مجلة الفنون والعلوم التطبيقية
Journal of Applied Arts & Sciences
جامعة دمياط Damietta University
كلية الفنون التطبيقية

استخدام تقنية النانو لإكساب أقمشة الجوارب المقاومة للبكتيريا

د. هدى حبيب - قسم تصميم أزياء – كلية التصاميم – جامعة ام القرى

ملخص البحث

في هذا البحث تم معالجة بعض تريكو الجوارب لمقاومة البكتيريا والفطريات وذلك باستخدام نانو الفضة، حيث استخدم نانو الفضة بنسب تركيز 150 و 300 و 450 جزء في المليون خلال التجارب العملية التي أجريت على ثلاث خامات مختلفة للجوارب وهى الجوارب المصنوعة من القطن 100 % و من المخلوط 50% قطن 50% بولى استر ومن البولى استر 100 %.

وتمت جميع التجارب باستخدام ماكينة Padding Machine المعملية حيث تم ضبط عملية الضغط على الجوارب خلال مرحلة العصر بثلاث مستويات مختلفة من الضغوط وبالتالي فقد تم اجراء 27 تجربة تحت ظروف تشغيل مختلفة.

وقد اظهرت النتائج نجاح بعض العينات في التخلص من البكتيريا والفطريات بنسبة 100 % وخاصة مع الجوارب القطنية عند التركيز العالي لنانو الفضة وتفاوتت بعض العينات في مقاومة البكتيريا حسب ظروف كل تجربة.

ويوصى في هذا البحث باستخدام المعالجات ضد البكتيريا للجوارب وخاصة أنها أكثر المناطق في الجسم تتكاثر فيها البكتيريا.

أهمية البحث:

ان جسم الانسان الطبيعي يفرز يوميا كمية من العرق للتخلص من بعض السموم بالجسم فلا يمكن منع الجسم من هذه الظاهرة الفسيولوجية ففي هذا البحث يتم التعامل مع هذه الظاهرة ليس بمنعها ولكن من خلال التحكم في آثار التعرق لمنع ظهور رائحة كريهة ناتجة عن تكون البكتريا. وذلك عن طريق معالجة الجوارب باستخدام تقنية نانو الفضة حيث تمت المعالجات على عينات مختلفة من خامات الجوارب.

فالجوارب لها تأثير مباشر على امتصاص العرق وتجفيف القدمين فالبكتريا الموجودة فيها تسبب روائح كريهة بالإضافة الى بعض الامراض الجلدية التي قد تنتقل الى بقية الجسم والى الاخرين وبذلك فان المعالجة تساهم في حماية القدمين من الكثير من الفطريات والبكتريا الضارة.

1- مقدمة: -

يمتلك جسم الانسان عدة ملايين من الغدد التي تفرز العرق، ويوجد بالقدمين 20 % من هذه الغدد، وبالتالي فان العناية

بالقدمين لا يقل أهمية عن العناية بالجسم، حيث يجب اختيار الجوارب المناسبة والخامات التي تمتص العرق مع الاهتمام بجودة هذه الجوارب بحيث يتم تجهيزها وتشطيبها لتكون معالجة لمقاومة البكتيريا والفطريات [1].

والتعرق ينشط في الطقس الحار والبارد حسب طبيعة كل جسم ، ولكى يكون القدم في حالة مريحة لا بد من التخلص من الرطوبة، وبما أن نانو الفضة تتمتع بخاصية الهيدروفيلية لامتصاص الرطوبة وابتعادها عن القدمين فإنها من الحلول المثلى لمعالجة الجوارب للمساعدة على التخلص من الرطوبة أولا والتعامل مع البكتيريا الضارة لتقليلها.

ولو تم التدقيق في المنظر الداخلي للحذاء من الداخل والذى يتصل بالجوارب والتي بدورها تتصل بجلد القدم يلاحظ أن الظلام والرطوبة داخل الحذاء والجوارب تعتبر أرضا خصبة مثالية لتكاثر ونمو البكتيريا والفطريات الدقيقة الضارة بالقدم.

وفي بعض الحالات مثل الجنود فانهم يرتدون الجوارب أثناء الحروب مدة زمنية طويلة ولا يملكون امكانيات تبديل وتغيير الجوارب أو غسلها، وبالتالي فلا بديل في مثل هذه الحالات إلا استخدام الجوارب المعالجة بتقنية نانو الفضة أو غيرها من المعالجات الأخرى.

2- الدراسات السابقة

صناعة الجوارب جزء من صناعة تريكو القماش الدائري حيث يتم تصنيع الجوارب بنفس تقنية التريكو الدائري المستخدمة في تصنيع الملابس الداخلية والخارجية من التريكو، ولكن الاختلاف بين هذه المنتجات يرجع الى نوع وحجم ماكينة التريكو الدائري وعدد الابر وقطر الماكينة والذى يعتبر دالة في قطر قماش التريكو الدائري الذى يتم انتاجه.

ويتم تصنيف ماكينات التريكو حسب قطر السليندرات سواء كبير (من 24 الى 40 بوصة) أو متوسط (من 8 الى 22 بوصة) أو صغير والماكينات ذات القطر الصغير صممت خصيصا لصناعة الجوارب ويتراوح قطرها ما بين (من 3 الى 6 بوصة).

