

مجلة جامعة البعث

سلسلة العلوم الهندسية البترولية والكيميائية



مجلة علمية محكمة دورية

المجلد 45 . العدد 6

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
32-11	م. اسامه سلطان د. أحمد المحمود	مقارنة كفاءة الترسيب التقليدي مع الترسيب الصفائحي الرقيق في معالجة مياه السييل المطري
58-33	م. مرح تامر د. رمضان عطرة	دراسة العوامل المؤثرة في مدة تخزين الجبن المطبوخ
88-59	م. شادي حسين د. غزل طهماز د. عدنان الشيخ حمود	زيادة إنتاجية الغزل الكهربائي من خلال دمجه بتقنية الغزل بالنفخ لإنتاج شبكات مكونة من ألياف نانوية
112-89	م. لمى الخاني د. محمد تركاوي د. عبد الكريم حلاق	إمكانية تصنيع لصاقات طبية بتقنية الغزل الكهربائي محملة بالمادة الدوائية النيوميسين

140-113	م. ليلى الميرداس م. ريم سلمون	صباغة الأقمشة القطنية بالتبغ ودراسة بعض خصائصها
176-141	م. لؤي خضور د. يوسف ابراهيم	دراسة خصائص ومواصفات الخيوط المصنعة من الغزل المتراص و الغزل الحلقي التقليدي في شركة غزل اللاذقية

مقارنة كفاءة الترسيب التقليدي مع الترسيب الصفائحي الرقيق في معالجة مياه السيل المطري

اسامه سلطان ، طالب دكتوراه قسم الهندسة الكيميائية

كلية: الهندسة الكيميائية والبترولية ، جامعة البعث

د. أحمد المحمود ، أستاذ في قسم الهندسة الكيميائية ، جامعة البعث

الملخص

يعد الترسيب الصفائحي تقانة حديثة، تستخدم لتحسين كفاءة أحواض الترسيب في تطبيقات معالجة المياه عموماً، إذ إنها توفر سطح تلامس كبير، وتعمل على تقليل مسافة الترسيب العمودية وتحقيق التدفق الصفحي للتيار الداخل. يهدف هذا البحث إلى دراسة كفاءة استخدام المرشبات الصفائحية ومقارنتها بالمرشبات التقليدية في معالجة مياه الهطولات المطرية التي تجري على سطح الأرض، وتنصرف لاحقاً إلى الأنهار المجاورة في المناطق الريفية. أجريت الدراسة مخبرياً باستخدام نوعين من المرشبات؛ مرشبات تقليدية لا تستخدم فيها الصفائح ومرشبات يحوي 6 صفائح مائلة بزاوية 55°، ويبلغ التباعد بين الصفائح 5 cm. تم تحديد قياس التربة المدروسة بالطريقة القياسية (ASTM D422)، وتم حساب كفاءة عملية الترسيب بناء على قياس عكارة تيار المياه الخارج من العملية. وقد تبين أن مسافة الترسيب ترتبط بعلاقة خطية مع التباعد بين الصفائح عند زوايا الميل المختلفة، وإن المجال الأفضل لزاوية الميل بين 50° و 60°. كانت كفاءة تخفيض العكارة في المرشبات الصفائحية أعلى من المرشبات التقليدية عند المؤشرات المختلفة المدروسة. تحسنت كفاءة تخفيض العكارة مع زيادة زمن البقاء وزيادة تركيز المعوقات في التيار الداخل.

كلمات مفتاحية: معالجة المياه، الترسيب، الترسيب الرقائق.

Comparison between efficiency of traditional and inclined plate settlers in treating of runoff water

Osama Sultaan, Doctorate Student
Ahmed Al-Mahmoud, Prof., Chemical Engineering
Department, Al-Baath University

Abstract

The lamella inclined plate settling is considered as a modern technology to improve settling efficiency; it is used in common water treatment applications. It offers a great contact surface, reduces the settling distance and achieves a laminar flow for influent.

This research aims to compare the efficiency of inclined plate settler with traditional settlers for treatment storm water going on to the near river in rural area.

This research was carried out in laboratory using two settlers: traditional settler with no plates and lamella settler with six plates inclined in 55° and 5 cm distance between plates. The used soil was analyzed according to ASTM D422, The settling efficiency was calculated upon turbidity measure of effluent.

It found that settling distance is linear correlating to the distance between plates and better range of plate inclination is $50-60^\circ$. The efficiency of lamella plate settler was higher than traditional settler in all studied parameters. Although then efficiency was improver with increasing of detention time and concentration of influent.

Keywords : Water treatment, Sedimentation, Lamella settlers.

1- مقدمة

أصبحت جودة المياه في التجمعات الريفية الناتجة عن مياه الأمطار ومياه الصرف الصحي والمياه الصناعية الملوثة من القضايا التي تلقى اهتماماً متزايداً بسبب زيادة الطلب على المياه والحاجة إلى التخلص من المعوقات الموجودة في هذه المياه ، ومن جهة ثانية أصبحت من مصادر التلوث المهمة التي تؤثر في البيئة [1].

تؤثر الجسيمات الصلبة المعقدة بصورة واضحة في عكارة المياه وفي تركيبها البيولوجي ووظائفها الحيوية وتنوعها الأحيائي، فتسوء نوعيتها [2,3]، ولتخفيف هذه التأثيرات تجري معالجة المياه باستخدام طرق متنوعة مثل أحواض الترسيب (Settling tanks) وخلايا الاحتباس الحيوي (Bio retention cells) والمستنقعات المحسنة (enhanced swales).

وقد أثبتت الأبحاث الجارية أن فعالية ترسيب الجسيمات الدقيقة المعقدة ذات القطر الأقل من 0.05 mm يمثل التحدي الأكبر حالياً، حيث أن هذه الجسيمات مسؤولة بالدرجة الأولى عن عكارة المياه [4].

ومن التقنيات المستخدمة أيضاً لتخفيض عكارة المياه عملية الاحتجاز المديد لهذه المياه، فقد تصل مدتها إلى أيام أو أسابيع قبل صرفها، وفي بعض الحالات تستخدم مواد كيميائية لتخثير هذه الجسيمات وزيادة حجم المعوقات الصلبة لتصبح قابلة للترسيب [5].

تعد المرسبات ذات الصفائح المائلة إحدى التقانات الحديثة المستخدمة لتحسين كفاءة أحواض الترسيب من خلال التعديل الهندسي لحيز الترسيب، وتعد هذه المرسبات وسائل معالجة فعالة ، وهي تستخدم بشكل تقليدي في تطبيقات معالجة المياه ، وتتألف من سلسلة من الصفائح المتوازية المائلة، وهي توفر المزيد من سطح التلامس لتعزيز منطقة ترسيب المواد الصلبة العالقة [6]، حيث إن التباعد الضيق بين الصفائح المتوازية يقلل

من مسافة الترسيب العمودية ، كما أنّ نظام الصفائح المتوازية يحقق تدفقاً صفحياً laminar للسائل الداخل إلى المرسب من خلال توجيه التدفق بين الصفائح .

تعد العكارة والمواد الصلبة المعلقة الكلية (Total Suspended Solids TSS) من المؤشرات العامة التي يتم من خلالها تقييم جودة المياه، وهي مؤشر على نقاوة المياه، إذ إنه كلما انخفضت قيمة العكارة قل تركيز الجسيمات المعلقة في العينة، ويعبر عن الجسيمات الصلبة المعلقة الكلية بوحدة الكتلة في وحدة الحجم (mg/L)، ويتم تحديدها أيضاً من خلال ترشيح العينة وتبخيرها [7].

تصمم معدات الترسيب عادة اعتماداً على قانون ستوكس Stokes' Law (الترسيب في حالة التدفق الصفحي laminar flow) لأجل التنبؤ بكفاءة إزالة الجسيمات ذات القياس والكثافة المعروفة. ولكن قانون ستوكس لا يخدم التنبؤ بإمكانية إعادة تعليق أو إزاحة الجسيمات التي قد ترسبت مسبقاً في معدات الترسيب [8] .

وتعمل المرسبات المائلة لفصل المواد الصلبة المعلقة من السوائل بتأثير الثقالة الأرضية، وهي تستخدم بصورة مستقلة أو مشتركة مع معدات أخرى بناء على طبيعة الجسيمات الصلبة المطلوب فصلها، ويستخدم منها نوعان شائعان: الأنابيب المائلة والصفائح المائلة، وهي تتسم بقصر مسافة الترسيب وميل الأنابيب والصفائح ضمن المجال 45° و 60° . ويكون التباعد بين الصفائح أو قطر الأنابيب عادة بضع سنتيمترات ، وفي بعض الأحيان قد يكون 1 cm ، ويبلغ طول الواحدة منها بحدود 2 m لذلك تكون كفاءة فصل الجسيمات الصلبة في هذا النوع من الترسيب عالية جداً مقارنة بالترسيب التقليدي العمودي ، وتدعى المرسبات المائلة أيضاً المرسبات السريعة ، وتستخدم المرسبات المائلة في حالات كثيرة بالاشتراك مع التخثير والتلبيد في المعالجة التمهيدية للمياه الملوثة ، وهذا من شأنه جعل المعالجة الثانوية أكثر فاعلية واقتصادية ، وهي تستخدم على نطاق واسع في محطات معالجة المياه في بعض الدول مثل فرنسا والصين .

وللمرسبات الرقيقة المائلة ميزات أساسية تتفوق بموجبها على المرسبات التقليدية، ومن أهمها زمن البقاء، فهو في المرسب الرقائقي 10-20 min، بينما في المرسب التقليدي 204 h [9].

وعلاوة على ذلك فإن عمليات الترسيب الرقيق تمتاز بالآتي:

- يمكن معالجة المياه المحملة بالشحوم حتى تركيز 10000 mg/L وبالمواد الصلبة المعلقة حتى تركيز 3000 mg/L؛
- كفاءة إزالة الزيوت والشحوم 90-99% في شروط التشغيل النظامي؛
- كفاءة إزالة الزيوت المستحلبة 20-40% من دون إضافات كيميائية وترتفع إلى 50-99% مع إضافات كيميائية [10]؛
- معالجة المياه ذات العكارة المنخفضة 1-2 NTU [11].

2- هدف البحث

يهدف هذا البحث إلى دراسة كفاءة استخدام المرسبات الصفائحية ومقارنتها بالمرسبات التقليدية في معالجة مياه الهطولات المطرية التي تجري على سطح الأرض على شكل جداول، وتنصرف لاحقاً إلى الأنهار المجاورة في المناطق الريفية.

3- المواد المستخدمة وطريقة الدراسة

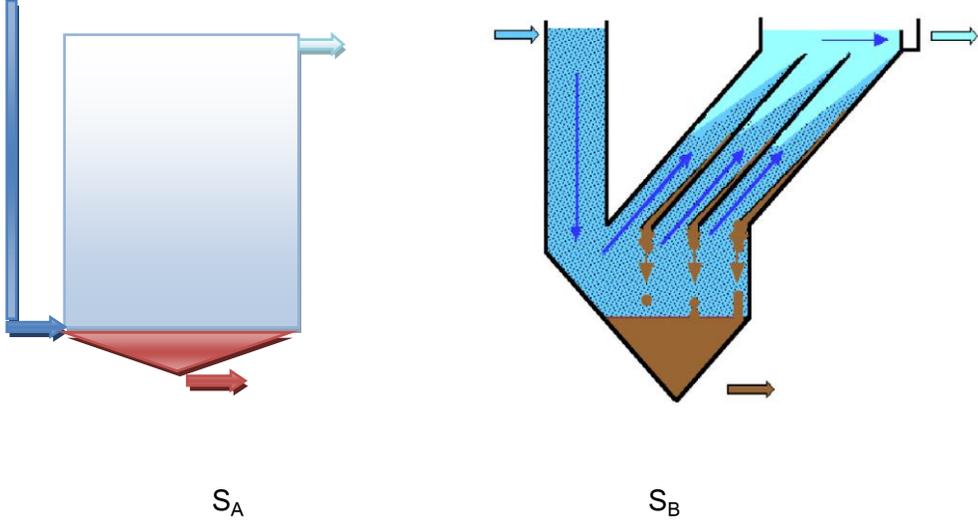
3-1: المرسب

أجريت الدراسة مخبرياً باستخدام نوعين من المرسبات:

- المرسب S_A: مرسب تقليدي لا تستخدم فيه الصفائح.
- المرسب S_B: يحوي 6 صفائح مائلة بزوايا 55°، ويبلغ التباعد بين الصفائح cm 5.

تبلغ مسافة الترسيب العظمى في المرسب A (40 cm) وتبلغ في المرسب B (10 cm) وهذه الأخيرة تمثل المسافة الشاقولية بين الصفائح، وهي تتعلق بالتباعد بين كل صفيحتين وبزاوية ميل الصفائح.

يوضح الشكل (1) مخططاً مبسطاً للمرسب للصفائحي.



الشكل 1: مخطط مبسط لحوضي الترسيب

الحوض التقليدي S_A ؛ الحوض الصفائحي S_B

2-3 تحضير العينة

تم فصل الأوساخ الكبيرة الحجم المنجرفة مع المياه الجارية في مصيدة وضعت في ساقية جريان المياه باتجاه النهر المجاور ، وقد تم أخذ عينات عشوائية في موسم الهطول المطري ، وجرى فصل الجسيمات الصلبة المعلقة في المياه بطريقة الترسيب للجسيمات القابلة للترسيب العفوي ، وبطريقة الترشيح للجسيمات الصلبة الناعمة ، ونتيجة ذلك تم تحديد الجسيمات الصلبة المعلقة الكلية TSS ، وبناء على تحديد قياس الجسيمات الصلبة الكلية المحمولة في المياه تم تحضير عينة الدراسة ، إذ إن مصادر الرسابة التي

كانت في سيل المطر تحدد توزع قياس الجسيمات . ولأجل تحديد توزع قياس الجسيمات الصلبة المحمولة في تيار المياه الجارية تم أخذ كمية مناسبة من التربة المحلية في منطقة الدراسة ، وجرى تجفيفها عند درجة الحرارة 105°C حتى ثبات الوزن ، وبعد ذلك جرى نخلها بمناخل قياسية خاصة باختبارات التربة وفق الطريقة المعيارية [12] :
ASTM Standard test method for particle–size analysis of solids (D422) ، وقد تم طرح القطفات الخشنة ذات القطر الحبيبي الأكبر من $75\ \mu\text{m}$ ، ذلك أن هذه القطفات يمكن أن تترسب بسهولة ، وأخذت القطفات الناعمة ذات القطر الحبيبي الأصغر من $75\ \mu\text{m}$ ، لأن المألوف عند دراسة تقييم المرسبات الصفائحية يتم التركيز على الجسيمات ذات الحجم الذي يصعب إزالته من السائل المعلق . ويبين الجدول 1 بعض خصائص قطفة التربة المدروسة، وبعد تمثيل قيم هذا الجدول في مثلث قوام التربة تبين أن التربة المدروسة من النوع clay loam.

الجدول 1: بعض خصائص قطفة التربة المدروسة

الكثافة g/cm^3	نوع التربة	قوام التربة، %		
		رمل sand	طمي silt	طفال clay
2.65	Clay loam	27	35	38

ومن الجدير ذكره أن حدود مكونات التربة الأساسية المعتمدة في التصنيف تختلف قليلاً بين بلد وآخر، ويبين الشكل 2 تصنيفاً مفصلاً لمكونات التربة في كل من الولايات المتحدة الأمريكية والمملكة المتحدة [12,13] ، وفيه تظهر ثلاث درجات فرعية لمكونات التربة الثلاثة (الرمل والطمي والطفال) ، وهي : الناعمة والمتوسطة والخشنة .

	0.002		0.06			2			60mm		
	colloids			fine	medium	coarse					
	CLAY		SILT			SAND			GEAVEL		COBBLES
Particle Size	1	5	75	425 μ m	2.00	4.75			75 mm		
			No.200	No.40	No.10	No.4					

(a) U.S.A. ASTM: American Society for Testing and Material D422

		fine	medium	coarse	fine	medium	coarse	fine	medium	coarse		
	CLAY	SILT			SAND			GEAVEL			COBBLES	BOULDERS
Particle Size		2	6	20	60	200	600 μ m	2	6	20	60	200 mm

(b) BS 1377:1975 British Standard

الشكل 2 : المكونات الأساسية الثلاثة لتصنيف التربة (الرمل والطمي والطفال)

حسب ASTM (a) و BS (b) .

وقد تراوح تركيز الجسيمات الصلبة المعلقة الكلية في المياه المدروسة ضمن المجال 380-4670 mg/L، ويعزى هذا المجال الواسع لقياس الجسيمات إلى ما يسقط من هباء جوي في فترات حرق الوقود في المنازل المجاورة وإلى الأوساخ التي تتجرف من الطريق العام بفعل مياه الأمطار، وتصب مع مياه الأمطار التي تسيل في المنطقة الزراعية المجاورة التي تنتهي في نهر مجاور، وكان القياس الوسيط للجسيمات (60 μ m (median particle size

تم تشكيل عينات المياه المخبرية بإضافة قطعة التربة ذات القطر المكافئ الأقل من 75 μ m إلى خزان مياه بلاستيكي ذي سعة 150 L، وتم تزويده بخلاط للمحافظة على تجانس المياه في أثناء الدراسة، وتم اختيار تركيز الجسيمات الصلبة المعلقة في المياه

في مجال يغطي الحالات المختلفة التي تصادف عادة في تيارات المياه الجارية على الأرض، وكانت العوامل المدروسة هي الآتية:

- تركيز الجسيمات الصلبة المعلقة (mg/L) : 5000 ، 2500 ، 500 .

- زمن البقاء في المرسب (min) : 90 ، 60 ، 30 .

3-4- الأجهزة المستخدمة

جهاز قياس العكارة: وهو جهاز من تصنيع شركة Nanbel الصينية.

- حوض المياه الخام من البولي إيثيلن سعة 150 L وفيه تم تشكيل المعلق من خلال خلط عينات التربة مع المياه وتم استخدام خلاط ليضمن تجانس العينة خلال فترة إجراء التجارب.

- حوض ترسيب ذو سعة 48 L مزود بالصفائح المائلة

- حوض ترسيب تقليدي ذو سعة مماثلة لحوض الترسيب ذي الصفائح

- صمامات لتنظيم التدفق

- أوعية لأخذ عينات المياه لأجل قياس العكارة

ويبين الشكل 3 صورة للوحدة المخبرية المستخدمة في الدراسة.



الشكل 3: صورة فوتوغرافية للوحدة المخبرية المستخدمة في الدراسة

4- النتائج والمناقشة

تم أخذ عينات المياه لقياس العكارة فيها من مدخل ومخرج المرسب، وتم حساب كفاءة المرسبات باستخدام المعادلة (1):

$$TurbidityReduction\% = \frac{T_i - T_d}{T_i} \% \dots \dots \dots (1)$$

حيث إن:

T_i : قيمة العكارة البدائية، NTU

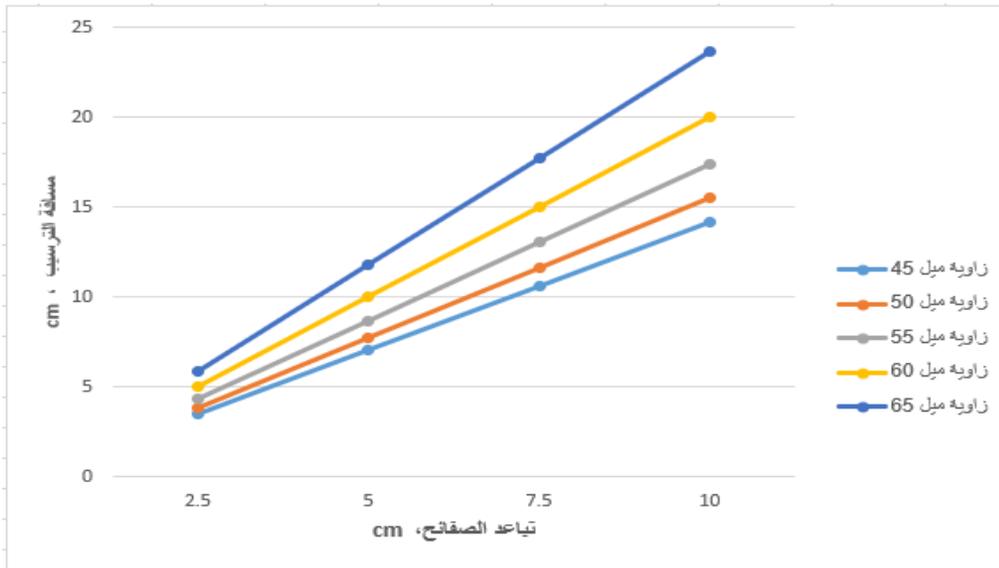
T_d : قيمة العكارة في التيار الخارج ، NTU

وتم حساب مسافة الترسيب العظمى في المرسب الصفاحي تبعاً لكل من زاوية ميل الصفائح والتباعد بين كل صفيحتين ، والجدول 2 يعرض هذه الحسابات .

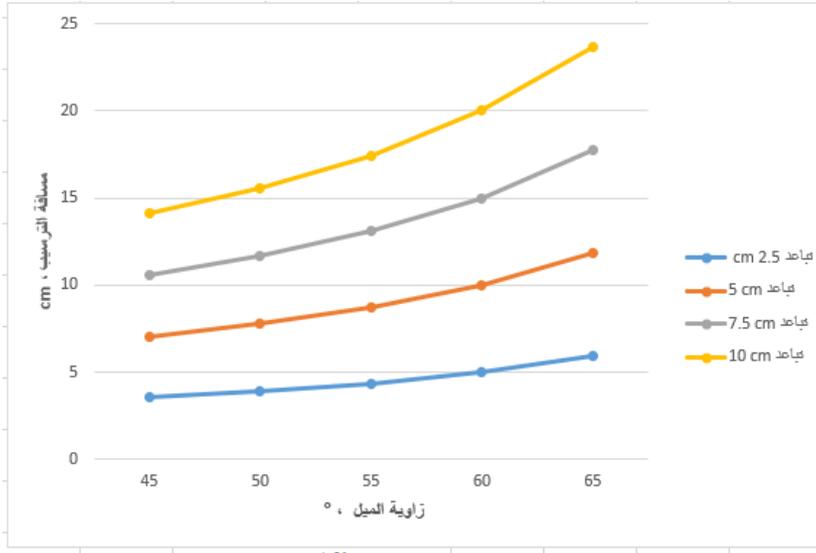
الجدول 2: نتائج حساب مسافة الترسيب في المرسب الصفاحي

زاوية الميل، °	تباعد الصفائح	مسافة الترسيب، cm	تباعد الصفائح	زاوية الميل، °	مسافة الترسيب، cm
45	2.5	3.54	2.5	45	3.54
		3.89	5		7.07
		4.36	7.5		10.61
		5	10		14.14
50	5	5.91	2.5	50	3.89
		7.07	5		7.77
		7.77	7.5		11.66
		8.71	10		15.54
55	7.5	10	2.5	55	4.36
		11.82	5		8.71
		10.61	7.5		13.07
		11.66	10		17.42
60	10	13.07	2.5	60	5
		15	5		10
		17.73	7.5		15
		14.14	10		20
65	10	15.54	2.5	65	5.91
		17.42	5		11.82
		20	7.5		17.73
		23.64	10		23.64

يبين الشكل 4 علاقة مسافة الترسيب بالتباعد بين الصفائح في المرسب الصفائحي ، ومن هذا الشكل يظهر واضحاً أن مسافة الترسيب الشاقولية ترتبط بعلاقة خطية مع التباعد بين الصفائح عند زوايا الميل المختلفة ، ويبين الشكل 5 علاقة مسافة الترسيب بزوايا ميل الصفائح في المرسب الصفائحي ، ومن هذا الشكل يظهر أن المجال الأفضل لزوايا الميل يقع في المجال بين 50° و 60° ، وهذا يتفق مع بعض المراجع [14] التي حددت زاوية الميل الفضلى 55°. ويظهر في الشكل 5 أيضاً أن مسافة الترسيب ترتبط مع زاوية الميل بعلاقة من الدرجة الثانية عند مسافات التباعد المختلفة ، وإن المجال الأفضل لهذا النوع من التربة بين 5 و 7.5 cm .



الشكل 4: علاقة مسافة الترسيب بالتباعد بين الصفائح في المرسب الصفائحي



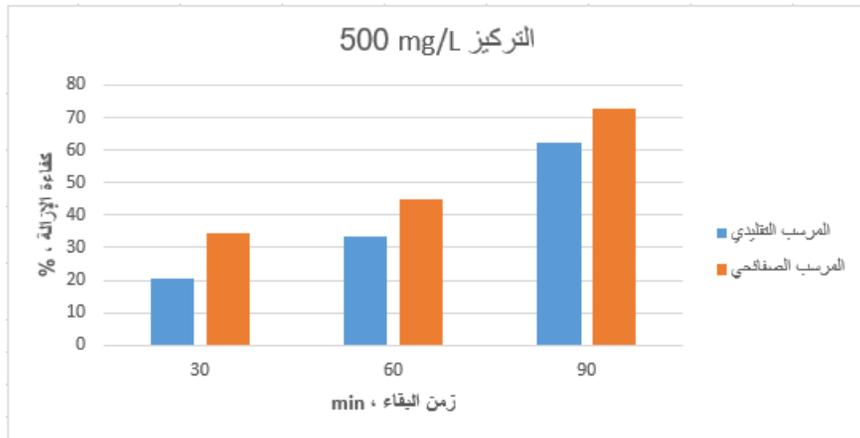
الشكل 5: علاقة مسافة الترسيب بزاوية ميل الصفائح في المرسب الصفائحي

ويوضح الجدول 3 كفاءة إزالة العكارة في التيار الخارج من المرسب التقليدي والمرسب الصفائحي (ذي التباعد 5 cm بين كل صفيحتين وزاوية ميل الصفائح 55°) عند تراكيز مختلفة وأزمنة بقاء مختلفة.

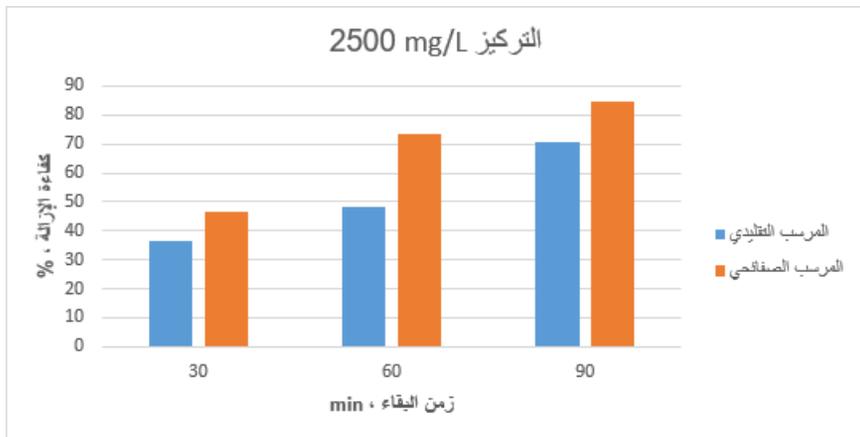
الجدول 3: كفاءة إزالة العكارة عند تراكيز مختلفة وأزمنة بقاء مختلفة، % (التباعد بين كل صفيحتين 5 cm وزاوية الميل 55°)

زمن البقاء، min			المرسب	التركيز mg/L
90	60	30		
62.5	33.7	20.3	التقليدي	500
72.8	44.8	34.6	الصفائحي	
70.5	48.2	36.7	التقليدي	2500
84.6	73.4	46.8	الصفائحي	
75.8	62.4	39.6	التقليدي	5000
86.5	78.2	61.7	الصفائحي	

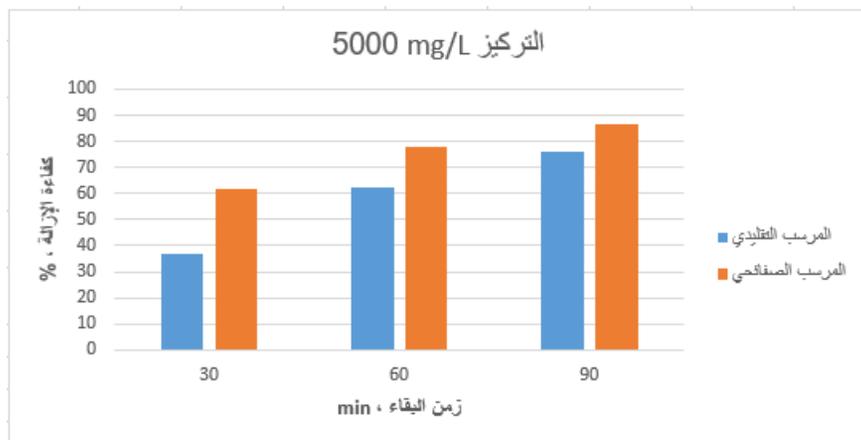
وتم تمثيل كفاءة إزالة العكارة في المرسيين في حالات المؤشرات المختلفة المدروسة في الأشكال 6 و 7 و 8 و 9 و 10 و 11.



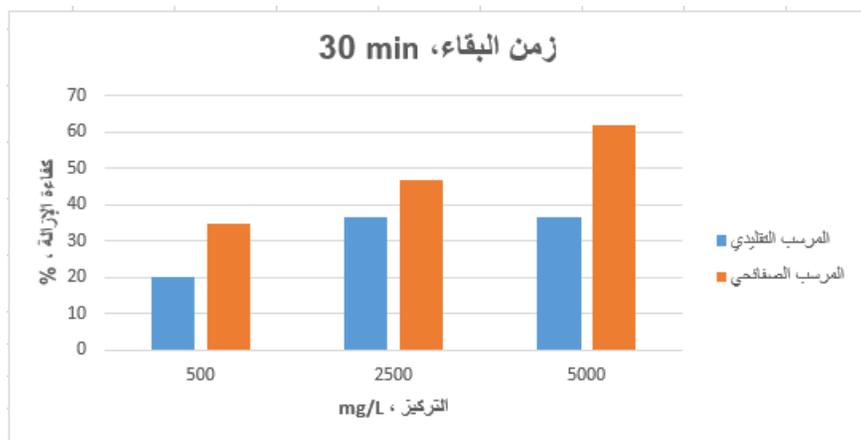
الشكل 6: كفاءة إزالة الجسيمات الصلبة في المرسيين عند تركيز 500 mg/L وأزمنة بقاء مختلفة .



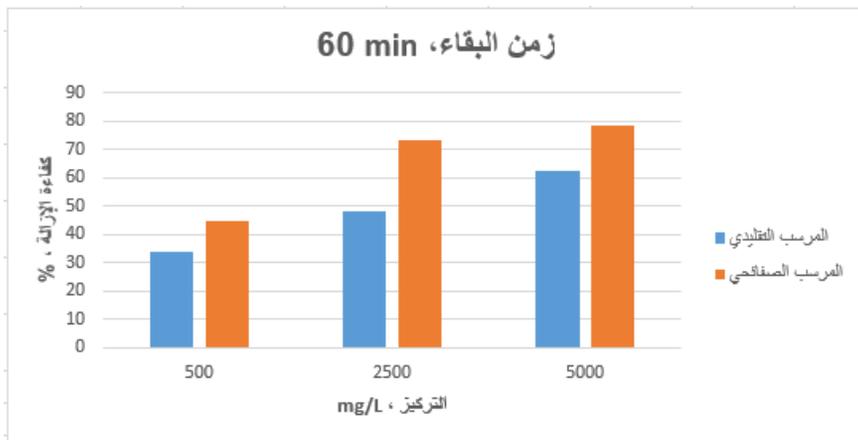
الشكل 7: كفاءة إزالة الجسيمات الصلبة في المرسيين عند تركيز 2500 mg/L وأزمنة بقاء مختلفة .



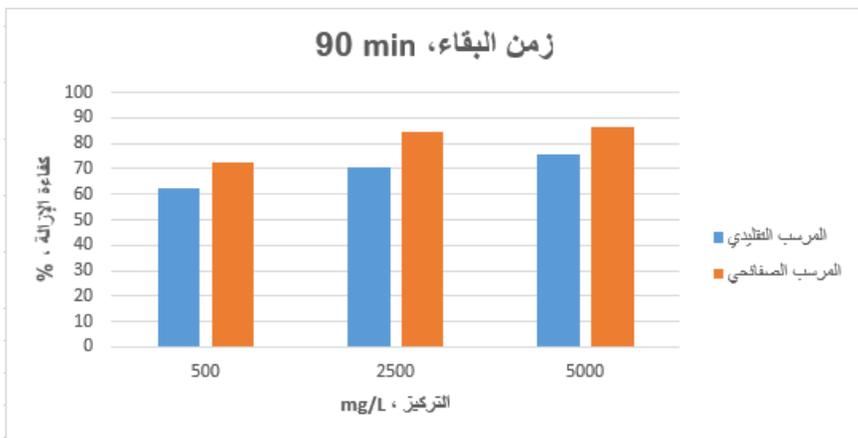
الشكل 8: كفاءة إزالة الجسيمات الصلبة في المرسيين عند تركيز 5000 mg/L وأزمنة بقاء مختلفة.



الشكل 9: كفاءة إزالة الجسيمات الصلبة في المرسيين عند زمن بقاء 30 min وتركيز مختلفة.



الشكل 10: كفاءة إزالة الجسيمات الصلبة في المرسيين عند زمن بقاء 60 min وتراكيز مختلفة.

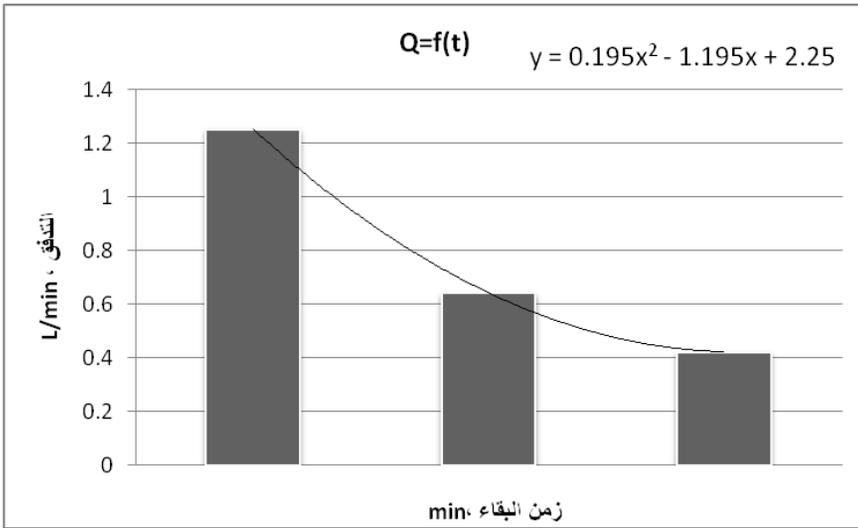


الشكل 11: كفاءة إزالة الجسيمات الصلبة في المرسيين عند زمن بقاء 90 min وتراكيز مختلفة.

حساب سرعة الترسيب

تم ضبط سرعة جريان المياه في الوحدة التجريبية باستخدام الصمامات المركبة على أنابيب التدفق لتحقيق زمن البقاء المطلوب، وتبين أنه توجد علاقة بين التدفق وزمن البقاء كما هو واضح في الشكل 12.

$$Y = 0.195 X^2 - 1.195 X + 2.25$$



الشكل 12: علاقة التدفق بزمن البقاء في حوض الترسيب

وكذلك تم حساب سرعة ترسيب الجسيمات الصلبة المعلفة بتطبيق قانون ستوكس، حيث أن سرعة الترسيب تابعة لكل من حجم الجسيمات والكثافة والمسافة عن سطح الترسيب، وتطبق العلاقة 2 لحساب سرعة ترسيب الجسيمات على نطاق واسع في عمليات معالجة المياه [15].

$$w_s = \frac{g d^2 (\rho_p - \rho_w)}{18\mu} \dots \dots \dots (2)$$

w_s : سرعة الترسيب، m/s

g : تسارع الجاذبية الأرضية، m/s²

ρ_p : كثافة الجسيمات، kg/m³

ρ_w : كثافة الماء، kg/m³

μ : لزوجة المائع الديناميكية، kg/ms

يعتبر قانون ستوكس محدوداً، لأنه يفترض أن الترسيب غير معاق وأن الجسيمات كروية الشكل في حين أن التربة المستخدمة في هذه الدراسة في غالبيتها تحوي جسيمات ذات أشكال غير كروية وذات زوايا ولتجاوز تأثير الاختلاف في أشكال الجسيمات، ولذلك استخدمت علاقة مطورة عن المعادلة السابقة لحساب سرعة الترسيب بشكل أكثر دقة مع مراعاة تسارع الجاذبية الأرضية [16]:

$$(S + C_m) \frac{dw_s}{dt} = (S - 1)g - \frac{F_D}{\rho_p V_s} \dots \dots \dots (3)$$

S : الكثافة النسبية، وهي عبارة عن النسبة بين كثافة الجسيمات الصلبة إلى كثافة الماء (كثافة الماء 1 g/cm³)

C_m : معامل الشكل

t : زمن الترسيب، s

F_D : قوة الاحتكاك، Newton

V_s : حجم العينة، L

تم استخدام المعادلة (4) لحساب سرعة الترسيب:

$$w_s = \frac{(s - 1)g\rho V_s}{3 \pi \mu d} \left(1 - e^{-\frac{3 \pi \mu d}{(s+C_m)g\rho V_s}} \right) \dots \dots \dots (4)$$

حسبت سرعة الترسيب مع مراعاة توازن القوى لكامل العينة من دون إهمال الجاذبية الأرضية وأشكال الجسيمات غير المتطابقة، ولتطبيق المعادلة السابقة رقم 4 اعتمدت القيم المبينة في الجدول 4.

الجدول 4: القيم المستخدمة في معادلة حساب السرعة.

القيمة	المؤشر
2.60	الكثافة النسبية (s)
2600 kg/m ³	الكثافة (ρ)
48 L	حجم العينة (V _s)
0.67	معامل الشكل
1×10 ⁻³ kg/ms	لزوجة الديناميكية للماء (μ)
60*10 ⁻⁶ m	القطر المتوسط للجسيمات (d)

وبتطبيق المعطيات السابقة في المعادلة رقم 4 تم حساب سرعة الترسيب وفق المعادلة 4 فكانت 0.48 cm/s.

