استخدام أسلوبي المستوى الحراري الخامد والتدفق داخل قالب فى ترميم الآنية الزجاجية الاسلامية "٢"

د.فاطمة الشناوي[1]

ملخص:

اقتصر بحثنا على ترميم الآنية الزجاجية الإسلامية، خاصة المصابة بظاهرة التآكل السطحي، نظراً لأنها أكثر أنواع التلف انتشاراً، وقد استخدمنا في الجزء الأول من البحث "أسلوبي المستوى الحراري الخامد والصهر داخل قالب" لاستنساخ الجزء المفقود من الآنية الزجاجية بواسطة أسلوب الصهر داخل قالب ثم تم تنفيذ الزخارف الموجودة بهذا الجزء، خاصة المموهة بالذهب والمزخرفة بالمينا، بالأساليب الزخرفية الخاصة بذلك، وبعدها قمنا بتثبيت هذا الجزء المستنسخ في مكانه بالإناء الآثري مع تثبيت الزخارف على أسطحه في نفس المرحلة، وذلك باستخدام أسلوب المستوى الحراري الخامد.

أما في هذا الجزء من البحث "الجزء الثاني"

فنحن نقوم بترميم الآنية الزجاجية الإسلامية ذات الزخارف البارزة والغائرة ولذلك حددنا استخدام أسلوب تدفق مصهور الزجاج داخل قالب لاستنساخ الجزء المفقود من الأثر، نظرا لزيادة سيولة الزجاج في هذا الأسلوب الحراري، مما يسهل تشكيل الجزء المراد استنساخه بكل ما يحمله من تفاصيل زخرفية بارزة وغائرة مهما كان بها من خطوط زخرفية حادة أو دقيقة ثم تبريده، وبعد ذلك تقوم بتثبيت هذا الجزء المستنسخ في مكانه بجسم الغناء الآثري باستخدام أسلوب المستوى الحراري الخامد الذي مداه الحراري هذه العملية.

وقمنا بتصميم الجداول والمنحنيات الحرارية الدقيقة الخاصة بكل أسلوب بنفس الطريقة المستخدمة في الجزء الأول من البحث، وهذا يؤدي إلى المحافظة على الأثر وعدم تعرضه لأي إصابة أو تشوهن بل على العكس فإن استخدام هذه الأساليب الحرارية يساعد أيضاً على التخلص من بعض مظاهر التلف العالقة بأسطح الأثر الزجاجي.

مقدمــة:

نظراً لعشوائية التركيب البنائي الشبكي للزجاج الإسلامي فإن الآنية الزجاجية الأثرية المصابة بظاهرة التآكل السطحين خاصة المزخرفة بالنحت البارز والغائر، تحتاج إلى عناية وحرص شديدين عند تناولها بالعلاج والترميم والاستكمال، وهذا يحتاج من المرمم أن يقف على أحدث الوسائل العلمية الخاصة بالفحص والكشف عن مظاهر التلف، وكذلك بالوسائل والمواد المستحدثة الخاصة بالعلاج والترميم واستكمال

[1] أستاذ مساعد بقسم الزجاج – كلية الفنن التطبيقية – جامعة حلوان

الأجزاء المفقودة، خاصة وأن مهمة المرمم تبدأ عند تعامله مع الأثر عند لحظة اكتشافه.

وهناك العديد من الدراسات العلمية الحديثة التي تناولت طرق التحليل والكشف عن مظاهر تلف الآثاريات الزجاجية الإسلامية وكذلك طرق ترميمها وصيانتها، خاصة المعرضة لظاهرة التآكل السطحي [أ]، هذا إلى جانب الدراسات العلمية التي أساليب حديثة لاستكمال الأجزاء المفقودة من الآنية الزجاجية.

ولكن مشكلة هذا البحث تتضح في أن معظم ما قدم من أساليب استكمال الأجزاء المفقودة كان يعتمد على استخدام المواد الراتنجية المخلقة، والتي يمكن أن يكون لها بعض التفاعلات السلبية على الأثر الزجاجي بمرور الوقت،هذا بالإضافة إنه أثناء تنفيذها يتم التعامل المباشر مع الأثر بواسطة بعض الآلات الحادة الى جانب صعوبة تنفيذ العناصر الزخرفية الموجودة بأصل الأثر الزجاجي ٠

لذا هدف بحثنا الى ما يلي :

- استخدام الأساليب الحرارية لاستنساخ الأجزاء المفقودة بأجزاء زجاجية من نفس التركيب الكيمائي لزجاج الأثر نفسه
- تثبيت الجزء الزجاجي المستنسخ في مكانه بجسم الأثر باستخدام الأساليب الحرارية المناسبة أيضا، **وقد نتج عن ذلك** :استنساخ الأجزاء المفقودة بطريقة آمنة لا ينتج عنها أي تفاعلات نظرا لأن الجزء المستنسخ من نفس النوع الزجاج وكذلك المحافظة على الأثر من التعرض للصدمات أو الخدوش، هذا وإلى جانب تخلصه من الشوائب العالقة به ومعالجة الشروخ الدقيقة الموجودة بأسطحه

١- الآنية في العصر الإسلامي :

كثر في العصر الإسلامي إنتاج الآنية وتعددت أشكالها وزخارفها واختلفت مواد وطرق صناعتها حسب قدر مستخدميها وقيمة ما تحويه بداخلها ٠

وقد تم تصنيف الآنية الإسلامية تبعا لمادة الصنع كما يلي :

١. بلور صخري وزجاج مماثل للبلور الصخري.
٢. خزف أو نحاس أو زجاج .

