الفصل الثانـي

طرق التنظيف المختلفة للمنسوجات الأثرية

فـي هذا الفصـل سيتم تنـاول طـرق التنظيـف المختلفـة للمنسـوجات الأثريـة سـواء التنظيـف بـالهواء أو التنظيف الرطب أو التنظيف الجاف مع إفراد فصل خاص للتنظيف بالإنزيمات موضوع الدراسة .

أولاً: التنظيف بالهواء Air cleaning

إن أول خطوة في التنظيف الفعلي تبدأ بالتنظيف بالهواء , حيث ينصح بأن تزال الأتربة والمواد الغريبة بإستعمال فرش ذات شعيرات بروتينية دقيقة دونما أي ضغط يذكر , ويمكن الاستعانة بالتفريغ الهوائي Vacuum من خلال إستعمال مكانس كهربائية صغيرة ، على أن تغطي فتحات الشفط الخاصة بالمكنسة بشبك ضيق الفتحات حتى لا تُفقد الأجزاء المنفصلة من القطعة وينصح بأن تكون فتحات الشفط على مسافة لا تقل عن ١٠ مم من الأثر . (١)

ثانياً : التنظيف الرطب Wet cleaning

يقصد بالتنظيف الرطب في المقام الأول إستخدام الماء المقطر في التنظيف والذي قد يضاف إليه بعض المواد الأخرى للمساعدة في التنظيف . (٢) فمحاليل التنظيف العادية ربما تحتوي على مواد منشطة للسطح ومواد حاملة للاتساخ " مانعة للترسيب " . وربما يتضمن التنظيف الرطب بعض المواد الكيميائية في حالة الإتساخات غير القابلة للذوبان في الماء كإضافة الأحماض والقلويات والعوامل المؤكسدة والمختزلة والإنزيمات . (٣)

مميزات إستخدام الماء في تنظيف المنسوجات الأثرية (التنظيف الرطب):

- الماء هو أهم مذيب قطبي معروف ولهذا فهو يذيب العديد من أنواع الإتساخ القطبي ذات المصدر العضوي وغير العضوي .
- يذيب الماء نواتج تلف الألياف الحامضية ذات اللون الأصفر وبهذا فهو يساعد في حفظ الأثر ويحسن من شكله الجمالي .
- يعمل الماء كملدن لبوليمرات اللويفات وبهذا فهو يحسن من مرونة ونعومة النسيج .
- يساعد الماء في إزالة خطوط الإنثناء والتجاعيد المتواجدة بالنسيج .
- الماء متاح وقليل التكلفة ، علاوة على أنه ليس له أية أضرار صحية . (٤)

(1) Rosalie Rossa King " Textle identification , concervation , and preservation " Noyes publication , U.S.A , 1985, p. 190 .
(2) Ibid , p. 191 .
(3) Agnes Timer-Balazsy and Dinah Eastop, op . cit., p 194.
(4) Ibid , p. 194 .

محاذير إستخدام الماء في تنظيف المنسوجات الأثرية(التنظيف الرطب) :

- قد يُحدث التنظيف الرطب إدماء للصبغات أو تغير في لونها .
- فى حالات الضعف الشديد للألياف قد يسبب التنظيف الرطب تلفاً إضافياً بإزالة المقادير الزائدة من نواتج التلف بما يعنى زيادة فقد الوزن للألياف . (١)
- يكون للماء تأثيراً على الفرو والريش الذين قد يتواجدا مصاحبين للنسيج كحدوث الإنكماش والإنتفاش .
- يُحدث الماء تلفاً ميكانيكياً للنسيج نتيجة لزيادة وزن الشعيرات والناتج عن إمتصاص الألياف للماء فالألياف البروتينية تمتص الماء بنسبة ١٥٠% من وزنها الأصلي أما الألياف السليلوزية فتمتص الماء بنسبة ٣٥% من وزنها الأصلي , وهذه الزيادة الوزنية ربما تشكل ضغطاً على النسيج وتتسبب في إجهاد وقطع للشعيرات . (٢)

هناك بعض الملاحظات التي يجب مراعاتها عند إستخدام التنظيف الرطب وهي :

- لابد أن نتأكد من عدم إدماء الصبغة بالماء وذلك عن طريق ترطيب قطنة بيضاء يتم وضعها على النسيج المصبوغ والضغط عليها لمدة دقيقة مع ملاحظة إنتقال لون الصبغة إليها من عدمه , ففي حالة إنتقال لون الصبغة إلى القطعة البيضاء يتم إستبعاد التنظيف بالماء , وفي حالة عدم إنتقال أي لون للقطنة يعد دليلاً على عدم تأثير الماء في ثبات الصبغة وبالتالي يتم إستخدامه , كذلك يتم إجراء نفس الإختبار مع محاليل التنظيف الأخرى على أن ينتظر حتى جفاف المحلول . (٣)
- أن يجهز حمام الغسيل بمساحة مناسبة للنسيج تسمح بحرية الحركة .
- في حالة إستخدام المنظفات لابد من خلطها بالماء منزوع الأيونات (الماء المقطر) قبل الإستخدام بمدة ساعتين على الأقل .
- لابد أن تُغمر القطعة مدة كافية في حمام الغسيل حيث يساعد الغمر في التخلص من المواد الغريبة, ثم يسحب الماء من حمام الغسيل بالتدريج .
- يتم نقع قطعة النسيج في محلول الغسيل في درجة حرارة الغرفة ويستمر النقع لمدة كافية حتى يبدو المحلول متسخاً مع إمكانية تحريك الماء برفق .
- تُكرر حمامات الشطف حتى يصبح الماء خالياً تماماً من أية جزيئات للإتساخ ، مع التسجيل الدائم لدرجة الأس الهيدروجيني " حامض أو قلوي " حتى تصل القراءة إلى درجة أس هيدروجيني (pH 7) وهذا يعد دليلاً واضحاً على إزالة كل بقايا مادة المنظف . (٤)

وبما أننا نتحدث عن التنظيف الرطب فلابد أن نتطرق لخواص الماء ، وكذلك مواد التنشيط السطحي ودورها , وكذلك ميكانيكية عمل المنظفات الصناعية .

---

(1) Agnes Timer-Balazsy and Dinah Eastop, op . cit., p 194.
(2) Ibid , p. 194.
(3) Rosalie Rossa King , op . cit., p. 191.
(4) Ibid , p. 191.

التوتر السطحي Surface tension

تعريفه :

هي مقاومة السائل للإنسياب وهى تجعله يبدو وكأنه محاط بغشاء فالسوائل ومن ضمنها الماء يكون لها توتر سطحي Surface tension في السطح البيني " غاز – سائل " The liquid – air interface ، وتوتر بين سطحي interfacial tension " سائل – سائل ، سائل – صلب " ويتسبب التوتر بين السطحي فى عدم تغلغل الماء داخل النسيج وبلله . (١)

ولكون جزيئات الماء ثنائية القطبية فهناك قوى فيزيائية كهربية " روابط فاندرفالز ، روابط ثنائية القطبية " بالإضافة إلى الروابط الهيدروجينية وتعمل هذه القوى الكهربية في كافة الإتجاهات وكل جزئ يرتبط مع غيره من الجزيئات بالتوازن داخل جسم الماء , أما عند سطح الماء فلا توجد قوى تعمل من جانب الهواء وبالتالي يختل التوازن ولهذا يظهر سطح الماء في أي إناء بهيئة مقعرة ، وقطرة الماء على هيئة كروية ويقاس التوتر السطحي بوحدات " نيوتن / متر" ويقدر التوتر السطحي للماء بحوالي ٠.٠٧٣ نيوتن /متر , والذى يقل بإضافة مواد التنشيط السطحي إلى ٠.٠٣٠ نيوتن / متر بما يعنى أن إضافة مواد التنشيط السطحى تقلل من التوتر السطحى للماء بشكل ملحوظ . (٢)

المواد المنشطة للسطح Surface active agents

وتعرف كذلك بعوامل الإبتلال Wetting agents وكذلك بعوامل غسيل Washing agents وهي مركبات عضوية لها القدرة على تقليل الشد السطحي للماء بفضل تركيبها , حيث أنها تحتوي على :

جزء "ذيل" طارد للماء hydrophobic (water repelling) non-polar tail

جزء " رأس" جاذب للماء hydrophilic (water attracting) head or polar part

وتنقسم المواد المنشطة للسطح طبقاً لخاصية الجزء المحب للماء إلى أربعة مجموعات : (٣)

١- مواد منشطة أنيونية Anionic surfactants

٢- مواد منشطة غير أيونية Nonionic surfactants

٣- مواد منشطة كيتونية Cationic surfactants

٤- مواد منشطة مترددة " أمفوتورية " Amphoteric surfactants

(1) Agnes Timer-Balazsy and Dinah Eastop, op . cit., p 195 .
(2) Ibid , p. 195.
(3) Ibid , p. 199.

