تحليل أداء منشطات الكبريتات كمواد تقوية بديلة والطرق المستخدمة فى تقييم مواد تقوية الآثار الجصية الضعيفة

- تطبيقا على أحد النماذج المختارة -

رسالة مقدمة لنيل درجة الدكتوراه

فى ترميم وصيانة الآثار

من الباحث

عبدالله محمود أحمد كامل

المدرس المساعد بقسم ترميم الآثار

كلية الآثار - جامعة القاهرة

تحت إشراف

أ.د. منى فؤاد على

أستاذ ترميم الآثار وصيانتها

كلية الآثار - جامعة القاهرة

أ.د. هالة عفيفى محمود

أستاذ ترميم الآثار وصيانتها

كلية الآثار - جامعة القاهرة

أ.د . حسن عباس حسن مرعى

الأستاذالمساعد بالمركز القومى لبحوث الإسكان والبناء

(1435هـ - 2014م)

بسم الله الرحمن الرحيم

{ رَبَّنَا آتِنَا فِي الدُّنيَا حَسَنَةً وَفِي الآخِرَةِ حَسَنَةً وَقِنَا عَذَابَ النَّارِ }

(سورة البقرة، آية: 201)

الإجازة

أجازت لجنة المناقشة هذه الرسالة للحصول على درجة الدكتوراه فى الآثار من قسم ترميم الآثار بمرتبة " الشرف الأولى" مع التوصية بطبع الرسالة على نفقة الجامعة وتبادلها مع الجامعات الأخرى

بتاريخ 2014/3/10 م.

بعد استيفاء جميع المتطلبات

اللجنة

م	الاسم	الدرجة العلمية	التوقيع
1	أ.د/ منى فؤاد على عبدالغنى	أستاذ	
2	أ.د/ هالة عفيفى محمود محمد	أستاذ	
3	أ.م.د/ حسن عباس حسن مرعى	أستاذ مساعد	
4	أ.د/ محمد وهبى على بك	أستاذ	
5	أ.م.د/ سوسن سيد درويش	أستاذمساعد	

ملخص الرسالة

تتعرض الآثار الجصية للتلف نتيجة التعرض لعوامل التلف المختلفة، والتى من بينها ما يحدث للآثار الجصية من تحول لطور الجبس إلى طور الأنهيدريت ، وقد يصاحب التحول مظاهر تلف بعينها مثل التفتت السطحى وظهور الشروخ الصغيرة ، وقد يتسبب ذلك فى تلف شديد جدا للأثر الجصى المتحول ؛ ذلك ما جعل التفكير فى طرق لعلاج هذا المظهرمن التلف ضرورة حتمية ، وهذا ما دعا الباحث للتفكير فى منشطات الكبريتات والتى ربما تعالج هذا المظهر من التلف بذاته ، وفى حال نجاح ذلك ربما يساعد فى وضع خطوة على الطريق لحماية هذا النوع من التراث الأثرى . وتم تقييم بعض المنشطات المقترحة من خلال الفحص البصرى و وزن العينات قبل المعالجة وبعدها ونتائج التحليل بحيود الأشعة السينية ونتائج التحليل بتفلورالأشعة السينية والخصائص الفيزيائية والخصائص الميكانيكية والتصوير بالميكروسكوب الإلكترونى الماسح والتجوية بملح كلوريد الصوديوم وتأثير منشطات الكبريتات المستخدمة على مكونات الجص الأخرى وبالأخص الكالسيت، وكان أكثر المنشطات المختارة فعالية فى علاج الأسطح الجصية المعالجة هو كبريتات البوتاسيوم يليه كبريتات الصوديوم ، وذلك بعد تحليل نتيجة عوامل المقارنة سابقة الذكر، فى حين لم تحقق كبريتات الزنك المائية زيادة مرضية لمقاومة الضغط للعينات الجافة والعينات المبتلة.

