استخدام (Gel-Agaros) في إزالة التأثير المتلف للاصق القديم – تطبيقًا على كتاب "الحضارة المصرية" لغوستاف لوبون من أوائل القرن العشرين

Use Gel-Agaros to remove the damaging effect of old adhesive, Applied on the book "Egyptian Civilization." by Gustave Le Bon from the early twentieth century

إعداد

أحمد حسني عبدالعال

دكتوراة تخصص ترميم

كلية الفنون الجميلة جامعة المنيا

٢٠٢٤م

الملخص:

تؤثر أشرطة اللواصق القديمة **Old Adhesive Tapes (OAT)** على سلامة وعدم قدرة قراءة الرسومات والأعمال الفنية الورقية، كما يصعب إزالة أشرطة اللصق عن العمل الورقي بسبب تغلغل واتحاد المادة اللاصقة مع مكونات الورق كيميائيا بجانب الحساسية المفرطة لكل من الورق والحبر والأصباغ للمذيبات والأدوات المستخدمة في عمليات الإزالة والترميم، ولذلك نقدم في هذا البحث دراسة لكيفية إزالة أشرطة اللواصق القديمة**OAT**، استنادًا على إضافة المذيبات العضوية بالمواد الهلامية **(الجل)**، فأجرينا معالجة بإزالة مجموعة من الدعامات **OAT** باستخدام الإزالة الميكانيكية مع تنظيف تأثير المادة اللاصقة باستخدام **(جل الأجاروز)** على كتاب ورقي مطبوع من أوائل القرن العشرين يحتوي على أنواع مختلفة من الاشكال الفنية **(كتابات ورسومات)**، وقد راقبنا قدرة الهلام العضوي **(جل الأجاروز)**على التنظيف وإزالة تأثير اللاصق القديم من المخطوط، فتبين عدم إصابة الكتاب بأي مظهر من مظاهر التلف المصاحبة للإزالة مثل نزيف الأحبار أو تنقل المادة المذابة اللاصقة وانتشارها في عموم الورق، وذلك بفضل قدرة المادة الهلامية على الاحتفاظ بالمذيب واستخدامه كعلاج موضعي، وتم تقييم المعالجة المستخدمة بعدة قياسات وفحوصات قبل وبعد المعالجة (التحليل باستخدام الاشعة تحت الحمراء، قياس درجة الحموضة، قياس زاوية الاتصال، الفحص بميكروسكوب الهاتف الخلوي، قياس التغير اللوني) حيث ثبت أن المعالجة باستخدام **(جل الأجاروز)** أداة فعالة لإزالة التأثيرات المتلفة للواصق القديمة، وأنهينا العمل بإعادة لصق القَطع المزال عنه اللاصق القديم باستخدام **(كربوكسي ميثيل سيليولوز)**، فسمح لنا ذلك التغلب على قيود أساليب التنظيف التقليدية لتأثير اللواصق القديمة على المخطوط.

الكلمات الدالة: اللواصق، جل الأجاروز، كتاب الحضارة المصرية، الترميم.

Abstract:

Old Adhesive Tapes (**OAT**) affect the integrity and inability to read drawings and paper artwork. It is also difficult to remove adhesive tapes from paperwork due to the penetration and chemical combination of the adhesive with the paper components, in addition to the excessive sensitivity of the paper, ink and dyes to the solvents and tools used in the processes of removal and restoration. Therefore, in this research,

we present a critical look and scientific methodological expansion for removing old **OAT** adhesive tapes, based on the addition of organic solvents to gels. We conducted treatment by removing a group of **OAT** supports using mechanical removal while cleaning the effect of the adhesive using (**agarose gel**) on a book Printed paper from the early twentieth century containing different types of artistic forms (**writings and drawings**). We monitored the ability of the organic gel (**agarose gel**) to clean and remove the effect of old adhesive from the manuscript. It was found that the book did not suffer from any signs of damage associated with removal, such as ink bleeding. Or the adhesive dissolved material is transferred and spreads throughout the paper, thanks to the ability of the gelatinous material to retain the solvent and use it as a topical treatment. The treatment used was evaluated using several measurements and examinations before and after treatment (**infrared analysis**, **pH measurement**, **contact angle measurement**, **examination with a telephone microscope**) **Cellular**, **color change measurement**) as it has been proven that treatment using (**agarose gel**) is an effective tool for removing the effect of old adhesives, and we finished the work by re-gluing the pieces from which the old adhesive was removed using (**carboxymethyl cellulose**). This allowed us to overcome the limitations of traditional cleaning methods due to the effect of old adhesives on the manuscript.

Key Wards: Gel-Agaros.Old adhesive. Gustave Le Bon

١- المقدمة:

تخبرنا الأدلة التاريخية أن اللواصق أصبحت متاحة تجاريًا منذ أواخر عشرينيات القرن العشرين، كما أصبحت أشرطة اللصق الحساسة للضغط (**OAT**) أداة شائعة تستخدم في المتاحف والمكتبات لإصلاح مجموعات التراث الثقافي وحمايتها [١]. ويحتوي **OAT** على هيكل متعدد الطبقات عبارة عن مادة لاصقة حساسة للضغط وطبقة داعمة ومكونات ثانوية مما يضمن سهولة فتح الشريط اللاصق [٢]. وأكثر المواد اللاصقة ضررا والتي يتم مواجهتها بشكل متكرر في الأعمال الفنية الورقية هو شريط خلات السيليولوز، حيث يحتوي على مواد لاصقة ذات أساس مطاطي طبيعي أو صناعي تتأكسد بمرور الوقت حتى تتحول إلى اللون الأصفر،

