرة ب  $NaOH (0.1 N)$  بوجود مشعر الفينول فتالئين وذلك حتى انقلاب اللون إلى لون زهري ، وتم تقدير الحموضة على أساس حمض الستريك كونه الحمض السائد في البندورة وذلك وفق (AOAC 2006).

3. فيتامين C: تم تقدير فيتامين C وفق (AOAC 2005, 967.21) باستخدام طريقة المعايرة باليود حيث تم استخدام النشاء كمشعر وتمت المعايرة باليود حتى انتهاء عملية المعايرة ومبدأ هذه الطريقة هو كالتالي:

اليود غير قابل للذوبان في الماء ولكن يمكن تحسين هذه العملية عن طريق تكوين معقد لليود مع يوديد ليشكل ثلاثي اليود:



يعمل ثلاثي اليوديد على أكسدة فيتامين C لتشكيل حمض الأسكوربيك منزوع الهيدروجين



وبما ان العينة تحتوي على فيتامين C فيتم تحويل ثلاثي اليوديد إلى أيون اليوديد بسرعة كبيرة ومع ذلك عندما يتأكسد فيتامين C سيظهر اليود وثلاثي اليوديد والذي يتفاعل مع النشاء لتشكيل معقد أزرق- مسود وهذه هي نقطة نهاية المعايرة.

#### 4-2-2- التقييم الاحصائي:

تم إجراء الاختبارات بأخذ 3 مكررات لكل تجربة وتم التعبير عن النتائج من خلال كتابة المتوسط الحسابي  $\pm$  الانحراف المعياري ، ويتم تقييم النتائج على برنامج Minitab17 وذلك عند مستوى معنوية 5%.

#### 5 النتائج والمناقشة:

(تمت جميع الحسابات على أساس المادة الجافة)

#### 5-1- الرطوبة:

استغرقت العينات ذات السماكة 0.3 سم من نوع مندلون حوالي 38 ساعة من أجل التجفيف بينما الشرائح من نوع أميرة استغرقت 35 ساعة وذلك عند درجة حرارة حوالي  $31.5^\circ C$  وبيين الجدول (2) التالي محتوى الرطوبة الأولي للعينات البلاستيكية (مندلون) وتغيرات الرطوبة خلال عملية تخزين الشرائح:

تأثير التجفيف الشمسي المباشر والهواء الساخن لشرائح البندورة في محتواها من فيتامين C والحموضة المعاكسة

جدول (2) قيم الرطوبة لشرائح البندورة البلاستيكية (مندلون) والبلدية (أميرة) المجففة تجفيف شمسي مباشر وتغيراتها خلال عملية التخزين لمدة 6 أشهر والمخزنة في نوعين من العبوات:

البلدية (أميرة)		البلاستيكية (مندلون)		زمن التخزين (month)
سولفان	بولي إيتلين	سولفان	بولي إيتلين	
11.14±0.04A	11.14± 0.04 A	11.04± 0.04G	11.04 ±0.04G	0
11.42± 0.02 F b	11.50±0.01 C a	11.32± 0.02 F b	11.65 ±0.05C a	2
11.72± 0.02E b	12.03± 0.030B a	11.72± 0.02E b	12.33± 0.01B a	4
12.23±0.036 D b	12.49± 0.02 A a	12.27± 0.02 D b	12.63±0.06 A a	6

تشير الأحرف a,b المختلفة إلى وجود فروق معنوية بين مواد التعبئة للعينات المجففة، أما الأحرف A,B,C,D,E,F,G المختلفة فتشير إلى وجود فرق معنوي في زمن التخزين وذلك عند مستوى معنوية 5%.

نلاحظ أن أعلى قيمة للرطوبة في نهاية عملية التخزين بلغت (12.63%) وكانت للعينات البلاستيكية (مندلون) المخزنة في أكياس بولي إيتلين، بينما أخفض قيمة بلغت (12.23%) وكانت للعينات البلدية (أميرة) المخزنة في أكياس سولفان، ونلاحظ أن مادة مادة التعبئة السولفان كانت أفضل بالنسبة للنوعين من البولي إيتلين لأنه خلال التخزين ازدادت الرطوبة لكن بنسبة أقل من البولي إيتلين.

### وبالنسبة للتجفيف الصناعي:

#### \_التجفيف عند درجة حرارة 60° C وسرعة هواء 2.5 m/s:

استغرقت عملية تجفيف العينات من النوع البلاستيكي (مندلون) حوالي 3 ساعات و 40 دقيقة ، بينما العينات البلدية من نفس السماكة استغرقت حوالي ساعتين و 35 دقيقة وذلك لأن العينات البلاستيكية(مندلون) يكون لها قشرة لها ثخانة عالية وبالتالي يكون خروج الماء منها أصعب من العينات البلدية(أميرة).

يبين الجدول(3) قيم الرطوبة وتغيراتها خلال عملية تخزين الشرائح البلاستيكية والبلدية ذات السماكة(0.3 cm):

جدول(3) قيم الرطوبة لعينات البندورة البلاستيكية (مندلون) والبلدية(أميرة) المجففة عند درجة حرارة 60° C وسرعة هواء 2.5 m/s وتغيراتها خلال عملية التخزين لمدة 6 أشهر:

العينات البلدية(أميرة)		العينات البلاستيكية(مندلون)		زمن التخزين (month)
سولفان	بولي إيثيلين	سولفان	بولي إيثيلين	
11.29± 0.01D	11.29± 0.01 D	11.18±0.02D	11.18±0.02D	0
11.43±0.06E b	11.65±0.13C a	11.32±0.04E b	11.52±0.05 C a	2
11.76± 0.02F b	12.37±0.03B a	11.72±0.05F b	12.25±0.04B a	4
12.15± 0.04G b	12.52±0.05A a	12.25± 0.08G b	12.75±0.07 A a	6

تشير الأحرف a,b المختلفة إلى وجود فروق معنوية بين مواد التعبئة للعينات المجففة، أما الأحرف A,B,C,D,E,F,G المختلفة فتشير إلى وجود فرق معنوي في زمن التخزين وذلك عند مستوى معنوية 5%.

### \_التجفيف عند درجة الحرارة 75° C وسرعة هواء 2.5 m/s:

استغرقت عملية تجفيف الشرائح البلاستيكية (مندلون) ذات السماكة (0.3 cm) حوالي ساعة و 5 دقائق، بينما العينات البلدية (أميرة) من نفس السماكة استغرقت حوالي ساعة و 3 دقائق وذلك لأن العينات البلاستيكية(مندلون) يكون لها قشرة لها ثخانة أعلى من العينات البلدية(أميرة) وبالتالي يعد خروج الماء منها أصعب.

يوضح الجدول(4) قيم الرطوبة للعينات البلاستيكية (مندلون) والبلدية(أميرة) ذات السماكة(0.3 cm)المجففة عند 75° C وسرعة هواء 2.5 m/s وتغيراتها خلال عملية التخزين:

البلدية(أميرة)		البلاستيكية(مندلون)		زمن التخزين (month)
سولفان	بولي إيتلين	سولفان	بولي إيتلين	
11.12±0.03 C	11.12± 0.03 C	11.22 ± 0.04D	11.22± 0.04 D	0
11.42±0.15D b	11.56±0.02B a	11.56±0.01B b	11.66±0.03C a	2
11.62±0.15E b	12.19±0.13A a	11.85±0.04F b	12.32±0.06 E a	4
12.19±0.04F b	12.65±0.05A a	12.49±0.03G b	12.66±0.05A a	6

تشير الأحرف a,b المختلفة إلى وجود فروق معنوية بين مواد التعبئة للعينات المجففة، أما الأحرف A,B,C,D,E,F,G المختلفة فتشير إلى وجود فرق معنوي في زمن التخزين وذلك عند مستوى معنوية 5%.

نلاحظ أن أعلى قيمة للرطوبة للعينات المجففة والمخزنة في أكياس بولي إيثيلين بلغت (12.75%) وكانت للعينات البلاستيكية (مندلون) المجففة عند درجة حرارة  $60^{\circ}$  C وسرعة هواء 2.5 m/s،

بينما أخفض قيمة للرطوبة للعينات المجففة والمخزنة في أكياس بولي إيثيلين بلغت (12.25%) وكانت للعينات البلدية (أميرة) المجففة عند درجة حرارة  $60^{\circ}$  C وسرعة هواء 2.5 m/s.

بينما أعلى قيمة للرطوبة للعينات المجففة والمخزنة في أكياس سولفان بلغت (12.49%) وكانت للعينات البلاستيكية (مندلون) المجففة عند درجة حرارة  $75^{\circ}$  C وسرعة هواء 2.5 m/s.

بينما أخفض قيمة للرطوبة للعينات المجففة والمخزنة في أكياس سولفان بلغت (12.15%) وكانت للعينات البلدية (أميرة) المجففة عند درجة حرارة  $60^{\circ}$  C وسرعة هواء 2.5 m/s.

ينخفض محتوى الرطوبة في أثناء التجفيف بسبب حصول عملية تبخر.

نلاحظ من الجدول السابق أن محتوى الرطوبة يزداد في أثناء عملية التخزين في العينات المخزنة في أكياس

تأثير التجفيف الشمسي المباشر والهواء الساخن لشرائح البندورة في محتواها من فيتامين C والحموضة المعاكسة

بولي إيثيلين أكثر من السولفان وهذه النتائج تتفق مع (5) وأيضاً مع (9) الذي وجد أن الرطوبة تزداد عند تخزين مسحوق البندورة المجفف في أكياس بولي إيثيلين وسولفان ولكن الزيادة في أكياس البولي إيثيلين تكون أعلى ، وذلك لأن نفاذية هذه الأكياس لبخار الماء والأوكسجين أعلى من السولفان .

تتخفض الرطوبة خلال التجفيف وهذا بسبب حصول عملية تبادل مادة وانتقال الماء من داخل الأنسجة إلى خارجها بسبب الحرارة والهواء مما يؤدي إلى ارتفاع نسبة المواد الصلبة الكلية بزيادة درجة حرارة الهواء وهذا يتفق مع (10).

نلاحظ أيضاً أن التجفيف الصناعي كان أفضل من التجفيف الشمسي لكلا النوعين من حيث قيم الرطوبة لأنه يحافظ على الأنسجة أكثر من التجفيف الشمسي المباشر .

### 5-2-فيتامين C:

وقيم فيتامين C للشرائح البلاستيكية (مندلون) المجففة تجفيف شمسي مباشر ذات السماكة 0.3 cm موضحة في الجدول (5):

جدول (5) قيم فيتامين C لشرائح البندورة البلاستيكية (مندلون) والبلدية (أميرة) المجففة تجفيف شمسي مباشر وتغيراتها خلال التخزين لمدة 6 أشهر:

البلدية (أميرة)		البلاستيكية (مندلون)		زمن التخزين (month)
سولفان	بولي إيثيلين	سولفان	بولي إيثيلين	
40.61±0.02 G	40.61±0.02 G	40.92±0.003 G	40.92±0.003 G	0
40.32±0.02 E b	40.21±0.04 F a	41.16±0.002 F a	41.10± 0.003 E b	2
39.85±0.01 C b	39.72±0.01 D a	41.33±0.001 D a	41.18±0.001 C b	4
39.65±0.05 A b	39.42±0.05 B a	41.52±0.004 B a	41.30±0.002 A b	6



تشير الأحرف a,b المختلفة إلى وجود فروق معنوية بين مواد التعبئة للعينات المجففة، أما الأحرف A,B,C,D,E,F,G المختلفة فتشير إلى وجود فرق معنوي في زمن التخزين وذلك عند مستوى معنوية 5%.

نلاحظ أن أعلى قيمة لفيتامين C كانت (41.52 mg/100g) وكانت للعينات البلاستيكية (مندلون) المخزنة في أكياس سولفان، بينما أخفض قيمة كانت ( 39.42 mg/100g) وكانت للشرايح البلدية ( أميرة) والمخزنة في أكياس بولي إيثيلين.

نلاحظ أن قيم فيتامين C للشرايح المعبئة في أكياس من البولي إيثيلين تكون أخفض من الشرايح المعبئة في أكياس سولفان وهذه النتائج تتوافق مع (11) والسبب هو أن فيتامين C يتأقص بسبب الأكسدة ، بالإضافة إلى أن مادة التعبئة (البولي إيثيلين) غير قادرة على منع الضوء والأكسجين وهذا ما أكدته (13)

**\_التجفيف عند درجة حرارة °C 60 وسرعة هواء 2.5 m/s:**

يوضح الجدول (6) قيم فيتامين C للعينات البلاستيكية (مندلون) ذات السماكة 0.3 cm وتغيراتها خلال عملية التخزين:

تأثير التجفيف الشمسي المباشر والهواء الساخن لشرائح البندورة في محتواها من فيتامين C والحموضة المعايرة

جدول (6) قيم فيتامين C لشرائح البندورة البلاستيكية ( مندلون) والبلدية (أميرة) المجففة عند 60°C وسرعة هواء 2.5 m/s وتغيراتها خلال عملية التخزين لمدة 6 أشهر:

البلدية (أميرة)		البلاستيكية (مندلون)		زمن التخزين (month)
سولفان	بولي إيتلين	سولفان	بولي إيتلين	
50.89± 0.03 D	50.89± 0.03 D	55.61± 0.02D	55.61 ±0.02 D	0
50.63± 0.01 E b	50.52± 0.02C a	55.33± 0.15 E b	55.13±0.01 C a	2
50.22±0.02F b	50.12± 0.05B a	54.92± 0.04F b	54.85±0.02B a	4
49.88±0.05G b	49.74± 0.04A a	54.68± 0.06 G b	54.46±0.05 A a	6

تشير الأحرف a,b المختلفة إلى وجود فروق معنوية بين مواد التعبئة للعينات المجففة، أما الأحرف A,B,C,D,E,F,G المختلفة فتشير إلى وجود فرق معنوي في زمن التخزين وذلك عند مستوى معنوية 5%.

\_التجفيف عند درجة حرارة  $75^{\circ}\text{C}$  وسرعة هواء  $2.5\text{ m/s}$ :

يوضح الجدول (7) قيم فيتامين C وتغيراتها خلال عملية التخزين:

الجدول (7) قيم فيتامين C لشرائح البندورة البلاستيكية ( مندلون) والبلدية (أميرة) ذات

السماكة (0.3 cm) المجففة عند  $75^{\circ}\text{C}$  وسرعة  $2.5\text{ m/s}$  تغيراتها خلال عملية

التخزين لمدة 6 أشهر:

البلدية (أميرة)		البلاستيكية (مندلون)		زمن التخزين (month)
سولفان	بولي إيتلين	سولفان	بولي إيتلين	
44.21± 0.03 D	44.21± 0.03D	44.61± 0.03E	44.61 ± 0.03E	0
43.89 ± 0.01E b	43.85±0.02C a	44.36±0.05 C b	44.23±0.04 D a	2
43.63±0.05 F b	43.52±0.01B a	43.92±0.03 F b	43.89±0.26B a	4
43.33±0.03G b	43.22±0.12A a	43.62±0.02 G b	43.52±0.04A a	6

تشير الأحرف a,b المختلفة إلى وجود فروق معنوية بين مواد التعبئة للعينات المجففة، أما الأحرف A,B,C,D,E,F,G المختلفة فتشير إلى وجود فرق معنوي في زمن التخزين وذلك عند مستوى معنوية 5%.

نلاحظ أعلى قيمة لفيتامين C للعينات المجففة تجفيف صناعي ( بالهواء الساخن) والمخزنة في أكياس بولي إيتلين بلغت (54.46 mg/100g) وكانت للعينات البلاستيكية ( مندلون) المجففة عند درجة حرارة  $60^{\circ}\text{C}$  وسرعة هواء  $2.5\text{ m/s}$ .

تأثير التجفيف الشمسي المباشر والهواء الساخن لشرائح البندورة في محتواها من فيتامين C  
والحموضة المعايرة

بينما أخفض قيمة لفيتامين C للعينات المجففة والمخزنة في أكياس بولي إيثيلين بلغت (43.22 mg/100g) وكانت للعينات البلدية (أميرة) المجففة عند درجة حرارة 75° C وسرعة هواء 2.5 m/s.

بينما أعلى قيمة لفيتامين C للعينات المجففة تجفيف صناعي (بالهواء الساخن) والمخزنة في أكياس سولفان بلغت (54.68 mg/100g) وكانت للعينات البلاستيكية (مندلون) المجففة عند درجة حرارة 60° C وسرعة هواء 2.5 m/s.

بينما أخفض قيمة لفيتامين C للعينات المجففة والمخزنة في أكياس سولفان بلغت 43.33 (mg/100g) وكانت للعينات البلدية (أميرة) المجففة عند درجة حرارة 75° C وسرعة هواء 2.5 m/s .

إن قيم فيتامين C تنقص خلال التخزين والسبب هو زيادة الرطوبة ولأن جميع الحسابات تتم على أساس المادة الجافة فكلما نقصت المادة الجافة تزداد جميع القيم، وإن القيم للعينات المخزنة في أكياس سولفان تكون أعلى من أكياس البولي إيثيلين والسبب هو أن الرطوبة في أكياس البولي إيثيلين أعلى وأن عملية الأكسدة تحدث في أكياس البولي إيثيلين أكثر من السولفان لأن ههد الأكياس تعد نفوذيتها أعلى من السولفان.

نلاحظ أنه كلما ازدادت درجة الحرارة ينقص محتوى فيتامين C وهذه يتفق مع (11) والسبب هو أن حمض الأسكوربيك حساس تجاه الحرارة ويتفكك تحت تأثير درجة الحرارة المرتفعة وهذا ما أوضحه (13)

### 5-3- الحموضة المعايرة:

يبين الجدول (8) قيم الحموضة المعايرة وتغيراتها خلال التخزين لشرائح البندورة البلدية (أميرة) والبلاستيكية (مندلون) المجففة تجفيف شمسي مباشر :

الجدول (8) قيم الحموضة المعاييرة وتغيراتها خلال التخزين لشرائح البندورة البلدية والبلستيكية المجففة تجفيف شمسي مباشر وتغيراتها خلال عملية التخزين وذلك لمدة 6 أشهر:

البلدية (أميرة)		البلستيكية (مندلون)		زمن التخزين (month)
سولفان	بولي إيتلين	سولفان	بولي إيتلين	
0.016±0.015 F	0.016 ± 0.015 G	0.027± 0.003G	0.027± 0.003G	0
0.017 ± 0.025 F b	0.019± 0.013 E a	0.022± 0.003 F b	0.024± 0.025 D a	2
0.020 ±0.058 C b	0.023± 0.008 D a	0.019± 0.005 E b	0.022±0.002 B a	4
0.024 ± 0.020 A b	0.025± 0.020 B a	0.013± 0.001C b	0.019± 0.051A a	6

تشير الأحرف a,b المختلفة إلى وجود فروق معنوية بين مواد التعبئة للعينات المجففة، أما الأحرف A,B,C,D,E,F,G المختلفة فتشير إلى وجود فرق معنوي في زمن التخزين وذلك عند مستوى معنوية 5%.

نلاحظ أن أعلى قيمة للحموضة المعاييرة للعينات المجففة تجفيف شمسي بلغت (0.025%) وكانت للعينات البلدية (أميرة) المخزنة في أكياس بولي إيتلين ، بينما أخفض قيمة بلغت (0.013%) وكانت للعينات البلاستيكية ( مندلون) المخزنة في أكياس سولفان.

نلاحظ أن قيم الحموضة المعاييرة للعينات المجففة تجفيف شمسي مباشر كانت بالنسبة للعينات المخزنة في أكياس بولي إيتلين وأكياس سولفان للعينات البلدية (أميرة) أعلى من قيم الحموضة المعاييرة للعينات البلاستيكية(مندلون).

تأثير التجفيف الشمسي المباشر والهواء الساخن لشرائح البندورة في محتواها من فيتامين C والحموضة المعايرة

إن قيم الحموضة المعايرة للعينات المعبئة في أكياس من البولي إيثيلين أعلى من القيم للعينات المعبأة في أكياس سولفان وهذه النتائج تتوافق مع (6) والسبب في زيادة الحموضة المعايرة هو أنه يتم تحويل الكربوهيدرات إلى حمض الستريك خلال أوقات التجفيف الطويلة وذلك حسب (7).

**\_التجفيف عند درجة الحرارة 60°C وسرعة هواء 2.5 m/s:**

يبين الجدول (9) قيم الحموضة المعايرة وتغيراتها خلال عملية تخزين الشرائح البلاستيكية ذات السماكة (0.3 cm):

جدول (9) قيم الحموضة المعايرة للعينات البلاستيكية ( مندلون ) والبلدية (أميرة) المجففة عند درجة حرارة 60° C وسرعة هواء 2.5 m/s وتغيراتها خلال عملية التخزين وذلك لمدة 6 أشهر:

البلدية (أميرة)		البلاستيكية (مندلون)		زمن التخزين (month)
سولفان	بولي إيثيلين	سولفان	بولي إيثيلين	
0.071± 0.025 D	0.071± 0.025 D	0.083±0.026 D	0.083±0.026 D	0
0.070±0.025C b	0.079± 0.025 E a	0.079±0.036 E b	0.075±0.030 C a	2
0.061±0.015B b	0.065±0.020 F a	0.068± 0.020 F b	0.069±0.047 B a	4
0.059±0.020A b	0.062±0.020 G a	0.063± 0.030 G b	0.061±0.025 A a	6

تشير الأحرف a,b المختلفة إلى وجود فروق معنوية بين مواد التعبئة للعينات المجففة، أما الأحرف A,B,C,D,E,F,G المختلفة فتشير إلى وجود فرق معنوي في زمن التخزين وذلك عند مستوى معنوية 5%.

### \_التجفيف عند درجة حرارة 75° C وسرعة هواء 2.5 m/s:

يبين الجدول (10) قيم الحموضة المعايرة وتغيراتها خلال عملية تخزين الشرائح البلاستيكية (مندلون) والبلدية (أميرة) المجففة عند درجة حرارة 75° C وسرعة هواء 2.5 m/s ذات السماكة (0.3 cm) وتغيراتها خلال عملية التخزين وذلك لمدة 6 أشهر:

البلدية (أميرة)		البلاستيكية (مندلون)		زمن التخزين (month)
سولفان	بولي إيثيلين	سولفان	بولي إيثيلين	
0.084±0.005C	0.084±0.005C	0.103±0.001A	0.103±0.001A	0
0.075±0.015B b	0.078±0.002 D a	0.001 0.085±Db	0.092±0.085B a	2
0.069±0.013 A b	0.071± 0.002E a	0.081±0.020 F b	0.087±0.015 C a	4
0.062±0.008 E b	0.067±0.003 F a	0.078±0.020E b	0.080±0.025 G a	6

تشير الأحرف a,b المختلفة إلى وجود فروق معنوية بين مواد التعبئة للعينات المجففة، أما الأحرف A,B,C,D,E,F,G المختلفة فتشير إلى وجود فرق معنوي في زمن التخزين وذلك عند مستوى معنوية 5%.

تأثير التجفيف الشمسي المباشر والهواء الساخن لشرائح البندورة في محتواها من فيتامين C  
والحموضة المعايرة

نلاحظ أن أعلى قيمة للحموضة المعايرة بالنسبة للعينات المخزنة في أكياس بولي إيثيلين بلغت (0.080%) وكانت في العينات البلاستيكية ( مندلون) المجففة عند درجة حرارة  $75^{\circ} C$  وسرعة هواء 2.5 m/s،

وأخفض قيمة للحموضة المعايرة بالنسبة للعينات المخزنة في أكياس بولي إيثيلين بلغت (0.061 %) وكانت في العينات البلدية ( أميرة) المجففة عند درجة حرارة  $60^{\circ} C$  وسرعة هواء 2.5 m/s،

بينما بالنسبة للعينات المجففة والمخزنة في أكياس سولفان أعلى قيمة للحموضة المعايرة بلغت (0.078%) وكانت في العينات البلاستيكية ( مندلون) المجففة عند درجة حرارة  $75^{\circ} C$  وسرعة هواء 2.5 m/s،

بينما أخفض قيمة للحموضة المعايرة بالسبة للعينات المخزنة في أكياس سولفان بلغت (0.059 %) وكانت في العينات البلاستيكية(مندلون) المجففة عند درجة حرارة  $60^{\circ} C$  وسرعة هواء 2.5 m/s.

نلاحظ من الجداول السابقة أنه عند ارتفاع درجة الحرارة تزداد الحموضة المعايرة وهذا يتفق مع (3) الذي أوضح أن السبب في ذلك هو أنه في أثناء عملية التجفيف ترتفع نسبة الرطوبة المفقودة من العينات وهذا بدوره يؤدي إلى زيادة قيمة الحموضة المعايرة وهذا بحسب (3).



**6- الاستنتاجات والمقترحات:**

تم تجفيف نوعين من البندورة بلدي (أميرة) وبلاستيكي (مندلون) بسماكة ( 0.3 ) cm بطريقتين هما تجفيف شمسي مباشر وتجفيف بالهواء الساخن بواسطة فرن تجفيف يعمل على تغيير سرعة الهواء عند درجتى حرارة هما  $60^{\circ}\text{C}$  و  $75^{\circ}\text{C}$  وسرعة هواء 2.5 m/s.

1) يلاحظ أن جميع قيم المؤشرات في نهاية عملية التجفيف بالنسبة للرطوبة والفيتامين C والحموضة المعاييرة كانت في التجفيف الصناعي (الهواء الساخن) كانت أعلى من التجفيف الشمسي المباشر.

2) توصلت الدراسة الحالية أنه في أثناء التجفيف بالهواء الساخن ينخفض زمن التجفيف أي تتم عملية التجفيف بشكل أسرع للنوعين (بلدي وبلاستيكي) والانخفاض يقدر بالنصف تقريباً حيث انخفض بالنسبة للعينات البلدية (أميرة) من 35 ساعة إلى ساعتين و 35 دقيقة أما العينات البلاستيكية (مندلون) انخفض الزمن من 38 ساعة إلى ساعتين و 40 دقيقة.

3) توصلت الدراسة الحالية إلى أنه عند رفع درجة الحرارة من  $60^{\circ}\text{C}$  إلى  $75^{\circ}\text{C}$  تنخفض قيم جميع البارامترات وبالتالي فإن التجفيف عند درجة حرارة  $60^{\circ}\text{C}$  يعد أفضل من  $75^{\circ}\text{C}$ .

4) يلاحظ أن مادة التعبئة السولفان حافظت على قيم فيتامين C والحموضة المعاييرة أكثر من البولي إيثيلين

5) تبين من الدراسة أن عينات البندورة البلاستيكية (مندلون) أفضل من عينات البندورة البلدية (أميرة) بالنسبة لمحتوى فيتامين C الأعلى (54.68 mg/100g) وقيم الحموضة المعاييرة الأعلى (0.063 %)

(6) تستغرق عينات البندورة البلاستيكية (مندلون) وقت أكثر بحوالي ساعة للتجفيف الصناعي من عينات البندورة البلدية (أميرة) ويعود سبب ذلك إلى أن الغلاف الخارجي لعينات البندورة البلاستيكية يعد أكثر ثخانة من غلاف عينات البندورة البلدية.

