قياس درجة الثبات اللوني لصبغات قماش كتان الخلفية المستخدم في ترميم المنسوجات الأثرية

Measurement of Fastness of Backing Linen Fabric for supporting Archaeological Textiles

د. محمد عبد الله معروف*

ملخص البحث: Abstract

اعتمد منهج هذه الدراسة علي كيفية إيجاد أقمشة كتانية مصبوغة بصبغات طبيعية، وذات درجات لونية ثابتة، حيث تم استخدام نوعية جيدة من قماش الكتان الخام، ثم صباغته بصبغات طبيعية هي الفوه والكوشنيل والكركم والكاد الهندي والزعفران والحناء والنيلة. مع استخدام طرق صباغة وترسيخ مناسبة. ثم إجراء تقادم معجل باستخدام ظروف التجوية الطبيعية لمدة ٩٠يوم، ثم إجراء مجموعة من عمليات الفحص والتحليل للعينات المتقادمة، وذلك لتقييم مدى الثبات اللوني للعينات المصبوغة. وفي النهاية أمكن الحصول علي العديد من النتائج الهامة، التي تهدف إلي كيفية اختيار النوعيات الجيدة سواء من أقمشة الخلفية أو الصبغات الطبيعية المناسبة لأداء دورها في تقوية وتدعيم المنسوجات الأثرية.

٢ مقدمة : Introduction

أصبح للأقمشة الكتانية المصبوغة طبيعياً، والمستخدمة في ترميم المنسوجات الأثرية، أكثر من أداء وظيفي، سواء في تقوية المناطق الضعيفة أو كطبقة وصل في المناطق المتآكلة، أو كخلفية تدعيم للنسيج، بهدف العرض أو التخزين المتحفي المناسب للنسيج الأثري. ولتحقيق دلك، اتبعت الدراسة المنهج التجريبي، سواء علي القماش نفسه بهدف اختبار مدي ثباته لظروف التقادم، حتى لا يتعرض علي المدى البعيد للانهيار في خواصه الميكانيكية مثل المتانة وقوة الشد والمرونة، أو علي الصبغات الطبيعية، حتى لا تتعرض الأقمشة المصبوغة للتدهور اللوني فتصبح مصدر لتشويه مظهر النسيج الأثري، مما يحتم علينا إعادة فك تلك الأقمشة وفصلها عن النسيج، الذي لا يتحمل في حالات كثيرة ذلك الفك، مما يسيء في النهاية إلي تقنية الترميم بالحياكة.

٣ الدراسة التجريبية Experimental Study

٣-١ قماش الكتان* Linen Fabric

يعتبر قماش الكتان الخام واحدا من أفضل الأقمشة، التي يمكن استخدامها في تقوية المنسوجات الأثرية، أو كخلفية تدعيم بهدف العرض أو التخزين المتحفي، نظرا لما يتميز به الكتان الخام من مزايا عديدة، أهما أنه أكثر الأقمشة الطبيعية ملاءمة لتطبيق مبدأ المثل بالمثل Like with Like [١] الكتان من أكثر الأقمشة التي تتميز بدرجة عالية من

---

*مدرس ترميم الآثار العضوية- قسم ترميم الآثار – كلية الآداب بسوهاج- جامعة جنوب الوادي
E mail: Marouf30@yahoo.com

*تم شراء الكتان الخام من شركة إجيلان ٢ممر بهلر، ش. قصر النيل، القاهرة.

(1) http://amol.org.au/recollection: 2/1/19 htm. "Recollection Caring for Collections across Australia- Textiles, Selecting Fabrics Threads and Stitches for Textiles Conservation 2000,p. 1

الكيميائية، ومن ثم فهولا يتحول أبداً إلي مصدر لإطلاق الأبخرة والغازات الضارة [٢]، بعكس الأقمشة الأخرى، هذا بالإضافة إلي بعض المميزات الأخرى مثل:[٣]

- يمنح الكتان قوة تدعيم مناسبة للنسيج الأثري.
- المظهر السطحي المرضي للنسيج الأثري.
- قوة الشد المناسبة والضرورية لفترة زمنية طويلة لضمان ثبات النسيج الأثري.
- لا ينتج عن سطح القماش أي ضرر بالنسيج الأثري(باستثناء الحرير) نتيجة الاحتكاك بينهما. ومن ثم لا يتعرض النسيج للحك أو الكشط نتيجة لهذا الاحتكاك
- الكتان من أكثر الألياف مقاومة للتغيرات البيئية مثل التقلبات في مستوى الرطوبة، وبالتالي لا ينتج عن الكتان أي انكماش أو تمدد يمكن أن يتسبب في تجعد أو انبعاج النسيج الأثري.
- للكتان درجة صغيرة من الاحتكاك بينه وبين النسيج الأثري تعمل عل تماسك أو تجاذب النسيج الأثري بسطح الكتان، ومن ثم لا يتعرض النسيج للانزلاق بسهولة مع علي سطح خلفية الكتان.

لذا استخدمت الدراسة نوعية جيدة من الكتان الخام الخالي من أي مواد تجهيز أو تبييض[٤] أو أي مواد كيميائية غير مقبولة كالمواد النشوية أو الغروية وزيوت الغزل Spinning Oils أو الاتساخات الناتجة عن عمليات التصنيع[٥] والتي يمكن أن تتسبب في التأثير علي نتائج الدراسة، سواء في ظروف التقادم أو نتائج الفحص والتحليل. والجدول التالي يوضح مواصفات الكتان [٦] المستخدم في الدراسة:

---

*تم شراء الكتان الخام من شركة إجيلان ٢ممر بهلر، ش. قصر النيل، القاهرة.

(1) http://amol.org.au/recollection: 2/1/19 htm. "Recollection Caring for Collections across Australia- Textiles, Selecting Fabrics Threads and Stitches for Textiles Conservation 2000,p. 1

(2) Piechota, D." Storage Containerization: Archaeological Textiles Collections" Jaic, 1978, Vol. 18, No. 1, Article 3, pp: 10-11

(3) Simpson, P.L. " Abrasiveness of Certain Backing Fabrics For Supporting Historic Textiles" Jaic, 1991, Vol. 30 No. 2 article 5 p.1

(4) Flury-Lemberg, M." Textiles Conservation and Research" Vol. II, Switzerland, 1988, p. 38

(5) Simpson. P.L. Op Cit; p.1

(6) Kohara, N.& Toyoda,H." Photo degradation of linen by Sunlight (Cellulosics Pulp, Fiber and Environmental Aspects) New York, 1993, p.324

Thickness سمك القماش	Direction of Yarns اتجاه الخيوط		No. Of Threads / Cm عدد الخيوط / سم		Nominal weight الوزن g / m	Weave Construction نسيج	Color اللون
	Warp	Weft	Warp	Weft			
0.5mm	Left S	Left S	18	14	200g	Plain-weave نسيج سادة 1/1	Y. Grey

جدول (١) مواصفات الكتان الخام المستخدم في الدراسة التجريبية.

تم تقسيم القماش قطعا صغيرة مساحتها ٢٠×٢٠سم، مع غليها في الماء النقي، مع واستخدام منظف الصوديوم تراي بولي فوسفات Sodium tri polyphosphate، وهو منظف لا يحتوي علي أي مواد تبييض أو إنزيمات أو الكربونات المالئة Carbonate builder، أو مواد تزهير Fluorescent whitening agent، وهو منظف قياسي، تم استخدامه طبقا للمواصفات القياسية AATCC Standard[٧] وقد تم اختيار هذا المنظف لتجنب إضافة أي منظفات أخرى ربما لا يمكن شطفها بسهولة، يمكن أن تؤثر في نتائج القياس[٨]، ثم الشطف الجيد عدة مرات ، وذلك للتأكد من إزالة أي بقايا سواء للإنساخات أو المواد المتبقية من التجهيز، وإتاحة الفرصة لحدوث الانكماش الطبيعي، الذي يمكن أن يتعرض له القماش[٩]، ثم التنظيف باستخدام جهاز التنظيف بالموجات فوق الصوتية [١٠]. (Ultrasonic Cleaner Brasonic Model 2210)، ثم الشطف مرتان في ماء متأين Deionized water ، ثم التجفيف في الهواء [١١].