ولأنها مادة زيتية تخترق الركيزة السليلوزية فتتحد كيميائيا مع المركبات الورقية، وفي مراحل التحلل والتلف النهائي تتحول المادة اللاصقة إلى اللون البني الداكن، بحيث تتبلور وتصبح صلبة وهشة وتفقد قدرتها على الالتصاق؛ إلى جانب ذلك في بعض الأحيان تؤثر على الأحبار بالأعمال الورقية كأحبار الطباعة، مما يؤدي إلى نزيفها وانتشارها وتغمقها، وبالتالي صعوبة إمكانية قراءة الأعمال الفنية وتفسيرها[3].

تهدف الدراسة إلى: تقييم فاعلية اسلوب التنظيف باستخدام **(جل الأجاروز)**، وتسليط الضوء على تحضير المواد الهلامية المحملة بالمذيبات العضوية، وكذلك تقييم الاستخدام الآمن في الأعمال الفنية الورقية المطبوعة التي تمثل تحديًا كبيرًا، والتي تحتوي على مكونات حساسة وظروف عمل صعبة مثل وجودOAT بشكل مباشر على الزخارف معقدة الرسومات، وإزالة الأشرطة اللاصقة في مثل هذه الحالات تحتاج لمهارة خاصة.

١-١-أنواع وتاريخ ظهور اللواصق: الشريط اللاصق تم استخدامه لأول مرة في عام **١٨٤٥ م** من قبل الجراح الدكتور "**هوراس داي**" الذي ابتكر أول شريط لاصق جراحي باستخدام مزيج من المطاط الهندي وصمغ الصنوبر **(الراتنج اللاصق)** وزيت التربنتين **(المذيب)** وبعض المركبات المالئة فقام بتطبيق الخليط على شرائح من القماش [٤] [٥]، والتطبيق التالي للشريط اللاصق جاء في صناعة طلاء السيارات عام **١٩٢٠م** عن طريق شركة مينيسوتا للتعدين والتصنيع **(3M)** بتطوير شريط جديد لاصق مع دعامة ورقية مطلية بمادة لاصقة مطاطية وزيوت مختلفة وراتنجات تناسب متطلبات صناعة طلاء السيارات. وقام "**جورلي درو**" عام **١٩٢٥م** باستبدال مكون اللاصق المطاطي الطبيعي بمخاليط ذات أساس اصطناعي مع ظهر شفاف جديد يسمى شريط "**السلوفان**" [٦]. وفي **خمسينيات** القرن العشرين تم استخدام "**خلات السيليولوز**" كبطانة للأشرطة، مع استخدام البوليمرات الاصطناعية الممزوجة بالراتنجات كمواد لاصقة من **ماركة سكوتش**. وفي أقل من **ستين عامًا** قامت شركة **3M Company** وحدها بتصنيع **١٠٠٠** شريط مختلف أشهرهم Filmoplast Pو Filmoplast P90[٧].

١-٢- شكل طبقات اللواصق: هيكل طبقات الشريط اللاصق يتكون من أربع طبقات كالتالي:

•**الطبقة الأولى (الكتلة اللاصقة):** تتكون عادة من المطاط الطبيعي أو الاصطناعي التي تم استخدامها بدلاً من المطاط الطبيعي أثناء نقصه خلال الحرب العالمية الثانية مثل البولي

إيزوبرين والستايرين بوتادين [٨] أو بوليمر الأكريليك، والذي يشكل أساس المادة اللاصقة الحساسة للضغط، وتحتوي هذه الطبقة على مجموعة متنوعة من المُلدِنات، مثل: الزيوت المعدنية، اللانولين، الفثالات، والفوسفات التي تجعل المطاط الاصطناعي أكثر ليونة ومتوافق مع الأسطح التي يتم تطبيق المادة اللاصقة الحساسة للضغط عليها، وأخيرًا تتم إضافة مضادات الأكسدة لتثبيت المواد اللاصقة الحساسة للضغط ضد الحرارة والضوء والأكسدة [٩].

• **الطبقة الثانية (البطانة أو الحامل):** تكون هذه الطبقة مصنوعة من ورق فويل، أو ورق كريب يشبه الورق، أو قماش مثل القماش المنسوج، أو السلوفان الشبيه بالفيلم، أو خلات السليلوز، أو كلوريد البولي فينيل الملدن، أو البوليستر، أو أي عدد من هذه الطبقات وغيرها من المواد المرنة التي يمكن تقويتها [١٠].

• **الطبقة الثالثة (The Primer Coat):** هذه الطبقة أقل شفافية، ولكنها لها أهمية كبيرة، فهي تقع بين الطبقة اللاصقة والطبقة الخلفية لضمان التصاق جيد بينهما، وتتكون من اللدائن الطبيعية أو الاصطناعية وتحتوي على بعض المواد اللاصقة مثل الراتنجات أو الصنوبريات، وهي مواد صلبة هشة تضفي خاصية "**الالتصاق السريع**" للمواد المطاطية، وتشكل **٥٠-٧٥%** من المخلوط ذي الأساس المطاطي [١١].

• **الطبقة الرابعة (طبقة التحرير):** يتم تطبيقها على جانب الطبقة الخلفية البعيدة عن الكتلة اللاصقة، بحيث يمكن فك اللفة دون ترك أي مادة لاصقة متبقية[12] .

