

تقييم بعض اللواصق المستخدمة في تجميع الآثار الفخارية المستخرجة من حفائر تل آثار الفضة بسيناء في ضوء نسيجها الفخاري: دراسة تجريبية.

وليد كامل علي الغريب

كلية الآثار، جامعة أسوان، مصر

drwalidelghareb@yahoo.com

المخلص:

إن الفخار الأثري المستخرج من تل آثار الفضة بسيناء يعاني من ظاهرة الكسر Breaking، ومثل هذه النوعية تحتاج إلي عمليات تجميع بأحد مواد اللصق حيث تعد من أهم عمليات الترميم والصيانة. وتم فحص وتحليل العينات الفخارية بتل الفضة بسيناء باستخدام الفحص بالميكروسكوب المستقطب Polarized Microscope والفحص والتحليل باستخدام الميكروسكوب الإلكتروني الماسح Scanning Electron Microscope المزود بوحدة تشتت طاقة الأشعة السينية EDX وكذلك التحليل بحيود الأشعة السينية بطريقة المسحوق X-Ray Diffraction بغرض التعرف علي نسيج الفخار الأثري ومعدل تلفه لإختيار المادة اللاصقة وفقا للنسيج الفخاري. وتم إعداد عينات فخارية مصنعة من طفلة الموقع الأثري، وكذلك عينات من مواد اللصق المختارة مثل البارالويد بـ ٨٢ "Paraloid B82" والموليث "Mowilith DS 5" أسيتات الفينيل وأسترات البيوتيل لحمض المالك " والبريمال Primal AC33 والأوهو بلس UHU Plus "نوع من الأيبوكسي" والبولي فينيل أسيتات Poly Vinyl Acetate والأيبو ١٥٠ "نوع من الأيبوكسي" والأكريل "Micro Acrylic Emulsion" لإستخدامها في الدراسة التجريبية، وأجريت علي عينات مواد اللصق المختارة العديد من عمليات التقادم الصناعي والإختبارات والفحوص المختلفة مثل: الفحص العيني والمجهري وقياس التغير اللوني وقوة الشد بغرض تقييم اللواصق المختارة.

ولقد أثبتت الفحوص المختلفة أن نسيج فخار تل الفضة بسيناء من الطين النيلي "Nile Clay -B"، ونسيج الفخار المستورد بتل الفضة من نوع الطين الجيري "Marl Clay -D"، وهو يعاني من التشوه السطحي والكسر وتبلور الأملاح. كما أثبت البحث نجاح وكفاءة لأصق البارالويد بـ ٨٢ الذائب في التزاي كلوروايثيلين بتركيز ٥٠ % أو الأكريل ME في تجميع الفخار المحلي "Nile Clay fabric"، ولأصق الأيبو ١٥٠ في تجميع الفخار المستورد "Marl Clay Fabric" لقدرتهما في تحسين خاصية قوة الشد Tensile Strength، ومقاومة التقادم الصناعي مقارنة بباقي مواد اللصق الأخرى، ويوصي البحث بضرورة إستخدام أحد تلك اللواصق " البارالويد بـ ٨٢ الذائب في التزاي كلوروايثيلين بتركيز ٥٠ % أولأصق الإيبو ١٥٠" في تجميع الفخار المستخرج من تل الفضة بسيناء.

الكلمات الدالة: الطفلة، الفخار، الإضافات، النسيج، الكسر، اللواصق، التقادم الصناعي، التجميع.

Evaluation of Some Adhesives used in Assembling of Excavated Archaeological Pottery from Tel El-fada in Sinai in light of its Pottery Fabric: Experimental Study

Walid Kamel Ali

Conservation Department, Faculty of Archaeology,

Aswan University, Egypt

drwalidelghareb@yahoo.com

Abstract:

Archaeological pottery at Tel El-fada in Sinai suffered of breaking phenomenon, this pottery required assembling process by one of the adhesive materials, it is one of the most important restoration and maintenance processes. Some pottery samples in Tel El-fada in Sinai were examined and analyzed using Polarized Microscope " PLM", Scanning Electron Microscope with Energy Dispersive of X-Ray Unit "SEM- EDX" and x-ray diffraction analysis " XRD" to identify fabric pottery and its damage for selecting appropriate adhesive. Many manufactured pottery samples were prepared, some selected adhesives samples " Paraloid B82, Mowilith DS 5 , Primal AC33, UHU plus, Poly Vinyl Acetate, Epo 150 , micro Acrylic Emulsion" were prepared for use in experimental study.

Some selected adhesives samples were conducted many artificial ageing, various tests, experiments, examinations such as visual examination, stereo-microscope, measurement of color change and tensile strength for evaluating selected adhesives.

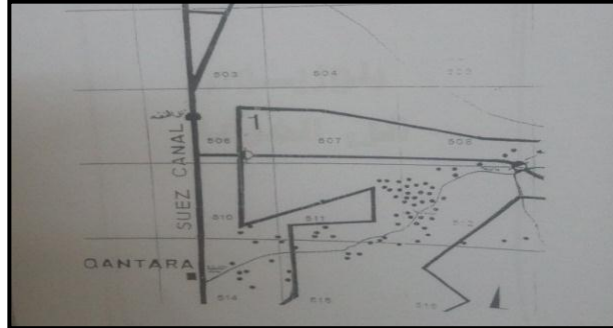
Various examinations had proved that pottery fabric in Tel El-fada in Sinai was Nile clay B fabric and the imported pottery in Tel El-fada was marl clay D fabric, they suffered from surface deformation, breaking and crystallization of salts. The research also demonstrated the success and efficiency of Paraloid B 82, concentration 50% or micro acrylic emulsion "ME" for assembling of Nile clay fabric and Epo 150 for marl clay fabric, they improved tensile strength, and high resistance to thermal and light accelerated artificial ageing compared to the rest of the other adhesives. The research recommends that one of these adhesives should be used to assemble pottery in Tel El-fada in Sinai.

Keywords: Clay, Pottery, Additives, Fabric, Adhesives, Artificial Aging, Collecting.

١.المقدمة:

يقع تل الفضة شمال مدينة القنطرة شرق بحوالي ١٧ كم، وعلى مسافة ٢ كم من مجري قناة السويس شرقاً، وقد تعرض تل الفضة لتلف شديد من جراء استخدامه موقعاً عسكرياً، والعمل بمشروع ترعة السلام بسيناء مما استدعي عمل حفائر بالموقع عام ١٩٩٤-١٩٩٥-١٩٩٦م لحفظه وحمايته، ويقع تل الفضة على أحد مسارات الفرع البيلوزي للنيل إلى الجنوب الغربي من مدينة بلوزيوم (تل الفرما) القديمة، فاحتل أهمية إستراتيجية وإقتصادية كبيرة، ومن أكثر ما كشفت عنه الحفائر الأواني الفخارية المحلية والمستوردة، والفخار المكتشف يدل على تنوع العلاقات التجارية للإقليم البيلوزي مع الأقاليم المجاورة، وهذه الأواني قد أستوردت من فلسطين وآسيا الصغرى وجزيرة

قبرص^(١)، ويعود تل الفضة إلى العصر المتأخر، وأعيد استخدامه في العصر الإسلامي ضمن الإقليم البيبلوزي كما في الشكل رقم (١).



شكل (١) يمثل موقع تل الفضة في مصر قديماً
(After Yosria, 2003)

ونظرًا لما تعانيه الآثار الفخارية المستخرجة من تل الفضة بسيناء من ضعف شديد نتيجة وجودها في بيئة دفن مباشرة direct burial environment حيث تعددت مظاهر تلفها المختلفة من تقشر وتشرخ وتشوه سطحي، وضعف التركيب الفيزيائي Poor Physical Structure^(٢)، فضلاً عن ظاهرة الكسر بفعل التأثير الميكانيكي للتربة، فدرجة الكسر تعتمد علي صلادة القطع الفخارية^(٣)، وطبيعة بيئة الدفن^(٤)، والاجهادات الداخلية^(٥)، والفخار يعتبر من المواد الصلبة سهلة الكسر لكونه من المواد غير المتجانسة^(٦)، وتعتمد ظاهرة الكسر في بيئات الدفن البحرية علي طول مدة وشدة التعرض للتيارات المائية^(٧)، ودرجة التآكل تصل إلي ظاهرة الكسر breaking بفعل التيارات المائية والمحاليل الملحية^(٨)، ويتوقف التلف على نوع معادن الطفلة^(٩)، فالأملاح تزيد من دائرة تلف

(1) Yosria Abdel Aziz Hosni, *The Eastern Entrance of Egypt* (Cairo: Hala Publishing, 2003), 331-33.

(2) Alberta Silvestri, Gianmario Molin, Gabriella Salviulo, "Archaeological glass alteration products in marine and land-based environments: morphological, chemical and micro textural characterization", *Journal of non-Crystalline Solids*, 351 (2005):133.

(3) Clive Orton and Michael Hughes, *pottery in archaeology* (London: Cambridge University Press, 2013), 14.

(4) Nicholas Stanley Price, "Excavation and Conservation" in *conservation of archaeological excavation*, edited by Stanley price, Italy: ICCROM, Rome, (1984): 4.

(5) Zvi Goffer, *Archaeological Chemistry* (New York: John Wiley & Sons. Inc. Publication, 2007), 24.

(6) Giorgio Torraca, *Porous Building Materials* (Italy: ICCROM, Rome, 1982), 19-26.

(7) Colin Pearson, "Deterioration of Ceramics, Glass and Stone" in *Conservation of Marine Archaeological Objects*, edited by Pearson, C., (Oxford: Butter Worth, Heinemann, Ltd., 2000), 98 .

(8) Donny Hamilton, *Methods of Conserving Archaeological materials from under water* (U.S.A: Texas university press, 1998), 17.

(9) Alan Wild., *soil and environment* (London: Cambridge university press, 1993), 82.

الأثر الفخاري بالتربة^(١)، والتلف الناجم عن الأملاح ما بين التشرخ إلى الكسر بفعل تبلور الأملاح^(٢)، ودفع لطبقة البطانة أو التزجيج، كما تسبب النباتات تلفاً فيزيائياً ناتجاً عن نمو وأمتداد الجذور وإختراقها الجسم الفخاري، وقد يؤدي ذلك إلى حدوث تشرخ وكسر للقطع الفخارية^(٣). وقد تحدث ظاهرة الكسر أثناء الحفائر بفعل الصدمة البيئية^(٤)، والتلف الناتج ذو طبيعة فيزوكيميائية، وقد يصل التلف إلى الكسور والتفتت خلال دقائق معدودة^(٥).

