إظهار القطن الطبي بالأشعة السينية باستخدام الألياف النانوية

د.غزل طهماز[1]

الملخص

تم في هذا البحث الحصول على قماش لا منسوج يظهر بالأشعة السينية باستخدام جهاز الغزل الكهربائي المصنع محلياً من قبلنا وذلك بإضافة كبريتات الباريوم إلى المحلول البوليميري لبولي فينيل الكحول.

وفيما بعد يمكن إضافة هذه الطبقة الرقيقة من القماش اللامنسوج الناتج، من الأقمشة اللامنسوجة الناتجة والتي تظهر بالأشعة السينية، إلى القطن الطبي إما أثناء تصنيعه أو بأي طريقة أخرى دون أن تؤثر على مواصفات القطن الطبي نفسه.

استخدمت نسب مختلفة من كبريتات الباريوم إلى المحلول البوليميري وأظهرت الصور الشعاعية أن تركيز 5% منه في المحلول البوليميري هو الأنسب.

وبذلك يكون قد تم إضافة مواصفات جديدة للشبكات المغزولة كهربائياً والحصول على منتج جديد مناسب للاستخدامات الطبية، بحيث نحصل على قطن طبي يظهر بالأشعة السينية .

الكلمات المفتاحية:

الألياف النانوية ، الغزل الكهربائي ، الأشعة السينية ، القطن الطبي

1 مدرس عضو هيئة تدريسية في جامعة البعث، كلية الهندسة الكيميائية والبترولية ، قسم هندسة الغزل والنسيج

Abstract

In this research, it has been obtained nano nonwoven fabric appearing by X-ray using local electrospinning device.
A suitable amount of Barium Sulfate was added to PVA polymer solution.
This nano nonwoven fabric can be added to the medical cotton as a layer either after producing or during the production of medical cotton or by any method without affecting its properties.
Different percentages of barium sulfate were used, but the most suitable one was 5%.
Thus, new properties were added to nano-nonwoven fabrics and new product was obtained for medical uses.

keywords:

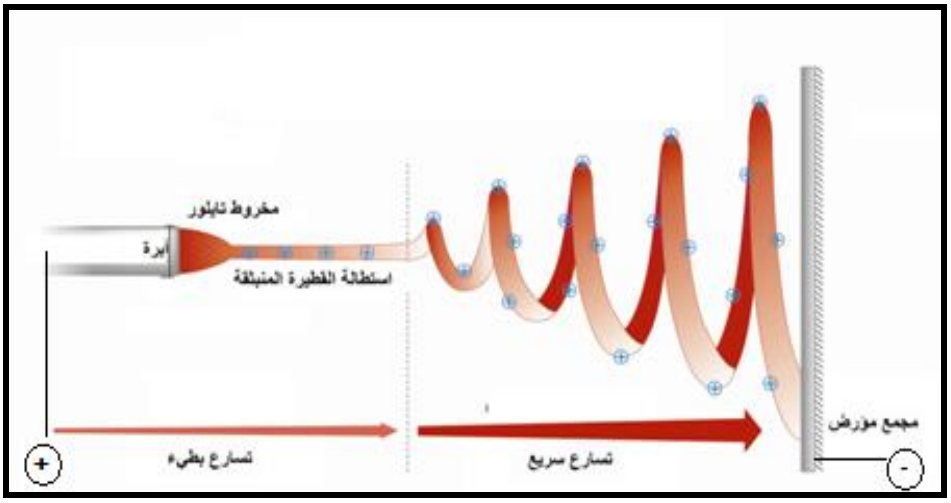
nano fibers , Eletrospinning , x-ray , Medical cotton

1. مقدمة: Introduction

تعتبر عملية الغزل الكهربائي عملية بسيطة وأساسية لإنتاج ألياف بأقطار دقيقة جداً ضمن مجال النانومتر تسمى بألياف النانو أو (الألياف النانوية) حيث تتجمع متداخلة بشكل عشوائي لتشكل أقمشة غير منسوجة بخصائص رائعة كالكثافة السطحية العالية و المسامية المرتفعة إضافة إلى الخصائص الميكانيكية الممتازة [2].

تستخدم الأقمشة غير المنسوجة المكونة من ألياف النانو في كثير من التطبيقات الهندسية، كهندسة النسج التي تستخدم الشبكات غير المنسوجة المكونة من ألياف النانو المغزولة كهربائياً لإصلاح النسج البشرية، وكذلك استخدامها في حقل الفلترة وفي مجال الطاقة و الكهرباء إضافة إلى أنه يمكن الحصول على حساسات ذات حساسية عالية وسرعة استجابة كبيرة باستخدام ألياف النانو التي تملك كثافة سطحية عالية [6].