١-٣-أنواع تلف اللواصق: - تغير لون المادة اللاصقة واصفرارها: يحدث ذلك بمرور الوقت، بحيث تتحول إلى بقع بنية. ويشير اللون البني إلى أن المادة اللاصقة أصبحت كيميائيًا جزءًا من الورق[13] ومن مظاهر التلف الأخرى

- **لزوجة المادة اللاصقة** وتزيتها تؤثر في تبقع الورق وتشوه مظهر سطح الورق [14].

- **تصلب وهشاشة المادة اللاصقة:** تحدث في المرحلة النهائية من التدهور، بحيث تزداد درجة الأكسدة عندما تبدأ "**الهيدروبيروكسيدات أو المواد شديدة الأكسدة**" في التحلل إلى "**منتجات أكسدة**" متطايرة، مثل: ثاني أكسيد الكربون، والماء، والفورمالدهيد، وحمض الفورميك المتلف للورق [15].

– **التقصف، التكسر، التمزق، والتموج للورق** وكذلك نزيف الأحبار عوامل في المرحلة الأخيرة من تلف المادة اللاصقة. ويحدث ذلك نتيجة لاختلاف قوة الشد بين الورق والشريط اللاصق؛ على سبيل المثال، يميل السلوفان وهو مادة استرطابية إلى الانكماش إذا تعرض لدرجات حرارة مختلفة ومستويات مختلفة من الرطوبة، فيتكسر الورق أو يتمزق بسبب انكماش شريط السلوفان. كما يحدث نزيف الأحبار نتيجة للتفاعل بين مذيب المادة اللاصقة مع الأحبار، مما يسبب تغييرات تؤدي إلى اختلافات لونية وهجرة اللون **(النزيف)** [16].

– **حموضة الورق:** تأتي من المنتجات الحمضية التي يتم امتصاصها من الشريط اللاصق والراتنجات الحمضية المرافقة [17].

١–٣–١– آلية تدهور الشريط اللاصق: عملية تدهور الشريط اللاصق تتم على ثلاثة مراحل:

أ– مرحلة الحث التأكسدي: خلال هذه الفترة، تحدث تغيرات كيميائية تزداد فيها لزوجة المادة اللاصقة ليكون الشريط من السهل إزالته نسبيًا [18]

ب– مرحلة الأكسدة: تتميز هذه المرحلة بزيادة الأكسدة فتصبح الكتلة اللاصقة لزجة وزيتية للغاية، حيث تبدأ المادة اللاصقة بالتحول للون الأصفر، ونتيجة للزيتية تهاجر الكتلة اللاصقة وتنتقل لاحقاً للورقة الملاصقة .ومن ثم تؤثر على بعض الوسائط، خاصة الرسومات وأحبار الطباعة – مما يؤدي إلى نزيفها.[19]

جـ– المرحلة المتشابكة للمادة اللاصقة: تظهر بعد تغلغل المادة اللاصقة داخل سطح الورق؛ فتفقد تدريجيا خصائص اللاصق، وتصبح صلبة وهشة ومشوهه، وبمجرد الوصول إلى هذه الحالة، تكون البقعة التي تم إنشاؤها من صعب إزالتها بالمواد التقليدية[20] .

١–٤– طرق تنظيف تأثير اللواصق:

– إزالة الأشرطة الحساسة للضغط

– التقنيات التقليدية لإزالة الأشرطة الحساسة للضغط هي الأساليب الشائعة المستخدمة في معظم المكتبات ومختبرات الترميم، مثل: التطبيق الذي يجمع بين الإزالة الميكانيكية مع استخدام المذيبات.

– التنظيف الميكانيكي:

يمكن استخدام التنظيف الجاف الميكانيكي كخطوة أولية بحيث تتم بإزالة الشريط اللاصق ثم التعامل مع المادة اللاصقة باستخدام التقنيات الجافة كاستخدام الحرارة مع المراعاة والعناية الكبيرة اثناء الاستخدام، حتى نسمح للحرارة الناتجة على السطح بانفصال اللاصق عن الورق مع تخفيف كتلة المادة اللاصقة وإزالتها بالجفت، أو بورق الصنفرة والممحاة وغيرها من الأدوات التي يتم فرك المادة اللاصقة بها ثم إزالتها.

وتتلخص عيوب التنظيف الميكانيكي في النقاط التالية:

– ارتفاع درجة الحرارة قد يخترق ألياف الورق ومن ثمّ تأثرها أو تعرضها للحرق.

– استخدام ورق الصنفرة أو الممحاة يمكن أن يسبب التمزقات، أو التجاعيد، أو التآكل في ألياف الورق مما يؤدي التآكل إلى تشوه الوثيقة[21] .

– التنظيف باستخدام المذيبات:

المذيبات هي مواد مهمة للمرمم إذا تم استخدامها بعناية فهي تحقق نتائج رائعة مثل استخدام التولوين وثنائي كلورو ميثان. ولكن هناك بعض المخاطر عند استخدام هذه المذيبات مثل:

– فرق التمدد والانكماش في مساحة الورق بسبب سرعة جفاف المنطقة المعالجة.

– ترك بعض هذه المذيبات بقع زيتية على الورق.

– تسبب المذيبات في تليين المواد الرابطة للحبر والاصباغ ويسبب ذلك ما يعرف بنزيف الحبر[22].

