معالجة أقمشة الشاش بالكيتوزان المحمل بجسيمات الفضة النانومترية للاستخدام فى المجال الطبى
Treatment of Gauze Fabrics with Chitosan loaded Silver Nanoparticles for Use in Medical Fields

د/ رحاب محمد على
مدرس ملابس ونسيج - كلية التربية النوعية جامعة الزقازيق
د/ عواطف بهيج محمد
مدرس ملابس ونسيج - كلية التربية النوعية جامعة الزقازيق
أ. د/ محمد عبد المنعم رمضان
أستاذ كيمياء وتكنولوجيا المنسوجات - المركز القومي للبحوث

ملخص البحث Abstract:
يهدف البحث إلى تناول دراسة تجريبية لمعرفة مدى تأثير معالجة أقمشة "الشاش" بالكيتوزان المحمل بجسيمات الفضة النانومترية والتوصل لأنسب تركيزات المعالجة بكل من الكيتوزان وجسيمات الفضة النانومترية, وأيضا أفضل ترتيب للمعالجة لتحسين الخواص الوظيفية لتلك الأقمشة، حيث تم إنتاج نوعين من أقمشة الشاش (خفيف – سميك). وتم معالجة الأقمشة المنتجة بتركيزات مختلفة من الكيتوزان (2.5– 5- 7.5)% وجسيمات الفضة النانومترية (نانو سيلفر) بتركيز 100 جزء من المليون(ppm) / لتر ثم التحميص بالفرن عند أزمنة مختلفة (1،2،3) دقيقة, ودرجة حرارة 120م°. مع إجراء وتقييم بعض الاختبارات المعملية علي أقمشة الشاش المنتجة المعالجة وغير المعالجة وهي (وزن المتر المربع, امتصاص الماء, نمو البكتريا, الماسح الالكتروني). وأظهرت النتائج أن معالجة أقمشة الشاش السميك بالكيتوزان أولا ثم بجسيمات الفضة النانومترية عند زمن التحميص 2 دقيقة، تركيز (7.5 كيتوزان/200مللى نانو سيلفر/ لتر) هى أفضل العينات المنتجة بالنسبة لجميع خواص الأداء المختلفة وذلك بمساحة مثالية 334.40, بينما اقل العينات المنتجة تحت البحث قبل المعالجة (خام) هى الشاش الخفيف. حيث أوضحت النتائج تحسن ملحوظ وواضح في معظم الخواص المقاسة وخاصة تثبيط البكتريا، بينما كانت اقل العينات المنتجة هى العينة الخام لأقمشة الشاش الخفيف قبل المعالجة وذلك بمساحة مثالية 122.31.

الكلمات الدالة Keywords:
معالجة الأقمشة
Fabrics Treatment
الشاش
Gauze
الكيتوزان
Chitosan
جسيمات الفضة النانومترية
Silver Nanoparticles

Paper received 10th February 2015, accepted 19th March 2015, published 1st of April 2015

مقدمة Introduction:
تعتبر الصناعات الطبية مجالا يكون فيه التعقيم أمرا حتميا, لذلك من المهم جعل كل المنسوجات المستخدمة فى الصناعات الطبية خالية من الميكروبات. وقد شهدت صناعة الأقمشة الطبية تطورا كبيرا فى الآونة الأخيرة. إلا أن هناك بعض المشكلات التى تواجه المرضى والأطباء عند استخدام هذه الأقمشة, حيث أن هذه الأقمشة تستخدم كأربطة وضمادات للجروح والتقيحات، بعد إجراء العمليات الجراحية وغيرها. وبالتالي تواجه أنواع مختلفة من البكتريا(C.J. Park 2009). ومع التطور العلمى الكبير الذى حدث فى مجال تجهيزات الأقمشة، ومع زيادة الوعى الصحى زادت أهمية تجهيز الأقمشة الطبية لمقاومة نمو الميكروبات، وأيضا للوقاية من نقل وانتشار الكائنات الدقيقة، والتخلص من الروائح التى يسببها تكاثر الميكروبات ، بالإضافة إلى تفادى الفقد فى خواص الأداء للأقمشة نتيجة التآكل الذى يسببه نمو الكائنات الدقيقة على المنسوجات. لذا يتجه العالم الى الاهتمام بتجهيز الأقمشة ضد البكتريا باستخدام معالجات حديثة وخاصة مع توغل النانو تكنولوجى فى جميع المجالات (Youbo Di1 2012). ويستخدم الكيتوزان والنانو سيلفر للتجهيز ضد البكتريا حيث يعطوا المنسوجات خواص مضادة للميكروبات ومنع نموها وتقلل النتائج الغير مرغوب فيها (Chen.C.Y,2008), وبالتالي أصبح من الدراسات الملحة التى تبحث عن كيفية تثبيط نمو البكتريا على الأقمشة. لذا كان من الضروري البحث عن المعالجات اللازمة لإكساب أقمشة الشاش خاصية مقاومة البكتريا لإستخدامه في المجال الطبي. ومن هنا جاءت فكرة البحث لمعالجة أقمشة الشاش بمادة الكيتوزان المحمل بجسيمات النانو سليفر ضد البكتريا بهدف تحديد أفضل سمك للأقمشة وانسب تركيز للمواد المعالجة وأفضل ترتيب لإضافة المود المعالجة.
ومن هنا تبرز مشكلة البحث من خلال دراسة الخواص المختلفة للأقمشة ومعالجة تلك الأقمشة بالكيتوزان المحمل بجسيمات النانو سليفر لتثبيط نمو البكتريا وتحقيق الخواص الوظيفية المناسبة.

الدراسات السابقة:
قام الباحث بتحضير جسيمات الفضة النانومترية من نترات الفضة باستخدام طريقة آمنة بيئيا عن طريق استخدام مادة تستخدم كعامل مختزل لنترات الفضة وفي نفس الوقت تعمل كمثبت لجسيمات الفضة الناتجة. وتم معالجة الأقمشة القطنية بهذه الجسيمات لإكسابها خاصية مقاومة البكتيريا السالبة والموجبة , أظهرت النتائج مقاومة تلك الأقمشة لنمو البكتيريا (C.j.Park 2009).
تناولت (Orhue 2012) أثر التجهيز لمقاومة نمو البكتريا على بعض خواص الأداء الوظيفي لبعض الملابس. وتم تحديد أفضل ظروف تجهيز توفر أعلى مقاومة لنمو بكتيريا Staphylococcus aureusدون الإخلال بقدرة الأقمشة على الامتصاص، وذلك فى ظروف تجهيز وتركيزات مختلفة من المادة المقاومة للبكتيريا، كذلك تحديد تأثير التجهيز على بعض الخواص الوظيفية للملابس.
تمكنت دراسة (Mahapatra 2008) من استخدام الكيتوزان فى معالجة الأقمشة القطنية وإكسابها خواص مقاومة البكتيريا، وتحضير مواد نانومترية تعظم الاستفادة من الأقمشة المعالجة. وتم تناول الأقمشة الطبية واستخداماتها والتجهيزات الحديثة بمواد صديقة للبيئة.
تم إنتاج جيل جديد من المنسوجات لها خصائص دائمة مضادة للميكروبات. حيث تم التحكم فى العوامل المضادة للجراثيم في التركيب الجزيئي للألياف، وخلق رابطة دائمة بين الألياف بحيث لا تتأثر بالغسل والارتداء أو تقلل من الفعالية. وأكدت الدراسة على أن عينات النسيج تتغير خواصها مع الكيتوزان. حيث تبين وجود عامل طبيعي "مضادات للميكروبات" مصنوعة من الأصداف والسرطانات الأخرى. وتصل إلى 90 % فاعلية ضد ثلاثة من الكائنات الدقيقة "الملبنة ، كولاي , المكورات السبحية"

