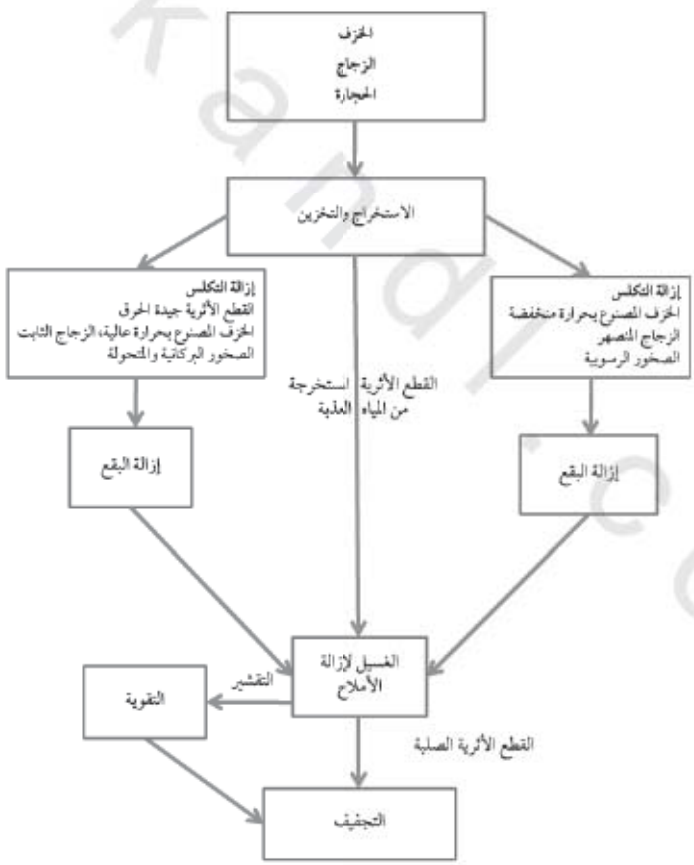
الخزف والزجاج والحجارة الأثرية
Archaeological Ceramic, Glass and Stone



الشكل (٣٤). رسم بياني يوضح معالجة الخزف والزجاج والحجارة.

طرق معالجة الخزف والزجاج والحجارة
كما وردت في النصوص المكتوبة حول عملية الترميم

إزالة التكلسات

المواد الكيميائية.....الأحماض- القطع الأثرية الصلبة

حمض السيتريك

حمض الأوكساليك

حمض الفوسفوريك

حمض الهيدروكلوريك

سداسي ذرات ميتافوسفايت الصوديوم

الأدوات

مشرط

أعواد أسنان

إزالة البقع

المواد الكيميائية

حمض السيتريك

حمض الأوكساليك

حمض الفوسفوريك

حمض الهيدروكلوريك

حمض الهيدروفلوريك

ثنائي وثلاثي ورباعي أملاح الصوديوم الخاصة بحمض رباعي خلات الديامين إيثيلين

الغسل لإزالة الأملاح

عملية الغسل الثابتة لإزالة الأملاح.....للقطع الأثرية الدقيقة

الغسل بواسطة الخض

تدفق المياه أثناء الغسل..... يحتاج لكميات هائلة من المياه العذبة

عملية التقوية B-72

خلات البوليفينيل

زيت السيليكون..... عملية غير معكوسة

الراتينج المخترق..... عملية غير معكوسة

الشكل (٣٥). خلاصة طرق معالجة الخزف والزجاج والحجارة.

obeikandl.com

نظرية الخزف والزجاج والحجارة (المواد الحجرية)
Ceramic, Glass and Stone (Lithics)-Theory

هناك ارتباط وثيق بين الخزف والزجاج والحجارة وذلك لعدة أسباب؛ فهي أولاً تمثل فئة القطع الأثرية المصنعة من قبل الإنسان، التي تتحدى جميع العوامل التي تهدد بقاءها، حيث إن طبيعتها الصلبة غالباً ما تعكس بوضوح تلك الحقيقة التي تبين أن هذه المواد تشكل جزءاً كبيراً من الآثار المادية، التي أنتجتها حضارة ما في المواقع الأثرية، حيث يمكننا أن نجد الآنية الخزفية الخاصة بالتخزين إلى جانب الآجر وأدوات المائدة والأواني الخزفية المجوفة والقوارير الفارغة في أماكن متفرقة من المواقع الأثرية، التي تعود للحقب التاريخية التي تلت ولادة السيد المسيح، في حين أن الحجارة الخزفية التي تم تشذيبها بالصوان (حجارة)، إلى جانب ثقوب المقذوفات والشفرات ذات الوجهين والرقائق المتبقية من أدوات النقر الموسيقية تمثل مجموعة القطع الأثرية الموجودة، التي يمكن أن تميز المواقع الأثرية، التي تعود لحقبة ما قبل التاريخ. وعلى الرغم من أن القطع الأثرية المصنوعة من هذه المواد يمكن أن تأتي مكسورة، إلاّ أن المادة التي صنعت منها تلك القطع تبدو وكأنها غير قابلة للكسر، أما الحقيقة التي تلازم معظم هذه المواد فتتمثل في أن دخولها إلى سجل الآثار، بالرغم من كل ما أصابها من تكسر وتحطم وفقدان لبعض أجزائها، ليس أقسى ما يمكن أن يصيبها.

وتلتقي القطع الأثرية الخزفية والزجاجية والحجرية عند نقاط أخرى، مثل: طريقة صنعها ونسبة المعادن الموجودة فيها، ولذلك قام بليندرليث وفيرنر بضمها في مجموعة "المواد السيليكونية وما يتعلق بها"؛ وذلك بسبب نسبة السيليكات الموجودة فيها (Plenderleith and Werner, 1971: 299–343)، حيث تتألف معظم أجزاء القشرة الأرضية من سيليكات مختلفة كثاني أكسيد السيليكون (الرمل)، والصلصال، ومعدن التلك، وسيليكات الألمنيوم، وغيرها من السيليكات، التي تظهر بشكل أو بآخر، وتعدّ الروابط بين السيليكات قوية للغاية، على الرغم من اختلاف نسبة المعادن في

كافة أنواعها. ومعظم هذه المواد، باستثناء الصخور الرسوبية، هي من صنع الطبيعة، أو يقوم الإنسان بتشكيلها عبر تعريضها لدرجات حرارة عالية جداً، وهذا ما يجعلها جميعاً تتصف بصفات مشتركة، رغم أنها قد تكونت من عناصر مختلفة، ولهذا، فإن معالجتها خلال عملية الترميم تتخذ الأسلوب ذاته.

قد تبدو عملية ترميم القطع الخزفية، أو الزجاجية، أو الحجرية مسألة بسيطة، ويعود ذلك للمتانة التي تتصف بها تلك المواد، إلاّ أن الحقيقة هي أنه في الوقت الذي يشعر به فني الترميم بمرونة التعامل مع هذه المواد، التي لا تتفتت أثناء التعامل معها، أو تخزينها، أو معالجتها بخشونة، إلاّ أنها ليست كلها ذات نفس الخصائص المتناغمة؛ لأن بعض هذه المواد يتمتع بالصلابة في الوقت الذي تكون فيه المواد الأخرى في غاية الهشاشة، ويرجع ذلك إلى نسبة المعادن الموجودة فيها، وطريقة التصنيع، ودرجة الحرارة أثناء الصنع، وفي جميع الأحوال فإن استخراج هذه القطع من باطن الأرض، أو من قاع البحر حيث كانت تتمتع بوسط مستقر سيؤدي إلى بدء عمليات التحلل، التي لا بد من التخفيف من حدتها.

وهنا لابد وأن نذكّر كلاً من عالم الآثار وفني الترميم بضرورة تمييز وفحص المادة التي يعملان عليها، إذ ينبغي التمييز بين الأواني الحجرية المصنوعة بدرجات حرارة عالية والسيراميك وبين الأواني الفخارية المصنوعة من الصلصال، وبالطريقة ذاتها لابد من تمييز حجر الكلس والرخام عن حجر الصوان أو البازلت، ولن نتطرق في هذا الكتاب إلى الحديث عن الخزف والزجاج وفقاً للتصنيفات الجيولوجية، إلاّ أن أهمية هذا التصنيف تؤكد على تلك الصلة الوثيقة التي تربط بين عالم الآثار وفني الترميم، إذ ينبغي على هذين الشخصين المختصين بهذا المجال أن يتلقيا تدريباً خاصاً، أو أن يطلعا على تصنيف تلك المواد بشكل علمي، كما يتوجب عليهما دراسة رموزها؛ لأن هذه الأمور تشكل الأساس الذي تبنى عليه سائر أعمال الترميم.

ومما يدل على متانة هذه الفئة من المواد وقدرتها على التحمل قلة المراجع والأبحاث، التي أجريت حولها مقارنةً بالعناصر الأقل ثباتاً، إضافة إلى الاهتمامات الاقتصادية والهندسية بالمعادن التي نشهدها اليوم، إلاّ أن ذلك أيضاً يعكس حقيقة مفادها أنه على الرغم من توفر الكتب والدراسات حول الخزف والزجاج، إلاّ أنها وجدت لترضي أذواق جامعي القطع الأثرية وذواقي الفنون فقط، حيث تهتم هذه المراجع بشكل القطعة الأثرية وصورتها الفنية بشكل أساسي، فليس من الضروري بالنسبة لها أن تتطرق لأي تحليل عميق حول مادة القطعة الأثرية، أو كيفية صناعتها، وهنا يتقاطع كل من علم الآثار والترميم مع فرعي الهندسة والتقنية الصناعية، أما الدراسات الجيولوجية، التي تعدّ كثيرة وخاصة، فيما يتعلق بعلم تصنيف الحجارة، والمعادن، وكذلك كيفية تشكل الصخور، فهي تصبح قليلة، بل نادرة الوجود إذا كان الأمر يتعلق بدراسة تأثير النشاط البشري على الحجارة مثلاً. وفيما يلي لمحات موجزة تم جمعها من المعلومات الواردة في المراجع العامة، بحيث يمكن لهذه المعلومات الموجزة أن تقدم للقارئ الأساس المعرفي والفهم اللازم للقيام بعمليات المعالجة، التي اخترناها لترميم الخزف والزجاج والحجارة.