وقد كانت الآنية المصنوعة من البللور الصخري تستخدم لحفظ العطور الثمينة والمشروبات ومواد الزينة للمراءة، وكانت تصنع للطبقة الرفيعة في المجتمع أما لاستخدامات عامة الناس فكانت تصنع من النحاس أو الخزف أو الزجاج، وتركزت صناعة الآنية في الفسطاط والفيوم والأشمونين والأسكندرية، واستمرت صناعة

[أ] تعد هذه الظاهرة من أكثر مظاهر تلف الزجاج شيوعاً سواء المستخرجة من تحت سطح التربة أو تحت سطح الماء أو الغارقة في الماء .

الآنية الزجاجية في التطوير منذ بزوغ العصر الإسلامي وحتى ما بعد القرن الخامس عشر الهجري ٠

١-١ أساليب صناعة وزخرفة الآنية الزجاجية في العصر الإسلامي :

أمكن تقسيم أساليب صناعة وزخرفة الآنية الزجاجية في العصر الإسلامي كما يلي :

١-١-١ آنية ذات زخارف مختومة أو مضغوطة بأختام خاصة عليها رسوم هندسية أو نباتية أو كتابات أو رسوم لحيوانات أو طيور محورة زخرفيا٠

١-١-٢ آنية منفوخة وذات زخارف في القالب ٠ وكان القالب عادة يتكون من جزئين من الفخار أو المعدن أو الخشب وكان هناك قوالب من جزء واحد، ومن هذه الآنية تم نفخ جزئها العلوي في قالب والسفلي في قالب آخر ثم جمع الجزءان معاً باستخدام الأساليب الحرارية، ليكونان معاً إناءاً واحداً ٠ وكانت تزخرف هذه النوعية من الآنية بالدوائر ذات المركز الواحد والكتابات والرسوم الهندسية وزخارف تشبه أقراص العسل وكلها كانت محفورة بقالب التشكيل ٠ وتؤرخ هذه المجموعة السابقة في الفترة ما بين القرنين " الثاني والثامن الهجري " والثامن والرابع عشر الميلادي " ٠

١-١-٣ آنية ذات زخارف منحوتة أو مقطوعة أو محذوذة ف جدار الإناء بعد أن يبرد وقد صنعت هذه الآنية لتحاكي البللور الصخري حيث أنها تكون سميكة ليسهل قطعها ويؤرخ لهذه القنينات ما بين القرنين " الثالث والسابع الهجري التاسع والثالث عشر الميلادي ٠

١-١-٤ آنية ذات خطوط حلزونية تنتج بلف رقبة الإناء قبل أن يبرد الزجاج ويؤرخ لهذه الآنية ما بين القرنين " الثالث والرابع الهجري " " التاسع والعاشر الميلادي "

١-١-٥ آنية عليها عيدان زجاجية مضافة قد تكون من لون مخالف للزن الزجاج وتلصق على الآنية وهي ساخنة وقد تصنع هذه الإضافات يداً للإناء وأخرى أضيف لها هذه الأعمدة الزجاجية حول جسمها ألأسفل لتصنع أرجل للآنية ٠

١-١-٦ آنية تتألف زخارفها من خيوط من الزجاج الملون ضغطت على سطح الإناء حتى صارت في مستواه ونتج عن ذلك خطوط مموجة تكسب الإناء نوعا من زخارف تشبه المرمر ٠ ويؤرخ لهذه الآنية ما بين القرنين " الأول والسابع الهجري " " السابع والثالث عشر الميلادي "

١-١-٧ آنية زجاجية مزخرفة بالبريق المعدني تؤرخ ما بين القرنين " الثالث والثامن الهجري " " التاسع والثاني عشر الميلادي "

١-١-٨ آنية مزخرفة بزجاج ملون وتؤرخ ما بين القرنين " الثالث والثامن الهجري "التاسع والرابع عشر الميلادي "

١-١-٩ والآنية الزجاجية الملونة توجد مجموعة متميزة من القوارير والأكواب والسلطانيات، أكثرها باللون الأرجواني الفاتح ومزخرفة بخيوط بيضاء مضافة كتفريعات المرمر كما عثر على مجموعة كبيرة من القنينات الصغيرة والرقيقة لحفظ العطور والمصنوعة من الزجاج المختلط بأحد مركبات الرصاص[أ] ولها لون مائل للزرقة ٠

١-٢ الزجاج والبللور الصخري المصري والسوري في العصر الفاطمي :-

ما بين القرنين العاشر والثالث عشر الهجري، وقدم فيه الفنانين المصريين والسوريين طرق عديدة لزخرفة الآنية الزجاجية منها ما يلي :

١-٢-٩-١ إضافة الملونات لمصهور الزجاج كاللون الأخضر والرمادي المحمر وغيرها من الألوان

١-٢-٩-٢ زخرفة الآنية بالخيوط الزجاجية البارزة عن السطح أو المضغوطة به وكان منها الخيوط ذات اللون الأزرق أو الأبيض المط ٠٠ وغيرها

١-٢-٩-٣ الزخرفة بالمينا الملونة على هيئة زخارف نباتية وهندسية وكتابات ٠٠الخ هذا الى جانب الزخرفة بالبريق المعدني الذي كان ينفذ على أسطح الآنية على شكل أطياف مختلفة من اللون الذهبي والنحاسي والفضي، وهذا النوع من الزخارف أهم ما تميز به العصر الفاطمي في صناعة وزخرفة الآنية الزجاجية .

