

فرص ومخاطر تكنولوجيا النانو- والتغيرات التي تحدثها في بعض الخواص الرئيسية المرتبطة بالشعور بالراحة في الخامات السليلوزية

Opportunities and risks of nanotechnology - changes in some of the main properties associated with comfortable in cellulose materials

ا.م.د/ علا عبد السلام بركات محمد

أستاذ مساعد بقسم الغزل والنسيج والتريكو - كلية الفنون التطبيقية - جامعة حلوان

ملخص البحث:

يهدف هذا البحث الي التعرف علي الجوانب الايجابية والسلبية لتقنية النانو علي صحة المستهلك والبيئة المحيطة به، حيث كان التركيز الرئيسي للبحوث حتى وقت قريب على تطوير وتسويق التكنولوجيا؛ وليس على المخاطر الناجمة عن استخدامها، بالإضافة إلي التعرف علي التغيرات التي يمكن ان تحدثها بعض المعالجات بهذه التقنية علي بعض خواص القماش، والتي تؤثر بشكل مباشر علي الشعور بالراحة. وتتمثل أهمية هذا البحث في أن تكنولوجيا النانو تعد واحدة من أكثر التكنولوجيات الواعدة للقرن الحادي والعشرين، وقوة دافعة وراء ثورة صناعية جديدة من المرجح أن توفر فرصا كبيرة للنمو. لذا ينبغي عمل تقييم شامل للمخاطر الناجمة عن هذه التكنولوجيا، وتخفيضها إلي أدنى مستوى لها، كما ينبغي رفع مستوى الوعي لدى المستهلك ليحيط علما بالفوائد والمخاطر البيئية المحتملة عن المنتجات المزودة بالمواد النانوية. ونحن في هذا الصدد نحتاج إلى مزيد من البحوث حول المخاطر المتعلقة بالتكنولوجيا النانوية، مع توفير التمويل المستقل لتلك البحوث، وإنشاء مراكز أبحاث متخصصة على المستوى العالمي، وبالطبع الشفافية حول نتائج البحوث من أجل إدارة مخاطر ناجحة لتكنولوجيا النانو.

ويتبع هذا البحث المنهج التجريبي والتحليلي، حيث تم انتاج ست اقمشه من خامات سليلوزيه مختلفه (قطن، بامبو، رايون فسكوز)، تم توظيفها كأقمشة أطفال، ثلاثة منها تركت دون أي معالجه، بينما تم معالجه الثلاثة الاخرى بنانو أكسيد الفضة، ونانو ثاني أكسيد التيتانيوم، وذلك لأكساب القماش بعض الخواص الهامه لتلائم غرض الاستخدام النهائي، مثل مقاومة البكتريا، ومقاومة الاتساخ. وقد تم إجراء اختبار Pema test (skin model) علي جميع العينات المعالجه والغير معالجه (والذي يشمل إجراء اختبار علي كل من نفاذية القماش الهواء، ونفاذية بخار الماء، والتوصيل الحراري، وهي الخواص المرتبطه بشكل مباشر بتوفير خاصية الراحة للجسم) وذلك للتعرف علي أثر هذه المعالجات علي الخواص المرتبطه براحة الجسم، وفيما يلي عرض لأهم النتائج:

1- زاد وزن المتر المربع لجميع العينات النسجيه المستخدمة بالبحث بعد المعالجه بالمواد النانوية (الرايون، والبامبو، والقطن) بنسبة 29، 22، 22% علي التوالي.

2- إنخفضت نسبة نفاذية بخار الماء لكل من خامة الرايون والبامبو والقطن بنسبة 6، 4، 8% علي التوالي بعد المعالجه.

3- حدث إنخفاضا ملحوظا في نفاذية الاقمشة للهواء لجميع العينات، وبنسب كبيرة وصلت إلي 85، 87، 74% لكل من خامة الرايون والبامبو والقطن علي التوالي بعد المعالجه.

4- إنخفض التوصيل الحراري بشكل كبير بعد المعالجه بالمواد النانويه و بنسب تصل إلي 66، 59، 56% لكل من الرايون، والبامبو، والقطن علي التوالي بعد المعالجه.

وقد اوضحت النتائج أن جميع الخواص محل الإختبار قد تأثرت بالمعالجه ولاسيما كل من نفاذية الهواء، والتوصيل الحراري، مما يفقد الخامات السليلوزية أهم مميزاتها وخصائصها، لذا يجب دراسة تأثير مواد المعالجه قبل معالجه الخامة

للتعرف علي التأثيرات السلبية التي قد تحدثها هذه المعالجة بخصائص الخامة الاصلية، والتي يكون لها دورا رئيسيا في كفاءة أدائها عند الأستخدام.

من كل ماسبق نستنتج أن المعالجات بالمواد النانوية وإن كانت قد أضافت خواص مرغوبة للقماش ليلانم غرض الإستخدام النهائي، إلا إنها علي الجانب الاخر أثرت بشكل سلبي علي الخصائص الاساسيه المرتبطة بالشعور بالراحة بالقماش، لذا يجب دراسة تأثير كل مادة معالجة للقماش علي حدى قبل إجراء هذه المعالجة، والتعرف علي تأثيرها علي خواص القماش الاساسية، وإتخاذ القرار المناسب بما يتلائم مع غرض الاداء، وفي نفس الوقت المحافظة علي الخواص الاصيله للخامه ولاسيما إذا كانت مرتبطة بالراحة.

Abstract:

The aims of this research are to identify the positive and negative aspects of nanotechnology on consumer health and the environment, As well as to identify the changes that can be caused by some treatments of this technique on some properties of the cloth, which directly affect the feeling of comfort. **The importance** of this research is that nanotechnology is one of the most promising technologies of the 21st century and a driving force behind a new industrial revolution is likely to provide great growth opportunities. A comprehensive risk assessment of this technology should be undertaken, reduced to the lowest level, and consumer awareness should be raised to take note of the potential environmental benefits and risks of nanomaterial. In this regard, we need further research on the risks related to nanotechnology, with independent funding for such research, the establishment of specialized research centers at the global level, and of course transparency on the results of research to manage the risks of successful nanotechnology.

The most important results of this study are:

1. The weight per square meter of all textile fabrics used in research after treatment with nanoparticles (rayon, bamboo, and cotton) increased by 29, 22.22%, respectively.
2. The water vapor permeability of Rayon, Bamboo and Cotton were reduced 6, 4 and 8% respectively after treatment.
3. There was a significant decrease in air permeability of fabrics for all samples, 85, 87 and 74% for Rayon, Bamboo and Cotton respectively after treatment.
4. The thermal conductivity was significantly reduced after treatment with the Nano-materials at rates of 66, 59 and 56% for Rayon, Bamboo and Cotton respectively after treatment.

