العنوان:	معالجة وترميم الآثار
المصدر:	سومر
الناشر:	وزارة الثقافة والإعلام - دائرة الآثار والتراث
المؤلف الرئيسي:	النقشبندى، علي السيد ناصر
المجلد/العدد:	مج 34, ج 1,2
محكمة:	لا
التاريخ الميلادي:	1981
الصفحات:	20 - 35
رقم MD:	255823
نوع المحتوى:	بحوث ومقالات
قواعد المعلومات:	HumanIndex
مواضيع:	المنحوتات الحجرية ، الآثار ، ترميم الآثار ، حفظ الآثار ، اللصوق الجدرية ، التماثيل ، معالجة الآثار
رابط:	http://search.mandumah.com/Record/255823

© 2021 دار المنظومة. جميع الحقوق محفوظة.
هذه المادة متاحة بناء على الإتفاق الموقع مع أصحاب حقوق النشر، علما أن جميع حقوق النشر محفوظة. يمكنك تحميل أو طباعة هذه المادة للاستخدام الشخصي فقط، ويمنع النسخ أو التحويل أو النشر عبر أي وسيلة (مثل مواقع الانترنت أو البريد الالكتروني) دون تصريح خطي من أصحاب حقوق النشر أو دار المنظومة.

معالجة وترميم الاثار

علي السيد ناصر النقشبندي
اختصاصي آثار

تعتمد معالجة الاثر على مادته وما طرأ عليها من تغييرات فيزياوية كيمياوية بتاثير ظروف البيئة وما تحت التربة من املاح وغازات ذائبة في مياه التربة والتيارات الكهربائية الارضية ونوعية التربة .

وأفرازات البكتريا والفطريات . وتأثير البيئة الجوية من حرارة ورطوبة واضاءة وهواء ملوث والى حركة الهواء والعواصف الرملية والامطار والتخريب الناتج من عمل البشر والحيوانات والنباتات .

فاذا تفقدنا المواد العضوية نجدها فاقدة لمادتها الهيدروكاربونية والبروتينية كما تحصل تغيرات في صفاتها مما يفقدها قوة تماسك جزيئاتها ، اما الاثار المعدنية المتعرضة لظروف البيئة فيتحول المعدن الى مادته الاولية مع تراكم طبقات من الصدأ ما عدا معدن الذهب الذي لايصدأ ولم تظهر عليه سوى طبقة رقيقة مغبرة من اوكسيد الذهب . اما اذا وجد عليه صدأ اخضر او اسود فهذا يعني وجود نحاس او فضة ممزوج مع الذهب . وقابلية المعدن على الصدأ تكون حسب موقعه في السلسلة الكهروكيمياوية . مثلا اذا وجد معدنان مختلفان في محلول ملحي يتآكل المعدن الذي ترتيبه ادنى في السلسلة الكهروكيمياوية والتفاعلات تعتمد على درجة حموضية او قلوية التربة ونوعية التربة ونسبة تشبعها بالماء وتواجد المواد العضوية المتفسخة فيها . ومن الملاحظ زيادة نسبة التلف في السبائك لانها تتكون من مزج معادن مختلفة الصفات من حيث التقلص والتمدد ونسبة ذوبانها في الماء والمواد الكيمياوية المذابة مما تؤدي الى اضعاف مقاومة مادة الاثر للظروف المعاكسة ، بينما المعدن النقي يقاوم تأثير تلك الظروف ويبقى بحالة جيدة وان كان مغلفا بطبقة رقيقة من الصدأ وهذا ما نشاهده في بعض الاثار النحاسية التي يرتقي زمنها الى فجر السلالات من تل العبيد واور ، اذ نسبة النحاس فيها مرتفعة في تل العبيد حوالى ٩٨,٨١٪ نحاس وفي اور حوالى ٩٢,٨٦٪ والى ٩٤,٤١٪ ، وما تبقى فشوائب لمعادن مختلفة لهذا السبب بقيت بحالة جيدة لا تغلفها سوى طبقة رقيقة من الصدأ ومن المواد الاثرية التي تعمل البيئة الجوية على اضمحلالها وتخريبها النصب البنائية والمنحوتات والتماثيل من الحجر او الجص او الطين التي بتعرضها الى حركة الهواء والغازات المتواجدة فيه والعواصف الرملية والتغيرات الحاصلة في درجات الحرارة والرطوبة واشعة الشمس ومياه الامطار والمياه الجوفية المحملة بالاملاح التي تتسرب عبر المسامات والشقوق مكونة تراكمات ملحية تضغط على القشرة السطحية وتهشمها ، اضافة الى التخريب الحاصل من البشر والحيوانات والنباتات مما يستوجب الاهتمام بصيانتها والحفاظ عليها من تأثير ظروف البيئة الجوية والعوارض الخارجية . وسنتطرق الى بعض من هذه المواد الاثرية وكيفية صيانتها وترميمها .

اللصوق الجدارية :

هي طبقة الجص او الطين التي تكسو الجدران والسقوف بسمك يتراوح من ١/٢ انج و ٢ انج قد تظهر عليها رسوم بالوان زاهية او كتابات او رسوم عملت بآلة مدببة كما نلاحظ ذلك على اللصوق الجدارية في موقع الحضر وقصر الامارة في الكوفة والرسوم الملونة على اللصوق الطينية في موقع نمرود .

تتعرض هذه المواد البنائية والرسوم الملونة الى تغيرات فيزياوية وكيمياوية لقابليتها على امتصاص الماء المحمل بالاملاح الذي يتسرب الى الطبقة السطحية ويتجمع تحت القشرة السطحية وبتأثير التبخر يضغط عليها ويتلفها اضافة الى الاضرار التي تلحق الالوان بتأكسدها بتأثير اشعة الشمس ، لهذه الاسباب ينبغي طلي تلك السطوح باحدى المواد المصمغة المثبتة لتقليل تاثير التبخر مع وضع مظله لحجب اشعة الشمس يلي ذلك

عمل رسوم تخطيطية وتصاوير فوتوغرافية لكي توضح تلك الرسوم الشكل العام للمنظر للاستفادة منها خلال عملية الصيانة .

ففي حالة البناء الشاخص يفضل صيانة اللصوق وهي في مواضعها على الجدار بان تنظف من الاتربة والتكلسات والمواد العالقة وايقاف تسرب الرطوبة اليها من الجدار وطليها باحدى المواد الصمغية المثبتة ، المرحلة الاولى بنسبة ٣٪ من المادة الصمغية مع المذيب لكي تنفذ المادة المثبتة الى داخل المسامات تليه طبقة ثانية من المحلول بنسبة ٥٪ والطبقة الاخيرة بنسبة ١٠٪مع المذيب . ويفضل استعمال مواد صمغية بلاستيكية مستحلبة من مركبات Acsylic او Vingl أو Selicon Compounds . اما اذا كانت اللصوق مشبعة بالرطوبة والتي لايمكن ايقاف تسرب الرطوبة اليها فان افضل طريقة لصيانتها هي فصل طبقة اللصوق الجصية او الطينية من الجدار وبعد معالجة الرطوبة التي في الجدار ووضع مواد مانعة وعازلة للرطوبة وبعد انجاز معالجة اللوح وتنظيفه وتقويته بالمواد المثبتة يعاد ليأخذ موضعه على الجدار على ان يترك فراغ بين اللوح (طبقة اللصوق) والجدار .

اما اللصوق الجدارية المكتشفة في مناطق مكشوفة ومتعرضة الى حركة الهواء والعواصف الرملية واشعة الشمس ومياه الامطار ينبغي فصلها عن الجدار وبعد المعالجة والترميم تعرض او تخزن في محل تتوفر فيه الحماية من تأثير ظروف البيئة الجوية .

١ ـ تنظيف اللصوق الجدارية :

ان الاتربة والمواد الغريبة العالقة من الشمع او الاصماغ الطبيعية المتأكسدة والمتفسخة والتراكمات من نفايات البكتريا والفطريات والنباتات الاشنية التي تغطى سطوح اللصوق الجصية او الطينية تعالج بالمواد الكيمياوية وبصورة عامة عملية التنظيف تمر بعدة مراحل :

أ ـ الاتربة العالقة : ينظف سطح اللوح فيها بالتفريش بفرشاة شعر لينة مع الاستعانة ببعض الادوات الخشبية المدببة وقد يستعمل الماء اذا كانت اصباغ السطح الملون لا تتاثر بالماء . اما الاصباغ غير الثابتة والتي تتأثر بالماء تطلى باحدى المواد الصمغية المثبتة وبعد ذلك تنظف باحدى المواد العضوية المذيبة مثل الاسيتون مع التفريش وبعد انجاز التنظيف تطلى باحدى المواد الصمغية المثبتة .

ب ـ الاملاح المتكلسة : الاملاح المتكلسة التي لايمكن اذابتها بالماء لتنظيف اللوح منها تعامل باحدى المواد الكيمياوية موضعيا لاذابة تلك التكلسات . بان توضع المادة على موضع التكلسات وقد تكرر العملية لغاية التخلص من الاملاح . ولكن قبل استعمال المادة الكيمياوية ينبغي التأكد ان المادة لا تؤثر على الوان الرسوم واهم المواد الكيمياوية المستعملة في تنظيف اللصوق الجصية من الاملاح محلول الامونيا Ammonia المخفف بنسبة ١٠٪ منه مع الماء المقطر ويستعمل ايضا محلول مخفف ١٠٪ الى ٢٠٪ Butylamine مع الماء المقطر ومحلول ٨٠٪ الى ٩٠٪ Cycloexylamine مع الماء المقطر بان توضع المادة على موضع التكلسات لفترات قصيرة وبعد ذلك تغسل بالماء جيدا وتكرر العملية لغاية التخلص من تلك التكلسات ومن ميزات المادتين الاخيرتين اضافة الى اذابتها الاملاح فانها تزيل المواد الدهنية .

اما اذا كانت الاملاح المتكلسة يصعب اذابتها بالمواد الكيمياوية المذكورة فتعامل بمحلول Ammonium Citrate بان تعمل عجينة من هذه المادة وتوضع على مواضع التكلسات وتكرر العملية لعدة مرات كل منها تستغرق عدة دقائق مع التفريش وبين كل عملية واخرى ترفع العجينة ويغسل الموضع جيدا بالماء مع التفريش لغاية التخلص من تلك التكلسات .

ج ـ المواد الشمعية : قد تتسرب مواد من شمع العسل او شمع البرافين الى السطوح الملونة وبتأثير الحرارة تكون سطحا لزجا تتجمع عليه الاتربة تاركة طبقة داكنة مغبرة تخفي الالوان ولتنظيف اللوح منها تعامل باحدى المواد المذيبة للشمع مثل Triechlroethylene أو either carbon tetrachloride بالدلك لغاية التخلص من الطبقة الشمعية .

د ـ مادة الدملوك (Copel Shallac) :

قد تكون الرسوم على اللصوق الجدارية مثبتة بمادة الدملوك التي بمرور الزمن تجف وتتاكسد تاركة طبقة داكنة مصفره تشوه الرسومات ، ولتنظيف اللوح منها تعامل بمادة dimethylflormide المذابة في الكحول او التربنتاين او الاسيتون لاذابة بقايا مادة الدملوك .

هـ ـ الاصماغ الطبيعية : قد تكون الرسومات مطلية بالصمغ الحيواني او النباتي . وهذه المواد الصمغية بمرور الزمن تتفسخ وتكون طبقة داكنة مغيرة لان الاصماغ الطبيعية تمتص بخار الماء من الجو وتتحول الى مادة لزجة تتجمع عليها الاتربة ولتنظيف اللوح منها تعامل بالماء الساخن المحتوي على ١٠٪ الى ٢٠٪ ammonia او butyamine او cyclohexylamine لاذابة ما تبقى من المواد الصمغية والاتربة العالقة بها .

و ـ المواد النباتية من الاشنات والفطريات : اذا توفرت ظروف جوية ملائمة تنمو وتتكاثر البكتريا والنباتات الفطرية ، تاركة تراكمات نباتية خضراء او سوداء تشوه او تغطي السطوح الجصية ولتنظيف تلك السطوح منها تستعمل ادوات حشبية مدببة لازالة النفايات ، وتفرش بفرشاة شعر لتنظيف السطح من المواد العالقة ، وبعد التخلص من التراكمات تعامل بمحلول مخفف بنسبة ١٠٪ امونيا لاذابة التكلسات ويليه الغسل جيدا عدة مرات بالماء النقي مع التفريش ، واخيرا يطلي بالرش او بالفرشاه مرتين باحدى المواد المبيدة للنبات محلوله بالماء بنسبة من ١٪ الى ٢٪ Sodium (pemtachlorophenate او silicofluoride و Sodium) فهذه المواد تمنع نمو النبات والفطريات لمدة طويلة . وبعد انجاز تنظيف سطح اللوح وجفافه قد تظهر طبقة بيضاء مضببة من كاربونات الكالسيوم ينظف السطح منها بالتفريش بفرشاة شعر اما اذا ظهرت لطخ داكنة من نفايات وافرازات البكتريا فينظف اللوح منها باحدى المواد القاصرة مثل Hidrogen peroxide او Chloramine T ومن الملاحظ انه ينبغي التأكد قبل المباشرة باستعمال اية مادة كيمياوية انها لا تؤثر على الالوان باجراء اختبار على جزء صغير من اللوح بوضع المادة الكيمياوية عليه فادا لم يتغير اويتلف اللون في ذلك الجزء فمن الممكن استعمال تلك المادة .