١-٢-٩-٤ زخرفة الآنية الزجاجية الخضراء بتغطيتها من الداخل باللون البني المحمر ثم إضافة الزخارف المختلفة على سطحها الخارجي باللونين البرتقالي والبني مع البريق المعدني الذهبي والفضي ٠

١-٢-٩-٥ زخرفة الآنية بأسلوب الألف زهرة Millefiore الذي كان مستخدما في العصر الفرعوني وقد استخدم بوضع نقط حمراء وخضراء وصفراء وبيضاء مع رقائق دقيقة جدا من الذهب ملبسه في سطح الإناء[أ] .

١-٢-٩-٦ زخرفة الآنية بالقطع والتي كانت تشبه البللور الصخري، وكانت تنفذ بصنع الآنية من الزجاج الشفاف ثم تغطيتها بطبقة أخرى من الزجاج الأزرق أو الأخضر أثناء التصنيع وبعد تبريدها يتم قطع الطبقة الملونة بالأحجار فتظهر الزخارف باللون الأزرق والأرضية تظل شفافة كما هي، وهذا الأسلوب بلغ ذروته على يد الصناع الفاطميين وشاع استخدامه لروعة مظهره وقلة سعره عن البللور الصخري ٠

[أ] عناصر مكونة لزجاج الكريستال .

[أ] حيث تحديد الخطوط الخارجية للشكل الزخرفى بهذه الرقائق ثم تملأ المساحة المحدودة بنقط من الزجاج الملون بجانب بعضها .

ويوجد بمتحف المتروبوليتان ثلاث قنينات زجاجية أحدها على هيئة قلب بزينة زخارف نباتية أما الأخرتان فيتخذان الشكل الأسطواني ويزدانان بالزخارف النباتية والكتابات الكوفية ٠

١-٢-١ ازدهار صناعة وزخرفة الزجاج في العصر الأيوبي والمملوكي تؤرخ ما بين القرنين"الثاني عشر والخامس عشر الهجري " واستمر فيه أسلوب زخرفة الآنية بالذهب والمينا بفضل الصناع السوريين وفي القرن الثالث عشر الهجري شاع استخدام الموضوعات الآدمية والحيوانية إلى جانب الزخارف النباتية والكتابية لزخرفة الآنية وهذا ما تميزت به الآنية الزجاجية في تلك الحقبة الزمنية التي تعد أثرياتها من أبدع منتجات الزجاج الإسلامي. وفي أوائل القرن الرابع عشر أبدع صناع الزجاج السوريون في صناعة مجموعة من الآنية الزجاجية متنوعة الأحجام والأشكال والزخارف لا تقل في جمالها ورونقها عن المشكاوات التي تميزوا بها في تلك الفترة، بل تميزت بوجود لزخارف الآدمية والحيوانية عليها .

١-٢-٢ الآنية الزجاجية في العصر العثماني :

تأخرت صناعة الزجاج من ذلك العصر وتنم استيراده من البندقية وبوهيميا وكانت معظم المنتجات المستوردة من الكؤوس والسلطانيات والدوارق والأباريق وكلها مزخرفة بأساليب متنوعة ٠

١-٣ تركيب الزجاج الإسلامي :

صنع الزجاج في العصر الإسلامي في الفسطاط من عدة خلطات منها ما يلي :

أكاسيد العناصر في الخلطة الزجاجية	زجاج أزرق	زجاج أخضر " أ "	زجاج أخضر " ب "	زجاج أخضر "ج "
	النسب المئوية لأكاسيد العناصر			
أكسيد السيليكون	71.2	70.5	66.3	49.4
أندريد حامض الفوسفوريك	0.3	0.6	0.6	1.2
أكسيد الحديد	1.4	1.9	4.6	8.6
أكسيد الألومنيوم	1.0	0.8	4.6	14.5
كربونات كالسيوم	8.1	7.8	10.5	18.7
أكسيد الماغنسيوم	3.2	1.2	1.0	1.4
أكسيد بوتاسيوم	2.1	أثار	3.8	3.5
أكسيد صوديوم	11.4	16.1	11.1	2.4
أكسيد منجنيز	1.2	1.1	2.4	0.3
المجموع	99.9	100.0	100.2	100.3

٢- التركيب البنائي للزجاج :

تعتبر نظرية البناء الشبكي العشوائي "Random network " لذخاريازن " "Zachariasen وكذلك نظرية التبللور "Crystallite " للبيديف Lebedev هما أكثر النظريات شيوعاً.