نظرية الخزف

Ceramics—Theory

يمكننا أن نجد البقايا المتكسرة من القطع الفخارية في مواقع الحفر، التي تعود إلى العصور التاريخية، أو إلى حقبة ما قبل التاريخ بشكل عام، كما تزخر المواقع الأثرية، التي تقع تحت سطح الماء بهذه القطع، إذ كثيراً ما تكون السفن محملة بكميات كبيرة من الأواني المخصصة للتخزين، أو أواني المطبخ، وكان ذلك يستخدم للتجارة فيما مضى. ويعود استخدام الفخار والخزف لنحو ١٠ آلاف سنة، حيث انطلقت تلك الصناعة منذ العصر الحجري الحديث، فقد ساعد الخزف بني البشر على حفظ وجمع

ونقل السلع الزراعية والمعدنية، التي لم تكن موجودة قبلاً، أما مقاومة الفخار لتسرب السوائل وللحرارة فقد غيرت من عادات الطهي، التي كان البشر يتبعونها قبل ظهوره، كما أن تزامن ظهور الفخار مع التطور الزراعي ساعد على حفظ المشروبات، التي تحتاج إلى تخمر، وهكذا حافظ الفخار على شكله الثابت على مرّ الأزمان، وتقوم أبسط شروطه بتشكيل إناء من الصلصال، ومن ثم يتم حرق تلك الأواني إلى أن تتحول إلى كتلة صلبة بحيث لا تسمح بمرور الماء من خلالها، أما الصلصال فيتألف من سيليكات متفككة بفعل عوامل التجوية (weathering) يصل حجمها إلى ٤ ميكرون، وتتخذ لون العنصر المتعدن السائد في التربة، فأكاسيد الحديد مثلاً قد تجعل لون الصلصال أحمر، في حين أن أملاح الألمنيوم تضفي اللون الأبيض إلى الصلصال الصيني.

لاحظ الخزافون الأوائل أنه لابد للصلصال الصافي أن يتشقق أثناء وضعه داخل النار، ولهذا ينبغي إضافة مادة أخرى لمنع حدوث هذه التشققات، وعملياً يمكن لأي مادة أن تتحول إلى ذلك الشيء الذي يعدل من خصائص الفخار، أما تاريخياً فكانت المواد المستخدمة لتلك الغاية تتألف من الرمل ومطحون الأصداف والأعشاب والسماد أو الرماد، ويمكن التعرف على أي قطعة خزفية من خلال هذه المادة المضافة.

وكان الفخار يصنع دوماً بشكل يدوي خلال حقبة ما قبل التاريخ، وذلك بصنع شكل ثلاثي الأبعاد، وقد تتطلب هذه المسألة عند صناعة الأواني الكثير من الطرق الخاصة لتشذيب وتشكيل الآنية المصمتة، ثم تم إدخال المزيد من الأساليب الأكثر تعقيداً مع مرور الأيام لتشمل طريقة اللف، أو اللوح، أو العجلة (coil، slab or paddle)، حيث يتم القيام بهذه الطريقة، كما يوحي اسمها، بتصنيع شكل الآنية لف الصلصال، أو بتشكيل ألواح منه يتم تشذيبها لتتحول إلى أجزاء ملتحمة معاً، أما عملية وضع الصلصال داخل قوالب من الجص ثم قلبه على دولاب فتعدّ شكلاً من أشكال صناعة الفخار، التي تطورت خلال الحقب التاريخية، بحيث أصبحت تستخدم معدات أخرى لتحل محل صناعة الفخار بشكل يدوي فقط.

ويمكننا أن نميز الخزف المصنوع خلال الحقب التاريخية من أنواع الصلصال المستخدمة فيه، وكذلك من نسبة المعادن التي يحتويها ومدى لمعانها، إضافة إلى طرق تزيين كل منها، ودرجة حرارة النار عند حرقها. وعموماً يمكن تقسيم الخزف إلى مجموعتين بحسب درجة حرارة النار أثناء صنعها: مجموعة القطع المصنوعة بدرجات حرارة عالية، وتلك المصنوعة بدرجات حرارة منخفضة، ومن الواجب التمييز بين هاتين الفئتين لتحديد طريقة الترميم التي ستنفذ على القطعة الخزفية.

تشتمل الأواني المصنوعة بدرجة حرارة منخفضة على قطع تراكوتا (Terra- cotta)، التي وضعت في فرن تقل درجة حرارته عن ١٠٠٠ درجة مئوية، والأواني الخزفية، التي تتراوح درجة الحرارة أثناء صنعها بين ٩٠٠ و١٢٠٠ درجة مئوية، وتكون قطع التراكوتا سريعة العطب في أغلب الأحيان، ويعود معظمها إلى حقبة ما قبل التاريخ، في حين أن الآنية الخزفية التي صنعت خلال العصور التاريخية تكون أشد صلابة؛ لأنها تعرضت لدرجة حرارة أكبر أثناء تصنيعها، وتأتي بلون أحمر، أو أصفر، أو أصفر مائل للبرتقالي، ويعود ذلك إلى نسبة المعادن الموجودة فيها، وبالرغم من أنها تعرضت لدرجات حرارة أعلى من تلك التي تعرضت لها قطع التراكوتا (Terra-cotta)، إلاّ أنه لا يمكن للفخار أن يصمد إزاء الماء ولهذا يجب تغطيته بطلاء الخزف، أو بقطعة من القماش لمنع وصول الماء إليه، ومع ذلك لابد لفني الترميم أن يكون على دراية كاملة بشأن الآنية الخزفية الفخارية، التي يمكن أن تكون قد تعرضت لمشكلات نتيجة تسرب الأملاح إليها.

وعموماً لا يمكن العثور على خزف أثري بلا عيوب، وهذا ما يؤدي إلى تسرب الملوثات التي تحملها مياه التربة، مثل: الأملاح إلى جسم القطعة الفخارية، أو حتى الأجزاء المكسورة منها. ويمكن لحالات تسرب الأملاح وظهور البقع أن توجد في المواقع البرية الجافة، أو تلك الموجودة في الماء، حيث يمكن للأملاح المنحلة أن تتسرب إلى جسم القطعة الخزفية لتتخذ شكل بلورات صلبة عندما تجف هذه القطعة الخزفية، وقد يؤدي تمدد هذه البلورات إلى إزالة اللمعة، أو تقشر أجزاء من القطعة الخزفية، أما

ظهور البقع فهو مؤشر على تسرب الأملاح المعدنية، حيث تؤدي أملاح الحديد إلى ظهور بقع برتقالية اللون عادة، في حين أن النحاس يساعد على انتشار بقع ذات لون أزرق مائل للخضرة. ولدى استثناء تأثير الحموض على القطعة نتوصل إلى نتيجة مفادها أنه يمكن لهذه القطع أن تتسبب في تكسر أجزاء من جسم الآنية الخزفية، كما يمكن أيضاً للبقع العضوية الناتجة عن الكبريتيد الأسود أن تتسرب إلى جسم أي قطعة خزفية لتبدأ مرحلة تفكك وتحلل هذه القطعة.

ويمكن أن يعثر على الآنية الخزفية المستخرجة من قاع البحار، وهي مغلفة برواسب كلسية خلفتها الأحياء الدقيقة، حيث تقوم أسماك الببغاء (parrot fish) والأحياء القادرة على حفر الحجارة بتدمير السطح المكشوف للآنية الخزفية، ثم إن سمكة الببغاء على وجه الخصوص لا يهنأ لها بال إلاّ بعد أن تترك آثار كشط وسحج متقاطعة بواسطة أسنانها الحادة وذلك حينما تريد أن تتغذى على الطحالب التي تنمو على السطح الخارجي للقطعة الفخارية.

وفيما يلي نقدم لعالم الآثار وفني الترميم قائمة بأسماء المواد التي تدخل في تركيب الأواني الفخارية التي تصنع بدرجات حرارة منخفضة وبدرجات الحرارة التقريبية التي تصنع بها هذه القطع.

تشمل القطع الفخارية التي صُنعت بحرارة منخفضة الأواني الحجرية التي صنعت بدرجة حرارة تتراوح ما بين ١٢٠٠ إلى ١٣٠٠ درجة مئوية، وكذلك الخزف الصيني، أو الخزف المصنوع من العجائن القاسية، الذي تم صُنعه بدرجة حرارة تتراوح ما بين ١٢٥٠ إلى ١٤٥٠ درجة مئوية. أما الأواني الخزفية، التي تم تصنيعها بدرجات حرارة عالية فتشمل كتلاً صلبة غير مسامية تقوم بالتلبد أو الذوبان لتصنع منها مادة غير منفذة تمنع وصول الماء، أو الأملاح إليها، ولذلك تعدّ عملية ترميمها أسهل بكثير من عملية ترميم الآنية الخزفية، التي تم تصنيعها بدرجات حرارة منخفضة. وهنا تجدر الإشارة إلى أنه لم يُصنّع الخزف الصيني المصنوع من عجينة قاسية بشكل فعلي في

أوروبا إلاّ حينما قام فريدريك بوتجرز من مدينة مايسن الألمانية بتصنيعه، وكان ذلك في مطلع القرن الثامن عشر (Hunter, 2003: 136).

الأواني الخزفية المصنوعة بدرجات حرارة منخفضة

الأواني الصلصالية	
الطوب الطيني يتم تجفيفه بأشعة الشمس	
الأواني الصلصالية (التي توضع في النار)	٤٠٠-٦٥٠
تراكوتا	<١٠٠٠
الأواني الخزفية	
آنية القشدة الصينية الملمّعة	١٠٥٠
آنية القشدة (أواني الملكة)	١٠٥٠
الخزف المصقول (صناعة هولندية مقلدة للخزف الصيني)	١٠٥٠
الخزف المزخرف (صناعة فرنسية مقلدة للخزف الصيني)	١٠٥٠
الأواني الصلصالية الصناعية	لا توجد درجة معينة
حجر الحديد	١٢٠٠
الآنية الخاصة بأدوات التدوير	١١٥٠
الأواني الصلصالية الرخامية	لا توجد درجة معينة
الأواني العقيقية	لا توجد درجة معينة
خزف الميوليق (صناعة إيطالية مقلدة للخزف الصيني)	١٠٥٠
اللؤلؤة البيضاء أو الخزف الصيني المصقول (يعرف باسم الخزف اللؤلؤي)	١١٥٠
الخزف البرتغالي المزخرف (صناعة برتغالية مقلدة للخزف الصيني)	١٠٥٠
الأواني الخزفية ذات الجسم الأحمر	٩٠٠
الأواني الصلصالية	١٠٥٠
خزف سغرافيتو (Sgraffito)	لا توجد درجة معينة
الخزف السبودي	لا توجد درجة معينة
الخزف المصنوع بطريقة الخراطة	لا توجد درجة معينة
الجرانيت الأبيض لا توجد درجة معينة	
الخزف الأبيض ١٢٠٠	
الأواني الخزفية المصنوعة بحجر الشحذ لا توجد درجة معينة	

openkandil.com

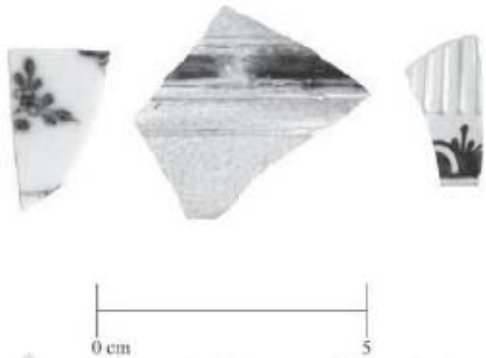
الأواني الخزفية المصنوعة بدرجات حرارة عالية