٢ ـ الترميم وتثبيت طبقة الالوان :

بعد انجاز مراحل التنظيف تطلى اللصوق الجدارية باحدى المواد الصمغية المثبتة التي من صفاتها ان تكون عديمة اللون لا تتأثر بالرطوبة بعد جفافها مع امكانية اذابتها بالمذيبات العضوية ، من هذه المواد انواع كثيرة ممكن ان تستعمل في مجال الصيانة من مركبات Acrylic و vinyl و Selicon Compounds مثل Bedacryl 122X و Paraloid B72 و Polybutyl methacrylate التي تذوب في كثير من المذيبات مثل التلووين او الاسيتون او الزايلول والمذيبات الكاربونية الاخرى واستعمالاتها تكون بنسب (٣٪ ، ٥٪ ، ١٠٪) مع المذيب .

ولترميم الاجزاء المفقودة تعمل عجينة من مسحوق مادة الجص او مسحوق المرمر مع احدى المواد الصمغية المستحلبة مثل Polyvinyl Ace-tate Emulsion او Bedacryl Emulsion يضاف اليها ١٪ من احدى المواد

لوح من اللصوق الجدارية الجصية المزينة بالرسوم الملونة من قصر الامارة في الكوفة. نقلت من الموقع ومعروضة في المتحف العراقي بعد انجاز صيانتها

المبيدة لنمو النباتات . ولكن قبل وضع العجينة داخل الشقوق والفجوات ينبغي تنظيفها من الاتربة وطليها بالمواد المثبتة لكي تتماسك مركبات العجينة داخل الجص وعند وضع العجينة في الشقوق والفجوات تضغط برفق لكي تنفذ المادة الى داخل الشقوق وبعد الجفاف ينظف السطح مع تسويته بصورة منتظمة وفي بعض الحالات تستدعي اعادة بعض الالوان والرسومات اثناء الترميم ، وفي حالة اكمال مساحة واسعة من اللوح ينبغي ان يكون القسم المرمم منخفضا عن مستوى سطح اللوح .

٣ ـ رفع اللصوق الجدارية :

توجد طريقتان لرفع طبقة الرسوم من الجدار ،الطريقة الاولى هي رفع فقط الطبقة الملونة والمزينة بالرسوم ، وهذه تفضل في حالة وجودة عدة طبقات من اللصوق الجدارية كل منها عليها رسوم لفترات زمنية مختلفة . والطريقة الثانية هي رفع اللصوق الجدارية وما عليها من رسوم وفصلها عن الجدار .

أ ـ رفع الطبقة الملونة : بعد تنظيف السطح من الاتربة يطلى السطح بمادة صمغية من الصمغ الحيواني واذا كان الجص مشبعا بالرطوبة يفضل استعمال مواد صمغية تذوب في المذيبات من مركبات P.V.A او P.M.M او P.B.M.A او B72 الى اخره من المركبات الصمغية وقد يستعمل ايضا الدملوك shellac المذاب في الكحول لتثبيت الطبقة السطحية للجص وما عليه من الوان . والصمغ الحيواني يستعمل بعد تسخينه بدرجة حرارة ٨٠ مئوية وتطلى به الطبقة الملونة بفرشاة شعر لينة وبعد جفافها تطلي بطبقة ثانية من الصمغ ووضع قماش قطني مخلخل (الشاش Gouze) تليه طبقة ثانية من الصمغ الحيواني الساخن والشاش وينبغي ان تجري العملية بدقة بحيث لا تترك جيوبا هوائية بين السطح الملون والشاش المصمغ تليها طبقة ثالثة من الصمغ الحيواني الساخن وقماش القنب عند ذلك تترك لمدة يومين في الاجواء الجافة لكي يجف السطح الخارجي اما اذا كانت البيئة الجوية غير جافة فربما يحتاج الى فترة اطول من ذلك وفي حالة استعمال مواد صمغية بلاستيكية يحصل الجفاف بوقت اقصر . وبعد يومين من وضع اخر طبقة من القماش والتأكد من جفافها تبدأ مرحلة رفع الغلاف من الجدار ساحبا معه الرسومات وان لا تترك العملية مدة طويلة والطبقة الملامسة للسطح الملون ينبغي ان تبقى غير كاملة الجفاف فيها بعض اللزوجة لتكسبها حركة مطاطية تسهل عملية رفع الغلاف من الجدار بدون تلف . وبعد الكشف على جزء صغير من الغلاف والتأكد من ان الرسوم ملتصقة به ، تبدأ عمليات سحب الغلاف من الاركان بزوايا منتظمة وتاني مع تحريكه الى الاعلى والاسفل والى الجوانب لتسهيل عملية فصل اللوح الملون من الجدار وبهذه الطريقة يمكن نقل رسوم بمساحة ٣٠ متراً مربعاً وبعد انجاز فصل الغلاف من الجدار يوضع على سطح مستوي ويبدأ العمل بتنظيفه من المواد الترابية والجصية التي انسحبت معه من الجدار بادوات عمل خاصة من فرش ومقاشط وادوات مدببة وبعد اكمال تنظيفه يطلى باحدى المواد

الصمغية المثبتة من مركبات Acrylic او Vinyl او مركباتها المستحلبة من هذه المواد .

١ ـ Polymethylmethacrylate .

٢ ـ Bedacryl Emulsion .

٣ ـ Polvinylacetate Emulsion .

٤ ـ Soluble nylon .

هذه المواد المستحلبة اضافة الى انها مثبتة لطبقة الرسوم تسمح بتسرب الماء منها الى مادة الصمغ الحيواني الذي يمتص الماء وليكون طبقة نصف متميعة تسهل عملية فصل مواد التغليف عن طبقة الرسوم بعد انجاز المعالجة وتبدأ مرحلة المعالجة لتثبيت طبقة الرسوم على قماش الكتان بطلي السطح الملون بمادة Polybutylmethacrylate او احدى المركبات الصمغية المثبتة وبعد جفافه توضع طبقة من قماش الكتان مع المادة الصمغية ، وبعد الجفاف يثبت الكتان على اطار من الخشب ويبدأ العمل لرفع مواد التغليف التي تغطي السطح الملون باستعمال الماء الساخن او بخار الماء المغلي المذيب للصمغ الحيواني والعملية تتطلب بعض الوقت لتسهيل ذوبان المادة الصمغية ورفع القماش بدون حدوث تخريب في الطبقة السطحية الملونة والتي تم لصقها بالمواد الصمغية البلاستيكية من مركبات Acrylic على قماش الكتان وبعد التخلص من مواد التغليف ينظف السطح الملون من بقايا الاتربة والمواد الصمغية المتبقية على السطح ويبدأ العمل في اكمال النواقص في الرسوم المميزة والمعروفةامتداداتها مع الاستعانة بالرسوم والتصاوير الفوتوغرافية ويفضل ان تكون التصليحات اقل مايمكن حتى لا تغير تأثير القدم على الصورة .

ب ـ رفع اللصوق الجصية : بعد تنظيف وطلي السطح بالمواد الصمغية المثبتة ثلاث طبقات بنسبة ٣٪ و ٥٪ و ١٠٪ مع المذيب واهم المواد الصمغية المستعملة في المعالجة :

١ ـ Polybutylmethacrylate (PBMA) .

٢ ـ Paraloid B72 (B72) .

٣ ـ Polyvinyl acetate .

٤ ـ Soluble mylon .

التي تعامل بالمذيبات مثل التلووين او الزيلول او الاسيتون او الى اخره يجزأ الى مساحات بقياس (١ م × ١,٥ م) متر واحد × متر ونصف ويطلى بالصمغ النباتي او الحيواني ثم تلصق عليه طبقتان من قماش الململ (الشاش) المشبع بالصمغ وبعد جفافه يطلى بطبقة من القماش المشبع بمستحلب مادة acrylic Emulsion الصمغية ، لتكون طبقة مانعة ضد تسرب الماء ، بعد ذلك توضع شبكة من الحديد سمك مليم واحد مصبوغة باصباغ ضد الصدأ او استعمال عيدان القصب بدل الحديد مع الجبس ، يليه وضع قماش قنب مشبع بالجبس واخيرا يوضع مزيج من الجبس والرمل لتسوية السطح الخارجي ، وبعد جفافه لمدة يوم واحد اذا كان الجو جافا يوضع لوح من الخشب بقدر مساحة اللوح عمل فيها مقابض لتسهيل عملية الرفع ، ويبدا العمل لقطع اللوح الجصي او الطيني من الجدار بسمك خمسة سنتمترات باستعمال منشار يدوي او كهربائي وادوات ومقاشط مناسبة لتسهيل فصل اللوح عن الجدار وبعد اكمال العملية ينقل الى المشغل وتبدأ مرحلة تنظيف وتسوية السطح الجصي او الطيني الخلفي من التراكمات الجصية التي بقيت عالقة باللوح مع تسوية السطح بسمك واحد واخيرا طليه باحدى المركبات الصمغية المستحلبة Acrylic Emulsion ثلاث طبقات وبعد جفاف المادة الصمغية توضع طبقة من القماش والجبس مع عيدان من القصب وتسوية السطح الخلفي ، وبعد الجفاف يقلب اللوح ويبدأ العمل لرفع مواد التغليف التي استعملت بقصد الحفاظ عليه من التلف اثناء فصله من الجدار باستعمال ادوات العمل اللازمة ، والمذيبات الكيمياوية ، وبعد تنظيف طبقة الرسوم من المواد العالقة وبقايا المواد الصمغية ، تبدأ مرحلة الترميم وابراز معالم اللوح .

وقد اشار كل من V.P. Buryi و V. Sokolousky الى استعمال مادة P.B.M.A المذابة في الزيلول بنسب ٥٪ لطلي الطبقة السطحية الملونة مرتين وتطلي المرة الثالثة بمادة P.B.M.A المذابة في الاسيتون لتكون سطحا خارجيا جافا لان الزيلول يترك لزوجة بينما الاسيتون سريع التبخر وبعد ٤٨ ساعة توضع ثلاث طبقات من القماش الشاش المشبع بمحلول ١٠٪ Poly-vinyl Alcohol او (١٠٪ Polyvinyl Butyral المذاب في alcohol) وبعد الجفاف يوضع عليه لوح خشب بوضع افقي ويبدأ العمل بقطعة من الجدار ونقله الى المشغل حيث تبدأ مرحلة تسوية السطح الخلفي وطليه بالمواد الصمغية المثبتة ثلاث طبقات ، مع وضع شبكة حديدية مع الجبس لتكون سطحا منظما ، وبعد الجفاف تبدأ مرحلة رفع مواد التغليف الملتصقة على السطح الملون بالمذيبات وبعد تنظيف السطح اذا وجدت تكلسات ملحية تعامل بالماء المقطر او بعض المواد الكيمياوية التي سبق ذكرها ، وللتخلص من الرطوبة يوضع على اللوح ورق نشاف تغطيه طبقة من الرمل لامتصاص الماء من اللوح بذلك يمكن التخلص من نسبة كبيرة من الاملاح والرطوبة بالتدريج ، وبعد جفاف اللوح ينظف من المواد الصمغية والاتربة العالقة بفرشاة شعر لينة مع المذيب المناسب واهم المذيبات (Carbon tet-rachloride- methylethyl ketone toluene- White Spirit- acetone) الى اخره من المذيبات . وقد يستعمل مزيج من المذيبات لتسهيل اذابة التراكمات من المواد الصمغية ولترميم الاجزاء المهشمة والتالفة من السطوح الجصية والفجوات والشقوق يستعمل مزيج من مادة الجبس واحدى المواد الصمغية المستعملة في المعالجة او استعمال مسحوق المرمر مع الصمغ والترميم يكون بمستوى السطح الملون اذا كانت الفجوات والشقوق صغيرة ، اما المساحات الكبيرة من اللوح فتكون بسطح منخفض عن سطح اللوح . وقد تعاد بعض معالم الرسومات .