– التنظيف باستخدام الكمادات، أو التعرض لأبخرة المذيبات:

ميزة العمل بهذه الطريقة أنه يكون في غير حاجة إلى الإزالة الميكانيكية وهو علاج بطيء مكون من غرفة تحتوي على نشافة مبللة بالمذيبات في وعاء زجاجي صغير، يتم تثبيتها بإحكام فوق المنطقة المراد علاجها.

– تقنية الغمر والترطيب:

تعتبر تقنية الغمر هي الطريقة الأكثر فاعلية لإزالة الأشرطة إذا كانت الوسائط والورق غير حساسة للماء أو المذيبات ومع ذلك، ففي كثير من الأحيان تسبب إذابة بعض الوسائط والأحبار [23].

– تقنيات متقدمة لإزالة الأشرطة الحساسة للضغط:

المواد الهلامية "الجل":

عبارة عن تركيبة ذات أساس مائي مكثف بمادة البوليمر أو غيرها من المواد ذات الوزن الجزيئي العالي، ومحمل عليه مركبات التنظيف"**المذيبات النشطة**"وهناك العديد من التصنيفات للمواد الهلامية، مثل تصنيفها كمواد هلامية طبيعية أو اصطناعية، أو تصنيفها كهيدروجيل وجل عضوي أو وفقا للوسط السائل في شبكة البوليمر، وتتميز المواد الهلامية وخاصة "**الأجاروز**" بأنها مادة عكسية من الممكن إعادة إذابتها مرة أخرى وإعادة استخدامها كما تتميز بقدرتها على امتصاص البقع بشكل موضعي[24] .

٢- المواد والطرق:

٢-١- المواد:

٢-١-١- الكتاب موضوع العمل التطبيقي:

شكل رقم (١) الكتاب التطبيقي – تصوير الباحث.

شكل رقم (٢) اللواصق القديمة بالكتاب التطبيقي – تصوير الباحث.

كتاب " **الحضارة المصرية** " للكاتب الفرنسي "**غوستاف لوبون**" وهو طبيب ومؤرخ فرنسي اهتم بالحضارة المصرية والإسلامية ولد ١٨٤١م وتوفى١٩٣١م بفرنسا، وقد ترجم الكتاب عن الفرنسية بواسطة "**صادق رستم**" محرر بجريدة البلاغ في هذا الوقت، وتمت طباعة الكتاب

بالمطبعة العصرية لصاحبها "**إلياس أنطون إلياس**" عام **١٩٢٤م**، وموضوع كتاب "**الحضارة المصرية**" عن مجد الحضارة المصرية القديمة وعوامل قيام هذه الحضارة العريقة، عدد صفحات الكتاب **١٥٨** صفحة بمقاس **١٦x٢٤ سم** مطبوع كامل بالحبر الأسود يتخلله صفحات بها رسومات توضيحيه، والغلاف من الورق المقوى. الكتاب التطبيقي لهذه الدراسة نسخة أصلية من مكتبة مركز المخطوطات – جامعة المنيا.

٢-١-٢- طرق الترميم:

٢-١-٢-١- الإزالة الميكانيكية لشريط اللاصق:

ازلنا شريط اللاصق ميكانيكيا باستخدام **(المشرط والجفت)**.

٢-١-٢-٢- التنظيف باستخدام "جل الأجاروز" Gel Agaros

استخدمنا مادة هلامية "**الأجاروز agarose sol-gel**" لتنظيف تأثير اللاصق القديم، حيث يتم استخراج الأجاروز من أنواع مختلفة من الطحالب، ويتم تسويقه في عبوات من خليط الأجاروز والأجاروبكتين بنسب متفاوتة حسب نوع الطحالب وعملية التصنيع[25] ، وفي دراستنا استخدمنا "**أجاروز**" مصنع من شركة " **Vivantis**" وتم تحضيره بخلط الأجاروز بنسبة **١-٥%** بالوزن في محلول مائي مقطر وتم تسخينه حتى **٨٥°** درجة مئوية، ثم تبريده في درجة حرارة الغرفة[26] ، من ذلك استطعنا الحصول على هلام ذو تركيز وسمك مناسب، ثم تم إضافة **(الايثانول والتولوين)** في شكل قطرات صغيرة على الهلام مع التقليب الجيد حتى حصلنا على قوام مناسب للعمل [27].

٢-١-٢-٣- اعادة لصق القَطع بالصفحة التطبيقية للكتاب باستخدام كربوكسي ميثيل سيلولوز:

استخدمنا كربوكسي ميثيل سيلولوز(**CMC**) Carboxymethyl cellulose في إعادة تجميع القَطع بالجزء الورقي بعد إزالة اللاصق القديم منه وذلك بإضافة ١٠ جم من مسحوق كربوكسي ميثيل سيلولوز إلى ماء فاتر بنسبة ٧٠% نسبة المسحوق للماء والخلط جيدا حتى يصبح القوام مناسب للاستعمال واللصق[28] .

٢-٢- طرق الفحص والتحليل:

٢-٢-١- التحليل بالأشعة تحت الحمراء FTIR لمعرفة نوع اللاصق المستخدم، وتم استخدام جهاز من ماركة

Nicolet Nexus 870 FTIR spectrometer with a Golden Gate diamond cell was used; spectra were collected with a mercury cadmium telluride detector (MCT, sam- pling area of 150 μm2), averaging 128 scans in the 4000–650 cm^{-1} range, with a spectral resolution of 4 cm^{-1}

٢-٢-٢- قياس درجة الحموضة (PH)

تم قياس قيم الأس الهيدروجيني وفقًا للمرجعية ISO 6588-1 وحساب متوسط لأربع قراءات مختلفة مع عمل مقارنة بين المنطقة المتصلة بالمادة اللاصقة وحموضة الورق الأصلي غير متصل بالمادة اللاصقة بالكتاب التطبيقي[29] ، الجهاز بمعمل قسم الترميم – كلية الفنون الجميلة – جامعة المنيا.