كذلك فإن المطلع على طرق تقييم مواد تقوية الآثار الجصية يلاحظ اختلافا جليا فى المواصفات المستخدمة للتقييم وكذلك فى خطوات التقادم المقترحة ويسبق ذلك الطرق المستخدمة فى إعادة تكوين العينات الجصية المختبرة ، وذلك أدى بشكل كبير إلى عدم امكانية المقارنة بين النتائج بشكل منطقى، ومن ثم فإن الأحكام على مواد التقوية يعتريها شىء من عدم الثقة أو الشك ، هذا هو السبب الأساسى الذى جعل الباحث يفند هذه الاختلافات ويدلل على ذلك ويطرح طرقا لحل بعض الإشكاليات ، فى محاولة لوضع خطوط خارجية يمكن على أساسها بناء مقترح لمواصفات قياسية مصرية بشأن هذا المجال . وأثبتت الدراسات التجريبية الثلاث التى تم إجراؤها فى هذا المبحث أن هناك تأثيرا واضحا للاختلافات فى أسلوب تجهيز العينات المقواة وفى طريقة التقادم وطرق تطبيق مواد التقوية. وذلك بشكل لا يمكن معه مقارنة النتائج المرتبطة بهذه الاختلافات، وذلك مما يستدعى عمل مواصفات قياسية مصرية متكاملة لعلاج هذه المشكلات يتم من خلالها تقييم مواد ترميم الآثار الجصية .

الكلمات الدالة Key words

أنهيدريت
إعادة بناء
تحليل
تطبيق مواد تقوية
تقادم
تقوية
تكربن
جبس
جص
جير
خصائص فيزيائية
خصائص ميكانيكية
زخارف إسلامية
فحص
فقد الماء
ماء الخلط
منشطات كبريتات
مواد تقوية
مواصفات قياسية
مونة

قائمة المختصرات

ASTM	**American Society for Testing and Materials**
Cong.	**Congress.**
Cons.	**Conservation.**
Deter.	**Deterioration**
DSC	**Differential Scanning Calorimeter**
DTA	**Differential Thermal Analysis**
EDX	**Energy-dispersive X-ray spectroscopy**
FTIR	**Fourier transform infrared spectroscopy**
ICCROM	**The International Center for the Study of the Preservation and the Restoration of Cultural Property, Rome.**
ICOM	**International Council of Museums.**
IIC	**The International Institute for Conservation of Historic and Artistic Works.**
Inter.	**International**
No.	**Number.**
Proc.	**Proceeding**
SEM	**Scanning Electron Microscope**
TGA	**Thermogravimetric Analysis**
Vol.	**Volume.**
XRD	**X –Ray Diffraction**
XRF	**X –Ray Florescence**

شكر وتقدير

لله رب العرش العظيم الحمد و الشكر وللرسول الكريم عليه أفضل صلاة وأتم تسليم الثناء والشكر ، ثم لكل من تحمل معي شيئا من مشقة أثناء إعداد وإخراج هذه الدراسة وأخص بأسمى آيات الشكر والتقدير أستاذتي الأستاذة الدكتورة / **منى فؤاد على عبدالغنى** - أستاذ ترميم وصيانة الآثار ورئيس قسم الترميم على إشرافها على الرسالة وعلى ما أولته لى من الرعاية والدعم العلمى والتشجيع المعنوي ، جزاها الله كل الخير .

وأتوجه بالشكر والتقدير للأستاذة الدكتورة / **هالة عفيفى محمود محمد** – أستاذ ترميم وصيانة الآثار والمشرف المشارك على الرسالة ، على ما بذلته من مجهود علمي في الرسالة وحرص سيادتها على خروج الدراسة على أفضل ما يكون ، فلم تترك شاردة ولا واردة فى الدراسة إلا وضعت عليها بصمتها العلمية .

وأتقدم بوافر تقديري وشكري واحترامي للأستاذ الدكتور / **حسن عباس حسن مرعى** - الأستاذ المساعد بالمركز القومى لبحوث الإسكان والبناء والمشرف المشارك على الرسالة على ما بذله من مجهود طوال فترة إعداد الرسالة وعلى تحفيزه الدائم للباحث بطريقته السمحة المعتادة .

وكذلك أتوجه بأسمى آيات الشكر والتقدير للأستاذ الدكتور/ **محمد وهبى على بك** - أستاذ الجيوكيمياء والمعادن بالمركز القومى للبحوث على قبول سيادته مناقشة الرسالة .

كما أتوجه بالشكر والتقدير للسيدة الأستاذة الدكتورة / **سوسن سيد درويش** ، أستاذ ترميم وصيانة الآثار المساعد بقسم ترميم الآثار بالكلية على موافقة سيادتها مناقشة الرسالة ، لسيادتها الشكر والتقدير .