جدران اللبن

مادة طابوق اللبن يتكون من الطين والغرين مع نسب قليلة من الرمل اضافة الى نسب مختلفة من املاح كبريتات الكالسيوم وكاربونات

الكالسيوم وكلوريد الصوديوم مع قليل من املاح المغنسيوم ، كما قد توجد فيه الاكاسيد المعدنيه . ومن خاصية اللبن سريع الاضمحلال والتفسخ بالماء والتأثر بالرطوبة والحرارة وحركة الهواء والعواصف الرملية والامطار . وقد اجريت العديد من المحاولات والتجارب لتحويل مادة اللبن الى مادة متحجرة تقاوم تاثير البيئة وقد استعمل لذلك مادة **Ethyl Silicat** . وهذه المادة معروفة سابقا وتستعمل في تقوية وتصلب النصب الجصية والحجر المتفسخ ونتائج الصيانة لهذه المواد جيدة لان المواد الجصية والحجر المتفسخ لمساماته القابلية على امتصاص هذه المادة ونفاذها الى الاجزاء العميقة وبتأثير الرطوبة تبدا المادة بالتفاعل ناتجة عنها مادة سليكا جيل التي تمسك جزيئات الحجر والجص وبهذا تتصلب تلك الاجزاء . وقد حاول المختصون الاستفادة من خاصية هذه المادة في تقوية وتصلب جدران اللبن بحيث تقاوم تاثير البيئة ولدى استعمالها وجد ان المسامات في مادة اللبن ضيقة وقابلية الطينة على الامتصاص محدودة ولا تسمح بنفاذها الى اكثر من (٣ ـ ٥) سنتمترات . مكونة جدارا صلبا بهذا السمك الذي لم يكن من الصلابة لمقاومة الضغط الناتج من الاملاح والضغط الناتج اثناء التبخر .

ورغم استمرار المحاولات لم تكتشف طريقة لدفع المادة الى عمق كاف لتكون جدارا يقاوم الضغط الداخلي وعوامل البيئة الجوية .

ومن التجارب التي قدمها الخبير البلجيكي **Bultinck** في اجتماع روما لعام ١٩٦٨ لتصلب مادة اللبن باستعمال محلول مادة **ethyl silicate** مع اضافة ١٠٪ **Alcohol** اليه . واوضح ان المادة ممكن ان تنفذ الى عمق ٥سم مكونة جدارا متحجرا ولكن هذا الجدار الرقيق لدى تكونه بعد مدة حدثت فيه الشقوق وتساقطت اجزاء منه لانه لم يكن من الصلابة لمقاومة الضغط الداخلي الناتج من الاملاح والمياه الجوفية . وقد اجريت محاولة في تل حرمل باستعمال مادة **Ethyl silicate** مع ١٠٪ كحول وقد فشلت المحاولة بسبب جفاف الجو وارتفاع درجة الحرارة التي عملت على تبخر مادة الكحول قبل حصول التفاعل وكانت مادة السليكا الجيل المتكون قد ظهرت على صورة حبيبات بيضاء غير متماسكة انتشرت على فوهات الفتحات التي عملت في الجدار . وقد اجرينا تجربة على قطعة من اللبن صغيرة وقد تم تصلبها لان حجمها صغير والمادة انتشرت فيها من كل الجوانب في ظروف ملائمة من حيث الرطوبة والحرارة .

وقد اجريت محاولة في سلوقية وكانت الظروف المناخية جيدة من حيث اعتدال الجو وتشبعه بالرطوبة فتكون جدار رقيق وصلب لم يتأثر بالماء ولكن بعد فترة من الزمن انهار لضعف مقاومته للضغط الداخلي . ولكن هذه التجارب حققت نجاحا مبدئيا وان كانت نتائجه فاشلة لحد الان . فاذا امكن دفع المادة في مسامات الجدار الى مسافة كافية ليكون جدارا يقاوم الضغط الداخلي والعوامل الخارجية من العواصف الرملية والامطار امكن حماية جدران اللبن من الانهيار .

طرق استعمال مادة **Ethyl silicate** .

يمزج محلول ٩٠٪ **ethyl silicate** + ١٠٪ **ethyl Alcohol** أو **Methyl Alcohol** مع اضافة ١٪ من مادة مساعدة حامضية او قلوية وبعد مزج هذا المحلول جيدا تطلى به الجدران بالرش او بالفرشاة او الحقن الى درجة التشبع ثلاث مرات على الاقل في اوقات متقاربة وقبل ان يحصل الجفاف في جو رطب ويرودة معتدلة فتكون مادة السليكا جيل داخل المسامات وتغلف بذلك جزيئات مادة اللبن ويستمر زيادة التصلب وبعد ثلاثة اسابيع تحصل على جدار متحجر يقاوم تأثير الظروف الخارجية وللحصول على نتائج جيدة يتطلب ايجاد ظروف جوية ملائمة من حيث الحرارة والرطوبة الجوية . مثلا اذا كان الجو جافا مع ارتفاع في درجة الحرارة بتلك الحالة يتبخر الكحول قبل حصول التفاعل فتتكون مادة السليكاجيل على شكل جبيبات بيضاء غير متماسكة وتكون النتيجة فاشلة .

اما اذا كان الجدار مشبعا بالماء او استعملت كميات كبيرة من الكحول ناتجا عنه محيط مائي بتلك الحالة تتكون طبقة السليكاجيل غير كاملة التصلب ناصعة البياض ومنتشرة فيها الشقوق . وللحصول على نتائج جيدة ينبغي ايجاد جو معتدل رطب مع السيطرة على التبخر ومنع تكوين محيط مائي في او حول الجدار . واذا كان الجو حارا يمكن ان تجري العملية مساء وان تغلف الجدران المعنية بصيانتها بغلاف نايلون لتقليل نسبة التبخر . اما في حالة وجود محيط مائي طبيعي فيمكن عمل مجرى لابعاد الماء عن الجدار وقد تزداد نسبة الكحول او يضاف قليل من الماء في حالة الجو الجاف وتوجد تركيبات مختلفة من مركبات مادة **Ethyl silicate** والعامل المساعد واهم المواد المساعدة .

١ ـ حامض الفوسفوريك بنسبة ١٪ يضاف الى مادة ايثل سكيت والكحول فيحصل تصلب المادة بمدة قصيرة .

٢ ـ الحوامض القوية (حامض النتريك ـ الهيدروكلوريك ـ الكبريتيك باستعمال ١٪ من احدى هذه الحوامض يتكون راسب السليكاجيل بصورة بطيئة ولكن توجد بعض المحاذير في حالة زيادة نسبة الحامض تتكون غازات تتجمع في المسامات ولا تسمح بنفاذ المادة الى عمق كاف .

٣ ـ مواد قلوية (هيدروكسيد الصوديوم) او البوتاسيوم تمزج بنسبة ١٪ مع مادة ايثل سلكيت والكحول فتكون الراسب سليكا جيل بسرعة .

٤ ـ مواد عضوية : **Morphaline- Triethenolamine** تمزج احدى هذه المواد بنسبة ١٪ فتكون مادة السليكاجيل بسرعة متوسطة وقد تحقق ان المواد القاعدية العضوية افضل المواد المساعدة للحصول على الراسب المتصلب والمنتشر بين الاجزاء التالفة وفي المسامات .

وان افضل النسب في الجو المعتدل مزج ١٠٪ كحول + ١٪ مادة قلوية مساعدة + ايثل سلكيت وفي حالة الجو الجاف تستعمل كمية اضافية من الكحول واهم المحاليل العضوية لمادة الاثيل سلكيت .

أ ـ (٦٠٪ **Ethyl silicate** + ٢٤٪ **ethylalcohol** +١٠٪ **triethanolamine**) .

ب ـ (٥٠٪ **eihyl silicate (Methylpolysilicate)** + ٤٠٪ **Acetone** +١٠٪ حامض الفورميك .

ج ـ ٥٠٪ **Methyltriethoxysilon** + ٤٠٪ **Acetone** ١٠٪ ماء + ٢٪ **Morphaline**) .

د ـ ١٠٠ غرام Methyltpiethoxysilon + ٧٠ غرام ethylalcohol + (١٥ ـ ٢٠) غرام ماء + ٠,٥ الى ١) غرام potassium hydroxide ، وكمية مادة (KOH) هي التي تحدد سرعة تكوين الترسبات لمادة السليكاجيل . وان لا تتعرض الجدران المعالجة الى الامطار خلال ٢٤ ساعة وان الكمية التي تكفي لتصلب متر مربع واحد حوالى ٢ كغم من المادة .

هذه المركبات من مادة الاثيل سلكيت تستعمل في مجال واسع لتحجر الاجزاء المتفسخة من المواد البنائية الجصية والحجرية وقد استعملت في محاولات لتحجر مادة اللبن لان تركيبات اللبن مشابهة للتركيبات الحجرية والجصية والمشكلة هي في نفاذ المادة داخل جدران اللبن الى عمق كاف وذلك لضيق مساماته وضعف قابلية نفاذ المادة بحيث تكون جدار يقاوم الضغط داخل جدران اللبن بتاثير التبخر . واخيرا ان افضل ما نعمله حاليا لحماية جدران اللبن دفنها في التربة لغاية ايجاد الوسيلة التي بواسطتها نتمكن من دفع المادة الى مسافات عميقة داخل الجدران .

التماثيل والمنحوتات الحجرية

الحجر يصنف الى ثلاث مجاميع احجار رسوبية Sedimentary مثل الـ limestone و Dolomite واحجار متغير Metamorphic مثل الـ Marble واحجاربركانية Igneous مثل الكرانيت والديوريت والبازلت والسيانيت والحجر الرملي . وبعض الاحجار مثل السليكا من الصلابة يخدش الزجاج وهو يظهر عديم اللون او ضارب الى الحمرة . وحجر الفلسبار Feldspar وهو حجر متوسط الصلابة يخدش الزجاج بصعوبة تركيباته من سليكات الالمنيوم المتحد مع نسب من البوتاسيوم والصوديوم والكالسيوم يظهر بلون ابيض او مضبب او قهوائي او وردي او رمادي ضارب للبياض او للاخضر . وحجر الميكا وهو من تركيبات السليكا المتهدرجة والمتحد مع اكاسيد الحديد والمغنسيوم والكالسيوم يظهر على شكل قشور ذات الوان معدنية ممكن الحفر فيه بالسكين تكون الوانه بيضاء شبيهة بالالماس بلمعانه او عديم اللون او فضي او اسود او اصفر ضارب للخضرة . وحجر الزبرجد Olivine المميز بألوانه الاخضر الضارب الى القهوائي او الاصفر الضارب للاخضر وحجر Pyrasene المميز بالوانه المتعددة هو من تركيبات السليكا المتحد مع اكاسيد الحديد والمغنسيوم والكالسيوم وفي المجموعة القلوية من سليكات الحديد والصوديوم والالمنيوم ويوجد عادة في تركيبه عناصر titanium و Manganse وقد عملت كثير من اللقى الاثرية من الاحجار الرسوبية والمتغير والبركانية . ولكننا سنتطرق الى صيانة المنحوتات الحجرية التي تتأثر في ظروف البيئة والتي استعملت بنطاق واسع من حجر limestone و Marble والحجر الرملي Sandstone في بناء النصب والمنحوتات الحجرية .

١ ـ الحجر الرملي Sandstone كـ٢ك من حجر الكورتز بعضه صلب جدا مثل Quartz granutes cemented الوانه اصفر او احمر . والبعض الاخر متوسط الصلابة argilloceous sandstone و Ferrugceous sandstone المميز بألوانه احمر قهوائي واحيانا اخضر . وقد توجد في تركيب الحجر الرملي مركبات كلسية .

ومراحل الصيانة تبدأ بتنظيفه من الاتربة العالقة بالتفريش بفرشاه شعر من اعلى جزء والى الاسفل وبعد تنظيفه من الاتربة يغسل بالماء والصابون .

وخلال عملية الغسل لايجوز استعمال اواني معدنية من حديد او نحاس لانها قد تترك أكاسيد على الحجر بل تستعمل اواني بلاستيك او زجاج . وقد تعمل احواض من الخشب المغلف من الداخل بالشمع او قماش البوليثيلين لمنع تسرب الماء واخيرا يغسل بالماء النقي او المقطر لتنظيفه من بقايا الصابون . واذا وجدت املاح متكلسه على الحجر ينقع في الماء النقي او المقطر لعدة ايام مع تبديل الماء يوميا لغاية اذابة تلك الاملاح . اما المنحوتات الكبيرة التي لايمكن وضعها داخل الحوض لتنظيفها من الاملاح فتغلف بعدة طبقات من ورق النشاف المشبع بالماء وبتأثير قابلية الحجر على الامتصاص يتسرب الماء الى داخل الحجر ، وبفعل عملية التبخر ينسحب الماء من الحجر محملا بالاملاح الذائبة الى ورق النشاف وبعد جفافها تستبدل باوراق نشاف نظيفة بعد تشبعها بالماء ، وتكرر العملية لغاية التخلص من الاملاح وقد تستمر المعالجة لعدة اسابيع .

وقد تظهر املاح عسرة بطيئة الذوبان من مركبات كبريتات الكالسيوم وكاربونات الكالسيوم ولاذابتها تعامل بالمواد الكيمياوية من الحوامض بعد التاكد من انه لا يوجد في تركيبها مواد مكسية ، من هذه الحوامض المخففة مع الماء .