We conclude that nanomaterial, although they have added desirable properties of the cloth to suit the purpose of end use, on the other hand, they have negatively affected on the basic characteristics of comfort in the cloth, therefore, it is necessary to study the effect of each treatment separately before performing this treatment. It must identify the impact on the basic characteristics of the fabric, and take appropriate decision in accordance with the purpose of performance, at the same time preserving the original properties of the fabric, especially if it is related to comfort.

The most important references:

- (1) Rezwan Mahmud1, Farhat Nabi, Application of Nanotechnology in the field of Textile, Journal of Polymer and Textile Engineering, Issue 1 (Jan. – Feb), 2017.

(2) Subrata Chandra Das¹, Debasree Paul¹, Sk. Md. Mahamudul Hassan, Application of Nanotechnology In Textiles: A Review, Chittagong, Bangladesh, May 2014.

(3) Lauterwasser, C., Opportunities and risks of Nanotechnologies, The Allianz Center for Technology and Allianz Global Risks, France, 2014.

(4) Song, G., Improving comfort in clothing, Woodhead Publishing Limited, 2011.

مقدمه :

تعتبر تكنولوجيا النانو واحدة من التكنولوجيات الرئيسية الناشئة في هذا القرن والتي يمكن أن تؤثر تأثيراً عميقاً على كل مجال من مجالات الحياة مثل، الطب، والدفاع، والنقل، وإنتاج الطاقة، والإدارة البيئية، بالإضافة إلى تأثيرها على جميع جوانب حياة المستهلك، فهي تساعد في رفع كفاءة الطاقة، ومنع التلوث وتوفير بيئه نظيفه، وتشخيص وعلاج الأمراض. وهناك العديد من المنتجات الاستهلاكية التي تتضمن مواد نانوية مثل الدهانات ومستحضرات التجميل والسلع الرياضية والمنسوجات ومواد البناء ، وألعاب الأطفالالخ. (203،1)

تكنولوجيا النانو وخصائص المواد النانوية:

تكنولوجيا النانو هي علم دراسة الظواهر والتلاعب بالمواد على المستوى الذري والجزيئي، بحيث تظهر في تلك المواد النانوية خصائص فيزيائية، وكيميائية، وكهربائية، وحرارية، وبيولوجية مختلفة عن خصائص المواد الاصلية. (4) ومصطلح "نانو" يأتي من الكلمة اليونانية "نانوس" بمعنى "قزم" ويستخدم في قياس الجسيمات التي يبلغ قطرها نانومتر أي واحد علي مليار من المتر (واحد علي ألف مليون من المتر). (5، 6، 7)

وتعزى التغيرات في السلوك عند مقياس النانو إلى تأثيرين مختلفين: التأثيرات الكمية والسطحية. حيث أن صغر حجم الجسيمات النانوية، وكبر مساحة السطح الخارجي يساعد علي زيادة التفاعل، (3) وفي بعض الأحيان تصبح المواد الخاملة وهي في حجمها العادي أكثر تفاعلية وهي على مستوى النانو، وإن كان هذا يؤدي إلى آثار إيجابية وفوائد متعددة إلا إنه علي الجانب الاخر له آثار سلبية وأضرار محتمله إذا دخلت تلك المواد النانوية إلى جسم الانسان أو البيئه المحيطة. (2)

استخدام تكنولوجيا النانو في المنسوجات:

صناعة المنسوجات هي واحدة من أهم الصناعات الاستهلاكية في جميع أنحاء العالم. وتعمل اليوم العديد من المؤسسات والشركات في مجال تصنيع المنسوجات النانوية، لتوليد قيمة مضافة للمنسوجات تتجاوز بكثير الاستخدام الأساسي لها وذلك من خلال دمج وظائف جديدة في المواد النسيجية، (2، 8، 9) وبالتالي فإن الخواص الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية للخامات النسيجية يمكن تطويرها وتحسينها بما يناسب غرض الاستخدام النهائي لضمان حصول الصناعة على ميزة تنافسية. (10، 5، 7)

ومن المواد النانوية الأكثر شيوعاً وإستخداماً في المنسوجات: الفضة، وثاني أكسيد السيليكون، وثاني أكسيد التيتانيوم، وأكسيد الزنك، وأكسيد الألومنيوم، أنابيب الكربون النانوية، والكربون. (8)

ومن أهم الخصائص المحتمل إكسابها للمنسوجات باستخدام المواد النانوية: مقاومة الفطريات والبكتريا، التنظيف الذاتي، قوة تحمل، إمتصاص رطوبه، مقاومة كهرباء إستاتيكيه، مقاومه أشعه فوق بنفسجيه ، ومقاومة الإحتراق، والعديد من الخواص الاخرى الهامه لغرض الاستخدام النهائي. (8)

وقد اتخذ التجهيز النهائي للأقمشه منحي جديد لتحسينات كبيرة في الخصائص الجمالية والوظيفية للأقمشه، من خلال تطبيقات تكنولوجيا النانو ، و يرجع ذلك أساسا إلى أن الطرق التقليدية المستخدمة لتحسين خصائص ومواصفات معينه

بالأقمشة في كثير من الأحيان لا تكون ثابتة بشكل دائم ، و تفقد خصائصها بعد الغسيل أو الارتداء . بينما تكنولوجيا النانو يمكن أن توفر معالجه ثابتة بشكل كبير.(10) وقد كان التطور في تطبيقات الجسيمات النانوية سريع جدا في السنوات الماضية في مجال تجهيز النسيج. (5)

وعند استخدام المواد النانوية في تجهيز المنسوجات يتم دمج هذه المواد إما في حجم الألياف العاديه أو تطبيقها كطلاء (coating) على النسيج، وقد تتكون المنسوجات نفسها من ألياف نانويه (التي يبلغ قطرها في نطاق النانو) أو الألياف والطلاء معا. ويجب أن تكون المواد النانوية جزءا لا يتجزأ من المنسوجات، بحيث يمنع تحرر أو إطلاق هذه المواد النانوية منها، حيث أثبتت الدراسات المتعلقة بسلوك المواد النانوية في المنسوجات أن تلك المواد (مثل نانو الفضة و نانو أكسيد التيتانيوم) قد تتطلق من المنسوجات أثناء الغسيل، تبعاً للطريقة التي ترتبط بها، وأن نسبة تحررها تتراوح أثناء الغسيل من صفر إلى 100٪ تقريبا،(8)، ويعتمد إطلاق المواد النانوية من المنسوجات على العوامل التالية:

- 1- كيفية وموقع إنماجها مع النسيج(علي السطح الخارجي للشعرة ام داخلها، ام كغلاف او غطاء أثناء التجهيز)
- 2- نوع وقوة الرابطة (التساهمية) ما بين المواد النانويه والشعيرات النسيجه.
- 3- خصائص النسيج نفسه مثل مقاومة التآكل ومرونة التغطيه (coating). (7، 11، 12)

ويكمن النجاح المستقبلي لتكنولوجيا النانو في تطبيقات النسيج في المجالات التي ستدمج فيها خواص جديدة في منسوجات متعددة الوظائف دون المساس بخصائص النسيج المتأصلة بها، بما في ذلك قابليتها للتطبيق والمرونة وما إلى ذلك. (13)

تكنولوجيا النانو مالها وما عليها:

ومن أجل تقييم تكنولوجيا النانو بصورة عادلة، لا بد من تركيز الاهتمام ليس فقط على مزايا تلك التكنولوجيا، بل أيضا على المخاطر المحتملة الناجمة عن استخدامها على صحة الإنسان و البيئة، حيث أثبتت بعض الدراسات العلميه المبكره أن بعضا من الجسيمات النانويه الحره قد تكون ضاره ولها درجة عاليه من السمية، وإن كانت تلك الدراسات غير كافية حتى الآن لتوفير صورة كاملة عن مخاطر تلك المواد النانوية ، وقد أعرب العديد من العلماء عن قلقهم إزاء نقص المعرفة بالمخاطر المحتملة على صحة الإنسان والبيئة، وتساءلوا عن مدى كفاية الآليات الرقابية الحالية للتعامل مع هذه المواد الجديدة، ودعوا إلي إجراء دراسات متأنية لضمان تطوير التكنولوجيا بصورة آمنه؛ (4، 9) وأصبح التحدي الرئيسي الذي يواجه المجتمع الآن هو كيفية تحقيق الفوائد المجتمعية من التكنولوجيا النانوية مع التقليل من الآثار السلبية لها.(2)

فوائد التكنولوجيا النانوية للإنسان والبيئة المحيطة:

تكنولوجيا النانو لديها إمكانية إحداث ثورة في تكنولوجيا المياه النظيفة من خلال تنقية المياه ومنع تلوثها، وتنظيف المياه الملوثة، وزيادة إمدادات المياه عن طريق تحلية مياه البحر، وحاليا يتم تطوير أجهزة استشعار ليس للكشف عن الملوثات البيولوجية والكيميائية في التربة والمياه والهواء فحسب بل وتدميرها أيضا. وبهذا تتيح تكنولوجيا النانو فرصة لتحسين و قياس ورصد وتقليل الملوثات في البيئة.(4،2) ومن المتوقع كذلك أن تؤدي هذه التكنولوجيا دورا كبيرا في توفير إمدادات نظيفة وبأسعار معقولة ومستدامة للطاقة، وزيادة كفاءة إنتاجها وتطويرها، واستخدام مصادر الطاقة البديلة (الصدقية للبيئة)، وفي مجال المنسوجات بجانب أنها تكسب الملابس خواص جديده لرفع كفاءة أدائها عند الاستخدام، تبين بعض الدراسات أن استخدام المنسوجات يمكن أن يسهم إسهاما هاما في توفير الطاقة بشكل غير مباشر، حيث أن المنسوجات التي تتمتع بخصائص التنظيف الذاتي يمكن أن توفر في إستهلاك الطاقه بتقليل عدد دورات الغسيل ، وبالتالي منظفات الغسيل.(2،4) أيضا الحماية من الأشعة فوق البنفسجية التي تسببها المواد النانوية يمكن أن تساعد على تحسين متانة المنسوجات (مثل المظلات)، وبالتالي إنشاء دورة حياة أطول للمنتج. (8)

مخاطر تكنولوجيا النانو:

وبالرغم من ان معدلات النمو المتوقعة لتكنولوجيا النانو على مدى السنوات القليلة المقبلة عالية للغاية، إلا أن العلماء أثاروا المخاوف من أن اللبنة الأساسية لتكنولوجيا النانو والتي هي أصغر من واحد علي مليار من المتر، تشكل فئة جديدة محتملة من المخاطر على الصحة والبيئة، وخاصة تلك المستنشقة أثناء التصنيع أو الاستخدام ، حيث يمكن أن يحدث إطلاق للمواد النانوية في البيئة أثناء تصنيع أو إنتاج المنتجات النانوية، أو استخدام منتج معزز بالنانو، أو التخلص منه أو إعادة تدويره، أو نتيجة للإطلاقه مباشرة لتنظيف البيئة. (2) مما يدعو إلى اتباع نهج احترازي يستند إلى إجراء أبحاث عن تلك المخاطر، وكيفية إدارتها للتقليل من أضرار جسيمات النانو المحتملة. (14،7)

ويرى الخبراء أنه من المهم التفريق بين المواد النانوية الحرة "التي يمكن أن تدخل وتتحرك حول جسم الإنسان و تنتشنت في البيئة المحيطة، و" المواد النانوية الثابتة "التي هي جزءا لا يتجزأ من مصفوفة ولا يمكن أن تتحرك، ويكتسب هذا التمايز أهمية بالغة عند تقييم التعرض للمواد النانوية، حيث تتعلق جميع مخاوف السلامة تقريبا التي أثيرت بشأن التكنولوجيات النانوية من جسيمات نانوية "حرة" وليست ثابتة. (15،2)

وبعض المواد النانوية المستخدمة قد يكون لديها درجة من السمية كما سبق وأن ذكرنا ، (4) و أسباب هذه السمية في الغالب يرجع إلي صغر حجمها ، حيث ان الجزيئات صغيرة الحجم تكون أكثر تفاعلا كيميائيا، و ينتج عنها عدد أكبر من الاكسجين التفاعلي والذي يعد أحد الآليات الرئيسية في سمية الجسيمات متناهية الصغر، ويحدث تلف للبروتينات والأغشية و DNA، كما أن الحجم الصغير جدا للمواد النانوية يجعلها أكثر سهولة لاختراق الجسم البشري من الجسيمات الكبيرة الحجم، وعبورها الأغشية البيولوجية والخلايا والأنسجة. ووصولها إلى مجرى الدم (عن طريق الاستنشاق أو الابتلاع أو عن طريق إختراق الجلد، خاصة إذا كان الجلد مصاب) ، وتنتقل المواد النانوية إلي جميع أنحاء الجسم بما في ذلك الدماغ والقلب والكبد والكلى والطحال ونخاع العظام والجهاز العصبي. وقد أظهرت الدراسات أن المواد النانوية قد تتسبب في حدوث طفرات للحمض النووي، مما قد يؤدي إلى موت الخلايا، كما أن هذه المواد تدخل بسهولة إلي الرئتين وتصل الي الحويصلات الهوائية وتتسبب في التهاب الجهاز التنفسي، أيضا تتسبب في عبور حاجز المشيمة مما يتسبب في انخفاض إنتاج الحيوانات المنوية في الأجنة الذكور. (3، 7)