وتتشابه تكنولوجيا انتاج التريكو الدائري ولكن قد تختلف التصميمات للحصول على منتجات متنوعة مثل الملابس الداخلية أو الملابس الرياضية أو الجوارب، وتتأثر منتجات التريكو الدائري بنوع الخامات وعدد الصفوف والأعمدة ووزن المتر المربع أيضا.

وتتنوع منتجات التريكو الدائري من الجوارب باستخدام خامات مختلفة ذات نمر متباينة للحصول على وزن الجوارب المطلوبة والتي يتم ارتداؤها صيفا أو شتاءً، وبالتالي تختلف عدد الصفوف والأعمدة في وحدة المساحة المربعة للحصول على الوزن المطلوب [2].

وراحة الجسم بصفة عامة تبدأ من القدمين لأن العناية بالقدمين ونظافتهما بشكل دوري مع الاهتمام بنظافة الجوارب قد يحمي القدمين من الكثير من الفطريات والبكتيريا الضارة.

استخدام تكنولوجيا النانو في صناعة النسيج

توجد تطبيقات عديدة لاستخدام تكنولوجيا النانو في تجهيز المنسوجات بصفة عامة كما يوجد تطبيقات أيضا لنانو الفضة في صناعة النسيج والتجهيز مثل التجهيزات والتشطيبات المستخدمة في تجهيز الجوارب بجميع أنواعها الكاجوال والطبية والرياضية وملابس الحماية من الأشعة الفوق بنفسجية والملابس الرياضية والملابس العسكرية والتقليدية وغيرها من التطبيقات الأخرى، وأهم مجالات تطبيقات النانو الفعالة في النسيج هي التي تستخدم في تجهيز القماش [3].

كما تستخدم تكنولوجيا النانو في تجهيز المنسوجات للحصول على خواص معينة تضيف قيمة فنية للمنسوجات [4] حيث تساعد على تحسين خواص السطح الخارجي للقماش مثل خاصية الامتصاص وخاصية مقاومة القماش للماء مع الحفاظ على خواص التبادل الحرارى الجيد ونقل الرطوبة وتحسين الأداء الوظيفي للقماش من خلال المعالجات الكيميائية بالنانو ومقاومة البكتيريا ومنع تكاثرها [5و6].

استخدامات تكنولوجيا النانو في تجهيز المنسوجات

تجهيز المنسوجات بالبلازما:-

يتم تجهيز القماش بالبلازما لمقاومة القماش ضد التجعد بواسطة ترسيب أو طلاء طبقات رقيقة من البوليمر على القماش باستخدام الطرق الكيميائية للتجهيز التي تستخدم كميات صغيرة جدا من البلازما بدلا من طريقة الغمر.

بعد تغليف القماش، تتشكل شعيرات دقيقة جدا على الخيوط تساعد على تخليق وتكوين طبقة رقيقة عازلة من الهواء التي تجعل الشعيرات مستقيمة و لا تتجعد.

كما أن القماش يصبح طارد للمطر بسبب اكتسابه خاصية هيدروفوبية للسطح والتي تتكون بسبب معالجة البلازما وتطرد السوائل عن النسيج، ويرجع ذلك إلى اكساب السطح خاصية الهيدوفوبية الطاردة للماء [7].

تجهيز المنسوجات بنانو الفضة:-

التنظيف الذاتي

قامت شركة نانوتكس بتحسين خواص الأقمشة وخاصة قدرتها على طرد الماء والأوساخ بواسطة شعيرات النانو المصنوعة من مواد(هيدروفوبية) طاردة للماء والغبار والاتساخ ويبلغ حجمها (حوالي 30 نانو متر)، حيث يتم تجهيز سطح القماش بجزيئات الفضة المتناهية الصغر، والتي تعتبر أصغر من حجم جزيء الغبار والماء (قطرة الماء تتكون من مجموعة من الجزيئات) حيث تملأ جزيئات الفضة الفراغات داخل شعيرات القماش، ولذلك يبقى الماء والغبار فوق جزيئات الفضة وبالتالي فوق سطح النسيج إلى أن تتدحرج قطرات الماء من القماش فتمنع بلل القماش وتأخذ معها الاتساخ والغبار، ومع ذلك يمكن أن ينفذ الماء عبر القماش إذا تعرض لضغط معين ويبقى القماش محافظا على ملمسه ونفاذيته للهواء [8].

3- التجارب المعملية:

تم تنفيذ الجزء العملي على مرحلتين:-

المرحلة الأولى :تجهيز الجوارب لمقاومة البكتيريا باستخدام نانو الفضة

تم معالجة أقمشة تريكو الجوارب المنتجة من ثلاث خامات مختلفة وهى القطن 100% والمخلوطة من البولى استر بنسبة 50 % والقطن بنسبة 50 % وأيضا المصنوعة من البولى استر 100 % باستخدام نانو الفضة بنسب تركيز 250 و 450 و 650 جزء في المليون.