١ ـ ٢٪ حامض الهيدروكلوريك او ٢٪ حامض الهيدروفلوريك
٢ ـ ٥٪ حامض الاوكزاليك او الستريك او الترتاريك .

وبعد اذابة الاملاح يغسل جيدا بالماء النقي المحتوي على ١٠٪ كاربونات الصوديوم لمعادلة الحامض اليه يليه الغسل بالماء جيدا لعدة مرات .

وقد تظهر لطخ من صدا اكاسيد المعادن أو نفايات النباتات والقطريات او مواد دهنية او شمعية تعامل تلك اللطخ بالمواد الكيمياوية المناسبة .

لطخ صدأ الحديد : اذا كانت طبقة الصدا رقيقة ونسبتها قليلة في الحجر يكون لونها اصفر تعامل بمحلول ٥٪ من حامض الاوكزاليك في درجة حرارة الغرفة ولما كان الحامض ضعيفا واذابته للصدا بصورة بطيئة تستمر المعالجة لمدة قد تزيد على ثمانية ايام . وقد يستعمل ايضا ٥٪ من محلول (Sodium ethylene diamine tetra acetic acid) (S.E.D.T.A) بعد تسخينه الى ٨٠ مؤية لزيادة سرعة التفاعل لانه متوسط التأثير وبطيء التفاعل . وبعد التخلص من الصدأ يغسل جيدا بالماء النقي .

اما اذا كان الصدأ بحالة كثيفة ولونه داكنا تعامل مع حامض الهيدروكلوريك المخفف بنسبة ٢٪ وبتفاعله مع صدأ اوكسيد الحديد تظهر املاح من كلوريد الحديد Ferric chloride خضراء اللون سهلة الذوبان في الماء ولزيادة سرعة التفاعلات يمكن تسخينه الى ٨٠ مؤية . بعد ذلك يعامل مع كاربونات الصوديوم وينقع لفترة عدة ايام في الماء النقي للتخلص من تلك الاملاح .

وقد اجريت معالجة صدأ الحديد بمحلول ٢٪ حامض الهيدروكلوريك الساخن الى ٨٠ مؤية لمدة نصف ساعة فتخلص الحجر من نسبة كبيرة من الصدأ وبتكرار العملية لمدة نصف ساهة اخرى اختفى الصدا تاركا املاحا خضراء على الحجر وبعد معاملته بالماء النقي اختفت تل الاملاح بذوبانها بالماء . ولكن قد تظهر تلك الاملاح وتلون الحجر بلون اخضر بعد جفافه اذا لم ينظف منها تماما لذا ينبغي ان ينقع الحجر في الماء لعدة ساعات مع تبديله عدة مرات خلال تلك الفترة . وقد يستعمل حامض الهيدروفلوريك وهو يعطي نفس نتائج حامض الهيدروكلوريك ولكن لهذا الحامض بعض الخطورة على العاملين .

ومن المواد الكيمياوية الاخرى المذيبة لصدأ اوكسيد الحديد حامض الستريك وحامض الترتاريك وحامض اورثوفوسفوريك ومركب Comple-xon III ومحلول Sodium bifluoride + ammoim الى اخره من المواد الكيمياوية المذيبة .

مع الملاحظة عند استعمال الحوامض ينبغي ان لايحتوي الحجر الرملي في تركيباته مواد كلسية لانها قد تكون بنسب كبيرة وبذوبانها تشوه المنحوتات .

٢ ـ حجر المرمر (White Marble و limestone) : حجر الـ limestone حجر كاربوني قليل الصلابة له قابلية على امتصاص الماء والاملاح المذابة وبتعرضه للرطوبة وتجمع الاتربة عليه يكون بيئة ملائمة لنمو النباتات الاشنيه والفطريات .

تبدأ مراحل المعالجة بتنظيفه من الأتربة العالقة بفرشاة شعر وبعض الأدوات الخشبية يلي ذلك وضع الحجر في حوض مع محلول ١٠٪ Ethyl alcohol و ٩٠٪ ماء نقي لعدة ايام تتخللها تفريش يوميا بغية التخلص من اغلب الاملاح واخيرا يغسل بمادة Ethyl alcohol لكي تعجل جفافه . اما المنحوتات الكبيرة التي لايمكن وضعها في الحوض فتعامل بوضع عدة طبقات من اوراق النشاف المشبعة بالماء وكلما جفت ترفع وتوضع بدلها اوراق نشاف اخرى مشبعة بالماء وتستمر العملية لعدة مرات لغاية التخلص من نسبة كبيرة من الاملاح يلي ذلك الغسل بالماء مع التفريش واخيرا الغسل مع الكحول وفي حالة وجود تكلسات ملحية يعامل الحجر لاذابة تلك الاملاح بمحلول مخفف بنسبة (٣٪ الى ٥٪) ammonium fluoride لمدة ١٠ ـ ٢٠ دقيقة يليها الغسل بالماء مع التفريش وقد تكرر المعالجة لغاية التخلص من التكلسات .

واذا وجدت لطخ داكنة من صدأ اوكسيد الحديد تعامل بمحلول مركب من (٥٪ Sodium hydrogen citrate + قليل من gelycerine) بان يوضع القطن المشبع بهذه المادة على مواضع الصدأ مع تبديله كلما جف لغاية التخلص من تلك اللطخ الداكنة وقد تستمر المعالجة لمدة طويلة . اما اذا كانت لطخ صدأ اوكسيد الحديد كثيفة فتعامل بالمرحلة الاولى بنفس المادة للتخلص من بعض مركبات الصدأ بعد ذلك تعمل عجينة من مسحوق التباشير مع الماء وتوضع على موضع اللطخ الداكنة من صدأ الحديد وعلى هذه العجينة توضع مادة Sodium thiosulfate التي تنفذ الى العجينة ومنها الى طبقة الصدأ وتتفاعل مع مركباتها والمعالجة تستمر لمدة ساعة واحدة بعدها يغسل جيدا بالماء النقي واذا لم ينظف الحجر تماما من اللطخ الداكنة تكرر العملية .

اما اذا كان صدأ اوكسيد الحديد على المرمر الابيض (White marble) يعامل مع عجينة مكونة من (جزء واحد سترات الصوديوم) + ٧ اجزاء كلسرين + ٦ اجزاء ماء نقي + كمية كافية من مسحوق التباشير) توضع هذه العجينة على مواضع لطخ الصدأ لمدة ٤٨ ساعة بعدها ترفع ويغسل الحجر مع التفريش بالماء واذا بقي الصدأ توضع مادة سترات الصوديوم عليه وبعد ذلك توضع العجينة لكي تكون المادة الكيمياوية اكثر تركيزاً وتكرر المعالجة لعدة مرات لغاية اختفاء اللطخ الداكنة من الصدأ . وقد تستعمل عجينة مكونة من (١٥٪ ملح روشل + ٥٠٪ كلسرين + ٣٥٪ ماء نقي + كمية من مسحوق التباشير) بان توضع هذه العجينة على موضع الصدأ لمدة ٣ الى ٤ ايام وبعد ذلك ترفع ويغسل الحجر بالماء النقي مع التفريش فاذا لم ينظف الحجر منها تكرر العملية .

وينبغي بعد انجاز المعالجة ان يغسل الحجر جيدا بالماء للتخلص من بقايا المواد الكمياوية المستعملة . وفي حالة المعالجة بالحوامض ينبغي معاملة الحجر مع محلول ١٠٪ كاربونات الصوديوم لمعادلة تلك الحوامض واخيرا غسله بالماء جيدا واذا لم ينظف حجر المرمر من اللطخ الداكنة باستعمال المواد المذكورة يضاف الى العجينة ٢٪ من مادة Patassium hexacyanoferrate وتوضع على اللطخ الداكنة لمدة ٣ ايام بعد ذلك ترفع العجينة ويغسل الحجر جيدا بالماء مع التفريش للتخلص من الاملاح والمواد الكيمياوية .

تنظيف الحجر من النباتات الاشنيه والفطريات :

قد تنمو وتتكاثر البكتريا والفطريات والنباتات الاشنيه تاركة تراكمات خضراء او سوداء على الحجر . ولتنظيف الحجر منها تستعمل الشفرات المعدنية والخشبية لرفع تلك النفايات والنباتات يليه الغسل مع التفريش بالماء النقي بعد ذلك يعامل الحجر باحدى المواد المبيدة للنباتات بالرش او بالفرشاة من هذه المواد :

١ ـ ١٪ Sodium pentachlorophenate .
٢ ـ ١٪ Sodium salicylate .
٣ ـ ٤٪ Magnisum silicofluoride .
٤ ـ ٤٪ Zinc silicofluoride .
٥ ـ ٥٪ Formaldehyde .

يلي ذلك غسله جيدا بالماء المحتوي على ١٪ ammonia للتخلص مما تبقى من النفايات وبعد ذلك يغسل بالماء النقي لعدة مرات . اما في حالة الحجر الابيض White marble بعد معاملته باحدى المواد المبيدة للنبات وغسله بالماء المحتوي على ١٪ ammonia قد تظهر عليه لطخ صفراء ولقصر هذه اللطخ يعامل مع محلول ٢٪ chloraminet او محلول ٣٪ Hydrogen

peroxide مع اضافة بضع قطرات من الامونيا للمحلول وبعد تنظيف الحجر من تلك اللطخ يغسل بالماء النقي لعدة مرات للتخلص من بقايا الأملاح والمواد الكيمياوية التي استعملت في المعالجة .

المواد الدهنية :

ينغلف الحجر من المواد الدهنية بمحلول مركب من (٧٥٪ methanol + ٢٥٪ triethylamine) بان تشبع قطعة من القماش او القطن بهذه المادة وتدلك مواضع اللطخ الدهنية وتستمر المعالجة لغاية التخلص من تلك اللطخ وقد يستعمل ورق النشاف المشبع بهذه المادة لامتصاص المواد الدهنية يلي ذلك الغسل جيدا بالماء مع التفريش .

لطخ القار (الاسفلت) :

قد تشوه الحجر لطخ سوداء من القار (الاسفلت) ولتنظيف الحجر منها تعامل بمحلول مركب بنسب متساوية من Benzene + Ammonia + Methanol بان تشبع قطعة قماش او قطن بهذه المادة ويدلك الحجر لعدة مرات لغاية التخلص من تلك اللطخ بعد ذلك يغسل جيدا بالماء .

معالجة الاجزاء التالفة من الحجر :

بتأثير ظروف البيئة وقابلية الحجر على امتصاص الماء المحمل بالاملاح وتعرضه الى الحرارة والهواء الملوث والامطار والضغط التي تحدث تخلخلا واضمحلالا وتفسخاً للاجزاء المتعرضة لتلك العوامل ولمعالجة هذه الحالات وتصلب الاجزاء التالفة اذا كانت القطع صغيرة تعامل باحدى المواد الصمغية البلاستيكية مثل Paraloid B 72 و Balacryl 122X او أنواع اخرى من مركبات Acrylicresin وقد تستعمل مواد صمغية مستحلبة مثل P.V.A. Emulison او متسحلبة Badacryl او انواع اخرى من المركبات الصمغية البلاستيكية المستحلبة . ومركبات Epoxy resin أو Polyster resin والمادتان الاخيرتان هما افضل المواد من ناحية الصلابة ومقاومة التأثيرات الخارجية وقد تستعمل مادة Ethyl silicate التي تعتبر نتائجها جيدة في معالجة وتصلب الحجر التالف ومن افضل المواد لصيانة وتصلب الحجر وهي تستعمل في معالجة الاجزاء التالفة من المنحوتات والتماثيل باستعمال احد مركبات مادة Ethyl silicate بعد اضافة ١٠٪ من Alcohol اليه ويستعمل بالرش او بالفرشاة في جو معتدل الحرارة ومشبع بالرطوبة مع تغليف الاجزاء التي تحتاج الى تقوية بغطاء لايسمح بالتبخر ليقلل نسبة التبخر لكي يحصل التفاعل قبل تبخر الكحول ناتجا عنه مادة السليكاجيل (Silicagel) التي تتماسك مع جزيئات الحجر المتفككة . وقد وجد ان افضل مادة للحصول على صلابة جيدة تتكون من (١٠٠ غرام Methyltriethoxysilon + ٧٠ غرام Ethyl alcohol + ٠,٥ غرام الى ١ غرام Potassium Hydroxide .