٢-٢-٣- قياس زاوية الاتصال Contact Angle

تم قياس زوايا تماس العينات مع الماء المقطر باستخدام محلل زاوية التلامس موديل **T200**، المصنع بواسطة شركة **Biolin Scientific** والموجود بمركز النانو بجامعة القاهرة بالشيخ زايد، وكانت كمية الماء المقطر **٤,٥** ميكرومتر وتم قياس الزمن بـ **٩** ثواني[30] .

٢-٢-٤- الفحص باستخدام ميكروسكوب الهاتف الخلوي OM

استخدمنا مجهر الهاتف الخلوي**Cell Phone Microscope** (**٦٠x**) في فحص المظهر السطحي للورق وتأثير اللاصق قبل وبعد الإزالة [31].

٢-٢-٥- قياس التغير اللوني Color Change

استخدمنا **Color Math Application** لكشف قيم **ΔE** للعينات التجريبية قبل وبعد المعالجة حيث:$\Delta E\sqrt{(\Delta l)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2}$

ΔE يمثل التغير في اللون، l,a,b مساحة اللون القابلة للتغيير[32].

٣-النتائج والمناقشة:

٣-١- المواد:

٣-١-١- الكتاب موضوع العمل التطبيقي:

شكل رقم (٣) يوضح تأثير اللاصق القديم

السهم الأصفر يشير لوجود شريط اللاصق، والسهم الأحمر يشير إلى آثار المادة اللاصقة لشريط منزوع، وبالفحص التوثيقي بكاميرة موبيل**Oppo١٦** وضح أن هناك صفحة واحدة ممزقة قد جمعت بأشرطة لاصقة، بجانب بقعتان بنيتان من مادة لاصقة لا تحتوي على الأشرطة وقد تأثر الكتاب بهما تأثرًا مباشرًا.

٣-١-٢- مواد الترميم:

٣-١-٢-١- الإزالة الميكانيكية شريط اللاصق القديم:

شكل رقم (٤) الإزالة الميكانيكية للشريط اللاصق

استخدمنا المشرط والجفت لإزالة شريط اللاصق القديم، وتمت الإزالة دون مقاومة لاصقة مما يدل على أن المادة اللاصقة انفصلت عن الشريط الخارجي وتغلغلت داخل سطح الورق مما يفسر تحول البقع اللونية للمادة اللاصقة من الأصفر الفاتح إلى اللون البني على سطح الورق.

٣-١-٢-٢- استخدام جل الأجاروزGel Agaros في تنظيف سطح الورق من تأثير المادة اللاصقة:

شكل رقم (٥) التنظيف باستخدام جل الأجاروز.

تم التنظيف باستخدام الجفت والقطنة المبللة بالجل بشكل دائري على سطح البقعة لمدة ١٠ دقائق متواصلة مع تكرار العملية للوصول للدرجة اللونية المطلوبة، وفي المرحلة الأخيرة لعملية التنظيف تم استخدام الماء المقطر لإزالة ما تبقى من الجل مع مراعاة عدم خدش سطح الورق.

٣-١-٢-٣- تجميع القَطع للجزء المزال عنه اللاصق:

تم تجميع القَطع باستخدام كربوكسي ميثيل سيلولوز كما بالشكل رقم (٦)

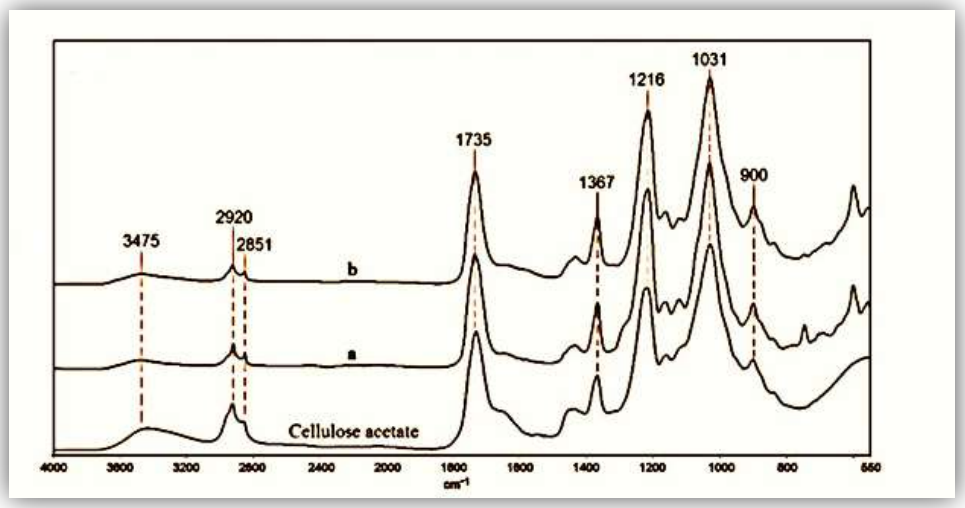
شكل رقم (٦) تجميع القطع للجزء المزال عنه اللاصق القديم.

