

مجلة جامعة البعث

سلسلة العلوم الهندسية البترولية والكيميائية



مجلة علمية محكمة دورية

المجلد 45 . العدد 7

1445 هـ - 2023 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

مديرة مكتب مجلة جامعة البعث

م. هلا معروف

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

. 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
34-11	م. نبيله حلواني د. شريف صادق	تأثير التخمر الكحولي في الخصائص الفيزيائية والكيميائية لعصير التوت الأسود
52-35	د. ضفاف عثمان	دراسة إمكانية تصنيع شبكات لا مغزولة من مواد معاد تدويرها بتقنية الغزل الكهربائي
80-53	د. أحمد إبراهيم م. فادي نيساني	دراسة إمكانية تصنيع القشدة المتخمرة من الحليب البقري المحلي
106-81	م. هدى شروف	دراسة تأثير استخدام كلوريد الزنك على صباغة الأقمشة القطنية بمستخلص العرقسوس

150-127	<p>م. ونام العلي د. زياد سفور د. صقر سلوم</p>	<p>دراسة تأثير معالجة قماش القطن ببلازما الأكسجين في عملية صباغته بصباغ مباشر</p>
174-151	<p>م. فطمة علوش د. محمد هلال</p>	<p>دراسة كفاءة الأكسدة المتقدمة في معالجة مياه صرف معمل صباغ الصوف ومياه صناعية</p>

تأثير التخمر الكحولي في الخصائص الفيزيائية والكيميائية لعصير التوت الأسود

طالبة الدراسات العليا: م. نبيله حلواني

قسم الهندسة الغذائية - كلية الهندسة الكيميائية والبترولية - جامعة البعث

اشراف: أ.د. شريف صادق

الملخص:

تهدف هذه الدراسة إلى إنتاج مشروب كحولي متخمّر إنطلاقاً من عصير التوت الأسود بالإضافة إلى مقارنة التركيب الكيميائي ما بين العصير الطازج والمتخمّر حيث تم تطبيق التخمر الكحولي بدون إضافة الخميرة واعتماداً على البادئ الطبيعي.

بيّنت النتائج أن التوت الأسود مصدراً لفيتامين C ($21.1 - 30.3 \text{ mg}/100\text{ml}$) وبالمركبات الفينولية ($8375.4 - 9653.14 \text{ mg}/\text{l}$) والأنتوسيانين ($435.4 - 563.65 \text{ mg}/100\text{ml}$)، ومضادات الأكسدة ($69.83 - 70.39\%$) بالإضافة لذلك احتوائه على نسبة جيدة من السكريات الكلية ($17.02 - 19.8\%$) وهذا يساعد في الحصول على نسبة كحول جيدة كمنتج نهائي بعد التخمر الكحولي (9.5%) وتبين أيضاً أن الشراب المتخمّر للتوت الأسود حافظ بشكل جيد على محتواه من الفينولات الكلية ($9649.02 \text{ mg}/\text{l}$) والقدرة المضادة للأكسدة (70.41%) كما وانخفض pH الشراب من (4.68) قبل التخمر إلى (3.58) بعد عملية التخمر الكحولي.

وخلصت النتائج إلى أنه يمكن إجراء التخمر الكحولي لشراب التوت الأسود واستهلاكه كمشروب كحولي بدرجة كحولية (9.5%) ومصدر غني بالمركبات الفينولية ($9649.02 \text{ mg}/\text{l}$) ومضادات الأكسدة (70.41%) وفيتامين C ($9.49 \text{ mg}/100\text{ml}$) وبذلك يمكن إطلاق منتج كحولي جديد غني بالمواد المغذية في الأسواق السورية.

الكلمات المفتاحية: التوت الأسود، التخمر الكحولي، عصير التوت الأسود المتخمّر، الأنتوسيانين.

Alcoholic Fermentation Effect on Physical and Chemical Properties of Black Mulberry

Abstract:

The study aims to produce a fermented juice by blackmullberry juice ,in addition compare between the fresh and fermented juice.so the process of alcoholic fermentation without addition of yeast and depended on the natural media .

The results showed that the blackberry was a rich source of vitamin C(21.1-30.3 mg/100ml), Total polyphenols (8375.4- 9653.14 mg/l),anthocyanins(435.4-563.65) mg/100ml, antioxidants (69.83-70.39%), in addition to its content of good value of total sugars(17.02-19.8%) and that help in getting well value of alcohol in the final product (9.5%). And also showed that the fermented beverage of blackmulberry kept well in total polyphenols(9649.02 mg/l), anthocyanin (347.34 mg/100ml), antioxidants (70.41%), but pH number go down from (4.68)before fermentation to(3.58) after fermentation.

Results concluded that it can do alcoholic fermentation on blackmulberry syrup and consumpt it as an alcoholic beverage with value of alcohol (9.5%), and as a rich source of polyphenols (9649.02 mg/l), antioxidants (70.41%) , vitamin C(9.49 mg/100ml).

And therefore it can produced new alcoholic beverage in Syrian markets.

Key words: black mulberry, alcoholic fermentation, fermented black mulberry juice,anthocyanin.

مقدمة:

تنتج سوريا منذ القدم التوت الاسود او التوت الشامي *Morus nigra* خلال موسم قصير صيفا لايزيد عن 3 أشهر ويصل الانتاج الى حوالي 2000 طن سنويا. تحظى ثمار التوت بأهمية كبيرة في جميع أنحاء العالم لتحضير العديد من المنتجات، كالعصائر والمربيات والحلويات ونبذ الفاكهة وغيرها.

بلغ الإنتاج العالمي في عام 2006 من التوت الأسود (1238.2) ألف طن، بالمقارنة مع 828.7 ألف طن في عام 1995 ، مما يمثل نمواً بنسبة 49 % . كانت المكسيك أكبر مصدر في العالم من حيث قيمة صادرات الثمار الطازجة، إذ بلغت حصتها من الصادرات العالمية 23% من عام 2004 إلى عام 2006 ، تليها الولايات المتحدة الأمريكية بنسبة 22 % وإسبانيا بنسبة 16% و بولندا بنسبة 10 % و شيلي بنسبة 7 % وهولندا بنسبة 4 % وبلجيكا بنسبة 3 % في السنة نفسها، و في عام 2010 كانت الولايات المتحدة أكبر مصدر للتوت الاسود، إذ بلغت صادراتها 42952 طناً وهولندا 13800 طناً. [33] [15] [7]

يُعرف *Morus nigra* عموماً باسم التوت الأسود ، وشاتوت (الهند) ، وكارا دوت (تركيا) ، وشاه توت (إيران). التوت الأسود شجرة جذابة معمرة يمكن زراعتها كعينة في تنسيق الحدائق. المناظر الطبيعية الصالحة للأكل هي التكامل العملي للنباتات الغذائية.

التوت الأسود (*Morus nigra*) هو شجرة نفضية جميلة تنتمي إلى عائلة *Moraceae* والتي تم تدجينها على مدى آلاف السنين وهي الآن تتكيف جيداً مع مجموعة واسعة من المناطق الاستوائية وشبه الاستوائية والمعتدلة في آسيا وأوروبا وأمريكا الشمالية والجنوبية [27]

وقد نشر أسماء أكثر من 150 نوعاً للتوت الأسود [25].

من الناحية النباتية الثمرة فاكهة جماعية تبدأ القواعد اللحمية للزهور الملقحة في الانتفاخ وتتغير في النهاية تمامًا في الملمس واللون ، وتصبح عصارية ودهنية ومليئة بالعصير .
تعد ثمار التوت الشامي غنية بالعناصر المغذية كالفيتامينات والمعادن بالإضافة لذلك يعد التوت ذو فوائد صحية وعلاجية متنوعة وذلك تبعاً للعديد من الدراسات والأبحاث العلمية وفيما يلي بعض الفوائد:

- 1- يعد من أفضل أنواع الفاكهة التي يمكن للمرأة الحامل تناولها فهو يحتوي على مضادات أكسدة قوية، تقي إصابة الام بالعدوى والالتهابات، كما انه يحافظ على صحة الجنين عن طريق تقوية المشيمة وتعزيز كفاءتها إضافة الى انه يقلل اجهاد وتعب الام خلال فترة الحمل، حيث يخفف التورم والغثيان ويمنحها الشعور بالانتعاش والنشاط ويقلل نسبة الاجهاض ويسرع عملية الولادة عن طريق تناول مغلي اوراق التوت الشامي عند اقتراب موعد الولادة [5]
- 2- تعالج ثمار التوت الشامي مرض الجدري والحصبة وتخفض درجة حرارة جسم الانسان. وبالتالي يفيد التوت في التقليل من الشعور بالعطش، ويعالج مرض فقر الدم ويساعد في التئام الجروح وفي علاج الحروق.[5]
- 3- يحافظ على الجهاز الهضمي بسبب وجود نسبة عالية من الالياف في ثمار التوت ويعمل على تنشيط الذاكرة ، واطالة عمر الخلايا الدماغية وبقي الجسم من الاصابة بامراض السرطان بسبب الدور الذي يلعبه في تعزيز وزيادة مناعة الجسم.[5]
- 4- يزيد من نسبة الكوليسترول الجيد في الدم، ويساعد في علاج التهاب المثانة ويعزز وظيفة الكلى وبقي من الاصابة بامراض الكلى المختلفة ويسهم في المحافظة على سلامة النظر ويدخل في تحضير بعض انواع الادوية بهدف تلوين الدواء وتحسين طعمه.[5]

إن موسم حصاد التوت الأسود قصير وهو غير قابل للتخزين والنقل لأنه سريع التلف في درجة حرارة الغرفة لذلك لإطالة مدة صلاحيته يجب معالجة التوت بعد الحصاد بسرعة، فيمكن أن يستهلك التوت طازجاً ويمكن معالجته في العديد من الأشكال مثال على ذلك: الشراب، المربيات، الخل ، أو عن طريق تخميره. [19]

من خلال هذا البحث تمت الاستفادة من محصول التوت الأسود بتخميره ودراسة مواصفات الشراب المتخمر الناتج.

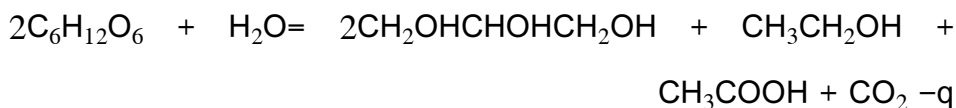
التخمير الكحولي Alcoholic Fermentation

إن معرفة الانسان ظاهرة التخمير قديمة حيث شجع الانسان منذ آلاف السنين على تحويل عصير العنب الحلو الى نبيذ او تحويل العجين الى خبز.

تعد صناعة الكحول الايتيلي CH_3CH_2OH من الصناعات الميكروبيولوجية الهامة واكثرها انتشارا في العالم نظرا لتعدد استخداماته في مختلف المجالات ولانخفاض تكلفة انتاجه بواسطة التخمير الكحولي باستخدام مواد اولية رخيصة الثمن هي مخلفات زراعية او صناعية زراعية.

تعد صناعة الكحول الايتيلي من السكريات عموما باستخدام الخمائر من أقدم التخميرات الصناعية متمثلة بالمشروبات الكحولية حيث عثر في الآثار السومرية والآشورية على ما يدل على تصنيع المشروبات الكحولية. [4]

يعتبر تخمير السكريات وتشكيل الكحول واحداً من العمليات البيوكيميائية الأساسية في الصناعات التخميرية حيث يدخل في تركيب المنتجات نصف المصنعة والمنتجات النهائية لصناعة البيرة والكحول وغيرها كما ويستخدم كمذيب وكما مادة حافظة أثناء إنتاج عصائر الفاكهة المكحولة ومنقوع الفواكه والمشروبات الكحولية المعطرة وكما مادة أولية في تركيب المشروبات الكحولية الليكيورية والفودكا.



يلقى الكحول الإيثيلي استخداما واسع النطاق، فهو يستخدم في الصناعات الكيميائية للحصول على الكاوتشوك التركيبي وعلى الكثير من الايترات والمذيبات. تستهلك كمية كبيرة من الكحول الايثيلي عالي الجودة في صناعة مواد التجميل لتحضير المحاليل المركزة للعطورات بكمية تصل حتى 98% من كتلة المنتج. [1] يستخدم في صناعة الخمور (النبيد) لايقاف عملية تخمر النبيذ في مرحلة محددة لكي يحفظ في النبيذ الكمية المحددة من السكر وأيضا لرفع درجته الكحولية واستقراره وايضا لتحضير خل الطعام(خل المائدة). يستهلك لانتاج الفودكا والليكيورات 60-62% من انتاجه في العالم وفي صناعة الخمور 30-35% كما ويستخدم كمادة مطهرة. [1]

عصير الفاكهة المتخمر: Fruit fermented juice

- ذكر [24] التعريف الشائع لكلمة نبيذ على نطاق واسع: "هو العصير المخمر من العنب الطازج والمسحوق والمضغوط" وهذا يوضح هيمنة العنب على المصادر الأخرى (الفواكه بشكل خاص) في إنتاج المشروبات الكحولية. في العديد من البلدان تتمتع المشروبات الكحولية المصنعة من فواكه اخرى غير العنب برغبة من قبل المستهلكين ومكانة اقتصادية كبيرة. يمكن ان تصنع المشروبات الكحولية من أي مصدر للكربوهيدرات القابلة للتخمر مثل الفواكه والخضراوات والجذور والعسل والأوراق والازهار مع أو بدون استخدام المواد المضافة. [24] وفي البلدان الناطقة باللغة الإنكليزية غالبا ماتعرف هذه المشروبات باسم نبيذ الريف.

- درس [37] إنتاج مشروب كحولي من التوت الأسود إما من عصير التوت الأسود أو شراب التوت الأسود وكان المستوى الكحولي الذي يتم الحصول عليه من العصير أو الشراب أقل من المستويات الموضحة في تشريعات المشروبات الكحولية (النبيذ).
- درس [35] تخمير عصير التوت الأسود عن طريق استخدام ثلاث سلالات مختلفة من الخمائر كان الهدف منها دراسة تأثير سلالات *Saccharomyces cerevisiae* على التركيب الكيميائي والخصائص الحسية لعصير التوت المتخمّر. تم استخدام سلالة YJM 681 (المعزولة من التوت) ، ySR 127 (خميرة تجارية) و Y1 (المعزولة من حليب الكفير المخمر) للتخمير الكحولي لعصير التوت.
- درس [17] عملية تطوير مشروب صحي متخمّر ودراسة الخصائص الفيزيائية والكيميائية لثمار التوت. تم جمع ثمار *Morus nigra* وتم تطوير مشروب صحي مخمر بثلاثة أشكال مختلفة مثل الفاكهة الكاملة والفاكهة المسحوقة والتوت المطحون مع الراتنجات. فتمين أن المشروب المتخمّر الذي تم تحضيره من ثمار التوت المطحونة حصل على أعلى الدرجات لجميع الصفات الحسية كما تم حساب تكلفة إنتاج المشروب الصحي المخمر إجراء دراسة العمر الافتراضي له وقت التخزين والذي قد يكون بالإضافة إلى التوصية بالشراب المخمر كمشروب صحي بسبب غناه بالمواد المغذية وكذلك محتواه بالأنثوسيانين.
- درس [16] إنتاج مشروب مخمر من خليط ثمار التوت *Morus .alba* مع أوراق التوت حيث تمت إضافة كميات مختلفة (1 ، 2 ، 3) غ / مل (وزن

الجاف) من أوراق التوت أثناء التخمر الكحولي لعصير التوت وتم تقييم مواصفات المشروب المتخمر الناتج من حيث التركيب الكيميائي والمواصفات الحسية.

هدف البحث:

- 1- تحديد مواصفات عصير التوت الأسود من مناطق إنتاجه في سوريا (مصياف- السويداء) ولم تتمكن من الحصول على عينات من إنتاج محافظة القنيطرة.
- 2- مقارنة مواصفات العصير الطبيعي المصنع من التوت والعصير المتخمر.

مواد وطرائق البحث:

-المواد المستخدمة:

1-عينات التوت الأسود:

تم الحصول على عينات التوت الأسود صنف *Morus nigra* من ريف السويداء (قرية الكفر) ومن قرية (الحريف) في منطقة مصياف حيث تم قطافها عند تمام النضج للحصول على أكبر مردود من العصير و تم عصر الثمار بواسطة عصارة كهربائية (starway) وتصفيته للحصول على العصير الرائق.

2-المواد الكيميائية:

كاشف فولين-سيوكالتيو إنتاج شركة (Sigma-Aldrich) حمض الغاليك بتركيز 5 g/l ، حمض الأسكوربيك إنتاج شركة (Merck KGA) ، صبغة 6،2 ثنائي كلور فينول اند فينول إنتاج (Fisher Scientific) ، 2،2 ثنائي فينيل-1- بيكريل هيدرازيل DPPH بتركيز (0.025 g/l) إنتاج Sigma- (Aldrich).

طرائق البحث:

تم إجراء التجارب العملية والتحليل المخبرية وفق الطرائق التالية:

1- المادة الجافة: باستخدام جهاز الريفراكتوميتر وفق طريقة AOAC932.14, (2006)

2- قياس ال pH: باستخدام جهاز pH- meter وفق طريقة: (AOAC 942.15, 2000).

3- السكريات الكلية: بطريقة فهلنغ وفق طريقة: ICUMSA,GS2-6(2003)

4- تقدير فيتامين C وفق طريقة (AOAC967.21, 2005).

5- قياس القدرة المضادة للأكسدة بطريقة الجذر الحر DPPH.

6- تقدير الفينولات الكلية بطريقة فولين سيوكالتيو.

7- تقدير الأنتوسيانين : وفق [38].

تم تحديد التركيب الكيميائي لعصير التوت الأسود الطازج وفق الطرائق السابقة في الجدول رقم (1):

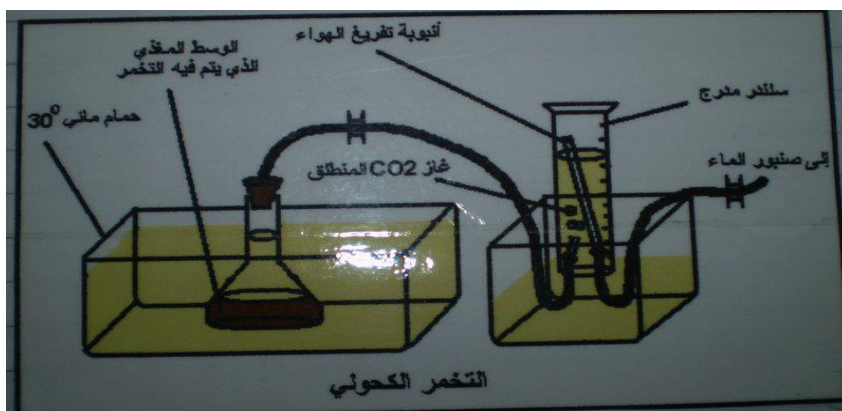
جدول رقم(1) التركيب الكيميائي لعصير التوت الاسود الطازج من مناطق إنتاجه في سوريا:

الاختبار	عصير التوت الأسود (السويداء)	عصير التوت الأسود (مصيف)
المادة الجافة(%)	21.90	18.70
السكريات الكلية(%)	19.80	17.02
فيتامين C (mg/100ml)	30.30	21.10
القدرة المضادة للأكسدة (%)	70.39	69.83
الأنتوسيانين(mg/100ml)	563.65	435.4
الفينولات الكلية(mg/l)	9653.14	8375.4
pH	4.68	3.64

3- تجربة التخمر الكحولي [2] :

في هذه الدراسة تم تخمير 250 مل كحجم نهائي لعصير التوت الأسود (السويداء) بسبب احتوائه على نسبة سكريات أعلى، حيث:

- تم وضع العصير في الحوجلة التي سيتم فيها إجراء التخمر الكحولي بشكل طبيعي أي بدون إضافة الخميرة .
- تغلق الحوجلة بشكل جيد منعا لتسرب غاز (CO_2) الناتج عن عملية التخمر، وبما أن غاز ثنائي أكسيد الكربون الناتج عن عملية التخمر يعيق العملية الحيوية جزئياً لذلك لابد من طرده الى خارج الوسط. فينتقل غاز CO_2 الناتج تحت تأثير الضغط ليتجمع في الأسطوانة المدرجة سعة 2000 مل المملوءة بالماء مع إزاحة كمية مقابلة من الماء مع تجاوز الكمية من الغاز التي تتحلل في الماء وهي صغيرة جداً" وفق الشكل (1):



شكل رقم (1)

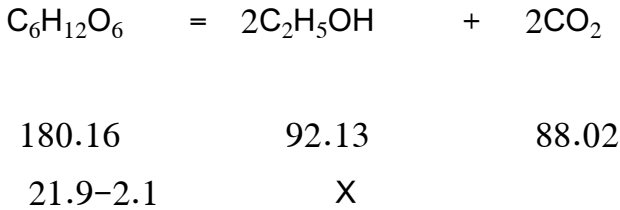
- توضع الحوجلة في حمام مائي عند درجة حرارة $20^{\circ}C$ عن طريق ضبط درجة الحرارة بالتسخين والتبريد .
- تؤخذ قراءات كمية الغاز المنطلق كل 24 ساعة لمدة 3 أيام مع تنظيم جدول لكمية الغاز المنطلقة. (جدول رقم 2)

4- تحديد كمية الكحول الايتيلي في العصير المتخمر: [3]

اعتماداً على حجم غاز CO₂ المنطلق خلال 72 ساعة حيث تم أخذ القراءات خلال أزمنة مختلفة.

النتائج والمناقشة:

- تم الحصول على 0.71 لتر من كل كيلو غرام من التوت الأسود وكان عصير التوت ذو لون أسود محمر وحلو المذاق مائل للحموضة.
 - تم أخذ حجمين متساويين من العصير أحدهما لتحديد التركيب الكيميائي للعصير الطازج والقسم الآخر لإجراء التخمر الكحولي ومن ثم تحديد مواصفات العصير المتخمر.
 - تم تحديد نهاية التخمر الكحولي عند ثبات قيمة البريكس وثبات حجم CO₂ المنطلق، ويظهر الجدول رقم (2) تغيرات كمية الكحول المتشكلة و حجم غاز ثاني اوكسيد الكربون المنطلق مع الزمن.
- تتحول السكريات الموجودة في العصير المتخمر خلال فترة التخمر الكحولي الى كحول ايتيلي وغاز ثاني أوكسيد الكربون و بتطبيق معادلة التخمر الكحولي يمكن حساب كمية الكحول المتشكلة (g):



- تم قياس كل من البريكس والpH بالإضافة الى قياس فيتامين C والفينولات الكلية ومضادات الأكسدة وذلك للعينات قبل وبعد الانتهاء من التخمر الكحولي وتم توضيح النتائج في الجدول رقم (3).

جدول رقم (2) حجم غاز CO₂ المنطلق مع الزمن

كمية الكحول المتشكل (g)	وزن CO ₂ المنطلق (g)	حجم CO ₂ المنطلق (L)	حجم CO ₂ المنطلق (ml)	الزمن (دقيقة)
0	0	0	0	0
0	0	0	0	15
0.040	0.039	0.02	20	30
0.082	0.079	0.04	40	45
0.16	0.158	0.08	80	60
0.24	0.237	0.12	120	75
0.45	0.435	0.22	220	90
0.66	0.633	0.32	320	105
0.93	0.891	0.45	450	120
1.18	1.128	0.57	570	135
1.53	1.465	0.74	740	150
1.90	1.821	0.92	920	165
2.48	2.376	1.2	1200	180
5.69	5.445	2.75	2750	(24hr)1440
9.30	8.890	4.4	4490	(48hr)2880
9.5	9.07	4.58	4580	(72hr)4320

جدول رقم (3):مقارنة الخصائص الفيزيائية والكيميائية لعصير التوت الأسود

الطازج والمنتخم:

المؤشر	عصير التوت الطازج	عصير التوت المنتخم
الكحول %	0.00	9.50
المادة الجافة %	21.90	2.10
السكريات %	19.80	0.00
رقم الحموضة pH	4.68	3.58
فيتامين C (mg/100ml)	30.30	9.49
الفينولات الكلية (g/l)	9653.14	9649.02
الأنتوسيانين (mg/100ml)	563.65	347.34
%DPPH	70.39	70.41

بلغت نسبة الكحول في عينة عصير التوت الأسود المتخمرة %9.5 وهذا يتفق مع [15] الذي قام بتخمير أربعة أصناف من توت *Morus alba L* فكانت نسبة الكحول في العينات المتخمرة ضمن المجال %9.45-8.44.

نلاحظ من الجدول رقم (3) انخفاض قيمة البريكس لعصير التوت حيث بلغت للعصير الطازج $Bx=21.9$ وانخفضت حيث أصبحت $Bx=2.1$ وذلك نتيجة تحول السكريات الموجودة في العصير الطازج الى الكحول الايتيلي في العصير المنتخم ورافق ذلك انخفاض في درجة حموضة الوسط حيث كان pHالعصير الطازج 4.68 وانخفض في العصير المنتخم الى 3.58 وهذه النتيجة تتفق مع [35] في دراسة اجراها تهدف إلى تأثير سلالات *saccharomyces cerevisiae*

على التركيب الكيميائي والخصائص الحسية لنبيذ التوت ويعزى السبب أن التخمر الكحولي لعصير التوت أدى الى زيادة الحموضة الكلية والحموضة المتطايرة مما يشير الى أن التخمر الكحولي كان له تأثير عميق في خصائص الحموض العضوية في عصائر التوت وتشكلت حموض عضوية جديدة [26].

أدى التخمر الكحولي الى تدهور فيتامين C بنسبة 31.3% وهذا يتفق مع [11] في دراسة أجراها كان الهدف منها تحديد تأثير عملية صناعة النبيذ على إمكانات مضادات الأكسدة ومحتوى المركبات الفينولية وحمض الأسكوربيك في نبيذ ثمار روزا روغوسا حيث كانت نسبة حمض الأسكوربيك قبل التخمر 416 mg/100ml و انخفضت الى 288 mg/100ml. ويعزى سبب الانخفاض الى استخدام التخمر الطبيعي بدلاً من إضافة الخميرة الجافة حيث سمح ذلك بزيادة وقت تماس حمض الأسكوربيك مع الأوكسيجين المنحل, [36] [34] [23].

أما الفينولات الكلية بلغت نسبتها في عصير التوت الأسود الطازج 11653 mg/l وكانت هذه النسبة أعلى من محتوى الكرز من البوليفينول حيث بلغ 460 mg /L ويعتبر الكرز الطازج مصدراً غنياً بهذه المركبات وفق [18].

انخفضت نسبة الفينولات الكلية في عصير التوت الأسود المتخمر حتى 11650 mg/l وهذا يوافق ما توصل إليه [11] حيث انخفضت نسبة الفينولات الكلية أثناء عملية تخمير ثمار روزا غوستا حيث كانت النسبة قبل التخمر الكحولي 783 mg/l وانخفضت إلى 760 mg/l بعد التخمر الكحولي ويعزى هذا الانخفاض الى أن عملية التخمر الكحولي تقلل من محتوى الفينولات الكلية حيث تتأكسد بواسطة أنواع الأوكسيجين التفاعلية أولاً الى semiquinones ثم الى quinones، ويعتمد معدل هذا التفاعل إلى حد كبير على الرقم الهيدروجيني pH حيث تؤدي الزيادة في

الحموضة بوحدة واحدة إلى زيادة تركيز أيونات الفينولات أي تسريع أكسدة الفينولات حسب [13] و [29].

أدى التخمير الكحولي إلى انخفاض نسبة الأنتوسيانين في العصير المتخمير حيث كان محتوى الأنتوسيانات في العصير الطازج (563.65 mg/100ml) وانخفض المحتوى بعد التخمير إلى (347.34 mg/100ml) وهذا يوافق ماتوصل إليه [21] في دراسة أجراها كان الهدف منها دراسة تأثير عملية التخمير في أنتوسيانين النبيذ والخل المنتجان من الفريز حيث احتوى الفريز الطازج على الأنتوسيانين بنسبة (71.180 µg/l) وانخفضت النسبة إلى (42.714 µg/l) بعد التخمير الكحولي ويعزى سبب الانخفاض في محتوى الأنتوسيانين بعد التخمير الكحولي إلى عدة أسباب محتملة:

- بين [39] عدم استقرار مركب (سيانيدين-3-جليكوزيد) ومركب (بيلاجونيدين-3-جليكوزيد) أثناء التخمير السبب أن هذين المركبين يحتويان على عدد كبير من مجموعات الهيدروكسيل التي تقلل من الاستقرار مقارنة مع مركبات الأنتوسيانين الأخرى الحاوية على عدد كبير من مجموعات الميثوكسي.
- و حسب [14] يتحول الأنتوسيانين إلى أحماض فينولية من خلال انقسام ارتباط 3-جليكوزيد بتأثير التمثيل البكتيري.
- أما [40] فوجد أنه يمكن أن تؤثر الأنزيمات التي تنتجها الخمائر في استقرار الأنتوسيانين وهذا يؤثر سلباً على كثافة اللون ونسبة اللون الأحمر بعد التخمير [31].

كانت القدرة المضادة للأكسدة في عصير التوت الأسود المتخمير 70.40% وهي أعلى من تلك الموجودة في العصير الطازج 70.39%.

تم الحصول على نتائج مماثلة بعد التخمر الكحولي لعصير التوت والفريز حسب [21] و يعزى هذا الارتفاع في القدرة المضادة للأكسدة إلى التحويل الحيوي للفينولات أثناء التخمر الكحولي الذي ينتج عنه تكوين مشتقات الفينول ذات القدرة المضادة للأكسدة.[14][20].

أظهرت دراسة أخرى حسب [32] أن النشاط المضاد للأكسدة يرتبط بالفينولات الكلية

وحسب [12] يمكن للبكتين المتواجد في الثمار أن يتفكك أثناء التخمر الكحولي وبالتالي يتحلل الى مركبات ذات وزن جزيئي منخفض (حمض الغالاكتورونيك) وبالتالي تزداد نسبة مركبات البوليفينول حيث تظهر استرات الحموض الفينولية أيضاخصائص مضادة للأكسدة افضل من الأحماض الفينولية وحدها[28].

الاستنتاجات والتوصيات

الاستنتاجات:

- يختلف التركيب الكيميائي لثمار التوت الأسود حسب منطقة زراعته خصوصا" من ناحية المادة الجافة (% 18.7 مصياف - % 21.9 السويداء) ، رقم الحموضة (pH:3.64 مصياف - pH:4.68 السويداء)، ونسبة السكريات (% 17.02 مصياف - % 19.8 السويداء) وهذا يرجع إلى نوع التربة والهطولات المطرية والمناخ.

- يمكن الحصول على مشروب كحولي (متخمّر) بدرجة كحولية (9.5%) وذلك عند درجة حرارة 20°C ولمدة 3 أيام وبالتالي أصبح بالإمكان استهلاك التوت الأسود على مدار السنة كمشروب كحولي.
- بعد عملية التخمّر الكحولي احتفظ العصير المتخمّر بفيتامين C بنسبة (9.49 mg/l) والفينولات الكلية (9649.02 mg/l) والأنتوسيانين (347.34 mg/100ml).
- كانت القدرة المضادة للأكسدة في عصير التوت الأسود (70.39%) قبل التخمّر وبلغت (70.41%) بعد التخمّر.

