

# حفظ المباني التاريخية

مبانٍ من مدينة المحرق



© ICCROM 2017  
ISBN 978-92-9077-263-7 (Print)  
ISBN 978-92-9077-265-1 (PDF)

المركز الدولي لدراسة صون وترميم الممتلكات الثقافية  
Via di San Michele 13  
I-00153 Rome RM, Italy  
<http://www.iccrom.org>

إشراف: الدكتور زكي أصلان  
مدير المركز الإقليمي لحفظ التراث الثقافي في الوطن العربي (إيكروم – الشارقة)  
[www.athar-centre.org](http://www.athar-centre.org)

تأليف: الدكتور سلمان المحاري

مراجعة وتدقيق: د. زكي أصلان، م. أنور سابق  
المركز الإقليمي لحفظ التراث الثقافي في الوطن العربي (إيكروم – الشارقة)

نشر الكتاب بدعم من:  
حكومة الشارقة، الإمارات العربية المتحدة

إن الآراء الواردة في هذا الكتاب تعبر عن وجهة نظر مؤلفها ولا تعبر بالضرورة عن آراء منظمة إيكروم.

التصميم والإخراج الفني:  
ماكسرياتيف (MAXREATIVE)، الإمارات العربية المتحدة

# حفظ المباني التاريخية

مبانٍ من مدينة المحرق

## Conservation of Historic Buildings

Buildings from Muharraq

الدكتور / سلمان أحمد المحاري

Dr. Salman Ahmed AlMahari





## مقدمة إيكروم - الشارقة

انطلاقاً من رسالة منظمة إيكروم ومكتبها المستحدث في إمارة الشارقة، الإمارات العربية المتحدة، للارتقاء بممارسات حفظ وإدارة مواقع التراث الثقافي في الدول العربية، ومن أجل إثراء المكتبة العربية بالمعارف والمراجع المختصة بذلك، حرصنا على مراجعة ونشر هذا البحث ووضعه في متناول العاملين في مختلف مجالات حفظ وإدارة التراث الثقافي في الوطن العربي.

من المعلوم بأن منطقة الخليج العربي شهدت نشاطاً حضرياً متسارعاً منذ اكتشاف النفط، الأمر الذي أدى إلى تغيير كبير في مدنها والمناطق التي تواجد فيها العمران التقليدي والمواقع الأثرية. وبذلك أضحت الممتلكات الثقافية الباقية فريدة ومميزة عن العمران الذي صاحب هذا التطور، فهي ذات قيمة عالية للمجتمعات المحلية وللأجيال القادمة. ويحتوي الشاطئ الغربي للخليج العربي على الكثير من المواقع الثقافية والتاريخية التي تعرضت إلى عوامل التلف أو الاندثار التي تسببت بها عوامل الطبيعة أو الأعمال البشرية من جراء التطور والزحف العمراني حيث تتشابه هذه المواقع عموماً في مواد بنائها وتقنيات إنشائها. ومع الاهتمام الذي باتت تلقاه الكثير من هذه المواقع فإن العديد من جهود الحفاظ والترميم التي نفذت فيها قد اعتمدت على خبرات البنائين والمرممين الذين اكتسبوا الخبرة عن طريق الممارسة. وقد أدت هذه الجهود في بعض الأحيان إلى نتائج غير مرضية حيث ابتعدت عن المعايير الدولية في ممارسات الحفاظ والترميم.

اختار مركز إيكروم-الشارقة نشر هذا الكتاب لأنه يشكل مساهمة هامة في تحسين أعمال الحفاظ والترميم في المنطقة، وهو أحد الدراسات القليلة المتوفرة باللغة العربية في مجال ترميم وحفظ المباني التاريخية في هذه البقعة من العالم، والتي اتبعت طريقة منهجية تتسجم مع أسس ومبادئ الحفاظ. فمن خلال التجارب والتحليل المخبرية اللازمة، عبر تشخيص مواد البناء المستخدمة في المباني التقليدية سواء كانت حجارة أو مونة أو أخشاب، وكذلك من خلال استخدام الطرق والأجهزة العلمية الحديثة، تم التعرف على تقنيات البناء المستخدمة قديماً في تشييد المباني التاريخية في منطقة الخليج. وبالمثل على توصيف العناصر الإنشائية والمعمارية والزخرفية لهذه المباني ودراسة وتشخيص عوامل ومظاهر تلف مواد البناء المستخدمة فيها تم اقتراح الأساليب والمواد المناسبة التي يمكن استخدامها لعلاج المشاكل التي تتعرض لها هذه المباني.

نتقدم بالشكر والامتنان لجميع الجهود المبدولة من قبل مؤلف هذا الكتاب، الدكتور سلمان المحاري (وهو مشارك ومحاضر سابق في برامج إيكروم-الشارقة)، لإتاحة هذا البحث الموجه إلى المرممين ومدراء المواقع لكي يستفيدوا من المنهجية والتقنيات التي عرضت فيه. والتي تصلح لأن تتبع في مواقع أخرى في منطقة الخليج العربي ومناطق ذات العمارة المشابهة.

وإذ نأمل أن يسهم هذا الكتاب في تحسين ممارسات الحفاظ على التراث الثقافي، كلنا ثقة بأن يقدم هذا البحث نموذجاً لتوعية المهتمين ومتخذي القرار بضرورة اتباع المنهجيات والمواثيق الدولية في حفظ وترميم الممتلكات التراثية للأجيال القادمة. وبهذا نحقق ما يصبو إليه مركز إيكروم في الشارقة في تحقيق شعاره: "المعرفة .. مستقبل تراثنا".

د. زكي أصلان

م. أنور سابق

المركز الإقليمي لحفظ التراث الثقافي

في الوطن العربي (إيكروم - الشارقة)

## الشكر والتقدير

الحمد والشكر والتقدير أولاً وأخراً لله سبحانه وتعالى الذي غذاني بلطفه، ورباني بصنعه، فتمم علي سوابغ النعم وأعانني ووقفني لإتمام هذا البحث، فله الحمد على حُسن عطائه وسبوغ نعمائه.

بداية أخص بأسمى آيات الشكر والتقدير لصاحب السمو الشيخ الدكتور سلطان بن محمد القاسمي عضو المجلس الأعلى بدولة الإمارات العربية المتحدة، حاكم الشارقة، صاحب المبادرات الثقافية الرائدة على رعايته ودعمه للمركز الإقليمي لحفظ التراث الثقافي في الوطن العربي (إيكروم-الشارقة)، هذا المركز الذي أصبح منارة علمية في الوطن العربي.

وأبعث بجزيل الشكر والتقدير إلى معالي الشبيخة مي بنت محمد بن ابراهيم آل خليفة رئيسة هيئة البحرين للثقافة والآثار على دعمها ومساندتها لإتمام هذا البحث.

وأقدم بالشكر الجزيل وخالص التقدير إلى الدكتور زكي أصلان مدير مركز إيكروم الشارقة على جهوده الواضحة والصادقة في رفع مستوى المهنية في ممارسات الحفاظ على التراث في الوطن العربي، وعلى اصراره في طباعة ونشر هذا البحث.

الشكر موصول إلى استاذي الجليل الأستاذ الدكتور أحمد سيد أحمد شعيب أستاذ ترميم الآثار بكلية الآثار، جامعة القاهرة على دعمه ورعايته وتوجيهاته السديدة والمثمرة لجميع أجزاء البحث.

وفي هذا المقام أخص زوجتي العزيزة نوال بالشكر والعرفان على صبرها ودعمها أثناء إتمام مراحل إعداد هذا البحث.

وكذلك أشكر كل من ساهم وساعدني على إتمام هذا البحث من هيئة البحرين للثقافة والآثار، وبالخصوص الدكتور علاء الحبشي مستشار الترميم المعماري بالهيئة الذي له الفضل الكبير في الإشراف على تنفيذ مشروعي الدراسة، وكذلك الشكر موجه إلى جميع الفريق الهندسي بالهيئة على دورهم في تنفيذ مشاريع الترميم.

4	شكر وتقدير
6	فهرس الموضوعات
10	فهرس الصور
21	فهرس الأشكال
27	فهرس الجداول
31	المقدمة
31	الهدف من البحث
32	الدراسات السابقة

الباب الأول:  
مقدمة تاريخية ووصفية لمدينة المحرق وعمارها

46	<b>الفصل الأول: مقدمة وصفية وتاريخية وجيولوجية لمدينة المحرق</b>
47	أولاً: وصف المحرق
48	ثانياً: تاريخ المحرق
49	ثالثاً: جيولوجيا المحرق
52	<b>الفصل الثاني: العمارة التقليدية في البحرين</b>
53	أولاً: التطور المعماري في البحرين: (تطور العمارة البحرينية)
57	ثانياً: العناصر المعمارية
65	ثالثاً: العناصر الزخرفية
69	رابعاً: العمارة التقليدية في مدينة المحرق

الباب الثاني:  
مواد وتقنيات البناء التقليدية في مملكة البحرين

80	<b>الفصل الأول: مواد البناء التقليدية المستخدمة في المباني القديمة في مملكة البحرين</b>
81	أولاً: أحجار البناء
87	ثانياً: مونة الجير
90	ثالثاً: مونة الجبس
92	رابعاً: مونة الطين
92	خامساً: الأخشاب
96	<b>الفصل الثاني: تقنيات البناء التقليدية في مملكة البحرين</b>
97	أولاً: مراحل بناء وإنجاز المبنى
97	ثانياً: أدوات البناء والتشييد
99	ثالثاً: أساليب بناء الجدران
105	رابعاً: أساليب بناء الأسقف

## الباب الثالث:

## عوامل ومظاهر تلف المباني التراثية في مملكة البحرين

108	<b>الفصل الأول: عوامل ومظاهر التلف الفيزيوكيميائية</b>
109	أولاً: تأثير الحرارة
109	1. تأثير درجات الحرارة على تلف مواد البناء غير العضوية (الحجارة، المونة)
112	2. تأثير درجات الحرارة على تلف مواد البناء العضوية (الأخشاب)
113	ثانياً: تأثير الرطوبة
113	1. تأثير الماء/الرطوبة على تلف مواد البناء غير العضوية
113	- الرطوبة النسبية
115	- المياه تحت سطحية (الرطوبة الأرضية)
115	- خاصية الامتصاص الشعري
117	- مياه الأمطار
119	- التكتاف
120	2. تأثير الرطوبة على مواد البناء العضوية (الأخشاب)
122	ثالثاً: تأثير الرياح
123	رابعاً: تأثير الأملاح
129	خامساً: غازات التلوث الجوي
129	1. غاز ثاني أكسيد الكبريت
130	2. غاز ثاني أكسيد الكربون
130	3. مركبات النيتروجين
131	4. الجزيئات المعلقة في الهواء
132	<b>الفصل الثاني: عوامل ومظاهر التلف البيولوجية والبشرية</b>
133	أولاً: عوامل التلف البيولوجية
133	1. تأثير الطيور
133	2. تأثير النباتات والأشجار
135	3. تأثير الحشرات "النمل الأبيض"
137	4. تأثير الكائنات الحية الدقيقة
140	ثانياً: عوامل التلف البشرية
140	1. هجرة المباني
140	2. التوسع العمراني
141	3. تأثير الزوار
142	4. التدخلات غير المناسبة

الباب الرابع:

المبادئ والأساليب العلمية لصيانة المباني التراثية

146	<b>الفصل الأول: مفاهيم الحفاظ على التراث المعماري والمواثيق الدولية ذات العلاقة</b>
147	أولاً: مفاهيم الحفاظ على التراث المعماري
147	ثانياً: أنواع ومستويات التدخل في عملية الحفاظ على المباني التاريخية
151	ثالثاً: مبادئ صيانة التراث المعماري في المواثيق الدولية
151	1. الميثاق الدولي لترميم وصيانة المواقع والنصب التاريخية (ميثاق البندقية) Venice Charter:1964م
153	2. توصيات اليونسكو لعام 1967م المتعلقة بحماية المناطق التاريخية
154	3. اتفاقية حماية التراث العالمي الثقافي والطبيعي 1972م
155	4. ميثاق بورا 1979
156	5. ميثاق صيانة المدن التاريخية والمناطق الحضرية "ميثاق واشنطن" 1987م
157	6. وثيقة مبادئ الحفاظ على المنشآت الخشبية 1999م (الايكوموس)
157	7. ميثاق الايكوموس - مبادئ التحليل والصيانة والترميم المعماري للتراث المعماري 2003
160	<b>الفصل الثاني: أساليب التوثيق والترميم والصيانة</b>
161	أولاً: ملاحظة وفحص وتوثيق المباني التراثية
161	1. الفحص أو الملاحظة
163	2. التوثيق
164	ثانياً: التدخلات وأعمال الترميم والصيانة
164	1. تنظيف أسطح مواد البناء القديمة
167	2. تقوية مواد البناء القديمة
175	3. صيانة وترميم المونة وطبقات الملاط والزخارف الجبسية
180	4. علاج مشكلة الرطوبة
184	5. صيانة الأسقف
185	6. صيانة العناصر الخشبية (الأبواب - النوافذ - الزخارف الخشبية)
188	7. علاج مشكلة النمل الأبيض
188	8. علاج الشروخ
191	9. علاج انتفاخ الجدار

## الباب الخامس:

## الفحوص والتحليل علي مواد البناء لعدد من المباني التراثية بالمرق مع تجارب اختيار مواد الترميم المناسبة

196	<b>الفصل الأول: فحص ودراسة وتحليل عينات مواد البناء لعدد من المباني التراثية بمدينة المرق</b>
197	مقدمة نظرية لطرق الفحص والتحليل
198	أولاً: نتائج دراسة وتحليل عينات الحجارة لعدد من المباني التاريخية بمدينة المرق
213	ثانياً: نتائج دراسة وتحليل عينات مونة من بعض المباني التاريخية بمدينة المرق
253	ثالثاً: نتائج دراسة وتحليل عينات طبقات الكساء "الملاط" لعدد من المباني التاريخية بمدينة المرق
294	رابعاً: نتائج تحليل ودراسة عينات الزخارف الجصية
297	خامساً: نتائج تحليل ودراسة عينات ملحية
299	سادساً: نتائج دراسة وتحليل عينات التربة لمدينة المرق
304	سابعاً: نتائج دراسة التتابع الطبقي لتربة المرق
305	ثامناً: نتائج دراسة وتحليل عينات مياه من مدينتي المرق والمنامة
306	<b>الفصل الثاني: التجارب والاختبارات لمواد الترميم المناسبة</b>
307	أولاً: تجارب اختيار مونة الترميم المناسبة
311	ثانياً: تجربة حقلية لاختيار مونة الكساء "الملاط" المناسبة
313	ثالثاً: تجارب اختيار مواد التقوية المناسبة

## الباب السادس:

## موضوع الدراسة (الجانب التطبيقي علي نماذج مختارة من المباني بمدينة المرق)

328	<b>الفصل الأول: مشروع ترميم وصيانة بيت الشيخ سلمان بن حمد آل خليفة</b>
329	أولاً: الدراسة والتوثيق
343	ثانياً: التنخلات وأعمال الترميم والصيانة
356	<b>الفصل الثاني: مشروع ترميم وصيانة دكاكين سوق القيصرية بالمرق</b>
357	أولاً: الدراسة والتوثيق
371	ثانياً: التنخلات وأعمال الترميم والصيانة
382	النتائج والتوصيات

## فهرس الصور

رقم الصورة	الموضوع	الصفحة
1	توضح جزيرة المحرق بالدائرة الحمراء ومدينة المحرق بالدائرة البيضاء	47
2	بقايا قلعة أبو ماهر بالمحرق	48
3	توضح التكوين الداخلي لمسجد الخميس	56
4	أدوات قفل الباب من الخارج "المزلاج"	58
5	أحد نماذج الأبواب الخارجية لبيت بحريني	58
6	توضح شكل الخوخة في الباب	58
7	باب كبير لأحد الدكاكين بسوق القيصرية/ المحرق	58
8	توضح شكل احد المدايس المكتشفة في دكاكين سيادي بالمحرق	61
9	برج الهواء - بيت الشيخ عيسى بن علي/ المحرق	62
10	برج الهواء - بيت العلوي/ المحرق	62
11	توضح طراز المآذن المنتشرة في البحرين خلال الفترات الإسلامية المتأخرة	64
12	توضح الشكل الفريد لمنذنة مسجد الخميس	64
13	نموذج لأحد الأشرطة الزخرفية في بيت الشيخ سلمان بالمحرق	65
14	أحد نماذج اللوحات الجصية الزخرفية في بيت الشيخ سلمان بالمحرق	66
15	توضح زخرفة الإطار في وسط الباب - بيت مراد/ المحرق	67
16	باب خشبي مزخرف - بيت الشيخ عيسى بن علي/ المحرق	67
17	نافذة خشبية - بيت فخرو/ المحرق	67
18	نافذة خشبية بأسلوب التفرغ - بيت الشيخ سلمان/ المحرق	67
19	نافذة خشبية - بيت سيادي/ المحرق	67
20	تظهر نموذج لسقف ملون - بيت الشيخ عيسى بن علي/ المحرق	68
21	تظهر نموذج لسقف بزخارف ملون - بيت سيادي/ المحرق	68
22	نافذة بزخارف معدنية/ عمارة فخرو المحرق	68
23	نافذة بزخارف معدنية - بيت الشيخ سلمان بالمحرق	68
24	نافذة مروحية خشبية مزججة بزخارف هندسية بشكل شعاعي - بيت فخرو بالمحرق	69
25	نافذة مروحية خشبية مزججة بزخارف نباتية - بيت فخرو بالمحرق	69
26	واجهة رواق القبلة لمسجد سيادي/ المحرق	76
27	محجر مشهور للحجر الجيري في جزيرة جده	82
28	توضح شكل احد الحجارة المرجانية المستخدمة في المباني القديمة في البحرين	83
29	توضح مظهر أحد الحجارة البحرية المرجانية	83

30	توضح مظهر أحد الحجارة البحرية المرجانية	83
31	توضح بدء تكوين أحجار الفروش بالقرب من أحد سواحل البحرين "بلاج الجزائر"	84
32	تظهر عن قرب ترسب طبقات الرمال البحرية والأصداف لتكوين أحجار الفروش مع وجود أحجار فروش متساقطة "ساحل بلاج الجزائر"	84
33	صورة بالميكروسكوب توضح تركيب حجر الفروش من الأصداف البحرية والرمل	84
34	تظهر احد المحاجر للحجر البحري عند شاطئ كرانة في المنطقة الشمالية للبحرين	85
35	توضح مظهر وتركيب الصخر في محجر كرانة البحري	85
36	توضح مظهر الحجارة البحرية "الحصى"	85
37	توضح مظهر الحجارة البحرية "الحصى"	85
38	توضح أحد مقالع / محاجر الحجارة بموقع سار الأثري	86
39	توضح شكل التشققات أو الشروخ المتواجدة بمحجر سار والتي من خلالها يتم اقتطاع الحجارة	86
40	توضح أحد أشكال الأزاميل النحاسية المستخدمة في قطع الحجارة المكتشفة بموقع سار الأثري	86
41	توضح عملية حرق وتجهيز الجير في منطقة عالي	90
42	توضح بعض استخدامات خشب المنجروف في بلدان سواحل أفريقيا الشرقية	94
43	توضح أسلوب بناء الجدران الدبش الصماء في عمارة فخرو بالمرحوق	101
44	توضح مظهر الجدران الهيكلية لأحد البيوت في فريج الشيوخ بالمرحوق بالقرب من بيت الشيخ عيسى بن علي	103
45	توضح أسلوب بناء النوع الثالث من الجدران بأحد دكاكين سوق القيصرية بالمرحوق	104
46	توضح الطبقات المكونة للأسقف التقليدية في البحرين/ دكاكين سيادي بالمرحوق	105
47	توضح التشرخات الدقيقة في طبقات الملاط الناتجة عن عملية التمدد والانكماش بفعل التغير المستمر في درجات الحرارة	111
48	توضح تشرخ وانفصال طبقة الملاط من على احد الواجهات نتيجة لتمدد العوارض الخشبية بداخل الجدار وضغطها على طبقة الملاط الخارجية.	111
49	توضح تشرخ الخشب وانفصال أجزاء نتيجة التغير في أبعاده الناتجة عن فقده محتواه المائي بفعل التعرض للحرارة العالية	112
50	توضح تغير لون سطح الخشب وتحوله للون الرمادي بفعل التعرض لأشعة الشمس المحتوية على الأشعة فوق البنفسجية	113
51	توضح ارتفاع المياه تحت سطحية بفعل الخاصية الشعرية لأحد جدران غرفة ببيت الشيخ عيسى بن علي في المرحوق	116
52	توضح مستوى منسوب ارتفاع المياه أو الرطوبة من التربة في جدران بيت الشيخ عيسى بن علي حيث تصل في بعض الأجزاء إلى ارتفاع 2.70 سم	116
53	توضح تلف المونة وتبلور الأملاح في أحد جدران عمارة فخرو بفعل الرطوبة الأرضية	116
54	توضح تلف وتساقط طبقات الملاط من جدران عمارة فخرو بفعل الرطوبة الأرضية	116
55	توضح تسرب مياه الأمطار من خلال السقف في أحد البيوت بمدينة المرحوق	118



118	توضح تساقط مياه الأمطار المتسربة من سقف احد غرف بيت الشيخ سلمان بالمحرق وكيفية تجمعها عند الجدار وتسربها فيه وكذلك ارتدادها على الجدران عند تساقطها	56
118	توضح تسرب الأمطار من خلال مرازيم مياه الأمطار التالفة في بيت الشيخ عيسى بالمحرق وبالتالي تأثيرها على طبقات الملاط الخارجية للبيت	57
118	تساقط جزء من طبقة الملاط لأحد الواجهات الخارجية لبيت سيادي بالمحرق بفعل تسرب الأمطار في الفراغ الموجود بين الطبقة العليا والسفلى	58
119	توضح تلف وانفصال طبقات الملاط في بيت الشيخ عيسى بن علي بفعل تأثير الرطوبة الجوية ورذاذ البحر وظاهرة التكاثف	59
120	توضح تأثير الرطوبة/المياه على الجزء السفلي لأحد الأبواب الخشبية بسوق القيصرية بالمحرق	60
120	صورة عن قرب توضح تلف وضعف الألياف الخشبية لأحد العوارض الخشبية المصنوعة من جذوع النخيل في أحد البيوت القديمة بالمحرق	61
121	توضح تلف الإطار الخشبي لأحد النوافذ نتيجة تعرضه للرطوبة واتصاله المباشر بالحديد	62
128	توضح تواجد الأملاح عند أسفل أحد جدران البيوت القديمة بالمحرق حيث تتواجد في شكل قشور وشكل زغبي	63
128	توضح تواجد الأملاح بالقرب من سقف أحد البيوت القديمة في المحرق في شكل قشور وشكل زغبي	64
128	توضح تبلور الأملاح بشكل كثيف عند أسفل أحد جدران بيت الشيخ عيسى بن علي، أملاح زغبية وناعمة	65
133	توضح احد مظاهر التلف بواسطة الطيور التي تبني أعشاشها في سقف احد البيوت التراثية المهجورة في المحرق	66
133	توضح احد مظاهر التلف بواسطة الطيور حيث ترمي فضلاتها على احد الأشرطة الجصية المزخرفة في احد البيوت التراثية المهجورة في المحرق	67
134	توضح تواجد أشجار النخيل في وسط فناء بيت الشيخ سلمان بالمحرق	68
136	توضح إحدى مظاهر الإصابة بالنمل الأبيض ببيت الشيخ عيسى بن علي التاريخي بالمحرق	69
136	توضح إحدى مظاهر الإصابة بالنمل الأبيض بأحد أسقف بيت الشيخ سلمان التاريخي بالمحرق	70
137	توضح النمل الأبيض على إحدى الأخشاب مع وجود البقايا المشابهة للطين في بيت عيسى بن علي	71
137	صورة مكبرة للعيونة السابقة من نمل الأبيض	72
137	صورة بالميكروسكوب لعينة نمل أبيض	73
137	صورة بالميكروسكوب لعينة نمل أبيض	74
143	توضح إحدى أشكال التدخل غير المناسب بطلاء السطح الخارجي لأسطح أحد المباني القديمة بطلاء حديث	75
143	توضح الاستخدام والتوظيف غير المناسب لغرف مبنى قديم بمدينة المحرق	76
143	توضح إحدى أشكال التدخل غير المناسب باستخدام الحديد في تدعيم أحد جدران بيت سيادي بالمحرق	77
143	توضح الاستخدام والتوظيف غير المناسب لأحد البيوت القديمة بالمحرق بتوظيف غرف الدور الأرضي كمحلات تجارية	78

143	توضح أحد الإضافات الحديثة لعنصر معماري لبيت الشيخ سلمان بالمحرق	79
143	توضح عدة أشكال من التدخلات غير المناسبة لأحد المباني القديمة في المحرق من توصيلات كهربائية وتكييف ولصق للإعلانات	80
199	توضح العينة رقم 701/8 – بيت الجلاهمة	81
200	توضح عينة الحجر رقم 700/4 – بيت الغوص	82
201	صورة بتروجرافية توضح مكونات عينة الحجر رقم 700/4 – بيت الغوص	83
202	توضح عينة الحجر رقم 745/16 – بيت بدر غلوم	84
203	صورة بتروجرافية توضح مكونات عينة الحجر رقم 745/16 – بيت بدر غلوم	85
204	توضح عينة الحجر رقم 705/50 – بيت سيادي	86
205	توضح عينة الحجر رقم 65 – بيت سيادي	87
207	توضح عينة الحجر رقم 703/45 – عمارة فخرو	88
208	توضح عينة الحجر رقم 704/48 – عمارة فخرو	89
209	توضح الكتل الصخرية عند ساحل كرانة	90
209	توضح طبقات الترسيب للأصداف البحرية والرمل في الكتل الصخرية عند ساحل كرانة	91
209	توضح مقطع طبقات الترسيب في الكتل الصخرية عند ساحل كرانة	92
209	توضح مكونات طبقة الترسيبات البحرية في الكتل الصخرية عند ساحل كرانة	93
213	توضح عينة المونة رقم 711/7 – بيت الجلاهمة	94
214	توضح عينة المونة رقم 755/13 – بيت الجلاهمة	95
215	توضح عينة المونة رقم 744/14B – بيت الجلاهمة	96
216	صورة بتروجرافية توضح مكونات عينة المونة رقم 744/14B – بيت الجلاهمة	97
217	توضح عينة المونة رقم 709/3 – بيت الغوص	98
218	توضح عينة المونة رقم 710/6 – بيت الغوص	99
220	توضح عينة المونة رقم 91 – بيت النوخذة	100
221	توضح عينة المونة رقم 715/18 – بيت بدر غلوم	101
223	توضح عينة المونة رقم 724/49 – بيت سيادي	102
224	توضح عينة المونة رقم 743/5 – بيت سيادي	103
225	صورة بيتروجرافية توضح نسيج عينة المونة رقم 743/5 – بيت سيادي	104
225	توضح عينة المونة رقم 746/51 – بيت سيادي	105
227	توضح عينة المونة رقم 63 – بيت الشيخ عيسى	106
228	توضح عينة المونة رقم 717/22 – بيت فخرو	107
229	توضح عينة المونة رقم 718/25 – بيت فخرو	108
230	توضح عينة المونة رقم 723/34 – بيت فخرو	109
232	توضح عينة المونة رقم 757/36 – بيت مراد	110

233	توضح عينة المونة رقم 749/43 - عمارة فخرو	111
234	توضح عينة المونة رقم 751/47 - عمارة فخرو	112
235	صورة بتروجرافية توضح نسيج عينة المونة رقم 751/47 - عمارة فخرو	113
236	توضح عينة المونة رقم 752/46 - عمارة فخرو	114
237	توضح عينة المونة رقم 94 - بيت الشيخ سلمان	115
238	توضح عينة المونة رقم 95 - بيت الشيخ سلمان	116
239	توضح عينة المونة رقم 99 - بيت الشيخ سلمان	117
241	توضح عينة المونة رقم 494/103 - دكاكين سيادي	118
242	توضح عينة المونة رقم 495/104 - دكاكين سيادي	119
243	توضح عينة المونة رقم 496/105 - دكاكين سيادي	120
253	توضح عينة طبقة الملاط رقم 713/11 - بيت الجلاهمة	121
255	توضح طبقات عينة الملاط رقم 726/15A و 727/15B - بيت الجلاهمة	122
256	صورة بتروجرافية لعينة الملاط رقم 726/15A - بيت الجلاهمة	123
256	صورة بتروجرافية لعينة الملاط رقم 727/15B - بيت الجلاهمة	124
257	توضح شكل عينة الملاط رقم 707/1 - بيت الغوص	125
258	توضح شكل عينة الملاط رقم 708/2 - بيت الغوص	126
260	توضح شكل عينة الملاط رقم 92 - بيت النوخة	127
261	توضح شكل عينة الملاط رقم 93 - بيت النوخة	128
262	توضح طبقات عينة الملاط رقم 66 - بيت سيادي ومكوناتها المعدنية اعتمادا على التحليل باستخدام حيود الأشعة السينية	129
264	توضح شكل عينة الملاط رقم 716/19 - بيت علوي	130
266	توضح شكل عينة الملاط رقم 60 - بيت عيسى بن علي	131
267	توضح شكل عينة الملاط رقم 61 - بيت عيسى بن علي	132
268	توضح شكل عينة الملاط رقم 62 - بيت عيسى بن علي	133
269	توضح شكل عينة الملاط رقم 719/26 - بيت فخرو	134
271	توضح الطبقات المكونة لطبقة الملاط رقم 21 - بيت فخرو، ومكوناتها المعدنية	135
273	صورة بتروجرافية لعينة الملاط رقم 21 A - بيت فخرو	136
273	صورة بتروجرافية لعينة الملاط رقم 21 B - بيت فخرو	137
274	صورة بتروجرافية لعينة الملاط رقم 21 C - بيت فخرو	138
275	توضح الطبقات المكونة لطبقة الملاط رقم 27 - بيت فخرو، ومكوناتها المعدنية	139
276	صورة بتروجرافية لعينة الملاط رقم 27 A - بيت فخرو	140
276	صورة بتروجرافية لعينة الملاط رقم 27 B - بيت فخرو	141
277	صورة بتروجرافية لعينة الملاط رقم 27 C - بيت فخرو	142

278	توضح الطبقات المكونة لطبقة الملاط رقم 38 – عمارة فخرو، ومكوناتها المعدنية	143
279	صورة بتروجرافية لعينة الملاط رقم 27 A & B عمارة فخرو	144
280	توضح الطبقات المكونة لطبقة الملاط رقم 40 – عمارة فخرو، ومكوناتها المعدنية	145
281	صورة بتروجرافية لعينة الملاط رقم 40 A – عمارة فخرو	146
282	توضح شكل عينة الملاط رقم 96 – بيت الشيخ سلمان	147
283	توضح شكل عينة الملاط رقم 98 – بيت الشيخ سلمان	148
284	توضح شكل عينة الملاط رقم 493/102 – دكاكين سيادي	149
285	توضح شكل عينة الملاط رقم 497/106 – دكاكين سيادي	150
294	توضح العينة رقم 57 – بيت عيسى بن علي	151
295	توضح العينة رقم 67 – بيت سيادي	152
296	توضح العينة رقم 113 – بيت الشيخ سلمان	153
297	توضح العينة الملحية رقم 55 – بيت عيسى بن علي	154
298	توضح العينة الملحية رقم 706/35 – بيت فخرو	155
315	توضح العينات الجصية قبل تقويتها	156
315	توضح عملية تطبيق مواد التقوية على العينات الجصية في المختبر	157
316	توضح العينات الجصية بعد تقويتها	158
317	توضح اللوح الجصي الذي تمت تقويته بمواد التقوية المختلفة	159
317	"أ" و "ب" توضح شكل جهاز الميكروسكوب الإلكتروني الماسح ويدخله العينات	160
318	"أ" و "ب" توضح الفراغات الموجودة بالعينة	161
318	"أ" و "ب" توضح وجود الكوارتز في حالة منصهرة مع وجود الجبس وأملاح ابرية	162
319	"أ" و "ب" توضح قيام المادة المقوية فاكر OH بعملية التقوية بسد الفراغات بين الحبيبات مع الإبقاء على بعضها	163
319	"أ" و "ب" توضح تبلور حبيبات الكالسييت في شكل مكعبات في الفراغات للعينة نتيجة لعملية التقوية بماء الجير	164
320	"أ" و "ب" و "ج" و "د" توضح تكبيرات مختلفة لعملية ترسب مادة الكالوسيل بيت حبيبات العينة	165
321	"أ" و "ب" و "ج" و "د" توضح تكبيرات مختلفة لعملية ترسب الكالسييت وتغليف مستحلب البولي فينيل اسيتات لحبيبات العينة	166
322	"أ" و "ب" و "ج" و "د" توضح تكبيرات مختلفة لعملية تقوية العينة بمادة البارلويد B72 والتي تظهر في شكل أنابيب اشعاعية متراسة	167
324	توضح بداية تغلغل احد مواد التقوية في العينة الجصية/ اختبار نفاذية المادة المقوية	168
324	توضح عملية تقوية بأحد مواد التقوية في العينة الجصية/ اختبار نفاذية المادة المقوية	169
324	توضح عملية تغطية العينة المقواة بالبولي ايثيلين للتقليل من نسبة تبخر المذيب	170
331	توضح بقايا جدران قديمة في الفناء الكبير الجنوبي الشرقي	171
332	توضح أسلوب البناء الهيكلي لجدران غرف بيت الشيخ سلمان	172

332	توضح طريقة بناء الأسقف في بيت الشيخ سلمان	173
335	توضح خطوة توثيق مظاهر التلف على الواجهة الداخلية الغربية لجناح الشيخ في بيت الشيخ سلمان	174
336	توضح خطوة توثيق مظاهر التلف على الواجهة الخارجية الشرقية لمجلس الشيخ العلوي في بيت الشيخ سلمان	175
337	تُظهر أحد الواجهات الداخلية للبيت وهي مغطاة بطبقة الإسمنت الحديث	176
337	تُظهر سمك الطبقات الإسمنتية الحديثة	177
337	توضح التساقط الجزئي لأحد الأسقف في بيت الشيخ سلمان نتيجة تآكل أطراف العوارض الخشبية المتصلة بالجدران	178
338	تساقط أحد الأسقف في بيت الشيخ سلمان نتيجة الحمل الزائد على السقف	179
338	مظهر علوي لتشوهات وهبوط وتساقط أجزاء لأحد الأسقف في بيت الشيخ سلمان	180
338	توضح أحد الإصابات الحشرية للعوارض الخشبية لأحد أسقف في بيت الشيخ سلمان	181
338	توضح تسرب مياه الأمطار لأحد أسقف في بيت الشيخ سلمان	182
339	توضح التكدسات الملحية المصاحبة لارتفاع الرطوبة في أحد جدران غرف بيت الشيخ سلمان	183
339	توضح عن قرب الأملاح في أحد جدران غرف بيت الشيخ سلمان	184
339	توضح القشور الملحية الموجودة في أحد جدران غرف بيت الشيخ سلمان	185
340	توضح مظهر ومكان الانتفاخ في الجدار الشمالي لبيت الشيخ سلمان	186
340	توضح وجود شرخ رأسي عند قمة احد الأقواس في مدخل البيت	187
341	تظهر الجدار الشرقي لأحد الغرف العلوية لبيت الشيخ سلمان حيث يوجد شرخ أفقي في وسط الجدار نتيجة حدوث هبوط في الجهة الجنوبية لسقف الغرفة السفلية أدى لحدوث هذا الشرخ بموقع وجود الروابط الخشبية بداخل الجدار	188
341	شرخ رأسي عميق ونافذ بعرض حوالي 3 سم في الزاوية الشمالية الشرقية للغرفة الشمالية الغربية بالدور العلوي لبيت الشيخ سلمان نتيجة هبوط للبيت من الجهة الغربية أدى لحدوث شرخ رأسي ممتد من السقف إلى منتصف جدار الغرفة السفلية مروراً بأحد فتحات نوافذ الغرفة العلوية	189
341	منظر من الخارج للشرخ الموجود بالغرفة الشمالية الغربية لبيت الشيخ سلمان	190
341	تظهر شروخ رأسية في الواجهة الجنوبية لبيت الشيخ سلمان	191
342	توضح تلف وفقدان لأحد الزخارف الجصية نتيجة لتعرضها لعوامل التلف الخارجية من رطوبة وأملاح وحرارة	192
342	تظهر تعرض أحد الأشرطة الزخرفية للطلاء بواسطة الإسمنت البورتلاندي	193
342	تظهر أحد اللوحات الزخرفية وعليها طلاء بأصباغ حديثة	194
342	تظهر مجموعة من اللوحات الزخرفية الجصية التالفة والمتآكلة بفعل الأملاح ومياه الأمطار المتسربة من السقف	195
343	صورة عن قرب تظهر تلف وتآكل أحد اللوحات الزخرفية الموجودة - بيت الشيخ سلمان	196
343	صور عن قرب توضح تلف وتآكل أحد اللوحات الزخرفية الموجودة - بيت الشيخ سلمان	197
343	فريق التدخلات الطارئة يقوم بتثبيت أحد الأسقف ببيت الشيخ سلمان	198

199	فريق التدخلات الطارئة يقوم بتهيئة جدران وأسقف أحد الغرف في بيت الشيخ سلمان	343
200	توضح الواجهة الجنوبية مغطاة بالكامل بالإسمنت البورتلاندي	344
201	توضح عملية إزالة الإسمنت البورتلاندي من اسطح الواجهة الجنوبية	344
202	توضح مظهر الواجهة الجنوبية بعد إزالة الإسمنت البورتلاندي	344
203	مظهر عن قرب لشكل السطح القديم للجدار بعد إزالة الإسمنت	344
204	تظهر العمود المثمن قبل الكشف عنه	345
205	تظهر العمود المثمن الذي كُشف بعد إزالة الإسمنت	345
206	تظهر أحد أسقف غرف بيت الشيخ سلمان بعد إزالة السقف	346
207	توضح طريقة صف العوارض الخشبية اتصالها مع أعلى الجدار	346
208	توضح مكونات السقف التقليدية وطريقة وضع عُصي البامبو وحصيرة المنغور	346
209	توضح الطبقة العلوية للسقف مع عوازل المطر والحرارة	346
210	توضح شكل مرازيم تصريف مياه الأمطار	346
211	توضح مكان ومظهر الشرخ الرأسي الواجهة الشمالية للبيت	347
212	توضح مظهر الشرخ في الواجهة الشمالية بعد إزالة طبقات الملاط	347
213	توضح مظهر الشرخ في الواجهة الشمالية أثناء العلاج	348
214	توضح مظهر الشرخ في الواجهة الشمالية بعد العلاج	348
215	توضح أشكال الزخارف الجصية الموجودة في أعلى المدخل الرئيسي لبيت الشيخ سلمان	350
216	توضح حالة الزخارف الجصية قبل الترميم	350
217	توضح عملية التنظيف الميكانيكي باستخدام المنفاخ اليدوي	350
218	توضح عملية التنظيف الميكانيكي باستخدام المشرط	350
219	توضح عملية إزالة طبقات الإسمنت البورتلاندي من الإطار	350
220	توضح عملية التنظيف الكيميائي للأوساخ الموجودة على اللوح الزخرفي باستخدام الكمادات	350
221	توضح عملية التنظيف بالكمادات والقطن	351
222	توضح عملية حقن المادة المقوية في الشرخ	351
223	توضح مظهر الزخارف أعلى الباب الرئيسي لبيت الشيخ سلمان بعد الترميم	351
224	توضح مظهر الزخارف أعلى الباب الرئيسي لبيت الشيخ سلمان أثناء الليل بعد الترميم	351
225	مظهر الزخارف الجصية لمدخل الغرفة رقم 16 لبيت الشيخ سلمان قبل الترميم	352
226	توضح عملية تغطية الزخارف الجصية بغطاء من البولي إيثيلين لحمايتها من التلف أثناء إزالة طبقات الإسمنت البورتلاندي من اسطح الجدار المجاور	352
227	توضح عملية التقوية الميكانيكية للوح الزخرفي باستخدام أسياخ معدنية غير قابلة للصدأ والألياف الزجاجية	352
228	توضح اللوح الزخرفي بعد تقويته واستكمال الجزء المفقود	352
229	مظهر الزخارف الجصية لمدخل الغرفة رقم 16 لبيت الشيخ سلمان بعد الترميم	353

230	توضح طبقات الملاط الثلاث لترميم بيت الشيخ سلمان	353
231	توضح مظهر طبقات الملاط المستخدمة في ترميم بيت الشيخ سلمان	353
232	توضح عملية علاج ظاهرة انتفاخ احد الجدران في بيت الشيخ سلمان	355
233	توضح عملية علاج ظاهرة انتفاخ احد الجدران في بيت الشيخ سلمان	355
234	توضح مظهر الواجهة الامامية لبيت الشيخ سلمان قبل الترميم	355
235	توضح مظهر الواجهة الامامية لبيت الشيخ سلمان بعد الترميم	355
236	توضح مظهر الواجهة الجنوبية الداخلية لفناء بيت الشيخ سلمان قبل الترميم	355
237	توضح مظهر الواجهة الجنوبية الداخلية لفناء بيت الشيخ سلمان بعد الترميم	355
238	توضح بقايا الدكاكين المهذمة وبداخلها المدابس	359
239	توضح بقايا الدكاكين المهذمة وبداخلها المدابس أحد المجسات الأثرية عند احد المدابس	359
240	توضح أحد المدابس التي عُثر عليها أثناء التنقيب	359
241	توضح مقطع لاجد الجدران يبين أسلوب بناء جدران الدكاكين	360
242	صورة "أ" و "ب" توضحان أسلوب بناء جدران الدكاكين	360
243	السلك الكبير لسقف أحد الدكاكين نتيجة التدخلات السابقة	365
244	توضح انحناء احد الأسقف وتكسر عدد من العوارض الخشبية نتيجة لضعفها وتلفها بواسطة مياه الأمطار والحمل الزائد من الطبقات العلوية	365
245	توضح تآكل طبقة الحصير وتساقط أجزاء من الحصى والمونة لسقف أحد الدكاكين	365
246	توضح استخدام الإسمنت البورتلاندي على واجهات الدكاكين	366
247	توضح استخدام "الطابوق" في تدعيم جدران أحد الدكاكين	366
248	توضح تساقط أجزاء من السطح الخارجي لجدار أحد الدكاكين	366
249	توضح تساقط أجزاء من أسفل جدار يمثل زاوية أحد الدكاكين مما يهدد ثبات الأجزاء العلوية	366
250	توضح مظهر أحد الجدران وقد فقدت المونة بشكل كبير من أجزاءه السفلية	367
251	توضح تساقط وفقد للمونة من أسفل جدار أحد الدكاكين	367
252	توضح مستوى ارتفاع الرطوبة في الجدران	367
253	توضح مستوى ارتفاع الرطوبة في الجدران والتواجد الكبير للأملاح أسفل جدار أحد الدكاكين	367
254	توضح احد الشروخ الأفقية في طبقة الملاط الناتج عن تمدد الروابط الخشبية في الجدار	368
255	أماكن تواجد الشروخ الرأسية في الفواصل بين الدكاكين	368
256	توضح شرح رأسي في وسط الجدار والأخر في الزاوية	368
257	توضح مظهر احد الشروخ الرأسية النافذة في زوايا احد الدكاكين	368
258	توضح تآكل الأجزاء السفلية لأحد الأبواب نتيجة تعرضها للرطوبة والأملاح	369
259	توضح التشرخات الرأسية في الألواح الخشبية للباب	369
260	توضح التغير اللوني لأحد الأبواب نتيجة تعرضه المستمر لأشعة الشمس	369

261	توضح ثقوب في خشب جذوع النخيل بفعل إصابة حشرية	369
262	توضح تساقط طبقات الملاط لأحد الجدران	370
263	صورة عن قرب توضح الفراغ الموجود خلف ما تبقى من طبقات الملاط	370
264	توضح تآكل وتفتت سطح طبقات الملاط لأحد الجدران الخارجية للدكاكين	370
265	توضح عملية تدعيم لجدار خلفي لأحد الدكاكين	371
266	توضح عملية التدعيم لسقف أحد الدكاكين	371
267	توضح عملية إزالة طبقات الإسمنت البورتلاندي	372
268	توضح مظهر الجدار بعد إزالة طبقات الإسمنت البورتلاندي	372
269	توضح عملية إزالة الطبقات المضافة أعلى سطح الأسقف لتخفيف الوزن	372
270	توضح مظهر أعلى سقف الدكاكين بعد إزالة الطبقات المضافة	372
271	توضح صف العوارض الخشبية بعد العلاج في الدكان رقم 6	373
272	توضح عملية مراقبة تحرك الشروخ في جدران الدكاكين باستخدام طبقات جبسية	374
273	توضح الخندق أو الممر عند أسفل الجدران بداخل الدكاكين بعد ملئه بالحصى	375
274	توضح شكل أرضية الدكاكين بعد تغطية الخندق ورسف أرضية الدكان	375
275	توضح عملية استكمال أحد الأجزاء التالفة لأحد الأبواب الخشبية في دكاكين سيادي	375
276	توضح عملية الاستكمال والتقوية لأحد الأبواب الخشبية من الخلف	375
277	توضح عملية استبدال أحد الأجزاء التالفة من أحد الأبواب في الدكاكين باستخدام نفس نوع الخشب القديم	376
278	توضح المظهر العام للأبواب الخشبية في الدكاكين قبل الصيانة	376
279	توضح المظهر العام للأبواب الخشبية في الدكاكين بعد الصيانة	376
280	توضح ظاهرة فقد المونة بين الحجارة في أحد الجدران الداخلية للدكان رقم 6	377
281	توضح عملية إعادة ملء الفراغات بين الحجارة بالمونة في الدكان رقم 6	377
282	توضح ظاهرة انتفاخ الجدار الجنوبي من الداخل في الدكان رقم 1 وتشرخه	377
283	توضح الجدار الجنوبي من الداخل في الدكان رقم 1 بعد فك الجزء المنتفخ وإعادة بناء مع وضع العوارض الخشبية	377
284	توضح الفجوة في الجدار الجنوبي للدكان رقم 6 الناتجة عن تساقط الحجارة بسبب فقد المونة	378
285	توضح الجدار الجنوبي للدكان رقم 6 بعد عملية إعادة بناء الجزء المفقود	378
286	توضح عملية تطبيق طبقة الملاط الأولى على الجدار	379
287	توضح عملية تطبيق طبقة الملاط الثانية على الجدار	379
288	توضح عملية استكمال طبقات الملاط المفقودة ويظهر التباين في سمك طبقة الملاط أو ارتفاعها مقارنة بطبقات الملاط القديمة	379
289	توضح عملية تثقب طبقات الملاط بالمثقاب الكهربائي	380
290	توضح مظهر الثقوب بعد حقن الماء بداخلها لغسل بقايا الأتربة الموجودة بين الجدار وطبقة الملاط	380



380	توضح عملية سد الأطراف السفلية من طبقة الملاط لمنع تسرب المادة عند الحقن	291
380	توضح عملية حقن مونة التثبيت	292
380	توضح مظهر طبقة الملاط بعد عملية الحقن والتثبيت	293
381	توضح الواجهة الأمامية لدكاكين سيادي قبل الترميم	294
381	توضح الواجهة الأمامية لدكاكين سيادي بعد الترميم	295
381	صورة أخرى توضح الواجهة الأمامية لدكاكين سيادي قبل الترميم	296
381	صورة أخرى توضح الواجهة الأمامية لدكاكين سيادي بعد الترميم	297
381	توضح الواجهة الخلفية لدكاكين سيادي قبل الترميم	298
381	توضح الواجهة الخلفية لدكاكين سيادي بعد الترميم	299

## فهرس الأشكال

رقم الشكل	الموضوع	الصفحة
1	مخطط عام لمدينة المحرق	47
2	يوضح مستوى ارتفاع جزيرة البحرين بالنسبة إلى مياه الخليج العربي والأراضي المجاورة	50
3	خريطة توضح التكوين الجيولوجي للبحرين والامتداد الصخري المرتفع الموجود عليه موقع سار الأثري	51
4	يوضح شكل معبد باربار - احد أشكال المعابد في البحرين	55
5	يوضح شكل معبد سار - احد أشكال المعابد في البحرين	55
6	رسم يوضح التخطيط العام لمسجد الخميس	56
7	يوضح شكل البادكير وطريقة عمله	62
8	يوضح كيفية عمل برج الهواء	62
9	يوضح العناصر المعمارية للمساجد التقليدية في البحرين	64
10	يوضح أشكال المسننات الشائعة في المباني القديمة في البحرين	65
11	مخطط عام لبيت الشيخ عيسى بن علي	71
12	الواجهة الشمالية لمجلس سيادي	73
13	المستوى الأول لمجلس سيادي	74
14	المستوى الثاني لمجلس سيادي	74
15	المستوى الثالث لمجلس سيادي	74
16	المستوى الرابع لمجلس سيادي	74
17	مسقط أفقي لمسجد سيادي/ المحرق	75
18	الواجهة الشرقية لمسجد سيادي	75
19	الواجهة، رواق القبلة لمسجد سيادي	76
20	مقطع رأسي للمسجد باتجاه غرب - شرق	76
21	يوضح عملية إطفاء الجير	88
22	يوضح دورة تحضير الجير واستخدامه	89
23	يوضح أشكال أدوات البناء التقليدية	98
24	يوضح أسلوب بناء الجدران بأحجار مشذبة	99
25	يوضح أسلوب بناء الجدران الدبش ذات واجهة بأحجار مشذبة	100
26	يوضح أسلوب بناء الجدران بالحجارة غير المشذبة "الدبش"	100
27	يوضح الجدران الصماء والسميكة في الدور الأرضي بينما الدور الأول يتميز بالبناء الهيكلي/ بيت الجلاهمة بالمحرق	101

102	يوضح أسلوب بناء الجدران الدبش الصماء مع وجود الدبل أو الجسور الخشبية من شجر النخيل	28
103	يظهر احد أشكال البناء الهيكلي للجدران حيث يعتمد البناء على الأعمدة وتكثر في الجدران الدخلات والفتحات/ عمارة علي راشد فخرو بالمرحوق	29
104	يظهر احد أشكال بناء الجدران الصماء من الأسفل والهيكلية من الأعلى/ بيت مراد بالمرحوق	30
105	يوضح الطبقات المكونة للأسقف التقليدية في البحرين	31
112	يوضح معدل درجات الحرارة اليومية خلال أشهر السنة في مملكة البحرين (1971-2000)	32
114	يوضح معدلات الرطوبة النسبية اليومية خلال أشهر السنة في مملكة البحرين (1971-2000)	33
117	يوضح معدلات تساقط الأمطار خلال أشهر السنة في مملكة البحرين (1971-2000)	34
121	يوضح مصادر الرطوبة ووسائل دخولها للمباني التاريخية	35
123	يوضح معدل سرعات الرياح اليومية خلال أشهر السنة في مملكة البحرين	36
166	رسم توضيحي لعملية إزالة الأملاح من مادة الأثر باستخدام الكمادات	37
168	يوضح خواص مواد التقوية غير العضوية	38
170	يوضح خواص مواد التقوية العضوية	39
174	يوضح أسلوب حقن الشروخ بالمادة المقوية	40
177	يوضح الأساليب الصحيحة والخاطئة للتكحيل	41
178	يوضح ترتيب وسمك طبقات الملاط على الجدران	42
179	يوضح طريقة حقن المادة المألنة (المقوية) لإعادة لصق وتثبيت طبقات الملاط	43
180	يوضح وظيفة الأفريز وطريقة إصلاحه في حال فقد وظيفته عند تلفه	44
182	يوضح طريقة تصريف المياه لمنعها من التجمع عند الجدران	45
183	يوضح طريقة تهوية أساسات الجدران للتحكم بالرطوبة الأرضية	46
183	يوضح طريقة كوش في التقليل من نسبة الرطوبة الأرضية الصاعدة في الجدران	47
187	يوضح عملية استكمال الأجزاء التالفة والمفقودة في العناصر الخشبية	48
187	يوضح عملية علاج الأجزاء التالفة في العناصر الخشبية	49
190	يوضح كيفية إجراء عملية ربط الشروخ بعوارض خشبية	50
190	يوضح عملية إعادة البناء بعد إجراء عملية ربط الشروخ بالعوارض الخشبية	51
191	يوضح ظاهرة انتفاخ الجدران	52
192	يوضح أسلوب معالجة انتفاخ الجدران بإعادة التوضع بالضغط	53
193	يوضح أسلوب معالجة انتفاخ الجدران بالهدم وإعادة البناء	54
198	يوضح مكان أخذ عينة الحجر من بيت الجلاهمة	55
199	يوضح نمط حيود الأشعة السينية لعينة رقم 701/8 - بيت الجلاهمة	56
200	يوضح مكان أخذ عينة الحجر من بيت الغوص	57
201	يوضح نمط حيود الأشعة السينية لعينة الحجر رقم 700/4 - بيت الغوص	58

202	يوضح مكان أخذ عينة الحجر من بيت بدر غلوم	59
203	يوضح نمط حيود الأشعة السينية لعينة الحجر رقم 745/16 – بيت بدر غلوم	60
204	يوضح أماكن أخذ عينات أحجار بيت سيادي	61
205	يوضح نمط حيود الأشعة السينية لعينة الحجر رقم 705/50 – بيت سيادي	62
206	يوضح نمط حيود الأشعة السينية لعينة الحجر رقم 65 – بيت سيادي	63
206	يوضح أماكن أخذ عينات أحجار عمارة فخرو	64
207	يوضح نمط حيود الأشعة السينية لعينة الحجر رقم 703/45 – عمارة فخرو	65
208	يوضح نمط حيود الأشعة السينية لعينة الحجر رقم 704/48 – عمارة فخرو	66
210	يوضح نمط حيود الأشعة السينية لعينة الحجر رقم 86 – ساحل كرانة	67
211	يوضح نمط حيود الأشعة السينية لعينة الحجر رقم 87 – ساحل كرانة	68
213	يوضح أماكن عينات المونة من بيت الجلاهمة	69
214	يوضح نمط حيود الأشعة السينية لعينة المونة رقم 711/7 – بيت الجلاهمة	70
215	يوضح نمط حيود الأشعة السينية لعينة المونة رقم 755/13 – بيت الجلاهمة	71
216	يوضح نمط حيود الأشعة السينية لعينة المونة رقم 744/14B – بيت الجلاهمة	72
217	يوضح أماكن عينات المونة من بيت الغوص	73
218	يوضح نمط حيود الأشعة السينية لعينة المونة رقم 709/3 – بيت الغوص	74
219	يوضح نمط حيود الأشعة السينية لعينة المونة رقم 710/6 – بيت الغوص	75
219	يوضح مكان عينة المونة في بيت النوخذة	76
220	يوضح نمط حيود الأشعة السينية لعينة المونة رقم 91 – بيت النوخذة	77
221	يوضح مكان عينة المونة من بيت بدر غلوم	78
222	يوضح نمط حيود الأشعة السينية لعينة المونة رقم 715/18 – بيت بدر غلوم	79
222	يوضح أماكن عينات المونة المأخوذة من بيت سيادي	80
223	يوضح نمط حيود الأشعة السينية لعينة المونة رقم 724/49 – بيت سيادي	81
224	يوضح نمط حيود الأشعة السينية لعينة المونة رقم 743/5 – بيت سيادي	82
226	يوضح نمط حيود الأشعة السينية لعينة المونة رقم 746/51 – بيت سيادي	83
226	يوضح مكان عينة المونة في بيت الشيخ عيسى بن علي	84
227	يوضح نمط حيود الأشعة السينية لعينة المونة رقم 63 – بيت الشيخ عيسى	85
228	يوضح أماكن عينات المونة المأخوذة من بيت فخرو	86
229	يوضح نمط حيود الأشعة السينية لعينة المونة رقم 717/22 – بيت فخرو	87
230	يوضح نمط حيود الأشعة السينية لعينة المونة رقم 718/25 – بيت فخرو	88
231	يوضح نمط حيود الأشعة السينية لعينة المونة رقم 723/34 – بيت فخرو	89
231	يوضح مكان عينة المونة من بيت مراد	90

232	يوضح نمط حيود الأشعة السينية لعينة المونة رقم 757/36 - بيت مراد	91
233	يوضح أماكن عينات المونة من عمارة فخرو	92
234	يوضح نمط حيود الأشعة السينية لعينة المونة رقم 749/43 - عمارة فخرو	93
235	يوضح نمط حيود الأشعة السينية لعينة المونة رقم 751/47 - عمارة فخرو	94
236	يوضح نمط حيود الأشعة السينية لعينة المونة رقم 752/46 - عمارة فخرو	95
237	يوضح أماكن عينات المونة المأخوذة من بيت الشيخ سلمان	96
238	يوضح نمط حيود الأشعة السينية لعينة المونة رقم 94 - بيت الشيخ سلمان	97
239	يوضح نمط حيود الأشعة السينية لعينة المونة رقم 95 - بيت الشيخ سلمان	98
240	يوضح نمط حيود الأشعة السينية لعينة المونة رقم 99 - بيت الشيخ سلمان	99
240	يوضح أماكن عينات المونة المأخوذة من دكاكين سيادي	100
241	يوضح نمط حيود الأشعة السينية لعينة المونة رقم 494/103 - دكاكين سيادي	101
242	يوضح نمط حيود الأشعة السينية لعينة المونة رقم 495/104 - دكاكين سيادي	102
243	يوضح نمط حيود الأشعة السينية لعينة المونة رقم 496/105 - دكاكين سيادي	103
253	يوضح أماكن عينات طبقات الكساء المأخوذة من بيت الجلاهمة	104
254	يوضح نمط حيود الأشعة السينية لعينة طبقة الكساء رقم 713/11 - بيت الجلاهمة	105
255	يوضح نمط حيود الأشعة السينية لعينة الكساء رقم 726/15A - بيت الجلاهمة	106
256	يوضح نمط حيود الأشعة السينية لعينة الكساء رقم 727/15B - بيت الجلاهمة	107
257	يوضح أماكن عينات طبقات الكساء المأخوذة من بيت الغوص	108
258	يوضح نمط حيود الأشعة السينية لعينة الكساء رقم 707/1 - بيت الغوص	109
259	يوضح نمط حيود الأشعة السينية لعينة الكساء رقم 708/2 - بيت الغوص	110
259	يوضح أماكن عينات طبقات الكساء المأخوذة من بيت النوخذة	111
260	يوضح نمط حيود الأشعة السينية لعينة الكساء رقم 92 - بيت النوخذة	112
261	يوضح نمط حيود الأشعة السينية لعينة الكساء رقم 93 - بيت النوخذة	113
261	يوضح أماكن عينات طبقات الكساء المأخوذة من بيت سيادي	114
263	يوضح نمط حيود الأشعة السينية لعينة الكساء رقم 66 A - بيت سيادي	115
263	يوضح نمط حيود الأشعة السينية لعينة الكساء رقم 66 B - بيت سيادي	116
263	يوضح نمط حيود الأشعة السينية لعينة الكساء رقم 66 C - بيت سيادي	117
264	يوضح أماكن عينات طبقات الكساء المأخوذة من بيت علوي	118
265	يوضح نمط حيود الأشعة السينية لعينة الكساء رقم 716/19 - بيت علوي	119
265	يوضح أماكن عينات طبقات الكساء المأخوذة من بيت الشيخ عيسى بن علي	120
266	يوضح نمط حيود الأشعة السينية لعينة الكساء رقم 60 - بيت عيسى بن علي	121
267	يوضح نمط حيود الأشعة السينية لعينة الكساء رقم 61 - بيت عيسى بن علي	122

268	يوضح نمط حيود الأشعة السينية لعينة الكساء رقم 62 – بيت عيسى بن علي	123
269	يوضح أماكن عينات طبقات الكساء المأخوذة من بيت فخرو	124
270	يوضح نمط حيود الأشعة السينية لعينة الكساء رقم 719/26 – بيت فخرو	125
272	يوضح نمط حيود الأشعة السينية لعينة الكساء A 21 – بيت فخرو	126
272	يوضح نمط حيود الأشعة السينية لعينة الكساء B 21 – بيت فخرو	127
272	يوضح نمط حيود الأشعة السينية لعينة الكساء C 21 – بيت فخرو	128
273	يوضح نمط حيود الأشعة السينية لعينة الكساء D 21 – بيت فخرو	129
275	يوضح نمط حيود الأشعة السينية لعينة الكساء A 27 – بيت فخرو	130
275	يوضح نمط حيود الأشعة السينية لعينة الكساء B 27 – بيت فخرو	131
276	يوضح نمط حيود الأشعة السينية لعينة الكساء C 27 – بيت فخرو	132
277	يوضح أماكن عينات طبقات الكساء المأخوذة من عمارة فخرو	133
278	يوضح نمط حيود الأشعة السينية لعينة الكساء A & B 38 – عمارة فخرو	134
279	يوضح نمط حيود الأشعة السينية لعينة الكساء C 38 – عمارة فخرو	135
280	يوضح نمط حيود الأشعة السينية لعينة الكساء A 40 – عمارة فخرو	136
281	يوضح نمط حيود الأشعة السينية لعينة الكساء B 40 – عمارة فخرو	137
281	يوضح أماكن عينات طبقات الكساء المأخوذة من بيت الشيخ سلمان	138
282	يوضح نمط حيود الأشعة السينية لعينة الكساء رقم 96 – بيت الشيخ سلمان	139
283	يوضح نمط حيود الأشعة السينية لعينة الكساء رقم 98 – بيت الشيخ سلمان	140
284	يوضح أماكن عينات طبقات الكساء المأخوذة من دكاكين سيادي	141
285	يوضح نمط حيود الأشعة السينية لعينة الكساء رقم 493/102 – دكاكين سيادي	142
286	يوضح نمط حيود الأشعة السينية لعينة الكساء رقم 497/106 – دكاكين سيادي	143
294	يوضح نمط حيود الأشعة السينية للعينة رقم 57 – بيت عيسى بن علي	144
295	يوضح نمط حيود الأشعة السينية للعينة رقم 67 – بيت سيادي	145
296	يوضح نمط حيود الأشعة السينية للعينة رقم 113 – بيت الشيخ سلمان	146
297	يوضح نمط حيود الأشعة السينية للعينة الملحية رقم 55 – بيت عيسى بن علي	147
298	يوضح نمط حيود الأشعة السينية الملحية رقم 706/35 – بيت فخرو	148
299	يوضح نمط حيود الأشعة السينية لعينة التربة رقم 111 – المحرق	149
300	يوضح نمط حيود الأشعة السينية لعينة التربة رقم 112 – المحرق	150
301	يوضح نمط حيود الأشعة السينية لعينة التربة رقم 115 – المحرق	151
303	يوضح نتائج التحليل الكيميائي لعملية فصل المركبات الطينية	152
304	يوضح النتائج الطبقي لعينة تربة دكاكين سيادي بالمحرق	153
330	يوضح المسقط الأفقي لبيت الشيخ سلمان بن حمد بالمحرق	154

331	يوضح الواجهة الأمامية لبيت الشيخ سلمان بن حمد بالمحرق	155
333	مسقط أفقي لبيت الشيخ سلمان بالمحرق يوضح عملية ترقيم الغرف وأجزاء البيت	156
335	يوضح خطوة توثيق مظاهر التلف على رسم للواجهة الرئيسية لبيت الشيخ سلمان	157
335	يوضح خطوة توثيق مظاهر التلف على رسم للواجهة الجانبية الشمالية لبيت الشيخ سلمان	158
340	يوضح مكان وجود الانتفاخ في الواجهة الشمالية للبيت	159
347	يظهر مكان وشكل الشرخ في الواجهة الشمالية لبيت الشيخ سلمان	160
348	يوضح طريقة تهوية أسفل الجدران من داخل الغرف	161
349	يوضح شكل لوح التهوية في أسفل الجدران	162
354	يوضح طريقة علاج ظاهرة انتفاخ احد الجدران في بيت الشيخ سلمان	163
357	مسقط أفقي لدكاكين سيادي	164
358	الواجهة الشمالية لدكاكين سيادي	165
358	الواجهة الغربية لدكاكين سيادي	166
361	مخطط أفقي لمجموعة الدكاكين يوضح عملية الترقيم للدكاكين	167
362	يوضح مظاهر التلف على جدران الدكاكين	168
362	يوضح مظاهر التلف على الواجهة الأمامية للدكاكين	169
363	يوضح عملية حصر ورسم عدد العوارض الخشبية في الأسقف	170
363	يوضح عملية توثيق الأبواب الخشبية للدكاكين	171
373	رسم يوضح اتجاهات ميل طبقات السطح العلوية باتجاه فتحات صرف مياه الأمطار "المرازيم"	172

## فهرس الجداول

رقم الجدول	الموضوع	الصفحة
1	يوضح التوزيع التقريبي لسرعات الرياح ووصفها وتأثيرها	122
2	يوضح درجة الرطوبة الجوية التي يصل عندها الملح إلى درجة التوازن مع الرطوبة المحيطة عند درجة حرارة ما بين 20° - 25° م	125
3	مظاهر تأثير الكائنات الحية على مادة الأثر	139
4	يبين عيوب أهم المقويات العضوية المخلفة السابقة	172
5	يبين خواص أهم المواد السليكاتية	173
6	يوضح نتائج حيود الأشعة السينية للعينه رقم 701/8 – بيت الجلاهمة	199
7	يوضح نتائج حيود الأشعة السينية للعينه رقم 700/4 – بيت الغوص	200
8	يوضح نتائج حيود الأشعة السينية لعينه حجر رقم 745/16 – بيت بدر غلوم	202
9	يوضح نتائج حيود الأشعة السينية لعينه حجر رقم 705/50 – بيت سيادي	204
10	يوضح نتائج حيود الأشعة السينية لعينه حجر رقم 65 – بيت سيادي	205
11	يوضح نتائج حيود الأشعة السينية لعينه حجر رقم 703/45 – عمارة فخرو	207
12	يوضح نتائج حيود الأشعة السينية لعينه حجر رقم 704/48 – عمارة فخرو	208
13	يوضح نتائج حيود الأشعة السينية لعينه حجر رقم 86 – ساحل كرانة	209
14	يوضح نتائج حيود الأشعة السينية لعينه حجر رقم 87 – ساحل كرانة	210
15	يوضح خلاصة نتائج تحليل ودراسة عدد من عينات الحجاره لبعض المباني القديمة بمدينة المحرق	212
16	يوضح نتائج حيود الأشعة السينية لعينه المونه رقم 711/7 – بيت الجلاهمة	213
17	يوضح نتائج حيود الأشعة السينية لعينه المونه رقم 755/13 – بيت الجلاهمة	214
18	يوضح نتائج حيود الأشعة السينية لعينه المونه رقم 744/14B – بيت الجلاهمة	215
19	يوضح نتائج حيود الأشعة السينية لعينه المونه رقم 709/3 – بيت الغوص	217
20	يوضح نتائج حيود الأشعة السينية لعينه المونه رقم 710/6 – بيت الغوص	218
21	يوضح نتائج حيود الأشعة السينية لعينه المونه رقم 91 – بيت النوخة	220
22	يوضح نتائج حيود الأشعة السينية لعينه المونه رقم 715/18 – بيت بدر غلوم	221
23	يوضح نتائج حيود الأشعة السينية لعينه المونه رقم 724/49 – بيت سيادي	223
24	يوضح نتائج حيود الأشعة السينية لعينه المونه رقم 743/5 – بيت سيادي	224
25	يوضح نتائج حيود الأشعة السينية لعينه المونه رقم 746/51 – بيت سيادي	225
26	يوضح نتائج حيود الأشعة السينية لعينه المونه رقم 63 – بيت الشيخ عيسى	227
27	يوضح نتائج حيود الأشعة السينية لعينه المونه رقم 717/22 – بيت فخرو	228
28	يوضح نتائج حيود الأشعة السينية لعينه المونه رقم 718/25 – بيت فخرو	229



230	يوضح نتائج حيود الأشعة السينية لعينة المونة رقم 723/34 - بيت فخرو	29
232	يوضح نتائج حيود الأشعة السينية لعينة المونة رقم 757/36 - بيت مراد	30
233	يوضح نتائج حيود الأشعة السينية لعينة المونة رقم 749/43 - عمارة فخرو	31
234	يوضح نتائج حيود الأشعة السينية لعينة المونة رقم 751/47 - عمارة فخرو	32
236	يوضح نتائج حيود الأشعة السينية لعينة المونة رقم 752/46 - عمارة فخرو	33
237	يوضح نتائج حيود الأشعة السينية لعينة المونة رقم 94 - بيت الشيخ سلمان	34
238	يوضح نتائج حيود الأشعة السينية لعينة المونة رقم 95 - بيت الشيخ سلمان	35
239	يوضح نتائج حيود الأشعة السينية لعينة المونة رقم 99 - بيت الشيخ سلمان	36
241	يوضح نتائج حيود الأشعة السينية لعينة المونة رقم 494/103 - دكاكين سيادي	37
242	يوضح نتائج حيود الأشعة السينية لعينة المونة رقم 495/104 - دكاكين سيادي	38
243	يوضح نتائج حيود الأشعة السينية لعينة المونة رقم 496/105 - دكاكين سيادي	39
244	يوضح خلاصة نتائج عينات المونة لعدد من المباني القديمة في مدينة المحرق	40
246	يوضح متوسط نسب المكونات المعدنية في مونة بيت الجلاهمة	41
247	يوضح متوسط نسب المكونات المعدنية في مونة بيت الغوص	42
247	يوضح متوسط نسب المكونات المعدنية في مونة بيت النوخة	43
248	يوضح متوسط نسب المكونات المعدنية في مونة بيت بدر غلوم	44
248	يوضح متوسط نسب المكونات المعدنية في مونة بيت سيادي	45
249	يوضح متوسط نسب المكونات المعدنية في مونة بيت الشيخ عيسى بن علي	46
249	يوضح متوسط نسب المكونات المعدنية في مونة بيت فخرو	47
250	يوضح متوسط نسب المكونات المعدنية في مونة بيت مراد	48
250	يوضح متوسط نسب المكونات المعدنية في مونة عمارة فخرو	49
251	يوضح متوسط نسب المكونات المعدنية في مونة بيت الشيخ سلمان	50
251	يوضح متوسط نسب المكونات المعدنية في مونة سوق القيصرية	51
252	يوضح النسب التقريبية لمكونات خلطة المونة المستخدمة في عدد من المباني القديمة في المحرق	52
253	يوضح نتائج حيود الأشعة السينية لعينة طبقة الكساء رقم 713/11 - بيت الجلاهمة	53
255	يوضح نتائج تحليل عينة طبقة الكساء رقم 726/15A و 727/15B - بيت الجلاهمة باستخدام حيود الأشعة السينية والدراسة البتروجرافية	54
257	يوضح نتائج حيود الأشعة السينية لعينة الكساء رقم 707/1 - بيت الغوص	55
258	يوضح نتائج حيود الأشعة السينية لعينة الكساء رقم 708/2 - بيت الغوص	56
260	يوضح نتائج حيود الأشعة السينية لعينة الكساء رقم 92 - بيت النوخة	57
261	يوضح نتائج حيود الأشعة السينية لعينة الكساء رقم 93 - بيت النوخة	58
262	يوضح المكونات المعدنية لطبقات عينة الكساء رقم 66 - بيت سيادي، باستخدام التحليل بحيود الأشعة السينية	59

264	يوضح نتائج حيود الأشعة السينية لعينة الكساء رقم 716/19 – بيت علوي	60
266	يوضح نتائج حيود الأشعة السينية لعينة الكساء رقم 60 – بيت عيسى بن علي	61
267	يوضح نتائج حيود الأشعة السينية لعينة الكساء رقم 61 – بيت عيسى بن علي	62
268	يوضح نتائج حيود الأشعة السينية لعينة الكساء رقم 62 – بيت عيسى بن علي	63
269	يوضح نتائج حيود الأشعة السينية لعينة الكساء رقم 719/26 – بيت فخرو	64
271	يوضح المكونات المعدنية لطبقات عينة الكساء رقم 21 – بيت فخرو، باستخدام التحليل بحيود الأشعة السينية والدراسة البتروجرافية	65
274	يوضح المكونات المعدنية لطبقات عينة الكساء رقم 27 – بيت فخرو، باستخدام التحليل بحيود الأشعة السينية والدراسة البتروجرافية	66
278	يوضح المكونات المعدنية لطبقات عينة الكساء رقم 38 – عمارة فخرو، باستخدام التحليل بحيود الأشعة السينية والدراسة البتروجرافية	67
280	يوضح المكونات المعدنية لطبقات عينة الكساء رقم 40 – عمارة فخرو، باستخدام التحليل بحيود الأشعة السينية والدراسة البتروجرافية	68
282	يوضح نتائج حيود الأشعة السينية لعينة الكساء رقم 96 – بيت الشيخ سلمان	69
283	يوضح نتائج حيود الأشعة السينية لعينة الكساء رقم 98 – بيت الشيخ سلمان	70
284	يوضح نتائج حيود الأشعة السينية لعينة الكساء رقم 493/102 – دكاكين سيادي	71
285	يوضح نتائج حيود الأشعة السينية لعينة الكساء رقم 497/106 – دكاكين سيادي	72
286	يوضح خلاصة نتائج عينات طبقات الكساء لعدد من المباني القديمة في المحرق	73
289	يوضح متوسط نسب المكونات المعدنية في مونة طبقات كساء بيت الجلامه	74
290	يوضح متوسط نسب المكونات المعدنية في مونة طبقات كساء بيت الغوص	75
290	يوضح متوسط نسب المكونات المعدنية في مونة طبقات كساء بيت النوخة	76
291	يوضح متوسط نسب المكونات المعدنية في مونة طبقات كساء بيت عيسى بن علي	77
292	يوضح متوسط نسب المكونات المعدنية في مونة طبقات كساء بيت الشيخ سلمان	78
293	يوضح متوسط نسب المكونات المعدنية في مونة كساء القيصرية/دكاكين سيادي	79
294	يوضح المكونات المعدنية للعينة رقم 57 – بيت عيسى بن علي	80
295	يوضح المكونات المعدنية للعينة رقم 67 – بيت سيادي	81
296	يوضح المكونات المعدنية للعينة رقم 113 – بيت الشيخ سلمان	82
297	يوضح المكونات المعدنية للعينة الملحية رقم 55 – بيت عيسى بن علي	83
298	يوضح المكونات المعدنية للعينة الملحية رقم 706/35 – بيت فخرو	84
299	يوضح المكونات المعدنية لعينة التربة رقم 111 – المحرق	85
300	يوضح المكونات المعدنية لعينة التربة رقم 112 – المحرق	86
301	يوضح المكونات المعدنية لعينة التربة رقم 115 – المحرق	87
302	يوضح نتائج التحليل بالامتصاص الذري لعينة التربة 115	88
304	يوضح التتابع الطبقي لعينة تربة دكاكين سيادي بالمحرق، ووصف حبيباتها	89

305	يوضح نتائج تحليل عينات مياه أرضية من المحرق والمنامة	90
307	يبين نسب المواد المكونة لنماذج مونات الترميم المقترحة للدراسة	91
308	يوضح نتائج اختبارات امتصاص الماء والمسامية وقوة الضغط لعينات المونة الاختبارية والمقترحة للترميم	92
309	يوضح نتائج اختبارات امتصاص الماء والمسامية وقوة الضغط لعينات مونة قديمة	93
312	يوضح الصور التي تظهر عينات طبقات الكساء التجريبية في بيت سيادي في الفترة الممتدة من أغسطس 2010 - يناير 2011	94
316	يوضح نتائج اختبار مقاومة الضغط للعينات الجصية المقواة بمواد تقوية مختلفة	95
334	يمثل نموذج لبطاقة توصيف أجزاء المبنى	96
334	يمثل نموذج لبطاقة توصيف العناصر بأجزاء المبنى "الزخارف، الأبواب، النوافذ"	97
364	بطاقة الحالة الراهنة للدكاكين	98

## المقدمة

تحتضن جزيرة المحرق في وسطها العاصمة السياسية للبحرين في بداية القرن 17 م والتي استمرت لأكثر من 100 عام. جزيرة المحرق هي ثاني أكبر جزر مملكة البحرين، وتقع شرقي العاصمة الحالية "المنامة" حيث يربط بينهما حالياً ثلاثة جسور حديثة. وكانت تعرف قديماً باسم "رفين"، وتبلغ مساحتها الإجمالية حوالي 7 أميال مربعة، ذات شواطئ رملية، يحيط بها شريط عريض من الصخور المرجانية.

ظلت مدينة المحرق القديمة مزدهرة لأكثر من مائة عام اتسمت فيها بالازدهار الاقتصادي والاجتماعي والسياسي والعمراي. فقد كانت المحرق مركز حكم آل خليفة، والذين شجع بعض القبائل للقدوم للاستيطان في المحرق سواء من العوائل ذات صلة قرابة أو عوائل أخرى تضم الحرفيين والخدم. كما اشتهرت المحرق بتجارة اللؤلؤ التي كانت أحد أهم مصادر الدخل لأهل البحرين وعماد التجارة في ذلك الوقت. ونظراً للازدهار السياسي والاقتصادي في المحرق؛ اتبعه ازدهار اجتماعي وعرماني يظهر جلياً من خلال إنشاء العديد من المباني، التي تراوحت ما بين مباني ضخمة في حجمها وبسيطة في زخارفها، ومبانٍ أخرى صغيرة في حجمها وغنية بجمال عناصرها المعمارية والزخرفية.

المحرق القديمة مهددة بالاندثار بسبب التوسع العمراني الحديث وهجرة السكان الأصليين إلى مناطق أخرى أكثر اتساعاً وهدوءاً. ولم يتبقى من تلك المباني القديمة والتي تتراوح أعمارها ما بين 50 إلى 200 عاماً إلا القليل. وقد بدأت الجهات المسؤولة عن التراث ممثلة بهيئة البحرين للثقافة والآثار، وكذلك المثقفون بالاتجاه نحو المحافظة على النسيج العمراني لمدينة المحرق بمبانيه وأزقته وشوارعه وأسواقه.

وبناء على هذا التوجه للمحافظة على هذا التراث المعماري، إضافةً إلى أن جُل الدراسات السابقة على المحرق كانت دراسات هندسية معمارية لتوثيق المباني بجميع عناصرها ولم تتناول بشكل علمي مواد البناء المستخدمة فيها من حيث مكوناتها، ولم تتناول التعريف بأسباب تدهورها والتي تؤدي إلى إيجاد حلول للمعالجة والحفاظ. ومن هذا المنطلق ارتأينا أن نقوم بإعداد دراسة مكملة للدراسات السابقة وتعتمد على ما تم توثيقه سابقاً بحيث تُدرَس مواد البناء من حيث مكوناتها وخصائصها باستخدام التقنيات الحديثة وكذلك دراسة أساليب البناء ومن ثم مسببات تدهورها، وجميع هذه الدراسات ستساعد على اقتراح الحلول المناسبة للترميم والصيانة.

كما تجدر الإشارة إلى أن هناك مشاريع ومبادرات للحفاظ على تراث المحرق المعماري سواء من قبل القطاع الخاص مثل جهود مركز الشيخ إبراهيم للثقافة والبحوث بالإضافة إلى جهود هيئة البحرين للثقافة والآثار وبالخصوص ضمن مشروع طريق اللؤلؤ الذي يضم مسارٍ يمتد لما يقارب 3 كلم في وسط مدينة المحرق، يضم عدد من المباني القديمة التي تعكس تاريخ تجارة اللؤلؤ في البحرين.

## الهدف من البحث

تهدف هذه الدراسة البحثية إلى تغطية عدة محاور علمية تساعد في الحفاظ على التراث المعماري في البحرين ومدينة المحرق بشكل خاص، وتمثل هذه المحاور أو الأهداف في التالي:

- تشخيص مواد البناء المستخدمة في المباني التراثية بمدينة المحرق سواء كانت أحجار أو مونة أو أخشاب، وذلك باستخدام الطرق والأجهزة العلمية الحديثة.
- التعرف على تقنيات البناء المستخدمة قديماً في تشييد المباني التراثية.
- توصيف العناصر الإنشائية والمعمارية والزخرفية لهذه المباني.
- دراسة وتشخيص عوامل ومظاهر تلف مواد البناء المستخدمة في المباني التراثية بمدينة المحرق.
- اقتراح الأساليب العلمية والمواد المناسبة التي يمكن استخدامها لعلاج المشاكل التي تتعرض لها هذه المباني.

## الدراسات السابقة

### الوصف التاريخي لمدينة المحرق وعمارته:

في دراسة لوالي<sup>1</sup> عن عمارة المساكن في البحرين تناول فيها أنماط المساكن من زاويتين مختلفتين وهما من حيث البنية الاجتماعية، حيث قسم المساكن إلى نمط سكن لعوائل الطبقة الأرستقراطية ونمط سكن عوائل طبقة العوام؛ وذلك بناء على ما يدور فيها من نشاط يومي، أما الزاوية الثانية التي تناول فيها أنماط المساكن في البحرين وذلك بناء على الطبيعة المدنية للمسكن نفسه؛ فهناك نمط المسكن البدائي "البرستج" المصنوع من سعف النخيل، ونمط المسكن الحضري. وأيضاً تناول والي<sup>2</sup> في دراسة أخرى تأثير النظام القبلي على عمران مدينة المحرق، التي كان عمرانها متأثراً بالبنية الاجتماعية القبلية في مدينة المحرق.

وقد قدم جون ياروود<sup>3</sup> دراسة أعطى فيها معلومات عامة عن النسيج العمراني والبنية السكنية والعناصر البنائية والزخرفية وتطور الأنماط المعمارية للمباني القديمة لمدينة المحرق.

كما أن لوريمر<sup>4</sup> تطرق إلى جزيرة المحرق وقدم وصفا لمكوناتها الجغرافية وتاريخ المدينة القديمة فيها والتي كانت تعتبر المقر الرئيسي للشيخ طوال ثمانية أشهر في السنة وتعتبر العاصمة السياسية والإدارية.

وفي أحد أبحاثه قدم Lewcock<sup>5</sup> دراسة عن العمارة التقليدية في البحرين تناول فيها بعض من خصائص العمارة البحرينية وأساليب بناء الجدران، وتناول أنواع ملاقف الهواء ونماذج مختصرة عن عمارة المساجد والقلاع في البحرين.

أما بالنسبة إلى الوصف الجيولوجي للبحرين؛ فيذكر Kassler<sup>6</sup> بأن البحرين عبارة عن قمة مرتفع أو قمة جبل Ridge ارتفعت خلال آلاف السنين القليلة الماضية، وأن مرتفع البحرين يقع ضمن منطقة نشطة من حيث نمو الشعاب المرجانية.

وقد أجريت العديد من الدراسات الجيولوجية منذ ستينات القرن الماضي على منطقة الخليج والبحرين، ومن أمثال هؤلاء Bowen<sup>7</sup> و Larsen<sup>8</sup> و Powers<sup>9</sup>.

1 طارق والي: نهج البواطن في عمارة المساكن - البحرين، 1992، ص 29 - 44.

2 طارق والي: البيان والتبيين في العمارة والعمران، البحرين، 1993، ص 111.

3 جون ياروود: المحرق؛ العمارة التقليدية لمدينة المحرق، ترجمة علي رؤوف، مؤسسة ميراكل للطباعة والنشر، مركز الشيخ ابراهيم للثقافة، البحرين، 2005.

4 لوريمر: دليل الخليج - القسم الجغرافي، الجزء الرابع، مترجم، الدوحة، قطر، ص 1604 - 1611.

5 Lewcock, R: The traditional architecture of Bahrain, in: Bahrain through the ages; the archaeology, edited by Haya Al khalifa & Michael Rice, KPI limited, England, 1986, pp. 485 - 496.

6 Kassler, P: The structural & geomorphic evolution of the Persian Gulf, In: The Persian Gulf, Berlin, 1973.

7 Bowen, R & Jux, U: Afro-Arabian Geology, A Kinematic View, London, 1987.

8 Larsen, C: Life and land use on the Bahrain islands; the geoarchaeology of an ancient society, The University of Chicago Press, Chicago, USA, 1983.

9 Powers, R.W: Geology of the Arabian Peninsula-Sedimentary Geology of Saudi Arabia, Washington, D.C., 1966.

### مواد وتقنيات البناء القديمة:

قام **Christopher kendall**<sup>10</sup> بإجراء دراسة علمية عن مكونات وكيفية تكوين الطبقات الرملية البحرية المتصلبة التي تتواجد عند سواحل البحر ذات المياه الضحلة والمتمثلة هنا فيما يعرف بالحجارة البحرية أو الفروش المستخدمة في أعمال البناء التقليدية، وذلك على سواحل أبوظبي في دولة الإمارات العربية المتحدة والتي تتشابه ببنيتها البحرية مع البحرين ضمن الخليج العربي.

قامت **Orbasli**<sup>11</sup> بدراسة مواد البناء البحرية وتقنيات بناء المباني التقليدية الموجودة في المناطق الساحلية الشمالية للمملكة العربية السعودية والمطلّة على البحر الأحمر؛ وذلك بغرض التوصل إلى الأساليب الصحيحة لصيانتها وإعادة استخدامها.

استعرض **Ebrahim Majed**<sup>12</sup> في أحد أجزاء كتابه عملية تصنيع مادتي الجبس والجير "النورة" المستخدمتين في أعمال البناء القديمة في البحرين كمادة مونة وطبقات ملاط، بالإضافة إلى تناوله لأساليب البناء في الفترة التي تسبق الأربعينات من القرن العشرين.

وقد تناول **الخليفي**<sup>13</sup> في دراسة له المواد والأساليب المستخدمة في البناء في دولة قطر والتي تتشابه في موادها وأساليب بنائها مع ما هو موجود في البحرين وبالأخص في مدينة المحرق من حيث استخدام أحجار الفروش والجص وخشب الدنجل وجذوع النخيل والمنغورور والبامبو "الخيزران".

فيما قدم **العرفي**<sup>14</sup> أيضاً عرضاً عن خامات البناء القديمة ومراحل إنجاز البيت والأدوات المستخدمة في البناء. وقد خصص **عبدالجليل**<sup>15</sup> أحد فصول كتابه لمواد البناء الخاصة بالعمارة التقليدية في دولة الإمارات العربية المتحدة والتي تتشابه في مواد بنائها التقليدية مع ما هو مستخدم في البحرين في نفس الفترة.

يذكر **Collepari**<sup>16</sup> أن مادة الجبس كانت تستخدم على نطاق واسع في أعمال البناء في الحضارات القديمة مثل الفرعونية وظل مستخدماً حتى بعد إنتاج الجير حيث لاحظ استخدامه في المباني التاريخية في إيطاليا وألمانيا. وبالنسبة إلى وظيفة طبقات الملاط، يشير **Veiga**<sup>17</sup> إلى أن من وظائف طبقات الملاط على الجدران الخارجية للمباني هي حمايتها ومنع تسرب المياه إلى الجدار وكذلك مقاومتها للظروف الخارجية.

10 Christopher. K & Others: Holocene Marine Cement Coatings on Beach Rocks of the ABU DHABI coastline (UAE); Analogs for Cement Fabrics in Ancient Limestones, in: Carbonates and Evaporites, Vol. 9, NO. 2, 1994, pp. 119 – 131

11 Alyin Orbasli: The Conservation of Coral Buildings on Saudi Arabia's Northern Red Sea Coast, Journal of Architectural Conservation, Vol. 15, No. 1, March, 2009.

12 Ebrahim Majed: The traditional construction of early twentieth century houses in Bahrain, Arab Gulf States Folklore Centre, Doha, Qatar, 1987.

13 محمد الخليفي: العمارة التقليدية في قطر، المجلس الوطني للثقافة والفنون والتراث، الدوحة، قطر 2003.

14 راشد العرفي: العمارة البحرينية، سلسلة التراث البحريني 2، المعرض السياحي، المنامة، البحرين، 1978.

15 محمد مندحت عبدالجليل "د": العمران التقليدي في دولة الإمارات العربية المتحدة، مركز زايد للتراث والتاريخ، العين، الإمارات، 2004.

16 Collepari.M: Degradation and restoration of masonry walls of historic buildings, In: Materials and Structures, 23, 1990, pp.81 – 102.

17 Veiga, R: Behavior of façades coatings with a mineral binder. Functional demands and performance evaluation, In: Proceedings of the 1st national congress national on construction mortars. Lisbon, 2005.

### عوامل ومظاهر تلف مواد البناء القديمة:

يذكر **Feilden**<sup>18</sup> أن عامل التلف الأكثر شيوعاً في البحرين هو التلف الناتج عن تبلور أملاح المياه الأرضية؛ نتيجة تبخرها بفعل الرياح ودرجات الحرارة المرتفعة.

وقد أجرى **Alvi**<sup>19</sup> دراسة عن تغير المناخ في البحرين من حيث درجات الحرارة والرطوبة وسرعة الرياح ونسبة هطول الأمطار ونسبة الإشعاع الشمسي، وقد خلصت نتائج الدراسة إلى أن هناك زيادة في درجات الحرارة بمقدار 0,014 درجة مئوية كل عام وبمقدار 1.4 درجة مئوية كل 100 عام، وأن نسبة هطول الأمطار تنقص بنسبة 0,6 ملم كل عام.

ويشير **Lewcock**<sup>20</sup> إلى أنه بدراسته للمعالم التاريخية في البحرين مع الأخذ في الاعتبار الظروف المناخية المؤثرة على أسلوب البناء ومواد بناء الجدران؛ وجد أن الأملاح لها دور أساسي في تلف مواد البناء القديمة.

توصل **Sehlstedt-Persson**<sup>21</sup> إلى أن تعرض الأخشاب في المباني التاريخية لدرجات الحرارة المرتفعة يؤدي إلى إحداث تحلل جزئي لمركب السيليلولوز الموجود بالخشب؛ مما ينتج عنه تقليل لخاصية الاسترطاب hygroscopic للخشب مما يؤثر على قابليتها لاكتساب الرطوبة.

كما يذكر **Unger**<sup>22</sup> بأن تعرض سطح الخشب لأشعة الشمس المباشرة يؤدي إلى حدوث تغيير بسطحه ولكن بوتيرة بطيئة؛ حيث يؤدي التعرض لفترة طويلة للضوء إلى غمقان سطح الخشب وذلك نتيجة حدوث تفاعلات التحلل الكيميائي الناتج عن الأشعة فوق البنفسجية والتكسير الحراري، وتعتمد درجة التحلل على طاقة الضوء وطول فترة التعرض.

ويذكر **Abd Elhady**<sup>23</sup> إلى أن التغيرات المستمرة في درجات الحرارة والرطوبة يومية وموسمياً وما يتبعها من تمدد وانكماش، إلى جانب التغيرات المستمرة للرطوبة النسبية تعد من أهم عوامل التلف الفيزيوكيميائية لمواد البناء والتي منها المونة وطبقات الملاط.

يذكر **Atzeni**<sup>24</sup> أن امتصاص الحجر ذو المسامية العالية للماء وتغلغله بين جزيئاته يؤدي إلى إضعاف القوى الكهروستاتيكية electrostatic forces وتقلل من قوة الضغط ومن سرعة الموجات فوق الصوتية ultrasonic velocity، وأنه بمجرد وجود الماء يكون لديه القدرة الكافية على إضعاف التكوين أو التركيب الدقيق microstructure للحجر حيث يتوغل من خلال المسام ومن الممكن أن يتسبب بالإذابة الجزئية لحبيبات كربونات الكالسيوم.

كما يذكر **Watkinson**<sup>25</sup> أنه في حالة صدأ العناصر المعدنية في المباني بواسطة الرطوبة فإن نواتج الصدأ يمكن أن تذوب وتُغسل بواسطة مياه الأمطار وتستطيع أن تصل إلى أسطح الحجارة القريبة وتتسبب ببعض البقع عليها.

وفي دراسة قام بها **Owen**<sup>26</sup> أظهرت نتائجها أن الضوء والماء معا يسببان التلف الأكبر لتركيبة بوليمرات سطح الخشب، بينما الماء وحده له تأثير ضعيف جداً على السطح.

يشير **Steiger**<sup>27</sup> إلى أن أهم عامل تلف لمواد البناء وبالذات الحجارة هو الماء، فالأملاح تعتبر عاملاً مهماً في التلف ولكنها لا تنشط إلا بوجود الماء وكذلك الحال بالنسبة إلى التلف البيولوجي وأيضاً ظاهرة التمدد والانكماش.

18 Feilden,B: The presentation and conservation of archaeological sites in Bahrain, In: Bahrain through the ages; the archaeology, edited by Shikha Haya & Mihael Rice, KPI Limited, London, England, 1986.

19 Alvi, S.H: Climatic Changes in Bahrain, GeoJournal, Vol. 37, No.1, the Muslim World 1995, pp. 45 – 50

20 Lewcock.R & Hughes.R: Conservation Techniques for the Monuments of the State of Bahrain, UNESCO, Paris, 1981.

21 Sehlsted-Persson: High temperature drying of Scots Pine, A comparison between HT and LT drying, Holzalsroh and Werkstoff, Vol. 53, 1995, pp. 95 – 99.

22 Unger,A: conservation of wood artifacts, springer, Berlin, Germany, 2001, pp. 43 – 49.

23 Abd Elhady,M: Durability of monumental sandstone in Upper Egypt, in: prog. of an International Isymp. of the engineering geology of ancient works, monuments and historical sites, Vol.2, Athens, 1988, pp. 825 – 831.

24 Atzeni..C: Some mechanisms of microstructure weakening in high-porous calcareous stones, in: Materials and Structures, Vol.39, 2006, pp. 525 – 531.

25 Watkinson, D: Preservation of Metallic Cultural Heritage, L.L. Shreir's, Corrosion Chapter 4.43, 2010, pp. 3307 – 3340.

26 Owen & Others: Scanning electron microscope and infrared studies of weathering in Southern Pine, Journal of Molecular Structure, Vol. 300, 1993, pp. 105 – 114.

27 Steiger, M & Others: Weathering and Deterioration, In: Stone in Architecture, edited by: Seigsmund, 4th edition, Springer, 2011, pp 227 – 316.

ويؤكد **Franzen**<sup>28</sup> على أنه لا يمكن الفصل بين تأثير الرطوبة وتأثير الأملاح عند دراسة علاج مواد البناء في المباني التاريخية، فوجود الأملاح يزيد من نسبة الرطوبة والتي تعمل على إذابة الأملاح.

وقد قدم **Van Grieken.R**<sup>29</sup> وآخرون دراسة عن التلف بواسطة الأملاح على مواد البناء الكربوناتيية في البيئة البحرية، حيث دُرست الأشكال المختلفة للتجوية الملحية الناتجة عن الضغوط نتيجة لتبلور الأملاح والتي تتأثر بشكل كبير بحجم وتوزيع المسام في المادة ونوع وتركيز الأملاح.

وقد قدم **Shoeb و Roznerska**<sup>30</sup> دراسة عن المشاكل التي تتعرض لها طبقات الملاط المطبق عليها رسوم جدارية والمعرضة للأملاح وذلك عند تقويتها ببعض المواد التقوية.

يذكر **Steiger**<sup>31</sup> وآخرون إلى أن البحر هو المصدر الأساسي للأملاح في المواقع القريبة من البحر مثل ملح الهاليت، وهذه الأملاح تجد طريقها إلى مواد البناء في المباني التاريخية بعدة طرق وهي إما عن طريق الترسيب الجاف للأملاح المعلقة في الهواء **Salt Aerosols** أو بالترسيب الرطب بواسطة الأمطار أو عن طريق ارتفاع الرطوبة من الأرض أو عن طريق تسرب مياه الأمطار من الأسقف.

كما قدمت **Charola.E**<sup>32</sup> دراسة ركزت فيها على تأثير الأملاح في تلف المواد المسامية غير العضوية؛ بغرض فهم ظاهرة التلف بالأملاح، حيث تناولت حركة المحاليل الملحية داخل مسام مادة الأثر، وتناولت تأثير وجود الأملاح على امتصاص الرطوبة، وتأثير وجود أكثر من نوع من الأملاح في أن واحد على المادة، وأيضا عمدت إلى دراسة توزيع الأملاح في المبنى وآلية ومظاهر التلف بالأملاح.

وقد أشار **Izaguirre**<sup>33</sup> في دراسة له مع آخرين إلى أن الفراغات ومحتوى الهواء في المونة له دور إيجابي مهم في عملية تلف المونة الجيرية؛ حيث أن فراغات الهواء تؤثر على الشبكة الشعرية في المونة وتعمل على توفير مساحات فارغة تسمح للماء بالتمدد أثناء التجمد دون اتلاف النسيج الداخلي للمونة.

وقد توصل **Navarro**<sup>34</sup> إلى أن مدى تلف الحجارة المسامية بواسطة الضغط الناتج عن تبلور الأملاح يعتمد بشكل أساسي على معدل التشبع الكبير للملح وكذلك مكان تبلور الملح، وهذان العاملان يعتمدان بدورهما على نوع الملح ومعدل التبخر.

وقد توصل **Mottershead**<sup>35</sup> في دراسة له عن تأثير ودور الأملاح البحرية والكائنات الحية الدقيقة في تلف الحجارة الرملية في المباني التاريخية، إلى أن الحجارة والمباني الموجودة ضمن بيئة ساحلية تكون عرضة للتلف بشكل أكبر من المباني الموجودة في بيئات بعيدة عن الساحل وذلك بنسبة 59%.

وذكر **Honeyborn**<sup>36</sup> بأن استخدام الجبس في الترميم يعطي نتائج سلبية ويؤدي إلى تلف مادة الأثر المطبق عليها نتيجة فقدان ماء التبلور وتحوله إلى الأنهيدريت حيث ينكسر ويقبل حجمه وبالتالي يُضعف مادة الأثر.

28 Franzen.C & Mirwald.P: Moisture sorption behavior of salt mixtures in porous stone, in: Chemie der Erde, Vol. 69, Elsevier, 2009, pp. 91 – 98.

29 Van Grieken.R & Others: Salt Induced Decay in Calcareous Stone Monuments & Buildings in A marine Environmet in SW France, in: Construction & Building Materials, Vol. 17, NO.3, 2003, pp.165 – 179.

30 Shoeb, A & Roznerska, Maria: Problem of preliminary consolidation of ancient wall paintings being damaged by soluble salts in the Imn-m-Int's tomb in Saqqara, In: Zabytkoznawstwo i konserwatorstwo 30, no. 327, 1998, pp. 73 – 94.

31 Steiger.M & Others: Sea Salt in Historic Buildings: Deposition, Transport and Accumulation, in: Proceedings of the 4th International Symposium on the Conservation of Monuments in the Mediterranean; new Concepts, technologies and materials for the conservation of historic cities, sites and complexes, Vol.1, Greece, 1997, pp.325 – 335.

32 Charola.E: Salts in the deterioration of porous materials: an overview, Journal of the American Institute for Conservation JAIC, Vol. 39. No.3, 2000, pp. 327 – 343.

33 Izaguirre & Others: Ageing of lime mortars with admixtures: Durability and strength assessment, In: Cement and Concrete Research 40, Elsevier Ltd, 2010, pp. 1081 – 1095.

34 Navarro,C.R & Others: Salt Weathering: Influence of Evaporation Rate, Super saturation and Crystallization Pattern, In: Earth Surface Processes and Landforms, No.24, 1999, pp. 191 – 209.

35 Mottershead, D & Others: The influence of marine salts, aspect and microbes in the weathering of sandstone in two historic structures, in: Building and Environment, 38, 2003, Elsevier Ltd, pp. 1193 – 1204.

36 Honeyborn,D: Weathering and decay of masonry, in: Conservation of building and decorative stone, Vol.2, London, 1990, P.153.



كما أكد **Mora**<sup>37</sup> على أن الجبس من المواد الهيجروسكوبية والتي تجعله أكثر عرضة للتلف. ويذكر **Blanchtler**<sup>38</sup> إلى أن وجود الخشب كمادة بناء بالقرب من مواد البناء الأخرى المحتوية على أملاح ممكن أن يؤدي إلى هجرة المحاليل الملحية منها إلى داخل الخشب الملامس له مما يساهم في عملية تلف الخشب بالتفاعلات الكيميائية. وأيضاً ذكرت **Charola**<sup>39</sup> بأن تلف مواد البناء بواسطة الجبس هو نتيجة عمليات التبلور المتكررة لهذا الملح، وإن فقد الجبس للماء يحوله في البداية إلى الباسانيت **Bassanite** وبعد ذلك إلى الانهيدريت **Anhydrite**، وبالرغم من ذلك إلا أنها تشير إلى أن هذه العمليات تحتاج إلى زمن طويل جداً وبالتالي من غير المحتمل حدوثها لمواد البناء. ويشير **Benavente**<sup>40</sup> إلى أن كبريتات الماغنيسيوم وكبريتات الصوديوم تعتبران من الأملاح الأكثر خطورة على مواد البناء؛ نتيجة لتركز تبلورها بداخل مسام المواد.

وقد قدم **عبدالظاهر**<sup>41</sup> دراسة مستفيضة عن تأثير غازات التلوث الجوي على تلف الحجارة ومواد البناء. بالإضافة إلى الدراسة التي قام بها **Sanjurjo-sandez**<sup>42</sup> عن تأثير الملوثات على تلف الحجارة المستخدمة في أعمال البناء وأشار في دراسته إلى أن الملوثات لا تقتصر فقط على الملوثات الموجودة في الهواء بل أيضاً الملوثات التي يكون مصدرها الأرض.

وفي دراسة لكل من **Navarro و Sebastian**<sup>43</sup> عن دور الملوثات الناتجة من عوادم المركبات في تلف أحجار البناء الجيرية المسامية؛ ذكروا أن أحد أهم مصادر التلوث في المدن هي غازات التلوث الناتجة من عوادم السيارات وبالخصوص التي تعمل محركاتها بالديزل **diesel engines** والتي تكون كفيلة بإحداث تلف لمواد البناء القديمة. كما أثبتت نتائج دراسة قام بها **Sabbioni**<sup>44</sup> مع آخرون عن تلف المون الهيدروليكية بالملوثات الجوية على أن تعرض هذا النوع من المونة لعمليات الكبرته **sulphation** يؤدي إلى تكوين الجبس على الأسطح الخارجية. وقام **Saiz-Jimenez**<sup>45</sup> بدراسة التفاعلات البيوكيميائية المعقدة التي تحدث بين كلٍ من الكائنات الحية الدقيقة والظروف البيئية ومادة الأثر، وتوصل إلى أن أهم نتائج هذه التفاعلات هي تكون الفشور الجبسية السوداء وكذلك انتشار المستعمرات الفطرية والمحكومة بنوعية الظروف البيئية المحيطة من حيث كونها بيئة حضرية أو بيئة زراعية. ويذكر **عبدالفتاح**<sup>46</sup> أن الكائنات الحية الدقيقة تعمل على زيادة محتوى الرطوبة في مادة الأثر وتعمل على تكوين بقع لونية مختلفة على السطح.

أشار **Krumbien**<sup>47</sup> إلى أن مواد التقوية المستخدمة في علاج الحجارة والصور الجدارية تحتوي على مواد عضوية وغير عضوية تساعد وتشجع عملية النمو البكتيري على المواد المعالجة بها. وقد تناولت **Mishra**<sup>48</sup> مدى تأثير نمو الأشجار العالية عند المباني التاريخية على تلف المبنى كيميائياً وفيزيائياً وكيف يمكن التحكم في هذا النوع من أنواع التلف.

37 Mora, M & Others: Conservation of wall paintings, ICCROM, Rome, 1984, P. 39.

38 Blanchette, R & Others: Assessment of deterioration in archaeological wood from ancient Egypt, In: Journal of American Institute for conservation, Vol.33, 1994, pp. 60 – 62.

39 Charola, E.A & Others: Gypsum; A review of its role in the deterioration of building materials, In: Environmental Geology, Vol. 52, No.2, Springer, 2007, pp 339 – 352.

40 Benavente, D & Others: Role of pore structure in salt crystallization in unsaturated porous stone, Journal of Crystal Growth, Vol. 260, 2004, pp. 532 – 44.

41 عبدالظاهر أبو العلا "د": صيانة الحجارة والمباني الحجرية بهضبة الجزيرة تطبيقاً على تمثال ابي الهول وإحدى مقابر المنطقة، رسالة دكتوراه، قسم الترميم، كلية الآثار - جامعة القاهرة، 1989.

42 Sanjurjo-sandez, J & Alvis, C: Decay effects of pollutants on stony materials in the built environment, In: Environmental Chemistry Letters, Springer, 2011.

43 Navarro, C.R & Sebastian, E: Role of particulate matter from vehicle exhaust on porous building stones (limestone) sulfation, The Science of the Total Environment 187, 1996, 79 – 91.

44 Sabbioni, C & Others: Atmospheric deterioration of ancient and modern hydraulic mortars, In: Atmospheric Environment, Vol.35, 2001, pp 539 – 548.

45 Saiz-Jimenez, C: Biogeochemistry of Weathering Processes in Monuments, in: Geomicrobiology Journal, V.16, No.1, Taylor & Francis, 1999, pp.27 – 37.

46 عبدالفتاح البنا "د": دراسة مقارنة للمواد والطرق المختلفة المستخدمة في علاج وصيانة الآثار الحجرية وتأثيرها على خواصها، رسالة ماجستير، قسم الترميم، كلية الآثار - جامعة القاهرة، 1990.

47 Krumbien, W & Others: Interactions of microbes with consolidants and biocides used in the conservation of rocks and mural paintings, In: Conservation of stone and other materials, Paris, 1993, P. 590.

48 Mishra A. K. & Others: Role of higher plants in the deterioration of historic buildings, Science of The Total Environment, Vol. 167, Issues 1-3, 1 May 1995, pp. 375 – 392.

يذكر أندرسون<sup>49</sup> في دراسة له عن المشاكل التي تواجه عملية حفظ التراث في مدينة الشارقة في دولة الإمارات العربية المتحدة أن أهم مشكلة أو تحدي يواجه المباني التراثية هو عدم استعمالها وصيانتها؛ مما يعرضها للتعرية والتداعي نتيجة لانهايار الأسقف وتسرب مياه الأمطار وما يتبعها من تلف للعناصر الأخرى.

### التحاليل والتجارب وأعمال الصيانة والترميم للمباني التراثية:

لقد تناول **Middendorf**<sup>50</sup> وآخرون أهمية إجراء تشخيص وتحليل للمكونات المعدنية لمواد البناء القديمة قبل إجراء عمليات الترميم، ومن بين الطرق التي يمكن اللجوء إليها لتحقيق هذا الهدف هي استخدام التحليل بحيود الأشعة السينية XRD والفحص الميكروسكوبي واستخدام الميكروسكوب الإلكتروني الماسح SEM والتحليل الحراري والتحليل الكيميائي، وأن اختيار العينات وتحضيرها من الأمور المهمة في التحليل وأن من المهم استخدام أكثر من طريقة للحصول على نتائج مؤكدة. وقد تطرق كل من **Lindqvist** و **Sandström**<sup>51</sup> إلى استخدام الفحص الميكروسكوبي كأحد طرق التحليل الكيفي لعينات المونة التاريخية والتي يمكن من خلالها التعرف على نسب المواد في عينات المونة وكذلك حجم المواد المألثة وتوزيعها في العينة، وهي من الطرق المؤكدة والمصححة لنتائج التحليل الكيميائي الكمي.

ويؤكد كل من **شعيب والبناء**<sup>52</sup> على أهمية فحص الآثار قبل الترميم حيث أن أعمال الفحص والتحليل لمادة الأثر وما عليه من ترسيبات هي المدخل الدقيق والصحيح لاختيار الطريقة والمادة المناسبة للعلاج. يذكر **Mills**<sup>53</sup> أن من الضرورة أن يُشخّص سبب التلف أو المشكلة بشكل دقيق قبل العلاج؛ بهدف تجنب اتخاذ إجراءات غير ضرورية.

وقد أكدت الدراسة التي قامت بها **Caro و Pavia**<sup>54</sup> إلى أنه للوصول إلى منهجية علمية صحيحة وتطبيق صحيح لعلم الترميم والحفظ فإنه لا بد من الحرص على تنفيذ كل من التحليل العلمي والاختبار المعملية أولاً والذي يتبعه اختيار مواد مناسبة وتطبيق حقلية ملائم.

يشير **Kapsch**<sup>55</sup> بأن توثيق المباني التاريخية هي أول خطوات الحفاظ التي يجب أن تحظى بها هذه المباني. ويؤكد على ذلك **Schuller**<sup>56</sup> حيث يعتبر أن من أهم الإجراءات التي يجب اتخاذها في مشاريع الترميم هي الحاجة إلى إجراء تقييم لحالة المبنى التي يتم فيها معرفة نوع المشاكل وكيفية علاجها. ويذكر **Matero**<sup>57</sup> أن اختيار نوع العلاج يجب أن يراعى فيه مدى توافر المواد، الظروف الجوية، التمويل، بالإضافة إلى وجود الشخص المناسب الذي يقوم بالعمل.

فيما تناول كل من **Slaton & Normandin**<sup>58</sup> في دراسة مفصلة جميع التقنيات والأساليب الممكن استخدامها في تنظيف أسطح مواد البناء الأثرية مع وضع منهجية ومعايير التنظيف وكيف يمكن اختيار أسلوب التنظيف المناسب.

49 جراهام اندرسون: مشكلة حفظ المباني التراثية في المناطق الحضرية بإمارة الشارقة، ترجمة حيدر الامين، دائرة الثقافة والاعلام، حكومة الشارقة، الطبعة الأولى، 1995.

50 Middendorf, B. & Others: Investigation Methods for the Characterization of Historic Mortars, P.1 Mineralogical Characterization, in: Materials and Structures Journal, V.38, NO.8, 2005, pp.761 – 769.

51 Lindqvist, J. & Sandstrom, M.: Quantitative analysis of historical mortars using optical microscopy, in: Materials and Structures Journal, V.33, NO.10, 2000, pp. 612 – 617.

52 احمد شعيب و السيد البناء: ترميم وصيانة الآثار علم وفن، مجلة كلية الآداب، جامعة جنوب الوادي، العدد 6، 1996، ص 613 – 634.

53 Mills, R.: Structural failure and repair, In: Conservation of building & decorative stone, part2, 2001, P. 55.

54 Pavia, S. & Caro, S.: Lime mortars for masonry repair: Analytical science and laboratory testing versus practical experience, In: Proceedings of International Seminar Theory and Practice in Conservation- a tribute to Cesare Brandi, Eds. J. Delgado Rodrigues and J. M. Mimoso. Laboratorio Nacional de Engenharia Civil, Lisboa, 2006, pp. 493 – 500.

55 Kapsch, Robert: "HABS/HAER: A User's Guide" in: APT Bulletin- The Journal of Preservation Technology, Ontario, Canada, 1990.

56 Schuller, M.P. & Others: Structural Evaluation of Historic Masonry Buildings, In: APT Bulletin, Vol. 26, No. 2/3, 1995, pp. 51 – 61.

57 Matero, F.G. & Tagle, A.A.: Cleaning, iron stain removal, and surface repair of architectural marble and crystalline limestone: The Metropolitan Club, In: JAIC, Vol. 34, No. 1, Article 4, 1995, pp. 49 – 68

58 Slaton & Normandin: Masonry Cleaning Technologies; Overview of Current Practice and Techniques, Cleaning Techniques in Conservation Practice, Edited by Kyle C. Normandin and Deborah Slaton, Journal of Architectural Conservation, Vol. 11, No.3, November 2005.

وفي دراسة حديثة قامت بها **Valentini**<sup>59</sup> مع مجموعة من الباحثين استخدمت فيها مواد وألياف كربونية بحجم النانو بجانب استخدام الأنزيمات وذلك في تنظيف ترسبات سوداء ناتجة عن التلوث على اسطح أعمدة رخامية في روما بإيطاليا، وقد أعطت التجربة نتائج ناجحة في إزالة هذه الترسبات.

فيما توصل **Carretero**<sup>60</sup> وآخرون معه إلى أن عجينة الكمادة المكونة من السيليولوز والسبيبوليت **Sepiolite-cellulose** تعتبر من الوسائل الفعالة في إزالة الأملاح من الحجارة؛ نظرا لما تمتلكه هاتين المادتين من قدرة امتصاص عالية.

ويذكر **Leo Pel**<sup>61</sup> في دراسة له عن كمادات إزالة الأملاح إلى أنه لا توجد هناك كمادة مثالية لاستخلاص الأملاح، وأنه لا يمكن استخلاص الأملاح بالكامل من الآثار الثابتة، وإنما هي محاولة لتقليل نسبة الأملاح في مادة الأثر.

وفي تجربة لـ **Miller**<sup>62</sup> تمكن فيها من تنظيف أحد الأسطح الجصية باستخدام كمادة ورقية مع الكحول الإيثيلي، وذكر أنه يمكن استخدام الكحول الميثيلي للحصول على نتائج أفضل، أما إزالة البقع الفطرية يمكن إضافة قطرات من الأمونيا للكمادة. وقد أشارت **Mona**<sup>63</sup> إلى إمكانية استخدام التنظيف بالأنزيمات لما لها من قدرة على التفاعل مع اتساخ معين دون غيره وبالتالي القدرة على إزالته.

ويشير **Giuseppe Sabatini**<sup>64</sup> إلى أن استخدام الليزر في تنظيف اسطح الحجارة القديمة يعتبر من أفضل وسائل التنظيف حيث تساعد في التخلص من الأوساخ والمواد غير المرغوب بها بأعلى درجة من الدقة دون الإضرار بسلامة مادة الأثر.

وقد أوضح كل من **El Hadidi & Darwish**<sup>65</sup> في دراسة لهما على تأثير المذيبات العضوية على الأخشاب عند التنظيف، إلى أن الكحول الإيثيلي والأسيتون يسببان في الإسراع من تحلل وأكسدة السيليولوز واللجنين في الخشب، بينما يتسبب التولوين في حدوث تغيير بسيط مقارنة بالمذيبات الأخرى، لذا يمكن استخدامه بأمان في أعمال تنظيف الأخشاب الأثرية.

وقد قدمت **Sharon**<sup>66</sup> دراسة عن كيفية التحكم في الرطوبة بداخل المباني التاريخية تناولت فيها أساليب التعرف على مصادر الرطوبة وقياسها وأساليب العلاج والتدخل المناسبة.

وفي دراسة لـ **Torres**<sup>67</sup> عن تأثير سمك الجدار على عملية التحكم في رطوبة الجدران بأسلوب تهوية الجدران من الأسفل، توصلت إلى أن تغير سمك الجدار ما بين 20 إلى 100 سم له تأثير ولكن بسيط على كفاءة أسلوب العلاج بتهوية أسفل الجدران، بحيث إذا كان سمك الجدار 20 سم فإن نسبة انخفاض الرطوبة في الجدار بأسلوب التهوية تقل بنسبة 30%، بينما تقل بنسبة 20,9% إذا كان سمك الجدار 60 سم، في حين إذا كان سمك الجدار 100 سم فإن نسبة الرطوبة تقل بحوالي 15,6%.

أيضا فيما يتعلق بالتحكم في رطوبة الجدران فقد أشارت **Torres**<sup>68</sup> في دراسة أخرى إلى أن تهوية أسفل الجدران تعتبر من أنسب الوسائل للتحكم في ارتفاع الرطوبة في الجدران.

59 Valentini.F & Others: New cleaning strategies based on carbon nanomaterials applied to the deteriorated marble surfaces: A comparative study with enzyme based treatments, Applied Surface Science, No. 258, 2012, pp. 5965 – 5980.

60 Carretero.M.I & Others: Application of sepiolite-cellulose pastes for the removal of salts from building stones, in: Applied Clay Science, 33, 2006, pp. 43 – 51.

61 Pel,L & Others: Physical principles and efficiency of salt extraction by poulticing, In: Journal of Cultural Heritage, Vol. 11, 2010, pp 59 – 67.

62 Miller,J: Care and repair of antiques and collectables, Octopus Publishing Group, London, UK, 1997, pp 241 – 242.

63 Mona,F & Wafika,N: The use of enzymes in the detachment of mural painting, In: proceeding of the 3rd Conference of Archaeology, Cairo Univeristy-Fayoum, 2003, P. 185.

64 Giuseppe Sabatini & Others: Laser cleaning methodologies for stone fac,ades and monuments: laboratory analyses on lithotypes of Siena architecture, in: J. Cult. Heritage, 1, 2000, Elsevier, S9 – S19.

65 El Hadidi & Darwish: The effect of solvents on the chemical composition of archaeological wood, In: Giza through the ages conference, Faculty of Archaeology, Cairo University, 2008.

66 Sharon C. Park: Controlling Unwanted Moisture in Historic Buildings, 1996, <http://www.nps.gov/history/hps/TPS/briefs/brief39.htm>

67 Isabel Torres & Others: The influence of the thickness of the walls and their properties on the treatment of rising damp in historic buildings, in: Construction and Building Materials, 24, 2010, pp. 1331 – 1339.

68 Torres MI: Humidade ascensional em paredes, Master Thesis, FCTUC; 1998.

وقد قدم **Ashurst**<sup>69</sup> دراسة عن أنواع المونة المختلفة المستخدمة في المباني التاريخية وطرق تحضيرها وتطبيقها على المبنى بغرض ربط وتقوية أجزائه المختلفة من الحجارة.

يذكر **Peroni**<sup>70</sup> بأنه بالإمكان الحصول على مونة الترميم الجيدة التي يسهل تطبيقها ولا تختلف كثيرا في خواصها مع المونة القديمة وذلك عن طريق تجهيز عينات قياسية وإخضاعها لبعض الاختبارات مثل زمن الشك **setting time**، قوة ومعامل الضغط **compressive strength and modulus**، توزيع المسام. ويؤكد على ذلك **Schueremans**<sup>71</sup> في أن مونة الترميم يجب أن تكون متوافقة بشكل كبير مع مواد البناء القديمة من حيث خواصها الكيميائية والميكانيكية والفيزيائية؛ لضمان استمرارية بقاء المبنى.

كما تذكر **Doria**<sup>72</sup> أن من الموصفات الأساسية لمونة الترميم يجب أن تحتوي على أقل قدر ممكن من الأملاح وأن تتشابه بقدر الإمكان في تركيبها وخواصها الميكانيكية مع مواد البناء القديمة المجاورة لها في المبنى والتي هي في الغالب عبارة عن أحجار أو طوب محروق.

أثبتت التجارب التي قام بها **Maravelaki-Kalaitzaki**<sup>73</sup> على عدد من مون الجير الهيدروليكية المغمورة والمقواة بمادة **oligomeric organo-siloxane** قدرتها على طرد الماء **water repellency** وفي نفس الوقت سماحها لبخار الماء بالنفاذ من خلال المسام؛ حيث أن المادة تعمل على تغليف الأنابيب الشعرية دون سد المسام. كما أنه لم يظهر عليها أي تشققات أو تكوينات ملحية وذلك بعد 14 شهرا من تطبيقها على احد المباني.

وأیضا فيما يتعلق بالمونة الهيدروليكية فقد شرح كل من **Varela & Vieira**<sup>74</sup> سر قوة تحمل المونة الرومانية القديمة، وهي نتيجة خلط الجير مع المواد البوزولانية.

ويذكر كل من **Elsen & Waelkens**<sup>75</sup> إلى أن كسر الفخار كانت تستخدم في العصور القديمة منذ بداية الفترة الهلنستية والفترة البيزنطية وذلك في إعداد المونة المستخدمة في المنشآت المائية وأيضا لحماية أسطح الجدران الداخلية للحمامات والقنوات ضد الرطوبة.

لقد قدمت **Van Hees**<sup>76</sup> دراسة عن أساليب تشخيص مسببات تلف مونة الترميم بعد تطبيقها على المباني، حيث تهدف هذه الدراسة إلى زيادة فهم أسباب استخدام المونة غير المناسبة في الترميم، مع تحديد توجيهات وإرشادات لاختيار مونة الترميم المناسبة.

تذكر **Moropoulou**<sup>77</sup> وآخرون أن طول عمر المنشآت التاريخية المرممة يعتمد على ملائمة أو توافق مونة الترميم مع مواد البناء المسامية في المبنى، والتي يتم تقييم مدى ملائمتها بناء على ما تؤديه من عمل من حيث قدرتها على نقل الرطوبة والبخار، وأيضا بناء على تركيبها الدقيق.

ومن خلال التجارب التي قام بها عطية<sup>78</sup> على عينات من مونة الجبس والجير والمعالجة ببعض المواد الكيميائية حيث تم تعريضها لعملية تقادم بماء البحر؛ فقد أثبتت النتائج أن المونة المعالجة بمادة الأوكوسيل نجحت في مقاومة دورات التقادم بماء البحر.

69 Ashurst, J: Mortars for stone buildings, in: Conservation of building and decorative stone, Vol.2, London, 1990, P.78.

70 Peroni, Simonetta Et Alii: Lime based mortars for the repair of ancient masonry and possible substitutes, Mortars, cements and grouts used in the conservation of historic buildings. Symposium, ICCROM, Rome, 3-6 Nov, 1981, pp 63 – 99.

71 Schueremans, L & Others: Characterization of repair mortars for the assessment of their compatibility in restoration projects: research and practice, In: Construction & Building Materials, Vol.25, 2011, pp 4338 – 4350.

72 Doria, R: Mortars for restoration: Basic requirements and quality control, Materials & Structures Journal, Vol.19, No.6, Greece, 1986, pp. 445 – 448.

73 Maravelaki-Kalaitzaki, P: Hydraulic lime mortars with siloxane for waterproofing historic masonry, Cement and Concrete Research, Volume 37, Issue 2, 2007, pp. 283 – 290.

74 Varela & Vieira: Cement: A crucial material in mortar production, 1st Conference of Construction mortars, APFAC, Lisbon, 2005.

75 Degryse, P.; Elsen, J.; Waelkens, M: Study of ancient mortars from Sagalassos (Turkey) in view of their conservation, In: Cement and Concrete Research, 21, 2002, pp1457 – 146.

76 Van Hees, Rob P.J: Damage diagnosis and compatible repair mortars, In: International RILEM Workshop on Historic Mortars: Characteristics and Tests: Paisley, Scotland, 2000, pp. 27 – 35.

77 Moropoulou, Antonia; & Others: Criteria and methodology for restoration mortars compatible to the historic materials and structures. In: Proceedings of the 9th International Congress on Deterioration and Conservation of Stone, Venice, 2000, Vol. 2, Elsevier Inc. 2000, pp. 403 – 412

78 أحمد عطية: دراسة علاج وصيانة المنشآت الأثرية المشيدة بالطوب الأحمر، رسالة ماجستير، قسم ترميم الآثار – كلية الآثار – جامعة القاهرة، 2002.

وقد اثبتت **cazalla**<sup>79</sup> وآخرون معه أنه كلما زادت فترة تعتيق عجينة مونة الجير زادت جودته وتحسنت خواصه الميكانيكية بعد الجفاف.

إضافة إلى الدراسة التي قامت بها **Faria**<sup>80</sup> أكدت فيها إلى أن استخدام عجينة الجير المعتقة لفترات طويلة تعطي نتائج أفضل عند التطبيق بالإضافة إلى قدرتها على مقاومة التآكل بالكبريتات.

ويشير **Van balen**<sup>81</sup> وآخرون شاركوا معه في الدراسة إلى أن استخدام المونة الحديثة ذات الصلابة العالية مثل الإسمنت البورتلاندي في البناء أو الترميم يقلل من عُمر المبنى، بينما استخدام مونة الجير ذات الصلابة المنخفضة لا يشكل خطراً على قوة المبنى وإنما يزيد من عمره.

وقد ذكرت **منى فؤاد**<sup>82</sup> أن من المونة الجيدة التي يمكن استخدامها في أعمال الترميم هي المكونة من الرمل والإسمنت الأبيض والجير بنسبة 3:1:1.

وفي دراسة لـ **Stefaniduo**<sup>83</sup> عن دور الركام **aggregates** في بنية وخصائص المونة الجيرية، تم التوصل إلى أن الركام الخشن تعمل زيادة وتحسين قوة المونة عندما يتم تحضيرها بشكل جيد نتيجة لخفض حجم المسام، أما الركام الذي يتراوح حجمه بين 0 - 4 ملم فإنه يعطي قوة أكبر ومسامية أقل للمونة.

وبهذا الصدد وجد **Arizzi**<sup>84</sup> أن المونة التي تحتوي على نسبة عالية من المادة الرابطة تكون أكثر جاذبية للماء؛ مؤدياً إلى تلف المونة أو طبقة الملاط وتشققها وتساقطها، ومن جانب آخر فإن استخدام نسب عالية من الحبيبات "المواد المالئة" يؤثر أيضاً سلباً على قوة تماسك المونة وبالتالي تلفها.

وقد أظهرت نتائج دراسة قام بها **Aggelakopoulou**<sup>85</sup> أن إضافة الميتاكولين **Metakolin** للجير مع الرمل يحسن من الخواص الميكانيكية والتركييب الدقيق للمونة من حيث مقاومة الضغط وتوزيع حجم المسام.

وبهذا الصدد أشار **Duluca**<sup>86</sup> إلى أن إضافة مسحوق الطوب الأحمر يحسن من الخواص الميكانيكية للمونة وكذلك خاصية امتصاص الماء أثناء التبلور مما يساعد على تجنب حدوث تشققات.

فيما يقترح **AlMukhtar**<sup>87</sup> استخدام حبيبات منشأها الحجر الجيري في المونة الجيرية وذلك لتحسين خواصها نظراً لتوافق خواصهما الكيميائية.

وبالنسبة لإضافة الجبس لمونة الجير فقد ذكر **Genester**<sup>88</sup> أن الجبس يساعد على سرعة جفاف مونة الجير ويكسبها قوة التصاق عالية.

وأيضاً ذكر **Lambropoulos**<sup>89</sup> أن إضافة هيدروكسيد الباريوم للمونة يقلل حدوث انكماش أو تشقق أو انفصال طبقي أثناء وبعد جفاف المونة.

79 Cazalla, O. & Others: The carbonation of lime mortars: the influence of aging of lime putty. In: Protection and conservation of the cultural heritage of the Mediterranean cities: proceedings of the 5th int symposium on the conservation of monuments in the Mediterranean Basin, Sevilla, Spain, 2002, pp. 139 – 144.

80 Faria, P & Others: Comparative evaluation of lime mortars for architectural conservation, In: Journal of Cultural Heritage, Vol.9, 2008, pp 338 – 346.

81 Van Balen K. & Others: weaker can be better: learning from the past contributes to sustainable construction technology with lime, International Building lime Symposium, Orlando-Florida, 2005

82 منى فؤاد "د": دراسة الترميم الصور الجدارية في مقابر العصر الصاوي، الأسرة 26 مع التطبيق العملي على إحدى المقابر المختارة، رسالة دكتوراه، قسم ترميم الآثار - كلية الآثار - جامعة القاهرة، 1993.

83 Stefaniduo, M & Papayanni, I: The role of aggregates on the structure and properties of lime mortars, In: Cement and Concrete composites, Vol.27, 2005, pp 914 – 919.

84 Arizzi, A & Others: Experimental testing of the durability of lime-based mortars used for rendering historic buildings, In: Construction and Building Materials, Vol. 28, Elsevier, 2012, pp 807 – 818

85 Aggelakopoulou, E & Others: Properties of lime-metakolin mortars for the restoration of historic masonries, In: Applied Clay Science, Vol.53, 2011, pp 15 – 19.

86 Duluca, M: The Medieval stucco in The Abbey of S. Stefano in Bologna, In: European Cultural Heritage, Vol.7, Germany, 1993, P. 73.

87 AlMukhtar, M & Beck, K: Physical-mechanical characterization of hydraulic and non-hydraulic lime based mortars for a French porous limestone, In: Heritage, Weathering and Conservation, Madrid, Spain, 2006.

88 Genester, C & Pones, C: Ancient covering plaster from several convents, Islamic and Gothic in Pullma de Mallorca, Spain, Analytical characterization, In: Journal of Cultural heritage, Elsevier, 2003, P. 296.

89 Lambropoulos, A & Others: A comparative study for mortars containing Barium Hydroxide; Application on monuments conservation, In: The 9th International Congress on Deterioration & Conservation of Stone, Vol.2, 2000, pp. 345 – 358.

وقد قامت **Malinowski**<sup>90</sup> بإجراء تجربة على استخدام مونة الجير الساخن Hot lime mortar في ترميم أحد الحصون في السويد وذلك عن طريق نفع الجير الحي Quick lime مباشرة مع الرمل في الماء محاولة الحصول على مونة مطابقة في طريقة تصنيعها وتحضيرها للمونة المستخدمة في البناء بعد حرقها مباشرة ونقعها في الماء، وقد أعطت هذه التجربة نتائج مشجعة.

ويرى **Torgal**<sup>91</sup> أنه بالإمكان إضافة الإسمنت البورتلاندي إلى الجير لاستخدامه كمونة في أعمال الترميم للمباني المعرضة لظروف صعبة وقريبة من البحر في البرتغال، حيث أن الاستعاضة عن مونة الجير والإسمنت بمونة الجير البوزولانية يحتاج إلى مهارة عالية في التجهيز والتطبيق، إلى جانب انه يرى بأن الموقف الشائع من عدم استخدام الإسمنت البورتلاندي يعتبر موقفاً متشدداً ولا يعتمد بشكل كامل على أساس علمي.

وقد توصل **Ventola**<sup>92</sup> إلى أن إضافة زيت الزيتون للمونة الجيرية كمادة مضافة عند تحضيرها يحسن من خواصها حيث يقلل من نظام المسامية إلى النصف ويقلل من حجم المسام، كما أنه يحسن من منع المونة لنفاذ الماء بحيث يمكن استخدامها على الأسطح العازلة للماء للحماية من مياه الأمطار.

أشارت **Gonçalves**<sup>93</sup> إلى أن نسبة كبيرة من المباني التاريخية في أوروبا تغطي جدرانها طبقات ملاط تعرف بـ الطلية القربانية sacrificial coat، والتي كان الغرض من تطبيقها على جدران المبنى هو حماية مواد البناء الأساسية للجدران من عوامل التلف الخارجية. وقد دعت إلى إعادة استخدام هذا الأسلوب في أعمال الترميم الحديثة.

وأيضاً يذكر **Matero**<sup>94</sup> بأن أحد أساليب حماية مواد البناء في المباني القديمة هو وجود طبقة كساء عليها تحميها من الظروف الخارجية، ولذا فإنه يمكن استخدام هذه التقنية كأحد طرق صيانة المنشآت الأثرية بحيث يمكن التضحية بها بشرط عدم احتوائها على نقوش أو أسطح ملونة.

وبهذا الصدد يؤكد **Groot**<sup>95</sup> على أن الغرض من صيانة وإصلاح طبقات الملاط ليس فقط لأسباب جمالية ولكن الأهم هو حماية ما هو موجود أسفل هذه الطبقات، ويضيف إلى أن صيانة طبقات الملاط مهمة جداً في حالة الجدران ذات المواد عالية الملوحة.

ويشير **Groot**<sup>96</sup> أيضاً في دراسة أخرى إلى أنه بشكل عام ينبغي أن تتسم طبقة الملاط بقدرته منخفضة على امتصاص الماء وفي نفس الوقت بقدرته عالية للسماح بخروج بخار الماء بحيث يمكن للماء أن يتبخر بسهولة وسرعة.

يذكر **Delgado**<sup>97</sup> في دراسة له عن تقوية الحجارة المتدهورة إلى أن تقوية الحجارة بالمقويات تعتبر عملية خطيرة على الحجر نظراً لكونها مادة غير قابلة للاسترجاع ولها العديد من الآثار الجانبية السلبية؛ ولذا فإنه يجب أخذ الحيطة في عدم استخدامها إلا كخيار أخير وبناء على مدى تدهور حالة المادة الأثر أو الحجر.

لقد عمد **Qiang Liu**<sup>98</sup> وآخرون على دراسة بعض المواد العضوية القديمة المستخدمة في تقوية وتحسين خواص مواد البناء التقليدية في الصين، وتوصلوا إلى أن استخدام مستحلب من عصارة قصب الأرز stick rice slurry مع بياض البيض egg white solution في تقوية الحجارة أدى إلى زيادة قوة مقاومة الحجر للضغط من 200 إلى 1000N.

90 Malinowski, E.S & Hansen, T.R: Hot Lime Mortar in Conservation - Repair and Replastering of the Facades of Lacko Castle, In: Journal of Architectural Conservation, Vol.17, Issue 1, March 2011.

91 Torgal, F.P & Others: Some considerations about the use of lime-cement mortars for building conservation purposes in Portugal: A reprehensible option or a lesser evil?, Construction and Building Materials, Vol. 30, Elsevier, 2012, pp 488 – 494.

92 Ventola, L & Others: Traditional organic additives improve lime mortars: New old materials for restoration and building natural stone fabrics, In: Construction and Building Materials, Vol. 25, 2011, pp. 3313 – 3318.

93 Gonçalves, Teresa D: Compatible renders for the conservation of ancient buildings, in: Compatible materials for the protection of European cultural heritage, Volume 1. Technical Chamber of Greece, 1998, pp. 29 – 38.

94 Matero, F: A program for the conservation of architectural plasters in earthen ruins in the American southwest, in: conservation and management of archaeological Sites, Vol.1, 1995, pp.5 – 24.

95 Groot, C & Others: Selection of plasters and renders for salt laden masonry substrates, in: Construction and Building Materials, 23, Elsevier Ltd, 2009, pp. 1743 – 1750.

96 Groot, C: Performance and repair requirements for renders and plasters, RILEM TC203 – RHM, ITAM, Prague, 2010.

97 Delgado Rodrigues: Consolidation of decayed stones. A delicate problem with few practical solutions, Historical Constructions, P.B. Lourenço, P. Roca (Eds.), Guimarães, Portugal, 2001.

98 Qiang Liu & Others: Advanced design of Chinese traditional materials for the conservation of historic stone buildings, in: Journal of Archaeological Science, 38, Elsevier Ltd, 2011, PP 1896 – 1900



وفي دراسة لـ **Francesca Cappitelli**<sup>99</sup> مع باحثين آخرين عن تلف الراتنجات الصناعية المستخدمة في تقوية وعزل أحجار الرخام في كاتدرائية ميلان، أشاروا إلى أن بعض المقويات الراتنجية تشجع على التلف البيولوجي للأحجار؛ لذا يجب الدراسة جيدا قبل استخدام مواد التقوية الراتنجية الحديثة.

وفي هذا الصدد يشير كل من **EI-Banna و Shoeib**<sup>100</sup> إلى أن إضافة و خلط البوليمرات والمستحلبات الاصطناعية لخلطات المونة والملاط يؤدي في الظروف شديدة الجفاف إلى حدوث شروخ وتقشر وانفصال للمادة التقوية أو المخلوطة معها.

وقد أثبت **Favaro**<sup>101</sup> وآخرون معه على أن استخدام بعض البوليمرات في أعمال التقوية والترميم مثل Paraloid B72, silicon-based products تؤدي إلى تغييرات غير قابلة للاسترجاع وتعمل على تغيير لون الأثر ويصعب إزالتها بالكامل.

وفي دراسة لـ **Salvadori و Dei**<sup>102</sup> عن استخدام تقنية النانو في تقوية الآثار، توصلوا إلى أن استخدام الجزيئات المتناهية الصغر لهيدروكسيد الكالسيوم المذاب في وسيط كحولي أعطت نتائج مشجعة ومناسبة جدا لتقوية أسطح الحجارة الجيرية والصور الجدارية.

فيما يذكر كل من **Price**<sup>103</sup> و **Schnabel**<sup>104</sup> و **Lanterna**<sup>105</sup> أن مواد التقوية غير العضوية بشكل عام مثل هيدروكسيد الكالسيوم وهيدروكسيد الباريوم وأوكسلات الامونيوم، يشكلون طبقات سطحية عند استخدامها نتيجة لقدرتهم المنخفضة على التغلغل.

هذا وقد استخدم **Kumar**<sup>106</sup> طريقة جديدة تمكن المرمم من معرفة عمق ونسبة تغلغل وانتشار مواد التقوية في الحجارة الجيرية عن طريق استخدام بخار اليود Iodine Vapor.

وقد قام **Matero**<sup>107</sup> بإجراء دراسة لتقوية أحد الأعمدة الضعيفة والمصنوعة من الحجر الجيري، توصل من خلالها إلى أن استخدام خليط من مواد التقوية Alkoxysilanes مع Acrylics لم يعطي نتائج مرضية بقدر ما أعطته عملية العلاج نتيجة التقوية بالمادتين المذكورتين ولكن بالتتابع وليس كخليط.

وقد أثبتت الدراسة التي قام بها **levrel**<sup>108</sup> وآخرون إلى أنه بالإمكان استخدام البكتيريا الكربوناتيية Carbonatogenic Bactria في إنتاج طبقات حماية Biocalcin على أحجار البناء الجيرية وكذلك في أعمال التقوية، تعرف هذه العملية بـ Biomineralisation حيث تعمل على إنتاج الكالسيوم بطريقة مشابهة لما يحدث في الطبيعة من تكوين للأحجار الجيرية.

