دراسة تأثير عملية الترسيخ في صباغة قماش قطني بمستخلص قشور الرمان

الباحثة: م. مي ابرهيم قائم بالأعمال

كلية الهندسة الكيميائية والبترولية – جامعة البعث

ملخص البحث

في الوقت الحاضر ازداد استخدام الأصبغة الطبيعية في قطاع النسيج بسبب الوعي بالبيئة ومكافحة التلوث .

هذا البحث يوضح كيفية صباغة قماش قطني باستخدام أصبغة طبيعية مستخلصة من قشور الرمان . تم استخلاص الصبغة من قشور الرمان باستخدام طريقة الاستخلاص المائي وتم استخدام ثلاث طرق ترسيخ أثناء عملية الصباغة هي الترسيخ السابق ، الترسيخ المتزامن والترسيخ اللاحق باستخدام كلوريد القصدير والشبة كمرسخ .

تمت دراسة تأثير عملية الترسيخ في صباغة القماش القطني .

أظهرت النتائج أن اختلاف طريقة ونوع المرسخ المستخدم أعطت ظلال لونية مختلفة للقماش المصبوغ .كما أظهرت أن استخدام كلوريد القصدير بطريقة الترسيخ المتزامن والترسيخ اللاحق أعطت ثباتية أفضل للغسيل.

كما أظهرت النتائج عدم وجود تحسن ملحوظ في ثباتية الأقمشة المصبوغة تجاه الاحتكاك .

كلمات مفتاحية: أصبغة طبيعية ، مرسخ ، قشر الرمان ، قماش قطني ، الثباتية تجاه الغسيل ، الثباتية تجاه الاحتكاك.

Studying the Effect of Mordant Process on Cotton Fabric Dyeing with Pomegranate Peel Extract

Abstract

Nowadays, the application of natural dyes has increased In the textile field due to awareness of the environment and pollution control.

This paper explains the dyeing of the cotton fabric using natural dye extracted from the Pomegranate peel., The dye was extracted from the pomegranate peels using the aqueous extraction method. Three mordanting methods were used during the dyeing process pre-mordanting, meta-mordanting, and post-mordanting, using alum and stannous chloride as a mordant. The effect of type and mordanting method of the dyeing process has been studied.

The results showed that mordant type and method gave different color shades to the dyed fabric. It also showed that the use of stannous chloride mordant type with meta and post methods gave the best color fastness to washing.

The results of the fastness tests against rubbing showed the lack of significant improvement in the color fastness of these dyed fabrics

Keyword: natural dye ,mordant ,pomegranate peel ,cotton fabric, Wash fastness, rubbing fastness.

1- مقدمة:

يطلق اسم الأصبغة الطبيعية على كل الألوان والأصبغة المشتقة من مصادر طبيعية كالنباتات والحشرات والمعادن .

تعد الصباغة بالألوان الطبيعية من أقدم التقنيات التي مارستها شعوب الحضارات القديمة ويتضح هذا من خلال اللوحات الجدارية في الكهوف والاهرامات المصرية التي تم تصميميها حصرياً بالألوان الطبيعية ، كما أن الحرفيون القدماء استخرجوا ألواناً عديدة من النباتات واستخدموها في الصباغة كالأزرق من النيلة والاصفر من الكركم والزعفران والأحمر من القرطم والفوة وهكذا أصبحت الأصبغة الطبيعية جزءاً لا يتجزأ من حياة الأنسان منذ زمن بعيد .

أدى اختراع وليام هنري بيركن(William Henry Perkin) لأول صبغة صناعية في عام 1856 م الى نقلة نوعية في مجال الصباغة حيث بدأت الأصبغة الصناعية تحل محل الأصبغة الطبيعية بشكل كامل تقريباً بسبب سهولة استخدامها وعامل التكلفة الإجمالية .

خلال العقود القليلة الماضية تم الإبلاغ عن العديد من المشكلات البيئية المتعلقة باستخدام الأصبغة الصناعية كتأثير مخلفاتها السائلة في عملية التمثيل الضوئي للكائنات المائية [1] ، وسمية الأصبغة الصناعية كونها تنتج من مواد نفطية كما أنها غير قابلة للتحلل، بالإضافة إلى بعض المخاطر الصحية التي تسببها للإنسان كالحساسية والسرطان .

