

دراسة تجريبية لتقييم المونات المستخدمة في استكمال وتدعيم طبقات التحضير بالجداريات المنزوعة من بيت يكن – القاهرة التاريخية (1769:1849م)

دراسة تجريبية لتقييم المونات المستخدمة في استكمال وتدعيم طبقات التحضير بالجداريات المنزوعة من بيت يكن – القاهرة التاريخية (1769:1849م)

Experimental Study to Evaluate of The Mortars Used to Complete and Reinforce the Layers of Preparation of Detached Mural Paintings from Yakan House –Historic Cairo (1769:1849 AD)

شادي فوزي طه¹، مني فؤاد علي²، علاء الحبشي³، محمود حلمي عبدالقوي سعد*¹

وزارة السياحة والآثار¹

كلية الآثار، جامعة القاهرة، قسم ترميم الآثار²

كلية الهندسة، جامعة المنوفية، قسم العمارة³

mahmoud.stone@yahoo.com

المخلص

يهدف هذا البحث إلى تقييم كفاءة المونات المستخدمة في استكمال وتدعيم الأجزاء المفقودة باللوحات الجدارية المنزوعة من بيت "يكن" بمنطقة الدرب الأحمر بشارع سوق السلاح بمنطقة القاهرة التاريخية، حيث تم تقييم أربع مونات مختلفة لإستخدامها في استكمال وتدعيم طبقات التحضير باللوحات الجدارية المنزوعة؛ حيث تم تحضير مونة قياسية كود (S) مطابقة لمكونات طبقات التحضير بالجداريات المنزوعة والتي تتكون من (جبس 65%، جير 25%، رمل 10%) والتي تم التوصل إليها من خلال نتائج التحليل بحيود الأشعة السينية، ثم تحضير أربع مونات أخرى مطابقة لمكونات المونة القياسية وبنفس النسب مع تدعيمها وإضافة محسنات من مواد تقوية شائعة الاستخدام لتحسين خواصها الميكانيكية و الفيزيائية. حيث تم إضافة فاك OH لمكونات المونة كود (M1) وإضافة البريمال (AC 33) للمونة كود (M2) وإضافة البارلويد B72 للمونة كود (M3) وإضافة الأديبوند 65 للمونة كود (M4) وقد تم إضافة المواد المحسنة بنسب مختلفة لكل مونة علي حده، ثم تم تقييم المونات الخمسة بواسطة تعيين الخصائص الفيزيائية والميكانيكية لعينات المونات قبل وبعد التقادم الصناعي وبالفحص البصري قبل وبعد التقادم وكذلك الفحص بالميكروسكوب الإلكتروني قبل وبعد التقادم وقياس التغير اللوني للمونات قبل وبعد التقادم وحيث أظهرت النتائج من خلال الدراسة أن المونة كود (M2) والتي تم إضافة محسن البريمال (AC 33) لها تعتبر من أفضل المونات المختبرة حيث حققت أفضل النتائج في قيم الخواص الفيزيائية والميكانيكية قبل وبعد عمليات التقادم وأعطت أفضل النتائج عند الفحص بالميكروسكوب حيث ظهرت متماسكة الحبيبات ولم تتأثر بشكل كبير بمراحل التقادم، وأيضاً أعطت أقل قيم في التغير اللوني ولهذا تم اختيار هذه المونة في استكمال طبقات التحضير المفقوده وتدعيم المناطق الضعيفة باللوحات الجدارية المنزوعة. كما يوصي باستخدامها في استكمال وتدعيم طبقات التحضير باللوحات الجدارية ببيت يكن.

الكلمات الدالة: بيت يكن، فاك OH، أديبوند 65، أكريلك 33، تقادم معجل، خواص ميكانيكية، تغير لوني.

Abstract

This research aims to evaluate the efficiency of the mortars used to complete and reinforce the missing parts of the detached mural paintings From "Yakan" house in Al-Darb Al-Ahmar area, located in Souk El-Selah Street at Historic Cairo. for this purpos, five different mortars were

evaluated: a standard mortar (S) was prepared identical to the components of the plaster layers of the mural, this mortar consists of (65% gypsum, 25% lime and 10% sand). Such proportions were concluded by using the X-ray diffraction analysis. Four other mortars (M1, M2, M3, and M4) were prepared identical to the standard mortar components using the same proportions; however, they were enhanced by adding some commonly used hardeners to improve their properties. Wacker OH100 was added to the components of mortar (M1), primal (AC33) to mortar (M2), Paraloid (B72) to mortar (M3) and adipond 65 to mortar (M4) respectively. Moreover, enhancing substances were added in different proportions to each mortar separately. After that, the mortar samples were evaluated by determining their physical and mechanical properties before and after ageing. This was carried out by means of performing visual examinations, electron microscope analysis as well as measuring the chromatic changes of the mortars before and after ageing. The results of the study proved that the mortar (M2); to which Primal (AC 33) was added; is the best-tested mortars, as it achieved the best results in physical and mechanical properties before and after ageing. Moreover, it showed the best results when examined with the electron microscope. Its grains appeared coherent and were not significantly affected by the ageing process. Additionally, it showed the lowest values in color change; for this reason, the mortar with primal (AC 33) is chosen to be applied in the completion of the preparation layers of the detached mural paintings, is also recommended to be use in the completion and reinforcement of the of preparation layers in the similar Islamic buildings.

Keywords: Yakan house, Wacker OH 100, Adipond 65, Acrylic 33, Accelerated ageing, mechanical properties, Colorimetric measurement.

1- المقدمة :

بيت يكن وهو أحد البيوت التاريخية بمنطقة درب الأحمر ويقع بجوار سبيل حسن أغا بشارع سوق السلاح صورة رقم (1) وقد تم تخطيط هذا الشارع ضمن خطط الخديوي إسماعيل لتحديث القاهرة¹. ويرجع تاريخ البيت لفترة محمد علي مؤسس الدولة المصرية الحديثة². وكان المنزل يتبع أحمد باشا والذي ويرجع نسبه لعائلة يكن وهي عائلة مشهورة ذات ثروة وقوة عسكرية في عهد محمد علي³. وترجع أهمية المنزل لأهمية الصور الجدارية المنفذة به شكل رقم (1أ،ب) وهي ليست مجرد عمل فني ، ولكنها تحمل في جعبتها معلومات تاريخية⁴. حيث كانت اللوحات

¹ Agnes Deboulet & Iwasaki Erina, Public Space, Public Sphere, And Publicness In The Middle East: Proceedings Of The International Seminar Held At Cairo, Egypt On March 8 & 9,2020,Pp 91.

² Ahmed Elyamani.(2021) Re-Use Proposals And Structural Analysis Of Historical Palaces In Egypt: The Case Of Baron Empain Palace In Cairo Scientific Culture, Vol. 4, No 1, (2018), Pp. 53-73.

³ El-Habashi, Alaa, (2016) “Regeneration Of Historic Suqs (Markets): Examples From Cairo, Egypt And Muharraq, Bahrain,” (Ed. T. Yoshimura And S. Katsunuma) In Islam And Multiculturalism: Islam In Global Perspective, Jsps Core-To-Core Program, B. Asia-Africa Science Plaforms, Organization For Islamic Area Studies, Waseda University.

⁴ Garg, K.L., Kamal K.J., Mishra, A.K., (1995) Role Of Fungi In The Deterioration Of Wall Paintings. The Science Of The Total Environment Vol. 167, Issues 1-3, Pp. 255 - 271.

دراسة تجريبية لتقييم المونات المستخدمة في استكمال وتدعيم طبقات التحضير بالجداريات المنزوعة من بيت يكن – القاهرة التاريخية (1769:1849م)

الجدارية تعاني من العديد من مظاهر التلف نتيجة تعرض المنزل لبعض المشاكل المعمارية والإنشائية والتي أثرت على اللوحات الجدارية صورة رقم (2) مما أدى إلي فقد أجزاء من طبقات التحضير بسبب احتوائها علي أملاح أسفل الطبقات جعلها عرضة لخطورة أكثر عند تعرضها للهواء الرطب. وبالتالي يتناول هذا البحث كيفية تقييم كفاءة بعض المونات التي تعتمد علي الخامات الأساسية والمتوافقة مع طبيعة اللوحات الجدارية وكيفية تدعيم واستكمال الطبقات التحضيرية المفقودة باللوحات الجدارية و تعد هذه الدراسة التجريبية للمونات مرحلة هامة لا يمكن إغفالها، حيث تعتبر المونات من المواد الهامة المستخدمة في الاستكمال ويعتبر الاستكمال هو الهدف الأساسي للمحافظة علي الهيكل العام للأثر، ولا بد أن يكون مميزاً عن الجزء الأثري⁵ وعند تطبيق المونات أثناء العمل لا بد من إعطاء فترة للسماح لكل طبقة للجفاف خاصة المونات الجيرية⁶. وعلي قدر من الاسترجاعية والقوة اللازمة للبقاء علي المدى الزمني البعيد وإلا كان عدم الاستكمال سبباً في فناء الأثر جزء تلو الأخر⁷. وتعتبر مرحلة استكمال وتدعيم الطبقات الخلفية الحاملة للوحات الجدارية من أهم أهداف الترميم المنشودة للوحات الجدارية⁸. وحيث أن الخواص الفيزيائية والميكانيكية والكيميائية لمواد البناء تلعب دوراً هاماً في تلف وتدهور المواد مع البيئة المحيطة⁹. وقد تساعد إضافة مواد التقوية الحديثة للمونات علي خلق سطح طارد للماء¹⁰. وكذلك تعمل علي تحسين الخصائص الميكانيكية كالصلادة والبري والخدش وإجهادات الضغط¹¹. ولا بد أن تعمل علي ترابط و تحسين خصائص المادة التي تعرضت للتجويف عبر التقادم الزمني¹². وتعتبر المونات من المواد الهامة للغاية التي يجب تقييمها بشكل أساسي من حيث آلية الالتصاق والتماسك مع الأثر، و من حيث إختراق الماء وحماية المونات القديم¹³. وقد تم تحضير المونات البديلة طبقاً لنتائج حيود الأشعة السينية حيث أثبتت أنها تتكون من (جبس 65%، جير 25%، رمل 10%) شكل رقم (1) جدول رقم (1) ومن خلال دراسة لمقعد رضوان تبين أن ملاط مقعد رضوان يتكون من الجبس والجير كمكون أساسي. مع بعض حبيبات الرمل ويعتبر قريب التشابه من الطبقات التحضيرية ببيت يكن. وحيث تم تحضير ملاط

⁵ Elsen,J. ,(2006)"Microscopy Of Historic Mortars – Aare View Cement And Concrete Research" ,V.361issue8, P.1416:1424.

