

مجلة جامعة البعث

سلسلة العلوم الهندسية البترولية والكيميائية



مجلة علمية محكمة دورية

المجلد 45 . العدد 5

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

بشرى مصطفى

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
50-11	م. عبد اللطيف أو زيد الحمود د. عامر المحمود الشيخ	نمذجة تجريبية لعملية تقطير عشائي تخلخلي
76-51	م. لين زاهر د. وديان عباس	دراسة تأثير مقدار الراحة في الباترون على راحة الارتداء للجاكيت العسكري
102-77	د. ماجد جبور د. ونضال ابراهيم م. مرح نصر	نمذجة جيولوجية ثلاثية البعد لمنخفض الغاب - سورية
128-103	م. يارا بلال د. راميه المحمد	دراسة خصائص ألياف صبار أعاف أمريكانا
156-129	د. وديان عباس د. مصطفى الرشيد الأحمد م. محمد اشريمو	دراسة تأثير أنزيم السيلولاز في انكماش قماش الجينز خلال عملية الإنهاء

نموذجة تجريبية لعملية تقطير غشائي تخلخلي

طالب الدراسات العليا: م. عبد اللطيف الحسن أبو زيد الحمود

كلية الهندسة الكيميائية والبتروولية - جامعة البعث

الدكتور المشرف: د. عامر المحمود الشيخ

ملخص:

تهدف هذه الدراسة لإجراء نمذجة تجريبية لوحدة تقطير غشائي تخلخلي عن طريق استعمال وحدة تجريبية باستخدام برنامج Mini-Tab، حيث تم استخدام غشاء بوليميري على شكل إطار وصينية لفصل محلول ملحي لملاح كلوريد الصوديوم يحاكي مياه البحر وتم الحصول على قنطرة بمعامل رفض (Rejection) عالي. تم دراسة أهم العوامل المؤثرة على العملية لتشكيل نموذج رياضي بسيط يحاكي العملية.

الكلمات المفتاحية:

التقطير الغشائي (MD) - التقطير الغشائي التخلخلي (VMD) - تحلية ماء البحر - تطبيقات الأغشية.

ABSTRACT:

This study aims to perform experimental modeling of a vacuum membrane distillation unit by using an experimental and using Mini-Tab application, where a polymeric membrane was used in the form of a plate and sheet in order to separate a brine solution of NaCl salt that simulates seawater, and was obtained a distillate with high rejection coefficient.

The most important factors affecting the process were studied to form a simple mathematical model that simulates the process.

Keywords:

Membrane distillation (MD) – Vacuum membrane distillation (VMD) – seawater desalination – membrane applications.

قائمة بالمصطلحات المستخدمة:

Membrane Distillation (MD)	التقطير الغشائي
Direct Contact Membrane Distillation (DCMD)	التقطير الغشائي بالتماس المباشر
Air Gap Membrane Distillation (AGMD)	التقطير الغشائي بالفجوة الهوائية
Sweeping Gas Membrane Distillation (SGMD)	التقطير الغشائي بالكسح الغازي
Thermostat Sweeping Gas Membrane Distillation (TSGMD)	التقطير الغشائي بالكسح الغازي المستقر حرارياً
Vacuum Membrane Distillation (VMD)	التقطير الغشائي التخلخي
Multi-Stage Flash (MSF)	الوميض متعدد المراحل
Multi-Effect Distillation (MED)	التقطير متعدد التأثير
Reverse Osmosis (RO)	التناضح العكسي
Volatile Organic Compounds (VOC _s)	المركبات العضوية الطيارة
Polypropylene (PP)	بولي بروبيلين
Polyvinylidene fluoride (PVDF)	بولي فينيلبيدين فلورايد
Polytetrafluorethylene (PTFE)	بولي رباعي فلور الإيتيلين
Liquid Entry Pressure (LEP)	ضغط دخول السائل

1- مقدمة:

منذ نشأت الصناعة فقد كانت عمليات فصل المواد من محاليلها واحدة من أهم العمليات فكان لا بد من فصل المواد لتحقيق شروط مناسبة لتكون العملية قابلة للتطبيق وكان الهدف إما فصل مادة ثمينة مرغوبة للحصول على هذه المادة بنقاوة محددة أو فصل شائبة عن المزيج للحصول على مزيج محدد مطلوب وخاصة في المجالات الغذائية والدوائية حيث يكون لتركيز الشوائب تأثير كبير ويخضع لشروط صارمة لا بد من تحقيقها لتكون العملية قابلة للتطبيق.

ونتيجة التزايد السكاني فقد زاد الطلب على الماء نتيجة تزايد الزراعة والصناعة والسياحة بالإضافة لتأثيرات التغير المناخي فقد بدأ في القرن المنصرم نقص متزايد في إمدادات المياه وبدأ العالم بالبحث عن مصادر جديدة للإمداد بالمياه اللازمة للشرب والزراعة والصناعة والسياحة وغيرها من المجالات بعد أن تم بالفعل استنزاف المياه السطحية والجوفية المتجددة وغير المتجددة.

ولقد كانت تحلية ماء البحر هي أول ما تم النظر إليه لأن ماء البحر يعتبر من المصادر المتجددة التي لا تنضب وقد بدأ الباحثين بتطوير التقنيات للحصول على الماء المطلوب بإنتاجيات كافية وبأقل تكلفة ممكنة ويعتبر التناضح العكسي والتقطير متعدد التأثير والوميض متعدد المراحل من أهم التقنيات التي تستخدم في سبيل تحلية ماء البحر و تقدر حصص السوق من عمليات التحلية المذكورة بـ 17% للوميض المتعدد المراحل (MSF) و 8% للتقطير متعدد التأثيرات (MED) و 70% للتناضح العكسي (RO). [1]

2- هدف البحث:

يهدف البحث لإجراء نمذجة تجريبية لدراسة عملية التقطير الغشائي التخلخلي باستخدام وحدة تجريبية من نموذج إطار وصينية ودراسة العوامل التشغيلية الأكثر أهمية لهذه العملية وذلك لفتح باب البحث في هذا المجال للدراسات اللاحقة حيث تعتبر عملية التقطير الغشائي من العمليات التي لم يتم تطبيقها بشكل واسع حتى الآن رغم الإجماع على كونها بديل محتمل جدا لعمليات التحلية والفصل ولعدد كبير من المحاليل. [1]

إن هدف البحث هو دراسة عملية التقطير الغشائي باستخدام محلول ملحي من كلوريد الصوديوم بتركيز مرتفعة وذلك ليكون بديلاً عن باقي الأملاح المنحلة التي يمكن أن تتواجد في مياه التغذية.

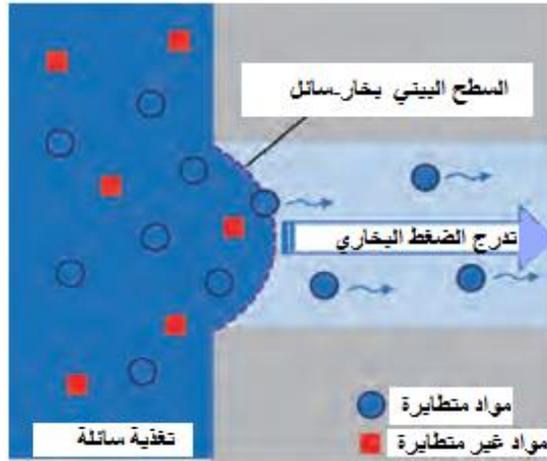
إن كون عملية التقطير الغشائي تغطي مجال واسع من إمكانية التطبيق وفي شتى المجالات فكان لا بد من التطرق لهذه العملية ودراسة إمكانية تطبيقها لخدمة الوطن والمواطن.

3- مواد وطرق البحث:

3-1- تعريف عملية التقطير الغشائي:

التقطير الغشائي (MD) هو عملية فصل غشائية تكون القوة الدافعة لها هي الفرق في درجات الحرارة، والتي تتم دراستها حالياً بشكل أساسي لمعالجة محاليل تغذية مائية، وتتم العملية باستخدام أغشية هيدروفوبية ذات مسامية عالية تفصل محلول التغذية عن القطارة.

على الأقل يكون محلول التغذية على تلامس مباشر مع سطح الغشاء ولكنه لا يجب أن يخترق هيكل مسام الغشاء الجاف. وبالتالي يتشكل السطح الفاصل سائل-بخار كما هو موضح في الشكل (1).



الشكل(1): يمثل شكل السطح البيئي المتشكل ضمن مسام الغشاء

إذا كان تدرج ضغط البخار موجودا عبر الغشاء فإن المركبات الطيارة في محلول التغذية تتبخر، وجزيئات البخار تندفع خلال مسامات الغشاء من التغذية إلى جانب القطارة.

بالاعتماد على تركيب التغذية فإن البخار المنتشر ربما يكون مؤلفا من مكونات مفردة أو متعددة. إن الخاصية الانتقائية لعملية MD تعتمد على اللانفوذية الغشائية وذلك بالنسبة للتغذية السائلة بينما تعبر الأبخرة هيكل الغشاء المسامي.

إذا كانت القيمة المطلقة لفرق الضغط بين الطور السائل والطور البخاري ΔP_{1-g} قليل بدرجة كافية فإن الطور السائل لن يستطيع اختراق مسامات الغشاء نتيجة وجود التوتر السطحي وبالتالي فإن الجزيئات المفردة للسائل ورغم كونها أصغر من مسامات الغشاء فإنها لا تستطيع العبور بالطور السائل. وإن الشكل (1) يوضح هذه الظاهرة والتي تعرف بالركود الشعري في مسام الغشاء الهيدروفوبي.

عند فرق ضغط معين لـ (ΔP_{1-g}) فإن التوتر السطحي لا يمكنه أن يحافظ على السطح سائل-بخار وبالتالي فإن التغذية السائلة سوف تخترق جسم مسامات الغشاء، ويدعى هذا الضغط الخاص بضغط دخول السائل LEP، ومن الواضح بأن الضغوط المطبقة في أنظمة ال MD لا يجب أن يتعدى LEP وذلك في سبيل البقاء ضمن عملية تشغيلية يتم فيها الفصل عبر الغشاء، وإن معيار عدم الترطيب الأساسي موضح بالعلاقة التالية:

$$LEP = \frac{4 B \sigma_L \cos \theta}{d_{M,max}} \quad (1)$$

حيث: LEP ضغط دخول السائل خلال مسامات الغشاء.

B معامل الشكل للمسام (يعبر عن بعد شكل المسام عن الشكل الأسطواني).

σ_L التوتر السطحي للسائل.

θ زاوية التلامس بين السائل والغشاء الهيدروفوبي.

$d_{M,max}$ قطر المسام الأعظمي.

ومن المعادلة (1) التي تحسب LEP فيظهر جليا بأنه كلما صغر قياس المسام الأكبر، وكلما زادت زاوية التلامس، وكلما ارتفعت قيمة التوتر السطحي لمحلول التغذية فهذه الأسباب تؤدي عموما للحصول على عملية فعالة للـMD. [1]

إذا كان منحى الضغط البخاري يشير إلى تطايرية كافية للشيء الذي يتم فصله من محلول التغذية فإن قابلية التطبيق الأساسية لعملية التقطير الغشائي لمسألة فصل معينة يمكن تحقيقها باستخدام معيار عدم الترطيب الأساسي. من المهم ملاحظة بأن تركيب التغذية له تأثير مهم على التوتر السطحي فبينما المواد اللاعضوية عموما تملك تأثير ثانوي على ميزة الهيدروفوبية فإن التوتر السطحي للسائل ينخفض بشكل معتبر في المحاليل الحاوية على مواد عضوية. [2] وخصوصا قابلية المد والبسط تعتبر صفة حدية جدا في محاليل التغذية لعملية MD. نظرا للهيكيلية الهيدروفيلية-الهيدروفوبية غير المتماثلة فإن الجزيئات القابلة للمد تنتقل من داخل الطور المائي إلى سطحه البيني وبالتالي فإن مقادير صغيرة من قابلية التمدد تؤثر على خصائص السطح البيني للموائع والتي تؤدي لانخفاض معتبر للتوتر السطحي للمحاليل المائية. [3]

وكنتيجة لأي عملية تقطير فإن انتقال المادة عبر الغشاء دائما ما يكون مصحوبا بانتقال كبير للحرارة عبر الغشاء. ينتج الحد الأدنى من انتقال الحرارة من الحرارة الكامنة للتبخير للمواد النافذة والتي تستخلص من جانب المبخر وتنتقل عبر الغشاء لتتحرر على جانب المكثف. لكن بالاعتماد على هيكيلية العملية وترتيب القناة وخصائص الغشاء فإن انتقال الحرارة بالتوصيل يساهم أيضا في انتقال الحرارة الكلي. وبالنسبة لانتقال الحرارة بالتوصيل فإنه لا يساهم في انتقال المادة وبالتالي فهو يعتبر فقدان حراري غير مرغوب. [1]

3-2- محاسن عملية التقطير الغشائي: [1]

- بالإضافة لكون لتقطير الغشائي يطرح على أنه عملية تجارية ناجحة فهو يعتبر تقنية ذات احتمالية عالية للمستقبل ويقدم مزايا متعددة مقارنة بتقنيات الفصل الأساسية.
- نظام التقطير الغشائي مشابه بالمبدأ لأنظمة الفصل الحراري التقليدية وبالتالي فإن الطريقة المدروسة بشكل موسع في أمثلة العملية ترموديناميكيا لأجل عمليات الفصل الحراري التقليدية مثل استراتيجيات استرجاع الطاقة سيتم تبنيها بشكل فعال لتطبيقات التقطير الغشائي.
- إن استعمال الغشاء لتشكيل السطح الفاصل بخار-سائل تعطي درجة كبيرة من الحرية في التركيب الهندسية وتصميم قناة الجريان. وعلاوة على ذلك فإن فراغ البخار التام يخفض حجم الغشاء (في التقطير الغشائي ذو الفجوة الهوائية حيث حجم البخار يحوي الحجم الممثل بالغشاء والفجوة الهوائية) مما يسمح بالزيادة لأقصى حد ممكن لكسر الخدمة (كثافة الغشاء ضمن الوحدة).
- بخلاف عمليات الفصل الحرارية التقليدية فإن عمليات انتقال البخار في التقطير الغشائي تهيمن عليها ظاهرة الانتشار نظرا لقلة طول مسار انتقال المادة ونتيجة لذلك فإنه يمكن تنفيذ عملية فصل منخفضة الحرارة بدون تطبيق فراغ وبدون الحاجة للتحكم بالفصل المعزز (نتيجة التفريغ) والذي قد يجلب مشاكل نفوذ مكونات متعدد ويتم التحكم بالفصل باختيار غشاء مناسب وتصميم النموذج وظروف التشغيل.
- التقطير الغشائي يقدم جودة نفوذية أفضل طالما أن الغشاء يمنع أي حمل لقطيرات محلول التغذية إلى داخل المنتج ويتصرف كحاجز فعال مع الجسيمات والبكتريا والفيروسات وأي مكونات غير متطايرة.
- المفهوم الأساسي يعني بأن الضغط المطلق الأعلى يمكن أن يطبق على جانب النفوذية لضمان جودة نفوذية أعلى حتى في حالة الترشيح الغشائي.

- على العكس من المبخرات الغشائية والتي تتطلب معدلات جريان دنيا معينة لضمان الترطيب السطحي الكامل فإن السطح البيني بخار-سائل يحدد بشكل واضح بالغشاء ونتيجة لذلك فإن ظروف التشغيل مستقلة وغير مقيدة بترطيب السطح.
- الأغشية تضمن عمر القنوات بشكل دائم ويزيل خطر الجفاف الكلي المحلي والذي يخفض الأداء ويعزز التوسخ والتقشر. وعلاوة على ذلك فإن السعة الحرارية المنخفضة للنماذج وقوتها العالية على مقاومة الجفاف الخارجي تحافظ على أسلوب التقطير الغشائي كأسلوب ديناميكي يمكن دمج مع مصادر الطاقة المتجددة المتذبذبة.
- نتيجة الطرق المتعددة لتركيب النموذج وآلية عمله التي لا تحتاج البنية التحتية الكبيرة فيمكن أن يتم تطبيق التقطير الغشائي على مجال واسع من ساعات المصانع لكن هناك ميزة خاصة تعطى للأظمة ذات المقاييس الصغيرة والمتوسط نظرا لإمكانية تنفيذ مفهوم استرجاع الحرارة الفعال عند مستوى منخفض من التعقيد.
- إن أنظمة الفصل الحراري التقليدية عادة تصنع من الحديد المقاوم للصدأ غالي الثمن أو المعادن عالية التصنيف والتي تكون مكلفة للعملية وتوفر فقط مقاومة تأكل محدودة، وبالمقابل فإن نماذج الأغشية تصنع عموما من مواد بوليميرية رخيصة والتي تجمع بين كلفة التشغيل المنخفضة ومقاومة كيميائية عالية.
- بخلاف تقنيات الفصل الميكانيكية مثل الـ RO والتي تحتاج التغلب على الضغط التناضحي فإن تقنيات الفصل الحرارية تقدم ملاءمة ترموديناميكية أفضل لمعالجة ماء البحر عالي التركيز.
- إن التطبيق العملي في تقنية الوميض متعدد المراحل MSF التقليدية أو عمليات التقطير متعدد التأثير MED يتم تثبيطها بسبب قضايا التآكل والتقشر، ويبدو التقطير الغشائي MD مناسب بشكل كامل لمعالجة مياه البحر عالية التركيز بما أنها تملك قابلية ترموديناميكية للتطبيق ومقاومة تأكل عالية ومستوى عالي من التحكم بالتقشر.

3-3- تطبيقات التقطير الغشائي:

التقطير الغشائي هي طريقة فصل يمكن تطبيقها في أي مسألة فصل اعتمادا على التبخير عندما يكون معيار عدم الترطيب الأساسي هو أحد القيود.

عادة ما يتم اعتماد التقطير الغشائي لمعالجة المحاليل المائية والتي تحوي مكونات غير ضارة مثل الملح وفي هذه الحالة فإن بخار الماء فقط هو من يمكنه العبور عبر الغشاء، وآلية الفصل تصنف على أنها نفوذ أحادي المكون. ويكون معدل الرفض حوالي 100% تقريبا والتيار النافذ يحوي الماء بنقاوة عالية جدا اعتمادا على تركيز التغذية. [4] من المهم ملاحظة أن جودة التيار النافذ لا تتأثر بتركيب التغذية ويكون الضغط البخاري هو القوة الدافعة للعملية ولكن أداء تدفق التيار النافذ فهو عادة ما يتأثر بالمكونات المنحلة. [4] إذا كان محلول التغذية يحوي مواد قابلة للتطاير عند شروط التشغيل فإن الغشاء المسامي لن يقدم وظيفة حاجز كامل لباقي المكونات وبالتالي فإنه وإضافة إلى الماء سوف يحصل نفوذ لمكونات متعددة. ويمكن للمكونات المتطايرة المختلفة أن تنفذ في اتجاهات موافقة أو معاكسة. وبالنتيجة فإن تركيب التيار النافذ والتيار المالح يعتمد بشدة على القوة الدافعة الخاصة ونفاذية الأصناف النافذة المختلفة. وتكون القوى الدافعة محددة بدرجة حرارة السطح الداخلي والتراكيز بينما النفوذية فهي تحدد بهيكلية الغشاء وأبعاد الفجوة الهوائية والوزن الجزيئي للأصناف النافذة.

إن استخلاص التيار النافذ الثمين بشكل نقي من التغذية التي تحوي أملاح متعددة غير طيارة يمكن اعتباره تطبيق كلاسيكي لعملية التقطير الغشائي. وتعتبر تحلية ماء البحر لإنتاج الماء النقي هي واحدة من أكثر التطبيقات التي يتم النظر فيها في عمليات التقطير الغشائي [5]، وهناك تطبيقات أخرى تتدرج تحت عنوان إنتاج الماء عالي النقاوة. [6] من المهم ملاحظة أنه من الناحية الترموديناميكية فإن التحلية تمثل أي تطبيق يستخدم لإنتاج الماء النقي من محلول التغذية الذي يحوي مكونات غير طيارة.

وأیضا فإن عملية التقطير الغشائي تقدم أداء جذاب للعديد من مجالات التطبيق الأخرى مثل معالجة المحاليل الغذائية ومعالجة المياه الملوثة محليا وصناعيا والتطهير واستعادة المصادر والتطبيقات الطبية والبلورة. [1]

في مجال الطعام والشراب فإن عملية التقطير الغشائي يمكن أن يطبق بشكل ناجح للتركيز اللطيف لعصائر الفواكه. [7] تعتبر عملية التقطير الغشائي التناضحي بنية مناسبة للتشغيل عند درجات حرارة منخفضة للحفاظ على المكونات الملونة والعطرية الحساسة. [8] حيث يمكن تطبيق التقطير الغشائي التخلخلي أو التقطير الغشائي بالكسح الغازي لاسترجاع المكونات العطرية المتطايرة من عصير الفواكه. [9] وعلاوة على ذلك فإنه يمكن تركيز محاليل سكر القصب ذو العطريات الحرة باستخدام التقطير الغشائي بالتماس المباشر أو التقطير الغشائي بالفجوة الهوائية. [10] والتقطير الغشائي ملائم أيضا في التجفيف الصناعي لتركيز مصل اللبن والحليب باستخدام شروط درجة حرارة متوسطة لمنع اتلاف البروتينات الحساسة. [11]

يستعمل التقطير الغشائي أيضا في معالجة المياه الملوثة لما يقدمه من معامل رفض عالي للزرنينخ والمعادن الثقيلة والملوثات المشعة. ومن المعروف أيضا بأن إزالة الأمونيا من تيارات الماء الملوثة ممكنه لكن يتم اعتبار نفوذ متعدد المكونات نتيجة خاصية التطايرية للأمونيا الغازية. [1]

لقد تم أيضا بنجاح تركيز الماء الملوث صناعيا الناتج عن صناعة الأصبغة باستخدام تقنية التقطير الغشائي. وأيضا فإن معالجة المحاليل الحمضية تمثل تطبيقات جذابة لاستعادة المنتجات الحمضية بشكل جيد بالإضافة لمعالجة المياه الملوثة صناعيا.

إن تركيز الحموض بالاعتماد على تقنية التقطير الغشائي بالتماس المباشر تم دراستها لمركبات محددة حيث تم دراسة الحوض اللاعضوية الممثلة بحمض الكبريت وحمض كلور الماء وحمض الفوسفور وحمض الآزوت بالإضافة للحموض العضوية ممثلة بحمض الستريك. ودراسات أعمق على تطايرية حمض كلور الماء أظهرت كفاءة تجديد المحاليل الحمضية. الانتشار متعدد المكونات لبخار الماء وغاز حمض كلور الماء كان أفضل عند إضافة الملح. [12] يمكن استعمال نموذج التقطير الغشائي بالفجوة الهوائية لأجل تركيز حمض الكبريت مع تطبيق مفهوم استعادة الحرارة الكامنة.

الأيزوتروبيات مثل المحاليل المائية لحمض كلور الماء أو حمض النمل لا يمكن تركيزها لأكثر من نقاطها الأيزوتروبية عندما يتم تطبيق منهج التبخير التقليدي. لكن وباعتبار أن

انتقال المادة في التقطير الغشائي تهيمن عليه ظاهرة الانتشار فإن مقاومة انتقال المادة الفردية للأصناف النافذة المختلفة تتحدد بهيكلية الغشاء والغاز الراكد في حجم المسام أو الفجوة الهوائية، واعتمادا على الاختلاف في قياس جزيئات الأصناف النافذة وبالتالي اختلاف مقاومة انتقال المادة فيتم تحديد خصائص انتقال المادة الانتقائية. وبالاعتماد على الانتقائية الناتجة فإن عملية التقطير الغشائي تسمح بفصل المزائج الأيزوتروبية وهذا ما تم تأكيده تجريبيا. [13]

لفصل المركبات العضوية الطيارة VOCs فلقد درست عملية التقطير الغشائي مع تنوع كبير للمواد ويمكن اعتبار هذه التطبيقات لأجل معالجة المياه الملوثة أو للمحافظة على المواد الثمينة أو انتاج سائل الكحول المطلق أو تحسين عمليات التخمر الموجودة ضمن مفاعل حيوي غشائي MBR.

اعتمادا على زيادة خطر ترطيب الأغشية نتيجة التوتر السطحي المنخفض للمزائج العضوية فإن التركيز الممكن تنفيذه لمحاليل التغذية محدود بالنسبة للعديد من المركبات العضوية الطيارة.

تم تأكيد إمكانية فصل الكلوروفورم باستخدام التقطير الغشائي في العديد من الدراسات بسبب إمكانية تطبيقه في معالجة المياه الملوثة. [14] وتم تطبيق تقنية التقطير الغشائي بالكسح الغازي لمعالجة الماء الملوث الحاوي على مركبات عضوية طيارة مثل الأسيتون والإيثانول ، ويمكن فصل المحاليل المائية للميثانول والإيثانول والبروبانول والأسيتون وأسيئات الإيثيل و تريتل الميثيل من محاليلها المائية باستخدام تقنية التقطير الغشائي التخلخلي. [15] أما تقنية التقطير الغشائي بالفجوة الهوائية فتم استعمالها لنزع الإيثانول والبروبانول والبنزن. [1]

في التطبيقات الطبية فقد تم اختبار التقطير الغشائي لفصل الماء من بلازما الدم، ودراسات أخرى أشارت إلى تركيز المستخلصات الثمينة من الأدوية الصينية التقليدية. [16]

ونتيجة الملائمة الفعلية للتقطير الغشائي لمعالجة المياه عالية الملوحة لذلك اعتبر التقطير الغشائي ذو إمكانية عالية لمعالجة المحاليل المشبعة وفوق المشبعة حيث المادة المذابة تتجه للترسب. وقد تلعب البلورة بأغشية التقطير الغشائي دورا مهما في تحقيق رؤية مفهوم الطرح الصفري للسوائل في سياق تحلية ماء البحر أو استعادة المواد الثمينة في العمليات المختلفة.

إن البلورة من المحاليل المالحة عادة ما تتم في مبلور خارجي. وكمثال فإن دمج البلورة باستعمال التقطير الغشائي يعرف على أنه تكنولوجيا ممكنة لأجل بلورة المحاليل المالحة للتناضح العكسي. والسطح اللامتجانس للأغشية المسامية يمثل سطح بدائي للتبلور مما يخفض زمن البدء ويزيد معدلات نمو البلورات ويدعم تشكيل بلورات منتظمة.[1]

لأجل استعادة المصادر من المياه الملوثة الصناعية فإن البلورة الغشائية في التقطير الغشائي تؤخذ بعين الاعتبار لاستخلاص الأملاح الأيونية من محاليلها الكيميائية في صناعة الحديد أو استعادة الأملاح الثمينة من المياه الملوثة في الصناعات النسيجية.[1]

3-4- الأغشية المستعملة في التقطير الغشائي:[1]

بما أن عملية التقطير الغشائي تتم عن طريق استخدام غشاء هيدروفوبي يفصل بين التغذية السائلة من جهة والبخار النافذ من الجهة الأخرى فإن الوظيفة الأساسية للأغشية في التقطير الغشائي هي تشكيل السطح سائل-بخار والذي يجب خلقه والمحافظة عليه في أي هيئة للتقطير الغشائي. وتعتبر خاصية السطح الهيدروفوبي والثباتية الميكانيكية والثباتية الحرارية والثباتية الكيميائية هي المتطلبات الأساسية لأغشية التقطير الغشائي.

بما أن الأغشية تظهر بشكل تلقائي مقاومة لانتقال الكتلة فمن أجل انتقال بخار مرغوب عبر الغشاء فإن الخصائص الهيكلية للغشاء يجب أن تظهر أعلى عبور ممكن للبخار. وبالنتيجة فإن الأغشية الأقل ثخانة والأعلى مسامية مع قياس مسام أكبر وتعرض أقل تعطي خصائص هيكلية مفضلة والتي تؤدي لنفوذية عالية للغشاء، لكن تحديد التصميم الأمثل للغشاء يأخذ بعين الاعتبار متطلبات متعارضة مختلفة، فإن قياس المسام الأكبر محدود بمعيار عدم الترطيب الأساسي بينما مسامية وسماكة الغشاء تحتاج لأن تعطي

مقاومة ميكانيكية ملائمة. ولتحديد سماكة الغشاء الأمثل فإن هناك اعتبارات ترموديناميكية يجب أخذها بالاعتبار بحيث نحصل على نفاذية عالية للبخر مع انتقال حرارة أقل بالتوصيل.

إن مواد أغشية الـ MD يجب أن تحقق مواصفات ميكانيكية مرغوبة بالإضافة إلى المتطلبات الحرارية والكيميائية المرغوبة مثل التوتر السطحي المنخفض والموصلية الحرارية المنخفضة وقابلية تشغيل مناسبة وأخيرا كلفة منخفضة.

إن البوليميرات مثل البولي بروبلين PP والبولي فينيلدين فلورايد PVDF والبولي راعي فلور الايتلين PTFE هي ما ينظر إليها عادة في مجال التقطير الغشائي. هذه البوليميرات تظهر وبشكل طبيعي صفات هيدروفوبية ممتازة مع خصائص الماء القطبي، لكن خصائص السطح ذو هيدروفوبية عالية يمكن أن يتم تحقيقها أيضا باستخدام مواد أخرى ضمن خليط باستخدام تقنيات تغيير السطح مثل التغطية السطحية الهيدروفوبية.

أكثر الأغشية شيوعا تكون متاحة إما على شكل صفائح مستوية أو على شكل أسطوانات، والأغشية الأسطوانية تصنف أيضا بحسب أقطارها إلى:

- أغشية أنبوبية $6 - 25$ mm.
- أغشية شعرية $40 - 6000$ μ m.
- أغشية الليف المجوف $80 - 400$ μ m.

وبالنسبة للتقطير الغشائي فإنه يمكن استعمال أغشية الصفائح المستوية أو الأغشية الشعرية.

هنالك تقنيات مختلفة متاحة لصنع هياكل أغشية مسامية من البوليميرات ومن هذه التقنيات تستعمل تقنية عكس الطور ويتم فيها إذابة البوليميرات في محل وبعد ذلك يصب المحلول المتماثل على شكل غشاء بشكل صفيحة مستوية أو يغزل لتشكيل الأغشية الشعرية، وخلال هذه العملية فإن عكس الطور يثار والبوليمير يترسب ليعطي المادة الصلبة بينما المحل يبقى سائل وبشكل بنية المسام. ويمكن أن تتم عملية عكس

الطور حراريا أو عن طريق تغيير تركيز المحلول أو بإضافة المخثر، وخصائص الغشاء الهيكلية تحدد بالتركيز والتحكم بحركية عكس الطور، ويمكن استعمال تقنية عكس الطور لإنتاج أغشية متماثلة أو غير متماثلة أو أغشية متعددة الطبقات من الـ PP أو الـ PVDF.

هنالك تقنية أخرى لصنع هياكل غشائية عالية المسامية وهي تقنية التشكيل أحادي المحور أو ثنائي المحور وذلك باستعمال أفلام بوليميرية متبلورة جزئياً، حيث الفيلم البوليميري يمتد بشكل ضئيل عمودياً إلى مناطق البلورة المباشرة لتتشكل شقوق مكروية والتي تمتد حتى يتم إحراز مواصفات الغشاء المطلوبة.

إن تشكيل الامتداد قد ينجز في مراحل متعددة واتجاهات متعددة ودرجات حرارة متعددة. وفي بعض العمليات فإن المحلات تطبق لأجل ادخال انتفاخ والإنتاج الجاف الذي يساعد بالتحكم ببيكلية المسام النهائية، والجهد الباقي ضمن المسامات الممتدة يتناقص بالتليين المتعاقب. وتستخدم عمليات تشكيل الامتداد عالية التعقيد لإنتاج أغشية الـ PVDF.

3-5- مميزات الغشاء:

إن الغشاء الهيدروفوبي المسامي المستخدم في عمليات التقطير الغشائي يصنع عادة من بولي رباعي فلور الإيتلين (PTFE) أو بولي بروبيلين (PP) أو بولي فينيلبيدين فلورايد (PVDF). وبشكل عام فإن الغشاء المستخدم في أنظمة التقطير الغشائي يجب أن يكون ضعيف المقاومة لانتقال المادة، وضعيف التوصيل الحراري لمنع الضياع الحراري عبر الغشاء، ويجب أن يكون ثابت حرارياً بشكل جيد عند درجات الحرارة العالية، ويجب أن يتمتع بمقاومة عالية للمواد الكيميائية مثل الحموض والأسس ومن أهم مميزات الأغشية في عمليات التقطير الغشائي:

1- ضغط دخول السائل (ضغط الرطوبة).

