جامعة القاهرة
كلية الآثـــار
قسم الترميم

"دراسة وتقييم استخدام جزيئات النانو للمقويات غير العضوية في علاج وصيانة الزخارف الجصية الأثرية تطبيقا على بعض النماذج المختارة"

رسالة مقدمة
لنيل درجة الدكتوراه في ترميم وصيانة الآثار

إعداد الباحث

شريف عبد العاطي سليمان عبد العاطي عيسى

مدرس مساعد بقسم الترميم -كلية الآثار -جامعة الفيوم

تحت إشراف

أ.د / محمد عبدالهادي محمد
أستاذ ترميم وصيانة الآثار
كلية الآثار – جامعة القاهرة

أ.د/ هالة عفيفي محمود
أستاذ ترميم وصيانة الآثار
كلية الآثار – جامعة القاهرة

أ.د/ كوستاس بنايوتو
أستاذ الهندسة الكيميائية – قسم الهندسة الكيميائية
جامعة أرسطو – اليونان

٢٠١٦

الإهداء

إلى روح صافية شاركتنا كل صغيرة وكبيرة

ملئت قلوبنا بالمرح ورسمت على وجوهنا الإبتسامة

وتركت لنا صورة مضيئة نتذكرها في كل حدث

إلى المهندس/ مصطفى عبدالتواب الخطيب رحمه الله

أهدي هذا العمل المتواضع،،،

شكر وتقدير

بدايةً أشكر الله الذى تفضل وتكرم، وأعطى وأنعم، ووفق ويسر، خالقى ورازقى، وولى نعمتى ورب كل شئ..أحمد الله تبارك وتعالى وأشكره أن وفقنى إلى إنجاز هذا العمل والذى ما كان أن يتم لولا توفيقه سبحانه وتعالى وهديه.

وأود أن أتوجه بخالص الشكر والتقدير والعرفان إلى أستاذي العزيز العالم الجليل **الأستاذ الدكتور محمد عبدالهادي** أستاذ ترميم وصيانة الأثار بكلية الأثار، جامعة القاهرة، الذي طالما تعلمت وتعلم طلاب وخريجو كليات الآثار على يديه ومن كتاباته، وذلك لسعة صدره، وتضحيته بوقته الثمين لمساعدة تلاميذه. كما أشكره على توجيهاته ومساندته ومتابعته الدائمة للباحث داخل مصر وخارجها، وحرصه على إخراج هذا العمل بأفضل صورة ممكنة.

وعرفانًا بالفضل أتوجه بالشكر والامتنان إلى **الأستاذ الدكتور هالة عفيفي** أستاذ ترميم الأثار بكلية الأثار جامعة القاهرة على مشاركة سيادتها الأشراف على البحث وعلى ماقدمته من توجيه ومساعدة وملاحظات قيمة كان لها أبلغ الأثر في إنجاز هذا البحث. كما اتقدم بخالص الشكر والتقدير **للأستاذ للدكتور/ كوستاس بنايوتو Costas Panayiotou** رئيس قسم الهندسة الكيميائية بجامعة أرسطو بسالونيكي باليونان، والذى عرفته دمث الخلق داعمًا للباحثين عن العلم، فتحية تقدير لسيادته على ما قدمه لى من العون والمشورة والمتابعة والدعم الدائم للبحث وتوفير كل ما احتاجة الباحث من مواد وأجهزة علمية ومتخصصين، فله مني كل الشكر والعرفان وللفريق البحثي المرافق له خالص تقديري **Ioannis Karapanagiotis, Maria Dimopoulou, Alex Konstandas, Dimitrios Lampakis, Vangelis, Dimitra Aslanidou**.

كما لا يسعنى إلا أن أتقدم بجزيل الشكر والتقدير والإعتزاز **للاستاذ الدكتور/ صلاح الدين عبدالرحمن عطية** رئيس قسم النحت والتشكيل بكلية الفنون التطبيقية جامعة حلوان، **والأستاذ الدكتور/ محمد عبدالمطلب عتمان** رئيس الهيئة المصرية العامة للمواصفات والجودة، على موافقتهما مناقشة الرسالة وتحملهم عناء المراجعة والتحكيم رغم انشغالهم الدائم فجزاهم الله خير الجزاء ولهم مني جزيل الشكروالتقدير.

وأتوجه بكل الشكر والعرفان بالجميل للمجموعة البحثية المتميزة بقسم الكيمياء بجامعة فلورنسا بإيطاليا على مساعدتهم لي واستضافتهم لي كفترة تدريبية في معاملهم لمدة ستة أشهر، وأخص بالذكر والشكر كل من: **الأستاذ الدكتور Piero Baglioni والأستاذ الدكتور Lugi Dei والدكتور Rodorico Giorgi** فقد تعلمت منهم الكثير خلال فترة تدريبي. كما أتقدم بكل

الشكر **للدكتور وائل البليهي** والزملاء **الدكتور مصطفى أبو الفضل ومحمد سعد الزغبي** على ما قدموه من عون لي أثناء إجراء الجانب التطبيقى للدراسة.

كما أتوجه بكل الشكر والتقدير لإدراة البعثات المصرية ووزارة التعليم العالى والبحث العلمى على دعمهم الكامل للباحثين وتوفير الدعم المادي والمعنوي للطالب أثناء تنفيذه بعثة الإشراف المشترك بجامعة أرسطو باليونان. وخالص شكري للزميل **الدكتور حسين مرعى** الملحق الثقافي لمصر بأثينا على ما قدمة من عون ودعم ورعاية لي خلال فترة تواجدي باليونان.