⁶ Cavaco, LSR. ,(2005) Execution techniques for rendering mortars of ancient buildings,Master thesis, IST/UTL, Lisbon;

⁷ Cavaco, LSR. ,(2005) Execution techniques for rendering mortars of ancient buildings,Master thesis, IST/UTL, Lisbon;

⁸ محمود حلمي عبدالقوي:دراسة تطبيقية لتقييم معدلات التلف وإعادة تأهيل اللوحات الجدارية المتهاكلة نتيجة تلف وإنهيار الجدران بالمباني الإسلامية تطبيقاً على أحد النماذج المختارة، رسالة دكتوراه، قسم الترميم، كلية الآثار، جامعة القاهرة ،2021،ص139.

⁹ Kamal.M, Mostafa.M.,(2018) Assessment Of Physical And Mechanical Characteristics Of Masonry Building Materials In Historic Military Towers In Alexandria - Egypt:A Case Study, International Journalof Conservation Science, Vol.9.

¹⁰ Rodica,M, Sanda ,M, Daniela ,T (2018) " Nano Technologies In Cultural Heritage –Materials And Instruments For Diagnosis And Treatment" Additional Information Is Available At The End Of The Chapterhttp://Dx.Doi.Org/10.5772/Intechopen.71950, Chap. 10.

¹¹ Manoudis, P.N. ,(2008)" Super Hydrophobic Films For The Protection Of Outdoor Cultural Heritage Assets", Phys A Doi 10.1007/S00339-009-5233-Z,P.2:8.

¹² Torraca,G., (2005) Porous Building Materials, material Science for Architectural Conservation, ICCROM, Rome, P. 87.

¹³ Botas, S.; Veiga, R.; Velosa, A., (2014) ‘Reapplication Mortars For Old Tiles: Characteristics Of Tiles And Mortars And Selection Criteria’, International Journal Of Architectural Heritage8(1) 124-139,https://Doi.Org/10.1080/15583058.2012.673690.

بديل لاختيار النوع الأنسب للملاط القديم¹⁴. والتي استخدمت كمونة قياسية بدون إضافات ومن ثم تم إضافة الفاكس OH 100 للمونة الأولى حيث تعمل علي تقليل معدل اكماش المونة وتقف مانعاً للتلف في البيئات المستقرة والرطوبة النسبية المنخفضة¹⁵ وتم إضافة البريمال AC 33 للمونة الثانية ليحسن من خواصها الميكانيكية، وتم إضافة البارالويد B72 للمونة الثالثة ويتركب من الإيثيل ميثا إكريلات Ethyl methacrylate والميثيل أكريلات¹⁶ Methyl acrylate حيث يعمل علي تغطية السطح بشكل متجانس¹⁷ وثابت عبر دورات البلل والجفاف¹⁸ وإضافة بوليمر الإديبوند Addibond 65 للمونة الرابعة وهو عبارة لاصق عالي الجودة، وبعد إعداد المونات تم تقييمها من خلال تقييم الخواص الفيزيائية والميكانيكية قبل عملية التقادم وبعد عملية التقادم (تقادم حراري وتقادم ملحي) ثم الفحص والمسح لسطح المونات بواسطة الميكروسكوب الإلكتروني وأيضاً تم قياس معدل التغير اللوني للمونات. وبعد الفحص تم استخدام المونة المناسبة والتي تتكون من الخامات الطبيعية (جبس 65%، جير 25%، رمل 10%) والمضاف إليها محسن البريمال (AC 33) بنسبة (4ماء: 1 من البوليمر AC 33) حيث تم استخدامها في تدعيم واستكمال واستبدال طبقات التحضير التالفة¹⁹ وتقويتها. والتي لابد أن تكون متناسبة مع المونة الأثرية ولا تعني القيمة المنخفضة للخصائص الميكانيكية إنخفاضاً في قوة وتماسك المونة²⁰ حيث يتم استخدام ملاط الجيرو وهو منخفض في قيم خصائصه الميكانيكية للتطبيق في المباني القديمة بترتيب قيم المقاومة التي تم الحصول عليها والتي تضمن التوافق مع المونات القديمة^{21،22}.

¹⁴ Mona F. Ali, Abubakr Moussa, Mahmoud Abdel-Hafez, (2016) Alternative lime based grouts used in re-pointing of deteriorated ancient mortars and their structural effects on composite unreinforced masonry walls of Mekaad Radwan, ottoman Cairo, Egypt (Case study), procedia-social and behavioral sciences, Vol. 225, pp. 410-420.

¹⁵ Thickett, D., Lee, N.J., And Bradley, S.M., (2000) "Assessment Of Performance Of Silane Treatment Applied To Egyptian Limestone Sculptures Displayed In A Museum Enviroment" In "The 9th Inter. Cong. Ondeter. And Cons. Of Stone "Vol 2, P. 511.

¹⁶ Harie, C., (1987) Materials For Conservation, Organic Conslidanets Adhesive And Coatings, Butter Worth, Poland, , Pp. 107: 109.

¹⁷ Carretti, E., and Die, L., (2004) Physicochemical Characterization of Acrylic Polymeric Resins Coating Porous Materials of Artistic Interest, In: Progress in Organic Coatings, Vol. 49, pp. 282-289.

¹⁸ Borgia, G., et al., (2001) Performance Evolution of Hydrophobic Treatments for Stone Conservation Investigated by MRI, In: Magnetic Resonance Imaging, Vol. 19, pp. 513-516.

¹⁹ Ali, M.F. And Abd Elkawy, M.H. (2021) Physical Analysis And Treatment Of Disintegrated Islamic Mural Paint-Ing From The 15th Century Taqi Aldin Albistami Hospice. Scientific Culture, 7(1), Pp. 45-56

²⁰ Botas, S., Recuperação De Fachadas De Azulejadas Antigas -Desenvolvimento De Argamassas Compatíveis E Estudo Dos Fenómenos De Aderência, Dissertação De Doutorado, Departamento De Engenharia Civil, Universidade De Aveiro, Aveiro (2018)

²¹ Botas, S.; Veiga, R.; Velosa, A., (2017) 'Bond Strength In Mortar/Ceramic Tile Interface – Testing Procedure And Adequacy Evaluation', Materials And Structures/Materiaux Et Constructions 50(5) 211, <https://doi.org/10.1617/S11527-017-1086-7>.

²² Botas, S.; Veiga, R.; Velosa, A.; Silva, A., (2020) 'Compatible Air Lime Mortars For Historical Tiled Facades: Bond and Mechanical Strength Versus Tile-Mortar Interface Microstructure', Journal Of Materials In Civil Engineering, 32(6) 04020112, [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)MT.1943-5533.0003121](https://doi.org/10.1061/(ASCE)MT.1943-5533.0003121)

جدول رقم(1): أهم المكونات المعدنية لعينة طبقات التحضير ببيت يكن .

No	Compound Name	Chemical Formula	Semiquant(%)
1	Gypsum	Ca (So4)(H2o)2	64
2	Calcium Aluminum Chromium Oxide Hydrate	Ca 4 Al 2 O6 (Cr O4)9 H2o	11
3	Calcite	CaCO3	13
4	Quarts	Si O2	10

2 – مواد وطرق الدراسة:

1-2 – المواد المستخدمة في الدراسة:

2- 1-1 – إعداد مواد التقوية المضافة للمونات لتحسن خواصها:

تم تحضير الفاك OH مع الماء بنسبة (1:1) لخلطه مع مكونات المونة كودM1، وتم تحضير البريمال مع الماء بنسبة (4:1) لخلطة مع مكونات المونة كودM2، ثم تحضير البارلويد B72 بتركيز 25% ومزجه مع مكونات المونة كودM3 ثم تم تحضير الأديبوند 65 مع الماء بنسبة (2:1) لخلطه مع مكونات المونة كودM4 .