وهذه النوعية من الفخار تحتاج إلي عمليات تجميع، وتهدف عملية التجميع الحفاظ على أصالة القطعة بشكلها الفني التي كانت عليه قبل الكسر، ويجب أن يكون اللاصق مناسب لطبيعة للفخار ونسيجه^(٦)، ولقد تنوعت المواد اللاصقة المخلفة تنوعاً كبيراً فيما بينها بناءً على طبيعتها الفيزيائية والكيميائية^(٧). ويجب أن تتسم بالثبات ومقاومة التغيرات الجوية^(٨)، وبمقاومتها الكبيرة للضغوط التي تنشأ أثناء أو بعد الجفاف^(٩)، وعملية التجميع هي عملية ربط أو جمع كسرتين معاً بلاصق مناسب ذو قوة ربط عالية^(١٠).

٢- مواد وطرق الدراسة: **Materials and Methods**

٢-١ - مواد الدراسة: **Study Materials**

تم اختيار عدد (٢) كسرة فخارية أثرية متروكة للدراسة بتل الفضة بسيناء كما في الشكل رقم (٢)، فضلاً عن إعداد العديد من اللوالب الفخارية المصنعة من طفلة الموقع الأثري، وكذلك عينات من مواد اللصق المختارة لاستخدامها في الدراسة التجريبية.

(1) Lopez Arcea and Garcia Guinea, "Weathering traces in ancient bricks from historic buildings ", *Building and Environment* 40 (2005): 929.

(2) Ashley-Smith, Jonathan, *Risk Assessment for object Conservation*(Oxford: Butter Worth, Heinemann, Ltd.,1999), 163.

(3) Susan Buys, and Victoria Oakley, *The Conservation and Restoration of Ceramics*(Oxford: Butter Worth, Heinemann, Ltd.,1999), 24.

(4) Janey Cronyn. *The Elements of Archaeological Conservation*(Oxford: Butter Worth, Heinemann, Ltd.,1996) , 29

(5)Plenderleith, H. J., "Problems in the Preservation of monuments "*Conservation of Cultural Property*(Unesco: Switzerland,1968), 125.

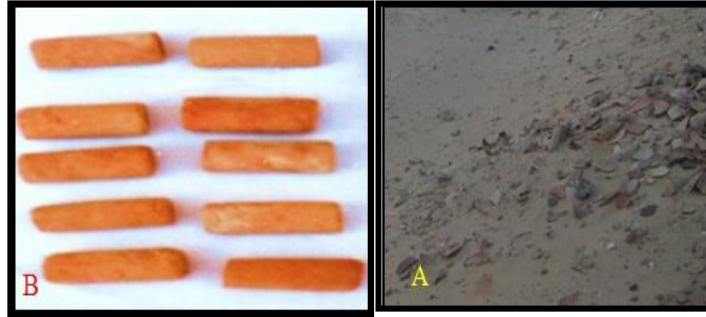
(6) Sandra Davison, *Conservation and Restoration of Glass* (Oxford: Butter Worth, Heinemann, 2003), 205.

(7) Allan Clements, Mike Dunn, Valmai Firth, and David Waddington, *the Essential Chemical Industry* (New York: University of York press, 2010), 166.

(8) Amany Bakr, "Evaluation of the reliability and durability of some chemical treatments proposed for consolidation of so called-marble decoration used in 19th century cemetery (Hosh Al Basha), Cairo, Egypt", *journal of general Association of the Arab archaeologists*, 12 (2009), 75.

(9) Velson Horie, *Materials for Conservation*(Oxford: Butter Worth, Heinemann, Ltd.,1998), 71.

(10) Pires Vaz, "Effect of the impregnation treatment with Paraloid b72 on the properties of old Portuguese Ceramics tiles", *Journal of Cultural Heritage*, Vol.9 (2008): 269.



شكل (٢) A: الكسر الفخارية B : اللوالب الفخارية المصنعة

حيث أجريت عليها بعض عمليات الفحص والتحليل المختلفة، واللتصق باستخدام اللواصق الآتية : مثل البارالويد ب82٨٢ Paraloid B82٨٢ والموليث 5 Mowilith DS "أسيتات الفينيل & أسترات البيوتيل لحمض الماليك" والبريمال Primal AC33 والأوهو بلس UHU Plus "نوع من الأيبوكسي" والبولي فينيل أسيتات Poly Vinyl Acetate والأيبو ١٥٠ "نوع من الأيبوكسي" والأكريل "Micro Acrylic Emulsion" ME، وتم تطبيق هذه المواد اللاصقة المختارة علي اللوالب الفخارية المصنعة طبقاً لما ذكره كلا من: (Mendes et al., 2014)⁽³⁾ (CTS Catalogue, 2014)⁽²⁾ (Selwitz, 1976)⁽¹⁾ (Newton & Davison, 1999)⁽¹⁾ (Mendes et al., 2015)⁽⁴⁾.

٢-٢-٢ طرق الدراسة: Methodology

٢-٢-١ طرق الفحص والتحليل: Methods of Examinations and Analysis

تم فحص الكسر الفخارية الأثرية قبل عملية التجميع باستخدام الفحص بالميكروسكوب المستقطب Polarized Microscope والفحص والتحليل باستخدام الميكروسكوب الإلكتروني الماسح SEM المزود بوحدة EDX وكذلك التحليل بحيود الأشعة السينية XRD لفحص مورفولوجية السطح ، والنسيج الفخاري وتركيبه المعدني ودرجة ومعدل التآكل (Osman et al., 2014)⁽⁵⁾.

٢-٢-٢ طريقة اللصق: Method of adhering

تم لصق العينات الفخارية باستخدام طريقة التجميع المباشر طبقاً لما أورده (William, 1983)⁽¹⁾.

(1) Sandra Davison Newton, *Conservation of Glass* (Oxford: Butter Worth, Heinemann, 1999), 174-77.

(2) Charles Selwitz, *Epoxy Resins in Stone Conservation* (USA: The Getty Conservation Institute, 1992), 21-22.

(3) CTS Catalogue (Italy: Milano, 2014), 19-26.

(4) Marta T. Mendes , Sílvia Pereira, Teresa Ferreira, José Mirao, António Candeias, " in situ preservation and restoration of architectural tiles, materials and procedures: results of an international survey" *international journal of conservation science*, Volume 6, Issue1(2015),55-56.

(5) Eman Osman ,Yasin Zidan and Niven kamel, " using the microscopic and spectroscopic techniques to indentify and characterize archaeological artifacts" *International journal of conservation science*, Volume 5, Issue 4(2014): 459.

(6) Nigel William, *Porcelain, Repair and Restoration* (London: British Museum Press, 2002), 30-42.

٢- ٣ - ٢ - إختبار وفحص العينات اللاصقة وذلك بإجراء الإختبارات الآتية:

أ- الفحص البصري Optical Examination.

ب- الفحص بالميكروسكوب المجسم Stereo Microscope.

ت- إختبار التقادم المعجل الصناعي (حراري - ضوئي).

ث- تعيين قوة الشد Tensile Strength.

ج- تعيين التغير اللوني Color Change.

٣-النتائج: Results

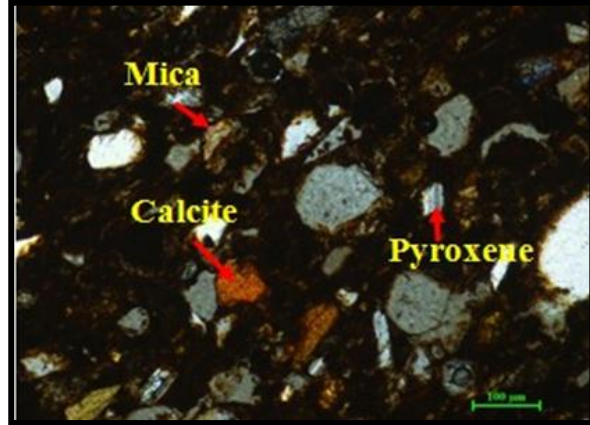
٣-١ - طرق الفحص والتحليل المختلفة: Methods of Examinations and Analysis

٣-١-١- الفحص البصري: Visual Examination

تبين من الفحص البصري أن العينات الفخارية بتل الفضة بسيناء تعاني من مظاهر تلف مختلفة ولاسيما ظاهرة الكسر بفعل التأثير الميكانيكي للتربة، كما تلاحظ وجود فخار مستورد دقيق الحبيبات جيد الحرق.

٣-١-٢- الفحص بالميكروسكوب المستقطب: polarized microscope

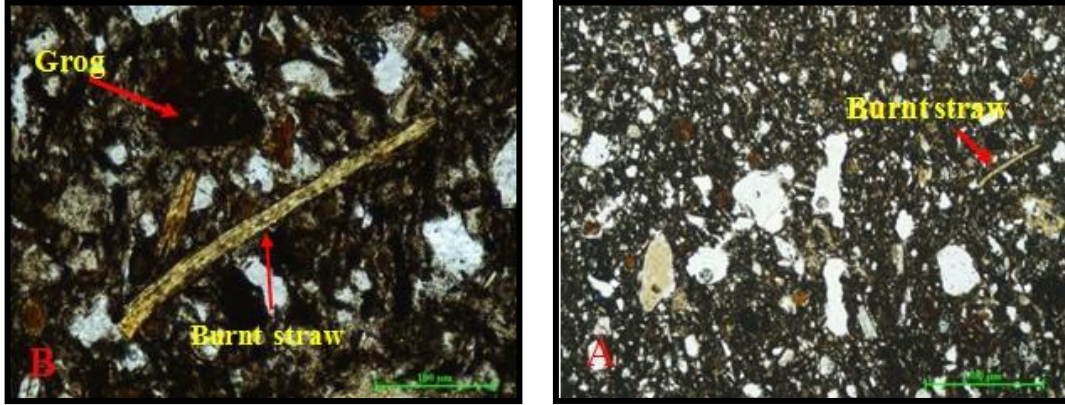
وأثبت الفحص للعينة الفخارية الأولي وجود نسيج خشن من حبيبات الكوارتز الدائرية round grains وأحادة الزوايا angular grains والكالسيت، فضلا عن وجود الروتيل والبيروكسين والميكا وأكاسيد الحديد كما في الشكل رقم (٣).



