جامعـــــة القاهـــــرة
كليـــــة الآثـــــار
قسم ترميم الآثــار

دراسة علمية لعلاج وصيانة الصور الجدارية المنفذة بتقنية الرسم على الحامل والتلوين على الشيد، مع التطبيق العملى على نموذج مختار.

رسالة مقدمة لنيل درجة الدكتوراه فى ترميم وصيانة الآثار

إعداد
أحمد إبراهيم أحمد إبراهيم منسى

المدرس المساعد بقسم ترميم وصيانة الآثار- كلية الآثار والإرشاد السياحى
جامعة مصر للعلوم والتكنولوجيا

إشراف

أ.د. أحمد سيد أحمد شعيب
أستاذ ترميم الآثار
رئيس قسم ترميم وصيانة الآثار الأسبق
كلية الآثر- جامعة القاهرة

أ.د. عبدالظاهر عبدالستار أبوالعلا
أستاذ ترميم وصيانة الآثار
وكيل كلية الآثار – جامعة القاهرة السابق
عميد كلية الآثار والإرشاد السياحى السابق

٢٠١٧م

مستخلص الرسالة

تُعد هذه الرسالة من أولى الدراسات التى تُلقى الضوء على تقنية فريدة إتبعها المصرى القديم فى تنفيذ الصور الجدارية داخل حجرات الدفن المحفورة بالصخر، والتى تمت بتكسية وأخفاء عيوب الصخر الأم باستخدام كتل مستطيلة الشكل من الحجر الجيرى الجيد، تم تنفيذ الرسوم الأوليه عليها باللون الأحمر وصُححت باللون الأسود، ثم غُطيت الرسوم بطبقة من الغسول رقيق القوام من الجبس نُفذ عليها الملونات أى أن هذه التقنية تفصل بين الرسم والتلوين.

الفصل الأول من هذه الرسالة تناول دراسة التقنيات المختلفة التى إتبعها المصرى القديم فى تجهيز وإعداد وتنفيذ الصور الجدارية، بدءاً من تجهيز السطح (حامل التصوير، وطبقات التصوير) مروراً بإعداد المنظر المراد تنفيذه، وصولاً إلى رسمه على السطح المُعد لذلك، وانتهاءاً بعملية إخراجه سواء بالنقش أو بالتصوير (التلوين)، مع ذكر أدوات الرسم والتصوير، والتركيب الشائع للصور الجدارية والمواد الداخله فيه وأهم خصائصها.

الفصل الثانى تناول نبذة تاريخية عن "مرروكا" صاحب حجرة الدفن موضوع الدراسة، وكذلك دراسة أثرية عن المقبرة والمنطقة التى تقع بها "سقارة"، وتقسيم مناطقها الأثرية، كما اشتمل أيضاً على دراسة تضاريس وجيومورفولوجية وجيولوجية منطقة "سقارة" وأهم العوامل التى أثرت فى بنيتها، ودراسة جيولوجية البئر المؤدى لحجرة دفن "مرروكا".

الفصل الثالث تناول دراسة عوامل تلف الصور الجدارية المنفذة داخل حجرات الدفن المحفورة فى الصخر ونواتج التلف التى تُحدثها، تطبيقاً على حالة حجرة دفن "مرروكا".

الفصل الرابع تناول عمليات التوثيق والتسجيل للصور الجدارية بحجرة دفن "مرروكا" بسقارة كنموذج مختار للدراسة، ابتدءاً بعمليات التسجيل الفنى، مروراً بالتوثيق الفوتوغرافى، وأيضاً التوثيق الهندسى مع توقيع مظاهر التلف، وتناول أيضاً عمليات الفحص والتحليل لمكونات الصور الجدارية ومظاهر التلف باستخدام العديد من الطرق الحديثة المتبعة فى ذلك، كما تناول شرح تفصيلى للتقنية الفريدة المتبعة فى تنفيذ الصور الجدارية بحجرة دفن "مرروكا".