(Mohamed 2012).
توصل الباحثون الى إعداد جسيمات متناهية الصغر من الكيتوزان حيث أصبحت الجسميات النانونية للكيتوزان تمتاز بـ 10 اضعاف الكيتوزان من حيث الثبات والاستقرار باستخدام تشتت الضوء الحيوي. وتركز الدراسة على الناحية الفسيولوجية المختارة من الجسيمات النانوييـة. كما وضحت اهمية استقرار الجسيمات النانوية للكيتوزان (Sanyakamdhorn 2013).
تم تجهيز الأقمشة القطنية الغير منسوجة ضد البكتريا باستخدام النانوسلفر والكيتوزان. وتم إعداد مركب من جسميات الفضة المحملة بالكيتوازن باستخدام كبسولات ميكرونية من الكيتوزان الهلامية فى وسط مائى وفى درجة الحرارة المحيطة. وتم استخدامه فى تجهيز الأقمشة, حيث تم توزيع جسميات الفضة فى حجم يتراوح بين 4-20 nm, وتوصلت الدراسة إلى أن الأقمشة القطنية الغير منسوجة المجهزة بجسميات الفضة المحملة بالكيتوزان لها مقدرة عالية على نفاذية الماء والهواء ومقاومة لبكتريا الايكولاى. (Youbo 2012)
تم علاج الجروح والأنسجة بجسيمات النانو, حيث تم إصلاح الجروح والأنسجة والأعضاء الرخوة. وتوصلت الدراسة إلى إنتاج لاصقا جيلاتينيا وأنسجة بيولوجية من جسيمات النانو فى محلول مائى ليوضع على الجروح، ويمتزج مع الجيلاتين أو الأنسجة ليقوم بربط الجسيمات ببعض مما يشكل عدة روابط بين السطحين فتحدث عملية التئام الجلد فى ثوان عدة.(Mahapatra 2012)

الإطار النظرى Theoretical framework:

الأقمشة الطبية:
إن استخدام الأقمشة الطبية يرجع تاريخها إلي عدة قرون ماضية. وقد ظهر التطور فى الأقمشة الطبية بفعل تلاءم التراكيب النسجية، والأساليب التنفيذية والخامات المستخدمة مع وظيفة المنتج والوضع الاقتصادي القائم. وتصنف الأقمشة الطبية طبقا لتحللها الى "الألياف التى تتحلل بيولوجيا, والألياف التى تقوم التحلل البيولوجى" (Jia 2007).
تقسيم الأقمشة المستخدمة فى المجالات الطبية:
- الأنسجة غير المزروعة بالجسم مثل "الضمادات الجراحية, ضمادات العيون, اللاصق والشاش الطبى".
- الأنسجة المزروعة بالجسم مثل " الخيوط الجراحية, الأربطة الصناعية, ترقيع الاوعية الدموية, المفاصل الصناعية" (Park 2009).

الضمادات الجراحية:
تستخدم لتمنح الحماية أو الوقاية من اثر العدوى, أو التلوث الناتج من امتصاص الدم, أو الإفرازات المختلفة حسب نوع الجرح.
الشاش الطبي:
الشاش الطبي عبارة عن نسيج من القماش. يوضع على الجرح ليعزز التئامه ويمنع زيادة تلفِه وتصمم الأربطة الطبية لتبقى على اتصالٍ مباشرٍ بالجرح، مما يجعلها مختلفة عن الضمادة التي تُستخدَم في المقام الأول لتثبيت الرباط الطبي في مكانه. الرباط الطبي "المثالي"هو الرباط المُعقَّم، والموفِّر للتنفس، والباعث على تكوين بيئة رطبة للالتئام (المواصفة القياسية 2005). وهو ما يقلل من خطر العدوى ويساعد على التئام الجرح بسرعة، ويقلل من حدوث الندبات. فالأربطة الطبية الحديثة تتضمن كلاً من الشاش الذي يمكن أن يُنقع في مادة بهدف التعقيم أو إسراع الالتئام والأغشية والمواد الهلامية (Health and energy 2015).
الشاش القطنى:
عبارة عن نسيج مفتوح من اقمشة ذات تركيب نسجى سادة1/1, يمتاز بسرعة عالية فى الامتصاص، ويغطى بطبقة من شمع البرافين فى حالة علاج الحروق. كما توجد أنواع منه لاصقة تتميز بالصلابة. مما يؤدى الى التئام الجروح بسرعة (Jia 2007).

المعالجة ضد البكتريا:
كانت ولا تزال ذات أهمية كبرى, حيث انها تتحكم فى وجود البكتريا والفطريات على القماش. لذا يتم استخدام هذه المعالجة لمنع نمو الكائنات الدقيقة على او داخل المنتج والمحافظة عليه من التحلل البيولوجى. وفى المجال الطبى من الضرورى التحكم فى معدل نمو الميكروبات التى ترافق المنسوجات عند إنتاج الأقمشة الطبية. والأقمشة المضادة للميكروبات يجب أن تقضى على البكتريا أو تؤدى الى منع نموها, وتقلل النتائج غير المرغوب فيها, وتسمى هذه المواد المقاومة للبكتريا بالمضادات الحيوية وتصنف الى "مواد مانعة لنمو البكتريا , مواد قاتلة للبكتريا" (Xu 2010).
تصنيف البكتريا:
- بكتريا سالبة لجرام.
- بكتريا موجبة لجرام.

التجهيز ضد البكتريا ينقسم الى:
- التجهيز الذى يعطى المنسوجات خواص مقاومة البكتريا وبالتالي توفير الاحتياطات العامة للملابس والمفروشات.
- التجهيز المضاد للبكتريا لحماية الأقمشة المستخدمة فى الأغراض الصناعية من نمو البكتريا عليها (Limbach 2007)

معالجة الأقمشة لمقاومة الميكروبات:
الكيتوزان:
هو مادة طبيعية قابلة للتحلل البيولوجي ويعتبر مادة صديقة للبيئة, كما أنه يحمل شحنة موجبة لوجود مجموعات الأمين، مما يجعله يستخدم كمادة تجهيز للأقمشة لإكسابها بعض الخواص مثل مقاومة الأقمشة المعالجة به لنمو الكائنات الحية الدقيقة, والكيتوزان هو أحد مشتقات مادة الكيتين (Chitin) الموجودة فى الطبيعة فى بعض أنواع الفطريات والطحالب البحرية وقشور الجمبري والأسماك، وهو مادة غنية بمجموعات الهيدروكسيل والأمين مما يتيح لها خصائص كيميائية متميزة أثناء إجراء التفاعلات الكيميائية مع المواد الكيميائية الأخرى وتكون الأملاح أثناء تفاعله مع الأحماض وتركيبة البنائي. (Xu 2010) فهو"الكيتين" مادة طبيعية تخضع لبعض التفاعلات الكيميائية البسيطة والتي تعطيها ميزات طبية معينة مؤخرا. والتي تعتبر سلسلة من الكربوهيدرات والتي تستخلص من الهيكل الخارجي للصدفيات والأسماك الصدفية كمثل "الجمبري" وغيرها من الأسماك الصدفية المختلفة (Sanyakamdhorn 2013).

