دراسة تجريبية لتقييم تأثير عمليات التقادم الكيميائى والحرارى المعجل على جلود الأغنام نباتية الدباغة وطرق مواد التطرية

د. هانى جادالرب السيد محمد
دكتوراه فى ترميم الآثار
إخصائى ترميم الآثار بوزارة الآثار - مصر

د. رضا فرج إسماعيل
دكتوراه فى ترميم الآثار
شركة الأعمال التقنيه TBC (طرابلس- لبنان)

الملخص:
تتناول هذه الدراسة التجريبية خطوات إعداد ودباغة جلود الأغنام بالطرق التقليدية باستخدام الدباغة النباتية بمستخلص الميموزا؛ ثم تعريض عينات الجلود المدبوغة لدورات تلف الكيميائي معجل وذلك من خلال الغمر فى محاليل ثلاثة أنواع من الأملاح المعدنية عند تركيزات مختلفة وهذه الأملاح هى (كربونات الصوديوم - بيكربونات الصوديوم - كربونات البوتاسيوم) حيث إتضح ما لهذه الاملاح من تأثير متلف على العينات المتقادمة يمكن أن يؤثر بشكل مباشر على جلود الأغنام نباتية الدباغة ثم تم تعريض العينات بعد تمام الجفاف لدورة تقادم حرارى وذلك بوضعها في الفرن عند 70°م لمدة 18 ساعة لبيان التأثير والدور الذي يلعبه التقادم الحراري في زيادة تأثير هذه الأملاح كعوامل تلف للجلود نباتية الدباغة؛ حيث تؤدى تلك العوامل مجتمعة إلى حدوث تدهور شديد وفقد الجلد لخواصه الميكانيكية مع حدوث تغير فى التركيب الكيميائى لمادة الجلد، ثم كانت خطوات الترميم والمعالجة والمتمثلة هنا فى إمكانية إستخدام بعض من المواد والمركبات التى لها القدرة على تطرية الجلد المتقادم شديد الجفاف لكي يستعيد ليونته المفقودة؛ حيث خضعت معظم هذه المواد لتعديل بهدف تحسين خواصها. وهذه المواد المستخدمة فى التطرية هى: مركب Xm45 – مركب زيت جوز الهند – مركب زيت الخروع – مركب زيت الزيتون – مادة اللانولين وتم تحديد أفضلها من واقع نتائج القياسات التي أجريت والمتمثلة فى قياس الخواص الميكانيكية وقياس قيمة التغير اللونى للجلود المعالجة بهذه المواد.

المقدمة:
تزخر متاحفنا بالعديد من المشغولات الجلدية من عصور مختلفة وتدلنا الحقائق العلمية على أن الجلد من أكثر المواد حساسية لأي تغير خارجي، من هنا وجب علينا بذل مزيداً من الجهد وتطويع البحث العلمي للحفاظ على تلك المقتنيات التي لطالما عانت الإهمال والافتقار إلى الدراسات العلمية المتكاملة ، ومن هذا المنطلق فإن تلك الدراسة تقودنا إلى التعرف على عوامل التلف التي يمكن أن تؤثر على الجلود بصورة غير محسوسة خاصة تأثير الأملاح المعدنية التي قد تتراكم على الجلود القديمة من البيئة المحيطة وما يتزامن مع تلك التراكمات من تذبذب في درجات الحرارة ؛ كل ذلك تم في إطار تجريبي لمحاكاة الظروف التي يتعرض لها الجلد الأثري بالمتاحف الوصول لأفضل المواد والأساليب التي يمكننا استخدامها في معالجة الجلود الأثرية التالفة. وتركز الدراسة هنا على مواد التطرية للجلود الجافة.

ترتكز هذه الدراسة التي نحن بصددها الآن على عدة محاور رئيسية هي:

1. إعداد جلد حديث من جلود الأغنام بنفس طريقة الإعداد القديمة.
2. إجراء علميات تقادم بطرق وأساليب مختلفة بهدف الوصول بالجلد الحديث إلى حالة توازى حالة الجلود الأثرية.
3. تطبيق مواد التطرية على الجلود المتقادمة.
4. عمل تقادم ثان للعينات المعالجة لاختبار مدى كفاءة وثبات مواد التطرية من خلال الفحوص والتحاليل التي يتم إجراؤها.

5. إجراء الفحوص والتحاليل على الجلود المتقادمة مقارنة بعينة قياسية.

إعداد جلد حديث من جلود الأغنام وبنفس طرق الإعداد القديمة:

يتم إحضار جلد أغنام لتجهيزه للدباغة مع مراعاة أن تتم هذه العملية بخطوات تقليدية قديمة لمحاكاة الخطوات التي كان يتم بها دباغة بها الجلد الأثري ، وأهم الخطوات التي اتبعت نوجزها فيما يلي:

1- النقع في الماء الجاري : حيث تهدف هذه الخطوة إلى غسيل الجلد بوضعه في حوض به ماء جارى بحيث تكون نسبة الماء إلى الجلد 100% من وزن الجلد ويترك لمدة 24 ساعة لإزالة الاتساخ والقاذورات والدم العالق بالجلد.

2- إزالة الشعر : يستخدم لهذه العملية معجون لباني من الجير و كبريتيد الصوديوم "الأكزا"

صورة رقم(1) توضح تطبيق الجير اللبانى مضافا إليه كبريتيد الصوديوم على الجهة اللحمية من الجلد.

صورة رقم(2) إجراء عملية الشلح للصوف إزلة الصوف نتيجة لتأثير الجير المضاف على الجهة اللحمية.

ويذكر أنه كان قديماً في مصر يتم الاكتفاء بكشط الشعر بوضع الجلود في محلول الجير ([1])حيث يعمل الجير على إزالة الشعر من أدمة الجلد ، كما يعمل كبريتيد الصوديوم كمادة مساعدة لاختصار الوقت اللازم لإتمام هذه العملية ، حيث يتم عمل محلول من كبريتيد الصوديوم بتركيز 3% من وزن الجلد ، ثم يتم إضافة الجير بنسبة 10% من وزن الجلد كما يمكن زيادة كمية الجير المضافة بحيث يصبح الخليط ذو قوام لباني ، ويعقب تحضير هذا المخلوط فرد الجلد بحيث يكون الجانب اللحمي لأعلى ويتم دهانه بهذا الخليط ، ثم يتم طي الجلد وحفظه على هذا الوضع لمدة 24 ساعة ، عندما يصبح الشعر بالرقبة ممكن الإزالة بسهولة، عندئذ تبدأ عملية إزالة الشعر([2]) بعدها تتم عملية إزالة الصوف المسماة "الشلح" يدوياً وذلك بفرد الجلد على كوالته وتستخدم سكين غير حادة لذلك حتى يتم نزع كل الصوف.

3- التلحيم Fleshing : روعي أن تتم هذه الخطوة بنفس الطريقة التي كانت مستخدمة قديماً، ولم يتم اللجوء إلى استخدام آلة التلحيم الميكانيكية حيث تم استخدام سكينة حديدية معكوفة كما موضح بالصورة المرفقة.

صورة رقم(3) التلحيم بالطريقة اليدوية التقليدية.

(1) بودية- دراسة موجزة عن تجهيز الجلود في مصر، صناعة دبغ الجلود، موسوعة وصف مصر النظام المالي والإداري في مصر العثمانية- ج2، ترجمة زهير الشايب، مكتبة الأسرة، ج5، 2002، ص316، 317.

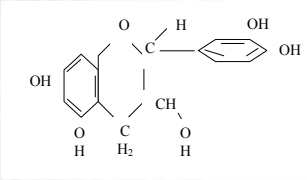
(2) Cavasin, R., Op. Cit., 1996.

4- إزالة الجير "المعادلة Deliming والتطهير: يلاحظ أن الجير الممتص بالشعيرات والجير غير الذائب يكون سهل الإزالة عن طريق الغسيل بالماء فيصبح الجلد متعادلاً، أما الجير المتحد كيميائياً فتتم إزالته باستخدام مواد تكون لها القدرة على الربط ما بين مواد الجلد والجير وإعطاء مركبات أقل ثباتاً.غير أنه يكون من الصعب فعلياً إزالة كل كميات الجير بالغسيل بالماء حيث تكون هناك كربونات الكالسيوم متواجدة بالجلد كما بالمعادلة(1).

$$Ca(HCO_3)_2 = Ca(OH)_2 \rightarrow 2CaCO_3 + 2H_2O$$

تهدف هذه العملية إلى خفض قيمة الأسس الهيدروجيني للجلد والذي أصبح في حالة قلوية عالية بعد استخدام الجير حيث إذا تم دباغة الجلد قبل إزالة الجير فإن مواد الدباغة تتحد مع الجير وتعطى جلد صلب متشقق ومن أهم المواد التقليدية المستخدمة لإزالة الجير كلوريد الأمونيوم Ammonium chloride ، ويمكن أن يتم وضع الجلد في نشادر 2% وذبل حمام لإتمام عملية التطهير حيث يكون لهذه المادة فعل إنزيمي محلل للكربوهيدرات والبروتينات ، كما يمكن أن تستخلص هذه الإنزيمات من بنكرياس الحيوانات أو روث الكلاب.(2 ؛ 3)وأخيراً يتم غمر الجلد في محلول من حمض الكبريتيك بتركيز 1%.

5- الدباغة بالميموزا : تعتبر الميموزا من أكثر أنواع النباتات الدابغة المستخدمة في عمليات الدباغة النباتية القديمة، ويتبع نبات الميموزا في التصنيف العام للتانات المتكثفة 'Catechols ؛ والـ Catechin عبارة عن A tetrahydroxy Flavonol يكون محتوى على ذرتين بنزين وحلقة واحدة من Dihydropyrane. وتركيبه



وتمتلك الميموزا قوة قابضة عالية والجلد الناتج يكون بني مائل للحمرة مع ثبات للضوء(4 ؛ 5) حيث يتم عمل محلول من الميموزا يكون وزن الميموزا به 25% من وزن الجلد المراد دباغته + 100% ماء يتم نقل الجلد به حتى يكتسب مادة الدباغة.

6- مرحلة التزييت والتشطيب : تعتبر المعالجة بسوائل دهنية fat liquoring أخرعملية في الطور السائل قبل التجفيف، وتتم هذه العملية باستخدام زيوت السمك مثل زيت كبد الحوت أو الزيوت الصناعية و تكون مستحلبة emulsified لكي يتم استخدامها في المحاليل السائلة (6)

(1) Zainescu, G. A., Bratulescu, V., Georgescul, L. and Barna, E. "Unconventional ecological technologies in preventing and diminishing specific pollutants in tannery wet processes", In Science and Technology for Leather into The Next Millennium Proceedings of XXV ILTUC Congress. Tata McGraw-Hill Pub. Co. limited, New-Delhi, January 27-30/1999, PP. 381-384.

(2) Lanning, D., Op. Cit., Ltd Spring 1996.

(3)مراد جورجي بغدادي ، سامي رزق بشاي ، موسي إبراهيم سليمان – تكنولوجيا الجلود – مراجعة محمود سليمان لطفي ، الشركة المصرية للطباعة والنشر– القاهرة 1980م. ص 218.