زيادة الوعي بالمخاطر الصحية والبيئية المرتبطة بتصنيع واستخدام الأصبغة الصناعية أدى إلى إحياء الاهتمام مجدداً بالأصبغة الطبيعية باعتبارها صديقة للبيئة فهي قابلة للتحلل ، غير سامة ، تحضيرها يحتاج إلى عدد قليل من التفاعلات الكيميائية ،كما أنها مفيدة للاستدامة البيئية وخاصة إذا تم استخراج الأصبغة من نفايات المنتجات الطبيعية

غير المستخدمة مثل قشور الرمان وقشور لحاء الخشب الناتج عن عملية معالجة الأخشاب .

من أجل الاستخدام التجاري الناجح للأصبغة الطبيعية في مجال النسيج ، يجب اعتماد التقنيات المناسبة والمخصصة لصباغة المنسوجات بالأصبغة الطبيعية. لهذا أصبح من المهم إجراء دراسات علمية ذات صلة وتوظيف نتائجها في تقييم طرق الصباغة، متغيرات عملية الصباغة، حركية الصباغة واختبار توافقية الأصبغة الطبيعية المنتقاة .[2],[1]

1-1 استخلاص الملونات الطبيعية

يمكن الحصول على الأصبغة الطبيعية من مصادر نباتية متعددة مثل الأزهار، الجذع الأوراق ، الجذور واللحاء إضافة إلى المصادر الحيوانية والمعدنية ، ولكن الحصول على المحتوى اللوني الموجود في هذه المصادر يحتاج إلى عملية استخلاص للون حتى يمكن تطبيقه بشكل مناسب على المنسوجات .[4],[1]

يمكن استخلاص الأصبغة الطبيعية بطرق مختلفة :

- الاستخلاص المائي .
- الاستخلاص القلوي أو الحمضي .
- الاستخلاص بواسطة الانزيمات .
- الاستخلاص بواسطة المذيبات .
- الاستخلاص بواسطة الأمواج فوق الصوتية .

تعتمد كفاءة استخلاص المكونات الملونة الموجودة في المصادر الطبيعية على نوع الوسط و pH الوسط وظروف الاستخلاص مثل درجة الحرارة والزمن ونسبة الحوض

2-1 المرسخات

تحتاج معظم الأصباغ الطبيعية إلى مواد كيميائية تسمى مرسخات لربط الصبغة بالأقمشة لتحسين ثبات اللون. تساعد المرسخات في زيادة ربط الصبغة بالنسيج عن طريق تشكيل جسر كيميائي بين الصبغة و الألياف وبالتالي تحسين ثبات الصبغة ومنع بهتانها وفي بعض الأحيان تستخدم المرسخات لإعطاء تأثيرات لونية مختلفة للصبغات [4].

هناك ثلاثة انواع من المرسخات

1. المرسخات المعدنية أو أملاح المعادن .
2. المرسخات الزيتية .
3. التانين او حمض التانيك.

1-3 عملية الترسيخ

تعد عملية الترسيخ جزءاً مهماً في صباغة القماش بالأصبغة الطبيعية لأن أغلب الأصبغة الطبيعية لا تتمتع بكثير من الألفة تجاه الألياف النسيجية ، وخاصة السيللوزية. ويعتمد نجاح الصباغة على اتمام عملية الترسيخ فإذا لم تنفذ بدقة ينتج عنها ألوان غير منتظمة واحيانا بها بعض البقع .

تصنف طرق التثبيت تبعا لتوقيت تطبيق المرسخ إلى ثلاثة طرق :

4. الترسيخ مسبق (pre-mordanting) : يتم تطبيق المرسخ على القماش قبل عملية الصباغة .
5. الترسيخ المتزامن (meta-mordanting): يتم إضافة المرسخ إلى حوض الصباغة .
6. الترسيخ اللاحق (post-mordanting): يتم تطبيق المرسخ على القماش بعد عملية الصباغة .