ومن هنا نقترح مايلي:

- 1) دراسة أصناف أخرى من ثمار البندورة من النوعين البلدي والبلاستيكي.
- 2) دراسة التغيير في بعض المؤشرات الأخرى مثل الليكوبين ، اللون و القوام ومدى تأثيرها بعملية التجفيف عند استخدام سماكات معينة للشرائح لما لذلك من تأثير على جودة المنتج.
- 3) دراسة تأثير طرق أخرى للتجفيف مثل التجفيف بنفق شمسي والتجفيف بالظل والتجفيف الأسموزي وغيرها
- 4) دراسة تأثير المعالجة الأولية على عملية التجفيف ( مثل الكبريتة) والعمل على دراسة طرق حفظ أخرى (مثل الحفظ في جو غازي معدل)

6-المراجع المستخدمة:

- 1) BHOWMIK D., KUMAR K., PASWAN S.and SRIVASTAVA S.(2012)\_Tomato\_ Anatural medicine and its healthy benefits, Journal of pharmacognosy and phytochemistry,1,1,33-44.
- 2) GÓRNICKI K., KALETA A., WINICZENKO R., CHOJNACKA A.and JANASZEK M.(2013)\_ Some Remarks on Modelling of Mass Transfer Kinetics During Rehydration of Dried Fruits and Vegetables,
- 3) YOUSEF M., MOHAMMED A.and SATHEESH N.(2005)\_ E ffect of duration and drying temperature on characteristics of dried tomato,
- 4) YEBOAH A.,QUARTY E.,ODAI B.,KLU.G .and APPIAH V.(2016)\_ Effect of Irradiation and storage on the physic-chemical properties of tomato ( Salanum Lycopersicon L.) Powder under solar and freeze- dried conditions in Ghana, Food science and quality mangment, 56, 1-4
- 5) SNEHA .and Dr.Deb P,(2018),\_Effect of drying methods and pre- drying treatments on chemical quality of wood apple pulp powder,journal of pharmacognosy and phytochemistry , 7,3, 01-04.

- 6) SAKER M. , .A.HANNAN A ., QUAMRUZZAMAN,ALI M., KHATUN H.,(2014)\_Storage of tomato powder in different packing materials,Journal of agricultural Technology , 10,3,595-605.
- 7) MUNIR A ., KHAN S., JAMAL A., MIHOUB A., SAEED M., AHAMD S., ALJJWAIZEA N., ABOU EI-YAZIED ., SELIM S.and ALHARBI K,(2022)\_ Effect of different packing storage techniques on physiological and chemical changes in *citrus sinensis* L,Advanced in food science,44,45-53.
- 8) A.O.A.C.(2006)\_Official Methods of Analysis of the Assaction of official Analytical chemists.Int (19<sup>th</sup>ed).Gaithersburg ,MD
- 9) BABARINDE G., AKANDO E.and ANIFOWOSO F,(2009)\_ Effects of different drying methods on physico-chemical and microbial properties (*Lycopersicon esculantum* Mill) Var.Roma ,Global Science books,1-4.
- 10)Khazaei J.,Chegini G.and Bakhshiani M.(2008)\_ Anovel alternative method for modeling the effect of hot air dry temperature and slice thickness on quality and drying kinetics of tomato slices: Superposition technique.Drying technol, 26,6,759-775
- 11)ASHEBIR D., JEZIK K.,WEINGARTEMAN H.and GRETZMACHER R.(2009)\_ changes in color and other fruit

- quality characteristics of tomato cultivars after hot –air drying at low final–moisture, National Library of medicine,60,308–315.
- 12) DAUDA A., ABIDOUN O., SALMI T. and OLIDE. (2019)\_ Chemical and microbiological Evaluation of dried tomato slices for Nigerian system, Global Journal of Nutrition & Food Science,1,5,2644–2981.
- 13) SICARI V., LEPORINI M., ROMEO R., POIANA M., TUNDIS R. and LIZZO M. (2021)\_ Shelf–life evaluation of San Marzano dried tomato slices preserved in extra virgin olive oil, Foods,10,1706,1–21.
- 14) SURENDAR J., SHERE DM. and SHERE PD. (2018)–Effect of drying on quality characteristics of dried tomato powder, Journal of pharmacognosy and phytochemistry,7,2,2690–2694.
- 15) BEUTNER S., BLODORN B., FRIXEL S., BLANCO H., HOFFMANN T. and MARTIN H. (2001)–Quantitative assessment of antioxidant properties of natural colorants and phytochemicals: carotenoids, flavonoids, phenols and indigoids. The role of b–carotene in antioxidant functions–, Journal of the science of food and agriculture ,81,559–568.
- 16) GIOVANELLI G. and PARADISO A. (2002)–Stability of dried and intermediate moisture tomato pulp during storage–, Journal of agricultural and food chemistry ,50,7277–7281.

- 17) CORREIA K., LORO A.,ZAATTA S., SPOTO M. and Vieira T.(2015)–Effect of temperature,time,and the material thickness on the Dehydration Process of Tomato–,International jornal of food science,1–7
- 18)MARIAM S.B.,and MABROUK,S.B.(2014)–Drying characteristics of tomato slices and mathematical modeling–, International journal of energy engineering ,4,17–24
- 19)OBADINA A., IBRAHIM J . and ADEKOYA I .(2018)–Influence of drying temperature and storage period on the quality of cherry and plum tomato powder–,Food science and nutrition,1–8.
- 20)GIOVANELLIG.,ZANONI B.,LAVELLI V. and NANI R.(2002)–Water sorption ,drying and antioxidant properties of dried tomato products– ,Journal of food engineering ,52,2,135–141.
- 21)SICARI V.,LEPORINI M.,ROMEO R.,POIANA M.,TUNDIS R .and LIZZO M,2021,Shelf–life evaluation of San Marzano dried tomato slices preserved in extra virgin olive oil,Foods,10,1706,1–21.
- 22)AOAC,17 th edition , (2005).Official Methods 967.21 Ascorbic Acid,AOAC International

## التحليل الديناميكي وتطبيق استعمال أبراج

### التهوية الطبيعية في البلاد الحارة

عدنان الشيخ حمود

الهندسة الكيميائية والبترولية ، جامعة البعث

#### المخلص

تعد التهوية والتكييف من الأمور المهمة في المباني ولا سيما المباني في البلاد الحارة التي ترتفع فيها درجات الحرارة وتطول فيها أشهر القبط والصيف الحارة . وقد استعملت أبراج التهوية منذ القديم في البلاد العربية وبلدان الخليج العربي وبلاد فارس وما جاورها من البلدان . وبرج التهوية بالتعريف بنية ينتقل بها الهواء الخارجي المنعش إلى داخل المبنى لتهويته تهوية طبيعية وتبريده وطرده الهواء الفاسد منه . وتختلف أبراج التهوية فيما بينها اختلافاً كبيراً من حيث الشكل والسلك ومساحة المقطع والبنية الداخلية والارتفاع فوق سطح المبنى . وقد تم في هذه الدراسة استعراض العوامل المؤثرة في أداء أبراج التهوية وأهمها عامل الضغط ودرجة الحرارة وزاوية ورود الرياح وسرعة الرياح واتجاه مهبها وسلك البرج وشكل مقطعه ومساحته ، كما تم فيها استعراض طرائق حساب الأداء مع التركيز خاصة على نماذج التحليل الديناميكي . وقد بينت هذه الدراسة أهمية الاهتمام بهذه الأبراج في العصر الحاضر لأن نفقات إنشاء الأبنية المجهزة بهذه الأبراج تقل عن نفقات الأبنية التي تستعمل فيها الوسائل المألوفة للتهوية والتبريد والتدفئة ، ثم إن نفقات الصيانة أيضاً أقل .

الكلمات المفتاحية : برج التهوية ، الملفف ، البراجيل ، التحليل الديناميكي .

## Application and dynamical analysis of natural cooling windcatchers in hot climates

### Abstract

Ventilation and air conditioning are important in buildings, especially in hot countries where temperatures are high and the hot summer months are long. Natural cooling windcatchers have been used since ancient times in the Arab countries, the Persian countries, and other neighbouring countries. A Windcatcher, by definition, is a structure through which the fresh outside air moves into the building to ventilate it with natural ventilation, cool it and expel the bad air from it. Windcatchers differ greatly in terms of shape, thickness, sectional area, internal structure, and height above the roof of the building. In this paper, the factors affecting the performance of windcatchers were reviewed, most important of which are pressure, temperature, wind angle, wind speed, wind direction, tower thickness, sectional shape and area. Furthermore, performance calculation methods were reviewed, with a special focus on dynamic analysis models. This study showed the importance of windcatchers in the present era, and the main reasons thereof including the lower cost of constructing buildings equipped with these towers and lower maintenance costs.

**Keywords:** Windcatcher, dynamical analysis, wind tower, wind scoop.



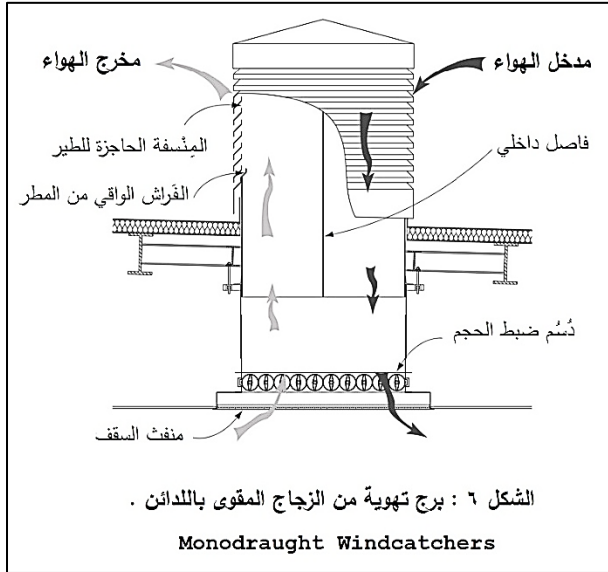
## 1. مقدمة:

### برج التهوية الطبيعية:

تعد التهوية والتكييف من الأمور المهمة في المباني ولا سيما المباني في البلاد الحارة التي ترتفع فيها درجات الحرارة وتطول فيها أشهر القيظ والصيف الحارة . والإنسان يقضي نحو 80 - 90 % من حياته ضمن مبنى أو آخر ، ويذهب الباحثون إلى أن أثر الجو داخل المبنى في صحة الإنسان أخطر وأعظم من أثر الجو الخارجي ، وقد يكون علة ما يعرف باسم داء المباني (Building Related Illness) [1] . ومن المعلوم كذلك أن أزمة الطاقة المعاصرة تستلزم الاقتصاد في استهلاك مصادر الطاقة المتاحة غير المتجددة والاعتماد ما أمكن على مصادر الطاقة الطبيعية أو المتجددة . ومن هنا تبرز أهمية تطبيق استعمال أبراج التهوية الطبيعية أو أبراج التبريد والتكييف كما قد تدعى أحياناً ، وهي أبراج يستفاد فيها من سرعة الرياح والتهوية الطبيعية في تبريد المباني وتهويتها . يضاف إلى ذلك أن تطبيق استعمال أبراج التهوية الطبيعية يساعد على الحفاظ على البيئة وتقليل التلوث الناتج عن استهلاك أنواع الوقود الكربوني .

وقد استعملت أبراج التهوية منذ القديم في البلاد العربية وبلدان الخليج العربي وبلاد فارس وما جاورها من البلدان كباكستان وأفغانستان ، فاستعملت في المباني والمنازل الزجاجية والدفينة ، وكانت ربما استعملت في السفن كذلك ( Dorade Box) . وفي بريطانيا تجهز كثير من أبنية المدارس بأبراج تهوية للمحافظة على جو مناسب داخل الصفوف [2] . وقد عرفت أبراج التهوية بأسماء مختلفة في البلدان المختلفة ، فعرفت هذه الأبراج في مصر بالملقف كما عرفت في بلدان بحر فارس باسم البراجيل . وتعرف هذه الأبراج بالفارسية باسم بادغير ، وبادغير كلمة مركبة من باد بمعنى الهواء أو الريح وكغير من فعل گرفتن بمعنى الحجز أو الاستلام والتلقف . وقد

تطلق الكلمة الفارسية أيضاً على الرُوزَن وهو الكوة النافذة أو الخرق في أعلى السقف الذي يعد لعبور الهواء ، والروزن من المعرب الذي تكلمت به العرب . كذلك تعرف الأبراج الصغيرة في إيران باسم شِسْ خانة . وقد عرف برج التهوية في اللغة الإنكليزية باسم Windcatcher وترجمه بعضهم ترجمة لفظية فقيل لاقط الهواء أو ساحب الهواء أو قد يعرف أحياناً باسم Wind tower أو Wind scoop وربما عرف في أستراليا باسم Shower tower لأن البرج يبيل بالماء المتقاطر عليه . وفي بريطانيا قامت بعض الشركات ببناء أبراج تهوية من الزجاج المقوى باللدائن ومجهزة بمنسفة أو غربال لحجز الطيور ، وعرفت هذه الأبراج باسم Monodraught Windcatchers (الشكل 1) .



الشكل (1): برج تهوية من الزجاج المقوى باللدائن

وقد ازداد الاهتمام بهذه الأبراج في العصر الحاضر بعدما تبين أن نفقات إنشاء الأبنية المجهزة بهذه الأبراج تقل عن نفقات الأبنية التي تستعمل في التهوية والتبريد والتدفئة فيها الوسائل المألوفة ، ثم إن نفقات الصيانة أيضاً أقل . ويقدر الباحثون أن 15 % من الطاقة الكهربائية في العالم تستهلك في تهوية المباني وتبريدها [3] . كذلك يقدر

الباحثون أن المباني في الاتحاد الأوروبي (نحو 160 مليون) تستهلك نحو 40 ٪ من الطاقة المولدة هناك كما تؤدي إلى تشكل نحو 40 ٪ من ثاني أكسيد الكربون [2]. يضاف إلى ذلك أن أبراج التهوية هادئة لا دوي لها ولا ضجيج وأنها لا تحتاج إلى طاقة كهربائية لتشغيلها وهو أمر هام وحيوي في البلاد التي تقطع الكهرباء فيها ساعات طويلة .

ولاستعمال أبراج التهوية الطبيعية أهمية خاصة في المدارس لأن الأطفال أشد تعرضاً للمشكلات الصحية في الظروف البيئية غير المناسبة لأن أعضاءهم وأنسجتهم تكون في طور النمو وهم يستنشقون من الهواء بالقياس إلى أجسامهم مقداراً أكبر مما يستنشقه الكبار ، والمدارس التي تفتقد فيها التهوية المناسبة أشد ضرراً على الأطفال وكفاءة تعلمهم .

ومن المعروف أن المناابت الدفيئة والمنابت الزجاجية ، أو بيوت النبات كما كانت تعرف قديماً ، واسعة الانتشار في البلاد الشديدة الحر ، وفيها يتاح للنبات جو ملائم لنموه في فصل القيظ ، فتستعمل لذلك أبراج التهوية فيها للحفاظ على درجات معتدلة من الحرارة [4] .

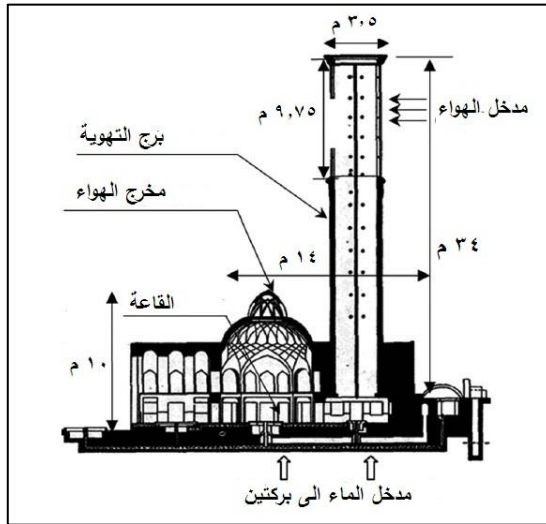
وبرج التهوية بالتعريف بنية ينتقل بها الهواء الخارجي المنعش إلى داخل المبنى لتهوئته تهوية طبيعية وتبريده وطرد الهواء الفاسد منه . ويندفع الهواء في البرج بفضل سرعة الريح أو نتيجة الفرق في درجة الحرارة بين خارج المبنى وداخله . ومن أهم مزايا أبراج التهوية انها تحجز الريح أو تلتفقاها عند سقف المبنى أو فوقه أي تحجز الريح على ارتفاع كبير بالقياس إلى الكوى أو المفاش ، فيزيد ذلك من مقدار تدفق الهواء المعدل كما يقلل من أثر المباني المجاورة . يضاف إلى ذلك انخفاض صيانة ابراج التهوية التي لا وجود فيها لقطع متحركة .

والريح إذا هبت تؤدي إلى ارتفاع الضغط في الجانب المروح ( المقابل ) من البرج ، وهو الجانب الذي تصيبه الريح ويستقبلها ، فيندفع الهواء إلى داخل المبنى ، كما يؤدي هبوب الريح إلى انخفاض الضغط في المبنى في الجانب الآخر المستور من الريح أو في سفالة الريح ويطرد الهواء بذلك من المبنى إلى الجو . فإن سكنت الريح ووجد مع ذلك فرق في درجة الحرارة بين داخل المبنى وخارجه فإن برج التهوية يصبح عندئذ بمثابة

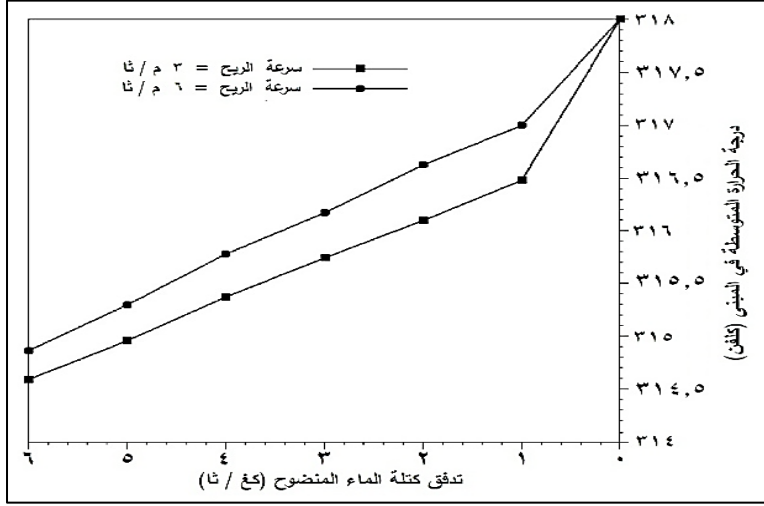
مدخنة ويحدث ذلك تدرج في الضغط ، ويكون تدفق الهواء إلى البرج نتيجة هذا الفرق في درجة الحرارة وما يؤدي إليه من فرق في الضغط يكفي لدفع الهواء إلى البرج . ومع اختلاف الباحثين في تقدير الأهمية النسبية لهاتين الحالتين فإن ضغط الرياح هو العامل المهم بينهما في الأغلب . كذلك يمكن للبرج أن يقوم بالتهوية أيضاً وإجراء الهواء فيه لتغيير قوة الطفو المؤثرة في كتل الهواء في درجات الحرارة المختلفة ، كما يؤدي اصطدام الهواء الداخل إلى المبنى بأرض المبنى إلى التهوية في الجزء الأسفل من البرج .

ويمكن لبرج التهوية تبريد الهواء الداخل بمروره على أجسام باردة فتكون هذه الأجسام بمثابة المخازن الحرارية ، وربما علفت في البرج لذلك حصر مبللة لتبريد الهواء الداخل ، وإن كان ذلك قد يفضي إلى تقليل تدفق الهواء ولا سيما حين تتخفض سرعة الرياح . كذلك يمكن تبريد الهواء الداخل بلامسة جدران المبنى الغليظة التي تزيد المقاومة الحرارية . ومن المعلوم أن المباني ذات الجدران الغليظة تحفظ دفء المبنى في الليل وتبقيه بارداً في النهار في أجواء الصحراء المَحَلَّة . ومن المعلوم كذلك أن درجات الحرارة الجوية تختلف اختلافاً كبيراً بين الليل والنهار في الصحارى والبلاد الحارة أو المجدبة ، فلذلك يحمى برج التهوية المبني بالطوب أو اللبن في النهار ويبرد في الليل بانتقال الحرارة منه بالحمل والإشعاع . فأما في النهار فيرتفع الهواء الحار الخفيف في البرج ويخرج من أعلى البرج ، وأما في الليل فيندفع الهواء في البرج . ويذهب نفر من الباحثين [5-6] إلى أن الفرق طفيف في درجة الحرارة بين الهواء الجوي والهواء الخارج من برج التهوية .

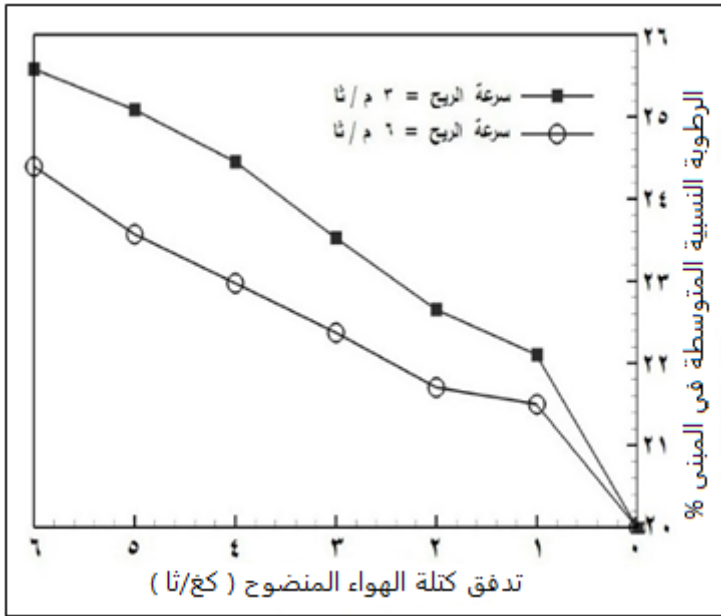
ومن المألوف أن تُستعمل في أسفل البرج سلسلة من المرشحات التي تنضح الماء أو قد يستعمل مخزن عَوْرٍ وهو مخزن ماء غائر تحت أرض المبنى ، أو قد تستعمل بركة من الماء داخل المبنى فيجري الهواء أي الحار الجاف ، فوق بركة الماء فيبرد ويصبح رطباً قليلاً نتيجة تبخر ماء البركة . ومن أبراج التهوية التي تستعمل فيها بركتنا ماء في تبريد الهواء وتجفيفه البرج المبين في الشكل (2) في مدينة يزد بإيران . ويبين الشكل (3) تغيير درجة حرارة المبنى المتوسطة مع تغير تدفق كتلة الماء المنضوح . ويبين الشكل (4) تغير الرطوبة النسبية المتوسطة في المبنى مع تغير تدفق كتلة الماء المنضوح .



الشكل (2): أحد أبراج التهوية في يزد بايران [5]

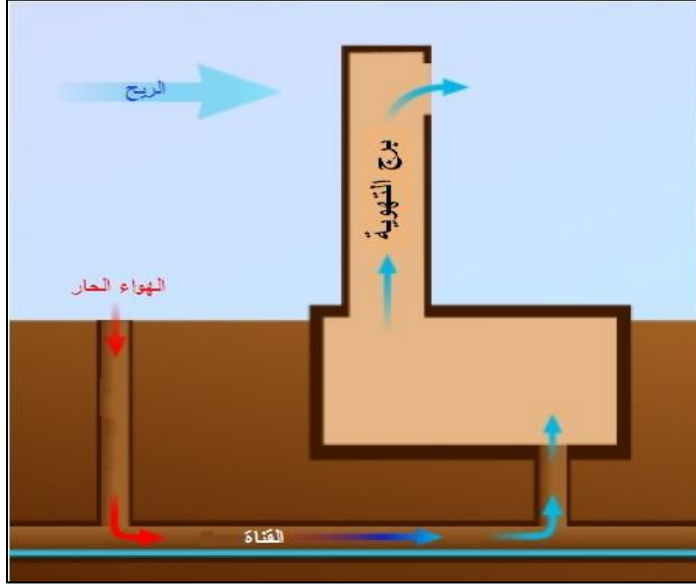


الشكل (3): تغير درجة حرارة المبنى مع تغير تدفق كتلة الماء المنضوح [5]



الشكل (4): تغير الرطوبة النسبية المتوسطة في المبنى مع تغير تدفق كتلة الماء المنضوح [5]

وقد تستعمل مع بعض أبراج التهوية قناة جوفية تبنى تحت سطح الأرض ، وفي هذه الطريقة يفتح من البرج الجانب المستور من الريح أو في سفالة الريح ويدخل الهواء الحار عندئذ من الجهة الأخرى فيجري فوق القناة ويبخر بعض الماء فيها ويبرد ويدخل إلى المبنى ثم يخرج من برج التهوية (الشكل 5) .



الشكل (5): برج التهوية المستعمل في قناة جوفية

والريح إن كانت ملوثة ذات رائحة أو مغيرة فقد يكون من الضروري تجهيز البرج بفلاتر لترشيح الهواء . و قد يؤدي استعمال الفلاتر في البرج إلى تقليل تدفق الهواء إن لم تكن الريح عاصفاً [7] ، وقد يكون من الضروري أحياناً إغلاق البرج بعض الإغلاق أو إغلاقه إغلاقاً تاماً [8] . ومن المؤلف إغلاق الأبراج في فصل الشتاء .

وتختلف أبراج التهوية فيما بينها اختلافاً كبيراً من حيث الشكل والسمك ومساحة المقطع والبنية الداخلية والارتفاع فوق سطح المبنى . فأما في مصر فكانت تبنى الأبراج بشكل منشور (أي منشور ثلاثي) ، وأما في يزد بإيران فغالبا ما تكون الأبراج رباعية الوجه أو ثمانية . وتشير البحوث الحديثة إلى أن الشكل المربع أفضل أداء من الأشكال

الأخرى كالشكل المسدس [9] أو المستدير [10] . وتختلف مساحة مقطع البرج بين  $0,33 - 77 \text{ م}^2$  ، وغالباً ما تستعمل الأبراج الضيقة المقطع في الأجواء الحارة ، أما في الأجواء الرطبة فتستعمل الأبراج العريضة المقطع لزيادة تدفق الهواء . ومن المؤلفين في يزد بايران أن يكون ارتفاع البرج نحو خمسة أمتار فوق المبنى وقد يزيد سمكها الكلي حتى نحو 22 متراً . ولأبراج التهوية ثلاثة تصاميم ، فقد يكون برج التهوية منفرد الاتجاه (Unidirectional) أو مزدوج الاتجاه (Bi-directional) أو متعدد الاتجاه (Multi-directional) . فأما في البلاد التي تهب الرياح فيها من مهب واحد فيكون البرج فيها مفتوحاً من الجانب المقابل لها المروح ومغلقاً من الجانب الآخر . وأما في البلاد التي تكون الرياح فيها متقلبة فيقسم فيها برج التهوية بجدران إلى أقسام شاقولية أشبه ما تكون بالمداخن ذات الشفرات المتوازية والتي تكون مع ذلك مفتوحة من جوانبها . ومع أن هذه الأقسام تقلل من التدفق فإنها تزيد من كفاءة البرج حين لا تكون زاوية ورود الرياح مناسبة .