(4)Custavson, K. H., Op. Cit., 1956,p.,144.

(5)Mclean, W., Op. Cit., 1997.

(6)Barlee, R., "The manufacture of leather" Part 9., Volume 9., In Skin Deep, J. Hewit & Sons Ltd. Spring 2000.

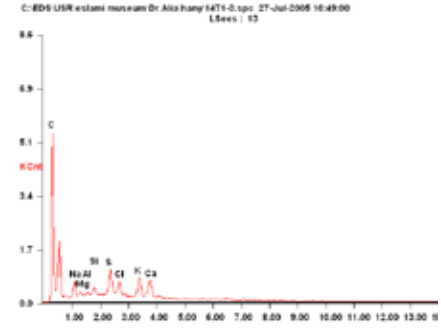
عمليات التقادم للجلد الحديث:

تم إجراء عمليات التقادم لعينات الجلد المجهز؛ وذلك بهدف الوصول بتلك العينات إلى حالة تشابه حالة الجلود الأثرية بالمتحف ، مع الأخذ في الاعتبار اختصار الوقت والجهد اللازم لإتمام هذه الخطوة ؛ ومراعاة الظروف التي يوجد بها الأثر وعوامل التلف المختلفة التي أثرت عليه وذلك من خلال دراسة للحالة التي وجدت عليها بعض القطع الأثرية سوءا بالموقع الذي كانت به أو بعد نقلها إلى المخازن.

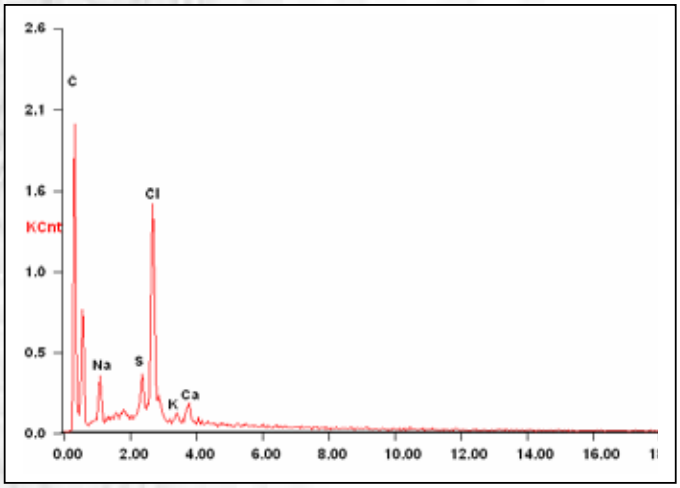
وبدراسة الظروف البيئية المحيطة تم استقراء أهم عوامل التلف المؤثرة على القطع الأثرية ومن ثم دراسة مدى إمكانية محاكاة هذه العوامل الطبيعية في ظل ظروف صناعية معملية مُتحَكم فيها ، حيث وجد أن غاز ثاني أكسيد الكربون CO_2 من أكثر غازات التلوث الجوى تواجداً إضافة إلى غازات اكاسيد الكبريت والنيتروجين والملوثات الأخرى من أتربة وأملاح مختلفة ، ومن خلال النظر في البيئة التي قد تتواجد بها الجلود الأثرية يمكن القول أن أكثر المواد التي يمكن أن تتعرض لها هي أملاح الكربونات بمختلف أنواعها سوءا من الجو أو التربة مع التغير في درجات الحرارة ارتفاعاً وانخفاضا وما يحدثه هذا التذبذب من مظاهرً تلف متباينة ، إضافة إلى دخول مثل هذه الأملاح في عمليات الإعداد والتصنيع للجلود قديماً وحديثاً ، وقد تأكد لنا ذلك من التحاليل التي أجريت ، لذا فقد تم إجراء عملية التقادم في ظروف مقاربة لما يعانيه الأثر في الطبيعة ، وعدم الفصل بين العوامل المختلفة مع إمكانية دراسة التأثير المنفصل لكل عامل مُتلف على حده.وفيما يلي نعرض لنتيجة الفحص والتحليل باستخدام EDAX لعينة جلد أثرية – من غلاف جلد محفوظ بمتحف الفن الإسلامي بالقاهرة- ومقارنتها بعينة جلد محضر حديثا ومتقادمة وذلك للوقوف على نسب مكونات كل من العينتين ومعرفة التشابه فيما بينهما وتحديد نسب الأملاح التي يمكن أن تكون متواجدة بكل منهما مما سيكون نقاط إرشادية عن نوعية الأملاح التي سوف تستخدم في عملية التقادم للجلد المحضر حديثا في محاولة- كما أسلفنا- لمحاكاة الظروف التي وجد بها الجلد الأثري؛ ومعرفة التأثير الكيميائي لتلك الأملاح على الجلد.

Element	Wt %	Mol %
CO2	95.34	96.90
Na2O	01.29	00.93
MgO	00.34	00.37
Al2O3	00.25	00.11
SiO2	00.37	00.28
SO3	01.12	00.62
Cl2O	00.32	00.16
K2O	00.48	00.23
CaO	00.50	00.40

جدول رقم (1) يوضح نسب مكونات عينة جلد أثرية من الغلاف الحامل لرقم التسجيل رقم (1471). المحفوظة بمتحف الفن الإسلامى بالقاهرة.



شكل رقم (1) يوضح نتيجة تحليل عينة جلد أثرية(1471) من خلال التحليل باستخدام EDAX حيث تظهر المكونات المعدنية المتمثلة في الأملاح إضافة إلى المكون الرئيسي متمثلا في الكربون.



شكل رقم (2) يوضح نسب مكونات عينة جلد محضر حديثا واجري لها تقادم بأملاح كربونات الصوديوم عند تركيز0.5% + تقادم حراري عند 70ºم لمدة 18 ساعة.

عدد لقطات العينة	العناصر المتواجدة						
	C	Na	Si	S	Cl	K	Ca
Sp.1	94.73	01.55	00.14	00.94	02.30	00.08	00.27
Sp.2	94.91	01.68	-	00.88	02.21	00.06	00.25

جدول رقم (2) يوضح نسب مكونات عينة جلد محضر حديثا واجري لها تقادم بأملاح كربونات الصوديوم عند تركيز0.5% + تقادم حراري عند 70ºم لمدة 18 ساعة.

وقد كانت أملاح الكربونات المختلفة وتأثير درجات الحرارة هي المؤثرات الخارجية المستخدمة في إحداث التقادم لعينات الجلد الحديث. وقد تم تجريب العديد من أملاح الكربونات إلى أن تم الاستقرار على أفضلها تأثيراً وأكثرها تواجدا داخل مادة الجلود الأثرية التي أجرى لها تحليل ، كذلك اختلفت التجارب التي أجريت على درجات الحرارة المناسبة لإحداث التقادم والمدة الكافية لهذا وفيما يلي نستعرض هذه الخطوة تفصيلياً:

1- التقادم باستخدام أملاح بيكربونات الصوديوم والحرارة (عينات برمز A)

- طريقة العمـل:

تم غمر العينات في محلول بيكربونات الصوديوم عند تركيزات مختلفة أعقب ذلك التقادم الحراري عند درجة حرارة تمكننا من الوصول بالعينات إلى حالة تشابه حالة الأثر وذلك كما يلي :

أ – غمر العينات A1 في محلول بيكربونات صوديوم عند تركيز 1% لمدة ساعتين.

ب- غمر العينات A2 في محلول بيكربونات صوديوم عند تركيز 2% لمدة ساعتين.

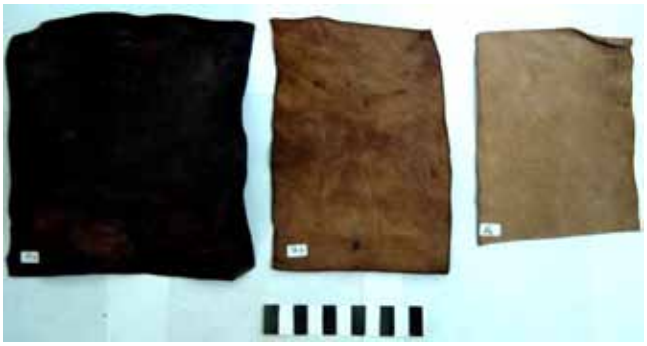
ج- غمر الغينات A3 في محلول بيكربونات صوديوم عند تركيز 3% لمدة ساعتين.

مع مراعاة التقليب الجيد المستمر للعينات وبعد مرور الزمن المحدد يتم إخراج العينات ووضعها بين شريحتين من ورق النشاف لامتصاص الكمية الزائدة من المحلول ثم يتم تركها لتجف فى الهواء بعيداً عن أشعة الشمس مع ضرورة وضع العينات تحت مكبس لضمان عدم انكماشها.

بعد تمام جفاف العينات يتم وضعها في الفرن عند 70ºم لمدة 18 ساعة.

ويلاحظ انه بعد جفاف العينات وقبل وضعها في الفرن يظهر مدى التأثير الحادث على العينات من جراء الغمر في بيكربونات الصوديوم ، حيث يكون هذا التأثير محدود للغاية عند تركيز 1% يزداد ليصل إلى حالة مشابهة لحالة الأثر عند تركيز 2% ، بينما يُصبح شديداً عند تركيز 3% فيؤدى إلى انكماش وكرمشه الجلد واسوداد لونه بشكل ملحوظ ، تزداد هذه التأثيرات عقب التقادم الحراري حيث يصبح الجلد أكثر جفافاً وعند تركيز 3% تدمر العينات تماماً.

ويتم الاحتفاظ بجميع العينات انتظاراً لإجراء القياسات المختلفة عليها بعد اكتمال التقادم ببقية الأملاح المختارة.



صورة رقم(5) مقارنة لنتيجة التقادم بأملاح بيكربونات الصوديوم+ تقادم حراري عند تركيزات 3,2,1% على التوالي حيث يلاحظ أن تركيز 2% هو الأقرب لحالة الجلد الأثري.

صورة رقم(4) عينة جلد قياسية لم يتم لها تقادم.

التقادم باستخدام أملاح كربونات الصوديوم والحرارة: (عينات B) وقد تم عمل الآتي:

أ – غمر العينات B1 في محلول كربونات صوديوم عند تركيز 1% لمدة ساعتين.

ب- غمر العينات B2 في محلول كربونات صوديوم عند تركيز 2% لمدة ساعتين.

ج- غمر الغينات B3 في محلول كربونات صوديوم عند تركيز 3% لمدة ساعتين.

بعد مرور الفترة المحددة تم إخراج العينات ووضعها بين شريحتين من ورق النشاف وتركها لتجف في الهواء ، وبعد جفافها لوحظ أن تأثير كربونات الصوديوم عند تركيز 1% كان شديد بحيث أعطى نتيجة لا تتشابه تماماً مع حالة الأثر وبالتبعية زاد هذا التأثير بزيادة التركيز حيث أصبحت العينات B3, B2 شبه تالفة تماماً حتى قبل وضعها في الفرن لإجراء التقادم الحراري عليها.