2- 1 – 2 – تجهيز المونات المستخدمة في الدراسة:

تم خلط المكونات المختلفة في إناء حيث تم في البداية إضافة الجير والرمل ثم الجبس ثم المحسنات المختلفة من مواد التقوية والخلط افترة زمنية مناسبة بواسطة خلاط كهربائي خاص وذلك لضمان تجانس المكونات وحتى لا يتم جفاف المونات بسبب الجبس كما تم صب خلطات المونات السابقة كلاً على حده في قالب خشبي معالج بمادة عازلة ذو أبعاد 5*5*5 سم³ ، صورة رقم (3) والتي تركت المونات لتجف في جو الغرفة العادي، وقد تم أخذ كود لكل نوع منها كالتالي S، M1، M2، M3، M4 .

وكيفية دمجها وإلتصاقها مع بقايا المونات القديمة في اللوحات الجدارية وقد تم الدراسة بمعامل المركز القومي للبحوث والإسكان باستخدام جهاز قياس الخواص الميكانيكية موديل Form Test Profusysteme. Zwietaller Strabe 20. D, 88499 Riedingen Serial Id: 02512.) (Certifacte no: 911412016, Germany

2 - 2 - 3- الفحص بالميكروسكوب الإلكتروني الماسح (SEM):

تم فحص المونات قبل وبعد عملية التقادم بواسطة جهاز موديل: a SEM Model JEOL JSM 5400 LV EDX Link ISIS – Oxford Detector High Vacuum حيث يعطي قوة تكبير عالية تصل إلى X1000000 وذلك للحصول علي صورة أكثر وضوحاً²⁵ حيث تخترق الإلكترونات للعينة المراد فحصها، ثم تستقبل على فيلم فوتوغرافي²⁶. وعليه فإن فحص العينة لا يتم بواسطة العين إنما عن طريق فحص الصور الفوتوغرافية التي يتم تصويرها بواسطة²⁷ كما أنه له القدرة علي التغلغل لمسافات أعمق داخل العينات المراد فحصها²⁸.

2 - 2 - 4 – قياس التغير اللوني Colorimetric measurement :

الهدف من قياس التغير اللوني للعينات التجريبية، هو تحديد نسبة التغير اللوني للمونات بعد إضافة مواد التقوية ومعرفة قيمة التغير للعينات مقارنةً بالعينة القياسية والتي تتناسب ولون أرضية التحضير باللوحه الجدارية محل الدراسة. ويتم قياس التغير اللوني بنظام CIE L a b وهو مقياس عالمي لقياس التغير اللوني لعينات مختلفة، ويتم في هذا النظام توصيف اللون بثلاث إحداثيات تتمثل في القيم التالية²⁹ القيمة (L*) وهي تميل إلى اللون الأبيض الناصع، lightness/darkness coordinate والقيمة (a*) والتي تقيس اللون الأحمر والأخضر، the red/green coordinate والقيمة (b*) فهي تدل على الأصفر والأزرق. وقد تمت القياسات بواسطة جهاز التغير اللوني بمعامل المتحف المصري الكبير.

²⁵ Zhang, C., & Ulery, M., (2019) Scanning Electron Microscope (Sem): Review, Processdings Of International Conference On Hydraulices , Electronic Equipment & Mechatronics, At Romnia, Pp. 1-12.

²⁶ حازم فلاح سكيك، الميكروسكوب الإلكتروني، اصدار شبكة الفيزياء التعليمية، 2013، ص:6:7.

²⁷ Marocchi, M. & Dellisanti, F., (2010): SEM-XRD Investigation of deterioration Morphologies Consolidation Prior to Restoration : The case of Por ta Nuova in Ravenna (Italy) Per. Mineral ", p. 80: 89.

²⁸ Kannan, K. S., et.,al, (2018) Scanning Electron Microscope: Principle, Components, Applicaions, A Textbook on Fundamentals and /Applications of Nanotechnology.

²⁹ ايمان بدري موسي سالم، الأصباغ الطبيعية والمواد الملونه القديمه المستخدمه علي اسطح الكتابه الورقيه والنسجية، دراسة تطبيقية لقياس التغير اللوني والعلاج والصيانه علي نماذج مختارة، 2010، ص:147.

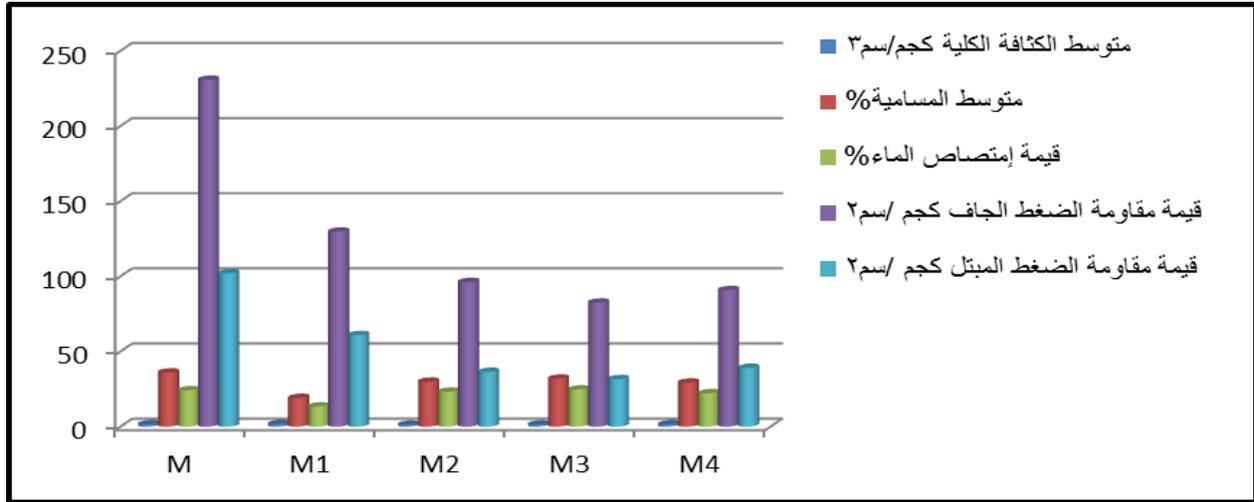
3- النتائج والمناقشات:

1-3 – نتائج قياس الخواص الفيزيائية للعينات قبل التقادم:

من خلال نتائج الخواص الفيزيائية شكل رقم (2) للمونة (S) دون إضافات قبل التقادم أعطت قيم كثافة كلية مقدارها 1.5 جم/سم³, ومسامية مقدارها 36% و قيم امتصاص المكعبات للماء بلغت 24.2% . و المونة كود(M1) أعطت قيم كثافة كلية مقدارها 1.7 جم/سم³ ومسامية بلغت 19.1% و قيم امتصاص الماء بلغت 13.4% وبالنسبة لمونة كود (M2) أعطت قيمة كثافة كلية مقدارها (1.3 جم/سم³) وإختبار المسامية بلغت (29.9%) وأشارت النتائج كذلك إلى زيادة قيم امتصاص المكعبات للماء مقدارها (23.2%) وبالنسبة لمكعبات المونة كود(M3) أعطت قيم كثافة مقدارها 1.4 جم/سم³ و مسامية بلغت (31.9%) وقيم امتصاص بلغت 24% وبالنسبة للمونة (M4) أعطت قيم كثافة بلغت (1.5 جم/سم³) ومسامية بلغت (29.3%) وقيم امتصاص المكعبات للماء 22.2%. ومن خلال قياس الخواص الفيزيائية قبل التقادم نلاحظ زيادة قيم المسامية بالمونة كود(s) بدون إضافة مواد محسنة وزيادة معدل امتصاص الماء بالمقارنة بالمونات الأخرى مما يؤكد أن إضافة مواد التقوية جعلت السطح طارد للماء نسبياً وخفض قيم المسامية.

1-3-2 – نتائج قياس الخواص الميكانيكية للعينات قبل التقادم:

من خلال نتائج إختبار مقاومة الضغط الجاف للمكعبات شكل(2) أعطت المونة القياسية دون إضافات (S) قيمة قدرها (230.7 كجم/سم²) , وبالنسبة لمقاومة الضغط المبتل فقد سجلت قيم (102 كجم/سم²) ومن خلال دراسة نتائج إختبار مقاومة الضغط لمكعبات المونة (M1) فقد سجلت في المقاومة للضغط الجاف قيم قدرها (129.7 كجم/سم²) , وبالنسبة لمقاومة الضغط المبتل فقد سجلت قيم (60.9 كجم/سم²) . ومن خلال دراسة نتائج إختبار مقاومة الضغط للمونة (M2) الجافة فقد سجلت في الإختبارات الجافة قيم قدرها (96.2 كجم/سم²) , وبالنسبة لمقاومة الضغط المبتل فقد سجلت قيم قدرها (36.4 كجم/سم²) ومن خلال دراسة نتائج إختبار مقاومة الضغط لمكعبات المونة (M3) فقد سجلت قيم مقاومة للضغط الجاف مقدارها (82.5 كجم/سم²) وبالنسبة لمقاومة الضغط المبتل فقد سجلت قيم قدرها (31.6 كجم/سم²) ومن خلال دراسة نتائج إختبار مقاومة الضغط للمونة (M4) فقد سجلت في الإختبار الجاف قيمة قدرها (90.8 كجم/سم²) وبالنسبة لمقاومة الضغط المبتل فقد سجلت قيم قدرها (39.1 كجم/سم²). وبمقارنة النتائج للمونات المضاف إليها المحسنات فقد عملت المحسنات علي خفض قيم الخواص الميكانيكية متمثلة في الضغط الجاف للمونات والضغط المبتل مقارنة بالعينة القياسية ونستنتج من ذلك أن مواد التقوية عملت علي تغيير في الخصائص الميكانيكية للمونات.



