جامعة القاهرة
كلية الآثار
قسم ترميم الآثار

# دراسة فى صيانة بعض العناصر و التراكيب الجصية المعمارية بالمبانى التاريخية تطبيقاً على بعض النماذج المختارة.

**مقدمة من**

**الطالب / عماد الدين إبراهيم حامد عثمان أحمد**

مدير الترميم والتوثيق بشركة المقاولون العرب

**للحصول على درجة الدكتوراه فى ترميم الآثار**

**قسم الترميم ، كلية الآثار ، جامعة القاهرة**

**تحت إشراف**

**أ.د/ هالة عفيفى محمود محمد**
**أستاذ ترميم وصيانة الآثار**
**ووكيل الكلية لشئون**
**خدمة المجتمع وتنمية البيئة**
**كلية الآثار جامعة القاهرة**

**أ.د/ سوسن فخرى حليم**
**رئيس قسم معمل مترولوجيا**
**و تكنولوجيا البوليمرات**
**المعهد القومى للقياس و المعايرة**

**القاهرة ١٤٤٠هـ – ٢٠١٩م**

بِسمِ اللهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحيمِ

إِنَّ الَّذينَ آمَنواْ وعَمِلواْ الصّٰلِحاتِ

إِنَّاْ لا نُضيعُ أَجرَ مَنْ أَحسَنَ عَمَلاً

صَدَقَ اللهُ العَظيمْ

**سورة الكهف الآية (٣٠)**

## ملخص الرسالة:

يعتبر التراث المعمارى ركيزة أساسية من ركائز الدولة سواء على الصعيد الثقافى أو الإقتصادى ، وعلى هذا فتناولت دراستنا فى البداية أنواع و طرز العناصر و التراكيب الجصية المعمارية فى المبانى التاريخية وذلك لما تشكله هذه التشكيلات من أهمية كبيرة فى تكوين التراث المعمارى حيث تم التعرض فى الدراسة لطرق إنتقال الطرز الأوروبية و التركية إلى مصر حيث أن هذه الطرز ليست محلية الأصل ولكن تم إكتسابها من الخارج بعدة طرق أهمها وصول الحملة الفرنسية لمصر حيث كانت مصر تعيش حالة من العزلة قبلها و كانت سبباً فى إنفتاح مصر على الحضارة الغربية ، ثم كان للجاليات الأوروبية فى مصر والبعثات العلمية للمصرين بالخارج دوراً كبيراً أيضاً ، ثم كان لوجود السوريون والشوام عامة و الأتراك دوراً هام لتأثرهم الشديد بالحضارة الغربية ، كما ساعد كل ذلك ميل سياسة مصر فى تلك الفترة إلى الغرب إبتداءاً من محمد على مما شجع الإيطاليين و الفرنسيين و الإنجليز أن يأتوا إلى مصر.

ثم تم تناول الطرز الفنية للعناصر و التراكيب الجصية مثل طراز الكلاسيكية الجديدة وهو طراز قصر سرسق باشا بالإسكندرية موضوع الدراسة وتم تناول طرز الأعمدة حيث الطراز الأيونى و الكورانثى و التوسكانى و المركب ، وكذلك طرز الفصوص(الأكتاف المدمجة) ، و التكنة ومكوناتها ، والفرنتون ، و البانوهات الغائرة ، و النواية و الأسنان ، كما تم التعرض للطرز الأخرى كالطراز القوطى و النهضة المستحدثة و الباروك و الروكوكو و الأوروبى ، ثم تم التعرض لأنواع العناصر و التراكيب الجصية بالمبانى التاريخية مثل التكنة و الكورنيش و الإفريز و الحمال و العمود و السرة و الكابولى و البرمق و الشباك و الزخارف و الأكتاف المدمجة و الحجر الصناعى و الفرنتون والتماثيل.