الأواني الحجرية	
الأواني الحجرية ذات الطبقة الملحية الملساء	١٢٥٠
الأواني الحجرية ذات الجسم رمادي اللون	١٢٥٠
حجر اليشب الكريم لا توجد درجة معينة	
روسو أنتيكو	١٢٥٠
الأواني الحجرية ذات الطبقة الملحية البيضاء	١٢٥٠
الخزف الصيني	
العجينة الصينية الصلبة	١٢٥٠–١٤٥٠
العجينة الأوروبية الصلبة	١٢٥٠–١٤٥٠

(Pearson, 1987: 100; Hunter, 2003)

ويمكن أن تظهر البقع على سطح القطع الخزفية، التي تم تصنيعها بدرجات حرارة عالية، كما يمكن أن تتعرض لتكلسات جيرية، وذلك حينما تكون في المحيطات، إلاّ أنه لن يكون بمقدور هذه البقع والتكلسات اختراق جسم القطعة الخزفية، كما هي الحال مع القطع الخزفية المصنعة تحت درجات حرارة منخفضة، ورغم وصف بعض الآنية الحجرية أنها تحتوي على طبقات ملحية بيضاء، إلاّ أن هذه الطبقة ليست بطبقة حقيقية.

وتعتمد عملية ظهور طبقات الملح على إضافة الملح إلى التنور ليتبخر بدرجة حرارة عالية، ثم يتكثف على أوان فخارية تتمتع بحرارة أبرد نسبياً، وهذا ما يعطي الآنية الحجرية لوناً ونسيجاً يشبه لون ونسيج قشرة البرتقال، ولكن لن تظهر هذه الطبقة كطبقة مميزة فوق سطح الآنية الحجرية، كما هو حال الطلاء المخصص لتلميع الخزف، أما كل ما تحتاجه القطع الخزفية المصنعة بدرجات حرارة عالية، للوصول إلى حالة الثبات، فهو مجرد عملية تنظيف وغسل لسطحها.



الشكل (٣٦). من اليسار إلى اليمين: قطعة من الخزف الصيني المصنوع من عجينة قاسية، آنية حجرية مغطاة بطبقة ملحية ملساء، وآنية خزفية مصنوعة من اللؤلؤ الأبيض. على الرغم من تشابهها بالشكل إلى حد ما، إلا أن حالة الثبات التي يتوصل إليها كل من الخزف الصيني والآنية الحجرية الكتيمة تختلف تمام الاختلاف عن حالة ثبات الآنية الخزفية التي تم تصنيعها بدرجات حرارة منخفضة.

تصوير: كريس فالفانو

يعدّ الخزف الصيني النوع الوحيد من الأواني الفخارية، الذي يمكن أن يكون شفافاً إلى حدٍّ ما، وهو يشبه الآنية الفخارية في كونه خالياً من أي طبقات ملساء عند أي قطاع عرضي فيه. وكما يوحي الاسم فقد ظهر الخزف الصيني بداية في الصين، ثم أصبح الطلب عليه كسلعة تجارية متزايداً في سائر أصقاع أوروبا، حيث أُعجب به الأوروبيون لكونه نصف شفاف ولرقة جدرانه ولمتانته، التي تتحدى عوامل الزمن إلى حدٍّ بعيد، إلاّ أنه لم يكن لديهم أدنى فكرة حول كيفية تصنيعه، ثم ظهرت أول صناعة شاملة لتقليد الخزف الصيني في أوروبا خلال القرن الخامس عشر، وذلك مع قيام الأوروبيين بإنتاج الأواني الخزفية من عجينة لينة، فظهر خزف الميوليقا (Mojolica) والخزف المزخرف (Faience) والخزف المصقول (Delft) خلال القرن الثامن عشر، ثم توصل الأوروبيون أخيراً إلى نتيجة مفادها أنه يمكن إنتاج الخزف الصيني الحقيقي

باستخدام الصلصال الصيني (أملاح الألمنيوم البيضاء "white aluminum salts")، وإضافة سيليكات الألمنيوم (white aluminum salts)، أو حجر غروان (Growan stone) إليه ومن ثم شيّه داخل فرن درجة حرارته فيه أعلى من معدلاتها العادية (Hunter, 2003: 136).

نظرية الزجاج
Glass—Theory

يظهر الزجاج في الطبيعة على شكل سَبَج بركاني (volcanic obsidian) عند ذوبان الرمال المشبعة بثاني أكسيد السيليكون، وذلك بفعل صواعق البرق، ولقد تم تصنيعه في الألف الثالثة قبل الميلاد، وذلك كطبقة لتغطية الأواني الفخارية، أما أول آنية مصنوعة من الزجاج بشكل كامل فظهرت بعد هذا التاريخ بفترة طويلة، وكان ذلك في عام ١٥٠٠ قبل الميلاد. بعد ذلك تحول الزجاج إلى سلعة تجارية يتم وضعها في قوالب وتصدّر عبر المتوسط، وذلك أواخر العصر البرونزي، وكانت القطع الزجاجية تأتي بلون أزرق في بداية الأمر؛ نتيجة وجود أملاح النحاس المعدنية في الخليط الزجاجي، ثم تمكن صانعو الزجاج الرومانيون من الارتقاء بفن صناعة الزجاج إلى آفاق جديدة، وذلك بتطوير أنابيب النفخ، وبذلك حققت القطع الزجاجية ارتفاعات جديدة في أطوالها، وكان ذلك قبل ولادة السيد المسيح بفترة وجيزة، وبعد ظهور زجاج النوافذ بمدة قصيرة أيضاً، ولكن لم يظهر هذا الفن الرفيع، الذي توصل إليه نافخ الزجاج الروماني، مرة أخرى إلاّ في الغرب خلال القرن التاسع عشر.

يحتاج تصنيع الزجاج إلى درجات حرارة عالية بخلاف الفخار، حيث يتم تصنيع الزجاج المذاب (وقوامه مادة سائلة كثيفة القوام ولزجة)، بواسطة وعاء ضخم يوضع داخل فرن مفتوح، بعد ذلك يتم تجميع الزجاج عند نهاية أنبوب النفخ، أو قضيب صناعة الزجاج، وعند النفخ في هذا القضيب تتشكل فقاعة من الزجاج المتجمع،

بحيث يمكن تشكيله وتصنيعه على شكل آنية مجوفة كالقوارير والمزهريات، ويجب على عامل الزجاج إعادة الزجاج إلى الفرن وتسخينه في كل مرة يقوم فيها بتقطيع وتشكيل الزجاج، ويمكن لتجمعات الزجاج الأخرى أن تضيف تفاصيل وتزيينات أخرى للقطعة الزجاجية، وهكذا يمكننا أن نقول إن من يعمل بصناعة الزجاج يعدّ صانعاً ماهراً كونه يكتسب مهارات جديدة مع كل قطعة يقوم بتنفيذها.

ومن الناحية الأثرية فإنه من النادر العثور على الزجاج في العالم الجديد، وذلك حتى القرن السابع عشر، ولقد تم تصنيع القوارير والأوعية الزجاجية في شمال القارة الأوروبية وجنوبها، وذلك قبل القرن السابع عشر بعدة قرون، حيث تمكن نافخو الزجاج من تصنيع القوارير على نطاق واسع، وذلك بنفخ الزجاج في قوالب مقاومة للحرارة، ومن ثم إضافة المزيد من الزجاج لتشكيل عنق القارورة، بعد إخراجها من القضيب المعدني. أما الصحون الزجاجية فلم يصبح استعمالها شائعاً إلاّ مع نهاية القرن السابع عشر، إذ كانت حتى ذلك الوقت باهظة الثمن، ولذا يندر وجودها في معظم المواقع الأثرية إلى حد ما.

ويعدّ الرمل الذي يحتوي على ثاني أكسيد السيليكون من أهم العناصر المكونة للزجاج المصنع، حيث يتم تسخين الرمل لتشكيل الكتلة الزجاجية، إذ تسمح بنية الجزيئات العشوائية لثاني أكسيد السيليكون، عند إذابته بالتشكل في أي صورة حيث، يمكن أن يتحول إلى سائل مبرد جداً ونصف منفذ، أما درجة انصهاره فتصل إلى ١٧٠٠ درجة مئوية، ومع ذلك فإنه لا يمكن إنتاج أي قطعة أثرية زجاجية بحرارة تقل عن هذه الدرجة، ويمكن تخفيض درجة انصهار ثاني أكسيد السيليكون بإضافة مادة معدّلة من الزجاج تعمل على تخفيض درجة الحرارة اللازمة؛ لإذابة ثاني أكسيد السيليكون لتتراوح ما بين ٦٠٠ أو ٧٠٠ درجة مئوية، ويشمل ذلك أكاسيد الصوديوم القلوية (Na) الموجودة في كربونات الصوديوم التجارية، والبوتاسيوم (K) الموجود في