جسيمات الفضة النانومترية:
الفضة هى عنصر خاص جدا يحتوي على أعلى الموصلية الحرارية والكهربائية من جميع المعادن. فهى معدن نبيل، له مقاومة للتآكل, وهو أكثر تفاعلاً من الذهب أو البلاتين. التفاعل والتوصيل ينطويا على تأثيرات السطح, وهذه الخاصية مثيرة للاهتمام خاصة على مقياس النانو(Duan 2007). فعندما تكون أبعاد الفضة ضئيلة للغاية ونسبة السطح إلى الحجم يزيد بقوة فتعطى خواص هائلة. تتميز باللون الأصفر الداكن يميل إلى الأصفر الغامق التي يمكن انتاجها بأحجام مختلفة (5-100 nm) مع تركيزات مختلفة (50-10000 ppm) (محمد 2010).
وتتحدد مشكلة البحث فى التساؤلات الآتية:
- هل توجد فروق ذات دلالة احصائية بين سمك أقمشة الشاش والغرض الوظيفى للأقمشة المنتجة تحت البحث.
- هل توجد فروق ذات دلالة احصائية بين تركيز المادة المعالجة والغرض الوظيفي للأقمشة المنتجة تحت البحث.
- هل توجد فروق ذات دلالة احصائية بين زمن المعالجة والغرض الوظيفي للأقمشة المنتجة تحت البحث.
- هل توجد فروق ذات دلالة احصائية بين ترتيب إضافة المواد المعالجة والغرض الوظيفي للأقمشة تحت البحث.

أهمية البحث Study Significance:
- مواكبة التطورات التكنولوجية فى مجال إنتاج الأقمشة الطبية المضادة للبكتريا والميكروبات باستخدام مواد النانو الآمنة بيئيا.
- المساهمة فى إنتاج أقمشة شاش تعمل على تثبيط نمو البكتريا التى تنمو على الجروح.
- توفير حماية ووقاية من العدوى وعدم تكوين أغشية ميكروبية قد تؤدى الى سوء حالة الشخص المصاب.

اهداف البحث Objectives:
يهدف البحث للوصول إلي أنسب:
- سمك للأقمشة المستخدمة تحت البحث والتي تحقق أفضل الخواص الوظيفية.
- تركيز للمادة المعالجة للأقمشة تحت البحث للحصول على أفضل الخواص لتحسين أدائها الوظيفي.
- زمن معالجة لأقمشة الشاش المنتجة تحت البحث والتي تعطي أفضل الخواص الوظيفية.
- ترتيب للمواد المعالجة والخواص الوظيفية للأقمشة الطبية.

فروض البحث Hypothesis :
توجد فروق ذات دلالة إحصائية بين:
- سمك القماش "الشاش" والخواص الوظيفية للأقمشة المنتجة تحت البحث.
- تركيز مادة المعالجة والخواص الوظيفية للأقمشة المنتجة.
- زمن التحميص والخواص الوظيفية للأقمشة المنتجة.
- ترتيب مواد المعالجة والخواص الوظيفية للأقمشة المنتجة.

حدود البحث Delimitations :
اقتصر البحث على:
- استخدام نوعان من أقمشة الشاش (خفيف - سميك).
- تجهيز أقمشة الشاش تحت البحث بمضادات مقاومة نمو وتكاثر البكتريا (الكيتوزان , النانوسيلفر) بتركيزات مختلفة.
- إجراء الاختبارات المعملية (وزن المتر المربع, امتصاص الماء, مقاومة نمو البكتريا, الماسح الالكتروني).

متغيرات البحث Study Variables :
- سمك الشاش (خفيف – سميك).
- درجة تركيز المادة المعالجة الكيتوزان (2.5 , 5, 7.5) جرام/لتر.
- زمن ودرجة حرارة التحميص بالفرن (1- 2-3) ثانية عند درجة 120 م°.

منهج البحث Methodology:
يعتمد البحث علي المنهجين التجريبى و التحليلى لما لهما من قدرة على تحديد التجارب وتوضيح العلاقات بين المتغيرات التى تناولها البحث وذلك لتحقيق أهدافة.

التجارب العملية Experimental Work:
تنفيذ عينات الأقمشة المنتجة تحت البحث:
تم إنتاج نوعان من أقمشة الشاش (شاش طبى خفيف - شاش طبى سميك) بشركة مصر للغزل والنسيج بالمحلة الكبرى بالمواصفات الموضحة بالجدول رقم (1). ثم تم تقسيم القماش تحت البحث الى عينات عددها (38) عينة ويتضح ذلك من الجدول رقم (2)

الجدول رقم (1) مواصفات أقمشة الشاش الطبى تحت البحث

نوع الشاش / المواصفات	شاش طبى خفيف	شاش طبى سميك
نوع الخامة	قطن 100 %	قطن 100 %
العرض	90سم	90سم
التجهيز	مبيض	مبيض
وزن المتر المربع	41 جم	66 جم
عدد فتل البوصة	32 فتلة	32 فتلة
عدد لحمات البوصة	24 لحمة	24 لحمة
نمرة السداء	1/30 قطن100%	1/20 قطن100%
نمرة اللحمة	1/30 قطن100%	1/20 قطن100%
التركيب النسجى	سادة 1/1	سادة 1/1

تجهيز الأقمشة تحت البحث:
تم تجهيز الأقمشة المنتجة بشركة مصر للغزل والنسيج بالمحلة الكبرى. وتم عمل تبييض للأقمشة المنتجة تحت البحث كالتالى (إزالة البوش, الغليان في القلوي, التبييض).

المواد المستخدمة فى التجهيز:
- كيتوزان: Chitosan powder Poly-(1.4-B-D-glucopyranosamine) ;2-Amino-2-deoxy (1->4)-B-D-glucopyranan.
- نانوسيلفر: Silver nanoparticles (size; <100 nm, conc.; 100 ppm) supplied from National Research Center, Egypt.

