مجلة كلية الآثار بقنا (دورية أكاديمية علمية محكمة)

تقييم امكانية استخدام مادة النانو سيليلوز فى تقوية المنسوجات الكتانية الأثرية – دراسة تجريبية علي عينات من الأقمشة الكتانية الحديثة

إعداد

د.نيفين كمال فهيم

مدرس ترميم المنسوجات الاثرية

كلية الاثار جامعة الفيوم

تقييم امكانية استخدام مادة النانو سيليلوز فى تقوية المنسوجات الكتانية الأثرية – دراسة تجريبية علي عينات من الأقمشة الكتانية الحديثة

د.نيفين كمال فهيم ... مدرس ترميم المنسوجات الاثرية بكلية الاثار جامعة الفيوم

ملخص: تعانى المنسوجات الاثرية من العديد من مظاهر التلف من ضعف وتمزق وهشاشية وتقادم الأمر الذى يجعلها فى حاجة ماسة للتقوية. يتناول البحث تقييم استخدام مواد النانو سليلوز فى تقوية الياف المنسوجات الكتانية وتحسين خصائصها الفيزيائية ،حيث تطرق الى تحضير عينات من الكتان الطبيعى ابعادها ٥×٥ سم بعد غسلها للتخلص من المواد الشمعية العالقة بة ، وتعريضهما للتقادم الحرارى لمدة ١٤ ساعة عند درجة حرارة ٦٠ درجة مئوية . للوصول بالعينات الى الحالة الاثرية التى توجد عليها المنسوجات الأثرية. ثم تطبيق المادة المعالجة من النانو سيليوز معلق فى الماء او الماء والايثانول بنسب تتراوح من ١٠-٣٠ % لتقوية العينات المتقادمة ثم اعادة تعريضها الى التقادم الحرارى مرة اخرى لاختبار مدى فعالية مادة المعالجة على المدى البعيد . فضلا عن اجراء كافة الفحوص والتحاليل التى تقيم استخدام هذة المادة المقوية وتأثيرها فى تحسين الخواص الفيزيائية والكيميائية لمنسوجات الكتان الاثرى.

جاءت نتائج الفحص البصرى لتأكد تجانس التغطية الكاملة للمادة المعالجة لسطح الياف الكتان ، حيث أوضحت الصور الميكرسكوبية طبقة من المادة المعالجة تغطى سطح الياف الكتان.بالاضافة الى تحسين الخواص الفيزيائية لألياف النسيج من خلال قياس قوة الشد والاستطالة حيث جاءت القراءات تؤكد زيادة متانة الالياف بعد تطبيق المادة المقوية مع التأكيد على ابقاء المنسوجات الاثرية المقواة بمواد النانو سيليلوز فى درجات حرارة اقل من ٦٠ درجة خاصة بعد أن اثبت الفحوص والتحاليل تأثر الالياف المغطاة بطبقة من مواد النانو سيليلوز بشكل كبير بعد تعريضها للتقادم على المدى البعيد ، وهذا ما اكدت علية نتائج القياسات اللونية من تغيير المظهر الموفولوجى للالياف بعد المعالجة او بعد التقادم.

الكلمات الدالة: النانو، النسيج، التقوية، التقادم ، الكتان

Abstract:

The research deals with the evaluation of one of the most important nanomaterials used to strengthen the linen textiles, which suffers from many aspects of damage such as weakness, tearing, fragility and aging of the fibers, which makes them in a bad need of strengthening.

The researcher prepared samples of natural linen with dimensions of 5 x 5 cm after washing them to get rid of the waxy substances suspended in it, and exposing them to thermal aging for 14 hours at a temperature of 60°c.To get samples, that are similar to the archaeological textiles. Then applying the treatment material consisting of nano cellulose (10-30 %) suspended in water or water and ethanol to strengthen the aging samples. and then re-exposing them to thermal aging again to test the effectiveness of the treatment material in the long run. As well as conducting all the tests and analyzes that evaluate the use of this strengthening material and its effect on improving the physical and chemical properties of antique linen textiles .The results of the visual examination came to confirm the homogeneity of the complete coverage of the treated material on the surface of the fibers, as the microscopic images showed a layer of the treated material covering the surface of the linen fibers. In addition to improving the physical properties of textile fibers by measuring the tensile strength and elongation, where the readings confirmed the increase in the durability of the fibers after applying the reinforced material with an emphasis on keeping the antique textiles reinforced with nano-cellulose materials at temperatures below 60 degrees, especially after the tests and analyzes proved that the fibers were affected. Results of colorimetric measurements confirmed of changing the morphological appearance of the fibers after treatment or after aging.

المقدمة:

تعانى غالبية المنسوجات الاثرية من انماط عديدة من التلف الميكانيكى والكيميائى من فقد هشاشة وجفاف وقطوع وتمزقات وبقع متنوعة المصدر، والتى قد تكون بسبب عوامل تلف داخلية وخارجية محيطة بالأثر[١&٢]. وتعتبر مظاهر التلف الميكانيكى التى تتواجد فى مختلف انواع المنسوجات الاثرية تحدى كبير للمرممين وذلك فى محاولة لعلاج الحالة الراهنة للاثر من التلف والابقاء علية امناً لاطول وقت ممكن. من خلال تقوية المنسوج الاثرى التالف بالطرق او المواد الملائمة لطبيعة الاثر والتى يراعى فيها الالتزام بالمظهر الفنى والاثرى والجمالى للمنسوج دون ان يشكل أى خطورة علية فى المستقبل[٣].

تناول الباحثين[٤] أستخدام مواد التقوية التقليدية واللواصق المخلقة فى ترميم وعلاج المنسوجات الاثرية لما تتميز بة من خصائص كيميائية جيدة وقدرة عالية على الارتباط بسطح الاثر، وعلى الرغم من ذلك الا أن عيبوبها العديدة وكونها غير استرجاعية وتغير لونها وخصائصها بمرور

---

[1] Volkel, L et al, (2017) Nano meets the sheet: Adhesive-free application of nano cellulosic suspensions in paper conservation, in Heritage Science, 53:3.