شكرى وامتنانى للسيد الأستاذ الدكتور / **محمد حمزة الحداد** - عميد كلية الآثار على رعاية سيادته للباحثين بالكلية .شكرى وتقديرى إلى السيد الأستاذ الدكتور/ **مصطفى عطية** رئيس قسم ترميم الآثار والسيد الأستاذ الدكتور / **عاطف عبداللطيف** على مجهود وتشجيع سيادتهم طوال فترة الدراسة. شكرى إلى الأستاذ/ **محمد بغدادى** وإلى جميع أسرة شئون الدراسات العليا بلا استثناء.

كما أقدم خالص شكري وتقديري للدكتور / **محمد عبدالحليم الشوبرى** ، المدرس بقسم النحو بكلية دار العلوم بجامعة القاهرة لمراجعته اللغوية للرسالة، خالص شكرى إلى الأستاذ / **أحمد زكريا وأحمد عونى** المفتشين بمنطقة آثار غرب القاهرة والقليوبية ، منطقة بولاق أبو العلا الأثرية.

خالص شكرى للأستاذ / **مصطفى كمال** - معمل الخامات - المركز القومى لبحوث الإسكان والبناء ، وكذلك خالص شكرى وتقديرى للأستاذ / **الشاذلى عبده الشاذلى** بمسجد شمس الدين الواسطى ، أسمى شكر وأجل تقدير لسيدى ونورعيني والدى ووالدتي منحهم الله الصحة والعافية ، وإلى جميع أهلى على تكبدهم عناء السفر ، شكرى وتقديرى إلى زوجتى وابنتى، نعمة الله المسداة على عبده الفقير. أبلغ شكروأجمل إعتزاز إلى زملائي وزميلاتى الأعزاء بكلية الآثار بدون استثناء وأخص منهم الدكتور / **محمودعبد الحافظ ود/ مراد فوزى ود/ محمد عطيه ود/ مها أحمد على** من قسم ترميم الآثار **والدكتور/ منصور عبدالرازق** من قسم الآثار الإسلامية والدكتور/ **أنور سليم ود/خالد حسن** من قسم الآثار المصرية والدكتور/ **مصطفى عطية السويسى** من معهد الليزر بجامعة القاهرة. **"والحمد لله رب العالمين "**

الإهـــــــداء

أهدى هذه الدراسة إن حق أن تهدى، وإن قبلها من أهديها إليه

إلى الدندراوي الثالث / الفضل بن العباس آل الدندراوي أمير قبائل

وعائلات الأسرة الدندراوية ،أحسن الله إليه برضاه وجمعنا وإياه في

معية النبي الأعظم والرسول المكرم صلى الله عليه وآله وصحبه ووالديه

وسلم في كل لمحة ونفس عدد ما وسعه علم الله

فهرس الموضوعات

الموضوع	الصفحة
الكلمات الدالة	د
قائمة المختصرات	هـ
شكر وتقدير	و
الإهداء	ز
فهرس الموضوعات	ح
فهرس الصور	ن
فهرس الأشكال	ق
فهرس الجداول	ت
مقدمة الدراسة	خ
مشكلات الدراسة	خ
أهداف الدراسة	ذ
فرضيات الدراسة	ض
منهجية الدراسة	غ
هيكل الدراسة	أأ
الدراسات السابقة	دد
الباب الأول: **تحليل أداء منشطات الكبريتات كمواد تقوية للآثار الجصية المتحولة**. **الفصل الأول: منشطات الكبريتات فى مجال الجيولوجيا ومواد البناء وفكرة استخدامها كمواد تقوية للأسطح الجصية المتحولة**	1
أولا : الأنهيدريت وعلاقته بأطوار الجبس الأخرى	2
الأنـهيدريت: Anhydrite	2
(أ) الأنـهيدريت الطبيعى Natural Anhydrite	2
(ب) الأنـهيدريت الناتج عن تكليس الجبس :	8
الأنـهيدريت القابل للذوبان Soluble Anhydrite	8
الأنـهيدريت غير القابل للذوبانInsoluble Anhydrite	10
الملاط الهيدروليكى أو ملاط الأرضياتHydraulic or flooring plaster	10
(ج) العلاقة بين أطوار الجبس	11
عملية فقد الجبس للماء Gypsum dehydration:-	11
العوامل التى يعتمد عليها التحــول من الأنـهيدريت القابل للذوبان ($III-CaSO_4$) إلى الأنـهيدريت غيرالقابل للذوبان ($II-CaSO_4$)	13
تأثير التحولات الطورية للجبس على قوة العينات المختبرة:-	14
ثانيا : شك وتصلب الجبس والأنهيدريت	15