وإن كان الحجم ليس هو العامل الوحيد في تحديد السمية المحتملة لهذه الجسيمات، حيث وجد أن لكل من التركيب الكيميائي ، والشكل ، والتركيز، وتركيب وشحنة السطح ، والقابلية للذوبان تأثير أيضا على السمية، وذلك العدد الكبير من المتغيرات المؤثرة على السمية يعني أنه من الصعب تعميم المخاطر الصحية المرتبطة بالتعرض للمواد النانوية، وإنه يجب دراسة المخاطر المحتملة على أساس كل حالة على حدة ، و التحقق من النتيجة من خلال دراسات طويلة الأجل. (1، 16، 17)

ويمكن تلخيص المخاطر الناجمة عن تكنولوجيا النانو في النقاط التالية:

- المخاطر المتعلقة بالخصوصية عندما تصبح أجهزة الاستشعار المصغرة في كل مكان. • المخاطر البيئية الناجمة عن إطلاق الجسيمات النانوية في البيئة المحيطة. • مخاطر متعلقه بالسلامة والامن من تعرض العاملين والمستهلكين للجسيمات النانوية . • مخاطر مستقبلية، والمضاعفات الذاتية لألات النانوية. (7)

وقد تم وضع عدة خطوات لضمان التنمية الآمنة والأخلاقية للتكنولوجيات النانوية تتمثل فيما يلي:

- إنشاء مجموعة بحثية للتحقق من المخاطر الناجمة عن الجسيمات النانوية.
- ضرورة الكشف عن المخاطر التي تم رصدها وإبلاغ المستهلك بها حتي يتثني له إتخاذ القرار وقبولها والموافقة عليها (استنادا إلى بيانات موثوقة وقابلة للتكرار)، أو رفضها. (4، 7)

• تطوير أساليب القياس والاختبار والتحليل المناسبة لقياس مدى التعرض للمواد النانوية في مختلف العناصر البيئية (المياه والتربة والهواء).

• استحداث طرائق تكشف عن إطلاق المواد النانوية أثناء استخدام المنسوجات التي تحتوي على مواد نانوية والتخلص منها خلال دورة حياتها؛ بالإضافة إلى عمل دراسات فردية للمواد النانوية عبر دورة حياتها، لتحديد استقرارها في المنسوجات، ومصيرها بعد التآكل وإنهاء عمرها الاستهلاكي. (18،19،20)

ولقد اقترح عدد من العلماء جعل الجزيئات النانوية قابلة للتحلل، حيث ان الجسيمات التي تتحلل عن طريق الماء أو عن طريق الإنزيمات سوف تقلل كثيرا من المخاطر التي تتطوي عليها؛ لأنها لا تستمر في الجسم. وتعد هذه الطريقة أحد الطرق الواعدة لمنع المخاطر الصحية المحتملة. (3)

ونحن في هذا الصدد نحتاج إلى مزيد من البحوث حول المخاطر المتعلقة بالتكنولوجيا النانوية، حيث ان معظم التركيز الرئيسي للبحوث حتى وقت قريب كان على تطوير التكنولوجيا وتسويقها، وليس على الصحة البشرية أو البيئية. (2) مع توفير التمويل المستقل لتلك البحوث، وإنشاء مراكز أبحاث متخصصة على المستوى العالمي ، وبالطبع الشفافية حول نتائج البحوث من أجل إدارة مخاطر ناجحة لتكنولوجيا النانو. (3، 11، 14)

II- التجارب العملية والاختبارات المعملية:

II - 1 مواصفات الإقمشة المنتجة:

تم إنتاج ست عينات من خامات نسجية سليولوزيه مختلفة (رايون فسكوز، بامبو، قطن) ثلاثة منها تركت كما هي دون إجراء أي معالجات، والثلاث الأخرى أجري عليها بعض المعالجات باستخدام تقنية النانو كما سيرد ذكره فيما بعد. وجدول رقم (1) يوضح التركيب البنائي لهذه الإقمشة المنتجة.

جدول رقم (1) المواصفات البنائية للإقمشة المنتجة

رقم العينة	خامة السداء	خامة اللحمية	عدد خيوط السم	عدد لحمات السم	نمرة السداء	نمرة اللحمية	التركيب النسجي
4-1	قطن %100	رايون	36	20	2/50	2/32	سادة 1/1
5-2		فسكوز					
6-3		بامبو					
		قطن					

II - 2 المعالجات التي تم إجراؤها علي الإقمشة:

تم معالجة ثلاث أقمشة من خامات سليولوزيه مختلفه (رايون فسكوز، بامبو، قطن) بكل من نانو أكسيد فضه، ونانو ثاني أكسيد التيتانيوم، وذلك لإكسابها خاصية مقاومة الفطريات والبكتريا، ومقاومة الإتساخ لتلائم غرض الإستخدام النهائي.

II - 3 الاختبارات المعملية:

تم إجراء إختبار (Pema test (skin model) علي جميع العينات المعالجة والغير معالجة، بمعمل النسيج بمركز القياس والمعايرة بالهرم، وذلك في جو قياسي (رطوبة نسبية 65% +2، ودرجة حرارة 20 م⁵ + 2). وال Pema test هو إختبار يشمل ثلاث إختبارات رئيسيه مرتبطه بشكل مباشر بخاصية الراحة (نفاذية الهواء Air permeability ، نفاذية بخار الماء water-vapor Permeability ، والتوصيل الحراري Thermal conductivity).

وقد تم تحليل النتائج إحصائيا لتوضيح أثر المعالجات التي تم إجرائها علي الخواص الأصلية للخامات السليولوزية موضوع البحث ومناقشتها.

III- النتائج والمناقشه:

يوضح كل من الجدول رقم (2،3) نتائج إختبارات الأقمشه المعالجه، وغير المعالجه علي التوالي.