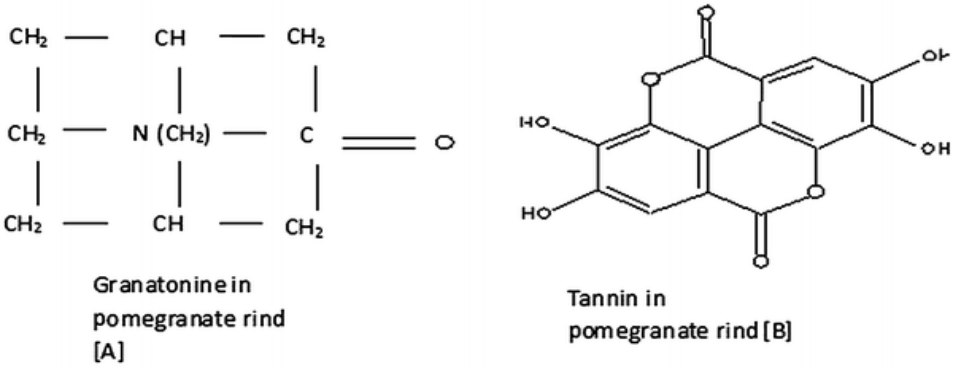
1-4 الرمان

الرمان شجرة فاكهة صغيرة وتعتبر من أقدم الأنواع المزروعة وتم التعرف على هذه الفاكهة في أوائل العصر البرونزي ويعود موطنها الأصلي إلى ايران وباكستان وشمال الهند والصين، وتزرع الأن في جميع أنحاء العالم .

يبلغ إنتاج العالم من الرمان حوالي 1500000 طن ويشكل قشر الرمان حوالي 60% من وزن الثمرة وتعتبر القشور نفايات زراعية ويتم استخدامها في الغالب كعلف للماشية . تمتلك قشور الرمان خصائص طبية مضادة للبكتيريا ومضادة للفطريات ومضادة للسرطان [4] .

تحتوي قشور الرمان على نسبة عالية من التانين $C_{76}H_{52}O_4$ (19–26%) وبالتالي تعمل بشكل جيد مع القطن والألياف النباتية الأخرى كما يمكن استخدامها لصباغة الصوف والحرير، سوف تحصل على لون بني مصفر عند صباغة الأقمشة بمستخلص قشور الرمان ولون أصفر ذهبي باستخدام المرسخات مع الصبغة .[5].

يعتبر الجراناتونين (granatonine $C_9H_{15}NO$)هو عنصر التلوين الأساسي في قشور الرمان حيث يتواجد بشكل قلوي N– ميتيل جراناتونين [4] . الشكل (1) يبين التركيب الكيميائي للجراناتونين والتانين .



الشكل (1) يبين التركيب الكيميائي للجراناتونين (A) والتانين (B) [5],[4]

2–هدف البحث:

يهدف البحث إلى صباغة عينات قطنية بالمستخلص المائي لقشور الرمان، وذلك باستخدام بعض المرسخات المعدنية , ثم دراسة تأثير عملية الترسيخ في ألوان وظلال الأقمشة القطنية المصبوغة وثباتها تجاه الغسيل والاحتكاك.

3– خطة البحث:

يتضمن إجراء البحث المراحل الأساسية التالية:

1– تبييض وتجهيز العينات القطنية.
2– استخلاص الصباغ من قشور الرمان .

3- تطبيق المرسخات المعدنية (الشبة، كلور القصدير) على العينات بطرق ترسيخ مختلفة و صباغة العينات.
4- إجراء اختبار الثابتية للاحتكاك الجاف والرطب.
5- إجراء اختبار الثابتية للغسيل (تغير اللون والتلطيخ).
6- تقييم النتائج .

4-الأجهزة والأدوات المستخدمة في البحث:

1- ميزان حساس(دقة الجهاز 0.001.).
2- ميزان حرارة زئبقي (300^{o} c).
3- -سخان مخبري مع خلاط مغناطيسي.
4- جهاز اختبار الثباتية للاحتكاك.
5- المقياس الرمادي.