طريقة التجهيز:

تم استخدام ماكينة Padding Machine الموضحة في الشكل التالي رقم (1) لتنفيذ التجارب العملية حيث يتم غمر الجوارب في محلول نانو الفضة بالتركيز المطلوب لكل عينة والموضح في جدول تصميم التجارب رقم (1) ، ويتم بعد ذلك عملية العصر باستخدام ضغط مناسب حسب تصميم التجارب الموضح في جدول (1)، وبالتالي يتم الحصول على نسب التقاط مختلفة لنانو الفضة داخل أقمشة تريكو الجوارب

شكل (1) ماكينة معالجة القماش بنانو الفضة Laboratory Padding Machine

واستكملت بعد ذلك مراحل تجفيف العينات والتثبيت الحرارى أثناء مرور أقمشة تريكو الجوارب وخروجها من ماكينة Padding Machine حسب الضبطات المثالية لمرحلتي التجفيف والتثبيت الحرارى، حيث تم تثبيت هذه المتغيرات (التجفيف والتثبيت الحرارى) أثناء تنفيذ التجارب.

مواصفات الماكينة المستخدمة في التجارب:-

عرض الماكينة المستخدم للتجارب 80 سم

سرعة الماكينة 30 متر/دقيقة

الضغط المستخدم في التجارب 1 و 2 و 3 بار.

جدول (1) يوضح تصميم التجارب للعينات

رقم التجربة	الخامات	تركيز نانو الفضة (جزء في المليون)	الضغط (بار)
1	قطن 100%	150	1
2	قطن 100%	150	2
3	قطن 100%	150	3
4	قطن 100%	300	1
5	قطن 100%	300	2

3	300	قطن 100%	6
1	450	قطن 100%	7
2	450	قطن 100%	8
3	450	قطن 100%	9
1	150	قطن 50 % وبولى استر 50 %	10
2	150	قطن 50 % وبولى استر 50 %	11
3	150	قطن 50 % وبولى استر 50 %	12
1	300	قطن 50 % وبولى استر 50 %	13
2	300	قطن 50 % وبولى استر 50 %	14
3	300	قطن 50 % وبولى استر 50 %	15
1	450	قطن 50 % وبولى استر 50 %	16
2	450	قطن 50 % وبولى استر 50 %	17
3	450	قطن 50 % وبولى استر 50 %	18
1	150	بولى استر 100 %	19
2	150	بولى استر 100 %	20
3	150	بولى استر 100 %	21
1	300	بولى استر 100 %	22
2	300	بولى استر 100 %	23
3	300	بولى استر 100 %	24
1	450	بولى استر 100 %	25
2	450	بولى استر 100 %	26
3	450	بولى استر 100 %	27

المرحلة الثانية :تقييم العينات لتقليل نسب البكتيريا بعد المعالجة بنانو الفضة

تم تقييم العينات بعد المعالجة لمعرفة تأثير المعالجات التي تمت على الخامات المختلفة على تقليل نسبة البكتيريا داخل الخامات الثلاثة المختلفة وذلك باستخدام المواصفة الأمريكية رقم AATCC 100.

تحضير مزرعة البكتيريا

تم استخدام المركبات *Staphylococcus aureus,* و *Klebsiella pneumoniae* حسب المواصفة AATCC 100[9] لتحضير مزرعة البكتيريا، حيث تم وضع جميع العينات في مزرعة البكتيريا لمدة 24 ساعة لمعرفة تأثير المعالجات التي تمت على تقليل أو قتل البكتيريا داخل تريكو الجوارب في هذا البحث.

4- النتائج و المناقشة:

جدول (2) يوضح نسبة تقليل البكتيريا لجميع خامات الجوارب المستخدمة في هذا البحث

نوع الخامة	الضغط (بار)	نسبة التركيز (جزء في المليون)	نسبة تقليل البكتيريا (%)
قطن 100 %	1	150	50
قطن 100 %	1	150	50
قطن 100 %	1	150	75
قطن 100 %	2	300	75
قطن 100 %	2	300	75
قطن 100 %	2	300	95
قطن 100 %	3	450	95
قطن 100 %	3	450	99.9
قطن 100 %	3	450	95
50 % قطن و 50 % بولى استر	1	150	25
50 % قطن و 50 % بولى استر	1	150	25
50 % قطن و 50 % بولى استر	1	150	50
50 % قطن و 50 % بولى استر	2	300	50
50 % قطن و 50 % بولى استر	2	300	75

50 % قطن و 50 % بولى استر	2	300	75
50 % قطن و 50 % بولى استر	3	450	75
50 % قطن و 50 % بولى استر	3	450	95
50 % قطن و 50 % بولى استر	3	450	95
بولى استر 100 %	1	150	0
بولى استر 100 %	1	150	25
بولى استر 100 %	1	150	50
بولى استر 100 %	2	300	25
بولى استر 100 %	2	300	50
بولى استر 100 %	2	300	75
بولى استر 100 %	3	450	25
بولى استر 100 %	3	450	50
بولى استر 100 %	3	450	75