- الكتاب في الشكل النهائي:

شكل رقم (٧) الكتاب التطبيقي (A)قبل الإزالة، (B) بعد إزالة تأثير اللاصق- تصوير الباحث

٣-٢-الأجهزة:

٣-٢-١- التحليل بالأشعة تحت الحمراء FTIR لمعرفة نوع اللاصق المستخدم،



شكل رقم (٨) تحليل باستخدام الاشعة تحت الحمراء

حيث يظهر التحليل عينة (a) وهي تمثل المادة اللاصقة، وعينة (b) العينة بعد المعالجة، وتمت مقارنتها بعينة لاصق اسيتات السيليولوز فأظهرت المقارنة وجود روابط خلات السيليولوز:

حيث التحليل بالأشعة تحت الحمراء ATR–FTIR أكد أن البوليمر المستخدم في تصنيع الشريط اللاصق في الأساس **خلات السليلوز** الذي تميز بنطاق واسع عند(٣٤٧٥ سم) بسبب تمدد(OH،مزدوج ٢٩٢٠ و٢٨٥١ سم) ، وكذلك امتداد مجموعاتCH_2 عند ١٧٣٥ سم المخصصة لمجموعة الاستر، ونطاق عند ١٣٦٧ سم بسبب امتداد CH_3لمجموعة الميثيل، ونطاق امتصاص قوي عند ١٢١٦ سم يُنسب إلى تمدد مجموعة الأسيتيل$COCH_3$، وهناك نطاق عريض قوي عند ١٠٣١ سم هو امتداد مجموعة الكيتون COC، وقمة ضعيفة عند ٩٠٠ سم بسبب تمددC1–H وذلك وفقًا لطيف **خلات السليلوز**، مما يفسر زيادة درجة الحموضة للعينة المتصلة بالمادة اللاصقة[33].

٣-٢-٢- قياس درجة الحموضة PH

جدول رقم (١) نتيجة قياس درجة الحموضة:

Samples	PH
Original Paper	**7.2**
Before Treatment	**6.1**
After Treatment	**7.4**

اتضح من الجدول رقم ١ أن هناك تغير واضح في درجة الحموضة والتي تزداد في مناطق اتصال المادة اللاصقة بالورق بقيمة 6.1، في حين المنطقة الورقية غير المتصلة بالمادة اللاصقة بالكتاب التطبيقي تنخفض درجة حموضتها7.2، وكذلك تنخفض درجة حموضة الجزء المعالج 7.4وهذا يؤكد أن التركيب الكيميائي للمادة اللاصقة خلات السيليولوز الحمضية.

٣-٢-٣- قياس زاوية الاتصال Contact Angel

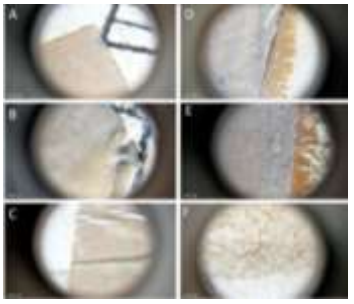
شكل رقم (٩) زاوية الاتصال لعينة غير معالجة.

شكل رقم (١٠) زاوية الاتصال لعينة الكتاب الأصلية.

شكل رقم (١١) زاوية الاتصال للعينة المعالجة.

لقد تبين من قياس زاوية الاتصال التي تم تطبيقها علي كل من عينات الكتاب التطبيقي والعينة المعالجة بالجل والعينة المتصلة بالمادة اللاصقة، فكانت نتائج زاوية الاتصال للعينة الأصلية 61.27° **(محبة للماء)**، بينما زاوية الاتصال للعينة غير المعالجة كانت 103.54° فتكون الطبقة **(طاردة للماء)** وزاوية الاتصال للعينة المعالجة 86.23° فتكون الطبقة المتكونة **(محبة للماء)**، وهذا يدل على فاعلية المادة المعالجة حيث خفضت سمك الطبقة العازلة المتكونة من المادة اللاصقة مما أدى إلى تشرب السطح لقطرة الماء في اختبار زاوية الاتصال واقتربت من درجة القياس العينة الأصلية التي تشربت أيضا لقطرة الماء في الاختبار، بينما أظهرت نتيجة العينة غير المعالجة والمتصلة بالمادة اللاصقة أن درجة قياس الزاوية كبيرة فهي طاردة لقطرة الماء كما ما هو موضح في الأشكال (٩،١٠،١١).

٣-٢-٤- الفحص باستخدام ميكروسكوب الهاتف الخلوي OM:



شكل رقم (١٢) تأثير اللاصق القديم باستخدام ميكروسكوب الهاتف الخلويX_{60}

شكل رقم (١٣) إزالة تأثير المادة اللاصقة من الورق باستخدام ميكروسكوب الهاتف الخلوي X_{60}

من فحص تأثير اللاصق القديم على الكتاب التطبيقي باستخدام ميكروسكوب الهاتف الخلوي تبين أن في المناطق التي لازالت تحتوي على شريط لاصق احتوت على تبقع لوني بني من المادة اللاصقة التي تغلغلت بداخل الورق وجفت تماما وشريط اللصق أصبح على وشك الانفصال، وكذلك المناطق التي لا تحتوي على الأشرطة اللاصقة لاحظنا أيضا تغلغل المادة اللاصقة داخل الورق وقد تحولت للون البني إشارة إلى عملية التأكسد التي تمت بشكل كامل واتحد فيها المادة اللاصقة بالمكونات الورقية، مما يدل على أن عمليه إزالة التأثير أمر حتمي، ومن الشكل رقم (١٣) تبين نجاح جل الاجاروز في إزالة تأثير اللاصق القديم بفاعلية كبيرة.

