دراسة لتقييم مدي كفاءة بعض مواد استكمال البلاطات الخزفية الأثرية

A Study to Assess the Efficiency of some Gap Filling Materials for Ancient Ceramic Tiles

أ. د/ محمد مصطفى إبراهيم

أستاذ ترميم الآثار – قسم الترميم – كلية الآثار – جامعة القاهره

Prof. Mohamed Moustafa Ibrahim

Professor in Conservation Department –Faculty of Archaeology - Cairo University

mmmi228@yahoo.com

م. د/ الشيماء عبد الرحيم

مدرس ترميم الآثار – قسم الترميم – كلية الآثار – جامعة القاهره

Dr. Elshaimaa Abd Elrahim

Lecturer in Conservation Department –Faculty of Archaeology - Cairo University

elshaimaa76@yahoo.com

الباحثة/ رشا محمد سيد

أخصائى الترميم والصيانه الأثريه - قسم الآثار السليكاتيه - متحف الحضاره

Researcher. Rasha Mohamed Sayed

Conservator of Archaeological Restoration and Conservation –Department of Silicate Archaeology - Civilization Museum

rashamohamedsayedmohamedali@gmail.com

الملخص:

يتناول هذا البحث دراسة بعض مواد استكمال البلاطات الخزفية الأثرية وتقييمها من حيث الكفاءه ، حتى بمرور فترات طويله من الزمن وإن تعرضت للتقلبات الجويه المختلفه ، حيث أن استكمال الأجزاء المفقودة للبلاطات الخزفية يعد من الخطوات ذات الأهمية الكبرى في مراحل العلاج والصيانه المختلفه ، لأنها تعد نوع من أنواع الحفاظ علي الآثار الفخاريه والخزفيه من التلف والتهشم تلك التي تم تجميعها أو التي فقد منها أجزاء . ويجب أن تتوفر في مادة الاستكمال مجموعه من الشروط الأساسية منها ان تكون ذات تركيب كيميائي ثابت ، قابلة للتشكيل وقابلة للإضافات والملونات المتنوعه ، متوافقه مع الظروف البيئية المختلفة ، أن تكون أيضا ذات كثافة مناسبة . تم فحص البلاطات الخزفيه وتحليلها بوسائل مختلفه ومتعدده منها: المجهر البصري الرقمي USB ، حيود الأشعة السينية XRD ، والميكروسكوب الإلكتروني الماسح (SEM-EDX) . وكان من الضروري دراسة وتجريب مواد الاستكمال المختاره المتنوعه وتعريضها لدورات تقادم صناعى ، والتعرف وقياس الخواص الفزيوميكانيكية المختلفه لها مثل (المسامية – الكثافة - امتصاص الماء – مقاومة الضغط – الانكماش) قبل التطبيق للوصول إلي أفضل الخلطات التي يمكن استخدامها في عملية استكمال البلاطات الخزفيه . ومن هذه المواد الخليط المكون من الكيما بوكسي ١٥٠ (Kemaboxy 150) + مسحوق الخزف الحديث + الفيبر جلاس .

وخليط الأرالديت ١٣٠٦ (Araldite 1306) + مسحوق الخزف الحديث + الفيبر جلاس . وقد اعطى الخليط الذى احتوى على مادة الكيما بوكسي ١٥٠ (Kemaboxy 150) مع الإضافات الأخرى القيمة الأكثر والأعلى لكل من خصائص مقاومة الضغط ، والمسامية وامتصاص الماء . وأظهرت نتائج جيده جدا في عملية استكمال البلاطات الخزفيه الأثرية ، التي يوصى أن يستخدمها المرممين في المواقع المختلفه .

الكلمات داله:

مواد الاستكمال ، البلاطات الخزفية الأثرية ، قابله للتشكيل ، متوافقه مع الظروف البيئية ، كيما بوكسى ١٥٠.

Abstract:

This research deals with the study of some gap filling materials for ancient ceramic tiles. In addition, evaluating them in terms of efficiency, even with the passage of long periods, and if exposed to different atmospheric fluctuations, as the Complete of missing parts of ceramic tiles is one of the most important stages in the treatment and maintenance stages. Because it is a kind of preservation of pottery and ceramic relics of damage and shattering that collected or parts of which were lost. In addition, the supplement material must meet a set of basic conditions, including that it has a stable chemical composition, amenable to formation, amenable to additives and colorants, compatible with different environmental conditions, and that it also has an appropriate density. The tiles investigated and analyzed by; Digital optical microscope USB, X-ray diffraction analysis XRD and Scanning electron microscope (SEM-EDX). It was necessary the selected complementary materials experimented and study to identify and measure the different physio-mechanical properties of them such as (porosity - density - water absorption - pressure resistance - shrinkage) before application to reach the best mixtures that can used in the process of completing ceramic tiles. Among these, materials the mixture: Kemaboxy 150 + modern ceramic powder + fiberglass, in addition to the mix: Araldite 1306 + modern ceramic powder + fiberglass. The mixture, which contained Kemaboxy 150, gave the most value for pressure resistance, porosity and water absorption. Moreover, it gave very good results in the process of completing the ancient ceramic tiles. That recommended using by restorers in the different sites.

Key Words:

Gap filling materials, Ancient ceramic tiles, Moldable, Compatible with environmental conditions, Kemaboxy 150.

المقدمه :

عملية الاستكمال تعد مرحله هامه حيث تكون بمثابة تدعيم وتقوية للآثار الخزفية ومنها البلاطات التى تستدعي حالتها الاستكمال ، كما انها تعمل على خدمة التماسك البنائي وإعطائه قوة الاحياء التاريخي ، ويجب ان تكون مادة الاستكمال متجانسة مع الأثر من حيث أن تكون خامله كيميائيا ، وأن تكون من نفس تركيبه ، وان تعيد إلى الأثر شكله الأصلي ان تطلب ذلك (عبدالحميد ١٩٨٩، ٨١-٩٩) . كما ان الاستكمال من المراحل الهامة في التهيئه للعرض المتحفي حيث تعطى تدعيماً قويا ونقاط ارتكاز اثناء عرضه او تخزينه (Otabek 2013, 18) ، كما أنه يحافظ على البلاطات الخزفيه الأثريه من التلف والتآكل أو التساقط وحدوث برى للحواف للجزء المفقود (Geschke 2004, 74) ، كما في اللوحه الخزفيه التي تم اختيارها بمتحف الفن الإسلامي بالقاهرة وتحمل رقم أثري ٦٣٠٥ ، وهى عبارة عن أربع بلاطات خزفية من العصر العثماني زينت بزخارف نباتية وزهور ، متمثله في مزهرية متفرع منها أزهار السوسن والقرنفل باللونين الأزرق والأزرق الفاتح (لبني) على ارضية بيضاء **صورة رقم (١)** .

صورة رقم (١) توضح توثيق للبلاطات الخزفية الأربعة المكونه للوحه من الأمام ، ومظاهر التلف من خلال الفحص البصري

تم فحص البلاطات الخزفيه وتحليلها بوسائل مختلفه منها: المجهر البصري الرقمي USB ، حيود الأشعة السينية XRD ، والميكروسكوب الإلكتروني الماسح (SEM-EDX) . وتم العمل على تجريب مجموعه من مواد الاستكمال المختلفه وهى : المجموعه الأولى تضم (A1) من مسحوق الكيما كزيت٢٠٠ (الجبس المعالج) + الاديبوند ٦٥ لاصق + الفيبر جلاس ، و(A2) ويتركب من الديوفكس (Metylan dufix) الاسم التجارى + ماء + مادة اديبوند ٦٥ لاصق + فيبر جلاس . والمجموعة الثانيه (B1),(B2) : حيث تم توحيد مونة مسحوق الخزف الحديث مع اختلاف المذيب (بارالويد بـ ٧٢- بارالويد ٤٤) وذلك للمقارنة بين تأثير استخدام بارالويد بـ٧٢ وبارالويد بـ٤٤ على تغير الخواص المختلفة للمونتين . ويتكون (B1) من مسحوق خزف حديث + بارالويد B44 مذاب فى اسيتون بتركيز ٤٠% + الفيبر جلاس . اما مونة (B2) فتتكون من مسحوق خزف + بارالويد B72 مذاب فى اسيتون بتركيز ٤٠% + الفيبر جلاس . والمجموعة الثالثه (C1),(C2) : وقد تم اختيار المونة (C1) والتي تحمل نفس التركيب ونسب المواد للمونة (C2) باختلاف المادة الرابطة وهو ايبوكسي كيما بوكسي١٥٠+ المصلب ، وذلك للمقارنة بين استخدام الارالديت ١٣٠٦ وتأثير الايبوكسي ١٥٠ على تغيير قيم الخواص المختلفة للمونتين (C2) (C1).

وعرضت هذه المواد لدورات تقادم صناعى Artificial aging ، ثم طبقت مجموعة من الاختبارات الفزيوميكانيكية (المسامية – الكثافة - امتصاص الماء – مقاومة الضغط – الانكماش) للتعرف على مميزات وعيوب كل ماده لاختبارها واختيار افضلها لتطبيقه على البلاطات الخزفيه المختاره .