[2] Salah.A, hamed .M,. Harby .A ,(2019), Challenges of Restoration and Storage of a weak Historical Textiles in Uncontrolled Museum Con-editions; Practical Applications, RESEARCH ARTICLE, Volume 5 - Issue 2.

[3] Velzen, B, (2006), A morphology of the tear: a first approach towards a general Terminology, Papier Restaurierung, 7(2):p.13–6.

[4]Abdel-Kareem, O. M. A. (2005). The long-term effect of selected conservation materials used in the treatment of museum artefacts on some properties of textiles, Polymer Degradation and Stability, 87(1), p.121–130.

الزمن الامر الذى يجعلها مصدر للتلف فى المستقبل . فضلا عن مشاكل تطبيقها وازالتها التى تتطلب أما الاذابة فى مذيبات قوية او استخدام درجات حرارة عالية وهذا يعد غير مقبول فى ترميم المنسوجات الاثرية. والتى تعد من المواد العضوية الاثرية الضعيفة .

تناولت الدراسات [٥]العديد من طرق ومواد التقوية المختلفة فى ترميم المنسوجات الأثرية ولكن كانت الدراسات تثبت مدى تاثيرها السلبى على خصائص المنسوجات الاثرية خاصة مع مرور الوقت وتعرضها للتقادم. الامر الذى دفع الباحثون الى اختبار تطبيق مواد طبيعية متناهية الصغر قريبة الشبهة من مادة الاثر الاصلية وتتوافر فيها المواصفات القياسية لمواد التقوية الجيدة. والذى يأتى تلبية للاحتياطات التى أشار اليها خبراء الترميم عن اهمية استخدام مواد قريبة الشبه من مادة الاثر الاصلية منعا لحدوث مشاكل فى المستقبل قد تنتج عن التباين بين المواد الاثرية والمواد المعالجة فى التركيب الكيميائى والخصائص الطبيعية. حيث ذكر كلا من Ioelovich [٦]& Kaur.p [٧] ان استخلاص مواد النانوسيليلوز يتم من مصادر مختلفة مثل الخشب الصلب ، والقطن ، والبكتيريا ، والطحالب.

كما تم تقييم مواد النانو سيليلوز كأحد اهم مواد التقوية المستخدمة فى علاج المواد العضوية ذات الاصل السليلوزى وبخاصة المنسوجات من

---

[٥] نبيل سعيد حامد، دراسة مقارنة للمواد والطرق المستخدمة فى تقوية المنسوجات الاثرية وتأثيرها على خواصها الفيزيائية والكيميائية تطبيقا على احد النماذج الايرانية (رسالة ماجستير)، كلية الاثار ، جامعة القاهرة ،٢٠٠٩، ص ٥٨.

[6] Ioelovich.M, Leykin.A (2008) , Structural investigations of various cotton fibers and cotton celluloses, Bioresources 3(1):170-177.

[7] Kaur.p, et al, Nano cellulose: Resources, Physio-Chemical Properties, Current Uses and Future Applications. *Front. Nanotechnol.* 3:747329. doi: 10.3389/fnano.2021.747329

خلال ما تقوم بة مجموعات الهيدروكسيل فى السيليلوز من تحسين العديد من الخواص المهمة كمقاومة التلف الميكروبى والاكسدة، فضلا عن زيادة مقاومة الاثر للتأثر بالجو الرطب [٨&٩].

وقد تناولت العديد من الدراسات تقييم استخدام مواد النانو سيليلوز فى تقوية الاثار الورقية ذات الاصل السيليلوزى ومدى كفاءتها فى تحسين خواص الورق وتقويته[١٠ & ١١]. وقد اتضح مدى تناغم مواد النانو السليلوز مع التركيب العام للمواد الاثرية العضوية ذات الاصل السليلوزى، بالأضافة الى كونها مادة مناسبة لتدعيم واستكمال للاثر بشكل لا يستدعى استخدام لاصق او رابط[١٢ &١٣].

---

[8] *Cherian,R.M,(2021), A review on the emerging applications of nano-cellulose as advanced coatings, Carbohydrate Polymers, 282(8):119-123*

[9] *Bridarolli .A, Nechyporchuk .O, Odlyha. M, et el,(2018) Nano cellulose-based Materials for the Reinforcement of Modern Canvas-supported Paintings, STUDIES IN CONSERVATION, vol. 63, NO. S1, S332–S334*

[10] *Ding,Q and Zhang,P, (2021) Research on Cleaner Production Process of Nano-cellulose and Its Application in Paper Strengthening, Journal of Physics: Conference Series, p.1885*

[11] *Madani, A., Kiiskinen, H., Olsson, J. and Martinez, M. (2011): Fractionation of micro-fibrillated cellulose and its effects on tensile index and elongation of paper, Nord. Pulp Paper Research journal, 26 :(3),pp. 306-311.*

[12] *Brodin F.W, Gregersen,W, Syverud K, (2014), Cellulose nano fibrils: challenges and possibilities as a paper additive or coating material-a review. Nord Pulp Paper Res J, 29(1),p .156–66.*

[13] *Saleh,S,(2013), Application of Nano-Cellulose in Textile, Journal of Textile Science & Engineering 03(04),p.42.*

كما أن هناك العديد من طرق التطبيق المختلفة سواء بالتدعيم و الاستكمال للاجزاء المفقودة أو التغطية الكاملة للسطح الاثرى كطبقة واقية مقوية للهيكل العام[١٤] .

قد كان دور مادة النانو سيليلوز فى احداث ترابط بينها وبين سطح المنسوج الامر الذى يؤدى الى زيادة درجة تبلور الالياف والذى قد يكون مسئول على تحسن الخواص الميكانيكية والفيزيائية للالياف الكتانية[١٥]&[١٦]. كما أن مجموعات الهيدروكسيل فى السيليلوز تعمل على اكساب المادة المقوية العديد من الصفات الاخرى مثل مقاومة التلف البيولوجى، مقاومة الأكسدة ومقاومة التأثر بالرطوبة السطحية فى البيئة المحيطة[١٧]. و يهدف البحث الى تقييم اداء مادة النانو سيليوز بتركيزات مختلفة فى تقوية وتحسين الخصائص الميكانيكية لألياف المنسوجات الأثرية الكتانية. فضلا عن تقييم جودتها بعد التعرض لعوامل التلف وعدم التسبب فى تلف مستقبلى بمادة الاثر الطبيعية.

