

## مقدمه

يضم هذا التقرير العملي شرح لعملية الترميم التي اجريت علي انيه من الزجاج كأحد الطرق لمحكاه الترميم لقطع الزجاج الاثري والاسلامي منها خاصة نظرا لوجود عدد كبير من الاثار الزجاجيه الاسلاميه داخل مصر .

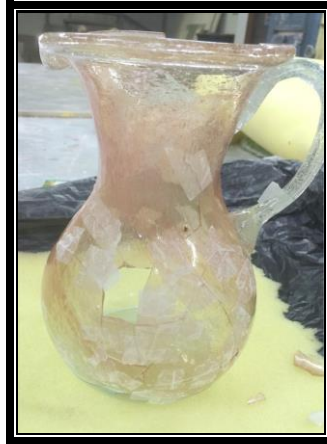
ويضم هذا التقرير ايضا طرق توثيق الانيه الاثريه مع ذكر عوامل التلف المختلفه وكيفيه اجراء عمليه الترميم والمواد المستخدمه وطريقه صنع القوالب وهناك عديد من الطرق المستخدمه في ترميم الزجاج ويجب اختيار الطريقه الانسب لترميم القطعة الزجاجية على حسب حالتها واستخدام ادوات ترميم و اجهزة المساعدة في عملية الترميم بما يساعد على عملية الترميم و الحفاظ على القطعة الزجاجية بعد عملية الترميم و اثناء العملية ايضا ويجب مراعاة تحديد مراحل الترميم واسباب التلف و مظهره و كيفية الترميم و الحفاظ على الاثر اثناء و بعد الترميم .

كما يبين التقرير استخدام الاساليب الحديثه المتطورة كيفية الاستفادة منها للوصول الى افضل نتائج في عملية الترميم و تأتي مرحلة ما بعد الترميم و كيفية الحفاظ على القطع الزجاجيه في مكان حفظها في المتاحف او اي مكان اخر ويأتي ذلك من خلال توفير الظروف الخارجيه المناسبه التي تساعد على الحفاظ على الاثر اكبر وقت ممكن .

## أولاً: (1) مرحلة التوثيق للانيه الزجاجيه

أولاً : التسجيل العلمي :شكل(1)

شكل(1)



توضيح لشكل الانيه

الجانب التاريخي (تاريخ العثور) : عثر عليها حديثا في شهر 3من سنة 2014

الجانب الفني (تم اضافته بعض الملونات الحراريه علي جسم الانيه الزجاجيه باللون الوردي علي هيئة حلزون يلتف علي جسمها الشفاف)

الجانب التكنولوجي (طريقه الانتاج) تم انتاج هذا الانيه الزجاجيه بواسطه طريقه النفخ اليدوي مع اضافته جزء اليد علي بدن الانيه بعد اتمام عمليه التشكيل علي درجه حراره تسمحونها من الاتصاق عليها مع اضافته الملونات الحراريه عليها وتثبيتها داخل الفرن علي درجه حراره تتراوح ما بين 500 الي 560درجه

مراحل ترميم سابقه لها : لم يتم اجراء اي عمليه ترميم لها سابقه او توثيق

الخامات المستخدمه في الانتاج : صنعت الانيه من الزجاج ( صودا سليكا جير ) الشائع الاستخدام بنسب ( السيلكا في الزجاج اقل من 66% والمادة القلوية 15 % والكالسيوم 25%) وهذه النسب مستخدمه قديما في صنع الزجاج

## ثانياً (التشخيص) وتضم :

عوامل التلف : تتلخص في عدة عوامل وهي :  
للمجسمات و الآثار الزجاجية (التلف الفيزيائي )

### **Physical deterioration**

تلف يمس التركيب الخارجي للأثر في صورة تشققات وشروخ وتغير في اللون دون المساس بالتغير الكيميائي لمكونات الأثر .

التلف الكيميائي

### **Chemical deterioration**

يمس التركيب البنائي للأثر بمعنى التركيب الداخلي له ومكوناته العضوية وغير العضوية ويحدث تغير كيميائي لتلك المكونات بسبب هذا النوع من التلف .