2- سماكة الغشاء.

3- تعرج ومسامية الغشاء.

4- قياس المسام المتوسط وتوزع قياس المسام .

5-الموصلية الحرارية.

3-6- طرق تركيب الأغشية في عمليات التقطير الغشائي:

3-6-1- التقطير الغشائي بالتماس المباشر (DCMD):

في هذا الشكل من الأغشية الشكل (4) فإن المحلول الساخن يكون على اتصال مباشر مع السطح الجانبي للغشاء، وعلاوة على ذلك فإن التبخير يكون مكانه على سطح غشاء التغذية، البخار يتحرك بسبب فرق الضغط عبر الغشاء إلى جانب النفوذ ويتكثف داخل وحدة الغشاء.

وبسبب الصفات الهيدروفوبية للغشاء فإن التغذية لا تستطيع عبور الغشاء (فقط الطور الغازي يتواجد داخل مسام الغشاء).

إن النموذج (DCMD) هو أبسط أنواع الـ(MD) ويعمل بها على نطاق واسع في عمليات تقطير وتكثيف المحاليل المائية في الصناعات الغذائية أو صناعة الحموض والعيب الأساسي في هذا التصميم هو ضياع الحرارة بالتوصيل.[17]



الشكل (4): التقطير الغشائي بالتماس المباشر (DCMD).

3-6-2- التقطير الغشائي بالفجوة الهوائية (AGMD):

إن مخطط التقطير بالفجوة الهوائية موضح في الشكل (5)، حيث المحلول الذي يتم تغذيته يكون على تماس مباشر مع الجانب الساخن من الغشاء فقط بينما الهواء الراكب

يكون متواجداً بين الغشاء و سطح التكدف، وبالتالي فإن البخار يعبر الفجوة الهوائية ليتكدف على السطح البارد داخل خلية الغشاء. الميزة في هذا التصميم هو تقليل ضياع الحرارة بالتوصيل. وعلى الرغم من ذلك فإن هذا يخلق مقاومة إضافية لانتقال المادة حيث يعتبر هذا من المساوئ.

هذا النوع مناسب لتقطير وإزالة المركبات الطيارة من المحاليل السائلة. [17].



الشكل (5): التقطير الغشائي بالفجوة الهوائية (AGMD).

3-6-3- التقطير الغشائي بالكسح الغازي (SGMD):

في هذا النوع الموضح في الشكل (6) يوجد غاز خامل يستعمل لكسح البخار على جانب الغشاء الانتشاري ليتكدف خارج وحدة الغشاء. يوجد هنا حاجز غازي مثل (AGMD) للتقليل من خسارة الحرارة ولكونه غير راكد فهذا يحسن من انتقال المادة، هذا النوع مفيد لإزالة المركبات الطيارة من المحاليل المائية والمساوئ الرئيسية لهذا النوع هو حجم النفوذ الصغير المنتشر في حجم كبير من غاز الكسح مما يتطلب مكثفاً كبيراً.

من الجدير بالذكر بأنه يمكن أن يكون (SGMD) و (AGMD) يدمجان في عملية تدعى التقطير الغشائي بالكسح الغازي المنظم حرارياً (ترموستاتي) (TSGMD) الغاز الخامل في هذه الحالة يعبر خلال فجوة بين الغشاء و سطح التكدف و جزء من البخار يتكدف على سطح التكدف (AGMD) والباقي يتكدف خارج خلية الغشاء بواسطة مكثف خارجي (SGMD). [17].



الشكل (6): التقطير الغشائي بالكسح الغازي (SGMD).

3-6-4- التقطير الغشائي التخلخي (VMD):

في هذه الحالة (الشكل (7)) يتم استخدام مضخة لخلق تخلخل على جانب النفوذ ويحدث التكثيف خارج وحدة الغشاء. الحرارة الضائعة بالتوصيل هنا ضئيلة وهذا يعتبر من المحاسن الرئيسية. وهذا النوع من التقطير الغشائي يستخدم لفصل محاليل السوائل الطيارة. [17]



شكل (7): التقطير الغشائي التخلخي (VMD).

نمذجة تجريبية لعملية تقطير غشائي تخلخلي

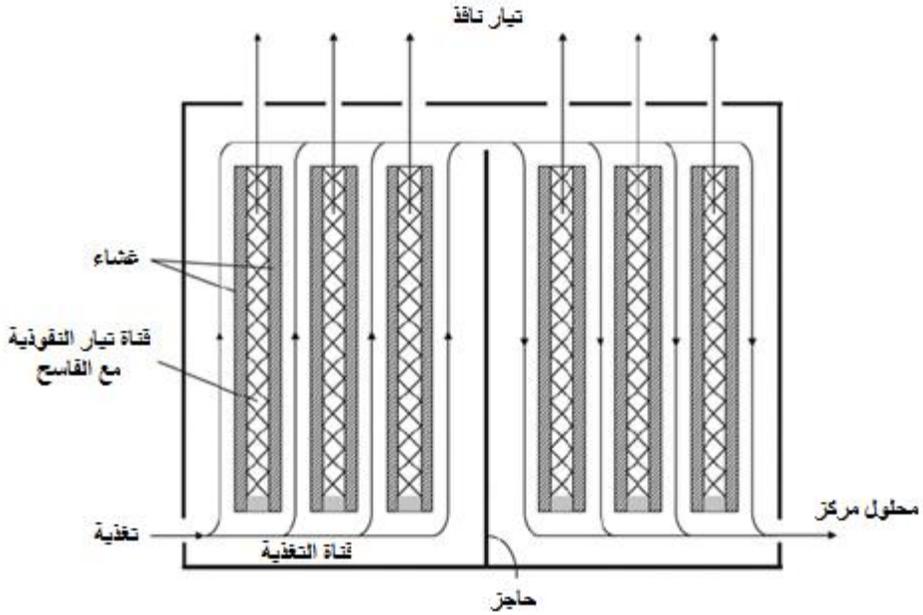
وبين الجدول (1) مقارنة بين نماذج تركيب وحدات التقطير الغشائي المختلفة ويتم الاختيار بين هذه الأنواع بالاعتماد على الخيارات والإمكانات المتاحة والعوامل الحاسمة التي يجب اعتبارها أولوية سواء الكلفة أو جودة المنتج أو التدفق....
الجدول(1): مقارنة بين نماذج التقطير الغشائي المختلفة.[18]

المساوي	المحاسن	الهيئة
كفاءة حرارية منخفضة. التأثير العالي لاستقطاب الحرارة والتركيز. احتمال عالي لتلوث النفوذية.	تدفق نفوذية عالي. سهولة التصميم والتشغيل. امكانية استرجاع الحرارة الداخلية.	DCMD
مقاومة اضافية أمام بخار الماء مما يؤدي إلى ضعف تدفق النفوذية. مساحة كبيرة مطلوبة.	يمكن استخدام ماء البحر كتيار تبريد على جانب النفوذية. كفاءة حرارية عالية. امكانية استرجاع الحرارة الداخلية.	AGMD
يكون ترطيب المسام كبيراً. استرجاع الحرارة صعب.	تدفق انتشاري عالي. ضياح قليل للحرارة بالتوصيل. تشكيل ضعيف للطبقة الحدية الحرارية والطبقة الحدية للتركيز على جانب النفوذية للغشاء.	VMD
استرجاع الحرارة صعب. التعامل مع غاز الكسح معقد. الحاجة لمكثفات كبيرة.	انتقال مادي كبير. قلة الحرارة الضائعة بالتوصيل.	SGMD

3-7- نماذج الأغشية:

3-7-1- نموذج إطار وصينية:

هنا يتوضع الغشاء والتجوييف سوياً بين صينيتين (مثل الصفائح المستوية)، وإن غشاء الصفيحة المستوية يستخدم على نطاق واسع في المختبرات لأنه سهل التنظيف وإعادة التركيب ولكنه في هذا النوع تكون كثافة الحزمة والتي هي النسبة بين مساحة الغشاء إلى حجم الحزمة منخفضة ولذلك يكون من المطلوب استخدام داعم للغشاء.[17]

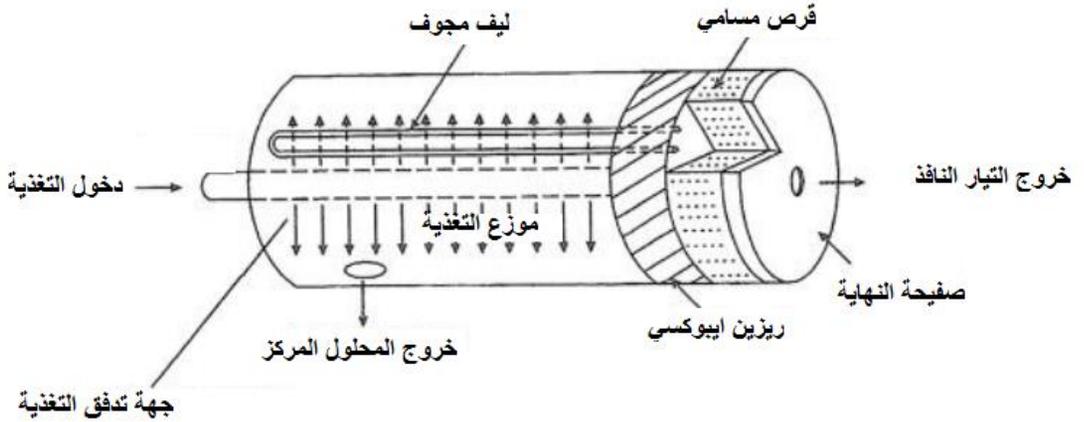


الشكل(8): التقطير الغشائي نموذج إطار وصينية.

3-7-2- نموذج الليف المجوف:

نموذج الليف المجوف والمستعمل في التقطير الغشائي يكون فيها الآلاف من الألياف المجوفة تتوضع سويا وتغلق داخل غلاف أنبوبي. محلول التغذية يتدفق عبر الألياف المجوفة والسائل النافذ يتم جمعه داخل الغلاف الأنبوبي خارج الألياف أو أن محلول التغذية يدخل في الغلاف الأنبوبي خارج الألياف المجوفة والسائل النافذ يجمع داخل الألياف المجوفة. [17]

نمذجة تجريبية لعملية تقطير غشائي تخلخلي

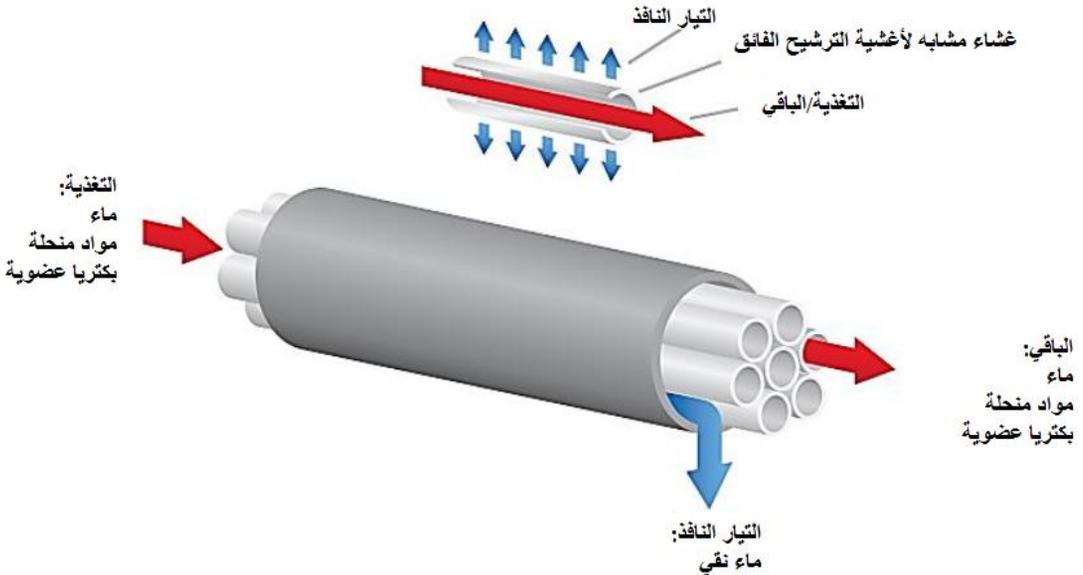


الشكل (9): التقطير الغشائي نموذج الليف المجوف

3-7-3- الغشاء الأنبوبي:

في هذه الحالة يكون الغشاء على شكل أنبوب يتم ادخاله بين حجتين اسطوانيتين (حجرات المائع الساخن والبارد) ويكون شكل النموذج كما هو موضح في الشكل (10).

[17]

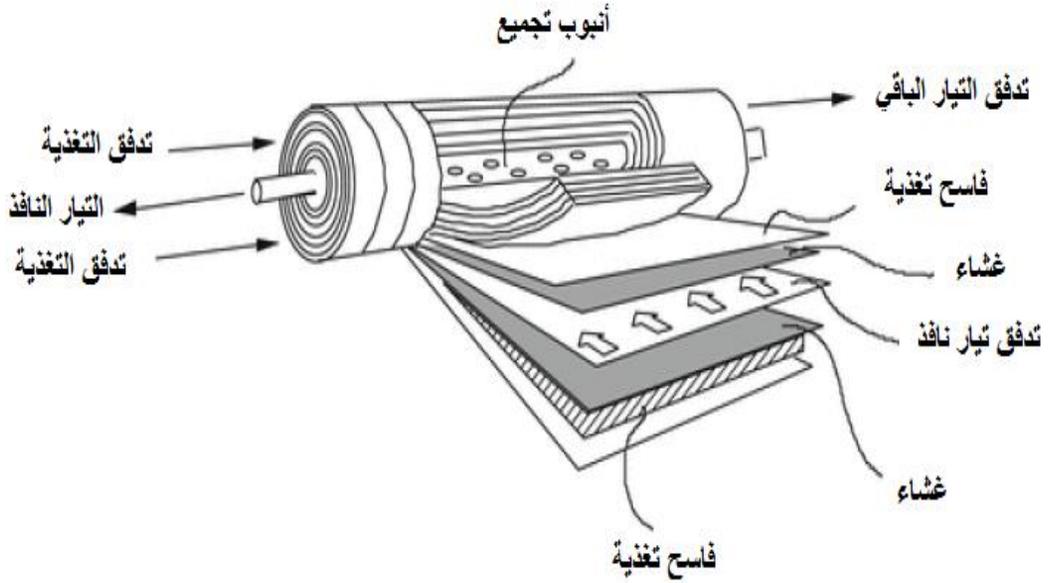


الشكل (10): التقطير الغشائي من نمط الغشاء الأنبوبي

3-7-4- الغشاء الملفوف الحلزوني:

في هذا النوع يكون الغلاف اللوحي المستوي مع التجويف تغلف وتلف حول أنبوب تجميع مركزي للنفوذ. التغذية تتحرك عبر سطح الغشاء في اتجاه محوري بينما السائل النافذ يتدفق بشكل شعاعي نحو المركز ويخرج عبر أنبوب التجميع.

إن الغشاء الملفوف الحلزوني يملك كثافة حزمة جيدة وميل متوسط للتوسخ واستهلاك طاقة مقبول. [17]



الشكل (11): التقطير الغشائي من نمط الغشاء الملفوف الحلزوني.

4- الجزء العملي:

لقد تم دراسة عملية التقطير الغشائي التخلخلي وتمت دراسة أهم العوامل المؤثرة على هذه العملية وأهم العوامل هي:

1- درجة الحرارة:

وهي أهم العوامل وهي ذات تأثير مباشر على العملية حيث ترتبط القوة الدافعة للعملية ارتباطا وثيقا به، وقد تم اختيار المجال الحراري من 40°C - 55°C وذلك لكون هذا المجال من درجات الحرارة سهل الحصول عليه سواء باستخدام الطاقة الشمسية أو باستخدام الحرارة المنصرفة من الصناعة حيث وفي معظم المصانع يتم في النهاية التخلص من البخار ذو درجات الحرارة المنخفضة بعد استعماله.

2- تركيز التغذية:

إن لتركيز التغذية تأثير على القوة الدافعة حيث بزيادة التركيز يقل الضغط البخاري لبخار الماء نتيجة انخفاض تركيزه في الطور السائل، ولكن بالمقارنة مع درجة الحرارة فعادة ما يكون التركيز ذو تأثير محدود، وقد تم اختيار تركيز التغذية في المجال $20-80\text{gr/L}$ ، وقد تم اختيار هذا المجال كون هذه العملية يتم دراستها حاليا وعلى الصعيد العالمي بهدف توظيفها في تحلية ماء البحر والذي يكون بتركيز 35 gr/L ولذلك تم اختيار مجال التركيز المدروس لتغطية هذه النقطة.

3- سرعة الجريان:

إن سرعة الجريان ليست ذات تأثير مباشر على العملية ولكن بزيادة سرعة الجريان تقل سماكة الطبقة الحدية مما يؤدي لتقليل تركيز الطبقة الحدية ورفع درجة حرارتها وهذه العوامل تقود لتحسين العملية ، وقد تم اختيار سرعة الجريان

في المجال 2-4.5cm/sec وذلك بناء على أبعاد الوحدة وقدرة الضخ وإمكانية التحكم بالسرعة.

4- الضغط المطبق:

إن للضغط المطبق على جهة التغذية تأثيراً ثانوياً حيث بزيادة الضغط يزداد الضغط البخاري ولكن هذه الزيادة لا تكون كبيرة كون زيادة الضغط محدودة بقيمة ضغط دخول السائل (LEP) وقد تم اختيار مجال الضغط في المجال 1-2Bar وذلك لكون مجال LEP لأغشية التقطير الغشائي عموماً حوالي 2.5Bar تقريباً، وتختلف باختلاف الخصائص البنوية للغشاء.

هناك العديد من العوامل المؤثرة الأخرى على العملية، ومن هذه العوامل: خواص الغشاء وزمن العملية وضغط التفريغ وشكل نموذج الغشاء وقد تم اختيار أهم العوامل المؤثرة على إنتاجية الوحدة.

لقد تم تثبيت ضغط التفريغ على الضغط 10kPa- وذلك بناء على قدرة مضخة التفريغ وموافقة هذا الضغط للمراجع المعتمدة.

لقد تم تصميم التجارب باستخدام برنامج Minitab وتم إدخال الحدود المقترحة وكانت التجارب التي طلب البرنامج تنفيذها موضحة في الشكل(12).

نمذجة تجريبية لعملية تفتير غشائي تخلخلي

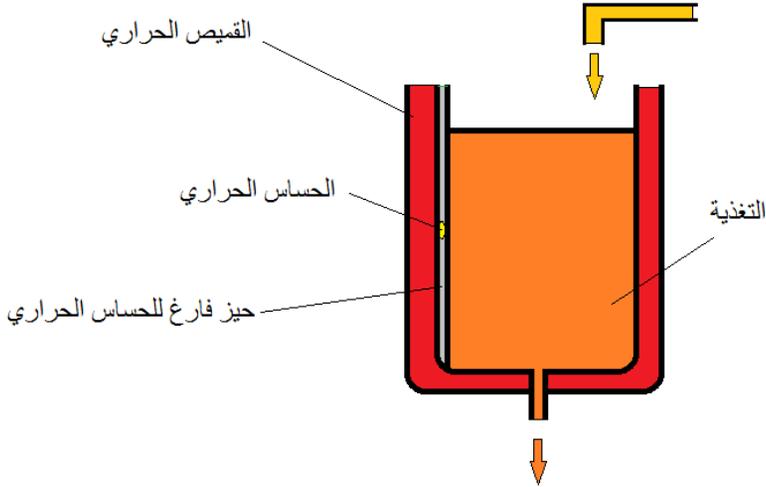
	T	C	V	P
1	47.50	50	0.04500	1.50
2	51.25	35	0.02625	1.25
3	43.75	65	0.03875	1.25
4	51.25	35	0.03875	1.25
5	47.50	50	0.03250	2.00
6	47.50	80	0.03250	1.50
7	47.50	50	0.03250	1.50
8	43.75	35	0.03875	1.25
9	47.50	50	0.03250	1.50
10	51.25	35	0.02625	1.75
11	51.25	65	0.03875	1.25
12	51.25	65	0.02625	1.25
13	55.00	50	0.03250	1.50
14	47.50	50	0.03250	1.50
15	51.25	65	0.02625	1.75
16	43.75	65	0.03875	1.75
17	47.50	20	0.03250	1.50
18	47.50	50	0.03250	1.50
19	43.75	65	0.02625	1.75
20	43.75	35	0.02625	1.25
21	43.75	35	0.03875	1.75
22	47.50	50	0.02000	1.50
23	51.25	35	0.03875	1.75
24	40.00	50	0.03250	1.50
25	47.50	50	0.03250	1.00
26	43.75	35	0.02625	1.75
27	47.50	50	0.03250	1.50
28	47.50	50	0.03250	1.50
29	51.25	65	0.03875	1.75
30	43.75	65	0.02625	1.25
31	47.50	50	0.03250	1.50

الشكل(12): التجارب التي طلبها برنامج minitab

وقد تم إجراء التجارب باستخدام وحدة تجريبية مصنعة من الكروم تتألف من الأجزاء التالية:

1- حجرة التغذية:

وهي حجرة حجمها 5L مغلقة بقميص حراري (الشكل (13)) حيث يتم تعبئة القميص الحراري بالماء وتسخينه باستخدام سخان كهربائي باستطاعة 2000W ويتم التحكم بتشغيل وإيقاف السخان الكهربائي عن طريق منظم حراري بالاعتماد على قيمة درجة الحرارة التي يتم ضبط الجهاز عليها وهي موضحة في الشكل (13).



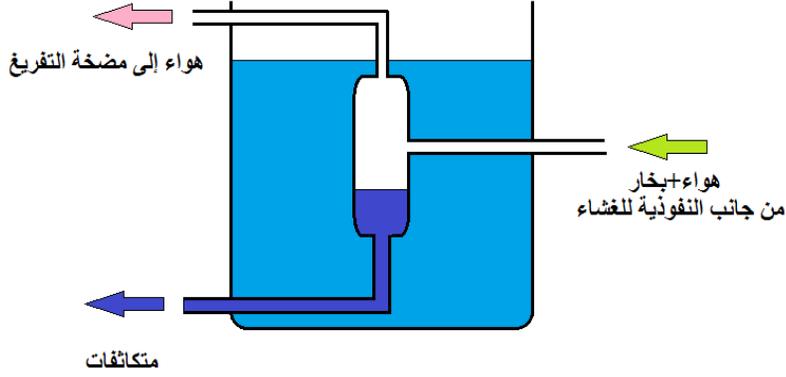
الشكل (13): شكل حجرة التغذية المستخدمة.

2- المنظم الحراري:

وهو منظم مزود بحساس حراري تم وضعه في حيز موجود بين حجرة التغذية والقميص الحراري، ويتحكم بتشغيل السخان الحراري عن طريق رلييه وتلامسات المنظم الحراري.

3- حجرة المكثف:

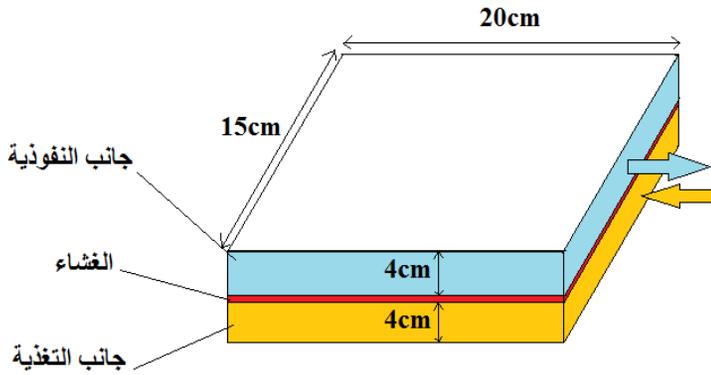
وهي حجرة يتم سحب البخار إليها وتكثيفه وتجميعه ليتم سحبه من أسفلها، وهي مزودة بقميص حراري يتم ملؤه بالماء البارد لتتم عملية التكثيف، وهي مبينة في الشكل (14).



الشكل (14): شكل حجرة التكثيف المستخدمة.

4- وحدة الأغشية:

وهي عبارة عن وحدتين متطابقتين موصولتين على التسلسل وشكل كل واحدة عبارة عن متوازي مستطيلات أبعاده $20\text{cm} \times 15\text{cm} \times 8\text{cm}$ ويوجد في منتصف الوحدة غشاء يفصل بين جانب التغذية وجانب النفوذ لتصبح كما هو موضح في الشكل (15).



الشكل (15): شكل وحدة الأغشية المستخدمة.

5- الغشاء:

وقد تم استعمال غشاء هيدروفوبي مسامي من انتاج شركة Membrana-

Germany وهو بالموصفات التالية:

✓ اسم الغشاء: PP Accurel2E

✓ مادة الغشاء: PP

✓ سماكة الغشاء: $163 \mu m$

✓ قطر المسام المتوسط للغشاء: $0.2 \mu m$

✓ مسامية الغشاء: 75%

✓ ضغط التفريغ العامل: $3 - 13 kPa$

6- مضخة التغذية:

وهي مضخة كهربائية ذات قدرة 1hp.

7- مضخة التفريغ:

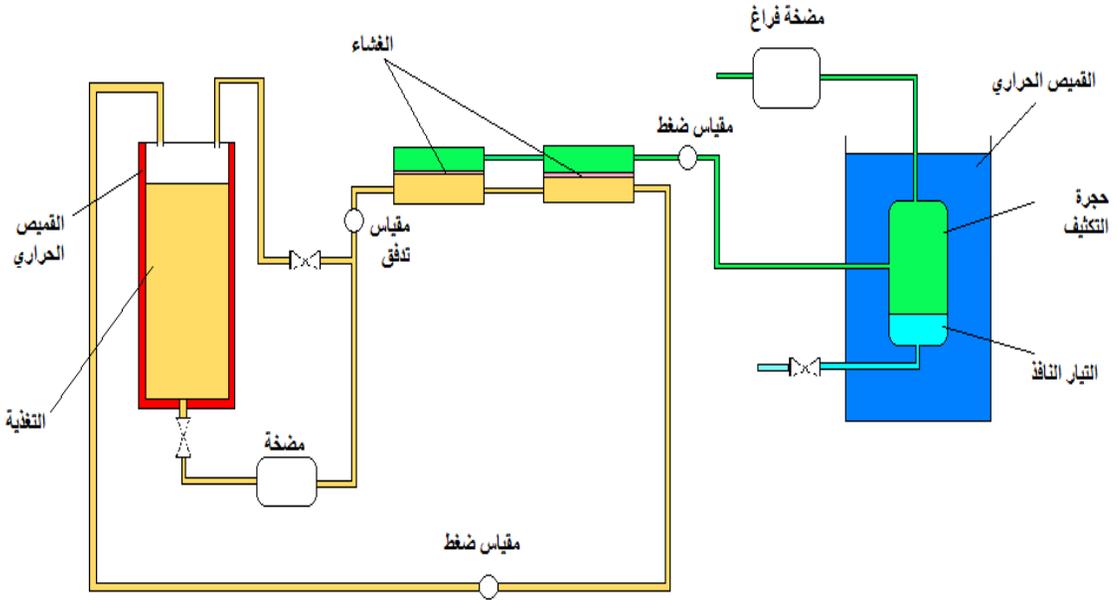
وهي مضخة كهربائية مزودة بفلتر لمنع دخول الماء إليها.

8- مواسير وتوصيلات وصمامات.

9- ساعات قياس الضغط على خط التغذية وعلى خط التفريغ ومقياس تدفق

هيدروليكي لقياس تدفق التغذية الداخلة لوحدّة الأغشية.

ويكون الشكل الكلي للوحدة كما هو مبين في الشكل (16):



الشكل (16): مخطط للوحدة المستخدمة.

النتائج والمناقشة: تم إجراء التجارب وكانت النتائج كالتالي:

	T	C	V	P	E
1	47.50	50	0.04500	1.50	1.967
2	51.25	35	0.02625	1.25	3.333
3	43.75	65	0.03875	1.25	1.550
4	51.25	35	0.03875	1.25	3.467
5	47.50	50	0.03250	2.00	2.000
6	47.50	80	0.03250	1.50	1.933
7	47.50	50	0.03250	1.50	1.917
8	43.75	35	0.03875	1.25	1.567
9	47.50	50	0.03250	1.50	1.933
10	51.25	35	0.02625	1.75	3.500
11	51.25	65	0.03875	1.25	3.300
12	51.25	65	0.02625	1.25	3.417
13	55.00	50	0.03250	1.50	4.083
14	47.50	50	0.03250	1.50	1.967
15	51.25	65	0.02625	1.75	3.450
16	43.75	65	0.03875	1.75	1.567
17	47.50	20	0.03250	1.50	1.983
18	47.50	50	0.03250	1.50	2.000
19	43.75	65	0.02625	1.75	1.533
20	43.75	35	0.02625	1.25	1.583
21	43.75	35	0.03875	1.75	1.617
22	47.50	50	0.02000	1.50	1.917
23	51.25	35	0.03875	1.75	3.550
24	40.00	50	0.03250	1.50	1.217
25	47.50	50	0.03250	1.00	1.800
26	43.75	35	0.02625	1.75	1.583
27	47.50	50	0.03250	1.50	1.933
28	47.50	50	0.03250	1.50	1.900
29	51.25	65	0.03875	1.75	3.500
30	43.75	65	0.02625	1.25	1.517
31	47.50	50	0.03250	1.50	1.917

الشكل (17): ادخال النتائج التي تم الحصول عليها لبرنامج minitab.

وبعد إدخال النتائج للبرنامج تم استنتاج النموذج الرياضي الموافق لعمل الوحدة وكان النموذج حسب العلاقة (2).

$$E = 0.1911 T - 0.00129 C + 2 v + 0.161 P - 13.0104 \quad (2)$$

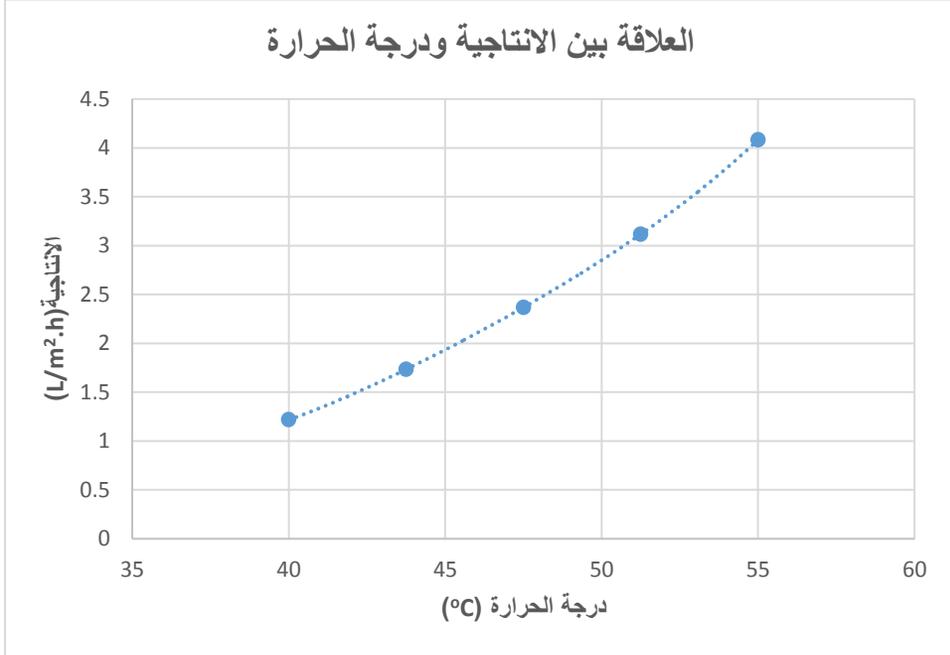
وتم أيضا إجراء بعض التجارب لرسم علاقات بين الإنتاجية وكل من المتغيرات المقترحة وبمعدل خمس نقاط موزعة بالتساوي على المجالات المقترحة مع تثبيت باقي العوامل على القيم الوسطية للمجالات المقترحة. وكانت النتائج كالتالي:

❖ **تأثير درجة الحرارة:** تم إيجاده من خلال تثبيت كل المتغيرات على القيمة الوسطى للمجال المفترض وتغيير درجة الحرارة فقط بمعدل خمس نقاط على المجال المفترض والنتائج موضحة بالجدول (2).

جدول(2): تأثير تغير درجة الحرارة على الإنتاجية:

E(L/m ² .h)	P(bar)	V(cm/sec)	C(gr/L)	T(°C)
1.217	1.5	3.25	50	40
1.733	1.5	3.25	50	43.75
2.367	1.5	3.25	50	47.5
3.117	1.5	3.25	50	51.25
4.083	1.5	3.25	50	55

وقد تم رسم الخط البياني الذي يمثل الجدول السابق.



