جامعة القاهرة

كلية الآثار
الدراسات العليا
قسم الترميم

Cairo university
Faculty of archeology
Department of conservatioı

دراسة تجريبية لتأثير المستخلصات النباتية النانوية في المقاومة الفطرية للمنسوجات التاريخية تطبيقا علي بعض النماذج المختارة

Experimental study on the effect of Nano plant extracts used fungal resistance of historical textiles with application on a selected object

رسالة مقدمة لنيل درجة الماجستير في ترميم وصيانة الآثار

مقدمة من

محمد علي محمد قاسم

تحت إشراف

أ.م.د/ حربي عز الدين حسن أحمد النجار
استاذ مساعد ترميم وصيانة المنسوجات
قسم ترميم الأثار- كلية الأثار- جامعة القاهرة

أ.م.د/ مايسة محمد علي
استاذ مساعد -قسم ترميم الأثار- كلية الأثار- جامعة القاهرة

٢٠١٨

بسم الله الرحمن الرحيم

رَبِّ قَدْ آتَيْتَنِي مِنَ الْمُلْكِ وَعَلَّمْتَنِي مِن تَأْوِيلِ الْأَحَادِيثِ ۚ
فَاطِرَ السَّمَاوَاتِ وَالْأَرْضِ أَنتَ وَلِيِّي فِي الدُّنْيَا
وَالْآخِرَةِ ۖ تَوَفَّنِي مُسْلِمًا وَأَلْحِقْنِي بِالصَّالِحِينَ

صدق الله العظيم

سورة يوسف - الآية (١٠١)

الإهداء

إلى روحي ومن ملك خيالي..

(والدي)

إلى زهرة حياتي.. (والدتي)

إلى رفيقة دربي.. (زوجتي)

إلى.. (أولادي)

إلى من سكنوا روحي منذ بدايتها..

(اخوتي)

شكر وتقدير

أحمد الله الذي منّ عليّ بأهل العلم والفضل، الذين بذلوا من أوقاتهم النفيسة، ومن جهدهم الشيء الكثير، وساهموا بكل ما يستطيعون، من أجل أن يخرج هذا البحث في أجمل صورة وأحسن ترتيب، ولذا أجد لزاما عليّ أن أتوجه إليهم بأسمى آيات الشكر والتقدير.

فأتقدم أولا بخالص شكري وتقديري للدكتور/ **حربي عز الدين حسن أحمد**، أستاذ ترميم وصيانة الآثار المساعد، بكلية الآثار – جامعة القاهرة، على تفضله بالإشراف على هذه الرسالة، كما كان له الفضل في اختيار موضوع الدراسة، فضلا عن متابعته المثمرة وجهده البنّاء في إثراء هذا البحث، وسعة صدره لتقبل الأخطاء التي وقعت في هذا البحث، وتصويبها بأسلوب علمي رائع ومقنع يحقق سلامة البحث العلمي مما قد يشوبه وينقص قدره، دون الحط من الجهد الذي بذل فيه فأسال الله أن يمن عليه بوافر الصحة والعافية وأن يجعله عونا للباحثين والدارسين في حقل ترميم وصيانة الآثار.

كما أتقدم بخالص شكري وتقديري للدكتورة/ **مايسة محمد علي**، أستاذ ترميم وصيانة الآثار المساعد، بكلية الآثار – جامعة القاهرة، على تفضلها بالإشراف المشارك على هذه الرسالة، كما كان لها الأثر البالغ في إثراء هذا العمل من توجيهات طوال فترة إنجاز هذا البحث، جزاها الله عني خير الجزاء.

كما أدين بالشكر والتقدير إلى الأستاذ الدكتور/ **مصطفى عطية محي**، أستاذ ترميم وصيانة الآثار، ورئيس قسم ترميم الآثار السابق – كلية الآثار – جامعة القاهرة، والتي شرفني سيادته بقبول مناقشة هذه الرسالة جزاه الله خير الجزاء.

كما أتوجه بوافر شكري وتقديري إلى الأستاذ الدكتور/ **محمد السيد عبد العزيز**، أستاذ كيمياء الكائنات الدقيقة – بالمركز القومي للبحوث، والذي شرفني سيادته بقبول مناقشة هذه الرسالة جزاه الله خير الجزاء.