منهجية البحث Research Methodology

الأراء حول عملية الاستكمال :

أورد وتطرق (حسن ١٩٧٩، ١١٩-١٢٢) لعديد من الآراء الخاصه بمرحلة الاستكمال منها : الرأي الاول يوضح أن من الممكن استكمال الأثر بشرط أن تظهر الأجزاء الأصلية منه ، ويمكن التفرقة بينها وبين الاجزاء المستكملة عن طريق اللون والملمس ومستوى السطح ، الرأي الثاني لا يحبذ ملء أو استكمال فراغات أو مساحات بمواد مختلفة ، ويعتبر مادة الاستكمال مادة مضافة ولا يمكن اعتبارها أثرا ، ويري فريق ثالث أن الاستكمال يعمل على تحسين المظهر العام للأثر والغرض من الاستكمال انه وسيلة مساعده للعرض المتحفي مشروط أن تكون الاجزاء المستكملة مختلفة عن شكل مادة الاثر بدرجات مختلفة ، بينما يري فريق رابع انه يمكن ان نستخدم عمليه الاستكمال فى حال وجود ثلثى الأثر أما اذا قلت هذه النسبة لا يجوز استكمالها (Mas, A. Mas and others 2015, p.225) (Geschke, R. 2004) .

الشروط الواجب توافرها فى مواد الاستكمال :

يجب ان تكون ذات تركيب كيميائي ثابت ولا تتفاعل مع الأثر ولا ينتج عنها مواد جديدة تؤثر علي تركيب مادة الأثر (الغريب ٢٠٠١، ٣١٧) . ان تكون قابلة للتشكيل أو الصب وذلك من خلال حالتها المرنة عند الاستخدام ، كذلك أن تكون غير قابلة للانكماش بعد التشكيل أو الصب أو مع مرور الوقت ، وان تكون قابلة للإضافات والصبغات والملونات ، أو اضافة بعض المواد المالئة (أحمد ٢٠٠٩، ٢٠٠) . أن تتحمل مادة استكمال للبلاطات الخزفية الظروف البيئية المختلفة (Faulding and S 2000, 50). ان تتوفر فى مادة الاستكمال القابلية فى تطبيق الطلاءات السطحية مثل ألوان الأكريليك وغيرها من الالوان المستخدمة فى الرتوش اللونية . أن تكون مادة الاستكمال ذات قوة كثافة مناسبة للبلاطات الخزفية (Buys 1993, 121-122) . يجب ان تكون قابلة للاسترجاع وآمنة عند استرجاعها (قطب ٢٠١٢، ١٣١) .

امثلة لبعض مواد استكمال البلاطات الخزفية :

الجبس العادى Gypsum : الجبس عبارة عن مادة طبيعية وصناعية لها خواص مختلفة جميعها تتكون من كبريتات الكالسيوم $CaSO_4$ ، سواء المحتوية على ماء التبلور أو بدونة ، ويوجد نوعان من أنماط الجبس كبريتات الكالسيوم المائية وكبريتات الكالسيوم اللامائية (كامل ٢٠٠٨، ٤٧) . وتشير بعض الدراسات العلمية إلي أن أول حالة تم استخدم فيها الجبس كمادة لاصقة كانت لإصلاح إناء من الفخار من عصر ما قبل الأسرات وجده كل من (منجين Menghin وعامر فى المعادى ، كما من بين الأشياء التى وجدت بمقبرة توت عنخ آمون جرة من الفخار ثبت غطاؤها بالجبس) (لوكاس ١٩٩١، ١٣) .

الجبس الطبي Medical Gypsum : يتكون من كبريتات الكالسيوم المائية بنسبة لا تقل عن ٩٣% ، ويعتبر أنقي أنواع الجبس الحالي وفي الأساس يستعمل فى الاغراض الطبية ، ويتميز بزمن الشك الذى لا يقل عن دقيقتين ولا يزيد عن أربع دقائق غالبا ، ويعتبر هذا الجبس من الأنواع التي تنتج من الجبس النصف مائي أي الناتج بفقد ماء التبلور جزئياً فى درجات حرارة تتراوح من ١٣٥ – ٢٠٠ مْ ويفقد ماء التبلور كلياً. ويعتبر من المواد الجيدة التى يمكن استخدامها فى استكمال الآثار الفخارية وذلك لأنه خامل كيميائياً ولا يحتوى على أملاح فى تركيبه (ح. محمد ٢٠١٨، ١٣٠) .

الجبس الباريسي Plaster of Paris : يتكون الجبس من كبريتات الكالسيوم نصف المائية $CaSO_4½H_2O$ ويعتبر الجبس من المواد سهلة الاستخدام فى الاستكمال ، وكان يستخدم على نطلق واسع قديماً نظراً لسهولة الحصول عليه . والجبس بصفة عامة له خاصية امتصاص الماء لذلك يجب عزلة بعد الجفاف من العوامل الجوية باستعمال مادة عازلة تكون فى نفس الوقت مادة مقوية وحامية له ، هذا بالإضافة إلى أن الجبس عند استخدامه فى الاستكمال يحتاج إلى مادة مقوية تضاف له أثناء خلطة لإعطائه الصلابة والتوازن المطلوب ، مع مراعاة أن تكون درجة مقاومته فى النهاية أقل من درجة مقاومة الخزف . ومن أمثلة هذه المواد فى تدعيم الجبس اثناء عملية التحضير مادة البولي فينيل اسيتات حيث يتم إضافتها لخلطة الجبس أثناء تجهيزه ، ويمكن إضافة بعض الراتنجات الإيبوكسية مثل الأرالديت الذى يعمل على زيادة قوة ومتانة خلطة الجبس الذى يراد استكمال الأجزاء المفقودة بها .

الديوفكس Dufix : عبارة عن مادة تشبة البولي فيلا فى تركيبها ، فهي من المواد التي يعتمد تركيبها على أساس وجود كبريتات الكالسيوم مع إيثرات السليلوز ، وهي مادة قابلة للامتزاج بالماء ، وتعتبر من المواد الثابتة قليلة الانكماش ، كما أنها من المواد سهلة التشغيل ومدة تشغيلها مناسبة لأغراض الاستكمال ، وفترة جفافها تتراوح من نصف ساعة إلي ساعة

ويسهل استرجاعها ميكانيكاً ، كما أنها قابلة لإضافة بعض الأكاسيد وكذلك بعض المواد الأكريللية أو المستحلبات مثل البريمال والبولي فينيل اسيتات ، وتستخدم فى استكمال الأجزاء المفقودة والشروخ (ح. محمد ٢٠١٨، ١٣١) .

استخدمات مادة ديوفكس Dufix :

هذه المادة متعددة الأغراض فهى جيدة لملء الشقوق والثقوب وتسوية الأسطح غير المستويه والمتباعدة الداخلية ، مناسبه ايضاً للحجر والجص ، كذلك يستخدم لملء الثغرات الموجودة في الجدران أو ألواح البناء الأخرى ، يستخدم فى تنعيم الاسطح ، كما أنه سهل الاستخدام والتشكيل . يعتبر الديوفكس ماده غير قابلة للتمدد والانكماش او حدوث تشققات بعد الجفاف ، ويتميز بإمكانية التلوين على سطحه . وتستخدم بعد تنظيف سطح البلاطات الخزفية من الاتربة والشحوم والزيوت واى دهانات قديمة على السطح المراد ملؤه واستكماله . تخلط جيداً كمية من مقدار إلى مقدار ونصف من المنتج إلي مقدار من الماء داخل اناء بلاستيك نظيف ويفضل استخدام الخليط خلال ساعه ، ويكون الشكل النهائي بعد الجفاف سطح ابيض متساوي ، ويتم تجهيز السطح لإضافة الرتوش اللونية https://www.supplyvan.com/metylan-crack-filler.

بعض المواد المالئة والمضافة

مسحوق من الفخار الحديث Grog : يعد من أفضل المواد المالئة التي يتم استخدامها فى استكمال البلاطات الخزفية نظراً للتشابه بين خواصه وخواص البدن الأصلي حيث أن لهما التركيب المعدني المتشابه ، بالإضافة إلي أنه لن يتفاعل مع القطعة الأثرية ، ومن الممكن اضافة مادة رابطة لتربط مادة مسحوق الفخار او الخزف لتكون خليطا صالحة للاستكمال ، كما يمكن اضافة بعض قطرات من الاسيتون لتسهيل عمليه الخلط (ح. محمد ٢٠١٨، ١٣٣) .

الميكروبالون Microballons : هى حبيبات كروية دقيقة ذو لون ابيض وجزيئاته كبيرة مقارنة بكربونات الكالسيوم ، ويتميز بأنه سهل التشكيل وقابل للانضغاط ، ويعطي سطح سهل التنعيم (عبدالرحيم ٢٠٠٣، ٣٠٢) ، كما انها تتميز بانخفاض وزنها وتزداد كثافتها عند استكمال المساحات الكبيرة (Thornton 1999, 289) ، ويتم تحضيره بإضافة محلول البارالويد B-72 بتركيز ٣٠% مذاب فى الأسيتون وكحول بنسبة ١:١ ثم يضاف الميكروبالون إلي البارالويد B-72 بنسبة ١:٣ على الترتيب ، ويتميز هذا الخليط بأنه يمكن فكه باستخدام الأسيتون مع ضغط خفيف (Burden 2004, 43) .

كيما كزيت٢٠٢٠ kemaxit 2020 : هو منتج جبسي أساسه جبس معالج بطئ الشك ، يوفي المواصفات القياسية الأمريكية ASTM C 28 لزمن الشك ويوفى ايضا اشتراطات أيزو ٦٥٩١-١ والمواصفات المصرية رقم ٢٢٥٤ للتعبئة والاشتراطات الفنية للمصنع CMBI ١١٢٠ . ويعطى سطح أملس ناعم قوي قابل للتنظيف بالماء . ويمكن اعتباره سطحا نهائياً بدون دهان كما انه يمكن طلاؤه بمختلف أنواع الدهانات ، **جدول رقم (١)** .