الفصل الخامس تناول الدراسة التجريبية لمواد التقوية التى تم تطبيقها على عينات تجريبية تُمثل التركيب الفيزيائى للصور الجدارية، بغرض اختيار أنسبها لاستخدامها فى تقوية الصور الجدارية بحجرة الدفن موضوع الدراسة، كما تناول هذا الفصل الدراسة التطبيقية لعمليات العلاج المختلفة للصور الجدارية بحجرة دفن "مرروكا" إبتدءاً بالتنظيف مروراً بالتقوية ومعالجة الشروخ وتثبيت القشور المنفصلة، وعمليات التكحيل واستكمال الممر الصاعد الموجود بالمقبرة. ثم مقترحات الصيانة الدورية للصور الجدارية بحجرة الدفن موضوع الدراسة.

الكلمات الدالة

- سقارة.
- تقنيات التصوير الجدارى.
- تقوية.
- مواد نانو مترية.
- بوليمرات اكريليكية.
- بوليمرات سليكونية.
- التغير اللونى.
- طرد الماء.
- مقاومة الكائنات الحية الدقيقة.
- مقاومة الأشعة فوق البنفسجية.

إهداء

إلى القلب الكبير الناصع بالبياض

إلى ينبوع الصبر والتفاؤل والأمل

إلى من لم يقتصر جهداً ليقدم لنا لحظة سعادة

إلى من مهد لى طريق العلم

إلى سر إعتزازى وفخرى

والدى الحبيب....

أحمد إبراهيم منسى
٢٠١٧

شكر وتقدير

لا يسعنى وقد وفقنى الله سبحانه وتعالى فى إنجاز هذا العمل بصورته الحالية إلا أن أحمده وأشكره على جزيل فضله ونعمائه شكراً يليق بجلال وجهه وعظيم سلطانه.

كما أتقدم بخالص الشكر والتقدير والحب والعرفان بالجميل للأستاذ الدكتور/ **أحمد سيد أحمد شعيب** أستاذ ترميم الأثار ورئيس قسم الترميم السابق حفظه الله لقبوله الإشراف على الرساله وعلى دماسة خلقه وسعة علمه ورحابة صدره وصدق حرصه على متابعة جميع أجزاء الرسالة فأسأل المولى العلى القدير أن يبارك فى عمره وصحته ويجزيه عنى خير الجزاء.

كما أتقدم بخالص الشكر والحب والتقدير والعرفان بالجميل للأستاذ الدكتور/ **عبدالظاهر عبدالستار أبو العلا** أستاذ ترميم الآثار وعميد كلية الآثار والإرشاد السياحى السابق، حفظه الله لقبوله الإشراف على الرساله ومتابعته كل أجزائها ومراجعتها فهو الأستاذ والمعلم صاحب الأخلاق الحسنه والصفات الجليلة والأراء الجميلة والتوجيهات السديدة والصدر الرحب سائلاً المولى العلى القدير أن يوفقه ويرعاه ويكتب له الخير دائما فى مسعاه.

كما أتقدم بخالص الشكر والتقدير والعرفان بالجميل للأستاذ الدكتور/ **محمد عبدالهادى محمد** أستاذ ترميم الآثار ووكيل كلية الآثار الأسبق والمستشار الثقافى السابق ببولندا لتفضله بالموافقه على المشاركة فى لجنة المناقشة والحكم وعلى جميع ما قدمه من علم ونصح وإرشاد وتذكره وتبصير فى فترة الدراسة بالكلية كما أشكر سيادته على ما قدمه من تعديل وتغيير أثرى الرسالة، سائلاً المولى العلى القدير أن يُمتعه بدوام الصحة والعافية وأن يجزيه عنى خير الجزاء.

كما أتقدم بخالص الشكر والتقدير والعرفان بالجميل للأستاذ الدكتور/ **عادل إبراهيم عكارش** أستاذ الجيولوجيا بالمركز القومى للبحوث، لتفضله بالموافقه على المشاركة فى لجنة المناقشة والحكم، كما أشكر سيادته على ما قدمه لى من عون ونصح وإرشاد فى جميع نواحى الرسالة، وعلى ما تكبده من عناء فى مراجعتها وإسرائها بتعديلاته وملاحظاته القيمه، سائلاً المولى العلى القدير أن يُمتعه بدوام الصحة والعافية وأن يجزيه عنى خير الجزاء.