التوصيات:

- 1- الاستفادة القصوى من محصول التوت الأسود في سوريا بطريقة جديدة وإطلاق منتج جديد في الأسواق.
- 2- دراسة الجدوى الاقتصادية لإمكانية إنتاج مشروب كحولي من عصير التوت الأسود على المستوى الصناعي.

المراجع العلمية:

1- المراجع العربية:

1. الإبراهيم أحمد سمور، 2015-تقانة التخمر والتقطير. منشورات جامعة البعث-كلية الهندسة الكيميائية البترولية-قسم الهندسة الغذائية، سورية. 656 صفحة.
2. باشا سهيل، دباغ أحمد رمزي، فالج أديب. 1998- الصناعات الميكروبيولوجية، الجزء العملي، منشورات جامعة حلب.
3. الباقوني رياض، سعد مطانيوس، 1997-كيمياء الأغذية-الجزء العملي، منشورات جامعة البعث، سوريا.
4. صادق شريف، 2005 - الأحياء الدقيقة الصناعية. منشورات جامعة البعث- كلية الهندسة الكيميائية والبترولية- قسم الهندسة الغذائية، سورية، 268 صفحة.
5. العبسة هدى، 2018. التوت، مجلة الزراعة، العدد 9، 6-11.
6. منشورات وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي في سوريا 2020.
7. هيئة الدستور الغذائي، 2018. برنامج المواصفات الغذائية المشترك بين منظمة الأغذية والزراعة ومنظمة الصحة العالمية .

Translation of Arabic References:

- 1) AL Ibrahim Ahmad Samour,2015.Fermentation and distillation technology. Publications of AlBaath University -Faculty of Chemical and petroleum Engineering-Food engineering department.Syria.pp 656.
- 2) Basha Suhail, Dabbagh Ahmad Ramzi, Faleh Adib.1998-Industrial Microbiology ,Practicalpart.Aleppo University publications.
- 3) Al Baqouni Riyad,Saad Metanios,1997-Food Chemistry-Practical part, Publications of AlBaath University ,Syria.
- 4) Sadek Sharif,2005-Industrial Microbiology.Publications of AlBaath University-Faculty of Chemical and Petroleum Engineering-Department of Food Engineering.Syria,pp268.
- 5) AlAbsa Huda,2018.Berries.Agriculture magazine.number(9),6-11.
- 6) Publications of Agriculture ministry in Syria,2020.
- 7) Codex Alimentarius Commission2018.Joint food standards program between Food Orgnization and World and Health Organization.

2-المراجع الاجنبية:

- 8)AOAC 17th edn,2000,- Official Method 942.15 Acidity (Titrable) of fruit products read with A.O.A.C . Official method 920.149 Preparation of test sample.
- 9)AOAC,2006- Official Method 932.14.Solids in Syrups.Official Methods of Analysis of AOAC International, 18th Ed.AOAC International, Gaithersburg,MD,USA.
- 10)AOAC,2006-Official Method 967.21.Vitamin C in juices and vitamin preparations. Official Methods of Analysis, 18th ed.AOAC International,Gaithersburg,MD,USA.
- 11)Cendrowski, A., Królak,M., Kalisz, S.2021. Polyphenols, L-Ascorbic Acid, and Antioxidant Activity in Wines from Rose Fruits (*Rosa rugosa*).Molecules.26.2-17.
- 12)Claus, H., Mojsov, K.2018. Enzymes for wine fermentation: Current and perspective applications. Fermentation, 4, 52.
- 13)Danilewicz, J.C.2003 Review of reaction mechanisms of oxygen and proposed intermediate reduction products in wine: Central role of iron and copper. Am. J. Enol. Viticult, 54, 73–85.
- 14) Faria, A., Fernandes, I., Norberto, S., Mateus, N., Calhau, C. 2014. Interplay between Anthocyanins and Gut Microbiota. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 62, 6898–6902.
- 15)Food and Agriculture Organization 2018.
- 16)Gao,T.,Chen,J.,Xu,F., Wang,Y.,Zhao,P.,Ding,Y.,Han,Y.,Yang,J.,Tao,Y.2022.Mixed Mulberry Fruit and Mulberry Leaf

Fermented Alcoholic Beverages: Assessment of Chemical Composition, Antioxidant Capacity In Vitro and Sensory Evaluation. *FOODS*, 11, 3125.

17) Geeta B. Nayak and K.V. Jamuna, 2017. Development and Standardization of Fermented Health Drink from Mulberry Fruit (*Morus nigra*). *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences* ISSN: 2319-7706 Volume 6 Number 8 pp. 541-546.

18) Gheribi, E. 2011. The importance of polyphenolic compounds from fruits and vegetables in the diet therapy of atherosclerosis. *Med. Rodz*, 4, 149–152.

19) Gundogdu, M., Muradoglu, F., Sensoy, R. G., & Yilmaz, H. (2011). Determination of fruit chemical properties of *Morus nigra* L., *Morus alba* L. and *Morus rubra* L. by HPLC. *Scientia Horticulturae*, 132, 37–41.

20) Hao, X., Han, Z., Li, Y., Li, C., Wang, X., Zhang, X., Yang, Q., Ma, B., Zhu, C. 2017. Synthesis and Structure–Activity Relationship Studies of Phenolic Hydroxyl Derivatives Based on Quinoxalinone as Aldose Reductase Inhibitors with Antioxidant Activity. *Bio organic & Medicinal Chemistry Letters*, 27, 887–892.

21) Hornedo-Ortega, R., Kisa, S., García-Parrilla, M. C., Richard, T. 2017. Effects of Gluconic and Alcoholic Fermentation on Anthocyanin Composition and Antioxidant Activity of Beverages Made from Strawberry. *LWT - Food Science and Technology*, 69, 382–389.

22) Jacinto Darias-Martín^{1*}, Gloria Lobo Rodrigo², José Hernández-Cordero¹, Eugenio Díaz Díaz² and Carlos Díaz-

Romero ,2003. Alcoholic Beverages Obtained from Black Mulberry. Food Technol. Biotechnol. 41 (2) 173–176.

23) Margalit, Y.2014. Wine Production Technology; Powszechne Wydawnictwo Rolnicze i Le´sne: Warsaw, Poland, pp. 41–70.

24)Mckay.M,Buglass.A,Lee.CH,2011.HandBook of Alcoholic Beverages:Technical, Analytical and Nutritional Aspects.vol (1).419-434.

25)Milijkovic,V.,Nikolic,S,G.,Nikolic,B.L.,Arsic,B.2014.Morus species through centuries in pharmacy and as food.Advanced technologies,3(2),111-115.

26)Ordoudi, S. A., Mantzouridou, F., Daftsiou, E., Malo, C., Hatzidimitriou, E., Nenadis, N., Tsimidou, M. Z. 2014.Pomegranate Juice Functional Constituents after Alcoholic and Acetic Acid Fermentation. Journal of Functional Foods, 8, 161–168.

27)Ozgen M., Serce S., Kaya C.2009. Phytochemical and antioxidant properties of anthocyanin-rich Morus nigra and Morus rubra fruits. SciHortic,119:275-9.

28)Shahidi, F., Wanasundara, J.P.D.1992. Phenolic antioxidant. Crit. Rev. Food Sci. Nutr, 32, 67–103.

29)Stępniewska, A., Czech, A., Malik, A., Chałabis-Mazurek, A., Ognik, K.2015. The influence of winemaking on the content of natural antioxidants and mineral elements in wines made from berry fruits. J. Elem, 21, 871–880.

30)Viljakainen,S., Visti,A., and Laakso,S.2002. Acta Agric. Scand., 52, 101.

- 31) Wang, L., Sun, X., Li, F., Yu, D., Liu, X., Huang, W., Zhan, J. 2015 Dynamic Changes in Phenolic compounds, colour and antioxidants activity of mulberry wine during alcoholic fermentation. *Journal of Function Foods*, 8, 254-265.
- 32) Wenzig, E.M., Widowitz, U., Kunert, O.; Chrubasik, S., Bucar, F., Knauder, E., Bauer, R. 2008. Phytochemical composition and in vitro pharmacological activity of two rose hip (*Rosa canina* L.) preparations. *Phytomedicine*, 15, 826–835.
- 33) World and Health Organization 2018.
- 34) Wzorek, W., Pogorzelski, E. 1998. *Technology of Fruit and Grape Winemaking*; Wydawnictwo Sigma-Not: Warsaw, Poland, pp. 1–288.
- 35) Yang Tao, Yilin Wang, Jun Yang, Qi Wang, Na Jiang, Dinh-Toi Chu, Yongbin Han & Jianzhong Zhou, 2017. Chemical composition and sensory profiles of mulberry wines as fermented with different *Saccharomyces cerevisiae* strains. *INTERNATIONAL JOURNAL OF FOOD PROPERTIES*. 1-15.
- 36) Zieliński, J. 2007. Evaluation of the Fruit Yield of the Ruffled Rose (*Rosa Rugosa*) Grown on The Waste Recultivated by Various Methods. *Rocz. A. R. Pozn. CCCLXXXIII*, 247–250.
- 37) Darias-Martin, J., Lobo-Rodrigo, G., Hernandez-Cordero, J., Diaz-Diaz, E., and Diaz-Romero, C. (2003). Alcoholic beverages obtained from black mulberry. *Food Technol Biotechnol*, 41, 173-6.
- 38) Leong, S. Y., Buritt, D. J., Oey, I. (2016). Evaluation of the anthocyanin release and health – promoting properties of Pinot

Noir grape juices after pulsed electric fields. Food Chemistry, 196, 833-841.

39) Brouillard R. (1983). The in vivo expression of anthocyanin color in plants. Phytochemistry 22(6):1311-23..

40) Medina, K., Boido, E., Dellacassa, E., and Carrau, F. (2005). Yeast Interactions with Anthocyanins during Red Wine Fermentation. American Journal of Enology and Viticulture, 56, 104-109.

دراسة امكانية تصنيع شبكات لا مغزولة من مواد معاد

تدويرها بتقنية الغزل الكهربائي

د.ضفاف عثمان - قسم هندسة الغزل والنسيج

كلية الهندسة الكيميائية والبترولية - جامعة البعث

ملخص البحث

لقد استخدمنا في هذا البحث تقنية الغزل الكهربائي للحصول على شبكة لا منسوجة من بولي فينيل كلوريد وذلك بإعادة تدوير اكياس جمع الدم المصنعة من هذا البوليمير حيث قمنا بإذابة قصاصات الكيس في مذيب ثنائي ميتيل الفورم اميد حيث يتشكل لدينا محلول بوليميري بتركيز 10% يتم شحنه بشحنة كهربائية موجبة وبتقه ليترك على مجمع للألياف مشحون بشحنة سالبة وطبقنا حقلاً كهربائياً ذو جهد عالي . كما وقمنا في هذا البحث بتجفيف العينة على درجة حرارة 100 درجة مئوية لمدة نصف ساعة للتخلص من بقايا المذيب قدر الامكان. وأخيراً قمنا بتحليل العينات على المجهر الالكتروني الماسح ومعرفة متوسط أطوال الالياف الناتجة باستخدام برنامج معالجة الصور j image.

كلمات مفتاحية : PVC (بولي فينيل كلوريد) ، شبكات لا منسوجة. غزل كهربائي

Studying the possibility of manufacturing non-woven nets from recycled materials using the electrospinning technique

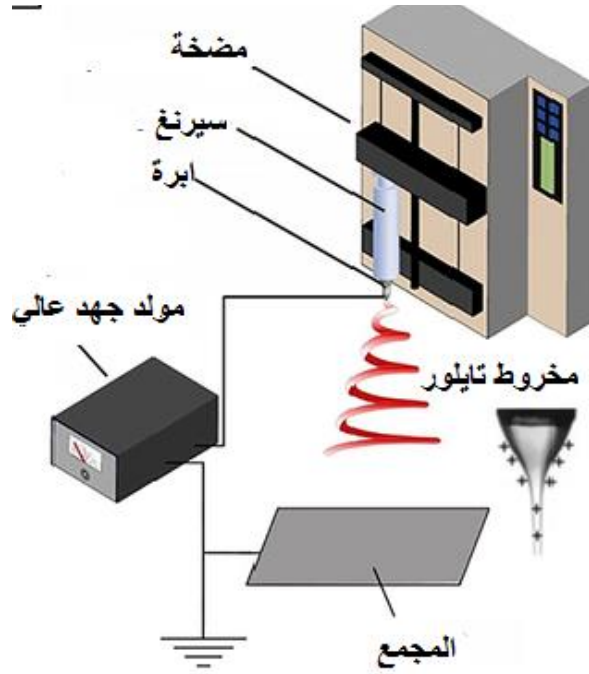
Abstract

In this research, we used the electrospinning technique to obtain a non-woven webs of polyvinyl chloride by recycling blood collection bags made of this polymer, where we dissolved the bag scraps in a dimethylformamide solvent, where we have a polymeric solution with a concentration of 10% that is charged with an electric charge and extruded it to leave on a fiber collector charged with a negative charge, and we applied a high-voltage electric field. In this research, we dried the sample at a temperature of 100 degrees Celsius for half an hour to get rid of the solvent residue as much as possible. Finally, we analyzed the samples on a scanning electron microscope and found out the average lengths of the resulting fibers using the Image J image processing program.

Key words Poly vinyl chloride (PVC) , eletrospinning non woven webs .

1-1- الغزل الكهربائي : Electrospinning [1],[2],[3]، [4]

يتم استعمال قيمة فولت عالية في عملية الغزل الكهربائي وذلك لخلق قطرة من سائل بوليميري مشحونة بشحنة كهربائية حيث يتم تجفيفها أو تصليبها وذلك لإنتاج الألياف البوليميرية ونحتاج في هذه العملية إلى المتطلبات التالية : مصدر للجهد العالي ومضخة سيرنغ وإبرة ومجمع معدني .



الشكل (1) مبدأ عملية الغزل الكهربائي

1-2- البارامترات المؤثرة على الغزل الكهربائي :

تتنوع البارامترات التي تؤثر على عملية الغزل الكهربائي ويمكن تصنيفها إلى :

أولاً : بارامترات متعلقة بعملية الغزل الكهربائي : [3]، [2]

1- الفولت المطبق : Applied voltage:

تستلزم عملية الغزل الكهربائي قيمة فولت عالي والذي يخلق شحنات في المحلول البوليميري وبعد ذلك فإن قوة تنافر الشحنات في المحلول ستتغلب على التوتر السطحي لقطرة البوليمير المنبثقة حيث تبدأ عملية الغزل الكهربائي وعند هذه المرحلة فإن القطرة سوف تشكل مخروط تايلور وفوق قيمة حرجة للفولت المطبق فإن القوة الكهربائية ستقوم بسحب القطرة وشدها وستنتج ألياف رفيعة وبزيادة قيمة الفولت المطبق فإن القطرة ستسافر بسرعة إلى المجمع وسيقتصر بذلك الزمن اللازم لتبخر المذيب . وفي حال تطبيق قيم عالية للجهد سيحدث تقطع للقطرات وستتدفق القطرات كما هي إلى المجمع.

2- نسبة التدفق : Flow rate [2]

في حال ثبات الفولت المطبق وزيادة نسبة التدفق سيزداد تشكل الكريات beads كما وسيحتاج المذيب إلى وقت أطول للجفاف لذلك فمن المفضل العمل بنسب تدفق منخفضة لفسح المجال للمذيب بالتبخر .

3- مسافة الغزل : Spinning distance [2]

هذه المسافة ستؤثر بشكل مباشر على زمن وصول القطرة وقوة الحقل الكهربائي وبنقصان المسافة الفاصلة بين فتحة الابرة والمجمع سيزداد الحقل الكهربائي وستتقص المسافة التي ستقطعها القطرة للوصول إلى المجمع وبالتالي سيزداد قطر الألياف.

ثانياً : بارامترات متعلقة بالمحلول البوليميري :

1- اللزوجة والوزن الجزيئي للبوليمير Viscosity ,molecular weight : [2]

إن الوزن الجزيئي العالي للبوليمير المنحل في المذيب تؤدي إلى سلاسل بوليميرية متشابكة بشكل أكبر وبذلك ستكون اللزوجة عالية وقد وجد بأن للبوليمير ذو السلاسل المتشابكة تأثير واضح على عملية الغزل الكهربائي حيث أن هناك لزوجة مثالية لكل محلول بوليميري وكلما اقتربنا منها تمكنا من إنتاج شبكات بدون كريات (beads) . وكذلك هناك تأثير للزوجة المحلول البوليميري على قطر الألياف فزيادة اللزوجة يزداد قطر الليف الناتج .

2- الناقلية Conductivity : [3]

تعتمد الناقلية على وجود مجموعات وظيفية مناسبة في سلسلة البوليمير ، كما وتعتمد على نوع المذيب وفي حال زيادة الشحنات الكهربائية للمحلول البوليميري سنحصل بذلك على ألياف أكثر نعومة .

3- التوتر السطحي Surface tension : [2]

يجب أن يصل الحقل الكهربائي ذو الجهد العالي إلى قيمة حدية قادرة عندها للتغلب على قوى التوتر السطحي لقطرات المحلول البوليميري من أجل تشكيل المقذوف ويمكن أن نغير التوتر السطحي للمحلول البوليميري بإضافة بعض المواد الفعالة سطحياً التي تقلل من التوتر السطحي للمحلول .

4- تركيز المحلول Solution concentration : [2]

وهو العامل الأكبر تأثيراً على قطر الألياف في الغزل الكهربائي حيث أن التأثير الرئيسي لاختلاف التركيز على قطر الألياف يأتي من التوافق مع اختلاف لزوجة البوليمير .

ثالثاً : متغيرات متعلقة بالبيئة المحيطة بعملية الغزل الكهربائي [5]، [7]، [8]

1- الرطوبة Humidity :

ستؤثر الرطوبة على نسبة تبخر المذيب في المحلول فأتثناء العمل في الرطوبة المنخفضة سيتبخر المذيب بشكل أسرع، اما في حال العمل في رطوبة عالية فسيبقى المقدوف محملا بالماء دون ان يجف ليتصبح الشبكات المتجمعة على سطح المجمع مليئة بالعيوب .

2- الحرارة Temperature :

يوجد تأثير كبير لدرجة حرارة الجو المحيط بعملية الغزل على الألياف الناتجة حيث هناك تأثيران أساسيان ينتجان عن زيادة درجة الحرارة وهما : ازدياد نسبة تبخر المذيب وانخفاض لزوجة البوليمير . إذاً بزيادة درجة الحرارة تزداد نسبة تبخر المذيب مما يجعله يجف بسرعة مستغرقاً وقتاً أقل من أجل استطالة قطرات البوليمير ونقصان ثخانتها وكذلك بزيادة درجة الحرارة تنقص اللزوجة مما يجعل المحلول يتدفق بشكل أسرع قبل جفافه ، مما يسمح للألياف بالاستطالة بشكل أسرع .

1-3-1- تعريف الـ PVC [10], [11] :

يعتبر الـ PVC واحد من البوليميرات المتلدنة حرارياً والقابل لإعادة التدوير ويعتبر PVC مادة مرنة أو صلبة ، يتم تشكيل PVC الصلب بسهولة ، وتشكيله بالحرارة ، وباللحام ، وحتى باللصاق الاسمطي. عادة ما يتم خلط راتنجات الـ PVC مع مواد مضافة أخرى مثل معدّلات الصدمات والمثبتات ، مما يوفر مئات من المواد القائمة على PVC مع مجموعة متنوعة من الخصائص الهندسية.

1-3-1- أنواع الـ PVC : [12]

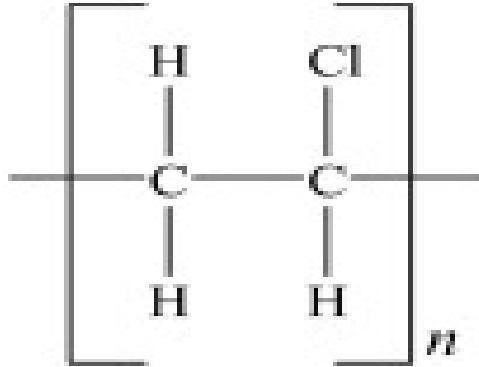
هناك نوعان لـ PVC: النوع الأول وهو النوع البلاستيكي والنوع الثاني هو النوع القاسي ويقسم النوع القاسي إلى ثلاثة أنواع النوع الثاني يختلف عن النوع الأول بأنه يمتلك قيم قوة أكبر ، ولكن مقاومة كيميائية أقل و النوع الثالث يدعى CPVC . تتمتع أنابيب CPVC بمقاومة أكبر

لدرجات الحرارة المرتفعة. تعتبر هذه المواد "غير بلاستيكية" لأنها أقل مرونة من التركيبات الملدنة .

1-3-2- التركيب الكيميائي لـ PVC [13]

يصنع الـ PVC من كلوريد الفينيل وهو عضو في عائلة كبيرة من البوليمرات يشار إليها على نطاق واسع باسم "الفينيل". الصيغة الكيميائية لكلوريد الفينيل هي $H_2C = CHCl$ ، وصيغة الـ PVC هي $(H_2C - CHCl)_n$ ، حيث n هي درجة البلمرة.

الشكل (1) الصيغة الكيميائية لـ PVC



الشكل (2) الصيغة الكيميائية لـ PVC

1-3-3- خصائص الـ PVC : [14], [15], [16], [17], [18]

يعتبر الـ PVC مقاوم ممتاز للتآكل والطقس. لديها قوة عالية نسبة للوزن وهو عازل كهربائي وحراري جيد. يمكن استخدام الـ PVC المتلدن لدرجات حرارة $60^{\circ}C$ ، أما CPVC فدرجات حرارة تصل إلى $93^{\circ}C$. وهو غير ذواب في الماء والإيثانول لكنه ذواب بشكل طفيف برباعي هيدرو الفوران Tetrahydrofuran عند الدرجة $20^{\circ}C$ ومن المذيبات الشائعة أيضاً لـ PVC ثنائي ميثيل فورم أميد N,N-dimethylformamide عند الدرجة $60^{\circ}C$ ، ميثيل إيثيل

كيتون methyl ethyl ketone ، سايكلوهكسانون cyclohexanone ،
سايكلوبينتانون cyclopentanone .

درجة التزجج Tg لا PVC هي (71-80°C) وتتغير درجة الانصهار من حوالي 160 إلى
أكثر من 300 درجة مئوية

1-3-4- استخدامات الـ PVC [19] :

يتم استخدام الـ PVC في المباني ، والأسيجة ، والتعبئة وتستخدم مركبات الـ PVC المرنة
في تطبيقات تغليف المواد الغذائية بسبب قوتها وشفافيتها وقابليتها للتجهيز وانخفاض تكلفة
المواد الخام. يمكن استخدام فيلم PVC في النوافذ البحرية / القوارب ، ونوافذ المركبات الترفيهية
، والخيام ، والمظلات ، والسائتر / الصناديق الصناعية ، وأغطية الأرفف ، وأغطية عربات
الجولف ، وحوامل اللافتات ، والملابس ، التعبئة والتغليف ، الحقائب .

2- إشكالية البحث :

تكمن اشكالية البحث صعوبة استيراد المواد البوليميرية المخبرية وبالتالي نقوم بتوفير هذا
البوليمير من مواد بوليميرية بإعادة تدويرها من أكياس جمع الدم المصنعة من PVC.
والاشكالية البيئية الناجمة عن تلوث ناجم عن رمي أكياس جمع الدم في التربة حيث تحتاج
لوقت طويل جداً لكي تتحلل.

3- هدف البحث :

إن الهدف من البحث هو تشكيل شبكة من الألياف اللانسوجة من أكياس تعبئة الدم
(بولي فينيل كلوريد) في محاولة لا عادة تدوير هذه الأكياس لسببين الاول سبب بيئي للمحافظة
على البيئة من التلوث الناجم عن وجود هذه الاكياس والسبب الثاني اقتصادي حيث هناك
صعوبة في استيراد البوليمير المخبري .

4- أهمية البحث :

تكمن أهمية البحث غي إعادة تدوير مواد بوليميرية مستهلكة

5- مواد وطرق البحث :

5-1- المواد المستخدمة في البحث :

1- اكياس نقل الدم المستهلكة

2- ثنائي ميتيل الفورم اميد كمذيب

5-2- الأجهزة والأدوات المستخدمة في البحث :

سيرنغ سعة 20 ملم .

ابرة بقياس G18 .

1- جهاز الغزل الكهربائي.

2- بيشر سعة 100مل .

3- سخان مع خلط مغناطيسي .

4- ميزان دقيق .

5- فرن حراري .

5-3- طريقة العمل :

سيتم إجراء البحث وفق تسلسل العمل المخبري الآتي :

أولاً - تصنيع عينات من بولي فينيل كلوريد باستخدام الغزل الكهربائي للحصول على شبكات لا منسوجة .

ثانياً- تجفيف العينات باستخدام فرن التجفيف

ثالثاً- قياس أقطار الالياف المكونة للشبكات الناتجة باستخدام برنامج image j

أولاً : تصنيع عينات من بولي فينيل كلوريد باستخدام الغزل الكهربائي للحصول على شبكات لا منسوجة .

(أ) تحضير العينات:

- تحضير المحاليل :

سنقوم بتشكيل عينة عبارة عن شبكة لامنسوجة من بولي فينيل كلوريد بتركيز (10%) حيث نضع (10 g) من أكياس جمع الدم المقصوفة (بعد تنظيفها وتعقيمها خوفاً من العدوى البكتيرية) في (100 ml) من ثنائي ميثيل الفورم أميد في بيشر زجاجي ونسخن درجة الحرارة إلى (80) درجة مئوية مع التحريك المستمر بوساطة خلاط مغناطيسي مع إغلاق سطح البيشر أثناء التسخين منعاً لتبخر المحلول ونستمر بالتسخين لمدة نصف ساعة حتى تمام الذوبان وبعد انتهاء فترة التسخين نترك المحلول حتى يبرد إلى درجة حرارة الغرفة وانتظار فقاعات الهواء للخروج من المحلول حتى لا تؤدي إلى إعاقة الضخ على جهاز الغزل الكهربائي .

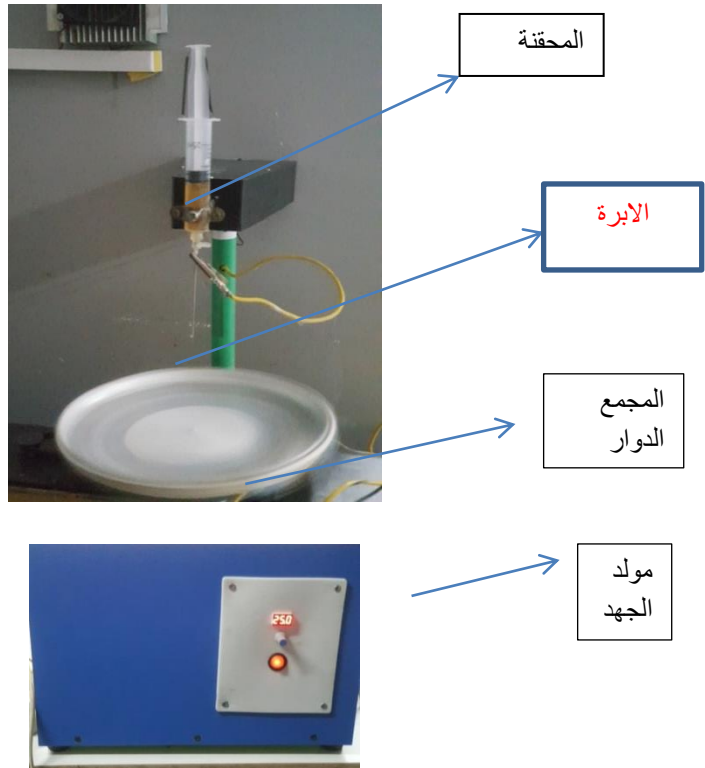
ب- عملية الغزل الكهربائي :

نقوم بعملية الغزل الكهربائي للمحلول وذلك بعد تركه ليبرد وبعد التأكد من خلوه من فقاعات الهواء حيث كانت بارامترات الغزل الكهربائي

الجدول(1) بارامترات عملية الغزل الكهربائي

تركيز الـ PVC (%)	الجهد المطبق (kv)	المسافة بين المجمع والابرة (cm)	التدفق (ml/hr)
10	28	10	0.5

ويبين الشكل التالي جهاز الغزل الكهربائي ومكوناته:



الشكل (3) جهاز الغزل الكهربائي



الشكل (4) سيرينغ سعة 20 ملم وابرة بقياس 18G

ويبين الشكل التالي العينة المحصول عليها بعد الغزل الكهربائي:



الشكل (5) صورة العينة المغزولة كهربائياً من الـ PVC

ثانياً: عملية التجفيف :

نستخدم فرن التجفيف على الدرجة 100°C لمدة نصف ساعة وذلك للتخلص من بقايا المذيب قدر الامكان ويبين الشكل التالي فرن التجفيف المستخدم:



الشكل (6) فرن التجفيف

ثالثاً: تحليل العينات باستخدام المجهر الالكتروني:

تم تحليل الشبكات باستخدام المجهر الالكتروني الماسح Scanning Electron Microscope (SEM) والذي يشار له اختصاراً بـ SEM ، حيث تم تحديد أقطار الألياف لهذه الأغشية والبنية المورفولوجية (شكل الألياف) وتقوم فكرة عمل المجهر الالكتروني على استخدام حزمة من الالكترونات عالية الطاقة وذات طول موجي قصير جداً تصطدم عمودياً بسطح العينة ومن ثم يتم جمع الاشارات المنعكسة والصادرة عن العينة باستخدام الكاشف ((Detector ، وبعد ذلك تتم معالجة هذه الإشارات ليتم إظهارها كصور. تم تحليل بعض الأغشية على المجهر الالكتروني الماسح الموجود في هيئة الطاقة الذرية في دمشق، ويبين الشكل الآتي صورة المجهر الالكتروني الماسح في هيئة الطاقة الذرية من نوع (VEGA II XMU) صنع جمهورية التشيك. ويبين الشكل التالي صورة المجهر الالكتروني :

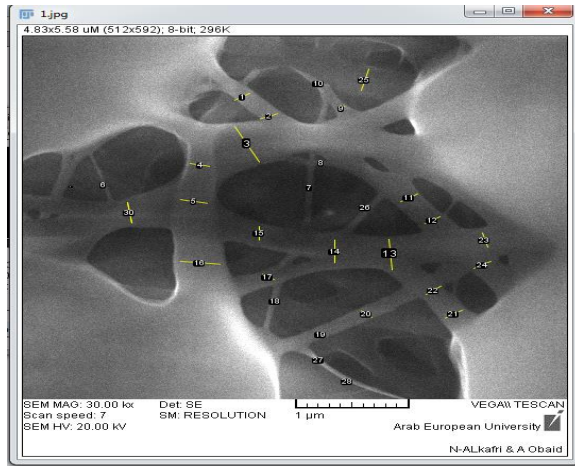


الشكل (7) المجهر الالكتروني الماسح في هيئة الطاقة الذرية بدمشق (VEGA II XMU)

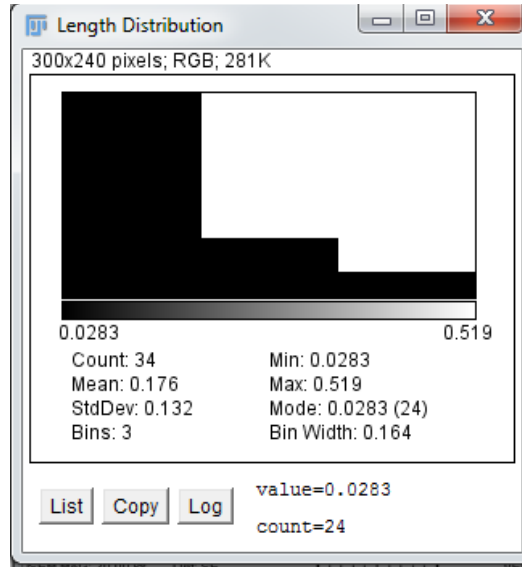


الشكل (8) حجرة المجهر مع حامل العينات والكواشف

وتبين الأشكال الآتية صور المجهر الالكتروني لعينة الـ PVC حيث تم تحديد أقطار بعض الألياف باستخدام برنامج image J [30]، [62] وذلك بقياس أقطار عدد من الألياف ، للحصول على قياسات الأقطار في الاغشية تقريبياً، وتمت معالجة البيانات باستخدام البرنامج لأخذ متوسط حسابي لأقطار الألياف وأعلى قيمة وأدنى قيمة للأقطار، وتوزع الأقطار كما هو مبين في الأشكال الآتية:



الشكل (9) يبين صورة المجهر الالكتروني لغشاء PVC



الشكل (10) يبين قياسات أقطار الألياف ومتوسطها

نستنتج من الجدول السابق أن أدنى قطر 28.3 nm وأكبر قطر 519 nm والمتوسط الحسابي لأطوال الأقطار كان 176 nm .