في عملية الغزل الكهربائي يوجد قطبين ، قطب مشحون بشحنة موجبة أو سالبة مع أنبوب شعري معدني (إبرة معدنية) والقطب الآخر المشحون بشحنة معاكسة يتصل مع المجمع حيث تسحب القطرة البوليميرية (بوليمير+ مذيب) الخارجة من الأنبوب الشعري متحولة إلى ليف نانوي وتترسب على المجمع كما هو موضح بالشكل (1).



الشكل (1) مبدأ عملية الغزل الكهربائي[3]

وخلال العملية فإن القطرة الخارجة من الأنبوب الشعري تتحول من الشكل الكروي إلى المخروطي مشكلة ما يسمى بمخروط تايلور الذي يتم سحبه بتأثير الجهد الكهربائي المطبق منتقلاً وفق خط مستقيم لثواني قليلة (3 ثانية) وتسمى هذه المنطقة بمنطقة الاستقرار يكمل بعدها وفق مسار حلزوني في منطقة تسمى منطقة عدم الاستقرار حيث تتم عملية السحب والشد جيداً إضافة إلى تبخر المذيب قبل أن تسقط على المجمع بشكل ليف نانوي [1].

تتنوع المجالات التي تستخدم فيها الأقمشة غير المنسوجة المغزولة كهربائياً وتحظى باهتمام علمي كبير خاصة في السنوات الأخيرة الماضية، لذلك فقد تم إجراء العديد من الأبحاث لدراسة ما يتعلق بهذه العملية و تطبيقاتها. حيث تم تخصيص 60 % منها لدراسة عمليات الغزل الكهربائي وتوصيف الشبكات اللامنسوجة. وتصنف هذه التطبيقات إلى الهندسة حيوية والهندسة بيئية وطاقة والكترون وسلامة [4].

فالأبحاث المتعلقة بالشبكات النانوية في الهندسة الحيوية تتضمن أبحاث في هندسة النسج واستشفاء الجروح إضافة إلى نقل الدواء. أما في مجال الهندسة البيئية و التكنولوجيا الحيوية فهي تتضمن أبحاث في الفلترة وإيقاف مفعول أو قتل البكتريا، وبالنسبة لمجال الطاقة والإلكترون تجرى الأبحاث على البطاريات وخلايا الوقود، بينما في مجال السلامة والحماية فتركز الأبحاث على الحساسات وأقمشة الحماية والدعامات المركبة [4].

* متغيرات عملية الغزل الكهربائي:Electrospinning Process Parameters

تقسم متغيرات عملية الغزل الكهربائي بشكل عام إلى 3 أقسام :

1) متغيرات متعلقة بالمحلول البوليميري وتتضمن: لزوجة المحلول البوليميري و الوزن الجزيئي للبوليمير، قوة التوتر السطحي للمحلول البوليميري، العزل الكهربائي للمذيب، الموصلية الكهربائية للمحلول البوليميري

2) متغيرات متعلقة بالعملية وتتضمن: الجهد الكهربائي المرتفع، معدل التغذية بالمحلول البوليميري، المسافة بين المجمع وفوهة البثق، قطر فوهة البثق، وضع الأقطاب الكهربائية، درجة الحرارة

3) متغيرات متعلقة بالجو المحيط وتتضمن: الرطوبة، الضغط، نوعية الهواء المحيط[4].

يمكن دراسة تأثير كل متغير من المتغيرات المذكورة سابقاً على قطر ألياف النانو على حدى، وفي هذا البحث قمنا بدراسة تأثير أحد هذه المتغيرات وهو لزوجة المحلول البوليميري على قطر ألياف النانو الناتجة عن عملية الغزل الكهربائي [6].

2. هدف البحث: The Aim of Research

يهدف البحث إلى الحصول على أقمشة غير منسوجة مكونة من ألياف نانوية من بولي فينيل الكحول بمواصفات جديدة حيث تكون قابلة لأن تظهر بالأشعة السينية وإضافتها إلى القطن الطبي ليكتسب القطن الطبي خاصية كشفه بالأشعة السينية وبالتالي الحصول على منتج جديد مناسب للاستخدامات الطبية ففي غرف العمليات يفضل أن تستخدم مواد تظهر بالأشعة السينية.