١. المواد والطرق:

---

[14] *Ioelovich.M , Leykin, A, (2004), Nano-cellulose and its application, journal "Scientific Technological Advantages", Issues 3-4, Vol. 6, p.17-25.*

[15] Quero, F., Nogi, M., et al (2010). Optimization of the mechanical performance of bacterial Cellulose /poly (l-lactic) acid composites, Applied Materials & Interfaces, 2(1), p.321–330.

[16] Kim.k, 2019, Nanotechnology-based advanced coatings and functional finishes for textiles, Smart Textile Coatings and Laminates (Second Edition), The Textile Institute Book Series, p. 189-203

[17] Feng,Q, et al,2017, The role of hydroxyl groups in inter chain interactions in cellulose Ia and I, international journal of quantum chemistry, Vol117, 10 , p.1-7.

١. ١ . المواد:

تم تجهيز عينات من قماش الكتان الخام % 100 بمساحة قدرها (٥ × ٥) سم للعينة كالأتى:

- عينة منفصلة قبل المعالجة و التقادم.
- عينة معالجة بتركيز ١٠% وغير متقادمة.
- عينة معالجة ١٠% ومتقادمة حرارياً.
- عينة معالجة بتركيز ٣٠% غير متقادمة.
- عينة معالجة ٣٠ % ومتقادمة حراريا.

جدول رقم (١) يوضح مواصفات العينات الكتانية المستخدمة فى التجربة

نوع العينة	التركيب النسجى	عدد خيوط السدى/ سم	عدد خيوط اللحمة /السم	وزن العينات	لون العينة	ابعاد العينة
الكتان	سادة ١/١	٦ خيط	٥ خيط	٠.٦٠ جم	بيج	٥سم×٥ سم

جدول رقم (٢) يوضح مواصفات مادة النانو سليلوز المستخدمة فى المعالجة

المادة المقوية	لون المادة	طبيعة المادة	التركيب الكيميائى	المذيب المستخدم	طرق التطبيق	مصدرها	كيفية التحضير
نانو سيليوز[١٨]	ابيض باهت	نانو جل	β (1,4)-bound D-glucose units[19]	ايثانول بنسبة ١٠-٣٠%	الرش	ألياف القطن	يتم استخلاصها من القطن من خلال sulfuric acid hydrolysis process

٢. الطرق:

[١٨] معهد النانو تكنولوجى ، جامعة القاهرة ، فرع الشيخ زايد.

19 France.K, Hoare.T, Cranston.E, Review of Hydrogels and Aerogels Containing Nano cellulose, Chem. Mater. 2017, 29, 11, 4609–4631

١.٢ تحضير العينات:

- تم تحضير العينات من الكتان الخام بعد غسلها جيداً بغمرها فى حمام مائى عند درجة حرارة ١٠٠ لمدة ٣٠ دقيقة للتخلص من اى مواد شمعية وعوالق بالكتان الخام.
- تم تجهيز عينات من الكتان غير معالجة و أخرى تم معالجتها بالنانو سيليوز ذات التركيزات ١٠% و٣٠%.
- اجراء تقادم حرارى للعينات المعالجة وغير المعالجة عند درجة حرارة ٦٠ درجة مئوية لمدة ١٤ ساعة[٢٠].
- اجراء الفحوص والتحاليل للعينات غير المعالجة قبل وبعد التقادم والعينات المعالجة قبل وبعد التقادم.

٢.٢ الفحوص والتحاليل:

١.٢.٢ الفحص البصرى:

تم اجراء فحص باستخدام العدسات المدرجة Stereo Microscopeالميكروسكوب المجسم من نوع Type of Carl Zeiss c-2000 (Germany), [٢١]للعينات الخام الكتانية قبل المعالجة وبعدها بالتركيزات المختلفة للمادة وقبل وبعد التقادم الحرارى التى تعرضت لة.

٢.٢.٢ الفحص بالميكرسكوب الالكترونى الماسح Scanning Electron Microscope (SEM)

[20]Feller, R.L, 1994, accelerated aging, photochemical and thermal aspects, Getty conservation institution, p. 169.

[٢١] معمل المواد العضوية – كلية الاثار – جامعة الفيوم.

تم إجراء فحص للعينات قبل وبعد التقادم وبعد المعالجة باستخدام الميكرسكوب الالكترونى الماسح[٢٢] ، الجهاز من نوع Carl Zeiss Sigma 500 VP .

٣.٢.٢ قياسات الخواص الفيزيائية :physical measurements

تم اجراء عدد من القياسات للخواص الفيزيائية للعينات قبل المعالجة وبعدها لتقييم مدى فعالية النانو سيليلوز كمادة مقوية فى تحسين خواص المنسوج الاثرى. حيث تم قياس وزن العينة وابعادها قبل التقادم وبعده وبعد المعالجة. كما تم قياس قوة الشد والاستطالة باستخدام جهاز Type of Zwick Roel, model Z 010 TN, Germany[٢٣].

٤.٢.٢ قياسات التغير اللوني:color measurements

تم إجراء القياسات اللونية للعينات السابقة كأحد أهم المؤشرات على نجاح استخدام النانو سيليلوز كمادة مقوية من عدمه. ورغبة فى الابقاء على المظهر الجمالى للمنسوجات الاثرية . واستخدم جهاز من نوع Spector densitometer "Exact X–Rite, Switzerland"[٢٤].