6- النتائج ومناقشتها :

- نستنتج أننا نستطيع تصنيع شبكات لامنسوجة بتقنية الغزل الكهربائي باعادة تدوير اكياس جمع الدم المصنعة من الـ PVC

- يبين الشكل (7) شبكات الـ PVC بتركيز 10% بعد غزلها على جهاز الغزل الكهربائي

علماً أن الشبكات الناتجة هي شبكات لا منسوجة واعتباطية ومن الممكن أن ينتج لدينا ألياف بقطر من مرتبة النانومتر والميكرومتر كما هو مبين في الشكل (9)

7- المقترحات :

- نقترح العمل على تراكيز مختلفة من بولي فينيل كلوريد.
- نقترح دراسة تأثير بارامترات عملية الغزل الكهربائي على اقطار الألياف والبنية المورفولوجية للشبكات
- نقترح دراسة توظيف العينات في مجال ترشيح المياه
- نقترح دراسة امكانية تشيكل مزيج من الـ PVC مع بوليميرات اخرى معاد تدويرها

- 1- Sayed, A., & Asran, A. S. (2011). Electrospinning of polymeric nanofibers and nanocomposite materials-fabrication, physicochemical characterization and medical applications.
- 2- Zhou, F. L., Gong, R. H., & Porat, I. (2010). Nano-coated hybrid yarns using electrospinning. *Surface and Coatings Technology*, 204(21-22), 3459-3463.
- 2- Zhou, F. L., Gong, R. H., & Porat, I. (2010). Nano-coated hybrid yarns using electrospinning. *Surface and Coatings Technology*, 204(21-22), 3459-3463.
- 3- Zarian Deroo, M. (2013). *Fabrication of Electrospun PVA Nanofibers Incorporated with Silver Nanoparticles: Antibacterial Application* (Doctoral dissertation, Concordia University).
- 4- Bosworth, L., & Downes, S. (Eds.). (2011). *Electrospinning for tissue regeneration*. Elsevier.
- 5- Subbiah, T., Bhat, G. S., Tock, R. W., Parameswaran, S., & Ramkumar, S. S. (2005). Electrospinning of nanofibers. *Journal of applied polymer science*, 96(2), 557-569.
- 6- Ramakrishna, S. (2005). *An introduction to electrospinning and nanofibers*. World scientific.
- 7-Park, B. K; & Um, I. C. (2021). Effect of Relative Humidity on the Electrospinning Performance of Regenerated Silk Solution. *Polymers*, 13(15), 2479.
- 8-Mailley, D; Hebraud, A; & Schlatter, G. (2021). A review on the impact of humidity during electrospinning: From the nanofiber structure engineering to the applications. *Macromolecular Materials and Engineering*, 306(7), 2100115.

- 9-Purchas, D; & Sutherland, K. (Eds.). (2002). *Handbook of filter media*. Elsevier.
- 10- Pacheco-Torgal, F; Khatib, J; Colangelo, F; & Tuladhar, R. (Eds.). (2018). *Use of recycled plastics in eco-efficient concrete*. Woodhead Publishing.
- 11- Modjarrad, K; & Ebnesajjad, S. (Eds.). (2013). *Handbook of polymer applications in medicine and medical devices*. Elsevier.
- 12- McKeen, L. W. (2016). *Permeability properties of plastics and elastomers*. William Andrew.
- 13- Kobayashi, S; & Müllen, K. (Eds.). (2015). *Encyclopedia of polymeric nanomaterials*. Berlin Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.
- 14- Colborne, R. S. (1970). Solubility characteristics of polyvinyl chloride. *Journal of Applied Polymer Science*, 14(1), 127-139.
- 15- Patrick, S. (2005). *Practical guide to polyvinyl chloride*. iSmithers Rapra Publishing.
- 16- Grause, G; Hirahashi, S; Toyoda, H; Kameda, T; & Yoshioka, T. (2017). Solubility parameters for determining optimal solvents for separating PVC from PVC-coated PET fibers. *Journal of Material Cycles and Waste Management*, 19(2), 612-622.
- 17- Pham Le, Q; Uspenskaya, M. V; Olekhovich, R. O; & Baranov, M. A. (2021). The mechanical properties of PVC nanofiber mats obtained by electrospinning. *Fibers*, 9(1), 2.
- 18 -<https://polymerdatabase.com/polymers/polyvinylchloride.html>
- 19-Akovali, G. (2012). Plastic materials: polyvinyl chloride (PVC). In *Toxicity of building materials* (pp. 23-53). Woodhead Publishing.

دراسة إمكانية تصنيع القشدة المتخمرة من الحليب البقري المحلي

د. أحمد سمور إبراهيم ، م. فادي نيساني

كلية الهندسة الكيميائية والبترولية ، جامعة البعث

الملخص

تُعد القشدة المتخمرة هي نوع من أنواع القشدة الحامضية Sour cream يتم الحصول عليها من القشدة الخام عن طريق تخميرها بواسطة البادئ المحضّر من مزارع نقية من البكتيريا اللبنية والإنضاج عند درجات حرارة مناسبة وملائمة لنموها الأمثل حيث تم العمل في هذا البحث على تصنيع القشدة المتخمرة وذلك من خلال تحضير القشدة الخام وبسترتها عند 90° لمدة 5 دقائق وتنظيم محتوى الدسم بنسب ثلاثة مختلفة 35%، 25%، 15% على التوالي وإضافة نسب من البادئ المستخدم من سلالة *Lactobacillus bulgaricus* و *Streptococcus thermophilus* بنسب مختلفة 1، 2، 3% حيث تم التخمير على درجات تحضين مختلفة (35°، 40°، 45° م) .

استغرقت العملية حتى نهاية التخمير وصولاً إلى درجة pH 4.7 = أزمنة مختلفة وذلك باختلاف الشروط من نسب دسم ودرجة حرارة ونسب البادئ المضافة. فيلاحظ أنه عند النسب المختلفة إن الزمن المستغرق يتراوح بين المجال 2 - 7 ساعات أما بالنسبة لقيم pH عند درجات التحضين فيلاحظ فروقاً واضحة حيث بلغت قيمة pH عند درجة تحضين 35° م (4.91، 4.60، 4.73) على الترتيب، أما عند درجة تحضين 45° م (4.52، 4.55، 4.61) وذلك عند نسبة بادئ 1%، وبلغت قيمة الحموضة المعاييرة عند نسبة بادئ 2% بدرجة تحضين 35° م (0.4%، 0.9%، 0.4%) وعند

درجة تحضين 45° م (0.6%، 0.7%، 0.7%) وبالتالي تظهر النتائج العلاقة العكسية بين الحموضة المعايرة ورقم الحموضة على مدى الأيام التخزينية (الأول، السابع).

أما من الناحية الميكروبيولوجية فهناك اختلاف واضح في قيم التعداد البكتيري حيث أن التعداد العام للبكتيريا عند نسبة دسم 15% بلغ $10^{5.4}$ (خلية مشكلة للمستعمرة /مل) ، وبالتالي يظهر أعلى قيمة في القشدة المتخمرة عن نسب الدسم الأخرى حيث بلغ عند نسبة دسم (25%) $10^{5.4}$ (خلية مشكلة للمستعمرة /مل) ، أما عند نسبة دسم (35%) بلغ التعداد البكتيري $10^{5.2}$ (خلية مشكلة للمستعمرة /مل) ، حيث أن نسب الدسم المرتفعة تؤثر سلباً على نمو البكتيريا.

الكلمات المفتاحية: قشدة متخمرة، رقم الحموضة، محتوى الدسم، درجة حرارة التحضين، التعداد البكتيري

Studying the possibility of manufacturing fermented cream from local cow's milk.

Dr.Ahmad samour Ibrahim , Eng. Fadi Nisane

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

Abstract

and it is ،Fermented cream is one of Sour cream types prepared by fermenting the raw cream by using the prepared starter from pure cultures of lactic acid bacteria and ripening it in the most suitable temperatures for this bacteria growth. In this research a fermented cream was made by preparing raw cream and the fat content ،and pasteurization it in 90°C for 5 minutes and ،was standardized to be 15% ،25%، and 35% respectively then three different percents (1%، 2%، 3%) of the use starter(of *Streptococcus thermophilus* and *Lactobacillus bulgaricus* and finally the fermentation was done in three ،strains)were added different incubation temperatures(35°C،40°C ،45°C) The process of fermentation took different times to reach to pH=4.7 according to the different conditions of fat percents، temperatures، and added starter percents. It was noticed that with different used fat percents the and ،needed time for fermentation was in the range of 2 – 7 hours for ، also notable differences were detected،about the pH values the pH values in 35°C were 4.91، 4.60، 4.73 ،example

while in 45 °c the values were 4.52, 4.55, 4.61 with ,respectively 1% of the used starter. The values of Titratable acidity (with 2% of the used starter and incubation degree of 35°C) were 0.4%, 0.9%, % 0.7% . ,0.4% while the values in 45°C were 0.6,% 0.7 we concluded the reverse relation between ,Therefore Titratable acidity and pH values during the storage days (1^s _7thdays).

there was a notable difference among the ,Microbiologically the total bacterial count with , for example,bacterial count values 15% of fat content was $6.4 \cdot 10^5$ CFU/ml and this was the highest as the bacterial count value with 25% fat ,value of bacterial count and with 35% fat content was ,content was $4.79 \cdot 10^5$ CFU/ml $2.85 \cdot 10^5$ CFU/ml, and this is due to the negative effect of high fat content on the bacterial growth.

Keywords: Sour cream, pH value, fat content, incubation temperature, bacterial count.

1- المقدمة:

يحتلّ الحليب ومشتقاته ركناً أساسياً من نظام الإنسان الغذائي، بالإضافة إلى فائدته في العمليات التصنيعية.

تعد منتجات الألبان المتخمرة معروفة ومتنوعة وشجع العمل على المزيد من الأصناف منه كون اللبن الحامض طبيعياً لا يحدث له تغيرات غير مرغوبة، إلا تحت ظروف خاصة .

تمتلك القشدة خصائص فريدة فهي تتميز بصفات وقائية وعلاجية حيث ان هذا المنتج من الالبان المتخمرة بما يحتويه قادر على مقاومة الظروف الحمضية في القناة الهضمية من جسم الانسان وبالتالي يعمل على مقاومة الاضطرابات المعوية وأن بكتريا القشدة تعد من مجموعة الأحياء الدقيقة الطبيعية في الأمعاء وخاصة الأمعاء الدقيقة وبالتالي تحافظ على التوازن الميكروبي في الأمعاء وهذا يشير الى مدى تمتعها بفوائد صحية مهمة .

وقد أظهرت الدراسات القيمة الغذائية لمنتجات الألبان المتخمرة بما فيها القشدة المتخمرة وذلك من خلال مركبات النكهة المسؤولة عن الطعم المميز لها ومحتواها العالي من الفيتامينات وخاصة فيتامينات B مقارنة مع اللبن الرائب (اليوغورت)

ويهدف هذا البحث التعريف بطريقة تصنيع القشدة المتخمرة والتي تعتبر صنف من أصناف القشدة الحامضية وفق الشروط المناسبة والحث على ترويج هذا المنتج في الصناعة بما يساعد على زيادة تسويقه في السوق المحلية.

2- أهداف البحث:

يهدف هذا البحث إلى:

1. تحضير القشدة المتخمرة باستخدام حليب بقري محلي وبادئ بكتيريا لبنية.
- 2- تنظيم محتوى الدسم وتسويتها بما يتناسب مع نوع القشدة المصنعة.
- 3- دراسة تأثير نسبة دسم القشدة وشروط التخمير (زمن التخمير، درجة الحرارة، كمية البادئ المضاف) في مواصفات القشدة المتخمرة الناتجة.
- 4- إجراء التحليل الإحصائي للمنتج المصنّع.

3- دراسة مرجعية :

كما هو الحال مع جميع منتجات الألبان المخمرة ، فإن اختيار البادئ أمر بالغ الأهمية لإنتاج القشدة المتخمرة عالية الجودة (20).

أثبت أن البادئ الواجب استخدامه في إنتاج مشتقات لبنية ذات طعم ونكهة مرغوبين يجب أن يحتوي على نوعين من البكتيريا: الأول ينتج حمض اللبن، في حين يكون الثاني قادراً على إنتاج الأحماض الطيارة التي تمنح الطعم المميز والنكهة (3)

تنمو هذه الأحياء الدقيقة في حالة تعايش فيما بينها وتسبب التخمر اللبني ، يتواجدان في البادئ بنسبة متساوية 1:1 حيث ان درجة الحرارة المثلى لنمو هذين النوعين (42_45)1.c.

بالإضافة إلى دور البادئات في إعطاء القوام المناسب لمنتجات الألبان المتخمرة فإنها ترفع القيمة الغذائية لهذه المنتجات(4)

يتكون البادئ البكتيري المستخدم في إنتاج القشدة المتخمرة ، من خليط من بكتيريا حمض اللبن أما يجوز استخدام إحداهما فقط لإنتاج اللبن. إلا أن معدل إنتاج حمض اللبن يكون أكبر عند استخدام الروبة المحتوية على نوعي البكتيريا معاً.

وبحسب دراسات تشير أن البكتيريا الكروية تنمو بشكل أسرع وتنتج الحمض وثنائي اكسيد الكربون اللذين يحفزان دورهما نمو ونشاط البكتيريا العصوية، وتنتج هذه الأخيرة بعض الأحماض الأمينية والبيبتيدات التي تُستخدَم لاحقاً من قبل البكتيريا الكروية..(5)

بحسب الدراسة إن إنتاج القشدة المتخمرة تتم وفق طريقتين، طريقة التلاحم وطريقة المزج بالتحريك حيث ان طريقة التلاحم لإنتاج القشدة المتخمرة تعد مشابهة بطريقة الخزانات مع فرق وحيد هو ان تعبئة القشدة المتخمرة الملقحة تتم قبل عملية التخمير. (1)

وفقا للعملية التكنولوجية أثناء التصنيع تبرد القشدة حتى درجة حرارة التلقيح وذلك من اجل قشدة متخمرة منخفضة الدسم إلى (20 ° - 25 °) م ومن اجل قشدة متخمرة متوسطة الدسم إلى (28 ° - 32 °) م وقشدة متخمرة مرتفعة الدسم (40 - ° 45) م (15)

ووفقا للدراسات فإنه يمكن إضافة الفواكه والنكهات ليكون المنتج مُنكَّهاً أو مُطعمًا... (6)

نظرًا لأن الحد الأدنى المعترف به لدرجات حرارة بسترة القشدة غير كافٍ لإفساد بروتينات مصل اللبن بالكامل.. فإن البسترة عند أعلى من 82 درجة مئوية لأكثر من 30 دقيقة ، أو البسترة عند اعلى من 85 ° c لمدة 25-60 ثانية يتم استخدامها بشكل نموذجي...على الرغم من أنه يمكن استخدام درجات حرارة تصل إلى 95 لمدة 5 دقائق.. (7)

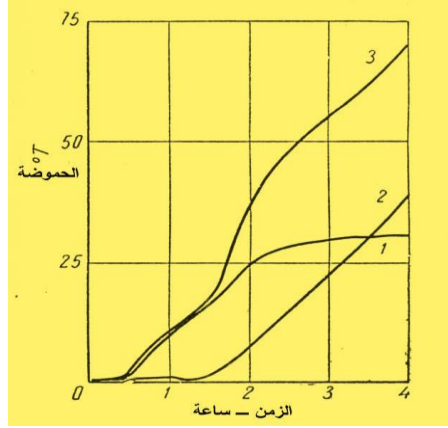
مركب الرائحة الأساسي المرغوب في القشدة المتخمرة هو ثنائي الأسيتيل (2-3 دي-بوتانون) ما يسمى برائحة الزبدة في القشدة المتخمرة ومشتق عن طريق تخمير السترات..

يجب التحكم في درجة التحضين ومعدل إنتاج الحمض ، حيث يؤثر كلا هذين العاملين على تطور ثنائي الأسيتيل.(8)

ان درجة التحضين التي تزيد عن 24°C تعمل على تعزيز نمو الأنواع المتجانسة وسيتم إنتاج الكثير من حمض اللاكتيك ، مما يؤدي إلى تثبيط تخمير السترات.

ويمكن إضافة سترات الصوديوم بكمية لا تزيد عن 0.1% إلى المنتج قبل التخمير كمركب عطري (ثنائي أسيتيل)...(8)

توثق إحدى الدراسات أنه عند تخزين القشدة المتخمرة بالشكل الصحيح يجب أن تبلغ مدة صلاحية القشدة الحامضة حوالي 25-45 يوماً. (21)



الشكل (1): حموضة الحليب عند نمو البكتريا (2)

1-*Streptococcus thermophilus*

2-*Lactobacterium bulgaricum*

3-*Streptococcus thermophilus + Lactobacterium bulgaricum*

4- مواد وطرائق البحث:

وتشمل:

1. قشدة من الحليب البقري: من مصدر ثابت من السوق المحلية من محافظة دمشق،
وبيين جدول (1) تركيبها الكيميائي.

2- حليب خالي الدسم: من مصدر ثابت من السوق المحلية من محافظة دمشق.

3- بادئ القشدة المتخمرة: تم الحصول عليه من معمل ألبان حمص، وبحسب المصدر فهو مزرعة بكتيريا LAB-14.6، ويجب أن يكون محب للحرارة المتوسطة، وتضم السلالات البكتيرية الآتية:

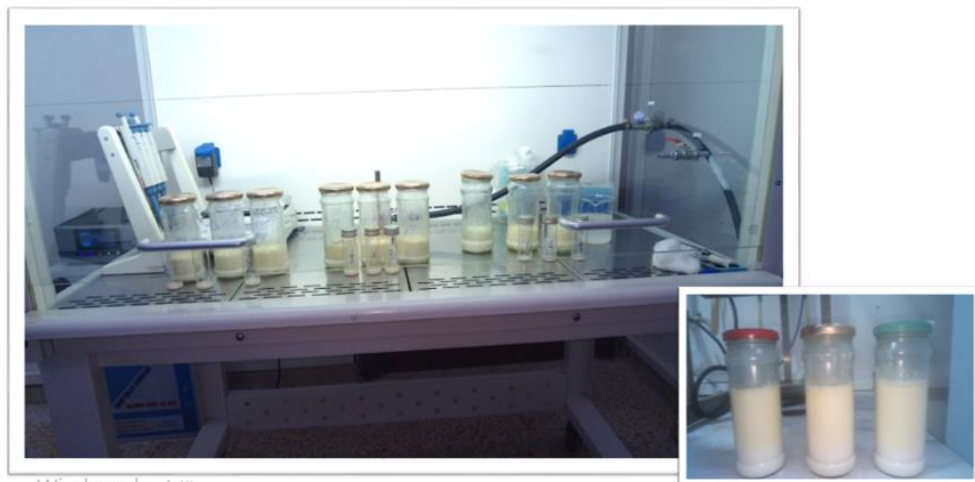
Streptococcus thermophilus و *Lactobacillus bulgaricus*، بتاريخ إنتاج 20 أيار 2022 م وتاريخ انتهاء 19 أيار 2023 م ورقم دفعة 20522.

الطرائق المستخدمة:

تمت دراسة التركيب الكيميائي لعينات القشدة الخام المُستخدمة لإنتاج قشدة متخمرة بنسب دسم مختلفة، وقد تم تقدير نسب هذه المكونات في عينة القشدة وفق الطرائق الآتية:

أولاً: اختبارات كيميائية:

1. تقدير المادة الصلبة الكلية ((A.O.A.C,2000 NO.920.151))
- 2- تقدير الرطوبة((A.O.A.C 1990 NO.934.06))
- 3- تقدير الرماد وذلك بحسب (A.O.A.C 1995 NO.930.30)
- 4- تقدير رقم الحموضة: ((AOAC2000.942.15) pH)
- 5- تقدير الحموضة المعاييرة (AOAC2000.942.15) تم احتساب النسبة المئوية للحموضة المعاييرة (مقدرة على أساس حمض اللبن)
- 6- تقدير الدسم (AOAC.1995NO.2000.16) : في هذا البحث تم تقدير الدسم في عينة القشدة الخام وفق طريقة جيرير، حيث تم تنظيم محتوى الدسم وفق ثلاث نسب مختلفة المحتوى من الدسم بنسب 35%، 25%، 15% على الترتيب لإنتاج قشدة متخمرة مناسبة.



تنشيط Windows

الشكل (2): يمثل عينات القشدة المتخمرة

7- تقدير سكر اللاكتوز (عطرة، رمضان 2017) .

8- تقدير البروتين (AOAC,1995NO.939.02): تم ذلك باستخدام طريقة كيلدال حيث تم العمل على 3 مراحل مرحلة الهضم،مرحلة التقطير، مرحلة المعايرة .

ثانياً: اختبارات ميكروبيولوجية:

تم تحضير سلسلة من التمديدات للعينات بالتركيز التالية 10^{-1} ، 10^{-3} ، 10^{-2} حيث تم اعتماد التمديد 10^{-3} لإجراء اختبارات القشدة الخام والمتخمرة.

التعداد العام للبكتيريا: تم ذلك وفق طريقة الزرع في بيئة الآغار المغذي Nutrient agar وتحضين الأطباق بشكل مقلوب بدرجة حرارة قدرها 37 درجة مئوية لمدة 48 ساعة.

تحضير البادئ الأم: (11)

. يتم التحضير وفق الخطوات التالية:

1. تحضير حليب خالي الدسم مع ماء مقطر معقم ومتجانس جيداً (1 لتر).
2. التعقيم بدرجة حرارة 121 درجة مئوية بالأوتوغلاف لمدة 20 دقيقة.
3. إضافة الحليب المحضّر بعد التعقيم بعبوات محكمة الإغلاق ثم تبريدها لدرجة 43 درجة مئوية.
4. تمت إضافة البادئ بكمية 1 غرام (في غرف زرع معقمة) لكل 1 كيلو من الحليب المحضّر سابقاً.
5. تم التحضين بدرجة 43 درجة مئوية لمدة 4 ساعات وصولاً لـ pH يعادل 4.7
6. يتشكل لبن رائب (مزرعة البادئ) ثم يتم تبريده لحين الاستخدام.

5- النتائج والمناقشة :

نتائج الاختبارات الأولية على القشدة الخام:

ويُلخص الجدول (1) نتائج الاختبارات لمستحضر القشدة الخام وبمعدل مكررين

لكل مؤشر :

الجدول (1): تركيب القشدة الخام

الاختبار	متوسط القيم
الرطوبة	53.80%
الرماد	0.46 %
pH	6.35
الحموضة المعاييرة	0.2 %
المادة الصلبة الكلية	46.19%
الدهم	35%
البروتين	3.2%
سكر اللاكتوز	5.07 %

نتائج تعديل نسبة الدهم للقشدة الخام:

كانت نسبة الدهم في المنتج الأصلي هي 35% (تم حساب النسبة بطريقة جيرير)، ولتعديل نسبة الدهم وإنقاصها إلى 25% تمت إضافة (285 g) من الحليب خالي الدهم إلى (715g) من القشدة (35% دسم) فتم الحصول على قشدة ذات محتوى دسم بنسبة 25% ولتعديل محتوى الدهم من 35% إلى 15% تم إضافة (570 g) من الحليب خالي الدهم إلى 430 غ من القشدة الخام (35% دسم).

نتائج عملية التخمير :

المناقشة والنتائج :

جدول (2) نتائج قيم رقم الحموضة pH في اليوم الأول :

نسبة الدسم	نسبة البادىء	درجة الحرارة (التحزين)
------------	--------------	------------------------

45°م	40°م	35°م		
0.05±4.52 ^{bc}	0.02±4.71 ^b	0.07±4.91 ^{ab}	1%	نسبة دسم 35%
0.03±4.46 ^c	0.05±4.61 ^b	0.03±4.84 ^a	2%	
0.02±4.22 ^d	0.06±4.50 ^c	0.03±4.55 ^c	3%	
0.05±4.55 ^{bc}	0.04±4.39 ^b	0.07±4.60 ^{ab}	1%	نسبة دسم 25%
0.06±4.43 ^c	0.05±4.33 ^d	0.03±4.51 ^c	2%	
0.08±4.35 ^d	0.04±4.28 ^d	0.09±4.02 ^d	3%	
0.05±4.61 ^{bc}	0.06±4.69 ^b	0.07±4.73 ^{ab}	1%	نسبة دسم 15%
0.05±4.58 ^c	0.03±4.66 ^b	0.06±4.70 ^b	2%	
0.06±4.51 ^c	0.03±4.63 ^b	0.01±4.68 ^b	3%	

تشير الأحرف الصغيرة a,b,c,d إلى وجود فروق معنوية ضمن الصف الواحد

بينما يشير اختلاف الأحرف الصغيرة bc,ab إلى وجود فروق معنوية ضمن

العمود الواحد عند مستوى ثقة 0.05

جدول (3) نتائج قيم رقم الحموضة pH في اليوم السابع :

		درجة الحرارة (التحضير)	نسبة البادئ	نسبة الدسم
45°م	40°م	35°م		
0.06±4.42 ^c	0.03±4.89 ^b	0.07± ^{ac} 4.06	1%	نسبة دسم 35%
0.03±4.11 ^a	0.04±4.59 ^c	0.01±4.03 ^a	2%	
0.05±4.07 ^{ad}	0.01±4.46 ^{cd}	0.07±3.98 ^d	3%	
0.03±4.15 ^a	0.01±4.36 ^c	0.05±4.38 ^{ac}	1%	نسبة دسم 25%
0.07±3.87 ^d	0.05±4.21 ^c	0.03±4.12 ^a	2%	
0.04±3.92 ^{ad}	0.06±3.81 ^{cd}	0.09±3.86 ^d	3%	
0.06±4.45 ^c	0.01±4.56 ^c	0.01±4.63 ^{ac}	1%	نسبة دسم 15%
0.02±4.41 ^c	0.03±4.52 ^c	0.07±4.62 ^b	2%	
0.01±4.40 ^{ad}	0.07±4.47 ^{cd}	0.02±4.59 ^c	3%	

تشير الأحرف الصغيرة a,b,c,d إلى وجود فروق معنوية ضمن الصف الواحد

بينما يشير اختلاف الأحرف الصغيرة ac,cd,ad إلى وجود فروق معنوية

ضمن العمود الواحد عند مستوى ثقة 0.05

توضّح الجداول قيم الـ pH للقشدة المتخمرة عند نسبة دسم 15%، 25%، 35% في اليوم الأول، والسابع على الترتيب، ونلاحظ أنه عند نسبة دسم 35% (جدول (2) وعند إضافة بادئ بنسبة 3% في اليوم الأول عند درجة تحضين (35°م، 40°م، 45°م) هي على التوالي 4.22، 4.50، 4.55

في اليوم السابع بنفس الشروط السابقة كانت قيم الـ pH جدول (3) على الترتيب هي 3.98، 4.46، 4.07 حيث نلاحظ أن هناك انخفاض ملحوظ في قيم الـ pH بمقارنة اليوم الأول مع اليوم السابع وهذا يتوافق مع العديد من الدراسات التي أكدت أن فترة التخزين الطويلة للقشدة المتخمرة تؤثر سلباً في رقم الحموضة خلال فترة الصلاحية مما يقلل من متوسط الـ pH (16)

يعود الانخفاض التدريجي لقيم الـ pH مع ازدياد كمية البادئ المُستخدم إلى ارتفاع إنتاج الحموض وخصوصاً حمض اللبن، مما يتسبب في انخفاض قيمة رقم الحموضة وهذا يُشير إلى الزيادة في عدد الأحياء الدقيقة المنتجة للأحماض بزيادة الكمية المستخدمة من البادئ (17)

وأيضاً يتوافق هذا الانخفاض مع الدراسات حيث أن انخفاض رقم الحموضة يقلل من القدرة على الاحتفاظ بالماء نتيجة زيادة سماكة طبقة الماء المُحيطة بجسيمة الكازئين. (18)

وقد أظهر التحليل الأحصائي انه يوجد فروق معنوية عند مستوى ثقة (0.05) بين نسب البادئ ودرجة الـ pH جدول (3) فيلاحظ ان قيمة الـ pH تتراوح بين 4.3-4.9 في اليوم الأول وهو يوافق القيمة المثلى لانتهاء عملية التخمير وتشكل الخثرة ونسب البادئ المضاف على اختلافها أدت الى هذا الانخفاض في اليوم الأول فيما بينهم (1)

أما بالنسبة لدرجة التحضين بين التحليل الأحصائي بالمقارنة انه لا يوجد فروق معنوية بين درجتي التحضين 35° م و 40° م بالنسبة لل pH

وأيضاً يلاحظ أنه يوجد فروق معنوية بين الدرجة 35° م و 40° م بالنسبة للقيم ال pH وهذا الاختلاف لل pH يستند ذلك الى انه كلما ابتعدت درجة الحرارة عن درجة الحرارة المثلى أدت الى خفض نشاط الأحياء الدقيقة.