التحليل الإحصائي:-

تم استخدام أسلوب تحليل الانحدار المتعدد لمتغيرات البحث لتقييم تأثير متغيرات البحث على معالجة البكتيريا

تحليل الانحدار المتعدد لتأثير متغيرات البحث على تقليل البكتيريا					
1- معاملات الارتباط					
معامل الارتباط البسيط	0.928	معامل التحديد	0.860	معامل التحديد المصحح	0.842
2- تحليل التباين					
	درجات الحرية	مجموع المربعات	متوسط المربعات	ف	ف المعنوية
الانحدار	3.000	17129.834	5709.945	47.256	0.000
الجزء المتبقي	23.000	2779.064	120.829		

الكلى	26.000	19908.899			
3- المعنوية والمعاملات					
	المعاملات	الخطأ المعياري	ت الاحصائية	ب المعنوية	
الجزء الثابت	29.441	9.221	3.193	0.004	
نوع الخامات	-18.606	2.591	-7.181	0.000	
تركيز نانو الفضة	19.717	2.591	7.610	0.000	
ضغط العصر	14.722	2.591	5.682	0.000	

استخدم تحليل الانحدار المتعدد للمتغيرات المستقلة (نوع الخامات و تركيز نانو الفضة وضغط العصر) لمعرفة تأثيرها على تقليل البكتيريا من خلال البيانات السابقة كالتالي:-

1- تحليل معاملات الارتباط:

يوضح قيم معامل الارتباط الثلاثة وهي معامل الارتباط البسيط R حيث بلغ 0.928 ومعامل التحديد R^2 وهو يساوي 0.860 وأخيرا معامل التحديد المصحح R^2 والذي بلغ 0.842 مما يعني ان المتغيرات المستقلة (التفسيرية) (نوع الخامات و تركيز النانو وضغط العصر) استطاعت أن تفسر (84.2 %) من التغيرات الحاصلة في تقليل البكتيريا والباقي (15.8%) يعزى تفسيره الى عوامل أخرى.

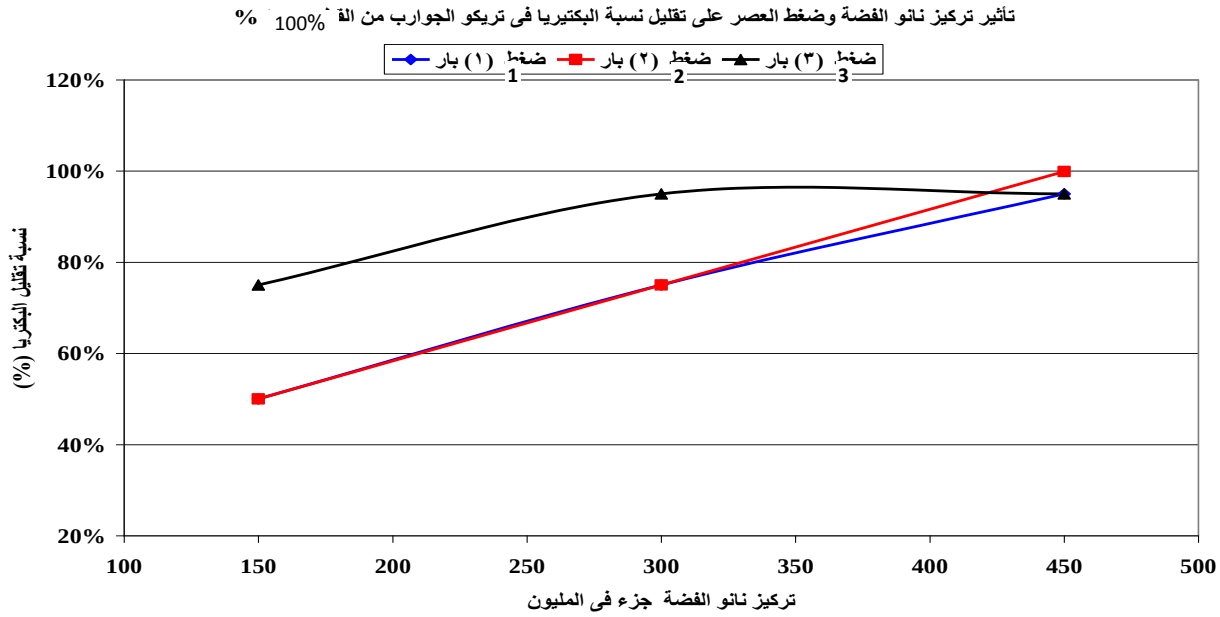
2- تحليل التباين:

يمكن من خلاله معرفة القوة التفسيرية للنموذج ككل عن طريق احصائية F وكما نلاحظ من جدول تحليل التباين المعنوية العالية لاختبار (F < 0.000) مما يؤكد القوة التفسيرية العالية لنموذج الانحدار الخطي المتعدد من الناحية الاحصائية على خاصية تقليل البكتيريا.