ثالثا :ـ منشطات الكبريتات ومقترح استخدامها كمحاليل فى تقوية أسطح الآثار الجصية المتحولة للأنهيدريت.	19
(أ) خلفية عن منشطات الكبريتات واستخدامها فى مجال صناعة مواد البناء:ـ	19
(ب) تفاعل منشطات الكبريتات مع الأنهيدريت لتحويله إلى جبس:ـ	24
(ج) مقترح استخدام منشطات الكبريتات كمحاليل فى تقوية أسطح الآثار الجبسية المتحولة للأنهيدريت (كلياً أو جزئياً) :ـ	28
الفصل الثانى :ـ دراسة تجريبية لتقييم بعض منشطات الكبريتات كمواد تقوية للآثار الجصية المتحولة	35
أولا :ـ إعداد العينات الجصية المستخدمة لتقييم منشطات الكبريتات المختارة	36
تجهيز عينات الجص الجبسي	36
تجهيز عينات الجص الجبسي الجيرى	36
مراقبة التحول من هيدروكسيد الكالسيوم إلى الكالسيت	39
• مراقبة التحول من هيدروكسيد الكالسيوم إلى كالسيت بالتحليل بحيود الأشعة السينية	39
• المراقبة باستخدام التحليل بالأشعة تحت الحمراء .	41
ثانيا :ـ تقادم العينات الجصية القياسية حراريا بغرض تحويل الجبس كليا أو جزئيا إلى الأنهيدريت	43
ثالثا :ـ تطبيق المنشطات المختارة	48
رابعا :ـ دراسة الخصائص الكيميائية والفيزيائية والميكانيكية قبل المعالجة بمنشطات الكبريتات وبعدها.	49
الفحص البصرى Optical examination	49
وزن العينات الجبسية والخليطة قبل عملية التجفيف فى درجة الحرارة المقترحة وبعدها.	50
المقارنة بين نتائج تحليل الحيود بالأشعة السينية للعينات المعالجة بمنشطات الكبريتات المقترحة قبل التقادم الحرارى وبعده وبعد المعالجة .	51
المقارنة بين نتائج التحليل بتفلور الأشعة السينية للعينات المعالجة بمنشطات الكبريتات المقترحة قبل التقادم الحرارى وبعده وبعد المعالجة بمنشطات الكبريتات .	57
المقارنة بين الخصائص الفيزيائية والميكانيكية قبل المعالجة بمنشطات الكبريتات المختارة وبعدها	59
أولا:ـ الخواص الفيزيائية	59
ثانيا : ـ الخصائص الميكانيكية	62
المقارنة باستخدام الفحص بالميكروسكوب الإلكترونى الماسح S.E.M	63
خامسا :ـ تقييم منشطات الكبريتات المستخدمة بالتقادم الصناعى بتعريض العينات المختلفة لملح كلوريد الصوديوم .	69
سادسا :ـ النتائج والمناقشة (الخاصة بالدراسة التجريبية لمنشطات الكبريتات)	72
الباب الثانى : تحليل أداء الطرق المستخدمة فى تقييم مواد تقوية الآثار الجصية الضعيفة.	73

