دراسة الخصائص المضادة للنمو الميكروبي للأقمشة القطنية المحاكة المعالجة بواسطة جزيئات أوكسيد الزنك النانوية Nano–Zno

د. فاتن عجيب[1] و م. آلاء خسارة[2]

الملخص

أُجْرِيَت الدارسة في هذا البحث على تطوير آلية لأقمشة القطن لإكسابها صفة "مضادة للنمو الجرثومي"، التي تستخدم على نطاق واسع في الملابس الداخلية وملابس الرعاية الصحية والجوارب، وذلك بتحضير جزيئات أحادي أوكسيد الزنك النانوية Nano–ZnO بالطريقة الرطبة، وتطبيقها على قماش قطني محاك (100% قطن)، وقد اِسْتُخْدِمَتْ صحون آغار كوسط مغذي للجراثيم مع حاضنة والمكورات العنقودية الذهبية (ستاف) Staphylococcus aurues (البكتيريا موجبة الغرام)، والإشريكية القولونية (إيكولاي) Escherichia coli، ومادة رابطة، ومادة كلوريد الزنك (ZnCl2)، وطُبِّقَ على قماش معدٍّ لتصنيع الجوارب، وتقييم النشاط المضاد للبكتيريا، ودراسة التغير في وزن العينات، ودراسة تموضع جزيئات النانو على عينات القطن المعالجة.

وقد أظهرت النتائج أنَّ عينات القطن المعالجة أظهرت نشاطاً مضاداً للنمو الجرثومي ضد بكتيريا المكورات العنقودية والإيكولاي، في الاختبارات الكمية والنوعية وفق الإمكانيات التي أتيحت لهذا البحث.

واستُنتج أنَّه عند زيادة زمن العلاج ينخفض وزن النسيج، ومن ثَمَّ ينخفض النشاط المضاد للنمو الميكروبي. من ناحية أخرى، فإنَّ زيادة كمية النانو– ZnO لم تؤثر في النشاط المضاد للبكتيريا، ووزن النسيج.

الكلمات المفتاحية: أقمشة قطنية محاكة – أحادي أوكسيد الزنك – جزيئات نانوية – مضاد للنمو الجرثومي (الميكروبي).

[1] دكتورة مدرسة في قسم الهندسة الطبية في كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية، جامعة دمشق.
[2] مهندسة في قسم هندسة ميكانيك الصناعات النسيجية وتقاناتها، جامعة دمشق.

Study the anti-microbial growth properties of knitted cotton fabrics that's treatment with Nano-Zno nanoparticles

Dr. Faten Ajeeb[1] **Eng. Alaa Khsara[2]**

Abstract

In this work. The development of antimicrobial Knitted cotton fabrics, which is widely used in underwear and socks, using Zinc oxide nanoparticles has been investigated. The nano-ZnO particles were prepared by wet chemical method and were directly applied on to the 100% knitted cotton fabric.

Agar dishes were used as a microbial feeder with incubator, Staphylococcus aurues, Escherichia coli, Binder, Zinc ZnCl2 (purity 98%). And was applied to fabric prepared for the manufacture of socks.

The results show that the finished fabric demonstrated significant antibacterial activity against: S. aureus in both qualitative and quantitative tests, According to the possibilities available for this research.

It was found that when the treatment time increased the weight of the fabric decreased, and the antibacterial activity decreased. On the other hand, the increased of the Nano-ZnO amount didn't affect the antibacterial activity, and the fabric weight.

Keywords: Knitted cotton fabrics, Nano-Zno، Nano particles, Anti-microbial growth.

[1]Doctor in the Department of biomedical Engineering at the Faculty of Mechanical and Electrical Engineering- Damascus University.

[2]Engineer in the Department of Mechanical Design Engineering at the Faculty of Mechanical and Electrical Engineering- Damascus University.

1- مقدمة:

أصبحت في الأعوام الأخيرة الرعاية الصحية والنظافة من المتطلبات الأساسية للبشر للعيش بشكل مريح وبعيد عن الأمراض المعدية، ولاسيما تلك التي تنتقل عن طريق اللباس والأغطية، وخاصة لمجموعات الناس التي تعيش في معسكرات جماعية كوحدات الجيش، أو الناس الموجودين في بيئات الرعاية الصحية كالمشافي لما تحتويه على كثير من الملوثات.

لذلك أصبح من الضروري العمل على حماية الأقمشة والألبسة المستخدمة في بيئات العمل المختلفة، كالملابس الداخلية وملابس العمل والأغطية والجوارب والمفروشات، للحد من انتقال العدوى وانتشارها والمساعدة على الشفاء بشكل أسرع وضمان العمل في بيئة نظيفة نوعا ما[1] .

وبشكل عام من المعروف أنَّ المنتجات النسيجية التي تحتوي على ألياف القطن، تمتلك مساحات سطحية واسعة، ومن ثَمَّ توفر بيئة موصلة مناسبة للنمو الجرثومي، التي تسبب انتشار الروائح الكريهة والتهابات وحساسية في الجلد الملامس للقماش فضلاً عن تلف سريع للمنتج بفعل الميكروبات مع أمراض أخرى مرتبطة بهذه الأحياء الدقيقة المنتشرة [2].