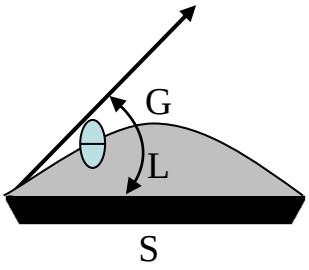
الإبتلال The wetting

يقل بشكل ملحوظ التوتر السطحي للماء والتوتر بين السطحي " بين الماء والنسيج " في وجود عوامل تنشيط السطح مما يؤدي إلى حدوث ظاهرة الإبتلال.

وتختلف خواص الإبتلال للمواد المنشطة للسطح بإختلاف التركيب الكيميائي والكيميائي فراغى لها Their chemical and stereochemical structure " مثل طول الأجزاء المحبة والطاردة للماء ، إستقامة وتفرع السلسلة وتواجد حلقة أروماتية في الجزئ " .

يتم تحديد خاصية البلل للمنشط السطحي من خلال قياس زاوية الحافة Rim angle * كما في شكل رقم (١٠) . [١] فكلما زاد التوتر السطحي للمذيب مقارنة بالمادة الصلبة كلما زادت زاوية الحافة Rim angle وقل الإبتلال Wetting وبالتالي فإن دور المنشط السطحي يتركز في تقليل التوتر السطحي مما يؤدي إلى نقصان زاوية الحافة وزيادة الإبتلال .

وتساهم المسامية والخاصة الشعرية في إبتلال المنسوجات بإقلالها من زاوية الحافة الناشئة بين النسيج والمذيب . [٢]



شكل رقم (١٠)يوضح زاوية الحافة Rim angle حيث يمثل حرف(S) السطح الصلب solid و (L) السطح السائل liquid و (G) السطح الغازي gas interface

التركيز الحرج للميسلة Critical micelle concentration**

عندما يضاف عامل التنشيط السطحي للماء فإن ذيوله الطاردة للماء تُضغط للخارج بواسطة جزيئات الماء ، وتكون رؤوسه المحبة للماء داخل السائل وبزيادة تركيز عامل التنشيط عن التركيز الحرج critical concentration فإن التناقص في الشد السطحي يبقى ثابتاً والزيادة من جزيئات عامل التنشيط التي تضاف " بعد الوصول للتركيز الحرج" لا يوجد لها مساحة على سطح السائل

(1) Agnes Timer-Balazsy and Dinah Eastop, op . cit., p 199 .
(2) Ibid , p. 199.

* زاوية الحافة :هى الزاوية بين السطح الصلب والسطح الغازى مروراً بسطح السائل

** التركيز الحرج للميسلة هو ذلك التركيز من مادة تنشيط السطح الذى عنده تتكون المياسل فى جسم السائل نفسه .

وبالتالـى تُكون مياسل * Micelles فـي جسم السائل نفسه ومن هنا جاء مصطلح التركيز الحرج للميسلة critical micelles concentration والذي غالباً ما يختصرإلى cmc. [١]

عملية التنظيف بعوامل التنشيط السطحي Cleaning process with surface active agents

إن تكوين المياسل يعد مهماً لفهم ميكانيكية عمل منشطات السطح ، حيث أنها تساعد في تنظيف الإتساخات غير القابلة للذوبان في الماء كالدهون والتي تذوب في الجزء الداخلي للميسلة " الطارد للماء " .

وطبقاً لما ذكره Agens [٢] عن Kissa فإن عملية التنظيف " تحرر الاتساخ "

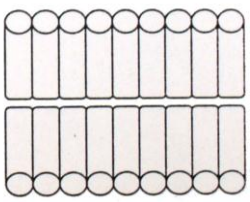
تتضمن ثلاثة مراحل متتالية وهي :

أ- مرحلة التنظيف التمهيدية متمثلة في إبتلال النسيج بمحلول التنظيف .

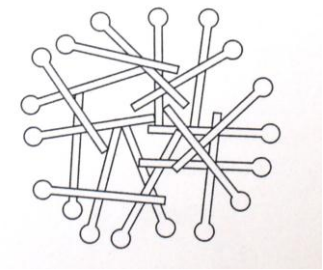
حيث أن دور المنظف الفعلي لا يمكن الوصول إليه إذا لم يكن هناك إبتلال كامل للنسيج بمحلول المنظف .

ففي هذه المرحلة يتغلغل الماء بداخل النسيج ويكون إنفصال الإتساخ بطيئاً . ومن المعروف أن سرعة الإبتلال تعتمد على عدد من العوامل متضمنة خاصية الألياف من حيث جذب وطرد الماء hydrophilic / hydrophobic character , والسمك ، التركيب ، الخاصية الشعرية ، الانتفاش وخواص سطح النسيج . فالإبتلال قد يأخذ وقتاً طويلاً في حالة المنسوجات ذات مواد التشطيب الكارهة للماء أو نتيجة الإتساخات المتواجدة على سطحها .

* – الميسلة عبارة عن تجمع لعدد من جزيئات المنشط ، حيث تكون الذيول الطاردة للماء للداخل معزولة عن الماء بينما تكون الرؤوس الجاذبة للماء إلى الخارج تجاه الماء ، وتأخذ الميسلة إحدى شكلين إما كروي أو خطي وذلك طبقاً للتركيب الكيميائي والكميوفراغي كما يلي:



الشكل الخطي للميسلة



الشكل الكروي للميسلة

(1) Agnes Timer-Balazsy and Dinah Eastop, op . cit ., p.200 .
(2) Ibid , p. 203 .

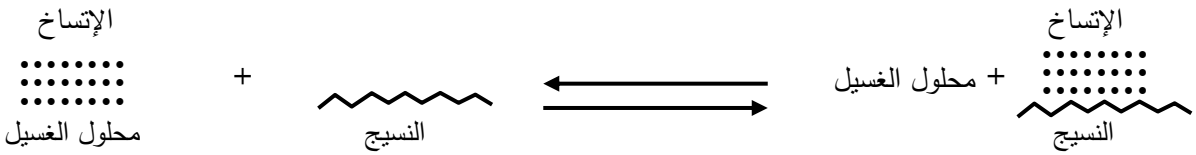
ويمكن ملاحظة أن زمن الإبتلال للمنسوجات الأثرية يتفاوت بشكل ملحوظ ، فقد يستغرق من دقائق إلى ٤ساعات معتمداً على نوع الخامة والسُمك ونوع الإتساخات وكميتها .[١]

ب- مرحلة التحرر السريع للإتساخ

وفي هذه المرحلة يكون تغلغل محلول التنظيف بالنسيج أسرع وبمجرد أن يتغلغل محلول المنشط السطحي بالنسيج من خلال مسامة وقنواته الشعرية فإن المنشط السطحي يدفع الإتساخ من داخل النسيج ، وقد أطلقت عليها Kissa's نظرية الباب الخلفي " The back door theory " في إشارة منها لحقيقة أن الإتساخ يدفع من داخل الألياف أكثر من خارجها .[٢]

جـ- المرحلة الأخيرة : منع ترسيب الإتساخ

في هذه المرحلة النهائية للغسيل فإن دور المنشط السطحي حفظ جزيئات الإتساخ المنفصلة في هيئة معلقة أو مستحلبة ويمنعها من الترسيب مرة أخرى على النسيج ،وبذلك فإن عملية الغسيل هي عملية توازن حيث تتوازن فيها كمية الإتساخ التي يتم إحاطتها بمياسل المنظف مع كمية الإتساخ المترسبة على النسيج كما في العلاقة الآتية : [٣]



ويسير هذا التوازن في إتجاه السهم العلوي إذا كان الإتساخ مرتبط بشدة بمحلول الغسيل ، ويمكن أن نمنع ترسيب الإتساخ بتغيير محلول الغسيل المحمل بالإتساخ قبل أن يميل التوازن للسير في إتجاه السهم السفلي ، وهذا المفهوم يفسر لماذا يلجأ صائني المنسوجات لإستعمال أكثر من محلول غسيل " حمام غسيل " لكل منها مدة محددة أكثر من إستعمالهم محلول غسيل واحد لفترة طويلة .