5- المواد المستخدمة في البحث

1- قماش قطني خام غير مبيض سادة (1/1) شركة نسيج اللاذقية
2- قشور الرمان المجففة
3- ماء اوكسجيني H_2O_2
4- هيدروكسيدالصوديوم NaOH.
5- كبريتات الألومينيوم والبوتاسيوم المائية (الشبة) ($AlK(SO_4)_2.12H_2O$).
6- كلوريد القصدير ($SnCl_2.5H_2O$).

6- طرق البحث

6-1- تبييض وتجهيز العينات القطنية: تمت عملية التبييض باستخدام هيدروكسيد الصوديوم3% والماء الأوكسجيني8% وبضع قطرات من مثبت الماء الأوكسجيني نسبة الحوض (1:40). تم رفع درجة الحمام المائي حتى(100^{0}c) واستمرت عملية التبييض

بعد الغليان لمدة ساعة . تشطف العينات بعدها وتعدل بحمض الخل يعاد شطف العينات بالماء العادي وتترك لتجف بدرجة حرارة المخبر.

تقص عينات القماش المبيض بأبعاد (8×23) سم حيث تزن العينة الواحدة 3.23g لتصبح جاهزة للعمليات اللاحقة

6-2- استخلاص الصبغة من قشور الرمان .

تزال قشور الرمان من الفاكهة وتجفف تحت الظل بضوء الشمس لمدة 3-4 أيام حتى يتم التخلص من الرطوبة في القشور وتصبح جافة ومن ثم يتم طحن هذه القشور وتحويلها إلى بودرة لتستخدم كمادة خام لاستخلاص الصبغة .

من أجل استخلاص اللون يحضر المحلول بخلط 70g من مسحوق قشور الرمان مع 1L من ماء مقطر في حوجلة وتوضع على سخان مغناطيسي مع التحريك ويغلى المحلول لمدة ساعة ومن ثم يتم تصفية وترشيح المحلول ويترك ليبرد تمهيداً لاستخدامه في عملية الصباغة .[6]

6-3- تطبيق المرسخات المعدنية وصباغة العينات .

تم تطبيق نوعين من المرسخات الشبة وكلوريد القصدير بتركيز (10 g/l) ونسبة حوض (1:40) وتمت المعالجة عند الدرجة (60^0c) لمدة نصف ساعة .

اما عملية الصباغة تمت بحوض الصباغة الحاوي على المستخلص المائي لقشور الرمان بنسبة حوض (1:40) وتمت عملية الصباغة عند الدرجة 60^0c لمدة نصف ساعة.

في هذه الدراسة تمت عملية الترسيخ بثلاث طرق مختلفة وفق مايلي :[6]،[7]

7. الترسيخ المسبق (pre-mordanting) : تمت عملية الترسيخ للعينات القطنية قبل عملية الصباغة بوضع العينات في حوض الترسيخ وفق الطريقة المذكورة أعلاه وتبعت هذه العملية بوضع العينات بحوض الصباغة وفق الشروط المذكورة أعلاه ومن ثم تم غسل العينات بالماء وتجفيف العينات بالظل .
8. الترسيخ المتزامن (meta-mordanting): تمت عملية الترسيخ والصباغة بنفس الحوض حيث تم وضع عينات القماش في الحوض الحاوي على المرسخ بتركيز (10g/l) والمستخلص المائي لقشور الرمان بنسبة حوض (1:40)

وتمت المعالجة عند الدرجة (60^0c) لمدة نصف ساعة ومن ثم تم غسل العينات وتجفيفها بالظل .

9. الترسيخ اللاحق (post–mordanting): بهذه الطريقة تمت عملية الصباغة في حوض الصباغة بنفس الشروط السابقة ومن ثم تبعت العملية بوضع القماش في حوض الترسيخ لمدة نصف ساعة بنفس الشروط الواردة أعلاه ومن ثم تمت عملية الغسيل للعينات وتجفيفها بالظل .