5-الاستنتاجات

- كانت كفاءة تخفيض العكارة في المرسب الصفائحي أعلى من المرسب التقليدي عند المؤشرات المختلفة المدروسة، وهذا متوقع ويتفق مع المعطيات المرجعية نظراً لانخفاض مسافة الترسيب في المرسب الصفائحي.
- تحسنت كفاءة تخفيض العكارة مع زيادة زمن البقاء وزيادة تركيز المعلقات في التيار الداخل.
- تحسنت كفاءة إزالة العكارة في المرسب الصفائحي من خلال تغيير سرعة الجريان وتقليل مسافة الترسيب.
- تم حساب سرعة الترسيب من معادلة سرعة الترسيب المطورة وقد أعطت القيمة 0.48 cm/s وهذه القيمة يمكن استخدامها للتنبؤ بعملية الترسيب في أنظمة الترسيب المصممة.

References

- 1- Nayebare, S.R.; Wilson, L.R.; Carpenter, D.O.; Dziejulski, D.M.; Kannan, K. A review of potable water accessibility and sustainability issues in developing countries—Case study of Uganda. *Rev. Environ. Health* 2014, 29, 363–378.
- 2- Vasconcelos, J.G.; Chosie, C.D.; Guest, H.M.; Patrick, A.C. *Lamella Settlers: Sediment. Removal from Roadway Construction Runoff* ; Highway Research Center: Auburn, AL, USA, 2014;
- 3- Donohue, I.; Garcia Molinos, J. Impacts of increased sediment loads on the ecology of lakes. *Biol. Rev.* 2009, 84, 517–531.
- 4- Forrest, C.L.; Harding, M.V. Erosion and sediment control: Preventing additional disasters after the southern California fires. *J. Soil Water Conserv.* 1994, 49, 535–541
- 5- Leung, W.F.; Probsteln, R.F. Lamella and Tube Settlers. 1. Model and Operation. *Ind. Eng. Chem. Process Des. Dev.* 1983, 22, 58–67.
- 6- Shih, I.; Van, Y.; Yeh, L.; Lin, H.; Chang, Y. Production of a biopolymer flocculant from *Bacillus licheniformis* and its flocculation properties. *Bioresour. Technol.* 2001, 78, 267–272.
- 7- Weiss, G. *Lamella Settlers for Treatment of Urban Storm Runo_*: Experience with Model and Prototype Tests. *Traitement de la pollution/Pollution Treatment-Basins/Detention Basins & Retention Ponds*, Germany. 2016.
- 8- Metcalf & Eddy Inc., *Wastewater engineering treatment and reuse*, 4th ed., McGraw-Hill Inc., 2003
- 9- A.G.Bhole et al., *Journal of Indian water works association* vol.28, No.1 (Jan.Mar 1996).

- 10- Ratnayaka, Don D.; Brandt, Malcolm J.; Johnson, Michael (2009). "Chapter 7". Twort's water supply (6th ed.). Oxford: Butterworth-Heinemann. ISBN 978-0-0809-4084-7.
- 11- Cheremisinoff, Nicholas P. (2002). "Chapter 8". Handbook of water and wastewater treatment technologies ([Online-Ausg.] ed.). Boston: Butterworth-Heinemann. ISBN 978-0-7506-7498-0.
- 12- ASTM D 422-63 (2007) Standard test method for particle-size analysis of solids
- 13- BS 1377:1975 Methods of test for soils for civil engineering purposes
14. Fang, X.; Zech, W.C.; Logan, C.P. Storm water Field Evaluation and Its Challenges of a Sediment Basin with Skimmer and Baes at a Highway Construction Site. Water 2015, 7, 3407–3430.
15. Azema, N.; Pouet, M.-F.; Berho, C.; Thomas, O. Wastewater suspended solids study by optical methods. Colloids Surf. A Physicochem. Eng. Asp. 2002, 204, 131–140.
- 16- Tang, P.; Raper, J. Modelling the settling behaviour of fractal aggregates—A review. Powder Technol. 2002,123, 114–125.

دراسة العوامل المؤثرة في مدة تخزين الجبن

المطبوخ

طالبة الدراسات العليا: م. مرح تامر

الدكتور المشرف: أ.د. رمضان عطرة

كلية الهندسة الكيميائية والبترولية - جامعة البعث

الملخص

تم في هذا البحث دراسة تأثير العوامل المختلفة في مدة تخزين الجبن المطبوخ ومن ضمن هذه العوامل درجة حرارة الطبخ ومدته وتأثير إضافة بعض المواد الطبيعية ذات التأثير المضاد للأكسدة والمضادة للأحياء الدقيقة.

تم تحضير الجبن المطبوخ بدرجة حرارة طبخ 80°م و 90°م وزمن طبخ 5 دقيقة و 10 دقيقة، وذلك عند إضافة مسحوق الكركم بتركيز 0.1% وتركيز 0.5% من وزن الجبن والتخزين درجة حرارة 4°م. أظهرت النتائج انخفاض قيم رقم الحموضة وارتفاع قيم الحموضة المعايير لجميع العينات خلال مدة التخزين، وقد انخفضت صلابة العينات بزيادة درجة حرارة الطبخ وازدادت بزيادة زمن الطبخ، ولوحظ ارتفاع في صلابة جميع العينات خلال التخزين.

بينت النتائج إمكانية استخدام مسحوق الكركم كمادة حافظة طبيعية، كما أن زيادة درجة حرارة الطبخ أدت إلى زيادة مدة صلاحية الجبن المطبوخ.

الكلمات المفتاحية: جبن مطبوخ، مدة تخزين، درجة حرارة الطبخ، زمن الطبخ، كركم.

Study of factors affecting the shelf life of processed cheese

Prof.Dr. Ramadan Atra

Eng. Marah Tamer

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

Abstract

In this research, the effect of various factors on the duration of storage of processed cheese was studied, including the cooking temperature, duration, and the effect of adding some natural substances that have an antioxidant and anti-microorganism effect.

Processed cheese was prepared at a cooking temperature of 80°C and 90°C and a cooking time of 5min and 10min when turmeric powder was added at a concentration of 0.1% and 0.5% of the weight of the cheese and stored at a temperature of 4°C. The results showed that the pH values decreased and the titrated acidity values increased for all samples during the storage period. The hardness of the samples decreased with increasing the cooking temperature and increased with increasing the cooking time. A rise in the hardness of all samples was observed during storage.

The results showed the possibility of using turmeric powder as a natural preservative, and increasing the cooking temperature led to an increase in the shelf life of the processed cheese.

Keywords : processed cheese, storage period, cooking temperature, cooking time, turmeric.

1- المقدمة:

الجبن المطبوخ هو منتج جديد نسبياً من منتجات الألبان، تم ابتكاره في نهاية القرن التاسع عشر وبداية القرن العشرين أي منذ ما يقارب المئة عام كمنتج مستقل في أوروبا والولايات المتحدة، بسبب الحاجة لزيادة مدة صلاحية الأجبان الطبيعية وإمكانية الاستفادة من الجبن الحاوي على عيوب، فظهرت الأجبان المطبوخة بنكهة وقوام وخصائص وظيفية مميزة وهو منتج متعدد الاستخدامات في الأسواق كما يعد أحد أنواع الأجبان الرائدة في العالم. [1]، [2]

يعتبر الجبن المطبوخ منتج غذائي يعتمد انتاجه على منتجات الألبان، يختلف عن الأجبان الطبيعية بكونه لا يصنع مباشرة من الحليب أو من الحليب المجفف، بل عن طريق مزج نوع واحد أو أكثر من الأجبان الطبيعية بمختلف الأنواع والأعمار ودرجات النضج مع أملاح الاستحلاب، كما يمكن إضافة مكونات أخرى اختيارية من منتجات الألبان أو غير الألبان، يليها المعالجة الحرارية للمزيج مع التحريك المستمر حتى الوصول إلى منتج ذو قوام متجانس يتمتع بفترة صلاحية طويلة. [1]، [3]

يعتمد تركيب الجبن المطبوخ على المواصفات المطلوب تحقيقها في المنتج النهائي حيث تؤثر المكونات المختلفة على الخصائص الفيزيائية والكيميائية والنكهة والخصائص الوظيفية، كما أن الاختيار المناسب للجبن الطبيعي وملح الاستحلاب مهم جداً للوصول إلى الخصائص النهائية المطلوبة. [4]

تتمثل التغييرات التي تطرأ على الجبن المطبوخ أثناء التخزين بشكل أساسي بالجوانب التالية:

- فقدان بخار الماء سببه كون العبوات المستخدمة أو مادة التعبئة والتغليف غير محكمة الاغلاق.
- التفاعلات التي تحدثها الإنزيمات المقاومة للحرارة، لأن هذه الإنزيمات يمكن أن تبقى نشطة حتى بعد المعالجة الحرارية، وتعتمد بشكل أساسي على مكونات المنتج والمعالجة الحرارية المطبقة.
- تفاعلات الاسمرار اللاأنزيمي: نتيجة لتفاعل تفاعل سكر اللاكتوز مع الأحماض الأمينية.
- التفاعلات الناتجة عن الضوء والأكسجين نتيجة نفاذ الأكسجين من خلال العبوة، وتعتمد على التركيب والضوء وخصائص التعبئة والتغليف..
- التفاعلات مع مواد التعبئة والتغليف وتعتمد على طبيعة المواد المستخدمة لذلك يجب اختيارها بدقة [5]

مدة صلاحية المنتج بمفهومها العام هي الفترة التي يمكن فيها تخزين المنتج ويبقى صالحاً للاستهلاك، أما بالنسبة لمنتجات الألبان بشكل خاص هي المدة التي لا يجب أن تظهر فيها على المنتج أي عيوب سواء كانت حسية أو بنيوية ويجب أن تحتفظ هذه المنتجات بجودة غذائية معينة. [6]

العمر التخزيني للجبن المطبوخ محدود بالتفاعلات الكيميائية والبيوكيميائية والميكروبيولوجية، من المؤشرات الدالة على التلف الذي يحدث بسبب نمو الأحياء الدقيقة، إنتاج الغاز أو الروائح وظهور الألوان غير الطبيعية أو وجود تباين في قيم pH أو عن طريق التحاليل الجرثومية. [7]

العوامل الأخرى التي تؤثر على مدة صلاحية الجبن المطبوخ وجودتها هي بشكل أساسي الجودة الميكروبيولوجية للمواد الخام المستخدمة، والظروف الصحية الصارمة أثناء عملية التصنيع وكذلك نوع مواد التعبئة وظروف التخزين. [8]

أثناء إنتاج الجبن المطبوخ يتم استخدام درجات حرارة أعلى من 80°م فيتم القضاء على الأحياء الدقيقة الحية في خليط المواد الخام، ولكنها غير كافية للقضاء على الأبواغ، وعندما تصبح الظروف مناسبة تستعيد الأبواغ نشاطها. [9]، [10]

تشمل الملوثات الرئيسية للجبن المطبوخ بشكل أساسي الأحياء الدقيقة ذاتية التغذية أو الأحياء الدقيقة القادرة على النمو في البيئة ذات المحتوى المنخفض من الأكسجين، ومن أكثر أنواع الملوثات انتشاراً في الجبن المطبوخ، البكتيريا المكونة للأبواغ والفطريات الدقيقة، كما يجب الأخذ بالاعتبار الأحياء الدقيقة التي يمكن أن تلوث المنتج بعد عملية الطبخ. [9]

إلى جانب مكونات الجبن المطبوخ، يمكن أن تؤثر العوامل الفيزيائية والكيميائية والتكنولوجية والميكروبيولوجية على مواصفات الجبن النهائي وخصائصه. [11]

يعد إطالة العمر الافتراضي للجبن عاملاً مهماً في صناعة الألبان لأنه يمكن أن يقلل الفاقد الاقتصادي عن طريق تقليل الخسائر الناتجة عن التلف، ويمكن أن يسمح بإمكانية وصول الجبن إلى أسواق جديدة وأبعد. تعد إضافة المواد الحافظة واحدة من أبسط الطرق وأقدمها لإطالة العمر الافتراضي للجبن، نظراً لتأثيرها في تأخير التغيرات التي يسببها نمو الكائنات الحية الدقيقة أو الحفاظ على الخصائص الفيزيائية والتركيب الكيميائي والقيمة الغذائية الأصلية للجبن دون تغيير أثناء التخزين. [12]

الكرم: هو نبات عطري معمر، ينتمي إلى عائلة Zingiberaceae ويحتوي على 49 جنساً و 1400 نوعاً، يتميز بألوان مختلفة كالبرتقالي والبني والأصفر الباهت والأصفر المحمر، تم عزل أكثر من 100 مكون من الكرم، المكون الرئيسي لجذور الكرم هو زيت طيار يحتوي على مركب التورميرون، كما يعتبر مركب الكركمين المركب الأساسي الموجود في الكرم وهو المسؤول عن إضفاء اللون الأصفر إلى الكرم، يتراوح محتواه بين 2-7%، ويشكل الكركمين مع عدد قليل من الأصبغة الموجودة في الكرم، مجموعة تدعى الكركمينات لها خصائص مضادة للأكسدة وتساهم في منع تطور البيروكسيدات. [13]

قام (El-Sayed et al.,2021) باستخدام مستحلب النانو للكركمين كمكون وظيفي وصحي في تحضير الجبن المطبوخ، أظهر مستحلب الكركمين نشاطاً مضاداً للبكتيريا ضد سلالات *Staphylococcus aureus* و *Clostridium sporogenes* و *Escherichia coli* و *Klebsiella pneumonia* و *Pseudomonas hamburgis*، وإن إضافة هذا المستحلب قد حسنت الخصائص الفيزيائية والكيميائية والبنوية للجبن المطبوخ أثناء التخزين البارد عند درجة حرارة 4°م ولمدة 60 يوماً، كما قللت من فقدان الرطوبة أثناء التخزين، وبالتالي كان التغيير في الصلابة طفيفاً مقارنة بعينة الشاهد. [14]

كما درس (Al-Obaidi, L. 2019) تأثير إضافة مسحوق الكرم بتركيز (0.1%)، (0.2%، 0.3%) على التركيب الكيميائي وثبات الأكسدة والخواص الميكروبيولوجية للجبن الطري، وذلك عند التخزين بدرجة حرارة 2±5°م ولمدة 9 أيام، أظهرت نتائج التحاليل الكيميائية عدم وجود فروق معنوية بين عينات الكرم وعينة الشاهد من حيث الرطوبة والبروتين والدهن والرماد ورقم الحموضة، بينما أوضحت التحاليل الميكروبيولوجية أنه

بزيادة تركيز مسحوق الكرم ينخفض التعداد العام للبكتيريا، كما أن البكتيريا القولونية ازدادت أثناء التخزين في عينة الشاهد فقط ولم يلاحظ ظهورها في عينات الكرم. [15]

قيّم (Umaraw *et al.* 2022) فعالية مستخلص الكرم والألوفيرا في إطالة العمر التخزيني للبانير، تم تقييم عينات البانير المطورة من حيث التغيرات الفيزيائية والكيميائية والتأكسدية والميكروبيولوجية والصفات الحسية أثناء التخزين بدرجة حرارة التبريد لمدة عشرة أيام. أوضحت النتائج أن البانير المحضر مع إضافة المستخلصات يقلل من التغيرات الكيميائية والفيزيائية، كما لوحظ انخفاض البيروكسيدات والحموض الدسمة الحرة والتعداد العام للبكتيريا مقارنة بعينة الشاهد، وكانت الخلاصة أن مزيج الكرم وخلاصة الصبار يحسن بشكل كبير من العمر الافتراضي لجبن البانير ويمكن استخدامها كمواد حافظة. [16]

قيّم (Buch *et al.* 2012) إضافة الكرم إلى الحليب بعدة تراكيز كمادة حافظة لإطالة العمر الافتراضي لجبن البانير، وأكد أن إضافة الكرم بمعدل 0.6% أدت إلى إطالة العمر الافتراضي للجبن حتى 12 يوماً عند التخزين بدرجة 7°C، كما أن إضافة الكرم بمعدل أكبر من 0.6% أدى إلى تأثير حاد في الدرجة الحسية. [17]

2- هدف البحث:

يهدف هذا البحث إلى دراسة العوامل المؤثرة في إطالة مدة تخزين الجبن المطبوخ والاستفادة من عدد من المواد الطبيعية المتوافرة في السوق المحلية لتحسين مواصفات الجبن المطبوخ.

3- مواد وطرائق البحث:

3-1- المواد الأولية المستخدمة في البحث:

- جبن قشقوان (54.6% مادة صلبة كلية، 26.9% مادة دسمة).
- جبن عكاوي (41.8% مادة صلبة كلية، 15.3% مادة دسمة).
- زبدة حيوانية (83.5% مادة صلبة كلية، 81.9% مادة دسمة).
- أملاح استحلاب (تري بولي فوسفات الصوديوم) بنسبة 2%.
- حليب مجفف (96.4% مادة صلبة كلية، 26.8% مادة دسمة).
- مسحوق الكركم من السوق المحلية.

3-2- تصنيع الجبن المطبوخ:

تم تصنيع الجبن المطبوخ في هذا البحث مخبرياً وفق المراحل التالية:

أولاً- تحضير المواد الأولية، حيث تم تقطيع الجبن العكاوي يدوياً إلى شرائح وإزالة ملوحته بالنقع المتكرر بالماء البارد وكانت مدة النقع 12 ساعة تم تبديل الماء خلالها ثلاث مرات، وبعد التأكد من إزالة الملوحة عن طريق التدقق تم تصفية الجبن من الماء وهي الطريقة الواردة في (al-khalayleh et al. 2011). [18]

ثانياً- وزن المكونات المختلفة وتحضيرها للمعالجة الحرارية والطبخ.

ثالثاً- خلط المكونات باستخدام خلاط كهربائي، تمت عملية طحن الأجبان الطبيعية المستخدمة مع الزبدة وأملاح الاستحلاب والمكونات الأخرى الداخلة في تركيبة الجبن المطبوخ، وتم إضافة مسحوق الكركم بتركيز 0.1% وتركيز 0.5% من وزن الخليط.

رابعاً- الطبخ في الحمام المائي، تم إجراء عملية الطبخ بدرجتي حرارة مختلفتين 80°م ودرجة 90°م، وبزمني طبخ 5 دقائق و10 دقائق مع التحريك المستمر للحصول على القوام المطلوب.

خامساً - التعبئة في عبوات من البولي إيثيلين سعة 50 غ ثم التبريد الأولي والتخزين.



الصورة (1) تصنيع الجبن المطبوخ مخبرياً

3-3- الاختبارات:

3-3-1- الاختبارات الكيميائية والفيزيائية:

- تقدير النسبة المئوية للدسم: بطريقة جرير وفقاً للمواصفة القياسية السورية رقم 2204 للعام 2018.
- تقدير النسبة المئوية للمادة الصلبة الكلية: وفقاً للمواصفة القياسية السورية رقم 2201 للعام 2018.
- تقدير الحموضة المعايرة: عن طريق المعايرة بمحلول ماءات الصوديوم 0.1N وباستخدام الفينول فتالئين كمشعر.
- قياس رقم الحموضة pH: باستخدام جهاز pH-meter.
- قياس الصلابة: باستخدام جهاز قياس الصلابة TA-XT-Plus باستخدام مسبر p/10 ومسافة اختراق 10mm وبسرعة اختراق 10mm/s.
- قياس المؤشرات اللونية: باستخدام جهاز قياس اللون Konica Minolta CM-3500d، وتستخدم فيه المؤشرات (L^* ، a^* ، b^*).

3-3-2- الاختبارات الحسية:

تم إجراء الاختبارات الحسية من حيث اللون والمظهر والصلابة والنكهة والطعم، وذلك من قبل لجنة التقييم الحسي في قسم الهندسة الغذائية في كلية الهندسة الكيميائية والبتروولية بجامعة البعث اعتماداً على نموذج الاستمارة الحسية الخاصة بالجبن المطبوخ والواردة في (Toro *et al.* 2016) مع بعض التعديل، فكانت الاستمارة الحسية النهائية مبينة في

الجدول (1). [19]

الجدول (1) نموذج الاستمارة الحسية الخاصة بالجبن المطبوخ

1	2	3	4	5	النقاط
مرفوض	غير متجانس	باهت	خفيف	لامع	اللون
مرفوض	غير متجانس	حبيبات	جاف	متجانس	المظهر
مرفوض	بدون قوام	صلب	متوسط الصلابة	مقبول	الصلابة
مرفوض	نكهة غريبة	نكهة الجبن ضعيفة	نكهة جبن/ قوية الملح	نكهة جبن/ ملح خفيف	النكهة
مرفوض	طعم غريب	طعم زيتي	متوسطة الاستساغة	مستساغة	الطعم

4- النتائج والمناقشة:

4-1- نتائج الاختبارات الحسية:

يبين الجدول (2) نتائج التقييم الحسي لعينات الجبن المطبوخ، تبين النتائج أن جميع عينات الجبن المطبوخ كانت مقبولة، وكان لون عينات الشاهد والعينات المضاف لها مسحوق الكركم بتركيز 0.1% أفضل من العينات المضاف لها مسحوق الكركم بتركيز 0.5%، أما من حيث المظهر تم تقييم عينات الشاهد بخمس درجات تليها عينات الكركم التي قيمت بثلاث وأربع درجات وذلك لوجود جزيئات دقيقة من الكركم بلون برتقالي واضح، ومن حيث الصلابة فكانت الدرجات متفاوتة بين ثلاث درجات وأربع درجات ومنه نلاحظ أن معظم العينات كانت متوسطة الصلابة، وتشير تقييمات النكهة إلى أن نكهة عينات الجبن المضاف لها مسحوق الكركم بتركيز 0.1% كانت الأفضل، كما أن النكهة تعود لتفضيل ورغبة كل فرد من حيث نكهة الكركم الواضحة عند إضافة الكركم بتركيز 0.5%، وكان طعم جميع عينات الجبن المطبوخ جيداً ومستساغاً ولا يحوي أي نكهات غريبة.

الجدول (2) نتائج التقييم الحسي لعينات الجبن المطبوخ

النقاط					درجة الطبخ °C	زمن الطبخ Min	
الطعم	النكهة	الصلابة	المظهر	اللون			
5	4	3	5	5	80	5	شاهد
5	4	4	5	5	90		
5	4	3	5	5	80	10	
5	4	4	5	5	90		
5	5	4	3	5	80	5	مسحوق الكركم 0.1%
5	5	5	4	5	90		
4	4	4	4	5	80	10	
4	5	5	4	5	90		
4	3	4	3	4	80	5	مسحوق الكركم 0.5%
4	5	3	4	4	90		
3	4	4	3	4	80	10	
4	3	4	3	4	90		

4-2- نتائج الاختبارات الكيميائية والفيزيائية:

4-2-1- نتائج النسبة المئوية للمادة الصلبة الكلية:

يبين الجدول (3) نتائج نسبة المادة الصلبة الكلية (%) للعينات المخزنة بدرجة حرارة 4°C، ونلاحظ من النتائج وجود ارتفاع بسيط في نسبة المادة الصلبة الكلية لجميع العينات خلال التخزين نتيجة لفقد جزء من الرطوبة مع مرور مدة التخزين وهذا ما توافق مع (El-Sayed et al. 2021) [14] ومع (Bulut-Solak, B., et al. 2019) [20]، ولم يكن لدرجة حرارة الطبخ وزمن الطبخ تأثير واضح في نسبة المادة الصلبة الكلية، وازدادت نسبة المادة الصلبة الكلية في عينات الجبن المضاف لها مسحوق الكركم، لتصبح (41.91%) و(42.01%) عند تركيز 0.1% وبلغت حوالي (42.95%)

و (42.08%) عند تركيز 0.5% وذلك مقارنة بعينة الشاهد التي بلغت نسبة المادة الصلبة الكلية فيها (41.84%) و (41.93%).

الجدول (3) نتائج نسبة المادة الصلبة الكلية (%) للعينات المخزنة بدرجة حرارة 4°C

مدة التخزين (شهر)				درجة الطبخ C°	زمن الطبخ Min	
3	2	1	0			
42.6	42.28	42.05	41.84	80	5	شاهد
42.57	42.26	42.04	41.85	90		
42.66	42.33	42.14	41.93	80	10	
42.64	42.34	42.14	41.96	90		
42.62	42.33	42.12	41.91	80	5	مسحوق الكركم %0.1
42.64	42.36	42.11	41.92	90		
42.7	42.41	42.2	42.01	80	10	
42.72	42.44	42.21	42.04	90		
43.63	43.32	43.13	42.95	80	5	مسحوق الكركم %0.5
43.62	43.32	43.14	42.97	90		
42.69	42.37	42.22	42.05	80	10	
42.7	42.4	42.24	42.08	90		

4-2-2- نتائج النسبة المئوية للمادة الدسمة على أساس المادة الصلبة:

يبين الجدول (4) نتائج نسبة المادة الدسمة على أساس المادة الصلبة الكلية (%)، انخفضت نسبة المادة الدسمة عند إضافة مسحوق الكركم ولوحظ وجود ارتفاع في نسبة المادة الدسمة في العينات المدروسة خلال مدة التخزين وتتوافق هذه النتائج مع دراسة (Černíková et al. 2018) [21] ودراسة (El-Sayed et al. 2021) [14] ويعود ذلك لوجود ارتفاع في نسبة المادة الصلبة الكلية خلال التخزين، كما يلاحظ عدم وجود تأثير لدرجة حرارة الطبخ ومدته في نسبة المادة الدسمة.

الجدول (4) نتائج نسبة المادة الدسمة على أساس المادة الصلبة الكلية (%) للعينات المخزنة بدرجة حرارة 4°C

مدة التخزين (شهر)				درجة الطبخ C°	زمن الطبخ Min	
3	2	1	0			
47.28	47.15	47.04	46.87	80	5	شاهد
47.29	47.16	47.05	46.9	90		
47.28	47.14	47.05	46.88	80	10	
47.24	47.12	47.02	46.88	90		
47.09	46.97	46.87	46.7	80	5	%0.1 مسحوق الكركم
47.09	46.98	46.85	46.7	90		
47.03	46.92	46.81	46.66	80	10	
47.05	46.94	46.83	46.69	90		
46.67	46.55	46.45	46.31	80	5	%0.5 مسحوق الكركم
46.71	46.59	46.5	46.36	90		
46.76	46.63	46.56	46.42	80	10	
46.74	46.62	46.54	46.41	90		

4-2-3- نتائج رقم الحموضة:

يبين الجدول (5) قيم رقم الحموضة للعينات المخزنة بدرجة حرارة 4°C، نستدل من الجدول أن رقم الحموضة يزداد عند إضافة مسحوق الكركم ويزداد بزيادة تركيزه، وتوافق ذلك مع (Shinde et al. 2022) [22] الذي وجد أن قيمة رقم الحموضة في جبن الكوراج المدروس ترتفع عند إضافة الكركم، يعزى السبب لطبيعة الكركم القلوية، فبلغت أعلى قيمة لرقم الحموضة (6.44) مقارنة بعينة الشاهد (6.22)، ونلاحظ وجود انخفاض في رقم الحموضة لجميع العينات خلال التخزين وكان هذا الانخفاض واضحاً في عينات الشاهد المطبوخة بدرجة 80°C وزمن 5 دقائق، وهذا ما توافق مع (Salek et al. 2020) [11]، يعود السبب في انخفاض رقم الحموضة لنشاط الأحياء الدقيقة المتزايد

خلال مدة التخزين، إضافة إلى نشاط الأنزيمات الموجودة في عينات الجبن المطبوخ، والتحلل المائي لسكر اللاكتوز، إضافة إلى التحلل المائي لبوليميرات الفوسفات الموجودة في أملاح الاستحلاب وتفاعلها مع البروتين.

الجدول (5) قيم pH للعينات المخزنة بدرجة حرارة 4°C

مدة التخزين (شهر)				درجة الطبخ C°	زمن الطبخ Min	
3	2	1	0			
6.09	6.17	6.2	6.22	80	5	شاهد
6.13	6.18	6.21	6.22	90		
6.11	6.17	6.19	6.22	80	10	
6.15	6.18	6.2	6.21	90		
6.24	6.3	6.34	6.35	80	5	مسحوق الكركم %0.1
6.27	6.33	6.34	6.35	90		
6.25	6.33	6.36	6.37	80	10	
6.3	6.34	6.35	6.36	90		
6.34	6.38	6.41	6.43	80	5	مسحوق الكركم %0.5
6.37	6.4	6.41	6.42	90		
6.35	6.39	6.42	6.44	80	10	
6.39	6.4	6.42	6.43	90		

4-2-4- نتائج الحموضة المعيارية:

يبين الجدول (6) نتائج الحموضة المعيارية للعينات المخزنة بدرجة حرارة 4°C مقدر على أساس حمض اللبن، نلاحظ انخفاض قيمة الحموضة المعيارية بإضافة مسحوق الكركم، وعند بداية التخزين كانت أعلى قيمة للحموضة المعيارية في عينات الشاهد وبلغت 0.82 ± 0.01 ، وانخفضت في العينات المضاف لها مسحوق الكركم بتركيز 0.01% لتصبح 0.70 ± 0.1 وفي العينات المضاف لها مسحوق الكركم بتركيز 0.5% لتصبح 0.63 ± 0.01 ، بيّن (Buch et al. 2012) [17] أن إضافة الكركم إلى جبن البانير قد

قلل من حموضته، ونلاحظ وجود تأثير لدرجة حرارة الطبخ في مقدار ارتفاع الحموضة المعيارية فكانت الحموضة المعيارية للعينات المطبوخة بدرجة حرارة 80°C أعلى من حموضة العينات المطبوخة بدرجة حرارة 90°C وذلك ضمن المعاملة الواحدة في نهاية الشهر الثالث، وارتفعت قيم الحموضة المعيارية لجميع العينات خلال التخزين وذلك ما توافق مع (Perveen et al 2010) [23] ، يعود السبب في ارتفاع الحموضة المعيارية إلى تشكل حمض اللاكتيك نتيجة لتمثيل اللاكتوز بواسطة الأحياء الدقيقة، لذلك نلاحظ أن معدل ارتفاع الحموضة المعيارية في نهاية الشهر الثالث كان مرتفعاً في عينات الشاهد وذلك لأن الكرم يحتوي على مواد ذات تأثير مضاد للأحياء الدقيقة كمركب الكركمين.

الجدول (6) نتائج الحموضة المعيارية للعينات المخزنة بدرجة حرارة 4م

مدة التخزين (شهر)				درجة الطبخ C°	زمن الطبخ Min	
3	2	1	0			
1.18	0.96	0.87	0.82	80	5	شاهد
1.06	0.94	0.87	0.83	90		
1.15	0.96	0.88	0.83	80	10	
1.02	0.9	0.84	0.81	90		
0.95	0.82	0.75	0.71	80	5	مسحوق الكرم %0.1
0.94	0.82	0.74	0.69	90		
0.93	0.8	0.73	0.7	80	10	
0.91	0.8	0.74	0.71	90		
0.86	0.75	0.67	0.63	80	5	مسحوق الكرم %0.5
0.82	0.72	0.65	0.62	90		
0.84	0.74	0.67	0.63	80	10	
0.82	0.73	0.67	0.64	90		

4-2-6- نتائج الصلابة:

يبين الجدول (7) قيم الصلابة (N) للعينات المخزنة بدرجة حرارة 4°C، ونلاحظ زيادة صلابة العينات المضاف لها مسحوق الكركم بشكل بسيط قد يعود السبب لارتفاع نسبة المادة الصلبة الكلية في مسحوق الكركم، كما نلاحظ وجود تأثير لزمان الطبخ في زيادة صلابة الأجبان وهذا ما اتفق مع (prikryl et al. 2018) [24] حيث تزداد الصلابة بزيادة زمن الانتظار، وقد يكون السبب في ذلك زيادة متانة الشبكة البروتينية بزيادة زمن الطبخ، وارتفعت قيم الصلابة لجميع العينات خلال التخزين وهذا ما توافق مع (Perveen et al 2010) [23] ويعود ذلك إلى انخفاض رطوبة الجبن وحدوث تغييرات في بنية الجبن ناتجة عن نمو الأحياء الدقيقة.

الجدول (7) قيم الصلابة (N) للعينات المخزنة بدرجة حرارة 4°C

مدة التخزين (شهر)				درجة الطبخ C°	زمن الطبخ Min	
3	2	1	0			
1.9	1.88	1.83	1.63	80	5	شاهد
1.8	1.77	1.73	1.52	90		
2.16	2.15	2.1	1.87	80	10	
1.93	1.89	1.86	1.65	90		
2.04	1.99	1.93	1.74	80	5	مسحوق الكركم %0.1
1.94	1.92	1.88	1.68	90		
2.04	2.01	1.96	1.79	80	10	
1.97	1.93	1.89	1.71	90		
2.34	2.31	2.26	2.12	80	5	مسحوق الكركم %0.5
2.11	2.07	2.04	1.89	90		
2.56	2.51	2.47	2.24	80	10	
2.18	2.13	2.1	1.91	90		

2-4-7- نتائج المؤشرات اللونية:

يبين الجدول (8) نتائج قيم الإضاءة (السطوع) L^* حيث تتراوح قيمة السطوع من اللون الأسود (0) إلى اللون الأبيض (100)، ويبين الجدول (9) قيم المؤشر a^* الدال على اللون الأحمر وتتراوح قيمة المؤشر a^* بين (-60) للون الأخضر إلى (+60) للون الأحمر، كما يبين الجدول (10) قيم المؤشر b^* الذي يتراوح بين (-60) للون الأزرق و (+60) للون الأصفر.

الجدول (8) قيم الإضاءة (السطوع) L^* للعينات المخزنة بدرجة حرارة 4°م

مدة التخزين (شهر)				درجة الطبخ C°	زمن الطبخ Min	
3	2	1	0			
78.71	78.93	79.81	80.31	80	5	شاهد
83.83	84.05	84.9	85.27	90		
78.84	79.13	79.99	80.44	80	10	
84	84.22	85.05	85.41	90		
82.85	83.08	83.94	84.26	80	5	مسحوق الكركم %0.1
82.9	83.13	83.99	84.42	90		
82	82.24	83.12	83.68	80	10	
81.95	82.16	83	83.42	90		
77.65	77.86	78.7	79.02	80	5	مسحوق الكركم %0.5
77.74	77.94	78.77	79.3	90		
76.14	76.35	77.19	77.75	80	10	
74.25	74.44	75.25	75.57	90		

الجدول (9) قيم الدرجة اللونية بين الأحمر والأخضر *a للعينات المخزنة بدرجة حرارة 4°م

مدة التخزين (شهر)				درجة الطبخ C°	زمن الطبخ Min	
3	2	1	0			
1.96	1.55	1.65	1.86	80	5	شاهد
1.39	0.96	1.08	1.31	90		
2.4	1.98	2.11	2.32	80	10	
1.44	1.03	1.17	1.4	90		
1.42	0.96	1.06	1.28	80	5	مسحوق الكركم %0.1
1.43	0.96	1.08	1.32	90		
1.17	0.71	0.84	1.07	80	10	
1.63	1.18	1.34	1.59	90		
1.16	0.72	0.83	1.07	80	5	مسحوق الكركم %0.5
1.99	1.54	1.66	1.91	90		
1.82	1.39	1.53	1.76	80	10	
2.35	1.92	2.03	2.24	90		

الجدول (10) قيم الدرجة اللونية بين الأصفر والأزرق *b للعينات المخزنة بدرجة حرارة 4°م

مدة التخزين (شهر)				درجة الطبخ C°	زمن الطبخ Min	
3	2	1	0			
25.25	25.01	24.9	24.78	80	5	شاهد
24.89	24.64	24.77	24.9	90		
26.09	25.84	25.96	26.07	80	10	
26.12	25.88	26	26.12	90		
54.64	54.38	54.51	54.65	80	5	مسحوق الكركم %0.1
55.02	54.77	54.89	55.04	90		
55.3	55.06	55.2	55.36	80	10	
56.1	55.87	55.99	56.13	90		
77.48	77.24	77.39	77.56	80	5	مسحوق الكركم %0.5
75.81	75.55	75.69	75.88	90		
78.36	78.12	78.26	78.44	80	10	
81.75	81.5	81.63	81.8	90		

يعتمد لون الجبن المطبوخ على مجموعة من العوامل كنسبة السكريات مثل الغالاكتوز واللاكتوز كما يتأثر اللون برقم الحموضة وتركيب أملاح الاستحلاب المستخدمة والمواد الداخلة في تركيب الجبن المطبوخ، (Adachi *et al.* 2020) [25] ونستدل من النتائج الواردة في الجدول (8) والجدول (9) والجدول (10) إلى انخفاض درجة الإضاءة (السطوع) *L عند إضافة مسحوق الكركم، كما تنخفض درجة الإضاءة ضمن معاملة إضافة مسحوق الكركم بزيادة زمن الطبخ، ونلاحظ زيادة قيمة المؤشر *b عند إضافة مسحوق الكركم، وتنخفض درجة السطوع في جميع العينات مع مرور مدة التخزين وهذا ما يتوافق مع (Bunka *et al.* 2008) [26]، ويفسر التغير في لون العينات المخزنة بحدوث تفاعلات ميلارد بين سكر اللاكتوز والأحماض الأمينية كما تتأثر الأصبغة الموجودة في الكركم بظروف المعالجة والتخزين.

5- الاستنتاجات:

- 1- أظهر الكركم فعالية في زيادة مدة صلاحية الجبن المطبوخ مقارنة بعينة الشاهد، وازدادت هذه الفعالية بزيادة تركيز مسحوق الكركم المستخدم.
- 2- أثرت العوامل التكنولوجية المستخدمة في عملية الطبخ على معدل ارتفاع الحموضة المعاييرة ووجد أن معدل ارتفاع الحموضة عند الطبخ بدرجة حرارة 80°C كان أعلى من الطبخ بدرجة حرارة 90°C.

6- التوصيات:

- 1- يوصى باستخدام الكركم كمادة حافظة لمنتجات الأجبان المطبوخة.
- 2- يوصى بزيادة زمن الطبخ ودرجة حرارة الطبخ عند الحاجة لحفظ الجبن المطبوخ لمدة طويلة نظراً لتأثير هذه العوامل في رقم الحموضة ومعدل ارتفاع الحموضة المعاييرة.
- 3- إجراء دراسات مستقبلية عن استخدام أنواع مختلفة المضافات الطبيعية ذات الخواص المضادة للأكسدة والمضادة للأحياء الدقيقة.

7- المقترحات:

- 1- إجراء دراسات مستقبلية عن تأثير المكونات المستخدمة في تركيب الجبن المطبوخ في مدة صلاحية الجبن كنسبة المادة الدسمة ونسبة الرطوبة.
- 2- دراسة تأثير أنواع مختلفة من مواد التعبئة في مواصفات ومدة تخزين الجبن المطبوخ.
- 3- دراسة تأثير الضوء في مدة صلاحية الجبن المطبوخ.