شكل (٣) يوضح وجود حبيبات الكوارتز والكالسيت والميكا والبيروكسين بقوة تكبير (10X-CN)

وقد أثبت الفحص لجزء آخر لنفس العينة الفخارية وجود نسيج خشن coarse texture من حبيبات الكوارتز الدائرية round quartz grains أو حادة الزوايا angular and sub-angular quartz grains، فضلا عن وجود فجوات أماكن حرق التبن المقطرب burnt straw، بالإضافة الي وجود بعض الكالسيت calcite ومسحوق الفخار grog كمواد مضافة additives materials والروتيل rotile، كما في الشكل رقم (A4). ويمثل الشكل رقم (B4) تكبير للصورة السابقة موضحا وجود فجوات أماكن حرق التبن المقطرب burnt straw.

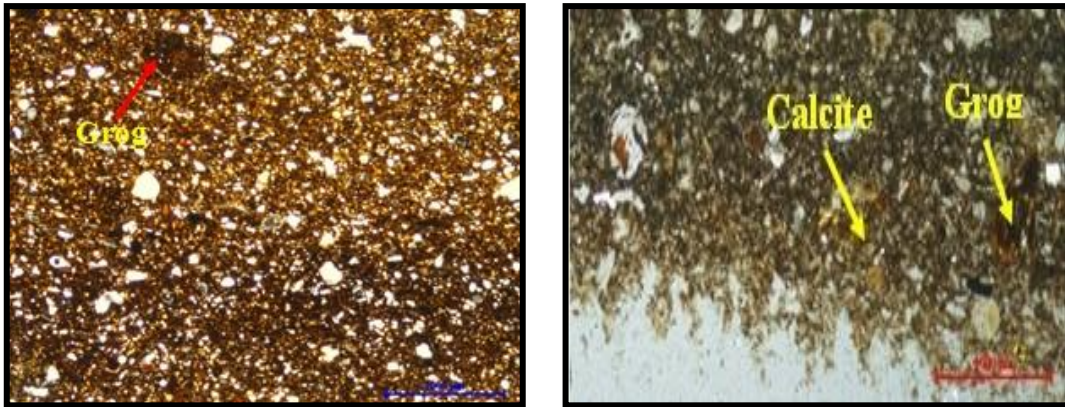
تقييم بعض اللواصق المستخدمة في تجميع الآثار الفخارية المستخرجة من حفائر تل آثار الفضة بسيناء في ضوء نسيجها الفخاري:دراسة تجريبية



شكل (٤) يوضح (A): الكوارتز والتبن المقرط والكالسيت ومسحوق الفخار بقوة تكبير (10X-CN)،

(B): تمثل تكبير لجزء من الصورة السابقة بقوة تكبير (40X- CN)

وأثبت الفحص للعينة الفخارية الثانية للفخار المستورد وجود نسيج دقيق من حبيبات الكوارتز الدائرية round quartz grains وبعض حبيبات الكوارتز accidentally quartz grains، فضلاً عن المواد المضافة tempers مثل مسحوق الفخار grog والكالسيت calcite، بالإضافة إلى وجود الروتيل كما في الشكل رقم (٥-٦).



شكل (٦) لنفس العينة يوضح مسحوق الفخار بقوة تكبير (10X-CN).

شكل (٥) للعينة الفخارية الثانية يوضح وجود حبيبات الكالسيت ومسحوق الفخار بقوة تكبير (10X-CN)

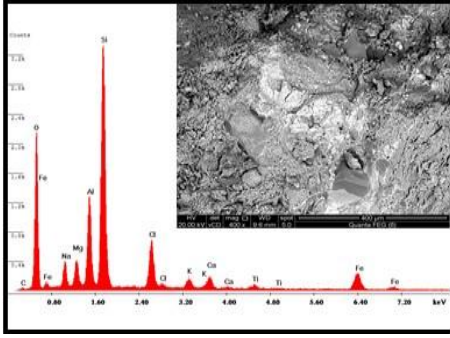
٣-١-٣- الفحص والتحليل بالميكروسكوب الإلكتروني الماسح المزود بوحدة EDX

٣-١-٣-١- فحص وتحليل الفخار المحلي بالميكروسكوب الإلكتروني الماسح المزود بوحدة EDX

أثبت الفحص وجود اختلاف في نسيج الفخار الأثري لتل آثار الفضة بسيناء ما بين نسيج خشن إلى متوسط يحوي العديد من الفجوات والبثرات والكوارتز وبعض الأملاح المتبلورة كما هو الحال في العينة الأولى للفخار المحلي كما في الشكل رقم (٧)، وقد أثبتت نتائج التحليل EDX للفخار المحلي كما في الشكل رقم (٨) وجود الكربون بنسبة ٢٨.٦٤٪ و الصوديوم بنسبة ٣.٢٦٪ و الماغنسيوم بنسبة ٢٠.٨١٪ و الألومنيوم

تقييم بعض اللواصق المستخدمة في تجميع الآثار الفخارية المستخرجة من حفائر تل آثار الفضة بسيناء في ضوء نسيجها الفخاري:دراسة تجريبية

و الكالسيوم ٥.٦٠% و التيتانيوم بنسبة ١.٤٧% و الحديد بنسبة ١٠.٨١% .

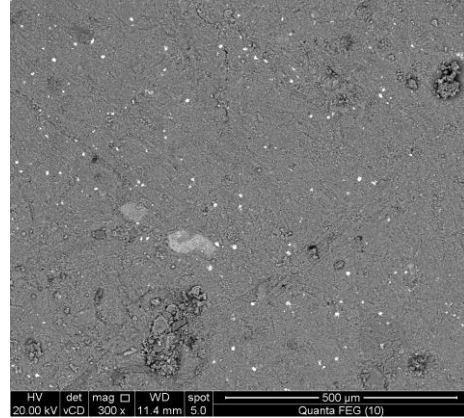
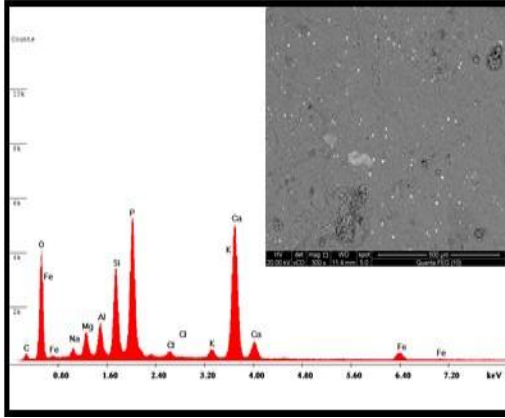


شكل (٨) يمثل نمط تشتت طاقة الأشعة السينية EDX للعينة الأولى الفخارية، تل الفضة، شمال سيناء.

شكل (٧) بالميكروسكوب الإلكتروني الماسح للفخار المحلي يوضح نسيج فخاري يحوي العديد من الفجوات والبثرات وبعض الأملاح المتبلورة بقوة تكبير 400X.

٣-١-٢-٣-٢-١-٢-٣ فحص وتحليل الفخار المستورد بالميكروسكوب الإلكتروني الماسح المزود بوحدة EDX

ولقد أثبت الفحص للعينة الثانية (الفخار المستورد) وجود نسيج دقيق من حبيبات الكوارتز، فضلا عن وجود بعض الفجوات والشروخ والمسامية المنخفضة كما في الشكل رقم (٩). وقد أثبتت نتائج التحليل للعينة الفخارية كما في الشكل رقم (١٠) وجود الكربون بنسبة ٤.٢٦% و الصوديوم بنسبة ٢.٨٩% و الماغنسيوم بنسبة ٤.٢٨% و الألومنيوم بنسبة ٥.٨٣% و السليكا بنسبة ١٦.٧٠% و الرصاص ١٨.٢٩% و الكلور ٢.٨٠% و البوتاسيوم بنسبة ٢.٥٩% و الكالسيوم ٣٠.٦٨% و الحديد بنسبة ١١.٦٨%.



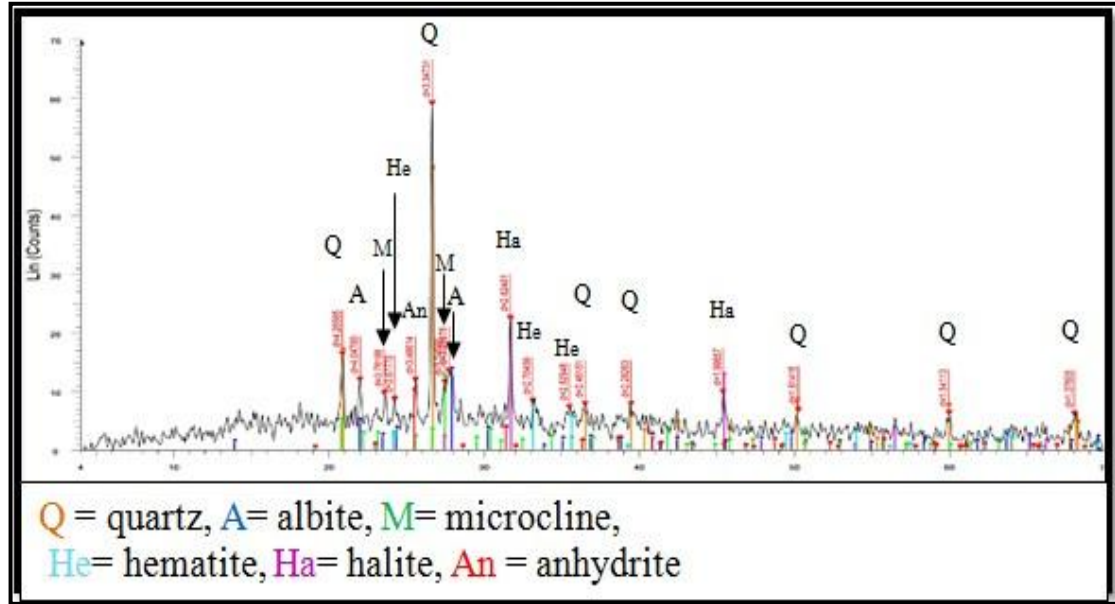
شكل (١٠) يمثل نمط تشتت طاقة الأشعة السينية لنفس العينة يوضح وجود الكربون والصوديوم والماغنسيوم والألمونيا والسليكا والرصاص والكلور والبوتاسيوم والكالسيوم و الحديد.

شكل (٩) بالميكروسكوب الإلكتروني الماسح للفخار المستورد يوضح وجود نسيج دقيق متجانسا، بالإضافة للفجوات والشروخ بقوة تكبير 300X.