كما أتقدم بخالص الشكر والتقدير للأستاذ الدكتور/ عاطف عبدالسلام عوض الله عميد كلية الأداب جامعة حلوان السابق على ما قدمه سيادته من عون ومساعدات بالرسالة.

كما أتقدم بخالص الشكر والعرفان للدكتور/ صالح سليمان على ماقدمه سيادته من مساعده فى جميع النواحى الأثرية والتاريخية وكذلك التطبيقية.

كما أتقدم بخالص الشكر والتقدير للدكتور/ ياسر كمال على ما قدمه من مساعدات لى طوال فترة العمل بالرسالة.

كما أتقدم بخالص الشكر والتقدير للدكتور/ محسن الطوخى على ما قدمة من مساعدات علمية أثرية وتاريخية للأثر موضوع الدراسة.

كما أتقدم بخالص الشكر والتقدير للأستاذة الدكتوره/ سوسن درويش على ما قدمته لى من مساعدة جليلة فى عمليات الفحص والتحليل بالرسالة، وكذلك أتقدم بالشكر والتقدير للدكتور/ مراد فوزى والدكتور/ شريف عمر على ما قدموه لى من مساعدات وعون فى أعمال التحليل والفحص الخاصة بالرسالة.

كما أتقدم بخالص الشكر والتقدير للسيد عمر رسلان/ رئيس مباحث آثار سقارة على ما قدمه سيادته من مساعدات وتزليل كل العقبات لإتمام الجانب التطبيقى للرسالة.

كما أتقدم بخالص الشكر والعرفان للسيد الأستاذ/ صبرى فرج مدير منطقة آثار سقارة والسيد الأستاذ/ حمدى أمين، مفتش آثار بمنطقة سقارة، والسيد الأستاذ/ محمد على يوسف مفتش آثار بمنطقة سقارة، على ما قدموه لى من مساعدة لإتمام الدراسة الميدانية والتطبيقية.

كما أتقدم بخالص الشكر والتقدير للسيد الأستاذ/ أشرف عويس مدير ترميم آثار سقارة على مساعداته التى لم تنقطع طوال فترة الدراسة الميدانية والتطبيقية.

كما أتقدم بخالص الشكر والتقدير لفريق الترميم بجبانة "تتى" وعلى رأسهم الأستاذة/ بسمة زغلول والأستاذة/ جيهان والأستاذ/ حجاج على ماقدموه من مساعدة وعون وجهد كبير فى تنفيذ أعمال الرفع الأثرى والتوثيق وجميع أعمال الدراسة التطبيقية.

كما أتقدم بخالص الشكر والتقدير للصديق العزيز الأستاذ/ رجب محمد رجب أخصائى ترميم بمنطقة سقارة على جميع ما قدمه لى من مساعدة فى جمع البيانات وكذلك فى الدراسة الميدانية والتطبيقية.

كما أتقدم بخالص الشكر والتقدير للأستاذ/ كريم الكريتى مفتش آثار بمنطقة سقارة على جميع ما قدمه لى من مساعدة فى جمع البيانات وكذلك فى الدراسة الميدانية والتطبيقية.

كما أتقدم بخالص الشكر والتقدير لوالدى العزيز على فضله الذى لا يحيد ودعائه ودعمه فهو من مهد لى طريق العلم فأرجو من الله أن يشفيه ويمد فى عمره ويمتعنى ببره ورد جميله.

كما أشكر أمى الحبيبة التى لم ينقطع دعائها لى والذى كان من أسباب سعادتى ونجاحى دائماً فأرجو من الله أن يكتب لها السعادة دائماً.

كما أتقدم بخالص الشكر والتقدير لزوجتى الحبيبة على دعمها الدائم ووقوفها إلى جانبى وتوفيرها المناخ المناسب لإتمام هذا العمل، فأسال المولى العلى القدير أن يبارك لى فيها ويعطينى من خيرها، كما أشكر أبنائى الأعزاء سيف الدين ويس على تحملهم إياى طوال فترة البحث فلهم منى كل الحب متمنياً لهم العلى والرقى خلقاً وعلماً.