جدول رقم (2) يوضح نتائج إختبارات الأقمشه الغير معالجه

رقم العينة	الخامة النسجيه	الوزن جم/سم ²	نفاذية بخار الماء (%)	نفاذية الهواء (سم ³ /سم ² /الثانية)	التوصيل الحراري (سعر/الثانيه.سم)
1	رايون فسكوز	170	52,26	60,02	0,62
2	بامبو	170	55,72	53,62	0,92
3	قطن	170	54,1	53,92	0,71

جدول رقم (3) يوضح نتائج إختبارات الأقمشه المعالجه بالمواد النانوية

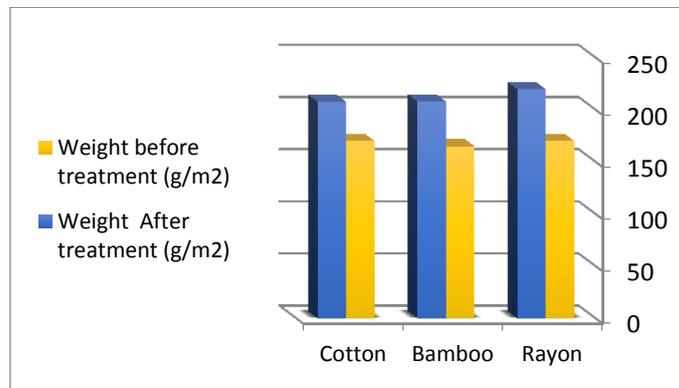
رقم العينة	الخامة النسجيه	الوزن جم/سم ²	نفاذية بخار الماء (%)	نفاذية الهواء (سم ³ /سم ² /الثانية)	التوصيل الحراري
4	رايون فسكوز	219,66	48,9	8,07	0,21
5	بامبو	207,83	53,5	11,66	0,38
6	قطن	207,63	50	14,04	0,31

جدول رقم (4) يوضح نتائج إختبارات كل من الأقمشه المعالجه وغير المعالجه معا

رايون فسكوز		بامبو		قطن		خواص القماش المختبرة
قبل المعالجة	بعد المعالجة	قبل المعالجة	بعد المعالجة	قبل المعالجة	بعد المعالجة	
170	219,66	170	207,83	170	207,63	الوزن (جم /سم ²)
52,26	48,9	55,72	53,5	54.1	50	نفاذية بخار الماء (%)
53,6	8,07	90,2	11,66	53,92	14,04	نفاذية الهواء (سم ³ /سم ² /الثانية)
0,62	0,21	0,92	0,38	0,71	0,31	التوصيل الحراري ()

ومن المعروف أن الراحة هي حالة من الرضا الفسيولوجي والنفسي لانسجام الانسان مع البيئه المحيطه به . وتتميز الخامات السليلوزيه بشكل عام بخواص ومميزات تجعلها مريحه عند الارتداء او الاستخدام ، مثل نفاذية الهواء ، القدره علي نفاذية بخار الماء وانتقال الرطوبه بعيدا عن الجسم، والتوصيل الحراري ...وما الي ذلك من خواص هامه لغرض الاستخدام النهائي، الا انه وعلي الجانب الاخر يوجد بها بعض القصور في بعض الخواص الاخرى مثل مقاومتها الضعيفه للميكروبات وكذلك عدم قدرتها علي مقاومة الاتساخ، وان كان يعتقد أنه من الممكن تحسين اداء هذه الاقمشه من خلال عمليات المعالجه والتجهيز باستخدام مواد نانويه مثل نانو أكسيد الفضة ونانو ثاني أكسيد التيتانيوم، إلا أنه وجد أن هذه المعالجات التي تم إجرائها علي العينات تحت البحث قد اثرت بشكل كبير علي بعض الخواص الاصلية بالمنسوج والمرتبطة إرتباطا مباشرا بالشعور بالراحة مثل نفاذية بخار الماء، نفاذية الهواء، التوصيل الحراري كما سيظهر فيما بعد.

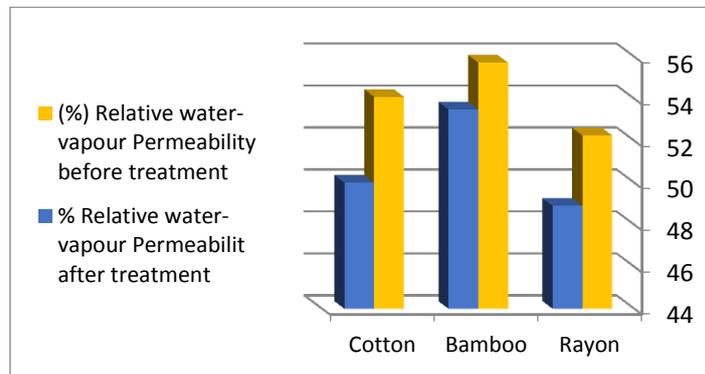
III-1- تأثير المعالجات علي وزن القماش:



الشكل رقم (1) يوضح تأثير معالجات النانو علي وزن المتر المربع للخامات النسيجية المستخدمة

يتضح من جدول رقم (4) والشكل (1) أن وزن المتر المربع لجميع الخامات النسيجية المستخدمة بالبحث (الرايون، والبامبو، والقطن) قد زادت بنسبة 29، 22، 22% علي التوالي، (الوزن بعد المعالجة - الوزن قبل المعالجة / الوزن قبل المعالجة %) ومن الملاحظ أن مقدار الزيادة في الرايون كانت أكبر عن كل من البامبو والقطن، مما يعني أن خامه الرايون أمتصت قدر أكبر من مواد المعالجه (نانو أكسيد فضه، نانو ثاني أكسيد التيتانيوم) عن الخامات الأخرى، وقد يرجع ذلك الي زيادة نسبة المناطق الغير متبلرة بخامه الرايون عن البامبو والقطن، وبالتالي وجود مجموعات أكثر من الهيدوكسيل الحر الذي يمكنها من الارتباط بمواد المعالجة.

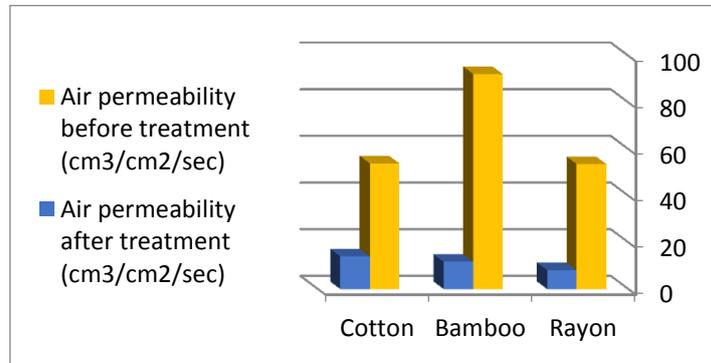
III-2- تأثير المعالجات علي نفاذية بخار الماء:



الشكل رقم (2) يوضح تأثير معالجات النانو علي النسبه المنويه لنفاذية بخار الماء للخامات النسيجية المستخدمة

نفاذية بخار الماء هي القدرة علي نقل بخار الماء(العرق) بعيدا عن الجسم. ويتضح من الجدول رقم (4) والشكل رقم (2) أن أفضل خامة أعطت أعلى نفاذية لبخار الماء كانت هي خامة البامبو، ثم جاءت خامة القطن في المرتبة الثانية، وجاء الرايون فسكوز في المرتبة الاخيرة، ويرجع ذلك إلي إختلاف شكل المقطع العرضي للخامات المختلفة، والذي يتيح مسافات بينيه أكبر في حالة البامبو، وبالتالي مساحة أكبر لنفاذية بخار الماء، بالإضافة إلي تبخرها من الالياف نفسها (والذي تلعب نفاذية القماش للهواء فيه دورا كبيرا). وبإجراء المعالجات بالمواد النانوية علي الأقمشة المختلفة لوحظ حدوث إنخفاض بنسب متقاربة في نسبة نفاذية بخر الماء لكل من خامة الرايون والبامبو والقطن بنسبة 6، 4، 8 % علي التوالي، إلا أن خامة البامبو لاتزال هي الأفضل في نفاذية بخار الماء، يليها القطن، وفي المرتبة الأخيره الرايون. ومن الملاحظ هنا أن إنخفاض نفاذية بخار الماء بعد المعالجة جاء بنسب أقل مقارنة بالخواص الاخرى التي سيرد ذكرها فيما بعد، وقد يرجع السبب في ذلك إلي ان نفاذية بخار الماء تتم بشكل رئيسي من خلال الالياف نفسها، ثم وبشكل اقل من خلال المسافات البينية بين الالياف.

III-3- تأثير المعالجات علي نفاذية الأقمشة للهواء:



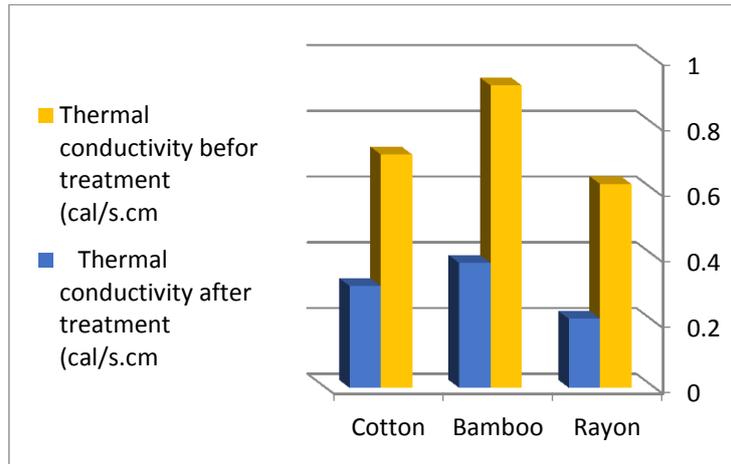
الشكل رقم (3) يوضح تأثير معالجات النانو علي النسبة المئوية لنفاذية الهواء للخامات النسيجية المستخدمة

يتضح من الجدول رقم (4) والشكل رقم (3) أن أفضل خامة أعطت أعلى نفاذية للهواء قبل المعالجة كانت هي خامة البامبو ، ثم جاءت خامة القطن والرايون فسكوز في المرتبة الثانية (متساويه تقريبا)، ويرجع ذلك إلي إختلاف شكل المقطع العرضي للخامات المختلفة كما سبق وأن ذكرنا، وبالتالي إختلاف المسافات البينية فيما بين الشعيرات، حيث كانت أكبر في حالة البامبو، وبالتالي مساحة أكبر لنفاذية الهواء. أما بعد المعالجة بالمواد النانوية فقد حدث إنخفاض ملحوظا في نفاذية الأقمشة للهواء لجميع العينات، وبنسب كبيرة وصلت إلي 85 ، 87 ، 74 % لكل من خامة الرايون والبامبو والقطن علي التوالي. وبالرغم من حدوث هذا الإنخفاض إلا أن خامة البامبو لاتزال هي الأفضل في نفاذية الهواء، يليها الرايون، وفي المرتبة الأخيره جاءت خامة القطن.

ومن الملاحظ هنا أن نسبة إنخفاض نفاذية الأقمشة للهواء بعد المعالجة كانت أعلى بكثير عن إنخفاضها في نفاذية بخار الماء، وقد يرجع ذلك إلي أن نفاذية الأقمشة للهواء تعتمد بشكل رئيسي علي المسافات البينية والفراغات فيما بين الشعيرات (مع تثبيت عوامل التركيب البنائي الاخرى للقماش)، وبعد المعالجة تتضخم الشعيرات نتيجة تغلغل مادة المعالجة داخلها وبالتالي تقل المسافات البينية بين الشعيرات بشكل كبير وتقل نفاذية القماش للهواء.

أما في نفاذية بخار الماء فإنها لم تتأثر بذلك الشكل الكبير بعد المعالجة، لأنها بجانب تأثرها بنسبة المسافات البينية فيما بين الشعيرات، إلا أن العامل الأساسي الذي يلعب دورا رئيسيا في نفاذية بخار الماء هو إنتقال بخار الماء من خلال الالياف نفسها. وجدير بالذكر أن خاصية بخر الماء تعتمد أساسا علي نفاذية القماش للهواء، وكليهما يعدان من أهم العناصر التي تحدد الراحة الحرارية للقماش.

III-4- تأثير المعالجات علي التوصيل الحراري للأقمشه:



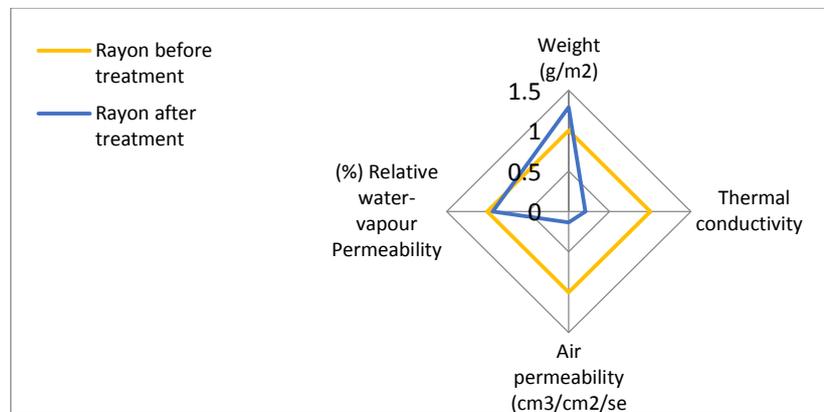
الشكل رقم (4) يوضح تأثير معالجات النانو علي التوصيل الحراري للخامات النسيجية المستخدمة

تعد عملية التوصيل الحراري إحدى العمليات المعقدة نوعاً، والذي يتم من خلالها نقل الحرارة من خلال القماش، ويوضح الجدول رقم (4) والشكل (4) أن التوصيل الحراري لخامة البامبو أعلى من التوصيل الحراري لكل من القطن، ورايون الفسكوز عي التوالي. ويرجع ذلك الي طبيعة التركيب الكيميائي الداخلي للشعيرات، ونسبة المناطق المتبلرة بها، وطبيعة سطحها الخارجي، فكلما كان سطح الشعرة أملس وناعم كلما كان مساحة التصاق الخامة بالجسم أعلي، وبالتالي يزيد إنتقال الحرارة من الجسم للخامة ومنها للجو الخارجي.