رقمت العينات تبعًا لنوع المعالجة وفق الجدول التالي:

رقم العينة	طريقة الترسيخ	المرسخ المستخدم
1	الترسيخ المتزامن	كبريتات الالمنيوم والبوتاسيوم المائية (الشبة)
2	الترسيخ المتزامن	كلوريد القصدير
3	الترسيخ المسبق	كلوريد القصدير
4	الترسيخ المسبق	كبريتات الالمنيوم والبوتاسيوم المائية (الشبة)
5	الترسيخ اللاحق	كبريتات الالمنيوم والبوتاسيوم المائية (الشبة)
6	الترسيخ اللاحق	كلوريد القصدير

6–4– اختبار الثابتية للاحتكاك الجاف والرطب.

يتم إجراء اختبار الثابتية تجاه الاحتكاك باستخدام جهاز (electronic crockmeter) إنتاج شركة SDLالبريطانية. حيث يتم اختبار الثابتية تجاه الاحتكاك للأقمشة والخيوط الجافة والرطبة حسب المواصفة القياسية (ISO 105 X–12).

يهدف هذا الاختبار إلى تقييم مدى مقاومة انتقال جزيئات الصبغة السطحية من القماش المصبوغ إلى قطعة قماش بيضاء موضوعة مقابل القماش المصبوغ وفي حالة احتكاك معه. يتم التعبير عن ثباتية اللون باستخدام المقياس الرمادي.

وعند إجراء الاختبار الرطب يجب أن نقوم بترطيب قماش الحك المستخدم بالماء المقطر ويتم عصره حتى تصل نسبة امتصاصه للماء إلى ضعفي وزن القماش .[8]

6–5– اختبار الثباتية تجاه الغسيل :

يتم إجراء اختبار ثبات الغسيل لتحديد مقدار فقدان اللون الذي تظهره الأقمشة المصبوغة بعد الغسيل وكمية الألوان التي تعطيها للأقمشة الأخرى .

تم الاختبار حسب المواصفة القياسية (ISO C01) حيث تتم خياطة قطعة القماش المصبوغ مع قطعة قماش ابيض من الحواف ومن ثم معالجتها بمحلول مائي يحوي 5% صابون ونسبة حوض (1:50)عند الدرجة C^{O}(2±40) لمدة 30 دقيقة. بعد انتهاء الاختبار تشطف العينة بالماء البارد المقطر مرتين ثم لمدة 10 دقائق بماء صنبور جاري وتعصر وتجفف بالهواء الساخن الذي لا تزيد درجة حرارته عن (60^{0} C). تقارن العينة المغسولة مع الأصلية غير المغسولة باستخدام المقياس الرمادي لتقدير درجة فقدان اللون أما درجة التبقيع على العينات البيضاء غير المصبوغة فيقدر بالمقياس الرمادي المخصص لتقييم التلطيخ أو التبقيع، وتتم المقارنة بين قطع القماش الملطخة مع المقياس الرمادي .[8]

7- النتائج والمناقشة

إن صباغة القماش القطني بمستخلص قشور الرمان باستخدام طرق ترسيخ مختلفة أدى إلى الحصول على ظلال لونية مختلفة الجدول(2) حيث نتجت ظلال لونية بلون أصفر فاتح بالترسيخ السابق والمتزامن بينما نتجت ظلال لونية بلون أصفر غامق بالترسيخ اللاحق (عينة 5-6) ، ويعزى السبب إلى أنه في الترسيخ اللاحق يتم في البداية صباغة القماش حيث يتم امتصاص جزيئات الصبغة بشكل جيد من قبل القماش وبالتالي زيادة عدد جزيئات الصبغة التي سوف تتفاعل مع ايونات المعدن في عملية الترسيخ اللاحقة.