- 99 Francesca Cappitelli & Others: Bacterial and fungal deterioration of the Milan Cathedral marble treated with protective synthetic resins, in: Science of the Total Environment, 385, Elsevier B.V., 2007, pp. 172 – 181
- 100 Shoeib,A & El-Banna,Sayd: Investigation on composition, Structure and technology of Gypsum plaster for contemporary reconstructure of ancient wall painting renderings, in: Bullein of the Faculty of Arts, South Valley University, No.6, 1996, pp. 29 – 37.
- 101 Favaro,M & Others: Evaluation of polymers conservation treatments of outdoor exposed stone monuments, Part1; Photo oxidative weathering, in: Polymer Degradation & Stability, Vol.91, 2006, pp 3038 – 3096.
- 102 Dei,L & Salvadori,B: Nanotechnology in cultural heritage conservation: nanometric slaked lime saves architectonic and artistic surfaces from decay, In: Journal of Cultural Heritage, Vol.7, 2006, pp 110 – 115.
- 103 C.A. Price, K. Ross, G.White: A further appraisal of the "lime technique" for limestone consolidation, using a radioactive tracer, In: Studies in Conservation, Vol. 33, 1988, pp 178 – 186.
- 104 L. Schnabel: Evaluation of the barium hydroxide-urea consolidation method, in: Proceedings of the 7th International Congress on Deterioration and Conservation of Stone, vol. 3, (1992), Lisbon, pp. 1063 – 1072.
- 105 G. Lanterna, A. & Others: Mineral inorganic treatments for the conservation of calcareous artifacts, in: Proceedings of the 9th International Congress on Deterioration and Conservation of Stone, vol. 2, 2000, Venice, pp. 387 – 394
- 106 Kumar,R & Ginell,W: A new technique for determining the depth of penetration of consolidants into limestone using Iodine Vapor, In: JAIC, Vol. 36, No. 2, Article 4, 1997, pp. 143 – 150
- 107 Matero,F and Oliver,A: A Comparative Study of Alkoxysilanes and Acrylics in Sequence and in Mixture, In: Journal of Architectural Conservation,Vol.3, Issue 2 July 1997.
- 108 Levrel,G.L & Others: Applications of bacterial carbonatogenesis to the protection and regeneration of limestones in buildings and historic patrimony, In: Sedimentary Geology, No. 126, Elsevier, (1999), pp 25 – 34.

وتذكر **Ferreira Pinto**<sup>109</sup> بأن كمية المادة المقوية المتغلغلة بداخل الحجر تعتمد بشكل كبير على مسامية الحجر، وقد أظهرت نتائج الدراسة التي قامت بها إلى أنه من الصعب معالجة الحجارة الكربوناتيية والتي مساميتها تقل عن 18%. وبالنسبة إلى تقوية الأخشاب الأثرية فقد تناول **Schniewind**<sup>110</sup> بشكل مفصل الأساليب والطرق العلمية المستخدمة في عمليات تقوية الأخشاب مع ذكر الاعتبارات التي يجب مراعاتها قبل إجراء أعمال التقوية. كما قامت نسرين الحديدي<sup>111</sup> بدراسة التغيرات الفيزيائية والميكانيكية والكيميائية للأخشاب النالفة والمتحللة وطرق تقويتها. وقد قدم السيد البنا<sup>112</sup> دراسة مستفيضة عن أسس وقواعد الاستكمال للأجزاء النالفة من المباني الأثرية ومن بينها طبقات الملاط "الشديد". فيما يؤكد **Croci**<sup>113</sup> على تفضيل أن تكون أعمال الترميم قابلة للاسترجاع أو الاستبدال أو التحسين مستقبلا، على أن يتم التعامل مع فلسفة الاسترجاع على أنها عمل مفضل وليس متطلب؛ حيث أن بعض أنواع التدخلات المناسبة تكون ضرورية ولكنها غير قابلة للاسترجاع مثل حقن الجدران. يشير **Binda**<sup>114</sup> إلى أن عملية حقن الجدران الحجرية تعتبر من الطرق المهمة جدا في تقوية الجدران الحجرية بشرط اختيار المواد والأدوات والأساليب المناسبة والمجربة بشكل جزئي قبل التطبيق على أجزاء كبيرة.

109 Ferreira Pinto, A Rodrigues, D: Stone consolidation: The role of treatment procedures, In: Journal of Cultural Heritage, Vol. 9, 2008, pp 38 – 53.

110 Schniewind, A.P: Consolidation of dry archaeological wood by impregnation with thermoplastic resins, In: Archaeological wood, properties, chemistry and preservation, American Chemical Society, Washington DC, 1990, pp.361 – 371.

111 نسرين الحديدي: دراسة بعض التغيرات الفيزيائية والميكانيكية والكيميائية للأخشاب الأثرية النالفة وطرق تقويتها مع التطبيق العملي على بعض القطع الخشبية بالمتحف الإسلامي بكلية الآثار، رسالة دكتوراه، قسم الترميم، كلية الآثار – جامعة القاهرة، 2002.

112 السيد محمود البنا "د": دراسة لأسس وقواعد استكمال الأجزاء النالفة من المباني الأثرية؛ تطبيقا على بعض المباني الأثرية بمدينة القاهرة، مجلة كلية الآثار، العدد السابع، جامعة القاهرة، 1997.

113 Croci.G: The conservation and structural restoration of architectural heritage, Computational Mechanics Publications, UK-USA, 1998, P. 80.

114 Binda,L & Others: Repair and investigation techniques for stone masonry walls, In: Construction & Building Materials, Vol.11, 1997, pp 133 – 142.



الباب الأول

# مقدمة تاريخية ووصفية لمدينة المحرق وعمارته

الفصل الأول

مقدمة وصفية وتاريخية وجيولوجية لمدينة المحرق

الفصل الثاني

العمارة التقليدية في البحرين







الفصل الأول

# مقدمة وصفية وتاريخية وجيولوجية لمدينة المحرق

أولاً: وصف المحرق

ثانياً: تاريخ المحرق

ثالثاً: جيولوجية المحرق

## أولاً: وصف المحرق:

المحرق ثاني أكبر جزر مملكة البحرين، وتقع شرقي العاصمة المنامة حيث يربط بينهما حالياً ثلاثة جسور. وهي مدينة قديمة كانت تسمى بـ "رفين" وكانت تعتبر عاصمة البحرين بين عامي 1810م و 1923م، ومساحتها الإجمالية حوالي 7 أميال مربعة، وذات شواطئ رملية، يحيط بها شريط عريض من الصخور المرجانية.<sup>115</sup> وتتكون جزيرة المحرق عمرانياً أساساً من قرى ومفردها "قرية" وحالات ومفردها "حالة" ودوحات ومفردها "دوحة" وجزر صغيرة بالإضافة إلى المدينة القديمة "المحرق" شكل رقم (1) وصورة رقم (1). والتي بدورها تنقسم إلى أحياء سكنية؛ يطلق عليها محلياً فرجان ومفردها "فريج"، وقد تعددت أسماء هذه الأحياء بحسب العائلة التي تقطنها. وتنتشر جميع القرى عند السواحل مثل قرية عراد والتي توجد بها قلعة عراد المبنية في القرن 16 الميلادي بواسطة البرتغاليين عند احتلالهم للبحرين. كما توجد في جزيرة المحرق قرية الدير التي أطلق عليها هذا الاسم بسبب وجود أحد الأديرة القديمة فيها، بالإضافة إلى وجود قرية سماهيج وقرية قلالي والحد والبسيتين، كما يوجد بها عدد من الحالات مثل حالة أبو ماهر وحالة النعيم وحالة السلطة.

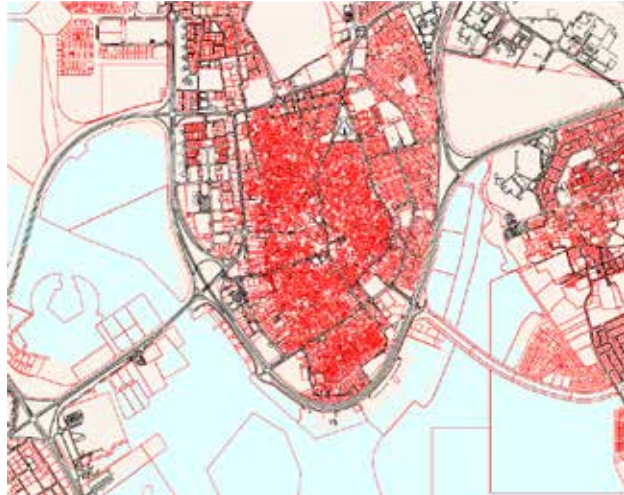


صورة رقم (1)

توضح جزيرة المحرق بالدائرة الحمراء ومدينة المحرق بالدائرة البيضاء (أرشيف إدارة الآثار) ◀

شكل رقم (1)

مخطط عام لمدينة المحرق (التخطيط الطبيعي – وزارة البلديات) ▼



## ثانياً: تاريخ المحرق:

كانت تعرف المحرق في الفترة اليونانية الرومانية باسم "أرادوس" وقد تحور هذا الاسم في الوقت الحالي إلى كلمة "عراد" وهو اسم لقرية تقع على الساحل الغربي لجزيرة المحرق وتقع بها قلعة عراد. وتُظهر بعض الخرائط القديمة أن اسم الجزيرة سابقاً كان يعرف بـ"سماهيح" والتي هي الآن قرية تقع عند الساحل الشمالي الشرقي للجزيرة. اختلفت الآراء حول أصل التسمية بالمحرق، فقد ذكر **النيهاني** بأن سبب تسميتها بالمحرق هو أن المجوس كانوا يحرقون أمواتهم في ناحية منها وذلك قبل الإسلام.<sup>116</sup> وأما **التاجر** فإنه يرى أن رأي **النيهاني** غير صحيح؛ حيث أن المجوس لم تكن من عاداتهم حرق موتاهم.<sup>117</sup> ولكن **والي**<sup>118</sup> كان له أيضاً رأي في هذه التسمية حيث يتجه إلى الرأي القائل بأن من بين الأصنام التي كانت تعبدها قبائل بكر بن وائل في العصر الجاهلي يدعى "محرق" وقد تزامن هذا الاسم مع اسم "أوال" الذي كان يطلق على جزيرة البحرين في العصر الجاهلي وهو أيضاً اسم لصنم كانت تعبده قبائل بكر بن وائل. وبداية تأسيس مدينة المحرق كمدينة ومركز للسلطة السياسية كان اعتباراً من عام 1796م، ولكن الصراعات التي كانت في المنطقة في تلك الفترة أدت إلى عدم استقرار آل خليفة في المحرق، ولكن ذلك لم يدوم حيث استتب الأمر عام 1810م بموقعة "حكيكرة" بانتصار آل خليفة وعودتهم ثانية إلى البحرين واستلموا زمام الحكم على الجزر، ويعرف رجوعهم هذا باسم "نزول المحرق بعد الزبارة" ويعتبر هذا إعلان تاريخي عن تأسيس مدينة المحرق في شكل عمراني متكامل. وقد كانت البداية في منطقة تعرف بـ "أبو ماهر" عند الساحل الجنوبي لجزيرة المحرق وذلك عندما سكنها المغفور له الشيخ عبدالله بن أحمد آل خليفة وبنى فيها قلعة تعرف الآن باسم قلعة أبو ماهر<sup>119</sup> صور رقم (2).



صورة رقم (2)

بقايا قلعة أبو ماهر بالمحرق

وقد قسم **والي** نشأة مدينة المحرق وتطورها وتفككها مرة أخرى إلى المراحل التالية:<sup>120</sup>

### - المرحلة الأولى: ميلاد المدينة: 1810م

بدأ التأسيس على يد الشيخ عبدالله بن أحمد آل خليفة عندما اختار منطقة "بو ماهر" وسكنها وبنى فيها قلعته، حيث أسس فيها أول مستوطنة سكنية للحاكم متمثلة في مساكن الحاكم وذويه والمجلس القبلي والمسجد والجامع ومساكن مواليه واتباعه فوق ربوة المحرق.

116 محمد النيهاني: التحفة النيهاني في تاريخ الجزيرة العربية، دار أحياء العلوم - بيروت، المكتبة الوطنية- البحرين، 1986، ص 42.

117 محمد علي التاجر: عقد اللال في تاريخ أوال، مؤسسة الأيام للصحافة والطباعة والنشر، 1994، ص 43.

118 طارق والي: المحرق: عمران مدينة خليجية 1783 - 1971م، البحرين، 1990، ص 65.

119 طارق والي: المرجع السابق، 1990، ص 67.

120 طارق والي: المرجع السابق، 0991،



### - المرحلة الثانية: بداية الاستيطان: 1820/1825م

أدت معاهدة 1820م بين السلطات البريطانية وشيوخ الخليج إلى الاستقرار النسبي في المستقرات القبلية في الخليج وتثبيت القبائل في هذه المستقرات سياسياً، مما أدى إلى تشجيع الاستيطان، وبدأت القبائل تهجر نحو المحرق طمعا في الحماية والتجارة المتعلقة باللؤلؤ أو السلطة. وأن نزول القبائل العربية في المحرق واستيطانهم فيها كان في شكل استيطان متفرقة أقرب بأنماط البدو للاستيطان منها إلى هيكل حضري لعمران مدينة. فقد كانت كل قبيلة تتخذ لها موقعا ضمن المدينة يسكنه أهل القبيلة أو العشيرة فقط، ويكونون منفصلين عن القبائل الأخرى عمرانيا وليس اجتماعيا.

### - المرحلة الثالثة: اكتمال العمران: 1869م

عملت السلطة الحاكمة على استقطاب القبائل في المحرق ولكن عام 1869م كان نقطة تحول أساسية في تاريخ مدينة المحرق عندما عُين الشيخ عيسى بن علي آل خليفة حاكما للبحرين بواسطة البريطانيين حفاظا على مصالحهم نتيجة الصراعات الداخلية، حيث اختار الشيخ عيسى مدينة المحرق كعاصمة له فاستقطب القبائل العربية الموالية لآل خليفة واسكنها حواليه وكذلك مجاميع الحرفيين والبنائين، وبهذا بدأت تتأصل فكرة الفرجان "الأحياء" السكنية في المحرق واصبح كل فريق يمتلك اسماً خاصاً به.

### - المرحلة الرابعة: المرحلة الانتقالية: 1927 – 1951م

تعتبر الفترة من 1927 إلى 1951م بشكل تقريبي هي المرحلة الانتقالية لمدينة المحرق حيث بدأت المحرق بفقد تقسيمها القبلي بالرغم أن ملامحها العمرانية لم تتغير بشكل جذري.

### - المرحلة الخامسة: مرحلة التفكك والانحلال: 1971م

بدأت بعض التجمعات العمرانية بالظهور حول المدينة التقليدية بشكل شبه حلقي غيرت من عمران مدينة المحرق. وتزامنا مع هذا التغير العمراني كانت هناك هجرة عكسية من المحرق باتجاه مناطق وتجمعات سكنية خارج المحرق وحولها. والجدير بالذكر في هذا الصدد أن عمران مدينة المحرق يعتمد على التقسيم القبلي أو العشائري. والمكان الذي تتجمع فيه كل قبيلة يعرف بالفريق أو الفريق "الحي"، ويسمى باسم القبيلة المؤسسة له. ويتوسط هذا الفريق مسكن شيخ القبيلة أو كبير العائلة ومسجده. ويتوسع كل فريق انطلاقاً من البؤرة الأساسية وذلك بواسطة أولاده وخدمه أو من يأتون للوذ بحمايته.

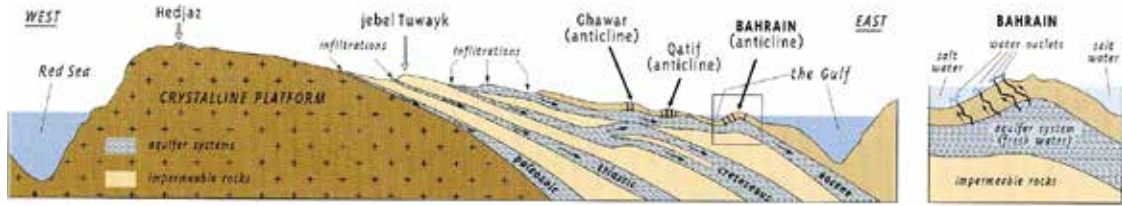
## ثالثاً: جيولوجيا المحرق:

يعتبر أرخبيل البحرين جزء لا يتجزأ من الخليج العربي وشبه الجزيرة العربية. لذا فإن الحديث عن الوصف الجيولوجي للبحرين لا ينفصل عن جيولوجيا الخليج وشبه الجزيرة العربية. فقد كان الخليج العربي في عصور البليوسين الأولى منحصرًا في مجرى ضيق بطول السهل الساحلي لبلاد فارس. وقد اشتهرت هذه المنطقة المنخفضة باشمالها على بحيرات كبيرة من المياه العذبة والمالحة تترسب بها سلاسل جبال بُخْتِياري المكونة من الحجارة الرملية والكتل المختلطة. وقد حدثت التحركات العظيمة التي أدت إلى تكون جبال زاغروس الضخمة أثناء فترة البليوسين، وكان الضغط قادمًا من ناحية الشمال الشرقي؛ مما أسفر عن إزاحة منطقة بحيرات بُخْتِياري المنخفضة إلى الجنوب الغربي مكونة الخليج العربي الحالي والمنطقة المغمورة الكبيرة الواقعة في ما بين النهرين.<sup>121</sup> ولقد أدت التغيرات المناخية للعالم خلال الفترة الرباعية "المليون سنة الماضية" وعلى وجه الخصوص خلال 120000 سنة الماضية؛ إلى التصاق ومن ثم انفصال البحرين عن شبه الجزيرة العربية. وقبل 18000 سنة كان مستوى سطح البحر أقل من المستوى الحالي بحوالي 120 متراً، كانت البحرين عبارة عن جبل ضمن جبال أخرى ومنحدرات صخرية خفيفة وحقول شاسعة من الكتبان الرملية.

وعندما ارتفعت مستويات الماء في عدة مناسبات التصقت الترسبات الرملية والصدفية عند سفوح المنحدرات وتصلبت، وهذا يدل على أن البحرين غنية بصخور البناء التي كان الطلب عليها شديدا بسبب تكوينها الكلسي الذي كان سهل التشكيل والنقل.<sup>122</sup>

والبحرين بشكل عام عبارة عن مجموعة من الجزر أكبرها جزيرة البحرين، والتي هي عبارة عن قبة (Dome) جيولوجية ممتدة ناتجة عن حدوث عمليات الصعود uplift والطي folding الجيولوجية لطبقات الحجارة الجيرية والطفلية في العصر الجيولوجي الثالث، وترتفع هذه القبة بشكل أعلى من مستوى الخليج العربي مكونة جزيرة<sup>123</sup>، كما في الشكل رقم (2). وهذه القبة ما هي إلا عبارة عن تكوينات صخرية رسوبية ممتدة أفقيا وتعود لآخر العصر الجيولوجي الثالث، وتتكون من الحجارة الجيرية والدولوميتية والطفل الصفائحي<sup>124</sup>، بالإضافة إلى بعض الصخور المكونة من الجبس والأنهدريت. وهذه التكوينات الصخرية هي امتداد لمكونات ما يعرف بالرس والدمام في شرقي شبه الجزيرة العربية.<sup>125</sup>

تحيط بالبحرين سواحل ضحلة مليئة بالشعب المرجانية Coral-Reefs تتخللها بعض القنوات العميقة أو ما يطلق عليه الأخوار في بعض المناطق مثل الموجودة في شمال موقع قلعة البحرين وفي الخليج الموجود بين جزيرة المحرق وجزيرة البحرين. الجزء الأكبر من جزيرة البحرين منبسطة ومنخفض ومغطى بالرمال، ويرتفع سطحها تدريجيا من كل الجوانب باتجاه مركزها لتشكل هضبة يصل ارتفاعها إلى 100-200 قدم. ويوجد في وسط هذه الهضبة منخفض بيضاوي الشكل يصل طوله إلى حوالي 13 ميلاً يمتد من الشمال إلى الجنوب ولا يزيد عرضه عن 4 أميال من الشرق إلى الغرب، ويوجد في مركزه تل منعزل يعرف بـ جبل الدخان ويصل ارتفاعه إلى 400 قدم وهو أعلى نقطة في الجزيرة.<sup>126</sup> وقد استمد جبل الدخان هذا الاسم بسبب التكوينات الضبابية المحيطة به، أما التكوين الصخري لجبل الدخان فهو أساساً عبارة عن الحجر الجيري والحجر الدولوميتي.<sup>127</sup> شكل رقم (3)



شكل رقم (2)

يوضح مستوى ارتفاع جزيرة البحرين بالنسبة إلى مياه الخليج العربي والأراضي المجاورة، نقلا عن Dalongevilla.R, 2000

122 Dalongevilla.R: Bahrain, a geological Phenomenon, In: Traces of Paradise, The Archaeology of Bahrain 2500 BC-300AD, UCL, London, 2000, P. 18.

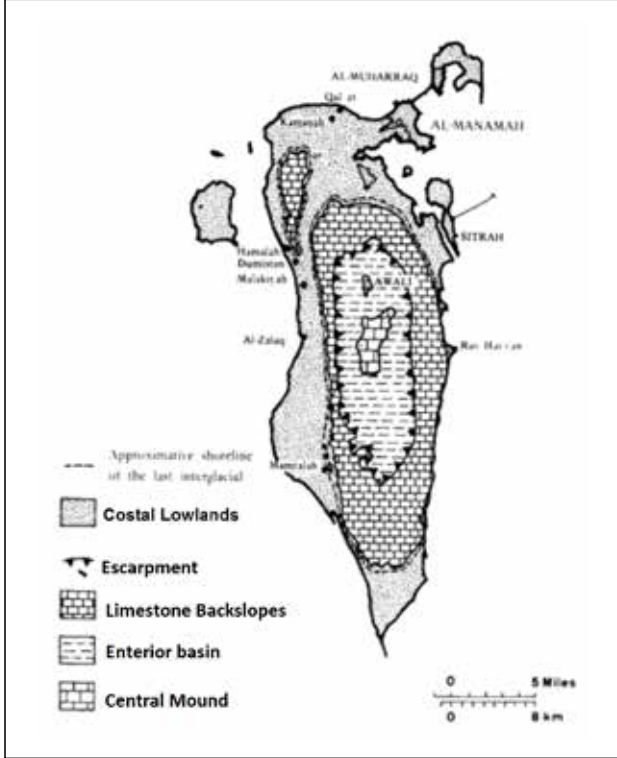
123 Daniel.T.Potts: Dilmun; New Studies in the Archaeology and Early History of Bahrain, Berlin, 1983, P. 3.

124 Srivastava.K.M: Madinat Hamad-Burial Mounds 1984 – 85, Bahrain, 1991, P.5.

125 ابراهيم صقر "د": المدخل إلى جيولوجيا المياه الأرضية في دول مجلس التعاون الخليجي، مؤسسة العين للنشر والتوزيع- الإمارات، 1989، ص 99.

126 Mohammed Nayeem: Bahrain, India, 1992, P. 2.

127 Daniel.T, Potts: Op, Cit, 1983, P. 3.



شكل رقم (3)

خريطة توضح التكوين الجيولوجي للبحرين والامتداد الصخري المرتفع الموجود عليه موقع سار الأثري ◀

نقلا عن: Sanlaville & Paskoff, 1986<sup>128</sup>

وأما جزيرة المحرق فهي أحد جزر أرخبيل البحرين، تتكون هذه الجزيرة في معظمها من تكوينات جيولوجية من عصر الباليستوسين المفككة وترسيبات حديثة عبارة عن رمال وترسيبات سبخية ومارل وأحجار جيرية بحرية، بينما الأجزاء الشمالية والشرقية منها فإنها تعود لما يعرف جيولوجيا في المنطقة باسم Neogene Complex وتتصف بتكوينها الطباشيري وبقايا الحجارة الجيرية والأصداف والصلصال الرمادي.<sup>129</sup>

وبشكل عام فإن أحجار جزر أرخبيل البحرين، ومن ضمنها جزيرة المحرق تتميز بكونها أحجار جيرية أساسها اللون الأبيض Chiefly white ترجع لعصر الأيوسين Eocene Age، وأحيانا تكون رملية أو طفلية argillaceous وبها نسبة عالية من الترسبات الطينية، وتتميز أيضا بانتشار الجبس والأملاح في بعض الأماكن بشكل واضح نتيجة لتفتتها وانفصالها من الصخر وبالتالي تشكيلها لترسيبات واسعة من التربة الملحية الجبسية Salty – gypseous Soil.<sup>130</sup> وهذا ما أكدته Doornkamp في أن تربة المحرق الرملية تتركب أساسا من معادن الكوارتز والكالسيت مع وجود نسبة كبيرة من الجبس في بعض طبقاتها.<sup>131</sup>

تعتبر جزيرة المحرق محدبة الشكل في الشمال ومقعرة في الجنوب، حيث يتوغل خليج عراد في الغرب وخليج الزمة في الشرق، وهناك خليج آخر يقع بين لسان عراد والحالات. وطوبوغرافية جزيرة المحرق عبارة عن أرض منبسطة سهلية منخفضة، يتراوح متوسط ارتفاعها بين 1,5 – 2,5 م، وتندعم فيها المسيلات والأودية السيلية، وهي منخفضة لدرجة تتأثر معها مساحات لا بأس بها من سواحلها بمياه البحر في المد العالي، وتترك مكانها رقعا محلية ومستنقعية، إلا أن هذه المعالم الطبوغرافية لجزيرة المحرق قد تغيرت في السنوات الأخيرة بفعل عمليات ردم البحر المستمرة التي أدت إلى ازدياد مساحتها.<sup>132</sup>

128 Sanlaville, P. & Paskoff, R.: Shoreline changes in Bahrain since the beginning of human occupation, In: Bahrain through the ages, the archaeology, edited by Sh. Haya & Michael Rice, KPI, London, 1986, P. 16.

129 Nayeem, M.: Bahrain, Prehistory & Protohistory of the Arabian Peninsula, Vol. 2, Hyderabad Publishers, Hyderabad, India, 1992, P. 6.

130 Larsen, C.: Life and land use on the Bahrain islands; The geoarchaeology of an ancient society, The University of Chicago Press, Chicago, USA, 1983, P. 116.

131 Doornkamp, & Others: Geology, Geomorphology and Pedology of Bahrain, Geo Abstracts Ltd., Norwich, (1980), pp. 307 – 308.

132 محمد عبدالله و بشير العابدین: تاريخ البحرين الحديث (1500 – 2002م)، مركز الدراسات التاريخية، جامعة البحرين، 2009، ص 36.



الفصل الثاني

## العمارة التقليدية في البحرين

أولاً: تطور العمارة البحرينية

ثانياً: العناصر المعمارية

ثالثاً: العناصر الزخرفية

رابعاً: العمارة التقليدية في مدينة المحرق

العمارة لغويا هي نقيض الخراب، وهي أيضا البنيان، وفن العمارة هو فن تشييد المنازل ونحوها وتزيينها وفق قواعد معينة.<sup>133</sup> وأما المفهوم العملي للعمارة، يُعتقد بأنه بدء مع بداية البشرية حيث كان لزاما على الإنسان أن يُوجد لنفسه المكان أو الملجأ الذي يحميه من الحر والبرد والمطر ومن شر الحيوانات المفترسة وأيضا يُؤمن له الاستقرار والخصوصية، فبدأ الإنسان يبحث من حوله عن الإمكانات التي تلبي له هذه الحاجة. وكل إنسان قام باستخدام ما هو متوفر لديه في الطبيعة التي يعيش فيها، فالذي يعيش في الصحراء اتجه إلى استخدام جلود الحيوانات وصوفها لبناء مسكنه، والذي يعيش في الغابة استخدم أوراق وغصون الأشجار، وأما الذي يعيش في الجبال فاستخدم الكهوف الطبيعية كملجأ له. ويتطور الإنسان واستقراره بدء يتفنن في البناء ليُلبي احتياجاته من أماكن للسكن والعبادة؛ حيث كان للأخيرة دور مؤثر في حياة الشعوب، فقد كان المعماريون القدماء يبذلون طاقات كبيرة في العمارة الدينية، وبدأ بعدها الإنسان أيضا يركز على العمارة العسكرية بجانب العمارة الدينية والسكنية؛ ليحمي نفسه وأهله ومجتمعه من الهجمات العدوانية للتجمعات البشرية الأخرى.

## أولا: تطور العمارة البحرينية:

تعاقبت على البحرين فترات تاريخية مختلفة بدء من فترة حضارة دلمون (2300 – 325 ق.م)، تلتها فترة حضارة تابلوس (325 ق.م – 630 م)، ومن ثم تبعتها فترة الحضارة الإسلامية (630 م). وكل فترة من هذه الفترات التاريخية للبحرين تميزت منشآتها بطرز وأنماط معمارية تميزها عن غيرها من الفترات من حيث الوظيفة وأساليب ومواد البناء.

### 1- العمارة في العصور الحجرية:

تشير جميع الدراسات والتنقيبات الأثرية التي تمت في البحرين إلى أنه لا توجد مساكن متبقية لفترة العصور الحجرية، ما عدا بعض مظاهر الاستيطان في موقع المرخ جنوب جزيرة البحرين حيث عُثر فيه على عدد من الحفر غير العميقة "10 سم" وبقطر 60 سم؛ لربما استخدمت كأماكن للحرق، كما عُثر على حفر أخرى بقطر يصل إلى 10 أمتار، ويرجع تاريخها إلى ما بين 3800 ق.م – 3000 ق.م. أما الذي عُثر عليه من قبل البعثة الدنماركية في الخمسينيات في موقع جبل الدخان في وسط جزيرة البحرين فهو عبارة عن عدد من المآوي والكهوف الصغيرة المحفورة في الصخر.<sup>134</sup>

### 2- العمارة في فترة دلمون:

تعتبر فترة حضارة دلمون الأقدم والأغنى من حيث ما تم العثور عليه من مواقع وبقايا أثرية. ويذكر Laresn 1983 بان مجموع عدد مواقع الاستيطان خلال هذه الفترة، وبالأخص في الفترة من 2200 ق.م – 1800 ق.م، بلغ حوالي 78 موقع تتوزع على المناطق الشمالية والغربية لجزيرة البحرين.<sup>135</sup>

ولم يتبقى من هذه المواقع إلا القليل، وفي الوقت الحالي فإن ما يمكن تناوله هو كل من موقع قلعة البحرين وموقع سار الأثري كمدن قديمة تم الحفاظ عليها ودراستها بشكل جيد من قبل علماء الآثار، بالإضافة موقع معابد باربار ومعبد الدراز كمواقع دينية خلال هذه الفترة.

ومن خلال دراسة مواقع الاستيطان البشري القديم الموجودة في البحرين مثل موقع قلعة البحرين وموقع سار الأثري؛ لوحظ أن هناك تنوع في أسلوب البناء في الموقع الواحد والذي يرجع لنفس الفترة الزمنية أيضا، ويمكن ملاحظة هذا التنوع في المدن القديمة لموقع قلعة البحرين؛ فمثلا عند دراسة المباني التي ترجع لفترة دلمون المتأخرة نلاحظ في بعض منها استخدام الحجارة المشدبة "المستوية الأوجه" Ashlar Stones في بعض الجدران وفي أجزاء أخرى نلاحظ استخدام الحجارة غير المشدبة ومختلفة الأحجام Rubble Stones، وبعضها الآخر استخدم فيها أسلوب بناء الجدران الدبش والمكسوة بالحجارة المشدبة في أحد أوجهها. انظر شكل رقم (24) و(25) و(26) في الفصل الثاني من هذا البحث

أما أسلوب البناء في المدينة الدلمونية بموقع سار الأثري والتي ترجع لنفس الفترة التاريخية للمباني السابقة الذكر في موقع قلعة البحرين "2300 ق.م" قد بُنيت جدران مبانيها بأحجار غير مشدبة.

133 المعجم الوجيز: مجمع اللغة العربية – جمهورية مصر العربية، 1990، ص 434.

134 Nayeem, M: Bahrain, Prehistory & Protohistory of the Arabian Peninsula, V.2, 1992, pp. 104 – 105.

135 Larsen, C: Life and Land Use on the Bahrain Islands- The Geoarchaeology of an Ancient Society, Chicago, 1983, P. 78.

أما بالنسبة إلى السمات المعمارية ومكونات المباني القديمة الموجودة في الموقعين السابقين، فنلاحظ في موقع قلعة البحرين أن هناك كثافة في الوحدات المعمارية من حيث توأجدها بعدد كبير ضمن مساحة صغيرة، فتتواجد بها غرف كثيرة متلاصقة ومساحاتها صغيرة. وتتنوع أشكال هذه الغرف ما بين المربعة والمستطيلة. وتتصل هذه الوحدات أو الغرف بممرات ضيقة. وفي هذا الصدد يذكر Flemming<sup>136</sup> بأن الناس في هذه المدينة أو الموقع كانت تعيش في منازل صغيرة تتكون من غرف عديدة ذات أرضيات جصية، وأن جدرانها مبنية من حجارة دبش تربط بينها مونة رطب، ويفصل ويصل بين هذه المباني طرقات.

وتدل بعض العناصر أو الوحدات المعمارية في موقع قلعة البحرين برفاهية ومستوى معيشي عالي من حيث وجود فتحات الأبواب العملاقة ووجود حمامات مشتركة مع نظام صرف وتجميع للمياه المستخدمة، كما يوجد بأحد الغرف فتحة بأرضيتها أنبوب مصنوع من الفخار. وتغطي أرضيات هذه الوحدات المعمارية طبقات جصية سميكة. كما عثر في غرف أحد هذه المباني على مدبسة تستخدم لتخزين التمور وإنتاج الدبس.<sup>137</sup>

أما بالنسبة إلى المباني السكنية بموقع سار الأثري فتتميز بصغر حجمها وبساطة تكوينها، حيث تتكون في الغالب من فناء مكشوف وغرفة مربعة صغيرة كانت مسقوفة في السابق بعوارض خشبية ومغطاة بسعف النخيل أو بطبقة من الحصى المصنوع من ورق سعف النخيل، حيث توجد بعض العلامات على طبقات الملاط الجبسية للجدران تدل على استخدام المواد السابقة في التسقيف. كما أنه لم يتم العثور على بقايا لسلالم تشير إلى أن هذه المباني كانت تتكون من دورين أو أكثر، وأيضاً تؤكد كمية الحجارة المتساقطة أن هذه المباني كانت تتكون من دور واحد فقط.<sup>138</sup>

ومعظم المباني في هذه المدينة تتكون من مدخلين: الأمامي ويطل على الشارع والأخر خلفي. أما باب الغرف الداخلية فقد صمم ليسمح بأكبر قدر من الخصوصية بحيث لا يطل على الشارع أو المدخل الرئيسي بشكل مباشر. كما أن لبعض المنازل الأخرى مدخل واحد فقط، وبشكل عام تصل المساحة الكلية لكل منزل إلى حوالي 35 م<sup>2</sup>.<sup>139</sup>

والتصميم العام لهذه المباني يأخذ شكل حرف "L". كما توجد مباني أخرى معقدة التكوين نتيجة التوسعات المتلاحقة التي حدثت لها على فترات مختلفة. أما أرضيات هذه المباني فهي رملية، ما عدا إحدى الغرف في أحد المباني كانت مغطاة بطبقة جبسية. وطبقاً للتحاليل والفحوص العلمية فقد اتضح أن جدران هذه المباني تم بناؤها بأحجار جيرية دولوميتية محلية بأسلوب الدبش.<sup>140</sup>

وبشكل عام تتميز الوحدات السكنية أو المعمارية القديمة في البحرين بالتقارب والاتصال الكبير فيما بينها، وتأخذ بشكل عام الشكل المربع وتتميز بغرفها المربعة والصغيرة الحجم. وأسقف هذه المباني في تلك الفترة من المحتمل أن تكون مصنوعة من منتجات شجرة نخيل البلح والتي تعتبر من الأشجار المحلية شائعة الانتشار في مناطق البحرين المختلفة.

ونظراً إلى أن ما تم العثور عليه من وحدات معمارية في البحرين والتي ترجع لهذه الفترة ما هي إلا عبارة عن اطلال فلم يتم العثور على فتحات تدل على وجود نوافذ. أما الأبواب فكانت فتحاتها تتراوح ما بين 50-70 سم، ويُلاحظ عند زوايا بعضها وجود قطعة حجرية مربعة بها حفرة صغيرة ضحلة يركز عليها عمود الباب والذي يسمح للباب بالتحرك للفتح والانغلاق.

أما أماكن العبادة في هذه الفترة كانت عبارة عن معابد تعبد فيها آلهة مختلفة في كل معبد. وأسلوب بناء دور العبادة "المعابد" في هذه الفترة يكشف لنا أيضاً أن هناك اختلاف في التصميم وأسلوب مواد البناء، وأنه لا يوجد نمط معماري موحد لهذه الفترة. ففي الموقع الواحد مثلاً كما هو في معابد باربار نلاحظ أن المرحلة الأولى من البناء استُخدمت فيها الحجارة غير مستوية الأوجه بينما في المرحلتين اللاحقتين استُخدمت فيها الحجارة المشدبة أو المداميك الحجرية. وبالرجوع لنفس الفترة وفي موقع آخر وهو المعبد الموجود بمستوطنة سار نلاحظ أن المعبد بُني بأحجار صغيرة غير مستوية الأوجه. وأما لو رجعنا إلى المعابد المختلفة الموجودة بمملكة البحرين لوجدنا أن لكل معبد سماته المعمارية الخاصة التي تجعله مختلفاً عن الباقي، فمعبد سار مثلاً يتميز بشكله المستطيل الذي يختلف عن معبد باربار ذي الشكل المربع. شكل رقم (4) و (5)

136 Fleming, H: Qalat al-Bahrain in the Bronze Age, in: Traces of Paradise- The Archaeology of Bahrain 2500 BC-300AD, London, 2000, P. 59

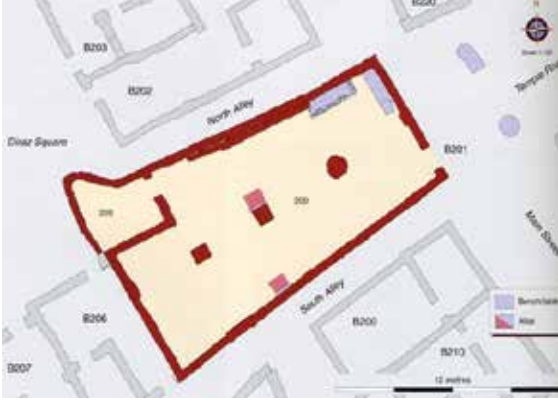
137 الدبس: عصير التمور في صورة سائل لزج كثيف ذو لون أسود يستخدم كأحد أنواع السكر وأحد مصادره في منطقة الخليج.

138 Moon, J: The Dilmunite Settlement at Saar, In: Traces of Paradise- The Archaeology of Bahrain 2500 BC-300AD, London, 2000, P. 63.

139 جين مون: مستوطنة دلمون في سار، كتاب "بقايا الفردوس"، البحرين، 2002، ص 48.

140 سلمان المحاري: المواقع الأثرية في مملكة البحرين: المشاكل والتحديات-مقترحات الترميم والصيانة، المؤسسة العربية للدراسات والنشر، بيروت، 2009، ص 344.





شكل رقم (5)

يوضح شكل معبد سار – أحد أشكال المعابد في البحرين



شكل رقم (4)

يوضح شكل معبد باربار – أحد أشكال المعابد في البحرين

### 3- العمارة في فترة تايلوس:

البقايا المعمارية المدنية التي عثر عليها في البحرين والتي ترجع لفترة تايلوس تعتبر قليلة جدا وما هي إلا عبارة عن بقايا جدران لا يمكن من خلالها التعرف على السمات المعمارية لهذه الفترة. ولكن من خلال دراسة هذه الجدران يُلاحظ أن أسلوب البناء المتبع في هذه الفترة هو استخدام الجدران الدبش.

### 4- العمارة في الفترة الإسلامية:

تبدأ هذه الفترة منذ دخول البحرين للدين الإسلامي في عام 630 م (8 هجرية) وتمتد إلى العصر الحاضر. وإن أقدم ما عثر عليه في هذه الفترة هو كل من مسجد الخميس وهو أول مسجد في البحرين بُني في القرن الأول للهجرة". ويتميز المسجد بأسلوب معماري فريد عن بقية المساجد التي بنيت في فترات لاحقة، حيث يأخذ الشكل المربع الذي يضم مجموعة من الأروقة ذات الأعمدة الإسطوانية المبنية بكتل حجرية مقطوعة على شكل أقراص، وله مآذنتين شاهقتين في جهة الغرب والشرق، والمسجد غير مسقوف في الوقت الحالي، وتوجد به بقايا أبنية قديمة وبقايا ضريح متهدم، إلى جانب وجود بئر ماء للوضوء، شكل رقم (6) وصورة رقم (3). أما المعلم الإسلامي الثاني والذي يرجع إلى العصور الأولى للإسلام أيضا فهو الحصن الإسلامي الموجود على ساحل موقع قلعة البحرين، وتذكر كيرفران بأن هذا الحصن أو القصر قد بني فيما بين القرنين 4 والخامس الهجريين (القرن 10 – 11 م).<sup>141</sup> ويتميز بروعة تصميمه حيث يأخذ الشكل المربع وله برج دائري في كل زاوية من زواياه الأربعة، كما يوجد برج على شكل نصف دائرة في وسط كل ضلع، ويوجد برجان على شكل ربع دائرة عند طرفي الباب. ويتوسط القصر أو الحصن فناء بأرضية مرصوفة بالحجارة الجيرية ويتوسط الفناء نافورة. وينقسم المبنى من الداخل إلى أربعة أجنحة يتكون كل واحد منها من عدد 6 غرف رئيسية، ويوجد سلم في 3 أجنحة منها، كما يوجد بالحصن ما يقارب من 8 مدابيس. ويُعتقد أن هذا المبنى كان يستخدم في عصر انشائه كحصن دفاعي ثم استخدم في فترات لاحقة كقصر أو مبنى سكني. وقد استخدم في بناء هذا المبنى نوعين من أساليب بناء الجدران، فالجدران الخارجية استخدم فيها أسلوب البناء بالجدران الدبش المكسوة بالكتل الحجرية الضخمة أو المداميك، والجدران الداخلية استخدم فيها أسلوب البناء بالجدران الدبش. أما في الفترات الإسلامية المتأخرة فقد تميزت المباني فيها ببساطتها، وتميزت باستخدام أسلوب البناء بالجدران الدبش من أحجار برية. وبدراسة المدن الإسلامية المتأخرة مثل موقع المقشع والملكية والشاخورة نلاحظ أن حجم الغرف بدأ يزداد مقارنة بغرف الفترة الدلمونية كما في المدينة الدلمونية في سار والتي تأخذ غالبية غرفها الشكل المستطيل، ودائما ما يتواجد بها باحة داخلية غير مسقوفة (حوش). وتمتد بين بعض الوحدات السكنية ممرات ضيقة توصل إلى أجزاء المنطقة السكنية المختلفة.

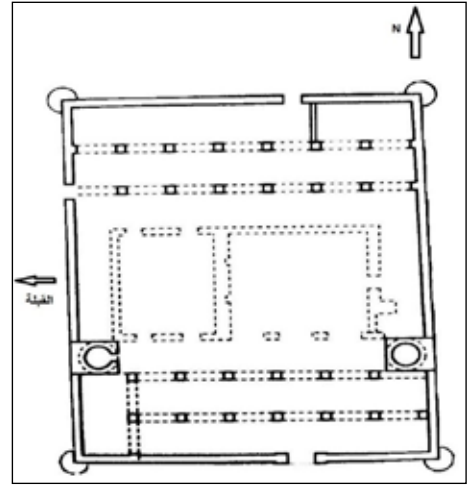
وبالنسبة إلى دور العبادة في الفترة الإسلامية "المساجد" فتقريباً جميعها متشابهة في أسلوبها المعماري والذي يتكون من جزئين أحدهما مسقوف "ظلة القبلة" وفيها يوجد المحراب والجزء الثاني عبارة عن صحن مكشوف وفي الغالب كان المسجد يفتقد إلى وجود المأذنة "المنارة"، وأما سقف ظلة القبلة فيأخذ الشكل المستوي.

وخلال الحقبة الإسلامية وبالذات في فترة السيطرة البرتغالية على البحرين في القرن السادس عشر الميلادي بدأ التركيز على التحصينات الدفاعية مثل قلعة البحرين وعراد، ففي قلعة البحرين استخدمت الأبراج المربعة والمثلثة الشكل، وظهر في هذه الأبراج استخدام الأسقف ذات الأقبية المتقاطعة.



صورة رقم (3)

توضح التكوين الداخلي لمسجد الخميس



شكل رقم (6)

رسم يوضح التخطيط العام لمسجد الخميس  
(متحف البحرين الوطني)

### 5- العمارة في الفترة الحديثة المبكرة (نهاية القرن 18م – بداية القرن 20م):

تبدأ هذه الفترة تقريباً مع نهاية القرن الثامن عشر الميلادي وتنتهي مع بداية اكتشاف النفط في البحرين وذلك مع بداية القرن العشرين.

وصلت فنون العمارة البحرينية التقليدية في هذه الفترة إلى أوجها، وبالذات في كل من مدينتي المحرق والمنامة. وتبدأ هذه الفترة مع بداية القرن الثامن عشر الميلادي، حيث ازدهرت صناعة اللؤلؤ في هذه الفترة وبدأت الحياة الاقتصادية والاجتماعية بالازدهار، والذي بدأت معه أساليب التفنن في البناء والزخرفة. ومن مميزات هذه الفترة هو استخدام الحجارة البحرية وأخشاب الدنجل "الجدل" بكثرة في عملية البناء. كان يسود البحرين في هذه الفترة نوعان من البناء للمنازل وهما:

#### - المنازل المبنية من جذوع وسعف النخيل (العريش- البرستج):

استُخدمت هذه المنازل من قبل الفقراء أو الأغنياء في فترة الصيف عند انتقالهم إلى المناطق الساحلية والزراعية طلباً للهواء البارد والنقي. تُبنى هذه المنازل من جذوع النخيل أو خشب الدنجل كأعمدة مثبتة في الأرض، ويتم بناء الجدران عن طريق وضع صفوف من سعف النخيل المربوطة بالحبال في شكل حزم، يتم صفها بشكل رأسي موازي للأعمدة الخشبية، ولزيادة متانة وتماسك هذا الجدار يتم تدعيمه بحزم أفقية أخرى من سعف النخيل. ومادة الحبال تصنع من ليف النخيل. وتُغطي أسقف هذه المنازل طبقة من الخوص المنسوج (السِمة)، وفي الغالب يأخذ السقف الشكل المثلث أو الجمالوني لمنع تجمع الأمطار أو الرطوبة عليه. وهناك نوع آخر من هذه المنازل يُعرف بـ"الكبر" حيث تبنى جدرانه من الحجارة إما بارتفاع عالي يصل إلى السقف أو بارتفاع بسيط يتم استكمالها بجريد وسعف النخيل، ويتم تسقيفه بنفس الطريقة السابقة.

### - المنازل الحجرية:

هذا النوع من المباني أو المنازل تستخدم في بنائه الحجارة وبالذات الحجارة البحرية التي سادت استخدامها في هذه الفترة. ويوجد نوعان من الحجارة البحرية وهما الحجر البحري المرجاني والثاني هو حجر الفروش. وسوف يتم التطرق لهما بالتفصيل في الفصل الثاني عن مواد البناء. وتنتشر هذه المنازل في المدن مثل مدينة المنامة والمحرق مع بعض المنازل المنتشرة في قرى البحرين. وقد كانت تستخدم هذه المنازل كمسكن دائم بالرغم من أنها تترك في فترة الصيف حيث ينتقل سكان المدن إلى المناطق الزراعية والساحلية، ولكن هذا التحرك الحاصل من المدينة إلى الريف أو الساحل في الغالب يقوم به الأغنياء فقط بينما فقراء المدينة يبقون في منازلهم، وهم الغالب مجتمع وُجد لخدمة مجتمع الأغنياء والحكام. أما سكان المنازل الحجرية في القرى يبدئون أيضا تحركهم في الصيف نحو الأماكن القريبة من البحر أيضا بالرغم من أنهم يعيشون في وسط المزارع طلبا لبعض الرياح. وسيتم التطرق إلى مواد وأساليب بناء هذا النوع من المنازل في الفصل الثاني من هذا البحث.

المنازل الحجرية كانت واسعة الاستخدام في مدينة المحرق؛ نتيجة للحالة الاقتصادية الجيدة التي كانت تعيشها المدينة نتيجة تركيز تجار اللؤلؤ والحكام فيها.

## ثانيا: العناصر المعمارية:

### 1- العناصر المعمارية في المنازل:

#### - المدخل The Entrance:

هو الفراغ الذي يتم منه الدخول إلى كافة الفراغات الأخرى الموجودة بالمبنى، ويتميز المدخل بالخصوصية التامة، وهو يؤكد على المرحلة الانتقالية من الشارع إلى البيت أو المنزل. وتتميز مداخل البيوت العربية بشكلها المنكسر ولذلك عرفت بالمداخل المنكسرة، والتي تعمل على توفير الخصوصية لسكان البيت وبالأخص النساء، حيث أن الواقف عند فتحة الباب لا يمكنه رؤية من بداخل البيت.

يتكون المدخل من عنصرين أساسيين وهما الباب والدهليز "الممر". فالباب على اتصال مباشر مع الشارع، ويؤدي بدوره إلى الممر أو ما يعرف بالدهليز أو المجاز. وقد جرت العادة لدى الضيوف الداخلين للبيت أن يقفوا عند الدهليز ليصدروا صوتا كـ "الحنحة" أو السلام وإلقاء التحية وذلك ليُعلموا أهل البيت بوجودهم ويُعرفوا بأنفسهم وبالأخص الأقارب الذين يمكن معرفتهم من أصواتهم. كما يوجد في بعض البيوت أكثر من مدخل كأن يكون هناك مدخل للخدم ومدخل للضيوف يؤدي إلى المجلس مباشرة بالإضافة إلى المدخل الرئيسي.

#### - الباب The Door:

يطلق عليه أحيانا باللهجة البحرينية اسم "دروازة" وهي كلمة فارسية ومعناها الباب وجمعها "أبواب". والباب هو العنصر أو الأداة المستخدمة لغلاق المداخل في المنزل سواء المداخل الرئيسية أو مداخل الغرف، ولهذا يمكن القول بأنه يوجد نوعان من الأبواب من حيث الوظيفة في المنازل القديمة وهما الباب الرئيسي والذي يتميز بضخامته وعرضه الواسع ويتكون من مصراعين، وفي الغالب يوجد باب أو فتحة صغيرة في احد مصراعيه وبالأخص في المصراع الأيمن ويسمى هذا الباب الصغير بـ"الخوذة". ويستخدم هذا الباب من قبل أهل البيت في الحياة اليومية فيما عدا عند استقبال الضيوف أو لإدخال الأغراض فيتم فتح الباب بالكامل. أما النوع الثاني فهو باب الغرفة والذي يتميز بصغر حجمه نسبيا بالمقارنة مع حجم الباب الرئيسي ويتكون أيضا من مصراعين. تصنع أبواب المنزل والغرف من خشب الساج Teak الذي يتم استيراده في الغالب من الهند ويكون بعضها جاهزا ومزخرفا، حيث كانت تتميز الأبواب بغناها بالزخارف مع تزيينها بمسامير معدنية من الحديد ذات مظهر دائري، كما توجد في الأبواب وبالأخص الباب الرئيسي حلقات معدنية تستخدم لطرق الباب. وفي وسط الباب يوجد لوح خشبي أفقي صغير يستخدم كقفل للباب يعرف بـ "المزلاج" وتستخدم لاحقا مزلاج معدني بمقبض يسمح بفتح الباب بـ"القفل". وقد يوجد هذان العنصران من الداخل والخارج صورة رقم (4) و (5). والجدير بالذكر بأن الباب قديما كان يوحي بالمستوى المعيشي والاقتصادي لصاحب البيت، فالباب ذو النمط المتميز والغني بالثقوش والزخارف يختلف عن الباب البسيط الذي يوحي بمستوى المعيشة المتدني لصاحب البيت.

ويختلف حجم الباب باختلاف استخدامه من مبنى لآخر أو في المبنى الواحد. فالأبواب المستخدمة في السوق والدكاكين يكبر حجمها وشكلها عن الأبواب المستخدمة في المنازل. والباب الرئيسي للمنزل يختلف في شكله وحجمه عن الأبواب الداخلية للغرف. صورة رقم (6) و (7)



صورة رقم (5)  
أحد نماذج الأبواب الخارجية للبيت البحريني



صورة رقم (4)  
أدوات قفل الباب من الخارج "المزلاج"



صورة رقم (7)  
باب كبير لأحد الدكاكين بسوق القيصرية بالمحرق



صورة رقم (6)  
توضح شكل الخوخة في الباب

### - الغرفة/الحجرة :The Room

الغرفة جمعها غرف، ويطلق عليها أيضا اسم "الحجرة" وقد وردت هذه الكلمة في القرآن الكريم في الآية (4) من سورة الحجرات "إن الذين ينادونك من وراء الحجرات أكثرهم لا يعقلون" (الحجرات، آية 4). بالرغم من "الحجرة" هنا في الآية السابقة هي إشارة إلى بيوت النبي (ص)، وهذا اللفظ يطلق على الغرفة الواحدة أو مجموع الغرفة التي تشكل البيت والذي هو مشتق من المبيت ليلا. وأصل كلمة "الحجر" على وزن الأجر: أي المنع لأن الحجرة تمنع الآخرين من الدخول في حريم "حياة" الإنسان.<sup>142</sup> يوجد في المنزل نوعان من الغرف أحدهما شتوي وتتواجد عادةً في الطابق الأرضي، وتستخدم في فصل الشتاء وفي العادة تكون خالية من النوافذ وذات جدران سميكة لتحتفظ بالحرارة والدفء بداخل الغرفة، مع أن سماكة الجدران في الطابق الأرضي أمر إنشائي ضروري لتحمل الطوابق العلوية. وتوجد في الغرفة الشتوية فتحات صغيرة الحجم في أعلى الجدار تسمح بدخول الضوء للغرفة وتجديد الهواء. كما يمكن استخدام هذه الغرف للنوم نهارا خلال فصل الصيف حيث تحتفظ ببعض البرودة التي اكتسبتها أثناء الليل. أما النوع الثاني من الغرف فهي الغرف الصيفية وتوجد في الطابق العلوي وتمتاز بكثرة فتحاتها (النوافذ) بغرض تلطيف جو الغرفة وتستخدم في فصل الصيف وبالخصوص للنوم ليلا. والغرف في البيوت التقليدية في البحرين بشكل عام تأخذ الشكل المستطيل وذلك بسبب استخدام خشب الدنجل أو الجندل في التسقيف، حيث يلزم طول هذه الأخشاب البناء بإنشاء غرف لا يتعدى عرضها 3.5 متر. وهو طول العارضة الخشبية للدنجل. وتكثر في الغرف التقليدية تجويفات مربعة الشكل في الجدران وتعرف بـ"الروزنة" وهي فضلا عن استخدامها كعنصر جمالي كانت تستخدم لوضع بعض المستلزمات والأغراض المنزلية والتحف.

### - السلم /الدرج :The Stairs

السلم هو ما يُصعد عليه إلى للوصول إلى الأمكنة العالية، وجمعها "سلالم". والعنصر الأساسي في السلم أو الدرج هو الدرجات، وفي الغالب يكون هناك حواجز على جانبي السلم إلا أنه كان يستعاض بها في الكثير من المباني القديمة بالجدران الجانبية للمبنى، عوضا إلى أن السلالم في الغالب تكون منكسرة ولا تتجه مباشرة نحو الأعلى وإنما تنكسر عند أحد المستويات ليتم تغيير اتجاه السلم، والنقطة أو المكان الذي يتغير فيه اتجاه السلم تعرف بالاستراحة أو العتب. ولوقوف على أسلوب بناء السلم انظر الفصل الثاني من هذا البحث.

### - الفناء :The Courtyard

ويطلق عليه أيضا الحوش أو الحوي أو الصحن. وهو عبارة عن ساحة مفتوحة أو غير مسقوفة في وسط المبنى. ويستخدم الفناء بشكل واسع في المنازل في الدول العربية، ويعتبر من الخصائص المعمارية المميزة لها. واستخدام الفناء في المنزل لم يكن مقتصرًا فقط على المنازل العربية الإسلامية وإنما كان مستخدما أيضا في العصور القديمة في البحرين، كالمنازل الموجودة في المدينة الدلمونية في سار.

والفناء الموجود في المنازل يستخدم للفعاليات العامة والجماعية، ويكون عادة في وسط المنزل وتحيط به الغرف. غالبا ما يتم زراعته، كأن تزرع فيه نخيلات ويكون أحيانا به بئر الماء، ويستخدم كمتنفس خاص للعائلة وكساحة خدمة محجوبة عن أعين الجيران بواسطة الغرف المحيطة به، كما يعتبر المتنفس والرئة لكل مرافق المسكن، وتفتح جميع الأبواب والنوافذ على الفناء "الحوش"، ماعدا الفتحات الخاصة بالمجلس، فهي تظل على الخارج ذلك لأن الحوش أو الفناء خاص بأهل المنزل فقط، كما أنه يوفر الإضاءة والتهوية اللازمة لأقسام المنزل ويجعل أجواءها صحية، كما يعتبر الحوش المكان المناسب للهو الأطفال ولعبيهم.

### - الحمام :The Toilet

هناك نوعان من الحمامات في المنازل القديمة. فالحمام الذي يقع في إحدى زوايا الغرفة يطلق عليه "المسبح"، ويستخدم للاستحمام والوضوء فقط، ويتم تزويده بالماء عن طريق التخزين في أواني فخارية أو معدنية. أما الحمام الذي يستخدم لقضاء الحاجة "دورة المياه" أو ما يطلق عليه "الأدب" فهو حمام يكون في العادة مشترك لجميع أفراد الأسرة ويكون موقعه بعيدا عن غرف السكن، وبه فتحة المرحاض المتصلة بحفرة تعرف بـ"بالوعة" أو "بلاعة" تتجمع فيها الفضلات خارج المنزل.



**- النافذة The window:**

تسمى في اللهجة البحرينية الدارجة بـ "الدريشة" وهي كلمة فارسية تعني النافذة. والنافذة كعنصر معماري هي عبارة عن فتحة في الجدار ينفذ منها الهواء والضوء إلى داخل الغرفة أو المنزل. ويُتحكم في نفاذ الضوء والهواء بفتح وإغلاق هذه الفتحة في السابق باستخدام الأخشاب. وبهذا أصبح العنصر المستخدم في إغلاق تلك الفتحة يطلق عليه أيضا النافذة أو الدريشة أو الشباك.

تتكون النافذة من إطار خشبي تتداخل أطراف زواياه في الجدار. وتنقسم النافذة في الغالب إلى قسمين علوي وسفلي، ولكل قسم مصراعين أو ضلعتين أو كما يطلق عليه في البحرين "صفقتين". الجزء العلوي يتكون من قضبان حديدية رأسية، ويعلو بعضها فتحات زجاجية ملونة. أما الجزء السفلي فيتكون من ألواح خشبية صغيرة متباعدة وتوضع بشكل أفقي وبالتوازي مع ميلان بسيط للداخل لتسمح بمرور الضوء والهواء دون كشف من بداخل البيت أو الغرفة.

**- السقف The Roof:**

السقف وجمعها "أسقف" هو غطاء الغرفة أو المنزل. يعتبر السقف من العناصر المهمة في فن العمارة، وذلك لأهميته في المحافظة على وحدات المبنى وحجبها من مياه الأمطار والبرد شتاءً، والوقاية من أشعة الشمس والتيارات الهوائية صيفاً. والسقف هو السطح أو الجزء الداخلي لغطاء المبنى أو الغرفة، أما الجزء العلوي أو الخارجي منه يطلق عليه السطح وجمعها "سطوح" أو "أسطح".

تتميز الأسقف في المنازل القديمة في البحرين وبالأخص في مدينة المحرق القديمة بشكلها المنبسط وببساطتها، ماعدا بعض المنازل التي تعود إلى عائلات التجار أو العائلة الحاكمة، حيث كانت اسطحها السفلية تغطي بالألواح خشبية توجد عليها رسومات ملونة يتم تطبيقها عليها بشكل مباشر دون وجود طبقة تحضيرية، ومن أمثلة هذه الأسقف هي الموجودة في بيت عبدالله الزايد وبيت سيادي في مدينة المحرق. أم الأسقف البسيطة فقد وضعت فقط لتأدية وظيفتها الانشائية والمعمارية دون اي ملامح جمالية فيما عدا عوارضها الخشبية "الذنجل" كانت تصبغ باللون الأحمر.

**- المطبخ The Kitchen:**

يقع المطبخ في البيوت التقليدية في إحدى زوايا المنزل بعيدا عن غرف المعيشة وأماكن راحة أفراد الأسرة، وقد تميز المطبخ بوجه عام بصغر حجمه ذلك لأنه كان يستخدم لطهي الطعام فقط، بالإضافة إلى تخزين بعض المؤن لفترات طويلة، وأحيانا يكون به التتور المستخدم في صناعة الخبز.

**- المدبسة:**

تسمى باللهجة البحرينية الدارجة بـ الجندود. وهي غرفة صغيرة مظلمة ولا توجد بها نوافذ أو فتحات، وارضيتها عبارة عن قنوات أو أحاديدي في شكل صفوف متوازية تنتهي في احد زواياها بجرة فخارية أو حوض يُجمع فيه الدبس، والذي هو العصير أو السائل اللزج والكثيف ذو اللون الأسود الذي يتم الحصول عليه من التمور.

تستخدم هذه الغرفة لتخزين التمور، حيث يوضع التمر بداخل سلال أو أكياس مصنوعة من خوص سعف النخيل وتغلق وترص فوق بعضها بشكل جيد. وفي العادة تكون هذه الغرفة مرتفعة الحرارة قليلا نتيجة لعدم وجود فتحات تهوية فيها، وهذه الحرارة مع ثقل سلال التمر المرصوفة فوق بعضها يساعد على عصر التمر وإنتاجه لمادة الدبس والتي تبدأ بالسيلان والتحرك عبر أحاديدي المدبسة لتجمع في النهاية في الحوض أو الإناء الفخاري الموجود في الحوض. وبالتالي تكون لهذه الغرفة وظيفتين وهما تخزين التمور والثانية تصنيع الدبس.

قد كانت المدبسة مستخدمة منذ العصور القديمة في فترة دلمون وتابولوس، حيث تم اكتشافها في المباني القديمة التي تعود لفترة دلمون في موقع قلعة البحرين والقصر الساحلي في نفس الموقع والذي يعود للفترة الإسلامية وكذلك خصصت أحد الأبراج في قلعة البحرين كمدبسة وهو البرج الجنوبي الشرقي. فقد كان أهل البحرين يعتمدون بشكل أساسي على ثمرة التمر كمادة غذائية وكذلك على الدبس كمصدر للسكر. ولا يكاد يخلوا مبنياً قديماً من مدبسة واحدة أو أكثر. صورة رقم (8)



صورة رقم (8)

توضح شكل أحد المدايب المكتشفة في دكاكين

سيادي بالمرحوق

### - ملاقف الهواء Wind Catchers:

يطلق عليها في البحرين اسم "البادجير" أو "البادكير" وهي كلمة فارسية تنقسم إلى جزئين وهما "باد" ومعناها "هواء - رياح" و"كير" ومعناها "ملقف"، أي ملقف الهواء أو صائد الهواء والرياح. ملقف الهواء أو البادجير هو عنصر معماري مميز ومهم في المنازل القديمة في البحرين وفي المنطقة مثل دولة الإمارات العربية المتحدة والمنطقة الشرقية من السعودية، وكذلك في إيران والتي يُعتقد بأن هذا العنصر قد وصل إلى المنطقة منها حيث يوجد بها أطول برج لاقف للهواء في مدينة بيزد والذي يبلغ ارتفاعه حوالي 33 م.<sup>143</sup> كما أن كل من مدينة دبي والشارقة في الإمارات غنيتان بأبراج ملاقف الهواء. ووظيفة ملقف الهواء الأساسية هي تهوية المنزل وتلطيف الأجواء داخل غرف المبنى، فقد كان يؤدي وظيفة المكيفات في الوقت الحاضر من حيث التبريد وتجديد الهواء في غرف المنزل.

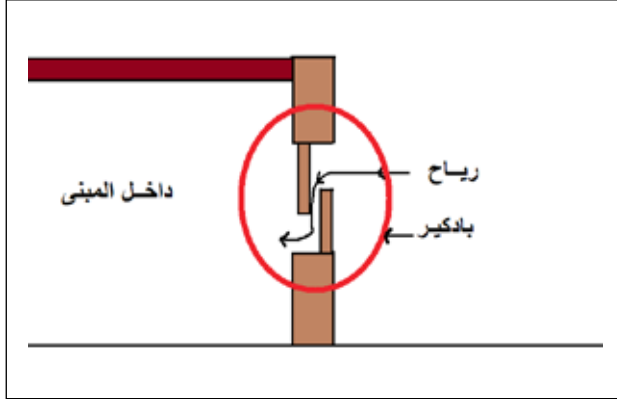
يوجد في البحرين نوعان من ملاقف الهواء وهما:

- ملقف هوائي في الجدار: يتكون من جزئين وهما عبارة عن ساترين حجريين، أحدهما صاعد وهو الجدار الخارجي الموجود في الأسفل، والثاني نازل من الأعلى وهو الجدار الداخلي والذي تصطمم به الرياح وتدخل إلى المنزل حيث الفراغ الموجود في وسط هذين الجدارين شكل رقم (7). وقد استخدم في بعض المنازل أبواب خشبية صغيرة لغلغ وفتح هذه الفتحات.
- برج لاقف للهواء: وهذا النوع من الملاقف هو الأكثر تميزاً في المباني حيث تظهر في شكل أبراج عالية فوق المنازل وتشغل سماء المنطقة، وهنا يتقن أصحاب المنازل في شكل وارتفاعات هذه الأبراج. وتوجد عدة أنواع من هذه الأبراج بحسب الفتحات الموجودة فيه فهناك البرج ذو الفتحة المنفردة، والبرج ذو الفتحتين، والبرج ذو الثلاث فتحات، والبرج ذو الأربع فتحات، وهو الأكثر شيوعاً في البحرين. والعنصر الأساسي والفعال في هذه الأبراج هي تلك الفتحات الموجودة في الجهات الأربع في الأعلى، حيث تعمل الفتحات الموجودة في الجانب المواجه لاتجاه الرياح على اصطيااد الرياح وإدخالها إلى المنزل ومن ثم تطرد الهواء الساخن والملوث الموجود في الغرفة من خلال الفتحات الموجودة في الجانب الآخر من البرج أو من خلال الفتحات الأخرى الموجودة في الغرفة. شكل رقم (8) وصورة (9) و (10)

ويذكر **عبدالجليل 2004**<sup>144</sup> أنه كلما زاد ارتفاع البادجير زادت سرعة الرياح والهواء الذي يأخذ طريقه نحو أسفل البادجير؛ أي نحو غرف المنزل السفلية. وتغلق فتحات البادجير في فصل الشتاء حين لا تكون هناك حاجة لمزيد من الهواء البارد. وقد كان يغلق البادجير من الأسفل بواسطة نافذة أو حاجز خشبي عبارة عن إطار خشبي مربع يتوسطه عارضتان متقاطعتان وتشكلان حرف X.

143 A.A'Zami: Badgir in Traditional Iranian Architecture, In: International Conference "Passvie and Energy Cooling for the Built Environment", Santorini, Greece, 2005, P.1021.

144 محمد مندحت عبدالجليل: العمران التقليدي في دولة الإمارات العربية المتحدة، مركز زايد للتراث والتاريخ، العين، 4002، ص 041.



شكل رقم (7)

يوضح شكل البادكير وطريقة عمله ◀



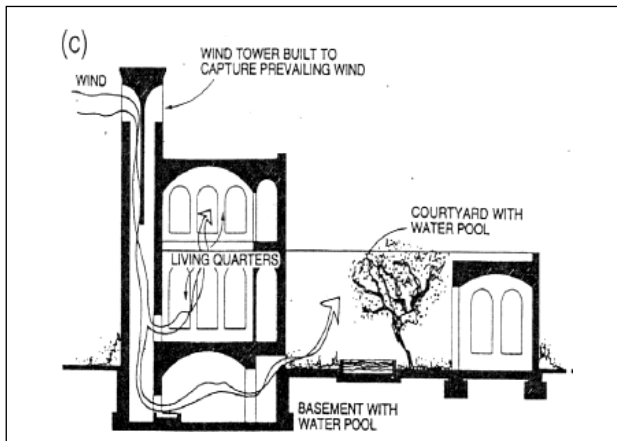
صورة رقم (10)

برج الهواء - بيت العلوي/ المحرق



صورة رقم (9)

برج الهواء - بيت الشيخ عيسى بن علي/ المحرق



شكل رقم (8)

يوضح كيفية عمل برج الهواء (A'zami 2005)<sup>145</sup> ◀

145 A'zami,A & Others: Climatic responsive architecture in hot and dry regions of Iran, In: International Conference "Passive and Low Energy Cooling for the Built Environment", May 2005, Santorini, Greece, pp 613 – 617.

**- المجلس:**

غرفة الضيافة، وهي عبارة عن غرفة تخصص لاستقبال الضيوف والزوار. وهي عنصر أساسي في كل بيت عربي يعبر عن كرم الضيافة لدى العرب وحبهم للتجمع وتبادل الأحاديث. وهذه الوحدة المعمارية غالباً تكون عند المدخل الرئيسي للبيت أو يخصص لها باب خارجي وتكون منعزلة عن البيت أو المنزل بغرض الحفاظ على الخصوصية والستر لأهل البيت، ويتصل المجلس بباب صغير من داخل البيت لدخول صاحب البيت وأيضاً لتقديم الضيافة.

**- الإيوان:**

الإيوان جمعها لواوين، ويطلق عليها أيضاً اسم "الليوان". والإيوان عبارة عن ظلّة أو جزء من المبنى مسقوف ومغلق من ثلاث جهات ومفتوح على الصحن أو الحوش بشكل مباشر. يأخذ الإيوان في المنازل البحرينية الشكل المستطيل، وإذا كان طويلاً فإن واجهته الرابعة المكشوفة على الصحن تُسند بأعمدة أو ما يطلق عليها محلياً اسم "سنطوانه" وأصلها "اسطوانة". ويستخدم هذه الجزء من المنزل لاستراحة أهل المنزل وبالأخص النساء خلال النهار للحصول على الهواء دون التعرض لأشعة الشمس. كما يستخدم أيضاً كمر للتنقل بين الغرف خلال النهار أو وقت الظهيرة تحاشياً لأشعة الشمس الحارقة.

**2- العناصر المعمارية في المساجد البحرينية:**

تتميز المساجد في البحرين ببساطتها، حيث تتكون من جزئين أساسيين أحدهما مسقوف والآخر مكشوف، ونادراً ما يتم الحاق مأذنة بالمسجد وبالأخص في الجزء المكشوف. شكل رقم (9)

**- رواق القبلة:**

عبارة عن جزء مسقوف من المسجد، وقد جرت العادة في المساجد القديمة أن تحيط الأروقة بالصحن في جوانبه الأربعة، ولكن ما امتازت بها مساجد البحرين، فيما عدا مسجد الخميس، هو وجود رواق مسقوف في مقدمة المسجد وصحن مكشوف يتم الدخول إليه مباشرة من باب المسجد. وأحياناً ينقسم رواق المسجد على جزئين أحدهما مغلق والثاني مفتوح على الصحن (إيوان). كما توجد في ظلّة القبلة أو رواق القبلة عدد من النوافذ على جانبيه وفي الجدار الذي يفصل الرواق عن الصحن. ويتوسط جدار القبلة المحراب.

**- المحراب:**

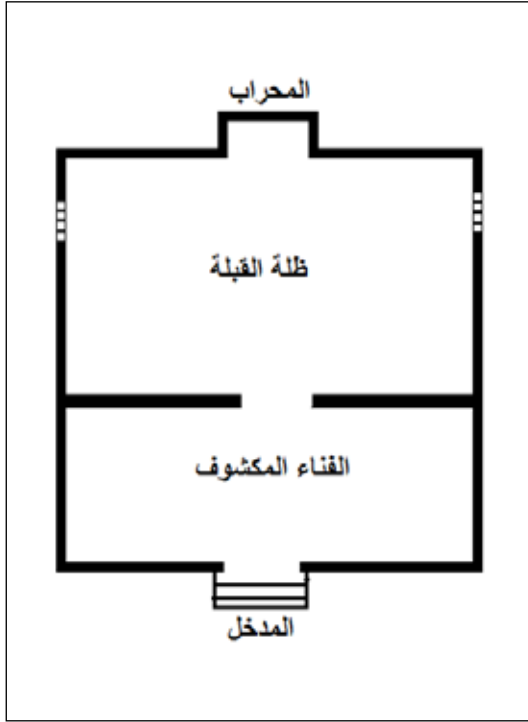
المحراب عبارة عن تجويف أو حنية في وسط جدار القبلة. ويستخدم المحراب في تحديد اتجاه القبلة وموضع الإمام، كما تساعد على تضخيم صوت الإمام وإيصاله إلى المصلين خارج رواق القبلة. ويختلف المحراب في مساجد البحرين والخليج عن ما هو مألوف في مساجد مصر وبلاد الشام والمغرب العربي من حيث كونها عبارة عن تجويف نصف دائري أو مربع يبرز عن جدار القبلة وليس في سمك الجدار.<sup>146</sup> ولكن لا يعني ذلك عدم وجود المحاريب المجوفة في بعض مساجد البحرين القديمة.

**- الصحن/ الفناء:**

عبارة عن الجزء المكشوف من المسجد، وهو أول جزء يتم الدخول إليه. وقد جرت العادة على فرش وتغطية الصحن بـ "الصبان" وهو عبارة عن أصداف بحرية صغيرة ذات شكل مخروطي، يتم جمعها من شاطئ البحر. تعمل هذه الطبقة على تجنب الملامسة المباشرة للأرض، التي تتميز بارتفاع حرارتها خلال النهار في الصيف، كما أنها تمنع تجمع مياه الأمطار خلال الشتاء.

**- المئذنة:**

عبارة عن عنصر معماري عمودي يتجه نحو السماء، والغرض منه إيصال صوت الأذان للناس ودعوتهم للصلاة. تميزت المآذن في البحرين ببساطتها كما هو حال مساجدها، حيث تتميز بانخفاضها وبساطة زخارفها إن وجدت. وتأخذ المآذن في البحرين الشكل الاسطواني، نصفها السفلي أعرض من نصفها العلوي مما يجعلها تأخذ الشكل المخروطي. صورة رقم (11) و (12)



شكل رقم (9)

يوضح العناصر المعمارية للمساجد التقليدية في البحرين ◀



صورة رقم (12)

توضح الشكل الفريد لمنئنة مسجد الخميس  
(تصوير: صالح علي)



صورة رقم (11)

توضح طراز المآذن المنتشرة في البحرين خلال الفترات الإسلامية  
المتأخرة (المصدر: متحف البحرين الوطني)

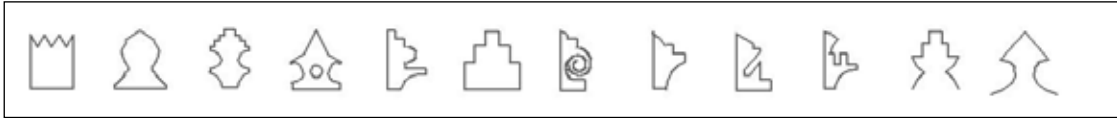
## ثالثاً: العناصر الزخرفية:

### 1- الزخارف الجصية:

سميت بالزخارف الجصية نتيجة استخدام الجص "الجبس" بشكل أساسي في إنتاجها. وقد كانت الزخارف الجصية تستخدم بشكل واسع في تزيين المباني التراثية في البحرين نظراً لتواجد هذه المادة بكثرة ولسهولة تحضيرها ولا تحتاج إلى درجات حرر عالية للحصول على مادة الجبس، كما أنها سهلة التشكيل بالمقارنة مع تنفيذ الزخارف على الحجر أو على مادة الخشب التي كانت نادرة التواجد في البحرين ماعدا أخشاب شجر نخيل البلح غير الصالحة للنقش والحفر. ولقد تركزت الأشكال الزخرفية في البحرين بشكل أساسي على العناصر الهندسية Geometrical decorations، ونادراً ما يتم استخدام العناصر النباتية، أما العناصر الأدمية أو الحيوانية فلم يتم العثور عليها. والعنصر الزخرفي الهندسي الشائع الاستخدام في المباني التقليدية في البحرين هو الدوائر والمربعات المتداخلة. وقد استخدمت الزخارف الجصية في المباني التقليدية في البحرين وفي المحرق بشكل خاص في تزيين واجهات البيوت وأطر النوافذ والأبواب وأعلى الأقواس وعلى أطراف أسطح المنازل.

### - العناصر الزخرفية الجصية:

أ- **الحمائم/المسننات Merlons**: عبارة عن عناصر زخرفية توضع عند أطراف أسطح المباني. كانت تؤدي في بداية ظهورها وظائف دفاعية يحتمي خلفها الجنود خوفاً من نيران العدو، ولكنها الآن وفي هذه المباني بالتحديد ذات وظيفة زخرفية. وكانت تستخدم هذه الحمائم بشكل واسع في البيوت التقليدية في البحرين والمحرق بشكل خاص، وبأشكال متنوعة، حيث يذكر جون ياروود بان هناك 12 نوعاً من الحمائم في مدينة المحرق، كما في الأشكال الموجودة في الشكل رقم (10).



شكل رقم (10)

يوضح أشكال المسننات الشائعة في المباني القديمة في البحرين

ب- **الأشرطة الزخرفية**: وتعرف أيضاً بالأفاريز. وتستخدم في تزيين الأقواس وأطر الأبواب والنوافذ، وكذلك تستخدم في تزيين جدران الغرف والفناء. وتنفذ هذه الأشرطة الزخرفية بوضع طبقة جبسية إضافية إلى طبقة الملاط، ومن ثم تنفذ عليها الزخارف بأسلوب الحفر. صورة رقم (13)



صورة رقم (13)

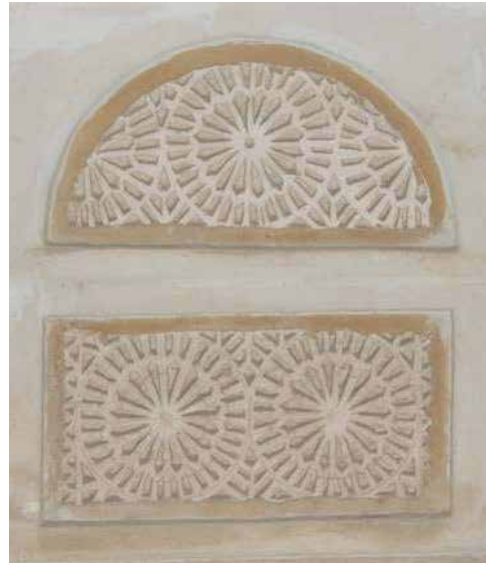
نموذج لأحد الأشرطة الزخرفية في بيت الشيخ سلمان بالمرق



**ج- الكمرات:** مفردها "كمر" وهي كلمة فارسية تعني "الظهر"، وهي إلى جانب وظيفتها الجمالية التشكيلية تلعب دوراً انشائياً حيث تعمل على حفظ تماسك المبنى وتقليل الأحمال وتوزيعها. تستخدم الكمرات فوق الأقواس والفتحات المختلفة بالإضافة إلى أنها تسمح بدخول الضوء والهواء. وتأخذ الكمرات عدة أشكال وفي الغالب تأخذ شكل نصف دائرة أو شكل ناتج عن تقاطع ثلاثة أنصاف دوائر متداخلة.<sup>147</sup>

**د - اللوحات الزخرفية:** عبارة عن وحدات زخرفية ضمن إطار مستطيل. وتستخدم بكثرة في ملء الفتحات بين الدعامات في الواجهات الخارجية وفي داخل المجالس والغرف. يوجد منها نوعان، أحدهما ذو فجوات أو فراغات نافذة على الخلف؛ بحيث تسمح بمرور الضوء والهواء كما المشربية، والنوع الآخر ذو فراغات أو فجوات غير نافذة وغير عميقة. وتحتوي هذه اللوحات على وحدة زخرفية واحدة ولكن متكررة. صورة رقم (14)

**هـ - وحدات زخرفية مستقلة:** عبارة عن وحدات زخرفية مستقلة كعمل فني قائم بذاته وغير متكرر يستخدمه الفنان في واجهات الأسطح الداخلية والخارجية لأجزاء المبنى بغرض كسر الرتابة بخلاف العناصر الزخرفية الأخرى.



صورة رقم (14)

أحد نماذج اللوحات الجصية الزخرفية في بيت الشيخ سلمان بالمحرق

## 2- الزخارف الخشبية:

تكاد تكون نسبة وجود الزخارف الخشبية في المباني التراثية بمدينة المحرق قليلة مقارنة بالزخارف الجصية. وتتمثل هذه الزخارف في الكتابات العربية على الأبواب وبعض النقوش الهندسية والنباتية المحفورة على الأبواب والنوافذ، كما توجد بعض الزخارف الهندسية الملونة على بعض الأسقف في بعض المباني.

### - الأبواب:

الزخارف المستخدمة على الأبواب الخشبية تتمحور أساساً على الزخارف الهندسية والنباتية والكتابية بأسلوب الحفر أو عن طريق إضافة وحدات أو إطارات زخرفية أخرى. وتتمركز الزخارف بشكل كبير في إطارات الأبواب ومقابضه الخشبية. وتزين هذه الزخارف فقط الواجهة الخارجية للباب بينما يخلو السطح الداخلي من أي زخارف. ومهما كانت بساطة الباب إلا أن زخرفة الإطار الموجود في وسط الباب بين المصراعين تعتبر ضرورية وشائعة. صورة رقم (15) و (16)



صورة رقم (16)

باب خشبي مزخرف - بيت الشيخ عيسى بن علي/ المحرق



صورة رقم (15)

توضيح زخرفة الإطار في وسط الباب - بيت مراد/ المحرق

**- النوافذ:**

تتمحور موضوعات زخارف النوافذ الخشبية أيضا حول الزخارف الهندسية والنباتية في بعضها الآخر. وتتم عملية الزخرفة بأسلوب التفريغ وأسلوب الحفر. صورة رقم (17،18،19)



صورة رقم (19)

نافذة خشبية - بيت سيادي/ المحرق



صورة رقم (18)

نافذة خشبية بأسلوب التفريغ - بيت الشيخ سلمان/ المحرق



صورة رقم (17)

نافذة خشبية - بيت فخرو/ المحرق



**- الأسقف:**

هناك أسلوبان في زخرفة الأسقف، الأول عبارة عن تلوين مكونات السقف للسطح الداخلي والتي تنتزين بجذوع الدنجل (أحمر - بني محمر) يعلوها احزمة متقاطعة من البامبو (أبيض- أسود) ومن ثم يعلوهما المانجورور (صورة رقم 20). أما النوع الثاني من زخرفة الأسقف فهو بتغطية الأجزاء السابقة بالأواح خشبية مسطحة وملونة بألوان وزخارف ورسومات مختلفة. وقد ظهر هذا النوع في فترة متأخرة. صورة رقم (21)



صورة رقم (21)

تُظهر نموذج لسقف بزخارف ملون - بيت سيادي/ المحرق



صورة رقم (20)

تُظهر نموذج لسقف ملون - بيت الشيخ عيسى بن علي/ المحرق

**3- الزخارف المعدنية:**

تتركز الزخارف والمشغولات المعدنية بشكل أساسي في الحواجز الخارجية المستخدمة لحماية النوافذ، وهي إما أن في صورة قضبان حديدية بسيطة أو قضبان حديدية ملتوية الشكل وكأنها وريقات نباتية. صور رقم (22، 23)



صورة رقم (23)

نافذة بزخارف معدنية - بيت الشيخ سلمان بالمحرق



صورة رقم (22)

نافذة بزخارف معدنية - عمارة فخرو / المحرق

#### 4- الزخارف الزجاجية:

تظهر الزخارف الزجاجية مرافقة للنوافذ والأبواب الخشبية في داخل المنازل المبنية في فترات متأخرة وفي المنازل التي يتميز أصحابها بالثراء. يطلق على هذه النوافذ اسم "النوافذ المروحية". صور رقم (24) و (25)



صورة رقم (25)

نافذة مروحية خشبية مزججة بزخارف نباتية - بيت فخرو بالمحرق



صورة رقم (24)

نافذة مروحية خشبية مزججة بزخارف هندسية بشكل شعاعي - بيت فخرو بالمحرق

### رابعاً: العمارة التقليدية في مدينة المحرق:

#### 1- السمات المعمارية للعمارة التقليدية بمدينة المحرق:

للقوف على اهم السمات المعمارية للمباني التقليدية في مدينة المحرق؛ سيتم الاعتماد بشكل كبير على الدراسات التي قام بها جون ياروود عن مدينة المحرق بالإضافة إلى استنتاجات الباحث.

#### - خلال الفترة المبكرة: حتى عام 1850م

- تتميز الجدران بسمكها الكبير وذات أسطح أكثر استواءً.
- الأسطح الداخلية للأسقف مكشوفة، بحيث يمكن رؤية العوارض الخشبية.
- وجود شرفات عند زوايا الجدران والحواجز العلوية، وتتميز بشكلها الذي يأخذ شكل السلم ذو الثلاث درجات.
- حجم النوافذ صغير ويقع بالقرب من سطح الأرض.
- استخدام الأفاريز الجصية المزخرفة بشكل واسع على الأسطح الداخلية والخارجية للجدران.

#### - خلال الفترة الانتقالية: من 1850-1890م

- استمرار ملامح الفترة المبكرة
- حجم النوافذ أكبر من حجمها في الفترة السابقة.
- استخدام النوافذ الخشبية المحمية بشبكات الحديد المشغول بشكل أنيق.
- بدء استخدام أبراج ملاقف الهواء

**- خلال الفترة المتوسطة: 1890-1930م**

- يلاحظ خلال هذه الفترة التطور الملحوظ في أساليب البناء والزخرفة نظراً لتأثره بأساليب العمارة الفارسية حين بدأت هجرة بعض القبائل من إيران باتجاه الخليج حاملين معهم تأثيراتهم المعمارية.
- أصبحت الجدران أقل سمكا
- استخدام ملاقف الهواء بشكل واسع وبالأخص الملاقف الموجودة في الجدران.
- النوافذ الخشبية أصبحت أكثر طولاً (أكثر من 2م).
- استخدام الشبائيك المعشقة بالزجاج.
- أصبحت المباني أكثر رشاقة.
- التنوع والتفنن في استخدام الشرفات.

**- خلال الفترة المتأخرة: 1930-1940**

خلال هذه الفترة بدأ التطور المعماري على المستوى التقليدي في التدهور نتيجة لبدء استخدام الكهرباء في هذه الفترة ونتيجة لتدهور صناعة اللؤلؤ مما أثر على الحياة الاقتصادية للبحرين. وبالرغم من ذلك، ظلت تستخدم العناصر والأنماط المعمارية للفتريات السابقة.

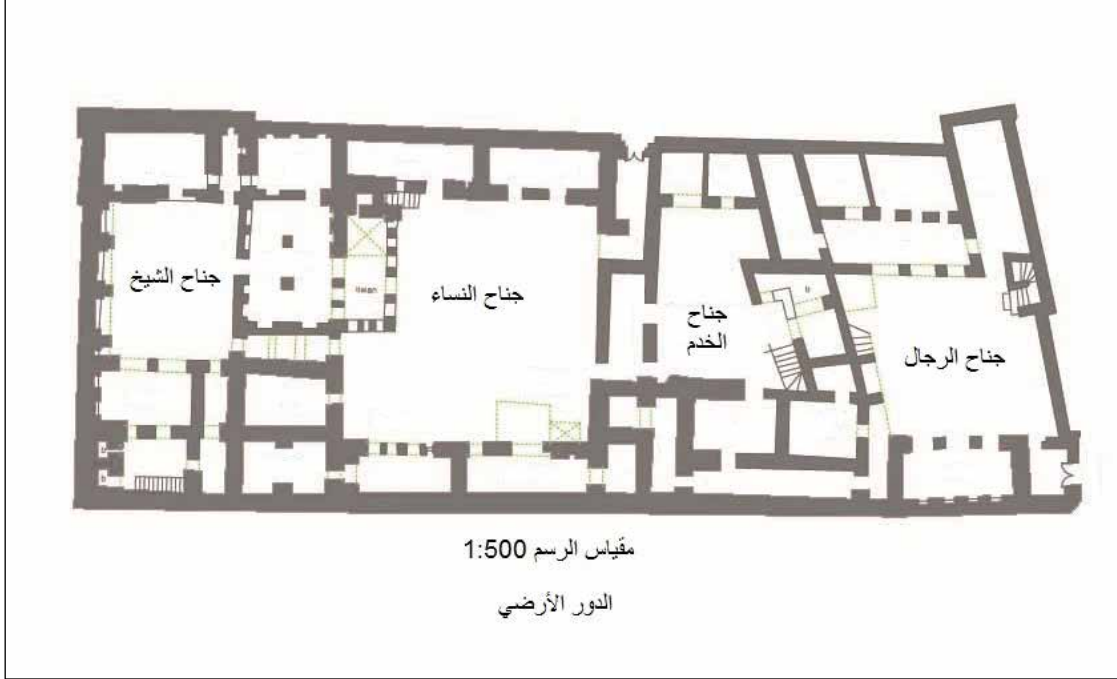
**2- بعض النماذج المعمارية بمدينة المحرق:****أ- بيت المغفور له الشيخ عيسى بن علي آل خليفة:**

**- الموقع:** يقع البيت في قلب العاصمة القديمة للبحرين مدينة المحرق، في فريق أو فريق الشيوخ "حي الشيوخ"، يحده من الشمال ممر ومن ثم مدرسة الشيخ محمد بن عيسى، ومن الجنوب شارع الشيخ عبدالله، ومن الشرق مسجد الشيخ عيسى والذي كان في الأصل مسجد قديم يعود تأسيسه لصاحب البيت وتم هدمه وإعادة بنائه بأسلوب حديث، وإلى الغرب منه توجد ساحة فضاء خصصت كمواقف للسيارات.

**- التاريخ:** بني هذا البيت بواسطة المغفور له الشيخ حسن بن عبدالله بن أحمد الفاتح في عام 1840م، وشُغل من قبل المغفور له الشيخ عيسى بن علي آل خليفة في حوالي عام 1869م ولذلك ارتبط البيت باسمه. ومثل باقي بيوت القرن 19م، فإن البيت تعرض إلى العديد من التحسينات والإضافات في فترات مختلفة<sup>148</sup>.

**- الوصف:** يتميز هذا البيت ببساطة بنائه وضخامته من ناحية أخرى، حيث جدرانه العالية والسميكة وواجهاته الخارجية المسطحة، يكاد يكون هذا المبنى كالحصن الذي لا تلتصق بجدرانه من الخارج أي من المباني المجاورة. وبالرغم من كثرة الزخارف الجصية الموجودة فيه إلا أنها قليلة مقارنة بحجمه ومقارنة ببعض البيوت الأخرى الموجودة في المحرق. الشكل رقم (11) يوضح المخطط العام لبيت الشيخ عيسى بن علي.

يتسم البيت بشكله المستطيل، وله دورين أو طابقين، ويتكون من أربعة أجنحة، يتوسط كل واحد منها فناء مكشوف "حوش" تحيط به الغرف. للبيت مدخلين، الرئيسي يقع في منتصف الواجهة الشمالية. يتكون المدخل من باب خشبي تعلوه زخارف جصية. يؤدي الباب إلى ممر مستطيل منكمس ينتهي بفتحة توجد على يمين الداخل وتطل مباشرة على فناء جناح النساء أو العائلة. وهذا المدخل مخصص لأفراد العائلة ولضيوف البيت من النساء. أما المدخل الثاني فيقع في الزاوية الجنوبية للجدار الشرقي للبيت، وهو عبارة عن باب خشبي تعلوه أيضاً زخارف جصية، ويؤدي الباب إلى غرفة مربعة صغيرة، بها فتحة باب في الجدار الشمالي تؤدي إلى فناء جناح الرجال أو الضيوف. ونلاحظ أن المدخلين يتميزان بكونهما من النوع المنكمس والذي لا يؤدي مباشرة إلى فناء البيت.



شكل رقم (11)

مخطط عام للدور الأرضي لبيت الشيخ عيسى بن علي آل خليفة

كما ذكر سابقاً بأن التكوين الرئيسي للبيت عبارة عن أربعة أجنحة، سوف نبدأ بوصفها ابتداءً من الجهة الغربية:

#### - جناح الشيخ:

خصص هذا الجناح للشيخ عيسى بن علي. وهو عبارة عن فناء مكشوف مستطيل الشكل باتجاه الشمال، يتم الدخول إليه بواسطة ممر مستطيل متصل مع فناء جناح النساء. يوجد في الدور الأرضي منه غرفة الشيخ في الجهة الشمالية ومرفق بها حمام صغير. في الجانب الشرقي من الفناء توجد غرفة المعيشة أو مجلس العائلة والتي يتم الدخول إليها من بابين، أحدهما عن طريق فناء الشيخ والآخر عن طريق الفناء الموجود في جناح النساء، ويعلو المجلس برج الهواء. وإلى الجنوب من فناء جناح الشيخ يوجد رواق به فتحتين تعلوهما أقواس مدببة باطار جصي مزخرف، يؤدي هذا الرواق إلى فناء مربع صغير يوجد به حمامين وسلم يؤدي إلى مخزن في الدور العلوي.

والدور العلوي لجناح الشيخ يتكون من غرفتين رئيسيتين وهما، غرفة الشيخ الصيفية، وتقع في الزاوية الجنوبية الشرقية للجناح، ويتم الوصول إليها عن طريق رواق أمامي يتكون من ثلاث فتحات تعلوها أقواس مدببة. وفي الزاوية الشمالية الغربية تقع غرفة الأطفال الصيفية أيضاً، يتم الدخول إليها عن طريق رواق صغير.

#### - جناح النساء (العائلة):

يتم الدخول إليه مباشرة عن طريق المدخل الرئيسي ذو الشكل المنكسر، حيث يؤدي ممر المدخل "الدليلز" إلى فناء أو حوش العائلة، وهو أكبر حوش في البيت، وفي الجهة الجنوبية منه يقع بئر للماء "جليب". يضم هذا الجناح مجلس النساء الذي يقع في الزاوية الشمالية الشرقية للجناح، وبه بابين في الواجهة الجنوبية. أما في الزاوية الشمالية الغربية فتقع غرفة بنات الشيخ. وفي الجهة الجنوبية يوجد رواقين مستطيلين يستخدم أحدهما لإعداد القهوة ويتصل بمخزن صغير. وفي الجهة الغربية يوجد المدخلين المؤديين إلى مجلس العائلة في جناح الشيخ. كما يوجد سلم منكسر في الزاوية الشمالية الغربية يؤدي إلى الطابق العلوي، بحيث يوصل بشكل مباشر إلى غرفتي الأطفال والشيخ في الأعلى. ويوجد أسفل السلم غرفة صغيرة جداً تستخدم كخزانة. ويقع برج الهواء ضمن هذا الجناح، ويتسم بشكله الاسطواني.

**- جناح الخدم:**

يتم الوصول إليه عن طريق ممر متصل بفناء العائلة ويمر عبر المطبخ في الجهة الشرقية من جناح الخدم. يتكون هذا الجناح من فناء مكشوف، وبه مطبخين احدهما في الشمال بجوار غرفة الغسيل، والآخر في الجنوب، يوجد به في الجنوب باب يؤدي إلى ممر طويل مفتوح، توجد به فتحة من الغرب تؤدي إلى حظيرة للماشية، وفتحة من الشرق تؤدي إلى ممر يوصل إلى جناح الضيوف. كما يوجد حمام في الجهة الشرقية من الجناح، بالإضافة إلى سلم منكسر في الزاوية الجنوبية الشرقية يؤدي إلى جناح خاص بالنساء. وفي الطابق العلوي يوجد جناح خاص بأبناء الشيخ المتزوجين، ويقع مباشرة في الحد الفاصل بين جناح العائلة وجناح الخدم.

**- جناح الضيوف:**

يوجد مدخل في الزاوية الجنوبية الشرقية من البيت يؤدي إلى فناء "حوش" هذا الجناح. ووجود مدخل خاص بجناح الرجال أو الضيوف والزوار وهو من صميم عادات البيت العربي والبحريني بشكل خاص وبالأخص لدى البيوت المرفهة، حيث يحقق أكبر قدر من الخصوصية لأهل البيت. يوجد في وسط الجناح فناء مكشوف يوجد به بئر ماء في الزاوية الشمالية الشرقية. ويضم هذا الجناح في النصف الشمالي منه غرفتي معيشة للرجال ورواق. ويوجد في الجهة الجنوبية من الجناح رواق مستطيل به ثلاث فتحات بعقود مدببة تطل على الفناء. ويوجد بهذا الجناح سلمين، أحدهما في الشمال ويؤدي إلى غرفة علوية للزوار ملحق بها حمام من الجهة الجنوبية. أما السلم الثاني فيتجه صعوداً بشكل موازي للجدار الغربي للجناح باتجاه الجنوب، حيث يؤدي إلى رواق ثم مجلس.

**ب- بيت سيادي (مجلس سيادي):**

**- الموقع:** يقع بيت أو مجلس سيادي على بعد 100 متر تقريباً من بيت المغفور له الشيخ عيسى بن علي آل خليفة في مدينة المحرق في فريج الشيوخ.

**- التاريخ:** بُني البيت أو المجلس على مرحلتين، فقد بنيت شقق الدور الأرضي بواسطة جاسم بن يوسف سيادي في عام 1850م بما يعرف بالفترة الانتقالية من تاريخ المحرق. أما المجلس والغرفة العلوية فقد بنيت في عام 1921م.<sup>149</sup> وقد سكن البيت من بعده ابنائه واحفاده ومن ثم هُجر، حتى تملكته الحكومة عام 1974.

**- الوصف:** يذكر Yarood بأن المجلس وبدون شك يعتبر أرقى عمل معماري في مدينة المحرق حيث بنيت الأعمال الخشبية بواسطة نجارين من شيراز، أما بنائي الحجارة فكانوا من الجماعات الحرفية المحلية. وأن إضافة المجلس إلى البيت بعد حوالي 70 سنة من بداية بناء البيت طلب العديد من التعديلات والتحسينات التي أنتجت في النهاية مبنياً معقداً وثرياً ومختلفاً عن أي مبنا آخر.<sup>150</sup>

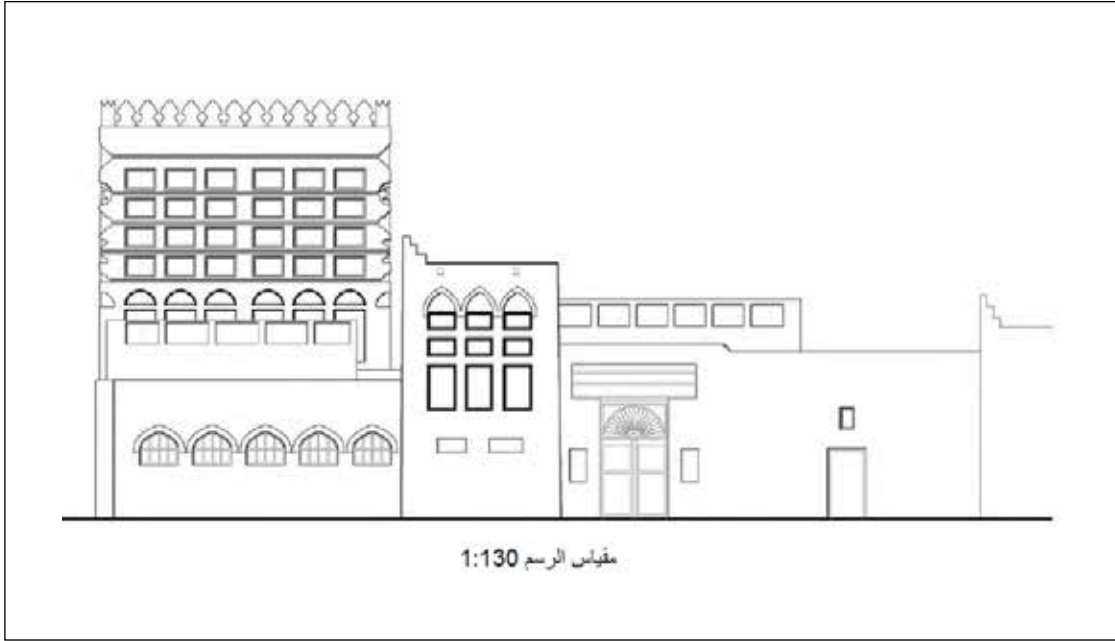
تعتبر مساحة البيت صغيرة نسبياً بالمقارنة مع بيت الشيخ عيسى بن علي، ولكنه معمارياً وزخرفياً يعتبر أغنى منه، بالرغم من أنهما يعودان إلى نفس الفترة في بداية تأسيسهما. وهنا يمكن ملاحظة أن هذا البيت يعود إلى شخصية أو عائلة ثرية اهتمت بإظهار مسكنها ومجلسها بأفضل صورة بالرغم من صغر مساحة أرضه. أما بيت الشيخ عيسى بن علي فكان يرجع إلى الحاكم في تلك الفترة والذي كان مهتم بلم شمل أفراد عائلته ضمن مبنى واحد محصن بجدرانه العالية والسميكة. إن صغر مساحة أرض البيت جعلت مهندس البناء التقليدي الذي قام ببناء البيت يستغل هذه المساحة الصغيرة بإظهار ابداعه بتصميم وتوسعة البيت رأسياً في شكل 4 مستويات رأسية تتصل مع بعضها بواسطة سلالم. ويلاحظ في تصميم البيت احتفاظه بتصميمه العربي الإسلامي الذي يحفظ خصوصية أهل البيت وبالأخص النساء منهم، حيث ينقسم البيت إلى جزئين: قسم الرجال وهو الجزء الشمالي من البيت ويضم المجلس والفناء والليوان الملحق به. أما قسم العائلة أو النساء يحتل الجزء الجنوبي.

149 Nomination file for World Heritage List, Ministry of culture & Information, 2010, P. 156.

150 Yarood, J: Al-Muharraq, Architectural heritage of Bahrain city, P. 93.



والجدير بالذكر، أن هذا البيت يطلق عليه الآن من قبل البعض باسم مجلس سيادي وهو متصل بالبيت المجاور له من ناحية الشرق بواسطة جسر علوي من الدور الأرضي.



شكل رقم (12)

الواجهة الشمالية لمجلس سيادي (رسم: فريق طريق اللؤلؤ)

#### - الدور الأرضي:

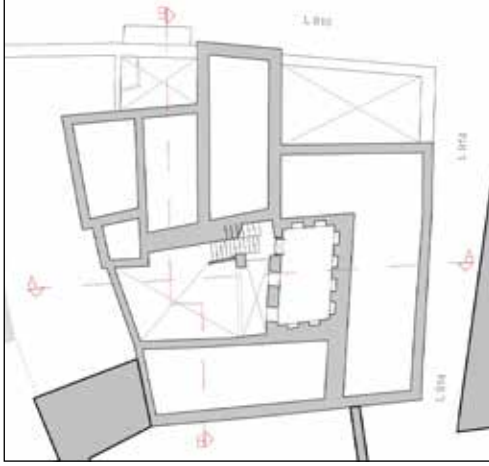
يقع المدخل في الجهة الشمالية من البيت. والمدخل الحالي بني في نفس الفترة التي بني فيها المجلس وذلك بواسطة النجارين والحرفيين الفارسيين الذين جلبهم سيادي من إيران. يتوسط المدخل من الخارج باب خشبي جميل غني بالزخارف يعلوه شبك نصف دائري أو مروحي يتكون من عمدان حديد كشعاع الشمس. ويعلو الشباك مظلة خشبية مزخرفة في شكل مقرنصات.

بعد الدخول من الباب، يوجد ممر طويل مسقوف بطول 19م تقريبا يوصل إلى الفناء الغربي للبيت. الجزء الأول من ممر المدخل مكشوف ويوجد على يمين الزائر حمام، ويوجد في منتصف الممر بابين متقابلين في الجهة اليمنى واليسرى، وباب آخر في الجهة اليمنى عند نهاية الممر يؤدي إلى مخزن صغير. وبالرجوع إلى البابين الموجودين في منتصف الممر، فالباب الموجود على يمين الزائر يؤدي لغرفة مستطيلة، أما الباب الموجود على يسار الزائر فيؤدي إلى مجلس مستطيل طويل به باب آخر يؤدي إلى فناء مكشوف خلفي (الفناء الغربي) متصل بـ "ليون" من جهة الجنوب له ثلاثة عقود.

كما ذكر أنفا بأن ممر المدخل يؤدي في نهايته إلى فناء مكشوف شبه منحرف يوجد به بئر ماء تم ردمه أو تغطيته. يوجد سلم دائري في زاويته الجنوبية الغربية يؤدي إلى سطح علوي. وفي الجهة الجنوبية من الفناء توجد غرفة مستطيلة ملحقة بها حمام في الجهة الغربية منها. وفي الجهة الشرقية يوجد ليوان له ثلاث فتحات، ويؤدي الليوان إلى غرفة مستطيلة طويلة.

- **المستوى الأول:** يتم الوصول إليه عن طريق سلم يوجد في الزاوية الشمالية الشرقية للفناء الغربي، يؤدي مباشرة إلى باب لغرفة مستطيلة تقع فوق الليوان المتصل بالفناء الغربي.

- **المستوى الثاني:** يتم الوصول إليه عن طريق الاستمرار في السلم السابق المتجه ناحية الغرب صعودا وتوجد به فقط غرفة تقع مباشرة فوق المجلس في الدور الأرضي، وبابها في اتجاه الجنوب.



شكل رقم (14)

المستوى الثاني لمجلس سيادي

(رسم: فريق طريق اللؤلؤ) - مقياس الرسم 1:240



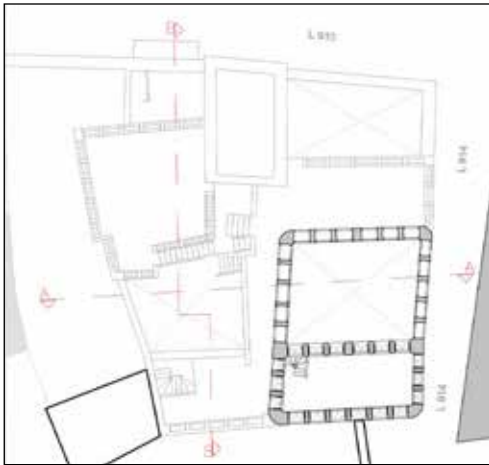
شكل رقم (13)

المستوى الأول لمجلس سيادي

(رسم: فريق طريق اللؤلؤ) - مقياس الرسم 1:240

- **المستوى الثالث:** يتم الوصول عليه عن طريق اربع درجات من سلم صغير يتجه في الصعود شرقا ويؤدي إلى سطح مكشوف يطل من الأعلى على الفناء الشرقي للبيت.

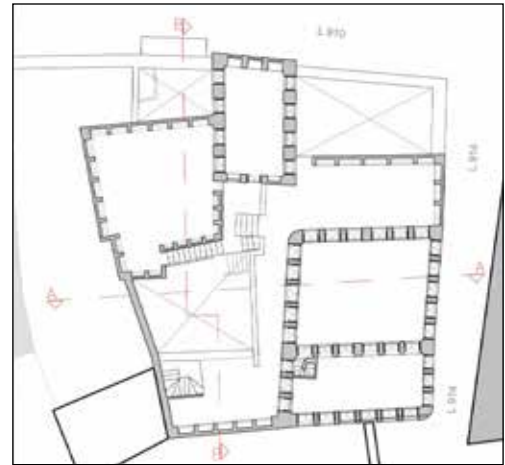
- **المستوى الرابع:** يتم الوصول إليه عن طريق درجة واحدة متصلة بالسطح السابق وتوصل إلى شرفة أمام مدخل المجلس الرائع والمميز معماريا وزخرفيا. يتم الدخول للمجلس عن طريق باب في الواجهة الغربية. ويعتبر المجلس تحفة معمارية مميزة في مدينة المحرق. ويتميز المجلس بشكله المربع، تغطي واجهاته الخارجية وحدات زخرفية مستطيلة الشكل مصنوعة من الجبس وبعضها الآخر من الخشب بالإضافة إلى النوافذ.



شكل رقم (16)

المستوى الرابع لمجلس سيادي

(رسم: فريق طريق اللؤلؤ) - مقياس الرسم 1:240



شكل رقم (15)

المستوى الثالث لمجلس سيادي

(رسم: فريق طريق اللؤلؤ) - مقياس الرسم 1:240

**ج- مسجد سيادي:**

- **الموقع:** يقع بمحاذاة بيت أو مجلس سيادي في فريج "حي" الشيوخ بمدينة المحرق.

- **التاريخ:** بُني المسجد في نفس الفترة التي بُني فيها مجلس سيادي المجاور له، والذي بناه هو نفس الشخص الذي قام ببناء المجلس، وهو جاسم بن يوسف سيادي في عام 1850م. ترجع ملكية المسجد في الوقت الحالي لصالح هيئة البحرين للثقافة والآثار.

- **الوصف:** يمتاز المسجد ببساطته كغيره من المساجد الأخرى الموجودة في البحرين في تلك الفترة. يتكون المسجد من ثلاثة أقسام وهي على النحو التالي:

**- رواق القبلة:**

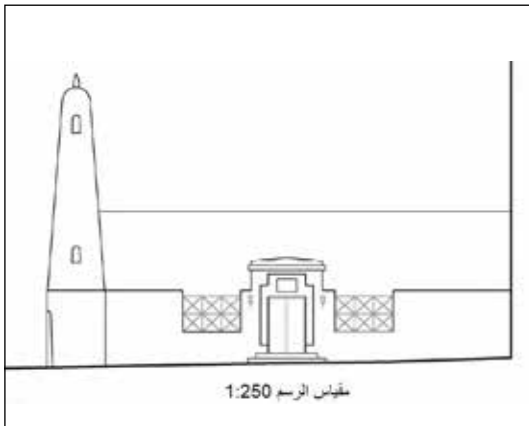
يطلق عليه أيضا ظلّة القبلة، وهو القسم المغلق في المسجد، حيث يكون محاطا بأربعة جدران ومسقوف ويضم جدار القبلة الذي يتوسطه المحراب، وعلى جانبي المحراب توجد فتحتين مغلقتين "روزنة" في كل جانب. أما الجدار الموازي والمقابل لجدار القبلة فتوجد به ثلاثة أبواب خشبية في الوسط وعلى الجانبين مع وجود أربع نوافذ فيما بينها. صورة رقم (26)

**- الليوان:**

وهو عبارة عن القسم الأوسط من المسجد وهو المرحلة الانتقالية ما بين الفناء ورواق القبلة. تحيط به الجدران من ثلاث جهات ماعدا الجهة المطلّة على الفناء فهي عبارة عن صف من الأعمدة الخشبية حاملة لعقود مدببة. وكل من ظلّة القبلة والليوان مسقوفان بعوارض خشبية من الدنجل.

**- الفناء:**

وهو عبارة عن صحن/فناء مكشوف يحتل نصف مساحة المسجد. يوجد في وسط جداره الشرقي المدخل، وعلى يمين المدخل يوجد الحمامات، وعلى يساره في الزاوية الجنوبية الغربية توجد المأذنة اسطوانية تضيق كلما اتجهنا نحو الأعلى وذات رأس أو قمة مدببة. ويصل ارتفاعها إلى حوالي 7,5 متر.

**شكل رقم (18)**

الواجهة الشرقية لمسجد سيادي

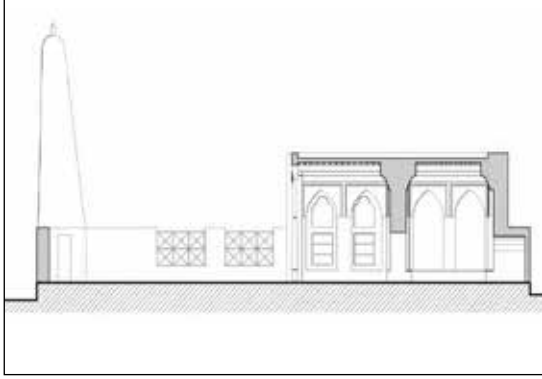
(رسم: فريق طريق اللؤلؤ) - مقياس الرسم 1:250

**شكل رقم (17)**

مسقط أفقي لمسجد سيادي

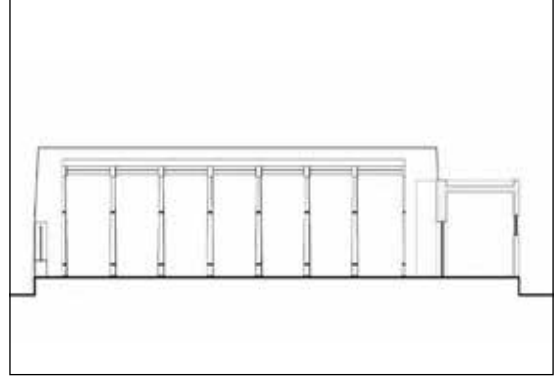
(رسم: فريق طريق اللؤلؤ) - مقياس الرسم 1:250





شكل رقم (20)

مقطع رأسي للمسجد باتجاه غرب- شرق  
(رسم: فريق طريق اللؤلؤ) – مقياس الرسم 1:250



شكل رقم (19)

واجهة رواق القبلة لمسجد سيادي  
(رسم: فريق طريق اللؤلؤ) – مقياس الرسم 1:250



صورة رقم (26)

واجهة رواق القبلة لمسجد سيادي/ المحرق

#### د- دكاكين سيادي:

تقع دكاكين سيادي في جنوب سوق القيصرية بمدينة المحرق. بُنيت هذه الدكاكين بواسطة يوسف بن محمد سيادي في حوالي عام 1950م. وظلت هذه الدكاكين تُستخدم بواسطة أبناء سيادي جيل بعد جيل، ويديرها الآن عبدالله بن يوسف سيادي. وقد كانت هذه الدكاكين تستخدم سابقاً لبيع الأدوات اليومية للمنزل ولبيع الملابس . وقد تم التطرق إلى الوصف التاريخي والمعماري بشكل تفصيلي في الباب السادس من هذا البحث نظراً إلى أن هذا المبنى يعتبر موضوع دراسة في البحث.

#### س- بيت المغفور له الشيخ سلمان بن حمد آل خليفة:

يقع بيت الشيخ سلمان بن حمد في فريج الشيخ حمد في وسط مدينة المحرق. بنى هذا البيت الشيخ عبدالله بن أحمد الفاتح، الذي أعتلى العرش في الفترة من 1794 – 1825م، ثم سكنته عائلة أخيه في فترة لاحقة. وقد تم التطرق إلى تاريخ ووصف البيت بشكل تفصيلي في الباب السادس من هذا البحث، حيث أن هذا المبنى يعتبر أحد مواضيع الدراسة في هذا البحث.

## الباب الثاني

# مواد وتقنيات البناء التقليدية في مملكة البحرين

### الفصل الأول

مواد البناء التقليدية المستخدمة في المباني القديمة في مملكة البحرين

### الفصل الثاني

تقنيات البناء التقليدية في مملكة البحرين







الفصل الأول

# مواد البناء التقليدية المستخدمة في المباني القديمة في مملكة البحرين

أولاً: أحجار البناء

ثانياً: مونة الجير

ثالثاً: مونة الجبس

رابعاً: مونة الطين

خامساً: الأخشاب

استخدم المعماري أو البناء القديم في البحرين مواد بناء محلية المصدر وبالخصوص فيما يتعلق بالحجارة والمونة وبعض أنواع الأخشاب، بينما أُضطر إلى استيراد بعض مواد البناء الأخرى غير المتوفرة محليا في البحرين من الخارج مثل بعض أنواع الأخشاب المستخدمة في التسقيف مثل أخشاب المانجروف والخيزران، وكذلك أخشاب صنع الأبواب والنوافذ والعناصر الزخرفية الخشبية. ولم يلجأ البناء البحريني القديم إلى استيراد مواد البناء من الخارج بشكل كبير إلا في العصر الحديث أي قبل ما يقارب 200 عام، فيما كان قبل ذلك يعتمد بشكل كبير على المواد المحلية.

ولقد كان للتنوع والتوزيع الجغرافي دورا مهما في اختيار نوع مواد البناء المحلية المستخدمة، وذلك بالرغم من مساحة البحرين الصغيرة. فلقد عمد العاملون على البناء إلى اختيار واستخدام الحجارة ذات النشأة البحرية بأنواعها المختلفة بشكل أساسي في المنشآت القريبة من ساحل البحر مثل الحجر المرجاني والفروش، وكذلك الحال بالنسبة للمونة حيث استخدمت فيها مونة رواسب الشاطئ بعد حرقها. أما المباني المُشيّدة في المناطق الداخلية فقد استُخدمت فيها أحجار ذات نشأة برية مستخرجة من المحاجر ومونة طينية أو جيسية بحسب ما هو متوفر. وهذا دليل على تأثير البيئة المحيطة بالإنسان على نشاطه وتفاعله معها. ومن جانب آخر كانت هذه المواد تتلاءم مع طبيعة المناخ الذي يعيش فيه الإنسان.

## أولا: أحجار البناء Building Stones:

جميع الحجارة المستخدمة في المواقع الأثرية والمباني التراثية في البحرين هي من أصل رسوبي مثل الحجر الجيري، سواء الحجر الجيري الدولوميتي أو الحجر الجيري النقي أو الحجر الجيري البحري.<sup>151</sup>

يعتبر الحجر مادة البناء الأساسية في جميع المنشآت القديمة في البحرين. وقد يكون مصدر الحجارة في البحرين إما من اليابسة أو من الساحل وقاع البحر. والحجارة المستخدمة في المواقع الأثرية والمباني التراثية في البحرين يختلف استخدامها من موقع لآخر ومن مبنى لآخر طبقا للموقع الجغرافي لهذا المبنى والحقب الزمنية والتاريخية التي بُني فيها. فالمباني التي تعود للفتريات القديمة مثل فترة دلمون وتابيلوس والفترة الإسلامية المبكرة استُخدم لبنائها بشكل أساسي الحجارة البرية وبشكل خاص الحجارة الجيرية والدولوميتية. أما في الفترات المتأخرة في القرن 19م فقد استخدمت في تشييد المباني الحجارة البحرية بشكل أساسي، كما هو الحال في مدينة المحرق القديمة. أما بالنسبة إلى تأثير الموقع الجغرافي، فقد استخدمت الحجارة البحرية بشكل أساسي في تشييد المباني فهو أن الواقعة بالقرب من البحر، أما المباني الواقعة في وسط اليابسة فقد استخدمت فيها الحجارة البرية.

وطبقا لما هو معروف في الحضارات القديمة مثل حضارات بلاد ما بين النهرين والحضارة المصرية القديمة، فقد عمدت في فتراتها المبكرة إلى استخدام الطين المجفف بحرارة الشمس والطوب المحروق بشكل كبير في تشييد المنشآت الدنيوية في مصر؛ نظرا لتوافر مادة الطين ولسهولة تصنيعه أو تجهيزه، إلا أن البناء البحريني القديم ومن خلال دراسة المواقع والمباني القديمة في البحرين وُجد انه استخدام الحجر منذ فتراته المبكرة في التاريخ؛ ولربما يعود ذلك إلى توافر الحجارة بشكل كبير وكذلك توافر الأدوات المستخدمة في تقطيعه وتجهيزه وهي الأدوات المصنوعة من النحاس، الذي كان متوفرا في تلك الفترات في البحرين؛ نتيجة لكثرة استيراده من "ماجان" سلطنة عمان حاليا. وبذلك كان من السهل تجهيز الحجارة قديما في البحرين واستخدامها في أعمال البناء؛ نظرا لتوفر جميع الظروف المساعدة على استخدامه.

ويمكن تقسيم أنواع الحجارة المستخدمة في المباني القديمة في البحرين بشكل عام إلى الأنواع التالية:

### 1- الحجر الجيري Limestone:

يتميز هذا النوع من الحجر الجيري بخفة وزنه وذو مظهر خشن التحبب ويتواجد في صورة طبقية بشكل عام.<sup>152</sup> قد استخدم هذا النوع من الحجارة في بناء معابد باربار ومسجد الخميس وكذلك بعض بقايا الجدران في قلعة البحرين، ونتيجة لانخفاض صلابته نسبيا وتواجده في صورة طبقات في الطبيعة فقد كان من السهل تقطيعه وتشذيبه للحصول على كتل حجرية ذات أوجه مستوية.

151 سلمان المحاري: المواقع الأثرية في مملكة البحرين - المشاكل والتحديات؛ مقترحات الترميم والصيانة، المؤسسة العربية للدراسات والنشر، بيروت، 2009، ص 88.

152 هاملتون: المعجم الجيولوجي المصور في المعادن والصخور والحفريات، ترجمة د. محمد عوض الله، الهيئة المصرية العامة للكتاب، القاهرة، 1999، ص 214.

ويتم الحصول على هذه الحجارة بشكل أساسي من المحجر الموجود بإحدى جزر البحرين الصغيرة والموجودة إلى الغرب من جزيرة البحرين الأم ويطلق عليها اسم جزيرة "جده"، وفي هذه الجزيرة يوجد نقش على حجارة المحجر باللغة العربية يذكر فيه أن هذا المكان كان محجراً تقطع منه الحجارة بغرض البناء، حيث ذكر في النقش ما يلي: "...وفي ضمن شهر شعبان سنة 968 هجرية تم الفراغ من قطع مائة ألف صخرة لتجديد بروج قلعة البحرين (على يد العبد...) في وزارة الوزير الأعظم جلال الدين مراد محمود شاه...".<sup>153</sup> صورة رقم (27)

## 2- الحجر الجيري الدولوميتي Dolomitic Limestone:

بدراسة التركيب الجيولوجي للبحرين يتضح أنها تتكون أساساً من الصخور الجيرية مع نسبة من الدولوميت.<sup>154</sup> والحجر الدولوميتي هو أحد الحجارة الرسوبية الجيرية، يتكون أساساً من الدولوميت Dolomite وهو احد المركبات واسعة الانتشار التي تدخل في تركيب الصخور الرسوبية، ويتركب كيميائياً من كربونات الكالسيوم والماغنسيوم  $CaMg (CO_3)_2$ .<sup>155</sup> وهذا بالفعل ما أكدته نتائج دراسة قام بها الباحث (2006) على خمسة أحجار ذات نشأة برية استُخدمت في بناء بعض المواقع الأثرية، وأظهرت النتائج باستخدام حيود الأشعة السينية على أن العينات تتكون فقط من الدولوميت مع نسبة بسيطة جدا من الكوارتز في عينتين منهم، واحدة منهم فقط كانت عبارة عن حجر جيري دولوميتي.<sup>156</sup> وقد أثبتت الدراسات البتروجرافية بأن هذا النوع من الحجارة يتميز بنسيج خشن أو متوسط أو دقيق الحبيبات بشكل عام، وانه ذو بنية متماسكة كما يتميز بقل وزنه، ويكون في الغالب ذو لون أبيض أو رمادي أو بلون الزبد، ولكنه غالباً ما يتلون باللون البني أو القرمزي نتيجة التجوية. كما انه يتميز بوضوح التشققات فيه. والحجر الجيري الدولوميتي يعتقد انه تكون تحت ظروف ترسيب بفعل ترسيب مياه البحر أو بواسطة ترسيب عضوي، وقد تنتشر به بعض الحفريات<sup>157</sup>. ونظراً لصلابته العالية وصعوبة تقطيعه وتشديده فقد كان يستخدم على شكل كتل حجرية غير مستوية الأوجه ومختلفة الأحجام؛ ولعل السبب وراء لجوء الإنسان البحريني القديم إلى استخدام هذا النوع من الحجارة بشكل واسع هو تواجدها أحياناً بكميات كبيرة متناثرة على الأرض نتيجة تعرضها للظروف الطبيعية مع مرور الزمن، وكذلك يرجع لكثرة ما تحتويه هذه الكتل الصخرية من تشققات تجعل من السهل تقطيعها وفصلها عن مكانها من خلال هذه التشققات.

ويسود اعتقاد بأن كثير من الصخور الدولوميتية لها أصل ثانوي، أي أن الكالسيت في الحجارة الجيرية الأصلية قد استبدل بواسطة الدولوميت، ومن المحتمل أن يكون ذلك قد تم بالمحاليل المائية المترسقة الحاملة لعنصر الماغنسيوم.<sup>158</sup>



صورة رقم (27)

محجر مشهور للحجر الجيري في جزيرة جده،  
نقلا عن غلوب 2003 ▶

153 غلوب ب. ف: البحرين؛ البعثات الدنماركية في دلمون القديمة، ترجمة: د. محمد البندر، (2003)، ص 22.

154 Srivastava.K.M: Madinat Hamad-Burial Mounds 1984 – 85, Bahrain, 1991, P.5.

155 هاملتون: المرجع السابق، 1999، ص 211.

156 سلمان المحاري: مرجع سابق، ص

157 هاملتون: المرجع السابق، 1999، ص 214.

158 هاملتون: المرجع السابق، 1999، ص 215.



### 3- الحجارة ذات النشأة البحرية Marine Origin Stones:

هذا النوع من الحجارة هو المستخدم بشكل أساسي في جميع المباني القديمة في مدينة المحرق. وتتميز الحجارة ذات النشأة البحرية بسطح غير مستوي "شائك" به العديد من الفجوات تساعد على زيادة قوة ترابط وتداخل المونة معه مما يؤدي إلى قوة ترابط الجدار والمبنى، كما أن مساميته تعطيه القدرة على تحسين درجة حرارة المبنى من الداخل. ويتم قطع وتجميع هذه الحجارة من الساحل عندما يكون ماء البحر جزرا Low tide، حيث يسهل نقلها بواسطة العربات المجرورة بالحيوانات مثل الحمير أو تنقل بواسطة القوارب عندما يكون ماء البحر مدا High tide وبالأخص عند قطع الحجارة المرجانية من عمق البحر. ويذكر F. Ragette بأن بعد قطع وتجميع الحجارة تُنقل إلى الشاطئ أو عند موقع البناء وتترك لتجف لفترة زمنية تتراوح ما بين أيام أو أسابيع أو أشهر لتفقد قليلا من ملوحتها.<sup>159</sup> والحجارة البحرية لم تكن مقتصرة فقط على تشييد المباني في البحرين وإنما كانت تستخدم بشكل واسع في المباني الموجودة في المناطق الساحلية لدول الإمارات العربية المتحدة كما في دبي والشارقة، وأيضا في مدينة جدة في المملكة العربية السعودية، وكذلك كانت منتشرة الاستخدام في البناء في سواحل أفريقيا الشرقية مثل زنجبار في تنزانيا. ويمكن تقسيم الحجارة البحرية إلى نوعين وهما:

#### أ- الحجر المرجاني Coral Stones:

عبارة عن شعب مرجانية ميتة ومتحجرة يتم قطعها بواسطة الغواصين من عمق البحر وتنقل بواسطة القوارب إلى الشاطئ لتجف ثم تستخدم في أعمال البناء. صورة رقم (28) (29) (30)



صورة رقم (30)

توضح مظهر أحد الحجارة البحرية المرجانية



صورة رقم (29)

توضح مظهر أحد الحجارة البحرية المرجانية



صورة رقم (28)

توضح شكل أحد الحجارة المرجانية المستخدمة في المباني القديمة في البحرين

#### ب - حجر الفروش:

من خلال التحاليل التي تمت على عدد من عينات الحجارة البحرية تبين أنها تتكون أساسا من الكوارتز مع نسب كبيرة من معادن الأراجونيت والدولوميت والكالسيت. وبذلك ممكن تعريف هذه الحجارة بأنها عبارة عن أحجار رملية من أصل رسوبي تربط حبيباتها مواد كربوناتيّة carbonate-cemented sandstone. وهذه الحجارة عبارة عن أحجار تكونت نتيجة ترسب الأصداف البحرية الصغيرة وبالخصوص الحلزونية الشكل مع رمال البحر، ومرتبطة مع بعضها بشكل قوي ويطلق عليها Cemented- marine sediments. ويذكر Kendal أن هذا النوع من الحجارة أو الترسبات تتكون نتيجة تراكم الترسبات أثناء دورات التبخر والغمر والمد والجزر لمياه البحر عند الشاطئ.<sup>160</sup>

159 Ragetter.R: Traditional domestic architecture of Arab Region, American University of Sharjah, (2003), P. 28.

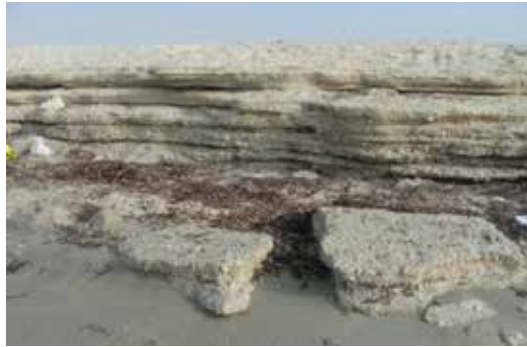
160 Kendal,C & Others: Holocene marine cement coatings on beach-rocks of the Abu Dhabi coastline (UAE): analogs for cement fabrics in ancient limestones. Carb Evap, 1994, pp. 119 – 131

وتتميز هذه الحجارة بسطحها الخشن لدرجة أنها تؤذي من يمشي عليها حافي القدمين، ويتم الحصول عليها في شكل كتل صفائحية يتراوح سمكها ما بين 3 إلى 6 سم، ويتواجد هذا النوع من الحجارة البحرية بالقرب من السواحل حيث تشكل أرضية خشنة لبعض الشواطئ، لذا يعرف بالصخر الشاطئي Beach Rock، وهذا النوع من الحجارة يستخدم بشكل كبير في بناء ملاقف الهواء وكذلك في بناء الجدران العلوية للبيت ذات السمك القليل حيث تستخدم لسد الفراغات بين الأعمدة المبنية بالحجارة المرجانية.



صورة رقم (31)

توضح بدء تكون أحجار الفروش بالقرب من أحد سواحل البحرين "بلاج الجزائر"



صورة رقم (32)

تظهر عن قرب ترسب طبقات الرمال البحرية والأصداف لتكوين أحجار الفروش مع وجود أحجار فروش متساقطة "ساحل بلاج الجزائر"



صورة رقم (33)

صورة بالميكروسكوب توضح تركيب حجر الفروش من الأصداف البحرية والرمل



صورة رقم (35)

توضح مظهر وتركيب الصخر في محجر كرانة البحري



صورة رقم (34)

تظهر أحد المحاجر للحجر البحري عند شاطئ كرانة في المنطقة الشمالية للبحرين



صورة رقم (37)

توضح مظهر الحجارة البحرية "الحصى"



صورة رقم (36)

توضح مظهر الحجارة البحرية "الحصى"

#### - استخراج وتشكيل الحجارة قديما في البحرين:

سبق وأن تم التطرق إلى كيفية استخراج الحجارة البحرية من شاطئ البحر في العنوان (3- الحجارة البحرية) من هذا الفصل إلا أن في هذا العنوان سيتم التطرق بشكل عام إلى الأساليب المتبعة قديما منذ حضارة دلمون قبل 4000 عام في استخراج الحجارة لاستخدامها في أعمال البناء.

لا بد من الإشارة على أنه كان من الصعب الحصول على أي معلومات عن الأساليب القديمة المستخدمة في قطع واستخراج الحجارة أو حتى تشكيلها؛ نظرا لندرة أو عدم وجود أي كتابات أو نقوش قديمة في البحرين عن أعمال البناء القديمة كما هو موجود في بعض الحضارات الأخرى مثل الحضارة المصرية القديمة. ولكن بدراسة بعض الشواهد والدلائل الموجودة في بعض المحاجر الموجودة في بعض المواقع الأثرية وبمقارنتها بالأساليب المستخدمة في الحضارات الأخرى والتي ترجع لنفس الفترة يمكن الوقوف على الطريقة المستخدمة في قطعها وتشكيلها. فمن خلال دراسة المحاجر التي كان الإنسان البحريني القديم يقطع منها الحجارة لأغراض البناء سواء للمستوطنات أو للمدافن، تبين أنه غالبا ما كان يتواجد بالقرب من كل موقع أثري محجر واحد أو أكثر تتشابه خواص أحجاره مع خواص الحجارة المستخدمة في بناء منشآت الموقع الأثري القريب منه مثل المحجر الموجود بموقع سار الأثري صورة (38) و (39)، والمحاجر التي كانت موجودة بالقرب من تلال المدافن بمدينة حمد وعالي والتي زحف عليها المد العمراني، هذا بالإضافة إلى المحجر الموجود بجزيرة "جده" والذي سبق التطرق إليه. وغالبية هذه المحاجر تكون بمستوى سطح الأرض، أي أنها جزء من أرضية صخرية وترتفع أحيانا بأمطار بسيطة، هذا بالإضافة إلى المحاجر البحرية التي يتم اقتطاع الحجارة البحرية منه.



صورة رقم (39)

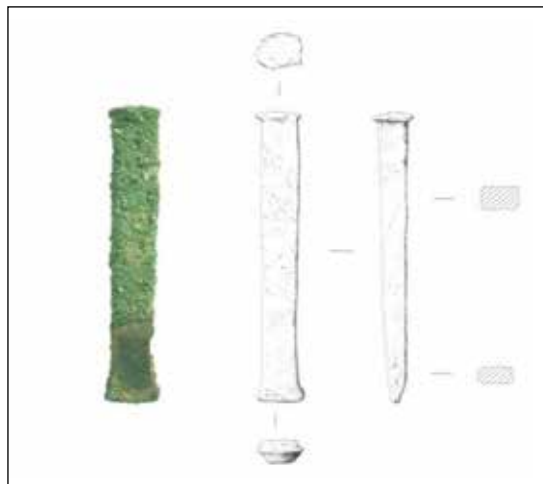
توضح شكل التشققات أو الشروخ المتواجدة بمحجر سار والتي من خلالها يتم اقتطاع الحجارة



صورة رقم (38)

توضح أحد مقالع / محاجر الحجارة بموقع سار الأثري

أما بالنسبة إلى الأساليب المستخدمة في قطع واستخراج الحجارة، فقد كان يتم وضع عُصي أو ألواح خشبية بين الشروخ والتشققات الموجودة في الأرضية الصخرية، ثم يتم تشبييع الأخشاب بالماء حيث تبدأ بالتمدد ويزداد حجمها مما ينشأ عنه ضغوط على جدران الشروخ ومع تكرار هذه العملية تبدأ الحجارة بالانفصال. وأحيانا يتم استخدام أزاميل معدنية من النحاس للمساعدة في القطع وعمل الحفر لوضع الأخشاب، صورة رقم (40)، وبناءً على توزيع التشققات الموجودة في الطبقة الصخرية يتحدد شكل الحجر المقطوع حيث يكون من السهل قطع الحجر من خلال هذه التشققات، فبعض المحاجر تتوزع فيها الشروخ بشكل منظم يعطي مظهر كتل حجرية مستوية الأوجه وجاهزة للقطع والاستخدام كما في المحجر الموجود بالقرب من مسجد الخميس، وبعض المحاجر تتوزع الشروخ فيها بشكل عشوائي مما يعطي كتل حجرية مختلفة الأحجام والأشكال كما في محجر موقع سار.



صورة رقم (40)

توضح أحد أشكال الأزاميل النحاسية المستخدمة في قطع الحجارة المكتشفة بموقع سار الأثري

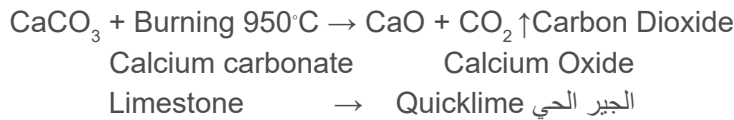
## ثانياً: مونة الجير Lime Mortar:

يطلق على الجير محلياً في البحرين اسم (النورة). ويتم الحصول عليه بشكل عام من المواد الطبيعية الخام الموجودة في الطبيعة والتي تتكون أساساً من كربونات الكالسيوم  $\text{CaCO}_3$  "الكالسيت" مثل الحجارة الجيرية والأصداف البحرية والرخام.<sup>161</sup> ولكن عند وجود كربونات الماغنيسيوم  $\text{MgCO}_3$  بنسبة تزيد عن 20% يصبح لدينا جير دولوميتي والذي يعطي خصائص جيدة في أعمال البناء من حيث لدونته plasticity وحفظه للماء water retention ، وبالرغم من ذلك فهو غير صالح لأعمال الترميم ودائماً ما تستخدم مونة الجير.<sup>162</sup> أما في البحرين فالمصدر الأساسي للجير هو الحجارة الجيرية.

ويتم إنتاج الجير وتحضيره باتتباع الخطوات التالية:

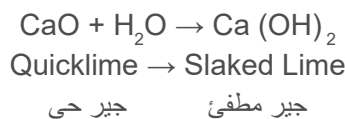
1- ايجاد المادة الخامة للجير مثل الحجارة الجيرية، ويتم تكسيرها إلى كسر صغيرة تمهيدا لإحراقها.

2- حرق الجير Lime Burning: تتم عملية الحرق عند درجات حرارة ما بين  $700^\circ\text{C} - 950^\circ\text{C}$  م في أفران حرق خاصة Kiln تعرف في البحرين باسم "الصيران"، وتتم خلال هذه المرحلة عملية الكلسنة Calcination حيث يتم فيها التخلص من ثاني أكسيد الكربون  $\text{CO}_2$  والحصول على أكسيد الكالسيوم  $\text{CaO}$ :<sup>163</sup>



وبهذا يتم الحصول على الجير الحي في صورة كتل Lump وليس مسحوق، حيث من الأفضل عند نقع الجير الحي في أحواض الإطفاء أن يكون في صورة كتل.