٢-١ نظرية زخاريازن : وتعتمد على أربعة تصورات هما :

٢-١-١ عدم اتصال أكثر من كاتيونين بأيون واحد من الأكسيجين

٢-١-٢ يشترك الأكسجين المتعدد السطوح بأركانه فقط مع بعضه البعض ولا يشترك بحدوده ولا وجوهه

٢-١-٣ لابد أن تكون عدد ذرات الأكسجين المحيطة بالآيونات الموجبة صغيرة " ثلاثة أو أربعة فقط "

٢-١-٤ يشترك الأكسجين المتعدد ألأسطح بثلاث أركان على الأقل مع متعدد سطوح آخر

٢-٢ لذلك يمكن تقسيم الكاتيونات في شبكة الزجاج إلى ثلاثة مجموعات رئيسية هي :

٢-٢-١ مكونات الشبكة " مكونات الزجاج

وهذه الكاتيونات لها القدرة على تكوين الزجاج بنفسها مثل

$Si^{+4} - B^{+3} - P^{+3} - AS^{+5}$ وهي ثلاثية أو رباعية الترابط وذات طبيعة حمضية

٢-٢-٢ محسنات الشبكة

وهي كاتيونات لا تكون الزجاج بمفردها. ومن أمثلتها" - $K^{+} - Ca^{+2} - Ba^{+2}$ " Na+

٢-٢-٣ الأكاسيد الوسيطة:

وهي تلعب دور الوسيط بين المكونات الشبكية والمحسنات الشبكية ورقمها الترابطي مرتفع نسبيا فيقع بين " 6-5-4- " ومن أمثلتها " Fe – Pb – Zn – Al "

٢-٣ نظرية لبيديف : وهي نقيض لنظرية زاخاياذن التي تعتمد على التوزيع الإحصائي للشبكة الغير مرتبة سواء للكاتيونات أو المحسنات ٠ أما نظرية لبيديف فهي تتصف بالترتيب الشديد بين مواضع الكاتيونات في المادة والذي ينتج عن مركبات مجهرية للبلورات التي لا يمكن رؤيتها بالعين المجردة ولكن يمكن تخيلها في صورة وحدات بنائية مشوهة بشدة ولها نفس دقة الترتيب في اتجاه البللور٠

٣- المقاومة الكيمائية للزجاج :

تعتبر المقاومة الكيمائية من أهم خواص الزجاج من الناحية العلمية والتطبيقية ٠

وتعرف بأنها : مقاومة الزجاج لعوامل التآكل المختلفة مثل الماء والعوامل الجوية، المحاليل المائية للأحماض والقواعد والأملاح ٠ الخ ويعتمد تآكل الزجاج في المحاليل المائية المختلفة بدرجة كبيرة على التركيب الكيمائي وعلى مدى إمكانية التفاعل الكيمائي بين هذه المحاليل والعناصر الداخلة في تركيب الزجاج كما يعتمد

التآكل على عدة عوامل آخرى منها درجة تركيز محلول التآكل ودرجة حرارته وزمن تعرض الزجاج له ٠ كما تؤكد القياسات المعملية أن مقاومة الزجاج الكيمائية للمحاليل ترجع الى ظروف التجارب نفسها وإلى التركيب الكيمائي للزجاج ٠
ولتوضيح ذلك لابد من معرفة ميكانيكية للتفاعلات التي تحدث تحت تأثير العوامل المختلفة وذلك كما يلي :

٣-١ تأثير الماء :

عند وضع قطعة من الزجاج العادي في الماء فالزجاج لا يذوب فيه ولكنه يتحلل أو يتفكك إلى حد ما، أي تفكك الرابطة " Si – O – R " حيث تمثل R أيون العناصر الآحادية أو الثنائية التكافؤ مثل أيونات الصوديوم والبوتاسيوم والكالسيوم ٠٠الخ مكونا ملحا قابلا للذوبان في الماء والذي يمكن إحلاله بأيون من الهيدروجين " H^+ " أو بجزئ من الماء +H2O وبالتالي فإن الرابطة الأولى " Si – O – R " تتحول إلى الرابطة " Si – O – H " وعلى هذا الأساس يتكون على سطح الزجاج بطبقة تحتوي على كل من الرابطة الأولى " Si – O – R " والرابطة الجديدة " Si – O – H " أو بصورة أخرى "Si – OH " وإذا لم يتم إزاحة نواتج هذه العملية التحليلية سيظل جزء من الأيونات الأحادية أو الثنائية موجود على سطح الزجاج وبالتالي تستمر عملية تآكل الزجاج لوجود هذه الأيونات ٠

٣-٢ تأثير الأحماض : أن التأثير المباشر لمحاليل الأحماض المخففة ما عدا حمض الهيدروفلوريك هو استخلاص أو إزاحة الأيونات الأحادية أو الثنائية من سطح الزجاج المعرض للمحلول الحمضي وإحلالها بأيونات الهيدروجين " H^+ " أو أيونات " H_3O^+ " من المحلول .