ويلاحظ من الجدول (2) انه عند(نسبة بادىء 1% نسب الدسم الثلاثة 35%، 25% 15%) ودرجة حرارة (35° م) بلغت ال pH على التوالي (4.73-4.60-4.91) وأيضاً من الجدول (2) عند(نسبة بادىء 1% نسب الدسم الثلاثة 35%، 25% 15%) ودرجة حرارة (45° م) بلغت ال pH (4.61-4.55-4.52) لذلك يلاحظ انخفاض ال PH بشكل اسرع عند درجة الحرارة الأعلى (14)

جدول (4) نتائج قيم الحموضة المعايرة في اليوم الأول :

		درجة الحرارة (التحضين)	نسبة البادئ	نسبة الدسم
45° م	40° م	35° م		
0.02 ± 0.5^{ab}	0.05 ± 0.4^{ab}	0.05 ± 0.5^{ab}	1%	نسبة دسم 35%
0.05 ± 0.6^{bc}	0.01 ± 0.4^a	0.02 ± 0.4^{ad}	2%	
0.06 ± 0.7^{cd}	0.05 ± 0.3^{cd}	0.05 ± 0.3^{cd}	3%	
0.03 ± 0.7^c	0.05 ± 0.8^c	0.06 ± 0.7^{ab}	1%	نسبة دسم 25%
0.01 ± 0.7^{bc}	0.04 ± 0.9^d	0.05 ± 0.9^{ad}	2%	
0.05 ± 1^{cd}	0.03 ± 1^{cd}	0.05 ± 1^{cd}	3%	
0.03 ± 0.7^{ab}	0.02 ± 0.4^{ab}	0.09 ± 0.4^{ab}	1%	نسبة دسم 15%
0.05 ± 0.7^{bc}	0.01 ± 0.5^b	0.05 ± 0.4^{ad}	2%	
0.02 ± 0.8^{cd}	0.05 ± 0.6^{cd}	0.01 ± 0.5^{cd}	3%	

تشير الأحرف الصغيرة a,b,c,d إلى وجود فروق معنوية ضمن العمود الواحد

بينما يشير اختلاف الأحرف الصغيرة cd,bc,ad، إلى وجود فروق معنوية

ضمن الصف الواحد عند مستوى ثقة 0.05

جدول (5) نتائج قيم الحموضة المعايرة في اليوم السابع :

		درجة الحرارة (التحضير)	نسبة البادىء	نسبة الدسم
45°م	40°م	35°م		
0.03±0.7 ^{ab}	0.04±0.4 ^a	0.01±0.3 ^{ab}	1%	نسبة دسم 35%
0.01±0.6 ^a	0.02±0.6 ^a	0.05±0.5 ^{ad}	2%	
0.05±0.6 ^a	0.06±0.5 ^{ab}	0.04±0.5 ^a	3%	
0.03±1.3 ^c	0.04±1.1 ^c	0.02±1 ^c	1%	نسبة دسم 25%
0.02±1.4 ^d	0.05±1.3 ^c	0.05±0.9 ^{ad}	2%	
0.01±1.6 ^d	0.09±1.5 ^{ad}	0.08±0.9 ^b	3%	
0.02±0.8 ^{ab}	0.05±0.6 ^a	0.03±0.6 ^{ab}	1%	نسبة دسم 15%
0.04±0.9 ^b	0.05±0.7 ^b	0.02±0.6 ^{ad}	2%	
0.07±0.9 ^b	0.03±0.8 ^{ab}	0.04±0.7 ^b	3%	

تشير الأحرف الصغيرة a,b,c,d إلى وجود فروق معنوية ضمن الصف الواحد

بينما يشير اختلاف الأحرف الصغيرة ab,ad إلى وجود فروق معنوية ضمن

العمود الواحد عند مستوى ثقة 0.05

- يلاحظ ارتفاع قيمة الحموضة المعايرة عند زيادة نسبة البادئ المُستخدم في التخثير، ويعود ذلك إلى الزيادة في نشاط الأحياء الدقيقة وعددها حيث تراوحت قيمة الحموضة المعايرة للفشدة المتخمرة وفق النتائج المتمثلة في جدول (4)، جدول (5).... (12)

. كما أظهرت النتائج أيضاً العلاقة العكسية بين رقم الحموضة والحموضة المعايرة وهذا نجده في كل من النتائج السابقة على اختلاف نسب الدسم فمثلاً عند نسبة دسم 25% بمقارنة اليوم الأول جدول (2)، جدول (4) عند نسبة بادئ 1% ودرجة تحضين 45° م نلاحظ أن الـ pH 4.55 والحموضة المعايرة 0.7%، أما في اليوم السابع جدول (3)، جدول (5) في نفس الشروط السابقة نلاحظ أن الـ pH 4.15 والحموضة المعايرة 1.3%.

وقد أظهر التحليل الإحصائي الفروق في درجة الحموضة المعايرة حيث يلاحظ أنه يوجد فروق معنوية بينهما جدول (4) بين النسبة البادئ 1% والنسبة 3% ويعود ذلك إلى درجة الحموضة المعايرة المثالية التي يصل إليها في نهاية عملية التخثير والتي تتراوح بين (0.5-0.9)% بما يتوافق أيضاً مع نسب الدسم المختلفة ((15)

وأيضاً يتوافق مع الدراسة التي توضح عند نسبة دسم، ونسبة دسم نموذجية ان مجال الحموضة المعايرة تؤكد النتائج للمنتج الفعلي والتي تتراوح بين (0.5-0.9) % ((15)

وأيضاً بين التحليل الإحصائي بالنسبة لدرجات التحضين الثلاثة الفرق بين درجة حرارة التحضين 35° م و درجة حرارة التحضين 45° م، فقد بلغت الحموضة المعايرة عند نسبة بادئ ثابت 2% عند درجة حرارة 35° م على الترتيب (0.4-0.9-0.4)% و عند درجة 45° م على الترتيب (0.7-0.7-0.6)% ويعود الارتفاع في الحموضة المعايرة عند

درجة الحرارة 45°م الى إعطاء المجال للبكتريا العصوية بالنمو بشكل انشط و متحملة للظروف الحمضية (12)

جدول (6) قيم التعداد العام (نسبة دسم 35%) عند درجات تحضين (35°م، 40°م، 45°م) في اليوم الأول: مستعمرة /مل . 10⁵

45°م	40°م	35°م	نسبة البادئ
3.35 مستعمرة/مل	2.89 مستعمرة/مل	2.85 مستعمرة/مل	1%
3.50 مستعمرة/مل	3.37 مستعمرة/مل	3.30 مستعمرة/مل	2%
3.72 مستعمرة/مل	3.51 مستعمرة/مل	3.42 مستعمرة/مل	3%

جدول (7) عند درجات تحضين (35°م، 40°م، 45°م) في اليوم السابع:

مستعمرة /مل . 10⁵

45°م	40°م	35°م	نسبة البادئ
3.55 مستعمرة/مل	3.00 مستعمرة/مل	2.93 مستعمرة/مل	1%
3.84 مستعمرة/مل	3.45 مستعمرة/مل	3.52 مستعمرة/مل	2%
4.11 مستعمرة/مل	3.69 مستعمرة/مل	3.71 مستعمرة/مل	3%

جدول (8) قيم التعداد العام (نسبة دسم 25%) عند درجات تحضين (35° م، 40° م، 45° م) في اليوم الأول: مستعمرة /مل. 10^5

نسبة البادئ	35° م	40° م	45° م
1%	4.70 مستعمرة/مل	4.79 مستعمرة/مل	4.90 مستعمرة/مل
2%	5.12 مستعمرة/مل	5.43 مستعمرة/مل	5.67 مستعمرة/مل
3%	5.79 مستعمرة/مل	5.82 مستعمرة/مل	5.91 مستعمرة/مل

جدول (9) عند درجات تحضين (35° م، 40° م، 45° م) في اليوم السابع:
مستعمرة /مل. 10^5

نسبة البادئ	35° م	40° م	45° م
1%	5.16 مستعمرة/مل	5.33 مستعمرة/مل	5.62 مستعمرة/مل
2%	5.35 مستعمرة/مل	5.68 مستعمرة/مل	5.80 مستعمرة/مل
3%	5.87 مستعمرة/مل	6.10 مستعمرة/مل	6.39 مستعمرة/مل

جدول (10) قيم التعداد العام (نسبة دسم 15%) عند درجات تحضين (35°م، 40°م، 45°م) في اليوم الأول : مستعمرة/مل. 10⁵

نسبة البادئ	35°م	40°م	45°م
1%	6.14 مستعمرة/مل	6.27 مستعمرة/مل	6.40 مستعمرة/مل
2%	6.25 مستعمرة/مل	6.35 مستعمرة/مل	6.49 مستعمرة/مل
3%	6.39 مستعمرة/مل	6.66 مستعمرة/مل	6.91 مستعمرة/مل

جدول (11) عند درجات تحضين (35°م، 40°م، 45°م) في اليوم السابع: مستعمرة /مل. 10⁵

نسبة البادئ	35°م	40°م	45°م
1%	6.29 مستعمرة/مل	6.46 مستعمرة/مل	6.55 مستعمرة/مل
2%	6.32 مستعمرة/مل	6.66 مستعمرة/مل	6.69 مستعمرة/مل
3%	6.64 مستعمرة/مل	6.83 مستعمرة/مل	6.93 مستعمرة/مل

مناقشة نتائج الاختبارات الميكروبيولوجية:

. وفق دراسة تأثير نسبة البادئ تمت إضافة البادئ المشترك المُستخدم في عملية تخمير القشدة (*Streptococcus thermophilus* و *Lactobacillus bulgaricus*) بنسب 1%، 2%، 3% وعند درجات تحضين مختلفة 35°م، 40°م، 45°م وأيضاً عند

نسب دسم مختلفة 15%، 25%، 35% حيث تبين الجداول السابقة تأثير إضافة نسب مختلفة من البادىء على الدسم.

في اليوم الأول يلاحظ أن التعداد العام في نسبة دسم 15% (جدول 10) ونسبة بادئ 1% كانت نتائج التعداد على التوالي 6,14.10⁵، 6,40.10⁵، 6,27.10⁵ -⁵ ويعود هذا الازدياد التدريجي في التعداد إلى درجة حرارة التحضين الملائمة لنمو البكتيريا العصوية والكروية حيث النمو الملائم لهما بدرجة حرارة 42°م - 43°م للبكتيريا الكروية، و 47° - 50°م للبكتيريا العصوية.

أما بالنسبة لتعداد البكتيريا فيلاحظ وجود فروق بين عينات القشدة (عند نسبة دسم 15%) في اليوم التخزيني الأول، جدول (10) عند درجة تحضين 45°م ونسبة بادئ 3% حيث بلغ التعداد 6,91.10⁵. خلية مشكلة للمستعمرة/مل.

مقارنةً مع اليوم التخزيني السابع في نفس الشروط السابقة فيلاحظ ارتفاع واضح ومحفوظ وهذا الارتفاع يعود إلى تنشيط البكتيريا وخصوصاً العصوية منها حيث أنه بعد مرور أسبوع على التخزين يرتفع تعداد البكتيريا وبشكل واضح العصوية نتيجة تحلل المكونات الغذائية حيث تكون البكتيريا في مرحلة طور النمو اللوغاريتمي ثم تزداد الحموضة وهذا ما يتوافق مع (12) وهذه النتائج تنطبق بشكل مماثل إلى نسبة الدسم 25% و 35%.

مع اختلاف واضح ومهم جداً هي أن التعداد العام للبكتيريا عند نسبة دسم 15% يظهر أعلى قيم في التعداد الميكروبي بحسب القشدة المتخمرة المصنوعة، مقارنةً مع نسبة دسم 25% و 35% حيث يعود ذلك إلى نسبة الدسم المرتفعة والتي لها تأثير سلبي على نمو البكتيريا لأن الأحماض الدسمة الحرة تؤثر على نمو بكتيريا حمض اللبن (13).

تأثير عامل الزمن على إنجاز عملية التخمير :

كما أظهرت النتائج السابقة الزمن المستهلك في عملية التخمير حيث أنه عند مجال درجة تحضين 45° م يُعطي مجالاً أعلى في النمو فنلاحظ يعزز ذلك تنشيط نمو البكتيري للسلالتين بشكل أسرع زمنياً، فنلاحظ أنه عند نسبة دسم 15% وعند درجة تحضين ثابتة 35° م استغرقت عملية التخمير ثلاث ساعات ونصف أما عند نسبة دسم 25% عند نفس درجة التحضين السابقة استغرقت خمس ساعات ونصف أما عند نسبة دسم 35% ونفس درجة التحضين السابقة استغرقت ما يقارب السبع ساعات، وهذا يعود إلى عدة عوامل أساسها درجة الحرارة بالإضافة لارتباطها بنشاط الأحياء الدقيقة ونواتج استقلابها (19)

الاستنتاجات:

- 1- كانت أفضل المواصفات لمنتج القشدة المتخمرة عند نسبة دسم 25% مع نسبة بادئ 2% ودرجة تحضين 40° م، ونسبة الدسم 15% مع نسبة بادئ 2% ودرجة تحضين 45° م.
- 2- بيّنت النتائج وجود علاقة عكسية بين درجة الـ pH والحموضة المعايرة في الأيام التخزينية
- 3- أعطت نسبة الدسم المنخفضة للحصول على منتج للقشدة المتخمرة فترة زمنية قصيرة دلّت على انتهاء التخمر مقارنةً بنسب الدسم المرتفعة.
4. بيّنت نتائج الاختبارات الميكروبيولوجية للقشدة المتخمرة بنسب دسم مرتفعة (35%) انخفاض في تعداد البكتيريا العام مقارنةً مع نسب الدسم الأقل منها (15% و 25%).

المقترحات والتوصيات:

1. إمكانية دراسة سلالات أخرى لإنتاج القشدة المتخمرة أو تدعيم البادئ بسلالات منتجة لمواد الطعم والنكهة.
- 2- إمكانية تصنيع القشدة المتخمرة من أنواع أخرى من الحليب مثل حليب الجاموس.
- 3- تدعيم المنتج بسلالات ذات قيمة غذائية وعلاجية.

المراجع:

- 1- عطرة، رمضان، 2016-2017 -تقانة الألبان(2)، القسم النظري .مديرية الكتب والمطبوعات-جامعة البعث ، ص72-188
- 2- صادق، شريف، 2005-الأحياء الدقيقة الصناعية، القسم النظري، مديرية الكتب و المطبوعات- جامعة البعث، ص257.
- WOUTERS J. ، BRUINENBERG P.، VERHEUL A.،3-AYAD E. and Smit G.(2003)- Starter cultures development for improving International Dairy ،the flavour of Proosdi j-type cheese 159-168. ، Vol 13،Journal
- STEFANOVA S. and YORDANOVA T. ،5-TSEROVSKA L. (2002)- Identification of lactic acid bacteria isolated from 48-، Vol3،culture collections. J. goat's milk and cheese،Katyk 52.
- (1999)- Taxonomie des ،6-REVOL AM. And HERBIN S. Lait ، 3eme annee IA،principaux gener de bacteries Lactiques 78-92.،et produits Laitiers
- NILSSON L. and TAMIME A.Y. (2006)-،7-LYCK S. Miscellaneous fermented milk products. In Fermented Milks. 217-236.، Oxford،Blackwell Publishing
- DRAKE M. and BODYFELT F. ، COSTELLO M.،8- CLARK S. The Sensory ،(2008)- Sour cream and related products 403-، NY، New York،Evaluation of Dairy Products. Springer 426.

- 15th، 9–A.O.A.C (1990)– Official Methods of Analysis
Published by the ،ed.Association of Official Analytical Chemists
Inc. USA.،Association of Official Analytical Chemists
10–AOAC 17th edn, (2000)–Official method 942.15 Acidity
(Titration) of fruit products read with A.O.A.C. official method
920. 149 Preparation of test sample
11–AFNOR (1993)– Analyses physico–chimiques du lait et des
4th ed.،produits laitiers.Tec et Doc.Lavoisies .paris
، HIJAZY H.، EL–SATTAR E.، SHAHEIN M.،12–ATWAA E.
،ALBRAKATI A. and ELMAHALLAWY E. (2022)– Bioactivity
physicochemical and sensory properties of probiotic yoghurt
made from whole milk powder reconstituted in aqueous fennel
52. ، Fermentation Vol 8،extract
P. (2008)– Effect ، PRASAD K. and KADAM،13–GHADGE P.
of fortification on the physico–chemical and sensory properties
، Electronic journal of environmental،of buffalo milk yoghurt
2890–2899.، Vol 7(5)،agricultural and food chemistry
KAYISOGLU S. and OKSUZ O. (2015)– ،14–KAPTAN B.
Mathematical Modeling of pH Variation as a Function of
American Journal ،Temperature and Time in Kefir Production
57–61.، Vol 2.،of Food Science and Nutrition Research
15–ROSHCHUPKINA N. (2006)– Sour cream production
No. 5، Dairy industry،technology product
، GAZI I.، VALENBERG H.،16–SETTACHAIMONGKON S.
ZWIETERING M. and SMID E. ، HOOIJDONK T.،NOUT M.

- (2016)- Influence of Lactobacillus plantarum WCFS1 on metabolite formation and survival of starter ,postacidification 14-22.، Vol 59،bacteria in set-yoghurt. Food Microbiology JAMBRAK A.and BOZANIC R. ، GRACIN L.،17-JURINA I. rheological and sensory ،(2017)- Comparison of chemical properties of kefir produced by kefir grains and commercial 169-176.، Vol 67، Mljekarstvo،kefir starter
- KOC B. (2022)- Yoghurt Production ،KILIC I.،18- KILI E. Potential of Lactic Acid Bacteria Isolated from Leguminous Seeds and Effects of Encapsulated Lactic Acid Bacteria on Bacterial Viability and Physicochemical and Sensory Properties 10.، vol 2022، Hindawi Journal of Chemistry،of Yoghurt
- 19-DIMITRELI G. and ANTONIOU KD. (2011)- Effect of incubatiotemperature and caseinates on the rheological 583 – 588. ، Vol 1، Procedia Food Science،behaviour of Kefir
- 20-FOLKENBERG DM. and SKRIVER A. (2001)- Sensory properties of sour cream as affected by fermentation culture 261-26.، Vol 56، Milchwissenschaft،and storage time
- 21-S Warren. (1987) Influence of storage conditions on quality characteristics of sour cream. Cultured Dairy Products ,vol 8, 13-16.
- 22-AOAC. (1995) Official Methods of Analysis, 16th ed. AOAC International, Gaithersburg, MD
- 23- AOAC, 17th edition,(2000). Official Methods920.151 Solids Total,AOAC International.

دراسة تأثير استخدام كلوريد الزنك على صباغة الأقمشة القطنية بمستخلص العرقسوس

م. هدى شروف

قائم بالأعمال في قسم هندسة الغزل والنسيج

كلية الهندسة الكيميائية والبترولية، جامعة البعث

ملخص البحث

عرفت الأصبغة الطبيعية باستخدامها في تلوين المواد الغذائية، الجلد إضافة إلى الألياف الطبيعية كالصوف، الحرير والقطن كمجالات رئيسية للتطبيق منذ عصور ما قبل التاريخ. ينتج عن الأصبغة الطبيعية ظلال غير مألوفة، هادئة وخفيفة بالمقارنة مع الأصبغة التركيبية. ازداد الوعي مؤخراً بالبيئة وازداد الجدل حول مخاطر الأصبغة التركيبية، مما أدى إلى إعادة استخدام الأصبغة الطبيعية المعروفة قديماً والبحث عن مصادر جديدة للأصبغة، وخاصة الأصبغة ذات المصادر المتوفرة محلياً مثل العرقسوس.

في هذا البحث، استخدم مستخلص العرقسوس، المحضر بمساعدة الأمواج فوق الصوتية عند درجة حرارة الغرفة، في صباغة عينات قطنية مجهزة ومبيضة. أجريت عملية الصباغة الطبيعية بطريقة الترسخ المتزامن وباستخدام كل من كلوريد الزنك والشبة كمرسحات. تم تحديد الثوابت اللونية للعينات المصبوغة باستخدام الماسح الضوئي وبرنامج (ImageJ). اختبرت ثباتية الأقمشة المصبوغة اتجاه كل من الغسيل والاحتكاك، حيث تبين امتلاك العينة المصبوغة بمستخلص العرقسوس ثباتيات ممتازة، انخفضت الثباتيات بشكل طفيف عند استخدام المرسحات. أجري اختبار التمزق لتحديد تأثير الصباغة بمستخلص العرقسوس على الخواص الميكانيكية للعينات المدروسة. تبين أن الصباغة بالعرقسوس أدت إلى تراجع قوة تمزق العينات المصبوغة، غير أن ازدياد تركيز كل من المرسخين أدى إلى ازدياد مقاومة العينات المصبوغة للتمزق، إذ أصبحت أقوى من العينة المرجعية غير المصبوغة.

الكلمات المفتاحية: أصبغة طبيعية، العرقسوس، مرسخ، كلوريد الزنك، الشبة.

Studying the Effect of Using Zinc Chloride on Dyeing Cotton Fabrics with Licorice Extract

Eng. Hoda Sharouf

Department of Textile Engineering, Faculty of Petroleum and Chemical Engineering, AL Baath University.

Abstract

Natural dyes have been known to be used to color foodstuffs, and leather in addition to natural fibers such as wool, silk, and cotton as significant fields of application since prehistoric times.

Natural dyes produce an unusual, calm, and subtle shade compared to synthetic dyes. Awareness of the environment has recently increased and the debate has been raised about the dangers of synthetic dyes, which has led to the reuse of natural dyes known in the past and the search for new sources of dyes, especially dyes with locally available sources such as licorice.

In this paper, licorice extract, prepared by ultrasound assistance at room temperature, was used for dyeing pretreatment and bleached cotton samples. The natural dyeing process was carried out by the simultaneous mordanting method using both zinc chloride and alum as mordants. The color constants of the dyed samples were determined using the scanner and the program (ImageJ). The fastness of the dyed fabrics was tested towards both washing and rubbing, as the dyed sample with licorice extract showed excellent stability. The stability decreased slightly when using mordants. A tear test was conducted to determine the effect of dyeing with licorice extract on the mechanical properties of the studied samples. It was found that dyeing with licorice led to a decrease in the tear strength of the dyed samples, but an increase in the concentration of each of the mordant led to an increase in the resistance of the dyed samples to tearing, as it became stronger than the undyed reference sample.

Keyword: Natural dyes, Glycyrrhiza, mordant, zinc chloride, alum.

1-مقدمة:

يطلق اسم الأصبغة الطبيعية على جميع مواد التلوين المشتقة من المصادر الطبيعية، مثل النباتات والحيوانات والمعادن. وقد ثبت استخدام الأصباغ الطبيعية في جميع أنحاء العالم منذ العصور القديمة. كانت الصبغات الوحيدة المتاحة والمستخدمة حتى عام 1856 عندما اكتشف (Sir W. H. Perkin) أول صبغة اصطناعية "mauviene"، وهي صبغة قاعدية [1]. بسبب تنامي الاهتمام بالمصادر الطبيعية، المنتجات الصديقة للبيئة والاستراتيجيات الجديدة. كل ذلك أدى إلى البحث عن مصادر جديدة للأصبغة، بالإضافة إلى تطوير معدات وآليات عملية الصباغة [2].

لا تتمتع أغلب الأصبغة الطبيعية بكثير من الألفة تجاه الألياف النسيجية، وخاصة السيللوزية، مما يستدعي خطوة إضافية تدعى الترسخ. يشتق مصطلح المرسخ من اللاتينية (mordere) ويعني "يمسك". والمرسخت عبارة عن المواد التي تستخدم لتثبيت الصباغ على الليف حيث تحسن من جودة امتصاص القماش وتساعد في تحسين اللون والثباتية الضوئية. حيث أن المرسخت هي المواد التي تملك ألفة لكل من الألياف النسيجية والأصبغة، لذلك فهي تلعب دور رابط بين الليف والجزر الصباغي. تمتلك الأيونات المعدنية الموجودة في المرسخت المعدنية، طاقة رابطة تساندية قوية وقدرة على تشكيل قوى تجاذب منخفضة إلى متوسطة، وهكذا يمكنها أن تتفاعل كمادة تجسير (ربط) لإعطاء ثباتية للأصبغة الطبيعية. عندما تتشرب المواد النسيجية بهذه الأملاح المعدنية، تصبح قابلة للصبغة بأنواع مختلفة من الأصبغة الطبيعية. كما أنها تمتلك بعض المجموعات الوظيفية القابلة للتفاعل مما يسهل تثبيت الصباغ، فبعد اتحادها مع الصباغ داخل الليف، يتشكل راسب غير قابل للانحلال. وهكذا يصبح الصباغ ثابت للغسيل لدرجة مقبولة [3-4]. هناك ثلاث أنواع من المرسخت، الأملاح المعدنية، المرسخت الزينية والثانيات [2]. استخدمت الأملاح المعدنية للألمنيوم، الكروم، القصدير، النحاس

والحديد كمرسحات من قبل الصباغين التقليديين. ومن المرسحات الشائعة حالياً الشبة، صيغ مصطلح الشبة في الأصل للدلالة على كبريتات الألمنيوم والبوتاسيوم الثنائية $(\text{AlK}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O})$ [3].

هناك ثلاث أنواع من طرق تطبيق المرسحات تستند إلى توقيت تطبيقها: الترسخ المسبق (pre-mordanting)، الترسخ اللاحق (post-mordanting) والترسوخ المتزامن (simultaneously-mordanting) أو (meta-mordanting) [7].

استخلاص المحتوى الملون من مصدر صباغي طبيعي هو خطوة هامة من أجل صباغة أي مادة نسيجية لزيادة العائد اللوني إلى الحد الأقصى. إن معايرة عملية الاستخلاص وتحسين متغيراتها من أجل صباغ طبيعي معين، يمتلك أهمية تقنية وتجارية تتعلق بالعائد اللوني وتكلفة عملية الاستخلاص إضافة إلى تكلفة الصباغة [3].

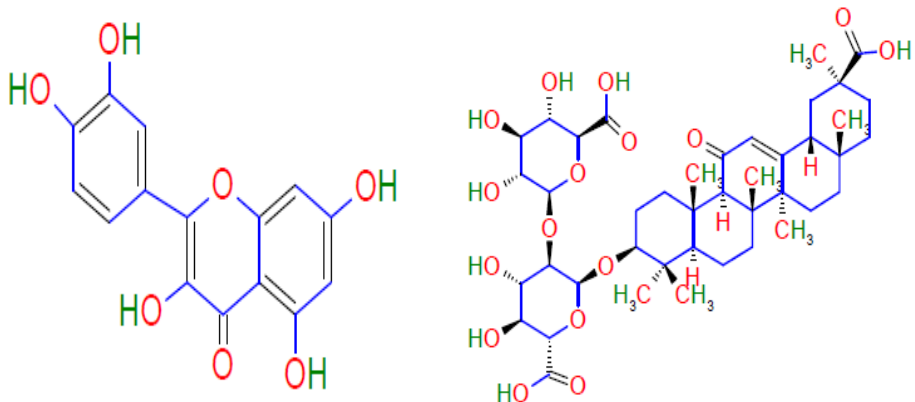
تتنوع طرق استخلاص الأصبغة الطبيعية ومن أهمها: الاستخلاص المائي، الاستخلاص القلوي أو الحمضي، الاستخلاص باستخدام أمواج الميكروويف، الاستخلاص باستخدام الأمواج فوق الصوتية، التخمير، الاستخلاص الأنزيمي، الاستخلاص بواسطة المذيبات، الاستخلاص باستخدام السيليكاجل، الاستخلاص عند الدرجة الحرجة [6].

الصباغة باستخدام الأمواج فوق الصوتية هي تقنية مبتكرة للغاية ومنهجية لتوفير الطاقة. يحتوي مولد الأمواج فوق الصوتية (Sonicator) على موجات صوتية عالية الطاقة، مما يزيد من التجايف فوق الصوتية، ويحرر كمية كبيرة من الطاقة. هذه المنهجية مفيدة عندما تكون موارد الطاقة محدودة. كما يمكن استخدام الأصباغ الحساسة للحرارة بمساعدة حمام الأمواج فوق الصوتية بشكل مريح للغاية من دون التعرض للتحلل. درس تأثير متغيرات عملية استخلاص الأصبغة من المواد الطبيعية باستخدام الأمواج فوق الصوتية، مثل الطاقة، الوقت، وتأثير نظام المذيبات. تبين أن استخدام الموجات فوق الصوتية يحسن كفاءة استخلاص المكونات الملونة. كما تشير النتائج إلى وجود تحسن

كبير بنسبة 13% إلى 100% في كفاءة استخلاص الملون الذي تم الحصول عليه من مواد نباتية مختلفة نتيجة استخدام الموجات فوق الصوتية [7].

يعد نبات العرقسوس من النباتات المستعملة في الطب والصيدلة منذ آلاف السنين، إذ كان يستعمل في الصين لإزالة العطش، ولمعالجة ارتفاع حرارة الجسم والسعال وضيق التنفس، ويعمل كمضاد للالتهابات ومضاد للفيروسات ومضاد للبكتيريا ومضاد للتطهير وللسرطنة. غير أن الجرعة العالية منه قد تؤدي إلى أعراض جانبية غير مرغوب فيها ومن أهمها نقص عنصر البوتاسيوم في الدم [8]. الاسم الانجليزي للعرقسوس هو (Liquorice) أما الاسم العلمي (Glycyrrhiza) وهو اسم لاتيني مشتق من الكلمة اليونانية Glykýsrhiza التي تعني الجذر الحلو في إشارة إلى صفات التحلية والتليين لجذور هذا النبات [9].

يحتوي مستخلص العرقسوس على مجموعة كبيرة من العناصر والمواد الغذائية. وثبت أنه يحتوي على مواد سكرية وأملاح معدنية من أهمها البوتاسيوم، الكالسيوم، المغنيزيوم، الفوسفور، و مواد صابونية. كما يحتوي على الفلافونات والتانينات والكلايكوسيدات [9]. تم عزل حوالي 400 مركب من العرقسوس، بما في ذلك حوالي 300 مركب فلافونويد، بالإضافة إلى المركبات الفينولية. كما أن المكون النشط الرئيسي هو الجليسريزين المبين صيغته الكيميائية في الشكل (1). كما يحتوي على الكيرستين الشكل (2) وهو أحد أهم الفلافونيدات النباتية التي تعطي اللون الأصفر [10].