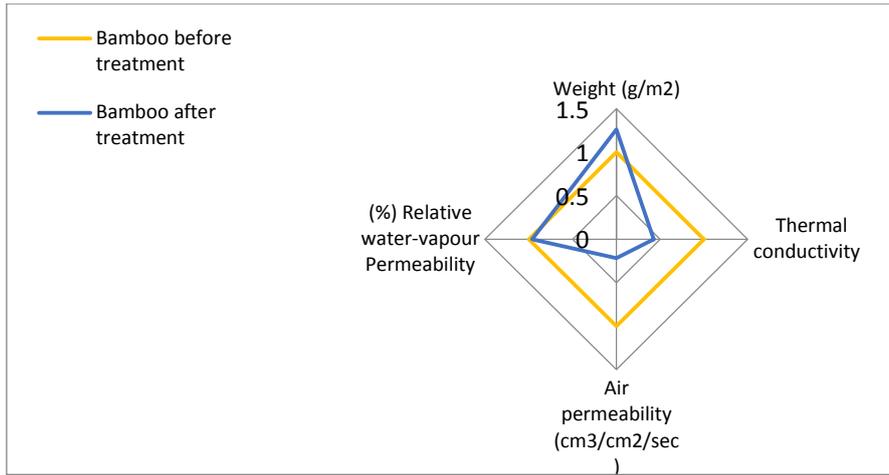
وقد لوحظ أن التوصيل الحراري لجميع الخامات النسيجية المستخدمة بالبحث قد إنخفض بشكل كبير بعد المعالجة بالمواد النانوية (أكسيد الفضة، وثاني أكسيد التيتانيوم)، بنسب 56، 59، 66 % لكل من الرايون، والبامبو، والقطن علي التوالي.

ومما هو جدير بالذكر أن الخصائص الحرارية للقماش تتأثر بشكل مباشر بنفاذية القماش للهواء (والذي يعد وسيلة هامة لنقل الحرارة)، ونظرا لان هذه المعالجات قد تسببت في إنخفاض نفاذية القماش للهواء؛ فمن المتوقع أن تقلل أيضا من قدرته علي التوصيل الحراري.

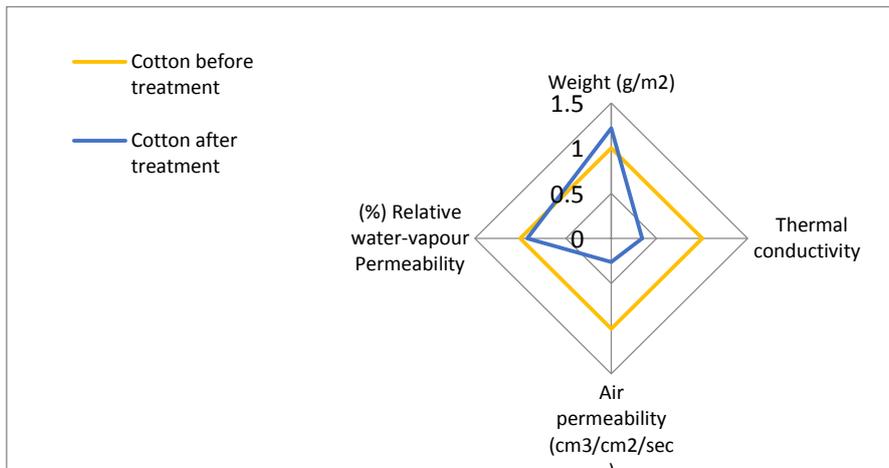
وتوضح كل من الاشكال الراداريه رقم (5،6،7) تأثير المعالجة بالمواد النانويه علي التغير في خواص الخامات المختلفه، والتي يظهر من خلالها أن خامة الرايون فسكوز كانت هي الاكثر تأثرا بتلك المعالجات، وجاء كل من القطن، والبامبو في المرتبه التاليه علي التوالي، أي أن أكثرهم مقاومة لتلك المعالجات كانت هي خامة البامبو.



شكل رقم (5) يوضح تأثير المعالجة بالمواد النانوية علي خامة رايون الفسكوز



شكل رقم (6) يوضح تأثير المعالجة بالمواد النانوية علي خامة البامبو



شكل رقم (7) يوضح تأثير المعالجة بالمواد النانوية علي خامة القطن

ومن كل ماسبق يتضح أن هذه المعالجات بالمواد النانوية وإن كانت قد أضافت خواص مرغوبة للقماش ليلائم غرض الإستخدام النهائي، إلا إنها علي الجانب الأخر أثرت بشكل سلبي علي الخصائص الأساسية المرتبطة بالشعور بالراحة بالقماش، لذا يجب دراسة تأثير كل مادة معالجة للقماش علي حدى قبل إجراء هذه المعالجة، والتعرف علي تأثيرها علي خواص القماش الأساسية، وإتخاذ القرار المناسب بما يتلائم مع غرض الاداء، وفي نفس الوقت المحافظة علي الخواص الأصلية للخامه ولاسيما إذا كانت مرتبطة بالراحة.

الملخص:

تعتبر تكنولوجيا النانو واحدة من أكثر التكنولوجيات الواعدة للقرن الحادي والعشرين، وقوة دافعة وراء ثورة صناعية جديدة من المرجح أن توفر فرصا كبيرة للنمو. وكتدبير وقائي، ينبغي عمل تقييم شامل للمخاطر الناجمة عن هذه التكنولوجيا وتخفيضها إلي أدنى مستوى ممكن، كما ينبغي رفع مستوى الوعي لدى المستهلك ليحيط علما بالفوائد والمخاطر البيئية المحتملة عن المنتجات المزودة بالمواد النانوية.