ولا يفوتني أن اتقدم بخالص الشكر والتقدير والاعتزاز لأسرتي الكبيرة وصاحبة الفضل علي في كل نجاحاتي العلمية والعملية كلية الأثار جامعة الفيوم تحت قيادة وإدارة عميد الكلية **الأستاذ الدكتور عاطف منصور**، ورئيس قسم الترميم **الأستاذ الدكتور محمد كمال** لتعاونهم المتواصل في تذليل كل العقبات أمامي للحصول على بعثة الإشراف المشترك من خلال القناة العلمية بين جامعة الفيوم وجامعة أرسطو باليونان.

وأخيرًا، أود أن اتقدم بخالص الشكر لكل زملائي بقسم الترميم بكلية الأثار جامعة الفيوم على دعمهم الدائم لي، وأخص بالذكر **الدكتور حمادة صادق والدكتور محمد مصطفى والدكتورة عبير فؤاد**، وجميع زملائي بكلية الأثار جامعة الفيوم، كما أود أن اتقدم بالشكر لصديقي وأخي العزيز **أحمد عبدالتواب الخطيب** على ماقدمه لي من عون أثناء البحث. واتقدم بأسمى آيات الشكر والاعتزاز والتقدير والحب لزوجتي الغالية **الأستاذة/ أرزاق عبدالتواب الخطيب** المدرس المساعد بكلية الآثار جامعة الفيوم على مساندتها المخلصة والدائمة وتحملها معى مشقة وأعباء السفر، كما اتقدم بأسمى كلمات الشكر والعرفان بالجميل لوالدي العزيزين وأخوتي وجميع أفراد عائلتي على مساعدتهم ومساندتهم لي دائمًا فجزاهم الله عني كل خير.

والله ولي التوفيق

فهرس الموضوعات

الموضوع	الصفحة
الملخص	أ
الكلمات الدالة	ب
الشكر والتقدير	ج
الإهداء	هـ
فهرس الموضوعات	و
فهرس الصور	ي
فهرس الأشكال	س
فهرس الجداول	ص
المقدمة	ر
الهدف من البحث	ت
الدراسات السابقة	ش
الفصل الأول: الزخارف الجصية الاثرية؛ عوامل التلف ومواد التقوية المختلفة	١-٢٤
مصطلح الجص	١
أولا : مواد ومكونات الزخارف الجصية الأثرية	١
أ) الجبس :	٢
ب) الجير :	٤
ثانيا : عوامل التلف الأساسية المؤثرة على الزخارف الجصية الأثرية:	٧
١- الهجوم الحمضي	٧
٢- الأملاح	١٢
٣- التحول الكيميائي للمادة الرابطة للزخارف الجصية	١٦
ثالثا: مواد التقوية المستخدمة لصيانة الزخارف الجصية	١٨
١- مقويات البوليمرات العضوية (أهم المواد – المميزات والعيوب)	١٨
٢- المقويات غير العضوية (بداية استخدامها وأهم المواد المستخدمة)	١٩
أ) أهم المقويات غير العضوية المستخدمة في علاج وصيانة الزخارف الجصية:	١٩
- هيدروكسيد الكالسيوم	١٩
- هيدروكسيد الباريوم	٢٠
- هيدروكسيد الماغنسيوم	٢١
ب) استخدام تقنية النانو للتغلب على سلبيات استخدام المقويات غير العضوية	٢٢
ج) استخدام منشطات الكبريتات في تقوية الزخارف الجصية	٢٣
د) التقوية البيولوجية بترسيب كربونات الكالسيوم	٢٤
الفصل الثاني : تقنية النانو؛ الخصائص والتصنيع وتطبيقاتها المختلفة في حفظ الآثار	٢٥- ٥١
- مصطلح تقنية النانو	٢٥
- تعريف تقنية النانو	٢٥
- التطور التاريخي لتقنية النانو	٢٥

- مقياس النانو وعلاقته بالمقاييس الأخرى	٢٧
- خصائص جزيئات النانو	٢٨
- طرق تحضير وتصنيع مواد النانو	٢٩
أولاً : طرق (من أعلى إلى أدنى) Top – Down	٢٩
ثانياً : طرق (من أدنى إلى أعلى) Bottom –Up	٣٢
التصنيع العملي لجزيئات النانو لهيدروكسيد الكالسيوم المستخدمة في الجانب التجريبى للدراسة :	٣٣
١- تحضير جزيئات النانو لهيدركسيد الكالسيوم بطريقة الترسيب الكيميائي مع إضافة راتنج غروي Triton X-100	٣٤
٢- تحضير جزيئات النانو لهيدركسيد الباريوم باستخدام راتنج التبادل الايوني السالب.	٣٦
دراسة خصائص جزيئات النانو التي تم تحضيرها لاستخدامها في التقوية	٤٠
أ) فحص شكل وحجم الجزيئات المنتجة	٤٠
ب) التركيب الكيميائي لجزيئات النانو المنتجة	٤١
ج) اختبار ثبات الانتشار لجزيئات النانو المنتجة :	٤٢
- **التطبيقات المختلفة لجزيئات النانو في صيانة الآثار**	٤٤
١- استخدام جزيئات النانو في تقوية الصور الجدارية :	٤٤
٢- استخدام طريقة الجيل الكيميائي ومحاليل النانو في تنظيف الصور الجدارية	٤٥
٣– أستخدام الأسطح ذات قوة الطرد القصوى للماء لحماية الأثار (التنظيف الذاتي).	٤٩
الفصل الثالث: الطرق العلمية لتسجيل وفحص و تحليل الزخارف الجصية موضوع الدراسة	٥٢-١٠٠
أولاً:- أساليب التسجيل العلمية	٥٢
- التسجيل الفني والأثري	٥٢
- تسجيل الحالة الراهنة للأثر	٥٢
- التوثيق المعمارى	٥٢
التسجيل بالرسم اليدوى	٥٣
التسجيل والفحص بالأجهزة المختلفة	٥٣
التسجيل الفوتوغرافى	٥٣
التصوير الفوتوجرامترى	٥٣
ثانياً : الفحص والتحليل للعينات الجصية الأثرية موضوع الدراسة	٥٣
الفحص المبدئي للعينات باستخدام الميكروسكوب الضوئي الاستريو LM	٥٥
استخدام الميكروسكوب الضوئى في دراسة القطاعات العرضية لطبقات الجص الملون	٥٦
فحص الزخارف الجصية الملونة باستخدام الميكروسكوب الإلكترونى الماسح SEM	٥٩
ثالثاً : تحليل الآثار الجصية الملونة	٦١
- التحليل بطريقة حيود الأشعة السينية XRD	٦١
- التحليل باستخدام الميكروسكوب الألكتروني المزود بوحدة التشتت النطاقي للأشعة السينية (SEM - EDX)	٦٩