ثم التعرض بالدراسة لخامات العناصر و التراكيب الجصية حيث المكونات الأساسية المستخدمة فى المونات الجصية مثل الجبس و الجير و الأسمنت البورتلاندى و الإضافات التقليدية و الحديثة لتلك المونات ثم يتم التعرض لتقنيات تنفيذ العناصر و التراكيب الجصية من نحت لتشكيل لقولبة وغيرها وذلك لجميع العناصر و التراكيب الجصية ، ثم يتم التطرق لمظاهر و عوامل تلف العناصر و التراكيب الجصية وخاصى فى البيئات الساحلية التى يقع فيها قصر سرسق محل الدراسة وما يتعرض له من تأثير حمضى نتيجة الرطوبة و التلف البيولوچى و الأملاح ، كما يتم التطرق للبيئات الأخرى كالبيئة الصحراوية وما تتعرض لها المبانى الأثرية من تغير فى معدلات الحرارة و تأثير الريح و تأثير الزلازل و الإهتزازات ، و بيئة المدن وما تتعرض لها المبانى من تلوث جوى و إتلاف بشرى.

ثم التعرض لتقنيات التوثيق و التسجيل و الفحوص و التحاليل للعناصر و التراكيب الجصية للفرنتون الجصى على الواجهة الخارجية للقصر ولعنصر جصى مزخرف وعليه طبقة ملونة بالقصر وبرامق بقصر سرسق باشا بالإسكندرية (موضوع الدراسة).

ثم عمل دراسة تجريبية لتقييم بعض مونات الإستكمال للعناصر و التراكيب الجصية المعمارية للوصول لأفضل مكونات لمونة الإستكمال للفرنتون الجصى وهى جير و رمل بنسبة ١:٢ و تحتوى ١٥% بالوزن من سيكالاتكس ، ثم يتم تطبيق ذلك فى أعمال ترميم العناصر و التراكيب الجصية السابق ذكرها مع تطبيق نتائج الدراسة التجريبية للوصول للنتائج المطلوبة.

**الكلمات الدالة :**

**العناصر والتراكيب الجصية**

**الجير**

**الجبس**

**الأسمنت البورتلاندى**

**القصور التاريخية**

**الطرز المعمارية**

**النحت**

**القولبة**

**سيكالاتكس**

**التوثيق**

# شكر و تقدير

الحمد والشكر لله الذى هدانى و قدرنى على إخراج هذا البحث بالصورة التى أرجو أن أكون قد وفقت فيها بعون الله و فضله.

ويسرنى أن أتقدم بخالص الشكر و التقدير إلى أستاذتى الفاضلة **أ.د/ هالة عفيفى محمود محمد – أستاذ ترميم وصيانة الآثار ووكيل الكلية لشئون خدمة المجتمع و البيئة – كلية الآثار – جامعة القاهرة** ، وذلك لما قدمته لى من وقت و جهد ومتابعة و توجيه لإخراج هذا البحث بالشكل اللائق ، كما كانت لتوصياتها و جهودها و توجيهاتها أكبر الأثر فى إجتياز العديد من الصعاب و العقبات ، كما أمدت لى يد العون فى أغلب التحاليل و التجارب و الفحوصات و الإختبارات العملية و المعملية بالبحث و أمدتنى بالعديد من المراجع و الأبحاث السابقة . وأدعو الله عز و جل أن يجازيها خيراً ويمن عليها بالصحة و العافية.

كما أتوجه بخالص الشكر و العرفان لأستاذتى الفاضلة الدكتورة **أ.د/ سوسن فخرى حليم – رئيس قسم معمل مترولوجيا و تكنولوجيا البوليمرات – المعهد القومى للقياس و المعايرة**

وذلك للمجهودات الكبيرة التى قدمتها لى فى البحث عامة و فى الفصل التجريبى خاصة حيث كان لها الفضل الأكبر فى منهجية البحث فى هذا الفصل و ساعدتنى فى جميع الإختبارات التى تمت ويسرت لى إجراءات العمل و إستخراج النتائج و الحصول على المعلومات المطلوبة.