الشكل (18): العلاقة بين الإنتاجية ودرجة الحرارة تجريبياً.

ويلاحظ من خلال هذا الخط البياني بأن إنتاجية الوحدة ترتبط بشكل وثيق بدرجة الحرارة وهذا شيء واضح كون القوة الدافعة أساساً هي الفرق في درجات الحرارة.

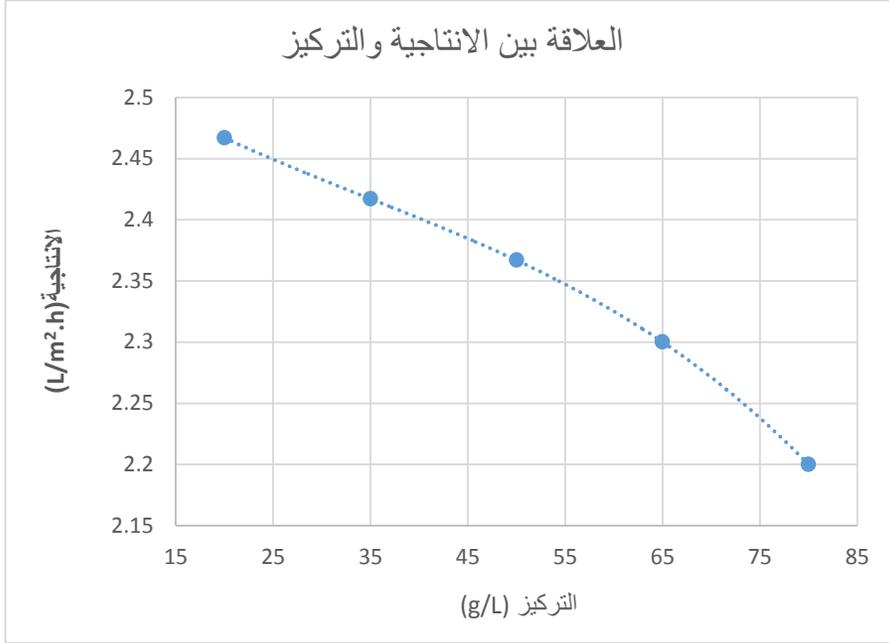
❖ تأثير تركيز التغذية: تم إيجاده بنفس طريقة تأثير درجة الحرارة لينتج لدينا

الجدول (3).

جدول (3): تأثير تغيير تركيز التغذية على الإنتاجية.

E(L/m ² .h)	P(bar)	V(cm/sec)	C(gr/L)	T(°C)
2.467	1.5	3.25	20	47.5
2.417	1.5	3.25	35	47.5
2.367	1.5	3.25	50	47.5
2.3	1.5	3.25	65	47.5
2.2	1.5	3.25	80	47.5

وقد تم رسم الخط البياني الذي يمثل الجدول السابق.



الشكل(19): العلاقة بين الإنتاجية والتركيز تجريبيا.

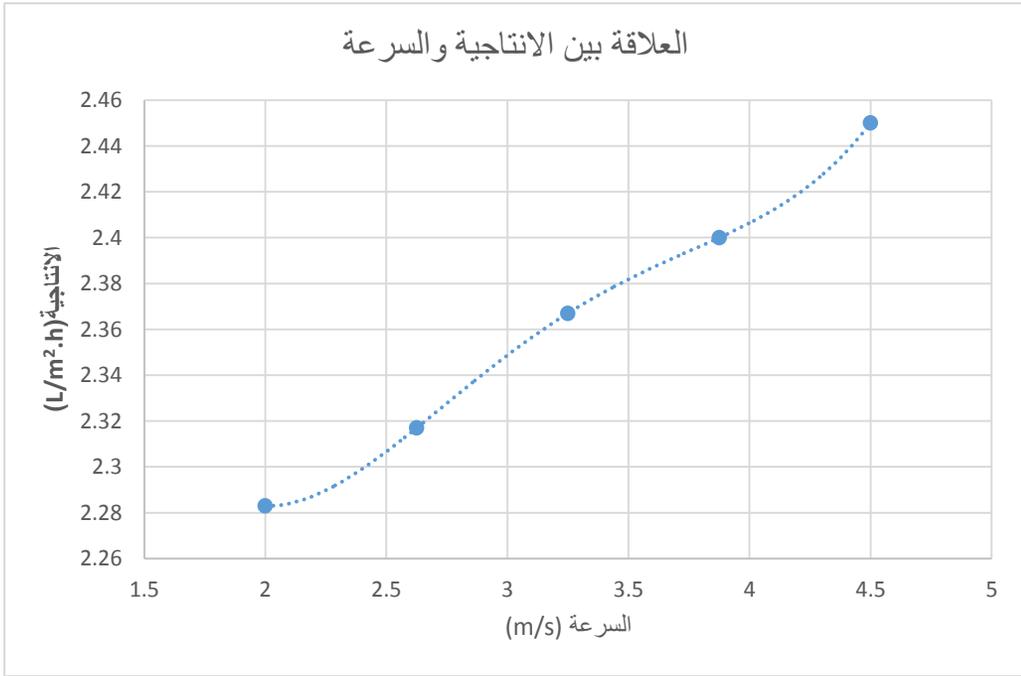
يلاحظ أنه ويزيادة تركيز المواد المنحلة في التغذية فذلك يخفض الإنتاجية وذلك يعزى سببه إلى انخفاض الضغط البخاري للماء في محلول التغذية.

❖ تأثير السرعة: تم إيجاده بنفس طريقة تأثير درجة الحرارة لينتج لدينا الجدول(4).

جدول(4):تأثير تغير السرعة على الإنتاجية.

E(L/m ² .h)	P(bar)	V(cm/sec)	C(gr/L)	T(°C)
2.283	1.5	2	50	47.5
2.317	1.5	2.625	50	47.5
2.367	1.5	3.25	50	47.5
2.4	1.5	3.875	50	47.5
2.45	1.5	4.5	50	47.5

وقد تم رسم الخط البياني الذي يمثل الجدول السابق.



الشكل(20): العلاقة بين الإنتاجية والسرعة تجريبيا.

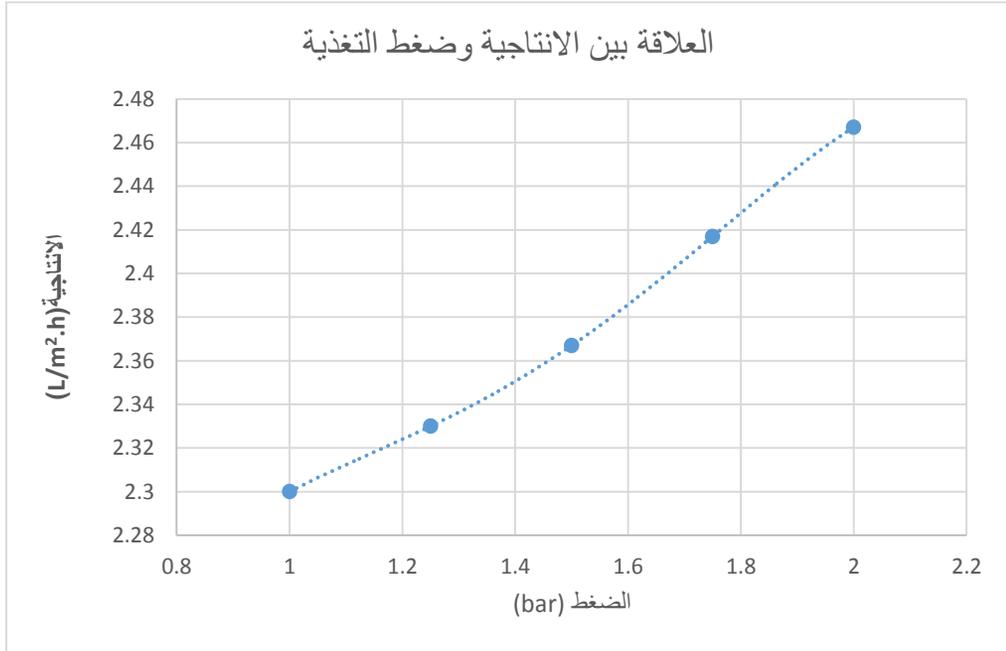
يلاحظ أنه وبزيادة السرعة فذلك يقود لزيادة الإنتاجية ويعود ذلك إلى أن تيار التغذية وأثناء عبوره من جانب الغشاء فسيجري بسرعات مختلفة نتيجة الركود الذي يظهر في الطبقة الملاصقة للغشاء وبالتالي تتكون طبقة حدية ملاصقة للغشاء وعند انتقال جزيئات بخار الماء من هذه الطبقة للجهة المقابلة تفقد قسم من حرارتها ويرتفع تركيز المواد المنحلة فيها لذلك تكون مواصفات هذه الطبقة مغايرة للمحلول الأساسي من ناحية درجة الحرارة والتركيز وهذا ما يدعى بظاهرة الاستقطاب وتتوقف سماكة هذه الطبقة على سرعة الجريان ومواصفات التيار من تركيز للمواد والضغط ودرجة الحرارة. نلاحظ هنا أن زيادة السرعة سوف تعمل على تقليل سماكة الطبقة الحدية الحرارية والطبقة الحدية للتركيز مما سيخفف من ظاهرة الاستقطاب الحراري واستقطاب التركيز ويحسن انتقال المادة والحرارة من وسط محلول التغذية لجانب الغشاء من جهة التغذية وبالتالي تزداد الإنتاجية.

❖ تأثير الضغط من جانب التغذية: تم إيجاد بنفس طريقة تأثير درجة الحرارة لينتج لدينا الجدول (5).

جدول (5): تأثير تغيير الضغط من جانب التغذية على الإنتاجية.

E(L/m ² .h)	P(bar)	V(cm/sec)	C(gr/L)	T(°C)
2.3	1	3.25	50	47.5
2.33	1.25	3.25	50	47.5
2.367	1.5	3.25	50	47.5
2.417	1.75	3.25	50	47.5
2.467	2	3.25	50	47.5

وقد تم رسم الخط البياني الذي يمثل الجدول السابق.



الشكل (21): العلاقة بين الإنتاجية وضغط التغذية تجريبيا.

يلاحظ أنه وبزيادة الضغط تتحسن الإنتاجية وهذا شيء واضح كون زيادة الضغط تؤدي لزيادة الفرق في الضغط بين جانبي التغذية والنفوذية ولكن المشكلة أن تأثير الضغط

محدود بشرط عدم الترطيب حيث يمنع العمل عند قيم أعلى من LEP وإلا فلن تكون العملية مجددة.

لم تتغير قيمة معامل رفض الملح بشكل كبير بتغيير أي من العوامل التشغيلية السابقة وتم الحصول على نقاوة جيدة للماء الناتج حيث كان معامل رفض الملح في المجال (99.2-99.5%).

5- التوصيات:

- لقد تم دراسة التقطير الغشائي التخلخي في هذا البحث من أجل معالجة محلول مائي لمخ الطعم ويمكن في الدراسات المستقبلية إجراء هذه العملية لأجل محاليل لمواد أخرى.
- لقد تم في هذه الدراسة التركيز على التقطير الغشائي على هيئة تقطير غشائي تخلخي ويمكن في الدراسات المستقبلية دراسة ترتيب آخر لعملية التقطير الغشائي.
- لم يتم في هذه الدراسة التركيز على الناحية الاقتصادية فيمكن في المستقبل ادخال اقتصادية العملية بعين الاعتبار.
- اقتصر في هذه الدراسة على أربع عوامل تشغيلية ويمكن في المستقبل إضافة عوامل تشغيلية أو هيكلية أخرى (مثل ضغط التفريغ وصفات الغشاء من سماكة ومسامية وهيدروفوبية).

6- المراجع: References

- [1] D. Winter , Membrane Distillation - a Thermodynamic, Technological and Economic Analysis , University of Kaiserslautern, Germany , (2014).
- [2] M. Garcia-Payo, M. Izquierdo-Gil, C. Fernandez-Pineda, Wetting study of hydrophobic membranes via liquid entry pressure measurements with aqueous alcohol solutions, Journal of Colloid and Interface Science 230 (2000).
- [3] S. Ripperger, Mikrofiltration mit Membranen - Grundlagen, Verfahren, Anwendungen, VHC Verlagsgesellschaft, (1992).
- [4] D. Winter, J. Koschikowski, M. Wieghaus, Desalination using membrane distillation: Experimental studies on full scale spiral wound modules, Journal of Membrane Science 375 (2011).
- [5] R. Schwantes, A. Cipollina, F. Gross, J. Koschikowski, D. Pfeifle, M. Rolletschek, V. Subiela, Membrane distillation: Solar and waste heat driven demonstration plants for desalination, Desalination 323 (2013).
- [6] A. Kullab, Desalination Using Membrane Distillation - Experimental and Numerical Study, Ph.D. thesis, Royal Institute of Technology, (2011).
- [7] S. Kimura, S. Nakao, S. Shimatani, Transport phenomena in membrane distillation, Journal of Membrane Science 33 (1987).
- [8] P. Onsekizoglu, Production of high quality clarified pomegranate juice concentrate by membrane processes, Journal of Membrane Science 442 (2013).

- [9] R. Bagger-Jørgensen, A. Meyer, M. Pinelo, C. Varming, G. Jonsson, Recovery of volatile fruit juice aroma compounds by membrane technology: Sweeping gas versus vacuum membrane distillation, *Innovative Food Science & Emerging Technologies* 12 (2011).
- [10] R. Schofield, A. Fane, C. Fell, R. Macoun, Factors affecting flux in membrane distillation, *Desalination* 77 (1990).
- [11] A. Hausmann, P. Sanciolo, T. Vasiljevic, M. Weeks, K. Schroen, S. Gray, M. Duke, Fouling mechanisms of dairy streams during membrane distillation, *Journal of Membrane Science* 441 (2013).
- [12] M. Tomaszewska, M. Gryta, A. Morawski, The influence of salt in solutions on hydrochloric acid recovery by membrane distillation, *Separation and Purification Technology* 14 (1998).
- [13] H. Udriot, A. Araque, U. von Stockar, Azeotropic mixtures may be broken by membrane distillation, *The Chemical Engineering Journal and the Biochemical Engineering Journal* 54 (1994).
- [14] M. Khayet, T. Matsuura, Preparation and characterization of polyvinylidene fluoride membranes for membrane distillation, *Industrial & Engineering Chemistry Research* 40 (24) (2001).
- [15] S. Bandini, A. Saavedra, G. Sarti, Vacuum membrane distillation: Experiments and modeling, *AIChE Journal* 43 (1997).

- [16] Z. Ding, L. Liu, J. Yu, R. Ma, Z. Yang, Concentrating the extract of traditional chinese medicine by direct contact membrane distillation, *Journal of Membrane Science* 310 (2008).
- [17] A. Alkudhiri, N. Darwish, N. Hlal, Membrane distillation: A comprehensive review, *Journal of Desalination* (2011).
- [18] M. Abu-Zeid, Y. Zhang, H. Dong, L. Zhang, H. Chen, L. Hou A comprehensive review of vacuum membrane distillation technique, *Journal of Desalination* (2015).

دراسة تأثير مقدار الراحة في الباترون على راحة الارتداء للجاكيت العسكري

طالبة الدراسات العليا: لين زاهر

كلية الهندسة الكيميائية والبتروولية - جامعة البعث

اشراف الدكتوراة: وديان عباس

ملخص البحث:

يُعتبر مفهوم الراحة من أكثر المفاهيم المعقدة والحساسة في قطاع الألبسة الجاهزة وخاصة راحة الارتداء، التي تعد من أهم الخواص التي يسعى إليها أي مصمم أزياء. وعندما لا تتم تلبيتها بشكل صحيح تصبح الملابس غير مريحة وقد تشكل خطراً خصوصاً عند تصنيع الألبسة الوظيفية، ومنها حالة بحثنا التي تختص باللباس العسكري.

عادةً ترتبط راحة الارتداء بعدة عوامل منها مقدار الراحة المستخدم في باترون تصنيع اللباس الجاهز، ومن أجل دراسة هذا التأثير قمنا في هذا البحث باختيار نوعين مختلفين من الأقمشة أحدهما وطني التصنيع والآخر قماش كوري مستورد ثم تصميم وتصنيع أربعة نماذج للجاكيت العسكري وباستخدام مقادير راحة مختلفين، كما تم إنشاء استبيان خاص لتقييم راحة الارتداء والبحث عن متطوعين قاموا بإجراء الاختبار المنشود، بعد ذلك تمت معالجة البيانات إحصائياً باستخدام الاختبارات المناسبة من خلال برنامج **Spss**، وبالنتيجة وجدنا أن لمقدار الراحة أثر إيجابي على راحة الارتداء على الجاكيت العسكري الذي تم تصميمه واختباره.

كلمات مفتاحية: الباترون، مقدار الراحة، راحة الارتداء، جاكيت عسكري، اللباس الجاهز

Study the Effect of Pattern Ease on the Wearing Comfort of Military Jacket

Abstract:

The concept of comfort is one of the most complex and sensitive concepts in the ready-to-wear sector, especially the Wearing comfort, which is one of the most important characteristics pursued by any fashion designer and when not properly met, the clothing becomes uncomfortable and may pose a risk especially when manufacturing functional clothing, including the case of our research that specializes in military clothing. Wearing comfort is usually related to several factors, including the Ease allowance used in the garment's pattern. In order to study this effect, in this research, we chose two different types of fabrics, one of which is national manufacturing and the other is imported Korean fabric, then designed and manufactured four models of the military jacket, using two different ease allowances. A special survey was created to assess the wearing comfort. Volunteers were sought who performed the desired test. The data was then statistically processed using appropriate tests through the **Spss** software. As a result, we found that the ease allowance had a positive impact on the wearing comfort of the military jacket that was designed and tested.

Keywords: Pattern, The Ease, Wearing Comfort, Military Jacket,

Ready to wear

1. مقدمة

تعتبر صناعة الملابس الجاهزة من الصناعات الرئيسية في الجمهورية العربية السورية، والتي تدعم الدخل الوطني وتحظى باهتمام مستمر نتيجة للتطور السريع في الحياة الاقتصادية والاجتماعية. مما يؤدي إلى تنافس المنتجين والقائمين على هذه الصناعة لتوفير كل العوامل اللازمة والمؤدية لنجاحها عن طريق اتباع شتى الطرق والأساليب العلمية والفنية والتكنولوجيا الحديثة وهذا ما تؤكدته الدراسات والاحصائيات الحديثة. تُعتبر قدرة الملابس على تحقيق الهدف من الاستخدام النهائي للمنتج من أبرز عوامل الجودة بالإضافة الى قدرته على توفير راحة الارتداء والتي تعتبر نتيجة للعديد من التفاعلات بين العوامل النفسية والفيزيولوجية، ويمكن القول بأنها حالة الرضا التي يشعر بها المرثدي عند تحقيق التوازن الفيزيولوجي والنفسي والجسدي بين ما يرتديه الشخص والبيئة المحيطة به. حيث ترتبط خواص الراحة الملبسية ارتباطاً وثيقاً بنوع الخامة المستخدمة في اللباس الجاهز ، كما أن لنوع الخامة دوراً هاماً في تحديد خصائص المنتج، ومدى ملاءمته للاستخدام النهائي [1] ، وهذا ما لا يمكن تجزئته عن الراحة الديناميكية التي يتم الحصول عليها من التصميم الدقيق للباترون والقيم المناسبة لمقدار الراحة المستخدم وذلك في أهم مناطق الجسم التي تشكل نقاط مفصلية للحركة.

1.1 مفهوم الراحة The comfort :

يعتبر مفهوم الراحة من أكثر المفاهيم المعقدة الشرح والتي حتى يومنا هذا لا يوجد تعريف دقيق لها إلا أنه تم اصطلاح بعض التعاريف من قبل مجموعة من الباحثين وبعده طرق:

- وفقاً للباحث Song: تشير الراحة إلى الطريقة التي يحس بها شخص ما بأن الملابس التي يرتديها مريحة بينما يشعر شخص آخر بأن نفس هذه الملابس غير مريحة في نفس شروط الارتداء. [2]

- وفقاً للباحثين Fourt and Hollies: وجدوا أن الراحة تشير إلى مجموعة من البارامترات الحرارية والغير حرارية المرتبطة بحالة الارتداء للملابس. [3]
- حسب العالم Li: اعتبر أن الراحة بمفهوم عام هي عبارة عن حالة تفاعل متعددة العوامل الفيزيائية والفيزيولوجية والنفسية، وبأن الراحة تعتمد على الإدراك الشخصي للإحساس البصري، اللمسي، الحراري للحالة النفسية والارتباط بين (جسم-ملبس) وتأثيرات البيئة المحيطة. [4]
- تبعاً لرأي العالم Slater: سليتر في عام 1996، ذكر بأنّ معضلة الملابس هي أن البشر لا يمكنهم العمل بشكل مرضٍ إذا لم يكونوا مرتاحين تماماً" وقسم الراحة إلى عدة أنواع [5]:

- الراحة الفيزيائية

- الراحة الفيزيولوجية

- الراحة النفسية (راحة الارتداء)

- أما الباحث Apurba فقد عرّف راحة الارتداء بأنها الشعور النفسي للشخص المرتدي للملابس تحت ظروف بيئية مختلفة. [6]

إذاً نستطيع القول أنّ لكلمة "الراحة" مجموعة متنوعة من المعاني التي تتعلق بالملابس والمرتدي حيث تشير كلمة "الراحة" إلى ما يشعر به الفرد، فالراحة هي إدراك الرفاهية بحيث يكون جسم الإنسان في تناغم نفسي وفيزيولوجي وجسدي مع البيئة التي يعيش فيها. وهي ترتبط بالأحاسيس والمحفزات التي تسببها الملابس مع التغيرات في النشاط البشري والمناخ المحلي للمرتدي و يمكن اعتبار الراحة أهم عامل تقييم لأداء اللباس ولذلك يعتبر مهندسي النسيج ومصممي الأزياء راحة الملابس جانباً من جوانب الجودة المؤثرة على الأداء الكلي للملابس وعلى رضا المستخدم. [7]

1.2 راحة الارتداء (wearing comfort):

الراحة في الارتداء هي حاجة أساسية وعامة للمستهلكين وتعتمد على العديد من العوامل ويمكن تقسيمها إلى ثلاثة أنواع:

1. راحة سيكولوجية أو نفسية، وهي التي تعبر عن مدى ملاءمة اللباس للشخص نفسه، والمناسبة التي يرتدى فيها اللباس، وغالبا ما ترتبط الراحة النفسية باتجاهات الموضة، من حيث شكل ولون اللباس.

2. راحة فيزيولوجية وهي مختصة بوظائف أعضاء الجسد، وتعبر عن قدرة الإنسان على التكيف مع ظروف الطقس المحيطة به، والمحافظة على درجة حرارة الجسم من خلال انتقال الحرارة والعرق بعيداً عن الجسم.

3. راحة ملمسية وهي المرتبطة بخواص سطح القماش، طبقاً للإحساس بالخامة وملمسها على الجلد وإمكانية تسببها بالحكة أو الحساسية. [8]

في راحة الارتداء نجد أنّ هناك علاقة وثيقة بين شكل الملابس وراحة الارتداء حيث يعتبران هما الإجابة المباشرة للنشاط المتوقع والثقافة والبيئة المحيطة، كما إن انطباق الراحة المتولد عند الشخص مرتبط بشكل قوي باستجابته الفيزيولوجية والنفسية.

تتكيف أنواع الملابس المختلفة مع التغيرات في أبعاد سطح الجسم بطرق مختلفة، فمثلا ملابس التريكو قادرة على التكيف بشكل جيد جداً مع التغيرات في أبعاد سطح الجسم وذلك بفضل هيكلها المرن، وعلى العكس فإن الملابس المصنوعة من الأقمشة المنسوجة العادية لا تتكيف بسهولة مع هذه التغيرات مما يجعل السهولة في الحركة أو الراحة ضرورية.

يجب أن يكون القماش المستخدم في الملابس قادر على التكيف مع الفرق بين تغيير أبعاد سطح الجسم وأبعاد الملابس كغطاء لهذا السطح، يمكن تحقيق ذلك من خلال

مقدار الراحة المناسب في الباترون والسماح للملابس بأن تنزلق فوق سطح الجسم عند حدوث تغيرات في الأبعاد. ويجب أن تكون الملابس قادرة على التمدد بنفس درجة الجلد، وإذا لم تكن الملابس على اتصال مباشر بالجلد فيجب أن تسمح بتمدد أكبر. [9]

1.3 مقدار الراحة:

من أجل التعريف بمقدار الراحة بشكل صحيح لا بد لنا أولاً من التعريف بالباترون المستخدم في صناعة الألبسة الجاهزة.

الباترون: هو رسم تخطيطي للطريقة التي سيتم بها بناء جزء الملابس والذي يشكل خطة العمل لتصنيعه، بكلام آخر هو مجموعة الخطوط الهندسية المستقيمة والمنحنية والمتداخلة الناتجة عن استخدام القياسات المختلفة لأبعاد الجسم والتي تتخذ في النهاية شكلاً مماثلاً له. وللباترون عدة أنواع نذكر منها:

1. الباترون المسطح العادي Flat Pattern: هو عبارة عن تجسيد للجسم على الورق باستخدام قياسات الجسم الأساسية بدون أي إضافات أو تفاصيل للموديل.
2. الباترون التجاري الجاهز Commercial Pattern: وهو الباترون الموجود في مجلات الخياطة كالبوردا ويكون هذا الباترون جاهز تماماً للوضع مباشرة على القماش ويجب هنا إضافة حدود الخياطة، ويكون مدرجاً بالمقاسات فنجد للموديل الواحد باترون بأكثر من مقاس ويحتوي على كل التفاصيل الخاصة بالموديل.
3. الباترون الصناعي Industrial Pattern: وهو الباترون المستخدم في مصانع الملابس الجاهزة ويختلف الباترون الصناعي عن النوعين الآخرين فهو يضم قياسات الجسم مضافاً لها كل من مقدار الراحة وحدود الخياطة، وفيه ترسم قطع الباترون كاملة وليست نصف القطعة كما هو الحال في الباترون العادي والجاهز.

❖ مقدار الراحة Ease allowance:

يمكن تعريف مقدار الراحة في الملابس بأنه الفرق في المساحة بين اللباس والجسم. أو بكلام آخر بين الباترون وأبعاد الجسم. يمكن أخذه بعين الاعتبار في الباترون من خلال زيادة المنطقة على طول الخط الخارجي، ويقاس مقدار الراحة عادةً بالاختلافات المحيطية بين الملابس وجسم المرثدي وهو عامل مهم لا يمكن تجاهله في دراسة ملائمة الملابس، وإن توزع مقدار الراحة مرتبط بشكل وثيق بين شكل الجسم وحالة الحركة وهو عنصر حاسم لتحقيق الملائمة الجيدة والراحة. على الرغم من أن مقدار الراحة يعتبر بشكل عام إضافة إلى الأبعاد إلا أنه يمكن أن يكون عملية طرح وذلك يعتمد على العديد من العوامل بما في ذلك حركة الجسم، خصائص النسيج، تفضيلات الراحة وموديل الملابس. [10][11][12]

❖ أنواع مقدار الراحة:

تعتبر المهمة الأساسية لهذا القياس الكمي للملابس هي تحقيق الرضا في الملائمة أثناء عملية إنشاء الباترون، وقد أجريت العديد من الدراسات في هذا المجال وتم التعبير عنه بطرق مختلفة

ففي إحدى الدراسات تم التحدث عن ثلاثة أنواع لمقدار الراحة من الناحية العملية:

- مقدار الراحة القياسي standard ease: هو الفرق بين الحدود الخارجية العظمى والصغرى لجسم المرثدي. يتم الحصول عليه من الشكل القياسي لجسم الإنسان أثناء قيامه بالوقوف أو الجلوس وهذا المقدار يمكن حسابه بسهولة باستخدام طريقة السحب الكلاسيكية.
- مقدار الراحة الديناميكي dynamic ease: يؤمن مساحات كافية للمرثدين الذين يمتلكون أجسام غير قياسية (نحيف، بدين، ورك عريض)، أثناء قيامهم بحركات مثل (المشي، القفز والركض. الخ)

- مقدار راحة القماش Fabric ease: يأخذ بعين الاعتبار تأثير الخواص الميكانيكية لأقمشة الملابس وهو مفهوم هام جداً لملاءمة الملابس. [10]

❖ أهم المتغيرات التي تساهم في تحديد مقدار الراحة:

إن فهم العوامل المساهمة في مقدار الراحة بشكل كامل يساعد في اقتراح كيفية ظهوره في نموذج مناسب للتطبيق في العملية الهندسية لبناء الباترون وتطوير الملابس وفيما يلي نبذه عن أهم هذه العوامل: [10]

- الوظيفة Function: إن المتطلبات الوظيفية يمكن تحديدها بشكل موضوعي، وهي تتعلق بقدرة المردي على أداء الحركات المطلوبة منه بدون أية إعاقة من الملابس، ويجب أن يؤخذ النفس أيضاً بعين الاعتبار حيث لا يجب تقييده بأبعاد الثوب. من المهم أيضاً تحديد أماكن حدوث التغيرات الوظيفية في الجسم وإلى أية درجة تحدث وكيف تؤثر على المردي، كما يعد التفاعل المتغير بين الثوب والجسم وبينه وبين طبقات الملابس الأخرى أمراً هاماً أيضاً.

- الراحة Comfort: يتعلق هذا المتغير في المقام الأول بتصورات المردي بناءً على الراحة الحسية وردود الأفعال الشخصية لها من المردي، وهي تشمل سماحية (allowances) لكل من الراحة الفيزيولوجية والحرارية مثل دوران الهواء والتهوية، لمنع ارتفاع درجة الحرارة أو التبريد المفرط وأيضاً الراحة الحسية المتعلقة بإثارة الاحتكاك أو الحكّة والوخز للمردي. يمكن اعتبار هذا العامل قابلاً للتحديد بناءً على التحديد الذاتي للمردي وسيختلف حسب منطقة الجسم لكون بعض المناطق أكثر حساسية من الأخرى.

- القياس الإضافي Over size: هذا العامل يأخذ بعين الاعتبار قياسات الألبسة التي ممكن أن تلبس تحت اللباس المدروس مثل: الألبسة الداخلية أو غيرها، ويجب تحديد هذا المتغير بشكل موضوعي وقد أظهرت الدراسات

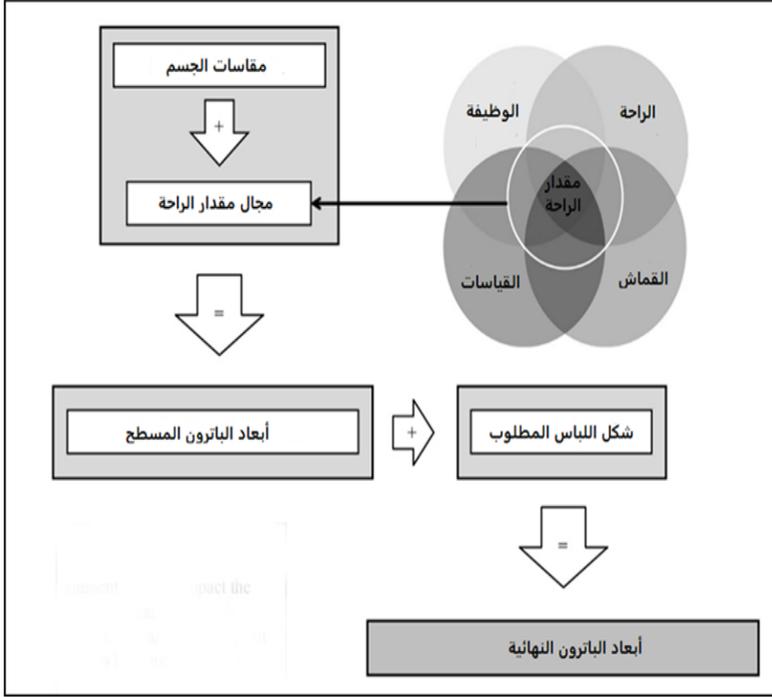
أهمية هذا المتغير حيث تحتوي المعاطف والملابس الخارجية على مقدار راحة أكبر من الألبسة الأخرى.

- القماش Fabrics: تعتبر خصائص القماش أيضاً من الاعتبارات المهمة التي تؤثر على قيمة مقدار الراحة ويمكن تصنيفها الى:

- الامتطاطية (stretch): وتحددها الخصائص المرنة للقماش.