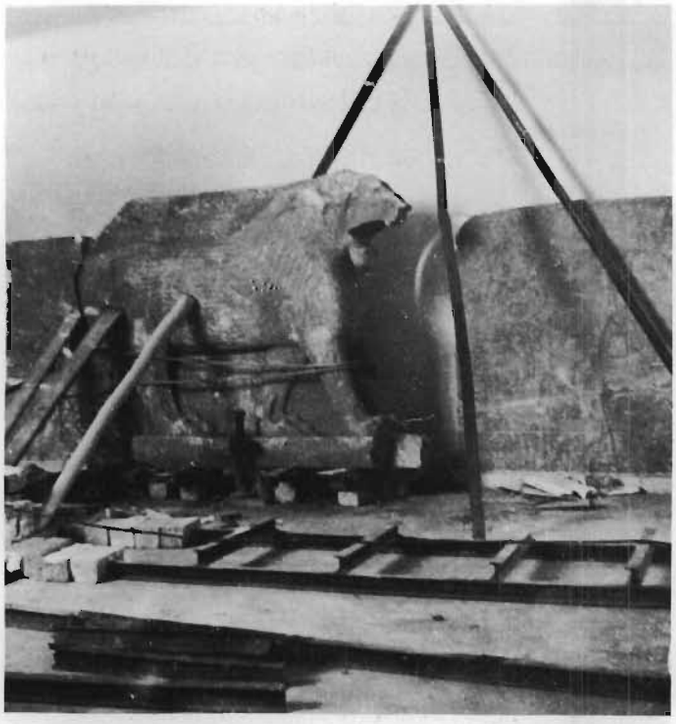
ومن تركيبات الاثيل سلكيت التي اعطت نتائج جيدة من انتاج شركة فاكر لتصلب الاجزاء التالفة من النصب والمنحوتات ومواد البناء الاخرى من هذه المواد wacker sandstone strongthening لمعالجة الاجزاء التالفة من الحجر بالرش او الحقن ثلاث الى اربعة مرات في جو مشبع بالرطوبة اما السطوح المكشوفة في الجدران لحمايتها من تاثير البيئة الجوية ومن مياه الامطار وما تحمله من غازات ذائبة والهواء الملوث بالغازات مادة Wacker 190 S الذي يكون سطحا لايسمح لتسرب مياه الامطار والغازات ولكنه يسمح للتبخر . وتتراوح كمية المادة لمعالجة متر مربع واحد من ٢٠٠ غرام الى ٧٠٠ غرام وينبغي ان لاتتعرض الاجزاء المصانة للمطر لمدة ٢٤ ساعة والتصلب يحصل تدريجيا وممكن القول بعد مرور ثلاثة اسابيع يكتمل .

ترميم النصب والمنحوتات :

التماثيل واللقى الصغيرة ممكن لصق كسرها باحدى المواد الصمغية من مركبات Acrylic مثل Paraloid المذاب في التلووين او الزيلول او الاسيتون وللحصول على شدة لصق اكبر تستعمل مادة Polyster مضافا اليها ٢٪ Hardner او احد مركبات Epoxy resin مثل Araldite b3 مضافاً اليه ٢٥٪ Hardner . وعند مزج المادة والمصلب الخاص بها يحصل التفاعل ناتجا عنه مادة صلبة جدا تمسك الكسر الى بعضها اضافة الى ذلك ممكن صيانة القطع الصغيرة ولصق الكسر بالجبس . اما التماثيل والمنحوتات والنصب الكبيرة فتربط الكسر الى بعضها باوتاد من الحديد مع الجبس الممزوج مع المادة الصمغية وقديما كان يستعمل الصمغ الحيواني الغراء في لصق الكسر مع اوتاد الحديد . ولكن لهذه الطريقة بعض الاضرار لان الجبس والصمغ لهما القابلية على امتصاص الماء من الجو والتميع مكونة بيئة ملائمة لتاكسد الحديد وبتأكسده يزداد حجمه وضغطه على الحجر محدثا فيه تشققا لهذا اهملت المعالجة باستعمال الجبس والصمغ الطبيعي . وابتدي باستعمال مواد لاتتأثر بظروف البيئة الجوية من هذه المواد Polyster resin مع Hardner او Epoxy resin مع Hardner في تثبيت الاوتاد داخل الحجر وتغليفها بطبقة بلاستيكية تمنع وصول الماء والغازات الى الاوتاد الحديدية وبذلك تحافظ عليها من التاكسد .

طريقة العمل :

تعمل حفرة في كل من كسرتي الحجر بسعة ١٢ مليم وعمق ٦٠ مليم ثم تمزج مادة الـ Resin مع الـ Hardner جيدا ثم يضاف اليها مسحوق الحجر وبعد مزجه جيدا يوضع في الحفرة مع انزال وتد من الحديد ضد الصدأ او من البرونز بسمك يقل ٢ مليم عن قطر الحفرة وبعد عدة دقائق تبدأ المادة بالتكاثف ثم تتحول الى مادة جلاتينية وبعد مضي ساعة واحدة ونصف تتجمد ان كانت مادة الـ Polyster (Resin) اما اذا كانت Araldite فانها تتطلب وقتاً اطول من ذلك . وعند بداية الانجماد تبقى محتفظة ببعض المطاطية لذا يبدأ العمل بتنظيف الحجر من بقايا المادة الصمغية التي قد



اسد من نمرود، اثناء عرضه في متحف الموصل

تغطي بعض اجزاء الحجر وبعد ان يشتد تصلبها تتماسك الكسر فتبدأ مرحلة ترميم واعادة بعض الاجزاء المفقودة وبهذه الحالة يفضل استعمال مادة اضعف من مادة الحجر مثل الجبس الا في حالة الاجزاء المفقودة عند القاعدة وتقع عليه ثقل المنحوتة وربما كان الجبس غير كاف لحمل الثقل فيستعمل السمنت مع الرمل والحصى بدل الجبس على ان توضع طبقة عازلة على الحجر لدى صب مادة السمنت الممزوج مع الرمل والحصى لكي لا يلتصق بالحجر وبعد جفافه يفصل الجزء المضاف والمصنوع من السمنت وينظف الحجر ثم يربط الجزء المصنوع مع الحجر باوتاد حديد ضد الصدأ كما لو كان قطعة حجر منفصلة وان يكون مستوى الجزء المرمم بمستوى اقل من مستوى سطح الحجر بمقدار سنتمتر واحد للمنحوتات الكبيرة واقل من ذلك للقطع الحجرية الصغيرة وتضاف عليه طبقة من الجبس تعمل فيها النقوش والزخرفة المعروفة والمميزة في المنحوتة اما اذا كانت الزخرفة غير معروفة يعمل سطح بمستوى اقل من سطح المنحوتة الحجرية .

طبقة الرسوم الملونة والاصباغ على الحجر :

معالجة وتنظيف المنحوتات المزينة بالرسوم الملونة والاصباغ ينبغي ان تجري بعناية ودقة ، وان يستعمل الماء بنطاق ضيق وموضعي عند الضرورة لان غالبية طبقة الصبغ وان كانت نتيجة الفحص ثابتة قد يحدث فيها تلف وتساقط اجزاء منها اذا تعرضت للماء . ولكن قبل المباشرة بالغسل الموضعي ينبغي فحص مادة الصبغ تحت الميكرسكوب للتأكد من ثبات الالوان ، وذلك بدلك طبقة الصبغ بالقطن الرطب وفحص القطن بعد الدلك تحت الميكرسكوب فاذا لم يظهر صبغ على القطن فهذا دليل ان المادة لا تتاثر بالماء . وبتلك الحالة ممكن تنظيفه بالماء تحت عدسات مكبرة للتأكد من تماسك مادة الصبغ . ونظرا لان غالبية مادة الاصباغ المستعملة في التلوين غير ثابتة الالوان لهذا يفضل تثبيت السطوح التي عليها اصباغ بمادة P.B.M.A المذابة في toluene او White spirit او Xylene او باحدى المواد البلاستيكية او السليلوزية المتوفرة في الحقل بعد ان تنظف من الاتربة ، وبعد جفاف المادة الصمغية المثبتة يمكن غسلها بالماء للتخلص من الاملاح على ان تجفف بعيدا عن أشعة الشمس تحت غطاء نايلون polythelen لكي يقلل من نسبة التبخر وبعد الجفاف تنظف مرة ثانية بمادة الاسيتون وتطلى باحدى المواد الصمغية المثبتة مثل :

١ ـ Polyvinyl Acetate (P.V.A) بنسبة (٣ ـ ٥ ـ ١٠)٪ مع المذيب الكحول او التلوين او مزيج (٩٠٪ tolune + ١٠٪ Acetone) ،

٢ ـ Polyvinyl Butyral المذاب في الكحول

٣ ـ Polyvinyl Acetate Emulsion يخرج من الماء بنسب متساوية .

٤ ـ Polybutylmethacrylate (.P.B.M.A) المذاب في White Spirit المحتوي على ٣٠٪ Benzol او البنزول او التربنتاين او التلووين او Xylene . بنسب مختلفة لاستعماله كمادة لاصقة صمغية او مادة مثبتة .

٥ ـ Bedacryl 122X (P.M.M.) وهي مادة صمغية مذابة في الزايلول Xylene بنسبة ٤٠٪ تركيبها الكيمياوي Polymethylmethacrylate تستعمل في مجال واسع في صيانة الاثار كمادة لاصقة وتمزج مع احدى

المذيبات مثل Xylene او Toluene او مزيج من (٨٠٪ Tolune + ٢٠٪ Methylalcohol) او (Acetone) للحصول على محلول مخفف بالنسبة التي تتطلبها المعالجة مثل ٣٪ و ٥٪ و ١٠٪ .

٦ ـ Paraloid B72 يستعمل كمادة لاصقة او مثبتة بعد اذابته باحدى المواد المذيبة مثل toluene او Xylene او مزيج من (tolune + Acetone) او Anyl acatate + Acetone .

٧ ـ Polybutylmethacrylate (PBMA) المذاب في Xylene او toluene او toluene + Acetone يستعمل ايضا كمادة لاصقة او مثبتة .

٨ ـ Cosmolloid .. وهو عبارة عن مادة شمعية قليلة التاثير بالاتربة ومساماتها دقيقة فتقلل من نسبة تسرب بخار الماء اسمها الكيمياوي Mic-rocrystallune wax تستعمل في مجالات الصيانة لكثير من الاثار كمادة مانعة للصدأ لضيق مساماتها ...

الخشب : Wood :

ابتدأ الانسان منذ عصور سحيقة في القدم بالانتفاع من الخشب في صنع الادوات والالات الموسيقية والتماثيل وللزخرفة فيه وبناء القوارب والسفن والعربات والجسور . ولاهمية هذه المادة الاثرية في دراسة التطور الحضاري للمجتمعات القديمة توجب الاهتمام والعناية بصيانتها و المحافظة عليها . لانها من المواد العضوية التي تتعرض الى تغيرات في الشكل والحجم بتأثير عوامل البيئة والعوارض الخارجية المؤدية الى تأكسد وتفسخ التركيبات الهيدروكاربونية والزيتية تحت تأثير الماء والاوكسجين والتفاعلات الحامضية والقلوية للتربة ، اضافة الى مهاجمة البكتريا والحشرات والفطريات التي تنمو وتتكاثر بتوفر الجو الملائم من حرارة ورطوبة .

ومراحل التلف تبدأ منذ اللحظة التي يلامس الخشب سطح التربة وتعرضه للهواء المحمل للغازات والرطوبة والحرارة التي تخلق البيئة الملائمة لنمو وتكاثر البكتريا والفطريات التي تعمل على تفسخ مركباته العضوية ، ونسبة التلف في الخشب تختلف تبعا الى نوعية التربة ومركباتها وطبيعة البيئة تحت التربة ان كانت مستقرة او متغيرة . فنلاحظ الخشب المكتشف في تربة جافة نسبة التلف فيه كبيرة لتعرضه اثناء وجوده تحت التربة الى بيئة غير مستقرة من حيث الرطوبة والجفاف بتاثير اختلاف مواسم السنة من امطار وحرارة وبرودة والتي تعمل على تشبع الخشب بالماء وجفافه محدثا فيه التقلص في الحجم ، وتمزق اليافه وتفسخ عناصره العضوية . وقد اشار A. Mihoilov (Bulgaria) الى ان الخشب المشبع بالماء بنسبة تقل عن ٢٢٪ لا تحصل فيه تغيرات في الشكل والحجم بعد تعرضه للبيئة الجوية لان الخشب المشبع بنسبة ٢٢٪ يعتبر جافا ومن طبيعة الخشب ان يبقى محتفظا بنسبة لاتقل عن ١٥٪ من الرطوبة .

اما الخشب المكتشف في بيئة مشبعة بالرطوبة ورغم تفسخ مكوناته العضوية نجده محافظا على شكله وحجمه ، رغم كونه مشبعا بنسبة كبيرة من الرطوبة وفاقدا لاغلب مركباته السليلوزية لوجوده في بيئة مستقرة . اما اذا تعرض الى البيئة الجوية فستنهار جدران خلايا الخشب لضعف مقاومتها الشد السطحي للماء اثناء عملية التبخر مسببة التقلص في الحجم وتمزق اليافه . ولحماية الخشب المشبع بالماء ينبغي تغليفه مباشرة بعد اكتشافه بالقطن المشبع بالماء وحفظه داخل اكياس لا تسمح بالتبخر . اما طرق صيانة الخشب فهي تقسم الى اربع حالات . الخشب الجاف الذي نسبة الرطوبة فيه تقل عن ٢٢٪ والخشب نصف الجاف الذي نسبة الرطوبة فيه تتراوح من ٢٢٪ الى ٣٢٪ والخشب المشبع بالرطوبة بنسبة ٣٢٪ الى ٨٠٪ والخشب المشبع بالرطوبة بنسبة تزيد على ٨٠٪ .