8- المراجع العلمية:

- 1- FUSIEGER A., DASILVA R., CAVICCHIOLI V., RODRIGUES R., HONORATO J., DEJESUSSILVA S., PENA M., CAGGIA C., NERO L. and DE CARVALHO A. (2022)- Influence of Emulsifying Salts on the Growth of Bacillus thuringiensis CFBP 3476 and Clostridium perfringens ATCC 13124 in Processed Cheese, Foods, Vol 11, 3217.
- 2- HAMMAM A., BECKMAN S., SUNKESULA V. and METZGER L. (2022)-Highly concentrated micellar casein: Impact of its storage stability on the functional characteristics of process cheese products, Food Science and Technology, Vol 161, 11338.
- 3- SOLOWIEJ B., NASTAJ M., SZAFRANSKA O., MUSZYNSKI S., GUSTAW W., NSKAMLEKO M. and MLEKO S. (2020)-Effect of emulsifying salts replacement with polymerised whey protein isolate on textural, rheological and melting properties of acid casein model processed cheeses, International Dairy Journal, Vol 105, 104694.
- 4- KAPOOR R. and METZGER L. (2008)- Process Cheese: Scientific and Technological Aspects-A Review, Food Science and Food Safety, Vol 7, 194-214.

- 5- SCHA W. and BOSSET J. (2002)- Chemical and Physico-chemical Changes in Processed Cheese and Ready-made Fondue During Storage, LWT - Food Science and Technology, Vol 35,15-20.
- 6- RAUH V. and XIAO Y. (2022)- The shelf life of heat-treated dairy products. International Dairy Journal, Vol 125, 105235.
- 7- OLIVEIRA R., MARGALHO L., NASCIMENTO J., COSTA L., PORTELA J., CRUZ A. and SANTANA A. (2016)- Processed cheese contamination by spore-forming bacteria: A review of sources, routes, fate during processing and control, Trends in Food Science & Technology, Vol 57,11-19.
- 8- GELBICOVA T., KORENA K., HLUCHANOVA L., STRAKOVA N. and KARPISKOV R. (2021)- Dissemination and characteristics of Klebsiella spp. at the processed cheese plant, Czech Academy of Agricultural Sciences, Vol 39(2), 113-121.
- 9- BUNKOVA L. and BUNKA F. (2017)- Microflora of Processed Cheese and the Factors Affecting It, Food Science and Nutrition. Vol 57, 2392-2403.
- 10- JELENA M. and ZORANA M. (2022)- Processed Cheese Science and Technology, Woodhead, 510p, 125-147.

- 11- SALEK R., CERNIKOV M., LORENCOV E., PACHLOV V., KUROV V., SENKYROV J. and BUNKA F. (2020)- The impact of Cheddar or white brined cheese with various maturity degrees on the processed cheese consistency: A comparative study, International Dairy Journal, Vol 111,104816.
- 12- RITOTA M. and MANZI P. (2020)- Natural Preservatives from Plant in Cheese Making, Animals, Vol 10,749.
- 13- PETER K. (2012)- Handbook of herbs and spices, Second edition, 591 P.
- 14- EL-SAYED M. and SHALABY TH. (2021)- Production of Processed Cheese Supplemented with Curcumin Nanoemulsion, American Journal of Food and Nutrition, Vol 9, 3, 96-105.
- 15- Al-Obaidi Laith (2019)- Effect of adding different concentrations of turmeric powder on the chemical composition, oxidative stability and microbiology of the soft cheese, Plant Archives, Vol. 19, 317-321.
- 16- UMARAW P., VERMA A., SINGH V. AND FAHIM A. (2022)- Effect of turmeric and aloe vera extract on shelf-life of goat and buffalo admixturemilk paneer during refrigeration storage, Foods 2022, Vol 11,3870.

- 17- BUCH S., PINTO S. AND APARNATHI K. (2012)-
Evaluation of efficacy of turmeric as a preservative in paneer,
Journal of Food Science and Technology, Vol 51(11), 3226-
3234.
- 18- AL-KHALAYLEH N. and TAEFOR A. (2011)- a study of
manufacturing processed cheese spread by using local
cheese (white, kashkawan, karesh) as raw materials, faculty of
agri, Damascus university, Vol 27, 391-403.(In Arabic)
- 19- TORO E., VALENCIA J. AND MOLINA D. (2016)-
Characterization of a processed cheese spread, Rev. Fac.
Nac. Agron, Vol 69 (2), 8015-8022.
- 20- BULUT-SOLAK B. AND AKIN N. (2019)- Impact of
Cooking pH Values on the Textural and Chemical Properties
for Processed Cheeses with/without the Use of Traditional
Village Cheese during Storage, Food Science of Animal
Resources, Vol 39(4), 541-554.
- 21- CERNIKOVA M., SALEK R., KOZACKOVA D., BEHALOVA
H., LUNAKOV L. AND BUNKA F. (2016)- The effect of
different agitations and temperature maintainings on
viscoelastic properties of full-fat processed cheese spreads,
LWT - Food Science and Technology, Vol 89, 244-247.

- 22- SHINDE S., KANKHARE D., WAKDE B. AND KAMBLE D., (2022)- Physico-chemical and microbial properties of herbal quarg type cheese, The Pharma Innovation Journal, Vol 11, 1250-1256.
- 23- PERVEEN K., ALABDULKARIM B. AND ARZOO SH. (2011), Effect of temperature on shelf life, chemical and microbial properties of cream cheese, african journal of biotechnology, Vol 10 (74), 16929-16936.
- 24- PRIKRYL J., HAJEK T., SVECOVA B., SALEK S., CERNIKOVA M., CERVENKA L. AND BUNKA F. (2018)- Antioxidant properties and textural characteristics of processed cheese spreads enriched with rutin or quercetin: The effect of processing conditions, LWT – Food Science and Technology, Vol 87, 266-271.
- 25- ADACHI K., IGOSHI A. and MURATA M. (2020)- Analyses of Factors Affecting the Browning of Model Processed Cheese during Storage, J Nutr Sci Vitaminol, Vol 66, 364-369.
- 26- BUNKA F., STITINA J. and HRAB J. (2008)- The effect of storage temperature and time on the consistency and color of sterilized processed cheese, Eur Food Res Technol, Vol 228, 223-229.

زيادة إنتاجية الغزل الكهربائي من خلال دمج بتقنية الغزل بالنفخ لإنتاج شبكات مكونة من ألياف نانوية

م. شادي حسين¹ د. م. غزل طهماز² د. م. عدنان الشيخ حمود³
^{1,2} قسم هندسة الغزل والنسيج، كلية الهندسة الكيميائية والبترولية، جامعة البعث.
³ قسم الهندسة الكيميائية، كلية الهندسة الكيميائية والبترولية، جامعة البعث.

ملخص

تم مؤخراً العمل على تقنية جديدة في مجال إنتاج لامنسوج نانوي هي تقنية الغزل بالنفخ، حيث أظهرت نتائج الاختبارات التي أجريت على جهاز الغزل بالنفخ إنتاجية عالية جداً مقارنة بالغزل الكهربائي، كما تم الحصول من خلاله على شبكات ليفية مشابهة إلى حد ما للشبكات المغزولة كهربائياً، لذا تم التفكير في إمكانية دمج تقنية الغزل بالنفخ مع الغزل الكهربائي لزيادة الإنتاجية بالدرجة الأولى، ودراسة تبعيات هذا الدمج على مواصفات الألياف الناتجة.

تسمى عملية الدمج بين الغزل الكهربائي والغزل بالنفخ بـ "النفخ الكهربائي" أو "الدفق الكهربائي"، يهدف هذا البحث إلى تطبيق جهد كهربائي بين رأس النفخ وأسطوانة التجميع لتشكيل حقل كهربائي إضافة إلى تطبيق نفخ الهواء المضغوط للمحلول البوليميري أثناء العمل. تمت مقارنة الشبكات الناتجة عن النفخ الكهربائي مع شبكات مغزولة كهربائياً، وأخرى مغزولة بالنفخ، ومناقشة النتائج المتعلقة بقطر الألياف وكثافتها وإنتاجية العملية. وقد أظهرت النتائج قدرة النفخ الكهربائي على تشكيل شبكات من الألياف النانوية بإنتاجية عالية جداً.

كلمات مفتاحية: النفخ الكهربائي، الغزل بالنفخ، ألياف نانوية

Increasing the productivity of electrospinning by combining it with blow spinning technology to produce nano networks

Shadi Hossen¹ Ghazal Tuhmaz² Adnan Al-sheikh Hammoud³

^{1,2} Department of Textile Engineering, Faculty of Petroleum and Chemical Engineering, AL Baath University.

³ Department of Chemical Engineering, Faculty of Petroleum and Chemical Engineering, AL Baath University.

abstract

blow-spinning technique is new technique has recently been appeared in the field of nanofiber non-woven production, where the results of blow-spinning device showed very high productivity compared to electro-spinning, and through the obtained networks were somehow similar to electro-spun networks, which prompted to think of the possibility of combining blow-spinning technology with electro-spinning to increase productivity in the first place, and to study the consequences of this combination on the characteristics of the resulting fibers.

The process of combining electro-spinning and Blow-spinning is called "electro-blowing" or "electro-flow". In this research, an electric field was applied between the blowing head and the collector, in addition of applying compressed air blowing during work. The webs resulting from electro-blowing were compared to the electro-spun webs and the produced by blow-spinning the fiber diameters of webs and productivities of the three different technologies were discussed. The results showed the ability of electro-blowing to produce networks of nanofibers with very high productivity.

Keywords: electro-blowing, Blow-spinning, nanofibers

1- مقدمة:

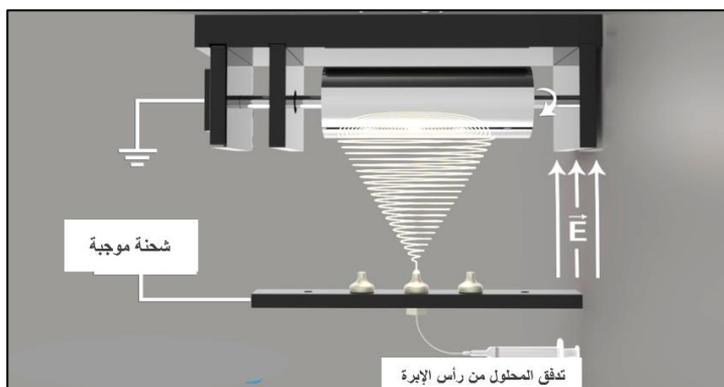
شهدت صناعة الأقمشة الغير منسوجة في السنوات الأخيرة تطوراً كبيراً، وتعددت طرق إنتاجها بما يتناسب مع الحاجة والاستخدام، وقد شمل هذا التطور تقنيات الحصول على شبكات ليفية مكونة من ألياف ميكروية ونانوية. وتعتبر تقنية الغزل الكهربائي (Electrospinning) هي الأكثر استخداماً في الآونة الأخيرة لإنتاج هذا النوع من الأقمشة المطورة في العالم عامة وفي بعض المخابر الأكاديمية والكلية العلمية السورية على وجه الخصوص.

• عملية الغزل الكهربائي:

يعتبر الغزل الكهربائي تقنية هامة ومتعددة الاستخدام لإنتاج ألياف شديدة النعومة من المحاليل والمصهورات البوليميرية. وتكون الألياف الناتجة عبارة عن ألياف مستمرة ذات قطر منتظم على كامل طولها الذي يتراوح بين عشرات الميكرونات حتى بعض النانومترات وفقاً لظروف العمل المشغلة. كما يمكن من خلال هذه التقنية إنتاج ألياف مصمتة وألياف أنبوبية (مفرغة)، ويمكن إعطاء بعض المواصفات الخاصة للألياف بإضافة بعض المواد المعدنية أو السيراميكية أو حتى المركبات العضوية مثل البروتين أو DNA إلى المادة البوليميرية الأصل [1].

في عملية الغزل الكهربائي النموذجية تستقر قطرة المحلول البوليميري على رأس الإبرة الشعرية نتيجة التوتر السطحي للمحلول. لبدء عملية الغزل الكهربائي يجب تطبيق جهد كهربائي عالٍ على المحلول البوليميري بحيث يصبح سطح المحلول مشحون بشحنة عالية. عندها ستستطيل القطرة المعلقة وتأخذ الشكل المخروطي المعروف بمخروط تايلور نتيجة للتنافس بين قوى التوتر السطحي والتنافر الكهربائي المتبادل للشحنة السطحية، والتي تعمل ضد التوتر السطحي. بالإضافة لهاتين القوتين تخضع القطرة لقوى كولون

المتبادلة نتيجة للحقل الكهربائي الخارجي. بينما تحاول القوى التوازن بين بعضها لتأخذ شكل مستقر، تستمر القطرة في الاستطالة، ولكن عندما تتجاوز قوة الحقل الكهربائي القيمة الحدية، تتغلب القوى الكهربائية الساكنة على قوى التوتر السطحي. ولا يمكن عندها الاستمرار في المحافظة على الشكل المستقر ويتشكل حينها المقذوف من قمة مخروط تايلور. عند تشكل المقذوف تقوم الشحنات بتسريع المحلول باتجاه المجمع نتيجة للحقل الكهربائي الخارجي، مكملة بذلك الدارة الكهربائية. يتناقص قطر القطرة كلما اقتربت من سطح المجمع، نتيجة لاستطالة المقذوف نتيجة للتناثر الكهربائي المتبادل للشحنات ولتبخر المذيب من المحلول البوليميري. بالإضافة لذلك، تحدث اضطرابات في المقذوف نتيجة للتناثر الكهربائي والتفاعل مع الحقل الكهربائي الخارجي والذي يسبب بداية تشكل الالتفاف الحلزوني غير المستقر (المسار الحلزوني المضطرب) للتيار والذي يؤدي بدوره إلى تناقص القطر النهائي للألياف المجمعة [1].



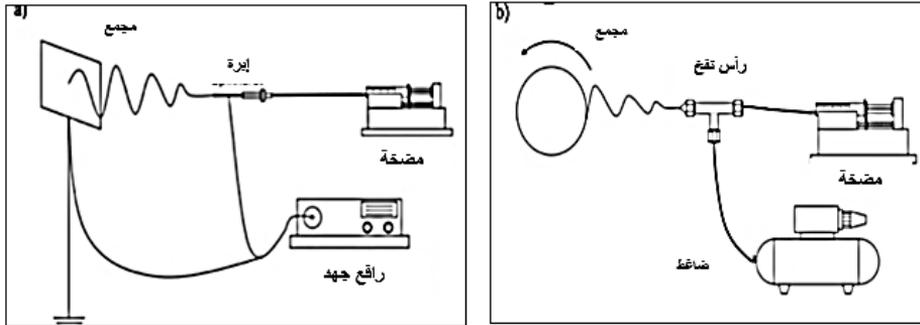
الشكل (1): مبدأ الغزل الكهربائي [1]

تعتبر عملية الغزل الكهربائي التقنية الأكثر انتشاراً في العالم للحصول على منتجات غير منسوجة مكونة من ألياف نانوية وميكروية، إلا أنها تعاني من مشكلة الإنتاجية المنخفضة، حيث تحتاج عملية الغزل الكهربائي زمناً طويلاً نسبياً للحصول على عينة

قابلة للتطبيق، مع الأخذ بعين الاعتبار بارامترات هامة أثناء العمل مثل لزوجة البوليمير ومقدار تدفقه وقيمة الجهد الكهربائي، الأمر الذي أتاح إمكانية استخدام تقنيات جديدة لإنتاج شبكات من الألياف النانوية.

• تقنية الغزل بالنفخ:

تتيح تقنية الغزل بالنفخ (SBS) solution blow spinning فرصة نفخ محلول البوليمير أكثر بعدة مرات من الغزل الكهربائي. حيث يعتمد نفخ المحلول على السرعة العالية للهواء المضغوط مما يتسبب في تمدد سريع وتبخر للمذيب انطلاقاً من فوهة المحلول البوليميري. وقد ثبت أن هذه الطريقة قابلة للتطوير للوصول إلى الإنتاج التجاري [2,3].



الشكل (2): (a) تقنية الغزل الكهربائي (b) الغزل بالنفخ [2]

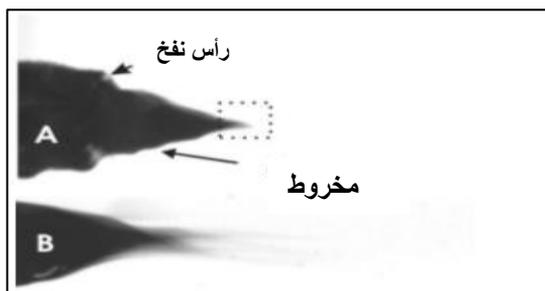
مبدأ تقنية الغزل بالنفخ:

في تقنية الغزل بالنفخ يتم تأمين محلول البوليمير من خلال الفوهة الداخلية بواسطة مضخة و محقنة ذات معدل تغذية يتم التحكم به، بينما يتم توفير الغاز المضغوط (الهواء مثلاً)، من خلال الفوهات الخارجية بناءً على مبدأ برنولي في جريان الموائع،

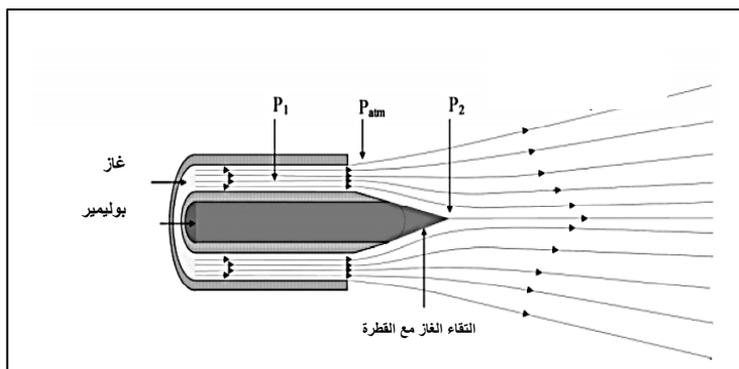
والذي ينص على تحول انخفاض الضغط إلى طاقة حركية مما يسبب في زيادة سرعة الهواء.

$$\frac{V^2}{2g} + \frac{p}{\rho g} + Z = const$$

وبسبب التفاعل بين الغاز ومحلول البوليمر، يتشكل الهيكل المخروطي الشكل عند مخرج الفوهة الداخلية. حيث يتم سحب البوليمير من قبل قوى القص الناتجة عن سرعة الهواء بعد التغلب على قوى التوتر السطحي. ويتم تجميع الألياف الدقيقة على أسطوانة دوارة [2]. ويمكن الحصول على تجربة مثالية باستخدام مائع نيوتوني [3].



الشكل (3): الهيكل المخروطي الشكل عند مخرج الفوهة [3]



الشكل (4): مبدأ الغزل بالنفخ وفقاً لبيرنولي [4]

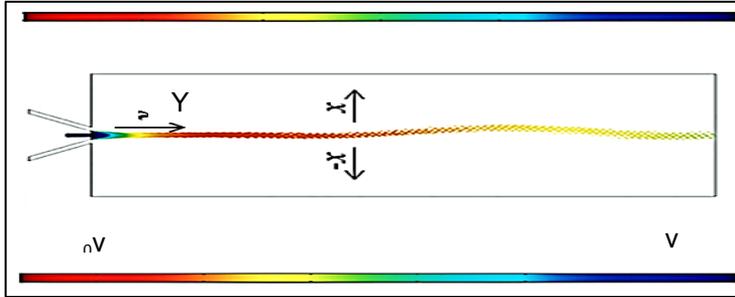
يعمل تدفق الهواء بالقرب من رأس النفخ كقوة موجبة (للأمام) على المحلول البوليمري، ولكن في الجانب الآخر من الرأس تكون القوة سالبة [5].

$$F_r = \frac{\pi}{4} D^2 (t_y - t_x)$$

حيث t_y : إجهاد الشد المحوري للبوليمر، t_x : إجهاد الشد العرضي للبوليمر.

يلاحظ من مركبات السرعة على محوري X و Y أن V_y أعلى بكثير من V_x وتتفاوت في أنماط مختلفة. حيث تبدأ السرعة V_y بالحد الأعظمي وتتناقص مع تقدم المسافة، أما V_x تتأرجح بين القيم السالبة والموجبة مما يشير الى عدم الاستقرار وهذا ما يسمى whipping (حركة السوط)، وينتج عنها إزاحة جانبية وهذه الإزاحة تعرف بالسعة.

تنتج السعة (الإزاحة) نتيجة تداخل عدد من المسارات المتتالية للهواء الحامل للبوليمير، وتؤدي المسارات المتداخلة إلى تحويل القطرة إلى شكل مدبب مخروطي بعد التغلب على التوتر السطحي [6]، يتزامن مع تبخر المذيب وحدوث استطالة وتشكل للألياف.



الشكل (5): مخطط سرعة خروج الهواء من الفوهة [6]

في عملية الغزل بالنفخ، يعد معدل تدفق الغاز ودرجة الحرارة وتغذية الغاز من أهم المتغيرات اللازمة لبدء النفخ والاستطالة، يمكن اعتبار SBS طريقة لتحضير ألياف منفصلة خاصة بدلاً من تعديل تقنية الغزل الكهربائي. ومع ذلك، وبغض النظر عن

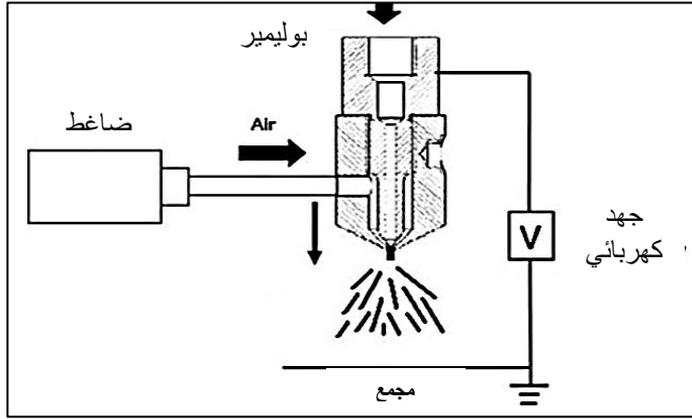
الاختلاف الأساسي في عملية النفخ، تشترك الطريقة في معظم متغيرات الغزل الكهربائي التقليدي بفوهة مفردة، ولا تؤثر موصلية المحلول وخصائص الغزل الكهربائي والمتغيرات المتعلقة بقوة المجال الكهربائي بشكل طبيعي على عملية SBS [4].

على الرغم من أن طريقة SBS تشبه إلى حد بعيد الغزل الكهربائي، إلا أن هناك بعض الخصائص في المنتج التي تتميز بها أغشية الألياف المنفوخة بالمحلول. حيث أن التناثر الكهروستاتيكي الموجود في الغزل الكهربائي ينتج عنه شبكة ألياف متجانسة بشكل عشوائي. أما في النفخ لا توجد مثل هذه القوة، وبالتالي يتم تجميع الألياف الفردية معاً بشكل عام، وتكون المسامية الإجمالية بين هذه الحزم أعلى مقارنة بالأغشية المغزولة كهربائياً. كما أن غياب القوى الكهروستاتيكية يؤدي لإنتاج مجموعة واسعة من شبكات الألياف المحتملة من المواد البلاستيكية غير الموصلة المستخدمة في الأنسجة الحية [4]. أظهرت المواد غير المنسوجة المغزولة بالنفخ إمكانية الحصول على طبقات ترشيح للأفئعة التي يتم ارتداؤها يومياً في ظل جائحة كورونا، ويمكن أن تصل كفاءة الترشيح لهذه الشبكات إلى أكثر من 99.99% [7]. كما تم إنتاج شبكات غير منسوجة مركبة باستخدام حصائر مغزولة بالنفخ الكهربائي للحصول على وسط مرشح بقطر ألياف ومسامية وكثافة تعبئة مختلفة. تسبب اللانسوج متعدد الطبقات في حدوث اختلافات كبيرة في المسامية وكثافة التشكيل، مما أدى إلى تحسين أداء المرشح المصنع منه [8].

• عملية النفخ الكهربائي:

النفخ الكهربائي Electro Blowing (EB) هو طريقة تجمع بين الغزل الكهربائي و الغزل بالنفخ، أي يتم نفخ الألياف أثناء تدفق الغاز انطلاقاً من محلول مشحون. يمكن ضبط المحلول مباشرة على جهد عالٍ أو شحنه عن طريق الحث الكهروستاتيكي. بصرف النظر عن معدلات التغذية المرتفعة المسموح بها بسبب تدفق الغاز عالي السرعة

، تنتج طريقة EB الحصول على ألياف نانوية عالية الجودة من المحاليل التي ينتج عنها عادةً رذاذ فقط في الغزل الكهربائي أو حتى غير المحاليل غير الموصلة كهربائياً. تنتج EB أغشية ليفية تشبه الأغشية المغزولة كهربائياً، إلا أنها تكون أكثر كثافة وتماسك [4].



الشكل (6): النفخ الكهربائي [4]

2- هدف البحث:

الهدف من هذا البحث إجراء مقارنة بين منتجات الغزل الكهربائي، والغزل بالنفخ، والنفخ الكهربائي من حيث أقطار الألياف الناتجة، كثافتها، إنتاجية الشبكات، لتحديد إمكانية زيادة إنتاجية الغزل الكهربائي من خلال دمجها بالنفخ مع المحافظة على مواصفات الألياف الناتجة قدر الإمكان.

3- خطة البحث:

خطة البحث تتضمن إجراء ثلاث تجارب أساسية مع تثبيت البارامترات المشتركة:

1- التعريف بالأجهزة المستخدمة في البحث

2- تحضير المحلول البوليميري

3- إجراء التجارب:

- غزل شبكة من الألياف كهربائياً على جهاز الغزل الكهربائي
- غزل شبكة من الألياف باستخدام جهاز الغزل بالنفخ
- غزل شبكة من الألياف بعد تطبيق الجهد الكهربائي على جهاز النفخ

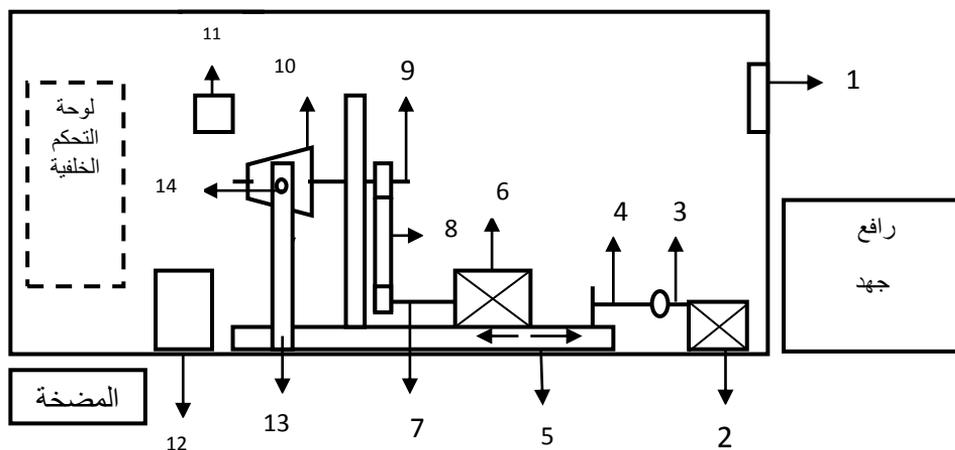
4- مناقشة النتائج

4- تنفيذ البحث:

أولاً: التعريف بالأجهزة المستخدمة في البحث:

- جهاز الغزل الكهربائي:

تم في هذه الدراسة استخدام جهاز الغزل الكهربائي الموجود في مخبر الألياف النانوية في جامعة البعث. الشكل التالي يوضح أجزاء الجهاز:



الشكل (7) : شكل تخطيطي لجهاز الغزل الكهربائي



الشكل (8) : جهاز الغزل الكهربائي [1]

- | | |
|---|--------------------------------|
| 1- مروحة تبريد | 9- محور المجمع |
| 2- محرك الحركة الترددية | 10- المجمع |
| 3- مرفق | 11- حساس للرطوبة ودرجة الحرارة |
| 4- ذراع | 12- مبخرة ترطيب |
| 5- السكة التي تتحرك ضمنها مجموعة المجمع خطياً | 13- حامل الإبرة |
| 6- محرك الحركة الدورانية | 14- الإبرة |
| 7- محور المحرك | 15- حامل محور المجمع |
| 8- سير (قشاط) | |
- مبدأ عمل الجهاز:

تبدأ الحركة الترددية للمجمع انطلاقاً من المحرك 2، والذي يسبب دوران للمرفق 3، ثم تنتقل الحركة عن طريق مفصل إلى الذراع 4 فتتحرك السكة 5 حركة ترددية خطية على

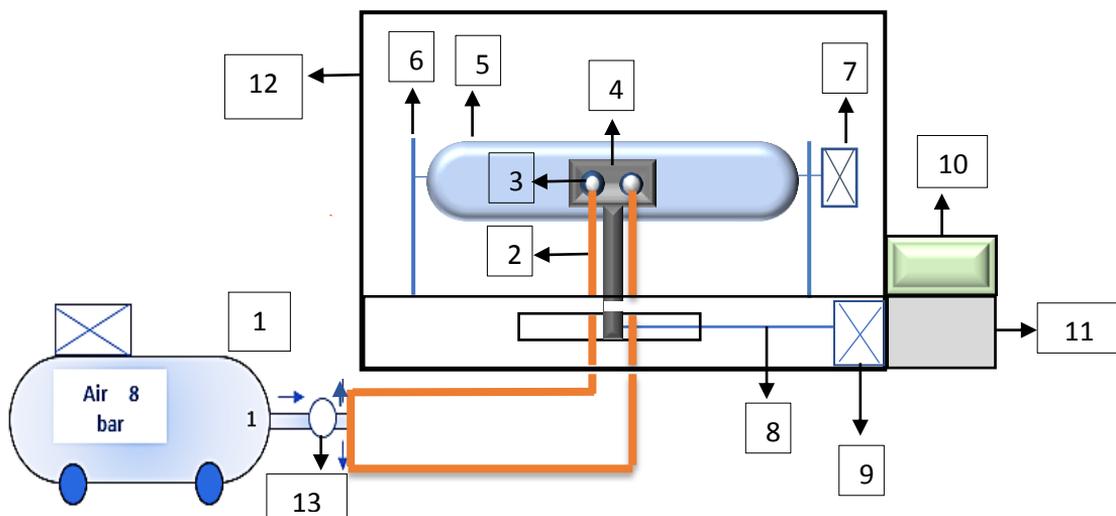
شكل أشواط، حيث يتم التحكم بالسرعة الخطية لهذه الحركة باستخدام مفتاح تشغيل في لوحة التحكم.

أما الحركة الدورانية فتبدأ من المحرك 6 إلى المحور 7، ثم تنتقل الحركة إلى محور المجمع 9 عن طريق سير (قشاط) 8 والذي بدوره يقوم بتدوير المجمع 10. وبعد وصل أقطاب مولد الجهد إلى كل من الإبرة 14 والمجمع ووضع المحلول البوليميري في المحقنة الموصولة بالإبرة يتم تشغيل الجهاز وغزل شبكات مكونة من ألياف نانوية [1].

• جهاز الغزل بالنفخ:

تم أيضاً استخدام جهاز الغزل بالنفخ (المصنَّع محلياً) والموجود في مخبر الألياف النانوية في كلية الهندسة الكيميائية والبتروولية - جامعة البعث. يتألف الجهاز من:

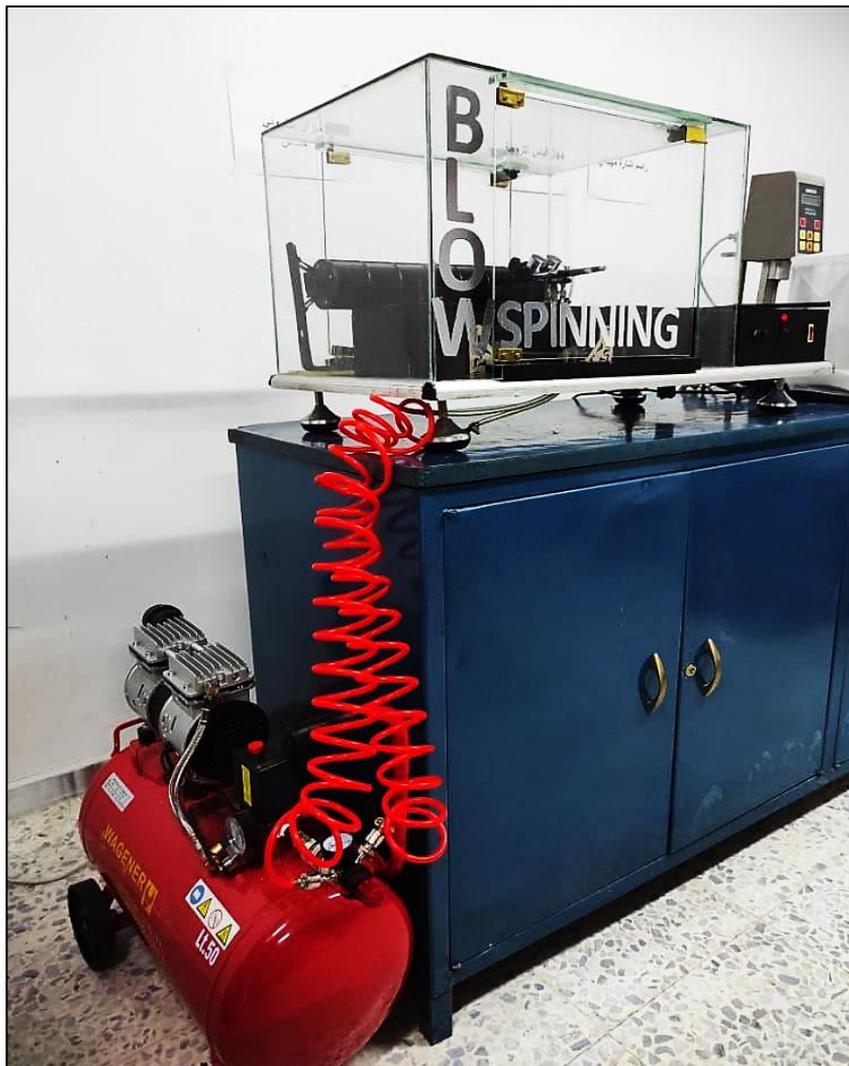
- | | |
|--------------------------|-------------------------|
| 1- ضاغط هوائي | 8- ذراع الحركة الترددية |
| 2- أنابيب توصيل | 9- محرك الحركة الترددية |
| 3- رأس النفخ | 10- رافع الجهد |
| 4- حامل | |
| 5- أسطوانة التجميع | 11- لوحة التحكم |
| 6- حامل أسطوانة التجميع | 12- حجرة الجهاز |
| 7- محرك الحركة الدورانية | 13- ساعة ضغط |



الشكل (9): شكل تخطيطي لجهاز الغزل بالنفخ

مبدأ عمل جهاز الغزل بالنفخ:

عند فتح صمام الضاغط الهوائي (1) يخرج تيار الهواء المضغوط عبر الأنابيب (2) إلى رأس النفخ (3) والذي يتم وضعه على وضعية التشغيل ليتم نفخ المحلول البوليميري، من جهة أخرى فإن تشغيل أزرار لوحة التحكم (11) ستؤدي إلى تشغيل الحركة الترددية لحامل رأس النفخ (4)، والحركة الدورانية لأسطوانة التجميع، حيث أن المحرك (7) يعطي الحركة لأسطوانة التجميع (5) لتبدأ بالدوران، أما المحرك (9) يعطي الحركة عن طريق الذراع (8) إلى الحامل (4) ليبدأ بالحركة الترددية. وعند الحاجة إلى تطبيق جهد كهربائي يتم تشغيل رافع الجهد (10).

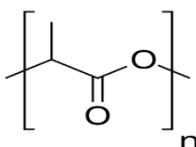


الشكل (10): جهاز الغزل بالنفخ الموجود في مخبر الألياف النانوية-جامعة البعث

ثانياً: تحضير المحلول البوليميري:

تم في هذه التجارب استخدام محلول من بوليمير بولي لاكتيك أسيد PLA، وهو بوليمير ذو كتلة جزيئية عالية، بنيته التركيبية هي $-O-CH-CO-$ ، وهو متعدد إستر أليفاتي، متفكك حيوياً، ويتفكك إلى ماء وثاني أكسيد الكربون. وهو من اللدائن الحرارية [9].

صيغته الكيميائية:



طريقة التحضير:

تم وزن 6.5 gr من PLA وحلها مع مزيج مكون من 40 ml من ثنائي ميثيل الفورم أميد DMF ، و 60 ml أسيتون. تم الحصول على محلول بتركيز 7% .

ثالثاً: إجراء التجارب:

تم إجراء عمليات الغزل الثلاث بتطبيق البارامترات الموضحة في الجدول (1)، وفقاً لما يلي:

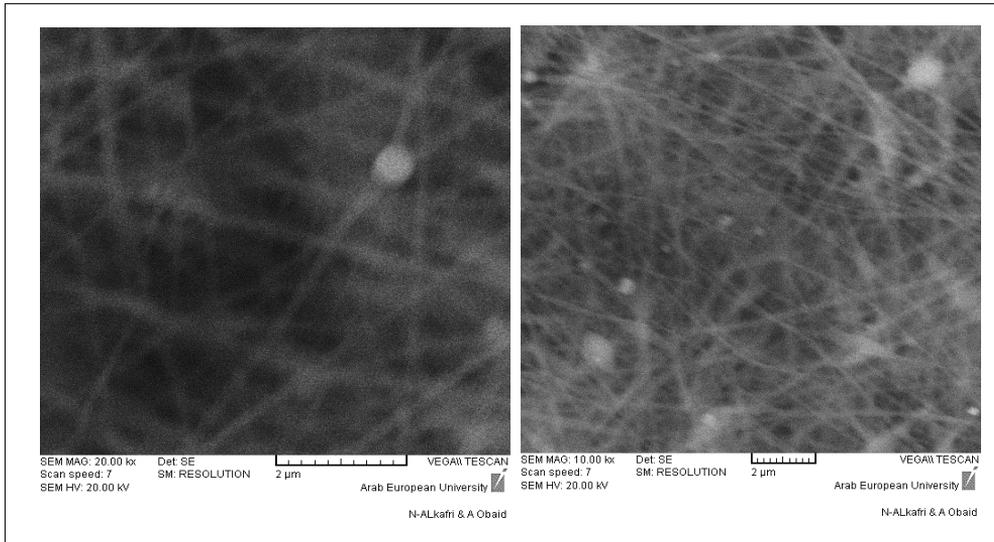
- التجربة الأولى: تم من خلالها إنتاج عينة ألياف على جهاز الغزل الكهربائي المخروطي.
- التجربة الثانية: إنتاج عينة ألياف على جهاز الغزل بالنفخ المصنَّع عند ضغط 2 بار.
- التجربة الثالثة: تم فيها وصل الكترودي رافع الجهد إلى كل من رأس النفخ والمجمع، وتشكيل عينة ألياف مغزولة بتقنية الدمج.