3. المواد والطرق المستخدمة في البحث: Materials And Methods

1.3. المواد المستخدمة:

- المادة البوليميرية: PVA بولي فينيل الكحول المتوفر بشكل حبيبات دقيقة، درجة بلمرته(1800-1700) و درجة الحلمهة (99%-98). الشركة المنتجة: LOBACHEMIE – بلد الصنع: MUMBAI-INDIA.
- المذيب : بما أن البوليمير المختار قابل للانحلال السريع بالماء لذلك فإن المذيب المناسب و الآمن هو الماء المقطر.
- ملح كبريتات الباريوم: مركب كيميائي له الصيغة $BaSO_4$ على شكل مسحوق (بودرة) أبيض غير سام لعدم انحلاليته، فهو صعب الانحلال بالماء بشكل كبير،

يستخدم هذا المركب في الطب لتحسين إظهار الصور الشعاعية فهو يمتص الأشعة السينية.

الشركة المنتجة: ALLIED SIGNAL –بلد الصنع: GERMANY

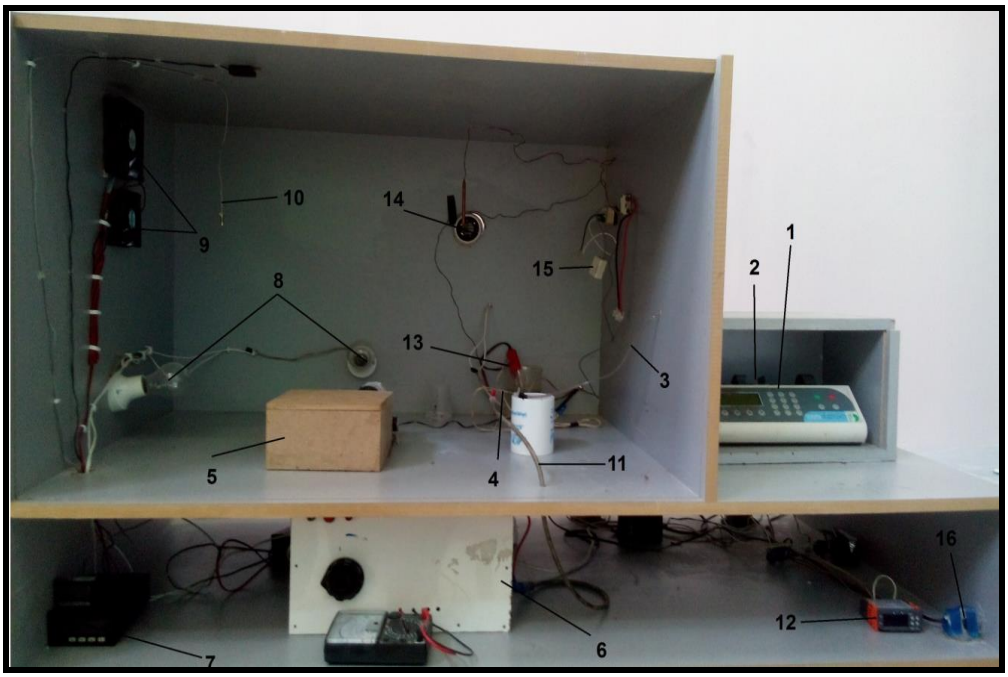
2.3. الأجهزة المستخدمة :

1- جهاز تسخين وتحريك مغناطيسي.

2- جهاز الغزل الكهربائي

3 - جهاز تصوير بالأشعة السينية

4- جهاز المجهر الالكتروني الماسح



الشكل (2) جهاز الغزل الكهربائي الموجود في مخبر الألياف النانوية بقسم هندسة الغزل والنسيج

أقسام جهاز الغزل الكهربائي الموضح بالشكل السابق:

1-مضخة، 2-سيرينغ، 3-أنبوب بلاسيتيكي، 4-أبرة، 5-مجمع، 6-رافع جهد، 7-منظم حرارة، 8-لمبات، 9-مراوح، 10-حساس حرارة، 11-الكترود، 12-منظم رطوبة، 13-بيشر، 14-مجفف، 15-حساس رطوبة .

3.3. طريقة إجراء التجربة:

الهدف من هذه التجربة هو بيان إمكانية إضافة مواصفات جديدة للشبكات المغزولة كهربائياً و الحصول على منتج جديد مناسب للاستخدامات الطبية.

نستخدم في هذه التجربة أملاح كبريتات الباريوم التي تمتص الأشعة السينية.