- الانزلاق (slip): يحدث من خلال تفاعل القماش مع الجسم أو مع الملابس الداخلية underlying garments وخصائص السطح المتعلق بالراحة الحسية للمرتدي.

- الموديل Styling : يعتبر الموديل أمر شخصي خاص بالمصمم/ فني النماذج. إن مقدار الراحة الخاص بالموديل هو الذي يضبط الباترون ليلائم موديل معين من الملابس (مثل قميص ضيق (slim) من قالب قميص عادي (regular)). يؤثر مقدار الراحة هذا على المتغيرات الأخرى، ولكنها تعتمد على التصميم لذلك فهي ليست دائماً جزءاً أساسياً عند تحديد أبعاد الباترون.



الشكل (1) بعض المتغيرات المترامنة لمقدار الراحة [13]

2. أهمية و هدف البحث:

أدت الحرب على سوريا إلى ازدياد الطلب على اللباس العسكري بسبب التحاق عدد كبير من الشباب بالجيش العربي السوري، وقد انتشرت الكثير من التصميمات غير المناسبة والناجمة عن مشاكل في تصميم الباترون وعدم وجود جداول قياسات الجسم الموحدة، مما دفع الكثير من الشبان الى اللجوء للتفصيل الخاص للبدلة.

حيث أنّ عملية تصميم اللباس الجاهز الجيد تحتاج إلى إضافة مقدار راحة مناسب للباترون إلا أنه حتى الآن لا يوجد دليل موضوعي فيما يتعلق بقيم ومستويات الراحة التي يجب استخدامها في صناعة الألبسة الجاهزة.

يهدف هذا البحث إلى التعرف على مفهوم راحة الارتداء بشكل عام وعلى مقدار الراحة بشكل خاص ودراسة إمكانية تحديد مدى تأثير مقدار الراحة المستخدم في تصميم باترون

الجاكيت العسكري في راحة الارتداء، وذلك من خلال تفصيل نموذجين للجاكيت العسكري باستخدام نوعي قماش ومقداري راحة مختلفين.

3. الدراسة العملية:

1.3. تصميم وتفصيل الجاكيت العسكري:

في هذا الجزء كان الهدف هو تصميم وتنفيذ جاكيت عسكري (عدد4) بنموذجين مختلفين (مقداري راحة مختلفين) وقماشين مختلفين: الأول وطني وهو القماش المنتج في شركة الدبس والمستخدم في تصنيع البدلات العسكرية في الجيش العربي السوري والثاني مستورد كوري وهو من الأصناف الأكثر استخداماً في تفصيل البدلات العسكرية في السوق التجارية. ولتحقيق ذلك كان لا بد من المرور بالمراحل التالية:

1. البحث عن متطوعين لإجراء اختبار راحة الارتداء لاحقاً

2. تحديد قياس البدلة.

3. الحصول على المقاسات الكاملة من أجل تصميم البدلة العسكرية.

4. الحصول على قيمة مقدار الراحة الواجب إضافته.

5. رسم الباترون اللازم من أجل عملية التصميم.

6. عملية تفصيل الجاكيت.

يبين الجدول (1) أهم المواصفات التي يتمتع بها القماشين السوري والكوري:

جدول (1) مواصفات الأقمشة المدروسة

وزن متر الجر	عرض القماش	التركيب النسجي	المادة الأولية	نوع عينة القماش
g	cm			
357	151	مبرد 1/3	20% قطن 80% بوليستر	كوري
321	124	مبرد 1/2	65% قطن 35% بوليستر	سوري
تشريب الخيوط	الكثافة خيط/سم	النمرة	نوع عينة القماش	
cm		Ne		
104.7	51	21	سداء	كوري
107.8	23	15	حدف	
105.7	35	27/2	سداء	سوري
137.1	22	28/2	حدف	

2.3. خطوات العمل:

1. تم اختيار القياس (52) والذي يُعد مناسباً ومطابقاً للعينة المتوقعة.
2. للحصول على المقاسات الكاملة لجأنا إلى شركة الوسيم للألبسة الجاهزة واستطعنا من خلال الشركة التعرف على عملية أخذ القياسات وتصميم النموذج.
3. حصلنا على الباترون الصناعي للبدلة وهو الباترون الذي يحوي قياسات الجسم مضافاً لها مقدار الراحة وحدود الخياطة. وقد تم سحب هذا الباترون عن طريق برنامج Lectra المستخدم في الشركة ويكون هذا الباترون هو النموذج الاول.
4. تم تحديد قيمة مقدار الراحة الواجب إضافته إلى باترون النموذج الثاني والذي حصلنا عليه بأخذ المتوسط الحسابي لمقدار الراحة المستخدم في دراسات مرجعية، والمستخدم في بعض الماركات، والمستخدم في البوردرات العالمية.

•النموذج الأول: تم استخدام الباترون مع مقدار الراحة نفسه الذي تم تضمينه من قبل الشركة لتصنيع جاكيتين الأولى من القماش الوطني والثانية من القماش الكوري، ويوضح

الجدول (2) قياسات الجاكيت العسكري المستخدمة في النموذج الأول

جدول (2) قياسات الجاكيت العسكري النموذج الأول

اسم القياس	قياس الجسم (سم)	مقدار الراحة (سم)	القياس النهائي (سم)
دوران الصدر	104	16	120
دوران الخصر	96	20	116
دوران الذراع	30	16	46

•النموذج الثاني: تم استخدام الباترون مع مقدار الراحة المقترح الموجود في الجدول أدناه والذي تم اعتماده من حساب متوسط مقدار الراحة المعتمد في البوردا والأبحاث العلمية السابقة والمستخدم في بعض الماركات، ويوضح الجدول (3) قياسات الجاكيت العسكري النموذج الثاني التي سندخل فيها تغييراً في مقدار الراحة.

جدول (3) قياسات الجاكيت العسكري النموذج الثاني

اسم القياس	قياس الجسم (سم)	مقدار الراحة (سم)	القياس النهائي (سم)
دوران الصدر	104	14	118
دوران الخصر	96	17	113
دوران الذراع	30	14	44

5. تم فصل أجزاء الباترون الكامل وفيما يلي نوضح صوراً لأجزاء الباترون المختلفة:



الشكل (2) باترون الصدر والظهر والكم للجاكيت العسكري

6. عملية فرش القماش: تم فرش القماش وتوضيح الباترون فوقه وفق الاتجاهات الصحيحة، وبعد ذلك تمت عملية قص القماش باستخدام المقص المستقيم تجهيزاً لعمليات التجميع المختلفة.



الشكل (3) فرش القماش وتوضيح أجزاء الباترون للجاكيت

7. عمليات التجميع لأجزاء الباترون: تضمنت هذه المرحلة عمليات الحبكة باستخدام ماكينة الأوفرلوك وباستخدام الغرزة 516 لمنع تنسيل أطراف القماش وتجميع في آن واحد، وبعدها تم استخدام الغرزة المقفلة 301 التي تضمن خياطة متينة ومقاومة على الاستخدام. بعد انتهاء عمليات الخياطة تمت عملية فتح العراوي وتركيب الأزرار وغيرها من العمليات النهائية للبدلة.

3.3 اختبار راحة الارتداء:

لإجراء اختبار راحة الارتداء تم القيام بالخطوات التالية:

1. إنشاء الاستبيان الخاص براحة الارتداء واستبيان شخصي للمساعدة في تفسير بعض البيانات.
2. التوجه إلى بعض القطع العسكرية وإجراء الاختبارات الخاصة براحة الارتداء من قبل الأشخاص المتطوعين وعددهم (29) ومن فئات عمرية مختلفة تتراوح (25-45) سنة من الذين يمتلكون القياس (52).
3. نقل البيانات التي تم الحصول عليها ومحاولة معالجتها إحصائياً باستخدام برنامج Spss لنرى إن كان هناك نوع من الارتباط بين مقدار الراحة المدروس وراحة الارتداء للجاكيت العسكري المصنَّع من هذه الأقمشة.

1.3.3 استبيان اختبار راحة الارتداء:

تم إنشاء استبيان لتقييم راحة الارتداء بحيث على المتطوع أن يقوم بمجموعة من الحركات المشروحة أدناه:

1. أن يضم يديه إلى صدره بشكل أفقي (للتأكد من أن مفاص عرض الظهر مناسب ويعطي الراحة المطلوبة وذلك في حال الوقوف).
2. أن يضع يديه في وضع الراحة (الذراعين ملاصقتين للجسم)، ثم يقوم برفع إحدى الذراعين للأعلى (للتأكد من أن مفاص وعمق حفرة الإبط مريح ومناسب للحركة).

3. يقف الشخص ثم يقوم بتحريك الذراعين وكأنه يمشي لنقوم (للتأكد من الملائمة وسهولة الحركة عند محيط الصدر و دوران حفرة الإبط)

4. انحناء الظهر مع ضم اليدين حتى الكتفين للتأكد من ملائمة قياس عرض الظهر في حالة الانحناء..

5. انحناء الظهر مع فرد اليدين بشكل أفقي لضبط قياس عرض الصدر.



الشكل (4) حركات تقييم راحة الارتداء

وبعد كل حركة يتم سؤال المتطوع عن درجة الراحة التي يشعر بها وتقييمها وفقاً لمقياس ليكارت الخماسي كما هو الموضح في الجدول أدناه. [14]

جدول (4) درجات تقييم راحة الارتداء

اسم القياس	غير مريح على الإطلاق	غير مريح	عادي	مريح	مريح
درجة التقييم	1	2	3	4	5
درجة تقييم الأشخاص					

2.3.3 معالجة البيانات ومناقشة النتائج:

تم نقل البيانات لمعالجتها إحصائياً باستخدام البرنامج الإحصائي (SPSS) وتم اتباع الخطوات التالية:

1. تم حساب المتوسط الحسابي (المتوسط المرجح) ومقارنته مع مقياس ليكارت الخماسي حيث أن أسئلة الاستبانة كانت مغلقة تضمنت 5 خيارات يقوم المبحوث باختيار أحدها، واعتمد مقياس عددي ((1,2,3,...)) للتعبير عن كل إجابة في السؤال الواحد. وقد تم استخدام مقياس إجابة ذو 5 نقاط (مقياس ليكارت الخماسي) وحساب فضاء العينة المبين بالجدول (5):

جدول (5) مقياس ليكارت

النتيجة	المتوسط المرجح
غير مريح على الإطلاق	من 1 إلى 1.79
غير مريح	من 1.8 إلى 2.59
عادي	من 2.6 إلى 3.39
مريح	من 3.4 إلى 4.19
مريح جداً	من 4.2 إلى 5

2. تم حساب المتوسط المرجح لمجموعة الأسئلة في الاستبانة، ومن ثم مقارنتها بمقياس ليكارت الخماسي.

❖ رموز الدراسة:

تم اعتماد مجموعة من الرموز لتسهيل معالجة البيانات، ويوضح الجدول رقم (6) الرموز المستخدمة في الدراسة.

جدول (6) الرموز المستخدمة في الدراسة

الرمز	الدلالة
CSD1	راحة الارتداء للجاكيت السوري (النموذج الأول)
CKD1	راحة الارتداء للجاكيت الكوري (النموذج الأول)
CSD2	راحة الارتداء للجاكيت السوري (النموذج الثاني)
CKD2	راحة الارتداء للجاكيت الكوري (النموذج الثاني)
P1, P2	أفراد عينة الدراسة (شخص الأول،.... شخص رقم 29)
Q1, Q2	أسئلة الاستبانة (الحركة الأولى،.....الحركة الخامسة)

3. تم التأكد من أن إجابات المتطوعين على الاستبيان تخضع للتوزع الطبيعي باستخدام اختبار Sample Kolmogorov-Smirnov بهدف معرفة طبيعة الاختبارات التي يجب استخدامها في هذا الجزء. ويبين الجدول (7) نتائج الاختبار.

جدول (7) نتائج اختبار Sample Kolmogorov-Smirnov Test لاستبيان راحة الارتداء

للجاكيت العسكري

النماذج المدروسة	سوري نموذج 1 CSD1	كوري نموذج 1 CKD1	سوري نموذج 2 CSD2	كوري نموذج 2 CKD2
فضاء العينة (N)	29	29	29	29
المتوسط الحسابي	3.3103	3.3379	3.3379	3.9655
الانحراف المعياري	0.77198	0.85206	0.85206	0.81778
الدلالة الإحصائية Sig. (2-tailed)	.200	.095	.095	.198

في البداية لا بدّ من التأكيد فيما إذا كانت إجابات أفراد عينة الدراسة تخضع للتوزيع الطبيعي أم لا، بهدف معرفة طبيعة الاختبارات التي يجب استخدامها في هذا البحث بناءً على فرضيتين أساسيتين:

فرضية العدم: إن أفراد عينة الدراسة يخضعون للتوزيع الطبيعي

فرضية البديلة: إن أفراد عينة الدراسة لا يخضعون للتوزيع الطبيعي

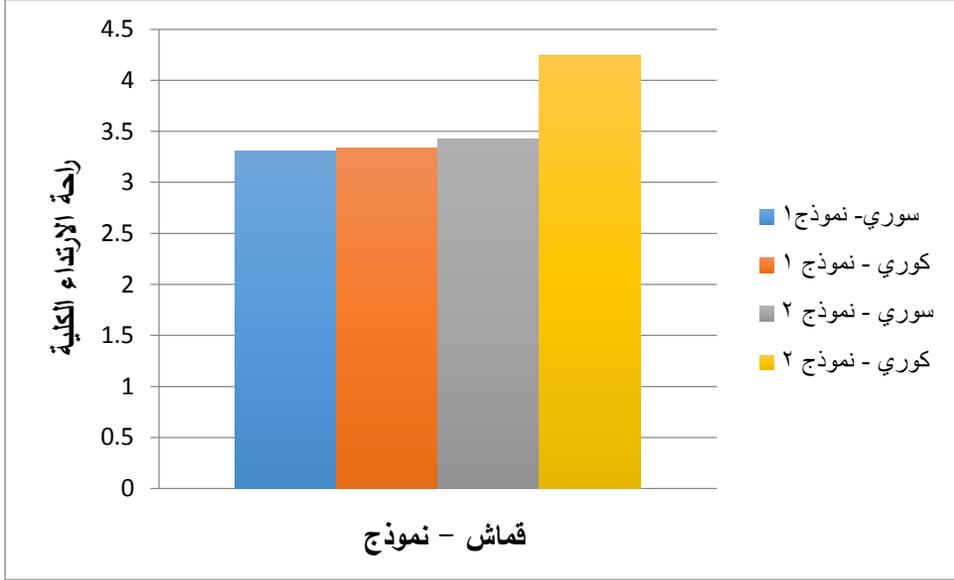
يُلاحظ من الجدول (7) أن مستوى الدلالة المحسوبة (Asymp. Sig. (2-tailed) لجميع المتغيرات أعلى من مستوى الدلالة 0.05، و بالتالي نقبل فرضية العدم التي تنص على أن أفراد عينة الدراسة يخضعون للتوزيع الطبيعي.

تم استخراج متوسطات ونتيجة إجابات أفراد عينة الدراسة ووفق مقياس ليكارت، ويوضح الجدول رقم (8) ذلك:

جدول (8) متوسطات ونتيجة إجابات أفراد عينة الدراسة على درجة راحة الارتداء للجاكيت العسكري وفق الحركة من وجهة نظر أفراد العينة

درجة راحة	Q5	Q4	Q3	Q2	Q1	راحة الارتداء
3.31	3.55	2.93	3.55	3.41	3.10	CSD1
عادي	مريح	عادي	مريح	مريح	عادي	التقييم
3.34	3.31	2.76	3.83	3.66	3.14	CKD1
عادي	عادي	عادي	مريح	مريح	عادي	التقييم
3.43	3.66	3.07	3.79	3.45	3.17	CSD2
مريح	مريح	عادي	مريح	مريح	عادي	التقييم
4.24	4.07	3.8	4.6	4.6	3.9	CKD2
مريح جداً	مريح	مريح	مريح جداً	مريح جداً	مريح	التقييم

يبين المخطط (1) متوسطات ونتيجة إجابات أفراد عينة الدراسة على درجة راحة الارتداء للجاكيت العسكري وفق متوسط الإجابات الخمس.



مخطط (1) نتائج اختبار راحة الارتداء للجاكيت العسكري وفق الحركة

من الشكل السابق نلاحظ أن الجاكيت الكوري نموذج (2) قد أبدى مستوى راحة أعلى من باقي العينات المدروسة.

❖ دراسة تأثير مقدار الراحة على راحة الارتداء للجاكيت العسكري

تم إجراء مقارنة بين درجة راحة الارتداء للجاكيت العسكري وفق التصاميم المدروسة من وجهة نظر أفراد العينة، باستخدام الاختبارات الإحصائية للوصول إلى النتيجة النهائية. حيث تم اختبار الفرضيتين التاليتين:

فرضية العدم: لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية بين إجابات أفراد عينة الدراسة حول درجة راحة الارتداء للجاكيت العسكري وفق التصاميم المدروسة.

الفرضية البديلة: توجد فروق ذات دلالة إحصائية بين إجابات أفراد عينة الدراسة حول درجة راحة الارتداء للجاكيت العسكري وفق التصاميم المدروسة.

وذلك باستخدام اختبار Paired Samples Test عند مستوى دلالة (0.05)، ويوضح

الجدول (9) نتائج اختبار Paired Samples Test

جدول (9) نتائج اختبار Paired Samples Test

Sig	df	t	الاختلافات بين الأزواج المدروسة			الأزواج المدروسة
			الخطأ النسبي	الانحراف المعياري	المتوسط الحسابي	
0.838	28	0.206	0.134	0.72	0.027	نموذج (سوري 1 - سوري 2) CSD1 - CSD2
0.000	28	5.997	0.151	0.811	0.903	نموذج (كوري 1 - كوري 2) CKD1 - CKD2
0.838	28	0.206	0.134	0.72	0.027	نموذج (سوري 1 - كوري 1) CSD1 - CKD1
0.000	28	5.997	0.151	0.811	0.903	نموذج (سوري 2 - كوري 2) CSD2 - CKD2

❖ مناقشة النتائج:

نلاحظ من الجدول السابق ما يلي:

1. مقارنة بين درجة راحة الارتداء للجاكيت العسكري السوري النموذج الأول ودرجة راحة

الارتداء للجاكيت العسكري السوري النموذج الثاني (سوري 1 - سوري 2): نلاحظ أن

مستوى الدلالة المحسوبة $sig = 0.838$ وهي أكبر من مستوى الدلالة النظرية 0.05

بالتالي نقبل الفرضية الصفرية التي تنص على عدم وجود فروق ذات دلالة إحصائية بين

درجة راحة الارتداء للجاكيت العسكري السوري النموذج الأول ودرجة راحة الارتداء

للجاكيت العسكري السوري النموذج الثاني.

2. مقارنة بين درجة راحة الارتداء للجاكيت العسكري الكوري النموذج الأول ودرجة راحة الارتداء للجاكيت العسكري الكوري النموذج الثاني (كوري 1- كوري 2): نلاحظ أن مستوى الدلالة المحسوبة $\text{sig} = 0.00$ وهي أقل من مستوى الدلالة النظرية 0.05 بالتالي نرفض الفرضية الصفرية ونقبل الفرضية البديلة التي تنص على وجود فروق ذات دلالة إحصائية بين درجة راحة الارتداء للجاكيت العسكري الكوري النموذج الأول ودرجة راحة الارتداء للجاكيت العسكري الكوري النموذج الثاني، وباعتبار أن المتوسط بلغ (0.63) فهذا يعني أن النموذج الثاني تفوق على النموذج الأول وفقاً لما هو موضّح في الجدول.

3. مقارنة بين درجة راحة الارتداء للجاكيت العسكري السوري النموذج الأول ودرجة راحة الارتداء للجاكيت العسكري الكوري النموذج الأول (سوري 1- كوري 1): نلاحظ أن مستوى الدلالة المحسوبة $\text{sig} = 0.838$ وهي أعلى من مستوى الدلالة النظرية 0.05 بالتالي نقبل الفرضية الصفرية التي تنص على عدم وجود فروق ذات دلالة إحصائية بين درجة راحة الارتداء للجاكيت العسكري السوري النموذج الأول ودرجة راحة الارتداء للجاكيت العسكري الكوري النموذج الأول، مما يدل على عدم وجود تأثير لمقدار الراحة للنموذج الأول.

4. مقارنة بين درجة راحة الارتداء للجاكيت العسكري السوري النموذج الثاني ودرجة راحة الارتداء للجاكيت العسكري الكوري النموذج الثاني (سوري 2- كوري 2): نلاحظ أن مستوى الدلالة المحسوبة $\text{sig} = 0.00$ وهي أقل من مستوى الدلالة النظرية 0.05 بالتالي نرفض فرضية العدم ونقبل الفرضية البديلة التي تنص على وجود فروق ذات دلالة إحصائية بين درجة راحة الارتداء للجاكيت العسكري السوري النموذج الثاني ودرجة راحة الارتداء للجاكيت العسكري الكوري النموذج الثاني، وباعتبار أن متوسط الفرق بلغ (0.63) فإن النموذج الكوري الثاني تفوق على النموذج السوري الثاني، وهنا علينا أن نبحث في وجود تأثير لبارامتر آخر في راحة الارتداء وهو مواصفات القماش.

وبالتالي نلاحظ أنه بالمقارنة بين راحة الارتداء للجاكيت العسكري من نفس القماش وتغيير مقدار الراحة، لم تبدي الجاكيت العسكرية السورية أية دلالة إحصائية ولكن كان لمقدار الراحة رقم 2 الأفضلية، فيما أبدت العينات الكورية دلالة إحصائية لصالح مقدار الراحة رقم 2 وبالتالي يوجد لمقدار الراحة أثر إيجابي على راحة الارتداء.

أما بالمقارنة بين راحة الارتداء للجاكيت العسكري بنتيبت مقدار الراحة وتغيير القماش فقد أبدى القماش الكوري مستوى راحة أعلى من نظيره السوري وهذا يعني إمكانية وجود أثر لمواصفات القماش على راحة الارتداء.

4. الاستنتاجات:

من التحليل الإحصائي للبيانات تبين مايلي:

- أن الفرق في درجة الراحة بين الجاكيت العسكري السوري (النموذج الثاني) و الجاكيت العسكري السوري (النموذج الأول) كان لصالح النموذج الثاني وبالتالي فإن مقدار الراحة 2 المستخدم في النموذج الثاني أثر على الراحة وسبب زيارة في راحة الارتداء، وبما أن مقدار الراحة الثاني هو الأصغر قياساً فقد يكون للموديل (Fitting) تأثيراً على رأي المتطوعين.
- تفوق الجاكيت الكوري (النموذج الثاني) على الجاكيت الكوري (النموذج الأول) وبالتالي فإن مقدار الراحة 2 أثر على الراحة وأدى الى زيادة في راحة الارتداء.
- بالمقارنة بين الجاكيت السوري (نموذج 1) والجاكيت الكوري (نموذج 1) وبين الجاكيت السوري (نموذج 2) والكوري (نموذج 2) أي بنتيبت مقدار الراحة تفوق الجاكيت الكوري على الجاكيت السوري. وهنا كان المؤثر هو نوع ومواصفات القماش حيث كان القماش الكوري هو الأكثر راحة وهو من الممكن أن يكون موضع دراسة أخرى.

5. التوصيات:

- إمكانية إجراء مثل هذا الاختبار باستخدام عدد أكبر من النماذج لمقدار الراحة وبلاستعانة بعدد أكبر من المتطوعين للحصول على نتائج أفضل.
- دراسة إمكانية تطبيق دراسة مماثلة على بنطال البدلة العسكرية.
- تطبيق دراسة مماثلة ولكن لدراسة تأثير مواصفات الأقمشة على راحة الارتداء

6. المراجع العلمية:

1. salum, F (2018). **A study on the functional performance properties of modern sportswear fabrics.** International Design Journal, Volume 8, Issue 3.
2. Song, G (2011). **Improving comfort in clothing,** Woodhead Publishing limited, Guowen Song, USA.
3. L.Fourt et N.R.s Hollies,(1970). **The comfort and function of clothing.**USA.
4. Li. Y, (2001). **The scienc of Clothing comfort,** textile progress, vol. 40, no. (2), pp
5. Slater, B, (1977). **Comfort properties of textile,** Textile progress, vol. 38, no. (2), pp. 1-80
6. Das, A alagirusamy, R (2010). **Science in clothing comfort** Psychology and comfort, Publishing Series in Textiles
7. Kamalha, E,(2021). The **Comfort Dimension; a Review of Perception in Clothing.** Journal of Sensory Studies,Vol.6 Issue: 3
8. Barakat, G, Rashad,U; (2020). **Effectiveness of Lycra material in improving the comfort properties of shirt.** Journal of Architecture, Arts and Humanities,vol 5,no 24.
9. Gersak, (2014)."**Wearing comfort using body motion analysis,** University of Maribor, Slovenia". Woodhead Publishing.

10. Chen, Y Zeng, X Happiette, M ,(2008). **A new method of ease allowance generation for personalization of garment design**, International Journal of Clothing Science and Technology, , Vol. 20 N0 2, 22–33.
11. Roger, N. Leung–fu, C. Winnie, Y, (2007). **Dynamic Ease Allowance in Arm Raising of Functional Garment**. Journal of Information and Computing Science, Vol. 2, No. 2, pp. 145–152
12. Xing–Ying, (2023). **The relation between body surface angle and apparel ease distribution under the motion**, international journal of clothing science and technology.
13. Simeon Gill (2011). **Improving garment fit and function through ease quantification**. Journal of Fashion Marketing and Management, Vol. 15 Iss 2 pp. 228 – 241.
14. Ankur Joshi, Saket Kale , et al, (2015) , **Likert Scale: Explored and Explained**. British Journal of Applied Science & Technology.

نمذجة جيولوجية ثلاثية البعد لمنخفض الغاب – سورية

طالبة الماجستير : م. مرح ناصر - كلية الهندسة الكيميائية والبترولية -

جامعة البعث

اشراف الدكتور: ماجد جبور + د. نضال ابراهيم

الملخص:

تعد عمليات استكشاف النفط والغاز ذات أهمية كبيرة في الصناعة النفطية وبخاصة في ظل الظروف الاقتصادية الصعبة، ولأن الدراسات الاستكشافية المنفذة في منطقة الغاب قليلة على الرغم من وجود مادة عضوية ذات قدرة توليدية جيدة في طبقة الكورشينا دولوميت المخترقة بئر الغاب-1، ولكن درجات الحرارة كانت غير كافية لنضجها، قمنا باستخدام النمذجة من أجل توضيح جيولوجية حوض الغاب وبيان الجزء الأكثر أهمية فيه لتنفيذ العمليات الاستكشافية فيه.

تم العمل في هذا البحث على بناء نموذج جيولوجي ثلاثي البعد لسطحي الكورشينا دولوميت والكامشوكا في منطقة الغاب اعتماداً على نتائج تفسير المقاطع الاهتزازية المتواجدة في الشركة السورية للنفط مع الاستعانة بالخرائط الجيولوجية والتكتونية للمنطقة، حيث تبين لنا من خلال هذا النموذج بوجود مركز ترسيب جنوبي عميق، وتباين كبير في عمق طبقة الكورشينا دولوميت والكامشوكا بين شمال وجنوب المنخفض.

كلمات مفتاحية: نموذج جيولوجي - منخفض الغاب - كورشينا دولوميت - الخرائط التكتونية.

3D GEOLOGICAL MODELING OF AI- Ghab Depression – Syria

Summary

Oil and gas exploration operations are of great importance in the oil industry especially in light of the difficult economic conditions. Because the exploratory studies carried out in the AlGhab basin are few and they showed the presence of an organic material in the Korshina dolomite layer at depth 2340 m , that has a good reproductive capacity, but the temperature at that depth was not sufficient for the thermal maturity. We used modeling in order to clarify the geology of this area and to determine the most important part of oil exploration.

We build a three-dimensional geological model of the Korshina dolomite and Quammchouke surfaces in the Al-Ghab area .This is based on the two- dimensional seismic survey data available in the Syrian Petroleum Company, some of surface reflectors in seismic profiles are not clear.

We used the tectonic maps of the region through our model , it was found there is a deep sedimentation center in the south of the basin and alarge variation in depths between the south and the north of basin.

Key words: Geological Model- Al-Ghab Depression- Korshina dolomite –Tectonic Maps .

مقدمة:

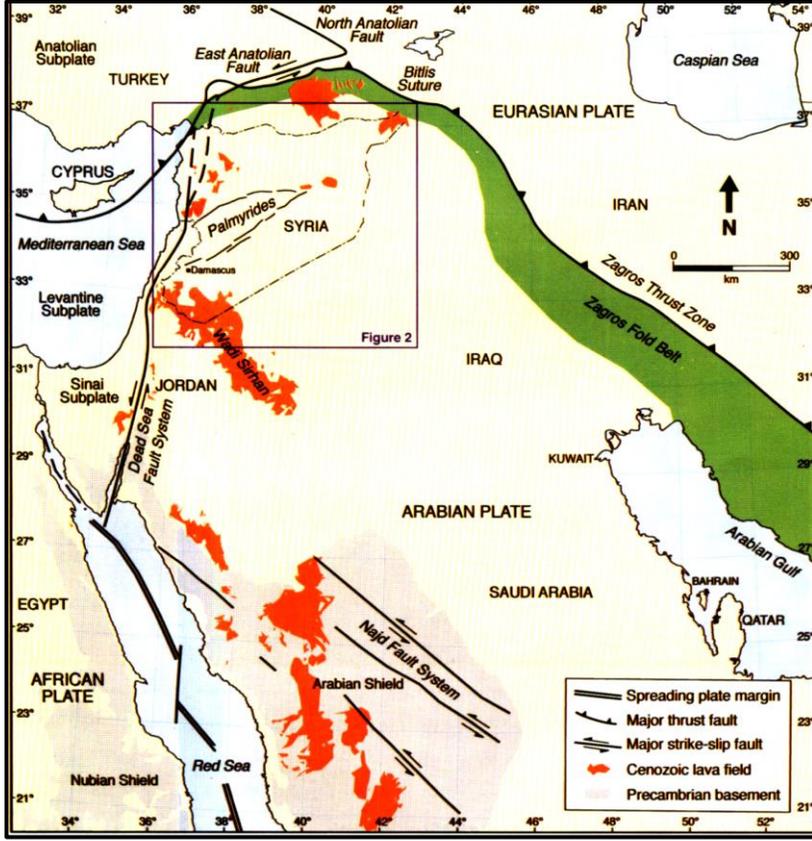
تأثرت أراضي الجمهورية العربية السورية بشكل مباشر بالحركات الجيولوجية والتكتونية الحديثة والتي أعطت سورية شكلها البنوي الحالي الذي تميز بتعقيدات تكتونية كبيرة في المقطع الجيولوجي، حيث انتشر ضمن هذا المقطع عدة ثغرات ترسيبية إقليمية وكثير من الثغرات والسطوح الحتية المحلية مما شكل عدة سطوح لعدم التوافق الترسيبي.

يعتبر منخفض الغاب هو أحد الظواهر السطحية المتشكلة منذ عصر البالوسين نتيجة تقدم الجزء الشمالي من فالق المشرق في شمال غرب سورية. [1]

يعرف فالق المشرق (Levant Fault) بأنه فالق إقليمي ويدعى بفالق البحر الميت (The Dead Sea Fault)، وهو أحد مناطق الانزلاق الجانبي الرئيسي في العالم. [2]

يبلغ طول النظام الفالقي الإقليمي 1100 كم، يشمل عدة عناصر تكتونية وهي من الجنوب إلى الشمال موضحة في الشكل (1) كالتالي:

خليج العقبة، حوض البحر الميت، منخفضات الجليل والحولة، سلسلة جبال لبنان، النطاق التدمري، منخفض الغاب وهو منطقة دراستنا. [3]



الشكل (1) يمثل الخريطة التكتونية لمنطقة بلاد الشام مبين عليها فالق البحر الميت.