٣-١-٤- التحليل بطريقة حيود الأشعة السينية

٣-١-٤-١- التحليل بطريقة حيود الأشعة السينية للفخار المحلي :

أحتوى نمط تحليل حيود الأشعة السينية XRD للعينة الفخارية الأولى بتل آثار الفضة بشمل سيناء علي الكوارتز (SiO₂) ، والهيماتيت (Fe₂O₃) والهاليت (NaCl) والميكروكلين (KAlSi₃O₈) والأنهدريت (CaSO₄) كما في الشكل رقم (١١).



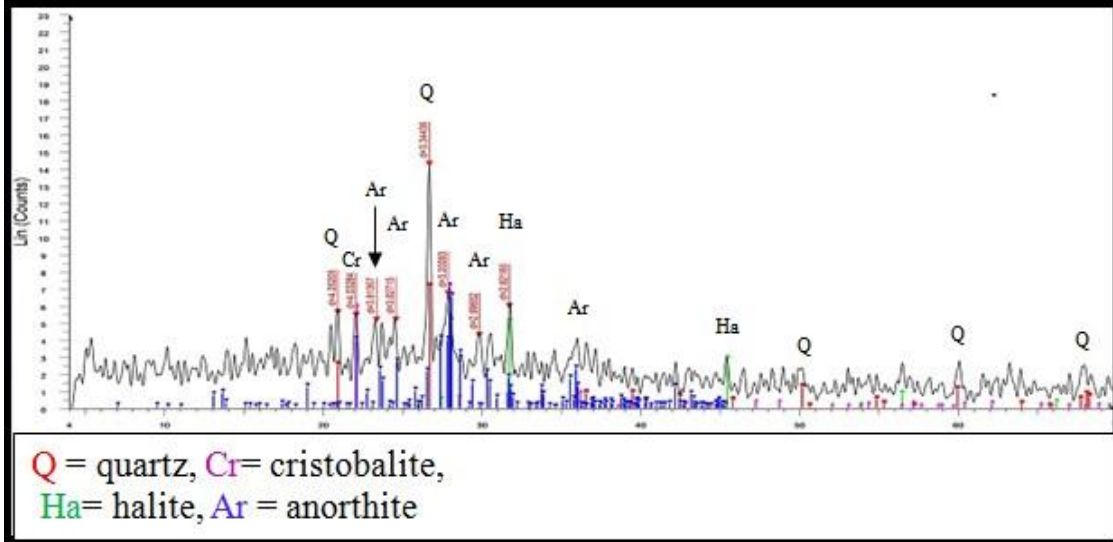
شكل (١١) يمثل نمط حيود الأشعة السينية لعينة من الفخار المحلي، تل الفضة، سيناء

ويتضح من الشكل أن العينة الفخارية تعاني من وجود الأملاح ولاسيما أملاح الهاليت NaCl وكبريتات الكالسيوم، فضلا عن كون العينة متوسطة الحرق، ودلل علي ذلك عدم وجود الأطوار الزجاجية أو المعادن التي تتكون عند درجات حرارة عالية.

٣-١-٤-٢- التحليل بطريقة حيود الأشعة السينية للفخار المستورد:

X-Ray Diffraction Analysis for archaeological imported pottery

أثبت التحليل بحيود الأشعة السينية للعينة الثانية للفخار المستورد كما في الشكل رقم (١٢) وجود حبيبات الكوارتز (SiO₂) والهاليت (NaCl) وكريستوباليت Cristobalite والأنورثيت Anorthite.



شكل (١٢) يمثل نمط حيود الأشعة السينية لعينة من الفخار المستورد، تل الفضة، سيناء

ويتضح من الشكل أن العينة الثانية الفخارية تعاني من وجود الأملاح ولاسيما أملاح الهاليت NaCl ، فضلا عن كون العينة جيدة الحرق، ودلل علي ذلك وجود الأطوار الزجاجية أو المعادن التي تتكون عند درجات حرارة عالية مثل الكريستوباليت.

٣-٢- التقادم الصناعي المعجل لمواد اللصق المختارة:

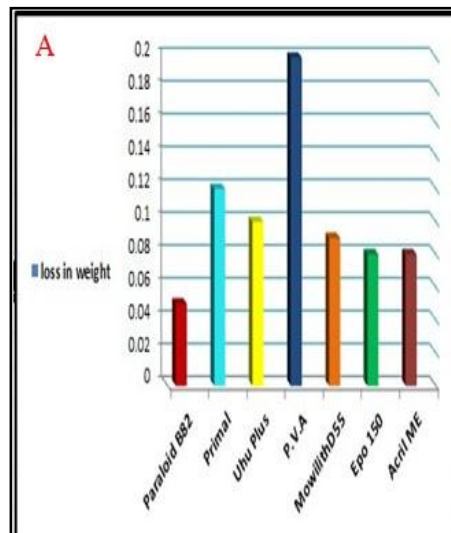
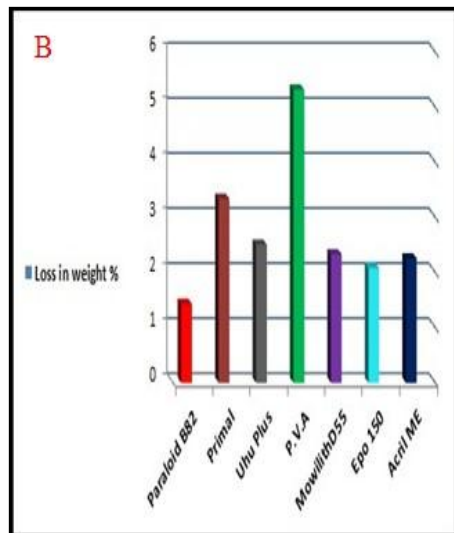
٣-٢-١- تأثير التقادم الصناعي الحراري علي عينات اللواصق المختارة.

لقد تم إجراء اختبار التقادم الصناعي الحراري علي عينات اللواصق المختارة، وذلك لإختبار ثبات تلك المواد طبقا (Radvan et al,2013)^(١) وأتضح أن لاصق البارالويد ب ٨٢ قد سجل أعلى درجة مقاومة للتقادم الحراري، ولكنه قد عاني من الفقد في الوزن بنسبة ٠.٠٥ جم وبنسبة مئوية للفقد في الوزن ١.٤٣ % في حين أرتفعت نسبة الفقد في الوزن الي ٠.٢٠ جم وبنسبة مئوية للفقد في الوزن ٥.٣٢ % كما هو الحال في لاصق البولي فينيل أسيتات، ويحوي فيما بين هاتين القيمتين باقي نتائج التقادم الحراري لمواد اللصق المختارة الأخرى، وتتضح هذه النتائج كما في الجدول رقم (١) والشكل رقم (A١٣ , B).

(1) Roxana Radvan, Ioana Maria Corteai, Dragoş Enei, and Alexandru Radvan, "contemporary art materials tests" in *international journal of conservation science*, 4, Special issue (2013): 613.

جدول (1) يوضح نتائج التقادم الصناعي الحراري للواصق المختارة

رقم العينة	مادة اللاصق	درجة التركيز	مدة التصلب في درجة حرارة الغرفة	درجة الحرارة	مدة التعرض	الفقد في الوزن		
						الوزن قبل التعرض (جم)	الوزن بعد التعرض (جم)	النسبة المئوية للفقد في الوزن %
١	البارالويد ب ٨٢	%٥٠	٧٢ ساعة	١٠٥°م	٣٠يوم	٣.٥	٣.٤٥	٠.٠٥
٢	البريمال	على حالته	٧٢ ساعة	١٠٥°م	٣٠يوم	٣.٥٩	٣.٤٧	٠.١٢
٣	الأوهوبس	على حالته	٧٢ ساعة	١٠٥°م	٣٠يوم	٣.٩٩	٣.٨٩	٠.١٠
٤	البوني فينيل استيك	على حالته	٧٢ ساعة	١٠٥°م	٣٠يوم	٣.٧٦	٣.٥٦	٠.٢٠
٥	مونيث DS 5	على حالته	٧٢ ساعة	١٠٥°م	٣٠يوم	٣.٨٦	٣.٧٧	٠.٠٩
٦	أبيو ١٥٠	مونيتر : مجمد ١:٢	٧٢ ساعة	١٠٥°م	٣٠يوم	٣.٨٣	٣.٧٥	٠.٠٨
٧	إكريل ME	مونيتر : مجمد ١:٢	٧٢ ساعة	١٠٥°م	٣٠يوم	٣.٥٣	٣.٤٥	٠.٠٨



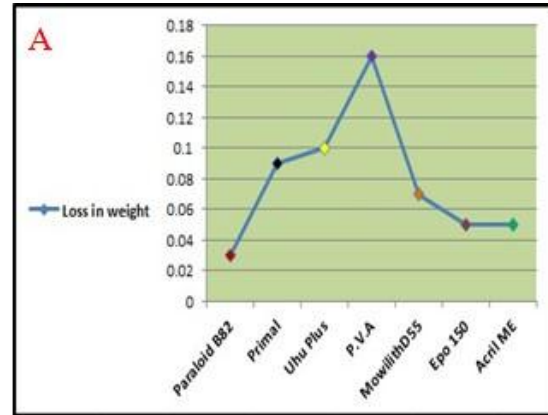
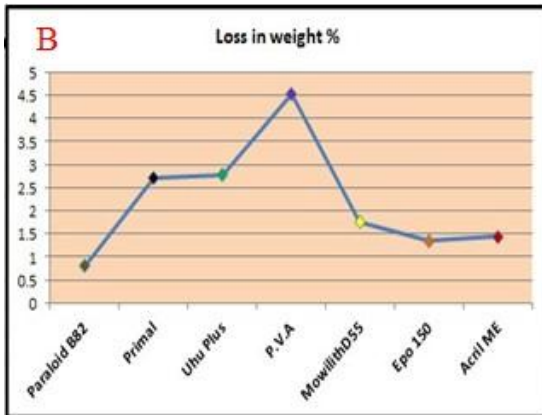
شكل (١٣) A: تمثل الفقد في الوزن لمواد اللصق بالتقادم الحراري B : النسبة المئوية للفقد في الوزن للتقادم الحراري

٣- ٢- ٢- تأثير التقادم الصناعي بالأشعة فوق البنفسجية على عينات اللواصق المختارة:

لقد تم إجراء اختبار التقادم الصناعي باستخدام لمبات الأشعة فوق البنفسجية، وأُتضح أن لاصق البارالويد ب ٨٢ قد سجل أعلى درجة مقاومة للتقادم الضوئي ، ولكن قد عاني من الفقد في الوزن بنسبة ٠.٠٣ جم وبنسبة مئوية للفقد في الوزن ٠.٨١ % ، في حين ارتفعت نسبة الفقد في الوزن الي ٠.١٦ جم وبنسبة مئوية للفقد في الوزن ٤.٥٣ % ، كما هو الحال في لاصق البولي فينيل أسيتات، ويحوي فيما بين هاتين القيمتين باقي نتائج التقادم الضوئي بالأشعة فوق البنفسجية لمواد اللصق المختارة الأخرى، وتوضح هذه النتائج كما في الجدول رقم (٢) والشكل رقم (١٤) (B , A).