3- الإطفاء Slaking: الإطفاء هي عملية تفاعل الجير الحي مع الماء. وتتم عملية إطفاء الجير مباشرة بعد تبريد الجير الحي في الهواء لمدة لا تزيد عن 3 أيام، حتى لا يتعرض الجير الحي للرطوبة الموجودة في الهواء؛ وبالتالي يتعرض للإطفاء. وبعدها يُوضع الجير الحي في أحواض أو براميل مملوءة بالماء. ويراعي أن يُضاف الجير إلى الماء وليس العكس، وأن تُترك مساحة فارغة في الحوض نظراً لتمدد الجير عند إطفائه واحتياجه إلى إضافة مزيداً من الماء، مع إمكانية تحريكه بين فترة وأخرى. ويترك الجير في الماء لأطول فترة ممكنة، ولكن بعد 4 أيام يتم رفعه وتصفيته من الشوائب،<sup>164</sup> وقد يستغرق عدة أشهر للحصول على جير مطفي (هيدروكسيد الكالسيوم). ويوضح الشكل رقم (21) عملية إطفاء الجير.



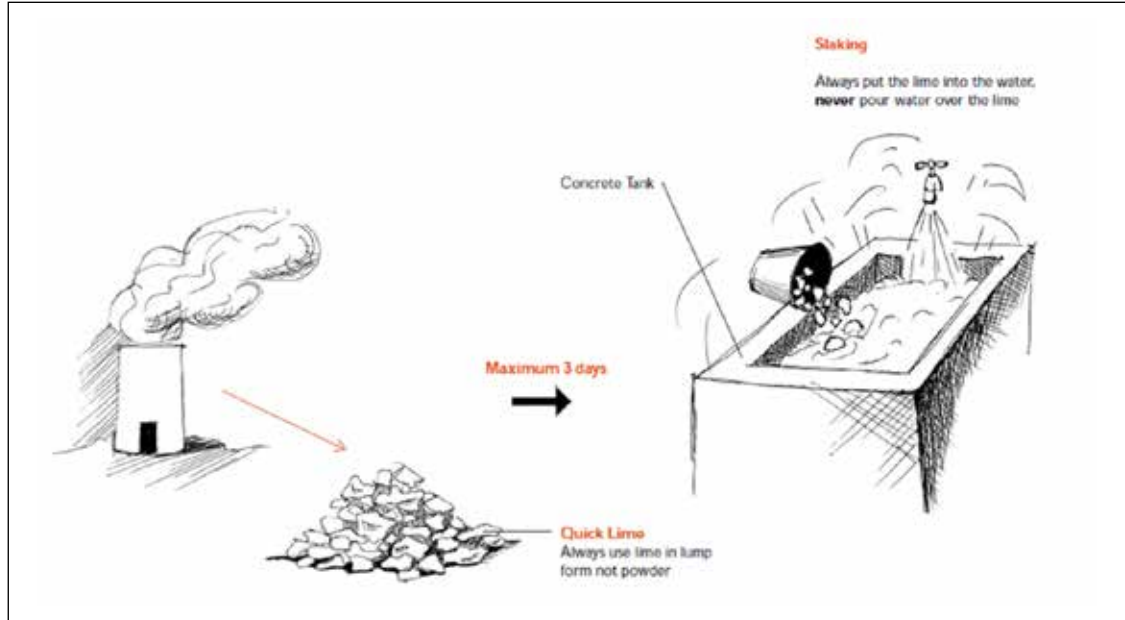
161 Ashurst.J: Mortars for stone buildings, in: Conservation of building and decorative stone, P.2, BH, 1990, PG.78.

162 Elert,K & Others: Lime Mortars for the Conservation of Historic Buildings, in: Studies in Conservation, Vol. 47, No. 1, 2002, pp. 62–75.

163 Torraca.G: Porous building materials, 2nd edition, ICCROM, 1982, P.67.

164 Battel & Others: Lime and lime mortars, In: Conservation and design guidelines for Zanzibar Stone town, Geneva, Aga Khan Trust for Culture, 2001.





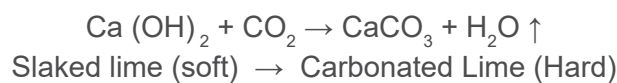
شكل رقم (21)

يوضح عملية إطفاء الجير، Battel (2001)<sup>165</sup>

وهنا ينبغي أن نلاحظ أنه للحصول على جير جيد يجب أن تتم هذه العملية بدقة عالية، بحيث أن استخدام كمية مناسبة من الماء يعطي مسحوق هيدروكسيد الكالسيوم جيد (مسحوق جير متمياً) Hydrated Lime powder، أما إذا زادت كمية الماء المستخدمة ينتج كتلة ناعمة وشحمية تعرف بـ (عجينة الجير) Lime paste.<sup>166</sup>

4- التخلص من الشوائب: بعد انقضاء مدة وأقلها 4 أيام من عملية الإطفاء، تتم عملية تنقية وتصفية للجير المطفي للتخلص من الشوائب والكتل غير المحترقة جيداً، وذلك باستخدام منخل أو قطعة قماش بفتحات تتراوح ما بين 1 – 2 ملم، ويرعى أثناء التنقية أن يتم دك والضغط على العجينة.

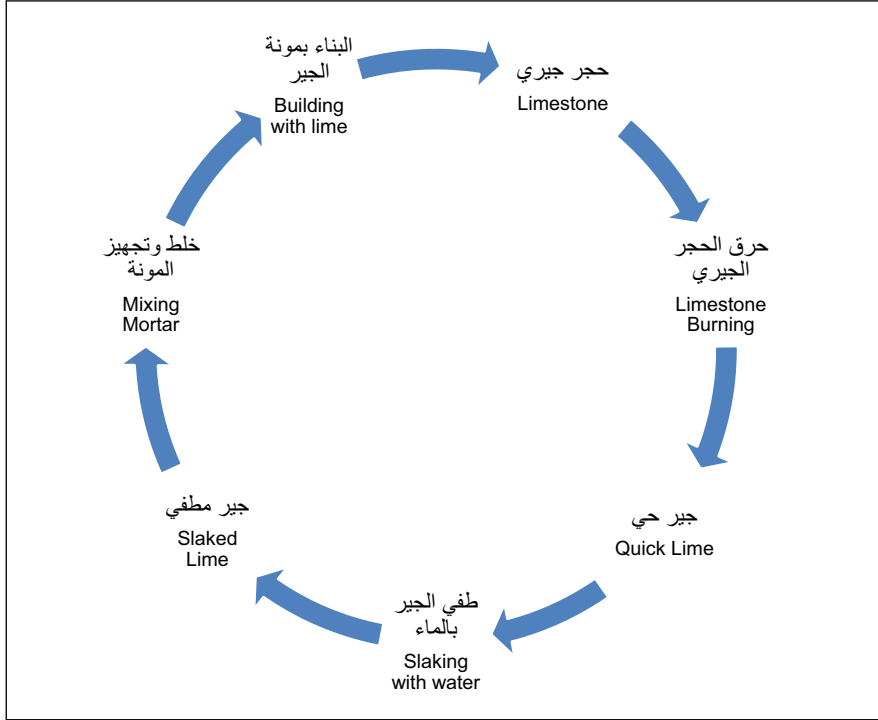
5- التخزين: بعد التنقية يُنقل الجير إلى براميل نظيفة مملوءة بالماء ويترك لحين الحاجة للاستخدام، وكلما زادت فترة تخزينه ازدادت جودته، والتي قد تصل إلى عدة أشهر أو سنوات. وهذا النوع من التخزين يعطي جير في صورة عجينة Lime Putty أما إذا تم تخزينه جافاً في أكياس يكون في صورة مسحوق Hydrated lime. ومن الأهمية معرفة أن الجير المطفأ عند استخدامه فإنه يتصلب عن طريق تفاعله مع ثاني أكسيد الكربون الموجود في الهواء وتبخر الماء منه ليتحول مرة أخرى إلى كربونات الكالسيوم:



165 Battel & Others: Op. cit, 2001.

166 Torraca.G: Op. cit, 1982, pp.67 – 69.

ولابد من الإشارة إلى أن عملية تصلب الجير "زمن الشك" Lime setting تتطلب اتصاله مع الهواء وجفافه بشكل تدريجي، وأن فقده للماء يسبب تقلصه وانكماشه.<sup>167</sup> ويوضح الشكل رقم (22) مراحل تحضير الجير لاستخدامه كمونة في أعمال البناء.



شكل رقم (22)

يوضح دورة تحضير الجير واستخدامه

وقد اشتهرت قرية عالي في البحرين بهذه الصناعة حتى الوقت الحاضر، صورة رقم (41) ولكن هذه الصناعة تضاءلت بشكل كبير وتكاد تكون منعدمة؛ وذلك نتيجة منع الجهات المختصة من استمرار هذه الصناعة في المناطق السكنية لما تسببه من أتربة وغبار ممكن أن يؤثر على صحة السكان المحليين، هذا بالإضافة إلى ظهور المصانع الحديثة التي تنتج الجير بشكل أسرع وأقل كلفة. ولكن مازال هناك عدد محدود جدا من أفران تجهيز الجير في قرية عالي والتي يتم استخدام الجير المُنتج فيها في عمليات صقل وتلميع المعادن مثل المشغولات الفضية.

أما بالنسبة إلى طريقة تصنيعه، فتُعرف الأماكن التي تتم فيها عملية التصنيع بـ "الدوغة" وهي عبارة عن الفرن أو المكان الذي تتم فيه عملية حرق الحجارة الجيرية بعد تقطيعها وتكسيرها إلى أحجار صغيرة. ويتكون فرن الحرق من طابقين، الطابق الأول لحرق الوقود "الأخشاب"، ويوجد في سقفه ثمان فتحات عند الجوانب تسمح بمرور النار إلى الطابق الثاني والذي يتم فيه تجميع كتل الحجارة المقطوعة في شكل أكوام صغيرة تحيط بكل فتحة بحيث يكون هناك 8 أكوام من الحجارة والتي كانت تُصَف بوضع الحجارة الكبيرة في القاعدة والمتوسطة في الأعلى أما الصغيرة فتستخدم كحشوات. وتتم عملية الحرق لما يُقارب 8 – 12 ساعة حيث يتم رفع درجة الحرارة تدريجياً، وبعدها تترك لتبرد لمدة يوم واحد "24 ساعة" ومن ثم يُصب عليها الماء حيث تتكسر الحجارة ويتحول بعضها إلى مسحوق، وأما الكسر المتبقية فيتم طحنها ومن ثم يتم نخل هذه النواتج وتُعد للاستخدام في أعمال البناء.



وتجدر الإشارة إلى أن هناك نوع آخر من المون الجيرية وهي المونة الهيدروليكية. ومن الطرق التي يتم الحصول فيها على المونة الهيدروليكية هي بحرق الحجر الجيري مع الطين حيث يؤدي إلى تكوين مركبات جديدة ذات خصائص هيدروليكية نتيجة تفاعل الجير مع السليكا والألمنيوم وأكاسيد الحديد، وأيضاً بإضافة بعض المواد البوزولانية والبركانية أو الرماد للجير.<sup>168</sup>



صورة رقم (41)

توضح عملية حرق وتجهيز الجير في منطقة عالي، نقلا عن Mushaima, 2005<sup>169</sup>

## ثالثاً: مونة الجبس:

يطلق على الجبس محلياً في البحرين اسم (الجبس). وهو من المواد الطبيعية شائعة الانتشار حيث يوجد في الصخور أو المرتفعات الصخرية الرسوبية في هيئة طبقات سميكة، وتتداخل طبقات الجبس عادة مع طبقات الحجر الجيري والطفل. كما يوجد الجبس على هيئة طبقات أسفل طبقات الملح الصخري حيث يترسب الجبس قبل الهاليت أثناء تبلور المياه البحرية نتيجة البخر، كما يتواجد جنباً إلى جنب مع الأنهدريت. والتركيب الكيميائي للجبس هو كبريتات الكالسيوم المائية  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ <sup>170</sup>.

والأنهدريت هو عبارة عن جبس لا مائي يتحول إلى جبس مائي عند إضافة الماء أو تعرضه للرطوبة ولكن تحوله يتم ببطء، إلا أن الجبس المائي يتحول إلى جبس غير مائي "أنهدريت" عند تعرضه للأجواء الحارة والرطوبة المنخفضة. وبما أن كبريتات الكالسيوم تذوب ببطء في الماء فإن الجبس عادة لا يُستخدم على الأسطح المعرضة للأجواء الرطبة.<sup>171</sup>

168 Elena Charola & Others: HYDRAULICITY IN LIME MORTARS REVISITED, RILEM TC-167COM International Workshop, University of Paisley, May 1999.

169 Mushaima.H: From Dilmun to Dublin and beyond, Arab world tours, Manama, 2005, P. 47

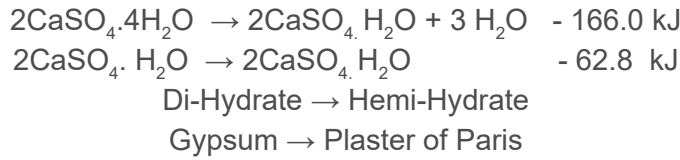
170 محمد حلمي: علم المعادن، مكتبة الأنجلو المصرية، القاهرة، 1994، ص 341.

171 Torraca.G: Op. cit, 1982, PP.66 – 67.

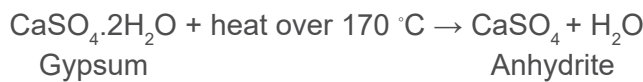
ونظراً لتواجد رواسب الجبس بشكل كبير في البحرين بالإضافة إلى درجة إرقاقه المنخفضة مقارنة بدرجة الإرقاق العالية التي يحتاجها الحجر الجيري والذي تحتاج إلى كمية كبيرة من الأخشاب كوقود حرق والتي يندر وجودها في البحرين، فقد لجأ البناء البحريني القديم إلى استخدام الجبس على نطاق واسع في أعمال البناء القديمة في مملكة البحرين على جميع الفترات التاريخية وبالأخص القديمة منها، فقد ورد ذكر استخدام مادة الجبس في البناء قديماً على أرض جزيرة البحرين في وصف للمؤرخ البرتغالي **جواو دي باروز** يصف فيه قلعة البحرين في عام 1529 م حيث ذكر في وصفه لقلعة البحرين ما يلي "تقع قلعة بدر الدين فوق رابية تطل على ميناء كانت تحمي جزيرة كان الصيادون يجدون فيها ملجأً، ويوجد في محيط القلعة سبعة عشر برجاً مبنية من الحجر والجبس".

أما بالنسبة إلى تصنيعه وتجهيزه فقد كان يتم الحصول على مادة الجبس الخام في المناطق الوسطى لجزيرة البحرين الأم بالقرب من منطقة الصخير واللوزي في مدينة حمد وعوالي ومنطقة جزر حوار. وقد كانت تُقَطَّع كتل الجبس ومن ثم تُحرق عن طريق تكديسها على جذوع النخيل في شكل أكوام مع وضع سعف النخيل فوقها ليساعد على استمرار اشتعال النار، وتستمر عملية الإرقاق لما يقارب الـ 6 ساعات، ومن ثم يترك لليوم الثاني حيث يتم دق أو ضرب الجبس المحروق بالعُصي والحجارة للحصول على مسحوق الجبس، وفي النهاية يُنخل المسحوق للتخلص من الشوائب والكتل غير المطحونة. ويُعرف المكان الذي تتم فيه عملية الإرقاق بـ "الصيران".

ويذكر **Torraca**<sup>172</sup> العملية الكيميائية للحصول على الجبس في انه عند حرق خام الجبس أو أحجار السيلينيت Selenite التي تحتوي على كبريتات الكالسيوم المائية يتحول الجبس المحتوي على جزئي ماء  $2\text{H}_2\text{O}$  إلى جبس يحتوي على نصف جزء من الماء  $\frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$  طبقاً للمعادلة الآتية:



والجبس ذي النصف جزئي من الماء هو المكون الأساسي للجبس الباريسي والذي يتم تجهيزه بتسخين الجبس عند درجة حرارة ما بين  $120^\circ\text{C}$ . والجبس الباريسي يتصلب بسرعة عند خلطه بالماء، ولكن عندما يبدأ الجبس بفقد ما به من ماء الخلط بواسطة التبخر Evaporation يتغير حجمه (يصغر) ولكن هذا التغير في الحجم سرعان ما يتم تعويضه عن طريق تمدد بلورات الجبس ونموها بواسطة عملية التميؤ Hydration. ويمكن تسريع عملية التصلب للجبس بإضافة غبار الجبس Gypsum dust أو إضافة الملح، كما يمكن تأخير عملية التصلب بإضافة مواد عضوية مثل الغراء أو النشا. وقد كان البناء البحريني القديم يضيف قليلاً من الجير إلى الجبس لتأخير تصلبه، وبالخصوص عند عمل القوالب الجبسية للزخرفة عليها بالحفر. وللمد من تمدد الجبس عند العمل به في المباني يتم إضافة الرمل لخلطة المونة.<sup>173</sup> ولكن عند تسخين الجبس الباريسي عند درجات حرارة أعلى من  $170^\circ\text{C}$  فإنه سوف يفقد الماء المتبقي منه ليتحول إلى كبريتات الكالسيوم "الأنهيدريت".



وبإمكان الأنهيدريت أن يتحول مرة أخرى إلى جبس مائي عن طريق التميؤ ولكن العملية تتم ببطء بالرغم من أن الجبس المائي Hydrated gypsum ممكن أن يتحول بشكل تلقائي إلى جبس غير مائي Anhydrite في الأجواء الحارة والجافة.

172 Torraca,G: op. cit, (1982), PP.65 – 66.

173 Silveira,PM & Others: Gypsum coatings in ancient buildings, in: Construction and Building Materials, 21,(2007), PP. 126 – 131.

والجدير بالذكر إلى أن فقد الجبس للماء الموجود به فيما يعرف بعملية النزامة "انتزاع الماء" Dehydration ينتج عنه ناتجين وهما الـ Bassanite ( $\text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2} \text{H}_2\text{O}$ ) والانهيدريت ( $\text{CaSO}_4$ ) Anhydrite، والأول يحدث في المرحلة الأولى من النزامة، وأما الثاني فيحدث في مرحلة متطورة من النزامة.<sup>174</sup> وقد أثبتت الدراسات التي قام بها المحاري<sup>175</sup> إلى أن المونة الأساسية المستخدمة في المواقع الأثرية في البحرين هي من الجبس. كما أثبتت التحاليل التي تم عملها في الباب الخامس من هذا البحث أن المونة المستخدمة في ربط أحجار جدران المباني التراثية وإكساء أسطحها في مدينة المحرق تتركب أساسا من الجبس.

## رابعا: مونة الطين:

يوجد في البحرين نوعان من هذه المونة وهما:

- مونة الوحل Conduit Sediments Mortar، ويطلق عليها محليا اسم "الجبس الخكري"، ويقصد بها المادة التي يتم الحصول عليه أو يتم تجميعها من رواسب مجاري المياه المستخدمة في الزراعة أو من رمال الشاطئ، أو من التربة الطينية التي يحدث لها تشقق بعد جفافها من مياه الأمطار، وأحيانا يتم تعمد رش واسقاء هذه التربة بالماء. وبعد ذلك جمعها وحرقتها لمدة تتراوح ما بين 3 إلى 5 أيام، ومن ثم تضرب لتحويلها إلى مسحوق. ثم يتم تجهيزها بنفس طريقة تجهيز مونة الجبس ثم تخلط مع الماء وتضاف للجدار لربط الحجارة، ويلاحظ فيها تواجد الكثير من الأصداف المخروطية الشكل.
- مونة الطين أو الصلصال الذي يتم تجميعه من بعض المناطق ذات التربة الطينية في البحرين مثل وادي عين الحُينة في منطقة الرفاع. ويتكون الطين أساسا من سيليكات الالومنيوم المائية، والصلصال أو الطين لفظ يستعمل للإشارة إلى تلك المواد الترابية التي يقل قطر حبيباتها عن 256/1 من المليمتر والتي تصبح سهلة التشكيل.<sup>176</sup>

ولم يلاحظ استخدام مادة الطين في تشييد المباني التراثية في المحرق.

## خامسا: الأخشاب Woods:

استخدم في البحرين ثلاثة أنواع من الأخشاب في أعمال البناء للمباني التراثية سواء في الأسقف أو الأبواب والنوافذ أو دعائمات وروابط خشبية في الجدران:

### 1- جذوع النخيل Date Palm woods:

كانت جذوع النخيل هي مادة الخشب الأكثر استخداما في المباني القديمة في البحرين وبالخصوص في التسقيف، ولكن في الفترات المتأخرة كما هو في المباني التراثية في مدينة المحرق فقد حل مكانه خشب المانجروف "الدنجل". وبالرغم من شيوع استخدام خشب الدنجل إلا أن خشب جذوع النخيل ظل مستخدما في ربط الجدران من الداخل كعوارض أو دبل خشبية داخل الجدار، حيث كان جذع النخلة يقطع إلى أربعة أرباع، وتستخدم كل واحد على حدى. والاسم العلمي لشجرة نخيل البلح أو النمر هو *Phoenix dactylifera*، من الفصيلة النخيلية. ويكثر هذا النوع من الأشجار في العراق وشبه الجزيرة العربية والبحرين وشمال أفريقيا. والنخلة شجرة معمرة، لها ساق (جذع) غليظ يرتفع نحو 30 متر، ولها أوراق ريشية كبيرة تعرف بـ(السعف). النخل نبات ثنائي المسكن فهناك نخل ذكري وآخر أنثوي كلاهما

174 Robertson, K & Bish, D: The Dehydration Kinetics of Gypsum: The Effect of Relative Humidity on Its Stability and Implication in The Martian Environment, Lunar and Planetary Science XXXVIII, USA, (2007).

175 سلمان المحاري: مرجع سابق، بيروت، 2009.

176 محمد حلمي: مرجع السابق، 1994، ص 404.

يخرج عراجين ويتوجب نقل بعض العراجين الذكرية لرش طلوعها على العراجين الأنثوية لتلقح عقب انشقاق الاغريض الحأوي على العراجين الأنثوية وبروزها منه لتثمر عن بلح أخضر يتحول إلى اللون الأصفر أو الأحمر معلق بالشرامبخ. وهي صديقة البيئة لأن جميع مخلفاتها يستفيد منها الإنسان فللنخلة فوائد كثيرة حيث يصنع من أليافها الحبال ومواد الحشو للآثاث ومن أوراقها تصنع القبعات الشعبية، ومن جريدها تصنع السلال وأوعية نقل الفواكه والخضراوات وصناعة الآثاث الخفيف مثل الكراسي والأسرة، ومن نوى التمر تستخرج زيوت وتستخدم البواقي كعلف للحيوانات، وجذع النخلة المقطوعة يستخدم لتسقيف المنازل الريفية وكدعامات.<sup>177</sup>

## 2- خشب الدنجل (المانجروف) Mangrove:

وهو عبارة عن خشب مستورد من خارج البحرين مثل الهند والسواحل الشرقية لإفريقيا وبالأخص من جزيرة زنجبار التابعة لتنزانيا وتعرف ببستان أفريقيا الشرقية. فالهجرة العربية والإسلامية لهذه الجزيرة مع بداية نشر الدعوة الإسلامية خارج الجزيرة العربية أدت إلى حدوث نشاط تجاري بين بعض البلدان الأفريقية والعربية، وبالأخص مع عُمان. ومن المعروف زنجبار كانت لفترة ليست ببعيدة تحت سيطرة ولاية أئمة عمان. ومنها تم التعرف على هذا النوع من الخشب الذي استخدم في أعمال البناء في كل من عمان والإمارات والبحرين.

تتواجد أشجار المانجروف بأعداد كبيرة في شكل غابات على سواحل المناطق الاستوائية وشبه الاستوائية. وبما أن هذه الأشجار تتواجد على سواحل البحر ومغطاة بالمياه المالحة ذات التغير المستمر في مستوياتها ودرجات الحرارة المرتفعة ورطوبة الهواء المنخفضة، فلا بد لها لتعيش أن تتأقلم مع هذه الظروف الصعبة والمتغيرة، فهي قادرة على تحمل الأملاح وطردها، كما أن لها جذور ممكن أن تبقى معرضة للهواء.<sup>178</sup>

ويعتبر خشب الدنجل أكثر مقاومة للرطوبة وتغييرات الحرارة وهجوم النمل الأبيض. وأقصى طول ممكن أن تصل إليه أخشاب الدنجل هي 3,5م؛ وكان هذا السبب الأساسي في اتخاذ أشكال الغرف في المباني التقليدية في المحرق الشكل المستطيل حيث توضع هذه الأخشاب بشكل عرضي.

يعتمد على خشب المانجروف بشكل كبير في الأغراض المعيشية المختلفة لسكان السواحل الشرقية لإفريقيا وبالأخص في كينيا وتنزانيا، حيث تتعدد استخدامات هذا النوع من الخشب فيما بين أعمال البناء وصناعة الآثاث أو في إنتاج الفحم النباتي Charcoal أو لبعض الأغراض الطبية. وهناك عدة أنواع من أخشاب أشجار المانجروف، وكل نوع منها يستخدم لغرض معين. ولكن استخدامه كأخشاب هو الأكثر شيوعاً وبالأخص في أعمال البناء أو في صناعة القوارب. أما بالنسبة إلى استخدامها في أغراض البناء، وهو ما يهمننا هنا، هو استخدام أنواع معينة من أشجار المانجروف وهي كل من *Ceriops tagal* و *Rhizophora mucronata* و *Bruguiera gymnorrhiza*، ويرجع السبب في التركيز على استخدام هذه الأنواع في أعمال الإنشاء هو استقامتها وطولها الكافي للاستخدام في البناء، وكل نوع من الأنواع السابقة له استخدام معين في البناء. صورة رقم (42)

فالنوع الثالث مثلاً يستخدم بشكل أكبر في بناء الأسقف منه في الجدران؛ نظراً لطولها ومتانتها. أما النوع الثاني *Rhizophora mucronata* فيستخدم في بناء الحائط؛ نظراً لمقاومته لمكونات التربة من ملوحة ورطوبة. وأما النوع الأول *tagal* فنظراً لسمكه القليل يستخدم بشكل أكبر في ربط بعض أجزاء الحائط والأسقف وفي تشييد الأكواخ البسيطة والخفيفة. ويبلغ متوسط أطوال أخشاب المانجروف 4 م، ويتراوح قطرها ما بين 2,5 سم إلى 35 سم.<sup>179</sup>

177 <http://ar.wikipedia.org>

178 Elisabeth M. R & Others: A safe hydraulic architecture as wood anatomical explanation for the difference in distribution of the mangroves *Avicennia* and *Rhizophora*, *Functional Ecology*, British Ecological Society, (2009), Vol.23, pp. 649 – 657

179 Guebas, F & Others: UTILIZATION OF MANGROVE WOOD PRODUCTS AROUND MIDA CREEK (KENYA) AMONGST SUBSISTENCE AND COMMERCIAL USERS, In: *Economic Botany*, USA, Vol. 54, (2000), pp. 513 – 527.



صورة رقم (42)

توضح بعض استخدامات خشب المانجروف في بلدان سواحل أفريقيا الشرقية

### 3- خشب الساج Teak Wood:

استخدم هذا النوع من الأخشاب في صنع الأبواب والنوافذ والزخارف الخشبية. وكان يُجلب إلى البحرين من الهند بواسطة سفن التجارة البحرية التي كانت قائمة بين البلدين منذ القدم.

والساج Teak هو الاسم الشائع لأحد الأشجار الاستوائية الصلبة من فصيلة *Tectona grandis* ترجع في أصولها لجنوب آسيا وجنوبها الشرقي مثل الهند واندونيسيا وماليزيا وبورما وتايلاند، ولكنها بعد ذلك أصبحت تزرع في أكثر من 36 بلد من البلدان الاستوائية في أفريقيا وبلدان الكاريبي. ويستخدم خشب الساج في الهند في صناعة الأبواب والنوافذ والأثاث وأعمدة البناء في المباني القديمة، كما يستخدم في صناعة السفن. ولخشب الساج قدرة كبيرة على مقاومة النمل الأبيض.<sup>180</sup>

180 Koonkhunthod, N & Others: Composition and diversity of woody regeneration in a 37 year-old teak (*Tectona grandis* L.) plantation in Northern Thailand, *Forest Ecology and Management*, Vol. 247, 2007, pp. 246 – 254

**4- الخيزران (البامبو) Bamboo:**

يطلق عليه محليا أيضا اسم الباسجيل. والخيزران هو اسم لأكثر من ألف نوع من أنواع الأعشاب العملاقة ذات الجذوع شبه الخشبية. وأغلب أنواع الخيزران هي ذات جذوع مجوفة ومقسمة إلى عقد أو مفاصل، وقد استخدم الصينيين سيقان نبات الخيزران (البامبو) المجوفة في صناعة الورق منذ ألفي عام. كما يستخدم الخيزران في صناعة بعض قطع الأثاث المنزلي العملية، وينبت الخيزران في كل القارات ماعدا في أوروبا والقارة القطبية الجنوبية.<sup>181</sup> وقد استخدم خشب الخيزران في أعمال البناء لتشييد أسقف المباني القديمة في المنطقة، وذلك بعد تقطيعه إلى انصاف وفي شكل شرائح. وقد كانت توضع مباشرة فوق أخشاب الدنجل لتقوية السقف وزخرفته. وكان خشب البامبو/الخيزران يجلب إلى البحرين في الغالب من الهند.

**5- المنقرور:**

ويطلق عليه أيضا اسم المنكرور أو المنجورور أو الباري. والمنقرور هو عبارة عن نبات القصب الذي ينبت في سبخات الأهوار في جنوب العراق عند نقطة التقاء نهري دجلة والفرات. ويستخدم القصب بعد تجفيفه بأشعة الشمس وتقطيعه أو تقشيريه بحيث تقسم كل قصبه إلى قسمين ثم تدق بواسطة مدكة خشبية ومن ثم تتم حياكته في شكل حُصر "بوارى". وحياكة الحصران هذه تعتبر مهنة يدوية قديمة اشتهر بها سكان منطقة الأهوار في العراق، وتعرف هذه الحرفة باسم البوارى. وقد كانت تُجلب هذه الحصران إلى البحرين جاهزة عن طريق البحر لاستخدامها في أعمال البناء وبالخصوص في بناء الأسقف.



الفصل الثاني

## تقنيات البناء التقليدية في مملكة البحرين

أولاً: مراحل بناء وإنجاز المبنى

ثانياً: أدوات البناء والتشييد

ثالثاً: أساليب بناء الجدران

رابعاً: أساليب بناء الأسقف

## أولاً: مراحل بناء وإنجاز المبنى:

كانت تتم مراحل بناء وتشبيد المباني والبيوت القديمة في البحرين على عدة مراحل وخطوات. تبدأ باختيار وحجز وتحديد أرض موقع البناء. وبعدها يتم الاتفاق حول عملية البناء بين كل من صاحب الأرض والبناء (المعلم أو الأستاذ)، وتتم عملية الاتفاق بطريقة شفوية وبدون مخططات، حيث يتم رسم المخطط على الأرض وبعدها يتم التنفيذ بإشراف اداري من قبل المالك الذي يقوم بتوفير مواد البناء أيضاً.<sup>182</sup>

ويشرح ياروود<sup>183</sup> عملية البناء قديماً في المحرق في أنها تختلف عن أسلوب البناء المعاصر الذي يعتمد على ممارسة مهندسون معماريون لهم خبرة مهنية، وانما كان يتولى عملية البناء "معلم بناء" ويطلق عليه محلياً اسم "استاذ بناي" الذي كان يتفق مع الزبون على مقترح تصميم البناء مرحلة بعد مرحلة. واختيار البناء يتم بصفة شخصية مع البناء وليس عن طريق عطاء ويتم الاتفاق معه على قيمة البناء والعمل والأجزاء المطلوبة في البيت من حيث عدد الغرف والحمامات والمجلس والفناء وكذلك عدد الطوابق.

ويقوم صاحب الأرض بتحديد حدود البيت للبناء برسم خط في الأرض بعضاً خشبية أو معدنية أو عن طريق نثر مسحوق الجير أو الجبس ليحدد تفاصيل المبنى. ويستخدم كلاهما عصا طويلة إما من جريد النخل أو القصب لقياس المسافات، ويطلق على هذه العصا "الخطرة" بفتح الراء. كما تستخدم وحدة قياس القدم أو الذراع أيضاً في القياس.

يتولى صاحب الأرض مسؤولية توفير مواد وأدوات البناء ويحدد مساحة الأرض المراد بنائها ومكونات المنزل، بينما يتولى البناء مسؤولية توفير الأيدي العاملة والإشراف على العمل. ولكن المسؤولية الأكبر يتولاها صاحب البيت الذي يكون متواجداً بشكل يومي لمتابعة العمل مع البناء وتوفير المواد بشكل دائم، كما يعمل أيضاً على توفير الاكل والماء للعمال حيث يعتبرهم ضيوفاً لديه.

عطفاً على ما ذكر أعلاه، فإن صاحب الأرض في أحيان كثيرة يلجأ للبحث عن مصادر وموردين لمواد البناء من الأسواق، وأحياناً يقوم بنفسه بقطع وجلب الحجارة من البحر، حيث يتم تجميعها في شكل أكوام في موقع العمل ليسمح لها بالجفاف. ومن جانب آخر، يعمل على توفير مادة المونة والتي قد تكون جبس ورمل أو جير حيث يتم تصنيعه في الموقع بحرقه وتجهيزه أو يتم شرائها من الورش والأفران المتخصصة في هذا الأمر مثل الموجودة في قرية عالي.

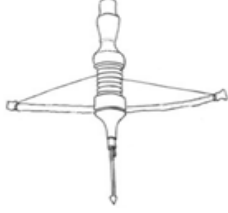


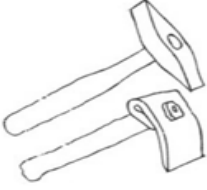

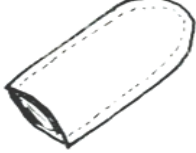


تبدأ عملية البناء بتحديد حدود وتفصيل ومتطلبات المبنى الجديد، ثم يتم رسم سمك الجدار على الأرض، حيث يتم الحفر قليلاً بعمق يصل إلى حوالي ذراع واحد تقريباً "30 سم" كأساسات للمبنى من أحجار بحرية غير مستوية.

## ثانياً: أدوات البناء والتشييد:

- الجفير: عبارة عن سلة مصنوعة من خوص سعف النخيل تستخدم لحمل مواد البناء.
- الهيب: عمود حديدي طويل وصلب وثقيل يستخدم لأعمال الحفر والهدم والتكسير.
- المطرقة: تستخدم لتكسير الحجارة وأعمال البناء الأخرى
- القدوم: مطرقة كبيرة.
- الفرزة: مطرقة أكبر من القدوم تستخدم لتكسير الحجارة الكبيرة ولأعمال الهدم.
- الكبان/القبان: عبارة عن ثقل معدني متصل بخيط، يستخدم بشكل رأسي لضبط مستوى سطح صف الحجارة.

182 راشد العريفي: العمارة البحرينية، سلسلة التراث البحريني 2، المنامة، 1978، ص 16.

183 جون ياروود: المحرق؛ العمارة التقليدية لمدينة قديمة، ترجمة علي عبدالرؤف، مركز الشيخ ابراهيم، 2006

	
مثقاب	الكبان/ القبان
	
المنشار	المبرد/ الفارة
	
المطرقة	العمود/ الهيب
	
كفشة / مسطرين	قفاز
	
الجفير	طاسة

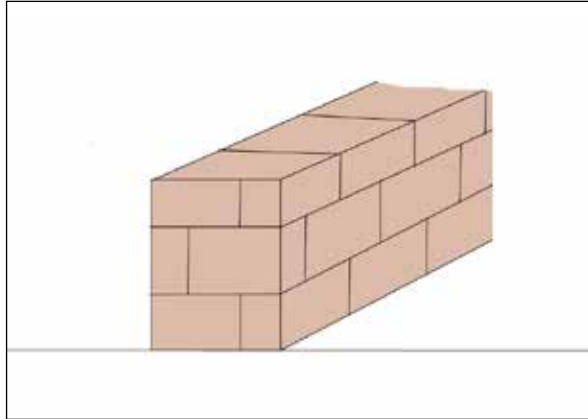
شكل رقم (23)  
يوضح أشكال أدوات البناء التقليدية

## ثالثاً: أساليب بناء الجدران:

يتكون الجدار من الحجارة والمونة وطبقة أو طبقات الملاط، بالإضافة إلى وجود فتحات ونوافذ وأبواب. الأسلوب الشائع في بناء الجدران للمباني التراثية بمدينة المحرق هو أسلوب البناء بما يعرف بجدران "الدبش"، ولكن ذلك لا يمنع من استعراض أساليب بناء الجدران القديمة المستخدمة في المباني التاريخية في مناطق المختلفة مع التركيز على المباني الموجودة بمدينة المحرق القديمة والتي يمكن تلخيصها في ثلاثة أنواع وهي:

### 1- جدران ذات أحجار مستوية الأوجه "مشذبة":

يستخدم في هذا النوع من الجدران كتل حجرية مقطوعة بشكل جيد ولها مسطحات أو أوجه مستوية، ويطلق عليها أيضاً اسم الحجارة المهندمة. ويلاحظ استخدام هذا النوع من الجدران في بناء بعض المنشآت التي تمثل أهمية بالنسبة للفترة التي أنشئ فيها أو بالنسبة لصاحبها. ولم يستخدم هذا النوع بشكل كبير في البحرين، ومن الأمثلة على استخدامه يمكن ملاحظته في بقايا جدران المعابد الموجودة بموقع باربار الأثري الذي يعود لفترة دلمون، ومسجد الخميس الذي يعود للفترة الإسلامية المبكرة. وقد لوحظ أيضاً استخدامها في بناء بعض المدافن الملكية الضخمة في منطقة عالي. وأما أسلوب البناء فيتم عن طريق صف وترتيب الكتل الحجرية بشكل متداخل وتربط بينها مادة المونة كما في الشكل رقم (24).

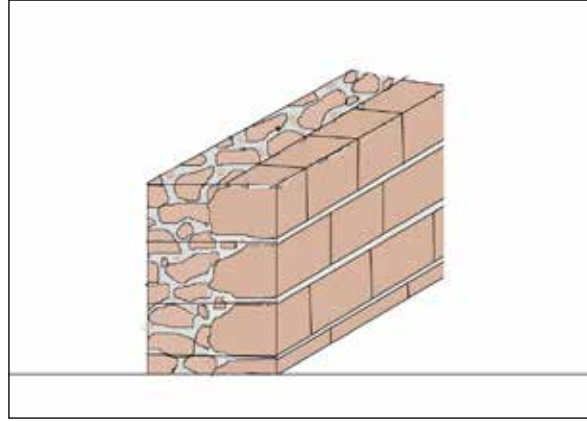


شكل رقم (24)

يوضح أسلوب بناء الجدران بأحجار مشذبة

### 2- جدران دبش بكسوة حجرية خارجية:

يستخدم في هذا النوع من الجدران كتل حجرية مقطوعة بشكل جيد ولها خمسة أوجه ذات أسطح مستوية من أصل ستة، حيث يحتفظ الوجه السادس بسطحه غير المستوي وهو الوجه الخلفي للكتلة الحجرية والمتصل بالجزء الخلفي للجدار. وتستخدم هذه الكتل الحجرية في كساء الواجهات الخارجية للجدران المبنية بأسلوب الدبش والتي يختلف عرضها من موقع لآخر حيث يتراوح عرضها ما بين ما يقارب 50 سم إلى 2 م، بينما يتم كساء أسطحها الداخلية بطبقة من الكساء الجبسي وأحياناً تترك من غير كساء، شكل رقم (25). وهذا النوع من الجدران شائع الاستخدام وقد لوحظ استخدامه في العديد من المواقع التي ترجع إلى فترات مختلفة من تاريخ البحرين فقد استخدم هذا الأسلوب في بناء جدران بقايا القصر الموجود ضمن المدن القديمة لموقع قلعة البحرين والذي يرجع تاريخه إلى فترة دلمون، وأيضاً استخدم في بعض جدران معابد باربار، وكذلك في الجدران الخارجية للحصن الإسلامي الموجود عند شاطئ البحر في موقع قلعة البحرين، وكذلك استخدم فيما يعرف بـ "برج القائد" الموجود بداخل قلعة البحرين. أما أسلوب تشييد هذا النوع من الجدران فيظهر من خلال طريقة تقسيم الجدار أنه من المحتمل كان يتم أولاً صف الكتل الحجرية المستخدمة في الكساء الخارجي بشكل أفقي، ثم يتم رص الحجارة الدبش من الخلف بمستوى ارتفاع الكتل الحجرية الأمامية، ثم يتم الانتقال إلى الصف الثاني حتى الوصول إلى الارتفاع المطلوب.



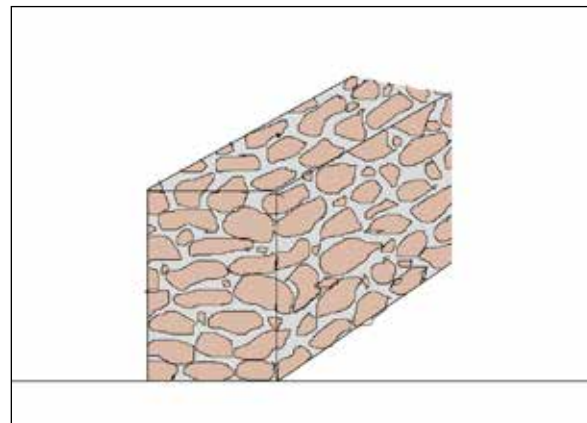
شكل رقم (25)

يوضح أسلوب بناء الجدران الدبش ذات واجهة بأحجار مشدبة

### 3- جدران ذات أحجار غير مستوية الأوجه "الدبش":

يُستخدم في هذا النوع من الجدران أحجار غير مستوية الأوجه أو ما يعرف بالحجر الغشيم وأحجام مختلفة، ويُعرف هذا النوع من الجدران باسم جدران الدبش. ويعتبر هذا النوع من الجدران هو النوع أو الأسلوب الأكثر شيوعاً في أساليب البناء بمملكة البحرين على مر العصور منذ فترة دلمون وحتى ما قبل 50 سنة. ونؤكد هنا مرة أخرى بان هذا الأسلوب من البناء للجدران هو الشائع الاستخدام في المباني التاريخية بمدينة المحرق القديمة. شكل رقم (26)

وأما أسلوب صف الحجارة في هذه الجدران يختلف من معلم إلى آخر حتى في نفس الموقع، فأحياناً نجد أن البناء قد اعتمد أسلوب صف الحجارة في شكل مداميك أو طبقات مترابطة فوق بعضها بالمونة ويفصل ويربط بين كل صفٍ منها طبقة من المونة، ويستخدم هذا النوع من الجدران أو هذا الأسلوب في بناء الجدران العريضة والتي تتميز بصلابتها كما في بعض جدران قلعة البحرين وكذلك أحد جدران الفترة الإسلامية بموقع قلعة البحرين. وأحياناً أخرى نلاحظ إنشاء الجدران عن طريق صف الحجارة أفقياً وبشكل شبه عشوائي ومن ثم ربطها بالمونة حتى الوصول إلى قمة الجدار، وهو النوع الشائع في جميع المواقع. وأما نوعية الحجارة المستخدمة فقد كانت من الحجارة الجيرية البرية وذلك في العصور القديمة السابقة لتأسيس مدينة المحرق. أما بالنسبة إلى المباني التاريخية في مدينة المحرق فقد استخدمت فيها الحجارة البحرية.



شكل رقم (26)

يوضح أسلوب بناء الجدران بالحجارة غير المشدبة "الدبش"



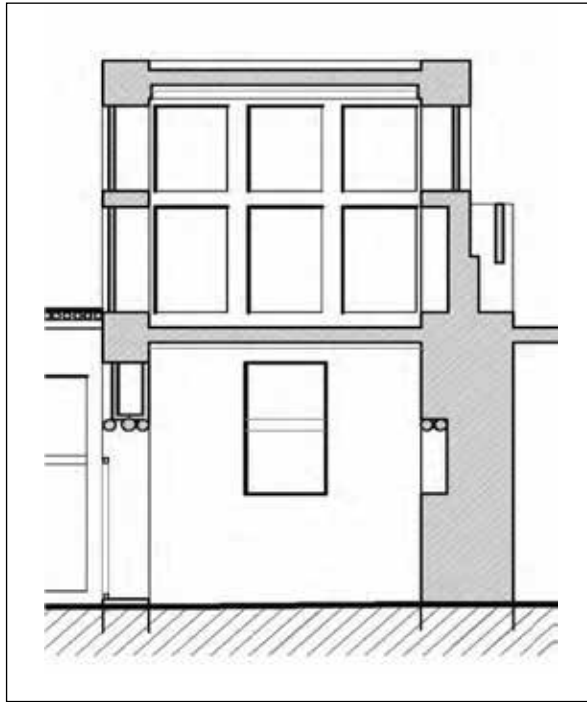
وبالنسبة إلى مباني مدينة المحرق فقد شاع فيها استخدام الجسور الخشبية لربط مكونات جدران الدبش. ويمكن تصنيف أنواع أساليب بناء الجدران في مباني مدينة المحرق إلى 3 أنواع:

#### أ- جدران دبش صماء:

وهي عبارة عن جدران مبنية بأسلوب الدبش باستخدام الحجارة البحرية مختلفة الأحجام والأشكال، وتتميز بسماكة جدرانها حيث يبلغ متوسط سمك الجدار إلى 90 سم، ويبلغ متوسط ارتفاع هذه الجدران إلى 4 م. صورة رقم (43) تبدأ عملية بناء الجدار بوضع الأساسات الشريطية على عمق يصل إلى 30 سم، ويستخدم فيها الأسلوب نفسه المستخدم في بناء الجدار. ويستخدم مع هذه الجدران جسور أو دبل خشبية من جذوع شجر النخيل أو خشب المانجروف (الذنجل)، ووظيفة الجسور الخشبية هي تقوية الجدران وزيادة تماسك أجزائها، حيث توضع في العادة فوق فتحات النوافذ والأبواب كأعتاب، وأحيانا تستخدم للفصل بين المداميك والذي يليه.<sup>184</sup> وتوضع هذه الجسور على مستويات عدة من الجدار عند الأساسات وفي وسط الجدار وبالقرب من السقف.

وكما تم ذكره سابقا فإنه كان يستخدم نوعين من الأخشاب فيها، وهي جذوع النخيل بعد تقطيع جذع النخلة إلى ثلاثة أو أربعة أجزاء، أو استخدام خشب المانجروف، وعند كلتا الحالتين يتم لف الأخشاب بحبل، ومن ثم تربط عدد 3 إلى 4 خشبات مع بعضها بشكل أفقي وتوضع في الجدار.

ويستخدم هذا النوع من الجدران فقط في بناء الأدوار الأرضية والغرف المستخدمة للسكن بشكل خاص في فصل الشتاء حيث يوفر سمك الجدار الكبير نوع من الدفء بداخل الغرف. وفي حالة بناء أدوار علوية يستخدم فيها أسلوب بناء الجدران الهيكلية حيث تكون أقل سمكا وأخف وزنا. شكل رقم (28) و (27)



شكل رقم (27)

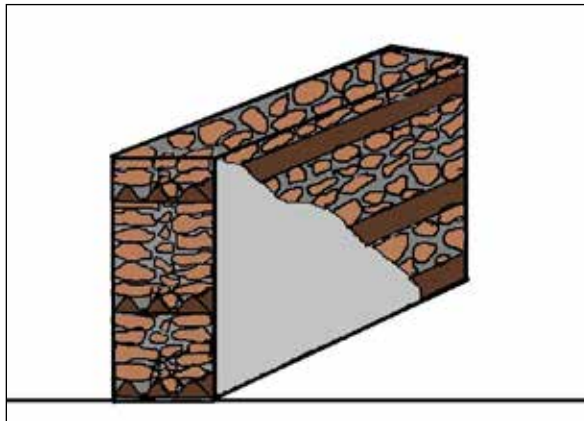
يوضح الجدران الصماء والسميكة في الدور الأرضي بينما الدور الأول يتميز بالبناء الهيكلية- بيت الجلاهمة بالمحرق





صورة رقم (43)

توضح أسلوب بناء الجدران الدبش الصماء في عمارة فخر و بالمحرق



شكل رقم (28)

يوضح أسلوب بناء الجدران الدبش الصماء مع وجود الدبل أو الجسور الخشبية من شجر النخيل

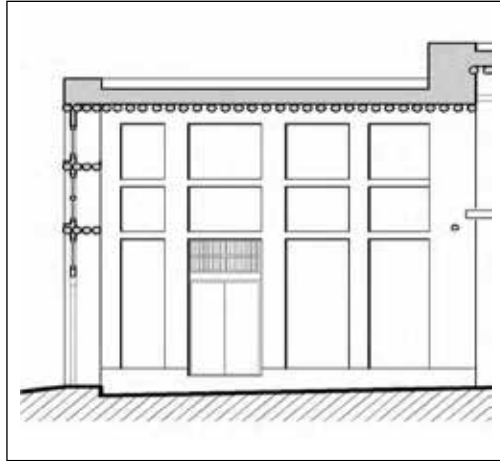
### ب- جدران هيكلية Pier and Panel Walls:

عبارة عن جدران تتكون أساساً من أعمدة حجرية مربعة الشكل تُبنى بالحجارة البحرية المرجانية بأسلوب الدبش، يحث تشكل هذه الأعمدة هيكل الجدار والمبنى. ولزيادة ترابط هذه الأعمدة مع بعضها تم ربطها بجسور خشبية في الغالب من خشب الدنجل على مستويات مختلفة، ومن ثم تملأ الفراغات الموجودة بين هذه الأعمدة بالحجارة البحرية من نوع الفروش، وتوضع بالقرب من الواجهة الخارجية للجدار بحيث تكوّن من الداخل ما يعرف بالروزنة أو الروشنه، وأحياناً يتم غلقها من الجهتين الداخلية والخارجية ليصبح هناك تجويف في الداخل. يستخدم هذا النوع من الجدران في العادة في بناء الأجزاء العلوية من البيت في الدور الأول، وفي بناء الحائط العلوي لسطح البيت فيما يعرف محلياً باسم (الوارش)، وكذلك في بناء ملاقف الهواء الحائطية. صورة رقم (44) وشكل رقم (29).



صور رقم (44)

توضح مظهر الجدران الهيكلية لأحد البيوت في فريج الشيوخ بالمحرق - بالقرب من بيت الشيخ عيسى بن علي



شكل رقم (29)

يظهر احد أشكال البناء الهيكلية للجدران حيث يعتمد البناء على الأعمدة وتكثر في الجدران الدخلات والفتحات - عمارة علي راشد فخرو بالمحرق

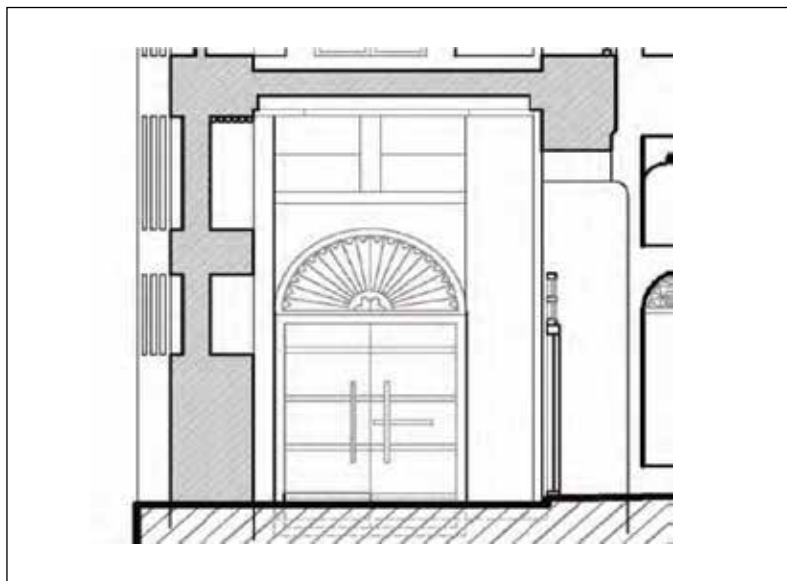
### ج- جدران صماء وهيكلية:

عبارة عن جدران تدمج بين النوعين السابقين، حيث يُبنى الجزء السفلي من الجدار بأسلوب الأصبم، واما الجزء العلوي يُبنى بالأسلوب الهيكلية، ويمكن ملاحظة هذا النوع من البناء في جدران أحد الدكاكين في سوق القيصرية بالبحرق. صورة رقم (45) وشكل رقم (30).



صورة رقم (45)

توضح أسلوب بناء النوع الثالث من الجدران بأحد دكاكين سوق القيصرية بالبحرق

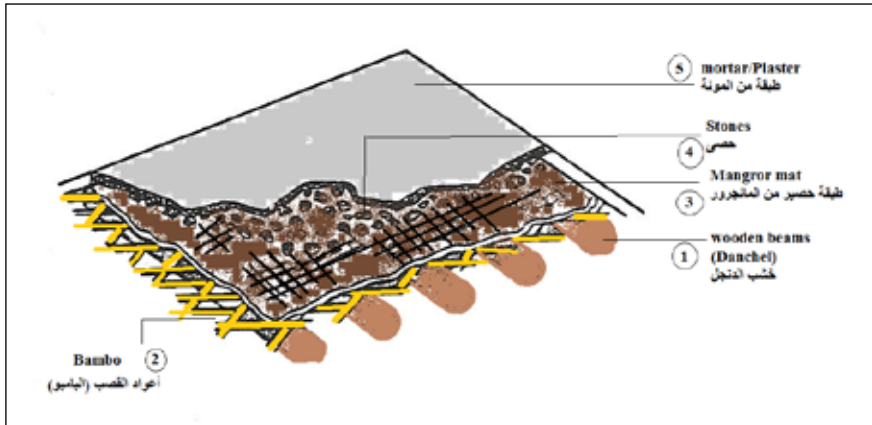


شكل رقم (30)

يظهر احد أشكال بناء الجدران الصماء من الأسفل والهيكلية من الأعلى/ بيت مراد بالبحرق

## رابعاً: أساليب بناء الأسقف:

الأسلوب الشائع في بناء الأسقف في البحرين عبر الفترات التاريخية المختلفة هو السقف المستوي. ويتكون السقف من عدة طبقات مبنية بمواد مختلفة وسمك مختلف، ويتم بناء السقف أولاً بصف وترتيب العوارض الخشبية والتي تكون إما من أرباع وأنصاف جذوع نخيل البلح أو من أخشاب الدنجل "المانجروف" وهو الخشب السائد الاستخدام في المباني التراثية بمدينة المحرق. ويتم صف العوارض الخشبية "الدنجل" بعرض الغرفة وتبعد كل واحدة عن الأخرى تقريباً بمسافة 15 – 20 سم. وفي الغالب يكون عرض الغرفة حوالي 3 م وذلك بحسب أطوال العوارض الخشبية للدنجل. ومن ثم يتم وضع خشب البامبو "الخيزران" وتثبيتته بالمسامير فوق أخشاب الدنجل بشكل متقاطع. وبعدها يوضع حصير منسوج من المنجور أو المنقرور فوق الدنجل والبامبو والذي كان يجلب من الأهوار في البصرة. وبعد الانتهاء من تثبيت العناصر الخشبية للسقف يُعطى السطح العلوي له بطبقة من الحصى والجص والطين. شكل رقم (31) وصورة رقم (46).



شكل رقم (31)

يوضح الطبقات المكونة للأسقف التقليدية في البحرين



صورة رقم (46)

توضح الطبقات المكونة للأسقف التقليدية في البحرين - دكاكين سيادي بالمحرق



## الباب الثالث

# عوامل ومظاهر تلف المباني التراثية في مملكة البحرين

### الفصل الأول

عوامل ومظاهر التلف الفيزيوكيميائية

### الفصل الثاني

عوامل ومظاهر التلف البيولوجية والبشرية







الفصل الأول

## عوامل ومظاهر التلف الفيزيوكيميائية

أولاً: تأثير الحرارة

ثانياً: تأثير الماء/الرطوبة

ثالثاً: تأثير الرياح

رابعاً: تأثير الأملاح

خامساً: تأثير غازات التلوث الجوي

عوامل التلف Deterioration Factors هي المسببات التي تعمل على حدوث ضرر بمواد البناء المستخدمة في تشييد المباني التراثية والتاريخية وتؤدي إلى حدوث مشاكل لها تهدد سلامتها وبقيتها. وعندما تزداد قوة هذا المسبب تزداد نسبة الضرر الناتج عنه، وعندما تصعب معالجته يصبح تحديا يصعب التعامل معه وعلاجه.

ومن أهم العوامل الفيزيوكيميائية التي لها تأثير على مواد البناء القديمة هي تأثير درجات الحرارة وأشعة الشمس، الرطوبة، الرياح، والكوارث الطبيعية، وكذلك الناتجة عن تأثير النشاط البيولوجي للنباتات والحيوانات والطيور. أما النوع الآخر من عوامل التلف هو تأثير العنصر البشري. وجميع هذه العوامل أو معظمها تعمل في الطبيعة متحدة مع بعضها كعامل تلف واحد ضد مواد البناء في المبنى التاريخي أو الأثري.

وتعتبر عملية تشخيص Diagnosis هذه العوامل من أهم الخطوات في مراحل عملية علاج المباني التاريخية؛ فمن خلال التعرف على مسبب التلف يمكن الوصول إلى أسلوب العلاج والتدخل المناسب الذي يؤدي إلى القضاء على المشكلة والسبب ومن ثم التحكم فيه.

## أولا: تأثير الحرارة Effect of Temperature:

تتعدد مصادر الحرارة في المباني التاريخية ما بين أشعة الشمس والضوء الصناعي وانظمة التسخين والحرائق وغيرها نتيجة للنشاط البشري. ويختلف تأثير الحرارة سواء عند ارتفاعها أو انخفاضها أو نتيجة لعمليات الارتفاع والانخفاض المستمرة في درجات الحرارة.

### 1- تأثير درجات الحرارة على تلف مواد البناء غير العضوية (الحجارة - المونة):

#### - تأثير الارتفاع في درجات الحرارة:

تقع البحرين ضمن محيط صحراوي يتميز نسبياً بارتفاع درجات الحرارة وبالخصوص أثناء فصل الصيف، والذي تقترب فيه أحيانا درجات الحرارة إلى الـ 50° م. وبحسب سجلات دائرة الأرصاد الجوية بمملكة البحرين المسجلة في الفترة من (1971-2000م) تُظهر أن معدلات درجات الحرارة القصوى في اليوم قد تصل إلى 38° م وذلك في شهري يونيو وأغسطس.<sup>185</sup>

ومن الأدوار المتلفة لدرجات الحرارة المرتفعة أنها تعمل على زيادة معدل التفاعلات الكيميائية والنمو البيولوجي وبالأخص مع تواجد الرطوبة.<sup>186</sup>

بالرغم من أن تأثير الحرارة المرتفعة الناتجة عن الحرائق في المباني التاريخية تعتبر ضمن عوامل التلف البشرية إلا أنه تم ذكرها هنا بناء على علاقتها القوية أيضا بعنوان تأثير الحرارة المرتفعة. فالحرائق لها تأثير على مواد البناء فمثلا؛ من المعروف أن المكون الأساسي للحجر الجيري المسامي هو الكالسيت، والذي يبدأ تركيبه الكيميائي بالتغير عند درجة حرارة 550° م ولكن بشكل بطيء إلى أن تصل درجة الحرارة إلى 950° م حيث يتحول بشكل سريع إلى جير حي Quick Lime.<sup>187</sup> كما تلعب درجات الحرارة دورا هاما وخطيرا في تلف مواد البناء وبالخصوص الحجارة بما تسببه من عملية بخر سريع للسوائل الحاملة للأملاح مؤدية في النهاية إلى تبلور هذه الأملاح إما على السطح أو تحت السطح مباشرة.

وقد أشار Mora<sup>188</sup> إلى أن تعرض مونة الجبس لدرجة حرارة أعلى من 30° م وعند رطوبة نسبية ما بين 30-40% فإن الجبس المائي  $CaSO_4 \cdot 2H_2O$  يتحول إلى الأنهدريت  $CaSO_4$  "جبس لا مائي" ليصبح هشاً وضعيفاً.

185 سلمان المحاري: المرجع السابق، (2009)، ص 137.

186 Cronyn.J.M: The Elements of Archaeological Conservation, London,(1990),P. 35.

187 Honeyborne, D: Weathering and decay of masonry, In: Conservation of Building & Decorative Stone, Part 1, Ashurts.J, Elsevier, Oxford, (2004), P.165.

188 Mora,P & Others: Conservation of Wall Paintings, ICCROM, (1984), P. 211.

**- تأثير الانخفاض في درجات الحرارة:**

يؤدي انخفاض درجات الحرارة والتي يصل فيها إلى درجة تجمد الماء، إلى تجمد السوائل الموجودة في مسام مواد البناء سواء الحجارة أو المونة مما يؤدي إلى زيادة حجمها وبالتالي تؤدي إلى تكسير جدران مسام هذه المواد. ولحسن الحظ لا يمكن ملاحظة هذه الظاهرة في المباني التاريخية في البحرين نتيجة لطبيعة المناخ والحرارة المرتفعة في المنطقة.<sup>189</sup>

**- تأثير التغير المستمر في درجات الحرارة Fluctuating Temperatures:**

بالرغم أن نسبة التغير والاختلاف في درجات الحرارة بحسب سجلات الأرصاد الجوية في البحرين كما هو مذكور أدناه ليست بالكبيرة وبالقدر الذي تؤثر فيه على مواد البناء إلا أن الباحث عمد إلى ذكر هذا التأثير للاستفادة منه في مواقع أو بلدان أخرى. وإن من أخطر الأدوار التي من الممكن أن تلعبها درجات الحرارة في عملية تلف مواد البناء القديمة هو ما ينتج عن تغيراتها المستمرة ما بين الانخفاض والارتفاع، فقد ثبت أن اختلاف درجات الحرارة ليلاً ونهاراً يعتبر من أهم عوامل التجوية الطبيعية.<sup>190</sup> حيث أن تعرض الطبقات الخارجية للأحجار لدرجات الحرارة العالية يؤدي إلى تمددها النسبي أكثر من الطبقات التي تليها مما يسبب تفككها.<sup>191</sup> كما تؤدي هذه التغيرات أيضاً إلى حدوث عمليات التمدد عند الحرارة المرتفعة والانكماش عند الحرارة المنخفضة، وتعرف هذه العملية بالتحرك الحراري Thermal Movement.<sup>192</sup> ومظهر التلف الشائع حدوثه نتيجة لعملية التحرك الحراري هي حدوث شروخ في المبنى وبالخصوص الأجزاء العلوية منه والمعرضة بشكل أكبر لأشعة الشمس.<sup>193</sup>

وتعتبر التغيرات المستمرة في درجات الحرارة ما بين انخفاض وارتفاع سواء التغيرات الموسمية أو اليومية من الأدوار الخطيرة للحرارة في تلف مواد البناء في المباني التاريخية، فقد ثبت أن اختلاف درجات الحرارة ليلاً ونهاراً يعتبر من العوامل المساعدة في عملية التلف. ويصل معدل فارق درجات الحرارة في البحرين ما بين النهار والليل إلى 7° م، أما معدل الفارق ما بين فصل الشتاء والصيف فيصل إلى 17° م.<sup>194</sup> وبالرغم من الفارق البسيط في التغيرات السابقة في درجات الحرارة إلا أنه بشكل عام يؤدي إلى تشقق وتشرخ وانفصال مواد البناء وبالخصوص طبقات الملاط والزخارف الجصية، ومع تكرار هذه العملية يحدث تفتت لمواد البناء بطريقة ميكانيكية، ويلاحظ كثرة هذا النوع من التجوية في المناطق الجافة أو شديدة البرودة وكذلك الصحراوية،<sup>195</sup> حيث تؤدي إلى اختلاف معاملات التمدد Expansion والانكماش Contraction النسبي لبعض مواد البناء غير العضوية والمركبات المكونة لها؛ مما يزيد من فاعلية التمدد للمعادن وخاصة في بعض الحجارة مؤدياً في النهاية إلى حدوث حركة مع بعض الضغوط والانفعالات الموضعية في سطح الحجر وبين بلوراته.<sup>196</sup>

والجدير بالذكر أن شدة وحدة التغير في نسب درجات الحرارة سواء اليومية والموسمية تختلف من منطقة لأخرى، ففي المناطق الاستوائية الرطبة والممطرة تكون نسبة التغير ضئيلة، ومتوسطة في المناطق البحرية التي تتمتع بصيف بارد، وشديدة في المناطق الصحراوية الجافة.<sup>197</sup>

تزداد خطورة تأثير التغيرات المستمرة في درجات الحرارة عند وجود مادتين مختلفتين في الخواص بالقرب من بعضهما في المبنى. فمثلاً عند تواجد طبقة ملاط جبسية على جدران مبنية من الحجر الجيري، فإنه عند تعرضهما لدرجات حرارة مرتفعة فإن الطبقة الجبسية تتمدد بشكل أكبر وأسرع من الحجر الجيري؛ نتيجة إلى أن الطبقة الجبسية تكون أولاً على اتصال مباشر مع مصدر الحرارة وثانياً أن معامل التمدد الحراري للجبس أكثر بخمسة أضعاف من معامل التمدد الحراري للحجر الجيري، وبالتالي فإن التغيرات المستمرة في درجات الحرارة ما بين الارتفاع والانخفاض والتي يتبعها تمدد وانكماش مواد

189 Cronyn.J.M: op. cit, P. 36.

190 محمد عبدالهادي: دراسات علمية في ترميم وصيانة الآثار غير العضوية، مكتبة زهراء الشرق، القاهرة، (1997)، ص93.

191 عمران و دبور: المباني الأثرية، ترميمها وصيانتها والحفاظ عليها، وزارة الثقافة، دمشق، (1997)، ص 78.

192 Feilden,B: Conservation of Historic Buildings, 3rd edition, Elsevier, Oxford, (2003), P. 96.

193 Feilden,B: op.cit, P. 98.

194 سجلات دائرة الأرصاد الجوية المسجلة في الفترة من (1971 – 2000م)، مملكة البحرين، 2006.

195 محمد عبدالهادي: المرجع السابق، ص 93.

196 محمد الجوهري: دور بعض العوامل المتلفة المؤثرة في تجوية الحجر الرملي المستخدم في بيت الولادة بإدفو، كتاب المؤتمر الخامس لجمعية الآثار بين العرب، القاهرة، (2002)، ص 754.

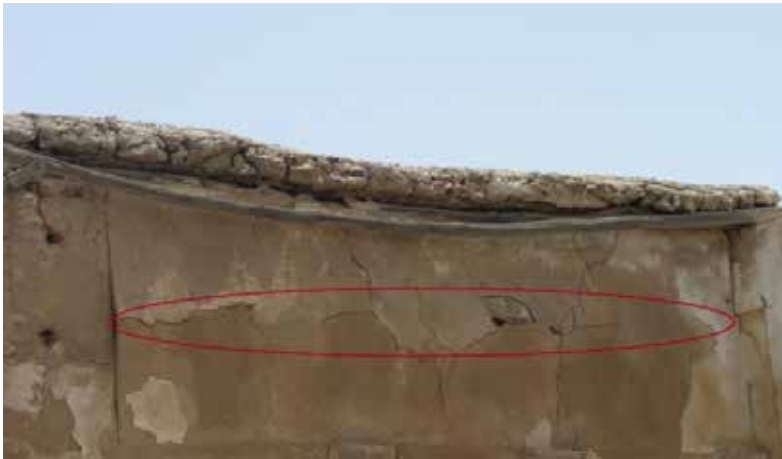
197 Feilden,B: op. cit, P. 96.

البناء المختلفة في الخواص يؤدي إلى انفصال طبقات الجبس بسهولة عن الحجر.<sup>198</sup> كذلك عند وجود مادة غير عضوية مثل الحجارة أو المونة أو طبقة الملاط بالقرب من مادة أخرى عضوية مثل الروابط الخشبية في الجدران فإن تمدد وانكماش الخشب بداخل الجدار يؤدي إلى الضغط على الحجارة المجاورة وطبقات الملاط وبالتالي تشرخها وانفصالها وتساقطها، كما هو مبين في الصورة رقم (47) و (48).



صورة رقم (47)

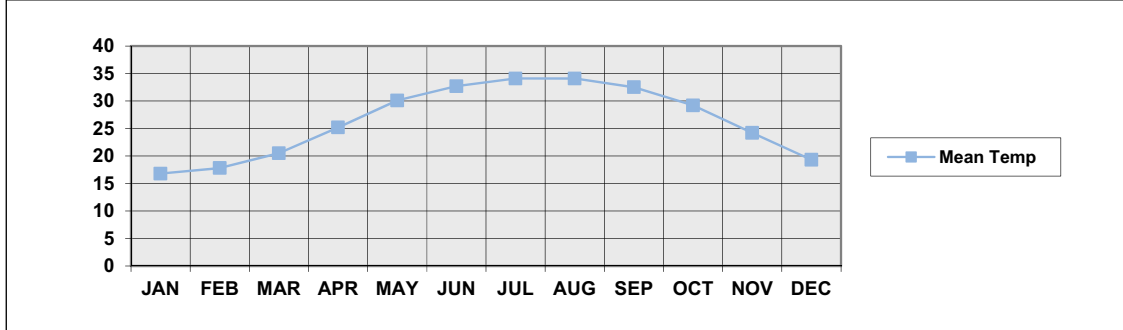
توضح التشرخات الدقيقة في طبقات الملاط الناتجة عن عملية التمدد والانكماش بفعل التغير المستمر في درجات الحرارة والرطوبة أيضا



صورة رقم (48)

توضح تشرخ وانفصال طبقة الملاط من على احد الواجهات نتيجة لتمدد العوارض الخشبية بداخل الجدار وضغطها على طبقة الملاط الخارجية بفعل الحرارة وفقدانها لمحتواها المائي





شكل رقم (32)

يوضح معدل درجات الحرارة اليومية خلال أشهر السنة في مملكة البحرين في الفترة من 1971 – 2000

## 2- تأثير درجات الحرارة على تلف مواد البناء العضوية (الأخشاب):

يمكن ايجاز تأثير درجات الحرارة على تلف مواد البناء العضوية والمتمثلة بشكل أساسي في الأخشاب المستخدمة في التسقيف أو النوافذ والأبواب، إلى أن تعرض الأخشاب لفترات طويلة للحرارة المرتفعة ( $55^{\circ}$  –  $65^{\circ}$ م) يؤدي إلى حدوث تفكك لجزيئات ومركبات السيليلولوز والهيميسيليلولوز <sup>199</sup>. Depolymerization. وعند تعرض العناصر المعمارية الخشبية في المباني التاريخية "الأبواب، النوافذ" لدرجات الحرارة العالية فإنها تفقد محتواها المائي الداخلي، مما يؤدي إلى جفافها وتغير أبعادها وبالتالي ظهور الشروخ والانفصالات في الوصلات الخشبية ويصبح الخشب هشاً وضعيفاً. <sup>200</sup> صورة رقم (49)

وعند درجات الحرارة العالية، وبمرور الوقت تتحلل الأخشاب ببطء بما يعرف بعملية التحلل الحراري Thermal Degradation of Wood <sup>201</sup>. ويفقد الخشب نسبة 1% تقريباً من وزنه بتعرضه لدرجات الحرارة العادية خلال 100 سنة وتصل إلى 10% خلال 1000 سنة. <sup>202</sup>



صورة رقم (49)

توضح تشرخ الخشب وانفصال أجزاءه نتيجة التغير في أبعاده الناتجة عن فقده محتواه المائي بفعل التعرض للحرارة العالية

199 Martin E: Conserving Buildings, A manual of techniques and materials, Prservation Press, Newyork, (1997), P 20.

200 صفا عبدالقادر: دراسة تقنية وعلاج وصيانة المراكب الخشبية الأثرية في العصر الفرعوني تطبيقاً على احد النماذج المختارة، رسالة ماجستير، قسم الترميم، كلية الآثار، جامعة القاهرة، ص 91.

201 يوسف عقل: دراسة في علاج وصيانة الأبواب الخشبية في العصر العثماني مع عمل تطبيقات على باب الدخول لسبيل وكتاب ومسجد الشيخ المطهر، قسم الترميم، كلية الآثار، جامعة القاهرة، (2008)، ص 90.

202 هاني عبدالعزيز: دراسة في علاج وصيانة الأخشاب الأثرية المنفذة بأسلوب الخرط، رسالة دكتوراه، قسم الترميم، كلية الآثار، جامعة القاهرة، (2003)، ص 76.



بالإضافة إلى أن تعرض الأخشاب لأشعة الشمس المحتوية على الأشعة فوق البنفسجية Ultraviolet Ray يمكن أن يؤدي إلى إتلاف الطبقات السطحية للخشب لعمق قد يصل إلى بعض الميكروميتر، كما أنها تعمل على تحول لون سطح الخشب إلى اللون الرمادي.<sup>203</sup> صورة رقم (50)



صورة رقم (50)

توضح تغير لون سطح الخشب وتحوله للون الرمادي بفعل التعرض لأشعة الشمس المحتوية على الأشعة فوق البنفسجية

## ثانياً: تأثير الرطوبة Effect of Moisture:

يُسبب وجود الماء بأشكاله المختلفة (رطوبة جوية، مياه أمطار، مياه أرضية، تكاثف) التلف لمواد البناء القديمة ويزيد من نسبة تلفها هذا كيميائياً أو فيزيائياً أو بيولوجياً. فالمياه "الرطوبة" هي المسؤولة عن حمل ونقل وتوزيع المحاليل الملحية في مادة الأثر، وهي المسؤولة عن تحول غازات التلوث الجوي إلى أحماض خطيرة تتسبب في تلف مواد البناء، كما أنها تعمل على توفير الوسط الرطب اللازم لنمو بعض الكائنات الحية. وبصفة عامة يعتبر الماء هو العامل المشترك والمساعد لمعظم عوامل التلف، والمشاكل الناتجة عن الماء بجميع أشكاله تعتبر مشتركة إلا أن بعضها له تأثير خاص. والمياه بصورها المختلفة تعتبر عامل تلف مشترك مع عوامل التلف الأخرى سواء البيولوجية أو الفيزيوكيميائية. وسيتم التعرض إلى تأثير الماء على المباني التاريخية وذلك بحسب مصادر وأشكالها وتواجدها في المبنى.

### 1- تأثير الماء/الرطوبة على تلف مواد البناء غير العضوية:

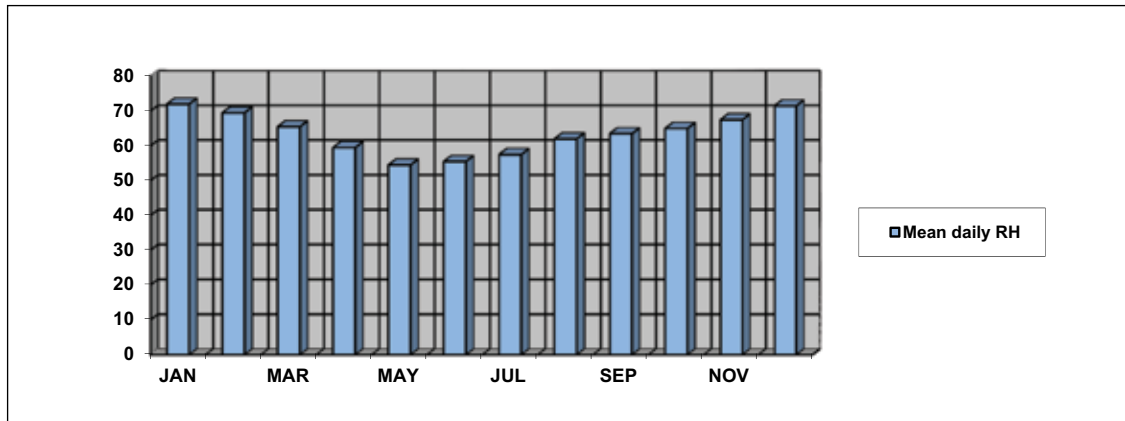
#### - الرطوبة النسبية Relative Humidity:

يمكن تعريف الرطوبة النسبية بشكل مبسط على أنها وجود الماء في الهواء في صورة غاز أو بخار. ويمكن قياسها باستخدام أجهزة الهيجروميتر.<sup>204</sup>

203 Martin E: op. cit, (1997), P. 20.

204 Feilden, B: Conservation of Historic Buildings, 3rd edition, Elsever, Oxford, (2003), P.103.

يتميز مناخ البحرين بنسبة رطوبة جوية عالية، يصل معدل متوسط الرطوبة المرتفعة فيها إلى أقصاه خلال فصل الشتاء حيث يصل إلى ما يقارب 86% وينخفض إلى أدنى مستوى له في فصل الربيع ومع بداية فصل الصيف حيث يصل إلى ما يقارب 76%، ولكن هذا لا ينفي أن الرطوبة قد تصل أحيانا إلى أقل أو أعلى من النسب السابقة، حيث تصل أحيانا إلى 90%.<sup>205</sup>



شكل رقم (33)

يوضح معدلات الرطوبة النسبية اليومية خلال أشهر السنة في مملكة البحرين بحسب سجلات دائرة الأرصاد الجوية المسجلة في الفترة من (1971-2000م)، مملكة البحرين، 2006.

تتواجد الرطوبة في المباني التاريخية إما من الجو الخارجي أو نتيجة للنشاط البشري داخل غرف المبنى. والرطوبة الجوية غالبا ما تتبعها ظاهرة التكاثف Condensation التي سيتم التطرق لها في نقطة مستقلة لاحقا من هذه الجزئية في البحث. والرطوبة الجوية ممكن أن تؤثر على مواد البناء في المباني التاريخية سواء بارتفاع أو انخفاض معدلاتها أو نتيجة للتذبذب بين الارتفاع والانخفاض، وهو العامل الاخطر. فالرطوبة المرتفعة تعمل على إذابة ونقل الأملاح وأيضا توفير الظروف الملائمة لنمو الكائنات الحية الدقيقة وكذلك تعمل كعامل مساعد في التفاعلات الكيميائية الناتجة عن غازات التلوث الجوي والتي سيتم التطرق لها لاحقا.

كما تؤثر الرطوبة أيضا على بعض مواد البناء القديمة، كقدرتها على إحداث إذابة جزئية للجبس والجير المستخدم في ربط كتل الحجارة في المبنى، وبالرغم من أن عملية إذابة الجير تتم ببطء شديد إلا أنها في النهاية تؤدي إلى تفتتها.<sup>206</sup> كما تعمل الرطوبة المرتفعة أيضا على إحداث عملية تميؤ Hydration الأنهيدريت Anhydrate حيث يزداد حجمه بامتصاص الماء وينشأ عنه ضغوط موضعية في اتجاهات مختلفة تؤدي إلى حدوث تشققات وشقوق في المونة وطبقات الملاط الجبسية.<sup>207</sup>

أما بالنسبة إلى الرطوبة المنخفضة فهي أيضا بدورها تشكل خطراً على الآثار؛ ذلك أن كل مادة تحتوي على نسبة رطوبة معينة سواء كانت حجر أو مونة، فإذا فقدت هذه المادة ما بها من نسبة رطوبة فسوف يؤثر هذا على قوتها وصلابتها. كما أن الرطوبة المنخفضة في الجو تؤدي أيضا إلى حدوث تحولات طوريه في بعض مكونات مونة ملاط الحوائط، خصوصاً إذا كانت من الجبس والذي يتحول إلى الأنهيدريت؛ نتيجة فقده للماء المتحد كيميائياً مع كبريتات الكالسيوم، مما يؤدي إلى حدوث انكماش في أبعاده وبالتالي تشرخه ثم انفصاله عن الأثر.<sup>208</sup>

205 سجلات دائرة الأرصاد الجوية المسجلة في الفترة من (1971 – 2000م)، مملكة البحرين، 2006

206 Cronyn.J.M: The Elements of Archaeological Conservation, London, (1990), P. 119.

207 عز عربي: دراسة وعلاج تلف الألوان في الصور الجدارية لمقابر الأشراف بالبر الغربي بالأقصر تطبيقاً على إحدى المقابر المختارة، رسالة ماجستير، قسم ترميم الآثار - كلية الآثار - جامعة القاهرة، (2004)، ص 109.

208 عبد المعز شاهين: المرجع السابق، مصر، (1994)، ص 178

والتغير المستمر لمعدلات الرطوبة في الهواء له تأثيره السيئ على مواد البناء نتيجة ما يصاحبه من إذابة وإعادة تبلور للأملاح.



### - المياه تحت سطحية (الرطوبة الأرضية) Sub-Surface water:

يُعبّر عن الرطوبة الأرضية على أنها الرطوبة أو المياه التي تدخل إلى جدران المبنى، ويكون مصدرها التربة المتصلة بهذه الجدران. وقد تكون هذه المياه عبارة عن مياه أرضية طبيعية أو مياه مجاري أو مياه صرف زراعي أو أي مصدر آخر للمياه في التربة. وتعرف هذه المياه بالمياه تحت سطحية.

يذكر كل من Giovanni و Massari بأن الرطوبة التي تدخل إلى جدران المبنى تكون في صورتين؛ إما في صورة مياه متقطعة أو عرضية Dispersed Water أو في صورة مياه أرضية Ground Water.

- المياه المتقطعة أو العَرَضِيَّة: مصدرها عَرَضِيٌّ ومتقطع غير دائم أو متواصل. وتدخل إلى الجدران بشكل موضعي وضمن مساحة معينة وذلك بناء على مصدرها والذي قد يكون من مياه الأمطار أو تسرب مياه أحد الآبار القريبة أو احد أنابيب الصرف الصحي.

- المياه الأرضية: تدخل إلى جدران المبنى وتتوزع فيه بشكل منتظم، وتكون على اتصال دائم بأساسات المبنى. ومصدر هذه المياه يكون غالباً عبارة عن وجود المبنى في منطقة يرتفع فيها منسوب المياه، كقربها من البحر أو أحد الأنهار.<sup>209</sup>

وللحديث عن الرطوبة الأرضية وتأثيرها على المباني التاريخية لا بد أولاً من التطرق إلى ظاهرة فيزيائية بواسطتها تدخل المياه إلى الجدران من الأرض وتنتشر في مواد بناء جدران المباني التاريخية ألا وهي خاصية الامتصاص الشعري Capillary Suction.

### - خاصية الامتصاص الشعري Capillary Suction:

وهي عملية دخول وتحرك الماء في المسام الدقيقة للمواد في حالة أن قوة جذب أسطح المسام أقوى من قوة تجاذب جزيئات الماء مع بعضها، وبالتالي فإن قوة الامتصاص تعتمد بشكل عكسي على طبيعة سطح المسام وقطرها. فكلما كان قطر المسام أقل كلما ازدادت قوة الامتصاص الشعري، وهي بذلك تكون أقوى من قوة الجاذبية الأرضية. وتعرف هذه الظاهرة أيضاً بـ الارتفاع الشعري Capillary Rise.<sup>210</sup>

وبناء عليه فإنه كلما كان قطر المسام أقل كلما ازداد ارتفاع الماء في المسام المكونة لجدران المبنى، حيث بإمكان الماء أن يرتفع إلى 31 ملم إذا كان قطر المسام 1 ملم، وبإمكانه أن يرتفع إلى 154 ملم إذا كان قطر المسام 0.2 ملم.<sup>211</sup> هناك بعض العوامل أو الحقائق التي تتحكم في مستوى ارتفاع المياه في الجدران وهي:<sup>212</sup>

- كلما انخفضت الحرارة زاد مستوى ارتفاع المياه في الجدران.
- كلما انخفضت الحرارة انخفضت نسبة التبخر السطحي.
- وجود الأملاح في الجدار يؤدي إلى زيادة نسبة ارتفاع الماء في الجدران حيث تعمل الأملاح على جذب جزيئات إليها.
- كلما زاد سمك الجدار، زاد مستوى ارتفاع الرطوبة في الجدار.
- ارتفاع نسبة تعرض سطح الجدار لأشعة الشمس وعملية البخر السطحي يؤدي إلى خفض مستوى ارتفاع الرطوبة في الجدار.

209 Giovanni & Massari: Damp Buildings-Old and New, ICCROM, Rome, (1993), PP. 67 – 70.

210 Torraca,G: Porous Building Materials, Materials Science for Architectural Conservation, 3rd edition, reprinted (2005), ICCROM, P. 8.

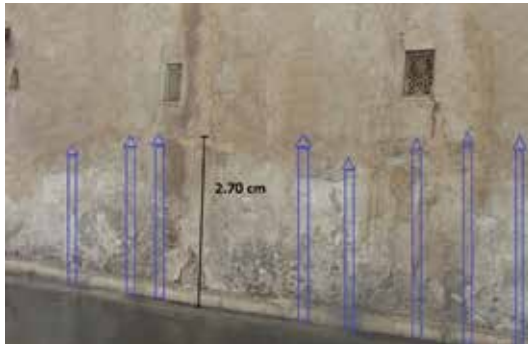
211 Giovanni & Massari: op. cit, (1993), P. 7.

212 Giovanni & Massari: op. cit, (1993), PP. 7 – 79 .

وبدخول الرطوبة الأرضية إلى جدران المبنى التاريخي عن طريق خاصية الارتفاع الشعري تبدأ عملية التلف لمواد البناء المكونة لتلك الجدران. ويذكر **عبدالهادي** بأن ارتفاع منسوب المياه تحت سطحية في أساسات المباني التاريخية يؤدي إلى التقليل من الخواص الميكانيكية للحجر ويتمثل التأثير الحقيقي لهذه المياه فيما تحمله من أملاح أو مواد عضوية موجودة في مصادر هذه المياه أو التربة التي تختزن تلك المياه.<sup>213</sup> فدخول هذه الأملاح إلى مسام مواد البناء، وتنقلها من وإلى داخل الجدار يؤدي إلى إضعاف وتلف الحجارة والمونة وأسطح طبقات الملاط نتيجة لتبلور الأملاح بداخل مسام مواد البناء أو على السطح وبالتالي انفصال طبقات الملاط عن الجدار.

ويتم معرفة منسوب ارتفاع المياه المحملة بالأملاح في الجدران عن طريق تتبع وجود خط ملحي أبيض أو داكن اللون في الجدار.<sup>214</sup>

ولابد أن نشير إلى أن المياه الأرضية عند صعودها في جدار المبنى تبحث عن المسار الأسهل ذو نسبة المسام العالية مثل المونة وذلك عوضاً عن الحجارة.



صورة رقم (52)

توضح مستوى منسوب ارتفاع المياه أو الرطوبة من التربة في جدران بيت الشيخ عيسى بن علي حيث تصل في بعض الأجزاء إلى ارتفاع 2.70 سم



صورة رقم (51)

توضح ارتفاع المياه تحت سطحية بفعل الخاصية الشعرية لأحد جدران غرفة ببيت الشيخ عيسى بن علي في المحرق



صورة رقم (54)

توضح تلف وتساقط طبقات الملاط من جدران عمارة فخرو بفعل الرطوبة الأرضية



صورة رقم (53)

توضح تلف المونة وتبلور الأملاح في أحد جدران عمارة فخرو بفعل الرطوبة الأرضية

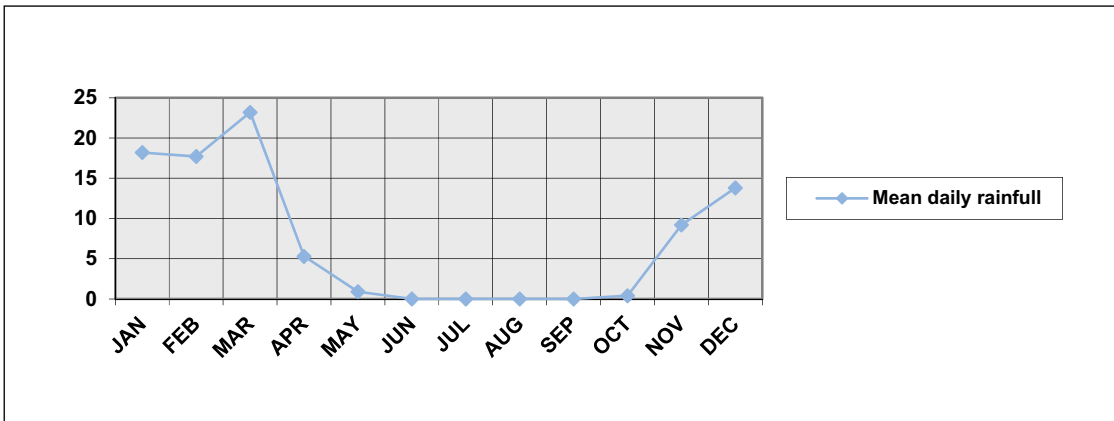
213 محمد عبدالهادي "د": دراسات علمية في ترميم وصيانة الآثار غير العضوية، مكتبة زهراء الشرق، القاهرة، 1997، ص 93.

214 Abd El-Hady.M: Ground Water and the Deterioration of Islamic Building in Egypt, in "The Restoration and Conservation of Islamic Monuments in Egypt" edited by Bacharach, Cairo, (1993).

### - مياه الأمطار Water Rains:

يمكن لمياه الأمطار أن تدخل لمسام مواد البناء في المباني التاريخية إما عن تساقطها بشكل مباشر على أسطح الجدران، أو بشكل غير مباشر عن طريق تسربها من خلال السقف أو الشروخ. ويعتبر الطريق غير المباشر لدخول الأمطار لمواد البناء أكثر خطورة من التساقط والاتصال المباشر؛ نتيجة لما تقوم به مياه الأمطار المتسربة من إذابة وحمل للأملاح وبعض التسريبات معها لداخل مسام المواد وشروخ الجدار وبالتالي تبخرها وتبلور الأملاح.<sup>215</sup> وتزداد خطورة الأمطار في المناطق الساحلية حيث تمتزج مياه الأمطار برذاذ البحر المحمل بالأملاح ومن ثم تنتقل إلى مواد البناء فتسبب لها أضرار جسيمة بفعل الأملاح.<sup>216</sup>

وبالرغم من أن نسبة هطول الأمطار في البحرين السنوي قليلة جدا إلا أنها في أحيانا كثيرة عند تساقطها تنهمر بشدة ولوقت قصير وتؤدي إلى إحداث تلف في المباني التاريخية مثل تسربها بين الفراغات الموجودة بين طبقات الملاط والجدار والتي تؤدي إلى إحداث ضغوط داخلية على طبقات الملاط وبالتالي تؤدي إلى انفصالها وتساقطها، وهذا ما حدث لأحد الواجهات الخارجية لبيت سيادي حيث تسربت مياه الأمطار إلى الفراغ الموجود بين طبقات الملاط وأدى إلى إحداث ضغط على الطبقة الخارجية وبالتالي انفصالها وتساقطها.



شكل رقم (34)

يوضح معدلات تساقط الأمطار خلال أشهر السنة في مملكة البحرين بحسب سجلات دائرة الأرصاد الجوية المسجلة في الفترة من (1971-2000م)، مملكة البحرين، 2006

وتكون مياه الأمطار في الغالب حمضية خفيفة؛ نتيجة احتواء الهواء على نسبة عالية من ثاني أكسيد الكربون والذي يتحول إلى حمض الكربونيك "حمض ضعيف" عند ذوبانه في الماء. وتحت ظروف معينة في وجود هذا الحمض فان كربونات الكالسيوم والماغنسيوم الموجودة في بعض مواد البناء القديمة مثل مونة الجير، الحجر الجيري، الحجر الدولوميتي والرخام، ممكن أن تتحول إلى بيكروونات الكالسيوم القابلة للذوبان في الماء.<sup>217</sup> ولا بد من الإشارة هنا إلى أن لا تأثير كبير للأمطار الحمضية على مواد البناء القديمة في البحرين؛ نظرا لندرة حدوثها.

كما أن أحد تأثيرات الأمطار على المباني التاريخية هو نمو بعض أنواع الحشائش والنباتات على اسطح الجدران بعد مواسم الأمطار، ويرجع السبب غالباً في ذلك إلى وجود بعض بذور النباتات على الجدران نتيجة لنقل الرياح لها من الأراضي الزراعية القريبة أو نتيجة المخلفات العضوية للطيور والتي قد تحتوي على هذه البذور والتي تبدأ بالنمو عند تساقط الأمطار.<sup>218</sup>

215 Feilden, B: op. cit, (2003), P.101.

216 ابراهيم عبدالله: دراسة علاج وصيانة مواد البناء والعناصر الزخرفية في بعض المباني الأثرية بمدينة رشيد، رسالة دكتوراه، كلية الآثار – جامعة القاهرة، (2000)، ص 200.

217 Torraca, G: Porous Building Materials, Materials Science for Architectural Conservation, 3rd edition, reprinted (2005), ICCROM, P. 39.

218 سلمان المحاري: مرجع سابق، (2009)، ص 150.



ولابد من الإشارة إلى أن اتجاه الرياح في بلد ما يعلب دورا لا يستهان به في تلف بعض واجهات المباني المعرضة لهذه الرياح والتي تتحكم في اتجاه حبيبات المطر المتساقطة، حيث الواجهات الأكثر عرضة لمياه الأمطار تصبح أكثر عرضة لإذابة الأملاح وتسرب المياه أيضا إلى الفراغات ما بين طبقات الملاط وسطح الجدار. والجدير بالذكر أن لمياه الأمطار دور في عدم استقرار المبنى التاريخي إذا كانت التربة طينية أو تحتوي على نسبة من المركبات الطينية، والتي عند امتصاصها للمياه تنتفخ وتشكل ضغطا على أساسات المبنى، وأيضا عند جفافها أو انخفاض منسوب المياه الأرضية يحدث لها انكماش، وتكرار عملية التمدد والانكماش للتربة يؤدي إلى عدم استقرار المبنى وحدوث هبوط وتشرخات في الجدران. وبالإشارة إلى نتائج تحليل التربة في الفصل الأول من الباب الخامس أثبتت احتواء التربة في المحرق على بعض المركبات الطينية التي ممكن أن يكون لها دور في هذا النوع من التلف.



صورة رقم (56)

توضح تساقط مياه الأمطار المتسربة من سقف أحد غرف بيت الشيخ سلمان بالمحرق وكيفية تجمعها عند الجدار وتسربها فيه وكذلك ارتدادها على الجدران عند تساقطها



صورة رقم (55)

توضح تسرب مياه الأمطار من خلال السقف في أحد البيوت بمدينة المحرق



صورة رقم (58)

تساقط جزء من طبقة الملاط لأحد الواجهات الخارجية لبيت سيادي بالمحرق بفعل تسرب الأمطار في الفراغ الموجود بين الطبقة العليا والسفلى



صورة رقم (57)

توضح تسرب الأمطار من خلال ميازيب مياه الأمطار التالفة في بيت الشيخ عيسى بالمحرق وبالتالي تأثيرها على طبقات الملاط الخارجية للبيت

**- التكاثف Condensation:**

تحدث ظاهرة التكاثف عندما يكون الهواء رطباً، وسطح المبنى أبرد من درجة تكون نقطة الندى Dewpoint للهواء.<sup>219</sup> يوجد مصدران أو نوعان من التكاثف وهما:

- التكاثف الشتوي: يحدث نتيجة لعمليات التدفئة للمبنى من الداخل في فصل الشتاء بينما الهواء الخارجي بارد.
- التكاثف الصيفي: يحدث نتيجة لعمليات التبريد للمبنى من الداخل في فصل الصيف بينما الهواء الخارجي دافئ.<sup>220</sup>

والنوع الثاني من التكاثف هو الأكثر شيوعاً في البحرين نتيجة التكييف في فصل الصيف. ويمكن ملاحظة هذه الظاهرة بشكل واضح على الأسطح الخارجية لزجاج النوافذ في بعض المباني القديمة التي أعيد تأهيلها في مدينة المحرق مثل عمارة بن مطر. كما يوجد نوع أو مصدر ثالث مسبب للرطوبة والتكاثف داخل المباني وهو النشاط البشري حيث ينتج الإنسان البالغ عند تنفسه ما بين 50 – 80 جرام من بخار الماء في كل ساعة.<sup>221</sup>

والتأثير السيئ لهذه الظاهرة على المباني التاريخية يتمحور فيما يحدث من دورات التميؤ والجفاف لبلورات الأملاح الموجودة على سطح المبنى أو في داخل مسام مواد بناءه، وبالتالي تحركها وانتشارها في اتجاهات مختلفة داخل المسام وتلك الدورات يتبعها تلف خطير نتيجة التبلور وإعادة التبلور لأشكال ومظاهر الأملاح المتنوعة.<sup>222</sup>

تتواجد ظاهرة التكاثف بشكل ملحوظ في البحرين عند حلول الليل وفي الصباح الباكر حيث يبدأ بخار الماء بالهبوط بالقرب من سطح الأرض، وتبدأ بالتكاثف على الأشجار وأسطح المباني الأثرية، ومن ثم تبدأ بالنفاذ إلى داخل المسام أو العمل جزئياً على إذابة الأملاح القابلة للذوبان في الماء على السطح وتحويلها إلى محاليل ملحية تبدأ بالتغلغل إلى داخل مسام مواد البناء، وأثناء النهار تبدأ هذه المحاليل بالاتجاه نحو أسطح الأثر الخارجية لتبدأ عملية التبلور من جديد على أو عند السطح، ويتكرر العملية تبدأ أجزاء من مواد البناء بالتحول إلى مسحوق أو تساقطها.<sup>223</sup>

كما أن تكاثف الماء على أسطح مواد البناء وبالخصوص الجبس فإنه يؤدي لإضعاف وتليين السطح وظهور بعض البثرات عليه.<sup>224</sup>



صورة رقم (59)

توضح تلف وانفصال طبقات الملاط في بيت الشيخ عيسى بن علي بفعل تأثير الرطوبة الجوية ورذاذ البحر وظاهرة التكاثف

219 Feilden, B: op. cit, (2003), P.101.

220 Giovanni & Massari: op.cit, (1993), P. 117.

221 Giovanni & Massari: op.cit, (1993), P. 129.

222 إبراهيم عبدالله: مرجع سابق، (2000)، ص 200.

223 Shoeb,A: Problem of Preliminary consolidation of ancient wall paintings being damaged by soluble salts in the Imn-m-int's tomb in Saqqara, Acta Universitatis Nicolai Copernici, Torun (1998), P. 78.

224 Honeyborne,D: Effect of Larg Numbers of Visitors in Historic Buildings, in: Conservation of Building & Decorative Stone, Elsevier, Oxford, (2004), P. 232.

## 2- تأثير الرطوبة على مواد البناء العضوية (الأخشاب):

يمكن استعراض تأثير مادة الماء بجميع أشكالها على تلف العناصر الخشبية في المباني التاريخية في النقاط التالية:

- يؤدي ارتفاع نسبة الرطوبة الجوية عن 70% إلى حدوث نمو ملحوظ لبعض الكائنات الحية الدقيقة (البكتريا والفطريات).
- تعمل الرطوبة على تكثيف قطرات الماء على أسطح الخشب مما يؤدي إلى ما يعرف بالتلف المائي **water damage** مما يسهل التصاق الأتربة والمعلقات الأخرى بسطح الخشب.<sup>225</sup> وانخفاض الرطوبة عن 40% يؤدي إلى جفاف الغراء فيتشقق ويصبح هشاً وضعيف القدرة على اللصق مما يؤدي إلى تفكك الوصلات الخشبية.<sup>226</sup>
- تؤدي التغيرات المستمرة في نسبة الرطوبة المحيطة بالخشب إلى حدوث حالة من عدم الاستقرار للخشب مما يؤدي إلى تغيير أبعاده نتيجة عمليات التمدد والانكماش.<sup>227</sup>
- يؤدي تعرض الأخشاب للرطوبة العالية إلى تمدد ألياف الخشب وانخفاض الرطوبة يؤدي إلى انكماشها مرة أخرى، وأن تكرر هذه العملية موسمياً يؤدي إلى إضعاف مادة الخشب والطبقات الزخرفية أو اللونية الموجودة عليها.<sup>228</sup>



صورة رقم (60)

توضح تأثير الرطوبة/المياه على الجزء السفلي لأحد الأبواب الخشبية بسوق القيصرية بالبحرين



صورة رقم (61)

صورة عن قرب توضح تلف وضعف الألياف الخشبية لأحد العوارض الخشبية المصنوعة من جنوع النخيل في أحد البيوت القديمة بالبحرين

225 هاني حنا عزيز: دراسة علمية في علاج وصيانة الأخشاب الأثرية المزخرفة بأسلوب التشويق والتطعيم، ص 59.

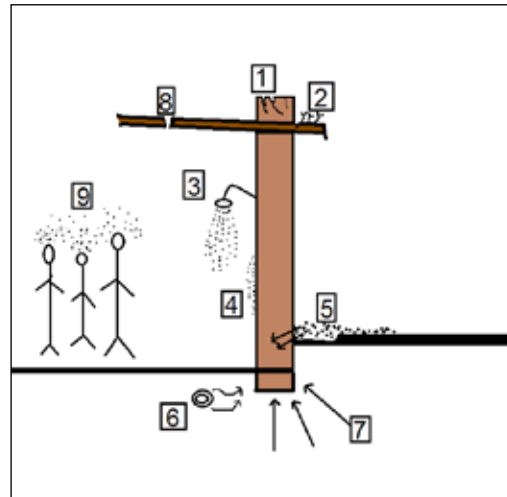
226 يوسف عقل: مرجع سابق، (2008)، ص 88.

227 يوسف عقل: مرجع سابق، (2008)، ص 88.



صورة رقم (62)

توضح تلف الإطار الخشبي لأحد النوافذ نتيجة تعرضه للرطوبة واتصاله المباشر بالحديد



شكل (35)

يوضح مصادر الرطوبة ووسائل دخولها للمباني التاريخية

- 1- دخول مياه الأمطار إلى داخل المبنى عن طريق الشروخ في الجدران وبالخصوص من الأعلى أو واجهات المبنى من الخارج والمقابلة للرياح.
- 2- دخول مياه الأمطار عن طريق تلف المرازيم أو الأفاريز الخارجية وأيضا عن طريق الرطوبة الناتجة عن جذور النباتات.
- 3- مياه ورطوبة ناتجة عن استمرارية استخدام غرف الاستحمام والمراحيض غير المجهزة بشكل جيد.
- 4- تكاثف الرطوبة على اسطح الجدران سواء الداخلية أو الخارجية.
- 5- تسرب المياه المتجمعة عند الجدران إلى المبنى وبالخصوص التي يكون فيها مستوى الطريق أعلى من مستوى أرضية المبنى من الداخل.
- 6- تسرب مياه الصرف الصحي أو أنابيب المياه في المبنى.
- 7- دخول المياه الأرضية والتحت سطحية إلى الجدران بالارتفاع بالخاصية الشعرية.
- 8- تسرب مياه الأمطار من الأسقف التالفة.
- 9- الرطوبة الناتجة عن النشاط البشري في الغرف المغلقة بالمبنى.

### ثالثاً: تأثير الرياح Effect of Wind:

تعتبر الرياح من أشد عوامل التلف ضراوة على المنشآت الأثرية المعرضة للأجواء الخارجية، لما لها من أدوار خطيرة في عملية التلف. ويقصد بتعبير الرياح هنا هو الحركة الحرة للهواء فوق سطح الأرض والناجمة من التيارات الحرارية الموجودة في داخل طبقة التروبوسفير للغلاف الجوي والممتدة بارتفاع يتراوح من 8 - 16 كم.<sup>229</sup> وسرعة الرياح وخواصها تختلف من مكان لآخر ومن موسم لآخر وكذلك من ساعة لأخرى. وسرعات الرياح المختلفة ممكن أن تؤدي إلى تأثيرات مختلفة على مكونات الوسط المحيط، كما في الجدول التالي:

سرعة الرياح كم/ ساعة من	الوصف	التأثير
صفر	غير محسوسة	ارتفاع الدخان رأسياً
4	محسوسة بالكاد	يميل الدخان في اتجاه السرعة
9	نسيم رقيق	تهتز أوراق الأشجار
23	رياح خفيفة	رفرفة الأعلام، إثارة الغبار، اهتزاز الاغصان
47	رياح	إثارة الغبار واهتزاز الاغصان بقوة
70	رياح قوية	اهتزاز الأشجار بكاملها وتكسر الفروع
94	رياح عاصفة	خلع الأشجار
118	إعصار	أضرار عامة بالمواقع والمنشآت

#### جدول رقم (1)

يوضح التوزيع التقريبي لسرعات الرياح ووصفها وتأثيرها، نقلاً عن عاطف شريف، 1990<sup>230</sup>

وبالاطلاع على سجلات إدارة الأرصاد الجوية بمملكة البحرين للفترة من 1971-2000 م تبين أن متوسط سرعات الرياح اليومية خلال أشهر السنة تصل إلى ما يقارب 10 كم/ ساعة، ولكنها قد تصل أحياناً إلى أعلى من 50 كم/ ساعة، وبحسب السجلات أيضاً تظهر أن أعلى سرعة وصلت لها الرياح خلال المائة سنة الماضية في البحرين وصلت إلى 62 كم/ ساعة في عام 2000 م.<sup>231</sup> وقد صاحبته رياح عاصفة محملة بالرمال والأمطار وقد أدت إلى خلع وتساقط العديد من الأشجار. ولا بد أن هذه الرياح العاصفة كان لها تأثيرها السيئ على المنشآت التاريخية.

وأهم أنواع الرياح السائدة في البحرين هي الرياح الشمالية الغربية في فصل الشتاء (يناير)، والرياح الشمالية الغربية في أول فصل الصيف (يونيو) وتعرف برياح البارح، والنوع الثالث هو الرياح الجنوبية الشرقية في منتصف الصيف (أغسطس) وتعرف برياح الكوس. والرياح الشمالية الغربية التي تهب على البحرين عادة تكون محملة بحبيبات الرمال والتي تحملها معها من صحاري شبه الجزيرة العربية، يحدث أن تتجمع أو تترسب على أسطح المباني، وتساعد على تجمع الرطوبة على سطح الحجر ومواد البناء الأخرى،<sup>232</sup> ويلاحظ أنه عندما يكون اتجاه الرياح عمودياً على سطح مادة البناء يكون التآكل في شكل تجاؤيف دائرية أما عندما يكون اتجاهها موازياً لسطح مادة البناء يكون التآكل في شكل خطوط مستقيمة غائرة تشبه السطح.<sup>233</sup> كما أن أي تحرك في الهواء وبالخصوص حركة الرياح ممكن أن تساعد على حدوث تبخر سطحي يتبعه تغير في نسبة الرطوبة بداخل الجدار أو مادة البناء، وهذه العملية تكون جزء من مسببات التغير المستمر في نسبة الرطوبة من بلل وجفاف.<sup>234</sup>

229 عاطف شريف"د": الهواء وتأثيراته على المنشآت، مجلة ندوة جامعة القاهرة؛ الرؤية العلمية للحفاظ على الآثار، (1990)، ص 59.

230 عاطف شريف"د": المرجع السابق، (1990)، ص 59.

231 سجلات دائرة الأرصاد الجوية المسجلة في الفترة من (1971 - 2000م)، مملكة البحرين، 2006.

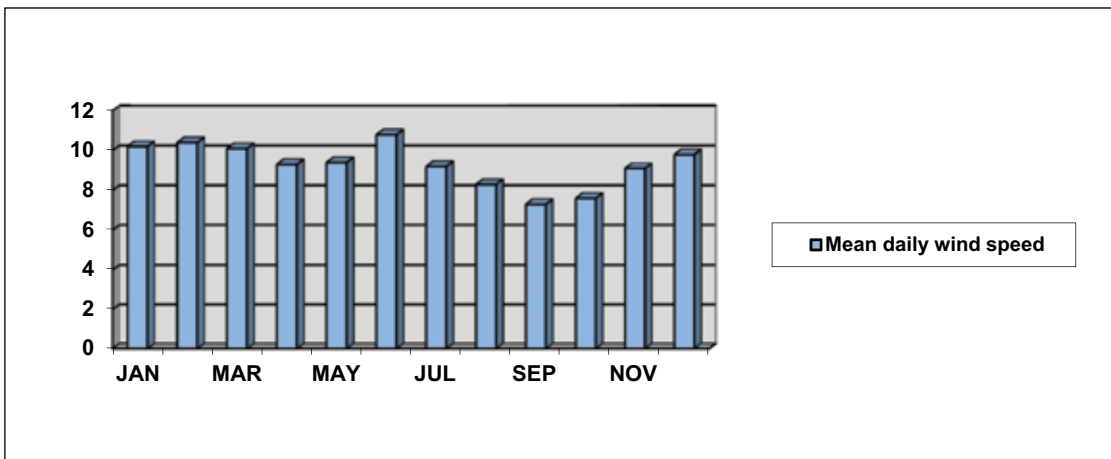
232 طارق عبدالحمد: دراسة العوامل البيئية المؤثرة على معبد هيبس بالواحات الخارجة وطرق علاجه وصيانته، رسالة ماجستير - قسم ترميم الآثار - كلية الآثار - جامعة القاهرة - (1997)، ص 59.

233 منال عبدالعزيز: دراسة علمية تطبيقية في علاج وصيانة الصور الجدارية، رسالة ماجستير - قسم ترميم الآثار - كلية الآثار - جامعة القاهرة، (2002)، ص 89.

234 Cruci, G: The Conservation and structural Restoration of Architectural Heritage, UK, (1998), P. 44.



والرياح مسؤولة أيضا عن نقل الملوثات وكذلك رذاذ البحر المحمل بالأملاح إلى أسطح الأثر، وتعمل أيضا على زيادة سرعة تبخر الرطوبة في الحوائط مما يؤدي إلى تبلور الأملاح في المسام وبالتالي تحطيم بنية مادة الأثر.<sup>235</sup> وتجدر الإشارة إلى أن هبوب الرياح يعمل على تقليل نسبة الرطوبة في الجو وبالتالي التقليل من حدوث ظاهرة التكاثف، وهذا فعل إيجابي للرياح تجاه الأثر. وفي النهاية يمكن أن نلخص مظاهر التلف الناتجة عن تأثير الرياح في (تشققات - فجوات - انهيار كلي أو جزئي للمبنى الأثري - تآكل في الأساسات والجدران - تراكم الأتربة - تبلور الأملاح على السطح).



شكل رقم (36)

يوضح معدل سرعات الرياح اليومية خلال أشهر السنة في مملكة البحرين بحسب سجلات دائرة الأرصاد الجوية المسجلة في الفترة من (1971-2000م)، مملكة البحرين، 2006

## رابعا: تأثير الأملاح Effect of Salts:

تعتبر الأملاح واحدة من أهم عوامل تلف مواد البناء المسامية المستخدمة في المباني التراثية والمتمثلة في الحجارة والمونة وطبقات الملاط؛ وذلك نظرا لما تتميز به هذه المواد من مسامية وما يحدث لهذه الأملاح من عمليات إذابة وتبلور بداخلها. وتأثير الأملاح المدمر على الأثر دائما ما يكون بالتعاون مع الرطوبة أو الماء.

تتنوع مصادر الأملاح المتبلورة في مواد بناء المباني التاريخية، فقد تكون من المياه الأرضية والزراعية والصرف الصحي مثل أملاح النترات، أو من التربة الموجودة أسفل المبنى التاريخي وبالخصوص القريية من أساساته، وفي بعض الحالات قد تكون موجودة ضمن مواد البناء مثل كربونات الكالسيوم وكبريتات الكالسيوم، وأحيانا يكون مصدرها رذاذ البحر المحمل بأملاح كلوريدات الصوديوم **Halite NaCl** وهو أحد المصادر الرئيسية للأملاح في البحرين. كما أن فضلات الإنسان والحيوان تعتبر مصدرا للأملاح نظرا لما تحتويه من كلوريدات ونترات.<sup>236</sup> وقد تتواجد الأملاح أيضا نتيجة لتفاعلات الإفرازات الحمضية لبعض أنواع البكتيريا **Oxidizing Bacteria Sulphur** الموجودة على مواد البناء حيث تفرز هذه البكتيريا حمض الكبريتيك الذي يتفاعل مع مادة كربونات الكالسيوم ويحولها إلى كبريتات الكالسيوم "الجبس".<sup>237</sup>

235 Balderrama.A & Chiari.G: Protection and Conservation of Excavated Mud Brick, In: Conservation on archaeological excavations, ICCROM, (1995), P. 103.

236 Cronyn.J: Op, Cit, (1990), P. 22.

237 محمد عبدالهادي "د": تشخيص الأملاح داخل تمثال أبو الهول بالميكروسكوب الإلكتروني الماسح، مجلة ندوة جامعة القاهرة؛ الرؤية العلمية للحفاظ على الأثر، 1990، ص 98.

### - أهم أنواع الأملاح سائدة الانتشار في مواد البناء:

تتعدد أنواع الأملاح التي تتعرض لها مواد البناء في المباني القديمة والمواقع الأثرية، والتي قد يكون مصدرها مادة البناء نفسها أو من مصادر خارجية أخرى ذات اتصال بالمبنى مثل الرطوبة الجوية أو التربة أو مياه الأمطار. وبحسب نتائج التحاليل التي تمت لبعض العينات الملحية من بعض المباني التاريخية في البحرين ومدينة المحرق بشكل خاص (الفصل الأول، الباب الخامس من هذا البحث)، وُجد أن أهم أنواع الأملاح المنتشرة في مواد البناء المسامية القديمة في البحرين هي:

#### 1- ملح كلوريد الصوديوم:

يتواجد ملح كلوريد الصوديوم NaCl "الهاليت" بشكل كبير في المناطق الساحلية نظراً لتواجد مياه البحر وانتشار رذاذ البحر، وكذلك يتواجد في التربة. وهذا النوع من الأملاح ذو درجة ذوبان عالية في الماء بالإضافة إلى أنه يعتبر مادة هيجروسكوبية ذات طبيعة مسامية تمكنها من امتصاص الماء وبالتالي تنتقل وتهاجر بحرية من خلال مسام الحجر ومواد البناء الأخرى. والترسيبات السطحية لهذه الأملاح مسامية تمكنها من امتصاص الماء والرطوبة الجوية مرة أخرى وتهاجر بها في صورة محاليل ملحية داخل نسيج المادة، ويتكرر هذه الظاهرة فإن التركيب البلوري والمعدني لمادة الأثر والمواد اللاصقة تتحطم وتتفكك.<sup>238</sup> ويعتبر ملح كلوريد الصوديوم (الهاليت) Halite NaCl هو الملح الأكثر شيوعاً تواجد في العديد من المواقع الأثرية والمباني التاريخية في البحرين. فقد أثبتت نتائج التحليل والدراسة باستخدام حيود الأشعة السينية، في الباب الخامس من هذا البحث، التي أجريت لعينات من المونة وطبقات الملاط المستخدمة في المباني التاريخية بمدينة المحرق، إلى وجود ملح كلوريد الصوديوم "الهاليت" بنسب عالية في العينات حيث تتراوح النسب بين 3 إلى 23% من مكونات العينة، وهي نسب عالية جداً. ولربما يكون مصدرها هو رذاذ البحر أو من التربة ذات الملوحة العالية وخصوصاً أن بعض هذه المباني في المحرق تكون منخفضة وقريبة من مستوى سطح البحر.

#### 2- أملاح الكبريتات Sulphates:

تعتبر أملاح الكبريتات من الأملاح التي تشكل خطورة على مواد البناء الأثرية؛ نظراً للقدرة الكبيرة لهذه الأملاح على الذوبان وامتصاص الماء، بالإضافة إلى أن لها حالات مختلفة من التميؤ، بحيث يمكنها التبلور مع كميات مختلفة من الماء، وتعتمد هذه الظاهرة على درجات الحرارة والرطوبة في الوسط المحيط. وهذه الأملاح تترسب في صورة محاليلها فوق المشبعة داخل المسام التي لا تتحمل قوة الضغوط الداخلية Internal Stresses الناتجة عن نموها المستمر، وتكون النتيجة النهائية هي تكسير جدران المسام وتفتت النسيج الداخلي لمواد البناء. ومن هذه الأملاح هي كبريتات الكالسيوم المائية  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  (Gypsum) وكبريتات الصوديوم المائية  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  (Mirabilite) وكبريتات الماغنسيوم المائية  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  (Epsomite).<sup>239</sup>

إلا أن أهم أملاح الكبريتات التي عُثر عليها في المباني القديمة في البحرين هي الجبس  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  والذي مصدره غالباً ما يكون من مواد البناء نفسها المستخدمة في المونة وطبقات الكساء، بالإضافة إلى ملح ستاركيت "Starkeyite" كبريتات الماغنسيوم المائية  $\text{MgSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  والتي يرجع تواجدها في مواد البناء القديمة نتيجة لتبخر المياه الأرضية والسطحية. كما لوحظ تواجد ملح الهيكساهايدريت "Hexahydrite" كبريتات الماغنسيوم المائية  $\text{MgSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ،<sup>240</sup> والذي يعتبر من أحد المكونات المهمة الناتجة عن ترسبات مياه البحر المتبخرة، وتواجده في المباني راجع إما لرذاذ البحر أو من المياه الأرضية المختلطة مع مياه البحر والمتسربة إلى جدران المباني القديمة من التربة.

#### 3- أملاح النترات Nitrates:

تتواجد أملاح النترات بنسب ضئيلة بين الأملاح المتزهرة على أسطح مواد البناء الأثرية نظراً لسهولة ذوبانها في الماء عند تعرضها لمياه الأمطار أو الرطوبة النسبية المرتفعة التي تقوم بإذابتها ونزحها. وتتواجد أملاح النترات بصورة كبيرة

238 أحمد شعيب "د.": محاضرات سنة ثالثة، مشكلة الأملاح وعلاجها في النقوش الجدارية، كلية الآثار - قسم ترميم الآثار، 2000، ص 28.

239 Shoenib, A: Weathering effects on an ancient Egyptian limestone which has been affected by salt, in: the 1st Syp, Bari, 1989 " The conservation of monuments in the Middetarean Basin, PP. 203 – 208.

240 Spencer R.J: Sulfate minerals in evaporite deposits. Rev. Mineral. Geochem. 40, 2000, pp. 173 – 192.

على الأسطح الأثرية في المناطق التي تكثر فيها الطيور والتي تحتوي مخلفاتها على نسبة عالية من النترات، كما يكثر وجودها على الأثار الموجودة وسط المناطق الزراعية. ومن أمثلة أملاح النترات هي نترات البوتاسيوم  $\text{KNO}_3$  (Niter) ونترات الصوديوم  $\text{NaNO}_3$  (Sod niter) ونترات الكالسيوم  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  (Norgessalpeter).<sup>241</sup>

### - ميكانيكية تأثير الأملاح على تلف مواد البناء:

الأملاح غير مؤذية في ذاتها إلا في حال تعرضها لأي مصدر من مصادر الرطوبة "سواء في شكل ماء سائل أو في شكل جزيئات ماء في الهواء"، فالأملاح تنشط بتعرضها للرطوبة والتي تعمل على إذابة الأملاح وتحولها إلى محاليل ملحية يسهل تنقلها داخل مسام مواد البناء. وعند غياب مصدر الرطوبة (الجفاف) تبدأ هذه المحاليل الملحية بفقد ما بها من ماء وبالتالي تتبلور على الأسطح الخارجية، ومع تكرار عملية الذوبان والانتشار ثم التبلور تتحول مادة الأثر في النهاية إلى مسحوق. والعوامل التي تتحكم في عملية الذوبان والتبلور للأملاح أو أماكن تبلورها هي كل من درجة الحرارة والرياح ودرجة الـ PH وكذلك الرطوبة، حيث أن الحرارة المرتفعة تعمل على تبخر المحاليل الملحية فكلما ارتفعت الحرارة زادت سرعة التبخر وبالتالي تزداد نسبة الأملاح المتبلورة تحت السطح.

تزيد سرعة الرياح أيضا من سرعة تبخر وتبلور الأملاح. كما أن لدرجة الحموضة أو القلوية في الوسط المحيط تأثيرها على درجة ذوبان الأملاح، حيث أن أملاح الكربونات والكبريتيدات تذوب بشكل أكبر في الوسط الحمضي بينما السيليكات أكثر ذوبان في الأوساط القلوية.<sup>242</sup>

تبدأ عملية التلف بفعل الأملاح بمجرد حصول علاقة واتصال بينها وبين الرطوبة. ويمكن توضيح هذه العلاقة بأن لكل ملح درجة أو نسبة رطوبة معينة يبدأ عندها بامتصاص الماء من الهواء ليصل إلى نقطة التساوي أو الاتزان مع الرطوبة في الوسط المحيط وتعرف بـ Equilibrium Humidity كما هو مبين في الشكل التالي:<sup>243</sup>

نوع الملح	درجة الذوبان	اسم المركب
كلوريد الماغنيسيوم المائي	33%	
كربونات البوتاسيوم المائية	44%	Pearlash - Potash
نترات الصوديوم	75%	Soda niter
كلوريد الصوديوم	76%	Halite
كلوريد البوتاسيوم	85%	Sylvite
كبريتات الصوديوم المائية	89%	Mirabilite
كربونات الصوديوم المائية	90%	Thermonatrite
كبريتات الكالسيوم	98%	Anhydrite

### جدول رقم (2)

يوضح درجة الرطوبة الجوية التي يصل عندها الملح إلى درجة التوازن مع الرطوبة المحيطة عند درجة حرارة

ما بين 20° - 25° م، عن David.B.<sup>244</sup>

241 محمد عبدالهادي "د": المرجع السابق، 1990، ص 105.

242 Cronyn.J: Op, Cit, 1990, P.22.

243 David.B: Weathering and Decay of Masonry, in "Conservation of Building and Decorative Stone" edited by Ashurst&Dimes, Part 1, 1990, P.154.

244 David.B: Op, Cit, Part 1,(1990), P.154.

وعند أو بعد هذه الدرجات تبدأ الأملاح بالذوبان لتتحول إلى محاليل، ولكن بشكل عام فإن جميع هذه الأملاح تبدأ بفقد الماء وتأخذ بالتبلور مرة أخرى عندما تقل درجة الرطوبة في الوسط المحيط بها عن 60%<sup>245</sup>. وفي دراسة قام بها Chabas وآخرون<sup>246</sup> على قطع من الرخام معرضة لظروف البيئة البحرية وبالخصوص عند تعرضها لملح الهاليت NaCl عند درجات رطوبة مختلفة ولفترات مختلفة، لاحظ أن ملح الهاليت يبدأ بالذوبان عند تعرضه لنسبة رطوبة 75% وأنه مع مرور الوقت وخلال 7,5 ساعة يصل إلى درجة التشبع أو الذوبان الكامل، وأنه كلما ارتفعت نسبة الرطوبة قلت الفترة التي يحتاجها للذوبان الكامل فمثلا ؛

←	1½ ساعة	95%
←	2½ ساعة	92%
←	3 ساعة	84%

وبهذا نلاحظ أن من أخطر أنواع الأملاح على مواد البناء القديمة في البحرين هو ملح كلوريد الصوديوم "الهاليت" حيث انه الأكثر تواجدا في الطبيعة البحرينية بسبب مياه ورذاذ البحر، ونظرا لقابليته للذوبان عند نسبة رطوبة (76%~) وهي تقريبا متوسط نسبة الرطوبة في البحرين، حيث يتحول عندها ملح الهاليت إلى الحالة السائلة وينتقل خلالها في مواد البناء. أما بالنسبة إلى الأملاح التي تدخل إلى جدران الأثر بواسطة المياه الأرضية فإن محاليلها تصل إلى ارتفاعات مختلفة في الجدار وذلك بحسب درجة ذوبانها، حيث أن الأملاح الأقل ذوباناً في الماء (Less hygroscopic) مثل أملاح الكبريتات والكاربونات يُلاحظ تركيزها عند الأجزاء السفلية من الجدار، أما الأملاح الأكثر قابلية للذوبان (more hygroscopic) مثل أملاح الكلوريدات والنترات فيلاحظ وجودها عند أعلى نقطة تصل إلى إليها المياه في الجدار.<sup>247</sup>

وعمليات التبلور التي تحدث للمحاليل الملحية على السطح تعرف بـ Efflorescence أما التي تحدث بداخل المسام فتعرف بـ Crypto-florescence. والظاهرة الأولى غير ضارة بشكل كبير على الأثر بقدر ما تقوم به من تشويه واتساع للأسطح، أما الأخيرة فهي ظاهرة خطيرة تتسبب عند تبلورها ضغطاً على جدران المسام في مادة البناء نتيجة لكبر حجمها مما يؤدي في النهاية إلى تحطم هذه الجدران وبالتالي تؤثر على قوة المادة.<sup>248</sup> وتُوضح فؤاد<sup>249</sup> تأثير التضخم والكبر في حجم بلورة الملح على مادة الأثر في أن حجم جُزيء واحد مثلاً من كبريتات الصوديوم وهو جاف يكون أصغر من حجم جُزيء واحد من نفس الملح المشبع بالماء. لذلك فإن كمية معينة من الملح المشبع بالماء تملأ حجم أكبر من حجم نفس الملح الفاقد للماء، والاختلاف بين الحجمين يصل أو يكون أكبر من 300% نتيجة لزيادة حجم الملح، فإذا ما تبلور هذا الملح في مكان ضيق فإنه يؤدي إلى توليد ضغط على جدران المسام. وتؤدي الضغوط الموضعية المصاحبة لعملية التبلور إلى تفتت السطح وسقوط طبقاته الخارجية أما على هيئة حبيبات في حال الحجارة الرملية أو على هيئة قشور أو شطف في حال الحجارة الجيرية متعددة الطبقات.<sup>250</sup>

#### - صور وأشكال التبلور الملحي:

تختلف الأشكال البلورية للأملاح سواء المتبلورة بداخل مادة الأثر أو فوق سطحها، وتتوقف هذه الأشكال على عدة عوامل منها نوعية الملح وتركيزه، وحجم المسام، ومعدلات الرطوبة والحرارة في الوسط المحيط. ومن بين أشكال التبلور الملحي ما يلي:<sup>251</sup>

245 Arnold & Zehnder: Decay of Stony Materials by Salts on Humid Atmosphere, in "VI th International Congress on Deterioration and Conservation of Stone", Torun, (1988), P. 140.

246 Cabas & Others: Crystallization and Dissolution of Airborne Sea-Salts on Weathered Marble in Coastal Environment at Cyclades-Greece, in: Atmospheric Environment 34, 219224-, Paris, (2000). www.elsevier.com

247 Arnold & Zehnder: Op, Cit, P. 139.

248 David.B: Op, Cit, Part 1, (1990), P. 154.

249 منى فؤاد"د": دراسة صيانة بعض الصور الجدارية بمنطقة سقارة مع التطبيق العملي على إحدى مقابر المنطقة، رسالة ماجستير، قسم ترميم الآثار - كلية الآثار - جامعة القاهرة، 1988، ص 81.

250 عبد المعز شاهين: مرجع سابق، مصر، 1994، ص 216.

251 Shoeib,A: Op, Cit, (1989), PP. 203 – 208.

**1- التزهير الزغبى Fluffy Efflorescence:**

عبارة عن بلورات ملحية متفرقة وغير متماسكة في شكل شعيرات طويلة تشبه الألياف الإبرية، سهلة الإزالة عن طريق النفخ.

**2- التزهير المسحوق Pulverulent Efflorescence:**

يأخذ شكل البلورات الدقيقة جدا حيث تكون إما متجمعة أو مفككة، وغالبا ما تكون في طورها اللامائي وذو لون أبيض.

**3- قشور ملحية Salt Crust:**

عبارة عن قشور تظهر في شكل تجمعات محكمة التماسك لملاح واحد أو أكثر، ويحدث التزهير إما على السطح أو أسفله، وغالبا ما تكون هذه الأملاح شحيحة الذوبان في الماء مثل أملاح الكربونات والكبريتات، إلا أنه في بعض الأحيان يظهر هذا الشكل لأملاح قابلة للذوبان.

**4- قشور جبسية Gypsum Crusts:**

لا تتواجد هذه الأملاح في الغالب على الأسطح المعرضة للغسل والنزح بفعل الأمطار لكنها تتواجد أسفل السطح حيث تتراكم الأملاح الجبسية في صورة طبقات من القشور المتجمعة في مناطق متفرقة.

**5- قشور الكالسيت Calcite Crusts:**

تظهر بلورات هذه الأملاح في صورة حزمية Bundles مكونة من أملاح إبرية متجمعة مع بعضها ومتوازية، وذات بلورات منشورية.

**6- قشور أملاح الماغنيسيوم المائية Hydromagnesite Crusts:**

تظهر هذه الأملاح في صورة منشورية منتظمة أو في صورة بلورات كروية دقيقة جدا وغالبا ما تتواجد هذه الأملاح مع أملاح كربونات الصوديوم والبوتاسيوم.

**7- أملاح ذات بثور Salt pustules:**

تتشابه هذه الأملاح مع قشور الأملاح ولكنها تتواجد بصورة بثور على مساحات صغيرة ومحدودة. وهي عبارة حبيبات متساوية الأحجام وتشبه الإبر.

ومن المهم ذكره أن أماكن تبلور الأملاح على مواد البناء يعتمد بشكل مباشر على مسامية المادة وخاصة النفاذية لهذا النظام المسامي الذي يسمح بتنقل المحاليل الملحية، فمثلا؛ إذا كانت مسامية المونة أعلى مسامية الحجر وطبقة الملاط؛ فإن المحاليل الملحية تنتقل من خلال المونة بسهولة ولكن عندما تنهيا لها ظروف التبلور فإنها تتبلور وتتواجد في الأماكن التي تنتقل فيها وهي المونة وليس الحجر أو طبقة الملاط، ويمكن إيجادها أسفل طبقات الملاط.<sup>252</sup>

ومن الممكن أن تؤثر الأملاح على الأخشاب في المبنى الأثري عن طريق التعرض المستمر للاختلاف في نسب الرطوبة من ارتفاع وانخفاض والتي تؤدي إلى ذوبان وإعادة تبلور البلورات الملحية وبالتالي انتقالها بين المواد ووصولها للعناصر الخشبية.<sup>253</sup>

252 Lubelli.B & Rooij.M: NaCl crystallization in restoration plasters, in: Construction and Building Materials, 23, Elsevier Ltd, (2009), PP. 1736 – 1742.

253 Martin E: Conserving Buildings, A manual of techniques and materials, Preservation Press, New York, (1997), P. 21.





صورة رقم (64)

توضح تواجد الأملاح بالقرب من سقف أحد البيوت القديمة في المحرق في شكل قشور وشكل زغبي



صورة رقم (63)

توضح تواجد الأملاح عند أسفل أحد جدران البيوت القديمة بالمحرق حيث تتواجد في شكل قشور وشكل زغبي



صورة رقم (65)

توضح تبلور الأملاح بشكل كثيف عند أسفل أحد جدران بيت الشيخ عيسى بن علي، أملاح زغبية وناعمة

## خامسا: غازات التلوث الجوي:

وتشتمل ملوثات الهواء على مصدرين أحدهما طبيعي ناتج عن البراكين والعواصف وحرائق الغابات، والآخر صناعي ناتج عن النشاط البشري الصناعي. وتكمن خطورة هذه الغازات في تحولها إلى أحماض عند توافر الظروف المناسبة، وتقوم هذه الأحماض بمهاجمة مواد البناء الأثرية المختلفة الموجودة في المباني التاريخية وتعمل على إتلافها بطريقتين، الأولى عن طريق الترسيب الرطب والتي تصل إلى سطح الحجر في صورة سائل نتيجة ذوبانها مع مياه الأمطار وتعرف بالأمطار الحمضية والطريقة الثانية تعرف بالترسيب الجاف وتصل إلى سطح الحجر في صورة غاز، ثم يذوب نتيجة للماء الموجود في الحجر.<sup>254</sup>

وتؤدي هذه الأحماض إما إلى حدوث تحول وفقد لمكونات مادة البناء، أو إلى حدوث تغيرات لونية لأسطحها Discoloration تكون في شكل طبقات سطحية سوداء Black Crust تكثر على أسطح الحجارة غير المعرضة للغسل بفعل ماء الأمطار. وتتشارك الملوثات الجوية مع عوامل أخرى مثل الرطوبة والحرارة والضوء وحركة الهواء في تلف المواد الأثرية، ويعتبر أخطر وقت للتلف بواسطة الهواء الملوث هي نهاية فصل الشتاء نظرا لزيادة ظاهرة التكاثف Condensation.<sup>255</sup>

وأما مواد البناء القديمة الأكثر عرضة للتلف بواسطة غازات التلوث الحمضية في المباني التاريخية هي المكونة من كربونات الكالسيوم  $CaCO_3$  مثل الحجر الجيري وبعض الحجارة الرملية والرخام والمونة الجيرية.<sup>256</sup> وأهم غازات التلوث المتلفة لمواد البناء القديمة هي:

### 1- غاز ثاني أكسيد الكبريت: $SO_2$

- المصدر: ينتج بشكل أساسي عن احتراق الفحم والوقود في المركبات والمصانع وكذلك عن احتراق الغابات واشتعال البراكين، كما ينتج أيضا من مصانع الكبريت والأسمدة والنحاس والرصاص والدباغة والكيماويات، وكذلك عن تحلل المواد العضوية الكبريتية وأكسدها. ويعتبر غاز ثاني أكسيد الكبريت الناتج عن عوادم المركبات وحركة المرور هو أهم مصدر لهذا الغاز في المدن.<sup>257</sup>

ويتكون غاز ثاني أكسيد الكبريت نتيجة تفاعل الكبريت مع الأكسجين في الهواء كما في المعادلة التالية:



- التأثير: يعتبر غاز ثاني أكسيد الكبريت من أخطر غازات التلوث الجوي على الآثار وبالخصوص الحجارة. وتكمن خطورة هذا الغاز بالنسبة للآثار على الحجارة وذلك عند ذوبانه في الماء سواء في صورة رطوبة أو أمطار حيث ينتج عنه حمض الكبريتوز Sulphurous Acid



وعند اتحاد حمض الكبريتوز مع الأكسجين ينتج عنه حمض الكبريتيك الضار بالآثار:



254 Price.C.A: Stone Conservation, in: Research in Conservation, J. Paul Getty Trust, USA,(1996), P. 6.

255 نبيل عبدالنواب: رسالة ماجستير، ص 143.

256 Van Grieken.R & Others: Cultural Heritage & the Environment, Pure & Appl.Chem, V.70, No.12, Britain, 1998, PP 23 – 27.

257 Navarro, C.R & Sebastian, E: Role of particulate matter from vehicle exhaust on porous building stones (limestone) sulfation, The Science of the Total Environment 187, 1996, P. 89.

والذي بدوره يهاجم كربونات الكالسيوم Calcium Carbonate الموجودة في الحجارة والمونة والملاط ليحولها إلى كبريتات الكالسيوم Calcium Sulphate (الجبس Gypsum).<sup>258</sup> وتعرف هذه العملية باسم الكبريتة Sulphation والتي يتم فيها تفاعل غاز ثاني أكسيد الكبريت مع المواد الجيرية في وجود الرطوبة وعامل مؤكسد Oxidant وعامل مساعد Catalyst مثل  $Fe_2O_3$  أو  $NO_2$ .<sup>259</sup>



والنتائج النهائي لهذه العملية هو الجبس الذي يعتبر أكثر قابلية للذوبان في الماء من الكالسيت، كما أن تكون الجبس على السطح يؤدي إلى تكوين طبقة سطحية سوداء Black Crust نتيجة امتصاص الجبس لجزيئات الكربون الموجودة في الجو من عمليات الاحتراق.<sup>260</sup> وتتميز هذه الطبقة بسهولة إزالتها بماء الأمطار والرياح مما يؤدي إلى تكرار العملية وتؤدي في النهاية إلى تآكل وضعف الأثر. كما أن تكون الجبس يمثل زيادة في الحجم أكبر بحوالي خمسة أضعاف بالمقارنة بالكالسيت،<sup>261</sup> مما يؤدي إلى حدوث ضغوط ميكانيكية داخلية في مسام مادة الأثر في حال تبلور الجبس تحت السطح.

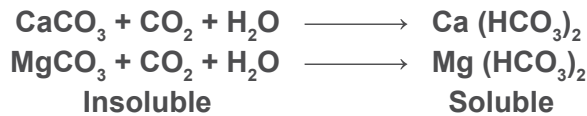
## 2- غاز ثاني أكسيد الكربون: $CO_2$

- المصدر: غاز عديم اللون وليس له رائحة أو طعم. يعتبر من المكونات الطبيعية للهواء الجوي، ولكن نتيجة للتقدم الصناعي ازدادت نسبته وأصبح من أهم غازات التلوث الجوي، وينتج عن احتراق الوقود على اختلاف أنواعه.<sup>262</sup> وكذلك ينتج عن تحلل المواد العضوية وتحلل الحيوانات والنباتات بعد موتها.

- التأثير: يشكل غاز ثاني أكسيد الكربون خطراً على الأثار الكربوناتيية (الحجر الجيري – مونة الجير) عندما يذوب في الهواء في مياه الأمطار مكوناً حمض الكربونيك Carbonic Acid ذو التأثير الضعيف على الأثار،



والذي بالرغم من ضعفه إلا أنه يذيب كربونات الكالسيوم والماغنسيوم والرخام الدولوميتي ومونة الجير والملاط ويحولها إلى بيكربونات على النحو التالي:



وبيكربونات الكالسيوم تصبح قابلة للذوبان في الماء أكثر بمائة مرة من كربونات الكالسيوم، ويعتمد ذلك على درجة حرارة الماء وجزئياً على تركيز غاز ثاني أكسيد الكربون في الهواء، وتزيد مسامية الكالسيت بسبب تبلور بيكربونات الكالسيوم القابلة للذوبان في الماء مما يضر بمادة الأثر.<sup>263</sup>

## 3- مركبات النيتروجين Nitrogen Compounds:

- المصدر: تنتج مركبات النيتروجين بشكل أساسي نتيجة للتفاعلات البيولوجية للمركبات المحتوية على النيتروجين في

258 Ayse.G.K: Weathering on Monuments in Tourism Area, Turkey, www.icis.unimass.nl

259 Van Grieken.R & Others: OP, Cit, PP. 2328.

260 Van Grieken.R & Others: OP, Cit, PP. 2328.

261 عاطف عبد اللطيف"د": مرجع سابق، ص 131.