- التحليل بمطياف الأشعة تحت الحمراء FTIR	٧٦
- التحليل بمطياف الرامان Micro- Raman	٨٧
- التحليل الحرارى التفاضلى DTA	٩١
- دراسة التلف البيولوجي للفطريات على الزخارف الجصية موضوع الدراسة	٩٤
- مناقشة نتائج الفحص والتحليل للزخارف الجصيةالأثرية موضوع الدراسة	٩٩
الفصل الرابع : دراسة تجريبية لتقييم استخدام جزيئات النانو للمقويات غير العضوية في تقوية الزخارف الجصية مقارنة بالبوليمرات الكيميائية	١٠١-١٤٥
- منهجية الدراسة التجريبية	١٠١
- مواد التقوية المختارة	١٠٣
- إعداد العينات التجريبية للدراسة	١٠٥
- التقادم الصناعي للعينات	١٠٧
- تطبيق مواد التقوية المختلفة	١٠٨
أولاً: تطبيق جزيئات النانو لهيدروكسيد الكالسيوم وتعريضها لبيئة تعجيل عملية الكربنة	١٠٩
ثانياً : تطبيق بوليمرات التقوية (البارلوليد ب ٧٢ - الفاكر ب س٢٩٠ – TEOS)	١١٣
- نسبة المادة المقوية المترسبة بالعينات المقواة	١١٤
- دراسة تأثير مواد التقوية على المظهر العام	١١٤
- دراسة الخصائص الفيزيائية لعينات الجص المعالجة	١١٥
- تعيين المسامية الظاهرية بعد المعالجة	١١٥
- دراسة نسبة امتصاص الماء بالخاصية الشعرية	١١٥
- خاصية طرد الماء	١١٨
- دراسة التغير اللوني للعينات المعالجة	١٢٠
- تأثير مواد التقوية على الخواص الميكانيكية لعينات الجص المعالجة	١٢٣
أولاً : اختبار مقاومة الانضغاط	١٢٣
ثانيا : اختبار مقاومة الثقب	١٢٥
- الفحص بالميكروسكوب الألكترونى الماسح للعينات بعد المعالجة SEM	١٢٨
- تأثير التقادم الصناعى على العينات المعالجة	١٣٠
- دور حالة الزخارف الجصية بالجانب التطبيقى والظروف المحيطة بها في توجيه عمليات التقادم الصناعى	١٣٠
أولاً: دورات التقادم الحرارى مع الرطوبة العالية Thermal aging	١٣١
- تأثير التقام الحراري على المظهر العام للعينات	١٣٢
- دراسة الخصائص الفيزيائية لعينات الجص المعالجة بعد التقادم	١٣٣
- متوسط نسبة الفقد في وزن العينة بعد التقادم	١٣٣
- تعيين المسامية الظاهرية بعد التقادم الحراري	١٣٣
- دراسة نسبة امتصاص الماء بالخاصية الشعرية بعد التقادم	١٣٥
- خاصية طرد الماء بعد التقادم	١٣٥
- دراسة التغير اللوني للعينات المعالجة بعد التقادم	١٣٦
- تأثير مواد التقوية على الخواص الميكانيكية لعينات الجص المعالجة :-	١٣٨
١- اختبار مقاومة الإنضغاط Compressive strength	١٣٨