حاملات الإتساخ Soil carriers

هناك بعض حاملات للإتساخ مثل " البولي فينيل الكحول , البولي إثيلين جليكول , البولي فينيل بيروليدون , الصوديوم كربوكسي مثيل سليلوز " يمكن أن تُضاف إلى محلول الغسيل لتمنع ترسيب الإتساخ . ويعد الصوديوم كربوكسي مثيل سليلوز (SCMC) أكثر حامل إتساخ يستخدم في غسيل المنسوجات الأثرية ، حيث يتم إضافته بنسبة ٠.٠١% من كمية منشط السطح ويجب تجهيزه قبل إضافته بحوالى ٢٤ ساعة لأنه بوليمر يحتاج إلى وقت كافي ليذوب ذوباناً كاملاً " .[٤]

(1) Agnes Timer-Balazsy and Dinah Eastop, op . cit., p. 203.
(2) Ibid , p. 205 .
(3) Ibid , p.206.
(4) Ibid , p.206

المدة الزمنية للغسيل Duration of washing

لكي نتجنب تميؤ وإنتفاش الألياف التالفة فإن مدة الغسيل للمنسوجات الأثرية لابد أن تختصر قدر الإمكان ، فإستعمال منضدة التفريغ Suction table يمكن أن يُقلل وقت التنظيف ومن الجانب الأخر لابد من إمتداد عملية التنظيف حتى تتم مراحل التنظيف الثلاثة السابق الإشارة إليها , هذا إلا أنه مع إستخدام منضدة التفريغ لابد من إجراء بعض الغمر .

التنظيف بالأحماض والقلويات

تتطلب بعض الإتساخات إلى حدوث بعض التفاعلات الكيميائية لإزالتها ولهذا يتم إضافة محاليل الأحماض والقلويات لتكسير هذه الإتساخات وتحويلها إلى مواد قابلة للذوبان في الماء .

ويستخدم مصطلح درجة الأس الهيدروجيني (pH) للتعبير عن حموضة أو قلوية المحلول ومصطلح الـ pH هو إختصار لمصطلح Power of Hydrogen .[١]

أ- المنظفات القلوية

تستخدم المنظفات القلوية إذا كانت المواد العالقة بالنسيج حمضية كالأحماض الدهنية والبروتينات كبقع الدم .فالقلويات مثل محلول البوراكس يستخدم بتركيز ١, -١ % ويعطى أس هيدروجيني(pH 9.2) .[٢]

والقلويات تجعل الإتساخات الدهنية تتصبن وتصبح قالبة للذوبان في الماء كذلك الشموع والراتنجات التي تحتوي في تركيبها رابطة إستر ، وبصفة عامة فإن المنظفات القلوية يجب ألا يصل أسها الهيدروجيني إلى (pH 10) حتى لا تؤثر على الألياف ، وقد لا تؤثر القلويات على الألياف السليلوزية " النباتية " بشكل كبير ولكنها تتلف الألياف البروتينية بصفة عامة .[٣]

ونجد أن القلويات بالإضافة إلى أنها تفيد في إزالة الإتساخات الدهنية والبروتينية فإنها تلعب دوراً كبيراً في معادلة الحموضة بالألياف السليلوزية . وعلى الرغم من النتائج العظيمة للمنظفات القلوية فإنه يجب توخي الحذر الشديد عند إستخدامها خاصة مع الأصواف ويحذر إستخدامها مع المنسوجات الحاملة لأصباغ حامضية.

---

(1) Agnes Timer-Balazsy and Dinah Eastop, op . cit., p. 214.

(٢) أ.د / عمر محمد عبد الكريم " دراسات تجريبية وتطبيقية في علاج وصيانة المنسوجات الأثرية ، رسالة ماجستير ، قسم الترميم ، كلية الآثار ، جامعة القاهرة ، ١٩٩٤م ، ص ٣٣ .

(3) Agnes Timer-Balazsy and Dinah Eastop, op . cit., p. 219.

ولذا إذا وقع الصائن في الخطأ بإستخدامه المنظفات القلوية مع المنسوجات الحاملة لأصباغ حامضية فعليه تدارك ذلك بسرعة بمعادلة محلول الغسيل بمحلول مخفف من حمض الخليك . (١)

ويعد إستخدام محلول تنظيف ذو أس هيدروجيني قلوي لتنظيف المنسوجات ذو مميزات هي :

أ- تحسين طاقة التنشيط للمنشطات الأنيونية .

ب- تكسير الإتساخات الدهنية بالتصبن .

جـ- معادلة الأحماض المتحررة بحمام الغسيل سواءاً من النسيج أو الإتساخ .(٢)

ب- المنظفات الحامضية

تستخدم الأحماض لإزالة البقع الناتجة من صدأ المعادن كالحديد والنحاس والمركبات المعدنية الأخرى ، ويجب أن تستبعد الأحماض القوية من الإستخدام نهائياً مع الحذر الشديد فى إستخدام الأحماض المخففة التى يمنع إستخدامها مع المنسوجات السليلوزية . وكمثال على المنظفات الحامضية التي يمكن إستخدامها :

حمض الخليك ويستخدم بتركيز ١% ويعطي أساً هيدروجينياً (pH 2.8) ، وحمض الأكساليك ويستخدم بتركيز ١% .(٣)

الشطف Rinsing

تُلحق معالجات التنظيف الرطب جميعها بعملية الشطف بالماء المقطر لإزالة أية آثار لبقايا الإتساخ المفككة أو أية بقايا لمادة المنظف والتي قد تضر بالأثر مستقبلاً . ففي حالة إستخدام المواد المنشطة للسطح تأتي عملية الشطف لإزالة مياسل المنظف المتحدة بالإتساخ وكذلك بقايا المنشط والمواد الحاملة للإتساخ .

ويجدر الإشارة هنا أن إستخدام ماء الصنبور في عملية الشطف ربما يتسبب في أن تحل أيونات الكالسيوم والماغنسيوم الموجودة فى ماء الصنبور محل جزيئات الإتساخ في مياسل المنظف مما يؤدى إلى حدوث عملية ترسيب للإتساخ مرة أخرى على النسيج . ولذا فإن إستخدام الماء المقطر في الحمامين الأولين للشطف على الأقل يساعد في عدم ترسيب الإتساخ .(٤)

---

(١) أ.د / عمر محمد عبد الكريم " دراسات تجريبية وتطبيقية في علاج وصيانة المنسوجات الأثرية ، رسالة ماجستير ، قسم الترميم ، كلية الآثار ، جامعة القاهرة ، ١٩٩٤م ، ص ٣٣ .

(2) Agnes Timer-Balazsy and Dinah Eastop, op . cit., p. 208.

(٣) أ.د / عمر محمد عبد الكريم ، المرجع السابق ، ص ٣٣.

(4) Agnes Timer-Balazsy and Dinah Eastop, op . cit., p. 209.

وتعتمد مدة الشطف على عدة عوامل منها سمك النسيج ، ونوع المعالجة التي سبقت الشطف وكذلك ما إذا كان الشطف بماء جاري أو في حمام ثابت .[١]

كان هذا عرضاً موجزاً لبعض طرق التنظيف الرطب ، سواءاً أكان بالماء فقط أو الماء مضافاً إليه عوامل التنشيط السطحي وكذلك التنظيف بالأحماض والقلويات . أما بالنسبة للتنظيف بالإنزيمات وهو أحد أهم طرق التنظيف الرطب ويمثل حجر الزاوية للدراسة فسيتم إفراده بدراسة مستقلة ومفصلة في الفصل الثالث والرابع والخامس من الرسالة .

(1) Agnes Timer-Balazsy and Dinah Eastop, op . cit., p. 209 .

ثالثاً : تنظيف النسيج الأثري بالمذيبات "التنظيف الجاف"

- Solvents Cleaning of historical textile

يسمي التنظيف بالمذيبات العضوية Organic solvents بالتنظيف الجاف ، ويعرف التنظيف الجاف باسم التنظيف الفرنسي French cleaning نظراً لأنه أول ما عُرف عُرف في فرنسا ، ويقصد بالتنظيف الجاف عملية إزالة البقع والإتساخات من سطح المنسوجات بإستخدام المحاليل العضوية غير المائية بمعنى المحاليل التي لا تمتزج بالماء أو بالسوائل القابلة للإمتزاج بالماء.[١] وكثير من المذيبات العضوية بإمكانها أن تذيب أو علي الأقل تحدث إنتفاشاً لبعض أنواع من الإتساخ، وبالتالي فإن الفعل الميكانيكي يكون مهماً ليساعد في إزالة الإتساخ ، وقد يتم في بعض الأحيان إضافة مواد التنشيط السطحي أوالماء للمذيب العضوي القطبى ، ثم إجراء عملية الشطف عدة مرات بعد التنظيف.[٢]

تطبيقات إستخدام المذيبات العضوية في تنظيف المنسوجات الأثرية

Application of organic solvents cleaning to historical textiles

كثير من المرممين إتفق على أن يتم إستخدام التنظيف بالمذيبات العضوية للمنسوجات الأثرية فى الآتى:

١- الإتساخ الذي لايذوب إلا في المذيبات العضوية كالقار، الشموع، المواد البيتومينية bituminous materials وبعض أنواع أخرى من الإتساخ كالدهون والزيوت والتي تتطلب معالجة يدوية خفيفة مع التنظيف بالمذيبات عما في حالة التنظيف الرطب.

٢- إدماء الصبغات أو تغير لون الصبغة وبالتالي يَحُول دون إستخدام التنظيف الرطب.

٣- المنسوجات المزخرفة بمواد حساسة للماء.