وهذا ما يظهر من تغير في اللون علي الانيه

عوامل ومظاهر تلف ناتجة عن سوء تصنيع الزجاج

من هذه الأخطاء :

الاختبار والاعداد السيئ لخامات الزجاج

ناتج عن هذه العيوب بعض المظاهر منها :-

### الشروخ

### **Cracks(1)**

تشبه السكر الصغيرة علي سطح الاناء

والسبب في حدوث هذه الشروخ التبريد السريع المفاجئ للأواني حيث لم يتم التبريد بعد تصنيعها بطيئاً تدريجياً

فان السطح الخارجي للزجاج سوف تنخفض درجة حرارته بسرعة أكثر من الجزء الداخلي وبالتالي ينكمش أسرع

## 2- الفقاعات الهوائية

### **Air bubbles**

وهي عبارة عن جيوب هوائية داخلية في مادة الزجاج

تنتج خطأين متتابعين

أولهما : ضبط نسب مكونات الزجاج وخاصة نسبة السيليكا حيث ان زيادة السيليكا في الخلطة يجعلها تحتاج الي درجة حرارة عالية الصهر .

ثانيهما : لضمان تجانس الخلطة أو المصهور ومزجه جيدا وبالتالي التخلص من الفقاقيع والغازات والأبخرة . وذلك يتطلب من الصانع البقاء عند درجة الانصهار لفترات حتي يضمن التخلص من الغازات تماما والابخرة

## 3- الشوائب الرملية

### **Sandy impurities**

وهي عبارة عن بقع بنية أو معلقة من الرمال في الوسط الزجاج

ابعاد الانيه :يبلغ طولها 25سم في عرض 15سم شكل(1)

مظاهر التلف : تتلخص في وجود فقد في عدد ثلاث قطع فقد كامل وكسور في بعض الاجزاء يبلغ عددها 18 قطعه تقريبا ووجود شروغ علي جسم الانيه الزجاجيه

## ثانيا(2) خطوات الترميم

**1)عملية رص القطع الزجاجيه او ترتيبها**

حيث يراعي عند اجراء تلك العملية:

- ترتيب الاجزاء حسب وضعها داخل الانيه بشكل هرمي لتيسير عمليه التجميع بعد ذلك
- الترتيب ايضا يراعي اتجاهات التمويج داخل القطع عند الرص شكل(2) و(3)
- وكذلك سمك القطع حيث يتم وضع القطع ذات الاسماك الواحده بجانب بعض

شكل(2)



توضيح لشكل قطع الزجاج وطريقه الرص

**(2) عمليه التنظيف:** يمكن التنظيف بالماء بأكثر من طريقة مثل الغمس أو بالفرشاة أو بالشفط ببطء ، ويجب اختيار الطريقة المناسبة طب. لحالة وقوة وتماسك الزجاج و يستخدم الماء في الحالة الفاترة ويحذر استخدام الماء الساخن أو البارد المباشر حتى لا يتسبب في وجود ضرر مباشر للزجاج . ويوجد عدة مراحل للتنظيف

### مرحلة التنظيف الاولي للتخلص من نواتج التلف السطحية المختلفة :

- وضع القطع الزجاجية في الطبق البلاستيك بحرص مع تجنب وضع القطع الصغيره جدا حتي لا تفقد تماما
- وضع الماء والصابون مع التقليب برفق حتي تنتج عنها موجات دوارانيه في الماء تساعد علي عمليه التنظيف
- تركهم لفترة حتي تتم عمليه التنظيف الاولي والتخلص من الاجزاء العالقه

### شكل(4)

- رفع القطع الزجاجية على المنشفة ويترك الزجاج ليحجف عمى المناشف الورقية حتى لا يتسرب الماء داخل الشروخ ويستقر بداخيها ، و يترك الزجاج ليحجف في درجة حراره الغرفة العادية الغير رطبة
- ازالة بعض بقايا الاتربة وغيرها والتنشيف بحرص

- مع وضعهم حسب الترتيب السابق لعملية الرص وشكل(6) يمثل سطح الزجاج بعد اجراء عمليه التنظيف

شكل (4)