كما أتوجه بخالص الشكر و العرفان **للسيد الأستاذ الدكتور / محمد عبد الهادى – الأستاذ بقسم ترميم الآثار ورئيس قسم الترميم سابقاً ووكيل الكلية سابقاً** وذلك للمساعدة الفاعلة فى جميع خطواتى العلمية و المهنية والذى لا يدخر جهد أو مد يد المعاونة العلمية و العملية كلما أحتاج أحداً من أبنائه الطلاب ذلك.

كما أتقدم بخالص الشكر و التقدير **للسيد الأستاذ الدكتور / عادل عكارش – الأستاذ بالمركز القومى للبحوث بالدقى** لمساهماته الفاعلة و المؤثرة على تفسير الفحوص و التحاليل و إستقراء النتائج وتحليل التقارير المفسرة للفحوص و التحاليل بالبحث.

كما أتوجه بخالص الشكر و العرفان لكل من ساعدنى بقسم الترميم وأخص بالذكر:

**أ.د/ مصطفى عطية – د/ عبد الله محمود – د/ محمد عطية.**

– كما أتقدم بخالص الشكر و العرفان لكل من قدم لى يد العون و المساعدة بشركة المقاولون العرب إبتداءاً من **السيد المهندس محمد محسن صلاح رئيس مجلس الإدارة والسيد المهندس إمام عفيفى نائب رئيس مجلس الإدارة والسيد المهندس طارق خضر رئيس القطاع و مدير الإدارة (إدارة صيانة القصور و الآثار)** و أخص بالشكر **السيد المهندس/ حسن إبراهيم إبراهيم – مدير وحدة الترميم الدقيق** لما قدمه لى من دعم معنوى للتقدم فى مهامى البحثية و الوظيفية ، **والسيد المهندس/ بدوى عبد الحميد و السيد المهندس محمود عبد الفتاح** ، كما أخص بالشكر وحدة الترميم الدقيق بمنطقة الإسكندرية لما قدموه لى من مساعدات و تسهيلات للقيام بالجانب التطبيقى بمشروع قصر سرسق باشا بالإسكندرية ، وشكر خاص لزملائى بوحدة الترميم الدقيق بمنطقة القاهرة.

**إهداء**

**أهدى هذه الرسالة لمن يستحق الشكر و العرفان بعد الله سبحانه و تعالى وهم روح والدى ووالدتى و أخوتى و عائلتى و زوجتى و أولادى ووالد ووالدة وإخوة زوجتى وأساتذتى و زملائى والشركة التى أعمل بها ووطنى و كل من ساعدنى ومد لى يد العون لإخراج هذه الرسالة بالشكل اللائق.**

فهرس الموضوعات


| الموضوع | رقم الصفحة |
|---|---|
| فهرس الموضوعات ..... | أ–ي |
| فهرس الجداول ..... | ك |
| فهرس الرسومات البيانية ..... | ك |
| فهرس الأشكال ..... | ل–ف |
| فهرس الصور ..... | ف–ت |
| فهرس اللوحات ..... | ت– ث |
| الهدف من البحث ..... | خ |
| الدراسات السابقة ..... | ذ– ج ج |
| **الفصل الأول: طرز و أنواع العناصر و التراكيب الجصية المعمارية فى المبانى التاريخية** ..... | ١–٢٧ |
| مقدمة الفصل الأول..... | ٢ |
| **١–١ طرق إنتقال الطرز الأوروبية و التركية إلى مصر**..... | ٣ |
| ١–١–١ الحملة الفرنسية..... | ٣ |
| ١–١–٢ الجاليات الأوروبية ..... | ٣ |
| ١–١–٣ البعثات العلمية إلى الخارج ..... | ٤ |
| ١–١–٤ السوريون و أثرهم فى نقل التأثيرات الأوروبية لمصر. ..... | ٤ |
| ١–١–٥ سياسة حكم مصر نحو الميل إلى الغرب..... | ٥ |
| ١–١–٦ الأتراك و دورهم فى نقل الطراز الرومى إلى مصر..... | ٥ |
| **١–٢ الطرز الفنية للعناصر و التراكيب الجصية المعمارية فى المبانى التاريخية**..... | ٦ |
| ١–٢–١ طراز الكلاسيكية الجديدة ..... | ٦ |
| ١–٢–١–١ العناصر و التراكيب بطراز الكلاسيكية الجديدة التى ظهرت فى مبانى القرن الـ١٩ بمصر..... | ٧ |
| ١–٢–١–١ –١ طرز الأعمدة..... | ٨ |
| أ*الطراز الأيونى..... | ٨ |