الخواص الفنية عند ٢٥°م	
اللون	أبيض
زمن الشك ASTM C 472	٢٠:٤٠ دقيقة
نسبة خلط الكيما كزيت بالماء	١:٢

جدول رقم (١) يوضح الخواص الفنية لكيما كزيت ٢٠٠

يخلط كيما كزيت ٢٠٠ بالماء بنسبة ٢ (كيما كزيت ٢٠٠) : ١ (ماء) للحصول على القوام المناسب لأعمال الاستكمال ، ويستخدم بعد تنظيف السطح (اقل سمك يمكن عمله ٢:١ مم) .

التخزين : لمدة ١٢ شهر تحت ظروف تخزين مناسبة وفى جو جاف ، العبوات ٥ كجم - ٢٥كجم - ٥٠كجم . www.cmbegypt.com

تسوية السطح المستكمل :

بعد إتمام عمليه الاستكمال للمساحات المفقودة يجب التأكد من نعومة السطح ، وأن يكون خاليا من النتوءات حتى تسهل عمليه التلوين ، ولكشط الزيادات المرتفعة يمكن استخدام أدوات الكشط (مثل المبرد بكل درجاته على حسب حالة السطح ، والوصول الى استخدام السنفره) لكي يصبح سطح املس ويكون جاهز لعملية التلوين عليه .

تعتبر مرحلة الدراسة التجريبية للطرق والمواد المستخدمة فى مجال علاج وصيانة الآثار الخزفيه من المراحل الهامة التي لا يمكن إغفالها أو التغاضي عنها ، حيث تلعب هذه المرحلة دوراً فى التعرف على تأثير هذه المواد على مادة الأثر من حيث المظهر العام وتحسين الخواص الفيزيائية والميكانيكية ، مما يساعد على إتمام عملية العلاج بشكل آمن وفعال ، دون تعرض الأثر المعالج لأي أضرار أو آثار جانبية ناتجة عن عمليات العلاج . وتمد الدراسة التجريبية الباحثين والمرممين بمعلومات هامة عن طبيعة وخواص مواد الترميم ، وتكشف عن مدي فاعلية هذه المواد فى مراحل العلاج المختلفة حتى يتمكن المرممون من اختيار افضل وأحدث وأنجح المواد وأنسب طرق التطبيق فى حقل ترميم وصيانة الآثار الخزفية بهدف تحقيق علاج ناجح . ولقد خضعت الدراسة لمجموعة من مواد الاستكمال لتقييمها ومعرفة مدي ثباتها بعد تعريضها لعوامل التجوية الصناعية المختلفة للوصول إلى أفضل المواد لاستخدامها فى ترميم وصيانة الآثار الخزفية محل الدراسة .

مواد وطرق الدراسة Material and Methods

1- التوثيق الأثري Archaeological documentation :

الوصف الاثري تحمل رقم أثري ٦٣٠٥ ، وهى عبارة عن أربع بلاطات خزفية من العصر العثماني زينت بزخارف نباتية وزهور , وهي عبارة عن زهرية متفرع منها أزهار السوسن والقرنفل باللونين الأزرق والأزرق الفاتح (لبني) على ارضية بيضاء بالمتحف الفن الإسلامي بالقاهرة .

2- التوثيق الفوتوغرافي والفحص البصري Photographic documentation and Visual investigation :

- تم التوثيق الفوتوغرافى للوحة البلاطات الخزفيه بكل تفاصيلها ، ثم الفحص البصري بالعين المجردة والعدسات المكبرة للبلاطات الخزفية محل الدراسة بالمتحف الفن الإسلامي بالقاهرة .
- **تم توثيق ابعاد اللوحة كاملة قبل البدء فى اعمال الفك وإعادة الترميم وعرضها مره أخري :**

الطول : ١١٠سم x العرض : ٣٥ سم بالبرواز المحيط .

٣- توثيق مظاهر التلف من خلال الفحص البصري للوحة كاملة :

- طبقة اتساخات وأتربة تغطى اللوحة كلها ، كما تظهر طبقة متكلسة من المونة .
- يوجد صدأ نتيجة المسامير المستخدمة فى تثبيت البلاطات الخزفية مع البرواز أو الإطار الخشبى , كما وجد أثر كتابة بالقلم الرصاص .

- يوجد فى الجانب الايسر بطول البلاطة استكمال بعرض ٦,٥ سم وعليه طبقة من الألوان الحديثة ، ويوجد جزء مفقود من الاستكمال يظهر بداخله صدأ ، وتغطية بطبقه من الألوان الحديثة على طبقة التزجيج .
- يوجد تآكل فى طبقة التزجيج ، كما يوجد خدوش منتشرة فى طبقة التزجيج ، إضافة لأجزاء متآكلة من حواف البلاطات الخزفية . وظهور صدأ فى فى خلفية البلاطات نتيجة المسامير المستخدمه مع البرواز او الإطار الخشبى .
- كما يوجد شرخ ممتد من الطرف العلوي من جهة اليمين الى الضلع المقابل بشكل عرضي ، ويقطعه شرخ آخر مما ادى لانفصال البلاطة الى أربع كسر فى البلاطة التى تحمل رقم (٣) .
- كما يوجد شرخ عرضي ممتد من أحد الاضلع الى الضلع المقابل له مما أدى الى انقسام القطعة الى نصفين فى البلاطة التى تحمل رقم (٤) .
- كما يوجد ظهور لمادة تجميع سابقة استخدمت فى لصق الاجزاء المنكسرة وتظهر باللون البنى الداكن مما ادى الى تشوه فى البلاطة ، غالبا من الغراء الحيوانى المستخدم قديماً . ووجدت مادة لونية على أماكن الشروخ قد تغير لونها وأصبحت باللون داكن . **صورة رقم (٢)**

صورة رقم (٢) توضح توثيق للبلاطات الخزفية الأربعة ولمظاهر التلف من خلال الفحص البصري من الخلف

تم التطبيق على البلاطة رقم (١) من اللوحة الخزفيه محل الدراسة

أبعاد هذه البلاطة ٢٥سم طول x ٢٥سم عرض ، السمك ٢ سم ، بها اتساخات واتربة ويوجد عليها ملصقة ورقية قديمه ، كما يوجد استكمال طولي على الجانب الايسر من البلاطة ، كما يظهر عليها استكمال لوني حدث له تغيرات لونية ، حيث اصبحت الألوان غير متجانسة مع الألوان الأصلية للبلاطة ، بالإضافة إلى وجود جزء مفقود من طبقة الاستكمال يظهر منها اثار بقعة صدأ حديثة .

١-الفحص بالميكروسكوب الضوئي الرقمي USB : Digital Optical Microscope Examination

يستخدم الميكروسكوب الضوئي الرقمي لتكبير الأشياء الصغيرة بواسطة الضوء لمعرفة الخصائص البصريه للعينة ، ويتكون من مجموعة من العدسات الشيئية والعينية لفحص العينات ، وتصل قوة تكبيرة ١٥٠٠- ٢٠٠٠ مرة (Marc and Gautheyrou 2006, 267-268) . ويستخدم الميكروسكوب الرقمي USB فى فحص المواد الملونة من حيث شكل وحجم ولون لتلك المواد الملونة ودراسة المكونات السطحية لكل من الالوان ، ومظاهر التلف وكذلك اعمال الترميم السابقة ، وقد استخدم الميكروسكوب الرقمي لسهولة استخدامه وإمكانية التحكم به عن طريق الكمبيوتر ، وفحص الاجزاء التي يصعب رؤيتها بالعين المجردة ، **لوحة رقم (١)** توضح الفحص والتصوير بالميكروسكوب الرقمي للبلاطة الخزفية رقم (١) بمتحف الفن الإسلامي قوة التكبير x ٢٥٠.

ظروف تشغيل الجهاز :

- INNOVATION BEYOND DIGITAL MICROSCOPE IMAGINATION
- (Measurement calibration) High brightness.
- Industry – Education – collection/ Research –Biological/ Mineral.
- LED Adjustable. - Calibration Ruler.
- USB 2.0 MP video 1000 x. - HD: Color cmos sensor.

لوحة رقم (١) توضح الفحص والتصوير بالميكرسكوب الرقمي للبلاطة الخزفية رقم (١) بمتحف الفن الإسلامي قوة التكبير x٢٥٠

ومن خلال الفحص والتصوير بالميكروسكوب الرقمي للبلاطة رقم (١) تم التوصل إلي النتائج التاليه :

صورة (A) يوضح اللون الأزرق الغامق .

صورة (B) وجود ثقب متسخ فى طبقة التزجيج .

صورة (C) وجود فقاعات هوائية فى طبقة التزجيج .

صورة (D) ظهور طبقة التحضير وما عليها من طبقة استكمال لونيه .

صورة (E) توضح الفرق فى التغير اللوني بين ارضيه طبقة التزجيج البيضاء وطبقة الاستكمال الداكنة . صورة (F) توضح الفرق فى التغير اللوني بين اللون الازرق الاصلي وبين اللون الازرق المضاف حديثاً .

صورة (G) توضح وجود صدأ فى طبقة الاستكمال .

صورة (H) وجود انفصال فى الاستكمال .