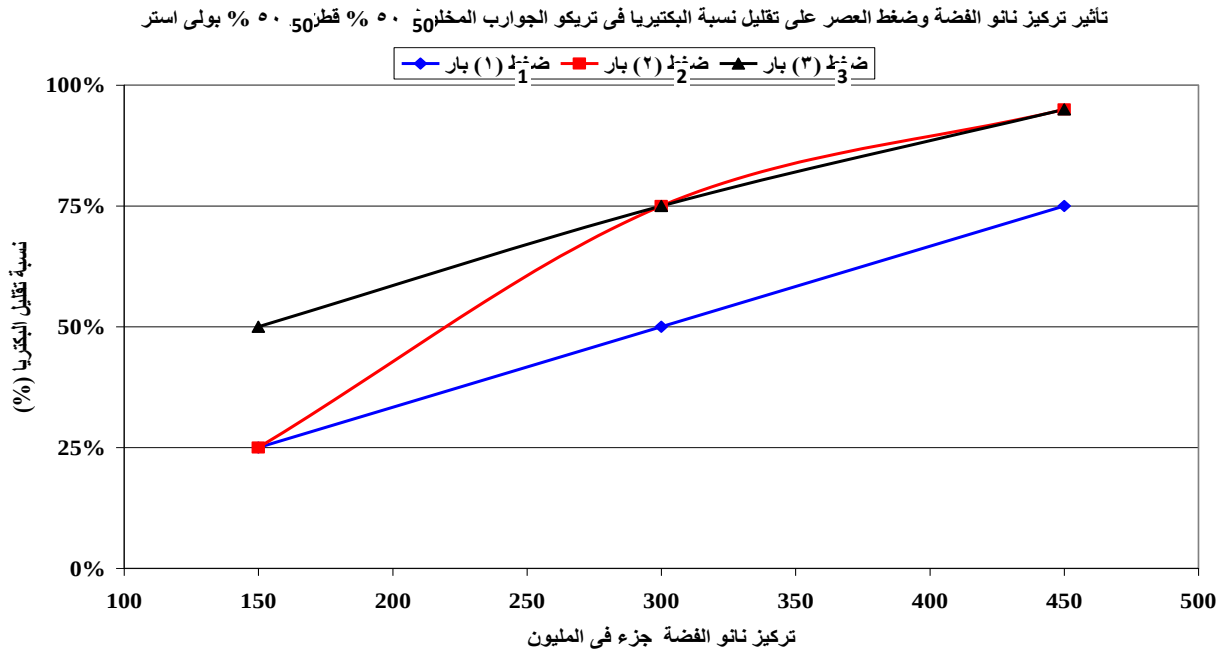
3- تحليل المعنوية:

يبين قيم معاملات الانحدار للمتغيرات المستقلة والاختبارات المعنوية الاحصائية لهذه المعاملات ، حيث نستنتج من الجدول أن المتغيرات المستقلة (نوع الخامات) كان لها تأثير معنوي من الناحية الاحصائية على خاصية تقليل نسبة البكتيريا وحسب اختبار (ت) (عند مستوى معنوية $P \leq 0.05$)، حيث (ب المعنوية = 0.000) وأيضا المتغير المستقل (تركيز نانو الفضة) له تأثير معنوي (عند مستوى معنوية $P \leq 0.05$) حيث (ب المعنوية = 0.000) كما أن المتغير المستقل (ضغط العصر) له تأثير معنوي (عند مستوى معنوية $P \leq 0.05$) حيث (ب المعنوية = 0.000).

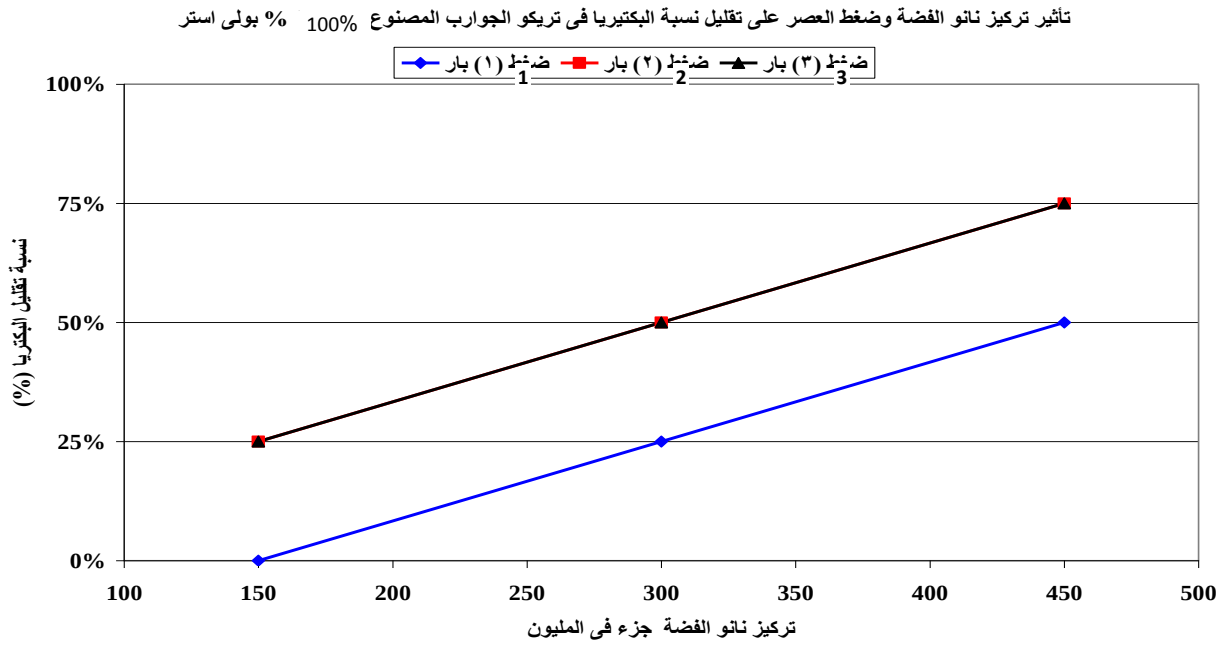
والأشكال البيانية التالية توضح العلاقة بين متغيرات البحث وكيفية تأثير المعالجة باستخدام نانو الفضة على تقليل البكتيريا لجوارب التريكو المصنوعة من خامات مختلفة.