٣-٢ الصبغات الطبيعية والمرسخات

Natural Dyes and Mordants

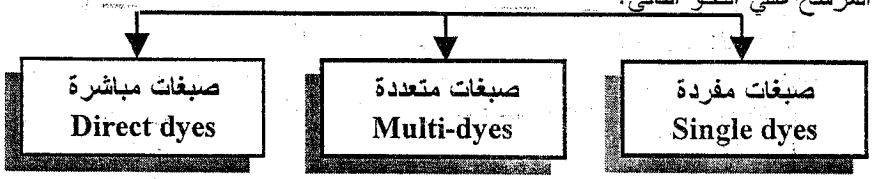
اختارت الدراسة مجموعة من الصبغات الطبيعية، هي الكوشنيل والفوه والكركم والنيلة والحناء والكاد الهندي والزعفران، بالإضافة إلي ثلاث مرسخات ثبت استخدامها قديما في ترسيخ الصبغات الطبيعية، هي الشبة وكبريتات النحاس وكبريتات الحديدوز. وقد تم اختيار هذه المجموعة من الصبغات، علي اعتبار أنها تمثل الصبغات الطبيعية، التي تتميز بالتدرج في الثبات الضوئي من الحالة الضعيفة، أو سريعة التدهور Fugitive إلي

(7) AATCC, Association of Textiles Chemists and Colorists, 1988
(8) Simpson, P.L. Op Cit; p.1
(9) Tortora, P. G." Understanding Textiles" Macmillan Publishing Co. New York, 1987, p. 389
(10) Tera, F. M. & Shady, K. E. "." Photo degradation of Cellulosic Cotton by Environmental Condition" (Cellulosics Pulp, Fiber and Environmental Aspects) New York, 1993, p.316
(11) Jeon,S. K. & Block, I." Photo degradation of Cellulosics, Part 1: Effects of Temperature and Humidity on Tear Strength Retention" ICOM, Committee for Conservation, 1990, p. 303

الحالة الثابتة [١٢] Stable، كما انه يمكن من خلال هذه المجموعة الحصول علي معظم الدرجات اللونية المطلوبة، وهي الأحمر والأصفر والأزرق والبني بدرجاتهم المختلفة، كما أن هذه المجموعة، هي التي شاع استخدامها قديما في صباغة المنسوجات. كما تنتمي كيميائيا إلي الفصائل الكيميائية التالية: الأنثراكينون والنفثاكينون Anthraquinone & Naphthaquinone مثل الفوه والكوشنيل والحناء. الفصيلة الفلافونية Flavonoid مثل الكركم. فصيلة الأنديجويد Indigoid مثل النيلة[١٣]. بالإضافة إلي الفصيلة الكاروتينية Carotenoid مثل الزعفران [١٤]

٣-٣ طريقة الصباغة Dyeing Method

اعتمدت عملية الصباغة علي التنوع في الأداء، من حيث تغيير نوع الصبغة والمرسخ علي النحو التالي:



ويهدف هذا التنوع إلي إيجاد ظروف مختلفة للعينات المصبوغة، ودراسة مدى تأثير هذه التنوع علي الثبات اللوني للعينات أثناء التقادم، ومعرفة أي من هذه الحالات سوف تتعرض للتدهور بصورة أسرع من الأخرى، وأيهما تتميز بدرجة ثبات عالية.

٣-٣-١ الصباغات المفردة Single dyes

ويقصد بها العينات المصبوغة بصبغة واحدة مع استخدام المرسخ، حيث تم صباغة سبع قطع من قماش الكتان كما في الجدول التالي:

---

(12) Crews, C, P." The Fading Rates of Some Natural Dyes" Studies in Conservation, Vol. 32, No. 2, May 1987, p.66

(13) Ibid, p. 65

(14) Timar-Balazsy, A. and Eastop, D." Chemical Principles of Textiles Conservation" 1st. edition, Oxford, 1998, p.78

No	Mordant bath	Dye bath	Resultant Color
2	10g Alum + 500ml water	20g Cochineal[١٥] 500ml water	
3	5gCopper sulfate+ 300ml water	20g Cochineal 500ml water	
4	20g alum 500ml water	40g madder500ml water[١٦]	
8	10g alum 500ml water	200gHenna700ml water[١٧]	
10	20g alum 500ml water	200g catechu 500 ml water	
11	5g ferrous sulfate in the end dye bath	200gcatechu500m l water[١٨]	
14	10g alum 500ml water	5og turmeric 500 ml water[١٩]	

جدول (٢) عينات الكتان المصبوغة بصبغات مفردة، والدرجات اللونية الناتجة.

٣-٣-٢ صباغات متعددة Multi – dyes

ويقصد بها العينات التي تم صباغتها بأكثر من مصدر صبغة، حيث تم صباغة ست قطع من الكتان علي النحو التالي:

---

(15) Wickens,H. " Natural Dyes for Spinners and Weavers" 3rd. edition, London,1990, p. 61

(16) Robertson, S. D. " Dyes from Plants" New York, 1973, p.78

(17) محمد معروف " استخدام التقنيات العلمية الحديثة في دراسة وترميم السجاد الأثري" رسالة دكتوراه، قسم ترميم الآثار، كلية الآثار، جامعة القاهرة، ٢٠٠١ ، ص ٤٣-٤٤

(18) محمد معروف، المرجع السابق، ٤٥

(19) Mairet, E. " Vegetable Dyes" London, 1908, p. 37

5	10g Alum + 500ml water	20g Cochineal +40g madder[٢٠] 700 ml water	
7	20g alum 500ml water	50g madder+50g saffron 500ml water	
9	10g alum 500ml water	100g Henna+20g Cochineal 800 ml water	
12	10g alum 500ml water	150gCatechu+150 g Saffron 700ml water	
13	10g alum 500ml water	150gCatechu +Henna 600ml water	
16	10g alum 5ooml water	10g Indigo+10g turmeric 600 ml water	

جدول (٣) عينات مصبوغة بصبغات متعددة، والدرجات اللونية الناتجة.

٣-٣-٣ صبغات مباشرة Direct dyes حيث تم صباغة ثلاث قطع علي هذا النحو

1	2g Cochineal 500ml water	
6	50g madder 700 ml water	
15	20g Indigo 800ml water	

جدول (٤) عينات مصبوغة بصبغات مباشرة بدون استخدام أي مرسخ.

(20) Jacoby, H. " Material Used in the Making of Carpets" A Survey of Persian Art..." Vol. III, London, 1939, p. 2461.

٤ التقادم المعجل Accelerated Ageing

تلجأ العديد من الدراسات التجريبية الحديثة إلي استخدام تقنية التقادم الصناعي المعجل للأقمشة الطبيعية المصبوغة طبيعيا، بهدف الحصول علي عينات تشابه في ظروفها مع المنسوجات الأثرية، ودراسة مدى تأثير التقادم علي العينات الاختبارية وقياس مدى تدهور العينات، سواء في الخواص الميكانيكية، من حيث قوة الشد والمتانة، أو من حيث التدهور اللوني بتأثير الضوء للصبغات، ومعرفة مدى الثبات اللوني لتلك الصبغات.

ورغم ما قدمته هذه الدراسات من نتائج طيبة، إلا أنه لا يمكن في جميع الأحوال الحصول علي عينات اختبارية لها نفس ظروف المنسوجات الأثرية، من حيث التطابق التام مع الظروف المتحفية، أو ظروف التقادم الطبيعية في فترة قصيرة من الوقت، نظرا لأن ظروف التقادم الصناعي المعجل تمثل ظروفا نموذجية مؤقتة لعينات مصبوغة معمليا، وتحت ظروف قياسية مصممة لعمل تلف معجل لها، لأن هناك العديد من المتغيرات التي تؤثر علي إمكانية تطبيق مثل هذه الدراسات التجريبية بنجاح. ومن هذه المتغيرات:[٢١]

- الأصل النباتي للصبغة Botanical Origin وظروف نمو النبات المستخرج منه المادة الصابغة.
- طريقة إعداد الصبغة ونوع المرسخ المستخدم ودرجة تركيز الصبغة.
- الملوثات الجوية التي تعرضت لها العينات الاختبارية أثناء التقادم.
- المواد الحفازة التي تعرضت لها العينات أثناء التقادم أو الموجودة بها.
- القدرة الطيفية لمصدر الضوء Spectral output of light .
- حجم الصبغة التي تعرضت بالفعل لظروف التدهور أو البهتان.

كما أضاف ميلز Mills بعض المتغيرات الأخرى مثل: [٢٢]

- طبيعة الألياف والصباغات ونوع وكمية الإضاءة، من حيث الوقت والشدة
- مستوى الرطوبة النسبية في الوسط المحيط لظروف التقادم المعجل.

٤-١ التقادم المعجل باستخدام الظروف البيئية

Accelerated Ageing by Using Environmental Condition

وهو نظام مركب من الظروف الجوية التي يعبر عنها بمصطلح الطقس Weather وهو يشير إلي مكونات عديدة من الضوء الصادر من الطاقة الشمسية، وما تتضمنه من طيف كهرومغناطيسي في المدى من (300-400nm) والرطوبة سواء في الحالة السائلة كالأمطار أو البخارية "الرطوبة النسبية" ودرجة الحرارة والأكسجين والأوزون والملوثات الجوية[٢٣]، ويمكن فصل ضوء الشمس إلي ثلاثة أنواع هي أشعة UV(300-400nm) ، والأشعة المرئية Visible Radiation (400-700nm)، والأشعة تحت الحمراء Infrared Radiation (700-1200nm)[٢٤]. ويتميز التقادم البيئي بأنه يجمع بين العديد من عوامل التدهور، مثل الضوء ومكوناته والرطوبة والملوثات الجوية،

---

(21) Ford, B.L." Monitoring Colour Change in Textiles on Display " Studies in Conservation, Vol. 37, No.1, Feb., 1992, p.1

(22) Mills, j. and White, R." The Organic Chemistry of Museum Objects" 2nd. Edition, London, 1990, p 155

(23) Tera,F.M. and Shady, K.E. Op Cit. p. 316

(24) Kohara, N.& Toyoda,H. Op Cit, p. 323

حيث تقوم الألياف والصباغات خاصة المواد الملونة بها "الكروموفورات Chromophores" بامتصاص الطاقة الضوئية، وفي وجود العوامل الأخرى كالحرارة والرطوبة والأكسجين والملوثات الجوية كعوامل حفازة، مما يعجل من معدل التفاعلات الكيميائية، فيحدث الوهن اللوني، والانهيار في الخواص الميكانيكية للألياف ، ولا نجد هذا التدهور يحدث بنفس المعدل السريع في ظروف التقادم الأخرى مثل الضوء الصناعي[٢٥].