### الادوات المستخدمه في التنظيف

- طبق بلاستيك
- مياه
- صابون سائل المحتوي علي الجلسرين
- منشفة قطنية
- فرش
- أسيتون للتنظيف
- كحول للتنظيف

### مرحلة التنظيف الثانيه :

- تأتي هذه المرحلة في للتخلص من المواد العالقه علي سطح الانيه الزجاجيه التي لم يستطع الماء والصابون التخلص منها
- و يفضل تنظيف الزجاج في هذه المرحلة بالأسيتون بعد الماء لأن الأسيتون يمتصق جزيئات الماء الباقية ويساعد على تبخره بسرعة . - يجب الحفاظ على الزجاج في خزانات معقمه وذلك للحفاظ عليه من العوامل الجوية
- ويستخدم في البداية محلول ضعيف مثل محلول الكحول بتركيز عالي (70%) مع الماء ثم يستخدم بعد ذلك الكحول فقط دون الماء شكل(5)
- أو يستخدم بنزين التنظيف

- أما بقع الشمع يمكن ازلتها باستخدام أدوات خشبية رفيعة (فرر) أو باستخدام زيت معدني مقطر مثل البنزين

شكل (5)



عبوه الكحول بتركيز 70%

شكل (6)



تمثل سطة الزجاج بعد اجراء

عملية التنظيف عليه

### مرحلة التجميع الاولى : ومن فوائد هذا التجميع

- 1- تحديد الاولي لاماكن القطع الزجاجيه
- 2- يمكننا من وضع خطه لعملية الترميم
- 3- يتم استخدام في لواصل مؤقتة سهله النزع لاجراء عملية الترقيم

### المراحل :

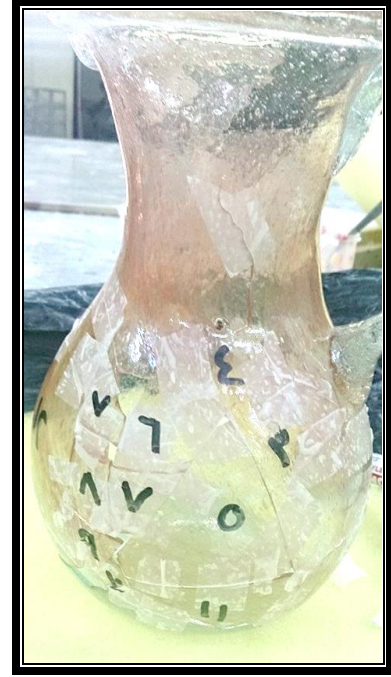
- يتم عمل خطة الترميم التي تناسب الحالة
- يتم تجميع اجزاء الزجاج المختلفه للانويه تجميع اولي شكل (7)
- ويتم تبيث القطع بواسطه اللواصل المؤقتة ( السلوتب) ويراعي فيه عدم ترك علامات علي سطح الزجاج عند نزعها مع عدم وضع اللواصل علي كامل مكان الكسر وبقطع كبيره (شكل 8)
- ويتم ترقيم قطع الانويه الزجاجيه بالترتيب الذي يناسب المرمم

شكل (8)



صوره توضح عمليه التثبيت الخاطئ للواصق  
علي سطح الانيه

شكل (7)



صوره توضح عمليه الجميع  
الاولي والترقيم لسطح الانيه الزجاجيه

### مرحلة التجميع النهائي

#### الخامات المستخدمه في عمليه التجميع

- راتنج الايبوكس
- خلل اسنان لوضع ماده اللصق علي حواف الزجاج او سمكه
- اسيتون وكحول بتركيز 70% للتنظيف
- شريط لاصق يتم وضعه بعد عمليه التثبيت الاولي حتي لا تحدث عمليه تحرك لقطع الزجاج الملتصقه مع بعضها
- طبق بلاستيك يحتوي علي الرمل لتطبيع شكل الانيه عند اجراء عمليه الترميم
- رمل لوضعه اسفل قطعه القماش التي تحمل الانيه
- قطعه من القماش توضع اسفل الانيه وفوق الرمل شكل (9)

### مراحل العمل

- يتم وضع الجزء الاول الي يمثل قاعده عمليه الترميم ويختلف هذا الجزء حسب القطعه التي يتم ترميمها فا من الممكن البدء بالفوهه او بالقاعده او بالاثنتين بحيث يتم تجميع الاجزاء المرتبط