معالجة الأقمشة بالكيتوزان المحمل بجسيمات الفضة ضد البكتريا:
- تم استخدام عدد 38 عينة قماش شاش مبيض خفيف وسميك (2عينه أرقام (1), (11) بدون معالجة وتم استخدامهما كعينات ضابطة , 36 عينة معالجة) طبقا للجدول رقم (2).
- تم غمر العينات أرقام (2) الى (10) , (12) الى (20) فى محلول الكيتوزان والنانوسيلفر, تركيز الكيتوزان (2.5 , 5, 7.5) جرام/لتر, نانو سيلفر بتركيز 200 ملل / لتر (تم اذابة الكيتوزان في محلول 2% من حمض الخليك بتركيز 98%) كلا على حدة, ثم عملية التجفيف فى درجة حرارة الغرفة والتحميص بالفرن عند زمن (3،2،1) دقيقة, ودرجة حرارة 120م5. حيث كان ترتيب المعالجة أولا بمحلول الكيتوزان ثم بالنانوسيلفر.
- ثم تم غمر العينات أرقام (21) الى (38) فى محلول الكيتوزان والنانوسيلفر عند نفس الظروف السابقة. حيث كان ترتيب المعالجة أولا بمحلول النانوسيلفر ثم بالكيتوزان.

الاختبارات التي تم إجراؤها على الأقمشة تحت البحث :
تم إجراء بعض الاختبارات المعملية على الأقمشة تحت البحث وذلك لتحديد خواصها المختلفة وعلاقة هذه الخواص بمتغيرات البحث وذلك بمعامل (المركز القومى للبحوث, الميكرسكوب الالكترونى بكلية العلوم جامعة الزقازيق, الميكروبيولوجيا بكلية الزراعة - جامعة الزقازيق), وتضمنت هذه الاختبارات الخواص الآتية:
- وزن المتر المربع طبقا للمواصفة القياسية (ASTM 1970).
- امتصاص الماء طبقا للمواصفة القياسية (ASTM 1682) .
- مقاومة نمو البكتريا طبقا للمواصفة القياسية (AATCC 1998)

حيث تم إنماء نوعان من البكتريا وهما ((Staphylococcus aureus (+) لجرام– E.coil (-) لجرام)) على أقمشة الشاش تحت البحث.

- الماسح الالكترونى طبقا للمواصفة القياسية (SEM SU5000, nm 2800b 2005).

جدول رقم (2) نتائج متوسطات القراءات للاختبارات على الأقمشة تحت البحث

رقم العينة	سمك القماش	ترتيب المادة المعالجة	تركيز الكيتوزان (جم/لتر)	تركيز النانوسيلفر (مل/لتر)	زمن التحميص (دقيقة)	وزن المتر المربع (جم)	امتصاص الماء (ث)	قطر تثبيط بكتريا Staph. Aurous (m.m)	قطر تثبيط بكتريا E.coli (m.m)
1	خفيف	كيتوزان /نانوسيلفر	0	0	0	41	2.10	0	6
2			2.5	200	1 دقيقة	46	6.71	15	30
3			5			47	7.30	13	20
4			7.5			49	8.10	8	20
5			2.5		2 دقيقة	45	4.74	14	15
6			5			46	11.69	22	22
7			7.5			48	2	13	25
8			2.5		3 دقيقة	42	7.27	11	24
9			5			43	10.76	16	35
10			7.5			44	8.67	14	17
11	سميك	كيتوزان /نانوسيلفر	0	0	0	66	3.15	0	8
12			2.5	200	1 دقيقة	94	4.55	12	22
13			5			96	24	16	25
14			7.5			98	7.35	10	25
15			2.5		2 دقيقة	87	8.10	20	16
16			5			90	5.35	21	22
17			7.5			93	1.33	15	26
18			2.5		3 دقيقة	84	3.73	12	24
19			5			86	2.50	13	18
20			7.5			91	6	22	30
21	خفيف	نانو سيلفر / كيتوزان	2.5	200	1 دقيقة	44	15.6	10	28
22			5			47	15.3	8	29
23			7.5			48	16.2	12	22
24			2.5		2 دقيقة	43	5.55	15	26
25			5			44	5.72	8	28
26			7.5			46	4.70	10	26
27			2.5		3 دقيقة	41	31.9	16	21
28			5			44	5.50	22	22
29			7.5			43	7.80	16	21
30			2.5		1 دقيقة	92	3.70	10	13
31			5			93	12.5	17	25
32			7.5			96	13	16	21
33			2.5		2 دقيقة	86	6.70	23	21
34			5			88	12.7	16	27
35			7.5			91	3.9	10	19
36			2.5		3 دقيقة	83	4.60	11	20
37			5			85	5.25	12	21
38			7.5			88	13.1	10	23

النتائج والمناقشة:

تأثير عوامل الدراسة على الخواص الوظيفية للأقمشة المنتجة تحت البحث:

تم عمل تحليل التباين (ANOVA) لدراسة تأثير اختلاف عوامل الدراسة وهى (سمك أقمشة الشاش - تركيز مادة المعالجة- تركيز زمن التحميص - ترتيب المعالجة) على وزن المتر المربع (جم) – زمن امتصاص الماء (بالثانية) – قطر تثبيط نمو البكتريا (E.coli- Staph. aureus) على الأقمشة المنتجة تحت البحث (ملليمتر) ، ويرجع التأثير سواء كان معنوي أو غير معنوي إلى قيمة المعنوية المحسوبة (P-Level) فإذا كانت قيمتها أقل من أو يساوى (0.05) يكون هناك تأثير معنوي على الخاصية المدروسة. أما إذا كانت أكبر من (0.05) يكون هناك تأثير غير معنوي على الخاصية المدروسة.

أولاً- تأثير عوامل الدراسة علي وزن المتر المربع (جم):

من الجدول (3) يتضح انه بالنسبة لوزن المتر المربع كل عوامل الدراسة لها تأثير معنوي علي خاصية وزن المتر المربع فيما عدا ترتيب مادة المعالجة فلها تأثير غير معنوي علي وزن المتر المربع.

وجاءت معادلة الانحدار الخطي المتعدد علي النحو التالي:

سمك القماش = X1 ، ترتيب المادة المعالجة = X2، تركيز المادة المعالجة = X3، وزمن التحميص= X4

$$Y= 3.877 + 43.93\ x1 + 1.29\ x2 + 1.34x3 - 1.800x4$$

$$R2= 0.98$$

وهو يمثل ارتباط طردى بين وزن المتر المربع وعوامل الدراسة المختلفة.

ولتحديد اتجاه الفروق بين ترتيب المادة المعالجة قامت الباحثة بتطبيق اختبار LSD (أقل فرق معنوي) للمقارنات المتعددة بين ترتيب المادة المعالجة. وذلك علي النحو المبين فى جدول (4):

جدول (3) يوضح تحليل التباين الأحادي في N اتجاه (N – Way ANOVA)
لتأثير عوامل الدراسة علي الوزن المتر المربع (جم)

مصدر التباين	مجموع المربعات	درجات الحرية	متوسط المربعات	قيمة "ف"	مستوي المعنوية
سمك القماش	18390.107	1	18390.107	2118.270	.000
ترتيب المادة المعالجة	12.745	1	12.745	1.468	.235
تركيز المادة المعالجة	100.518	2	50.259	5.789	.007
زمن التحميص	233.015	2	116.508	13.420	.000
الخطأ	260.450	30	8.682		
المجموع	19376.316	37			

جدول (4) الفروق بين المتوسطات باستخدام اختبار LSD (أقل فرق معنوي)
للمقارنات المتعددة بين ترتيب المادة المعالجة علي الوزن المتر المربع (جم)

	بدون (1) م= 53.50	كيتوزان / نانوسيلفر (2) م= 67.00	نانوسيلفر /كيتوزان (3) م= 68.11
بدون (1) م= 53.50		*13.50	*14.61
كيتوزان/ نانو سيلفر (2) م= 67.00			1.11
نانو سيلفر /كيتوزان (3) م= 68.11			

نتبين من النتائج التي يلخصها جدول (4) أنه توجد هناك فروقا دالة بسيطة بين ترتيب المادة المعالجة في تأثيرها علي وزن المتر المربع ويمكن للباحثين ترتيب المادة المعالجة وفق تأثيرها في ضوء المتوسطات باستخدام اختبار LSD كالتالي: نانو سيلفر /كيتوزان ، كيتوزان /نانو سيلفر ، بدون معالجة.