لذلك ولحماية الدفاعات الحيوية التي تنشأ لحماية الجسم من الجراثيم والعدوى التي ممكن أن تنشأ، أصبحت عمليات العلاج النهائية لحماية المنتجات النسيجية من التلوث الجرثومي حاجة وضرورة ملحة خاصة في منتجات الملابس الداخلية والرعاية الصحية والجوارب والبطانيات [3].

الميكروبات والجراثيم هي عبارة عن كائنات حية مجهرية دقيقة لا يمكن رؤيتها بالعين المجردة مثل (البكتيريا، الفطر، العفن، الخمائر....) منتشرة بكثرة يحتوي الجلد البشري العديد من الكائنات الحية الدقيقة، ودرجة الحرارة والرطوبة والغبار توفر بيئة مناسبة وسطحاً ملائماً لنموها وتكاثرها، وهذا ما يؤثر سلبا في المنسوج والملابس وتعدُّ معالجة الأقمشة ضد النمو الميكروبي ضرورة للأهداف الآتية: لتجنب عبور العدوى من الكائنات الحية المجهرية المسببة للأمراض إلى الجسم، للسيطرة على نمو الجراثيم وتكاثرها، للتخلص والحد من الجراثيم المسببة للروائح الكريهة، لحماية المنسوجات من تغير اللون ومن الاهتراء بتأثير الجراثيم، يمكن دمج المواد المضادة للنمو الجرثومي مباشرة مع الألياف المشكلة للملابس أو يمكن إضافتها إلى سطح القماش بعد الانتهاء من تصنيعه وفق نظام الإنهاء التقليدي للألبسة والمنسوجات [5] .

1-1العلوم النانوية وتقنياتها:

تعدُّ تقنية النانو ثورة صناعية رابعة عبر التاريخ الطويل للحضارة الإنسانية، وقد تطورت تكنولوجيا النانو بشكل نشط كمجال لا غنى عنه للبحوث الحديثة مع تأثيرات محتملة في مجال الإلكترونيات والطب والتكنولوجيا الحيوية. برزت هذه التكنولوجيا في العقد الماضي كطليعة للعلوم والتقنيات، إن مجالات الدراسة المختلفة والمتداخلة التي تخلق هذا المجال من العلوم والهندسة تمثل بشكل مثالي التطور السريع والمتعدد التخصصات للعلوم والتكنولوجيا المعاصرة [1].

لقد اجتذبت المواد غير العضوية مثل المعادن وأكاسيد المعادن كثيراً من الاهتمام، بسبب قدرتها على الاستقرار وتحمل ظروف التشغيل والإنتاج القاسية، ومن المواد غير العضوية تعدُّ أكاسيد المعادن مثل TiO_2 وZnO وMgO وCaO، ذات أهمية خاصة لأنَّها فضلاً عن كونها مستقرة في ظروف العمل والتشغيل القاسية تعدُّ مواد آمنة على الجسم البشري والحيوانات، فقد كان لاستخدام الجسيمات النانوية للفضة وأحادي أكسيد الزنك بمنزلة حل قابل للتطبيق لوقف الأمراض المعدية بسبب الخصائص المضادة للنمو الميكروبي لهذه الجسيمات النانوية [1].

في هذا البحث اِسْتُخْدِمَتْ جزيئات نانو أحادي أوكسيد الزنك كعامل مضاد للنمو الجرثومي.

هناك العديد من الدراسات التي تبحث في مدى فعالية نانو أحادي أوكسيد الزنك كمضاد للجراثيم، فعلى سبيل المثال أفاد بعض الباحثين أنَّ جزيئات أحادي أوكسيد الزنك النانوية لها نشاط جيد مضاد لكل من البكتيريا إيجابية الغرام وسلبية الغرام [6].

وكما ذكر بأنَّ كلّاً من تركيزها ومساحة سطح الجسيمات (الدقائق النانوية) يؤديان دوراً مهماً في تقييم النشاط المضاد للنمو الجرثومي، في حين أنَّ البنية البلورية للجسميات وشكلها لها تأثير أقل في خاصية القضاء على الملوثات [7، 8]. ان أحادي أكسيد الزنك له تأثير أفضل في الكائنات الدقيقة (الميكروبات) من أكاسيد المعادن الأخرى مثل SiO2, MgO, TiO2, CaO [9].

وقد تبيَّن بوضوح ظهور تحسن واضح في التئام الجروح، مع انخفاض كبير للجراثيم النباتية وفق نموذج كامل لشفاء الجروح وذلك بعد تطبيق الضمادات المعالجة بدقائق Nano-ZnO.

يستخدم الزنك الموضعي على نطاق واسع في معالجة الجروح، وبالنظر إلى التكلفة والفعالية لن يتم العثور على منتج أفضل من الزنك، ونجد أنَّه الأكثر شيوعاً بمراهم الطفح الجلدي، لكنه بقي غير مكتمل في علاج الجروح وبالنظر إلى 300 أنزيم يعتمد على الزنك لإنتاج مصفوفات علاجية (matrix metalloproteinases MMPs)، وبذلك أوكسيد الزنك يجب أن يكون الأكثر استخداماً في علاج الجروح، ومع ذلك فله بعض الآثار الجانبية كبقاء ذرات الزنك في الجرح مدة طويلة، ولكن هذا لا ينفي دور الزنك في تركيب أنزيم فلزي النشاط يساعد على الشفاء.