٢. النتائج: results

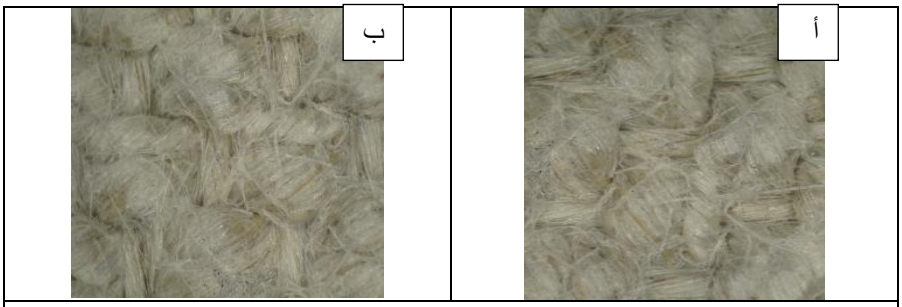
١.٣ الفحص البصرى: morphological examination

أوضح الشكل رقم(١/أ، ١/ب) تغيير طفيف فى مظهر التركيب النسجي لالياف العينات الكتانية بعد التقادم الحرارى بصورة تجعلها أكثر جفافاً وهشاشة. كما أوضح الفحص البصرى للعينات مدى توزيع مادة النانو سيليلوز على سطح عينات الكتان فضلا عن عدم تغييرها للمظهر السطحى

---

[٢٢] معمل الميكرسكوب الالكترونى - كلية العلوم – جامعة الفيوم.
[٢٣] معامل stdf كلية العلوم –جامعة الفيوم.
[٢٤] معامل الاثار العضوية – كلية الاثار – جامعة الفيوم.

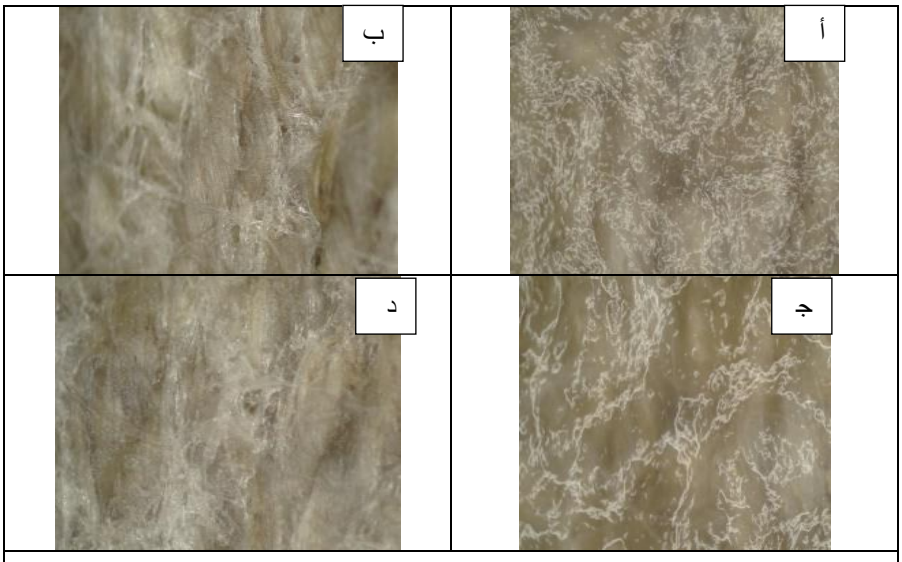
للعينات خاصة مع تطابق المادة المعالجة مع مادة الاثر[٢٥] كما هو واضح فى الشكل رقم(٢/أ ،٢/ج). كما أشارت الشكل رقم(٢/ب،٢/د) الى حدوث تغيير فى المظهر السطحى للعينات المعالجة بنسبة ١٠% بشكل أوضح عن العينات المعالجة بنسبة ٣٠% بعد التقادم حيث ذكر Ibrahim عن تحول النانو السليلوز بفعل الحرارة جزئيا الى كربون الامر الذى يفسر ميل المظهر السطحى بعض الشىء للعينات المعالجة للدكانة بعد التعرض للتقادم الحرارى ، كما يفسر زيادة مقاومة النانوسيليوز للتقادم الحرارى مع زيادة تركيز المادة مقانة بالعينات غير المعالجة [٢٦].



شكل رقم (١/أ/ب) توضح عينات الكتان غير المعالجة قبل وبعد التقادم لمدة ١٤ ساعة عند ٦٠°

[25]Ghodake.B et al ,(2022), An Insight into Formation and Characterization of Nano-Cellulose Prepared From Industrial Cellulosic Wastes, Journal of Polymers and the Environment 30(1).

[26]Ibrahim, I et al,(2020), Nano cellulose synthesis and study its mechanical and degradation properties, AIP Conference Proceedings 2213.