262 عبدالظاهر عبدالستار"د": مرجع سابق، ص 81.

263 عبدالظاهر عبدالستار"د": مرجع سابق، ص 82.

التربة وكذلك نتيجة احتراق الوقود<sup>264</sup> حيث يتفاعل مع الأكسجين في الهواء ليكون أكاسيد النيتروجين المختلفة والتي من أهمها؛ أكسيد النيتروز  $N_2O$  وأكسيد النيتريك  $NO$  وثاني أكسيد النيتروجين  $NO_2$ .  
- التأثير: عندما يتفاعل النيتروجين مع الأكسجين يؤدي إلى تكوين أكسيد النيتريك عديم اللون، والذي بدوره يتفاعل مع الأكسجين مرة أخرى عند درجة حرارة  $200^\circ$  ليكون ثاني أكسيد النيتروجين ذو لون بني، كما في المعادلتين التاليتين:<sup>265</sup>



وعندما يتفاعل  $NO_2$  مع الماء يتكون حمض النيتريك:



وحمض النيتريك له دور متلف على المركبات الكربونائية (كربونات الكالسيوم) مثل الحجر الجيري ومونة وملاط الجير، حيث يعمل هذا الحمض على تحويل كربونات الكالسيوم غير القابلة للذوبان في الماء إلى نترات الكالسيوم شديدة الذوبان للماء، مما يعرض سطح الأثر للاختزال نتيجة عمليات الغسل بفعل مياه الأمطار ومع الاستمرار ممكن أن يؤدي إلى فناء الأثر. كما أن أكاسيد النيتروجين تقوم بدور العامل المساعد في أكسدة ثاني أكسيد الكبريت وتحويله إلى حمض، كما سبق ذكره.

#### 4- الجزيئات المعلقة في الهواء Aerosols Particles in the Air:

- المصدر: تنتج المعلقات من مصدرين أحدهما طبيعي وتعرف بالمعلقات الطبيعية Natural Aerosols مثل حبيبات السليكا والغبار وكربونات الكالسيوم وأملاح الكلوريدات نتيجة الرياح والعواصف في المناطق الصحراوية أو الساحلية وكذلك من البراكين. والمصدر الثاني هو مصدر صناعي وتعرف بالمعلقات الصناعية Industrial Aerosols مثل ذرات الكربون وقطرات الشحوم والشعيرات السوداء المتطايرة في الهواء، وتكثر هذه المعلقات في المدن الصناعية نتيجة التلوث الناتج عن دخان المصانع ووسائل المواصلات المختلفة وعن حوادث احتراق الآبار النفطية في المناطق الغنية بالنفط، مثلما حدث في منطقة الخليج في حرب الخليج الثانية، مما نتج عنه سحب سوداء محملة بأمطار ملوثة ذات لون أسود.  
- التأثير:

- غَمَقان لون الأسطح؛<sup>266</sup> نتيجة عمليات الترسيب لذرات الكربون والشعيرات السوداء.
- تكون بمثابة عامل مساعد Catalyst في أكسدة غازات التلوث الجوي لاحتوائها على ذرات الأكسجين وتحويلها إلى أحماض تعمل على إتلاف أسطح الأثار.
- تلف الحجارة والمواد المسامية الأخرى في الموقع بفعل الأملاح المعلقة في الهواء بالقرب من المناطق الساحلية.

وتأثير الملوثات الجوية على الأثار لا يقتصر فقط على الغازات السابقة، فهناك العديد منها ولكن أبرزها دورا في تلف الأثار في المواقع المكشوفة هي ما سبق ذكره.

وفي دراسة لـ **علي محمد** عن الجزيئات غير العضوية القابلة للذوبان في الماء والموجود في الهواء في جزيرة المحرق، أظهرت وجود نسبة عالية من جزيئات الكلوريدات في الهواء؛ نتيجة لرذاذ البحر، بالإضافة إلى وجود تركيزات من  $SO_4$  ناتجة عن حركة المرور الكثيفة في الجزيرة. كما تم التعرف على وجود نسبة عالية من  $NO_3$  في جزيرة المحرق وهي أعلى نسبة في مناطق البحرين نتيجة لحركة المرور الدائمة في المحرق بالإضافة إلى وجود مطار البحرين الدولي في المحرق.<sup>267</sup>

264 Walters,B: Nitrification- the main source for nitrate deposition in building stones, in: "VI th International Congress on Deterioration and Conservation of Stone", Torun, 1988, P. 24.

265 Ayse.G.K:Op, Cit , Turkey, www.icis.unimass.nl

266 عبدالظاهر عبدالستار "د": مرجع سابق، ص 96.

267 Ali-Mohamed & Others: Estimation of atmospheric inorganic water-soluble particulate matter in Muharraq Island, Bahrain, (Arabian Gulf), by ion chromatography, In: Atmospheric Environment, Vol. 35 (2001), pp. 761– 768.



الفصل الثاني

## عوامل التلف البيولوجية والبشرية

أولاً: عوامل التلف البيولوجية

ثانياً: عوامل التلف البشرية



تتمثل عوامل التلف البيولوجية والبشرية في تأثير الطيور والحشرات والكائنات الحية الدقيقة والنشاط البشري على مواد البناء في المباني التراثية بمدينة المحرق.

## أولاً: عوامل التلف البيولوجية Bio-Deterioration Factors:

### 1- تأثير الطيور:

تعمل الطيور على اتلاف مواد البناء والأسطح الخارجية للمبنى وبالخصوص الأجزاء البارزة أو العلوية منه وذلك إما ميكانيكياً كإزالة الأجزاء الضعيفة الالتصاق بالسطح بتكرار الوقوف عليها ولامستها وكذلك بنقرها للأملاح، أو كيميائياً بتأثير نواتج مخلفاتها على الأسطح،<sup>268</sup> ذلك أن تراكم هذه المخلفات يؤثر على الأثر؛ حيث تتغذى عليها البكتريا وأثناء تحليلها لهذه المواد تنتج أحماض تهاجم المواد الكربوناتيّة، كما أن هذه المواد المتراكمة تحتوي على أملاح تتلف الأثر عند تبلورها.<sup>269</sup> كذلك يظهر تأثير الطيور واضحاً في تلف مواد البناء عن طريق بناء أعشاشها واتخاذها لبعض الفجوات في المنشأ الأثري كمنازل لها، وما ينتج عنها من تشويه لأسطح وواجهات المبنى نتيجة لمخلفاتها وفضلاتها، كما أن بعض فضلات الطيور قد تحتوي على بذور نباتات تنمو عند وجود مصدر للماء مثل الأمطار.



صورة رقم (67)

توضح أحد مظاهر التلف بواسطة الطيور حيث ترمي فضلاتها على احد الأشرطة الجصية المزخرفة في احد البيوت التراثية المهجورة في المحرق



صورة رقم (66)

توضح احد مظاهر التلف بواسطة الطيور التي تبني أعشاشها في سقف احد البيوت التراثية المهجورة في المحرق

### 2- تأثير النباتات والأشجار Effect of Plants:

تؤدي النباتات المختلفة سواء في صورة أعشاب أو شجيرات أو أشجار إلى تلف المواد الأثرية في المباني التاريخية بأسلوبين وهما:

#### - تلف بيوفيزيائي Biophysical Deterioration:

لقد اعتاد أهل البحرين قديماً على غرس أحد الأشجار في وسط أفنية المنازل لتوفير الظلال ولتلطيف الجو مثل أشجار النخيل وأشجار السنديان أو أشجار ثمرة القنب. ولكن وجود هذه الأشجار ممكن أن يؤثر سلبياً على استقرار المبنى على المدى البعيد؛

268 عاطف عبد السميع: دراسة علاج وصيانة المقابر الملكية في عصر الدولة القديمة بهضبة الجيزة، رسالة ماجستير، 1997، ص 140

269 David.B: Weathering and Decay of Masonry, in "Conservation of Building and Decorative Stone" edited by Ashurst&Dimes, Part 1, 1990, P. 169.

نظرا لما تقوم به جذور هذه الأشجار والتي تستطيع أن تمتد إلى مسافات بعيدة باحثة عن الماء ومخرقة التربة مما ينتج عنه خلخلة وإضعاف للتربة واختلال اتزان المبنى الأثري، وكذلك دورها في جفاف التربة الطينية في بعض الأحيان مما يؤدي إلى انكماشها وتأثيرها على أساسات الجدران المجاورة.<sup>270</sup>

كما أن نمو وتغلغل جذور الأشجار العالية في داخل التربة ممكن أن يؤدي إلى الضغط على الحوائط المدفونة بها نتيجة ما تبذله هذه الجذور من قوى لمقاومة الرياح في الخارج.<sup>271</sup> أما بالنسبة إلى النباتات الصغيرة فإن نموها بين أحجار البناء في الجدران ممكن أن يحدث ضغوط على المادة الرابطة (المونة) بين كتل الحجارة مما يؤدي في النهاية إلى تفتتها وتساقطها، وكذلك نموها بين طبقات الملاط والجدار يؤدي إلى فصل وتكسير طبقة الملاط وتساقطها عن الجدار.

#### - تلف بيوكيميائي Biochemical Deterioration:

تتميز جذور النباتات بأنها حمضية حيث تحتوي أسطحها على نسبة عالية من ذرات الهيدروجين  $H^+$  كما أنها تفرز بعض المواد التي تنفذ إلى داخل التربة مسافة 1-2 مم، ونتيجة لحمضية الجذور والإفرازات العضوية وغير العضوية لها؛ تحدث عملية التجوية للأحجار ومواد البناء المدفونة في التربة بفعل التفاعلات الكيميائية.<sup>272</sup>

وتؤثر النباتات على أسطح الحجارة أيضا عن طريق رفعها للرطوبة على السطح والتي تساعد على نمو بعض الكائنات الحية الدقيقة، وكذلك تساعد غازات التلوث الجوي على مهاجمة سطح الأثر. كما أن وجود النباتات الكبيرة (الأشجار) في الموقع يزيد من نسبة الرطوبة في التربة في حال الري الزائد، وبالتالي إذابتها ونقلها الأملاح للأثر. ومن جانب آخر تعمل بعض أنواع الأشجار على خفض مستوى الرطوبة في التربة المحيطة مما يؤدي إلى انكماشها كما في حالة التربة الطينية وبالتالي اختلال اتزان المبنى.<sup>273</sup>



صورة رقم (68)

توضح تواجد أشجار النخيل في وسط فناء بيت الشيخ سلمان بالمرحوق

270 Mishra.A, K & Others: Role of higher plants in the deterioration of historic buildings, in: The science of the Total Environment, 167, 1995, PP 375 – 392.

271 Warren.J: Conservation of Earth Structures, BH, P. 82.

272 Canva.G & Altieri: biochemical Mechanism of Stone Weathering Induced by Plant Growth, in" VI th International Congress on Deterioration and Conservation of Stone", Torun, 1988, P. 32.

273 Kumar.R: Biodeterioration of Stone in Tropical Environments, GCI, USA, 1999, P. 25.

### 3- تأثير الحشرات (النمل الأبيض) Termite:

تختلف أنواع الحشرات التي تهاجم الآثار من بلد لآخر ومن موقع لآخر. واطغر أنواع هذه الحشرات هي النمل الأبيض، والتي يمكن ملاحظة تأثيرها على الآثار في مملكة البحرين في بعض المباني التاريخية مثل بيت الشيخ عيسى بن علي في المحرق وبيت سيادي والتي وصل إليها النمل الأبيض نتيجة استخدام أخشاب مصابة بالآفة في أعمال ترميم سابقة.

#### - النمل الأبيض:

يُعتبر النمل الأبيض من أكثر الحشرات ضرراً وتأثيراً على مواد البناء والمباني المكونة لها، وخاصة أن الإصابة بالنمل الأبيض لا تُلاحظ إلا عند استفحال المشكلة؛ نظراً لما تتميز به معيشة النمل الأبيض من حياة تتسم بالسرية بعيداً عن الضوء فيما عدا في فترات الهجرة والتزاوج لتكوين مستعمرات جديدة والتي يتحول فيها لون الحشرات من الأبيض إلى البني الداكن حتى تكون لديها القدرة على التعرض للضوء مع تكون الأجنحة استعداداً لغزو مناطق جديدة.

ولقد كان معروفاً سابقاً عن النمل الأبيض أنه يتواجد بكثرة في المناطق الاستوائية والمعتدلة ولكنه بدأ الآن بالانتشار في مناطق العالم المختلفة نتيجة لعمليات تصدير الأخشاب المصابة بهذه الآفة، وهذه بالفعل هي الوسيلة التي وصل بها النمل الأبيض إلى مملكة البحرين عن طريق استيراد الأخشاب المصابة من بلدان وادي السند، ولكنها مازالت تبحث عن اجواء المناطق الاستوائية والمتمثلة في البيئة الرطبة في المباني سواء في الأخشاب أو في التربة، حيث تستقر الملكة في التربة بينما ينتشر أفراد المستعمرة على ارتفاعات مختلفة بجدران الأبنية بحثاً عن الغذاء عن طريق حفر قنوات في الجدار من خلال المونة وطبقات الملاط بعيداً عن الضوء والأنظار. ويستطيع النمل الأبيض الهبوط في التربة إلى أعماق تصل إلى ثلاثين متراً بحثاً عن الرطوبة. وهناك ثلاثة أنواع رئيسية من النمل الأبيض هي: نمل الخشب الجاف، ونمل الخشب الرطب، والنمل تحت الأرضي. ويعتمد النمل الأبيض في غذائه بشكل أساسي على المواد السيليلوزية مثل الأخشاب والأوراق.

#### - مظاهر الإصابة بالنمل الأبيض: 274

##### أ- نمل الخشب الجاف:

تعيش الحشرات داخل الكتل الخشبية المصنعة وغير المصنعة وتجمعات السيليلوز التي تسمح بعمل أنفاق للحشرة بداخلها كالملابس القطنية المرصوفة أو الكتب أو لفائف أوراق التواليت وما يشبهها. وهي تعيش بحيث لا تتعرض للضوء فتترك طبقة رقيقة معتمة باستمرار وتتغذى في الداخل وتتضح الإصابة كما يلي:

- 1- وجود ما يشبه الرمل باستدارة أكثر، وهي عبارة عن فضلات الحشرات التي تنساب من بعض الثقوب من الخشب المصاب.
  - 2- وجود أجنحة متكسرة شفافة في بداية الإصابة .
  - 3- ويمكن متابعة البحث عن طريق النقر على الخشب الذي نتوقع وجود إصابة به حيث يتميز الصوت الناتج في أماكن الإصابة عن الأماكن السليمة.
  - 4- ظهور الأفراد المجنحة في مواسم الهجرة وتتميز بأن طول الأجنحة أكبر من ضعف طول بطن الحشرات .
- أما في حالة استفحال الإصابة فقد ينهار تماماً الجزء المصاب وتظهر الأنفاق والحشرات بالداخل.

##### ب- النمل تحت أرضي:

نظراً لظروف حياة هذه الحشرة وضرورة اتصالها بالتربة بصفة دائمة واستقرار الملكة تحت سطح الأرض في مركز المستعمرة وهي المهيمنة على كافة الأنشطة داخل هذه المستعمرة وضرورة قيام الشغالات أو الحوريات بالبحث عن الغذاء السيليلوزي أينما وجد مما يضطر أفرادها إلى اقتحام المباني المتواجدة بالمنطقة عن طريق أي ثقوب صغيرة أو فتحات أو تشققات بالأساس بينما يلجأ في المناطق المكشوفة إلى عمل سراديب خارجية من الطين يصل فيها ما بين الفتحات والثقوب المختلفة.

تهاجم الحشرات مصادر غذائها في اتجاه من أسفل لأعلى غالباً وبطريقة سرية لا تتضح إلا بالصدفة أو عند استفحال الإصابة فيتم مهاجمة المشغولات الخشبية كالأبواب والشبابيك من المناطق السفلية المتصلة بأرض المبنى أو أرض الدور المتواجدة فيه كما تهاجم الأثاث الخشبي من مناطق الاتصال عند نهاية الأرجل وهكذا. أما السجاد والموكيت الذي يحتوي على نسبة من أنسجة السيليولوز الطبيعية فيهاجم من سطحه السفلي.

ويمكن التعرف على الإصابة كما يلي:

1. ظهور الحشرات الكاملة المجنحة في مواسم الهجرة (من أول مارس وحتى نهاية شهر سبتمبر من كل عام ميلادي) وخصوصاً بعد فترات هطول الأمطار.
2. تراكم الأجنحة المتكسرة.
3. تلف ناتج عن الإصابة ووضوح بقايا تمثيل الغذاء مخلوطة بنشارة الخشب.
4. وجود السرايب الطينية الخارجية على الحوائط والأبواب.
5. الضرب بخفة على الأخشاب في المناطق محتملة الإصابة حيث يمكن تمييز الصوت فيما بين المناطق المصابة والسليمة

ويتمثل دور النمل الأبيض في عمليات تلف المباني فيما يقوم به من حفر لانفاق تتخذها مأواً لها في التربة أسفل الأساسات مما يؤدي إلى خلخلة التربة وبالتالي تصدع الجدران، هذا بالإضافة إلى تأثيره على المونة وطبقات الملاط وكذلك الأخشاب في المبنى.<sup>275</sup>

وقد تم العثور على النمل الأبيض في عدد من المباني القديمة في مدينة المحرق في الجدران والأسقف، حيث تعطي البقايا المشابهة للطين على الخشب علامة على وجود هذه الحشرة، كما في الصورة رقم (69) و (70).



صورة رقم (70)

توضح إحدى مظاهر الإصابة بالنمل الأبيض بأحد أسقف بيت الشيخ سلمان التاريخي بالمحرق



صورة رقم (69)

توضح إحدى مظاهر الإصابة بالنمل الأبيض ببيت الشيخ عيسى بن علي التاريخي بالمحرق

وقد تم أخذ عينات من هذه الحشرات ودرستها تحت الميكروسكوب للتأكد من كونها نمل أبيض، ومعرفة نوعها. كما في الصور (71، 72، 73، 74)

275 عبد الفتاح البنا "": دراسة مقارنة للمواد والطرق المختلفة المستخدمة في علاج وصيانة الآثار الحجرية وتأثيرها على خواصها، رسالة ماجستير، قسم ترميم الآثار - كلية الآثار - جامعة القاهرة، 1990، ص 89.



صورة رقم (72)

صورة مكبرة للعينات السابقة من نمل الأبيض



صورة رقم (71)

توضح النمل الأبيض على إحدى الأخشاب مع وجود البقايا المشابهة للطين في بيت عيسى بن علي



صورة رقم (74)

صورة بالميكروسكوب لعينة نمل أبيض



صورة رقم (73)

صورة بالميكروسكوب لعينة نمل أبيض

#### 4- تأثير الكائنات الحية الدقيقة:

##### - البكتيريا: Bacteria

هي أصغر الكائنات الحية التي تنتمي إلى المملكة النباتية، ذات تركيب خلوي وتحتوي على كل من الهيدروكربونات والأحماض الأمينية وتنمو وتتكاثر في بيئة جيدة عن طريق فصل جدار الخلية.<sup>276</sup> وقد تكون متحركة Mobile أو غير متحركة Immobile، ويوجد منها نوعان، وهما ذاتية التغذية Autotrophic وغير ذاتية التغذية Heterotrophic. وتتكاثر البكتيريا بسهولة على أسطح الآثار المعرضة للظروف الخارجية وخاصة المعرضة لرطوبة عالية. وللبكتيريا دور في تلف مواد البناء الأثرية بأنواعها المختلفة؛ عن طريق ما تنتجه من أحماض تتلف الحجر والمونة بشكل مباشر. ومن أمثلة هذه الأنواع من البكتيريا هي:

- بكتيريا الكبريت Sulphur Oxidizing bacteria؛ وهي بكتيريا ذاتية التغذية، وتعمل على أكسدة الكبريت لتتكون حمض الكبريتيك  $H_2SO_4$  والذي يتفاعل مع مواد البناء الكربوناتيّة حيث يهاجم كربونات الكالسيوم ليحولها إلى كبريتات الكالسيوم (الجبس) في صورة قشرة Crust على السطح يسهل إزالتها بالأمطار أو تتغلغل إلى داخل مسام مواد البناء ومن ثم تتبلور عند الجفاف محدثة ضغوط وتشققات.<sup>277</sup>

276 عبد الظاهر عبد الستار "د": علاج وصيانة الحجارة والمباني الحجرية تطبيقاً على تمثال أبي الهول، رسالة دكتوراه، 1989، ص 73.

277 Kumar.R: op. cit, 1999, P. 14.



- بكتيريا النيتروجين **Nitrifying Bacteria**؛ وهي أيضا بكتيريا ذاتية التغذية، وتعمل على إنتاج حمض النيتريك  $HNO_3$  الذي يعمل على إذابة المواد الرابطة القلوية مثل كربونات الكالسيوم لتحويلها إلى نترات الكالسيوم القابلة للذوبان في الماء.<sup>278</sup>
- بكتيريا اكتينوميستيت **Actinomycetes**؛ تساهم في تغيير لون سطح الأثر وتعمل أيضا على إنتاج أحماض تؤدي إلى إذابة مكونات الأثر.
- بكتيريا الحديد **Iron Bacteria**؛ يعمل هذا النوع من البكتيريا على أكسدة معادن الحديد الموجودة في مواد البناء مثل  $Pyrite FeS_2$ ، وعادة يأخذ اللون البني المائل للاحمرار.

#### - الفطريات **Fungi**:

- الفطر هو نبات أحادي الخلية ويتكون في طبقات تنتمي إلى **Heterotrophic** (يتغذى على عائل) ومن أهمها الفطر الخيطي من نوع **Hyphae** التي يعزو إليها تلف الحجارة الجيرية.<sup>279</sup>
- وتعتبر الفطريات من الكائنات الحية الأكثر خطورة على مواد البناء العضوية وغير العضوية.<sup>280</sup>

و تؤثر الفطريات على مادة الأثر بأسلوبين هما:

- تلف بيوفيزيائي **Biophysical**، يحدث عن طريق التغلغل القوي لخيوط الفطر بداخل مادة الأثر المتهاكلة عن طريق الشروخ أو عن طريق الحفر في مادة الأثر السليمة<sup>281</sup>، والتي تؤدي إلى تقشر وتفتت سطح المادة وفقدانها.<sup>282</sup>
- تلف بيوكيميائي **Biochemical**، تقوم الفطريات بإنتاج بعض الأحماض العضوية (حمض الأوكساليك - حمض الستريك) التي تقوم بإذابة كربونات الكالسيوم المكون الأساسي لبعض مواد البناء مثل الحجر الجيري والمونات الجيرية.<sup>283</sup>

كما أن لحمض الأوكساليك **Oxalic acid** دور في حماية المواد الكلسية حيث تتفاعل مع الكالسيوم لينتج عنها أوكسالات الكالسيوم **Calcium Oxalate** والذي يعتبر طبقة "باتينا" حامية لسطحه. والجدير بالذكر أن النمو الفطري بشكل عام يكون دائما ذو لون أخضر أو بألوان أخرى تبعاً لنوع الفطر، وبمرور الوقت وفي الظروف الجافة يصبح لونه داكنا وفي الغالب أسود.<sup>284</sup>

#### - الطحالب **Algae**:

- عبارة عن نبات صغير يعيش في الأماكن الرطبة أو في الماء العذب أو المالح، بعضها يظهر بلون بني أو بلون أخضر.<sup>285</sup>
- وأفضل الظروف لنمو الطحالب على أسطح الحجارة والمواد الأثرية هي الرطوبة **Dampness** والدفء **Warmth** والضوء **Light** مع وجود مواد غذائية غير عضوية مثل الكالسيوم والماغنيسيوم وبعضها يفضل الأسطح الحمضية. وتنقسم الطحالب إلى نوعين أحدهما **Epilithic** تعيش على الأسطح الخارجية لمادة الأثر، والأخرى **Endolithic** تعيش تحت السطح.<sup>286</sup>

278 Walters.B & Others: Nitrification-The Main Source for Nitrate Deposition in Building Stones, in " VI th International Congress on Deterioration and Conservation of Stone", Torun, 1988, P. 24.

279 عبد الظاهر عبد الستار "د": المرجع السابق، 1989، ص 105.

280 Urzi & Others: Recent advances in the molecular biology and ecophysiology of meristematic stone-inhabiting fungi. In: Proceedings of the International Congress on Microbes and Art. Plenum Publishing Co. Ltd., New York, 2000, pp. 3 – 19.

281 Kumar.R:OP, Cit, P. 16.

282 Wollenzien & Others: On the isolation of micro colonial fungi occurring on and in marble and other calcareous rocks. In: The Science of the Total Environment 167, 1995, pp. 287 – 294.

283 David.B: Weathering and Decay of Masonry, in "Conservation of Building and Decorative Stone" edited by Ashurst&Dimes, Part 1, 1990, P. 168.

284 Grant.A: A new method for assessing the resistance of stone to algal disfigurement and the efficacy of chemical inhibitors, in: Vth Int. Cong on deterioration and conservation of stone, Lausanne, Vol. 2, 1985, P. 663.

285 Cronyn.J: The Elements of Archaeological Conservation, London 1990, P.15.

286 Kumar.R:OP, Cit, P. 18.

تؤثر الطحالب على مواد البناء القديمة عن طريق جذبها الأتربة والحبيبات العالقة في الجو إلى السطح، فضلا عن مساعدتها في نمو الكائنات الحية الدقيقة الأخرى مثل البكتيريا والأشنه،<sup>287</sup> وبعض منها يتقرب الحجر ويسبب انفلاق للصخور.<sup>288</sup>

وبشكل عام تؤثر الطحالب أيضا على القيمة الجمالية للأثر **Aesthetic Value**، كما أنه يسهل تمييزها نتيجة ما تكونه من طبقات على السطح مختلفة في المساحة والسمك واللون، ففي الأجواء الجافة نسبيا تكون هذه الطبقات رقيقة وبلون أخضر أو رمادي أو أسود، أما في الأجواء الرطبة (داخل المباني - الكهوف) تكون طبقات الطحلب سميكة وجيلاتينية ومختلفة الألوان ما بين الأخضر والأصفر والبرتقالي والبنفسجي والأحمر.<sup>289</sup>

### - الأشنة Lichens:

عبارة عن كائنات حية مزدوجة من الفطر والطحلب تعيش في مستعمرات ثرى بالعين المجردة.<sup>290</sup> والأشنه تنمو ببطء وتقاوم الحرارة والجفاف. ويمكن أن ينتج عن الأشنة تلف كيميائي أو ميكانيكي، حيث تؤدي بعض أنواع الأشنة إلى إحداث تآكل لسطح مادة البناء إما بفعل ما تنتجه من ثاني أكسيد الكربون  $CO_2$  أو عن طريق الإفرازات الحمضية مما يؤدي إلى إحداث بقع على السطح. اما بالنسبة إلى ما تحدثه من تلف ميكانيكي فيكون نتيجة قدرتها الكبيرة على التشرب والامتصاص على السطح بقوة تفوق وزنها بـ 35 مرة ومن ثم ما ينتج عنها من ضغوط نتيجة انتفاخ أجزائها السفلية بداخل مسام السطح.<sup>291</sup>

وتنقسم الأشنة التي تهاجم الحجارة إلى نوعين هما:

- أشنة الحجارة الجيرية **Calcareous Lichens**، ومنها نوعان أحدهما ينمو بداخل الحجر ذات لون أخضر وتعرف بـ **Endolithic Lichens** والآخر يتكون على السطح **Epilithic Lichens** حيث تخدش سطح الحجر الجيري بخطوط باللون الأخضر أو البرتقالي الفاتح.<sup>292</sup>
- أشنة الحجارة السيليسية **Silicolous Lichens** حيث تهاجم الحجارة الرملية والجرانيت والبازلت.<sup>293</sup>

نوع الكائن الحي Organism	التأثير/ التغيير Alteration
بكتيريا ذاتية التغذية	قشرة سوداء - باتينا سوداء وبنية - تقشر - تقشر
بكتيريا غير ذاتية التغذية	قشرة سوداء - باتينا سوداء - تقشر - تغيير لوني
فطريات	بقع لونية - تقشر - حفر
طحالب	طبقات باتينا وقشور متطابق ومختلفة الألوان
الأشنه	قشور - بقع - حفر
النباتات	شروخ - تساقط في المواد

### جدول رقم (3)

مظاهر تأثير الكائنات الحية على مادة الأثر، نقلا عن Kumar.R, 1999<sup>294</sup>

287 عاطف عبد السميع: المرجع السابق، 1997، ص138.

288 توراكا: تكنولوجيا المواد وصيانة المباني الأثرية، ترجمة احمد عطية، دار الفجر للنشر والتوزيع، 2003 ص 110 - 111.

289 Kumar.R:Op, Cit, PG. 19.

290 Cronyn.J: The Elements of Archaeological Conservation, London1990, PP.16.

291 Giarlo.A & Others: Microflora action in the decay of stone, in: Vth Int. Cong on deterioration and conservation of stone, Lausanne, Vol. 2, 1985, P. 611.

292 عاطف عبد السميع: المرجع السابق، 1997، ص138.

293 David.B:Op, Cit, P. 168.

294 Kumar.R: Op, Cit, 1999, P. 21.

## ثانياً: عوامل التلف البشرية:

### 1- هجرة المباني:

يمكن توصيف تأثير هجرة المباني التاريخية على تلفها في حالتين وهما:

- **الهجرة من قبل السكان والملاك الأصليين:** يُقصد بهذه الحالة هي ترك الملاك والسكان الأصليين للبيت وانتقالهم إلى أماكن سكن أخرى، حيث يحل مكانهم سكان ومستأجرين آخرين. وهذه الحالة ينتج عنها دمار وتدهور البيت نتيجة لاستخدامه بطريقة غير لائقة من قبل السكان الجدد الذين في الغالب لا يقدرّون قيمة هذا المبنى الفنية والتاريخية. وهذا بالفعل ما حدث لمعظم البيوت التاريخية في مدينة المحرق القديمة حيث عمد السكان على هجرة بيوتهم وأحيائهم القديمة ذات الطرقات الضيقة وانتقالهم إلى المدن والمناطق السكنية الحديثة سواء في جزيرة المحرق أو في المدن الحديثة الأخرى في البحرين. وقد أدى هذا الفعل إلى تدهور المباني القديمة نتيجة استغلالها من قبل سكان آخرين يمثلون طبقة من العمال الأجانب ذوي الدخل المنخفض حيث يتشاركون قيمة الأيجار ويعيشون بأعداد كبيرة داخل المبنى، فيما تستخدم أجزاء كبيرة من المبنى لأغراض غير متلائمة مع وظيفتها القديمة مثل استخدام الغرف كمطابخ وحمامات. وإجراء إضافات وهدم أجزاء داخل البيت؛ مما يغير من طبيعة ووظيفة المبنى وتصميمه الداخلي.

- **الهجرة الكاملة للمبنى:** تتمثل هذه الحالة في قيام السكان الأصليين بترك السكنى في البيت وعدم استخدامه لفترات طويلة مما ينتج عنه عدم وجود صيانة دورية للمبنى؛ مما يؤدي إلى تدهوره نتيجة لتسرب مياه الأمطار من الأسقف أو نتيجة لحدوث تسرب في أنابيب المياه وكذلك تجمع القمامة والأتربة بداخله، بالإضافة إلى استخدامه من قبل بعض المجموعات ذات الأنشطة المشبوهة. وظاهرة الهجرة والإهمال هي من أخطر عوامل تلف هذه المباني نتيجة لما يترتب عليها من تلفيات عدة.

وقد أدت هجرة المباني في مدينة المحرق القديمة إلى تدهور حالة العديد من تلك المباني وتساقط أجزاء منها، مما حدا بالحكومة والمجالس البلدية إلى طلب هدمها وإزالتها نظراً لما تشكله من خطورة على سلامة المواطنين.

### 2- التوسع العمراني:

التحدي الكبير الذي يواجه المواقع الأثرية والمباني التاريخية والأحياء والمدن القديمة في الوقت الحاضر في البحرين وبالخصوص في المحرق هو أنشطة التوسع العمراني سواء الأفقي أو الرأسي، الذي يؤدي إلى هدم العديد من المباني التاريخية واستبدالها بمباني حديثة ذات ارتفاعات عالية وتصاميم حديثة. وتؤدي هذه الأنشطة إما إلى هدم وفقدان المباني القديمة أو إلى تشويه المنظر البصري بإنشاء مباني بتصاميم حديثة وارتفاعات عالية تخلق تلوث بصري في المناطق والأحياء القديمة.

وبالنسبة إلى مدينة المحرق القديمة فإن هناك العديد من المباني القديمة سواء كانت بيوت أو دكاكين تم إزالتها واستبدالها بمباني حديثة تتكون من شقق سكنية للإيجار أو محلات تجارية حديثة. كما أن أحد التحديات التي تواجه المباني القديمة في المحرق هو وجود مشروع حكومي يعرف بمشروع البيوت الأيلة للسقوط والذي يهدف إلى هدم البيوت القديمة المتهالكة وإعادة بنائها بمواد وطرز بناء حديثة. وقد أدى هذا المشروع إلى تدمير وإزالة العديد من المباني القديمة وتشويه المنظر البصري للأحياء القديمة بالبناء الحديث عوضاً عن البيوت المهدامة.

### 3- تأثير الزوار:

يذكر Honeyborne<sup>295</sup> أن بإمكان نشاط الزوار بداخل المباني التاريخية أن يؤثر عليها بشكل سيء بثلاث طرق هي بالاتصال المباشر بالأيدي أو الأرجل أو الملابس، أو بتلوث المبنى بدخان السجائر، أو عن طريق زيادة نسبة الرطوبة والتكاثف بداخل المبنى.

إن تواجد أعداد كبيرة من الزوار في المباني القديمة يعتبر من الأسباب الرئيسية في تلف مكوناتها نتيجة للأنشطة سابقة الذكر. ويمكن تصنيف أنواع التلف الناتجة عن الزوار إلى:

#### - التلف الميكانيكي Mechanical Deterioration:

تؤدي حركة الزوار في الموقع إلى حدوث بعض التلفيات ناتجة عن:

- 1- الاحتكاك *wear & tear through abrasion*، تؤدي عملية احتكاك أحذية الزوار بأسطح أرضيات الموقع مع وجود حبيبات الرمال إلى تآكل هذه الأسطح. كما أن احتكاك ملابس الزوار بالجدران يؤدي أيضاً إلى نفس الظاهرة السابقة وخاصة على أسطح الجدران الملونة والمزخرفة.
- 2- الاهتزازات *Vibrations*، إن الحركة المستمرة لمجموعة الزوار بالإضافة إلى الأصوات المرتفعة للمرشدين السياحيين بالخصوص في الأماكن المغلقة تؤدي إلى حدوث اهتزازات تساعد على تساقط الأجزاء الضعيفة لمكونات الموقع مثل الحجارة وطبقات الكساء (الملاط).

#### - التلف الفيزيوكيميائي Physico-chemical Degradation:

إن النشاط الأيضي *metabolic activity* لكل زائر من حيث ما ينتجه من حرارة أو بخار ماء أو غاز ثاني أكسيد الكربون  $CO_2$  له تأثيره السيء على مادة الأثر. وتختلف نسبة الإفرازات السابقة تبعاً للنشاط الطبيعي للشخص بالإضافة إلى نوعية ملابسه والظروف الجوية المحيطة. وعلى سبيل المثال، عندما يمشي الشخص ببطء (3.2 كم/ساعة) في جو ذو درجة حرارة تصل لـ  $15^\circ$  م ينتج عنه (a heat power around 200W) وحوالي (100 جرام) من بخار الماء بالإضافة إلى (100 جرام) من  $CO_2$ . وبناءً على هذه الإفرازات مع ظروف الموقع وخاصة المغلقة تبدأ عملية التلف عن طريق تفاعل غاز  $CO_2$  مع بخار الماء لينتج حمض الكربونيك ذو التأثير المتلف على المواد الكربوناتيّة.<sup>296</sup> وقد أثبتت أيضاً نتائج دراسة قام بها معهد *Getty* للترميم على مقبرة نفرتاري بأن وجود 125 شخص داخل المقبرة لمدة ساعة واحدة ممكن أن ينتج ما يعادل 3 جالون من الماء على الجدران لها تأثيرها السيء في إذابة الأملاح الموجودة في الجدار.<sup>297</sup>

#### - التلف البيولوجي Biological Degradation:

يبعث الشخص العادي (الزائر) في الهواء مئات الآلاف من الجزيئات الصغيرة (1,000 to 10,000 grams) في كل دقيقة، وتتكون هذه الجزيئات من قطرات اللعاب، أتربه، قشور وافرارات جلدية، بكتيريا وفيروسات. وتعتبر هذه المواد البيولوجية جزء من سلسلة غذاء لبعض الكائنات الحية الدقيقة والتي تساهم بدورها في عملية التلف.<sup>298</sup> إن عامل التلف هذا ليس له تأثير واضح حالياً على المباني التاريخية في البحرين؛ نظراً لعدم اجتذابها لأعداد كبيرة من الزوار بالدرجة التي تؤثر على المبنى.

295 Honeyborne, D: Effects of large numbers of visitors on historic buildings, in: Conservation of Building & decorative stones, Ashurst.J, Elsevier, 1990-98, P. 231.

296 www.in-situ.be /Appear\_Contrib\_english

297 Rivers.J: Thebes(Luxor,Egypt); Traffic and Visitor Flow Management in the West Bank Necropolis, in" Visitor Management" edited by Myra Shackely, Oxford, 1998, P. 178.

298 www.in-situ.be/Apear\_Contrib\_english

#### 4- التدخلات غير المناسبة:

يقصد بالتدخلات غير المناسبة، الأنشطة التي يقوم بها الإنسان تجاه المباني التاريخية سواء من قبل مستخدمي وقاطني هذه المباني أو من قبل المختصين في ترميم وصيانة التراث الثقافي.

##### - أعمال الترميم والصيانة غير المناسبة:

يجب أن تتم عملية الترميم والحفاظ بواسطة أشخاص ذوي خبرة، ولديهم قدر كاف من التدريب وأن تسبق عمليات العلاج اختبارات وتجارب تؤكد مدى صلاحية الخطوات العلاجية المراد اتخاذها، وعدم توافر الشروط السابقة في الشخص المراد منه القيام بالعمل بالإضافة إلى إتباعه لأسس الترميم والصيانة؛ حتماً سوف يؤدي إلى تدخل غير مناسب ناحية الأثر أو المبنى التاريخي.

وان استخدام الباحث لمصطلح "التدخل غير المناسب" عوضاً عن "الترميم الخاطئ" هي أن المصطلح الأول أعم وأشمل نظراً إلى أنه يشمل أعمال الترميم الخاطئة وأيضاً أعمال الترميم السابقة. وأما الفرق بين الاثنان فهو:

- الترميم الخاطئ: هو التدخلات الخاطئة التي تمت للأثر أو المبنى نتيجة عدم اتباع الأسس العلمية الصحيحة للترميم ونقص الخبرة والتدريب والتجربة والتي تؤدي إلى اتخاذ إجراءات خاطئة مثل أعمال إعادة البناء والاستكمال غير الصحيحة أو استخدام لمواد غير مناسبة.
- الترميم السابق: هي أعمال ترميم وتدخلات سابقة كانت صحيحة عند تطبيقها ولكن تغير الظروف أدى إلى تغير خواصها وبالتالي إضرارها بالمبنى أو الأثر. وهذه الحالة غالباً ما يمكن استخدامها بالنسبة إلى مواد الترميم، فعلى سبيل المثال قد تستخدم مادة معينة في أعمال التقوية كانت متوافرة في فترة ما وهي الأنسب في الترميم ولكن تطور العلم والتجربة أدى إلى اكتشاف مواد أخرى ذات خواص أفضل وغير ضارة، بينما الأولى أثبتت مع مرور الزمن أنها غير صالحة. كما يمكن تطبيق هذه الحالة على بعض أعمال الترميم السابقة التي تم تطبيقها سابقاً ولولاها لازداد حالة الأثر تدهوراً حيث كانت مسبقاً حل سريع وتدخل طارئ، ولكنها على المدى البعيد بدأت بالتأثير سلباً على قيمة المبنى وأصلاته وسلامته.

ومن أمثلة التدخلات غير المناسبة في المباني التاريخية في المحرق هي استخدام الإسمنت البورتلاندي على نطاق واسع في أعمال الصيانة والترميم لعدد كبير من المباني القديمة في مدينة المحرق وذلك في منذ فترة السبعينات، وبالرغم من أن هذا النوع من التدخل أدى إلى الحفاظ على هذه المباني ومد من بقائها إلا أن تأثيراتها السلبية بدأت بالظهور بعد 20 عاماً من ظهور للأملح وانفصال وتساقط لطبقات ملاط الإسمنت البورتلاندي نظراً لعدم تطابقها مع خواص مواد البناء القديمة، كما أن قوة تماسكها العالية وقلة مساهمها أدت إلى ارتفاع الرطوبة لمستويات عالية في الجدران. كذلك كانت هناك تدخلات مثل الاستعاضة بالعوارض الخشبية المستوردة في أعمال الصيانة عوضاً عن استخدام عوارض خشب المانجروف "الذنجل"، إضافة إلى استخدام الأعمدة الحديدية في الجدران.

##### - تغيير في وظائف المبنى أو أجزاء منه

هذا النوع من التدخلات سببه أصحاب المباني والقاطنين في البيوت القديمة والذي بمجرد حدوث الطفرة النفطية والازدهار الاقتصادي في البحرين بدأوا ينحون اتجاه آخر في تعاملهم مع المباني القديمة. وبمجرد ظهور الكهرباء في المنطقة بدأ الناس بإجراء التمديدات الكهربائية سواء بداخل غرف البيوت أو في الخارج بشكل يشوه القيمة الجمالية للبيت. إضافة إلى إدخال وحدات التكييف الحديثة التي أدت إلى تحطيم أجزاء من جدران المباني بغرض تركيبها أو إغلاق لبعض فتحات الشبابيك الخشبية واستبدالها بفتحات لأجهزة التكييف. ومن المعروف أن هذه الأجهزة تنتج اهتزازات عند تشغيلها تؤدي إلى تساقط أجزاء من طبقات الملاط الضعيفة.

وكذلك الحال بالنسبة إلى تمديدات الماء في الجدران والتي أدت عند تلفها إلى إحداث تسريبات للمياه بداخل الجدران وما يتبعها من تلف للروابط الخشبية في الجدران وكذلك تبلور للأملح.



كما أن هجرة السكان الأصليين فيما بعد لهذه البيوت "كما ذكر سابقاً" واستخدامها من قبل الأيدي العاملة ذات الأجور المتدنية، والتي كانت تستغل كل جزء من هذه البيوت نظراً لأعدادهم الكبيرة مما يضطرهم لتغيير التوزيع الداخلي للغرف ووظائفها وإضافات حمامات وأماكن للطبخ بداخل الغرف أو الباحات الداخلية للبيت.



صورة رقم (76)

توضح الاستخدام والتوظيف غير المناسب لغرف مبنى قديم بمدينة المحرق



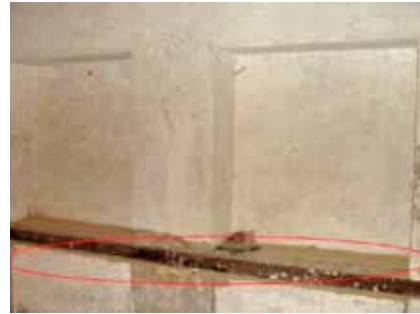
صورة رقم (75)

توضح إحدى أشكال التدخل غير المناسب بطلاء السطح الخارجي لأسطح أحد المباني القديمة بطلاء حديث



صورة رقم (78)

توضح الاستخدام والتوظيف غير المناسب لأحد البيوت القديمة بالمحرق بتوظيف غرف الدور الأرضي كمحلات تجارية



صورة رقم (77)

توضح إحدى أشكال التدخل غير المناسب باستخدام الحديد في تدعيم أحد جدران بيت سيادي بالمحرق



صورة رقم (80)

توضح عدة أشكال من التدخلات غير المناسبة لأحد المباني القديمة في المحرق من توصيلات كهربائية وتكييف ولصق للإعلانات



صورة رقم (79)

توضح أحد الإضافات الحديثة لعنصر معماري لبيت الشيخ سلمان بالمحرق

## الباب الرابع

# المبادئ والأساليب العلمية لصيانة المباني التراثية

### الفصل الأول

مفاهيم الحفاظ على التراث المعماري والمواثيق الدولية ذات العلاقة

### الفصل الثاني

أساليب التوثيق والترميم والصيانة







الفصل الأول

# مفاهيم الحفاظ على التراث المعماري والمواثيق الدولية ذات العلاقة

أولاً: مفاهيم الحفاظ على التراث المعماري

ثانياً: أنواع ومستويات التدخل في عملية الحفاظ على المباني التاريخية

ثالثاً: مبادئ صيانة التراث المعماري في المواثيق الدولية

يُقصد بالحفاظ على المبنى التاريخي هو حفظه ككل، الحفاظ على مواد بنائه، أساليب البناء والإبداع في المبنى، عناصره الزخرفية، تصميمه الداخلي والحفاظ على وظائفه وعلاقته بمحيطه الخارجي. والحفاظ على المبنى التاريخي يُقصد به أيضا الحفاظ على صفاته المميزة؛ حيث أن لكل مبنى ما يميزه عن غيره، وبذلك فإن عملية التعامل تختلف من مبنى لآخر.

## أولا: مفاهيم الحفاظ على التراث المعماري:

عملية الحفاظ على الشيء لا تنبع إلا من اهتمام الإنسان به، والنابع أيضا من أهميته بالنسبة له؛ والنتائج عن امتلاك هذا الشيء لقيم جعلت منه ذو أهمية كبيرة للحفاظ عليه وحمايته. وكذا الحال بالنسبة إلى الممتلكات الثقافية الإنسانية التي جذبت اهتمام الأفراد للحفاظ عليها وانتجت تخصصات تُعنى بالحفاظ عليها. فكل القيم التاريخية والاجتماعية والسياسية والروحية والدينية والاقتصادية والجمالية لهذه الممتلكات الإنسانية تحثنا للمحافظة عليها؛ وذلك إما نتيجة للإعجاب الجمالي والفني بها، أو نتيجة لوجود ارتباط روحي أو ديني أو سياسي أو اجتماعي بها، وكذلك قد يكون نتيجة لارتباطها بحدث تاريخي أو عبرة تاريخية مُستفادة منها، وقد يكون هذا الاهتمام نتيجة لمنفعة اقتصادية وسياحية. وجميع ما ذكر، تعتبر دوافع وعوامل جذب تحث الإنسان للحفاظ على تراثه، وحرصه على إيصاله للأجيال القادمة.

تتعدد الكلمات والمصطلحات المستخدمة في مجال الحفاظ على الممتلكات الثقافية للتعبير عن مفاهيم ومعاني تصب في نهاية المطاف نحو هدف واحد وهو الحفاظ على التراث الثقافي، ولربما كانت هذه المصطلحات لا تعبر فقط عن أفكار أو مفاهيم وإنما عن أساليب أو مراحل أو خطوات تدخل في عملية الحفاظ. ويختلف استخدام مصطلحات الحفاظ بحسب المدارس والبلدان، فمثلا كلمة "حماية Conservation" أكثر استخداما في كل من المملكة المتحدة وأستراليا وكندا وأيضا الصين؛ وهي تعبر عن الأنشطة والأعمال المتخذة لضمان حماية الممتلكات الثقافية المختلفة سواء كانت مواقع أو مباني أو مدن أو مقتنيات متحفية، بينما المصطلح الأكثر استخداما في الولايات المتحدة الأمريكية هو "حفاظ Preservation" أو "الحفظ التاريخي Historic Preservation". ويذكر Cragio<sup>299</sup> أن مصطلح الحماية بدأ يُستخدمه المتخصصون الأمريكيون عوضا عن مصطلح الحفظ، إلا أن الأخير مازال يستخدم بشكل واسع في الولايات المتحدة الأمريكية.

ويلاحظ أن المصطلح الأكثر استخداما في عملية الحفاظ في بعض دول أوروبا مثل فرنسا وإيطاليا وبولندا هو "الترميم Restoration" بجانب استخدامهم لمصطلح الحماية Conservation. أما المصطلح الأكثر استخداما للتعبير عن عملية الحفاظ على التراث الثقافي في عدد من بلدان الوطن العربي مثل جمهورية مصر العربية والمملكة الأردنية هو المصطلحين معا "ترميم وحماية Restoration and Conservation" أو تستخدم عربيا بترجمة أخرى "ترميم وصيانة".

وجميع المصطلحات السابقة الذكر تعبر عن جميع الإجراءات المتخذة لضمان حماية الممتلك الثقافي وحفظه وإطالة عمره وتشمل أعمال الدراسة والتوثيق، والعلاج وإعادة البناء والصيانة الوقائية والصيانة الدورية وغيرها من الإجراءات. وجميع هذه المصطلحات تقع الآن تحت مظلة مصطلح أو مفهوم جديد وشامل وهو إدارة التراث الثقافي Cultural Heritage Management أو إدارة المواقع التراثية Heritage Sites Management.

## ثانيا: أنواع ومستويات التدخل في عملية الحفاظ على المباني التاريخية:

اعتمد الباحث في تصنيف هذه الأنواع أو الدرجات من التدخل في عملية العلاج والحفاظ على المباني التاريخية على ما أورده Bernard Feilden<sup>300</sup> في كتابه "حماية المباني التاريخية" بالإضافة إلى ما ورد من مبادئ وتعليمات للحفاظ على الأماكن التاريخية على الموقع الإلكتروني الخاص بـ National Park Service في الولايات المتحدة الأمريكية.<sup>301</sup>

299 Cragio, R: To Do no Harm: Conserving & Maintaining Historic Adobe Structures, [http://www.getty.edu/conservation/publications/pdf\\_publications/gsap\\_part2d.pdf](http://www.getty.edu/conservation/publications/pdf_publications/gsap_part2d.pdf).

300 Feilden, B: Conservation of historic buildings, 3ed edition, Elsevier, UK, (2003), PP. 812.

301 [http://www.nps.gov/hps/tps/standguide/restore/restore\\_index.htm](http://www.nps.gov/hps/tps/standguide/restore/restore_index.htm)



فقد قسم Feilden درجات أو مستويات التدخل للحفاظ على المباني التاريخية إلى سبعة مستويات أو درجات تدخل تبدأ تصاعدياً من حيث أولوية البدء بأي واحد منها، ابتداءً بالوقاية وانتهاءً بإعادة البناء، حيث أن الذي يحدد مستوى التدخل هو بشكل أساسي حالة المبنى ونوعية مسببات التلف ويمكن إضافة الاستخدام المستقبلي المقترح، وليس بالضرورة استخدام جميع هذه الدرجات من التدخل في مشروع واحد من عملية الحفاظ. والمهم هو الوضع في الاعتبار أن الأفضل في عملية الحفاظ هو نسبة التدخل الأقل مع تحقيق الحفظ المناسب.

### 1. الوقاية Prevention:

أحد أنواع التدخل غير المباشر في عملية الحفاظ. ويُتصد بها حماية المبنى أو الممتلك الثقافي وذلك بالتحكم بالبيئة المحيطة به، وبالتالي منع تنشيط عوامل التلف عن طريق المراقبة والصيانة الدورية المستمرة. وعملية الوقاية تضم أعمال التحكم في درجات الحرارة والرطوبة والإضاءة بداخل المباني، واتخاذ التدابير اللازمة لمنع الحريق والتخريب والسرفقة، وإجراء أعمال التنظيف المستمرة. كما تشمل الوقاية على إجراءات التحكم والتقليل من تأثير الملوثات الجوية والاهتزازات الناتجة عن حركة المركبات، وكذلك مراقبة المياه تحت سطحية ومحاولة التحكم بها، بالإضافة إلى التحكم في أعداد الزوار وتصرفاتهم بداخل المبنى. وهذا النوع أو المستوى من التدخل يبدأ منذ لحظة التعرف المبنى وتسجيله على قائمة التراث الوطني، وتستمر بدون انقطاع مع استمرار بقاء المبنى.

### 2. الحفاظ Preservation:

تهدف هذه العملية إلى الإبقاء والحفاظ على الوضع الحالي للمبنى باتخاذ التدابير اللازمة المذكورة في عملية الوقاية، مع إمكانية إجراء بعض الإصلاحات الضرورية لمنع المزيد من التدهور. وبشكل عام تركز عملية الحفاظ على إجراء الصيانة المستمرة مع إجراء الإصلاح للمواد والعناصر أكثر منه التركيز على أعمال الاستكمال أو البناء، وأن إجراء أي إضافات خارجية حديثة لا تقع ضمن نطاق هذه العملية. وأن الصيانة أو الإصلاح حتى ولو كان بالاستبدال لتوصيلات الكهرباء والماء تعتبر ضمنها ولكن بشكل محدود.

### إجراءات وتعليمات عملية الحفاظ:

- تحقيق الاستقرار لمواد وعناصر البناء التالفة "كإجراء أولي" لحين البدء في تنفيذ الإجراءات الإضافية اللازمة. وتضم عملية استقرار البناء على إجراء تعزيز أو تدعيم إنشائي للمبنى وتثبيت الأجزاء غير الآمنة منه، وذلك بطريقة مؤقتة ولا تؤثر على مظهر المبنى التاريخي. وبالرغم من أن هذه العملية ليست ضرورية في كل مشروع حفظ، إلا أنها مع ذلك تعتبر جزء لا يتجزأ منها.
- حماية وصيانة مواد وعناصر البناء: إن عملية الحماية بشكل عام تعتبر أقل درجات التدخل في عملية الحفاظ، وهي خطوة تحضيرية لأعمال أو خطوات أخرى. ومن أمثلة الإجراءات المتخذة في هذه العملية هي إزالة الترسبات والتكلسات من على أسطح مواد عناصر البناء، وتنفيذ طبقات الملاط الحامية، وتنظيف أنظمة صرف المياه من أسطح الأسقف، وتركيب أنظمة الإنذار.
- إصلاح مواد وعناصر البناء (التثبيت، التقوية، الحماية): تبدأ هذه الخطوة عندما تتطلب حالة المبنى المزيد من إجراءات الحفظ. إن الهدف من عملية الحفاظ Preservation هو الاحتفاظ بالحالة القائمة لمواد وعناصر البناء باستخدام أقل قدر من المواد الدخيلة. تبدأ هذه الخطوة كغيرها من خطوات الحفاظ بأقل درجة من التدخل مثل تقوية المواد الهشة والضعيفة، وإعادة تحمّل المونة، وإجراء التدعيم الإنشائي بمواد حديثة مثل الحديد. وينبغي أن تكون جميع هذه التدخلات موثقة ومتناسبة مع مواد وعناصر البناء الأصلية بصريا وفيزيائيا ويمكن التعرف عليها وتمييزها بسهولة عند التدقيق.
- الاستكمال المحدود للعناصر التالفة بشكل كبير: إذا لم تجدي نفعاً الخطوة السابقة يتم اللجوء إلى هذه الخطوة من التدخل لاستكمال الأجزاء المتهالكة أو الأجزاء المفقودة لعناصر البناء، وذلك عندما تكون هناك نماذج متبقية دالة على الشكل الأصلي. وينبغي في المواد المستخدمة في الاستكمال أن تتلاءم مع القديم بصريا وفيزيائيا. أما في حالة الرغبة في إجراء استكمال لأجزاء بارزة مفقودة مثل السلالم الداخلية والأفاريز الزخرفية الخارجية، فإنها تنطوي تحت مظلة خطوة التأهيل Rehabilitation أو الترميم Restoration.

### 3. التقوية Consolidation:

التقوية هي عملية إضافة أو تطبيق لواصلق أو مواد تدعيمية بداخل التركيب الأصلي لمادة البناء؛ بغرض زيادة ديمومته وسلامته. وأعمال التقوية عبارة عن إجراء التقوية بالمواد المقوية وذلك بحقنها وإدخالها في مادة الأثر؛ عندما يثبت لنا ضعفها وعدم قدرتها على البقاء في مواجهة الأخطار وعوامل التلف مستقبلا. ويعتبر استخدام المواد والأساليب التقليدية أمراً ضرورياً، أما إذا ثبت عدم ملائمتها لطبيعة مادة البناء القديمة والظروف المحيطة فيمكن اللجوء إلى المواد والأساليب الحديثة إذا ثبت ملائمتها بالتجربة، وبشرط أن تكون قابلة للاسترجاع. (وللمزيد من المعلومات بشأن التقوية، الاطلاع على نقطة ثالثاً من الفصل الثالث لهذا الباب)

### 4. الترميم Restoration:

هي عملية عالية التخصص، تهدف إلى الحفاظ والكشف عن القيمة الجمالية والتاريخية للأثر، وهي عملية قائمة على أساس احترام المادة الأصلية والوثائق الحقيقية. ويجب أن تتوقف أعمال الترميم عندما يبدأ التخمين. علاوة على ذلك فإن أي عمل اضافي والذي لا غنى عنه يجب أن يكون متميزاً عن التركيب المعماري ويحمل طابعاً حديثاً. الترميم يقصد بها لغةً عملية الإعادة أو الاسترجاع، وعملية الترميم هي أحد الأساليب المستخدمة في علاج المباني القديمة، وكما ذكر سابقاً يقصد بعملية الترميم هي محاولة اظهار وإعادة شكل المبنى أو أحد أجزائه أو أحد ملامحه إلى حالة سابقة معروفة كان عليها في وقت من الأوقات؛ عن طريق إزالة بعض الأجزاء أو إعادة تجميع بعض الأجزاء دون استخدام مواد دخيلة على المبنى، وذلك اعتماداً على دلائل مادية ووثائق أصلية وموثوقة. إذا، فإن نطاق العمل في هذا النوع من العلاج يتمثل في إزالة أجزاء من فترات سابقة، أو استبدال أجزاء مفقودة من فترات ترميم سابقة، اعتماداً على دلائل مادية ووثائقية وذلك باستخدام مواد تقليدية أو مواد ملائمة للمواد المستبدلة.

إن أول خطوة في عملية الترميم هي تحديد الأجزاء والمواد التي تعود لفترة ترميم سابقة، والمراد الحفاظ عليها، ومن ثم حمايتها وصيانتها بأقل نسبة من التدخل بحيث تكون كعمل تحضيري لخطوة علاج لاحقة. تعتبر عملية استبدال جزء كامل مفقود أو متدهور يعود لفترة ترميم سابقة أحد خطوات الترميم. ويجب أن تكون المواد المستخدمة في الترميم متناسقة مع الكل ويمكن تمييزها بنظرة تدقيق، ويفضل استخدام مواد تقليدية، كما بالإمكان استخدام مواد بديلة؛ حيث أن الهدف من عملية الترميم هو إعادة المظهر القديم لفترة تدخل سابقة وليس الحفاظ على أجزاء معينة، مع ضرورة توثيق جميع هذه الأعمال وتاريخها.

ويجب الأخذ في الاعتبار أنه يجب احترام التدخلات السابقة والحفاظ عليها. فعندما يتكون المبنى أو الموقع من طبقات أو تدخلات تاريخية مختلفة، فإن إزالة أحدها لا يمكن تبريره إلا ضمن ظروف معينة، كأن يكون الجزء المراد إزالته أقل أهمية من الجزء المراد استظهاره، على أن يتم توثيق الأجزاء المزالة بشكل دقيق.

### 5. التأهيل Rehabilitation:

التأهيل هي العملية التي يتم فيها محاولة اتاحة الاستخدام المناسب للمبنى عن طريق إصلاحه وإجراء تغييرات وإضافات له، مع الحفاظ على الأجزاء والملاح التي تعبر عن قيمه التاريخية والثقافية والمعمارية. والهدف من التأهيل هو إعادة استخدام المبنى سواء بوظيفته السابقة أو بأي وظيفة جديدة تتناسب معه ولا تحط من قيمه السابقة الذكر.

إن عملية استكمال أحد الأجزاء أو الملاح المعمارية المهمة المفقودة ضمن عملية التأهيل يعتبر من الأمور المفضلة دائماً، بحيث يمكن تصميم وبناء جزء جديد في المبنى؛ في حال توافر الدلائل المادية والوثائقية والصور المساعدة على إعادة ايجاد هذا الجزء المفقود، وأيضاً في حال وجود الرغبة لإعادة انشائه كجزء من المظهر التاريخي للمبنى. كما يوجد خيار ثانٍ مقبول لعملية استكمال أحد الأجزاء وهي بناء تصميم جديد يتناسب مع السمات المعمارية التاريخية المتبقية في المبنى. وينبغي للتصميم الجديد أن يأخذ في الاعتبار حجم ومقياس ومواد المبنى القديم، والأهم من ذلك كله أن يكون مختلفاً بشكل واضح عن القديم.

وأهم بند في نطاق أعمال عملية التأهيل هي إجراء بعض التغييرات الداخلية أو الخارجية للمبنى التاريخي لجعله قابل للاستخدام المستقبلي، ولكن من المهم جداً أن لا تؤدي هذه التغييرات بشكل كبير إلى تغيير أو طمس أو تدمير أجزاء وملاح وفراغات مهمة في المبنى. ومن أمثلة أعمال التغييرات في أي مبنى تاريخي هي إيجاد مساحات مواقف ضمن موقع المبنى التاريخي، افتتاح مداخل أو نوافذ جديدة، إضافة أرضيات جديدة، تمديدات ميكانيكية كاملة، إزالة مبنى كامل دخيل أو أجزاء منه تقع ضمن محيط المبنى القديم وتشوه المنظر العام له.

أما أعمال إنشاء إضافات خارجية جديدة للمبنى التاريخي فإن المبادئ التوجيهية للتأهيل تؤكد على تجنب الإضافات الجديدة قدر الإمكان. وأن الإضافات الجديدة لا يمكن تنفيذها إلا إذا كانت أعمال التغييرات التي تمت غير كافية لتلبية احتياجات التأهيل، وأنه تم التأكد من تقييم جميع الخيارات الداخلية وعدم كفايتها. وينبغي في الإضافات الجديدة أن يكون تصميمها مختلفا ويمكن تمييزه بشكل واضح عن الجزء القديم، ولا يؤثر بشكل كبير على الملامح المميزة في المبنى.

### 6. إعادة التكوين Reproduction:

يُقصد بعملية إعادة التكوين هي عملية نسخ عمل فني متواصل مثل الأفاريز واللوحات الفنية والزخرفية، وذلك عن طريق استكمال الأجزاء المفقودة والمتدهورة منه؛ للحفاظ على تناسقها الفني والجمالي. كما تنطبق هذه العملية على بعض الممتلكات الثقافية المهددة بخطر يهدد بقائها، مما يتطلب نقلها لمكان آخر أكثر أمنا وحفظا له. ومن أمثلة هذه الأعمال هو نقل مبنى إلى مكان آخر، أو نقل تمثال أو عمل فني إلى داخل المتحف.

### 7. إعادة البناء Reconstruction:

هي الخطوة أو العملية التي يتم فيها تنفيذ أعمال إنشاء جديدة إما كاملة أو لأجزاء أو ملامح غير موجودة من موقع أو مبنى؛ نظرا لتعرضه لظروف معينة أدت إلى تدميره؛ وذلك بهدف نسخ مظهره الذي كان يتميز به في فترة تاريخية معينة وفي نفس موقعه القديم.

تتشابه عملية إعادة البناء مع عملية الترميم من حيث كونها يهدفان إلى إعادة المبنى إلى شكله كان عليه في فترة سابقة معينة ومهمة في تاريخه. وتختلف عملية إعادة البناء عن الترميم في أن الأجزاء القديمة المتبقية قبل بدء العلاج قليلة جدا، وفي بعض الحالات تكون معدومة. وبما أن الأجزاء المتبقية أو الدلائل غير كافية مما يؤدي إلى حدوث أخطاء عند التدخل، فإن هذا النوع من التدخل نادرا ما يتم اللجوء إليه. ومن الضرورة أن يتم التمييز بشكل واضح للأجزاء الحديثة الذي تم بنائها بالطريقة التي تخلق اختلافا بصريا إما عن من حيث الشكل أو اللون أو المادة أو أسلوب البناء والتنفيذ.

قبل البدء بعملية إعادة البناء أو الاستكمال لابد أولا من دراسة مدى الحاجة إلى القيام بهذه الخطوة وهل هناك ضرورة لاتخاذها، وهذه الضرورة هي إما بهدف حفظ وتحسين القيمة الجمالية وتقديمه للجمهور بصورة مفهومة أو بغرض تدعيمه وتقويته كإجراء للحفاظ على الأثر أو المبنى.

وبعد اتخاذ القرار تبدأ عملية إجراء البحوث والدراسات والبحث عن أدلة مادية وثائقية مفصلة لتبرير عملية إعادة البناء أو الاستكمال؛ وذلك للتقليل من أو القضاء على التخمين conjecture والتأكد من دقة إعادة البناء قدر الإمكان. وعندما لا تتوفر الأدلة الواضحة لإعادة البناء، فإنه بالإمكان استخدام وسائل تفسيرية أخرى تساعد الجمهور على فهم المبنى مثل استخدام علامات توضيحية explanatory marker. وخلال مرحلة الدراسة فإنه من المهم إجراء أعمال تنقيب وبحث أثري للحصول على بقايا معمارية تساعد في إعادة البناء بجانب الأدلة الوثائقية.

بعد الانتهاء من أعمال الدراسة والبحث يتم التوجه للبدء في عملية إعادة البناء للملامح والعناصر الخارجية والداخلية بشكل دقيق. وفي ظل غياب أي بقايا تاريخية فإن الهدف من إعادة البناء هو إعادة إيجاد وخلق شكل المبنى التاريخي لأغراض تفسيرية interpretive purposes. وأثناء إعادة البناء يفضل استخدام المواد التقليدية، مع إمكانية استخدام مواد بديلة في بعض الحالات على أن تكون قادرة اعطاء مظهر مشابه للقديم، إلا أنه بالإمكان استخدام مواد وتقنيات حديثة في إعادة البناء لأنظمة البناء الداخلية غير المرئية بداخل الجدران.

وتعتبر عملية نقل المباني التاريخية من موقعها الأصلي إلى مكان آخر أحد أنواع أعمال إعادة البناء، وتتم في الغالب بناءً على رغبة وطنية.

تتطلب عملية الحفاظ على المبنى التاريخي بشكل أساسي الاهتمام بالمحافظة على جانبيين وهما؛ الحفاظ على مواد البناء، والحفاظ على السمات والملاح التاريخية للمبنى.

الحفاظ على المواد القديمة يُقصد به إصلاحها وليس استبدالها، والاستبدال لا يتم إلا في حال تعذر إصلاحها. والحفاظ على السمات التاريخية للمبنى يقصد بها الاستخدام المناسب له والحفاظ على سماته وملامحه المميزة، مع احترام التغييرات المهمة التي حصلت له عبر تاريخه، مع تجنب تنفيذ التصاميم والتدخلات التخمينية Conjectural designs. والجدير بالذكر أن المصطلحات والمفاهيم السابقة الذكر من الممكن أن تتضح أكثر بعد الاطلاع على المبادئ الواردة في المواثيق الدولية ذات العلاقة والمذكورة في العنوان التالي أدناه.

## ثالثاً: مبادئ صيانة التراث المعماري في المواثيق الدولية

إن الأخذ بالمبادئ والتوصيات المنبثقة عن المواثيق والاتفاقيات العالمية يعتبر أمراً مهماً جداً لوضع خطط الترميم والصيانة وتنفيذها. فهي التي تجعل إجراءات الحماية والصيانة للتراث الثقافي متفق عليها على المستوى العالمي. لذا فقد وجد الباحث أن استعراض أهم هذه المواثيق والاتفاقيات أمر ضروري قبل البدء بالحديث عن الأساليب الفنية لتنفيذ أعمال الترميم والصيانة. ومن ضمن أهم هذه الاتفاقيات والمواثيق ذات العلاقة بعملية الحفاظ على التراث المعماري هي:

### (1) الميثاق الدولي لترميم وصيانة المواقع والنصب التاريخية (ميثاق البندقية) 1964: Venice Charter<sup>302</sup>

لقد تبنى هذا الميثاق وطور القرارات الصادرة عن الاجتماع الدولي المنعقد في أثينا عام 1931م والذي ضم عدداً من المعماريين والمتخصصين في صيانة المباني التاريخية.

انبثق ميثاق البندقية عن المؤتمر الدولي الثاني للمعماريين والفنيين في المعالم التاريخية الذي عقد في مدينة البندقية في مايو 1964م. ويعتبر هذا الميثاق من أهم المواثيق الدولية في حقل ترميم وصيانة الآثار، ويعتبر هو الأساس الذي انبثقت منه المواثيق اللاحقة. ويمكن التطرق إلى بعض النقاط ذات الصلة في هذا الميثاق وهي: "نظراً إلى أهمية ما ورد في هذا الميثاق فقد رأى الباحث أهمية الحاق النص الانجليزي لكل مادة تم اقتباسها وترجمتها على حدا".

- **المادة (1):** مفهوم المعلم التاريخي لا يشمل فقط العمل المعماري لوحده بل يشمل أيضاً المحيط والنسيج الحضري أو الريفي المحيط به، والتي هي دليل على حضارة معينة أو تطور مهم أو حدث تاريخي.

**ARTICLE 1.** The concept of an historic monument embraces not only the single architectural work but also the urban or rural setting in which is found the evidence of a particular civilization, a significant development or an historic event.

- **المادة (2):** ضرورة الاستعانة بجميع العلوم والتقنيات التي بإمكانها المساهمة في دراسة وحماية التراث المعماري.

**ARTICLE 2.** The conservation and restoration of monuments must have recourse to all the sciences and techniques which can contribute to the study and safeguarding of the architectural heritage.

- **المادة (4):** من الإجراءات الأساسية في عملية حفظ المعالم التاريخية، تنفيذ الصيانة بشكل مستمر.

**ARTICLE 4.** It is essential to the conservation of monuments that they be maintained on a permanent basis.

- **المادة (5):** توظيف المبنى التاريخي، بما يفيد المجتمع، يساعد بشكل كبير في عملية الحفاظ عليه، ولكن دون أن يؤدي هذا الاستخدام إلى إحداث تغيير في تخطيط المبنى أو زخارفه.

**ARTICLE 5.** The conservation of monuments is always facilitated by making use of them for some socially useful purpose. Such use is therefore desirable but it must not change the lay-out or decoration of the building. It is within these limits only that modifications demanded by a change of function should be envisaged and may be permitted.

- **المادة (6):** ضرورة المحافظة على النسيج/المحيط القديم، بحيث لا يسمح بالبناء، الهدم، أو التغيير فيه، والذي بالإمكان عند حدوثه أن يغير من العلاقة بين الكتلة واللون فيه.

**ARTICLE 6.** The conservation of a monument implies preserving a setting which is not out of scale. Wherever the traditional setting exists, it must be kept. No new construction, demolition or modification which would alter the relations of mass and color must be allowed.

- **المادة (7):** لا يسمح بنقل المبنى أو جزء منه من مكانه إلا إذا اقتضت المحافظة عليه ذلك، أو إذا كان هناك اهتمام ومصلة وطنية ودولية نتيجة لأهمية فائقة؛ حيث أن المبنى التاريخي يعتبر جزء من محيطه وشاهد على تاريخه الذي لا يمكن فصله عنه.

**ARTICLE 7.** A monument is inseparable from the history to which it bears witness and from the setting in which it occurs. The moving of all or part of a monument cannot be allowed except where the safeguarding of that monument demands it or where it is justified by national or international interest of paramount importance.

- **المادة (8):** يُسمح بنقل التماثيل واللوحات والزخارف من مكانها الأصلي في المبنى في حال كانت عملية النقل هي الوسيلة الوحيدة للمحافظة عليها، وإلا فلا يتم تحريكها من مكانها.

**ARTICLE 8.** Items of sculpture, painting or decoration which form an integral part of a monument may only be removed from it if this is the sole means of ensuring their preservation.

- **المادة (9):** عملية الترميم هي عملية عالية التخصص، تهدف إلى الحفاظ والكشف عن القيمة الجمالية والتاريخية للأثر، وهي عملية قائمة على أساس احترام المادة الأصلية والوثائق الحقيقية. ويجب أن تتوقف أعمال الترميم عندما يبدأ التخمين. علاوة على ذلك فإن أي عمل إضافي إن كان لا غنى عنه، يجب أن يكون متميزاً عن التركيب المعماري ويحمل طابعاً حديثاً. بالإضافة إلى أن أي أعمال ترميم يجب أن يسبقها دراسات تاريخية وأثرية للمبنى.

**ARTICLE 9.** The process of restoration is a highly specialized operation. Its aim is to preserve and reveal the aesthetic and historic value of the monument and is based on respect for original material and authentic documents. It must stop at the point where conjecture begins, and in this case moreover any extra work which is indispensable must be distinct from the architectural composition and must bear a contemporary stamp. The restoration in any case must be preceded and followed by an archaeological and historical study of the monument.

- **المادة (10):** عندما تثبت أن التقنيات التقليدية غير مجدية أو غير ملائمة، فإنه يمكن تقوية المبنى باستخدام التقنيات الحديثة للصيانة والبناء والتي ثبتت كفاءتها بالأدلة العلمية وبالتجربة.

**ARTICLE 10.** Where traditional techniques prove inadequate, the consolidation of a monument can be achieved by the use of any modern technique for conservation and construction, the efficacy of which has been shown by scientific data and proved by experience.

- **المادة (11):** يجب احترام جميع المساهمات الصحيحة التي ترجع إلى جميع الفترات التاريخية لبناء الأثر، حيث أن وحدة الطراز ليس هو الهدف من الترميم. وعندما يضم المبنى أعمال متداخلة ترجع لفترات مختلفة فإن الكشف عن الحالة السابقة لا يسمح به إلا ضمن ظروف استثنائية وعندما يكون ما سوف يتم إزالته ذو أهمية أقل من الجزء الذي سيتم استظهاره من حيث قيمته التاريخية أو الأثرية أو الجمالية، وأن حالته من الحفظ جيدة بما فيه الكفاية لتبرير هذا الفعل. وأن عملية تقييم أهمية العناصر التي سيتم تحطيمها واتخاذ القرار فيها لا يمكن اسنادها فقط إلى الشخص المكلف بالعمل.

**ARTICLE 11.** The valid contributions of all periods to the building of a monument must be respected, since unity of style is not the aim of a restoration. When a building includes the superimposed work of different periods, the revealing of the underlying state can only be justified in exceptional circumstances and when what is removed is of little interest and the material which is brought to light is of great historical, archaeological or aesthetic value, and its state of preservation good



enough to justify the action. Evaluation of the importance of the elements involved and the decision as to what may be destroyed cannot rest solely on the individual in charge of the work.

- **المادة (12):** إن استكمال الأجزاء المفقودة يجب أن يدمج بانسجام مع الكل، وفي نفس الوقت يجب تمييزها عن الأجزاء الأصلية؛ حتى لا يتم تزييف الأدلة التاريخية والفنية.

**ARTICLE 12.** Replacements of missing parts must integrate harmoniously with the whole, but at the same time must be distinguishable from the original so that restoration does not falsify the artistic or historic evidence.

- **المادة (13):** لا يسمح بإجراء إضافات إلا إذا كانت لا تحط أو تنتقص من الأجزاء الأخرى المهمة في المبنى، أو على تكوينه التقليدي، أو على توازن مكوناته، أو على علاقته ببيئته المحيطة.

**ARTICLE 13.** Additions cannot be allowed except in so far as they do not detract from the interesting parts of the building, its traditional setting, the balance of its composition and its relation with its surroundings.

- **المادة (15):** ..... ينبغي استبعاد جميع أعمال إعادة البناء "بالبداهة"، ما عدا ما يعرف بالترميم بالمشابهة *Anastylosis* والتي هي عملية إعادة تجميع/تركيب الأجزاء المبعثرة. ويجب أن تكون المواد المستخدمة دائما سهلة التمييز، وأن تستخدم باقل حد ممكن وبالقدر الذي يضمن الحفاظ على الأثر ويرجع له شكله الأصلي.

**Article 15.** .....All reconstruction work should however be ruled out "a priori." Only anastylosis, that is to say, the reassembling of existing but dismembered parts can be permitted. The material used for integration should always be recognizable and its use should be the least that will ensure the conservation of a monument and the reinstatement of its form.

- **المادة (16):** ينبغي دائما أن يتم إجراء توثيق دقيق في شكل تقارير نقدية وتحليلية مصحوبة بالصور والرسومات لجميع أعمال الترميم والصيانة والتنقيب. وينبغي أن يتضمن التقرير كل مراحل وخطوات التنظيف والتقوية وإعادة التنظيم والتكامل بالإضافة إلى الملامح الرسمية والتقنية التي تم تحديدها أثناء العمل، على أن يتم أرشفة جميع هذه التقارير والعمل على نشرها.

**Article 16:** In all works of preservation, restoration or excavation, there should always be precise documentation in the form of analytical and critical reports, illustrated with drawings and photographs. Every stage of the work of clearing, consolidation, rearrangement and integration, as well as technical and formal features identified during the course of the work, should be included. This record should be placed in the archives of a public institution and made available to research workers. It is recommended that the report should be published.

## (2) توصيات اليونسكو لعام 1967م المتعلقة بحماية المناطق التاريخية:303 The 1976 "UNESCO Recommendation concerning the Safeguarding and Contemporary Role of Historic Areas"

انبثقت هذه التوصيات من الاجتماع العام لمنظمة اليونسكو في دورته التاسعة عشر والمنعقدة في نيروبي عام 1967م. وتتمحور هذه التوصيات حول حماية المناطق التاريخية ومحيطها، وبما أن المباني التاريخية هي جزء أساسي مكون لهذه المناطق فقد رأى الباحث التطرق لها. وقد تبني المؤتمر 54 توصية نذكر منها التوصيات التالية:

**البند 2:** تعتبر المناطق التاريخية وبيئاتها المحيطة تراث عالمي لا غنى عنه، وينبغي على الحكومات والمواطنين المحيطين بها تحمل مسؤولية حمايتها واعتبارها جزءاً من حياتهم الاجتماعية.

**البند 3:** ينبغي التعامل مع المنطقة التاريخية ومحيطها ككل متماسك/متكامل قائم على انصهار واندماج الأجزاء المكونة له مع بعضها والمتمثلة بشكل خاص في المباني والنشاط البشري واللذان لا يمكن تجاهلهم.

**البند 4:** ينبغي بذل الجهود لحماية المناطق التاريخية ومحيطها تجاه كل أنواع عوامل التلف وبالأخص الناتجة عن سوء الاستخدام، الإضافات غير المناسبة، وإجراء تغييرات غير مدروسة التي من الممكن أن تؤثر على أصلاتها، وكذلك حمايتها من التلف الناتج عن التلوث. وأن إجراء أي أعمال ترميم ينبغي أن تكون مبنية على أسس علمية. وبالمثل، ينبغي إعطاء الاهتمام الشعور بالانسجام والجمال الناتج عن اتصال أو تناقض الأجزاء المختلفة المكونة للمناطق التاريخية حيث يعطي كل جزء سمة معينة لكل منطقة.

**البند 5:** عند تنفيذ المشاريع العمرانية والحضرية الحديثة والتي تؤدي إلى أحداث زيادة كبيرة في مقياس وكثافة المباني، بالإضافة إلى تدمير المناطق التاريخية، يجب أن نعي بأن هناك خطر حقيقي وهو أن المناطق المطورة حديثاً بإمكانها تدمير بيئة وسمة المناطق التاريخية المجاورة لها. لذا فإن على المماريين مصممي المدن أن يأخذوا حذرهم بالتأكد من عدم التأثير على المناظر من وإلى المباني والمناطق التاريخية، والتأكد من أن المناطق التاريخية متكاملة ومندمجة بانسجام مع الحياة العصرية.

**البند 6:** في الوقت الذي يكون هناك خطر ناتج عن حدوث طفرة في تقنيات البناء والأشكال المعمارية والتي ممكن أن تؤدي إلى خلق نمط معماري موحد على مستوى العالم، بإمكان عملية الحفاظ على المناطق التاريخية أن تلعب دوراً بارزاً في صون وإبراز القيم الثقافية والاجتماعية لكل بلد.

### (3) اتفاقية حماية التراث العالمي الثقافي والطبيعي 1972م: 304

صحيح أن هذه الاتفاقية غير موجهة بشكل مباشر إلى حماية التراث المعماري ولكنها تعتبر من الاتفاقيات المهمة التي تحث على حماية التراث بشقيه الثقافي والطبيعي. وقد تم البدء بهذه بالرغم من أنها ليست الأولى أو الأقدم؛ وذلك لأن مبادئها عامة ومهمة، بينما الاتفاقيات الأخرى أكثر تخصصية. وقد وجهت وحثت هذه الاتفاقية الدول الأعضاء فيها إلى اتخاذ خطوات عامة لحماية تراثها. ومما جاء فيها، نختار النقاط التالية:

- 1- ضرورة اتخاذ سياسة عامة تستهدف جعل التراث الثقافي والطبيعي يؤدي وظيفة في حياة الجماعة وادماج حماية هذا التراث ضمن برامج التخطيط العام.
- 2- تنمية الدراسات والأبحاث العلمية والتقنية، ووضع وسائل العمل التي تسمح للدولة بمواجهة الأخطار المهددة لتراثها.
- 3- اتخاذ التدابير القانونية والعلمية والتقنية والإدارية والمالية المناسبة لحماية هذا التراث والمحافظة عليه وعرضه وإحيائه.

ويُستفاد من النقاط السابقة أهمية أن يكون للمبنى التراثي والتاريخي دور في حياة المجتمع ويؤدي وظيفة ما تخدم أفرادها، وأن يعطى أهمية من قبل المجتمع أيضاً، بحيث يدرج في مشاريع التخطيط والتطوير ضمن المعالم التي يجب المحافظة عليها وتطويرها. ونستقي أيضاً من الاتفاقية إلى أهمية أن تكون عملية الحفاظ عملية شاملة تشمل إجراء الدراسات والتجارب وتتخذ جميع التدابير التي من شأنها أن تساعد في عملية الحفاظ سواء من توفير الحماية القانونية والإدارية وتوفير الدعم الفني والمالي المناسب.

**(4) ميثاق بورا 1979: Australia ICOMOS (Burra Charter)<sup>305</sup>****مبادئ الحفاظ Conservation Principles:****المادة 2: الحفاظ والإدارة:**

- 1- ينبغي الحفاظ على المواقع التي تمتلك قيمة ثقافية.
- 2- ان الهدف من الحفاظ هو المحافظة والإبقاء على القيمة الثقافية للموقع.
- 3- الحفاظ: جزء متكامل ضمن عملية إدارة جيدة للموقع ذات القيمة الثقافية.
- 4- من الضروري الحفاظ على المواقع ذات القيمة الثقافية وعدم تعريضها للخطر أو تركها في حالة غير مستقرة.

**المادة 3: المحاذير:**

- 1- عملية الحفاظ تقوم أساسا على احترام ما تبقى من نسيج قديم، بالإضافة إلى استخدامات ومعاني للموقع، وهذا يتطلب أخذ الحيطة والحذر بالتقليل من إجراء اي تغيير قدر الإمكان، حيث أن بقايا الإضافات والتغييرات السابقة لمكونات ونسيج الموقع هي عبارة عن شواهد لتاريخه وأهميته؛ لذلك فان عملية الحفاظ يجب أن تساعد على فهم أهمية الموقع وليس طمسه.
- 2- يجب أن لا تشوه أعمال التغيير في الموقع على تكوينه أو أي شواهد يوفرها، ويجب أن لا تكون أعمال التغيير هذه قائمة على الحدس.

**المادة 4: المعرفة، المهارات والأساليب:**

- 1- عند إجراء أعمال الحفاظ يجب أن تستخدم جميع المعارف والمهارات والتخصصات التي من الممكن أن تساهم في دراسة وعلاج الموقع.
- 2- يفضل استخدام المواد والأساليب التقليدية عند إجراء أعمال الحفاظ والصيانة، ويمكن استخدام بعض المواد والأساليب الحديثة المناسبة كبديل ممكن أن تفيد في عملية الترميم، وفي هذه الحالة يجب استخدام المواد والأساليب الحديثة التي ثبتت صلاحيتها بالأدلة العلمية والتجربة العملية.

**المادة 7: الاستخدام:**

- 1- عندما يكون استخدام الموقع هو جزء من أهميته الثقافية فينبغي الإبقاء عليه.
- 2- ينبغي أن يحصل الموقع على استخدام لائق، حيث أن اي استخدام جديد للموقع يجب أن ضمن اقل تدخل أو تغيير وان يضمن استمرارية الاستخدام التي تساهم في اظهار أهميته الثقافية.

**المادة 15: التغيير:**

- 1- قد يكون التغيير ضروريا للحفاظ على القيمة الثقافية للموقع، ولكنه غير مرغوبا عندما يقلل من تلك القيمة، وينبغي أن تكون كمية التغيير للموقع بناء على قيمته الثقافية وطريقة تفسيره المناسبة. وعندما يتم اتخاذ القرار بالتغيير يجب دراسة العديد من الخيارات للوصول إلى الخيار الذي يقلل من نسبة التأثير على القيمة الثقافية له.
- 2- إن التغيير الذي يؤثر على القيمة الثقافية للموقع ينبغي أن يكون قابل للاسترجاع عندما تسمح الظروف بذلك، وأما التغييرات غير القابلة للاسترجاع فيجب أن تستخدم فقط كخيار أخير ويجب أن لا يمنع أعمال الصيانة المستقبلية.
- 3- إن هدم نسيج مهم من الموقع يعتبر بشكل عام غير مقبول، وفي بعض الحالات قد يسمح به كجزء من عملية الصيانة. وينبغي إعادة الجزء المهم المزال إلى مكانه عندما تسمح الظروف بذلك.

#### المادة 17: الحفاظ: Preservation

عملية الحفاظ مطلوبة عندما يضم نسيج الموقع شواهد ذات قيمة ثقافية، أو عندما لا تكون هناك معلومات كافية للقيام بأعمال الصيانة. وعملية الحفاظ تحمي نسيج الموقع من غير طمس شواهد مكوناته/انشائه واستخدامه. ويتم تطبيق نظرية الحفاظ عندما يكون نسيج الموقع ذو أهمية بحيث لا يمكن تغييره، أو عندما لم يتم إجراء فحوصات كافية تسمح باتخاذ القرار.

#### مادة 19: الترميم Restoration

لا يتم تنفيذ عملية الترميم إلا في حالة وجود أدلة كافية على الشكل أو الحالة الأصلية للموقع.

#### مادة 20: إعادة البناء Reconstruction

- 1- يمكن إجراء عملية إعادة البناء عندما يكون الموقع غير مكتمل نتيجة تعرضه للتلف أو التغيير، فقط عندما تكون هناك دلائل كافية لإعادة الشكل الأصلي له. وفي بعض الحالات النادرة يمكن إجراء إعادة البناء عندما يكون كجزء من الاستخدام الذي يحفظ القيمة الثقافية للموقع.
- 2- ينبغي أن تكون الأجزاء المعاد بنائها بالإمكان التعرف عليها بالفحص أو وسائل الإيضاح الأخرى.

#### مادة 21: التأهيل Adaptation

- 1- التأهيل يكون مقبولاً فقط عندما يكون له أقل تأثير على قيمة الموقع الثقافية. وعملية التأهيل قد تضم إضافة خدمات جديدة أو استخدام جديد أو تغيير في حماية الموقع.
- 2- ينبغي أن تضم عملية التأهيل أقل تغيير على النسيج المهم للموقع.

#### مادة 22: الإضافات الجديدة:

- 1- إن أي إضافات جديد للموقع يجب أن لا تؤثر على أو تطمس القيمة الثقافية له أو تؤثر على فهمه وتحط من قدره. وقد يُتعاطف مع الإضافات الجديدة إذا كان كل من محيطها، كتلتها، شكلها، مقاسها، سماتها، لونها وموادها مشابهة للنسيج الأصلي ولكن ينبغي تجنب تقليدها.
- 2- يجب أن تكون الإضافات الجديدة سهلة التمييز.

#### (5) ميثاق صيانة المدن التاريخية والمناطق الحضرية "ميثاق واشنطن" 1987م: 306

يمكن من خلال هذا الميثاق أن نستخلص بعض المبادئ ذات العلاقة بصيانة المباني التاريخية وهي:

**المادة 8:** ينبغي أن تكون الوظائف والأنشطة الجديدة متلائمة مع طبيعة المنطقة التاريخية.

**المادة 10:** عندما يكون من الضروري انشاء بناء جديد أو إعادة توظيف بناء قديم فإنه يجب احترام التخطيط المكاني من حيث المقاس وحجم الأرض.

**المادة 14:** ينبغي حماية المدن التاريخية من تأثير الكوارث الطبيعية والتلوث وأي اهتزازات؛ وذلك حفاظاً على المباني القديمة والسكان على حدٍ سواء، ويجب اتخاذ جميع التدابير الوقائية والعلاجية لهذا الغرض.

**(6) وثيقة مبادئ الحفاظ على المنشآت الخشبية 1999م (الايكوموس):<sup>307</sup>**

تم تبني هذه المبادئ في الاجتماع العام للايكوموس في المكسيك عام 1999م، وكانت هذه الوثيقة تهدف إلى ايجاد مبادئ وممارسات عالمية يمكن استخدامها في الحفاظ على المنشآت الخشبية ذات القيمة التراثية. وقد تم اختيار هذه الوثيقة في هذا البحث نظراً لإمكانية تطبيق مبادئها عند صيانة العناصر الخشبية في المباني التاريخية. ونورد هنا بعض هذه المبادئ:

**بند 1:** يجب إجراء توثيق دقيق للمنشأ ومكوناته قبل أي تدخل، بالإضافة إلى جميع المواد المستخدمة في العلاج طبقاً للمادة 16 من ميثاق البندقية. فيجب جمع جميع الوثائق ذات الصلة والتي تشمل العينات المميزة للمواد الزائدة أو الأجزاء المزالة من المنشأ، والمعلومات المتعلقة بالأساليب والمهارات التقليدية، ومن ثم يتم تصنيفها وحفظها في مكان آمن. كما يجب أن يشمل التوثيق كل الأسباب التي دفعت إلى اختيار المواد والأساليب المستخدمة في أعمال الصيانة.

**بند 2:** يجب أن يسبق أي تدخل إجراء تشخيص دقيق وشامل لحالة المنشأ وأسباب التلف.

**بند 5:** أي تدخل مقترح ينبغي أن يتجه إلى استخدام الأساليب التقليدية، قابلة للاسترجاع قدر الإمكان، أو على الأقل أن لا يمنع أعمال الحفظ مستقبلاً، وأن لا يعيق الوصول الأجزاء الأخرى في المنشأ.

**بند 6:** التدخل بأقل قدر هو الأمثل عند الحفاظ، .....

**بند 9:** عند إصلاح أي منشأ تاريخي فإنه يمكن استخدام خشب بديلة، كما يمكن استبدال الأجزاء التالفة عند الحاجة كجزء من متطلبات العلاج، وذلك مع احترام القيم التاريخية والجمالية للمنشأ. وينبغي هنا استخدام أخشاب مشابهة لنوعية الأخشاب المستبدلة وأن تكون خواصها الفيزيائية ومحتواها المائي متلائم مع الأخشاب الأصلية، وكذلك الحال بالنسبة إلى تقنيات تركيبها وصناعتها.

**بند 10:** ينبغي أن تكون الأجزاء الحديثة مختلفة ويسهل تمييزها عن الأجزاء الأصلية.....،.

**بند 11:** يجب وضع علامة في الأجزاء الحديثة المضافة أو تغيير شكل حوافها بحيث يمكن تمييزها بسهولة في المستقبل.

**بند 14:** يجب أن يتم استخدام المواد الكيميائية الحافظة بعناية ومراقبة، وعلى أن تستخدم فقط عندما يتبين أن هناك فائدة مؤكدة من استخدامها ومن دون أن تؤثر على الإنسان أو البيئة، وأن تكون نسبة نجاحها كبيرة على المدى البعيد.

**(7) ميثاق الايكوموس – مبادئ التحليل والصيانة والترميم المعماري للتراث المعماري 2003:<sup>308</sup>**

تم التصديق على هذا الميثاق بواسطة الاجتماع العام للايكوموس في زيمبابوي عام 2003، وهي عبارة عن مجموعة من التوصيات في شكل أسس أو مبادئ توضح مفهوم الترميم، وهي موجهة إلى المختصين في أعمال الترميم والصيانة.

- معايير عامة:

**1.1:** أعمال الترميم والتدعيم والصيانة للتراث المعماري تتطلب نظرة متعددة التخصصات.



**3.1:** إن قيمة التراث المعماري لا تتمثل فقط في مظهره أو شكله، بل يشمل أيضا تكامل جميع مكوناته كنتاج فريد لأسلوب بناء معين لفترة ما. وبوجه خاص، فإن إزالة الأجزاء الداخلية للمبنى مع الإبقاء على الواجهات الخارجية لا ينطبق مع معايير الحفاظ.

**4.1:** يجب أن يتم الأخذ في الاعتبار جميع متطلبات الحفاظ وشروط السلامة قبل إجراء أي تغيير في وظيفة واستخدام المبنى التاريخي.

**6.1:** تحتاج المنشآت التراثية إلى نظام وخطوات دقيقة من الدراسات والمقترحات مشابهة لتلك المنهجية المستخدمة في حقل الطب، من حيث إجراء أعمال التشخيص والعلاج والمتابعة المدعومة بالبحوث والمعلومات، وتحديد مسببات التلف، وبالتالي اختيار الخطوات العلاجية والتحكم في مدى فعالية هذه التدخلات. ولتحقيق أقل تكلفة وأقل تدخل في ترميم التراث المعماري، فمن الضروري إعادة هذه الخطوات بصفة متكررة.

#### - الدراسات والتشخيص:

**1.2:** يجب دائما تعيين فريق متعدد التخصصات طبقا لنوع وحجم المشكلة، حيث ينبغي عليهم العمل كفريق واحد منذ الخطوة الأولى للدراسة.

**2.2:** ينبغي البدء بجمع المعلومات والبيانات بشكل تقريبي بغرض إعداد خطة محكمة للأنشطة المراد القيام بها.

**3.2:** عملية الحفاظ تتطلب فهم كامل للسمات المعمارية ولمواد البناء، حيث أن هذه المعلومات تعتبر مهمة في التعرف على الحالة الأصلية للمبنى ومرحل بنائه الأولى من حيث أساليب البناء أو أي تغييرات حدثت وأثرت عليه، وأخيرا عن حالته الحالية.

**4.2:** في حالة اكتشاف بقايا معمارية في المواقع الأثرية أثناء إجراء الحفائر فإنه يُسمح بالتدخل لتدعيمها دون أن تكون هناك معرفة كاملة عنه؛ وذلك أن البقايا المعمارية عند الكشف عنها قد تحتاج إلى تدخل طارئ لتثبيتها.

**5.2:** عملية التشخيص مبنية على الدراسات التاريخية والفهم الكيفي والكمي للمنشأ، فالنهج أو الفهم النوعي يعتمد بشكل أساسي على الملاحظات المباشرة للمشاكل الانشائية وتلف مواد البناء بالإضافة إلى البحوث التاريخية والأثرية، بينما النهج الكمي يعتمد أساسا على إجراء الاختبارات سواء الانشائية وعلى المواد بالإضافة إلى المراقبة والتحليل الانشائي.

**6.2:** قبل اتخاذ القرار في إجراء التدخل الانشائي فلا بد أولا من تحديد مسببات التلف، ومن ثم تقييم مدى سلامة المنشأ.

**7.2:** إن تقييم مدى سلامة المنشأ، والتي تعتبر آخر خطوة في عملية التشخيص، تتضمن إجراء الدراسات الكمية والكيفية: المراقبة/الملاحظة المباشرة، الدراسات التاريخية، الدراسات/التحليل الانشائي بالإضافة إلى إجراء التجارب والتحليل.

**9.2:** جميع أشكال المعلومات المكتسبة من تشخيص وتقييم مدى السلامة بالإضافة إلى قرارات التدخل ينبغي أن توضع في تقرير توضيحي Explanatory Report.

#### - معايير العلاج:

**1.3:** ينبغي لعملية العلاج أن تركز على تحديد جذور مسببات التلف أكثر من التركيز على مظهره.

**2.3:** إن أفضل علاج هو الصيانة الوقائية.

**3.3:** إن تقييم سلامة وحالة المنشأ وفهم أهميته يعتبر أساس أعمال الصيانة والتدعيم.

**4.3:** ينبغي عدم اتخاذ أي عمل إلا إذا ثبت مدى ضرورة اجرائه.

**5.3:** أي تدخل في المنشأ يجب أن يكون بمقدار الحاجة اليه، بحيث يكون التدخل بأقل مقدار الذي يضمن سلامة وديمومة المنشأ مع أقل ضرر على قيمه التراثية.

**7.3:** إن الاختيار بين الأساليب التقليدية والمبتكرة تُتخذ لكل حالة على حدة، وأن تُعطى الأفضلية لتلك الأساليب الأقل تأثيراً والأكثر ملائمة مع القيم التراثية، مع الأخذ في الاعتبار متطلبات السلامة والديمومة.

**9.3:** بقدر الإمكان، ينبغي أن تتسم الإجراءات المتخذة بالقابلية للاسترجاع بحيث يمكن إزالتها واستبدالها بإجراءات وأعمال أكثر ملائمة مستقبلاً، وإذا لم يكن بالإمكان إزالتها بشكل كامل فيجب ألا تحد من إجراء المزيد من التدخلات اللاحقة.

**10.3:** يجب أن تتلاءم خصائص المواد الحديثة المستخدمة في أعمال الترميم مع المواد الأصلية وبالأخص على المدى البعيد بحيث لا تكون لها آثار جانبية سلبية.

**11.3:** يجب المحافظة على الصفات الأصلية المميزة لكل من المنشأ وبيئته.

**12.3:** ينبغي لكل تدخل، بقدر الإمكان، أن يحترم الشكل والأساليب والقيمة التاريخية لحالة المنشأ الأصلية مع المحافظة على الأدلة التي من يمكن تمييزها مستقبلاً.

**14.3:** يجب، قدر الإمكان، تجنب إزالة أو تغيير أي مادة تاريخية أو أي عنصر معماري مميز.

**15.3:** يجب، قدر الإمكان، العمل على إصلاح الأجزاء التالفة بدلاً من استبدالها.

**16.3:** عندما تكون التغييرات أو الأجزاء الناقصة جزءاً من تاريخ المنشأ ينبغي المحافظة عليها طالما أنها لا تؤثر على مدى سلامة المنشأ.

**19.3:** أي مقترح تدخل يجب أن يصاحبه تنفيذ برنامج يعمل على مراقبة وضبط العمل أثناء التنفيذ.

**20.3:** أي إجراءات يصعب التحكم فيها أثناء العمل يجب تجنبها.

**22.3:** يجب توثيق جميع أعمال الفحص والمراقبة وحفظها كجزء من تاريخ المنشأ.

الفصل الثاني

## أساليب التوثيق والترميم والصيانة

أولاً: الملاحظة والفحص والتوثيق للمباني التراثية  
ثانياً: التدخلات وأعمال الترميم والصيانة

يهدف هذا الفصل إلى تقديم نماذج لتوثيق وعلاج وترميم مختلف عناصر المبنى، بحيث يمكن للمرمم أن يختار ما يناسب الحالة التي هو بصدد صيانتها، واختيار المنهجية الصحيحة للحفاظ عليها.

## أولاً: ملاحظة وفحص وتوثيق المباني التراثية: :Inspection and documentation

تعتبر عمليتي الفحص والتوثيق خطوتين مكملتين لبعضهما، وهاتان الخطوتان أو العمليتان، طبقاً للمواثيق الدولية السابقة، تعتبران من أهم الخطوات في عملية الحفاظ على المباني التاريخية والأثرية.

### أهمية الفحص والتوثيق:

- تساعد على فهم المبنى والتعرف على قيمه الثقافية.
- تساعد في التعرف على حالة المبنى والمشاكل التي تواجهه.
- تساعد في عملية اتخاذ القرار واختيار التدخلات المناسبة وأساليب الترميم والصيانة الصحيحة.
- تساعد في سهولة عرض المعلومات على الزائرين وترويج المبنى.
- توفير معلومات وسجلات دائمة عن جميع المباني المهتمة أو المحتمل تدميرها مستقبلاً نتيجة الحروب والكوارث الطبيعية.
- تسهل على الباحثين الحصول على المعلومات.

### مبادئ عامة للفحص والتوثيق:

- الفحص والتوثيق عملية مستمرة تبدأ قبل الترميم وأثناء الترميم وبعد الانتهاء من الترميم وتستمر هذه العملية طوال فترة وجود الأثر.
- الاستعانة بقدر الإمكان بمختلف الأساليب الحديثة في عملية التوثيق والفحص.
- يُفضل الاستعانة بالتوثيق الكتابي وبالرسم والتصوير في جميع المراحل، وإذا تعذر تنفيذهم جميعاً معاً فيفضل استخدام التوثيق الكتابي مدعوماً بالصور.
- يراعى أن يُقسم المبنى إلى عدة أقسام أثناء التوثيق وبالخصوص بالنسبة للمباني الكبيرة.
- الترميم عملية ضرورية أثناء التوثيق، بحيث يتم إعطاء كل قسم من الموقع رمز معين وكذلك بالنسبة لكل جزء وعنصر من هذا القسم.
- حصر وتوثيق جميع أجزاء المبنى من أدوار وأقسام وغرف وأبواب ونوافذ وعناصر زخرفية.

## 1- الفحص أو الملاحظة :Inspection

هي أول خطوة تواجه المتخصصين عند البدء في إعداد خطة الصيانة، فهي أفضل وسيلة للتعرف على المبنى بشكل جيد، وهي الأساس لأي تدخل مستقبلي.<sup>309</sup> وأعمال الفحص للأثر إما أن تكون بصرية أو بالفحص الدقيق باستخدام الأساليب والأجهزة العلمية الحديثة. ومن خلال استخدام أساليب الفحص والمختلفة يمكن الحصول على دراسة شاملة عن الأثر أو المبنى من حيث مواد وأساليب البناء لعناصره المختلفة ومظاهر التلف والمشاكل الموجودة به.

تشتمل عملية الفحص على الخطوات التالية:

#### أ- الدراسات التاريخية وجمع المعلومات:

تعتمد هذه الخطوة على تجميع المعلومات التاريخية من المصادر المختلفة سواء من الوثائق والكتب والمراجع أو من المصادر والروايات الشفهية. تساعد جميع هذه المعلومات على تحديد القيمة الثقافية لهذه المباني وطبيعتها وظيفتها السابقة وملاكها الأصليين وتاريخهم، حيث تساعد فيما بعد تحديد كيفية التدخل في المبنى. وجمع المعلومات في هذه الخطوة لا تشمل فقط المصادر المكتوبة وإنما تشمل أيضا الصور والرسومات القديمة. والخطوة المهمة في هذه المرحلة هي عملية تفسير النتائج والمعلومات التي تم الحصول عليها لاستخدامها في إعداد خطة الترميم والصيانة وإعادة التوظيف والتأهيل.

#### ب- الفحص البصري/المبني:

تعتبر هذه الخطوة من أهم الخطوات في مرحلة الفحص والتوثيق، ففي هذه الخطوة يتم تحديد الحالة والوضع الراهن للمبنى والتي على أساسها تُحدد طريقة التدخل والعلاج. تبدأ عملية الفحص البصري بأخذ نظرة على واجهات المبنى من مسافة بعيدة لجميع جهاته إن أمكن، ومن ثم الاقتراب من المبنى لأخذ نظرة من الأعلى على المبنى من أحد المباني المجاورة أو أي وسيلة أخرى، وبعدها يتم الدوران حول جميع جوانب المبنى عن قرب للتعرف على الواجهات والجيران المحيطين به.

وبالاقتراب أكثر من المبنى يتم إجراء الفحص القريب المسافة بحيث يكون الفاحص قريبا جدا من اسطح المبنى بطول ذراع تقريبا **Arm's Length**، حيث يمكنه رؤية التفاصيل الدقيقة في الواجهات والتي من الممكن أن تكون قد لفتت نظره أثناء الفحص البعيد مثل الاختلاف في الألوان والفواصل والزخارف والشروخ ومظاهر التلف الأخرى.

بعد الانتهاء من الفحص الخارجي يتم الدخول للمبنى لإجراء الفحص الداخلي للتعرف على مكونات المبنى وتصميمه وتقسيماته الداخلية. وخلال هذه المرحلة يتم تعيين الأجزاء الداخلية المميزة للمبنى للحفاظ عليها مستقبلا وعدم تغييرها، وكذلك التعرف على علاقة أجزاء المبنى مع بعضها، وهل العلاقة فيما بينها تعتمد على فتحة باب أو ممر أو سلم.

والمهم هنا هو أن جميع الخطوات التي تم اتخاذها خلال هذه المرحلة توثق كتابيا وبالصور. وأن بعد الانتهاء من هذه المرحلة يتم في الغالب التعرف على قيم المبنى والأجزاء التي يجب الحفاظ عليها بشكل هام، والأجزاء التي يجب إجراء تدخل سريع لها في المستقبل القريب فيما يعرف بتدابير السلامة **Safety measurements**.

#### ج- الفحص الدقيق:

تعتبر هذه الخطوة مكملة للخطوة السابقة، وفيها يقترب الفاحص بشكل أكثر من المبنى ويستخدم فيها بعض من الأدوات والأجهزة المساندة.

#### - فحص ومراقبة الشروخ:

دراسة ومراقبة الشروخ في المبنى والتأكد فيما إذا كانت هذه الشروخ متحركة أم ثابتة ودراسة اتساعها ومدى خطورتها. ويمكن مراقبة هذه الشروخ باستخدام قطع زجاجية أو جيسية أو أجهزة حديثة للتأكد من مدى خطورتها.

#### - فحص أساليب ومواد البناء:

في هذه الخطوة تتم دراسة وتوثيق طريقة بناء الجدران وسمكها وعمق أساساتها، وكذلك أخذ عينات من مواد البناء وفحصها والتعرف على مكوناتها باستخدام الأجهزة والأساليب العلمية الحديثة مثل حيود أو تفلور الأشعة السينية والدراسات البترولوجرافية والمايكروسكوب الإلكتروني الماسح وغيرها من الأساليب الحديثة.

#### - فحص تمديدات الكهرباء والماء:

دراسة وفحص أماكن توصيل الأسلاك الكهربائية ومدى سلامتها وهل هناك توصيلات كهربائية بداخل الجدران. وكذلك فحص أنابيب المياه و سلامتها وصلابتها وأماكن تواجدها.

#### - فحص الأسقف:

دراسة الأسقف وأنواعها وأساليب بنائها والمواد المستخدمة في انشائها والتعرف على سمكها وطبقاتها العليا.

#### - فحص مظاهر التلف: (الأملاح - الرطوبة - التلف البيولوجي)

دراسة مشاكل ومظاهر التلف المختلفة من أملاح ورطوبة وتلف بيولوجي، والبحث عن مصادر ومسببات هذه المشاكل.



## 2- التوثيق Documentation:

التوثيق عبارة عن عملية مكاملة لعملية الفحص موثقة لخطوات الفحص، كما يمكن اعتبار الفحص جزء من عملية التوثيق وكذلك بالنسبة للتوثيق. والتوثيق عبارة عن سجل مفصل في صورة تقرير يشتمل على معلومات شاملة عن الأثر سواء في شكل نصوص كتابية أو رسومات وخرائط أو صور. ويتضمن هذا التقرير أيضا المعلومات التي تم الحصول عليها عند إجراء الفحص.

والتوثيق عملية مستمرة تبدأ قبل تنفيذ الترميم وفي أثناء العمل لحين الانتهاء منه وتستمر أيضا طيلة بقاء الأثر أو المبنى أثناء عملية الفحص والمراقبة الدورية. وقد يكون هذا التوثيق كتابيا أو بالصور أو بالرسم أو باستخدام أي طريقة حديثة تضمن توثيق حالة المبنى وجميع مراحل وأنواع التدخل التي حصلت، بحيث يكون الناتج النهائي تقرير دقيق ومفصل عن المبنى وما حصل له.

### أ- التوثيق الكتابي:

يتضمن وصفا كتابيا ونصيا تفصيليا دقيقا لتاريخ المبنى ومكوناته وعناصره الزخرفية والمعمارية المختلفة. ويتضمن أيضا توثيقا ووصفا لجميع خطوات الترميم والمواد المستخدمة لإنجاز هذا العمل، ووصفا لكيفية إنجاز أعمال الترميم. ويراعى أثناء التوثيق الكتابي استخدام مصطلحات موحدة ومتفق عليها مع الكتابة بأسلوب نحوي صحيح سهل الفهم.

### ب- الرفع المعماري:

يبدأ الرفع المعماري والرسم الهندسي للمبنى بعد الفحص المبدئي، حيث يتم عمل رسم مبدئي Sketch drawings بمقاسات دقيقة باستخدام أدوات القياس المختلفة مثل شريط القياس أو جهاز القياس بالليزر أو جهاز Total Station. وعملية الرسم الهندسي للمبنى تنقسم إلى عمل حقلي يتم فيها كما ذكر سابقا رفع المقاسات وإعداد رسومات مبدئية، وعمل مكنتي يتم فيه تحويل الرسومات السابقة إلى رسومات نهائية على جهاز الحاسوب. ويراعى أثناء الرفع المعماري اظهار علاقة المبنى بمحيطه.

وينبغي أن يتضمن الرسم والرفع المعماري مخطط أفقي عام للمبنى ورسومات للوجهات الخارجية والداخلية وقطاعات رأسية لجدرانه وكذلك رسم دقيق لجميع العناصر المعمارية والزخرفية من أعمدة وأبواب ونوافذ وزخارف ورسومات، وإظهار جميع مظاهر التلف الموجودة عليها. ويراعى أثناء إعداد الرسومات وجود مفاتيح تبيين العناصر المختلفة وتبين أنواع مظاهر التلف.

وقد ظهر حديثا جهاز جديد يعرف بجهاز المسح بالليزر Laser Scanning. وهو جهاز دقيق جدا، يقوم برسم المبنى عن طريق مسحه بالليزر بحيث نحصل في النهاية على رسم ثلاثي الأبعاد بدقة تصل إلى أجزاء من المليمتر. وعملية التوثيق المعماري هي عملية مستمرة باستمرار عملية التوثيق الكاملة؛ لتوثيق جميع مراحل الترميم أو التدخلات المختلفة، ومن ثم تجهيز رسومات نهائية بعد الانتهاء من جميع أعمال الترميم في المبنى توضح أشكال التدخل وأماكنه.

### ج- التصوير:

ينقسم التصوير إلى تصوير فوتوغرافي وفيديو وفوتوجرامتري. وأفضل وأبسط وأكثر وسيلة شيوعا في التوثيق بالتصوير هي التصوير الفوتوغرافي (الضوئي) وهي اهم وسيلة توثيق لجميع مراحل التدخل. وتتم أثناء عملية التصوير توثيق جميع واجهات المبنى وعناصره المختلفة وتوثيق جميع المشاكل ومظاهر التلف مع مراعاة وجود مقياس يحدد حجم مكونات الصورة وكذلك مراعاة الترميز لمعرفة مكان التقاط الصورة. وعملية التوثيق بالتصوير تستمر لتوثيق جميع مراحل الترميم وأشكال التدخلات المختلفة.

### د- كتابة التقرير:

هي المرحلة الأخيرة في عملية التوثيق وهي الناتج النهائي عن عملية التوثيق، لإعداد تقرير متكامل ونهائي عن جميع مراحل الدراسة والتوثيق والترميم، مرفقا به الرسومات والصور والدراسات السابقة التي تمت عن الموقع.

## ثانياً: التدخلات وأعمال الترميم والصيانة:

### 1- تنظيف أسطح مواد البناء القديمة:

تعتبر عملية التنظيف الخطوة الأولى في عملية الترميم بعد إجراء أعمال الفحص والتوثيق والصيانة الطارئة أو الوقائية للمبنى، حيث يترتب على التنظيف اتخاذ القرارات اللاحقة لكيفية التدخل بالنسبة إلى صيانة مواد البناء. تهدف عملية التنظيف إلى تحسين مظهر السطح بإزالة الأوساخ والأتربة المشوهة لأسطح أحجار المباني والجدران القديمة، وإزالة المواد التي تشكل مصدر تنشيط لعمليات تلف أخرى، وأيضاً للحصول على سطح نظيف يُسهل عملية العلاج سواء عند ربط المونة أو عند إجراء عمليات التقوية، وكذلك تهدف عملية التنظيف إلى استظهار الزخارف أو النقوش أو الألوان الموجودة على السطح. وبالرغم من أهمية خطوة التنظيف في عملية الحفاظ إلا أن البعض أمثال Maxwell<sup>310</sup> و MacDonald<sup>311</sup> و Andrew<sup>312</sup> يرون أنها قد تسبب أضراراً للأثر مثل فقد أجزاء من السطح، والتبقع، وتنشيط الأملاح القابلة للذوبان عند استخدام الماء، أو تؤدي إلى إزالة طبقات الباتينا ومظهر القدم أو الشيخوخة عن سطح الأثر. تشتمل أعمال التنظيف على إزالة الأتربة والأوساخ أو المواد غير المرغوب بها والتي تشوه سطح الأثر، وكذلك الأملاح المترسبة على السطح.

### أ- تنظيف الأتربة والأوساخ:

تتراوح أعمال التنظيف للأتربة والأوساخ المختلفة عن أسطح الحجارة وباقي مواد البناء القديمة ما بين أساليب تنظيف ميكانيكية وكيميائية، ويتم اللجوء إلى الأخيرة في حال عدم نفع أساليب التنظيف الميكانيكية.

#### - التنظيف الميكانيكي Mechanical Cleaning:

يتم في البداية باستخدام أنواع مختلفة من الفرش من حيث الحجم والخشونة لإزالة الأتربة، كما يمكن اللجوء إلى استخدام بعض السكاكين والمشارط غير الحادة لإزالة بعض الترسبات الصلبة من سطح الأثر. ويراعى عند التنظيف أن يتم من أعلى إلى أسفل، وأيضاً يراعى عند الاقتراب من السطح أن تُستبعد الأدوات الحادة حتى لا تجرح السطح. كما يمكن اللجوء إلى استخدام بعض الآلات أو الأجهزة في عمليات التنظيف مثل أجهزة الكشط الهوائي Air Abrasive Cleaning، واستخدام التنظيف بالليزر Laser Cleaning وباستخدام الموجات فوق الصوتية Ultra sound.

#### - التنظيف الكيميائي Chemical Cleaning:

في حالة عدم نفع عمليات التنظيف الميكانيكية يمكن اللجوء إلى استخدام طرق التنظيف الكيميائية إذا سمحت حالة الأثر بذلك، وذلك باستخدام المنظفات المختلفة. وفي البداية يمكن استخدام الماء المقطر في التنظيف؛ إذ أن المياه غير النقية تضر بسطح الأثر ويمكن إضافة صابون متعادل مع الأمونيا أو منظف مثل الليسابون Lissapon مع الماء للتنظيف. كما يمكن استخدام المذيبات العضوية مثل التراي كلوروايثيلين والكحول الإيثيلي والميثيلي والأسيتون وغيرها من المواد وذلك بحسب طبيعة الأوساخ العالقة بسطح الأثر.<sup>313</sup>

ويعتبر الماء الخالي من الأملاح هي المادة الكيميائية الأكثر أماناً في تنظيف المواد الأثرية، ولكن يُفضل أن يتبعها غسل سريع باستخدام أحد المذيبات العضوية مثل الكحول أو الأسيتون ليساعد على سرعة جفاف السطح قبل تغلغل الماء إلى داخل مسام المادة والذي يؤدي إلى إذابة الأملاح الموجودة في المسام ومن ثم نقلها لأماكن أخرى في الأثر وبالتالي تبلورها وتدميرها له.

310 Maxwell, I. Stone cleaning—for better or worse? An overview, In: Stone Cleaning and the Nature, Soiling and Decay Mechanisms of Stone, ed. R. G. M. Webster, London, (1992), pp 349.

311 MacDonald, J. Chemical cleaning of sandstone: Comparative laboratory studies. In: Stone Cleaning and the Nature, Soiling and Decay Mechanisms of Stone, ed.R. G. M. Webster, London, (1992), pp 217 – 26.

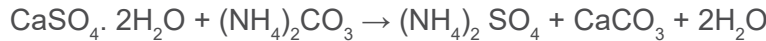
312 Andrew, C. Stone cleaning: A Guide for Practitioners. Edinburgh: Historic Scotland and the Robert Gordon University, (1994).

313 محمد عبدالهادي"د": دراسات علمية في ترميم وصيانة الأثر غير العضوية، زهراء الشرق، القاهرة، (1997)، ص 96.

كما أنه لا يُنصح باستخدام الأحماض في تنظيف الآثار نتيجة ما تنتجه هذه الأحماض من أملاح ضارة تعمل على إضعاف مادة الأثر، وفي حال استخدامها يجب الإسراع بغسلها بالماء المقطر لعدم السماح لها بالبقاء في الأثر وبالتالي تحطيمه. ويتم اللجوء في بعض الحالات إلى تشبييع مسام الأثر بالماء قبل استخدام الأحماض لمنع انتشارها في المسام. وبالنسبة إلى تنظيف الأخشاب فيمكن استخدام بعض المذيبات العضوية في تنظيف بعض الأوساخ الموجودة على سطح الأخشاب والتي لم ينفذ معها التنظيف الميكانيكي، ومن أمثلة هذه المذيبات هي الأسيتون والتولوين والكحول الايثيلي، إلا أن الأفضلية هي استخدام الكحول الايثيلي؛ نظرا لكونه أقل المذيبات تأثيرا على الخشب.<sup>314</sup>

### ب- إزالة واستخلاص الأملاح:

تعتبر الإزالة الجافة للأملاح Dry Extraction من أبسط وسائل الإزالة للأملاح، والتي يتم فيها استخدام الطرق الميكانيكية، وخاصة بالنسبة للأملاح الموجودة على السطح، وأما الأدوات المستخدمة في إزالتها فهي مشابهة للأدوات المستخدمة في التنظيف الميكانيكي، وكذلك فيما يتعلق بالاحتياطات والمحاذير.<sup>315</sup> ولإزالة الأملاح من الحجارة أو مواد البناء؛ يمكن استخدام كربونات الأمونيوم Ammonium Carbonate ليساعد على إذابة أملاح كبريتات الكالسيوم "الجبس" حيث يحولها إلى كبريتات الأمونيوم القابلة للذوبان في الماء بسهولة بعد ذلك عن طريق غسلها المتكرر.<sup>316</sup>



وعملية غسل الأملاح بشكل متكرر ومتقطع أعطت نتائج جيدة في القضاء على الأملاح أو تقليل نسبتها، بحيث يمكن غسل الحجر لمدة 40 دقيقة بماء نقي ثم يترك ليحفظ لمدة 7 أيام مع تكرار العملية.<sup>317</sup> ويمكن استخدام التنظيف الميكانيكي والكيميائي معا للحصول على نتائج جيدة. كما أن استخدام طرق التنظيف يختلف بحسب مادة الاتساخ وبحسب نوع مادة الأثر.

### - التنظيف بالكمادات:

التنظيف بالكمادات يعتبر من الأساليب الآمنة والفعالة في تنظيف اسطح الآثار ومواد البناء القديمة وكذلك في إزالة واستخلاص الأملاح. فالكمادات أكثر أمانا من التنظيف باستخدام بعض أساليب التنظيف الميكانيكي، ولا تشتت الأملاح كما هو الحال عند الغمر أو الغسيل، وهي عملية تنظيف سطحية.<sup>318</sup> وغالبا ما تستخدم الكمادات في تنظيف الأسطح المزخرفة التي تتطلب حرصا عند تنظيفها.

وتتكون الكمادة من عنصرين أساسيين هما مادة الكمادة "وسيط الكمادة" ومادة التنظيف، وقد تتكون مادة التنظيف من أكثر من مركب بحسب الأوساخ المراد إزالتها. وعند إزالة واستخلاص الأملاح عادة ما يستخدم الماء. تعتمد فكرة إزالة الأملاح القابلة للذوبان في الماء من مواد الحجارة ومواد البناء الأخرى باستخدام الكمادات على عملية امتصاص المادة للماء الموجود في الكمادة والذي يقوم بإذابة الأملاح الموجودة بها، وعند بدء عملية تبخر الماء من الكمادة تبدأ المحاليل الملحية بالاتجاه نحو الكمادة حيث تتبلور عندها. وبعد جفاف الكمادة يتم إزالتها واستبدالها، ومع تكرار العملية يتم خفض نسبة الأملاح في المادة. شكل رقم (37).

314 صفا حامد: دراسة علمية لفحص التغيرات في التركيب التشريحي لبعض أنواع الأخشاب الأثرية الناتجة عن عوامل التلف المختلفة وطرق العلاج المناسبة تطبيقا على بعض النماذج المختارة، رسالة دكتوراه، كلية الآثار - جامعة القاهرة، (2009)، ص 289.

315 السيد محمود البنا "د": مقدمة في علاج وصيانة الحجارة الأثرية، مذكرة للسنة الثانية- قسم ترميم- كلية الآثار- جامعة القاهرة، (1998-1999)، ص 31.

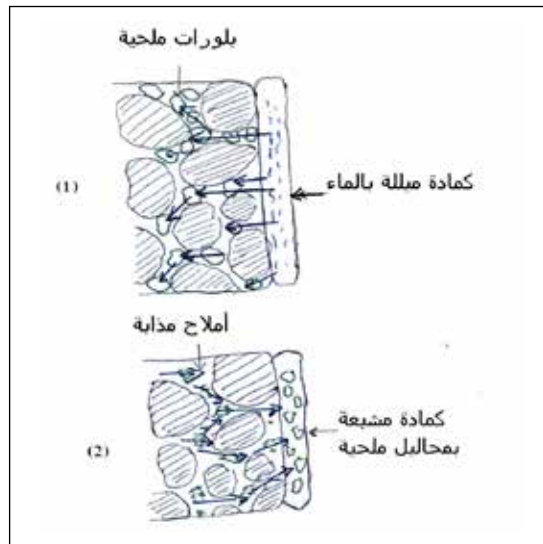
316 Wolbers.R: Cleaning Painted Surfaces – Aqueous Methods, Archetype Publications, (2000).

317 Alessandrini,G & Toniolo,L: On the cleaning of deteriorated stone minerals, In: Conservation of Stone mad Other Materials, Vol.2, Paris, (1993), pp. 503 – 511.

318 Larsen,J: The Conservation of Stone sculpture in Museums, In: Conservation of Building and Decorative Stone, London, (1990), P. 199.

وهناك عدة اعتبارات يجب الأخذ بها عند استخدام الكمادات وهي:<sup>319</sup>

- يجب أن تكون الكمادة في حالة بلل جيد أثناء الحفظ قبل الاستخدام.
- عند استخدام أول كمادة يجب أن يكون سطح الأثر جافاً تماماً لإمكانية تحريك الأملاح للخارج.
- بعد آخر كمادة يجب أن يُمسح سطح الأثر المعالج بماء خالي من الأملاح بواسطة كمادة ماصة ثم يجفف مباشرة بكمادة جافة.
- عدم جفاف سطح الأثر أثناء تغيير الكمادة أثناء العلاج.
- يجب أن تلتصق الكمادة بإحكام مع السطح المعالج.



شكل رقم (37)

رسم توضيحي لعملية إزالة الأملاح من مادة الأثر باستخدام الكمادات

وتوجد أنواع مختلفة من الكمادات، تختلف بحسب مادة التنظيف ومادة الكمادة نفسها، ومن أمثلة هذه الكمادات:

#### - كمادة مورا Mora poultice:

وهي من الكمادات التي تتميز بفاعليتها العالية في إزالة الأملاح غير القابلة للذوبان في الماء، وكذلك في إزالة التكلسات شديدة الالتصاق بالسطح دون الإضرار بمادة الأثر، ويمكن استخدامها أيضاً مع الأسطح الضعيفة. وتتكون هذه الكمادة من:<sup>320</sup>

1000	c.c	water
30	g	Ammonium bicarbonate
50	g	Sodium bicarbonate
25	g	Desogen' of 10% strength (Geigy)
60	g	C.M.C (Carboxy methyle cellulose)

319 أحمد شعيب "د": مشكلة الأملاح في الصور والنقوش الجدارية مع بعض التوصيات الخاصة بالعلاج، مذكرة للجنة الثالثة قسم ترميم وصيانة الآثار - كلية الآثار - جامعة القاهرة، (2000)، ص 40.

320 Mora.P & Others: Conservation of wall painting, ICCROM, (1984), P. 342.

### - كمادة لب الورق:

تعتبر هذه الكمادة من النوع الفعال في إزالة التكلسات والترسيبات الملحية.<sup>321</sup> عبارة عن كمادة يتم تجهيزها باستخدام لب الورق الذي يتم الحصول عليه بنقع الورق في الماء المقطر وتسخينه عند الحاجة، لتحويله إلى عجينة. ويتم نقع اللب مع مادة التنظيف المناسبة سواء الماء المقطر أو الكحول الإيثيلي. وبعدها يتم تطبيق العجينة على السطح المراد تنظيفه مع إمكانية تغطيته بالبولي إيثيلين، وتترك العجينة لتجف ومن ثم تكرر العملية لحين الحصول على نتائج مرضية.

### -2- تقوية مواد البناء القديمة:

التقوية تعني إعادة ترابط وتماسك وتحسين خواص المادة أو الحجر التي تعرضت للتجوية وفقدت تماسكها وتشققت وفقدت بعض أجزائها.<sup>322</sup>

وتعتبر عملية التقوية من أكثر أعمال الصيانة خطورة نتيجة لعدم قابليتها للاسترجاع واحتمالية تسببها بتأثيرات غير مرغوبة مثل إمكانية فقد السطح المقوى.<sup>323</sup> ولهذا فهناك بعض المواصفات التي ينبغي أن تتوفر في مادة التقوية المناسبة وهي قدرتها على تحقيق معدل تغلغل جيدة وقدرتها على منع تسرب الماء إلى داخل المادة وفي نفس الوقت لا تمنع خروجها منها، وان تقاوم عامل التقادم وتزيد من قوة المادة ولا تؤثر على لون السطح، وان تتناسب مع خواص مادة البناء. ويشير Mora إلى بعض الأسس التي يجب وضعها في الاعتبار عن المعالجة بالتقوية وهي أن تكون قابلة للاسترجاع، وأن لا تضر بالمادة ولا تغير من التركيب الكيميائي لها أو على الخصائص الفيزيائية والميكانيكية لمادة البناء.<sup>324</sup>

### - مواد التقوية:

ومواد التقوية المستخدمة في تقوية مواد البناء يمكن تصنيفها إلى ثلاث مجموعات وهي مواد غير عضوية ومواد عضوية مخلقة صناعيا ومواد سيليكونية.

### -1- مواد التقوية غير العضوية:

وهي عبارة عن سوائل، عند تعرضها لظروف معينة، تتحول إلى مواد غير قابلة للذوبان تستطيع ربط البلورات المنفصلة للأحجار التالفة. ويعتمد تأثير هذا النوع من المقويات في عملية التقوية على تكوين السليكا المائية Hydrated Silica "كما هو الحال في السيليكات والفلوسليكات" أو تكوين كربونات الباريوم أو الكالسيوم "كما هو الحال في استخدام الجير أو الباريوم".<sup>325</sup> ويعتمد فعل التقوية لهما على تفاعلها مع غاز ثاني أكسيد الكربون CO<sub>2</sub> حيث يتحولان إلى كربونات الكالسيوم أو الباريوم والتي ترسب بين المسام لتحل محل المواد الرابطة المفقودة.<sup>326</sup> وتتميز المواد غير العضوية بأنها مواد مقاومة لعامل التقادم Aging ولكنها لا تغير من الخواص الميكانيكية والفيزيائية للمواد المعالجة بحيث تبقى ضعيفة وغير طاردة للمادة، وبالتالي فان مقاومتها للظروف المحيطة تبقى أيضا ضعيفة.<sup>327</sup> شكل رقم (38) ومن عيوب المواد غير العضوية هو أن فعالية تقويتها تكون سطحية نتيجة لعدم قدرتها على التغلغل بشكل جيدة داخل مسام المواد، كما أنها تؤدي أيضا إلى إنتاج بعض من الأملاح نتيجة تفاعلها.<sup>328</sup> وللتغلب على مشكلة ضعف التغلغل لمواد التقوية غير العضوية اتجه العلماء والمتخصصين نحو استخدام تقنية النانو في هذا المجال، وهو باستخدام جزيئات تصل لحجم النانو من هيدروكسيد الكالسيوم في أعمال التقوية.

321 Miller,J: Care and Repair of Antiques and Collectables, Singapore, (1997), pp. 241 – 242.

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

323 Pinto, F & Rodrigues, D: Stone consolidation: The role of treatment procedures, Journal of Cultural Heritage, No.9, Elsevier, (2008), PP. 38 – 53.

324 P. Mora, L. Mora and P. Philipot: Conservation of Wall Painting, Butterworths, (1984).

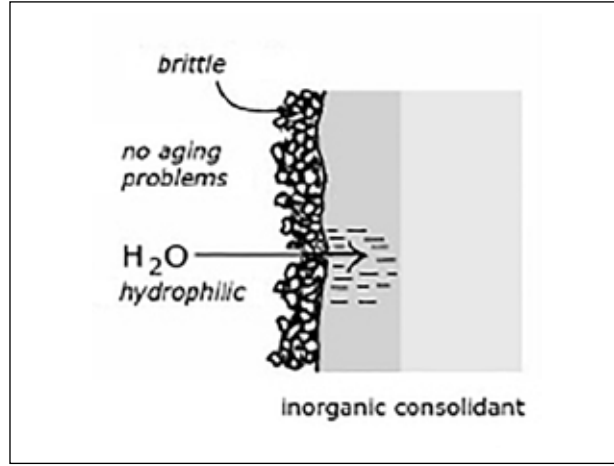
325 Torraca,G: op. cit, P. 87.

326 عبدالفتاح البنا"د": دراسة مقارنة للمواد والطرق المختلفة المستخدمة في علاج وصيانة الآثار الحجرية وتأثيرها على خواصها، رسالة ماجستير، قسم الترميم- كلية الآثار- جامعة القاهرة، (1990)، ص 143.

327 Torraca,G: Lectures on Materials Science for Architectural Conservation, J. Paul Getty Trust, Los Angeles, (2009), P. 106.

328 Clifton, J.A: Stone consolidation Materials, A status report, US Department of Commerce/ National Bureau of standards, (1980).  
www.palimpsest.stanford.edu





شكل رقم (38)

يوضح خواص مواد التقوية غير العضوية، 329Torraca, 2009

ومن أمثلة مواد التقوية غير العضوية هي:

#### - هيدروكسيد الكالسيوم "ماء الجير" Calcium Hydroxide (Lime Water):

استخدم هيدروكسيد الكالسيوم  $Ca(OH)_2$  لسنوات عدة في صيانة وتقوية المواد الكربوناتيّة Calcareous Material مثل الحجارة الجيرية ومونة الجير وما زال يستخدم إلى الآن. وفي الحقيقة فإنه ليس هناك أفضل من استخدام الجير Lime في تقوية الحجارة الجيرية ومونة الجير. فعندما يتغلغل هيدروكسيد الكالسيوم إلى داخل الحجر أو المونة ويمجرد تبخر الماء المضاف إليه تبدأ عملية الكربنة Carbonation حيث يبدأ هيدروكسيد الكالسيوم بالترسب ويأخذ بالتفاعل مع  $CO_2$  ليتحول إلى كربونات الكالسيوم غير القابلة للذوبان في الماء، كما في المعادلة التالية:



ولكن كربونات الكالسيوم المتكونة حديثًا تكون معرضة للتلف والتجوية مثلما يحدث للمواد الكربوناتيّة في الأثر، حيث تتحول كربونات الكالسيوم إلى كبريتات الكالسيوم (الجبس) الأكثر قابلية للذوبان في الماء مقارنة بالأولى، عندما تتفاعل مع مركبات الكبريت في الهواء.<sup>330</sup>

ويتم تحضير ماء الجير بإذابة 1 جم لكل لتر ماء، ومن ثم تغطية الإناء بغطاء بلاستيكي لحمايته من التعرض للهواء الخارجي ومنعه من الكربنة. وعند ركود المحلول وترسب الجير في أسفل الإناء يتم أخذ الكمية المناسبة لتطبيقها بالرش أو بالفرشاة، بحيث يكون المحلول نقي وليس معكراً، وفي حال تجدد تعكير المحلول وتحوله إلى اللون الأبيض يتم التوقف عن أخذ المحلول حتى يعود إلى نقائه مرة أخرى. وقبل تنفيذ التقوية لابد من تنظيف السطح، وأن تتم التقوية عدة مرات ولعدة أيام حتى يتشرب السطح بالمادة، وقد يستمر تكرار العملية لعدد 40 مرة، وعند وجود ترسبات على السطح ناتجة عن عملية التقوية يتم تنظيفها بإسفنجة مبللة بالماء.<sup>331</sup>

329 Torraca,G: op. cit, P. 106.

330 Clifton,R: op. Cit. (1980)

331 Baker, R: surface repair of limestone by consolidation & use of lime mortar, Historic Preservation - Technical Procedures, <http://w3.gsa.gov>

### - هيدروكسيد الباريوم Barium Hydroxide:

عندما يتفاعل هيدروكسيد الباريوم  $Ba(OH)_2$  مع ثاني أكسيد الكربون  $CO_2$  الموجود في الهواء فإنه يتحول إلى كربونات الباريوم غير القابلة للذوبان في الماء، والتي عندما تتفاعل مع مركبات الكبريت في الجو تتحول إلى كبريتات الباريوم غير القابلة للذوبان في الماء وبالتالي تقاوم عوامل التجوية بشكل أفضل من كبريتات الكالسيوم، وأحيانا تحدث له بعض التغييرات اللونية ولكنه ممكن أن يعطي نتائج جيدة إذا تم تطبيقه بشكل صحيح وحُفظ رطباً لفترة كافية.<sup>332</sup>

### - مواد النانو Nano-materials:

تعرف بالمواد متناهية الصغر Nano particles، ويعني مصطلح "نانو" هو الجزء من المليار؛ فالنانومتر هو واحد على المليار من المتر، ولكي نتخيل صغر النانو متر نذكر ما يلي؛ تبلغ سماكة الشعرة الواحدة للإنسان 50 ميكرومتر أي 50,000 نانو متر، وأصغر الأشياء التي يمكن للإنسان رؤيتها بالعين المجردة يبلغ عرضها حوالي 10,000 نانو متر، وعندما تصطف عشر ذرات من الهيدروجين فإن طولها يبلغ نانو مترا واحدا. وتعرف العملية التي يتم فيها استخدام هذه المواد في تصنيع الأشياء باسم تقنية الصغائر Nano Technology.<sup>333</sup>

وقد استخدمت هذه التقنية كمادة تقوية غير عضوية في تقوية المواد الأثرية التي تتربك أساسا من الجير، وذلك عوضا عن الطريقة المعروفة بـ Ferroni Dini، وهو الشخص الذي بدأ باستخدام هيدروكسيد الباريوم والكالسيوم في أعمال التقوية.<sup>334</sup> حيث تم الاستعاضة عن استخدام ماء الجير "هيدروكسيد الكالسيوم" ذو الجزيئات الكبيرة بجزيئات صغيرة جدا تقاس أحجامها بوحدة النانو من نفس المادة ويطلق عليها "نانو هيدروكسيد الكالسيوم" calcium hydroxide nanoparticles. ويتراوح حجم جزيئاتها ما بين 50 إلى 250 nm.<sup>335</sup> وتتميز هذه الطريقة أيضا عن الطريقة الاعتيادية "ماء الجير" في استخدام الكحول عوضا عن الماء في هيدروكسيد الكالسيوم حيث ساعد على التحسين من عملية التقوية<sup>336</sup>، حيث أن استخدام الإيثانول أو ايزوبروبانول الكحول كمذيب أدى إلى خفض معدل تكثف وترسب جزيئات هيدروكسيد الكالسيوم؛ مما أدى إلى التقليل من قابلية تكوين طبقة بيضاء على السطح المقوى.

كما أن هذه الطريقة لها قدرة على التغلغل بعمق كبير والقدرة على تقوية المواد ذات المسامية المنخفضة؛<sup>337</sup> نظرا لصغر حجم حبيباتها، بخلاف حجم حبيبات المواد الاعتيادية ذات الجزيئات الكبيرة. وتعتمد تقنية التقوية بمواد النانو على تبخر الكحول وتكوين هيدروكسيد كالسيوم صلب، يتحول فيما بعد إلى كربونات الكالسيوم "كالسيت"، حيث يتبخر المذيب "الكحول" دون أن يترك ورائه ترسبات أو مركبات متلفة غير مرغوب بها.<sup>338</sup>

وقد تم دراسة هذه التقنية بقسم الكيمياء بجامعة فلورنسا بإيطاليا، وقد طورت هذه الجامعة منتج تجاري تحت اسم Nanorestore استخدم في بعض المواقع الأثرية وأعطى نتائج ممتازة وبالخصوص في تقوية الطبقات الجصية والرسوم الجدارية، مثل موقع Calakmul في شبه جزيرة يوكاتانا في مدينة كمباشي في المكسيك. وهو موقع مدرج ضمن قائمة التراث العالمي، يتميز بطقس ذو رطوبة عالية طوال العام مع أمطار قليلة أدت إلى إتلاف الصور الجدارية المعالجة بالمواد المخلفة بشكل أسرع. وقد تم تقوية تلك الرسوم الملونة باستخدام جزيئات النانو باستخدام الفرشاة، وقد روعي فيها تغطية الجزء المعالج لإبقائه رطبا لإبطاء عملية كربنة هيدروكسيد الكالسيوم، ومن ثم تم التقوية مرة أخرى بعد أيام قلائل.<sup>339</sup>

332 Clifton.R: Op, Cit.

333 <http://ar.wikipedia.org>

334 Baglioni, P & Giorgi, R: Soft and hard nanomaterials for restoration and conservation of cultural heritage, The Royal Society of Chemistry, (2006), pp. 293 – 303.