من هنا فقد تم اللجوء إلى تركيز أقل للوصول بالعينات إلى حالة مشابهة لحالة الأثر وقد كان التركيز المختارة 0.05% حيث تم غمر العينات B4 في محلول كربونات الصوديوم عند تركيز 0.5% لمدة ساعتين. وبعد تجفيف العينات تبين أن هذا التركيز هو المناسب للوصول بالعينات لحالة مشابهة لحالة الأثر، خاصة بعد إتمام عمليات التقادم بإجراء التقادم الحراري على العينات حيث وضعت في الفرن عند 70ºم لمدة 18 ساعة.

صور أرقام (7؛6) مقارنة لنتيجة التقادم بأملاح كربونات الصوديوم+ تقادم حراري عند تركيزات 3,2,1، 0.5 % على التوالي من اليمين لليسار . وفي الأسفل توضيح الفارق بين تركيز0.5%و3% حيث يلاحظ أن تركيز0.5% هو الأقرب لحالة الجلد الأثري.

2- التقادم باستخدام خليط من أملاح بيكربونات الصوديوم وأملاح كربونات الصوديوم و الحرارة : (عينات C) وتم عمل الآتي:

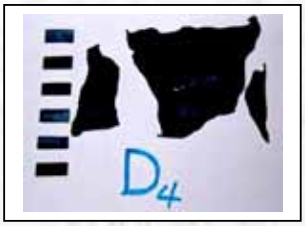
أ- تم غمر العينة C1 في محلول من بيكربونات الصوديوم وكربونات الصوديوم بنسبة 1:1 عند تركيز 0.5% لمدة ساعتين.

ب- غمر العينات C2 في محلول من بيكربونات الصوديوم وكربونات الصوديوم بنسبة 1:1 عند تركيز 2% لمدة ساعتين.بعد مرور الوقت المحدد وتجفيف العينات بين شريحتين من ورق النشاف في الهواء تم وضع العينات في الفرن عند 70°م لمدة 18 ساعة وقد تبين أن تركيز 0.5% C1 هو الأقرب لحالة الأثر.

3- التقادم باستخدام أملاح كربونات البوتاسيوم والحرارة (عينات D) وتم عمل الآتي:

أ – غمر العينات D1 في محلول من كربونات البوتاسيوم عند تركيز 0.5% لمدة ساعتين.
ب – غمر العينات D2 في محلول كربونات البوتاسيوم عند تركيز 1% لمدة ساعتين.
ج- غمر العينات D3 في محلول كربونات البوتاسيوم عند تركيز 2% لمدة ساعتين.
د - غمر الغينات D4 في محلول كربونات البوتاسيوم عند تركيز 3% لمدة ساعتين.

بإجراء نفس الخطوات السابقة الذكر مع الأملاح الأخرى تبين أن تركيز 1% (D2) هو الأقرب لحالة الأثر.أما العينات ذات التركيز العالي فقد حدث لها تدمير تام .



صور أرقام (9؛8) تلف شديد بالعينات التي اجري لها تقادم بكربونات البوتاسيوم+ تقادم حراري عند تركيزات 3؛2 %.

معالجة الجلود المتقادمة بمواد التطرية:

بعد انتهاء عمليات التقادم وجد أن هناك عينات وصلت بعد إتمام عمليات التقادم إلى حالة مشابهة لحالة الجلود الأثرية من حيث التغير اللوني والجفاف والانكماش وعينات حدث لها تلف بدرجة أعلى ؛ وقد كان هناك ارتباط وثيق بين زيادة تركيز المحلول المستخدم في إحداث التقادم الكيميائي ودرجة التلف التي تصل إليها العينات ؛ وقد تم رصد كل هذه المظاهر من خلال الفحوص والتحاليل المختلفة ، والخطوة التالية لعمليات التقادم هى المعالجة والتي ترتكز هنا على تطبيق مواد مختارة للتطرية حيث روعي أن يتم الاستعانة بعدد من المواد شائعة الاستخدام في مجال تشحيم وتطرية الجلود وتقييم مدى كفاءة كل مادة وإمكانية التعديل في تركيبها بهدف تحقيق أكبر قدر من الكفاءة.

- المواد المختارة للتطرية:

1. مادة التطرية Xm45 .
2. مركب زيت جوز الهند.
3. مركب زيت الخروع.
4. مركب زيت الزيتون.
5. مادة اللانولين.

1- مادة التطرية Xm45:

وهى عبارة عن خليط من عدة مواد مستحلبة بالماء وتستخدم هذه المادة بكثرة في عمليات التشحيم للجلود المحضرة حديثا في المدابغ بغرض إكسابها الليونة والمرونة اللازمة وقد عملت الدراسة على تطويع هذه المادة للاستخدام فى عمليات تطرية الجلود الجافة القديمة.

تركيب 100مم من مادة التطرية Xm45:

10 مم زيت 640.

10 مم كوريال 1256.

10 مم كوريال 1293.

6 مم لاستر LM40.

3 مم شمع Wax MG.

61 مم ماء.

يتم خلط هذه المكونات بالنسب المحددة تماماً مع مراعاة التقليب الجيد أو يمكن الخلط فى خلاط كهربائي لضمان الامتزاج الجيد ، بعدها يتم دهان الجلد بالمادة عدة مرات حتى يتشبع ثم يتم إزالة الكمية الزائدة عن طريق تجفيف الجلد بين شريحتين من ورق النشاف ، وقد لوحظ تحسن فى خواص الجلد إلا أنه لم يصل إلى الدرجة المطلوبة. لذا فقد أدخل شئ من التعديل على خليط المادة وذلك بإضافة مادة Sodium dodocyl sulphate (SDS) بواقع 1جم لكل 100مم من مادةXm45 مع التقليب الجيد. وقد لوحظ تحسن ملموس في إكساب الجلد قدراً أكبر من التطرية زاد هذا التحسن عند تسخين الخليط حتى 45°م حيث ساعد ذلك على تغلغل المادة أكثر.

وتم إعداد جزء من العينات لإجراء الفحوص والتحاليل المختلفة عليها لتأكيد النتائج الظاهرية، والاحتفاظ بالجزء الباقي لإجراء علميات تقادم حراري، لدراسة مدى كفاءة وثبات هذه المادة للتقادم الحراري.

2- مركب زيت جوز الهند.

3- مركب زيت الخروع.

4- مركب زيت الزيتون.

وقد عمدت الدراسة هنا إلى إدراج هذه النوعيات من الزيوت تباعاً وذلك لتشابه طريقة تحضيرهم كمادة للتطرية ، وذلك كما يلي:

25 مم من الزيت المختار.

1 جم من مادة Sodium dodocyle sulphat لكل 25مم من الزيت.

120 مم ماء.

ويتم التقليب الجيد حتى يتم امتزاج المستحلب ، ثم يستخدم مع عينات الجلود المتقادمة بنفس الكيفية السابقة.

5- مادة اللانولين :

يتم الحصول على اللانولين من دهن صوف الغنم حيث يكون ذي قوام يشابه قوام الفازلين ، ويتم تحضير اللانولين للاستخدام في تطرية الجلد عن طريق التسخين في حمام مائي أو باستخدام البنزين أو الكحول الأبيض كمذيب له ([1])؛ ثم يتم دهان الجلد المراد تطريته عدة مرات.

عمل تقادم ثان للعينات المعالجة لاختبار مدى كفاءة وثبات مواد التطرية:

تم في هذه الخطوة اللجوء إلى التقادم الحراري فقط وذلك لعدم ملائمة التقادم الكيميائي لظروف العينات المعالجة ، حيث انه لو تم إجراء تقادم بمحاليل كيميائية سوف يتم نزح لمواد التطرية من الجلد ، وهذا الأمر يعتبر من الأمور البديهية ، لذا فقد تم دراسة تأثير عامل الحرارة على ثبات مواد التطرية ، حيث تم وضع العينات المعالجة في نفس الظروف السابقة عند درجة حرارة70°م لمدة 18 ساعة وقد تم رصد التغيرات التي طرأت على العينات من خلال الفحوص والتحاليل التي أجريت ومقارنة تلك النتائج بالنتائج التي تم الحصول عليها من قبل كما سيأتي ذكره تفصيلياً عند استعراض عمليات الفحوص والتحليل للعينات المختبرة.

إجراء الفحوص والتحاليل على العينات المختبرة:

تم الاستعانة بعدد من طرق الفحص والتحليل الملائمة لدراسة التغيرات التى حدثت للعينات موضع البحث مع المقارنة بعينات قياسية من جلد حديث وكذلك المقارنة مع عينات جلود قديمة ، ومن خلال تفنيد النتائج التي يتم الحصول عليها ومقارنة بعضها مع بعض يمكن الوقوف على أفضل مواد التطرية التي يمكن أن تستخدم في تطرية الجلود القديمة وأهم الطرق التي استخدمت والفحوص والتحاليل التي أجريت ما يلي:

- قياس الخواص الميكانيكية.
- قياس التغير اللوني.

(1) نيفين مدحت السعيد عبد الفتاح – دراسة تجريبية على مواد معالجة الجلد نباتي الدباغة تطبيقاً على بعض أغلفة الكتب والمخطوطات بمتحف كلية الآثار بجامعة القاهرة– رسالة ماجستير، كلية الآثار، جامعة القاهرة، 2004م . صـــ136.

1- قياس الخواص الميكانيكية:

♦تقدير مقاومة الشد والنسبة المئوية للاستطالة*:

مقاومة الشد هي الثقل اللازم لإحداث تمزق في قطعة الجلد المختبرة تحت الشد مقدراً بالكيلو جرام /سم2 ، والاستطالة هي الزيادة المستخدمة في طول قطعة الجلد المختبرة عند الشد حتى القطع منسوبة إلى طولها الأصلي وتوضيح قوى الشد Traction force للجلد يمكن أن يتم بدون تمزق وبشكل عام كلما كانت العينات المختبرة - للشد والاستطالة - أقل سمكاً كلما أعطت نتائج جيدة مقارنة بالأكثر سمكاً، ويمكن تنفيذ 20.000 دورة ولا يظهر على الجلد أي علامات للتشقق (1).وتتم إعداد العينات عن طريق تقطيعها إلى المقاسات المطلوبة وذلك تبعاً لنوعية الجهاز المستخدم حيث تم تقطيع العينات بمساحات 10سم × 5سم ، تم إعداد 3 عينات في الاتجاه الرأسي و3 عينات أخرى في الاتجاه الأفقي وتم أخذ المتوسطات.وقد أجريت القياسات طبقا للمواصفة القياسية الأمريكية ASTN 1682.

والجداول والأشكال المرفقة توضح نتائج القياس للعينات المختبرة

- **مقارنة لنتائج قوة الشد ونسبة الاستطالة لعينات الجلود التي أجرى لها تقادم مقارنة بعينة جلد قياسية:**

(جدول رقم " 3 ") نتائج اختبار قوة الشد ونسبة الاستطالة لعينات الجلود التى أجرى لها تقادم مقارنة بعينة قياسية:

رقم العينة	قوة الشد (كجم/5سم)	الاستطالة %
A_0	113	50
A_1	68	75
A_2	76	20
A_3	52	26
A'_2	46	33
B_1	44	11
B_3	69	8
B_4	37	18
C_1	90	32
C_2	70	12
D_1	64	51
D_2	71	32

وفيما يلي نستعرض تفسير رموز العينات التي أجريت لها القياسات:

* أجريت القياسات بالمركز القومي للبحوث - بقسم الجلود والمواد الدابغة والجهاز المستخدم من نوعية:

Asno Machine MFG.(0., LTD) DSAKA. Japan No., 9002

(1) أماني محمد كامل إبراهيم أبو كروة- علاج وصيانة الجلود تطبيقاً على بعض الجلود الأثرية- رسالة ماجستير، جامعة القاهرة ، كلية الآثار، 1997. ص 192.