الفصل الأول : الاختلاف بين الأبحاث العلمية والمعايير الدولية فى وضع خطوات يتم على أساسها تكوين العينات الجصية وتقويتها واختبارها وتقادمها.	
أولا: تحليل أداء طرق تحليل المون الجصية و تجهيزها	74
(أ): كيفية إعادة بناء المونة الجصية والطرق المستخدمة .	74
التحاليل والفحوص والخصائص التي استخدمها العديد من الباحثين من أجل بناء مونة الجص أو الملاط.	80
1 - استخدام التحليل بحيود الأشعة السينية في عملية تحليل المونة الجصية وبنائها	80
2 - التحاليل الحرارية	82
3 - التحليل بمطياف الأشعة تحت الحمراء	84
4 - الفحوص الميكروسكوبية	85
5 - الخصائص الميكانيكية والفيزيائية	86
6 - تصنيف الرمال	87
7- تحليل الصور	88
8 - انتشار سرعة الموجات فوق الصوتية	88
9 - استخدام وزن المتفاعلات والمخرجات فى المعادلات الكيميائية للوصول إلى أقرب النتائج للصحة.	89
(ب) إعداد المون الجصية الجيرية وتكربنها	93
(ج) كيفية وظروف خلط المونة الجصية	95
ثانيا :ـ الإختلاف فى تطبيق مواد التقوية على أسطح العينات الجصية	96
نماذج لطرق تطبيق مواد التقوية المختلفة	98
ثالثا : الاختلاف فى الاختبارات (قياس الخصائص الفيزيائية والميكانيكية) وفلسفة الاعتماد عليها من عدمه.	101
رابعا : الاختلاف فى الطرق المقترحة لتقادم العينات الجصية	102
تقادم العينات الجصية المعالجة ودوره في الوصول لتقييم حقيقي لحالة معينة .	106

كيفية الوصول بالعينات الجصية المستخدمة لحالة شبيهة بقوة الأثر الضعيف.	107
الباب الثانى : الفصل الثانى **" دراسة تجريبية لتحليل أداء بعض طرق إعداد العينات الجصية وتقادمها وأساليب تقويتها ".**	111
أولا:- دراسة تجريبية لتحديد تأثير اختلاف أسلوب تجهيز العينات الجصية المقواة على النتائج .	112
(أ) تجهيز مجاميع العينات الجصية الثلاثة	112
(ب) مرحلة التقوية للمجموعات المختلفة التجهيز من العينات الجصية	113
(ج) مرحلة قياس الخصائص الفيزيائية والميكانيكية للعينات الجصية المختلفة التجهيز	114
(د) دراسة خصائص العينات الجصية المقواة مختلفة التجهيز مقارنة بعيناتها القياسية بالميكروسكوب الإلكترونى الماسح.	118
(هـ) التقادم الصناعى للعينات الجصية المقواة مختلفة التجهيز	122
(و) التعليق على نتائج الدراسة التجريبية الأولى :- **(دراسة تجريبية لتحديد تأثير اختلاف أسلوب تجهيز العينات الجصية المقواة على النتائج) .**	124
ثانيا :- دراسة تجريبية لتحديد تأثير اختلاف طريقة تقادم العينات الجصية على النتائج النهائية.	126
(أ) إعداد العينات الجصية	126
(ب) مرحلة التقوية للعينات الجصية	126
الطرق المقترحة من التقادم الملحى	126
(ج) تقييم حالة العينات الجصية بعد حالتى التقادم المقترحتين	128
(د) دراسة عينات من حالتى التقادم المقترحتين بالميكروسكوب الإلكترونى الماسح	129
(هـ) تحليل نتائج الدراسة التجريبية الخاصة بتأثير اختلاف طريقة التقادم على النتائج النهائية للعينات الجصية .	130
ثالثا :- دراسة تجريبية لتحديد تأثير اختلاف طرق تطبيق مواد التقوية على النتائج النهائية للعينات الجصية.	131
(أ) تجهيز العينات	131
(ب) طرق تطبيق مواد التقوية المقترحة	131
(ج) دراسة الخصائص الفيزيائية والميكانيكية للعينات الجصية مختلفة أسلوب التقوية.	132
1 - دراسة الخصائص الفيزيائية للعينات الجصية مختلفة أسلوب التقوية.	132
2- دراسة الخصائص الميكانيكية للعينات الجصية مختلفة أسلوب التقوية	134
(د) دراسة عينات من الحالات الثلاث بالميكروسكوب الإلكترونى الماسح	136
(هـ) تحليل نتائج الدراسة التجريبية الخاصة بتحديد تأثير اختلاف طرق تطبيق مواد التقوية على النتائج النهائية للعينات الجصية.	137