تكمن فعالية الزنك في تسهيل امتصاص الرطوبة والروائح ضمن الجرح والحد من الالتهاب؛ لأنَّه يضمن تطهيره وبيئة مناسبة لشفاء الجروح، وهو وسيلة رخيصة ومناسبة لشفاء الجروح.

2-هدف البحث:

إن الهدف من هذا البحث هو دراسة تأثير المعالجة بجزيئات أوكسيد الزنك النانوية Nano-ZnO في قماش محاك قطني 100% من خلال:

- إعطاء قيمة مضافة للألبسة وخاصة الداخلية المستخدمة في الرعاية الصحية والجوارب.
- تثبيط أكبر قدر ممكن من النمو الميكروبي على جسم الإنسان نتيجة الاتصال المباشر بين القماش والجلد.
- الحد من اصفرار الأقمشة واهترائها نتيجة النمو الميكروبي.
- تطوير أنواع من الضمادات الطبية لتسريع التئام الجروح والتخفيف من الإنتانات الناتجة من التلوث الميكروبي.

3- مواد البحث وطرائقه:

1-أُستخدم في هذه البحث قماش سنغل جورسيه مخصص لحياكة الجوارب، خصائصه مبَيَّنَة في الجدول (1).

2 -جهاز تسخين مع تحريك مغناطيسي.

3-ميزان حساس.

4- صحون آغار كوسط مغذٍ للجراثيم مع حاضنة من مختبرات قسم علم النبات – كلية العلوم – جامعة دمشق.

5- مادة كلوريد الزنك (ZnCl2، بنسبة نقاء 98%).

6- مادة رابطة (Binder) عبارة عن مادة رابطة بشكل عجينة تستخدم لربط المادة المضافة إلى سطح القماش مع ألياف النسيج، من مخبر الصباغة في قسم هندسة ميكانيك الصناعات النسيجية وتقاناتها – كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية – جامعة دمشق.

7-سلالة صافية من بكتريا Escherichia coli وسلالة صافية من بكتريا Staphylococcus aureus. عُزِلَتْ سلالات الميكروبات التي جُمِعِتْ من مستشفى الأطفال الجامعي بدمشق. حُدِدَ تركيز الحد الأدنى لكل من

المثبط (MIC) والحد الأدنى من تركيز الجراثيم (MBC) بواسطة طريقة الاختبار الميكروبي القياسية.

8-الحاضنة الخاصة بالبكتريا.

9 -uv spectra gram جهاز قياس حجم المستعمرة.

10-أنابيب اختبار وصحون آغار.

الجدول (1) يبيّن خصائص قماش السنغل جورسيه المحاك.

البارامتر	القيمة
التركيب	سادة/سنغل جورسيه
نمرة الخيط الانكليزية	1\24
نمرة الآلة	40 إبرة\إينش
الكثافة	10 عمود/سم 10 صف/سم
وزن المتر المربع	104غ

4-الإجراء التجريبي:

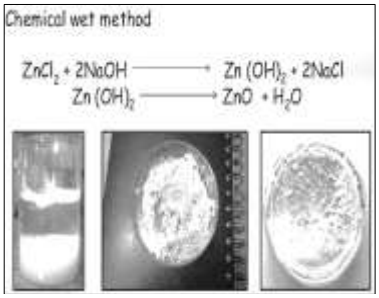
أُجْرِيَتِ التجارب والاختبارات في مخبر الصباغة، ومخبر الكيمياء في كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية، ومخبر الأحياء الدقيقة في قسم النبات في كلية العلوم.

4-1-تحضير مسحوق جزيئات أحادي أوكسيد الزنك النانوية Nano-ZnO: يُوَلَّدُ نانو أحادي أوكسيد الزنك وفق طريقتين مختلفتين كالآتي:

1. توليد نانو أوكسيد الزنك في وسط مائي.
2. توليد نانو أوكسيد الزنك في وسط Ethanediol (Ethylene glycol).

في هذا البحث حُضِّرَتْ جزيئات نانو أحادي أوكسيد الزنك بواسطة الطريقة الرطبة أي في وسط مائي وفق ما يأتي:

أُخِذَ 5.5mg من كلوريد الزنك $ZnCL_2$ وأُذِيبَ في 100ml ماء مقطر في كأس، وذلك مع تحريك مغناطيسي حتى تم ذوبان أوكسيد الزنك بشكل كامل في الماء المقطر، ثم رُفِعَتْ درجة حرارة المحلول إلى 90 °C وذلك بالمسخن الكهربائي، وفي هذه الأثناء أُذِيبَ 20mg من هيدروكسيد الصوديوم في 100ml من الماء المقطر بشكل منفصل عن محلول كلوريد الزنك، ثم أُخذ 16ml من محلول هيدروكسيد الصوديوم NaoH المحضر وأُضِيفَ إلى محلول كلوريد الزنك ببطء شديد قطرة قطرة بشكل مماس لجدران الكأس، وبهذا يتحول المحلول المائي إلى مادة غروية بيضاء حليبية من دون أي ترسبات. استمر التفاعل مدة ساعتين؛ وذلك بعد إضافة كامل محلول هيدروكسيد الصوديوم، وجزيئات المحلول الطائفة أُزِيلتْ بالغسيل بالماء المقطر مدة 5 مرات، تم جُفِفَتْ جزيئات نانو الزنك بدرجة حرارة 100 مئوية مدة 30 دقيقة، ليتحول المركب الناتج إلى شكل مسحوق يشبه البودرة [3].