ب*الطراز الكورانثى ..... ١١
جـ*الطراز التوسكونى ..... ١٢
د*الطراز المركب ..... ١٤
١-٢-١-١ -٢ الفصوص ( الأكتاف المدمجة ) ..... ١٥
١-٢-١-١ -٣ التكنة ..... ١٧
١-٢-١-١ -٤ الفرنتون (الجبهة المثلثية)..... ١٧
١-٢-١-١ -٥ البانوهات الغائرة ..... ١٩
١-٢-١-١ -٦ النواية و الأسنان ..... ٢٠
١-٢-٢ الطراز القوطى ..... ٢١
١-٢-٣ طراز النهضة المستحدثة ..... ٢١
١-٢-٤ طراز الباروك ..... ٢١
١-٢-٥ طراز الروكوكو ..... ٢١
١-٢-٦ الطراز الأوروبى ..... ٢١
**١-٣ أنواع العناصر و التراكيب الجصية بالمبانى التاريخية** ..... ٢٢
١-٣-١ العناصر الجصية ..... ٢٢
١-٣-١-١ الكوابيل ..... ٢٢
١-٣-١-٢ الكرانيش الجصية..... ٢٣
١-٣-١-٣ الأعمدة و الأكتاف الجصية ..... ٢٤
١-٣-١-٤ السرر و القمريات ..... ..... ٢٥
١-٣-١-٥ التماثيل والزخارف المدمجة بالحائط ..... ٢٥
١-٣-٢ التراكيب الجصية ..... ٢٦
١-٣-٢-١ الفرنتون ..... ٢٦
١-٣-٢-٢ البانوهات الجصية ..... ٢٦
١-٣-٢-٣ البرامق..... ٢٧

**الفصل الثانى: خامات العناصر و التراكيب الجصية المعمارية فى المبانى التاريخية** ..... ٢٨-٥٠

مقدمة الفصل الثانى..... ٢٩
٢-١ أصل كلمة Stucco..... ٣٠
٢-٢ المكونات الأساسية المستخدمة فى المونات الجصية..... ٣٢
٢-٢-١-الجبس (Gypsum)..... ٣٣
أولاً : الإضافات غير العضوية لمونة الجبس..... ٣٩
ثانياً : الإضافات العضوية لمونة الجبس..... ٤٠
٢-٢-٢ الجير Lime ..... ٤١
أولاً : الإضافات التقليدية للجير..... ٤٤
ثانياً : إضافات أخرى لمونة الجير..... ٤٥
ثالثاً: الإضافات الحديثة لمونة الجير..... ٤٥
رابعاً : خلطات مونة الجير..... ٤٦
٢-٢-٣ الأسمنت البورتلاندى Portland Cement ..... ٤٨
**الفصل الثالث: تقنيات تنفيذ العناصر و التراكيب الجصية المعمارية فى المبانى التاريخية** ..... ٥١-٧٦
مقدمة الفصل الثالث..... ٥٢
تعريف النحت..... ٥٣
٣-١ أنواع النحت..... ٥٣
٣-١-١ النحت المسطح..... ٥٣
٣-١-١-١ النحت المسطح المنخفض الغائر Low Relife ..... ٥٤
٣-١-١-٢ النحت المسطح الأساسى Bas Relife ..... ٥٤
٣-١-١-٣ النحت المسطح البارز Mezzo Relife ..... ٥٤
٣-١-١-٤ النحت المسطح العالى High Relife ..... ٥٤
٣-١-٢ النحت المجسم Round ..... ٥٤
٣-٢ تعريف العمارة ووظيفتها..... ٥٦
٣-٣ وظيفة العمارة..... ٥٧
٣-٤ العلاقة بين النحت و العمارة..... ٥٧