بعد ذلك أجريت مقارنة بين الشبكات الثلاث الناتجة من حيث أقطار الألياف وكثافتها وإنتاجية الشبكات.

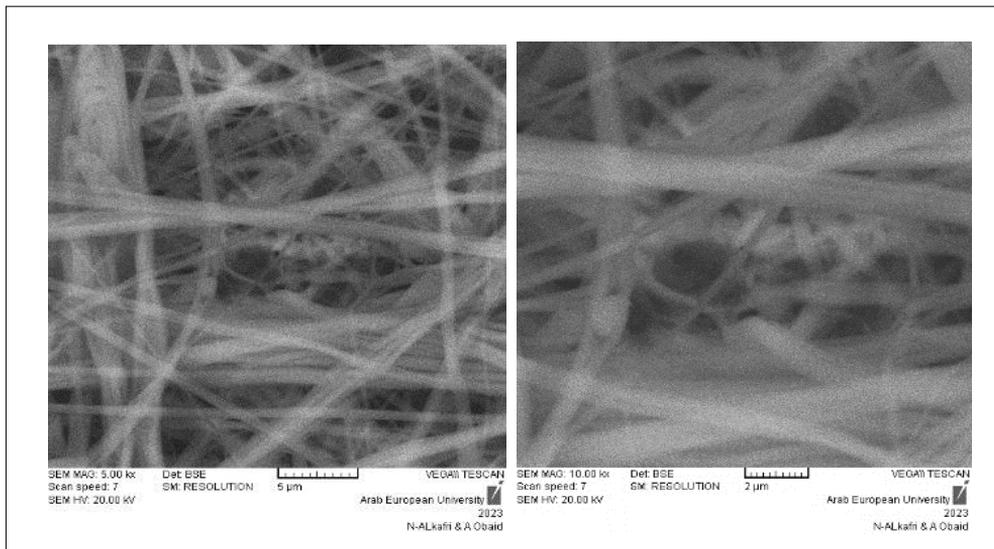
الجدول (1): بارامترات تشغيل التجارب الثلاث

البارامترات	عملية الغزل الكهربائي	عملية الغزل بالنفخ	عملية الغزل بالنفخ الكهربائي (الدمج)
حجم المحلول ml	1.5	5	5
تركيز محلول PLA %	7	7	7
الجهد الكهربائي Kv	25	-	25
المسافة بين الإبرة ومحور المجمّع cm	15	15	15
تدفق المحلول ml/min	0.008 (0.5 ml/h)	-	-
السرعة الترددية للمجمّع m/s	0	0	0
زمن التشغيل min	180	20	20
درجة الحرارة °C	20	15-20	15-20
السرعة الدورانية للمجمّع rpm	1000	1000	1000
الضغط bar	-	2	2

وفيما يلي صور أجزاء مختلفة من العينات الثلاث الناتجة تحت المجهر:

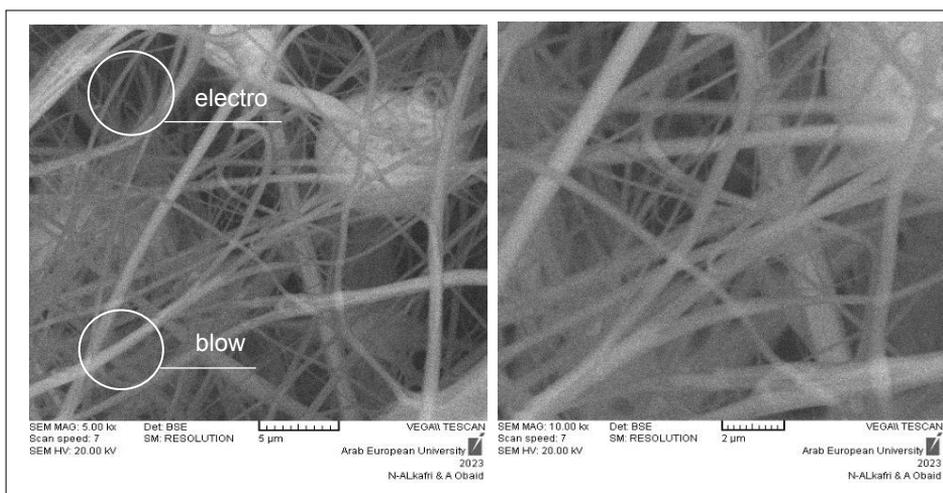


الشكل (11): العينة المغزولة كهربائياً بتكبيرات مختلفة



الشكل (12): العينة المغزولة بالنفخ بتكبيرات مختلفة

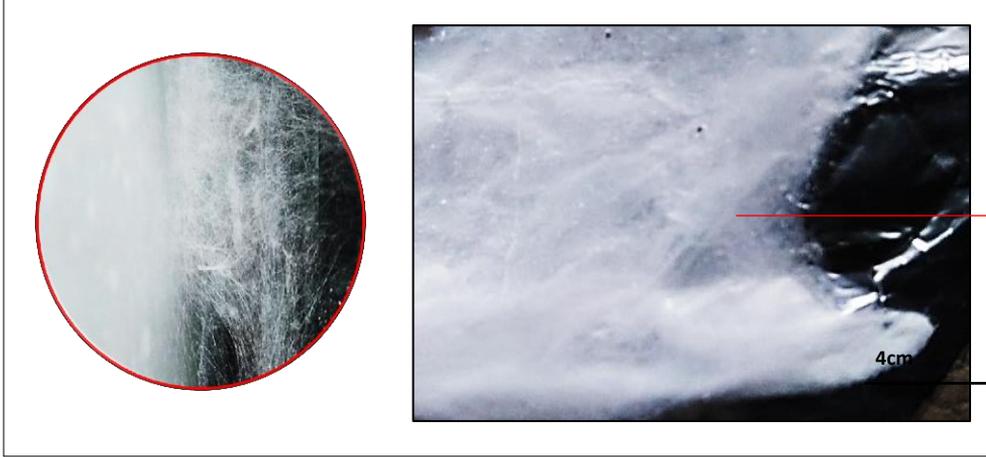
إن سرعة الهواء العالية تؤدي إلى تغلب سريع على التوتر السطحي للمحلول، أيضاً التفاعل الحاصل بين الهواء والمحلول (إذ يعتبر الهواء أحد عوامل التجفيف) يساعد في تبخر المذيب بشكل جزئي، حيث لا يحدث تبخر كامل وتصل الألياف إلى المجمع رطبة بنسب رطوبة متفاوتة تختلف باختلاف سرعة الهواء تصل حتى 50 % [2]. أيضاً يلعب نوع المذيب دوراً مهماً في هذه النقطة، حيث تم اختيار النسبة الأكبر للأستون ضمن مزيج المذيب (AC+DMF) لتسريع عملية التبخر.



الشكل (13): العينة المغزولة بالنفخ الكهربائي بتكبيرات مختلفة

نلاحظ في الشكل (13) تشكل خرزات ضمن الشبكة الليفية والذي يعود بالدرجة الأولى إلى تركيز المحلول البوليميري ونوع المذيب. فعلمية الغزل بالنفخ تشبه إلى حد كبير مبدأ ترديد المواد السائلة (البخ)، ومن أجل الانتقال من طور التريديز إلى طور التشكيل اليفي يجب ضبط بارامترات العملية بدقة، وهذا ما تم التركيز عليه في هذا البحث. حيث إن اختيار تركيز أقل للمحلول البوليميري (أصغر من تركيز التشابك البوليميري) سيقرب خصائصه من خصائص المحاليل النيوتونية، أما في حالة زيادة التركيز ستزداد لزوجة المحلول وبالتالي فإن قوى القصور الشعري تبقى أكبر مما يدفع إلى تكوين الخرزات

[11]. لذا تم استخدام تركيز منخفض مع مذيب سريع التطاير (60% AC) المنخفض الكثافة للتقليل قدر الإمكان من تشكل هذه الخرزات.



الشكل (14): عينة الألياف المغزولة بالنفخ الكهربائي

تم قياس أقطار 20 ليف من كل عينة من العينات الثلاث وأخذ المتوسط الحسابي لها، كما تم حساب كثافة الألياف وفقاً للطرق المذكورة في المراجع ، وذلك باستخدام برنامج معالجة الصور image j . بتطبيق الخطوات التالية:

الصورة → Open → File

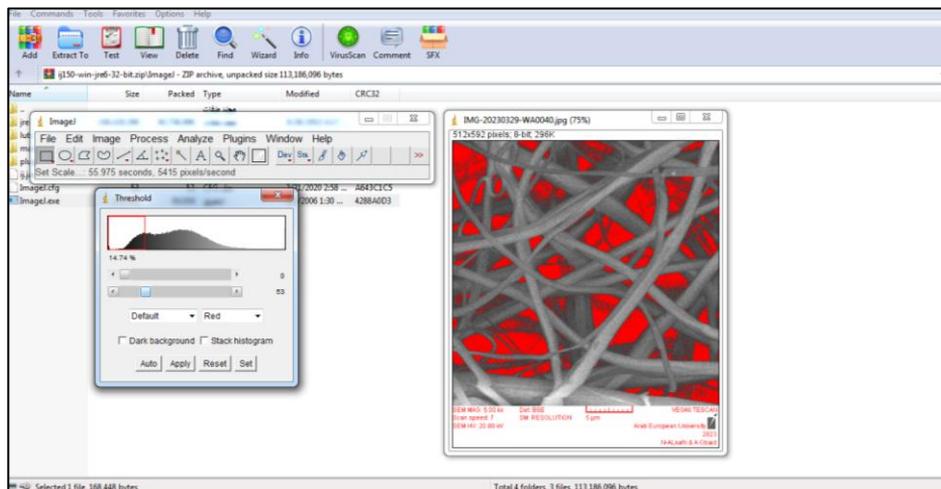
اختيار المسطرة (Straight)

Analyze → Set Scale → Distance in pexels ↔ تحديد Known distance

المقياس

Threshold تحديد تباين الصورة → Adjust → image

رسم خط عمودي على محور الليف وقياس قطره العرضي، الشكل (15).



الشكل (15): معالجة الصورة المجهرية باستخدام Image J

قياس كثافة ألياف الطبقة السطحية:

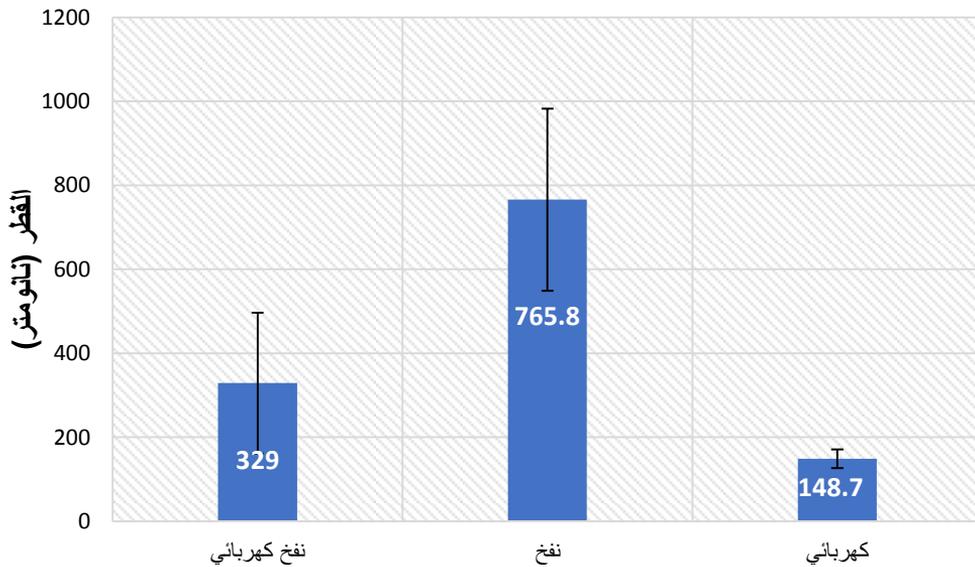
نتيجة تشكل عدد كبير من طبقات الألياف فوق بعضها البعض أثناء عملية الغزل، يتم عادة تحديد عدد الألياف في واحدة الطول للطبقة السطحية (الخارجية) فقط للشبكة الغير منسوجة. وذلك من خلال رسم خط مستقيم أفقي في منتصف الصورة المجهرية المعالجة، وحساب عدد الألياف التي تتقاطع مع هذا الخط ضمن مسافة طولية معينة يتم اختيارها. تعتبر هذه الطريقة قادرة على التعبير عن كثافة الألياف ضمن الطبقة المذكورة [10].

النتائج وفقاً للجدول (2):

الجدول (2): نتائج حساب مواصفات العينات الثلاث

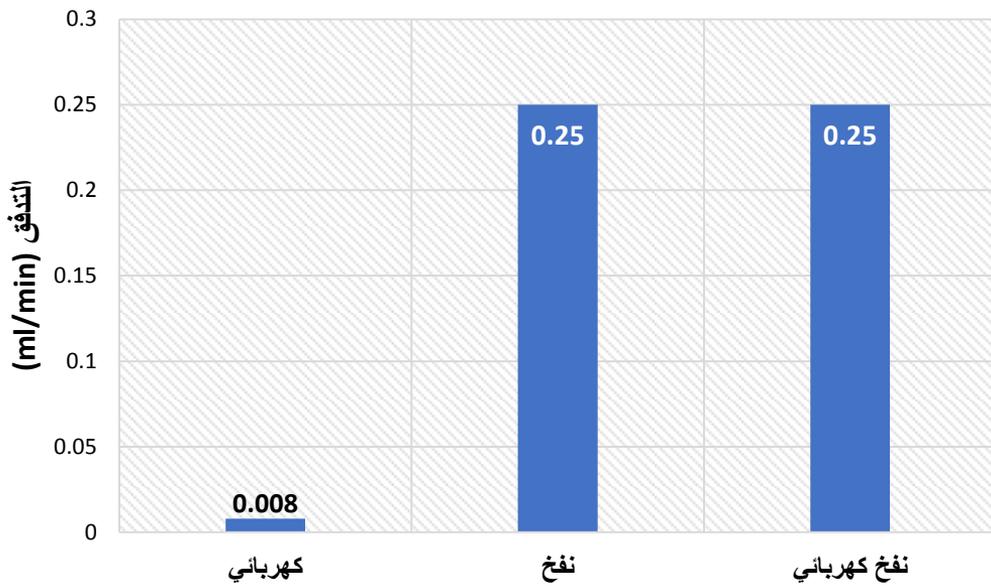
العينه العمليه	مجال أقطار الألياف nm	متوسط الأقطار nm	الانحراف المعياري	معامل الاختلاف %	كثافة الألياف السطحية (ليف/28ميكرو)	معدل التدفق ml/min
1 كهربائي	(180.3-110)	148.7	22.3	14.9	72	0.008
2 نفخ	(516-1171)	765.8	216.8	28.3	16	0.25
3 نفخ كهربائي	(100-747)	329	167.8	51	35	0.25

والشكل (16) يوضح مقارنة بين أقطار العينات الناتجة عن عمليات الغزل الثلاث.

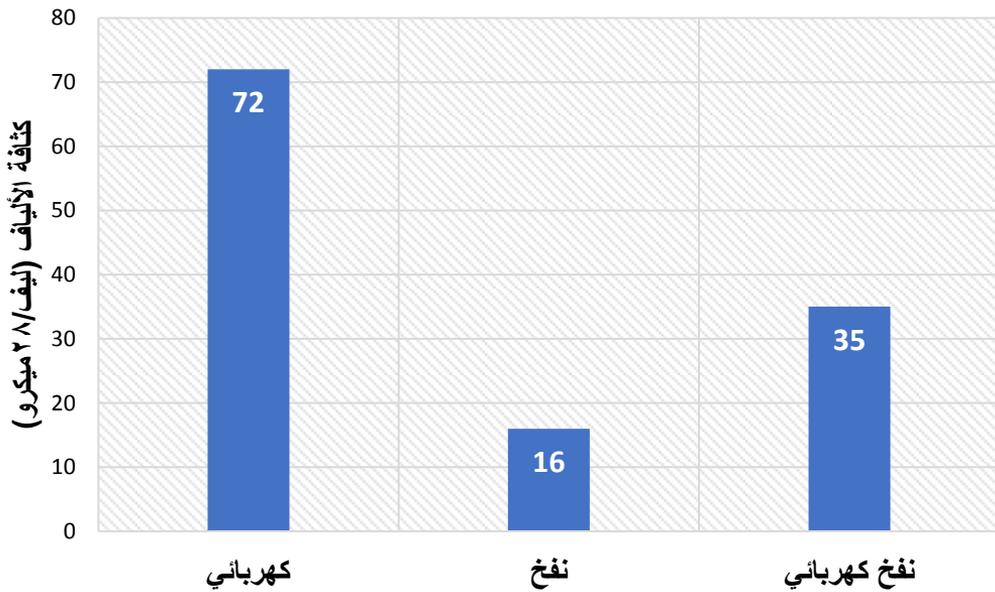


الشكل (16): مقارنة بين العينات الثلاثة من حيث قطر الألياف الناتجة

زيادة إنتاجية الغزل الكهربائي من خلال دمجته بتقنية الغزل بالنفخ لإنتاج شبكات مكونة من ألياف نانوية



الشكل (17): مقارنة بين عمليات الغزل من حيث الإنتاجية



الشكل (18): مقارنة بين عمليات الغزل من حيث كثافة الألياف السطحية

أظهرت الدراسة ما يلي:

من حيث أقطار الألياف الناتجة:

إن متوسط أقطار الألياف الناتجة عن الغزل الكهربائي كان 148.7 نانومتر، وهي الأصغر على المقياس النانوي بين العينات الثلاث، أما متوسط أقطار الألياف الناتجة عن عملية الغزل بالنفخ كان 765.8 نانومتر، بينما متوسط أقطار الألياف الناتجة عن عملية الدمج بين تقنيتي الغزل الكهربائي والنفخ انخفض عن تلك الناتجة عن النفخ لوحده ليلينغ 329 نانومتر كقيمة وسطية، علماً أن عينة النفخ الكهربائي احتوت على ألياف نانوية صغيرة وصل قطرها حتى 100 نانومتر.

إن قيمة الانحراف الكبيرة بين أقطار الألياف المغزولة بالنفخ تتعلق بالقوة المسببة في تشكيلها، وهي تيارات الهواء المضطربة الحاملة لرذاذ البوليمير. بعد مسافة معينة من خروج قطرة البوليمير وتشتتها إلى قطرات صغيرة مختلفة بالحجم والكتلة (رذاذ) فإن سرعة التيار الحامل لها ستختلف باختلاف هذين العاملين (حجم وكتلة القطرة)، وبالتالي ستختلف قوة السحب التي تتعرض لها جزيئات القطرات ريثما تحدث الاستطالة والتشكل. إلا أن هذا الاختلاف يبقى أقطار الألياف المتشكلة ضمن المقياس النانوي. مجال أقطار الألياف موضح في الجدول (2).

إن وجود ضخ هواء مضغوط (نفخ) بالإضافة إلى الجهد الكهربائي أعطى عينات من الألياف أقطارها قريبة من أقطار الألياف المغزولة كهربائياً وفق المقياس النانوي. فمن نتائج قياس متوسطات الأقطار، نلاحظ أن النفخ الكهربائي (عملية الدمج) خفضت من قيم أقطار الألياف الناتجة عن الغزل بالنفخ لوحده بنسبة 57%، وبالتالي يمكن القول أن عملية النفخ الكهربائي قربت أقطار الألياف الناتجة من أقطار الألياف المغزولة كهربائياً وهذا يتوافق مع الدراسات السابقة [4]، ويمكن الحصول على أقطار مماثلة تماماً أو حتى أصغر بضبط بارامترات أخرى لعملية النفخ الكهربائي. حيث أجريت دراسة أخرى على

نفس الجهاز وفقاً لبارامترات أخرى منها زيادة المسافة بين رأس النفخ والمجمع ووصلت فيها أقطار الألياف الناتجة حتى 34 نانومتر.

من حيث الإنتاجية:

إن تدفق المحلول البوليميري في الغزل الكهربائي كان 0.5 ml/h (0.008 ml/min)، بينما تدفق المحلول البوليميري في تجريتي النفخ والنفخ الكهربائي يمكن حسابه من قسمة حجم المحلول على زمن انتهاء التجربة باعتبار أن كامل المحلول البوليميري تم استخدامه حتى انتهاء عملية الغزل. كان تدفق المحلول البوليميري في كل من عمليتي النفخ والنفخ الكهربائي 0.25 ml/min .

بالمقارنة نجد أن إنتاجية الغزل بالنفخ الكهربائي أكبر بحوالي 30 مرة من الغزل الكهربائي (من حيث التدفق البوليميري) علماً أن كامل حجم المحلول البوليميري تم استخدامه في تشكيل العينة المغزولة بالنفخ الكهربائي بينما لم يتم استخدام كامل المحلول البوليميري خلال الزمن الذي أجريت فيه عملية الغزل الكهربائي التقليدي.

يمكن تفسير النتائج على أن وجود حقل كهربائي أثناء النفخ ساعد في سحب أجزاء القطرة المشتتة قبل الوصول إلى المجمع وتحويلها إلى ألياف نانوية صغيرة جداً مقارنة باستخدام النفخ لوحده. مع بقاء تدفق المحلول في النفخ الكهربائي ثابتاً كما في حالة النفخ.

من حيث معامل الاختلاف بين الأقطار:

لوحظ أن معامل الاختلاف بين الأقطار يزداد بشكل كبير في عملية النفخ الكهربائي، بينما يكون أقل في حالة النفخ وحده، وأقل معامل اختلاف تم تسجيله هو في حالة الغزل الكهربائي وهذا يعني أن الشبكات المغزولة كهربائياً هي الأكثر تجانساً من حيث أقطار الألياف يليها النفخ ثم النفخ الكهربائي. في هذه الحالة يمكن القول أن هذا الاختلاف سببه اختلاف القوى المسببة لتشكيل الألياف، القوة الكهروستاتيكية الناتجة عن تطبيق

الجهد، وقوة القص الناتجة عن الهواء المضغوط. حيث تبقى قوة دفع الهواء ذات تأثير أعلى من قوة السحب الكهربائي الساكن على قطرات البوليمير وذلك بسبب السرعة العالية للهواء المضغوط خصوصاً أنه تم استخدام جهد كهربائي متوسط 25 Kv. قد يكون استخدام جهد أعلى مفيداً في تساوي تأثير القوتين على تشكيل الألياف وبالتالي تخفيض قيمة الانحراف بين الأقطار.

ويفسر تأثير القوتين مجتمعاً بالشكل التالي: بسبب السرعة العالية للهواء المضغوط، فإن القوة الغالبة على التشكيل عند فوهة البثق هي قوة قص الهواء والتي تعمل كقوة دافعة عند خروج قطرة البوليمير، أما التنافر الكهروستاتيكي فيبدأ تأثيره أثناء تطاير القطرة مساهماً في تخفيض كتلتها وبالتالي تخفيض قطر الليف ريثما يصل إلى سطح التجميع [4]. وهنا تجدر الإشارة إلى أنه ليس بالضرورة أن يشمل التأثير الكهروستاتيكي جميع جزيئات القطرات المشتتة ضمن تيارات الهواء.

من حيث كثافة الألياف السطحية:

إن كثافة ألياف الطبقة السطحية تبلغ أكبر قيمة لها 72 (ليف/28ميكرو) في العينات المغزولة كهربائياً نظراً لصغر أقطارها، وتخفض بشكل كبير في حالة النفخ 16 (ليف/28 ميكرو)، وتعود لتزداد في النفخ الكهربائي إلى 35 (ليف/28 ميكرو) وهذه النتائج تتناسب مع نتائج مقارنة أقطار الألياف الناتجة عن كل من العمليات الثلاثة. إن انخفاض كثافة الألياف في الشبكات المغزولة بالنفخ الكهربائي تجعل مساميتها أكبر لتتناسب بعض التطبيقات الخاصة بالنفوذية.

فيما يخص الضياعات في المحلول البوليميري:

إن رأس النفخ المستخدم مصمم لإحداث بثق كامل للمحلول البوليميري دون حدوث أي ضياعات في المحلول، إذ أن سرعة الهواء العالية كافية لدفع القطرة الخارجة من فوهة

الرأس (والتي تجري من الحجرة المخصصة للبوليمير في رأس النفخ تحت تأثير وزنها) قبل حدوث أي تساقط من الفوهة. تم إثبات ذلك من خلال حساب معدل تدفق كل من المحلول البوليميري والهواء، كان تدفق المحلول 0.004 مل/ثانية، بينما تدفق الهواء 180 مل/ثانية وهو أكبر بكثير. أما في حال حدوث ضياعات بسيطة أثناء التشكيل فيمكن أن يعود ذلك إلى تشتت بعض تيارات الهواء الحاملة للبوليمير خارج المساحة المخصصة للتجميع، وبالتالي يمكن التحكم بها بشكل كامل من خلال ضبط أبعاد المجمع بدقة.

النتائج السابقة توضح التأثير الإيجابي لعملية دمج الغزل الكهربائي والغزل بالنفخ من حيث الإنتاجية، كما تبين أن عملية الدمج تحسن من مواصفات الألياف الناتجة بالنفخ لوحده لتقترب في مواصفاتها من مواصفات الألياف المغزولة كهربائياً من حيث أقطار الألياف وكثافتها السطحية. التأثير السلبي الوحيد لهذا الدمج كان في معامل الاختلاف بين الأقطار CV والذي تجاوز الـ 50% وهي أعلى قيمة تم تسجيلها بين العمليات الثلاث.

إذاً عملية الغزل بالنفخ الكهربائي ملائمة لإنتاج شبكات من الألياف النانوية مشابهة لتلك المغزولة كهربائياً وإنتاجية عالية جداً يمكن أن تجعلها تقنية واعدة للاستخدام الصناعي الواسع. مع الأخذ بعين الاعتبار أنه لا يمكن إجراء مقارنة دقيقة بين عملية الغزل الكهربائي والنفخ بسبب الاختلاف في مبدأ عمل كل من هاتين التقنيتين.

المقترحات والتوصيات:

- 1- توسيع دراسات المقارنة بين الغزل الكهربائي والغزل بالنفخ.
- 2- دراسة الفرق بين الغزل الكهربائي والنفخ الكهربائي من حيث مواصفات أخرى للشبكات الناتجة غير القطر والإنتاجية والكثافة.
- 3- إمكانية توسيع عملية النفخ الكهربائي لتدخل منتجاتها مجالات صناعية واستخدامات أكبر.
- 4- دراسة إمكانية دمج الغزل الكهربائي مع تقنيات أخرى.

المراجع العلمية:

- 1- م.شادي حسين، د.غزل طهماز، د.رامية المحمد، (2020) رسالة ماجستير بعنوان - تطوير جهاز غزل كهربائي بمجمع مخروطي لإنتاج شبكات ثلاثية الأبعاد من الألياف النانوية - قسم هندسة الغزل والنسيج، جامعة البعث, 2020.
- 2- Michal Wojasiński, Maciej Pilarek, Tomasz Ciach, (2014) - Comparative studies of electrospinning and solution blow spinning processes for the production of nanofibrous poly(L-lactic acid) materials for biomedical engineering - 00-645 Warszawa, Poland. 2014-0028.
- 3- Eliton S. Medeiros, Gregory M. Glenn, Artur P. Klamczynski, William J. Orts, Luiz H. C. Mattoso, (2009) - Solution Blow Spinning: A New Method to Produce Micro- and Nanofibers from Polymer Solutions - SP 13560-970, Brazil.
- 4- Jani Holopainen - Bioactive Coatings and Fibers for Bone Implants and Scaffolds by Atomic Layer Deposition, Electrospinning, Solution Blow Spinning and Electroblowing - (2017), ACADEMIC DISSERTATION, HELSINKI 2017.

5- TING CHEN¹ AND XIUBAO HUANG, (2003) – Modeling Polymer Air Drawing in the Melt Blowing Nonwoven Process – 200051, People’s Republic , China.*

6- Xibo Hao 1, Hui Huang 2 and Yongchun Zeng, (2018) – Original article Simulation of jet velocity in the melt-blowing process using the coupled air-polymer model – 89(16) 3221-3233, china.*

7- Zeyan L. , Xiaoping W. (2023) . Optimizing process parameters for the production of intercalated melt-blown nonwoven materials for face masks based on machine learning algorithms, 511443, China.

8- Mehmet D. C., Melike G., Semistan K. (2022) . Clogging performance of micro/nanofibrous laminated composite air filter media , Grant no TEYDEB 7200542, TUBITAK.

9- م.حلا المصطفى، د.منال عيسى، (2019) – دراسة إمكانية إنتاج ألياف نانوية من بوليمير PLA باستخدام تقنية الغزل الكهربائي - جامعة البعث، 2019.

- 10- Yingge Zhou and George Z Tan – Fabrication of nanofiber mats with microstructure gradient by cone electrospinning – SAGE, 2017.
- 11- John L. Daristotle, Adam M. Behrens, Anthony D. Sandler, and Peter Kofinas, (2016) – A Review of the Fundamental Principles and Applications of Solution Blow Spinning – American Chemical Society ,2016, 8, 34951–34963.

*الاقتراسات المأخوذة من المرجعين [5] و [6]، تتحدث عن حركة الهواء الخارج من فوهة الغاز المتصلة بالضاغط، والتغيرات الحاصلة في سرعته مع التقدم بالمسافة. بمعنى آخر تم اقتباس الدراسة الهيدروليكية فقط.

إمكانية تصنيع لصاقات طبية بتقنية الغزل الكهربائي محملة بالمادة الدوائية النيومايسين

م. لمى احمد الخاني¹ د. م. محمد بدر تركاوي² د. عبد الكريم حلاق³

- 1- طالبة ماجستير-قسم هندسة الغزل والنسيج-كلية الهندسة الكيميائية والبترولية-جامعة البعث
- 2- أستاذ -قسم هندسة الغزل والنسيج-كلية الهندسة الكيميائية والبترولية-جامعة البعث
- 3- مدرس-قسم الصحة العامة والطب الوقائي-كلية الطب البيطري-جامعة حماه

ملخص البحث

استخدمت تقنية النانو على نطاق واسع في مجموعة متنوعة من المجالات أهمها تطبيقات الطب الحيوي نظراً للخصائص الفريدة التي تقدمها الألياف النانوية من مساحة عالية للسطح بالنسبة للحجم ، التأثير المتبادل بين السلاسل البوليميرية و العناصر العلاجية جعلها مستخدمة في العديد من التطبيقات الطبية كإيتاء الدواء ، هندسة الأنسجة ، زراعة الخلايا و ضمادات الجروح . تلعب خصائص البوليمير دوراً أساسياً في نوع التطبيق الطبي ويعد بوليمير بولي فينيل الكحول من أكثر البوليميرات المستخدمة في المجال الطبي لما يتمتع به من خصائص مثيرة للاهتمام كتوافقه الحيوي ، و قابليته للتحلل و عدم سميته .

ترتكز هذه الدراسة إلى شقين هما تحضير المحلول البوليميري ومن ثم إضافة المادة الدوائية لتصنيع شبكة نانوية محملة بالمادة الدوائية . تم تحضير المحلول البوليميري و استخدام الماء المقطر كمذيب وبواسطة الخلاط المغناطيسي مع التسخين عند درجة حرارة 80 °C حتى إذابته . ثم إضافة كمية من المادة الدوائية للبوليمير بعد تبريد المحلول

عند درجة حرارة الغرفة منعا لتخرب الدواء. يتم إجراء عملية الغزل الكهربائي على جهاز الغزل الكهربائي بوضع المحلول البوليميري في سيرنغ ضمن مضخة حقن و عبر أزرار تحكم يتم ضخ المحلول في السيرنغ الى المجمع حيث تتشكل الالياف النانوية عليه. تم دراسة تأثير الدواء المتحرر من الشبكة النانوية باستخدام أطباق الزرع الجرثومي. تبين أن متوسط أقطار هالة النمو للعينات (1.5-2.5-3.4)cm للمكورات العنقودية المذهبة الموجبة الجرام و(1.1-1.5-2.04) cm للزائفة الزنجارية السالبة الجرام من أجل أوزان نيومايسين سلفات (15-25-35)mg على الترتيب حيث أبدت العينات المحضرة نشاطاً جيداً ضد الجراثيم.

الكلمات المفتاحية: بولي فينل الكحول، شعيرات نانوية، تقنية الغزل الكهربائي، صاد حيوي، نيومايسين سلفات.

Studying the possibility of manufacturing electrospinning medical bandages made of Neomycin

Abstract

Nanotechnology has been widely used in a variety of fields, the most important of which are biomedical applications due to the unique properties offered by nanofibers such as high nano-sized porosity, high surface area in relation to volume, and the mutual effect between polymeric chains and therapeutic elements that make them used in many medical applications such as delivery. Medicine, tissue engineering, cell culture and wound dressings.

Polymer properties play a fundamental role in the type of medical application. Polyvinyl alcohol polymer is one of the most used polymers in the medical field because of its interesting properties such as its biocompatibility, biodegradability and non-toxicity. his study is based on two aspects: preparing the polymeric solution and then adding the drug to manufacture a nano-network loaded with the drug. The polymeric solution was prepared using distilled water as a solvent and by means of a magnetic stirrer with heating at a C until it dissolved. Then add the medicinal temperature of 80 substance to the polymer after cooling the solution at room

temperature to prevent the drug from spoiling. The electrospinning process is performed on the electrospinning device by placing the polymeric solution in a syringe within an injection pump, and through control buttons, the solution is pumped into the syringe to the collector where nanofibers are formed on it. The effect of drug released from the nanomesh was studied using Petri dishes. It was found that the average diameters of the growth inhibition zone for the samples were (1.5-2.5-3.4) cm for gram-positive *Staphylococcus aureus* and (1.1- 1.5-2.04) cm for gram-negative *Pseudomonas aeruginosa* for weights of neomycin sulfate (15-25-35) mg, respectively. The prepared samples showed good antibacterial activity.

Keyword: Polyvinyl , nanofiber, electrospinning technique, antibiotic, neomycin sulfate.

1-مقدمة:

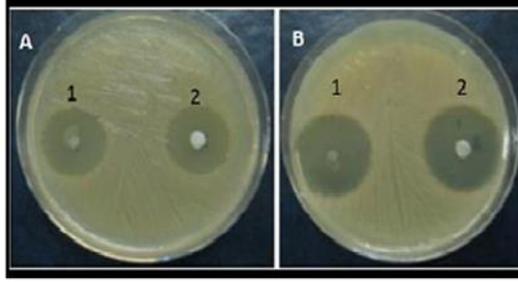
15% من 2.4 مليون حالة عدوى مكتسبة من المستشفيات في USA كان سببها الالتهابات الموضعية للجروح و هذا الالتهاب الموضعي هو السبب الثاني الاكثر شيوعا لحالات التهاب الكبد الوبائي حيث زاد بمعدل 36% في العشر سنوات الاخيرة بالرغم من التوصيات الكبيرة لمنح حصول هذه الحالات [1] .

أظهرت الألياف النانوية المعزولة كهربائياً أنها مرشح ممتاز للاستخدام في تطبيقات الطب الحيوي نظراً للخصائص الفريدة التي تقدمها الألياف النانوية من مساحة عالية بالنسبة للحجم ، التأثير المتبادل بين السلاسل البوليميرية و العناصر العلاجية جعلها مستخدمة في العديد من التطبيقات الطبية كإبتاء الدواء (تحرر الدواء من الألياف النانوية) ، هندسة الأنسجة و زراعة الخلايا [2] ، تجعل تقنية الغزل الكهربائي مهمة إنتاج الألياف النانوية والجمع بين مادتين مختلفتين أو أكثر في درجة حرارة الغرفة أقل تعقيداً [1].

من المهم أن تتمتع منتجات التطبيقات الطبية الحيوية كاللصاقات بقدرتها على عدم إحداث الالتهاب ، و توافق حيوي مع الجسم البشري ، عدم سميتها ، سهولة التصنيع . يوجد العديد من البوليمرات الطبيعية والصناعية المستخدمة في المجال الطبي والتي يمكن غزلها كهربائياً وتتصف بمجموعة من المواصفات مثل قابليتها للتحلل وقابليتها للتوافق الحيوي وقدرتها على تشكيل مزائج مع بوليميرات أخرى، ومن أهم البوليميرات التي استخدمت في المجال الطبي هو بولي فينيل الكحول وهو بوليمر صناعي غير سام قابل للذوبان في الماء ،متوافق حيويًا ،قابل للتحلل البيولوجي ويستخدم على نطاق واسع في مجال الطب الحيوي [3]. لقد استخدمت ألياف بولي فينيل الكحول النانوية ذو الوزن الجزيئي 75,000 المحملة بالعرعر الصيني في التطبيقات الطبية الحيوية مثل

هندسة الأنسجة وضامادات الجروح [3] وأشارت النتائج أن لها كفاءة جيدة للنشاط المضاد للبكتيريا موجبة الجرام وسالبة الجرام ، كما حُضِرَ مركب (جلاتين / بولي فينيل الكحول) محمّل بكي-ton توت العليق بتقنية الغزل الكهربائي حيث أثبتت الأبحاث الحديثة إمكانية استخدامه مضاد التهاب الجلد [4].