الشكل (1) التفاعل الكيميائي لتشكل أحادي أوكسيد الزنك بواسطة الطريقة الرطبة.

الشكل (1) يبيّن آلية حدوث هذا التفاعل، إن الوجود المتزامن لجزيئات النشاء القابلة للذوبان في وسط التفاعل يحمي جزيئات الزنك المتشكلة من التكتل، تساعد المعالجة الحرارية اللاحقة عند 80 درجة مئوية مدة 3 ساعات في التحويل الكامل لهيدروكسيد الزنك إلى أكسيد الزنك ZnO.

4-2- معالجة الأقمشة وإعداد العينات: قُصَّتْ عينات الأقمشة بأبعاد (1×1) Cm^2، لتتناسب مع شروط اختبار النمو الميكروبي، وغُطِّسَتْ في محلول الزنك

تحضير المحلول: أُضِيفَتْ كمية معينة من Nano-ZnO في الماء المقطر إذْ مزج الخليط جيداً مع اهتزاز الموجات فوق الصوتية لعدة دقائق، ثم تمت إضافة مادة الربط [الموثق الإكريليكي] يضاف تحت التحريك المغناطيسي

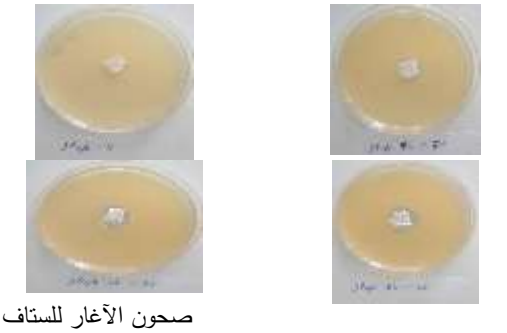
غُمِـرَتْ العينـات فـي محلـول بتركيـز 0.2% مـن Nano-ZnO و1% من مادة الربط، مدة 3 دقائق وعينات أخرى مدة 5 دقائق. ثم غُيِّرَ التركيز لعينات أخرى وفق 1% Nano-ZnO و1% مادة الربط مدة 3 دقائق؛ وذلك مـع التحريـك المغناطيسـي، ثـم مُـرِرَتْ العينـات عبـر آليـة تجفيف وذلك لإزالة كمية المحلول الزائد، بعد ذلك جُفِفَتْ العينات بالهواء، ثم عُرِّضَتْ لدرجة حرارة 140 مئوية مدة 3 دقائق؛ وذلك لبلمرة رابط الإكريليك، وبعد ذلك غُمِسَتْ العينـات فـي 2 غرام مـن محلـول صـابوني مـن كبريتـات لوريل الصوديوم بنسبة حل وزنية 1.1 مدة خمس 5 دقائق لإزالـة جزيئـات نـانو أوكسيد الزنـك غير المرتبطـة، وأخيـراً غُسِـلَتْ العينـات عشـر مـرات لإزالـة كـل آثـار محلـول الصـابون، وتجفيـف العينـات بـالهواء (أُخِـذَتْ نسـب المـواد المضافة وفق وزن القماش الجاف) .

4-3-تقيـيم النشـاط المضـاد للبكتيريـا: هـو أهـم اختبـار لتحديـد فعاليـة القمـاش المعـالج ومـدى تأديتـه للغـرض المطلوب، اِخْتُبِرَ النشاط المضاد للجراثيم نوعياً وكمياً بواسـطة طريقـة مسـاحة منطقـة التثبـيط علـى صـحون الآغار.

أُجْرِيتْ الاختبارات المضادة للنمو الميكروبي في مختبر علم الأحياء الدقيقة، قسم علم النبات، كلية العلوم، جامعة دمشـق. وقـد اِسْتُخْدِمَ بعـض الأنـواع الضـارة مـن الكائنـات الحيـة الدقيقـة مثـل: المكـورات العنقوديـة الذهبيـة (سـتاف) Staphylococcus aurues (البكتيريـا موجبـة الغـرام)، والإشـريكية القولونيـة (إيكـولاي) Escherichia coli (البكتيريا سالبة الغرام).