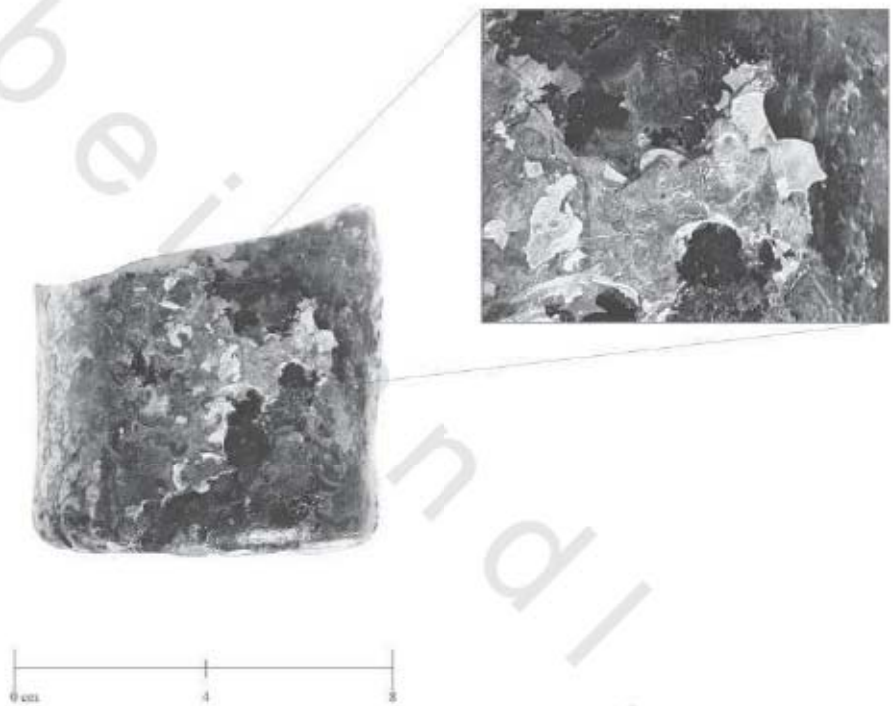
الأشنان، أما المكونات الأخرى التي تضاف إلى الزجاج، الذي يعود إلى الحقب التاريخية فتتضمن الكالسيوم (Ca) الموجود في حجر الكلس، أو الماغنسيوم (Mg)، الذي يستخدم لتعزيز ثبات بنية القطعة الزجاجية، وفي الختام تتم إضافة الأكسيد المعدني كمادة ملونة، حيث تعمل أكاسيد النحاس على تلوين الزجاج بلون أزرق، أو أخضر، في حين يقوم الحديد بتلوينه باللون الأخضر الغامق؛ لأن العديد من الأكاسيد المعدنية تساعد على إضافة ألوان مختلفة وغير متوقعة إلى الزجاج؛ ولأن اللون يعتمد على أكسدة أيونات، أو حالة الاختزال، ولذا فإن بعض الألوان التي تنتجها هذه الأيونات يلغي بعضه الآخر، ومن هنا ظهرت صناعة الزجاج المعشق أو الصافي، وبما أن الزجاج يأتي ملوثاً بشكل طبيعي بأكاسيد الحديد، لذا تم إنتاج معظم الآنية الزجاجية، التي تعود إلى مرحلة بدء التأريخ بدرجات مختلفة من الأخضر الداكن (Pearson, 1987: 101; Cronyn, 1990: 128-129).

ويمكن للزجاج الذي يعود لفترة بدء التأريخ أن يأتي بتشكيلتين مختلفين هما: التشكيلة التي تضم كلاً من بوتاسوم – الكلس – ثاني أكسيد السيليكون (potash-lime-silica)، والتشكيلة التي تحتوي على الصودا – الكلس – ثاني أكسيد السيليكون (soda-lime-silica). ولقد كانت التشكيلة الأولى لصناعة الزجاج هي السائدة خلال الفترة التي سبقت القرن السابع عشر، حيث كان يتم استخراج بوتاسيوم (potash) من رماد العظام المحروقة، كما كان حجر الصوان يستخدم كثيراً لتشكيل الزجاج بدلاً من ثاني أكسيد السيليكون، ولذا كان الزجاج يحتوي على نسبة عالية من الرصاص، ويعدّ الكريستال الرصاصي ضرباً من ضروب هذا الزجاج (Plenderleith, 1971: 343)، ولقد أتى استخدام الرصاص لتصنيع الزجاج الصافي كنتيجة طبيعية لاستخدام الرصاص فوق طبقة الزجاج، التي كانت تكسو الأواني الفخارية.

ومع حلول القرن التاسع عشر، بدأت معظم القطع الزجاجية تصنع من التشكيلة التي تضم الصودا – الكلس – ثاني أكسيد السيليكون، أما النسب التي كانت تتبع فتختلف من صناعة لأخرى، إلا أنها تتراوح – حسبما هو وارد في المصادر المكتوبة – ما بين ٦٠-٧٣٪ من ثاني أكسيد السيليكون، ٥-١٥٪ من الكلس و ٢٢ – ٢٥٪ من الصودا (Plenderleith, 1971: 344l; Singley, 1988: 22).

ويتفق معظم فنيو الترميم على حقيقة أن الزجاج يتحلل، فعلى الرغم من عدم التوصل إلى فهم شامل لهذه الحالة، إلاّ أنه يمكن القول إن سرعة تحلل الزجاج تزداد بفعل عملية تحلل عناصر التعديل والثبات، الموجودة في الزجاج عند تعرضها للماء؛ وذلك لأن الزجاج يتألف من أيونات ثلاثية الأبعاد ومتعددة السيليكات ذات شحنة سالبة، حيث تتكافأ شحنة السيليكات الموجودة داخل هذه البنية مع عناصر التعديل ذات الشحنة الموجبة (Na^+،K^+)، وكذلك مع عناصر التثبيت (Mg^+،Ca^+)، فإذا قامت الأيونات الموجبة (Ca^+) أو (Mg^+) بالارتشاح خارج هذه البنية، أو في حال عدم توافر كمية كافية منها للبدء بهذه العملية (كما هي الحال مع الزجاج سيئ الصنع)، عندها يبدأ كل من (Na^+) و(K^+) بالارتشاح، وبمجرد التعرض للوسط المحيط تقوم هذه الأيونات المتسربة بالاتحاد مع الماء أولاً لتتحول إلى هيدروكسيدات، وعند جفافها تتحد مع ثاني أكسيد الكربون الموجود في الهواء، وبذلك تقوم بتكوين كربونات الصوديوم والبوتاسيوم، وعندما تتجمع الرطوبة بكميات كبيرة على السطح الزجاجي، تقوم أيونات الهيدروجين الموجبة، التي تحررت من الماء بالخروج والوصول إلى تركيبة الزجاج، لتحل محل عناصر التعديل والتثبيت، التي خرجت من ذلك المكان، وبذلك يتم الاتحاد بين الماء والزجاج، ثم تقوم كربونات الصوديوم والبوتاسيوم بامتصاص كميات أكبر من الرطوبة الموجودة في الهواء وذلك لمواصلة تلك العملية، وتعرف هذه الحالة بـ "داء الزجاج"، أو "الزجاج الباكي أو الراشح"

(Plenderleith, 1971: 344-345)، ومع نهاية تلك الحالة تظهر على الزجاج تقزحات لونية متعددة، ثم يبدأ الزجاج بعد ذلك بالتقشر بشكل يُذهِب بريقه ولمعانه.



الشكل (٣٧). قعر قارورة زجاجية بعد زوال بريقها.

تصوير: كريس فالفانو

أما تحت سطح الماء فإن هذه العملية تأخذ شكلاً متسارعاً؛ وذلك لوجود كميات كبيرة من أيونات الهيدروجين الحرة التي يمكن أن تحل محل عناصر التثبيت والتعديل التي هجرت مكانها، كما أن كميات أخرى من أيونات الهيدروجين، التي تنتجها المعادن المتآكلة والملوثات الأخرى يمكن أن تزيد من وضع الزجاج المتحد مع الماء سوءاً؛ وذلك لأنه يمكن لكلور الصوديوم وللمياه أن يتسربا إلى الطبقات التي

تشكلت حديثاً فوق الزجاج، وعندما يتم استخراج هذه القطعة الزجاجية وتركها حتى تجف، فإن الملح المترسب داخلها يتحول إلى حبيبات صغيرة مما يساعد على تقشر الطبقات الخارجية للقطعة الزجاجية بسرعة كبيرة.

نظرية الحجارة

Stone (Lithics)—Theory

إن صورة الإنسان القديم الذي يرتدي جلود الحيوانات ويحمل الأدوات الحجرية لا تغيب عن الأذهان في مجال علم الآثار، حيث يصورهم لنا الخيال على أنهم أشخاص بدائيون يتصفون ببطء الفهم، إلاّ أن الحقيقة التي تفيد أننا جزء من ذلك النوع البشري تناقض كل تلك الأوهام، فقد شحذت الطبيعة أذهان أسلافنا الذين كانوا يتمتعون بذكاء وحنكة ربما أكثر منا، ويتجلى ذلك بالاستخدام البشري للوسائل الحجرية، التي قدمت لنا خدمات جليلة على مدى آلاف السنين الأمر، الذي ساعد البشر على الاستمرار بالحياة والنجاح فيها. ولقد كان استعمال الحجارة معقداً للغاية، إذ كان كل ضرب من الحجارة يستخدم استخداماً معيناً بشكل يتناسب تماماً مع خواصه الفيزيائية، وتعدّ الرماح المدببة التي تم تشذيبها أحد الأمثلة التي تشهد على الفن والجمال والحرفية، التي كانت متوفرة أثناء صناعة القطع الحجرية. ولكن مع اكتشاف المعادن تغيرت صناعة القطع الحجرية بالتدريج لتحتل موقعاً في مجال فن العمارة، وذلك من خلال انضمامها إلى مواد البناء، والإسمنت، والطرقات، والقنوات المائية، ومصادر العناصر المعدنية الخام، التي تستخدم للقيام بعمليات صناعية أخرى.

قام علماء الجيولوجيا بتقسيم الصخور تقسيمًا منطقيًا إلى ثلاثة أنواع، وتفيد معرفة هذه الأنواع الثلاثة، بشكلٍ كبيرٍ في مجال الترميمات الأثرية؛ وذلك لأنها تقدم شروحاً كثيرة حول الخواص الفيزيائية للحجارة، حيث تشمل الصخور النارية تلك

الصخور، التي تشكلت بفعل البراكين سواء تلك التي حدثت على سطح الأرض أو بباطنها، في حين أن الصخور الرسوبية هي: صخور ذات طبقات تشكلت من خلال الترسبات التدريجية للمواد المعدنية الموجودة في الأوساط المحيطية أو النهرية. أما الصخور المتحولة فهي: الصخور التي نشأت بركانية، أو رسوبية لكنها تغيرت بفعل الحرارة والضغط الذي مارسته القشرة الأرضية عليها.

أمثلة عن الصخور النارية

الجرانيت	Granite	غير مسامي
البازلت	Basalt	غير مسامي
السبج	Obsidian	غير مسامي
غابرو	Gabbro	غير مسامي
النسقة	Pumice	مسامي

ومن وجهة نظر علم الآثار فإن جميع القطع الأثرية الحجرية، التي تم استخراجها تندرج ضمن هذه المجموعات، ويمكن أن تتنوع ما بين الأدوات المدببة، المستخدمة في الصيد والاقتتال وأدوات إعداد الطعام وصولاً إلى مواد البناء وحجارة البازلت، وتعتمد عملية ترميم هذه المواد على المركبات المعدنية الموجودة فيها، وكيفية تشكلها، ومدى مساميتها، وصلابتها، ومتانتها، وخواصها الحرارية (Pearson, 1987: 103)، إلاّ أنه يمكننا أن نلاحظ، مع وجود بعض الاستثناءات، أن ثمة أوجه شبه ما بين الصخور البركانية والقطع الخزفية المصنوعة بدرجة حرارة عالية، وذلك من حيث صلابتها ومقاومتها لتسرب الماء والأملاح إليها، في حين يمكن تشبيه الصخور المتحولة بالأواني الخزفية الفخارية، التي تعرضت لدرجات حرارة عالية، أما الصخور الرسوبية فتشبه في خواصها القطع الخزفية المصنوعة بدرجة حرارة منخفضة.