A_0 عينة جلد قياسية لم يتم لها تقادم

A_1 تقادم بأملاح بيكربونات صوديوم 1% + تقادم حراري

A_2 تقادم بأملاح بيكربونات صوديوم 2% + تقادم حراري

A_3 تقادم بأملاح بيكربونات صوديوم بدون تقادم حراري.

A'_2 تقادم بأملاح بيكربونات صوديوم بدون تقادم حراري.

B_1 تقادم بأملاح كربونات صوديوم 1% + تقادم حراري.

B_3 تقادم بأملاح كربونات صوديوم 3% + تقادم حراري.

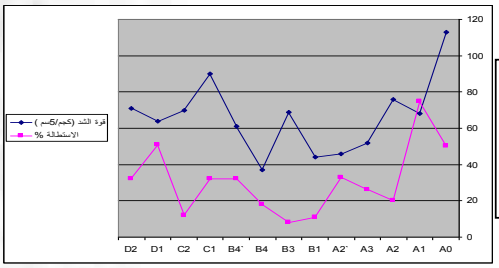
B_4 تقادم بأملاح كربونات صوديوم 0.5% + تقادم حراري.

C_1 تقادم بخليط من أملاح بيكربونات وكربونات الصوديوم. بنسبة 1:1 عند تركيز 0.5 % + تقادم حراري.

C_2 تقادم بخليط من أملاح بيكربونات وكربونات الصوديوم بنسبة 1:1 عند تركيز 2% + تقادم حراري.

D_1 تقادم بأملاح كربونات البوتاسيوم 0.5% + تقادم حراري.

D_2 تقادم بأملاح كربونات البوتاسيوم 1% + تقادم حراري.



شكل رقم (3) نتائج اختبار قوة الشد ونسبة الاستطالة لعينات الجلود التي أجرى لها تقادم مقارنة بعينة قياسية.

ويتضح من الجدول والشكل المرفق أن قوة الشد تقل عند إجراء التقادم وان هذا الانخفاض يختلف باختلاف المادة المستخدمة في التقادم الكيميائي كما تنخفض نسبة الاستطالة بنفس الكيفية باستثناء العينة A1 التي زادت بها نسبة الاستطالة عن العينة القياسية ويمكن أن يرد ذلك إلى طبيعة مادة الجلد ذاتها والتي قد تختلف خواصه من منطقة لأخرى حتى في قطعة الجلد نفسها.

كما يتضح من الشكل مدى العلاقة بين تركيزات المواد غير العضوية "الأملاح"- المستخدمة في إحداث التقادم- وسرعة التقادم حيث نجد أن العينات A2,B4,C1,D2 هي الأقرب شبها لحالة الجلد الأثري ومن ثم تم تحديد هذه العينات لاختبار مواد التطرية عليها حيث تم تقسيمها إلى مجموعات كل مجموعة تضم العينات التي أجرى لها التقادم باستخدام ملح معين. ثم تم أجراء تقادم حراري ثاني لتقييم مدى الثبات الحراري لمركبات التطرية.

- **مقارنة لنتائج قوة الشد والاستطالة للعينات المتقادمة التي أجرى لها تطرية ثم تقادم حراري ثان : حيث استخدمت الرموز التالية للتعبير عن مواد التطرية المستخدمة**
  - O زيت الزيتونOlive Oil
  - Ca زيت الخروعCastor Oil
  - Co زيت جوز الهندCoconut Oil
  - Xm45 *مادة التطرية المستخدمة فى المدابغ وتم تعديلها

* حيثx مادة التطرية المستخدمة في عمليات التشحيم بالمدابغ ، M ترمز إلى التعديل الذي ادخل عليهاModification، 45 درجة الحرارة التي تستخدم عندها المادة.

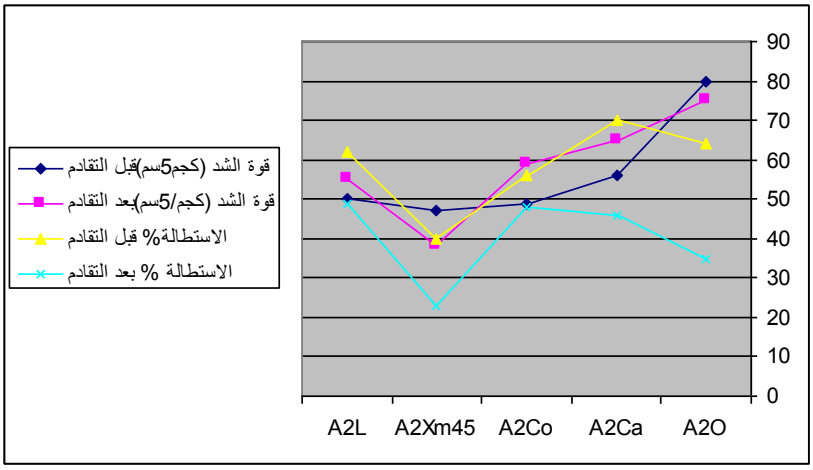
- L اللانولين Lanolin.

1. المجموعة A_2:

وتشمل العينات المتقادمة باستخدام بيكربونات الصوديوم 2% مع تقادم حراري عند 70°م وتمت تطريتها بمواد التطرية المختارة ثم أجرى لها تقادم حراري ثاني.

رقم العينة	قبل التقادم الحراري الثاني		بعد التقادم الحراري الثاني	
	قوة الشد (كجم5سم)	الاستطالة%	قوة الشد (كجم/5سم)	الاستطالة %
A_2O	80	64	75	35
A_2Ca	56	70	65	46
A_2Co	49	56	59	48
A_2X_{m45}	47	40	38	23
A2L	50	62	55	49

جدول رقم" 4 " مقارنة لنتائج قوة الشد ونسبة الاستطالة لعينات المجموعةA2 التي أجرى لها تطرية. قبل وبعد التقادم الحراري الثاني.



شكل رقم (4) مقارنة لنتائج قوة الشد ونسبة الاستطالة لعينات المجموعةA2 التي أجرى لها تطرية قبل وبعد التقادم الحراري.

يتضح من الجدول والشكل المرفقين ما يلي:

- قوة الشد للعينة A2O قد سجلت 80 ثم انخفضت بعد التقادم الحراري الثاني للعينة لتصل الى75 مسجلة نسبة انخفاض 5% مما يعكس تأثر خليط زيت الزيتون المستخدم في التطرية بعملية التقادم الحراري وإن كان هذا التأثر قليل.

- قوة الشد للعينة A2Ca سجلت 56 ثم زادت لتصل الى65 مسجلة نسبة تحسن 10% بعد حدوث التقادم الثاني ويمكن تفسير ذلك على انه نتيجة لحدوث عملية التقادم الحراري ارتفعت درجة حرارة الجلد مما أدى إلى زيادة انصهار مركب زيت الخروع المستخدم في التطرية وزيادة تغلغله بين ألياف الجلد مما أعطاه قدر اكبر من التطرية وما تبعة من زيادة وتحسن في قوة الشد كما يعكس هذا السلوك مدى ثبات زيت الخروع لعملية الأكسدة مقارنة بزيت الزيتون.

- قوة الشد للعينة A2Co سجلت قبل التقادم الثانى49 ثم زادت لتصل إلى 59 مسجلة نسبة تحسن 10% بعد حدوث التقادم الثاني ويفسر ذلك على ذات المنوال الذي فسر عليه سلوك زيت الخروع مما يعكس أيضا ثبات زيت جوز الهند للأكسدة وإسهامه في تحسين قوة الشد للجلد المعالج به وزيادة تغلغله بين ألياف الجلد عند ارتفاع درجة الحرارة.

- قوة الشد للعينةA2Xm45 سجلت قبل التقادم الثانى47 ثم انخفضت بصورة ملحوظة لتسجل38 لتكون نسبة الانخفاض لها 9% ويفسر هذا الهبوط نتيجة لتأثر مادة التطرية Xm45 بعملية التقادم الحراري وعدم ثباتها للأكسدة مما أسهم في حدوث انخفاض بقوة الشد للجلد المعالج بها مما يدل على تطاير مادة التطرية عند ارتفاع درجة الحرارة.

- قوة الشد للعينة A2L سجلت قبل التقادم الثاني 50 ثم ارتفعت لتسجل 55 مما يبرز دور ارتفاع درجة الحرارة أثناء التقادم في زيادة تغلغل اللانولين داخل ألياف الجلد.

- قيم نسبة الاستطالة سجلت انخفاض بعد التقادم بكل مواد التطرية المستخدمة وان اختلفت نسبة الانخفاض من مادة لأخرى حيث كانت اعلي نسبة للانخفاض زيت الزيتون حيث سجلت نسبة انخفاض قدرها 29% تلاها زيت الخروع 24% ثم مادةXm45 وسجلت 17% ثم زيت جوز الهند وسجل 8% أما الأقل انخفاضا فكان اللانولين وسجل 6%.

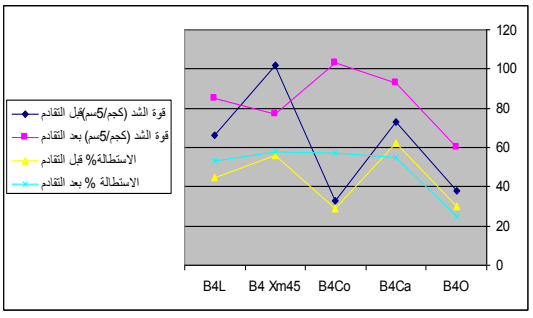
ومن هذه النتائج يمكننا أن نؤكد أن مركب زيت جوز الهند هو الأفضل للاستخدام في تطرية الجلود التي حدث لها تقادم بأملاح بيكربونات الصوديوم كذلك يمكننا تطبيق هذه النتيجة على الجلود الأثرية التي ترتفع بها نسبة هذه الأملاح ويمكننا تحديد هذه النسبة على وجه الدقة من التحليل بالميكروسكوب الالكتروني الماسح المزود بوحدة تحليل EDAX كما سيأتي ذكره تفصيليا عند تناول هذا الأسلوب من الفحص والتحليل .

2. المجموعة B4:

وتشمل العينات المتقادمة بكربونات الصوديوم 0.5% مع تقادم حراري عند 70ºم وتمت تطريتها بمواد التطرية المختارة ثم أجرى لها تقادم حراري ثاني.

قبل التقادم		بعد التقادم	
رقم العينة	قوة الشد (كجم/5سم)	الاستطالة%	قوة الشد (كجم/5سم)	الاستطالة %
B_4O	38	30	60	25
B_4Ca	73	62	93	55
B_4Co	33	29	103	57
$B_4 X_{m45}$	102	56	77	58
B4L	66	45	85	53

جدول رقم" 5 " مقارنة لنتائج قوة الشد ونسبة الاستطالة لعينات المجموعةB4 التي أجرى لها تطرية. قبل وبعد التقادم الحراري الثاني.