335 Pianski, J & Others: Nano-particles for stone conservation – state of the art, characteristics and recent developments, In: Recent progress in the consolidation of calcareous materials, StoneCore, Litomyšl, Czech Republic, (2010).

336 Giorgi R, Dei L, Baglioni P: A new method for consolidating wall paintings based on dispersions of lime in alcohol, In: Studies in Conservation, Vol. 45, (2000), pp154 – 61.

337 López-Arce, P: Influence of porosity and relative humidity on consolidation of dolostone with calcium hydroxide nanoparticles: Effectiveness assessment with non-destructive techniques, In: Materials Characterization, No 61, Elsevier, (2010), pp. 168 – 184.

338 Pianski, J & Others: op. cit, (2010).

339 Baglioni, P & Giorgi, R: op.cit, (2006), pp 293 – 303.

## 2- مواد التقوية العضوية **Organic Consolidating Materials**:

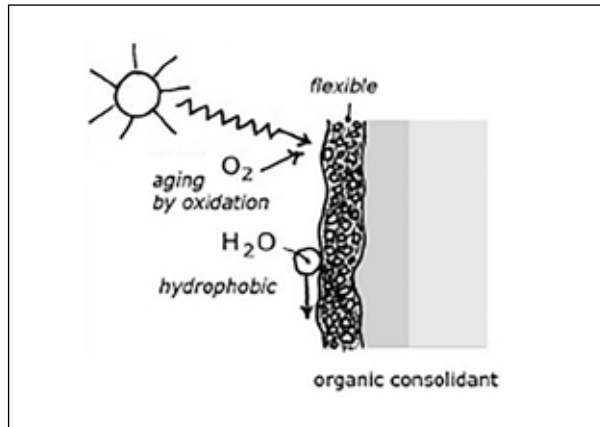
وهي عبارة عن مواد مخلقة صناعيا (بوليمرات صناعية Synthetic Organic Polymers) يتم تصنيعها وتحضيرها من مركبات كيميائية.

تمتلك المقويات العضوية خواص تختلف عن خواص المواد غير العضوية؛ حيث أنها تحسن من الخواص الميكانيكية للمادة وتزيد من قوتها وتجعل السطح طارد للماء hydrophobic ولكنها لا تقاوم عامل التقادم بتأثير الضوء والاكسجين.<sup>340</sup> شكل رقم (39)

وتصنف هذه البوليمرات أو الراتنجات من حيث طريقة عملها إلى:

### أ- راتنجات التيرموپلاستيك **Thermoplastics Resins**:

عبارة عن مواد تلين أو تنصهر بالحرارة وتتصلب بالبرودة، وما هي إلا جوامد جزئية، تتكون من جزيئات متناهية في الصغر ترتبط مع بعضها في سلسلة طويلة من الذرات حتى يتكون في النهاية البوليمر، وهذه السلسلة تتميز بمرونتها وشدتها تناقرا في بعض أنواع الراتنجات. ومن أمثلة هذا النوع من الراتنجات:



شكل رقم (39)

يوضح خواص مواد التقوية العضوية (Torraca, 2009)<sup>341</sup>

### - الراتنجات الفينيلية **Vinyl Resins**:

تضم خلات الفينيل المبلمرة Polyvinyl acetate (P.V.A) وخلات الفينيل الكحولية Polyvinyl alcohol (P.V.Al). ويحضر الأول بإذابته في أحد المذيبات العضوية مثل الأسيتون والتولوين، وإذابته في الماء يعطي مستحلب. وهذا النوع من المواد أثبتت عدم نجاحها كمواد مقوية حيث أنها تميل إلى إعطاء السطح المظهر الزجاجي، وغير ثابتة مع الضوء والحرارة، وتجذب الأتربة، ولا تتغلغل بشكل جيد في المادة.<sup>342</sup>

### - الراتنجات الأكريلية (اللاصقة) **Acrylic Resins**:

معظم البوليمرات الأكريلية المستخدمة في صيانة الآثار تصنع من عائلتين من عائلات الجزيئات الأكريلية وهي عائلة Acrylates المشتقة من حمض Acrylic acid، وعائلة Methacrylates المشتقة من حمض Methacrylic acid.

340 Torraca, G: op, cit, (2009), P. 106.

341 Torraca, G: op. cit. (2009), P. 106.

342 Young, M.E & Others: Chemical Consolidants and Water Repellents for Sandstone in Scotland, Historic Scotland Research Report, 2003, P. 226.

ومادة الميثاكريلات MMA Metheacrylates تتحول عند تبلمرها في مسام مادة الأثر إلى بوليمرات Ageing Polymethyl methacrylate "PMM" وهي مادة ذات ثبات جيد ضد التأثير بعوامل التقادم الزمني من حرارة وأكسجين وأشعة فوق البنفسجية، ولا يصفر لونها. كما أن البارالويد B72 يعمل على تغطية السطح المعالج بشكل متجانس،<sup>343</sup> وثابتة مع دورات البلل والجفاف.<sup>344</sup> ومن أبرز الاكربيلات التجارية المستخدمة في صيانة الآثار البارالويد بأنواعه المختلفة B-72, B-67, B-44, B-88, Paraloid. <sup>345</sup> بالإضافة إلى اليريمال مثل Primal AC33 والبيداكربيل، والمادتان الاخيرتان يمكن استخدامهما اما في صورة محلول عند اذابته بمذيب عضوي أو مستحلب عند اذابته بالماء. ولكن من عيوب البارالويد B-72 أنه يؤدي إلى تشويه سطح الأثر ببقع داكنة ناتجة عن نمو بعض الكائنات الحية الدقيقة. بالإضافة إلى تغير لونها إلى الأصفر مع مرور الوقت، بالرغم أن بعض المصادر تشير إلى لونه لا يتغير بتعرضه للحرارة ولا يتحول لونه للأصفر.<sup>346</sup> وينبغي تطبيقها بنسب تركيز قليلة مع رفع النسبة مع كل تطبيق لاحق، على أن يتم التطبيق على الرطب أي قبل جفاف العملية السابقة.<sup>347</sup>

#### ب- راتنجات الترموسيتنج Thermosetting Resins:

وهي راتنجات تتصلب بإضافة مادة مجمدة، ولا يمكن صهرها أو إذابتها أو حتى تطريتها بعد تصلبها سواء باستخدام الحرارة أو المذيبات العضوية. ومن أبرز أنواعها هي:

#### - الإيبوكسيات Epoxies:

راتنج الإيبوكسي المستخدم في حقل علاج وصيانة الآثار يكون في صورة سائل لزج عديم اللون، حيث يخلط بالمجمد Hardener قبل الاستعمال مباشرة في درجة حرارة الغرفة 23° م. ويستخدم على نطاق واسع في إعادة لصق وتجميع الكسر الحجرية الكبيرة لما يتميز به من خواص ميكانيكية عالية، ويستخدم أيضا في ملأ الفجوات وسد الشقوق بإضافة مواد مالئة مثل السليكا(الرمل) SiO<sub>2</sub>.<sup>348</sup> ومن عيوب راتنجات الإيبوكسي هي أن العديد منها قابل للتحويل إلى مسحوق أبيض على السطح بفعل أشعة الشمس،<sup>349</sup> هذا بالإضافة إلى أنها تؤدي إلى اصفرار السطح المعالج،<sup>350</sup> كما أنها مادة غير قابلة للاسترجاع Irreversible.

#### - راتنجات البولي إستر Polyester Resins:

تنقسم البولي استرات إلى مشبعة وغير مشبعة اعتمادا على حمض ثنائي الكربوكسيل Di carboxylic acid المستخدم في عمليات التحضير. وتستخدم البولي استرات غير المشبعة بصفة خاصة كلاصق، حيث تعتمد في طريقة تطبيقها على خلط سائل البولي إستر مع سائل آخر من مونمر Monomer غير مشبع لتتحول إلى مادة صلبة بعد نضجها بإضافة العامل المساعد.<sup>351</sup> ويستخدم في حقن الشروخ الدقيقة حيث يتصلب داخلها ويعمل على تقويتها.<sup>352</sup> ولا يمكن تطبيق البولي إستر على مادة رطبة أو في جو رطب جدا أو بارد، كما أن من صفاتها أنها تكون حساسة للضوء بعد التصلب حيث يميل لونها إلى الأصفر.<sup>353</sup>

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

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

345 Horie.C.V: Materials for conservation, Oxford, (1987), P.103.

346 عبدالفتاح البنا "د": المرجع السابق، 1990، ص 152.

347 Hamilton, D: Methods of Conserving Archaeological Material from Underwater Sites, Texas A&M University, (1999).

348 عبدالفتاح البنا "د": المرجع السابق، 1990، ص 154.

349 Clifton.R: Stone Consolidating Materials, www.palimpsest.stanford.edu

350 Garrod, E: Stone Consolidation- halts Decay and Prolong Life, www.buildingconservation.com, 2004.

351 عبدالفتاح البنا "د": المرجع السابق، 1990، ص 155.

352 توراكا: تكنولوجيا المواد وصيانة المباني الأثرية، ترجمة احمد عطية: دار الفجر للنشر، القاهرة، (2003)، ص 250.

353 برديكو: الحفظ في علم الآثار، ترجمة د. محمد الشاعر، المعهد العلمي الفرنسي للآثار الشرقية، القاهرة، (2002)، ص 604.

**- راتج البوليورثان polyurethane Resins:**

غالبا ما تستخدم راتجات البوليورثان كطبقات حامية على السطح، نظرا لكونها مادة رابطة ضعيفة، كما أن تعرضها لأشعة الشمس ممكن أن يؤدي إلى تشققها وضعفها على السطح، هذا بالإضافة إلى أنها شديدة السمية.<sup>354</sup>

المادة المقوية	العيوب
المواد الاكريلية acrylic consolidants	تحدث لها بعض التغيرات اللونية
المقويات الفينيلية vinyl consolidants	غير جيدة الثبات للضوء والحرارة وتجذب الأتربة
الايبوكسيات epoxies	يميل الحجر للون الأصفر ويعطي مظهر المسحوق الأبيض
البوليورثانات polyurethanes	يغير من خواص الأثر (المسامية - القوة..)
البولي استرات polyesters	ضعيف الثبات ل UV والأمطار الحمضية وغير جيد في صيانة الحجارة

**جدول رقم (4)**

يبين عيوب أهم المقويات العضوية المخلفة السابقة، عن Garrod, 2004.<sup>355</sup>

**3- مواد التقوية السليكونية والسيليكاية Silane-based materials:**

وتعرف أيضا باسم مواد الالوكسيلين Alkoxysilane، وهي مواد تحتاج إلى الماء أثناء تفاعلها سواء كان مصدره من الهواء أو الحجر أو بالإضافة، لينتج عنها في النهاية مادة هلامية من السليكا Silica Gel. وقد أثبتت نجاحها في تقوية الحجارة الرملية السيليسية Siliceous Sandstones كما يمكن استخدامها أيضا في تقوية الحجارة الكلسية calcareous stone. وتتميز هذه المواد بقابيتها للذوبان في المذيبات ولا تتأثر بالأشعة فوق البنفسجية، كما تتميز بقدرتها الكبيرة على التغلغل بعمق داخل مسام الحجر بالإضافة إلى قدرتها على تأخير عملية التبلر polymerization إلى حين الوصول إلى العمق المناسب، حيث تستطيع بعض المواد مثل Brethane على التغلغل إلى عمق 50 ملم، ولا يبدأ تبلورها إلا بعد 3 ساعات كما أنها عند التبلر تنتج مواد رابطة مشابهة لتركيب الحجارة الرملية (السليكا Silica).<sup>356</sup> بالإضافة إلى الحجارة التي تتركب من الكالسيت<sup>357</sup>، حيث تعمل السليكا على زيادة قوة خواص الحجارة الضعيفة (الانثناء Flexural والضغط Compressive والشد Tensile وغيرها من الخواص)، ولكن معظم أنواع Silanes تحدث لها بعض التغيرات اللونية ولكن هذه التغيرات تقل بعد 18 شهرا.<sup>358</sup> كما تتميز هذه المواد أيضا بقدرتها على منع امتصاص الماء وتسمح بإجراء عمليات التنظيف واستخلاص الأملاح من على سطح الأثر بعد تطبيقها.<sup>359</sup> ومن أشهر أنواع المواد السيليكاية وأكثرها استخداما هي مادة سليكات الإيثيل Ethyl Silicates، وهو عبارة عن إستر الإيثيل ethyl ester لحمض السيليسيك silicic acid، حيث أن تفاعل الحمض مع القلوي يشكل ملح وجزئ ماء، فتكاتف الحمض مع الكحول ينتج عنه إستر وجزئ ماء، وبالتالي فإن تفاعل الكحول الإيثيلي مع حمض السيليسيك يعطي سليكات الإيثيل.<sup>360</sup>

354 Clifton.R: Op.Cit.

355 Garrod, E: Op.Cit, 2004.

356 Clifton.R: Op.Cit.

357 Lukaszewicz, J: Reinforcement of historical limestone objects by means of tetraethoxysilane-based treatments, In: Recent progress in the consolidation of calcareous materials, StoneCore, Litomyšl, Czech Republic, (2010).

358 Garrod.E: Op, Cit.2004

359 عبدالفتاح البنا "د": المرجع السابق، 1990، ص 156.

360 Torraca,G: Lectures on Materials Science for Architectural Conservation, J. Paul Getty Trust, Los Angeles, 2009, P. 178.



والمنتج التجاري المتمثل في سليكات الايثيل هو Wacker OH والذي يتميز بقدرته العالية على التغلغل بداخل مسام الأثر، وقدرته المنخفضة على منع عملية التبخر Vapour Permeability، بالإضافة إلى أنه لا يؤدي إلى حدوث اختلاف أو انفصال بين المساحات المعالجة وغير المعالجة، وعيبه الوحيد هو قوة ربطه الضعيفة.<sup>361</sup>

ومن خلال المعلومات الواردة في النشرة التجارية المرفق بالمنتج Wacker OH 100 من شركة SILRES تبين بعض الحقائق أو التوجيهات عند استخدام هذه المادة وهي أن مفعول التقوية لهذه المادة لا يظهر إلا بعد أسبوعين وهي الفترة التي تحتاجها سليكات الايثيل لتتحول إلى سليكا جل. وللحصول على أعلى نسبة تغلغل فمن الضروري التطبيق في ظروف جافة ولا تتعرض المادة المقواة للأمطار خلال اليومين أو الثلاثة أيام القادمة، ويجب قبل التنفيذ حفظ المادة المراد تقويتها بعيدا عن أشعة الشمس المباشرة لان الحرارة الموجودة بداخل المادة سوف تؤدي إلى سرعة تبخر المادة المقوية وبالتالي لن تتغلغل إلى عمق كبير، كما انه في حالة حدوث تغير لوني للسطح مثل التغير للون الرمادي يمكن استخدام الكحول لإزالة التلوث من السطح.

مادة التقوية السيليكاكية	خواصها
Tetra-alkoxysilanes	خاصية منع منخفضة للماء
Alkyl-trialkoxysilane(Brethane)	تقوية ضعيفة – خاصية منع عالية للماء
Polysiloxanes	خاصية منع أعلى للماء
Silicon hydrate	ضار بصحة الإنسان
Halogen Bearing Silanes	ينتج احماض ضارة - غير صالح للاستخدام

#### جدول رقم (5)

يبين خواص اهم المواد السيليكاكية، عن Garrod:2004<sup>362</sup>

### - أساليب التقوية:

#### 1- التقوية بالغمر Consolidation by Immersion:

يمكن أن تستخدم هذه الطريقة بالنسبة للأثار التي يمكن تحريكها ونقلها لمعمل الترميم سواء في الموقع أو خارجه مثل الكتل الحجرية المتساقطة من جدران المبنى الأثري. وتتم عملية التقوية باتباع الخطوات التالية:<sup>363</sup>

- يتم غمر الأثر في الاسيتون فترة من الوقت لتفتيح مسامه، مما يسهل عملية التغلغل للمادة المقوية.
- يوضع الأثر في حوض مجهز ويغمر بالمقويات الكيميائية الذائبة في المذيبات العضوية المناسبة.
- بعد العلاج النهائي تزال الطبقة الرقيقة التي تكونت على السطح باستخدام المذيبات العضوية.

#### 2- التقوية بالحقن Injection:

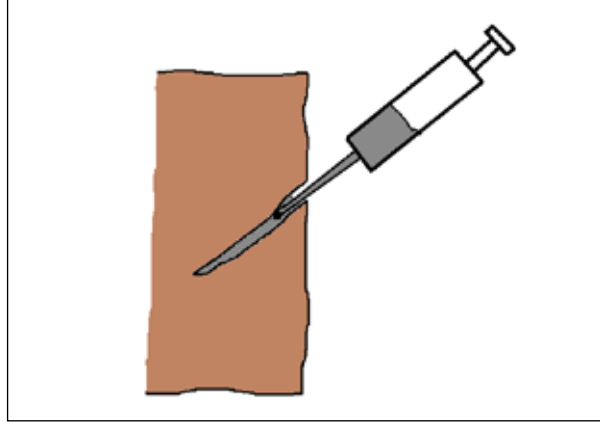
تتم عملية التقوية بهذه الطريقة باستخدام أدوات مثل الحقن (الإبر) الطبية مختلفة الأحجام أو باستخدام أنابيب مطاطية، بحيث تملئ بالمادة المقوية ومن ثم تحقن بداخل الأثر من خلال الشقوق والشروخ والفجوات الموجودة بالأثر، وفي حالة عدم وجود مثل هذه المنافذ يتم عمل ثقوب للحقن، ويفضل أن تكون بعيدة عن النقوش والكتابات. ويراعى إزالة ما يتسرب من مادة التقوية إلى السطح فوراً باستخدام قطع من القطن مبللة بالأسيتون وملفوفة بقماش الشاش.<sup>364</sup> شكل رقم (40)

361 <http://www.wacker.com>

362 Garrod.E: Op, Cit. 2004

363 محمد عبد الهادي"د": المرجع السابق، 1997، ص 102.

364 عبدالمعز شاهين: المرجع السابق، 1994، ص 257.



شكل رقم (40)

يوضح أسلوب حقن الشروخ بالمادة المقوية

### 3- التقوية باستخدام الفرشاة (المس) Brushing:

تطبق هذه الطريقة على الأسطح المتماسكة الحبيبات، باستخدام مقاسات مختلفة من الفرش الناعمة، حيث تتم عملية التقوية عن طريق المس الخفيف على سطح الأثر بالمادة المقوية. وبالرغم من سهولة تطبيق هذه الطريقة إلا أنها غير ملائمة للأثار الثابتة الكبيرة؛ نتيجة بطء العملية مما يؤدي إلى فقد كمية كبيرة من المادة المقوية عن طريق البخر، هذا بالإضافة إلى ما يحدث من ذوبان للمادة المقوية على السطح وبالتالي تشويهه.<sup>365</sup>

### 4- التقوية بالررش Spraying:

تستخدم هذه الطريقة لتقوية وعزل اسطح الأثار الثابتة الضعيفة والتي لا يمكن نقلها للمعمل. وتتم التقوية عن طريق الرش باستخدام أنبوب ذو فتحات عديدة، حيث ترش المادة المقوية باتجاه السطح المراد تقويته مع مراعاة تغطيته السطح بإحكام باستخدام غطاء من البولي إيثيلين لتقليل بخر المذيبات العضوية. ويشترط لنجاح هذه الطريقة أن يكون المقوي ذو لزوجة منخفضة.<sup>366</sup>

### 5- التقوية بالتشبييع باستخدام الغطاء الورقي (الكمامات) Paper-facing Technique:

يعتمد الأساس النظري لهذه الطريقة على حفظ سطح الأثر وكذلك الغطاء الورقي رطبا ومبلا باستمرار لعدة ساعات أو أيام مع تجنب التبخر حتى يحدث تشبييع أكبر عمق ممكن. وتتم التقوية عن طريق تغطية السطح بغطاء ورقي يلتصق بواسطة لاصق خفيف مع استمرار حفظه رطبا بسائل التقوية عن طريق تغطيته بغطاء بلاستيكي.<sup>367</sup>

### 6- التقوية باستخدام الأنابيب (طريقة ميروفسكي):

تعتمد هذه الطريقة في التقوية على أساس انتشار مادة التقوية داخل بنية الحجر في هيئة أنصاف دائرة، وتكرار تطبيق العمليات السابقة يمكن تقوية مساحات كبيرة من سطح الأثر عن طريق تقارب وتداخل أنصاف الدوائر، وبحيث يمكن تطبيقها رأسيًا وأفقيًا. وينفذ هذا الأسلوب باستخدام زجاجات فوهات عند سطح الحجر، ويتم تثبيتها والضغط عليها لخروج محلول التقوية.<sup>368</sup>

365 عبد الفتاح البنا "د": المرجع السابق، 1990، ص 163.

366 عبد الفتاح البنا "د": المرجع السابق، 1990، ص 164.

367 توراكا: المرجع السابق- ترجمة احمد عطية، 2003، ص 180.

368 Mirowski.R: A new method of impregnation of stone historical objects, in: VI th International cong on deterioration of stone, Nicholas Copernicus Univ, Torun, (1988), PP. 33 – 38.

### 3- صيانة وترميم المونة وطبقات الملاط والزخارف الجبسية:

#### - تحضير المونة:

تعتبر عملية تحضير المونة وتجهيزها في الموقع من الخطوات عالية الأهمية ضمن مراحل الترميم، فعندما يتم تحضير المونة بالطريقة المناسبة يتم الحصول على نتائج جيدة أثناء التطبيق الحقلي. وقد تختلف طريقة تحضير المونة باختلاف مكوناتها أو المادة المألثة فيها سواء كانت الجير أو الجبس أو الطين، ولكنها تتفق بشكل عام في خطوات التحضير والمحاذاة. لذا سيتم التطرق إلى خطوات تحضير مونة الجير بشكل أساسي وبالأخص أنها أصبحت الآن المونة الأكثر استخداماً.

تتكون المونة بشكل أساسي من ثلاث مكونات وهي المادة المألثة "الجير" والحبيبات aggregates والماء، كما يتم إضافة بعض المواد الأخرى لها تعرف بالإضافات additives.

#### - تحضير مونة الجير الهوائي:

يتواجد الجير الهوائي "العادي" في الأسواق في صورة مسحوق بداخل أكياس. يتم تحضيرها إما بخلط مسحوق الجير مع المكونات الأخرى في صورة مساحيق بالنسب المطلوبة ومن ثم يضاف لها الماء الخالي من الأملاح بحسب الحاجة وبأقل كمية ممكنة على أن تخلط وتعجن بشكل جيد للحصول على عجينة متماسكة.

كما يمكن تحضيرها بطريقة أخرى عن طريق نقع مسحوق الجير في براميل ماء نقي خالي من الأملاح لمدة معينة قد تصل إلى عدة أسابيع حيث أنه كلما زادت فترة تعتيق عجينة مونة الجير ازدادت جودته وتحسنت خواصه الميكانيكية بعد الجفاف.<sup>369</sup> على أن يتم تحريكه بين فترة أخرى لضمان وصول الماء لجميع أجزاءه. وبعد النقع يتم أخذ الكمية المناسبة للعمل وتُخلط مع المكونات الأخرى دون الحاجة إلى إضافة كميات ماء أخرى. ويمكن إضافة الجبس أو الإسمنت الأبيض بنسب قليلة جداً لتسريع عملية الجفاف مع الحرص على ضرورة تعرض المونة للهواء عند تطبيقها على الجدار.

#### - تحضير مونة الجير الهيدروليكي "المائي":

تستخدم هذه المونة عادة في الأماكن الرطبة مثل الحمامات والجدران أو الأساسات المعرضة بشكل دائم للماء، بحيث لا يمكن استخدام الجير العادي فيها.

تتميز المونة الهيدروليكية بمساميتها العالية بحيث تسمح بحركة المحاليل داخل الجدران، وكذلك قدرتها على تحمل حركة المباني البسيطة وأيضاً مقاومتها للأملاح والتجمد. ويباع الجير الهيدروليكي عادة في شكل مسحوق في أكياس، وتوجد منه الأنواع التالية NHL2/ NHL5/ NHL3.5 ولها درجات اللون الرمادي. يتم تحضير هذا النوع من الجير جافاً ويمنع نفعه قبل استخدامه بحيث يُخلط جافاً مع باقي المكونات، وغالباً ما تكون نسب الخلطة عبارة عن 3 رمل أو أي نوع من الحبيبات مع 1 جير، مع إضافة ما يكفي من الماء بأقل كمية ممكنة، ولا يجوز خلط الجير الهوائي مع الجير المائي معاً نظراً لاختلاف خواصهما.<sup>370</sup>

#### - التكهيل أو ملء الفجوات في الجدران:

تتعرض المونة الرابطة للحجارة في جدران المباني للتلف نتيجة تعرضها لعوامل التجوية المختلفة، بحيث تتعرض للتآكل أو التساقط؛ مما يعرض الجدار للضعف والانهييار أو السماح للماء بالدخول إلى الجدار ومن ثم إتلافه، لذلك فإن استكمال المونة وتدعيمها أمرٌ ضروري في عملية الصيانة وذلك عن طريق تنظيف وإعادة ملء العراميص أو الفواصل بين الحجارة.

369 Cazalla, O. & Others: The carbonation of lime mortars: the influence of aging of lime putty, In: Protection and conservation of the cultural heritage of the Mediterranean cities: proceedings of the 5th international symposium on the conservation of monuments in the Mediterranean Basin, Sevilla, Spain, (2002), pp. 139 – 144.

370 خلدون بشار: دليل رواق لصيانة وترميم المباني التاريخية في فلسطين، مركز المعمار الشعبي، رام الله، فلسطين، 2004.

المادة الأساسية في هذه الخطوة من العلاج هي المونة والتي سوف تستخدم لملء الفجوات بين الحجارة في الجدار. وينبغي في المونة المستخدمة أن تتوافر فيها بعض الصفات:

- أن تتطابق المونة الجديدة مع المونة القديمة في اللون والتركيب
- أن تتطابق نوعية الرمال الجديدة من حيث اللون والحجم مع رمال المونة القديمة.
- أن تكون ذات نفاذ أكبر من مواد البناء المجاورة لها وتسمح للرطوبة بالتبخر.

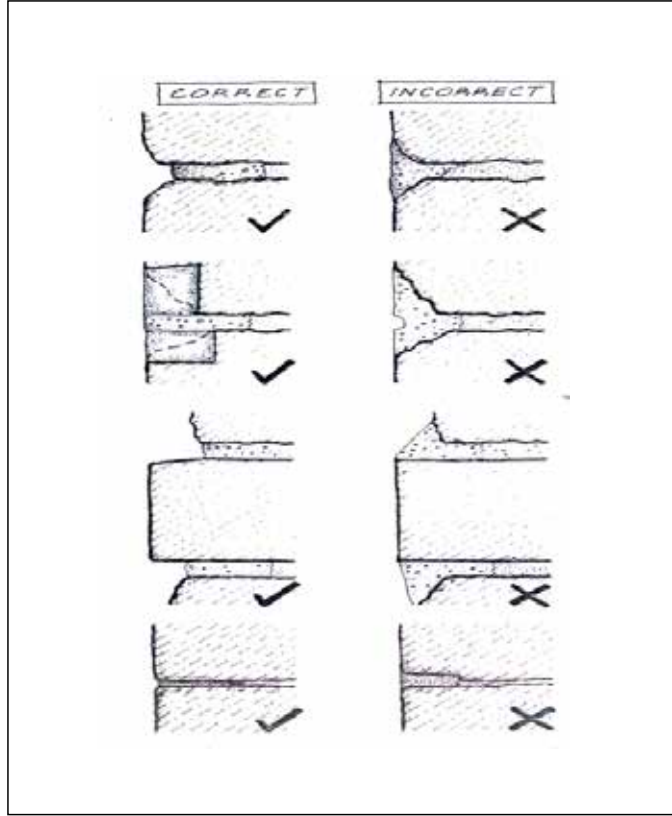
وأما نوعية المونة المستخدمة واختيارها فيتم بناء على المعرفة السابقة بنوعية وتركيب المونة الأصلية أو بناء على نتائج التحاليل لعينات من المونة الأصلية باستخدام الأساليب العلمية الحديثة. والمونة الغالب استخدامها في الوقت الحاضر في أعمال الترميم هي مونة أساس تكوينها مادة الجير. ويتم الحصول على الجير في الأسواق إما في صورة جير جاف "كلس مهدرج" Hydrate Lime (مسحوق) في أكياس مغلقة أو في صورة عجينة Putty جاهزة.

وقد لخص Ashurst<sup>371</sup> الطريقة المثلى لتنفيذ مونة الجير في الموقع بالخطوات التالية:

- يتم إطفاء الجير في الموقع Slaking بكمية كافية من الماء للحصول عجينة طرية مع التحريك المستمر، ومن ثم ينخل الجير للتخلص من الكتل التي لم تطفأ. وتحفظ العجينة في الماء لمدة لا تقل عن أسبوع للتأكد من تمام الإطفاء.
- خلط العجينة مع الركام المناسب وبالنسبة المطلوبة (بنسبة 3:1 أو أقل) بحيث يتم الخلط ميكانيكياً أو باليد، ثم يخلط ويقلب بشكل دائري.
- يحفظ الخليط وهو رطب أسفل طبقة رطبة من اللباد Felt أو في أكياس رطبة، ويفضل وضعها في صندوق محكم الغلق، ويتم الحفظ لفترة أقلها أسبوع واحد أو أكثر.
- تؤخذ الكمية المطلوبة لعمل يوم واحد، ويخلط ويقلب مرة أخرى، وإذا كان الخليط غير متماسك جيداً يضاف له قليلاً من الماء ليزيد من لزوجه وان يضاف الماء باقل كمية ممكنة. ويجب التذكير هنا إلى أن التقليل والخلط الجيد لعجينة الجير يزيد من لزوجه وقابليتها للتشغيل دون الحاجة إلى مزيد من الماء.
- يبدأ تطبيق عملية التكهيل بالمونة المعدة ويجب ألا يقل عمق المونة المفقودة في الفواصل عن مربع ارتفاع المونة (25 ملم) وأن يكون العمق أكبر بمرتين من اتساع الفاصل، بحيث إذا قل عن ذلك لابد من الحفر إلى العمق السابق قبل البدء في الاستكمال؛ حتى لا تظهر المونة على السطح عند العمل.
- إذا كانت الكتل الحجرية مازالت محتفظة بحوافها الحادة فيجب إعادة ملء الفواصل بالمونة، أما إذا كانت متثلمه Blunted فيجب الحذر عند إعادة الملء للحفاظ على الاتساع الأصلي للفواصل، بحيث لا يتم ملء الفاصل بالكامل لأن الحجم الحالي للفواصل لا يمثل الحجم الأصلي. وللوقوف على أساليب إعادة الملء الصحيحة للفواصل، أنظر الشكل رقم (41).
- تنظيف الفواصل Joints بفره ناعمة لإزالة الأتربة والحبيبات المفككة، ثم تُنظف بالماء مع مراعاة عدم التسقية، على أن يتم العمل من الأعلى إلى الأسفل.
- تندية Wetting الفواصل بالماء قبل التطبيق مباشرة.
- إعادة ملء الفواصل بالمونة المناسبة باستخدام الفرة Spatula وذلك بضغط المونة بداخل السمك الكامل للفواصل. وعند وضع المونة يراعى أن لا تكون متساوية مع سطح الحجر مع مراعاة أن تكون للدخل بقليل.
- يحفظ العمل المُنجز بعيداً عن تأثير الأمطار والحرارة العالية، مع تحفيز وجود دورة للهواء.

وهناك بعض النصائح والمحاذير يجب على المرمم أن يعيها عند التنفيذ مثل:

- كلما زادت فترة نفع الجير في الماء قبل الاستخدام؛ زادت جودته.
- يمكن استخدام الماء الكلسي أو ماء الجير في عملية ترطيب الجدار قبل التطبيق وأيضا ممكن استخدامه في أعمال التقوية.
- يجب دائماً عند إطفاء الجير إضافة الجير إلى الماء وليس إضافة الماء الجير تجنباً للتعرض للخطر.



شكل رقم (41)

يوضح الأساليب الصحيحة والخاطئة للتكحيل، نقلا عن Ashurst.J 2004

### - استكمال وتثبيت طبقات الملاط المنفصلة:

تعتبر عملية استكمال وعلاج طبقات الملاط لجدران بعض المباني أمر مهم؛ حيث تعمل هذه الطبقة على توفير الحماية لأسطح الجدران الأثرية مثل طبقة الجلد في جسم الكائن الحي *protective skin*؛ نتيجة ما تقوم بها من وظائف مثل زيادة تماسك حجارة الجدار ومنع الجدار من التعرض لعوامل التلف المختلفة الناتج عن الرياح والرمل والأمطار والأملاح ومن التعرض للتلف البيولوجي. وهذه الطبقة يمكن التضحية بها *sacrificial layer* بازالتها أو إصلاحها عندما تتلف بدلا من تعرض مكونات الجدار الداخلية للتلف.<sup>372</sup>

وعملية استكمال أو إعادة مسح أو تغطية أسطح الجدران بطبقات الملاط تعرف بـ *Rendering*، وهذه العملية لا تتم إلا في حال وجود دليل قوي على أن سطح الجدار كان مغطى في الأصل بطبقة الملاط، والتي بالإمكان أخذ عينات منها لتحليلها بغرض التعرف على نسب مكوناتها بغرض الاستكمال بطبقة ملاط جديدة مشابهة لها في اللون والتركيب والنسيج. وينبغي أن يتم اختيار مادة الطبقة الجديدة اعتمادا على الممارسة الجيدة أكثر منه على نتائج التحاليل.<sup>373</sup>

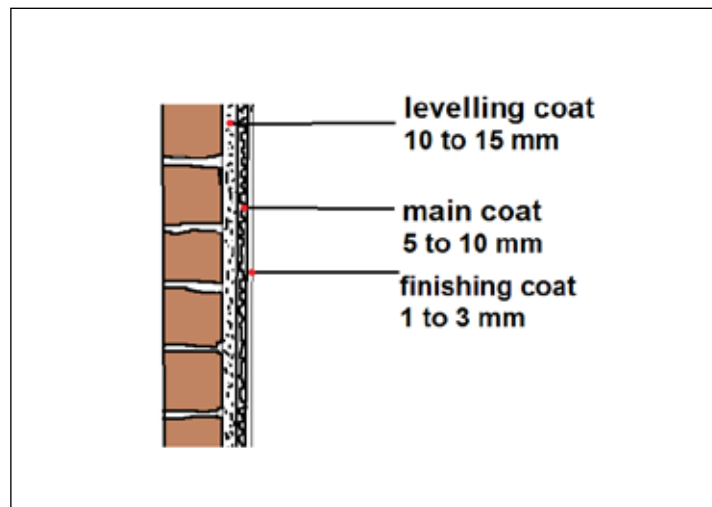
372 Frank G. Matero: A programme for the conservation of architectural plasters in earthen ruins in the American Southwest, for Union National Monument, New Mexico, USA. In: Conservation and Management of Archaeological Sites, V.1, (1995), PP.5 – 24.

373 Ashursts, J: Methods of repairing and consolidating stone buildings, In: Conservation of Building & Decorative Stone, Part 2, Elsevier, Oxford, (2004), PP. 17 – 18.



ولتنفيذ هذه الخطوة (الاستكمال) من عملية العلاج أو الصيانة لطبقات الملاط نقوم باتباع الخطوات التالية:

- تهشير سطح الجدار ذو الحجاره المقطوعة والمستوية الأوجه لتساعد على ثبات وتماسك طبقة الملاط الجديدة مع السطح، أما في حالة أسطح الجدران ذات الحجاره غير المستوية فلا تحتاج إلى تهشير فطبيعة السطح غير المستوية تساعد على ثباتها.
- تنظيف السطح، أماكن الأجزاء المفقودة، جيدا بالفرشاة ومن ثم بالماء المقطر مع مراعاة عدم التسقية.
- إعادة ملء الفجوات بين الحجاره بالمونة وكسر الحجاره الصغيرة مع الحرص على ايجاد سطح خشن يساعد على التصاق طبقة الملاط فيما بعد.<sup>374</sup>
- تُحضّر عجينة الاستكمال بنفس تركيب ونسب ولون مكونات طبقة الملاط القديمة بقدر الإمكان.
- بالإمكان وضع شبك من الألياف الزجاجية من الأسفل تربط طبقة الملاط الجديدة بالقديمة.
- تُطبق العجينة باستخدام الفرّاة أو المسطرين بحسب المساحة المراد استكمالها وذلك من الأسفل إلى الأعلى.
- يراعى أن يكون الجزء المستكمل متمایزا عن الجزء القديم كأن يكون مستواه منخفض عن مستوى السطح الأصلي.
- يراعى عند التطبيق تنفيذ أكثر من طبقة والتي قد تصل إلى ثلاث طبقات بحيث تتميز الأولى بانها الأكثر سمكا حيث تتراوح ما بين 10 إلى 15 ملم، وتتميز أيضا بخشونتها لتسمح بالتصاق الطبقة الثانية عليها، وتساعد هذه الطبقة كثيرا في استواء السطح، والطبقة الثانية يترأوح سمكها ما بين 5 إلى 10 ملم، وأما الطبقة الثالثة finishing wash ففي العادة تكون عبارة عن طبقة رقيقة يترأوح سمكها ما بين 1 إلى 3 ملم، وهذه الطبقة يتم تطبيقها بعد جفاف الطبقة الثانية وذلك لتقضي على التشوهات الدقيقة في السطح (شكل رقم 42). والجدير بالذكر انه يجب مراعاة أن سمك هذه الطبقات قد يختلف من مبنى لآخر ومن بلد لآخر. كما يراعى عند تطبيق هذه الطبقات عدم تعريضها لأشعة الشمس المباشرة أو إلى الأمطار، وأن تعطى كل طبقة فترة تسمح لها بالجفاف وبالخصوص إذا كان تكوينها الأساسي هو الجير، أسبوع واحدًا مثلًا.<sup>375</sup> ويمكن تغطية سطح طبقات الملاط الخارجية بقطعة قماش أو خيش رطبة مع مراعاة تنديتها بين فترة وأخرى، أو بالإمكان وضع طبقة قطنية رطبة عليها.
- بالإمكان مسح وصقل السطح باستخدام اسفنج رطبة للحصول على سطح متجانس.



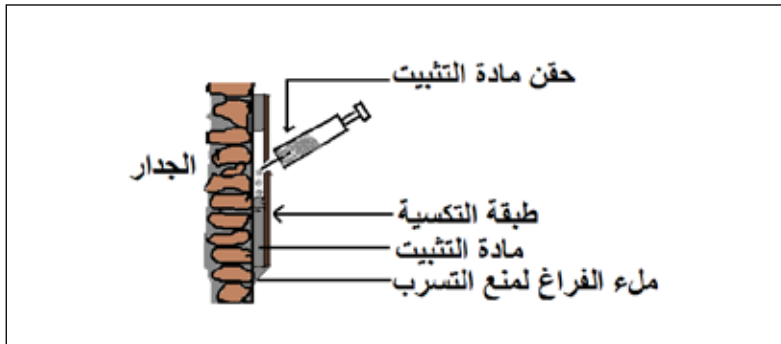
شكل رقم (42)

يوضح ترتيب وسمك طبقات الملاط على الجدار

374 Ashurts, J: op. cit, P.18.

375 Cavaco, LSR: Execution techniques for rendering mortars of ancient buildings, Master thesis, IST/UTL, Lisbon; 2005 (only in Portuguese).

- أما بالنسبة إلى تثبيت طبقات الملاط المنفصلة، فيتم أولاً بالتخلص من الأتربة الموجودة بين الطبقة وسطح الجدار بمنفاخ بسيط ومن ثم بالماء، ويفضل أن يخلط الماء بالأسيتون أو الكحول ليعود في سرعة تبخره. وبعدها يتم سد الأطراف الجانبية والسفلية للطبقة المنفصلة بالمونة مع الإبقاء على الأطراف العلوية مفتوحة لاستخدامها في حقن مادة التقوية أو المادة المألنة والتي في الغالب تكون من نفس مادة المونة المستخدمة في الاستكمال ولكنها في هيئة أكثر سيولة مع إمكانية إضافة مادة مقوية لها مثل البريمال. ويراعى أثناء التنظيف بالماء الإبقاء على فتحات في الأسفل للسماح بخروج الماء. وفي حالة عدم اتساع مساحة طبقة الملاط المنتفخة أو المنفصلة فيتم عمل ثقب في تلك الطبقة لحقن المادة المألنة. شكل رقم (43)



شكل رقم (43)

يوضح طريقة حقن المادة المألنة أو المقوية لإعادة لصق وتثبيت طبقات الملاط

### - صيانة الزخارف الجبسية: Conservation of gypsum Decorations

ان عملية صيانة الزخارف الجبسية تبدأ بحسب تسلسل التدخلات العلاجية وذلك بعد صيانة الجدران والأسقف حيث تبدأ بعدها أعمال التشطيبات والتي من ضمنها صيانة الزخارف الجبسية.

#### أ- التنظيف: Cleaning

الخطوة الأولى في عملية صيانة الزخارف الجبسية في المباني التاريخية هي تنظيفها كإجراء روتيني، ولكن إذا كانت هذه الزخارف ضعيفة يتم تقويتها أولاً بأحد مواد التقوية المناسبة المذكورة في العنوان الثاني من هذا الفصل، والتي يتم اختيارها بعد التجربة. والتنظيف يبدأ كما ذكر في بداية هذا الفصل أيضاً بالفرشاة الناعمة مع مراعاة الحذر من عدم التأثير الميكانيكي السلبي على سطح الزخارف. وعند وجود مواد ملتصقة بالسطح بشكل قوي يتم محاولة إزالتها بأحد الأدوات الحادة مع مراعاة عدم التسبب بخدوش للسطح. وإزالة الأملاح القابلة للذوبان في الماء تستخدم الكمادات في إزالتها.

#### ب- التقوية: Consolidation

إجراء عملية التقوية والعزل للزخارف الجبسية سواء قبل أو بعد التنظيف تتم كما ذكر باختبار مادة التقوية والعزل المناسبة بتطبيقها بالفرشاة أو الرش في ظروف بعيدة عن ضوء الشمس أو الرطوبة مع تغطيتها بعد العلاج.

#### ت- الاستكمال: Reinstatement

تتم عملية الاستكمال للزخارف الجبسية بأسلوبين وهما:

- إعادة ملء موضع الجزء المفقود بمادة الاستكمال ثم تنفيذ الزخارف عليها بالحفر.
- إعداد قالب صب به الزخارف المراد استكمالها بناءً على ما هو موجود على الجدار، ومن ثم لصقه وتثبيتته في المكان المناسب.

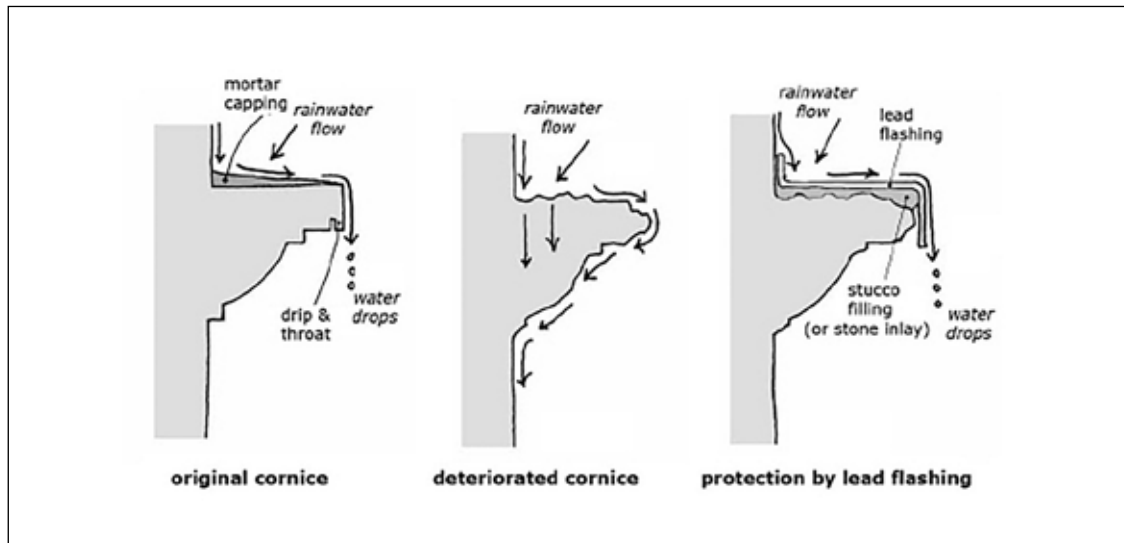
وعملية الاستكمال للجبس تطبق فيها مبادئ الاستكمال بشكل عام ويراعى فيها بشكل أساسي قاعدة المثل بالمثل وlike for like. وتتطلب عملية الاستكمال معرفة طبيعة مادة الزخارف القديمة لضمان استخدام مادة استكمال ملائمة للقديمة من حيث تركيبها وطريقة تحضيرها وأساليب تطبيقها لتجنب وجود اختلاف في الخواص الميكانيكية وبالتالي نشوء تشققات.<sup>376</sup>

#### 4- علاج مشكلة الرطوبة:

تتعدد مصادر الرطوبة في المباني التاريخية سواء من الأمطار أو المياه تحت السطحية أو الرطوبة الجوية والتكاثف أو النشاط البشري داخل المباني. ولكن مجرد تشخيص الحالة والتعرف على مصادر الرطوبة في المبنى يمكن بعدها وضع الحلول والتدخلات المناسبة لمنع هذه المصدر أو التخفيف من الضرر الناتج عنه أو على أقل تقدير التحكم فيه. وللتحكم في مصادر الرطوبة والمشاكل التي تسببها نتعرض لكل مظهر أو مشكلة ونحاول طرح أسلوب التدخل المناسب. وطبعاً لا يُغفل بأن التدخلات العلاجية المختلفة تساهم في عملية التحكم في الرطوبة ومصادر مثل صيانة الأسقف وعلاج الشروخ وصيانة النوافذ والأبواب وإعادة ملء الفجوات بالمونة وتثبيت طبقات الملاط، جميع هذه العلاجات تساهم في التحكم في مشكلة الرطوبة، وقد ذكرت في نقاط أخرى من هذا الفصل.

#### - صيانة الافريز/ الكورنيشات Cornices:

قد تكون وظيفة الافريز على اسطح الجدران الخارجية للمبنى جمالية وقد تكون وظيفتها حماية النوافذ والفتحات من دخول الأمطار من خلالها. ولكن في حال تلف هذه العناصر مثل تآكل أطرافها أو حدوث شروخ وانفصالات أفقية في الجزء العلوي الرابط بينها وبين الجدار فان ذلك يؤدي إلى وجود مشكلة مع مياه الأمطار التي تتجمع عليه وتتسرب إلى داخل الجدار. ولذلك يتم هنا التدخل بإصلاح الافريز وتكسيته من الأعلى بشكل مائل للخارج ووضع لوح معدني أو بلاستيكي يسمح بانزلاق وطرده المياه للخارج عوضاً عن تجمعها. شكل رقم (44)



شكل رقم (44)

يوضح وظيفة الافريز وطريقة إصلاحه في حال فقد وظيفته عند تلفه، عن Torraca, 2009

### - التهوية الداخلية للمبنى Ventilation:

هي عملية تغيير أو استبدال الهواء في حيز ما بغرض ضبط الحرارة، أو إزالة الرطوبة والرائحة والدخان والحرارة والغبار والبكتريا المحمولة جواً. تشمل التهوية استبدال الهواء مع الخارج وتدويره داخل المبنى. والتهوية إحدى أهم العوامل في الحفاظ على نوعية الهواء الداخلي في المباني.<sup>377</sup>

ويمكن إجراء التهوية للمبنى أو الغرفة إما بفتح النوافذ والأبواب بحيث تسمح للهواء بالدخول والخروج أو باستخدام المراوح لتحريك الهواء الراكد ومنع تكاثف الرطوبة على الأسطح. ولهذا فإن هذا الأسلوب من التحكم في الرطوبة هو لتخفيف الضرر الناتج عن الرطوبة في الهواء سواء الناتجة عن الهواء الخارجي أو الناتجة عن النشاط البشري في الأماكن المغلقة. تعتبر التهوية أو تدوير الهواء في المباني القديمة بلا جدوى في حال كان مصدر الرطوبة من الأرض، وليس لها تأثير فعلي على تجفيف الجدران؛ ذلك أن مصدر الرطوبة مستمر، حيث أنه بمجرد توقف عملية التهوية تبدأ الرطوبة بالارتفاع في الجدار مرة أخرى. فالتهوية في هذه الحالة تعتبر علاج للأعراض فقط، كما هو في حقل الطب، حيث أن التهوية لا تزيل المسبب وإنما تخفف فقط من عرض الإصابة.<sup>378</sup>

وبالرغم من ذلك، إلا أن ضمان استمرار عملية التهوية يساعد على إيقاف منسوب ارتفاع المياه من التربة في الجدار.

ويمكن تحقيق التهوية اما طبيعيا أو صناعيا:

- التهوية الطبيعية Natural Ventilation: عن طريق الأبواب والنوافذ أو عن طريق تفعيل أحد وسائل التهوية القديمة كما هو الحال بالنسبة إلى أبراج وملاقف الهواء في المباني القديمة بمدينة المحرق.
- التهوية الصناعية أو الفعالة: وتتم في العادة باستخدام المراوح الصغيرة بغرض تحريك الهواء الراكد داخل الغرف المغلقة وبالخصوص المشغولة بالأثاث، وأيضا الأجزاء السفلية من الجدران. وفي هذه الحالة يجب الأخذ في الاعتبار أن التهوية الجيدة للمباني الرطبة هي التي تعمل على خفض الرطوبة النسبية RH في الهواء إلى 65% في فصل الصيف وإلى 75% في فصل الشتاء. وإن تغيير وتحريك الهواء بنسبة مرتين في كل ساعة هو كافٍ لخفض الرطوبة؛ ولكن ذلك يعتمد أيضا على نسبة الأثاث في الغرفة والأشخاص الموجودين بداخلها.<sup>379</sup>

### - تصريف المياه Water Drainage:

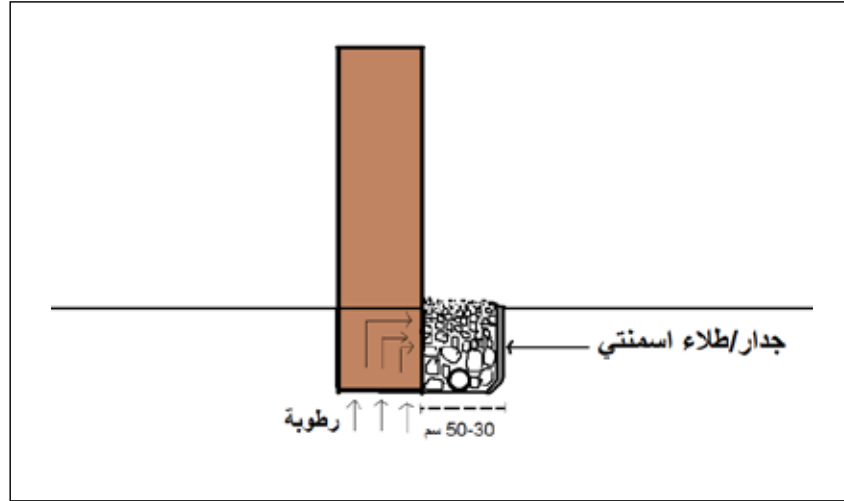
تُنَفَّذ هذه الطريقة عند اسفل الجدران من الخارج، وتهدف إلى تصريف المياه الجوفية وإبعادها عن قاعدة الجدار وذلك باتباع الخطوات التالية: شكل رقم (45)

- حفر خندق بطول الجدار من الخارج بعرض 30 – 50 سم، بعمق مساوي لعمق الأساسات.
- وضع أنبوب بلاستيكي PVC به ثقوب، أسفل الخندق وبشكل مائل وباتجاه واحد بحيث يسمح بتصريف المياه بعيدا عن الجدار إلى المكان المخصص لتجميعها.
- ثم يتم ردم الخندق بالحجارة الكبيرة من الأسفل وبالحصى الصغير في الأعلى بحيث تسمح الفراغات بين هذه الحجارة بتصريف مياه الأمطار ومنع تجمعها عند الجدار، وكذلك تسمح للجدار بالتنفس. كما بالإمكان جعل السطح الخارجي مائلا بحيث يسمح بتصريف المياه بعيدا.

377 <http://ar.wikipedia.org>

378 Giovanni & Massari: Damp Buildings, Old and New, ICCROM, Rome, Italy, (1993), P. 189.

379 Giovanni & Massari: op.cit, P. 200.



شكل رقم (45)

يوضح طريقة تصريف المياه لمنعها من التجمع عند الجدران

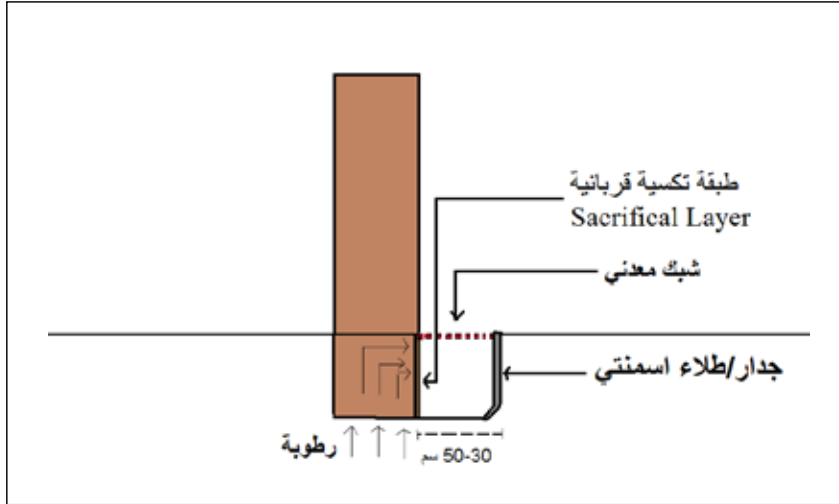
#### - تهوية أساسات الجدار Perimeter Trench:

تُنَفَّذ هذه الطريقة في الغالب داخل المباني، وتهدف إلى تهوية أسفل الجدار والسماح لأكثر قدر من المياه المرتفع إلى الجدار بواسطة الخاصية الشعرية بالتبخّر قبل وصولها إلى مستويات أعلى في الجدار، بالإضافة إلى أنها تمنع دخول الرطوبة من السطح الجانبي للأساسات، ويمكن تنفيذ هذه الطريقة باتباع الخطوات التالية: شكل رقم (46)

- حفر خندق حول الجدار بعرض يصل إلى 30 – 50 سم وبعمق الأساسات.
- تثبيت جدار الخندق المقابل لأساسات الجدار بطبقة من الإسمنت أو بجدار بسيط.
- تغطية الجزء السفلي من جدار المبنى بطبقة ملاط يمكن التضحية بها بين فترة وأخرى **Sacrificial Layer** تكون ضعيفة وذات مسامية مرتفعة تسمح بتبخّر الرطوبة من خلالها بسهولة.
- تغطية الخندق بغطاء شبكي الشكل من الحديد أو الألمنيوم مشابه لما هو مستخدم في غطاءات تصريف المياه في المباني أو الطرقات.

وبالرغم من أن هذه التقنية شائعة الاستخدام منذ زمن بعيد في عملية التحكم بالرطوبة الأرضية في الجدران **Rising Damp** إلا أن بعض المتخصصين أمثال كل من **Massari** و **Giovanni** يرون أن وظيفة هذه العملية غير مجدية، حيث أنه وفي أفضل الظروف فإن نسبة التبخر السطحي التي تحصل على السطح الجانبي المطل على الخندق هي أقل بنسبة 4 إلى 5 مرات من نسبة التبخر الاعتيادية التي تحصل للسطح الموجود فوق سطح الأرض؛ لذلك فإن عمق الخندق يجب أن يكون أعمق بنسبة 4 إلى 5 مرات من نسبة ارتفاع الرطوبة فوق مستوى سطح الأرض أو الطريق. فمثلاً، عندما يكون مستوى ارتفاع الرطوبة في الجدار حوالي 1,20 م فوق سطح الأرض، فيجب أن لا يقل عمق الخندق عن 5 إلى 6 م، وهذا من شأنه أن يشكل خطراً انشائياً على المبنى.<sup>380</sup>



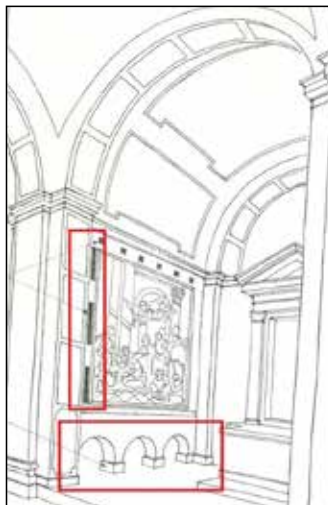


شكل رقم (46)

يوضح طريقة تهوية أساسات الجدران للتحكم بالرطوبة الأرضية

#### أ- طريقة كوتش Koch Method<sup>381</sup>:

يعتمد عمل هذه الطريقة على التقليل من نسبة أجزاء المبنى المتصلة بمصدر الرطوبة عن طريق عمل سلسلة أو صف من الفتحات بخط أفقي في أسفل الجدار، وفي الغالب تكون في شكل عقود. واستخدام هذه الطريقة محدود جدا نظرا لعملية التغيير التي تحدث في البنية الإنشائية للجدار والمبنى. ففي الأعوام 1890م نفذ Koch لأول مرة هذه الطريقة في كنيسة San Luigi dei Francesi في روما، حيث قام بعزل الرطوبة الأرضية من الوصول إلى أحد الرسوم الجدارية عن طريق عمل ثلاث عقود تستند على أربع أعمدة تم عزلها أيضا بمادة مانعة لصعود الرطوبة وبالتالي تم منع وصول الرطوبة إلى الرسوم، شكل رقم (47).



شكل رقم (47)

يوضح طريقة كوتش في التقليل من نسبة الرطوبة الأرضية الصاعدة في الجدار (نقلا عن Giovanni 1993)

**ب- طريقة مساري The Massari Mechanical Method: 382**

تعتمد هذه الطريقة على حفر ثقوب بخط أفقي في عرض الجدار، ومن ثم تملئ بمادة عازلة تمنع الرطوبة من الارتفاع في الجدار. وقد بدأت هذه الطريقة باستخدام المطرقة والازميل في حفر الثقوب ومن ثم ملئها بصفحة معدنية. وقد تم لاحقاً الاستعاضة عن استخدام المطرقة والازميل باستخدام أداة الثقب الكهربائية، مع الاستعاضة عن الصفائح المعدنية براتنج البولي إيستر.

تتم عملية العزل أولاً بحفر الثقوب بخط أفقي في عرض الجدار، يبلغ قطر الثقب حوالي 3 سم وبشكل متواصل للحصول على قطع أفقي متواصل، مع الحرص على تنظيفه من الأتربة. وبعدها يتم وضع راتنج البولي إيستر حتى يملئ الثقوب، ويترك لمدة 3 أو 4 ساعات لحين تصلبه، وبمجرد تصلبه يصبح قويا وقادرا على حمل وزن الجدار مهما كانت قوة الضغط. ويمكن استخدام هذه الطريقة في عزل جدران المباني ذات الحجارة مستوية الأوجه أو جدران الدبش.

**5- صيانة الأسقف:**

الأسقف هو العنصر المعماري الأكثر عرضة للظروف الخارجية، وغالبا ما يتكون من مواد بناء عضوية، لذا يعتبر أحد عناصر البناء الأكثر عرضة للتلف. وقد يتعرض السقف للتلف بشكل أكبر بسبب الظروف الخارجية عندما يكون في الطابق العلوي، وقد يكون معرضا للتلف بواسطة الأحمال والضغط والاحتكاك عندما يكون سقفا لأحد الأدوار السفلية وأرضية للأدوار العلوية. وضعف السقف أو تلفه يسمح ويساعد على سرعة تلف مواد البناء الأخرى من أحجار ومونة وطبقات ملاط وأخشاب وزخارف وكذلك الأثاث؛ وذلك نتيجة ما ينتج من تسرب المياه من خلاله أو احتمال سقوطه. أهم خطوات الحفاظ على الأسقف هي الفحص والصيانة الدورية المستمرة له؛ للتأكد من عدم وجود تسرب للمياه، والتأكد من أداء المرازيم لوظائفها. وقبل بدء أعمال الإصلاح في السقف ينبغي التعرف على مظاهر التلف في السقف ومسبباته، وأيضا فهم القيمة التاريخية للمواد المستخدمة في بنائه، وبالتالي تحديد طريقة التدخل والتي تكون في الغالب بين خيارين إما الإصلاح أو الاستبدال.

**مستويات التدخل لعلاج الأسقف:**

تختلف مستويات التدخل لعلاج الأسقف بحسب حجم وخطورة المشاكل الموجودة فيه. ويمكن تصنيفها إلى أربع مستويات أو أنواع:

- **الصيانة Maintenance:** إجراء فحص وصيانة لعناصر السقف بشكل دوري ومستمر من خلال فحص السقف أسبوعيا أو شهريا وكذلك بعد تساقط الأمطار، حيث أن وجود تسرب للمياه أو أي علامات رطوبة في السقف أو الجدران من داخل المبنى يُنذر بوجود خللٍ ما يستلزم فحص السقف من الأعلى للتأكد من سبب تسرب الماء، فرما يكون بسبب انسداد المرازيم "عناصر صرف الماء" Gutter، مما يلزم ضرورة تنظيفها للتخلص من الترسبات التي تعيق تصريف المياه للخارج. وقد تشمل خطوة الصيانة هذه على أعمال التدعيم المؤقت للأسقف لحمايته من مزيد من التدهور والسقوط.
- **الإصلاح Repair:** يتم اللجوء إلى هذه الخطوة عند وجود تلف في السقف أو أحد عناصره أو مواده مما يستلزم إصلاحه أو تقويته. أما الأعمال التي قد تنطوي تحت مظلة هذا العنوان هي:
  - تجديد لطبقة عزل المياه Water proof أو وضع طبقة جديدة نظرا للحاجة الحالية.
  - إصلاح وسد الشقوق والثقوب الموجودة في السطح.
  - التقوية الميكانيكية أو الكيميائية للعناصر العضوية والزخارف والألوان في السقف.
  - علاج ومكافحة التلف البيولوجي لأخشاب السقف.

- **الاستبدال Replacement:** عندما يثبت أن السقف أو أحد عناصره في حالة سيئة جدا كإصابته بتلف بيولوجي لا يمكن علاجه نظرا لتقدم الحالة فان اللجوء إلى عملية الاستبدال يكون خيارا مطروحا ولازما. وينبغي أن تتم عملية الاستبدال في أضيق الحدود، مع تجنب اللجوء إليها كلما امكن. وعملية الاستبدال لا تتم إلا للعناصر الخالية من الزخارف والرسومات.
- وعند الاستبدال يتم استخدام مواد مشابهة للمواد القديمة ويتم تركيبها بنفس الأساليب والتقنيات التقليدية، ولكن في حال عدم توفر مواد البناء التقليدية أو صعوبة الحصول عليها وارتفاع تكلفتها يمكن أن يعطينا مبرر لاستخدام مواد بديلة بشرط ألا تؤثر على القيمة والمظهر التاريخي للمبنى.<sup>383</sup>
- **تغيير الوظيفة:** يتم اللجوء إلى هذه الخطوة أو الأسلوب عندما تكون حالة السقف سيئة جدا بحيث لا يمكن للسقف أن يؤدي الوظيفة التي وُجد من أجلها، وفي نفس الوقت يكون غني بالزخارف أو الألوان وبالتالي لا يمكن استبداله ومن الصعب إصلاحه. وفي هذه الحالة يتم انشاء سقف آخر حديث يعلو السقف القديم ويؤدي وظائف السقف القديم من حماية وحمل للأدوار العلوية، بينما يتم الحفاظ على السقف القديم في مكانه الأصلي أسفل السقف الحديث ليؤدي وظيفة شكلية متحفية فقط.
- **إعادة البناء:** يتم اللجوء إلى هذه الخطوة عندما يكون السقف مدمرا ومتساقطا أو غير موجود عند البدء في أعمال الحفاظ، وفي نفس الوقت تكون هناك رغبة في إعادة بنائه كخطوة ضمن مشروع إعادة تأهيل المبنى. وأعمال إعادة البناء لا تتم إلا عند توفر أدلة وثائقية على الشكل القديم والأصلي للسقف، ويستخدم فيها مواد وتقنيات مشابهة للقديم. أما في حال تعذر الحصول على دلائل لشكله القديم أو تعذر الحصول على مواد مشابهة للمواد التقليدية فيتم استخدام مواد حديثة.

## 6- صيانة العناصر الخشبية (الأبواب – النوافذ – الزخارف الخشبية)

يعتبر الخشب مادة بناء ثانوية في المباني التاريخية، فيما عدا المنشآت المقامة أساسا على مادة الخشب Timber Buildings. يتواجد الخشب في المباني التاريخية إما في النوافذ أو الأبواب أو الأسقف أو كعوارض خشبية داخل الجدران، كما تستخدم في بعض الأعمال الزخرفية مثل المشربيات.

ومسببات تلف العناصر الخشبية في المباني هي الرطوبة والضوء والحشرات والكانثات الحية الدقيقة، حيث تؤدي هذه المسببات أو العوامل إلى إضعاف بنية الخشب وفقدان لوظيفته في المبنى سواء الإنشائية أو تشويبه وتغير لونه وبالتالي فقده لقيّمته الجمالية.

إن نوع التدخل في صيانة العناصر الخشبية يعتمد على نوع الإصابة البيولوجية ودرجة التلف. ويمكن تصنيف أنواع التدخل إلى:

### - التنظيف:

عملية التنظيف تبدأ أولا بأعمال التنظيف الميكانيكي باستخدام الفرش الناعمة والخشنة مع مراعاة عدم التأثير على سطح الخشب؛ لإزالة الأتربة والعوالق المترakمة على سطح الخشب. وفي حالة عدم جدوى التنظيف الميكانيكي يتم اللجوء إلى التنظيف الكيميائي باستخدام خليط من الماء والكحول بنسبة 2:1 لضمان سرعة تبخر الماء.<sup>384</sup>

### - العلاج ضد التلف البيولوجي:

يتعرض الخشب للتلف بفعل عوامل تلف بيولوجية مختلفة مثل العفن البني والعفن الأبيض والعفن الجاف وبعض أنواع الحشرات. وبناء على نوع التلف البيولوجي يتم تحديد طريقة التدخل من حيث اختيار المواد المناسبة لمكافحتها وعلاجها.

383 Sarah M. Sweetser: roofing for historic buildings, Preservation Briefs, NPS, USA, <http://www.nps.gov/history/hps/tps/briefs/brief04.htm>

384 صفا حامد: دراسة علمية لفحص التغيرات في التركيب التشريحي لبعض أنواع الأخشاب الأثرية – الناتجة عن عوامل التلف المختلفة وطرق العلاج المناسبة تطبيقا على بعض النماذج المختارة، رسالة دكتوراه غير منشورة، قسم الترميم- كلية الآثار – جامعة القاهرة، (2009)، ص 66 – 67

ينبغي في المواد المستخدمة في مكافحة التلف الناتج عن الكائنات الحية الدقيقة والحشرات أن تتوافر بها بعض المواصفات أهمها أن تكون غير ضارة بالإنسان وقليلة التكلفة وقادرة على القضاء على الفطريات والحشرات بجميع أطوار حياتها وكذلك سهولة التطبيق.<sup>385</sup>

ومن المواد الممكن استخدامها في تعقيم الأخشاب هو محلول السديال بنسبة 3% في النفط الرومي، حيث يتم التطبيق على جرعتين والفاصل الزمني بين كل منهما 3 أسابيع. ويمكن استخدام محلول البنيتاكلوروفينول كمضاد فطري بنسبة 3% مذاب في الكحول، ويتم التطبيق بالفرشاة عن طريق الدهن.

#### - التقوية والعزل:

بعد الانتهاء من تنظيف سطح الخشب وعلاجه ضد التلف البيولوجي يتم تقويته وعزله عند الحاجة لزيادة قوته وإعادة ربط أليافه المنفصلة. وينبغي في مواد التقوية أن تتوافر بها بعض المواصفات كأن تتميز بقدرة عالية على التغلغل بداخل الخشب، لا تنكمش عند جفافها وتصلبها، لها القدرة على ربط ألياف الخشب، قابلة للاسترجاع، ثابتة مع الزمن ولا يتغير لونها أو تؤثر بشكل سلبي على الخشب.<sup>386</sup> ومن المواد الممكن استخدامها في عملية التقوية والعزل؛ زيت الكتان أو البارالويد B72 المذاب في الطولوين بنسبة 5% أو 3%، أو البريمال AC.61 المذاب في الماء بنسبة 5%، أو مستحلب خلات الفينيل المبلعمة المخفف بالماء بنسبة 1 إلى 5% ويمكن استخدامه أيضا كلاصق بدون تخفيف واسمه التجاري "أوكي". ويُستخدم البارالويد B72 المذاب في الكحول والاسيتون بنسبة (1:2) بتركيز 2% وذلك في أعمال تقوية الأخشاب الجافة.<sup>387</sup> ويمكن تطبيق هذه المواد للعناصر المعمارية الثابتة باستخدام التشبييع بالفرشاة.

#### - الإصلاح:

يتم في هذه العملية بعض الأعمال مثل استكمال أو استبدال لأجزاء تالفة من العناصر الخشبية أو تقويتها ميكانيكيا أو أعمال ملء للشروخ والفجوات في الخشب.

### 1- علاج الشروخ والفجوات:

- تنظيف الشرخ أو الفجوة بالفرشاة ومن ثم بالماء والكحول.
- معالجة المكان التالف بأحد المبيدات الفطرية والحشرية لعدة مرات يوميا.
- ملء الشرخ بعجينة مالئة مثل نشارة الخشب المطحونة والمخلوطة مع مادة لاصقة مثل "الأوكي" أو باستخدام احد العجائن المالئة للأخشاب المتوافرة في الأسواق بألوان مختلفة وذلك بعد تجربتها والتأكد من عدم إضرارها بالخشب.

### 2- استكمال أو استبدال أجزاء تالفة أو مفقودة:

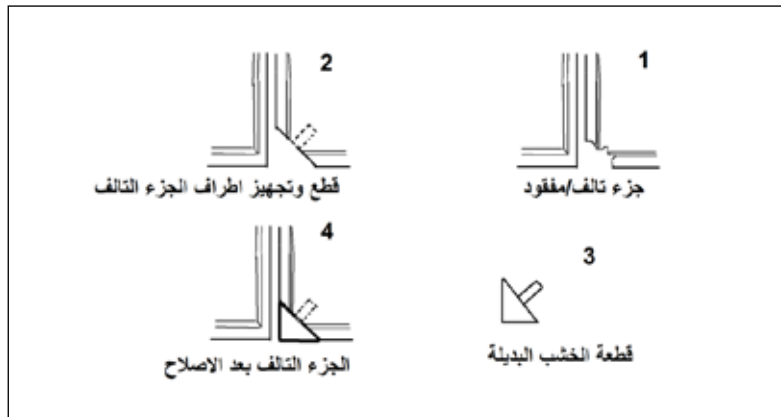
تتم هذه العملية عندما يكون هناك جزء تالف في الخشب ولا يمكن تقويته أو أن يكون هناك جزء مفقود ويحتاج إلى استكمال. وعند استكمال أو استبدال أجزاء من الخشب لابد من الوضع في الاعتبار الأمور التالية:

- محتوى الرطوبة: تحتوي الأخشاب الصلبة الجديدة Hardwood بشكل عام على نسبة رطوبة تتراوح ما بين 15% إلى 18% بينما تحتوي الأخشاب الصلبة القديمة على نسبة رطوبة تصل إلى 7% فقط. لذلك فانه من الأفضل قدر الإمكان استخدام أخشاب قديمة من نفس الفترة بحيث تحتوي على نسبة رطوبة مقاربة للقديم.
- نوع الخشب: يفضل عند الاستكمال استخدام خشب من نفس نوع الخشب القديم، وينبغي الانتباه إلى ضرورة الابتعاد عن استخدام أخشاب صلبة في استكمال أجزاء ناقصة من أخشاب لينة.

385 Weaver.M: Conserving buildings, a manual of Technologies and Materials, Preservation Press, USA, (1997), P. 47.

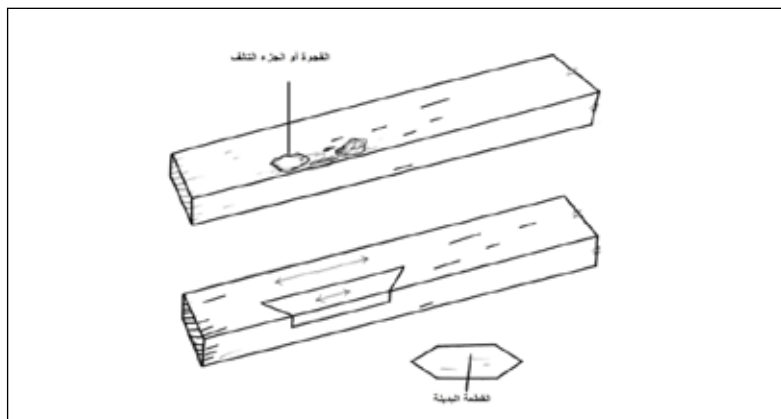
386 Weaver.M: op.cit, P. 43.

- اتجاه الألياف: ينبغي أن يكون اتجاه انسجة القطعة الخشبية الجديدة مشابه لاتجاه انسجة الخشب القديم؛ حتى لا يكون هناك اختلاف في اتجاه تحركهما عند التمدد والانكماش.
  - ضرورة تمييز الجزء الحديث عن القديم الأصلي بشكل لا يشوه المظهر العام لسطح الخشب.
- تتم عملية الاستكمال أو الاستبدال للجزء التالف باتباع الخطوات التالية: شكل رقم (48) و (49)
- أ- التنظيف الميكانيكي بالفرشاة ومن ثم بالماء والكحول.
  - ب- المعالجة بمبيد فطري وحشري بالتنشيع بالفرشاة لعدة مرات على عدة أيام.
  - ت- لصق القطعة الخشبية البديلة بواسطة لاصق أو غراء من أصل حيواني أو نباتي.
  - ث- بعد جفاف اللاصق يتم عزل سطح الخشب بأحد العوازل مثل زيت الكتان لعدة طبقات قد تصل إلى ثلاث طبقات، ويتم التطبيق بعد جفاف كل طبقة.



شكل رقم (48)

يوضح عملية استكمال الأجزاء التالفة والمفقودة في العناصر الخشبية



شكل رقم (49)

يوضح عملية علاج الأجزاء التالفة في العناصر الخشبية



## 7- علاج مشكلة النمل الأبيض:

ان السبب الوحيد لوجود النمل الأبيض في المباني هو البحث عن الطعام والمتمثل في السيلولوز الموجود في الأخشاب والقطن والأوراق الموجودة في المبنى. وجود النمل الأبيض ومهاجمته لهذه العناصر ممكن أن يؤدي إلى إضعاف المبنى والقضاء على مكوناته. وللتحكم في النمل الأبيض يمكن اتخاذ التدخلات التالية: 388

### - الفحص الدوري:

من المهم جدا ضمن الفحص الدوري للمباني التاريخية أن يتم الكشف عن الإصابة بالنمل الأبيض؛ بغرض التعرف على وجودها ونشاطها قبل أن تتسبب بتلفيات خطيرة للمبنى.

### - القضاء على المستعمرة:

يمكن استخدام تقنية غبار الزرنيخ arsenic dust technique للقضاء على مستعمرة النمل الأبيض المسؤول عن تدمير المبنى. ويستلزم قبل اتخاذ خطوة العلاج السابقة أن يتم التحقق أولا من الأماكن النشطة بالنمل الأبيض، وأن يتم تطبيقها بأقل قدر من الاضطراب لهذه الخلايا النشطة.

بالإمكان عند استخدام كمية صغيرة جدا من ثلاثي أكسيد الزرنيخ arsenic trioxide مع مهارة عالية في التطبيق من قتل مستعمرة تضم أكثر من مليون من النمل الأبيض؛ وذلك نتيجة إلى أن النمل المصاب بالغبار يتجه مباشرة للاختباء في المستعمرة مما يؤثر على باقي أفراد المستعمرة وبالخصوص أثناء الاختلاط والتزاوج.

### - إجراءات الوقاية الكيميائية:

للحماية من هجوم النمل الأبيض يمكن تطبيق حواجز كيميائية في التربة، بحيث يتم معالجة التربة اسفل أساسات المباني لمنع دخول النمل للمبنى. ويوجد في الوقت الحالي 3 أنواع من المواد الكيميائية أثبتت قدرتها على منع دخول النمل الأبيض للمباني، وهي:

- كلوريفوس Chlorpyrifos والاسم التجاري له Dursban
- بيفنثرين Bifenthrin والاسم التجاري له Biflex
- بريمايس Premise

## 8- علاج الشروخ Cracks Repair:

قبل البدء باتخاذ الإجراءات اللازمة لعلاج الشروخ في جدران المباني التاريخية ينبغي في البداية دراسة ومراقبة هذه الشروخ للتعرف فيما إذا كانت نشطة أو مستقرة، وما مدى خطورتها على ثبات المبنى.

تنقسم الشروخ إلى مجموعتين:

- شروخ سطحية: هذه النوع ليس له تأثير انشائي على سلامة المبنى، وانما يقتصر تأثيرها فقط على تشويه مظهر السطح "تأثير جمالي". وغالبا ما يكون سبب هذه الشروخ الانكماش الذي يحدث لطبقات الملاط عند جفافها في البداية، أو قد تحدث نتيجة التحركات الحاصلة بسبب التمدد الحراري والانكماش. ويتراوح حجم هذه الشروخ من 0,10 ملم ولغاية 2,00 ملم.

- شروخ انشائية: هذه النوع من الشروخ أكثر خطورة وله تأثير انشائي على سلامة المبنى، يتراوح حجمها ما بين 2,00 ملم ولغاية 25,00 ملم، واما الشروخ التي تزيد عن 25,00 ملم فهي خطيرة جدا حيث من الصعب مراقبتها نتيجة احتمالية تحركها واتساع حجمها بشكل سريع ودون سابق انذار، وكلما زاد اتساع حجم الشرخ زادت خطورته على المبنى.

ولمراقبة الشروخ والتأكد من خطورتها وذلك بناء على استقرارها أو تحركها يمكن استخدام الطرق أو الأدوات التالية:

- الشريط الجبسي: وضع طبقة من الجبس بشكل مستطيل بعرض الشرخ وبسمك حوالي 1/2 سم، ويتم وضع أكثر من شريط على طول الشرخ. ويُفضل أن يتم كتابة تاريخ بدء المراقبة على الشريط الجبسي. ويتم التأكد من حين لآخر من عدم حدوث اي تشققات في الشريط وبالخصوص في اتجاه الشرخ، وقد تستمر عملية المراقبة لعدة أشهر، فإذا كان حدث تشرخ في الشريط فهذا دليل على أن الشرخ متحرك ونشط ويلزم التدخل بصورة عاجلة لتثبيت المبنى أو الجدار انشائيا.

- جهاز مراقبة الشروخ: عبارة عن أجهزة وأدوات تتراوح ما بين بسيطة ومعقدة مرتبطة بالحاسب الآلي لمراقبة الشروخ وتحركاتها بشكل دوري، وبالإمكان استخدام أداة بسيطة تعرف بـ "بياكوليس" يتم لصقها على طرفي الشرخ وبها مقياس يستطيع قراءة التحرك إلى اعشار من المليمتر.

وعملية مراقبة الشرخ من حيث كونه نشط أو مستقر هي في الأساس للتأكد من سبب المشكلة، انشائي أم لا؛ مما يستدعي البحث عن السبب والتدخل السريع. أما إذا كان الشرخ مستقر، فهذا يعني انه يجب علاج الشرخ ولكن ليس بصورة طارئة. ولعلاج الشروخ يمكن اتباع الخطوات التالية:

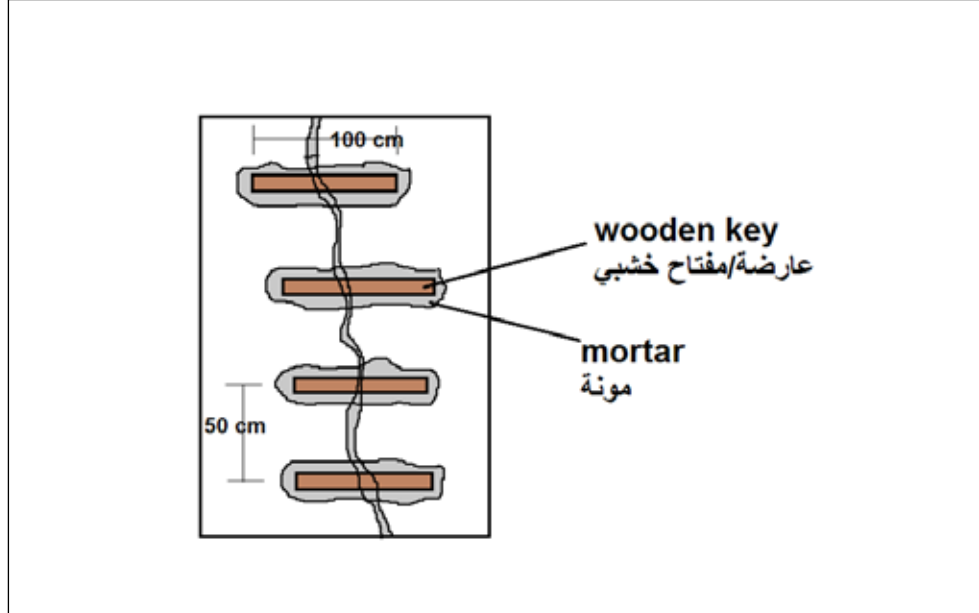
#### - علاج الشروخ البسيطة:

- توسعة الشرخ وتعميقه قليلا إذا كان من النوع الدقيق.
- تنظيف الشرخ بإزالة الأتربة.
- تندية الفواصل بالماء لضمان ثبات وتماسك المونة مع الأطراف.
- حقن المونة المناسبة في الفواصل و ثم إعادة كساء السطح.

#### - علاج الشروخ العميقة والكبيرة:

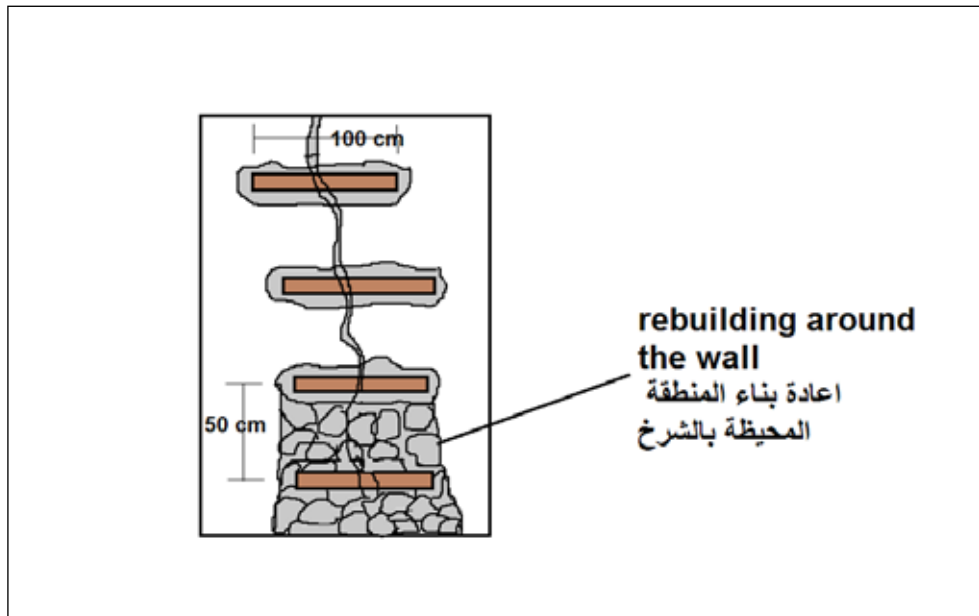
تتم هذه العملية بإعادة ربط وتحزيم أطراف الشرخ، وذلك بعمل التالي:

- تنظيف الشرخ من الأتربة والحصى.
- إدخال عواض خشبية "مفاتيح" بعرض الشرخ وعلى طوله بمسافة 50 سم بين كل واحدة، على أن يتم الحفر لها بداخل الجدار لتصل إلى منتصفه، فإذا كان سمك الجدار 1 م يتم الحفر له بعمق 50 سم، ويبلغ طول كل عارضة خشبية 1 م.
- ويتم تثبيت العوارض باستخدام المونة المناسبة. (شكل رقم 50)
- بعد جفاف المونة يتم إعادة كساء أماكن الإصلاح.
- بالإمكان بعد إدخال العوارض الخشبية أن يتم إعادة بناء المنطقة المحيطة بالشرخ. شكل رقم (51)



شكل رقم (50)

يوضح كيفية إجراء عملية ربط الشروخ بعوارض خشبية



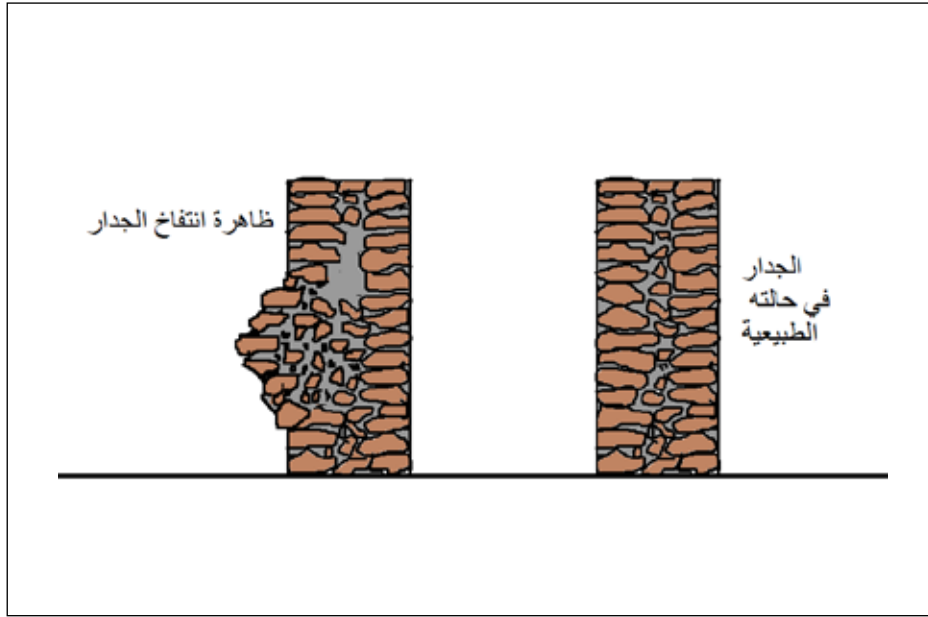
شكل رقم (51)

يوضح عملية إعادة البناء بعد إجراء عملية ربط الشروخ بالعوارض الخشبية

## 9- علاج انتفاخ الجدار Bulges Repair:

تتعرض بعض الجدران أو أجزاء منها لظاهرة التحدب أو الانتفاخ في أحد واجهاتها؛ وذلك إما بسبب تعرض أحد واجهتي الجدار لقوة ضاغطة يؤدي إلى ميلانه أو انتفاخ أحد أجزاء باتجاه الواجهة الأخرى، وهذه الظاهرة غالبا ما تتواجد في بقايا جدران المواقع الأثرية "الأطلال" نتيجة لضغط الرمال والترتبة على احد جوانب الجدار.

وقد تنتج هذه الظاهرة بشكل كبير في جدران المباني القديمة المبنية من واجهتين داخلية وخارجية يتخللها كسر حجرية ونسبة عالية من المونة Grouts، وعند وجود فجوات بين أحجار واجهتي الجدار بإمكان الرطوبة ومياه الأمطار أن تدخل إلى وسط الجدار وتؤدي إلى إذابة المواد القابلة للذوبان وغسلها وإضعاف الجدار من الداخل، وأيضا تؤدي إلى انتفاش المواد القابلة للانتفاش مثل المركبات الطفلية في المونة. وتكرر حدوث كلتا عمليتا الإذابة والانتفاش يؤدي إلى إضعاف المونة الموجودة في وسط الجدار وبالتالي تؤدي إلى خلخلة وسط الجدار وحدث فراغات داخلية ينتج عنها انفصال أحد واجهتي الجدار وانحنائه ومن ثم انهياره. وأيضا قد يؤدي ضعف المونة الداخلية وغسلها ونزحها إلى تساقط الكسر الحجرية بداخل الجدار باتجاه الأسفل؛ وبالتالي تجمعها عند نقطة معينة في الأسفل مسببة ضغطا على أحد جوانب الجدار. شكل رقم (52)



شكل رقم (52)

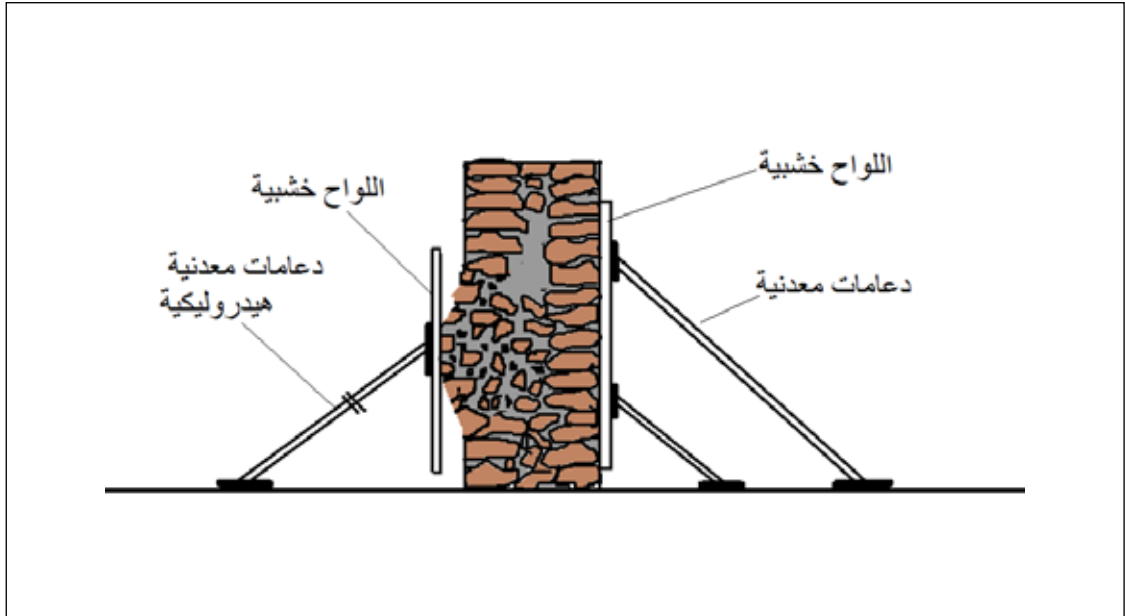
يوضح ظاهرة انتفاخ الجدار

## - أساليب علاج انتفاخ الجدار:

### 1- إعادة التوضع بالضغط:

- تدعيم الواجهة غير المنتفخة من الجدار بشكل مؤقت لحين انتهاء عملية العلاج.
- اسناد وتدعيم الواجهة أو الجزء المنتفخ بعوارض أو ألواح خشبية مسنودة بدعامات هيدروليكية.
- تندية المونة الرابطة للأحجار وكذلك المونة في وسط الجدار؛ للمساعدة في تسهيل عملية إعادة التوضع، وبراعى محاولة إزالة التراكمات في الفراغ الموجود في وسط الجدار.

- البدء في الضغط على الجزء المنتفخ بزيادة أطوال الدعامات الهيدروليكية بشكل بطيء وتدرجي لحين تصحيح وضعية الجدار.
- يراعى عند إجراء هذه العملية الحذر والمراقبة الشديدة لعدم حدوث أي مضاعفات أخرى تؤدي إلى انهيار الجدار.
- قد يحتاج الجدار بعد ذلك إلى حقن مادة سائلة في الفراغات الموجودة به فيما يعرف بـ 'Grouting / Injection'، قد تكون خليط من الجير والماء وقد يضاف لها الجبس أو الإسمنت الأبيض مع مراعاة أن يكون الخليط سائلا لضمان تغلغه.



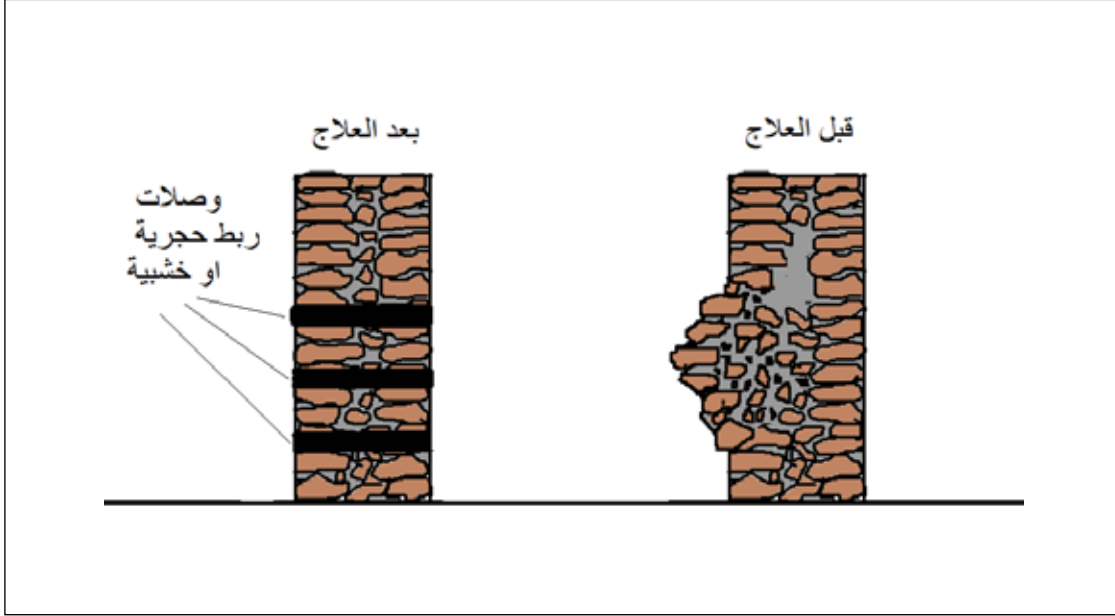
شكل رقم (53)

يوضح أسلوب معالجة انتفاخ الجدار بإعادة التوضع بالضغط

## 2- الهدم وإعادة البناء:

- تعتبر هذه الطريقة من الحلول الجذرية للمشكلة، عن طريق فك أحجار البناء في الجزء المنتفخ ومن ثم إعادة وضعها مرة أخرى. وتتم هذه العملية باتتباع الخطوات التالية:
- إذا كانت مساحة الجزء المنتفخ في الجدار كبيرة مقارنة بحجم سطح واجهة الجدار، يراعى أن يتم تدعيم واجهة الجدار قبل فك الحجارة. أما إذا كانت مساحة الجزء المنتفخ صغيرة فيتم فك الحجارة دون الحاجة إلى تدعيم.
- بعد فك وإزالة الحجارة يتم تنظيف وتفريغ وسط الجدار من كسر الحجارة والمونة المتفككة.
- توضع وصلات ربط تعمل على ربط سطحي الجدار مع بعضهما وتمنع انفصالهما مستقبلا، ويمكن استخدام الحجارة المقطوعة أو العوارض الخشبية لهذا الغرض.
- إعادة صف الحجارة مع ملء وسط الجدار بالمونة المناسبة والكسر الحجرية الصغيرة.





شكل رقم (54)

يوضح أسلوب معالجة انتفاخ الجدار بالهدم وإعادة البناء

## الباب الخامس

# الفحوص والتحليل على مواد البناء لعدد من المباني التراثية بالمحرق مع تجارب اختيار مواد الترميم المناسبة

### الفصل الأول

فحص ودراسة وتحليل عينات مواد البناء لعدد  
من المباني التراثية بمدينة المحرق

### الفصل الثاني

التجارب والاختبارات لمواد الترميم المناسبة







## الفصل الأول

# فحص ودراسة وتحليل عينات مواد البناء لعدد من المباني التراثية بمدينة المحرق

مقدمة نظرية لطرق الفحص والتحليل

أولاً: نتائج دراسة وتحليل عينات الحجارة

ثانياً: نتائج دراسة وتحليل عينات المونة

ثالثاً: نتائج دراسة وتحليل عينات طبقات الملاط

رابعاً: نتائج دراسة وتحليل الزخارف الجصية

خامساً: نتائج دراسة وتحليل عينات ملحية

سادساً: نتائج دراسة وتحليل عينات التربة

سابعاً: نتائج دراسة التتابع الطبقي لتربة المحرق

ثامناً: نتائج دراسة وتحليل عينات مياه أرضية من مدينة المحرق

## مقدمة نظرية لطرق الفحص والتحليل

تعتبر عملية أخذ عينات مواد البناء الأساسية في المباني التاريخية والقيام بفحصها وتحليلها للتعرف على مكوناتها من الخطوات المهمة في الحفاظ على المباني والمواقع الأثرية والتاريخية. كما أن النتائج التي يتم الحصول عليها من استخدام الأساليب المختلفة في الفحص والتحليل تساعد كثيراً في توجيه عملية الحفاظ نحو المسار الصحيح؛ حيث تساعد في التعرف على مكونات مادة الأثر، وبالتالي تساعد في اختيار مواد الترميم المناسبة، كما أنها تساعد في التعرف على بعض مسببات التلف التي أدت إلى تدهور مادة البناء.

وسيتم استعراض بعض الأساليب العلمية التي تم استخدامها لتنفيذ هذه الخطوة ضمن هذا البحث، والتي تضم الفحص البصري والتحليل بحيود الأشعة السينية XRD وجهاز الميكروسكوب الإلكتروني الماسح SEM وغيرها من الأساليب والأجهزة المناسبة:

### 1- الفحص المبدئي Initial Examination (التحليل البصري Visual Analysis):

يتم في هذه الخطوة فحص وتوصيف العينة بشكل جيد بالعين المجردة وبمساعدة عدسة مكبرة، بحيث يتم تسجيل جميع ما يمكن ملاحظته في العينة وهي موجودة في مكانها الأصلي وبعد أخذها للمختبر. وخلال هذه المرحلة من المفترض أن يتم الحصول على المعلومات التالية:<sup>389</sup>

- التحديد المبدئي لنوع مادة المونة وقوتها (مونة جبر ضعيفة – مونة جبر متماسكة...).
- تحديد نوعية المواد المضافة Aggregates (رمال - كسر حجارة صغيرة أو كبيرة...).
- مواد أخرى (مواد عضوية مثل القش – الشعر... – أو طين – مواد بوزولانية).

### 2- التحليل الكيميائي Chemical Analysis:

هذا النوع من التحاليل يعتبر من الأنواع الشائعة الاستخدام التي من خلالها يمكن التعرف على مكونات المونة بإجراء اختبارات كيميائية مختلفة يتم فيها إذابة العينة بمحاليل حمضية أو قلوية. ومن خلاله يمكن الحصول على نسب العناصر في العينة بناء على قابليتها للذوبان، والمواد غير الذائبة مثل السليكا... الخ<sup>390</sup>

### 3- الدراسة البتروجرافية Petrographic Study:

تمكننا هذه الطريقة من التعرف على الأطوار والتحويلات المختلفة للمعادن المكونة للعينة، وأيضاً تساعد في التعرف على مظاهر التلف المحتملة مثل التشققات الصغيرة التي لا يمكن رؤيتها بالعين والتي تُنبأ بحدوث تلف. كما يمكن من خلال هذه الطريقة التعرف على نسيج العينة ونوعية المواد ومقدار الفجوات والمسام أو مقدار تماسكها مكوناتها.<sup>391</sup> وهناك العديد من الميكروسكوبات التي يمكن استخدامها بقوة تكبير مختلفة. ومن بين هذه الأنواع الميكروسكوب المستقطب Polarizing Microscope.<sup>392</sup>

### 4- الفحص باستخدام الميكروسكوب الإلكتروني الماسح SEM:

يستخدم هذا النوع من الميكروسكوبات والتي تصل قوة التكبير فيه إلى حوالي 100,000 مرة وأكثر في الحصول على تفاصيل أكثر دقة عن نسيج العينة وتركيبها البنائي الداخلي. وعادة ما يكون متصلاً بجهاز حيود الأشعة السينية ووحدة EDX.

389 Goins, Elizabeth.S: Standard Practice for Determining Components of Historic Cementitious Materials, Materials Research Series, National Park Services, USA, 2004, P.11.

390 Ellis.P: The Analysis of Mortar, The Past 20 Years, www.buildingconservation.com, 2002.

391 Callebaut.K: State of the Art of Research/Diagnostic of Historical Building Materials in Belgium, www. Arcchip.cz

392 فاطمة حلمي: محاضرات لتطبيقات التكنولوجيا الحديثة في مجال الآثار والدراسات الحقلية – السنة التمهيديّة للماجستير – قسم ترميم الآثار – كلية الآثار – جامعة القاهرة، 2000.



## 5- التحليل بالامتصاص الذري Atomic Absorption:

هو أحد أساليب التحليل التي تستعمل لتعيين تركيز العناصر الرئيسية Major elements والعناصر الشحيحة Trace elements في الصخور والتربة والمركبات المختلفة والمحاليل بمختلف أنواعها. يشترط في هذا النوع من التحليل أن تكون المادة المطلوب قياس تركيزها بحالة سائلة، ولذا يتوجب تحويل المواد الصلبة إلى محاليل solutions. وتتأخذ طريقة القياس بأن يتم هضم العينة إذا كانت صلبة بواسطة محاليل مناسبة كالأحماض مثلاً، ولكل نوع من الصخور أسلوب معين للهضم والإذابة، وبذلك تكون العينة جاهزة للقراءة بواسطة جهاز الامتصاص الذري الطيفي.

## أولاً: نتائج دراسة وتحليل عينات الحجارة لعدد من المباني التاريخية بمدينة المحرق:

يهدف التعرف على مكونات أحجار البناء المستخدمة في عدد من المباني التاريخية في مدينة المحرق، تم أخذ عدد من عينات الحجارة المستخدمة في كل من بيت الجلاهمة وبيت الغوص وبيت بدر غلوم وبيت سيادي وعمارة فخرو، بالإضافة إلى عدد 2 عينات حجرية من أحد الكتل الصخرية عند ساحل قرية كراتنة بشمال البحرين. وقد تم تحليل هذه العينات باستخدام حيود الأشعة السينية XRD، ودراسة بعض منها بتروجرافيا. وقد تم إجراء التحليل بحيود الأشعة السينية في معامل المركز القومي لبحوث الإسكان والبناء بالدقي بجمهورية مصر العربية وذلك باستخدام جهاز حيود الأشعة السينية ذو مواصفات وظروف التشغيل التالية:

Diffract meter type: PW 1840, Anode: Cu, Generator Tube Tension (KV): 40, Generator Current (MA): 25, Wavelength Alpha1 (A): 1.54053, Wavelength Alpha1 (B): 1.54439, Intensity ration (Alpha1/ Alpha2): 0.500, Receiving Slit: 0.2, Monochromator used: No, Full scale of recorder (K counts/s): 20, Time constant of recorder (s): 0.5

### - عينة حجر رقم 701/8 – بيت الجلاهمة:

عينة حجر تم أخذها من ارتفاع 2 م من أحد جدران بيت الجلاهمة، ذات لون بيج وأجزاء منها ذات لون رمادي، بها العديد من الفراغات مع وجود بعض الأصداف البحرية الحلزونية الشكل. أجري للعينة تحليل باستخدام حيود الأشعة السينية.



شكل رقم (55)

يوضح مكان أخذ عينة الحجر من بيت الجلاهمة

- نتائج التحليل بحيود الأشعة السينية XRD

أظهرت نتائج التحليل بحيود الأشعة السينية أن المكون الأساسي للعينة هو الأوجايت Augite بنسبة 84%، والمكون الثانوي هو الأراجونيت Aragonite بنسبة 15% مع وجود الجبس كشائبة بنسبة 1%. يوضح نمط حيود الأشعة السينية في الشكل (56) والجدول (6) نتائج التحليل.

Chemical Formula	Mineral Name	SemiQuant [%]
$\text{CaSO}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$	Gypsum	1
$\text{Ca CO}_3$	Aragonite	15
(Ca.818 Mg.792 Fe.183 Fe.086 Al.151 Al.269 Si1.751) O6	Augite	84

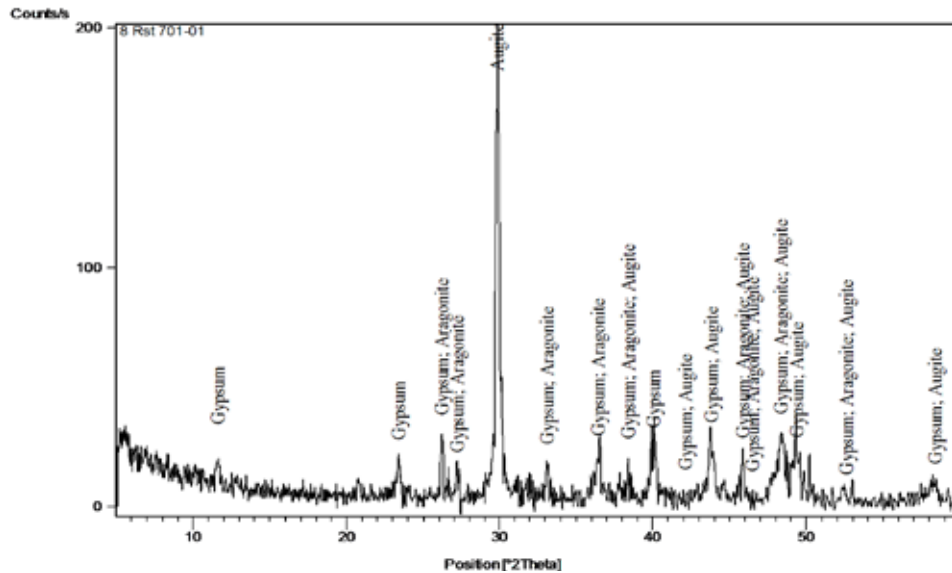


جدول رقم (6)

يوضح نتائج حيود الأشعة السينية للعينة رقم 701/8 – بيت الجلاهمة

صورة رقم (81)

توضح العينة رقم 701/8 – بيت الجلاهمة

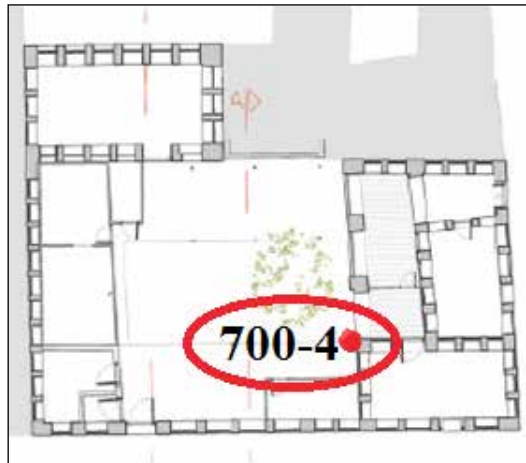


شكل رقم (56)

يوضح نمط حيود الأشعة السينية لعينة رقم 701/8 – بيت الجلاهمة

### - عينة حجر رقم 700/4 – بيت الغوص:

عينة حجر من بيت الغوص، تتميز بثقل وزنها وقوة تماسكها وذات لون رمادي وتوجد بها بقايا أصداف بحرية. أجري للعينة تحليل باستخدام حيود الأشعة السينية والدراسة البتروجرافية.



شكل رقم (57)

يوضح مكان أخذ عينة الحجر من بيت الغوص

### - التحليل بحيود الأشعة السينية:

أظهرت نتائج التحليل بحيود الأشعة السينية أن المكون الأساسي للعينة هو الكوارتز Quartz بنسبة 63%، والمكون الثانوي هو الأراجونيت بنسبة 22% مع وجود نسب بسيطة من الكالسيت بنسبة 6% والجبس 6% والألبيت بنسبة 4%. ويوضح نمط حيود الأشعة السينية في الشكل (58) والجدول (7) نتائج التحليل للعينة رقم 700/4.

Chemical Formula	Mineral Name	SemiQuant [%]
SiO <sub>2</sub>	Quartz	62
CaCO <sub>3</sub>	Calcite	6
NaAl Si <sub>3</sub> O <sub>8</sub>	Albite	4
CaCO <sub>3</sub>	Aragonite	22
CaSO <sub>4</sub> .2H <sub>2</sub> O	Gypsum	6



جدول رقم (7)

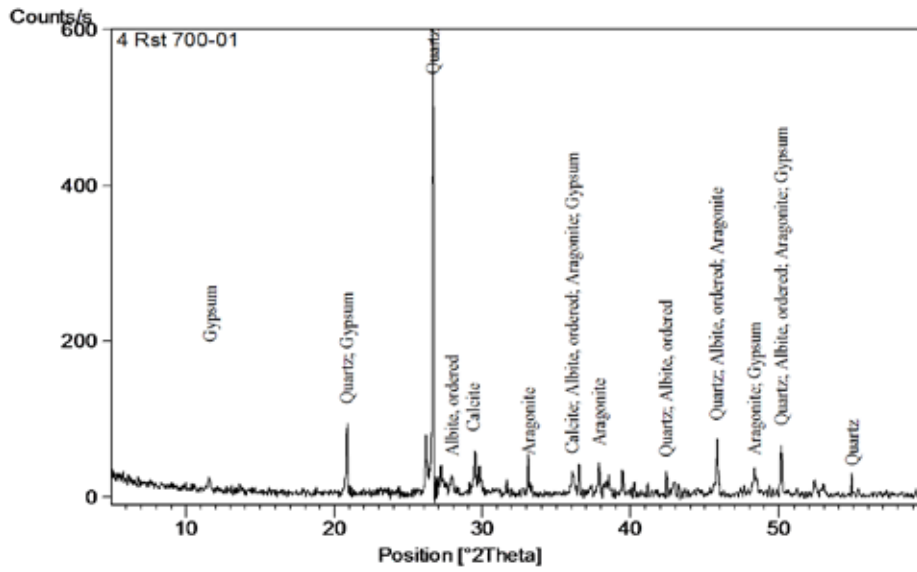
يوضح نتائج حيود الأشعة السينية للعينة رقم 700/4 – بيت الغوص

صورة رقم (82)

توضح عينة الحجر رقم 700/4 – بيت الغوص

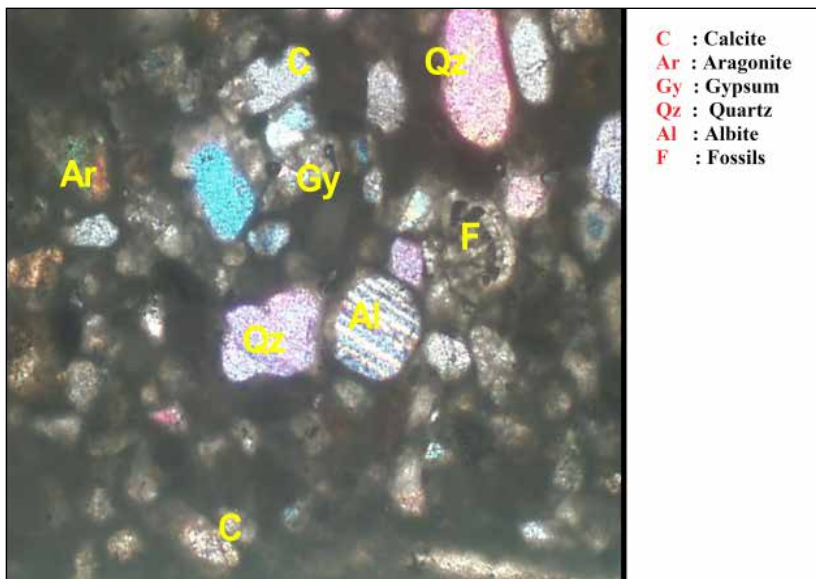
- الدراسة البتروجرافية:

أشارت الدراسة البتروجرافية إلى أن العينة تتكون أساساً من حبيبات شبه مستديرة أو مستديرة يتراوح حجم حبيباتها من متوسطة إلى كبيرة لكل من الكوارتز والأراجونيت، مع وجود كل من الجبس والكالسيت والألبيت بالإضافة إلى وجود حفريات *Fossils*. ويُلاحظ أن نتائج الدراسة البتروجرافية قد أكدت نتائج التحليل باستخدام حيود الأشعة السينية وأشارت إلى وجود حفريات في العينة.



شكل رقم (58)

يوضح نمط حيود الأشعة السينية لعينة الحجر رقم 700/4 بيت الغوص

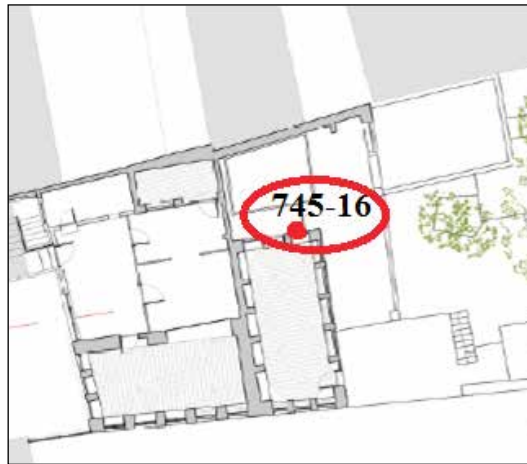


صورة رقم (83)

صورة بتروجرافية توضح مكونات عينة الحجر رقم 700/4 - بيت الغوص، C.N.X70

**- عينة حجر رقم 745/16 – بيت بدر غلوم:**

عينة حجر من أسفل قاعدة أحد النوافذ بالدور الثاني لبيت بدر غلوم. تتميز العينة بلونها الرمادي وثقل وزنها وتوجد بها العديد من الأصداف البحرية الصغيرة الحلزونية الشكل. وقد أجري للعينة تحليل باستخدام حيود الأشعة السينية والدراسة البتروجرافية.



شكل رقم (59)

يوضح مكان أخذ عينة الحجر من بيت بدر غلوم

- نتائج التحليل بحيود الأشعة السينية:

أظهرت نتائج التحليل بحيود الأشعة السينية أن المكون الأساسي للعينة هو الكوارتز بنسبة 58% والمكون الثانوي هو الأراجونيت بنسبة 39% مع وجود نسبة ضئيلة جدا من الكالسيت بنسبة 3%. ويوضح نمط حيود الأشعة السينية في الشكل (60) والجدول (8) نتائج التحليل للعينة رقم 745/16.

Chemical Formula	Mineral Name	SemiQuant [%]
SiO <sub>2</sub>	Quartz	58
CaCO <sub>3</sub>	Aragonite	39
CaCO <sub>3</sub>	Calcite	3



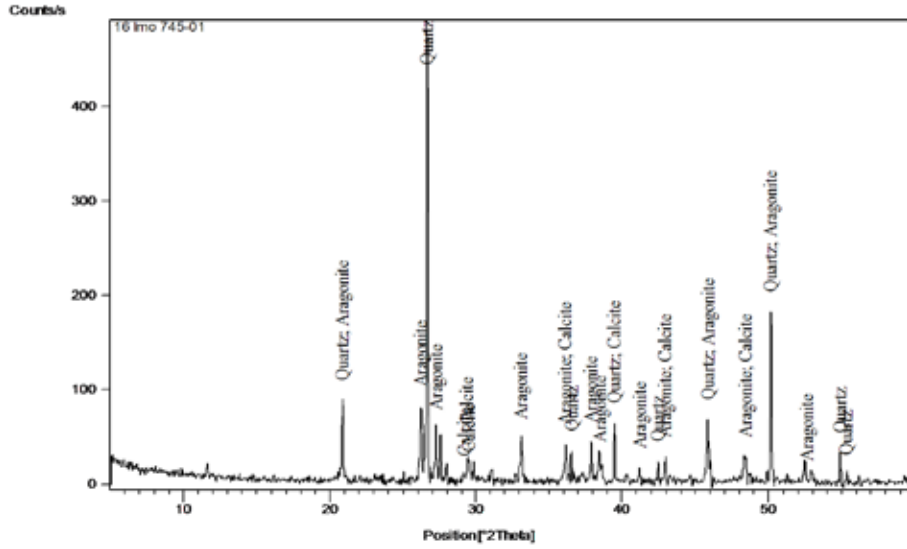
جدول رقم (8)

يوضح نتائج حيود الأشعة السينية لعينة حجر رقم 745/16 – بيت بدر غلوم

صورة رقم (84)

توضح عينة الحجر رقم 745/16 – بيت بدر غلوم



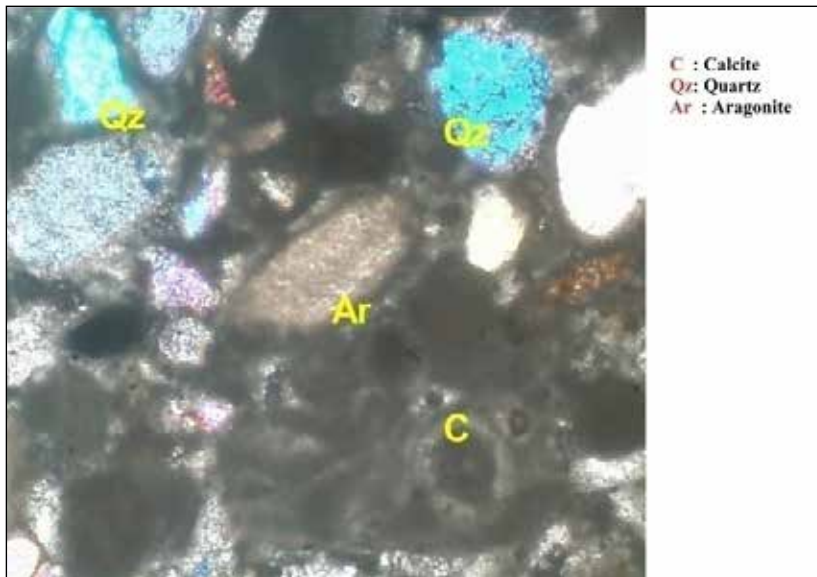


شكل رقم (60)

يوضح نمط حيود الأشعة السينية لعينة الحجر رقم 745/16 – بيت بدر علوم

- نتائج الدراسة البتروجرافية:

أظهرت نتائج الدراسة البتروجرافية أن العينة تتكون من حبيبات متوسطة وكبيرة الحجم للكوارتز، بالإضافة إلى وجود حبيبات ممتدة الأطراف أو الزوايا بأحجام متوسطة وكبيرة للأراجونيت، مع وجود حبيبات صغيرة للكالسيت. نستنتج أن الدراسة البتروجرافية أكدت نتائج التحليل بحيود الأشعة السينية، وأن هذا الحجر هو حجر بحري رملي كربوناتي حديث التكوين ناتج عن ترسب المكونات السابقة.

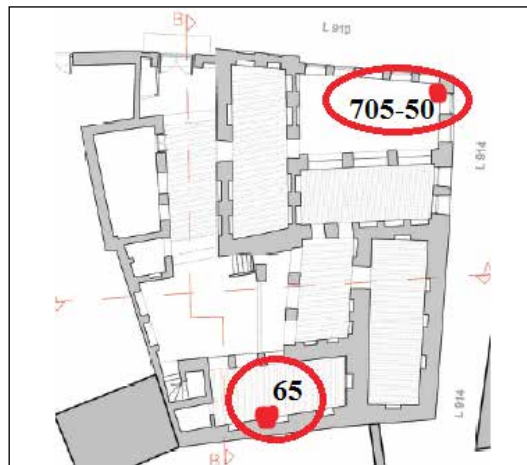


صورة رقم (85)

صورة بتروجرافية توضح مكونات عينة الحجر رقم 745/16 – بيت بدر علوم C.N.X70

- عينة حجر رقم 705/50 – بيت سيادي:

عينة حجر من بيت سيادي، ذات لون بييج وأبيض، بها بعض الأصداف البحرية الحلزونية الشكل، وذات سطح أملس مع وجود بعض الفراغات تشير إلى مكان حلزونات مفقودة. وقد أجري للعينة تحليل باستخدام حيود الأشعة السينية.



شكل رقم (61)

يوضح أماكن أخذ عينات أحجار بيت سيادي

- نتائج التحليل باستخدام حيود الأشعة السينية:

أظهرت نتائج التحليل بحيود الأشعة السينية أن المكون الأساسي للعينة هو الأراجونيت بنسبة 65% والمكون الثانوي هو الكوارتز بنسبة 26% مع وجود نسبة ضئيلة من الدولوميت بنسبة 9%. ويوضح نمط حيود الأشعة السينية في الشكل (62) والجدول (9) نتائج التحليل للعينة رقم 705/50.

Chemical Formula	Mineral Name	SemiQuant [%]
CaCO <sub>3</sub>	Aragonite	65
SiO <sub>2</sub>	Quartz	26
(Mg.129 Ca.871) CO <sub>3</sub>	Calcite magnesian	9

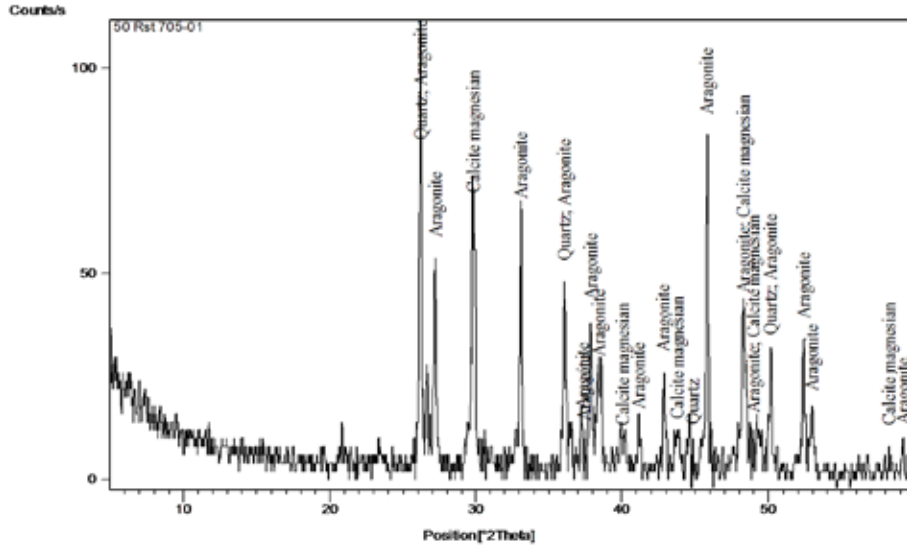


جدول رقم (9)

يوضح نتائج حيود الأشعة السينية لعينة حجر رقم 705/50 – بيت سيادي

صورة رقم (86)

توضح عينة الحجر رقم 705/50 – بيت سيادي



شكل رقم (62)

يوضح نمط حيود الأشعة السينية لعينة الحجر رقم 705/50 – بيت سيادي

#### - عينة حجر رقم 65 – بيت سيادي:

عينة حجر من بيت سيادي، ذات لون رمادي فاتح، قوية التماسك، بها العديد من بقايا كسر الأصداف البحرية الصغيرة. أجري للعينة فقط تحليل باستخدام حيود الأشعة السينية. أظهرت نتائج التحليل بحيود الأشعة السينية أن المكون الأساسي للعينة هو الأراجونيت بنسبة 38% والمكون الثانويان هما الكوارتز بنسبة 29% والأوجيت بنسبة 28% مع وجود نسبة ضئيلة من الكالسيت 5%. ويوضح نمط حيود الأشعة السينية في الشكل (63) والجدول (10) نتائج التحليل للعينة رقم 65.

Chemical Formula	Compound Name	SemiQuant [%]
SiO <sub>2</sub>	Quartz	29
Ca0.818 Mg0.792 Fe0.183 Fe0.086 Al0.151 Al0.269 Si1.731 O6	Augite	28
CaCO <sub>3</sub>	Aragonite	38
CaCO <sub>3</sub>	Calcite	5

جدول رقم (10)

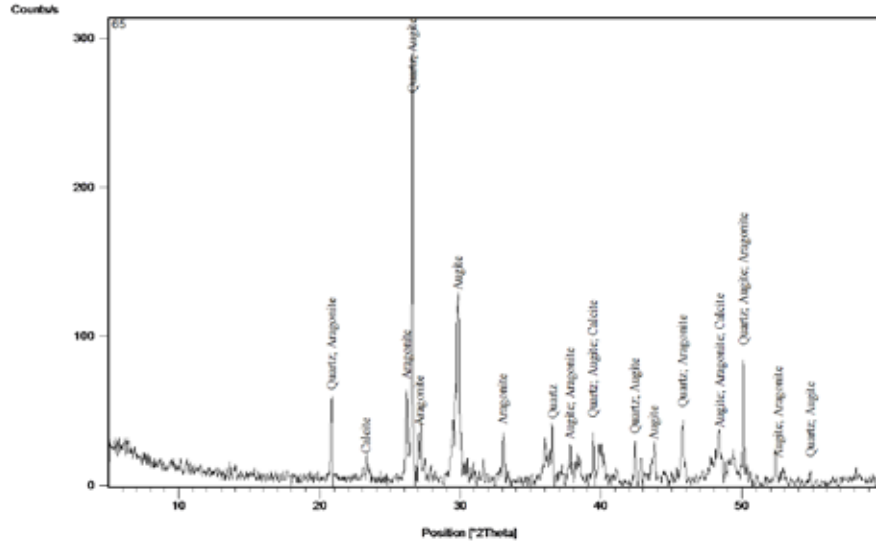
يوضح نتائج حيود الأشعة السينية لعينة حجر رقم 65 – بيت سيادي



صورة رقم (87)

يوضح عينة الحجر رقم 65 – بيت سيادي

الفحوص والتحليل على مواد البناء لعدد من المباني التراثية بالبحر مع تجارب اختيار مواد الترميم المناسبة



شكل رقم (63)

يوضح نمط حيود الأشعة السينية لعينة الحجر رقم 65 – بيت سيادي

**- عينة حجر رقم 703/45 – عمارة فخرو:**

عينة حجر من عمارة فخرو، تتميز العينة بلونها الأبيض المائل للاصفرار، وبها العديد من الأصداف البحرية مختلفة الأشكال والأحجام. أجري للعينة فقط تحليل باستخدام حيود الأشعة السينية.



شكل رقم (64)

يوضح أماكن أخذ عينات أحجار عمارة فخرو

- نتائج التحليل باستخدام حيود الأشعة السينية:

أظهرت نتائج التحليل بحيود الأشعة السينية أن المكون الأساسي للعينة هو الكوارتز بنسبة 60% والمكون الثانوي هو الأراجونيت بنسبة 28% مع وجود نسبة ضئيلة من الأوجيت بنسبة 12%. ويوضح نمط حيود الأشعة السينية في الشكل (65) والجدول (11) نتائج التحليل للعينة رقم 703/45.

Chemical Formula	Mineral Name	SemiQuant [%]
SiO <sub>2</sub>	Quartz	59
CaCO <sub>3</sub>	Aragonite	28
Na.1 Ca.6 Mg.9 Fe.2 Ti.0 Al.3 Si1.8 O6	Augite	13

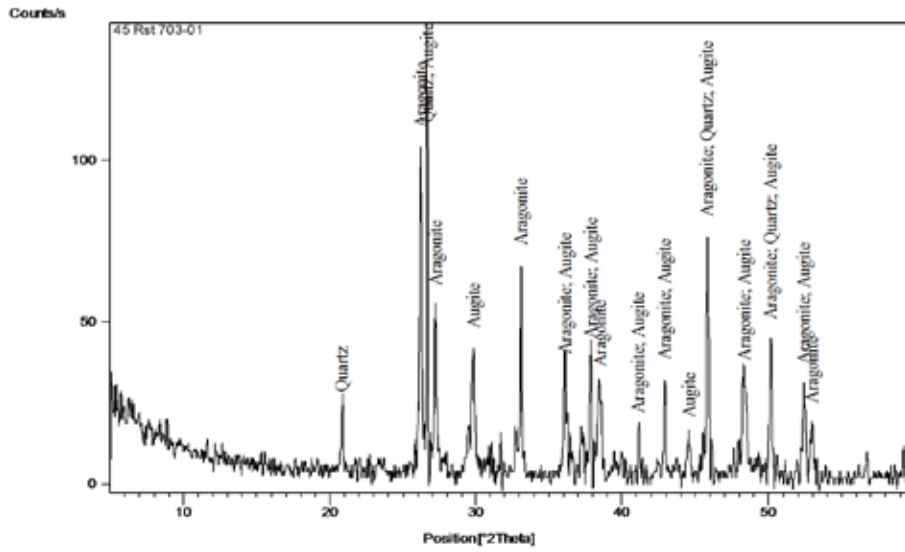


جدول رقم (11)

يوضح نتائج حيود الأشعة السينية لعينة حجر رقم 703/45 - عمارة فخرو

صورة رقم (88)

توضح عينة الحجر رقم 703/45 - عمارة فخرو



شكل رقم (65)

يوضح نمط حيود الأشعة السينية لعينة الحجر رقم 703/45 - عمارة فخرو

#### - عينة حجر رقم 704/48 - عمارة فخرو:

عينة حجر من النوع المعروف بـ "الفروش" من القسم الغربي لعمارة فخرو. لون العينة رمادي فاتح، وتتميز بثقل وزنها وقوة تماسكها. أجري للعينة تحليل باستخدام حيود الأشعة السينية.

- نتائج التحليل باستخدام حيود الأشعة السينية:

أظهرت نتائج التحليل بحيود الأشعة السينية أن المكون الأساسي للعينة هو الكوارتز بنسبة 55% والمكون الثانوي هو الأراجونيت بنسبة 24% مع وجود نسب من الألبيت 11% والأورثوكليز 10%. ويوضح نمط حيود الأشعة السينية في الشكل (66) والجدول (12) نتائج التحليل للعينة رقم 704/48.



الفحوص والتحليل على مواد البناء لعدد من المباني التراثية بالبحر مع تجارب اختيار مواد الترميم المناسبة

Chemical Formula	Mineral Name	SemiQuant [%]
SiO <sub>2</sub>	Quartz	55
CaCO <sub>3</sub>	Aragonite	24
NaAl Si <sub>3</sub> O <sub>8</sub>	Albite	11
K (Al,Fe) Si <sub>2</sub> O <sub>8</sub>	Orthoclase	10

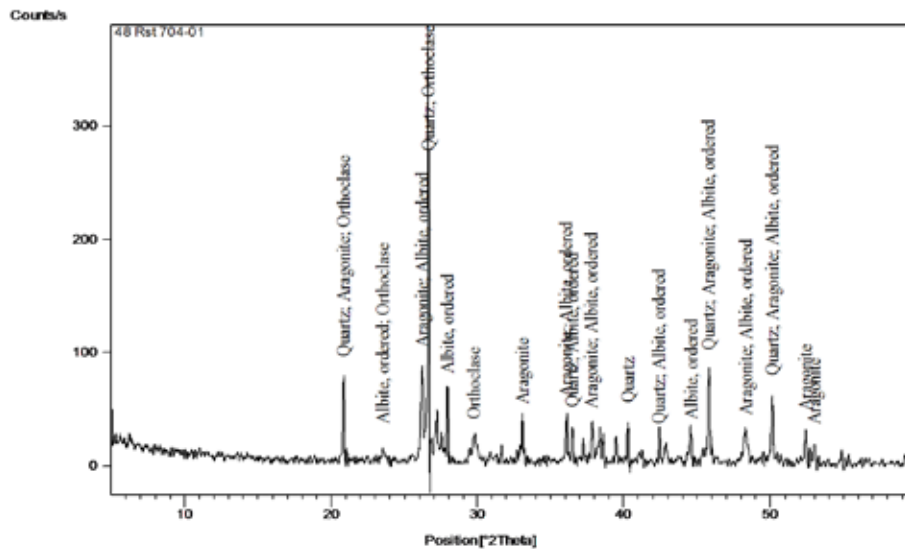


جدول رقم (12)

يوضح نتائج حيود الأشعة السينية لعينة حجر رقم 704/48 -  
عمارة فخرو

صورة رقم (89)

توضح عينة الحجر رقم 704/48  
- عمارة فخرو



شكل رقم (66)

يوضح نمط حيود الأشعة السينية لعينة الحجر رقم 704/48 - عمارة فخرو

### - عينة حجر رقم 68 - ساحل كرانة:

عينة حجر من أحد الكتل الحجرية أو المحاجر الموجودة عند ساحل قرية كرانة. تتميز بخشونة سطحها ولونها الرمادي وكثرة الأصداف البحرية الحلزونية الشكل. أجري للعينة تحليل باستخدام الأشعة السينية فقط.

- نتائج التحليل باستخدام حيود الأشعة السينية:

أظهرت النتائج أن المكون الأساسي للعينة هو الكوارتز بنسبة 83% والثانوي هو الكالسيت بنسبة 13% مع وجود نسبة ضئيلة جدا من الماجنيزيت بنسبة 4%. ويوضح نمط حيود الأشعة السينية في الشكل (67) والجدول (13) نتائج التحليل للعينة رقم 86.

Chemical Formula	Compound Name	SemiQuant [%]
SiO <sub>2</sub>	Quartz	83
CaCO <sub>3</sub>	Calcite	13
MgCO <sub>3</sub>	Magnesite	4

**جدول رقم (13)**

يوضح نتائج حيود الأشعة السينية لعينة حجر رقم 86 – ساحل كرانة



**صورة رقم (91)**

توضح طبقات الترسيب للأصداف البحرية والرمل في  
الكتل الصخرية عند ساحل كرانة



**صورة رقم (90)**

توضح الكتل الصخرية عند ساحل كرانة



**صورة رقم (93)**

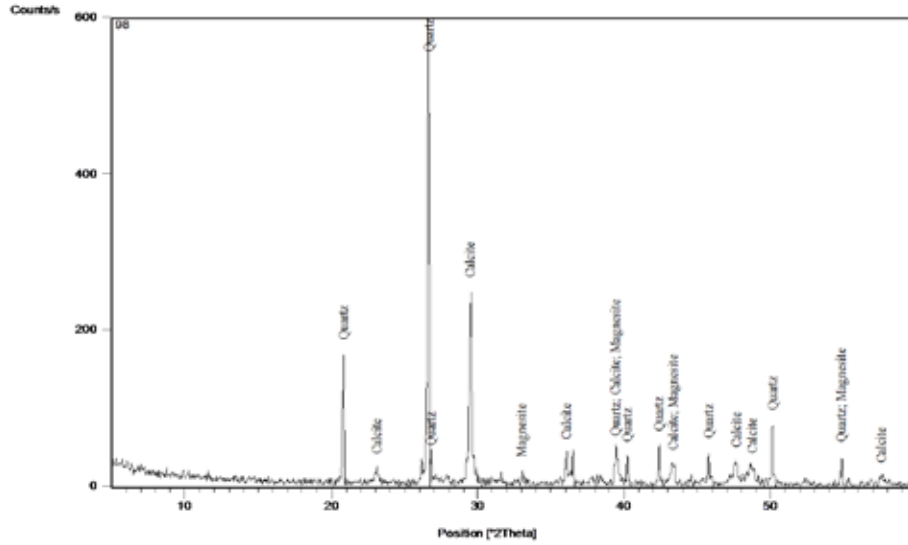
توضح مكونات طبقة الترسيبات البحرية في الكتل  
الصخرية عند ساحل كرانة



**صورة رقم (92)**

توضح مقطع طبقات الترسيب في الكتل الصخرية عند  
ساحل كرانة

الفحوص والتحليل على مواد البناء لعدد من المباني التراثية بالمرق مع تجارب اختيار مواد الترميم المناسبة



شكل رقم (67)

يوضح نمط حيود الأشعة السينية لعينة الحجر رقم 86 – ساحل كرانة

**- عينة حجر رقم 87 – ساحل كرانة:**

عينة حجر من احد الكتل الحجرية أو المحاجر الموجودة عند ساحل قرية كرانة. تتميز بخشونة سطحها وبلونها الرمادي وكثرة الأصداف البحرية الحلزونية. أجري للعينة تحليل باستخدام الأشعة السينية فقط.