أمثلة عن الصخور الرسوبية

البريشة (Breccia)	مسامي
الفحم القاري (Bituminous Coal)	مسامي
حجر الصوان (Flint)	مسامي
الحجر الكلسي (Limestone)	مسامي
الحجر الرملي (Sandstone)	مسامي
الطفل أو الغضار الصفحي (Shale)	مسامي

أمثلة عن الصخور المتحولة

فحم الأنثراسايت (Anthracite Coal)	صلب وغير مسامي
الدولوميت (Dolomite)	صلب ويمكن أن يتلف بفعل الحوامض
النايس (Gneiss)	صلب وغير مسامي
الكوارتز الحبيبي (Quartzite)	صلب وغير مسامي
الإردواز (Slate)	صلب وغير مسامي
الرخام (Marble)	صلب ويمكن أن يتلف بفعل الحوامض

أما القاعدة العامة فتقول: إنه على الرغم من أننا ننظر إلى الحجارة على أنها مواد ثابتة ومستقرة إلى حدٍّ ما، إلاّ أنها تتعرض للتحلل بالطريقة ذاتها، التي يتحلل فيها كل من الخزف والزجاج، إذ يمكن أن تتعرض الحجارة لهجوم بكتيري، سواء أكانت موجودة في باطن الأرض أم تحت سطح الماء، كما يمكن أن تتآكل بفعل العوامل الفيزيائية كالماء والهواء، أو بفعل العوامل الكيميائية، وذلك عندما تكون مسامية فعندها يمكن للأملاح والأملاح المعدنية والكبريتيد أن تتسرب إليها، ولهذا السبب يمكن تثبيت الصخور بالطريقة ذاتها، التي يتم فيها تثبيت الخزف والزجاج، كما أن أول وأهم مهمة يتعين على فني الترميم وعالم الآثار القيام بها تتمثل في تحديد

نوع الحجارة، كما هي الحال مع الخزف والزجاج إلى جانب تحديد نوع وأسباب التعفن الحاصل لها بشكل نظري، وذلك من خلال شكل القطعة الحجرية وخواصها.

منهجية الاستخراج والتخزين
Recovery and Storage—Methodology

تتم المحافظة على القطع الخزفية، أو الزجاجية، أو الحجرية، التي تستخرج من مواقع جافة بإزالة الاتساخات عنها ومن ثم شطفها بالماء. ولكن علينا أن نتذكر أن القطع الأثرية، التي تحتوي على مسامات تكون قد تشربت أملاحاً من التربة المدفونة بها، وأن هذه الأملاح قد تتحول إلى بلورات داخل القطعة مما يؤدي إلى تلفها. لذا، علينا أن نتأكد لدى شطف القطعة بالماء من إزالة الأملاح، التي تغطي السطح، ومن ثم يتم تجفيف القطعة وتخزينها بشكلها الجاف إلى أن تجرى لها عملية غسل لإزالة الأملاح.

تمثل القطع التي تحتوي على السيليكات، والمستخرجة من مواقع أثرية تحت سطح الماء، تحدياً كبيراً لكل من عالم الآثار وفني الترميم؛ وذلك لأنه من الواجب حفظ هذه المواد المستخرجة من قاع البحار، سواء أكانت قطعاً خزفية، أو زجاجية، أو حجرية في بيئة رطبة؛ لأن هذه المواد تحتوي على تكلسات جيرية كانت قد تشكلت فوقها، وإذا تركت لتجف ستقوم هذه التكلسات بامتصاص الكربون الموجود في الهواء فتزداد صلابتها، مما يجعل من عملية إزالة التكلسات بدون إحداث أي ضرر بالقطعة الأثرية أمراً شبه مستحيل.

وكذلك تتعرض القطع الأثرية، التي تحتوي على مسام لتسرب الأملاح إليها وتركزها داخلها، وعند تجفيف القطعة الأثرية يمكن للأملاح أن تتحول إلى بللورات؛ مما يدمر جسم القطعة ويؤدي إلى تقشر الطبقات السطحية اللينة فوقها، أو غياب اللمعان عن القطعة الأثرية.

كما قد تسبب حالة الإشباع بالأملاح إلى إحداث فروق في الضغط التناضحي، وذلك عند نقع القطعة الأثرية مباشرة في المياه العذبة، وللتخفيف من حدّة تأثير هذه الحالة، التي قد تؤدي إلى تقشير الطبقات الخارجية لبعض القطع الخزفية، أو الحجرية. كما قد تسبب غياب لمعان الزجاج، ينصح باستعمال محلول تخزين في بداية الأمر يحتوي على ٥٠٪ من المياه العذبة، و٥٠٪ من المياه المالحة، وبعد أسبوع تزداد نسبة ٥٠٪ من المياه العذبة إلى المحلول السابق، وتكرر العملية بعد أسبوع آخر بزيادة ما مقداره ٥٠٪ من المياه العذبة، وبعد إضافة أخرى لـ ٥٠٪ من المياه العذبة تصل نسبة الملوحة إلى ما لا يزيد عن ٤.٥ أجزاء بالألف، وعندها يمكن تخزين القطعة الأثرية في محلول يحتوي على المياه العذبة بنسبة ١٠٠٪.

وينبغي حفظ القطع الأثرية المستخرجة من أوساط المياه العذبة داخل محلول يحتوي على المياه العذبة فقط دون الخوف، أو القلق من حدوث تسرب للأملاح، أو فروق في الضغط التناضحي (pressure differentials)، إلاّ أن بعض أنواع الزجاج والحجارة قد تتأثر بشدة بفعل الحوامض، لذا لابد أن نتجنب تخزين هذه المواد بجانب المعادن المتآكلة لأي مدة زمنية سواء طالت أم قصرت.

منهجية إزالة التكلسات من على سطح القطع الأثرية غير المسامية

Concretion Removal Impermeable Artifacts—Methodology

تتعرض القطع الأثرية المستخرجة من مواقع جافة للتكلسات في حالة واحدة فقط، وهي عندما تكون مدفونة بالقرب من قطع أثرية حديدية، حيث تقوم التكلسات الموجودة فوق الحديد بامتصاص عناصرها، وفي هذه الحالة لابد من معالجة القطعة الحديدية أولاً، وإزالة القطعة ذات المكونات السيليكاتية من التكلسات، وبعد

ذلك يتعين فحص القطعة المصنوعة من الخزف، أو الزجاج، أو الحجارة، وتمييز مادة وطريقة صنعها، وذلك بالاعتماد على المسام الموجودة فيها، فإذا كانت تلك القطعة صلبة وخالية من المسام، ومما تم تصنيعه بدرجات حرارة عالية، عندئذ يمكن النظر إليها على أنها من المجموعة الثابتة، التي يجب أن تخضع لعملية معالجة خاصة سنأتي على ذكرها لاحقاً، أما إذا كانت القطعة مسامية ومصنوعة بدرجة حرارة منخفضة، أو عندما تكون القطعة الزجاجية قد فقدت بريقها، فعندها يتوجب أن تخضع للمعالجة، التي تسري على عملية إزالة التكلسات من على القطع الأثرية المسامية.

يمكن استعمال المواد الحمضية دون خوف لإزالة التكلسات من على القطع الخزفية المصنوعة بدرجة حرارة عالية، أو من على الصخور البركانية، وكذلك بعض أنواع الصخور المتحولة بالإضافة إلى الزجاج، ولكن بشرط ألاّ تظهر عليها آثار غياب اللمعان، كما يجب ألاّ تترك داخل المادة الحامضية لفترات زمنية طويلة (أي أكثر من أسبوع)، وتعمل هذه المحاليل التي تحتوي عملياً على أي نوع من أنواع الحموض على إزالة طبقات كربونات الكالسيوم، وعلى الرغم من أن مختبر التدخل الأدنى مزود بحمض السيتريك، إلاّ أن نقع هذه القطع بمحلول يحتوي على أي مادة حامضية بنسبة ١٠٪ يعدّ حلاً مجدياً لإزالة هذه التكلسات، وكذلك يمكن إضافة نسبة ١٠ غرامات من مسحوق السيتريك لكل ٩٠ مل من المياه المقطرة.

إن نقع القطع لفترات طويلة داخل محلول يحتوي على ١٠٪ من سداسي ذرات ميتافوسفايت الصوديوم (كالجون Calgon) سيساعد على تليين التكلسات وبالتالي إزالتها، ولكن في حال ترك هذه التكلسات حتى تجف، أو حينما تكون هذه التكلسات ملوثة بالحديد إلى حدٍّ كبيرٍ (كربيد الحديد)، فسيكون مفعول كل من المادة الحامضية ومحلول النقع بالكالجون محدوداً، وفي هذه الحالة تصبح طرائق التنظيف اليدوية هي

الحلّ الوحيد، حيث يُتوقّع من فني الترميم ابتكار أفضل الطرق لتنظيف القطعة، حيث يمكن له أن يستخدم الأعواد السنية والمشارط الحادة لتقوم بعملها بطريقة فاعلة في محاولة لمواجهة التحدي، الذي تفرضه هذه القطع الأثرية الصلبة مع مراعاة عدم حدوث أي كسر فيها.

منهجية إزالة التكلسات عن القطع الأثرية المسامية

Concretion Removal Porous Artifacts—Methodology

تعدّ عملية إزالة التكلسات، الموجودة فوق الخزف المصنع بدرجة حرارة منخفضة والزجاج، الذي فقد لمعانه وبعض أنواع الصخور المتحولة، إلى جانب الصخور الرسوبية، مسألة في غاية التعقيد، وخصوصاً إذا قارناها بعملية إزالة التكلسات الموجودة على المواد غير المسامية، التي ناقشناها في القسم السابق؛ وذلك لأن التكلسات الموجودة في أغلب هذه القطع الأثرية المسامية تكون قد وصلت إلى المناطق التي تقع تحت الطبقة السطحية الرقيقة؛ أي أنها بلغت جسم القطعة الأثرية.