شكل رقم (5) مقارنة لنتائج قوة الشد ونسبة الاستطالة لعينات المجموعةB4 التي أجرى لها تطرية قبل وبعد التقادم الحراري.

يتضح من الجدول والشكل المرفقين ما يلي:

- قوة الشد للعينة B4O قد سجلت 38 ثم ارتفعت بعد التقادم الحراري الثاني للعينة لتصل الى60 مسجلة نسبة تحسن 22% مما يعكس ثبات زيت الزيتون للأكسدة في ظل التقادم باستخدام أملاح كربونات الصوديوم عكس ما حدث من انخفاض لقوة الشد مع نفس الزيت مع الجلد المتقادم بأملاح بيكربونات الصوديوم وهذا يفسر الدور الذي تلعبه مواد وعوامل التلف المختلفة في تشكيل مظهر التلف وتحديد طريقة العلاج الملائمة فالمادة التي تصلح لعلاج مظهر تلف معين لا تصلح لعلاج ذات مظهر التلف الناتج عن عامل تلف مختلف.

- قوة الشد للعينة B4Ca سجلت 73 ثم زادت لتصل إلى 93 مسجلة نسبة تحسن 20% بعد حدوث التقادم الثاني ويمكن تفسير ذلك على أن نسبة التغلغل لمادة التطرية كانت أعلى في ظل تواجد أملاح كربونات الصوديوم مما أعطى مركب زيت الخروع مقدرة على تحسين قوة الشد للجلد المعالج.

- قوة الشد للعينة B4Co سجلت 33 ثم زادت لتصل الى103 مسجلة نسبة تحسن 70% بعد حدوث التقادم الثاني مؤكدة تفوق مركب زيت جوز الهند ومقدرته على التغلغل في ظل درجات الحرارة المرتفعة مع تحقيق اكبر قدر من الثبات.

- قوة الشد للعينة A2Xm45 سجلت قبل التقادم الثاني 102 ثم انخفضت بصورة ملحوظة للغاية بعد التقادم لتسجل 77 لتكون نسبة الانخفاض لها 25% ويفسر هذا الهبوط الكبير نتيجة لتأثر مادة التطرية Xm45 بعملية التقادم الحراري وعدم ثباتها للأكسدة مع الجلود المتقادمة بأملاح كربونات الصوديوم من هنا يوصى بعدم استخدام هذه المادة مع الجلود القديمة التي يثبت من التحاليل أن نسبة أملاح كربونات الصوديوم بها مرتفعة.

- قوة الشد للعينة B4L سجلت قبل التقادم الثاني 66 ثم ارتفعت بعد التقادم لتسجل85 مما يدل على زيادة قوة الشد نتيجة لزيادة تغلغل مادة التطرية بعد رفع درجة الحرارة على الرغم من أن نسبة التحسن لم تتجاوز19%.

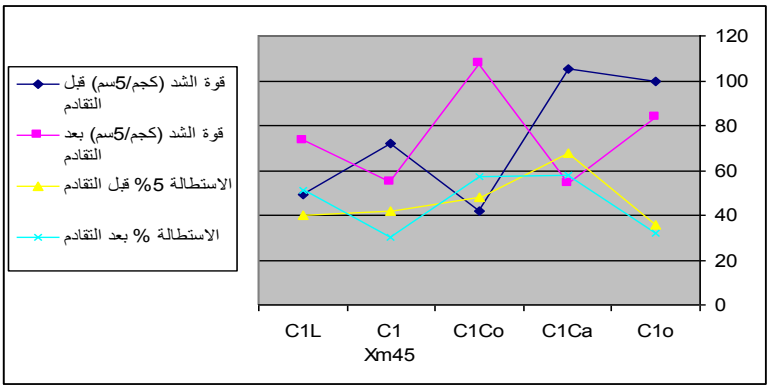
- قيم نسبة الاستطالة سجلت انخفاضا مع كل من ; مركب زيت الزيتون بنسبة 5% ومركب زيت الخروع بنسبة 7% ؛ وسجلت ارتفاعا مع باقي المركبات حيث ارتفعت مع مركب زيت جوز الهند بنسبة 28% ومع مركب Xm45 ارتفعت بمقدار طفيف بلغ 2% ومع اللانولين كانت نسبة الارتفاع8% ، ومن هنا بدأت تتضح معالم تفوق مركب زيت جوز الهند على باقي المركبات سواء في تحسين قوة الشد أو النسبة المئوية للاستطالة.

3. المجموعة C1:

وتشمل العينات المتقادمة بخليط من أملاح كربونات و بيكربونات الصوديوم 0.5% مع تقادم حراري عند 70°م وأجرى لها تطرية بمواد التطرية المختارة ثم أجرى لها تقادم حراري ثاني.

جدول رقم" 6 " مقارنة لنتائج قوة الشد ونسبة الاستطالة لعينات المجموعةC1 التي أجرى لها تطرية. قبـــل وبعد التقادم الحراري الثاني.

	قبل التقادم		بعد التقادم	
رقم العينة	قوة الشد (كجم/5سم)	الاستطالة 5%	قوة الشد (كجم/5سم)	الاستطالة %
$C_{1}o$	100	36	84	32
$C_{1}Ca$	105	68	54	58
$C_{1}Co$	42	48	108	57
C_{1} X_{m45}	72	42	55	30
$C_{1}L$	49	40	73	51



شكل رقم (6) مقارنة لنتائج قوة الشد ونسبة الاستطالة لعينات المجموعةC1 التي أجرى لها تطرية قبل وبعد التقادم الحراري.

يتضح لنا من الجدول والشكل المرفقين ما يلي:

قوة الشد للعينات C1 قد سجلت انخفاضا مع كل مركبات الزيوت عدا مركب زيت جوز الهند ومادة اللانولين؛ حيث كانت نسبة الانخفاض مع مركب زيت الزيتون 16% ومع مركب زيت الخروع 51% ومع مادة Xm45 كانت نسبة الانخفاض 17% أما مركب زيت جوز الهند فقد سجل ارتفاعا كبيرا نسبته 66% ليواصل تصدره لمركبات مواد التطرية من حيث مقدرته على الثبات وكفاءته في إحداث التطرية المطلوبة للجلود .في حين سجلت مادة اللانولين ارتفاعا بمقدار24%.

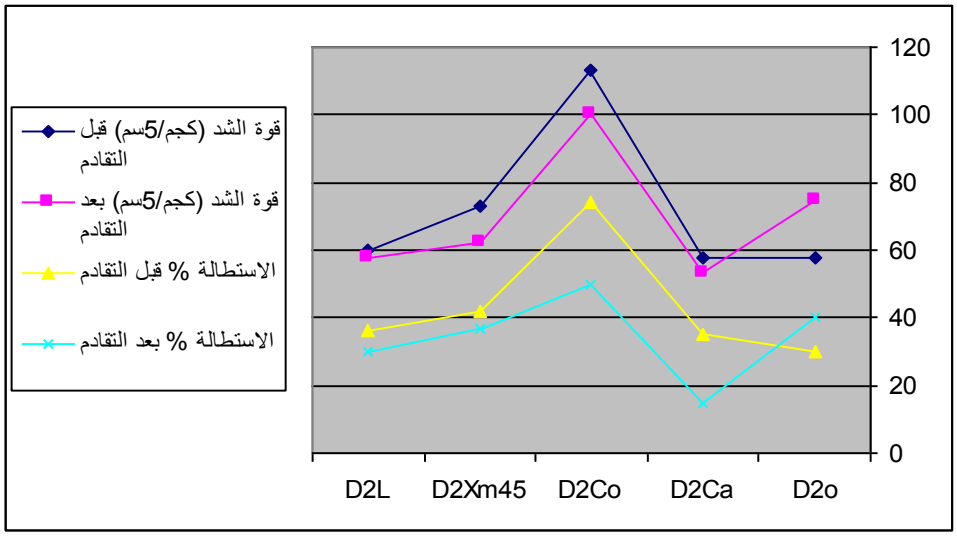
كذلك نرى أن النسبة المئوية للاستطالة قد انخفضت مع كل مركبات التطرية باستثناء مركب زيت جوز الهند و مادة اللانولين ؛ حيث سجل مركب زيت الزيتون انخفاضا قدره 4% و مركب زيت الخروع 10% ووصل الانخفاض مع مركب مادة Xm45 إلى 12% ؛ أما مركب زيت جوز الهند فقد واصل أيضا تفوقه في تحسين النسبة المئوية للاستطالة ليسجل تحسن بنسبة 9% ،غير أن مادة اللانولين سجلت تحسن بنسبة11% وهذا يعكس أيضا دور اللانولين في تحسين الخواص الميكانيكية للجلود المعالجة وان اختلفت درجة التحسن.

4. المجموعة D_2:

وتشمل العينات المتقادمة بكربونات البوتاسيوم 1% مع تقادم حراري عند 70°م وأجرى لها تطرية بمواد التطرية المختارة ثم أجرى لها تقادم حراري ثاني.

جدول رقم" 7 " مقارنة لنتائج قوة الشد ونسبة الاستطالة لعينات المجموعةD2 التي أجرى لها تطرية. قبل وبعد التقادم الحراري الثاني.

	قبل التقادم		بعد التقادم	
رقم العينة	قوة الشد (كجم/5سم)	الاستطالة %	قوة الشد (كجم/5سم)	الاستطالة %
D_2o	58	30	75	40
D_2Ca	58	35	53	15
D_2Co	113	74	100	50
D_2X_{m45}	73	42	62	37
D_2L	60	36	58	30



شكل رقم (7) يوضح مقارنة لنتائج قوة الشد ونسبة الاستطالة لعينات المجموعةD2 التي أجرى لها تطرية قبل وبعد التقادم الحراري.

يتضح لنا من الجدول والشكل المرفقين ما يلي:

حدث انخفاض في قوة الشد بعد التقادم الثاني لكل المركبات باستثناء مركب زيت الزيتون ، حيث انخفض مركب زيت الخروع بنسبة 5% ومركب زيت جوز الهند بنسبة كبيرة بلغت 13% ومركب مادة Xm45 انخفض بنسبة 11% ومادة اللانولين بنسبة2% ؛ أما الارتفاع الأوحد هذه المرة فقد كان من نصيب مركب زيت الزيتون والذي سجل ارتفاعا قدره 17%.وهذا يفسر كما ذكرنا تفاوت كل مركب من حيث قدرته على الثبات للتقادم الحراري وذلك تبعا لاختلاف المواد المحدثة للتلف.

كما لم تختلف نتائج نسبة الاستطالة كثيرا حيث حقق مركب زيت الزيتون التحسن الوحيد بنسبة 10% أما باقي مركبات الزيوت فقد انخفضت بها النسبة المئوية للاستطالة ليأتي مركب زيت جوز الهند في المركز الأول مسجلا نسبة انخفاض 24% وان كان مركب زيت جوز الهند هو الذي حقق اكبر قدر من التحسن بالعينات المتقدمة والمعالجة به مقارنة بالمركبات الأخرى ولكن ينصح بالمحافظة على درجة الحرارة للمقتنيات الجلدية المعالجة بهذا المركب عند الحدود

المأمونة ، تلاه مركب زيت الخروع بنسبة 20% ثم مركب مادة Xm45 بنسبة 5% وتسجل مادة اللانولين انخفاضا طفيفا أيضا بلغ6%.