كما أتوجه بخالص الشكر والتقدير إلى الأستاذ / **مصطفى أبو الفضل**، مدير عام ترميم منطقة آثار طنطا، والأستاذ / **محمد بهى الدين** وجميع العاملين بالإدارة، والذين ساندوني أثناء إجراء الدراسة التطبيقية، مما كان له أثر بالغ في إتمام هذا الجانب من الرسالة على أكمل وجه.

كما أتوجه بخالص الشكر والتقدير إلى الدكتور/ **وائل صبرى** لما قدمه لي من خدمات جليلة في سبيل إتمام هذه الدراسة، جزاه الله عني خير الجزاء.

كما أود أن أتقدم بخالص الشكر والتقدير إلى الأستاذ الدكتور/ **محمود مرسي**، والأستاذة **رشا**، بمركز القياس والمعايرة، لما قدموه من مساعدة في إعداد القياسات للعينات التجريبية.

كما أود أن أشكر العاملين بمعامل التحاليل بالمركز القومي للبحوث، والعاملين بمركز بحوث وصيانة الآثار بالمجلس الأعلى للآثار، ، كما أتوجه بالشكر والتقدير إلى العاملين بقسم الدراسات العليا بكلية الآثار جامعة القاهرة أيضا.

كما أتقدم بخالص الشكر والتقدير لكل من شرفني بحضور هذه المناقشة، وأخيرًا لا يسعني إلا أن أتوجه بخالص شكري واعترافي لكل من ساهم معي بجهد– وإن كان يسيرًا – في إنجاز هذا البحث، فأسال الله أن يوفقنا جميعا لما يحبه ويرضاه.

فهرس الموضوعات

الموضوعات	رقم الصفحة
محتويات الدراسة	أ
فهرس الأشكال والصور والجداول	ح
المقدمة	ن
ملخص الرسالة	س
الهدف من الدراسة	ت
الدراسات السابقة	ذ
الفصل الأول **الكائنات الحية الدقيقة وطرق مقاومتها**	١-٣٢
مقدمةعن الكائنات الدقيقة	١
ماهية الفطريات	٢
طرق التغذية في الفطريات	٣
مناهج الحياة المختلفة بين الفطريات	٣-٤
العوامل التي تؤثر في نمو ونشاط الفطريات	٤-٥
البكتريا *Bacteria*	٥
أنواع البكتريا	٦
العوامل التي تؤثر على نشاط ونمو البكتريا	٦-٨
أنواع المنسوجات الأثرية	٨-٩
أهم أنواع الفطريات التي تؤثر على المنسوجات السليلوزية الأثرية	١٠-١٢
أهم أنواع البكتريا التي تؤثر على المنسوجات السليلوزية الأثرية	١٣
طرق التعرف على الكائنات الحية الدقيقة والتمييز بينها	١٣-١٤
تأثير الكائنات الحية الدقيقة على تلف المنسوجات السليلوزية الأثرية	١٥-١٨
الطرق المستخدمة لمكافحة النشاط الميكروبيولوجي	١٩
– الطرق الفيزيائية	٢٠-٢٢
الطرق الكيميائية	٢٣-٢٦
التحكم في الظروف البيئية للمنسوجات الأثرية	٢٧
الطرق التقليدية للتخلص من الفطريات على المنسوجات الأثرية	٢٧

عمليات التنظيف	٢٧-٢٩
أهم المواد المستخدمة في عمليات التنظيف الرطب	٣٠
أهم المواد المضافة للماء	٣٠
أهم الصوابين الشائع استخدامها	٣١
المنظفات الصناعية	٣١
التنظيف الجاف	٣٢
التجفيف*Drying*	٣٢
الفصل الثاني **إعداد العينات التجريبية**	٣٤-٧٧
البيئات المستخدمة فى عزل الفطريات وتنقيتها	٣٤
عزل الفطريات *isolation of fungi*	٣٥
حقن الوسط الغذائى بالمسحات الطبية التى تم عزلها من الخيوط الكتانية	٣٦-٣٧
اهم انواع السلالات الفطرية التى تم التعرف عليها	٣٨-٤٠
تاثير مضاد المستخلصات النباتية النانونية على النمو الفطرى	٤٠
عمل عزلات من منسوجات اثرية	
تحضير الجسيمات النانوية للكيتوزان	٤٠
تحضير الجسيمات النانوية الجيلاتينية	٤١
إعداد الجسيمات النانوية للكركم المحملة	٤١
دراسة تاريخية عن النسيج الفني في مصر	٤٢-٤٩
تقسيم الألياف المستخدمة في صناعة المنسوجات	٥٠
الألياف طبيعية*Natural Fibers*	٥٠
الألياف النباتية *vegetable*	٥٠
الخواص العامة المطلوبة في الشعيرات النسيجية	٥٠-٥١
دراسة أهم المواد الجافة الداخلة في صناعة النسيج	٥٢
الألياف النباتية	٥٢
الكتان *flax fibers*	٥٤-٥٦
خواص الكتان الطبيعية والكيميائية	٥٦-٥٧
التركيب الكيميائي	٥٧-٥٨
الأصباغ	٥٨