شكل رقم (2): نتائج قياس الخواص الفيزيائية والميكانيكية للمونات قبل التقادم الصناعي.

3-1-3 – نتائج قياس الخواص الفيزيائية للعينات بعد التقادم الحراري :

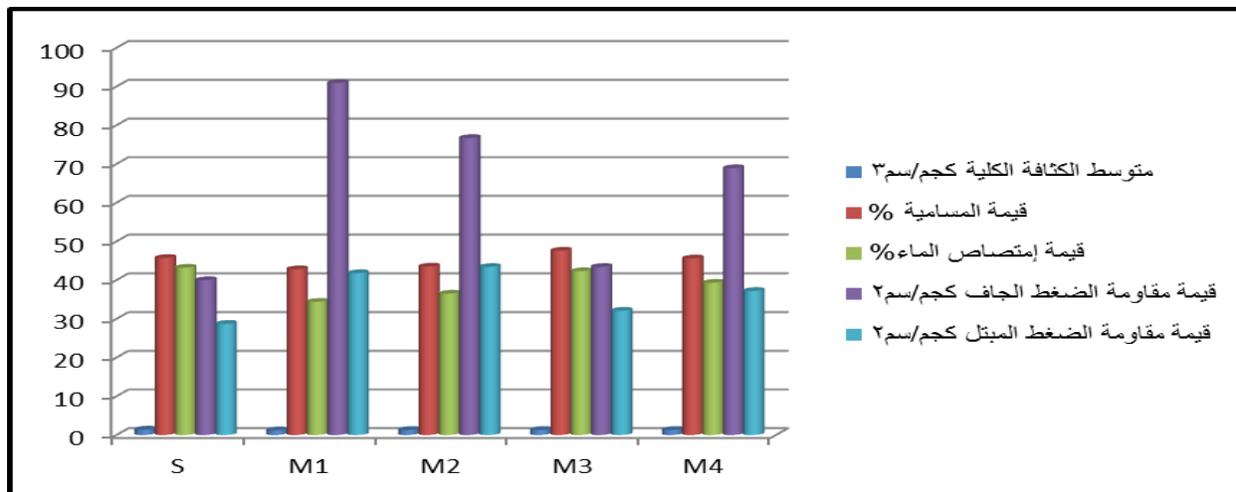
تم تعريض مكعبات المونة للتقادم الحراري تم تعيين الخصائص الفيزيائية والميكانيكية شكل رقم (3) حيث سجلت المونة (s) متوسط كثافة 1.4 جم/سم³ , وسجلت المونة كود (M4,M3,M2) متوسط كثافة كلية بلغ 1.3 جم/سم³ , وسجلت المونة كود (M1) متوسط كثافة كلية 1.2 جم/سم³ . وتم تعيين المسامية الظاهرية Apparent porosity حيث سجلت المونة القياسية كود (S) 54.7% وسجلت المونة كود M 42.8 % وسجلت المونة كود M2 43.5 % وسجلت المونة كود (M3) 47.6 % وسجلت المونة كود (M4) مسامية ظاهرية قدرها 45.6% ، ومن خلال قياس الخواص الفيزيائية للعينات بعد التقادم الحراري حيث تلاحظ زيادة قيم المسامية الظاهرية وكذلك الكثافة الكلية بالمونة كود(s) بدون إضافة مواد محسنة بالمقارنة بالمونات الأخرى مما يؤكد أن إضافة مواد التقوية ساعدت علي خفض قيم الكثافة الكلية والمسامية الظاهرية بعد التقادم الحراري.

4-1-3 – نتائج قياس الخواص الميكانيكية للعينات بعد التقادم الحراري:

تم تعيين الخواص الميكانيكية للمونات حيث تم تعيين المقاومة للضغط الجاف (Dry compressive strength) شكل رقم (3)، حيث سجلت المونة كود (S) 40 كجم/سم²، وسجلت المونة كود (M1) 90.9 كجم/سم² وسجلت المونة كود (M2) 76.6 كجم/سم²، كما سجلت المونة كود (M3) في مقاومة الضغط الجاف قيمة قدرها 43.4 كجم/سم² بينما سجلت المونة (M4) 68.9 كجم/سم² ، وبالنسبة لمقاومة للضغط المبتل (Wet compressive strength) سجلت المونة كود (S) 28.7 كجم/سم²، و سجلت المونة كود (M1) 41.8 كجم/سم²، و سجلت المونة كود (M2) 43.4 كجم/سم²، فقد سجلت المونة كود (M3) 32.1 كجم/سم²، بينما سجلت المونة كود (M4) 37.2 كجم/سم² . وتعيين إمتصاص الماء (Water absorption) فقد سجلت المونة كود (S) 43.2% ، وسجلت المونة كود (M1) 34.4%، بينما سجلت المونة كود (M2) 36.5% وكما سجلت المونة كود (M3) 42.3% و سجلت المونة كود (M4) نسبة 39.3% . حيث نلاحظ زيادة قيم الخواص الميكانيكية المتمثلة في الضغط الجاف والمبتل للعينات المضاف إليها مواد تقوية .

دراسة تجريبية لتقييم المونات المستخدمة في استكمال وتدعيم طبقات التحضير بالجداريات المنزوعة من بيت يكن - القاهرة التاريخية (1769:1849م)

بالمقارنة بالمونة القياسية مما يؤكد أن إضافة مواد التقوية ساعدت علي تحسين الخصائص الميكانيكية للمونات المخلوطة بمواد التقوية .



شكل رقم (3): نتائج قياس الخواص الفيزيائية والميكانيكية للمونات بعد التقادم الحراري.

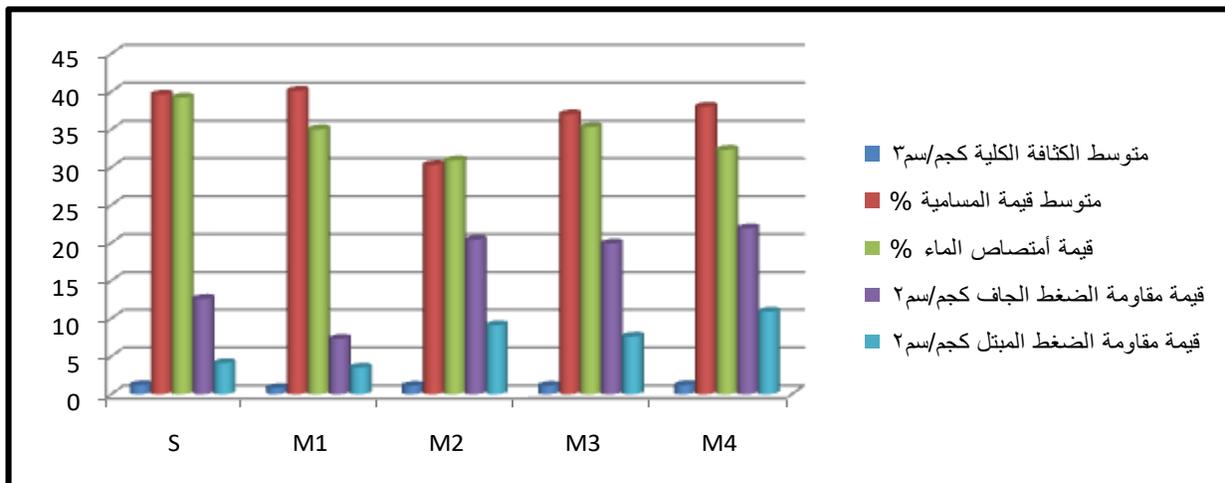
5-1-3 - نتائج قياس الخواص الفيزيائية للمونات بعد التجوية الملحية:

بعد إجراء التقادم بمحلول كبريتات الصوديوم شكل رقم (4) سجلت كلا من المونة كود (S) والمونة كود (M4) متوسط كثافة كلية بلغ 1.2 جم/سم³، بينما سجلت كلا من المونة كود M2، M3 متوسط كثافة كلية بلغ 1.1 جم/سم³، كما سجلت المونة كود (M1) متوسط كثافة كلية بلغ 8. جم/سم³. وبعد إجراء التقادم بمحلول كلوريد الصوديوم شكل رقم (4) تركيز 10 % سجلت كلا من المونة كود (S) والمونة كود (M1) متوسط كثافة كلية بلغ 1.4 جم/سم³، بينما سجلت كلا من المونة كود M3، M4، متوسط كثافة كلية بلغ 1.1 جم/سم³، كما سجلت كلا من المونة كود (M2) متوسط كثافة كلية بلغ 1 جم/سم³، وبالنسبة لتعيين المسامية الظاهرية بعد دورات التقادم بملح كبريتات الصوديوم شكل رقم (5) سجلت المونة كود (S) 39.6% وسجلت المونة كود (M1) أعلى نسبة 40.1% مقارنة بالمونات المختلفة كما سجلت المونة كود (M2) أقل نسبة مسامية قدرها 30.3، كما سجلت المونة كود M3 37% والمونة كود M4 38%. وبعد إجراء دورات التقادم بملح كلوريد الصوديوم تركيز 10 % شكل رقم (4) سجلت المونة كود (S) نسبة مسامية قدرها 44.9 % وسجلت المونة كود (M3) أعلى نسبة مسامية حيث بلغ قدرها 45.1% وقد سجلت المونة كود (M4) أقل نسبة مسامية حيث بلغت قدرها 39.4%. والمونة كود M2 سجلت 40.5% والمونة كود M2 سجلت قيمة 39.3%. وتم تعيين إمتصاص الماء (Water absorption) بعد إجراء التقادم بملح كبريتات الصوديوم شكل رقم (5) حيث سجلت المونة كود (S) أعلى نسبة إمتصاص للماء قدرها 39.2% وسجلت المونة كود (M3) نسبة إمتصاص للماء حيث بلغت معدل إمتصاص قدره 35.3%. مقارنة بالمونات الأخرى، كما سجلت المونة كود (M2) أقل نسبة إمتصاص للماء بلغت معدل إمتصاص قدره 30.9% كما سجلت كلا من المونات كود (M1) معدل إمتصاص قدره 35% والمونة كود (M4) 32.3%، و بعد إجراء التقادم بملح كلوريد الصوديوم شكل رقم (5)