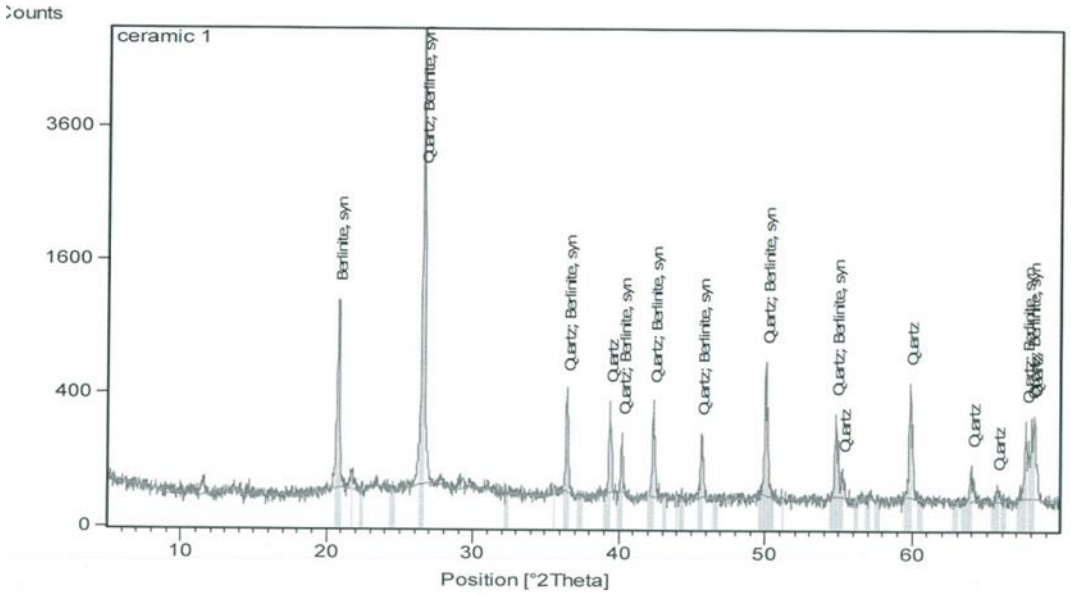
٢-التحليل بواسطة حيود الأشعة السينية Analysis by X-ray Diffraction Method

يعتبر التحليل بطريقة حيود الأشعة السينية وسيلة جيدة لدراسة طبيعة المواد المتبلورة ، كما أنها الطريقة المعتادة فى التعرف على مكونات المعدنية للطفلة وكافة المواد المتبلورة (Wolf, 1980, p. 52:55) . وتم تحليل العينات فى معمل التحليل بالأشعة السينية وقد بوزارة الآثار قطاع المشروعات ، وتم استخدام جهاز:

Philips X– ray Diffraction equipment model **(pw 1710**) with cu radiation at 40 k.v, 30 M.A. scanning speed 0.04/sec., start position 2θ=5o to end position 2θ =70o,the diffraction charts and relative intensities are obtained (compared with ICDD PDF files - copyright 2003).

العينة الأولي كود العينة (A) تحليل لبدن البلاطة الخزفية رقم (١) :

وبدراسة نمط حيود الأشعة السينية للعينة الموضحة **بالشكل رقم (١)** وباستخراج النتائج ، اتضح أن عينة البدن للبلاطة رقم (١) تتكون من معدن الكوارتز (Quartz) SiO_2 بنسبة ٧٠ % ، بالإضافة الى وجود معدن البرلينيت " فوسفات الألومنيوم " (Berlinite) $Al(PO_4)$ بنسبة ٣٠% **جدول رقم (٢)** . ومركب فوسفات الألومنيوم له بنية الكوارتز، ويعد فوسفات الألمونيوم الأساس لأنواع خاصة من الزجاج ، وذلك نظراً لنفاذيته الكبيرة للأشعة فوق البنفسجية .

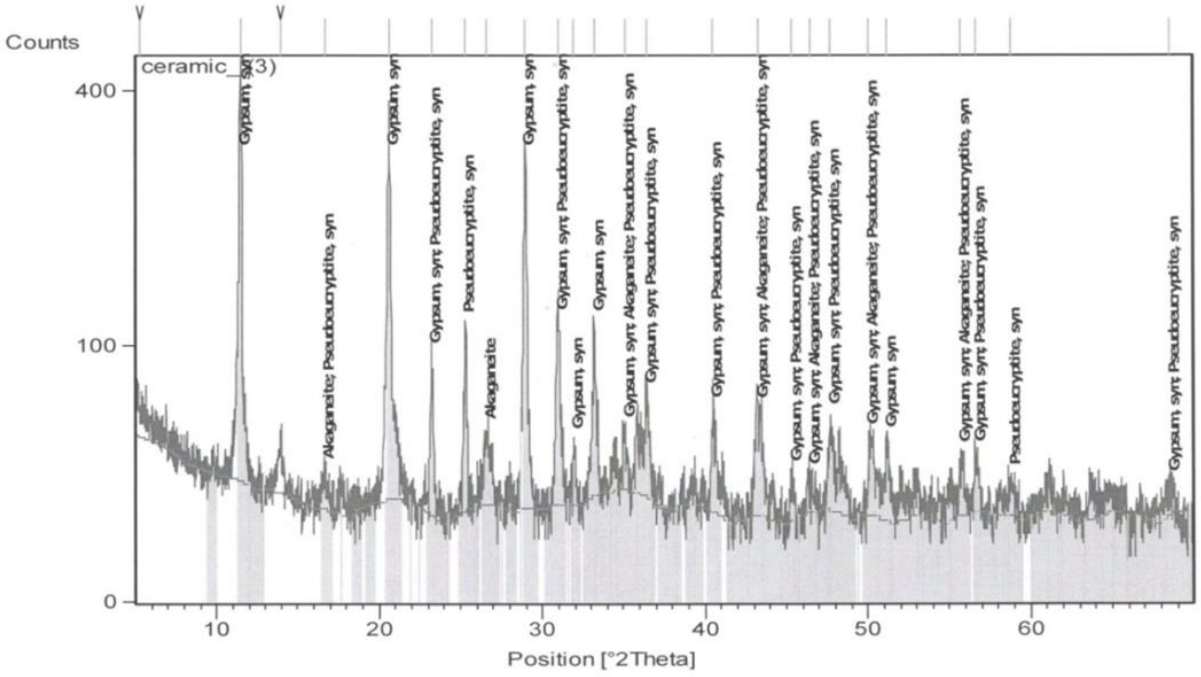


شكل رقم (١) يوضح نمط حيود الأشعة السينية للعينة الأولي من بدن البلاطة الخزفية رقم (١) ، بمتحف الفن الإسلامي بالقاهره

Minerals composition	Chemical Formula	Relative intensity %
Quartz -1	SiO_2	70%
Berlinite , syn -2	Al (PO_4)	30%

جدول رقم (٢) يوضح نمط حيود الأشعة السينية للعينة الأولي من بدن البلاطة الخزفية التى تحمل رقم (١) ، متحف الفن الإسلامي بالقاهره

العينة الثانيه كود العينة (H) العينة (٢) تحليل لمظاهر التلف من خلال مادة الاستكمال للبلاطة الخزفية فى البلاطة رقم (١) وتحليل مركبات الصدأ التى توجد بداخلها :



شكل رقم (٢) يوضح نمط حيود الأشعة السينية لمركبات الصدأ المختلفة ومادة الاستكمال فى البلاطة الخزفية

وبدراسة نمط حيود الأشعة السينية للعينة الموضحة فى **الشكل رقم (٢)** وباستخراج النتائج اتضح أن العينة تتكون بصفة اساسية من مادة الاستكمال الجبس $CaSO_4(2H_2O)$ بنسبة ٦٣% ، وقد اظهرت النتائج وجود مركبات صدأ مثل اكاجانيت Akaganeite $Fe_8O_8(OH)_8$ Cl ، وهو نوع من أنواع صدأ الحديد بنسبة ٢١ % ، كما وجد ايضاً مركبات كبريتات الالومنيوم Pseudoeucryptite بنسبة ١٥% $Li\ Al\ SiO_4$ أحيانا يحتوى على النحاس والزركونيوم **جدول رقم (٣)** . ولزم بناء على ذلك إزالة الاستكمال التالف واستبداله بآخر بصفات أفضل .

Minerals composition	Chemical Formula	Relative intensity %
Gypsum -1	$Ca\ SO_4\ (H_2O)_2$	63%
Akaganeite -2	$Fe_8\ O_8\ (OH)_8\ Cl$	21%
Pseudoeucryptite -3	$Li\ AL\ SiO_4$	15%

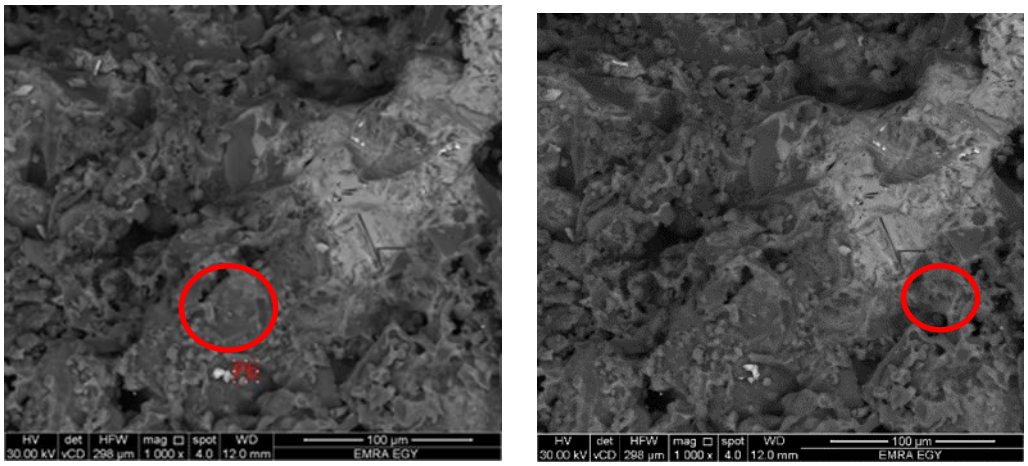
جدول رقم (٣) يوضح نمط حيود الأشعة السينية لمركبات الصدأ المختلفة ومادة الاستكمال فى البلاطة الخزفية الأولي