وقد أجريت دراسات كثيرة حول أبراج التهوية [11] ، واستعرض الباحثون فيها العوامل المؤثرة في أداء أبراج التهوية وأهمها عامل الضغط ودرجة الحرارة وزاوية ورود الرياح وسرعة الرياح واتجاه مهبها وسمك البرج وشكل مقطعه ومساحته . وقد خلص الباحثون من هذه الدراسات إلى أن أداء برج التهوية يتعلق بشكل كبير بعوامل الضغط عند مدخل الهواء إلى البرج . كذلك خلص الباحثون إلى أن كفاءة البرج ومقدار التهوية يبلغان أعظم قيمة لهما إذا كانت زاوية ورود الرياح صفراً [5-12] . وبين بعض الباحثين في دراسة أجريت على برج تهوية مربع الشكل مركب على حجرة معرضة للرياح التي تهب عليها من الجهات الأربع أن تدفق الهواء إلى الحجرة يزيد مع زيادة سرعة الرياح كما ينخفض انخفاضاً قليلاً مع ارتفاع زاوية ورود الرياح إذا قلت سرعة الرياح عن  $3 \text{ م} / \text{ثا}$  [13] . ومع أن أداء برج التهوية متعلق تعلقاً كبيراً باتجاه مهب الرياح كما ذكر نفر



من الباحثين [11] فقد تبين من بعض الدراسات الأخرى التي أجريت على أبراج التهوية أن أثر اتجاه مهب الرياح في تدفق الهواء أثر ضئيل ، وإن كان لاتجاه مهب الرياح أثر كبير في ضغط الهواء في الحجرة وذلك يشاهد خاصة إذا كانت سرعة الرياح منخفضة [16] . وخلص بعض الباحثين إلى أن تجهيز برج التهوية بنظام لتبخير الماء يزيد من كفاءة البرج في التبريد ويؤدي إلى زيادة الانخفاض في درجة الحرارة [17] . والبرج إذا زاد سمكه أصبح أندر على اجتذاب الرياح العالية الجافة ، وهي رياح تكون في الأغلب أبرد وأقل غباراً . ويستحسن في البلاد التي تشتد فيها سرعة الرياح أن يكون مقطع البرج فيها صغيراً ، كما يستحسن في البلاد الحارة أن تتعد في البرج الأجرية (Shafts) الصغيرة لتبريد الهواء الداخل إلى المبنى . والأبراج ذات المقاطع الأفقية المربعة أفضل في كفاءتها إجمالاً من الأبراج ذات المقاطع المستديرة لأن أركان المقاطع المربعة تجعل جريان الهواء سطحياً بشكل أقل وانسياباً فيحمل ذلك على الجريان المنفصل [7] . و يرى بعض الباحثين مع ذلك إلى أن جريان الهواء الصفحي أفضل لراحة الإنسان من الجريان المضطرب [12] .

## 2. حساب الأداء في أبراج التهوية الطبيعية :

ليس من اليسير حساب الأداء في أبراج التهوية الطبيعية وذلك لتعدد أنماط الجريان إضافة إلى تغير القوى الدافعة فيها ، وقد تتعدد لذلك الحلول الممكنة لجران الهواء في المبنى ، كما يمكن اتباع طرائق مختلفة في الحساب ، ويعتمد اختيار الطريقة المناسبة على النتائج المطلوبة . وقد لخص بعض الباحثين طرائق الحساب في سبع مجموعات هي [19] :

1- النماذج التحليلية .

2- نماذج جريان الموائع المحسابية (CFD) .

3- النماذج العملية .

- 4- النماذج التجريبية الضيقة النطاق .
- 5- النماذج التجريبية الكاملة النطاق .
- 6- النماذج المتعددة البقاع .
- 7- النماذج البقعة .

ويعتمد الحساب في النماذج التحليلية على تطبيق المعادلات الأساسية في جريان الموائع وانتقال الحرارة ومبادئ حفظ الطاقة والكتلة والاندفاع (Momentum)، ويمكن فيها تطبيق طرائق بسيطة بيانية . ومن الممكن تحسين دقة هذه الطرائق بالاستفادة من القياسات التجريبية أو الاستعانة بالحاكاة الحاسوبية للتوصل إلى نموذج عملي . ويمكن إجراء المحاكاة مخبرياً في نفق ريشي أو في مبان قائمة يمكن منها تقدير مقادير التهوية المعدلة في المبنى الافتراضي المطلوب [19] . ونماذج المحاكاة قد تكون مقسمة إلى خلايا ، أو تقام على أساس خلية واحدة . فقد تعد كل حجرة في المبنى النموذج كخلية واحدة يفترض امتزاج الهواء فيها امتزاجاً كاملاً ، ولكن بعض الباحثين [19] يتجنب افتراض التداخل الكامل بتقسيم الحجرة الواحدة إلى عدد محدد من الخلايا (أقل من ألف) بحيث يمكن تقدير التهوية في مكان واسع ومعالجة آثار التطبيق . ونظراً لصعوبة العمل في هذه النماذج فقد لجأ الباحثون إلى الاعتماد على نماذج جريان الموائع الحاسوبية . ويقدر بعض الباحثين أن 70 ٪ من البحوث المنشورة في هذا المجال تعتمد على نماذج الجريان الحاسوبية [19] .

### 3. قياس الأداء في أبراج التهوية الطبيعية :

يرتبط استهلاك الطاقة وجودة الهواء داخل المبنى ارتباطاً وثيقاً بتدفق الهواء خلال محيطه بحيث يمكن من خلال قياس تدفق الهواء الكلي تقدير هذين العاملين . وتوجد لذلك ثلاث طرق هي : طريقة حقن القصيص الغازية (Tracer) ، وطريقة

الكُنُوم (Tightness) العملية ، والطريقة النظرية المبسطة . ولكن الطريقة المستعملة غالباً هي طريقة حقن القصيصة الغازية ، وقلما تستعمل الطريقتان الأخرتان . وتعد طريقة حقن القصيصة الغازية في جو الحجرة ثم قياس تركزها وتغيره مع الزمن من أفضل هذه الطرائق ، ويمكن بها تقدير مقدار تدفق الهواء الخالي من القصيصة إلى الحجرة . وتقدر نسبة الخطأ عند استعمال هذه الطريقة بين  $\pm 10 - 20$  % . ولا تصلح هذه الطريقة مع ذلك لقياس مقدار التهوية في برج التهوية الطبيعية إلا عند إجراء سلسلة من القياسات وباستعمال أجهزة حساسة شديدة الحساسية . وتوجد لطريقة حقن القصيصة الغازية ثلاث طرائق هي :

1- طريقة الاضمحلال (Decay method) : وفيها يحقن مقدار قليل من القصيصة الغازية في بقعة واحدة وتمزج مزجاً جيداً حتى يكون تركزها راتباً ، ثم يراقب تغير تركزها مع الزمن .

2- طريقة التركيز الثابت : وفيها تحقن القصيصة في البقعة الواحدة حقناً مستمراً ويغير مقدار ما يحقن منها بحيث تتم المحافظة على تركز ثابت لها تقريباً لا يتغير مع الزمن ، ويكون تدفق القصيصة الحجمي في هذه الحالة متناسباً مع مقدار التهوية المعدل خلال البقعة .

3- طريقة الحقن الثابت : وفيها تحقن القصيصة بمقدار معدل مستقر لا يتغير مع الزمن فيمتزج مع الهواء في البقعة وتتحقق حالة التركيز المتوازن فيها . ويكون هذا التركيز المتوازن متناسباً مع مقدار التهوية المعدل في البقعة .

ويمكن استعمال غازات مختلفة لهذه الغاية من الغازات التي لا توجد غالباً في الهواء الجوي ومن الغازات التي استعملت في ذلك :

- غاز سادس فلوريد الكبريت ( $SF_6$ ) وتحسب عندئذ مقادير التهوية المعدلة برسم تغير تركيز الغاز مع الزمن رسماً بيانياً وحساب ميل الخط المستقيم الحاصل .
- غاز إكسيد الكربون الثاني ومن مزاياه توفره ورخصه ، ولكنه ينبغي الحذر عند استعمال هذا الغاز لأن توفره في الجو يجعل الحساب به أقل دقة .

وطريقة الكُتوم (Tightness) هي طريقة تقريبية في أحسن الأحوال ، وفيها يحسب كتوم الهواء المتوسط بتقدير مقدار التسرب المعدل إذا ضغط المبنى حتى ضغط 50 باسكال وهو الضغط المعياري في المباني الحديثة ، ويحسب مقدار التهوية المعدل بدلالة الشروط الجوية والبيئية .

وتستعمل في الطريقة النظرية معادلة واحدة لحساب مقدار تدفق الهواء المعدل إلى المبنى ، وتشمل هذه المعادلة تقدير مساحة الوكفان (Leakage) الفعالة والعوامل التي تؤثر في تدفق الهواء من المبنى وإليه . وتقيس مساحة الوكفان الفعالة كتوم الهواء عند فرق مرجعي في الضغط 4 باسكال ، ولكنه يمكن بالاستمداد الحصول على هذه القيمة من قياس مماثل عند الضغط 50 باسكال .

#### 4. النموذج التحليلي لبرج التهوية الطبيعية :

ينقسم الجريان في برج التهوية الذي يرش الماء فيه إلى طورين في البداية : طور الهواء الجاري المستمر وطور قطيرات رذاذ الماء المتفرق ، ثم يتمازج الطوران بعد ذلك . فأما جريان الهواء في الطور المستمر فتتطبق فيه معادلات حفظ الكتلة والطاقة والعزم والتركيز ، ويفترض فيه غالباً أن يكون جريان الهواء جرياناً مستقراً غير مضغوط ، وتطبق فيه عندئذ معادلات الجريان المستقر غير المضغوط وهي :

$$S_m = \frac{\partial (\rho u_i)}{\partial x_i} = \frac{\Delta m_p}{m_{p,0}} \dot{m}_{p,0} \times \frac{1}{dV} \quad (1)$$

حيث :

$S_m$  = اسم منبع التبخير الحجمي بالحرارة .

$\rho$  = الكثافة (كغ / م<sup>3</sup>) .

$u_i$  = مركبة السرعة (م / ثا) .

$m_p$  = كتلة القطيرة (كغ) .

$m_{p,0}$  = كتلة القطيرة الأولية (كغ) .

$dV$  = تفاضل الحجم .

$$\frac{\partial (\rho u_i u_j)}{\partial x_i} = - \frac{\partial p}{\partial x_i} + \frac{\partial \tau_{ij}}{\partial x_i} + \rho g_i \beta (T - T_{amb}) + F_D \quad (2)$$

حيث :

$p$  = الضغط (كغ / م . ثا<sup>2</sup>) .

$\tau_{ij}$  = اجهاد القص (كغ / م . ثا<sup>2</sup>) .

$g$  = تسارع الثقالة (م / ثا<sup>2</sup>) .

$T$  = درجة الحرارة (م°) .

$T_{amb}$  = درجة حرارة الجو المحيط (م°) .

$F_D$  = قوة اعاقه الجسيم الحجمية (نيوتن / م<sup>3</sup>) =

$$F_D = \frac{18 \mu_a}{\rho p d_p^2} \times \frac{C_D Re}{24}$$

حيث :

$\mu_a$  = لزوجة الهواء (كغ / م . ثا) .

$d_p$  = قطر القطيرة (مكرو متر) .

$Re$  = عدد رينولدز =

$$Re = \frac{\rho d_p (V_p - V_a)}{\mu_a}$$

حيث :

$$V_a = \text{سرعة الهواء (م / ثا)} .$$

$$V_p = \text{سرعة الجسيم (قطيرة الماء) (م / ثا)} = \frac{dr_p}{dt} , \text{ حيث :}$$

$$\frac{dV_p}{dt} = F_D (V_a - V_p) + g \left( 1 - \frac{\rho_a}{\rho_p} \right) + F_t$$

$$F_t = \text{القوة الحجمية (نيوتن / م}^3\text{)} :$$

$$F_t = \frac{\rho_a}{\rho_p} V_p \frac{\partial V_p}{\partial r_p}$$

$$r_p = \text{طول مسار القطيرة (م)} .$$

$$C_D = \text{عامل الاعاقة}$$

$$C_D = a_1 + \frac{a_2}{Re} + \frac{a_3}{Re^3}$$

حيث :

$a_1, a_2, a_3$  = ثوابت عامل الاعاقة ، وينسب وضعها إلى الباحثين Morsi و

[5] Alexander

$$\frac{\partial}{\partial x_i} [u_i(\rho e_t + p)]$$

$$= \frac{\partial}{\partial x_i} \left[ (k + c_p \mu_t / p r_t) \frac{\partial T}{\partial x_i} + u_i (\tau_{ij})_{eff} \right]$$

$$+ q_v \quad (3)$$

حيث :

$$e_t = \text{الطاقة الكلية (جول / كغ)} .$$

$$c_p = \text{الحرارة النوعية (جول / كغ . كلفن)} .$$

$$\mu_t = \text{اللزوجة التحريكية (كغ / م . ثا)} .$$

$$q_v = \text{حرارة تبخير القطيرات (واط / م}^3\text{)}$$

$$q_v = \left[ \frac{m_p}{m_{p,o}} C_p \Delta T_p + \frac{\Delta m_p}{m_{p,o}} \left( -h_{fg} + \int_{T_{ref}}^{T_p} C_p dT \right) \right] \frac{\dot{m}_{p,o}}{dV}$$

حيث :

$T_p$  = درجة حرارة الجسيم (قطيرة الماء) ( $^{\circ}م$ ) ، ويمكن تحديد قيمتها بإجراء الموازنة الحرارية والجمع بين انتقال الحرارة بالحمل وانتقال حرارة التبخير بين القطيرة والهواء وفق المعادلة الآتية :

$$m_p C_p \frac{dT_p}{dt} = h A_p (T_a - T_p) + \frac{dm_p}{dt} h_{fg}$$

$h$  = عامل انتقال الحرارة بالحمل (واط /  $م^2$  . كلفن) ، ويمكن حسابه باستعمال معادلة Ranz و Marshal [11,12] :

$$Nu = \frac{h d_p}{k_a} = 2 + 0.6 Re^{0.5} Pr^{0.33}$$

$Nu$  = عدد نسلت .

$k_a$  = معامل توصيل الهواء الحراري (واط /  $م$  . كلفن) .

$Pr$  = عدد برانت .

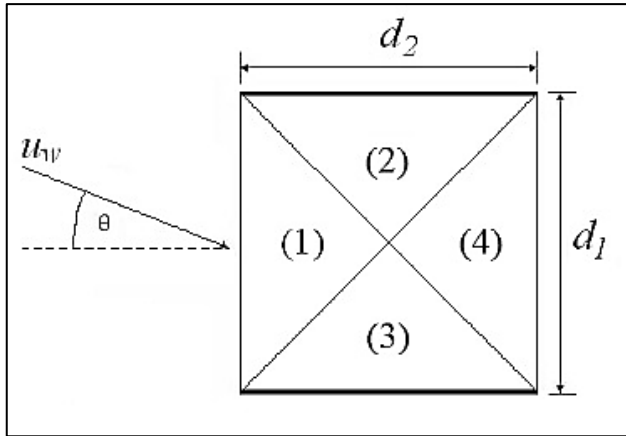
$T_a$  = درجة حرارة الهواء ( $^{\circ}م$ ) . وتتعلق درجة حرارة الهواء داخل المبنى بعدد من المتغيرات منها الرطوبة النسبية للهواء الداخل إلى البرج ودرجة الحرارة الجوية وتدفق ماء المرشات .

$h_{fg}$  = الإنثلي (جول / كغ) .

يعد التحليل الكمي ووضع نموذج تحليلي مبسط من الأمور المهمة في تقدير أداء برج التهوية وكفاءته . وقد افترضنا في هذه الدراسة أن برج التهوية مربع المقطع في شكله وأبعاده  $d_1$  و  $d_2$  ، ومقسم إلى أربعة أقسام متساوية المساحة ، ويحتوي كل قسم منها على سلسلة من الشقق (Louvres) في أعلاه وُدُسُم (Dampers) لضبط الحجم ومُصَبَّعةً أمان في أسفله (الشكلان 7 و 6) . وتهب الريح على البرج بسرعة  $u_w$

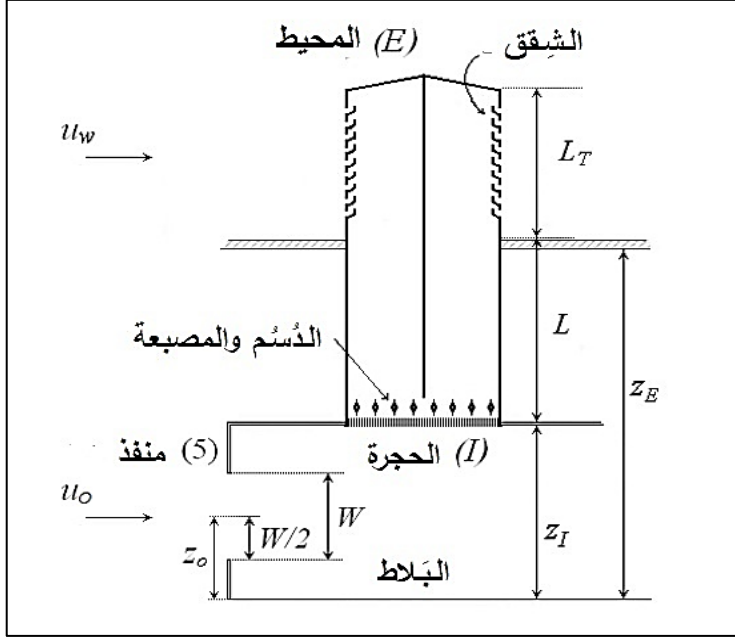
وتميل بزاوية  $\theta$  . ويبلغ طول الجزء المشقق (ذو الشقق)  $I_T$  ، والمسافة من الشقق إلى مدخل الحجرة  $I$  .

ومن المهم في الإدراك الصحيح لأداء أبراج التهوية دراسة انتقال الطاقة في مائع يجري جرياناً مستقراً فيكون الفرق في طاقة عنصر من المائع يجري مسافة معينة مساوياً للطاقة التي يفقدها عنصر المائع . ومع أن جريان الهواء عبر برج التهوية لا يمكن أن يكون جرياناً مستقراً بالمعنى الصحيح ولكنه يمكن مع ذلك افتراض استقرار الجريان في المتوسط ، وهو افتراض مقبول في تقدير بعض الباحثين [20] .



الشكل (6): مقطع أفقي في برج التهوية





الشكل (7): مقطع رأسي في برج التهوية

## 5. النتائج:

بينت هذه الدراسة أهمية الاهتمام بأبراج التهوية الطبيعية في البلاد الحارة في العصر الحاضر للمزايا الكثيرة التي تتمتع بها هذه الأبراج وأهمها أن نفقات إنشاء الأبنية المجهزة بهذه الأبراج تقل عن نفقات الأبنية التي تستعمل فيها الوسائل المألوفة للتهوية والتبريد والتدفئة ، ثم إن نفقات الصيانة أيضاً أقل .  
يضاف إلى ذلك أن أبراج التهوية هادئة لا دوي لها ولا ضجيج وأنها لا تحتاج إلى طاقة كهربائية لتشغيلها وهو أمر هام وحيوي في البلاد التي تقطع الكهرباء فيها ساعات طويلة كل يوم .

6. المراجع:

- [1] Z. Bakó–Biró, Human Perception, SBS Symptoms and Performance of Office Work During Exposure to Air Polluted by Building Materials and Personal Computers, 2004, Ph.D. thesis, Technical University of Denmark.
- [2] B.M. Jones, Quantifying the performance of natural ventilation windcatchers, Engineering Doctorate (EngD) thesis, July 2010, Brunel University, UK.
- [3] Industry as a Partner for Sustainable Development Report Card of the Sector: Refrigeration in Preparation for CSD–14 on "Industrial Development". Tech. rept. International Institute of Refrigeration, 2002.
- [4] M. Ghoulem et al., Design of a Passive Downdraught Evaporative Cooling Windcatcher (PDEC–WC) System for Greenhouses in Hot Climates, *Energies*, 2020, 13, 2934; doi:10.3390/en13112934.
- [5] H. Montazeri, Experimental and numerical study on natural ventilation performance of various multi–opening wind–catchers, *Building and Environment*, 2011, 46(2), pp. 370–378.
- [6] H. Montazeri et al., Two–sided wind–catcher performance evaluation using experimental, numerical and analytical modelling, *Renewable Energy*, 2010, 35, pp. 1424–1435.
- [7] O. Saadatian et al., Review of windcatcher technologies, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, April 2012, 16 (3), pp. 1477–1495.  
(<https://www.researchgate.net/publication/233982408>).

- [8] A. A'zami, Badgir in traditional Iranian architecture, International Conference "Passive and Low Energy Cooling 1021 for the Built Environment", May 2005, Santorini, Greece.  
([http://www.inive.org/members\\_area/medias/pdf/Inive%5Cpalenc%5C2005%5CAzami2.pdf](http://www.inive.org/members_area/medias/pdf/Inive%5Cpalenc%5C2005%5CAzami2.pdf)).
- [9] S.A. Gage and J.M.R. Graham, 2000. Static Split Duct Roof Ventilators, Building Research and Information, 2000, 28 (4), pp. 234–244.
- [10] A.A. Elmualim and H.B. Awbi, Wind Tunnel and CFD Investigation of the Performance of Windcatcher Ventilation Systems, International Journal of Ventilation, 2002, 1 (1), pp. 53–64.
- [11] H. Ahmadikia et al., Performance analysis of a wind-catcher with water spray, International Journal of Green Energy, 2012, 9, pp. 160–173.
- [12] M.N. Bahadori, An improved design of wind towers for natural ventilation and passive cooling, Solar Energy, 1985, 35(2), pp.119–129.
- [13] L. Li and C.M. Mak, The assessment of the performance of a wind catcher system using computational fluid dynamics, Building and Environment, 2007, 42, pp. 1135–1141.
- [14] H. Montazeri and R. Azizian, Experimental study on natural ventilation performance of one-sided wind-catcher, Building and Environment, 2008, 43. pp. 2193–2202.
- [15] M.N. Bahadori, Pressure coefficients to evaluate air flow pattern in wind towers, Proceedings of the International Passive

and Hybrid Cooling Conference, 1981, Miami Beach, Florida, 206–210.

[16] Y. Su et al., Experimental and CFD study of ventilation flow rate of a monodraught TM wind-catcher, Energy and Buildings, 2008, 40, pp. 1110–1116.

[17] V. Kalantar, Numerical simulation of cooling performance of wind-catcher (Baud-Geer) in hot and arid region, Renewable Energy, 2009, 34, pp. 246–254.

[18] A. Niktash and B.P. Huynh, Simulation and Analysis of Ventilation Flow Through a Room Caused by a Two-sided Windcatcher Using a LES Method, July 2014, Proceedings of the World Congress on Engineering.

[http://www.iaeng.org/publication/WCE2014/WCE2014\\_pp1294-1297.pdf](http://www.iaeng.org/publication/WCE2014/WCE2014_pp1294-1297.pdf)

[19] Qingyan Chen, Ventilation Performance Prediction for Buildings: A Method Overview and Recent Applications, Building and Environment, 2009, 44(4), pp. 848–858.

[20] D. Etheridge and M. Sandberg, Building Ventilation: Theory and Measurement. John Wiley and Sons, 1996.

## التحليل الديناميكي وتطبيق استعمال أبراج التهوية الطبيعية ذات (المناضح) المرشات في البلاد الحارة

د. عدنان الشيخ حمود  
الهندسة الكيميائية والبترولية – جامعة البعث

### ملخص

برج التهوية بنية ينتقل بها الهواء الخارجي المنعش إلى داخل المبنى لتهويته تهوية طبيعية وتبريده وطرده الهواء الفاسد منه . أما برج التهوية ذو المرشات ( المناضح ) فهو برج تستعمل في أسفله سلسلة من المرشات التي ترش الماء المضغوط وتوزعه في الهواء الداخل فتنتشر قطيرات الماء في الهواء وتؤدي زيادة مساحة سطح الاتصال بين قطيرات الماء والهواء إلى تحسين التبخير .

وقد تم في هذا البحث دراسة العوامل المؤثرة في أداء أبراج التهوية المجهزة بالمرشات وأهمها سرعة الرياح وتدفق كتلة الماء المرشوش وارتفاع المرشات وتوزعها وزاوية المخروط والضغط المقياسي للماء المرشوش ، ومنها أيضاً درجة حرارة الجو المحيط والرطوبة النسبية وتأثير المباني المجاورة . كذلك تم في هذا البحث استعراض المعادلات التي يمكن بها إجراء التحليل الديناميكي في برج التهوية الذي يرش الماء فيه وهي معادلات حفظ الكتلة والطاقة والاندفاع والتركز ، وقد افترض في هذه الدراسة أن الجريان مستقر غير مضغوط تطبق فيه معادلات الجريان المستقر غير المضغوط .

**الكلمات المفتاحية :** برج التهوية ، المرشات ، التهوية الطبيعية ، التبريد بالتبخير .

## **Dynamic analysis and application of Natural cooling wind catchers with water sprays in hot climates countries**

### **Abstract**

A wind catcher is a structure through which the fresh outside air is transmitted to the inside of the building for natural ventilation, cooling and expelling the stale air from it. Wind catchers with water sprays, on the other hand, are towers ( wind catchers ) where a series of sprays are used at the bottom to spray pressurized water and distribute it in the incoming air, so that the water droplets spread in the air, and the increase in the contact surface area between the water droplets and the air leads to improved evaporation.

In this paper, the factors affecting the performance of wind catchers with water sprays were studied, chief of which are wind speed, water mass flow rate, the height and distribution of the sprays, the cones angle, and the gauge pressure of the sprayed water. Other factors include ambient temperature, relative humidity, and the effects of neighbouring buildings. The equations for the dynamic analysis of wind catchers with water sprays were reviewed, which included the equations for the conservation of mass, energy, momentum, and concentration. In this study, it was assumed that the flow is stable and non-pressure, and the equations for stable non-pressure flow are applied it .