يعد اختيار المادة الدوائية أمراً لا يقل أهمية عن اختيار البوليمير ومن المواد الدوائية التي استخدمت في اللصاقات الطبية المصنعة بتقنية الغزل الكهربائي نيومايسين سلفات و هو مضاد للجراثيم واسع الطيف من عائلة الأمينو غليكوزيد له نشاط ممتاز ضد الجراثيم الموجبة الجرام ونشاط جزئي ضد الجراثيم سالبة الجرام ، يستخدم على نطاق واسع في العديد من الأدوية الموضعية [5] ومن أمثلته ، مزج بولي الستايرين سلفونيك مع بولي فينيل الكحول لإنتاج الألياف النانوية ثم تحميل الألياف بنيومايسين سلفات . أشارت النتائج أن لها إمكانية واعدة لاستخدامها كضامادات فعالة للجروح [5]. كما ألياف بولي لاكتيك أسيد (PLA) ممزوج مع بولي كابرو لاكتيد (PCL) بنيومايسين سلفات بنسب مختلفة باستخدام تقنية النفاث الدوراني ، وأشارت النتائج إمكانية استخدام الشعيرات النانوية المحملة بالنيومايسين في التطبيقات الطبية الحيوية مثل تضميد الجروح [6] . حُمِلت ألياف الكيتوزان النانوية محملة بمادة نيومايسين سلفات و كان قطر هالة تثبيت نمو الجراثيم 2.46 ± 0.08 cm في حين قطر هالة تثبيت نمو الجراثيم عند استعمال النيومايسين بدون جزيئات الكيتوزان النانوية 2.22 ± 0.06 cm ، أي أن تحميل جزيئات الكيتوزان النانوية بالمادة الدوائية نيومايسين سلفات له تأثير على تسريع المراحل الأولى من التئام الجروح مما يشير إلى ان هذه المواد لها إمكانية كبيرة لاستخدامها كضامادات للجروح مقارنة بمعالجة الجروح بنيومايسين سلفات فقط [8].



الشكل (10-B) : قطر هالة الكبح لألياف الكيتوزان محملة بنيومايسين سلفات
الشكل (10-A) : قطر هالة الكبح للنيومايسين سلفات

بينما قام نيثان و زملاؤه بتصنيع ألياف بولي فينيل الكحول النانوية محملة بالنيومايسين بتركيز مختلفة أيضاً و كان قطر هالة تثبيط نمو الجراثيم بين 1.24 ± 0.3 cm إلى 1.87 ± 0.8 cm بزيادة تركيز النيومايسين المحملة على شعيرات بولي فينيل الكحول مقارنة مع النيومايسين فقط بدون ألياف نانوية حيث تراوح قطر هالة تثبيط نمو الجراثيم 1.67 ± 0.1 cm [9].

من خلال استعراض المراجع المحلية لم نجد دراسات تناولت هذه التقنية الحديثة في تطوير لصاقات طبية تعتمد على تقنية النانو تكنولوجي و لم نجد لصاقات طبية محلية تناولت هذه التقنية أيضاً، فأردنا أن نسلط الضوء على المنتج باستخدام تقنية الغزل الكهربائي و تحميل مادة البولي فينيل الكحول بأحد مجموعة الأمينو غليكوزيدات بتركيز مختلفة.

2-هدف البحث:

1-تصنيع لصاقه طبية نانوية محملة بالمادة الدوائية نيومايسين سلفات.

2-مراقبة و دراسة تأثير الدواء المتحرر من الألياف النانوية على الطيف الجرثومي للصاد الحيوي.

3-المواد و الطرق :

المواد المستخدمة في البحث:

1. بولي فينيل الكحول.
2. نيومايسين سلفات.
3. المنابت الجرثومية.
4. ماء مقطر.

الأجهزة المستخدمة في البحث:

- 1.ميزان حساس (دقة الجهاز 0.001 g).
- 2.ميزان حرارة زئبقي (C300).
- 3.سخان مخبري مع خلط مغناطيسي.
- 4.جهاز الغزل الكهربائي.
- 5.الحضانة.
- 6.جهاز اتوغلاف.
7. تم استخدام زجاجيات بحجوم مختلفة – أطباق بيثري

طريقة تحضير بولي فينيل الكحول :

حضرت الألياف النانوية من محلول بولي فينيل الكحول بتقنية الغزل الكهربائي وفقاً للدراسة المرجعية [6] و الماء المقطر كمذيب ، وبواسطة الخلط المغناطيسي للإذابة مع التسخين عند درجة حرارة 80 °C . تم تحضير عدة تراكيز من بولي فينيل الكحول (11% - 12% - 13%) في 20 ml [10] وبمعدل دوران بطيء نسبياً و بدرجة حرارة الغرفة تم الوصول إلى إذابة البوليمير، لم تتجح عملية الغزل الكهربائي لبوليمير بولي فينيل الكحول عند التراكيز (11% - 12%) إما بسبب تساقط قطرات المحلول البوليميري نتيجة انخفاض اللزوجة بشكل كبير عند التركيز 11% أو تتأثر جزئي

لقطرات المحلول البوليميري بشكل عشوائي على سطح المجمع أثناء سحب الانبثاق (خروج المحلول البوليميري من رأس ابرة السيرنج أثناء عملية الغزل الكهربائي عند التركيز 12% بسبب انخفاض اللزوجة أيضاً في حين تم الحصول على ألياف نانوية عند التركيز 13% .

طريقة تحضير المادة الدوائية:

عند إذابة المحلول البوليميري يتم فصل الحرارة عن السخان مع استمرار الدوران البطيء للخلط المغناطيسي حتى تبريد المحلول لدرجة حرارة الغرفة باستخدام ميزان حرارة بالاعتماد وفقاً للدراسة المرجعية [7] تم إضافة كمية من دواء نيومايسين سلفات إلى المحلول واستمرار المزج باستخدام الخلاط المغناطيسي لمدة نصف ساعة حتى إكمال الإذابة و بدرجة حرارة الغرفة لمنع تخرب كمية من دواء نيومايسين

الجدول (1): يوضح تركيز المحلول البوليميري وأوزان المادة الدوائية

تركيز المحلول البوليميري / ml 20	أوزان المادة الدوائية / mg
%13	15
%13	25
%13	35

-عملية الغزل الكهربائي:

تم غزل الألياف النانوية مع توحيد المتغيرات التالية وفقاً للدراسة المرجعية [10] : الجهد الكهربائي المطبق بين الحاقن و المجمع 15 kv باستخدام التيار المستمر - المسافة بين الحاقن و المجمع المعدني 10 cm - معدل التدفق 1 ml/hour باستخدام مضخة حقن كهربائية يتم بواسطتها التحكم بمعدل تدفق المحلول البوليميري الممزوج بالدواء عن طريق

وضعه ضمن أنبوب سيرنغ يوضع في المكان المخصص له ، عبر أزرار التحكم بعمل المضخة يتم تحديد قيمة التدفق.



الشكل (1) جهاز الغزل الكهربائي

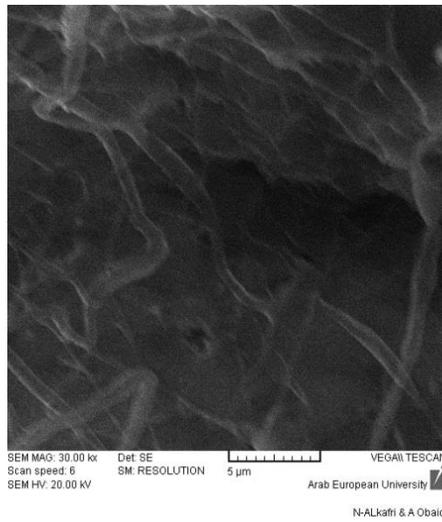
تم إبقاء عينة الشبكة النانوية الناتجة في شروط الغرفة مدة 24 ساعة لاستكمال تبخر المذيب ومن ثم وضعت العينة في طبق بيتري محكم الاغلاق .



الشكل (2) :مجمع معدني يلف عليه السلوفان و تتجمع عليه الشبكة النانوية



الشكل (3) : الشبكة النانوية الناتجة عن عملية الغزل الكهربائي



الشكل (4) صورة المجهر الالكتروني الماسح للشبكة النانوية المحملة بنومايسين سلفات

-طريقة تحضير المنابت الجرثومية:

تم تحضير المنابت الجرثومية وفقاً للدراسة المرجعية [10] حيث اعتمدت طريقة

Kirby-Bauer على وسط مولر هينتون الموصى بها من قبل مؤسسة المعايير السريرية و المخبرية و تم التعقيم بالصاد الموصدة . بعد انتهاء التعقيم وتبريد الوسط إلى درجة حرارة 45° درجة مئوية بجهاز Autoclave تم صب وسط مولر هينتون المحضر عليه المنابت الجرثومية في أطباق بيتري قياس 9 سم .

طريقة التحضين :

تم إجراء اختبار الحساسية لعدة أجناس من الجراثيم تجاه نيومايسين سلفات في جامعة حماه - كلية الطب البيطري - قسم الأحياء الدقيقة - مخبر الجراثيم و تم إجراء اختبار الحساسية بطريقة Kerby-Bauer method كما يلي [7] :

1- تم تحضير الأوزان (15 - 25 - 35) mg من الصاد الحيوي نيومايسين سلفات

2- حضر عالق بكتيري من العزلات المذكورة آنفاً بنقل مستعمرة مفردة بعمر 24 ساعة إلى 5 مل من المحلول الملحي الفيزيولوجي (محلول سيروم) و قيست عكارتة ب 0.5 ماكفرلانند.

3- نشر بواسطة ماسحة قطنية معقمة مقدار 0.1 مل من العالق البكتيري على سطح أطباق وسط مولر هينتون الصلب ، ثم تركت لتجف بدرجة حرارة الغرفة لمدة 5 دقائق .

4- تم استعمال ثاقب فليبي لعمل حفر ضمن طبق بيتري بقطر 5 ملم.

5- باستخدام ماصة دقيقة معقمة أضيفت 50 ميكروليتر من التراكيز إلى الحفر و عملت حفر سيطرة أضيف إليها ماء مقطر .

6- حضنت الأطباق بدرجة حرارة 37 م لمدة 24 ساعة.

7- حددت فعالية التراكيز المستخدمة من خلال قياس قطر منطقة التثبيط (المنطقة الخالية من النمو البكتيري) بالمسطرة .

-طريقة اختبار حساسية اللصاقات النانوية على الجراثيم :

بعد التأكد من حساسية الجراثيم للصاد الحيوي المختبرة أجري الاختبار للشبكة النانوية على جراثيم المكورات العنقودية (*Staphylococcus aureus*) الموجبة الجرام و الزائفة الزنجارية (*Pseudomonas aeruginosa*) السالبة الجرام بطريقة Kerby- Bauer method كما يلي [7]:

1- تم قص الشبكة النانوية الناتجة بعملية الغزل الكهربائي بعد طيها لتشكيل سماكة مناسبة على شكل أقراص .

2- حضر عالق بكتيري من عزلات المكورات العنقودية و الزائفة الزنجارية بنقل مستعمرة مفردة بعمر 24 ساعة إلى 5 مل من المحلول الملحي الفيزيولوجي وقيست عكارتة 0.5 ماكفرلانند .

3- نشر بواسطة ماسحة قطنية معقمة مقدار 0.1 مل من العالق البكتيري على سطح أطباق وسط مولر هينتون الصلب ، ثم تركت لتجف بدرجة حرارة الغرفة لمدة 5 دقائق .

4- نقلت أقراص الشبكة النانوية بواسطة ملقط معقم إلى أطباق بيتري ، و حضنت الأطباق بدرجة حرارة 37 م لمدة 24 ساعة.

5- تمت قراءة النتائج وحددت فعالية الأوزان المستخدمة من خلال قياس قطر منطقة التثبيت (الخالية من النمو البكتيري) المتكونة حول الأقراص بالمسطرة .

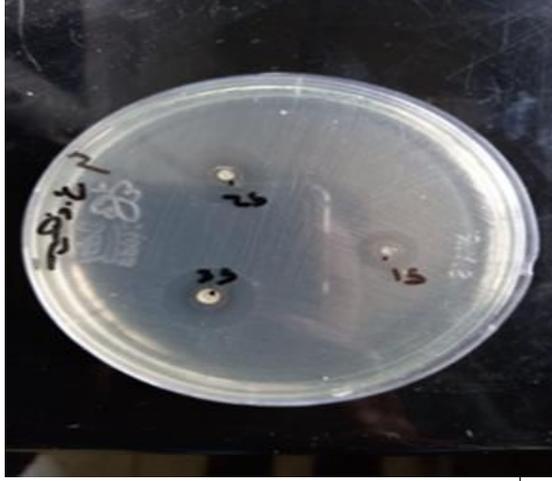
-الدراسة الإحصائية :

تم إجراء اختبار حساسية الجراثيم للشبكة النانوية المحملة بالمادة الدوائية نيومايسين سلفات ذو الأوزان (15-25-35) ملغ عدة مرات لحساب قطر هالة كبح نمو الجراثيم لذلك تم استخدام برنامج origin 7 لحساب المتوسطات الحسابية لقطر هالة الكبح والانحرافات المعيارية لكل من المكورات العنقودية و الزائفة الزنجارية و دراسة التباين أحادي الاتجاه (anova) عند مستوى $p < 0.05$.

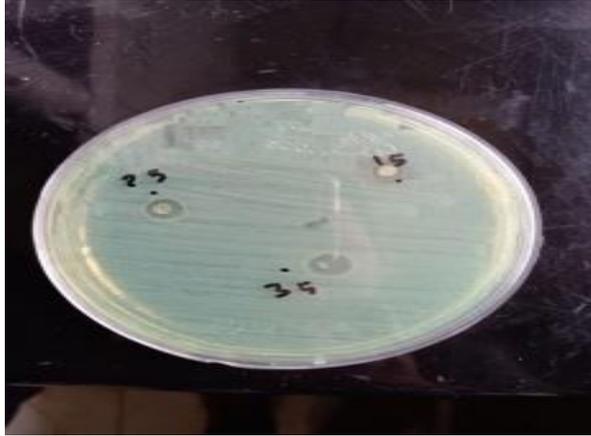
4- النتائج:

• مراقبة تأثير الدواء المتحرر من الشبكة النانوية على المكورات العنقودية المذهبة الموجبة الجرام :

تم قياس متوسط قطر عينات من الشبكة النانوية المغزولة كهربائياً محملة بالدواء نيومايسين سلفات لكل واحد من الأوزان الثلاثة (15-25-35) mg و يبين الشكل (3) قطر هالة الكبح لجراثيم المكورات العنقودية المذهبة :



الشكل (5-أ) : تأثير الدواء المتحرر من الشبكة النانوية المحملة بالمادة الدوائية ذو الوزن (15 - 25 - 35) على المكورات العنقودية المذهبة



الشكل (5-ب) : تأثير الدواء ذو الأوزان (15 - 25 - 35) على المكورات العنقودية

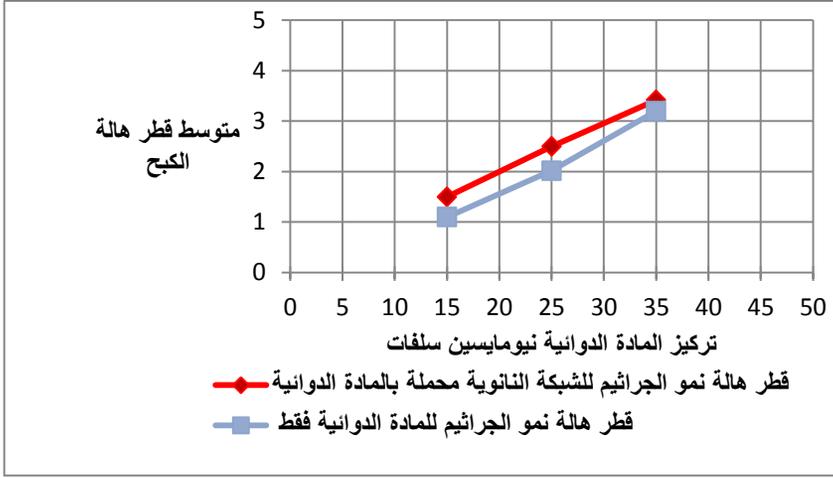
الجدول (2) : متوسط قطر هالة الكبح للمكورات العنقودية

المادة الدوائية 20 ml /mg	متوسط قطر هالة الكبح مع الانحراف المعياري للشبكة النانوية محملة بالمادة الدوائية / cm	متوسط قطر هالة الكبح مع الانحراف المعياري للمادة الدوائية بدون شبكة نانوية / cm
15	1.5 ± 0.05	1.1 ± 0.03
25	2.52 ± 0.08	2.02 ± 0.06
35	3.42 ± 0.03	3.20 ± 0.01

إن حساسية الشبكة النانوية المحضرة من بولي فينيل الكحول والمحملة بالمادة الدوائية نيومايسين سلفات للجراثيم المكورات العنقودية المبينة في الجدول (2) زادت بزيادة تركيز المادة الدوائية حيث ازداد قطر هالة تثبيط نمو الجراثيم بزيادة المادة الدوائية، ومن الناحية الإحصائية عند مقارنة متوسط قطر هالة الكبح للشبكة النانوية مع متوسط قطر هالة الكبح للعينات المعيارية لوحظ وجود فروق معنوية لجميع تراكيز النيومايسين $p < 0.05$.

فعند التركيز الأول كانت $p = 0.004$ و عند التركيز الثاني كانت $p = 0.001$ وعند التركيز الثالث كانت $p = 0.0001$.

يبين الشكل البياني (6) العلاقة بين متوسط قطر هالة الكبح و المادة الدوائية نيومايسين سلفات للشبكة النانوية و العينات المعيارية :

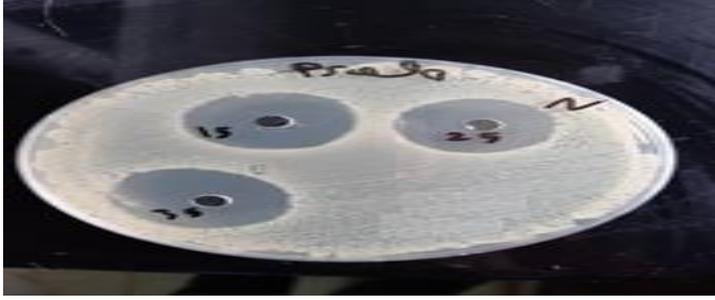


الشكل البياني (6) : متوسط قطر هالة تثبيط نمو للمكورات العنقودية

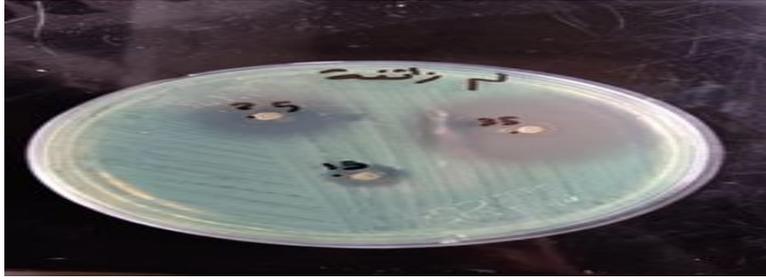
لوحظ من الشكل البياني (6) زيادة قطر هالة تثبيط نمو الجراثيم في شبكة بولي فينيل الكحول النانوية المحملة بالمادة الدوائية مقارنة مع قطر هالة تثبيط نمو الجراثيم عند استعمال النيوماسين فقط بدون شبكة نانوية عند نفس تركيز المادة الدوائية .

• مراقبة تأثير الدواء المتحرر من الشبكة النانوية على الزائفة الزنجارية :

تم قياس متوسط قطر عينات من الشبكة النانوية المغزولة كهربائياً محملة بالدواء نيوماسين سلفات لكل واحد من الأوزان الثلاثة (15-25-35) mg و يبين الشكل (7-أ) قطر هالة الكبح لجراثيم الزائفة الزنجارية على الشبكة النانوية المحملة بالمادة الدوائية و الشكل (7-ب) قطر هالة الكبح لجراثيم الزائفة الزنجارية على المادة الدوائية .



الشكل (7-أ) تأثير الدواء المتحرر من الشبكة النانوية المحملة بالمادة الدوائية ذو الوزن (15-35) على الزائفة الزنجارية.



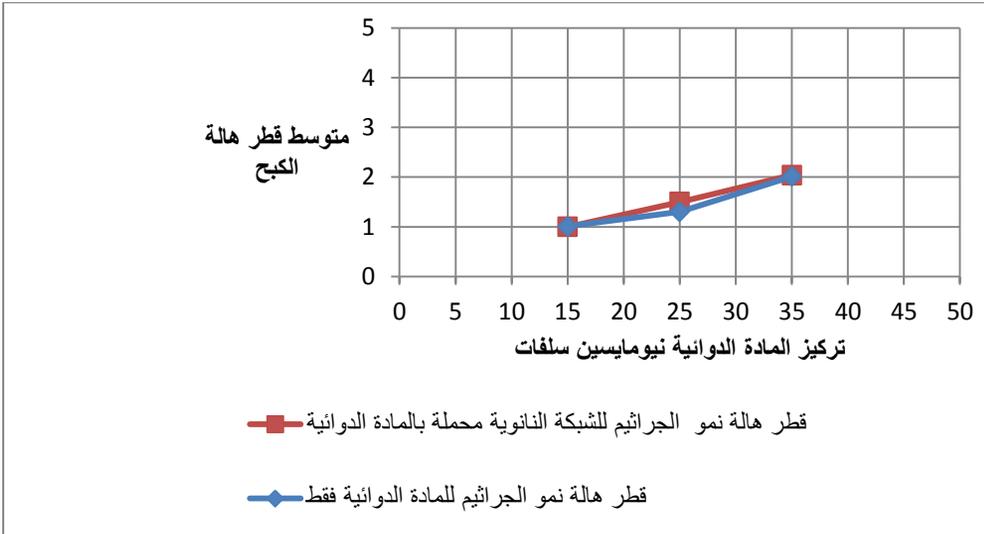
الشكل (7-ب) تأثير الدواء ذو الوزن (15-25-35) على الزائفة الزنجارية

الجدول (3) : متوسط قطر هالة الكبح للزائفة الزنجارية

المادة الدوائية /mg 20 ml	متوسط قطر هالة الكبح مع الانحراف المعياري للشبكة النانوية محملة بالمادة الدوائية / cm	متوسط قطر هالة الكبح مع الانحراف المعياري للمادة الدوائية بدون شبكة نانوية / cm
15	1.1 ± 0.015	1.01 ± 0.013
25	1.5 ± 0.04	1.3 ± 0.02
35	2.04 ± 0.06	2.01 ± 0.04

إن حساسية الشبكة النانوية المحضرة من بولي فينيل الكحول والمحملة بالمادة الدوائية نيومايسين سلفات للجراثيم الزائفة الزنجارية المبينة في الجدول (3) زادت بزيادة تركيز المادة الدوائية حيث ازداد قطر هالة تثبيط نمو الجراثيم بزيادة المادة الدوائية ومن الناحية الإحصائية عند مقارنة متوسط قطر هالة الكبح للشبكة النانوية مع متوسط قطر هالة الكبح للعينة المعيارية لوحظ وجود فروق معنوية مابين متوسط قطر هالة الكبح للشبكة النانوية مقارنة مع العينة المعيارية و ذلك للتركيز الأول و الثاني $p > 0.05$ حيث كانت $p = 0.04$ عند التركيز الأول و عند التركيز الثاني كانت $p = 0.003$ في حين كانت الفروق غير معنوية عند مقارنة متوسط قطر هالة الكبح للعينة النانوية مقارنة بالعينة المعيارية عند التركيز الثالث $p < 0.05$ حيث كانت قيمة $p = 0.41$.

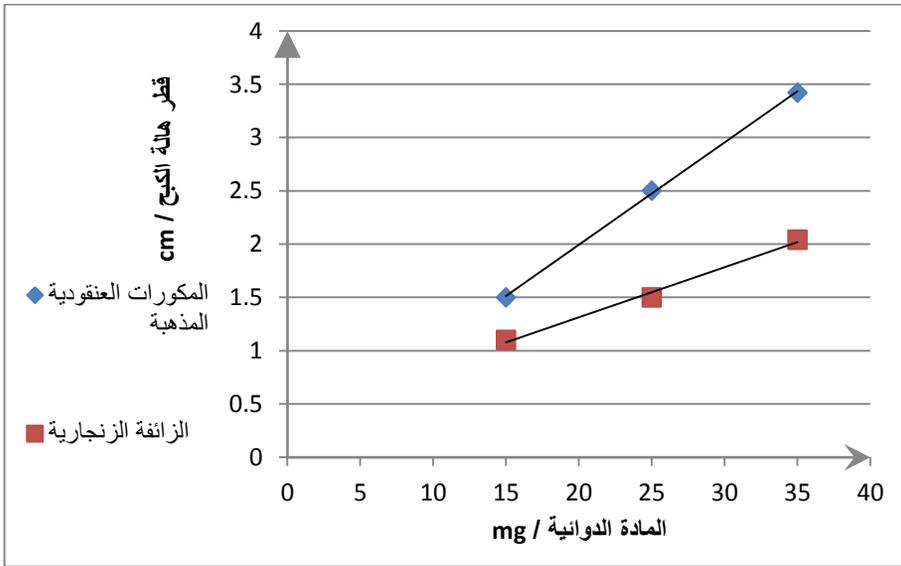
يبين الشكل البياني (8) العلاقة بين متوسط قطر هالة الكبح و المادة الدوائية نيومايسين سلفات للشبكة النانوية و العينات المعيارية :



الشكل البياني (8) : متوسط قطر هالة تثبيط نمو للزائفة الزنجارية

لوحظ من الشكل البياني (8) زيادة قطر هالة تثبيط نمو الجراثيم في شبكة بولي فينيل الكحول النانوية المحملة بالمادة الدوائية مقارنة مع قطر هالة تثبيط نمو الجراثيم عند استعمال النيومايسين فقط بدون شبكة نانوية عند نفس تركيز المادة الدوائية .

يبين الشكل البياني (9) العلاقة بين متوسط قطر هالة الكبح للشبكة النانوية المحملة بالمادة الدوائية نيومايسين سلفات على المكورات العنقودية المذهبة و الزائفة الزنجارية:



الشكل (9) : متوسط قطر هالة الكبح للشبكة النانوية محملة بالمادة الدوائية

نلاحظ من الشكل البياني (9) أن تأثير الدواء المحرر من الشبكة النانوية على المكورات العنقودية الموجبة الجرام أكثر فعالية من تأثير الدواء المتحرر من الشبكة النانوية على الزائفة الزنجارية السالبة الجرام وفقاً للدراسة المرجعية [5] إن نيومايسين سلفات له نشاط جيد ضد الجراثيم الموجبة الجرام ونشاط جزئي ضد الجراثيم سالبة الجرام .

5- المناقشة :

تم غزل ألياف نانوية من بولي فينيل الكحول تركيز 13% محملة بالمادة الدوائية نيوماسين سلفات بأوزان مختلفة (15-25-35) ملغ كل على حدا بهدف الحصول على شبكة نانوية مع توحيد متغيرات المسافة بين المجمع و الابرة - تركيز البوليمير - وزن المادة الدوائية - الجهد الكهربائي المطبق ومعدل التدفق أظهرت الشبكة النانوية تأثير فعال على النشاط الجرثومي للمكورات العنقودية ايجابية الجرام و الزائفة الزنجارية سلبية الجرام .

تفسر النتائج السابقة أنه مع ازدياد تركيز المادة الدوائية ازداد قطر هالة الكبح لنمو الجراثيم

و هذا ما يتفق مع الدراسات المرجعية .

6- الاستنتاجات :

تلعب المتغيرات التالية دوراً هاماً في الحصول على ألياف نانوية : تركيز البوليمير - معدل تدفق البوليمير - الجهد الكهربائي المطبق ، كما لزيادة تركيز المادة الدوائية تأثير على قطر هالة كبح نمو الجراثيم . تم الحصول على ألياف نانوية من بولي فينيل الكحول محملة بالمادة الدوائية نيوماسين سلفات مضادة للجراثيم و كان لها تأثير فعال على النشاط الجرثومي تم تنفيذ اختبار دراسة و مقارنة تأثير الدواء المحرر من الشبكة النانوية على المكورات العنقودية ايجابية الجرام و الزائفة الزنجارية سلبية الجرام و قد وجدنا أن الشبكة النانوية استطاعت كبح نمو الجراثيم و بأقطار مختلفة حيث ازداد قطر هالة الكبح مع ازدياد تركيز المادة الدوائية.

7-التوصيات :

1. دراسة استخدام تراكيز مختلفة من بوليمير بولي فينيل الكحول.
2. دراسة استخدام بوليميرات طبية أخرى مثل بولي كابرو لاکتون .
3. دراسة استخدام مضادات للجراثيم أخرى مثل الجنتاميسين.
4. دراسة إمكانية تطبيق تقنية الغزل الكهربائي في المجال الطبي بشكل أوسع.

8-المراجع العلمية:

- 1- Liu, H., Leonas, K. K., & Zhao, Y. (2010). Antimicrobial properties and release profile of ampicillin from electrospun Poly (ϵ -caprolactone) nanofiber yarns. Journal of Engineered Fibers and Fabrics, 5(4), 155892501000500402
- 2- Mirjana Grkovic, Dusica B.Stojanovic, Vladimir B.Pavlovic, Mirjana Rajilic- Stojanovic, Milos Bjelovic,Petar S.Uskokovic(2017). Improvement of mechanical properties and antibacterial activity of crosslinkedelectrospunchitosan/poly(ethyleneoxide)nanofiber,Composites Part B, JCOMB 4958.
- 3- Kim, J. H., Lee, H., Jatoi, A. W., Im, S. S., Lee, J. S., & Kim, I. S. (2016). Juniperus chinensis extracts loaded PVA nanofiber: Enhanced antibacterial activity. Materials Letters, 181, 367-370.
- 4- Yang, D., Li, Y., & Nie, J. (2007). Preparation of gelatin/PVA nanofibers and their potential application in controlled release of drugs. Carbohydrate Polymers, 69(3), 538-543.
- 5- Nitanan, T., Akkaramongkolporn, P., Rojanarata, T., Ngawhirunpat, T., & Opanasopit, P. (2013). Neomycin-loaded poly (styrene sulfonic acid-co-maleic acid)(PSSA-MA)/polyvinyl alcohol (PVA) ion exchange nanofibers for wound dressing materials. International journal of pharmaceutics, 448(1), 71-78

6-Koski, A., Yim, K., & Shivkumar, S. J. M. L. (2004). Effect of molecular weight on fibrous PVA produced by electrospinning. *Materials Letters*, 58(3-4), 493-497.

7- علي ، محمد . (2015) . تحضير ومراقبة التحرر الدوائي المديد من الشعيرات النانومترية المغزولة كهربائياً ، دراسة أعدت لنيل درجة الماجستير في هندسة النسيج ومعالجاته ، جامعة حلب.

8- Merlusca, I. P., Matiut, D. S., Lisa, G., Sillion, M., Gradinaru, L., Oprea, S., & Popa, I. M. (2018). Preparation and characterization of chitosan-poly (vinyl alcohol)-neomycin sulfate films. *Polymer Bulletin*, 75, 3971-3986.

9- Nitanan, T., Akkaramongkolporn, P., Rojanarata, T., Ngawhirunpat, T., & Opanasopit, P. (2013). Neomycin-loaded poly (styrene sulfonic acid-co-maleic acid)(PSSA-MA)/polyvinyl alcohol (PVA) ion exchange nanofibers for wound dressing materials. *International journal of pharmaceutics*, 448(1), 71-78.

10- علي ، محمد . (2019) . تعديل آلة غزل كهربائية محلية الصنع لإنتاج شعيرات نانومترية نموذج غلاف- نواة ، دراسة أعدت لنيل درجة الدكتوراه في هندسة النسيج ومعالجاته ، جامعة حلب.

صبغة الأقمشة القطنية بالتبغ ودراسة

بعض خصائصها

الباحثة: م. ليلى الميرداس + م. ريم سلمون

قسم هندسة الغزل والنسيج_ كلية الهندسة الكيميائية والبترولية_ جامعة البعث

ملخص البحث:

في هذه الدراسة تم استخدام التبغ كمصدر طبيعي للصبغ، تم استخلاص محلول التبغ الصبغي في وسط مائي يلي ذلك صبغة الأقمشة القطنية بالمستخلص المحضر. تمت الصبغة بطريقتين هي الصبغة التقليدية والصبغة بتقنية الميكروويف مع ترسيخ مسبق للصبغة باستخدام عدة أملاح معدنية. تم تحديد ثباتية الأقمشة المصبوغة بالتبغ للاحتكاك والغسيل وإجراء التحليل اللوني للأقمشة. بينت النتائج الحصول على (6) ظلال لونية للأقمشة المصبوغة بالتبغ مع ثباتية احتكاك وغسيل تراوحت بين المتوسطة والجيدة جداً.

كلمات مفتاحية : أصبغة طبيعية، التبغ، طاقة الميكروويف، الثباتية للاحتكاك، الثباتية للغسيل.

Dying Cotton Fabrics with Tobacco and Studying Some of its Properties

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

Abstract:

In this study, tobacco was used as a natural source of dye. Tobacco dye solution was extracted in an aqueous medium, followed by dyeing of cotton fabrics with the prepared extract. The dyeing was done by two methods traditional dyeing and microwave dyeing, with pre-mordanting using several metal salts. The rubbing and wash fastness of tobacco-dyed fabrics was determined and the fabric colorimetric analysis was performed. The results showed that (6) color shades were obtained for the tobacco-dyed fabrics, with rubbing and washing fastness that ranged between medium and very good.

Keyword: natural dyes, tobacco, microwave energy, rubbing fastness, washing fastness

1-مقدمة:

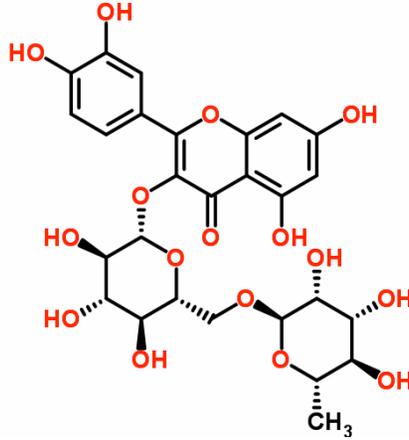
على الرغم من المزايا الاقتصادية والتطبيقية للأصبغة الاصطناعية فقد استمر تلوين المنسوجات بالأصبغة الطبيعية على مرّ السنين، خاصة تلك المصنوعة من النباتات. تشمل العوامل المرتبطة باستمرار الاهتمام بالأصبغة الطبيعية: قابليتها للتحلل البيولوجي، والمزايا البيئية والصحية المختلفة. من ناحية أخرى، فإن استخدام الأصبغة الطبيعية في تلوين المنسوجات يتطلب حل التحديات المرتبطة بعزلها عن المواد النباتية، وتطبيقها على الركائز النسيجية، وخصائص ثباتها المتواضعة في ظل ظروف الاستخدام النهائي، ومن هذه النباتات نبات التبغ. [1]

1-1. التبغ (Tobacco):

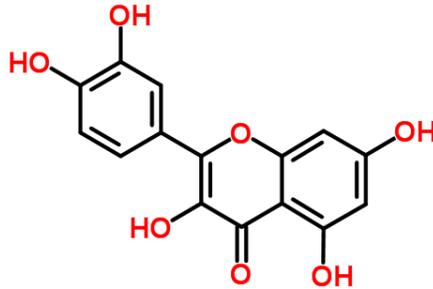
يعتبر التبغ (*Nicotianatabacum L*) محصولاً اقتصادياً مهماً للغاية. ومع ذلك، يتم التخلص من أكثر من 20٪ من موارد التبغ كنفايات معالجة، والتي تلوث البيئة وتتسبب في هدر كبير. في الواقع، تعتبر أوراق التبغ المهملة ذات قيمة اقتصادية بسبب وفرة المركبات النشطة بيولوجياً فيها. لذلك، من المهم دراسة موارد أوراق التبغ واستخدامها. أوراق التبغ غنية بالبوليفينول التي تمتلك العديد من الأنشطة الحيوية وتؤثر على لون وجودة أوراق التبغ. تمتلك مواد البوليفينول مجموعة واسعة من الخصائص الصيدلانية بما في ذلك مضادات الأكسدة ومضادات السرطانات ومضادات الميكروبات ومضادات تصلب الشرايين. [2]

مع الاهتمام المتزايد بالأصبغة الطبيعية، زاد الاهتمام بتحديد بدائل لاستخدام التبغ للتدخين. إن وجود مركبات الفلافونويد الحاملة للألوان في التبغ المجفف وتوافر كميات كبيرة من نفايات غبار التبغ من تصنيع السجائر جعل صباغة المنسوجات باستخدام مستخلص غبار التبغ إجراءً منطقياً. [1]

أثبتت الدراسات اللونية على مستخلص التبغ وجود صبغة روتين (rutin) مع مكونات لونية أخرى. تم استخدام صبغة روتين (Rutin) كعامل تلوين ومضافات غذائية في العديد من تحضيرات الطعام والمشروبات ومستحضرات التجميل. [1]
تم العثور أيضًا على مركب كيرسيتين (Quercetin)، وهو فلافونويد آخر، في مستخلصات من نفايات أوراق التبغ الشكل (2). في صبغة روتين يتم استبدال الهيدروجين الخاص بمجموعة الهيدروكسيل (R-4) بنثائي السكريد، أما مركب كيرسيتين فيُطلق عليه الشكل الخالي من السكر من روتين [1].



الشكل (1): بنية صبغة روتين (Rutin): (C₂₇H₃₀O₁₆) في مستخلص التبغ.



الشكل (2): بنية صبغة كيرسيتين (quercetin): (C₁₅H₁₀O₇) في مستخلص التبغ.

1-2. استخدام طاقة الميكروويف في صباغة النسيج القطنى بالأصبغة الطبيعية:

تعتبر الأصبغة الطبيعية بشكل عام ضعيفة الثباتية على الركائز النسيجية، وتم دراسة العديد من الطرق لتحسين هذه الثباتية، ومن الطرق المقترحة لتحسين مواصفات العينات النسيجية المصبوغة بالأصبغة الطبيعية استخدام طاقة الميكروويف.

أشعة الميكروويف هي إشعاع كهرومغناطيسي في مجال تردد (0.3- 300 GHz) (أطوال الموجات من (1 mm) إلى (1 m))، بين الأشعة تحت الحمراء وترددات الراديو.

يتصف التسخين باستخدام طاقة الميكروويف بالعديد من المزايا بالمقارنة مع التسخين بحمام الزيت التقليدي مثل: (1) التسخين من دون تماس، (2) معدل تسخين أعلى، (3) البدء والتوقف السريع للتسخين، (4) التسخين المنتظم مع تدرجات حرارية ضئيلة (أو بالحد الأدنى)، (5) خصائص تسخين انتقائية، (6) تأثيرات حرارية عكسية (التسخين يبدأ من داخل جسم المادة)، (7) التوفير في الطاقة و(8) مردود أعلى في أقصر زمن تفاعل.