٣-الفحص والتحليل باستخدام الميكروسكوب الإلكتروني الماسح (SEM) المزود بوحدة تشتيت الطاقة (EDX):

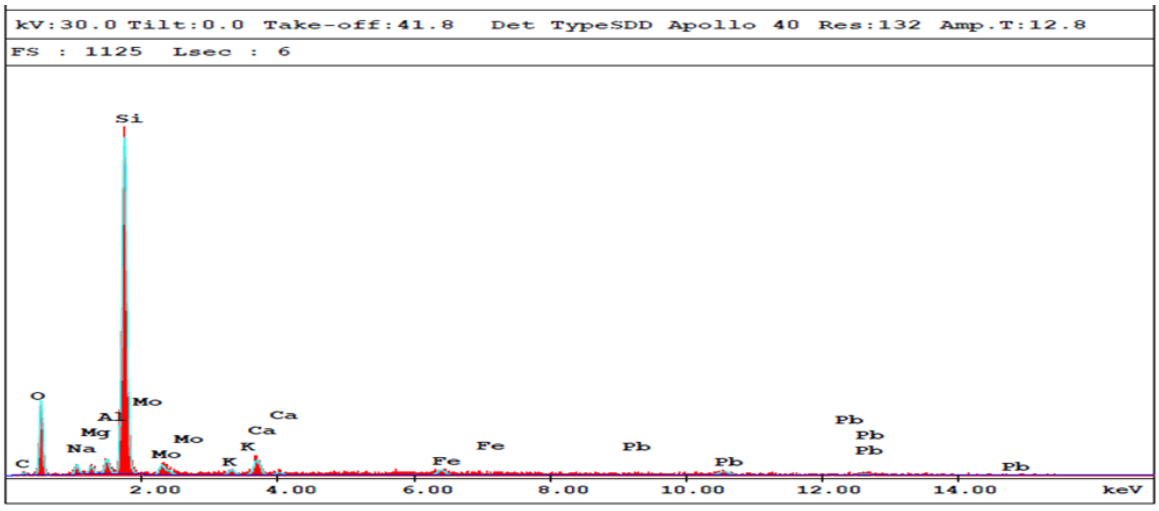
يعتبر الميكروسكوب الإلكتروني الماسح Scanning Electron Microscope (SEM) من أهم التقنيات الحديثة الهامة التى لاغني عنها فى مجال الترميم بصفة خاصة ومجال الآثار بصفة عامة ، وهو يعطينا صورة عميقة للشكل المورفولوجي للعينة الاثرية (Baumgart, 1984, pp. 8-12) . وتم استخدام الميكروسكوب الإلكتروني الماسح (SEM) المزود بوحدة تشتيت الطاقة (EDX) بوحدة الميكروسكوب الإلكتروني الماسح بالهيئة العامة للثروة المعدنية بالدقى .

Using SEM Model Quanta 250 FEG (Field Emission Gun) attached with EDX Unit, with accelerating voltage 30 K.V.
Magnification 14x up to 1000000 and resolution for Gun. 1n). FEI company, Netherlands.

العينة الثالثة كود العينة (B3) تم تحليل وتصوير لعينة من طبقة التزجيج لمعرفة العناصر المكونة للتزجيج وللبدن :
صوره رقم (٣ ، ٤) - الشكل رقم (٣) - جدول رقم (٤) .



صوره رقم (٣ ، ٤) تصوير بالميكروسكوب الإلكتروني الماسح بتكبير 1000 x يوضح بدن البلاطه الخزفيه تحت طبقة التزجيج ، ويظهر السطح متوسط الخشونة ، وتتضح نقاط بيضاء من عنصر الرصاص فى بدن البلاطة الخزفية الناتج من آثار التزجيج عليها .



شكل رقم (٣) يوضح طيف التحليل للعينة رقم (١) ، ويوضح عناصر بدن البلاطات الخزفية بمتحف الفن الإسلامي

النسب الوزنية للعناصر المكونة للعينة %												
C k	O k	NaK	MgK	Alk	SiK	MOL	K K	CaK	FeK	CaK	PbL	Total
3.79	34.74	2.36	1.26	1.79	37.89	4.13	0.82	2.53	1.64	2.53	9.07	100%

جدول رقم (٤) يوضح نتائج تحليل البدن الداخلى باستخدام الميكروسكوب الإلكتروني الماسح
Scanning Electron Microscope (SEM)

الدراسة التجريبية

تناول هذا الجانب تقييم أفضل مواد استكمال الآثار الخزفيه لاستخدامها في استكمال البلاطات الأثرية .

دراسة الخواص الفزيوكميائية لمونات الاستكمال المختلفة :

1) تم تجفيف العينات قبل بدء الإختبار عند درجة ١٠٥°م حتى ثبات الوزن .
2) تم وزن العينات قبل بدء الإختبار .
3) غمرت العينات فى الماء لمدة ٢٤ ساعة لعمل اختبار امتصاص الماء .

الخواص الفيزيائية :

امتصاص الماء = (الوزن المبتل – الوزن الجاف) / (الوزن الجاف) × ١٠٠ = % .

الكثافـــــــة = الوزن / (الوزن الحجمى) = الوزن / (الطول × العرض × الإرتفاع) = جم .

المقاومة للضغط = الحمل × ١٠٢ / الطول × العرض = جم/سم^{3}

المساميـــــــة = الكثافة × امتصاص الماء = %

اختبارات الفروض العلاجية (مونات الاستكمال) للبلاطات الخزفية

تم تحديد المواد الداخلة والمكونة لكل مونة من المونات التى سوف يتم اختبار خواصها الفيزيوميكانيكية على أساس شيوع استخدامها فى الحقل الأثري حديثا.

1- **مجموعة (A2),(A1) :** حيث تم اختيار نوعين من الجبس ، وتم توحيد الرابط الاديبوند ٦٥ لاصق وذلك للمقارنة بين تأثير الجبس المعالج وتأثير الديوفكس على تغير قيم الخواص المختلفة للمونتين .

أ- (A1) وقد تم اختيار هذه المونة التى تتكون من مسحوق الكيما كزيت٢٠٠ (الجبس المعالج) + الاديبوند ٦٥ لاصق + الفيبر جلاس .

النسب : يضاف ٢ مقدار من كيما كزيت٢٠٠ المسحوق الى ١مقدار ماء مخلوط باديبوند المخفف بتركيز ٤:١ الى ٦:١ ماء + فيبر جلاس (٠,٥) مم .

ب- (A2) وتركيب المونة المكونة من الديوفكس (Metylan dufix) الاسم التجارى + ماء + مادة اديبوند ٦٥ لاصق + فيبر جلاس .

النسب : يضاف من ١ : ١,٥ مقدار من الديوفكس dufix الى ١ مقدار من الماء المخلوط بمادة الاديبوند المخفف بالماء بتركيز ١ : ٤ الى ١ : ٦ ماء + فيبر جلاس (٠,٥) مم .

2- **مجموعة (B2),(B1) :** حيث تم توحيد مونة مسحوق الخزف الحديث مع اختلاف المذيب (بارالويد بـ ٧٢- بارالويد ٤٤) وذلك للمقارنة بين تأثير استخدام بارالويد بـ٧٢ وتأثير بارالويد بـ٤٤ على تغير الخواص المختلفة للمونتين .

– **اما عن مكونات (B1) فتتكون من مسحوق خزف حديث + بارالويد B44 مذاب فى اسيتون بتركيز ٤٠% + الفيبر جلاس .**

النسب : يضاف مسحوق الخزف الحديث بنسبة ٥ : ١٠ مقدار الى ١ مقدار من البارالويد ٤٤ المذاب فى الاسيتون بنسبة 40 % + الفيبر جلاس (٠,٥) مم .

– **مونة (B2) مكونة من مسحوق خزف + بارالويد B72 مذاب فى اسيتون بتركيز ٤٠% + الفيبر جلاس .**

النسب : يضاف مسحوق الخزف الحديث بنسبة ٥ : ١٠ مقدار الى ١ مقدار من البارالويد ٤٤ B المذاب فى الاسيتون بنسبة 40 % + الفيبر جلاس (٠,٥) مم .

3- **مجموعة (C2),(C1) :** وقد تم اختيار المونة (C1) والتي تحمل نفس التركيب ونسب المواد للمونة (C2) باختلاف المادة الرابطة وهو ايبوكسي كيما بوكسي١٥٠+ المصلب ، وذلك للمقارنة بين استخدام الارالديت ١٣٠٦ وتأثير الايبوكسي ١٥٠ على تغيير قيم الخواص المختلفة للمونتين (C2) (C1).

– **مونة (C1) تتكون من كيما بوكسي ١٥٠ + مسحوق الخزف الحديث + الفيبر جلاس .**

النسب : من ٥ : ١٠ مقدار من مسحوق الخزف الحديث +١ مقدار كيمابوكسي ١٥٠ +

طريقة تحضير الكيما بوكسى : حيث ان نسبة الخلط بين المركبين أ (الراتنج) ، ب (المصلد) بالوزن ٢ : ١+ الفيبر جلاس (٠,٥) مم .

– **مونة (C2) الارالديت (Araldite) ١٣٠٦ + مسحوق الخزف الحديث + الفيبر جلاس .**

النسب : من ٥ : ١٠ مقدار من مسحوق الخزف الحديث + ١مقدار من الارالديت ١٣٠٦+ حيث ان نسبة الخلط بين المركبين أ (الراتنج) ، ب (المصلد) بالوزن أ ١٠٠جم : ب ٨٠ جم + الفيبر جلاس (٠,٥) مم .