شكل (٢) تأثير تركيز نانو الفضة وضغط العصر على تقليل نسبة البكتيريا في تريكو الجوارب المصنوع من القطن 100 %.



شكل (٣) تأثير تركيز نانو الفضة وضغط العصر على تقليل نسبة البكتيريا في تريكو الجوارب المصنوع من مخلوط القطن بنسبة 50 % و البولى استر بنسبة 50 %.

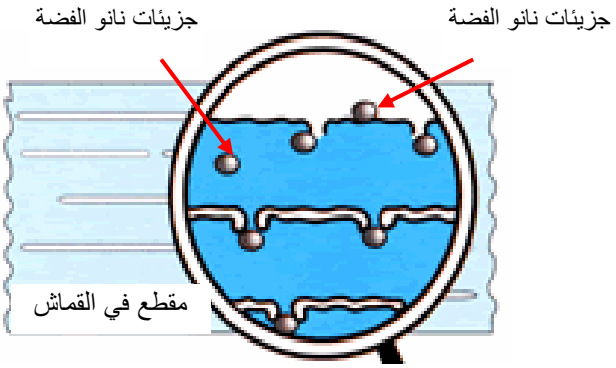


شكل (4) تأثير تركيز نانو الفضة وضغط العصر على تقليل نسبة البكتيريا في تريكو الجوارب المصنوع من البولى استر 100%.

تأثير الضغط على تقليل البكتيريا:

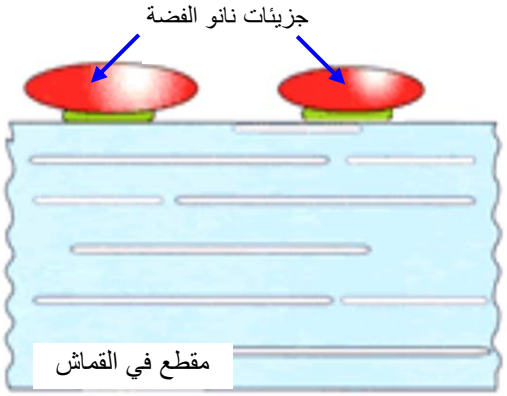
تتأثر نتائج معالجة الجوارب للتخلص من البكتيريا باستخدام جزيئات نانو الفضة بالطرق التي تتم بها عملية التجهيز والمعالجة، ففي الأشكال السابقة اتضح انه مع زيادة الضغط على الجوارب أثناء مرحلة العصر فان نسبة التخلص من البكتيريا افضل من استخدام الضغط المنخفض، حيث أن استخدام ضغط (3) بار تعطى نتائج أفضل من استخدام الضغط (1) بار.

ويرجع السبب في ذلك الى تغلغل جزيئات نانو الفضة داخل وخارج الخيوط المكونة لقماش تريكو الجوارب بكمية أكبر عند استخدام الضغط المنخفض وبالتالي يساعد على انتشار جزئيات نانو الفضة على مساحة سطحية كبيرة وهذه المساحة تتصل بالبكتيريا والفطريات داخل الجوارب مما يساعد على التعامل مع البكتيريا المتواجدة على الجوارب في أي مكان، بخلاف الضغط المنخفض الذى يعمل على انتشار جزيئات نانو الفضة على السطح الخارجي فقط للخيوط المكونة للجوارب وبالتالي تظهر البكتيريا في أماكن اخرى داخل قماش الجوارب ولا يمكن التخلص منها بنسبة 100 % .