٤- في حالة الرغبة في الإبقاء علي خطوط الإنثناء بالنسيج.

٥- توقع قدر كبير من الإنتفاش أو الإنكماش كنتيجة لإستخدام التنظيف الرطب فى ألياف الصوف.

٦- المنسوجات المبطنة أو المحشوة والتي تحتوى علي العديد من الخامات والتى تستجيب كل خامة للماء بشكل مختلف مسببة إنكماش متفاوت .

٧- وجود الريش أو الفرو أو مواد أخرى حساسة للماء كالغراء والجيلاتين والتي تحول دون إستخدام الماء في التنظيف.[٣]

---

[١] عمر عبد الكريم "دراسات تجريبية وتطبيقية في علاج وصيانة المنسوجات الأثرية" رسالة ماجستير، قسم الترميم، كلية الآثار، جامعة القاهرة، ١٩٩٤ ، ص ٤١.

[2] Agnes Timar - Balazsy, Dinah Eastop, op.cit., p.175.

[3] Ibid , p.175.

حدود التنظيف بالمذيبات The limitations of solvents cleaning

ذكر أن التنظيف بالمذيبات العضوية غير فعال بإيجابية عالية لبعض الإتساخات كما فى:

١- في حالة تنظيف النواتج القطبية لتلف وتحلل الألياف، والتي تكون عادةً بلون أصفر أو بني، لكون المذيبات العضوية لا تحتوي علي الماء وبالتالي لن يزيل التنظيف بالمذيبات هذه التغيرات اللونية للألياف.

٢- في حالة تنظيف السكريات، النشويات، الصمغ النباتي، البروتينات التي لها خاصية القطبية العالية وكذلك المواد الأرضية كالطينات والأملاح وكلها مواد لاتذوب في المذيبات العضوية. [١]

٣- في حالة الرغبة في إزالة التجعدات "الثنيات" المتواجدة في كثير من المنسوجات والتي لاتفرد بالتنظيف بالمذيبات العضوية.

٤- قدُ تحدث بعض المذيبات العضوية إدماء أو تغير لوني لبعض الصبغات والمواد الملونة وبالتالي لابد من إجراء الإختبارات الكافية للتأكد من سلامة إستخدام المذيب تجاه الصبغات المتواجدة بالأثر.

٥- يمكن أن تسبب المذيبات العضوية إنتفاش أو إذابة لبعض الألياف ، ومثال ذلك الأسيتون الذي بإمكانه إذابة ألياف الأسيتات Acetate fiber من النسيج.

٦- فى بعض الأحيان يتعرض الوسيط الرابط The binding media للمنسوجات الملونة أو المطبوعة للإنتفاش أو الإذابة بالمذيبات العضوية.

٧- إستخدام بعض المذيبات يحدث إذابة للزخارف أو الأزرة أو مواد الحشوة والتبطين المصنعة من مواد حساسة للمذيب .

٨- عدم مقاومة المنسوجات الضعيفة والحساسة وطأة بعض المذيبات أو الفعل الميكانيكي والخواص الحرارية لبعض المعالجات بالمذيبات العضوية.[٢]

٩- معظم المذيبات العضوية تكون قابلة للإشتعال، والفرقعة مما يعرض العاملين بها وكذلك المنسوجات للحريق، مع وجود بعض المذيبات غير قابلة للإشتعال مثل رابع كلوريد الكربون. [٣]

---

(1) Agnes Timar – Balazsy , Dinah Eastop , op. cit., p.176.
(2) Ibid , p. 176

(٣) عمر عبد الكريم "دراسات تجريبية وتطبيقية في علاج وصيانة المنسوجات الآثرية" رسالة ماجستير، قسم الترميم، كلية الآثار، جامعة القاهرة، ١٩٩٤ ، ص ٤١.

طرق التنظيف بالمذيبات العضوية Methods of organic solvent cleaning

يتم التنظيف بالمذيبات العضوية بغمر النسيج في المذيب، أو تطبيق المذيب موضعياً علي الإتساخ، أو تطبيقه في هيئة كمادة بمساعدة مادة ماصة (أو إستعمال منضدة التفريغ suction discs) ، كما يمكن تطبيقه في نظام مغلق للتنظيف الجاف حيث يعمل بخار المذيب كعامل تنظيف.

وتعد خطوة تحديد مدى تأثير المذيب المختار علي النسيج من ألياف، صبغات، زخارف واحدة من الخطوات الأولي بعد إختيار المذيب المناسب أو خليط المذيبات ، حيث تفيد هذه الخطوة السابقة في تحديد طريقة إستخدام التنظيف بالمذيبات "ما إذا كنا سنستخدم التنظيف بالغمر أو التنظيف موضعياً لتجنب المناطق التي قد تتأثر بالمذيب المستخدم" ، وكذلك لابد من تجهيز النسيج (كتغطية الأرزة، تثبيت الأجزاء المفككة) وذلك للتأكد من عدم حدوث تلف أكثر أثناء التنظيف بالمذيبات. [١]

أ- التنظيف بغمر النسيج في المذيبات العضوية

Cleaning by soaking the textile in organic solvents

عملية غمر النسيج في المذيب العضوي أو خليط من المذيبات تتم في كابينة خاصة "خزانة" مزودة بفلاتر ماصة Absorbent filters ، والتنظيف قد يتم بالمذيبات فقط أو بإضافة منشطات للسطح أو مرافقات مذيبية Cosolvents * بالإضافة إلي الماء فى حالة المذيبات القطبية . ولتجنب ترسيب الإتساخ تُضاف حاملات الإتساخ Anionic soil carriers مثل الصوديوم كربوكسى مثيل سليلوز بتركيز ٠.٠٠٥جم /١لتر. [٢]

وتعد مرحلة الشطف هي أخر خطوات عملية التنظيف بالمذيبات وقد يتم التخلص من المذيب الزائد عن طريق التنشيف بالكمادات الماصة سواءاً من ورق الترشيح أو قماش قطنى أبيض. [٣]

---

(1) Agnes Timar – Balazsy , Dinah Eastop , op. cit., p.176.
(2) Ibid , p.176.
(3) Ibid , p. 177.

* المرافقات المذيبية هي مواد تنشيط سطحي يتم إضافتها للمذيب في حالة الرغبة في تقليل التوتر السطحي كذلك يتم إضافتها بنسب قليلة (٥%) لتسهيل عملية مزج المنظفات المضافة بالماء ومن أهم مرافقات المذيبات الكحول الأيزوبروبيلي isopropyl acohol، السيكلوهيكسانول cyclohexanol، الكحولات الدهنية fatty acohol .

ومن المعروف أن الألياف السليلوزية تميل إلي تكوين روابط ثانوية مع المذيب ولكن ميلها لتكوين روابط هيدروجينية مع الماء أكبر كما هو موضح.

$$Cellulose - Solvent + H_2O \longrightarrow Cellulose - H_2O + Solvent$$

وبالتالي فإن الرطوبة الجوية تحل محل المذيب العضوي، ومن هنا فإنه يُفَضل تجفيف المنسوجات السليلوزية المنظفة بالمذيبات العضوية في الأجواء الرطبة يفضل عن الأجواء الجافة، حيث أن مرحلة التجفيف لابد أن تتم في ظروف مناسبة من الرطوبة النسبية (٦٠ – ٦٥%) ودرجة حرارة منخفضة لكي تسمح بعملية إستبدال المذيب العضوي بالماء.[١] ويجب ألا تزيد نسبة الرطوبة النسبية عن ٦٥% حتى لا يحدث للألياف إنتفاش أو تلف فطري.

وقد ذكر Agnes [٢] أن تبخر المذيبات من النسيج المعالج بها قد يأخذ وقت طويل خاصة مع المذيبات التي ترتبط بالألياف بروابط ثانوية قوية. فمعدل البخر يعتمد علي العديد من العوامل مثل ضغط المذيب البخاري solvent vapour pressure ودرجة حرارة التبخير والرطوبة النسبية ، و قد تستغرق من ٢٤–٧٢ ساعة إعتماداً علي درجة التطاير للمذيب ، وحجم وسمك النسيج المعالج .

ب – التنظيف الموضعي للبقع بإستخدام المذيبات العضوية

- Stains removal with organic solvents:

يستخدم العديد من المذيبات العضوية فى تنظيف البقع موضعيا طبقاً لقابلية البقعة للإذابة في أيٍ منها، ويتم ذلك بوضع كمادة كتانية أسفل النسيج الذي يوضع علي وجهه علي سطح مستوى لتواجد أكبر قدر من الإتساخ علي وجه النسيج ، ثم تبدأ معالجة البقعة من المحيط الخارجي لها، حيث يتم تطبيق مقادير صغيرة من المذيب بإستخدام كمادة ماصة لكي نتجنب إنتشار مواد الإتساخ الذائبة أكثر في النسيج ، ويطلق علي هذه المعالجة مصطلح Feathering – out والكمادة الماصة يتم تغيرها دورياً حتى نمنع الإنتشار الجانبي للمذيب والإتساخ الذائب.