ولتحديد اتجاه الفروق بين تركيز المادة المعالجة قامت الباحثة بتطبيق اختبار LSD (أقل فرق معنوي) للمقارنات المتعددة بين تركيز المادة المعالجة. وذلك علي النحو التالي:

جد ول (5) الفروق بين المتوسطات باستخدام اختبار LSD (أقل فرق معنوي)
للمقارنات المتعددة بين تركيز المادة المعالجة علي الوزن المتر المربع (جم)

	بدون (1) م= 53.50	2.5جم/200ملل/ لتر (2) م= 65.58	5 جم/200 ملل/لتر(3) م= 67.41	7.5 جم/20 ملل/لتر (4) م= 69.58
بدون (1) م= 53.50		*12.08	*13.91	*16.08
2.5جم/200ملل/لتر (2) م= 65.58			1.83	*4.00
5 جم/200ملل/لتر (3) م= 67.41				2.16
7.5 جم/200ملل/لتر (4) م= 69.58				

نتبين من النتائج التي يلخصها الجدول (5) أنه توجد هناك فروقا دالة بسيطة بين تركيز المادة المعالجة في تأثيرها علي وزن المتر المربع ويمكن للباحثين ترتيب تركيز المادة المعالجة وفق تأثيرها في ضوء المتوسطات باستخدام اختبار LSD كالتالي: 7.5جم كيتوزان /200ملل نانو سيلفر /لتر ، 5جم كيتوزان /200ملل نانو سيلفر /لتر ،2.5جم كيتوزان /200ملل نانو سيلفر /لتر ، بدون معالجة(الخام).

ولتحديد اتجاه الفروق بين زمن التحميص قامت الباحثة بتطبيق اختبار LSD (أقل فرق معنوي) للمقارنات المتعددة بين زمن التحميص. وذلك علي النحو التالي:

جدول (6) : الفروق بين المتوسطات باستخدام اختبار LSD (أقل فرق معنوي)
للمقارنات المتعددة بين زمن التحميص علي الوزن المتر المربع (جم)

	بدون (1) م= 53.50	1دقيقة (2) م= 70.83	2 دقيقة (3) م= 67.25	3 دقيقة (3) م= 64.50
بدون (1) م= 53.50		*17.33	*13.75	*11.00
1دقيقة (2) م= 70.83			*3.58	*6.33
2 دقيقة (3) م= 67.25				*2.75
3 دقيقة (3) م= 64.50				

جدول (7): تحليل التباين الأحادي في N اتجاه (N – Way ANOVA)
لتأثير عوامل الدراسة علي زمن امتصاص الأقمشة للماء (بالثانية)

مصدر التباين	مجموع المربعات	درجات الحرية	متوسط المربعات	قيمة "ف"
سمك القماش	39.350	1	39.350	1.105
ترتيب المادة المعالجة	60.948	1	60.948	1.712
تركيز المادة المعالجة	29.094	2	14.547	.409
زمن التحميص	172.651	2	86.325	2.425
الخطأ	1067.999	30	35.600	
المجموع	1422.996	37		

نتبين من النتائج التي يلخصها الجدول (6) أنه توجد هناك فروقا دالة بسيطة بين زمن التحميص في تأثيرها علي وزن المتر المربع

ويمكن للباحثين ترتيب زمن التحميص وفق تأثيرها في ضوء المتوسطات باستخدام اختبار LSD كالتالي: 1 دقيقة ، 2 دقيقة ،3 دقيقة ، بدون معالجة (الخام)

ثانياً- عوامل الدراسة علي زمن الامتصاص:

من الجدول (7) يتضح انه بالنسبة لزمن امتصاص الماء كل عوامل الدراسة لها تأثير غير معنوي علي خاصية زمن امتصاص الأقمشة المنتجة تحت البحث للماء.

وجاءت معادلة الانحدار الخطي المتعدد علي النحو التالي:

Y= 8.57 – 2.07 x1 + 3.36 x2- 0.50x3- 0.802x4

R2= 0.24

وهو يمثل ارتباط عكسي بين زمن امتصاص الأقمشة المنتجة تحت البحث للماء وعوامل الدراسة المختلفة

ولتحديد اتجاه الفروق بين ترتيب المادة المعالجة قامت الباحثة بتطبيق اختبار LSD (أقل فرق معنوي) للمقارنات المتعددة بين ترتيب المادة المعالجة. وذلك علي النحو التالي:

جدول (8) الفروق بين المتوسطات باستخدام اختبار LSD (أقل فرق معنوي)
للمقارنات المتعددة بين ترتيب المادة المعالجة علي زمن امتصاص الماء (بالثانية)

	بدون (1) م= 2.62	كيتوزان / نانوسيلفر (2) م= 7.67	نانوسيلفر /كيتوزان (3) م= 9.88
بدون (1) م= 2.62		5.04	7.26
كيتوزان / نانوسيلفر (2) م= 7.67			2.21
نانوسيلفر /كيتوزان (3) م= 9.88			

نتبين من النتائج التي يلخصها الجدول(8) أنه توجد هناك فروقا دالة بسيطة بين ترتيب المادة المعالجة في تأثيرها علي وزن المتر المربع ويمكن للباحثين ترتيب زمن التحميص وفق تأثيرها في ضوء المتوسطات باستخدام اختبار LSD كالتالي: نانوسيلفر /كيتوزان، كيتوزان/ نانوسيلفر، بدون معالجة (الخام).

ولتحديد اتجاه الفروق بين تركيز المادة المعالجة قامت الباحثة بتطبيق اختبار LSD (أقل فرق معنوي) للمقارنات المتعددة بين تركيز المادة المعالجة. وذلك علي النحو التالي:

جدول (9) الفروق بين المتوسطات باستخدام اختبار LSD (أقل فرق معنوي)
للمقارنات المتعددة بين تركيز المادة المعالجة علي زمن امتصاص الماء (بالثانية)

	بدون (1) م= 2.62	2.5جم/200 ملل/لتر (2) م= 8.59	5 جم/200 ملل/لتر (3) م= 9.88	7.5 جم/ 200 ملل/لتر (4) م= 7.67
بدون (1) م= 2.62		5.97	7.25	5.05
2.5جم/200ملل/لتر(2) م= 8.59			1.28	0.91
5 جم/200ملل/لتر (3) م= 9.88				2.20
7.5جم/200ملل/لتر(4) م= 7.67				

نتبين من النتائج التي يلخصها الجدول (9) أنه توجد هناك فروقا دالة بسيطة بين تركيز المادة المعالجة في تأثيرها علي وزن المتر المربع ويمكن للباحثين ترتيب تركيز المادة المعالجة وفق تأثيرها في ضوء المتوسطات باستخدام اختبار LSD كالتالي: 5جم كيتوزان /200ملل نانو سيلفر / لتر ، 2.5جم كيتوزان /200ملل نانو سيلفر /لتر ، 7.5جم كيتوزان /200ملل نانو سيلفر /لتر ، بدون معالجة (الخام).