٣-٢-٥- قياس التغير اللوني Color Change

جدول رقم (٢) يوضح نتائج قياس التغير اللوني:

Samples	L	A	B	Color
Original Book (OM)	97.1	29.03	37.21	
Before Treatment (BT)	97.44	66.03	66.64	
After Treatment (AT)	97.44	37.02	45.20	

من الأمور المهمة في مرحلة علاج تأثير الأشرطة اللاصقة على الورق هو المحافظة على اللون الأصلي للمخطوط الأصلي، ويعد إجمالي فرق اللون ΔE^* هي القيمة المطلوبة كمؤشر للفرق بين مقارنة العينات.

تقييم ΔE^* تم وفقًا لـ DIN EN BS EN ISO 4628-1:2004 ISO 53230

وهو كما يلي: ٠-١: اختلاف غير محسوس؛ ١-٢: الحد الأدنى من اختلاف اللون؛ ٢-٤: اختلاف اللون واضح؛ ٤-٥: اختلاف كبير في اللون؛ و>٥: اختلاف شديد في اللون [34].

وارتكازًا على هذه المعطيات تم الحصول على النتائج بالجدول رقم (٢) بحيث **عينة الكتاب الأصلي (OM)**، و**العينة قبل العلاج (BT)** والعينة بعد العلاج **بجل الاجاروز (AT)** فتم الرصد بأن التغير اللوني بين العينة الأصلية والعينة قبل العلاج =

$\Delta E = (\Delta OM - \Delta BT) = 9.52$ وهذا التغير شديد الاختلاف.

وتم رصد التغير اللوني بين العينة بعد العلاج والعينة الأصلية =

$\Delta E = (\Delta OM - \Delta AT) = 3.20$ وهذا اختلاف مقبول بالعلاج ($\Delta E < 5$) وهذه هي القيمة المطلوبة للمعالجة والصيانة ، وتم رصد النتائج باستخدام **Color Math Application**

٤-الخلاصة:

تم تحضير جل الأجاروز في الماء المقطر وتم إضافة مذيب **(قطرات من الإيثانول مع التولوين)** لاختبار إمكانية استخدامه لسطح المطبوعات الورقية كبديل للمعالجة التقليدية المستخدمة من قبل المرممين، فتم تقييم كفاءة معالجات الجل المعتمد على الأجاروز في إزالة تأثير المادة اللاصقة على الأسطح الورقية المعالجة باستخدام الفحص البصري، والتصوير بميكروسكوب الهاتف الخلوي، وقياس زاوية الاتصال، مع استخدام التحليل الطيفي للأشعة تحت الحمراء **(FTIR)** الذي عرفنا نوع اللاصق **(خلات السيلولوز)** مع استخدام قياسات التغير اللوني، وقيمة الرقم الهيدروجيني ، واظهر الفحص البصري والميكروسكوبي والقياسات المختلفة كفاءة جل الأجاروز/ مذيبات عضوية في إزالة تأثير المادة اللاصقة .

٥-المراجع:

1- O'Loughlin EM. 2001. Pressure sensitive tapes and our cultural heritage.Tech-Tech Semin Proc. PSTC; p. 223-232

2- P. Maynard, K. Gates, C. Roux, C. Lennard, (2001) Adhesive tape analysis: establishing the evidential value of specific techniques, J. Forensic Sci. 46 (2) 280-287.3- PSTC-10.

3.A.Peel, 2007. adhesion of pressure sensitive tape. Test Method Press Sensitive Adhes Tapes. 15th ed. Northbrook, IL: Pressure Sensitive Tape Council;

4- Gorassini A, Adami G, Calvini P, Giacomello A. 2016, ATR-FTIR characterization of old pressure sensitive adhesive tapes in historic papers. J Cult Herit.;21:775-85

5-Domingues JAL, Bonelli N, Giorgi R, Fratini E, Gorel F, Baglioni P. 2013 innovative hydrogels based on semi-interpenetrating p(HEMA)/PVP networks for the cleaning of water-sensitive cultural heritage artifacts. Langmuir.;29:2746-55.

6-Pourmand, N., Sanagi, M., Naim, A.,et al. (2015). Dispersive micro-solid phase extraction method using newly prepared poly (methyl methacrylate) grafted agarose combined with icp-ms for the simultaneous determination of cd, ni, cu and zn in vegetable and natural water samples, Analytical Methods, Vol. 7 (7), pp. 3215-3223.

7-Zięba-Palus J. 2017,The usefulness of infrared spectroscopy in examinations of adhesive tapes for forensic purposes. Forensic Sci Criminol [Internet]. [cited 2018 Mar 22];2

8-Bonelli N, Montis C, Mirabile A, Berti D, Baglioni P. 2018, Restoration of paper artworks with microemulsions confined in hydrogels for safe and efficient removal of adhesive tapes. Proc Natl Acad Sci.;p7.

9- R.S. Kamzelak, M. Reikow-Räuchle, (2010) Conserving pressure-sensitive tapes: interim report on a Project at the German Literature Archive in Marbach Supported by tesa SE Hamburg, Restaurator 31 (2) 106-125.