كما أشكر أخوتى الأعزاء (أيمن و إيهاب)على دعمهم المادى والمعنوى. فلهم منى كل الحب والتقدير.

كما أشكر الأستاذ طارق عبدالدايم وأسرته الكريمة على تعاونهم الدائم وأفضالهم التى لاتحصى عدداً فلهم منى كل الحب متمنياً لهم دوام الصحة والعافية.

كما أشكر السادة العاملين بإدارة شئون الدراسات العليا وعلى رأسهم الأستاذ محمد البغدادى على تعاونهم الدائم وتزليلهم العقبات الروتينية للباحثين.

كما أشكر جميع العاملين فى المكتبات التى قمت بالتردد عليها وأخص بالذكر مكتبة كقسم الترميم بكلية الآثار جامعة القاهرة والمكتبة المركزية بجامعة القاهرة، والمكتبة المركزية بجامعة مصر للعلوم والتكنولوجيا، ومكتبة المعهد الفرنسى ومكتبة المعهد الألمانى ومكتبة الجامعة الأمريكية.

والله ولى التوفيق

أحمد إبراهيم منسى

فهرس الموضوعات

الموضوع	الصفحة
مستخلص.	١
الكلمات الدالة.	٢
إهداء.	٣
شكر وتقدير.	٤
فهرس الموضوعات.	٦
فهرس الصور.	١٢
فهرس الأشكال.	٢٣
فهرس الجداول.	٢٨
مقدمة.	٣٢
الهدف من البحث.	٣٣
ملخص البحث.	٣٤
الدراسات السابقة.	٣٨
الفصل الأول: تقنيات التصوير الجدارى فى مصر القديمة.	٧٢
تمهيد.	٧٢
أولاً: أساليب التصوير الجدارى.	٧٢
الأسلوب الأول للتصوير الجدارى (الأسلوب البسيط).	٧٢
الأسلوب الثانى لتنفيذ الصور الجدارية.	٧٤
١- الطريقة الإقتصادية.	٧٤
٢- الطريقة المُكلفة (غير الإقتصادية).	٧٥
الأسلوب الثالث لتنفيذ الصور الجدارية (النقش مزدوج الطبقات)	٧٧
الأسلوب الرابع لتنفيذ الصور الجدارية.	٧٨
ثانياً: مراحل تنفيذ الصور الجدارية.	٧٨
١- وضع التصميم العام للصور الجدارية (الرسم).	٧٨
٢- تنفيذ التصميم المرسوم (النقش أو التصوير).	٨٤
أ- النقش.	٨٤
*النقش البارز Raised Relief	٨٤
*النقش الغائر Sunk Relief	٨٥
* النقش الغائر ذو العجائن الملونة	٨٦
ب- التصوير (التلوين) Painting	٨٨
٣- وضع التفاصيل والرتوش النهائية.	٩٣
الأدوات المستخدمة فى الرسم والتصوير.	٩٣
ثالثاً: التركيب العام للصور الجدارية.	٩٥
١- حامل التصوير.	٩٥
أ - حامل الطوب اللبن.	٩٥
ب - حامل الحجر الجيرى.	٩٩
جـ - الحجر الرملى.	١٠١
٢- أرضية التصوير.	١٠٤
أ - شيد الطين.	١٠٤
ب- شيد الجبس.	١٠٦
ج- شيد الجير.	١٠٩
٣- طبقة الغسول الأبيض.	١١١
٤- طبقة التلوين.	١١٢
أ- الصفات المحدده للون.	١١٢
ب- أهم خواص المواد الملونة.	١١٣
ج- المواد الملونة.	١١٥