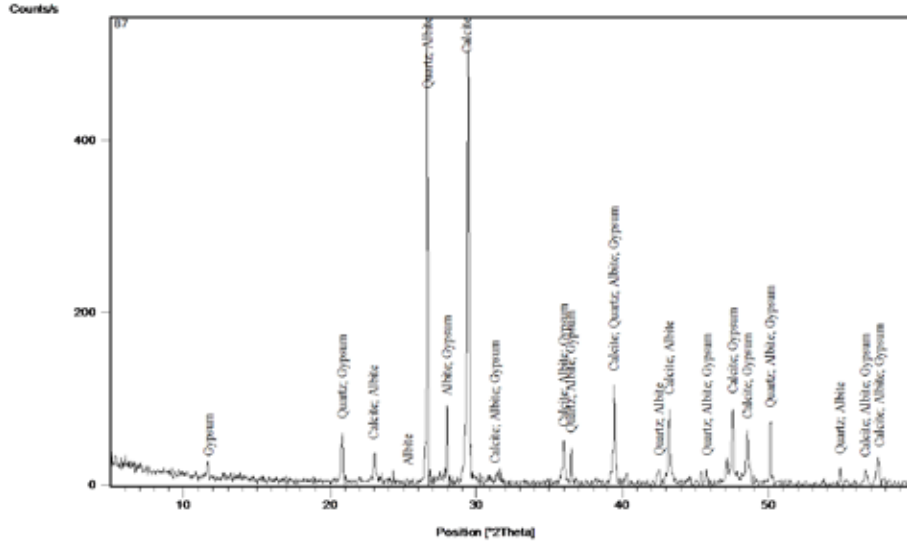
- نتائج التحليل باستخدام حيود الأشعة السينية:

أظهرت النتائج أن المكون الأساسي للعينة هو الكوارتز بنسبة 38% والمكونان الثانويان هما كل من الكالسيت بنسبة 36% والألبيت بنسبة 23% مع وجود نسبة ضئيلة جدا من الجبس بنسبة 4%. ويوضح نمط حيود الأشعة السينية في الشكل (68) والجدول (14) نتائج التحليل للعينة رقم 87.

Chemical Formula	Compound Name	SemiQuant [%]
SiO <sub>2</sub>	Quartz	38
CaCO <sub>3</sub>	Calcite	36
NaAl Si <sub>3</sub> O <sub>8</sub>	Albite	22
CaSO <sub>4</sub> .2H <sub>2</sub> O	Gypsum	4

جدول رقم (14)

يوضح نتائج حيود الأشعة السينية لعينة حجر رقم 87 – ساحل كرانة



شكل رقم (68)

يوضح نمط حيود الأشعة السينية لعينة الحجر رقم 87 - ساحل كرانة

### خلاصة نتائج عينات الحجارة:

نتائج الدراسة البينروجرافية	نتائج مكونات العينة بحيود الأشعة السينية XRD	المكان	رقم العينة	
	Augite 84% Aragonite 15% Gypsum 1%	بيت الجلاهمة	701 /8	1
Sample is composed mainly of sub rounded coarse to medium grains of quartz and aragonite minerals. In addition, anhedral grains of gypsum, calcite and albite minerals were detected. With some fossils	Quartz 62% Aragonite 22% Calcite 6% Gypsum 6% Albite 4%	بيت الغوص	700/4	2
Sample is composed of medium to coarse anhedral grains of quartz minerals. In addition sub angular elongated medium to coarse grains of aragonite and fine grains of calcite mineral were detected.	Quartz 58% Aragonite 39% Calcite 3%	بيت بدر غلوم	745/16	3
	Quartz 59% Aragonite 29% Augite 12%	عمارة فخرو	703/45	4
	Quartz 55% Aragonite 24% Albite 11% Orthoclase 10%	عمارة فخرو	704/48	5

6	705/50	بيت سيادي	Quartz 26% Aragonite 65% Calcite/Mg 9%
7	65	بيت سيادي	Quartz 29% Augite 28% Aragonite 38% Calcite 5%
8	86	ساحل كرانة	Quartz 83% Calcite 13% Magnesite 4%
9	87	ساحل كرانة	Quartz 38% calcite 36% Albite 22% Gypsum 4%

جدول رقم (15)

يوضح خلاصة نتائج تحليل ودراسة عدد من عينات الحجارة لبعض المباني القديمة بمدينة المحرق

#### - تفسير نتائج تحليل عينات الحجارة:

اعتمادا على الفحص البصري ونتائج التحليل بحدود الأشعة السينية بشكل أساسي بالإضافة إلى الدراسة البتروجرافية لبعض العينات الحجرية، وذلك لعدد من عينات الحجارة من بعض المباني التاريخية بمدينة المحرق وبعض العينات الحجرية من أحد المحاجر الساحلية في البحرين تبين ما يلي:

لوحظ من النتائج السابقة أن المكون الأساسي لهذه العينات هو الكوارتز الممثل لمادة الرمل في الطبيعة ومن ثم الأراجونيت والذي تركيبه الكيميائي مشابه للتركيب الكيميائي للكالسيت ويعتبر توأمًا له، إلا أن الأراجونيت سهل الانحلال والتحول إلى الكالسيت كمرحلة لاحقة؛ حيث أنه يتحول مع مرور الزمن إلى الكالسيت، لذلك فإنه لا يتواجد في الحجر الجيري القديم، وفي العادة يتكون الأراجونيت كراسب من مياه العيون الساخنة مترابطا مع طبقات الجبس. وقد لوحظ تواجده أيضا في العروق والفجوات مع الكالسيت والدولوميت، وتتكون بعض أصداف المحاريات منه وكذلك بعض أنواع المرجان.<sup>393</sup> وأما المركب الذي يأتي في المرتبة الثالثة من حيث تكوينها لعينات الحجارة السابقة فهو الأوجيت Augite والذي يتواجد في الطبيعة بشكل واسع في الصخور النارية مثل البازلت والجابرو، كما يوجد في الصخور الحرارية المتحولة hydrothermal metamorphic rocks.<sup>394</sup>

ويمكن الاستنتاج من ذلك، أن نوع الحجر المستخدم في تشييد المباني التاريخية في مدينة المحرق القديمة هو حجر بحري شاطئي تكون بفعل ترسب وتراكم الأصداف البحرية والحفريات Fossils مع مكونات أخرى من التربة البحرية التي تتكون من حبيبات مختلفة أساسها الرمل "الكوارتز" والمركبات الأخرى من الكالسيت والأوجيت والأورثوكليز والدولوميت والجبس والالبيت. ويعرف هذا النوع من الحجارة باسم الحجر الرملي الكربوناتي carbonate-cemented sandstone الناتج عن ترسب المكونات السابقة في البحر. وهذا النوع من الحجارة يختلف عن الحجارة المرجانية Coral Stones.

393 هاملتون: المعجم الجيولوجي المصور في المعادن والصخور والحفريات، ترجمة عوض الله، الهيئة المصرية العامة للكتاب، 1999، ص 77.

394 هاملتون: المرجع السابق، 1999، ص 116.



## ثانياً: نتائج دراسة وتحليل عينات مونة من بعض المباني التاريخية بمدينة المحرق:

تم دراسة وتحليل عدد من عينات المونة المأخوذة من 11 مبنى تاريخي في مدينة المحرق، باستخدام حيود الأشعة السينية XRD وإجراء الدراسة البتروجرافية لبعض منها؛ بغرض التعرف على مكوناتها، وتم عمل التحاليل المركز القومي لبحوث الإسكان والبناء بالدقي بجمهورية مصر العربية. وقد تم تصنيف نتائج تحاليل العينات بحسب الموقع أو المبنى.

### 1- نتائج عينات مونة بيت الجلاهمة:



شكل رقم (69)

يوضح أماكن عينات المونة من بيت الجلاهمة

### - عينة مونة رقم 711/7 - بيت الجلاهمة:

عينة مونة من بيت الجلاهمة، ذات لون بيج، وسطح ناعم غير متماسك، وبها شوائب صغيرة ذات لون بني فاتح مع بعض حبيبات الرمل.

- نتائج التحليل باستخدام حيود الأشعة السينية:

أظهرت نتائج التحليل بحيود الأشعة السينية أن المكون الأساسي للعينة هو الجبس بنسبة 62% والمكون الثانوي هو الأنهدريت بنسبة 30% مع وجود نسبة بسيطة من الكوارتز بنسبة 8%. ويوضح نمط حيود الأشعة السينية في الشكل (70) والجدول (16) نتائج تحليل العينة رقم 711/7.

Chemical Formula	Mineral Name	SemiQuant [%]
CaSO <sub>4</sub> ·2H <sub>2</sub> O	Gypsum	62
CaSO <sub>4</sub>	Anhydrite	30
SiO <sub>2</sub>	Quartz	8

جدول رقم (16)

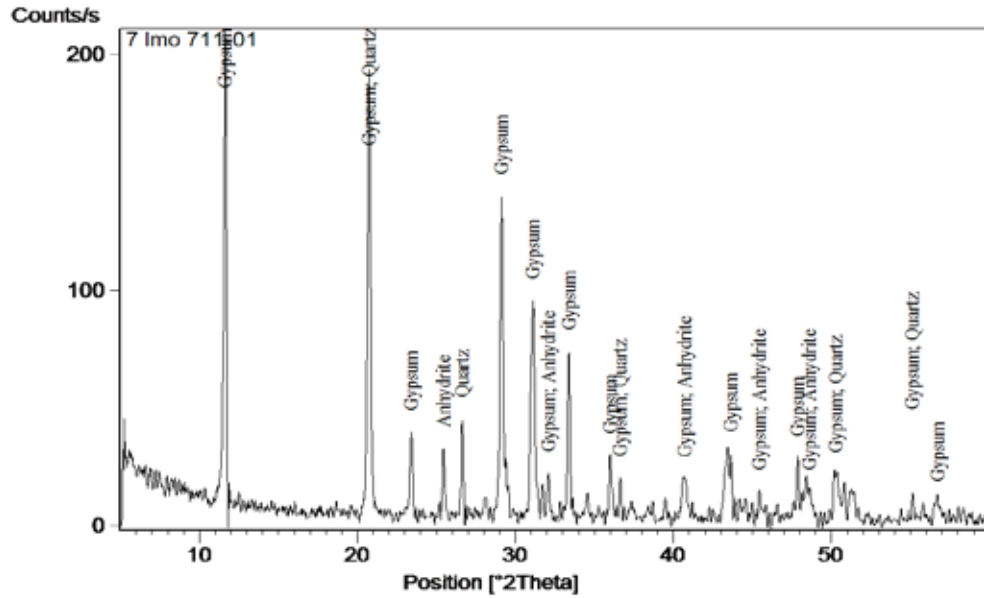
يوضح نتائج حيود الأشعة السينية لعينة المونة رقم 711/7 - بيت الجلاهمة



صورة رقم (94)

توضح عينة المونة رقم 711/7 - بيت الجلاهمة

الفحوص والتحليل على مواد البناء لعدد من المباني التراثية بالبحر مع تجارب اختيار مواد الترميم المناسبة



شكل رقم (70)

يوضح نمط حيود الأشعة السينية لعينة المونة رقم 711/7 - بيت الجلاهمة

**- عينة مونة رقم 755/13 - بيت الجلاهمة:**

عينة مونة من بيت الجلاهمة، ذات لون بيج فاتح، وبها شوائب بيضاء وسوداء وبنية اللون.

- نتائج التحليل باستخدام حيود الأشعة السينية:

أظهرت نتائج التحليل بحيود الأشعة السينية أن المكون الأساسي للعينة هو الجبس بنسبة 48% والمكون الثانوي هو الانهيدريت بنسبة 29%، مع وجود نسبة ليست بقليلة من الهاليت بنسبة 23%. ويوضح نمط حيود الأشعة السينية في الشكل (71) والجدول (17) نتائج تحليل العينة.

Chemical Formula	Mineral Name	SemiQuant [%]
$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	Gypsum	48
$\text{CaSO}_4$	Anhydrite	29
$\text{NaCl}$	Halite	23

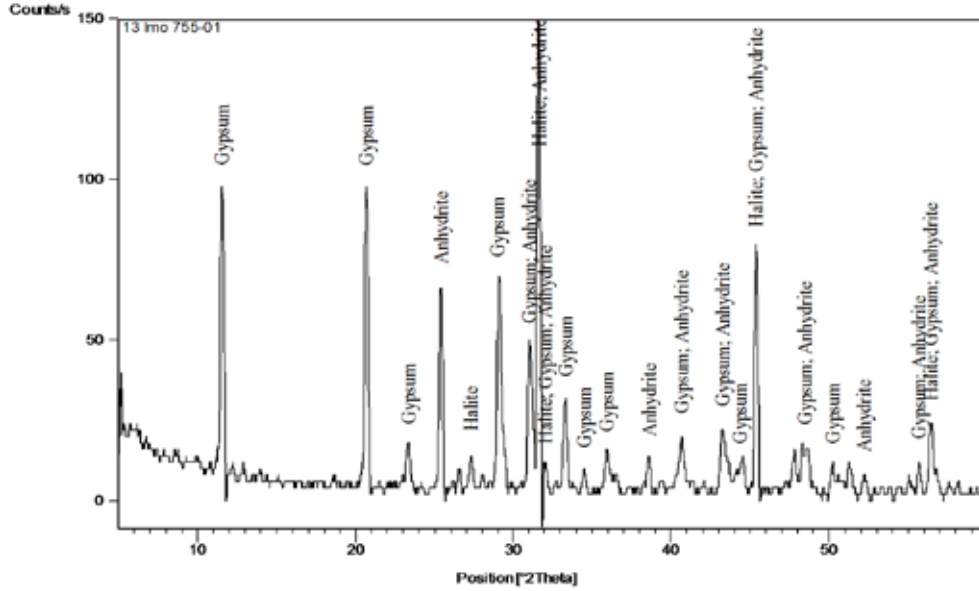


جدول رقم (17)

يوضح نتائج حيود الأشعة السينية لعينة المونة رقم 755/13 - بيت الجلاهمة

صورة رقم (95)

توضح عينة المونة رقم 755/13 - بيت الجلاهمة



شكل رقم (71)

يوضح نمط حيود الأشعة السينية لعينة المونة رقم 755/13 – بيت الجلاهمة

**- عينة مونة رقم 744/14B – بيت الجلاهمة:**

عينة مونة من الدور الثاني لبيت الجلاهمة، ذات لون بيج، متوسطة التماسك وخشنة الملمس في بعض أجزائها. أجريت للعينة تحليل بحيود الأشعة السينية ودراسة بتروجرافية.

- نتائج التحليل باستخدام حيود الأشعة السينية:

أظهرت نتائج التحليل بحيود الأشعة السينية أن المكون الأساسي للعينة هو الجبس بنسبة 59% والمكون الثانوي هو الانهيدريت بنسبة 34%، مع وجود نسبة قليلة من الكوارتز بنسبة 7%. ويوضح نمط حيود الأشعة السينية في الشكل (72) والجدول (18) نتائج تحليل العينة رقم 744/14B.

Chemical Formula	Mineral Name	SemiQuant [%]
$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	Gypsum	59
$\text{CaSO}_4$	Anhydrite	34
$\text{SiO}_2$	Quartz	7

جدول رقم (18)

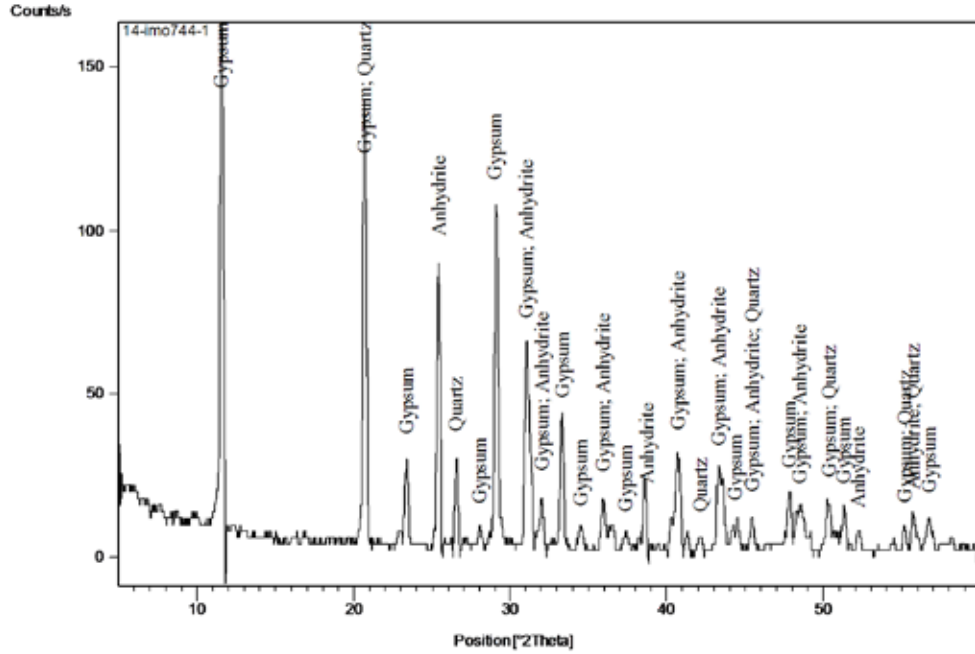
يوضح نتائج حيود الأشعة السينية لعينة المونة رقم 744/14B – بيت الجلاهمة



صورة رقم (96)

توضح عينة المونة رقم 744/14B – بيت الجلاهمة

الفحوص والتحليل على مواد البناء لعدد من المباني التراثية بالبحر مع تجارب اختيار مواد الترميم المناسبة

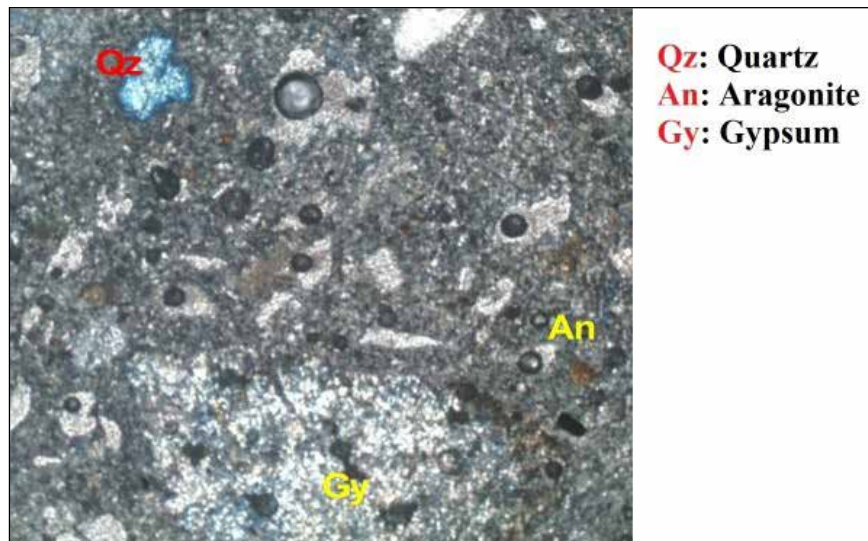


شكل رقم (72)

يوضح نمط حيود الأشعة السينية لعينة المونة رقم 744/14B – بيت الجلاهمة

- نتائج الدراسة البتروجرافية:

تظهر النتائج الدراسة البتروجرافية وجود حبيبات الجبس واضحة بشكل كبير بالإضافة إلى وجود الانهيدريت، وحبيبات شبه مستديرة من الكوارتز تتراوح ما بين دقيقة إلى متوسطة الحجم.



صورة رقم (97)

صورة بتروجرافية توضح مكونات عينة المونة رقم 744/14B – بيت الجلاهمة

photomicrograph (XPL, 4)

## 2- نتائج عينات مونة بيت الغوص:



شكل رقم (73)

يوضح أماكن عينات المونة من بيت الغوص

### - عينة مونة رقم 709/3 - بيت الغوص:

عينة مونة من بيت الغوص، ذات لون بيج فاتح، بها بعض الشوائب السوداء مع حبيبات رمال.

- نتائج التحليل باستخدام حيود الأشعة السينية:

أظهرت نتائج التحليل بحيود الأشعة السينية أن المكون الأساسي للعينة هو الجبس بنسبة 65% والمكون الثانوي هو الانهيدريت بنسبة 30% مع وجود نسبة من الكوارتز 5%. ويوضح نمط حيود الأشعة السينية في الشكل (74) والجدول (19) نتائج تحليل العينة رقم 709/3.

Chemical Formula	Mineral Name	SemiQuant [%]
$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	Gypsum	65
$\text{CaSO}_4$	Anhydrite	30
$\text{SiO}_2$	Quartz	5



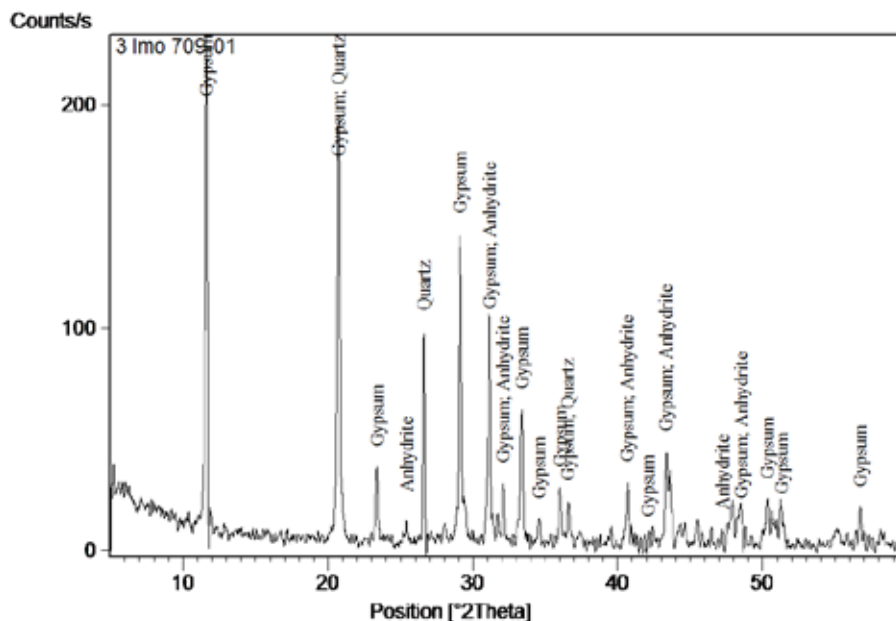
جدول رقم (19)

يوضح نتائج حيود الأشعة السينية لعينة المونة رقم 709/3 - بيت الغوص

صورة رقم (98)

توضح عينة المونة رقم 709/3 - بيت الغوص





شكل رقم (74)

يوضح نمط حيود الأشعة السينية لعينة المونة رقم 709/3 – بيت الغوص

### - عينة مونة رقم 710/6 – بيت الغوص:

عينة مونة من بيت الغوص، ذات لون ابيض، بها بعض الشوائب السوداء والبنية.

- نتائج التحليل باستخدام حيود الأشعة السينية:

أظهرت نتائج التحليل بحيود الأشعة السينية أن المكون الأساسي للعينة هو الجبس بنسبة 55% والمكون الثانوي هو الانهيدريت بنسبة 37% مع وجود نسبة من الكوارتز 8%. ويوضح نمط حيود الأشعة السينية في الشكل (75) والجدول (20) نتائج تحليل العينة رقم 710/6.

Chemical Formula	Mineral Name	SemiQuant [%]
$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	Gypsum	55
$\text{CaSO}_4$	Anhydrite	37
$\text{SiO}_2$	Quartz	8

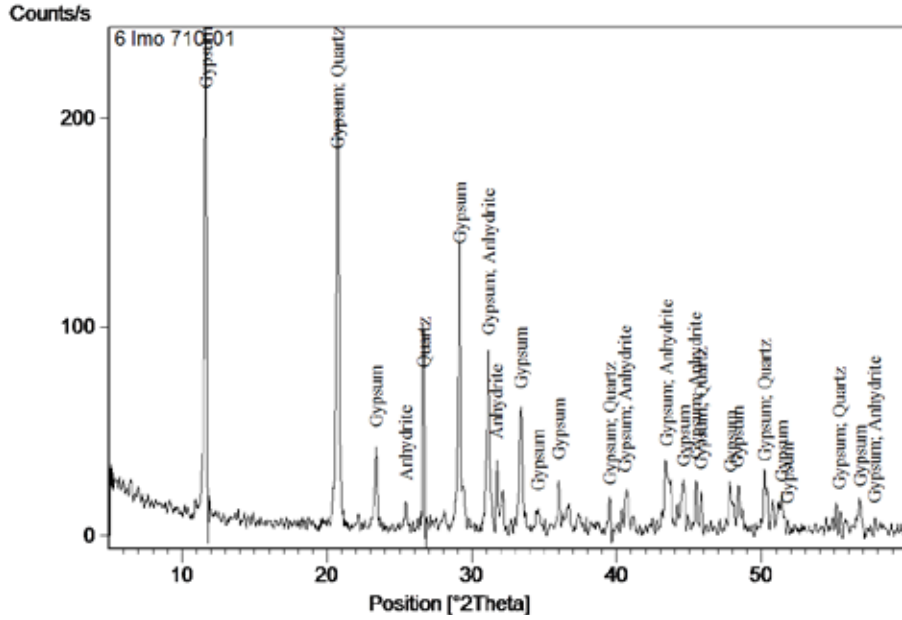


صورة رقم (99)

يوضح نتائج حيود الأشعة السينية لعينة المونة رقم 710/6 – بيت الغوص

توضح عينة المونة رقم 710/6 – بيت الغوص

جدول رقم (20)



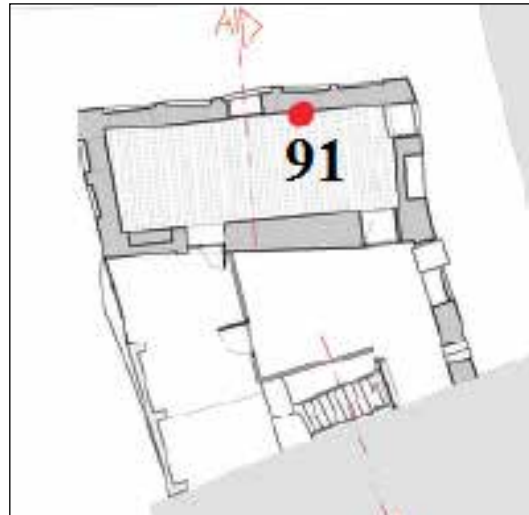
شكل رقم (75)

يوضح نمط حيود الأشعة السينية لعينة المونة رقم 710/6 – بيت الغوص

### 3- نتائج عينات مونة بيت النوخدة:

#### - عينة مونة رقم 91 – بيت النوخدة:

عينة مونة من الجدار الشمالي للغرفة العلوية في بيت النوخدة، ذات لون بيج، بها حبيبات بيضاء وبعض الشوائب السوداء بالإضافة إلى حبيبات رمال.



شكل رقم (76)

يوضح مكان عينة المونة في بيت النوخدة

الفحوص والتحليل على مواد البناء لعدد من المباني التراثية بالبحر مع تجارب اختيار مواد الترميم المناسبة

- نتائج التحليل باستخدام حيود الأشعة السينية:

أظهرت نتائج التحليل بحيود الأشعة السينية أن المكون الأساسي للعينة هو الجبس بنسبة 40% والمكونان الثانويان هما الكوارتز بنسبة 33% والانهيدريت بنسبة 20% مع وجود شائبة من الهاليت بنسبة 7%. ويوضح نمط حيود الأشعة السينية في الشكل (77) والجدول (21) نتائج تحليل العينة رقم 91.

Chemical Formula	Compound Name	SemiQuant [%]
$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	Gypsum	40
$\text{CaSO}_4$	Anhydrite	37
$\text{NaCl}$	Halite, syn	7
$\text{SiO}_2$	Quartz	33

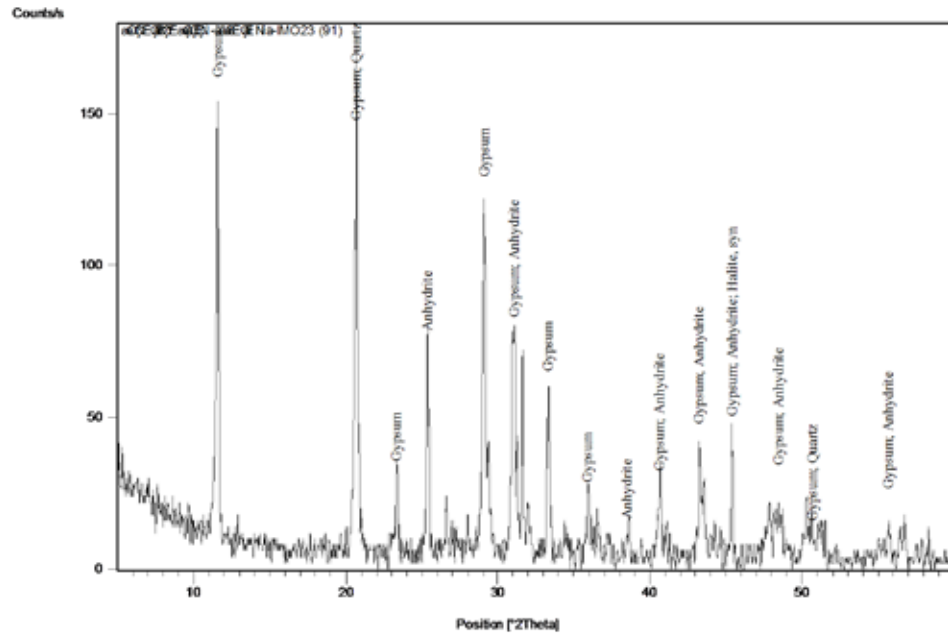


جدول رقم (21)

يوضح نتائج حيود الأشعة السينية لعينة المونة رقم 91 – بيت النوخة

صورة رقم (100)

توضح عينة المونة رقم 91 – بيت النوخة



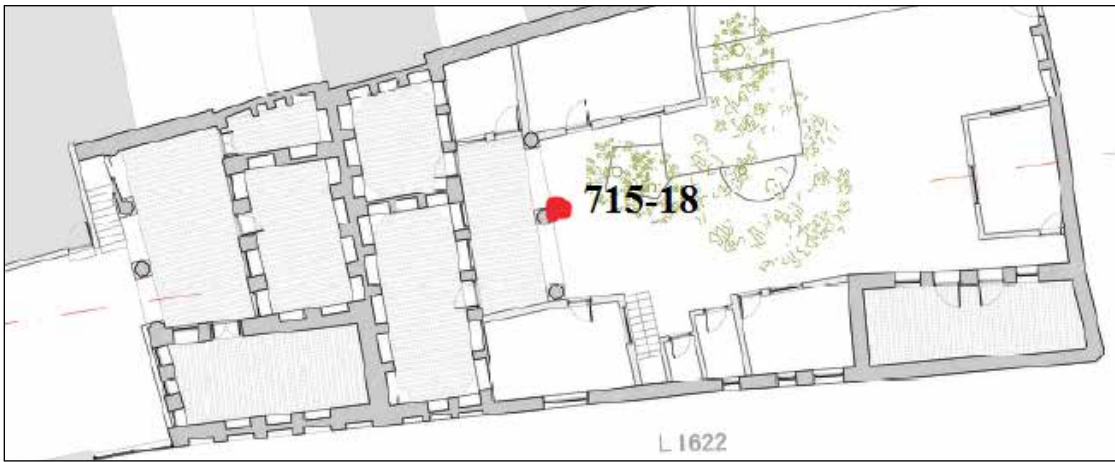
شكل رقم (77)

يوضح نمط حيود الأشعة السينية لعينة المونة رقم 91 – بيت النوخة

#### 4- نتائج تحليل عينات مونة بيت بدر غلوم:

##### - عينة مونة رقم 715/18 – بيت بدر غلوم:

عينة مونة من عينة مونة من بيت بدر غلوم، ذات لون بيج فاتح، بها شوائب سوداء مع حبيبات رمال.



شكل رقم (78)

يوضح مكان عينة المونة من بيت بدر غلوم

- نتائج التحليل باستخدام حيود الأشعة السينية:

أظهرت نتائج التحليل بحيود الأشعة السينية أن المكون الأساسي للعينة هو الجبس بنسبة 60% والمكونان الثانويان هما الكوارتز بنسبة 19% والانهيدريت بنسبة 21%. ويوضح نمط حيود الأشعة السينية في الشكل (79) والجدول (22) نتائج تحليل العينة رقم 715/18.

Chemical Formula	Mineral Name	SemiQuant [%]
$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	Gypsum	60
$\text{CaSO}_4$	Anhydrite	21
$\text{SiO}_2$	Quartz	19

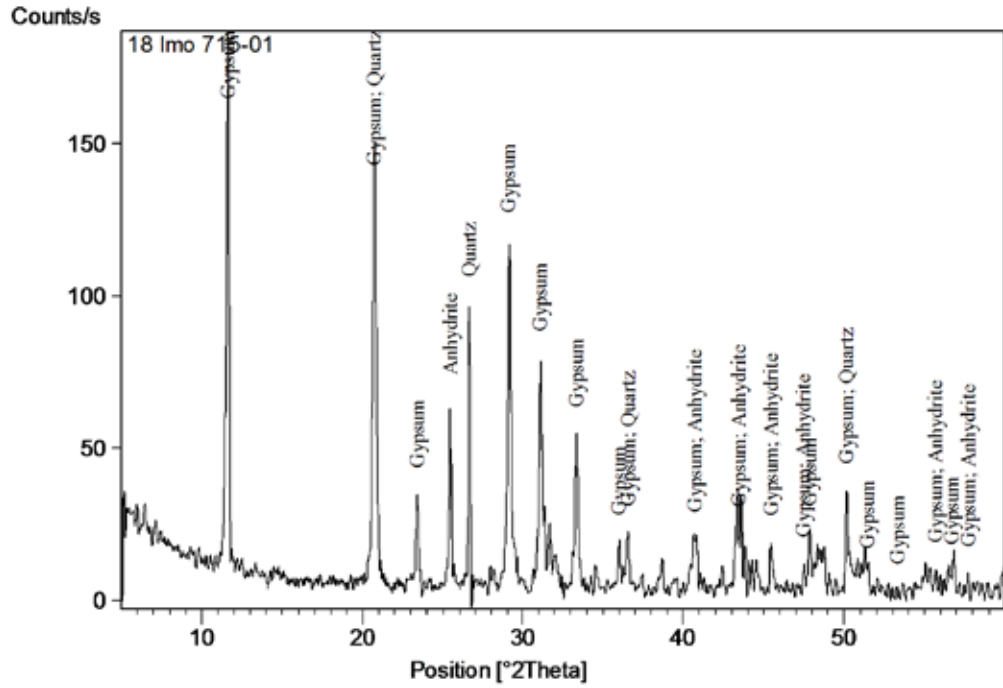


جدول رقم (22)

يوضح نتائج حيود الأشعة السينية لعينة المونة رقم 715/18 – بيت بدر غلوم

صورة رقم (101)

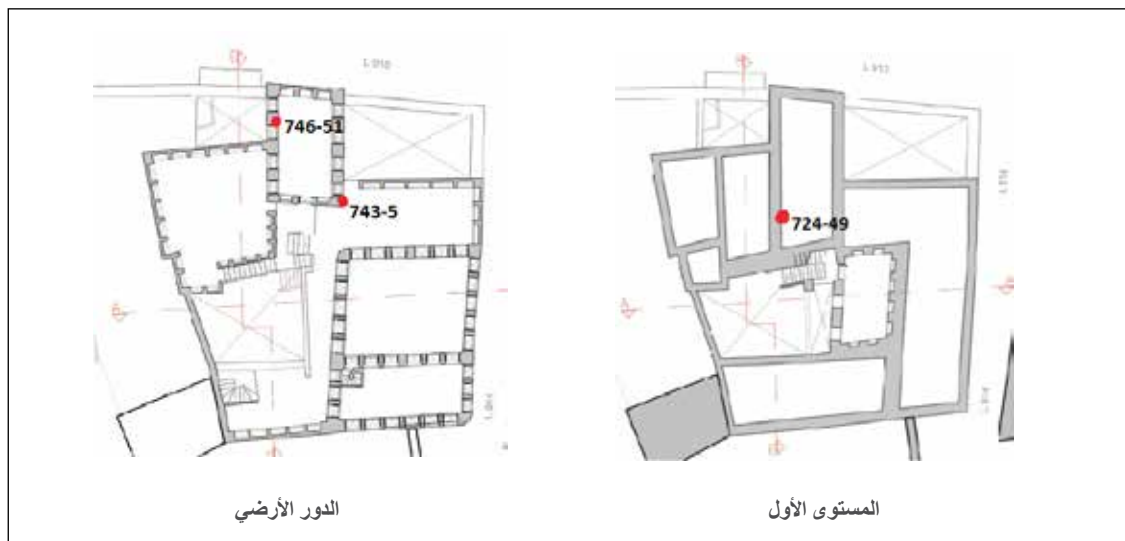
توضح عينة المونة رقم 715/18 – بيت بدر غلوم



شكل رقم (79)

يوضح نمط حيود الأشعة السينية لعينة المونة رقم 715/18 – بيت بدر غلوم

### 5- نتائج تحليل عينات مونة بيت سيادي:



شكل رقم (80)

يوضح أماكن عينات المونة المأخوذة من بيت سيادي



- عينة مونة رقم 724/49 – بيت سيادي:

عينة مونة من عينة مونة من بيت سيادي، ذات لون بيج وقوية التماسك.

- نتائج التحليل باستخدام حيود الأشعة السينية:

أظهرت نتائج التحليل بحيود الأشعة السينية أن المكون الأساسي للعينة هو الجبس بنسبة 66% والمكونان الثانويان هما الكوارتز بنسبة 20% والأنهيدريت بنسبة 14%. ويوضح نمط حيود الأشعة السينية في الشكل (81) والجدول (23) نتائج تحليل العينة رقم 724/49.

Chemical Formula	Mineral Name	SemiQuant [%]
CaSO <sub>4</sub> ·2H <sub>2</sub> O	Gypsum	66
SiO <sub>2</sub>	Quartz	20
CaSO <sub>4</sub>	Anhydrite	14

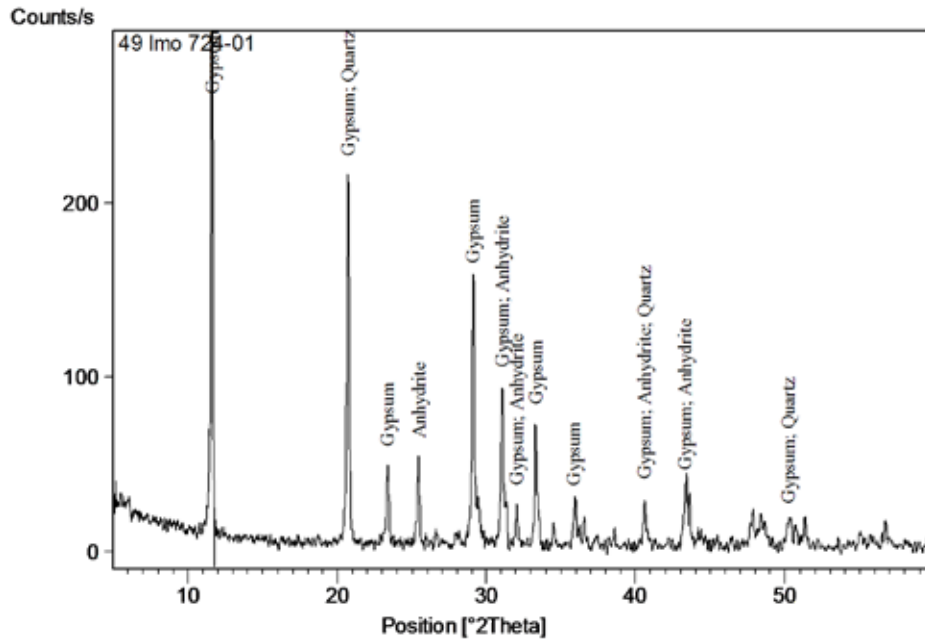


جدول رقم (23)

يوضح نتائج حيود الأشعة السينية لعينة المونة رقم 724/49 – بيت سيادي

صورة رقم (102)

توضح عينة المونة رقم 724/49 – بيت سيادي



شكل رقم (81)

يوضح نمط حيود الأشعة السينية لعينة المونة رقم 724/49 – بيت سيادي

- عينة مونة رقم 743/5 - بيت سيادي:

عينة مونة من من بيت سيادي، ذات لون بيج وبها شوائب بيضاء وسوداء وسهلة التفتت.

- نتائج التحليل باستخدام حيود الأشعة السينية:

أظهرت نتائج التحليل بحيود الأشعة السينية أن المكون الأساسي للعينة هو الجبس بنسبة 76% والمكونان الثانويان هما الكوارتز بنسبة 11% والكالسيت بنسبة 13%. ويوضح نمط حيود الأشعة السينية في الشكل (82) والجدول (24) نتائج تحليل العينة رقم 743/5.

Chemical Formula	Mineral Name	SemiQuant [%]
CaSO <sub>4</sub> .2H <sub>2</sub> O	Gypsum	76
SiO <sub>2</sub>	Quartz	11
CaCO <sub>3</sub>	Calcite	13

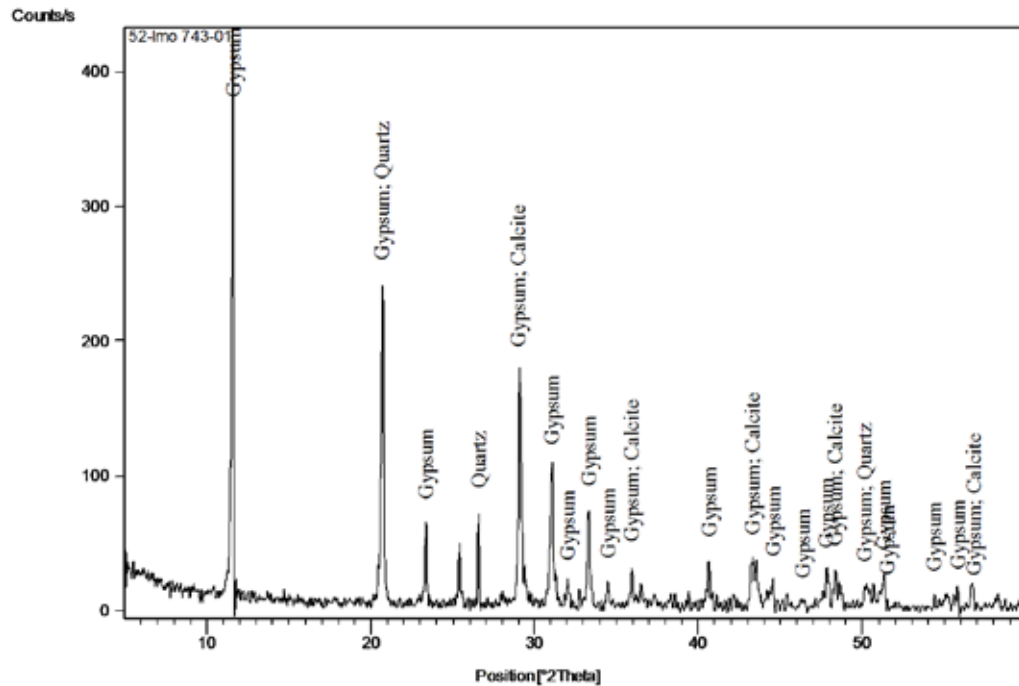


جدول رقم (24)

يوضح نتائج حيود الأشعة السينية لعينة المونة رقم 743/5 - بيت سيادي

صورة رقم (103)

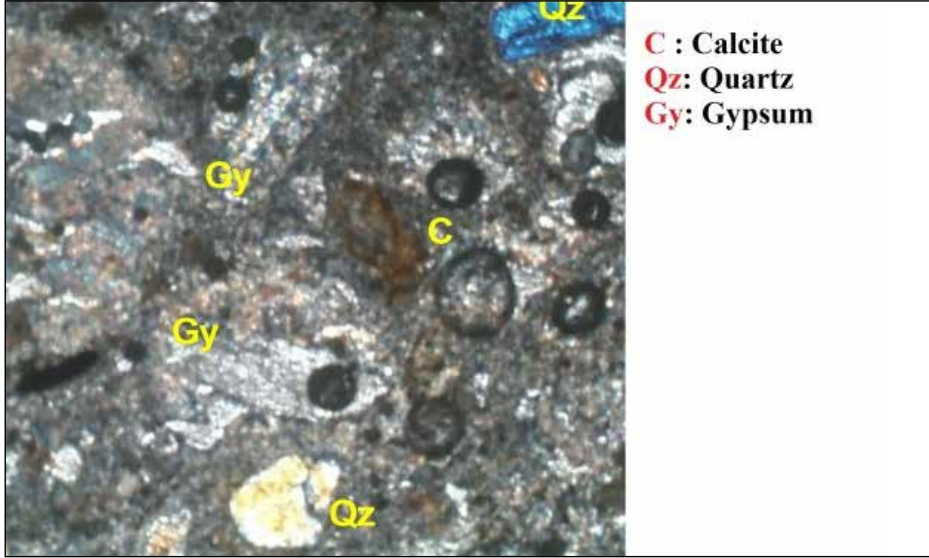
توضح عينة المونة رقم 743/5 - بيت سيادي



شكل رقم (82)

يوضح نمط حيود الأشعة السينية لعينة المونة رقم 743/5 - بيت سيادي

- نتائج الدراسة البتروجرافية لعينة المونة رقم 743/5 – بيت سيادي:  
أظهرت نتائج الدراسة البتروجرافية أن العينة تتكون من حبيبات جبسية غير مستوية الأوجه تتراوح أحجامها ما بين متوسطة إلى كبيرة، بالإضافة إلى وجود حبيبات ثانوية من الكوارتز والكالسيت تتراوح ما بين صغيرة إلى متوسطة في أحجامها.



صورة (104)

صورة بيتروجرافية توضح نسيج عينة المونة رقم 743/5 – بيت سيادي

#### - عينة مونة رقم 746/51 – بيت سيادي:

عينة مونة من من بيت سيادي، ذات لون بيج وبها بعض الحبيبات الرملية.

- نتائج التحليل باستخدام حيود الأشعة السينية:

أظهرت نتائج التحليل بحيود الأشعة السينية أن المكون الأساسي للعينة هو الجبس بنسبة 60% والمكون الثانوي هو الكوارتز بنسبة 31% مع وجود نسب بسيطة من الكالسيت بنسبة 6% والهاليت بنسبة 3%. ويوضح نمط حيود الأشعة السينية في الشكل (83) والجدول (25) نتائج تحليل العينة رقم 746/51.

Chemical Formula	Mineral Name	SemiQuant [%]
CaSO <sub>4</sub> ·2H <sub>2</sub> O	Gypsum	60
SiO <sub>2</sub>	Quartz	31
Na Cl	Halite	3
CaCO <sub>3</sub>	Calcite	6

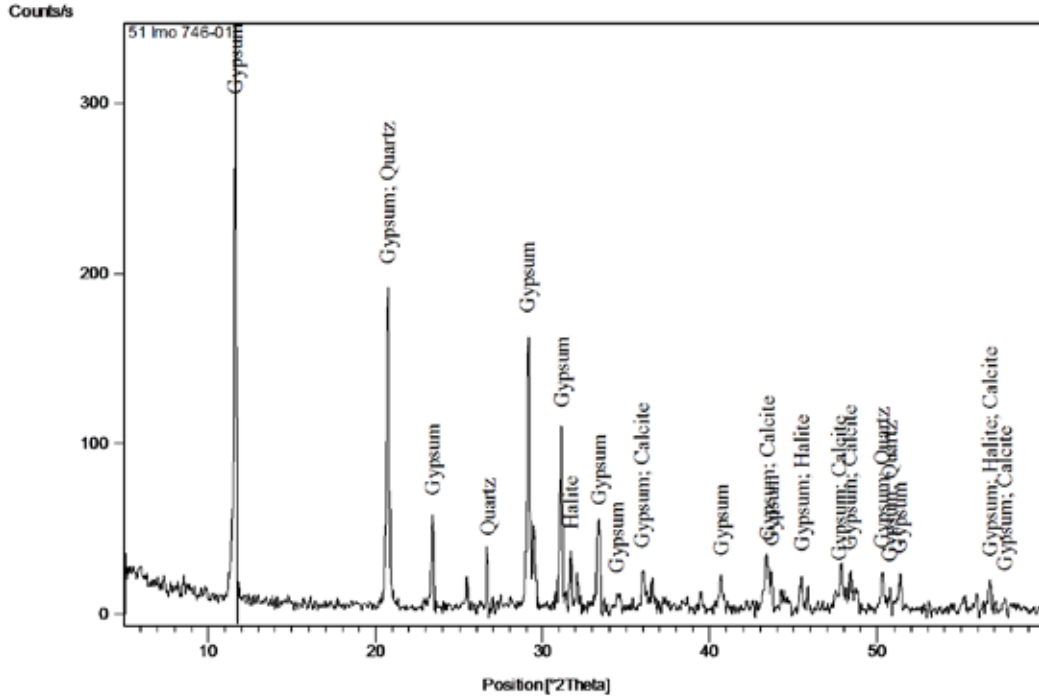


جدول رقم (25)

يوضح نتائج حيود الأشعة السينية لعينة المونة رقم 746/51 – بيت سيادي

صورة رقم (105)

توضح عينة المونة رقم 746/51 – بيت سيادي



شكل رقم (83)

يوضح نمط حيود الأشعة السينية لعينة المونة رقم 746/51 – بيت سيادي

## 6- نتائج تحليل عينات مونة بيت الشيخ عيسى بن علي:

- عينة مونة رقم 63 – بيت الشيخ عيسى بن علي:  
عينة مونة من أحد الجدران في الدور الأرضي لجناح الخدم في بيت الشيخ عيسى بن علي، ذات لون بيج وتماسكة، بها العديد من الحبيبات البيضاء وبعض الشوائب السوداء والحبيبات الرملية.



شكل رقم (84)

يوضح مكان عينة المونة في بيت الشيخ عيسى بن علي

- نتائج التحليل باستخدام حيود الأشعة السينية:

أظهرت نتائج التحليل بحيود الأشعة السينية أن المكون الأساسي لها هو الجبس بنسبة 52% والمكون الثانوي هو الأنهيدريت بنسبة 31% مع وجود نسبة من الكالسيت بنسبة 11% وشائبة من الكوارتز بنسبة 6%. ويوضح نمط حيود الأشعة السينية في الشكل (85) والجدول (26) نتائج تحليل العينة رقم 63.

Chemical Formula	Compound Name	SemiQuant [%]
$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	Gypsum	52
$\text{CaSO}_4$	Anhydrite	31
$\text{CaCO}_3$	Calcite	11
$\text{SiO}_2$	Quartz	6

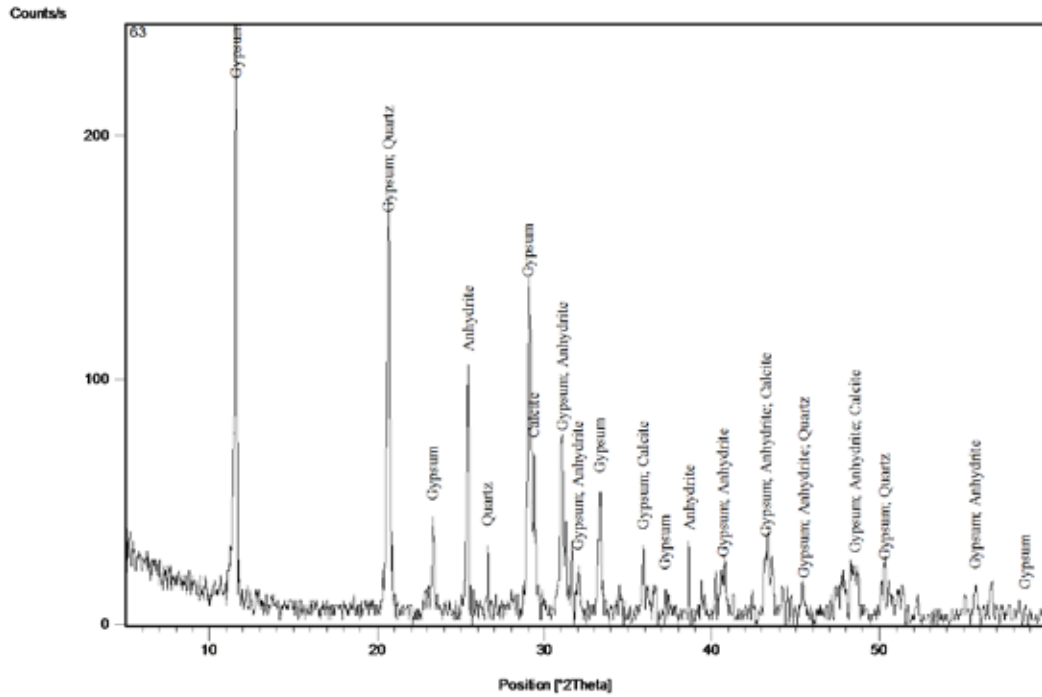


جدول رقم (26)

يوضح نتائج حيود الأشعة السينية لعينة المونة رقم 63 – بيت الشيخ عيسى

صورة رقم (106)

توضح عينة المونة رقم 63 – بيت الشيخ عيسى



شكل رقم (85)

يوضح نمط حيود الأشعة السينية لعينة المونة رقم 63 – بيت الشيخ عيسى



## 7- نتائج تحليل عينات بيت فخرو:



شكل رقم (86)

يوضح أماكن عينات المونة المأخوذة من بيت فخرو

## - عينة مونة رقم 717/22 – بيت فخرو:

عينة مونة من أحد الغرف العلوية لبيت فخرو، ذات لون ابيض وبيج فاتح وبها حبيبات بيضاء وبنية وسوداء.

- نتائج التحليل باستخدام حيود الأشعة السينية:

أظهرت نتائج التحليل بحيود الأشعة السينية أن المكون الأساسي لها هو الأنهدريت بنسبة 52% والمكون الثانوي هو الجبس بنسبة 41% مع وجود نسبة من الكوارتز بنسبة 7%. ويوضح نمط حيود الأشعة السينية في الشكل (87) والجدول (27) نتائج تحليل العينة رقم 717/22.

Chemical Formula	Mineral Name	SemiQuant [%]
CaSO <sub>4</sub>	Anhydrite	52
CaSO <sub>4</sub> .2H <sub>2</sub> O	Gypsum	41
SiO <sub>2</sub>	Quartz	7

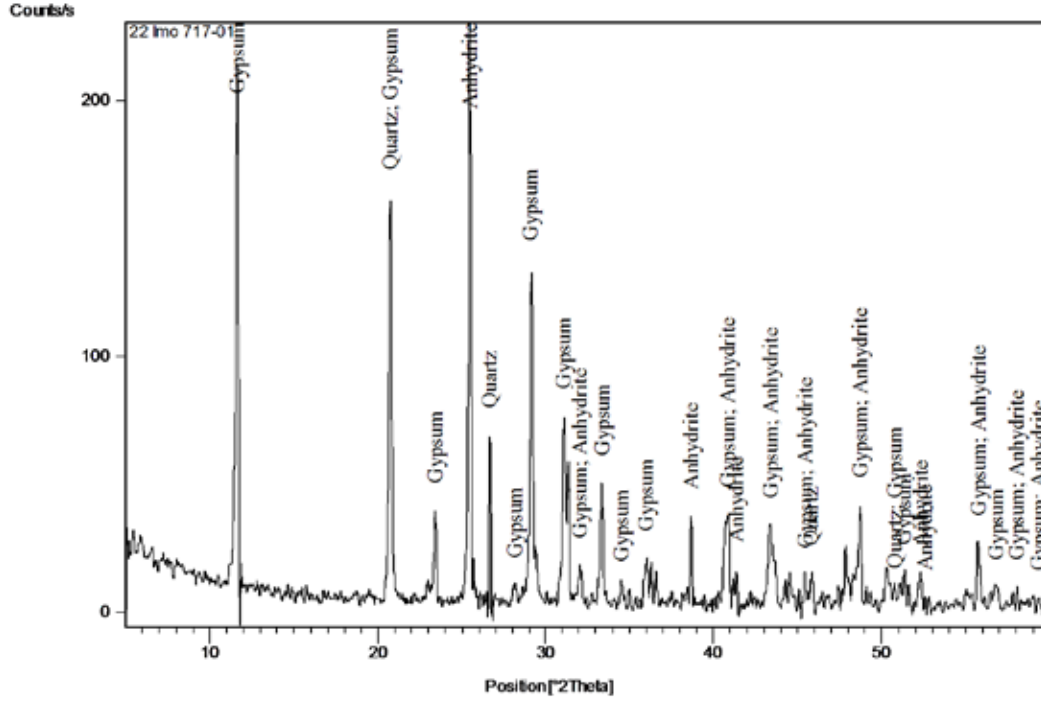


جدول رقم (27)

يوضح نتائج حيود الأشعة السينية لعينة المونة رقم 717/22 – بيت فخرو

صورة رقم (107)

توضح عينة المونة رقم 717/22 – بيت فخرو



شكل رقم (87)

يوضح نمط حيود الأشعة السينية لعينة المونة رقم 717/22 – بيت فخرو

#### - عينة مونة رقم 718/52 – بيت فخرو:

عينة مونة من أحد جدران سطح بيت فخرو، ذات لون بني وخشنة اللمس، بها الكثير من حبيبات الرمال مختلفة الأحجام.

- نتائج التحليل باستخدام حيود الأشعة السينية:

أظهرت نتائج التحليل بحيود الأشعة السينية أن المكون الأساسي لها هو الجبس بنسبة 80% والمكون الثانوي هو الكوارتز بنسبة 12% مع وجود نسبة بسيطة من الانهيدريت بنسبة 8%. ويوضح نمط حيود الأشعة السينية في الشكل (88) والجدول (28) نتائج تحليل العينة.

Chemical Formula	Mineral Name	SemiQuant [%]
$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	Gypsum	80
$\text{CaSO}_4$	Anhydrite	8
$\text{SiO}_2$	Quartz	12

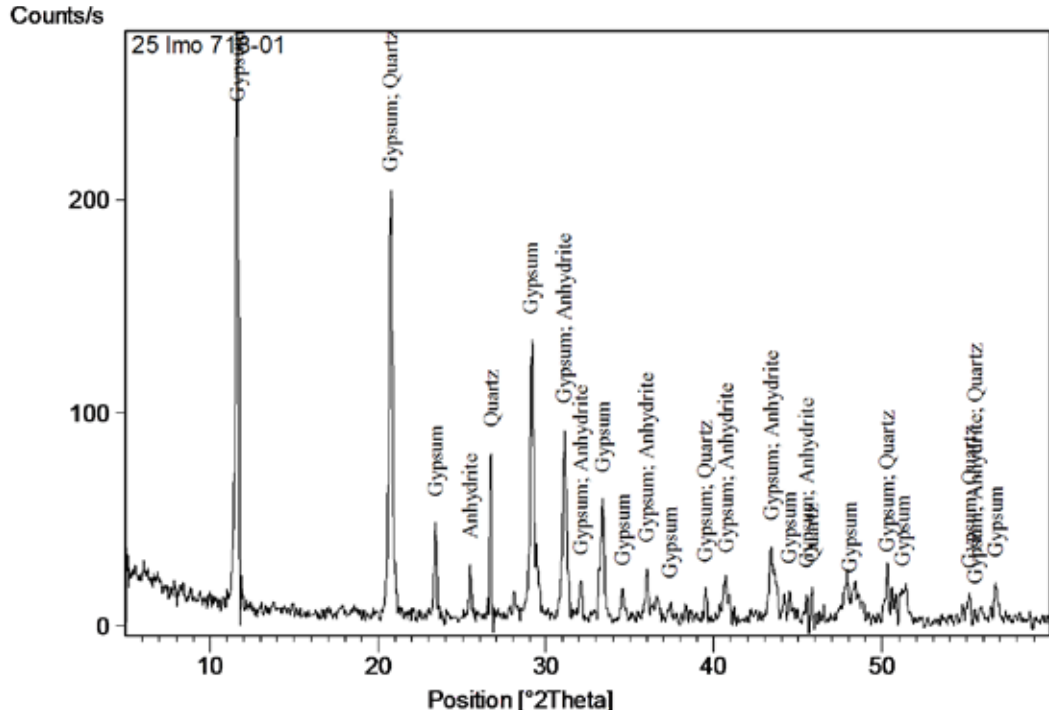


جدول رقم (28)

يوضح نتائج حيود الأشعة السينية لعينة المونة رقم 718/25 – بيت فخرو

صورة رقم (108)

توضح عينة المونة رقم 718/25 – بيت فخرو



شكل رقم (88)

يوضح نمط حيود الأشعة السينية لعينة المونة رقم 718/25 – بيت فخرو

#### - عينة مونة رقم 723/34 – بيت فخرو:

عينة مونة من أحد جدران بيت فخرو، ذات لون بيج، وبها بعض الشوائب البنية، ضعيفة التماسك.

- نتائج التحليل باستخدام حيود الأشعة السينية:

أظهرت نتائج التحليل بحيود الأشعة السينية أن المكون الأساسي لها هو الجبس بنسبة 77% والمكون الثانوي هو الكالسيت بنسبة 16% مع وجود نسبة بسيطة من الكوارتز بنسبة 7%. ويوضح نمط حيود الأشعة السينية في الشكل (89) والجدول (29) نتائج تحليل العينة رقم 723/34.

Chemical Formula	Mineral Name	SemiQuant [%]
CaSO <sub>4</sub> .2H <sub>2</sub> O	Gypsum	77
SiO <sub>2</sub>	Quartz	7
CaCO <sub>3</sub>	Calcite	16

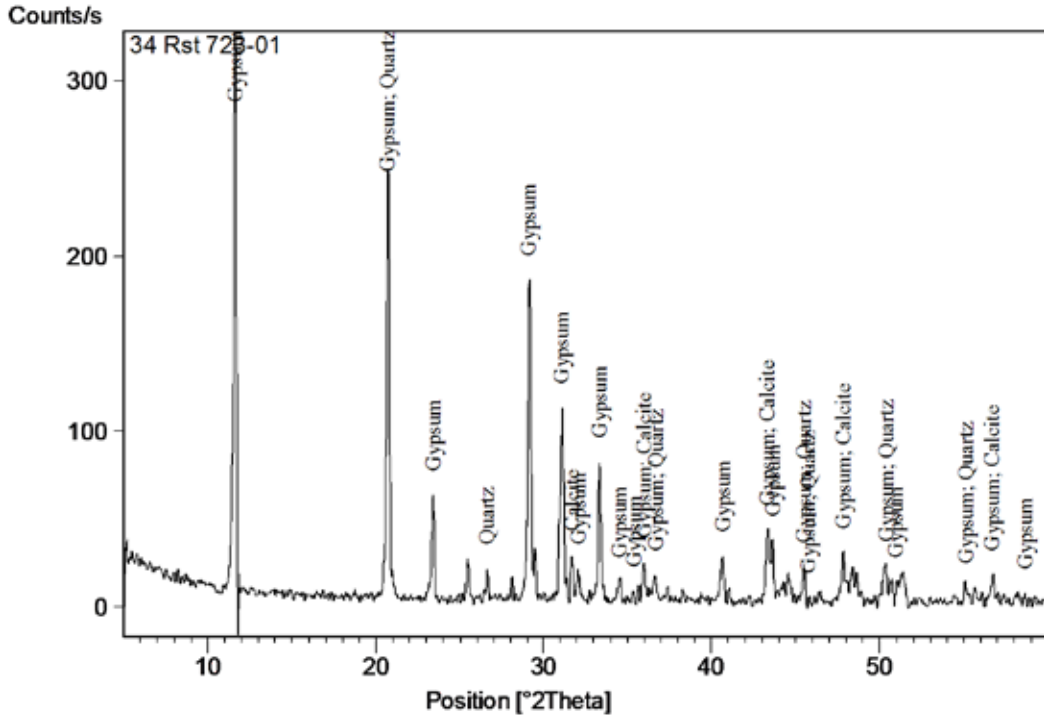


جدول رقم (29)

يوضح نتائج حيود الأشعة السينية لعينة المونة رقم 723/34 – بيت فخرو

صورة رقم (109)

توضح عينة المونة رقم 723/34 – بيت فخرو



شكل رقم (89)

يوضح نمط حيود الأشعة السينية لعينة المونة رقم 723/34 - بيت فخرو

## 8- نتائج تحليل عينات مونة بيت مراد:

### - عينة مونة رقم 757/36 - بيت مراد:

عينة مونة من أحد الأعمدة في الدور الأرضي لبيت مراد، ذات لون بيج فاتح، ضعيفة التماسك، وبها حبيبات بيضاء، مع بعض الحبيبات الرملية.



شكل رقم (90)

يوضح مكان عينة المونة من بيت مراد

الفحوص والتحليل على مواد البناء لعدد من المباني التراثية بالمرق مع تجارب اختيار مواد الترميم المناسبة

- نتائج التحليل باستخدام حيود الأشعة السينية:

أظهرت نتائج التحليل بحيود الأشعة السينية أن العينة تتكون من مكونات متقاربة النسب وهي الجبس بنسبة 37% والكوارتز بنسبة 33% والأنهدريت بنسبة 30%. ويوضح نمط حيود الأشعة السينية في الشكل (91) والجدول (30) نتائج تحليل العينة رقم 757/36.

Chemical Formula	Mineral Name	SemiQuant [%]
$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	Gypsum	37
$\text{CaSO}_4$	Anhydrite	30
$\text{SiO}_2$	Quartz	33

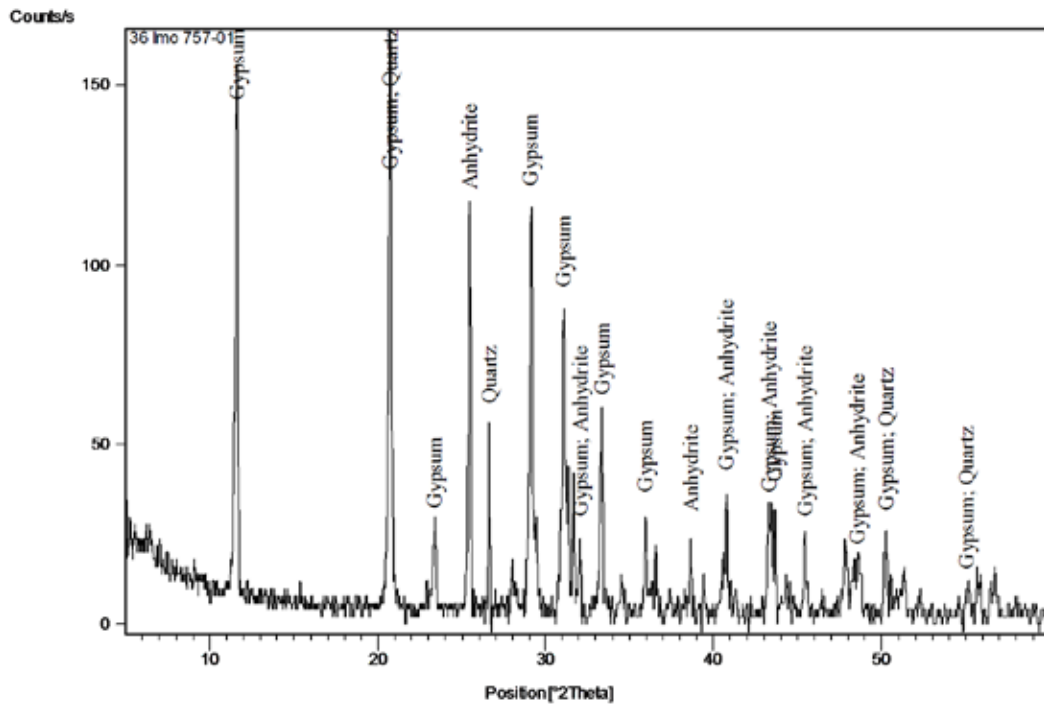


جدول رقم (30)

يوضح نتائج حيود الأشعة السينية لعينة المونة رقم 757/36 - بيت مراد

صورة رقم (110)

توضح عينة المونة رقم 757/36 - بيت مراد



شكل رقم (91)

يوضح نمط حيود الأشعة السينية لعينة المونة رقم 757/36 - بيت مراد

### 9- نتائج تحليل عينات مونة عمارة فخرو:



شكل رقم (92)

يوضح أماكن المونة من عمارة فخرو

#### - عينة مونة رقم 749/43 - عمارة فخرو:

عينة مونة من عمارة فخرو بسوق القيصرية، ذات لون بيج وبها بقايا بنية اللون.

- نتائج التحليل باستخدام حيود الأشعة السينية:

أظهرت نتائج التحليل بحيود الأشعة السينية أن المكون الأساسي للعينة هو الجبس بنسبة 59%، والمكونات الثانوية هي كل من الكالسيت 17% والهاليت بنسبة 13% والانهيدريت بنسبة 11%. ويوضح نمط حيود الأشعة السينية في الشكل (93) والجدول (31) نتائج تحليل العينة رقم 749/43.

Chemical Formula	Mineral Name	SemiQuant [%]
CaSO <sub>4</sub> ·2H <sub>2</sub> O	Gypsum	59
NaCl	Halite	13
CaCO <sub>3</sub>	Calcite	17
CaSO <sub>4</sub>	Anhydrite	11



جدول رقم (31)

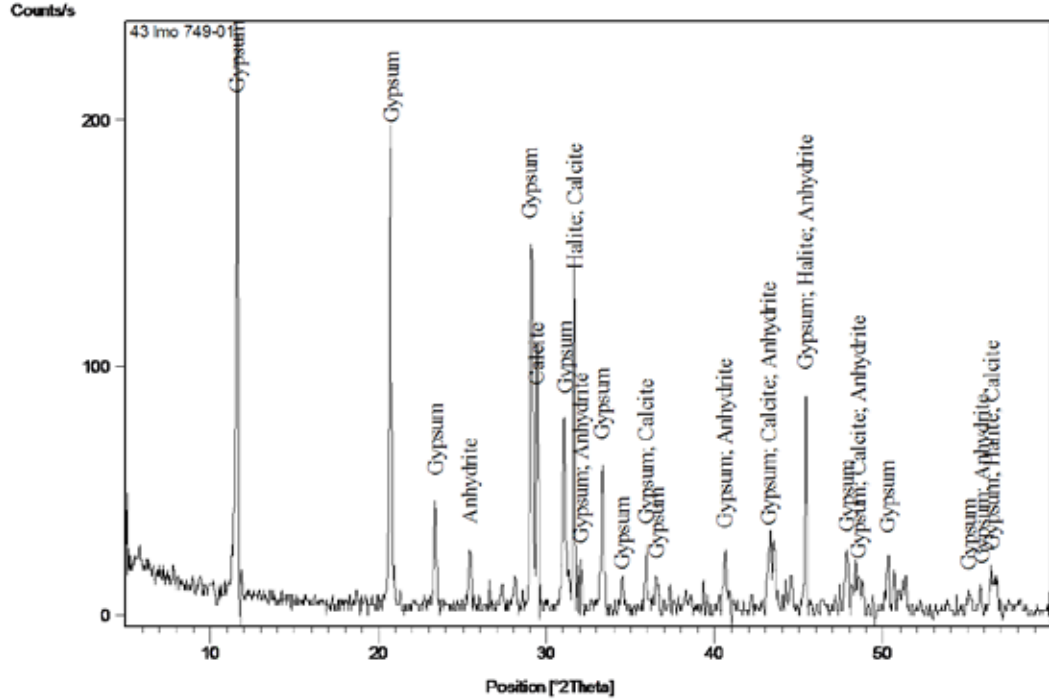
يوضح نتائج حيود الأشعة السينية لعينة المونة رقم 749/43 - عمارة فخرو

صورة رقم (111)

توضح عينة المونة رقم 749/43 - عمارة فخرو



الفحوص والتحليل على مواد البناء لعدد من المباني التراثية بالبحر مع تجارب اختيار مواد الترميم المناسبة



شكل رقم (93)

يوضح نمط حيود الأشعة السينية لعينة المونة رقم 749/43 - عمارة فخرو

- عينة مونة رقم 751/47 - عمارة فخرو:

عينة مونة من عمارة فخرو بسوق الفيصرية، خشنة اللمس، ذات لون بني وبها حبيبات رملية مستديرة وحادة الزوايا.

- نتائج التحليل باستخدام حيود الأشعة السينية:

أظهرت نتائج التحليل بحيود الأشعة السينية أن المكون الأساسي للعينة هو الكوارتز بنسبة 57%، والمكون الثانوي هو الجبس 38% مع وجود نسبة ضئيلة من الانهيدريت بنسبة 5%. ويوضح نمط حيود الأشعة السينية في الشكل (94) والجدول (32) نتائج تحليل العينة.

Chemical Formula	Mineral Name	SemiQuant [%]
$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	Gypsum	38
$\text{SiO}_2$	Quartz	57
$\text{CaSO}_4$	Anhydrite	5

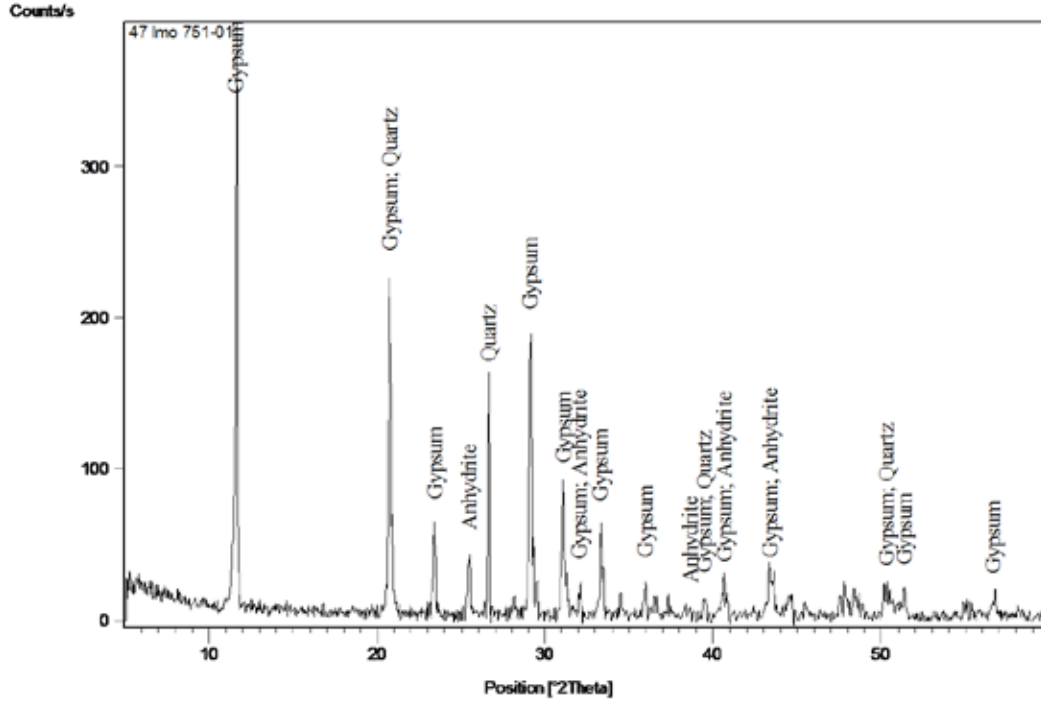


جدول رقم (32)

يوضح نتائج حيود الأشعة السينية لعينة المونة رقم 751/47 - عمارة فخرو

صورة رقم (112)

توضح عينة المونة رقم 751/47 - عمارة فخرو

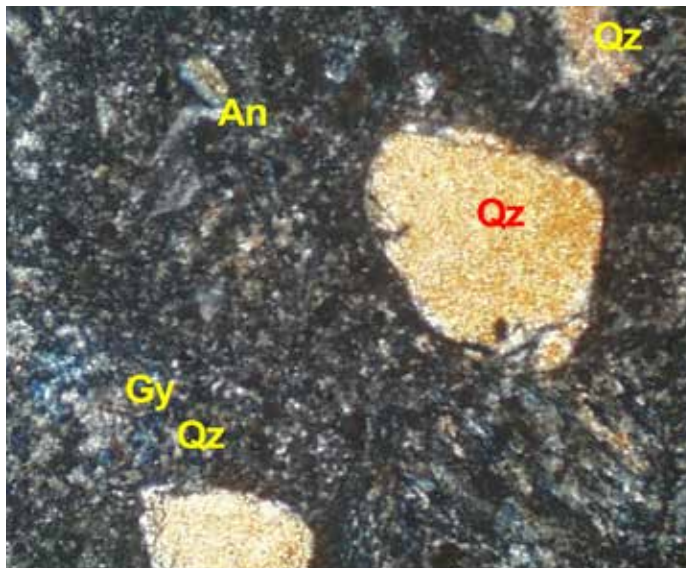


شكل رقم (94)

يوضح نمط حيود الأشعة السينية لعينة المونة رقم 751/47 - عمارة فخرو

- نتائج الدراسة البتروجرافية:

أظهرت نتائج الدراسة البتروجرافية أن العينة تتكون بشكل أساسي من حبيبات غير متساوية من الكوارتز تتراوح أحجامها بين المتوسطة والكبيرة. بالإضافة إلى حبيبات صغيرة ومتوسطة لبلورات الجبس وأيضا حبيبات غير متساوية للأنهيدريت.



صورة (113)

صورة بتروجرافية توضح نسيج عينة المونة رقم 751/47 - عمارة فخرو

الفحوص والتحليل على مواد البناء لعدد من المباني التراثية بالبحر مع تجارب اختيار مواد الترميم المناسبة

- عينة مونة رقم 752/46 - عمارة فخرو:

عينة مونة من عمارة فخرو بسوق القيصرية، ذات لون ابيض، ضعيفة التماسك، وبها شوائب سوداء وبنية.

- نتائج التحليل باستخدام حيود الأشعة السينية:

أظهرت نتائج التحليل بحيود الأشعة السينية أن المكون الأساسي للعينة هو الجبس بنسبة 70%، والمكون الثانوي هو الأنهدريت بنسبة 30%. ويوضح نمط حيود الأشعة السينية في الشكل (95) والجدول (33) نتائج تحليل العينة رقم 752/46.

Chemical Formula	Mineral Name	SemiQuant [%]
CaSO <sub>4</sub> .2H <sub>2</sub> O	Gypsum	70
CaSO <sub>4</sub>	Anhydrite	30

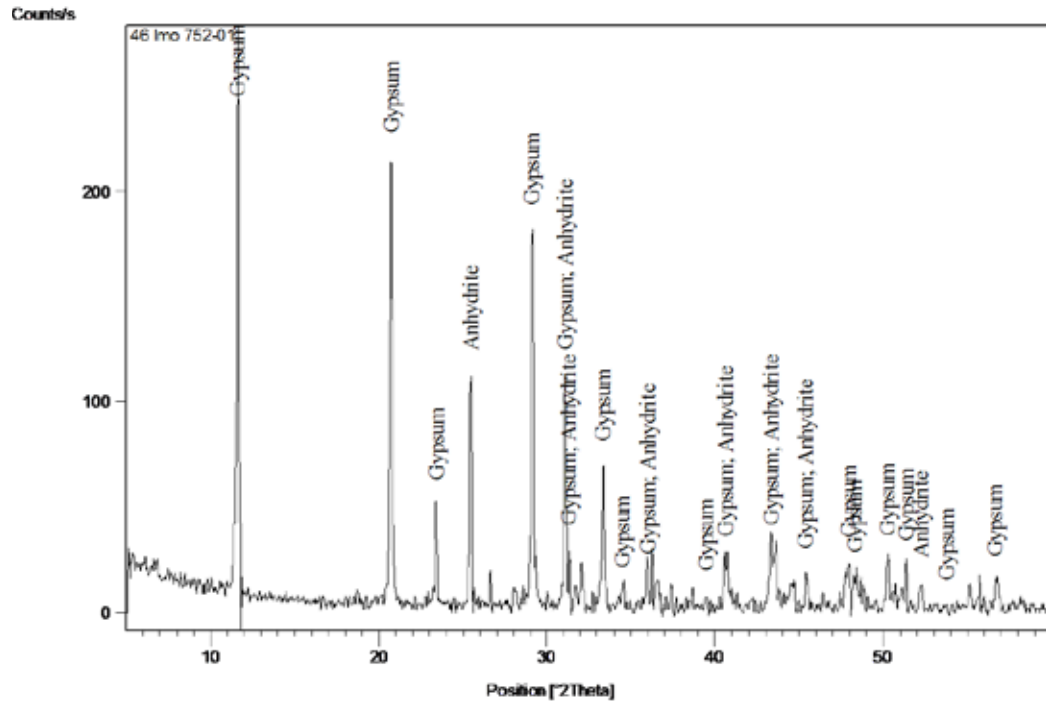


جدول رقم (33)

يوضح نتائج حيود الأشعة السينية لعينة المونة رقم 752/46 - عمارة فخرو

صورة رقم (114)

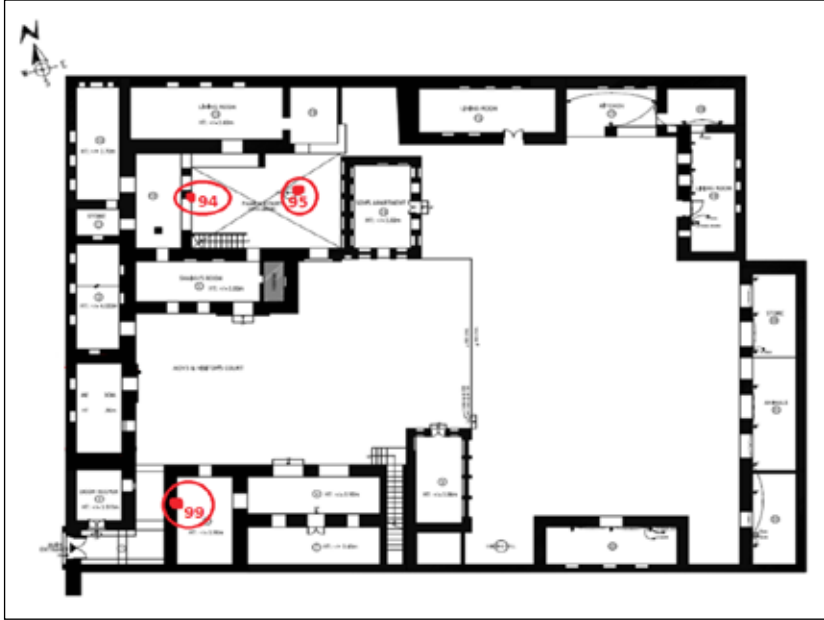
توضح عينة المونة رقم 752/46 - عمارة فخرو



شكل رقم (95)

يوضح نمط حيود الأشعة السينية لعينة المونة رقم 752/46 - عمارة فخرو

### 10- نتائج عينات مونة بيت الشيخ سلمان بن حمد: (موضوع الدراسة)



شكل رقم (96)

يوضح أماكن المونة المأخوذة من بيت الشيخ سلمان

#### - عينة مونة رقم 94 - بيت الشيخ سلمان:

عينة مونة من أحد الأعمدة بفناء الشيخ ببيت الشيخ سلمان بن حمد، ذات لون بيج ومتوسطة التماسك، وبها شوائب بيضاء وبنية مع بعض حبيبات الرمل.

- نتائج التحليل باستخدام حيود الأشعة السينية:

أظهرت نتائج التحليل بحيود الأشعة السينية أن المكون الأساسي للعينة هو الجبس بنسبة 59% والمكون الثانوي هو الانهيدريت بنسبة 20% مع وجود نسبة من الكوارتز بنسبة 11% بالإضافة إلى وجود شوائب من الهاليت بنسبة 6% والكالسيت بنسبة 4%. ويوضح نمط حيود الأشعة السينية في الشكل (97) والجدول (34) نتائج تحليل العينة رقم 94.

Chemical Formula	Compound Name	SemiQuant [%]
CaSO <sub>4</sub> ·2H <sub>2</sub> O	Gypsum	59
CaSO <sub>4</sub>	Anhydrite	20
SiO <sub>2</sub>	Quartz	11
NaCl	Halite, syn	6
CaCO <sub>3</sub>	Calcite	4

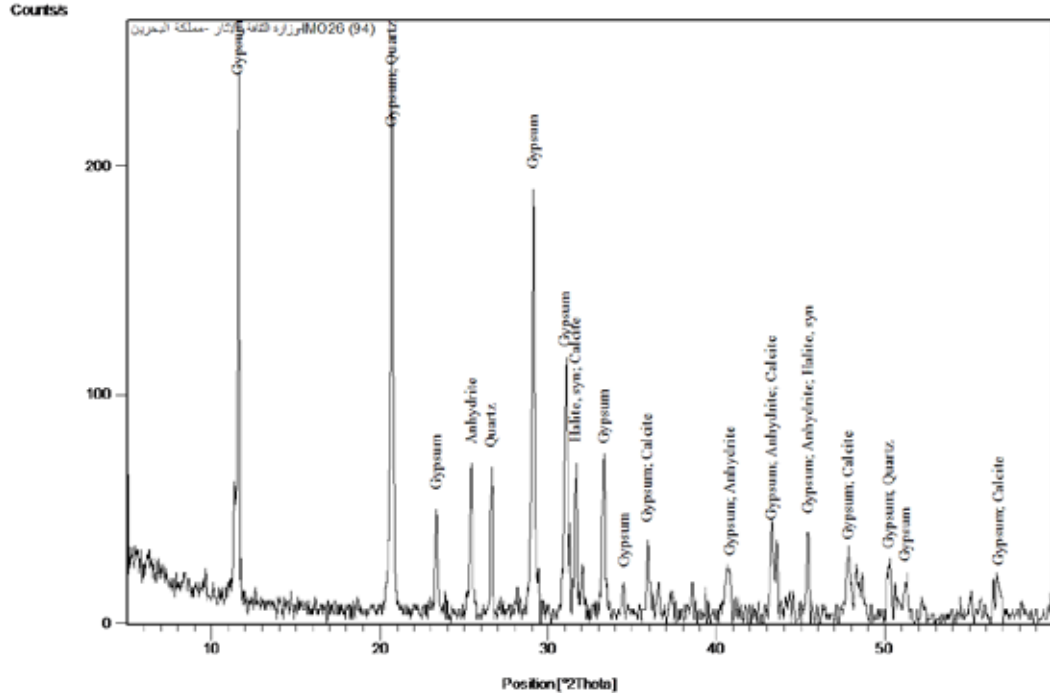
جدول رقم (34)

يوضح نتائج حيود الأشعة السينية لعينة المونة رقم 94 - بيت الشيخ سلمان



صورة رقم (115)

توضح عينة المونة رقم 94 - بيت الشيخ سلمان



شكل رقم (97)

يوضح نمط حيود الأشعة السينية لعينة المونة رقم 94 – بيت الشيخ سلمان

#### - عينة مونة رقم 95 – بيت الشيخ سلمان:

عينة مونة وملاط في نفس الوقت من حوض الماء الموجود في وسط فناء جناح الشيخ في بيت الشيخ سلمان بن حمد، ذات لون بيج ومتوسطة التماسك، وبها شوائب بيضاء وبنية.

- نتائج التحليل باستخدام حيود الأشعة السينية:

أظهرت نتائج التحليل بحيود الأشعة السينية أن المكون الأساسي للعينة هو الجبس بنسبة 85% مع وجود مكونات أخرى بنسب قليلة من الكوارتز بنسبة 9% والكالسيت بنسبة 6%. ويوضح نمط حيود الأشعة السينية في الشكل (98) والجدول (35) نتائج تحليل العينة رقم 95.

Chemical Formula	Compound Name	SemiQuant [%]
$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	Gypsum	85
$\text{SiO}_2$	Quartz	9
$\text{CaCO}_3$	Calcite	6

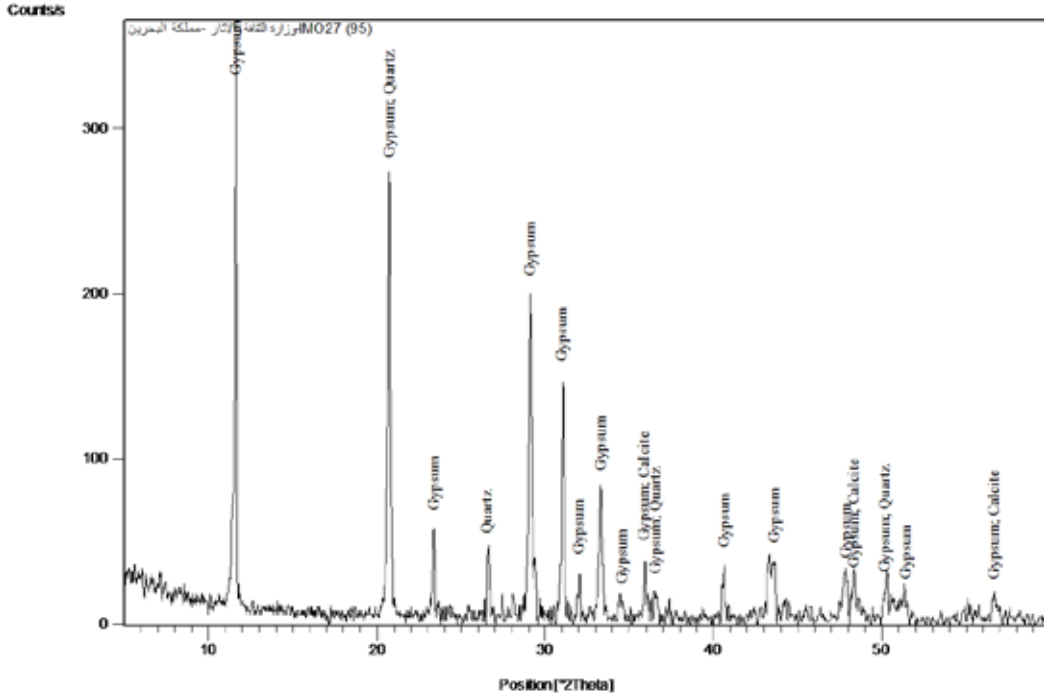


جدول رقم (35)

يوضح نتائج حيود الأشعة السينية لعينة المونة رقم 95 – بيت الشيخ سلمان

صورة رقم (116)

توضح عينة المونة رقم 95 – بيت الشيخ سلمان



شكل رقم (98)

يوضح نمط حيود الأشعة السينية لعينة المونة رقم 95 – بيت الشيخ سلمان

#### - عينة مونة رقم 99 – بيت الشيخ سلمان:

عينة مونة وملاط في نفس الوقت من الغرفة رقم 9 في بيت الشيخ سلمان بن حمد، ذات لون بيج غامق، ومتوسطة التماسك، وبها حبيبات بيضاء.

- نتائج التحليل باستخدام حيود الأشعة السينية:

أظهرت نتائج التحليل بحيود الأشعة السينية أن المكون الأساسي للعينة هو الجبس بنسبة 58% والمكون الثانوي هو الانهيدريت بنسبة 29% مع وجود نسبة من الكوارتز 13%. ويوضح نمط حيود الأشعة السينية في الشكل (99) والجدول (36) نتائج تحليل العينة رقم 99.

Chemical Formula	Compound Name	SemiQuant [%]
$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	Gypsum	58
$\text{CaSO}_4$	Anhydrite	29
$\text{SiO}_2$	Quartz	13



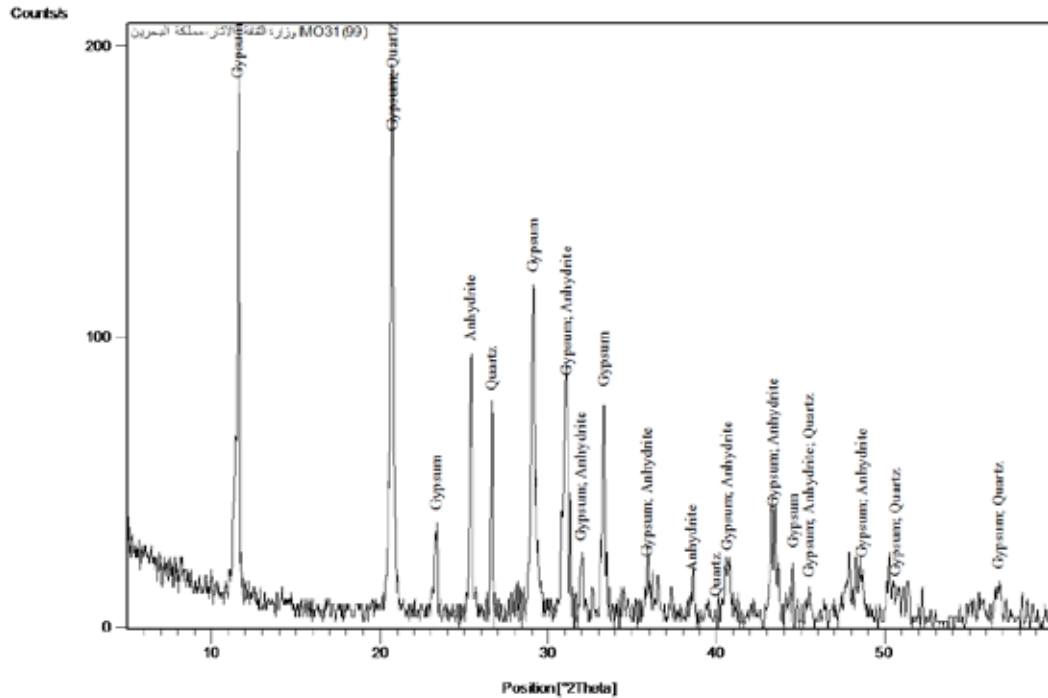
جدول رقم (36)

يوضح نتائج حيود الأشعة السينية لعينة المونة رقم 99 – بيت الشيخ سلمان

صورة رقم (117)

توضح عينة المونة رقم 99 – بيت الشيخ سلمان





شكل رقم (99)

يوضح نمط حيود الأشعة السينية لعينة المونة رقم 99 - بيت الشيخ سلمان

### 11- نتائج تحليل عينات مونة دكاكين سيادي: (موضوع الدراسة)



شكل رقم (100)

يوضح أماكن عينات المونة المأخوذة من دكاكين سيادي

- عينة مونة رقم 494/103 - دكاكين سيادي:

عينة مونة من دكاكين سيادي بسوق القيصرية، ذات لون بيج أو بني فاتح، ضعيفة التماسك، وبها قليل من الحبيبات البيضاء.

- نتائج التحليل باستخدام حيود الأشعة السينية:

أظهرت نتائج التحليل بحيود الأشعة السينية أن المكون الأساسي للعينة هو الأنهدريت بنسبة 57%، والمكون الثانوي هو الجبس بنسبة 34% مع وجود شوائب من الهاليت بنسبة 4% والكوارتز بنسبة 5%. ويوضح نمط حيود الأشعة السينية في الشكل (101) والجدول (37) نتائج تحليل العينة رقم 494/103.

Chemical Formula	Compound Name	SemiQuant [%]
CaSO <sub>4</sub> ·2H <sub>2</sub> O	Gypsum	34
CaSO <sub>4</sub>	Anhydrite	57
NaCl	Halite	4
SiO <sub>2</sub>	Quartz	5

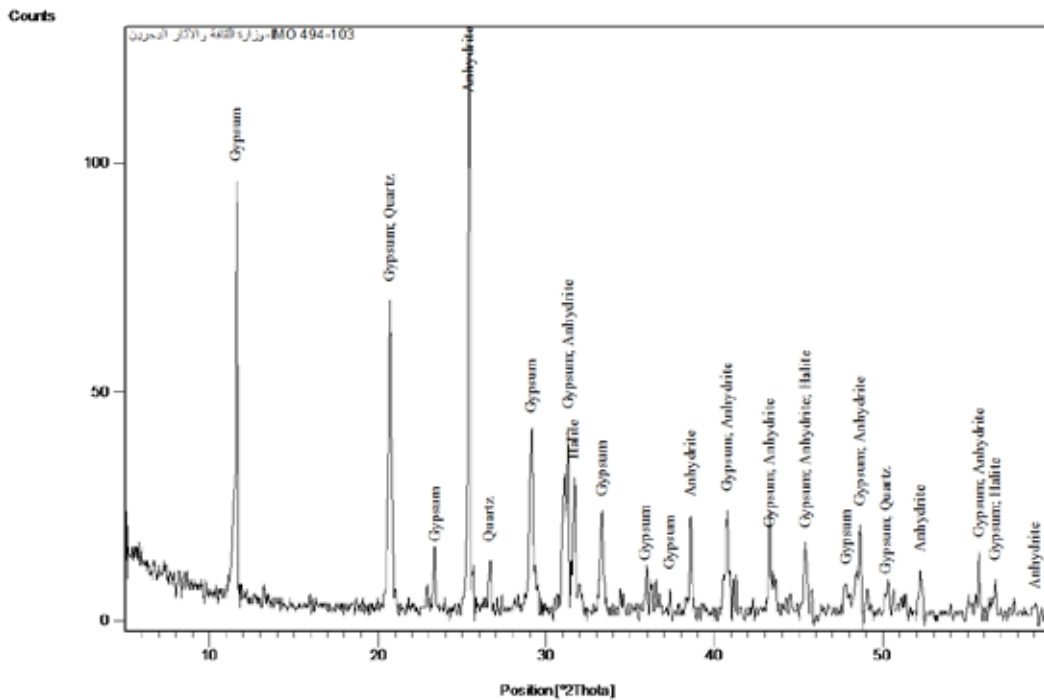


جدول رقم (37)

يوضح نتائج حيود الأشعة السينية لعينة المونة رقم 494/103  
- دكاكين سيادي

صورة رقم (118)

توضح عينة المونة رقم 494/103  
- دكاكين سيادي



شكل رقم (101)

يوضح نمط حيود الأشعة السينية لعينة المونة رقم 494/103 - دكاكين سيادي

الفحوص والتحليل على مواد البناء لعدد من المباني التراثية بالبحرق مع تجارب اختيار مواد الترميم المناسبة

- عينة مونة رقم 495/104 - دكاكين سيادي:

عينة مونة من الواجهة الخارجية للدكان رقم 2 من سوق القيصرية، ذات لون بني وبها العديد من الحبيبات البيضاء والقليل من الشوائب السوداء.

- نتائج التحليل باستخدام حيود الأشعة السينية:

أظهرت نتائج التحليل بحيود الأشعة السينية أن المكون الأساسي للعينة هو الجبس بنسبة 54% والمكون الثانوي هو الانهيدريت بنسبة 36% مع وجود نسب متساوية كشوائب من معدني الهاليت والكوارتز بنسبة 5%. ويوضح نمط حيود الأشعة السينية في الشكل (102) والجدول (38) نتائج تحليل العينة رقم 495/104.

Chemical Formula	Mineral Name	SemiQuant [%]
CaSO <sub>4</sub> .2H <sub>2</sub> O	Gypsum	54
CaSO <sub>4</sub>	Anhydrite	36
NaCl	Halite	5
SiO <sub>2</sub>	Quartz	5



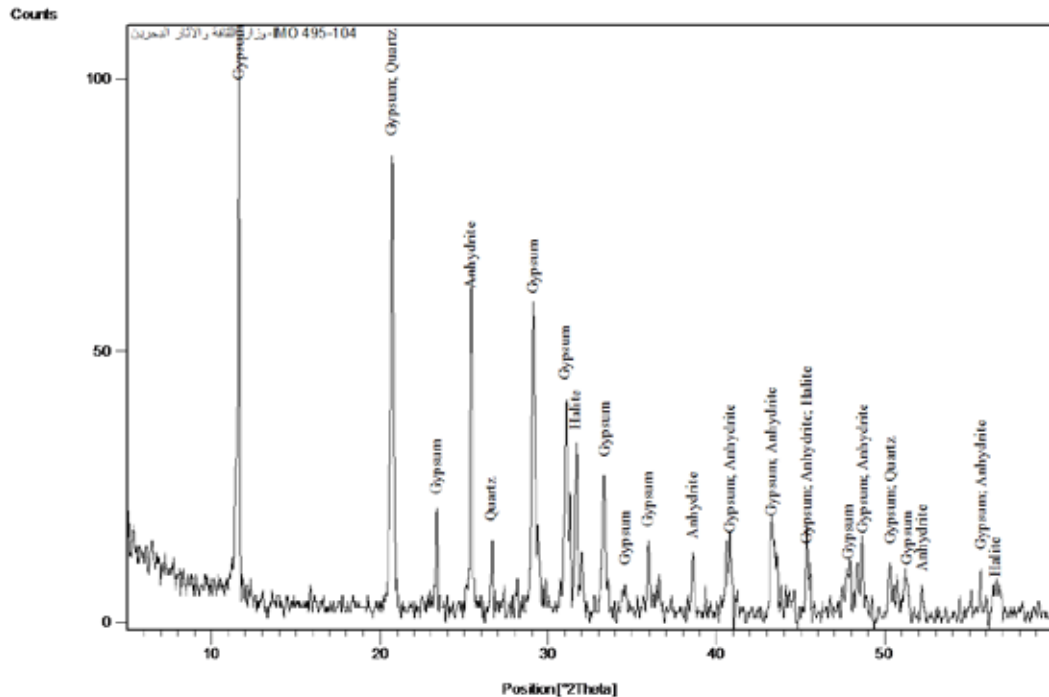
جدول رقم (38)

يوضح نتائج حيود الأشعة السينية لعينة المونة رقم 495/104 - دكاكين سيادي

صورة رقم (119)

توضح عينة المونة رقم 495/104

- دكاكين سيادي



شكل رقم (102)

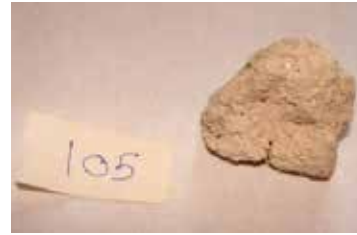
يوضح نمط حيود الأشعة السينية لعينة المونة رقم 495/104 - دكاكين سيادي

- عينة مونة رقم 496/105 - دكاكين سيادي:

عينة مونة من الدكان رقم 1 من دكاكين سوق القيصرية، ذات لون بني فاتح أو بييج وضعيفة التماسك.

أظهرت نتائج التحليل بحيود الأشعة السينية أن المكون الأساسي للعينة هو الجبس بنسبة 88% مع وجود نسب متشابهة كشوائب من معدني الانهيدريت والكوارتز بنسبة 6% ويوضح نمط حيود الأشعة السينية في الشكل (103) والجدول (39) نتائج تحليل العينة رقم 496/105.

Chemical Formula	Mineral Name	SemiQuant [%]
CaSO <sub>4</sub> ·2H <sub>2</sub> O	Gypsum	88
SiO <sub>2</sub>	Quartz	6
CaSO <sub>4</sub>	Anhydrite	6



جدول رقم (39)

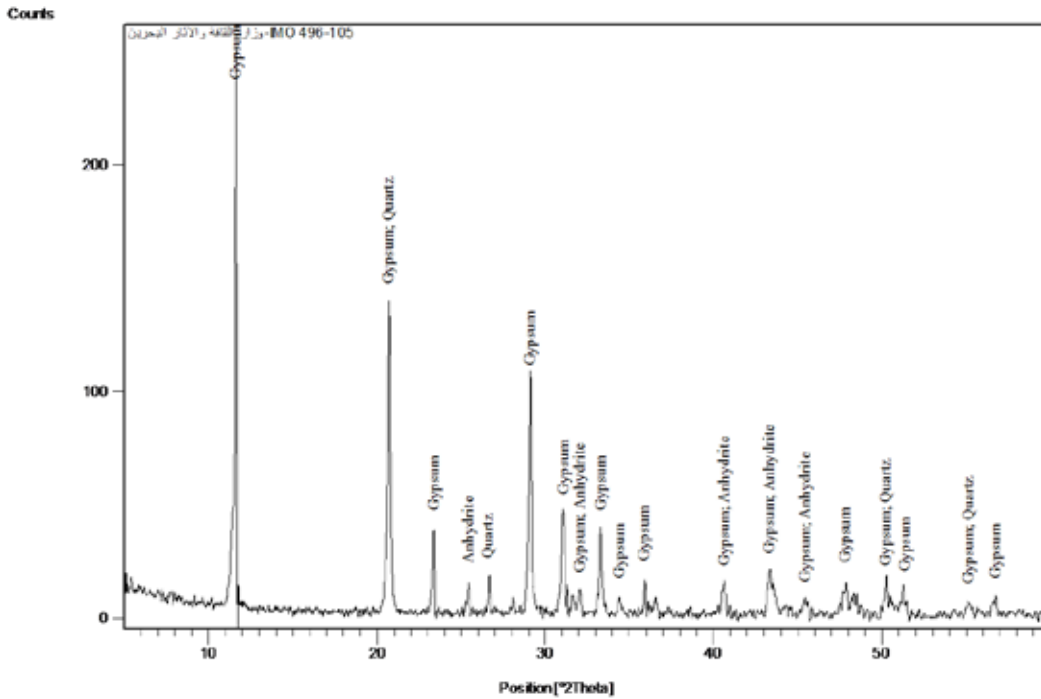
يوضح نتائج حيود الأشعة السينية لعينة المونة رقم 496/105

- دكاكين سيادي

صورة رقم (120)

توضح عينة المونة رقم 496/105

- دكاكين سيادي



شكل رقم (103)

يوضح نمط حيود الأشعة السينية لعينة المونة رقم 496/105 - دكاكين سيادي

خلاصة نتائج عينات المونة:

جدول رقم (40)

يوضح خلاصة نتائج عينات المونة لعدد من المباني القديمة في مدينة المحرق

نتائج الدراسة البيتروجرافية	نتائج مكونات بحيود الأشعة السينية XRD	رقم العينة والموقع	
	Gypsum 62% Anhydrite 30% Quartz 8%	711/7 الجلاهمة	1
	Gypsum 48% Anhydrite 29% Quartz 23%	755/13 الجلاهمة	2
Sample is composed of ill-defined anhedral grains of gypsum mineral. Subsidiary of fine anhydrite grain boundaries were observed. In addition sub rounded fine to medium grains of Quartz crystals were detected.	Gypsum 59% Anhydrite 34% Quartz 7%	744/14B الجلاهمة	3
	Gypsum 59% Anhydrite 20% Quartz 11% Halite 6% Calcite 4%	94 الشيخ سلمان	4
	Gypsum 85% Quartz 9% Calcite 6%	95 الشيخ سلمان	5
	Gypsum 58% Anhydrite 29% Quartz 13%	99 الشيخ سلمان	6
	Gypsum 65% Anhydrite 30% Quartz 5%	709/3 الغوص	7
	Gypsum 55% Anhydrite 37% Quartz 8%	710/6 الغوص	8
	Gypsum 40% Quartz 33% Anhydrite 20% Halite 7%	91 النوخة	9

	Gypsum 60% Anhydrite 21% Quartz 19%	715/18 بدر غلوم	10
	Gypsum 66% Quartz 20% Anhydrite 14%	724/49 سيادي	11
Sample is composed of medium to coarse elongated anhedral gypsum grains. In addition subsidiary of fine to medium grains of quartz and calcite were observed.	Gypsum 76% Calcite 13% Quartz 11%	743/52 سيادي	12
	Gypsum 60% Quartz 31% Calcite 6% Halite 3%	746/51 سيادي	13
	Gypsum 52% Anhydrite 31% Calcite 11% Quartz 6%	63 عيسى بن علي	14
	Anhydrite 52% Gypsum 41% Quartz 7%	717/22 بيت فخرو	15
	Gypsum 80% Quartz 12% Anhydrite 8%	718/25 بيت فخرو	16
	Gypsum 77% Calcite 16% Quartz 7%	723/34 بيت فخرو	17
	Gypsum 37% Quartz 33% Anhydrite 30%	757/36 مراد	18
	Gypsum 59% Calcite 17% Halite 13% Anhydrite 11%	749/43 عمارة فخرو	19
Sample is composed mainly of subhedral medium to coarse grains of quartz mineral. In addition subangular fine to medium grains of gypsum crystals and anhedral grains of anhydrite minerals forming Alabstrine texture were detected.	Quartz 57% Gypsum 38% Anhydrite 5%	751/47 عمارة فخرو	20



	Gypsum 70% Anhydrite 30%	752/46 عمارة فخرو	21
	Anhydrite 57% Gypsum 34% Quartz 5% Halite 4%	103 سوق القيصرية	22
	Gypsum 54% Anhydrite 36% Quartz 5% Halite 5%	104 سوق القيصرية	23
	Gypsum 88% Anhydrite 6% Quartz 6%	105 سوق القيصرية	24

- تفسير نتائج تحليل ودراسة عدد من عينات المونة لبعض المباني القديمة بالبحر:  
بناءً على نتائج دراسة وتحليل عينات المونة أعلاه، فقد تم حساب متوسط نسب وجود المكونات المعدنية الموجودة في عينات المونة لكل مبنى على حدة، وقد تم التوصل إلى النتائج التالية:

#### - بيت الجلاهمة:

تم تحليل ودراسة عدد من عينات المونة من بيت الجلاهمة، وأظهرت النتائج أن متوسط نسبة مكوناتها كالتالي:

النسبة المئوية %	المكونات المعدنية
56.3	الجبس
31	الانهيدريت
7.7	الهاليت
5	الكوراتز

#### جدول رقم (41)

يوضح متوسط نسب المكونات المعدنية في مونة بيت الجلاهمة

نستخلص من النتائج السابقة أن مكونات المونة المستخدمة في بيت الجلاهمة تتكون بشكل أساسي من مادة الجبس حيث أن نسبة الجبس تمثل نصف مكونات العينة، يليه في ذلك الانهيدريت، والذي قد يكون وجودها في العينة هو نتيجة لعملية فقد الماء من الجبس بفعل التلف الناتج عن تأثير الحرارة وأشعة الشمس، كما أن الانهيدريت غالباً يكون مصاحباً للجبس في الطبيعة. ودمج نسبة المادتين تكون نسبة تواجد الجبس في المونة تقريباً 87%، والنسبة المتبقية 13% عبارة عن شوائب من الرمل "الكوراتز" ونواتج تلف ملحبة "الهاليت". وبهذا يمكن التوصل إلى أن المونة المستخدمة في بيت الجلاهمة هي عبارة عن مونة جبسية.

### - بيت الغوص:

تم تحليل ودراسة عدد من عينات المونة من بيت الغوص، وأظهرت النتائج أن متوسط نسب مكوناتها كالتالي:

النسبة المئوية %	المكونات المعدنية
60	الجبس
33.5	الانهيدريت
6.5	الكوراتز

#### جدول رقم (42)

يوضح متوسط نسب المكونات المعدنية في مونة بيت الغوص

نستخلص من النتائج السابقة أن مكونات المونة المستخدمة في بيت الغوص تتكون بشكل أساسي من مادة الجبس حيث أن نسبة الجبس تمثل ما يقارب أكثر من نصف مكونات العينة، يليه في ذلك الانهيدريت، والذي قد يكون وجوده في العينة هو نتيجة لعملية فقد الماء من الجبس بفعل التلف الناتج عن تأثير الحرارة وأشعة الشمس. ودمج نسبة المعدنين تكون نسبة تواجد الجبس في المونة تقريبا 93.5%، والنسبة المتبقية 6.5% عبارة عن شوائب من الرمل "الكوراتز". وبهذا يمكن التوصل إلى أن المونة المستخدمة في بيت الغوص هي عبارة عن مونة جبسية.

### - بيت النوخة:

تم تحليل ودراسة عدد من عينات المونة من بيت النوخة، وأظهرت النتائج أن متوسط نسب مكوناتها كالتالي:

النسبة المئوية %	المكونات المعدنية
40	الجبس
33	الكوراتز
20	الانهيدريت
7	الهاليت

#### جدول رقم (43)

يوضح متوسط نسب المكونات المعدنية في مونة بيت النوخة

نستخلص من النتائج السابقة أن مكونات المونة المستخدمة في بيت النوخة تتكون بشكل أساسي من مادة الجبس حيث أن نسبة الجبس تمثل ما يقارب نصف مكونات العينة، بالإضافة إلى وجود الانهيدريت بنسبة كبيرة، والذي قد يكون وجوده في العينة هو نتيجة لعملية فقد الماء من الجبس بفعل التلف الناتج عن تأثير الحرارة وأشعة الشمس. ودمج نسبة المعدنين تكون نسبة تواجد الجبس في المونة هي تقريبا 60%، إضافة إلى الكوراتز "الرمل" بما يقارب 33%، مع وجود الهاليت كنواتج تلف ملحية "الهاليت". وبهذا يمكن التوصل إلى أن المونة المستخدمة في بيت النوخة هي عبارة عن مونة مكونة من الجبس والرمل بنسبة تقريبية (3 جبس - 2 رمل).

**- بيت بدر غلوم:**

تم تحليل ودراسة عينات مونة من بيت بدر غلوم، وأظهرت النتائج أن متوسط نسب مكوناتها كالتالي:

النسبة المئوية %	المكونات المعدنية
60	الجبس
21	الانهيدريت
19	الكوراتز

**جدول رقم (44)**

يوضح متوسط نسب المكونات المعدنية في مونة بيت بدر غلوم

نستخلص من النتائج السابقة أن مكونات المونة المستخدمة في بيت بدر غلوم تتكون بشكل أساسي من مادة الجبس حيث أن نسبة الجبس تمثل ما يقارب أكثر من نصف مكونات العينة، بالإضافة إلى وجود الانهيدريت بنسبة كبيرة، والذي قد يكون وجوده في العينة هو نتيجة لعملية فقد الماء من الجبس بفعل التلف الناتج عن تأثير الحرارة وأشعة الشمس. ودمج نسبة المعدنين تكون نسبة تواجد الجبس في المونة هي تقريبا 81%، إضافة إلى وجود الكوراتز "الرمل" بما يقارب 19%. وبهذا يمكن التوصل إلى أن المونة المستخدمة في بيت بدر غلوم هي عبارة عن مونة مكونة من الجبس والرمل بنسبة تقريبية (4 جبس - 1 رمل).

**- بيت سيادي:**

تم تحليل ودراسة عدد من عينات المونة من بيت سيادي، وأظهرت النتائج أن متوسط نسب مكوناتها كالتالي:

النسبة المئوية %	المكونات المعدنية
67.3	الجبس
20.7	الكوراتز
4.7	الانهيدريت
6.3	الكالسييت
1	الهاليت

**جدول رقم (45)**

يوضح متوسط نسب المكونات المعدنية في مونة بيت سيادي

نستخلص من النتائج السابقة أن مكونات المونة المستخدمة في بيت سيادي تتكون بشكل أساسي من مادة الجبس حيث أن نسبة الجبس تمثل ما يقارب أكثر من نصف مكونات العينة، بالإضافة إلى وجود نسبة بسيطة من الانهيدريت، والذي قد يكون وجوده في العينة هو نتيجة لعملية فقد الماء من الجبس بفعل التلف الناتج عن تأثير الحرارة وأشعة الشمس. ودمج نسبة المعدنين تكون نسبة تواجد الجبس في المونة هي تقريبا 72%، وأما تفسير وجود الكوراتز بنسبة كبيرة وكذلك وجود نسبة بسيطة من الكالسييت في العينة فقد يكونان ممثلان لنسبة التربة بما يقارب 27% المضافة لخلطة المونة حيث يعتبر الكوراتز والكالسييت مكونان أساسيان لتربة البحرين، أما وجود الهاليت فهو كأحد نواتج وعوامل التلف الملحية "الهاليت". وبهذا يمكن التوصل إلى أن المونة المستخدمة في بيت سيادي هي عبارة عن مونة مكونة من الجبس والرمل بنسبة تقريبية (3 جبس - 1/2 رمل).

#### - بيت الشيخ عيسى بن علي:

تم تحليل ودراسة عينات مونة من بيت الشيخ عيسى بن علي، وأظهرت النتائج أن نسب مكوناتها كالتالي:

النسبة المئوية %	المكونات المعدنية
52	الجبس
31	الانهيدريت
6	الكوراتز
11	الكالسييت

جدول رقم (46)

يوضح متوسط نسب المكونات المعدنية في مونة بيت الشيخ عيسى بن علي

نستخلص من النتائج السابقة أن مكونات المونة المستخدمة في بيت الشيخ عيسى بن علي تتكون بشكل أساسي من مادة الجبس حيث أن نسبة الجبس يمثل حوالي نصف مكونات العينة، بالإضافة إلى وجود نسبة عالية من الانهيدريت، والذي قد يكون وجوده في العينة هو نتيجة لعملية فقد الماء من الجبس بفعل التلف الناتج عن تأثير الحرارة وأشعة الشمس. ودمج نسبة المعدنين تكون نسبة تواجد الجبس في المونة هي تقريبا 83%، وأما تفسير وجود معدني الكوراتز والكالسييت في العينة فقد يكونان ممثلان لنسبة التربة تقريبا 17% المضافة لخلطة المونة حيث يعتبر الكوراتز والكالسييت مكونات أساسية لتربة البحرين. وبهذا يمكن التوصل إلى أن المونة المستخدمة في بيت الشيخ عيسى بن علي هي عبارة عن مونة مكونة من الجبس والرمل بنسبة تقريبية (4 جبس – 1 رمل).

#### - بيت فخرو:

تم تحليل ودراسة عدد من عينات المونة من بيت فخرو، وأظهرت النتائج أن متوسط نسب مكوناتها كالتالي:

النسبة المئوية %	المكونات المعدنية
66	الجبس
20	الانهيدريت
8.7	الكوراتز
5.3	الكالسييت

جدول رقم (47)

يوضح متوسط نسب المكونات المعدنية في مونة بيت فخرو

نستخلص من النتائج السابقة أن مكونات المونة المستخدمة في بيت فخرو تتكون بشكل أساسي من مادة الجبس حيث أن نسبة الجبس يمثل حوالي أكثر من نصف مكونات العينة، بالإضافة إلى وجود نسبة عالية من الانهيدريت، والذي قد يكون وجوده في العينة هو نتيجة لعملية فقد الماء من الجبس بفعل التلف الناتج عن تأثير الحرارة وأشعة الشمس. ودمج نسبة المعدنين تكون نسبة تواجد الجبس في المونة هي تقريبا 86%، وأما تفسير وجود معدني الكوراتز والكالسييت في العينة فقد يكونان ممثلان لنسبة التربة تقريبا 14% المضافة لخلطة المونة حيث يعتبر الكوراتز والكالسييت مكونات أساسيان لتربة البحرين. وبهذا يمكن التوصل إلى أن المونة المستخدمة في بيت فخرو هي عبارة عن مونة مكونة من الجبس والرمل بنسبة تقريبية (4 جبس – 1 رمل).

### - بيت مراد:

تم تحليل ودراسة عينات مونة من بيت مراد، وأظهرت النتائج أن نسب مكوناتها كالتالي:

النسبة المئوية %	المكونات المعدنية
37	الجبس
30	الانهيدريت
33	الكوراتز

### جدول رقم (48)

يوضح متوسط نسب المكونات المعدنية في مونة بيت مراد

نستخلص من النتائج السابقة أن مكونات المونة المستخدمة في بيت مراد تتكون بشكل أساسي من مادة الجبس حيث أن نسبة الجبس يمثل حوالي نصف مكونات العينة، بالإضافة إلى وجود نسبة عالية من الانهيدريت، والذي قد يكون وجوده في العينة هو نتيجة لعملية فقد الماء من الجبس بفعل التلف الناتج عن تأثير الحرارة وأشعة الشمس. ودمج نسبة المعدنين تكون نسبة تواجد الجبس في المونة هي تقريبا 67%، مع وجود نسبة عالية من الكوراتز "الرمل" تقريبا 33%. وبهذا يمكن التوصل إلى أن المونة المستخدمة في بيت مراد هي عبارة عن مونة مكونة من الجبس والرمل بنسبة تقريبية (2 جبس - 1 رمل).

### - عمارة فخرو:

تم تحليل ودراسة عدد من عينات المونة من عمارة فخرو، وأظهرت النتائج أن متوسط نسبة مكوناتها كالتالي:

النسبة المئوية %	المكونات المعدنية
55.7	الجبس
15.3	الانهيدريت
19	الكوراتز
5.7	الكالسيوم
4.3	الهاليت

### جدول رقم (49)

يوضح متوسط نسب المكونات المعدنية في مونة عمارة فخرو

نستخلص من النتائج السابقة أن مكونات المونة المستخدمة في عمارة فخرو تتكون بشكل أساسي من مادة الجبس حيث أن نسبة الجبس يمثل حوالي نصف مكونات العينة، بالإضافة إلى وجود نسبة عالية من الانهيدريت، والذي قد يكون وجوده في العينة هو نتيجة لعملية فقد الماء من الجبس بفعل التلف الناتج عن تأثير الحرارة وأشعة الشمس. ودمج نسبة المعدنين تكون نسبة تواجد الجبس في المونة هي تقريبا 71%، مع وجود نسبة لا بأس بها من الكوراتز إضافة للكالسيوم حيث تبلغ نسبة تواجدهما في العينة بما يقارب 24.7% حيث يمثلان التربة المخلوطة مع الجبس، أما وجود نسبة بسيطة من الهاليت فهو كاشية ملحية ناتجة عن التلف. والجدير بالذكر أن نسبة وجود ملح الهاليت في إحدى العينات في هذا البيت تصل إلى 13%، وهي نسبة عالية جدا؛ وذلك نتيجة أخذ العينة من أسفل أحد الجدران المتأثرة بالرطوبة الأرضية. وبهذا يمكن التوصل إلى أن المونة المستخدمة في عمارة فخرو هي عبارة عن مونة تتكون من الجبس والرمل بالنسب التقريبية التالية (3 جبس - 1 رمل).

**- بيت الشيخ سلمان: (موضوع الدراسة)**

تم تحليل ودراسة عدد من عينات المونة من بيت الشيخ سلمان، وأظهرت النتائج أن متوسط نسب مكوناتها كالتالي:

النسبة المئوية %	المكونات المعدنية
67.3	الجبس
16.3	الانهدريت
11	الكوراتز
3.4	الكالسييت
2	الهاليت

جدول رقم (50)

يوضح متوسط نسب المكونات المعدنية في مونة بيت الشيخ سلمان

نستخلص من النتائج السابقة أن مكونات المونة المستخدمة في بيت الشيخ سلمان تتكون بشكل أساسي من مادة الجبس حيث أن نسبة الجبس يمثل حوالي أكثر من نصف مكونات العينة، بالإضافة إلى وجود نسبة عالية من الانهدريت، والذي قد يكون وجوده في العينة هو نتيجة لعملية فقد الماء من الجبس بفعل التلف الناتج عن تأثير الحرارة وأشعة الشمس. ودمج نسبة المعدنين تكون نسبة تواجد الجبس في المونة هي تقريبا 84%. وأما تفسير وجود معدني الكوراتز والكالسييت بنسب بسيطة في العينة فقد يكونان ممثلان لنسبة التربة تقريبا 14% المضافة لخلطة المونة حيث يعتبر الكوراتز والكالسييت من المكونات الأساسية لتربة البحرين. وأما تواجد الهاليت فهو عبارة عن نواتج تلف ملحية "الهاليت". وبهذا يمكن التوصل إلى أن المونة المستخدمة في بيت الشيخ سلمان هي عبارة عن مونة جبسية مضاف لها نسبة بسيطة من التربة بنسب تقريبا (4 جبس - 1 رمل).

**- سوق القيصرية "دكاكين سيادي": (موضوع الدراسة)**

تم تحليل ودراسة عدد من عينات المونة من دكاكين سيادي بسوق القيصرية بالمحرق، وأظهرت النتائج أن متوسط نسبة مكوناتها كالتالي:

النسبة المئوية %	المكونات المعدنية
58.7	الجبس
33	الانهدريت
5.3	الكوراتز
3	الكالسييت

جدول رقم (51)

يوضح متوسط نسب المكونات المعدنية في مونة سوق القيصرية

نستخلص من النتائج السابقة أن مكونات المونة المستخدمة في سوق القيصرية "دكاكين سيادي" تتكون بشكل أساسي من مادة الجبس حيث أن نسبة الجبس يمثل حوالي نصف مكونات العينة، بالإضافة إلى وجود نسبة عالية من الانهدريت، والذي قد يكون وجوده في العينة هو نتيجة لعملية فقد الماء من الجبس بفعل التلف الناتج عن تأثير الحرارة وأشعة الشمس. ودمج نسبة المعدنين تكون نسبة تواجد الجبس في المونة هي تقريبا 92%، مع وجود نسب بسيطة من معدني الكالسييت والهاليت. وبهذا يمكن التوصل إلى أن المونة المستخدمة في سوق القيصرية "دكاكين سيادي" هي عبارة عن مونة جبسية.



الفحوص والتحليل على مواد البناء لعدد من المباني التراثية المحرق مع تجارب اختيار مواد الترميم المناسبة

من خلال دراسة نتائج تحليل عينات المونة أعلاه المأخوذة من 11 مبنياً قديماً في مدينة المحرق والتي تم تحليلها بشكل أساسي باستخدام حيود الأشعة السينية ودراسة بعض منها بتروجرافيا، نجد أن المونات المستخدمة في تلك المباني تختلف في نسب مكوناتها من موقع لآخر، إلا أنها بشكل عام تتكون أساساً من مادة الجبس وبعضها الآخر أضيفت لها نسبة من التربة أو الرمل.

ويمكن الاطلاع على النسب التقريبية لمكونات خلطة المونة المستخدمة في عدد من المباني القديمة في المحرق، وذلك في الجدول رقم (52).

الموقع	النسبة التقريبية لخلطة المونة/ بالحجم
1	بيت الجلاهمة
2	بيت الغوص
3	بيت النوخذة
4	بيت بدر غلوم
5	بيت سيادي
6	بيت الشيخ عيسى بن علي
7	بيت فخرو
8	بيت مراد
9	عمارة فخرو
10	بيت الشيخ سلمان
11	سوق القيصرية "دكاكين سيادي"

جدول رقم (52)

يوضح النسب التقريبية لمكونات خلطة المونة المستخدمة في عدد من المباني القديمة في المحرق

## ثالثاً: نتائج دراسة وتحليل عينات طبقات ملاط لعدد من المباني التاريخية بمدينة المحرق:

تم دراسة وتحليل عدد من عينات طبقات الملاط المأخوذة من 10 مبانٍ تاريخية في مدينة المحرق، وذلك باستخدام حيود الأشعة السينية XRD والدراسة البتروجرافية لبعض منها؛ بغرض التعرف على مكوناتها.

### 1- نتائج تحليل ودراسة عينات لطبقات الكساء من بيت الجلاهمة:



شكل رقم (104)

يوضح أماكن عينات طبقات الملاط المأخوذة من بيت الجلاهمة

### - عينة طبقة ملاط رقم 713/11 - بيت الجلاهمة:

عينة طبقة ملاط ذات لون بيج، خفيفة الوزن وضعيفة التماسك، بها كتل بيضاء صغيرة، وخفيفة الوزن.

- نتائج التحليل بحيود الأشعة السينية:

أظهرت نتائج التحليل باستخدام حيود الأشعة السينية أن المكون الأساسي للعينة هو الأنهيدريت بنسبة 54% والمكون الثانوي هو الجبس بنسبة 46%. ويوضح نمط حيود الأشعة السينية في الشكل (105) والجدول (53) نتائج تحليل العينة رقم 713/11.

Chemical Formula	Mineral Name	SemiQuant [%]
CaSO <sub>4</sub> ·2H <sub>2</sub> O	Gypsum	46
CaSO <sub>4</sub>	Anhydrite	54

جدول رقم (53)

يوضح نتائج حيود الأشعة السينية لعينة طبقة الملاط رقم 713/11

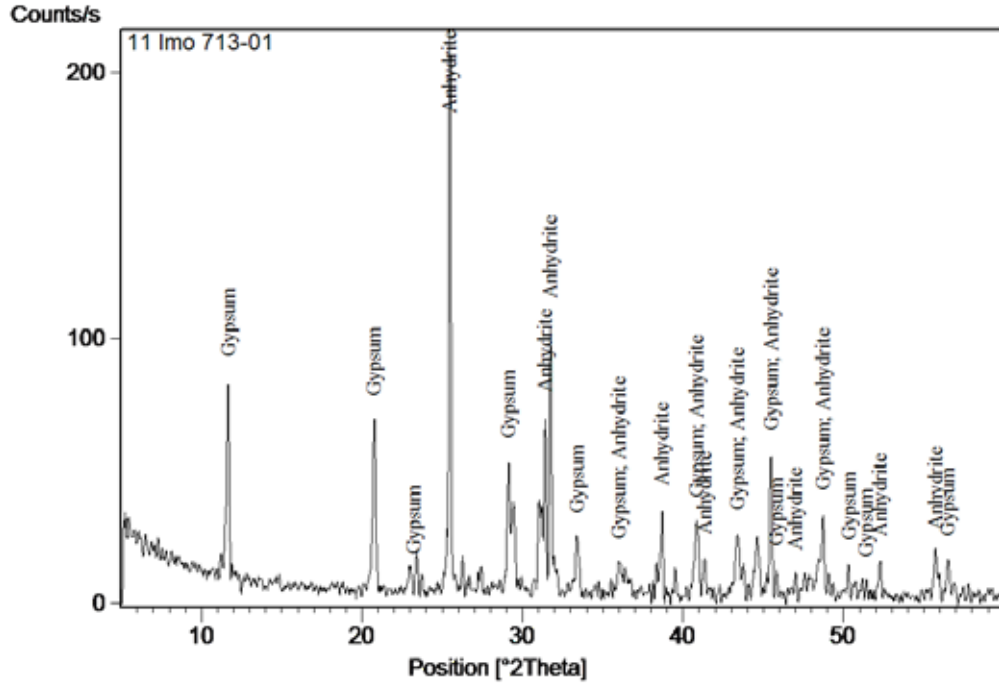
- بيت الجلاهمة



صورة رقم (121)

توضح عينة طبقة الملاط رقم 713/11

- بيت الجلاهمة



شكل رقم (105)

يوضح نمط حيود الأشعة السينية لعينة طبقة الملاط رقم 713/11 – بيت الجلاهمة

#### - عينة طبقة ملاط رقم 726/15A و 727/15B – بيت الجلاهمة:

عينة طبقة ملاط من الدور الثاني لبيت الجلاهمة. تتكون العينة من طبقتين:

- طبقة A: وهي الطبقة الداخلية/السفلية ويصل سمكها إلى 15 ملم، ذات لون أبيض وضعيفة التماسك.
- طبقة B: وهي الطبقة الخارجية/السطحية، ويصل سمكها إلى 11 ملم، ذات لون بيج وقوية التماسك.

- نتائج التحليل بحيود الأشعة السينية:

أظهرت نتائج التحليل بحيود الأشعة السينية أن المكون الأساسي للطبقة A هو الجبس بنسبة 69% والمكون الثانوي هو الأنهدريت بنسبة 21% مع وجود نسبة بسيطة من الكوارتز بنسبة 10%. وقد أكدت نتائج الدراسة البتروجرافية ما أظهرته نتائج الدراسة بحيود الأشعة السينية. ويوضح نمط حيود الأشعة السينية في الشكل (106) و(107)، والجدول (54) نتائج تحليل العينة رقم 726/15A و 727/15B.

نتائج الدراسة البتروجرافية	نتائج التحليل بحيود الأشعة السينية	رقم العينة
Sample is composed of ill-defined anhedral grains of gypsum minerals embedded in well-defined grain boundaries of anhydrite forming Alabastrine texture. In addition subrounded coarse to medium grains of quartz crystals were detected.	Gypsum 69% Anhydrite 21% Quartz 10%	726/15A
Sample is composed of ill-defined anhedral grains of gypsum minerals. In addition subangular coarse to medium grains of quartz crystals and anhedral grains of dolomite mineral were detected. A kind of reaction rim around a quartz grains were observed.	Gypsum 88% Anhydrite 12%	727/15B

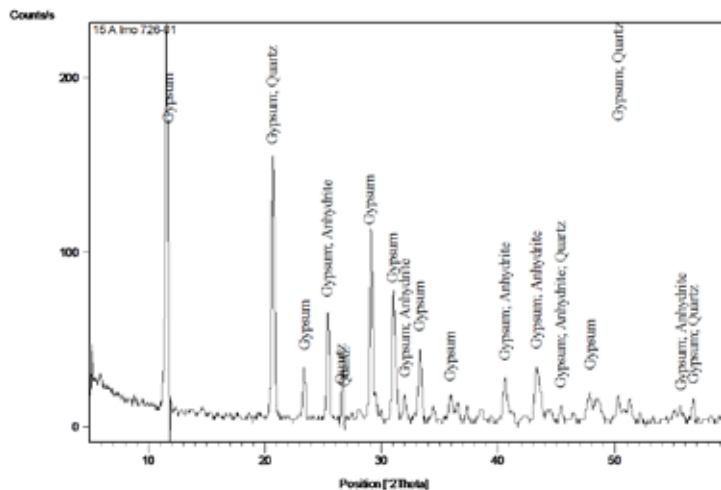
جدول رقم (54)

يوضح نتائج تحليل عينة طبقة ملاط رقم 726/15A و 727/15B – بيت الجلامه باستخدام حيود الأشعة السينية والدراسة البتروجرافية



صورة رقم (122)

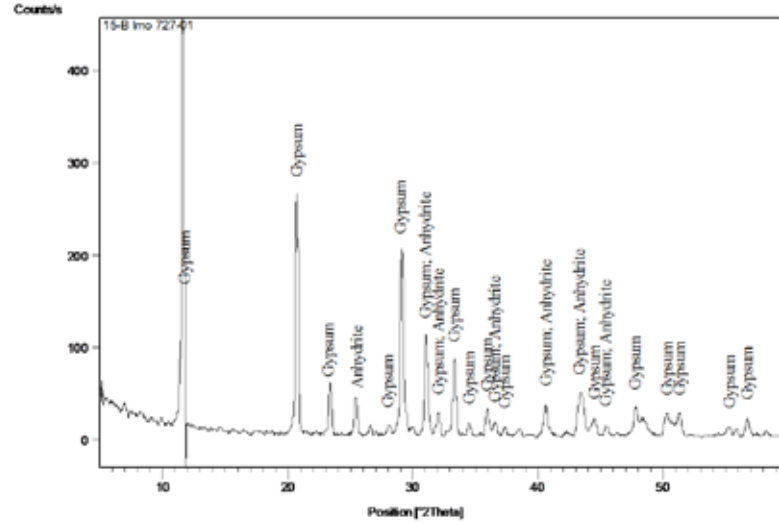
توضح طبقات عينة ملاط رقم 726/15A و 727/15B – بيت الجلامه



شكل رقم (106)

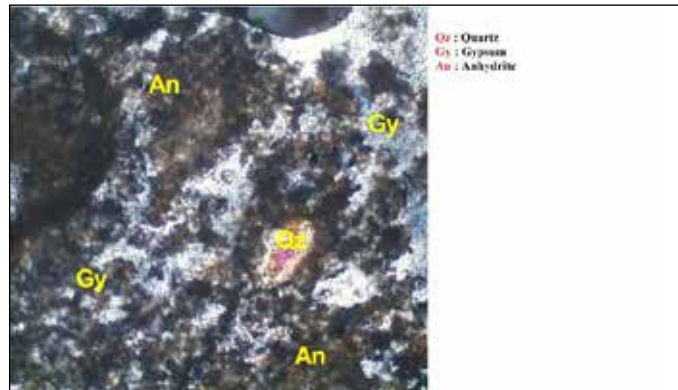
يوضح نمط حيود الأشعة السينية لعينة ملاط رقم 726/15A – بيت الجلامه

الفحوص والتحليل على مواد البناء لعدد من المباني التراثية بالبحرق مع تجارب اختيار مواد الترميم المناسبة



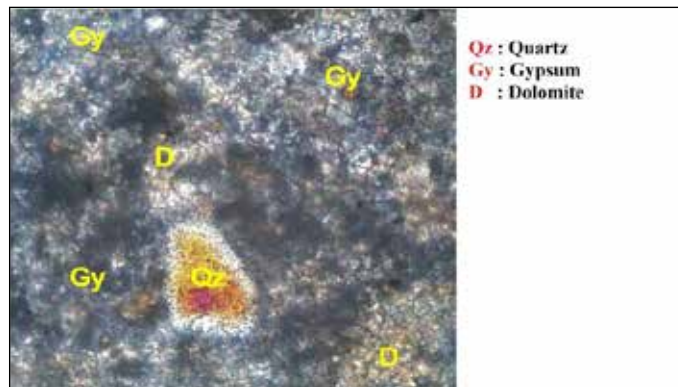
شكل رقم (107)

يوضح نمط حيود الأشعة السينية لعينة ملاط رقم 727/15B – بيت الجلاهمة



صورة رقم (123)

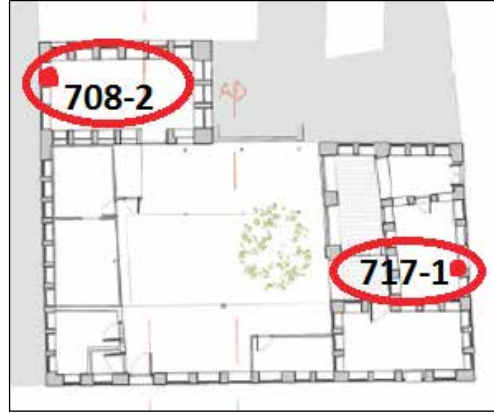
صورة بتروجرافية لعينة ملاط رقم 726/15A – بيت الجلاهمة (XPL, 10)



صورة رقم (124)

صورة بتروجرافية لعينة ملاط رقم 727/15B – بيت الجلاهمة (XPL, 10)

## 2- نتائج تحليل ودراسة عينات لطبقات ملاط لبيت الغوص:



شكل رقم (108)

يوضح أماكن عينات طبقات الملاط المأخوذة من بيت الغوص

### عينة طبقة ملاط رقم 707/1 – بيت الغوص:

عينة طبقة ملاط من أحد الغرف في بيت الغوص، ذات لون بيج غامق، سطحها متماسك، بها العديد من حبيبات الرمال المستديرة وبعض الشوائب السوداء.

- نتائج التحليل باستخدام حيود الأشعة السينية:

أظهرت نتائج التحليل باستخدام حيود الأشعة السينية أن المكون الأساسي للعينة هو الجبس بنسبة 60% والمكون الثانوي هو الانهيدريت بنسبة 35% مع وجود نسب بسيطة من الكوارتز 5%. ويوضح نمط حيود الأشعة السينية في الشكل (109) والجدول (55) نتائج تحليل العينة رقم 707/1.