الشروط الواجب توافرها في أي مادة لتصلح كصبغة	٥٩
مصادر الأصباغ	٦٠
تصنيف الأصباغ *classification of dyes*	٦٠
أهم الأصباغ القديمة	٦١
الأصباغ الحمراء	٦١-٦٥
طرق استخلاص الصبغة	٦٢
الأصباغ الصفراء	٦٥
إعداد العينات التجريبية	٦٥
الصبغات المستخدمة في الدراسة	٦٦
أولا: الصباغة باستخدام الكركم	٦٦
استخلاص الصبغة	٦٦
الخطوات التمهيدية للصباغة	٦٧
الخطوات العملية للصباغة	٦٨-٧٠
استخلاص مادة الفوة وتجهيزها	٧١
صباغة العينات التجريبية	٧٢-٧٤
حمام الترسيخ	٧٤
حمام التصبين	٧٥
الفصل الثالث **دراسة كفاءة المستخلصات النباتية النانونية**	٧٨-١٠٥
التعريفات الخاصة بالنانو تكنولوجي	٧٨
١- بعض المفاهيم الهامة	٧٨
٢- تاريخ تقنية النانو	٧٩
٢-١ استخدامات النانو تكنولوجي قديما	٨٠
٣-١ الطرق الميكانيكية لتحضير مركبات النانو	٨٢-٨٥
٣-٢ الطرق الكيميائية لتحضير النانو	٨٥-٨٧
٤- خصائص بعض الجسيمات النانوية	٨٨
٥- التطبيقات في الحقل الأثري (المنسوجات والمواد النانوية):	٨٨-٩٢
٦- خصائص جزيئات النانو	٩٣
٧- استخدام المواد النانومترية في تقوية المنسوجات	٩٣

٨- الكيتوزان ذات البنية النانومترية (*Chitosan*)	٩٤
٨-٢ مميزات الكيتوزان ذات البنية النانومترية	٩٤
استخدام المستخلصات النانونية على العينات التجريبية	٩٥
١- عمل نموات ميكروبية على العينات التجريبية المجهزة	٩٥
٢- العينات التجريبية	٩٥- ٩٦
٣- عمل نموات ميكروبية على العينات التجريبية	٩٧- ٩٩
٤- دراسة كفائة المستخلصات النباتية النانونية فى القضاء على الاصابة الميكروبية (فطريات ،بكتريا)	١٠٠- ١٠٥
الفصل الرابع **دراسة تأثير المستخلصات النباتية النانونية على المنسوجات**	١٠٦- ١٤٦
١- تطبيق المستخلصات النباتية النانونية على المنسوجات	١٠٦
١-١ عملية التقادم الصناعى	١٠٧- ١٠٩
٢- دراسة تأثير المستخلصات النباتية النانونية على قوة الشد والاستطالة	١٠٩
٢-١ نتائج إختبارات قوه الشد والإستطالة للعينات الكتانية المصبوغة والمعالجة بالجيلاتين النانوى	١١٠
٢-٢ اختبارات قوه الشد والإستطالة للعينات الكتانية المصبوغة والمعالجة بالكيتوزان النانوى	١١١
٢-٣ نتائج إختبارات قوه الشد والإستطالة للعينات الكتانية المصبوغة والمعالجة بالفوة +جيلاتين النانوى	١١٢
٢-٤ نتائج إختبارات قوه الشد والإستطالة للعينات الكتانية المصبوغة والمعالجة بالفوة +الكيتوزان النانوى	١١٣
٢-٥ نتائج إختبارات قوه الشد والإستطالة للعينات الكتانية المصبوغة والمعالجة بالكركم +الجيلاتين النانوى	١١٤
٢-٦ نتائج إختبارات قوه الشد والإستطالة للعينات الكتانية المصبوغة والمعالجة بالكركم +الكيتوزان النانوى	١١٥
٣- دراسة تأثير المستخلصات النباتية النانونية على التغير اللون	١١٦
٣-١ نتائج إختبارات التغير اللونى للعينات الكتانية المصبوغة والمعالجة بالجيلاتين النانوى	١١٧
٣-٢ نتائج إختبارات التغير اللونى للعينات الكتانية المصبوغة والمعالجة بالكيتوزان	١١٨-١١٩