٢- اختبار مقاومة الحفر Drilling resistance	١٣٩
الفحص بالميكروسكوب الإلكترونى الماسح للعينات بعد المعالجة SEM	١٤٠
ثانياً : التقادم بالأشعة فوق البنفسجية لعينات الجص المعالجة UV Aging	١٤١
- دراسة التغير اللوني للعينات المعالجة بعد التقادم بالأشعة فوق البنفسجية	١٤١
- مناقشة نتائج الدراسة التجريبية	١٤٣
الفصل الخامس: دراسة تطبيقية لعلاج وصيانة النماذج الجصية المختارة	١٤٦-١٨٦
- **أولاً : مسجد بن عطاء الله السكندري ١٦٩٧م / ١١١٠ هـ**	١٤٧
- التسجيل بالرسم للمحراب الجصي موضوع الدراسة التطبيقية	١٥٣
- تسجيل الحالة الراهنة	١٥٥
طراز الدلتا (زخارف الجص ذات العجائن الملونة)	١٥٥
- الفحص المرئي	١٥٨
- توصيف مظاهر التلف بصرياً	١٥٨
- التسجيل بواسطة برنامجي ال AutoCad و ال Photoshop	١٥٨
- توصيف أسلوب تنفيذ الزخارف الجصية الملونة المحيطة بمحراب مسجد بن عطاء الله	١٦٠
- التصوير الفوتوغرافى	١٦٠
- مرحلة الفحوص و التحاليل	١٦٠
مراحل التنظيف والترميم والعلاج	١٦٢
- علاج الشروخ والأجزاء المنفصلة	١٦٦
- تقوية الزخارف الجصية والعجائن الملونة بجزيئات النانو لهيدوكسيد الكالسيوم	١٦٨
- استكمال العجائن الملونة المتساقطة	١٧٠
- **ثانياً : مسجد الشريف المغربي ١٧٥٩م / ١١٧٣ هـ**	١٧٢
- التسجيل بالرسم باستخدام برنامجي Autocad و photoshop	١٧٧
- تسجيل الحالة الراهنة	١٧٧
- الفحص المرئي الدقيق	١٧٨
- توصيف مظاهر التلف بصرياً	١٧٨
- توصيف أسلوب تنفيذ الزخارف الجصية الملونة بواجهه مسجد الشريف المغربي	١٨٩
- التصوير الفوتوغرافى	١٨٠
- مرحلة الفحوص و التحاليل	١٨٠
- مراحل الترميم والعلاج	١٨١
أولاً : مرحلة التنظيف	١٨٣
ثانياً : علاج الشروخ والأجزاء المنفصلة	١٨٤
ثالثاً : إستكمال الأطار الخارجي للزخارف الجصية	١٨٤
رابعاً : تقوية الزخارف الجصية والعجائن الملونة بجزئيات النانو لهيدوكسيد الكالسيوم	١٨٥
النتائج والتوصيات	١٨٧
قائمة المراجع	١٩٠

فهرس الأشكال

الرقم	موضوع الشكل	الصفحة
١	دورة الجير وشكل المنتج خلال المراحل المختلفة تحت الميكروسكوب الإلكتروني	٦
٢	رسم توضيحي لتأثير تبلور الأملاح على تدمير الطبقة السطحية في الزخارف الجصية	١٤
٣	يوضح ميكانيكية التلف الملحي للمواد المسامية المعالجة بمواد طاردة للماء غير مناسبة	١٦
٤	يوضح العلاقة بين الزيادة الكبيرة في نسبة مساحة السطح نتيجة التغيير في حجم الجزيئات لحجم النانو مع بقاء الحجم الكلي ثابت	٢٨
٥	يوضح انتشار جزيئات النانو لهيدروكسيد الكالسيوم في البروبانول بينما تتكتل الجزيئات مع بعضها البعض في وجود الماء بالجهة اليسرى	٣٠
٦	يوضح طريقة عمل الميكروسكوب الالكتروني النافذ	٤٠
٧	يوضح نمط التحليل باستخدام الأشعة تحت الحمراء FTIR لجزيئات النانو لهيدروكسيد الكالسيوم المنتجة مقارنة بالنمط القياسي لهيدروكسيد الكالسيوم	٤١
٨	يوضح نمط حيود الأشعة السينية XRD لجزيئات النانو المنتجة موضحاً بها القمم القياسية لهيدروكسيد الكالسيوم	٤٢
٩	يوضح حجم جزيئات النانو المصنعة بطريقة التبادل الأيوني السالب باستخدام جهاز التشتت الضوئى DLS حيث يبلغ حجم الجزيئات ١٥٠ نانومتر nm.	٤٣
١٠	يوضح معامل العلاقة الخطية لقياس انتشار جز يئات النانو في الايثانول بتركيز ٦ جرام / لتر باستخدام جهاز التشتت الضوئ DLS	٤٣
١١	شكل توضيحي لميكانيكة التفاعل الذي يتم باستخدام التنظيف بالمذيلات Mecilles محملة بتركيبة Mayapan	٤٨
١٢	نمط التحليل بحيود الأشعة السينية للعينةP1 من الجص بمحراب بن عطاء	٦٤
١٣	نمط التحليل بحيود الأشعة السينية للعينةS1 من الجص بالزخارف الجصية بواجهة مسجد الشريف المغربي	٦٤
١٤	نمط التحليل بحيود الأشعة السينية للعينةP2 للعجينة المالئه الحمراء بين الزخارف الجصية بمحراب بن عطاء الله	٦٧
١٥	نمط التحليل بحيود الأشعة السينية للعينةS2 للعجينة المالئة الحمراء بين الزخارف الجصية بواجهة مسجد الشريف المغربي	٦٨
١٦	نمط التحليل بحيود الأشعة السينية للعينةP3 لعجينة اللون الاسود بين الزخارف الجصية بمحراب بن عطاء الله .	٦٨
١٧	نمط تحليل طبقة الجص من القطاع العرضي CS1 باستخدام SEM-EDX	٧٠
١٨	نمط تحليل طبقة العجينة المالئة الحمراء من القطاع العرضي CS1 باستخدام SEM-EDX	٧٠