**Keywords:** Wind catcher, water sprays, natural ventilation, evaporative cooling.

## 1- مقدمة:

### برج التهوية المجهز بالمرشات :

استعملت أبراج التهوية الطبيعية منذ القديم في المباني لتبريد الجو فيها وتهويتها كما استعملت في السفن كذلك [1] وفي المنابت الزجاجية والدفينة [8] . وبرج التهوية بالتعريف بنية ينتقل بها الهواء الخارجي المنعش إلى داخل المبنى لتهويته تهوية طبيعية وتبريده وطرده الهواء الفاسد منه . ويندفع الهواء في البرج بفضل سرعة الرياح أو نتيجة الفرق في درجة الحرارة بين خارج المبنى وداخله . فيؤدي هبوب الرياح إلى ارتفاع الضغط في الجانب المقابل للرياح من برج التهوية وإلى انخفاض الضغط داخل المبنى في الجانب المعاكس للرياح منه . فإن سكنت الرياح ووجد فرق في درجة الحرارة بين داخل المبنى وخارجه فإن برج التهوية يصبح عندئذ بمثابة المدخنة ويُحدث ذلك درجة ميل في الضغط ، فيرتفع الهواء الحار ويندفع خارجاً من الأعلى ، ويكون تدفق الهواء إلى البرج نتيجة الفرق في درجة الحرارة بين خارج المبنى وداخله وما يؤدي إليه من فرق في الضغط يكفي لدفع الهواء إلى البرج .

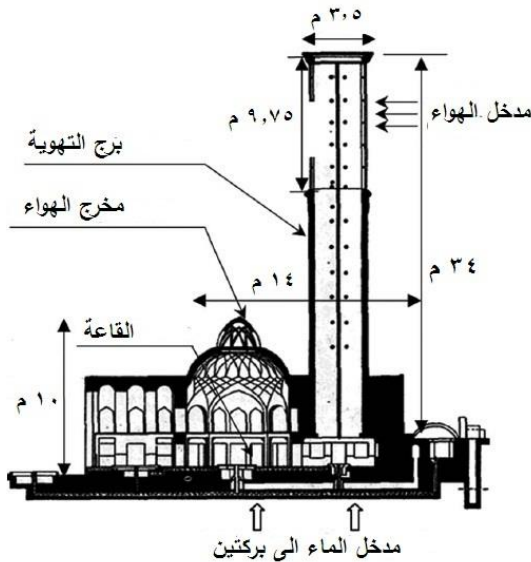
أما برج التهوية ذو المرشات فهو برج تستعمل فيه سلسلة من المرشات التي ترش الماء المضغوط وتوزعه في الهواء الداخل فتنتشر قطيرات الماء في الهواء وتؤدي زيادة مساحة سطح الاتصال بين قطيرات الماء والهواء إلى تحسين التبخير . كذلك فقد يستعمل في برج التهوية مخزن ماء غائر تحت أرض المبنى ، أو قد تستعمل فيه بركة من الماء داخل المبنى فيجري الهواء الحار الجاف ، فوق بركة الماء فيبرد ويبتّل فيصبح رطباً مبللاً نتيجة تبخر ماء البركة . وقد تستعمل في هذه الأبراج بركتا ماء في تبريد الهواء وتجفيفه كالبرج المبين في الشكل (1) في مدينة يزد بإيران (راجع الشكل (2) [1] . وتدل الأبحاث المجراة في هذا المجال على أن تجهيز برج التهوية بنظام لتبخير الماء

التحليل الديناميكي وتطبيق استعمال أبراج التهوية الطبيعية ذات (المناضح) المرشحات في البلاد الحارة

يزيد من كفاية البرج في التبريد ويؤدي إلى زيادة الانخفاض في درجة الحرارة [2] . كذلك أجرى بعض الباحثين دراسة على برج تهوية مجهز ببدائل تبريد صنعت من صفائح منضدة من صفائح السيلولوز [9] .



الشكل (1): أحد أبراج التهوية في مدينة يزد بإيران



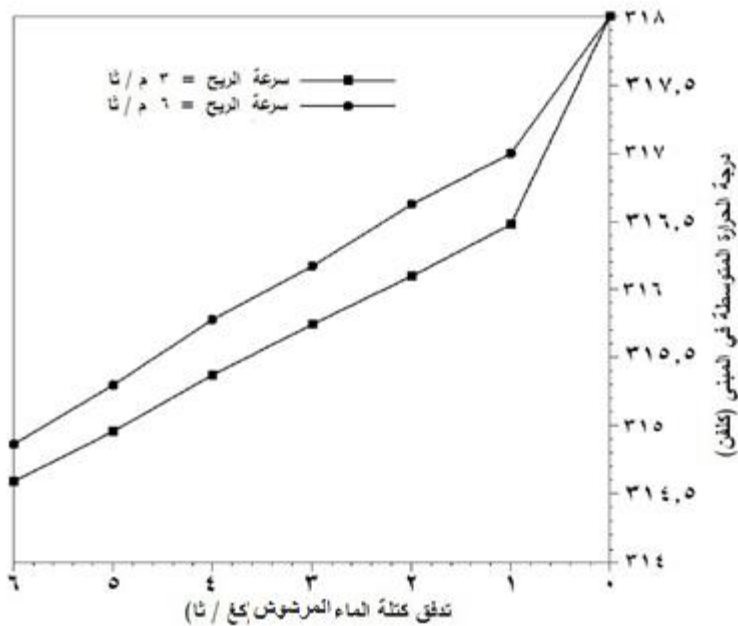
الشكل (2): أحد أبراج التهوية في مدينة يزد بإيران



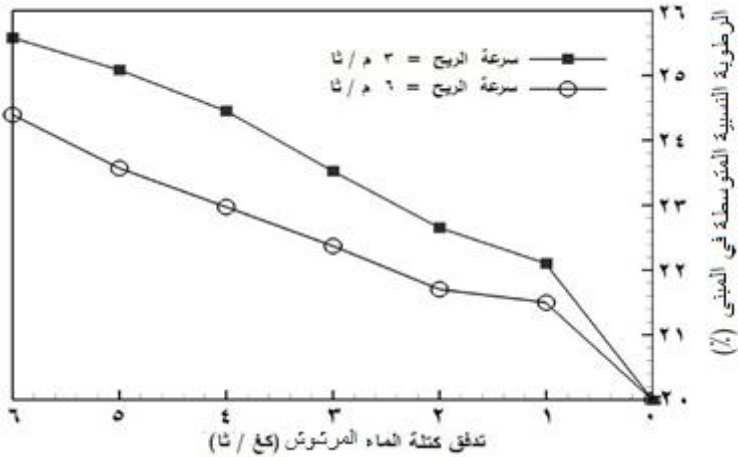
ولرش الماء في البرج أثر كبير في الأداء الحراري لبرج التبريد. وقد أجريت دراسات كثيرة حول أبراج التهوية المجهزة بالمرشحات والعوامل المؤثرة في أدائها ، وأهم هذه العوامل سرعة الرياح وتدفق كتلة الماء المرشوش وارتفاع المرشحات وتوزعها وزاوية المخروط والضغط المقياسي للماء المرشوش ، ومنها أيضاً درجة حرارة الجو المحيط والرطوبة النسبية الجوية وتأثير المباني المجاورة

وتُعد سرعة الرياح من أهم العوامل المؤثرة في أداء البرج ، فيؤدي رش الماء عند انخفاض سرعة الرياح إلى خفض درجة الحرارة داخل المبنى وزيادة الرطوبة النسبية كما يؤدي إلى زيادة الفرق في درجة الحرارة بين الهواء الجوي والهواء الخارج من برج التهوية . وتؤدي زيادة تدفق كتلة الماء المرشوش إلى انخفاض أكبر في درجة الحرارة وزيادة أكبر في الرطوبة النسبية . أما عند ارتفاع سرعة الرياح (فوق 5 م / ثا) فيزداد المقدار المعدل لتبخير قطيرات الماء فينخفض مقدار الرطوبة النسبية كما ترتفع درجة الحرارة داخل المبنى [3] . ويبين ( الشكل 3 ) تغير درجة حرارة المبنى المتوسطة مع تغير تدفق كتلة الماء المرشوش . ويبين ( الشكل 4 ) تغير الرطوبة النسبية المتوسطة في المبنى مع تغير تدفق كتلة الماء المرشوش . وتشير بعض الدراسات إلى أن زيادة تدفق كتلة الماء المرشوش تكافئ في أثرها زيادة سماكة البرج [4] .

التحليل الديناميكي وتطبيق استعمال أبراج التهوية الطبيعية ذات (المناضج) المرشحات في البلاد الحارة

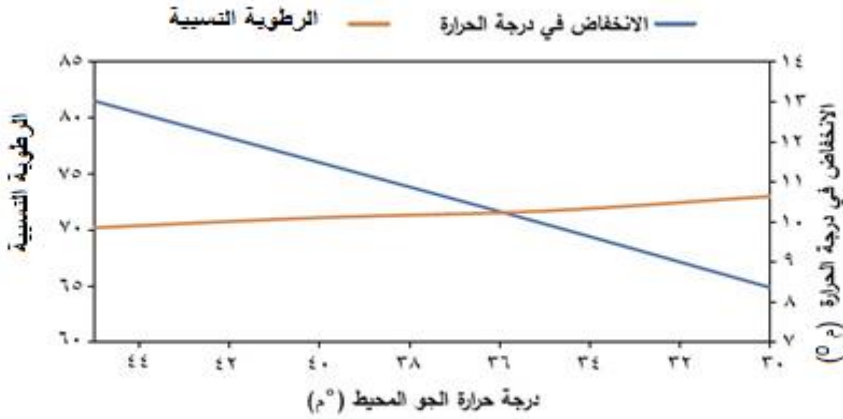


الشكل (3): تغير درجة حرارة المبنى مع تغير تدفق كتلة الماء المرشوش



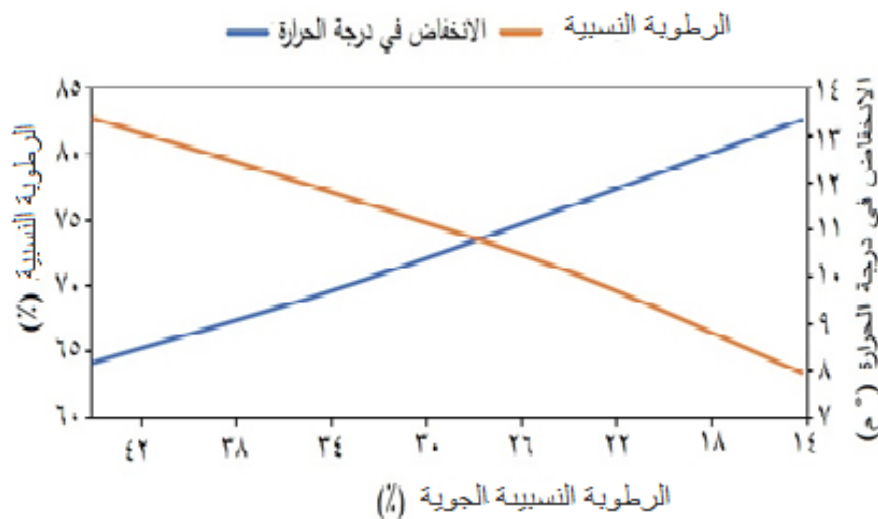
الشكل (4): تغير الرطوبة النسبية المتوسطة في المبنى مع تغير تدفق كتلة الماء المرشوش

وبيين ( الشكل 5 ) أثر تغير درجة حرارة الجو المحيط ( $T_{amb}$ ) (30 - 45°م) في الانخفاض المتوسط في درجة حرارة الهواء داخل المبنى والرطوبة النسبية إذا كانت الرطوبة النسبية الجوية 24.5 % وسرعة الريح 4.4 م/ثا في أعلى برج التهوية . وكما يتبين من هذا الشكل فإن الانخفاض الأعظم في درجة الحرارة يبلغ 13°م ، ويعد هذا من مزايا استعمال المرشحات في أبراج التهوية [8] .



الشكل (5) : أثر تغير درجة حرارة الجو المحيط في الانخفاض المتوسط في درجة حرارة الهواء داخل المبنى إذا كانت الرطوبة النسبية 24.5% و سرعة الريح 4.4 م/ثا أعلى البرج

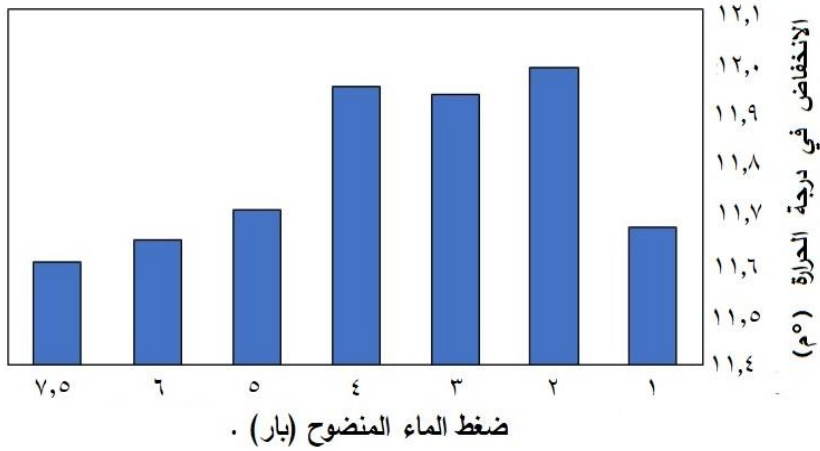
وبيين ( الشكل 6 ) أثر تغير الرطوبة النسبية الجوي (4.44 - 14.6 %) في الانخفاض المتوسط في درجة حرارة الهواء داخل المبنى والرطوبة النسبية إذا كانت درجة حرارة الجو المحيط ( $T_{amb}$ ) 40°م وسرعة الريح 4.4 م/ثا في أعلى برج التهوية . وكما يتبين من هذا الشكل فإن أداء المرشحات يتناقص مع زيادة الرطوبة النسبية للهواء الجوي.



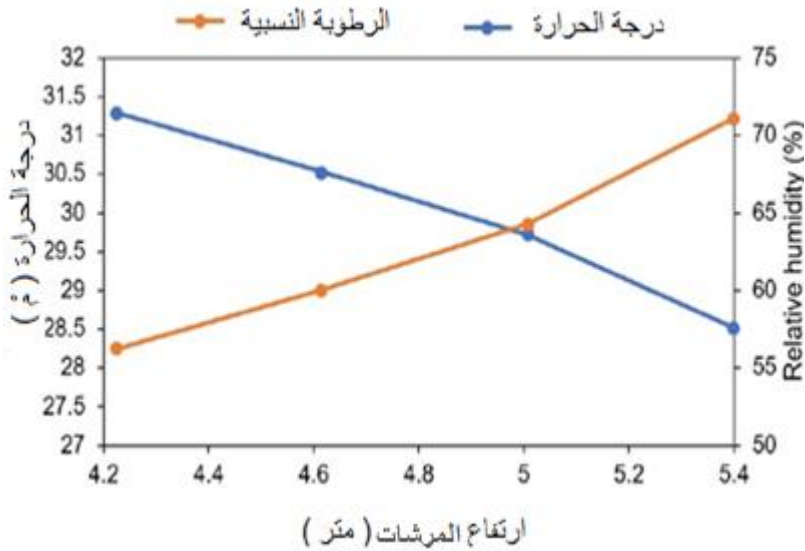
الشكل (6): أثر تغير الرطوبة النسبية الجوية في الانخفاض المتوسط في درجة حرارة الهواء داخل المبنى والرطوبة النسبية إذا كانت درجة حرارة الجو المحيط 40 درجة مئوية وسرعة الرياح 4.4 م/ثا أعلى البرج

ومع أن زيادة ضغط الماء المرشوش تزيد في البداية من التبريد والانخفاض المتوسط في درجة الحرارة ، فإنه لا فائدة في ذلك من زيادة الضغط فوق 2 bar كما يبين الشكل 7 ، كما أن زيادة الضغط فوق 4 بار تؤدي إلى تقليل الانخفاض في درجة الحرارة [8 ، 10] .

وكما يبين ( الشكل 8 ) فإن زيادة ارتفاع المرشحات تؤدي إلى زيادة التبريد وخفض درجة الحرارة داخل المبنى وإلى زيادة الرطوبة النسبية .



الشكل (7): أثر ضغط الماء المرشوش في الانخفاض المتوسط في درجة الحرارة داخل المبنى (درجة حرارة الجو 40 درجة مئوية، الرطوبة النسبية 5.24 %، سرعة الريح 4.4 م/ثا)



الشكل (8): أثر تغيير ارتفاع المرشات في الانخفاض المتوسط في درجة حرارة الهواء داخل المبنى و الرطوبة النسبية اذا كانت الرطوبة النسبية الجوية 24.5 % وسرعة الريح 4.4 م/ثا أعلى البرج.

## 2- التحليل الديناميكي لبرج التهوية المجهز بالمرشحات :

ينقسم الجريان في برج التهوية الذي يرش الماء فيه إلى طورين في البداية : طور الهواء الجاري المستمر وطور قطيرات رذاذ الماء المتفوق ، ثم يتمازج الطوران بعد ذلك . فأما جريان الهواء في الطور المستمر فتتطبق فيه معادلات حفظ الكتلة والطاقة والاندفاع والتركيز ، ويفترض فيه غالباً أن يكون جريان الهواء جرياناً مستقراً غير مضغوط ، وتطبق فيه عندئذ معادلات الجريان المستقر غير المضغوط وهي :

$$S_m = \frac{\partial (\rho u_i)}{\partial x_i} = \frac{\Delta m_p}{m_{p,0}} \dot{m}_{p,0} \times \frac{1}{dV} \quad (1)$$

حيث :

$S_m$  = اسم منبع التبخير الحجمي بالحرارة .

$\rho$  = الكثافة (كغ / م<sup>3</sup>) .

$u_i$  = مركبة السرعة (م / ثا) .

$m_p$  = كتلة القطيرة (كغ) .

$m_{p,0}$  = كتلة القطيرة الأولية (كغ) .

$dV$  = تفاضل الحجم .

$$\frac{\partial (\rho u_i u_j)}{\partial x_i} = - \frac{\partial p}{\partial x_i} + \frac{\partial \tau_{ij}}{\partial x_i} + \rho g_i \beta (T - T_{amb}) + F_D \quad (2)$$

حيث :

$$p = \text{الضغط (كغ / م} \cdot \text{ثا}^2 \text{)} .$$

$$\tau_{ij} = \text{اجهاد القص (كغ / م} \cdot \text{ثا}^2 \text{)} .$$

$$g = \text{تسارع الثقل (م / ثا}^2 \text{)} .$$

$$T = \text{درجة الحرارة (م}^\circ \text{)} .$$

$$T_{amb} = \text{درجة حرارة الجو المحيط (م}^\circ \text{)} .$$

$$F_D = \text{قوة اعاقه الجسيم الحجمية (نيوتن / م}^3 \text{)}$$

$$F_D = \frac{18 \mu_a}{\rho p d_p^2} \times \frac{C_D Re}{24}$$

حيث :

$$\mu_a = \text{لزوجة الهواء (كغ / م} \cdot \text{ثا)} .$$

$$d_p = \text{قطر القطيرة (مكرو متر)} .$$

$$Re = \text{عدد رينولدز}$$

$$Re = \frac{\rho d_p (V_p - V_a)}{\mu_a}$$

حيث :

$$V_a = \text{سرعة الهواء (م / ثا)} .$$

$$V_p = \text{سرعة الجسيم (قطيرة الماء) (م / ثا)} = \frac{dr_p}{dt} , \text{حيث :}$$

$$\frac{dV_p}{dt} = F_D (V_a - V_p) + g \left( 1 - \frac{\rho_a}{\rho_p} \right) + F_t$$

$F_t =$  القوة الحجمية (نيوتن / م<sup>3</sup>) :

$$F_t = \frac{\rho_a}{\rho_p} V_p \frac{\partial V_p}{\partial r_p}$$

$r_p =$  طول مسار القطيرة (م) .

$C_D =$  عامل الاعاقة =

$$C_D = a_1 + \frac{a_2}{Re} + \frac{a_3}{Re^3}$$

حيث :

$a_1, a_2, a_3 =$  ثوابت عامل الاعاقة ، وينسب وضعها إلى الباحثين Morsi و

[5] Alexander

$$\begin{aligned} & \frac{\partial}{\partial x_i} [u_i(\rho e_t + p)] \\ & = \frac{\partial}{\partial x_i} \left[ \left( k + c_p \mu_t / p r_t \right) \frac{\partial T}{\partial x_i} + u_i (\tau_{ij})_{eff} \right] \\ & + q_v \quad (3) \end{aligned}$$

حيث :

$e_t =$  الطاقة الكلية (جول / كغ) .

$c_p =$  الحرارة النوعية (جول / كغ . كلفن) .

$\mu_t =$  اللزوجة التحريكية (كغ / م . ثا) .

$q_v =$  حرارة تبخير القطيرات (واط / م<sup>3</sup>) =



$$q_v = \left[ \frac{m_p}{m_{p,o}} C_p \Delta T_p + \frac{\Delta m_p}{m_{p,o}} \left( -h_{fg} + \int_{T_{ref}}^{T_p} C_p dT \right) \right] \frac{\dot{m}_{p,o}}{dV}$$

حيث :

$T_p$  = درجة حرارة الجسيم (قطيرة الماء) ( $^{\circ}م$ ) ، ويمكن تحديد قيمتها بإجراء الموازنة الحرارية والجمع بين انتقال الحرارة بالحمل وانتقال حرارة التبخير بين القطيرة والهواء وفق المعادلة الآتية :

$$m_p C_p \frac{dT_p}{dt} = h A_p (T_a - T_p) + \frac{dm_p}{dt} h_{fg}$$

$h$  = عامل انتقال الحرارة بالحمل (واط /  $م^2$  . كلفن) ، ويمكن حسابه باستعمال معادلة

Ranz و Marshal [11 ، 12] :

$$Nu = \frac{h d_p}{k_a} = 2 + 0.6 Re^{0.5} Pr^{0.33}$$

$Nu$  = عدد نسلت .

$k_a$  = معامل توصيل الهواء الحراري (واط /  $م$  . كلفن) .

$Pr$  = عدد برانت .

$T_a$  = درجة حرارة الهواء ( $^{\circ}م$ ) . وتتعلق درجة حرارة الهواء داخل المبنى بعدد من المتغيرات منها الرطوبة النسبية للهواء الداخل إلى البرج ودرجة الحرارة الجوية وتدفق ماء المرشات .

$h_{fg}$  = الإنثلي (جول / كغ) .

### 3- النتائج:

تم في هذا البحث استعراض أهم العوامل المؤثرة في أداء برج التهوية الطبيعية المجهز بالمرشات وأهم هذه العوامل سرعة الريح وتدفق كتلة الماء المرشوش وارتفاع المرشات وتوزعها وزاوية المخروط والضغط القياسي للماء المرشوش ، ومنها أيضاً درجة حرارة الجو المحيط والرطوبة النسبية الجوية ، كذلك تم في هذا البحث استعراض المعادلات التي يمكن بها إجراء التحليل الديناميكي في برج التهوية الذي يرش الماء فيه وهي معادلات بقاء الكتلة والطاقة والاندفاع والتركز ، وقد افترض في هذه الدراسة أن الجريان مستقر غير مضغوط تطبق فيه المعادلات الخاصة في الجريان المستقر غير المضغوط .

4- المراجع:

- [1] Al Shaikh Hammoud , A ,2023 – Application and dynamical analysis of natural cooling wind catchers in hot climates, Al-Baath University Journal –Series of Engineering Scienc.
- [2] V. Kalantar, Numerical simulation of cooling performance of wind-catcher (Baud-Geer) in hot and arid region, *Renewable Energy*, 2009, 34, pp. 246–254.
- [3] H. Ahmadikia et al., Performance analysis of a wind-catcher with water spray, *International Journal of Green Energy*, 2012, 9, pp. 160–173.
- [4] H. Saffari and S.M. Hosseinnia, Two-phase euler-lagtange CFD simulation of evaporative cooling in a wind tower, *Energy and Buildings*, 2009, 41, pp. 991–1000.
- [5] S.A. Morsi and A.J. Alexander, An investigation of particle trajectories in two-phase flow Systems, 1972, *Journal of Fluid Mechanics* 55, pp. 193–208.
- [6] W.E. Ranz and W.R. Marshall, Evaporation from drops, *Chemical Engineering Progress*, 1952, 48 (3), pp. 141–6.
- [7] W. E. Ranz and W.R. Marshall, Evaporation from drops, *Chemical Engineering Progress*, 1952, 48 (4), pp. 173–80.

[8] M. Ghoulem et al., Design of a Passive Downdraught Evaporative Cooling Windcatcher (PDEC-WC) System for Greenhouses in Hot Climates, *Energies*, 2020, 13, 2934; doi:10.3390/en13112934.

[9] A. Franco et al., Aerodynamic analysis and CFD simulation of several cellulose evaporative cooling pads used in Mediterranean greenhouses, *Comput. Electron. Agric.*, 2011, 76, pp. 218–230.

[10] H. Montazeri et al., Evaporative cooling by water spray systems: CFD simulation, experimental validation and sensitivity analysis, *Build. Environ.*, **2015**, 83, pp. 129–141.

قائمة الرموز :

$Nu$ = عدد نسلت .	$a_1, a_2, a_3$ = ثوابت عامل الاعاقة .
$p$ = الضغط (كغ / م . ثا <sup>2</sup> ) .	$C_D$ = عامل الاعاقة .
$Pr$ = عدد برانت .	$c_p$ = الحرارة النوعية (جول / كغ . كلفن) .
$q_v$ = حرارة تبخير القطيرات (واط / م <sup>3</sup> ) .	$dV$ = تفاضل الحجم .
$Re$ = عدد رينولدز	$e_t$ = الطاقة الكلية (جول / كغ) .
$r_p$ = طول مسار القطيرة (م) .	$F_D$ = قوة اعاقه الجسيم الحجمية (نيوتن / م <sup>3</sup> ) .
$S_m$ = اسم منبع التبخير الحجمي بالحرارة	$F_t$ = القوة الحجمية (نيوتن / م <sup>3</sup> ) .
$T$ = درجة الحرارة (م°) .	$g$ = تسارع الثقالة (م / ثا <sup>2</sup> ) .
$T_{amb}$ = درجة حرارة الجو المحيط (م°) .	$h$ = عامل انتقال الحرارة بالحمل (واط / م <sup>2</sup> . كلفن) .
$T_p$ = درجة حرارة الجسيم (قطيرة الماء) (م°) .	$h_{fg}$ = الإنثليبي (جول / كغ) .
$u_i$ = السرعة بالاتجاه OX (م / ثا) .	$k$ = الإيصال الحراري (واط / م . كلفن) .
$v$ = السرعة (م / ثا) .	$k$ = الطاقة الحركية (كغ . م <sup>2</sup> / ثا <sup>2</sup> ) .
$\rho$ = الكثافة (كغ / م <sup>3</sup> ) .	$m_p$ = كتلة القطيرة (كغ) .
$\tau_{ij}$ = اجهاد القص (كغ / م . ثا <sup>2</sup> ) .	$Nu$ = عدد نسلت .
$\mu_a$ = اللزوجة (كغ / م . ثا) .	$p$ = الضغط (كغ / م . ثا <sup>2</sup> ) .
$\mu_t$ = اللزوجة التحريكية (كغ / م . ثا) .	$Pr$ = عدد برانت .
$q_v$ = حرارة تبخير القطيرات (واط / م <sup>3</sup> )	



## دراسة خواص الثباتية واللون لأقمشة قطنية مصبوغة بالكرديه تبعاً لتقنية الصباغة

م. لينا الميرداش + م. ريم سلمون

قسم هندسة الغزل والنسيج\_ كلية الهندسة الكيميائية والبترولية\_ جامعة البعث

### ملخص البحث:

في هذا البحث تمت صباغة أقمشة قطنية بمحلول صباغي مستخلص من الكركديه، وتم استخدام الترسخ المسبق للعينات المراد صباغتها مع خمس مرسخات معدنية. طرق الصباغة المتبعة هي الصباغة التقليدية والصباغة باستخدام تقنية الميكروويف. بعد انتهاء عملية الصباغة تمت دراسة ثباتية الأقمشة للغسيل والاحتكاك وكانت النتيجة جيدة إلى جيدة جداً لجميع العينات المصبوغة بكلتا الطريقتين، وتم تقييم الثوابت اللونية باستخدام برنامج (ImageJ) وبيّنت النتائج أنّ ألوان الأقمشة ذات الصباغة التقليدية أغمق من ألوان الأقمشة المصبوغة بالميكروويف، لكن معظم الأقمشة المصبوغة بالميكروويف كانت أكثر تجانساً.