الجدول (2) يبين الظلال اللونية للعينات المصبوغة

رقم العينة	طريقة الترسيخ	لون القماش الناتج
1	الترسيخ المتزامن	أصفر غامق
2	الترسيخ المتزامن	أصفر فاتح
3	الترسيخ المسبق	أصفر فاتح
4	الترسيخ المسبق	أصفر فاتح
5	الترسيخ اللاحق	أصفر غامق

6	الترسيخ اللاحق	أصفر غامق

تشير النتائج بأن اختلاف نوع المرسخ المستخدم وطريقة الترسيخ أثرت في لون القماش من خلال اختلاف الظلال اللونية وقوتها ويعزى السبب إلى التفاعل الحاصل بين المرسخ وجزيئات الصبغة لتشكيل معقدات مع الليف .[9]

الشكل (2) يبين الظلال اللونية للعينات المصبوغة

7-1- نتائج اختبار الثباتية تجاه الاحتكاك

الجدول (3) نتائج اختبار الثباتية تجاه الاحتكاك

العينة	الاحتكاك الجاف	الاحتكاك الرطب
0	5	3
1	5	3/4
2	5	4/5
3	4/5	3/4
4	5	3/4
5	4/5	4
6	4/5	3/4

- تعتبر ثباتية العينة المصبوغة بمستخلص قشور الرمان بدون استخدام مرسخ ممتازة بالنسبة للاحتكاك الجاف ولكن متوسطة تجاه الاحتكاك الرطب .
- تشير النتائج الموضحة في الجدول (3) إلى أن اختلاف طرق الترسيخ ونوع المرسخ ليس لها تأثير على ثبات اللون تجاه الاحتكاك الجاف ولكن تحسن ثبات اللون تجاه الاحتكاك الرطب بمقدار نصف درجة إلى درجة ونصف على المقياس الرمادي
- أفضل نتائج كانت لعينة القماش القطني المصبوغ بطريقة الترسيخ المتزامن باستخدام كلور القصدير كمرسخ(العينة 3) حيث كانت الثباتية ممتازة للاحتكاك الجاف والاحتاك الرطب .

7-2- نتائج اختبار الثباتية تجاه الغسيل :

الجدول (4) نتائج اختبار الثباتية للعينات تجاه الغسيل

العينة	تغير اللون	درجة التلطيخ
0	4/5	4
1	3/4	4/5
2	4/5	5
3	4	4/5
4	4/5	4
5	4	5
6	4/5	5

- تعد الثباتية تجاه الغسيل للعينة المصبوغة بمستخلص قشور الرمان بدون استخدام مرسخ ممتازة على المقياس الرمادي لتغير اللون، أما بالنسبة للتلطيخ

فقد كانت القيم جيدة جداً حيث لوحظ تغيراً طفيفاً جداً في لون العينة القطنية المرافقة.

- عند استخدام الشبة في ترسيخ العينات القطنية تم ملاحظة أن العينات أصبحت أغمق بعد استخدام المنظف في الترسيخ المتزامن والترسيخ اللاحق وتحسن في ثباتية تجاه الغسيل على مقياس التلطيخ حيث لا يوجد تلطيخ على العينة البيضاء بالترسيخ اللاحق (العينة 5) .
- عند استخدام كلور القصدير كمرسخ حافظت العينات على قيم الثباتية الممتازة تجاه الغسيل من حيث تغير اللون وتحسنت ثباتية اللون تجاه الغسيل من حيث التلطيخ حيث أصبحت العينات بيضاء بدون تلطيخ .
- إن استخدام طريقة الترسيخ اللاحق أعطت أفضل قيمة لثباتية اللون تجاه الغسيل من حيث تغير اللون ودرجة التلطيخ على المقياس الرمادي.

يعزى هذا الثبات الجيد تجاه الغسيل نتيجة تشكل معقدات معدنية قوية داخل بنية الألياف بين المرسخ وجزيئات الصبغة مما يجعلها غير ذوابة في الماء .[10],[11]