٣-٣ تأثير القواعد " القلويات ":

إن تأثير المحاليل القلوية على الزجاج أقوى بدرجة كبيرة وأكثر تعقيدا من تأثير المحاليل الحمضية عليه ويكون هذا التأثير بدرجة مختلفة تماما عن تأثير الماء أو محاليل الأحماض المختلفة ما عدا حمض الهيدروفلوريك٠

٤- طرق تآكل الزجاج :

التآكل في الزجاج يحدث نتيجة لعامل أو أكثر من العوامل التالية :

٤-١ عملية الإذابة Leaching process

وهي عبارة عن إزاحة أو إذابة أحد مكونات الزجاج القابلة لذلك وهي تعرف بالتبادل الآيوني مع أيونات المحاليل وينتج من ذلك طبقة مسامية من الزجاج ٠

٤-٢ عملية التآكل Etching Process

وهي عبارة عن إزاحة أو إذابة شبه كاملة لسطح الزجاج وينتج عنه تكون طبقة جديدة من سطح الزجاج ٠

٤-٣ عملية التفكك Deposition Process

وهذه هي عملية تحلل أو تفكك المواد الغير قابلة للذوبان في المحاليل المختلفة وعموما فإن عملية ميكانيكا التآكل الكيمائي يمكن تلخيصها فيما يلي :

٤-٣-١ فهي عبارة عن عمليتين، عملية الإذابة وعملية التآكل معاً فقد بين "آدم " أن أثر عملية التفاعل الكيمائي بين الزجاج والمحاليل المختلفة لابد أن تتضمن هاتين العمليتين معاً ولكن بدرجة أو بنسب مختلفة منهما ٠

٤-٣-٢ وقد قام الكثير من العلماء بوضع عدة نظريات لشرح ميكانيكية تآكل الزجاج مثل هولاند، باس، بدوفر اكيويز، ودوجلاس مع آخرين ٠

٤-٣-٣ كذلك قام هنش بدراسة تأثير تجانس الزجاج على تآكله في المحاليل المختلفة.

٥- أثر اختلاف نسب الخامات المكونة للزجاج على ثباته ومتانته :

اتضح من الدراسات السابقة أن من أقل نسب الخامات المكونة لزجاج الآنية الإسلامية وكما أوضحها " Hemilton 1999 " في الآتي :

70-74% سيليكا 6-22% مادة قلوية 5-10% مسحوق جيري

وبعض الأحيان كان الصانع يقع بدون قصد في عدة أخطاء في اختلاف النسب والتي كانت تضر بمواصفات الآنية الزجاجية وتساعد على تأثرها ببعض مظاهر التلف ومن أهم مظاهر تلف الآثريات الزجاجية " ظاهرة التآكل السطحي " التي تنتج من الخلل بين التركيب البنائي لشبكية الزجاج ونسب المواد المكونة وكذلك الظروف المحيطة بالأثر ٠

٦- أساليب علاج وصيانة الآثار الزجاجية المعرضة لظاهرة التآكل السطحي :

معظم الأثريات الزجاجية تكون مستخرجة من تحت سطح التربة أو من تحت سطح الماء لذلك تكون محاطة بنسبة عالية من الرطوبة، وعند استخراجها بصورة سريعة تتعرض للجفاف المفاجئ الذي يؤدي بدوره لظهور العديد من مظاهر التلف على الأثر مثل تقشر السطح أو سقوط طبقات منه أو تهشمه ٠٠الخ وهذا يرجع إلى حدوث حالة من الخلل في التوازن القائم بين الأثر والظروف المحيطة به والتي كان عليها قبل استخراجه منها ٠

٦-١ لذا يجب مراعاة الآتي قبل البدء في عملية العلاج أو الاستكمال :

٦-١-١ توفير بيئة حفظ مشابهة لبيئة الدفن التي كان بها الأثر قبل اكتشافه[أ]

٦-١-٢ اتخاذ الحيطة والحذر أثناء عملية نقل الأثر إلى معامل الترميم

[أ] أكد PoolMora" ١٩٩٢م" على أهمية ذلك وقد أوصى Foly " ١٩٩٥ م " على ضرورة تزويد أماكن الحفائر بمعامل متنقلة مزودة بمستلزمات الترميم للحفاظ على الأثر لحين نقله لمعامل الترميم المتخصصة .

٦-١-٣ فحص الأثر بالوسائل الحديثة للوقوف على مدى التلف وتحديد طريقة العلاج والترميم

٦-١-٤ استخلاص الأملاح بالطرق المناسبة وإزالة طبقات الصدأ باستخدام طيف الأشعة تحت الحمراء ٠

٦-٢ وقد قدمت الكثير من الدراسات والأبحاث التي تناولت موضوعات علاج وصيانة واستكمال الآثاريات الزجاجية المعرضة لظاهرة التآكل السطحي [ب] على الأخص ٠ ومن أهمها بالنسبة لبحثنا هذا الدراسات التي قدمت في مجال أساليب جديدة لاستكمال الأجزاء الناقصة من الآنية الزجاجية المتآكلة ومنها ما قدمه كل من :

" 2003 – Fatma sh" – 2001 Ling D" – 1997 Risser E "