الشكل (2) الصيغة الكيميائية للكيرستين

الشكل (1) التركيب الكيميائي للجليسيريدين

في عام (2010) درس (Jang J.D) و (Lee Y.S) خصائص اللون والخصائص الصبغية للأقمشة القطنية المصبوغة بمستخلص جذور العرقسوس. استخدمت مزائج مختلفة التراكيز من الماء والإيثانول في عملية الاستخلاص. أظهرت الأقمشة القطنية المصبوغة بمستخلص العرقسوس قدرة أفضل على إزالة الروائح الكريهة وخصائص حجب الأشعة فوق البنفسجية مقارنة بالأقمشة البيضاء القياسية [11]. وفي العام (2012) قام (Veni K) و (Mani A) بتحضير وتوصيف العرقسوس كنبات طبي ودراسة خصائص الراحة الحرارية (التبريد coolant) ومقاومة الميكروبات للأقمشة القطنية المعالجة بالعرقسوس. وإمكانية تطبيقها في علاج الأمراض العينية. أشارت النتائج إلى أن العينات المعالجة بالعرقسوس تبدي قيم تبريد مرتفعة مقارنة مع غير المرجعية حيث تعطي قيم مقاومة حرارية مرتفعة. كما تظهر مقاومة مرتفعة للبكتيريا، وازدادت كل من قابلية الترطيب والامتصاص للعينات المعالجة مقارنة مع تلك غير المعالجة [12]. في العام (2020) استخدم (YILMAZ F) جذور العرقسوس لصبغة الأقمشة الصوفية وإكساب الأقمشة المصبوغة خصائص طبيعية مضادة للبكتيريا. استخدمت كبريتات النحاس، كلوريد القصدير، كبريتات الحديد، كلوريد الزنك وكبريتات

الألومنيوم والبوتاسيوم (الشبة) كمواد مرسخة بتركيز 3%. وقد أظهرت العينات المختبرة خصائص الثبات المطلوبة للاستخدام في تلوين الأقمشة الصوفية. وفعالية العينات المصبوغة تجاه البكتيريا [13]. في العام (2022) قام (KORUYUCU A) و (BALABAN F Ç) باستخدام جذر العرقسوس كمادة مثبطة للهب (FR). حيث درست خصائص تثبيط الاشتعال على القطن 100% وكذلك على الأقمشة الممزوجة (50% قطن - 50% بوليستر) بعد معالجتها بجذور العرقسوس والمواد المثبطة للهب التجارية مثل المواد العضوية على أساس فوسفور-نيتروجين والفوسفور. أظهرت النتائج أن مستخلصات جذر العرقسوس عززت السلوك الحراري للأقمشة القطنية والممزوجة بعد عمليات المعالجة والصبغة. حيث أن المعالجات أدت الى زيادة كمية الأكسجين المطلوبة للاحتراق. نتيجة لذلك، أدى استخدام مستخلصات جذر العرقسوس إلى تحسن كبير في مقاومة النسيج للاشتعال [14].

2-هدف البحث:

دراسة تأثير استخدام كلوريد الزنك على صبغة الأقمشة القطنية بمستخلص العرقسوس. حيث تضمنت الدراسة تأثير كلوريد الزنك على كل من ثباتية الأقمشة المصبوغة اتجاه الغسيل والاحتكاك، وكذلك تأثيره على المواصفات الميكانيكية للقماس المصبوغ. وذلك بالمقارنة مع عينات مصبوغة بالعرقسوس باستخدام الشبة كمرسخ.

3-مواد وطرق البحث:

3-1-خطة البحث:

يتضمن إجراء البحث المراحل الأساسية التالية:

1. تجهيز العينات القطنية.
2. استخلاص صباغ العرقسوس.

3. صباغة العينات بمستخلص العرقسوس واستخدام كل من كلوريد الزنك والشبة كمرسحات.
4. إجراء اختبار الثباتية للاحتكاك الجاف والرطب.
5. إجراء اختبار الثباتية للغسيل (تغيير اللون والتطيخ).
6. قياس قوة التمزق للعينات المصبوغة ومقارنتها مع عينة غير مصبوغة.
7. مناقشة النتائج.

3-2-الأجهزة والأدوات المستخدمة في البحث:

1. ميزان حساس (دقة الجهاز 0.001g).
2. ميزان حرارة زئبقي (300°C).
3. سخان مخبري مع خلط مغناطيسي.
4. حمام الأمواج فوق الصوتية.
5. فرن تجفيف.
6. جهاز اختبار الثباتية للاحتكاك.
7. المقياس الرمادي.

3-3-المواد المستخدمة في البحث:

1. قماش قطني خام تركيبه النسيجي سادة (1/1) وزن المتر المربع (182g/m^2).
2. مسحوق جذور العرقسوس.
3. كلوريد الزنك (ZnCl_2).
4. كبريتات الألومينيوم والبوتاسيوم المائية (الشبة) ($\text{AlK}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$).
5. مسحوق غسيل تجاري.

3-4- التجارب:

3-4-1- تجهيز القماش القطني:

تجري عملية التبييض والتجهيز في حمام واحد باستخدام ماءات الصوديوم (4%) والماء الأوكسجيني (8%) ونسبة حوض (1:20). وتشمل عملية التجهيز نزع النشاء وزيادة ترطيب القماش وبالتالي تقبل القماش للمعالجة الكيميائية والصبغة اللاحقة.

3-4-2- استخلاص الصباغ:

نفا استخلاص العرقسوس باستخدام الماء المقطر مع (70 g/l) من مسحوق جذور العرقسوس. وبمساعدة حمام الأمواج فوق الصوتية. يستغرق الاستخلاص 90 دقيقة عند درجة حرارة الغرفة. بعد ذلك يرشح المزيج ويرقد لإزالة الأجزاء الصلبة.

3-4-3- عملية الصباغة:

صبغت العينات القطنية المجهزة مسبقاً باستخدام طريقة الترسخ المتزامن عند الدرجة (90°C) لمدة (30 min) ونسبة حوض (1:40) بعد إذابة المرسختات في مستخلص العرقسوس، وفق التراكيز الواردة في الجدول (1). بعد ذلك تشطف العينات بالماء، وتجفف بالهواء عند درجة حرارة الغرفة.

الجدول (1) تسمية العينات المصبوغة بمستخلص العرقسوس

رقم العينة	تركيز المرسخ (g/l)	نوع المرسخ	رقم العينة	تركيز المرسخ (g/l)	نوع المرسخ
0	-	بدون مرسخ	-	-	-
1	1	كلوريد الزنك	6	1	شبة
2	3	كلوريد الزنك	7	3	شبة
3	5	كلوريد الزنك	8	5	شبة
4	7	كلوريد الزنك	9	7	شبة
5	10	كلوريد الزنك	10	10	شبة

3-4-4-اختبار الثباتية اتجاه الغسيل:

تعتبر هذه الثباتية عن قدرة الصباغ على تحركه من النسيج لمحلل الغسيل الحاوي على الصابون بتركيز معين وعند درجتي قلووية وحرارة معلومتين، وترتبط هذه الثباتية عادة بنوعية الرابطة التي تربط بين الصباغ والنسيج، وببنية الصباغ نفسه، إذ أن ازدياد عدد زمر السلفون في الجزيء الصباغي يرفع من حركة الصباغ نحو المحلول ويخفض بالتالي من الثباتية للغسيل كأثر سلبي في الوقت الذي يرفع فيه من قدرة الصباغ على التسوية كأثر إيجابي بفعل تحسن قابلية انحلال الصباغ بالماء.

تدعى عينة الاختبار بالعينة المركبة، وتعالج في بيشر سعة ليتر واحد، ويحوي محلول صابون 5 % وبحيث تكون نسبة الحمام 50/1، وتحرك العينة ويتم تقييمها حسب تعليمات الإيزو:

- I. الاختبار الأول حسب ISO C01: تتم المعالجة عند الدرجة (40 ± 2 °C) لمدة 30 دقيقة، وتمائل هذه العملية عملية الغسيل المنزلية.
- II. الاختبار الثاني حسب ISO C02: تتم المعالجة عند الدرجة (50 ± 2 °C) لمدة 45 دقيقة، وتمائل هذه العملية عمليتي غسيل منزلية.
- III. الاختبار الثالث حسب ISO C03: تتم المعالجة عند الدرجة (60 ± 2 °C) لمدة 30 دقيقة وبإضافة 2 غ/ل ليتر كربونات الصوديوم.

بعد انتهاء الاختبارات الثلاثة تشطف العينات بالماء البارد المقطر مرتين ثم لمدة 10 دقائق بماء صنوبر جاري وتعصر وتجفف بالهواء الساخن الذي لا تزيد درجة حرارته عن (60°C). تقارن العينة المغسولة مع الأصلية غير المغسولة وتقارن مع المقياس الرمادي، الشكل (3)، لتقدير درجة فقدان اللون، ويعطي المقياس الرمادي خمسة درجات كما يلي:

الجدول (2) تدرجات المقياس الرمادي لتقييم تغير اللون

الدرجة	ملاحظات
5	لا تغير في اللون بين العينة المغسولة والقماش المصبوغ غير المغسول
4	تغير طفيف جدا بين العينة المغسولة والقماش المصبوغ غير المغسول
3	تغير متوسط بين العينة المغسولة والقماش المصبوغ غير المغسول
2	تغير واضح بين العينة المغسولة والقماش المصبوغ غير المغسول
1	تغير كبير بين العينة المغسولة والقماش المصبوغ غير المغسول

أما درجة التلطix على العينات البيضاء غير المصبوغة فيقدر بالمقياس الرمادي 2،
وتتم المقارنة بين قطع القماش الملطخة مع المقياس الرمادي الذي يأخذ التدرجات التالية
المبينة في الجدول (3).

ويتم الاختبار بوضع قطعة القماش المراد اختبارها بين قطعتي قماش أبيض وتقاط
القطع الثلاثة مع بعضها من الحواف (قطعتي القماش الأبيض من نفس نوع القطعة
المصبوغة).

تدعى عينة الاختبار بالعينة المركبة، ويحوي محلول الغسيل على (5 g/l) من الصابون
بحيث تكون نسبة الحمام 50/1. أبعاد العينة (5*5) cm [15].

الجدول (3) تدرجات المقياس الرمادي لتقييم التبقيع

الدرجة	ملاحظات
5	لا يحدث تبقيع على العينة البيضاء الملتصقة بالقماش المصبوغ
4	تبقيع خفيف على العينة البيضاء الملتصقة بالقماش المصبوغ
3	تبقيع متوسط على العينة البيضاء الملتصقة بالقماش المصبوغ
2	تبقيع غامق على العينة البيضاء الملتصقة بالقماش المصبوغ
1	تصبغ العينة البيضاء الملتصقة بالقماش المصبوغ بشكل غامق



الشكل (3) المقياس الرمادي المستخدم في التقييم

3-4-5- اختبار الثباتية اتجاه الاحتكاك:

يهدف هذا الاختبار إلى تقييم مدى مقاومة جزيئات الصبغة السطحية للانتقال من القماش المختبر إلى قطعة قماش بيضاء موضوعة مقابل القماش المختبر وفي حالة احتكاك معه.

اختبرت مقاومة العينات المصبوغة بمستخلص العرقسوس للاحتكاك على جهاز electronic crockmeter إنتاج شركة SDL، المبين في الشكل (4)، حيث يتم اختبار الثباتية تجاه الاحتكاك للأقمشة والخيوط الجافة والرطوبة حسب المواصفة القياسية (ISO 105 X-12). وعادة يتم التعبير عن ثباتية اللون باستخدام المقياس الرمادي الخماسي.



الشكل (4) جهاز اختبار ثباتية الأقمشة المصبوغة للاحتكاك

وعادة يتم التعبير عن ثباتية اللون باستخدام المقياس الرمادي الخماسي وفيما يلي توصيف بسيط للجهاز وطريقة العمل:
في البداية يتم تكييف العينات للاختبار في الشروط القياسية ISO139 بحيث تكون درجة الحرارة (20 ± 2 °C) والرطوبة النسبية (65 ± 5 %). الجهاز يتألف من الأجزاء التالية:

- (1) فك سفلي ثابت تثبت عليه عينة الاختبار.
 - (2) فك علوي متحرك مثبت عليه رأس يحتوي على قماش الحك وهو قماش قطني غير مبيض يأتي مع الجهاز من الشركة نفسها.
 - (3) عداد للتحكم بعدد الاشواط المحددة.
- تؤخذ عينتان: واحدة للاختبار الجاف، والأخرى للاختبار الرطب.

وعند إجراء الاختبار الرطب يجب أن يرطب قماش الحك المستخدم بالماء المقطر ويتم عصره حتى تصل نسبة أخذه للماء إلى 100% (أي حتى يصبح قماش الحك ضعفي وزنه).

إجراء الاختبار:

1. يوصل الجهاز إلى مأخذ الكهرباء ويشغل المفتاح الرئيسي ON/OFF.
2. تحدد عدد مرات الحك التي سيتم تعريض العينة لها. ومن أجل اختبارنا نقوم بتحديد عدد الأشواط 10 شوط.
3. يثبت قماش الحك في رأس الاحتكاك بشكل جيد.
4. تثبت العينة على حامل العينة ذات الأبعاد (7.5*23 cm) بشكل جيد.
5. يتم الضغط على زر (test) .
6. عندما يكتمل عدد الدورات المحدد سابقاً تتوقف الآلة بشكل أوتوماتيكي.
7. يرفع الفك العلوي ويؤخذ قماش الحك الملطخ من أجل التقييم بواسطة المقياس الرمادي.

توضع قطعة غير ملطخة من قماش الحك بجانب القطعة الملطخة على مستو واحد وتوجه بنفس الاتجاه ثم يوضع المقياس الرمادي قريباً منها. يجب أن يميل الضوء على سطوح القطع القماشية بزاوية 45 درجة تقريباً.

درجة الثباتية للعينة هي عبارة عن رقم المقياس الرمادي الذي يتوافق مع التباين اللوني ما بين القطع الأصلية والقطع الملطخة. فإذا وقع الرقم ما بين اثنين من التباينات اللونية للمقياس الرمادي يتم عندئذ إعطاء العينة تقييم وسطي مثلاً 4/3، وتعطى الدرجة 5 فقط في حال عدم وجود اختلاف ما بين القطعة الملطخة والقطع الأصلية [15].

3-4-6- اختبار التمزق:

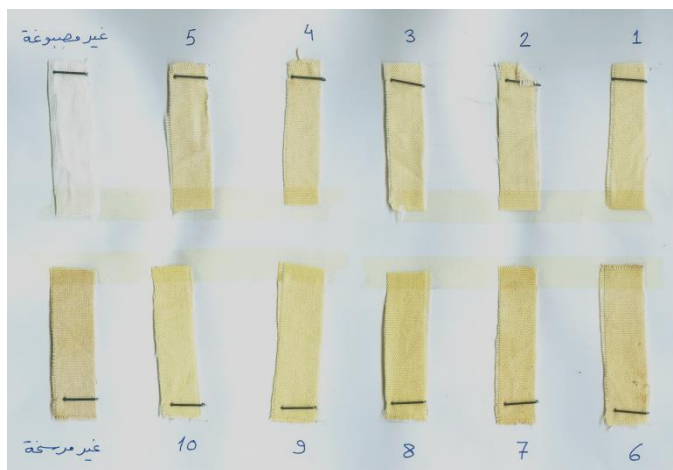
لقياس قوة تمزق القماش يستخدم جهاز قياس قوة التمزق (Elmatear) المبين في الشكل (5). يتكون من فكين أحدهما ثابت والآخر متحرك، حيث يتم إنشاء شق أولي على طول العينة بمقدار (2 cm) ومن ثم توضع العينة الممزقة بين فكي الجهاز ويجرى الاختبار. علماً أن أبعاد العينة (7.5*10 cm). تعتمد طريقة إجراء الاختبار على المواصفة القياسية (ASTM D1424-21) [16]. ويتم تركيب النّقل (B) وذلك بناءً على تحديد متوسط قوة تمزق العينات المختبرة تجريبياً [17].



الشكل (5) جهاز قياس مقاومة الأقمشة للتمزق

4- النتائج ومناقشتها:

ان صباغة القماش القطني بمستخلص جذور العرقسوس باستخدام مرسخين مختلفين، كلوريد الزنك والشبة، أدى الى الحصول على ظلال لونية مختلفة. حيث نتجت ظلال لونية بلون أصفر فاتح عند الترسخ باستخدام كلوريد الزنك، وأصفر فاقع باستخدام الشبة، علماً أن العينة المصبوغة بمستخلص العرقسوس بدون ترسيخ تميل إلى اللون البني الفاتح، الشكل (6) يظهر تدرجات الظلال اللونية للعينات المصبوغة بمستخلص العرقسوس باستخدام مرسخين مختلفين وعدة تراكيز.



الشكل (6) العينات المصبوغة

تم مسح الأقمشة المصبوغة بواسطة ماسح ضوئي نوع (hp Scanjet 3970)، واستخدم برنامج (Image-J) لتحليل ألوان الأقمشة المصبوغة بالعرقسوس، حيث اعتمد نوع الصور (RGB color) وباستخدام التعلية (Histogram) تم الحصول على الثوابت اللونية الثلاثة (R,G,B) العائدة للون الأحمر والأخضر والأزرق، كما استخدمت المعادلة (1) للتحويل إلى التدرج الرمادي (gray scale)، والذي يعتمد على اختلاف

مقدار تحسس العين لكل لون من الألوان الثلاثة، ويمثل مجموعة ظلال كبيرة تقع ضمن المجال من (0) (الأسود) إلى (255) (الأبيض) [18-21]:

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

يبين الجدول (4) قيم الثوابت اللونية للعينات المصبوغة بمستخلص العرقسوس، بالإضافة إلى عينة غير مصبوغة للمقارنة، ويتضح من ملاحظة القيم ما يلي:

1. تقارب ألوان العينات المصبوغة بمستخلص العرقسوس والمرسخة باستخدام كل من كلوريد الزنك والشببة.











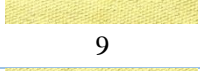
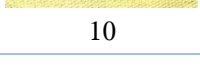
2. بالنسبة للعينات المرسخة بكلوريد الزنك، يلاحظ أن قيم الثوابت اللونية متقاربة جداً وتزداد باستمرار حتى نصل إلى العينة 4 ثم تتخف في العينة 5. على الرغم من أن العينات 1-5 متشابهة جداً حتى تبدو ذات ظل لوني واحد بالعين المجردة.

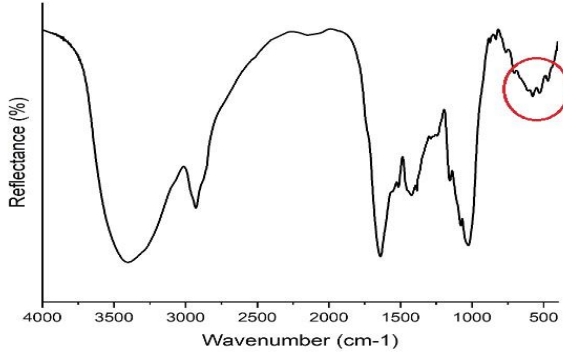
3. تشبه العينات المرسخة بالشببة من حيث الثوابت اللونية تلك المرسخة بكلوريد الزنك، مع أنها تبدو بالعين المجردة أكثر عمقاً، وهذا ما يظهر العينات (6-10) بأنها أقل ازرقاقاً في جدول الثوابت اللونية.

4. بملاحظة قيم التدرج الرمادي، تم تأكيد الحصول على 11 ظل لوني جديد مختلف عن العينة غير المصبوغة، وكان أقربها للون الأسود هي العينة غير المرسخة حيث أخذت القيمة 221، في حين كانت جميع العينات الأخرى أقرب للأبيض، أي أن استخدام المرسخات أدى إلى تفتيح ألوان العينات المصبوغة بالعرقسوس.

5. تمتلك العينات (1-5) لون أقرب للأصفر الفاتح، في حين تمتلك العينات (6-10) ألواناً داكنة أكثر. يعود السبب في ذلك إلى تشكل أكسيد الزنك، أبيض اللون، في الحمام الصباغي نتيجة وجود كلوريد الزنك في وسط مرجع وهو مستخلص العرقسوس. وهذا ما أكدته طيف الأشعة تحت الحمراء (FTIR) الذي اختبره الراسب الناتج عن الحمام الصباغي في الشكل (7).

الجدول (4) قيم الثوابت اللونية للعينات المصبوغة بمستخلص العرقسوس

Gray Scale	R+G+B	G	B	R	العينة
248.956	248.605	250.057	248.973	246.787	 غير مصبوغة
221.431	212.658	223.013	181.355	233.606	 غير مرسخة
235.157	225.960	238.126	195.181	244.570	 1
231.936	222.985	235.057	193.391	240.506	 2
232.975	223.805	236.193	193.544	241.690	 3
235.290	226.490	238.368	197.412	243.690	 4
231.365	223.568	233.929	197.548	239.226	 5
226.864	216.581	229.362	180.894	239.487	 6
226.179	214.891	228.870	175.637	240.165	 7
225.146	212.526	228.893	169.725	238.920	 8
238.328	227.276	242.490	191.221	248.116	 9
237.308	226.503	241.427	191.331	246.752	 10



الشكل (7) طيف ال (FTIR) للراسب المتشكل في الحمام الصباغي
لمستخلص العرقسوس وكلوريد الزنك

كما لوحظ تغير في ملمس العينات المصبوغة المرسخة باستخدام كلوريد الزنك، حيث أمثلت سطحها بعض الخشونة. وهذا ما دعا إلى دراسة تأثير استخدام كلوريد الزنك على الخواص الميكانيكية للأقمشة المصبوغة، مثل اختبار قوة تمزق القماش مثلاً. كما يمكن اختبار قوة شد القماش واستطالته في حال توفر جهاز الشد.

8-1- نتائج اختبار الثباتية اتجاه الاحتكاك:

يظهر الجدول (5) نتائج اختبار الاحتكاك الرطب والجاف للعينات المصبوغة، حيث يلاحظ بداية أن العينة المصبوغة بمستخلص العرقسوس وبدون استخدام المرسخ تمتلك ثباتية ممتازة اتجاه كل من الاحتكاك الجاف والرطب. لذا يقتصر دور المرسخ في هذه الحالة على تغيير الظلال اللونية للعينات المصبوغة وليس تحسين الثباتية. على العكس من ذلك، نلاحظ تراجع ثباتية العينات المصبوغة باستخدام كلوريد الزنك كمرسخ وخاصة عند التراكيز المرتفعة. كما انخفضت الثباتية اتجاه الاحتكاك الرطب والجاف عند استخدام الشبة كمرسخ لتصبح متوسطة بعد أن كانت ممتازة دون استخدام مرسخ.

الجدول (5) نتائج اختبارات الثباتية اتجاه الاحتكاك للعينات المصبوغة

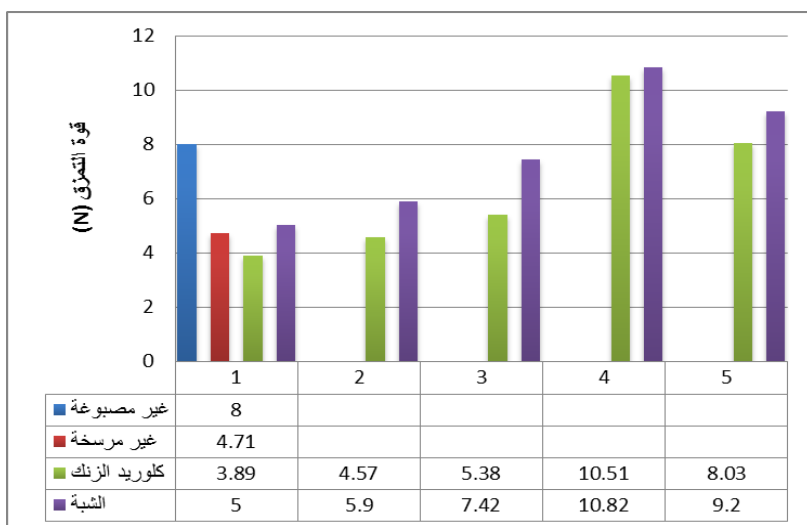
الثباتية اتجاه الاحتكاك		رقم العينة	الثباتية اتجاه الاحتكاك		رقم العينة
الرطب	الجاف		الرطب	الجاف	
-	-	-	4/5	5	0
4	4/5	6	4	5	1
3/4	4/5	7	4/5	5	2
4	4	8	4/5	5	3
4	4/5	9	4	4/5	4
4/5	4/5	10	4	4/5	5

8-2- نتائج اختبار الثباتية اتجاه الغسيل:

يظهر الجدول (6) نتائج اختبار الثباتية اتجاه الغسيل للعينات المصبوغة بمستخلص العرقسوس من حيث تغير لون العينات المصبوغة بعد الغسيل، وتلطخ العينات البيضاء المرافقة. تمتلك العينة المصبوغة غير المرسخة ثباتية جيدة اتجاه الغسيل من حيث تغير اللون والتلطخ، إذ يلاحظ حدوث تغير طفيف في لون كل من العينة الأصلية والمرافقة بعد الغسيل. في حال استخدام كلوريد الزنك كمرسخ، يقل تلطيخ العينة المرافقة من أجل التركيزين (5, 7 g/l) بينما تحافظ باقي العينات على نفس الثباتية مقارنة مع العينة المرجعية. وعند استخدام الشبة كمرسخ، يحدث تغير طفيف باللون من أجل التركيزين (, 13 g/l).

الجدول (6) نتائج اختبارات الثباتية اتجاه الغسيل للعينات المصبوغة

الثباتية اتجاه الغسيل		رقم العينة	الثباتية اتجاه الغسيل		رقم العينة
تغير اللون	التلطيح		تغير اللون	التلطيح	
-	-	-	4/5	4	0
4	4	6	4	4	1
4	4	7	4/5	4/5	2
4/5	4	8	4/5	4/5	3
4/5	4	9	4/5	4	4
4	4/5	10	4/5	4	5



الشكل (8) قوة التمزق للعينات المختبرة مقدره بالنيوتن

8-3- نتائج اختبار التمزق:

تؤثر بعض المرسخات المعدنية على الأقمشة القطنية عند تطبيقها مع الأصبغة الطبيعية، يعود السبب في ذلك إلى الشوارد المتحررة من هذه الأملاح وقدرتها على

التفاعل مع السلاسل السيلولوزية المكونة للألياف القطنية. يبين الشكل (8) مخطط يظهر مقارنة بين العينات المصبوغة بمستخلص العرقسوس والمرسخة باستخدام كلوريد الزنك والشبة، بالمقارنة مع العينة غير المرسخة وكذلك عينة غير مصبوغة. يتبين من المخطط أن صباغة العينات القطنية بمستخلص العرقسوس أدى إلى تراجع مقاومة بعض العينات للتمزق مقارنة مع العينة المجهزة غير المصبوغة، ولا سيما العينة الغير مرسخة. لكن مع ازدياد تركيز المرسخ، تحسنت مقاومة العينات للتمزق وأصبحت أقوى من العينة المرجعية من أجل التركيز (7, 10 g/l) لكل من كلوريد الزنك والشبة. مع ملاحظة أن العينات المرسخة بالشبة تمتلك مقاومة للتمزق أعلى من تلك المرسخة بكلوريد الزنك. يعود السبب في ذلك إلى احتمال توضع أوكسيد الزنك على سطح العينات القطنية، وهو ما يضعف الخصائص الميكانيكية لهذه العينات.

5-الاستنتاجات والتوصيات:

5-1-الاستنتاجات:

استخدم مستخلص العرقسوس، المحضر بمساعدة الأمواج فوق الصوتية عند درجة حرارة الغرفة، في صباغة عينات قطنية مجهزة ومبيضة. أجريت عملية الصباغة الطبيعية بطريقة الترسيخ المتزامن وباستخدام كل من كلوريد الزنك والشبة كمرسحات. تم الحصول على ظلال لونية مختلفة فيما بينها وتختلف كذلك عن كل من العينة غير المصبوغة وتلك غير المرسخة. تم تحديد الثوابت اللونية للعينات المصبوغة باستخدام الماسح الضوئي وبرنامج (ImageJ). اختبرت ثباتية الأقمشة المصبوغة اتجاه كل من الغسيل والاحتكاك، حيث تبين امتلاك العينة المصبوغة بمستخلص العرقسوس ثباتيات ممتازة، بسبب احتواء المستخلص على مركب التانينات وهو معروف بأنه مرسخ طبيعي. وبما أن الثباتيات تراجعت بشكل طفيف عند استخدام المرسحات، يمكن الاستنتاج بأن دور

المرسختات في هذه الدراسة يقتصر على التسبب بالحصول على ظلال لونية مختلفة. أجري اختبار التمزق لتحديد تأثير الصبغة بمستخلص العرقسوس والمرسختات المستخدمة على الخواص الميكانيكية للعينات المدروسة. تبين أن الصبغة بالعرقسوس أدت إلى تراجع قوة تمزق العينات المصبوغة، غير أن ازدياد تركيز كل من المرسخين أدى إلى ازدياد مقاومة العينات المصبوغة للتمزق، إذ أصبحت أقوى من العينة المرجعية غير المصبوغة.

5-2- التوصيات:

1. استخدام طرق أخرى في استخلاص المحلول الصبائي للعرقسوس، مثل التقطير.
2. استخدام مرسختات أخرى مثل كبريتات النحاس وكلور القصدير.
3. صبغة خامات أخرى باستخدام مستخلص العرقسوس، مثل الصوف وكذلك الممزوج (قطن/بوليستر).
4. توصيف المستخلص المائي للعرقسوس باستخدام ال(FTIR) لمعرفة المكونات الكيميائية الموجودة في المستخلصات المختلفة.
5. دراسة إحصائية تشكل أكسيد الزنك على سطح القماش المصبوغ، نتيجة إرجاع كلوريد الزنك باستخدام بعض المكونات القلوية الموجودة في مستخلص العرقسوس.

6-المراجع:

- 1 Ratnapandian S. (2013). Application of natural dyes by padding technique on textile. A thesis submitted in fulfilment of the requirements for the degree of doctor of Philosophy in textile technology. School of fashion and textiles design and social context portfolio RMIT university.
- 2 Mongkholrattanasit R, Cholachatpinyo A, Tubtimthai N. (2014). An evaluation of UV-protection imparted by wool fabric dyed with natural dye from eucalyptus leaf. Chiang May J; 41: 1208-1219.
- 3 Kumbasar E A (Ed). (2014). Natural Dyes: Chapter3. In Tech.
- 4 Muthu S. (2014). Roadmap to sustainable Textile and Clothing: 37-80. Springer.
- 5 Bechtel T, Mussak R. (2009). Handbook of natural colorants. Wiley.
- 6 Vankar P. (2017). Natural dyes for textiles. Elsevier Ltd.
- 7 Saxena, S., & Raja, A. S. M. (2014). Natural dyes: sources, chemistry, application and sustainability issues. Roadmap to sustainable textiles and clothing: eco-friendly raw materials, technologies, and processing methods, 37-80.
- 8 Dastagir, G., & Rizvi, M. A. (2016). Glycyrrhiza glabra L.(Liquorice). Pakistan journal of pharmaceutical sciences, 29(5): 1727-1733.