* المواد الملونة البيضاء.	١١٥
١- الجبس (كبريتات الكالسيوم).	١١٥
٢- الكالسيت (كربونات الكالسيوم).	١١٦
٣- معدن الهونتيت.	١١٦
* المواد الملونة الصفراء.	١١٧
١- المغره الصفراء.	١١٧
٢- الرهج الأصفر (الأوربمنت).	١١٨
٣- المغرة الصفراء مخلوطة بالأوربمنت.	١١٩
٤- الجاروسيت.	١٢٠
* المواد الملونة الحمراء.	١٢٠
١- المغره الحمراء (الهيماتيت).	١٢١
* المواد الملونة الزرقاء.	١٢٢
١- الأزوريت.	١٢٢
٢- الأزرق المصرى.	١٢٣
٣- أزرق الكوبالت.	١٢٦
* المواد الملونة الخضراء.	١٢٧
١- الملاكيت.	١٢٨
٢- الأخضر المصرى.	١٢٨
٣- الأتاكميت.	١٢٩
٤- الكريزوكولا.	١٣١
* المواد الملونة السوداء.	١٣٢
١- السناج.	١٣٢
٢- فحم نباتى.	١٣٣
٣- الأسود الحيوانى.	١٣٣
٤- أسود العظام.	١٣٣
٥- أسود العاج.	١٣٣
٦- البيرولوسيت.	١٣٤
* المواد الملونة البنية.	١٣٤
* المواد الملونة الوردية أو القرنفلية.	١٣٥
* المواد الملونة البرتقالية.	١٣٦
* المواد الملونة الرمادية.	١٣٦
د- الوسيط اللونى.	١٣٧
١- الصمغ العربى.	١٣٧
٢- الغراء الحيوانى والجيلاتينى.	١٣٩
٣- زلال البيض.	١٤٢
٤- شمع النحل.	١٤٦
٥- عسل النحل.	١٤٧
خامساً: طبقة الورنيش.	١٤٧
الفصل الثانى **دراسة أثرية وجيولوجية لحجرة دفن مرروكا بمقبرته بسقارة (كنموذج مختار للدراسة)**	١٤٩
أولاً: دراسة أثرية لحجرة دفن "مرروكا" بمقبرته بسقارة.	١٤٩
١ - الأهمية التاريخية لمنطقة سقارة.	١٤٩
٢ - أصل اسم سقارة.	١٥١
٣ - المناطق الأثرية بسقارة.	١٥٢
* منطقة شمال سقارة.	١٥٢
* منطقة هرم أوناس.	١٥٣
* منطقة جنوب سقارة.	١٥٥
* منطقة وسط سقارة .	١٥٥