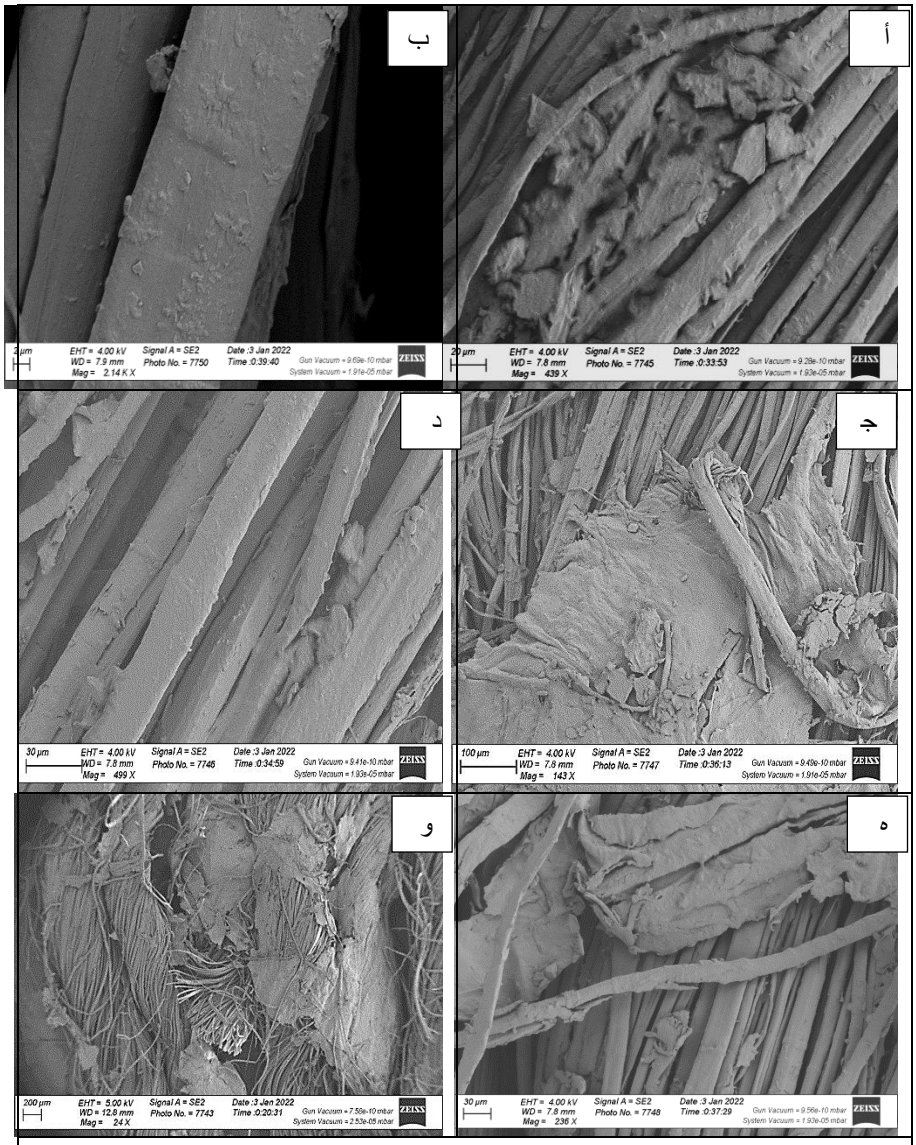


شكل رقم (٢) توضح عينات الكتان المعالجة بالنانو سليلوز بتركيز ١٠% و ٣٠% قبل وبعد التقادم والتى تتضح بها التغير الواضح فى تجانس توزيع طبقة النانو على سطح الكتان و تأثرها الى حد قليل بعد التقادم وبخاصة العينات المعالجة بنسبة ١٠%

٢.٣ الفحص باستخدام الميكرسكوب الالكترونى الماسح: SEM

أوضح الفحص الميكرسكوبى مدى تجانس طبقة التقوية بمادة النانو سيليوز على سطح الكتان الخام قبل التقادم كما هو موضح بالشكل رقم(٣.ب، ج). كما أوضحت الصور الميكرسكوبية لعينات الكتان المعالجة بنسبة ١٠ –٣٠ % من النانو سيليلوز بعد التعريض للتقادم الحرارى انكماش طبقة التقوية الى حد اختفائها فى بعض الاجزاء كما هو واضح فى الشكل رقم(٣.هـ ، و) حيث أدى تعرض مادة النانو سيليلوز للحرارة فى وجود الأكسجين الى حدوث فقد جزء من الماء والتعرض للجفاف[٢٧].

[27] Machnowski.W and Gubała.J, (2021) Evaluation of Selected Thermal Changes in Textile Materials Arising in the Wake of the Impact of Heat Radiation, *Appl. Sci.* 2021, *11*(15), 6989.



شكل رقم (٣، ب،ج،د) توضح التغطية المتجانسية للمادة المقوية على سطح الياف الكتان، (٣،هـ،و) التأثير المتلف للحرارة على طبقة التقوية وتعرضها للتقادم الحرارى والانكماش واختفاء اجزاء من تلك الطبقة

٣.٣ قياسات الخواص الفيزيائية أو الميكانيكية

أوضحت القياسات الفيزيائية من حيث الوزن و حجم العينة قبل المعالجة وبعد المعالجة بالنانو سليلوز بتركيزات ١٠ –٣٠% تغييرات واضحة نتيجة زيادة سمك العينة بعد تطبيق مادة التقوية على سطحها ، الامر الذى ادى بدورة الى زيادة وزن العينة بعد المعالجة ، ثم انحفاض تدريجى فى وزن وحجم العينات بعد تعريض العينات المعالجة للتقادم المعجل بالحرارة كما هو واضح فى جدول رقم(٣) وشكل رقم (٤) .

جدول رقم (٣) يوضح القياسات الفيزيائية للعينات المعالجة وغير المعالجة قبل وبعد التقادم

اسم العينة	القياس الحجمى (سم^3)	وزن العينة(جم)	النسبة المئوية للقياس الحجمى للعينات
عينة كتان خام	٥	٠.٦٠	–
عينة كتان بعد التقادم	٤.٣٢	٠.٥١	١٣.٦ %
عينة كتان معالج ١٠%	٨.٦٤	١,١٢	%٦٤.٦
عينة كتان معالج ٣٠%	١٢,٩٦	١.٣٥	%١٤٤
عينة كتان معالج بعد التقادم ١٠%	٥.٠٨	٠.٩٨	%١٦
كتان معالج بعد التقادم ٣٠ %	٧.٧٤	٠,٨٥	٥٤.٨ %

شكل رقم (٤) توضح تفاوت طفيف في قياسات وزن وحجم العينات المعالجة قبل وبعد التقادم

أكدت قراءات قوى الشد ومقاومة الضغط علي مدى فعالية مادة النانو سيليلوز فى تحسين خواص الالياف الكتانية الميكانيكية والفيزيائية وزيادة مقاومة تلك الالياف لعوامل التلف المختلفة[٢٨] . ولكن كان للتقادم الحرارى أثر سلبى على الخواص الفيزيائية للالياف المعالجة بالنانو سيليلوز، حيث تضاءلت قيمة قوة الشد لعينات الكتان المعالجة ٣٠% بعد التقادم الحرارى بفارق ٣٥ نقطة. بينما كان معدل انحفاض قيم قوة الشد فى عينات الكتان المعلاجة ١٠% بفارق ٤٥ نقطة كما هو موضح بالجدول رقم (٤) والشكل رقم(٥) حيث يرتبط درجة البلمرة للسيليلوز المستخرج من خامة القطن بالعديد من الخواص الميكانيكية بعلاقة طردية ، حيث أثر التقادم الحرارى على درجة البلمرة الذى بدورة كان لة تاثير على خواص المادة الميكانيكية والفيزيائية ومنها قوة الشد والاستطالة [٢٩ &٣٠].