٤–١–١ العوامل المؤثرة علي معدل البهتان في ظروف التقادم البيئي:

▫ الأكسجين Oxygen

من الواضح أن الأكسجين يمثل عنصراً ضرورياً في إحداث التدهور الضوء كيميائي سواء للألياف أو الصبغات المعرضة لأشعة (UV) القريبة، حيث أوضحت الدراسات التجريبية أن الألياف المتقادمة يزداد امتصاصها لأشعة (UV)القريبة في وجود الأكسجين، ورغم أن الأكسجين لا يتسبب في إحداث تحوير كيميائي Chemical Modification إلا أنه يقوي من قدرة الضوء علي إحداث عملية الأكسدة الضوئية Photo- Oxidation [٢٦]. وقد وجد أن العلاقة بين معدل الوهن ونسبة الأكسجين هي علاقة طردية، فكلما زادت درجة تركيز الأكسجين، كلما زاد معدل وهن الصباغات المعرضة للتقادم[٢٧].

▫ الملوثات الجوية Air Pollutants

ثبت من الدراسات التجريبية أن التقادم في الظروف البيئية دائما ما يتسبب في تعريض العينات للارتفاع في درجة الحموضة، بمعني حدوث تغير في قيم الرقم الهيدروجيني pH value في الاتجاه الحمضي، وذلك للمستخلص المائي الناتج عن تلك العينات المعرضة للتقادم، ويرجع ذلك لتعرضها للإتساخات الجوية خاصة في البيئات الصناعية[٢٨]. كما ثبت أن غاز الأوزون يتفاعل مع ويبهت أغلب مواد الصباغة، خاصة المحتوية علي روابط الأوليفينيك الثنائية Olefinic double bonds مثل الكركم والنيلة والفوه[٢٩]. كما يتسبب غاز NO_2 في إحداث العديد من مظاهر التدهور سواء للألياف أو الصبغات، فهو يتسبب في انهيار النظام البوليمري للألياف، خاصة السليلوزية مسبباً في تعرضها للاصفرار، أو التغير اللوني، حيث تتعرض الألياف للأكسدة وتكوين نواتج صفراء محتوية علي النيترو أو النيتروز، مما يعرضها للفقد في قوة الشد نتيجة حدوث تحلل هيدروليتي Hydrolytic breakdown لبوليمر الألياف.

كما تتعرض الصبغات أيضا للتغير والوهن اللوني خاصة المحتوية علي مجموعات أمينية(Amino groups (-NH_2، والتي تتحول بالأكسدة إلي مجموعات النيترو Nitro groups (-NH_2)، ويرجع وهن الصباغات أيضا تحت تأثير هذا الغاز إلي أكسدة

---

(25) Gohl, E. P. and Vilensky, L.D. "Textile Science" Longman Cheshire CBS, Delhi, 1987, p. 131

(26) Jeon, S. K and Block, I., Op Cit. p. 302

(27) Mills J. White, R. Op Cit: , p.156

(28) Tera, F. M. and Shady, K. E. Op Cit: p.320

(29) Mills J. White, R. Op Cit: , p.156

روابط الكربون المزدوجة في نظامها اللوني Chromophoric Carbon- Carbon double Bonds[٣٠]. وأخيرا تكمن خطورة هذا الغاز في تحوله في وجود الرطوبة إلي أحماض ضعيفة ترفع من حمضية العينات المتقادمة مثل حمض النيتريك وحمض النيتروز، بالإضافة إلي أملاح النيترات عن طريق الأكسدة في الهواء أو علي سطح الألياف.

- **الرطوبة النسبية Relative Humidity**

للرطوبة النسبية دور فعال أثناء التقادم، حيث يزداد التأثير المتلف للتقادم سواء علي الألياف، أو الصباغات في الظروف الرطبة، خاصة مع وجود بعض المرسخات مثل أملاح الحديد، فيزداد التأثير المدمر لها في وجود الرطوبة والضوء معا، كما يزداد تأثير الطاقة التدميرية الناتجة عن الضوء الممتص[٣١]. مما تؤدي فيما بعد إلي الزيادة من قيمة التدهـــــور الكيميائي[٣٢].

- **الحرارة Temperature**

رغم أنه لم يتم حتى الآن دراسة العلاقة بين درجات الحرارة ومعدل التدهور بتأثير الضوء أثناء التقادم. إلا أنه يمكن القول بأن تغير درجات الحرارة ارتفاعاً وهبوطاً سوف يغير من المحتوي الرطوبي للألياف السليلوزية، وبالتالي فإن ارتفاع درجات الحرارة سوف يرفع من معدلات التفاعل الكيميائي الناتج عن الأكسدة الضوئية، كما أن انخفاض المحتوي الرطوبي سوف يغير من معدلات التفاعل الكيميائي، مما يؤثر علي معدل التدهور الضوئي[٣٣]، سواء للألياف أو صبغاتها أثناء التقادم.

مما سبق يتضح لنا أن الظروف البيئية المحيطة أثناء التقادم المعجل وما تتضمنه من طاقة ضوئية وحرارية وأكسجين وملوثات جوية ورطوبة نسبية، هي التي يعزو إليها التدهور الضوئي، كما يزداد التدهور أثناء التقادم ويصبح أكثر فاعلية مع استمرار فترات التعريض للطاقة الشمسية الممتصة المؤثرة وأشعة UV والحرارة والرطوبة النسبية[٣٤].

٤-١-٢ التقنية المستخدمة في إجراء التقادم المعجل بالظروف البيئية
The Used Technique in Accelerated Ageing by Environmental Condition

تم قطع ١٦ عينة من قماش الكتان المصبوغ بمقاس ٥×٢٠سم. مع مراعاة قص العينات بالطول، أي في اتجاه خيوط السداء. وهو الوضع الأقرب محاكاة لوضع المنسوجات الأثرية علي قماش الخلفية، والتي عادة ما يتم تثبيتها علي قماش الخلفية في وضع رأسي في

---

(30) Whitmor, P.M. and Cass, G. R. " The Fading of Artists Colorants by Exposure to Atmospheric Nitrogen Dioxide" Studies in Conservation, Vol. 34, No. 2, 1989 p. 95

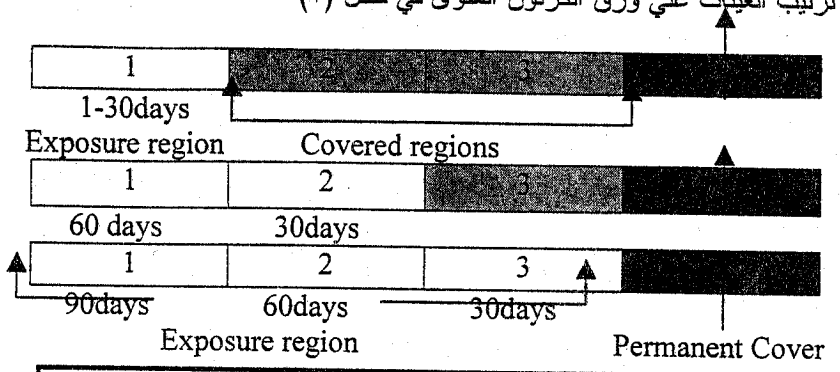
(31) Landi,S. "The Textile Conservator's Manual" 2nd.Edition, Oxford, 1998,p. 20

(32) Daruwalla, E. H. et al; " Photochemistry of Cotton, Part1: Behavior During Exposure to Carbon- Arc and Solar Radiations Textile Research Journal 37, 1967, p. 150

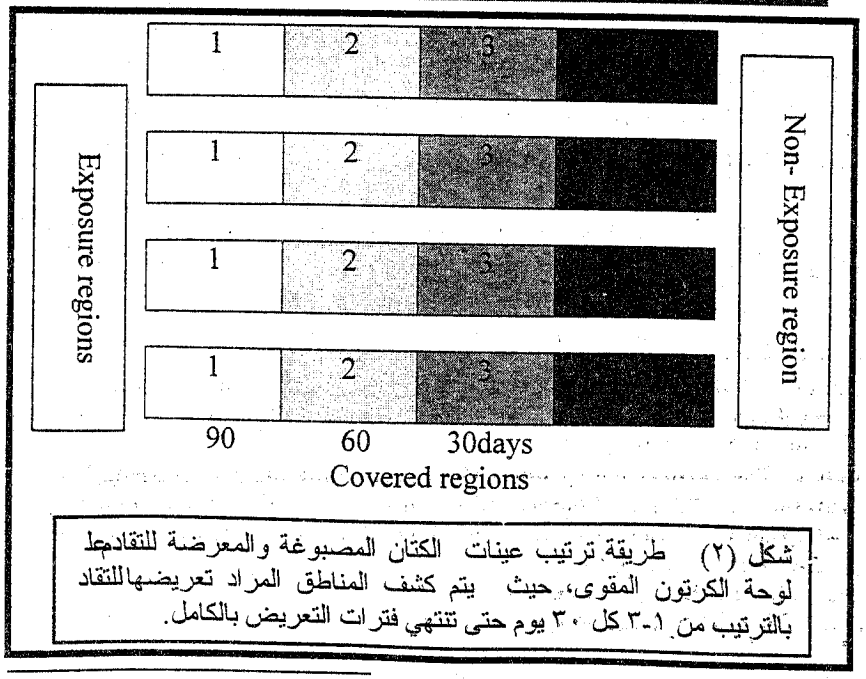
(33) Jeon, S. K. and Block, I. Op Cit; p. 303