- بالقاعه بمفردها والمرتبطة بالفوهه علي حدي وبعد وبعدها يتم تجميع الاجزئين النهائيين مع بعضهما البعض شكل(12) و(11)
- يتم التجميع فيها بأستخدام لاصق الايبوكسي ويتم وضعه علي احدي حواف قطعتي الزجاج شكل(9)
  - يتم ترك الزجاج فتره مناسبه حتي يتم الالتصاق جديا ويجب مراعاة عدم التسرع في ترميم الاجزاء الاخري لان الايبوكسي يعمل علي تجميع الاجزاء تجميع شكلي في المرحله الاول ( اللتصاق شكلي )
  - بعد كل عمليه لصق لقطعتين من الزجاج يجب التنظيف بقطعه قطنيه تحتوي علي الايبوكسي حتي لا تلتصق ماده الثبيت بسطح الزجاج

شكل(10)



صوره توضح مرحله من مراحل تجميع الاجزاء  
يوضع ماده اللصق علي الحواف فقط

شكل(12)



شكل يوضح مرحله من مراحل عمليه التجميع  
علي احدي اجزاء الانيه وهي الفوهه ققاعه الترميم

شكل(9)



توضيح لادوات عمليه الترميم  
(طبق ورمل وقطعه قماش)

شكل(11)



شكل يوضح تجميع جزئي الترميم  
مع بعضهما ( القاعه والفوهه)

## مرحلة الاستكمال

### الادوات الخاصة بها

- راتنج الايبوكسي
- جبس اسنان
- شمع اسنان شكل(13)
- بالونه مطاط سميكة
- شريط لاصق
- فرشاه لوضع ماده الاستكمال
- خلل اسنان علبه صغيره لخلط الجبس بالماء

شكل(13)



صوره توضح شكل شمع الاسنان

## مراحل العمل

قبل بدايه عمليه الاستكمال يجب تحديد المواد التي يتم اجراء الاستكمال بها ومنها

### 1- جبس الاسنان :

- يتم استخدام تلك الخامه في اماكن الفقد الصغيره
- يتم وضع خلف مكان الاستكمال قطعه من الشريط اللاصق
- يتم خلط الجبس في علبه صغيره ووضع الكميّه المناسبه من الماء وبعد اجراء عمليه الخلط يميل لون الجبس الي الاخضر قليلا

- يتم وضع الجبس بعد تمام عمليه الخلط في المكان المراد استكماله ومن خلف الزجاج يتم وضع شريط لاصق
- يتم العزل حول المكان المراد استكماله لعجيبينه الصلصال او اي خامه اخري
- يترك ليجف الجبس ثم يتم اجراء عمليه التنظيف حول مكان الاستكمال بقطعه من القطن المبلل بالماء
- شكل(14) يوضح شكل سطح الزجاج بعد عمليه الترميم

شكل(14)



يوضح شكل سطح الزجاج بعد عمليه الترميم

## (2) الاستكمال بماده الايبوكسي الذي يتميز بالاتي:

وهي من الراتنجات الشائعه في ترميم الزجاج ولكن يعيبه ان جميع انواع تميل الي الاصفرار بعد مرور الوقت الا انه لازال يستخدم لهذا الغرض لما يتميز به من خواص ميكانيكيه عاليه يتفوق بها علي الراتنجات السابقه ومن اهم راتنجات الايبوكسي المستخدمه راتنج الارالديت وللتغلب علي اللون الاصفر الناتج يتم اضافته ماده ملونه اذا لزم الامر

### مراحل العمل

- يتم استخدام تلك الخامه في اماكن الفقد الكبيره نسبيا التي تحتوي عي اماكن انحناء عند الاستكمال لما تتميز به تلك الخامه من سهوله في التشكيل والتطبيع علي الشكل المراد استكماله
- يتم وضع خلف مكان الاستكمال قطعه من شمع الاسنان يتم تطبيعها بواسطه الحراره علي جسم الزجاج من الجهه الاخري لمكان الاستكمال (شكل 15)
- في بعض الحالات يتم وضع الشمع من جهه ثم اجراء عمليه الاستكمال وبعد تمام الجفاف يتم عكس العمليه بوضع الشمع في مكان الاستكمال السابق وماده الاستكمال من الجهه الاخري وتستخدمي تلمط الطريقه للحصوص علي سطه مصقول من الجهتين لمكان الاستكمال (شكل 16)