ولتحديد اتجاه الفروق بين زمن التحميص قامت الباحثة بتطبيق اختبار LSD (أقل فرق معنوي) للمقارنات المتعددة بين زمن التحميص. وذلك علي النحو التالي:

جدول (10) : الفروق بين المتوسطات باستخدام اختبار LSD (أقل فرق معنوي)
للمقارنات المتعددة بين زمن التحميص علي زمن امتصاص الماء (بالثانية)

	بدون (1) م= 2.62	1دقيقة (2) م= 11.19	2 دقيقة (3) م= 6.04	3 دقيقة (4) م= 8.92
بدون (1) م= 2.62		8.56	3.41	6.29
1دقيقة (2) م= 11.19			5.12	2.26
2 دقيقة (3) م= 6.04				2.88
3 دقيقة (4) م= 8.92				

نتبين من النتائج التي يلخصها الجدول (10) أنه توجد هناك فروقا دالة بسيطة بين زمن التحميص في تأثيرها علي وزن المتر المربع ويمكن للباحثين ترتيب زمن التحميص وفق تأثيرها في ضوء المتوسطات باستخدام اختبار LSD كالتالي: 1 دقيقة ، 3 دقيقة ،2 دقيقة ، بدون معالجة (الخام).

ثالثاً- تأثير عوامل الدراسة علي مقاومة نمو بكتريا Staph. Aureus على أقمشة الشاش:

من الجدول رقم (10) والشكلين (1) (2) تتضح نمو بكتريا Staph. Aureus بشكل كثيف على عينات أقمشة الشاش الخام والغير معالج وذلك كما هو موضح بالشكل (1) بينما العينات التى تم معالجتها بالكيتوزان والنانو سيلفر فقد أعطت قطر تثبيط واضح وذلك كما هو موضح بالشكل (2) .

شكل (1) يوضح نمو البكتريا على العينه الخام

رابعاً- تأثير عوامل الدراسة علي مقاومة نمو بكتريا E.coli:

شكل (2) يوضح قطر تثبيط نمو البكتريا على العينات المعالجة من الجدول رقم (10) والشكلين (3) (4) تتضح نمو بكتريا E.coliعلى عينات أقمشة الشاش الخام والغير معالج وذلك كما هو موضح بالشكل (3) بينما العينات التى تم معالجتها بالكيتوزان والنانو سيلفر فقد أعطت قطر تثبيط واضح وذلك كما هو موضح بالشكل (4).

شكل (3) يوضح نمو البكتريا على العينه الخام (11)

شكل (4) يوضح قطر تثبيط نمو البكتريا على العينات المعالجة

تقييم الجودة الكلية لأقمشة الشاش المنتجة تحت البحث:

تم عمل تقييم لجودة الأقمشة المنتجة تحت البحث لملائمتها للغرض الوظيفي ، لاختيار انسب عوامل الدراسة (سمك للقماش الشاش وأفضل تركيز مادة معالجة و افضل ترتيب للمعالجة و زمن التحميص). وذلك باستخدام أشكال الرادار (Radar – Charts) متعدد المحاور ليعبر عن تقييم الجودة الكلية لأقمشة الشاش المنتجة تحت البحث من خلال استخدام الخواص الآتية:

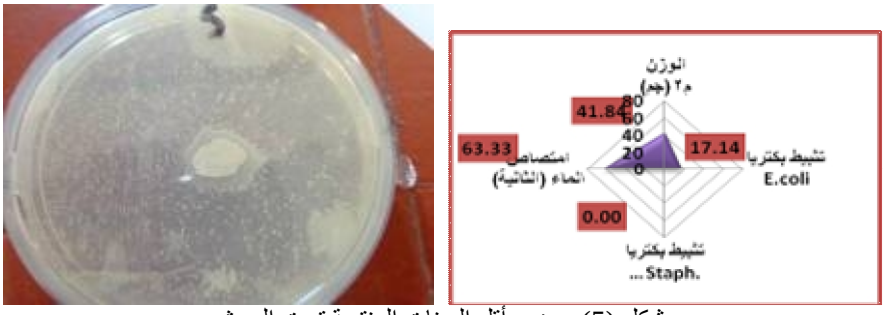
وزن المتر المربع (جم), قابلية الأقمشة لامتصاص الماء(بالثانية), مقاومة البكتريا (قطر التثبيط بالمليمتر).

لهذا التقييم وذلك بتحويل نتائج قياسات هذه الخواص إلى قيم مقارنه نسبية تتراوح ما بين (40 – 100) حيث أن القيمة المقارنة الأكبر تكون الأفضل مع جميع خواص الأداء المختلفة.

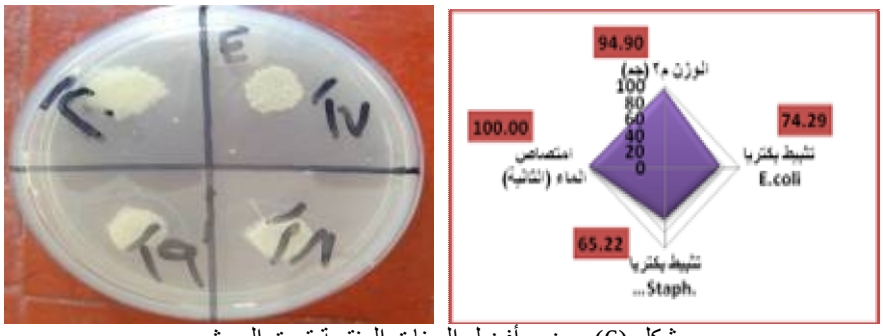
جدول (11) معامل الجودة للخواص الميكانيكية للأقمشة في ضوء متغيرات البحث