[3]

1-3. المسح المرجعي:

إنّ الأبحاث المنجزة في مجال استخدام التبغ لصباغة الأقمشة محدودة وقليلة .
- في عام 2012 قامت KAREN MARIE YORK بتطوير طرق لعزل الملونات عن غبار التبغ التجاري واستخدامها في صباغة الأقمشة القطنية، وتم تحديد خصائص الثباتية للضوء والغسيل للقماش المصبوغ. أشارت نتائج دراسة الاستخلاص إلى أن الماء الساخن كان مديباً مناسباً لاستخلاص الصبغة من غبار التبغ، وأظهرت دراسة الصباغة باستخدام المستخلص أن صباغة القطن يمكن تحقيقها باستخدام مزيج من كبريتات الألمنيوم وحمض التانيك قبل معالجة القماش بالمستخلص، وكان القماش المصبوغ الذي

تم الحصول عليه يتمتع بثنائية غسيل جيدة جداً وثنائية مقبولة للضوء، مما يجعل الصباغة باستخدام الملونات الطبيعية من مستخلص نفايات غبار التبغ أمراً ممكناً قابلاً للتطبيق. [1]

- في عام 2013 قام Yi Ding بإجراء دراسة مقارنة بين الأصبغة المرسخة والأصبغة الطبيعية المطبقة على القماش القطني، حيث تم فيه استخدام مجموعة من الأصبغة المرسخة وكذلك أصبغة طبيعية من خشب الشجر (logwood) ويرتقال الأوساج (osage orange) والكستناء ومساحيق القرمز (cochineal) بالإضافة إلى الحصول على غبار التبغ. تشير نتائج الدراسة لتطبيق الصبغة المرسخة على القطن إلى أنه يمكن الحصول على ظلال مماثلة لتلك الموجودة في الأصبغة الطبيعية من خلال المعالجة المسبقة بمرسخ الألمنيوم وحمض التانيك وعن طريق إضافة القماش المرسخ إلى حمام صباغة منفصل، وكذلك فإن الأصبغة المرسخة أعطت ظلالاً أكثر سطوعاً على القطن من الأصبغة الطبيعية المستخدمة من خلال المعالجة المسبقة بمرسخ الألمنيوم مع حمض التانيك، كما كان من المثير للاهتمام مدى ملائمة مستخلص غبار التبغ كملون للقطن. كانت العينات المصبوغة الناتجة ذات أعماق متوسطة في أحسن الأحوال ولكنها كانت ثابتة للضوء والغسيل. [4]

- في عام 2014 قام PichetDuangsri وزملاؤه بدراسة تأثير استخدام الماء والمذيبات العضوية مثل الأسيتون، ثنائي ميثيل فورم أميد (DMF) والإيثانول بتراكيز مختلفة على محتوى البوليفينول الكلي والنشاط المضاد للأكسدة لأوراق التبغ. أظهر مستخلص DMF بنسبة خمسين بالمئة أعلى محتوى من مادة البوليفينول وقدم أكبر نشاط مضاد للأكسدة. أظهرت النتائج أن المذيب ذو الأقطاب المختلفة كان له تأثير معنوي على محتوى البوليفينول والنشاط المضاد للأكسدة. تم أيضاً قياس أنشطة التثبيط على الإشريكية القولونية والمكورات العنقودية الذهبية لتقييم النشاط المضاد للميكروبات

للقماش القطني المعالج باستخدام مستخلص أوراق التبغ وكانت أقطار مناطق التثبيت (0.86 ± 21.33) و (0.77 ± 18.50) مم، على التوالي، وأظهرت النتائج أن البوليفينول المستخرج من أوراق التبغ له إمكانيات كبيرة كمضاد للأكسدة ومضاد للميكروبات عند تطبيقه على القماش القطني. [2]

- في عام 2020 قام Fazlihan Yilmaz وزميله بدراسة قابلية استخدام النفايات الصناعية للشاي والتبغ كمصادر صباغة طبيعية وعوامل مضادة للجراثيم للأقمشة القطنية، وتم جمع هذه النفايات من المعامل ذات الصلة واستخدامها مباشرة دون الاستخلاص المسبق، وكذلك في شكل مستخلص. تم إجراء الصباغة عند درجتي حرارة مختلفتين وتم تحليل العينات المصبوغة من حيث الألوان التي تم الحصول عليها وقيم الثباتية والفعالية المضادة للبكتيريا. تم تحقيق تلوين جيد للأقمشة القطنية بقيم ثباتية كافية، مع تقليل البكتيريا اعتماداً على ظروف المعالجة. [5]

2-هدف البحث:

يهدف البحث إلى دراسة إمكانية استخدام التبغ الجاهز المعد للتدخين في صباغة القطن كمصدر من مصادر الصبغات الطبيعية المتجددة ودراسة خواصها الصباغية والعمل على تحسينها كدراسة تمهيدية لاستخدام مخلفات صناعة التبغ في الصباغة. يتخلص هدف البحث بالنقاط التالية:

- 1- استخلاص محلول الصباغة من أوراق التبغ الجاهزة المعدة للتدخين.
- 2- صباغة الأقمشة بالمحلول الصباغي المستخلص بطريقة تقليدية وباستخدام تقنية الميكروويف.
- 3- دراسة ثباتية الأقمشة المصبوغة بالتبغ للغسيل والاحتكاك.

4- التحليل اللوني للأقمشة المصبوغة بالتبغ.

5- تحديد استهلاك الطاقة في طريقتي الصباعة المستخدمة.

3- إشكالية البحث:

1- تتم زراعة التبغ محلياً في سورية ولكن الاستغلال الأكبر لهذه الزراعة هو في استخدام أوراق التبغ لصناعة السجائر، وجاء هذا البحث لدراسة إمكانية صباعة الأقمشة بأوراق التبغ والتي يمكن أن تفتح مجالاً لاستثمارات جديدة في هذه الزراعة.

2- وجود نسبة كبيرة من مخلفات أوراق التبغ ناتجة عن صناعة السجائر والتي تعد مواد مهدورة غير قابلة للاستخدام في الصناعة والتي يمكن دراسة إمكانية الاستفادة منها لاحقاً في صباعة بعض المواد النسيجية.

3- الآثار الصحية والبيئية الضارة لاستخدام الكثير من الصبغات الصناعية كبعض حالات الحساسية الجلدية وغيرها من الأمراض، بالإضافة إلى المعالجات اللاحقة المطلوبة لمعالجة المنصرفات الناتجة عن عملية الصباعة بالأصبغة الصناعية، الأمر الذي لا نحتاجه عند الصباعة باستخدام الصبغات الطبيعية عموماً ومن ضمنها الصباعة بمستخلصات التبغ.

4- أهمية البحث:

تكمن أهمية البحث في استخدام موارد طبيعية متجددة في صباعة المنسوجات مما يقلل من ملوثات عملية الصباعة الناتجة عن استخدام الصبغات التركيبية، كما أنّ التبغ المستخدم في عملية صباعة الأقمشة القطنية هو منتج زراعي محلي وتوجد نسبة كبيرة

من مخلفات التبغ المهذورة الناتجة عن صناعة السجائر والتي يمكن الاستفادة منها في صباغة المنسوجات.

في هذا البحث تم استخدام التبغ كمادة مفرومة ومجففة ومخزنة ومعدّة للتدخين في صباغة العينات القطنية كتمهيد لدراسة إمكانية استخدام مخلفات صناعة التبغ في الصباغة.

5-المواد المستخدمة في البحث:

- 1- نسيج قطني 100% تركيبيه النسجي سادة (1/1) ووزن المتر المربع (120) (g/m²).
- 2- تبغ معدّ للتدخين (ماركة حموي تم الحصول عليه من السوق المحلية) الشكل (3).
- 3- ملح كبريتات أل منيوم بوتاسيوم (الشبة) $(Al_2(SO_4)_3.K_2SO_4.24H_2O)$.
- 4- كبريتات النحاس المائية $(CuSO_4 .2H_2O)$.
- 5- كبريتات الحديدي المائية $(FeSO_4 .7H_2O)$.
- 6- كلور القصديري $(SnCl_2.2H_2O)$.
- 7- برمنغنات البوتاسيوم $(KMnO_4)$.
- 8- ماء مقطر.



الشكل (3) التبغ المستخدم في البحث

6- خطوات إجراء البحث:

6-1. الأجهزة والأدوات المستخدمة:

- 1- جهاز ميكروويف منزلي وهو من شركة (LG) MC-9287BR موضح في الشكل (4) يعمل عند 5 مستويات طاقة مبينة بالجدول (1):



الشكل (4): جهاز الميكروويف المستخدم في تجارب الصباغة.

الجدول (1): مستويات الطاقة في الميكروويف المستخدم [6].

مستوى الطاقة (%)	قيمة الطاقة (watt)	مستوى الطاقة
100	900	العالي
80	720	المتوسط العالي
60	540	المتوسط
40	360	المتوسط المنخفض
20	180	المنخفض

2- سخان كهربائي باستطاعة (800 watt) استخدم في تجربة الصباغة بالطريقة التقليدية.

3- بياضر سعة (600 ml) وسلندرات زجاجية.

2-6. تحضير العينات النسيجية:

تمّ قص مجموعة من العينات القطنية بأبعاد (30*10 cm²) لاستخدامها في التجارب الصباغية.

3-6. التجارب الصباغية:

1-3-6. استخلاص الصبغة:

تم غلي كمية من نبات التبغ في الماء من أجل استخلاص الصبغة في الوسط المائي، وكانت الكمية المستخدمة بمقدار (50 g/L)، حيث تم وضع كمية التبغ في الماء على السخان الكهربائي ورفع درجة الحرارة بشكل تدريجي إلى الغليان. استمرت عملية الغلي ساعتين، ثم ترك المحلول لمدة (24 h)، وبعدها تمت التصفية والتخلص من البقايا النباتية بواسطة مشبك معدني، والحصول على المحلول الذي تم استخدامه في التجارب الصباغية اللاحقة.

2-3-6. الصباغة بالطريقة التقليدية:

1- تم صباغة عينة قطنية باستخدام كمية من محلول المستخلص السابق بنسبة حوض (1:50)، وتمت عملية التسخين بواسطة سخان كهربائي (800 watt) لمدة (60 min) عند الغليان (استمرت عملية رفع درجة الحرارة إلى الغليان (10 min)). بعد انتهاء عملية الصباغة تمّ نزع العينة من المحلول وشطفها بالماء الجاري بشكل جيد وتجفيفها وهي العينة (1).

2- تم إجراء ترسيخ مسبق لخمس عينات من القماش القطني باستخدام كبريتات النحاس المائية، الشبة، كبريتات الحديدية المائية، كلور القصديري وبرمنغنات البوتاسيوم، وذلك بنسبة 8% من وزن العينة (كلاً على حده) وعند درجة الغليان لمدة (60 min). بعد انتهاء عملية الترسخ تم أخذ العينات المرسخة ووضعها في محاليل مستخلص التبغ السابقة بنسبة حوض (1:50) لإجراء عملية الصباغة بعد الترسخ المسبق. استمرت عملية الصباغة لمدة (60 min) عند الغليان، ثم تم نزع العينات الخمس من محاليلها وشطفها بالماء الجاري بشكل جيد وتجفيفها وحصلنا على العينات (2، 3، 4، 5، 6).

6-3-3. الصباغة باستخدام طاقة الميكروويف:

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

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

2- تم ترسيخ 5 عينات قطنية بشكل مسبق في الميكروويف عند مستوى الطاقة ذاته باستخدام كبريتات النحاس المائية، الشبة، كبريتات الحديدية المائية، كلور القصديري وبرمنغنات البوتاسيوم. استمرت عملية الترسخ (12 min) لكل عينة، وبعد ذلك صبغت العينات في الميكروويف عند مستوى الطاقة السابق وبنفس طريقة صباغة العينة (7)، ثم تم نزع العينات من محاليل الصباغة وشطفها بالماء الجاري بشكل جيد وتجفيفها وحصلنا على العينات (8، 9، 10، 11، 12). وبالتالي تم الحصول على العينات الموضحة في الجدول الآتي:

الجدول (2): العينات النسيجية المصبوغة التي تم الحصول عليها من التجارب الصباغية:

العينه	طريقة الصباغة	توصيف العينه
1	الطريقة التقليدية باستخدام سخان كهربائي باستطاعة (800 watt)	عينه مصبوغة بدون ترسيخ
2		عينه مصبوغة بعد الترسيخ المسبق بكبريتات النحاس المائيه
3		عينه مصبوغة بعد الترسيخ المسبق بالشبه
4		عينه مصبوغة بعد الترسيخ المسبق بكبريتات الحديدي المائيه
5		عينه مصبوغة بعد الترسيخ المسبق بكلور القصديري
6		عينه مصبوغة بعد الترسيخ المسبق ببرمنغنات البوتاسيوم
7	ترسيخ وصباغة في الميكروويف عند مستوى الطاقة (720 watt)	عينه مصبوغة بدون ترسيخ
8		عينه مصبوغة بعد الترسيخ المسبق بكبريتات النحاس المائيه
9		عينه مصبوغة بعد الترسيخ المسبق بالشبه
10		عينه مصبوغة بعد الترسيخ المسبق بكبريتات الحديدي
11		عينه مصبوغة بعد الترسيخ المسبق بكلور القصديري
12		عينه مصبوغة بعد الترسيخ المسبق ببرمنغنات البوتاسيوم

6-4. اختبار الثباتية للاحتكاك (الجاف والرطب):

تم إجراء اختبار الثباتية للاحتكاك الجاف والرطب للعينات المصبوغة في الميكروويف ومقارنتها بالعينه المصبوغة بالطريقة التقليديه حسب المواصفه (ISO 105 X-12) باستخدام جهاز احتكاك (Electronic crockmeter M238B) من إنتاج شركة SDL البريطانية، وتم تقييم العينات باستخدام المقياس الرمادي الخاص بالتلطيخ. يوضح الشكل (5) جهاز اختبار الثباتية للاحتكاك المستخدم ورأس الحكّ ولوحة التحكم الخاصة به.



الشكل (5): جهاز اختبار الثباتية للاحتكاك المستخدم ورأس الحكّ ولوحة التحكم الخاصة به.

5-6. اختبار الثباتية للغسيل:

تم إجراء اختبار الغسيل حسب المعيار ISO C01 ذي الشروط الآتية [11]:

- نسبة الحوض 1:50.
- محلول غسيل يحوي: (5 g/l) صابون وتمت المعالجة في الدرجة $(40 \pm 2^\circ\text{C})$ لمدة (30 min).
- بعد انتهاء الاختبارات تشطف العينات بالماء البارد المقطر مرتين ثم لمدة (10 min) بماء صنبور جارٍ وتعصر وتجفف بالهواء الساخن لا تزيد درجة حرارته عن (60°C) .
- تم تقييم العينات باستخدام المقياس الرمادي الخاص بتغير اللون وكذلك المقياس الخاص بالتلطix. [11]

6-6. اختبار التخليل اللوني:

في هذه الدراسة تم الاعتماد على برنامج (Image-J) لتحليل لون الأقمشة المصبوغة بالتبع [7]، عند تحليل اللون باستخدام برنامج (Image-J) نعتمد نوع الصور نوع (RGB color) وبعد ذلك باستخدام التعليمة (measure RGB) نوجد الثوابت اللونية الثلاثة (R,G,B) العائدة للون الأحمر والأخضر والأزرق، كما يقوم البرنامج بإعطاء التحويل للمقياس الرمادي وفق المعادلة التالية (1) والتي تعتمد على اختلاف مقدار تحسس العين لكل لون من الألوان الثلاثة [8]:

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

يمثل التحويل إلى المقياس الرمادي مجموعة ظلال كبيرة تقع ضمن المجال من (0) (الأسود) إلى (255) (الأبيض) [9].

6-7. تحديد استهلاك الطاقة في طريقتي الصباغة التقليدية وباستخدام الميكروويف:

تم تحديد استهلاك الطاقة لكل من الطريقة التقليدية وباستخدام الميكروويف عند مستوى الطاقة (720 watt) كما يلي:

$$\text{الاستهلاك} = \text{الاستطاعة (الواط)} * \text{الزمن (ساعة)}.$$

7- النتائج والمناقشة:

7-1. مناقشة نتائج اختبار الثباتية للاحتكاك:

يوضح الجدول (3) نتائج اختبار الثباتية للاحتكاك الجاف والرطب لعينات النسيج القطني المصبوغة بالطريقة التقليدية و باستخدام الميكروويف كما يلي:

الجدول (3): نتائج اختبار الثباتية للاحتكاك الجاف والرطب لعينات القطن المصبوغة.

اختبار الاحتكاك		توصيف العينة	طريقة الصباغة	رقم العينة
الرطب	الجاف			
3/4	4/5	مصبوغة بدون ترسيخ	تقليدية	1
3	4/5	مصبوغة بعد الترسيخ المسبق بكبريتات النحاس المائية		2
3/4	4/5	مصبوغة بعد الترسيخ المسبق بالشبة		3
3	4/5	مصبوغة بعد الترسيخ المسبق بكبريتات الحديد المائية		4
3	4	مصبوغة بعد الترسيخ المسبق بكلور القصديري		5
3/4	4	مصبوغة بعد الترسيخ المسبق بيرمنغنات البوتاسيوم		6
4	4/5	مصبوغة بدون ترسيخ	في الميكروويف	7
3/4	4/5	مصبوغة بعد الترسيخ المسبق بكبريتات النحاس المائية		8
4	4/5	مصبوغة بعد الترسيخ المسبق بالشبة		9
4	4/5	مصبوغة بعد الترسيخ المسبق بكبريتات الحديد		10
3/4	4/5	مصبوغة بعد الترسيخ المسبق بكلور القصديري		11
3/4	4/5	مصبوغة بعد الترسيخ المسبق بيرمنغنات البوتاسيوم		12

نلاحظ من الجدول (3) الآتي:

1- أظهرت العينة المصبوغة بالطريقة التقليدية بدون ترسيخ (العينة 1) نتيجة جيدة جداً (4/5)، ومتوسطة بالنسبة للاحتكاك الرطب (3/4) على المقياس الرمادي الخاص بالتلطix.

2- أبدت العينات (2، 3، 4، 5، 6) المصبوغة بالطريقة التقليدية باستخدام المرسخت نتائج مقارنة للعينة (1) المصبوغة بدون ترسيخ، وبقيت النتائج بين جيدة جداً للاحتكاك الجاف إلى متوسطة بالنسبة للاحتكاك الرطب.

3- أبدت العينات المصبوغة في الميكروويف (بدون/ مع ترسيخ) نتائج مقارنة للعينات المصبوغة بالطريقة التقليدية بالنسبة للاحتكاك الجاف، وكانت النتيجة جيدة جداً (4/5) على المقياس الرمادي للتلطيح، مع تحسن طفيف بقيم الاحتكاك الرطب لهذه العينات مقارنة بالعينات المصبوغة بالطريقة التقليدية.

7-2- مناقشة نتائج اختبار الثباتية للغسيل:

يوضح الجدول (4) نتائج اختبار الثباتية للغسيل لعينات النسيج القطني المصبوغة بالطريقة التقليدية وكذلك باستخدام الميكروويف كما يلي:

الجدول (4): نتائج اختبار الثباتية للغسيل لعينات القطن المصبوغة.

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

نلاحظ من الجدول (4) الآتي:

1- أبدت العينة المصبوغة بالطريقة التقليدية بدون ترسيخ (العينة 1) نتيجة سيئة بالنسبة لاختبار الغسيل على المقياس الرمادي لتغير اللون (2/3)، وهذا يعود للألفة الضعيفة جداً لهذه الصبغة بالنسبة للقطن.

2- حسن استخدام المرسحات في الطريقة التقليدية من قيم الثباتية للغسيل على مقياس تغير اللون، وأعطت نتيجة متوسطة عند استخدام كبريتات النحاس المائية والشبة وكبريتات الحديد المائبة للعينات (2، 3، 4)، ونتيجة جيدة عند استخدام كلور القصديري (العينة 5)، ونتيجة جيدة جداً للعينة المرسخة باستخدام برمنغنات البوتاسيوم (العينة 6) كمرسحات.

3- لم تُظهر طريقة الصبغة في الميكرووف أي تحسن في الثباتية للغسيل على مقياس تغير اللون بالنسبة للعينة المصبوغة بدون ترسيخ (العينة 7)، وهذا يعود للألفة الضعيفة للصبغة المستخلصة من التبغ تجاه القطن كما هو الحال في الطريقة التقليدية للصبغة في العينة (1).

4- أبدت العينات المرسخة ثم المصبوغة في الميكرووف (العينات 8، 9، 10، 11) نتائج مقاربة وأفضل بقليل من مثيلاتها من العينات المصبوغة بالطريقة التقليدية، أي أن طاقة الميكرووف عززت من امتزاز المرسحات وجزيئات الصبغة من قبل ألياف القطن وتغلغلها ضمن البنية الليفية.

5- أبدت العينة المصبوغة في الميكرووف بعد الترسيخ المسبق ببرمنغنات البوتاسيوم نتيجة ممتازة (الدرجة 5) على المقياس الرمادي لتغير اللون، وهنا كانت العينة (12) من أفضل العينات المصبوغة في هذا البحث من حيث الثباتية للغسيل.

6- أبدت جميع العينات تقريباً نتيجة جيدة جداً على المقياس الرمادي الخاص بالتلطيخ، فهي لم تلتخ القماش القطني المرافق للعينات المصبوغة بشكل واضح، وهذا يعود للألفة الضعيفة للصبغة المستخلصة تجاه القطن.

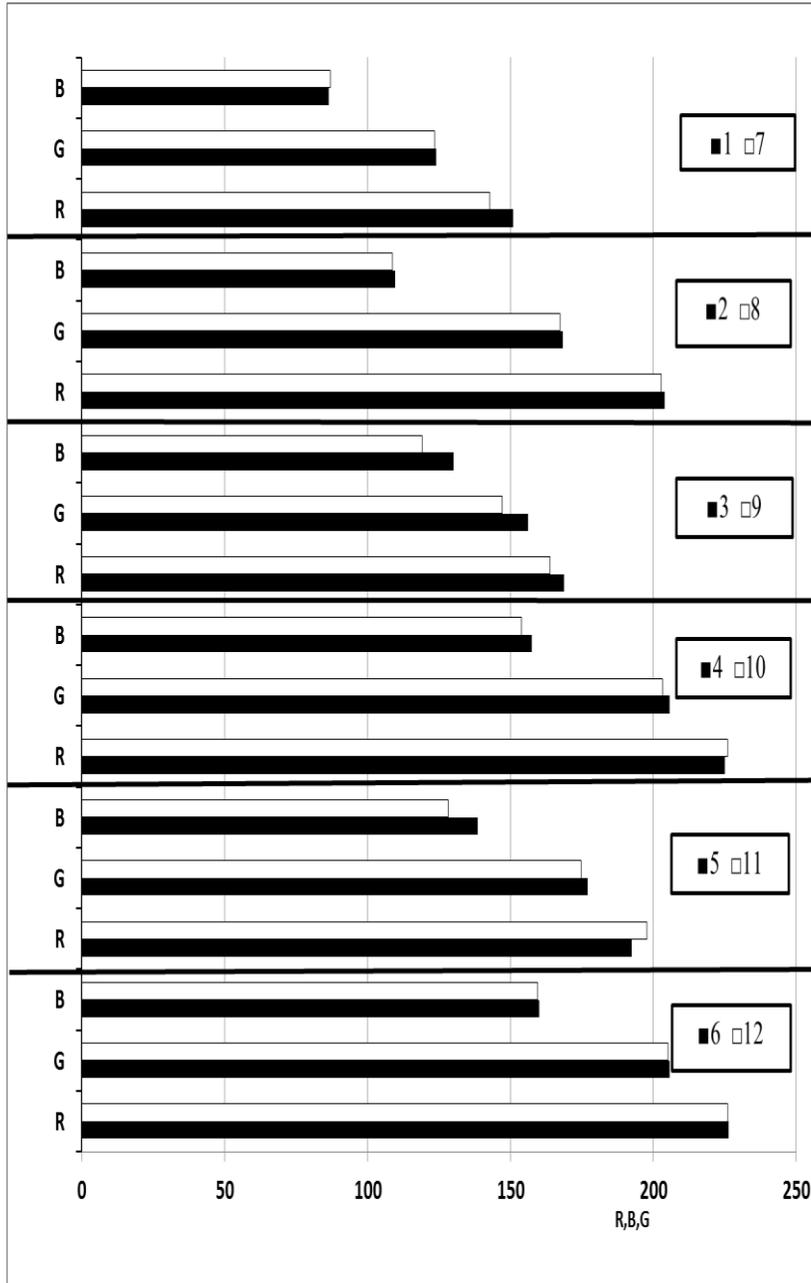
7-3 مناقشة نتائج تحليل اللون:

تم مسح الأقمشة المصبوغة بواسطة ماسح ضوئي نوع (hp Scanjet 3970)، بعد ذلك تم تحليل هذه الصور بواسطة برنامج (Image-J) واوجدنا الثوابت (R,B,G) للعينات المختبرة بالإضافة لعينة غير مصبوغة (العينة 0) كما هو موضح بالجدول (5)

الجدول (5) الثوابت اللونية للأقمشة القطنية المصبوغة بالتبغ

B	G	R	رقم العينة
252.313	251.837	249.682	0
160.196	205.793	226.393	1
138.647	177.066	192.456	2
157.498	205.872	225.179	3
130.155	156.239	168.809	4
109.774	168.396	204.168	5
86.361	123.9851	150.981	6
159.645	205.17	226.125	7
128.195	174.91	197.871	8
153.908	203.252	226.22	9
119.109	147.209	164.059	10
108.7	167.539	202.791	11
87.012	123.422	142.971	12

يبين الشكل (6) مقارنة للثوابت اللونية الثلاثة عند استخدام الصبغة التقليدية وتقنية الميكروويف:



الشكل (6) الثوابت اللونية للأقمشة المصبوغة بالتبغ

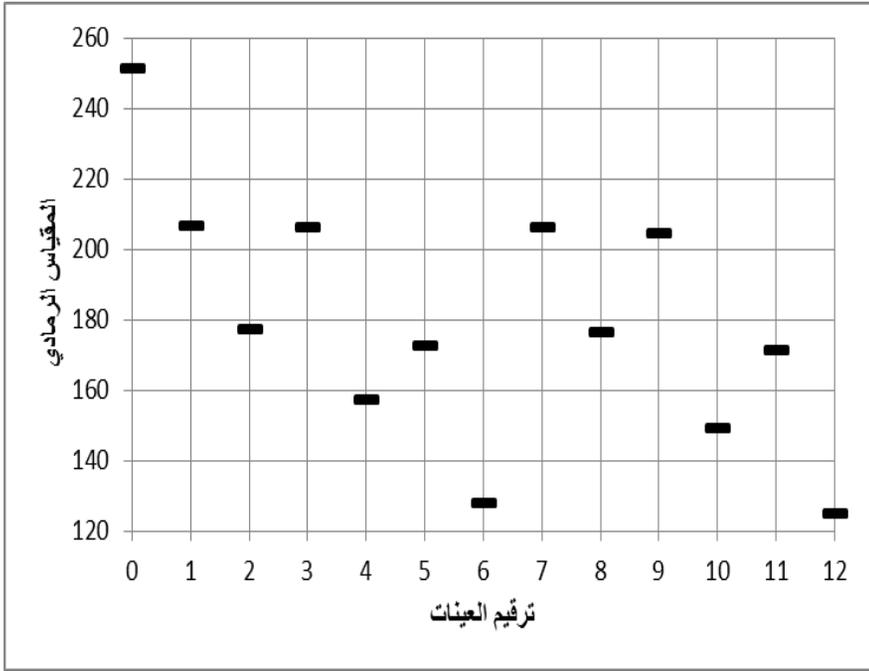
نلاحظ من الشكل (5) ما يلي:

- 1- تقارب ألوان العينات المصبوغة بالطريقتين التقليدية وباستخدام تقنية الميكروويف وذات الترسخ المسبق بنفس المرسخ.
 - 2- هناك زيادة في جميع قيم الثوابت (R,G,B) للعينات (2,3) المصبوغة بالطريقة التقليدية مقارنةً مع نظيرتها المصبوغة بتقنية الميكروويف (8.9) وهي زيادة ليست كبيرة.
 - 3- هناك اختلاف بقيم الثوابت (R,G,B) زيادةً ونقصاناً للعينات (1,4,5,6) المصبوغة بالطريقة التقليدية مقارنةً مع نظيرتها المصبوغة بتقنية الميكروويف العينات (7,10,11,12)، فمثلاً العينة (1) تزداد قيم (R,G) بينما قيمة (B) تنخفض مقارنةً مع العينة (7) وهو اختلاف غير كبير أيضاً.
- وبناءً على ما سبق ومن أجل إعطاء قيمة واحدة معبرة للون للمقارنة بين الأقمشة المصبوغة بدلاً من ثلاث قيم، لذلك تم اعتماد قيمة التحويل إلى المقياس الرمادي لنتمكن من مقارنة الأقمشة مع بعضها، وذلك بتطبيق المعادلة (1)، ويبين الجدول (6) القيم التي تم الحصول عليها.

الجدول (6) قيم التحويل إلى المقياس الرمادي

ترقيم العينات	التحويل إلى المقياس الرمادي
0	251.321
1	206.753
2	177.342
3	206.121
4	157.076
5	172.398
6	127.7677
7	206.244
8	176.457
9	204.498
10	149.057
11	171.378
12	125.105

بناءً على الجدول (6) يبين الشكل (7) اتجاه انحراف اللون من الأبيض اللون الفاتح (255) إلى اللون الأسود اللامع (0)، أي من الأفتح إلى الأغمق.



الشكل (7) المقياس الرمادي للأقمشة المصبوغة بالتبغ

نلاحظ من الشكل (7) أن ترتيب اتجاه اللون من الفاتح إلى الغامق بالنسبة للأقمشة المصبوغة بالتبغ صباغة تقليدية والأقمشة المصبوغة باستخدام تقنية المايكروبيف هو نفسه، حيث الترتيب كالاتي: قماش غير مصبوغ (العينة 0) - قماش مصبوغ بالتبغ بدون ترسيخ (العينات 7/1) - مع مرسخ الشبه (العينات 8/2) - مع مرسخ كبريتات النحاس (العينات 9/3) - مع مرسخ كلور القصديري (العينات 10/4) - مع مرسخ كبريتات الحديد (العينات 11/5) - مع مرسخ برمنغنات البوتاسيوم (العينات 12/6).

لتحديد الظلال اللونية التي حصلنا عليها تم إيجاد الاختلاف اللوني بين الأقمشة المصبوغة بالتبغ والقماش غير المصبوغ بتطبيق المعادلة (2)، [10]:

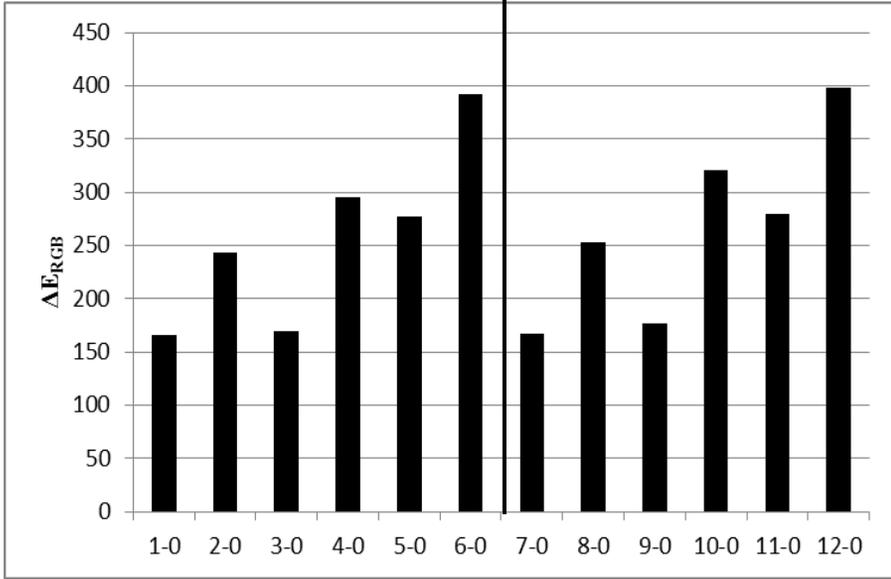
$$\Delta E_{RGB} = \sqrt{\left(2 + \frac{R_{Sr}}{256}\right) \Delta R^2 + 4\Delta G^2 + \left(2 + \frac{255 - R_{Sr}}{256}\right) \Delta B^2} \dots (2)$$

حيث (R_{Sr}) هي متوسط قراءات الأحمر في كلا المادتين، ويبين الجدول (7) قيم الاختلاف التي حصلنا عليها.

لجدول (7) قيم الاختلاف باللون بين الأقمشة المصبوغة بالتبغ والقماش غير المصبوغ

ΔE_{RGB}	رقم العينة المدروسة مع العينة المرجعية
166.1	1-0
243.5	2-0
169.7	3-0
295.7	4-0
276.9	5-0
391.7	6-0
167.5	7-0
253.1	8-0
176.2	9-0
321.2	10-0
279.8	11-0
397.9	12-0

ولتحليل النتائج تمت مقارنة النتائج كما هو موضح بالشكل (8).



الشكل (8) قيم الاختلاف باللون بين الأقمشة المصبوغة بالتبغ والأقمشة غير المصبوغة

يبين الشكل (8) الآتي:

- 1- الحصول على 6 ظلال لونية بالصبغة التقليدية و 6 ظلال لونية بالصبغة باستخدام تقنية الميكروويف وذلك مقارنةً مع القماش غير المصبوغ.
- 2- الظلال اللونية في الصبغة التقليدية متقاربة مع الظلال اللونية في الصبغة بتقنية الميكروويف.
- 3- هناك فروقات واضحة باللون مع القماش غير المصبوغ، وكان الاختلاف أكثر ارتفاعاً في حالة القماش المصبوغ بالتبغ باستخدام برمنغات البوتاسيوم كمرسخ سواءً كانت الصبغة تقليدية أو باستخدام تقنية الميكروويف (العينات (12/6)).

4-7. تحديد استهلاك الطاقة في طريقتي الصبغة التقليدية وباستخدام الميكروويف:

- تم تحديد استهلاك الطاقة للعينات التي أبدت أفضل ثباتية وخصوصاً على الغسيل وهي العينة (6) المصبوغة بالطريقة التقليدية بعد الترسيخ المسبق ببرمنغات البوتاسيوم،

والعينة (12) المصبوغة في الميكروويف بعد الترسيخ المسبق ببرمنغنات البوتاسيوم

أيضاً كما يلي:

الاستهلاك = الاستطاعة (الواط) * الزمن (ساعة).

- من أجل العينة (6):

الاستهلاك = 800 * 2.3 = 1866.7 واط ساعي.

- من أجل العينة (12):

الاستهلاك = 720 * 0.4 = 288 واط ساعي.

وبالتالي فإن توفير الطاقة عند استخدام الميكروويف كطريقة للترسيخ والصبغة كان

بمقدار (84.6 %).

7-5- الجدوى الاقتصادية لصبغة الأقمشة القطنية بالتبغ:

تعتبر صبغة المنسوجات بالأصبغة التركيبية أكثر جدوى اقتصادياً من الصبغة بالأصبغة الطبيعية بشكل عام، وهذا من أحد أسباب انتشارها الواسع على حساب الصبغات الطبيعية عموماً، إلا أن المزايا البيئية والصحية التي تتمتع بها الصبغات الطبيعية أعاد النظر في إعادة إحياء استخدام هذه الصبغات نظراً للأضرار الصحية والبيئية الكبيرة التي يحملها تصنيع واستخدام الصبغات الصناعية وإشكالية وارتفاع تكلفة معالجة المنسوجات الضارة الناتجة عن هذه الصبغات، وهذه الأمور غير موجودة عند استخدام الصبغات الطبيعية فهي أصبغة صديقة للبيئة وآمنة بشكل عام.

يعتبر التبغ من المحاصيل غالية الثمن، إلا أن دراسة إمكانية استخدام مخلفات صناعة التبغ المهذرة وغير القابلة للاستخدام في هذه الصناعة كمصدر طبيعي متجدد لصبغة المنسوجات يعتبر أمراً واعداً في هذا المجال، ويعتبر هذا البحث مدخلاً لدراسة هذه العملية والجدوى الاقتصادية منها لاحقاً.

8. الخلاصة:

- 1- تمت عملية صبغة الأقمشة القطنية بمحلول التبغ بنجاح.
- 2- أبدت الأقمشة المصبوغة بمستخلص التبغ بالطريقة التقليدية مع وبدون مرسختات ثباتية جيدة للاحتكاك الجاف ومتوسطة للاحتكاك الرطب.
- 3- أبدت الأقمشة القطنية المصبوغة بمستخلص التبغ باستخدام تقنية الميكروويف بدون ومع مرسختات تحسناً طفيفاً بالثباتية للاحتكاك الجاف والرطب.
- 4- أظهرت الأقمشة المصبوغة بمستخلص التبغ بالطريقة التقليدية وبتقنية الميكروويف بدون ترسيخ ثباتية غسيل سيئة وتحسنت إلى متوسطة وجيدة جداً مع استخدام المرسختات.
- 5- أظهرت النتائج تحسناً واضحاً عند استخدام المرسختات قبل الصبغة في ثباتية الأقمشة للغسيل.
- 6- أبدت الأقمشة المصبوغة بالتبغ والمرسختة باستخدام برمنغنات البوتاسيوم باستخدام تقنية الميكروويف ثباتية ممتازة للغسيل.
- 7- تم الحصول على ظلال لونية مختلفة عند استخدام محلول التبغ في الصبغة. وكانت هذه الظلال متقاربة بين الصبغة التقليدية والصبغة باستخدام الميكروويف.
- 8- استخدام المرسختات المعدنية أعطى انحرافاً واضحاً باللون وخاصة عند استخدام برمنغنات البوتاسيوم كمرسخ للصبغة.
- 9- حقق استخدام تقنية الميكروويف في الصبغة توفيراً في الطاقة بمقدار (84.6%).

وعليه يتبين لنا أهمية استخدام طاقة الميكروويف كتقنية حديثة في مجال المعالجات النسيجية الرطبة وخصوصاً الصباغة، لما لها من فوائد كبيرة في اختصار زمن المعالجة وتوفير استهلاك الطاقة والحصول على نتائج ودرجات لونية قريبة من الصباغة التقليدية وبخصائص ثابتية متفاوتة بين جيدة جداً والممتازة.