الاختبـــار بطريقـــة صـــحون الآغـــار وفـــق طريقـــة (Mucha et al.، 2002) [15]:

زُرِعَ نوعا البكتيريا على صحون الآغار كل على حدة، بواسطة مسحها على الوسط الصلب الموجود على صحون الآغـار، ثـم وضـعت عينـات الأقمشـة المعالجـة بـداخلها بضـغط بسيط على سطح الصحن بعد مسح الميكروبات، وعينـات مشـاهدة لـم تُعَـالَجْ بمـادة أحـادي أوكسـيد الزنـك النانويـة، وذلـك لمقارنـة منطقـة التثبـيط للنمـو الجرثـومي بواسطة النظر، بين العينات التي عُولِجَتْ والتي سوف تظهر مناطق تثبيط والعينات التي لم تتم معالجتها والتي لـن تبـدي أي مقاومـة للنمـو البكتيـري، ومـن ثَمَّ لـن تظهـر مناطق تثبيط



صحون الآغار للستاف

صحون الآغار للإيكولاي

الشكل (2) النشاط المضاد للنمو البكتيري للقطن المعالج بنانو أوكسيد الزنك على صحون الآغار لكل من بكتيريا الإيكولاي باللون الأزرق والستاف بالأصفر

(المنطقـة التـي تظهـر خاليـة مـن أي مسـتعمرة مـن مسـتعمرات البكتيريـا بسـبب القضـاء عليهـا بفعـل المـادة الفعالة المضافة التي هي الزنك في هذا البحث)، ومن ثم وُضِـعَتِ الصـحون فـي منطقـة الحضـن درجـة حرارة 37C° مـدة 24 سـاعة، وبعـد ذلـك حُسِـبَ عـرض منطقـة التثبـيط (المنطقة التي تم فيها القضاء على الميكروب بفعل المادة المضافة)، كما هو موضّح في المعادلة (1):

$$H = \frac{(D-d)}{2} \qquad (1)$$

إذْ إنَّ: H هي عرض منطقة التثبيط mm، D عرض العينة المختبرة وعرض منطقة التثبيط d،mm عرض العينة الأساسية mm.

النتائج موضحة في الشكل (2) إذْ تظهر منطقة التثبيط حول العينة بلون فاتح دليل على عدم وجود ميكروبات.

بالنسبة إلى كل من الإيكولاي باللون المزرق والستاف باللون الذهبي كيف تظهر منطقة التثبيط خالية من البكتيريا شفافة كلون طبق الآغار الصلب، والسبب في هذا اللون أنَّ استخدام نوعين من البيكتيريا موجبة وسالبة الغرام يعزى إلى لون صبغة مسماة صبغة الغرام التي تختلف حسب نوع البيكتيريا موجبة أم سالبة.

وأظهرت نتائج التقييم النوعي للنشاط المضاد للنمو الميكروبي من خلال عينات الآغار، أنَّ عينات القماش المعالجة بأحادي أوكسيد الزنك أظهرت تأثيراً مثبطاً للنمو الميكروبي ضد ميكروبات الايكولاي E.coli، والمكورات العنقودية S.aureus، والنتائج موضّحة في الجدول (2). وقد حُسِبَتْ منطقة التثبيط وفق المعادلة (1).

الجدول (2) تأثير تطبيق نانو أحادي أوكسيد الزنك في مناطق نمو الميكروبات ب cm على عينات القطن

العينات	الكائنات الدقيقة	منطقة التثبيط(in cm)		
		D	d	H
أقمشة لم تعالج بالنانو (عينات مشاهدة)	S.aureus	1	1	0
	E.coli	1	1	0
أقمشة عُولِجَتْ بنانو الزنك أوكسيد بتركيز 2% مدة 3دقائق	S.aureus	2.5	1	0.75
	E.coli	2.4	1	0.7
اقمشة عُولِجَتْ بنانو الزنك أوكسيد تركيز 2% مدة 5 دقائق	S.aureus	2.2	1	0.6
	E.coli	2.1	1	0.55
أقمشة عُولِجَتْ بنانو أوكسيد الزنك بتركيز 1% مدة 3 دقائق	S.aureus	2.5	1	0.75
	E.coli	2.35	1	0.67

الاختبار بطريقة النسبة المئوية

:[15](Mucha et al., 2002)

أجريت الاختبارات للنشاط المضاد للنمو الميكروبي باستخدام JIS L 1902: 2002 "Testing for Antibacterial Activity and Efficacy on Textile Products اختبار النشاط المضاد للجراثيم وفعاليته على المنسوجات.

زُرِعَتِ البكتيريا في مرق (حساء نباتي مغذٍ) (200 µl)، إذْ خُفف إلى معلق يحتوي 1×105 CFU (وحدة تشكيل مستعمرة) لكل 1mL، ثم أُضِيفَتْ عينات النسيج إلى المرق الموجود في أنابيب الاختبار (تم اختبار ست قطع اختبار من النسيج غير المعالج وثلاث قطع اختبار من النسيج المعالج).

ثم وُضعت العينات في حاضنة خاصة بدرجة حرارة 37 درجة مئوية مدة 24 ساعة، وخُلِصَتِ العينات من بقايا المواد العالقة بواسطة مادة مالحة فيزيولوجية عقيمة، ثم أُحصيت مستعمرات البكتريا بواسطة جهاز UV−Spectragram، وقورنت النتائج بين العينات المعالجة وغير المعالجة.