الخشب الجاف :

في الحقل يمكن ان ينظف من الاتربة العالقة بفرشاة شعر لينة وقد يستعمل الاسيتون مع التفريش وبعد اتمام نظافته يطلى بالمواد الصمغية المثبتة . وامكانية المعالجة مسموحة في الحقل للخشب الذي لاتزيد نسبة الرطوبة فيه على ٢٢٪ لأنه لا يتأثر بتغير البيئة .

وفي المختبر تجرى المعالجة على عدة مراحل ... اولا ينظف من الاتربة والمواد العالقة بفرشاة شعر لينة واذا كان لونه داكنا يمكن قصر اللون بمحلول مخفف بنسبة ٥٪ Hydrogen peroxide لاعادة لونه المقارب للطبيعي واخيرا يطلي بالمواد الصمغية او الشمعية المثبتة بنسب ٣٪ و ٥٪ و ١٠٪ مع اضافة ١٪ من مادة Sodium pentachlorophenalat واهم المواد المثبتة .

أ ـ الشمع : استعمل في البداية مزيج من شمع البرافين وشمع العسل بنسب متساوية وبعد انصهاره يوضع فيه الخشب وترفع درجة الحرارة تدريجيا الى ١٢٠ مئوية (درجة انصهار الشمع ١٠٥ مئوية) ومدة بقاء الخشب في الشمع المنصهر تعتمد على مسامية الخشب ونسبة التلف وهو يبقى فيه الى حين تسرب الهواء منه ، وبعد ان يشبع بالشمع يرفع من الحوض ويعلق لفترة قصيرة للتخلص من الشمع الفائض ليتسرب الى الخارج ، وما تبقى من الشمع على سطح الخشب يعامل بالمذيبات مثل الاسيتون والتربنتاين . وقد وجد ان مادة الشمع تسبب بعض الاضرار لانها تتاثر بارتفاع درجة الحرارة وتجمع الاتربة عليها فاهملت واستعملت مواد شمعية ممزوجة مع مواد صمغية لتكون طبقة عازلة تقاوم تغيرات البيئة من حرارة ورطوبة وقد تمت معالجة قطع خشبية نسبة الرطوبة فيها ٢٢٪ بعد تنظيفها من الاتربة طليت بمادة Corbowax 4000 ثلاث طبقات بنسبة ٣٪ و ٥٪ و ١٠٪ مذاب في (Dichloromethane + Tetrachloromethane) بالرش وبعد جفافها طلي الخشب بمادة ٤٪ Paraloid B72 المذاب في Toluene واخيرا طلي بمحلول (٢٪ Corbowax 40000 + ٢٪ Cosmolloid[1] + ٩٥٪ Turpentine + ١٪ pentachlorophenalate) وكانت نتيجة المعالجة جيدة .

(١) Cosmolloid + Microcrystallinewax

ب ـ المواد الصمغية المثبتة : المواد الصمغية التى مكوناتها سليلوزية او بلاستيكية اصلح المواد المستعملة في تقوية وتصلب الخشب والحفاظ عليه من تأثير البيئة الجوية ، لانها لا تذوب في الماء والكحول بعد جفافها وتستعمل عادة المواد الصمغية المثبتة ثلاث طبقات بنسبة (٣ ، ٥ ، ١٠) مع المذيب . في بداية اعمال الصيانة استعملت المواد الصمغية التي من اصل حيواني ونباتي وبعض المواد الصمغية التي تذوب في الماء والكحول . وقد لوحظ ان تلك المواد تمتص الرطوبة من الهواء الجوي وتبدأ بالتميع مكونة سطحا لزجا تتجمع عليه الاتربة كما انها كمادة عضوية تكون مرتعا لنمو وتكاثر البكتريا والحشرات التي تعمل على تفسخ مكوناتها العضوية ، وتغير صفاتها اللاصقة عكس المواد السليلوزية والبلاستيكية التى لا تذوب في الماء ولا تتاثر بالغازات المتواجدة في الهواء وتبقى محتفظة بصفاتها اللاصقة فتحافظ على الخشب من التاثيرات الخارجية ومن هذه المواد .

١ ـ P.V.A.(Polyninyl acetate)المذاب في (٩٠٪ Toluene + ١٠٪ Acetone) .

٢ ـ (P.M.M) Bedacryl 122X وهو محلول بنسبة ٤٠٪ مع الزايلول وعند استعماله كمادة مثبتة يمزج مع الـ toluene او Acetone او Xylel .

٣ ـ Paraloid B72 المذاب في toluene او Acetone او Xylel .

٤ ـ (P B M A) Polybutylmethacrylate المذاب في الاسيتون او الثلووين او الكحول او الزايلول .

ويفضل ان يتشبع الخشب باحدى المواد الصمغية المثبتة داخل خزانة التفريغ Vacunm chamber وبتقليل نسبة الضغط الى اقل من الضغط الجوي تتسرب المادة الصمغية الى داخل المسامات العميقة في الخشب وبعد التأكد من تشبع الخشب بالمادة يعاد الضغط الى مستوى الضغط الجوي الخارجي وترفع القطع من الحوض وينظف السطح بالمذيبات من المواد الصمغية المترسبة عليه وبعد نظافته يترك ليجف بالتدريج .

ج ـ الترميم : اذا كان شكل الوحدة الخشبية متكونا من عدة قطع خشبية وكانت هذه القطع متخلخلة او فاقدة اوتاد الربط تصلح بوضع اوتاد او زوايا من الحديد او الخشب لربط الاجزاء الى بعضها . اما اذا كانت فيها شقوق فلترميمها تربط القطع الخشبية باشرطة من الكتان او بالواح صغيرة من الخشب او المعدن قياس ٢×٣ انج رقيقة السمك وتثبت بالمسامير او تلصق بمادة صمغية بوضع متقاطع في عدة مواضع وتعمل شرائح من الخشب وتدفع بعد تصميغها داخل تلك الشقوق ، وتستعمل لذلك مطرقة خشبية اما الفجوات التي احدثتها الحشرات فتدفع فيها قطع خشبية لولبية وبعد تسوية السطح لقطع الاجزاء البارزة من هذه الشرائح ترمم التشويهات غير المنتظمة والمنتشرة على السطح بمسحوق الخشب المخمر والممزوج مع المادة الصمغية واهم المواد الصمغية التي تستعمل في هذا المجال :

١ ـ Urea formaldehyed (uf) adhesives .

٢ ـ Phenoldehyed (PF) adhesives .

٣ ـ Paraloid B 72 .

٤ ـ Polyvinyl Acetate .

٥ ـ Nitrocellulose .

٦ ـ polyster resin Hardiner .

٧ ـ Epoxy resin Hardiner .

من الملاحظ ان المواد الصمغية التي تستعمل مع المذيبات وان كانت نتائجها جيدة ولكن قد تتعرض الى التمزق . اما المواد التي تتصلب بالتفاعل من مركبات بوليستر وايبوكسي رزن لايحصل فيها تمزق لانها من القوة والصلابة انها تقاوم التاثيرات الخارجية .

طريقة لصق الكسر : تصمغ الكسر وتربط جيدا الى ان تجف المادة الصمغية اما في حالة استعمال المواد التي تتصلب بالتفاعل فتمزج مادة Polyster resin او Epoxy resin مع الـ Hardiner (العامل المساعد بتفاعله مع المادة الصمغية وتصلبها) حسب النسب لكل نوع من تلك المواد وتطلى الكسرتات وتربطان جيدا وبتفاعلها تتجمد المادة . او تستعمل بطريقة اخرى مادة الـ Resin على جانب والـ Hardiner على جانب الكسرة الثانية وبعد ربطهما جيدا تمتزج المادتان عند تلامسهما ويحصل التفاعل بينهما وانجماد المادة فتتماسك الكسر بصلابة وبعد ترميم الفجوات تطلى الوحدة الخشبية باحدى المواد الصمغية المثبتة ثلاث طبقات بنسبة ٣٪ و ٥٪ و ١٠٪ مع اضافة ١٪ من احدى المواد المبيدة للبكتريا والحشرات والفطريات .

الخشب المشبع بالماء : Waterlogged Wood

الخشب المشبع بالماء بنسبة تزيد على ٢٥٪ اذا تعرض الى البيئة الجوية من حركة الهواء وارتفاع في درجة الحرارة وبتأثير الجذب السطحي للماء اثناء عملية التبخر تنهار جدران خلاياه ويتغير شكله ويتقلص الحجم مع تمزق اليافه . ولحماية الخشب المشبع بالرطوبة من هذه الظاهرة يجب على المنقبين بعد اكتشافه مباشرة حفظه داخل اكياس لا تسمح بالتبخر مع القطن المشبع بالماء او وضعه في الماء لغاية تسليمه الى المختبر لكي يبقى محافظا على البيئة المشبعة بالماء وفي المختبر تبدأ عملية تجفيف الخشب مع الحفاظ على الشكل والحجم ، والمعالجة تعتمد على قاعدة ازاحة الماء من الخشب واحلال مادة صلبة بدل الماء . والمادة الصلبة التي تستعمل بهذا المجال من خواصها ان تكون سهلة الذوبان بالماء وتنصهر بارتفاع درجة الحرارة ، وان تجري العمليتان في آن واحد وقد تستمر المعالجة لمدة طويلة ، وبعد التأكد من ان الخشب تخلص من الماء وحلت المادة المنصهرة محل الماء تبدأ مرحلة تجميد المادة بخفض درجة الحرارة الى اقل من درجة انصهار المادة ، وعند اتمام الانجماد تمسك جدران الخلايا من الانهيار ومحافظة بذلك على الخشب من التلف . وبعد انجاز المعالجة ينبغي ان يبقى الخشب محتفظا بنسبة من الرطوبة لا تقل عن ١٥٪ .

وقد استعملت مواد كثيرة مثل السكر والشب والشمع ، كما استعملت

بعض المذيبات التي شدها السطحي قليل لتحل محل الماء وانجاز التجفيف بتصلبها او بتبخرها . كانت بعض هذه المواد تترك تشوها وتغيرات في الخشب بنسب قليلة مع حدوث بعض حالات التمزق اثناء المعالجة ، وبعد انجاز عملية التجفيف وحفظه في المخازن من تأثير المواد الكيمياوية المستعلمة ،او من تاثير التغيرات في درجة الحرارة ونسبة الرطوبة الجوية مما حث الباحثين لدراسة طبيعة تلك التغيرات والاسباب المؤدية اليها ، فتأكد ان السبب لانهيار جدران خلايا الخشب اثناء عملية المعالجة والتجفيف هو ضعف مقاومتها للشد السطحي للمواد الكيمياوية اثناء عملية التبخر لفقدان الخشب اغلب مادته السليلوزية ، وظهور التلف اثناء الخزن ناتج من تأثير المواد الكيمياوية المستعلمة في المعالجة بالحرارة والرطوبة مما يفقدها قوة التماسك فتحصل شقوق في الخشب ، لهذه الاسباب اجريت تجارب كثيرة وابعدت مواد كثيرة كانت تستعمل في المعالجة بعد التعرف على مواد افضل منها ولازال البحث مستمرا لايجاد مواد تعطي نتائج افضل ، ومن اهم المواد التي استعملت في المعالجة .

١ ـ مادة الشب Potash alum :

تركيبه الكيمياوي من (Potassium abuminium sulphate) استعمل لمدة طويلة في معالجة وتجفيف الخشب المشبع بالماء وقد اهمل استعماله الا في حالات ضيقة بعد التعرف على مواد نتائجها افضل منه لان نجاح استعماله كان محدودا على القطع الخشبية الصغيرة .

طريقة المعالجة :

يعامل الخشب بمحلول ١٠٪ من مادة الشب المذاب في الماء البارد وتبدأ مرحلة المعالجة بتسخينه تدريجيا الى ١٠٠ مئوية وخلال عمليات ارتفاع درجات الحرارة تدريجيا بصورة بطيئة تتناقص نسبة الماء التي في المحلول ويزداد تركيز الشب بعد انصهاره وبعد ان تصل نسبة تركيز الشب المنصهر في المحلول الى ٨٥٪ يرفع الخشب من الحوض ويعلق لفترة قصيرة لكي تتسرب الكمية الفائضة من الشب المنصهر ويوضع في خزانة التبريد فيبدأ بالانجماد ماسكا بذلك جدران خلايا الخشب من الانهيار ومحافظا على الشكل والحجم ، وبعد انخفاض درجة الحرارة الى درجة حرارة الغرفة يغسل سطح الخشب بالماء لاذابة مادة الشب المتجمعة عليه ، وتطلى بمادة دهن الكتان linseed oil وقد استعملت هذه الطريقة لمدة طويلة رغم الاضرار التي تحدث خلال عملية التجفيف واثناء الخزن ، ومن الدراسات التي قدمها (استراليا) N.Rosenquist اكد ان الاضرار التي تحدث اثناء الخزن من تاثير الرطوبة الجوية التي تمتصها مادة الشب ويبدأ بالتميع والتسرب الى سطح الخشب انه يترك املاحا بيضاء تشوه سطح الخشب ولضعف قوة تماسك جزيئاته تحدث تمزقا في الياف الخشب لهذه الاسباب اهمل استعماله .