Chemical Formula	Mineral Name	SemiQuant [%]
CaSO <sub>4</sub> ·2H <sub>2</sub> O	Gypsum	60
SiO <sub>2</sub>	Quartz	5
CaSO <sub>4</sub>	Anhydrite	35



جدول رقم (55)

يوضح نتائج حيود الأشعة السينية لعينة ملاط رقم 707/1

– بيت الغوص

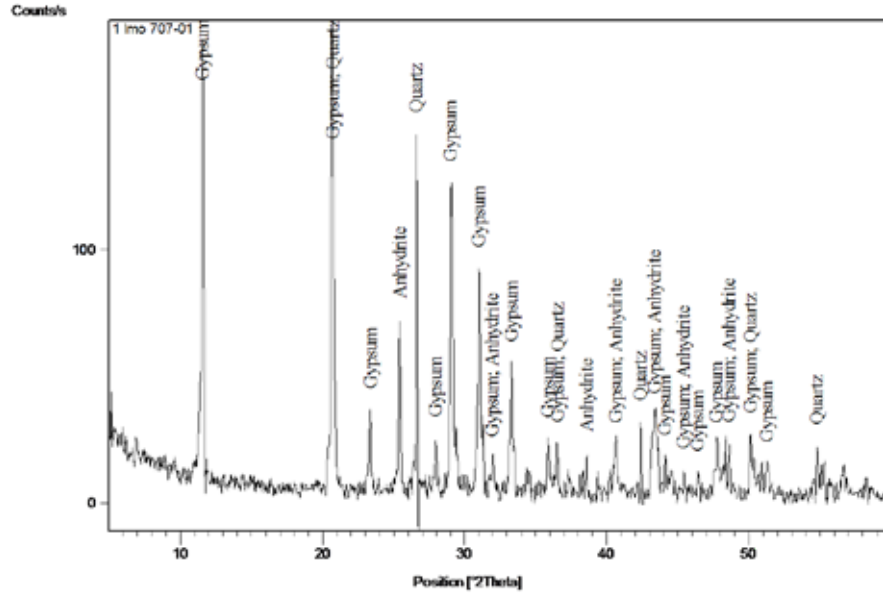
صورة رقم (125)

توضح شكل عينة ملاط رقم 707/1

– بيت الغوص



الفحوص والتحليل على مواد البناء لعدد من المباني التراثية بالبحر مع تجارب اختيار مواد الترميم المناسبة



شكل رقم (109)

يوضح نمط حيود الأشعة السينية لعينة ملاط رقم 707/1 – بيت الغوص

عينة طبقة ملاط رقم 708/2 – بيت الغوص:

عينة طبقة ملاط من أحد الغرف في بيت الغوص، ذات لون ابيض، أحد اسطحها عليه طبقة بنية من بقايا خشب كان مجاور للعينة، سطحها متماسك، بها شوائب بنية وسوداء.

- نتائج التحليل باستخدام حيود الأشعة السينية:

أظهرت نتائج التحليل باستخدام حيود الأشعة السينية أن المكون الأساسي للعينة هو الجبس بنسبة 56% والمكون الثانوي هو الانهيدريت بنسبة 40% مع وجود نسب بسيطة من الكوارتز 4%. ويوضح نمط حيود الأشعة السينية في الشكل (110) والجدول (56) نتائج تحليل العينة.

Chemical Formula	Mineral Name	SemiQuant [%]
CaSO <sub>4</sub> .2H <sub>2</sub> O	Gypsum	56
SiO <sub>2</sub>	Quartz	4
CaSO <sub>4</sub>	Anhydrite	40



صورة رقم (126)

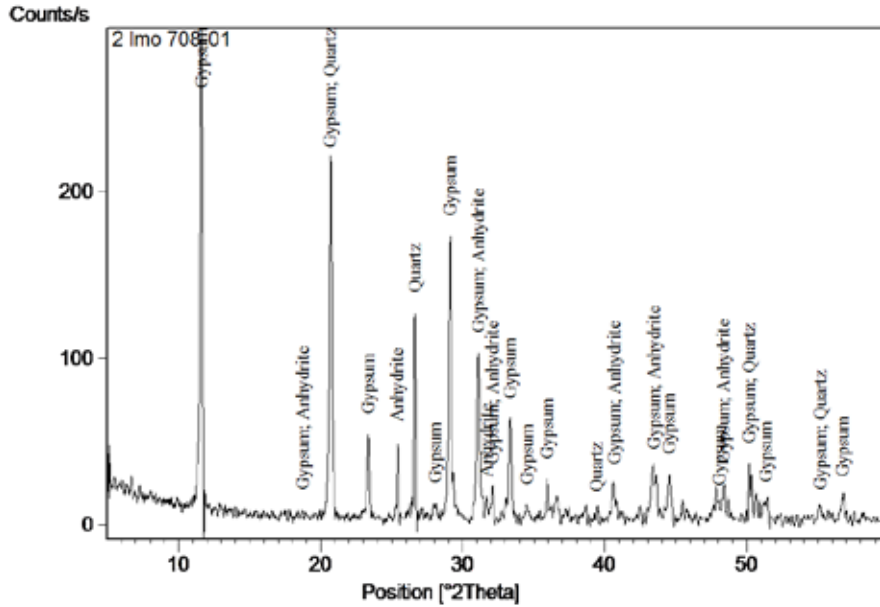
توضح شكل عينة ملاط رقم 708/2

– بيت الغوص

جدول رقم (56)

يوضح نتائج حيود الأشعة السينية لعينة ملاط رقم 708/2

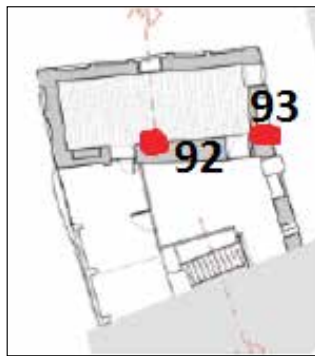
– بيت الغوص



شكل رقم (110)

يوضح نمط حيود الأشعة السينية لعينة ملاط رقم 708/2 – بيت الغوص

### 3- نتائج تحليل ودراسة عينات لطبقات ملاط لبيت النوخدة:



شكل رقم (111)

يوضح أماكن عينات طبقات ملاط المأخوذة من بيت النوخدة

#### عينة طبقة ملاط رقم 92 – بيت النوخدة:

عينة طبقة ملاط من الجدار الشمالي للغرفة العلوية ببيت النوخدة، ذات لون بيج غامق، بها بعض الحبيبات الرملية وشوائب بنية.

- نتائج التحليل باستخدام حيود الأشعة السينية:

أظهرت نتائج التحليل باستخدام حيود الأشعة السينية أن المكون الأساسي للعينة هو الجبس بنسبة 61% والمكون الثانوي هو الانهيدريت بنسبة 27% مع وجود نسب بسيطة من الكوارتز 6% والكالسيت 6%. ويوضح نمط حيود الأشعة السينية في الشكل (112) والجدول (57) نتائج تحليل العينة رقم 92.

الفحوص والتحاليل على مواد البناء لعدد من المباني التراثية بالمرق مع تجارب اختيار مواد الترميم المناسبة

Compound Name	Chemical Formula	SemiQuant [%]
Gypsum, syn	CaSO <sub>4</sub> .2H <sub>2</sub> O	61
Anhydrite	CaSO <sub>4</sub>	27
Calcite	CaCO <sub>3</sub>	6
Quartz	SiO <sub>2</sub>	6

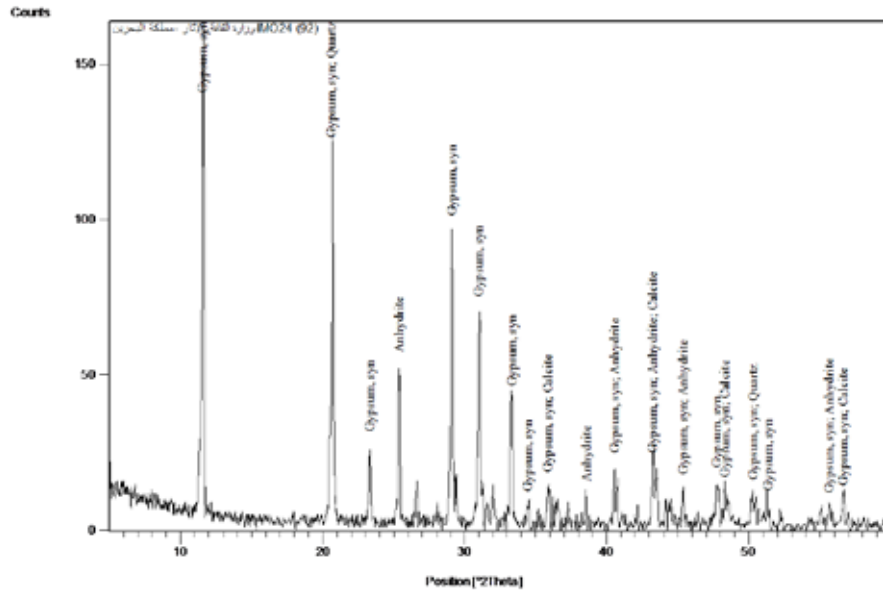


جدول رقم (57)

يوضح نتائج حيود الأشعة السينية لعينة ملاط رقم 92  
- بيت النوخة

صورة رقم (127)

توضح شكل عينة ملاط رقم 92  
- بيت النوخة



شكل رقم (112)

يوضح نمط حيود الأشعة السينية لعينة ملاط رقم 92 - بيت النوخة

### عينة طبقة ملاط رقم 93 - بيت النوخة:

عينة طبقة ملاط ومونة في نفس الوقت من الواجهة الخارجية الشرقية لبيت النوخة، ذات لون بيح، بها بعض الحبيبات الرملية والشوائب البيضاء.

- نتائج التحليل باستخدام حيود الأشعة السينية:

أظهرت نتائج التحليل باستخدام حيود الأشعة السينية أن المكون الأساسي للعينة هو الجبس بنسبة 65% والمكونان الثانويان هما معدني الكوارتز بنسبة 14% والانهيدريت بنسبة 12% مع وجود نسب بسيطة من الهاليت بنسبة 8%. ويوضح نمط حيود الأشعة السينية في الشكل (113) والجدول (58) نتائج تحليل العينة رقم 93.

Compound Name	Chemical Formula	SemiQuant [%]
Gypsum, syn	CaSO <sub>4</sub> ·2H <sub>2</sub> O	65
Quartz	SiO <sub>2</sub>	14
Halite, syn	NaCl	8
Anhydrite	CaSO <sub>4</sub>	12

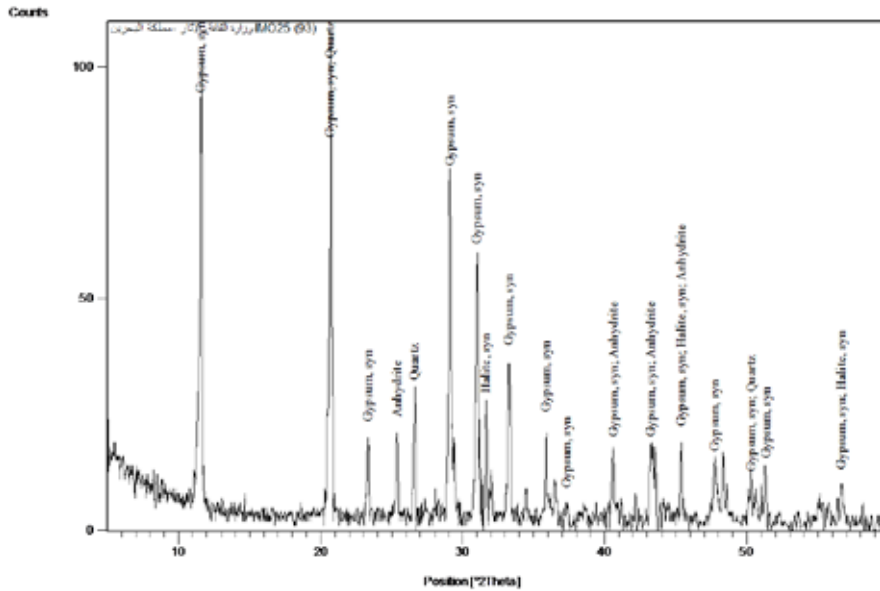


جدول رقم (58)

يوضح نتائج حيود الأشعة السينية لعينة ملاط رقم 93  
– بيت النوخة

صورة رقم (128)

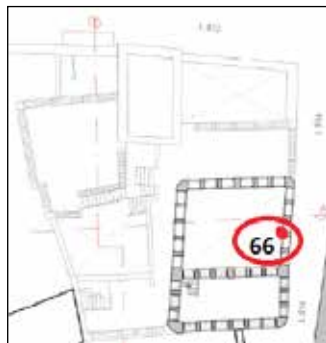
توضح شكل عينة ملاط رقم 93  
– بيت النوخة



شكل رقم (113)

يوضح نمط حيود الأشعة السينية لعينة ملاط رقم 93 – بيت النوخة

#### 4- نتائج تحليل ودراسة عينات لطبقات ملاط لبيت سيادي:



شكل رقم (114)

يوضح أماكن عينات طبقات ملاط المأخوذة من بيت سيادي

### عينة طبقة ملاط رقم 66 – بيت سيادي:

عينة طبقة ملاط متعددة الطبقات من اسطح احد الجدران الداخلية في الدور العلوي لبيت سيادي.

تتكون هذه العينة من 3 طبقات كالتالي:

- الطبقة A: وهي الطبقة الداخلية/السفلى، ذات لون بيج فاتح وبها شوائب سوداء، سمكها تقريبا 2 ملم.
- الطبقة B: وهي الطبقة المتوسطة، ذات لون ابيض وبها بعض الشوائب، سمكها 4 ملم.
- الطبقة C: وهي الطبقة الخارجية/السطحية، ذات لون بيج مصفر وناعما الملمس ونقية، سمكها 9 ملم.

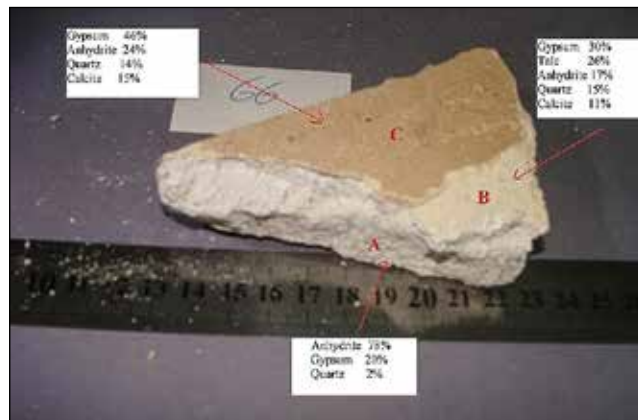
- نتائج التحليل باستخدام الأشعة السينية:

وقد أظهرت نتائج التحليل بحيود الأشعة السينية أنها تتكون من المكونات في الجدول (59):

رقم العينة	نتائج التحليل باستخدام بحيود الأشعة السينية بالنسبة المئوية %
66 A	Anhydrite 78% Gypsum 20% Quartz 2%
66 B	Gypsum 30% Talc 26% Anhydrite 17% Quartz 15% Calcite 12%
66 C	Gypsum 46% Anhydrite 24% Quartz 14% Calcite 16%

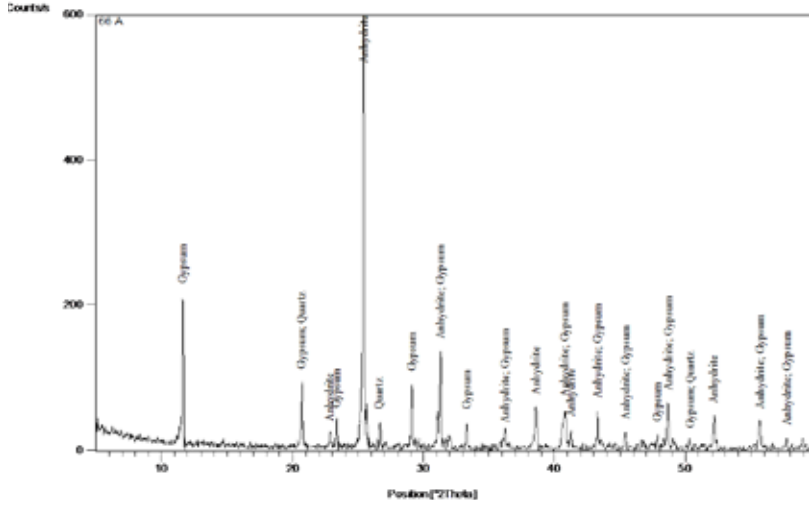
جدول رقم (59)

يوضح المكونات المعدنية لطبقات عينة ملاط رقم 66 – بيت سيادي، باستخدام التحليل بحيود الأشعة السينية

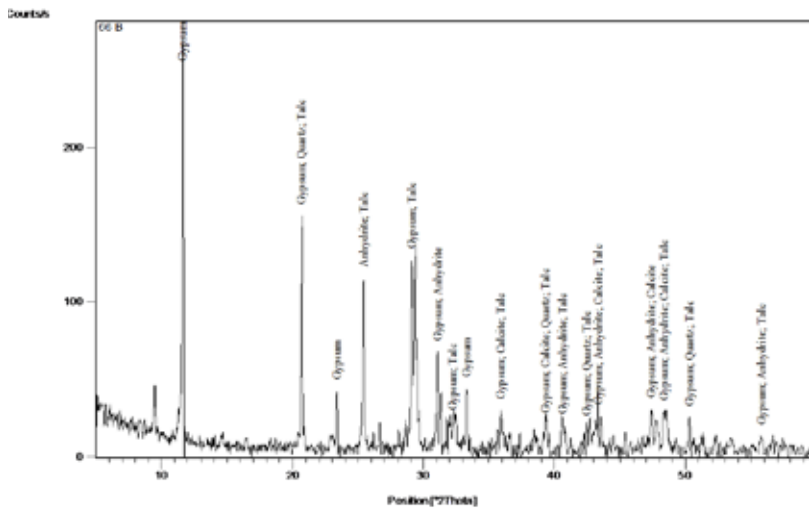


صورة رقم (129)

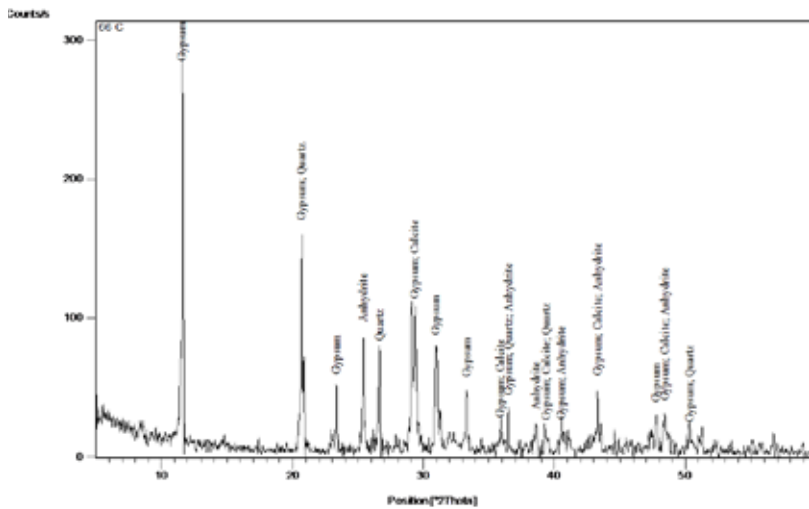
توضح طبقات عينة ملاط رقم 66 – بيت سيادي ومكوناتها المعدنية اعتمادا على التحليل باستخدام حيود الأشعة السينية



شكل رقم (115) يوضح نمط حيود الأشعة السينية لعينة ملاط رقم 66 A – بيت سيادي



شكل رقم (116) يوضح نمط حيود الأشعة السينية لعينة ملاط رقم 66 B – بيت سيادي



شكل رقم (117) يوضح نمط حيود الأشعة السينية لعينة ملاط رقم 66 C – بيت سيادي



### 5- نتائج تحليل ودراسة عينات لطبقات ملاط لبيت علوي:



شكل رقم (118)

يوضح أماكن عينات طبقات ملاط المأخوذة من بيت علوي

### عينة طبقة ملاط رقم 716/19 – بيت علوي:

عينة طبقة ملاط من الواجهة الخارجية الغربية لبيت علوي، ذات لون بيج وبها حبيبات بيضاء ومتوسطة التماسك.

- نتائج التحليل باستخدام الأشعة السينية:

أظهرت نتائج التحليل بحيود الأشعة السينية أن المكون الأساسي للعينة هو الجبس بنسبة 70% والمكون الثانوي هو الكوارتز بنسبة 25% مع وجود نسبة بسيطة من الكالسيت بنسبة 5%. ويوضح نمط حيود الأشعة السينية في الشكل (119) والجدول (60) نتائج تحليل العينة رقم 716/19.

Chemical Formula	Mineral Name	SemiQuant [%]
CaSO <sub>4</sub> .2H <sub>2</sub> O	Gypsum	70
CaCO <sub>3</sub>	Calcite	5
SiO <sub>2</sub>	Quartz	25

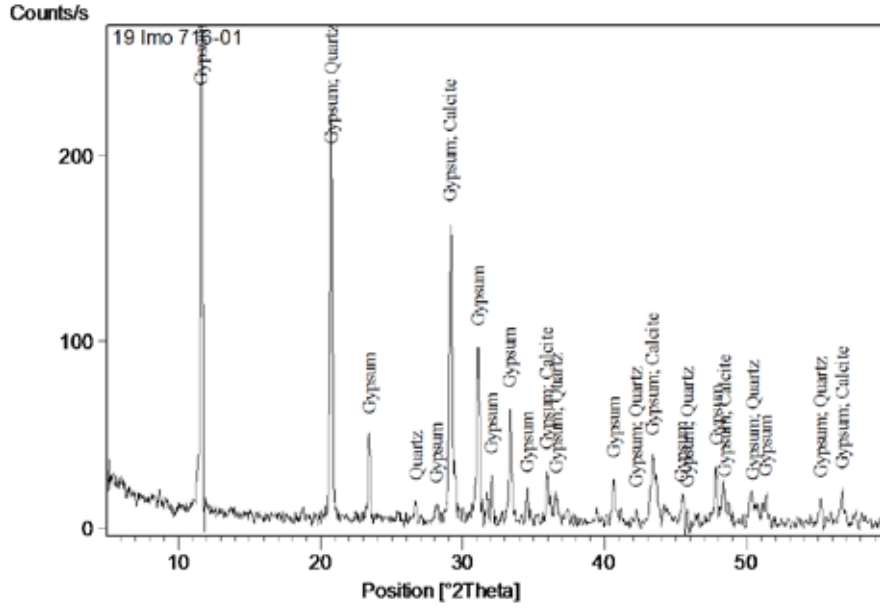


جدول رقم (60)

يوضح نتائج حيود الأشعة السينية لعينة ملاط رقم 716/19  
– بيت علوي

صورة رقم (130)

توضح شكل عينة ملاط رقم 716/19  
– بيت علوي



شكل رقم (119)

يوضح نمط حيود الأشعة السينية لعينة ملاط رقم 716/19 - بيت علي

## 6- نتائج تحليل ودراسة عينات لطبقات ملاط لبيت الشيخ عيسى بن علي:



شكل رقم (120)

يوضح أماكن عينات طبقات ملاط المأخوذة من بيت الشيخ عيسى بن علي

الفحوص والتحليل على مواد البناء لعدد من المباني التراثية بالبحرق مع تجارب اختيار مواد الترميم المناسبة

عينة طبقة ملاط رقم 60 – بيت عيسى بن علي:

عينة طبقة ملاط من غرفة بها طبقة سناج في جناح الخدم ببيت الشيخ عيسى بن علي، ذات لون بيج، بها العديد من الحبيبات البيضاء.

- نتائج التحليل باستخدام الأشعة السينية:

أظهرت نتائج التحليل بحيود الأشعة السينية أن المكون الأساسي للعينة هو الجبس بنسبة 58% والمكون الثانوي هو الانهيدريت بنسبة 24% مع وجود نسبة من الكوارتز بنسبة 15% بالإضافة إلى وجود شائبة بسيطة من الهاليت بنسبة 3%. ويوضح نمط حيود الأشعة السينية في الشكل (121) والجدول (61) نتائج تحليل العينة رقم 60.

Compound Name	Chemical Formula	SemiQuant [%]
Gypsum	CaSO <sub>4</sub> .2H <sub>2</sub> O	58
Anhydrite	CaSO <sub>4</sub>	24
Quartz	SiO <sub>2</sub>	15
Halite, syn	NaCl	3



جدول رقم (61)

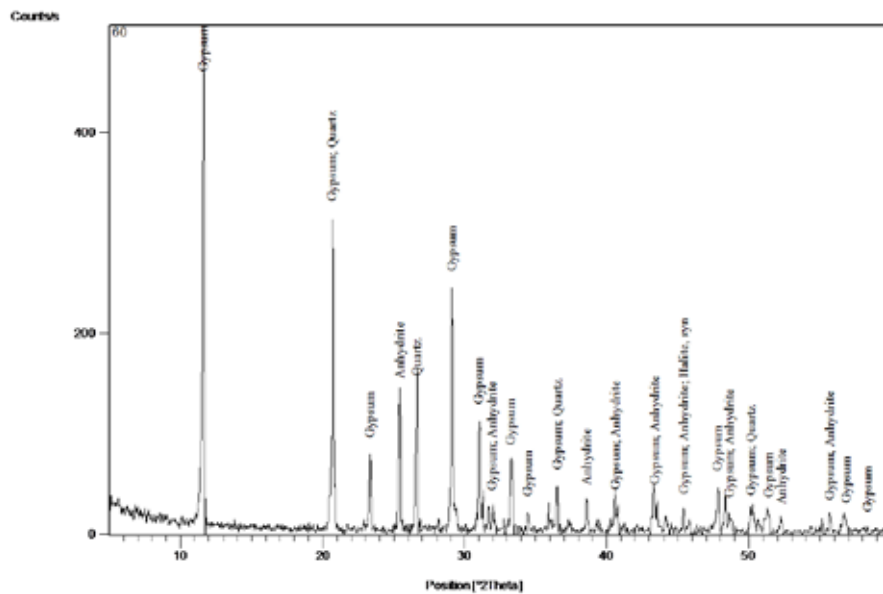
يوضح نتائج حيود الأشعة السينية لعينة ملاط رقم 60

– بيت عيسى بن علي

صورة رقم (131)

توضح شكل عينة ملاط رقم 60

– بيت عيسى بن علي



شكل رقم (121)

يوضح نمط حيود الأشعة السينية لعينة ملاط رقم 60 – بيت عيسى بن علي

### عينة طبقة ملاط رقم 61 – بيت عيسى بن علي:

عينة طبقة ملاط من الواجهة الخارجية الشمالية لبيت الشيخ عيسى بن علي، ذات لون بيج، متوسطة التماسك، بها بعض الحبيبات البيضاء.

- نتائج التحليل باستخدام الأشعة السينية:

أظهرت نتائج التحليل بحیود الأشعة السينية أن المكون الأساسي للعينة هو الجبس بنسبة 81% مع وجود نسب بسيطة من الانهدريت بنسبة 10% مع الكوارتز بنسبة 6% بالإضافة إلى وجود شائبة بسيطة من الهاليت بنسبة 3%. ويوضح نمط حیود الأشعة السينية في الشكل (122) والجدول (62) نتائج تحليل العينة رقم 61.

Compound Name	Chemical Formula	SemiQuant [%]
Gypsum	CaSO <sub>4</sub> .2H <sub>2</sub> O	81
Quartz	SiO <sub>2</sub>	6
Halite	NaCl	3
Anhydrite	CaSO <sub>4</sub>	10



#### جدول رقم (62)

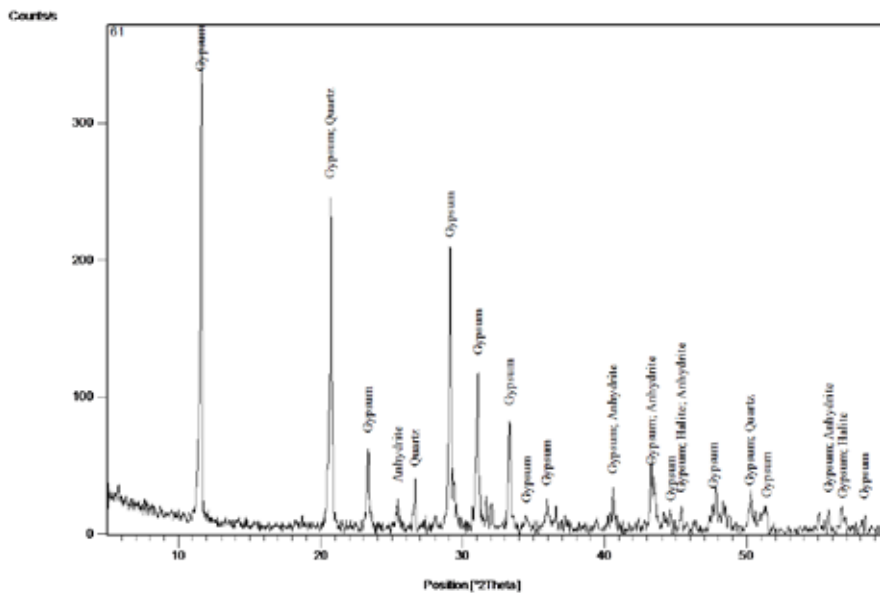
يوضح نتائج حیود الأشعة السينية لعينة ملاط رقم 61

– بيت عيسى بن علي

#### صورة رقم (132)

توضح شكل عينة ملاط رقم 61

– بيت عيسى بن علي



#### شكل رقم (122)

يوضح نمط حیود الأشعة السينية لعينة ملاط رقم 61 – بيت عيسى بن علي

الفحوص والتحليل على مواد البناء لعدد من المباني التراثية بالبحر مع تجارب اختيار مواد الترميم المناسبة

عينة طبقة ملاط رقم 62 – بيت عيسى بن علي:

عينة طبقة ملاط من احد الغرف بجناح الخدم في بيت الشيخ عيسى بن علي، ذات لون بيج، متوسطة التماسك، بها بعض الحبيبات البيضاء والبنية وحبيبات رمال بالإضافة إلى بقايا مادة عضوية من خوص شجرة نخيل البلح.

- نتائج التحليل باستخدام الأشعة السينية:

أظهرت نتائج التحليل باستخدام حيود الأشعة السينية أن المكونات الأساسية للعينة هما معدني الجبس بنسبة 44% مع الانهيدريت بنسبة 41% مع وجود نسبة بسيطة من الكوارتز بنسبة 11% بالإضافة إلى وجود شائبة بسيطة من الكالسيت بنسبة 4%. ويوضح نمط حيود الأشعة السينية في الشكل (123) والجدول (63) نتائج تحليل العينة رقم 62.

Compound Name	Chemical Formula	SemiQuant [%]
Gypsum	CaSO <sub>4</sub> .2H <sub>2</sub> O	44
Anhydrite	CaSO <sub>4</sub>	41
Quartz	SiO <sub>2</sub>	11
Calcite	CaCO <sub>3</sub>	4

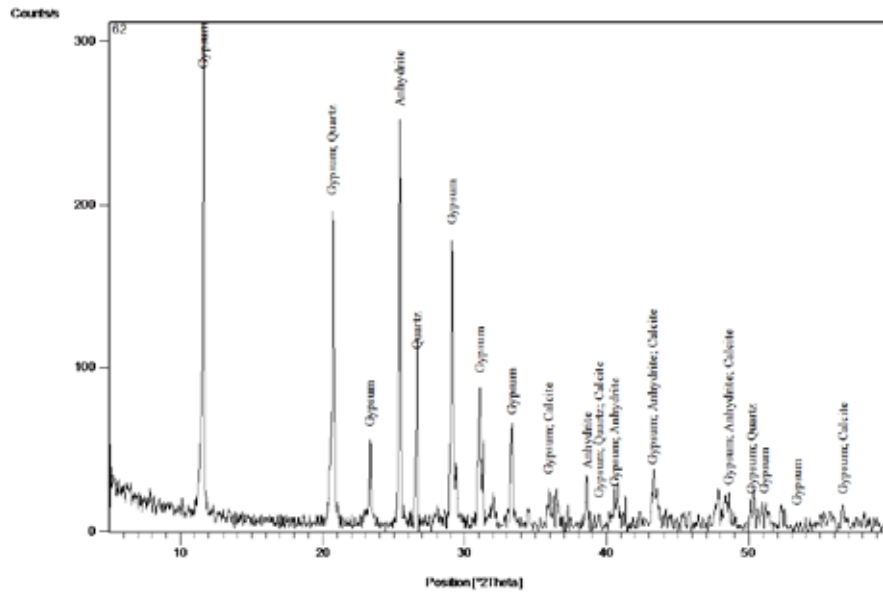


جدول رقم (63)

يوضح نتائج حيود الأشعة السينية لعينة ملاط رقم 62  
– بيت عيسى بن علي

صورة رقم (133)

توضح شكل عينة ملاط رقم 62  
– بيت عيسى بن علي



شكل رقم (123)

يوضح نمط حيود الأشعة السينية لعينة ملاط رقم 62 – بيت عيسى بن علي

## 7- نتائج تحليل ودراسة عينات لطبقات ملاط لببيت فخرو:



شكل رقم (124)

يوضح أماكن عينات طبقات ملاط المأخوذة من بيت فخرو

### عينة طبقة ملاط رقم 719/26 – بيت فخرو:

عينة طبقة ملاط من سطح احد الجدران الخارجية لغرفة بالدور العلوي لبيت فخرو. العينة ذات لون بيج و سطح خشن وقوية التماسك.

- نتائج التحليل باستخدام الأشعة السينية:

أظهرت نتائج التحليل بحيود الأشعة السينية أن المكون الأساسي للعينة هو الجبس بنسبة 56% والمكون الثانوي هو الكوارتز بنسبة 34% مع وجود نسبة بسيطة من الانهيدريت بنسبة 10%. ويوضح نمط حيود الأشعة السينية في الشكل (125) والجدول (64) نتائج تحليل العينة.

Chemical Formula	Mineral Name	SemiQuant [%]
CaSO <sub>4</sub> ·2H <sub>2</sub> O	Gypsum	56
Ca SO <sub>4</sub>	Anhydrite	10
SiO <sub>2</sub>	Quartz	34



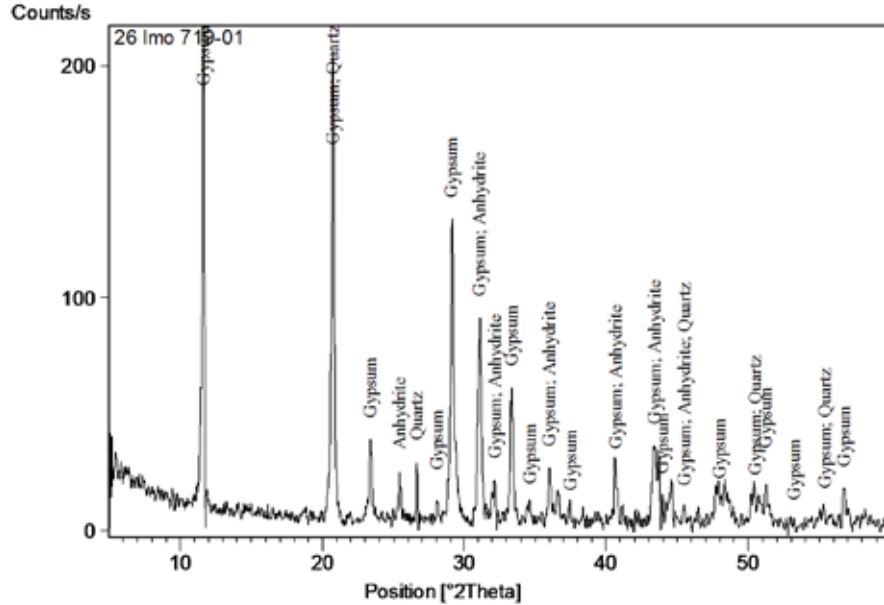
جدول رقم (64)

يوضح نتائج حيود الأشعة السينية لعينة ملاط رقم 719/26  
– بيت فخرو

صورة رقم (134)

توضح شكل عينة ملاط رقم 719/26  
– بيت فخرو





شكل رقم (125)

يوضح نمط حيود الأشعة السينية لعينة ملاط رقم 719/26 – بيت فخر

### عينة طبقة ملاط رقم 21 – بيت فخر:

عينة طبقة ملاط من اسطح احد الجدران الداخلية لاحد الغرف العلوية في بيت فخر، تتكون العينة من 4 طبقات كالتالي:

- الطبقة **A**: هي الطبقة الداخلية للعينة، لونها بيج وبها حبيبات رملية شبه مستديرة، يصل سمكها إلى ما يقارب 20 ملم.
- الطبقة **B**: هي الطبقة الثانية من الداخل باتجاه الخارج للعينة، لونها بيج داكن نسبياً عن الطبقة الأولى، بها حبيبات رمال شبه مستديرة، يتراوح سمكها إلى 50 ملم (5 سم).
- الطبقة **C**: هي الطبقة الثالثة للعينة، لونها بيج داكن يميل إلى اللون البني، بها شوائب بيضاء وبعض الشوائب السوداء، يصل سمكها إلى 15 ملم.
- الطبقة **D**: هي الطبقة الرابعة الخارجية/السطحية، لونها ابيض وبها حبيبات رملية صغيرة وشبه مستديرة، سمكها حوالي 5 ملم.

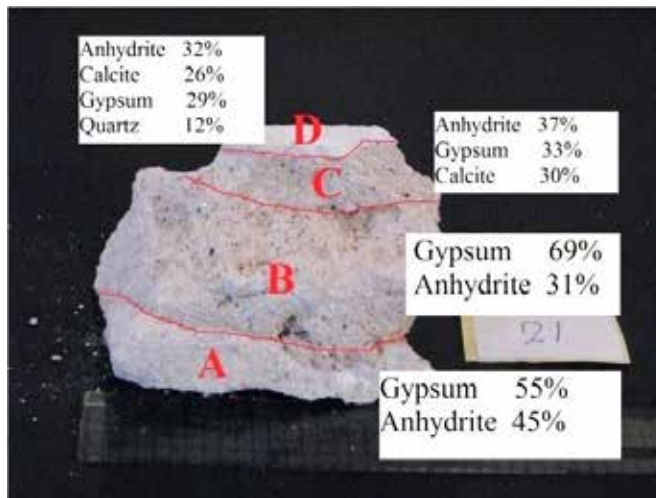
- نتائج التحليل باستخدام الأشعة السينية:

وقد أظهرت نتائج التحليل بحيود الأشعة السينية وكذلك الدراسة البتروجرافية إلى أن العينة تتكون من المكونات المذكورة في الجدول رقم (65):

نتائج الدراسة البتروجرافية	نتائج التحليل باستخدام حيود الأشعة السينية	رقم العينة
Sample is composed of ill-defined anhedral grains of gypsum minerals embedded in well-defined grain boundaries of anhydrite forming Alabastrine texture. In addition subrounded coarse to medium grains of quartz crystals were detected.	Gypsum 55% Anhydrite 45%	21 A
Sample is composed mainly of ill-defined anhedral grains of gypsum minerals embedded in well-defined grain boundaries of anhydrite forming Alabastrine texture.	Gypsum 69% Anhydrite 31%	21 B
Sample is composed of ill-defined anhedral grains of gypsum minerals embedded in well-defined grain boundaries of anhydrite forming Alabastrine texture. In addition anhedral medium grains of calcite mineral were detected.	Anhydrite 37% Gypsum 33% Calcite 30%	21 C
	Anhydrite 32% Calcite 27% Gypsum 29% Quartz 12%	21 D

جدول رقم (65)

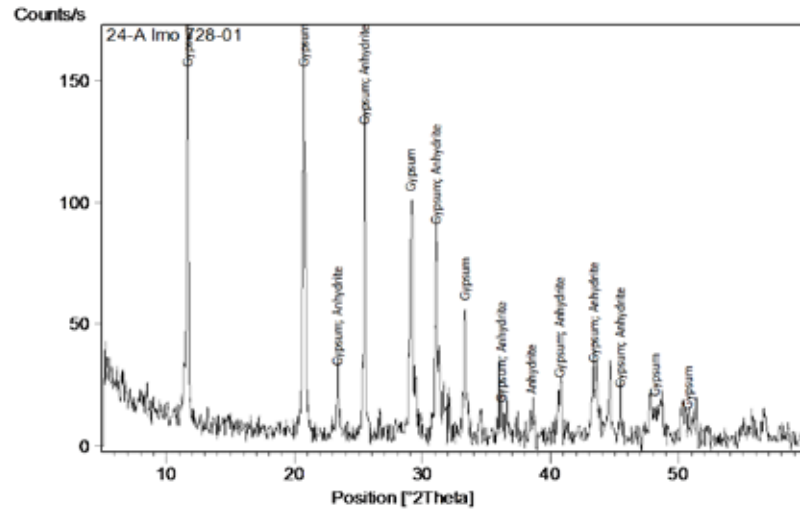
يوضح المكونات المعدنية لطبقات عينة ملاط رقم 21 - بيت فخرو، باستخدام التحليل بحيود الأشعة السينية والدراسة البتروجرافية



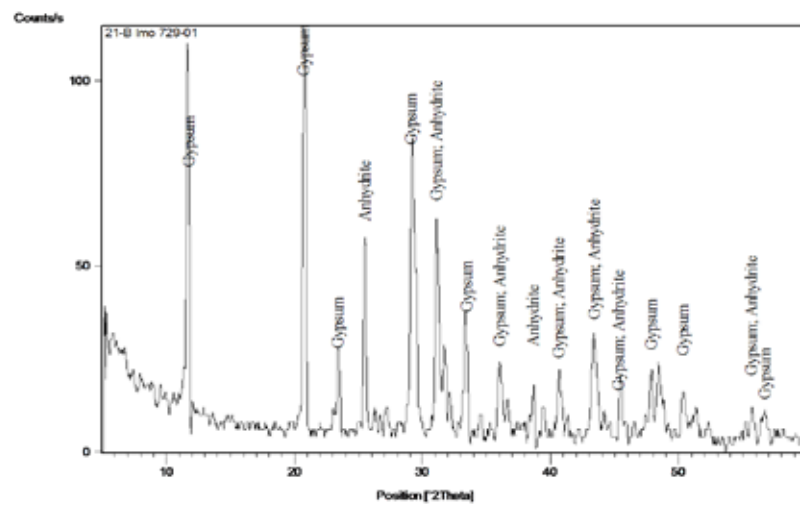
صورة رقم (135)

توضح الطبقات المكونة لطبقة ملاط رقم 21 - بيت فخرو، ومكوناتها المعدنية

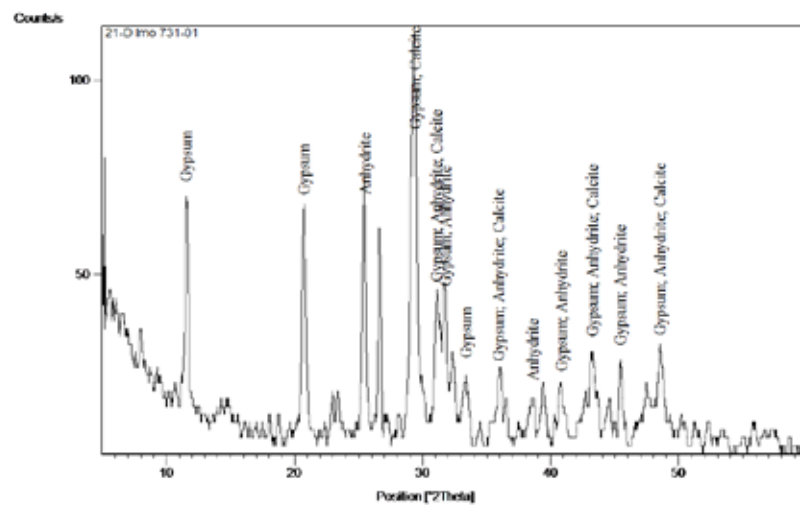
الفحوص والتحليل على مواد البناء لعدد من المباني التراثية بالمحرق مع تجارب اختيار مواد الترميم المناسبة



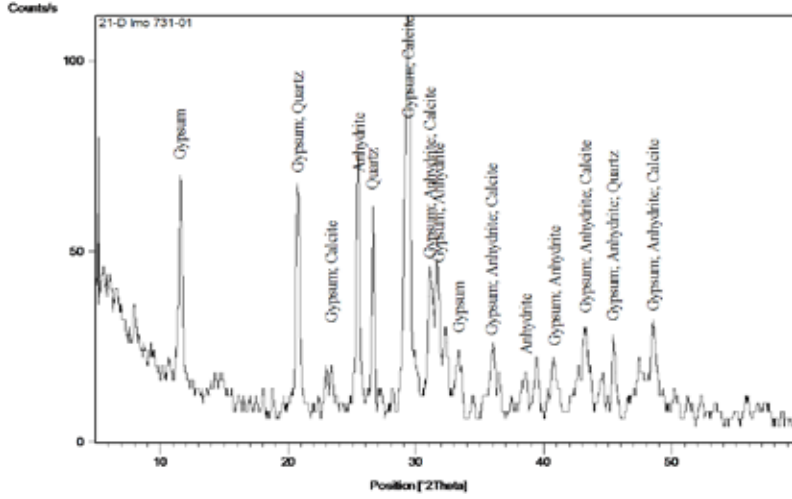
شكل رقم (126) يوضح نمط حيود الأشعة السينية لعينة ملاط A 21 – بيت فخرو



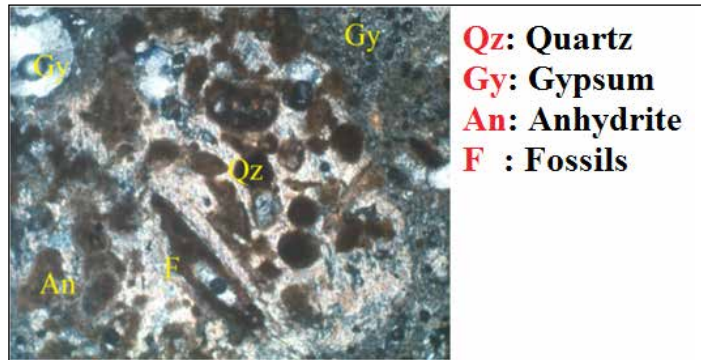
شكل رقم (127) يوضح نمط حيود الأشعة السينية لعينة ملاط B 21 – بيت فخرو



شكل رقم (128) يوضح نمط حيود الأشعة السينية لعينة ملاط C 21 – بيت فخرو

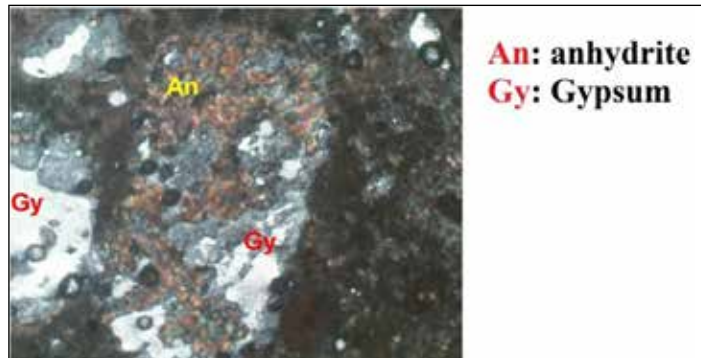


شكل رقم (129) يوضح نمط حيود الأشعة السينية لعينة ملاط 21 D – بيت فخرو



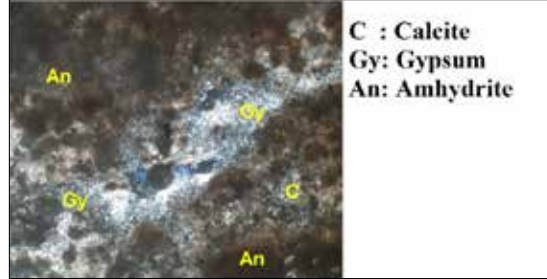
صورة رقم (136)

صورة بتروجرافية لعينة ملاط رقم 21 A – بيت فخرو (XPL, 10)



صورة رقم (137)

صورة بتروجرافية لعينة ملاط رقم 21 B – بيت فخرو (xpl,4)



صورة رقم (138)

صورة بتروجرافية لعينة ملاط رقم 21 C - بيت فخرو (10, XPL)

### عينة طبقة ملاط رقم 27 - بيت فخرو:

عينة طبقة ملاط من سطح احد الجدران الخارجية لأحد ملاقف الهواء عند السلم في بيت فخرو. تتكون العينة من 3 طبقات كالتالي:

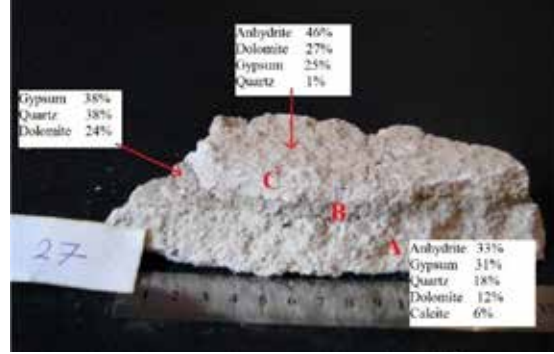
- الطبقة **A**: هي الطبقة الداخلية للعينة، لونها بيج يميل إلى اللون الرمادي، بها حبيبات رملية مختلفة الأشكال، يتراوح سمكها ما بين 10 إلى 20 ملم.
- الطبقة **B**: هي الطبقة الثانية والوسطى للعينة، لونها رمادي، بها حبيبات رملية أصغر نسبياً من الطبقة **A**، يصل سمكها إلى 4 ملم.
- الطبقة **C**: هي الطبقة الثالثة والخارجية/السطحية للعينة، لونها بيج، بها حبيبات رملية، يتراوح سمكها ما بين 5 ملم إلى 14 ملم.

وقد أظهرت نتائج التحليل بحيود الأشعة السينية وكذلك الدراسة البتروجرافية إلى أن العينة تتكون من المكونات التالية:

رقم العينة	نتائج التحليل باستخدام حيود الأشعة السينية	نتائج الدراسة البتروجرافية
27 A	Anhydrite 33% Gypsum 31% Quartz 18% Dolomite 12% Calcite 6%	Sample is composed of ill-defined anhedral grains of gypsum minerals embedded in well-defined grain boundaries of anhydrite forming Alabastrine texture. In addition subrounded coarse to medium grains of quartz crystals, calcite and dolomite were detected.
27 B	Gypsum 38% Quartz 38% Dolomite 24%	Sample showing the disseminated carbonate partings (dolomite fine to medium grains) and medium grains of quartz minerals embedded in gypsum paste forming Alabastrine texture. Some reaction rim formed around quartz grains.
27 C	Anhydrite 46% Dolomite 27% Gypsum 25% Quartz 1%	Sample is composed of ill-defined anhedral grains of gypsum minerals. In addition subangular fine grains of anhydrite and dolomite crystals were detected. Traces of fine to medium quartz grains were observed.

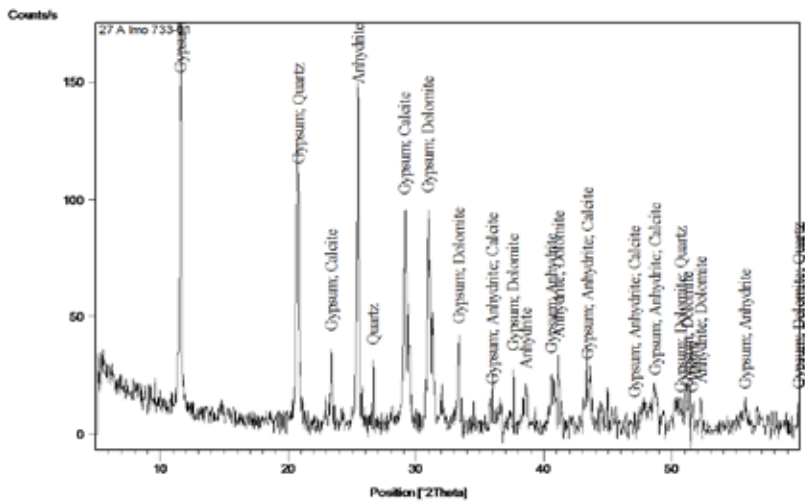
جدول رقم (66)

يوضح المكونات المعدنية لطبقات عينة ملاط رقم 27 - بيت فخرو، باستخدام التحليل بحيود الأشعة السينية والدراسة البتروجرافية



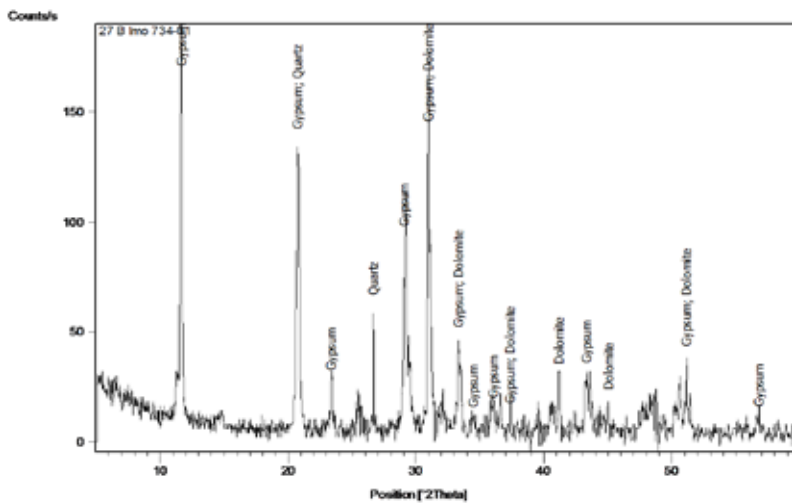
صورة رقم (139)

توضح الطبقات المكونة لطبقة ملاط رقم 27 - بيت فخر، ومكوناتها المعدنية



شكل رقم (130)

يوضح نمط حيود الأشعة السينية لعينة ملاط 27 A - بيت فخر

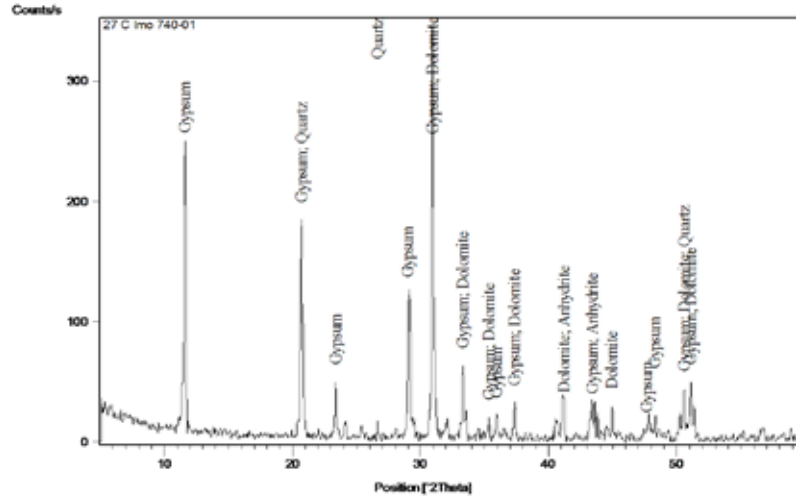


شكل رقم (131)

يوضح نمط حيود الأشعة السينية لعينة ملاط 27 B - بيت فخر

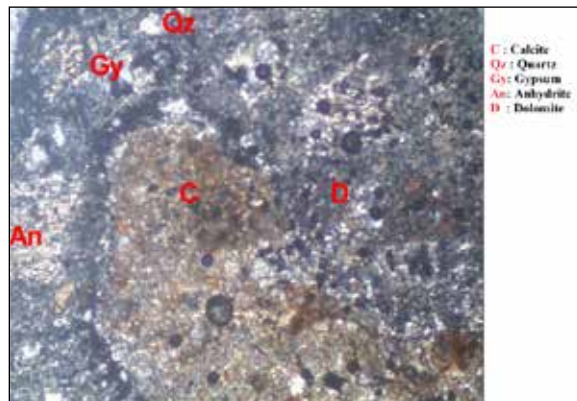


الفحوص والتحليل على مواد البناء لعدد من المباني التراثية بالبحر مع تجارب اختيار مواد الترميم المناسبة



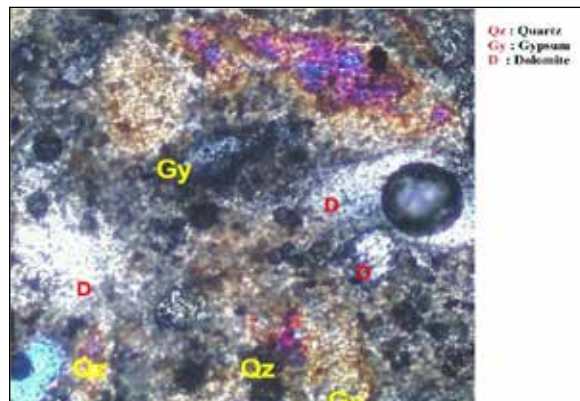
شكل رقم (132)

يوضح نمط حيود الأشعة السينية لعينة ملاط 27 C – بيت فخر



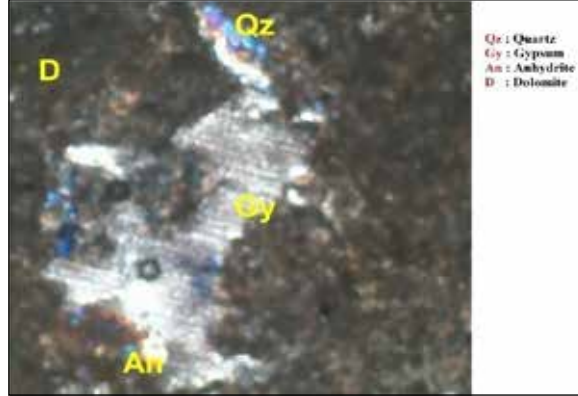
صورة رقم (140)

صورة بتروجرافية لعينة ملاط رقم 27 A – بيت فخر (XPL, 10)



صورة رقم (141)

صورة بتروجرافية لعينة ملاط رقم 27 B – بيت فخر



صورة رقم (142)

صورة بتروجرافية لعينة ملاط رقم C 27 - بيت فخرو

### 8- نتائج تحليل ودراسة عينات لطبقات ملاط لعمارة فخرو:



شكل رقم (133)

يوضح أماكن عينات طبقات ملاط المأخوذة من عمارة فخرو

#### - عينة طبقة ملاط رقم 38 - عمارة فخرو:

عينة طبقة ملاط من سطح خارجي لاجد جدران عمارة فخرو بسوق القيصرية. تتكون العينة من 3 طبقات كالتالي:

- الطبقة A: الطبقة الداخلية للعينة، لونها بيج غامق وبها حبيبات بيضاء، يصل سمكها إلى حوالي 22 ملم.
- الطبقة B: الطبقة الوسطى للعينة، وهي مشابهة تمام للعينة A، ولكن سمكها أقل حيث يصل إلى 11 ملم.
- الطبقة C: الطبقة الخارجية/السطحية للعينة، لونها ابيض وخالية من الشوائب، ويتراوح سمكها ما بين 3 إلى 4 ملم.

ونظرا إلى التشابه التام ما بين الطبقة A و B؛ فقد تم أخذ عينة مشتركة بينهما وتمت دراستها كعينة واحدة.

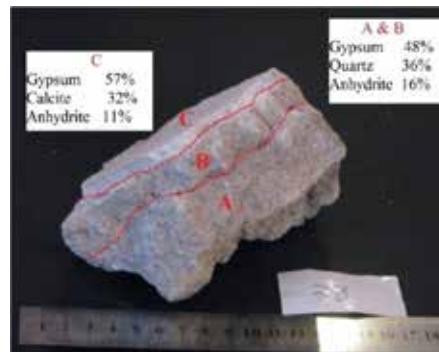
الفحوص والتحليل على مواد البناء لعدد من المباني التراثية بالمرق مع تجارب اختيار مواد الترميم المناسبة

وقد أظهرت نتائج التحليل بحيود الأشعة السينية وكذلك الدراسة البتروجرافية إلى أن العينة تتكون من المكونات التالية:

رقم العينة	نتائج التحليل باستخدام حيود الأشعة السينية	نتائج الدراسة البتروجرافية
38 A 38 B	Gypsum 48% Quartz 36% Anhydrite 16%	Sample is composed of ill-defined anhedral grains of gypsum minerals. In addition subangular fine to medium grains of quartz crystals and anhedral grains of anhydrite mineral were detected.
38 C	Gypsum 57% Calcite 32% Anhydrite 11%	

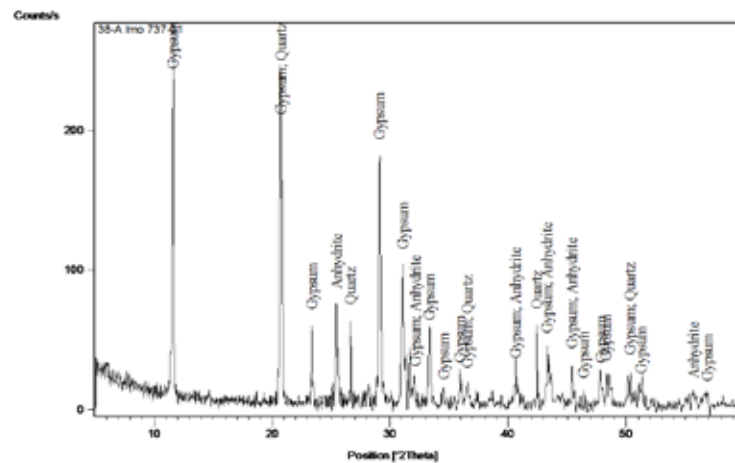
جدول رقم (67)

يوضح المكونات المعدنية لطبقات عينة ملاط رقم 38 - عمارة فخرو، باستخدام التحليل بحيود الأشعة السينية والدراسة البتروجرافية



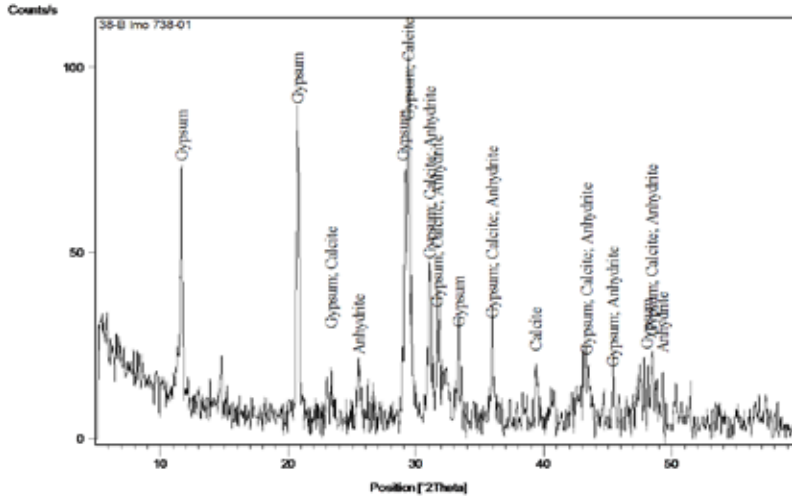
صورة رقم (143)

توضح الطبقات المكونة لطبقة ملاط رقم 38 - عمارة فخرو، ومكوناتها المعدنية



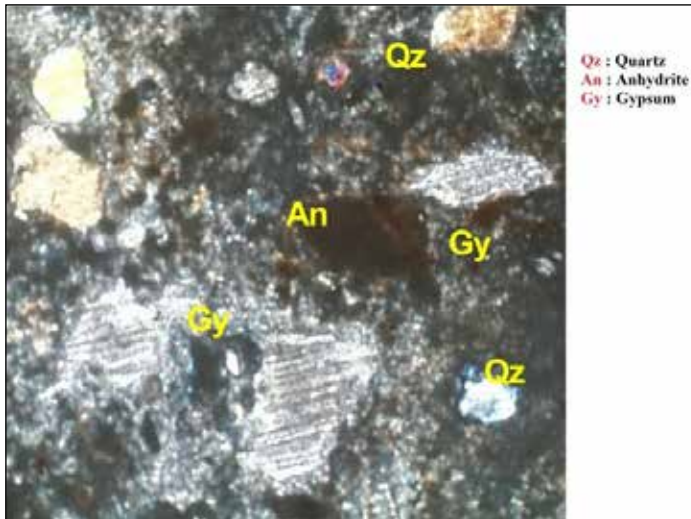
شكل رقم (134)

يوضح نمط حيود الأشعة السينية لعينة ملاط A & B رقم 38 - عمارة فخرو



شكل رقم (135)

يوضح نمط حيود الأشعة السينية لعينة ملاط C 38 - عمارة فخرو



صورة رقم (144)

صورة بتروجرافية لعينة ملاط رقم 27 A & B - عمارة فخرو (XPL, 4)

#### - عينة طبقة ملاط رقم 40 - عمارة فخرو:

عينة طبقة ملاط لاجد الجدران المتساقطة في عمارة فخرو. تتكون العينة من طبقتين كالتالي:

- الطبقة A: الطبقة الداخلية للعينة، لونها بيج غامق وبها بعض الشوائب البنية، يصل سمكها إلى 20 ملم.
- الطبقة B: الطبقة الخارجية للعينة، لونها ابيض وبها بعض الشوائب أو الحبيبات البنية، سطحها الخارجي لونه بني، يصل سمكها إلى حوالي 10 ملم.

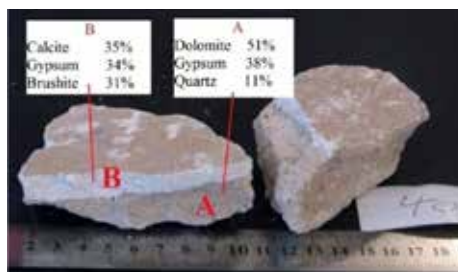
الفحوص والتحليل على مواد البناء لعدد من المباني التراثية بالمحرق مع تجارب اختيار مواد الترميم المناسبة

وقد أظهرت نتائج التحليل بحيود الأشعة السينية وكذلك الدراسة البتروجرافية إلى أن العينة تتكون من المكونات التالية:

رقم العينة	نتائج التحليل باستخدام حيود الأشعة السينية	نتائج الدراسة البتروجرافية
40 A	Dolomite 51% Gypsum 38% Quartz 11%	Sample is composed mainly of fine to medium anhedral grains of dolomite mineral. In addition subangular elongated medium to coarse grains of anhydrite and gypsum minerals were detected. little amount of medium to coarse quartz grains were observed.
40 B	Calcite 35% Gypsum 34% Brushite 31%	

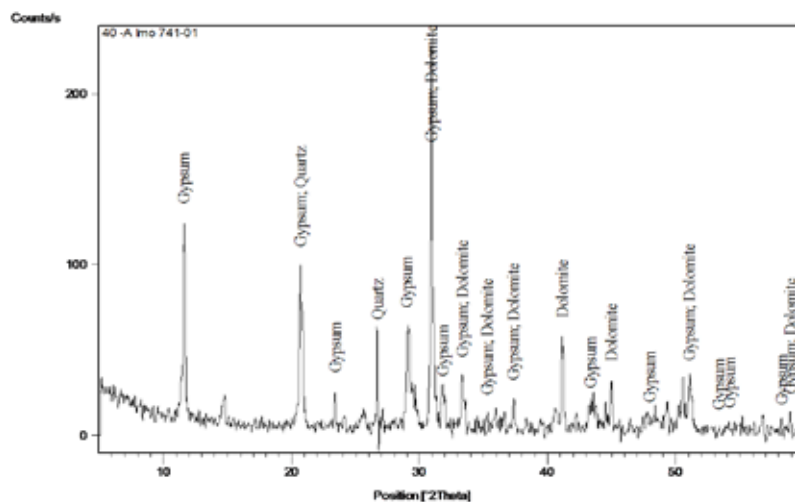
جدول رقم (68)

يوضح المكونات المعدنية لطبقات عينة ملاط رقم 40 - عمارة فخرو، باستخدام التحليل بحيود الأشعة السينية والدراسة البتروجرافية



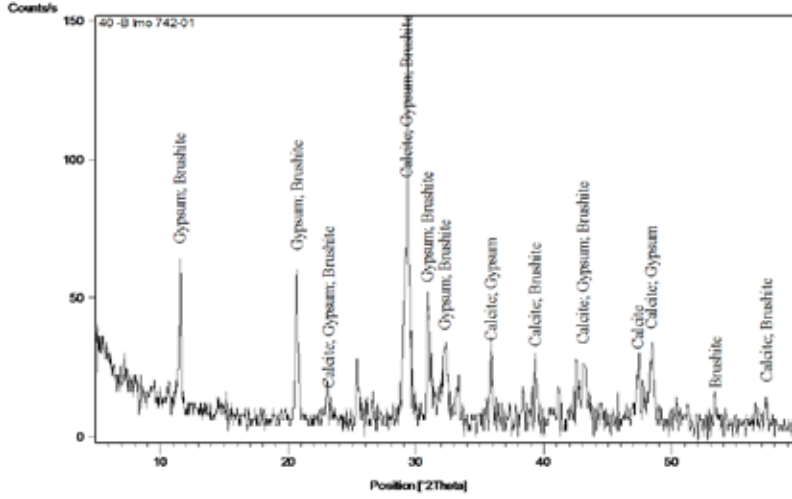
صورة رقم (145)

توضح الطبقات المكونة لطبقة ملاط رقم 40 - عمارة فخرو، ومكوناتها المعدنية



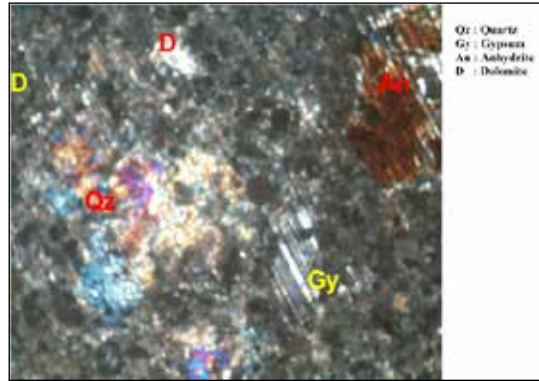
شكل رقم (136)

يوضح نمط حيود الأشعة السينية لعينة ملاط 40 A - عمارة فخرو



شكل رقم (137)

يوضح نمط حيود الأشعة السينية لعينة ملاط B 40 – عمارة فخرو



صورة رقم (146)

صورة بتروجرافية لعينة ملاط رقم A 40 – عمارة فخرو (4, XPL)

## 9- نتائج تحليل ودراسة عينات لطبقات ملاط لبيت الشيخ سلمان: (موضوع الدراسة)



شكل رقم (138)

يوضح أماكن عينات طبقات ملاط المأخوذة من بيت الشيخ سلمان



الفحوص والتحليل على مواد البناء لعدد من المباني التراثية بالبحر مع تجارب اختيار مواد الترميم المناسبة

عينة طبقة ملاط رقم 96 – بيت الشيخ سلمان:

عينة طبقة ملاط من الغرفة العلوية الشمالية من جناح الشيخ في بيت الشيخ سلمان بن حمد، ذات لون بيج ومتوسطة التماسك، وبها حبيبات بيضاء والقليل من الشوائب السوداء. صورة رقم (147)

- نتائج التحليل باستخدام حيود الأشعة السينية:

أظهرت نتائج التحليل استخدام حيود الأشعة السينية أن المكون الأساسي للعينة هو الجبس بنسبة 55% والمكون الثانوي هو الأنهدريت بنسبة 29% مع وجود نسبة من الكوارتز 12% وشوائب من الهاليت بنسبة 4%. ويوضح نمط حيود الأشعة السينية في الشكل (139) والجدول (69) نتائج تحليل العينة رقم 96.

Compound Name	Chemical Formula	SemiQuant [%]
Gypsum	CaSO <sub>4</sub> .2H <sub>2</sub> O	55
Anhydrite	CaSO <sub>4</sub>	29
Quartz	SiO <sub>2</sub>	12
Halite, syn	NaCl	4

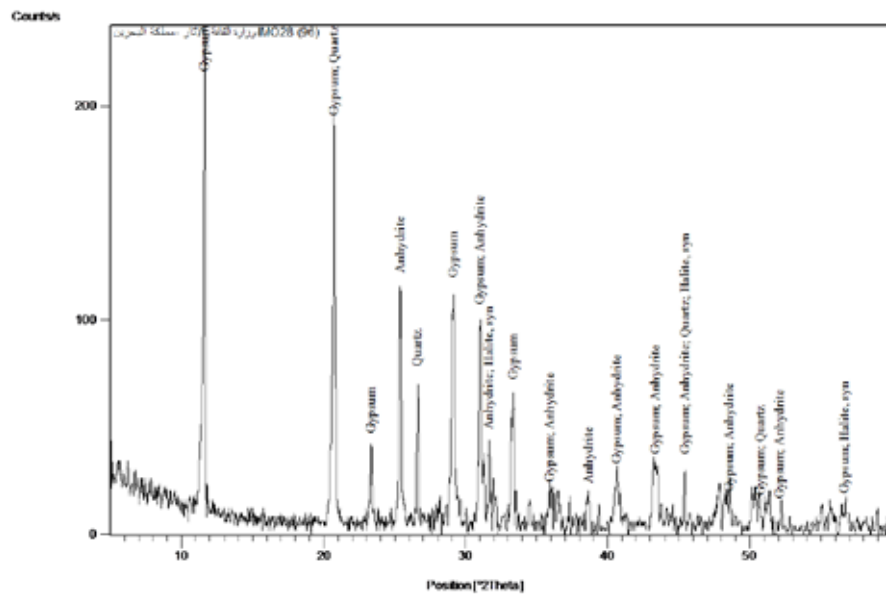


جدول رقم (69)

يوضح نتائج حيود الأشعة السينية لعينة ملاط رقم 96  
– بيت الشيخ سلمان

صورة رقم (147)

توضح شكل عينة ملاط رقم 96  
– بيت الشيخ سلمان



شكل رقم (139)

يوضح نمط حيود الأشعة السينية لعينة ملاط رقم 96 – بيت الشيخ سلمان

### عينة طبقة ملاط رقم 98 – بيت الشيخ سلمان:

عينة طبقة ملاط من الغرفة رقم 8، الغرفة الأولى من الجناح الكبير في بيت الشيخ سلمان بن حمد، ذات لون ابيض ومتوسطة التماسك، وبها بعض حبيبات الرمال. صورة رقم (148)

- نتائج التحليل باستخدام حيود الأشعة السينية:

أظهرت نتائج التحليل باستخدام حيود الأشعة السينية أن المكون الأساسي للعينة هو الجبس بنسبة 70% والمكون الثانوي هو الانهيدريت بنسبة 18% مع وجود نسب بسيطة من الكوارتز 8% والهاليت 4%. ويوضح نمط حيود الأشعة السينية في الشكل (140) والجدول (70) نتائج تحليل العينة رقم 98.

Compound Name	Chemical Formula	SemiQuant [%]
Gypsum	CaSO <sub>4</sub> .2H <sub>2</sub> O	70
Anhydrite	CaSO <sub>4</sub>	18
Quartz	SiO <sub>2</sub>	8
Halite	NaCl	4

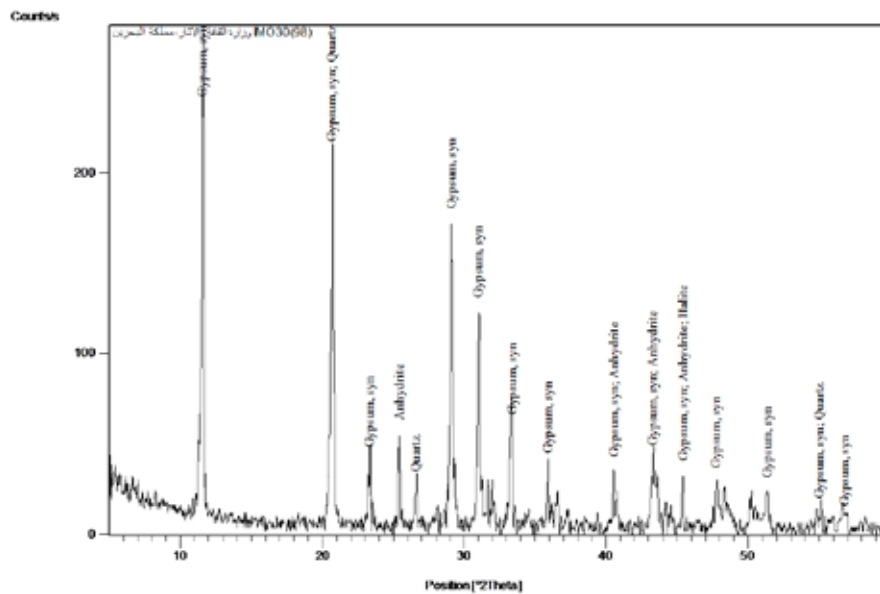


### جدول رقم (70)

يوضح نتائج حيود الأشعة السينية لعينة ملاط رقم 98  
– بيت الشيخ سلمان

### صورة رقم (148)

توضح شكل عينة ملاط رقم 98  
– بيت الشيخ سلمان



### شكل رقم (140)

يوضح نمط حيود الأشعة السينية لعينة ملاط رقم 98 – بيت الشيخ سلمان

### 10- نتائج تحليل ودراسة عينات لطبقات ملاط دكاكين سيادي: (موضوع الدراسة)



شكل رقم (141)

يوضح أماكن عينات طبقات ملاط المأخوذة من دكاكين سيادي

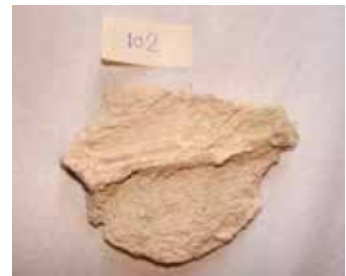
#### عينة طبقة ملاط رقم 493/102 – القيصرية/دكاكين سيادي:

عينة طبقة ملاط من أحد الجدران الداخلية للدكان رقم 1 من دكاكين سوق القيصرية، ذات لون بني فاتح أو بيج وقوية التماسك. صورة رقم (149)

- نتائج التحليل باستخدام حيود الأشعة السينية:

أظهرت نتائج التحليل بحيود الأشعة السينية أن المكون الأساسي للعينة هو الانهيدريت بنسبة 58% والمكون الثانوي هو الجبس بنسبة 35%، مع وجود شوائب من الكوراتز بنسبة 4% والهاليت بنسبة 3%. ويوضح نمط حيود الأشعة السينية في الشكل (142) والجدول (71) نتائج تحليل العينة رقم 493/102.

Compound Name	Chemical Formula	SemiQuant [%]
Anhydrite	CaSO <sub>4</sub>	58
Halite	NaCl	3
Gypsum	CaSO <sub>4</sub> .2H <sub>2</sub> O	35
Quartz	SiO <sub>2</sub>	4



جدول رقم (71)

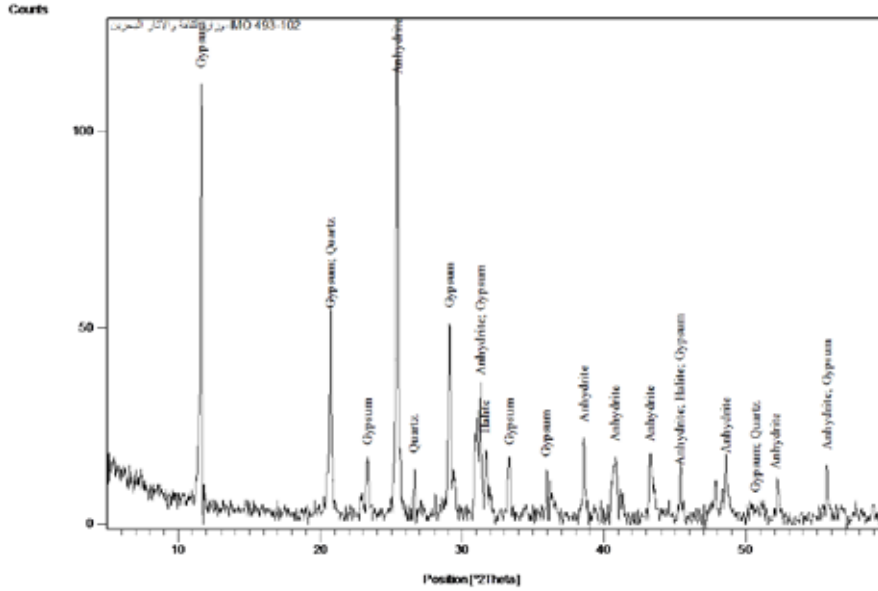
يوضح نتائج حيود الأشعة السينية لعينة ملاط رقم 493/102

– دكاكين سيادي

صورة رقم (149)

توضح شكل عينة ملاط رقم 493/102

– دكاكين سيادي



شكل رقم (142)

يوضح نمط حيود الأشعة السينية لعينة ملاط رقم 493/102 - دكاكين سيادي

#### عينة طبقة ملاط رقم 497/106 - القيصرية/دكاكين سيادي:

عينة طبقة ملاط من الواجهة الخلفية للدكان رقم 1 و 2 من دكاكين سوق القيصرية، ذات لون بني فاتح أو بيج وقوية التماسك وبها العديد من الحبيبات البيضاء. صورة رقم (150)

- نتائج التحليل باستخدام حيود الأشعة السينية:

أظهرت نتائج التحليل بحيود الأشعة السينية أن المكون الأساسي للعينة هو الجبس بنسبة 62% والمكون الثانوي هو الأنهدريت بنسبة 30% مع وجود نسبة ضئيلة من الكوراتز بنسبة 8%. ويوضح نمط حيود الأشعة السينية في الشكل (143) والجدول (72) نتائج تحليل العينة.

Compound Name	Chemical Formula	SemiQuant [%]
Gypsum	CaSO <sub>4</sub> ·2H <sub>2</sub> O	62
Anhydrite	CaSO <sub>4</sub>	30
Quartz	SiO <sub>2</sub>	8



جدول رقم (72)

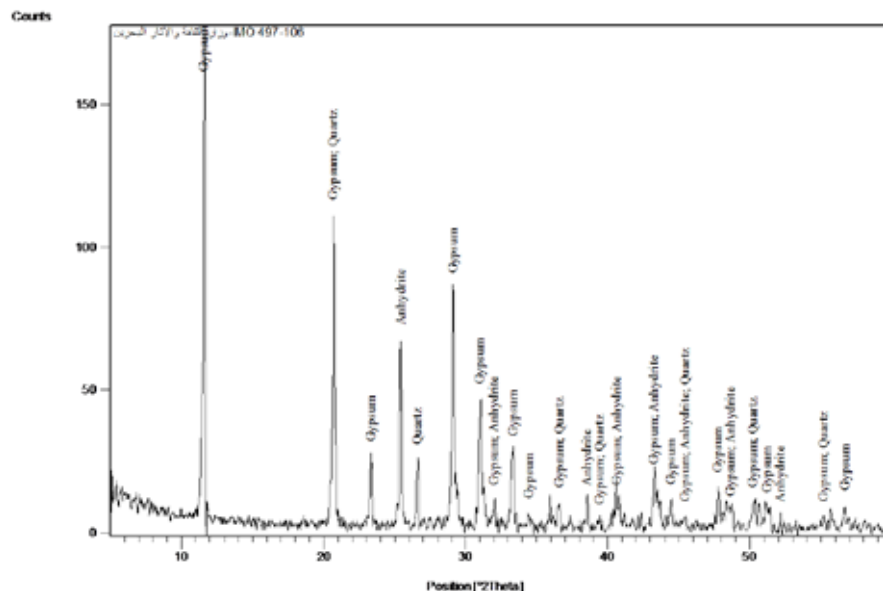
يوضح نتائج حيود الأشعة السينية لعينة ملاط رقم 497/106

- دكاكين سيادي

صورة رقم (150)

توضح شكل عينة ملاط رقم 497/106

- دكاكين سيادي



شكل رقم (143)

يوضح نمط حيود الأشعة السينية لعينة ملاط رقم 497/106 - دكاكين سيادي

### خلاصة نتائج عينات طبقات الملاط:

جدول رقم (73)

يوضح خلاصة نتائج عينات طبقات الملاط لعدد من المباني القديمة في المحرق

العدد	رقم العينة	نتائج XRD	نتائج الدراسة البينروجرافية
1	713/11 بيت الجلاهمة	Gypsum 46% Anhydrite 54%	
2	15A بيت الجلاهمة	Gypsum 69% Anhydrite 21% Quartz 10%	Sample is composed of well-defined anhedral grains of gypsum minerals embedded in well-defined grain boundaries of anhydrite forming Alabastrine texture. In addition subrounded coarse to medium grains of quartz crystals were detected
	15B بيت الجلاهمة	Gypsum 88% Anhydrite 12%	Sample is composed of well-defined anhedral grains of gypsum minerals. In addition subangular coarse to medium grains of quartz crystals and anhedral grains of dolomite mineral were detected. A kind of reaction rim around a quartz grains were observed.
3	96 بيت الشيخ سلمان	Gypsum 55% Anhydrite 29% Quartz 12% Halite 4%	

	Calcite 51% Gypsum 31% Quartz 19%	97 بيت الشيخ سلمان	4
	Gypsum 60% Anhydrite 35% Quartz 5%	707/1 بيت الغوص	5
	Gypsum 56% Anhydrite 40% Quartz 4%	708/2 بيت الغوص	6
	Gypsum 61% Anhydrite 27% Calcite 6% Quartz 6%	92 بيت النوخة	7
	Gypsum 65% Quartz 14% Anhydrite 12% Halite 8%	93 بيت النوخة	8
	Anhydrite 78% Gypsum 20% Quartz 2%	66A بيت سيادي	9
	Gypsum 30% Talc 26% Anhydrite 17% Quartz 15% Calcite 11%	66B بيت سيادي	
	Gypsum 46% Anhydrite 24% Quartz 14% Calcite 15%	66C بيت سيادي	
	Gypsum 70% Quartz 25% Calcite 6%	716/19 بيت علوي	10
	Gypsum 58% Anhydrite 24% Quartz 15% Halite 2%	60 بيت عيسى بن علي	11
	Gypsum 81% Anhydrite 9% Quartz 6% Halite 3%	61 بيت عيسى بن علي	12
	Gypsum 44% Anhydrite 41% Quartz 11% Calcite 4%	62 بيت عيسى بن علي	13



الفحوص والتحليل على مواد البناء لعدد من المباني التراثية بالمحرق مع تجارب اختيار مواد الترميم المناسبة

	Gypsum 60% Quartz 34% Anhydrite 7%	719/26 بيت فخرو	14
Sample is composed of ill-defined anhedral grains of gypsum minerals embedded in well-defined grain boundaries of anhydrite forming Alabastrine texture. In addition surrounded coarse to medium grains of quartz crystals were detected.	Gypsum 55% Anhydrite 45%	21A بيت فخرو	15
Sample is composed mainly of ill-defined anhedral grains of gypsum minerals embedded in well-defined grain boundaries of anhydrite forming Alabastrine texture.	Gypsum 69% Anhydrite 31%	21B بيت فخرو	
Sample is composed of ill-defined anhedral grains of gypsum minerals embedded in well-defined grain boundaries of anhydrite forming Alabastrine texture. In addition anhedral medium grains of calcite mineral were detected.	Anhydrite 37% Gypsum 33% Calcite 30%	21C بيت فخرو	
	Anhydrite 32% Calcite 26% Gypsum 29% Quartz 12%	21D بيت فخرو	
Sample is composed of ill-defined anhedral grains of gypsum minerals embedded in well-defined grain boundaries of anhydrite forming Alabastrine texture. In addition subrounded coarse to medium grains of quartz crystals, calcite and dolomite were detected.	Anhydrite 33% Gypsum 31% Quartz 18% Dolomite 12% Calcite 6%	27A بيت فخرو	
Sample showing the disseminated carbonate partings (dolomite fine to medium grains) and medium grains of quartz minerals embedded in gypsum paste forming Alabastrine texture. Some reaction rim formed around quartz grains.	Gypsum 38% Quartz 38% Dolomite 24%	27B بيت فخرو	
Sample is composed of ill-defined anhedral grains of gypsum minerals. In addition subangular fine grains of anhydrite and dolomite crystals were detected. Traces of fine to medium quartz grains were observed.	Anhydrite 46% Dolomite 27% Gypsum 25% Quartz 1%	27C بيت فخرو	
Sample is composed of ill-defined anhedral grains of gypsum minerals. In addition subangular fine to medium grains of quartz crystals and anhedral grains of anhydrite mineral were detected.	Gypsum 48% Quartz 36% Anhydrite 16%	38A 38B عمارة فخرو	17
	Gypsum 57% Calcite 32% Anhydrite 11%	38C عمارة فخرو	

Sample is composed mainly of fine to medium anhedral grains of dolomite mineral. In addition subangular elongated medium to coarse grains of anhydrite and gypsum minerals were detected. Little amount of medium to coarse quartz grains were observed.	Dolomite 51%	40A عمارة فخرو	18
	Gypsum 38%		
	Quartz 11%		
	Calcite 35%	40B عمارة فخرو	
	Gypsum 34%		
	Brushite 31%		
	Gypsum 62%	102 سوق القيصرية	19
	Anhydrite 30%		
	Quartz 8%		
	Anhydrite 58%	106 سوق القيصرية	20
	Gypsum 35%		
	Quartz 4%		
	Halite 3%		

#### - تفسير نتائج تحليل ودراسة عدد من عينات طبقات الملاط لبعض المباني القديمة بالمحرق:

بناءً على نتائج دراسة وتحليل عينات طبقات الملاط أعلاه باستخدام حيود الأشعة السينية والدراسة البتروجرافية، فقد تم حساب متوسط نسب وجود المكونات المعدنية الموجودة في عينات المونة لكل مبنى على حدة، وقد تم التوصل إلى النتائج التالية:

#### - بيت الجلاهمة:

تم تحليل ودراسة عدد من عينات طبقات الملاط المستخدمة في بيت الجلاهمة، وقد أظهرت النتائج أن متوسط نسبة مكوناتها كالتالي:

النسبة المئوية %	المكونات المعدنية
67.7	الجبس
29	الأنهيدريت
3.3	الكوراتز

#### جدول رقم (74)

يوضح متوسط نسب المكونات المعدنية في مونة طبقات ملاط بيت الجلاهمة

نستخلص من النتائج السابقة أن مكونات مونة طبقات ملاط المستخدمة في بيت الجلاهمة تتكون بشكل أساسي من مادة الجبس حيث أن نسبة الجبس تمثل ما يقارب أكثر من نصف مكونات العينة، يليه في ذلك الأنهيدريت، والذي قد يكون وجوده في العينة هو نتيجة لعملية فقد الماء من الجبس بفعل التلف الناتج عن تأثير الحرارة وأشعة الشمس. ودمج نسبة المعدنين تكون نسبة تواجد الجبس في المونة هي تقريبا 97%، والباقي عبارة عن شوائب من الرمل "الكوراتز" وبهذا يمكن التوصل إلى أن المونة المستخدمة في طبقات ملاط بيت الجلاهمة هي عبارة عن مادة الجبس "مونة جبسية". وقد لوحظ في هذا البيت استخدام كل من طبقات ملاط ذات الطبقة الواحدة وذات الطبقتين.

الفحوص والتحليل على مواد البناء لعدد من المباني التراثية بالبحرق مع تجارب اختيار مواد الترميم المناسبة

- بيت الغوص:

تم تحليل ودراسة عدد من عينات طبقات ملاط المستخدمة في بيت الغوص، وقد أظهرت النتائج أن متوسط نسبة مكوناتها كالتالي:

النسبة المئوية %	المكونات المعدنية
58	الجبس
37.5	الانهيدريت
4.5	الكوراتز

جدول رقم (75)

يوضح متوسط نسب المكونات المعدنية في مونة طبقات ملاط بيت الغوص

نستخلص من النتائج السابقة أن مكونات مونة طبقات ملاط المستخدمة في بيت الغوص تتكون بشكل أساسي من مادة الجبس حيث أن نسبة الجبس تمثل ما يقارب أكثر من نصف مكونات العينة، يليه في ذلك الانهيدريت، والذي قد يكون وجوده في العينة هو نتيجة لعملية فقد الماء من الجبس بفعل التلف الناتج عن تأثير الحرارة وأشعة الشمس. ودمج نسبة المعدنين تكون نسبة تواجد الجبس في المونة هي تقريبا 95%، والباقي عبارة عن شوائب من الكوراتز "الرمل"، وبهذا يمكن التوصل إلى أن المونة المستخدمة في طبقات كساء "ملاط" بيت الغوص هي عبارة عن مادة الجبس "مونة جبسية". وقد لوحظ في البيت استخدام طبقات ملاط ذات الطبقة الواحدة فقط.

- بيت النوخة:

تم تحليل ودراسة عدد من عينات طبقات الملاط المستخدمة في بيت النوخة، وقد أظهرت النتائج أن متوسط نسبة مكوناتها كالتالي:

النسبة المئوية %	المكونات المعدنية
63	الجبس
20	الانهيدريت
10	الكوراتز
3	الكالسييت
4	الهاليت

جدول رقم (76)

يوضح متوسط نسب المكونات المعدنية في مونة طبقات ملاط بيت النوخة

نستخلص من النتائج السابقة أن مكونات مونة طبقات الملاط المستخدمة في بيت النوخة تتكون بشكل أساسي من مادة الجبس حيث أن نسبة الجبس تمثل ما يقارب أكثر من نصف مكونات العينة، يليه في ذلك الانهيدريت، والذي قد يكون وجوده في العينة هو نتيجة لعملية فقد الماء من الجبس بفعل التلف الناتج عن تأثير الحرارة وأشعة الشمس. ودمج نسبة المعدنين تكون نسبة تواجد الجبس في المونة هي تقريبا 83%، بالإضافة إلى وجود مكونات ثانوية بسيطة من الكوراتز والكالسييت واللذان من المحتمل أن يكونا ممثلان للتربة المضافة إلى المونة، أما وجود الهاليت فهو دليل على تأثير وتلف المونة بالملح. وبهذا يمكن التوصل إلى أن المونة المستخدمة في طبقات كساء "ملاط" بيت النوخة هي عبارة مونة مكونة من الجبس والرمل بالنسب التقريبية التالية (4 جبس - 1 رمل). وقد لوحظ استخدام طبقات ملاط ذات الطبقة الواحدة فقط في البيت.

#### - بيت سيادي:

تم تحليل ودراسة عينة طبقة ملاط واحدة تتكون من 3 طبقات، وقد أظهرت نتائج التحليل باستخدام حيود الأشعة السينية والدراسة البصرية للعينة إلى التالي:

- الطبقة الأرضية أو السفلية عبارة عن مادة الجبس "مونة جبسية".
- الطبقة الثانية أو الوسطى عبارة عن مونة تتكون أساسا من الجبس بالإضافة إلى الكوارتز "الرمل" والكالسيت "الجير" بالنسب التقريبية التالية/بالحجم (2 جبس - 1 رمل - ½ جير).
- الطبقة العلوية أو السطحية عبارة عن مونة تتكون أساسا من الجبس بالإضافة إلى الكوارتز "الرمل" والكالسيت "الجير" بالنسب التقريبية التالية/بالحجم (3 جبس - 1 رمل - 1 جير).

#### - بيت علوي:

تم تحليل ودراسة عينة طبقة ملاط واحدة فقط، وقد أظهرت نتائج التحليل باستخدام حيود الأشعة السينية للعينة إلى أن المكون الأساسي للعينة هو الجبس والمكون الثانوي هو الكوارتز مع وجود نسبة بسيطة من الكالسيت، ولربما يكون كل من الكوارتز والكالسيت ممثلان للتربة المضافة إلى خلطة مونة الجبس. وبهذا يمكن التوصل إلى أن المونة المستخدمة في طبقات كساء "ملاط" بيت العلوي هي عبارة عن مونة مكونة من الجبس والرمل بالنسب التقريبية التالية/ بالحجم (3 جبس - 1 رمل).

#### - بيت الشيخ عيسى بن علي:

تم تحليل ودراسة عدد من عينات طبقات الملاط المستخدمة في البيت، وقد أظهرت النتائج أن متوسط نسبة مكوناتها كالتالي:

النسبة المئوية %	المكونات المعدنية
61	الجبس
25	الانهيدريت
11	الكوارتز
1.3	الكالسيت
1.7	الهاليت

جدول رقم (77)

يوضح متوسط نسب المكونات المعدنية في مونة طبقات ملاط بيت عيسى بن علي

نستخلص من النتائج السابقة أن مكونات مونة طبقات الملاط المستخدمة في بيت عيسى بن علي تتكون بشكل أساسي من مادة الجبس حيث أن نسبة الجبس تمثل ما يقارب أكثر من نصف مكونات العينة، يليه في ذلك الانهيدريت، والذي قد يكون وجوده في العينة هو نتيجة لعملية فقد الماء من الجبس بفعل التلف الناتج عن تأثير الحرارة وأشعة الشمس. ودمج نسبة المعدنين تكون نسبة تواجد الجبس في المونة هي تقريبا 86%، بالإضافة إلى وجود نسبة بسيطة من الكوارتز وشوائب من الكالسيت والهاليت. أما وجود الكوارتز والكالسيت من المحتمل أن يكونا ممثلان للتربة المضافة إلى المونة، وجود الهاليت فهو كأحد نواتج التلف الملحية. وبهذا يمكن التوصل إلى أن المونة المستخدمة في طبقات كساء "ملاط" بيت عيسى بن علي هي عبارة عن مونة مكونة من الجبس والرمل بالنسب التقريبية التالية/ بالحجم (4 جبس - 1 رمل). وقد لوحظ استخدام طبقات ملاط ذات الطبقة الواحدة فقط في البيت.

الفحوص والتحليل على مواد البناء لعدد من المباني التراثية بالبحر مع تجارب اختيار مواد الترميم المناسبة

- بيت فخرو:

تم تحليل ودراسة عدد من عينات طبقات الملاط المستخدمة في البيت، أحدهما ذات طبقة واحدة، والعينة الثانية ذات 4 طبقات والعينة الثالثة ذات 3 طبقات. ويمكن استخلاص النتائج التالية:

- أن طبقة الكساء "الملاط" ذات الطبقة الواحدة المستخدمة في البيت عبارة عن مونة تتكون من الجبس بالإضافة إلى الكوارتز "الرمل" بالنسب التقريبية التالية/بالحجم (3 جيس - 2 رمل).
- أن الطبقتان الأوليتان "الطبقات التحضيرية" لعينة "الملاط" ذات الـ 4 طبقات عبارة عن مونة جبسية خالصة، فيما استخدم في الطبقتين أعلاه مونة ملاط تتكون من الجبس والكالسيت "الجير" بالنسب التقريبية التالية/بالحجم (2 جيس - 1 كالسيت).
- أن المكون الأساسي في الثلاث طبقات في العينة ذات الـ 3 طبقات هو الجبس مع وجود مكونات ثانوية من الكالسيت والدولوميت "الجير" والكوارتز "الرمل". ويمكن التوصل إلى أن مونة الملاط المستخدمة في الثلاث طبقات هي كالتالي: الطبقة الأولى "السفلية" (3 جيس - 1 كالسيت - 1 رمل) والطبقة الثانية "الوسطى" (2 جيس - 1 كالسيت - 2 رمل) والطبقة الثالثة "السطحية" (3 جيس - 2 كالسيت).

- عمارة فخرو:

تم تحليل ودراسة عدد عينة طبقات كساء "ملاط" مستخدمة في المبنى، فالعينة الأولى تتكون من 3 طبقات؛ اثنتان منهما متشابهتين في اللون والمظهر، وأما العينة الثانية فتتكون من طبقتين. ودراسة النتائج تم استنتاج التالي:

- أن الطبقتان الأوليتان متشابهتان في التركيب حيث تتركبان من الجبس بشكل أساسي مع وجود الكوارتز "الرمل" كمادة مالئة، ويمكن تقدير نسب مكونات خلطة مونة الملاط المستخدمة فيهما بالتالي/بالحجم (3 جيس - 2 رمل). فيما يلاحظ إضافة الكالسيت إلى الطبقة الثالثة "السطحية" وعدم استخدام الرمل، وذلك بالنسب التقديرية التالية/بالحجم (3 جيس - 2 كالسيت).
- أن المكون الأساسي في طبقتي العينة ذات الطبقتين هو "الجير" المتمثل في الدولوميت والكالسيت والبروشيت. إن النسب التقديرية لمكونات مونة الملاط في الطبقة الأولى/السفلية هي (2 جير - 2 جيس - 1/2 رمل)، أما النسب التقديرية لمكونات للطبقة الثانية فهي (2 جير - 1 جيس).

- بيت الشيخ سلمان:(موضوع الدراسة)

تم تحليل ودراسة عدد من عينات طبقات الملاط المستخدمة في البيت، وقد أظهرت النتائج أن متوسط نسبة مكوناتها كالتالي:

النسبة المئوية %	المكونات المعدنية
43	الجبس
14.5	الانهيدريت
15	الكوارتز
25.5	الكالسيت
2	الهاليت

جدول رقم (78)

يوضح متوسط نسب المكونات المعدنية في مونة طبقات ملاط بيت الشيخ سلمان

نستخلص من النتائج السابقة أن مكونات مونة طبقات الملاط المستخدمة في بيت الشيخ سلمان تتكون بشكل أساسي من مادة الجبس حيث أن نسبة الجبس تمثل ما يقارب نصف مكونات العينة، يليه في ذلك الانهيدريت، والذي قد يكون وجوده في العينة هو نتيجة لعملية فقد الماء من الجبس بفعل التلف الناتج عن تأثير الحرارة وأشعة الشمس. ودمج نسبة المعدنين تكون نسبة تواجد الجبس في المونة هي تقريبا 57%، بالإضافة إلى وجود مكونات ثانوية من الكوارتز "الرمل" والكالسيت "الجير"، وبهذا يمكن التوصل إلى أن المونة المستخدمة في طبقات كساء "ملاط" بيت الشيخ سلمان هي عبارة مونة مكونة من الجبس والجير والرمل بالنسب التقريبية التالية (3 جبس – 1 جير – 1 رمل). وقد لوحظ استخدام طبقات ملاط ذات الطبقة الواحدة في البيت.

#### - سوق القيصرية/دكاكين سيادي: (موضوع الدراسة)

تم تحليل ودراسة عدد من عينات طبقات الملاط المستخدمة في الدكاكين، وقد أظهرت النتائج أن متوسط نسبة مكوناتها كالتالي:

النسبة المئوية %	المكونات المعدنية
48.5	الجبس
44	الانهيدريت
6	الكوارتز
1.5	الهاليت

#### جدول رقم (79)

يوضح متوسط نسب المكونات المعدنية في مونة كساء القيصرية/دكاكين سيادي

نستخلص من النتائج السابقة أن مكونات مونة طبقات الملاط المستخدمة في دكاكين سيادي تتكون بشكل أساسي من مادة الجبس حيث أن نسبة الجبس تمثل ما يقارب نصف مكونات العينة، أما النصف الثاني من مكونات العينة فهو الانهيدريت، والذي قد يكون وجوده في العينة هو نتيجة لعملية فقد الماء من الجبس بفعل التلف الناتج عن تأثير الحرارة وأشعة الشمس. ودمج نسبة المعدنين تكون نسبة تواجد الجبس في المونة هي تقريبا 92%، بالإضافة إلى وجود نسبة بسيطة من الكوارتز "الرمل"، وبهذا يمكن التوصل إلى أن المونة المستخدمة في طبقات كساء "ملاط" دكاكين سيادي هي عبارة مونة جبسية. وقد لوحظ استخدام طبقات ملاط ذات الطبقة الواحدة فقط في الدكاكين.



## رابعاً: نتائج تحليل ودراسة عينات الزخارف الجصية:

تم دراسة وتحليل عدد من عينات ممثلة لبعض الزخارف الجصية المستخدمة في عدد من البيوت التراثية بمدينة المرق، حيث تم تحليلها ودراستها باستخدام حيود الأشعة السينية.

### 1- عينة زخارف جصية رقم 57 – بيت الشيخ عيسى بن علي:

عينة من أحد الزخارف "الجصية" لأحد العقود بجناح الشيخ بالدور الأرضي في بيت الشيخ عيسى بن علي، ذات لون بيج وبها شوائب صغيرة بيضاء وبنية اللون. صورة رقم (151)

- نتائج التحليل باستخدام حيود الأشعة السينية:

أظهرت نتائج التحليل بحيود الأشعة السينية أن المكونان الأساسيان للعينة هما الجبس بنسبة 48% والانهيدريت بنسبة 43% مع وجود نسبة ضئيلة من الكوارتز بنسبة 9%. ويوضح نمط حيود الأشعة السينية في الشكل (144) والجدول (80) نتائج تحليل العينة رقم 57.

Compound Name	Chemical Formula	SemiQuant [%]
Gypsum	CaSO <sub>4</sub> .2H <sub>2</sub> O	48
Anhydrite	CaSO <sub>4</sub>	43
Quartz	SiO <sub>2</sub>	9

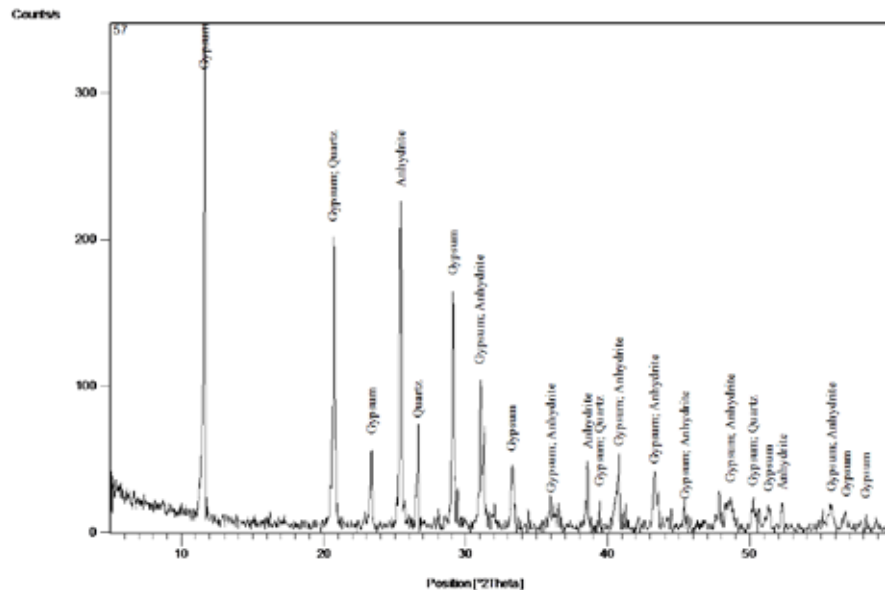


جدول رقم (80)

يوضح المكونات المعدنية للعينة رقم 57 – بيت عيسى بن علي

صورة رقم (151)

توضح العينة رقم 57 – بيت عيسى بن علي



شكل رقم (144)

يوضح نمط حيود الأشعة السينية للعينة رقم 57 – بيت عيسى بن علي

## 2- عينة زخارف جصية رقم 67 – بيت سيادي:

عينة من أحد الزخارف "الجصية" لأحد اللوحات الزخرفية في بيت سيادي، ذات لون بيج وبها العديد من الفراغات الناتجة عن الفقاعات الهوائية. صورة رقم (152)

- نتائج التحليل باستخدام حيود الأشعة السينية:

أظهرت نتائج التحليل بحيود الأشعة السينية أن المكون الأساسي للعينة هو الجبس بنسبة 78% مع وجود نسب بسيطة من معدني الانهيدريت 12% والكوارتز 10%. ويوضح نمط حيود الأشعة السينية في الشكل (145) والجدول (81) نتائج تحليل العينة رقم 67.

Compound Name	Chemical Formula	SemiQuant [%]
Gypsum	CaSO <sub>4</sub> ·2H <sub>2</sub> O	78
Quartz	SiO <sub>2</sub>	10
Anhydrite	CaSO <sub>4</sub>	12

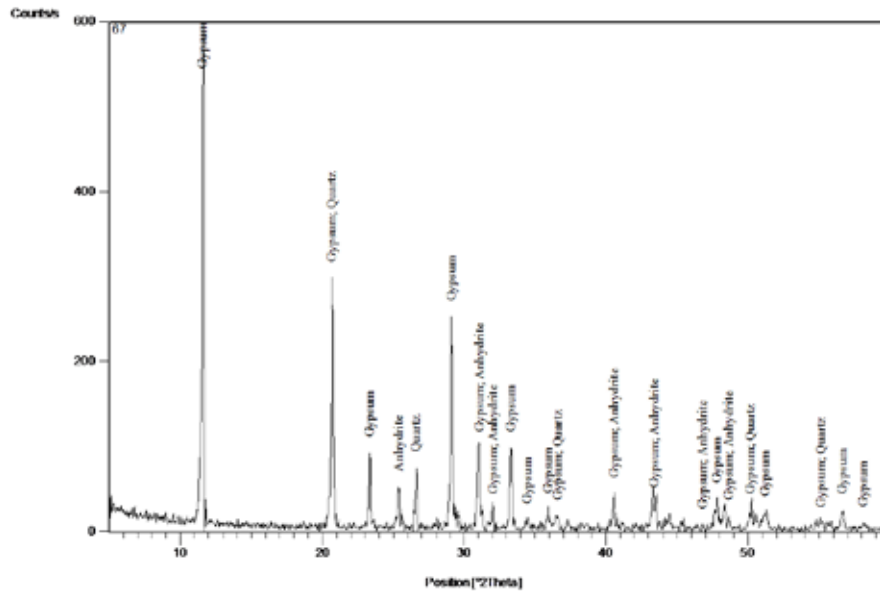


جدول رقم (81)

يوضح المكونات المعدنية للعينة رقم 67 – بيت سيادي

صورة رقم (152)

توضح العينة رقم 67 – بيت سيادي



شكل رقم (145)

يوضح نمط حيود الأشعة السينية للعينة رقم 67 – بيت سيادي

### 3- عينة زخارف جصية رقم 113 – بيت الشيخ سلمان: (موضوع الدراسة)

عينة لأحد الشرفات أو ما يطلق عليها المسننات الموجودة أعلى جدران واجهات بيت الشيخ سلمان بالبحر، ذات لون بني فاتح أو بيج وبها بعض الحبيبات البيضاء. صورة رقم (153)

- نتائج التحليل باستخدام حيود الأشعة السينية:

أظهرت نتائج التحليل أظهرت نتائج التحليل باستخدام حيود الأشعة السينية أن المكون الأساسي للعينة هو الجبس بنسبة 91% مع وجود نسب بسيطة من الكالسيت 4% والانهيدريت 3% والكوارتز 2%. ويوضح نمط حيود الأشعة السينية في الشكل (146) والجدول (82) نتائج تحليل العينة رقم 67.

Compound Name	Chemical Formula	SemiQuant [%]
Gypsum	CaSO <sub>4</sub> .2H <sub>2</sub> O	91
Quartz	SiO <sub>2</sub>	2
Calcite	CaCO <sub>3</sub>	4
Anhydrite	CaSO <sub>4</sub>	3

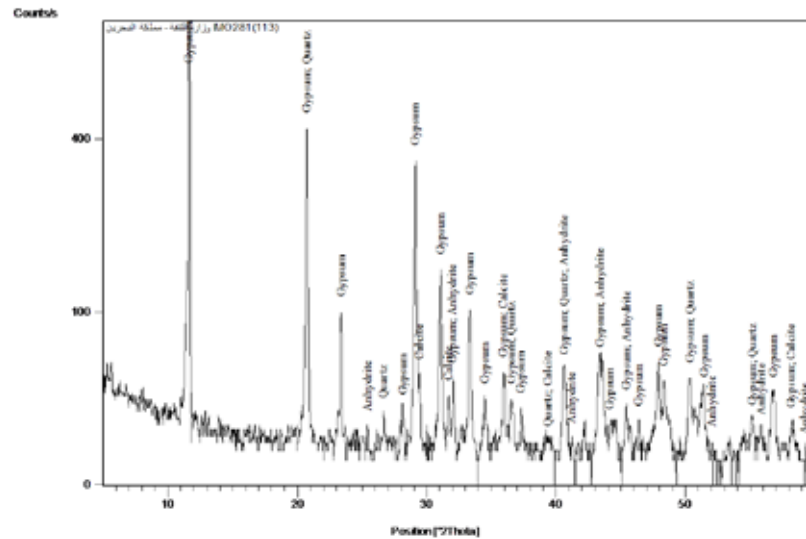


جدول رقم (82)

يوضح المكونات المعدنية للعينة رقم 113 – بيت الشيخ سلمان

صورة رقم (153)

توضح العينة رقم 113 – بيت الشيخ سلمان



شكل رقم (146)

يوضح نمط حيود الأشعة السينية للعينة رقم 113 – بيت الشيخ سلمان

#### خلاصة نتائج دراسة وتحليل عينات الزخارف الجصية:

يطلق اصطلاحاً على هذا النوع من الزخارف اسم الزخارف الجصية، وقد أثبتت نتائج التحليل السابقة باستخدام حيود الأشعة السينية أن المكون الأساسي لها هو الجبس الممثل في معدني الجبس والانهيدريت، بالإضافة إلى وجود الكوارتز والكالسيت بنسب بسيطة جداً في بعض العينات.

## خامسا: نتائج تحليل ودراسة عينات ملحية:

تم دراسة وتحليل عدد من العينات الملحية باستخدام حيود الأشعة السينية. حيث تم أخذ العينتين من كلٍ من بيت الشيخ عيسى بن علي وبيت فخرو بمدينة المحرق.

### 1- عينة ملح رقم 55 – بيت الشيخ عيسى بن علي:

عينة ملح من أحد الجدران في الدور الأرضي من بيت الشيخ عيسى بن علي بالمحرق، ذات لون ابيض وزغبية المظهر وناعمة. صورة رقم (154)

- نتائج التحليل باستخدام حيود الأشعة السينية:

أظهرت نتائج التحليل بحيود الأشعة السينية أنها تتكون من كل من الجبس وستاركيت وهيكساهيدريت. يُلاحظ أن الأملاح المكونة لهذه العينة الملحية جميعها أملاح أو معادن كبريتية مائية. فالجبس ناتج عن استخدام المونة الجبسية في جدران المنزل، وأما معدني ستاركيت وهيكساهيدريت فيلاحظ أنهما يتكونان أساسا من كبريتات الماغنسيوم المائية. فملح الستاركيت ينتج عن تبخر المياه الأرضية والسطحية وتكون في شكل زغبي على السطح، وأما أو ملح الهيكساهيدريت يعتبر أحد المكونات المهمة لترسبات مياه البحر المتبخرة.<sup>395</sup> ويوضح نمط حيود الأشعة السينية في الشكل (147) والجدول (83) نتائج تحليل العينة رقم 55.

Compound Name	Chemical Formula
Gypsum	CaSO <sub>4</sub> ·2H <sub>2</sub> O
Starkeyite	MgSO <sub>4</sub> ·4H <sub>2</sub> O
Hexahydrate	MgSO <sub>4</sub> ·6H <sub>2</sub> O

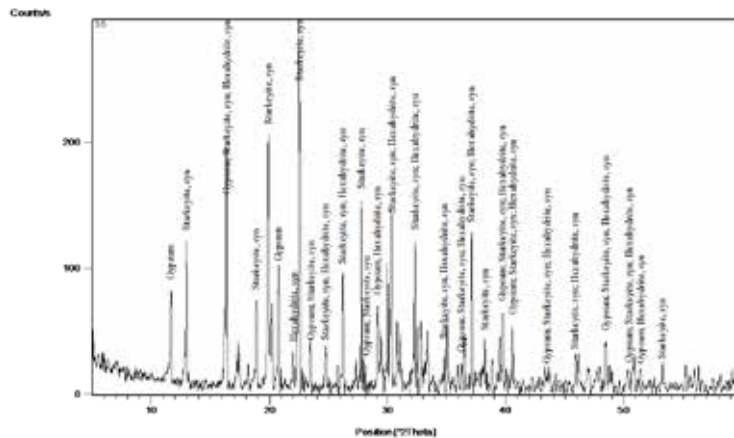


جدول رقم (83)

يوضح المكونات المعدنية للعينة الملحية رقم 55 – بيت عيسى بن علي

صورة رقم (154)

توضح العينة الملحية رقم 55 – بيت عيسى بن علي



شكل رقم (147)

يوضح نمط حيود الأشعة السينية للعينة الملحية رقم 55 – بيت عيسى بن علي

الفصوص والتحاليل على مواد البناء لعدد من المباني التراثية بالمرق مع تجارب اختيار مواد الترميم المناسبة

2- عينة ملح رقم 706/35 – بيت فخرو:

عينة ملح من سطح أحد الجدران المطلية بطبقة ملاط اسمنتية في بيت فخر. العينة عبارة عن قشور ملحية بيضاء بها شوائب بنية اللون. صورة رقم (155)

- نتائج التحليل باستخدام حيود الأشعة السينية:

أظهرت نتائج التحليل بحيود الأشعة السينية أن المكون الأساسي للعينة هو الهاليت بنسبة 86% والمكون الثانوي هو الأكميت أو ما يطلق عليه أيضا إيجيرين بنسبة 14%. الهاليت "كلوريد الصوديوم" هو الملح السائد في البحرين والذي عثر عليه في العديد من عينات مواد البناء القديمة التي تم تحليلها مسبقا في هذا الباب من البحث.

Compound Name	Chemical Formula	SemiQuant [%]
Halite	NaCl	86
Acmite/Aegirine	NaFe Si <sub>2</sub> O <sub>6</sub>	14

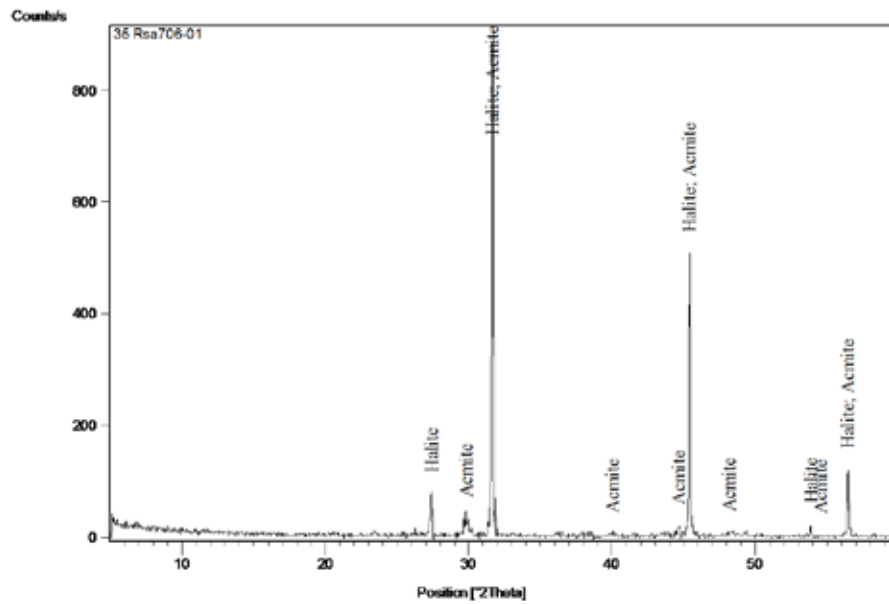


جدول رقم (84)

يوضح المكونات المعدنية للعينة الملحية رقم 706/35 – بيت فخرو

صورة رقم (155)

توضح العينة الملحية رقم 706/35 – بيت فخرو



شكل رقم (148)

يوضح نمط حيود الأشعة السينية الملحية رقم 706/35 – بيت فخرو

## سادسا: نتائج دراسة وتحليل عينات التربة لمدينة المحرق:

بهدف التعرف على خصائص التربة التي بُنيت عليها المباني القديمة في المحرق؛ تم أخذ 3 عينات تربة من مواقع مختلفة في المحرق وتم دراستها وتحليلها باستخدام كل من حيود الأشعة السينية والامتصاص الذري وكذلك تحليل الأملح الذاتية، مع إجراء تحليل الفصل المعدني للتعرف على المركبات الطينية.

### - نتائج التحليل باستخدام حيود الأشعة السينية لعينات التربة:

#### - عينة تربة رقم 111 - المحرق:

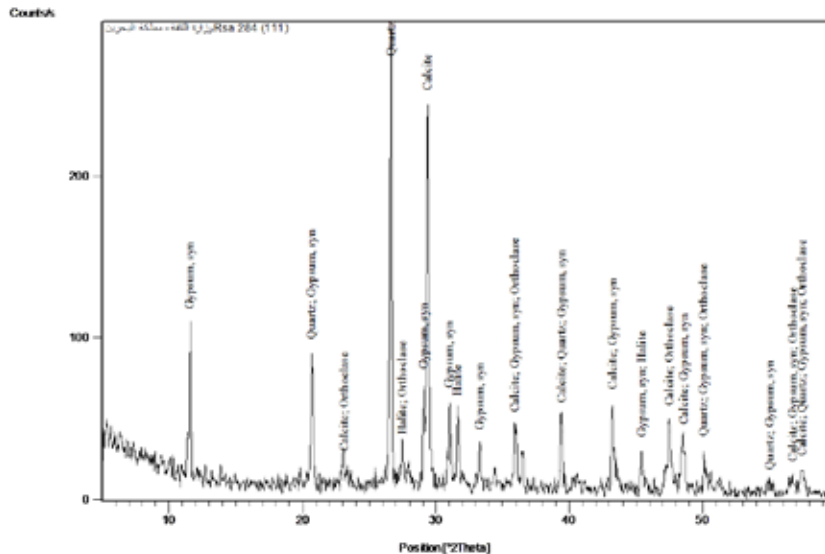
عينة تربة أو رمل مأخوذة من عمق 20،1 سم من الفناء الداخلي لبيت الشيخ سلمان بن حمد بمدينة المحرق.

أظهرت نتائج التحليل باستخدام حيود الأشعة السينية أن المكون الأساسي للعينة هو الكوارتز بنسبة 42% بالإضافة إلى وجود مكونان ثانويان يتواجدان بنسب مرتفعة وهما الكالسيت بنسبة 30% والجبس بنسبة 21%، بالإضافة إلى وجود الهاليت بنسبة 4% والأورثوكليز بنسبة 3%. ووجود ملح الهاليت في التربة يعتبر أحد مصادر الملح الموجودة في مواد البناء في الجدران نتيجة انتقاله للجدران بفعل الرطوبة. ويوضح نمط حيود الأشعة السينية في الشكل (149) والجدول (85) نتائج تحليل العينة رقم 111.

Compound Name	Chemical Formula	SemiQuant [%]
Calcite	CaCO <sub>3</sub>	30
Quartz	SiO <sub>2</sub>	42
Gypsum	CaSO <sub>4</sub> ·2H <sub>2</sub> O	21
Halite	NaCl	4
Orthoclase	K Al Si <sub>3</sub> O <sub>8</sub>	3

جدول رقم (85)

يوضح المكونات المعدنية لعينة التربة رقم 111 - المحرق



شكل رقم (149)

يوضح نمط حيود الأشعة السينية لعينة التربة رقم 111 - المحرق



الفحوص والتحليل على مواد البناء لعدد من المباني التراثية بالمرق مع تجارب اختيار مواد الترميم المناسبة

- عينة تربة رقم 112 - المرق:

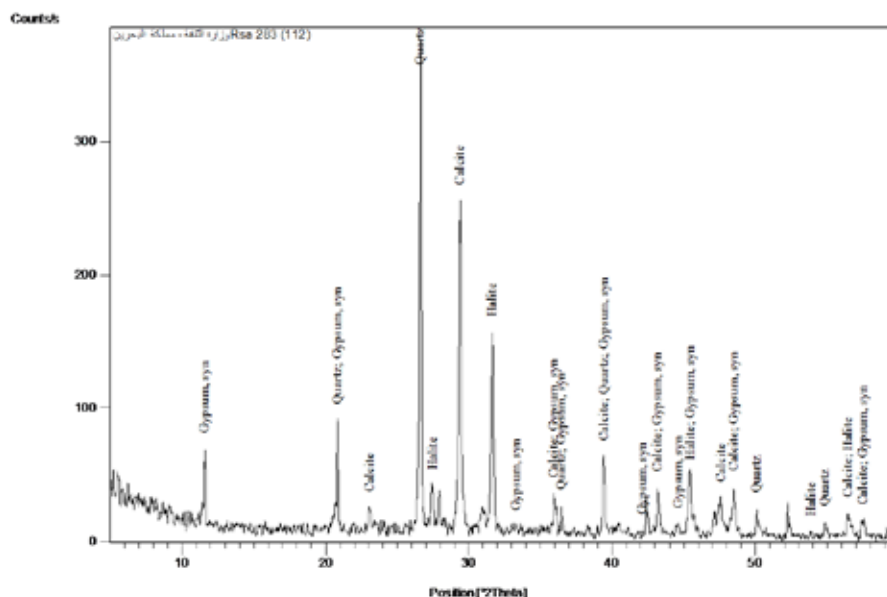
عينة تربة أو رمل مأخوذة من عمق 30 سم من الفناء الخلفي لداكاين سيادي بسوق القصرية بمدينة المرق.

أظهرت نتائج التحليل باستخدام حيود الأشعة السينية أن المكون الأساسي للعينة هو الكوارتز بنسبة 52% والمكون الثانوي هو الكالسيت بنسبة 30%، بالإضافة إلى وجود نسب بسيطة من الهاليت بنسبة 10% والجبس بنسبة 8%.

Compound Name	Chemical Formula	SemiQuant [%]
Calcite	CaCO <sub>3</sub>	30
Quartz	SiO <sub>2</sub>	52
Halite	NaCl	10
Gypsum	CaSO <sub>4</sub> · 2H <sub>2</sub> O	8

جدول رقم (86)

يوضح المكونات المعدنية لعينة التربة رقم 112 - المرق



شكل رقم (150)

يوضح نمط حيود الأشعة السينية لعينة التربة رقم 112 - المرق

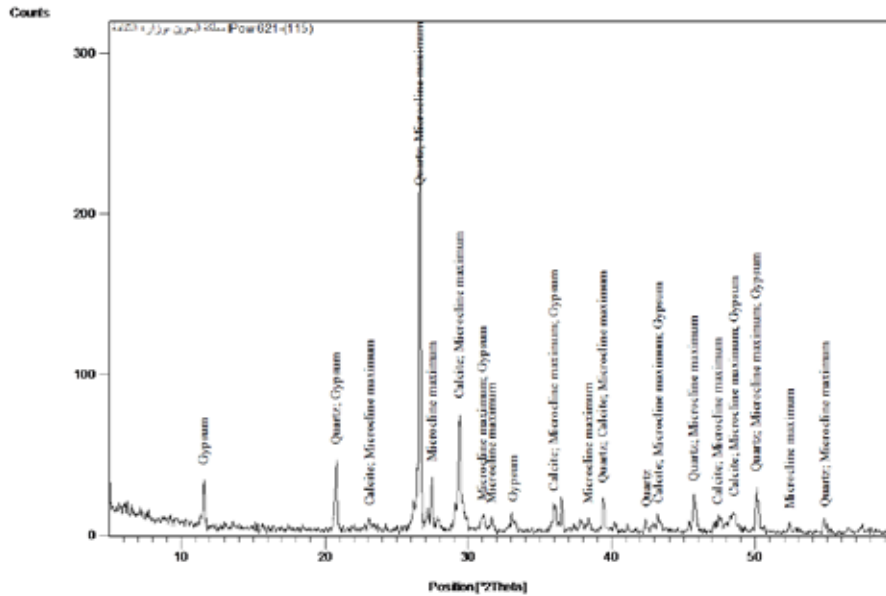
### - عينة التربة 115 - المحرق:

عينة تربة مأخوذة من عمق 30 سم من الساحة المقابلة لبيت الشيخ عيسى بن علي بمدينة المحرق. أظهرت نتائج التحليل بحيود الأشعة السينية أن المكون الأساسي للعينة هو الكوارتز بنسبة 52% والمكون الثانوي هو المايكروكلين بنسبة 29% مع وجود نسب من الكالسيت بنسبة 11% والجبس بنسبة 8%. ويوضح نمط حيود الأشعة السينية في الشكل (151) والجدول (87) نتائج تحليل العينة رقم 115.

Compound Name	Chemical Formula	SemiQuant [%]
Quartz	Si O <sub>2</sub>	52
Calcite	Ca (C O <sub>3</sub> )	11
Microcline	K (Al Si <sub>3</sub> ) O <sub>8</sub>	29
Gypsum	Ca S O <sub>4</sub> · 2 H <sub>2</sub> O	8

جدول رقم (87)

يوضح المكونات المعدنية لعينة التربة رقم 115 - المحرق



شكل رقم (151)

يوضح نمط حيود الأشعة السينية لعينة التربة رقم 115 - المحرق

### - نتائج تحليل الامتصاص الذري لعينات التربة Atomic Absorption:

تم خلط العينات الثلاث وإجراء التحليل بالامتصاص الذري لهم بمعمل التحاليل الدقيقة بكلية العلوم بجامعة القاهرة. وقد استخدم هذا النوع من التحليل العلمي للتعرف على نسبة بعض العناصر الكيميائية في العينات وتأكيد نتائج حيود الأشعة السينية. وقد أظهرت نتائج التحليل أن أعلى نسبة هي لعنصر الكالسيوم Ca، يليه عنصر الصوديوم Na ومن ثم عنصر البوتاسيوم K، مع نسبة ضئيلة من عنصر الماغنيسيوم Mg.

Chemical Element		Wt %
Ca	Calcium	0.776
Na	Sodium	0.407
K	Potassium	0.307
Mg	Magnesium	0.02934

جدول رقم (88)

يوضح نتائج التحليل بالامتصاص الذري لعينة التربة 115

### - نتائج تحليل الأملاح الذائبة الكلية T.D.S لعينات التربة:

يعرف هذا التحليل باسم تحليل الأملاح الذائبة الكلية Total Dissolved Solids. وقد استخدم الباحث هذه الطريقة للتعرف على نسبة بعض الأملاح الذائبة في عينة التربة. وقد تم إجراء التحليل بمعمل التحاليل الدقيقة بكلية العلوم بجامعة القاهرة. وقد أظهرت نتائج التحليل أن نسبة الأملاح الذائبة في عينة التربة هي 2.29 g/L. وأن نسبة الكبريتات sulphate في العينة هي 2.388% ونسبة الكلوريد Chloride هي 0.01266%.

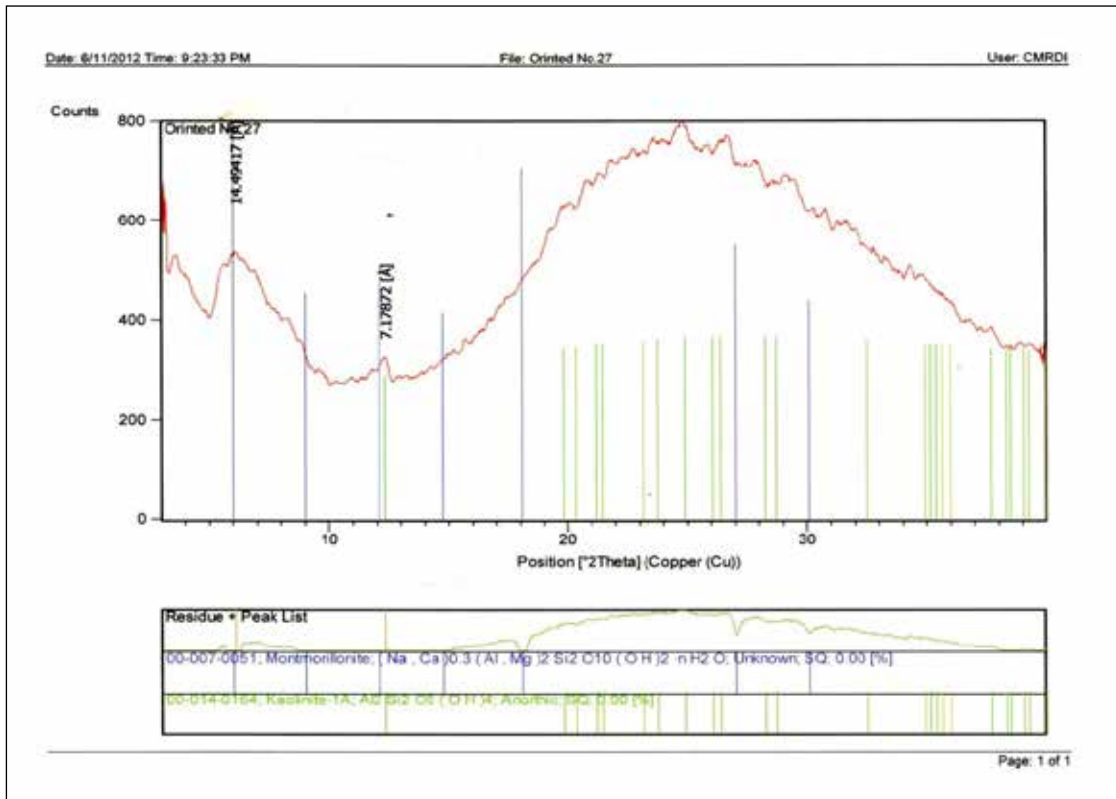
### - نتائج الفصل المعدني للمعادن الطينية في عينات التربة:

استخدمت هذه الطريقة من التحليل للتعرف على وجود المركبات الطينية في التربة التي لم يتم التعرف على وجودها باستخدام التحاليل السابقة. وقد أظهرت نتائج التحليل وجود اثنين من المركبات الطينية في عينة التربة وهما المونتموريلونيت Montmorillonite والكاولينيت Kaolinite.

- Montmorillonite:  $(Na, Ca)_{0,3} (Al, Mg)_2 Si_2 O_{10} (OH)_2 \cdot n(H_2O)$ .
- Kaolinite:  $Al_2 Si_2 O_5 (OH)_4$

وبدراسة نتائج التحاليل السابقة لعينات التربة لوحظ وجود معادن الكوارتز والكالسيت والجبس في جميع العينات، وأن أعلى نسبة هي للكوارتز، يليه الكالسيت ومن ثم الجبس، مع وجود نسبة بسيطة من معدني المايكروكلين والأورثوكليز، بالإضافة إلى وجود نسبة ضئيلة من ملح الهاليت. وقد أكدت نتائج الامتصاص الذري وجود نسبة عالية من الكالسيت في التربة. فيما أظهرت نتائج الفصل المعدني وجود معادن طينية في التربة بنسبة بسيطة. بالإضافة إلى أن تحليل الأملاح الذائبة الكلية أثبت ملوحة التربة.

وبهذا يمكن أن نستخلص بأن هذه التربة تتكون بشكل أساسي من الكواتز والكالسيت مع وجود نسبة من الجبس. وأنها تربة تنسم بملوحتها العالية والتي بدورها تؤثر على مواد البناء القديمة نتيجة انتقالها لجردان المباني بفعل الرطوبة في صورة محاليل ملحية، وتعمل على تلفها عند تبلورها. كما أن وجود المركبات الطينية في التربة يجعلها تلعب دوراً متلفاً للمباني القديمة عند امتصاصها للرطوبة وانتفاخها، أو عند انكماشها بفقدانها للرطوبة.



شكل رقم (152)

يوضح نتائج الفصل المعدني للمعادن الطينية في تربة المحرق

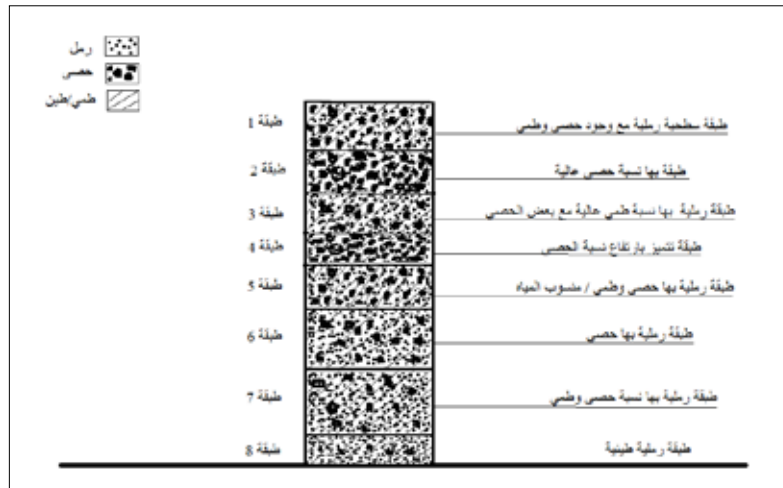
## سابعا: نتائج دراسة التتابع الطبقي لتربة المرق:

بههدف التعرف على خصائص التربة أو التتابع الطبقي لتربة مدينة المرق؛ تم عمل مجس بعمق يصل تقريبا إلى 9 م بالقرب من دكاكين سيادي بسوق القيصرية بمدينة المرق. وقد تم التنفيذ بواسطة مختبرات انترلاب "InterLab" في البحرين.