مما سبق وعلى ضوء نتائج تلك المجموعة يتضح لنا تفوق مركب زيت الزيتون على باقي المركبات ومقدرته العالية على الثبات الحراري ولكن تتضح مقدرة مركب زيت جوز الهند على تحقيق اكبر قدر من التحسن في خواص الجلود المتقادمة بأملاح كربونات البوتاسيوم.

من هنا نجد أن مجمل النتائج يشير إلى أن مركب زيت جوز الهند هو الأقدر على التطرية وفى ذات الوقت الأكثر ثباتا لعمليات التقادم المستقبلية بعد التطرية. يليه في ذلك مادة اللانولين ثم مركب زيت الخروع ثم مركب زيت الزيتون وفى المرتبة الأخيرة يأتي مركب مادة Xm45 ؛ كما يختلف الثبات الحراري لكل مركب من مركبات التطرية بحسب طبيعة تكوين المركب نفسه وكذلك الأملاح المحدثة للتقادم بالجلد؛ ومن هنا فإننا ننصح بإجراء الفحوص والتحاليل المناسبة للتعرف على المواد الكيميائية والأملاح التي قد تكون متواجدة بالجلد الأثري للمساعدة في اختيار أسلوب ومواد المعالجة الملائمة لكل حالة.

2- قياس التغير اللوني*:

تم قياس التغير اللوني للعينات المتقادمة قبل وبعد المعالجة بمواد التطرية باستخدام نظام CIE Lab وهو مقياس عالمي لقياس التغير اللوني لعينات مختلفة ، وهو يقيس درجة النصاعة التي يرمز لها بالرمزL وهى تميل إلى اللون الأبيض الناصع عندما يكون قيمة اللون 100 وكلما انخفضت هذه القيمة لتصل إلى الصفر كان ذلك دالاً على السواد التام، أما قيمة a فهي تقيس اللون الأحمر والأخضر ويكون اللون الأحمر عندما تكون قيمة اللون موجبة a is red(+)، أما إذا كانت سالبة فتدل على أن اللون أخضر a is green (-) أما قيمة b فهي تدل على الأصفر والأزرق ويكون اللون أصفراً عند تكون القيمة اللونية موجبة b yellow(+) أما اللون فيكون أزرقاً إذا كانت القيمة اللونية سالبة b is blue (-).

وقد صممت هذه المقاييس لتعطى قياسات لونية فى شكل وحدات بصرية متماثلة تقريباً والاختلاف في اللون بين عينتين يكون محدد باستخدام الرمز Δ دلتا (ΔL- Δa- Δb) والاختلاف اللوني الكلى يكون (ΔE) طبقاً للمعادلة الآتية (1)،(2).

$$(\Delta E) = \sqrt{(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2}$$

وفيما يلي عرض لنتائج قياس التغير اللوني للعينات المختبرة:

* تم إجراء القياسات بالمركز القومي للبحوث.

(1) Abdel-Maksoud, G., Marcinkowska, E., The effect of artificial heat ageing on some properties of chrome tanned leather. Journal of Cracow University of Technology, 1A. Cracow, Poland, 2000, pp. 164-177.

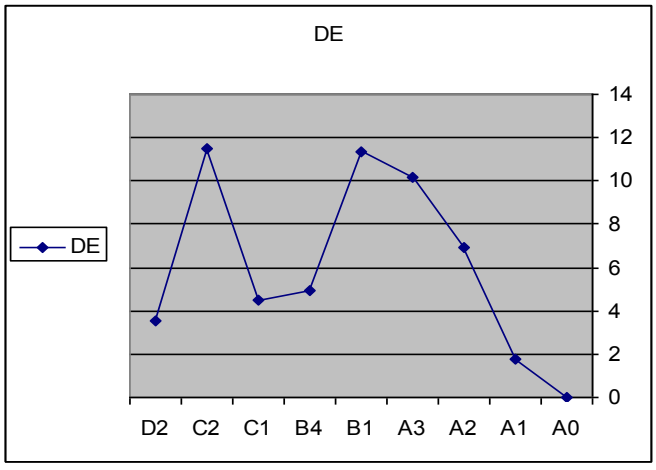
(2) نيفين مدحت السعيد عبد الفتاح، مرجع سابق، 2004، ص 154-155.

♦التغير اللوني للعينات التي أجرى لها تقادم مقارنة بعينة قياسية :

sample	Color Values				Chang Color Parameters			
	L	a	b	E	ΔL	Δa	Δb	ΔE
A0 control	52.00	122.00	32.00	136.43	0.00	0.00	0.0	0.0
A1	49.75	122.00	33.42	135.93	2.25	0.0	1.42–	1.75
A2	45.75	121.35	29.11	132.9	6.25	0.65	2.89	6.92
A3	44.98	118.25	25.69	129.10	7.02	3.75	6.31	10.20
B1	44.98	117.02	24.64	127.77	7.02	4.98	7.36	11.32
B4	47.50	120.88	30.37	133.38	4.50	1.12	1.63	4.92
C1	47.65	121.31	31.00	133.97	4.35	0.69	1.00	4.52
C2	44.65	117.06	24.62	127.68	7.35	4.94	7.38	11.53
D2	48.88	121.84	33.63	135.52	3.12	0.16	1.63	3.52

جدول رقم (8) يوضح نتائج التغير اللوني للعينات التي أجرى لها تقادم مقارنة بعينة قياسية.

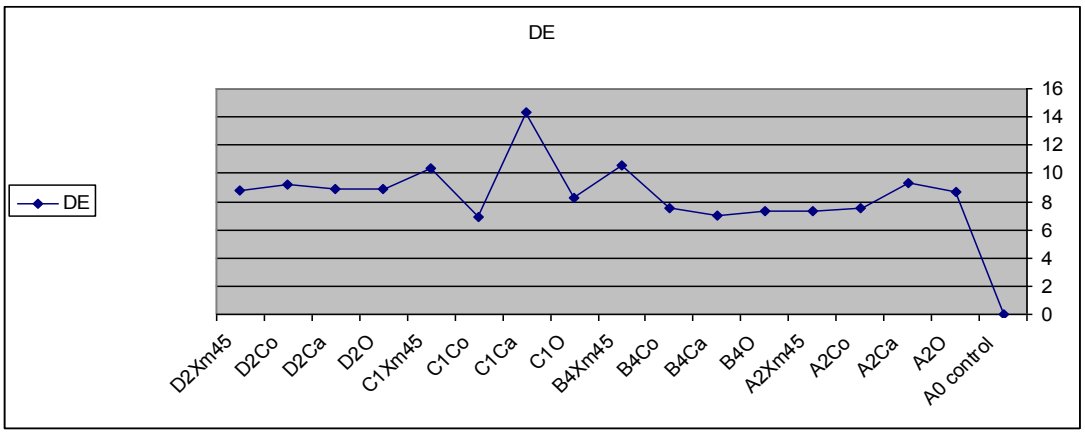
من النتائج الموضحة بالجدول و الشكل المرفقين يتضح لنا مدى التقارب في قيم التغير اللوني للعينات A2/ B4/C1/D2 والتي كانت حالتها هي الأقرب لحالة العينات الأثرية.



شكل رقم (8) يوضح علاقة التغير اللوني الكلى ΔE للعينات التي اجري لها تقادم مقارنة بعينة قياسية.

♦التغير اللوني للعينات المتقادمة التي أجرى لها تطرية (جدول رقم " 9 ")

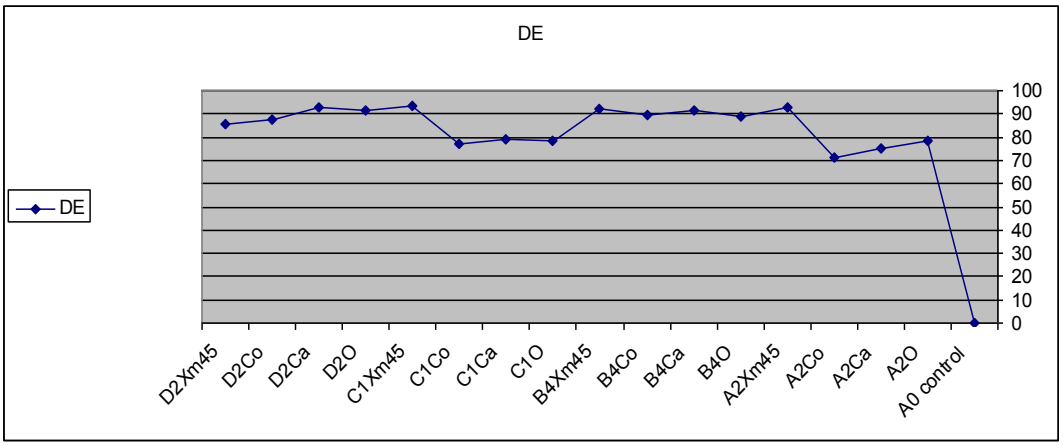
Sample	Color Value				Change Color Parameters			
	L	a	b	E	ΔL	Δa	Δb	ΔE
A0 control	52.00	122.00	32.00	136.43	0.00	0.00	0.00	0.00
A2O	45.42	119.44	26.93	130.59	6.58	2.56	5.07	8.70
A2Ca	45.10	119.13	26.44	130.09	6.90	2.87	5.56	9.31
A2Co	45.98	120.15	27.77	131.61	6.02	1.85	4.23	7.58
A2Xm45	46.42	119.43	28.00	131.09	5.58	2.57	4.00	7.33
B4O	46.23	120.13	27.89	13.71	5.77	1.87	4.11	7.32
B4Ca	46.61	120.12	27.98	131.85	5.39	1.88	4.02	6.98
B4Co	46.42	119.75	27.56	131.36	5.58	2.25	4.44	7.50
B4Xm45	44.92	118.01	25.64	128.85	7.08	3.99	6.36	10.52
C1O	45.89	119.58	26.96	130.89	6.11	2.42	5.04	8.28
C1Ca	37.80	120.79	30.14	130.11	14.20	1.21	1.86	14.37
C1Co	46.95	119.88	27.88	131.73	5.05	2.12	4.12	6.85
C1Xm45	44.6	118.15	25.86	128.91	7.40	3.85	6.14	10.36
D2O	45.54	119.00	26.74	130.19	6.46	3.00	5.26	8.85
D2Ca	45.16	119.53	26.85	130.56	6.84	2.47	5.15	8.91
D2Co	45.33	119.00	26.44	130.10	6.64	3.00	5.56	9.19
D2Xm45	45.35	119.52	26.79	130.61	6.65	2.48	5.21	8.80



شكل رقم (9) يوضح علاقة التغير اللوني الكلى ΔE للعينات المتقادمة التي أجرى لها تطرية.