جدول (٢) يوضح نتائج التقادم الصناعي الضوئي بالأشعة فوق البنفسجية للواصق المختارة

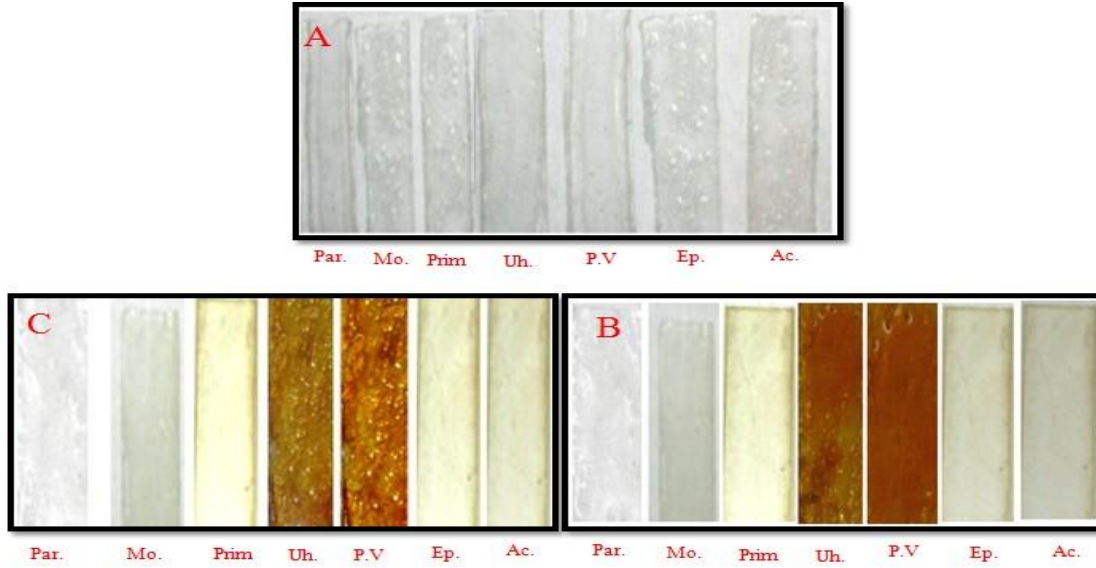
رقم العينة	مادة اللاصق	درجة التركيز	مدة التصلب	مدة التعرض	الفقد في الوزن		
					الوزن قبل التعرض (جم)	الوزن بعد التعرض (جم)	النسبة المئوية للفقد في الوزن %
١	البارالويد ب ٨٢	٥٠%	٧٢ ساعة	٣.٦٦	٣.٦٣	٠.٠٣	٠.٨١
٢	البريمال	على حالته	٧٢ ساعة	٣.٣١	٣.٢٢	٠.٠٩	٢.٧١
٣	الأوهوليس	على حالته	٧٢ ساعة	٣.٥٩	٣.٤٩	٠.١٠	٢.٧٨
٤	البولي فينيل أسيتات	على حالته	٧٢ ساعة	٣.٥٣	٣.٣٧	٠.١٦	٤.٥٣
٥	موليث DS 5	على حالته	٧٢ ساعة	٣.٩٦	٣.٨٩	٠.٠٧	١.٧٦
٦	ليبو ١٥٠	مبيد : ١:٢	٧٢ ساعة	٣.٧١	٣.٦٦	٠.٠٥	١.٣٤
٧	أكريل ME	مبيد : ١:٢	٧٢ ساعة	٣.٤٩	٣.٤٤	٠.٠٥	١.٤٣



شكل (١٤) A: الفقد في الوزن لمواد اللصق المختارة بالتقادم الضوئي B : النسبة المئوية للفقد في الوزن

٣-٣-١ - الفحص العيني لمواد اللصق المختارة.

يلعب الفحص العيني دوراً مهماً في معرفة التغير اللوني لعينات اللواصق المختارة، وقد تبين من الفحص أن كل عينات اللواصق المختارة قد تأثرت بالتقادم الصناعي المعجل ولكن بدرجات مختلفة، أما فيما يخص التغير اللوني فقد أتضح من خلال الفحص اللواصق أن مادة البارالويد ب ٨٢ من أكثر اللواصق ثباتاً ومقاومة للتقادم الصناعي حيث حدث لها تغير طفيف جداً في اللون "تغير خفيف"، ثم الموليث DS 5 فقد حدث له تغير لوني بسيط "بهتان متوسط"، أما البريمال فقد تغير لونها إلى اللون الأصفر الباهت، ثم الأوهو بلس فقد حدث له تغير لوني واضح وتحول إلى اللون البني، ولكن بدرجة أقل من البولي فينيل أسيتات الذي تحول إلى اللون البني المائل إلى الداكنة بدرجة تفوق الأوهو بلس، أما الإيبو ١٥٠ علي الرغم أنه من المواد الأيوكسية التي تتأثر بالحرارة والضوء إلا إنه تميز بالثبات ومقاومة التقادم الحراري حيث حدث له تغير طفيف في اللون "بهتان خفيف"، ثم لاصق الأكريل ME حيث حدث له تغير لوني شبه داكنة، كما في الشكل رقم (١٥ A , B , C).



شكل (١٥) A : اللواصق قبل التقادم B : اللواصق بعد التقادم الصناعي الحراري C: اللواصق بعد التقادم

الضوئي بـ U.V

٣-٣-٢ - فحص مواد اللصق المختارة بالميكروسكوب المجسم Stereo Microscope.

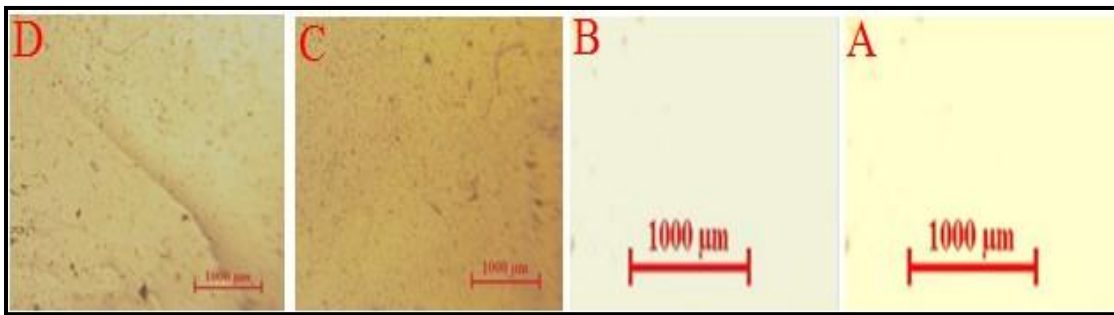
يلعب دوراً مهماً في معرفة التغير اللوني لعينات اللواصق المختارة، وتم فحص اللواصق علي حالتها كشرائح، وقد تبين من الفحص الميكروسكوبي أن كل عينات اللواصق المختارة قد تأثرت بالتقادم الصناعي المعجل، ولكن بدرجات مختلفة، أما فيما يخص التغير اللوني، فقد أتضح من خلال الفحص اللواصق المختارة أن مادة البارالويد ب ٨٢ من أكثر اللواصق ثباتاً ومقاومة للتقادم الصناعي حيث حدث لها تغير طفيف جداً في اللون كما في الشكل رقم (١٦ A, B).

تقييم بعض اللواصق المستخدمة في تجميع الآثار الفخارية المستخرجة من حفائر تل آثار الفضة بسيناء في ضوء نسيجها الفخاري:دراسة تجريبية



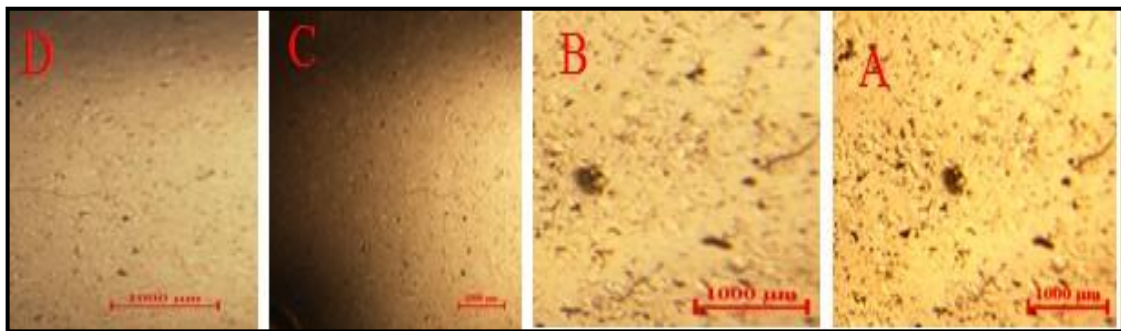
شكل (١٦) A: التقادم الحراري للبارالويد ب ٨٢ - B:التقادم الضوئي للبارالويد ب ٨٢

أما الموليث DS 5 فقد تغير لونها إلى اللون الأصفر الباهت، والبريمال تحول الي اللون الأصفر، كما في الشكل رقم (١٧) (D,C,B,A) .