- 9 Bouhafs N, Jarit S. (2021). Chemical and biological study of the roots of the licorice plant. A study prepared to obtain a master's degree in plant biotechnology. Faculty of Exact Sciences and Sciences of Nature and Life, Larbi Ben M'hidi University, Algeria. IN Arabic.
- 10 Wahab, S., Annadurai, S., Abullais, S. S., Das, G., Ahmad, W., Ahmad, M. F., ... & Amir, M. (2021). Glycyrrhiza glabra (Licorice): A comprehensive review on its phytochemistry, biological activities, clinical evidence and toxicology. *Plants*, 10(12), 2751.
- 11 Lee, Y. S., & Jang, J. D. (2010). Dyeing of cotton fabrics by Glycyrrhizae Radix extract. *Textile Coloration and Finishing*, 22 (1), 21-27.
- 12 Veni, K., & Mani, A. (2012). Preparation and Characterization of Medicinal Herb Glycyrrhiza Glabra and a Study of the Anti-microbial and Thermal Properties on Cotton Fabrics for Eye Syndrome. *Journal of textile and apparel, technology and management*, 7(3).
- 13 YILMAZ, F. (2020). Application of Glycyrrhiza glabra L. root as a natural antibacterial agent in finishing of textile. *Industrial Crops and Products*, 157, 112899.
- 14 KORUYUCU, A., & BALABAN, F. Ç. (2022). Investigation of Flame Retardancy Effect of Licorice Root Extract on Cotton and Cotton-Polyester Blended Fabrics. *Çukurova Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi*, 37(2), 351-366.

- 15 Naser S, Saffour Z, Othman D. Technology of Dyeing, Practical Section 2010. First Edition. Albaath University Homs. IN Arabic.
- 16 ASTM D1424-21, Standard Test Method for Tearing Strength of Fabrics by Falling-Pendulum (Elmendorf-Type) Apparatus. DOI: 10.1520/D1424-21.
- 17 Collier, B.J. and Epps, H.H. (1998), Textile Testing and Analysis, Englewood Cliffs, NJ,Prentice Hall.
- 18 Safarik, I., Baldikova, E., Prochazkova, J., & Pospiskova, K. (2019). Smartphone-based image analysis for evaluation of magnetic textile solid phase extraction of colored compounds. *Heliyon*, 5(12).
- 19 Benedetti, L. (2009). Color to gray conversions for stereo matching.
- 20 James L.Garey, Understanding Bit Depth, national park service, conserve O Gram number 22/1(august 2008)

Wu, Y., Gao, Y., & Chen, Y. (2007, July). Bit depth scalable coding. In *2007 IEEE International Conference on Multimedia and Expo* (pp. 1139-1142). IEEE.
- 21 Karma, I. G. M. (2020). Determination and measurement of color dissimilarity. *Int. J. Eng. Emerg. Technol*, 5(1), 67-71.

دراسة تأثير معالجة قماش القطن بلازما

الأكسجين في عملية صباغته بصباغ مباشر

م. ونام العلي¹ د.م. زياد سفور² د. صقر سلوم³

قسم هندسة الغزل والنسيج- كلية البتروكيميا- جامعة البعث- حمص- سوريا

ملخص:

تم في هذا البحث استخدام بلازما الأكسجين المتولدة في منظومة بلازما انفراغ المهبط المجوف عند ضغط منخفض قدره (0.5 mbar)، وتدفق غاز الأكسجين (50 sccm)، واستطاعة راديوية مطبقة تساوي (100 W) في معالجة سطح القماش القطني. تمت دراسة تأثير هذه العملية في صباغة القماش بصباغ مباشر عند درجتي حرارة مختلفتين وهما (90°C) و(70°C)، مع استخدام كهليلت ومن دون استخدام كهليلت، وذلك من حيث غمق اللون وثباتية عملية الصباغة تجاه الغسيل، كما تم استخدام جهاز FTIR لدراسة تأثير عملية المعالجة في البنية الكيميائية لسطح القماش. تم أيضاً دراسة تأثير المعالجة البلازمية في مقاومة القماش للتمزق، وأجريت القياسات اللونية للعينات المصبوغة باستخدام برنامج ImageJ، وتم تحديد ثبات الصباغ تجاه الغسيل. أظهرت نتائج FTIR زيادة المجموعات الوظيفية الحاوية على الأكسجين في سطح القماش، وهذا ما يساعد على زيادة امتصاص الصباغ من قبل القماش. أعطت العينات المعالجة المصبوغة ظلالاً لونية أغمق من العينات المصبوغة غير المعالجة عند درجتي الحرارة (90°C) و(70°C)، وعند الصباغة من دون استخدام كهليلت. كما كانت العينات المعالجة أكثر ثباتية تجاه الغسيل، مع تغير ضئيل في مقاومة التمزق.

كلمات مفتاحية:

قماش القطن، بلازما انفراغ المهبط المجوف، غاز الأكسجين، صباغ مباشر.

(1) طالبة دكتوراه- قسم هندسة الغزل والنسيج-كلية الهندسة الكيميائية والبترولية-جامعة البعث. البريد الالكتروني:

weaam6140@gmail.com رقم الموبايل: 0938548816.

(2) أستاذ مساعد في قسم هندسة الغزل والنسيج - كلية الهندسة الكيميائية والبترولية-جامعة البعث.

(3) أستاذ في قسم الفيزياء - هيئة الطاقة الذرية - دمشق.

Studying the Effect of the Cotton Fabric Treatment by Oxygen Plasma on its Dyeing Process with a Direct Dye

Weaam Alali Dr. Ziad Saffour Dr. Saker Saloum

Spinning and textile department– petrochemical college– Al
Baath University– Homs– Syria

Abstract:

In this research, oxygen plasma, generated in a Hollow Cathode System at a low-pressure of 0.5 mbar, oxygen gas flowrate of 50 sccm, and applied RF power of 100 W, was used for cotton fabric surface treatment. The effect of this treatment on the dyeing process of the fabric with a direct dye at two different temperatures (90° C) and (70° C), with and without electrolyte has been studied in terms of color depth and dyeing fastness to washing. FTIR technique was used to study the treatment effect on the chemical structure of the fabric surface. The effect of plasma treatment on the tearing strength of the fabric was also studied. The color of the dyed samples was analyzed using ImageJ software, and the dye fastness to washing was determined. FTIR results showed an increase in oxygen-containing functional groups on the fabric surface, which helps increasing the dye absorption by the fabric. The dyed treated samples had deeper color shades than the dyed untreated ones at the temperatures of (90°C) and (70°C), and when dyeing without an electrolyte. The treated samples had more dye fastness to washing, with little change in tear strength.

Keywords:

Cotton Fabric, Hollow Cathode Discharge Plasma, Oxygen gas, direct dye.

1- مقدمة:

ازداد الطلب العالمي على المنتجات النسيجية ذات الخصائص الوظيفية في الآونة الأخيرة بشكل كبير، ومن أجل ذلك تُطبق المعالجات النهائية للأقمشة لتعديل سطح القماش وإضفاء الصفات المرغوبة عليه، وهذه المعالجات يمكن أن تتم بالطريقة الكيميائية الرطبة التقليدية التي يتم فيها غمر القماش المراد معالجته في أوساط كيميائية، لكن هذه الطريقة لها عدة سلبيات، فهي غير صديقة للبيئة، كما أنها تستهلك كثيراً من الطاقة والماء، لذلك يتم البحث باستمرار عن تقنيات جديدة صديقة للبيئة لاستخدامها في مجال صناعة النسيج ومعالجاته النهائية [1, 5, 6].

ومن بين هذه الطرق، تُعدّ تقنية البلازما تقنية جذابة وفعالة في مجال المعالجات النهائية للأقمشة، فهي تساعد في تعديل الخواص السطحية للبوليميرات والأقمشة التي يصعب تعديلها بالطريقة التقليدية، كما أنها صديقة للبيئة، سهلة تقنياً، اقتصادية، وجافة بالكامل على عكس الطريقة الرطبة التقليدية، ولا تنتج مياهاً ملوثة [7, 8, 9].

تُعدّ البلازما هي الحالة الرابعة للمادة، ويوجد نوعان منها، البلازما الحارة والبلازما الباردة، وفي حال معالجة البوليميرات فإن البلازما الباردة هي التي تُستخدم. تتشكل البلازما عند إدخال طاقة كهربائية إلى وسط غازي، فينتج وسط البلازما الذي يحوي جسيمات نشطة (جذور حرة، أيونات، إلكترونات، وفوتونات)، ويسبب التفاعل الذي يحدث بين هذه الجسيمات من جهة وسطح البوليمير من جهة أخرى حدوث تغيرات متعددة في الخواص الفيزيائية والكيميائية لسطح البوليمير [2, 10, 11].

تشمل هذه التغيرات على تحطيم الروابط السطحية، وتنظيف السطح من الملوثات، حيث أن الإلكترونات السريعة في البلازما قادرة على تحطيم الروابط المشتركة الثنائية والثلاثية منتجةً جذوراً حرة ومجموعات وظيفية جديدة [12, 13].

يعتمد تأثير البلازما على نوع الغاز المستخدم في المعالجة، فعند استخدام الغازات الحاوية على نسبة كبيرة من ذرات الكربون والهيدروجين (مثل الميثان، الإيثيلين)، تتبلر

هذه الغازات على سطح البوليمير المعالج، وهذه العملية لها عدة استخدامات هامة في مجال المعالجة بالبلازما، في حين أن الغازات التي لا تتبلر تؤدي إلى حدوث تعديل للسطح عن طريق عملية التتميش (تشكل أخاديد نانوية على سطح الألياف)، التنشيط أو الترسيب [14, 15].

وإن أهم ما يميز المعالجة بتقنية البلازما هو أن المواد الفعالة في وسط البلازما يمكنها تعديل سطح البوليمير من دون التأثير في الخواص البنوية، ويقتصر تأثيرها في الطبقة السطحية من الألياف [16, 17].

وفي مجال الأقمشة، أظهرت عملية التنشيط بالبلازما فعالية في تعديل سطح النسيج، وهي قادرة على استبدال عدة عمليات كيميائية رطبة، وتستخدم الآن بشكل واسع في مجال صناعة النسيج لتغيير خصائص سطح القماش [5, 15].

يعدّ القطن أحد أكثر الألياف النسيجية استخداماً في مجال معالجة الأقمشة، وعند صباغة أقمشة القطن بالأصبغة الأنيونية مثل المباشرة والفعالة، نحتاج عادةً لإضافة كهربي¹ لتعديل الشحنة السالبة لسطح ليف القطن من أجل زيادة الاستنزاف، ولكن زيادة تركيز الكهربي¹ تقلل من قابلية انحلال الصباغ وبالتالي من الاستنزاف، وتعدّ البلازما إحدى التقنيات التي يمكن أن تساعد في تحسين استنزاف الصباغ من قبل القماش [19, 18].

يمكن أن تتشكل البلازما الباردة إما عند ضغط منخفض أو عند الضغط الجوي، كلتا الطريقتان يمكن استخدامها في تعديل سطح الأقمشة، ولكن فيما يخص فعالية المعالجة فإن بلازما الضغط المنخفض مرغوبة أكثر نظراً للتركيز العالي للجسيمات الفعالة فيها، والانتقائية الكيميائية الممتازة، فهي تُستخدم في إجراء التعديلات السطحية لمختلف المواد مثل البوليميرات بهدف تعديل بعض الخواص مثل القابلية للبلل، الخشونة والالتصاق، وتستخدم عادةً عند ضغط يتراوح بين (0.01–10 mbar) [16, 20, 21].

¹ الكهربي¹ هو مادة يمكنها تشكيل شحنات موجبة وسالبة لزيادة امتصاص الصباغ من قبل القماش، يمكن أن تكون عبارة عن بوليمير أو ملح، وفي هذا البحث تم استخدام ملح كلور الصوديوم.

ومن الغازات المستخدمة في بلازما الضغط المنخفض هي (O_2 و N_2 ، Ar)، وهناك العديد من الدراسات التي أظهرت فعالية بلازما O_2 في تحسين قابلية سطح القماش للبلل وخواص صباغة الألياف، فهي تؤدي إلى أكسدة سطح البوليمير، وعند معالجة القماش بها تؤدي إلى تنشيط سطح الألياف وتشكيل مجموعات قطبية مؤكسدة على سطح الليف، وبالتالي يمتص صباغاً أكثر [12, 15, 16].

بين $\dot{I}şmal$ أن بلازما O_2 تعطي اختلافاً كبيراً في لون الصباغة وتوفر إمكانية الحصول على صباغة متجانسة [22]، كما وجد Haji أن معالجة ألياف الصوف ببلازما O_2 تساعد على تحسين صباغتها [23]، ولاحظ Balu أنه عند معالجة ألياف السيلولوز ببلازما O_2 فإن المناطق غير المتبلورة أكثر عرضةً للتنشيط بالبلازما [24]، وبالإضافة إلى ذلك، درس Yilma تأثير معالجة القماش الممزوج (قطن/ بوليستر) (65% / 35%) ببلازما O_2 عند ضغط منخفض، حيث زادت قابلية امتصاص القماش للماء بمعدل (43.25%) في اتجاه السداء [20].

وبشكل عام فإن الدراسات حول استخدام بلازما الضغط المنخفض في المعالجات النهائية للأقمشة وتحسين قابليتها للصباغة قليلة.

في هذا البحث تم إجراء المعالجة المسبقة لقماش القطن ببلازما الأوكسجين باستخدام جهاز البلازما البعيدة ذي المهبط المجوف الذي يعمل عند ضغط منخفض يتراوح بين (0.01 – 10 mbar)، وتدفق الغاز المستخدم يتراوح بين (0.1 – 2000 sccm)، حيث الواحدة sccm هي اختصار لـ (standard cubic centimeter per minute) وتساوي (مل/ دقيقة).

2- هدف البحث:

يهدف هذا البحث إلى دراسة تأثير تنشيط قماش القطن ببلازما الأوكسجين في عملية صباغته بالأصبغة المباشرة عند درجة الحرارة المعتادة ($90^\circ C$)، وعند درجة حرارة أقل ($70^\circ C$)، مع ومن دون استخدام الكهربيث (ملح كلور الصوديوم)، والمقارنة بين العينات المصبوغة بعد المعالجة بالبلازما والمصبوغة غير المعالجة من حيث ثباتية عملية

الصباغة على الغسيل عند كل من درجتى الحرارة المستخدمتين، ودراسة تأثير المعالجة في التركيب الكيميائي لسطح القماش المعالج، وقوة تمزق القماش.

3- مواد وطرق البحث:

3-1- مواد البحث:

- قماش قطن خام سادة (1/1) ذي وزن متر مربع (185 g/m^2) وسماكة (0.23 mm)، ونمرة خيط السداء (20 Nm)، ونمرة خيط الحدف (16 Nm)، وكثافة خيوط السداء (33 yarn/cm)، وكثافة خيوط الحدف 18 (yarn/cm).
- غاز O_2 نقاوة (99.99%)
- صباغ مباشر (Solophenyl Orange ARLE)
- كهربييت (ملح كلور الصوديوم NaCl)

3-2- أدوات البحث:

- جهاز البلازما البعيدة ذي المهبط المجوف
- ميزان حساس
- سخان مخبري
- حمام مائي
- المقياس الرمادي
- جهاز مطيافية الأشعة تحت الحمراء FTIR
- جهاز التمزق

3-3- التجارب:

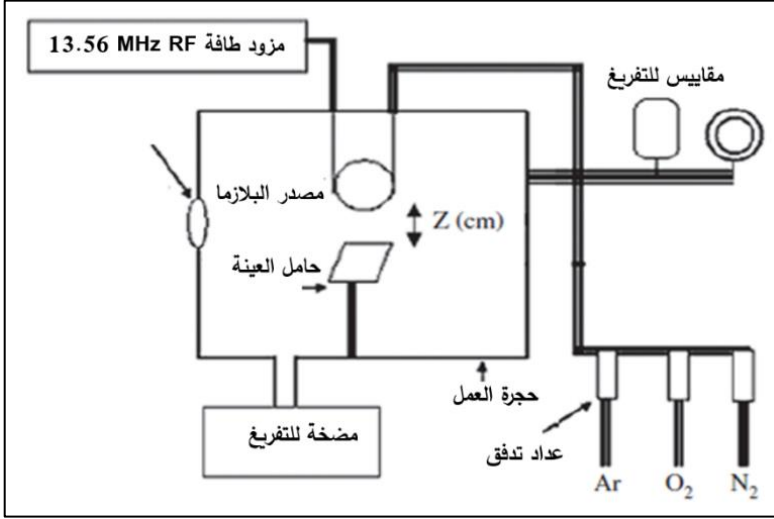
3-3-1- تجهيز القماش:

تمت عملية تجهيز القماش من أجل تبييضه وإزالة النشاء منه، وذلك في حمام واحد باستخدام الماء الأوكسجيني بتركيز (10%) من وزن العينة، ومثبت ماء أوكسجيني

بتركيز (3 g/l)، وماءات الصوديوم بتركيز (4%) من وزن العينة، ونسبة حوض
(1:40) [3].

3-3-2- معالجة العينة بجهاز البلازما البعيدة ذي المهبط المجوف:

تم استخدام جهاز low-pressure Hollow Cathode 13.56 MHz HCD (Plasma Consult GmbH PlasCon HCD-L 300 System) (الشكل 1) الموجود في مخبر فيزياء البلازما في هيئة الطاقة الذرية في دمشق من أجل تنشيط سطح قماش القطن.



الشكل 1: جهاز البلازما البعيدة ذي المهبط المجوف

يتكون هذا الجهاز من أنبوبين متحدي المحور بطول (30 cm)، وهما الأنبوب الداخلي (الكاثود) والخارجي (الأنود)، ويحوي هذان الأنبوبان على صفين من الثقوب المحورية ذات قطر (3 mm) تشكل 30 بائق بلازما، يتم تزويد الكاثود بمزود طاقة ذي تردد راديوي يبلغ (13.56 MHz)، وتوضع العينة على حامل العينات، وهو عبارة عن لوح من الستانلس ستيل يتوضع أسفل مصدر البلازما، ويتم التحكم في تدفق الغاز المستخدم للمعالجة باستخدام مقياس تدفق، وقبل البدء بإدخال الغاز، يتم تخلية حجرة العمل ذات

الأبعاد (50 × 50 × 50 cm³) إلى ضغط (5 × 10⁻⁴ mbar) باستخدام مضخات تخلية. واستخدمت البارامترات التالية في التجربة:

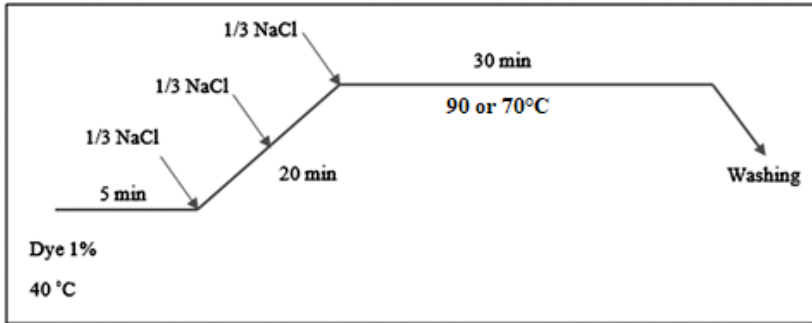
- أبعاد العينة: 20 × 6.5 cm²
- ضغط الخلاء: 5 × 10⁻⁴ mbar
- الاستطاعة: 100 W
- ضغط العمل: 0.16 mbar
- تدفق غاز O₂: 50 sccm
- مدة المعالجة: 10 min

3-3-3- عملية الصباغة:

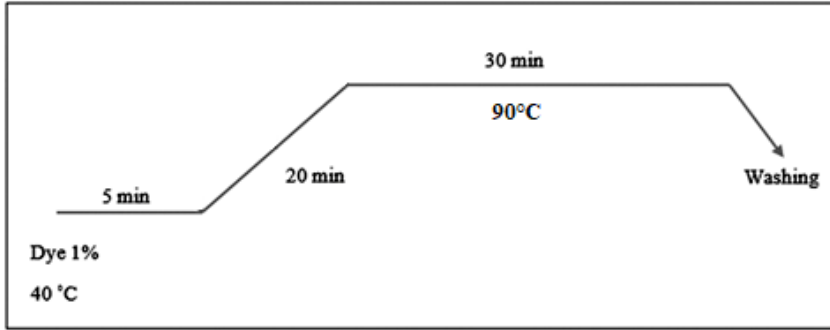
تمت عملية صباغة العينات عند درجتى حرارة مختلفتين هما (90°C) و(70°C) مع ومن دون استخدام الكهريت (NaCl) وذلك وفق المخططين الموضحين في الشكلين 2 و3، حيث نسبة الحوض (1:50) وتركيز الملح (20 g/l)، وتركيز الصباغ (1%) من وزن العينة [4]، حيث أجريت الصباغة للعينات الآتية:

- ☒ عينة غير معالجة وعينة معالجة: الصباغة عند الدرجة (90°C) مع استخدام الكهريت
- ☒ عينة غير معالجة وعينة معالجة: الصباغة عند الدرجة (70°C) مع استخدام الكهريت
- ☒ عينة غير معالجة وعينة معالجة: الصباغة عند الدرجة (90°C) من دون استخدام الكهريت

بعد ذلك تم شطف العينات بالماء، وتجفيفها في الهواء عند درجة حرارة الغرفة.



الشكل 2: مخطط عملية الصباغة مع كهربية



الشكل 3: مخطط عملية الصباغة من دون كهربية

3-4- الاختبارات:

3-4-1- مطيافية FTIR لدراسة تأثير المعالجة في البنية الكيميائية لسطح القماش:

تم هذا الاختبار عن طريق تحليل طيف FTIR للعينتين المعالجة وغير المعالجة باستخدام جهاز مطيافية الأشعة تحت الحمراء Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR) Thermo Nicolet 6700 (Attenuation ATR بطريقة Total Reflection)، الذي يعتمد على مبدأ الانعكاس الكامل للأشعة تحت الحمراء، حيث يوجد طول موجة مختلف من الأشعة تحت الحمراء لكل مجموعة وظيفية، ويستخدم

64 عملية مسح ضمن مجال العدد الموجي ($400 - 4000 \text{ cm}^{-1}$)، (العدد الموجي هو عدد الموجات المتكررة في وحدة المسافة (cm)).

3-4-2- اختبار مقاومة التمزق للقماش:

تم هذا الاختبار للعينتين المعالجة وغير المعالجة باستخدام جهاز Elmatear (الشكل 4) حسب المواصفة القياسية (ASTM D1424-21) [25]، يتألف الجهاز من فكين (فك ثابت وفك متحرك). يجري الاختبار بعد تثبيت العينة بأبعاد ($10 \times 7.5 \text{ cm}^2$) بين فكي الجهاز وإنشاء شق أولي على طول العينة بمقدار (2 cm) باتجاه السداء. تم تحديد قوة التمزق لثلاث عينات من كل من القماش المعالج والقماش غير المعالج، وأخذ المتوسط الحسابي لها.



الشكل 4: جهاز قياس مقاومة الأقمشة للتمزق

3-4-3- القياس اللوني بعد الصباغة:

تم تحديد عمق اللون للعينات المصبوغة (المعالجة وغير المعالجة) باستخدام برنامج ImageJ بعد مسحها بالماسح الضوئي، وذلك بحساب الثوابت اللونية العائدة للون الأحمر والأخضر والأزرق من خلال ما يأتي: تنويب Plugins ← Analysis ← .RGB Measure

ولتسهيل المقارنة تم تحويل الألوان الثلاثة إلى التدرج الرمادي وفق العلاقة (1)، والذي يعتمد على اختلاف مقدار تحسس العين لكل لون من الألوان الثلاثة، ويمثل عدة ظلال تقع ضمن المجال (0 - 255)، حيث (0) يدل على اللون الأسود، و(255) يدل على اللون الأبيض [27, 26].

$$\text{Gray scale} = 0.299R + 0.587G + 0.114B \quad (1)$$

حيث R اللون الأحمر، G اللون الأخضر، B اللون الأزرق.

3-4-4- اختبار ثباتية الصباغة على الغسيل:

تم هذا الاختبار حسب المواصفة (ISO 105 C01) [4] عند درجة الحرارة $(40^\circ\text{C} \pm 2)$ لمدة (30 min)، وتمثل هذه العملية عملية الغسيل المنزلية.

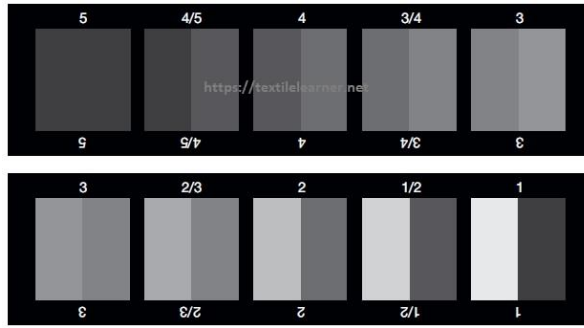
ويتم تقييم تغير اللون بمقارنة العينة المصبوغة المغسولة مع غير المغسولة، حسب المواصفة (ISO 105-A02: 1993) [4] باستخدام المقياس الرمادي 1 (الشكل 5)، وذلك حسب ما يأتي:

- الدرجة 1: تغير كبير بين العينة المغسولة والعينة المصبوغة غير المغسولة
- الدرجة 2: تغير واضح بين العينة المغسولة والعينة المصبوغة غير المغسولة
- الدرجة 3: تغير متوسط بين العينة المغسولة والعينة المصبوغة غير المغسولة
- الدرجة 4: تغير طفيف جداً بين العينة المغسولة والعينة المصبوغة غير المغسولة
- الدرجة 5: لا تغير في اللون بين العينة المغسولة والعينة المصبوغة غير المغسولة

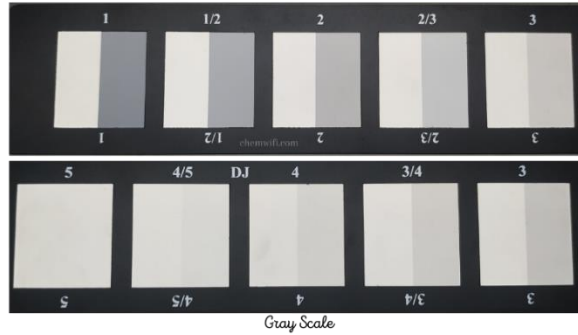
كما يتم تقييم درجة التلطيح حسب المواصفة (ISO 105-A03: 1993) [4] باستخدام المقياس الرمادي 2 (الشكل 6) حيث يتم وضع قطعة القماش المراد اختبارها بين قطعتي قماش أبيض من نفس نوع قماش العينة المصبوغة وتخاط القطع الثلاثة مع بعضها،

ويتم تقييم درجة تلطix العينه المصبوغة على العينه البيضاء غير المصبوغة حسب ما يأتي:

- الدرجة 1: تصبغ العينه البيضاء الملتصقة بالعينه المصبوغة بشكل غامق
- الدرجة 2: تبقيع غامق على العينه البيضاء الملتصقة بالعينه المصبوغة
- الدرجة 3: تبقيع متوسط على العينه البيضاء الملتصقة بالعينه المصبوغة
- الدرجة 4: تبقيع خفيف على العينه البيضاء الملتصقة بالعينه المصبوغة
- الدرجة 5: لا يحدث تبقيع على العينه البيضاء الملتصقة بالعينه المصبوغة



الشكل 5: المقياس الرمادي (1) المستخدم لتقييم درجة تغير اللون

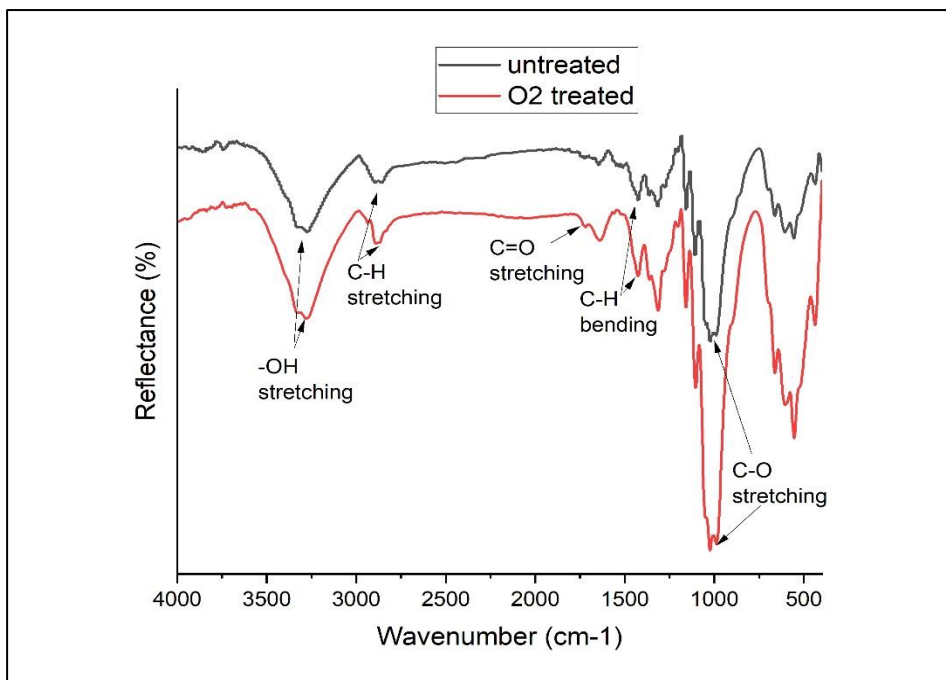


الشكل 6: المقياس الرمادي (2) المستخدم لتقييم درجة التلطix

4- النتائج ومناقشتها:

4-1- نتائج اختبار مطيافية FTIR:

توضح نتائج اختبار مطيافية FTIR لسطح العينات في (الشكل 7)، والقيم الموضحة في (الجدول 1).



الشكل 7: طيف FTIR للعينات غير المعالجة والمعالجة

الجدول 1: الروابط والمجموعات الوظيفية الناتجة عن تحليل FTIR للعينات

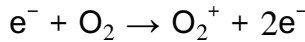
العدد الموجي (cm^{-1})		الرابطة أو المجموعة الوظيفية
العينة المعالجة	العينة غير المعالجة	
3267 – 3338	3270 – 3340	-OH stretching
28670	2890	C-H stretching
1417	1440	C-H bending
1026	1030 – 1050	C-O stretching
1720	-	C=O stretching

يمكن ملاحظة زيادة تركيز الرابطة (C-O) بعد المعالجة، كما زادت الرابطة (-OH) وروابط (C-H) قليلاً، حيث أن تركيز الرابطة يتعلق بشدة الرابطة المتمثلة بمحور الترتيب، بينما محور الفواصل فيمثل العدد الموجي الذي هو انزياح ضمن مجال الرابطة.

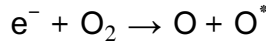
كما تشكلت رابطة جديدة بعد المعالجة وهي (C=O)، ويمكن تفسير تشكلها بسبب تفاعل الروابط الموجودة في سطح القماش مع الأوكسجين الجوي والرطوبة عند تعرضه للجو المحيط [28]. يمكن القول أن المجموعات الوظيفية التي تحوي على الأوكسجين زادت بعد المعالجة، مما يزيد من القابلية للبلل وبالتالي من قابلية امتصاص الصباغ، وزيادة إمكانية تثبيته على الألياف وتحسين الثباتية، لأن هذه الزمر تشكل مواضع ارتباط إضافية مع الأصبغة المباشرة التي ترتبط مع سطح القماش بروابط هيدروجينية وقوى فاندرالس.