* منطقة غرب سقارة.	١٥٦
٤- موقع مقبرة "مرروكا".	١٥٧
٥- نبذة تاريخية عن "مرروكا"صاحب حجرة الدفن.	١٦٠
٦- التخطيط المعماري لمقبرة مرروكا ووصف مناظرها.	١٦٢
٧ - وصف تخطيط حجرة دفن مرروكا.	١٦٧
٨ - زخرفة حجرات الدفن بالدولة القديمة.	١٦٨
٩- وصف الزخارف بحجرة دفن مرروكا.	١٧١
ثانياً: جيولوجية وجيومورفولوجية موقع الدراسة (منطقة سقارة).	١٧٣
١ - الموقع الجغرافى.	١٧٣
٢- طبوغرافية منطقة سقارة.	١٧٤
٣ - جيومورفولوجية منطقة سقارة.	١٧٥
٤ - جيولوجية منطقة سقارة.	١٧٩
أ- رواسب الحقب الرباعى.	١٨٠
- طبقة الحصى السطحية.	١٨٠
- الرواسب تحت السطحية للحقب الرباعى المتأخر.	١٨٠
ب- رواسب البلايستوسين الأوسط.	١٨١
- تكوين العباسية.	١٨١
ج- رواسب البلايستوسين الباكر.	١٨١
- تكوين قصر الباسل.	١٨١
- تكوين إدفو (حصى إدفو).	١٨٢
د - رواسب عصر البلايوسين.	١٨٢
- رواسب البلايوسين الأوسط.	١٨٢
- تكوين كوم الشلول.	١٨٢
ه - رواسب عصر الأيوسين.	١٨٣
* رواسب الأيوسين الأعلى.	١٨٣
- عضو جيران الفول.	١٨٣
- عضو سقارة.	١٨٣
٥ - وصف مكاشف الصخور بسقارة	١٨٧
أ- المكاشف الصخرية بشمال سقارة.	١٨٧
* المكشف الموجود بطريق الصعود والنزول لمنطقة (محجر سقارة).	١٨٧
* المكشف الصخرى لتبة البوباستيون.	١٨٨
ب – مكاشف الصخر بمنطقة هرم أوناس.	١٨٩
* مكشف الجرف الصخرى أمام هرم أوناس.	١٨٩
* المكشف الموجود أمام مقبرة إيدوت.	١٩٠
ج – وسصف المكاشف والقطاعات الجيولوجية بمنطقة وسط سقارة.	١٩١
* القطاع الجيولوجى أسفل الهرم المدرج زوسر .	١٩١
* القطاع الجيولوجى للمكشف المجاور لبئر المقبرة الجنوبية بمجموعة.	١٩٢
* القطاع الجيولوجى للمقبرة الجنوبية بمجموعة زوسر .	١٩٣
* القطاع الجيولوجى للمقابر المحفورة بالصخر أسفل سور مجموعة زوسر.	١٩٤
د - القطاع الجيولوجى بالقطاع الغربى لسقارة (منطقة السرابيوم).	١٩٥
٦- الظواهر الجيومورفولوجية بالمنطقة.	١٩٦
٧- وصف مكشف البئر المؤدى لحجرة دفن مرروكا.	١٩٨
الفصل الثالث **تأثير عوامل التلف على الصور الجدارية بحجرة دفن "مرروكا"**	٢٠٠
أولاً: عوامل التلف الداخلية.	٢٠٠
١- العيوب الجيوتقنية.	٢٠٠
أ- دور معادن الطفلة فى التلف.	٢٠٠
ب - تأثير الفواصل الصخرية.	٢٠٣

د- تأثير التراكيب الجيولوجية المختلفة.	٢٠٤
٢- التلف الناتج عن عدم تجانس التركيب الفيزيائى والكيميائى للصور الجدارية.	٢٠٥
أ- عيوب حامل التصوير.	٢٠٦
ب- عيوب أرضية التحضير.	٢٠٩
ج- عيوب طبقة التلوين.	٢١٠
ثانياً: عوامل التلف الخارجية.	٢١٠
*عوامل التلف الفيزيوكيميائية.	٢١١
١ - تأثير التغير فى درجات الحرارة.	٢١١
٢- تأثير الماء (الرطوبة).	٢١٧
أ- الرطوبة النسبية.	٢٢٠
ب- التكثيف.	٢٢٤
ج- الأمطار Rains.	٢٢٥
د- تأثير المياه الأرضية.	٢٣٠
٣- تأثير الرياح.	٢٣٤
٤- تأثير الأملاح.	٢٣٦
أ- ملح كلوريد الصوديوم.	٢٤٧
ب - ملح كربونات الكالسيوم.	٢٤٨
ج- ملح كبريتات الكالسيوم (الجبس).	٢٤٩
د - ملح نيترات الصوديوم.	٢٤٩
٥- تأثير التلوث الجوى.	٢٥١
أ- الملوثات الغازية.	٢٥٢
- ثانى أكسيد الكربون.	٢٥٢
- ثانى أكسيد الكبريت.	٢٥٤
- كبريتيد الهيدروجين.	٢٥٥
- أكاسيد النيتروجين.	٢٥٦
- غاز الأمونيا.	٢٥٨
- غاز الأوزون.	٢٥٩
ب- الجزيئات المعلقة فى الهواء المعلقات والشوائب.	٢٥٩
* عوامل التلف الميكروبيولوجى.	٢٦١
١- البكتريا.	٢٦٢
٢- الفطريات.	٢٦٦
٣- الطحالب.	٢٦٨
٤- الأشنة.	٢٦٩
* عوامل التلف البيولوجى.	٢٧١
١- الحشرات.	٢٧١
أ- النمل الأبيض.	٢٧١
ب- السمك الفضى.	٢٧٢
ج - الخنافس والصراصير.	٢٧٢
٢- الحيوانات.	٢٧٣
* المخاطر الطبيعية.	٢٧٤
١- الزلازل.	٢٧٤
٢- السيول.	٢٨٠
* عوامل التلف البشرية.	٢٨١
١- الترميم الخاطىء.	٢٨١
٢- التكدس السياحى.	٢٨٢
٣- الإهمال.	٢٨٢
الفصل الرابع **عمليات التوثيق والفحص والتحليل للصور الجدارية بحجرة دفن "مرروكا"**	٢٨٣