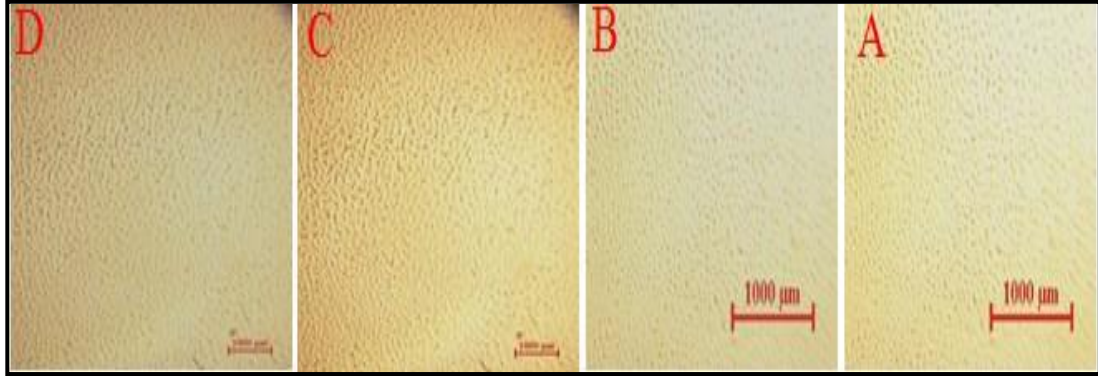
شكل رقم (١٧) A: التقادم الحراري للموليث B: التقادم الضوئي ب-U.V للموليث C:التقادم الحراري للبريمال، D: التقادم الضوئي للبريمال AC33

أما الأوهو بلس فقد حدث له تغير لوني وتحول الي اللون البني، ولكن بدرجة أقل من البولي فينيل أسيتات الذي تحول إلى اللون البني المائل الي الداكنة بدرجة تفوق الأوهو بلس، كما في الشكل رقم (١٨) (D, C, B, A) .



شكل (١٨) A: التقادم الحراري للأوهو بلس B: التقادم الضوئي ب U.V للأوهو بلس C: التقادم الحراري للبولي فينيل أسيتات D : التقادم الضوئي ب U.V للبولي فينيل أسيتات.

أما الإيبو ١٥٠ علي الرغم أنه من المواد الأيوكسية التي تتأثر بالحرارة والضوء إلا إنه تميز بالثبات ومقاومة التقادم الحراري حيث حدث لها تغير طفيف في اللون "بهتان خفيف"، ثم لاصق الأكريل ME حيث حدث له تغير لوني شبه داكن، كما في الشكل رقم (A، B، C، D) .



شكل (١٩) A : التقادم الحراري للإيبو ١٥٠، B: التقادم الضوئي ب U.V للإيبو ١٥٠، C: التقادم الحراري للأكريل ME، D : التقادم الضوئي ب U.V للأكريل ME

٣-٣-٣- قياس التغير اللوني لمواد اللصق المختارة: Color Change for Adhesive Materials

أن قياس التغير اللوني يلعب دورًا مهمًا في تحديد ثبات الألوان من عدمه (Bailao et al,2014)^(١)

٣-٣-٣-١ - قياس التغير اللوني لمواد اللصق المختارة بعد التقادم الحراري.

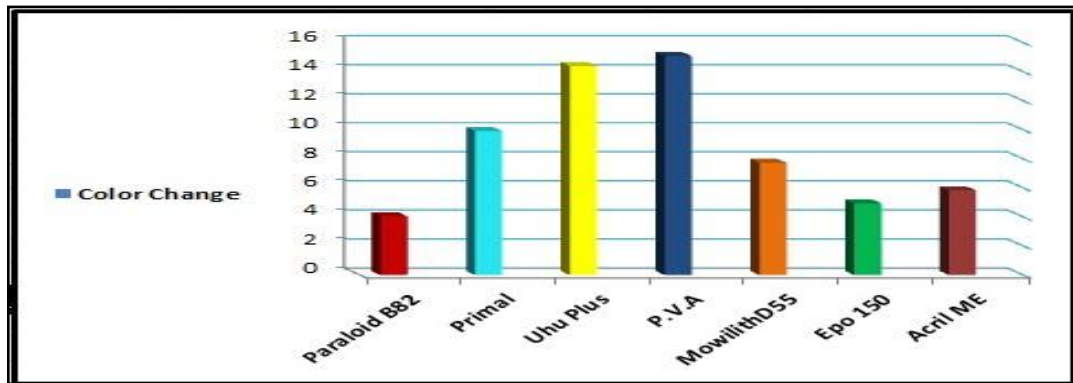
تم عمل هذا القياس بالمعهد القومي للقياس والمعيارة NIS بالقاهرة، والجهاز المستخدم في قياس التغير اللوني:

Spectrophotometer CM 2600 D by konica with software spectra Magic NX by konica

فقد أتضح من خلال قياس التغير اللوني لعينات اللواصق أن مادة البارالويد ب ٨٢ سجلت تغير لوني قدره ٤.٠٥، ثم لاصق الأيبو ١٥٠ فقد سجل تغير لوني بمقدار ٤.٩٣، ثم مادة الأكريل ME فقد سجلت تغير لوني قدره ٥.٨٣، ثم لاصق الموليث DS 5 فقد سجل تغير لوني قدره ٧.٧٣، في حين سجل لاصق البريمال تغير قدره ٩.٩٢، ثم لاصق الأوهو بلس فقد سجل تغير قدره ١٤.٤٠، وأخيرا لاصق البولي فينيل أسيتات فقد سجل أعلى تغير لوني قدره ١٥.٠٨، كما في الشكل رقم (٢٠).

(1) Ana Bailao, Margarita Sanandres, and Ana Calvo, "colorimetric and analysis of two water colors used in retouching", *international journal of conservation science*, 5 issue 3(2014): 329-42.

تقييم بعض اللواصق المستخدمة في تجميع الآثار الفخارية المستخرجة من حفائر تل آثار الفضة بسيناء في ضوء نسيجها الفخاري:دراسة تجريبية



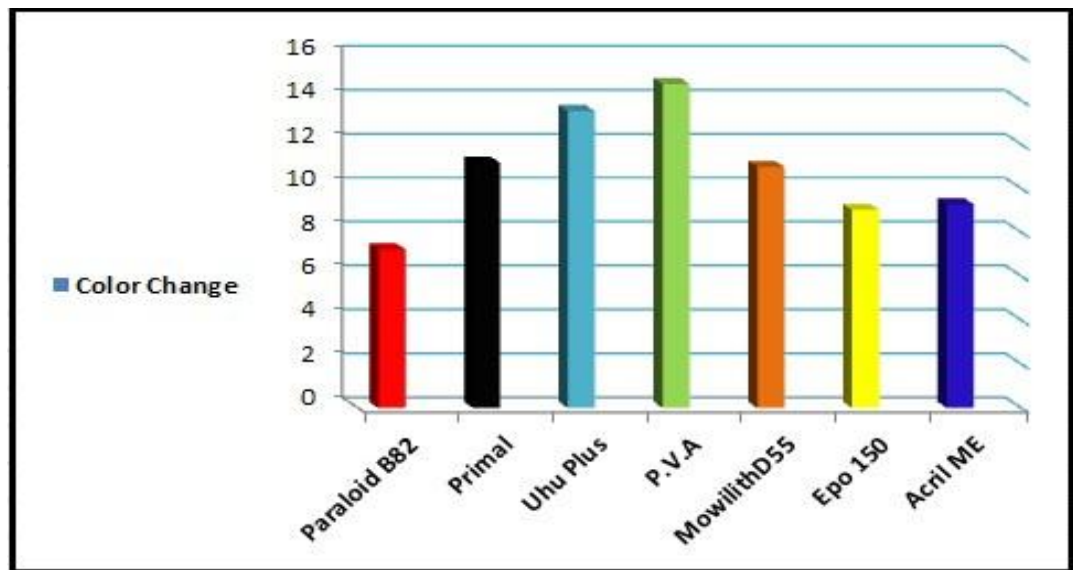
شكل (٢٠) يوضح التغير اللوني لمواد اللصق المختارة بعد التقادم الصناعي الحراري

٣-٣-٢- قياس التغير اللوني لمواد اللصق المختارة بعد التقادم الضوئي بـ U.V

تم عمل هذا القياس بالمعهد القومي للقياس والمعايرة NIS بالقاهرة ، والجهاز المستخدم في قياس التغير اللوني:

"Spectrophotometer CM 2600 D by konica Minolta with software spectra Magic NX by konica"

وقد أتضح من خلال قياس التغير اللوني لعينات اللواصق أن مادة البارالويد ب ب ٨٢ سجلت تغير لوني قدره ٧.٢٢ ، ثم لاصق الإيبو ١٥٠ فقد سجل تغير لوني بمقدار ٩.٠٢ ، ثم مادة الأكريل ME فقد سجلت تغير لوني قدره ٩.٢٧ ، ثم لاصق الموليث DS 5 فقد سجل تغير لوني قدره ١٠.٩٨ ، في حين سجل لاصق البريمال تغير قدره ١١.١٦ ، ثم لاصق الأوهو بلس فقد سجل تغير قدره ١٣.٥٢ ، وأخيرا لاصق البولي فينيل أسيتات سجل أعلى تغير لوني قدره ١٤.٧٥ ، كما في الشكل رقم (٢١).



شكل (٢١) يوضح التغير اللوني لمواد اللصق المختارة بعد التقادم الصناعي الضوئي

٤ - مناقشة النتائج : Discussion of Results

لقد أثبت الفحص العيني أن العينات الفخارية بتل الفضة بسيناء تعاني من مظاهر تلف مختلفة ولا سيما ظاهرة الكسر بفعل التأثير الميكانيكي للتربة، كما تلاحظ وجود فخار مستورد دقيق الحبيبات. وأثبت الفحص بالميكروسكوب المستقطب وجود نسيج خشن من حبيبات الكوارتز الدائرية round quartz grains أو حادة الزوايا angular quartz grains والكالسيت calcite ومسحوق الفخار grog وأماكن حرق التبن المقرط burnt straw، فضلاً عن وجود الروتيل والبيروكسين والميكا وأكاسيد الحديد.

ومن حيث النسيج والأضافات tempers أثبت الفحص بالميكروسكوب المستقطب للفخار المحلي أن العينة ذات نسيج خشن الي متوسط، تبدو فيه حبيبات الكوارتز ذات تجانس مختلف، فبعضها حاد الحواف والبعض الآخر مستدير الحواف، بالإضافة إلي وجود الميكا من نوع البيوتيت، وبعض معادن الروتيل، وبعض تجمعات من الطين المحروق grog، فضلاً عن وجود أماكن حرق بعض البقايا العضوية مثل القش المحروق، والعينة الفخارية الأولى متوسطة الحرق، وطبقاً لشكل وحجم الحبيبات وتوزيعها ونوع الإضافات، فإن نسيج الفخار بتل الفضة بسيناء من نوع نسيج الطين النيلي Nile Clay من النوع B. في حين أثبت الفحص الميكروسكوبي للفخار المستورد أن العينة جيدة الحرق، ونسجها دقيق محتوي علي العديد من الحبيبات الجيرية بدرجة واضحة، لذلك فهو من نوع الطين الجيري Marl Clay من النوع D. وأثبت أيضاً الفحص بالميكروسكوب الإلكتروني الماسح وجود أختلاف في نسيج الفخار الأثري بتل الفضة بسيناء ما بين نسيج خشن الي متوسط يحوي العديد من المسام والفجوات وبعض الأملاح المتبلورة في الفخار المحلي، ونسيج دقيق من حبيبات الكوارتز المتجانسة، ومسامية منخفضة في الفخار المستورد.