[4]

تستوعب الحركة الانزلاقية الجانبية على طول النظام الفالقي (فالق ليفانت) الفرق في معدل الحركة بين الصفيحتين العربية والأفريقية، حيث تتحرك الصفيحة العربية إلى الشرق من نظام صدع البحر الميت باتجاه الشمال بمعدل 25 مم / سنة. [5]

بينما تنتقل الصفيحة الأفريقية إلى الشمال بمعدل 10 مم / سنة، وهذا ما يشرح تطور حوض الغاب من خلال أوجه الاختلاف في الحركة النسبية بين الصفائح التكتونية

على كلا الجانبين، حيث تم تصنيف هذا الحوض من ضمن الأحواض التمزقية الشدية
(Pull Apart Basin). [6]

يبلغ طول منخفض الغاب الانهدامي حوالي 50 كم وعرضه يصل تقريباً إلى 10 كم،
يحد المنخفض من الغرب كتلة الجبال الساحلية ارتفاعها يصل إلى 1385 م، حيث
يكون الجناح الشرقي لهذه الكتلة والمواجه للغاب شديد الميل (20-40) مكسر بعدد
من الفوالق، بينما في شرق المنخفض يتواجد جبل الزاوية ارتفاعه يصل إلى

877 م . [7]

ترتفع الحافة الغربية للمنخفض إلى 1200 م عن قاعه كما ترتفع حافته الشرقية 600
م فوق قاعه، ينقسم منخفض الغاب شمالاً إلى منخفضين يفصل بينهما جبل الوسطاني
(ارتفاعه 800 م) وهما:

القسم الغربي: منخفض جسر الشغور ويشكل مجرى نهر العاصي.

القسم الشرقي: ممثلاً بمنخفض الروج. [7]

هدف البحث:

- بناء نموذج جيولوجي ثلاثي البعد لعاكسي الكورشيينا الدولوميت والكامشوكا في
منطقة الغاب.

مواد وطرق البحث:

- تفسير المقاطع الاهتزازية المنفذة في منطقة الغاب والمتواجدة في الشركة السورية
للنفط على برنامج Geoframe، حيث قمنا بتتبع عاكسي الكامشوكا والكورشيينا
دولوميت على كامل هذه المقاطع، بعدها قمنا بمعالجة هذه التفسيرات بواسطة

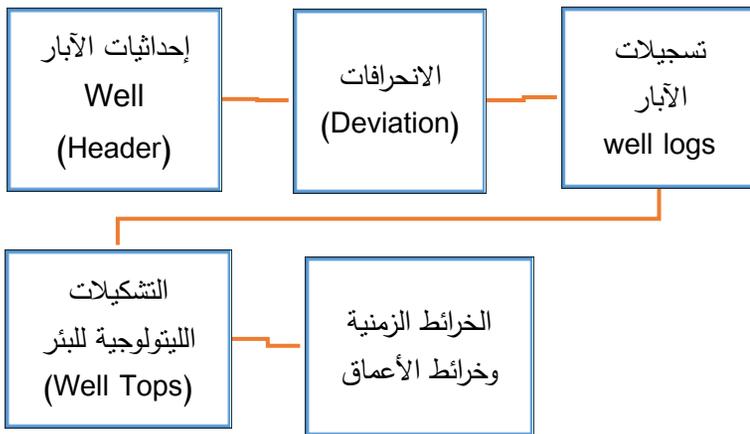
برنامج CPS للوصول إلى الخرائط الزمنية لطبقتي الكورشينا دولوميت و الكامشوكا، ثم تم إجراء بناء نموذج جيولوجي لمنطقة الغاب باستخدام برنامج Petrel بعد إدخال خريطة الفوالق للبرنامج و تحويل الخرائط الزمنية إلى خرائط للأعماق.

خطوات بناء النموذج الثلاثي البعد:

تم بناء النموذج الجيولوجي ثلاثي البعد للمنطقة وفق مرحلتين رئيسيتين تم توضيحهما في الشكل (2)، حيث تتطلب ذلك توفر البيانات اللازمة للمنطقة والتي تم تلخيصها في الشكل (3).



الشكل (2) يمثل مراحل سير عملية النمذجة.



الشكل (3) يمثل البيانات اللازمة لبناء النموذج.

أولاً - إدخال البيانات و معالجتها :

1- إحدائيات البئر (Well Header) :

تتضمن هذه البيانات إحدائيات البئر (X ,Y) والعمق الحقيقي (Measure Depth) بالإضافة إلى ارتفاع المنضدة الرحوية عن سطح الأرض (Kelly Bushing) ، لا بد من التنويه إلى أنه تم حفر بئر وحيد في المنطقة المدروسة هو بئر الغاب -1.

2- انحرافات البئر (DEVIATION):

والمقصود بها موقع البئر ومقدار انحراف البئر المنجز (بئر الغاب -1) عن المسار الشاقولي المقرر للبئر، وتم في هذا النموذج اعتبار أن البئر شاقولي وبالتالي لا يوجد أي ميلان بالبئر.

3- تسجيلات الآبار المسجلة (Well Logs):

وتتضمن : أ- قياسات أشعة غاما (G-ray) للتمييز بين محتوى التشكيلات حيث تكون قياس أشعة غاما المسجل أمام التشكيلة الحاوية على الغضار عالية حيث أن الغضار يحوي على نسبة عالية من البوتاسيوم (المواد المشعة) أما في حال الرمل و الصخور الكربوناتيية حيث يكون هذا القياس في حالة الصخور الرملية أعلى بقليل منها في حالة الصخور الكربوناتيية.

ب - قياس الكمون الذاتي (SP) الذي يحدد أماكن تواجد الغضار .

ج - قياس تغير قطر البئر أثناء الحفر (Caliper) .

4- التشكيلات المكونة للمقطع الليتولوجي الخاص بالبئر (Well Tops):

يبين الجدول (1) أنواع التشكيلات الصخرية وسماكتها المختزقة في بئر الغاب -1 وأعماقها.

	Well identifier	Surface	X	Y	Z	MD
1	ALGHAB	KERMAV	209446.68	411740.02	172.90	0.00
2	ALGHAB	SHIRANISH	209446.68	411740.02	-315.10	488.00
3	ALGHAB	SOUKHNE+R.CH	209446.68	411740.02	-510.10	683.00
4	ALGHAB	JUDEA	209446.68	411740.02	-559.10	732.00
5	ALGHAB	Hayan	209446.68	411740.02	-944.10	1117.00
6	ALGHAB	Rutba	209446.68	411740.02	-1202.10	1375.00
7	ALGHAB	QUAMMCHOUKE	209446.68	411740.02	-1244.10	1417.00
8	ALGHAB	SERJELU	209446.68	411740.02	-1823.10	1996.00
9	ALGHAB	BUTMA	209446.68	411740.02	-1829.10	2002.00
10	ALGHAB	K.ANHYDRITE	209446.68	411740.02	-1991.10	2164.00
11	ALGHAB	K.DOLOMITE	209446.68	411740.02	-2028.10	2201.00
12	ALGHAB	AFANDI	209446.68	411740.02	-2704.10	2877.00

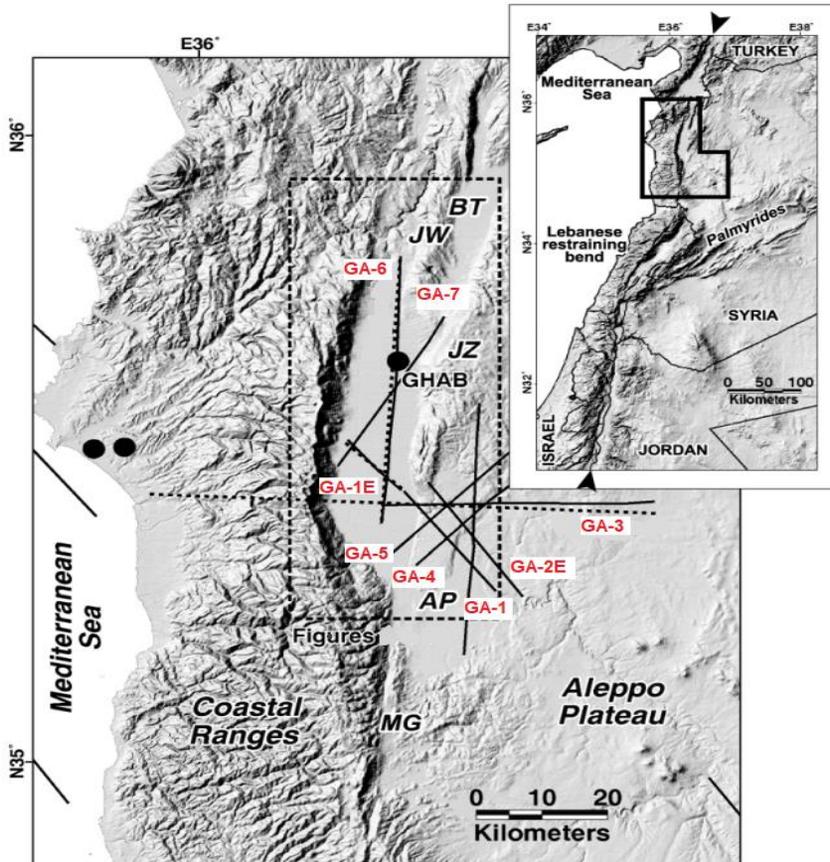
الجدول (1) يبين التشكيلات المكونة للمقطع الليتولوجي المختزق لبئر الغاب

1-

5- الخرائط الزمنية:

نحصل على هذه الخرائط الزمنية محدداً عليها شبكة الفوالق المنتشرة في طبقة الكورشينا دولوميت و الكامشوكا من خلال التفسير للمقاطع الاهتزازية المنفذة في منطقة الدراسة على برنامج Geoframe وفق الخطوط الاهتزازية التالية: (GA-1, GA-2E, GA-3, GA-4, GA-5, GA-6, GA-7) والموضحة في الصورة الفضائية في الشكل (4) .

يبين الشكل (4) صورة فضائية لمنطقة الغاب والمناطق المحيطة بها مبين عليها مواقع واتجاه خطوط المسح الاهتزازي في منخفض الغاب.

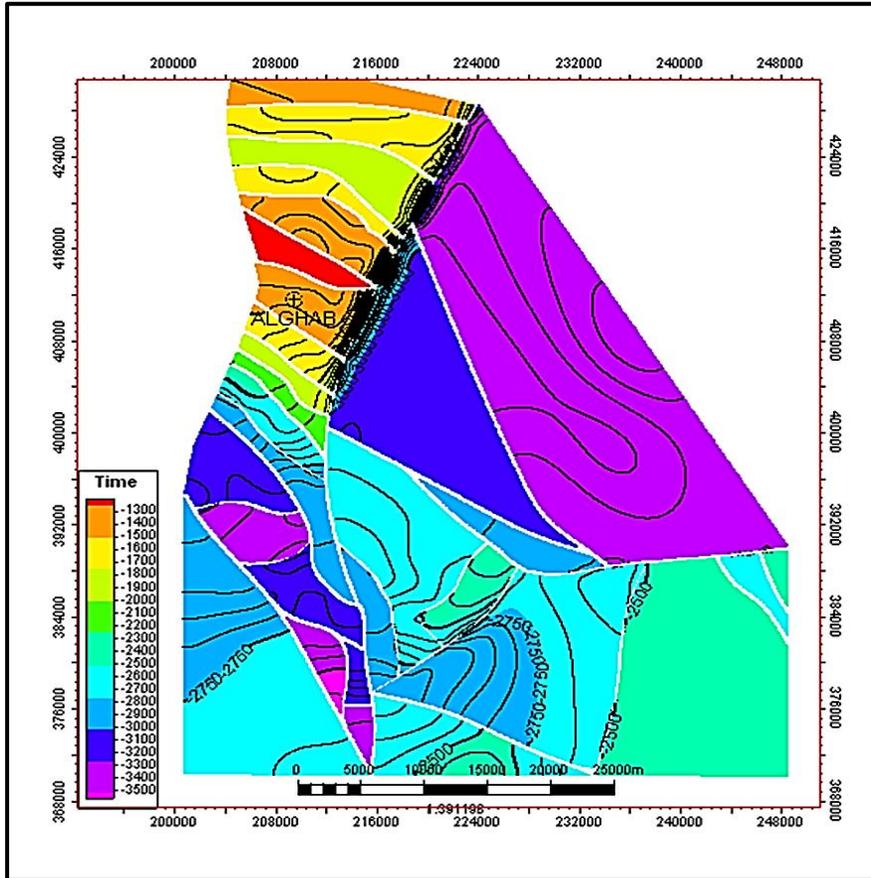


الشكل (4) صورة فضائية تظهر خطوط المسح الاهتزازية في المنطقة.

تتبعنا السطحين العاكسين لطبقة الحرمون (الكامشوكا) العائدة إلى الجوراسي ولطبقة الكورشينا دولوميت العائدة إلى الترياسي الأوسط (حيث أن هذين العاكسين ذو سماكة جيدة بالنسبة للتشكيلات المخترقة في بئر الغاب 1).

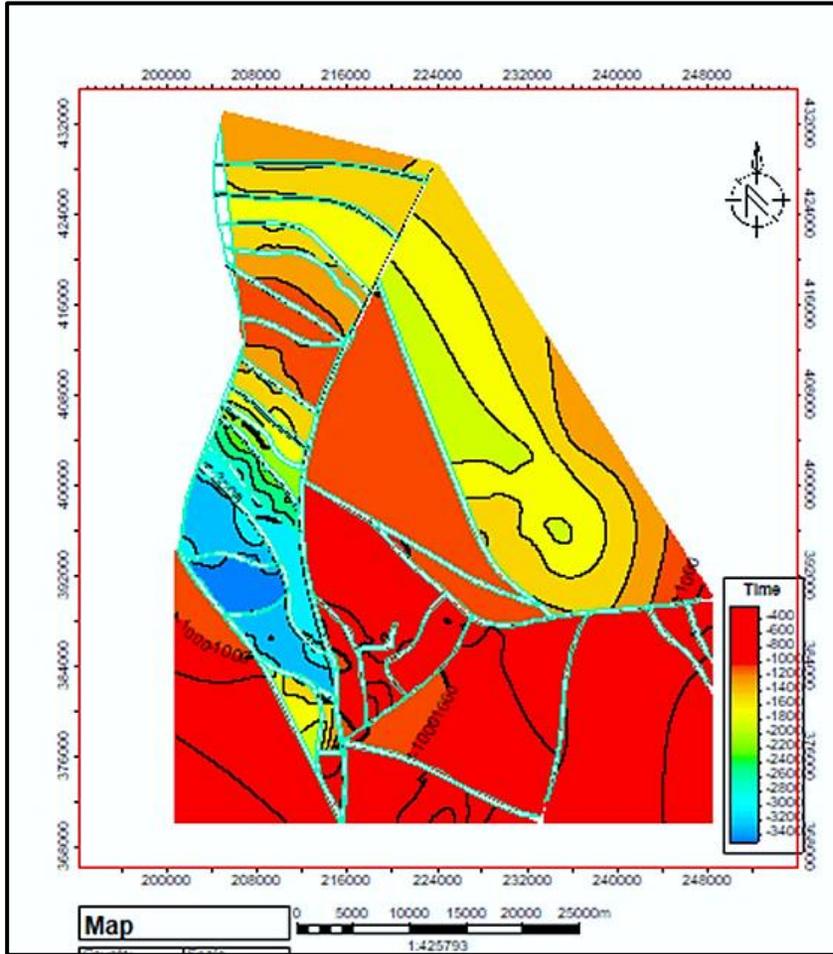
ثم قمنا بمعالجة هذا التفسير في برنامج CPS وحصلنا على الخرائط الزمنية لعاكس الكورشيننا دولوميت (KD Two Ways Time) ولعاكس الحرمون (Quammchouke TWT) الموضحة في الشكلين (5) و(6).

يشير الشكل (5) إلى الخريطة الزمنية لعاكس الكورشيننا دولوميت بمقياس 1:391196 وفق مقياس التدرج اللوني لزمن وصول الموجة الاهتزازي من الزمن الأصغر (المناطق الملونة بالأحمر) إلى الزمن الأكبر (المناطق الملونة بالزهر)، حيث أنه تم قياس هذا الزمن بوحدة (ميلي. ثانية).



الشكل (5) يظهر الخريطة الزمنية لعاكس الكورشيننا دولوميت

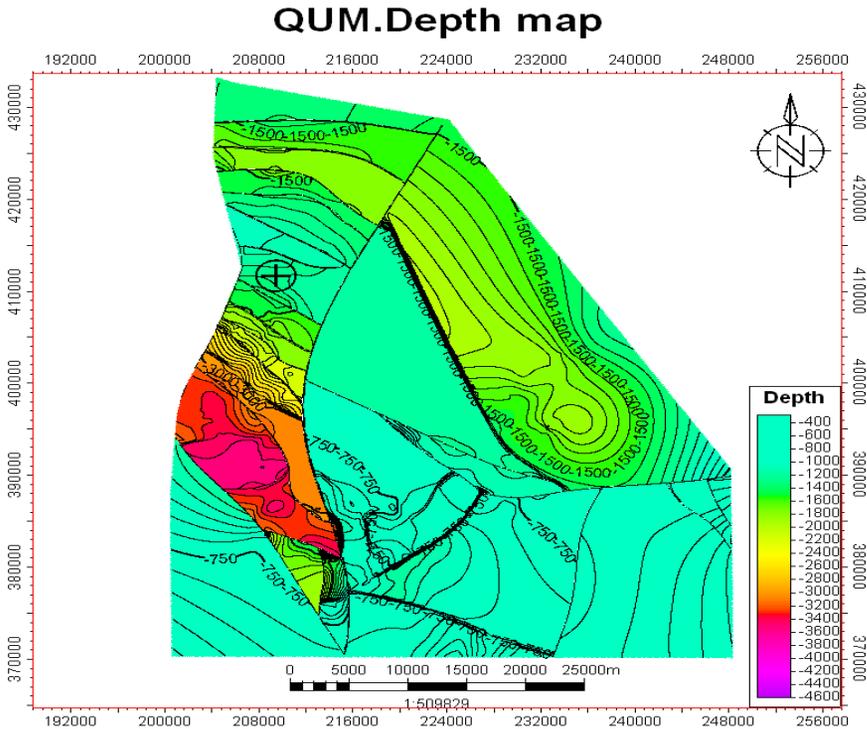
يظهر الشكل (6) التدرج اللوني لزمن وصول الموجة الاهتزازي لعاكس الكامشوكا، حيث يشير اللون الأزرق إلى زمن كبير تصل قيمته إلى (-3000 ميلي. ثانية)، وهذا ما يقابله عمق كبير لهذه الطبقة في الجزء الجنوبي من منخفض الغاب .



الشكل (6) يظهر الخريطة الزمنية لعاكس الكامشوكا.

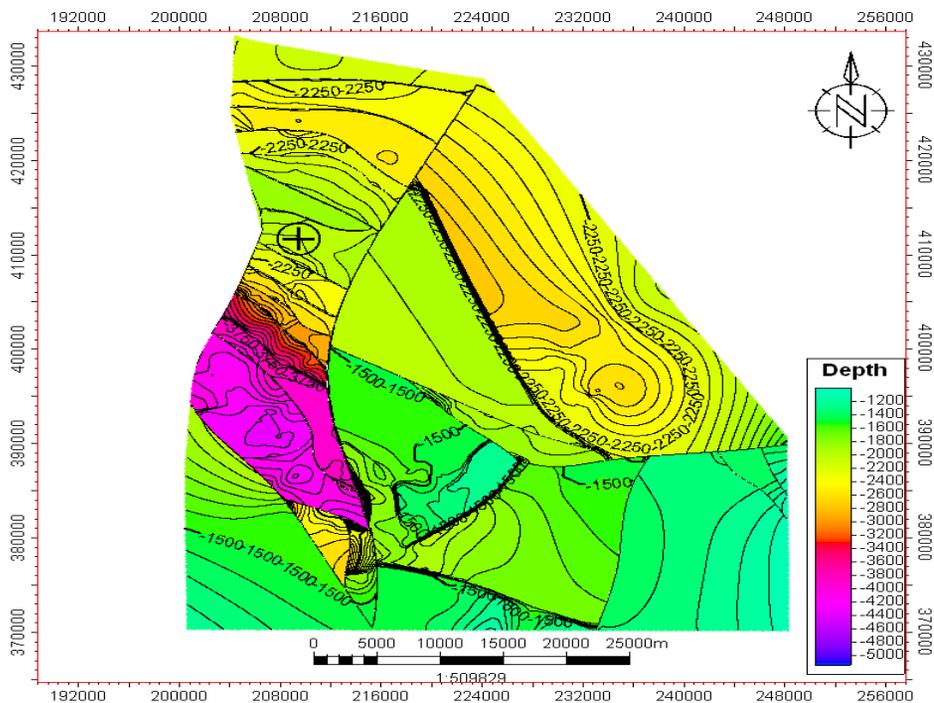
6- خرائط الأعماق (Depth Map):

نحصل عليها بتحويل الخرائط الزمنية للعاكسين (الكورشيينا دولوميت -الكامشوكا) والمبينة في الشكلين (5) و (6) إلى خرائط أعماق الشكلين (7) و(8) من خلال معادلة السرعة، حيث أنه يتم حساب السرعة في كل طبقة في حال وجود آبار قليلة في منطقة الدراسة أو حساب السرعة الوسطية لجميع الطبقات في حال وجود عدد كافي من الآبار في المنطقة وبالتالي نحن بحاجة إلى معرفة عمق كل طبقة من الطبقات بالنسبة لمستوى الإرجاع الاهتزازي (SRD) ثم قمنا بأخذ معطيات المسح السيزمي البئري **Check Shot** وذلك لربط قيم العمق MD مقابل الزمن TWT.



الشكل (7) يبين خريطة العمق لطبقة كامشوكا.

K.D.Depth map



الشكل (8) يبين خريطة العمق لطبقة الكورشيينا دولوميت

تحويل الزمن إلى عمق في المسح الثنائي البعد:

استخدام طريقتين لتحويل الزمن إلى عمق:

أ- الانحدار الخطي (Linear Regression):

تتلخص الفكرة البسيطة لهذه الطريقة بأن نقوم بأخذ العمق والزمن كما في الجدول (2)، حيث يمثل الزمن مقابل العمق بقيم للعمق تحت السطح المرجع (bsrd) في البئر، bsrd تدل على قيمة العمق تحت السطح المرجع (Below Seismic Reference Datum) حيث يتم اعتبار السطح المرجعي هو سطح البحر .

Formation	TVD KB	TVD MSL	TVD SRD	TWT SRD
KERMAV	0	0	400	0
SHIRANISH	488	-315	85	706
SOUKHNE+R.CHERT	683	-510	-110	834
JUDEA	732	-559	-159	866
Hayan	1117	-944	-544	1020
Rutba	1375	-1202	-802	1138
QUAMMCHOUKE	1417	-1244	-844	1158
SERJELU	1996	-1823	-1423	1366
BUTMA	2002	-1829	-1429	1370
K.ANHYDRITE	2164	-1991	-1591	1438
K.DOLOMITE	2201	-2028	-1628	1452

الجدول (2) قيم الأعماق المقابلة للزمن في بئر الغاب -1.

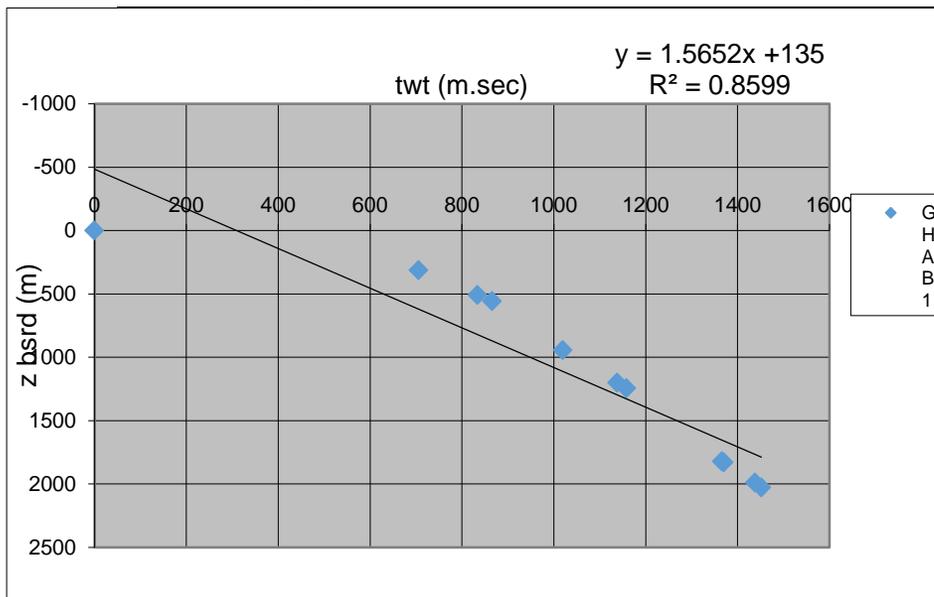
-المعادلة الناتجة من رسم الخط بين النقاط تظهر في الشكل التالي (9) حيث أن:

$$\text{SRD} = 400 \text{ meter}$$

$$\text{Depth (bsrd m) UKD} = \text{وفق المعادلة التالية:}$$

$$(1.5652 * \text{TWT}) + 135 \text{ m}$$

يظهر تمثيل قيم الزمن-العمق في طريقة Liner Regression في الشكل (9) ، حيث أن المعادلة الناتجة سنطبقها في برنامج Petrel للتحويل الى عمق. القيمة R^2 مؤشر على التلاصق بين الخط المستقيم والنقاط .



الشكل (9) يبين التمثيل البياني بين الزمن والعمق المقاسين في بئر الغاب -

. 1

ب- الطريقة الثانية شبكة السرعة المزيفة Pseudo Velocity grid:

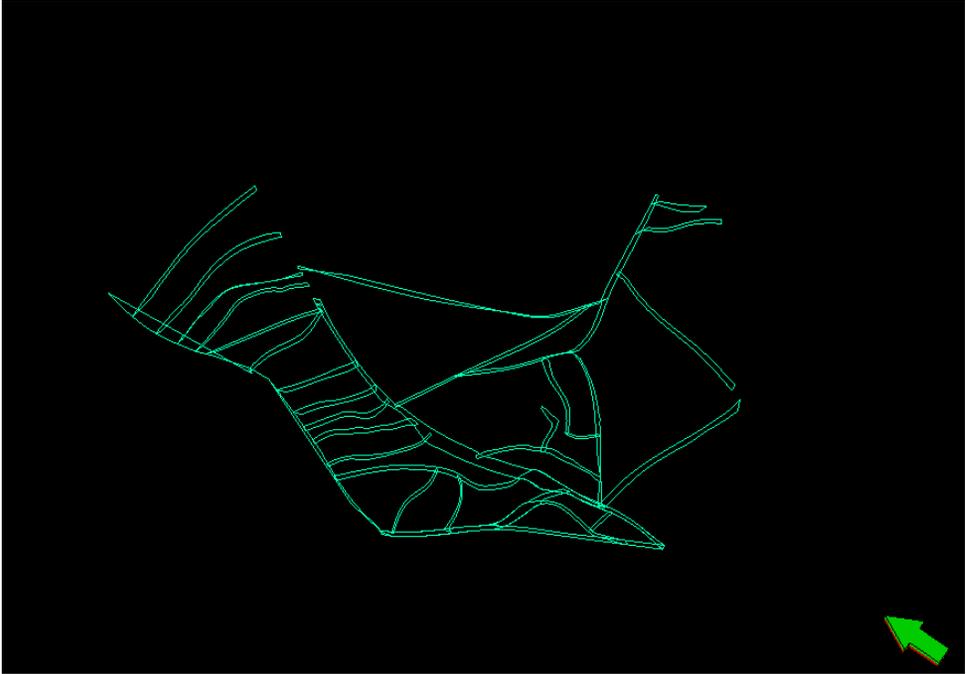
تتلخص الفكرة المبسطة لهذه الطريقة بأن نقوم بأخذ قيم الزمن أحادي المسير OWT وقيم الأعماق لكل بئر، ومن ثم نحسب السرعة الوسطية لكل طبقة مخترقة بالبئر، ومن ثم نضع قيم السرعة لكل طبقة وننشئ لها خريطة سرعة بشكل شبكي عبر برنامج بتزل، فنظهر لدينا خرائط السرعة التي تعبر عن السرعة الوسطية للطبقة نفسها في الآبار، بعد ذلك نقوم بإدخال الخارطة الزمنية للطبقة نفسها الى برنامج بتزل، ونقوم بعملية جداء حسابي بين خارطتي السرعة والزمن لإظهار خارطة العمق.

ثانياً – نمذجة الفوالق (Fault modeling):

تشمل هذه المرحلة الخطوات التالية:

1- إنشاء الفوالق من المضلعات (Fault Polygon):

Polygons هي عبارة عن تمثيل خطي للفالق كما هو موضح في الشكل (10)، حيث أنه تم الاستدلال على هذه الخطوط من خلال التفسير للمقاطع الاهتزازية بدلالة عدم استمرارية العاكس الذي تم تتبعه أثناء التفسير. نقوم بتعديل هذه المضلعات بحيث يتم فصل الخطوط الخاصة بكل فالق، و ثم نقوم بإنشاء الفوالق من مضلعات فينتج عن ذلك إنشاء الأعمدة الأساسية (Key Pillars) على طول المضلعات.

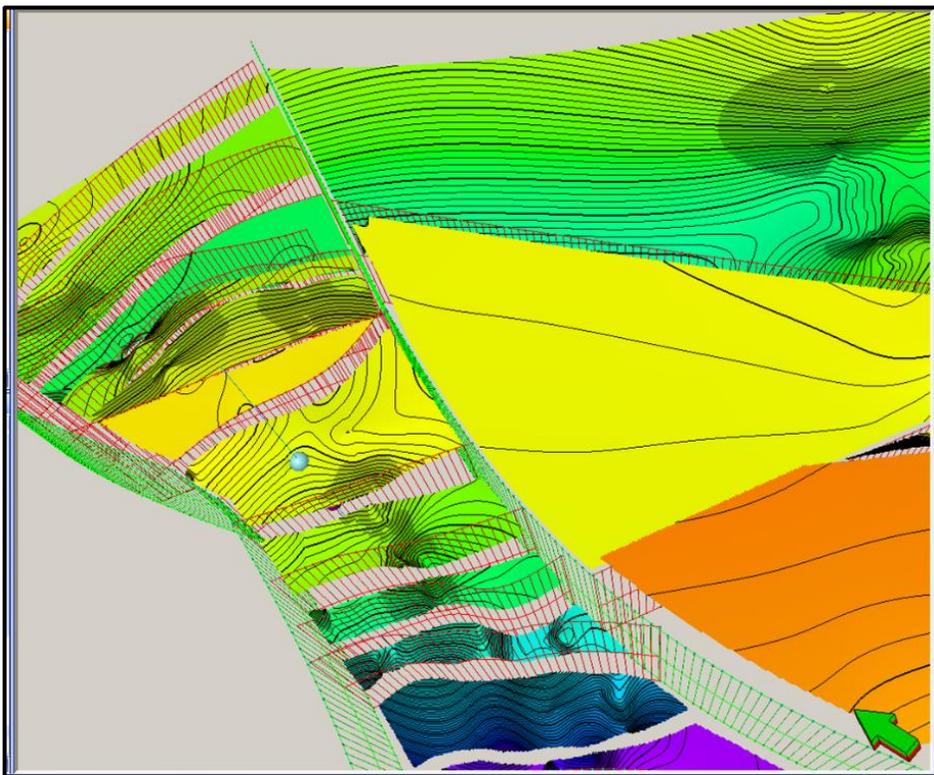


الشكل(10) يظهر مضلعات الفالق في نافذة ثلاثية البعد.

2- ضبط أشكال الأعمدة الرئيسية (Key Pillars):

تصف (Key Pillars) مستويات الفالق بشكل دقيق كما هو موصف ومحدد في البيانات المدخلة.

في الحالة الأولية تكون (Pillars) التي تنشأ تلقائياً عند إنشاء الفوالق من (Polygons) مشوهة وغالباً ما يكون من الضروري إضافة (Pillars) جديدة بين (Key Pillars) الموجودة مسبقاً والمحددة لفالق واحد، حيث يظهر لدينا في الشكل (11) المضلعات المعبرة عن سطوح الفوالق في نافذة ثلاثية البعد ضمن برنامج البترول.



الشكل (11) يبين الفوالق القاطعة وتشكل pillars على سطح طبقة الكورشيينا دولوميت.

3- توصيل الفوالق المتصلة ببعضها وفصل ما يتطلب فصلها منه:

إذا تم قطع الفالق بواسطة فالق آخر في الاتجاه الأفقي فيجب توصيل هذين الفالقين ببعضهما عن طريق تعيين pillars مشترك بين كل فالقين إما بإضافة واحد جديد أو بتحرير آخر موجود مسبقاً بحيث يناسب مستوي الفالقين المراد توصيلهما.