بعد التعرف على مادة (P E G) polyethylane glycol . وقد اشار بعض المختصين في حالة استعمال مادة الشب الى طلي الخشب بعد جفافه بالمواد الصمغية المثبتة ليكون غلافاً يمنع تسرب الرطوبة بنسبة كبيرة الى داخل الخشب ويقاوم التاثيرات الخارجية والى حفظه في مخازن لاتزيد نسبة الرطوبة فيها على ٥٧٪ وبذلك نضمن حمايته من التلف او حصول بعض التغييرات في حجمه وشكله .

٢ ـ Ethyl Ether : استعملت كثير من التجارب على المذيبات لتحل محل الماء في عملية تجفيف الخشب . ومن الدراسات التي قدمها B.Brorson christensen لمقاومة الخشب الى قوة الشد السطحي للمذيبات كما موضحة في الجدول .

درجة الغليان	نسبة التقلص في الخشب	نسبة الشد السطحي	المادة
١٠٠	٨٥٪	٧٢,٧٥	Water
٧٨,٥	٦٠٪	٢٢,٣	ethyl alcohol
٦١,٣٦	٣٣٪	٢٧,١	chloroform
٥٦,١٦	٥٢٪	٢٣,١	acetone
٣٤,١	١٢٪	١٧,٠	Elhyl ether

وجد ان مادة Ethyl ether لا تترك اثناء تبخرها سوى تقلص في الحجم بنسبة قليلة بتأثير الشد السطحي للمادة المذيبة ولاحلال مادة Ethyl ether تمر بعدة مراحل يعامل الخشب مع محلول Ether alcohol تركيز ٩٠ ـ ٩٥٪ لمدة ٢٤ ساعة يليه نقل الخشب الى حوض اخر ليعامل مع مزيج من محلول بنسب متساوية ethyl ether ± alcohol ولمدة ٢٤ ساعة بعد ذلك يوضع في محلول ethyl ether النقي على ان يبدل المحلول مرتين خلال عملية احلال المذيب محل الماء في الخشب لكي يتخلص نهائيا من بقايا الماء والكحول . واثناء المعالجات ينبغي ان تكون المحاليل بحالة متحركة لتسهيل اندفاع المذيب الى داخل الخشب والامتزاج بالماء . ان عملية المعالجة لتجفيف الخشب بهذه الطريقة لا تتطلب وقتا طويلا ، وقد اكد christensen من نتائج التجارب المعالجة كانت نتائجها جيدة في اغلب القطع الخشبية . واشار ايضا الى حصول التواءات وتمزق الالياف في بعض القطع . ومن المعالجة التي قام بها R.M. Organ بمادة diethyl ether اكد ان الخشب بعد احلال المادة محل الماء بقى بحالة جيدة وهو في المحلول ولكن بعد السماح لمادة الايثر بالتبخر في درجة حرارة الغرفة ظهرت الحراشف على سطح الخشب لان قوة الشد السطحي لمادة الايثر مزقت الالياف كما أنها اضافة الى ذلك فللمادة مخاطر على العاملين ومرتفعة الثمن .

٣ ـ Trimethyl carbinol : تعرف المادة tetiary butyl alcohol رمزها الكيمياوي [(CH_3) CoH] تذوب في الماء وفي كثير من المذيبات العضوية لا تشتعل عند ملامستها جسما معدنيا ساخنا لذا فهي اكثر أمنا من مادة

diethyl ether ودرجة انصهارها ٢٥,٥ مئوية . وقد اشار اليها B.B. christensen في تجاربه لمعالجة وتجفيف الخشب بعد انصهار المادة وضع الخشب فيها لمدة ثلاثة اسابيع استبدلت المادة المنصهرة خلالها اربع مرات بقصد التخلص من الماء ، وبعد التأكد من احلال المادة محل الماء وضع الخشب في خزانة التبريد وخفضت درجة الحرارة الى ٢٢ مئوية فتجمدت مادة trimethyl carbinol داخل خلايا الخشب وللتأكد من ان الخشب قد تخلص من الماء تقاس درجة انصهار المحلول فاذا كانت مستقرة عند درجة ٢٥,٥ مئوية فهذا دليل على ان الخشب قد تخلص من الماء . وبعد جفاف الخشب وضع في خزانة تفريغ Vacuum chimber وتقليل نسبة الضغط الى اقل من الضغط الجوي فهذا يسرع عملية تبخر مادة Trimethyl carbinol واكد بعد ٤٨ ساعة داخل خزانة التفريغ لم تبق سوى رائحة قليلة منها ولم يلاحظ ظهور تغيرات وتشويهات او تمزق بعد ١٨ شهراً من خزنه . عند اعلان هذه النتيجة الجيدة اجرى R.M. Organ دراسة وتجارب على احدى عشرة قطعة خشبية مشبعة بالماء وضعت في المحلول المنصهر لمدة ثلاثة اسابيع مع تبديل المحلول خمس مرات ، وبعد التأكد من تبخر الماء واحلال المادة بدله وضع في خزانة التبريد وخفضت الحرارة الى ٢٢ مئوية وبعد انجاز انجماد المادة نقل الخشب الى خزانة التفريغ وكان مشبعا بـ ٤٠٠ غرام من المادة المتجمدة وبعد تخفيض الضغط لمدة خمسة ايام فان ما تبقى من المادة ثلاث غرامات فقط فكررت العملية داخل خزانة التفريغ تحت ضغط منخفض لمدة اسبوع واحد ، ونتيجة فحص الخشب لم يبق من المادة سوى رائحة قليلة ونتيجة هذه الدراسات وجد ان الخشب بعد جفافه وزنه قليل مع وجود بعض الالتواءات والتمزقات فيه ، حدث بعضها اثناء عملية التبخر والبعض الاخر حصل بعد عدة اشهر من الخزن في محل بارد ، وبهذا اكد عدم صلاحيتها واشار Anna M. Rosevquist الى ان المادة لا تصلح لمعالجة الخشب وان كانت قد اعطت نتائج جيدة في بعض الحالات لانها قليلة الكفاءة وخاصة للخشب القديم الفاقد لاغلب مادته السليلوزية ، كما اكد ظهور بعض الشقوق في الخشب من تأثير الرطوبة في المخازن اضافة الى الرائحة التي تلازم الخشب .

٤ ـ المواد الصمغية : استعملت عدة انواع من المواد الصمغية المستحلبة التي تمتزج مع الماء والكحول في معالجة الخشب المشبع بالماء . وقد اشار G.D. van der Haidg الى معالجة الخشب بمستحلب مادة Methyl cel-lulouse وكانت نتيجة المعالجة جيدة للقطع الخشبية المتوسطة القدم والمحتوية على نسبة جيدة من المادة السليلوزية التي قاومت الشد السطحي للماء اثناء التبخر . ومن الدراسات التي قام بها معهد Danish institute بمستحلب مادة Methyl cellulose اكد ان المادة لا تصلح في عملية تجفيف الخشب القديم الفاقد لاغلب مادته السليلوزية لان جدران الخلايا لا تقاوم قوة الشد السطحي للماء اثناء التبخر .

وفي مختبر موسكو المركزي اجريت معالجة للخشب المشبع بالماء بمستحلب مادة Urea Formaldehyde التي تمتزج بالماء وتتسرب الى داخل خلايا الخشب ، ونتيجة التجارب ظهر انها غير ناجحة في الحفاظ على الخشب اثناء عملية التبخر وتترك التواءات وتمزقات في الخشب . من هذا يتبين ان المواد الصمغية البلاستيكية والسليلوزية المستحلبة لا تصلح في استعمالها خلال عملية تجفيف الخشب الفاقد لمادته السليلوزية .

٥ ـ (P E G) polyethylene glycol : تعرف هذه المادة carbowax رمزها الكيمياوي « $CH_2OH(CH_2OCH_3)_nCH_2OH$ » وزنها الجزيئي من ٢٠٠ ـ ٤٠٠٠ تنصهر بدرجات حرارة مختلفة تبعا الى وزنها الجزيئي . تذوب في الماء والمذيبات العضوية . وقد وصفها W.R.Ambrose بأنها ربما تكون افضل مادة معروفة لمعالجة و تجفيف الخشب المشبع بالماء . واكد R.M.organ بأنها افضل مادة عرفت لتجفيف الخشب بدون حدوث تشويهات وتغيرات كبيرة في الشكل والحجم ، وهذه المادة اخذت تستعمل بنطاق واسع في معالجة وتجفيف الخشب والمعالجة تعتمد على عدة عوامل ، مثل حجم قطعة الخشب ودرجة التفسخ ونسبة التشبع بالرطوبة وطول مدة المعالجة ونوعية مادة P E G وقد وجدت ان بعض المشاكل ترتبط بالوزن الجزيئي لمادة P E G ان كان اقل من ١٠٠٠ او اكثر من ذلك فالمواد التي وزنها الجزيئي منخفض تكون اكثر قابلية على سرعة الانتشار والنفاذ الى داخل خلايا الخشب ولكنها اكثر تأثرا بالرطوبة ودرجة انصهارها منخفضة مما تسبب حدوث تلف في الخشب بعد جفافه وتعرضه الى ظروف جوية معاكسة .

ومن الدراسات المقدمة من Ray .M.seborg و Robert Binverarity أكدا ان الخشب المعالج بمادة carbowax 1000 اذا تعرض للجو الرطب يمتص بخار الماء وتبدأ المادة بالذوبان والتسرب الى السطح محدثة بعض التغيرات والتمزق ، واكدا ان المادة لا تصلح لمعالجة الخشب المتفسخ الفاقد لاغلب مادته السليلوزية . واشار W.R.Ambrose لحماية الخشب المعالج بمادة carbowax 1000 ينبغي حفظه في مخازن نسبة الرطوبة فيها منخفضة . لكي يبقى محافظا على تماسكه . ومن التجارب وجد ان مادة carbowax 4000 افضل مادة معروفة لتجفيف الخشب المتفسخ والمشبع بالماء . لانها مادة صلبة ، درجة انصهارها (٥٣° ـ ٥٥°مئوية) لا تتأثر بالرطوبة ، كما اكد R.M. Organ بعد معالجته لمجموعة من القطع الخشبية انها قد اعطت نتائج جيدة بدون حدوث تشويهات او تغيرات كبيرة في الشكل والحجم . واشار Anton Mihoilov الى استعمال نوعين من شمع « Carbowax 15000 و P.E.G Carbowax 4000 » الاولى في بداية المعالجة لقابليتها على النفاذ الى داخل الخشب وان تستمر معاملة الخشب بهذه المادة الشمعية الى ان يصل تركيز المحلول ٣٠٪ عند ذلك تبدأ مرحلة المعالجة بمادة Carbowax 4000 التي تتميز بصلابتها وعدم تأثرها بالرطوبة ، ودرجة انصهاره مرتفعة مع اضافة ١٪ من احدى المواد المبيدة لمنع التعفن و ٢٪ كلسرين لتسهيل مهمة ازاحة الشمع من سطح الخشب .

مراحل المعالجة :

١ ـ يغسل الخشب المشبع بالماء وينظف من الاتربة والمواد العالقة بفرشاة شعر لينة تحت ماء الحنفية .

٢ ـ يوضع الخشب في احواض ارتفاعها يسمح بوضع الماء المذاب فيه مادة (٥ ـ ١٢٪) P.E.G بارتفاع لايقل عن عشرة اضعاف ارتفاع سمك الخشب اما اذا كان الحوض اقل ارتفاعا فينبغي زيادة نسبة تركيز المادة بحيث تكون كمية المادة الشمعية P E G بعد تبخر الماء كافية لتغطية الخشب المنقوع فيها وان لايكون الحوض من معدن النحاس او الحديد لانهما من المعادن التي تصدأ .