١٩	نمط تحليل إحدى طبقات الدهان الحديثة من القطاع العرضي CS1 باستخدام SEM-EDX	٧١
٢٠	نمط تحليل طبقة الجص من القطاع العرضي CS2 باستخدام SEM-EDX	٧٢
٢١	نمط تحليل إحدى طبقة العجينة المالئة السوداء بالقطاع العرضي CS2 باستخدام SEM-EDX	٧٢
٢٢	نمط تحليل إحدى طبقات الدهان الحديثة من القطاع العرضي CS1 باستخدام SEM-EDX	٧٣
٢٣	نمط تحليل طبقة الجص من العينة S1 باستخدام الSEM-EDX	٧٤
٢٤	نمط تحليل طبقة العجينة المالئة الحمراء من العينة S2 باستخدام ال-SEM EDX	٧٥
٢٥	يوضح نمط الفحص بمطياف FTIR لعينة CS1 قطاع عرضي يضم اربع طبقات (الجص - العجينة المالئة السوداء - طبقتين من الدهان الحديث) بالإضافة الي نمط الراتنج المستخدم في تجهيز القطاع العرضي	٨٠
٢٦	يوضح نمط الفحص بمطياف FTIR لعينة CS2 قطاع عرضي يضم ثلاث طبقات (الجص - العجينة المالئة السوداء - الدهان الحديث) بالإضافة الي نمط الراتنج المستخدم في تجهيز القطاع العرضي	٨١
٢٧	يوضح نمط الفحص بمطياف FTIR لعينة S1 لطبقه الجص بالزخارف الجصية بمدخل مسجد الشريف المغربي	٨٣
٢٨	يوضح نمط الفحص بمطياف FTIR لعينة S2 طبقة العجائن المالئه الحمراء على الجص بواجهة مسجد الشريف المغربي	٨٣
٢٩	يوضح نمط الفحص بمطياف FTIR لثلاث عينات من العجائن الملونه , P3 p2 , S2 بالاضافة إلى نمط العينة القياسية للجملاكا ويتضح أن الوسيط اللوني المستخدم هو الجملاكا	٨٦
٣٠	يوضح نمط التحليل بمطياف الرامان لعينة قطاع عرضي CS1 تضم أربع طبقات مختلفه جص - طبقة حمراء – طبقتين من الدهانات الحديثه	٨٩
٣١	يوضح نمط التحليل بمطياف الرامان لعينة قطاع عرضي CS2 تضم أربع طبقات مختلفه جص - طبقة سوداء – بعض الحواف الحمراء - طبقة دهان حديثة	٨٩
٣٢	يوضح نمط التحليل بمطياف الرامان لعينة S2 طبقة العجائن المالئة الحمراء على الجص بواجهة مسجد الشريف المغربي	٨٩
٣٣	يوضح نمط التحليل بمطياف الرامان لعينة S1 للجص بواجهة مسجد الشريف المغرب	٨٩
٣٤	يوضح نمط التحليل الحراري التفاضلي DTG لعينة من الجص بمحراب مسجد بن عطاء الله.	٩٣
٣٥	يوضح نمط التحليل الحراري التفاضلي DTG لعينة من الجص بواجهة مسجد الشريف المغربي	٩٣
٣٦	أنماط التحليل باستخدام FTIR لعينات الجص المعالج باستخدم جزيئات النانو لهيدروكسيد الكالسيوم وتحولها لكربونات الكالسيوم بتعرضها لبيئة تعجيل الكربنة	١١٢

٣٧	يوضح كمية امتصاص الماء بالخاصية الشعرية للعينة التجريبية من الجص قبل وبعد المعالجة باستخدام جزئيات النانو ليهدروكسيد الكالسيوم خلال ٦دقائق في مساحة ٢ سم^{٢}	١١٧
٣٨	يوضح معدل امتصاص الماء بالخاصية الشعرية للعينات المعالجة بمواد التقوية موضوع الدراسة خلال ٦دقائق في مساحة ٢ سم٢	١١٧
٣٩	يوضح زاوية التلامس للماء Static contact angle مع سطح كل عينة معالجة يعكس خاصية طرد الماء للعينات .	١١٩
٤٠	يوضح قيم التغير اللوني للعينات المعالجة قبل وبعد تطبيق مواد التقوية موضوع الدراسة	١٢١
٤١	يوضح مقاومة الانضغاط لمواد التقوية المستخدمة بعد التطبيق	١٢٣
٤٢	مقاومة الحفر للعينة القياسية والعينة المعلجة باستخدام جزيئات النانو لهيدروكسيد الكالسيوم	١٢٧
٤٣	يوضح مقاومة الحفر للبوليمرات المستخدمة مع جزيئات النانو لهيدروكسيد الكالسيوم مقارنة بالعينة القياسية	١٢٧
٤٤	يوضح متوسط المسامية للعينات المعالجة قبل وبعد التقادم	١٣٤
٤٥	يوضح امتصاص الماء بالخاصية الشعرية للعينات المعالجة بعد تقادم الحرارة والرطوبة	١٣٥
٤٦	يوضح متوسط قيم زاوية الاتصال static contact angle للماء مع سطح العينات المعالجة	١٣٦
٤٧	يوضح التغير اللوني للعينات المعالجة قبل وبعد التقادم الحراري	١٣٧
٤٨	يوضح متوسط مقاومة الانضغاط للعينات المعالجة قبل وبعد التقادم الحراري	١٣٨
٤٩	يوضح متوسط مقاومة الحفر للعينات المعالجة قبل وبعد التقادم الحراري	١٣٩
٥٠	يوضح قيم التغير اللوني للعينات المعالجة بعد تعرضها للتقادم بالأشعة فوق البنفسجية لمدة ٥٠٠ ساعة	١٤٢
٥١	خريطة الدلتا بواسطه الحمله الفرنسية عام ١٨٠٠م	١٤٦
٥٢	موقع مسجد بن عطاء الله بمدينة المحله الكبري عن المجلس الأعلى للآثار	١٥١
٥٣	التخطيط المعماري بمسجد بن عطاء الله ١٦٩٧م عن المجلس الأعلى للآثار .	١٥١
٥٤	تسجيل توضيحي لتوزيع العجائن الملونة الحمراء والسوداء المالئة للزخارف الجصية موضوع الدراسة	١٥٤
٥٥	تسجيل تفصيلي للمحراب والزخارف الجصية المحيطة به باستخدام برنامج الأوتوكاد	١٥٤
٥٦	يوضح تسجيل لمظاهر التلف بمحراب مسجد بن عطاء	١٥٩
٥٧	خريطة لموقع مسجد الشريف المغربي في مدينة المحلة الكبرى	١٧٦
٥٨	تسجيل للزخارف الجصية موضوع الدراسة وتوزيع العجائن الملونة بها	١٧٨
٥٩	تسجيل لمظاهر التلف بالزخارف الجصية موضوع الدراسة	١٧٩