وتستخدم منضدة التفريغ Suction table لتسهيل تنظيف البقع ويتم وضع النسيج علي وجهه عليها، ثم يتم وضع المذيب أو خليط المذيبات علي مناطق الإتساخ ومن المستحسن إستخدام التفريغ لِسحب المذيب والإتساخ الذائب به خلال النسيج . وقد ذكر أن مسامية ونفاذية الهواء تؤثرعلي كفاءة التفريغ، ولذا يجب على الصائن أن يضع مقاومة النسيج لمرور الهواء خلاله في الإعتبار عند إختبار مضخات التفريغ، فلابد أن توفر المضخات تفريغ فعال لسحب المذيب والإتساخ خلال النسيج .[٣]

---

(1) Agnes Timar – Balazsy , Dinah Eastop , op. cit., p. 178.
(2) Ibid , p. 183.
(3) Ibid , p. 183.

المذيبات و الذوبانية Solvents and Solubility

كما سبق الذكر فإن المذيبات تعلب دوراً حيوياً في صيانة المنسوجات متضمنة التنظيف وإذابة مواد الصيانة.

ويوجد العديد من المذيبات المتاحة، ولكن لابد أن ننوه إلي أن المذيب الواحد له عديد من الأسماء فقد يكون للمذيب اسم تقليدي، واسم نظامي قديم، واسم نظامي حديث IUPAC name طبقاً للمنظمة الدولية للكيمياء (IUPAC _The international union of pure and applied chemistry) ، واسم تجاري

فعلي سبيل المثال : المذيب ذو الشهرة وذو الاسم الشائع "الأسيتون" يشار إليه بـ (داي مثيل كيتون) كاسم نظامي قديم، و Propan – 2 – one كاسم نظامي حديث IUPAC Name . [1]

تقسيم المذيبات العضوية

تقسم المذيبات العضوية إلي ثلاثة مجموعات: [2]

أ) المذيبات الهيدروكربونية غير القطبية

Non – polar hydrocarbon

ب) المذيبات الهيدروكربونية الهالوجينية

Halogen substituted hydrocarbon

جـ) المذيبات القطبية المحتوية علي الأكسجين

Polar solvents containing oxygen

وهذه التقسيمات تعد مفيدة في التمييز بين المذيبات، وهناك حقيقة أن لكل مركب سواءاً "إتساخ أو مذيب" قطبيته الخاصة به، والقول بأن المتشابه يذيب المتشابه حيوياً في حالة كون المذيبات والإتساخ لهما قطبية واحدة ، فعملياً نجد أن القطبية المتشابهة تعد الشرط الوحيد لإذابة كاملة وفاعلة.

(1) Agnes Timar – Balazsy , Dinah Eastop , op. cit., p.163.
(2) Ibid ., p.163.

تقسيم المذيبات طبقاً لقطبيتها

Classification of solvents according to their polarity

ترتبط جزيئات المذيب ببعضها بروابط ثانوية ، كرابطة فاندرفالز والرابطة الهيدروجينية ، وهذه الروابط تكون بنسب وقوى مختلفة حسب قطبية المذيب.

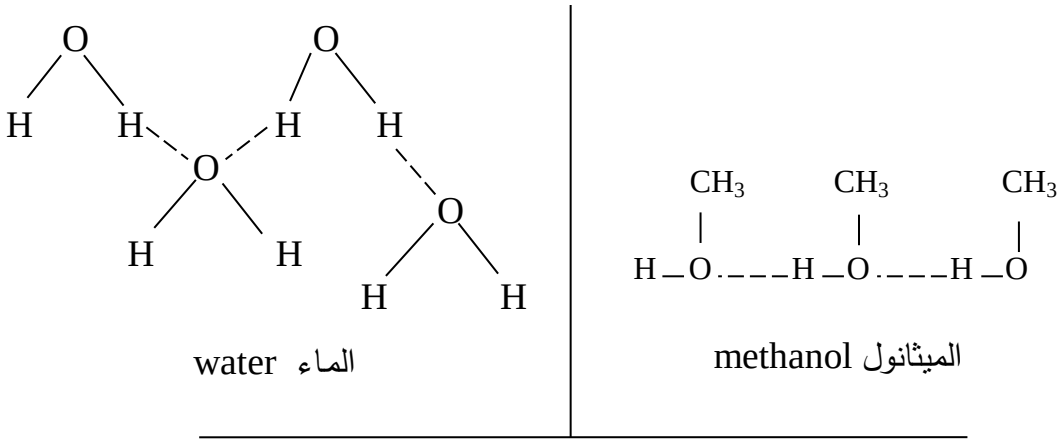
وتنقسم المذيبات من حيث قطبيتها الي ثلاثة مجموعات وهي

أ) المذيبات ذات القطبية القوية solvents of strong polarity

إن أغلب المذيبات القطبية مثل الماء والكحولات أو المذيبات العضوية المحتوية علي النيتروجين تعتمد بشكل أساسي علي الروابط الهيدروجينية لتحفظ جزيئاتها معاً، وهذه الروابط ممكنة بسبب تواجد مجموعات الهيدروكسيل (-OH) والأمينو ($-NH_2$) كمجموعات وظيفية.

إن مثل هذه المذيبات تذيب الإتساخ المحتوى علي عدد لا بأس به من مجموعات وظيفية لها نفس القطبية والتي بدورها تكون روابط هيدروجينية مع جزيئات المذيب بشكل عشوائي spontaneously.

وسنعرض أمثلة لهذه المذيبات كما بالشكل رقم (١١)



شكل رقم (١١) يوضح التركيب البنائي للماء والميثانول

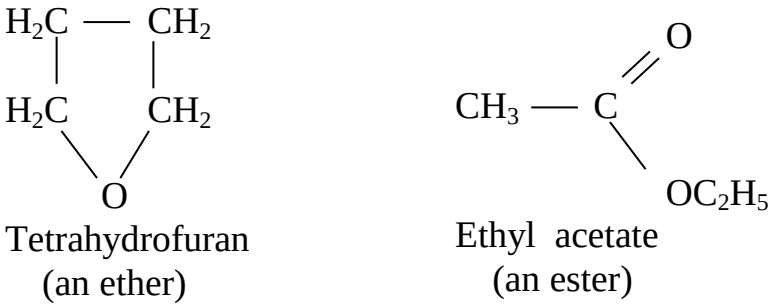
فالسكريات الأحادية وعديد السكريات والجيلاتين وبعض أنواع من كحولات البولي فينيل يمكن أن تذوب في الماء وذلك لأنها تحتوى علي مجموعات هيدروكسيل في تركيبها الكيميائي. [١]

[1] Agnes Timar – Balazsy , Dinah Eastop , op. cit., p.164.

ب) المذيبات ذات القطبية المتوسطة Solvents of medium polarity

إن جزيئات الإثيرات والإسترات والكيتونات والهيدروكربونات المحتوية علي الكلور تكون روابط ثنائية القطبية ويمكن وصفها كمذيبات متوسطة القطبية ، وهذه المذيبات عادةً ما تذيب المواد المحتوية علي مجموعات وظيفية لها نفس القطبية للمذيبات مثل " الدهون، الزيوت، الراتنجات ،الشموع ". [1]

وسنعرض أمثلة لهذه المذيبات كما بالشكل رقم (١٢) .



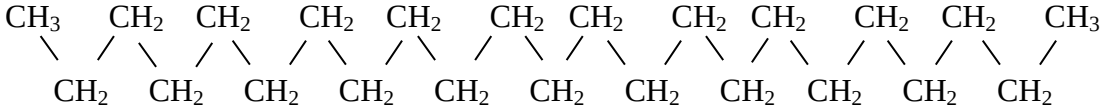
شكل رقم (١٢) يوضح التركيب البنائي للتتراهيدروفيوران وخلات الإثيل

جـ) المذيبات عديمة القطبية أو ذات القطبية المحدودة :

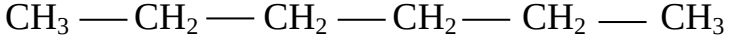
Solvents of limited or no polarity

إن مصطلح المذيب غير القطبي ، والإتساخ غير القطبي يستخدم بشكل شائع، ولكن بشكل أصح فإن مصطلح محدود القطبية هو الأدق لوصف المذيبات التي تتفاعل مع جزيئات الإتساخ من خلال قوى فاندرفالز. أما المادة غير القطبية فهي فقط الهيدروكربونات المشبعة ذات السلسلة المستقيمة ، حيث يكون توزيع الإلكترونات متساوياً ومنتظماً. [2]

وكمثال للمواد غير القطبية الـ n-heptane , soild paraffin كما بالشكل رقم (١٣) .