كلمات مفتاحية: أصبغة طبيعية، الكركديه، المرسخات، برنامج image j

# Study of Fastness and Color Properties of Cotton Fabrics Dyed With Hibiscus According to The Dyeing Technique

Eng.Lina Almirdash   Eng. Reem Salamon  
Department of Textile and Spinning Engineering  
Faculty of Chemical and Petroleum Engineering  
Al-Baath University, Homs-Syria

## Abstract:

In this research, cotton fabrics were dyed with solution extract from hibiscus, with pre-mordanting using five metal salts. The dyeing was done by two methods: conventional dyeing and microwave dyeing. After dyeing the rubbing and wash fastness were determined, results were ranged from good to very good. Color parameter were evaluated by (ImageJ) program, results show that the color of fabrics with conventional dyeing were more darker than those with microwave dying, but most of dyed fabric with microwave dyeing were more levelness.

**Keyword:** natural dyes,mordants, hibiscus, (ImageJ) program



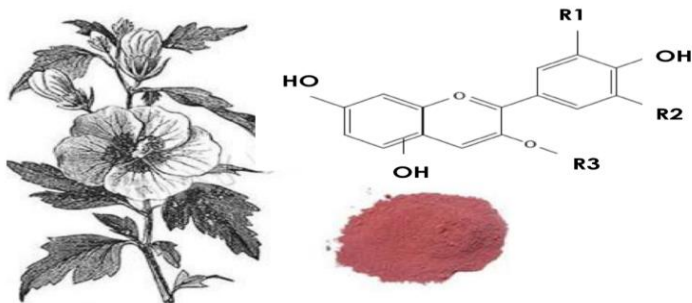
## 1-مقدمة:

التوجه في استخدام الأصبغة المستخرجة من مواد طبيعية أصبح حاجة ضرورية للتقليل من الملوثات الناتجة عن عملية الصباغة بالأصبغة الكيميائية، ومن المواد الطبيعية التي يتم استخلاص المحلول الصباغي منها هي زهور الكركديه.

### 1-1- الكركديه:

الكركديه (Hibiscussabdariffa) هي شجيرة سنوية تنمو في المناطق الاستوائية وشبه الاستوائية بما في ذلك غرب أفريقيا [1]، أحد النباتات التي جذبت الكثير من الاهتمام على مر السنين لفوائدها الصحية، وقد ركزت العديد من الدراسات على النبات وتحضيراته العديدة ومكوناته وخصائصه المضادة للأكسدة [2].

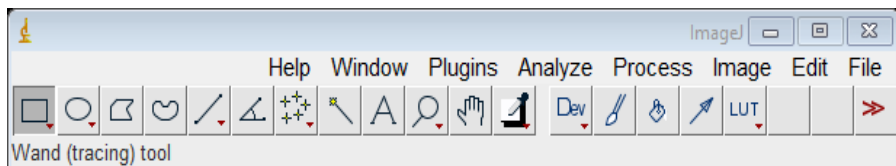
تعتبر جميع الأجزاء الموجودة فوق سطح الأرض من نبات الكركديه بمثابة طب أصلي. تمتلك الزهور تأثيراً مدرّاً للبول وطارد للحمى وخافض للضغط، تؤكل الزهور الطازجة من الكركديه في السلطات، ويتم طهيها واستخدامها كمنكه في الكعك، وفي الوقت الحاضر، يتم استهلاكها في جميع أنحاء العالم كمشروب بارد وكمشروب ساخن (الشاي الحامض)، تُستخدم أصباغ الأنثوسيانين الحمراء (redanthocyanin) الموجودة في زهور الكركديه كعوامل تلوين للطعام [2]، زهور الكركديه هي في الأصل ذات لون أحمر عميق. عنصر التلوين الأحمر هذا قابل للذوبان بشكل كبير في الماء ويتغير إلى اللون الأحمر الناعم بواسطة حمض كلور الماء وإلى اللون الأخضر المزرق بواسطة القلوبات [1]، يبين الشكل (1) بنية الأنثوسيانين في زهور الكركديه.



الشكل (1) توضح بنية الأنثوسيانين الموجود في زهور الكرمديه

## 1-2- برنامج (ImageJ):

برنامج (ImageJ) هو برنامج ذو نافذة بسيطة كما هو موضح بالشكل (2).



الشكل (2) نافذة برنامج (ImageJ)

ImageJ هو برنامج معالجة وتحليل صور. يتم تشغيله، إما كتطبيق صغير عبر الإنترنت أو كتطبيق قابل للتثبيت، يمكنه عرض وتحرير وتحليل ومعالجة الصور. يمكنه حساب المساحة للمنطقة المحددة بواسطة المستخدم. يمكنه قياس المسافات والزوايا. يمكنه إنشاء رسوم بيانية. وهو يدعم وظائف معالجة الصور القياسية مثل معالجة التباين والتوضيح والتنعيم واكتشاف الحواف والتصفية المتوسطة. تتوفر أيضاً معايرة الكثافة أو المقياس الرمادي. ويعطي قيم عن الفضاء اللوني مثل (RGB) و (HSB) وغيرها حيث:

(RGB) هي الأبعاد اللونية الثلاثة التي تتحسسها العين وهي (الأحمر والأخضر والأزرق) وهي الأكثر استخداماً. (HSB) وهي تشير إلى (تدرج اللون والتشبع والسطوع) حيث توفر مزايا كبيرة عند معالجة الألوان [3].

وقد تم اختبار عدة تطبيقات لدراسة الثوابت اللونية لأقمشة غير منسوجة مصبوغة بعدة أصبغة، وهي تطبيقي (ImageJ, Xn View) وهي تطبيقات يمكن تثبيتها على الحاسوب وتطبيقي (ONcolor measure, color Lab) اللذين يمكن تثبيتهما على الجوالاات الذكية التي تعمل بنظام (android)، جميع التطبيقات السابقة أعطت قيم (RGB) متقاربة بالمقارنة بين التطبيقات السابقة [4].

### 1-3- المسح المرجعي:

عام (2017) قام (Yeşim) بصباغة أقمشة صوفية بالكركديه مع ترسيخ مسبق ولاحق ومتزامن مع عملية الصباغة باستخدام مرسخين هما كبريتات النحاس وكلوريد القصدير، كانت ثباتية الغسيل والاحتكاك لجميع الأقمشة المصبوغة جيدة، لكن الأقمشة المصبوغة بالكركديه مع مرسخ كلوريد القصدير أعطت تثبيط للبكتريا أعلى من تلك المصبوغة بالكركديه مع مرسخ كبريتات النحاس [5].

قام (Rym) وزملاؤه عام (2021) بصباغة أقمشة قطنية بصباغ الأنتيوسيانين المستخلص من الكركديه مع معالجة مسبقة للقماش بمادة (chitosan)، أظهرت النتائج أنّ القماش المعالج بمادة (chitosan) كان عمق الصباغة أعلى من الأقمشة المصبوغة بدون معالجة مسبقة، كما أنّ الأقمشة المصبوغة وذات المعالجة المسبقة أبدت ثباتية للغسيل وللضوء أفضل من الأقمشة المصبوغة غير المعالجة [6].

كما قام (S M Yakasai) وزملاؤه عام (2022) بصباغة ألياف القطن بمحلول الكرمديه وباستخدام كرومات البوتاسيوم كمرسخ وباستخدام حمام صباغي مكون من الكرمديه وكرومات البوتاسيوم وكربونات الصوديوم، تم حساب قوة اللون وتحديد ثباتية اللون تجاه الاحتكاك والغسيل، وقد أعطى الحمام الصباغي قيم قوة لون وثباتيات للغسيل والاحتكاك أعلى مقارنةً مع الصباغة بالكرمديه من دون مرسخ وبوجود المرسخ لوحده [7].

كذلك قام (S Ansari) وزملاؤه عام (2022) بصباغة أقمشة قطنية بثلاث أصبغة طبيعية هي الكرمديه والمخملية وورد الزينة الأحمر بوجود مرسخين هما كبريتات الحديد وكبريتات النحاس، أظهرت النتائج ظلال لونية مختلفة والتي تبين إمكانية صباغة الأقمشة القطنية بأصبغة طبيعية [8].

## 2- إشكالية البحث:

إنّ أي تغيير في بارامترات عملية الصباغة من حيث المواد المستخدمة وتركيزها وزمن الصباغة ودرجة الحرارة تؤثر في اللون النهائي للأقمشة المصبوغة، وأثناء العمل هناك حاجة لوجود آلية سهلة وسريعة للتحقق من تأثير هذه البارامترات في اللون الناتج، من أجل معرفة الاتجاه المناسب لمتابعة عملية الصباغة.

## 3- أهمية البحث:

تكمن أهمية البحث كون برنامج (ImageJ) تطبيق مجاني وسهل التثبيت على أي حاسب وسهل الاستخدام وسريع ويعطي بيانات مباشرة للعديد من البارامترات المهمة، ويقدم بيانات متعلقة بالثوابت اللونية (R,G,B).

**4-هدف البحث:**

يهدف البحث إلى تحليل الثوابت اللونية لأقمشة قطنية بعد صباغتها بصباغ طبيعي مستخلص من نبات الكركديه وذلك باستخدام برنامج (ImageJ)، حيث يتلخص البحث بما يلي:

- 1- استخلاص محلول صباغي من الكركديه كمصدر طبيعي للصبغة.
- 2- اتباع طريقتين في الصباغة هما الطريقة التقليدية وباستخدام تقنية الميكروويف ودراسة خصائص الثباتية للغسيل والاحتكاك.
- 3- إيجاد الثوابت اللونية (R,G,B) ومقارنة العينات المصبوغة من حيث اللون.
- 4- تقييم أداء طرق الصباغة المتبعة في البحث والمرسخت المستخدمة ودورها في تحديد لون العينات من خلال البيانات التي تم الحصول عليها من برنامج (ImageJ).

**5-المواد المستخدمة في البحث:**

- 1- نسيج قطني 100% تركيبه النسجي سادة (1/1) ووزن المتر المربع  $(120 \text{ g/m}^2)$ .
- 2- نبات الكركديه وتم الحصول عليه من الأسواق المحلية.
- 3- ملح كبريتات ألنيوم بوتاسيوم (الشبة)  $(\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot \text{K}_2\text{SO}_4 \cdot 24\text{H}_2\text{O})$ .
- 4- كبريتات النحاس المائية  $(\text{CuSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O})$ .
- 5- كبريتات الحديدية المائية  $(\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O})$ .

6- كلور القصديري ( $\text{SnCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ).

7- برمنغنات البوتاسيوم ( $\text{KMnO}_4$ ).

8- ماء مقطر.

6- خطوات إجراء البحث:

6-1. الأجهزة والأدوات المستخدمة:

1- جهاز ميكروويف منزلي وهو من شركة (LG) MC-9287BR موضح في الشكل

(3) يعمل عند 5 مستويات طاقة.



الشكل (3): جهاز الميكروويف المستخدم في تجارب الصباغة.

2- سخان كهربائي باستطاعة (800 watt).

3- بياشر سعة (600 ml) وسلندرات زجاجية.

## 6-2. تحضير العينات النسيجية:

تمّ قص مجموعة من العينات القطنية بأبعاد (30\*10 cm<sup>2</sup>) لاستخدامها في التجارب الصباغية.

## 7-3. التجارب الصباغية:

### 7-3-1. استخلاص الصبغة:

تم غلي كمية من نبات الكركديه في الماء من أجل استخلاص الصبغة في الوسط المائي، وكانت الكمية المستخدمة بمقدار (25 غ/ل)، حيث تم وضع كمية الكركديه في الماء على سخان كهربائي ورفع درجة الحرارة بشكل تدريجي إلى الغليان. استمرت عملية الغلي ساعة، ثم ترك المحلول لمدة (24 ساعة)، وبعدها تمت التصفية والتخلص من البقايا النباتية بوساطة مشبك معدني، والحصول على المحلول الذي تم استخدامه في التجارب الصباغية اللاحقة.

### 7-3-2. الصباغة بالطريقة التقليدية:

1- تمت صباغة عينة قطنية باستخدام كمية من محلول المستخلص السابق بنسبة حوض (1:50)، وتمت عملية التسخين بوساطة سخان كهربائي (800 watt) لمدة (60 min) عند الغليان. بعد انتهاء عملية الصباغة تمّ نزع العينة من المحلول وشطفها بالماء الجاري بشكل جيد وتجفيفها وهي العينة (1).

2- تم إجراء معالجة مسبقة بالمرسحات لخمسة عينات من القماش القطني باستخدام كبريتات الحديد المائبة، كبريتات النحاس المائبة، الشبة، برمغنات البوتاسيوم وكلور القصديري وذلك بنسبة 10% من وزن العينة (كلاً على حده) وعند درجة الغليان لمدة

(60 min) ونسبة حوض (1:50). بعد انتهاء عملية الترسخ تم أخذ العينات المرسخة ووضعها في محاليل مستخلص الكرمديه السابقة بنسبة حوض (1:50) لإجراء عملية الصباغة بعد الترسخ المسبق. استمرت عملية الصباغة لمدة (60 min) عند الغليان، ثم تم نزع العينات الخمس من محاليلها وشطفها بالماء الجاري بشكل جيد وتجفيفها وتم الحصول على العينات (2، 3، 4، 5، 6) على التوالي.

### 7-3-3. الصباغة باستخدام طاقة الميكروويف:

تم استخدام مستوى الطاقة (720 watt) وهو المستوى الأقرب لمستوى الطاقة للسخان المستخدم في الصباغة بالطريقة التقليدية.

1- تمت صباغة عينة قطنية بالمستخلص المائي للكرمديه، بنسبة حوض (1:50) لمدة (12 min) في الميكروويف، تم نزع العينة من محلول الصباغة وشطفها بالماء الجاري بشكل جيد وتجفيفها والحصول على العينة (7).

2- تم إجراء معالجة مسبقة بالمرسحات 5 عينات قطنية بشكل مسبق في الميكروويف عند مستوى الطاقة ذاته باستخدام كبريتات الحديدي المائية، كبريتات النحاس المائية، الشبة، برمغنات البوتاسيوم وكلور القصديري. استمرت عملية الترسخ (12 min) لكل عينة، وبعد ذلك صبغت العينات في الميكروويف عند مستوى الطاقة السابق وبنفس طريقة صباغة العينة (7)، ثم تم نزع العينات من محاليل الصباغة وشطفها بالماء الجاري بشكل جيد وتجفيفها وتم الحصول على العينات (8، 9، 10، 11، 12) على التوالي.



يوضح الجدول (1) العينات التي تم الحصول عليها.

الجدول (1): العينات النسيجية المصبوغة التي تم الحصول عليها من التجارب الصباغية

العينه	طريقة الصباغة	توصيف العينه
1	الطريقة التقليدية باستخدام سخان كهربائي باستطاعة (800 watt)	عينه مصبوغة من دون ترسيخ
2		عينه مصبوغة بعد الترسيخ المسبق بكبريتات الحديدية المائية
3		عينه مصبوغة بعد الترسيخ المسبق بكبريتات النحاس المائية
4		عينه مصبوغة بعد الترسيخ المسبق بالشبة
5		عينه مصبوغة بعد الترسيخ المسبق ببرمنغنات البوتاسيوم
6		عينه مصبوغة بعد الترسيخ المسبق بكلور القصديري
7	في الميكرووف عند مستوى الطاقة (720 watt)	عينه مصبوغة من دون ترسيخ
8		عينه مصبوغة بعد الترسيخ المسبق بكبريتات الحديدية المائية
9		عينه مصبوغة بعد الترسيخ المسبق بكبريتات النحاس
10		عينه مصبوغة بعد الترسيخ المسبق بالشبة
11		عينه مصبوغة بعد الترسيخ المسبق ببرمنغنات البوتاسيوم
12		عينه مصبوغة بعد الترسيخ المسبق بكلور القصديري

#### 7-4- اختبار الثباتية للاحتكاك (الجاف والرطب):

تم إجراء اختبار الثباتية للاحتكاك الجاف والرطب للعينات المصبوغة في الميكرووف ومقارنتها بالعينه المصبوغة بالطريقة التقليدية حسب المواصفة (ISO 105 X-12) باستخدام جهاز احتكاك (Electronic crockmeter M238B) من إنتاج شركة SDL البريطانية، وتم تقييم العينات باستخدام المقياس الرمادي الخاص بالتلطيف.

يوضح الشكل (4) جهاز اختبار الثباتية للاحتكاك المستخدم ورأس الحكّ ولوحة التحكم الخاصة به.



الشكل (4): جهاز اختبار الثباتية للاحتكاك المستخدم ورأس الحكّ ولوحة التحكم الخاصة به.

#### 7-5- اختبار الثباتية للغسيل:

تم إجراء اختبار الغسيل حسب المعيار ISO C01 ذي الشروط الآتية:

- نسبة الحوض 1:50.

- محلول غسيل يحوي: (5 g/l) صابون وتمت المعالجة في الدرجة (c)  $(40 \pm 2)$  لمدة (30 min).

بعد انتهاء الاختبارات تشطف العينات بالماء البارد المقطر مرتين ثم لمدة (10 min) بماء صنوبر جارٍ وتعصر وتجفف بالهواء الساخن لا تزيد درجة حرارته عن (c)  $60$ .

تم تقييم العينات باستخدام المقياس الرمادي الخاص بتغير اللون وكذلك المقياس الخاص بالتلطّيح [11].

#### 7-6- اختبار تحديد الإحداثيات اللونية:

يعطي برنامج (ImageJ) عدداً كبيراً من البيانات التي تساهم في تحليل الصور وإعطاء توصيف للعينات. في هذا البحث تم الاعتماد على برنامج (ImageJ) لتحليل الصور لعينات الأقمشة المصبوغة بالكرمديه التي تم مسحها بواسطة الماسح الضوئي ( hp

(Scanjet 3970). البيانات التي تم الحصول عليها عن طريق برنامج (ImageJ)

هي:

R-: التي تدل على نسبة اللون الأحمر في الصورة الممسوحة.

G -: التي تدل على نسبة اللون الأخضر في الصورة الممسوحة.

B -: التي تدل على نسبة اللون الأزرق في الصورة الممسوحة.

- التحويل إلى المقياس الرمادي: من أجل إعطاء قيمة واحدة للمقارنة أو توصيف الصورة يعطي البرنامج المتوسط الحسابي للثوابت اللونية (R,G,B)، والتي لا تعتبر قيمة دقيقة توصف المكونات اللونية بسبب اختلاف حساسية العين لكل لون ، لذلك سيتم اعتماد العلاقة (1) لإيجاد التحويل إلى التدرج الرمادي والتي تأخذ بعين الاعتبار اختلاف حساسية العين لكل لون [9]، وهذه القيمة يقوم البرنامج بحسابها أيضاً.

$$Gray\ scale = 0.299R + 0.587G + 0.114B \dots \dots (1)$$

تتفاوت قيم التدرج الرمادي بين (0) (المعبر عن اللون الأسود) و(255) (المعبر عن اللون الأبيض) و(254) ظل رمادي بينهما [10].

- الانحراف المعياري (STD) للثوابت اللونية الثلاثة (R,G,B) وللمقياس الرمادي ضمن المساحة المحددة، حيث يقوم البرنامج بتحديد قيمة الثوابت اللونية في كل بكسل وإعطاء القيمة الدنيا والمتوسطة والأعلى والانحراف المعياري لجميع النقاط ضمن المساحة المحددة. يعبر الانحراف المعياري في هذه الدراسة عن مقدار تجانس عملية الصباغة بالكرديه على الأقمشة القطنية، وكلما زاد الانحراف المعياري كلما كان التجانس أقل.

## 8- النتائج والمناقشة:

### 8-1- مناقشة نتائج اختبار الثباتية للاحتكاك:

يوضح الجدول (2) نتائج اختبار الثباتية للاحتكاك الجاف والرطب لعينات النسيج القطني المصبوغة بالطريقة التقليدية و باستخدام الميكرووف كما يلي:

الجدول (2): نتائج اختبار الثباتية للاحتكاك الجاف والرطب لعينات القطن المصبوغة.

اختبار الاحتكاك		توصيف العينة	طريقة الصباغة	رقم العينة
الرطب	الجاف			
4/5	5	مصبوغة من دون ترسيخ	تقليدية	1
4/5	5	عينة مصبوغة بعد الترسيخ المسبق بكبريتات الحديدي		2
4/5	5	عينة مصبوغة بعد الترسيخ المسبق بكبريتات النحاس		3
4/5	5	عينة مصبوغة بعد الترسيخ المسبق بالشبة		4
4	4/5	عينة مصبوغة بعد الترسيخ المسبق ببرمنغنات البوتاسيوم		5
4	4/5	عينة مصبوغة بعد الترسيخ المسبق بكلور القصديري		6
4/5	5	مصبوغة من دون ترسيخ	في الميكرووف	7
4	4/5	عينة مصبوغة بعد الترسيخ المسبق بكبريتات الحديدي		8
4/5	5	عينة مصبوغة بعد الترسيخ المسبق بكبريتات النحاس		9
4/5	5	عينة مصبوغة بعد الترسيخ المسبق بالشبة		10
4	5	عينة مصبوغة بعد الترسيخ المسبق ببرمنغنات البوتاسيوم		11
4	4/5	عينة مصبوغة بعد الترسيخ المسبق بكلور القصديري		12

\* أظهرت جميع العينات نتائج متقاربة على التدرج الرمادي للتلطخ بالنسبة للاحتكاك الجاف والرطب وكانت جميع العينات جيدة إلى جيدة جداً، ولم تكن هناك فروقات واضحة بين العينات ولم يؤثر اختلاف طريقة الصباغة بين الطريقة التقليدية وباستخدام الميكرووف على هذه الثباتية.

8-2- مناقشة نتائج اختبار الثباتية للغسيل:

يوضح الجدول (3) نتائج اختبار الثباتية للغسيل لعينات النسيج القطني المصبوغة بالطريقة التقليدية وكذلك باستخدام الميكروويف كما يلي:

الجدول (3): نتائج اختبار الثباتية للغسيل لعينات القطن المصبوغة.

رقم العينة	طريقة الصباغة	توصيف العينة	اختبار الثباتية للغسيل	
			تغير اللون	التلطix
1	تقليدية	مصبوغة من دون ترسيخ	4	4/5
2		عينة مصبوغة بعد الترسيخ المسبق بكبريتات الحديدي	4/5	5
3		عينة مصبوغة بعد الترسيخ المسبق بكبريتات النحاس	4/5	4/5
4		عينة مصبوغة بعد الترسيخ المسبق بالشبة	4/5	4/5
5		عينة مصبوغة بعد الترسيخ المسبق ببرمنغنات البوتاسيوم	4	4/5
6		عينة مصبوغة بعد الترسيخ المسبق بكلور القصديري	4	4/5
7	في الميكروويف	مصبوغة من دون ترسيخ	4/5	4/5
8		عينة مصبوغة بعد الترسيخ المسبق بكبريتات الحديدي	5	5
9		عينة مصبوغة بعد الترسيخ المسبق بكبريتات النحاس	4/5	5
10		عينة مصبوغة بعد الترسيخ المسبق بالشبة	4/5	4/5
11		عينة مصبوغة بعد الترسيخ المسبق ببرمنغنات البوتاسيوم	4/5	5
12		عينة مصبوغة بعد الترسيخ المسبق بكلور القصديري	4	5

أظهرت جميع العينات المصبوغة بالطريقة التقليدية وباستخدام الميكروويف نتائج متقاربة على التدرج الرمادي لتغير اللون والتلطix، وكانت النتائج جيدة إلى جيدة جداً، مع ملاحظة دور طاقة الميكروويف في زيادة تحسين الثباتية للغسيل بشكل طفيف بالمقارنة مع الطريقة التقليدية للصباغة.

#### 8-4- تحديد استهلاك الطاقة في طريقتي الصباغة التقليدية وباستخدام الميكروويف:

- تم تحديد استهلاك الطاقة لكل من الطريقة التقليدية للعيينة (1) والعيينة المصبوغة في الميكروويف عند مستوى الطاقة (720 watt) لمدة (12 min) للعيينة (7) كما يلي:  
الاستهلاك = الاستطاعة (الواط) \* الزمن (ساعة).

1- استغرقت عملية الصباغة بالطريقة التقليدية من دون ترسيخ (70 min) من لحظة رفع درجة الحرارة إلى انتهاء عملية الصباغة (العيينة 1)، وبالتالي فإن استهلاك الطاقة لهذه العينة هو:

$$\text{الاستهلاك} = 800 * 1.17 = 933 \text{ واط ساعي.}$$

2- استغرقت العينة المصبوغة في الميكروويف عند مستوى الطاقة (720 watt) من دون ترسيخ للعيينة (7) (12 min)، وبالتالي فإن استهلاك الطاقة لهذه العينة هو:

$$\text{الاستهلاك} = 720 * 0.2 = 144 \text{ واط ساعي.}$$

وبالتالي فإن التوفير في استهلاك الطاقة كان: 84.6%.

وبالتالي عند الصباغة في الميكروويف تم توفير في الطاقة بمقدار 84.6% بالمقارنة بالطريقة التقليدية من دون استخدام مرسخات.