وعموماً لا ينصح بنقع المواد السيليكاتية المسامية في الحمض؛ لأن المادة الحامضية تعمل على تليين هذه المواد، وهذا ما يساعد كربونات الكالسيوم على إطلاق غاز ثاني أكسيد الكربون، الذي يقوم بدوره بتدمير الطبقات الخارجية الرقيقة، أو تليين الطبقات اللامعة الموجودة على سطح الأواني الخزفية، كما يمكن أن يقوم الحمض بتحليل الحديد الموجود على الطبقة السطحية، أو على جسم القطعة الخزفية، مما يجعل من عملية التحليل الطيفي الدقيق، بواسطة التصوير الشعاعي أمراً مستحيلاً ومهمة معقدة (حيث تستخدم الأشعة لتحديد نسبة المعادن وبالتالي لمعرفة منشأ هذه القطع).

ولحسن الحظ أثبتت عملية النقع لفترات طويلة، في محلول يحتوي على سداسي ذرات ميتافوسفايت الصوديوم (كالجون Calgon)، فاعلية ونعومة عالية في إزالة التكلسات الموجودة على هذا النوع من القطع الأثرية الدقيقة، حيث أثبتت التجارب أن العناصر العالقة كسداسي ذرات ميتافوسفايت الصوديوم تساعد على تليين الأواني الخزفية المصنوعة بدرجة حرارة منخفضة، لذا تتطلب العناية بتدعيم هذه القطع الأثرية إلى أن تجف، كما أن عملية التنظيف الميكانيكية تصبح ضرورية في هذه الحالة وتتم هذه العملية بنقع القطع الأثرية داخل محلول يحتوي على مادة الكالجون، التي تساعد على إزالة التكلسات، ويكون ذلك بجعل تلك التكلسات أقل صلابة وأكثر ليونة.

أما التكلسات العنيدة فقد تحتاج إلى كمادات حمض يتم إعدادها بخلط المادة الحامضية مع مسحوق التالك، ثم يوضع هذا المعجون فوق الطبقة المتكلسة وليس فوق القطعة الأثرية؛ لمنع التسبب بأي أضرار لها، ثم لابد من إجراء عملية التنظيف الميكانيكي؛ لتكون عوناً لطريقة الكمادات آنفة الذكر.

منهجية إزالة البقع من على القطع الأثرية غير المسامية

Stain Removal Impermeable Artifacts—Methodology

بالنسبة للقطع الخزفية المصنوعة بدرجة حرارة عالية، وكذلك القطع الزجاجية الصلبة والحجارة الكتيمة فإنه يمكن إزالة البقع الموجودة عليها، والناجمة عن الأملاح المعدنية، مثل: بقع الصدأ الحمراء التي يخلفها الحديد، والبقع الزرقاء المائلة للخضرة، التي يخلفها النحاس من خلال عملية إزالة التكلسات أثناء النقع بالمادة الحمضية، وحتى في حال عدم وجود أي تكلسات يتم تطبيق عملية النقع نفسها لمعالجة وإزالة هذه البقع. وكما هي الحال مع عملية إزالة التكلسات يتم إعداد محلول للنقع يحتوي

على مادة حمضية بنسبة ١٠٪ بحيث سيعمل هذا المحلول على إزالة معظم البقع في غضون أسبوع أو اثنين، أما البقع الصعبة الموجودة على أي حافة مكسورة وخشنة من القطعة الخزفية فيجب إزالتها باستعمال كمادات المعجون الحمضي، والتي يمكن تحضيرها بخلط حبيبات الحمض مع بضع قطرات من المياه المقطرة، بعد ذلك يتم وضع المعجون على البقعة، أو يتم دعك المنطقة بقوة بواسطة فرشاة أسنان، علماً بأن النتائج لا تظهر إلاّ بعد عدة محاولات.

بالنسبة للبقع العضوية ذات اللون الأسود، التي تتشكل بفعل الكبريتيد فتتم إزالتها عبر نقع القطعة الأثرية، داخل محلول يحتوي على مادة بيروكسيد الهيدروجين القوي بنسبة ٣٥٪، وهنا لابد من التعامل مع هذه المادة القوية بمنتهى الحذر؛ لأنها يمكن أن تسبب حروقاً، وتستغرق عملية إزالة بقع الكبريتيد بضعة أيام، إلاّ أنه من الممكن ملاحظة بعض التحسّن بشكل فوري.

منهجية إزالة البقع من على القطع الأثرية المسامية

Stain Removal Porous Artifacts—Methodology

يمكن إزالة البقع الناجمة عن الأملاح المعدنية الموجودة على القطع الحاوية على مسامات عبر تغطيتها بمعجون يحتوي على حمض السيتريك بنسبة ١٠٪، يتم خلطه مع مسحوق التلك، أو عند نقع مادة قطنية بحامض السيتريك، وتجدر الإشارة هنا إلى أنه يجب عدم ترك القطعة الأثرية حتى تجف أثناء مرحلة إزالة البقع؛ لأنه من الممكن أن يتحول الملح إلى حبيبات في هذه الحالة مما يشكل تهديداً يظل قائماً إلى أن تنتهي عملية الغسل لإزالة الأملاح على النحو المرغوب، وبما أنه يمكن للبقع المعدنية أن تقف حاجزاً أمام سير عملية الغسل هذه لذا كان لابد من إزالة البقع أولاً لضمان نجاح عملية الغسل بشكل كامل.

لقد أثبتت العناصر العالقة كأملاح ثنائي وثلاثي ورباعي الصوديوم، الموجودة في حمض رباعي خلات الديامين إيثيلين، نجاحها في مجال إزالة البقع الموجودة على القطع الأثرية. وتتوفر هذه المواد لدى متاجر المواد الكيماوية، ويمكن استعمال حمض رباعي خلات الديامين إيثيلين بالطريقة ذاتها المتبعة مع حمض السيتريك، وذلك على شكل كمادات، حيث تقوم هذه العناصر المركبة كرباعي خلات الديامين إيثيلين، أو الكالجون بإخراج المعادن الثقيلة من مركباتها، التي لا يمكن أن تنحل بالماء أو تذوب، وبذلك يمكن غسل القطعة الأثرية لإزالة تلك العناصر عنها[١٠]، وهنا لابد من التنويه مجدداً إلى أن محاليل النقع، التي تحتوي على العناصر العالقة، تساعد على تليين القطعة الخزفية المصنوعة بدرجة حرارة منخفضة لذا يجب توخي الحذر أثناء إعدادها.

أما بالنسبة لبقع الكبريتيد العضوية (ذات اللون الأسود)، فتتم إزالتها بواسطة النقع بمادة بيروكسيد الهيدروجين، حيث إن نسبة ١٠٪ من هذه المادة داخل المحلول تساعد على تقليل نسبة انبعاث الغاز إلى الحدِّ الأدنى، وقد تستغرق هذه العملية أسابيع عدة قبل أن يقوم هذا المحلول الضعيف بإزالة البقع.

وتشكل القطع الزجاجية، التي فقدت لمعانها مشكلة كبيرة من بين القطع الأخرى، التي تشملها هذه المجموعة؛ وذلك لأن كربونات الصوديوم والبوتاسيوم الموجودة على سطح الزجاج تعدّ عوامل جذب للرطوبة، حيث تواصل امتصاص

---

(١٠) العنصر العالق هو عبارة عن مركب مانح للإلكترونات يتألف من أكثر من ذرة، بحيث يمكن أن ترتبط جميعاً وفي وقت واحد بأيونة معدنية مركزية لتكون بنية حلقية الشكل. وتعمل العناصر العالقة الموجودة في حمض رباعي خلات الديامين إيثيلين على زيادة خروج أيونات المعدن الثقيل من المركبات الموجودة، وهذه العناصر لا تخص أيونات معدن واحد فقط، وعندما يقوم حمض رباعي خلات الديامين إيثيلين بالاتحاد مع أيونات المعدن؛ لتكوين مركب من طبقة الأوكسيد، عندها يكون المركب الناتج عن هذا الاتحاد أكثر قابلية للانحلال والذوبان بالماء (حوار شخصي مع المستشار الكيميائي م. كويهل "M. Kuehl").

الرطوبة الجوية حتى بعد تجفيف القطعة الزجاجية، وفي هذه الحالة يمكن استعمال الصابون؛ لإزالة الكربونات قبل غسل القطعة الأثرية بشكل نهائي لإزالة الأملاح منها.

منهجية عملية الغسل لإزالة الأملاح
Desalination Rinse—Methodology

بعد الانتهاء من مرحلة إزالة التكلسات والبقع، لابد لجميع القطع الخزفية والزجاجية والحجرية أن تخضع لعملية غسل لإزالة الأملاح، على مدى فترة طويلة من الزمن، وذلك باستعمال مياه مقطرة، أو خالية من الأيونات، حيث تقوم عملية الغسل هذه بإزالة معظم ما تبقى من الأملاح الموجودة بين الطبقات، ولا يمكن الاستغناء عن هذه العملية وخصوصاً مع القطع الفخارية والخزفية، أو مع الصخور الرسوبية، أو المتحولة المسامية التي امتصت قدراً كبيراً من المواد الذائبة المضرة، فعند تجاوز عملية الغسل هذه يمكن للأملاح الموجودة داخل القطعة الأثرية أن تظهر على سطح القطعة وتبدأ بالتحول إلى حبيبات مما يؤدي إلى تقشر الأجزاء الصغيرة الموجودة على سطح القطعة الأثرية، فضلاً عن غياب الطبقة اللامعة التي تكسوها.

يمكن إعداد أحواض خاصة لعملية الغسل هذه من أي وعاء يمكن أن يتسع للقطع الأثرية، حيث توضع فيه كمية كافية من المياه المقطرة، التي يجب أن تغمر القطع الأثرية الموجودة داخل الحوض، إلاّ أن التجارب أثبتت أهمية استخدام وسائل خاصة للتحريك كالمضخات والفراشات، التي يمكن أن تساعد على اختلاف أنواعها في زيادة سرعة عملية الغسل هذه إلى حدٍّ كبير، إذ تعمل هذه الوسائل على منع تراكم الأملاح ذات التركيز العالي، داخل الجيوب الموجودة بين طبقات القطعة الأثرية، وهذا ما يعرف بالحاجز المائي الذي يتشكل أثناء عملية الغسل، والذي بدونه تقوم الأملاح ذات التركيز العالي الموجودة في تلك الشقوق بمنع خروج المزيد

من الأملاح خارج القطعة الأثرية، مما يزيد من الوقت اللازم لإنهاء عملية الغسل ويبطئ مفعولها.