(34) Tera, F. M. and Shady, K. E. Op Cit: p. 319

اتجاه خيوط السداء[٣٥]. تم تثبيت العينات الستة عشر علي أربع لوحات من ورق الكرتون المقوى بمقاس(A4) كل لوحة مثبت عليها أربع عينات، مع تقسيم كل العينات إلي أربع مساحات متساوية بمقدار ٥سم تقريباً، بحيث يتم تعريض المساحة الأولى للتقادم لمدة ٣٠ يوماً مع تغطية المساحتين الثانية والثالثة بغطاء مؤقت، يتم رفعه بعد مرور كل٣٠ يوم، هي مدة التعريض للمساحة الواحدة، أما المساحة الرابعة فهي مغطاة بغطاء دائم لا يتم رفعه إلا بعد انتهاء فترات التعريض بالكامل وهي ٩٠ يوم. طبقا للرسم التوضيحي في شكل (١). ونظام ترتيب العينات علي ورق الكرتون المقوى في شكل (٢)



شكل(١) نظام فترات التعريض للتقادم من (١-٩٠) يوم، في المناطق من(١-٣) أما المنطقة الرابعة فقد ظلت مغطاة بغطاء معتم ودائم طوال فترات التعريض



شكل (٢) طريقة ترتيب عينات الكتان المصبوغة والمعرضة للتقادم علي لوحة الكرتون المقوى، حيث يتم كشف المناطق المراد تعريضها للتقادم بالترتيب من ١-٣ كل ٣٠ يوم حتى تنتهي فترات التعريض بالكامل.

(35) Simpson, P.L. Op Cit; p. 4

تم تثبيت اللوحات الكرتونية المحملة بالعينات علي لوحة خشبية مغطاة أيضا بورق الكرتون، ثم تثبيت اللوحة الخشبية بزاوية ميل ٤٥° في اتجاه الجنوب[٣٦] وذلك لتعريض العينات لأكبر كمية ممكنة من ضوء الشمس لمدة ١٠ ساعات يومياً علي مدي ٩٠ يوم، حيث تتعرض العينات لكل ظروف البيئة المحيطة أثناء التقادم كالضوء والحرارة والرطوبة والملوثات الجوية والأكسجين[٣٧]. وقد تم قياس درجات الحرارة والرطوبة النسبية* طوال فترات التعريض، بمعدل ثلاث مرات يومياً، ثم أخذ متوسط قراءة اليوم الواحد، ثم أخذ متوسط قراءات المدة الواحدة والتي تتضمن ال٣٠ يوم، طبقاً للجدول التالي:

Days / Average	The 1st period الفترة الأولى	The 2nd period الفترة الثانية	The 3rd period الفترة الثالثة
T °C	25±2	34±2	40±2
RH%	18	15	12

جدول (٥) بيان بمتوسطات درجات الحرارة والرطوبة خلال فترات التعريض الثلاث

ويلاحظ من الجدول السابق الارتفاع المتزايد في درجات الحرارة وفي نفس الوقت انخفاض مستوى الرطوبة النسبية علي مدى فترات التعريض، أي تحول الظروف البيئية المحيطة إلي الجو الجاف، كما يلاحظ أيضاً التفاوت الكبير في مستوى درجات الحرارة، بين بداية فترة التعريض ونهايتها، أيضاً الانخفاض في درجات الحرارة أثناء الليل، ومن ثم كان هناك تفاوت كبير في درجات الحرارة في اليوم الواحد بين الليل والنهار.

بعد انتهاء فترات التقادم المحددة، تم إجراء عمليات الفحص والتحليل والقياس اللوني للعينات المتقادمة مباشرة دون انتظار، وذلك تجنبا لتغير ظروف أو حالة العينات سواء المغطاة أو المكشوفة، وضمان عدم تدخل أي مؤثرات أخرى مثل التغير في درجات الحرارة أو الرطوبة، مما يتسبب في تغير نتائج الفحص أو التحليل أو القياس اللوني[٣٨]

٤-١-٣ قياس درجة البهتان باستخدام جهاز القياس اللوني

Measuring Of Fading Degree By Using Colorimeter

تعتمد فكرة هذا الجهاز علي تقنية نفاذ وامتصاص الضوء من خلال محلول مائي ملون خاصة المحاليل المتجانسة، حيث يمكن استخدام الطيف الضوئي سواء النافذ أو الممتص Absorption or Transmittance في التعرف علي درجة تركيز المحلول المائي [٣٩] جهاز القياس اللوني Colorimeter Jenway موديل Model 6051 هو جهاز قياس

---

(36) AATCC, " Technical Manual American Association of Textile Chemists and Colorists" Vol. 39, 1963, p.70

(37) Trotman, E.R." Dyeing and Chemical Technology of Textiles Fibers "6th edition, Charles Griffin and Co. LTD, England, 1984, p.513

* تم القياس باستخدام جهاز °C/RH/Air Velocity, Model No. 3700-00 Instrument Co

(38) Buchanan, R.D. et al; " Chemical Testing and Analysis" Vol. 25 The Textile Institute, 1993, p.128

(39) Levie,R." Principles of Quantitative Chemical Analysis" New York, 1997 p.482

لوني معملي يتميز بإمكانية قياس درجة امتصاص ونفاذية ودرجة تركيز السوائل الملونة، وهو يعتمد في ذلك علي الضوء المرئي كمصدر للإضاءة في المدى من (430-710 nm) الصادر من لمبة تنجستن Tungsten Filament، حيث تتدرج الأطوال الموجية به من (430-470-490-520-540-580-600-710)[٤٠].

- **طريقة القياس:**

بعد انتهاء فترة التعريض، تم أخذ ١٦عينة من القماش المتقادم بمقاس ١×٢سم، مع أخذ نفس العدد من عينات الكتان قبل التقادم، وبنفس المقاس أيضاً، ثم غسيل كلا النوعين من العينات في الماء المقطر، ثم الغسيل باستخدام جهاز الموجات فوق الصوتية مع الماء المقطر أيضاً، وذلك لضمان عدم وجود أي اتساخات قد تؤثر علي نتاج القياس، ثم تجفيف العينات في درجة حرارة الغرفة، تم وضع كل مجموعة من العينات في أنابيب اختـــــبار (1-16B) وهي العينات قبل التقادم، والمجموعة الثانية (1-16A) وهي العينات بعد التقادم. تم إضافة هيدروكسيد الأمونيا بتركيز٢٨% NH_3 Ammonia Hydroxide ، إلي كل من مجموعتي العينات بمقدار ٢ملل داخل كل أنبوبة من أنابيب الاختبار. تركت العينات مغطاة بإحكام لمدة ثلاث أيام، وهي فترة نقع كافية، يتم خلالها استخلاص كمية كبيرة من المادة الصابغة داخل محلول هيدروكسيد الأمونيا سواء للعينات المعرضة للتقادم وغير المعرضة.

٤-١-٤ دراسة الخواص المورفولوجية للعينات المعرضة للتقادم بواسطة الميكروسكوب الإلكتروني الماسح.

Study of Morphological Properties of Exposure Samples by Using (SEM) [*]

تهدف هذه التقنية إلي دراسة التغيرات السطحية الناتجة عن التقادم الذي أثر علي العينات علي مدي ٩٠ يوم من التعريض، تم قص عينات بمقدار (5mm) الحامل النحاسي لجهاز التحليل (Copper Holder) ، مع تغطية العينات بطبقة رقيقة من الذهب بسمك 200A° ، وذلك باستخدام جهاز التغطية بالشفـــــط (A Vacuum Coating Device)[**][٤١]

٥ مناقشة نتائج الدراسة

٥-١ نتائج القياس البصري لعينات الكتان المتقادمة.