سجلت المونة كود (S) نسبة إمتصاص للماء قدرها 36.2% كما سجلت المونة كود (M3) أعلى نسبة إمتصاص للماء بلغت قدرها 44.1% مقارنة بالمونات الأخرى كما سجلت المونة كود (M1) أقل نسبة إمتصاص للماء بلغت قدرها 32.9% كما سجلت المونات كود (M2, M4) نسب إمتصاص للماء قدرها 34.8% حيث نلاحظ عدم تحسين الخواص الفيزيائية بعد التقادم الملحي وتأثر معظم النتائج بالتقادم الملحي بعد دورات التقادم الأربعة والتي تم تسجيل النتائج بعدهما.

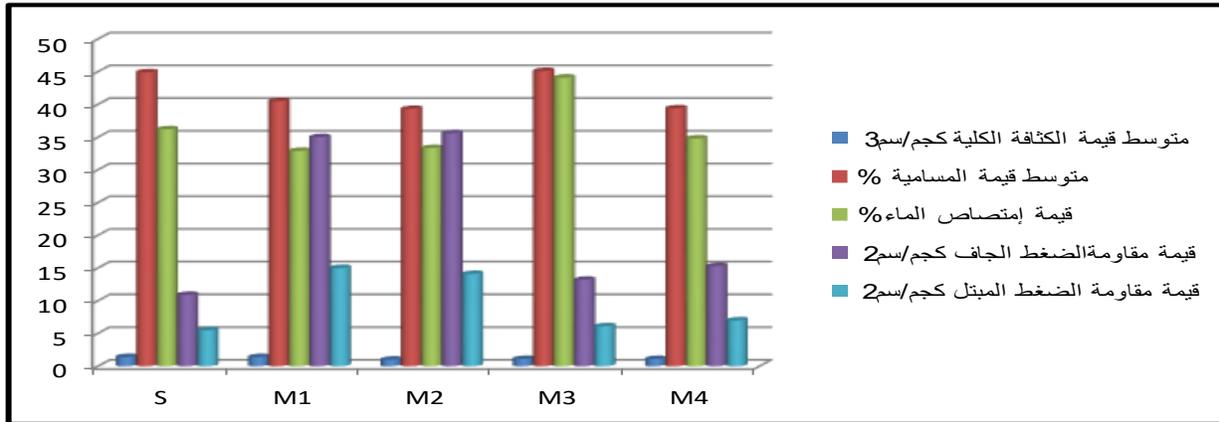
6-1-3 – نتائج قياس الخواص الميكانيكية للعينات بعد التجوية الملحية:

تم تعيين المقاومة للضغط الجاف Dry compressive strength بعد التقادم بملح كبريتات الصوديوم تركيز 10% . شكل رقم (4) حيث سجلت المونة كود (S) قيمة قدرها 12.6 كجم/سم² , بينما سجلت المونة كود (M4) أعلى قيمة قدرها 21.9 كجم/سم² , كما سجلت المونة كود (M1) أقل قيمة قدرها 7.3 كجم/سم² , وسجلت كلاً من المونة كود M2 , M3 قيمة قدرها (20.4, 19.9) كجم/سم² . وبعد إجراء التقادم بملح كلوريد الصوديوم تركيز 10% . شكل رقم (4) حيث سجلت المونة كود (S) لمقاومة الضغط الجاف قيمة قدرها 10.9 كجم/سم² , و المونة كود (M2) أعلى قيمة و قدرها 35.6 كجم/سم² والمونة كود (M3) أقل قيمة و قدرها 13.2 كجم/سم² , بينما سجلت كلاً من المونة كود (M1, M4) قيمة قدرها (35, 15.3) كجم/سم² . وبالنسبة لمقاومة الضغط المبتل Wet compressive strength بعد إجراء التقادم بملح كبريتات الصوديوم تركيز 10% . شكل رقم (4) حيث سجلت المونة كود (S) قيمة قدرها 4.1 كجم/سم² بينما سجلت المونة كود (M4) أعلى قيمة و قدرها 10.9 كجم/سم² , كما سجلت المونة كود (M1) أقل قيمة قدرها 3.5 كجم/سم² , بينما سجلت كلاً من المونة كود (M2, M3) قيمة قدرها (9.1, 7.6) كجم/سم² , وبعد إجراء التقادم بملح كلوريد الصوديوم تركيز 10% . شكل رقم (5) سجلت المونة كود (S) لمقاومة الضغط المبتل قيمة قدرها 5.5 كجم/سم² , بينما سجلت المون كود (M1) أعلى قيمة للضغط المبتل و قدرها 15 كجم/سم² , كما سجلت المونة كود (M3) أقل قيمة وكان قدرها 6.1 كجم/سم² , بينما سجلت كلاً من المونة كود (M2) قيمة قدرها 14.1 كجم/سم² والمونة كود M4 7 كجم/سم² . حيث نلاحظ عدم تحسين الخواص الميكانيكية بعد التقادم الملحي وتأثر معظم النتائج بدورات التقادم الملحي.



شكل رقم (4): نتائج قياس الخواص الفيزيائية والميكانيكية بعد التجوية بملح كبريتات الصوديوم

دراسة تجريبية لتقييم المونات المستخدمة في استكمال وتدعيم طبقات التحضير بالجداريات المنزوعة من بيت يكن – القاهرة التاريخية (1769:1849م)



شكل رقم (5): نتائج قياس الخواص الفيزيائية والميكانيكية بعد التجوية بملح كلوريد الصوديوم.

2-3 – نتائج الفحص البصري للعينات المونات:

بالفحص البصري للعينات المختلفة بعد التقادم الحراري تبين عدم تأثير التقادم الحراري علي عينات المونات المختلفة، كما تبين عدم تأثير العينات المضاف إليها المحسنات المختلفة صورة رقم (4) بالتقادم الحراري بينما ظهر تأثر العينات المختلفة بفعل التقادم الملحي وتدهورت معظم العينات تدهوراً نسبياً من عينة لأخرى صورة رقم (5).



صورة رقم (4): عدم التأثير لمكعبات العينات المختلفة التي تم إخضاعها للدراسة بعد دورات التقادم الحراري .



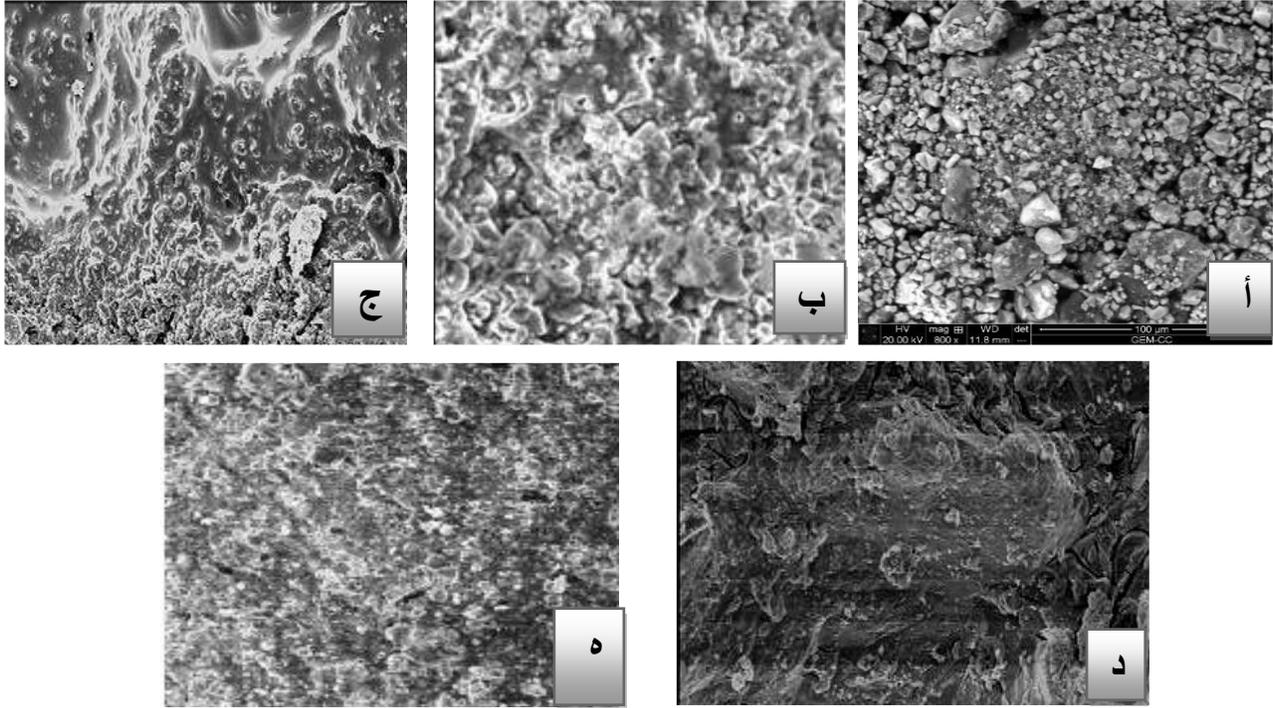
صورة رقم (5) : التأثير الواضح لمكعبات العينات المختلفة التي تم إخضاعها للدراسة بعد دورات التقادم الملحي.