الجسيمات الفعالة التي تنتج في وسط بلازما الأوكسجين هي (O_2^* و O^*)، وهي حالات مثارة من (O_2 و O)، وتتشكل كما يأتي [29]:

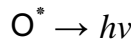
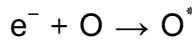
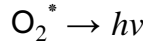
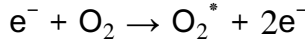
❖ أيونات والكترونات:



❖ ذرات وجذور حرة:



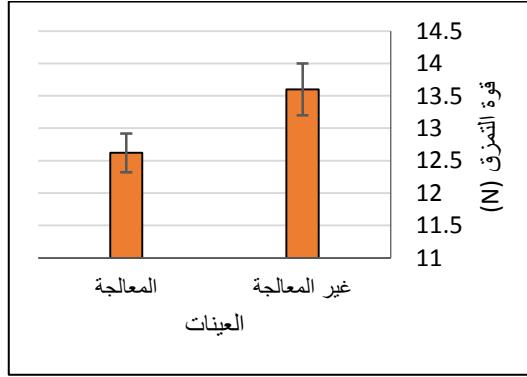
❖ حرارة وضوء:



وقد وُجد أنه في المعالجة ببلازما O_2 يكون تدفق الأوكسجين الذري نحو العينة أعلى بكثير من تدفق أيونات الأوكسجين الموجبة والسالبة، وبالتالي يمكن القول أن الأوكسجين الذري يلعب الدور الرئيسي في تعديل سطح البوليمير في بلازما O_2 [30].

4-2- نتائج اختبار التمزق:

تبين نتائج اختبار التمزق الموضحة في (الشكل 8) انخفاض قوة التمزق قليلاً بعد المعالجة، إذ تتأثر قوة التمزق بنعومة وبنية القماش، وكذلك نمر وكثافة الخيوط، حيث يمكن أن يؤثر تنشيط سطح القماش بالبلازما في بنية القماش قليلاً، مؤدياً إلى انخفاض ضئيل في قوة التمزق [31].



الشكل 8: قيم قوة التمزق للعينات

4-3- نتائج القياسات اللونية:


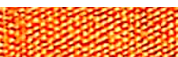


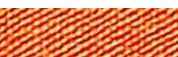
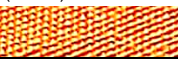

يوضح (الجدول 3) قيم الثوابت اللونية والتدرج الرمادي للعينات.

تشير قيم التدرج الرمادي إلى ما يأتي:

- العينات المعالجة كانت ذات لون أغمق من العينات غير المعالجة مهما كانت درجة حرارة الصباغة المطبقة، وسواءً أكانت الصباغة بوجود كهربي أم من دون وجوده.

- كما كانت العينة المعالجة والمصبوغة عند (90°C) من دون كهrlت ذات لون مكافئ للعينة غير المعالجة والمصبوغة عند (90°C) مع كهrlت
- العينة المعالجة والمصبوغة عند (70°C) كانت ذات لون أعمق من العينة غير المعالجة والمصبوغة عند (90°C).

الجدول 3: قيم الثوابت اللونية والتدرج الرمادي للعينات

Gray scale	Blue	Green	Red	استخدام الكهrlت	العينة
249.921	247.776	249.229	252.049	مع استخدام الكهrlت	العينة المرجعية غير المصبوغة 
154.157	56.301	130.924	237.105		العينة غير المعالجة المصبوغة عند 70°C 
142.475	68.546	117.772	219.153		العينة المعالجة المصبوغة عند 70°C 
146.171	60.820	121.642	226.901		العينة غير المعالجة المصبوغة عند 90°C 
139.095	63.537	110.278	221.604		العينة المعالجة المصبوغة عند 90°C 
151.985	83.059	133.843	213.878	من دون كهrlت	العينة غير المعالجة المصبوغة عند (90°C) 
146.415	88.405	125.763	209.079		العينة المعالجة المصبوغة عند (90°C) 

4-4- نتائج اختبار الثبات على الغسيل:

يوضح (الجدول 4) أن ثباتية الصباغة على الغسيل في العينات المعالجة أعلى منها في العينات غير المعالجة، وذلك من حيث كل من درجة تغير اللون ودرجة التلطix.

الجدول 4: نتائج اختبار ثباتية الصباغ على الغسيل

درجة التلطix	درجة تغير اللون	استخدام الكهريت	العينة
3/4	3/4	مع كهريت	العينة غير المعالجة المصبوغة عند 70°C
4	4/5		العينة المعالجة المصبوغة عند 70°C
3/4	4		العينة غير المعالجة المصبوغة عند 90°C
4/5	4/5		العينة المعالجة المصبوغة عند 90°C
3	3/4	من دون كهريت	العينة غير المعالجة المصبوغة عند (90°C)
4	4/5		العينة المعالجة المصبوغة عند (90°C)

5- الاستنتاجات:

- في هذا البحث تم تنشيط سطح قماش القطن باستخدام بلازما الأوكسجين عن طريق جهاز بلازما المهبط المجوف لتحسين قابليته للصباغة بالأصبغة المباشرة، حيث أجريت عملية الصباغة عند درجتى حرارة مختلفتين وهما (90°C) و(70°C)، مع استخدام الكهريت أو من دونه.

- تمت دراسة تأثير المعالجة في كل من غمق لون الصباغ وثباتية الصباغ تجاه الغسيل، حيث أعطت العينات المعالجة ثباتاً أفضل للصبغة على الغسيل، كما كانت ذات لون أغمق عند كلتا درجتي الحرارة المستخدمتين في الصباغة، وكذلك أعطت العينة المعالجة المصبوغة من دون استخدام كهrlت لونا وثباتية للصباغ تجاه الغسيل تعادل لون وثبات الصباغ في العينة غير المعالجة المصبوغة عند درجة الحرارة نفسها.
- كما تمت دراسة تأثير عملية المعالجة على التركيب الكيميائي لسطح القماش باستخدام جهاز مطيافية الأشعة تحت الحمراء (FTIR)، حيث زاد عدد المجموعات الوظيفية الحاوية على الأوكسجين في الألياف السطحية، والتي تزيد من القابلية للبلل وتحسين عملية الصباغة، وتمت دراسة تأثير المعالجة في مقاومة القماش للتمزق، حيث كان التغير ضئيلاً بعد المعالجة.
- يمكن القول أن هذا البحث وفر إمكانية الصباغة بالأصبغة الأيونية عند درجة حرارة أقل، وبالتالي تقليل الطاقة المستهلكة، وإمكانية الاستغناء عن استخدام الكهrlت عند الصباغة، أي الوصول إلى صباغة صديقة أكثر للبيئة.

6- التوصيات:

نوصي باستخدام أنواع أخرى مختلفة من الغازات ودراسة تأثير استخدامها في معالجة قماش القطن مثل النتروجين والأرغون وغيرها، ودراسة تراكيز مختلفة من الصباغ، ودراسة تأثير تغيير بارامترات جهاز البلازما في تعديل سطح القماش، مثل زمن المعالجة، تدفق الغاز المستخدم في المعالجة، وضغط العمل، والتوصل إلى البارامترات الأفضل لمعالجة سطح القماش للحصول على لون أغمق للصباغ وثبات أفضل تجاه الغسيل.

7- المراجع:

1-7- المراجع العربية:

- 1- بكر؛ حسين، المعالجة النهائية للمنسوجات - الجزء النظري، منشورات جامعة البعث، حمص، 2010.
- 2- سلوم؛ صقر، نذاف؛ منذر، عاقل؛ محمد، فيزياء البلازما وتطبيقاتها - منشورات هيئة الطاقة الذرية، دمشق، 2010.
- 3- بكر؛ حسين، عمليات التجهيز للصباغة والطباعة - الجزء النظري، منشورات جامعة البعث، حمص، 2016.
- 4- عثمان؛ ضفاف، سفور؛ زياد، نصر؛ سلمان، تقانة الصباغة - الجزء العملي، منشورات جامعة البعث، حمص، 2010.

7-2- المراجع الأجنبية:

- 5- Zouari, R., Visileanu, E., & Gargoubi, S. (2021). **Effect of plasma grafting with Hexamethyldisiloxane on comfort and flame resistance of cotton fabric.** *Industria Textila*, 72(2), 225-230.
- 6- Su, T., Han, Y., Liu, H., Li, L., Zhang, Z., & Li, Z. (2019). **The surface modification by O₂ low temperature plasma to improve dyeing properties of Rex rabbit fibers.** *Journal of Engineered Fibers and Fabrics*, 14, 1558925019854024.
- 7- Profili, J., Asadollahi, S., Vinchon, P., Dorris, A., Beck, S., Sarkassian, A., & Stafford, L. (2020). **Recent progress on organosilicon coatings deposited on bleached unrefined Kraft paper by non-thermal plasma process at atmospheric pressure.** *Progress in Organic Coatings*, 147, 105865.
- 8- Chen, Z., Zhao, Z., & Wu, J. (2023). **Application of Atmospheric-Pressure Plasma Treatment in Anti-Hairfalling of Polyester-Cotton Fleece Knitted Fabrics.** *Polymers*, 15(9), 2097.
- 9- Mohamed, H., & EL-HALWAGY, A. A. (2021). **Plasma-based Nanotechnology for Textile Coating.** *Journal of Textiles, Coloration and Polymer Science*, 18(1), 11-31.

- 10- Hamdy, D., Othman, H., & Hassabo, A. G. (2022). **A recent use of plasma in the textile printing**. Journal of Textiles, Coloration and Polymer Science, 19(1), 1-10.
- 11- Saloum, S., Shaker, S. A., Hussin, R., Obaid, A., & Alkafri, M. N. (2019). **Plasma CVD/etching of Poly (methyl methacrylate) surface: optical and structural characterizations**. Materials Research Express, 6(10), 105371.
- 12- Samei, N., Shahidi, S., & Mongkholrattanasit, R. (2022). **Dry Finishing Using Plasma Treatment for Shortening the Initial Wet Finishing of Cotton Fabrics**. Fibers and Polymers, 23(12), 3442-3451.
- 13- Petkevičiūtė, J., Sankauskaitė, A., Jasulaitienė, V., et al. (2022). **Impact of Low-Pressure Plasma Treatment of Wool Fabric for Dyeing with PEDOT: PSS**. Materials, 15(14), 4797.
- 14- Klébert, S., Tilajka, S., Románszki, L., Mohai, M., Csiszár, E., & Károly, Z. (2021). **Degradation phenomena on atmospheric air plasma treatment of polyester fabrics**. Surfaces and Interfaces, 22, 100826.
- 15- Kan, C. W., & Man, W. S. (2018). **Surface characterisation of atmospheric pressure plasma treated cotton fabric—effect of operation parameters**. Polymers, 10(3), 250.

- 16- Saloum, S., Abou Shaker, S., Alwazzeah, M., & Hussin, R. (2021). **Polymer surface modification using He/O₂ RF remote low- pressure plasma.** Surface and interface analysis, 53(9), 754-761.
- 17- Azeem, M., Javed, A., Morikawa, H., Noman, M. T., Khan, M. Q., et al. (2021). **Hydrophilization of polyester textiles by nonthermal plasma.** Autex Research Journal, 21(2), 142-149.
- 18- Aboltakhty, H., Rashidi, A., Yazdanshenas, M. E., & Shahidi, S. (2018). **Effect of nitrogen plasma treatment and direct dye on zeta potential of cotton fabric.** Oriental Journal of Chemistry, 34(1), 301.
- 19- Khaled, E., Abd-El-Thalouth, J., Rashed, U. M., & Mohamed, H. (2023). **Plasma Technique for Modification of The Natural Thickener to Improve Textile Printing Performance.** Journal of Textiles, Coloration and Polymer Science, 20(2), 333-358.
- 20- Yilma, B. B., Luebben, J. F., & Tadesse, M. G. (2021). **Effect of plasma surface modification on comfort properties of polyester/cotton blend fabric.** Materials Research, 24.
- 21- Yilma, B. B., Luebben, J. F., & Nalankilli, G. (2020). **The effect of air, Ar and O₂ plasmas on the electrical resistivity**

and hand-feel properties of polyester/cotton blend

fabric. Fibers, 8(2), 17.

22- İşmal OE, Ozdoğan E and Yıldırım L. **An alternative natural dye, almond shell waste: effects of plasma and mordants on dyeing properties**. Color Technol 2013; 129(6): 431-437.

23- Haji A, Qavamnia SS and Bizhaem FK. **Optimization of oxygen plasma treatment to improve the dyeing of wool with grape leaves**. Indus Text 2016; 67(4): 244-249.

24- Balu, B., Breedveld, V., & Hess, D. W. (2008). **Fabrication of “roll-off” and “sticky” superhydrophobic cellulose surfaces via plasma processing**. Langmuir, 24(9), 4785-4790.

25- ASTM D1424-21. **Standard Test Method for Tearing Strength of Fabrics by Falling-Pendulum (Elmendorf-Type) Apparatus**.

26- Karma, I. G. M. (2020). **Determination and measurement of color dissimilarity**. Int. J. Eng. Emerg. Technol, 5(1), 67-71.

27- Safarik, I., Baldikova, E., Prochazkova, J., & Pospiskova, K. (2019). **Smartphone-based image analysis for evaluation of magnetic textile solid phase extraction of colored compounds**. Heliyon, 5(12).

28- Saloum, S., & Alkhaled, B. (2011). **Structural, optical and electrical properties of plasma deposited thin films from**

hexamethyldisilazane compound. Acta Physica Polonica A, 119(3), 369–373.

29– Kan, C. W., & Man, W. S. (2018). **Surface characterisation of atmospheric pressure plasma treated cotton fabric—effect of operation parameters.** Polymers, 10(3), 250.

30– Saloum, S., Abou Shaker, S., Alkafri, M. N., Obaid, A., & Hussin, R. (2019). **Effect of surface modification on the properties of plasma- polymerized hexamethyldisiloxane thin films.** Surface and Interface Analysis, 51(7), 754–762.

31– Rosace, G., Canton, R., & Colleoni, C. (2010). **Plasma enhanced CVD of SiO_xCyHz thin film on different textile fabrics: Influence of exposure time on the abrasion resistance and mechanical properties.** Applied surface science, 256(8), 2509–2516.

دراسة كفاءة الأكسدة المتقدمة في معالجة مياه

صرف معمل صباغ الصوف ومياه صناعية

إعداد: المهندسة فطمة علوش

كلية الهندسة الكيميائية والبترولية - قسم الهندسة الكيميائية

إشراف: أ. د. محمد هلال

كلية الهندسة الكيميائية والبترولية - قسم الهندسة الكيميائية

ملخص :

يهدف البحث إلى تصميم مفاعل أكسدة متقدمة مخبري متقطع لإجراء أكسدة متقدمة للأصبغة الموجودة في مياه صرف صباغ النسيج، وتحديد كفاءة الأكسدة المتقدمة في معالجة كل من مياه الصرف الصناعي لمعمل صباغ الصوف بمدينة حماة، ومياه صناعية لأصبغة حمضية وقلوية وفعالة من أكثر أصبغة معامل صباغ الصوف خطورة، ودراسة كفاءة هذه الأكسدة في معالجة تلك المياه. وقد تبين من خلال الدراسة أن الوسيط ($TiO_2/BiVO_4/AC$) المحضر مخبرياً بتركيز $1.5g/l$ وبوجود فوق كبريتات الصوديوم بتركيز ($1g/l$) والغلوكوز بتركيز ($1.8 g/l$) والضوء البنفسجي المرئي (طول موجة $400nm$ وباستطاعة $18Mw/m^2$) وبدرجة حموضة تعادل (11) فعال بأكسدة كل من مياه الصرف الصناعي لمعمل صباغ الصوف و صباغ أزرق الميثيل والأحمر الحمضي و الأحمر الفعال وصباغ التترازين و الأزو القرمزي .

Study of advanced oxidation efficiency in treatment wastewater of wool dying factory and artificial water

Abstract:

The research aims to design an advanced oxidation batch lab reactor to perform advanced oxidation of dyes present in textile dye wastewater , and determine the efficiency of the advanced oxidation in treating both wastewater of wool dying factory in Hama city and artificial water of acidic ,alkaline ,and reactive dyes of the most dangerous dyes found in wool dying . The preparing catalyst ($TiO_2/BiVO_4/AC$) with a concentration of 1.5g/l ,and in presence of persulfate ions ,glucose(1.8g/l),pH=11, and violate visible light(wave length of 400nm and power of 18Mw/m²) is effective in oxidizing each of wastewater of wool dying factory and Methyl blue, Acid red 73, Reactive red ,Tatrazine , and Azo carmine .

Keywords: Persulfate activation ; dyes; AOP; $TiO_2;BiVO_4$

(1) مبررات البحث:

- وجود كميات كبيرة من المياه المنصرفة عن معامل صباغة الصوف وتقدر ب (50-120 l/kg) يمكن إعادة تدويرها أو استخدامها بالري [11].

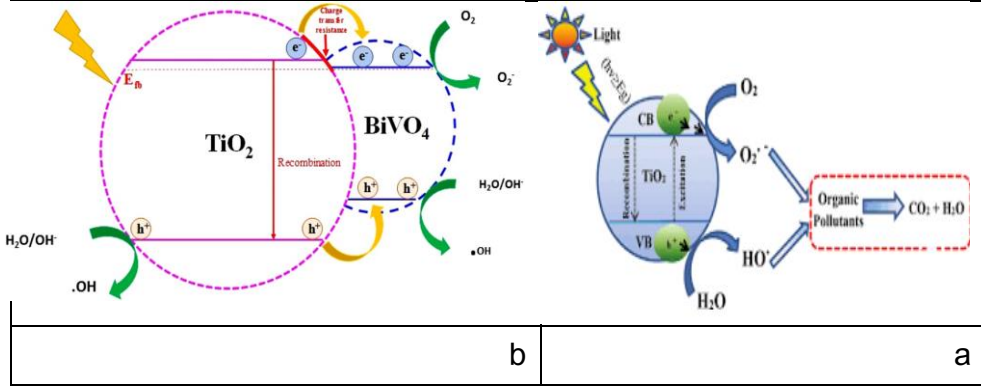
(2) هدف البحث:

يهدف هذا البحث إلى:

- 1- الاستفادة من فاناتات اليزموت المسترجعة من وسيط خامس أكسيد الفاناديوم المستهلك بصناعة حمض الكبريت بتحضير وسيط أكسدة متقدمة [18].
- 2- إجراء أكسدة متقدمة لمياه صرف صناعية ومياه صناعية باستخدام الوسيط المحضر مخبريا من أكسيد التيتانيوم افاناتات اليزموت الفحم الفعال) $(TiO_2/BiVO_4/AC)$.
- 3- تحديد الشروط المثلى لعملية الأكسدة.

(3) مقدمة :

يعتبر صباغ النسيج من أكثر الصناعات تلويثا للبيئة واستخداما للماء وبكميات كبيرة بالإضافة إلى أن هذه المنصرفات صعبة التحلل البيولوجي ولهذا تم الاتجاه نحو معالجة هذه المياه بالأكسدة المتقدمة ولاسيما الوسائطية . يقصد بتقانة الأكسدة الضوئية المتقدمة تكسير روابط الملوثات العضوية وتحولها إلى جزيئات أخف وزنا لمعدنتها بواسطة الضوء وعادة ما يكون هذا الضوء مرئي أو فوق البنفسجي. تحدث التفاعلات الضوئية في وجود أشباه الموصلات (أكسيد التيتانيوم، فاناتات اليزموت) كونها محفزات ضوئية وتمتلك فجوة طاقة و يوضح الشكل (1) آلية التفكيك الضوئي .

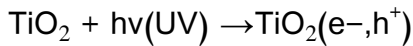


الشكل (1) آلية التفكك الضوئي

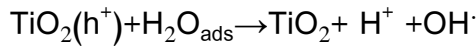
يظهر من الشكل (1,a) أن مادة شبه الموصل (TiO_2) تمتص طاقة مساوية على الأقل فجوة

الطاقة فتنتقل الإلكترونات من حزمة التكافؤ BV إلى حزمة التوصيل BC، فيصبح لدينا إلكترون في حزمة التوصيل e^- وفجوة موجبة h^+ في حزمة التكافؤ، ويتم بذلك الحصول على

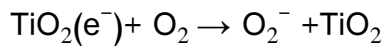
مجموعة من الثقوب والإلكترونات تولد جذور حرة تستخدم بأكسدة الملوثات. تعتبر الفجوة الموجبة h^+ مؤكسد قوي يمكنه أكسدة الأصبغة



عند حزمة التكافؤ BV : تعمل الفجوة الموجبة h^+ على تحويل جزيء الماء إلى بروتون و جذر هيدروكسيل حر يستخدم بأكسدة الملوثات العضوية وفقا للتفاعل التالي:



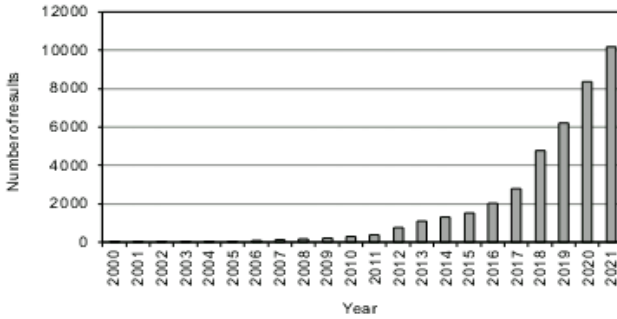
عند حزمة التوصيل BC: يتفاعل الإلكترون مع جزيء الأوكسجين ويعطي أيون مؤكسد قوي جدا O_2^- يستخدم بأكسدة المواد العضوية كما في المعادلة التالية



في الشكل (1,b) تنتقل الإلكترونات من حزمة توصيل TiO_2 لحزمة توصيل فانادات البزموت وكذلك الأمر بالنسبة للثقوب وبذلك تكون الثقوب والإلكترونات المتشكلة على سطح TiO_2 بمثابة محفز لتشكيل الكترولونات وثقوب بكمية أكبر لدى فانادات البزموت ومشتت لمنع إعادة تلاقي الثقوب والإلكترونات ، تستخدم الثقوب والإلكترونات المتشكلة في أكسدة الملوثات بالجذور الحرة الناتجة عن عملية الأكسدة .

(4) دراسة مرجعية:

- تبين من خلال الدراسة المرجعية [1] اتجاه الأبحاث الحديثة لمعالجة مياه صرف الأصبغة بالأكسدة المتقدمة ويوضح الشكل (2) عدد المقالات التي تناولت الأكسدة المتقدمة للأصبغة بالأشعة المرئية خلال الفترة 2000-2021 [15].



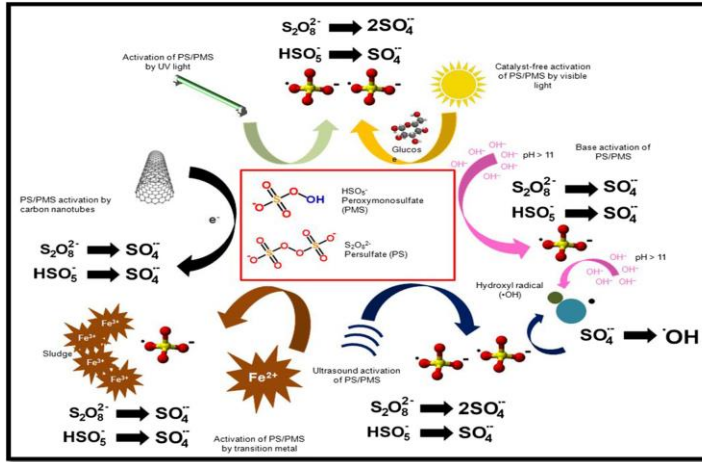
الشكل (2) عدد المقالات التي تناولت الأكسدة المتقدمة

- استخدمت S.Sowmiya Lakshmi [13] أكسدة فنتون لإزالة المواد العضوية من مياه صرف معمل صباغ النسيج و وجدت الباحثة أن أكسدة فنتون أفضل كفاءة في إزالة المواد العضوية من المعالجة الحيوية.
- تبين من الدراسة المرجعية [15] أن صباغ أزرق الميتيل مقاوم للتحلل الحيوي ويعتبر ممثل لأكثر من 70% من الأصبغة المستخدمة في الصباغ ، ويوضح الجدول (1) عدد المقالات التي تناولته بسبب قدرته على التركيز الأحيائي للكائنات الحية

الجدول (1) عدد المقالات التي تناولت أكسدة أزرق الميتيل أكسدة متقدمة [15]

العام	2019	2020	2021
عدد المقالات	67700	20700	28000

كما تبين من تلك الدراسة [15] أن استخدام فوق كبريتات الصوديوم بوجود الغلوكوز والضوء المرئي والأمواج فوق الصوتية يزيد من كفاءة الأكسدة المتقدمة لأن الغلوكوز فعال ضوئياً وعند تعرضه للأشعة ينتقل الإلكترون من الغلوكوز إلى أيونات فوق الكبريتات ويفعلها بتحويلها إلى جذور حرة تساهم بمعدنة الأصبغة كما هو موضح بالشكل (3)



الشكل (3) آلية تفعيل أيونات فوق الكبريتات

- تمت الاستفادة من الدراسات المرجعية في الوصول لمنهج للدراسة وتوجيهها وإثراء إطارها النظري وتفسير بعض النتائج، وينفق البحث مع الدراسات السابقة بموضوعها الرئيسي وهدفها العام ويختلف عنها ببعض الجوانب من حيث الوسيط المستخدم وطبيعة الأشعة المستخدمة والمياه المعالجة وشروط العمل والنتائج التي تم التوصل لها حيث وصلت كفاءة إزالة الصباغ

من مياه الصرف الصناعي لمعمل صباغ الصوف لـ 99% بوجود الضوء المرئي البنفسجي .

(5) مواد وطرق البحث :

1- الأجهزة المستخدمة في القياس:

مجهر إلكتروني (SEM) مجفف مرمدة
جهاز سبيكترو فوتوميتر جهاز Bet لقياس السطح النوعي مقياس اللون
جهاز ultra sound مقياس الناقلية الكهربائية مقياس العكارة

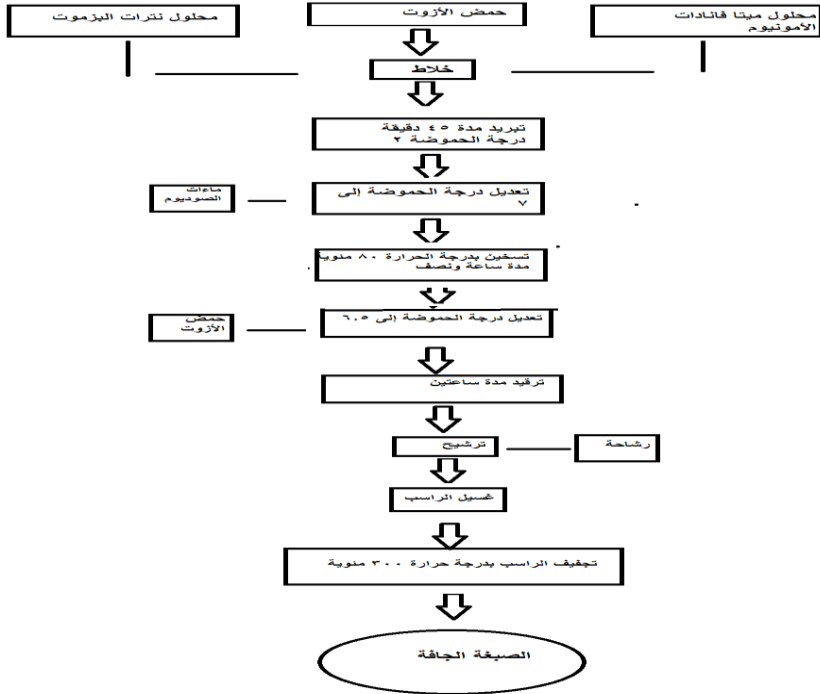
2 - المواد الكيميائية المستخدمة:

1- ماء أكسجيني 30%	2- أكسيد التيتانيوم	3- محلول هيدروكسيد الأمونيوم	4- حمض الآزوت 10%
5- فحم فعال منشط	6- اثيلين غليكول	7- كبريتات الحديدي	8- محلول فانادات الأمونيوم 0.01mol

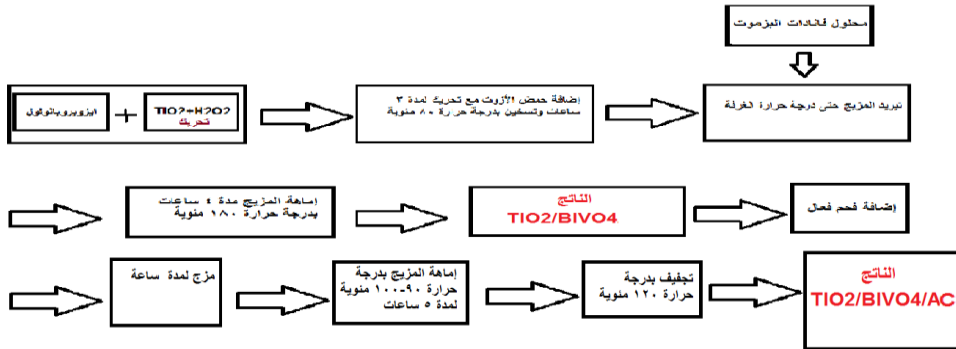
3- الوسيط المستخدم $TiO_2/BiVO_4/AC$:

أولا: تم تحضير فانادات البزموت باتباع الخطوات التالية علما أن ميتا فانادات الأمونيوم يتم الحصول عليها من إضافة ماءات الأمونيوم للوسيط المستهلك بصناعة حمض الكبريت [18]

دراسة كفاءة الأكسدة المتقدمة في معالجة مياه صرف معمل صباغ الصوف ومياه صناعية



ثانياً : تحضير الوسيط $TiO_2/BiVO_4/AC$



4- مواصفات المياه المستخدمة:

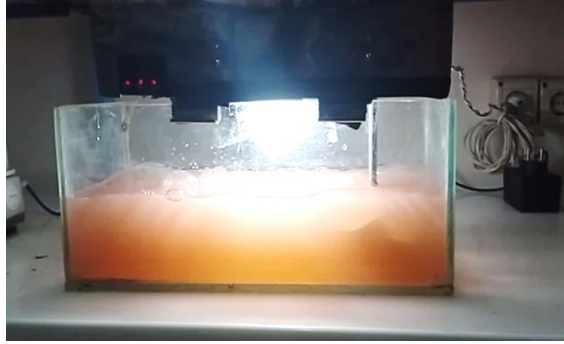
تم استخدام نوعين من المياه:

- 1- مياه صرف صناعي لمعمل صباغ الصوف في مدينة حماة .
- 2- مياه صناعية لأصبغة محددة تحاكي مياه صرف معامل الصباغ

5- الجهاز التجريبي المصمم وملحقاته: يتألف الجهاز كما هو موضح بالشكل (4) من

:

- حوض زجاجي مغلق أبعاده (25cm*15*40) مشطوف الزوايا من الداخل.
- مضخة هواء لتأمين فقاعات هواء استنطاعتها (3.5 l/min)
- خلاط ميكانيكي متغير السرعة الدورانية و سرعة دورانه القصوى (300r.p.m)
- لمبة أشعة مرئية بنفسجية بطول موجة معين، حدد من خلال تجارب درست تأثير طول الموجة على كفاءة الأكسدة علما أن مجال الأشعة المرئية البنفسجية(435nm-380).
- عدسة قطرها 20cm توضع على ارتفاع 12cm عن سطح السائل لتسليط الضوء وتركيزه على سطح العينة.