#### 8-5- التحليل اللوني للأقمشة المصبوغة بالكرمديه:

بعد انتهاء عملية الصباغة تم مسح العينات بواسطة الماسح الضوئي ومعالجة الصور بواسطة برنامج (ImageJ)، عن طريق المسار:

(Plugins→analysis→measure RGB)

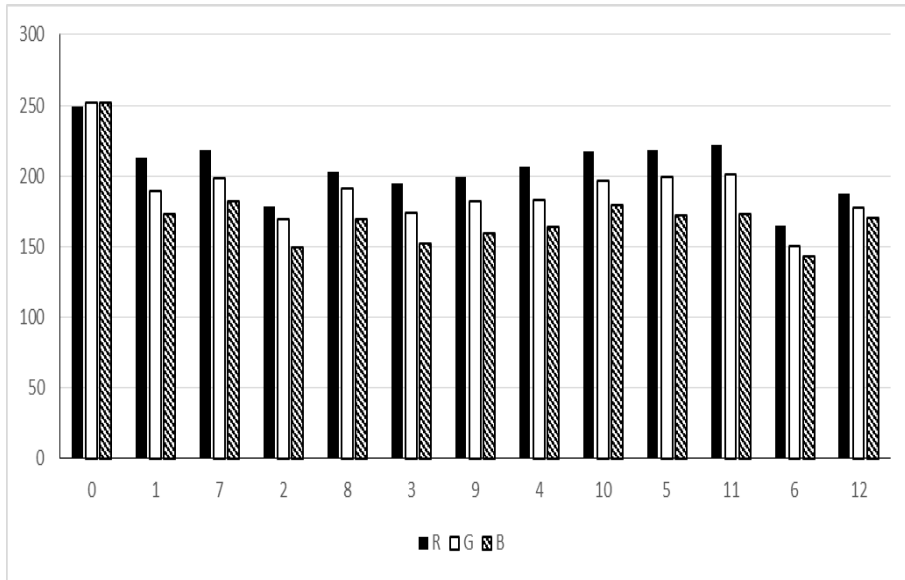
يبين الجدول (4) قيم الثوابت اللونية للعينات المدروسة:

الجدول (4) قيم الثوابت اللونية للعينات المدروسة

B	G	R	رقم العينة
251.585	251.773	249.026	0
173.1	189.595	213.072	1
149.482	169.368	178.271	2
151.719	173.85	195.023	3
164.047	182.82	206.398	4
172.01	199.21	218.11	5
143.527	149.945	164.784	6
182.403	198.407	218.369	7
169.727	191.535	203.024	8
159.382	182.307	199.603	9
179.032	196.118	217.147	10
173.357	201.474	221.56	11
170.647	177.494	187.444	12

نلاحظ أنّ قيم الثوابت اللونية (R,G,B) للأقمشة المصبوغة بالميكرووفيف ذات قيم أعلى

من الأقمشة المصبوغة صباغة تقليدية، كما هو مبين بالشكل (5)



الشكل (5) قيم (R,G,B) للأقمشة المدروسة

كما يبين الشكل (5) تقارب بقيم الثوابت اللونية (R,G,B) للعينتين (3,9) والعينتين (5,11) حيث أعطت طريقتي الصباغة التقليدية والميكرووف نفس اللون تقريباً مع نفس المرسخ وهي كبريتات النحاس وبيرومنغات البوتاسيوم.

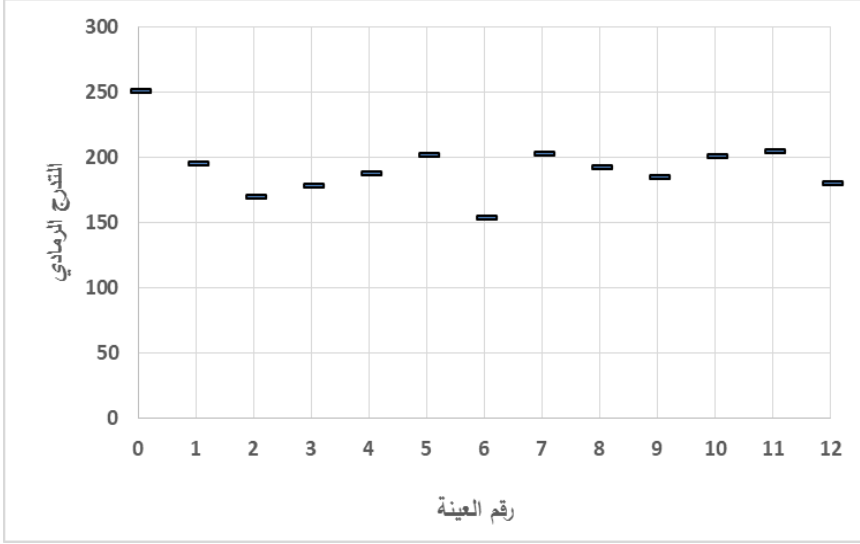
ومن أجل مقارنة العينات مع بعضها تم اعتماد التحويل إلى التدرج الرمادي والذي يوفره البرنامج عن طريق نفس المسار السابق والذي يعتمد على العلاقة (1) في حسابه، يبين الجدول (5) قيم التحويل إلى التدرج الرمادي.

الجدول (5) قيم التحويل إلى التدرج الرمادي

ترقيم العينات	التحويل إلى التدرج الرمادي
0	250.936
1	194.736
2	169.761
3	177.657
4	187.732
5	201.76
6	153.652
7	202.551
8	192.483
9	184.865
10	200.459
11	204.275
12	179.689



يمكن ملاحظة توزيع القيم المبينة بالجدول (5) ضمن المجال (0-255) كما هو موضح بالشكل (6).



الشكل (6) قيم التحويل إلى التدرج الرمادي للعينات المدروسة

نلاحظ من الشكل (6) أنّ العينات المصبوغة بطريقة الميكرووف أعطت لوناً فاتحاً مقارنةً مع تلك المصبوغة بالطريقة التقليدية مع استخدام نفس المرسخ، وهذا قد يعود لاحتمال تأثر صباغ الكركديه سلباً بأمواج الميكرووف، وبالتالي لم يتم الحصول على نفس عمق اللون الذي تم الحصول عليه بالطريقة التقليدية.

يعطي برنامج (ImageJ) قيمة الانحراف المعياري للثوابت اللونية الثلاثة (R,G,B) كما يقوم بتحديد الانحراف المعياري للمقياس الرمادي، باتباع المسار التالي:

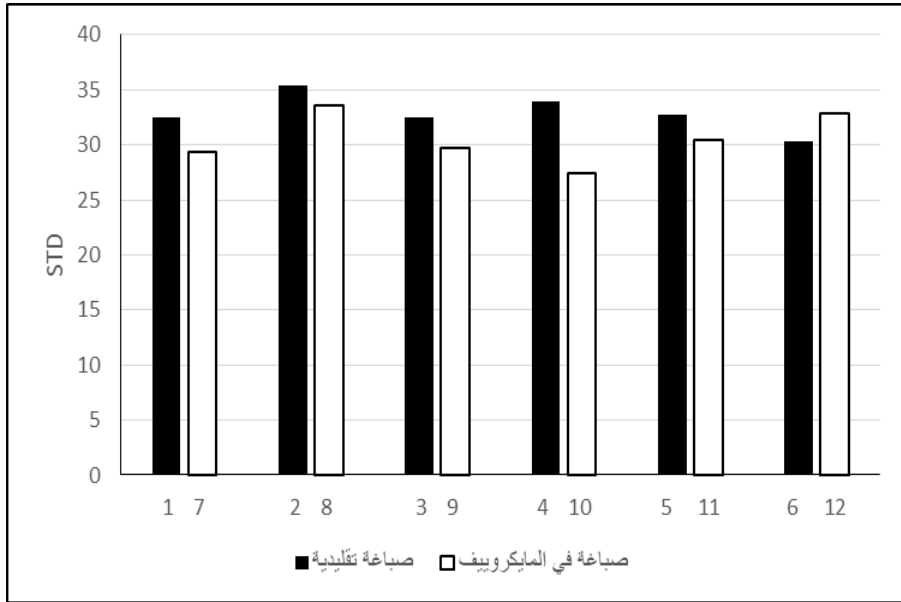
(analysis→histogram)

يوضح الجدول (6) قيم الانحراف المعياري للعينات التي تم الحصول عليها من البرنامج.

الجدول (6) قيم الانحراف المعياري للعينات

Gray scale	B	G	R	رقم العينة
7.825	7.108	7.232	10.125	0
32.477	37.296	34.278	27.916	1
35.455	36.053	35.736	35.323	2
32.538	34.326	33.431	30.942	3
33.917	37.652	35.437	30.303	4
32.772	39.38	34.328	28.087	5
30.298	31.045	30.805	30.072	6
29.3	33.789	30.82	25.471	7
33.617	38.378	34.469	30.844	8
29.774	32.497	30.695	27.851	9
27.371	30.462	28.731	24.272	10
30.479	36.139	32.112	25.919	11
32.819	34.305	33.606	31.522	12

تمت مقارنة الانحراف المعياري للمقياس الرمادي للعينات وذلك من أجل تحديد أفضل تجانس تم الحصول عليه في عملية صباغة القماش القطني بالكرديه بالطريقتين التقليدية والميكرووف، كما هو موضح بالشكل (7).



الشكل (7) الانحراف المعياري للمقياس الرمادي للعينات

يوضح الشكل (7) أنّ الصبغة بواسطة المايكروبيف أعطت انحراف معياري أقل من العينات المصبوغة بالطريقة التقليدية أي تجانس أعلى بعملية الصبغة، باستثناء العينات (6,12) حيث كان تجانس العينات المصبوغة بالطريقة التقليدية أفضل من تلك المصبوغة بطريقة المايكروبيف وقد يعود ذلك إلى سلوك كلور القصديري مع الكركديه كمعقد (المستخدم في هذه الحالة كمرسخ) تجاه أشعة المايكروبيف، كما تم التوصل بالنتائج السابقة إلى أنّ القماش المصبوغ بالطريقة التقليدية (6) يعطي لوناً أغمق من تلك المصبوغة بالميكروبيف مع نفس المرسخ (12) كما هو مبين بالشكل (6).

## 9. الخلاصة:

1- تم استخلاص محلول صباغي طبيعي من الكرمديه وتمت صباغة القماش القطني بالمحلول الصباغي المستخرج بنجاح بطريقتي الصباغة التقليدية والميكروويف.

2- لم يؤثر استخدام المرسخات على قيم ثباتية الأقمشة المصبوغة للغسيل وللاحتكاك حيث تراوحت القيم بين الجيدة والجمدة جداً.

3- استخدام تقنية الميكروويف خفّض الوقت اللازم لعملية الصباغة بشكل كبير مقارنةً مع الصباغة التقليدية.

- من البيانات التي تم الحصول عليها من برنامج (ImageJ) تم التوصل للنتائج التالية:

4 - تم الحصول على 6 ظلال لونية عند الصباغة التقليدية و6 ظلال لونية عند الصباغة بطريقة الميكروويف.

5- أعطت الصباغة التقليدية ظلاً أعمق من الصباغة بالميكروويف عند استخدام نفس المرسخ.

6- أعطت الصباغة التقليدية ظلالاً مختلفة مع تغيير المرسخ المستخدم.

7- أعطت الصباغة بالميكروويف تجانساً بالصباغة مقارنةً مع الصباغة التقليدية، باستثناء العينة مصبوغة مع كلور القصديري.

8- تقنية الميكروويف توفر بالوقت وتعطي تجانساً في عملية الصباغة، لكنها أعطت ظلالاً لونية أفتح مقارنةً مع طريقة الصباغة التقليدية.

10. المقترحات:

- 1- إيجاد ثوابت لونية إضافية (HSV) باستخدام برنامج (ImageJ) التي تعطي توصيف إضافي للون.
- 2- مقارنة نتائج الثوابت اللونية التي تم الحصول عليها من برنامج (ImageJ) مع برامج أخرى محملة على الجوال الذكي.

## 11-المراجع:

- 1- A. Diallo et al. 2014- **Z-Scan And Optical Limiting Properties Of Hibiscus Sabdariffa Dye**, Appl. Phys. B, 117:861-867
- 2- A. O. Owoade et al. 2019- **A Review Of Chemical Constituents And Pharmacological Properties Of Hibiscus Sabdariffa L.** Int. J. Curr. Res. Biosci. Plant Biol, 6(4), 42-51
- 3- F.Tiago and R.Wayne. 2012- **ImageJ User Guide**, IJ1.45r,pp198
- 4- I. Safarik et al.2019 - **Smartphone-based image analysis for evaluation of magnetic textile solid phase extraction of colored compounds**, Heliyon 5 e02995
- 5- B.Yeşim Büyükakinci, 2017- **Investigation of dyeing methods on wool fabrics with hibiscus and its antibacterial efficiency**, industria textila~, vol. 68, nr. 2,pp103-107
- 6- Rym Mansour &Hayet Ben Ali, 2021- **Investigating the Use of Chitosan: Toward Improving the Dyeability of Cotton Fabrics Dyed with Roselle (Hibiscus sabdariffa**

- 
- L. Journal of Natural Fibers\_Volume 18, 2021 – Issue 7,  
Pages 1007-1016
- 7- S M Yakasai et al. 2022- Dyeing Of Cotton Fabric With Hibiscus Sabdariffa And Its Fastness Properties, (IJSEAS) – Volume-8, Issue-2
- 8- S Ansari et al,2022 – Extraction of natural dye from different flowers for dyeing cotton fabrics, JETIR , Volume 9, Issue 7
- 9- Luca Benedetti, 2007 – Color To Gray Conversion For Stereo Matching, Facolta' Di ScienzeMatematicheFisiche E NaturaliCorso Di LaureaSpecialistica In Informatica ,UNIVERSITA' DI PISA,101
- 10- James L.Garey,2008 –Understanding Bit Depth, national park service, conserve O Gram number 22

المراجع العربية:

11- Nasr,S et al, 2010 – **Dyeing Technology** (practical dep.),  
first published, Al –Baath University, Homs, 127

نصر؛ سلمان، سفور؛ زياد ، عثمان؛ ضفاف، 2010 ، تقانة الصباغة الجزء العملي.  
الطبعة الأولى، منشورات جامعة البعث حمص، 127.



## دراسة الشروط المثلى لتصنيع اللبن الرائب بإضافة

### حليب الصويا

د. رمضان عطرة : أستاذ في قسم الهندسة الغذائية

د. بدور عجيب : مدرس في قسم الهندسة الغذائية

م. علي دردر : طالب دراسات عليا في كلية الهندسة الكيميائية والبترولية - الهندسة الغذائية

#### ملخص البحث

تم في هذا البحث تحضير اللبن الرائب بإضافة حليب فول الصويا، تم تحضير اللبن الرائب من الحليب البقري كمعاملة شاهد و ثلاث معاملات أخرى لتحضير اللبن الرائب من الحليب البقري مضافاً إليه حليب الصويا بنسب مختلفة 25% و 50% و 75% .

ولإجراء عملية التخمير تم استخدام بادئ مكون من سلالتين من بكتريا حمض اللبن

*Lactobacillus delbrueckii* sp *bulgaricus*, *Streptococcus thermophile*

وأضيف بنسب مختلفة 2% و 2.5% و 3% ، حيث أجري التخمير عند درجتَي حرارة

40 م° و 45 م° واستمرّ التخمّر حتّى الوصول إلى رقم حموضة تساوي 4.6 ومن ثم تم تبريد العينات وحفظها لمدة 28 يوم عند درجة حرارة 4 م° .

أجريت التحاليل الفيزيائية و الكيميائية و الميكروبيولوجية على العينات المحضّرة، وبيّنت النتائج أنّ تطور الحموضة أثناء التخمير كان أعلى وفترة التخمير كانت أقل في معاملة الشاهد منها في معاملات الحليب البقري المضاف له حليب الصويا، حيث بلغ معدل الانخفاض في رقم pH في المعاملات B و C و D ( 0.452 و 0.422 و 0.365 )

على التوالي أما في الشاهد (0.507) وذلك عند اضافة بادئ بنسبة 3%.

أما تعداد البكتريا اللبنية ونشاطها أثناء التخمر كان أعلى في معاملات الحليب البقري المضاف له حليب الصويا وازداد بازدياد نسبة حليب الصويا المضافة حيث تجاوز التعداد ( $10^7 \times 31$  مستعمرة/مل) عند انتهاء عملية التخمر.

كما بينت النتائج أثناء التخزين تأثير نسبة إضافة حليب الصويا في تعداد البكتريا اللبنية التي تزداد مع زيادة نسبة الإضافة مع بقاء درجة الحموضة الكلية منخفضة أقل من 1.8% مقارنة مع معاملة الشاهد 3.9% وذلك حتى اليوم 28 من فترة التخزين المبرّد ، وكانت نسبة الإضافة الأمثل لحليب الصويا هي 50% فقد احتفظ المنتج اللبني الجديد بخواص حسية جيدة و تعداد البكتريا اللبنية الذي وصل إلى مستوى عالي ( $10^7 \times 44$  مستعمرة/مل) وذلك حتى اليوم 14 من فترة التخزين المبرّد .

**الكلمات المفتاحية :** حليب بقري، حليب الصويا، التخمر اللبني، لبن رائب.

# Studying the optimal conditions for manufacturing yoghurt by adding soy milk

## Abstract

In this research, curd was prepared by adding soybean milk. Curd was prepared from cow's milk as a control treatment, and three other treatments were used to prepare curd from cow's milk with the addition of soy milk in different proportions of 25%, 50%, and 75%. To perform the fermentation process, a starter consisting of two strains of lactic acid bacteria was used *Lactobacillus delbrueckii* sp. *bulgaricus*, *Streptococcus thermophile*

It was added in different proportions: 2%, 2.5%, and 3%, and fermentation was carried out at two temperatures. 40 °C and 45 °C, and fermentation continued until pH = 4.6 was reached. Then the samples were cooled and stored for 28 days at a temperature of 4 °C.

Physical, chemical, and microbiological analyzes were conducted on the prepared samples, and the results showed that the development of acidity during fermentation was higher and the fermentation period was shorter in the control treatment than in the treatments of cow's milk which soy milk was added, as the rate of decrease in pH was in treatments B, C, and D (0.452,

0.422 and 0.365), respectively, while in the control (0.507) when adding 3% starter. The number of lactic bacteria and their activity during fermentation was higher in treatments of cow's milk to which soy milk was added, and it increased with the increase in the percentage of soy milk added, as the count exceeded ( $31 \times 10^7$  cfu /ml) at the end of the fermentation process. The results during storage also showed the effect of the soy milk addition rate on the number of lactic bacteria, was increased with the increase in the addition rate, while the total pH remained low, less than 1.8% compared to the control treatment of 3.9%, until the 28th day of the refrigerated storage period, and the addition rate was optimal. For soy milk, it is 50%. The new dairy product maintained good sensory properties and the lactobacillus count reached a high level ( $44 \times 10^7$  cfu /ml) until the 14th day of the cold storage period.

**Keywords:** cow's milk, soy milk, lactic acid fermentation, yoghurt.

**أولاً: المقدمة والدراسة المرجعية Introduction and Literature Review**

يتمتع حليب الصويا بقيمة غذائية مرتفعة فهو مصدر ممتاز للبروتينات ذات النوعية العالية و الأيزوفلافين و فيتامينات B ، وخالي من سكر الحليب، لذلك فهو جيد للناس الذين يعانون من حساسية اللاكتوز ويعتبر بديل جيد للناس الذين يملكون حساسية لحليب البقر.

يحتوي حليب الصويا بشكل طبيعي على لأيزوفلافين و مركبات كيميائية نباتية تساعد في تخفيض LDL (الكوليسترول الضار) إذا ما استخدمت كجزء من حمية غذائية لصحة القلب [12].

حليب الصويا عبارة عن سائل أبيض حليبي شاحب ( مائل للاصفرار ) يظهر تشابهاً مع حليب البقر في المظهر والقوام ، تم استخدام حليب الصويا في العديد من المنتجات مثل جبن الصويا ولبن الصويا والتوفو ، والعائق الرئيسي في استخدامه هو الطعم القابض ، النكهة الحبيبة، التي يتم التغلب عليها إما عن طريق التخمير أو من خلال إضافة المنكهات [15].

من الممكن أن يُعرَّف البادئ على أنه مزرعة نقية مكونة من نوع واحد من البكتيريا أو عدة أنواع تعمل بمفردها أو بالمشاركة مع غيرها، والتي تضاف عمداً إلى الحليب لإحداث تغييرات مرغوبة وتحسن صفات المنتج اللبني المتخمر [13].

تاريخياً يعد التخمر طريقة لحفظ الحليب كونه مادة أولية سهلة الفساد والتحلل وبعدها انتشرت هذه المنتجات بسرعة لفائدتها وخصائصها الحسية المقبولة (الحالة الطازجة والحموضة المقبولة والنكهة الدسمة)، فاللبن الرائب علاوة على قيمته الغذائية فقد استخدم خلال فترات طويلة كمادة غذائية صحية بفعل الأثر المفيد لبكتريا حمض اللبن *Lactobacillus delbrueckii* sp. *bulgaricus* ، *Streptococcus*

*thermophilus* وتتصف هذه الأخيرة بقدرتها على تثبيط البكتريا الضارة ضمن المادة الغذائية أو في الوسط الموجودة فيه [14].

بالرغم من أن تصنيع واستهلاك الألبان المخمرة يعود إلى العهود القديمة فإن التقدم التقني في تصنيع وتنظيم تركيب وتنوع اللبن الرائب يتوافق مع الجهود العلمية والأبحاث خلال السنوات الأخيرة، وإن كل تغير في تركيب المادة الغذائية و طرائق التصنيع يؤدي إلى تغيرات في التركيب و الخصائص الحسية كالقوام و الطعم و التي تحدد مدى قبول المستهلك لهذه المنتجات، و لذلك يقع على عاتق الباحثين تقديم المعلومات الدقيقة و الطرائق و المعلومات الخاصة بالمنتج لدى المستهلك، و وجد إن العوامل المحددة لجودة اللبن الرائب تكمن في الخصائص الفيزيائية و الكيميائية و التغذوية و الحسية، و تبين الأعمال العديدة وجود علاقة بين طبيعة المادة الأولية والطرائق التكنولوجية المستخدمة للحصول على منتجات ثابتة تتوافق مع التشريعات الناضجة ومتطلبات المستهلك [16].

يشكل السكروز حوالي 67% و 41% من تركيب السكريات في حليب الصويا يليه الستاكيوز بنسبة 12% و 35% في حين أن الفركتوز و الرافينوز الأقل بنسبة 6% و 15% .

تستخدم البكتريا اللبنية خلال نموها في حليب الصويا بشكل أساسي السكروز وبشكل أقل الستاكيوز [10].

ينتج حليب الصويا كما هو معروف في بعض الدول الآسيوية وذلك بنقع حبات فول الصويا الكاملة و الطازجة ثم طحنها في الماء، ثم التصفية للتخلص من العكارة (بقايا الصويا) و تسخين المزيج، رغم أن هذه العملية بسيطة إلا أن الشراب الناتج يمتلك لونا غامقاً و رائحة و نكهة فول الصويا، وهكذا فإنها غير مرغوبة في المناطق الأخرى، وقد شاعت الكثير من التعديلات لهذا الإنتاج التقليدي لوقت من الزمن بغية تخفيض آثار نكهة و رائحة الصويا. [15]

## تصنيع حليب الصويا

يصنع حليب الصويا بدون نقع مع التقشير والسلق، و يبين المخطط (1) مراحل التصنيع المتبعة مخبرياً. [ 8 ]



مخطط (1) تصنيع حليب الصويا

## ثانياً: هدف البحث Aim of the research:

### هدف البحث إلى:

- 1- تصنيع حليب الصويا من حبوب فول الصويا و التخلص من المشاكل التي تظهر في الحليب المصنع ( اللون المائل للاصفرار - النكهة الحبوبية )
- 2- دراسة تأثير إضافة نسب مختلفة من حليب الصويا إلى حليب البقر في التركيب الكيميائي والصفات الحسية ونشاط البادئ وأعداد البكتيريا اللبنية خلال التخمر و التخزين المبرد.

## ثالثاً- المواد والطرق Materials and Methods :

### 3-1- المواد المستخدمة Materials:

لإنجاز هذا البحث استخدمت المواد التالية:

1. حليب بقري مبستر مجنس مضبوط الدسم انتاج معمل ألبان حمص، وذلك لضمان ثبات التركيب الكيميائي للحليب المستخدم في تحضير جميع العينات .
2. حبوب فول الصويا :  
تم شراء الكمية المناسبة من السوق المحلية وتم تحديد التركيب الكيميائي لهذه الحبوب
3. بادئ اللبن الرائب:  
بادئ يتكون من بكتريا حمض اللبن النقية (انتاج شركة بيوتيك-إيطاليا ) تعبئة مختبرات شركة امنة -سوريا-حمص- مدينة حسياء الصناعية والمكون من البكتريا *Lactobacillus bulgaricus, Streptococcus thermophile* بنسبة 1:1



4. المواد الكيميائية الضرورية لعملية تحليل كل من حبوب فول الصويا و حليب فول الصويا الناتج والحليب البقري واللبن الرائب (ماءات الصوديوم ، ميتانول ، حمض الكبريت المركز ، فورمول).

5. الأجهزة و الأدوات الكهربائية اللازمة لعمليات التحضير و التحليل :  
خلاط كهربائي، حاضنة، ميزان حساس، حمام مائي، مجموعة من الأدوات الزجاجية.

6. الأوساط الزرعية ومتطلبات الزرع الجرثومي:  
تم عد بكتيريا حمض اللبن في منتجات اللبن المحضر والمخزن بالتبريد وتتلخص الطريقة [7].

- يؤخذ (1 مل) من اللبن الرائب المحضر بعد إجراء التجنيس (التحريك).
- تحضر التخفيفات المناسبة.
- تزرع الكائنات الحية الدقيقة في البيئات المناسبة باستخدام طريقة الزرع السطحي (3 مكررات) و التحضين عند درجات حرارة مناسبة لفترات مناسبة.
- لعد بكتيريا حمض اللبن العصوية تم تتميتها على الوسط المغذي الانتخابي MRS آجار، و التحضين عند الدرجة (30 م°) لمدة 48 ساعة.
- لعد بكتيريا حمض اللبن الكروية تم استخدام الوسط المغذي الانتخابي M17 آجار، و التحضين عند الدرجة (30 م°) لمدة 48 ساعة.
- لعد الكوليفورم استخدم وسط ماكونكي و التحضين عند (37 م°) لمدة 48 ساعة.
- لعد بكتيريا السالمونيلا استخدام بيئة S S و التحضين عند درجة حرارة (30 م°) لمدة 48 ساعة.

3-2- الطرائق المستخدمة :

3-2-1 - تحضير البادئ: [3].

- اضيف 1 غ من مزرعة البادئ المجفدة إلى 1 لتر حليب فرز معقم والمبرد الى درجة حرارة 43 م°.

- التحضين على درجة حرارة 45 م° حتى الوصول إلى رقم  $pH = 4.6$  .

- يبرد حتى درجة حرارة 4 م° ويخزن مبرد لحين الاستخدام .

3-2-2 - تحضير اللبن الرائب:

تم تحضير اللبن الرائب باستخدام بادئ الإضافة الذي تم تحضيره والمكون من البكتريا

*Lactobacillus bulgaricus* , *Streptococcus thermophilus* ,

وفق الخطوات التالية:

تم تحضير المعاملات بخلط الحليب البقري و حليب فول الصويا وفق النسب المقترحة

واعطاء رمز لكل عينة كما يوضح الجدول (1)

الجدول (1) نسب المزج لحليب الصويا والحليب البقري ورمز كل منها

رمز العينة	العينة
A	(شاهد) حليب بقري 100%
B	حليب بقري 75% + حليب صويا 25%
C	حليب بقري 50% + حليب صويا 50%
D	حليب بقري 25% + حليب صويا 75%

- تعامل العينات حراريا على درجة 95 م° لمدة 5 دقائق.
- تبرد ضمن حمام مائي حتى درجة حرارة 43 م°.
- إضافة البادئ بنسب 2% و 2.5% و 3% إلى العينات مع التحريك .