تساؤلات تفيد فى بناء مخطط لمواصفات قياسية لتقييم مواد تقوية الآثار الجصية الضعيفة .	138
الباب الثالث :- الدراسة التطبيقية **تسجيل وترميم وصيانة زخارف جصية بمئذنة الجامع الواسطى بحى بولاق .**	141
الفصل الأول :- تسجيل وفحص وتحليل زخارف جصية بمئذنة الجامع الواسطى بحى بولاق .	141
مقدمة تاريخية عن الجامع الواسطى	142
الموقع :-	142
تاريخ الإنشاء	142
واجهات الجامع	142
تخطيط الجامع	143
المحراب	145
القبة الضريحية	145
المئذنة	145
تسجيل الحالة الراهنة للمسجد والمئذنة	147
الفحص المرئي الدقيق	147
توصيف أسلوب تنفيذ الزخارف الجصية:-	148
توصيف مظاهر التلف بصريا	149
(أ) طبقات دهان جيرى متعددة	149
(ب) فقد فى الزخارف الجصية للمحراب	150
(ج) التشققات	152
الفحص باللمس	153
المسح القياسى وتوثيق مظاهر التلف بالرسم	153
التصوير الفوتوغرافى	156
مرحلة الفحوص و التحاليل	156
التحليل بحيود الأشعة السينية XRD	157
= عينات لتحديد مكونات الجص المستخدم فى تنفيذ الزخارف الجصية موضوع التطبيق	157
= تحديد مكونات مواد بناء المئذنة من طوب أحمر ومونة عراميس	159
= عينات لتحديد مظاهر تلف أصابت جص المئذنة	163
التحاليل الحرارية	165
= عينات لتحديد مكونات الجص المستخدم فى تنفيذ الزخارف الجصية موضوع التطبيق	165

= عينات لتحديد مكونات الطوب الأحمر المستخدم فى المئذنة ودرجة الحرق المستخدمة.	168
التحليل بمطياف الأشعة تحت الحمراءIR	169
التصوير والتحليل بالميكروسكوب الإلكتروني الماسح SEM الملحق بوحدة EDAX.	171
الفصل الثانى:- **ترميم زخارف جصية بمئذنة الجامع الواسطى بحى بولاق وصيانتها**.	175
مراحل التنظيف والترميم والعلاج	176
مرحلة التنظيف	176
تنظيف الأتربة	176
إزالة طبقات الجير الحديثة Removal of new lime layers	176
إزالة بقايا طبقة الجير باستخدام كمادة هلامية	177
كشف الزخارف المطموسة بطبقات الدهان الجيرى	179
استخدام الكمادة الورقية فى تنظيف الأتربة	180
استكمال الزخارف الجصية الناقصة من اللوحة موضوع التطبيق	181
حقن الأجزاء المنفصلة (المطبلة) بالمونة	184
التقوية الكيميائية	185
النتائج والتوصيات	189
المراجع	191
الملخص الإنجليزى	III