النانوى	
٣-٣ نتائج إختبارات التغير اللونى للعينات الكتانية المصبوغة والمعالجة بالفوه جيلاتين	١٢٠-١٢١
٣-٤ جدول نتائج التغير اللونى للعينات الكتانية المصبوغة والمعالجة بالفوه الكيتوزان	١٢٢-١٢٣
٣-٥ نتائج إختبارات التغير اللونى للعينات الكتانية المصبوغة والمعالجة بالكركم +جيلاتين	١٢٤-١٢٥
٣-٦ نتائج إختبارات التغير اللونى للعينات الكتانية المصبوغة والمعالجة بالكركم +كيتوزان	١٢٦-١٢٧
٤- دراسة تأثير المستخلصات النباتية النانونية على الشكل المورفولوجى للألياف من خلال SEM٠	١٣٢
٤-١ تأثير مستخلص الجيلاتين على الشكل المورفولوجى	١٣٢
٤-٢ تأثير مستخلص الكيتوزان على الشكل المورفولوجى	١٣٣
٤-٣ تأثير مستخلص الفوه+ الجيلاتين على الشكل المورفولوجى	١٣٣
٤-٤ تأثير مستخلص الفوه +كيتوزان على الشكل المورفولوجى	١٣٤ -١٣٥
٤-٥ تأثير مستخلص الكركم + جيلاتين ، الكركم +كيتوزان على الشكل المورفولوجى	١٣٥ -١٣٦
٥- دراسة تأثير المستخلصات النباتية النانونية على المجموعات الوظيفية من خلال تحليل FTIR٠	١٣٧ -١٤٦
الفصل الخامس **مناقشة نتائج الفحوصات والتحاليل الخاصة بالجانب التجريبي**	١٤٧ -١٥٨
١- نتائج اختبارات المستخلصات النباتية النانونية على الفطريات والبكتريا	١٤٧
٢- الخواص الميكانيكية (قوة الشد والإستطالة)للعينات الكتانية التجريبية	١٤٨
٢-١ تأثيرقوى الشد والإستطالة على العينات التجريبية المعالجة بالمستخلصات النباتية النانوية قبل التقادم وبعد التقادم الحرارى :	١٤٨ -١٥٤
٣- استنتاجات التغير اللونى لعينات الكتان التجريبية المعالجة بالمستخلصات النانونية قبل وبعد التقادم	١٥٤ -١٥٦
٤- استنتاجات الشكل المورفولوجى لعينات الكتان التجريبية المعالجة بالمستخلصات النانونية قبل وبعد التقادم	١٥٧
٥- استنتاجات(FTIR)التحليل الطيفى لعينات الكتان التجريبية المعالجة بالمستخلصات النانونية قبل وبعد التقادم	١٥٨