من خلال ملاحظة العينات بعد انتهاء فترات التقادم لوحظ تعرض المناطق المعرضة لدرجات متفاوتة من التغير أو الوهن اللوني طبقا لزمن التعريض، حيث تعرضت المناطق الأولى إلي أشد درجات الوهن (لمدة ٩٠ يوم)، بينما تعرضت المناطق الثانية إلي درجات وهن أقل(٦٠ يوم)، بينما كانت المناطق الثالثة هي أقل درجات الوهن(٣٠ يوم) ويمكن ملاحظة ذلك التغير من خلال الصور التالية:

---

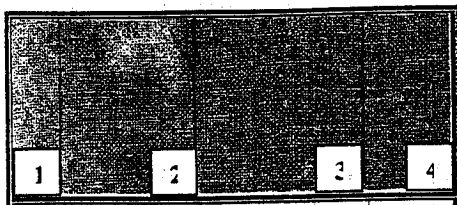
(40) Colorimeter, Operation Manual, Model 6051, pp; 1-10

(*) Scanning Electron Microscope (Joel JSM-3500)

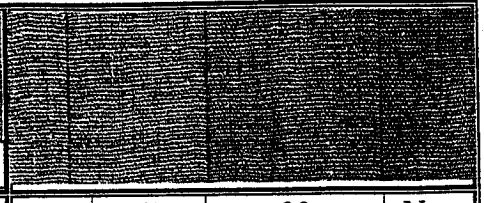
(**) A Vacuum Coating Device Edward Scattering Unit S 150

(41) Tera, F. and Shady, K. Op Cit; p.316

المناطق الأولى إلي أشد درجات الوهن (لمدة ٩٠ يوم)، بينما تعرضت المناطق الثانية إلي درجات وهن أقل(٦٠ يوم)، بينما كانت المناطق الثالثة هي أقل درجات الوهن(٣٠ يوم) ويمكن ملاحظة ذلك التغير من خلال الصور التالية:

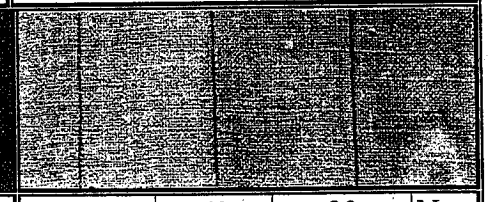


90	60	30	Non
1-Cochneal without mordant			

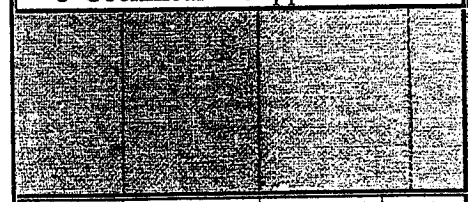


90	60	30	Non
2-Cochineal + Alum			

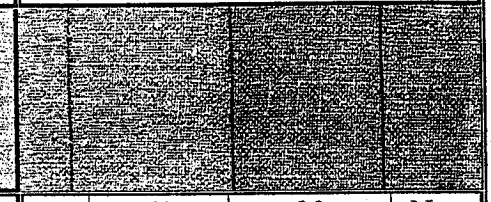
90	60	30	Non
3-Cochineal + Copper Sulfate			



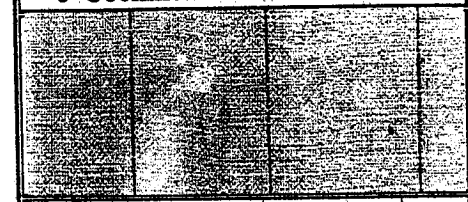
90	60	30	Non
4-Madder + Alum			



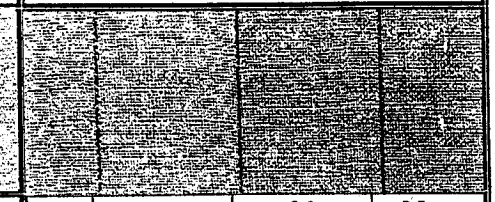
Non	30	60	30
5-Cochineal +Madder + Alum			



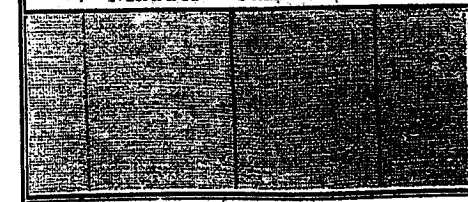
90	60	30	Non
6- Madder without mordant			



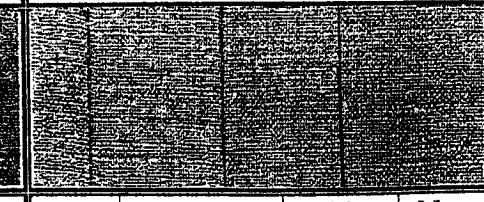
Non	30	60	90
7- Madder + Saffron +Alum			



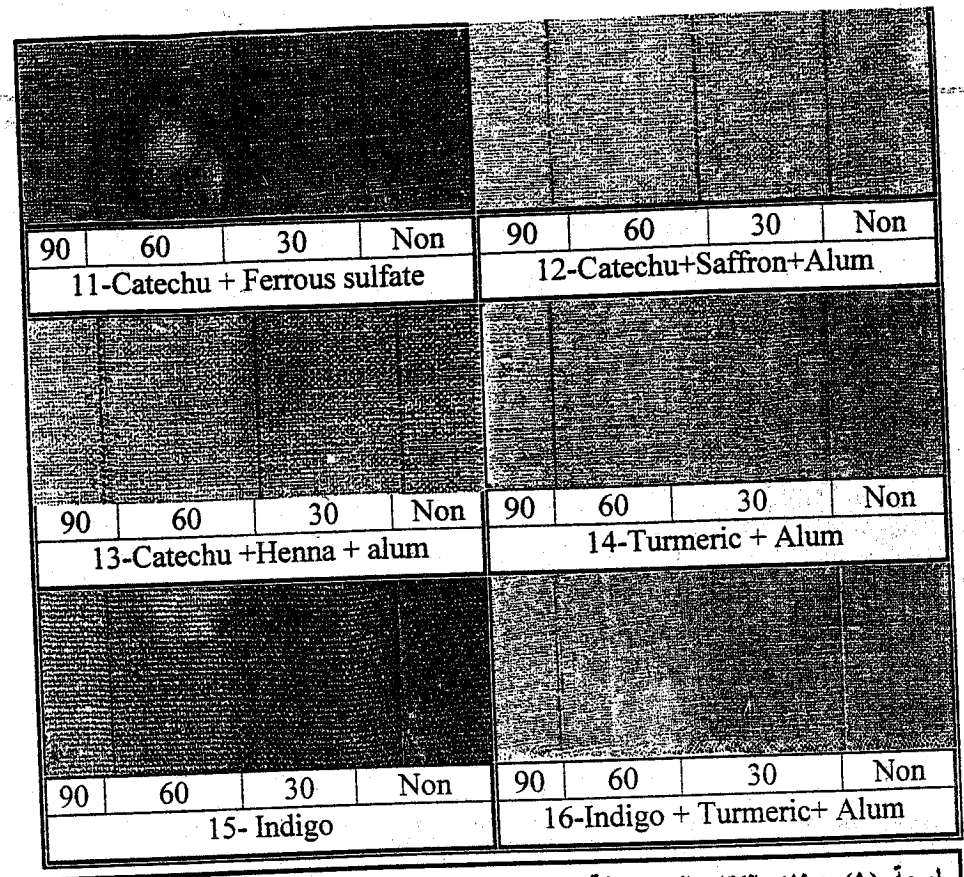
90	60	30	Non
8- Henna + Alum			



90	60	30	Non
9- Cochineal + Henna +Alum			



90	60	30	Non
10-Catechu+Alum			



لوحة (١) عينات الكتان المصبوغة بعد التقادم، حيث تعرضت الفترة الأولى من التقادم لحالة شديدة من التدهور اللوني في العينات (7,12,14,16) وهي صبغات ضعيفة الثبات، بينما احتفظت العينات(2,3,8,11) بدرجاتها اللونية وهي صبغات جيدة أو متوسطة الثبات

لوحظ من خلال الفحص البصري للعينات المتقادمة أن هناك بعض الصبغات تتمتع بدرجة ثبات عالية،مثل الحناء والفوه والكاد الهندي، ومتوسطة مثل والكوشنيل والنيلة، لذا قاومت إلي حد ما ظروف التقادم، خاصة حينما استخدمت هذه الصبغات بمفردها مرسخة أو مباشرة،العينات (1,2,3,4,6,10,11,15). إلا أن نفس الصبغات تعرضت للوهن اللوني بالتقادم، عندما استخدمت في خليط مع صبغات أخري ضعيفة الثبات، مثل الكركم والزعفران، العينات(7,9,12, 16)، حيث أثرت الصبغات ضعيفة الثبات علي الصبغات الأخرى جيدة الثبات فتعرضت العينات المصبوغة بهذا الخليط إلي التدهور اللوني بتأثير التقادم العينات (7,9,12, 16) بعد التقادم.

٥-٢ نتائج قياس التغير والتدهور اللوني باستخدام جهاز القياس اللوني

أكدت نتائج القياس باستخدام جهاز القياس اللوني حدوث انخفاض في درجات تركيز محلول صبغة كل العينات المتقادمة، وهذا ما يفسر حدوث تدهور لوني لكل صباغات العينات المتقادمة. وتتفق هذه النتيجة مع طبيعة الصباغات الطبيعية التي تتعرض بشدة للتدهور اللوني عند التعريض للظروف البيئية خاصة الضوئية، بيانات الجدول (٥):