لوحظ انخفاض نمو البكتريا R(%) في العينات المعالجة مقارنة بغير المعالجة وفقاً للمعادلة:

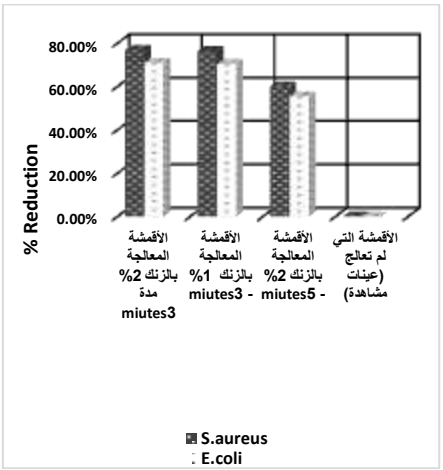
$$\boldsymbol{R\% = \frac{U-T}{U} \times 100} \quad (2)$$

إذْ: U يشار إليها بالعدد الأولي لمستعمرات البكتيريا في العينة غير المعالجة بعد 24 ساعة احتضان وT يشار إليها بالعدد النهائي لمستعمرات البكتيريا في العينات المعالجة ضمن الظروف.

ودُرِسَ النشاط المضاد للنمو الميكروبي الكمي من خلال اختبار مقدار انخفاض النمو بالنسبة المئوية والنتائج موضّحة في الجدول (3).

كانت النتائج متوافقة مع نتائج اختبار صحون الآغار، إذْ أظهرت الأقمشة المعالجة بمادة نانو احادي أوكسيد الزنك نشاطا مضادا للنمو الجرثومي بلغ أقصاه على

جرثومة المكورات العنقودية، وقد بلغت نسبة تخفيض النمو الجرثومي 76.8% تليها جرثومية الإيكولاي بنسبة تخفيض للنمو الجرثومي وصل إلى 70.8%. كما هو موضَّح في الشكل (3).



الشكل (3) نسبة خفض النمو الميكروبي R% لكل من الإيكولاي والستاف

وكانت نسبة محلول المعالجة (2% Nano-ZnO– زمن 3 دقائق) قد حققت أعلى نسبة من خفض النمو الميكروبي (أعلى فعالية للنشاط المضاد للنمو الميكروبي). الأقمشة التي لم تُجْرَ عليها أية عملية معالجة (عينات المشاهدة) أعطت قيماً سالبة لنسبة خفض النمو الميكروبي، لأنَّ العدد النهائي لخلايا المستعمرات الميكروبية أعلى بكثير من الأولية لأنَّها غير معالجة؛ أي لا تحتوي على أي مكون مضاد للنمو الميكروبي.

جدول (3) تقييم النشاط المضاد للنمو الميكروبي وفق طريقة النسبة المئوية.

العينات المختبرة	الجراثيم	العدد الأولي من المستعمرات البكتيرية cells/ml	العدد النهائي من المستعمرات البكتيرية cells/ml	نسبة التخفيض R%
أقمشة عُولِجَتْ بنانو أوكسيد الزنك 2% مدة 3 دقائق	مكورات عنقودية	8×10^6	1.85×10^6	76.87
	E.coli	8×10^6	2.33×10^6	70.87
أقمشة عُولِجَتْ بنانو أوكسيد الزنك 2% مدة 5 دقائق	S. aureus	8×10^6	3.2×10^6	60.0
	E.coli	8×10^6	3.5×10^6	56.25
أقمشة عُولِجَتْ بنانو أوكسيد الزنك 1% مدة 3 دقائق	S. aureus	8×10^6	1.91×10^6	76.1
	E.coli	8×10^6	2.37×10^6	70.3

4-4- التغير في وزن العينات:

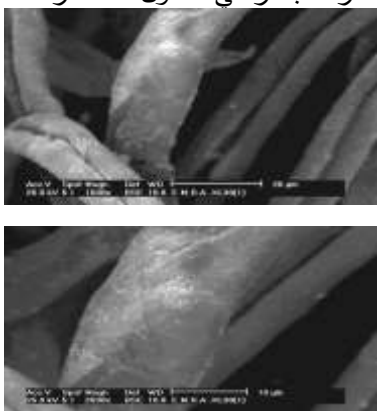
قيست أوزان العينات التي أُجري عليها المعالجة بجزئيات احادي أوكسيد الزنكالنانوية، إذْ أُخِذَ وزن العينات قبل المعالجة لعينة قطن (1×1) سم^2 كان الوزن 2 غ، ثم أخذت الأوزان بعد المعالجة بنسب مختلفة من نانو أوكسيد الزنك بأزمنة معالجة مختلفة، وقد لوحظت زيادة وزن العينات وفق الجدول (4).

الجدول (4) مقارنة تغير وزن العينات

رقم التجربة	تركيز Nano–ZnO%	تركيز مادة الربط %	مدة المعالجة (غمر العينة في المحلول) (.min)	متوسط الوزن (g) للعينة
1	0	0	–	2
2	1	1	3	2.48
3	1	1	5	2.38
4	2	1	3	2.5
5	2	1	5	2.44
6	4	1	3	2.48
7	4	1	5	2.4

4-5- تموضع جزيئات النانو على عينات القطن المعالجة:

دمشق، سورية كما هو موضَّح في الشكل (4). من أُخِذَتْ صور للعينات بواسطة المجهر الالكتروني (SEM) المرفق مع وحدة EDX Unit -5600MD، في كلية الزراعة – جامعة خلال دراسة التحليل الطبوغرافي لصور العينات المأخوذة من المجهر الالكتروني، تبَّين توضَع جزيئات نانو أوكسيد الزنك على ألياف القماش وفق كتل (تجمعات) غير منتظمة، ويعزى ذلك إلى طريقة تحضير العينات بالغمر المباشر في محلول مادة الزنك.