٣-٥ طرق تنفيذ بعض العناصر و التراكيب الجصية المعمارية..... ٥٧
٣-٥-١ التكنة Entablature (تركيب جصى) ..... ٥٨
٣-٥-٢ الكورنيش Cornice (عنصر جصى) ..... ٥٨
٣-٥-٣ الإفريز Frieze (عنصر جصى) ..... ٦٠
٣-٥-٤ الحمال Architrave (عنصر جصى) ..... ٦٢
٣-٥-٥ العمود (تركيب جصى) Column..... ٦٢
٣-٥-٦ تاج العمود(عنصر جصى) Capital..... ٦٣
٣-٥-٧ بدن العمود(عنصر جصى) Shaft..... ٦٤
٣-٥-٨ قاعدة العمود(عنصر جصى) Base ..... ٦٥
٣-٥-٩ الكرسى (تركيب جصى)..... ٦٦
٣-٥-١٠ السرة Boss (عنصر جصى)..... ٦٧
٣-٥-١١ الكابولى Bracket (عنصر جصى) ..... ٦٨
٣-٥-١٢ البرمق Baluster (عنصر جصى)..... ٦٩
٣-٥-١٣ الشباك Window (عنصر جصى) ..... ٧٠
٣-٥-١٤ زخارف الباب Door (عنصر جصى)..... ٧١
٣-٥-١٥ الأكتاف المدمجة (عنصر جصى) ..... ٧٢
٣-٥-١٦ الحجر الصناعى (عنصر جصى) ..... ٧٢
٣-٥-١٧ الفرنتون المثلث (عنصر جصى) ..... ٧٣
٣-٥-١٨ الزخارف الجصية السادة و الملونة (عنصر جصى) ..... ٧٤
٣-٥-١٩ التماثيل و المجسمات (عنصر جصى)..... ٧٤
٣-٥-٢٠ الفرنتون المركب (تركيب جصى)..... ٧٦

**الفصل الرابع : مظاهر و عوامل تلف العناصر و التراكيب الجصية المعمارية بالمبانى التاريخية.**..... ٧٧-١٠٥

مقدمة الفصل الرابع..... ٧٨
٤-١البيئات الساحلية ..... ٧٩
٤-١-١ تأثير الملوثات الحمضية ..... ٨١

٤-١-١-١ الرطوبة ..... ٨١
٤-١-١-٢ التلف البيولوچى..... ٨٦
أ- البكتريا المؤكسدة للكبريت..... ٨٨
ب- البكتريا المثبتة للنيتروچين..... ٨٨
جـ- الفطريات ..... ٨٩
د- الأشنة..... ٨٩
هـ- الطحالب..... ٩٠
و- الحشرات..... ٩١
ز- الطيور..... ٩١
٤-١-١-٣ الأملاح ..... ٩١
٤-٢ البيئات الصحراوية ..... ٩٣
٤-٢-١ التغير فى معدلات الحرارة..... ٩٤
٤-٢-٢ تأثير الريح..... ٩٤
٤-٢-٣ تأثير الزلازل و الإهتزازات..... ٩٦
٤-٣ بيئة المدن ..... ٩٧
٤-٣-١ التلوث الجوى..... ٩٧
٤-٣-٢ الإتلاف البشرى..... ١٠٢
**الفصل الخامس : تقنيات التوثيق و التسجيل و الفحوص و التحاليل للعناصر و التراكيب الجصية المعمارية المختارة**..... ١٠٦-١٦١
مقدمة الفصل الخامس..... ١٠٧
٥-١ إستخدام الكاميرات الرقمية فى عمليات التسجيل و التوثيق تطبيقاً على قصر سرسق باشا بالإسكندرية قبل الترميم..... ١٠٧
٥-٢ إستخدام برنامج autocad فى عمليات التسجيل و التوثيق تطبيقاً على قصر سرسق باشا بالإسكندرية..... ١٠٩
٥-٣ أعمال الفحوص و التحاليل للعناصر و التراكيب الجصية المعمارية المختارة من قصر سرسق باشا بالإسكندرية (الفرنتون الجصى على الواجهة الخارجية للقصر)..... ١١٠