ونحن في هذا الصدد نحتاج إلي مزيد من البحوث حول المخاطر المتعلقة بالتكنولوجيا النانوية، مع توفير التمويل المستقل لتلك البحوث، وإنشاء مراكز أبحاث متخصصة علي المستوى العالمي، وبالطبع الشفافية حول نتائج البحوث من أجل إدارة مخاطر ناجحة لتكنولوجيا النانو.

وفي هذا البحث تم إنتاج ست عينات من خامات نسجيه سليولوزيه مختلفة (رايون فسكوز، بامبو، قطن) ثلاثة منها تركت كما هي دون إجراء أي معالجات، والثلاث الأخرى أجري عليها بعض المعالجات باستخدام تقنية النانو (نانو أكسيد الفضة، ونانو ثاني أكسيد التيتانيوم)، لإكساب القماش مقاومة للبكتريا والفطريات، وكذلك مقاومه للإتساخ. وقد وجد أن هذه المعالجات التي تم إجرائها علي العينات تحت البحث قد اثرت بشكل كبير علي بعض الخواص الاصلية بالمنسوج والمرتبطة إرتباطا مباشرا بالشعور بالراحة مثل نفاذية بخار الماء، نفاذية الهواء، التوصيل الحراري كما يلي:

1- زاد وزن المتر المربع لجميع الأقمشة النسجيه المستخدمة بالبحث (الرايون، والبامبو، والقطن) بنسبة 29، 22، 22 % علي التوالي.

2- إنخفضت نسبة نفاذية بخار الماء لكل من خامة الرايون والبامبو والقطن بنسبة 6، 4، 8 % علي التوالي.

3- حدث إنخفاضا ملحوظا في نفاذية الأقمشة للهواء لجميع العينات، وبنسب كبيرة وصلت إلي 85، 87، 74 % لكل من خامة الرايون والبامبو والقطن علي التوالي.

4- إنخفض التوصيل الحراري بشكل كبير بعد المعالجة بالمواد النانويه و بنسب تصل إلي 66، 59، 56 % لكل من الرايون، والبامبو، والقطن علي التوالي.

من كل ماسبق نستنتج أن المعالجات بالمواد النانويه وإن كانت قد أضافت خواص مرغوبة للقماش ليلانم غرض الإستخدام النهائي، إلا إنها علي الجانب الآخر أثرت بشكل سلبي علي الخصائص الاساسيه المرتبطة بالشعور بالراحة بالقماش، لذا يجب دراسة تأثير كل مادة معالجة للقماش علي حدى قبل إجراء هذه المعالجة، والتعرف علي تأثيرها علي خواص القماش الاساسية، وإتخاذ القرار المناسب بما يتلائم مع غرض الاداء، وفي نفس الوقت المحافظة علي الخواص الاصيله للخامه ولاسيما إذا كانت مرتبطة بالراحة.

المراجع المستخدمة:

- (1) Health and Environment Alliance, Nanotechnology and Health Risks, Website: www.env-health.org 2008.
- (2) Nielsen, N., Nanotechnology and Its Impact on Consumers, Report to the Consumer Council of Canada, EBN Consulting, 2008.
- (3) Azoulay, D., Senjen, R., and Foladori, G., Social and Environmental Implications of Nanotechnology Development in Asia-Pacific, 2013.
- (4) Ilise L. Feitshans, Nanotechnology: balancing benefits and risks to public health and the environment, Committee on Social Affairs, Health and Sustainable Development January 2013.
- (5) Subrata Chandra Das¹, Debasree Paul¹, Sk. Md. Mahamudul Hassan, Application of Nanotechnology In Textiles: A Review, Chittagong, Bangladesh, May 2014.
- (6) RATIU Mariana, Nanotechnology in Textile Industry,
- (7) Lauterwasser, C., Opportunities and risks of Nanotechnologies, The Allianz Center for Technology and Allianz Global Risks, France, 2014.

- (8) Federal Environment Agency (Umweltbundesamt), Fact Sheet Nano Products (Use of Nanomaterial in Textiles), April 19, 2013.
- (9) Y. W. H. Wong, C. W. M. Yuen¹, M. Y. S. Leung, S. K. A. Ku¹, and H. L. I. Lam Selected Applications Of Nanotechnology In Textiles, AUTEX Research Journal, Vol. 6, No 1, March 2006.
- (10) J. K. PATRA, and S. GOUDA, Application of nanotechnology in textile engineering: An overview, J. Eng. Technol. Res. May 2013.
- (11) Lauterwasser, C., Opportunities, and risks of Nanotechnologies, Report in co-operation with the OECD International Futures Programme,
- (12) Fact sheet Nano products, Umwelt Bundes amt for our environment, 2013.
- (13) Rezwani Mahmud¹, Farhat Nabi, Application of Nanotechnology in the field of Textile, Journal of Polymer and Textile Engineering, Issue 1 (Jan. – Feb), 2017.
- (14) Schavan, A., Action Plan Nanotechnology 2015, Bonifatius GmbH, Paderborn, 2011.
- (15) Windler, L., Lorenz, C., von Goetz, N., Hungerbühler, K., and others, Release of titanium dioxide from textiles during washing, Environment.Sci.Technol, 2012.
- (16) Wasif, A., and Laga, S., Use Of Nano Silver As An Antimicrobial Agent For Cotton, Autex Research Journal, Vol. 9, No1, 2009.
- (17) Allam, O., Improving Functional Characteristics of Wool and Some Synthetic Fibers, Open Journal of Organic Polymer Materials, 2011.
- (18) [Paresh, C.](#), [Hongtao, Yu.](#), and [Peter, P.](#), Toxicity and Environmental Risks of Nanomaterial: Challenges and Future Needs, J Environ Sci Health C Environ Carcinog Ecotoxicol Rev. 2009
- (19) Musante, C. and White, J.C., Toxicity of silver and copper to Cucurbita pepo: differential effects of nano and bulk-size particles, Environmental Toxicology, 2012.
- (20) [Römer†, I.](#), [Ruth, C.](#), and [Jamie, R.](#), Stability of Citrate, PVP, and PEG Coated Silver Nanoparticles in Ecotoxicology Media, Environmental science & Technology, 2012.
- (21) Karaca, E., Kahraman, N., and Omeroglu, S Effects of Fiber Cross-Sectional Shape and Weave Pattern on Thermal Comfort Properties of Polyester Woven Fabrics, FIBRES & TEXTILES in Eastern Europe 2012, Vol. 20, No. 3 (92)
- (22) Song, G., Improving comfort in clothing, Woodhead Publishing Limited, 2011.
- (23) ISO11092, Perm test skin model Instrument.