وأثبتت نتائج التحليل بالميكروسكوب الإلكتروني الماسح المزود بوحدة تشتت طاقة الأشعة السينية EDX للعينات الفخارية المحلية وجود الصوديوم و الماغنسيوم و الألومنيوم و السليكون و البوتاسيوم و الكالسيوم والحديد مما يدل علي أن الطفلة المستخدمة هي طفلة نيلية. في حين أثبت التحليل للعينات الفخارية المستوردة وجود الصوديوم و الماغنسيوم و الألومنيوم و السليكون و الرصاص و البوتاسيوم و الكالسيوم ٣٠.٦٨% والحديد مما يدل علي أن الطفلة المستخدمة هي طفلة جيرية Marl Clay.

وأثبت التحليل بطريقة حيود الأشعة السينية للفخار المحلي وجود الكوارتز ، والهيماتيت، والهاليت والميكروكلين والأنهدريت ، مما يثبت أن العينة تحوي بعض الأملاح مثل أملاح الهاليت وكبريتات الكالسيوم نظراً لدفن القطعة الفخارية آلاف السنين في بيئة دفن، كما أنها متوسطة الحرق لأحتوائها علي الهيماتيت Fe_2O_3 ، ودل علي ذلك عدم وجود معادن الحرق مثل الدايبوسيد والجهلينييت واللذان يظهران فوق ٨٥٠ م°. في حين أثبت التحليل للفخار المستورد أنه يحتوي على الكوارتز والهاليت والكريستوباليت Cristobalite والانورثيت Anorthite، مما يثبت أن العينة تحوي بعض الأملاح مثل الهاليت نظراً لدفن القطعة الفخارية في تربة غنية بالأملاح، كما أنها جيدة الحرق لأحتوائها علي بعض الأطوار الزجاجية مثل الكريستوباليت والذي يظهر فوق ١٠٠٠ م°.

ولقد أثبت التقادم الصناعي الحراري لمواد اللصق المختارة أن لأصق البارالويد ب ٨٢ قد سجل أعلى درجة مقاومة للتقادم الحراري، ولكن العينة قد عانت من الفقد في الوزن بنسبة فقد ٠.٠٥ جم وبنسبة مئوية للفقد في الوزن ١.٤٣ % ، ثم الإيبو ١٥٠ بنسبة فقد ٠.٠٨ جم وبنسبة مئوية للفقد في الوزن ٢.٠٨ %، ثم الأكريل ME بنسبة

فقد ٠.٠٨ جم وبنسبة مئوية للفقد في الوزن ٢.٢٦ % ، ثم الموليث DS 5 بنسبة فقد ٠.٠٩ جم وبنسبة مئوية للفقد في الوزن ٢.٣٣ % ، ثم الأهو بلس بنسبة فقد ٠.١٠ جم وبنسبة مئوية للفقد في الوزن ٢.٥١ % ، ثم البريمال بنسبة فقد ٠.١٢ جم وبنسبة مئوية للفقد في الوزن ٣.٣٤ % في حين ارتفعت نسبة الفقد الي ٠.٢٠ جم وبنسبة مئوية للفقد في الوزن ٥.٣٢ % كما هو الحال في لاصق البولي فينيل أسيتات، وبذلك سجلت المواد اللاصقة أفضل نتائج مقاومة التقادم الصناعي المعجل بالحرارة علي التوالي. ولقد أثبت التقادم الصناعي الضوئي بالأشعة فوق البنفسجية لمواد اللصق المختارة أن لاصق البارالويد ب ٨٢ قد سجل أعلى درجة مقاومة للتقادم الضوئي، ولكن العينة قد عانت من الفقد في الوزن بنسبة فقد ٠.٠٣ جم وبنسبة مئوية للفقد في الوزن ٠.٨١ %، ثم الإيبو ١٥٠ بنسبة فقد ٠.٠٥ جم وبنسبة مئوية للفقد في الوزن ١.٣٤ % ، ثم الأكريل ME بنسبة فقد ٠.٠٥ جم وبنسبة مئوية للفقد في الوزن ١.٤٣ % ، ثم الموليث DS 5 بنسبة فقد ٠.٠٧ جم وبنسبة مئوية للفقد في الوزن ١.٧٦ % ، ثم البريمال بنسبة فقد ٠.٠٩ جم وبنسبة مئوية للفقد في الوزن ٢.٧١ % ، ثم الأهو بلس بنسبة فقد ٠.١٠ جم وبنسبة مئوية للفقد في الوزن ٢.٨٧ % في حين ارتفعت نسبة الفقد في الوزن الي ٠.١٦ جم وبنسبة مئوية للفقد في الوزن ٤.٥٣ % كما هو الحال في لاصق البولي فينيل أسيتات، وبذلك سجلت المواد اللاصقة أفضل نتائج مقاومة التقادم الصناعي المعجل ب U.V علي التوالي.

وقد أثبت الفحص العيني والميكروسكوب المجسم أن مادة البارالويد ب ٨٢ من أكثر اللواصق ثباتاً ومقاومة للتقادم الصناعي؛ حيث حدث لها تغير طفيف جدا في اللون " تغير خفيف"، ثم الموليث DS 5 فقد حدث له تغير لوني بسيط بهتان بدرجة متوسطة، أما البريمال فقد تغير لونها إلى اللون الأصفر الباهت، ثم الأهو بلس فقد حدث له تغير لوني واضح وتحول الي اللون البني، ولكن بدرجة أقل من البولي فينيل أسيتات الذي تحول إلى اللون البني المائل الي الداكنة بدرجة تفوق الأهو بلس، أما الإيبو ١٥٠ علي الرغم أنه من المواد الإيبوكسية التي تتأثر بالحرارة والضوء إلا أنه تميز بالثبات ومقاومة التقادم الحراري حيث حدث له تغير طفيف في اللون، ثم لاصق الأكريل ME حيث حدث له تغير لوني شبه داكنة.

أما بالنسبة لقيم ونتائج التغير اللوني للواصق المختارة، فقد أتضح من خلال قياس التغير اللوني لعينات اللواصق أن مادة البارالويد ب ٨٢ من أكثر اللواصق مقاومة للتقادم الصناعي فقد سجلت تغير لوني بمقدار ٤.٠٥ ، ثم لاصق الإيبو ١٥٠ فقد سجل تغير لوني بمقدار ٤.٩٣ ، ثم مادة الأكريل ME فقد سجلت تغير لوني قدره ٥.٨٣ ، ثم لاصق الموليث DS 5 فقد سجل تغير لوني قدره ٧.٧٣ ، في حين سجل لاصق البريمال تغير قدره ٩.٩٢ ، ثم لاصق الأهو بلس فقد سجل تغير قدره ١٤.٤٠ ، وأخيرا لاصق البولي فينيل أسيتات فقد سجل أعلى تغير لوني قدره ١٥.٠٨ . ولقد أثبت قياس التغير اللوني بالتقادم الصناعي المعجل ب U.V أن كل مواد اللصق المختارة قد تأثرت ولكن بدرجات مختلفة، أما فيما يخص التغير اللوني فقد أتضح من خلال تعيين التغير اللوني لعينات اللواصق أن مادة البارالويد ب ب ٨٢ من أكثر اللواصق ثباتاً ومقاومة للتقادم الصناعي فقد سجلت تغير لوني بمقدار ٧.٢٢ ، ثم لاصق الإيبو ١٥٠ فقد سجل تغير لوني بمقدار ٩.٠٢ ، ثم مادة الأكريل ME فقد سجلت تغير لوني قدره ٩.٢٧ ، ثم لاصق الموليث DS 5 فقد سجل تغير لوني قدره ١٠.٩٨ ، في حين سجل لاصق البريمال تغير قدره ١١.١٦ ، ثم لاصق الأهو بلس فقد سجل تغير قدره ١٣.٥٢ ، وأخيراً لاصق البولي فينيل أسيتات فقد سجل أعلى تغير لوني قدره ١٤.٧٥ .

أما بالنسبة للخواص الميكانيكية فقد أثبتت التجارب والاختبارات المعملية أن مواد اللصق المختارة قد حسنت قوة الشد للعينات الفخارية المعالجة بمواد اللصق المختارة مقارنة بالعينات الفخارية غير المعالجة، فقد سجلت مادة الإيبو ١٥٠ أعلى قوة شد ٣٦.٢٠ كجم/سم^٢ بنسبة مئوية ٣٤٠.٨٣ %، ثم الأكريل ME سجل قوة شد ٣٤.٥٠ كجم/سم^٢ بنسبة مئوية ٢٢٩.١٩ %، ثم البارالويد ب ٨٢ سجل قوة شد ٣٢.٦٠ كجم/سم^٢ بنسبة مئوية ٢١١.٠٦ %، والموليث DS 5 سجل قوة شد ٣٠.١٤ كجم/سم^٢ بنسبة مئوية ١٨٧.٥٩ %، والبريمال سجل قوة شد ٢٢.٢٨ كجم/سم^٢ بنسبة مئوية ١١٢.٥٩ %، والأوهوليس سجل قوة شد ٢٠.٣٧ كجم/سم^٢ بنسبة مئوية ٩٤.٣٧ % في حين سجلت مادة البولي فينيل أسيتات أقل قوة شد ١٥.٩٩ كجم/سم^٢ بنسبة مئوية ٤٩.٥٢ %، أما العينة الفخارية غير المعالجة فقد سجلت قوة شد ١٠.٤٨ كجم/سم^٢، وبذلك سجلت المواد اللاصقة أفضل نتائج مقاومة الشد علي التوالي.