وقد اعتمدت أساليب الاستكمال منذ 1997 وحتى 2001 على استكمال الأجزاء الناقصة عن طريق صب المادة المكملة فوق سطح القالب الشمعي وهي الطريقة التي يطلق عليها مصطلح Insite filling ثم يتم تسوية وصقل الجزء المستكمل بعد أن أصبح يمثل جزء من بدن الإناء الزجاجي ٠ وهذه الطريقة تعتبر غير آمنة بالنسبة لهذه النوعية من الزجاج، لأنه قد يحدث أن يخدش السطح أو قد يتعرض للكسر عند القيام بعملية التنعيم والصقل للجزء المستكمل بواسطة المشارط أو ورق الصنفرة وأحيانا باستخدام الموتور الكهربي ٠ لذا نقدم من خلال بحثنا هذا أساليب حرارية لاستنساخ الجزء المفقود بجزء زجاجي من نفس التركيب الكيمائي لزجاج ألأثر ويحمل نفس نوعية الزخارف البارزة والغائرة وكذلك تثبيته بالجسم الآثري بأسلوب حراري أيضا ٠ دون المساس بالأثر بل على العكس تعتبر هذه الأساليب الحرارية أكثر دقة وآمنا في هذا المجال ٠ وهذا ما سيتضح فيما يلي :

٦-٣ الأساليب الحرارية :

يرجع تاريخ هذه التقنية إلى التقنية التي استخدمها المصري القديم في صناعة التماثيل بطريقة الشمع المفقود the lost wax process منذ "1375 ق م" حيث أنتج منها العديد من التماثيل الزجاجية وكلها محفوظة بمتحف كورتنج بأمريكا ٠

٦-٣-١ أسلوب الصهر والتدفق داخل قالب Flow level technique

وقد تم استخدام هذا الأسلوب الحراري لاستنساخ الجزء المفقود من الإناء الأثري وذلك بصهر الخامات المكونة لزجاج الأثر بالكمية المناسبة لحجم الجزء المراد استنساخه من خلال بوتقة ذات كوه[أ] حتى يتدفق مصهور الزجاج من كوه البوتقة إلى داخل القالب الحراري الموجود أسفلها بداخل الفرن والموضوع على ارتفاع

[ب] حيث تعد هذه الظاهرة من أكثر مظاهر التلف شيوعاً .

[أ] فتحة بأسفل البوتقة يسأل منها مصهور الزجاج داخل القالب الموجود تحتها على مسافة محددة ويختلف شكلها بين المستطيل والمستدير .

محدد ومناسب لشكل وحجم المنتج الزجاجي ٠ حيث يمتلئ القالب بمصهور الزجاج من أسفل لأعلى دون أن يحتبس أي فقاعات هوائية بداخله وذلك نظرا لزيادة سيولة مصهور الزجاج والتي تسمح بدورها بتشكيل الجزء الزجاجي بكل ما يحويه من زخارف بارزة وغائرة بسهولة مهما كانت حدة هذه الخطوط الزخرفية ومستوى وعمق حفرها ٠

مع ملاحظة أن انصهار الزجاج في المدى الحراري ما بين " 1000c – 900 " يقلل من نسبة التفاف المصهور حول نفسه أثناء تدفقه، بل تتلاشى هذه الخطوط خاصة مع اختلاف مستويات الحفر البارز والغائر بالقالب، ويفضل هنا استخدام القوالب المغلقة

٦-٣-١-١ متطلبات تقنية الصهر والتدفق داخل قالب :

لاستنساخ الجزء الزجاجي المفقود من الأثر بهذه التقنية نقوم بعمل الآتي :

٦-٣-١-١-١ عمل إفراد هندسي على الوراق لخطوط وشكل "Form "الأثر الزجاجي

٦-٣-١-١-٢ مطابقة الإفراد على الأثر بدقة وحرص شديدين لتحديد مكان وشكل الجزء المفقود على الإفراد والهندسي ٠ علما بأن هذه الخطوة لا تعرض الأثر لأية إجهادات نظرا لتنفيذ الإفراد الهندسي على الورق باستخدام لوحة الرسم والأدوات الهندسية وبعيدا عن جسم الأثر تماما، وبالاعتماد على قياساته الهندسية "طول – عرض – ارتفاع – قطر الخ" والشكل الخارجي بما يحويه من زخارف بارزة وغائرة بالإضافة لتحديد سمك الزجاج [أ]

٦-٣-١-١-٣ تصنيع الشكل الأولى " النموذج " لجزء المفقود :

يصنع " النموذج " الشكل الأولى للجزء المفقود من الأثر والذي تم تحديده على الورق من خلال الإفراد الهندسي وذلك باستخدام الطين الأسواني أو الشمع أو النوم، ويفضل الشمع لسهولة إزالته بعد تشكيل القالب الحراري عليه بواسطة بخار الماء الذي يساعد على تخلص القالب من كل آثار الشمع المكون للنموذج٠

٦-٣-١-١-٤ تملئ بوتقة الصهر ذات الكوه بخامة الزجاج التي تم تجهيزها من نفس الخامات المكونة للأثر، وبالكمية المناسبة لحجم الجزء المفقود والتي يتم حسابها باستخدام المعادلة التالية :

وزن الزجاج = الحجم × الكثافة

وبمعلومة الحجم بمعرفة وزن الشمع وكذلك كثافة الزجاج المستخدم يمكن إيجاد وزن الزجاج المطلوب لملء قالب التشكيل ٠

٦-٣-١-١-٥ توضع بوتقة الكوه بما تحويه من خامات الزجاج ويوضع بأسفلها قالب التشكيل داخل الفرن الكهربائي الخاص بذلك ويغلق ٠

[أ] تخانة الأسطح الزجاجية لجسم الأثر .