الفصل السادس **تطبيق المستخلصات النباتية النانونية على نماذج أثرية**	١٦١- ١٩١
أولاً: التسجيل والدراسة الاثرية للقطعة الاثرية المختارة	١٦١
١- الوصف الاثرى	١٦١
٢- التسجيل الفوتوغرافى للقطعة	١٦٤
٣- الفحص البصرى	١٦٤
٤- الفحوص العلمية	١٦٦
ثانيًا: عمليات الترميم والصيانة	١٦٧
١- عمليات ازالة الترميم السابق	١٦٨
٢- عمليات التثبيت المبدئي	١٦٨
٣- التنظيف الميكانيكى للقطعة	١٦٩
٣-١ التنظيف السطحي	١٦٩
٣-٢ التنظيف باستخدام الفرش	١٧٠
٣-٣ التنظيف باستخدام النافخ الهوائي	١٧١
٣-٤ التنظيف باستخدام المكانس الكهربائية	١٧١
٤- اختبار حساسية الالوان للقطعة وتثبيتها	١٧٢
٥- التنظيف الرطب وازالة البقع	١٧٢
٥-١ أهم المواد المستخدمة في عمليات التنظيف الرطب	١٧٢
٥-١-أ التنظيف بالماء	١٧٢
٥-١-ب التنظيف بالماء مضافا إليه بعض المواد المساعدة	١٧٣
٥-٢ أهم المواد المضافة للماء	١٧٣
٦- تجفيف القطعة	١٧٤
٧- التعقيم النهائي للقطعة الأثرية المختارة ولفترينة العرض الخاصة بها	١٧٥
٧-أ التثبيت النهائى	١٧٦
٧-ب تقوية المنسوجات الضعيفة على حامل	١٧٦
٧-ج تقوية العباءةباستخدام شغل الإبرة	١٧٧
٧-د طرق إعداد الحامل	١٧٨
٨- مرحلة العرض	١٨٠
القطعة التاريخية الثانية	١٨١

١- الوصف الأثرى	١٨١
٢- التسجيل الفوتوغرافى للقطعة	١٨٢
٣- الفحص البصرى	١٨٢
٤-الفحوص العلمية	١٨٤
عمليات الترميم والصيانة	١٨٥
التعقيم النهائي للقطعة الأثرية المختارة ولفترينة العرض الخاصة بها	١٨٨
النتائج والتوصيات	١٩٢
قائمة المراجع	١٩٤

فهرس الأشكال والصور

الشكل	الموضوع	رقم الصفحة
١	تقسيم الألياف الطبيعية حسب مصدرها	٨
٢	التركيب الجزيئي للسليلوز	٩
٣	الأنواع الشائعة للفطريات على المنسوجات الأثرية وتأثيرها على الألياف	١١
٤	شكل التلف الحيوي السطحي لألياف السليولوز بواسطة فطر	١٢
٥	شكل التلف الحيوي السطحي لألياف السليولوز بواسطة فطر	١٢
٦	شكل التلف الحيوي السطحي لألياف السليولوز بواسطة فطر	١٢
٧	الأنواع الشائعة للبكتريا على المنسوجات الأثرية وتأثيرها على الألياف	١٣
٨	الطرق المختلفة المستخدمة في فحص ألياف الكتان قبل وبعد إجراء عمليات التقادم للألياف	١٣
٩	أحد قطع المنسوجات الأثرية ويظهر عليها التلف الفطري في شكل بقع بيضاء	١٧
١٠	فحص أحد ألياف الكتان بالميكروسكوب الإلكتروني الماسح والمصابة بفطر البنسليوم	٢٠
١١	الغرفة المخصصة لأشعة جاما.	٢١
١٢	الغرفة المستخدمة للتبخير	٢٢
١٣	جدول يوضح المميزات والعيوب للطرق الفيزيائية والميكانيكية المستخدمة للتخلص من التلف الميكروبيولوجي	٢٥
١٤	جدول يوضح مكونات الوسط الغذائى لنمو الفطريات	٣٥
١٥	أشكال اطباق بترى	٣٦
١٦	جهاز الاوتوكلاف للتعقيم	٣٧
١٧	جدول لانواع السلاسل الفطرية المهيمنة على النسيج الاثرى	٣٨
١٨	*Aspergillus niger*	٣٩
١٩	*asperagillus fumigates*	٣٩
٢٠	*Candida Albicans*	٤٠
٢١	شكل ألياف القطن عند الفحص أسفل	٥٣
٢٢	شكل ألياف القنب عند الفحص أسفل الميكروسكوب	٥٣