معالجة قماش تريكو الجوارب ضد البكتيريا باستخدام نانو الفضة مع استخدام الضغط المناسب

شكل (5أ) المعالجة بنانو الفضة مع ضغط مناسب



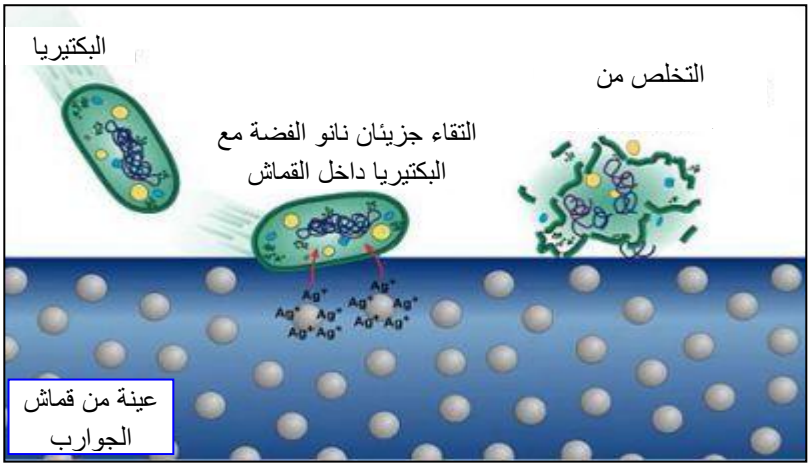
معالجة قماش تريكو الجوارب ضد البكتيريا باستخدام نانو الفضة مع استخدام الضغط الغير مناسب

شكل (5ب) المعالجة بنانو الفضة مع ضغط غير مناسب

والشكل السابق رقم (5أ) يظهر بوضوح تأثير متغير الضغط على كفاءة معالجة الجوارب بنانو الفضة حيث يظهر في الشكل (5أ) تغليف القماش على السطح بجزيئات نانو الفضة بالإضافة الى تغلغل نانو الفضة داخل القماش بالكامل مما يساعد على القضاء على البكتيريا في كل مكان، بينما يظهر شكل (5ب) وجود جزيئات نانو الفضة على سطح القماش فقط وبالتالي فان البكتيريا تتكاثر وتزداد في الأماكن الأخرى من القماش ولا يتم القضاء عليها الا باستخدام الضغط المناسب، حيث تم التخلص من 99.9 من البكتيريا باستخدام الضغط المناسب أثناء معالجة الجوارب.

تأثير نسب تركيز نانو الفضة على تقليل البكتيريا:

تؤثر نسب تركيز نانو الفضة أثناء المعالجة للجوارب على تقليل نسب البكتيريا، فبزيادة التركيز يتم التخلص من نسبة كبيرة من البكتيريا ولكن في حدود فروض هذا البحث تم استخدام ثلاث تركيزات 150 و 300 و 450 جزء في المليون ولكن أفضل النتائج تحققت كما هو واضح في الأشكال (2 و 3 و 4) عند تركيز 450 جزء في المليون ويرجع ذلك الى الانتشار والتوزيع الجيد لجزيئات نانو الفضة على قماش الجوارب



شكل (6) يوضح كيفية تعامل جزئيات نانو الفضة مع البكتيريا للتخلص منها.

يوضح الشكل أن جزيئات نانو الفضة تخترق غشاء الخلايا البكتيرية وتغيير التركيب الهيكلي للبكتيريا من خلال التفاعل مع مجموعات كبريتات البكتيريا، والتي هي موقع نشط من الإنزيمات

أيونات الفضة تعمل على تعطيل جميع وسائل نمو البكتيريا من خلال منع بعض الإنزيمات البكتيرية المسؤولة عن نشاط البكتيريا وبالتالي تنعدم الإنزيمات التي تغذى البكتيريا مما يؤدى الى خنقها في نهاية المطاف.

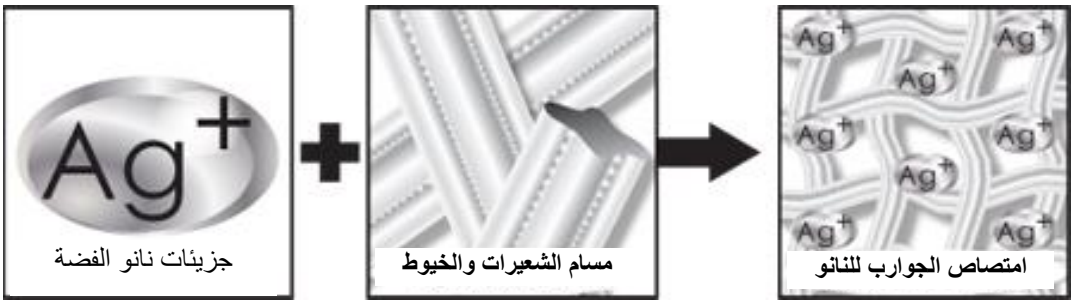
كما أن قوة جزيئات أيونات الفضة تمثل درع لعدم تكاثر البكتيريا عن طريق تعطيل العمود الفقري للبكتيريا والمتمثل في الحمض النووي.

كما أن التقاء أيونات الفضة بجدار الخلية البكتيرية يؤدى الى إضعافها وخلق عيوب هيكلية داخل طبقات خلية البكتيريا وتسريع انهيار و انفجار البكتيريا [10].

وبالتالي فان أيونات الفضة تمنع البكتيريا على مراحل وبطريقة جذرية بدءا من وقف انتشار البكتيريا ثم العمل على تباطؤ نمو البكتيريا وأخير قتل البكتيريا.