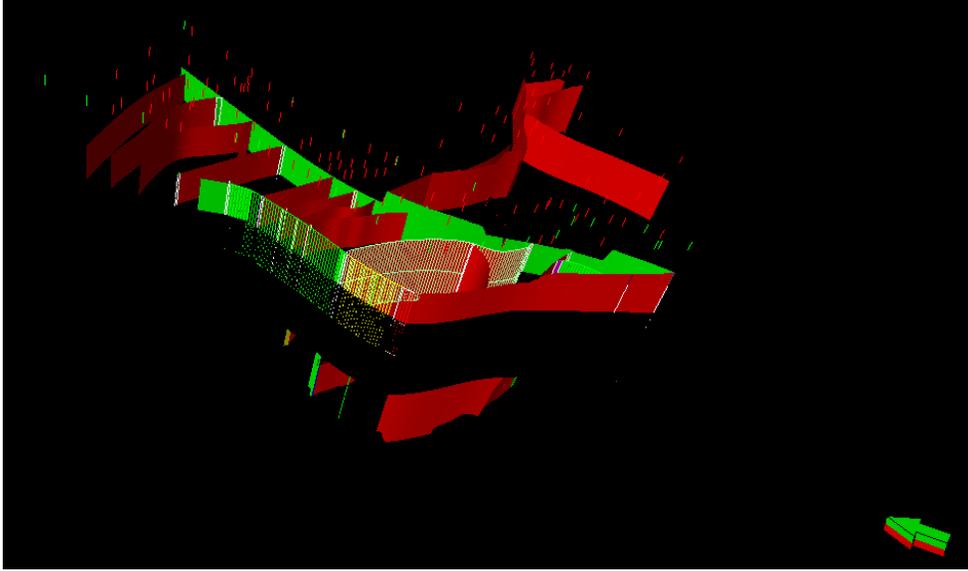
يجب توصيل الفوالق التي تتقاطع مع بعضها بشكل صحيح حيث تؤدي الفوالق القريبة من بعضها البعض ولكنها غير متصلة ببعضها إلى مشاكل في عملية النمذجة.

إنشاء فوالق متفرعة ومتقاطعة في حال وجودها: نحدد (pillar) في المكان الذي نريد بدء فالق التقاطع فيه أو في المكان الذي نريد إنشاء فالق فرعي منه.

4- إنشاء فوالق من (Fault Sticks):

نستطيع استخدام (Sticks) مثل استخدام (Polygons) لإنشاء (Key Pillars).

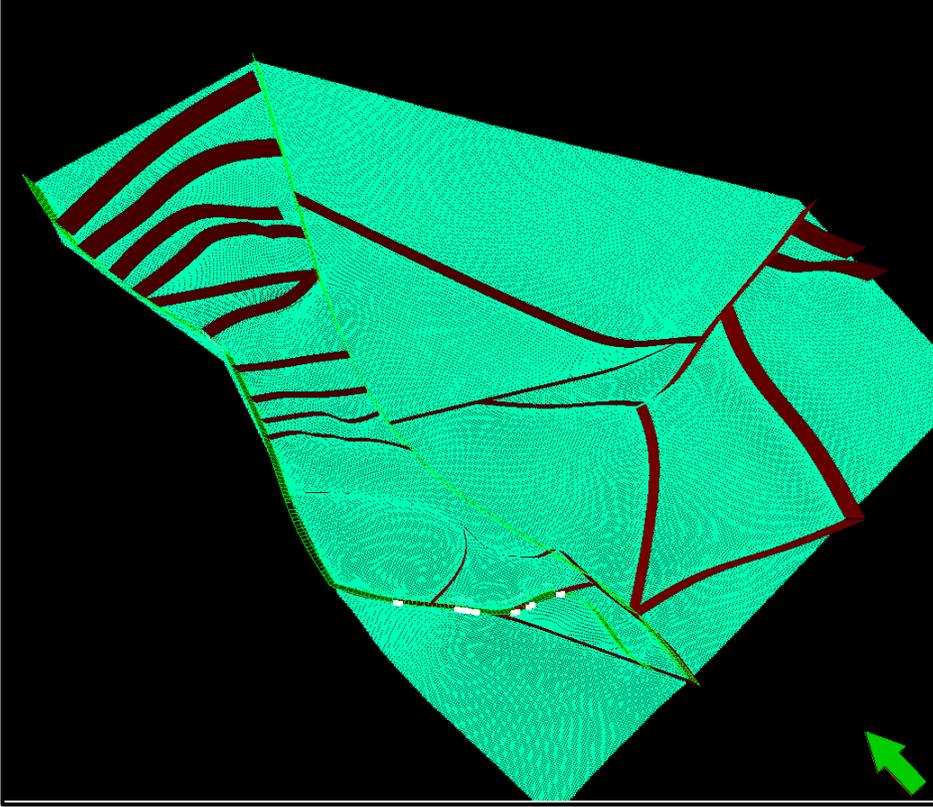
يعرف (Fault Stick) بأنه مجموعة من البيانات الخطية التي تمثل سطح الفالق ويتم تحويلها إلى (Pillars) الموضح في الشكل (13)، ومن خلال هذه الخطوة نستطيع إنشاء الفالق الذي يصل فقط بين (Sticks) المختارة.



الشكل (12) يبين إنشاء الفوالق من خلال (Fault Sticks)

5- الإنشاء التلقائي للفوالق والضبط التلقائي للركائز الأساسية (Key Pillars):

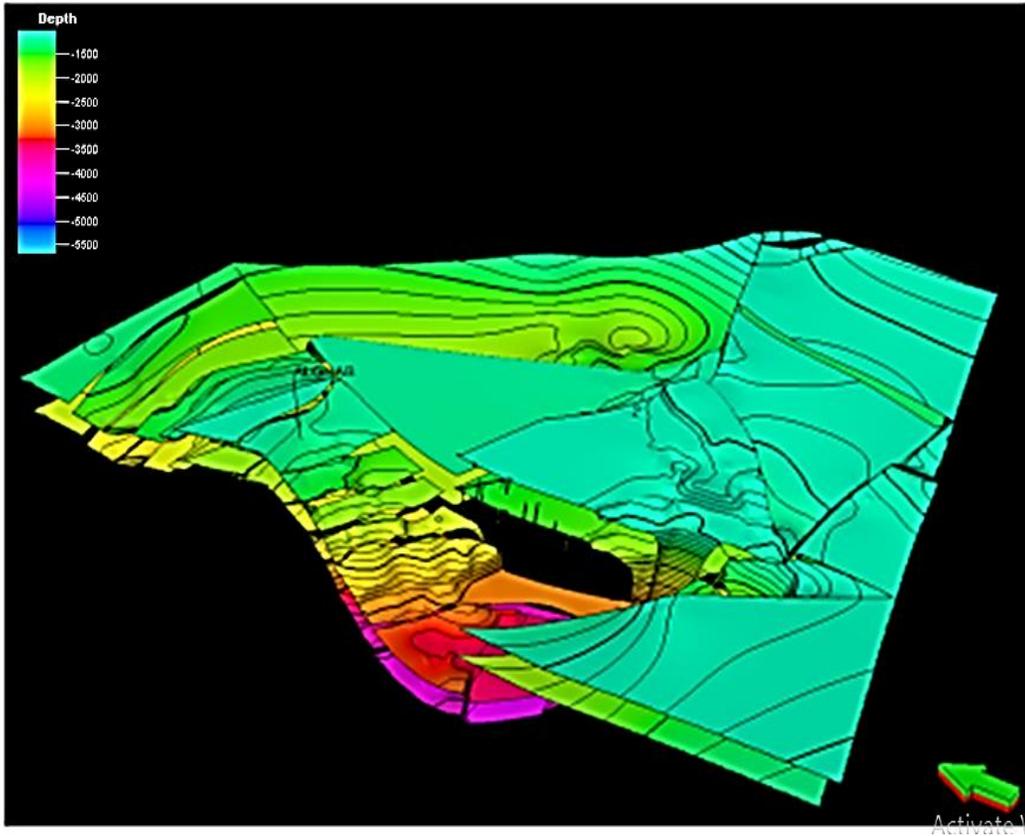
نستطيع من خلال (Pillar) التحكم بالفالق من خلال ثلاث مستويات منه (بداية الفالق، منتصفه، نهاية الفالق) حيث أن أغلب الفوالق الموجودة في منخفض الغاب هي فوالق عادية مع وجود فالقين انزياح جانبي (strike slip)، ومن ثم بعدها نحصل على شبكة الفوالق الظاهرة باللون الأحمر العريض على الشكل (13).



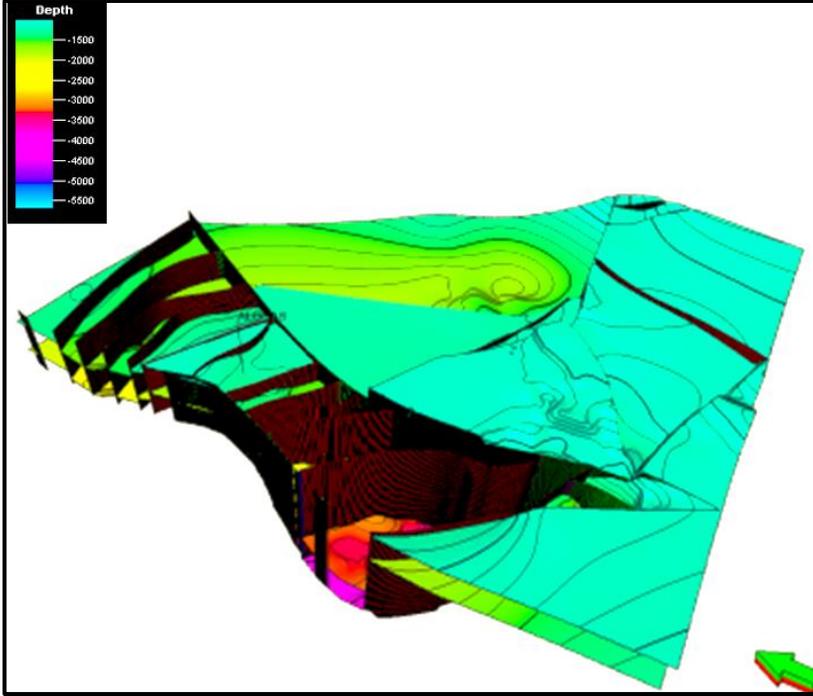
الشكل (13) يظهر خريطة الفوالق التي تمت نمذجتها .

7-بناء السطوح (Make Horizon):

يتم من خلال هذه الخطوة ببناء السطوح للعواكس المفسرة وبالتالي نحصل على سطحين جيولوجيين لطبقة الكورشيينا دولوميت وطبقة الكامشوكا كما في الشكلين (14)، (15).



الشكل (14) يظهر نموذج جيولوجي ثلاثي البعد لسطحي الكورشينينا دولوميت
والكامشوكا لمنخفض الغاب

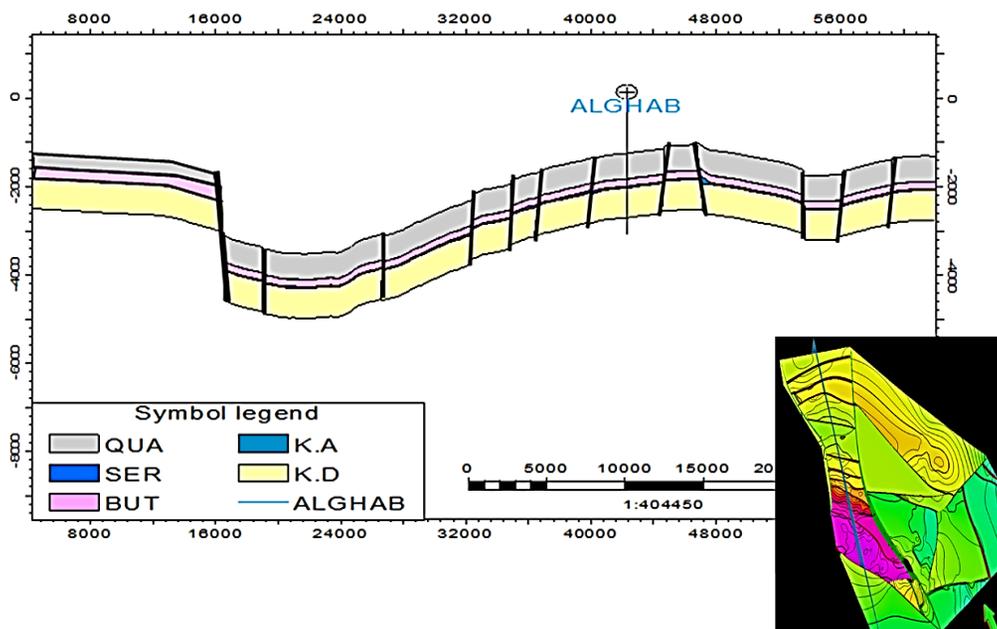


الشكل (15) يظهر النموذج الجيولوجي المبني موضحاً عليه شبكة الفوالق .

8-إنشاء مقطع جيولوجي (Inter Section): يتم إنشاء المقطع الجيولوجي وفق الخطوات التالية :

1-(Build Zones) : بناء مناطق للطبقات الجيولوجية المتواجدة بين السطحين (كورشينا إنهديت، بطمة، سرجيلو) أخذين بعين الاعتبار أعالي الطبقات (Tops) وسماكة هذه التشكيلات .

2-تحديد المقطع الجيولوجي المطلوب على النموذج والمحدد باللون الأزرق وفق اتجاه جنوب - شمال ويمر ببئر الغاب -1 و منه نحصل على المقطع الجيولوجي كما في الشكل (16) .



الشكل (16) مقطع جيولوجي لمنخفض الغاب باتجاه شمال - جنوب مار

بيئر الغاب -1

النتائج :

نستنتج من النموذج الجيولوجي للمنطقة ومن المقطع الجيولوجي ما يلي:

1- نلاحظ من خريطة العمق لطبقة الكامشوكا في الشكل (6) ومن المقطع الجيولوجي للمنطقة والموضح في الشكل (16) بأن عمق طبقة الكورشيينا دولوميت يزداد في الجزء الجنوبي من منخفض الغاب، حيث أن عمق هذه الطبقة في منطقة اختراق بئر الغاب -1 يساوي 2200 متر و يزداد عمقها باتجاه الجنوب حتى يصل إلى 4400 متر.

2- نلاحظ من خريطة العمق لطبقة الكورشينا دولوميت في الشكل (8) ومن المقطع الجيولوجي للمنطقة والموضح في الشكل (16) بأن عمق طبقة الكامشوكا بلغ في منطقة اختراق البئر 1400 متر، بينما نجد ازدياد في عمق طبقة الكامشوكا في الجزء الجنوبي من المنخفض حيث وصل عمقها إلى 3500 متر.

3- تباين الأعماق لعاكسي لكورشينا دولوميت والكامشوكا بشكل كبير بين شمال وجنوب حوض الغاب، يشير إلى وجود مركز ترسيب عميق في الجزء الجنوبي من الحوض على الرغم من أن طبوغرافية هذا الغاب عبارة عن سهل بالكامل.

4- أشارت الدراسات الجيوكيميائية المنفذة في بئر الغاب -1 الجاف والمحفور في شمال الحوض أن المادة العضوية عند عمق 2340 م في طبقة الكورشينا دولوميت ذات قدرة توليدية جيدة، ولكن درجات الحرارة لم تكن كافية لحدوث نضج حراري لذلك هناك احتمالية كبيرة لنضج هذه المادة في الجزء الجنوبي من المنخفض حيث تكون الأعماق أكبر ودرجات الحرارة عالية.

التوصيات :

- 1- إجراء دراسات استكشافية موسعة في الجزء الجنوبي من حوض الغاب بناء على نتائج النمذجة الجيولوجية التي تم تقديمها في هذه الدراسة.
- 2- إجراء مسح اهتزازي ثلاثي البعد لمنخفض الغاب للحصول على معطيات أكثر دقة.

- 1- Brew. G, 2001 , **Tectonic Evolution Of Syria Interpreted From Integrated Geophysical and Geological Analysis** , Cornell university .
- 2- Freund. R et al ,1970, **A Discussion on The Structure and Evolution Of The Red Sea and The Nature Of The Red Sea, Gulf Of Aden and Ethiopia Rift Junction**, Philosophical Transactions of The Royal Society of London, Vol.267, No.1181, pp.107-130
- 3- Beydoun.Z.R, 1999, **Evolution and Development of the levant (Dead Sea Rift) Transform System : A Historical- Chronological Review of a Structural Controversy**, American university of Bierut, Lebanon.
- 4-Mcclusky.S ,2000, **Global Positioning System Constraints On Plate Kinematics And Dynamic In The Eastern Mediterranean And Caucasus**. Journal Of Geophysical Research, V.105 , NO.B3.
- 5-Joffe .S and Garfunkel .Z, 1987, **Plate Kinematics Of The Circum Red Sea -A Re-Evaluation** .Tectonophysics,141, 5-22

6- Marn . P, Hempton. M, Bradley. D, Burke . K .1983, **Development of Pull –Apart Basins** , the Journal Of Geology, Vol.91, No.5, PP.529-554

7- Berw.G, Barazangi.M, Sawaf.T , Al–Maleh,Kh,2000, **Tectonic map and geologic evolution of Syria :The role of GIS**, Cornell University ,Ithaca , New York , U.S .

دراسة خصائص ألياف صبار أغاف أمريكانا

طالبة الماجستير يارا ياسين بلال قسم هندسة الغزل والنسيج

كلية الهندسة الكيميائية والبتروولية - جامعة البعث

المشرف العلمي: الدكتورة: راميه المحمد

ملخص:

يقدم هذا البحث توصيف ألياف صبار أغاف أمريكانا التي تعد من الألياف النباتية الطويلة حيث تتميز بطول يصل إلى أكثر من 2 متر، تم الحصول على الألياف بطريقتين الأولى كانت من خلال غمر الألياف بمياه مقطرة، والثانية من خلال عملية غمر أوراق الأغاف المقطوعة في محلول NaCl بتركيز 10% وذلك لمدة شهر، تبين من عملية الاستخراج أن الطريقة الأولى كانت أفضل من حيث سهولة سحب الألياف من الأوراق واختصار الزمن اللازم لذلك، قمنا بتقسيم الألياف إلى ثلاث أقسام علوي وأوسط وسفلي ومن ثم تم قياس أقطار الألياف المستخرجة بواسطة المجهر الضوئي وباستخدام برنامج image j ، كما تم دراسة الخصائص الميكانيكية باستخدام جهاز Testometer. أظهرت النتائج أن ألياف أغاف أمريكانا تتمتع بخصائص مميزة من حيث المتانة والاستطالة وبالأخص ألياف الجزء الأوسط من الورقة والتي تتصف بتجانس في الأقطار.

كلمات مفتاحية: نبات الصبار، أغاف أمريكانا، ألياف طبيعية، استخراج الألياف، الخصائص الميكانيكية.

Studying of the properties of Agave Americana fibers

Abstract:

This Study display the characterization of Agave Americana fibers which are long plant fibers with a length of more than 2 m. The fibers were obtained by two methods , the first was by immerse the fibers in distilled water, and the second methods was by immersion process for cut agave leaves using 10% Nacl solution for a month. The extraction process showed that the first method was better in easy to pull the fibers out of the leaves and reducing the time required for this. We divided the fibers into three sections, upper, middle and lower, and then the diameters of the extracted fibers were measured using an optical microscope, and the mechanical properties wear studied using the Testometer.

The results showed that the fibers of Agave Americana have distinct characteristics in terms of strength and elongation, especially the fibers of the middle part of the leaf, which are characterized by homogeneity in diameters.

Keywords: Agave plant, Agave americana, Nutural fibers, Fibers extraction
Mechanical properties

1- المقدمة:

على الرغم من العدد الكبير من ألياف النسيج المستخدم في صناعة الغزل والنسيج إلا أن الحاجة إلى اكتشاف المزيد تبقى مطلباً مستمراً لتلبي متطلبات الحياة المتطورة، لطالما كانت الطبيعة هي المصدر الرئيسي للألياف الذي اعتمد عليه الإنسان من أجل تلبية احتياجاته الحياتية كالملبس وغيره الكثير، لذلك تمت دراسة الألياف الطبيعية وخصائصها وطُورت طرق مختلفة لتحسين صفاتها. ومع تقدم المجتمع وزيادة متطلباته كان الاتجاه نحو إيجاد ألياف جديدة والتي تسمى بالألياف الغريبة المستخرجة من بعض النباتات مثل اسكليبياس السرياني الذي يتم استخلاص ألياف الصقلاب منه أو حتى بعض أشجار جوز الهند والنخيل. وذلك نظراً لما تتمتع به هذه الألياف الطبيعية من تكلفة العمل المنخفضة وطابعها الصديق للبيئة [1].

كان التوجه في دراستنا هو استخراج ألياف طبيعية جديدة من أحد أنواع الصبار الذي يزرع كنبات للزينة في بلادنا، حيث تم توصيفه ودراسة إمكانية غزله. يتواجد الصبار بأنواع مختلفة تعيش في الظروف والبيئات الصحراوية، لهذا يضرب المثل بهذه النباتات في تحمل العطش والجفاف.

للصبار أنواع عديدة منها:

1-التين الشوكي: يتواجد بكثرة في بلادنا وهو نوع من أنواع الفواكه حيث يملك قيمة غذائية عالية باحتوائه على الفيتامين، بالإضافة لفوائده الطبية في علاج مرض السكري وارتفاع مستوى الكوليسترول في الدم، تتم زراعته كسياج لحماية الممتلكات نظراً لقدرته على تحمل الجفاف [2].

2- السجوار: شكله عبارة عن أذرع أسطوانية شوكية وتحتوي على ثمرة حلوة المذاق يُعمّر طويلاً إلى 150 سنة.

3- السيزال : يتميز بأوراقه الكبيرة والممتلئة، وتكون هذه الأوراق قريبة من مستوى الأرض، وتمتد إلى أعلى ويصل ارتفاع النبات إلى قرابة 6 متر، وتعد ألياف السيزال من أهم الألياف الورقية، وتستخدم بكثرة في صناعة الحبال والكابلات السمكية [3].

4- صبار الأوفيرا : تعرف بالنبتة المعجزة أو الشافي الطبيعي إذ تتميز بوجود جل بداخلها له منافع طبية و تجميلية كبيرة جداً، يتراوح طولها بين 15-30 سنتمتر [4].

5- الأغاف :

هو النوع الذي أثبت وجود ألياف في بعض أصنافه، حيث أن أوراق نباتات الأغاف غنية بالألياف. من الأنواع الأكثر شيوعاً السيزال، أغاف أمريكا، أغاف أنجويستيفوليا، وأغاف مارجيناتا، تتم زراعته على نطاق واسع لمظهره الجمالي وله استخدامات تجارية وصناعية [5].



الشكل (1): بعض أنواع صبار الأغاف

صبار الأغاف:

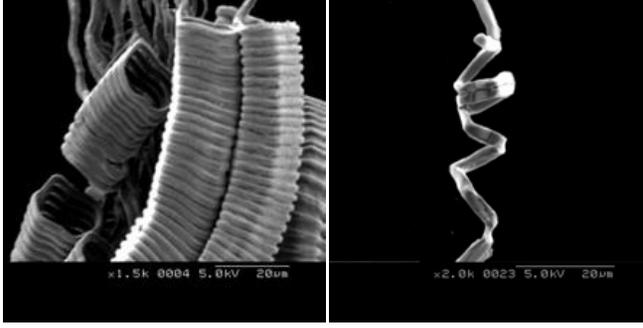
يوجد بكثرة في المناطق القاحلة وشبه القاحلة حيث أن الموطن الأساسي له هو المكسيك وأمريكا الوسطى والشمالية، ويعد من النباتات المعمرة دائمة الخضرة التي تنمو بمعدل بطيء بشكل فردي أو على شكل تجمعات. يصل ارتفاعها إلى 2 متر تقريباً، تتكون من عدد كبير من الأوراق حوالي 20 إلى 70 ورقة في كل نبتة، حيث يمكن أن يصل وزنها إلى 250 كغ. تتميز ورقة الأغاف بوجود حواف شوكية حيث تكون قاعدة الورقة سميكة وممتلئة وتنتهي في القمة بنقطة حادة، الجذع سميك يعمل كمصدر لتخزين الطاقة على شكل كربوهيدرات وينمو جنباً إلى جنب مع قواعد الأوراق، تخترق الجذور حوالي 30 سم في الأرض و عندما تقترب دورة نمو الأغاف من نهايتها، تظهر الزهرة لمرة واحدة في حياته، تعيش النبتة من العمر 10 إلى 30 سنة [6].

تم في هذا البحث دراسة خصائص ألياف نوع من صبار الأغاف وهو أغاف أمريكانا الموضح في الشكل:



الشكل(2): صبار أغاف أمريكانا

تُظهر صور المجهر الإلكتروني في دراسة سابقة على صبار الأغاف التونسي الذي تم استخراجه باستخدام محلول Naoh بتركيز 3.8% في جهاز الأوتوغلاف مايتس أن ألياف الأغاف تتمتع ببنية حلزونية مربعة الشكل تقريباً كما هو موضح في الشكل (3).



الشكل (3): صور المجهر الإلكتروني لألياف أغاف أمريكانا [15].

عملية حصاد أوراق صبار الأغاف:

يتم حصاد أوراق نبات الأغاف الأمريكية الناضجة من الحقل، وتكون مؤهلة لذلك في السنة الرابعة من زراعتها، ويستمر بشكل عام حتى السنة السابعة، حيث تتحني الأوراق الناضجة إلى الأرض، وتقطع جميع الأوراق السفلية، التي تقف بزاوية أكثر من 45 درجة إلى العمودية، بعيداً عن النبات عن طريق أداة قطع حادة ولا يوجد اهتمام بقطع الأوراق الصغيرة جداً، لأن إنتاجها من الألياف أقل بكثير. إذ أنه عادةً ما يتطلب 25000 إلى 40000 ورقة لتوفير طن واحد من الألياف [1].

عملية استخراج الألياف:

بعد الحصاد، يتم نقل الأوراق إلى مصنع لاستخراج الألياف، ولكن قبل الاستخراج تتم إزالة الأشواك الموجودة على هوامش الأوراق وعند طرف الورقة. تشبه الطرق المستخدمة

لاستخراج ألياف أعاف أمريكانا من أوراق النبات الطرق المستخدمة لاستخراج ألياف السيزال [7].

طرق استخراج ألياف الأعاف:

هناك ثلاث طرق رئيسية لاستخراج الألياف:

- الاستخراج الميكانيكي.
- الاستخراج الكيميائي.
- عملية التحلل أو التعطين (تخمير الألياف) [8].

1- الطريقة الميكانيكية (Mechanical method):

قديماً كان يتم تقشير الأوراق يدوياً، حيث تُسحق الأوراق ويزال اللب بسكين، لكن التقشير اليدوي الموضح في الشكل (4) يستغرق وقتاً طويلاً ويحتاج إلى الكثير من القوى العاملة.



الشكل (4) عملية تقشير الألياف بشكل يدوي

في الوقت الحاضر، يمكن إجراء التقشير بكفاءة باستخدام آلة إزالة القشرة وتسمى (Raspador)، موضحة في الشكل (5)



الشكل (5) آلة إزالة القشرة (Raspador)

توضح الشكل السابق شكل الآلة ومبدأ عملها البسيط، تتميز هذه الآلة بما يلي :

1- تعمل بوساطة محرك كهربائي

2- تستهلك وقتاً قليلاً في العمل

وان المواد والألياف المتبقية بعد استخراج الألياف يمكن الاستفادة منها كسماد أو في مواد العزل.

2- الطريقة الكيميائية (Chemical method):

عملية الاستخراج هذه غير مكلفة ولا تؤثر ميكانيكياً على الألياف مقارنة بالطريقة السابقة، فهي تعتمد على التحليل المائي لمكونات أوراق الأغاف، حيث تتحلل هذه المكونات كيميائياً تحت تأثير الماء والمواد المساعدة الكيميائية التي تحفز تفاعل تحلل الأنسجة الخلوية، والغرض من هذا التفاعل هو تحلل أوراق الأغاف مع الحفاظ على الألياف قدر الإمكان. استُخدمت هذه العملية في عدة مناطق، حيث قام المزارعون والصيدون الذين استخدموا ألياف الأغاف لصنع الحبال بغمر الأوراق في أحواض مملوءة بمياه البحر (محلول أساسي ضعيف) وانتظروا حتى يذوب اللب الذي يحمل الألياف بالكامل

تقريباً، ولكن تطرح هذه العملية عدة مشاكل تتجلى في الوقت الطويل الذي تستغرقه، بالإضافة لمشاكل بيئية [1].

يتضمن استخراج الألياف بالطريقة الكيميائية استخدام: القلويات والأحماض والأنزيمات.

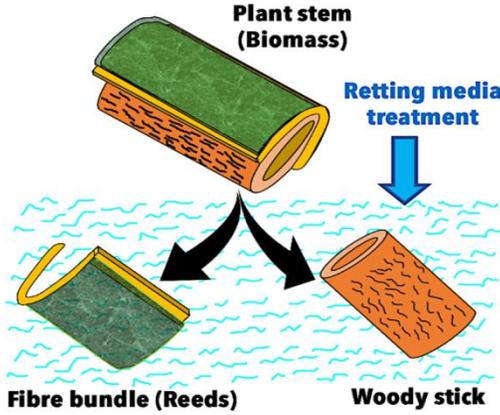
(a) القلويات : تعمل على إذابة المادة الخلوية بين الألياف (الجنوسلوز) وتفصل الروابط الهيكلية بين اللجنين والسليلوز مما يؤدي إلى زيادة بروز الألياف في المنطقة المعالجة بالقوي، ويسهل من الحصول على الألياف الفردية.

(b) الأحماض : بواسطتها يتحلل اللجنين والهيميسلوز في جزيئات البنروز ذات السلسلة الأقصر وينتج عن العلاج الحمضي تكوين مجموعات تفاعلية مما يؤدي إلى تباعد الألياف عن بعضها البعض.

(c) بواسطة الإنزيمات: يحدث تحلل في مركب اللجنوسلوز مما يؤدي بدوره إلى انتفاخ الألياف، حيث إن الألياف المستخرجة بواسطة الأنزيمات تكون أكثر مرونة وليونة من طريقة استخدام الحمض أو القلوي، كما يقلل كثيراً من تقطع الألياف أثناء عملية الاستخلاص بواسطة الأنزيمات [8].

3- عملية التحلل أو التعطين (Retting Process):

هي طريقة لاستخراج الألياف عن طريق تطبيق عملية جراثومية طبيعية، يتضمن الاستخلاص تحلل المواد غير الليفية والتي تعمل كغراء أو صمغ بين الألياف في أجزاء الورقة من دون إتلاف ألياف السليلوز، وتتيح هذه العملية الفصل السهل بين حزمة الألياف والمواد الصمغية، ونظراً لكون هذه العملية هي عملية بيولوجية فإنها تتطلب كلاً من الرطوبة المناسبة ودرجة الحرارة الدافئة، حتى يحدث الإجراء الميكروبي الطبيعي [9].



الشكل (6) عملية التعطين لألياف الصبار

وهناك نوعين من التعطين:

• **التعطين الطبيعي (Natural Retting):**

وهي عبارة عن عملية تخمير لفصل الألياف عن الكتلة الحيوية من دون إتلاف ألياف السليلوز، وتستغرق ما يصل إلى ثلاثة أسابيع، تهاجم الميكروبات المواد المحيطة بالألياف، يؤدي ذلك إلى تليين الأوراق تدريجياً عن طريق فصل المواد اللاصقة عن الألياف، وعندما يصل إلى المرحلة المناسبة يمكن فصل الألياف بسهولة تامة عن الأوراق.

ويوجد نوعان من التعطين الطبيعي: الأولى التعطين بالماء والثانية التعطين بالندى.

في الطريقة الأولى تُعمر أوراق الصبار في الماء (نهر أو بركة أو خزانات) في الحقل المخصص لها لمدة تقارب 10 أيام، ولكن هذه الطريقة قديمة.

أما في الطريقة الثانية يتم التخثير عن طريق الترطيب بالندى والمطر، حيث يتم وضع المحصول على الأرض بعد اقتلاعه وتركه لعدة أسابيع، ويشجع المطر والندى على حدوث التخمر والتعطين [10].

• التعطين الأنزيمي (Enzymatic Retting):

التعطين الأنزيمي هو العملية التي يحدث فيها تحلل مواد البكتين المحيطة بحزم الألياف بواسطة الأنزيمات المنتجة صناعياً، حيث تُعد أسرع من عملية التعطين الطبيعي وينتج عنه ألياف أكثر نعومة، ولديه القدرة على تبسيط عملية استخراج الألياف وتقليل التكاليف، كما أن التحلل الأنزيمي يوفر تحكماً أكبر في العملية وزيادة الإنتاجية ووقت معالجة أقصر، ويمكن إعادة تدوير محلول الإنزيم المستخدم عدة مرات، مما يجعل العملية صديقة للبيئة وفعالة من حيث التكلفة ويتم استخدام الأنزيمات التالية لإجراء عملية التعطين:

البكتيناز (أنزيم محلل البكتين) و السلولاز زيلاينيز هي الإنزيمات التي يمكن استخدامها لتحلل أجزاء النبات لاستخراج الألياف، ويمكن استخدام الإنزيم بتركيزات أعلى لتسريع عملية التحلل [11].