- إجراء التجربة:

1) نحضر المحلول البوليميري حيث كان تركيز البوليمير 10% و تركيز ملح كبريتات الباريوم 3%، و قد اخترنا هذا التركيز للبوليمير لأنه عند تحضير المحلول من نفس التركيز المستخدم للكبريتات وتركيز المادة البوليميرية (13%) لم ينحل البوليمير بشكل جيد ولم نحصل على محلول مناسب.

2) نضع المحلول المحضر في المحقنة ونثبتها على المضخة.

3) نصل الالكترود الموجب مع الإبرة المعدنية.

4) نفصل بين رأس الإبرة و المجمع بمسافة 12 سم.

5) نحدد معدل التدفق بمقدار 2.5 مل/سا.

6) نبدأ بزيادة الجهد الكهربائي تدريجياً و صولاً إلى القيمة 10 كيلو فولط التي تعمل على جذب القطرة مشكلة الليف النانوي الذي يستقر على المجمع.

4- النتائج والمناقشة:

عند استخدام محلول بتركيز 10% كانت ألياف الشبكة اللامنسوجة المتشكلة جافة وبالتالي مظهرية الألياف والشبكة جيدة فالمذيب تبخر بالكامل خلال عملية الغزل الكهربائي. والسبب في ذلك يعود إلى تخفيض الجهد الكهربائي لقيمة مناسبة تؤدي إلى عدم جذب القطرة بسرعة كبيرة، متيحة الفرصة لتبخر المذيب فنتيجة وجود شوارد كهربائية في المحلول فإن 10 كيلوفولط كانت كافية للتغلب على قوى التوتر السطحي للقطرة وبالتالي جذبها.

إضافة إلى ذلك فإن المسافة المتخذة 12 سم وهي أيضاً مسافة كافية لتبخر المذيب قبل وصوله إلى المجمع.

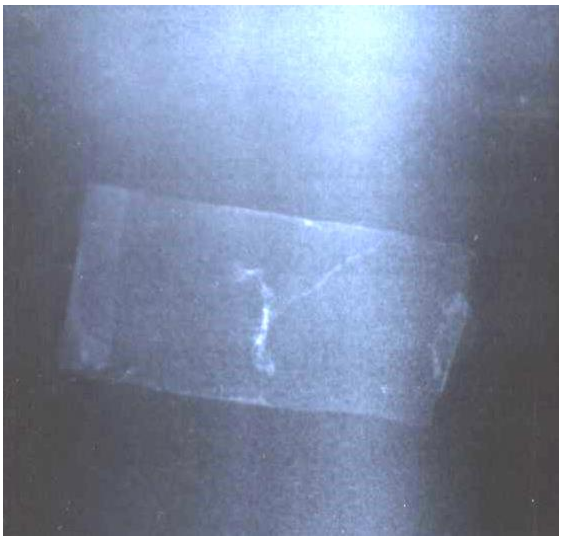
لتحديد النسبة من كبريتات الباريوم في المحلول البوليميري قمنا بتحضير عدة محاليل تحوي نفس النسبة من البوليمير مع تغيير نسبة كبريتات الباريوم وتثبيت باقي المتغيرات وزمن العملية الذي استمر بالنسبة لكل عينة مدة نصف ساعة.

4-1-اختبار الإظهار بالأشعة السينية:

أظهرت النتائج أن الأقمشة اللامنسوجة المصنعة من محاليل بوليميرية حاوية على نسب أقل من 3% مثل 1% و 2% لم تظهر بوضوح بالأشعة السينية

أما الأقمشة اللامنسوجة المغزولة كهربائياً من محلول بوليميري يحوي على كبريتات الباريوم بنسبة 3% فقد ظهرت بصورة الأشعة.

كما نلاحظ أن زيادة كبريات الباريوم إلى 4% و 5% تزيد من نسبة الإظهار من خلال الصور، إلا أن الفرق ليس بكبير مقارنة بالعينة ذات التركيز 3 % من كبريتات الباريوم لذلك يكتفى بهذا التركيز.