٥-٣-١أعمال التوثيق..... ١١٠
* التوثيق الفوتوجرافى..... ١١٠
*التوثيق المعمارى..... ١١١
*توثيق مظاهر التلف..... ١١١
٥-٣-٢ الفحوص و التحاليل Analysis & Investigations..... ١١٣
*عملية أخذ العينات من الفرنتون الجصى..... ١١٣
*الفحص بإستخدام الميكروسكوب الرقمى ..... ١١٥
* الفحص بإستخدام الميكروسكوب المستقطب..... ١١٦
أولاً : الفحوص و التحاليل لسطح العينة الخارجى للفرنتون الجصى..... ١١٨
*التحليل بطريقة حيود الأشعة السينية (XRD X-ray diffraction)
لسطح عينة الفرنتون الجصى..... ١١٨
*الفحص والتحليل بإستخدام الميكروسكوب الإليكترونى الماسح..... ١١٩
*الفحص بإستخدام الميكروسكوب الإليكترونى الماسح لسطح عينة الفرنتون
الجصى..... ١٢١
*التحليل بإستخدام الميكروسكوب الإليكترونى الماسح المزود بوحدة تشتت
طاقة الأشعة السينية لسطح عينة الفرنتون الجصى..... ١٢٢
*التحليل بالأشعة تحت الحمراء الأشعة تحت الحمراء (IR Infra red)
لسطح عينة الفرنتون الجصى..... ١٢٣
ثانياً : الفحوص و التحاليل على الجزء الداخلى للفرنتون الجصى..... ١٢٤
*التحليل بطريقة حيود الأشعة السينية (XRD X-ray diffraction)
للجزء الداخلى ( البدن ) لعينة الفرنتون الجصى..... ١٢٤
*الفحص بإستخدام الميكروسكوب الإليكترونى الماسح للجزء الداخلى ( البدن
) لعينة الفرنتون الجصى..... ١٢٥
*التحليل بإستخدام الميكروسكوب الإليكترونى الماسح المزود بوحدة تشتت
طاقة الأشعة السينية للجزء الداخلى ( البدن ) لعينة الفرنتون الجصى..... ١٢٦
*التحليل بالأشعة تحت الحمراء الأشعة تحت الحمراء (IR Infra red)
للجزء الداخلى ( البدن ) لعينة الفرنتون الجصى..... ١٢٧