بعد استخلاص الألياف بأي من هذه الطرق، يتم إجراء عملية نقع وغسيل للألياف الموضح في الشكل (a-7) ، تليها عملية تجفيف كما ذكر سابقاً إما بمجففات ميكانيكية أو بتركها تحت أشعة الشمس إذ أن محتوى الرطوبة في الألياف يؤثر على جودتها، كما في الشكل (b-7). بعد ذلك يتم تمشيط الألياف الجافة، وفرزها إلى درجات مختلفة وتعبئتها في بالات، كما في الشكل (c-7) [12].



a

b

c

الشكل (7): عملية غسل الألياف وتجفيفها بالشمس ثم تعبئتها في بالات.

2- هدف البحث:

يهدف البحث إلى الاستفادة من المصادر الطبيعية المتجددة والموجودة في سوريا للحصول على الألياف الطبيعية وبالتالي استخراج ألياف الصبار باختيار طريقة مناسبة ودراسة خصائص الألياف الميكانيكية وذلك من أجل تحديد إمكانية استخدام هذا النوع من الألياف في صناعة الغزل.

3- أهمية البحث:

يعتبر الصبار نباتاً صديقاً للبيئة حيث يمكن زراعته والعناية به بسهولة، يتميز بنمو تفرعات من النبتة الأم وبالتالي توافره بكثرة وهذا ما يشجع على الاستفادة منه كمصدر دائم للحصول على الألياف الطبيعية وبالتالي على عائد اقتصادي دون تكلفة كبيرة.

4- مواد وطرق البحث:

4-1 المواد:

صبار أغاف أمريكانا:

لونه أخضر وله حواف من الأشواك الحادة، يصل طوله إلى 1.8 متر. من الأسماء الشائعة له نبات القرن أو الصبار الأمريكي، تعود تسميته بنبات القرن نظراً إلى الوقت الطويل الذي يستغرقه النبات حتى يزهر، تتكون أليافه من حوالي 80% سليولوز و15% هيميسلولوز و17% لجنين و 0.26% مواد شمعية بالإضافة لمواد أخرى. [8]

يمكن الاستفادة من أغاف أمريكانا كمصدر للغذاء وكمصدر طبي واسع كما أن له فوائد بيئية حيث يمكن استخدامه كسماد لتعزيز خصوبة التربة نظراً لقابليته للتحلل الحيوي.

[13]

3-2 طرق البحث:

3-2-1 الحصول على الألياف:

الطريقة الأولى باستخدام مياه مقطرة:

تم قطع أوراق الصبار من الأسفل بأداة حادة بزاوية 45 درجة و تُترك الأوراق لمدة ثلاثة أيام قبل البدء بالعمل، ومن ثم تم إزالة الأشواك الموجودة على الهوامش والأطراف، بعدها تُقسم ورقة صبار الأغاف إلى ثلاث أقسام (القمة _ الوسط _ القاعدة) بأطوالٍ متساوية كما هو موضح في الشكل.



الشكل (8): أوراق الصبار بعد قطعها

وتم استخراج الألياف ثم وضعها ضمن وعاء يحوي ماءً مقطراً وتُترك الألياف منقوعة في الماء لمدة شهر، بعد ذلك تم القيام بغسيل لطيف باليد لكل ليف على حدى وتنظيفه بالماء للتأكد من زوال المواد المحيطة بالليف، ثم توضع الألياف على سطح نظيف لتجف في جو المخبر.

الطريقة الثانية باستخدام محلول ملحي مائي:

تم نقع أوراق الصبار في وعاء يحوي محلول ملحي (NaCl) بتركيز 10% لمدة شهر، ومن ثم تم استخراج الألياف وغسلها بالماء جيداً وتُترك لتجف في جو المخبر. وبعد تجفيف الألياف، تم وضعها ضمن عبوة مخصصة وتصبح جاهزة للاختبار.



الشكل (9): ألياف أغاف أمريكا بعد عملية استخراجها

3-2-2 دراسة قطر الألياف:

من أجل دراسة خصائص الألياف تم الاستعانة بالأجهزة المتوفرة لدينا، حيث أن ألياف الصبار تُستخرج لأول مرة في سوريا وتحتاج لأجهزة مخصصة للاختبار.

بعد الحصول على الألياف، تم قياس الأقطار ل 10 عينات لكل من الطريقتين بواسطة جهاز المجهر الضوئي الموجود في مخبر الألياف في قسم الغزل والنسيج حيث تم وضع كل ليف على حدى بدوره على الشريحة المخصصة للاختبار وأختيرت العدسة الصفراء بتكبير $100 \mu\text{m}$ ، المجهر موصول بجهاز الحاسوب وعند الفحص ظهرت صورة الليف مكبرة على الشاشة ومن ثم تم إتباع خطوات معينة على برنامج J Image المتواجد على الحاسوب، حيث تم اختيار الواحدة المطلوبة من خلال البرنامج وهي μm ، وبالتوازي مع ذلك تم تسجيل النتائج بشكل فوري على Exel المرتبط مع برنامج J Image .

3-2-3 اختبار الشد:

تم فحص متانة الألياف على جهاز الشد نوع Testometer الموجود في مركز الأبحاث الصناعية في دمشق. سعة الجهاز KN 10 والسرعة (10mm/min).



الشكل (10): جهاز الشد Testometer

مناقشة النتائج:

• استخراج الألياف:

لُوحظ من عملية الاستخراج لألياف أغاف أمريكانا ما يلي:

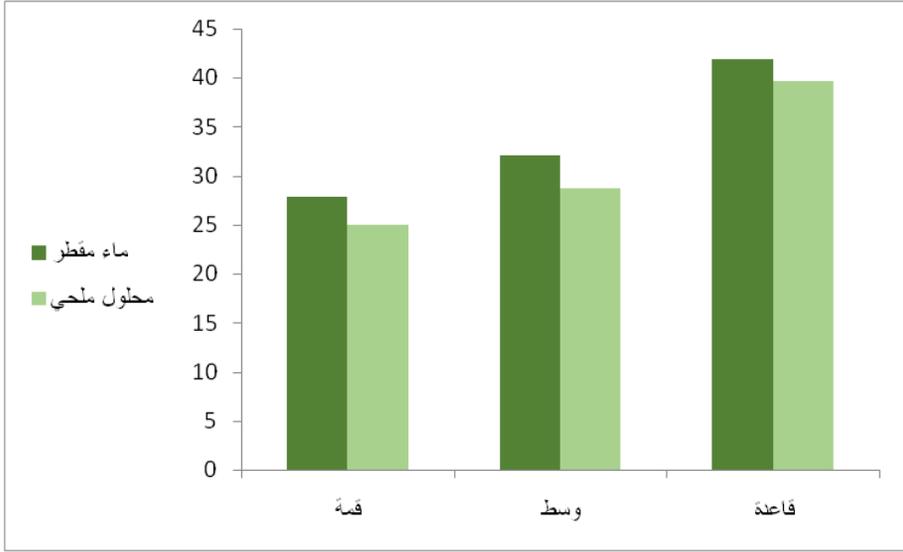
- 1- استخراج الألياف في هذا النوع كان مريحاً وأكثر سهولة، ولوحظ عدم حدوث تقطعات متكررة لليف أثناء سحبها.
- 2- الألياف المستخرجة في البداية تكون مجتمعة على شكل حزم، وبعد عملية النقع تتفكك الحزم وتحصل على ألياف فردية.
- 3- ملمس الألياف خشن قليلاً ولونها حليبي مائل للاصفرار.

- قطر الألياف: تم قياس أقطار 10 ألياف من كل قسم من الورقة (قمة- وسط- قاعدة) من كل طريقة وكانت النتائج كالتالي:

الجدول (1): متوسط أقطار الأجزاء الثلاثة في كلا الطريقتين

الطريقة الثانية (محلول ملحي)			الطريقة الأولى (ماء مقطر)			
القاعدة	الوسط	القمة	القاعدة	الوسط	القمة	
						أجزاء ورقة الصبار
39.64	28.75	24.97	41.90	32.12	27.87	متوسط قطر الألياف
5.25	4.32	4.78	10.19	3.49	3.63	الانحراف المعياري
13.25	15.01	19.15	24.33	10.87	13.04	معامل الاختلاف CV%

لُوحظ بعد دراسة أقطار الألياف اختلاف في القيم عن أقطار الألياف التي تم دراستها حسب المراجع[1] وقد يعود ذلك إلى أن صبار الأغاف الموجود في سوريا يختلف عن الأغاف في البلدان الأخرى وذلك بسبب تغير المناخ والتربة واختلاف عمر النباتات أيضاً[16]، كما لُوحظ وجود فرق في متوسط الأقطار للأجزاء الثلاثة للورقة في الطريقتين، يوضح المخطط البياني في الشكل التالي ذلك.



الشكل (11): مقارنة متوسط أقطار ألياف الأغاف بين الطريقتين

وللتأكد من النتيجة تم استخدام قانون فيشر على اعتبار أن القيمة الاحتمالية تساوي 0.05 أي تقريباً القيمة 1.65 كحد أقصى في الحكم على ما إذا كان الانحراف ذو أهمية أم لا [14]

تم التحقق من خلال تطبيق القانون التالي :

$$z = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\left(\frac{\partial^2}{100}\right) x_1 + \left(\frac{\partial^2}{100}\right) x_2}}$$

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

-توضح الجداول التالية النتائج:

الجدول(2): دراسة إحصائية لمتوسط أقطار الألياف المستخرجة بالماء المقطر

Z	$\delta \times 1-x_2$	$\delta^2/100$	δ^2	δ	X	
9.78	1.07	1.03	103.83	10.19	41.90	القاعدة
3.86	1.09	0.12	12.18	3.49	32.12	الوسط
13	1.08	0.13	13.17	3.63	27.87	القمة

الجدول (3): دراسة إحصائية لمتوسط أقطار الألياف المستخرجة بالمياه المالحة

Z	$\delta \times 1-x_2$	$\delta^2/100$	δ^2	δ	X	
16.01	0.67	0.27	27.56	5.25	39.64	القاعدة
3.96	1.01	0.18	18.66	4.32	28.75	الوسط
20.66	0.71	0.22	22.84	4.78	24.97	القمة

من خلال المقارنة بين نتائج الطريقتين، لوحظ وجود فرق كبير وواضح بين أقطار الألياف في جميع أجزاء الورقة، ولُوحظ أيضاً أن الألياف المستخرجة من الجزء الأوسط

للورقة أكثر تجانساً من بقية الأجزاء في الطريقتين، لذلك تم اختيار هذا الجزء فقط من أجل دراسة الخصائص الميكانيكية لأغاف أمريكانا.

● اختبار الشد:

تم إجراء اختبار الشد ل 10 ألياف من القسم الأوسط من الورقة من كل طريقة على جهاز الشد، تخضع العينات لشد أولي ثم يبدأ الاختبار حتى القطع، فكانت النتائج كالتالي:

الجدول (4): الخصائص الميكانيكية للألياف المستخرجة باستخدام المياه المقطرة

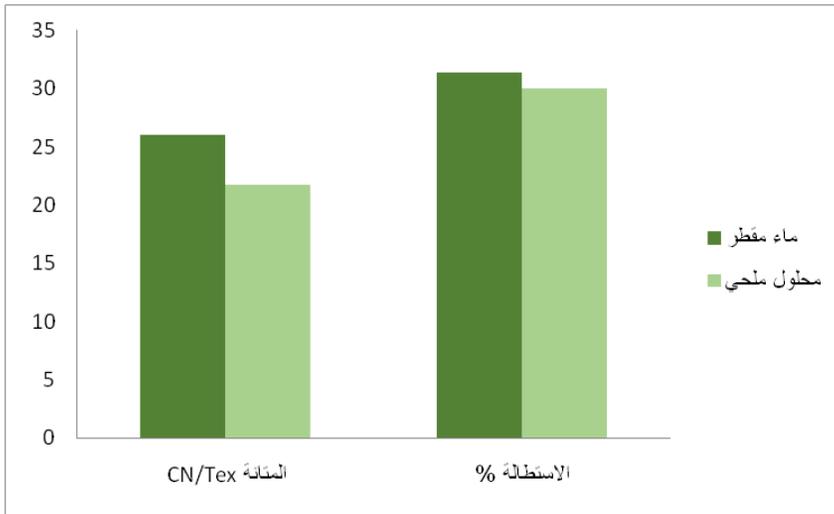
المتانة cn/tex	الاستطالة %	قوة القطع N	النمرة Tex	القطر μm	
26.01	33.42	5.70	21.92	32.12	المتوسط الحسابي
0.89	0.41	0.78	2.81	3.49	الانحراف المعياري
3.41	28.96	13.77	12.83	10.87	معامل الاختلاف CV%

الجدول (5): الخصائص الميكانيكية للألياف المستخرجة باستخدام المحلول الملحي

المتانة cn/tex	الاستطالة %	قوة القطع N	النمرة Tex	القطر μm	
21.75	31.28	4.37	19.85	28.75	المتوسط الحسابي
2.04	0.43	1.20	3.90	4.32	الانحراف المعياري
9.37	33.62	27.60	19.64	15.01	معامل الاختلاف CV%

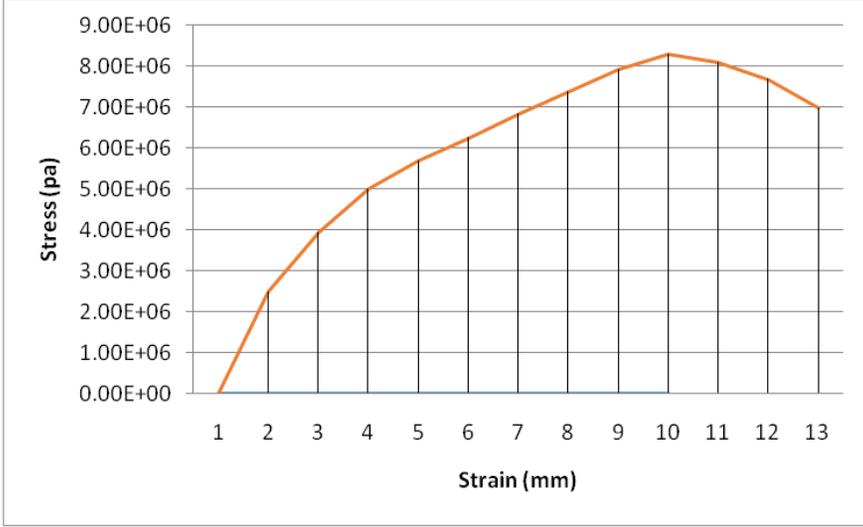
إن المتوسط الحسابي للمتانة بالنسبة للألياف التي تم الحصول عليها بطريقة النقع بمياه مقطرة لمدة شهر كبير ومعامل الاختلاف صغير وذلك بالمقارنة مع الألياف التي أُستخرجت بواسطة النقع بالمحلول الملحي المائي (NaCl)، ومن الممكن أن يعود السبب إلى أن بقاء الأوراق مدة طويلة في المحلول الملحي أدى إلى إضعاف المتانة وهذا يدل إلى أن وجود كلور الصوديوم له تأثير سلبي على ليف الأغاف.

يوضح المخطط التالي مقارنة بين متوسط المتانة والاستطالة لألياف الأغاف بين الطريقتين:



الشكل (12): مقارنة بين متوسط المتانة والاستطالة لألياف الأغاف في الطريقتين

وفيما يلي مخطط إجهاد-انفعال الناتج عن اختبار الشد لألياف أغاف أمريكانا



الشكل(13): مخطط إجهاد-انفعال الناتج عن اختبار الشد لألياف أغاف أمريكانا

لُوحظ من المنحني بعد أن تم رسمه وفقاً للمعطيات الناتجة عن جهاز الشد أنه لم يبدأ من الصفر وذلك بسبب البنية الحلزونية لأغاف أمريكانا والموضحة سابقاً في الشكل (3)، يتميز المنحني في البداية باستطالة صغيرة وبعدها تزداد الاستطالة ويبدأ حدوث تشوه للألياف يقابله زيادة في الإجهاد، ومن ثم يزداد انحدار المنحني ليصل بسرعة إلى نقطة يحدث فيها تشوه وتمزق الألياف.

الاستنتاجات والتوصيات:

الاستنتاجات:

1- أظهر اختبار الشد أن لألياف أغاف أمريكانا الموجود في سوريا متانة عالية فُدرت ب (26 CN/Tex) وهي قيمة قريبة من متانة ألياف أغاف أمريكانا التي تم دراستها في تونس والتي فُدرت ب (28.2 CN/Tex) [7]. وأيضاً بالمقارنة مع الألياف الطبيعية

الأخرى مثل الكتان الذي يتمتع بمتانة (23-60 CN/Tex)، والقطن الذي تبلغ متانته من (CN/Tex 26-44).

2- بلغ متوسط قطر الألياف حوالي (33 μm) وهي تعد قيمة قريبة من متوسط قطر ليف الكتان التي تساوي تقريباً (18-80 μm).

3- بلغت الاستطالة عند القطع قيمة عالية بالمقارنة مع الألياف الطبيعية الأخرى.

نستنتج من هذه القيم والتي استطعنا الحصول عليها وفقاً للأجهزة المتوفرة لدينا في سوريا على اعتبار أن ألياف الصبار تحتاج أجهزة مخصصة لتحديد البارامترات، تقارب هذه القيم مع قيم الألياف الطبيعية الأخرى وبالتالي يمكن القول بأنه من الممكن إدخال ألياف أغاف أمريكانا في صناعة الغزل باستخدام أجهزة غزل خاصة ولكن باستخدام الجزء الأوسط من الورقة فقط نظراً لتجانس الأقطار وامتانة الألياف في هذا الجزء.

التوصيات:

1- نظراً للأهمية الكبيرة للأغاف كمصدر للألياف، توصي الدراسة بالنظر في تعزيز زراعة نبات صبار الأغاف كمحصول تجاري، على اعتبار أنها لا تحتاج لمبيدات أو أسمدة كيميائية كما أنها تحتاج لكميات قليلة من المياه، بالإضافة لأهميتها في الحد من توسع الصحراء.

2- التوسع في دراسة الخصائص لألياف الأغاف في مراحل مختلفة لنمو النبات.

3- استخراج ألياف من أنواع أخرى من الصبار المتوفرة محلياً.

المراجع العلمية:

1. MSAHLI S, DREAN J, 2002– Etude de potential textile des fibres d`agave. LPMT, Franca.
2. LAHSASNI S, KOUHILA, M.MAHROUZ M, 2004. Adsorption desorption isotherms and heat of sorption of prickly pear fruit (*Opuntia ficus indica*), Energy Conversion and Management.vol 45. pp250
3. HAMOUD M., 2020–Fibres Science. Al Baath University, Syria, pp: 41–161.
4. GUENDO L., FLORE Z., April 2001–Europeenne, agave Americana Fibre, Hachette, article, Paris. pp:914–918.
5. . GLADWELL W, MBUGUA, EVERLYN K. 2014– Properties Of Decorticated Agave Americana Marginata Fibers Of Different Leaf Levels From Lanet And Tigoni, Kenya. pp1–14
6. ORTEGA Z, CASTELLANO J, SUREZ L 1, D.MARRERO M, 2019– Characterization of Agave americana L. plant aspotential source of fibres for composites obtaining, Springer Nature Journal. pp:1
7. MSAHLI S, SAKLI F, YVES J,2006– Study of Textile Potential of Fibres Extracted from Tunusia Agave Americana fiber L. Textile Journal. Vol 6. pp:9–12–13.

8. HULLE A, KADOLE P, KATKAR P, 2014– Agave Americana Leaf Fibers, Fibers. Textile Res. J., UK vol 3. pp:66– 67
9. Ikra Iftekhhar shuvo fiber attributes and mapping the cultivar influence of different industrial, 2020. september article26, Mexico. pp: 210
10. MSAHLI, S., DREAN J.Y, SAKLI F, 2005– Evaluating the fineness of Agave Americana L. Fibers, Textile Res. J., UK. pp:540–543
11. BUSCHLE G, ZERONIAN, S, 1994– Enzymatic hydrolysis of cotton, linen, ramie and viscose rayon fabrics. Text. Res. J..vol 64. pp:270–279.
12. MARTÍNEZ M, ARIAS H, 2005–Population Structure of Maguey (Agave salmiana ssp. crassispina) in Southeast Zacatecas, Mexico. Arid Land Research and Management. vol19. pp:101.
13. ZWANE P, MASARIRAMBI M 2001– Bhabhi. Exploitation of Agave Americana L. plant for food security in Swaziland, Am. J. Food Nutr, Germany. pp: 82–88
14. ALMOHAMAD R. 2022– Characterization of the Fibers of Agave Salmiana Located in Syria. Al-Baath University Journal. PP:15

15. CHAABOUNI Y, YVES J, MSAHLI S, SAKLI F, 2006– Morphological Characterization of Individual Fiber of Agave americana L. Textile Research Journal vol 7 .pp:370.
16. Boguslavsky A, Barkhuysen F, Timme E. 2007– Establishing of Agave Americana industry in South Africa, In Proceedings of the 5th International Conference on New Crops, Southampton, pp: 3–4

دراسة تأثير أنزيم السيلولاز في انكماش قماش

الجينز خلال عملية الإنهاء

طالب الماجستير :محمد اشريمو قسم هندسة الغزل والنسيج

كلية الهندسة الكيميائية والبتروولية جامعة البعث

المشرف العلمي : د. وديان عباس

المشرف المشارك : د. مصطفى الرشيد الأحمد

ملخص البحث:

إن الهدف من بحثنا إجراء مجموعة من التجارب على أقمشة الجينز القطنية 100% ذات نظام الغزل التوربيني و بوزن 433 غرام/م² وذات تركيب نسيجي مبرد $\frac{3}{1}$ ، من أجل دراسة التغيرات في انكماش قماش الجينز خلال عملية الإنهاء باستخدام أنزيم السيلولاز في درجة حرارة الجو المحيط .

في هذه الدراسة، تمت دراسة بارامترات عملية الكحت المؤثرة (درجة حرارة، تركيز الأنزيم، زمن عمل الأنزيم) لتحديد أفضل البارامترات من أجل تخفيض انكماش الجينز .

أظهرت النتائج أن المعالجة بأنزيم السيلولاز عند درجة حرارة (30°) وبتركيز 1 غرام/ليتر ولمدة 30 دقيقة أعطت أفضل النتائج بالنسبة لكل من معدل انكماش القماش وقوة الشد والغراماج.

الكلمات المفتاحية: الانكماش، عملية الكحت، القطن، جينز، أنزيم السيلولاز.

Study the Effect of Cellulase Enzyme in Denim Fabric Shrinkage During the Finishing Process

Abstract:

In this research a set of experiments was performed on 100% cotton 2 denim fabrics with a turbine spinning system, a weight of 433 g/m and a $\frac{3}{1}$ twill fabric construction, in order to study the changes in the denim fabric shrinkage during the finishing process using cellulase enzyme at the ambient temperature.

In this study, the parameters of the effective Denim washing process (temperature, enzyme concentration, enzyme process time) to determine the best parameters for reducing were studied shrinkage of jeans .

The results showed that the Finishing process by using the cellulase enzyme at a temperature of (30°) and a concentration of 1 g/L for a period of 30 minutes, has given the best results for shrinkage rate, tensile force and the grams per square meters (GSM).

Keywords: The shrinkage, Washing Process, Cotton, Jeans, Cellulase Enzyme.

1- مقدمة:

تعتبر صناعة الملابس الجاهزة من الصناعات الرئيسية في سوريا وتحظى باهتمام مستمر نتيجة التطور السريع في الحياة الاقتصادية والاجتماعية، لتواكب موضة العصر الحالي مما يؤدي إلى تنافس المنتجين والقائمين على هذه الصناعة لتوفير كل العوامل اللازمة والمؤدية لنجاحها عن طريق اتباع شتى الطرق والأساليب العلمية والفنية والتكنولوجية وهذا ما تؤكدته الدراسات والإحصائيات الحديثة.

تلعب صناعة الملابس دوراً حيوياً في اقتصاديات الدول لذلك فإنها تحظى باهتمام كبير وخاصة في ظل المتغيرات العالمية في الوقت الراهن وأصبح من الضروري توجيه العلم والتكنولوجيا الحديثة لتطوير تلك الصناعة لرفع الكفاءة الإنتاجية عن طريق إجراء التجهيزات والمعالجات المختلفة على أقمشة الجينز أو المنتج النهائي للجينز، وقد اهتمت العديد من البحوث بدراسة أثر التجهيز النهائي على بعض عمليات تصنيع الملابس.

2-1- أقمشة الجينز:

أقمشة الجينز (الدينيم) واحدة من أهم الأقمشة المعروفة عالمياً وتحظى بإقبال شديد من جميع أفراد المجتمع في الأسواق المحلية والعالمية، وتفرض الموضة العالمية سنوياً بإنتاج أقمشة متنوعة الأشكال والألوان من الجينز لتصميم أزياء تصلح للفئات العمرية المختلفة ولجميع فصول السنة صيفاً أو شتاءً، وتعتبر من الملابس العملية التي ترضي جميع الأذواق، بل أنتج منها تصميمات للمناسبات الخاصة أيضاً.

حيث أنّ الدينيم عبارة عن نسيج قطني، منسوج من خيوط السداء المصبوغة باللون النيلي وخيوط الحدف البيضاء. [1]

2-2- تعريف الانكماش:

يمكن تعريف مصطلح "الانكماش" ببساطة على أنه تغيير في أبعاد القماش أو الملابس حيث يكون هذا التغيير في الأبعاد ذو إشارة سالبة يسمى (انكماش). [2]. لكي ترتقي صناعة الملابس الجاهزة وخاصة ملابس الجينز في سوريا إلى مستوى التنافس المطلوب لابد من حل بعض المشكلات التي تواجهها، وهي انكماش أقمشة الجينز وما له من تأثير سلبي على سعر المنتج.

2-3- أسباب حدوث الانكماش:

عند تطبيق الشد على القماش، تقل سعة التجعيد ويمتد النسيج في اتجاه الشد في وقت لاحق، عندما يتم تخفيف التوترات والسماح للنسيج بالاسترخاء، تعود سعة التجعيد إلى تكوينها المستقر وينقلص النسيج، يتم شد العديد من الأقمشة أثناء المعالجة الرطبة حيث يتم سحبها من عملية إلى أخرى، هذا هو السبب الرئيسي لانكماش النسيج. [3],[4]

تفسير الانكماش من الناحية المورفولوجية:

تتكون الألياف القطنية السيللوزية من مجموعة من الألياف التي تتكون من سلاسل تتوزع فيما بينها إلى مناطق منتظمة متوازية يطلق عليها اسم المناطق البلورية ومناطق أخرى عشوائية غير منتظمة غير بلورية تسمى (Amorphous) في حين أنه غالباً ما تكون السلاسل السيللوزية متوازية في المناطق البلورية نجدها متقاطعة في المناطق العشوائية وبالتالي يكون تأثير الشد هو العمل على ترتيبها نوعاً ما، وبالتالي تتمدد مرناً، أما المناطق البلورية فتتعرض عند الشد لانزلاق السلاسل فوق بعضها نوعاً ما، وبالتالي تتمدها لدناً. [4]

انكماش المعالجة يمكن تعريفه على أنه تغيير في أبعاد القماش في الاتجاهين الطولي والعرضي نتيجة عملية المعالجة حيث تؤثر عمليات الصباغة والإنهاء وعمليات تصنيع الملابس على أبعاد المنتج النهائي. [4],[5]

3-1-عملية الكحت:

هي المعالجة التي يستخدمها المصممون وكيميائيو النسيج لتحقيق خصائص جمالية مميزة ومرغوبة من قبل المستهلكين.

يُعرف غسيل ملابس الجينز (الكحت) كواحد من المعالجات النهائية المستخدمة على نطاق واسع والتي تستخدم في قطاعات صناعة الملابس لخلق مظهر خاص وجعل الملابس عصرية. بدون علاجات الكحت، فإن ملابس الدنيم غير مريحة للارتداء بسبب صلابة القماش نتيجة مواد التثنية الموجودة في الأقمشة قبل عملية الكحت. لهذا تحتاج الملابس بشكل أساسي إلى معالجة نهائية لجعلها أكثر نعومة ومرونة وسلاسة وراحة للارتداء. تزايدت شعبية كحت الملابس وخاصة ملابس الجينز في السوق العالمية يوماً بعد يوم لتلبية التغيير السريع للمطالب الحالية للعملاء، يحاول التقنيون إدخال تصميمات وأزياء جديدة على ملابس الجينز باستخدام طرق غسيل مختلفة. [1]

3-2-أنواع طرق الكحت: [1]

1. عملية إزالة النشاء.
2. غسيل الأنزيم.
3. غسيل التبييض.
4. غسيل باستخدام حجر الخفاف. (pumic stone)
5. نسف بالرمل.

6. بخ الأقمشة بمحلول برمنغنات البوتاسيوم.
7. كحت بالأوزون.
8. كحت بالليزر.
9. كحت بواسطة النفط المائي.
10. السنفرة بواسطة الفراشي.

في هذا البحث تم استخدام أنزيم السيلولاز بسبب مزاياه المتعددة:

- تزداد إنتاجية المعالجة بالأنزيم مقارنةً مع الغسيل بالحجر بسبب الحيز الذي يشغله الحجر داخل الغسالة.
- توفير الوقت لإزالة شظايا الحجر من ملابس الجينز في حالة معالجة السيلولاز.
- مدة أو عدد مرات غسل الشطف بعد المعالجة بالأنزيم أقل من غسل حجر الخفاف.
- يمكن أن تحل كمية صغيرة من الأنزيم محل عدة كيلوغرامات من أحجار الخفاف أثناء الغسيل، مما يؤدي في النهاية إلى تقليل الأضرار التي تلحق بالملابس والآلات.
- الكلفة المنخفضة والإنتاجية العالية مقارنةً مع الكحت بالليزر.
- عدم الحاجة لتجهيزات خاصة ذات كلفة مرتفعة مقارنةً مع الكحت بالأوزون والنفث بالماء.
- لأن الأنزيم يتحلل بيولوجياً وهو صديق للبيئة مقارنةً مع بعض الطرق. [12][6]

3-3-آلية عمل أنزيم السيلولاز:

تتكون مستحضرات السيلولاز بشكل أساسي من ثلاثة أنشطة محددة:

1.4-Endo-β-D-glucanase(EG,EC 3.2.1.4).

وظيفتها استهداف السلاسل الموجودة في المناطق "غير المتبلورة" الأقل تنظيمًا، مما يؤدي إلى انخفاض اللزوجة التي ترتبط ارتباطاً مباشراً بانخفاض متوسط درجة بلمرة السيلولوز.

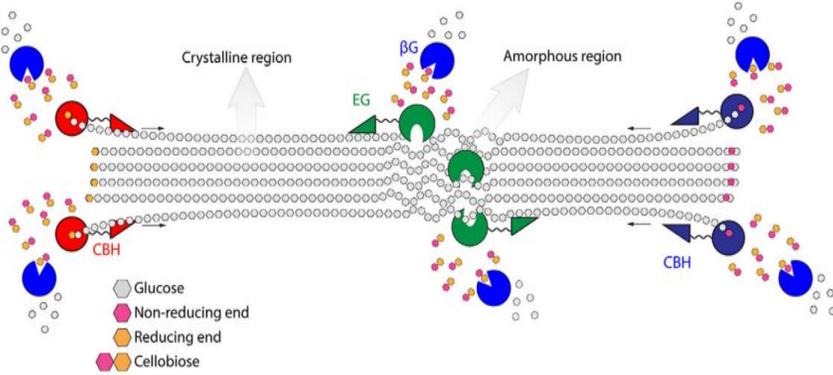
EC 4,β-D-glucanases or cellobiohydrolases (CBH,2- Exo-(1.91).3.2.1.

تعمل في نهايات سلسلة السيلولوز إطلاق السليوبيوز.