10- اختلاف سلوك الأقمشة القطنية المصبوغة يعود لتشكيل معقدات بين المرسختات المختلفة وصبغ التبغ مع القماش، السبب الذي يعود إليه التغيير بالثباتات والظلال اللونية.

9. المقترحات:

- 1- دراسة بعض الخصائص الوظيفية للأقمشة القطنية المصبوغة بمستخلص التبغ مثل صد الأشعة فوق البنفسجية ومقاومة الاحتراق ومقاومة البكتريا.
- 2- دراسة بعض الخصائص الميكانيكية للأقمشة القطنية المصبوغة بمستخلص التبغ مثل قوة الشد ومقاومة التمزق.
- 3- دراسة مقدار استنزاف محلول الصباغة بالطريقتين التقليدية والميكروويف.

10- المراجع:

- 1- Karen M. York. **Characterization, and Application of Tobacco Based Colorants to Cotton**. A thesis submitted to the Graduate Faculty of North Carolina State University in partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science. (2012).
- 2- PichetDuangsri et a RMUTP Research Journal, (2014).
- 3- Usha Chandra, **Microwave Heating**, InTech, 291- 308, 370, 2011
- 4- Yi Ding. **A Comparison of Mordant and Natural Dyes in Dyeing Cotton Fabrics**. A thesis submitted to the Graduate Faculty of North Carolina State University in partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science (2013).
- 5- Fazlhan Yılmaz. **Use of Tea and Tobacco Industrial Wastes in Dyeing and Antibacterial Finishing of Cotton Fabrics**. SAGE journals , Volume 7, Issue 5. (2020).
- 6- Brochure of LG Society, Korea, The owner`s Manuel for Microwave/Grill/Convection, Model MC-9287BR.
- 7- Ivo Safarik et al, **Smartphone-based image analysis for evaluation of magnetic textile solid phase extraction of colored compounds**, Heliyon 5 (2019)
- 8- Luca benedetti, **Color To Gray Conversion For Stereo Matching**, Facolta' Di ScienzeMatematicheFisiche E NaturaliCorso Di LaureaSpecialistica In Informatica ,UNIVERSITA' DI PISA, 2007/08
- 9- James L.Garey, **Understanding Bit Depth**, national park service, conserve O Gram number 22/1(august 2008)
- 10- I Gede Karma, **determination and measurement of color dissimilarity**, international journal of engineering and emerging technology, vol.5,no.1,January-juune 2020

المراجع العربية:

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

دراسة خصائص ومواصفات الخيوط المصنعة من الغزل المتراص و الغزل الحلقي التقليدي في شركة غزل اللاذقية

طالب الماجستير: لؤي خضور

كلية الهندسة الكيميائية والبترولية - جامعة البعث

اشرف الدكتور المهندس: يوسف ابراهيم

الملخص

يوجد عدد من الأنظمة المطروحة للتخلص من مشكلة خلل الجودة والسرعة لإنتاج الغزل التقليدي ، والغزل المتراص هو أحد هذه الحلول، وعلى الرغم من أن الغزل المحكم يشترك بمعظم مراحل مع الغزل الحلقي إلا أن بعض الباحثين اعتبروا الغزل المتراص نوع جديد من أنظمة الغزل. تم في هذا البحث اختبار أهم المواصفات الفيزيائية والميكانيكية للغزول الحلقي التقليدية والمتراصة (قوة قطع وعمل قطع واستطالة ، متانة، أماكن رفيعة و ثخينة ونبيس وانتظامية ومعامل اختلاف الكتلة) وتمت مقارنة المواصفات لكلا نوعي الغزول الحلقي والمتراصة وتحديد الأفضل. حيث بينت النتائج بأن الغزول المنتجة على نظام غزل حلقي مطور بنظام غزل متراص ذات مواصفات ميكانيكية أعلى من الغزول المنتجة على الغزل الحلقي التقليدي سواء في خصائص قوة وعمل القطع والاستطالة والمتانة و تمتلك الغزول المتراصة انتظامية أعلى من الغزول الحلقي العادية حيث أنها وفق معايير ومؤشرات أوستر لها عدد اقل من الأماكن الرفيعة وكذلك الثخينة وعدد النبيس عند مستويات حساسية مختلفة والغزول المتراصة لها قيم معامل اختلاف بالكتلة CVM ومؤشر عدم الانتظامية Um أقل من الغزول الحلقي التقليدية وبالتالي هي أكثر انتظامية

الكلمات المفتاحية: الغزل الحلقي - الغزل المتراص- مثلث الغزل - أماكن ثخينة - أماكن رفيعة

Study the Properties and Specifications of Yarns Manufactured From Ring and Compact spinning in Latakia Spinning Company

Abstract

There are a number of suggested systems-to get rid of the problem of defect in quality and speed for the production of traditional spinning, and compact spinning is one of these solutions, and although compact spinning shares most of its stages with ring spinning, some researchers considered compact yarn a new type of spinning systems. In this research, the most important physical and mechanical properties of the ring and compact yarn (Yarn properties such as strength, elongation and evenness, thin and thick places, Nips, regularity and mass difference coefficient were tested), and the specifications were compared for both types of ring and compact yarn and determine the best. Where the results showed that the yarn produced on a ring spinning system developed with a compact spinning system has higher mechanical properties than the yarn produced on traditional ring yarn, both in the characteristics of strength, elongation , and compact yarn has a higher regularity than ring yarn. As according to the standards and indicators of Oster, it has a smaller number of thin places, as well as thickness and the number of nips at different sensitivity levels, and compact yarn has values of a coefficient of difference in mass (CVm) and an irregular index Um less than traditional ring yarn and therefore more regular

Keywords: Ring spinning ,Compact spinning, spinning triangle, Mechanical properties, Physical properties , Evenness, Thick places , Thin places, Tenacity,

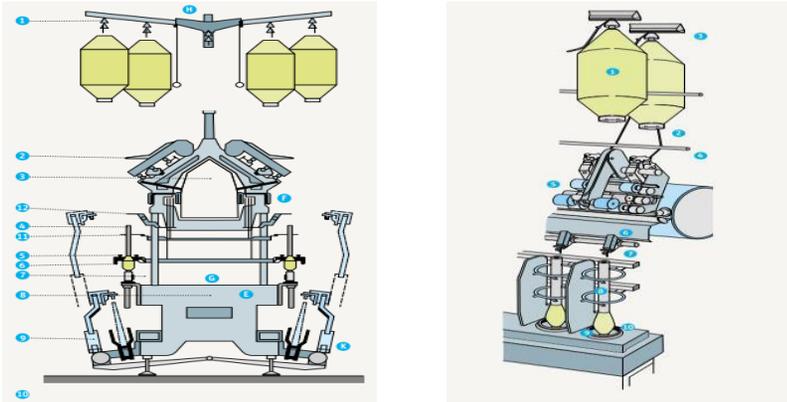
1. مقدمة :

يعتبر الغزل الحلقي من أهم الطرق المستخدمة لتصنيع الخيوط من الألياف القصيرة حتى الآن حيث تفوقت خيوط الغزل الحلقي على مثيلاتها من التقنيات الأخرى من حيث متانة الخيوط وانتظامها وانخفاض عيوب الخيط ويعتبر انخفاض معدل الإنتاج أهم عوائق الغزل الحلقي. لم يتغير المبدأ الأساسي للغزل الحلقي بشكل كبير منذ ابتكارها من قبل Thorpe عام 1828. ولكن أدخلت تطورات كبيرة في أنظمة الغزل الحلقي وخاصة في مجال الشعيرات قصيرة التيلة، وتضم هذه التطورات: التشليح الأوتوماتيكي للعبوات الممتلئة و الغزل انطلاقاً من الشريط بدلاً عن المبروم و الوصل مع آلة اللف الأوتوماتيكية. [1]

❖ الفرق بين تقنية الغزل الحلقي والغزل المحكم

✓ الغزل الحلقي :

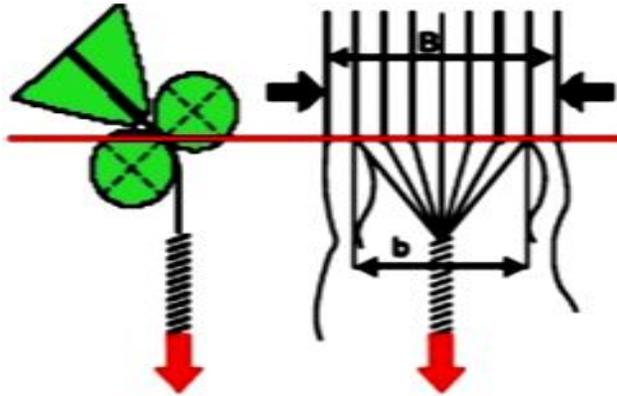
عبارة عن نظام غزل مستمر يتضمن إدخال البرم إلى الخيط باستخدام نظام معين يعتمد على الحلقة والدبلة إذ تجري عمليتي إدخال البرمات واللف على الماسورة معاً وتعد بنية الخيط الحلقي بالعموم هي البنية الأساسية في تكنولوجيا تصنيع الغزل الحلقي.



الشكل 1: رسماً تخطيطاً لمكونات آلة الغزل الحلقي

ووفقاً للشكل 1 الذي يبين رسماً تخطيطياً لمكونات آلة الغزل الحلقي حيث يتم إعادة تشكيل للشعيرات في المبروم حيث يتم كر المبروم من على البكرة المحمولة على سببية خاصة مزودة برولمانات لتدوير سلس للبكرة ليتم كر المبروم دون شد زائد ليمر بعدها إلى جهاز سحب يعيد ترتيب الشعيرات ويزيد من انتظامية توزعها من خلال موازاتها وشدها مما يجعلها أكثر استقامة ، وتعتمد درجة الانتظامية على تركيب ومكونات جهاز السحب وعلى كمية السحب بالإضافة لخصائص المبروم الوارد نفسه حيث يعطي جهاز السحب منتج بنمرة أرفع بعد ذلك يمر المبروم عبر دليل خاصة باتجاه آلية اليرم واللف التي تمنح الخيط عدد كاف من البرمات لزيادة تماسكه ومثانته من خلال الزردة المتحركة على حلقة خاصة لها وبسرعة دوران محددة يتم التقاف الشعيرات حول محور طولاني للخيط وحتى لا يتم رش الخيط في مكان واحد تتحرك العربة الحاملة للبكرات شاقولياً بالتزامن مع دوران المردن والماسورة مما يحقق لف الخيط بفضل تأخر دوران الزردة عن المردن .

ويعتبر مثلث الغزل الشكل 2 من أكثر مسببات اختلاف خواص الغزول الحلقي ، حيث يختلف الشد ما بين الشعيرات الطرفية والشعيرات المركزية في المثلث كما نلاحظ وجود هجرة للشعيرات تؤثر بشكل كبير على مواصفات الغزول .



الشكل 2: منطقة مثلث الغزل

✓ الغزل المحكم:

تعتمد نظرية الغزل المدمج على إحكام السيطرة على الألياف الخارجة من جهاز السحب وتوجيهها جهة محور الخصلة المسحوبة وضغطها بضم الألياف مع بعضها البعض بتعريضها لعملية شفط هواء air suction أي تحشيد الشعيرات من خلال مسار بينيوماتيكي للهواء بغية تخفيض قاعدة مثلث الغزل و تقليل حجمه بدرجة كبيرة واختفاء ظاهرة شرود الألياف بعيداً عن تكوين جسم الخيط وبالتالي مساهمة جميع الألياف في تركيب الخيط المنتج تحت تأثير شد متساوي وبالتالي انخفاض في درجة تشعر الخيط.

يبين الشكل 3 آلة غزل محكم متطورة :

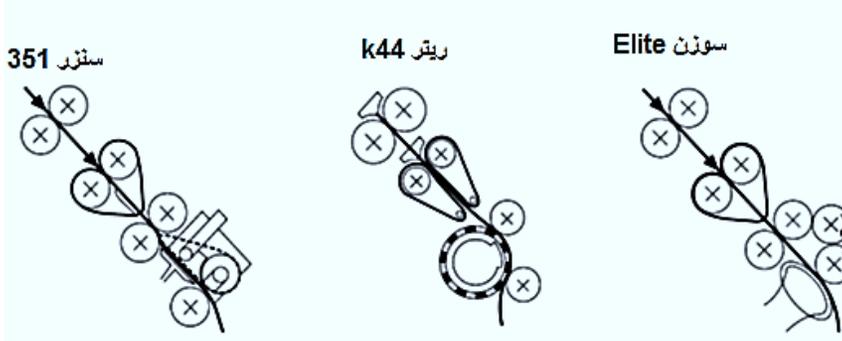


الشكل 3: آلة غزل محكم متطورة

أهم الشركات المطورة لأنظمة الغزل المتراص ومكوناتها:

في معرض ITMA-1999 في باريس ، ثلاثة من صانعي آلات النسيج العالمية، Rieter من سويسرا ، و Suessen و Zinser من ألمانيا، الشكل 4، عرضوا منتجاتهم و أنظمة الغزل المطورة لديهم حيث تختلف هذه الأنظمة إلى حد ما في كل حالة من

حيث التصميم والمكونات، ولكن كلها تستند إلى نفس مبدأ استخدام نظام هوائي ، أو الجهاز الديناميكي الهوائي لدفع الألياف الأساسية معاً والقضاء على مثلث الغزل ، أو تكثيف الألياف للحصول على أصغر مساحة ممكنة لمثلث الغزل.



الشكل 4: أهم أنظمة الغزل المتراص لبعض الشركات العالمية

1) نظام الغزل المتراص في شركة سوزين الألمانية (ELITE)-Suessen:



الشكل 5: مكونات نظام الغزل المتراص لشركة SUESSEN

يبين الشكل 5: نظام الغزل المتراص المطور من قبل شركة سوزين الألمانية حيث يتكون هذا النظام من "منطقة سحب" إضافية مثبتة على آلة غزل حلقيّة مزودة بثلاث أسطوانات منطقة السحب حيث يزود برولية إضافية فوق أنبوب شفط هوائي. أنبوب الشفط تولد ضغط سلبي وهناك فتحة مائلة في اتجاه حركة الألياف لكل موضع مغزل

(2) نظام الغزل المتراص لشركة ريتر السويسرية (Rieter K44 "ComforSpin)

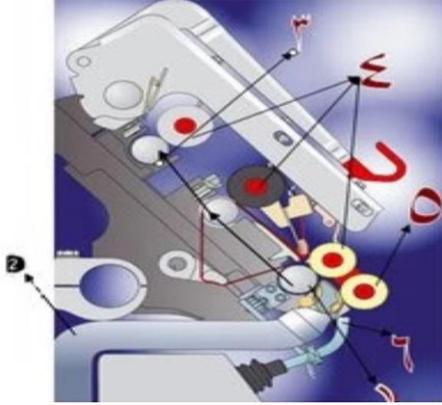
الشكل 6 صورة مكونات نظام الغزل المتراص لشركة ريتر السويسرية



الشكل 6 صورة مكونات نظام الغزل المتراص لشركة ريتر السويسرية

تعتبر ماكينات ريتر K44 و K45 من أقوى ماكينات الغزل المدمج. أن ما يميز طريقة شركة ريتر أن الجزء الذي يقوم بتكثيف الشعيرات هو عبارة عن أسطوانة مثقبة متحركة تحافظ على نظافتها من تجمع الزغباء حيث إن الطريقتين السابقتين تعتمان على تكثيف الشعيرات بواسطة أجزاء ثابتة تحتاج إلى تنظيف مستمر وزمن أطول بالصيانة أو الاستبدال. حيث في هذا النظام الديناميكي الهوائي في الشكل 7 تستخدم القوى للتكثيف الجانبي للشريط الليفي بعد منطقة السحب الرئيسية. نتيجة لذلك ، يصبح المثلث صغيراً

جداً كما بالتالي فإن نظام Rieter K44 ComforSpin يتكون من نظام سحب بثلاث أسطوانات ، ورولية علوية ضاغطة. منطقة الخروج في هذا النظام هي التي تم تعديلها للسماح بتكثيف الألياف ؛ يتم استبدال رولية الخروج بواسطة اسطوانة منقبة (1) التي يوجد بداخلها وحدة شفط ثابتة متصلة بوحدة الشفط المركزية للآلة (2).



- 1-الاسطوانة المحززة.
- 2-نظام الشفط الهوائي.
- 3-السلندر السفلي.
- 4-السلندر العلوي.
- 5-سلندر المسك.
- 6-عنصر التوجيه الهوائي.

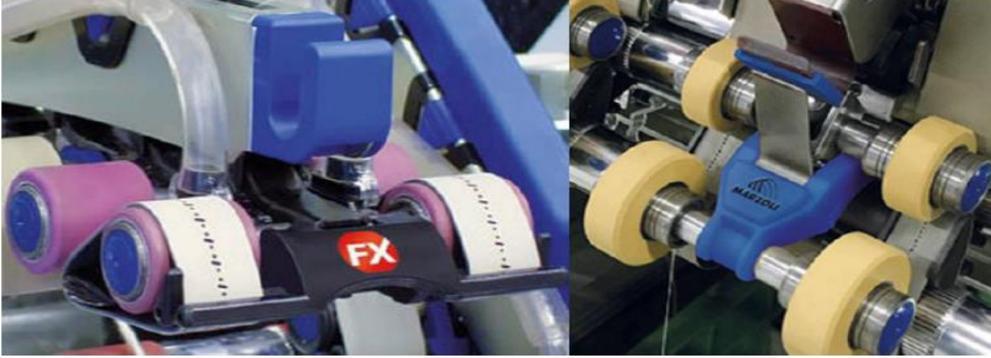
الشكل 7رسم تخطيطي لمكونات نظام غزل متراس لشركة ريتير

الألياف التي يتم توصيلها بواسطة خط الخروج من نظام السحب تتحرك على سطح الأسطوانة المثقبة وبسرعة الاسطوانة الطرفية.

(3) نظام TEX 70-COM Zinser AIR0

صمم هذا النظام كغيره من أنظمة الغزل المتراس المطورة كما في الشكل 8 لتقليل مساحة مثلث الغزل في الغزل الحلقي حيث يستخدم هذا النظام جهاز سحب تقليدي مكون من ثلاث سلندرات وعند خروج الألياف من منطقة السحب تبدأ عملية التكثيف من خلال حزام مثقب تعبر على سطحه مما يعرض الألياف المكثفة للتضايف معاً فتقل عرض منطقة بداية البرم ، وهذا الاختلاف في هذه المنطقة يجعل مساحة المثلث في النظام المعدل أقل من النظام التقليدي، ومنطقة التكثيف يمكن أن تتكيف وتتعدل بما يلائم طبيعة المادة الأولية من خلال تعديل في منطقة التغذية حيث أن منطقة التكثيف

تكون بين السلندرين الأماميين والتي تتأثر بالسرعة الأخفض للسلندر المثقب كحد أعظمي -4% ، فبالنسبة للقطن يمكن تعديل السرعات بين 0-4% لتشمل غالبية الألياف غير المشدودة مما يجعل عملية التكتيف أكثر فاعلية.



الشكل 8: نظام TEX 70-COM Zinser AIR0

(4) نظام Elite

والذي يستخدم نظام شبكة مثقبة (شفط هوائي) بعد نظام السحب التقليدي في آلة الغزل النهائي حيث يعمل هذا النظام على تكتيف الشعيرات بعد مغادرتها لحقل السحب حيث تنزلق الشعيرات فوق منطقة شفط مائلة ، تتبع الشعيرات مكان الشفط وينفس الوقت تندرج بشكل جانبي حيث يبدأ البرم مما يلغي مثلث الغزل. الشكل 9



الشكل 9: نظام Elite

II. البحث المرجعي

يعتبر مثلث الغزل من أكثر مسببات اختلاف خواص الغزول الحلقيّة ، حيث يختلف الشد ما بين الشعيرات الطرفية والشعيرات المركزية في المثلث كما نلاحظ وجود هجرة للشعيرات تؤثر بشكل كبير على مواصفات الغزول . بالإضافة لأسباب تتعلق بالاحتكاك الكبير بين الزردة والحلقة وما يسببه من حرارة واهتراء سريع للزرر تتطلب تبديل وصيانة يترتب عليها تكاليف مادية كبيرة .

كما أن تصميم الآلة وكيفية تشكيل الخيط له بعض الآثار السلبية التي تنعكس على مظهر الخيط وخاصة درجة التشعر العالية واختلافات في الانتظامية وهذا ما دفع للتفكير بطرق التخلص من هذه المشكلات من خلال تطوير الآلة وتحسينها للتخلص من عيوب الخيط الناتج عليها

يعود تشكل التشعر إلى عرض مثلث الغزل المتشكل بين سلندرات توريد جهاز السحب وعدم انتشار البرمات بشكل مثالي على كامل طول شعيرات الخصلة بالإضافة إلى الاحتكاك الحاصل بين جسم الدبلة والسطح الخارجي للخيط

اليوم يوجد عدد من التصميمات المقدمة من قبل الشركات الصانعة للآلات لكنها كلها تستخدم نفس المبدأ والذي يعتمد بشكل أساسي على تكثيف خصلة الشعرات عند نهاية مجال السحب باستخدام الهواء المضغوط . الشركات الأساسية في إنتاج آلات الغزل المتراص حالياً هي شركة زينسر (AIR COM TEX 700(Comp ACT3) وشركة رينتر (k44(com4) وشركة سوزين ELITE ،بالإضافة إلى بعض الشركات مثل شركة غوغن تكس و أوفسن غيوديانو التي أطلقت آلاتها في السوق حديثاً .

على الرغم من أن نظام الغزل المتراص أطلقت أول مرة في معرض 1995ITMA في باريس فإن الدراسات في مجال الغزل المتراص وتحديثاته من قبل المعاهد المتخصصة في تطوير هذه الأنظمة المصنعين والدارسين المستقلين محدودة جدا .

توجد دراسات تقارن بنية الغزل الحلقي التقليدي والغزل المتراص ومن خلالها توصلوا بتجاربهم أن الغزل المتراص يتمتع ببنية أكثر انتظامية وأقل تشعر .ويسبب هذه البنية فقد لاحظ عدد من الباحثين قوة شد أكبر وانتظامية واستطالة أفضل للخيوط المتراصة. ومن جهة أخرى أظهرت بعض البحوث بأننا يمكننا الحصول على نفس القوة باستخدام معامل برم أقل وبالتالي الحصول على إنتاجية أعلى .

تم إجراء دراسة تأثير الغزل المحكم على جودة الخيوط القطنية المنتجة والترابط بين خصائص الألياف من قبل Mourad K and al ففتبين بأن تقنية الغزل المحكم تحقق تركيب خيوط جيد قليل التشعر وذو خصائص ميكانيكية جيدة وتم أيضاً تطبيق تقنية الغزل المحكم على الأقطان القصيرة والمتوسطة التيلة فتبين بأن دمج الشعيرات القصيرة بمتوسطة الطول لا يقود إلى تحسن في تخفيض التشعر [1]

تم دراسة تقنية الغزل المدمج من قبل Hechtl R لمعرفة خواص الخيوط الناتجة وتبين أن الغزل المضغوط ينتج عنه بنية غزل جديدة حيث يتم دمج ألياف الحافة في الغزل بسبب القضاء على مثلث الغزل وتوصل إلى أن الخيوط المدمجة تكون ذات تشعر أقل وقوة أفضل [2]

قام Krifa M and al بدراسة تقنية الغزل المتراص كتقنية جديدة ومتطورة وتوصل إلى أن تقنية الغزل المدمج تعتبر على نطاق واسع المعيار الجديد لجودة الغزل الاساسية وعادة ما ينتج عن الهيكل المحسن للغزل المدمج انخفاض في التشعر وتحسن الخواص الميكانيكية [3]

تم إجراء مقارنة بين نظامي الغزل الحلقي والمدمج من قبل Momir N and al حيث حددوا الخصائص الميكانيكية والمورفولوجية وتحديد تأثير الاختلافات على جودة الغزل حيث تم

إجراء تحليل ومقارنة الخصائص الفيزيائية والمرفورولوجية والميكانيكية لكل من الغزل الحلقي والمحكم بطريقة سوزن وسينزر لخيوط مغزولة من القطن وأخرى مغزولة من القطن والمغطاة بالفسكوز وتم تحديد تأثير نظام التكتيف على جودة الخيوط وتوصلوا إلى أن الغزل المحكم يمتلك محاسن كبيرة مقارنة مع الغزل الحلقي من خلال تقليل نسبة التشعر ونعومة سطح الخيوط الناتجة لكل من القطن والقطن فسكوز[4]

قام SONG, Y بدراسة مقارنة بين الغزل المحكم والغزل الحلقي لخمس أنواع من الأقطان الأمريكية من مدينة كاليفورنيا ذات الأقطان العالية الجودة والتي ستستخدم كخيوط حياكة وتم استخدام نوع من ألياف البوليستر ونوع من الفسكوز في الاختبارات المعملية باستخدام نظام Elite للغزل المحكم بمعاملات برم مختلفة وتم دراسة خصائص التشعر للخيوط التي ستستخدم في الحياكة وتوصل إلى أن الغزل المحكم بطريقة Elite أعطت أفضل النتائج مقارنة مع آلة الغزل الحلقي[6]

تم دراسة مقارنة من قبل Ghada A بين الخصائص الفيزيائية للأقمشة المنسوجة المصنوعة من خيوط حلقيه وخيوط محكمة بكثافات متوسطة وعالية فتبين بأنه في الغزل المضغوط يتم تكتيف الألياف في مرحلة السحب باستخدام شفت الهواء مما ينتج عنه خيوط تختلف اختلافاً كبيراً عن الخيوط الحلقيه في خصائصها الفيزيائية والميكانيكية وتم أيضاً دراسة خصائص الأقمشة المنسوجة المصنوعة من خيوط منتجة من كلتا الطريقتين فتبين أن الأقمشة المنسوجة من خيوط مصنوعة بطريقة الغزل المحكم تمتلك خواص عالية في المتانة ومقاومة القطع والاحتكاك والتمزق ونفوذية الهواء مقارنة بتلك المصنوعة بطريقة الغزل الحلقي [5]

في كل الدراسات السابقة تم التركيز على المواصفات الجيدة للخيوط و الأقمشة نتيجة لاستخدام تقنية الغزل المتراص بالإضافة إلى أدائها الإنتاجي بالمقارنة مع الغزل التقليدي .

1. أشكالية البحث :

المشكلات الأساسية في عملية الغزل هي التشعر بسبب تأثيره السلبي على العمليات اللاحقة مثل النسيج والحياكة والصباغة والذي يحدث بسبب عدم التراص الكافي للشعيرات في الخيط لحظة خروجها من سلندر التوريد. زيادة عدد برمات الخيوط غير ممكن دائما لتأثير زيادة البرم في تقليل الإنتاجية وفي زيادة قساوة الخيط التي تعتبر مصدر إزعاج للمستهلك. زيادة وزن الزرد المفيد في منطقة مثلث الغزل وفي الخيط المار بين الزردة والحلقة يؤدي إلى زيادة الاحتكاك في الشعيرات في منطقة مثلث الغزل وفي الخيط المار بين الزردة والحلقة ويؤدي إلى تلف جزء منها وإلى ظهور تشعر في الخيوط. جاءت فكرة بحثنا حول إجراء دراسة منهجية وتحليلية لمعرفة وتوصيف المواصفات الميكانيكية والفيزيائية للخيوط المصنعة بطريقة الغزل الحلقي ومقارنتها بتلك المصنعة بطريقة الغزل المحكم من نفس نوع القطن ونفس أطوال الشعيرات ونفس نمره الخيوط ودراسة إمكانية تأمين ترصص جيد للشعيرات في منطقة مثلث الغزل دون الحاجة لرفع عدد البرمات ورفع وزن الزردة وبالتالي تحقيق أكبر لمسار الشعيرات وضبطها ومسك أطرافها عند توريد خصلة الشعيرات وبالتالي انتشار البرمات على كامل طول الخصلة وتخفيض نسبة هجرة أطراف الشعيرات المحيطة لجسم الخيط نحو الخارج والتقليل من ظاهرة التوبرير على سطح الأقمشة لاحقاً ودراسة إمكانية تطويرها باستخدام طرق وتجهيزات مختلفة لتأمين تكثيف الشعيرات ورصها بشكل جيد لتحسين خواص الخيط النهائي المنتج من الأقطان السورية.

II. أهمية البحث :

تتوجه الأنظار الى خصائص ومواصفات الغزول المنتجة لذلك نسعى للحصول على كم كبير من المعلومات التوضيحية التي تخص مواصفات الخيوط المنتجة بطرق مختلفة وبالتالي إمكانية تحديد مجالات استخدام هذه الغزول المنتجة في أماكنها الصحيحة للوصول الى نتائج أفضل بطرق أسهل وتكلفة أقل.

تكمن أهمية البحث في دراسة امكانية تخفيض العديد من أسباب القطوعات على آلة الغزل النهائي باستخدام طرق وتجهيزات مختلفة لتكثيف الشعيرات ورسها وجعل الشعيرات المتطرفة منها تحت تأثير البرم منذ لحظة خروجها من مركز السحب من خلال إدخال بعض التحسينات في خصائص الغزل المنتج من القطن السوري و تحسين كفاءة العملية الإنتاجية في معامل الغزل من خلال استخدام تقنية الغزل المحكم المطورة

III. هدف البحث :

- إجراء مقارنة بين تقنيتين من تقنيات الغزل هما الغزل الحلقي والغزل المحكم بطريقة الغزل الهوائي المركبة في شركة غزل اللاذقية من خلال المقارنة بين الخصائص الفيزيائية والميكانيكية للغزول المنتجة من كلا الطريقتين وتحديد ميزات وعيوب كل من الطريقتين أنفتي الذكر.
- تحديد مدى التطور والتحسين في بنية الخيط المنتج ومدى التغير في تشعره، حيث إننا نسعى في النهاية إلى الوصول للطريقة الأمثل للتخلص من مثلث الغزل بهدف لزيادة سرعة المغزل وبالتالي زيادة إنتاجية آلة الغزل النهائي، والتخلص من عمليات تجهيز الخيوط للمراحل اللاحقة مثل حرق الوبرة

والتصنيع وغيرهما من خلال الحصول على خيوط بدرجة تشعر ضئيلة جداً وبالتالي جودة في الصباغة والطباعة

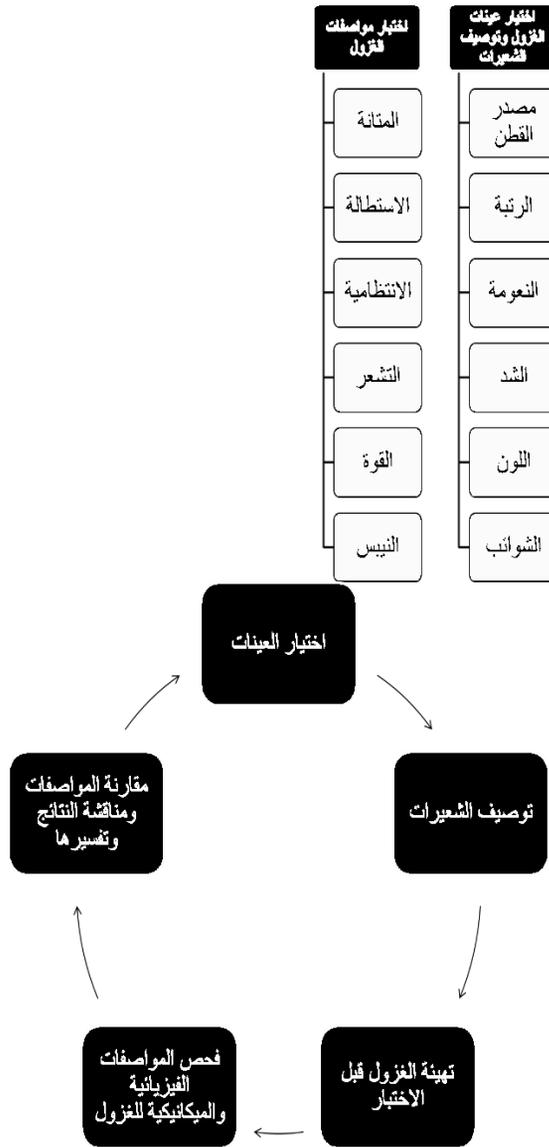
- السعي لتأمين تراص كافي للشعيرات في منطقة مثلث الغزل دون الحاجة لرفع عدد برمات الخيط أو رفع وزن الزردة وجعل الشعيرات المتطرفة تحت تأثير البرم منذ لحظة خروجها من مركز السحب من خلال معايرة وضبط الأجزاء المختلفة بما يتناسب من الأقطان السورية المختلفة أطوال التيلة.

IV. طرائق البحث ومواده:

تم اعتماد نوعين من الغزول: الأول الحلقي الكلاسيكي والثاني الحلقي المطور بنظام غزل متراص ولكل نوع منهما تم اختيار نوعين المسرح والممشط ، بالإضافة لاختيار المفرد والمزوي منهما .

تمت الدراسة العملية على غزول محضرة على آلة الغزل الحلقي Ring spinning و كذلك على غزول متراصة محضرة لدى شركة اللانقية للغزول محضرة من أقطان سورية مواصفاتها محددة.

تم اختبار أهم المواصفات الفيزيائية والميكانيكية للغزول الحلقي التقليدية والمتراصة (قوة قطع وعمل قطع واستطالة ، متانة، أماكن رفيعة وثخينة ونبيس وانتظامية ومعامل اختلاف الكتلة ومعامل البرم) .ومن ثم تمت مقارنة المواصفات وتحديد الأفضل . يوضح الشكل التالي مخطط العمل والتحضير لإجراء التجارب (الشكل 10)



الشكل 10: مخطط العمل والتحضير لإجراء التجارب

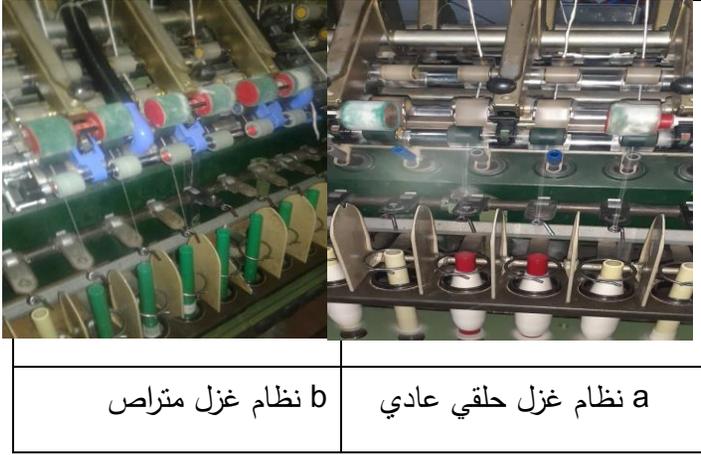
خصائص وبارامترات بيانات تشغيل الغزول المختبرة: مصدر القطن من الملحج ذاته ولكن هناك بعض الاختلافات في مواصفات الشعيرات بين الغزول المنتجة على خط المسرح وخط الممشط، أما فيما بين الغزل الحلقي العادي والمتراص تعتمد نفس الخلطة من البالات. (الجدول 1)

الجدول (1): مواصفات المنتجة على خط المسرح وخط الممشط الغزل الحلقي العادي

والمتراص

نوع الغزل	مصدر القطن	سرعة التوريد (م/د)	النمرة N_e	البرمات بالمتر	الانتاجية Kg/h	سرعة المغزل	نمرة الزردة
مفرد مسرح عادي	محلج الفداء	15.28	30	890	17.66	13600	2/0
مفرد ممشط عادي	محلج الفداء	15.28	30	850	24.88	13800	2/0
مفرد مسرح متراص	محلج الفداء	15.28	30	826	17.66	13600	2/0
مفرد ممشط متراص	محلج الفداء	15.28	30	855	24.88	13800	2/0
مزوي مسرح متراص	محلج الفداء	16.36	30/2	346	32.00	11700	3/0
مزوي ممشط متراص	محلج الفداء	16.00	30/2	321	39.02	11700	3/0

تم إنتاج الغزول تم على آلات غزل زينسر Zinser321 حيث تم تعديل قسم من رؤوس الغزل وعلى نفس الآلة وبالتالي نفس بيانات التشغيل مع إدخال نظام غزل متراص كما في الشكل 11:



الشكل 11 آلة الغزل الحلقي التقليدي والمتراس في شركة غزل اللاذقية

وكما نلاحظ التعديل تم في منطقة السحب الأمامية بإدخال نظام شفت هوائي موزع على بعض رؤوس السحب لقسم من المغازل و رولية ضاغطة أمامية إضافية .

مواصفات الشعيرات : إن كل من الغزول الحلقي والمتراسة منتجة من شعيرات قطنية من مصدر واحد مع اختلاف الخواص بين خطي المسرح والممشط وتمتلك المواصفات المدونة بالجدول (2).

الجدول (2) خصائص الشعيرات المكونة للغزول المختبرة

نسبة الشوائب	اللون	SFI	الطول	قوة الشد	النعومة	معامل الغزل	عدد البالات	الرتبة	نوع الغزل
4.44	52-1	1.9	1.19	35.6	5	147	6	11m	مسرح
4.98	42-1	3.1	1.2	37.4	4.7	164	6	11X	ممشط

أجهزة الاختبار المستخدمة لتوصيف الغزول :

أولاً: جهاز فحص الانتظامية USTER

يقوم الجهاز بالعديد من الوظائف والمهام :

- قياس اختلاف كتلة طول محدد من الخيط U
- تحديد معامل الاختلاف بالكتلة Um
- تحديد معامل الانحراف %DR
- الأماكن الرفيعة والثخينة والنبيس عند مجالات حساسية عيارية مختلفة
- إظهار رقمي للنتائج وتقارير إحصائية للبيانات والنتائج .