3-3 نتائج الفحص بالميكروسكوب الإلكتروني الماسح (SEM):

3-3-1 – نتائج الفحص بالميكروسكوب الإلكتروني الماسح (SEM) قبل التقادم:

بالفحص بالميكروسكوب الإلكتروني الماسح للعينات تبين أن المونة القياسية التي لم يتم إضافة محسنات لها و ذات بنية ضعيفة وذات حبيبات مفككة وغير مترابطة بشكل جيد مع وجود بعض الفراغات صورة رقم (6أ) بينما في عينات المونات التي تم إضافة مواد التقوية لمكوناتها تبين أن المواد المحسنة المضافة لخلطات المونة قامت بملء الفراغات مما قلل نسبة المسامية وأيضاً عملت علي ربط الحبيبات مع بعضها صورة رقم (6 ب،ج،د،هـ)

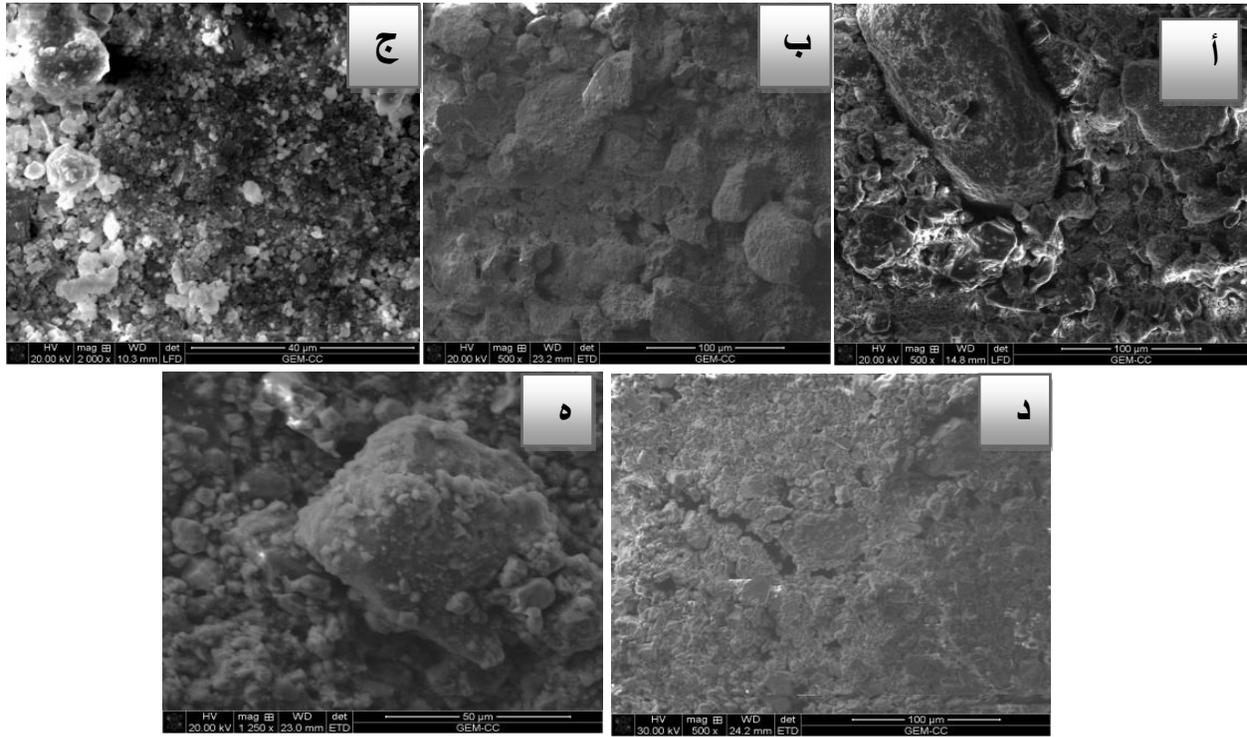
دراسة تجريبية لتقييم المونات المستخدمة في استكمال وتدعيم طبقات التحضير بالجداريات المنزوعة من بيت يكن - القاهرة التاريخية (1769:1849م)



صورة رقم (6): أ) بالميكروسكوب الإلكتروني توضح وجود الفراغات بالمونة القياسية. ب، ج، د، هـ) مدى ترابط عينات المونات المضاف إليها مادة التقوية .

3-3-2 - نتائج الفحص بالميكروسكوب الإلكتروني الماسح (SEM) بعد التقادم الحراري:

بالفحص بالميكروسكوب الإلكتروني الماسح للمونات البديلة تبين أن عينة المونة القياسية التي لم يتم إضافة محسنات لها لم تقاوم التقادم الحراري حيث ظهرت بالفحص بالميكروسكوب الإلكتروني بعض الفجوات والفقء في المونة وتقلص المونة بصورة كبيرة، مما ساعد علي انتشار الفجوات، وقد أثر ذلك علي تماسك المونة صورة (7أ) بينما عينات المونات التي تم إضافة مواد التقوية لمكوناتها تبين أن مادة البوليمر المضافة جعلت المونة مقاومة للتقادم الحراري، كما لوحظ استمرار الإنتشار الجيد لمادة البوليمر وظلت المونة متجانسة كما أعطت راتنجات الأكريلك نتائج مرضية للمونة كود M2 المضافة إليها وحسنت من مقاومتها للتقادم الحراري، وكذلك حققت المونة كود M1 المضاف إليها فاكر OH نجاحاً نسبياً في مقاومة دورات التقادم الحراري وثباتاً ملحوظاً في الحفاظ علي مكونات المونة وكذلك المونة كود M3 المضاف إليها البارالويد B72 وايضاً المونة كود M4 المضاف إليها أديبوند 65. وأيضا المونة كود M1 المضاف إليها فاكر OH. صورة (7ب، ج، د، هـ).

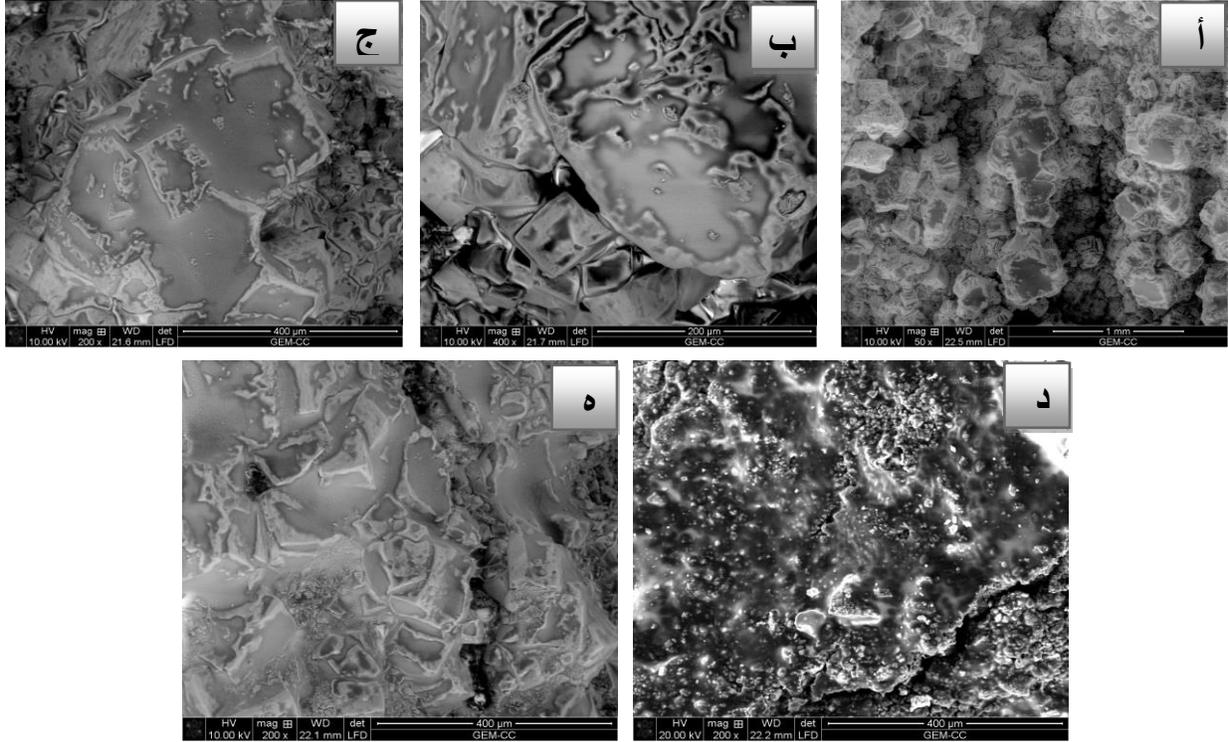


صورة رقم (7) : بالميكروسكوب الإلكتروني توضح مدى الثبات النسبي لمكعبات خلطات المونة المختلفة التي تم إخضاعها للدراسة بعد دورات التقادم الحراري.