Paraffin chain



n - heptane

شكل رقم (١٣) يوضح التركيب البنائي للبرافين , ن _ هبتان

(1) Agnes Timar - Balazsy, Dinah Eastop, op.cit., p. 164.
(2) Ibid , p.164.

ذوبانية الإتساخ فى المذيب Solubility of dirt in solvent

يُعرف المحلول الحقيقي بأنه إختلاط بين المذيب والمذاب علي المستوى الجزيئي at molecular level بمعنى إنتشار أو ذوبان جزيئات المذاب كلية بين جزيئات المذيب وذلك عندما يتم تكسير الروابط الثانوية بين الجزيئات في كلاً من المذيب والمذاب ، وكسر الرابطة يحدث بشكل تلقائي عندما تكون قوى التجاذب بين جزيئات المذاب والمذيب أعلي من قوى التجاذب الداخلي بين جزيئات المذاب من جهة وجزيئات المذيب من جهة أخرى. ونتوصل إلى الذوبانية الكلية للإتساخ بزيادة تكسير الروابط بين جزيئات الإتساخ نفسه وتزايد قوى التجاذب بين هذه الجزيئات وجزيئات المذيب . [١]

إن ذوبانية الإتساخ تحدد بالعوامل والخواص التالية:

أ . التركيب الكيميائي للإتساخ.

ب. قطبية جزيئات الإتساخ ، فأغلب جزيئات الإتساخ العضوي تتضمن مناطق الإتساخ ومجاميع فعالة قطبية.

إن ذوبانية الإتساخ العضوي تعتمد بشكل أساسى علي نسبة الأجزاء القطبية "المحبة للماء hydrophilic " والأجزاء غير القطبية "الطاردة للماء hydrophobic " وبمجرد أن يكون التوزيع الإلكتروني داخل الجزئ غير متساوياً تماماً فإن الجزئ يبدي بعض القطبية . ويبقي القول المأثور "أن المتشابه يُذيب المتشابه like dissolves like" فالمذيبات القطبية تُذيب المركبات القطبية و المذيبات غير القطبية تُذيب المركبات غير القطبية. فنظرياً فإن المذيب سيذيب الإتساخ الذي له نفس قطبيته وبالرغم من ذلك فإنه من الناحية العملية فإن عوامل أخرى ستحدد الذوبانية كدرجة الحرارة والمدة الزمنية للمعالجة بالمذيب.

فعلي سبيل المثال : الزيوت والدهون تحتوى علي سلاسل هيدروكربونية غير قطبية ومجموعات إستر قطبية في تركيبها، ونظراً لكبر نسبة السلاسل الهيدروكربونية فهي تحدد خاصية عدم ذوبانها في الماء. [٢]

جـ – حجم جزيئات الإتساخ "الوزن الجزيئي" ، فالتركيب الكيميائي المجسم Stereochemical structure ومقاس جزيئات الإتساخ يتبعه تغلغل المذيب ، فالبوليمرات ذات الشبكة كاللإيبوكسي وراتنجات البوليستر لايمكن أن تتغلغل بها المذيبات العضوية ولكنها تنتفش فقط علي حدودها السطحية بفعل هذه المذيبات Swollen on their surface وعلى العكس فإن البوليمرات ذات السلسلة الطويلة كالغراء الحيواني ونيترات السليلوز وخلات البولي فينيل يمكن أن تذاب في مذيبات مناسبة بالرغم من أن تغلغل المذيب بين سلاسل طويلة يكون بطيئاً وبالتالي ربما تأخذ الإذابة وقتاً طويلاً.[٣]

([1])Agnes Timar - Balazsy, Dinah Eastop, op.cit., p.164.

[2] Ibid., P. 163.

(3) Ibid., P.164.

د – درجة الحرارة ، تزداد ذوبانية المواد عادةً بإرتفاع درجة الحرارة وعلي سبيل المثال السكر ($C_6H_{12}O_6$) الذي يتميز بصغر جزيئاته مع تواجد عدد من مجموعات الهيدروكسيل القطبية كمجموعات وظيفية ، نجده يذوب في الماء البارد ولكنه أكثر سرعة للذوبان في الماء الساخن.[١]

الإستفادة من بارامترات الذوبانية الإحتكاكية والمخطط المثلثي للمذيبات في التنظيف الجاف

Use fractional solubility parameters and the triangle diagram of solvents in dry cleaning

إن المخطط المثلثي للمذيبات نشر عام ١٩٦٨م بواسطة J.P.Teas ومن هنا أطلق عليه اسم مخطط تياز ' Teas diagram '. [٢]

ومن المعروف طبقاً لما ذكره Agnes عن Torraca فإن جزيئات المذيب (أيضاً جزيئات المواد المذابة) تنجذب الي بعضها البعض بثلاثة أنواع من القوى الثانوية وهي:

أ – قوى فاندر فالز Van der Waals forces والتي يشار إليها علي مخطط تياز الأساسي بـ (N) لتشير لعدم القطبية non – Polarity .

ب– قوى ثنائية القطبية dipole forces والتي يشار إليها بمخطط تياز الأساسي بـ (D) لتشير للقطبية الجافة dry – Polarity.

جـ – قوى الإرتباط الهيدروجينية hydrogen – link forces والتي يشار إليها بمخطط تياز الأساسي بـ (W) لتشير للقطبية الرطبة.[٣]

إن مصطلحات عديم القطبية non – polarity والقطبية الجافة dry polarity والقطبية الرطبة wet polarity والتي إختصرت في هيئة أحرف كما سبق (N, D, W) إستخدمت في البدايات الأولي لإكتشاف المخطط ولكن الآن فإن بارامترات الذوبانية الإحتكاكية أصبح يشار إليها بالأحرف الآتية:

(1) Agnes Timar – Balazsy , Dinah Eastop , op. cit., p.164.
(2) Ibid., p.164.
(3) Ibid., p.165.

المكون المرتبط بقوى فاندرفالز تشير إلي f_d

dispersion component

المكون القطبي المرتبط بقوى ثنائية القطبية تشير إلي f_p

polar component (dipole forces)

المكون المرتبط برابطة هيدروجينية تشير إلي f_h

hydrogen bonding component

ويشير مخطط تياز إلى أن مجموع بارامترات الذوبانية الإحتكاكية تعطي كثافة طاقة الإرتباط للجزئ

The cohesive energy density of the molecule

$\therefore$ Cohesive energy density (100) = $f_d + f_p + f_h$

حيث إن جزيئات كل مذيب وكل مذاب لها معدل ونسب من قوى الجذب ، وبما أن مجموع قوى الجذب بالمذيب ١٠٠% فإن توزيع الثلاث قوى (f_d , f_p and f_h) يمكن تقديره.

فعلي سبيل المثال: جزيئات الماء تنجذب وترتبط ببعضها البعض بهذه الروابط الثانوية بالنسب التالية: [1]

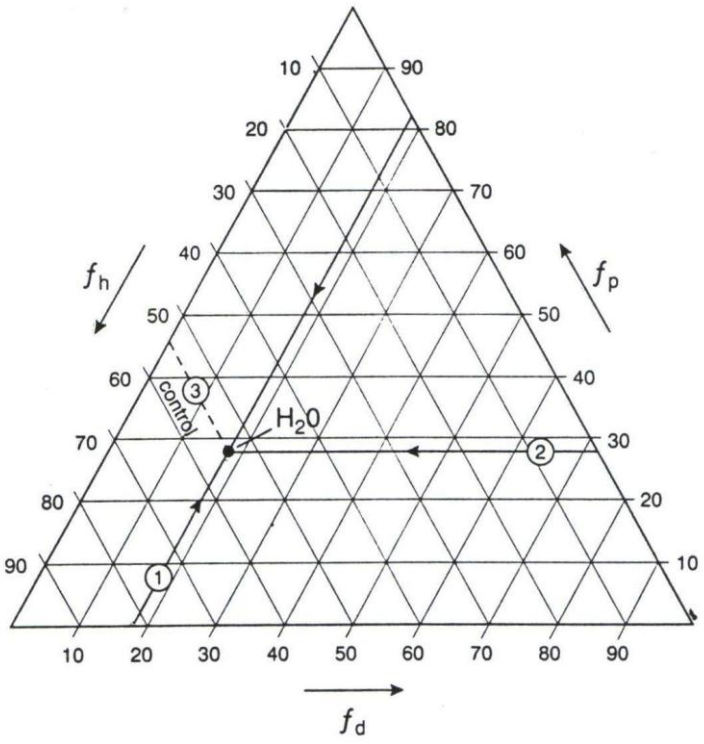
رابطة فاندرفالز Van der waals (f_d)	%١٨
رابطة ثنائية القطبية dipole bond(f_p)	% ٢٨
رابطة هيدروجينية hydrogen bond(f_h)	%٥٤

المجموع	%١٠٠

إن مخطط تياز المثلثي طُوِعَ ليمثل بارامترات الذوبانية الإحتكاكية لأي مذيب حيث يتم تحديد موضعه عليه.[2]

([1]) Agnes Timar - Balazsy, Dinah Eastop, op. cit., p. 166.
(2) Ibid , p.168.