إعداد العينات للقياس والتجريبي

1- تم تحضير الاديبوند ٦٥ بنسبة ٤:١ فى الماء لكل من العينة (A1,A2).

2- تم تحضير بارالويد بـ ٧٢ بنسبة ٤٠% فى الأسيتون .

3- تم تحضير بارالويد بـ ٤٤ بنسبة ٤٠% فى الأسيتون .

4- تم تحضير الايبوكسي (كيما بوكسي١٥٠) الراتنج٢جم: ١جم المصلب .

5- تم تحضير الارالديت ١٣٠٦ بنسبة الراتنج (أ) ١٠٠جم الراتنج :المصلد (ب) ٨٠ جم المصلب .

6- تم خلط نسبة كل مونة على حدي فى بوتقة خاصة وذلك بمركز الإسكان والبناء بالدقي.

7- صب المونة فى قوالب معدنية من الحديد الصلب معد خصيصاً لذلك بمقاس ٢,٥x٢,٥x٢,٥ سم لكل عينة .

تم قياس الخواص الفزيوميكانيكية من (المسامية – الكثافة - امتصاص الماء – مقاومة الضغط – الانكماش) .

وإجراء الاختبارات القياسية للعينات وهي جافة ثم إجراء عمليات التقادم الحراري والملحي لها ، وأخذ قياسات الاختبارات للخواص المختلفة ، وهي على النحو التالي :

دراسة تأثير عوامل التقادم الصناعى Artificial-agingعلى مونات البلاطات الخزفية

والمقصود بها تعرض هذه المونات إلي العديد من مظاهر التدهور او التلف خلال فترات من الزمن لتقييم المونة التي يمكن استخدامها فى عمليات الاستكمال ، ولذلك تم قياس اختبار مدي ثباتها وكفاءة خواصها أمام العوامل التي يمكن أن تتعرض لها فى مختلف البيئات أطول فترة ممكنة ، لذا كان لابد من تعريضها إلي عمليات تقادم صناعي شبيه بما يمكن

أن تتواجد عليه فى البيئة المحيطة بالأثر ، وملاحظة التغيرات التي سوف تطرأ على الخواص الفيزيائية والميكانيكية ، والتي تعبر فى مضمونها عن التغيرات الكيميائية الحديثة على تلك العينات بعد إجراء عمليات التقادم الصناعي لها .

وفي هذا الصدد تم إجراء نوعين من التقادم :

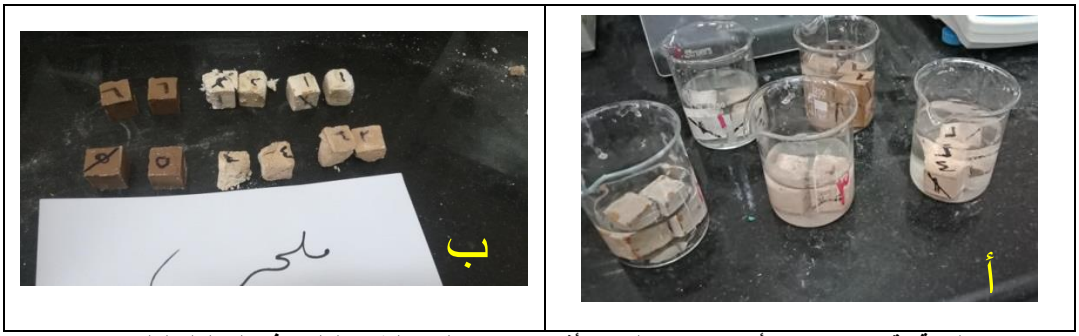
١ - التقادم الحراري Heat Aging تم طبقاً للمواصفة الأوربية EM 14066:2003

1. تم تعريض العينات إلي درجة حرارة ١٠٥ درجة مئوية فى الفرن لمدة ٢٤ ساعة للوصول للوزن الثابت ، ثم تم وزن العينات .
2. غمرت العينات لمدة ٤ ساعات فى الماء .
3. اخرجت العينات ووضعت فى الفرن لمدة ١٨ ساعة عند درجة حرارة ٦٠ درجة مئوية .
4. تركت العينات فى درجة حرارة الغرفة لمدة ساعتين قبل البدء فى إجراء الدورة التالية ، وكررت تلك الدورة ٢١ مرة .
5. تم متابعة الأوزان بعد كل دورة وتسجيل الأوزان بدقة فى جدول .
6. تلى ذلك طرح الوزن النهائي من الوزن الابتدائي وحساب النسب المئوية ، ثم قياس القيم للخواص الفزيائية ، **لوحة رقم (٢)** .

لوحة رقم (٢) توضح العينات أثناء إجراء عمليات التقادم الحراري (أ , ب)
فى فرن التقادم الحراري فى مركز بحوث الإسكان والبناء

٢ - التقادم الملحي من خلال تطبيق المواصفات الأوروبية 2000:12370

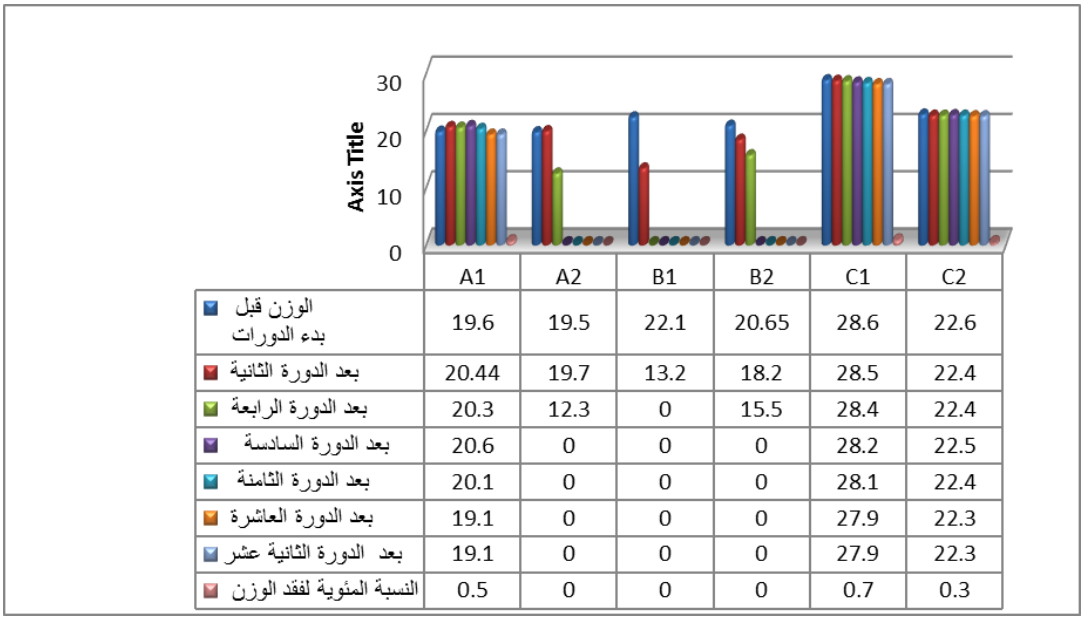
1. تم وضع العينات فى فرن درجة حرارته ٦٠ مئوية لمدة ٢٤ ساعة وذلك للوصول للوزن الثابت .
2. غمر العينات غمراً كاملاً في نوع واحد من الملح بتركيز ٥% كلوريد الصوديوم .
3. تركت العينات لتبرد فى درجة حرارة الغرفة ساعتين قبل البدء فى دورة تجوية جديدة وتم تكرار التجوية الملحية دورات متتالية **لوحة رقم (٣) ، جدول رقم (٤) ، شكل رقم (٤)** .



لوحة رقم (٣) صورة (أ، ب) توضح العينات أثناء إجراء عمليات التقادم الملحي فى المحلول الملحي
بتركيز ٥% كلوريد الصوديوم فى مركز بحوث الإسكان والبناء

العينه	الوزن قبل بدء الدورات	بعد الدورة الثانيه	بعد الدورة الرابعة	بعد الدورة السادسة	بعد الدورة الثامنة	بعد الدورة العاشرة	بعد الدورة الثانيه عشر	النسبة المئوية لفقد الوزن %
A1	19.6	20.44	20.3	20.6	20.1	19.7	19.1	0.5
A2	19.5	19.7	12.3	انهيار	انهيار	انهيار	انهيار	------
B1	22.1	13.2	انهيار	انهيار	انهيار	انهيار	انهيار	-------
B2	20.65	18.2	15.5	انهيار	انهيار	انهيار	انهيار	-------
C1	28.6	28.5	28.4	28.2	28.1	27.9	27.9	0.7
C2	22.6	22.4	22.4	22.5	22.4	22.3	22.3	0.3

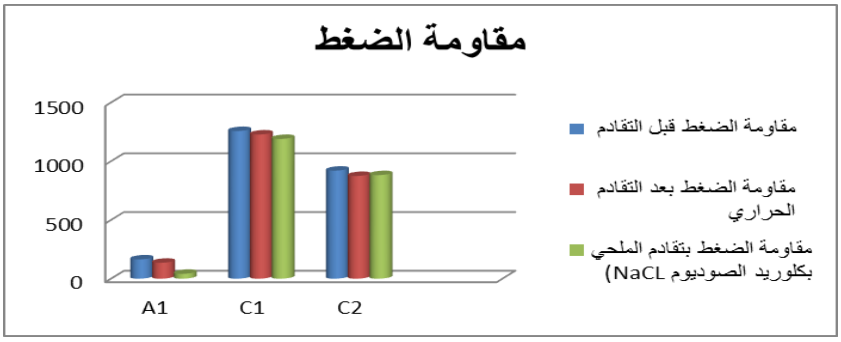
جدول رقم (٤) يوضح دورات التقادم الملحي لمونات الاستكمال بملح (كلوريد الصوديوم) ، والقياس بوحدة الجرام



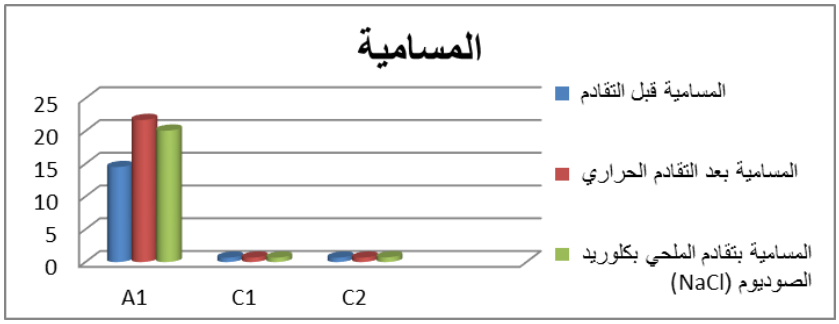
شكل بياني رقم (٤) يوضح دورات التقادم الملحي لمونات الاستكمال بملح (بكلوريد الصوديوم)

دراسة مقارنة للخواص الفيزيوميكانيكية لمونات الاستكمال قبل وبعد التقادم الحراري والملحي (كلوريد الصوديوم) : شكل بيانى رقم (٥ ، ٦ ، ٧، ٨) ، جدول رقم (٥) .