رقم العينة	سمك القماش	ترتيب المادة المعالجة	درجة التركيز المادة المعالجة جم/ ملل /لتر	زمن التحميص دقيقة	وزن م2(جم)	امتصاص الماء (الثانية)	تثبيط بكتريا Staph. aureus	تثبيط بكتريا E.coli	المساحة المثالية	معامل الجودة
1	خفيف	-	-	-	41.84	63.33	0.00	17.14	122.31	30.58
2	خفيف	كيتوزان / نانوسيلفر	2.5 جم /200ملل/لتر	1.00	46.94	19.82	65.22	85.71	217.69	54.42
3	خفيف	كيتوزان / نانوسيلفر	5 جم /200ملل/لتر	1.00	47.96	18.22	56.52	57.14	179.84	44.96
4	خفيف	كيتوزان / نانوسيلفر	7.5 جم /200ملل/لتر	1.00	50.00	16.42	34.78	57.14	158.35	39.59
5	خفيف	كيتوزان / نانوسيلفر	2.5 جم /200ملل/لتر	2.00	45.92	28.06	60.87	42.86	177.70	44.43
6	خفيف	كيتوزان / نانوسيلفر	5 جم /200ملل/لتر	2.00	46.94	11.38	95.65	62.86	216.83	54.21
7	خفيف	كيتوزان / نانوسيلفر	7.5 جم /200ملل/لتر	2.00	48.98	66.50	56.52	71.43	243.43	60.86
8	خفيف	كيتوزان / نانوسيلفر	2.5 جم /200ملل/لتر	3.00	42.86	18.29	47.83	68.57	177.55	44.39
9	خفيف	كيتوزان / نانوسيلفر	5 جم /200ملل/لتر	3.00	43.88	12.36	69.57	100.00	225.80	56.45
10	خفيف	كيتوزان / نانوسيلفر	7.5 جم /200ملل/لتر	3.00	44.90	15.34	60.87	48.57	169.68	42.42
11	سميك	-	-	-	67.35	42.22	0.00	22.86	132.43	33.11
12	سميك	كيتوزان / نانوسيلفر	2.5 جم /200ملل/لتر	1.00	95.92	29.23	52.17	62.86	240.18	60.05
13	سميك	كيتوزان / نانوسيلفر	5 جم /200ملل/لتر	1.00	97.96	5.54	69.57	71.43	244.49	61.12
14	سميك	كيتوزان / نانوسيلفر	7.5 جم /200ملل/لتر	1.00	100.00	18.10	43.48	71.43	233.00	58.25
15	سميك	كيتوزان / نانوسيلفر	2.5 جم /200ملل/لتر	2.00	88.78	16.42	86.96	45.71	237.87	59.47
16	سميك	كيتوزان / نانوسيلفر	5 جم /200ملل/لتر	2.00	91.84	24.86	91.30	62.86	270.86	67.71
17	سميك	كيتوزان / نانوسيلفر	7.5 جم /200ملل/لتر	2.00	94.90	100.00	65.22	74.29	334.40	83.60
18	سميك	كيتوزان / نانوسيلفر	2.5 جم /200ملل/لتر	3.00	85.71	35.66	52.17	68.57	242.12	60.53
19	سميك	كيتوزان / نانوسيلفر	5 جم /200ملل/لتر	3.00	87.76	53.20	56.52	51.43	248.91	62.23
20	سميك	كيتوزان / نانوسيلفر	7.5 جم /200ملل/لتر	3.00	92.86	22.17	95.65	85.71	296.39	74.10
21	خفيف	نانوسيلفر	2.5 جم	1.00	44.90	8.53	43.48	80.00	176.90	44.23

رقم العينة	سمك القماش	ترتيب المادة المعالجة	درجة التركيز المادة المعالجة جم/ ملل /لتر	زمن التحميص دقيقة	وزن م2(جم)	امتصاص الماء (الثانية)	تثبيط بكتريا Staph. aureus	تثبيط بكتريا E.coli	المساحة المثالية	معامل الجودة
		/كيتوزان	/200ملل/لتر							
22	خفيف	نانوسيلفر /كيتوزان	5 جم /200ملل/لتر	1.00	47.96	8.69	34.78	82.86	174.29	43.57
23	خفيف	نانوسيلفر /كيتوزان	7.5 جم /200ملل/لتر	1.00	48.98	8.21	52.17	62.86	172.22	43.06
24	خفيف	نانوسيلفر /كيتوزان	2.5 جم /200ملل/لتر	2.00	43.88	23.96	65.22	74.29	207.34	51.84
25	خفيف	نانوسيلفر /كيتوزان	5 جم /200ملل/لتر	2.00	44.90	23.25	34.78	80.00	182.93	45.73
26	خفيف	نانوسيلفر /كيتوزان	7.5 جم /200ملل/لتر	2.00	46.94	28.30	43.48	74.29	193.00	48.25
27	خفيف	نانوسيلفر /كيتوزان	2.5 جم /200ملل/لتر	3.00	41.84	4.17	69.57	60.00	175.57	43.89
28	خفيف	نانوسيلفر /كيتوزان	5 جم /200ملل/لتر	3.00	44.90	24.18	95.65	62.86	227.59	56.90
29	خفيف	نانوسيلفر /كيتوزان	7.5 جم /200ملل/لتر	3.00	43.88	17.05	69.57	60.00	190.49	47.62
30	سميك	نانوسيلفر /كيتوزان	2.5 جم /200ملل/لتر	1.00	93.88	35.95	43.48	37.14	210.44	52.61
31	سميك	نانوسيلفر /كيتوزان	5 جم /200ملل/لتر	1.00	94.90	10.64	73.91	71.43	250.88	62.72
32	سميك	نانوسيلفر /كيتوزان	7.5 جم /200ملل/لتر	1.00	97.96	10.23	69.57	60.00	237.76	59.44
33	سميك	نانوسيلفر /كيتوزان	2.5 جم /200ملل/لتر	2.00	87.76	19.85	100.00	60.00	267.61	66.90
34	سميك	نانوسيلفر /كيتوزان	5 جم /200ملل/لتر	2.00	89.80	10.47	69.57	77.14	246.98	61.74
35	سميك	نانوسيلفر /كيتوزان	7.5 جم /200ملل/لتر	2.00	92.86	34.10	43.48	54.29	224.72	56.18
36	سميك	نانوسيلفر /كيتوزان	2.5 جم /200ملل/لتر	3.00	84.69	28.91	47.83	57.14	218.58	54.64
37	سميك	نانوسيلفر /كيتوزان	5 جم /200ملل/لتر	3.00	86.73	25.33	52.17	60.00	224.24	56.06
38	سميك	نانوسيلفر /كيتوزان	7.5 جم /200ملل/لتر	3.00	89.80	10.15	43.48	65.71	209.14	52.29



شكل (5) يوضح أقل العينات المنتجة تحت البحث



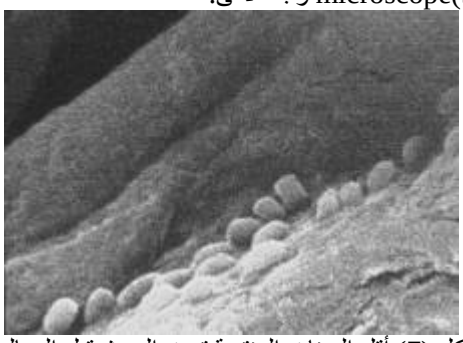
شكل (6) يوضح أفضل العينات المنتجة تحت البحث

من الجدول (11) والأشكال (5-6) يتضح أن القماش الشاش السميك هو الأفضل بالنسبة لجميع خواص الاداء المختلفة بعد المعالجة بالكيتوزان /نانوسيلفر عند زمن التحميص (12 دقيقة)، تركيز (7.5 كيتوزان /200ملل نانو سيلفر /لتر وذلك بمساحة مثالية 334.40 بينما اقل العينات المنتجة تحت البحث قبل المعالجة (خام) هى الشاش الرفيع(الخفيف) وذلك بمساحة مثالية 122.31 حيث اتفقت النتائج مع دراسة (Youbo 2012) والتى أكدت على أن الأقمشة المجهزة بجسميات الفضة والكيتوزان لها مقاومة عالية لبكتريا ايكولاى.