٣ ـ توضع الاحواض داخل فرن التجفيف لان المعالجة في عملية التجفيف تتطلب رفع درجة الحرارة التدريجي بصورة بطيئة الى ان تصل بعدة عدة ايام او اسابيع من استمرار المعالجة الى اكثر من درجة انصهار المادة بحدود ٦٠ مئوية او اكثر من ذلك في بعض الحالات . وتقدر مدة بقاء الخشب في المحلول من ١٠ الى ٣٠ اسبوعا وهذا يعتمد على حجم قطعة الخشب ونسبة التلف . وللتأكد من ان الخشب تخلص من الماء وانه نظيف من الشوائب . تؤخذ عينة من محلول مادة P E G المنصهره من الحوض الذي فيه الخشب وتوضع على سطح بارد لتتجمد فاذا بقيت لزجة ولونها داكناً مع انتشار الشوائب فيه تؤخذ كمية من شمع P E G وتوضع في وعاء وتسخن الى درجة حرارة معادلة الى درجة حرارة الشمع الذي فيه الخشب ، وبعد انصهار المادة يرفع الخشب من الحوض الذي فيه الشمع الملوث ، ويوضع في الحوض الاخر ويبقى فيه لمدة اسبوع وبعد ذلك تجري فحص عينة من المحلول فاذا بقيت لزجة وملوثة تكرر العملية الى ان تظهر نتيجة فحص العينة بعد انجماده من تصلب ونظافة . عند ذلك يرفع الخشب من الحوض ويعلق لفترة قصيرة لكي تتسرب الكمية الفائضة من الشمع مع الاستعانة بالهواء الساخن الذي يوجه الى سطح الخشب ليؤخر انجماد الشمع على السطح بعد ذلك يوضع الخشب داخل براد فيتجمد الشمع المنتشر داخل خلايا الخشب ماسكا بذلك جدرانها من الانهيار ومحافظا على الشكل والحجم . بعد انجاز المعالجة ينظف سطح الخشب من الشمع المتراكم عليه بمادة toluene الساخن مع الاستعانة بالفرشاة لتسهيل اذابته واخيرا تطلى القطع الخشبية باحدى المواد الصمغية المثبتة .

حالات المعالجة :

١ ـ خشب مشبع بالماء بنسبة تزيد على ٢٢٪ الى ٣٢٪ بعد تنظيفه من المواد الغريبة بالتفريش ، يعامل مع محلول P E G 4000 المذاب في Athyl alcohol او في مزيج من المذيبات (Ethyll alcohol + ماء) او (Ethanol + ماء) بنسب متساوية ومادة P E G تستعمل بنسب تتراوح من ٥٪ الى ١٢٪ مع المذيب يضاف الى المحلول ١٪ من المبيدة للعفنيات من مادة Pentachlorophenate او مادة Sodium Salicylanilide Tetrahydrate ضد التعفن ، والمعالجة تستمر لعدة اسابيع مع الاستمرار التدريجي البطيء في ارتفاع درجة الحرارة وقد اجريت معالجة خشب نسبة الرطوبة فيه من ٢٢٪ الى ٣٢٪ بمادة ٥٪ PEG 4000 المذاب بنسب متساوية (Ethanol + ماء) مع اضافة ١٪ من مادة S.P.C.P. ضد التعفن لمدة ١٦ ساعة بعد ذلك اضيفت كمية اخرى من الشمع ليكون التركيز ١٢٪ وبقى الخشب في هذا المحلول لمدة ثلاثة اشهر مع استمرار الارتفاع التدريجي في درجة الحرارة من درجة حرارة الغرفة (٢٠ مئوية) الى ٦٥ مئوية . وبعد جفاف الخشب ينظف السطح من الشمع المتراكم بمادة التلووين الساخن واخيرا طلية ثلاث طبقات بنسب ٣٪ و ٥٪ و ١٠٪ Paraloid B 72 المذاب في Toluene .

٢ ـ الخشب المشبع بالماء بنسبة (٣٢٪ ـ ٨٠٪ بعد تنظيفه من المواد العالقة يوضع في الماء لعدة ايام مع اضافة مادة SPCP ضد التعفن ويبقى في الماء الى ان تصل نسبة تشبعه بالماء الى مايقارب ٨٠٪ عند ذلك يعامل معاملة الخشب المشبع بالماء بنسبة ٨٠٪ .

اجريت معالجة خشب مشبع بالماء القسم العلوي منه بنسبة (٣٢-٣٧)٪ والقسم السفلي بنسبة ٤٣٪ بعد تنظيفه من المواد العالقة وضع في الماء المضاف اليه ٠,٢٪ Sodium Pentachlorophenate ضد التعفن و١٪ PEG 1500 بقي فيه لمدة ٢٣ يوما فارتفعت نسبة تشبعه بالماء الى ٧٣٪ بعد ذلك تمت معالجته في المرحلة الاولى بمادة PEG 1500 بنسبة ٥٪ مع استمرار الارتفاع التدريجي البطيء في درجة الحرارة وبتأثير التبخر خلال تلك الفترة ارتفع تركيز المحلول الى ٣٠٪ فتوقف العمل من استعمال مادة « PEG 1500 » واستمرت المعالجة بمادة « PEG 4000 » وكميتها كانت معادلة الى كمية مادة PEG1500 التي استعمل في البداية . باتباع مراحل المعالجة التالية :

يوضع الخشب في حوض ارتفاع عمود الماء فيه عشرة اضعاف ارتفاع سمك الخشب مذاب في الماء ٥٪ PEG 1500 ووضع الاناء في خزانة التجفيف بقصد تنظيم رفع درجة الحرارة التدريجي وخلال الـ ٢١ يوما كان ارتفاعها من ٢٠ مئوية الى ٢٥ مئوية وبتأثير استمرارية التبخر خلال تلك الفترة ارتفعت نسبة التركيز الى ١٠٪ وبعد ٣١ يوما اخرى وصلت درجة الحرارة الى ٤٠ مئوية ونسبة التركيز الى ٣٠٪ فتوقف من استعمال مادةPEG 1500 وتبدأ باستعمال مادة PEG 4000 والقصد من استعمال مادة PEG 1500 لان وزنها الجزيئي قليل مما يسهل تسرب المادة الى داخل خلايا الخشب اكثر تجاوبا من مادة PEG 4000 التي استعملت في المرحلة الثانية لان درجة انصهارها مرتفعة ، وفي بداية استعمال مادة PEG 4000 عند تركيز ٣٠٪ الى ٤٠٪ وضعت ربع الكمية وعند تركيز ٤٠٪ الى ٥٥٪ اضيف ٥٪ كلسرين وفي تركيز ٦٠٪ الى ٧٥٪ اصبحت نسبة الكلسرين المضافة ١٪ ومن ٨٠٪ الى ٩٥٪ كان الكلسرين يعادل ١,٥٪ وبعد خفض التركيز ارتفعت نسبة الكلسرين الى ٢٪ وعند تركيز ٨٠٪ كانت كمية PEG 4000 تعادل كمية PEG 1500 التي استعملت في المرحلة الاولى ومعالجة الخشب خلال العمليات استمرت لمدة ٢٦٢ يوما ٢٣ يوما للتشبع بالماء و ٢٣٩ يوما لمراحل التجفيف واعلى نسبة تركيز للمحلول وصلت الى ٩٥٪ وعند نهاية المعالجة انخفضت الى ٨٥٪ لان الخشب ينبغي ان يبقى محتفظا بنسبة رطوبة تزيد على ١٥٪ ودرجة الحرارة ارتفعت تدريجياً الى ٦٦ مئوية خلال ٢٠٨ أيام وعند انتهاء المعالجة وصلت درجة الحرارة الى ٦٤° مئوية . القصد من ارتفاع نسبة التركيز والحرارة ثم خفض النسب لكي يتشبع الخشب بالشمع بنسب متساوية . ومراحل المعالجة يوضحها الجدول التالي :

درجة الحرارة المئوية	يوم	تشبع الخشب بالماء ٪	مادة PEG	مادة SPCP ضد التعفن	الكلسرين
٢٠°م	٢٣	٧٣	١٪ (1500)	٠,٢٪	
٢٠°م	١٤	٦٥	٥٪		
٢٥°	٧	٦٣	١٠٪		
٣٠	٧	٥٧	١٥٪	٠,٥٪	
٣٥	٨	٥٢	٢٠٪		
٣٨	٨	٤٧	٢٥٪		
٤٠	٨	٤٣	٣٠٪		
٤٢	٨	٤٠	٤٠٪	PGG ١/٤ 4000	٠,٢٥٪
٤٥	٩	٣٧	٤٥٪		
٤٨	٩	٣٤	٥٠٪		
٥٠	٩	٣١	٥٥٪		
٥٢	٩	٢٩	٦٠٪		٠,٥٪
٥٤	١١	٢٧	٦٥٪		
٥٦	١١	٢٥	٧٠٪		
٥٨°	١٢	٢٣	٧٠		
٦٠	١٣	٢١	٧٥		
٦٢	١٤	١٩	٨٠	كمية Peg 4000 اصبحت تعادل كمية PEG 1500	٠,٥٪
٦٤	١٦	١٧	٨٥		
٦٦	١٦	١٥	٩٠		
٦٦	٧	١٤	٩٥		
٦٦	١٢	١٥	٩٠		٠,٥٪
٦٤	٣١	١٥	٨٥		

لمعالجة الخشب المشبع بالماء استعملت ١٢٪ من مادة PEG من حجم الماء المستعمل ٦٪ من شمع PEG15000 و ٦٪ PEG 4000 وقد مزج معه ما معدله ٠,٧٪ S.P.C.P. ضد التعفن و ٢٪ كلسرين القصد من استعمال الكلسرين لكي يمنع تكلس الشمع على الخشب واثناء المعالجة رفع تركيز المحلول للسائل الى ٩٥٪ ومن ثم خفضه الى ٨٥٪ القصد من ذلك لكي يتوزع الشمع داخل الخشب والاقسام السطحية منه بالتساوي وبعد انجاز المعالجة خفضت درجة حرارة فرن التجفيف الى ٥٠ مئوية بعد ذلك رفع الخشب من الفرن وعلق لفترة قصيرة للتخلص من الشمع الفائض والشمع المتبقي والمتجمع على السطح نظف بمادة Methylated spirits او مادة Ethyl alcohol لاذابة الشمع المتجمع على الخشب واخيرا طلي الخشب بالمادة المثبتة المتكونة من (٣٪ cosmoloid + ٢٪ paraloid + ٩٥٪ toluene) وكانت نتيجة معالجة جيدة وقد بقى الخشب محافظا على الشكل والحجم بدون حدوث اية تغيرات فيها . Cosmoloid - Microcrystalline wax ..

٣ ـ الخشب المشبع بالماء بنسبة تزيد على ٨٠٪ : عادة مثل هذا الخشب يكتشف داخل مستنقع او في البحار او الانهار فعند اكتشافه يكون محافظا على شكله وحجمه ولما كان مشبعا بالماء اذن ممكن غسله وتنظيفه بالماء مع التفريش ولمعالجته يعامل مع مادة PEG بان يوضع الخشب في حوض ارتفاع عمود الماء عشرة اضعاف سمك الخشب مع اضافة (٠,٥ الى١٪) من المواد السميه المبيدة لمنع التعفن اضافة الى ٢٪ من الكلسرين كما وضحنا ذلك في الموضوع السابق والمعالجة تستمر لمدة عشرة اسابيع لتجفيف القطع الخشبية الصغيرة اما القطع الخشبية الكبيرة قد تتطلب مدة اطول من ذلك .

والخشب الذي لايمكن وضعه في داخل الحوض تستعمل مادة PEG في المرحلة الاولى بتركيز ٧٪ بدلا من ٥٪ ويعامل الخشب بهذه المادة بالرش مع تغليف الخشب بغطاء لا يسمح بالتبخر يتخلله رش الخشب بالماء لكي يبقى محتفظا بنسبة رطوبة ٨٠٪ ، وفي هذه الحالة تتم المعالجة في الحفاظ على حجم وشكل الخشب تحتاج الى مدة تزيد على السنة وبعد كل عملية صيانة وعند جفافه يطلى بمادة مثبتة شمعية او صمغية او مزيج من ذلك .

1. H.J. Plenderleith: The conservation of Antiquities and works of Art. 1959.

2. Unesco: The conservation of cultural property prepared in cooperation with the international centre for the study of the preservation and restoration of cultural property. Rome. Italy 1968.

3. Ray M. Seborg and Robert B. Inverarity: Conservation of 200 year old waterlogged Boats with polyethylene Glycol. Studies in conservation volume 7 Number 4 1962 p. (111-119).

4. Anna M. Rosenquist: The stabilizing of wood found in viking ship of oseberg part I and part II studies in conservation volume IV Number 1 1959.

5. R.M. Organ: Carbowax and other materials in the treatment of waterlogged paleolethic volume IV Number 1 (1959).

6. Anton Mihailov: Conservation of wood which has stayed in water in the P.R. of Bulgarid Icom 1975.

7. Anton Michailov: Conservation of a thracian one log Boat National institute on monuments Bulgaria. Icom 1978.

8. W.R. Ambrose: Stabilizing swamp wood by freeze drying Icom 1975.

9. J. de Jong: The conservation of waterlogged Timber at Ketelhaven (Holand) Icom 1975.

10. David R. Tilbrooke: Acid vapour derusting of sandstone building blocks. Icom 1975.

11. E.G. Sheining: The technique of conservation of old Russian frescoes Icom 1978.

14. D.S. Lebkova and G.N. Tomashenich: Protection of quarry stone and Brick of Architectural monuments against physico-chemical effects and Biological delerioration Icom 1975.

15. V.P. Buryi: Field restoration works 1972-1973 in Afghanistan Icom 1975.