٦-٣-١-١-٦ ترفع درجة حرارة الفرن حتى تصل للدرجة المحددة لإنصهار وتدفق الزجاج داخل قالب التشكيل، وتثبت حرارة الفرن عند هذه الدرجة حتى يتجانس مصهور الزجاج ويتخذ شكل القالب وما فيه من زخارف بارزة وغائرة

٦-٣-١-١-٧ تخفض درجة حرارة الفرن بالتدريج حتى تصل لدرجة حرارة الغرفة وبعدها يخرج المنتج الزجاجي ويتم فحصه ومراجعته بالرسوم الهندسية وكذلك قياسه بجهاز البولاريسكوب وبعد التأكد من مطابقته للمواصفات المحددة يتم تثبيته للإناء الأثري بالأسلوب الحراري المحدد لذلك ٠

٦-٣-٢ أسلوب المستوى الحراري الخامد Inert level technique

يقع هذا المستوى في المدى الحراري "c 500-650 " حيث أنه يستخدم لتثبيت قطعتين زجاج معا وهذا المدى الحراري يكون فيه الجسم الزجاجي ثابتاً [أ] ولكنه في حالة بداية الليونة ٠ وقد استخدم هذا الأسلوب الحراري في تثبيت الجزء المستنسخ في مكانه بجسم الإناء الأثري وبالطريقة التالية :

٦-٣-٢-١ يثبت الجزء الزجاجي المستنسخ في مكانه بالإناء الأثري ليحل محل الجزء المفقود حيث يتم تثبيته مبدئيا باستخدام المواد اللاصقة كالصمغ العربي أو زجاج اللحام.

٦-٣-٢-٢ يوضع الإناء الزجاجي كاملا في فرن التثبيت الكهربي ويغلق بعد عزل أرفقه بالإسبداج أو رقائق الألومنيوم لعدم التصاق الآنية الزجاجية بحراريات الفرن ٠

٦-٣-٢-٣ ترفع حرارة الفرن بالتدريج من درجة حرارة الغرفة إلى درجة حرارة التثبيت والتي تقع في المدى الحراري "c 650 – 600 " والبقاء بحرارة الفرن فترة عند هذه الدرجة لاكتمال التصاق واندماج الجزء الزجاجي المستنسخ بجسم الإناء الأثري ٠

٦-٣-٢-٤ يتم النزول بدرجة حرارة الفرن إلى درجة حرارة الغرفة ثم يخرج الإناء الأثري من الفرن ويفحص جيدا فنجده مكتمل البنيان بالإضافة إلى تخلصه من بعض مظاهر التلف العالقة بأسطحه بفعل الحرارة ثم نقوم بتغليفه وحفظه لحين نقله للعرض المتحفي ٠

٦-٣-٣ القوالب الحرارية المستخدمة في أسلوب الصهر والتدفق :

هناك العديد من الخلطات الخاصة بالقوالب الحرارية التي تناسب هذه العملية الإنتاجية منها على سبيل المثال ما يوضحه الجدول التالي :

[أ] لا يتأثر شكله ولا يتغير بفعل هذه الحرارة .

القوالب الحرارية المستخدمة في أسلوب الصهر والتدفق			
النوع	**المكونات**	**طريقة التحضير**	**المميزات**
الأول	60% شاموت 20% جبس 10% نشارة خشب 10% جروج	تخلط المكونات وتطحن وتمزج بعد نفاذها من منخل ٢٥٠ ثقب /بوصة يضاف الماء للحصول على عجينة متماسكة القوام تصب العجينة فوق النموذج الشمعي المعد للجزء المستنسخ	تستخدم لإنتاج القطعة الواحدة
الثاني	100 جزء جبس – 100 جزء سيليكا 20 جزء طين حراري 20 جزء الياف المونيوم 2 جزء ورق مقوي – 170 cm ماء للخلط	تخلط المكونات جيدا وتصب فوق النموذج ويترك ليجف بعد تمام الجفاف يذاب النموذج الشمعي من داخل القالب بتعرضه لبخار الماء حتى يتم إذابته من داخل القالب تماما	قلة تشققها وانكماشها لتناسب السيليكا للجبس مقاومتها الحرارية عالية لوجود الياف الألمنيوم تناسب جميع أنواع القوالب المفتوحة والمغلقة والمتعددة الأجزاء

٦-٣-٤ تصميم المنحنى الحراري للأساليب الحرارية المستخدمة :

تم تصميم المنحنيات الحرارية للأساليب الحرارية المستخدمة بإتباع الجداول الحرارية المستخدمة في الجزء الأول للبحث علما بأن درجة حرارة التشكيل 850°c – درجة التبريد 570°c – درجة التثبيت 650°c – درجة التدفئة 20°c درجة الغرفة 25°c وهذا يتضح فيما يلي :

٦-٣-٤-١ تصميم المنحنى الحراري الخاص بإنتاج الجزء المستنسخ:

وهذا ما يوضحه الجدول التالي :