فهرس الصور

الرقم	موضوع الصورة	الصفحة
١	توضح صور جدارية للفنان Beato Angelico في فلورنسا (القرن الخامس عشر إيطاليا) قبل وبعد المعالجة باستخدام هيدروكسيد الباريوم لعلاج أملاح الكبريتات مع التقوية .	٢١
٢	توضح عينات من الجص الملونة بأسلوب العجائن المالئة بعد علاجها بكل من الطريقة التقليدية لهيدروكسيد الكالسيوم في الماء (ماء الجير) وجزيئات النانو لهيدروكسيد الكالسيوم في الأيزوبروبانول بتركيز ٦جرام/ لتر.	٢٢
٣	توضح كأس ليكورجاس Lycurgus الذي يعود للعصر اليوناني المتأخر (القرن الرابع) الموجودب المتحف البريطاني ويظهر به التغير اللوني عند التعرض للضوء نتيجة وجود جزيئات نانو من الفضة والدهب في زجاج الكأس .	٢٦
٤	توضح جهاز طحن المواد لحجم النانوميتر Colloidal mill	٣٢
٥	توضح الشكل غير المنتظم لحزيئات النانو لهيدروكسيد الكالسيوم تحت الميكروسكوب الإلكتروني النافذ TEM المصنعة بطريقة الطحن	٣٢
٦	صورة٦ (١، ٢، ٣، ٤، ٥) توضح مراحل تصنيع جزيئات النانو لهيدروكسيد الكالسيوم المائية بطريقة الترسيب الكيميائي مع إضافة راتنج غروي Triton X-100.	٣٨
٧	صورة ٧ (١، ٢، ٣، ٤، ٥) توضح مراحل تصنيع جزيئات النانو لهيدروكسيد الكالسيوم بطريقة راتنج التبادل الأيوني السالب.	٣٩
٨	توضح الميكروسكوب الالكتروني النافذ المستخدم في فحص جزيئات النانو المنتجة	٤٠
٩	توضح جزيئات النانوالمصنعة بالترسيب الكيميائي تحت الميكروسكوب الإلكتروني النافذ حيث يتضح أن متوسط حجم الجزيئات من ١٥٠- ٢٠٠ نانوميتر.	٤٠
١٠	توضح جزيئات النانوالمصنعة بالترسيب الكيميائي تحت الميكروسكوب الالكتروني النافذ حيث يتضح أن متوسط حجم الجزيئات ١٠٠ نانوميتر .	٤٠
١١	توضح جهاز التشتت الضوئى DLS المستخدم في قياس انتشار جزئيات النانو في الكحولات .	٤٣
١٢	توضح استخدام نطام التنظيف بالمستحلبات الدقيقة Microemulsion على صور جدارية بمدينة Mayapan تعود للقرنين الثالث والرابع الميلادي.	٤٩
١٣	صورة ١٣ a,b,c توضح سطح ورقة اللوتس تحت الميكروسكوب الإلكتروني ، C صورة لقطرة الماء الدائرية على سطح الورقة	٥٠
١٤	توضح السطح فوق الطارد للماء لعينات الجص	٥١
١٥	توضح قياس زاوية التلامس لقطرة الماء ويتبين أن السطح فوق طارد للماء حيث أن زاوية التلامس > ١٥٠° .	٥١
١٦	توضح موقع عينات الزخارف الجصية موضوع الدراسة التي تم فحصها وتحليلها بواجهه مدخل مسجد الشريف المفربي (أ) ومحراب مسجد بن عطاء الله .	٥٤