ويختلف الوقت اللازم لإتمام عملية الغسل بحسب نوع الحوض المستخدم للقيام بهذه العملية، إذ ينبغي للقطع الصغيرة والهشة أن تخضع لعملية غسل ثابتة ضمن حوض خال من الوسائل، التي تعمل على تدوير المياه داخل الحوض، أما نقع القطع الأثرية المسامية لمدة شهرين مع تبديل الماء بشكل أسبوعي وفقاً لطريقة الغسل الثابتة فلا يمكن تطبيقه على هذا النوع من القطع الأثرية، في حين أن أحواض الخض تستغرق وقتاً أقل، وينصح في هذه الحالة بغسل القطعة لمدة شهر مع تبديل الماء أسبوعياً، وذلك مع القطع المسامية الملوثة بدرجة كبيرة.

وبالنسبة للقطع الأثرية المستخرجة من المياه العذبة، والتي لم تتعرض لأية أملاح فإنها ليست بحاجة لأي عملية غسل بواسطة المياه العذبة.

منهجية عملية التقوية
Consolidation—Methodology

يجب أن تقتصر عملية التقوية على القطع الأثرية الصغيرة والهشة، التي فقدت جزءاً كبيراً من الأجزاء الصغيرة الموجودة على سطحها، إذ ينبغي تجفيف هذه القطع بمحلول يحتوي على مادة مذيبة؛ وذلك للتخفيف من الآثار التي تظهر على سطحها المشدود جراء جفاف المياه، التي تقوم بجذب بنية السطح الدقيق للقطعة الأثرية، وهنا ينبغي نقع القطعة لمدة ساعة في محلول يحتوي على الكحول، أو الآسيتون، أو التويووين الذي تم استخدامه مسبقاً؛ وذلك لتجفيف القطعة تجفيفاً مبدئياً، بعد ذلك يتم نقع القطعة لمدة ساعة في محلول يحتوي على نسبة ١٠٠٪ من مادة مذيبة غير مستخدمة من قبل، وهنا لابد من التنويه إلى أنه يجب تغطية الحمامات التي تحتوي على

المواد المذيبة في جميع الأوقات، كما يجب وضعها في أماكن بعيدة عن المواد القابلة للاشتعال.

بعد ذلك يمكن القيام بعملية التقوية أو التثبيت الفيزيائي لسطح القطعة الأثرية الدقيقة وذلك عبر نقع القطعة، التي تم تجفيفها في مزيج يحتوي على البارالويد B-72 (مادة مقوية) والتولوين، أو على خلات البولي فينيل وأي مادة مذيبة، وتعتمد نسبة هذا المزيج، الذي يحتوي على مواد التقوية المذابة بمادة مذيبة على مدى تسرب هذه المواد بالكمية المطلوبة، إذ كلما زاد التسرب زادت معه نسبة المادة المذيبة زادت نسبة تقوية السطح قلت معها نسبة المادة المذيبة وهكذا.. حيث يمكن استخدام مزيج يحتوي على نسبة عالية من المادة المذيبة تصل إلى ٥٠٪، وكذلك من مادة مقوية بنسبة ٥٠٪ أيضاً، وعليه فإن نقع القطعة بالمزيج الخاص بالتقوية لعدة ساعات يكفي لتسرب مادة مقوية والمادة المذيبة إلى سطح وجسم القطعة، بعد ذلك يتم إخراج القطعة الأثرية بعناية ومن ثم توضع داخل حجرة التبخير، ويمكن لهذه الحجرة أن تكون مجرد وعاء بلاستيكي محكم الإغلاق يتسع للقطعة الأثرية المُعالجة، وتعدّ فترة ثلاثة أيام من التجفيف البطيء مدة كافية تحول دون تسرب مادة التقوية من سطح القطعة الأثرية.

وهنا تجدر الإشارة إلى أن مواد التقوية المذكورة هنا لا تمنع تسرب الرطوبة بشكل نهائي؛ لأنه يمكن للزجاج الذي فقد بريقه أن يواصل امتصاص المياه من الوسط المحيط وبذلك تستمر حالة التعفن التي تصيبه.

وتعدّ القطع الزجاجية، التي فقدت بريقها مشكلة بحد ذاتها أثناء عملية الترميم، كما أن عملية غسل كربونات الصوديوم والبوتاسيوم، الموجودة على سطح القطع الزجاجية (أثناء مرحلة إزالة البقع من على القطع الأثرية المسامية)، سنقلل من خروج الأيونات الموجودة داخل الزجاج لكنها لن تمنعها من الخروج بشكل نهائي، وهنا تبدو عمليات المعالجة الحديثة التي تقوم على استخدام زيت السيليكون مثلاً

(Smith, 2003)، عمليات مجدية ؛ وذلك بسبب النتائج التي يمكن أن نتوصل إليها على المدى القصير، ويأتي ذلك جراء منع تبادل الأيونات مع تقوية سطح القطعة، إلا أن المعالجة بزيت السيليكون عملية غير قابلة للإرجاع (irreversible)، كما أنها أثبتت عدم قدرتها على مقاومة عوامل الزمن على المدى البعيد، ولذلك وإلى أن تصل طريقة المعالجة هذه إلى صيغة تتناسب مع قواعد عملية الترميم، التي أتينا على ذكرها في الفصل الأول، تبقى الطريقة المثلى لمعالجة الزجاج الذي فقد بريقه تتمثل بحفظه في مكان تقل فيه درجة الرطوبة النسبية إلى حدٍّ كبير، حتى ولو بعد تقوية الزجاج بمادة البارالويد B-72، أو بخلات البولي فينيل، ويمكن القيام بهذه الخطوة بسهولة متناهية وذلك عند وضع القطعة الزجاجية المزمع معالجتها داخل حجرة صغيرة، أو وعاء يحتوي على مادة مجففة (أي ملح يعمل على امتصاص الرطوبة).

منهجية التجفيف من الماء
Dehydration—Methodology

يمكن إجراء عملية التجفيف النهائية عند إخراج القطعة الأثرية من محلول الغسل الخاص بإزالة الأملاح وتركها لتجف بفعل الهواء، وكما ذكرنا في القسم الخاص بعملية التقوية، أما فيما يتعلق بالقطع الأثرية الصغيرة فإنه يمكن تجفيفها بواسطة مادة مذيبة، وهي عبارة عن كحول تم استخدامه مسبقاً بحيث تبقى القطعة الأثرية منقوعة داخله لمدة ساعة، بعدها يتم نقع هذه القطعة بمادة مذيبة جديدة تشكل نسبة ١٠٠٪ من محلول النقع، وتبقى القطعة الأثرية داخلها لمدة ساعة أيضاً، حيث تعمل طريقة التجفيف بواسطة المذيبات على التخفيف من وطأة الآثار الموجودة على السطح المشدود نتيجة لخروج الماء منه، كما تساعد القطعة على أن تجف في الهواء الطلق دون إحداث أي ضرر بالغ لسطح القطعة الأثرية.

خاتمة

Conclusion

من الممكن دوماً ألاّ نكون قادرين على التمييز بين القطع الخزفية والفخارية ؛ والسبب في ذلك يعود للبقع التي تخفي لون القطعة وطبيعتها الحقيقية، كما تخفي التكلسات والبقع الأخرى آثار الأدوات والقوالب المستخدمة لصناعة تلك القطعة، ولحسن الحظ فإنه ليس من الصعب إجراء المعالجات التي تأتي بها عملية الترميم للتخلص من تلك المشكلات، كما أنها تساعد أيضاً على القيام بعمليات التنقيب الدقيقة فضلاً عن التقييم، الذي تقدمه بخصوص القطع الأثرية السيليكاتية.

إلاّ أن القطع الأثرية الخزفية منها، أو الزجاجية، أو الحجرية تحمل معها العديد من المعضلات الفريدة، والتي يجب على عالم الآثار وفني الترميم أن يقوم بمعالجتها، فكثيراً ما تكون الطبيعة الصلبة لهذه القطع مشكلة بحدّ ذاتها ؛ وذلك لأنها تخدع عالم الآثار، أو فني الترميم، أو حتى القائم على شؤون المتحف فيظن بأن هذه المواد غير قابلة للتحطم، وبأنها لا تحتاج إلى تثبيت على الإطلاق، لكن الواقع يأتي بخلاف ذلك ؛ وذلك لأن العديد من هذه القطع يتعرض لأضرار عديدة مع مرور الأيام، كما أن حالة التحلل هذه ستستمر سواء داخل المختبر، أو المتحف طالما بقيت القطعة الأثرية دون معالجة أو تثبيت قبل مرحلة التخزين.

المراجع

"An Act of Faith and the Restorer's Art." *Smithsonian* Vol. 30 No. 8، 1999، pp. 76–85. [ECU788]

Andre، Jean-Michel. *The Restorer's Handbook of Ceramics and Glass*. Toronto: Van Nostrand Reinhold، 1976.

Beaubein، L.A. "Ceramics، Paper، Fabrics، Photographic Materials، and Magnetic Tape." *Seawater Corrosion Handbook*. M. Schumacher، ed. Park Ridge، New Jersey: Noyes Data Corporation، 1979: 466–472.

Bhargav، J.S.، R.C. Mishra، and C.R. Das. "Environmental Deterioration of Stone Monuments of Bhubaneswar، the Temple City of India." *Studies in Conservation* Vol. 44 No. 1، 1999، pp. 1–11. [ECU-710]

Biser، Benjamin. *Elements of Glass and Glassmaking*. Pittsburgh: Glass and Pottery Publishing، 1899.1899.

Brill، Robert H. "Ancient Glass." *Scientific American* (November 1969): 120–130. [ECU-269]

—. "Analyses of Some Finds from the Gnalic Wreck." *Journal of Glass Studies* 15 (1973): 93–97. [ECU-131]

—. "Crizzling—A Problem in Glass Conservation." *Conservation in Archaeology and Fine Arts*. (International Institute for Conservation، London) (1975): 121–134.

—. "The Use of Equilibrated Silica Gel for the Protection of Glass with Incipient Crizzling." *Journal of Glass Studies* 9 (1978): 1001–1118.

Brus، Ji˘oi and Petr Kotlik. "Consolidation of Stone by Mixtures of Alkoxysilane and Acrylic Polymer." *Studies in Conservation* Vol. 41 No. 2، 1996، pp. 109–119. [ECU-711]

Buys، Susan and Victoria Oakley. *Conservation and Restoration of Ceramics*. London: Elsevier، 1996.