- يتم خلط ماده الايبوكسي مع الراتنج او المصلد وتركهم حتي يصبح قوام العجينه المشكله جاهز للاستخدام
- يتم وضع الايبوكسي بعد تمام عمليه الخلط في المكان المراد استكماله ومن خلف الزجاج يتم وضع شريط لاصق او شمع حسب طبيعه القطعه المستكمله وحجمها
- يتم العزل حول المكان المراد استكماله لعجيبينه الصلصال او اي خامه اخري
- يترك ليحف الايبوكسي ثم يتم اجراء عمليه التنظيف حول مكان الاستكمال بقطعه من القطن المبلل بالماء
- في بعض الاماكن التي تمتاز بعدم استواء سمك الزجاج فيها يتم اجراء عمليه الاستكمال لها عن طريق وضع بالونه من المطاط السميك لكي تأخذ شكل الانيه من الداخل ( تطبع ) ومن الجبهه الاخري تجري عمليه الاستكمال شكل(18)
- شكل(17) يوضح شكل سطح الزجاج بعد عمليه الترميم

شكل (شكل 15)

توضيح عمليه وضع قطعه الشمع علي الجبهه العاكسه

لمكان الاستكمال بماده الايبوكسي

شكل(16)



توضيح لعمليه صب الايبوكسي

علي المكان المراد استكماله

شكل (17)









توضيح لسطح الزجاج بعد اجراء عمليه الاستكمال

شكل (18)



مثال للمكان الذي يحتاج لاجراء استكماله وضع بالونه من داخل الانيه

**جدول يوضح اهم النتائج ومقارنه بين الاستكمال بماده الجبس والايوكسي**

المظهر المتكون (الجبس)	المظهر المتكون (الايوكسي)	الجبس	الايوكسي	ماده الاستكمال
		سطح معتم تماما ابيض او ملون حسب نوع الجبس	املس شفاف او نص شفاف او ملون حسب نوع الايوكسي	مظهر السطح الناتج
		اداه تشبه الملعقه وفي بعض الاحيان يستخدم اصبع اليد للاستكمال	عن طريقه الفرشاه	طريقه الصب
		عجينه الصلصال	عجينه الصلصال	مواد العزل والتحجيز



		شمع الاسنان او شريط لاصق	شمع الاسنان	قامه ماده قالب التحجيز
		تكون صغيره	تكون كبيره نسبيا او صغيره	مساحه القطعه المراد استكمالها
		تتسرب الي الشروخ المجاوره لمكان الاستكمال	لوزجتها لا تسمح لها بالترسب حماده الجبس	بقايا عمليه الاستكمال

### مرحله عمل القوالب :

1. تؤخذ شريحه من الشمع تقارب مساحه الجزء المفقود وتزيد عنه قليلا .
2. يتم تليين الشمع بالحراره بواسطه لمبه حراريه و استخدام تيار هوائى ساخن او حمام ماء دافىء .
3. يتم تطبيع شريحه الشمع على الجزء لمقابل للمنطقه المفقوده من الخارج وذلك للحصول على القالب الخارجى .
4. يتم تطبيع شريحه اخرى منا لشمع على السطح الداخلى المقابل للجزء لمفقود للحصول على لقالب لداخلى .شكل(19)