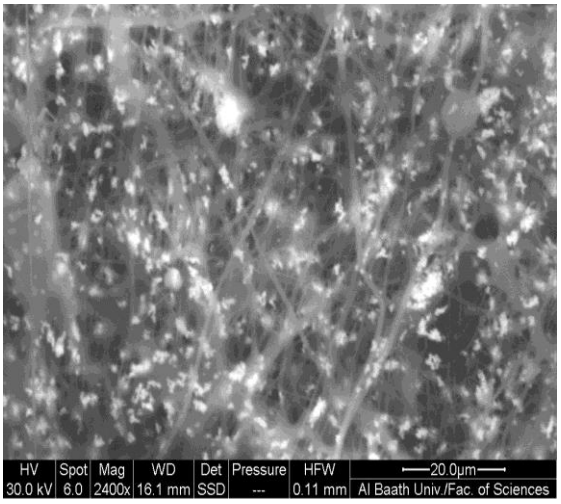


الشكل (3) صورة شعاعية تظهر الأقمشة اللامنسوجة المغزولة كهربائياً من أجل تركيز 3%

4-2-الاختبار بالماسح الالكتروني:

نلاحظ من صورة العينة الممسوحة بالمجهر الالكتروني تشكل الألياف النانوية من بوليمير بولي فينيل الكحول (PVA) واحتجاز جزيئات كبريتات الباريوم بين الألياف النانوية.

وقد تم قياس قطر الألياف باستخدام برنامج Image j وكان متوسط قطر الألياف الناتجة 84.36 nm .



الشكل (4) صورة بالمجهر الإلكتروني للشبكة اللامنسوجة الحاوية على كبريتات الباريوم

وهكذا نلاحظ أن استخدام أملاح كبريتات الباريوم بالنسبة السابقة قد أكسب الشبكات المغزولة كهربائياً خاصية جديدة فجعلها تظهر بالأشعة السينية.

4-3- اختبار الامتصاصية:

يتم اجراء هذا الاختبار من خلال أخذ قطعتين من القطن الطبي بأبعاد 3x3 Cm يتم وضع طبقة اللا منسوج المصنع بين طبقات القطن الطبي في إحدى العينين وتقص بنفس الأبعاد.

ثم يتم ملء بيشرين حجم 50 ml بالماء وبعد ذلك يتم غمر القطعتين في كل بيشر على حدة مع مراقبة زمن الغرق للعينتين، وكلما كان زمن الغرق قصير كانت الامتصاصية أفضل.

لاحظنا أن زمن الغرق للعينين هو نفسه بمقدار 3 ثانية أي أن وجود عينة اللامنسوج المكون من ألياف نانوية لم يؤثر على خاصية الامتصاصية، ويعود

ذلك السماكة الدقيقة جداً للقماش اللامنسوج وأن ال PVA هو مادة بوليميرية محبة للماء.

وبالنتيجة يمكن القول أنه:

يمكننا إكساب الأقمشة اللامنسوجة خواص ومواصفات جديدة بإضافة مواد كيميائية بشكل مساحيق إلى المحلول البوليميري حتى لو كانت هذه المواد غير ذوابة في المذيب المستخدم لتشكيل المحلول، مما يتيح المجال للقيام بالعديد من الأبحاث لتصنيع شبكات لا منسوجة مغزولة كهربائياً مكونة من ألياف نانوية بمواصفات غير موجودة مسبقاً.

5.المقترحات:

1- إضافة مواد استحلاب للمحلول البوليميري ودراسة تأثيرها على إنتاج الشبكات المكونة من ألياف نانوية.

2- دراسة أفضل آلية لإضافة الشبكات الامنسوجة إلى القطن الطبي مع الأخذ بعين الاعتبار مسألة التعقيم.

6.المراجع:

[1]Frank K. Ko (2000), NANOFIBER TECHNOLOGY: Bridging the Gap between Nano and Macro World, Fibrous Materials Research Laboratory, Department of Materials Science and Engineering, Drexel University, Philadelphia, Pa. 19104, U.S.A

[2]Grafe T., Graham K.(2002), Polymeric Nanofibers and Nanofiber Webs:A New Class of Nonwovens, INTC: International Nonwovens Technical Conference (Joint INDA – TAPPI Conference), Atlanta, Georgia, September 24-26, 2002.

[3]RenekerD.H., Yarin A.L., Zussman E., and Xu H. (2007),Electrospinning of Nanofibers from Polymer Solutions and Melts. Advances In Applied Mechanics, VOL. 41, 43-195p.

[4]Seeram Ramakrishna, Kazutoshi Fujihara,Wee-Eong Teo.Teik-Cheng Lim & Zuwei Ma (2005). An Introduction to Electrospinning and Nano-fibers. World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd., National University of Singapore.

[5]Sridhar R.,Venugopal J.R., (2011), Electrospun nanofibers for pharmaceutical and medical applications, Science direct- Volume 21, Issue 6, 2011, Pages 451-468

[6] T. Duńvki , V. Saryviak. (2019), Analysis and characterization of SiO_2 nanowires via electrospinning technique. Exp. Theo. NANOTECHNOLOGY, VOL. 3, 263-274p.