Caldararo، Niccolo. "Conservation Treatments of Paintings on Ceramic and Glass: Two Case Studies." *Studies in Conservation* Vol. 42 No. 3، 1997، pp. 57–164. [ECU-712]

CCI Laboratory Staff. "Care of Black-and-White Photographic Glass Plate Negatives." *CCI Notes* (Canadian Conservation Institute) 16/2 (1988). [ECU-442]

CCI Laboratory Staff. "Care of Ceramics and Glass." *CCI Notes* (Canadian Conservation Institute) 5/1 (1991). [ECU-352]

CCI Laboratory Staff. "Care of Argillite." *CCI Notes* (Canadian Conservation Institute) 12/1 (1992). [ECU-461]

Clow، A. & N.L. Clow. "Ceramics from the 15th Century to the Rise of the Staffordshire Potteries." *A History of Technology Vol IV: The Industrial Revolution c. 1750–1850*. Oxford University Press، London 1958. [ECU-565]

Collins، Chris. *Care and Conservation of Palaeontological Material*. London: Butterworths، 1995.

Cronyn، J.M. *The Elements of Archaeological Conservation*. London: Rutledge، 1990.

Crossley، D.W. and F.A. Aberg. "Sixteenth Century Glass-Making in Yorkshire: Excavations at Furnaces at Hutton and Rosedale، North Riding، 1968–71." *Post Medieval Archaeology* 6 (1972): 107–59.

Coysh، A.W.&Henrywood، R.K. *The Dictionary of Blue and White Printed Pottery، 1780–1880*. Vol. 1. Woodridge، Suffolk: Antiques Collectors Club Ltd. 1982.

Davison، Sandra. *The Conservation of Glass*. London: Butterworths، 1982.

Dei، Luigi، Andreas Ahle، Piero Baglioni، Daniela Dini، and Enzo Ferroni. "Green Degradation Producst of Azurite in Wall Paintings: Identification and

Conservation Treatment." *Studies in Conservation* Vol. 43 No. 2، 1998، pp. 80–88. [ECU-713]

Dimes، F.G. and Ashurst، J. Conservation of Building and Decorative Stone. London: Elsevier، 1998.

Frank، Susan. *Glass and Archaeology*. London: Academic Press، 1982.

Gilles، William B. "Bottles from the Sea، Part I.: Recovery and Treatment." *Skin Diver* (April 1986): 114–119. [ECU-428]

Glass Glossary. Parks Canada—National Historic Parks and Sites، 1989. [ECU-433]

Godden، Geoffrey A. New handbook of British Pottery & Porcelain Marks. London: Barrie & Jenkins، 1968.

Goodenough، Robert D. "Method and Composition for Removing Iron Stains from Porcelain." (U.S. Patent Number 3،721،629): 1–4.

Guldbeck، Per E. "Ceramics: Care and Conservation." *The Care of Antiques and Historical Collections*. Nashville: AASLH Press، 1986. [ECU-321]

—. "Glass: Problems and Solutions." *The Care of Antiques and Historical Collections*. Nashville: AASLH Press، 1986. [ECU-322]

Hamilton، Donny. *Methods for Conserving Underwater Archaeological Material Culture*. College Station، TX: Texas A & M University، 1998.

Hawley، J.K.، Kawai، E.A.، and C. Sergeant. "The Removal of Rust Stains from Arctic Tin Can Labels Using Sodium Hydrosulfite،" *Journal of the IIC-CG*، 6 (1 & 2) (1981): 17–24.

Hodges، Henry. *Artifacts: An Introduction to Early Materials and Technology: Chapter 2: Glazes*. John Baker، London 1964. [ECU-566]

Howie، M.P. Frank. *Care and Conservation of Geological Material، Minerals، Rocks، Meteorites and Lunar Finds*. London: Elsevier، 1992.

Hunter، Robert، ed. *Ceramics in America*. London: Chipstone Foundation، 2001.

Ilik-Y¨ur¨uksoy and Olgun G¨uven. "The Preservation of Denizlilimestones by in-situ Polymerization." *Studies in Conservation* Vol. 42 No. 1، 1997، pp. 55–60. [ECU-714]

Jedrzejewska، Hanna. "Removal of Soluable Salts from Stone." *Proceedings* (IIC Conference on the Conservation of Stone & Wooden Objects، New York) 1 (1971): 19–33.

—. "The Kern Effigy: Its Discovery، Interpretation، and Infield Preservation." *Curator* Vol. 36 No. 1، 1993، pp. 66–78. [ECU-715]

Koob، S.P. "The Removal of Aged Shellac Adhesive from Ceramics." *Studies in Conservation* 24 (1979): 134–35. [ECU-181]

Koob، Stephan. "Obsolete Fill Materials Found on Ceramics." *Journal of the American Institute for Conservation* Vol. 31 No. 2، 1992. [ECU-716]

Koob، Stephan andWon Yee Ng. "The Desalination of Ceramics Using a Semi-Automated Continuous Washing Station." *Studies in Conservation* Vol. 45 No. 4، 2000، pp. 265–273. [ECU-717]

—. "The Use of Paraloid B-72 as an Adhesive: Its Application for Archaeological Ceramics and other Material." *Studies in Conservation* 31 (1986): 7–14. [ECU-306]

Kovel، Ralph and Terry Kovel. "Bottles." *Know Your Antiques*. New York: Crown Publishers، 1967: 100–115. [ECU-0367]

MacLeod، Ian D. "Desalination of Glass، Stone، and Ceramics Recovered from Shipwreck Sites." *ICOM Proceedings* (Sydney) (1987): 1005–1007.

Mack، Robert C. "Brick and Stone Preservation: The First Steps." *Early American Life* (June 1977): 52–57. [ECU-424]

Matero، Frank G. and Albert Tagle. "Cleaning، Iron Stain Removal، and Surface Repair of Architectural Marble and Crystalline Limestone: The Metropolitan Club." *Journal of the American Institute for Conservation* Vol. 34 No. 1، 1995. [ECU-718]

McKearin، George S. and Helen McKearin. *American Glass*. New York: Crown Publishers، 1941.

Mibach، Lisa. "The Restoration of Coarse Archaeological Ceramics." *Proceedings* N. Brommellie and P. Smith، eds.، (1975 Stockholm Congress، International Institute for Conservation of Historic and Artistic Works) (1975): 63–68.

Moyer، Cynthia and Gordon Hanlon. "Conservation of the Darnault Mirror: An Acrylic Emulsion Compensation System." *Journal of the American Institute for Conservation* Vol. 35 No. 3، 1996. [ECU-719]

Munnikendam، R.A. "Preliminary Notes on the Consolidation of Porous Building Materials by Impregnation with Monomers." *Studies in Conservation* 12 (1967): 158–62. [ECU-345]

Newton، Roy and Sandra Davison. *The Conservation of Glass*. London: Butterworths، 1989.

Nylander، Carl. "S.O.S. for Ancient Monuments." *Archaeology* 41 (1988). [ECU-348]

Oddy،W.A. and H. Lane. "The Conservation ofWaterlogged Shale." *Studies in Conservation* 21 (1976): 63–66.

Olive، J. and C. Pearson. "Conservation of Ceramics from Marine Archaeological Sources." *Conservation in Archaeology and the Applied Arts* (Proceedings of the 1975 Stockholm Congress، International Institute for Conservation، London) (1975): 63–68.

Pannel، Jane. "Conservation of Glass in Bodrum Museum of Underwater Archaeology." *Uluslararasi Anadolu Cam Sanati Sempozumu Kitabi* (1990): 47–50، 113–114.

Pauter، Ian. "An Investigation into the Drying and Consolidation of Wet Glass Recovered From the *Mary Rose*." *ICOM Proceedings* (Sydney) (1987): 1013–1016.

Pearson، Colin. "Deterioration of Ceramics، Glass، and Stone." *Conservation of Marine Archaeological Objects*. Butterworths، London، 1987. [ECU-562]

Pessoa، J. Costa، J.L. Farinha Antunes، M.O. Figueiredo، and M.A. Fortes. "Removal and Analysis of Soluable Salts from Ancient Tiles." *Studies in Conservation* Vol. 41 No. 3، 1996، pp. 153–160. [ECU-720]

Plenderleith، H.J.&Werner، A.E.A. The Conservation of Antiquities andWorks of Art. London: Oxford University Press، 1971.

"Preservation of Historic Masonry." *Journal of the Association of Preservation Technology* Vol. 26 No. 4، 1995. [ECU-721]

Rodgers، Bradley A. *The East Carolina University Conservator's Cookbook: A Methodological Approach to the Conservation of Water Soaked Artifacts*. Herbert R. Paschal Memorial Fund Publication، East Carolina University، Program in Maritime History and Underwater Research، 1992. [ECU-0402]

Saleh، Saleh A.، Fatma M. Helmi، Monir M. Kamal، and Abdel-Fattah E. El-Banna. "Study and Consolidation of Sandstone." *Studies in Conservation* Vol. 37 No. 2، 1992، pp. 93–104. [ECU-722]

Sease، Catherine. *A Conservation Manual for the Field Archaeologist*. (Archaeological Research Tools Vol. 4، Institute of Archaeology، University of California، Los Angeles) (1987). [ECU-221]

Singley، Katherine. *The Conservation of Archaeological Artifacts From Freshwater Environments*. South Haven، MI.: Lake Michigan Maritime Museum، 1988.

Smith، Wayne C. *Archaeological Conservation Using Polymers، Practical Applications for Organic Artifact Stabilization*. College Station، Texas A & M University Press، 2003.

Staniforth، Mark & Nash، Mike. *Chinese Export Porcelain from the Wreck of the Sydney Cove (1797)*. Tasmania: The Australian Institute for Maritime Archaelogy، Inc.، 1998.

Stein، Rena E.، Jocelyn Kimmel، Michele Marincola، and Friederike Klemm. "Observations on Cyclododecane as a Temporary Consolidant for Stone." *Journal of the American Institute for Conservation* Vol. 39 No. 3، 2000. [ECU-723]

Sullivan، Catherine and Olive Jones. *The Parks Canada Glass Glossary* (Canada Parks Service، Ottawa) (1989).

Thomson، Garry، ed. *Conservation of Stone. Proceedings* (IIC Conference on the Conservation of Stone and Wooden Objects، New York) 1 (1971).

Warren، John. *Conservation of Brick*. London: Elsevier، 1998.

Weier، Lucy E. "The Deterioration of Inorganic Materials Under the Sea." *Archaeological Bulletin* (University of London، II) (1974): 131–63.

Wenker، Bert and EllenWenker. *The Main StreetPocket Guide to North AmericanPottery andPorcelain*. Pittstown، New Jersey: Main Street Press، 1985.

Williams، Nigel. *Porcelain—Repair and Restoration*. London: British Museum، 1983.