الشكل (4) صورة مجهرية SEM لعينة قطن معالجة توضّح توضّع جزيئات النانو التي تظهر على شكل مادة بيضاء لامعة على سطح الألياف متموضعة وفق تكتلات مختلفة، الصورتان توضحان درجتين مختلفتين من التكبير لنفس العينة المعالجة نفسها ب (2% نانو أوكسيد الزنك و1% بايندر)

5-مناقشة النتائج:

5-1 تقييم النشاط المضاد لنمو الجراثيم لعينات القطن المعالجة بنانو أوكسيد الزنك: تعدُّ الأقمشة القطنية بيئة ممتازة لنمو الكائنات الدقيقة؛ وذلك بسبب توافر المتطلبات الأساسية، مثل: المواد المغذية، والرطوبة، والأكسجين، ودرجة الحرارة المناسبة. فالألياف الطبيعية مثل القطن تعدُّ الأكثر عرضة للهجوم البكتيري. وبذلك قُيّمَ النشاط المضاد للنمو الميكروبي لألياف القطن المغلف بنانو أوكسيد الزنك.

الأقمشة المعالجة بواسطة Nano-ZnO (تركيز 2٪ في وقت 3 دقائق) و(تركيز 1٪ في وقت 3 دقائق) أظهرت خاصية مضادة للنمو الجرثومي الأقمشة المعالجة أعلى مقارنة مع نانو – ZnO (تركيز 2٪ في وقت 5 دقائق).

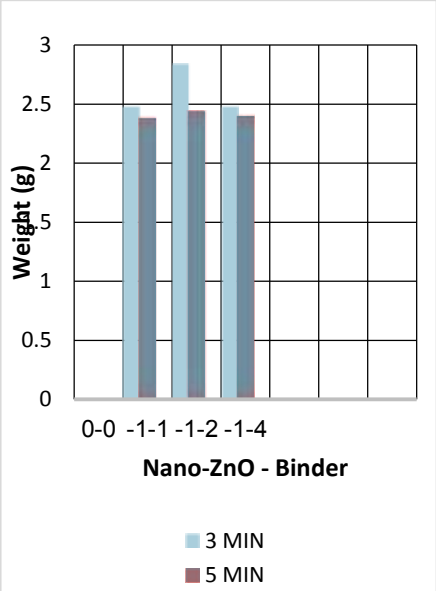
تظهر الأقمشة المعالجة فعالية ضد نشاط نمو الميكروبات مقارنة بتلك الأقمشة التي لم تعالج، ومن بين ثلاثة أنواع من الأقمشة المعالجة كانت الأقمشة المعالجة بالنانو وفق تركيز 2% مدة 3 دقائق من المعالجة أفضل كنشاط مضاد للميكروبات من تلك الأقمشة المعالجة بالتركيز نفسه وفق زمن أعلى (مدة غمر العينات في المحلول) كما هو مبيّن في الشكل (3)، ووجد أنَّه مع زيادة كمية جزيئات النانو (زيادة التركيز للمادة الفعالة في المحلول) لم يكن هناك تأثير كبير مقارنة بالتركيز إلى 1% عند نفسه زمن المعالجة لكل من نوعي البكتيريا المستخدمة.

عند تقييم النشاط المضاد للنمو الميكروبي بواسطة طريقة صحون الآغار، تبيَّن أنَّ للجسيمات النانوية تأثيراً مثبطاً في بكتيريا المكورات العنقودية أكثر من الإيكولاي إذْ كان عرض منطقة التثبيط للمكورات العنقودية 1.5 cm، ثم الإيكولاي بمقدار 1.4 cm وذلك بالنسبة إلى مساحة قطعة القماش المختبرة.

5-2- التغيير في وزن العينات مع زمن العلاج:

فيما يتعلق بتطبيق نانو أوكسيد الزنك على العينات، وكمية المادة النانوية المرتبطة على سطح القماش، يبيِّن الشكل (5) أنَّ متوسط زيادة وزن القماش بلغ بشكل تقريبي نحو 20%.

وكان الوزن أعلى بمقدار 2% عند المعالجة بزمن 3 دقائق، وأقل بمقدار 2% عند المعالجة بزمن 5 دقائق، وهذا بسبب عدد (كمية) جزيئات نانو أوكسيد الزنك التي ارتبطت بالقماش والتي لوحظ انخفاضها عند زيادة مدة المعالجة، وهذا ما أدى إلى نقصان الوزن بعد مدة خمس دقائق.