3-3-3 نتائج الفحص بالميكروسكوب الإلكتروني الماسح (SEM) بعد التقادم الملحي:

بالفحص بالميكروسكوب الإلكتروني الماسح للمونات البديلة تبين أن عينة المونة القياسية التي لم يتم إضافة محسنات لها لم تقاوم التقادم الملحي حيث تبين إنتشار التشققات وتبلور الأملاح صورة رقم (8) بينما عينات المونات التي تم إضافة مواد التقوية لمكوناتها تبين أن مادة البولييمر المضافة جعلت المونة مقاومة للتقادم الملحي نسبياً حيث تأثرت معظم المونات بعدد دورات التقادم الملحي و لوحظ تبلور للأملاح وتغير في لون المونات وحدوث فجوات بسيطة وظهور بعض الشروخ الدقيقة. و ترسب الأملاح على التكتلات البوليمرية مع ملاحظة تآكل حواف البلورات المعدنية للحبيبات المكونة للمونات. كما أعطت راتنجات الأكريلك نتائج مرضية للمونة كود M2 المضافة إليها وحسنت من مقاومتها للتقادم الملحي، وكذلك حققت المونة كود M1 المضاف إليها فاكر OH نجاحاً نسبياً في مقاومة دورات التقادم الملحي وثباتاً ملحوظاً في الحفاظ علي مكونات المونة وكذلك المونة كودM3 المضاف إليها البارالويد B72 وأيضاً المونة كودM4 المضاف إليها أديبوند 65. وأيضاً المونة كود M1 المضاف إليها فاكر OH. لذلك يمكن القول بأن مواد التقوية المضافة للمونات قامت بدور الربط الجيد بين الحبيبات المعدنية وظهرت العينة بشكل متماسك نسبياً ولكنها تأثرت بالتقادم الملحي صورة (8 ب، ج، د، هـ).

دراسة تجريبية لتقييم المونات المستخدمة في استكمال وتدعيم طبقات التحضير بالجداريات المنزوعة من بيت يكن - القاهرة التاريخية (1769:1849م)



3-3 - نتائج قياس التغير اللوني :

وتم قياس التغير اللوني بنظام CIE L a b حيث القيمة (L*) وهي تميل إلى اللون الأبيض الناصع lightness/darkness coordinate، القيمة (a*) فهي تقيس اللون الأحمر والأخضر، the red/green coordinate والقيمة (b*) فهي تدل على الأصفر والأزرق. وقد صممت هذه المقاييس لتعطي قياسات لونية، في شكل وحدات بصريه متماثله تقريبا، والاختلاف في اللون بين عينتين يكون محدد باستخدام الرمز Δ دلتا، (- a $\Delta L - \Delta a$ Δb)، والاختلاف اللوني الكلي يكون $(\Delta E) = \sqrt{\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2}$ طبقا للمعادله الآتية. أو $\Delta E = [(L^*_1 - L^*_2)^2 + (a^*_1 - a^*_2)^2 + (b^*_1 - b^*_2)^2]^{1/2}$ وفي مجال ترميم وصيانة الأحجار، يجب أن لا تتعدى قيمة ΔE (5) ، وذلك وفقا للمقاييس العالميه المتبعه في إختبارات التغير اللوني³⁰. حيث أنه في حالة زيادة قيمة (ΔE) عن 5، فإن التغير اللوني الذي حدث في هذه الحاله يكون ظاهر للعين، أما عندما

³⁰ سيد منصور أحمد:دراسة مقارنة لتقييم فاعلية كلاً من المركبات التقليدية والمركبات النانوية المستخدمة في التنظيف والحماية الذاتية لأسطح الأحجار الأثرية، تطبيقاً علي نماذج مختارة، رسالة ماجستير، قسم ترميم، كلية الآثار، جامعة القاهرة، 2014، ص 147.

تكون القيمة أقل من 5 فإن التغيير اللوني بسيط جدا وغير ظاهر للعين Cie Standard S014-4/E, (Colorimetry).. ومن خلال قياس متوسط معدل التغيير اللوني للمونات أعطت المونة M2 أقل معدل لمتوسط التغيير اللوني بلغت قيمته 1.80 يليها المونة M1 أعطت متوسط تغيير لوني بلغت قيمته 2.21 ثم المونة M3 أعطت متوسط تغيير لوني بلغت قيمته 2.72 ثم المونة M4 أعطت متوسط تغيير لوني بلغت قيمته 3.25 كما بالجدول رقم(2).

جدول رقم (2): قيم التغيير اللوني في المونات بعد إضافة المحسنات لخلطات المونات مقارنة بالعينات القياسية بواسطة القياس بجهاز التغيير اللوني.

تأثير مواد التقوية علي المونات مقارنة بالعينة القياسية					
	S	M1	M2	M3	M4
L*	48.40	47.20	47.35	47.40	45.60
A*	9.90	8.77	9.99	11.08	9.60
b*	5.70	5.90	5.68	7.78	5.80
ΔL^*	0	-1.77	-1.61	-1.55	-3.88
ΔA^*	0	-1.44	-0.48	1.33	-0.99
Δb^*	0	-0.12	-0.02	1.93	-0.05
ΔE	0	2.21	1.80	2.72	3.25

4 – الإستنتاجات :Conclusions

تعرضت اللوحات الجدارية في المنازل الأثرية للعديد من المشاكل لعل أهم هذه المشاكل فقد طبقات التحضير لذلك تم إستكمال وتقوية الطبقات المفقودة بالمونات التي تم التوصل إليها من خلال دراسة فعالية بعض مواد التقوية التقليدية بإضافتها إلي المونات المستخدمه في عمليات الإستكمال والتقوية للتحسين من خصائص المونات . ومن خلال الفحص البصري والميكروسكوب الإلكتروني الماسح للعينات المختلفة وقياس قيم الخصائص الفيزيائية والميكانيكية وقياس معدل التغيير اللوني للمونات تبين من خلال الفحص البصري للعينات بعد التقادم عدم تأثير المونات البديلة بالتقادم الحراري بينما ظهر تأثير المونات البديله بدورات التقادم الملحي وتدهور في معظم المونات تدهوراً نسبياً من عينة لأخري ومن خلال الفحص بالميكروسكوب الإلكتروني للمونات أعطت راتنجات الأكريلك المضافه للمونات البديله نتائج مرضية حيث حسنت من مقاومتها لدورات التقادم الحراري والملحي، وكذلك حققت المونة المضاف إليها فاكر OH نجاحاً نسبياً في مقاومة دورات التقادم الملحي وثباتاً ملحوظاً في الحفاظ علي مكونات المونة وكذلك المونة المضاف إليها البارالويد B72 وأيضاً المونة المضاف إليها أديبوند 65. بينما بالفحص بالميكروسكوب الإلكتروني تبين أن العينة القياسية ذات بنية ضعيفة وذو حبيبات مفككة وغير مترابطة بشكل جيد ، بينما عينات المونات التي تم إضافة مواد التقوية لمكوناتها إتضح أن المواد المحسنة قامت بملئ الفراغات مما قلل نسبة المسامية وأيضاً عملت علي ربط الحبيبات مع بعضها وسد الفراغات البينية بين الحبيبات المكونة لخلطة المونه لكلاً من المونات، وتبين أن مادة البوليمر المضافة جعلت المونة مقاومة للتقادم الحراري وعدم تأثرها بدورات التقادم الحراري ولوحظ إستمرار الإنتشار الجيد لمادة البوليمر، وربط الحبيبات وظلت المونة متجانسة كما أعطت راتنجات

دراسة تجريبية لتقييم المونات المستخدمة في استكمال وتدعيم طبقات التحضير بالجداريات المنزوعة من بيت يكن - القاهرة التاريخية (1769:1849م)

الأكريليك نتائج مرضية للمونة كود M2 المضافة إليها وحسنت من مقاومتها للتقادم الحراري، وكذلك حققت المونة كود M1 المضاف إليها فاكر OH نجاحاً نسبياً في مقاومة دورات التقادم الحراري وثباتاً ملحوظاً في الحفاظ علي مكونات المونة وكذلك المونة كود M3 المضاف إليها البارالويد B72 وأيضاً المونة كود M4 المضاف إليها الأديبوند 65. وأيضاً المونة كود M1 المضاف إليها فاكر OH. لذلك يمكن القول بأن مواد التقوية المضافة للمونات قامت بدور الربط الجيد بين الحبيبات المعدنية وظهرت العينة بشكل متماسك ولم تتأثر بالتقادم تأثيراً كبيراً. ومن خلال قياس قيم الخصائص الميكانيكية والفيزيائية ومعدل إمتصاص الماء للمونات لوحظ أن مواد التقوية عملت علي تحسين الخصائص الميكانيكية والفيزيائية وكذلك خفضت من معدل إمتصاص الماء لكلاً من العينات المضاف إليها مواد تقوية وكات أفضل هذه المونات المونة كود M2 المضاف إليها البريمال ومن خلال قياس متوسط معدل التغير اللوني للمونات أعطت المونة M2 أقل معدل لمتوسط التغير اللوني بلغت قيمة 1.80 يليها المونة M1 أعطت متوسط تغير لوني بلغت قيمته 2.21 ثم المونة M3 أعطت متوسط تغير لوني بلغت قيمة 2.72 ثم المونة M4 أعطت متوسط تغير لوني بلغت قيمة 3.25 وبالتالي يوصي باستخدام المونة المكونة من (جيس 65%، جير 25%، رمل 10%) وخطها بمحسن البريمال (AC 33) لإستخدامها في تدعيم وإستكمال أرضية التحضير باللوحات الجدارية المنزوعة ببيت يكن.