♦التغير اللوني للعينات التي أجرى لها تطرية وتقادم ثان بعد التطرية (جدول رقم " 10 ")

Sample	Color Value				Change Color Parameters			
	L	a	b	E	ΔL	Δa	Δb	ΔE
A0 control	52.00	122.00	32.00	136.43	0.00	0.00	0.00	0.00
A2O	33.68	47.92	14.03	60.23	18.32	74.08	18.00	78.41
A2Ca	36.55	49.8	16.25	63.87	15.45	72.20	15.75	75.49
A2Co	38.45	53.60	17.65	68.29	13.55	68.40	14.35	71.19
A2Xm45	27.88	35.60	7.78	45.88	24.12	86.40	24.22	92.92
B4O	28.24	39.44	8.25	49.20	23.76	82.56	23.75	89.13
B4Ca	32.68	35.56	10.35	49.39	19.32	86.44	21.65	91.18
B4Co	33.25	36.80	10.52	50.70	18.75	85.20	21.48	89.84
B4Xm45	31.85	34.60	9.98	48.07	20.15	87.40	22.02	92.36
C1O	36.48	47.00	15.45	61.47	15.52	75.00	16.55	78.36
C1Ca	36.98	45.80	15.54	60.88	15.02	76.20	16.46	79.39
C1Co	39.86	47.44	16.59	64.15	12.14	74.56	15.41	77.09
C1Xm45	32.95	33.46	9.15	47.84	19.05	88.54	22.85	93.40
D2O	30.98	35.92	8.69	48.22	21.02	86.08	23.31	91.62
D2Ca	30.89	34.72	8.86	47.31	21.11	87.28	23.14	92.73
D2Co	31.25	39.56	9.98	51.39	20.75	82.44	22.02	87.82
D2Xm45	31.4	41.68	10.86	53.30	20.60	80.32	21.14	85.57



شكل رقم (10) يوضح علاقة التغير اللوني الكلى ΔE للعينات المتقادمة التي أجرى لها تطرية ثم تقادم ثان بعد التطرية .

من واقع النتائج الموضحة بالجداول الأشكال المرفقة يمكن أن تفصل النتائج كما يلي

- **التغير اللوني للعينات المتقادمة بالطرق المختلفة مقارنة بعينة قياسية:**

كما ذكر يهدف قياس التغير اللوني للعينات المختبرة إلى تحديد نسبة التغير اللوني في لون العينات وتحولها من اللون الفاتح إلى اللون الداكن نتيجة لعمليات التقادم وما يتبعها من عمليات معالجة خاصة عملية التطرية التي تتم دراستها هنا وذلك مقارنة بقياسات عينة جلد قياسية محضرة حديثا لم يتم لها تقادم أو تطرية.

وبتحليل النتائج المرفقة بالجدول (32) والشكل (33) يتبين أن العينة القياسية A0 قد سجلت قيمة L بها52.00 هذه القيمة بدأت في الانخفاض مع العينات المتقادمة مما يدل على بداية فقدها للنصاعة وتحولها للون الداكن هذا الفقد كان كبيرا مع العينات التي أجرى لها تقادم بتركيزات عالية مثل A3,B1,C2 وكان قليلا نسبيا مع العينات التي وصلت إلى حالة مشابهة لحالة الجلود الأثرية وهى D2,C1,B4,A2 .أما قيم a فقد كانت كلها موجبة مما يدل على تواجد اللون الأحمر حيث سجلت قيمة موجبة بلغت 122 مع العينة القياسية تناقصت مع العينات المتقادمة.أما ما يهمنا في تلك العملية فهو حساب قيمة التغير اللوني الكلى ΔE للعينات المختبرة مقارنة بعينة الجلد القياسية والتي كانت قيمة التغير اللوني بها صفر؛ ومن خلال قراءة قيم التغير اللوني يتضح من الدراسة أن العينات المتقادمة بأملاح عند تركيزات عالية حققت اكبر نسبة للتغير اللوني وهى A3\B1\C2 حيث تجاوزت نسبة التغير اللوني الكلى بها 11.

- **التغير اللوني للعينات المتقادمة التي أجرى لها تطرية:**

يلاحظ أن جميع العينات لم يحدث لها هبوط كبير في قيمة L مقارنة بحالتها قبل التطرية مما يدل على حدوث تأثير غير ملحوظ للمواد المستخدمة في التطرية في إحداث دكانه أو غمقان في لون الجلد المعالج حيث سجلت العينة A2 قبل التطرية 45.75 وبعد التطرية سجلت اقل نسبة تغير مع مركبات زيوت الزيتون والخروع و زيت جوز الهند حيث اقتربت كلها من 45 وان كان مركب زيت جوز الهند الأقل تحقيقا للتغير في قيمة L حيث سجلت العينة المعالجة به 45.98 بفارق 0.23 ؛ إلا أن الفارق بين قيمة L قبل التطرية وبعد التطرية زاد ليصل إلى 0.67 مع العينة التي تمت تطريتها باستخدام مركب مادة Xm45 مما يدل على تأثير مادة التطرية المذكورة في إحداث تغير في اللون.

كذلك الحال بالعينة B4 حيث سجلت قبل التطرية قيمة L بها 47.50 وبعد التطرية سجلت قيم متشابه مع مركبات زيوت الزيتون والخروع و زيت جوز الهند اقتربت كلها من 46 وعلى ذات النهج كان التغير الأكبر مع العينة التي تمت تطريتها باستخدام مركب مادة Xm45 حيث كان الفارق بين العينة قبل التطرية والعينة التي تمت تطريتها 2.58 .

والعينة C1 سجلت أيضا قبل التطرية 47.65 وبعد التطرية كانت نسبة التغير في قيمة اللون L قليلة مع مركب زيت جوز الهند حيث سجلت قيمة L معها 46.95 بفارق 0.7 ازداد هذا الفارق مع باقي المركبات وان كان مركب زيت الخروع قد حقق اكبر قدر من التغير في قيمة L قبل وبع التطرية حيث وصل الفارق بين العينتين إلى 9.85 .

أما العينة D2 فقد سجلت قبل التطرية 48.88 وهى بذلك تسجل اقل نسب التغير اللوني في قيمة L بين العينات الأقرب لحالة الجلد الأثري مقارنة بعينة الجلد القياسية (52.00) وبعد التطرية سجلت قيما كلها تقترب من 45 مع جميع مركبات التطرية مما يشير إلى تأثير أملاح التقادم على سير عملية التطرية وهذا يؤكد المقولة السابقة من أن هناك ارتباط وثيق بين عوامل التلف وأساليب العلاج.

أما فيما يتعلق بقيمة التغير اللوني الكلى للعينات المختبرة ΔE نجد أن العينة C1Co قد حققت اقل قيمه للتغير اللوني الكلى بين جميع العينات المعالجة وكانت هذه القيمة 6.85 ؛ مما

يعكس مقدرة مركب زيت جوز الهند على تحقيق اقل قيمة تغير لونى للجلود المعالجة به ؛ أما أعلى قيمة للتغير اللوني الكلى فقد تم تحقيقها مع العينة C1Ca وكانت 14.37 وهذا يبرز دور زيت الخروع في إحداث قدر كبير من التغير اللوني للجلود المعالجة به وان اختلف هذا القدر تبعا لاختلاف نوعية الأملاح التي أحدثت التقادم للجلد حيث نجد أن مركب التطرية ذاته يحقق قيمة تغير لونى اقل (6.98) مع العينة B4Ca تلك القيمة تكاد أن تقترب من القيمة التي حققها مركب زيت جوز الهند وان كانت تلك النتيجة لا تشير إلى تفوق مركب زيت الخروع حيث أن مجمل النتائج مع باقي العينات المعالجة به تشير إلى ارتفاع قيمة التغير اللوني الكلى لتلك العينات. كما تشير النتائج المجملة إلى ارتفاع قيمة التغير اللوني الكلى للعينات المعالجة بمركب مادة Xm45.

ومن النتائج السابقة يمكن ترتيب أفضل مركبات التطرية واقدرها على تحقيق اقل قيمة تغير لونى كلى على النحو التالي :

1- مركب زيت جوز الهند.

2 – مركب زيت الزيتون.

3 – مركب مادة Xm45.

4- مركب زيت الخروع.

وان اختلفت هذه النتائج باختلاف المواد المتسببة في إحداث التقادم الكيميائي للجلد.

- **التغير اللوني للعينات المتقادمة التي أجرى لها تطرية ثم تقادم حراري ثان بعد التطرية:**

بشكل عام يلاحظ حدوث انخفاض حاد في القيم المسجلة مع كل مركبات التطرية سواء في قيم L أو a أوb مقارنة بعينة الجلد القياسية ؛ مما يشير إلى حدوث فقد كبير في درجة النصاعة للجلد وتحوله إلى اللون الداكن وهذا يعنى تأثر مركبات التطرية جميعها بعملية التقادم الحراري الثاني والتي أجريت كسابقتها عند 70°م ولمدة 18 ساعة وان اختلفت درجة تأثر كل مادة ومن ثم درجة الدكانة التي يصل إليها الجلد ؛ حيث يلاحظ زيادة قيمة التغير اللوني الكلى بشكل كبير؛ إلا أن هناك تفاوت في حدة التغير اللوني الكلى للعينات تبعا لاختلاف نوعية المركبات المستخدمة في التطرية ؛ حيث يلاحظ أن اقل قيمة تغير لونى كلى قد سجلتها العينة A2Co (71.19) المعالجة بمركب زيت جوز الهند مما يعكس مدى الثبات الحراري لذلك المركب تجاه عمليات التقادم الحراري للجلود المعالجة به مقارنة بباقي مركبات التطرية المختبرة ؛ ومن جهة أخرى يعتبر مركب مادة Xm45 من أكثر المركبات التي سجلت قيم تغير لونى كلى مرتفعة بشكل ملحوظ ؛ حيث تم تسجيل أعلى تلك القيم على الإطلاق مع العينة C1Xm45 حيث كانت (93.40) وباقي العينات المعالجة بهذا المركب سجلت أيضا قيما مرتفعة فالعينة A2Xm45 سجلت 92.92 والعينة B4Xm45 سجلت 92.36 واقل قيم التغير اللوني الكلى لهذا المركب سجلتها العينة D2Xm45 وكانت (85.57) وهذا يدل بشكل قاطع على اختلاف كفاءة مركب التطرية من عينة لأخرى تبعا لاختلاف المواد المسببة لعملية التلف ؛ وبالنسبة لباقي مركبات التطرية وهى (مركب زيت الزيتون – مركب زيت الخروع) يلاحظ أيضا أنها حققت نتائج مختلفة باختلاف العينات المعالجة حيث حقق مركب زيت الزيتون أفضل النتائج له مع العينة C1O وكانت قيمة التغير اللوني الكلى لها (78.36) وأعلى قيمة تغير لونى كلى لهذا المركب تم تحقيقها مع العينة D2O حيث سجلت (91.62) أما مركب زيت الخروع فقد سجل اقل قيمة تغير لونى كلى مع العينة A2Ca حيث كانت (75.49) وأعلى قيمة سجلت لهذا المركب مع العينة D2Ca وكانت (92.73) .

مما سبق يمكن القول انه لا توجد مادة أو مركب هو الأفضل على الإطلاق ولكن تختلف كفاءة كل مادة أو مركب تبعا لطبيعة الحالة التي يراد معالجتها ؛ إلا انه ومن مجمل النتائج

السابقة لقيم التغير اللوني الكلى يمكن أن يتم ترتيب مركبات التطرية من حيث الأفضل على النحو التالي :

1- مركب زيت جوز الهند.
2- مركب زيت الزيتون.
3- مركب زيت الخروع.
4- مركب مادة Xm45 .