- التحضين عند درجتي حرارة 40 م°، 45 م° حتى الوصول إلى رقم pH=4.6 او درجة حموضة 80-90 درجة دورنيكية.
- تخزين اللبن الرائب الناتج عند درجة حرارة 4 م°.

### 3-3-3 - الاختبارات الكيميائية والفيزيائية:

تم إجراء التجارب العملية والتحليل المخبرية في مخابر قسم الهندسة الغذائية في جامعة البعث، وقد تم تحديد النتائج عن طريق الاختبارات والتجارب التالية: [ 3 ]

1- المواد الصلبة الكلية: بطريقة التجفيف عند الدرجة 105 م° حتى ثبات الوزن.

2- المواد البروتينية: تم تقديرها بطريقة كداهل (N×6.25) باستخدام جهاز كداهل.

3- المواد الدسمة: تم تقديرها اعتماداً على طريقة جريب.

4- الحموضة المعايرة: عن طريق المعايرة بماءات الصوديوم 0.1N وحسابها كنسبة مئوية مقدرة على أساس حمض اللبن. [ 1 ]

5- الصلابة (القوام) باستخدام جهاز (TA-XT.plus Texture).

6- تقدير نسبة المصل المنفصل [ 4 ]

تم أخذ 10g من عينة اللبن الرائب على ورقة ترشيح موضوعة في قمع بوختر ثم الترشيح لمدة 6 دقائق وحساب كمية المصل المنفصل وزنيا باستخدام العلاقة:

$$\text{نسبة المصل المنفصل} = (1 - \text{و} 2) / \text{و} 1 \times 100$$

و1: وزن العينة الابتدائي.

و2: وزن العينة بعد الترشيح

### 3-3-4- الاختبارات الميكروبية للبن الرائب:

تمت دراسة حركية التخمر اللبني خلال فترة التحضين، و دراسة تأثير إضافة البادئ إلى العينات بثلاث تراكيز 2% و 2.5% و 3% وذلك قبل عملية التحضين، ثم وضع العينات في الحاضنة عند درجتى حرارة 40 م°، 45 م° ثم سحب العينات كل ساعة خلال فترة التحضين وذلك من لحظة إضافة البادئ من أجل تعداد البكتيريا اللبنية من خلال زرع في أوساط زرعية.

كما تم تعداد البكتيريا اللبنية أثناء التخزين المبرد كل سبعة أيام و لمدة 28 يوم.

### 3-3-5- التحليل الاحصائي:

تم اجراء ثلاث مكررات لكل اختبار ، وعبر عن النتائج التي تم التوصل اليها باستخدام المتوسط الحسابي  $\pm$  الإنحراف المعياري، أجري التحليل الاحصائي باستخدام برنامج Minitab 18 حيث استخدم تحليل التباين باتجاه واحد (One Way ANOVA) عند مستوى ثقة ( $P < 0.05$ ) للمقارنة بين المتوسطات.

## رابعاً: النتائج والمناقشة **Results and Discussion**

### 4-4-1- التركيب الكيميائي للحليب البقري:

يوضح الجدول (2) التركيب الكيميائي للحليب البقري.

جدول (2) التركيب الكيميائي للحليب البقري

المكونات	الحليب البقري وزناً
الرطوبة	0.1±87.46
المادة الصلبة	0.1±12.54
البروتين	0.1±3.31
المادة الدسمة	0.1±3.68
الكربوهيدرات	0.1±4.87
الرماد	0.05±0.68
رقم pH	0.1±6.72
الحموضة الكلية	0.01±0.18

4-4-2- التركيب الكيميائي لحبات فول الصويا:

يوضح الجدول (3) التركيب الكيميائي لحبات فول الصويا.

الجدول (3) التركيب الكيميائي لحبات فول الصويا

النسبة وزناً	المكونات
0.1±36.6	البروتين
0.1±19.3	المادة الدسمة
0.2±30.6	كربوهيدرات
0.3±9.3	رطوبة
0.2±4.2	رماد

4-4-3- حليب الصويا:

تم تحضير حليب الصويا بدون نقع مع التقشير و السلق في محلول من بيكربونات الصوديوم كما في المخطط (1) و ذلك بإضافة نسب تمديد مختلفة من الماء وتم تحديد التركيب الكيميائي لعينات حليب الصويا المحضرة كما يبين الجدول (4) :

الجدول (4) التركيب الكيميائي لحليب فول الصويا بنسب تمديد مختلف

الرماد %	البروتين %	المادة الدسمة %	الكربوهيدرات %	المادة الصلبة %	نسبة الماء المضاف الى حليب الصويا
0.85	3.82	3.05	3.73	11.45	1:4
0.64	3.77	2.49	1.95	8.85	1:5
0.40	3.05	1.85	1.75	7.05	1:6
0.37	2.63	1.75	1.65	6.40	1:7
0.36	1.64	1.60	1.50	5.10	1:8

تبين ان التركيب الكيميائي لحليب الصويا ذو نسبة التمديد (1:4) كانت الأقرب لتركيب الحليب البقري من حيث المادة الصلبة الكلية لذلك تم تحضير معاملات حليب الصويا وفق هذا التمديد واعتماده في تحضير المعاملات الأخرى لاحقاً.

4-4-4- التركيب الكيميائي لمخاليط (حليب الصويا والحليب البقري )

المحضرة:

يوضح الجدول (5) التركيب الكيميائي لمخاليط (حليب الصويا والحليب البقري ) المحضرة

الجدول (5) تركيب خليط (حليب الصويا والحليب البقري ) بنسب مختلفة

رمز العينة	رقم الحموضة pH	الحموضة الكلية TA%	المادة الصلبة الكلية TS%	المادة الدسمة %	البروتين %	الرماد %
A	0.1±6.72	0.01±0.18	0.1±12.54	0.1±3.68	0.1±3.31	0.03±0.68
B	0.1±6.70	0.02±0.18	0.1±12.22	0.2±3.55	0.1±3.68	0.04±0.73
C	0.1±6.68	0.01±0.18	0.1±12.05	0.1±3.41	0.2±3.55	0.05±0.77
D	0.1±6.62	0.01±0.19	0.1±11.83	0.1±3.17	0.1±3.41	0.05±0.81

4-4-4 - دراسة حركية التخمر اللبني للبكتريا اللبنية لعينات اللبن الرائب وذلك خلال

فترة التحضين:

تمت مراقبة تغيير كل من (رقم الحموضة و الحموضة الكلية و تعداد البكتريا العسوية والكروية) خلال فترة التحضين عند درجتي حرارة 40 م°، 45 م° خلال 5 ساعات من

لحظة وضع البادئ بنسب مختلفة (2% و 2.5% و 3%) وتم اخذ القيم كل ساعة لثلاث مكررات .

4-4-1- تغيير رقم الحموضة و درجة الحموضة الكلية لعينات اللبن الرائب:

تم تحديد رقم الحموضة لعينات اللبن الرائب كل ساعة خلال فترة التحضين منذ اضافة البادئ عند كل من النسب 2% و 2.5% و 3% ودرجة حرارة 45 م° كما يوضح الجدول(6):

جدول (6) تغيير رقم الحموضة لعينات اللبن الرائب خلال فترة التحضين عند اضافة البادئ بنسب 2% و 2.5% و 3%

رقم الحموضة عند اضافة البادئ بنسبة 2%						العينة
ساعة 5	ساعة 4	ساعة 3	ساعة 2	ساعة 1	ساعة 0	
<sup>Ea</sup> <sub>0.1±4.62</sub>	<sup>Ea</sup> <sub>0.1±4.6</sub>	<sup>Da</sup> <sub>0.1±5.23</sub>	<sup>Ca</sup> <sub>0.1±5.95</sub>	<sup>Ba</sup> <sub>0.2±6.28</sub>	<sup>Aa</sup> <sub>0.1±6.64</sub>	A
<sup>Eb</sup> <sub>0.2±4.80</sub>	<sup>Db</sup> <sub>0.2±5.15</sub>	<sup>CDab</sup> <sub>0.3±5.85</sub>	<sup>BCa</sup> <sub>0.1±6.25</sub>	<sup>ABa</sup> <sub>0.1±6.41</sub>	<sup>Aa</sup> <sub>0.1± 6.63</sub>	B
<sup>Eb</sup> <sub>0.1±4.85</sub>	<sup>Dbc</sup> <sub>0.3±5.35</sub>	<sup>Cb</sup> <sub>0.1±6.02</sub>	<sup>Ba</sup> <sub>0.1±6.33</sub>	<sup>ABa</sup> <sub>0.05±6.48</sub>	<sup>Aa</sup> <sub>0.08±6.62</sub>	C
<sup>Eb</sup> <sub>0.1±5.40</sub>	<sup>Dc</sup> <sub>0.2±6.10</sub>	<sup>CDc</sup> <sub>0.1±6.20</sub>	<sup>BCb</sup> <sub>0.1±6.35</sub>	<sup>ABb</sup> <sub>0.1±6.50</sub>	<sup>Aa</sup> <sub>0.1±6.60</sub>	D
رقم الحموضة عند اضافة البادئ بنسبة 2.5%						العينة
ساعة 5	ساعة 4	ساعة 3	ساعة 2	ساعة 1	ساعة 0	
<sup>Ea</sup> <sub>0.2±4.60</sub>	<sup>Ea</sup> <sub>0.1±4.62</sub>	<sup>Da</sup> <sub>0.1±5.05</sub>	<sup>Ca</sup> <sub>0.1±5.88</sub>	<sup>Ba</sup> <sub>0.1±6.25</sub>	<sup>Aa</sup> <sub>0.1±6.63</sub>	A
<sup>Eb</sup> <sub>0.15±4.75</sub>	<sup>Db</sup> <sub>0.13±5.05</sub>	<sup>CDb</sup> <sub>0.2±5.75</sub>	<sup>Bb</sup> <sub>0.1±6.21</sub>	<sup>ABa</sup> <sub>0.1±6.39</sub>	<sup>Aa</sup> <sub>0.1±6.62</sub>	B
<sup>Eb</sup> <sub>0.1±4.80</sub>	<sup>Dbc</sup> <sub>0.09±5.25</sub>	<sup>Cbc</sup> <sub>0.1±5.95</sub>	<sup>BCb</sup> <sub>0.1±6.25</sub>	<sup>ABa</sup> <sub>0.1±6.40</sub>	<sup>Aa</sup> <sub>0.1±6.60</sub>	C
<sup>Eb</sup> <sub>0.2±5.30</sub>	<sup>Dc</sup> <sub>0.1±5.85</sub>	<sup>CDc</sup> <sub>0.1±6.05</sub>	<sup>Bb</sup> <sub>0.1±6.30</sub>	<sup>ABb</sup> <sub>0.05±6.45</sub>	<sup>Aa</sup> <sub>0.2±6.58</sub>	D

رقم الحموضة عند اضافة البادئ بنسبة 3%						العينة
5 ساعة	4 ساعة	3 ساعة	2 ساعة	1 ساعة	0 ساعة	
Ea 0.15±4.55	Ea 0.1±4.60	Da 0.13±5.25	Ca 0.1±5.95	Ba 0.1±6.23	Aa 0.1±6.63	A
Db 0.2±4.65	Db 0.2±4.80	Cb 0.2±5.65	Bb 0.1±6.18	ABb 0.1±6.36	Aa 0.1±6.61	B
Ec 0.1±4.70	Dc 0.1±4.90	Cbc 0.1±5.80	BbC 0.1±6.20	ABb 0.1±6.38	Aa 0.08±6.59	C
Ec 0.1±4.75	DCc 0.2±5.10	Cc 0.1±5.95	Bb 0.1±6.25	ABb 0.1±6.47	Aa 0.05±6.56	D

يشير اختلاف الأحرف الكبيرة A,B,C,D إلى وجود فروق معنوية بين أيام التخزين لكل عينة ضمن السطر الواحد. بينما يشير اختلاف الاحرف الصغيرة a,b,c,d إلى وجود فروق معنوية بين العينات ضمن العمود الواحد عند مستوى ثقة 0.05.

كان معدل الانخفاض في رقم pH في مرحلة التآقلم (التي استمرت حوالي الساعتين في جميع العينات) في عينة الشاهد كبير نسبيا مقارنة مع باقي العينات الممزوجة مع حليب الصويا، حيث كان معدل الانخفاض في عينة الشاهد

(0.345 و 0.375 و 0.49) عند نسب اضافة البادئ 2% و 2.5% و 3%

على التوالي، وبالعينه B (0.19 و 0.205 و 0.215) عند نسب اضافة البادئ (2%

و 2.5% و 3%) على التوالي، وبالعينه C (0.145 و 0.175 و 0.195) عند نسب

اضافة البادئ 2% و 2.5% و 3% على التوالي، وبالعينه D (0.125 و 0.14 و

0.155) عند نسب اضافة البادئ 2% و 2.5% و 3% على التوالي، وينعكس أثر ذلك

على تعداد البكتريا اللبنية ونشاطها، وعلى تراكم المواد المعيقة للنمو في المراحل اللاحقة

من النمو أو خلال التخزين المبرد،



كما زادت مدة التحضين في العينة A بنسبة الاضافة 2% ساعة عن نسبة الاضافة 3% وذلك للوصول الى نهاية التخمر اللبني الذي تم ايقافه لجميع العينات عند وصول العينة A بنسب اضافة البادئ (2% و 2.5% و 3%) الى حوالي  $pH=4.6$  تقريبا ، مهما كانت النهائية لعينات المخاليط الاخرى، لأن التخثر الحامضي حدث عند درجة  $pH$  أعلى منها في عينة الحليب البقري بدون اضافات لحليب الصويا، توافقت هذه النتيجة مع نتيجة الباحث [2].

وتم تحديد الحموضة الكلية لعينات اللبن الرائب كل ساعة خلال فترة التحضين 45 م° منذ اضافة البادئ عند كل من النسب 2% و 2.5% و 3% كما يوضح الجدول (7):

جدول (7) تغير درجة الحموضة الكلية لعينات اللبن الرائب خلال فترة التحضين عند اضافة البادئ بنسب 2% و 2.5% و 3%

درجة الحموضة الكلية % عند اضافة البادئ بنسبة 2%						العينة
ساعة 5	ساعة 4	ساعة 3	ساعة 2	ساعة 1	ساعة 0	
0.1±0.85	0.1±0.80	0.1±0.62	0.1±0.34	0.1±0.19	0.1±0.16	A
0.1±0.76	0.1±0.71	0.1±0.40	0.1±0.32	0.1±0.19	0.1±0.16	B
0.1±0.72	0.1±0.61	0.1±0.37	0.1±0.28	0.1±0.18	0.1±0.16	C
0.1±0.60	0.1±0.45	0.1±0.32	0.1±0.24	0.1±0.18	0.1±0.17	D

دراسة الشروط المثلى لتصنيع اللبن الرائب بإضافة حليب الصويا

درجة الحموضة الكلية % عند اضافة البادئ بنسبة 2.5%						العينة
5 ساعة	4 ساعة	3 ساعة	2 ساعة	1 ساعة	0 ساعة	
0.1±0.86	0.1±0.82	0.1±0.64	0.1±0.35	0.1±0.19	0.1±0.16	A
0.2±0.78	0.1±0.72	0.1±0.42	0.1±0.33	0.1±0.18	0.2±0.16	B
0.1±0.75	0.2±0.65	0.1±0.40	0.1±0.30	0.1±0.19	0.1±0.17	C
0.1±0.62	0.1±0.49	0.1±0.30	0.1±0.25	0.1±0.19	0.1±0.18	D
درجة الحموضة الكلية % عند اضافة البادئ بنسبة 3%						العينة
5 ساعة	4 ساعة	3 ساعة	2 ساعة	1 ساعة	0 ساعة	
0.1±0.88	0.1±0.85	0.1±0.69	0.1±0.37	0.1±0.20	0.1±0.17	A
0.2±0.79	0.1±0.76	0.08±0.45	0.1±0.35	0.12±0.20	0.2±0.17	B
0.1±0.76	0.2±0.69	0.1±0.42	0.1±0.31	0.1±0.19	0.1±0.17	C
0.1±0.63	0.1±0.55	0.1±0.33	0.1±0.27	0.1±0.19	0.08±0.18	D

نلاحظ ارتفاع الحموضة في الشاهد عند كل نسب اضافة البادئ (2% و 2.5% و 3%) بشكل أكبر مقارنة مع العينات الممزوجة مع حليب الصويا من الساعة الأولى من التحضين وحتى نهاية الفترة،

مع ملاحظة انخفاض حموضة العينات المضاف لها حليب الصويا كلما زادت نسبة اضافته وذلك عند جميع نسب اضافة البادئ (2% و 2.5% و 3%) حيث وصلت

الحموضة الكلية % عند نسبة اضافة بادئ 3% في العينة A (0.85) والعينة B (0.76) والعينة C (0.69) والعينة D (0.55).

4-4-2- تعداد البكتريا العصوية والكروية في عينات اللبن الرائب خلال فترة التحضين عند اضافة البادئ بنسب (2% و 2.5% و 3%):

تم تعداد البكتريا العصوية والكروية في عينات اللبن الرائب كل ساعة خلال فترة التحضين 45 م° منذ اضافة البادئ عند كل من النسب (2% و 2.5% و 3%) كما توضح الجداول (8 و 9 و 10

جدول (8) تعداد البكتريا العصوية والكروية في عينات اللبن الرائب خلال فترة التحضين عند اضافة البادئ بنسبة 2%.

تعداد بكتريا حمض اللبن العصوية ( $10^7 \times$ مستعمرة/مل)						العينة
ساعة 5	ساعة 4	ساعة 3	ساعة 2	ساعة 1	ساعة 0	
1.1±14	1.5±13	0.8±10	0.7±4	0.3±1.5	0.1±0.7	A
1.1±16	0.9±14	0.7±12	1.2±5.5	20.±1.9	0.1±0.7	B
0.7±18	0.8±16	1.5±13	1.2±5.8	0.1±0.8	0.12±0.7	C
1.2±19	1.3±17	0.6±14	0.9±6.1	0.3±2.2	0.11±0.7	D
تعداد بكتريا حمض اللبن الكروية ( $10^7 \times$ مستعمرة/مل)						العينة
ساعة 5	ساعة 4	ساعة 3	ساعة 2	ساعة 1	ساعة 0	
1.1±13	1.5±12	0.8±9	0.7±3.5	0.3±1.5	0.2±0.7	A
1.1±15	0.8±13	0.7±11	1.2±5.3	0.5±2.1	0.1±0.7	B
0.8±17	0.9±14	1.3±12	1.1±5.6	0.8±2.2	0.12±0.7	C
1.1±18	1.3±16	1.6±13	0.9±6.9	0.1±2.3	0.14±0.7	D

جدول (9) تعداد البكتريا العصوية والكروية في عينات اللبن الرائب خلال فترة التحضين عند اضافة البادئ بنسبة 2.5%.

تعداد بكتريا حمض اللبن العصوية ( $10^7 \times$ مستعمرة/مل)						العينة
5 ساعة	4 ساعة	3 ساعة	2 ساعة	1 ساعة	0 ساعة	
1.1±15	1.5±14	0.8±11	0.7±4.5	0.3±1.6	0.1±0.9	A
1.2±17	0.9±16	0.7±13	1.2±5.5	0.8±2.2	0.05±0.9	B
0.7±18	0.6±17	1.5±14	1.2±5.8	0.09±2.3	0.11±0.9	C
1.4±19	1.3±18	0.6±15	0.9±5.9	0.6±2.4	0.03±0.9	D
تعداد بكتريا حمض اللبن الكروية ( $10^7 \times$ مستعمرة/مل)						العينة
5 ساعة	4 ساعة	3 ساعة	2 ساعة	1 ساعة	0 ساعة	
1.1±14	1.5±12	0.8±9	0.7±3.5	0.3±1.6	0.11±0.9	A
1.4±16	0.9±14	0.8±12	1.4±5.4	0.8±2.3	0.1±0.9	B
0.9±17	0.7±16	1.1±12	1.2±5.7	0.7±2.4	0.12±0.9	C
1.3±18	1.3±17	0.9±14	0.9±5.9	0.6±2.5	0.11±0.9	D

جدول (10) تعداد البكتريا العسوية والكروية في عينات اللبن الرائب خلال فترة

التحضير عند اضافة البادئ بنسبة 3%.

تعداد بكتريا حمض اللبن العسوية ( $10^7 \times$ مستعمرة/مل)						العينة
ساعة 5	ساعة 4	ساعة 3	ساعة 2	ساعة 1	ساعة 0	
1.1±17	1.5±14	0.8±11	0.7±4.5	0.3±1.8	0.1±1.1	A
1.1±18	1.1±17	1.2±15	1.09±6.5	0.7±2.5	0.1±1.1	B
0.8±19	0.8±18	1.5±16	1.2±6.8	0.8±2.6	0.12±1.1	C
1.2±21	1.1±19	0.6±17	0.16±7.1	0.4±2.6	0.11±1.1	D
تعداد بكتريا حمض اللبن الكروية ( $10^7 \times$ مستعمرة/مل)						العينة
ساعة 5	ساعة 4	ساعة 3	ساعة 2	ساعة 1	ساعة 0	
1.01±15	1.5±12	0.8±9	0.7±4.3	0.3±1.8	0.15±1.1	A
1.1±17	0.9±16	0.7±14	1.2±6.3	0.8±2.6	0.1±1.1	B
0.9±18	0.8±16	1.5±15	1.2±6.5	0.8±2.7	0.18±1.1	C
1.2±20	1.5±18	0.6±16	0.9±6.9	0.5±2.7	0.11±1.1	D

بينت النتائج أن تعداد البكتريا اللبنية في العينة A عند اضافة البادئ بنسبة 3% كان اكبر منها عند اضافة البادئ بنسبة 2.5% والتي كان التعداد عندها أعلى ايضا من نسبة الاضافة 2%، كما ازداد تعداد البكتريا اللبنية مع زيادة نسبة المزج مع حليب

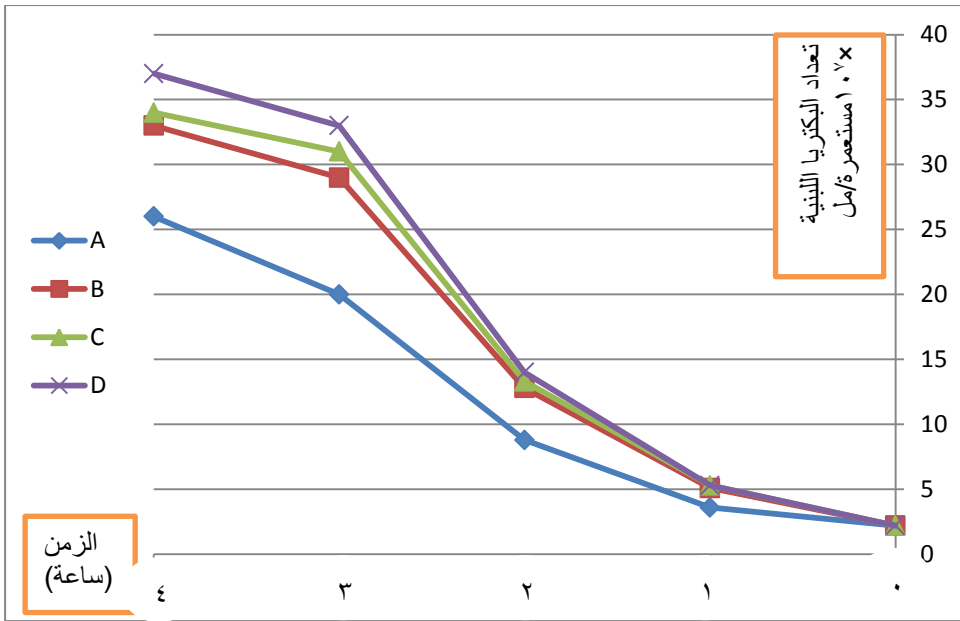
الصويا في العينات عند جميع نسب اضافة البادئ حيث وصل تعداد البكتريا اللبنية في نهاية فترة التحضين عند نسبة بادئ 2% في العينات المضاف لها حليب الصويا إلى أكثر من تعداد البكتريا اللبنية في العينة A (الحليب البقري) عند نسبة بادئ 3% ( $10^7 \times 26$  مستعمرة/مل).

أما في حال نسبة بادئ 3% فقد بينت النتائج أن العينات المضاف لها حليب الصويا قد ارتفع فيها تعداد البكتريا اللبنية إلى أكثر من ( $10^7 \times 32$  مستعمرة/مل) وهذا يؤكد أن طبيعة المركبات الموجودة في حليب الصويا قد سببت تنشيط بكتريا البادئ ابتداء من الساعات الأولى من التحضين.

وكان هناك تقارب بين العينات المضاف فيها حليب الصويا بنسبة 50% إلى الحليب البقري وذات نسبة بادئ 2% مع عينة الحليب البقري بنسبة بادئ 3% من حيث القوام والحموضة منه يمكن خفض كمية بادئ اللبن الرائب المضاف من 3% إلى 2% عند إضافة حليب الصويا إلى الحليب البقري بنسبة 50%، وذلك عند الرغبة في الحصول على لبن رائب يماثل في مواصفاته اللبن الرائب المحلي بدون إضافات من حيث تعداد البكتريا اللبنية والحموضة والقوام في المنتج.

تمت ملاحظة ازدياد حيوية البكتريا اللبنية خلال فترة التحضين في كل العينات الممزوجة بحليب الصويا مقارنة بعينات الحليب البقري A لوحده وذلك بغض النظر عن نسبة الإضافة إلى البادئ حيث تميز منحنى النمو في العينة A بنسبة بادئ 3% بوجود طور تأقلم مميز استمر إلى ساعتين أما في حالة العينات الممزوج بها حليب الصويا عند نفس البادئ فإن طور التأقلم كان قصيراً مع زيادة نسبة المزج مقارنة بالشاهد الذي استمر لساعة واحدة تقريباً في العينة D ذو نسبة مزج 50% مثلاً (الشكل 1) ، حيث انتقلت

البكتريا إلى طور ما قبل النمو اللوغارتمي بشكل سريع لتدخل طور النمو اللوغارتمي عند تعداد ( $10^7 \times 14$  مستعمرة/مل) ذلك يعود إلى الانخفاض في الحموضة خلال الساعات الأولى من التحضين للعينات المضاف لها حليب الصويا وهذا ينعكس بشكل ايجابي على نشاط البكتريا اللبنية وزيادة حيويتها وتعدادها خلال مرحلة النمو وخلال فترة التخزين بالتبريد لاحقاً.



(الشكل 1) تغير تعداد البكتريا اللبنية في المعاملات خلال فترة التخمير عند نسبة بادئ 3%.