5. يتم تغطيه القالب الشمعى بقطعه منا لرقائق المعديه بحيث يكون السطح الامع لها من الخارج بينما الاصق السطح الاخر سطح القالب الشمعى ويلاحظ ان تكون مساحه الرقيقه اصغر قليلا من مساحها لقالب وذلك لنتيبت القالب فى موضعه بسهوله .
6. يتم عزل سطح القالب بماده عازله مثل الفازلين و المحلول خلات الفينيل المبلمره وتترك حتى الجفاف وتكون طبقه سطحيه مناسبه تمنع التصاق ماده المكمله بماده القالب .
7. القالب .
8. تختلف ماده القالب حسب الشكل المراد صنعه فا بعض القطع يستخدم فيها الشمع فقط
9. وبعدها يحتاج الي الغراء والسليكون ويتم وضع السيلكون وتقليبه جيدا ثم وضع الغراء بلطف علي مراحل لكي يساعد في سرعه عمليه التصلد وزاده متانه القالب المصنوع
10. وبعد القوالب تصنع من الجبس ويتم خلطها بنفس الطريقه السابق ذكرها في عمليه الترميم بالجبس ثم يتم العزل وصنع جدار حول مكان الاستكمال ومن ثم صب ماده القالب علي سطح الزجاج
11. بعد تمام جفاف وتصلد القالب علي سطح الزجاج يتم وضع الزجاج علي الجهه الاخري لاجراء عمليه الصب من الجهه الاخري ويراعى الصب بلطف حتي لا تتكون فقائيع في مكان الصب وتكون ماده الصب هي الايبوكسي

### طريقه صب ماده المكمله :

1. فى حاله الاجزاء المفقوده فى حواف لاناى من اعلى : يكون من السهل صب ماده المستخدمه فى الاستكمال حيث يحصر القالب الداخلى والخارجى بينهما الجزء المفقود ويكون مفتوح من اعلى وبالتالي يتم صب لماده المكمله مباشره من خلال قمع ورقى يثبت من اعلى ويراعى الضغط بلمشرط على ماده المكمله دخل القالب لضمان خروج الغازات الهوائيه وكذلك لضمان ملاً القالب بالماده المكمله تماما .



2. فى حاله الاجزاء المفقوده فى منتصف بدن لانيه : يتم عمل فتحتين فى القالب الداخلى يثبت فى احدهما قمع ورقى يصب ماده المكمله من خلاله والاخرى لخروج الغازات الهوائيه من داخل القالب حتى لا تحتوى المناطق المستكملة على الفقائيع الهوائيه تشوه من منظرها ويستدل على ملاء المنطقه الناقصه بالراتنج من خلال ملاحظه ارتفاع الراتنج داخل القمع الورقى ويمكن استخدام اكثر من فتحه فى ذلك .

### طريقه نزع القالب الشمعى :

بعد التاكيد من تمام تصلب ماده المكمله وذلك من خلال الملاحظه الدائمه للجزء المتبقى منها داخل القمع يتم ازاله القوالب الشمعيه ميكانيكا وذلك باستخدام فره خشبيه او معدنيه او مشرط دقيق حيث تزال الحواف الجانييه للقالب والمثبته للتسخين ويلى ذلك نزع القالب بعدما يكون حرا ثم يتم تنظيف موضعه بينزين وفى حدود مامونه الجانب .

شكل(19)



## مرحلة التنظيف النهائي

- بعد تمام عمليات الترميم المختلفه السابقه الاستكمال وصنع القوالب
- يتم اجراء عمليه التنظيف النهائي لسطح الانيه من خليط من الايبوكسي والكحول والماء بإستخدام قطعه من القماش القطنيه وبعض الفرش الخاصه شكل(20)



شكل يوضح سطح الزجاج بعد اجراء عمليه التنظيف النهائي له

## التوصيات

- يجب مراعاة مكان العمل والادوات المستخدمه والعوامل الجويه اثناء اجراء عمليه الترميم
- يجب مراعاة الدقه فى جميع مراحل الترميم المختلفه سواء فى عمليه نقل الاثر من مكان الاكتشاف او التنقيب عليه او اثناء مراحل الترميم المختلفه
- عند اجراء التنظيف يجب مراعاة استخدام المنظفات التى لا يضر تركيبها الكميائى سطح الزجاج

- عند اجراء عمليه الاستكمال يجب مراعاة استخدام ماده الاستكمال المناسبه لعملية الترميم
- يجب مراعاة استخدام الخامات الجيده فى مختلف مراحل الترميم التى لاتضر بلاثر الزجاجى
- اثناء مراحل الصب المختلفه يجب مراعاة الدقه العاليه حتى لا تتسرب مواد