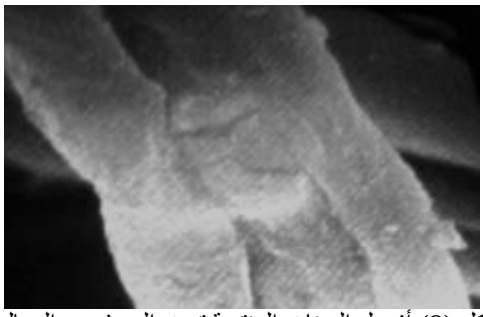
وبعمل ماسح الكترونى(SEM) لسطح أفضل واقل عينه للقماش المنتج تحت البحث:

لعمل مسح الكترونى للعينات. يتم قص العينات فى صورة دوائر

قطر الدائرة 1سم، ثم يتم تغطية سطح القماش بذرات الذهب لتوضيح شكل سطح الالياف بشكل جيد، وبفحص الاقمشة قبل وبعد المعالجة بإستخدام الماسح الإلكترونى Scanning electro microscope(SEM) وجد الاتى:



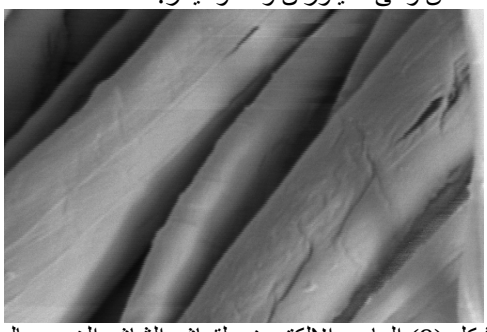
شكل (7) أقل العينات المنتجة تحت البحث قبل المعالجة



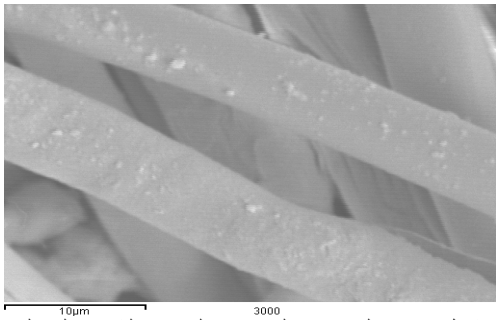
شكل (8) أفضل العينات المنتجة تحت البحث بعد المعالجة

ومن خلال الشكل (7) و(8) يتضح أن وجود تكاثر كثيف للبكتريا علي الأقمشة الغير معالجة بينما الألياف المعالجة بالكيتوزان والنانو سيلفر فقد أعطت مقاومة واضحة للبكتريا وهو ما أكدت عليه دراسة (X.L 2010).

ومن خلال الشكل (9) و(10) يتضح وجود مواد المعالجة على سطح القماش وهى الكيتوزان والنانوسيلفر.



شكل (9) الماسح الالكترونى لقماش الشاش الغير معالج



شكل (10) الماسح الالكترونى لقماش الشاش المعالج

المراجع References :

1. محمد هاشم البشير (2010م)، تكنولوجيا النانو، ايترك للطباعة والنشر.
2. المواصفة القياسية المصرية (2005)، الشاش القطنى الطبى الماص، رقم 4754.
3. Hebeish A, ME El-Naggar, MMG Fouda, MA Ramadan, SS Al-Deyab.(2011), "Highly effective antibacterial textiles containing green synthesized silver nanoparticles, Carbohydrate Polymers", 86 (2), 936-940.
4. Park C.J., S.G. Clark and C.A. Lichtensteiger, (2009), Accelerated wound closure of pressure ulcers in aged mice by chitosan scaffolds with or without bFGF, Acta Biomaterialia, 5, 1926-1936.
5. Chen.C.Y , Li Chiang.C, (2008) Preparation of cotton fibers with antibacterial silver nanoparticles Materials Letters, 62, 3607–3609
6. Duan, Y. Y. et al. (2007), Preparation of Antimicrobial Poly(e-caprolactone) Electrospun Nanofibers Cpontaining Silver-Loaded Zirconium Phosphate Nanopartciles. J. Appl. Polym. Sci. 106, 1208-1214.
7. Jia, J., Duan, Y. Y., Wang, S. H., Zhang, S. F. & Wang, Z. Y. (2007), Preparation and Characterization of Antibacterial Silver-Containing Nanofibers for Wound Dressing Applications. J. US-China Med. Sci. 4, 52-54.
8. Limbach, L. K., Wick, P., Manser, P., Grass, R. N., Bruinink, A., and Stark, W. J, (2007), Exposure of Engineered Nanoparticles to Human Lung Epithelial Cells: Influence of Chemical Composition and Catalytic Activity on Oxidative Stress, Environ. Sci. Technol. 41 (11), 4158-4163.
9. M. H. El-Rafie, M.E. El-Naggar, M.A. Ramadan, M.M.G. Fouda, SS Al-Deyab, (2011), Environmental synthesis of silver nanoparticles using hydroxypropyl starch and their characterization, Carbohydrate Polymers, 86 (2), 630-635.
10. Mohamed E. I. Badawy, Entsar I. Rabea, (2012), "Characterization and antimicrobial activity of water-soluble N-(4-carboxybutyroyl) chitosans against some plant pathogenic bacteria and fungi", Carbohydrate Polymers, Volume 87, Issue 1, 4 250-256. January.
11. Orhue, P.O, Momoh A.R.M,(2012): The antibiogram types of Staphylococcus aureus isolated from nasal carriers from irrua Specialist teaching hospital, Edo state, Nigeria, E3 Journal of Biotechnology and Pharmaceutical Research Vol.3(4), pp.83-87, June.
12. Sanyakamdhorn, S. et al, (2013), Encapsulation of Antitumor Drug Doxorubicin and Its Analogue by Chitosan

Nanoparticles-Chitosan Composite Journal of Engineered Fibers and Fabrics, Volume 7, Issue 2.
16. AATCC test method 147, anti bacterial activity assessment of textile materials, parallel streak method, (1998).
17. ASTM Standard Test method D, 1910-64 (1970). ASTEM, standards, D, 64, (1682).
18. Scanning Electron Microscope SEM, SU5000, nm 2800b, (2005).
19. Health and Energy (2015) accessed via www.Healthanddenergy.com.

Nanoparticles. Biomacromolecules 14 (2) 557 – 563.
13. Mahapatra S.S., and N. Karak, (2008), Silver nanoparticle in hyperbranched polyamine, Synthesis, characterization and antibacterial activity, Mater. Chem. Phys.112, 1114-1119.
14. Xu X.L., X.P. Zhuang and B.W. Cheng, et al, (2010), Manufacture and properties of cellulose/O-hydroxyethyl chitosan blend fibers, Carbohydr. Polym. 81, 541-544.
15. Youbo Di1, Qingshan Li1, Xupin Zhuang, Ph.D, ,(2012), Antibacterial Finishing of Tencel/Cotton Nonwoven Fabric Using Ag