فعلي سبيل المثال يوضح الشكل رقم (١٤) كيف يتم توقيع بارامترات الذوبانية الإحتكاكية للماء . ($f_h = 54, f_p = 28, f_d = 18$)



شكل رقم (١٤) يوضح موضع الماءعلى المخطط المثلثى للمذيبات(بعدAgnes)

تطبيق بارامترات الذوبانية الإحتكاكية والمخطط المثلثي في تنظيف المنسوجات الأثرية

Application of fractional solubility parameters and the triangle diagram in the cleaning of historical textiles

يمكن تطبيق المخطط المثلثي لتسهيل التنظيف بطرق عدة كما يلي :

- تحديد المذيب المناسب لإذابة أو إنتفاش نوع محدد من الإتساخ إعتماداً علي القاعدة التي تقول بأن المتشابه يذيب المتشابه like dissolves like ، حيث أن المذيب الأكثر إحتمالاً لإذابة نوع محدد من الإتساخ هو مذيب له نفس قطبية هذا الإتساخ .[١]

- وهناك عدد من المصادر التي قد تساعد في تحديد بارامترات الذوبانية للمواد المختلفة، فعلي سبيل المثال قام Masschelein – Kleiner بنشر مخطط مثلثي يوضح مناطق الذوبانية للوسيط الرابط الطبيعي والذي ربما يتواجد بالمنسوجات علي هيئة لواصق، ملوثات، وكوسيط لوني بالمنسوجات الملونة. [٢]

(1) Agnes Timar - Balazsy, Dinah Eastop, op. cit.,p.168.
(2) Ibid , p. 168.

Polymer	Fractional solubility parameters		
	f_d	f_p	f_h
Polymethyl methacrylate	51	27	22
Polyvinyl butyral (Butvar B76)	46	24	30
Polyvinyl acetate (Mowilith 50)	51	27	22
Polyamid (versamide 930)	56	5	39
Cellulose nitrate	57	19	24

كما توجد بارامترات الذوبانية للبوليمرات الصناعية في عديد من الأبحاث المنشورة وسنعرض بعض أمثلتها (جدول رقم ١) .

جدول رقم (١)

بارامترات الذوبانية الجزيئية لبعض البوليمرات الصناعية [١]

ويمكن توقع بارامترات الذوبانية الإحتكاكية للمادة التي ستزال علي المخطط المثلث ومنه يمكن تحديد المذيب الذي سيقع في نفس محيطها ليتم تطبيقه في إزالتها. ورغم هذا فليست بارامترات الذوبانية هي المعيار الوحيد الذي يتم بناءاً عليه إختيار المذيب المناسب فهناك معايير أخرى كتأثير المذيب علي المنسوجات ، فقد يسبب المذيب جفافاً للألياف أو إذابة للعناصر الداخلة في تكوين الأثر كذلك قد يسبب إدماء للصبغات أو تغيير لوني لها . وقد يحدث إنتفاشاً للوسيط الرابط في المنسوجات الملونة أو المطبوعة ، كذلك فإن تغلغل وإسترجاع المذيب عامل مهم في إختيار نوع المذيب كذلك الإعتبارات الصحية لإستعمال المذيب وإحتياطات الأمان .[٢]

- تحديد خليط المذيبات المناسب لإذابة نوع محدد من الإتساخ

- determing an appropriate mixture of solvents to dissolve a particular type of soiling.

في حالة ما إذا لم تتفق البارامترات الإحتكاكية للمادة التي ستذاب مع البارامترات الإحتكاكية لأي من المذيبات النقية فإن خليط المذيبات قد يكون مناسباً ، وفي هذه الحالة لابد أن تُوقع المادة المرغوب في إذابتها أولاً علي المخطط المثلثي.وأن تتفق بارامترات خليط المذيبات مع الإتساخ ولكي نحدد خليط المذيبات المناسب نستطيع أن نستخدم عدد من الطرق.

سنعرض أبسط الطرق لإستخدام المخطط المثلثي فى تحديد خليط المذيبات اللازم لإذابة إتساخ ما. كما سيتضح من المثال التالي حيث أن الهدف هو إذابة لاصق نيترات السليلوز من نسيج آثري:

(1) Agnes Timar – Balazsy , Dinah Eastop , op. cit., p.168.
(2) Ibid , p. 168.

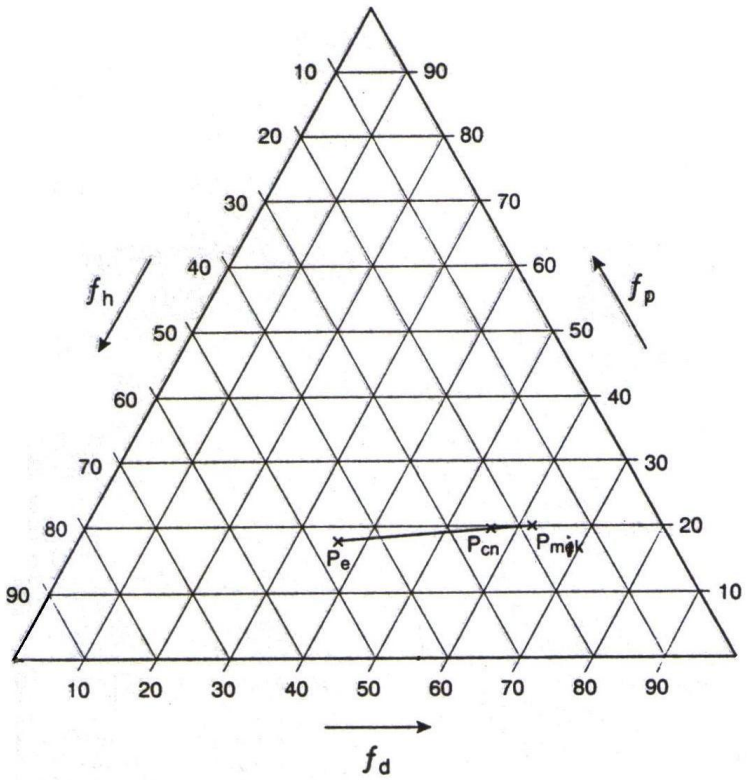
- الخطوة الأولي Step 1

يتم توقيع بارامترات الذوبانية لنيترات السليلوز علي المخطط المثلثي، حيث يتم الإشارة إلي النقطة التي تمثل بارامترات الذوبانية لنتيرات السليلوز بـ **Pcn**.

- الخطوة الثانية Step 2

يتم إختيار مذيبين يقعان في محيط نيرات السليلوز ويكونا قابلين للإمتزاج ويتم توقيعهما علي المخطط المثلثي بحيث يمكن توصيلهم بخط مستقيم يمر بالنقطة **Pcn** لنيترات السليلوز. [١]

وفي هذا المثال فإن المذيبين هما الإيثانول والمثيل أيزو أميل كيتون فموقع الأيثانول أشير إليه بـ **Pe**، الأيزو أميل كيتون أشير إليه **Pmik** كما هو موضح بالشكل رقم (١٥) .[٢]



شكل رقم (١٥)

يوضح موضع نيترات السليلوز(**Pcn**) على المخطط المثلثي والخط الواصل بين الإيثانول (**Pe**) والمثيل أيزو أميل كيتون (**Pmik**)

(1) Agnes Timar – Balazsy , Dinah Eastop , op. cit., p. 169.
(2) Ibid , p. 169.

- الخطوة الثالثة Step 3

يتم قياس المسافة بين نقطة نيترات السلسلوز Pcn ونقطة المثيل أيزو أميل كيتون Pmik، حيث وجدت في هذا المثال 7mm.

ويتم قياس المسافة بين نقطة الإيثانول Pe والمثيل أيزو أميل كيتون Pmik ، حيث وجدت في هذا المثال 32mm.

وعلي هذا فإن نسبة الإيثانول (x) يمكن حسابها كما هو موضح

32 : 100 = 7 : x

(المسافة بين المذيبين) (حجم المحلول) (المسافة بين Pcn وPmic) (نسبة الإيثانول)

$$\therefore x = \frac{7 \times 100}{32} = 21.87 \quad (\approx 22)$$

∴ نسبة الإيثانول ٢٢% ونسبة المثيل أيزو أميل كيتون ٧٨%

وعلي هذا فإن تركيب خليط المذيبات المناسب لإذابة نيترات السلسلوز ستكون ٢٢% إيثانول + ٧٨% مثيل أيزو أميل كيتون. (١)

تحديد بارامترات الذوبانية الإحتكاكية لخليط من المذيبات وكيفية الإستفادة منه في معرفة إتساخ مجهول

Determing the fractional solubility parameters of a mixture of solvents and use it in identifying a unknown dirt.