الشكل 12: جهاز فحص الانتظامية- شركة نسيج اللاذقية

- ثانياً: جهاز فحص القوة والاستطالة : يتكون الجهاز من : حامل كونات مع مبدل -
- ذراع رفع -رولية تغذية - فك السحب - فك للقياس - أنبوية شفط هواء- حجرة عوادم -
- مفاتيح تشغيل وإيقاف ومفاتيح طوارئ - عداد - ذراع الخيط - وحدة كمبيوتر مع طابعة



الشكل 13: جهاز فحص قوة الشد و الاستطالة للخيوط نوع أستر

ثالثاً: المجهر الضوئي: استخدمنا المجهر لتصوير مقطع طولي للخيوط المختبرة وملاحظة الاختلافات في مظهريتها من حيث التشعرات والالتفافات وذلك لعدم توفر جهاز لقياس قيم التشعر العددية



الشكل 14: المجهر الضوئي

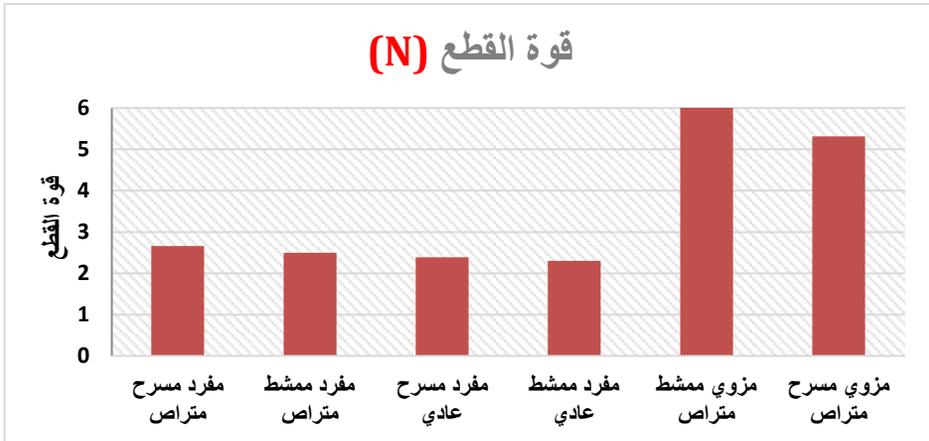
1. النتائج والمناقشة :

نتائج فحص الشد والاستطالة والمثانة :

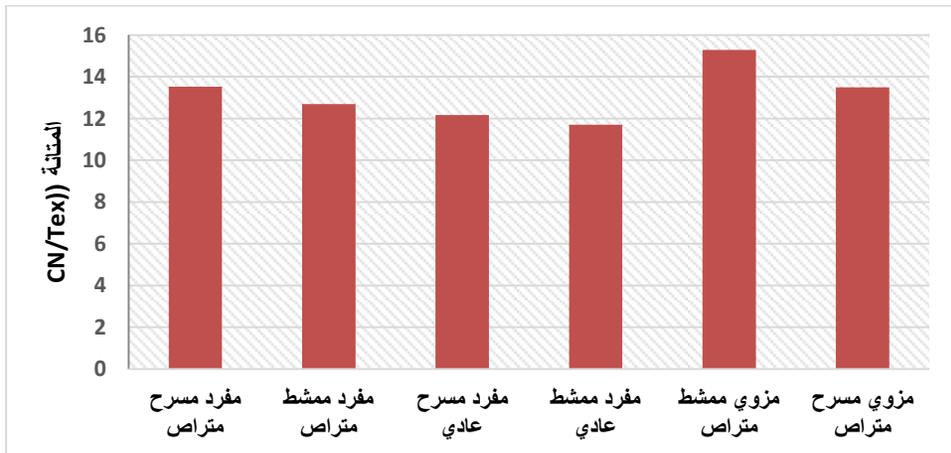
تم إجراء الاختبار لكل عينة من الخيوط المذكورة سابقاً وتكرار القياس ثلاث مرات وتسجيل متوسط القراءات الثلاث وكانت النتائج وفق التالي :

الجدول (3): قيم الشد والاستطالة لمختلف الخيوط

المتانة (cN/Tex)	العمل (N.cm)	الاستطالة (%)	القوة (N)	الخاصية	
				نوع الغزل	
13.53	3.8	5.59	2.66	مفرد مسرح	المتوسط الحسابي
8.49	15.39	7.49	8.49	متراص	معامل الاختلاف (%)
12.69	3.41	5.23	2.5	مفرد ممشط	Meanvalue
7.52	12.16	5.78	7.52	متراص	(%) Cv
12.16	3.16	4.81	2.39	مفرد مسرح عادي	Mean value
10.87	16.64	7.77	10.87		(%) Cv
11.71	3.08	5.1	2.3	مفرد	Meanvalue
8.46	14.92	6.96	8.46	ممشط عادي	(%) Cv
15.28	8.99	5.86	6.01	مزوي	Meanvalue
4.99	8.24	3.95	4.99	ممشط متراص	(%) Cv
13.5	7.88	5.79	5.31	مزوي	Meanvalue
6.2	10.85	4.72	6.2	مسرح متراص	(%) Cv



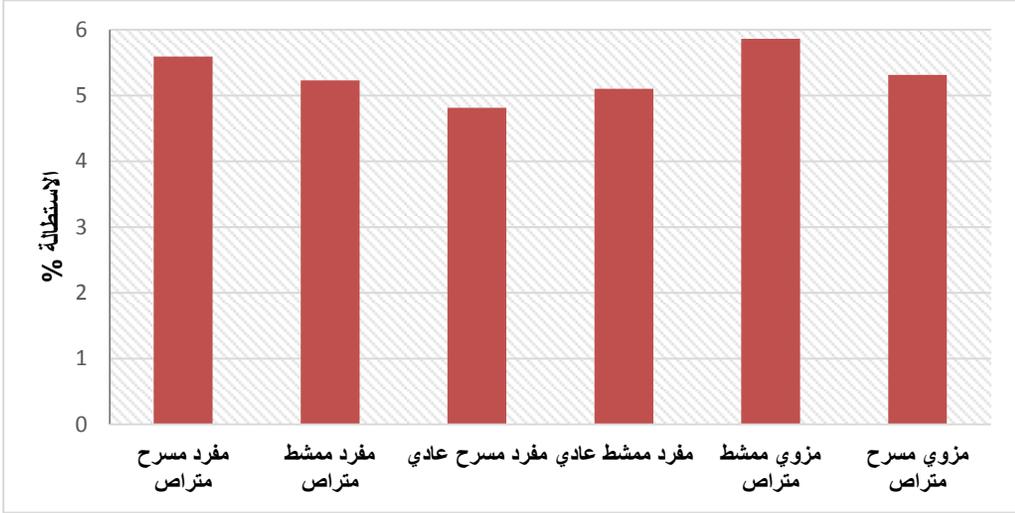
المخطط 15: مقارنة قوى القطع للغزول المختبرة



المخطط 16: مقارنة متانة الغزول المختبرة

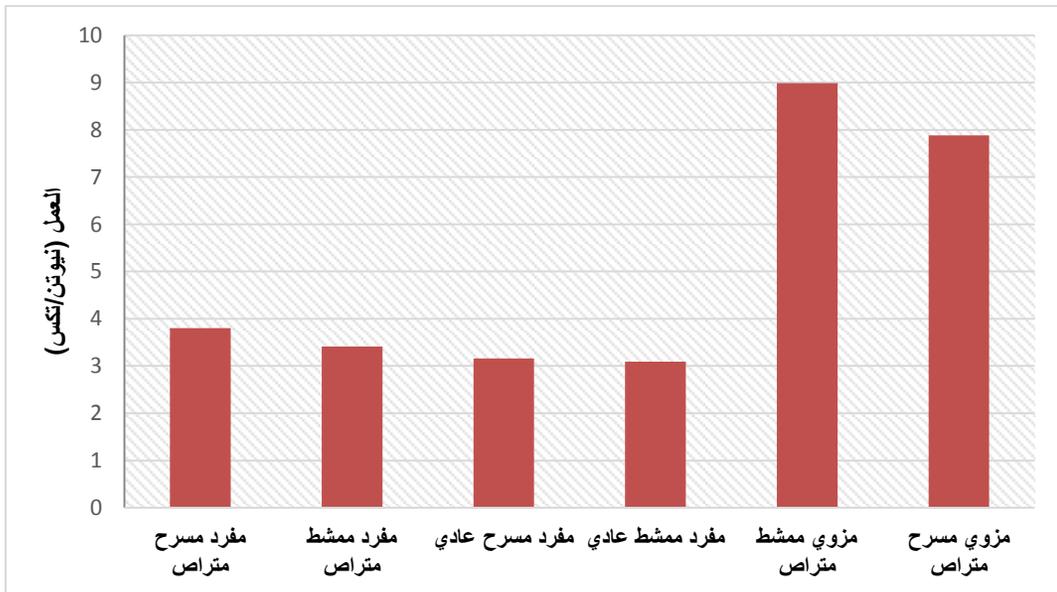
من الجدول رقم 3 نلاحظ بأن الغزول المنتجة على نظام غزل حلقي مطور بنظام متراس تمتلك متانة أكبر من الغزول العادية وكذلك قوة قطع أكبر ويمكن ملاحظة التحسن بالقوة والمتانة لكلا الغزول المسرحة والممشطة وذلك عائد لنظام التكتيف الهوائي

الذي يجعل الشعيرات بعدد أكبر في المقطع العرضي وبالتالي تتحمل الشد أكثر لمشاركة عدد أكبر من الشعيرات بتحمل إجهاد الشد، كما نلاحظ الاختلافات في مواصفات الغزول المزوية التي تمتلك متانة وقوة قطع أكبر من المفردة.



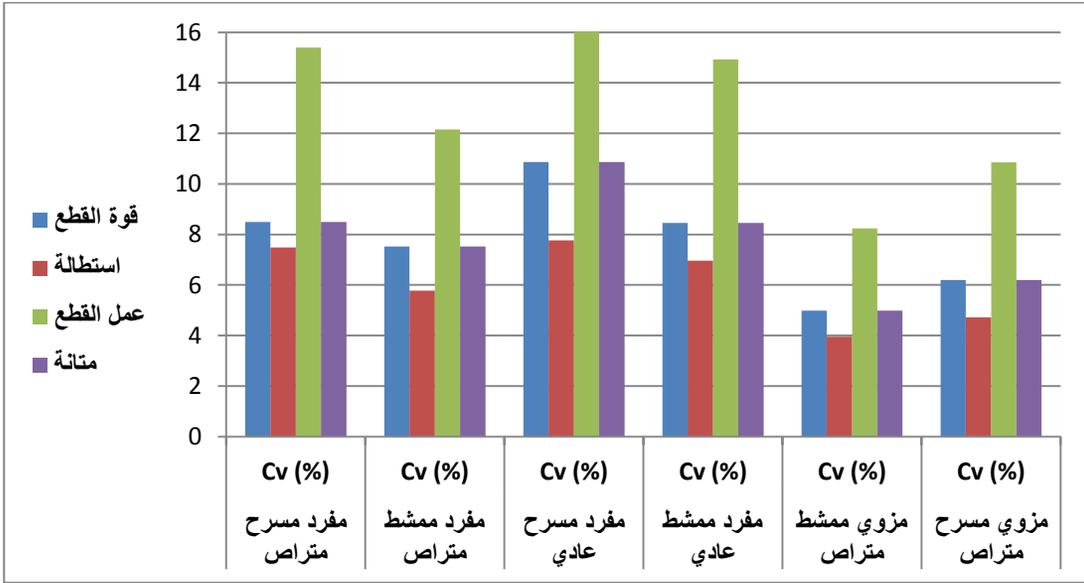
المخطط 17: مقارنة الاختلافات العامة بين الغزول المختبرة

نلاحظ قيم الاستطالة متقاربة قليلا بالنسبة للنظام المتراص ولكن نلاحظ الاختلاف ما بين النظام العادي والنظام المتراص سواء للمسرح او الممشط. ولكن استطالة الخيط المحكم اكبر من استطالة الحلقي وذلك بسبب مساحة مثلث الغزل في الغزل المحكم مما يساعد في زيادة ضم الشعيرات السطحية لجسم الخيط المحكم.



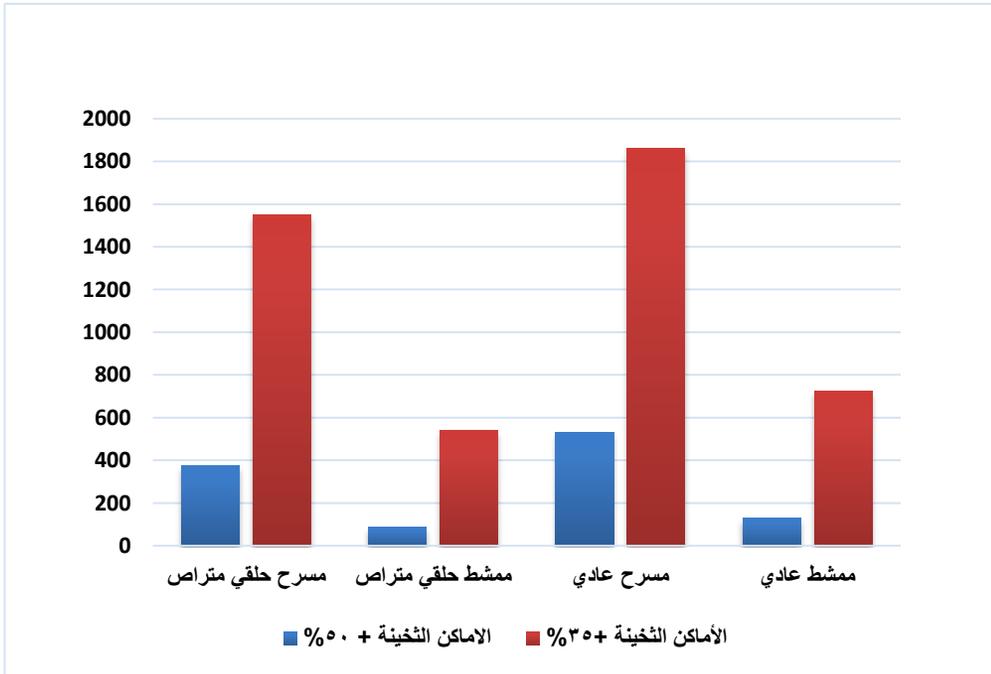
الشكل 18: مقارنة العمل للغزل المختبرة

من خلال الشكل السابق الغزل المتراصة تحتاج لبذل عمل أكبر للوصول لمرحلة القطع أكثر من العادي سواء المسرح أو الممشط بفضل التكتيف الذي يزيد من تقارب الشعيرات وعددها في المقطع الرضي الذي يتعرض لإجهاد الشد قبل القطع

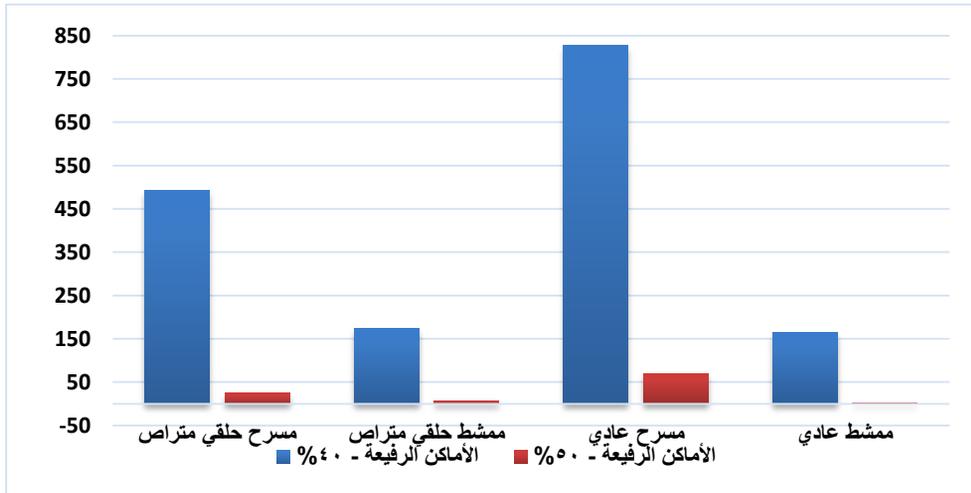


المخطط 19: مقارنة قيم معامل الاختلاف لنتائج اختبار الشد ولاستتالة بين الغزول المختبرة

نلاحظ من المخطط أعلاه بأن قيم معامل الاختلاف للغزول المتراصة أصغر منها لمعامل الاختلاف لخصائص الغزول الحلقية العادية لكل من المسرح والممشط ، وهذا يعني بأن هناك انتظامية في بنية الغزول المتراصة أكثر من العادية لذلك كان معامل الاختلاف أصغر وهذا ينعكس إيجاباً على جودة الغزول المتراصة.-



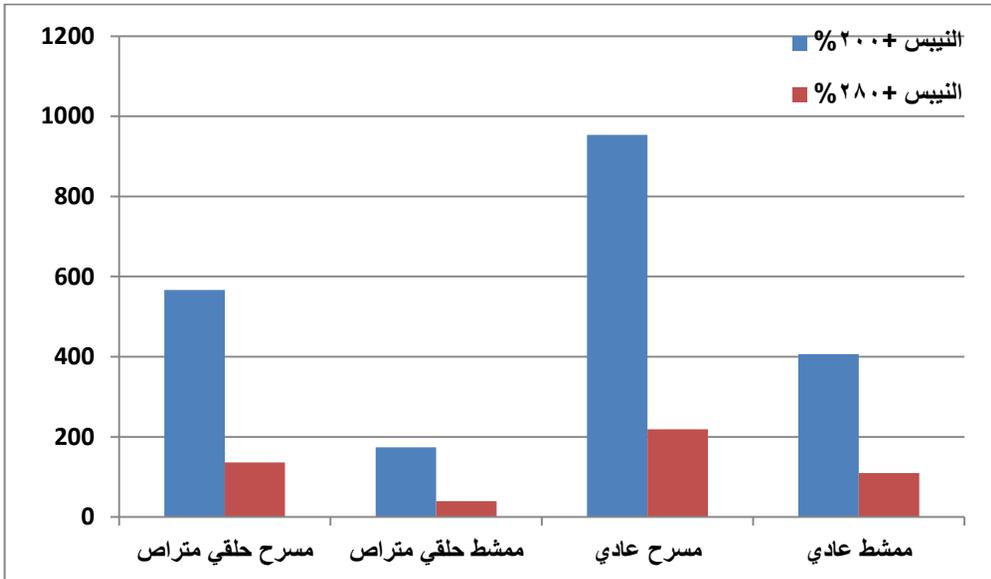
المخطط-20: مقارنة الاماكن الثخينة للغزل المختبرة



المخطط 21: مقارنة الاماكن الرفيعة للغزل المختبرة

من المخططات السابقة نلاحظ أنّ الغزول المنتجة على نظام الغزل المتراص المطور كانت ذات قيم أقل وفق مقياس أوستر للأماكن الرفيعة والثخينة وذلك عند مستويات حساسية مختلفة سواء في الغزول المسرح أو الممشطة، ونلاحظ أنّ هناك اختلاف كبير في هذه القيم بين الغزل المسرح والممشط نظراً لدور عملية التمشيط في تحسين استقامة وموازة الشعيرات بينما نجد في نظام الغزل المسرح أو الممشط.

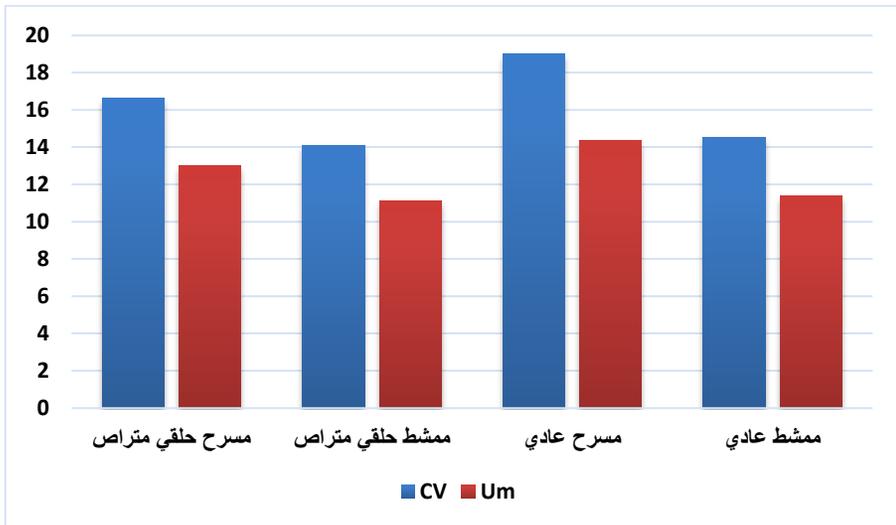
وبالتالي نلاحظ أنه على الرغم من العمل على نفس المادة الأولية وبنفس صالة العمل والشروط البيئية ذاتها من حرارة ورطوبة كان لنظام الغزل المتراص أداء أفضل في تخفيض قيم الأماكن الرفيعة والثخينة المقاسة عند مستويي حساسية مختلفين حيث يعمل نظام التكتيف على تقليل مساحة مثلث الغزل ويزيد من تقارب الشعيرات قبل نقطة البرم وبالتالي تكون الشعيرات ذات مقطع عرضي متجانس على كامل طول الغزل .



المخطط 22: مقارنة النيبيس للغزول المختبرة

دراسة خصائص ومواصفات الخيوط المصنعة من الغزل المتراص و الغزل الحلقي التقليدي في شركة غزل اللاذقية

بالنظر إلى المخطط السابق نجد اختلاف بالنسب بين البارامترات المدروسة حيث أن المؤثر الوحيد باختلاف وتفاوت في عدد النيبس هو π موجات السحب بين نظام الغزل العادي ونظام الغزل المتراص سواء لغزل المسرح أو الممشط وذلك عند مستويي الحساسية $200\% + / 280\%$ حيث ينشأ النيبس غالباً في الغزول من جراء وجود شعيرات طرفية محيطية لا تبرم مع جسم الخيط وبالتالي يظهر هنا دور نظام الغزل المتراص ودور تيارات الهواء في ضم هذه الشعيرات لجسم الخيط والتي تبرم مع الشعيرات المركزية وتخضع لشد قريب جداً من شد شعيرات الوسط وبالتالي تتضمن لبنية الخيط ويقل عدد الشعيرات الطرفية ونهايات الشعيرات الغير مبرومة والتي قد تسبب زيادة في تعداد النيبس. كما نلاحظ اختلاف ما بين الغزل الممشط والغزل المسرح وذلك لما لعملية التمشيط من دور في تحسين الانتظامية سواء لوجود مرحلة سحب إضافيا أو لدور عملية التمشيط بمرحلتها تمشيط تستبعد كل الشعيرات القصيرة

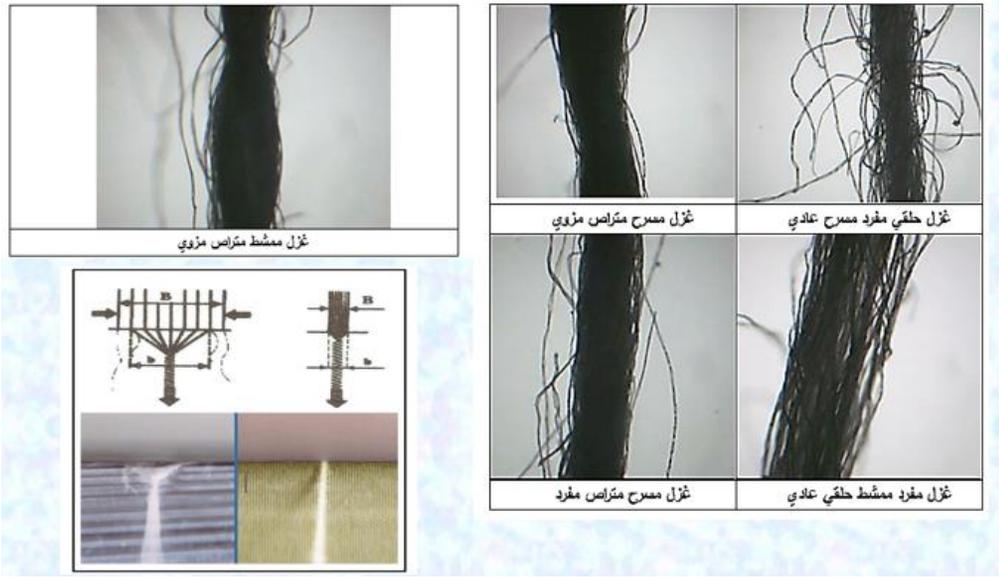


المخطط 23: مقارنة قيم معامل اختلاف الكتلة والانتظامية للغزول المختبرة

انخفاض قيم معامل الاختلاف بالكتلة كذلك مؤشر عدم الانتظامية لكلا نظامي الغزل المسرح والممشط وذلك عند استخدام نظام غزل متراص مما يعني أنه يحسن بشكل جيد من انتظامية مقطع الخيط على كامل الطول وذلك بسبب عملية التكتيف التي تتم قبل عملية البرم والتي تقلل من هجرة الشعيرات من جهة وتعمل على تقارب الشعيرات عند خروجها من السلندر الأمامي لتبدأ عملية البرم حيث تكون قاعدة مثلث الغزل الناشئ أصغر منها في حال عدم وجود نظام تكتيف يعمل على تقليل فروقات الشد وبالتالي يكون الخيط الناتج ذو انتظامية أكبر لذلك تقل اختلافات كتلة واحدة الطول.

❖ نتائج فحص التشعر :

قمنا بإجراء صور للخيوط على المجهر الضوئي وعند درجة تكبير 40 والتي كانت كافية لتوضيح بنية جسم الخيط وتشعراته والتفاف الشعيرات وذلك بعد ضبط المسافة بدقة لتعطي صورة واضحة . ولا تعتبر هذه الصور كافية لتقييم التشعر بدقة ، حيث أنه من الضروري إجراء الاختبار على جهاز أوستر لتحديد عدد التشعر ومقارنته بمقاييس أوستر إلا أنه لعدم توفر جهاز يتيح الاختبار أجرينا الصور بالمجهر الضوئي لمقارنة مظهر الخيط والتفاف الشعيرات الخارجة عن جسم الخيط والتي قد تعطي مؤشر مقبول لمقارنة الاختلافات بين التقنيات المختلفة للغزل دون أن تعطي تقييم عددي دقيق . وكانت صور الغزول وفق ما هو موضح بالشكل 24



الشكل 24: مقارنة التشعر للغزول المختبرة بالمجهر الضوئي

يوضح الشكل أعلاه عدم وجود التفافات للشعيرات حول جسم الخيط في الغزل المتراس كما لا توجد نهايات طرفية لشعيرات ناتئة على جسم الخيط ، وذلك بفضل نظام التكتيف الهوائي في نظام الغزل المطور كما سبق وشرحنا الأمر الذي يجعل مثلث الغزل أصغر وبالتالي تشترك النسبة الأكبر من شعيرات المبروم سواء الطرفية أو المركزية في عملية البرم دون أن تبقى شعيرات بعيدة على طرفي مثلث الغزل تبرز لاحقاً وتشكل نيبس أو تشكّل نهايات ملتفة حول جسم الخيط.

II. مقارنة بعض خواص الخيط الحلقي العادي مع الخيط المسرح المتراس عند معاملات برم مختلفة

تم دراسة خواص خيطين أحدهما حلقي والآخر محكم عند معاملات برم مختلفة في شركة نسيج اللاذقية لمعرفة تأثير عدد اليرمات على خواص الخيوط المصنعة في الشركة ويبين الجدول 4 النتائج التي تم التوصل إليها.

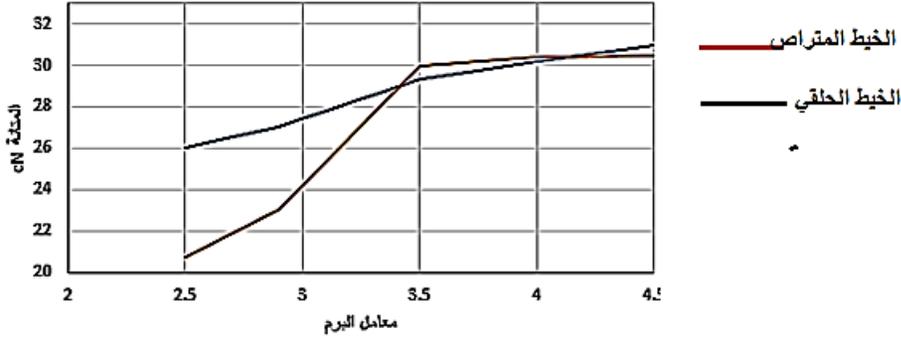
الجدول 4: خواص الخيوط المختبرة عند معاملات برم مختلفة

مقرد مسرح حلقي				
النيس	الانتظامية	الاستطالة	المتانة	معامل اليرم
70	13	6.2	20.7	2.5
60	12.8	6.4	23	2.9
50	12.5	6.5	30	3.5
80	13	7.3	30.4	4
70	12.6	7	30.5	4.5

مقرد مسرح متراس				
النيس	الانتظامية	الاستطالة	المتانة	معامل اليرم
80	12.8	6.4	26	2.5
60	12.5	6.8	27	2.9
50	12.7	6.9	29.3	3.5
81	13.2	7.3	30.2	4
72	13	7.6	31	4.5

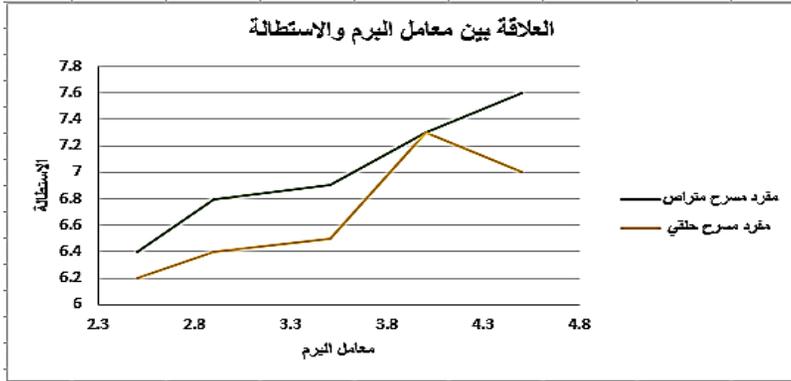
يبين الشكل 25 العلاقة بين عامل اليرم ومتانة الغزول المختبرة :

العلاقة بين معامل البرم و المتانة



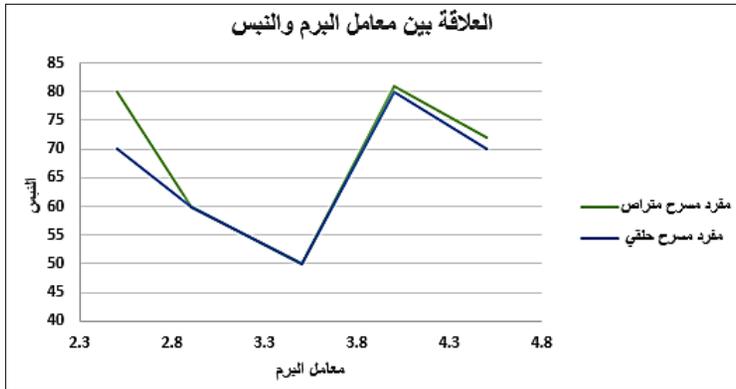
الشكل 25: العلاقة بين معامل البرم و متانة الخيط المحكم والحلبي

يلاحظ من الشكل 25 بزيادة المتانة لكل من الخيطين عند معاملات برم مختلفة أن زيادة عدد البرمات تساعد في ضم الشعيرات السطحية إلى جسم الخيط وبالتالي زيادة متانته حتى معامل برم 4.5 ثم تبدأ بالانخفاض حيث ان زيادة عدد البرمات عن القيم المسموح بها يؤدي إلى تقصف الشعيرات وازدياد محتوى الشعيرات القصيرة . كما يلاحظ بأن متانة الخيط المحكم أعلى من متانة الخيط المفرد لنفس عدد البرمات وذلك بسبب عدم انتظامية قوى الشد في الخيط الحلبي بينما في الخيط المحكم يتم تقليص مساحة مثلث الغزل مما يساعد في ضم الشعيرات السطحية. يبين الشكل 26 العلاقة بين معامل البرم والاستطالة :



الشكل 26: العلاقة بين معامل البرم واستطالة الخيط المحكم والحلقي

يلاحظ من الشكل 26 زيادة قيم الاستطالة لكلاً من الخيطين مع زيادة عدد البرمات إلى حد معين ثم تبدأ بالانخفاض كما يلاحظ بأن زيادة عدد البرمات يساعد في ضم الشعيرات السطحية مما يسبب في زيادة الاستطالة . كذلك استطالة الخيط المحكم أكبر من استطالة الحلقي عند قيم برم متشابهة بسبب تقليص مثلث الغزل . أما فيما يتعلق بالنسب يبين الشكل 27 مخطط النتائج التي تم توصل إليها:



الشكل 27: العلاقة بين معامل البرم والنسب في الخيط المحكم والحلقي

يلاحظ بأن قيم النسب لم تختلف بشكل ملحوظ عند معاملات برم مختلفة حيث ان المؤثر الوحيد هو موجات السحب أي عملية السحب فقط.

الاستنتاجات والتوصيات

- (1) أنجزت هذه الدراسة العملية لمعرفة الاختلاف بين خواص الخيط الحلقي التقليدي و الخيط الحلقي المتراص، و قد أظهرت الدراسة بوضوح الاختلاف بين المواصفات الميكانيكية و الفيزيائية لكلا الخيطين.
- (2) إن مواصفات الخيط المتراص أفضل بكثير من مواصفات الخيط الحلقي التقليدي.
- (3) إن مواصفات الغزول كالقوة، الاستطالة و الانتظامية قد تأثرت بمنطقة تشكيل الخيط المتراص و ذلك لأن الألياف قد تم توجيهها بشكل منتظم خلال محور الخيط و ذلك عند نقطة الخروج من جهاز السحب.
- (4) إن المقارنة بين نظام الغزل المسرح المتراص و الغزل الممشط تبين أن عملية التراص مماثلة لدور التمشيط في تحسين الخواص الميكانيكية وليس الانتظامية.
- (5) ازدادت المتانة بزيادة معامل البرم لكل من خيوط الغزل الحلقي والمحكم حتى قيمة معامل برم 4.5 ثم بدأت بالانخفاض
- (6) ازدادت الاستطالة لكلاً من خيوط الغزل المحكم والحلقي بزيادة معامل البرم حتى قيمة 4.5 ثم بدأ بالانخفاض وكانت استطالة الخيط المحكم أفضل منها في الخيط الحلقي بسبب تقليص مساحة مثلث الغزل
- (7) من خلال التجارب السابقة يمكن تحديد عدد البرمات الأعظمي الذي من خلاله يمكن الحصول على متانة واستطالة افضل بالنسبة للخيوط المحكمة والحلقية
- (8) أن الغزل المسرح المتراص مماثل لدور التمشيط في تحسين الخواص الميكانيكية وليس الانتظامية.
- (9) لم تظهر فروقات بصرية في التشعر بين الصور المجهرية للغزول الممشطة التقليدية و المتراصة بينما يلاحظ انخفاض قطر الخيط المتراص مقارنة بالخيط الممشط نتيجة تجميع الشعيرات بشكل محكم من خلال نظام شفط الهواء في جهاز السحب.
- (10) بأن الغزول المنتجة على نظام الغزل الحلقي المتراص تمتلك مقاومة و استطالة أكبر من الغزول الحلقية التقليدية، وبالتالي التحسن بالمواصفات الميكانيكية للغزول

المسرحة والممشطة المتراصة عائد لنظام التكتيف الهوائي المركب على جهاز السحب من خلال إلغاء مثلث الغزل.

(11) أظهرت النتائج تأثير نظام الغزل المتراص في تحسين انتظامية الغزول الحلقية المسرحة و الممشطة.

(12) الغزول المتراصة لها قيم معامل اختلاف بالكتلة CV_m ومؤشر عدم الانتظامية U_m أقل من الغزول الحلقية التقليدية وبالتالي أكثر انتظامية

التوصيات

- 1) دراسة إمكانية تعديل آلية التنظيف فوق آلة الغزل النهائي وتزويدها بفوهات شفط ونفخ الهواء حتى لا يؤثر الهواء على الشعيرات في حقل التكتيف.
- 2) دراسة إمكانية تعديل شكل فوهة التكتيف واقتراح نموذج جديد لها بما يتلائم مع أطوال شعيرات القطن السورية.
- 3) دراسة إمكانية إيجاد نموذج رياضي يحدد العلاقة بين ضغط الهواء في وحدة الشفط وأقطار الخيوط المراد تصنيعها.
- 4) دراسة إمكانية تزويد آلة الغزل المحكم بنظام تحكمي يعمل على تعديل الضغط المطبق في منطقة التكتيف اعتماداً على نعومة الشعيرات وخصائصها.
- 5) مقارنة الغزول الحلقية والمتراصة لغزول من نمر أخرى و برمات مختلفة بكونها تعتبر بارامترات تؤثر على مواصفات الغزول الميكانيكية والفيزيائية.
- 6) دراسة تأثير الغزل المتراص على عدد التشعر من خلال إجراء الاختبارات وفق مقياس أوستر لتعداد التشعر.
- 7) دراسة وتحليل جهاز توجيه الألياف إلى منطقة التكتيف أو التراص و ضبطه بشكل جيد لتحسين حركة الألياف وخصائص الخيوط الناتجة.
- 8) دراسة وحدة شفط الهواء في منطقة التراص من حيث معايرة تدفق الهواء وضبطه بشكل يتوافق مع جميع أنواع الشعيرات ومعايرة وضبط ميلان فوهة إدخال الشعيرات إلى منطقة التكتيف.
- 9) إجراء مقارنة بين الأقمشة المنتجة من خيوط الغزل الحلقى التقليدي والأقمشة المنتجة بنظام الغزل المتراص

- [1]Mourad Krifa , M. Dean. Ethridge Compact Spinning Effect on Cotton Yarn Quality: Interactions with Fiber Characteristics International Textile Center. Texas Tech University. Lubbock. Texas 79409. USA ,2006
- [2]Hechtl R., Compact spinning systems – an opportunity for improving the ring spinning process. Melliland International,, Vol. 2, No. 1, pp. 12–13, 1996
- [3] Krifa, M., E. Hequet , D., Ethridge.. Compact spinning: new potential for Short Staple cottons. Textile Topics (2): 2+,8 pages (spring) ,2002}.
- [4] Momir Nikolić , Zoran Stjepanovič, Franc Lesjak, Andrej Štritof , Compact Spinning for Improved Quality of Ring–Spun Yarn, FIBRES & TEXTILES in Eastern Europe October / December, Vol. 11, No. 4 (43), 2003
- [5]Ghada Ali Abou–Nassif ,A Comparative Study between Physical Properties of Compact and Ring Yarn Fabrics Produced from Medium and Coarser Yarn Counts, Fashion Design Department, Design and Art Faculty, King Abdul Aziz University, Jeddah, Saudi Arabia,2013
- [6] SONG, YU ,Comparison between Conventional Ring Spinning and Compact Spinning. North Carolina State University Textile Engineering Raleigh, North Carolina, 2016