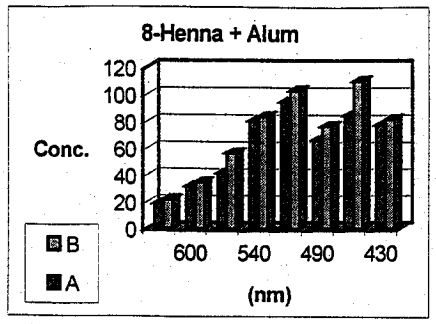
Samples / Concentration (0.1 = 1000 Conc.) / Wavelength Selection (nm)									
λ(n m)		430	470	490	520	540	580	600	710
1-Cochineal without	B	47	51	35	69	63	43	28	18
"	A	26	27	23	31	29	25	22	12
2- Cochineal + Alum	B	74	98	104	158	124	64	28	13
"	A	35	45	60	76	65	30	23	12
3-Cochineal+Copper S.	B	74	97	99	153	120	67	31	16
"	A	46	52	44	64	54	42	32	13
4-Madder + Alum	B	55	64	40	74	62	43	28	19
"	A	36	40	32	50	44	34	26	10
5-Cochi. +Madder + Alum	B	73	97	100	157	121	66	28	14
"	A	34	36	50	60	55	30	20	12
6- Madder without	B	49	57	38	72	62	40	25	14
"	A	24	25	22	30	28	24	21	12
7- Madd. +Saffron +alum	B	39	43	27	60	49	32	22	13
"	A	22	23	19	28	25	22	20	10
8- Henna + Alum	B	82	110	77	103	84	57	35	22
"	A	78	85	67	95	81	42	32	19
9- Cochin + Henna +Alum	B	75	94	68	99	82	56	34	23
"	A	36	40	26	54	44	30	20	12
10- Catechu + Alum	B	84	109	77	105	86	59	37	24
"	A	52	66	42	70	52	34	22	12
11-Catechu+Ferrous S.	B	83	117	78	105	83	55	33	19
"	A	36	42	24	54	40	28	18	8
12-Catechu+Saff. +Alum	B	63	74	49	83	69	47	30	20
"	A	22	23	17	31	26	20	16	12
13-Catechu+Henna+Alum	B	77	99	68	100	80	55	36	24
"	A	40	50	30	56	44	30	18	8
14-Turmeric + Alum	B	32	33	21	55	46	31	20	12
"	A	12	15	10	20	21	11	9	6
15- Indigo	B	96	103	100	158	158	158	99	42
"	A	55	65	58	64	65	67	58	25
16- Indigo+Turmeric+Alu.	B	67	78	52	88	74	54	35	24
"	A	16	17	11	26	23	17	11	6

جدول (٥) يوضح درجات تركيز محاليل صبغات عينات الكتان قبل (B) وبعد (A) التقادم في الأطوال الموجية المختلفة (430-710 nm) لضوء جهاز القياس اللوني.

في ضوء بيانات الجدول السابق يمكن تقسيم الصباغات محل الدراسة على النحو التالي:

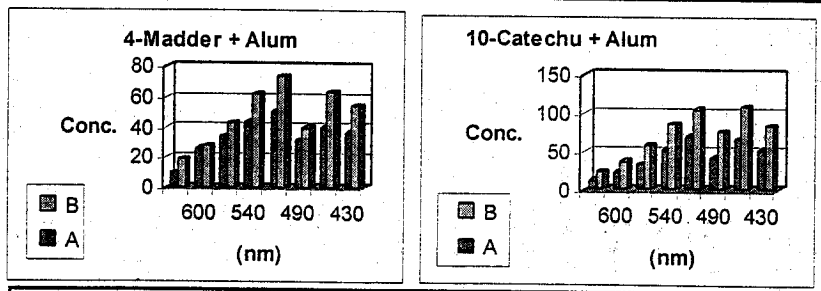
- فائقة الثبات (الحناء) Class 1: Very Good
- جيدة الثبات (الفوه، والكاد الهندي). Class 2: Good
- متوسطة الثبات(الكوشنيل، النيلة). Class 3: Fair
- ضعيفة الثبات (الكركم الزعفران). Class 4: Poor

٥-٢-١ **الفئة الأولى:** فائقة في الثبات وهي العينة المصبوغة بالحناء والمرسخة بالشبة.



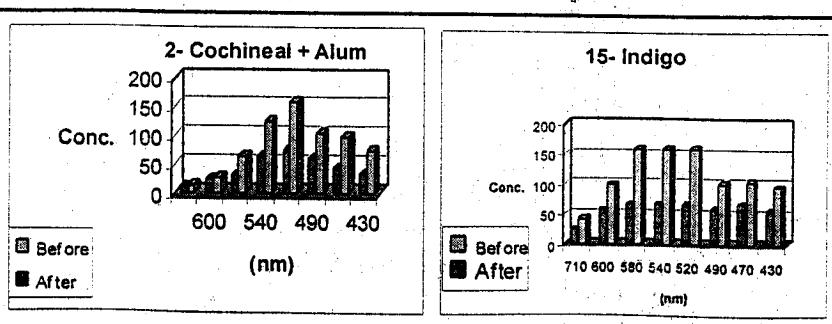
شكل (٣) درجات تركيز محلول صبغة الحناء المرسخة بالشبة قبل (B)وبعد(A)التقادم، في الأطوال الموجية المختلفة لضوءجها القياس اللوني.لاحظ درجةالثبا العالية بعد التقادم.

٥-٢-٢ **الفئة الثانية:** جيدة الثبات وهي العينات المصبوغة بالفوه والكاد الهندي.



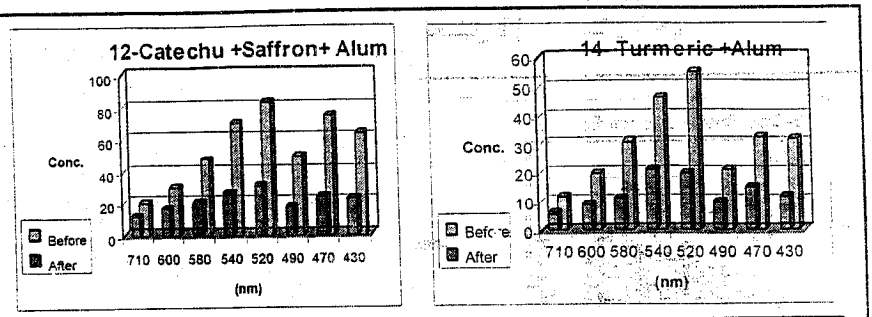
شكل(٤) درجات تركيز صبغتي الفوه والكاد الهندي المرسختين بالشبة قبل(B) وبعد (A) التقادم، في الأطوال الموجية المختلفة لضوء جهاز القياس اللوني.

٥-٢-٣ **الفئة الثالثة:** وهي الصبغات متوسطة الثبات في عينات الكوشنيل والنيلة.



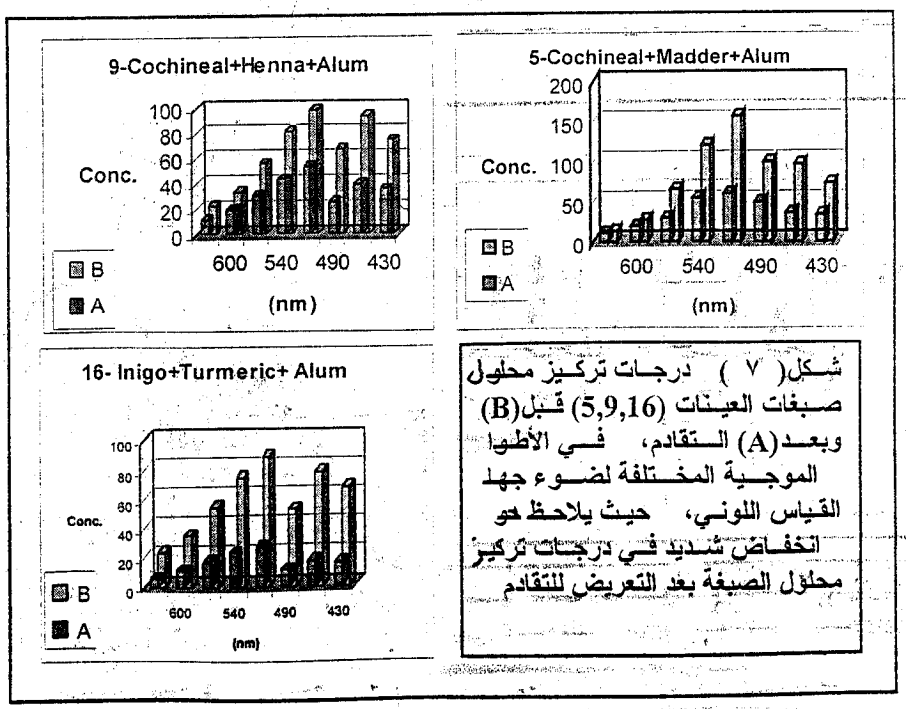
شكل (٥) درجات تركيز صبغة الكوشنيل المرسخة بالشبة، وصبغة النيلة قبل (B) وبعد (A) التقادم في الأطوال الموجية المختلفة لضوء جهاز القياس اللوني.

٥-٢-٤ **الفئة الرابعة:** وهي الصبغات ضعيفة الثبات في العينات المصبوغة بالكركم (14) ، أو التي دخل الزعفران في خليط معها في العينة المصبوغة بالكاد والزعفران(12).



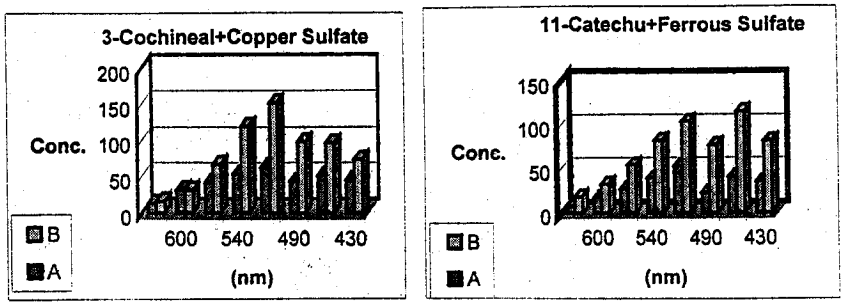
شكل (٦) درجات تركيز العينات المصبوغة بالكاد والزعفران مع الشبة، والكركم المرسخ بالشبة قبل(B) وبعد(A) التقادم في الأطوال الموجية المختلف لضوء جهاز القياس اللوني. حيث الإنخفاض الشديد جدا في التركيز بعد التقادم.