إن تحديد بارامترات الذوبانية الجزيئية لخليط من المذيبات ربما يسهل في تحديد وتعريف الإتساخ.

فإذا ما ثبت أن خليط من المذيبات ذو كفاءة في إذابة نوع محدد من الإتساخ جزئياً يتم توقيع البارامترات الخاصة بالخليط المذيبي علي المخطط المثلثي فإذا ما تطابقت مع بارامترات نوع من مادة ما فإن هذا يعد دليلاً علي أن الإتساخ له نفس تركيب المادة .(٢)

(1) Agnes Timar - Balazsy, Dinah Eastop, op. cit., p. 169.
(2) Ibid , p.169.

مثـال : إن خليط المذيبات التالي وُجد أنه ذو كفاءة في إذابة إتساخ معين، حيث كانت نسب الخليط كالآتي ٤٠% مثيل إثيل كيتون + ٣٠% بروبانول + ٣٠% طولويين

وبما أن كل مذيب له بارامترات خاصة به كما بالجدول التالي : [١]

Solvent	Fractional Solubility Parameters		
	f_d	f_p	F_h
Methyl ethyl Ketone (Mek)	53	26	21
Propanol (Pr)	40	16	44
Toluene (Tol)	80	7	13

هذا ويمكن حساب بارامترات الذوبانية الجزيئية للخليط كالآتي : [٢]

-Methyl ethyl ketone

- Mek (40%)

$$Fd \rightarrow 53 \times \frac{40}{100} = 21.2$$

$$Fp \rightarrow 26 \times \frac{40}{100} = 10.4$$

$$Fh \rightarrow 21 \times \frac{40}{100} = 8.4$$

- Propanol

- Pro (30%)

$$Fd \rightarrow 40 \times \frac{30}{100} = 12$$

$$Fp \rightarrow 16 \times \frac{30}{100} = 4.8$$

$$Fh \rightarrow 44 \times \frac{30}{100} = 13.2$$

(1) Agnes Timar – Balazsy , Dinah Eastop , op. cit., p. 169.
(2) Ibid , p. 170.

- Toluene
- Tol (30%)

$$Fd \rightarrow 80 \times \frac{30}{100} = 24.0$$

$$Fp \rightarrow 7 \times \frac{30}{100} = 2$$

$$Fh \rightarrow 13 \times \frac{30}{100} = 3$$

ومن هنا نستطيع جمع القيم الثلاثة للمذيبات الثلاث المستخدمة في الخليط للحصول علي القيم الخاصة ببارامترات الخليط كما يلي: [1]

	Fd	Fp	Fh	
Mek (40%)	21.2	10.4	8.4	
Pr (30%)	12	4.8	13.2	
Tol (30%)	24	2.1	3.9	
	57.2	17.3	25.5	المجموع

وبهذا فإن بارامترات الذوبانية الإحتكاكية للخليط هى : (**Fd** = 57.2 , **Fp** = 17.3 , **Fh** = 25.5) ، بعد الحصول علي بارامترات الخليط المذيبي يمكن توقيعها علي المخطط المثلثي، حيث نجد أن بارامترات الذوبانية لهذا الخليط من المذيبات قريبة جداً من بارامترات نيترات السليلوز.

وهذه الطريقة يمكن إستخدامها لتسهل تعريف وتمييز الإتساخ أو لتوضح لماذا يمكن أن يكون محلول خليط معين من المذيبات فعالاً في إزالة لاصق محدد دون غيره .[2]

(1) Agnes Timar – Balazsy , Dinah Eastop , op. cit., p.170.
(2) Ibid , p. 170.

تعريف الإتساخ من خلال ذوبانيته

Identifying soiling by its solubility

قد تفيدنا إختبارات الذوبانية وتمدنا بمعلومات عن الإتساخ غير المعروف ، حيث أن إختبارات التنظيف للمنسوجات غالباً تتضمن إختبارات بعدد من المذيبات النقية والتي ربما تتضمن الكحول الأبيض "مذيب أليفاتي" ، الطولوين "مذيب أروماتي"، التراي كلورو إثيلين "هيدروكربون هالوجيني" ، الأسيتون أو مثيل إثيل كيتون " كيتون" ، الديوكسان "إثير" ، داي مثيل فورماميد "مركب نيتروجيني" ، البيريدين "قاعدة عضوية" ، الميثانول "كحول" , والماء .

فمن خلال نتائج هذه الإختبارات من حيث الذوبانية وعدم الذوبانية نستيطع أن نكون إستنتاجاً عن ما هية الإتساخ المختبر .

فعلي سبيل المثال : إذا ذابت العينة في الماء والحكولات والإيثيرات والأسترات والكيتونات ولكنها غير قابلة للذوبان في المركبات النيتروجينية والقواعد العضوية والمركبات الأروماتية والأليفاتية فهي بذلك تنتمي إلي مجموعة عديد السكريات أو البروتينات وبكل تأكيد ليست شمع .

تحديد ذوبانية الإتساخ Determine the solubility of soiling

قد يتم تعريف الإتساخ ذاته " أو علي الأقل نوع الإتساخ " إعتماداً علي إختبارت الذوبانية البسيطة التي تجرى عليه ، ليتم تحديد ذوبانية الإتساخ من عدمها. وقبل إجراء إختبارات الذوبانية لابد من إجراء الإختبارت الكافية للتأكد من حساسية الألياف والصبغات وعناصر الزخرفة تجاه المذيب المستخدم في الإختبارات ، وتكمن الصعوبة في مثل هذه الإختبارات من أن البلوليمرات الصناعية يحدث لها إنتفاش " لاتذوب " عند الحواف الخاصة بمناطق ذوبانيتها وقد يؤدي هذا إلي الخطأ .[١]

ويتم تطبيق إختبارات الذوبانية علي عينات من الإتساخ نفسه حيث يتم وضع قدر متساوى من مادة الإتساخ في عدد من أنابيب الإختبار ويضاف إليها حجم قياسي من كل مذيب " لكل أنبوبة مذيب معين " ويتم تركها لوقت قياسي في درجة حرارة ورطوبة قياسيتين مع الرج المستمر المنتظم ، ويتم ملاحظة وتدوين أي ذوبانية أو إنتفاش أو عدم ذوبانية .[٢]

وسيتم عرض خصائص ذوبانية بعض الإتساخات التي قد تتواجد علي المنسوجات الأثرية في الجدول رقم (٢) علماً بأن المذيبات المذكورة بالجدول ثبت سلامتها علي الصحة عدا قليلٌ منها منع إستخدامه حديثاً كالبنزين والكلوروفورم ورابع كلوريد الكربون .

---

(1) Agnes Timar – Balazsy , Dinah Eastop , op. cit., p.170.
(2) Ibid , p. 171.

الإتساخ	المذيب المستخدم لإذابة الإتساخ كلياً أو جزئياً
بولي فينيل كلوريد Polyvinyl chloride	يذوب بـ(تتراهيدروفيوران ، سيكلوهكسانون)
	يذوب جزئياً بـ(كلوريد المثيلين ، دايوكسان ، مثيل إثيل كيتون ،مثيل أيزو بيوتيل كيتون ، داي مثيل فورماميد)
بولي إثيلين جليكول Polyethylene glycol	يـذوب بـ(كلوريـد المثيلـين ، كلورفـورم ، نيتروإيثـان nitro ethane ، بيريدين ، الماء)

جدول رقم (٢)

يوضح أهم المذيبات المستخدمة في إذابة أشهر الاتساخات المتواجدة بالمنسوجات الأثرية (بعد Agnes)[١]

إزالة اللواصق الصناعية بالمنسوجات Removal of synthetic adhesives from textile

تتواجد اللواصق الصناعية بالمنسوجات الأثرية نتيجة لعمليات ترميم سابقة وعند الرغبة في إزالتها فإن الهدف في الغالب يكون تجنب تحويل اللاصق إلي محلول حتى لاتكون النتيجة بدلاً من إزالة المادة غير المرغوب فيها جعلها تتغلغل أكثر داخل النسيج وذلك بإذابتها ، ولكي نتجنب إذابة لاصق غير مرغوب فيه تماماً ونكتفي بإنتفاشه فقط فمن المهم معرفة منطقة إذابته لكي يتم إختيار مذيب يقع علي حدود منطقة هذه الإذابة وبهذا فإن المذيب سيحدث إنتفاشاً للاصق بدلاً من إذابته وبهذا تَسهُل إزالته ميكانيكياً لكون اللاصق المنتفش مرن ويمكن إلتقاطه من النسيج .[٢]

وقد تم إدراج خصائص ذوبانية بعض الإتساخات التي قد تتواجد بالمنسوجات الأثرية في المذيبات العضوية بالجدول رقم (٣) .

(1) Agnes Timar - Balazsy, Dinah Eastop, op. cit., p.172.
(2) Ibid ., p.173.