3-β-glucosidases (EC3.2.1.21)

مهمتها مهاجمة السليوبيوز وغيره من أوليغومرات السيلو منخفضة الكتلة المولية لإنتاج

الجلوكوز. [10],[9],[8],[11]



الشكل (3) النمط الكلاسيكي لعمل أنزيم السيلولاز الذي أساسه فطر تريكو ديرماريسي أثناء التحلل المائي للسليولوز، والذي يصور التآزر بين إندوغلوكونازس، إكسوغلوكونازس، بيتا غلوكوسايدس

4- هدف البحث Research aims :

- دراسة إمكانية تحسين خاصية انكماش قماش الجينز من خلال المعالجة بأنزيم السيلولاز للحصول على أقل انكماش ممكن في كل من الاتجاهين الطولي والعرضي من خلال تغيير البارامترات المؤثرة خلال عملية الكحت (زمن-تركيز-حرارة) بحيث نحصل على أقل انكماش ممكن.

5- مواد وطرائق البحث:

5-1- الأجهزة والأدوات المستخدمة:

- 1- الأدوات الزجاجية (بباشة، سلندرات).
- 2- جهاز قياس الحموضة (PH) في كل من حمام المعالجة الأنزيمية وحمام إيقاف عمل الأنزيم.
- 3- غسالة صناعية مع عصارة ومجفف.
- 4- جهاز اختبار قوة الشد (TESTOMETRIC AX M350-10KN).
- 5- قياس وزن المتر المربع (غراماج) العينات (GSM) .
6. ميزان نوع Sartorius الماني الصنع بدقة 0.0001 طراز TE 214 S.

5-2- العينات والمواد الكيميائية المستخدمة في البحث:

- 1- العينات القطنية: تستخدم أقمشة جينز قطنية 100% تركيبها النسيجي مبرد $\frac{3}{1}$ ذو أبعاد كل عينة (50*50) سم بداخلها مربع مرسوم بأبعاد (35*35) سم تزن كل عينة، تقص العينات، وتجهز لإجراء عمليات الكحت، والاختبارات اللاحقة عليها.
- 2- أنزيم السيلولاز يعمل في الوسط الحمضي ذو منشأ صيني رمزه التجاري (Texzyme BP-L).
- 3- هيدروكسيد الصوديوم (NaOH): يستخدم في رفع قيمة الوسط الحمضي لإيقاف عمل الأنزيم ذو منشأ صيني.
- 4- أنزيم إزالة النشاء: ذو منشأ الماني رمزه التجاري T 2090 من شركة CHT.

5- حمض الخل (CH_3COOH) : يستخدم لضبط قيمة الوسط الحمضي خلال عمل الأنزيم.

5-3- مراحل العمل:

تحضير حمام إزالة النشاء:

- تم تحضير حمام إزالة النشاء في الغسالة بنسبة حوض (1:30) وزمن 20 دقيقة وحرارة 30° مئوية، وبالتراكيز الموضحة في الجدول التالي لكل عينة جينز 50 * 50سم.

الجدول (1): تراكيز المواد المستخدمة في حمام إزالة النشاء وكمياتها

المادة	التركيز (g/l)
كربونات الصوديوم	1.2
منظف	0.6
أنزيم إزالة	0.6

نضع القطعة المقصوفة داخل الغسالة، ونبدأ بالدوران لمدة 20 دقيقة عند درجة حرارة (30) درجة مئوية، ثم نقوم بعمل مرحلتين غسل للعينة بدرجة حرارة 30° درجة مئوية.

- تحضير حمام المعالجة بأنزيم السيلولاز:

تم إجراء العملية في حمام يحتوي على حمض الخل (1 غرام/الليتر) عند درجة حموضة 5.5 ونسبة المواد (1:30).

ويتراكيز أنزيم مختلفة ودرجات حرارة مختلفة وأزمنة مختلفة، وذلك لتحديد القيم المثلى للانكماش والغراماج ومتانة الشد.

الجدول(2): تراكيز المواد المستخدمة في حمام المعالجة الأنزيمية وكمياتها

المادة	التركيز
حمض الخل	1(g/l)
نسبة المواد	30:1
الأنزيم	2-1.5-1 (g/l)
زمن	60-30 دقيقة
درجة حرارة إضافة الأنزيم	°55-°40-°30

بعد الانتهاء من المعالجة بالأنزيم نقوم برفع حموضة الوسط إلى 8 لإيقاف عمل الأنزيم بدلاً من رفع درجة الحرارة، بعد ذلك نقوم بمرحلة غسيل بماء بارد.

جدول(3) ترميز العينات لتجارب تطبيق أنزيم السيلولاز، عند درجات حرارة وتراكيز

وأزمنة مختلفة

رقم العينة	1	2	3	4	5	6	7	8	9
درجة الحرارة إضافة الأنزيم C°	30	40	55	30	40	55	30	40	55
تركيز الأنزيم (g / l)	1	1	1	1.5	1.5	1.5	2	2	2
زمن (دقيقة)	30	30	30	30	30	30	30	30	30
رقم العينة	10	11	12	13	14	15	16	17	18
درجة الحرارة إضافة الأنزيم C°	30	40	55	30	40	55	30	40	55
تركيز الأنزيم (g / l)	1	1	1	1.5	1.5	1.5	2	2	2
زمن (دقيقة)	60	60	60	60	60	60	60	60	60

بعد المعالجة الأنزيمية تم إجراء الاختبارات التالية:

4-5 الاختبارات والنتائج

أولاً: اختبار قياس الانكماش:

الانكماش هو تغيير في أبعاد العينات قبل الغسيل عن أبعادها بعد الغسيل.

تم قياس الانكماش حسب المواصفة القياسية الأمريكية ASTM D272, BS 4931

حيث تم حساب الانكماش من خلال العلاقة التالية:

$$SH\% = \frac{(L0 - L) * 100}{L0}$$

Sh%: انكماش النسيج المختبر بعد المعالجة.

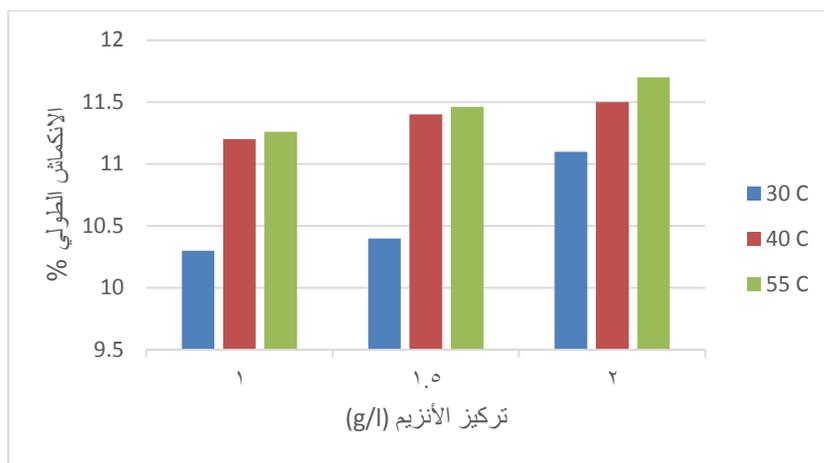
L0: الطول الأولي للنسيج الذي تم اختباره.

L: طول القماش المختبر بعد المعالجة.

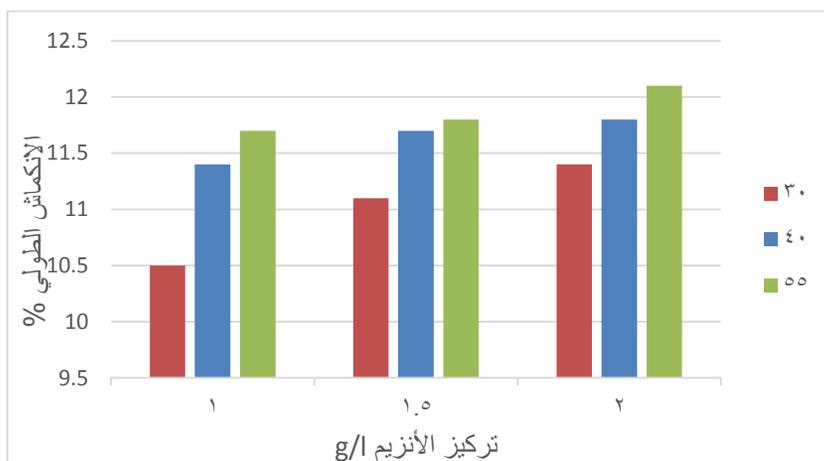
جدول (4) نتائج اختبار الانكماش الطولي للعينات المعالجة بالأنزيم عند درجات حرارة

مختلفة وتراكيز مختلفة وأزمنة مختلفة

رقم العينة	الانكماش الطولي (%)	درجة الحرارة (C°)	تركيز الأنزيم (g / l)	الزمن (دقيقة)
1	10.3	30	1	30
2	11.2	40	1	30
3	11.26	55	1	30
4	10.4	30	1.5	30
5	11.4	40	1.5	30
6	11.46	55	1.5	30
7	11.1	30	2	30
8	11.5	40	2	30
9	11.7	55	2	30
10	10.5	30	1	60
11	11.4	40	1	60
12	11.7	55	1	60
13	11.1	30	1.5	60
14	11.7	40	1.5	60
15	11.8	55	1.5	60
16	11.4	30	2	60
17	11.8	40	2	60
18	12.1	55	2	60



مخطط (1) دراسة تغير الانكماش الطولي مع تركيز الأنزيم (زمن نصف ساعة)



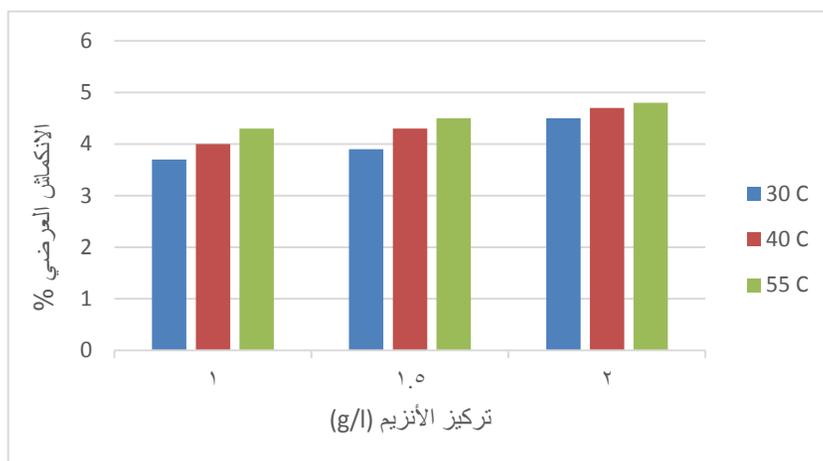
مخطط (2) دراسة تغير الانكماش الطولي مع تركيز الأنزيم (زمن ساعة)

جدول (5) نتائج اختبار الانكماش العرضي للعينات المعالجة بالأنزيم عند درجات حرارة مختلفة وتراكيز مختلفة وأزمنة مختلفة

رقم العينة	الانكماش العرضي (%)	درجة الحرارة (C°)	تركيز الأنزيم (g / l)	الزمن (دقيقة)
1	3.5	30	1	30
2	3.9	40	1	30
3	4.2	55	1	30
4	3.73	30	1.5	30
5	4	40	1.5	30
6	4.3	55	1.5	30
7	4	30	2	30
8	4.1	40	2	30
9	4.4	55	2	30
10	3.7	30	1	60
11	4	40	1	60
12	4.3	55	1	60
13	3.9	30	1.5	60
14	4.3	40	1.5	60
15	4.5	55	1.5	60
16	4.5	30	2	60
17	4.7	40	2	60
18	4.8	55	2	60



مخطط (3) دراسة تغير الانكماش العرضي مع تركيز الأنزيم (زمن نصف ساعة)



مخطط (4) دراسة تغير الانكماش العرضي مع تركيز الأنزيم (زمن ساعة)

- دراسة تأثير تغيير التركيز ودرجة الحرارة والزمن على الانكماش:

- ✓ مع ازدياد درجة الحرارة في التفاعل تزداد الطاقة الحركية بين الجزيئات فيزيد من الاصطدامات العشوائية بين الجزيئات مما يؤدي إلى تكوين المزيد من المنتجات (التحلل المائي للسيلولوز وتحويله إلى غلوكوز) فيقود هذا إلى حدوث انكماش في الاتجاهين الطولي والعرضي.
- ✓ مع ازدياد تركيز الأنزيم يرتفع معدل المواقع الأكثر نشاطاً وبالتالي المزيد من مجمعات الركيزة الأنزيمية مما يؤدي إلى زيادة التحلل المائي للسيلولوز وحدث انكماش في الاتجاهين الطولي والعرضي.
- ✓ نلاحظ مع ازدياد الزمن يستمر الأنزيم في عمله حتى الوصول إلى مرحلة التثبيط أو حتى يتم إيقافه قسرياً عن طريق رفع درجة الحرارة حتى درجة الحرارة 90 درجة مئوية أو عن طريق رفع قيمة الأس الهيدروجيني فعند رفع درجة الحرارة أو رفع قيمة الأس الهيدروجيني تتغير خصائص الموقع النشط ولا يمكن للركيزة أن تلتصق. [1][7][9]

ثانياً: اختبار قياس قوة الشد

بعد إجراء عملية المعالجة بالأنزيم قمنا بإجراء اختبار قوة الشد لدراسة تأثير هذه المعالجة على تحسين الخواص الميكانيكية (قوة الشد).

كما هو معروف بأن قوة القطع هي أقصى قوة مطبقة على المادة وتؤدي إلى حدوث التمزق .

أجرينا الاختبار باستخدام جهاز قوة الشد نوع M350 الموضح بالشكل (4)

تحضير العينات: وفقاً للمواصفة ASTM D 5034 يتم تجهيز العينات بحيث لا يقل قياس كل منها عن (300×60 مم) في كل من اتجاهي السداء والحذف حيث تؤخذ من أماكن مختلفة من القماش. بعد تكييف العينات ننسل خيوط العرض لتلك الشرائط حتى عرض 50 مم بإزالة عدد متساوي تقريباً من الخيوط من كلا الحاشيتين الطوليتين للعيينة .
ملاحظة: بالنسبة للأقمشة التي لا يمكن نسل خيوطها، نقص العينات بعرض اختبار 50 مم بمحاذاة الاتجاه المناسب للخيط الطولي أو العرضي.

- نقص شرائط من العينة المراد اختبارها بطول (300مم)، وعرض (50مم).

- نحدد السرعة (100 مم/دقيقة).



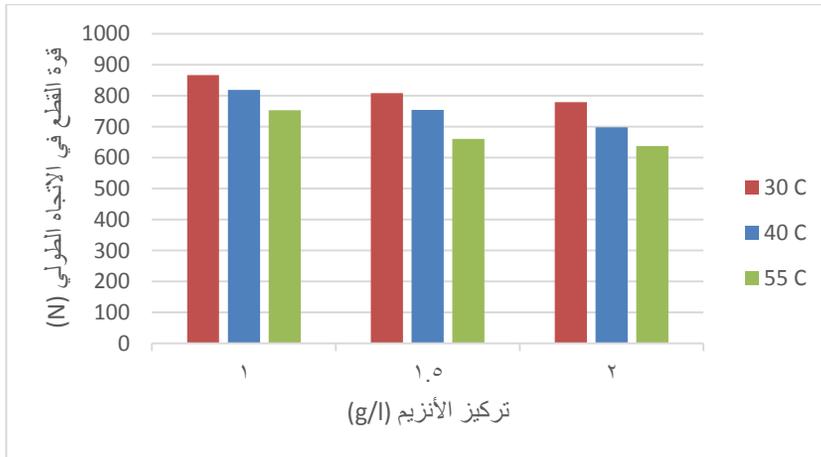
الشكل (4) جهاز اختبار قوة الشد في كلية الهندسة الميكانيكية

في جامعة حلب

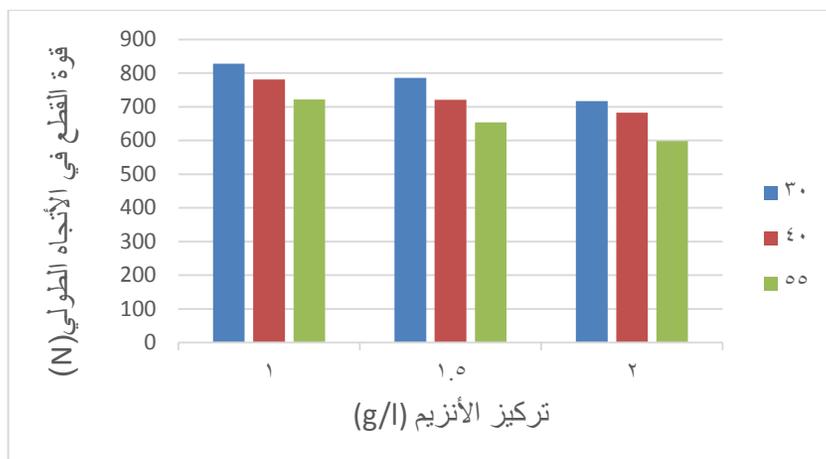
جدول (6) نتائج اختبار الشد الطولي للعينات المعالجة بالأنزيم عند درجات حرارة

مختلفة وتراكيز مختلفة وأزمنة مختلفة

رقم العينة	الشد الطولي (N)	درجة الحرارة (C°)	تركيز الأنزيم (g / l)	الزمن (دقيقة)
1	866.55	30	1	30
2	818.05	40	1	30
3	753.1	55	1	30
4	808.55	30	1.5	30
5	754.4	40	1.5	30
6	660.1	55	1.5	30
7	779.2	30	2	30
8	697.5	40	2	30
9	637.25	55	2	30
10	827.75	30	1	60
11	780.9	40	1	60
12	721.3	55	1	60
13	786	30	1.5	60
14	712.1	40	1.5	60
15	653.4	55	1.5	60
16	717.35	30	2	60
17	682.4	40	2	60
18	598.2	55	2	60



مخطط (5) دراسة تغير قوة القطع في الاتجاه الطولي مع تركيز الأنزيم (نصف ساعة)

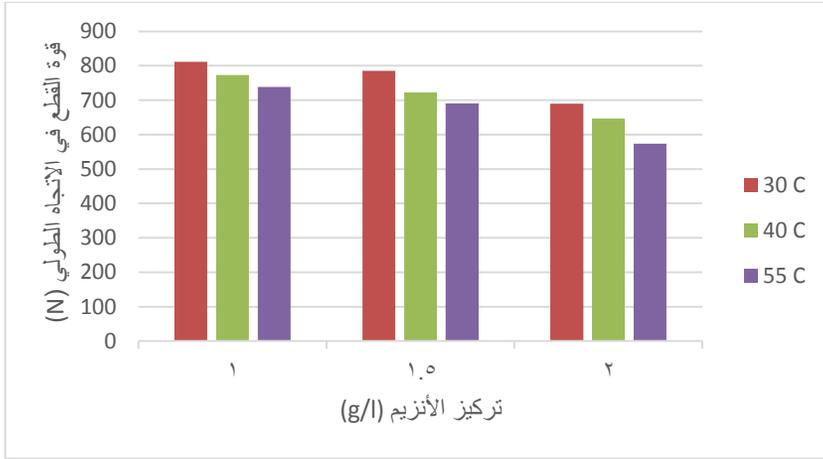


مخطط (6) دراسة تغير قوة القطع في الاتجاه الطولي مع تركيز الأنزيم (ساعة)

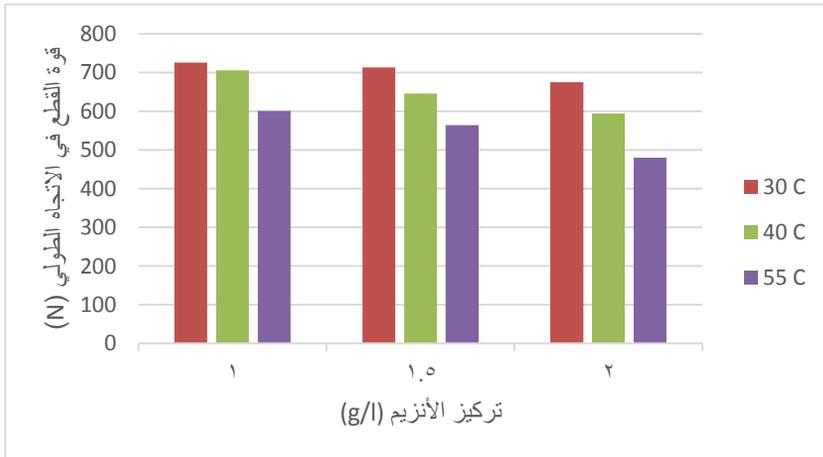
جدول (7) نتائج اختبار الشد العرضي للعينات المعالجة بالأنزيم عند درجات حرارة

مختلفة وتراكيز مختلفة وأزمنة مختلفة

رقم العينة	الشد العرضي (N)	درجة الحرارة (C°)	تركيز الأنزيم (g / l)	الزمن (دقيقة)
1	811.5	30	1	30
2	773.55	40	1	30
3	738.5	55	1	30
4	785.45	30	1.5	30
5	722.6	40	1.5	30
6	690.4	55	1.5	30
7	689.75	30	2	30
8	646.5	40	2	30
9	573.35	55	2	30
10	725.9	30	1	60
11	705.85	40	1	60
12	600.75	55	1	60
13	712.75	30	1.5	60
14	645.3	40	1.5	60
15	564	55	1.5	60
16	674.65	30	2	60
17	594.3	40	2	60
18	480.1	55	2	60



مخطط (7) دراسة تأثير تركيز الأنزيم مع ارتفاع درجة الحرارة على قوة الشد في الاتجاه العرضي عند زمن نص ساعة



مخطط (8) دراسة تأثير تركيز الأنزيم مع ارتفاع درجة الحرارة على قوة الشد في الاتجاه العرضي عند زمن ساعة

• دراسة تأثير تغيير التركيز ودرجة الحرارة والزمن على قوة الشد (المتانة):

نلاحظ من المخططات أعلاه أن: عند زيادة تركيز الأنزيم مع ارتفاع درجة الحرارة يعمل نشاط Endo-(1,4)- β -D-glucanases الموجود في أنزيم السيلولاز على استهداف السلاسل الموجودة في المناطق "غير المتبلورة" الأقل تنظيماً، مما يؤدي إلى انخفاض اللزوجة التي ترتبط ارتباطاً مباشراً بانخفاض متوسط درجة بلمرة السيلولوز مما يؤدي إلى انخفاض المتانة في الاتجاهين الطولي والعرضي.

- مع زيادة الزمن يزداد نشاط Endo على السيلولوز يؤدي ذلك إلى زيادة فقدان المتانة حتى تدهور الألياف بشكل كامل.

ثالثاً: اختبار قياس الغراماج (وزن المتر المربع)

تم إجراء الاختبار حسب المواصفة القياسية الأمريكية ASTM D 3776

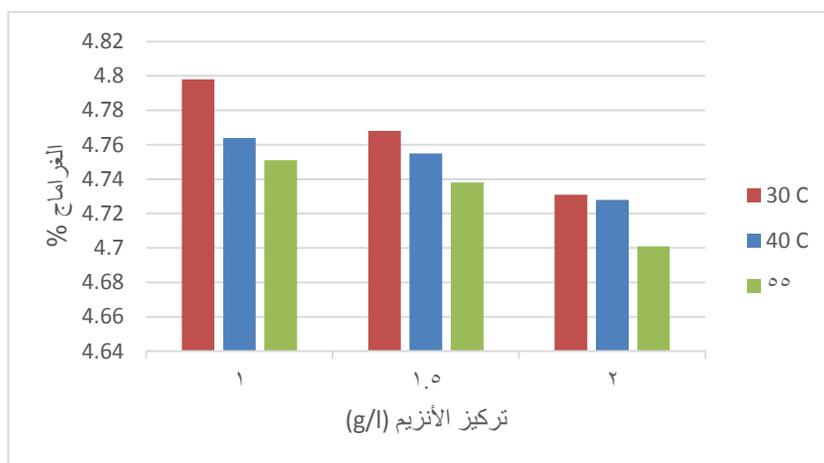
ثم تم وزن العينات على ميزان Sartorius طراز TE 214S.



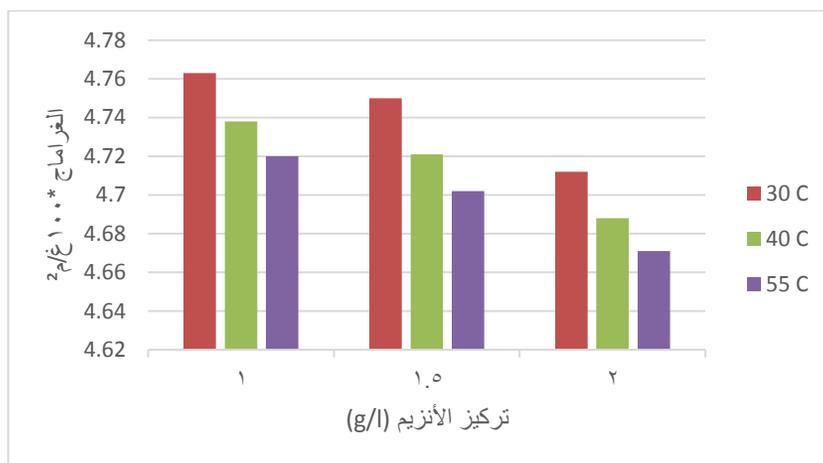
الشكل (5) مقطع غراماج

جدول (8) نتائج اختبار الغراماج للعينات المعالجة بالأنزيم عند درجات حرارة مختلفة وتراكيز مختلفة وأزمنة مختلفة

رقم العينة	(الغراماج * 100) غرام/م ²	درجة الحرارة (C°)	تركيز الأنزيم (g / l)	الزمن (دقيقة)
1	4.798	30	1	30
2	4.764	40	1	30
3	4.751	55	1	30
4	4.768	30	1.5	30
5	4.755	40	1.5	30
6	4.738	55	1.5	30
7	4.731	30	2	30
8	4.728	40	2	30
9	4.701	55	2	30
10	4.763	30	1	60
11	4.738	40	1	60
12	4.720	55	1	60
13	4.750	30	1.5	60
14	4.721	40	1.5	60
15	4.702	55	1.5	60
16	4.712	30	2	60
17	4.688	40	2	60
18	4.671	55	2	60



مخطط (9) دراسة تأثير تركيز الأنزيم مع ارتفاع درجة الحرارة على الغراماج عند زمن نص ساعة



مخطط (10) دراسة تأثير تركيز الأنزيم مع ارتفاع درجة الحرارة على الغراماج عند زمن ساعة

- دراسة تأثير تغيير التركيز ودرجة الحرارة والزمن على الغراماج:

-نلاحظ من المخططات أعلاه أنَّ:

(1)-Exo- β -D-glucanases، (4)بازدياد درجة الحرارة والتركيز يعمل نشاط

الموجود في أنزيم السيلولاز على إطلاق السيلوبايوز ثم مع ازدياد الزمن يعمل نشاط

β -glucosidases على مهاجمة السيلوبايوز وتحويله إلى غلوكوز مما يؤدي إلى

تناقص الغراماج.

- ✓ مع زيادة تركيز الأنزيم وارتفاع درجة الحرارة يزداد التحلل المائي للسيلولوز وبالتالي يتناقص الغراماج.
- ✓ مع زيادة زمن المعالجة يزداد أكثر فأكثر التحلل المائي للسيلولوز فيؤدي إلى تناقص الغراماج.

النتائج :

بعد عمليات الإنهاء بالأنزيم لعينات قماش الدنيم نجد أن:

- ✓ تم تخفيض انكماش القماش في الاتجاه الطولي فكانت نسبة الانكماش 10.3% عند درجة حرارة 30° وزمن نصف ساعة وتركيز 1 غرام/الليتر وتعتبر نسبة جيدة عند مقارنتها مع ظروف الإنهاء على الساخن عند درجة حرارة 55° بنفس التركيز والزمن حيث كانت النسبة 11.26%.
- ✓ تم تخفيض الانكماش في الاتجاه العرضي حيث النسبة 3.5% عند درجة حرارة 30° وزمن نصف ساعة وتركيز 1 غرام/الليتر بينما كانت نسبة الانكماش 4.2% عند الإنهاء على الساخن عند درجة حرارة 55° بنفس التركيز والزمن.
- ✓ تمت المحافظة على أفضل متانة للقماش في الاتجاه الطولي حيث القيمة 866.5 نيوتن عند درجة حرارة 30° وزمن نصف ساعة وتركيز 1 غرام/الليتر وتعتبر نسبة جيدة إذا قارناها مع ظروف الإنهاء على الساخن عند درجة حرارة 55° بنفس التركيز والزمن حيث القيمة 753.1 نيوتن.
- ✓ تمت المحافظة على أفضل متانة للقماش في الاتجاه العرضي حيث القيمة 811.5 نيوتن عند درجة حرارة 30° وزمن نصف ساعة وتركيز 1 غرام/الليتر وتعتبر جيدة مقارنةً مع ظروف الإنهاء على الساخن عند درجة حرارة 55° بنفس التركيز والزمن حيث القيمة 738.5 نيوتن.

✓ تمت المحافظة على غراماج للقماش بقيمة 479 غرام/م² عند درجة حرارة 30°
وزمن نصف ساعة وتركيز 1 غرام/الليتر بينما في ظروف الإنهاء على الساخن
عند درجة حرارة 55° بنفس التركيز والزمن كانت القيمة 475 غرام/م².

بالنتيجة النهائية للبحث نجد أن المعالجة بأنزيم السيلولاز في درجة حرارة الجو المحيط
بدون استخدام وقود أعطت نتائج جيدة من حيث تخفيض معدل انكماش القماش في كل
من الاتجاهين الطولي والعرضي ومن حيث المحافظة على متانة جيدة للقماش وغراماج
جيد مقارنة بشروط الإنهاء باستخدام نفس الأنزيم ونفس الزمن والتركيز ولكن بدرجة
حرارة أعلى وباستخدام الوقود من أجل التسخين.

التوصيات والمقترحات:

في نهاية العمل نستطيع تقديم بعض المقترحات التالية:

- ✓ دراسة الفرق بين أنزيمات السيلولوز الحمضية والمحايدة في تأثيرها على الأقمشة.
- ✓ دراسة تأثير نسب خلطات أنزيم السيلولوز على الخواص الميكانيكية للأقمشة.
- ✓ دراسة إمكانية دمج عمليات إزالة النشاء مع عمليات المعالجة الأنزيمية في حمام معالجة واحد.

:المراجع العلمية References

- [1]. PAUL, R. (2015). Denim and jeans: an overview. *Denim*, 1-579.
- [2] CHOUDHURY A.,2017- Antishrink finishing. Choudhury A:Principles of Textile Finishing,5th. Kidlington, united states, 41-59.
- [3]. TOMASINO, C. (1992). Chemistry & technology of fabric preparation & finishing (p. 219). North Carolina: North Carolina State University.
- [4]. Strahm, C., 1988. "The Shrinking Behavior of Knit Goods during Finishing," Presented at the SVCC RIGIKURS, 1988.
- [5]. Gordon, B., Bailey, D. L., et al,(1984). "Shrinkage Control of Cotton Knits by Mechanical Techniques," Textile Chemist and Colorist, November 1984.
- [6]. PEDERSON, G. L., SCREWS, G. A., CEDRONI, D. M.(1992). Bio polishing of Cellulosic Fabrics. Canadian Textile Journal,109, 31-35.

- [7]. PIRICH, C. L., PICHETH, G. F., FONTES, A. M., DELGADO-AGUILAR, M., & RAMOS, L. P. (2020). Disruptive enzyme-based strategies to isolate nanocelluloses: A review. *Cellulose*, 27(10), 5457–5475.
- [8]. Silveira MHL, Siika-aho M, Kruus K, and all (2014). The essential role of plant cell wall degrading enzymes in the success of bio refineries: current status and future challenges. Springer International Publishing, Cham, pp 151–172.
- [9]. Cavaco-Paulo, A., 1998. Mechanism of cellulase action in textile processes. *Carbohydr. Polym.* 37 (3), 273–277.
- [10]. Lee, L., Evans, B.R. and Woodward, J., (2000) ‘The Mechanism of Cellulase Action on Cotton Fibres – Evidence from Atomic Force Microscopy’, *Ultramicroscopy*, 82(4), 213– 221.
- [11]. Korsá, G., Konwarh, R., Masi, C., Ayele, A., & Haile, S. (2023). Microbial cellulase production and its potential

application for textile industries. *Annals of*

Microbiology, 73(1), 13.

[12]. Niyonzima, F. N., More, V. S., Nsanganwimana, F.,

Rao, A. S., Nair, A., Anantharaju, K. S., & More, S. S.

(2023). Microbial enzymes used in textile industry.

In *Biotechnology of Microbial Enzymes* (pp. 649–684).

Academic Press.