٥-٢-٥ لوحظ أيضا من خلال بيانات الجدول السابق أن كل العينات التي تم صباغتها بصبغات متعددة لم تعطي درجات لونية ثابتة، كما كان متوقع، خاصة مع استخدام صبغات جيدة الثبات مع أخرى متوسطة أو ضعيفة الثبات، العينات (5,9,16).



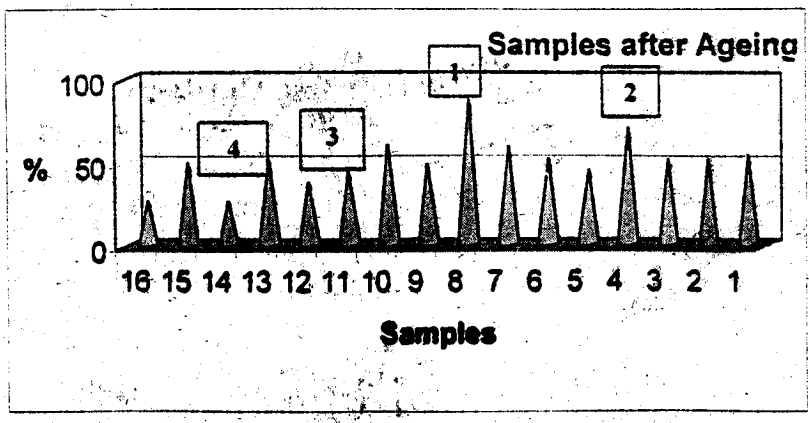
شكل(٧) درجات تركيز محلول صبغات العينات (5,9,16) قبل(B) وبعد(A) التقادم، في الأطوا الموجية المختلفة لضوء جهاز القياس اللوني، حيث يلاحظ حو انخفاض شديد في درجات تركيز محلول الصبغة بعد التعريض للتقادم

٥–٢–٦ لوحظ أيضاً أن المرسخين كبريتات النحاس والحديدوز رغم أنها تعطي درجات لونية عميقة مع الصبغات المستخدمة معها، إلا أن هذه الدرجات لم تكن ثابتة في ظروف التقادم، وقد لوحظ ذلك في العينتين (3,11) شكل (٨).



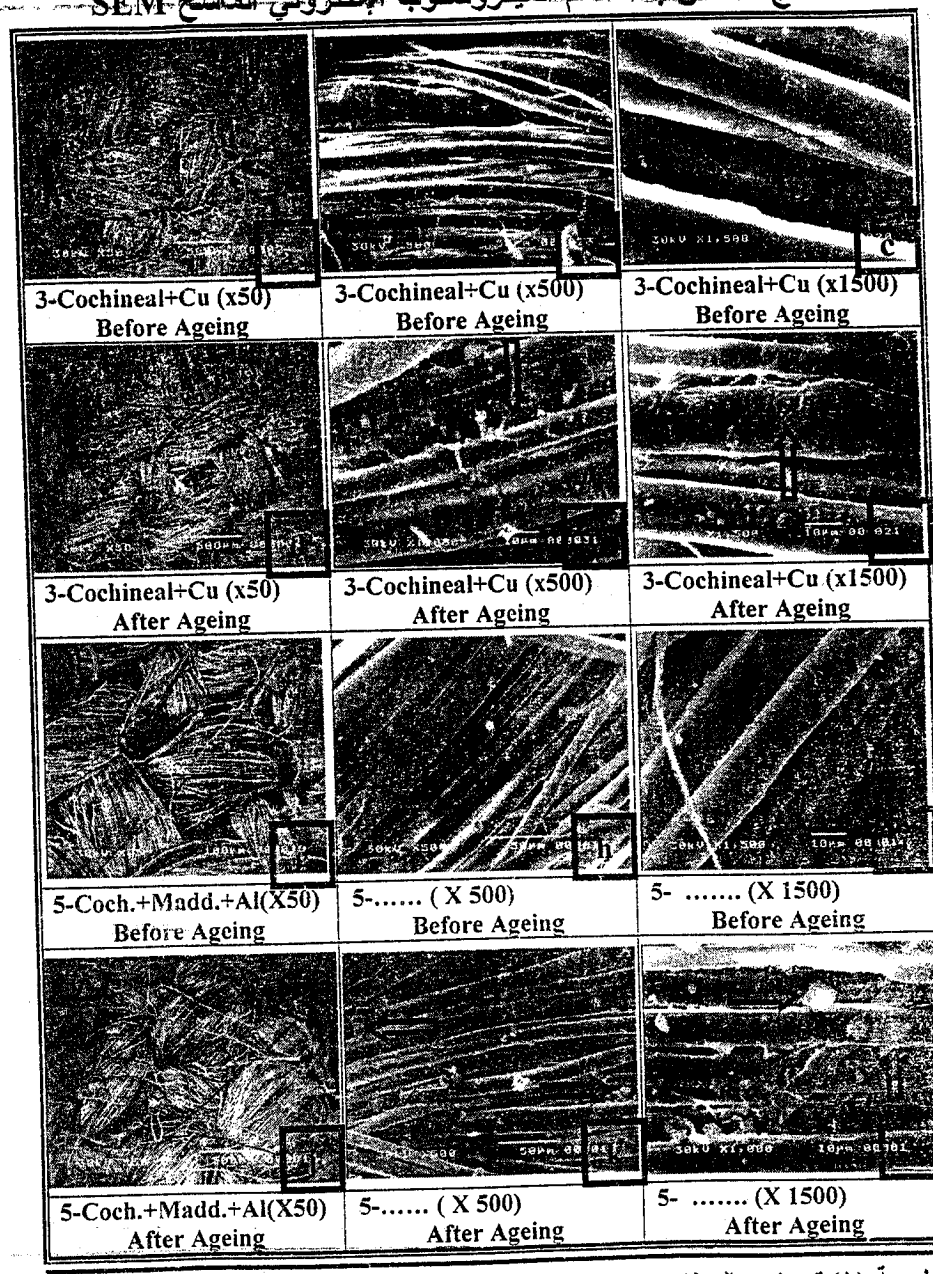
شكل(٨) درجات تركيز صبغات الكوشنيل مع كبريتات النحاس، والكاد مع كبريتات الحديدوز قبل(B) وبعد(A) التقادم، في الأطوال الموجية المختلفة لضوء جهاز القياس اللوني، يلاحظ حدوث انخفاض ملحوظ في تركيز الصبغة بعد التعريض للتقادم.

٥–٢–٧ وأخيرا يمكن عمل رسم بياني للمقارنة بين درجات تركيز كل العينات بعد التقادم كما هو موضح في شكل (٩)

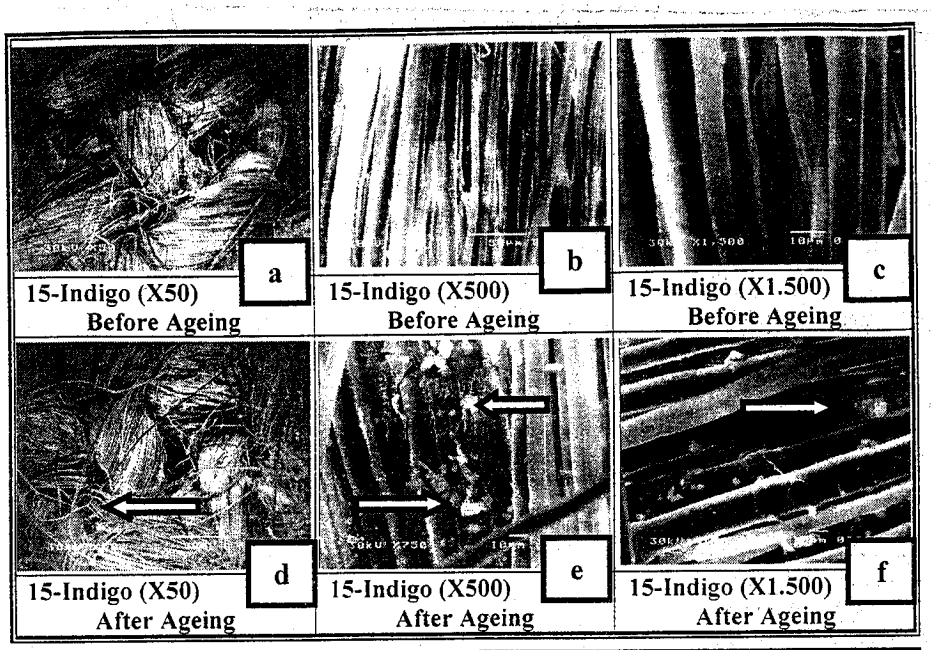


شكل (٩) يوضح درجات تركيز عينات الكتان المصبوغة بعد التقادم، انقسمت إلي أربع مجموعات مختلفة في درجة الثبات، الأولى: فائقة الثبات (8)، الثانية جيدة الثبات(4,7,10) ، ومتوسطة الثبات (1,2,3,6,9,13,15)، وضعيفة الثبات (12,14,16)

٥-٣ نتائج الفحص باستخدام الميكروسكوب الإلكتروني الماسح SEM



لوحة (١) تعرضت العينات بعد التقادم للإنساخ وتراكم الحبيبات الدقيقة علي الألياف في (k ,l)، كما تعرضت بعض العينات للتمزق والتشققات في (f) خاصة في عينة الكوشنيل مع كبريتات النحاس، وربما رجع ذلك لاستخدام المرسخ بنسب تركيز عالية.