الشكل (4) الجهاز التجريبي المستخدم

(6) العمل التجريبي

1- مواصفات المياه المستخدمة:

- 1-1- مياه صناعية : استخدمت عينات صناعية لأصبغة حمضية وقاعدية وفعالة تم تأمينها من مخابر كلية الهندسة الكيميائية والبترولية -قسم هندسة الغزل والنسيج- موضحة بالجدول

الجدول (2) الصبغات المستخدمة

Methyl Blue	Azo carmine B	Tatrazine	Acid red 73	Reactive Red	اسم الصبغة
قاعدية	حمضية	حمضية	حمضية	حمضية	نوع الصبغة
[4]664	[11]516	[7]427	[10]510	[9]525	طول موجة الامتصاص nm

1-2- مياه صرف صناعي: استخدمت مياه صرف صناعي لمعمل صباغ الصوف بمدينة حماة تمتلك المواصفات الموضحة بالجدول (3) ولأن BOD/COD لمياه الصرف أقل من 0.3 فقد تم تخفيض قيمة الـ COD لرفع كفاءة الأكسدة المتقدمة وجعل المياه قابلة لمعالجة حيوية لاحقة [3] (إن تطلب الأمر ذلك) وتم ذلك من خلال المعالجة الأولية.

2-المعالجة الأولية لمياه الصرف الصناعي:

أجريت معالجة أولية لمياه الصرف الصناعي لمعمل صباغ الصوف بالترسيب الكيميائي باستخدام كبريتات الحديدية بتراكيز مختلفة (200-700mg/l) عند pH=5، من خلال خلط كبريتات الحديدية وعينة المياه بسرعة مزج (100r.p.m) لمدة دقيقتين ومن ثم تخفيض سرعة الدوران إلى (60r.p.m) مدة عشر دقائق ومن ثم إلى (20r.p.m) مدة عشرون دقيقة ثم ترك العينة لتستقر مدة نصف ساعة ، ثم ترشيح العينة المرقدة باستخدام ورق ترشيح

(whatman filtration paper grade1:11µm) ، و قياس عكارة الرشاحة الناتجة

ومحتواها من الصلب الكلي المعلق وتسجيل النتائج في الجدول (3).

الجدول (3) مواصفات مياه صرف صناعي لمعمل صباغ الصوف قبل وبعد المعالجة الأولية

مؤشر مياه الصرف	العكارة NTU	اللون pcu	pH	T.SS (mg/l)	TDS (mg/l)	conductivity µS/cm	COD (mg/l)	BOD/COD	Cr	Cu	Pb
قبل المعالجة بكبريتات الحديدية	370	800	8.7	3000	6000	6000	8630	0.2	1.10	0.06	0.02
بعد المعالجة بكبريتات الحديدية (200mg/l)	209	650	8.1	2700	4900	5100	7237	0.21	0.96	0.04	0.014
بعد المعالجة بكبريتات الحديدية (500mg/l)	120	420	7.9	1420	3050	3840	5178	0.24	0.94	0.03	0.01
بعد المعالجة بكبريتات الحديدية (700mg/l)	170	560	7.9	1600	3052	3920	5060	0.26	0.92	0.02	0.009

وجد من الجدول أن تركيز كبريتات الحديدي الأمثل هو (500mg/l) لأنه يعطي رقم لون وعكارة أقل ما يمكن مقارنة بالتركيز (700mg/l) الذي يؤدي إلى زيادة نسبة إزالة الـ COD لكنه يسبب زيادة في رقم اللون والعكارة و لهذا تم اختيار التركيز (500mg/l) أثناء المعالجة .

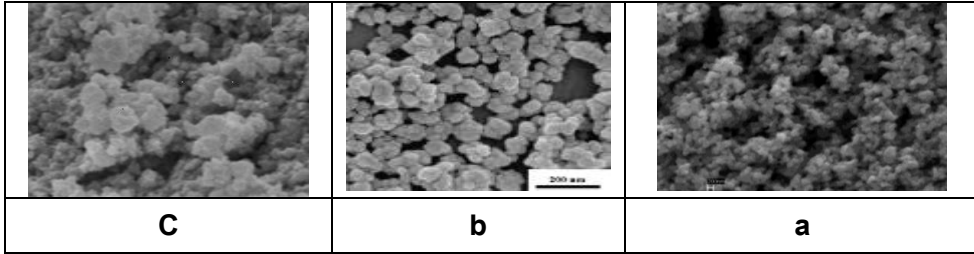
3-مواصفات الوسيط المحضر:

يوضح الشكل (5) مسح للوسيط المحضر بالمجهر الإلكتروني



ملاحظة: تم قياس سطح النوعي بجهاز Bet و المسح بالمجهر الإلكتروني بمخابر جامعة حلب .

تم العمل في مخابر كلية الهندسة الكيميائية والبترولية



الشكل (5) مسح بالمجهر الإلكتروني للوسيط المحضر مخبريا

يوضح الجدول (4) مواصفات الوسيط المستخدم .

الجدول(4) مواصفات الوسيط المحضر :

TiO ₂ /BiVO ₄ /AC	
1000	السطح النوعي m ² /g
43	متوسط قياس الحبيبة (nm)
10	النسبة المئوية الوزنية %TiO ₂
10	النسبة المئوية الوزنية %BiVO ₄

4- طريقة الأكسدة المتقدمة للعينات المدروسة :

أجريت الأكسدة المتقدمة للعينات المدروسة من خلال أخذ 6L من عينة المياه المدروسة بتركيز صباغ محدد و إضافة الوسيط المحضر بتركيز محدد ثم وضع المجموع في جهاز الأمواج فوق الصوتية مدة ربع ساعة ، ثم وضع العينة بعد تعريضها للأمواج فوق الصوتية في الجهاز التجريبي . يتم تشغيل كل من مضخة الهواء والخلط مدة نصف ساعة بدون تشيع ، ثم بعد مرور نصف ساعة يتم تشيع المحلول باستخدام أشعة مرئية (ضوء بنفسجي مرئي طول موجة 400nm وباستطاعة 18Mw/m^2) ، ثم يتم بعد ذلك أخذ عينات (25ml) من المياه المختبرة كل نصف ساعة و ترشيحها باستخدام ورق ترشيح (whatman grade2:8 μm)، ومن ثم تقاس امتصاصية الصباغ لتحديد تركيز الصباغ و تسجيل النتائج. تم حساب نسبة إزالة الصباغ بالنسبة للعينات الصناعية من العلاقة

$$\% \text{نسبة إزالة الصباغ} = ((C_0 - C) / C_0) * 100$$

$C_0(\text{mg/l})$ التركيز الأولي للصباغ - $C(\text{mg/l})$ تركيز الصباغ بعد زمن محدد.

تم حساب نسبة الإزالة بالنسبة لمياه صرف صناعي لمعمل صباغ الصوف بمدينة حماة من خلال قياس مقدار الانخفاض بقيمة الـ COD .

7) العوامل المدروسة و النتائج التجريبية:

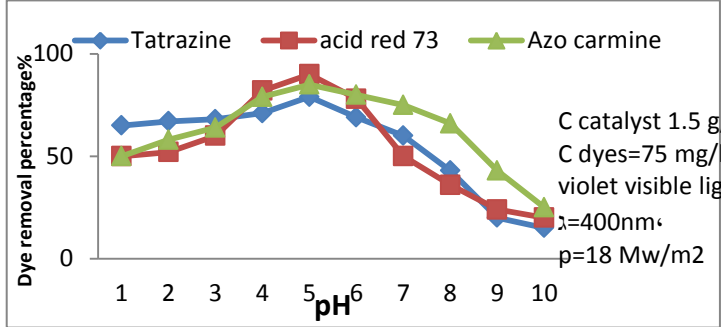
1. تأثير درجة الحموضة :

يملك كل من أكسيد التيتانيوم وفانادات البزموت قدرة على تغيير الشحنة السطحية له باختلاف حموضة الوسط ولهذا درس تأثير درجة الحموضة على كفاءة أكسدة كل من المياه الصناعية (حامضية، قاعدية، صباغ فعال)، ومياه الصرف الصناعي . يتم تأمين درجة الحموضة المناسبة باستخدام محلول هيدروكسيد الصوديوم أو حمض كلور الماء 0.01N. وللتخلص من شوارد الكلور المثبطة للأكسدة [4] يتم إمرار المياه المعالجة

بالأكسدة المتقدمة على مبادل شاردي سالب .

1-1- مياه صناعية لأصبغة حامضية:

أخذت عينات من مياه صناعية حامضية لكل من صبغ التترازين، Acid red 73، و الأزو القرمزي بتركيز 75mg/l وأجريت أكسدة متقدمة لها وتم تمثيل النتائج بالشكل (6)

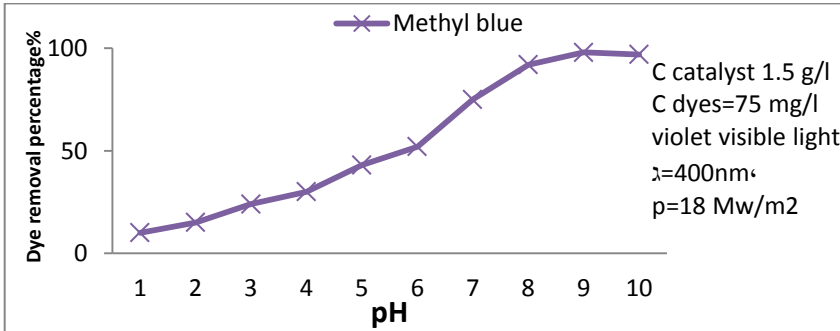


يظهر من الشكل أن مجال pH الأمثل للصبغ الحمضي 3-6 و قد تم اعتماده للتجارب اللاحقة.

1-2- مياه صناعية لأصبغة قاعدية:

أخذت عينات من مياه صناعية قاعدية لصبغ أزرق الميتيل بتركيز 75mg/l وأجريت أكسدة

متقدمة لها وسجلت النتائج التي تم الحصول عليها وتم تمثيلها بالشكل (7)

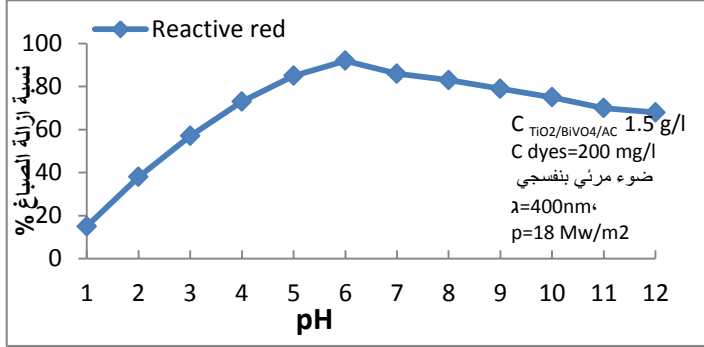


الشكل (7) تأثير درجة حموضة الوسط على نسبة الإزالة لأصبغة حمضية.

يظهر من الشكل (6) أن المجال الأمثل لصباغ أزرق الميثيل (10-9) و قد تم اعتماده.

1-3- مياه صناعية لأصبغة فعالة:

أخذت عينة مياه صناعية لصباغ Reactive Red بتركيز 200 mg/l وأجريت أكسدة متقدمة لها وتم تسجيل النتائج وتمثيلها بالشكل (8)

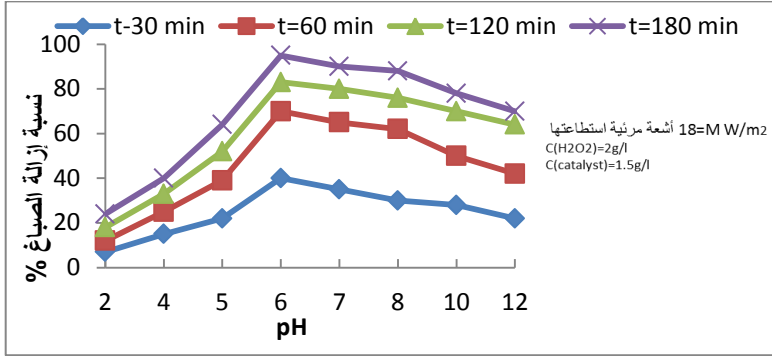


الشكل (8) تأثير درجة حموضة الوسط على نسبة الإزالة لأصبغة فعالة.

يظهر من الشكل (8) أن قيمة pH المثلى هي 6 وقد تم اعتمادها لاحقاً.

1-4- مياه صرف صناعي لمعمل صباغ صوف في مدينة حماة:

أخذت عينة من مياه صرف صناعي لمعمل صباغ الصوف بعد إجراء معالجة أولية لها ، تؤكد العينة الموضحة بالجدول (3) أكسدة متقدمة بوجود 1.5 g/l من الوسيط عند درجات حموضة وسط مختلفة (5-12) كل على حدى وبوجود الماء الأكسجيني بتركيز (2g/l) و أشعة مرئية بنفسجية استطاعتها (18Mw/m²) . أخذت عينات من المياه المعالجة بالأكسدة خلال فترات زمنية متساوية ورشحت وحدد مقدار الإزالة للصباغ على أساس الـ COD ومثلت النتائج بالشكل (9)

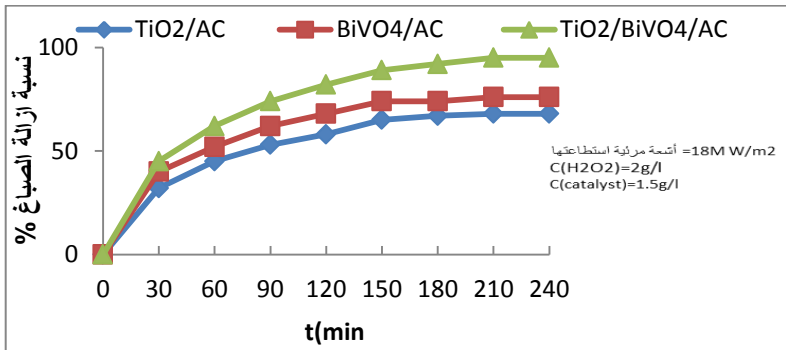


الشكل (9) تأثير pH الوسط على نسبة إزالة الصباغ من مياه صرف معمل صباغ الصوف بحماة

يظهر من الشكل أن درجة الحموضة التي حققت أعلى نسبة إزالة للصباغ هي (6) حيث بلغت نسبة الإزالة (95%) وتم اعتماد تلك الدرجة من الحموضة بالتجارب اللاحقة.

2. تأثير نوعية الوسيط :

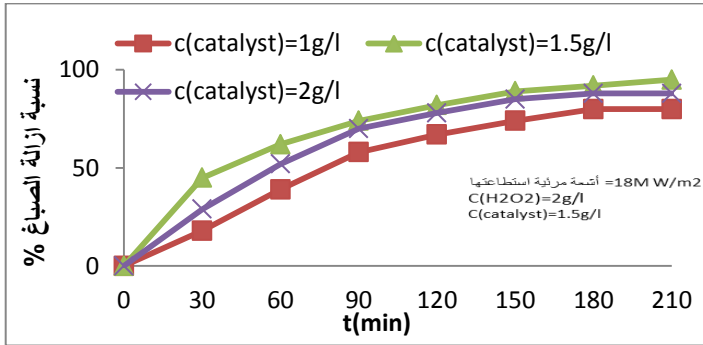
تمت مقارنة $TiO_2/BiVO_4/AC$ بـ TiO_2/AC ، $BiVO_4/AC$ حيث أخذ 6L من عينة مياه الصرف الصناعي الموضحة بالجدول (3) وأضيف إليها (1.5g/l) من كل من TiO_2/AC ، $BiVO_4/AC$ ، $TiO_2/BiVO_4/AC$ كل على حدى وتم ضبط حموضة الوسط على القيمة (6)، وأجريت الأكسدة بوجود أشعة مرئية بنفسجية طول موجتها 400nm و استطاعتها ($18Mw/m^2$) ، بعد إجراء الأكسدة المتقدمة أخذت عينات من المياه المعالجة خلال فترات زمنية متساوية ثم رشحت و حدد مقدار إزالة الصباغ على أساس الـ COD و سجلت النتائج و مثلت بالشكل (10).



الشكل (10) تأثير نوعية الوسيط المستخدم على كفاءة إزالة الصباغ

نجد من الشكل أن وسيط $TiO_2/BiVO_4/AC$ هو الأفضل كونه يؤمن أعلى نسبة إزالة للصبغ وتبلغ (95%) وهي توافق قيمة COD (258.9 mg/l) مقارنة بالوسائط الأخرى المختبرة. 3. تأثير تغير تركيز الوسيط في كفاءة المعالجة للمنصرفات الصناعية : عند دراسة تأثير تركيز الوسيط أخذ 6L من عينة مياه الصرف الصناعي الموضحة

بالجدول (3) وضبطت حموضة الوسط على القيمة (6) وتم تغيير تركيز الوسيط $TiO_2/BiVO_4/AC$ وفق القيم التالية (1, 1.5, 2 g/l) ، أجريت الأكسدة بوجود أشعة مرئية بنفسجية طول موجتها 400nm و استطاعتها ($18Mw/m^2$) ، أخذت عينات من المياه المعالجة خلال فترات زمنية متساوية ورشحت وتم تحديد مقدار الإزالة للصبغ وسجلت النتائج و مثلت بالشكل (11).

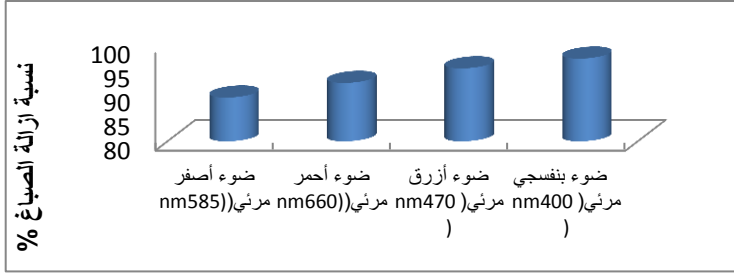


الشكل (11) تأثير تركيز الوسيط على كفاءة إزالة الأصبغة

يبين الشكل (11) أن تركيز الوسيط الملائم للإزالة هو (1.5 g/l) كونه يحقق أعلى نسبة إزالة للـ COD (95%) بحيث تصبح القيمة (258.9mg/l) وهي ضمن المجال المسموح به لمياه الصرف الصناعي . يمكن أن يعزى انخفاض نسبة إزالة الصباغ مع زيادة تركيز الوسيط فوق القيمة (1.5g/l) إلى أن زيادة التركيز فوق هذه القيمة أدت إلى حجب المراكز الفعالة نتيجة تغطية حبيبات الوسيط لبعضها البعض مما يؤدي إلى حجب بعض المراكز الفعالة وبالتالي انخفاض كفاءة الإزالة للصبغ .

4. تأثير نوع الضوء المرئي المستخدم :

أجريت الأكسدة المتقدمة على مياه الصرف الصناعي وباستخدام الوسيط المختبر بتركيز (1.5g/l) وعند درجة حموضة (6) و بوجود أشعة مرئية بأطوال موجة مختلفة (أشعة حمراء مرئية بطول موجة 660nm، أشعة زرقاء مرئية بطول موجة 470nm، أشعة بنفسجية مرئية بطول موجة 400nm). أخذت عينات من المياه المعالجة وتم تحديد مقدار إزالة الصباغ وتسجيل النتائج وتمثيلها بالشكل (12)



الشكل (12) تأثير نوع الضوء المرئي المستخدم في كفاءة أكسدة مياه صرف صباغ الصوف

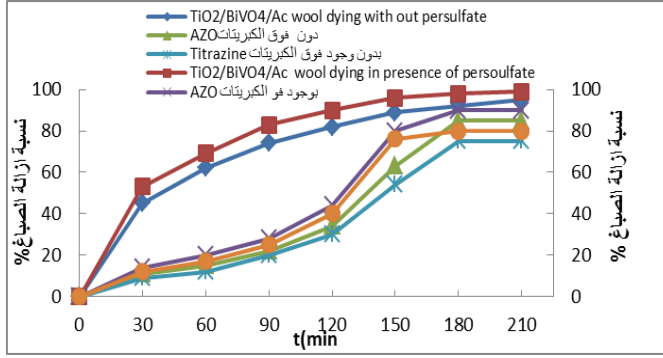
يتضح من الشكل (12) أن استخدام الأشعة المرئية البنفسجية بطول موجة 400nm حقق أعلى نسبة إزالة للصباغ ولهذا فقد تم اعتماد الأشعة البنفسجية المرئية بطول موجة (400nm) في التجارب .

5. تأثير إضافة فوق كبريتات الصوديوم في كفاءة معالجة مياه الصرف

الصناعي:

عند دراسة تأثير إضافة فوق كبريتات الصوديوم أخذ 6L من عينة مياه الصرف الصناعي الموضحة بالجدول (3) وضبطت حموضة الوسط على القيمة (11) بعد إضافة الوسيط المختبر بتركيز (1.5g/l) ، و 1g/l فوق كبريتات الصوديوم ، و 1.8 g/l غلوكوز ووضع المجموع في جهاز الأمواج فوق الصوتية مدة ربع ساعة ثم وضعت العينة الخاضعة للأمواج فوق الصوتية في الجهاز التجريبي لأكسدتها . أجريت الأكسدة بوجود أشعة مرئية بنفسجية بطول موجة 400nm و استطاعة (18Mw/m²)، وأخذت عينات خلال فترات زمنية متساوية ورشحت وحدد مقدار الإزالة للصباغ وسجلت النتائج ومثلت بيانيا بالشكل (12). تمت مقارنة القيم مع القيم الناتجة في حال عدم استخدام

فوق كبريتات الصوديوم . أعيدت التجربة من أجل مياه صناعية لصبغ التترازين و الآزو القرمزي وبوجود فوق كبريتات الصوديوم نظرا لانخفاض كفاءة إزالة الصباغ لهما (الشكل 6) ومثلت النتائج بالشكل (13)



الشكل (13) تأثير إضافة فوق كبريتات الصوديوم على كفاءة الأكسدة المتقدمة للأصبغة نجد من الشكل (13) أن إضافة فوق كبريتات الصوديوم يخفض الزمن اللازم للأكسدة من 180min إلى 150min و يزيد كفاءة الأكسدة لمياه الصرف من 95% عند عدم إضافة فوق كبريتات الصوديوم إلى 99% في حال إضافتها مما يجعل المياه قابلة للاستخدام بالري كون هذه القيمة ضمن المجال المسموح به (المواصفة السورية 2008 رقم 2580)، كما يزيد كفاءة إزالة صباغ التترازين من 75% إلى 80% و صباغ الآزو من 85% إلى 90%.
يوضح الجدول (5) مواصفات مياه صرف معمل صباغ الصوف بعد أكسدتها بوسيط $TiO_2/BiVO_4/AC$ و عند إضافة فوق كبريتات الصوديوم و باستخدام الأمواج فوق الصوتية و الأشعة المرئية البنفسجية .

جدول(5) مواصفات مياه صرف صباغ الصوف بعد أكسدتها بوسيط

$TiO_2/BiVO_4/AC$

المؤشر	العكارة NTU	اللون	pH	T.SS (mg/l)	TDS (mg/l)	conductivity μS/cm	COD (mg/l)	BOD/COD	Cr	Cu	Pb
بعد الأكسدة بوجود فوق كبريتات الصوديوم	20	44	7.2	120	200	500	51.78	0.34	0.9	0.02	0.009

وللتخلص من الأيونات الناتجة عن الأكسدة وتخفيض ناقلية المياه يتم تمرير المياه على مبادل شاردي سالب (ريزين سالب A21) بسرعة تدفق (0.33ml/min) _ تبلغ أبعاد المبادل (10x10x60cm) _ ومن ثم تحلل المياه وتوضع النتائج بجدول (6).

جدول (6) مواصفات المياه الناتجة عن التبادل الشاردي

المؤشر	العكارة NTU	اللون	pH	T.SS (mg/l)	TDS (mg/l)	conductivity µS/cm	COD (mg/l)	BOD/COD	Cr	Cu	Pb
بعد التبادل الشاردي	5	8	7.2	10	30	120	36	0.09	0.94	0.02	0.009

(8) الاستنتاجات :

- وجد أن أفضل قيمة لـ pH تقع في المجال (3-6) بالنسبة للأصبغة الحامضية في حين كانت هذه القيمة للأصبغة القاعدية تقع في المجال (9-10) .
- لوحظ أن أفضل قيمة لصبغ الأحمر الفعال كانت ضمن المجال (5-6) في حين كانت أفضل قيمة لمياه صرف معمل صباغة الصوف عند القيمة (6) .
- أعطى الوسيط المستخدم في الدراسة نسبة إزالة للصبغ مقدارها (95%) عند معالجة مياه صرف معمل صباغ الصوف في حين وصلت النسبة إلى 99% عند استخدام فوق كبريتات الصوديوم بتركيز 1g/l وبحضور الغلوكوز وعند قيمة PH مقدارها 11.
- وجد أن الزمن الأمثل للأكسدة المتقدمة هو ثلاث ساعات.
- لوحظ أن أفضل جرعة للوسيط المستخدم كانت من أجل (1.5g/l) والتي أعطت نسبة إزالة للصبغ مقدارها 99% عند استخدام فوق كبريتات الصوديوم وبوجود الأشعة المرئية البنفسجية بطول موجة مقداره 400nm وعند قيمة pH مقدارها 11 حيث حصلنا على مياه معالجة قابلة للاستخدام في الري(المواصفة السورية 2008 رقم 2580).

- شوهد أن الأكسدة المتقدمة بوجود فوق كبريتات الصوديوم رفعت كبريتات الصوديوم رفعت كفاءة إزالة الصباغ من 60% إلى 80% بالنسبة للتترازين في حين رفعتها من 70% إلى 90% بالنسبة لصباغ الأزو القرمزي.
- يؤمن الوسيط المستخدم مقارنة بالوسائط التي تم اختبارها وبوجود فوق كبريتات الصوديوم بتركيز (1g/l) وبوجود الغلوكوز بتركيز 1.8g/l و pH=11 نسبة إزالة الصباغ تصل إلى 99% بسبب انقاص فائادات البرموت لفجوة النطاق من 3.2 ev إلى 2.4 ev وزيادة الفحم الفعال السطح النوعي للوسيط من 98 m²/g إلى 1000 m²/g
- يوصى بإجراء التبادل الشاردي بعد الأكسدة المتقدمة لإزالة الشوارد السالبة الناتجة عن الأكسدة متقدمة.

9) References:

- [1] Mohajerani M, Mehrvar M and Ein-Mozaffari F, 2009 - An Overview Of The Integration Of Advanced Oxidation Technologies And Other Processes For Water And Wastewater Treatment Int. J. Eng.(IJE). 3 (2) 46 – 120 p.
- [2] Butani, S.A., Mane, S.J., 2017- Coagulation/flocculation process for cationic, anionic dye removal using water treatment residuals—a review. Int. J. Technol. Manag.6, 121–125 p.
- [3] Salkumari Narasingapillai, 2019- Ecofriendly green tea extract directed sol-gel synthesis of nano titania for photocatalytic application.
- [4] Wennie Subramonian and Ta Yeong, Wu 2014, Effect of Enhancers and Inhibitors on Photocatalytic Sunlight Treatment of Methylene Blue, Water, Air, @Soil Pollution ,Article number:1922.
- [5] Katheresan, V., Kansedo, J., Lau, S. Y., 2018. Efficiency of various recent wastewater dye removal methods: a review. J. Environ. Chem. Eng. 6 (4), 4676–4697.
- [6] K. T. Drisya, M. Solís-López, J. J. Ríos-Ramírez, J. C. Durán-Álvarez, A. Rousseau, S. Velumani, 2020, Electronic and optical competence of TiO₂/BiVO₄ nanocomposites in the photocatalytic processes, scientific reports, <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>.
- [7] Vinod K. Gupta, Rajeev, Arunima Nayak , Meenakshi Shrivatava, Shilpi Agarwal, 2011, Removal of the hazardous dy-Tartrazine by photodegradation on titanium dioxide surface, <https://doi.org/10.1016/j.msec.2011.03.006>.

- [8] Jagannathan Madhavan , Jayaraman Theerthagiri, Dhandapani Balaji, Salla Sunitha , 13 September 2019, Hybrid Advanced Oxidation Processes Involving Ultrasound: An Overview, jagan.madhavan@gmail.com (J.M.); asho@unimelb.edu.au (M.A.) Academic Editor: Gregory Chatel.
- [9] S.K.Kavitha,P.N.Palanisamy,2007, Photocatalytic and sonophotocatalytic Degradation of Reactive Red 120 using Dye Sensitized TiO₂ under Visible Light.
- [10] Pardeep Singh , Vishnu Mc,Karan Sharma,2016,Photocatalytic degradation of acid red dye in the presence of activated carbon-TiO₂ composite and its Kinetic enumeration ,journal of water process.
- [11] Caroline Andriantsiferana,Elham Mohamed,Henri Delmas, 2014, Photocatalytic degradation of an azo-dye on TiO₂/activated carbon composite material ,Environmental Technology.
- [12] Shakiba Samsami, Maryam Mohamadi , Mohammad Hossein Sarrafzadeh,Eldon R.Rene,2020,Recent advances in the treatment of dye- containing wastewater from textile industries: Overview and prespectives.Process Safety and Enviromental Protection 143(10)
- [13] Chong, M.N., Jin, B., Chow, C.W., Saint, C., 2010. Recent developments in photocatalytic water treatment technology: a review. *Water Res.* 44 (10), 2997–3027
- [14] Lakshmi ,S.,2018- Removal Of Organic Pollutants From Textile Dye Wastewater By Advanced Oxidation Process ,P.G

Student, Environmental Engineering Department of Civil Engineering ,Kalasalingam academy of Research and Education, Srivilliputhur, Tamilnadu, India.

— [15] Bokare A D and Choi W 2014, Review of iron-free Fenton-like systems for activating H₂O₂ in advanced oxidation processes Hazard. Mat. 275 121-35

[16]Dr. Ahmed Hassan Ali,2013,Study on the photocatalytic degradation of indigo carmine dye by TiO₂ photocatalyst, Al-Samawa Journal of KerbalaUniversity , Vol. 11 No.2 Scientific .

— Email: ahmedbakersham@yahoo.com

— [17] Piotr Zawadzki, 3 September 2022, Visible Light–Driven Advanced Oxidation Processes to Remove Emerging Contaminants from Water and Wastewater: a Review,Department of Water Protection, Central Mining Institute,Plac Gwarkow 1, 40-166 Katowice, Poland, - e-mail: pzawadzki@gig.eu

[18] أ. د. محمد هلال، م. فطمة علوش، 2008، مجلة جامعة البعث، استحصال مركبات الفاناديوم من خامس أكسيد الفاناديوم المستهلك في صناعة حمض الكبريت.