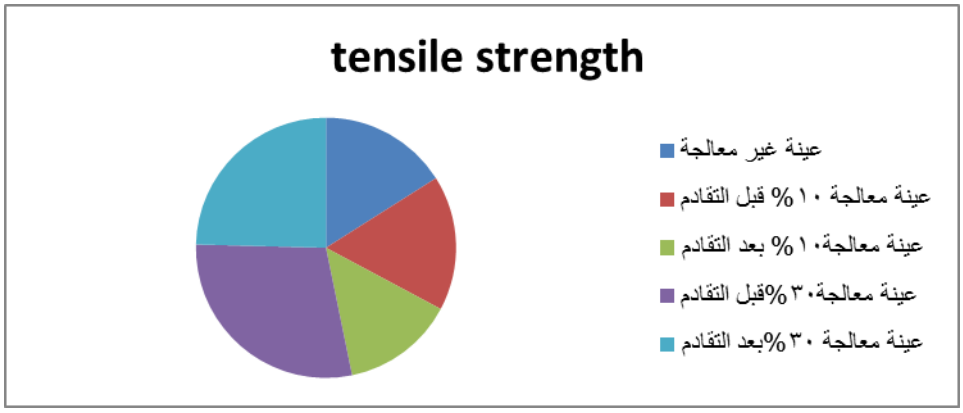
---

[28] Cheng. Z Et al, (2012), Research Progress in Nano-Cellulose Modification Advanced Materials Research, 627, p. 859-863.

[29] Hebeish, A. et al, Mechanisms of degradation of cotton and effects of mercerization-stretching upon the course of these mechanisms, III. Heat treatments, **99**, 1, (93-116.

جدول رقم(٤) يوضح قياس قوة الشد ومقاومة الضغط للعينات المعالجة قبل وبعد التقادم

نوع العينة	التركيز	المذيب	Tensile strength	النسبة المئوية لقوى الشد للعينات	strain strength	النسبة المئوية لقوى الضغط للعينات
عينة غير معالجة	-	-	٢٥٨	–	٥.٧	–
عينة معالجة قبل التقادم	١٠%	ماء + ايثانول	٢٧٠	٤.٥ %	٥.٩	٦.٥ %
عينة معالجة بعد التقادم			٢٢٥	١٢.٥ %	٤.٢	٢٦%
عينة معالجة قبل التقادم	٣٠ %		٤٦١	٧٨.٦%	٢٣.٣	٢٨٣ %
عينة معالجة بعد التقادم			٣٩٦	٥٣.٤ %	٢٩,٩	٣٨٨ %



شكل رقم (٥) توضح قراءات قوة الشد للعينات الكتانية قبل وبعد المعالجة وقبل وبعد التعريض للتقادم الحرارى المعجل

[30]Hebeish.A, et al ,(1979), Effect of short thermal treatment on cotton degradation, journal of applied polymer, vol.22,issue .2 p.453-462

٤.٣ قياسات التغير اللوني:

أثبت قيم القياسات اللونية تفاوت فى قيم L, a, b بين العينات الكتانية بعد التقادم وبعد المعالجة بمادة التقوية، حيث أوضحت ان المظهر اللونى للعينات المعالجة بتركيز ١٠% من مادة النانو سيليلوز قد أصبح يميل الى البهتان خاصة بعد تغير قيم L بفارق ٥ نقاط بين العينة الاصلية والعينة المعالجة ١٠% وبفارق ١١ نقطة للعينات المعالجة ٣٠% [٣١] . ثم تحول المظهر اللونى للعينات السابق معالجتها للدكانة بعد تعريضها للتقادم الحرارى وقد ظهر بوضوح فى العينات المعالجة بنسبة ١٠% أكثر من العينات المعالجة بنسبة ٣٠%. كما هو موضح بالجدول رقم (٥).

جدول رقم(٥) يوضح القياسات اللونية للعينات المعالجة قبل وبعد التقادم

نوع العينة	con	b	a	L
عينة غير معالجة	–	١٢.٥٦	٣.٢٧	٦٨.١٢
عينة معالجة قبل التقادم	١٠%	١٣.٨٣	٣.٠٤	٧٢.٥٦
عينة معالجة بعد التقادم		١١.٠٣	٥.٦٩	٥٥.٧١
عينة معالجة قبل التقادم	٣٠%	١٢.٠٨	٣.٠٦	٧٩.٣٩
عينة معالجة بعد التقادم		١٣.٣٨	٤.٥٦	٦٥.٢٧

[31] Chattopadhyay, D and Patel, B, (2016)Synthesis, Characterization and Application of Nano Cellulose for Enhanced Performance of Textiles, Journal of Textile Science & Engineering 06(02).

٣ .٥ مناقشة النتائج Discussion

أوضحت الدراسة التجريبية أن كفاءة توزيع مادة النانو سيليوز على سطح العينات الكتانية توزيعاً متجانسا خاصة بعد عدد من الطبقات المتتالية انتجت مادة مقوية بدرجة أكبر من مواد التقوية التقليديةً[٣٢]، حيث أن الحجم النانوى للسيليوز أكسب مادة التقوية العدد من المميزات الايجابية من زيادة مساحة السطح وتقليل معدلات امتصاص الماء ، والحصول على التصاق أفضل بالالياف المطلوب معالجتها[٣٣] . كما أوضحت الصور الميكرسكوبية للعينات المعالجة بمادة النانو سيليوز بعد تعريضها للتقادم المعجل حدوث دكانة فى طبقات التقوية. الامر الذى جعل من دراسة سلوك مواد النانو سيليوز ازاء التقادم الحرارى تحد واضح ينتظر مزيد من الدراسة فى المستقبل.حيث لاحظ[٣٤] Nagalakshmaiah et al انخفاضًا طفيفًا في الثبات الحراري في المركبات النانوية. كان هذا الانخفاض ناتج عن معالجة حامض الكبريتيك.