لوحة (٢) توضح الصور تعرض عينات الكتان أيضاً لتراكم حبيبات الإتساخ المشار إليها بالأسهم في (e, f) . كما لوحظ تعرض العينات لتفكك الخيوط وظهور السطح الوبري علي سطح العينة بعد التقادم وهو ما يظهر بوضوح في الصورة (d)

٦ الاستنتـــــــاجات

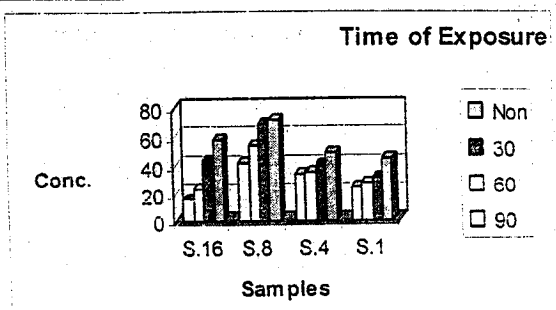
٦-١ كان السؤال الأول لهذا البحث المطلوب الإجابة عليه، هو مدى إمكانية استخدام الصبغات الطبيعية في صباغة أقمشة الكتان المستخدمة، سواء كخلفية أو في ترميم وتقوية المنسوجات الأثرية، وهو ما حاولت الدراسة إثباته، حيث يمكن بالفعل استخدام بعض الصبغات الطبيعية لتحقيق هذا الهدف، بشرط استخدام صبغات تتميز بدرجة جيدة من الثبات مثل الفوه والكاد الهندي والحناء، وكذلك يمكن استخدام الكوشنيل والنيلة، بشرط استخدام طرق صباغة وترسيخ جيدة، خاصة وأن هذه الصبغات تعطي في كثير من الأحيان درجات لونية تتناسب مع أغلب الدرجات اللونية الموجودة بالمنسوجات الأثرية.

٦-٢ تعد صباغات الكركم والزعفران من أضعف الصباغات الطبيعية مقاومة لظروف التقادم، ويمكن أن تتعرض للتدهور اللوني بعد فترة قصيرة من العرض المتحفي للمنسوجات الأثرية المستخدمة معها.

٦-٣ ضرورة استبعاد مرسخات الأملاح المعدنية من ترسيخ صبغات أقمشة الترميم، خاصة أملاح الحديد والنحاس، أو استخداميهما بنسب تركيز ضئيلة جداً، حيث أنها تلعب دورا في الإسراع بالتدهور اللوني للصبغات، حيث تزداد سرعة معدل التدهور اللوني للصبغات، من خلال قدرة هذه الأيونات علي امتصاص الطاقة الضوئية، خاصة أشعة

(UV) القريبة في الطول الموجي(nm 340-400)، ويتم نقل هذه الطاقة الممتصة إلي جزيء السليلوز. ورغم أن هذه الطاقة الممتصة لا تستطيع أن تتسبب في كسر الروابط الكيميائية العرضية، إلا أنها يمكن أن تحول جزيئي السليلوز إلي الحالة المثارة، وعندئذ يمكن لهذا الجزيء المثار أن يتفاعل مع الأكسجين أو الأنواع النشطة الأخرى في الوسط المحيط، وعندئذ يعمل الأكسجين علي تقوية قدرة الضوء علي إحداث عملية الأكسدة الضوئية photo- oxidation [٤٢]، وهي الأكسدة التي يمكن أن تتسبب فيما بعد في تدمير وتشويه الخواص المورفولوجية للألياف فتظهر أعراض التشقق والهشاشة التي ظهرت في عينة الكتان المصبوغة بالكوشنيل والمرسخة بكبريتات النحاس صورة(f) في اللوحة(١).

٦-٤ جاءت نتائج الدراسة التجريبية، خاصة في نتائج قياس التغير والتدهور اللوني للصبغات متفقة إلي حد كبير مع نتائج كروس Crews، في منحني معدل وهن الصباغات ضعيفة الثبات، الذي عادة ما يكون سريعا في البداية(بداية التعريض للتقادم)، ثم يليه معدل بهتان بطيء. [٤٣]، ويفترض أن ذلك يرجع إلي حدوث نوع من البهتان السالب Negative Fading أولا، حيث تتعرض جسيمات الصبغة للتحلل أولا في حرارة الضوء، والتي تعمل علي تحلل جسيمات الصبغة الضخمة إلي جسيمات صبغة صغيرة[٤٤]، وعادة ما تتخلل هذه الجسيمات الصغيرة كل الطبقة تحت السطحية للألياف بالكامل Fiber Substrate، وبالتالي فإن المنطقة السطحية للصبغة Surface Area تصبح قليلة التفاعل مع الأكسجين والضوء والرطوبة النسبية، ومن ثم تتعرض الصبغة للوهن في معدل ثابت وبطيء جداً. وكلما زاد توغل هذه الجسيمات داخل الألياف كلما قلت مساحة المنطقة السطحية التي تتعرض لعوامل التدهور، وبالتالي يزداد بطء معدل الوهن ويصبح ثابت جداً في بعض الحالات[٤٥]. إلا أن هذا لا يمنع من تعرض الجزء الأكبر من الصبغة للوهن في بداية التعريض للتقادم. وهذا ما يفسر السبب في زيادة معدل الوهن كلما طالت مدة التعريض كما هو موضح بالشكل التالي:



شكل(١٠) يوضح نتائج تقادم أربع عينات تمثل الفئات الأربعة من الثبات
فائقة الثبات S.8
جيدة الثبات S.4
متوسطة الثبات S.1
ضعيفة الثبات S.16
وذلك في فترات التقادم المختلفة

Non عينات غير معرضة
30 عينات معرضة لمدة ٣٠ يوم
60 عينات معرضة لمدة ٦٠ يوم
90 عينات معرضة لمدة ٩٠ يوم

(42) Jeon,S. K. et al; "Photo-degradation of Cellulosics ....." op cit; p. 302
(43) Crews,C. P. " The fading Rates of Some Natural Dyed"....p.67
(44) Giles,C.H. and Mckay,R.B." The Light- Fastness of Dyes" Textile Research Journal 33, 1963, .528
(45)) Crews,C. P. p.69

٦–٥ جاءت نتائج الدراسة التجريبية متفقة مع وصف كوهين Cohen من ضرورة أن تكون وسائل الاختبار بسيطة في إعدادها مع استخدام أدوات سهلة غير باهظة التكاليف ويمكن إجراؤها خلال وقت قصير نسبياً، أيضا يجب أن تكون هناك علاقة متبادلة بين تقنية الاختبار والمشكلة الفعلية التي يعرضها البحث والتقدير النهائي للنتائج.[46]

٦–٦ رغم السرعة المتبعة في منهجية البحث في إجراء ظروف التقادم المعجل والتي تختلف تماماً عن الظروف المتحفية الفعلية، إلا أن مثل هذه الدراسات التجريبية مطلوبة بشدة في التنبؤ بمدي تدهور ألوان أقمشة الخلفية المختبرة المستخدمة في تقوية وتدعيم المنسوجات الأثرية، نظراً لأن هذه الدراسات تساعد في تزويدنا بفهم جيد ومعلومة مفيدة في كيفية اختيار أقمشة الخلفية أو الصبغات المستخدمة معها.

٧ المراجـــــــــــــع:

1- AATCC." *Technical Manual Amercan Association of Textiles Chemists and Colorists*" vol. 39, 1963
2- AATCC," 1988
3- Buchanan, R.D. et al " *Chemical Testing and Analysis*" Vol.25, The Textile Institute, 1993
4- Cohen, A. C." *Beyond Basic Textiles*" Fairchild Publications, New York 1982
5- Crews,C.P." *The Fading Rates of Some Natural Dyes*" Studies in Conservation, Vol.32, No2, May 1987
6- -------- "*A Comparison of Clear Versus Yellow Ultravioet Filters in Reducing Fading of Selected Dyes*". Studies in Conservation, Vol.33, No2,May 1988
7- -------- *" A Comparison of Selected UV Filtering Materials for The Reduction of Fading*" Jaic Vol. 28, No2, Ariticle 5, 1989
8- Daruwalla, E.H., Silva,A.P." *Photochemistry of Cotton, Part 1: Behavior During Exposure to Carbon-Arc and Solar Radiations*" Textile Research Journal 37,1967
9- Flury-Lemerg, M." *Textile Conservation and Research*" Vol. II,Switzerland, 1988
10- Ford,B.L."*Monitoring Colour Change in Textiles on Display* " Studies in Conservation, Vol.37, No.1, Feb. 1992
11- Giles, C. H. and Mckay,R.B." ." *The Light- Fastness of Dyes*" Textile Research Journal 33, 1963, .528
12- Gohl, E. P. and Vilensky,L.D."*Textile Science*" Longman Cheshire CBS, Delhi, 1987

[46] Cohen,A.C." Beyond basic Textiles" Fairchild Publications' New York 1982