#### 4-4-3- تأثير درجة الحرارة في عملية التخمير:

تمت عملية التخمير عند درجتى حرارة 40 م° و 45 م° وبين الجدول (11) تغير رقم الحموضة و الحموضة الكلية وتعداد البكتريا اللبنية بسلاطيتها عند درجتى الحرارة

الجدول (11) تغير رقم الحموضة و الحموضة الكلية وتعداد البكتريا اللبنية عند درجتى حرارة 40 م° و 45 م°

تعداد بكتريا حمض اللبن ( $10^7 \times$ مستعمرة/مل)		الحموضة الكلية %	رقم الحموضة	درجة الحرارة	رمز العينة
الكروية	العصوية				
12	13	0.83	4.68	40 م°	A
12	14	0.85	4.60	45 م°	
15	16	0.75	4.85	40 م°	B
16	17	0.76	4.80	45 م°	
15	17	0.67	4.95	40 م°	C
16	18	0.69	4.90	45 م°	
17	18	0.51	5.20	40 م°	D
18	19	0.55	5.10	45 م°	

أظهرت النتائج أن درجة الحرارة المثلى لتخمير حليب الصويا كانت 40 م° حيث كانت تعداد البكتريا اللبنية بسلالاتها أعلى منها عند درجة حرارة 45 م° وكانت تعداد البكتريا اللبنية الكروية أعلى من العصوية والحموضة الكلية كانت أعلى وهذا ما أكده [9].

أن أفضل درجة حرارة لانتاج اللبن الرائب من حليب فول الصويا كانت عند 40 م° . كما أظهرت النتائج أن درجة الحرارة المثلى لتخمير باقي العينات المتواجد فيها الحليب البقري كانت 45 م° درجة وكانت تعداد البكتريا العصوية أعلى من الكروية والحموضة الكلية كانت أعلى

كما تبين أن عند درجة حرارة 45 م° انخفضت مدة الحضان ساعة كاملة و لوحظ ان ارتفاع درجة الحرارة من 40 م° الى 45 م° كان له تأثير ضئيل على تعداد البكتريا اللبنية.



## 4-5- نتائج اختبارات اللبن الرائب خلال فترة التخزين المبرد :

## 4-5-1- تغير تعداد البكتريا اللبنية في عينات اللبن الرائب خلال فترة التخزين المبرد:

تم تعداد البكتريا اللبنية وذلك في الأيام 1، 7، 14، 21، 28 الجدول (12) وذلك لمقارنة مدى مقدرة إضافة حليب الصويا إلى الحليب البقري على تنشيط وتعداد البكتريا اللبنية بكلتا سلالتيها خلال مدة حفظ اللبن الرائب مقارنة مع اللبن الرائب التقليدي المصنوع من الحليب البقري علماً أنه تشكلت أعفان على سطح المنتج اللبني ابتداءً من اليوم 30 من التخزين المبرد.

جدول (12) تعداد البكتريا العسوية والكروية في عينات اللبن الرائب المخزن بالتبريد

حتى 28 يوم.

تعداد بكتريا حمض اللبن العسوية ( $10^7 \times$ مستعمرة/مل)					العينة
28 (يوم)	21 (يوم)	14 (يوم)	7 (يوم)	1 (يوم)	
ND	$Da_{0.01 \pm 0.04}$	$Ca_{0.3 \pm 2}$	$Ba_{0.2 \pm 8}$	$Aa_{0.1 \pm 14}$	AY
$Eb_{0.2 \pm 1}$	$Db_{0.3 \pm 3}$	$Cb_{0.15 \pm 14}$	$Ba_{0.22 \pm 20}$	$Ab_{0.17 \pm 17}$	BY
$Ec_{0.3 \pm 2}$	$Dc_{0.1 \pm 7}$	$Cc_{0.24 \pm 23}$	$Ba_{0.16 \pm 22}$	$Ac_{0.5 \pm 18}$	CY
$Dd_{0.16 \pm 3}$	$C_{0.8 \pm 11}$	$Bd_{0.31 \pm 24}$	$Ab_{0.22 \pm 23}$	$Ad_{0.19 \pm 19}$	DY
تعداد بكتريا حمض اللبن الكروية ( $10^7 \times$ مستعمرة/مل)					العينة
28 (يوم)	21 (يوم)	14 (يوم)	7 (يوم)	1 (يوم)	
ND	$Da_{0.01 \pm 0.02}$	$Ca_{0.05 \pm 1}$	$Ba_{0.1 \pm 6}$	$Aa_{0.1 \pm 12}$	AY
$Eb_{0.01 \pm 0.1}$	$Db_{0.1 \pm 1}$	$Cb_{0.15 \pm 11}$	$Ba_{0.3 \pm 18}$	$Ab_{0.22 \pm 16}$	BY
$Dc_{0.05 \pm 2}$	$Cc_{0.2 \pm 5}$	$Bc_{0.1 \pm 21}$	$Aa_{0.2 \pm 20}$	$Ab_{0.1 \pm 16}$	CY
$Ec_{0.1 \pm 1}$	$Dd_{0.1 \pm 6}$	$Cd_{0.1 \pm 23}$	$Bb_{0.1 \pm 21}$	$Ac_{0.21 \pm 18}$	DY

كل قيمة في الجدول تمثل المتوسط الحسابي لثلاث قيم  $\pm$  الانحراف المعياري، يشير اختلاف الأحرف الكبيرة A,B,C,D إلى وجود فروق معنوية بين أيام التخزين لكل عينة ضمن السطر الواحد. بينما يشير اختلاف الاحرف الصغيرة a,b,c,d إلى وجود فروق معنوية بين العينات ضمن العمود الواحد عند مستوى ثقة 0.05. ND: غير معينة، AY: لبن رائب من الحليب البقري، BY: لبن رائب من حليب بقري مضاف له 25% حليب صويا ، CY: لبن رائب من حليب بقري مضاف له 50% حليب صويا ، DY: لبن رائب من حليب بقري مضاف له 75% حليب صويا.

أظهر التحليل الاحصائي تأثير مدة التخزين بالتبريد في تعداد البكتريا اللبنية بكتنا سلالتها، ففي عينة الشاهد لوحظ انخفاض كبير في تعداد البكتريا اللبنية مع تقدم مدة الحفظ بالتبريد حيث انخفض تعدادها من  $(10^7 \times 26)$  مستعمرة/مل) في اليوم الأول إلى  $(10^5 \times 6)$  مستعمرة/مل) في اليوم 21 وبعدها اختفت البكتريا اللبنية من المنتج اللبني ولم يعد اللبن صالح للاستهلاك، وذلك بسبب الزيادة في الحموضة التي أدت إلى هذا الانخفاض في التعداد وازدياد تركيز بيروكسيد الهيدروجين في الوسط الذي تفرزه البكتريا اللبنية العسوية كنتيجة للتخلص من الأوكسجين الذي يتسرب إلى الوسط ويسبب اجهاداً للسلالة ودخولها في مرحلة الثبات [11].

أما في العينات المضاف لها حليب الصويا فقد ارتفع تعداد كل من البكتريا اللبنية العسوية والكروية في الأسبوع الأول بغض النظر عن نسبة اضافة حليب الصويا الى الحليب البقري واستمر في الارتفاع للأسبوع الثاني في العينات المضاف لها حليب الصويا بنسبة (50%، 75%)، وعاد الى الانخفاض بعدها، أي ارتفع تعداد البكتريا اللبنية بكتنا سلالتها الى مستوى تعداد بكتريا البروبيوتيك طوال فترة التخزين المبرد.

## 5-2- تغير رقم الحموضة و درجة الحموضة الكلية في عينات اللبن الرائب خلال فترة

## التخزين المبرد:

تم تحديد رقم الحموضة ودرجة الحموضة الكلية في عينات اللبن الرائب خلال فترة التخزين المبرد وذلك في الأيام 1، 7، 14، 21، 28 كما يبين الجدول (13) وذلك لمعرفة تأثير إضافة حليب الصويا في عينات اللبن الرائب البقري فيرقم الحموضة والحموضة الكلية خلال فترة التخزين المبرد.

## جدول (13) تغير رقم الحموضة و درجة الحموضة الكلية في عينات اللبن الرائب

المخزن بالتبريد حتى 28 يوم.

رقم الحموضة (pH)					العينة
28 (يوم)	21 (يوم)	14 (يوم)	7 (يوم)	1 (يوم)	
Da 0.1±3.9	Ca 0.1±4.20	Ba 0.1±4.40	ABa 0.1±4.55	Aa 0.1±4.60	AY
Ca 0.1±4.42	Ca 0.1±4.45	BCa 0.1±4.51	ABa 0.1±4.65	Ab 0.1±4.80	BY
Ca 0.1±4.45	Ca 0.1±4.49	BCa 0.1±4.54	Ba 0.1±4.68	Ab 0.1±4.90	CY
Cb 0.1±4.47	Cb 0.1±4.51	BCa 0.1±4.58	Ba 0.1±4.73	Ac 0.1±5.10	DY
درجة الحموضة الكلية %					العينة
28 (يوم)	21 (يوم)	14 (يوم)	7 (يوم)	1 (يوم)	
Da 0.1±3.9	CDa 0.1±1.55	Ca 0.1±1.08	Ba 0.1±0.90	Aa 0.1±0.85	AY
Db 0.1±1.80	Db 0.1±1.28	Ca 0.1±1.05	Ba 0.1±0.85	Aa 0.1±0.76	BY
Dc 0.1±1.55	CDbc 0.1±1.15	Ca 0.1±0.95	Ba 0.1±0.86	Aab 0.1±0.69	CY
Cd 0.1±1.25	Bc 0.1±0.99	Ba 0.1±0.90	Ba 0.1±0.81	Ab 0.1±0.55	DY

كل قيمة في الجدول تمثل المتوسط الحسابي لثلاث قيم  $\pm$  الانحراف المعياري، يشير اختلاف الأحرف الكبيرة A,B,C,D إلى وجود فروق معنوية بين أيام التخزين لكل عينة ضمن السطر الواحد. بينما يشير اختلاف الاحرف الصغيرة a,b,c,d إلى وجود فروق معنوية بين العينات ضمن العمود الواحد عند مستوى ثقة 0.05 ، AY: لبن رائب من الحليب البقري، BY: لبن رائب من حليب بقري مضاف له 25% حليب صويا ، CY: لبن رائب من حليب بقري مضاف له 50% حليب صويا ، DY: لبن رائب من حليب بقري مضاف له 75% حليب صويا.

تبين من النتائج تأثير زمن التخزين في كل من رقم الحموضة و درجة الحموضة المعايرة للعينات ، حيث ارتفعت درجة الحموضة بشكل عام مع تقدم زمن التخزين بالتبريد وذلك يعود الى نشاط البكتريا اللبنية والتي تستمر في إنتاج الحموضة طوال مدة التخزين ولو بشكل بطيء بسبب درجة التبريد المنخفضة

زادت درجة الحموضة في عينة الشاهد بشكل كبير حيث وصلت إلى 1.8% في اليوم 28 من التخزين وهي حموضة كبيرة غير مقبولة للمستهلك وأن الزيادة الكبيرة كانت ابتداءً من اليوم 14 للتخزين.

وبينت النتائج أن بزيادة نسبة إضافة حليب الصويا إلى الحليب البقري تنخفض نسبة الحموضة في اللبن الرائب حيث بلغت الحموضة المعايرة في اليوم 28 في العينة B 1.65% وفي العينة C 1.55% و العينة D 1.15% .

## 5-3- تقدير نسبة المصل المنفصل في عينات اللبن الرائب خلال فترة التخزين المبرد:

يبين الجدول (14) نسبة المصل المنفصل في عينات اللبن الرائب المخزن بالتبريد حتى

28 يوم

الجدول (14) نسبة المصل المنفصل في عينات اللبن الرائب المخزن بالتبريد حتى 28

يوم.

نسبة المصل المنفصل (مل/100مل)					العينة
28	21	14	7	1	
Ea 0.3±38.8	Da 0.1±28.3	Ca 0.09±17.8	Ba 0.1±10.5	Aa 0.01±0.05	AY
Eb 0.2±40.5	Db 0.1±29.4	Cb 0.2±19.2	Bb 0.1±11.5	Ab 0.09±1.5	BY
Ec 0.1±42.2	Dc 0.04±30.6	Cc 0.1±20.3	Bc 0.2±13.1	Ac 0.1±1.8	CY
Ed 0.2±44.6	Dd 0.09±31.5	Cd 0.07±21.8	Bd 0.1±14.2	Ad 0.08±2.2	DY

كل قيمة في الجدول تمثل المتوسط الحسابي لثلاث قيم  $\pm$  الانحراف المعياري، يشير اختلاف الأحرف الكبيرة A,B,C,D إلى وجود فروق معنوية بين أيام التخزين لكل عينة ضمن السطر الواحد. بينما يشير اختلاف الاحرف الصغيرة a,b,c,d إلى وجود فروق معنوية بين العينات ضمن العمود الواحد عند مستوى ثقة 0.05 ، AY: لبن رائب من الحليب البقري، BY: لبن رائب من حليب بقري مضاف له 25% حليب صويا ، CY: لبن رائب من حليب بقري مضاف له 50% حليب صويا ، DY: لبن رائب من حليب بقري مضاف له 75% حليب صويا.

كانت نسبة المصل المنفصل بعينة الشاهد أقل منها من باقي العينات المضاف لها حليب الصويا، و تبين تأثير نسبة الإضافة من حليب الصويا في نسبة المصل المنفصل ، حيث تزداد نسبة المصل المنفصل مع زيادة نسبة الإضافة من حليب الصويا بسبب ضعف الشبكة البروتينية المتشكلة وانخفاض المقدرة الرابطة للماء وذلك يعود إلى نوعية البروتينات الموجود في الحليب البقري وخصوصا الكازئين لها القدرة على الترابط بشكل أقوى منها من البروتينات النباتية الموجودة في حليب الصويا.

و تبين تأثير زمن التخزين في انفصال المصل حيث تزداد نسبة المصل المنفصل خلال التخزين من العينات بسبب زيادة الحموضة وانخفاض المقدرة على ربط الماء حيث أن انخفاض رقم الحموضة يقلل من القدرة على الاحتفاظ بالماء نتيجة زيادة سماكة طبقة الماء المحيط بجسيمة الكازئين حيث أن القدرة على الاحتفاظ بالماء وصلت لأعلى قيمة لها عند  $pH = 4.6$  . [6]

#### 5-4- قياس قوة الإختراق (القوام) لعينات اللبن الرائب خلال فترة التخزين المبرد:

يبين الجدول (15) قياس قوة الإختراق (القوام) لعينات اللبن الرائب المخزن بالتبريد حتى 28 يوم.

جدول (15) قياس القوام بجهاز TA-XT في عينات اللبن الرائب المخزن بالتبريد حتى 28 يوم.

مدة التخزين ( يوم )					العينة
28	21	14	7	1	
30.9+	35.6+	45.33+	52.21+	66.1+	AY الصلابة (غ)
52.95-	59.15-	75.11-	80.55-	91.2-	دليل اللزوجة (غ.ثا)
ND	31.4+	41.5+	47.5+	64.2+	BY الصلابة (غ)
ND	59.3-	71.22-	76.33-	88.5-	دليل اللزوجة (غ.ثا)
ND	32.7+	34.5+	43.22+	59.1+	CY الصلابة (غ)
ND	57.5-	66.2-	74.66-	83.2-	دليل اللزوجة (غ.ثا)
ND	ND	34.7+	43.3+	55.1+	DY الصلابة (غ)
ND	ND	61.8-	69.55-	81.3-	دليل اللزوجة (غ.ثا)

كل قيمة في الجدول تمثل المتوسط الحسابي لثلاث قيم  $\pm$  الانحراف المعياري، ND: غير معينة  
AY: لبن رائب من الحليب البقري، BY: لبن رائب لحليب بقري مضاف له 25% حليب صويا  
، CY: لبن رائب لحليب بقري مضاف له 50% حليب صويا ، DY: لبن رائب لحليب بقري  
مضاف له 75% حليب صويا.

نلاحظ تأثر معاملات القوام للعينات كلها مع تقدم فترة التخزين بالتبريد حيث تتراجع  
صلابة العينات كلها مع تقدم مدة الحفظ بالتبريد على درجة حرارة 4 م° وذلك بسبب  
ارتفاع درجة الحموضة في العينات كلها وينسب مختلفة مع تقدم مدة التخزين المبرد ،  
والذي يؤدي لضعف الشبكة البروتينية وزيادة انفصال المصل.  
في عينة الشاهد انخفضت الصلابة من +66.1 غ في اليوم الأول إلى +30.9 غ في  
اليوم 28

وانخفض دليل اللزوجة من -91.2(غ.ثا) الى -51.3(غ.ثا) في اليوم 28 .

في العينات BY و CY كانت صلابة اللبن الرائب و اللزوجة أقل منها من اللبن الرائب في عينة الشاهد واستمرت بالانخفاض حتى اليوم 21 وبعدها لم يعد الجهاز بعدها قادراً على تحسس سطح المنتج بسبب تفكك البنية. في اما العينات DY كانت صلابة اللبن الرائب أقل من صلابة اللبن الرائب في عينة الشاهد بكثير واستمرت بالانخفاض حتى اليوم 14 وبعدها لم يعد الجهاز قادراً على تحسس سطح المنتج بسبب تفكك البنية.

#### 5-4- قياس قيم اللون في عينات اللبن الرائب خلال فترة التخزين المبرد:

يوضح الجدول (16) قيم اللون ( $L^*b^*a^*$ ) في عينات اللبن الرائب المخزن بالتبريد حتى 28 يوم.

جدول (16) قيم اللون ( $L^*b^*a^*$ ) في عينات اللبن الرائب المخزن بالتبريد حتى 28 يوم.

مدة التخزين ( يوم )					اللون	العينة
28	21	14	7	1		
- $C_{0.09 \pm 1.31}$	$C_{0.12 \pm 1.34}$	$B_{0.1 \pm 1.54}$	- $A_{0.11 \pm 1.74}$	$A_{0.1 \pm 1.83}$	$a^*$	AY
$D_{0.19 \pm 8.78}$	$C_{0.1 \pm 9.91}$	$B_{0.11 \pm 10.72}$	$A_{0.1 \pm 11.50}$	$A_{0.09 \pm 11.60}$	$b^*$	
$D_{0.1 \pm 88.90}$	$C_{0.18 \pm 89.80}$	$C_{0.1 \pm 89.90}$	$B_{0.1 \pm 90.20}$	$A_{0.15 \pm 90.70}$	$L^*$	
$C_{0.1 \pm 1.11}$	$C_{0.1 \pm 1.14}$	$B_{0.1 \pm 1.34}$	$A_{0.1 \pm 1.41}$	$A_{0.1 \pm 1.55}$	$a^*$	BY
$D_{0.1 \pm 9.55}$	$C_{0.1 \pm 10.44}$	$B_{0.1 \pm 11.11}$	$A_{0.1 \pm 11.70}$	$A_{0.1 \pm 11.80}$	$b^*$	
$B_{0.1 \pm 87.07}$	$B_{0.1 \pm 87.15}$	$B_{0.1 \pm 87.21}$	$A_{0.1 \pm 87.60}$	$A_{0.1 \pm 87.80}$	$L^*$	
$C_{0.1 \pm 0.91}$	$C_{0.1 \pm 0.95}$	$C_{0.1 \pm 0.99}$	$B_{0.1 \pm 1.04}$	$A_{0.1 \pm 1.11}$	$a^*$	CY
$D_{0.1 \pm 10.55}$	$C_{0.1 \pm 10.89}$	$B_{0.1 \pm 11.34}$	$A_{0.1 \pm 12.02}$	$A_{0.1 \pm 12.11}$	$b^*$	
$C_{0.1 \pm 81.22}$	$C_{0.1 \pm 81.55}$	$C_{0.1 \pm 81.89}$	$B_{0.1 \pm 82.65}$	$A_{0.1 \pm 83.5}$	$L^*$	
$C_{0.1 \pm 0.55}$	$B_{0.1 \pm 0.64}$	$B_{0.1 \pm 0.68}$	$A_{0.1 \pm 0.74}$	$A_{0.1 \pm 0.84}$	$a^*$	DY
$D_{0.1 \pm 10.66}$	$C_{0.1 \pm 11.09}$	$B_{0.1 \pm 11.85}$	$A_{0.1 \pm 12.11}$	$A_{0.1 \pm 12.35}$	$b^*$	
$D_{0.1 \pm 77.11}$	$C_{0.1 \pm 77.45}$	$C_{0.1 \pm 77.92}$	$B_{0.1 \pm 78.88}$	$A_{0.1 \pm 79.25}$	$L^*$	



كل قيمة في الجدول تمثل المتوسط الحسابي لثلاث قيم  $\pm$  الانحراف المعياري، يشير اختلاف الأحرف الكبيرة A,B,C,D إلى وجود فروق معنوية بين أيام التخزين لكل عينة ضمن السطر الواحد عند مستوى ثقة 0.05 ، AY: لبن رائب من الحليب البقري، BY: لبن رائب من حليب بقري مضاف له 25% حليب صويا ، CY: لبن رائب من حليب بقري مضاف له 50% حليب صويا ، DY: لبن رائب من حليب بقري مضاف له 75% حليب صويا.

انخفضت القيم في عينة الشاهد وبلغت قيم  $L^* 90.7$  وانخفضت بشكل تدريجي لتصل إلى 88.9 في اليوم 28 من التخزين، بينما كانت قيم  $a^*$  في اليوم الأول -1.83 وارتفعت لتصل إلى - 1.31 في اليوم 28 ، أما قيم  $b^*$  بلغت 11.60 في اليوم الأول وانخفضت تدريجياً لتصل في اليوم 28 إلى 8.78، وأظهر التحليل الاحصائي وجود فروق معنوية خلال اليوم الواحد بين عينات اللبن المضاف لها حليب الصويا بكل النسب مقارنة مع عينة الشاهد.

كما انخفضت قيم اللون  $b^*$  ،  $L^*$  بشكل تدريجي وارتفاع طفيف لقيم  $a^*$  لجميع العينات خلال مدة التخزين ، وهذا يتوافق مع ما تم التوصل اليه بانخفاض سطوع اللون خلال التخزين المبرد في اللبن الرائب حتى اليوم 30. [5]

## خامسا- الاستنتاجات و التوصيات Conclusions and Recommendations

### • الاستنتاجات:

1- معدل الانخفاض في رقم pH للمعاملات المضاف إليها حليب الصويا كان منخفضاً مقارنة مع الشاهد، وازداد هذا الانخفاض بازدياد نسبة حليب الصويا حيث بلغ معدل الانخفاض في المعاملات B و C و D (0.452 و 0.422 و 0.365) على التوالي أما في الشاهد (0.507) وذلك عند اضافة بادئ بنسبة 3% ويعود ذلك الانخفاض الى انخفاض كمية السكريات القابلة للتخمر بواسطة البكتريا اللبنية في حليب الصويا.

2- زيادة حيوية و نشاط و تعداد البكتريا اللبنية في العينات بازدياد نسبة حليب الصويا المضاف حيث بلغ ( $10^7 \times 41$  مستعمرة/مل) عند انتهاء عملية التخمر.

3- الحصول على منتج لبني جديد يماثل في خواصه منتج البروبيوتيك حيث وصل تعداد البكتريا اللبنية حتى اليوم الرابع عشر من التخزين المبرد الى ( $10^7 \times 44$  مستعمرة/مل) وذلك بإضافة البكتريا اللبنية بنسبة 3% وحليب الصويا 50% والتخمير عند درجة حرارة 45 م° لمدة 4 ساعات.

### • التوصيات:

1- إمكانية تدعيم الألبان بحليب الصويا لما يحتويه من مركبات لها المقدرة على تنشيط البكتريا اللبنية ورفع تعدادها إلى مستوى تعداد بكتريا البروبيوتيك في منتجاتها.

2- دراسة تدعيم الألبان بمستخلصات نباتية أخرى.

- 1- A.O.A.C. 1990- "Official Methods of Analysis", 15<sup>th</sup> ed. Association of Official Analytical Chemists, Published by the Association of Official Analytical Chemists, Inc. USA.(16).
- 2-ABOU EL SAMH, M.M., SHEREIN, A.A. And ESSAM, H.H (2013) Properties And Antioxidant Activity Of Probiotic Yoghurt Flavored With Black Carrot, Pumpkin And Strawberry. Intern. J. Dairy Sci., 8:48-57
- 3- Afnor .(1993): Analyses physico-chimiques du lait et des produits laitiers.Tec et Doc.Lavoisies .Paris.
- 4-AL-KADAMANY, E.,HADDAD, M. and TOUFEILI, T.(2003). Estimation of shelf-life of conecentrated yoghurt by monitoring selected microbiological changes during storage, LWT36:407-414.  
24(23)
- 5-Coggins, P.C., Schilling, M.W., Kumari, S. Gerard, P (2008).Development of a sensory lexicon for conventional milk yogurt in the United States. J. Sensory Studies v23, p671–687.
- 6-Eda E. Kılıç , Ibrahim HalilKılıç , BanuKoç.(2022). Yoghurt Production Potential of Lactic Acid Bacteria Isolated from Leguminous Seeds and Effects of Encapsulated Lactic Acid Bacteria on Bacterial Viability and Physicochemical and Sensory Properties of Yoghurt. Hindawi Journal of Chemistry, vol 2022,p10.
- 7-FIL-IDF.(1997b).standard 99C.Sensory evaluation of dairy products by scoring reference method.15p.(22)
- 8-GAVINM & WETTSEN A , 1999 Soymilk and other soya products – From the traditional method of production to the

newmanufacturing processes . Uzwil, switzerland, Buhler ltd.(4)

9-Ghorbania, A.; Pourahmada, R. ; Fallahpourb, M. and Assadi,M.M.( 2012) Production of probiotic soy yogurt. Annals of Biological Research, 3(6):2750-2754.

10-Kwok, K. C., Liang, H. H., and Niranjan, K. (2002) Optimizing conditions for thermal processes of soy milk. Journal of Agricultural and Food Chemistry,50:4834-4838(20)

11-MARTY-TEYSSET, C., DE LA TORRE, F., and GAREL, J.R.(2000). Increased Production of Hydrogen Peroxide by Lactobacillus Delbrueckii Subsp. Bulgaricus Upon Aeration: Involvement of an NADH Oxidase in Oxidative Stress. Applied and Environmental Microbiology, Vol (66)No (1), P . 262-267..

12-NELSON A , 1989-1992 - \_Soybean Processing For Food Uses . International Soybean Program ( INTSOY), University of Illinois, Urban. Hull September .(5)

13-Robinson, R.K. 2002. Dairy Microbiology Handbook- third. edition. John Wiley – New York 39 – 85(18)

14-Tamime A. Y. Robinson R. K.,(1999). Yogurt science and technology 2.Edition,Cambridge , Woodhead Publishing, England

15-TANTEERATARM K , 1989-1992 - Food science soy milk process . International Soybean Program ( INTSOY), University of Illinois, Urban.(6)

16-Weerathilake., W.A.D.V.,Rasika D.M.D.,Ruwanmali J.K.U.,Munasinghe M.A.D.D.,(2014).The evolution , processing, varieties and health benefits of yogurt.International Journal of Scientific Research Publications,Volume,4 (4)p1-10[12]