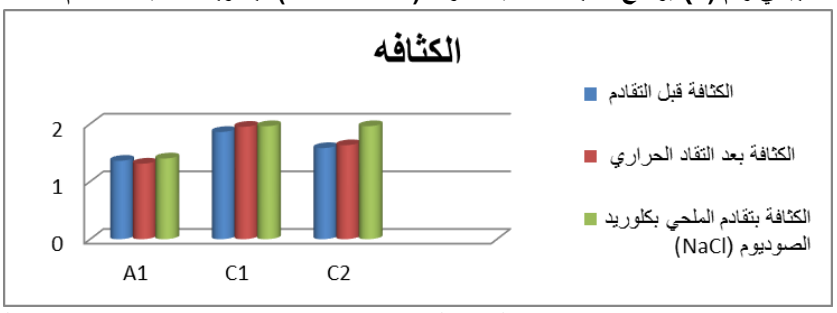
شكل بياني رقم (٥) يوضح نسب امتصاص الماء للمونة (A1- C1-C2) قبل وبعد عمليات التقادم المختلفة



شكل بياني رقم (٦) يوضح نسب مقاومة الضغط للمونة (A1- C1-C2) قبل وبعد عمليات التقادم المختلفة



شكل بياني رقم (٧) يوضح نسب المسامية للمونة (A1- C1-C2) قبل وبعد عمليات التقادم المختلفة



شكل بياني رقم (٨) يوضح نسب الكثافة للمونة (A1-C1-C2) قبل وبعد عمليات التقادم المختلفة

الخواص الفيزيوميكانيكية	التجارب	A1	C1	C2
نسبة امتصاص الماء (%)	قبل التقادم	١٠,٦٧	٠,٣٦	٠,٤٣
	تقادم حراري	١٦,٦١	٠,٣٥	٠٤٢
	تقادم ملحي كلوريد الصوديوم	١٤,٣٧	٠,٣١	٠,٣٧
مقاومة الضغط (كجم / سم^3)	قبل التقادم	١٦٤,٢٩	١٢٥٧,٤٨	٩٢٠,٠٤
	تقادم حراري	١٣٥,٦٧	١٢٢٧,٨٦	٨٧٤,٧١
	تقادم ملحي كلوريد الصوديوم	٤١,٦٢	١١٨٩,٩٤	٨٨١,٩٣
المسامية (%)	قبل التقادم	١٤,٢٩	٠,٦٧	٠,٦٧
	تقادم حراري	٢١,٧٠	٠,٦٨	٠,٦٨
	تقادم ملحي كلوريد الصوديوم	٢٠,٠٧	٠,٦٨	٠,٧٣
الكثافة (جم/ سم ^{3})	قبل التقادم	١,٣٦	١,٨٦	١,٥٨
	تقادم حراري	١,٣١	١,٩٥	١,٦٣
	تقادم ملحي كلوريد الصوديوم	١,٤٠	١,٩٦	١,٩٦

جدول رقم (٥) يوضح الخواص الفيزيوميكانيكية قبل وبعد التقادم الحراري والملحي

النتائج :

وبمقارنة النتائج لقيم الخواص الفيزيوميكانيكة (**نسبة امتصاص الماء %- مقاومة الضغط كجم / سم³ - المسامية % - الكثافة جم/ سم ³** بين المونات التي تم اختيارها ، نجد انه مونة (C1) التي تتكون من كيما بوكسي ١٥٠ + مسحوق الخزف الحديث + الفيبر جلاس هى الاكبر مقاومة لعوامل التلف الناتج عن التقادم الحراري او الملحي ، وقلت نسبة امتصاص الماء ، اما استخدام الفيبر جلاس أعطى نسبة مسامية أقل فى المونات المتشابه مثل (C1,C2) كما أن ارتباط ذرات حبيبات مسحوق الخزف الحديث بالايبوكسي ١٥٠ ساعد على مقاومة امتصاص الماء .

ولكن قيم الخواص الفيزيوميكانيكية للمونتين (C1,C2) بعد التقادم الحراري والملحي متقاربين فى جميع خواصهم بنسبة ضئيلة ، ولكن يلاحظ أن المونة (C1) سجلت نسبة أقل عن مثيلاتها (C2) بدلاً من الارالديت (Araldite) ١٣٠٦ + مسحوق الخزف الحديث + الفيبر جلاس بنسبة ٠,٣٦ ، وكذلك نسبة المسامية فى المونة (C1) كانت متساوية مع المونة (C2) بنسبة ٠,٦٨ ، وفيم يخص مقاومة الضغط فقد كان للمونة المستخدم معها كيما بوكسي ١٥٠ الأفضلية والقيمة الأعلى لمقاومة الضغط ١٢٥٧,٤٨ . ووجد ان الكيما بوكسي ١٥٠ (Kemaboxy 150) هو أقوى مواد الاستكمال التى تم تجريبها وأعلاها قيمة لمقاومة الضغط والمسامية وامتصاص الماء . وبالتالى يوصى باستخدام وتطبيق كيما بوكسي ١٥٠ + مسحوق الخزف الحديث + الفيبر جلاس فى استكمال البلاطات الخزفية .

يجب أن تكون طريقة التخزين او العرض او النقل التي سيتم اختيارها للبلاطات الخزفيه آمنة وبسيطة وذكية . وبعد معالجات الترميم يفضل حفظ البلاطات في معدل رطوبه نسبيه متوسطه حوالى٤٠-٤٥ % ، وضوء حوالى ٧٥ ميكروووات ما يساوى اقل من ١٥٠ لوكس ، وحراره من ٥٠-٦٠ فهرنهيت (١٦ م° تقريبا) سلزيوس .

(STANLEY 1995, 35, 50)(Marry 2002, 540)(Guidelines for the Storage and Display 2013, 18).

مناقشة النتائج :

بمقارنة نتائج استخدام مواد الاستكمال التقليديه القديمه ومواد الاستكمال الحديثه التي تم اختيارها من خلال ثلاث مجموعات وجد أنه :

في المجموعة الأولى (A2),(A1) : تم اختيار نوعين من الجبس ، وتم توحيد الرابط الاديبوند ٦٥ لاصق وذلك للمقارنة بين تأثير الجبس المعالج وتأثير الديوفكس على تغير قيم الخواص المختلفة للمونتين .

وتتكون (A1) من مسحوق الكيما كزيت٢٠٠ (الجبس المعالج) + الاديبوند ٦٥ لاصق + الفيبر جلاس .

اما (A2) فتتركب من الديوفكس (Metylan dufix) الاسم التجارى + ماء + مادة اديبوند ٦٥ لاصق + فيبر جلاس.

وبين المجموعة الثانيه (B2),(B1) : حيث تم توحيد مونة مسحوق الخزف الحديث مع اختلاف المذيب (بارالويد بـ ٧٢- بارالويد ٤٤) وذلك للمقارنة بين تأثير استخدام بارالويد بـ٧٢ وتأثير بارالويد بـ٤٤ على تغير الخواص المختلفة للمونتين .

وتتكون (B1) من مسحوق خزف حديث + بارالويد B44 مذاب فى اسيتون بتركيز ٤٠% + الفيبر جلاس . اما مونة (B2) فتتكون من مسحوق خزف + بارالويد B72 مذاب فى اسيتون بتركيز ٤٠% + الفيبر جلاس .

وبين المجموعة الثالثه (C2),(C1) : وقد تم اختيار المونة (C1) والتي تحمل نفس التركيب ونسب المواد للمونة (C2) باختلاف المادة الرابطة وهو ايبوكسي كيما بوكسي١٥٠+ المصلب ، وذلك للمقارنة بين استخدام الارالديت ١٣٠٦ وتأثير الايبوكسي ١٥٠ على تغيير قيم الخواص المختلفة للمونتين (C1) (C2).

وتتكون مونة (C1) من كيما بوكسي ١٥٠ + مسحوق الخزف الحديث + الفيبر جلاس ، اما مونة (C2) فتتكون من الارالديت (Araldite) ١٣٠٦ + مسحوق الخزف الحديث + الفيبر جلاس .