م	الحالة	درجة الحرارة المطلوب الوصول إليها	الزمن اللازم بالدقيقة
1	رفع درجة حرارة الفرن من حرارة الغرفة إلى حرارة الانصهار والتدفق	1000	34.67
2	البقاء بمصهور الزجاج عند درجة الانصهار	1000	1.00
3	النزول بدرجة حرارة الفرن إلى درجة حرارة التشكيل	850	2.20
4	البقاء بدرجة حرارة الفرن عند درجة حرارة التشكيل	850	1.00
5	النزول بدرجة حرارة الفرن الى درجة حرارة التبريد	570	34.44
6	البقاء بدرجة حرارة الفرن عند درجة حرارة التبريد	570	1.00
7	النزول بدرجة حرارة الفرن الى درجة حرارة التبريد السريع " مرحلة التبريد البطئ "	470	12.30
8	النزول بدرجة حرارة الفرن الى درجة حرارة الغرفة " مرحلة التبريد السريع "	25	18.31
	الزمن الكلي اللازم لاستنساخ الجزء المفقود		104.98

٦-٣-٤-٢ تصميم المنحنى الحراري الخاص بتثبيت الجزء المستنسخ بجسم الإناء الأثري وهذا ما يوضحه الجدول التالي :

م	الحالة	درجة الحرارة المطلوب الوصول اليها	الزمن اللازم بالدقيقة
1	رفع درجة حرارة الفرن من حرارة الغرفة الى حرارة التدفئة	45	1.00
2	رفع درجة حرارة الفرن من حرارة التدفئة الى حرارة التثبيت	650	21.50
3	البقاء بدرجة حرارة الفرن عند حرارة التثبيت	650	1.00
4	النزول بدرجة حرارة الفرن الي درجة التبريد	570	9.840
5	البقاء بدرجة حرارة الفرن عند درجة حرارة التبريد	570	1.00
6	النزول بدرجة حرارة الفرن الى درجة التبريد السريع " مرحلة التبريد البطئ"	470	12.00
8	النزول بدرجة حرارة الفرن الى درجة حرارة الغرفة " مرحلة التبريد السريع"	25	19.78
	الزمن الكلي اللازم لعملية تثبيت الجزء المستنسخ		66.43

7 – تقويم وعزل الإناء الأثري :

بعد الانتهاء من عملية الاستكمال يتم تقوية الإناء الزجاجي وعزله حتى يكون جاهزا للعرض وذلك باستخدام المواد الخاصة والمناسبة لعمليتي التقوية والعزل

8 – النتائج :

باستخدامنا لأسلوبي المستوى الحراري الخامد والصهر المتدفق داخل قالب في ترميم الآنية الزجاجية الإسلامية أمكنا التوصل لهذه النتائج :

8-1 تناسب أسلوب المستوى الحراري للصهر والتدفق داخل قالب مغلق لاستنساخ الأجزاء المفقودة من الآنية الزجاجية ذات الزخارف البارزة والغائرة ٠

8-2 تناسب أسلوب المستوى الحراري الخامد لتثبيت الجزء المستنسخ في الإناء الأثري

8-3 التخلص من بعض مظاهر التلف بفعل الحرارة كالشوائب والشروخ الدقيقة وبعض البقع الفطرية العالقة بأسطح الأثر

8-4 استخدام هذه الأساليب الحرارية في عملية الاستنساخ والترميم مكننا من إتمام هذه العملية دون تعرض الأثر لأية إجهادات كالتي يتعرض لها عند الاستكمال باستخدام المواد الراتنجية والآلات الحادة التي تضر بالأثر ٠

9 – التوصيات :

من خلال استخدامنا للأساليب الحرارية لاستنساخ الأجزاء المفقودة من الآنية الزجاجية وتثبيتها في مكانها نوصي بما يلي :

9-1 استخدام تقنية الأساليب الحرارية المتعددة في مجال استنساخ وترميم الآنية الزجاجية ألأثرية ما عدا المتهالك منها ٠

9-2 الاهتمام بدور مصمم الزجاج في حل مشكلات ترميم الأثريات الزجاجية

9-3 وضع برامج التدريب الخاصة باستخدام هذه التقنية في مجالات الترميم وكذلك إنشاء المعامل الخاصة بذلك ٠

10 المراجع :

10-1 حسن الباشا – الفنون الإسلامية 1965
10-2 سلوى جاد الكريم – استعراض مظاهر تلف العصور الإسلامية– بحث منشور
10-3 علا عبد اللطيف – علاقة اللون بالشكل لتصميم زجاجات العطور – ماجستير –الفنون التطبيقية – 1996 .
10-4 على الطايش – الفنون الزخرفة الإسلامية المبكرة في العصرين الأموي والعباسي – 2000 .
10-5 – فاطمة الشناوي – صهر مخلفات الزجاج المسطح لإنتاج الزجاج النحتي بحث منشور 1999 .
10-6 محمد عبد العزيز – الفنون الزخرفية الإسلامية في العصر العثماني – 1974 .
10-7 Adams PB Galss containers for ultrapure solutions corning. Glass works . corning New York USA 1937
10-8 cox & Ford A.the long term corrosion of glass by ground water " journal of materials science" No28. 1993.
10-9 Hang c.&cormack A.N the structure of sodium silicate glass "journal of chemical physics" no93 1990
10-10 Newton R.& Davison S.OP cit. 1996
10-11 Newton R.& Davison S. ibid P
10-12 Richard B. the analysis and reconstruction of Islamic glass. First ceramics and comparative methods of desalination the obhects group session vol. 3 USA . 1995