10- D. Satas, in: D. Satas (Ed.) 1999, Handbook of Pressure-Sensitive Adhesive Technology, 3rd ed., Van Norstrand Reinhold, New York.

11-J. Lv, J. Fheng, W. Zhang, R. Shi, Y. Liu, Z. Wang, M. Zhao, (2013) Identification of carbonates as additives in pressure-sensitive adhesive tape substrate with Fourier transform infrared spectroscopy (FTIR) and its application in three explosive cases, J. Forensic Sci. 58 (1) 134-137

12-R.A. Merrill, E.G. Bartick, (2000) Analysis of pressure sensitive adhesive tape: I. Evaluation of infrared ATR accessory advances, J. Forensic Sci. 45 (1) 93-98.

13-I. Khan, B.T. Poh, (2011) Natural rubber-based pressure-sensitive adhesives: a review, J. Polym. Environ. 19 (3) 793-811.

14-H.-S. Do, J.-H. Park, H.-J. Kim, (2009) Synthesis and characteristics of photoactive-hydrogenated rosin epoxy methacrylate for pressure sensitive adhesives, J.Appl. Polym. Sci. 111 1172-1176

15-Y. Kumooka, (2006) Analysis of deteriorated rubber-based pressure sensitive adhesive by pyrolysis–gas chromatography/mass spectrometry and attenuated total reflectance Fourier transform infrared spectrometry, Forensic Sci. Int. 163,132-137

16-Da Silva LFM, Dasneves PJC, Adams RD, Spelt JK. 2009 Analytical models of adhesively bonded joints– Part I: literature survey. Int. J. Adhes. Adhes.;29:319-330.

17-reton, C. 2003, Pressure-sensitive adhesives: an introductory course.MRS Bull., 28 (6), 434-439.

18-eykova, Y.; Lebedeva, O. V.; Diethert, A. 2012; Mu¨ ller-Buschbaum.P., Willenbacher, N. Adhesive properties of acrylate copolymers: Effect of the nature of the substrate and copolymer functionality. Int. Adhes., 34, 107-116.

19-obing, S. D.; Klein, A. 2001, Molecular parameters, and their relation to the adhesive performance of acrylic pressure-sensitive adhesives. J.Appl. Polym. Sci., 79 (12), 2230-2244.

20-Lee, S.; Lee, K.; Kim, Y.; Shin, J. 2015, Preparation and characterization of a renewable pressure-sensitive adhesive system derived from ε-decalactone, l-lactide, epoxidized soybean oil, and rosinester. ACS Sustainable Chem. Eng., 3 (9), 2309-2320

21-Shin, J.; Martello, M. T.; Shrestha, M.; Wissinger, J. E.; Tolman, W. B.; Hillmyer, M. A. 2011, Pressure-sensitive adhesives from renewable triblock copolymers. Macromolecules, 44 (1), 87-94

22-Van der Reyden D, Hofmann C, Baker M (1993) Effect of aging and solvent treatments on some properties of contemporary tracing papers, JAIC.32: 177-206

23- A.Hosni(2021), Using Acacia Nilotica Plant as an Anti-Bacterial and Fungal with Its Applied on an Archaeological Organic and Inorganic, International Journal of Archaeology(2),p74.

24- Abdel-Maksoud, G., Al-Saad, Z., 2009, Evaluation of cellulose acetate and chitosan used for the treatment of historical papers, Mediterr. Archaea. Archaeometry, 9 (1), pp69-87.

25-Leroux, M. Soft Matter: 2016, Gel Development for Conservation Treatment Gellan Gum and Nanorestore Gel®, The Book and Paper Group Annual, 35, pp 43-47.

26- Baglioni, M., Giorgi, R., Berti, D., et al. (2012). Smart cleaning of cultural heritage: A new challenge for soft nanoscience, Nanoscale, Vol. 4, pp.42-53.

27- Rhim, J. (2010). Effect of moisture content on tensile properties of paper-based food packaging materials, Food Science and Biotechnology, Vol. 19(1), pp. 243-247.

28- Balliana, E., Ricci, G., Pesce, C., et al. (2016). Assessing the value of green conservation for cultural heritage: Positive and critical aspects of already available methodologies, IJCS, Vol.7 (1), pp. 185-202.

29- A.Hosni(2024),The use of nano-magnetite in protective coating the iron ink from corrosion applied on (Islamic manuscript), Pigment & Resin Technology(22),p127.

30- Liang, X., Zheng, L., Li, S., et al. (2017). Electrochemical removal of stains from paper cultural relics based on the electrode system of conductive composite hydrogel and PbO2, Scientific Reports, Vol. 7 (8865), pp. 1-12

31- Fairbrass, S. Sticky1995, problems for conservators of works of art on paper, Int J Adhes Adhes, 15, 115-120.

32-Abdel-Maksoud, G., 2011, Investigation techniques and conservation methods for a historical parchment document, J. Soc. Leather Technol. Chem., 95 (1): 23-34.

33- sensio, R. C., Moya, M. S. A., de la Roja, J. M.,Gómez, M. 2009, Analytical characterization of polymers used in conservation and restoration by ATR-FTIR spectroscopy, Anal Bioanal Chem,395,: 2081-2096-33

34-Adigüzel, Y., Haris, P. & Severcan,F. (2012). Screening of proteins in cells and tissues by vibrational spectroscopy, in: Advances in Biomedical Spectroscopy, Vol. 6, IOS Press BV, Netherlands, pp. 53-108.