قائمة المراجع

اولاً المراجع العربية:

- حازم فلاح سكيك، الميكروسكوب الإلكتروني، اصدار شبكة الفيزياء التعليمية، 2013، ص:6:7.
- ايمان بدري موسي سالم، الأصباغ الطبيعية والمواد الملونة القديمة المستخدمة علي اسطح الكتابه الورقيه والنسجية، دراسة تطبيقية لقياس التغير اللوني والعلاج والصيانة علي نماذج مختارة، 2010، ص:147.
- حازم فلاح سكيك، الميكروسكوب الإلكتروني، اصدار شبكة الفيزياء التعليمية، 2013، ص:6:7.
- سيد منصور أحمد:دراسة مقارنة لتقييم فاعلية كلاً من المركبات التقليدية والمركبات النانوية المستخدمة في التنظيف والحماية الذاتية لأسطح الأحجار الأثرية، تطبيقاً علي نماذج مختارة، رسالة ماجستير، قسم ترميم، كلية الآثار، جامعة القاهرة، 2014، ص:147.
- شوقي مهني نخلة:التقرير الفني الخاص بمواصفات ومعايير الترميم الدقيق لأعمال تقوية وعلاج وتنظيف النقوش الجدارية والأحجار لمونات معبد هيبس بالوحدات الخارجة، 2000، ص:5.
- محمود حلمي عبدالقوي:دراسة تطبيقية لتقييم معدلات التلف وإعادة تأهيل اللوحات الجدارية المتهالكة نتيجة تلف وإنهيار الجدران بالمباني الإسلامية تطبيقاً على أحد النماذج المختارة، رسالة دكتوراه، قسم الترميم، كلية الآثار، جامعة القاهرة، 2021، ص:139.

ثانياً المراجع الأجنبية:

- Amoroso, O. G., & Fassina, V., (1983) Stone decay and conservation: Amsterdam, Materials Science Monographs, V. 11, pp. 453-462.
- Ashurts, J., (2004) Methods of repairing and consolidating stone buildings, In: Conservation of Building & Decorative Stone, Part 2, Elsevier, Oxford, PP. 17-18.
- Agnes Deboulet & Iwasaki Erina, Public Space, Public Sphere, And Publicness In The Middle East: Proceedings Of The International Seminar Held At Cairo, Egypt On March 8 & 9,2020,Pp 91.
- Ahmed Elyamani.(2021) Re-Use Proposals And Structural Analysis Of Historical Palaces In Egypt: The Case Of Baron Empain Palace In Cairo Scientific Culture, Vol. 4, No 1, (2018), Pp. 53-73.

- Ali, M.F. And Abd Elkawy, M.H. (2021) Physical Analysis And Treatment Of Disintegrated Islamic Mural Paint-Ing From The 15th Century Taqi Aldin Albistami Hospice. *Scientific Culture*, 7(1), Pp. 45–56.
- Cavaco, LSR. ,(2005) Execution techniques for rendering mortars of ancient buildings, Master thesis, IST/UTL, Lisbon;
- Botas, S., Recuperação De Fachadas De Azulejadas Antigas -Desenvolvimento De Argamassas Compatíveis E Estudo Dos Fenómenos De Aderência, Dissertação De Doutorado, Departamento De Engenharia Civil, Universidade De Aveiro, Aveiro(2018)
- Botas, S.; Veiga, R.; Velosa, A., (2017) ‘Bond Strength In Mortar/Ceramic Tile Interface – Testing Procedure And Adequacy Evaluation’, *Materials And Structures/Materiaux Et Constructions*50(5) 211, <https://doi.org/10.1617/S11527-017-1086-7>.
- Botas, S.; Veiga, R.; Velosa, A., (2014) ‘Reapplication Mortars For Old Tiles: Characteristics Of Tiles And Mortars And Selection Criteria’, *International Journal Of Architectural Heritage*8(1) 124-139, <https://doi.org/10.1080/15583058.2012.673690>.
- Botas, S.; Veiga, R.; Velosa, A.; Silva, A., (2020) ‘Compatible Air Lime Mortars For Historical Tiled Facades: Bond and Mechanical Strength Versus Tile-Mortar Interface Microstructure’, *Journal Of Materials In Civil Engineering*.32(6) 04020112, [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)MT.1943-5533.0003121](https://doi.org/10.1061/(ASCE)MT.1943-5533.0003121).
- Borgia, G., et al.,(2001) Performance Evolution of Hydrophobic Treatments for Stone Conservation Investigated by MRI, In: *Magnetic Resonance Imaging*, Vol.19, pp. 513-516.
- Carretti, E., and Die, L.,(2004) Physicochemical Characterization of Acrylic Polymeric Resins Coating Porous Materials of Artistic Interest, In: *Progress in Organic Coatings*, Vol. 49, pp. 282-289.
- El-Habashi, Alaa, (2016) “Regeneration Of Historic Suqs (Markets): Examples From Cairo, Egypt And Muharraq, Bahrain,” (Ed. T. Yoshimura And S. Katsunuma) In *Islam And Multiculturalism: Islam In Global Perspective*, Jsp Core-To-Core Program, B. Asia-Africa Science Platforms, Organization For Islamic Area Studies, Waseda University.
- Elsen, J. ,(2006)"Microscopy Of Historic Mortars – Aare View Cement And Concrete Research" ,V.361 issue8, P.1416:1424.
- Frank, G., Matero(1995) "A Programme For The Conservation Of Architectural Plasters In Earthen Ruins In The American Southwest ", *National Monument In Conservation And Management Of Archaeological Sites* ,V8. Pp.6:10.
- Garg, K.L., Kamal K.J., Mishra, A.K., (1995) Role Of Fungi In The Deterioration Of Wall Paintings. *The Science Of The Total Environment* Vol. 167, Issues 1-3, Pp. 255 - 271.
- Hansen, R., Dohene, E., Fidler, J., Larson, J., Martin, B., & Matteini, M., (2003) A Review Of Selected Inorganic Consolidants And Protective Treatments For Porous Calcareous Materials, *Studies In Conservation*, Vol. 4, Pp. 13–25.

- Harie, C.,(1987) Materials For Conservation, Organic Conslidanets Adhesive And Coatings, Butter Worth, Poland, , Pp. 107: 109.
- Kamal.M, Mostafa.M.,(2018) Assessment Of Physical And Mechanical Characteristics Of Masonry Building Materials In Historic Military Towers In Alexandria - Egypt:A Case Study, International Journalof Conservation Science, Vol.9.
- Kannan, K. S., et.,al, (2018) Scanning Electron Microscope: Principle, Components, Applicaions, ATextbook on Fundamentals and /Applications of Nanotechnology.
- Klarner, K., And Schick, B., (1998)A Method To Treat Large Detachments Of Plaster Layers Carrying Wallpaintings', In Baroque Wallpaintings: Technical Problems And Current Conservation Methods, Ed. G. Krist And S. Winkelbauer, Bundesdenkmalamt, Wien, Austria, Pp. 117–118
- .Manoudis, P.N. ,(2008)" Super Hydrophobic Films For The Protection Of Outdoor Cultural Heritage Assets", Phys A Doi 10.1007/S00339-009-5233-Z,P.2:8.
- Marocchi,M. & Dellisanti,F., (2010): SEM-XRD Investigation of deterioration Morphologies Consolidation Prior to Restoration : The case of Por ta Nuova in Ravenna (Italy) Per. Mineral ", p. 80: 89.
- Mona F. Ali, Abubakr Moussa, Mahmoud Abdel-Hafez, (2016)Alternative lime based grouts used in re-pointing of deteriorated ancient mortars and their structural effects on composite unreinforced masonry walls of Mekaad Radwan, ottoman Cairo, Egypt (Case study), procedia-social and behavioral sciences, Vol. 225,pp. 410-420.
- Rodica,M, Sanda ,M, Daniela ,T (2018) " Nano Technologies In Cultural Heritage –Materials And Instruments For Diagnosis And Treatment" Additional Information Is Available At The End Of The Chapter<http://Dx.Doi.Org/10.5772/Intechopen.71950>, Chap. 10.,
- Thickett,D.,Lee,N.J.,And Bradley ,S.M.,(2000) "Assessment Of Performance Of Silane Treatment Applied To Egyption Limestone Sculptures Displayed In A Museum Enviroment" In"The 9th Inter . Cong .Ondeter.And Cons. Of Stone "Vol 2, P. 511.
- Torraca,G., (2005) Porous Building Materials, material Science for Architectural Conservation, ICCROM, Rome, P. 87.
- Zhang, C., & Ulery, M., (2019) Scanning Electron Microscope (Sem): Review, Processdings Of International Conference On Hydraulices , Electronic Equipment & Mechatronics, At Romnia, Pp. 1-12.