الشكل (5) تغير وزن العينات باستخدام كميات وتراكيز مختلفة من نانو أوكسيد الزنك

6-النتائج:

1- في النهاية، يمكن القول إنَّ تطبيق مادة نانو أوكسيد الزنك على أقمشة القطن يضيف إليها خاصية وظيفية وهي مقاومة التلوث (النمو الجرثومي)، لما له من أهمية لحماية الألبسة وخاصة القطنية منها لما هو معروف من أنَّ الألياف الطبيعية توفر بيئة مناسبة للنمو الجرثومي.

2- أظهرت الأقمشة المعالجة بمادة نانو أوكسيد الزنك نشاطاً مضاداً للنمو البكتيري لكل من الإيكولاي والستاف؛ وذلك في ظروف عمل هذا البحث ومن ثَمَّ توافر حماية مناسبة من خطر التلوث الجرثومي.

3- في هذا البحث اِعْتُمِدَ على طريقة بسيطة لتحضير مركب نانو أوكسيد الزنك وطُبِقَتْ على الأقمشة القطنية 100% لإضافة ميزة مقاومة النمو البكتيري، إذْ تم تخفيض نسبة النمو بمعدل يقارب 77% للمكورات العنقودية و70% للإيكولاي، وبذلك التخفيض من نسبة العدوى المنتقلة من خلال الملابس.

4- مدة معالجة العينات بالمادة الفعالة أعطت تأثيراً في النتائج النهائية، سواء في النشاط المضاد للنمو الميكروبي أو وزن العينات؛ أي إنَّ زيادة زمن المعالجة يؤدي إلى فقدان كمية من المادة التي ترتبط على سطح القماش، لذلك لابدَّ من مراعاة ضبط الزمن المناسب لعملية المعالجة، لكن زيادة كمية المادة الفعالة لم تعطِ تأثيراً يذكر في النتائج.

5- نانو أوكسيد الزنك يمكن أن يستخدم كمادة معقمة تحل محل المواد الكيميائية السامة التي تستخدم لحماية الأقمشة من الكائنات الدقيقة، ومن ثَمَّ تعدُّ ملائمة أكثر لألبسة الرعاية الصحية والالبسة الدفاعية والشراشف والجوارب لتفادي العدوى المنتشرة بسبب تلك الملبوسات.

7- مقترحات:

العينة التي تم اختبارها على قماش السادة المُعدُّ لصناعة الجوارب المقدم في البحث عبارة عن عينة تجريبية الهدف منها بيان إمكانية الإفادة من جزيئات نانو أوكسيد الزنك في خلق جو مضاد للنمو البكتيري في حال عُولِجَ القطن بها فقط ، وكانت عمليات معالجة العينة في المختبر ولم تُسْتَخْدَمْ أجهزة صباغة.

مسرد المصطلحات

المصطلحات باللغة الانكليزية	المصطلحات باللغة العربية
Enter lock	قماش محاك
E-Coli	بكتريا ايكولاي
Staphylococcus	الستاف – مكورات العنقودية
Treatment	معالجة
Nano- ZnO	جزيئات نانو أحادي أوكسيد الزنك

References

[1] **Cardon, D. (2007) "Natural Dyes: Sources, Tradition, Technology and Science". 1st edition. London.**

[2] **Heinz, D. Henri, B. & Laurent. (1990) "Photochromism: Molecules and Systems".1st edition. Germany.**

[3] **Howard Needles,L.(1986). "Textile Fibers, Dyes, Finishes, and processes".1st edition. California.**

[4] **Hauser, Peter C. (2011) "Textile Dyeing".1st edition.**

[5] **Trotman, E. (1984) "Dying and chemical technology of textile fibers". 6th edition. London.**

[6] **Zelanski, P. & Mary Fisher, P. (1995). "Design Principles and Problems". 2nd edition. Boston.**

[7] **Chowdhury,M. Joshi, M. & Butola, S. (2014)."Photochromic and Thermochromic Colorants in Textile Applications".Journal of Engineered Fibers and Fabric, India, Volume 9, Issue 1.107-123.**

[8] **Creative Press,C. (1940) "Silk Screen Technique". 1st edition. New York.**

[9] **Walters, D. Santillo, &Johnston,P.(2005) "An Overview of Textiles Processing and Related Environmental Concerns research". UK.**

[10] **Thomas Bruno, J. & Svoronos, D. (2005). "Handbook of Fundamental Spectroscopic Correlation Charts" 1st edition. USA.**

[11] **Waseem. (2012) "An Investigation into Textile Applications of Thermochromic Pigments". doctoral Thesis of Textile Engineering. UK.**

[12] **Vedran, D. Durdica, P. &Ana,S. (2011) "From Murex Purpura to Sensory Photochromic Textiles research". University of Zagreb, Faculty of textile technology Croatia.**

[13] **Maleki, L. (2010) "How to get changing patterns on a textile surface by using thermo chromic pigments and an inherently conductive polymer research". Master's thesis of Textile Engineering. Sweden.**

[14] **Theodore, L. Adrienne, S. Frank, P. & David, P. (2007) "Fundamentals of Heat and Mass Transfer". 7th edition. USA.**

[15] **الاختبار بطريقة النسبة المئوية Mucha et al., 2002&**

الاختبار بطريقة صحون الآغار وفق طريقة Mucha et al., 2002

Received	20/12/2018	إيداع البحث
Accepted for Publ.	21/3/2019	قبول البحث للنشر