١٧	(صورة١٧أ ، ب، ج) فحص عينات الجص باستخدام الميكروسكوب المجسم	٥٥
١٨	(صورة١٨ أ ، ب، ج ، د)المراحل والأدوات المستخدمة في اعداد القطاعات العرضية للعينات CS1 , CS2 المستخدمة في الفحص والتحليل.	٥٧
١٩	(صورة ١٩ أ ، ب ، ج ،د) أ ، ب – يوضحان القطاع العرضي CS1 أسفل الميكروسسكوب الضوئي في الضوء العادي تحت الأشعة فوق البنفسجية حيث يظهر جليا العديد من طبقات الدهان الحديثة ج ، د - يوضحان القطاع العرضي CS2 أسفل الميكروسكوب الضوئي في الضوء العادي تحت الأشعة فوق البنفسجية حيث يظهر جليا العديد من طبقات الدهان الحديثة	٥٨
٢٠	صورة بالميكروسكوب الإلكتروني الماسح للقطاع العرضي CS1 ويوضح طبقه الجص وما عليها من طبقات دهان عديدة.	٦٠
٢١	صورة بالميكروسكوب الإلكتروني الماسح عند قوة تكبير X٣٥٠ لسطح لطبقات الدهان المختلفه فوق الزخارف الجصيه بالقطاع العرضيCS1	٦٠
٢٢	صورة بالميكروسكوب الإلكتروني الماسح للقطاع العرضي CS2 ويوضح طبقه الجص وما عليها من طبقات الدهان الحديثة.	٦٠
٢٣	صورة بالميكروسكوب الإلكتروني الماسح عند قوة تكبير X٣٥٠ لسطح لطبقات الدهان المختلفه فوق الزخارف الجصيه بالقطاع العرضيCS1 وسمك كل طبقة.	٦٠
٢٤	صورة بالميكروسكوب الإلكتروني الماسح عند قوة تكبير X٢٠٠ لسطح طبقة الجص بالعينه S1 ويتضح بها بعض من التفتت والضعث في بعض الاجزاء	٦٠
٢٥	صورة بالميكروسكوب الإلكتروني الماسح عند قوة تكبير X١٠٠٠ بالعينة S1 ويتضح تفتت وضعف الماده الربطه (الجبس) حول المواد المالئة (الكورتز)	٦٠
٢٦	توضح فطر Aspergillus niger بقوة تكبير X٤٠٠	٩٧
٢٧	توضح فطر Aspergillus flavus بقوة تكبير X٤٠٠	٩٧
٢٨	توضح فطر *Aspergillus foetidus* بقوة تكبير X٤٠٠	٩٧
٢٩	توضح فطر *Pencillium cyclopiu*m بقوة تكبير X٣٠٠	٩٧
٣٠	توضح فطر*Rhizopus stolonifer* بقوة تكبير X٣٠٠	٩٧
٣١	توضح فطر *Alternaria alternata* بقوة تكبير X٣٠٠	٩٧
٣٢	توضح فطر*Cladosporium herbarum* بقوة تكبير	٩٨
٣٣	توضح فطر*Ascobolus denudatus* بقوة تكبير X٣٠٠	٩٨
٣٤	توضح عزل الفطريات بطريقة المسحات على سطح الزخارف الجصية بمحراب مسجد بن عطاء الله .	٩٨
٣٥	توضح عزل الفطريات بطريقة المسحات من سطح الزخارف الجصية بواجهة مسجد الشريف المغربي .	٩٨
٣٦	صوره (٣٦ أ ، ب) يوضحان مراحل تجهيز عينات الدراسة التجريبية	١٠٦
٣٧	العينات التجريبية خلال التقادم الصناعي قبل تطبيق مواد التقوية	١٠٨
٣٨	توضح العينات بعد أعدادها بالمقاسات المطلوبة (٥x٥x ٢سم)	١١١
٣٩	توضح متابعة الكربنة للعينات المعالجة في بيئة التعجيل خلال ١٠ أيام باستخدام كاشف الفينولفثالين phenolphthalein	١١١
٤٠	توضح كيفية قياس امتصاص الماء بالخاصيه الشعرية	١١٦

٤١	توضح قياس زاوية الاتصال لقطره من الماء على أسطح العينات المعالجة بمواد التقوية المختلفة	١١٩
٤٢	توضح جهاز قياس التغير اللوني المحمول Miniscan XE PlUS أثناء معايرة الجهاز قبل بدء القياسات.	١٢٢
٤٣	توضح الجهاز المستخدم في قياس مقاومة الضغط والمزود بوحدة حاسب إلى للتحكم وحساب قوة الضغط طبقاً لأبعاد العينة المستخدمة	١٢٤
٤٤	توضح الجهاز المستخدم في قياس مقاومة الحفر DRM والبرنامج المخصص للإختبار .	١٢٥
٤٥	توضح عينة معالجة بجزيئات النانو لهيدروكسيد الكالسيوم تحت الميكروسكوب الإلكتروني الماسح حيث تغطي جزيئات الناو الحبيبات السطح بشكل وانتشار متجانس	١٢٩
٤٦	توضح عينة معالجة بمادة ال TEOS ويتضح بهما تغلغل البوليمر بدرجة كبيرة ومتجانسة بين الحبيبات الصوره (أ) لاستخدام البوليمر فقط والصوره (ب) لاستخدام البوليمر مع جزيئات النانو.	١٢٩
٤٧	توضح عينة معالجة بمادة البارالويد B72 ويتضح بها انتشار البوليمر على السطح في صورة (أ) وتغلغل البوليمر وامتزاجها جيدا مع جزيئات النانو لهيدروكسيد الكالسيوم في صورة(ب)	١٢٩
٤٨	توضح عينة معالجة بمادة الفاكر BS 290 ويتضح بها انتشار البوليمر على السطح (أ) وظهور بعض الشروخ الدقيقة مع استخدام البوليمر مع جزيئات النانو في صورة (ب)	١٢٩
٤٩	توضح عينات الجص أثناء التقادم الحراري	١٣١
٥٠	يوضحان تأثير التقادم الحراري على العينات المعالجة وتحطم بعض العينات أثناء دورات التقادم	١٣٢
٥١	توضح تغطية جزيئات النانو لهيدروكسيد الكالسيوم للبناء الداخلي بشكل متجانس	١٤٠
٥٢	توضح الانتشار الجيد لمادة TEOSمع جزيئات النانو لهيدروكسيد الكالسيوم	١٤٠
٥٣	توضح ظهور بعض التجمعات من البارالويد b72 على السطح	١٤٠
٥٤	توضح وجود للفاكر BS290 بشكل كثيف مما يعني عدم القدرة على التغلغل الكافي	١٤٠
٥٥	توضح ظهور بعض الشروخ الدقيقة في سطح العينات المعالجة باستخدام الفاكر BS290 بعد التقادم	١٤٠
٥٦	توضح جهاز التقادم بالأشعة فوق البنفسجية أثناء التقادم عند درجه حرارة ٢٠° مئوية ورطوبة نسبية ٥٠%	١٤٣
٥٧	توضح مدخل مسجد بن عطاء الله	١٥٢
٥٨	توضح واجهة ومئذنه مسجد بن عطاء الله	١٥٢
٥٩	توضح المحراب والزخارف الجصية المغطاه بطبقات من الدهان الحديث	١٥٢
٦٠	توضح النص التاسيسي للمسجد على جانب المحراب الخشبي	١٥٢
٦١	توضح زخارف الطوب المنجور بواجهة مسجد حسن نصر الله ١٧٠٧م بمدينة فوه عن خالد عزب ٢٠١١.	١٥٦