ومن خلال المقارنه بين الخصائص والاختبارات المختلفه ، تبين ان الكيما بوكسي ١٥٠ (Kemaboxy 150) هو أقوى مواد الاستكمال التى تم تجريبها وأعلاها قيمة لمقاومة الضغط والمسامية وامتصاص الماء . وبالتالى يوصى باستخدام وتطبيق كيما بوكسي ١٥٠ + مسحوق الخزف الحديث + الفيبر جلاس فى استكمال البلاطات الخزفية .

خلاصة وتوصيات البحث

تحقق الهدف الرئيسي من البحث وهو التعرف على الخصائص المميزه لمواد الاستكمال المختلفه المختاره ، واختيار انسبها لتطبيقها على اللوحه الخزفيه ومن ثم الاثار الخزفيه فيم بعد ، واعطت ماده الكيما بوكسي ١٥٠ (Kemaboxy 150) افضل النتائج .

ومن التوصيات الواجبه ان يولى الباحثون اهتمامهم في هذا المجال بالمزيد من الدراسات ، خاصه فيم يتعلق بمواد وأساليب الاستكمال الحديثه للبلاطات والاثار الفخاريه والخزفيه ، مع مراعاة الا تؤثر هذه المواد وتلك الأساليب على الشكل او الطراز الخاص بالبلاطات الخزفيه وعلى خصائصها الفيزيائيه والميكانيكيه . وكذلك تطوير أساليب العرض والتخزين ، والاطلاع على احدث ما توصلت له المتاحف والمحافل الدوليه والمهتمون بهذا المجال بما تلاءم بيئتنا المحليه .

Bibliography

1- (Baumgart), W. et all, *Process Mineralogy of Ceramic Materials , Ferdinand Enke publishers Stuttgart,* 1984.

2- (Burden), L. et all, *The reconservation of 105 Bronze Age ceramics, The Conservator,* 2004.

3- (Buys), S., & Oakley, V., *The conservation and restoration of ceramic, Butterworth Heinemann Ltd, Oxford,* 1993.

4- (Faulding), R., & Thomas, S., *Ceramic Tiles in Historic Buildings: Examination, Recording and Treatment, Journal of Architectural Conservation,* 2000.

5- (Geschke), R., *Ceramic gap-fills for ceramic restoration, Routledge, The Conservator,* 2004.

6- (Guidelines for the Storage and Display of Archaeological Metalwork), *English Heritage,* 2013.

7- (**Marc),** P., & Jacques, G., *Handbook of soil Analysis Mineralogical, Organic and inorganic methods, springer,* 2006.

8- (Marry), K. P., *Preservation in Archaeological Science, Institute Francais d´Archaeologie Oriental, le Caire,* 2002.

***9*- (Mas),** A. et all, *Ceramic tiles waste as replacement material in Portland cement, Advances in Cement Research Volume 28 Issue 4,* 2015.

10- (Otabek), A., *Research of basic Methods of Conservation and Restoration of Pottery, National Research Institute of Cultural Heritage, Conservation science Division, State Museum of History of Uzbekistan,* 2013.

11- (Stanley), P. N., *CONSERVATION ON ARCHAEOLOGICAL EXCAVATIONS With particular reference to the Mediterranean area, ICCROM, Rome, Italy,* 1995.

12- (**Thornton),** J., *Training ceramics and glass conservation at Buffalo State College: An American Perspective illustrated by trratment case histories, In: The Conservation of Glassand*

Ceramics, Editor:Tennent, N. H., Science Publishers, William Road, London, 1999.

13- (Wolf son), *M. M., An introduction to x –ray crystal, group , Cambridge University Press, 1980 .*

المراجع والرسائل العربية

١٤- (الرشيدى) ، محمد سعد عبد الحافظ . *دراسة مقارنة للتأثيرات لمكونات حول وأرضيات التصوير على افقة عمائر أسرة محمد علي وطرق العلاج والصيانة تطبيقاً على ضوء النماذج المختاره ،رسالة دكتوراه ، قسم الترميم ،كلية الآثار ، جامعة القاهره* . ٢٠١٦ .

(alrshida) , muhamad saed eabd alhafiz . dirasat mqarnt liltaathirat limukuinat hawamil wa'ardiat altaswir ealaa asqf eamayir 'usrat muhamad eali waturuq aleilaj walsiyanat ttbyqa ealaa bed alnamadhij almukhtarih , risalat dukturah , qism altarmim , kuliyat alathar , jamieat alqahirih .2016.

١٥- (الغريب) ، وليد كامل علي محمد الغريب . *دراسة علاج وصيانة الآثار الفخارية والبرونزية المستخرجة من الحفائر تطبيقاً على نماذج اثرية من منطقة آثار الرطابي بالإسماعلية ، رسالة ماجستير ، قسم الترميم ، كلية الآثار ، جامعة القاهرة* . ٢٠٠١ .

(algharib) , walid kamil eali muhamad algharib . dirasat eilaj wasianat alathar alfakhkhariat walburunziat almustakhrajat min alhafayir ttbyqaan ealaa namadhij athryt min mintaqat athar alritabi bial'iismaeiliat , risalat majstir , qism altarmim , kuliyat alathar , jamieat alqahira . 2001.

١٦- (عبد الرحيم) ، الشيماء . *دراسة تقنية وعلاج وصيانة الآثار الفخارية القبطية الملونة تطبيقاً على ضوء النماذج الفخارية من المقعد القبطى ، رسالة ماجستير ، قسم الترميم ، كلية الآثار ، جامعة القاهرة* . ٢٠٠٣ .

(ebdalrhim) , alshiyma' . dirasat taqniat waeilaj wasianat alathar alfakhkhariat alqibtiat almulawanat ttbyqa ealaa bed alnamadhij alfakhkhariat min almutahaf alqabtaa , risalat majstir , qism altarmim , kuliyat alathar , jamieat alqahira . 2003.

١٧ *(أحمد)، انجي سعد أحمد . دراسة تحليلية وتقنية للفخار الآثي من خلال الجبل القبلي بهضبة الجيزة مع ترميم ضوء القطع الأثرية المختارة ، رسالة ماجستير ، قسم الترميم ، كلية الآثار ، جامعة القاهرة* . ٢٠٠٩ .

(ahmd) , ainjy saed 'ahmad . dirasatan tahliliatan wataqniat lilfakhkhar alatharii min hafayir aljabal alqablii bihadbih aljizat mae tarmim bed alqitae alathuriat almukhtarat , risalat majstir , qism altarmim , kulayh alathar , jamieat alqahira . 2009.

١٨- (حسن) ، إبراهيم عبد القادر . *وسائل وأساليب ترميم وصيانة الآثار ومقتنيات المتحف ، جامعة الرياض ، المملكة العربية السعودية* . 1979.

(hsin), 'iibrahim eabd alqadir . wasayil wa'asalib tarmim wasianat alathar wamuqtanayat almutahif , jamieat alriyad , almamlakat alearabiat alsaeudia . 1979.

١٩- (قطب) ، حمادة صادق رمضان . *دراسة تطبيقية في تحليل وتطور الخلل الآثي وإعادة ترميم ضوء النماذج المختارة ، رسالة دكتورة ، كلية الآثار ، قسم الترميم ، جامعة القاهرة* . ٢٠١٢ .

(qtb) , hamada sadiq ramadan . dirasat tatbiqiat fa tahlil watatawur alkhazf alatharii wa'iieadat tarmim bed alnamadhij almukhtarat , risalatan dukturat , kuliyat alathar , qism altarmim , jamieat alqahira . 2012.

٢٠- (عبدالحميد) حسام الدين ، *الأسس العلمية التى تنظم عمليات ترميم الآثار* ، مجلة كلية الآثار . جامعة القاهرة 1989.

..

(ebdalhmyd) , husam aldiyn . al'usus aleilmiat alta tunazim eamaliat tarmim alathar , majalat kuliyat alathar . jamieat alqahirat 1989.

٢١- (كامل) ، عبدالله محمود أحمد . دراسة ميكانيكية فتل المحاريب الجصية الأثرية بالمنشآت الدينية الإسلامية وطرق علاجها تطبيقاً على أحد المحاريب الجصية المختارة بمدينة القاهرة ، رسالة ماجستير ، كلية الآثار ، قسم الترميم ، جامعة القاهرة . 2008.

(kamil) , eabdallh mahmud 'ahmad . dirasat mikanikiat tilifu almaharib aljisiyat alathariat bialmunshat aldiyniat al'iislamiat waturuq eilajiha ttbyqaan ealaa ahd almaharib aljisiyat almukhtarat bimadinat alqahrt , risalat majstir , kuliyat alathar , qism altarmim , jamieat alqahira . 2008.

٢٢- (لوكاس) ، الفريد . المواد والصناعات عند قدماء المصريين ، مكتبة مدبولي ، الطبعة الأولى ، القاهرة .1991.

(lwakas) , alfarid . almawadu walsinaeat eind qudama' almisriiyn , maktabat madbuliun , altibeat al'awaliu , alqahr .1991.

٢٣- (محمد) ، حمدى محمد محمد . دراسة مقارنة لتقييم المواد التقليدية والحديثة المستخدمة في تجميع واستكمال الآثار الفخارية المستخرجة من الحفائر، رسالة ماجستير ،قسم الترميم ، كلية الآثار ، جامعة القاهرة . 2018 .

(mhmd) , humda muhamad muhamad . dirasat mqarnt litaqyim almawadi altaqlidiat walhadithat almustakhdimat fa tajmie waistikmal alathar alfakhkhariat almustakhrajat min alhafayir , risalat majstir , qism altarmim , kuliyat alathar , jamieat alqahirati. 2018.

المواقع الإلكترونية

www.cmbegypt.com, (15-3, 24-4-2020).

https://www.supplyvan.com/metylan-crack-filler, (25-4-2020).