كما أوضح الفحص الميكرسكوبى بالميكرسكوب الالكترونى الماسح كفاءة مادة النانو سيليوز فى تغطية سطح الالياف فى شكل رقم ٣.ج حيث يظهر الفرق الواضح بين المناطق غير مغطاة بالمادة المقوية والمناطق المعالجة . بالاضافة الى التاثير المتلف للحرارة على مواد النانو سيليوز

---

[32] Nechyporchuk.O, et al,(2018), On the potential of using nano cellulose for consolidation of painting canvases, Carbohydrate Polymers 194:161–169.

[33]Soykeabkaew, N.; Laosat, N, e al(2012). Reinforcing potential of micro- and nano-sized fibers in the starch-based bio composites, Composites Science and Technology, 72, 845

34 Nagalakshmaiah, M.; el Kissi, N.; Mortha, G.; Dufresne, A. (2016), Structural investigation of cellulose nanocrystals extracted from chili leftover and their reinforcement in cariflex-IR rubber latex Carbohydrate Polymer. 136, p. 945.

التى تم تحضيرها من خلال عملية التحلل الحمضى، حيث يحل مجموعة الكبرتيك محل مجموعة الهيدروكسيل مما يؤدى الى خفض مقاومة المادة المقوية للتلف الحرارى[٣٥]. أوضحت قياسات الخواص الفيزيائية تحسن ملحوظ فى مقارمة قوة الشد والاستطالة لالياف الكتان المعالجة بنسبة ٤% للعينات المعالجة ١٠% من المادة المقوية ، أما بالنسبة للعينات المعالجة ٣٠% من المادة المقوية فقد بلغت نسبة التحسن فى الخواص الفيزيائية ومنها قوة الشد ٣٩% كما هو موضح بالشكل رقم ٥ وجدول رقم ٤ [٣٦]&[٣٧].

كما اشارت القياسات اللونية مدى الثبات النسبى فى المظهر السطحى للمادة المقوية لعينات الكتان موضوع الدراسة وذلك بسبب درجة البلمرة العالية وقوة ترابط جزيئات مواد النانو [٣٨]. جاءت قراءات معاملات اللون L, a ,b تؤكد عدم حدوث تغيير ملحوظ فى المظهر اللونى للعينات بعد المعالجة (جدول رقم ٥) و بعد التقادم [٣٩]. وهذا ما يفسر الثبات الحرارى

---

[35] Allison A. Tajvidi. M and. Gardner.J (2016), Thermal stability of cellulose nanomaterials and their composites with polyvinyl alcohol (PVA). Journal of Thermal Analysis and Calorimetry, 1371-1386.

[36] Vineeth, S. Gadhave, R. and Gadekar, P (2019) Nano cellulose Applications in Wood Adhesives—Review. Open Journal of Polymer Chemistry, 9, 63-75.

[37] Herrera, M.A., Mathew, A.P. & Oksman, K.(2017), Barrier and mechanical properties of plasticized and cross-linked nano cellulose coatings for paper packaging applications. Cellulose .24, p. 69–80.

[38] Dufresne, A. (2019), Nano cellulose Processing Properties and Potential Applications. Curr Forestry Rep 5, p.76–89.

[٣٩] سبتي، علي عبد المحسن عبادة واخرون(٢٠١٩)، قوية أوراق المخطوط باستخدام مشتقات السليلوز و النشأ و تأثير التقادم الحراري المعجل : (دراسة مقارنة، مجلة القادسية للعلوم الإنسانية، المجلد ٢٢، العدد ١ ، ص. ٧٠١-١٠،٧١٠.

لمواد النانو سيليوز كنتيجة لارتفاع درجة البلمرة . حيث أن التاثير الحرارى يظهر بوضوح فى الاماكن المسامية غير المتبلورة بشكل أكبر من المناطق المتبلورة[٤٠]

الخلاصة أو الاستنتاجات : Conclusion

تلعب تطبيقات النانو تكنولوجى دورا مهما فى مجال ترميم الاثار وبخاصة الاثار العضوية، حيث اصبحت تستخدم مواد النانو فى تقوية الاثار العضوية ومنها المنسوجات الاثرية لما تتميز بة من خصائص هامة تجعلها بديل مميز لمواد التقوية التقليدية . وبخاصة ان كانت من مصدر طبيعي مشابهة الى مادة الاثر الاصلية مثل مادة النانو سيليلوز موضوع البحث . قدم البحث تقييم لاستخدام مادة النانوسيليلوز فى تقوية المنسوجات الكتانية . حيث أثبتت نتائج الدراسة مدي التأثير الإيجابي علي تحسين خواص ألياف نسيج الكتان من حيث تجانس طبقة التقوية وتحسن الخواص الميكانيكية والفيزيائية للنسيج وقد ظهر ذلك من قيم قياسات قوة الشد والتغير اللوني للعينات سواء قبل المعالجة أو بعدها. لذا فإن هذه الدراسة تؤكد علي مدي فعالية مادة النانو سيليلوز فى تقوية المنسوجات الاثرية ولكن مع الابقاء على درجات الحرارة ثابتة عند درجة مناسبة لا تتسبب فى تلف مادة التقوية فى المستقبل خاصة وقد أوضحت كافة الفحوص البصرية واللونية التاثير السلبى للتقادم الحرارى على خصائص مادة التقوية .

---

[40]Shimazu.F and Sterling.C ,(1966), Effect of Wet and Dry Heat on Structure of Cellulose, food science publication, Vol.31, 4, P.548-551.

المراجع:

1. Volkel, L et al, (2017) Nano meets the sheet: Adhesive-free application of nano cellulosic suspensions in paper conservation, in Heritage Science, 53:3.
2. Salah.A, hamed .M,. Harby .A ,(2019), Challenges of Restoration and Storage of a weak Historical Textiles in Uncontrolled Museum Con-editions; Practical Applications, RESEARCH ARTICLE, Volume 5 - Issue 2
3. Velzen, B, (2006), A morphology of the tear: a first approach towards a general Terminology, Papier Restaurierung, 7(2):p.13–6.

٤. نبيل سعيد حامد، دراسة مقارنة للمواد والطرق المستخدمة فى تقوية المنسوجات الاثرية وتأثيرها على خواصها الفيزيائية والكيميائية تطبيقا على احد النماذج الايرانية، رسالة دكتوراة، كلية الاثار ، جامعة القاهرة ،ص ٥٨.