فهرس الصور

الرقم	موضوع الصورة	الصفحة
1	أمثلة لاستخدام أحجار الأنهيدريت والجبس فى البناء ، " أ" مدخل فى أحد جدران قلعة أبو شعر والتى ترجع إلى العصر الرومانى المتأخر بالقرب من الغردقة، "ب" أحجار بناء من الجبس والأنهيدريت فى مرسى نكارى من العصر الروماني المبكر بالقرب من مرسى علم .	2
2	جانب من التحف الأثرية المصنعة من الأنهيدريت "أ" قدم من تمثال لمرأة من الدير البحرى ، مقبرة رقم 313 بجبانة طيبة ، الدولة الوسطى ، الأسرة 11 وتوجد بمتحف الميتروبوليتان ،. "ب" قارورة لحفظ أدوات التجميل منحوت عليها زوج من القردة المعلقين من الدولة الوسطى ، الأسرة 12 بالمتحف البريطانى ،"ج" جزء من فنجان يرجع لعصر سنوسرت الأول، الدولة الوسطى ، الأسرة 12 ،المتحف البريطانى	3
3	جانب من التحف الأثرية المصنعة من الأنهيدريت والموجودة بمتحف الميتروبوليتان "أ" قارورة قرد الرباح ذو رأس قابل للإزالة ، وجدت فى جرجا وهى ترجع إلى عصر الإنتقال الثانى، الأسرة 17 . "ب" قارورة على شكل زوج من البط ، ترجع إلى عصر الإنتقال الثانى، الأسرة 17، وهى من اكتشافات حفائر العالم موند خلف معبد الرامسيوم بطيبة . "ج" آنيتان للكحل تحمل نحتا على شكل قردة وهما ترجعان إلى عصر الإنتقال الثانى ، الأسرة 18.	3
4	من"أ" إلى"ب"بعض الألوان التى يظهر بها معدن الأنهيدريت فى الطبيعة (عن www.mindat.org)	4
5	توضح فحص بللورات الهيميهيدرات والأنهيدريت ، (أ) الهيميهيدرات (ب) الأنهيدريت والتى تظهر بللوراته أكثر إعتاما ، عن(Caspari,W.A.1936) .	9
6	أ ، ب، ج ، د ، هـ ، توضح أشكال إنتاج الأنهيدريت القابل للذوبان وتأثير الرطوبة على لونه. (عن www.secure.drierite.com)	9
7	العينات الجبسية والخليطة التى تم تجهيزها لإجراء الجانب التجريبى الخاص بتقييم منشطات الكبريتات المختارة .	39
8	توضح تأثير الغمر فى الماء لمدة ساعتين للعينات الجصية المتقادمة حراريا مقارنة بالعينات ، "أ" العينات الجصية الجبسية "ب" العينات الجصية الجبسيةالجيرية ، والتلف الظاهر على العينات ناتج بشكل كبير نتيجة للتغيرات الطورية التى حدثت لمكون الجبس بالعينات.	48
9	أ، ب، تكبيران مختلفان لعينات الجص الجبسى غير المعالجة بمنشطات الكبريتات وغير المتقادمة حراريا ، بالميكروسكوب الإلكترونى الماسح ، توضح البلورات الإبرية الشكل المتداخلة للجبس .	64
10	أ، ب، تكبيران مختلفان لعينات الجص الجبسي غير المعالجة بمنشطات الكبريتات والمتقادمة حراريا بالميكروسكوب الإلكترونى الماسح ، توضح غياب الشكل الإبري لبلورات الجبس مقارنة بالعينات القياسية مع ظهور مظهر تجوية فى البلورات الظاهرة ويبدو أن السبب فى ذلك التحول الطورى من الجبس للأنهيدريت نتيجة تسخين العينات الجبسية .	64
11	أ، ب، تكبيران مختلفان لعينات الجص الجبسي المعالجة بكبريتات البوتاسيوم بالميكروسكوب الإلكترونى الماسح ، توضح ظهور الشكل الإبري لبلورات الجبس مرة أخرى مقارنة بالعينات المتقادمة حراريا وهذا ناتج عن فعل التحول من الأنهيدريت للجبس الناتج عن استخدام منشط كبريتات البوتاسيوم.	65
12	أ، ب، تكبيران مختلفان لعينات الجص الجبسي المعالجة بكبريتات الصوديوم بالميكروسكوب الإلكترونى الماسح ، توضح ظهور الشكل الإبري لبلورات الجبس مرة أخرى مقارنة بالعينات المتقادمة حراريا وهذا ناتج عن فعل التحول من الأنهيدريت للجبس الناتج عن استخدام منشط كبريتات الصوديوم مع تماسك يبدو واضحا لسطح العينة..	65
13	أ، ب، تكبيران مختلفان لعينات الجص الجبسي المعالجة بكبريتات الزنك المائية بالميكروسكوب الإلكترونى الماسح ، توضح ظهور الشكل الإبري لبلورات الجبس مرة أخرى مقارنة بالعينات المتقادمة حراريا.	66
14	أ، ب، تكبيران مختلفان لعينات الجص الخليط غير المعالجة بمنشطات الكبريتات وغير المتقادمة حراريا بالميكروسكوب الإلكترونى الماسح ، توضح أن من ضمنها البلورات الإبرية الشكل المتداخلة للجبس .	66
15	أ، ب، تكبيران مختلفان لعينات الجص الخليط غير المعالجة بمنشطات الكبريتات والمتقادمة حراريا بالميكروسكوب الإلكترونى الماسح ، توضح تآكلا وظهورا لفجوات بالعينة مع تشوه فى البلورات مصحوبا	67