٦٢	توضح الزخارف الجصيه الملونه باسلوب العجائن واجهة منزل الامصلي برشيد ١٨٠٨م	١٥٧
٦٣	توضح زخارف الجص الملون بأسلوب العجائن الملونه بمحراب مسجد أبو مندور ١٧٢٣ م بدسوق.	١٥٧
٦٤	توضح الزخارف الجصية الملونة بمحراب مسجد أحمد البجم ٦٢٩هـ بأبيار	١٥٧
٦٥	توضح الزخارف الجصية الملونة بواجهه مسجد أبو النجا ١٧٦٧م بفوة	١٥٧
٦٦	توضح الزخارف الجصية والمحراب تغطيها طبقات الدهان بالكامل	١٥٨
٦٧	توضح قطاع عرضي لطبقات الدهان أعلى الزخارف الجصية الملونة بالميكروسكوب الضوئي عند قوة تكبير X١٠ .	١٥٨
٦٨	توضح التنظيف الميكانيكي لطبقات الدهان باستخدام المشرط	١٦٤
٦٩	توضح التظيف الميكانيكي المبدئي لطبقات الدهان باستخدام الأزميل	١٦٤
٧٠	توضح التظيف الكيميائي لبقايا طبقات الدهان المختلفة	١٦٤
٧١	مراحل التظيف الكيميائي لطبقات الدهان باستخدام الكماده القطنية المبللة بالداي كلوروميثان	١٦٤
٧٢	توضح مراحل إزالة طبقات الدهان	١٦٥
٧٣	توضح تطور مراحل إزالة طبقات الدهان	١٦٥
٧٤	توضح تطور مراحل إزالة طبقات الدهان	١٦٥
٧٥	توضح إزالة الدهان من الجزء السفلي للمحراب وباطن المحراب	١٦٥
٧٦	توضح المحراب بعد الانتهاء من جزء كبير من تنظيف وإزالة طبقات الدهان وظهور العجائن المالئة للزخارف الجصية بالمحراب	١٦٥
٧٧	توضح أحد الشروخ بعد المعالجة بالحقن باستخدم حقين *CaloXil Injection Grout* *ومعلجة السطح بطبقة من الشيد*	١٦٧
٧٨	توضح أحد الشروخ بعد المعالجة بالحقن ومعلجة السطح بطبقة من الشيد	١٦٧
٧٩	توضح الشرخ الموجود في باطن المحراب قبل المعالجة	١٦٧
٨٠	توضح السطح بعد معالجه الشرخ بالحقن والتسويه بالشيد المناسب	١٦٧
٨١	توضح تغطية الزخارف بورق تشيو الياباني رقيق جدا تجنبا الأي تغير لوني ناتج عن تكتل حبيبات النانو	١٦٩
٨٢	توضح تطبيق التقويه بجزيئات النانو ليهدروكسيد الكالسيوم بطريقه الرش .	١٦٩
٨٣	صورة ٨٣ (أ ، ب ، ج) (أ) إزالة ورق التشيو بعد التطبيق (ب) سطح الزخارف الجصية الملونة بعد التطبيق (ج) الظروف البيئيه التي أثرت في نجاح التطبيق الرطوبه النسبية ٧٠% ودرجه الحرارة C°٢٥	١٦٩
٨٤	توضح إستكمال العجائن الملونة بين الزخارف الجصية	١٧٠
٨٥	توضح المحراب قبل الترميم	١٧١
٨٦	توضح المحراب بعد الترميم	١٧١
٨٧	توضح مئذنة مسجد الشريف المغربي	١٧٦
٨٨	توضح منبر ومحراب مسجد الشريف المغربي	١٧٦
٨٩	توضح مدخل مسجد الشريف المغربي والزخارف الجصية موضوع الدراسة	١٧٦