تأثير نوع الخامات على تقليل البكتيريا

يلاحظ من الأشكال (2) و (3) و (4) أن مقاومة الجوارب المصنوعة من القطن 100 % للبكتيريا أفضل من مقاومة الجوارب المصنوعة من مخلوط 50% قطن 50% بولى استر للبكتيريا والمخلوط أفضل من مقاومة الجوارب المصنوعة من البولى استر 100 % للبكتيريا، ويرجع ذلك الى اختلاف نسبة امتصاص الخامات، حيث ان نسبة امتصاص القطن 100 % أفضل من الخامات الأخرى وبالتالي تتحسن خاصية التجفيف داخل الجوارب وبالتالي لا تكون بيئة خصبة لنمو البكتريا على عكس الخامات الأخرى التي تكون نسب امتصاصها للرطوبة اقل من القطن 100 %



شكل (7) يوضح انتشار جزئيات نانو الفضة داخل الجوارب.

والسبب الآخر مرتبط بنسبة الامتصاص، وكما هو موضح في شكل (7 - يمين) بما أن امتصاص القطن 100 % أعلى من الخامات الأخرى فان الجوارب المصنوعة من القطن 100 % تمتص كمية أكبر من جزيئات نانو الفضة وبالتالي تتخلص من أكبر كمية من البكتيريا على عكس الخامات الأخرى.

5- الخلاصة:-

تمت معالجة تريكو الجوارب لثلاث خامات مختلفة باستخدام نانو الفضة حيث أوضحت النتائج ما يلى:-

1- الخامات الطبيعية مثل القطن التي استخدمت في هذا البحث أكثر استجابة للمعالجة بنانو الفضة ومقاومة البكتيريا بسبب خاصية الامتصاص الجيدة التي تمتاز بها خامة القطن عن الخامات المستخدمة الأخرى.

2- تصل نسبة التقاط نانو الفضة داخل الجوارب القطنية الى حوالى 60 %، بينما تصل الى 45 % لتريكو الجوارب المخلوط بنسبة 50% من القطن 50% البولى استر.

3- بزيادة تركيز نانو الفضة في جميع التجارب ولجميع الخامات تزداد مقاومة الخامات للبكتريا ولكن يراعى التكاليف الاقتصادية أثناء اختيار التركيز المناسب.

4ـ عند زيادة ضغط ماكينة Padding Machine تتحسن مقاومة تريكو الجوارب لمقاومة البكتيريا مع جميع الخامات، حيث تتغلغل جزيئات نانو الفضة على السطح وداخل التريكو مما يؤدى الى فاعلية أكبر لمقاومة البكتيريا.

5ـ ينصح في هذا البحث بمعالجة جميع انواع الجوارب ضد البكتيريا والفطريات لحماية القدمين وبالتالي حماية جسم الانسان من الأمراض.

6ـ المراجع:

1- Wilke, K.; Martin, A.; Terstegen, L.; Biel, S. S. (June 2007)."A short history of sweat gland biology" International journal of cosmetic science 29 (3): 169–179.
2- K.F.AU "Advances in knitting technology" 2011 Woodhead Publishing Limited. ISBN: 978-1-84569-372-5.
3- Modern Applications of Nanotechnology in Textile, A.P.S. Sawhney, B. Condon, K.V. Singh, S.S. Pang, G. Li and David Hui. Textile Research Journal 2008 78: 731
4- Nanotechnology & textile finishing, Dr. S. Pervez Abbas, Industrial training in textile chemical technologies, Workshop, Applied Chemistry Karachi University, 31st March 2007.
5- Sparavigna, A. 2002. Plasma treatments for textiles: an innovative technology for traditional and technical fabrics. In Recent Res. Develop. Applied Physics, 5, 203.
6- Y. W. H. Wong, *et al* "Selected Applications of Nanotechnology in Textiles".*AUTEX Research Journal*, Vol. 6, No 1, March 2006.
7- Dai, X.J., and Kviz, L. 2001, Study of Atmospheric and Low Pressure Plasma Modification on the Surface Properties of Synthetic and Natural Fibres, in An Odyssey in Fibres and Space, Textile Institute 81st World Conference Melbourne, Australia
8- www.nanotex.com
9- AATCC Test Method 100-2004. Antibacterial Finishes on Textile Materials: Assessment of
10- How Smart Silver Works [Online]. Available: http://www.smartsilver.com/how .

Using Silver nano-particles to give the knitwear of socks a bacterium resistance

Assistant Professor. Huda Habib - College of Designs- Fashion Design Department – Um Al Qura University

In this study, the knitwear of socks was treated so as to be bacterium resistance by utilizing Silver nano-particles with varying percentages of 150, 300, and 450 ppm. This experiment was performed on 3 different kinds of sock fabric: 100% cotton, a 50/50 blend of cotton and polyester, and lastly 100% polyester.

A Padding Machine is used on all socks being tested. Thus the pressure process during the three stages had 3 different levels of pressure. In total there were 27 tests performed within varying operational conditions.

The most successful results from blending a high concentration of silver nano-particles came from the 100% cotton samples. The other samples showed different, less successful results in regards to bacterium resistance according to the condition of each experiment.

This research recommends using the bacterium resistant socks due to the feet being the part of the body where bacterium grows most easily.