5. Kaur.p, et al, Nano cellulose: Resources, Physio-Chemical Properties, Current Uses and Future Applications. *Front. Nanotechnol.* 3:747329. doi: 10.3389/fnano.2021.747329.
6. Herawati, H (2019),Production Technology and Utilization of Nano Cellulose, IOP Conf. Series: Journal of Physics: Conf. Series 1295 , 012051
7. Ioelovich.M, Leykin.A (2008) , Structural investigations of various cotton fibers and cotton celluloses, Bioresources 3(1):170-177
8. Cherian,R.M,(2021), A review on the emerging applications of nano-cellulose as advanced coatings, Carbohydrate Polymers, 282(8):119-123

9. Bridarolli .A, Nechyporchuk .O, Odlyha. M, et el,(2018) Nano cellulose-based Materials for the Reinforcement of Modern Canvas-supported Paintings, STUDIES IN CONSERVATION, vol. 63, NO. S1, S332–S334.
10. Ding,Q and Zhang,P, (2021) Research on Cleaner Production Process of Nano-cellulose and Its Application in Paper Strengthening, Journal of Physics: Conference Series, p.1885.
11. Abdel-Kareem, O. M. A. (2005). The long-term effect of selected conservation materials used in the treatment of museum artefacts on some properties of textiles, Polymer Degradation and Stability, 87(1), p.121–130.
12. Brodin F.W, Gregersen,W, Syverud K, (2014), Cellulose nano fibrils: challenges and possibilities as a paper additive or coating material-a review. Nord Pulp Paper Res J, 29(1),p .156–66.
13. Saleh,S,(2013), Application of Nano-Cellulose in Textile, Journal of Textile Science & Engineering 03(04),p.42.
14. Ioelovich.M , Leykin, A, (2004), Nano-cellulose and its application, journal "Scientific Technological Advantages", Issues 3-4, Vol. 6, p.17-25.
15. Madani, A., Kiiskinen, H., Olsson, J. and Martinez, M. (2011): Fractionation of micro-fibrillated cellulose and its effects on tensile index and elongation of paper, Nord. Pulp Paper Research journal, 26 :(3),pp. 306-311.
16. Kim.k, (2019), Nanotechnology-based advanced coatings and functional finishes for textiles, Smart

Textile Coatings and Laminates (Second Edition), The Textile Institute Book Series, p. 189-203

17. Feng,Q, et al,(2017), The role of hydroxyl groups in inter chain interactions in cellulose Ia and I, international journal of quantum chemistry, Vol. 117, 10 , p.1-7.
18. Quero, F., Nogi, M., et al (2010). Optimization of the mechanical performance of bacterial Cellulose /poly (l-lactic) acid composites, Applied Materials & Interfaces, 2(1), p.321–330.
19. 1 France.K, Hoare.T, Cranston.E,(2017) Review of Hydrogels and Aerogels Containing Nano cellulose, Chem. Mater. 29, 11, 4609–4631
20. Ghodake.B et al ,(2022), An Insight into Formation and Characterization of Nano-Cellulose Prepared From Industrial Cellulosic Wastes, Journal of Polymers and the Environment 30(1).
21. Ibrahim, I et al,(2020), Nano cellulose synthesis and study its mechanical and degradation properties, AIP Conference Proceedings 2213.
22. Feller, R.L, (1994), accelerated aging, photochemical and thermal aspects, Getty conservation institution, p. 169.
23. Hebeish, A. et al,(2021), Mechanisms of degradation of cotton and effects of mercerization-stretching upon the course of these mechanisms, III. Heat treatments, 99, 1, p.93-116.
24. Hebeish.A, et al ,(1979), Effect of short thermal treatment on cotton degradation, journal of applied polymer, vol.22,issue .2 p.453-462
25. Chattopadhyay, D and Patel, B, (2016)Synthesis, Characterization and Application of Nano Cellulose

for Enhanced Performance of Textiles, Journal of Textile Science & Engineering 06(02).

26. Machnowski.W and Gubała.J, (2021) Evaluation of Selected Thermal Changes in Textile Materials Arising in the Wake of the Impact of Heat Radiation, Appl. Sci. 2021, 11(15), 6989.
27. Cheng. Z Et al, (2012), Research Progress in Nano-Cellulose Modification Advanced Materials Research, 627, p. 859-863.
28. Nechyporchuk.O, et al,(2018), On the potential of using nano cellulose for consolidation of painting canvases, Carbohydrate Polymers 194:161–169
29. Soykeabkaew, N.; Laosat, N, e al(2012). Reinforcing potential of micro- and nano-sized fibers in the starch-based bio composites, Composites Science and Technology, 72, 845
30. Nagalakshmaiah, M.; el Kissi, N.; Mortha, G.; Dufresne, A. (2016), Structural investigation of cellulose nanocrystals extracted from chili leftover and their reinforcement in cariflex-IR rubber latex Carbohydrate Polymer. 136, p. 945.
31. Allison A. Tajvidi.M and. Gardner.J (2016), Thermal stability of cellulose nanomaterials and their composites with polyvinyl alcohol (PVA). Journal of Thermal Analysis and Calorimetry , 1371-1386.
32. Vineeth, S. Gadhave, R. and Gadekar, P.(2019) Nano cellulose Applications in Wood Adhesives—Review. Open Journal of Polymer Chemistry, 9, 63-75 .
33. Herrera, M.A., Mathew, A.P. & Oksman, K.(2017), Barrier and mechanical properties of plasticized and cross-linked nano cellulose coatings

for paper packaging applications. Cellulose .24, 3969–3980.

34. Dufresne, A. (2019), Nano cellulose Processing Properties and Potential Applications. Current Forestry Rep 5, 76–89.

٣٥. سبتي، علي عبد المحسن عبادة واخرون(٢٠١٩)، قوية أوراق المخطوط باستخدام مشتقات السليلوز و النشأ و تأثير التقادم الحراري المعجل : (دراسة مقارنة، مجلة القادسية للعلوم الإنسانية، المجلد ٢٢، العدد ١ ، ص. ٧٠١-٧١٠.