وهذا يثبت أيضا أفضلية مركب زيت جوز الهند كمادة للتطرية ومدى ثباته عند درجات الحرارة المعتدلة حيث انه من المنطقي والمقبول لنا أن أي مادة للتطرية مهما بلغت من قوة الثبات الحراري لابد وان تتأثر بدرجة حرارة 70°م حيث تبدأ هذه المادة في تفاعلات الأكسدة وبالتالي يحدث التغير اللوني نظرا لحساسية اللون لأي تغير يلي ذلك تأثر باقي خواص الجلد المعالج بهذه المادة.

- ***النتائج:***

1- من خلال الدراسة أمكن محاكاة الظروف البيئية التي يتواجد بها الجلد الأثري وتم دراسة تأثير الفعل الكيميائي لبعض الأملاح التي قد تتواجد بتلك البيئة ومدى ارتباطها بعامل الحرارة في إلحاق التلف بالجلود الواقعة تحت وطأتها، حيث تم إحداث عملية التقادم والوصول بالعينات لحالة تشابه حالة النماذج الأثرية في وقت قياسي.
2- ثبت أن نسب الأملاح المستخدمة في إحداث التقادم بالجلد تماثل نظيرتها بالجلود الأثرية وذلك من واقع الدراسة التي تمت على الجلود الأثرية والجلود التي أجرى لها تقادم.
3- اختلفت الأملاح المستخدمة في إحداث التقادم الكيميائي فيما بينها من حيث شدة تأثيرها على الجلد وذلك تبعا لاختلاف التركيز المستخدم من كل ملح حيث كان ملح بيكربونات الصوديوم أقلها تأثيرا فلم يظهر أثره على الجلد في الوصول به لحالة تشابه حالة الجلود الأثرية إلا عند تركيز2% ؛ ثم تلاه ملح كربونات البوتاسيوم والذي كان تركيز 1% منه مناسبا للوصول بالجلد المتقادم لحالة تشابه حالة الجلود الأثرية ؛ ثم تساوى ملح كربونات البوتاسيوم مع الخليط المستخدم من ملحي كربونات و بيكربونات الصوديوم حيث أظهرت تلك الأملاح تأثيرا على الجلد عند تركيز0.5% مما يعكس قوة تلك الأملاح في إحداث تلف شديد بالجلد حتى عند تواجدها بتركيزات منخفضة.
4- ثبت فاعلية وتفوق مركب زيت جوز الهند في تحسين الخواص الميكانيكية للجلود المتقادمة وتحقيق اكبر قدر من الثبات لعمليات التقادم الحراري.حيث حققت العينة A2Co (عينة جلد متقادمة بأملاح بيكربونات الصوديوم واجري لها تطرية بمركب زيت جوز الهند) نسبة تحسن في قوة الشد بعد التقادم الحراري بلغت 10% ؛ والعينة B4Co (عينة جلد متقادمة بأملاح كربونات الصوديوم واجري لها تطرية بمركب زيت جوز الهند) حققت نسبة تحسن بعد التقادم بلغت 70% ؛ والعينةC1Co(عينة جلد متقادمة بخليط من أملاح كربونات و بيكربونات الصوديوم بنسبة 1:1 واجري لها تطرية بمركب زيت جوز الهند) حققت نسبة تحسن بعد التقادم بلغت 66% .
5- من خلال قياس قيمة التغير اللوني الكلى ΔE ثبت مقدرة مركب زيت جوز الهند على تحقيق أقل قيمة للتغير اللوني بين المركبات المختبرة.حيث حقق اقل قيمة للتغير اللوني الكلى بالنسبة للعينات المتقادمة والتي اجري لها تطرية بالمركبات المختلفة وكانت تلك القيمة 6.85 مع العينة C1Co ؛ وبعد التقادم لتلك العينات المعالجة حقق أيضا اقل قيمة للتغير اللوني الكلى مقارنة بباقي مواد التطرية وكانت مع العينة A2Co وبلغت 71.19.

6- لعب مركب Sodium dodocyle sulphat دوراً فعالاً في زيادة قدرة مواد و مركبات زيوت التطرية (مركب مادةXm45 - مركب زيت جوز الهند – مركب زيت الخروع – مركب زيت الزيتون) على التغلغل بين ألياف الجلد المعالج.
7- مادة اللانولين من المواد شائعة الاستخدام في تطرية الجلود إلا أن استخدامها بصورة مفردة لا يحقق الغرض من استخدامها ؛ حيث تعتبر تلك المادة تربة خصبة لمزيد من البحوث العلمية لإجراء تعديلات عليها بإدخال مواد مساعدة من حيث زيادة قدرتها على التغلغل وزيادة مقاومتها للنمو البيولوجي على ذات النهج الذي تبنته الدراسة عند استخدامها لزيوت جوز الهند والخروع والزيتون.
8- من خلال مجمل نتائج الفحوص والتحاليل التي أجريت على مركبات ومواد التطرية يمكن القول أن مركبات الزيوت الطبيعية التي أجرى لها تعديل قد حققت نتائج جيدة ويأتي في مقدمتها مركب زيت جوز الهند ، ثم مركب زيت الخروع ثم مركب زيت الزيتون ثم تأتى بعد ذلك مادة التطرية المستخدمة في تشحيم الجلود بالمدابغ والمشار إليها بالرمز Xm45 ؛ ثم تأتى مادة اللانولين في مرتبة متأخرة وذلك على الرغم من نجاحها في تطرية الجلود وذلك من واقع الدراسات السابقة إلا أن استخدام اللانولين كمادة مفرده لم تعطيه مقومات النجاح ؛ من هنا تجدر الإشارة إلى ضرورة مواصلة خطوات البحث العلمي لمحاولة إضافة مزيد من المواد التي يمكن استخدامها في تطرية الجلود.

المراجع العربية:

1. أبوسمرة متولي السيد - تكنولوجيا الصناعات الصغيرة - ط1، مطابع عابدين الإسكندرية، دار الكتب الجامعية، 1970.
2. عبد المجيد أبو تراب- أسرار المهن،تاريخيا وحاضرا، حرف وحرفيون في خدمة الحضارة الإنسانية- ط1، مطابع الجهاد، دمشق ، 1987.
3. أماني محمد كامل إبراهيم أبو كروة- علاج وصيانة الجلود تطبيقاً على بعض الجلود الأثرية- رسالة ماجستير، جامعة القاهرة ، كلية الآثار، 1997.
4. بودية- دراسة موجزة عن تجهيز الجلود في مصر، صناعة دبغ الجلود، موسوعة وصف مصر النظام المالي والإداري في مصر العثمانية- ج2، ترجمة زهير الشايب، مكتبة الأسرة، ج5، 2002.
5. سلامة فرج سلامة- الكيمياء الممتعة، للهواة والمحترفين- مكتبة أبن سينا ، القاهرة، 1995.
6. مراد جورجي بغدادي ، سامي رزق بشاي ، موسي إبراهيم سليمان - تكنولوجيا الجلود - مراجعة محمود سليمان لطفي ، الشركة المصرية للطباعة والنشر- القاهرة 1980م.
7. نيفين مدحت السعيد عبد الفتاح - دراسة تجريبية على مواد معالجة الجلد نباتي الدباغة تطبيقاً على بعض أغلفة الكتب والمخطوطات بمتحف كلية الآثار بجامعة القاهرة- رسالة ماجستير، كلية الآثار، جامعة القاهرة، 2004م.
8. ياسين السيد زيدان - تلوث البيئة وأثره على الآثار بمدينة القاهرة - مؤتمر كلية الفنون الجميلة ؛ 1990م.
9. ياسين السيد زيدان - الآثار وتلوث البيئة - مجلة التاريخ والمستقبل ؛ المجلد الثالث ؛ العدد الثاني ؛ القاهرة ؛ يونيه ؛ 1993م.

Reference;

10. Abdel-Maksoud, G., Marcinkowska, E., The effect of artificial heat ageing on some properties of chrome tanned leather. Journal of Cracow University of Technology, 1A. Cracow, Poland, 2000.
11. Artifact Care Series, Care of historic leather artifacts, (AIC) Washington, 2005.
12. Barlee, R., The manufacture of leather, Part 5 Vol.5, In Skin Deep, J. Hewit & Sons, Ltd Spring 1998.
13. Barlee, R., "The manufacture of leather" Part 9., Volume 9., In Skin Deep, J.

Hewit & Sons Ltd. Spring 2000.
14. Barlee, R., "Development of archival quality leather" In Skin Deep J. Hweit & Sons Ltd, Vol., 12, Autumn. 2001.
15. Cavasin, R., "Period leather", Leather Working In The Middle Ages, Copyright by Cavasin, R., 1996.
16. Custavson, K. H., "The Chemistry of Tanning Processes", Academic Press INC U.S.A., 1956.
17. Dephillips, H.A., Mader, M.L., Identification of spue on leather books at trinity college, Hartford, In Abbey Newsletter, Vol., 21, Jul., 1997.
18. Gottlieb, J.S., "A note on identifying bloom on leather bindings" In Journal of the American Institute for Conservation, Volume 22, Number 1, Article 4, 1998. PP. 37-40.
19. Lanning, D., "The manufacture of leather", Part 1, Vol., 1, In Skin Deep, J. Hewit & Sons, Ltd Spring 1996.
20. Marsal A., Manich,A. M., Martinez,D., de Castellar M.D., and Cat. J.,. Use of liposomes as auxiliary products in hide dying process, IN Science and Tehcniology for Leather Into the Next millennium Proceedings of the XXV ILTUC congress. Tata McGraw –Hill publ.,Col., Limited, 1999.
21. Mclean, W., "The manufacture of leather", Part 3, Vol. 3, In Skin Deep, J. Hewit& Sons ltd. spring, 1997.
22. Radha, B.A., Chandra, S.R., and Saravanon, P., Vegetable oxazolidin tanning system tanning sans Pollution. In Science and Technology for Leather into the Next Millennium, Proceedings of the XXV ILTUC congress Tata McGraw Hill Pub., Co.. limited New Delhi, 1999.
23. Schaffer, E., Properties and preservation of ethnographical semi-tanned leather, In Studies in Conservation, Vol.19, No.2, 1974.
24. The American Institute for Conservation. Treatment 305; A collection conservation approach to rebinding. The book and paper group annual, Vol. thirteen, 1994.
25. Thomson, G., The Museum Environment, 2nd edition Butterworth Heinemann, London, 1986.
26. Zainescu, G. A., Bratulescu, V., Georgescul, L. and Barna, E. "Unconventional ecological technologies in preventing and diminishing specific pollutants in tannery wet processes", In Science and Technology for Leather into The Next Millennium Proceedings of XXV ILTUC Congress. Tata McGraw-Hill Pub. Co. limited, New-Delhi, January 27-30/1999.

The web site:

1. http://www.hewit.com/skindeep.com
2. http://www.elsevier.com/locate/culher
3. http://www.museumofleathercraft.org
4. http://www.leatherchemists.org