٤- عملية التجميع للآثار الفخارية: Assembling process of Archaeological pottery

لقد أثبت البحث ظاهرة الكسر للآثار الفخارية بتل الفضة بسيناء نتيجة التأثير الميكانيكي للتربة، وتعتبر عملية التجميع Assembling واحدة من أهم عمليات الترميم والصيانة، ومن الأساليب التي يمكن إتباعها في عملية التجميع حديثا التجميع الافتراضي virtual bonding (kotoula, 2016)^(١)، وتم تجميعا مبدئيا لمعرفة أماكن الكسر حتي لا يكون هناك أي خطأ في عملية التجميع، ثم تجميعا نهائيا للكسر الفخارية باستخدام لاصق البارالويد ب ٨٢ الذائب في التراي كلوروايثيلين بتركيز ٥٠ % كما في الشكل رقم (٢٤-٢٥)، وأخيرا تم عزل وحماية الأثر الفخاري بتل الفضة بسيناء طبقا لما ذكرته (Sease,1997)^(٢) والدرجة المثلي لحفظ وعرض الفخار الأثري من ٥٥ : ٦٠ % رطوبة نسبية ودرجة حرارة من ٢٠:١٨ °م، وشدة أضواء حوالي ٣٠٠ لوكس، وغالبا ما يتم تخزين التراث الثقافي في صناديق ورقية مما يسبب التلف وأصابات فطرية مختلفة، وتشخيص مسببات التلف الفطري أثناء التخزين أداة تساعد علي حفظ التراث الثقافي، ويساعد أيضا في وضع إستراتيجيات مستدامة للحفظ والصيانة^(٣).

(1) Eleni Kotoula, " Semiautomatic fragments matching and virtual reconstruction: a case study on ceramics", *international journal of conservation science*7, issue 1(2016) : 71.

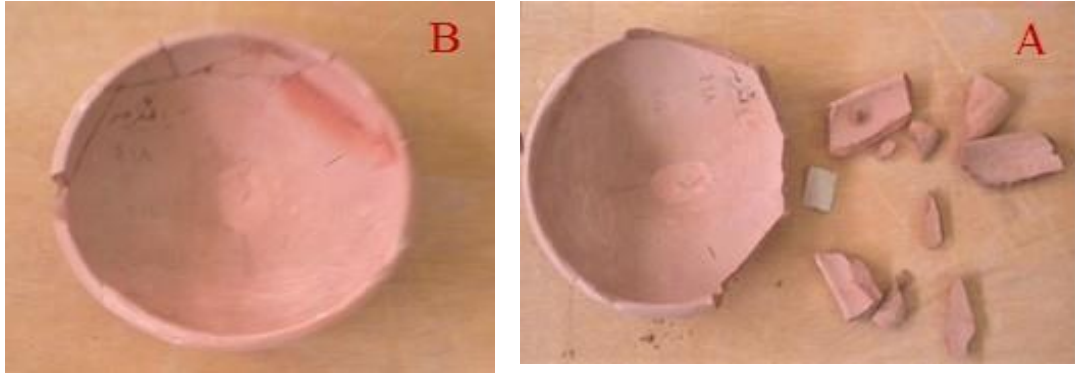
(2) Catherine Sease,. 1997, *Conservation Manual for the Field Archaeology* (U.S.A: Institute of Archaeology, university of California, 1999), 15-16.

(3) Andrea C. Mallo, Daniela S. Nitlu, Lorena A. Eliades, Mario C. N. Saparrat, " fungi degradation of cellulosic materials used as support for cultural heritage" *international journal of conservation science*, Volume 8, Issue 4 (2017) : 619.

تقييم بعض اللواصق المستخدمة في تجميع الآثار الفخارية المستخرجة من حفائر تل آثار الفضة بسيناء في ضوء نسيجها الفخاري:دراسة تجريبية



شكل (٢٤) A: الأنية الفخارية قبل التجميع B: التجميع المبدئي C : التجميع مع الكسرة الرئيسية D: تجميع المقبض مع الأنية E: الأنية الفخارية قبل انتهاء التجميع النهائي بإستخدام اللاصق البارالويد ب٨٢ بتركيز ٥٠ %، F: الأنية الفخارية بعد انتهاء التجميع النهائي



شكل (٢٥) A:الطبق الفخاري المستورد قبل التجميع B:الطبق بعد التجميع النهائي بإستخدام لاصق

الاييو ١٥٠

الإستنتاج : Conclusion

قد أثبت البحث بناءا علي نتائج الفحوص والتحليل والدراسة التجريبية أن نسيج الفخار الأثري يلعب دورا مهما في تحديد واختيار نوع المادة اللاصقة المستخدمة في تجميع الكسر الفخارية لأستعادة الشكل الأثري التي كانت عليه قبل الكسر، حيث يوصي البحث بإستخدام بعض مواد اللصق التي ثبت نجاحها وكفاءتها معمليا وهي: لاصق البارالويد ب٨٢ الذائب في التري كلوروايثيلين بتركيز ٥٠ % للفخار المحلي، ولاصق الأييو ١٥٠ في تجميع الفخار المستورد بتل الفضة بسيناء، حيث أدت تلك المواد اللاصقة" لاصق البارالويد ب٨٢ الذائب في التري كلوروايثيلين بتركيز ٥٠ %، ولاصق الأييو ١٥٠" إلى تحسين خاصية قوة الشد، ومقاومة التقادم الصناعي المعجل سواء الحراري أو الضوئي بلمبات الأشعة فوق البنفسجية U.V. ومقاومة التغير اللوني مقارنة بباقي مواد اللصق الأخرى، ويوصي البحث بضرورة إستخدام أحد تلك اللواصق في تجميع الفخار المستخرج من تل الفضة بسيناء.

الشكر : Acknowledgement

أتقدم بخالص الشكر والتقدير إلي ا.د / أماني كامل ابو كرورة ، عميد كلية الآثار، جامعة أسوان، لتشجيعها العلمي ،كما أتقدم باسمي آيات الشكر والعرفان إلي أ. رفعت الجندي، مديرعام المركز العلمي بشمال سيناء بوزارة الآثار لمساعدته العملية وتسهيل العمل بالموقع الأثري.

References

1. Abdel Aziz, Yosria, *the Eastern Entrance of Egypt*. Cairo: Hala Publishing, 2003.
2. Arcea, Lopez and Garcia Guinea, Garcia "Weathering traces in ancient bricks from historic buildings", *Building and Environment*, Volume 40,2005:929- 41.
3. Ashley-Smith Jonathan, *Risk Assessment for object Conservation*.Oxford: Butter Worth, Heinemann, ltd., 1999.
4. Bailao Ana, Sanandres Margarita, and Calvo Ana, "Colorimetric and analysis of two water colors used in retouching", *international journal of conservation science*, Volume 5, Issue 3, 2014: 329-42.
5. Bakr, Amany, "Evaluation of the reliability and durability of some chemical treatments proposed for consolidation of so called-marble decoration used in 19th century cemetery (Hosh Al Basha), Cairo, Egypt", *journal of general Association of the Arab archaeologists*, 12, 2009: 75-96.
6. Buys, Susan, and Oakley, Victoria, *The Conservation and Restoration of Ceramics*. Oxford: Butter Worth, Heinemann, ltd., 1999.
7. Clements Allan, Dunn Mike`, *Firth Valmai, and Waddington David, the Essential Chemical Industry*. New York, University of York press, 2010.
8. Cronyn, Janey, *the Elements of Archaeological Conservation*.Oxford: Butter Worth, Heinemann, ltd., 1996.
9. CTS Catalogue .Italy: Milano, 2014.
10. Davison, Sandra and Newton, R., *Conservation of Glass*.Oxford: Butter Worth, Heinemann, 1999.
11. Davison, Sandra, *Conservation and Restoration of Glass*.Oxford: Butter Worth, Heinemann, ltd., 2003.
12. Goffer, Zvi, *Archaeological Chemistry*. New York: JohnWiley&Sons.Inc.Publication, 2007.
13. Hamilton, Donny, *Methods of Conserving Archaeological materials from under water*, U.S.A: Texas university press, 1998.
14. Horie, Velson, *Materials for Conservation* .Oxford: Butter Worth, Heinemann, ltd., 1998.
15. Kotoula, Eleni," Semiautomatic fragments matching and virtual reconstruction: a case study on ceramics", *international journal of conservation science*, Volume 7, Issue 1, 2016: 71- 86.
16. Mallo Andrea, Nitlu Daniela,. Eliades Lorena, Saparrat Mario," fungi degradation of cellulosic materials used as support for cultural heritage", *international journal of conservation science*, Volume 8, Issue 4, 2017: 619- 32.

17. Mendes Marta, Pereira Sílvia, Ferreira Teresa, Mirao José, Candeias António," in situ preservation and restoration of architectural tiles, materials and procedures: results of an international survey", *international journal of conservation science*, Volume 6, Issue 1, 2015: 55-56.
18. Orton Clive and Hughes Michael, *pottery in archaeology*, London: Cambridge University Press, 2013.
19. Osman Eman, Zidan yasin and kamel Niven , " using the microscopic and spectroscopic techniques to indentify and characterize archaeological artifacts" *international journal of conservation science*, Volume 5, Issue 4, 2014: 459- 468.
20. Pearson, Colin, "Deterioration of Ceramics, Glass and Stone" in *Conservation of Marine Archaeological Objects*, edited by Pearson, C., Oxford: Butter Worth, Heinemann, ltd., 2000.
21. Plenderleith, H. J., "Problems in the Preservation of monuments" *in the Conservation of Cultural Property*, UNESCO: Switzerland, 1968: 124-34.
22. Price, Nicholas Stanley "Excavation and Conservation" in *conservation of archaeological excavation*, edited by Stanley price, Italy: *ICCROM, Rome*, 1984: 1-157.
23. Radvan Roxana, Cortei Ioana Maria, Enei Dragoş, and Radvan Alexandru, "contemporary art materials tests" *in international journal of conservation science*, Volume 4, Special Issue, 2013: 613.
24. Sease, Catherine, *Conservation Manual for the Field Archaeology* .U.S.A: Institute of Archaeology, university of California, 1999.
25. Selwitz, Charles, *Epoxy Resins in Stone Conservation*. U.S.A : The Getty Conservation Institute,1992.
26. Silvestri Alberta, Molin Gianmario, and Salviulo Gabriella, "Archaeological glass alteration products in marine and land-based environments: morphological, chemical and micro textural characterization", *Journal of non-Crystalline Solids*, Volume 351, 2005,133.
27. Torraca, Giorgio, *Porous Building Materials*, Italy: *ICCROM*, Rome, 1982, 19-26.
28. Vaz, Pires, "Effect of the impregnation treatment with Paraloid b72 on the properties of old Portuguese Ceramics tiles", *Journal of Cultural Heritage*, Vol.9, (2008): 269- 76.
29. Wild, Alan, *soil and environment*. London: Cambridge university press, 1993.
30. William, Nigel, *Porcelain, Repair and Restoration*. London: British Museum Press, 2002.