أولاً: عمليات التوثيق (التسجيل).	٢٨٣
أ- التوثيق التاريخى.	٢٨٣
ب- التوثيق الهندسى لحجرة الدفن.	٢٨٥
جـ- التوثيق الفوتوغرافى.	٢٩٨
ثانياً:عمليات الفحص والتحليل.	٣١١
١- طرق الفحص.	٣١١
أ- الفحص البصرى.	٣١١
ب- الفحص الميكروسكوبى.	٣١٣
* الفحص بالميكروسكوب الديجيتال.	٣١٣
* الدراسة البتروجرافية بالميكروسكوب المستقطب.	٣٢٦
* الفحص بالميكروسكوب الإلكترونى الماسح.	٣٣٠
* دراسة القطاعات العرضية (الإستراتوجرافية) لطبقات الشيد الملونة.	٣٣٣
٢- طرق التحليل.	٣٣٥
أ- التحليل بطريقة حيود الأشعة السينية.	٣٣٥
ب - التحليل العناصرى بالميكرسكوب الإليكترونى الماسح المزود بوحدة EDX.	٣٤٨
ج- التحليل بالأشعة تحت الحمراء.	٣٥٨
تقنية التصوير الجدارى المتبعة بحجرة دفن "مرروكا".	٣٦٠
ثالثاً: دراسة التلف الميكروبيولوجى.	٣٦٤
رابعاً: تعيين الخصائص الفيزيائية.	٣٦٩
خامساً: تعيين أهم الخصائص الميكانيكية.	٣٧٠
الفصل الخامس **الدراسة التجريبية والتطبيقية لعلاج وصيانة الصور الجدارية بحجرة دفن مرروكا**	٣٧٢
الدراسة التجريبية.	٣٧٢
١- إختيار وإعداد العينات التجريبية.	٣٧٢
٢- تعيين الخصائص الفيزيائية للعينات التجريبية.	٣٧٣
* الكثافة.	٣٧٤
* المسامية الظاهرية.	٣٧٤
* إمتصاص الماء.	٣٧٥
٣- تعيين أهم الخصائص الميكانيكية.	٣٧٦
* تعيين مقاومة الضغط.	٣٧٦
* تعيين مقاومة البرى.	٣٧٦
أولاً: الدراسة التجريبية لعملية التقوية.	٣٧٨
أ- مواد التقوية المُستخدمة فى الدراسة التجريبية.	٣٨٠
١- مادة أكريزيل.	٣٨٠
٢- البارالويد ب ٧٢.	٣٨٠
٣- مادة أكوا ميكس.	٣٨١
٤- مادة إستل ١١٠٠.	٣٨١
٥- مادة إستل١٠٠٠.	٣٨١
٦- ميثيل تراى ميثوكسى سيلان.	٣٨١
٧- بايو إستل.	٣٨١
٨- الفاكر OH 100.	٣٨٢
٩- مادة نانو إستل.	٣٨٢
١٠- مادة نانو رستور.	٣٨٢
١١- مادة بى إف ٤.	٣٨٣
ب- تطبيق مواد التقوية.	٣٨٥
ج- تقييم مواد التقوية.	٣٨٥
١ - إختبار نفاذية مواد التقوية.	٣٨٦
٢ - تعيين نسبة مادة التقوية المُتبقية بعينات الحجر الجيرى المُعالجة.	٣٨٧