*التحليل بطريقة حيود الأشعة السينية X-ray diffraction (XRD) للشوائب..... ١٢٩
٥-٤ التوثيق المعمارى وتوثيق مظاهر التلف و الفحص و التحليل للعناصر والتراكيب الجصية المعمارية المختارة بالمبانى التاريخية (للعنصر الجصى المزخرف وعليه طبقة ملونة)..... ١٣٠
٥-٤-١أعمال التوثيق ..... ١٣٠
* التوثيق الفوتوجرافى ..... ١٣٠
*التوثيق المعمارى..... ١٣١
٥-٤-٢ أعمال الفحوص و التحليل ..... ١٣٢
*عملية أخذ العينات ..... ١٣٢
*الفحص بالميكروسكوب الرقمى..... ١٣٤
*التصوير بالـU.V لإظهار طبقات التلوين المتعاقبة..... ١٣٥
* الفحص بإستخدام الميكروسكوب المستقطب..... ١٣٦
أولاً : الفحوص و التحاليل لسطح العينة الخارجى (العنصر الجصى المزخرف وعليه طبقة ملونة)..... ١٣٧
*التحليل بطريقة حيود الأشعة السينية (X-ray diffraction (XRD لسطح (العنصر الجصى المزخرف وعليه طبقة ملونة)..... ١٣٧
*الفحص بإستخدام الميكروسكوب الإليكترونى الماسح لسطح عينة (العنصر الجصى المزخرف وعليه طبقة ملونة)..... ١٣٨
*التحليل بإستخدام الميكروسكوب الإليكترونى الماسح المزود بوحدة تشتت طاقة الأشعة السينية لسطح عينة (العنصر الجصى المزخرف وعليه طبقة ملونة)..... ١٣٩
*التحليل بالأشعة تحت الحمراء الأشعة تحت الحمراء (Infra red (IR لسطح عينة (العنصر الجصى المزخرف وعليه طبقة ملونة)..... ١٤٠
ثانياً: الفحوصات و التحاليل للجزء الداخلى من عينة (العنصر الجصى المزخرف وعليه طبقة ملونة)..... ١٤٢
*التحليل بطريقة حيود الأشعة السينية (X-ray diffraction (XRD ١٤٢

للجزء الداخلى من عينة (العنصر الجصى المزخرف وعليه طبقة ملونة).....
*الفحص بإستخدام الميكروسكوب الإليكترونى الماسح للجزء الداخلى من عينة (العنصر الجصى المزخرف وعليه طبقة ملونة)..... ١٤٣
*التحليل بإستخدام الميكروسكوب الإليكترونى الماسح المزود بوحدة تشتت طاقة الأشعة السينية للجزء الداخلى من عينة (العنصر الجصى المزخرف وعليه طبقة ملونة)..... ١٤٤
*التحليل بالأشعة تحت الحمراء الأشعة تحت الحمراء (Infra red (IR للجزء الداخلى من عينة (العنصر الجصى المزخرف وعليه طبقة ملونة)..... ١٤٥
٥-٥ التوثيق المعمارى وتوثيق مظاهر التلف و الفحص و التحليل للعناصر والتراكيب الجصية المعمارية المختارة بالمبانى التاريخية للبرامق الجصية..... ١٤٦
٥-٥-١أعمال التوثيق ..... ١٤٦
* التوثيق الفوتوجرافى..... ١٤٦
*التوثيق المعمارى..... ١٤٧
٥-٥-٢ أعمال الفحوص و التحليل ..... ١٤٨
*عملية أخذ العينات ..... ١٤٨
*الفحص بالميكروسكوب الرقمى..... ١٥٠
* الفحص بإستخدام الميكروسكوب المستقطب..... ١٥١
أولاً : الفحوص و التحاليل على سطح عينة البرامق..... ١٥٢
*التحليل بطريقة حيود الأشعة السينية (X-ray diffraction (XRD لسطح (البرامق)..... ١٥٢
*الفحص بإستخدام الميكروسكوب الإليكترونى الماسح لسطح عينة (البرامــق)..... ١٥٤
*التحليل بإستخدام الميكروسكوب الإليكترونى الماسح المزود بوحدة تشتت طاقة الأشعة السينية لسطح عينة (البرامق)..... ١٥٥
*التحليل بالأشعة تحت الحمراء الأشعة تحت الحمراء (Infra red (IR للسطح الخارجى للبرامق..... ١٥٦
ثانياً : الفحوص والتحاليل للجزء الداخلى من عينة البرامق..... ١٥٧
*التحليل بطريقة حيود الأشعة السينية (X-ray diffraction (XRD ١٥٧