8- الخلاصة

تم في هذه البحث استخلاص الصبغة من قشور الرمان بطريقة الاستخلاص المائية وتم تطبيق مستخلص قشور الرمان على القماش القطني باستخدام طرق الترسيخ المختلفة ونوعين من المرسخات الشبة وكلور القصدير، كما تم إجراء اختبار ثباتية اللون تجاه الاحتكاك وثباتية اللون تجاه الغسيل للعينات المصبوغة وبينت النتائج أن اختلاف طرق الترسيخ ونوع المرسخ المستخدم ليس لها تأثير في ثبات اللون تجاه الاحتكاك الجاف ولكن تحسنت الثباتية تجاه الاحتكاك الرطب بشكل طفيف ، كما أن اختلاف نوع المرسخ وطريقة الترسيخ أثرت في لون القماش المصبوغ من خلال اختلاف الظلال اللونية وقوتها بناءً على نتائج الاختبارات فإن طريقة الترسيخ اللاحق أعطت أفضل النتائج من حيث قوة اللون وثباتية اللون تجاه الاحتكاك الجاف والرطب، بالإضافة إلى الثباتية الممتازة تجاه

الغسيل، كما أن استخدام كلور القصدير كمرسخ أعطى ظلالاً لونية أعمق وثباتية ممتازة تجاه الغسيل .

9- المقترحات:

1- يمكن تغيير تركيز الصباغ وتركيز المرسخ المستخدم كما يمكن تجربة مرسخات أخرى مثل كبريتات الحديد وكبريتات النحاس للحصول على ظلال لونية مختلفة .

2- دراسة تأثير تغيير بارامترات عملية الصباغة مثل درجة الحرارة والزمن وPH الوسط

3- يقترح استخدام تقنيات حديثة لاستخلاص الأصبغة الطبيعية ، واستخدام الأجهزة الحديثة المخصصة لذلك.

4- يقترح استخدام السبيكتروفوتومتر لتقييم قوة اللون .

10- المراجع

1. Samanta, A. K., & Konar, A. (2011), Dyeing of textiles with natural dyes, *Natural dyes*, *3*(30-56).
2. Shivankar, V. S., Vyas, S. K., Ojha, R., & Kedar, V. (2011), Extraction of natural dye: Pomegranate rind and its fastness properties, *Asian Dyer*, 57-61.
3. Saxena, S., & Raja, A. S. M. (2014), Natural dyes: sources, chemistry, application and sustainability issues. In *Roadmap to sustainable textiles and clothing*, (pp. 37-80). Springer, Singapore.
4. . Ali, S., Jabeen, S., Hussain, T., Noor, S., & Siddiqua, U. H. (2016), Optimization of extraction condition of natural dye from pomegranate peels using response surface methodology, *International Journal of Engineering Sciences & Research Technology*, *5*(7), 542-48.
5. Sinnur, H. D., Samanta, A. K., Verma, D. K., & Kaware, R. (2018), Studies on coloration and UV protective action of anar peel (pomegranate rind) as an effective natural colorant for cotton khadi fabric, *Journal of The Institution of Engineers (India): Series E*, *99*(1), 9-26.
6. Pintu P. S., Dhirendra .Sh.(2020), Application of Pomegranate Natural Dye on Banana Fiber, Asian Resonance (india) VOL.-9, ISSUE-2, April 2020 .
7. Chhipa, M. K., Srivastav, S., & Mehta, N. (2017),. Study of Dyeing of Cotton Fabric using Peanut Pod Natural Dyes using Al2SO4, CuSO4, and FeSO4 Mordanting Agent, *International Journal of Environmental and Agriculture Research*, *3*, 36-44.
8. Hoda .SH .(2018) ,Study the Effect of Using Different Mordants on Cotton Fabrics Dyeing with Eucalyptus Leaves Extract ,albaath university 40 (1) ,p 134-161.
9. Sofyan, S., Failisnur, F., & Silfia, S. (2018). The effect of type and method of mordant towards cotton fabric dyeing quality using jengkol (Archidendron jiringa) pod waste. J. Litbang Ind. 8, 1–9
10. Kulkarni, S. S., Gokhale, A. V., Bodake, U. M., & Pathade, G. R. (2011). Cotton Dyeing with Natural Dye Extracted from

Pomegranate (Punica granatum) Peel, Universal Journal of Environmental Research & Technology, 1(2).

11. Janani, L., & Lukyambuzi, H. (2013), effects of mordanting methods of dye from vernonia amygdalina on cotton fabrics coloration, Journal of Language, Technology & Entrepreneurship in Africa, 4(2), 17-27.