٢٣	شكل ألياف الجوت عند الفحص أسفل الميكروسكوب	٥٤
٢٤	شكل ألياف الكتان عند الفحص أسفل الميكروسكوب	٥٦
٢٥	عملية إعداد عينات القماش	٦٩
٢٦	عملية وزن عينات القماش	٦٩
٢٧	عملية غسيل الكتان	٧٠
٢٨	عملية غسيل الكتان بالماء والصابون	٧٠
٢٩	وضع الكتان في حوض الصباغة	٧١
٣٠	تنظيف مادة صبغة الفوه	٧١
٣١	تصفية المحلول الصبغي من الرواسب	٧٣
٣٢	عملية صباغة عينات الكتان	٧٣
٣٣	عملية صباغة عينات الكتان	٧٤
٣٤	عملية صباغة عينات الكتان	٧٤
٣٥	تجهيز حمام الترسيخ	٧٥
٣٦	تجهيز حمام الترسيخ	٧٥
٣٧	القماش بعد عملية الصباغة	٧٦
٣٨	صباغة الكتان بصبغة الفوة	٧٧
٣٩	رسم تخطيطي يوضح صفا أفقيا مكونا من ١٣ ذرة من ذرات الهيدروجين	٧٨
٤٠	الفرق بين طرق تصنيع المركبات النانونية	٨١
٤١	طريقة الوصول للحجم النانوني	٨٢
٤٢	تحضير مركبات النانو بواسطة الطريقتين	٨٢
٤٣	تحضير المركبات النانونية بواسطة الاستئصال الليزري أو الذري	٨٤
٤٤	طريقة تحضير المركبات النانونية عن طريق النقل	٨٤
٤٥	طريقة تحضير المركبات النانونية عن طريق الترسيب الكهربي	٨٥
٤٦	كيفية تكوين الـ *Aerogel*، عن طريق تقنية السول – جل	٨٦
٤٧	ملخص للطرق المستخدمة في تحضير المركبات النانونية	٨٧
٤٨	أحد ألياف المنسوجات قبل المعالجة بنانوفوه محملةعلى جيلاتين وبعد التقادم الصناعي ٧٢ساعة	٩٠
٤٩	أحد ألياف المنسوجات قبل المعالجة بنانو الفوه محملة على كيتوزان قبل التقادم الصناعي	٩٠

٥٠	أحد ألياف المنسوجات قبل المعالجة بنانو الفوه محملة على كيتوزان وبعد التقادم الصناعي ٧٢ ساعة	٩١
٥١	أحد ألياف المنسوجات قبل المعالجة بنانو الفوه محملة على الفوه جيلاتين وبعد التقادم الصناعي ٧٢ ساعة	٩١
٥٢	يوضح تاثير المضاد على *Aspergillus niger*	٩٢
٥٣	تجهيز العينات التي سيتم أخذ عينات ميكروبية منها	٩٥
٥٤	فرد العينات بعد تطبيق مستخلص النانو عليها وقبل إجراء عمليات التقادم الصناعي لها.	٩٦
٥٥	مكونات الوسط الغذائى لنمو البكتريا	٩٨
٥٦	مكونات الوسط الغذائى للفطر	٩٨
٥٧	كفائة المستخلصات النانونية على البكتريا والفطر	٩٩
٥٨	كفائة المستخلصات النانونية على البكتريا والفطر	٩٩
٥٩	كفاءة المستخلصات فى القضاء على الفطريات	١٠٠
٦٠	تاثير مستخلص الجيلاتين ١% على الفطريات	١٠٠
٦١	تاثير مستخلص الجيلاتين ٣% على الفطريات	١٠١
٦٢	تاثير مستخلص الكيتوزان١% على الفطريات	١٠١
٦٣	تاثير مستخلص الكيتوزان٣% على الفطريات	١٠٢
٦٤	كفاءة المستخلصات فى القضاء على الفطريات والبكتريا	١٠٣
٦٥	تنظيف أحد المنسوجات بالمستخلصات النباتية المكونة من النانو	١٠٤
٦٦	تاثير المضاد على *C. albican*	١٠٤
٦٧	يوضح تاثير المضاد على *S.aueus*	١٠٥
٦٨	تاثير المضاد على *Aspergillus fumigates*	١٠٥
٦٩	فرد العينات بعد تطبيق مستخلص النانو عليها وقبل إجراء عمليات التقادم الصناعي لها	١٠٦
٧٠	شكل Aيوضح جهاز التقادم الحرارى ،D،B العينات قبل عملية التقادم الحرارى،Cيوضح العينات داخل جهاز التقادم الحرارى	١٠٨
٧١	شكل العينات بعد عملية التقادم الحرارى	١٠٩
٧٢	قوى الشدوالإستطالة على العينات المعالجة بالجيلاتين النانوى	١١٠
٧٣	قوى الشد على العينات المعالجة بالجيلاتين النانوى	١١٠