رقم الطبقة	العمق / سم	نسبة تواجد الحصى بالعينة %	نسبة تواجد الرمل بالعينة %	نسبة تواجد الطمي بالعينة %	الوصف
1.	0 - 50	30	44	26	الطبقة السطحية تتميز بتكوينها الرمي مع وجود حصى وطي أو طين
2.	50 - 150	43	35	22	تتميز بارتفاع نسبة الحصى
3.	150 - 200	18	56	26	طبقة رملية وسيلتية مع وجود نسبة بسيطة من الحصى
4.	200 - 250	57	34	9	تتميز بارتفاع نسبة الحصى بشكل أكبر
5.	250 - 400	32	47	21	طبقة رملية، بها حصى وطي (مستوى منسوب المياه)
6.	400 - 600	37	60	3	طبقة رملية بها حصى
7.	600 - 800	21	56	23	طبقة رملية بها نسبة حصى وطي
8.	800 - 850	10	64	26	طبقة رملية طينية

جدول رقم (89)

يوضح التتابع الطبقي لعينة تربة دكاكين سيادي بالمرق، ووصف حبيباتها



شكل رقم (153)

يوضح التتابع الطبقي لعينة تربة دكاكين سيادي بالمرق

من خلال دراسة نتائج المجس الذي تم تنفيذه في التربة المجاورة لدكاكين سيادي بالمحرق تم التعرف على أن منسوب المياه تحت سطحية في الموقع تقع على عمق حوالي 250 سم من سطح الأرض. وأن تربة الموقع تتميز بكونها رملية مع وجود الحصى والطيني، حيث يبلغ متوسط نسب وجود الرمل والحصى والطيني في طبقات المجس التي تم تنفيذه في الموقع على عمق حوالي 9 م، كالتالي: (الرمل 49,5% - الحصى 31% - الطمي 19,5%).

## ثامنا: نتائج دراسة وتحليل عينات مياه من مدينتي المحرق والمنامة:

تم أخذ عدد عينات من المياه تحت السطحية، أحدهما من السوق التراثية القديمة "الصفافير" في مدينة المنامة وذلك على عمق 80 سم، والأخرى من فناء بيت الشيخ سلمان بن حمد بمدينة المحرق وذلك على عمق 100 سم. وقد تم أخذ العينتين من منطقتين مختلفتين بهدف المقارنة.

وقد تم تحليل العينات في مختبرات المياه في إدارة الرقابة البيئية بالهيئة العامة لحماية الثروة البحرية والبيئة والحياة الفطرية بمملكة البحرين. وقد اظهر التحليل النتائج التالية:

PARAMETERS	UNITS	Manama	Muharraq
pH	pH	7.94	8.01
Conductivity at 25°C	µs/cm	1980.00	7600.00
T.D.S	mg/L	1244.00	5152.00
Total Alkalinity as CaCO <sub>3</sub>	mg/L	151.94	113.29
Ammonia as N	µg/L	4.00	0.00
Chloride - CT	mg/L	357.45	640.24
Total Hardness as CaCO <sub>3</sub>	mg/L	338.55	2800.09
Calcium-Ca	mg/L	94.07	643.50
Magnesium- Mg	mg/L	25.25	290.61
Sodium- Na	mg/L	240.75	450.40
Potassium- K	mg/L	13.69	77.69

### جدول رقم (90)

يوضح نتائج تحليل عينات مياه أرضية من المحرق والمنامة

يُستخلص من النتائج أعلاه، أن عينات المياه تحت السطحية في المحرق والمنامة تتميزان بمكونهما معتدلتا القلوية، وأن عينة مياه المحرق تتصف بالملوحة العالية ونسبة الأملاح الذائبة العالية أيضا وذلك بالمقارنة بعينة المياه المأخوذة من المنامة. وكلتا العينتين تتكونان من عناصر الأملاح الذائبة الممتلئة في الكالسيوم والكلوريد والصوديوم والماغنيسيوم والبوتاسيوم، ولكنها تتواجد بعينة المحرق بنسبة أعلى بكثير من عينة المنامة.

وبهذا يظهر واضحا مدى قدرة المياه الأرضية أو تحت السطحية في مدينة المحرق على تلف المباني القديمة من خلال كونها كمصدر أساسي للأملاح التي تهاجم مواد البناء في صورة محاليل ملحية في الماء. وهذا ما يفسر وجود نسبة عالية من الأملاح في الحجارة والمونة وطبقات الملاط في جدران المباني القديمة.



الفصل الثاني

## التجارب والاختبارات لمواد الترميم المناسبة

أولاً: تجارب اختيار مونة الترميم المناسبة

ثانياً: تجربة حقلية لاختيار مونة الكساء "الملاط" المناسبة

ثالثاً: تجارب اختيار مواد التقوية المناسبة

## أولاً: تجارب اختيار مونة الترميم المناسبة:

تعتبر عملية اختيار مونة الترميم المُراد استخدامها في أعمال ترميم وصيانة المباني والمواقع الأثرية من الخطوات المهمة التي ينبغي اتخاذها قبل البدء بأعمال الترميم؛ وذلك نظراً لأهميتها في مدى نجاح تدخلات الترميم والصيانة. وعملية اختيار مونة الترميم المناسبة تبدأ كما ذكر بإجراء فحوص وتحاليل ودراسة للمونة القديمة في المبنى لمعرفة مكوناتها وتحولاتها ونواتج التلف عليها، وبناءً عليه يتم اقتراح نوع ومكونات المونة الجديدة للترميم، والتي يتبعها إجراء تجارب ودراسات معملية وحقلية على النماذج المُختارة لمعرفة مدى صلاحيتها قبل استخدامها في أعمال الترميم على المبنى.

ولهذا الغرض قام الباحث بعد دراسته ومعرفة لمكونات المونة القديمة وطبقات الملاط القديمة والمواد المتحولة منها في الفصل الأول من الباب الخامس في هذا البحث باقتراح عدة مكونات لمونات لاستخدامها في أعمال الترميم. وقد قام الباحث باختيار عدد 9 مكونات أو خلطات مونة لإجراء الاختبارات عليها لمعرفة مدى صلاحيتها وملائمتها لأعمال ترميم بعض المباني القديمة في مدينة المحرق في البحرين، جدول رقم (91). وترتكز مكونات هذه المون على استخدام مواد طبيعية مشابهة للمواد القديمة التقليدية المستخدمة في أعمال البناء مثل الجير والجبس والرمل، ولكن نظراً لعدم وجود تصنيع محلي في البحرين لكل من الجير والجبس فقد استخدم جير وجبس مستورد من الخارج.

No.	Mix No.	Materials	Ratio / Volume
1.	1	Lime (Calcite) / Sand (Quartz)	1 : 3
2.	2	Gypsum / Sand(Quartz)	2 : ½
3.	3	Gypsum/ Lime(Calcite) / Sand(Quartz)	2 : 1 : ½
4.	4	Gypsum/ Sand(Quartz)	2 : 1
5.	5	Lime(Calcite) / Gypsum/ Sand(Quartz)	1 : 1 : 1
6.	6	Lime(Calcite) / Sand (Quartz)	1 : 2
7.	7	Gypsum	Pure
8.	9	Lime putty(Calcite) / Sand(Quartz)	2 : 3
9.	10	Lime(Calcite) / Gypsum	2 : 1

### جدول رقم (91)

يبين نسب المواد المكونة لنماذج مونة الترميم المقترحة للدراسة

تم إعداد النماذج أو العينات ومن ثم إجراء الاختبارات عليها في "مختبرات الحوطي"<sup>396</sup> في البحرين. وقد تم إعداد وخلق مكونات العينات على الجاف في صورة مسحوق ما عدا العينة رقم 8 حيث استخدم فيها الجير المطفي، وبعد الخلط أُضيف لها الماء بكمية قليلة قدر الإمكان بالقدر الذي يسمح بتحويل المكونات إلى عجينة وذلك بالخلط المتواصل للمكونات حتى الحصول على قوام متماسك.

الفحوص والتحليل على مواد البناء لعدد من المباني التراثية بالبحر مع تجارب اختيار مواد الترميم المناسبة

وبعد ذلك تم صبها في شكل مكعبات طول أضلاعها 4 سم، حيث تم إعداد 3 مكعبات لكل نموذج من خلطات المونة، وتُركت لتجف في ظروف الغرفة لمدة 29 يوم وبعدها أُجريت لها الاختبارات المناسبة مثل نسبة امتصاص الماء والمسامية ومقاومة الضغط. وهي:

- نسبة امتصاص الماء **Water Absorption**: هي كمية الماء الممتصة بواسطة المادة عند غمرها في الماء لمدة زمنية معينة.
- المسامية **Porosity**: هي حجم الفراغات الموجودة في المادة.
- مقاومة الضغط **Compressive Strength**: هي قدرة المادة على مقاومة القوة الواقعة عليها، فالحد أو النقطة التي تبدأ عندها المادة بالتهشم هي مقدار مقاومة ضغط المادة.

ولابد من الإشارة هنا إلى أن المسامية ونسبة امتصاص الماء يعبران عن نسبة نفاذية الماء في المادة.

وبعد إجراء اختبارات كل من نسبة المسامية ونسبة امتصاص الماء ومقاومة الضغط على نماذج مكونات المونة، أظهرت الاختبارات النتائج التالية في الجدول رقم (92):

Sample ID		Test			
Mix No.	Description	Water Absorption (%)	Porosity (Vol. of Permeable pore space voids) (%)	Compressive Strength (N/mm <sup>2</sup> )	
				29 Days	
1.	Mix 1	1 Lime, 3 Sand	11.2 %	31.7 %	0.9
2.	Mix 2	2 Gypsum, ½ Sand	15.3 %	29 %	6.2
3.	Mix 3	2 Gypsum, 1 Lime, ½ Sand	37.4 %	50.7 %	5.4
4.	Mix 4	2 Gypsum, 1 Sand	segregated	segregated	6.2
5.	Mix 5	1 Lime, 1 Gypsum, 1 Sand	41.7 %	55.6 %	1.5
6.	Mix 6	1 Lime, 2 Sand	14.4 %	33.6 %	1.3
7.	Mix 7	Gypsum	48.4 %	58.2 %	7.1
8.	Mix 9	2 Lime putty, 3 Sand	16 %	35.1 %	0.8
9.	Mix 10	2 Lime, 1 Gypsum	60.7 %	62.9 %	5.5

جدول رقم (92)

يوضح نتائج اختبارات امتصاص الماء والمسامية وقوة الضغط لعينات المونة الاختبارية والمقترحة للترميم

وللحصول على نتائج الاختبارات السابقة على عينة قياسية يمكن مقارنتها مع خلطات المونة المقترحة فقد تم إجراء هذه الاختبارات على عينة مونة قديمة من بيت الشيخ سلمان بالمرحوق، وقد أظهرت الاختبارات النتائج التالية:

Water Absorption (%)	Porosity (Vol. of Permeable pore space voids) (%)	Compressive Strength (N/mm <sup>2</sup> ) 29 Days
26 %	36.7 %	2.5

#### جدول رقم (93)

يوضح نتائج اختبارات امتصاص الماء والمسامية وقوة الضغط لعينات مونة قديمة

قبل استعراض ودراسة ومناقشة نتائج الاختبارات السابقة على عينات أو خلطات المونة القديمة، لا بد من التطرق إلى مواصفات المونة المراد استخدامها في أعمال الترميم للمباني القديمة في المرحوق وبالخصوص في مشروع الدراسة وهما بيت الشيخ سلمان ودكاكين سيادي بسوق القيصرية بالمرحوق. فالمواصفات أو الخصائص الأساسية التي نتطلع إليها في مونة الترميم تختلف بحسب الاستخدام ما بين مونة ربط أو مونة كساء. فمواصفات المونة المستخدمة في ربط أحجار البناء، سواء في أعمال التكميل أو إعادة البناء، يُفضل أن تتسم بمقاومة ضغط عالية بحيث تستطيع تحمل الأحمال الواقعة عليها وأن تكون متقاربة مع قوة مقاومة الضغط للمونة القديمة في الجدار، وفي نفس الوقت يُفضل أن تكون ذات نسبة مسامية وامتصاص عالية بحيث تسمح للماء بالتحرك والتبخر من خلالها عوضاً عن تحركها في مواد الجدران الأصلية القديمة؛ مما يسمح ببقاء المبنى فترة أطول نتيجة لعدم تأثر مادة البناء القديمة.

أما بالنسبة إلى مواصفات مونة الكساء "الملاط"، سواء المراد استخدامها في أعمال كساء جديدة أو أعمال استكمال لطبقات ملاط قديمة مفقودة، يُفضل أن تتسم بقوة مقاومة ضغط متوسطة ونسبة مسامية وامتصاص عالية بحيث تسمح للمحاليل الملحية بالنفاذ باتجاه السطح والتبخر.

#### - اختيار مونة الربط:

أظهرت نتائج تحليل ودراسة عينات المونة لعدد من المباني القديمة بمدينة المرحوق التي تمت في الفصل الأول من الباب الخامس لهذا البحث أن المكون الأساسي للمونة هي مادة الجبس مع وجود نسبة من التربة أو الرمل، ونسب هذه المكونات تختلف من موقع لآخر.

والمواصفات المطلوبة في مونة الربط بين الحجار في الجدران كما ذكر أعلاه هي مقاومة ضغط عالية ونسبة مسامية وامتصاص عالية. ودراسة نتائج الاختبارات الفيزيائية في الجدول رقم (92) ومقارنتها بنتائج اختبارات عينة المونة القديمة في الجدول رقم (93) أعلاه، نستخلص التالي:

- أن العينة أو خلطة المونة رقم (Mix 3) والمكونة من (2 جبس - 1 جبر - 1/2 رمل) هي الأفضل نظراً؛ لتقارب خصائصها الفيزيائية مع خصائص المونة القديمة واتسامها بمقاومة ضغط عالية ونسبة مسامية وامتصاص للماء عالية، وكذلك نظراً لتشابه مكوناتها مع مكونات المونة القديمة في مباني المرحوق القديمة من حيث نسبة الجبس العالية، أما وجود الجبر فيها فهو للتحسين من خواصها.

وتجدر الإشارة هنا إلى أنه من المتعارف عليه أن الجبس يتلف ويتحول إلى انهيدريت عند تعرضها لدرجات الحرارة العالية كما هو الحال في البحرين، وقد تم الأخذ بهذه الظاهرة في الاعتبار، وبناء عليه تم تقليل نسبة تواجدتها في المونة التجريبية وتعويضها بالجير، مع العلم أن المونة التي يدخل في تركيبها الجبس سوف لن تكون عرضة للظروف الخارجية حيث ستكون في عمق الجدار.

### - اختيار مونة الملاط:

أظهرت نتائج تحليل ودراسة عينات طبقات الملاط لعدد من المباني القديمة بمدينة المحرق التي تمت في الفصل الأول من الباب الخامس لهذا البحث أن المكون الأساسي لمونة الملاط هي مادة الجبس بالإضافة إلى وجود الجير والرمل في العديد من العينات، ونسب هذه المكونات تختلف من موقع لآخر. والمواصفات المطلوبة في مونة الملاط، سواء المراد استخدامها في أعمال كساء جديدة أو أعمال استكمال لطبقات ملاط قديمة مفقودة، هي أن تتسم بقوة مقاومة ضغط متوسطة ونسبة مسامية وامتصاص عالية بحيث تسمح للمياه بالنفاذ باتجاه السطح والتبخر. ودراسة نتائج الاختبارات الفيزيائية في الجدول رقم (92) نستخلص التالي:

- العينة أو خلطة المونة رقم (Mix 10) والمكونة من (2 جير - 1 جبس) هي الأعلى من حيث نسبة المسامية وامتصاص الماء وذات مقاومة ضغط متوسطة مقارنة بالعينات الأخرى، كما أنها تتشابه إلى حد ما مع مكونات الملاط القديمة في مباني المحرق إلا أن المونة القديمة ذات نسبة جبس عالية؛ ولكن نظراً لتلف الجبس في الظروف الخارجية من حرارة ورطوبة تم الاستعاضة عنه بزيادة نسبة الجير في الخلطة، لذلك فإن العينة رقم (Mix 10) هي الأنسب لاستخدامها كمونة كساء.

- العينة أو خلطة المونة رقم (Mix 3) والمكونة من (2 جبس - 1 جير - 1/2 رمل) مناسبة للاستخدام كمونة ملاط وبالخصوص على الأسطح الداخلية، نظراً لتشابه مكوناتها مع مكونات مونات طبقات الملاط التي تم التعرف عليها من خلال نتائج التحاليل السابقة لهذا الباب من البحث.

والجدير بالذكر أن الدراسات الحقلية الحديثة أظهرت توجه بعض المرممين لاستخدام بعض المونات الحديثة بمسميات تجارية مختلفة مثل (Malta 6001) و (Malta 6002) وهي منتجات إيطالية تستخدم في أعمال الكساء والاستكمال في المباني التاريخية والمواقع الأثرية حيث أن نسبة الملح فيها لا تتجاوز 5%. وهي عبارة عن مونة جيرية هيدروليكية تتكون من مواد مختلفة مثل البوزولانا والسيليكا، وتتميز بسهولة الاستخدام وسرعة التصلب وقدرتها العالية على ربط الحبيبات.<sup>397</sup>



## ثانياً: تجربة حقلية لاختيار مونة الكساء "الملاط" المناسبة:

بهدف التعرف على مدى صلاحية خلطات المونة السابقة لاستخدامها كطبقات ملاط؛ فقد تم تطبيق خلطات المونة التجريبية المذكورة أعلاه في الجدول رقم (92) والبالغ عددها 9 خلطات والتي تتركب من الجير والجبس والرمل بنسب مختلفة، وذلك على احد جدران بيت سيادي التاريخي في مدينة المحرق القديمة. وقد تُركت على سطح الجدار لمدة 17 شهراً، مع مراقبتها بشكل دوري كل 3 أشهر لتسجيل حالتها ومقاومتها وقدرتها على البقاء. وقد رُوِيَ تنفيذ الخلطات المكونة أساساً من الجبس على أسطح جدران ذات ظروف داخلية في البيت بعيدة عن تأثير أشعة الشمس والظروف الخارجية.

يناير 2012	اغسطس 2010	رقم العينة
		<b>Mix 1</b> 1 lime, 3 sand
		<b>Mix 2</b> 2 gypsum, ½ Sand
		<b>Mix 3</b> 2gypsum, 1 lime, ½ Sand
		<b>Mix 4</b> 2 gypsum, 1 sand
		<b>Mix 5</b> 1 lime, 1 gypsum, 1 sand
		<b>Mix 6</b> 1 Lime, 2 Sand



الفحوص والتحليل على مواد البناء لعدد من المباني التراثية بالبحر مع تجارب اختيار مواد الترميم المناسبة

		Mix 7 gypsum
		Mix 9 2 Lim putty, 3 sand
		Mix 10 2 Lime, 1 Gypsum

جدول رقم (94)

يوضح الصور التي تظهر عينات طبقات الملاط التجريبية في بيت سيادي في الفترة الممتدة من أغسطس 2010 – يناير 2011

ومن خلال المراقبة الدورية لعينات المونة، تم تسجيل الملاحظات التالية:

- **العينة رقم (1)** والمكونة من (1 جير + 3 رمل) بدأت تتلف وتتساقط في شكل حبيبات وقشور بعد 6 أشهر من تنفيذها على الجدار.
- **العينة رقم (2)** والمكونة من (2 جبس + ½ رمل) والتي تم تنفيذها بداخل البيت، حدث لها شروخ دقيقة وصغيرة غير متصلة بعد جفافها، ولكنها تتميز بصلاية وقوة التصاق عالية بسطح الجدار، وذات لون بيح مناسب.
- **العينة رقم (3)** والمكونة من (2 جبس + 1 جير + ½ رمل)، أعطت لون جيد "بيح" وقوة التصاق عالية بسطح الجدار وذات سطح أملس، ولكن بعد 17 شهرا بدأ سطح العينة يعطي المظهر الخشن، وهذا التغير لا يشكل عيبا في المونة.
- **العينة رقم (5)** والمكونة من (1 جير + 1 جبس + 1 رمل)، أعطت لون مناسب وقوة التصاق عالية ولم يتغير مظهر سطحها.
- **العينة رقم (6)** والمكونة من (1 جير + 1 رمل)، ظهرت عليها بعض الشروخ نظرا لسوء التنفيذ في الموقع حيث لم يسمح لها بالجفاف ببطء، أعطت لون مناسب وقوة التصاق عالية ولم يتغير مظهر سطحها.
- **العينة رقم (7)** والمكونة من (جبس فقط) ومنفذة على سطح داخلي، أعطت قوة التصاق عالية بسطح الجدار ولم يتغير مظهرها بعد فترة 17 شهر.

- **العينة رقم (9)** والمكونة من (2 جبر مطفي + 3 رمل) بدأت تتشقق بعد جفافها مباشرة نظرا لسوء التطبيق؛ حيث تم تنفيذها في شهر أغسطس حيث درجات الحرارة العالية ولم يتم تغطيتها للسماح لها بالجفاف ببطء، إلا أنها أعطت لون مناسب بني فاتح "بيج" وما زالت ثابتة على الجدار.

- **العينة رقم (10)** والمكونة من (2 جبر + 1 جبس) أعطت قوة التصاق عالية بسطح الجدار وذات لون بيج مناسب ولم يتغير مظهرها بعد فترة 17 شهر.

وبهذا يمكن أن نخلص إلى أن العينتين رقم (3) و(10) أكدتا صلاحيتهما للاستخدام كطبقات ملاط أثناء أعمال الترميم، حيث يمكن تطبيق العينة رقم 3 على الأسطح الداخلية للمبنى، بينما تطبق العينة رقم 10 على الأسطح الخارجية.

### ثالثا: تجارب اختيار مواد التقوية المناسبة:

إن الهدف الأساسي من اختبار عدد من مواد التقوية هو لاستخدامها في أعمال تقوية الزخارف الجصية الموجودة في المباني القديمة في البحرين وبالأخص في مدينة المحرق، حيث أن عدد كبير من هذه اللوحات الجصية قد تعرضت للتلف والضعف والتفتت وبحاجة ماسة إلى إجراء تقوية لها لضمان استمرار بقائها.

وقبل البدء بعملية التقوية لابد من الأخذ في الاعتبار دراسة وجمع معلومات كافية عن ثلاث محاور أساسية تساعد على اختيار مادة التقوية المناسبة وهي:

- طبيعة المادة المراد تقويتها.
- الظروف الجوية المحيطة بها (خارج أو داخل المبنى)
- خصائص مادة التقوية (مميزات وعيوب)

بدراسة بعض الزخارف الجبسية الموجودة في بعض المباني التاريخية في مدينة المحرق عن طريق تحليل عدد من العينات باستخدام تقنية حيود الأشعة السينية بشكل أساسي، تبين أن المادة الأساسية المكونة لتلك الزخارف هي فعلا مطابقة لما هو متعارف عليه من مسمى لهذه الزخارف وهي مادة الجبس مع وجود نسبة من الجير وشوائب من الرمل.

وبدراسة الظروف المناخية أو الجوية في البحرين اعتمادا على سجلات الأرصاد الجوية (كما هو مبين في الباب الثالث من هذا البحث) تبين أن مناخ البحرين يتميز بارتفاع درجات الحرارة والرطوبة في فصل الصيف حيث تصل فيه الحرارة إلى أكثر من 40 درجة مئوية، وتصل فيه الرطوبة إلى أكثر من 80%. أما فصل الشتاء والذي لا يمتد طويلا تنخفض فيه درجات الحرارة قليلا وتزداد فيه ظاهرة التكاثف ليلا وفي الصباح الباكر، وتهطل فيه الأمطار قليلا ولكن بشدة أحيانا.

وبناء على ما ذكر أعلاه من معلومات حول طبيعة مادة البناء المراد تقويتها ومعلومات عن الظروف الجوية المحيطة بها، يبقى الآن الحصول على معلومات كافية عن بعض مواد التقوية للوقوف على مدى صلاحيتها للاستخدام مع مادة البناء وملائمتها للظروف المحيطة. وبالفعل تم استعراض غالبية المواد المستخدمة في تقوية الآثار في الفصل الثالث من الباب الرابع، وبناء على تلك المعلومات تم اختيار عدد من مواد التقوية الممكن استخدامها في تقوية الزخارف الجبسية في بعض المباني التاريخية في مدينة المحرق وهي مذكورة أدناه مع استعراض مميزات:

#### 1- مادة البارالويد B72:

ذات ثبات جيد ضد التأثير بعوامل التقادم الزمني من حرارة وأكسجين وأشعة فوق البنفسجية، ولا يصفر لونها. وهي مادة تعمل على تغطية السطح المعالج بشكل متجانس، وثابتة مع دورات البلل والجفاف. ومن عيوب هذه المادة أنها تشوه سطح الأثر ببقع داكنة ناتجة عن نمو بعض الكائنات الحية الدقيقة، ويصفر لونها مع مرور الوقت، بالرغم أن بعض المصادر تشير إلى أن لونه لا يتغير بتعرضه للحرارة ولا يتحول لونه للأصفر. بالإضافة إلى توافرها في الأسواق وسهولة الحصول عليها، ومنخفضة التكلفة بالمقارنة مع مواد التقوية المخلفة الأخرى.

## 2- السيليكون فاكر OH 100 (Wacker OH 100):

هي أحد الأسماء التجارية التي تتكون أساساً من مادة سيليكات الإيثيل Ethyl Silicates، التي تتميز بقدرتها العالية على التغلغل بداخل مسام الأثر، وقدرتها المنخفضة على منع عملية التبخر Vapour Permeability، وبالتالي فإنها تسمح لمادة البناء بالتنفس، حيث تسمح للرطوبة والمحاليل الملحية بالخروج من مسامها. وهذه العملية ممكن أن تؤدي إلى ظهور بعض البلورات الملحية على سطح المادة المعالجة مباشرة. بالإضافة إلى أنها لا تؤدي إلى حدوث اختلاف أو انفصال بين المساحات المعالجة وغير المعالجة ولا يتغير لونها، وإن حدث تغير لوني لها فإنه يقل بعد 18 شهراً. وعيها الوحيد هو قوة ربطها الضعيفة. وتعتمد هذه المادة في عملها على وجودة الرطوبة، وعند تبلرها تنتج مادة مشابهة لمادة السليكا. وقد اختيرت هذه المادة لتناسبها مع ظروف البحرين من حيث احتياجها إلى الرطوبة لتقوم بعملها، وتشابه تكوينها من حيث وجود السليكا مع وجود الرمل في خلطة بعض المواد الزخرافية.

## 3- ماء الجير Lime Water:

هو عبارة عن هيدروكسيد الكالسيوم  $Ca(OH)_2$ . يتم تحضيره بإذابة 1 جم لكل لتر ماء، أو يتم الحصول عليه من الماء الناتج عن إطفاء الجير. فبمجرد تبخر الماء يبدأ هيدروكسيد الكالسيوم بالترسب ويأخذ بالتفاعل مع ثاني أكسيد الكربون ليتحول إلى كربونات الكالسيوم تترسب بين المسام لتعمل على تقوية المادة، ولكن تقويتها ضعيفة نسبياً ولا تتغلغل بشكل كبير في مسام المادة المقواه.

وقد اختيرت هذه المادة في التقوية؛ نظراً لتكوينها المشابه لتكوين مادة البناء المراد تقويتها حيث أن تكوينها الأساسي هو الكالسيوم، وهي مادة طبيعية سبق استخدامها في أعمال التقوية وما زالت تستخدم، ومن السهل الحصول عليها.

## 4- الكالوسيل (Nano Lime) CaloSiL:

منتج ألماني، تنتجه شركة IBZ-Salzchemie GmbH & Co.KG. وهذه المادة عبارة عن جزيئات من الجير بحجم النانو، يصل حجم جزيئاتها إلى 150 nm، وهي مذابة في مذيب عضوي مثل الإيثانول أو الأيزوبانول أو بروبانول. تستخدم مادة الكالوسيل في تقوية الحجارة وطبقات الملاط والمونة، حيث تعتمد عملية التقوية على تكون هيدروكسيد الكالسيوم صلب بعد تبخر المذيب وتحويله إلى كربونات الكالسيوم بعد تفاعله مع ثاني أكسيد الكربون في وجود الرطوبة؛ لذا يفضل إضافة كمية قليلة من الماء إلى الكالوسيل عند التطبيق.

وقد تم اختيار منتجين من هذه المادة لإجراء الاختبار عليهما في تقوية الزخارف الجبسية في البحرين وهما:

- كالوسيل مذاب في الإيثانول: يستخدم في التقوية السطحية وبأعمق ليست بكبيرة مثل الصور الجدارية والأسطح التالفة.
- كالوسيل مذاب في الأيزوبانول: يستخدم في تقوية الأجزاء العميقة في المادة بحيث يتغلغل إلى عمق كبير في المادة. يمكن استخدامه في تقوية الصور الجدارية والأسطح التالفة والحجارة والمونة وطبقات الملاط ذات المسامية المنخفضة.

## 5- خليط من مستحلب البولي فينيل أسيتات مع ماء الجير PVAc emulsion & Lime water:

في محاولة من الباحث للوصول لمادة تقوية لربما تكون مناسبة لأعمال تقوية الزخارف الجصية التي تتكون أساساً من الجبس، قام بتجربة خليط مكون من مادة عضوية مخلقة صناعية وهي مستحلب خلات الفينيل المبلرة Polyvinyl Acetate Emulsion مع مادة غير عضوية طبيعية تتمثل في ماء الجير Lime Water حيث تم تخفيف مستحلب خلات الفينيل المبلرة باستخدام ماء الجير.

بالنسبة إلى مواصفات أو مميزات ماء الجير فقد سبق التطرق إليها مسبقاً في رقم 3، وأما مستحلب خلات الفينيل المبلرة فهو عبارة عن سائل أبيض بلون الحليب وعند جفافه يصبح شفافاً ذو سطح زجاجي يتحول إلى اللون الأبيض عند تعرضه للماء، ويسترجع نقائه عند الجفاف مرة أخرى.<sup>398</sup>

### - اختبار ودراسة بعض مواد التقوية على عينات جصية:

بعد اختيار مواد التقوية المناسبة للمادة المستخدمة في الزخارف الجصية وظروف تواجدها في البحرين وبالخصوص في المباني القديمة لمدينة المحرق، تم القيام بإجراء بعض الاختبارات لمعرفة مدى كفاءة هذه المواد، حيث أجريت لها الاختبارات والفحوص التالية:

- 1- اختبار قياس مقاومة الضغط
- 2- الفحص بجهاز الميكروسكوب الإلكتروني الماسح SEM
- 3- قياس نسبة النفاذ والتغلغل لمادة التقوية

### 1- اختبار قياس مقاومة الضغط للعينات الجصية المعالجة:

الهدف من هذا الاختبار هو معرفة مدى قدرة مادة التقوية على زيادة قوة تماسك حبيبات مادة البناء المتمثلة في الزخارف الجصية ومقاومتها للقوى الخارجية.

#### - إعداد العينات:

تم أخذ أحد الشرفات أو المسننات الجبسية التالفة من بيت الشيخ سلمان بالمرحوق حيث قُطعت إلى 18 مكعب طول أضلاعها 5 سم؛ بواقع 3 مكعبات لكل مادة تقوية، والبالغ عددهم 5 مواد تقوية بالإضافة إلى العينة القياسية التي لم تطبق عليها مادة تقوية، وقد أجري هذا الاختبار للحصول على متوسط نسب نتائج اختبار مقاومة الضغط Compressive Strength.

#### - تنفيذ مواد التقوية على العينات:

تم تطبيق مواد التقوية على المكعبات السابقة باستخدام الفرشاة، مع وجود اختلاف في التطبيق بحسب مادة التقوية على النحو التالي:

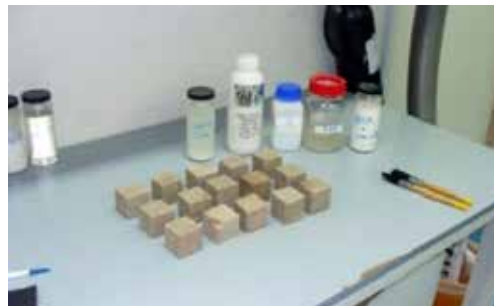
- البارالويد B72: تم تطبيقها بنسبة 5% لغاية التشبع الكامل.
- فاكر OH: تم تطبيقه مباشرة بالفرشاة دون تخفيف لعدة مرات لغاية التشبع الكامل.
- ماء الجير: تم استخدام ماء الجير غير العكر في البداية ثم استخدم الماء المتعكر قليلا وتم تطبيقه لعدة مرات لغاية التشبع الكامل.
- الكالوسيل: تم تطبيقه مباشرة بالفرشاة لعدة مرات لغاية التشبع الكامل.
- خليط من مستحلب PVAC وماء الجير: حيث تم تخفيف البولي فينيل اسيتيت بماء الجير عوضا عن الماء العادي وذلك بنسبة 1:5 لغاية التشبع الكامل.

وبعد الانتهاء من التطبيق، تركت في المختبر لتجف ببطء عن بتغطيتها بغطاء بلاستيكي.



صورة رقم (157)

توضح عملية تطبيق مواد التقوية على العينات الجصية في المختبر



صورة رقم (156)

توضح العينات الجصية قبل تقويتها



صورة رقم (158)

توضح العينات الجصية بعد تقويتها

#### - نتائج الاختبار:

أجري للعينات السابقة بعد تقويتها وتام جفافها وشكها، اختبارا لمعرفة مقاومة الضغط وذلك في مختبرات الحوطي في البحرين حيث أظهرت الاختبارات النتائج التالية:

No.	Consolidant	Compressive Strength N/mm <sup>2</sup>
1.	Standard Sample/ Untreated	2.5
2.	Paraloid B72	5
3.	Waker OH 100	6.3
4.	Lime Water	6.1
5.	CaloSil	6.6
6.	PVA- Lime Water	6

جدول رقم (95)

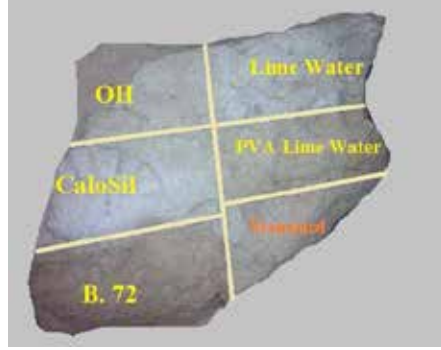
يوضح نتائج اختبار مقاومة الضغط للعينات الجصية المقواة بمواد تقوية مختلفة

اتضح من نتائج اختبار مقاومة الضغط للعينات التي تم تقويتها بمواد تقوية مختلفة أن مادة الكالوسيل CaloSil حققت أعلى نسبة مقاومة للضغط، مما يشير إلى أن هذه المادة قد استطاعت أن تحقق نسبة تغلغل عالية بداخل مسام العينة وزادت من قوة تماسك حبيباتها. وتأتي في المقام الثاني مادة الفاكر Waker OH 100، ومن ثم ماء الجير Lime Water.

## 2- فحص العينات الجصية المعالجة بالميكروسكوب الإلكتروني الماسح SEM:

يهدف هذا الاختبار إلى التعرف على مدى تشبع العينة بالمادة المقوية وقدرتها على ربط الحبيبات وكيفية ترسبها بداخل العينة.

طبقت مواد التقوية السابقة على قطعة لوح جصي مزخرف قديم من أحد البيوت القديمة في مدينة المحرق. فقد تم تقسيم اللوح الجصي إلى 6 أقسام ليتم تطبيق مواد التقوية (Paraloid B72، Waker OH 100، Lime Water، CaloSil، PVA- Lime Water) على اللوح الجصي مع الاحتفاظ بالقسم السادس كعينة قياسية.



صورة رقم (159)

توضح اللوح الجصي الذي تم تقويته مواد التقوية المختلفة

وقد تم تطبيق مواد التقوية بأسلوب التشبييع باستخدام الفرشاة، وترك لتجف وتتبلر لمدة 3 أسابيع مع مراعاة تغطيتها بالبولي إيثيلين للتقليل من نسبة تبخر المذيب.

تم تصوير العينات بواسطة جهاز الميكروسكوب الإلكتروني الماسح بمعامل مركز بحوث البناء والاسكان بالدقي - القاهرة، حيث تم تصوير العينات بدرجات تكبير مختلفة.



(ب)



(أ)

صورة رقم (160)

"أ" و "ب" توضح شكل جهاز الميكروسكوب الإلكتروني الماسح وبداخله العينات

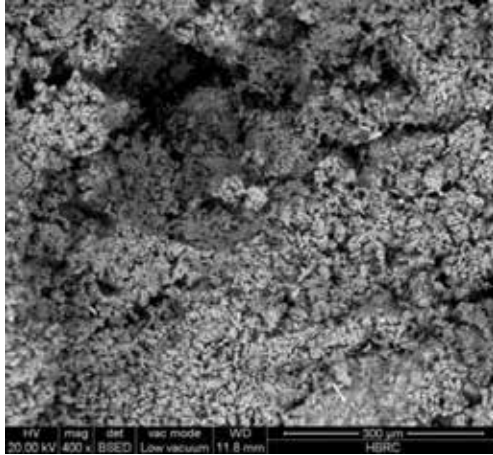
وقد أعطت نتائج التصوير بجهاز الميكروسكوب الإلكتروني الماسح النتائج التالية:

#### - العينة القياسية:

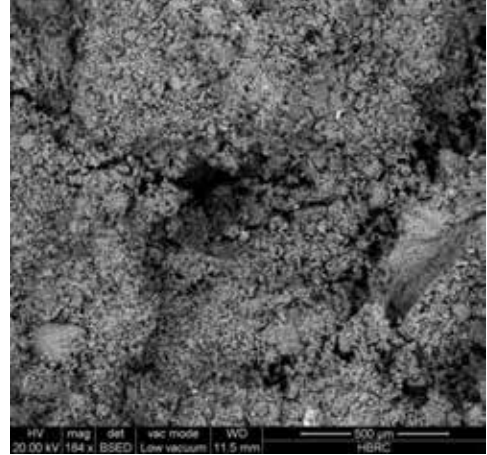
أظهر التصوير باستخدام الميكروسكوب الإلكتروني الماسح أن العينة القياسية التي لم تُطبق مواد التقوية عليها بأنها ذات بنية ضعيفة، وحببياتها متفككة وغير مترابطة بشكل جيد، وبها العديد من الفراغات أو الفجوات، ويوجد بالعينة نسبة من الكوارتز، كما لوحظ تواجد الجبس في صورة ألياف، إضافة إلى وجود أملاح ذات أشكال إبرية. وتوجد بالعينة أيضا تشرخات دقيقة.



الفحوص والتحليل على مواد البناء لعدد من المباني التراثية بالمحرق مع تجارب اختيار مواد الترميم المناسبة



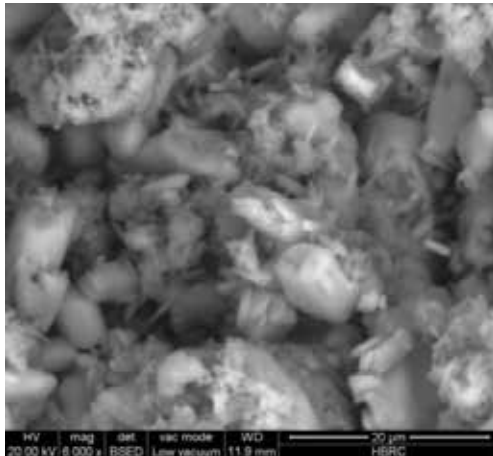
mag 400 x (ب)



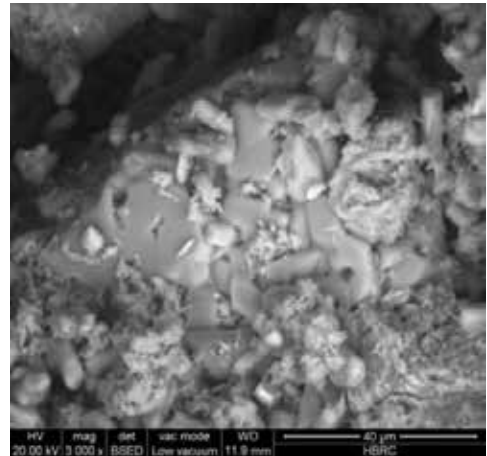
mag 184 x (أ)

صورة رقم (161)

"أ" و "ب" توضح الفراغات الموجودة بالعينة



mag 6000 x (ب)



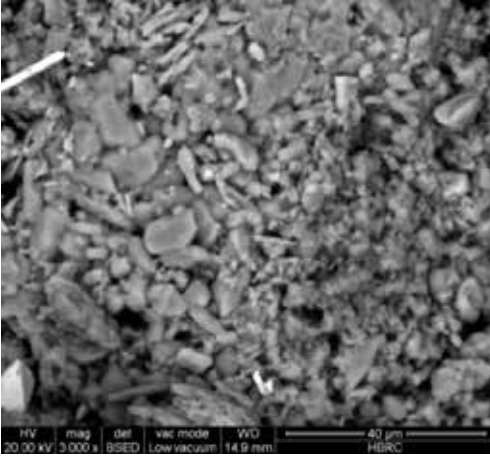
mag 3000 x (أ)

صورة رقم (162)

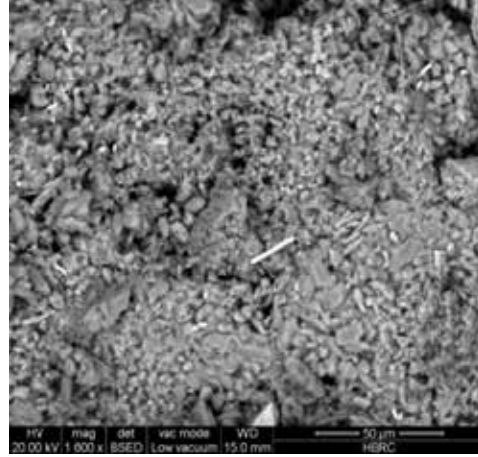
"أ" و "ب" توضح وجود الكوارتز في حالة منصهرة مع وجود الجبس وأملاح ابرية

- عينة السيليكون فاكر OH: Waker OH 100

أظهر التصوير باستخدام الميكروسكوب الإلكتروني الماسح للعينة الجصية المقواة بمادة السيليكون فاكر OH أن المادة المقوية قامت بملء الفراغات بشكل جيد مما قلل من نسبة المسامية في العينة، وعملت أيضا على ربط الحبيبات مع بعضها. فيما لوحظ أن المادة لم تعمل على سد الفراغات في بعض الأماكن؛ مما يساهم في ايجاد بعض الفراغات والمسام التي تساعد إلى عملية تحرك الرطوبة وتبخرها، وهي ميزة جيدة لتنفس مادة الأثر وكذلك أثناء المعالجة واستخلاص الأملاح.



mag 3000 x (ب)



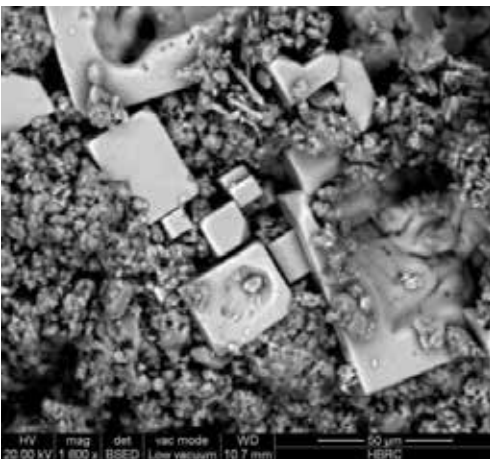
mag 1600 x (أ)

## صورة رقم (163)

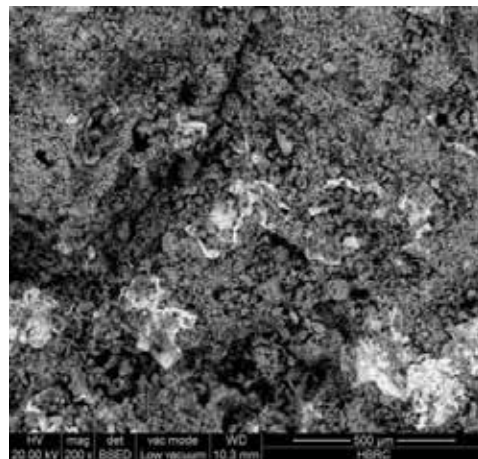
"أ" و "ب" توضح قيام المادة المقوية فاكر OH بعملية التقوية بسد الفراغات بين الحبيبات مع الإبقاء على بعضها

## - عينة ماء الجير Lime Water:

أظهر التصوير باستخدام الميكروسكوب الإلكتروني الماسح للعينة الجصية المقواة بمادة ماء الجير، تواجد الكالسيت في شكل مكعبات كبيرة نسبياً وغير متجانسة ومنتشرة بشكل جيد في الفراغات مع ملئها لها، حيث أدى ترسيبها في الفراغات إلى ربط حبيبات مادة العينة.



mag 1600 x (ب)



mag 200 x (أ)

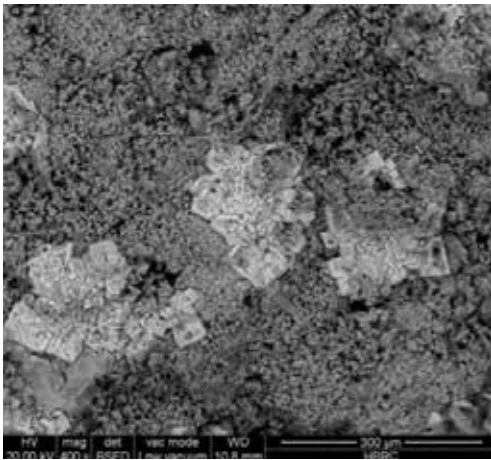
## صورة رقم (164)

"أ" و "ب" توضح تبلور حبيبات الكالسيت في شكل مكعبات في الفراغات للعينة نتيجة لعملية التقوية بماء الجير

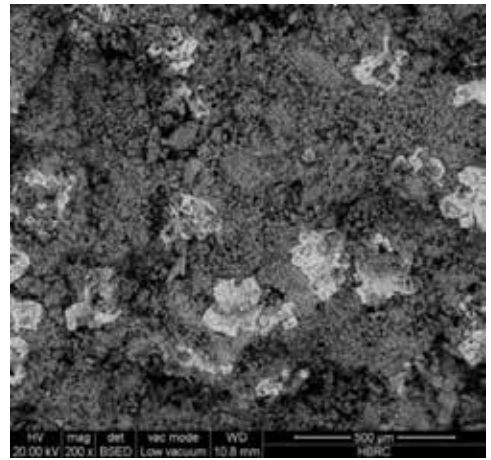
الفصوص والتحاليل على مواد البناء لعدد من المباني التراثية بالمرق مع تجارب اختيار مواد الترميم المناسبة

- عينة Calosil:

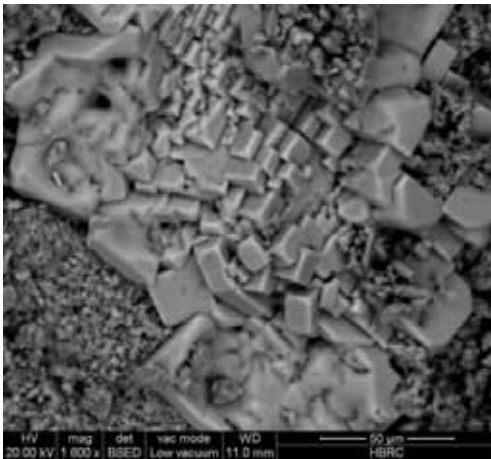
أظهر التصوير باستخدام الميكروسكوب الإلكتروني الماسح للعينة الجصية المقواة بمادة الكالوسيل، انتشار المادة بشكل كبير في العينة وهي أكثر انتشارا وكثافة من ماء الجير، وقد عملت المادة على سد الفراغات الصغيرة جدا في العينة بترسبها بداخلها في صورة حبيبات صغيرة جدا؛ وملئها لهذه الفراغات يساعد كثيرا في تدعيم مادة العينة.



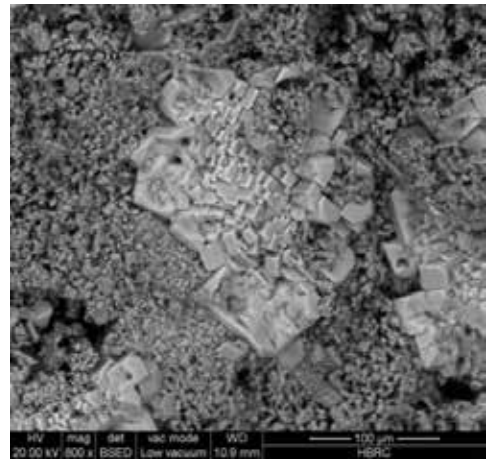
mag 400 x (ب)



mag 200 x (أ)



mag 1600 x (د)



mag 800 x (ج)

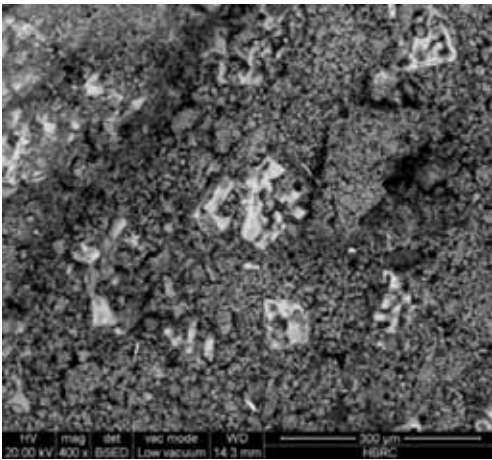
صورة رقم (165)

"أ" و "ب" و "ج" و "د" توضح تكبيرات مختلفة لعملية ترسب مادة الكالوسيل بيت حبيبات العينة

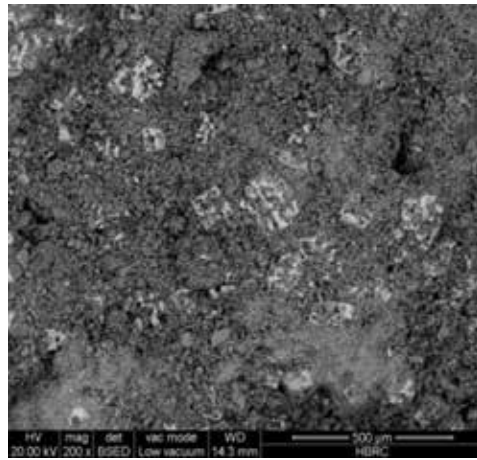


### - عينة P.V.A & Lime Water:

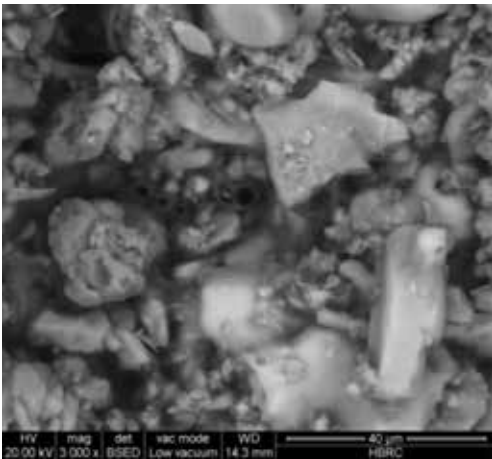
أظهر التصوير باستخدام الميكروسكوب الإلكتروني الماسح للعينة الجصية المقواة بخليط من مادتي ماء الجير ومستحلب خلاصات الفينيل المبلّمة، توجد الكالسييت بنسبة كبيرة، وتتواجد بعض مكعبات الكالسييت في حالة من الانصهار قليلاً. والمادة منتشرة في العينة مع وجود بعض المسام، وترسب الكالسييت في المسام أدى إلى ربط الحبيبات مع بعضها مع الاحتفاظ ببعض المسامية، كما لوحظ وجود بعض الفقاعات في العينة ولوحظ تغليف المادة لحبيبات العينة.



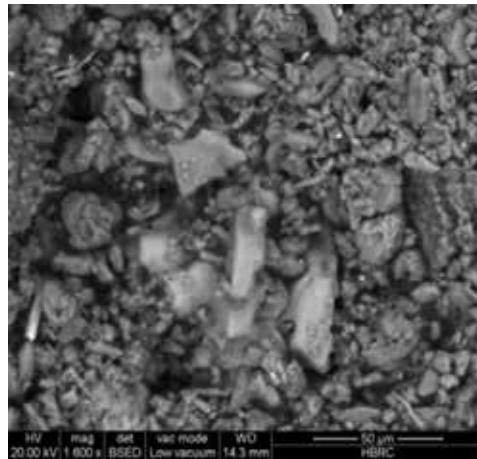
mag 400 x (ب)



mag 200 x (i)



mag 3000 x (د)



mag 1600 x (ج)

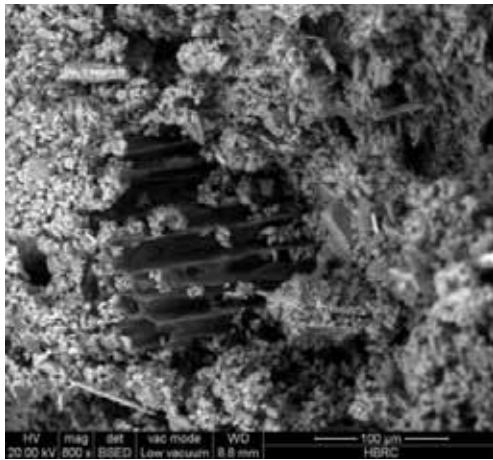
### صورة رقم (166)

"أ" و "ب" و "ج" و "د" توضح تكبيرات مختلفة لعملية ترسب الكالسييت وتغليف مستحلب البولي فينيل استيات لحبيبات العينة

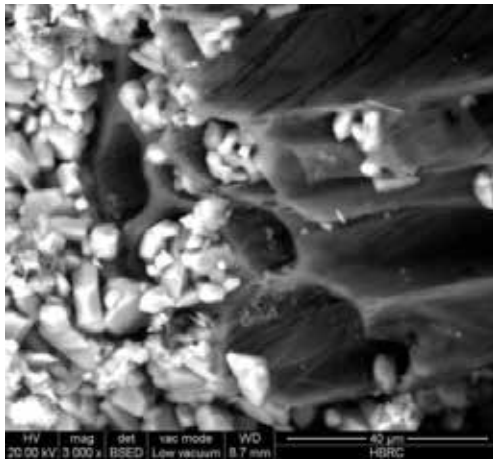
الفحوص والتحليل على مواد البناء لعدد من المباني التراثية بالبحر مع تجارب اختيار مواد الترميم المناسبة

- عينة Paraliod B72:

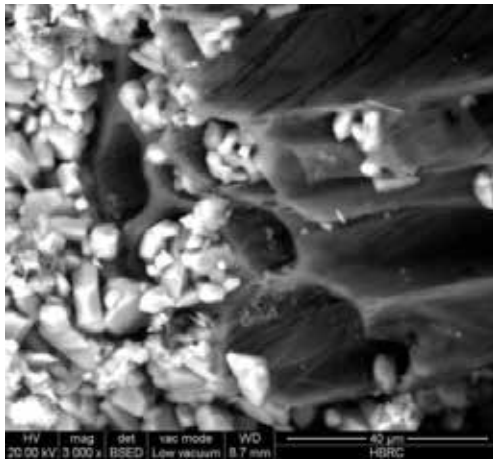
أظهر التصوير باستخدام الميكروسكوب الإلكتروني الماسح للعينة الجصية المقواة بمادة البارالويد B72 أن المادة عملت على سد الفراغات في العينة مع ترك بعض المسام دون ملئها؛ وهو أمر جيد للسماح للماء بالحركة. ولوحظ وجود مسامات إشعاعية أو أنابيب مسامية متراسة porous tube array مائلة للفراغات حيث تعمل على ربط الحبيبات وتتشابك معها في شكل جسور.



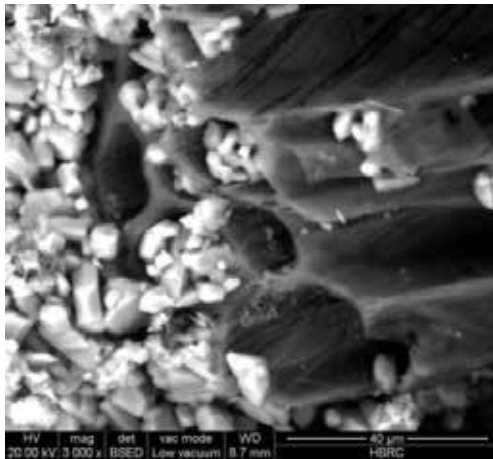
mag 200 x (أ)



mag 800 x (ب)



mag 1600 x (ج)



mag 3000 x (د)

صورة رقم (167)

"أ" و "ب" و "ج" و "د" توضح تكبيرات مختلفة لعملية تقوية العينة بمادة البارالويد B72 والتي تظهر في شكل أنابيب إشعاعية متراسة

### 3- اختبار نفاذية المادة المقوية للعينات الجصية:

يهدف هذا الاختبار إلى التعرف على مدى قدرة المادة المقوية على النفاذ بداخل العينة وأقصى عمق ممكن أن تصل له.

تم تطبيق مواد التقوية الخمسة السابقة والمستخدمه في الاختبارات السابقة بالنسب التالية:

- البارالويد B72: بنسبة 5%
- فاكر OH: دون تخفيف.
- ماء الجير: تم استخدام ماء الجير المتعكر قليلا.
- الكالوسيل: دون تخفيف.
- خليط من مستحلب PVA وماء الجير: حيث تم تخفيف البولي فينيل اسيتيت بماء الجير عوضا عن الماء العادي وذلك بنسبة 1:5.

وقد تم تطبيق مواد التقوية على خمس مكعبات جصية طول أضلاعها 5 سم لأحد المسننات الجصية في بيت الشيخ سلمان بن حمد في المحرق. استخدم في عملية التقوية أنبوب اختبار زجاجي مع حامل معدني ذو قاعدة. وقد وضعت المادة المقوية في الأنبوب الزجاجي على اتصال مباشر مع سطح العينة؛ لحين التغلغل الكامل للمادة المقوية بداخل مسام العينة ونفاذها من الأنبوب. وقد روعي أثناء التطبيق وضع قطعة من الاسفنج بداخل الأنبوب الزجاجي للتحكم في عملية خروج المادة من الأنبوب، وكذلك تم مراعاة تغطية العينة أثناء التطبيق بالبولي ايثيلين للتقليل من سرعة تبخر المذيب في مادة التقوية.

وبعد الانتهاء من تشبيع العينات بالمواد المقوية تم تركها في جو الغرفة لمدة 3 أسابيع لإعطاء المواد الوقت الكافي لإتمام عملية الجفاف والبلورة. وبعدها تم تقطيع العينات من المنتصف بشكل رأسي لمعرفة نسبة تغلغل المادة فيها بالقياس بالمليمتر.

وقد تم تسجيل الملاحظات التالية أثناء وبعد التطبيق:

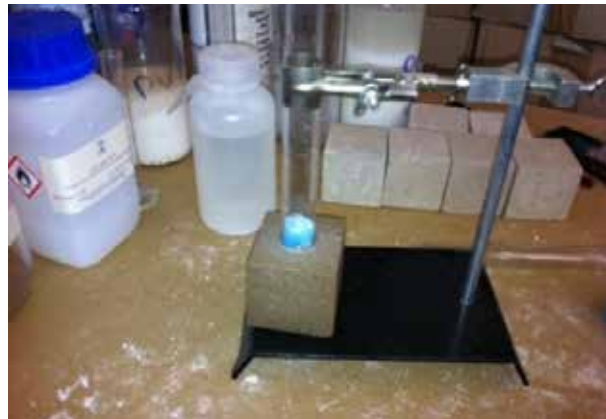
- البارالويد B72 (5%): استغرقت المادة حوالي 6 أيام لحين نفاذها من الأنبوب وتغلغلها بداخل العينة، ولم تتغلغل إلا إلى حوالي 4 سم. وبعد جفاف العينة وانتهاء مدة الـ 3 أسابيع أصبحت الأجزاء التي غطتها المادة ذات سطح لامع.
- فاكر OH 100: استغرقت المادة حوالي 48 ساعة لحين تغلغلها بشكل كامل بداخل العينة، حيث اتخذت العينة المظهر الرطب. وبعد جفاف العينة وانتهاء مدة الـ 3 أسابيع ظهر على سطح العينة العلوي بقايا ملحبة ذات أشكال إبرية وزغبية.
- ماء الجير: استغرقت المادة حوالي 24 ساعة لحين تغلغلها بشكل كامل بداخل العينة، حيث اتخذت العينة المظهر الرطب. وبعد جفاف العينة وانتهاء مدة الـ 3 أسابيع أصبح لون العينة يميل إلى اللون الأبيض قليلا.
- الكالوسيل: استغرقت المادة حوالي 24 ساعة لحين تغلغلها بشكل كامل بداخل العينة، حيث اتخذت العينة المظهر الرطب. وبعد جفاف العينة وانتهاء مدة الـ 3 أسابيع تكونت مادة بيضاء على سطح العينة العلوي ولكن تم إزالتها بسهولة باستخدام نفس المذيب "الكحول"
- خليط من مستحلب PVA وماء الجير: استغرقت المادة حوالي 3 أيام لحين نفاذها من الأنبوب وتغلغلها في العينة. وبعد جفاف العينة وانتهاء مدة الـ 3 أسابيع أصبح سطح العينة العلوي لامعا قليلا.





صورة رقم (168)

توضح بداية تغلغل احد مواد التقوية في العينة الجصية/ اختبار نفاذية المادة المقوية



صورة رقم (169)

توضح عملية تقوية بأحد مواد التقوية في العينة الجصية/ اختبار نفاذية المادة المقوية



صورة رقم (170)

توضح عملية تغطية العينات المقواة بالبولي ايثيلين للتقليل من نسبة تبخر المذيب

#### - خلاصة نتائج اختبارات اختيار مادة التقوية المناسبة:

إن الهدف من إجراء الاختبارات السابقة على عدد من مواد التقوية هو اختيار مادة التقوية المناسبة والتي تتسم بقدرتها العالية على التغلغل بداخل مادة الأثر "الزخارف الجصية" وفي نفس الوقت لا تؤثر سلباً على مادة الأثر من حيث المظهر، وكذلك لا تمنع عملية البخر للسوائل بداخل المادة.

وبناءً على نتائج الاختبارات السابقة تم التوصل إلى أن أفضل مادة تقوية من بين المواد الخمس السابقة والتي يمكن استخدامها في أعمال التقوية للزخارف الجصية هي مادة "الكالوسيل Calosil" التي تم إنتاجها بتقنية النانو. حيث أظهرت النتائج أن لهذه المادة القدرة على التغلغل بداخل مسام المادة بشكل كبير نظراً لصغر جزيئاتها بالإضافة لكونها مادة تقوية غير عضوية وطبيعية وغير مخلقة ومشابهة في تركيبها لمادة الزخارف الجصية، حيث تتكون أساساً من الكالسيوم. وبهذا يمكن استخدامها في تقوية الزخارف الجصية والحجارة الجيرية والمونة وطبقات الملاط.

## الباب السادس

# موضوع الدراسة (الجانب التطبيقي على نماذج مختارة من المباني بمدينة المحرق)

### الفصل الأول

مشروع ترميم وصيانة بيت المغفور له بإذن الله تعالى  
الشيخ سلمان بن حمد آل خليفة

### الفصل الثاني

مشروع ترميم وصيانة دكاكين سيادي بسوق القيصرية







الفصل الأول

# مشروع ترميم وصيانة بيت المغفور له بإذن الله تعالى الشيخ سلمان بن حمد آل خليفة

أولاً: الدراسة والتوثيق

ثانياً: التدخلات وأعمال الترميم والصيانة  
Interventions of Conservation

يتناول هذا الباب مشروع ترميم وصيانة لاثنتين من المباني القديمة في مدينة المحرق، يعتبران جزء من مشروع وطني متكامل بدأت به هيئة البحرين للثقافة والآثار للحفاظ على التراث المعماري لهذه المدينة التاريخية. والسبب الذي دفع الباحث لاختيار هذين المشروعين كمواضيع دراسة في هذا البحث، هو كون الباحث أحد المساهمين ضمن فريق العمل الذي قام بتنفيذهما. وقد بدء العمل فيهما في عام 2010، حيث اتجه الباحث إلى اختيارهما لموضوع الدراسة كنوع من التوثيق وكفرصة لتنفيذ أعمال الترميم والصيانة بناء على الأسس والمبادئ العلمية المعتمدة عالمياً.

## أولاً: الدراسة والتوثيق:

تضم هذه الخطوة جميع أعمال الدراسة والتوثيق للمبنى والتي تتمثل في دراسة تاريخ المبنى من خلال المصادر المختلفة ومن خلال أعمال التنقيب الأثرية، وكذلك تقديم وصفاً معمارياً له، وتشخيص مواد البناء والمشاكل ومظاهر التلف فيه.

### 1- الدراسة التاريخية والمعمارية:

- **الموقع:** يقع بيت المغفور له بإذن الله تعالى الشيخ سلمان بن حمد في فريج الشيخ حمد في وسط مدينة المحرق، وعند أعلى نقطة من هضبة المحرق وذلك بارتفاع حوالي 6م فوق سطح البحر. يحده من الشمال مباشرة مركز الشيخ سلمان الصحي ومن الجنوب أرض فضاء تستخدم حالياً كمواقف للسيارات، ومن الشرق عدد من المنازل وامتداد للمركز الصحي، أما من الجهة الغربية يوجد طريق الشيخ عيسى.

- **التاريخ:** بنى هذا البيت المغفور له الشيخ عبدالله بن أحمد الفاتح الذي اعتلى العرش في الفترة من 1794 – 1825م، ثم سكنته عائلة أخيه في فترة لاحقة. وبالرغم من أن بدايات بناء البيت تعود إلى حدود عام 1790م إلا أن الغرفة الأكثر أهمية في البيت هي المجلس والذي بُني في حوالي 1820م بعد العودة من مدينة الزبارة في قطر.<sup>399</sup>

- **الوصف:** تبلغ المساحة الكلية للبيت حوالي 1533م<sup>2</sup>. يتكون البيت من دورين، ويضم فناءين أساسيين، يقسمانه إلى جناحين أساسيين، هما جناح الزوار والرجال وجناح العائلة، ومن المحتمل أن يكون هناك جناح ثالث في الجهة الشمالية الشرقية وهو جناح الأبناء.

الدخول إلى البيت يتم عن طريق المدخل الموجود في الجهة الجنوبية من الواجهة الغربية والمطلّة على طريق الشيخ عيسى. يتكون المدخل من باب خشبي عريض يتكون من صفتين، يتوسط الصفحة اليسرى باب صغير يعرف بالخوخة. ويزين أطراف الباب زخارف هندسية ونباتية محفورة في الإطار الخشبي، كما توجد في كل صفحة خمسة صفوف متوازية بشكل أفقي من الدوائر الحديدية. يعلو الباب عقد جبسي مدبب ومزخرف وتحيط به عناصر زخرفية جبسية محفورة. يؤدي الباب إلى ممر منكسر باتجاه الشمال به ثلاث عقود مدببة. كما توجد غرفة مربعة صغيرة على يسار الزائر بمجرد الدخول من الباب، من المحتمل أنها كانت تستخدم لحارس البيت. تؤدي نهاية المدخل إلى فناء الرجال أو الزوار.

- فناء الرجال والزوار:

يتوسط فناء الزوار والرجال ثلاثة من أشجار النخيل. يتكون هذا الجناح من خمس غرف مستطيلة الشكل، غرفتين في الجهة الغربية، واثنان في الجهة الجنوبية حيث يتم الوصول إليهما عن طريق ايوان بعقدين مدبيين. أما الجهة الشمالية، يوجد بها غرفة الشيخ والتي تتوسط جناحي الرجال والعائلة، ولها بابين أحدهما يتصل بجناح الرجال في الجهة الجنوبية والآخر يتصل بجناح العائلة في الجهة الشمالية. يوجد في الجانب الشرقي لهذه الغرفة مسبح(حمام) بسائر حجري تعلوه زخارف مسننة.



وفي الجهة الجنوبية الشرقية من الفناء يوجد سلم منكسر يتجه قسمه الأول شرقاً ثم ينكسر ليتجه جنوباً ليصل إلى الدور الثاني حيث السطح والمجلس الذي يقع في الزاوية الجنوبية الغربية وفوق المدخل مباشرة. تغطي جدران المجلس من الخارج لوحات زخرفية جبسية وشريطين زخرفيين على مستوى أعتاب المدخل والنوافذ. أما جدرانها من الداخل فهي انعكاس للزخارف الخارجية وبصورة أكثر كثافة. أما باب المجلس فيتميز بزخرفته وإطارته الدائرية وأشرطته الزخرفية ذات الأشكال النباتية والزهور.

- فناء العائلة:

يتم الوصول إليه عن طريق الباب الموجود بغرفة الشيخ، وكذلك عن طريق الباب الموجود بجانب هذه الغرفة من الجهة الشرقية. يطل على فناء العائلة غرفتان في الجهة الشمالية إحداهما مستطيلة والأخرى مربعة الشكل. ومن الغرب يوجد ليوان يؤدي أيضاً إلى غرفتين إحداهما مستطيلة والأخرى مربعة الشكل.

من المحتمل أن الغرف المربعة صغيرة الحجم كانت تستخدم كغرف تخزين متصلة بالغرف المستطيلة. يوجد سلم في الزاوية الجنوبية الغربية يتجه غرباً، حيث يؤدي إلى غرفتين أو شقتين في الجهة اليمنى واليسرى منه واللتان أضيفتا إلى البيت في الفترة المتوسطة حوالي عام 1890م. 400 والشقة الموجودة على يمين السلم في الجهة الشمالية الغربية تعود إلى الشيخ وتتكون من غرفتين مستطيلتين غنيتين بالنوافذ والزخارف. أما الشقة الموجودة على يسار الدرج فهي عبارة عن غرفة واحدة مستطيلة لها باب باتجاه الغرب.

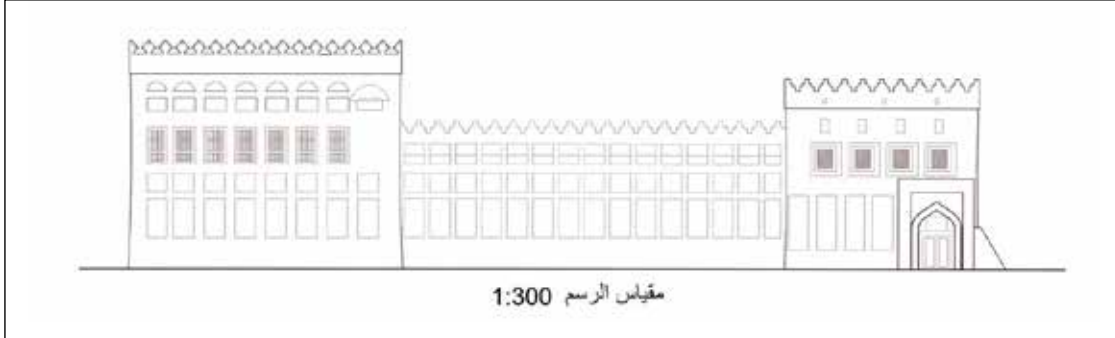
- جناح الأولاد:

يقع في الجهة الشمالية من البيت وإلى اليمين من جناح العائلة. يتكون من ثلاث غرف ومطبخ. اثنان منها مرفق بها حمام/مسبح، والغرفة الثالثة مرفق بها غرفة مربعة صغيرة. أما القسم الجنوبي الشرقي فهو عبارة عن فناء كبير تتوسطه أربع أشجار نخيل، ويضم أربعة غرف تستخدم كمخازن وحظيرة للمشاة.



شكل رقم (154)

يوضح المسقط الأفقي لبيت الشيخ سلمان بن حمد بالمحرق (رسم: الفريق الهندسي)



شكل رقم (155)

يوضح الواجهة الأمامية لبيت الشيخ سلمان بن حمد بالمحرق (رسم: الفريق الهندسي)

## 2- أعمال التنقيب الأثرية Archaeological Excavations:

تعتبر عمليات التنقيبات والدراسات الأثرية للمواقع الأثرية والمباني القديمة من الأعمال والخطوات المهمة التي تساعد كثيرا في فهم الموقع أو المبنى ومراحل تطوره والفترات التاريخية التي مرت به، وبالتالي فهم أهميته وتحديد قيمه التي على أساسها يتم اختيار أنواع ومستويات التدخل لأعمال الترميم والصيانة.

وقد تم إجراء مجسات وأعمال تنقيب أثرية في أجزاء مختلفة من البيت، والتي أسفرت عن اكتشاف "مدبسة" في الغرفة رقم 4 وكذلك اكتشاف بقايا جدران مبنى مربع يعود لفترة أقدم من فترة بناء البيت وذلك في وسط الفناء الجنوبي الشرقي. وقد عُثِر في نفس الفناء على حفرة بعمق 3.5 م تضم بقايا مخلفات زجاجية وبعض كسر اللوحات الزخرفية الجصية؛ ولربما استخدمت في وقت سابق ليس ببعيد في دفن المخلفات وحرقتها.



صورة رقم (171)

توضح بقايا جدران قديمة في الفناء الكبير الجنوبي الشرقي

## 3- دراسة مواد وتقنيات البناء:

كجزء من أعمال التوثيق وكخطوة من خطوات الصيانة تم أخذ عدد من عينات المونة وطبقات الملاط والحجارة من أجزاء مختلفة من البيت، وتمت دراستها باستخدام التحليل بجوهر الأشعة السينية للتعرف على مكوناتها، وقد أظهرت النتائج ما يلي: "يمكن الاطلاع عليها بالتفصيل في الباب الخامس"

- المونة المستخدمة في ربط الحجارة، عبارة عن مونة جبسية تتكون أساسا من الجبس مع نسبة بسيطة من الرمل. انظر الجدول رقم (50) في الفصل الخامس.
- تتكون طبقات الملاط أساسا من الجبس مع وجود نسبة بسيطة من الرمل، وفي بعض الغرف قد يتكون الملاط من طبقتين أو أكثر وأحيانا تتكون الطبقة الخارجية أساسا من الجير مع وجود نسب كبيرة من الرمل والجبس.
- تُظهر الدراسة البصرية للأحجار وبالمقارنة مع المباني الأخرى التي تم دراسة أحجار بناءها، أن الحجارة المستخدمة في البناء هي أحجار بحرية، فيما عدا بعض أجزاء المبنى استخدمت فيها الحجارة البرية الجيرية الدولوميتية؛ نتيجة لتدخلات لاحقة.

بُنيت جدران البيت وفق أسلوبين، الأول هو الجدران الحاملة السميكة، المستخدمة بشكل أساسي في بناء أجزاء الدور الأرضي، والتي كانت تفتقر إلى وجود النوافذ في غالبيتها، ويصل متوسط سمك جدرانها إلى 90 سم وكذلك الحال بالنسبة إلى أعمدة الايوانات.

أما الأسلوب الثاني في البناء؛ هو البناء الهيكلي والذي يعتمد في بنائه على الأعمدة المتباعدة والتي يتم شغل المساحات فيما بينها باستخدام الحجارة البحرية التي يطلق عليها "الفروش"، بالإضافة إلى وجود النوافذ والفتحات والروازن في هذه المساحات. ويصل سمك الجدران فيها إلى ما بين 30 - 40 سم، ودائما ما تستخدم هذه الجدران في الدور العلوي وهي بالمقارنة مع جدران الدور الأرضي أقل سمكا؛ وذلك مراعاة لأن تكون الجدران العليا أخف وزنا، ولا تشكل ثقلا على الجدران السفلية. ولكنها استخدمت أيضا في بناء بعض الأجزاء في الدور الأرضي مثل الغرفة الموجودة في جنوب فناء الرجال أو الزوار، كما هو واضح في الصورة رقم (172). ودائما ما يربط أجزاء هذه الجدران عوارض خشبية من الدنجل أو أرباع جذوع النخيل فيما يعرف بـ الدبل الخشبية.

وأما الأسقف فهي مبنية من عوارض خشبية من خشب الدنجل، يعلوه طبقة من البامبو، ومن ثم طبقة من حصيرة المنغور، تعلوها طبقة من الحجارة الصغيرة وفوقها طبقة من الجص. كما يلاحظ استخدام انصاف جذوع النخيل في تسقيف أحد الغرف، ولكن من المؤكد أنها إضافات حديثة؛ حيث أن الطبقة التي تعلو عوارض خشب النخيل هي ألواح خشبية حديثة. صورة رقم (173)



صورة رقم (173)

توضح طريقة بناء الأسقف في بيت الشيخ سلمان



صورة رقم (172)

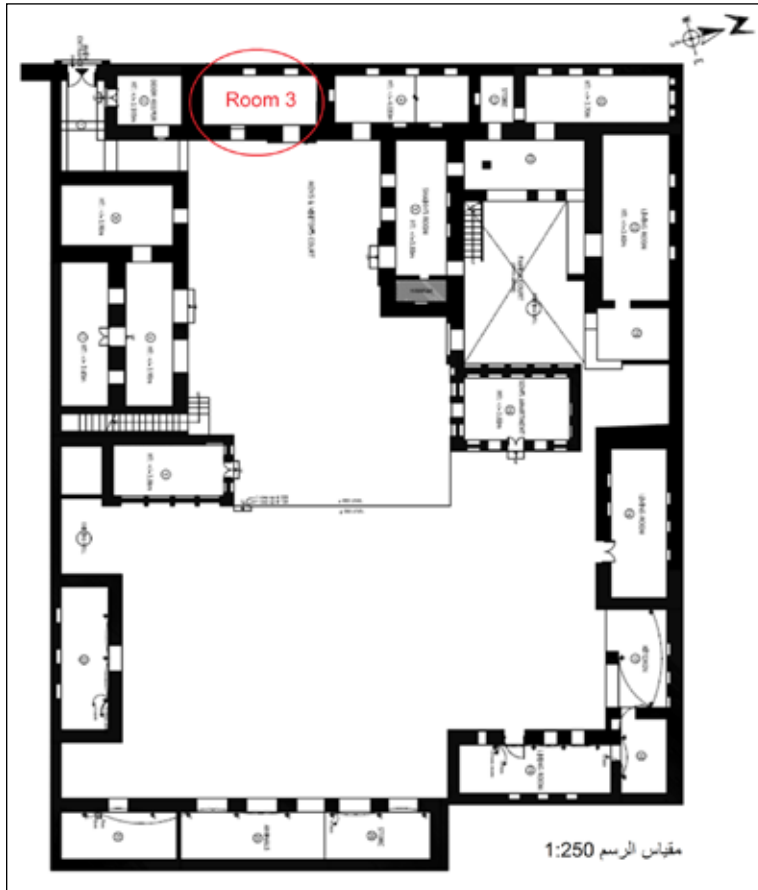
توضح أسلوب البناء الهيكلي لجدران غرف بيت الشيخ سلمان

#### 4- دراسة وتوثيق الحالة الراهنة للبيت Physical Condition:

تضم هذه الخطوة أعمال توصيف حالة المبنى ومظاهر وعوامل التلف الموجودة فيه. اعتمدت منهجية توثيق وتوصيف الحالة الراهنة للبيت على إعطاء بطاقة تعريفية أو وصفية لكل جزء أو غرفة من البيت تشتمل على رقم الغرفة وعدد أبوابها ونوافذها ولوحاتها الزخرفية الجصية، ومعلومات عن حالة جدرانها الأربعة لسقفها وأرضيتها. كما تم اعتماد بطاقة وصفية لكل باب أو نافذة أو لوح زخرفي، حيث تضم رقما أو رمزا خاص بها ورقم الغرفة التي تعود لها، بالإضافة إلى وصفها وأبعادها وحالتها، وترفق مع كل بطاقة صور توضيحية.

بدأت أعمال توثيق الحالة الراهنة للبيت بإجراء الأعمال التالية:

- إعادة دراسة وتدقيق واستكمال الرسومات السابقة للبيت والمعدة من قبل المهندس جيون ياروود الذي قام برسم البيت في الفترة من عام 1983 إلى عام 1985م.
- ترقيم الغرف بالطريقة التي تساعد في التعرف عليها بسهولة والإشارة إليها أثناء التوثيق والترميم، شكل رقم (156).
- إجراء حصر وترقيم وتصوير وتسجيل لمكان وجود جميع المقتنيات الموجودة في البيت، وبالتالي نقلها للحفظ في مخازن المتحف الوطني لحين تجهيز البيت.
- حصر وترقيم وتصوير جميع الأبواب والنوافذ الملقاة بداخل أجزاء البيت وإعطاء كل واحد منها بطاقة تعريفية تضم رقم الغرفة التي كانت تضمها، وبعدها تم نقلها إلى غرفة جانبية في البيت لإجراء أعمال العلاج لاحقاً.
- حصر وترقيم وتوصيف حالة جميع الأبواب والنوافذ واللوحات الزخرفية الجصية. انظر النموذج في الجدول رقم (97)
- بعد ترقيم الغرف وأجزاء البيت، تم ترقيم الجدران الأربعة الداخلية لكل غرفة وتوصيف حالة كل واحد منها. انظر النموذج رقم (96)
- حصر عدد جميع الأوتاد الخشبية "الذنجل" المكونة لسقف كل غرفة على حدة، وتحديد عدد الأوتاد التالفة تماماً والتي تحتاج إلى استبدال، وعدد الأوتاد الأخرى التي تحتاج فقط إلى علاج.
- توثيق مظاهر التلف على رسومات وصور الواجهات الخارجية للبيت. شكل رقم (157) و(158)، صور رقم (174) و(175)



شكل رقم (156)

مسقط أفقي للدور الأرضي من بيت الشيخ سلمان، يوضح عملية ترقيم الغرف وأجزاء البيت (رسم: الفريق الهندسي)

رقم الغرفة	3	حالة
عدد الأبواب	-	توجد فتحة باب، لا وجود لباب خشبي في الوقت الحاضر
عدد النوافذ	-	
عدد اللوحات الجصية	2	رقم (3-GD-1) و(3-GD-2)
الحالة		
الجدار "أ" الشمالي		سطح الجدار مغطى بالكامل بطبقة من الإسمنت البورتلاندي، يصل ارتفاع الأملاح في الجدار إلى 80 سم في أعلى نقطة له، كما توجد رطوبة في أعلى الجدار نتيجة تسرب مياه الأمطار من السقف مع تواجد بعض الأملاح.
الجدار "ب" الغربي		سطح الجدار مغطى بالكامل بطبقة من الإسمنت البورتلاندي، يوجد في الجدار فتحتين مربعتين غير نافذتين "روزنة" بعمق 50 سم وعلى ارتفاع 110 سم، يصل ارتفاع الأملاح في الجدار إلى 80 سم في أعلى نقطة لها، توجد به في الأعلى عدد من التشققات غير المتصلة والتي تم إصلاحها في فترة سابقة بالإسمنت أيضا.
الجدار "ج" الجنوبي		سطح الجدار مغطى بالكامل بطبقة من الإسمنت البورتلاندي، توجد به فتحة مربعة غير نافذة "روزنة" بعمق 50 سم وعلى ارتفاع 110 سم، يصل ارتفاع الأملاح في الجدار إلى 55 سم في أعلى نقطة لها وتزداد كثافة تواجدها عند زاوية الالتقاء بالجدار "د"، توجد به عدد أكثر من التشققات غير المتصلة والتي تم إصلاحها في فترة سابقة بالإسمنت أيضا.
الجدار "د" الشرقي		سطح الجدار مغطى بالكامل بطبقة من الإسمنت البورتلاندي، توجد به فتحة الباب والتي يصل سمكها إلى 100 سم وارتفاعها 210 سم، كما توجد بالجدار فتحة مربعة تم عملها في فترة سابقة لوضع جهاز التكييف، تتواجد الأملاح في أسفل هذا الجدار بكثافة ويصل ارتفاعها إلى 140 سم؛ ولعل ذلك بسبب إطلالته على فناء تتعرض تربته للري بالماء، يوميا من قبل الحارس، لأشجار النخيل الموجودة به ولمنع تطاير الأتربة. توجد به عدد 2 من اللوحات الزخرفية.
السقف		يتكون السقف من عدد 18 من العوارض الخشبية الدنجل غير الملون، جميعها سليمة.
الأرضية		تغطي الأرضية طبقة اسمنتية سميكة تعلوها كمية كبيرة من الأتربة والغبار.

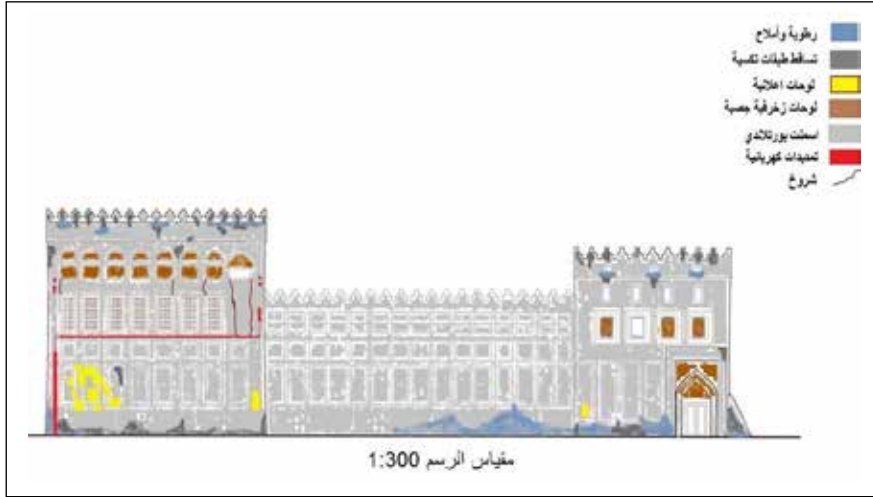
## جدول رقم (96)

يمثل نموذج لبطاقة توصيف أجزاء المبنى

الرقم	3-GD-1	النوع	الأبعاد
		لوحة زخرفية جصي	الطول: 30 سم العرض: 16 سم
<p><b>الحالة/الوصف:</b></p> <p>لوحة زخرفية جصي مستطيل الشكل يحيط به إطار مستوي، ويضم اللوح زخارف هندسية محفورة في شكل زهري أو نباتي تضم كل واحدة ثمان ورقات، لون اللوح رمادي داكن نتيجة تغطيته بطبقة اسمنتية رقيقة، بعض أطراف اللوح تم طمسها نتيجة الإسمنت.</p>			

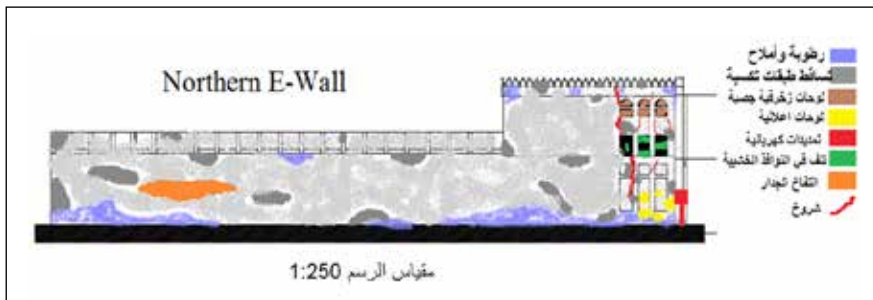
## جدول رقم (97)

يمثل نموذج لبطاقة توصيف العناصر بأجزاء المبنى "الزخارف، الأبواب، النوافذ"



شكل رقم (157)

يوضح خطوة توثيق مظاهر التلف على رسم للواجهة الرئيسية لبيت الشيخ سلمان



شكل رقم (158)

يوضح خطوة توثيق مظاهر التلف على رسم للواجهة الجانبية الشمالية لبيت الشيخ سلمان



صورة رقم (174)

توضح خطوة توثيق مظاهر التلف على الواجهة الداخلية الغربية لجناح الشيخ في بيت الشيخ سلمان





صورة رقم (175)

توضح خطوة توثيق مظاهر التلف على الواجهة الخارجية الشرقية لمجلس الشيخ العلوي في بيت الشيخ سلمان

### - المشاكل ومظاهر التلف **Problems & Deterioration Aspects**

لا بد من الإشارة هنا إلى أن تشخيص عوامل ومظاهر التلف تعتبر جزء من عملية التوثيق التي سيتم التطرق لها في (ثانياً) من هذا الفصل.

#### 1- طبقات الإسمنت البورتلاندي **Portland Cement Plaster**

أجريت للبيت في فترة السبعينات من هذا القرن أعمال ترميم من قبل القاطنين فيه، حيث قاموا بتدعيم البيت وتجميله بوضع طبقة ملاط من الإسمنت البورتلاندي الحديث ذو اللون الرمادي على جميع اسطح جدران البيت سواء الداخلية أو الخارجية، فيما عدا أسطح جدران غرفتين علويتين في الزاوية الشمالية الغربية والزاوية الجنوبية الغربية للبيت حيث حافظت الجدران على طبقات الملاط الأصلية.

وقد أظهرت الفحوصات والاختبارات الموضوعية لبعض أجزاء جدران البيت إلى أن استخدام الإسمنت الحديث لم يقتصر فقط على أعمال الأكساء، وإنما استُخدم أيضاً كمونة في ملء الفراغات الموجودة بين أحجار البناء. ويصل سمك طبقات الملاط بالإسمنت الحديث في بعض الأجزاء إلى حوالي 9 سم، وقد غُطيت بعض الجدران بطبقتي الملاط؛ ولربما يرجع ذلك إلى إجراء أعمال ترميم للبيت في فترتين سابقتين مختلفتين. ولحسن الحظ أنه عندما تم وضع طبقات الإسمنت الحديثة لم يتم إزالة الطبقات القديمة وإنما تم تغطيتها.

يعتبر الإسمنت البورتلاندي من أحد مشاكل وعوامل تلف مواد البناء في المباني القديمة؛ نتيجة لصلابته العالية وعدم تميزه بخاصية المرونة **Flexibility**؛ مما يؤدي إلى انفصاله بسهولة عن سطح المبنى، ولربما يُسقط معه بعض الأجزاء القديمة. كما أن الإسمنت لا يسمح بتنفس الجدار وخروج الرطوبة منه، بالإضافة إلى أنه يؤدي إلى طمس العديد من الملامح والعناصر الزخرفية القديمة. ولا يخفى ما ينتج هذا النوع من الإسمنت من أملاح قلوية بجانب أملاح الكبريتات والنيترات والتي تضاف للإسمنت لإعطائه صفات معينة عند إنتاجه، وهذه الأملاح القابلة للذوبان بتعرضها للرطوبة تهجر في أجزاء المبنى المختلفة باتجاه أسطح البخر.



صورة رقم (177)  
تُظهر سمك الطبقات الإسمنتية الحديثة



صورة رقم (176)  
تُظهر أحد الواجهات الداخلية للبيت وهي مغطاة بطبقة  
الإسمنت الحديث

## 2- تلف وتساقط الأسقف:

أحد أكبر المشاكل التي كانت موجودة في البيت هي التلف الكبير في الأسقف، حيث لوحظ تساقط معظم أسقف غرف البيت بشكل كلي أو جزئي؛ وذلك نتيجة لعوامل التلف التالية:

- الطبقات السميكة والثقيلة جدا المتكونة على السطح العلوي للأسقف نتيجة للتدخلات السابقة التي عملت على إضافة طبقة علوية سميكة جدا من الخرسانة تشكل حملا ثقيلًا على العوارض الخشبية القديمة التي لم تكن مؤهلة ومعدة لتحمل هذا الحمل الثقيل؛ وبالتالي ضعفها وتكسرها ومن ثم سقوط السقف بشكل كلي أو جزئي.
- تآكل وضعف العوارض الخشبية القديمة "الدنجل" بواسطة الحشرات بعضها قد يكون من النمل الأبيض، وبالخصوص التآكل الموجود عند نقاط التقاء هذه العوارض مع الجدران، والتي تظهر في شكل قطع حاد في الخشب؛ أو ربما يكون بسبب الأملاح الناتجة عن الطبقات الإسمنتية.
- تسرب مياه الأمطار إلى المكونات العضوية للأسقف، وبالتالي تلفها وضعفها وعدم قدرتها على حمل الطبقات العلوية من السقف.



صورة رقم (178)

توضح التساقط الجزئي لآحد الأسقف في بيت الشيخ سلمان نتيجة تآكل أطراف العوارض الخشبية المتصلة بالجدران



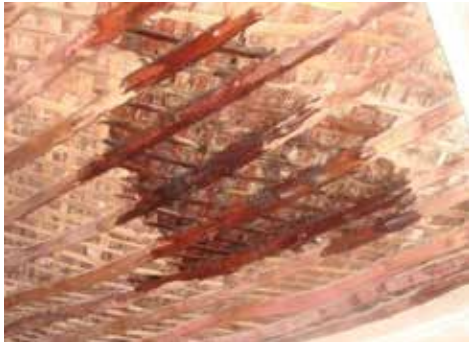
صورة رقم (180)

مظهر علوي لتشوهات وهبوط وتساقط أجزاء لأحد الأسقف في بيت الشيخ سلمان



صورة رقم (179)

تساقط أحد الأسقف في بيت الشيخ سلمان نتيجة الحمل الزائد على السقف



صورة رقم (182)

توضيح تسرب مياه الأمطار لأحد أسقف في بيت الشيخ سلمان



صورة رقم (181)

توضيح أحد الإصابات الحشرية للعوارض الخشبية لأحد أسقف في بيت الشيخ سلمان

### 3- الأملاح والرطوبة:

تنتشر الأملاح بشكل كبير في جدران البيت، وبالخصوص على أسطح الجدران الداخلية في الغرف أو الايوانات. وتتركز الأملاح في الأجزاء السفلية من الجدران، ويصل ارتفاع مستوى الأملاح في بعض الغرف إلى حوالي 220 سم، في شكل أملاح بيضاء متبلورة "زغبية الشكل" أو في شكل قشور ملحية في مناطق أخرى. ويتساوى مستوى ارتفاع الأملاح في الجدران مع مستوى ارتفاع الرطوبة، حيث يُلاحظ وجود الرطوبة في أماكن تواجد الأملاح. وقد يكون تفسير ذلك هو أن مصدر هذه الأملاح قد يكون انتقال إلى الجدار بواسطة الرطوبة الموجودة في التربة عن طريق الخاصية الشعرية، أو أن هذه الأملاح موجودة أصلاً في مواد بناء الجدار وبالخصوص عند وجود طبقات الإسمنت البورتلاندي. وقد لوحظ في بعض الغرف وجود الرطوبة والأملاح في الأجزاء العلوية من الجدران؛ نتيجة لتسرب مياه الأمطار من السقف. كما يمكن تفسير وجود الأملاح والرطوبة في الأماكن نفسها ناتج عن الخاصية الهيجروسكوبية لبعض الأملاح التي بإمكانها جذب الرطوبة من الهواء.

وقد أظهرت نتائج التحليل بحيود الأشعة السينية لعدد من عينات المونة وطبقات الملاط في البيت احتواء عدد من العينات على الهاليت "ملح كلوريد الصوديوم" بنسب تتراوح بين 4 – 6%. كما أظهرت نتيجة أحد عينات الملح المأخوذة من على سطح طبقة ملاط اسمنتية لأحد الجدران أنها تتكون من الهاليت بنسبة 86% والاكमित بنسبة 14%.



صورة رقم (184)

توضح عن قرب الأملاح في أحد جدران غرف  
بيت الشيخ سلمان



صورة رقم (183)

توضح التكدسات الملحية المصاحبة لارتفاع الرطوبة في  
أحد جدران غرف بيت الشيخ سلمان



صورة رقم (185)

توضح القشور الملحية الموجودة في أحد جدران غرف بيت الشيخ سلمان

#### 4- انتفاخ الجدران Bulging:

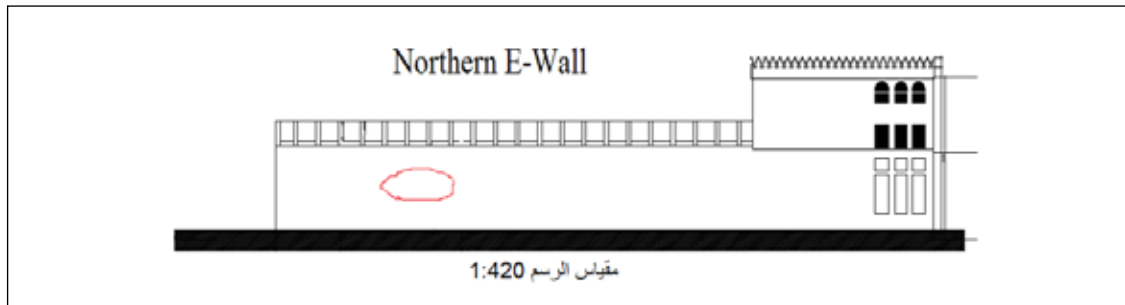
لوحظ وجود هذه الظاهرة في جزء من الواجهة الخارجية للجدار الشمالي للبيت بالقرب من الزاوية الشمالية الشرقية. تصل أعلى نقطة في الانتفاخ إلى ارتفاع حوالي 185 سم، وتبرز قمة الانتفاخ عن الجدار بحوالي 40 سم، ويحتل مساحة في الجدار وقدرها حوالي 28 م<sup>2</sup> (7 × 4 م).

يرجع سبب حدوث هذه الظاهرة في هذا المكان من البيت؛ إلى تسرب مياه الأمطار إلى وسط الجدار الذي تم بناءه بأحجار غير مشدبة بأسلوب الدبش، حيث يتكون الجدار من واجهتين يتوسطهما في الداخل كسر حجرية صغيرة تربط بينها مونة. والارتفاع الذي حدثت فيه هذه الظاهرة يقع بمستوى سقف الدور الأرضي؛ تسرب مياه الأمطار من خلاله "السقف" للجدار عند نقطة الالتقاء بينهما.



صورة رقم (186)

توضح مظهر ومكان الانتفاخ في الجدار الشمالي لبيت الشيخ سلمان



شكل رقم (159)

يوضح مكان وجود الانتفاخ في الواجهة الشمالية للبيت (رسم: الفريق الهندسي)

##### 5- تشققات وتشرخات Cracks:

تنتشر في جدران البيت العديد من الشروخ والتي تأخذ الاتجاه الرأسي والأفقي سواء في الدور الأرضي أو العلوي. ويتراوح عرض هذه الشروخ ما بين 5 ملم إلى 1.5 سم، وغالبية الشروخ هي شروخ رأسية تمر بفتحات موجودة في الجدران مثل النوافذ وفتحات التهوية والأبواب وعند الأقواس وكذلك عند الزوايا.



صورة رقم (187)

توضح وجود شرخ رأسي عند قمة أحد الأقواس في مدخل البيت





صورة رقم (189)

شرخ رأسي عميق ونافذ بعرض حوالي 3 سم في الزاوية الشمالية الشرقية للغرفة الشمالية الغربية بالدور العلوي لبيت الشيخ سلمان نتيجة هبوط للبيت من الجهة الغربية أدى لحدوث شرخ رأسي ممتد من السقف إلى منتصف جدار الغرفة السفلية مروراً بأحد فتحات نوافذ الغرفة العلوية



صورة رقم (188)

تظهر الجدار الشرقي لأحد الغرف العلوية لبيت الشيخ سلمان حيث يوجد شرخ أفقي في وسط الجدار نتيجة حدوث هبوط في الجهة الجنوبية لسقف الغرفة السفلية أدى لحدوث هذا الشرخ بموقع وجود الروابط الخشبية بداخل الجدار



صورة رقم (191)

تظهر شروخ رأسية في الواجهة الجنوبية لبيت الشيخ سلمان



صورة رقم (190)

منظر من الخارج للشرخ الموجود بالغرفة الشمالية الغربية لبيت الشيخ سلمان



**6- تلف اللوحات الزخرفية الجصية:**

تُزين البيوت العديد من اللوحات الزخرفية الجصية بأحجام وأشكال مختلفة سواء بداخل الغرف أو على الواجهات الداخلية المطلة على أفنية البيت أو على بعض الواجهات الخارجية للبيت والتي تجعلها معرضة للظروف الجوية الخارجية. وتتنوع مظاهر التلف الموجودة بهذه النقوش في المظاهر التالية:

- فقدان لأجزاء كبيرة من اللوحات الزخرفية نتيجة لتعرضها للتلف والإهمال، صورة رقم (192)
- تدخلات سابقة غير مناسبة لبعض اللوحات الزخرفية بطلانها بالإسمنت البورتلاندي الحديث والأصباغ الحديثة التي أدت إلى تشوهها وطمس أجزاء من معالمها، صورة رقم (193) و(194).
- تفتت وتآكل أجزاء من أسطح الزخارف نتيجة لتعرضها للرطوبة والأملاح، صورة رقم (195) و(196) و(197).
- اتساع وتراكم الأتربة على أسطح اللوحات الزخرفية نتيجة للإهمال وعدم وجود الصيانة الدورية.



صورة رقم (193)

تظهر تعرض أحد الأشرطة الزخرفية للطلاء بواسطة الإسمنت البورتلاندي



صورة رقم (192)

توضح تلف وفقدان لأحد الزخارف الجصية نتيجة لتعرضها لعوامل التلف الخارجية من رطوبة وأملاح وحرارة



صورة رقم (195)

تظهر مجموعة من اللوحات الزخرفية الجصية التالفة والمتآكلة بفعل الأملاح ومياه الأمطار المتسربة من السقف



صورة رقم (194)

تظهر أحد اللوحات الزخرفية وعليها طلاء بأصباغ حديثة



صورة رقم (197)

صور عن قرب توضح تلف وتآكل أحد اللوحات الزخرفية  
الموجودة في إحدى الغرف في الصورة رقم (196)



صورة رقم (196)

توضح تلف وتآكل أحد اللوحات الزخرفية الموجودة في  
إحدى الغرف في الصورة أعلاه

## ثانيا: التدخلات وأعمال الترميم والصيانة :Interventions of Conservation

### 1- التدعيمات الإنشائية الطارئة:

أولى تدخلات الحفظ والصيانة التي تم اتخاذها تجاه هذا المبنى هي إجراء أعمال تدعيم طارئة لعدد من الأسقف المتهالكة، وذلك بهدف ضمان حمايتها من التساقط وبالتالي فقدها دون توثيق، وكذلك بهدف السماح للفريق الفني والهندسي بالدخول للمبنى لإجراء أعمال الرسم والتوثيق والتنظيف. كما تم تدعيم وتثبيت عدد من الجدران وبالخصوص جدار الواجهة الشمالية للبيت والتي كانت تعاني من انبعاج أو انتفاخ Bulging في جزء كبير منه. وجميع هذه التدخلات تمت بواسطة فريق التدخلات الطارئة Emergency Conservation Team والذي تم انشائه في عام 2011 للقيام بالمراقبة الدورية والتدخلات السريعة والطارئة لضمان ثبات المباني القديمة والمواقع الأثرية في البحرين وعدم تدهورها.



صورة رقم (199)

فريق التدخلات الطارئة يقوم بتثبيت جدران وأسقف أحد  
الغرف في بيت الشيخ سلمان



صورة رقم (198)

فريق التدخلات الطارئة يقوم بتثبيت أحد الأسقف ببيت الشيخ سلمان

**2- إزالة الطبقات الإسمنتية الحديثة:**

تعتبر عملية إزالة واستبدال طبقات الإسمنت البورتلاندي من على أسطح البناء القديمة من التحديات الكبيرة التي تواجه المتخصصين في الصيانة والترميم؛ نتيجة لصلابتها العالية وبالخصوص عندما تكون بسمك كبير. وإزالة هذه الطبقات يجب أن تتم بحذر وحرص شديدين؛ بهدف المحافظة على الطبقات القديمة الموجودة أسفلها، وبالخصوص أن المرمم لا يعلم بما يمكن أن يظهر أسفل هذه الطبقات؛ ولذلك استخدمت في عملية الإزالة أدوات معدنية مشطوفة Chisel مع المطرقة، وهذا من شأنه أن يستغرق وقت أطول. وقد تبين أثناء الإزالة أن سمك طبقات الإسمنت يصل في بعض المناطق إلى 9 سم مكونة من عدة طبقات، كما أن غالبية الجدران تم وضع الإسمنت فيها بين الحجارة كمونة رابطة تصل إلى عمق 6 سم. والجدير بالذكر أنه أثناء عملية إزالة الطبقات الإسمنتية الحديثة من أسطح أحد الأعمدة في البيت تم الكشف عن شكله الأصلي المثلث، الذي كان غير ظاهرا عندما كانت تغطيه الطبقات الإسمنتية الحديثة، كما في الصورة رقم (204) و(205).



صورة رقم (201)

توضح عملية إزالة الإسمنت البورتلاندي من اسطح  
الواجهة الجنوبية



صورة رقم (200)

توضح الواجهة الجنوبية مغطاة بالكامل بالإسمنت  
البورتلاندي



صورة رقم (203)

مظهر عن قرب لشكل السطح القديم للجدار بعد إزالة  
الإسمنت



صورة رقم (202)

توضح مظهر الواجهة الجنوبية بعد إزالة الإسمنت  
البورتلاندي



صورة رقم (205)

تظهر العمود المثمن الذي تم الكشف عنه بعد إزالة الإسمنت



صورة رقم (204)

تظهر العمود المثمن قبل الكشف عنه

### 3- علاج وترميم الأسقف:

أولاً تم توثيق ودراسة حالة الأسقف، بحيث تمت دراسة حالة العوارض الخشبية لكل غرفة حيث تم تصنيف الأسقف من حيث مستوى التدخل إلى:

- أسقف تالفة تماماً وتحتاج إلى استبدال مع إمكانية استخدام عدد من الأخشاب القديمة والأصلية بعد معالجتها.
- أسقف يتم الإبقاء والحفاظ عليها مع صيانتها ومعالجة الأخشاب التالفة جزئياً منها، أو استبدال الأخشاب التالفة بشكل كامل والمتآكلة والتي لا يمكنها أن تؤدي وظيفتها الإنشائية.
- وفي كلا الحالتين تم إزالة الطبقات الإسمنتية العلوية واستبدالها بمواد أخرى مناسبة وخفيفة الوزن.

وبالإمكان شرح الخطوات التي تم اتخاذها لعلاج الأسقف بشكل عام في البيت في الخطوات التالية:

- حصر عدد العوارض الخشبية "الدنجل" التالفة التي تحتاج إلى استبدال والأخرى التي تحتاج إلى علاج.
- إزالة الطبقات الإسمنتية العلوية فقط من جميع أسقف البيت، وفي معظم الحالات تم فك وإزالة جميع أجزاء الأسقف؛ نظراً لتلفها التام وتساقطها. صورة رقم (206)
- علاج العوارض الخشبية الممكن إعادة استخدامها وذلك بتنظيفها في البداية بورق سنفرة ناعم جداً، ومن ثم تشريبها بمادة (البنزين) لعلاجها وحمايتها ضد الحشرات والكانات الحية الدقيقة.
- تثبيت العوارض الخشبية "الدنجل" على الجدران مع المحافظة على نفس المسافات القديمة بين العوارض عند صفها في الأعلى بحوالي 15 سم، وتم ملء المساحات بين العوارض الخشبية عند أعلى الجدار بكسر حجرية صغيرة مع المونة لتثبيتها، كما في الصورة رقم (207).
- تثبيت طبقة من عُصي البامبو بشكل متقاطع مباشرة فوق عوارض خشب الدنجل. صورة (208)
- وضع حصيرة من المنغور مباشرة فوق طبقة البامبو. صور (208)
- تغطية المواد والطبقات التقليدية السابقة بطبقة من البولي إيثيلين للحماية من تسرب مياه الأمطار مع مراعاة وجود زيادة من جميع الأطراف. صور (209)
- وضع طبقة من مادة عازلة للحرارة وهي مادة البلاستيك الرغوي "البولي إسترين" خفيف الوزن بسمك يصل إلى 3 سم. صور (209)
- وضع طبقة من البلاطات التي تم صبها في الموقع وتتكون من خليط من الجير والرمل والجبس، مع ملء الفراغات فيما بينها بين الحصى صغير الحجم. صور (209)
- تثبيت مرازيم خشبية جديدة في أماكن تواجدها القديمة. صور (210)





صورة رقم (207)

توضح طريقة صف العوارض الخشبية اتصالها مع أعلى الجدار



صورة رقم (206)

تظهر أحد أسقف غرف بيت الشيخ سلمان بعد إزالة السقف



صورة رقم (209)

توضح الطبقة العلوية للسقف مع عوارض المطر والحرارة



صورة رقم (208)

توضح مكونات السقف التقليدية وطريقة وضع عُصي البامبو وحصيرة المنغزور



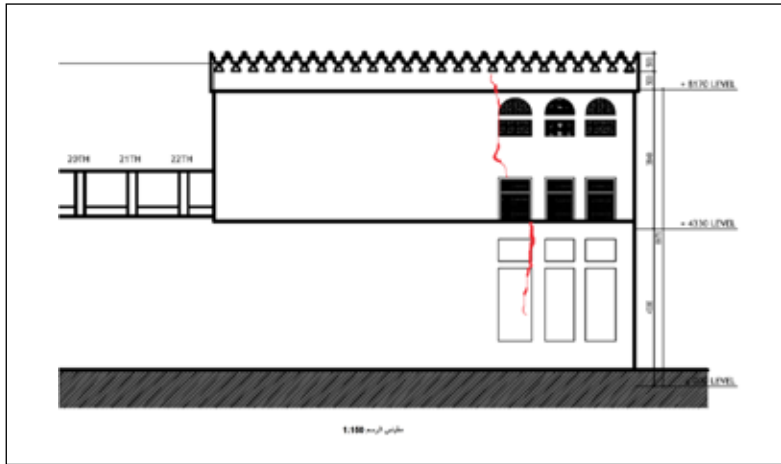
صورة رقم (210)

توضح شكل مرازيم تصريف مياه الأمطار

#### 4- علاج الشروخ:

سيتم تناول أحد الشروخ الكبيرة في الواجهة الشمالية للبيت والأسلوب الذي اتبع لمعالجته:

- تم استظهار الشرخ بإزالة طبقات الملاط الإسمنتية الحديثة وكذلك القديمة لمعرفة العرض والعمق الحقيقي للشرخ حيث تبين أن عرض الشرخ الحقيقي يصل في أقصاه إلى 3,5 سم وذلك في منتصفه عند منتصف الجدار في الجزء السفلي كما هو موضح في الصورة رقم (212)، وأما عمقه فيمتد إلى الجهة الثانية من الجدار وذلك في الجزء العلوي منه.
- تمت معالجة الشرخ بربط الجزء السفلي منه باستخدام عوارض خشبية من الدنجل ملفوفة بحبل ليساعد على ترابطه مع أجزاء الجدار، فيما أزيل النقش الزخرفي العلوي الذي تعرض للتشريح بفعل مرور الشرخ من خلاله وذلك بغرض المعالجة وإعادة تثبيته مرة أخرى، صورة رقم (213)
- تم حقن الأجزاء العلوية بمونة جييرية.



شكل رقم (160)

يظهر مكان وشكل الشرخ في الواجهة الشمالية لبيت الشيخ سلمان

(رسم: الفريق الهندسي) - مقياس الرسم 1:150



صورة رقم (212)

توضح مظهر الشرخ في الواجهة الشمالية بعد إزالة طبقات الكساء



صورة رقم (211)

توضح مكان ومظهر الشرخ الرأسي الواجهة الشمالية للبيت





صورة رقم (214)

توضح مظهر الشرح في الواجهة الشمالية بعد العلاج

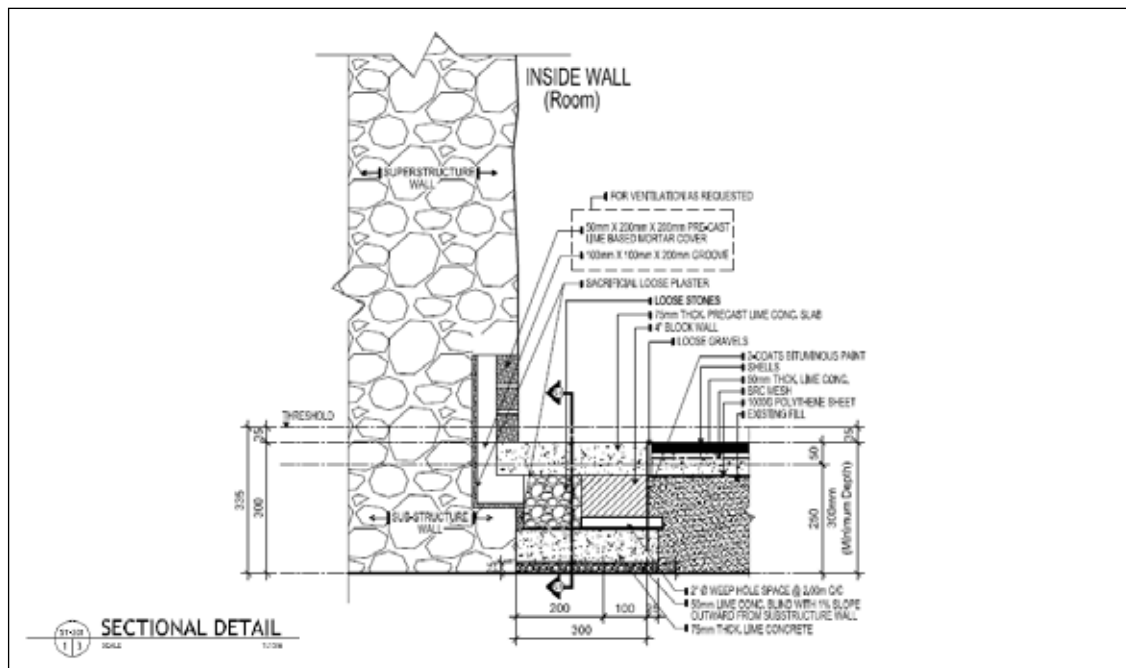


صورة رقم (213)

توضح مظهر الشرح في الواجهة الشمالية أثناء العلاج

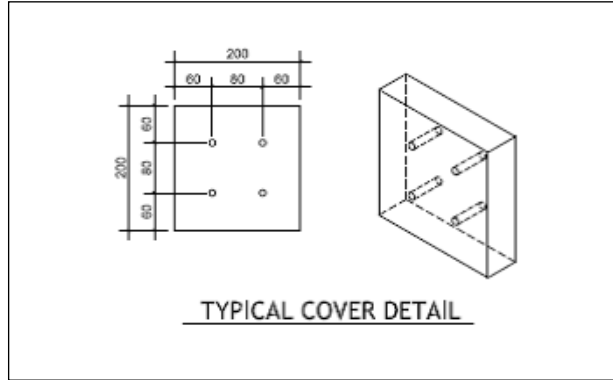
### 5- التحكم في الرطوبة الأرضية:

التقنية المستخدمة في البيت للتحكم في الرطوبة المرتفعة بداخل الجدران بواسطة الخاصية الشعرية من الأرض هي استخدام التهوية عند أسفل الجدران. فقد تم تهوية أسفل الجدران بحفر خندق حول الجدران من داخل البيت بعمق 30 سم وأيضاً بعرض 30 سم، فيما تم عمل قطع في الجدار من الأسفل بعمق 10 سم، حيث تم تغطيته بلوح من مونة الجبس والجير بأطوال تصل إلى 20 × 20 سم وبها 4 فتحات للتهوية. وأما الخندق فتم ملئ جزء منه بأحجار صغيرة وبعد ذلك تم تغطيته بلوح مشابه للوح المذكور أعلاه ولكن من غير فتحات. وقد أدى استخدام هذه التقنية إلى خفض منسوب ارتفاع الرطوبة في الجدران بشكل ملحوظ.



شكل رقم (161)

يوضح طريقة تهوية أسفل الجدران من داخل الغرف (رسم: كازروني وعلاء الحبشي)



شكل رقم (162)

يوضح شكل لوح التهوية في أسفل الجدران (رسم: كازروني وعلاء الحبشي)

## 6- صيانة الزخارف الجصية:

بعد حصر وترقيم جميع اللوحات الزخرفية الجصية في أجزاء البيت المختلفة وتوثيقها بالتصوير الفوتوغرافي بشكل أساسي، بدء العمل على إجراء أعمال الصيانة اللازمة لها. اعتمدت منهجية التدخل في إجراء أعمال التنظيف الميكانيكي يتبعها التنظيف الكيميائي ومن ثم تقوية الأجزاء الضعيفة وعزلها، كما تم استكمال الأجزاء المقفودة لبعض اللوحات الزخرفية بغرض التقوية والعرض للجمهور. وقد اختار الباحث نموذجين ليتم عرضهما في هذا البحث لتوضيح نوع التدخل والعلاج الذي تم للوحات الزخرفية في البيت.

### - الزخارف الجصية للمدخل الرئيسي:

يُزين أعلى المدخل الرئيسي للبيت عدد من الزخارف الجصية المحفورة وغير النافذة، تتكون من زخارف هندسية مؤطرة ضمن دوائر هندسية، كما هو واضح في الصورة رقم (215).

### - الحالة أو الوضع الراهن:

- تراكم الأتربة على السطح وبداخل الزخارف المحفورة.
- وجود أملاح.
- اتساخات اسمنتية حديثة.
- شروخ/تشرخات

### - التدخلات/العلاج:

- تم تنظيف الأتربة أولاً ميكانيكياً عن طريق نفخ الهواء باستخدام منفاخ يدوي ومن ثم باستخدام فرش ناعم، وقد استخدم المشروط والازميل لإزالة الأوساخ الإسمنتية الحديثة.
- التنظيف الكيميائي للأوساخ التي لم تُزل ميكانيكياً باستخدام كمادات مورا.
- استكمال أجزاء صغيرة ناتجة عن إزالة سلك كهربائي وذلك باستخدام الجبس.
- حقن الشروخ باستخدام مادة الكالوسيل (هيدروكسيد الكالسيوم في هيئة جزيئات متناهية الصغر).



صورة رقم (216)

توضح حالة الزخارف الجصية قبل الترميم



صورة رقم (215)

توضح أشكال الزخارف الجصية الموجودة في أعلى المدخل الرئيسي لبيت الشيخ سلمان



صورة رقم (218)

توضح عملية التنظيف الميكانيكي باستخدام المشربط



صورة رقم (217)

توضح عملية التنظيف الميكانيكي باستخدام المنفاخ اليدوي



صورة رقم (220)

توضح عملية التنظيف الكيميائي للأوساخ الموجودة على اللوح الزخرفي باستخدام الكمادات



صورة رقم (219)

توضح عملية إزالة طبقات الإسمنت البورتلاندي من الإطار



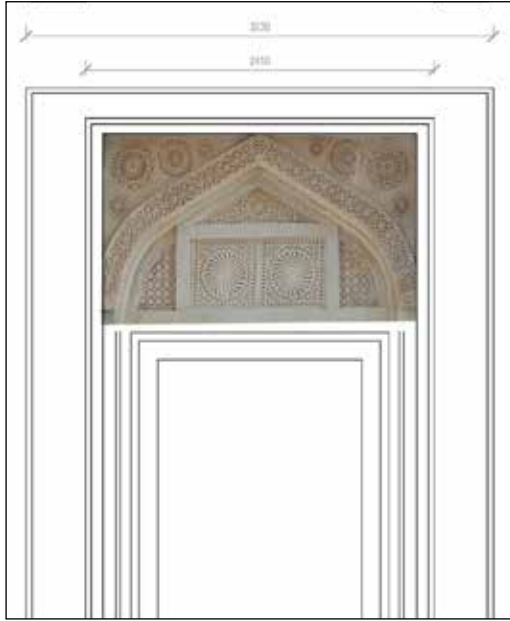
صورة رقم (222)  
توضح عملية حقن المادة المقوية في الشروخ



صورة رقم (221)  
توضح عملية التنظيف بالكمادات والقطن



صورة رقم (224)  
توضح مظهر الزخارف أعلى الباب الرئيسي  
لبيت الشيخ سلمان أثناء الليل بعد الترميم



صورة رقم (223)  
توضح مظهر الزخارف أعلى الباب الرئيسي لبیت  
الشيخ سلمان بعد الترميم

#### - الزخارف الجصية لمدخل الغرفة رقم 16:

عبارة عن مساحة قديمة تم الحفاظ عليها أثناء أعمال ترميم سابقة حيث لم يتم تغطيتها بالطبقات الإسمنتية الحديثة. يتوسط هذه المساحة لوحين زخرفيين مستطيلين الشكل، أحدهما أفقي والآخر رأسي وذو حجم أصغر ويعلو اللوح الأفقي، تم تنفيذ الزخارف عليهما بأسلوب الحفر غير النافذ. صورة رقم (225).

- الحالة أو الوضع الراهن:

- تراكم للأتربة على السطح وداخل الزخارف المحفورة.
- وجود أملاح.
- فقد النصف السفلي من اللوح الزخرفي الرأسي.
- تفتت وضعف في مكونات اللوحين الزخرفيين.

- التدخلات/العلاج:

- تم تنظيف الأتربة أولاً ميكانيكياً عن طريق نفخ الهواء باستخدام منفاخ يدوي ومن ثم باستخدام فرش ناعم، استخدم المشرب.
- تم تقوية اللوحين الزخرفيين باستخدام مادة الايكوسيل (الاسم التجاري لمادة هيدروكسيد الكالسيوم ذات الجزيئات المتناهية الصغر) أو ما يعرف بتقنية النانو Nano Technology، حيث تم تنفيذها باستخدام طريقة التشبيح بالفرشاة مع التطبيق مرتين، مع مراعاة التغطية بشرائح البولي ايثيلين للتقليل من سرعة التبخر والجفاف.
- تم استكمال الجزء السفلي من اللوح العلوي الرأسي والذي يحوي شكل نصف نبتة، حيث تم الاستكمال باستخدام الجبس وتم حفر الشكل المفقود بناء على الجزء العلوي المتبقي. وقد تم تدعيم اللوح الزخرفي من الخلف باستخدام الألياف الزجاجية وأسباخ معدنية غير قابلة للصدأ، وتم مراعاة أن يكون الجزء المستكمل مختلف في لونه قليلاً عن اللون الأصلي بغرض خلق اختلاف بصري بين القديم والحديث.



صورة رقم (226)

توضح عملية تغطية الزخارف الجصية بغطاء من البولي ايثيلين لحمايتها من التلف أثناء إزالة طبقات الإسمنت البورتلاندي من اسطح الجدار المجاور



صورة رقم (225)

مظهر الزخارف الجصية لمداخل الغرفة رقم 16 لبيت الشيخ سلمان قبل الترميم



صورة رقم (228)

توضح اللوح الزخرفي بعد تقويته واستكمال الجزء المفقود



صورة رقم (227)

توضح عملية التقوية الميكانيكية للوح الزخرفي باستخدام أسباخ معدنية غير قابلة للصدأ والألياف الزجاجية





صورة رقم (229)

مظهر الزخارف الجصية لمدخل الغرفة رقم 16 لبيت الشيخ سلمان بعد الترميم

#### 7- إعادة كساء الجدران (التلييس - المساح)

بعد إزالة طبقات الملاط الإسمنتيّة الحديثة ونسبة كبيرة من الإسمنت بين الحجارة تم إعادة كساء أسطح الجدران الداخلية والخارجية بطبقات الملاط بمواد تقليدية باتباع الخطوات التالية:

- تنظيف سطح الجدار بفرشاة كبيرة الحجم ومن ثم تنديته بالماء؛ ليساعد على التصاق المونة بالجدار وعدم انكماشها بشكل كبير نتيجة للفقء السريع للماء.
- إعادة ملء الفراغات بين الحجارة الناتجة عن إزالة المادة الإسمنتيّة الحديثة بمونة من (2 جبس - 1 جير - 1/2 رمل)
- وضعت طبقة ملاط بسمك 2 سم مكونة من (2 جير - 1 جبس - 1 رمل) وتم تهشير سطحها لتسمح بالتصاق الطبقة الثانية عليها، وتترك لتجف بشكل بطئ بعد تغطيتها بطبقة خيش رطبة لمدة أسبوع.
- بعد ذلك تم وضع طبقة ملاط ثانية بسمك 1 سم مشابهة لمكونات الطبقة السابقة وتركها لتجف ببطء لعدة أيام أخرى.
- تم وضع الطبقة الثالثة والأخيرة بسمك 1/2 سم مشابهة لمكونات الطبقة السابقة مع استخدام رمل ناعم ذو لون بيج ليعطي مظهر جيداً.



صورة رقم (231)

توضح مظهر طبقات الملاط المستخدمة في  
ترميم بيت الشيخ سلمان



صورة رقم (230)

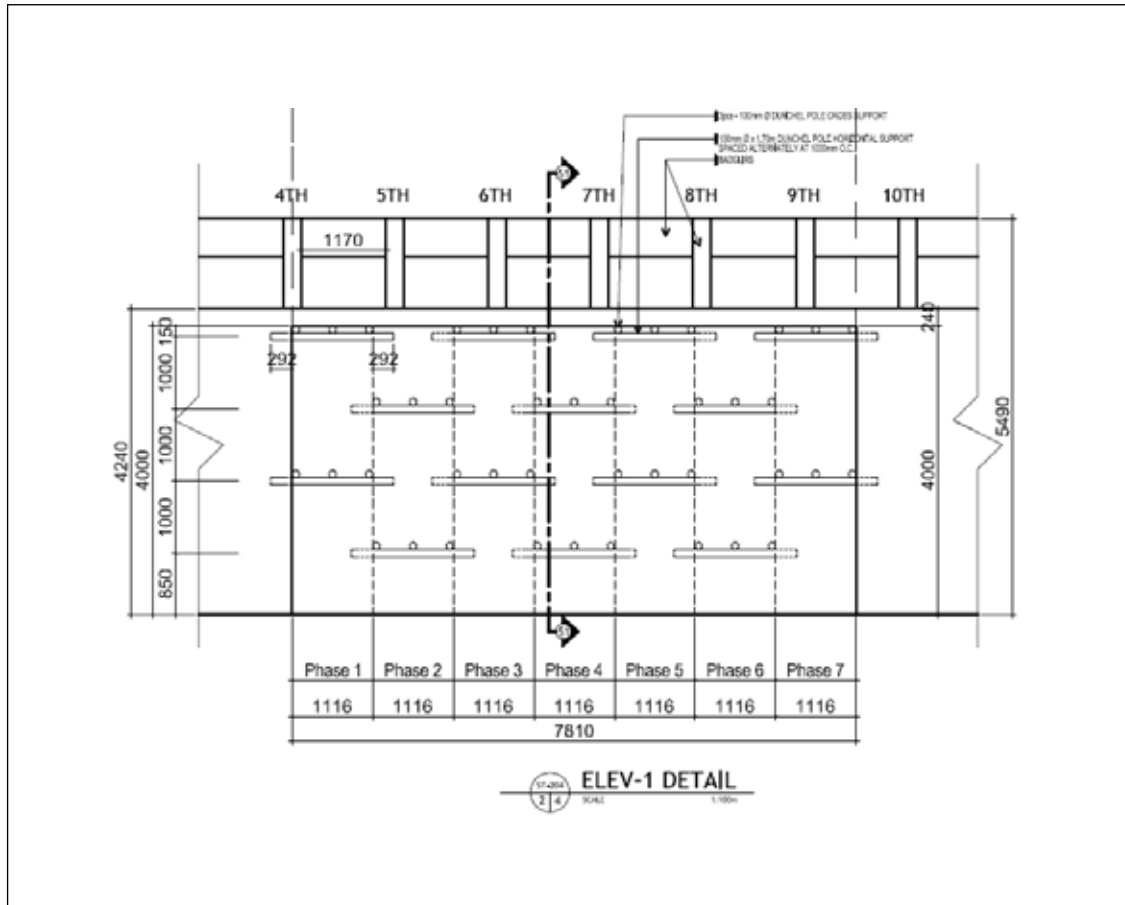
توضح طبقات الملاط الثلاث لترميم بيت  
الشيخ سلمان



## 8- علاج ظاهرة انتفاخ الجدران:

ولعلاج ظاهرة الانتفاخ في الواجهة الخارجية للجدار الشمالي للبيت تم اتباع أسلوب الفك وإعادة البناء:

- تم تدعيم أعلى المساحة المنتفخة لمنع تساقطها عند فك الجزء المنتفخ.
- لقد كان سطح الجدار في البداية مغطى بطبقة اسمنت بورتلاندي تم إزالتها كخطوة علاج سابقة.
- تم إعادة ملء الفجوات والفراغات بين الحجارة في الجزء العلوي من الجدار لتقويته ومنع سقوطه عند الفك.
- تم فك الجزء المنتفخ والموجود في الجزء الخارجي للجدار، حيث أن الجدار يتكون من جزئين خارجي وداخلي بحسب صف الحجارة، وقد تمت عملية الفك من الأعلى إلى الأسفل.
- بعد فك الحجارة، تم تقوية السطح الداخلي للفراغ الموجود بين جزئي الجدار بالمونة المناسبة.
- لربط جزئي الجدار مع بعضهما، تم وضع عوارض خشبية من خشب "الذنجل" الملفوف بحبال ليفية، حيث وُضعت أفقياً في عمق الجدار ومستندةً على عوارض خشبية من نفس النوع مصفوفة بشكل أفقي وموازي لسطح الجدار. وقد وُضعت هذه العوارض الخشبية في شكل أربعة صفوف أفقية يبعد كل واحد عن الآخر رأسياً بمسافة 1 م تقريباً، وتبعد عن بعضها أفقياً بحوالي 1 م، كما هو موضح في الشكل رقم (163).



شكل رقم (163)

يوضح طريقة علاج ظاهرة انتفاخ احد الجدران في بيت الشيخ سلمان (رسم: علاء الحبيشي)



صورة رقم (233)

توضح عملية علاج ظاهرة انتفاخ احد الجدران  
في بيت الشيخ سلمان



صورة رقم (232)

توضح عملية علاج ظاهرة انتفاخ احد الجدران في بيت  
الشيخ سلمان



صورة رقم (235)

توضح مظهر الواجهة الأمامية لبيت  
الشيخ سلمان بعد الترميم



صورة رقم (234)

توضح مظهر الواجهة الأمامية لبيت الشيخ  
سلمان قبل الترميم



صورة رقم (237)

توضح مظهر الواجهة الجنوبية الداخلية لفناء بيت  
الشيخ سلمان بعد الترميم



صورة رقم (236)

توضح مظهر الواجهة الجنوبية الداخلية لفناء بيت  
الشيخ سلمان قبل الترميم

الفصل الثاني

# مشروع ترميم وصيانة دكاكين سيادي بسوق القيصرية – مدينة المحرق

أولاً: الدراسة والتوثيق

ثانياً: التدخلات وأعمال الترميم والصيانة



الموقع عبارة عن 6 دكاكين "محلات تجارية" قديمة يرجع تاريخها إلى بداية القرن العشرين، وهي جزء من امتداد لسوق القيصرية القديم في مدينة المحرق حيث كانت السوق تطل على البحر مباشرة حيث التجارة البحرية. وقد هُجرت هذه الدكاكين منذ الثمانينات وفقدت نشاطها، ماعدا أحد الدكاكين كان يستخدم كمخزن لأحد المحلات التجارية المجاورة. وقد قررت هيئة البحرين للثقافة والآثار إجراء أعمال ترميم وصيانة لها كمشروع نموذجي وخطوة أولى بالإمكان الاحتذاء بها في ترميم وتأهيل المحلات التجارية القديمة الأخرى في السوق.

## أولا: الدراسة والتوثيق:

تضم هذه الخطوة جميع أعمال الدراسة والتوثيق للمبنى والتي تتمثل في دراسة تاريخ المبنى من خلال المصادر المختلفة ومن خلال أعمال التنقيب الأثرية، وأيضا تقديم وصفا معماريا له، وكذلك تشخيص مواد البناء والمشاكل ومظاهر التلف في المبنى.

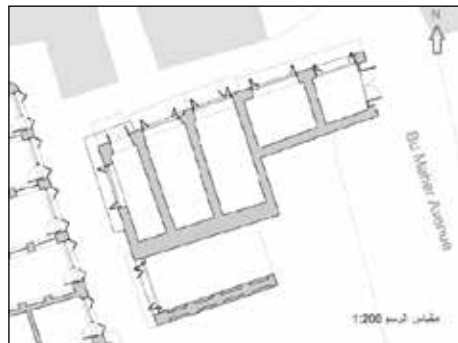
### 1- الدراسة التاريخية والمعمارية:

- **الموقع:** تقع دكاكين سيادي في جنوب سوق القيصرية بمدينة المحرق، يحدها من الشمال ممر ضيق ومن الجنوب ارض فضاء كانت سابقا عبارة عن دكاكين ترجع ملكيتها لنفس المالك، ومن الشرق يحدها طريق أبو ماهر، ومن الغرب يحدها ممر ضيق.

- **التاريخ:** بنيت هذه الدكاكين بواسطة يوسف بن محمد سيادي في حوالي عام 1950م. وقد ظلت هذه الدكاكين تستخدم بواسطة أبناء سيادي جيل بعد جيل، ويديرها الآن عبدالله بن يوسف سيادي. وقد كانت هذه الدكاكين تستخدم سابقا في الأدوات اليومية للمنزل والثياب.

- **الوصف:** عبارة عن مجمع صغير، يتكون من ستة دكاكين صغيرة تم اختيارها لتمثل نموذجا لنمط العمارة في سوق القيصرية، وهو السوق التقليدي القديم الذي تشتهر به مدينة المحرق. وقد نشأ هذا السوق مع نهايات القرن 19م. وكان يتكون من خانات وعمارات (مخازن التجار warehouse) والدكاكين وهي العنصر الأساسي لتكوين السوق، ومن أمثلة هذه الدكاكين هي الدكاكين الستة التي اختيرت لعرضها في هذا البحث.

تكاد تكون أحجام الدكاكين في السوق متقاربة، حيث تتراوح أبعادها التقريبية 3م عرضا في 6م عمقا أو طولا وبارتفاع 3م. وكالعادة في دكاكين السوق فإن واجهات هذه الدكاكين لم تكن مزودة بواجهات للعرض كما هو الحال في واجهات المحلات في الوقت الحاضر، وإنما كانت واجهة المحل مكشوفة بمجرد فتح البوابة. وقد كان شكل البوابة موحد في جميع محلات السوق، حيث كانت تتكون من صفتين، كل صفتة تتكون من لوحين ينطبقان على بعضهما عند فتح الباب. ويعلوا الباب شبابيك خشبية يتوسطها قضبان حديدية تسمح بالتهوية ودخول الضوء.



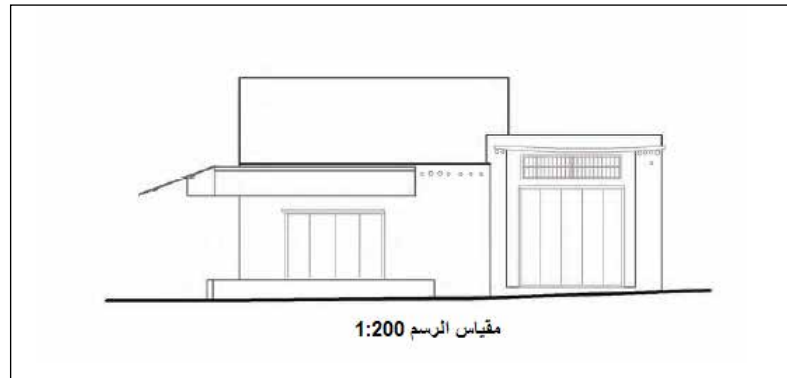
شكل رقم (164)

مسقط أفقي لدكاكين سيادي (رسم: فريق طريق اللؤلؤ)



شكل رقم (165)

الواجهة الشمالية لدكاكين سيادي (رسم: فريق طريق اللؤلؤ)



شكل رقم (166)

الواجهة الغربية لدكاكين سيادي (رسم: فريق طريق اللؤلؤ)

## 2- أعمال التنقيب الأثرية:

كان من الضروري إجراء أعمال تنقيب أثرية للأرض خلف هذه الدكاكين للكشف عن أي بقايا معمارية أو قطع قديمة وبالأخص أن هناك صورة من فترة السبعينات من القرن الماضي تظهر وجود امتداد لهذه الدكاكين. وقد تمت أعمال التنقيب بواسطة فريق أثري بحريني قام في بداية الأمر بعمل مجسات اختبارية للتأكد من بقاء أساسات جدران الدكاكين المتهمة، وهذا بالفعل ما أكدته نتائج التنقيب حيث أظهرت امتداد جدران الدكاكين المتهمة حيث تم الاستفادة منها في أعمال إعادة البناء والترميم. كما أظهرت نتائج التنقيب وجود إعداد كبيرة من "المدابس"<sup>401</sup> بداخل الدكاكين المتهمة. فيما عُثر أيضا على العديد من الأدوات وقنينات شرب.



صورة رقم (239)

توضح بقايا الدكاكين المهتمة وبداخلها المدابيس  
أحد المجسات الأثرية عند أحد المدابيس



صورة رقم (238)

توضح بقايا الدكاكين المهتمة وبداخلها المدابيس



صورة رقم (240)

توضح أحد المدابيس التي تم العثور عليها أثناء التنقيب

### 3- دراسة مواد وتقنيات البناء:

من خلال دراسة مواد البناء المستخدمة في تشييد الدكاكين بالعين المجردة والمقارنة وأيضاً باستخدام حيود الأشعة السينية تبين ما يلي:

- الحجارة المستخدمة في أعمال البناء هي حجر بحري من النوعين المرجاني والفروش.
- المونة المستخدمة في ربط أحجار الجدران هي مونة جبسية خالصة.
- طبقات الملاط تتكون أيضاً من الجبس الخالص دون إضافات.
- أما بالنسبة إلى الأخشاب؛ فالأخشاب المستخدمة في الأبواب هي من خشب الساج، فيما استخدم خشب الدنجل "المانجروف" والبامبو والمنغروف في الأسقف.

أما الأسلوب المتبع في بناء الجدران فهي الجدران الحاملة والسميكة في النصف السفلي منها حيث يصل سمك الجدار إلى حوالي 90 سم، ويبنى هذا بصف الحجارة على جزئين أحدهما يمثل الواجهة الداخلية والآخر يمثل الواجهة الخارجية (صور رقم 241)، ويربط أجزاء الجدار من الداخل روابط خشبية "الدبل" عبارة عن أرباع من جذوع النخيل، توضع بجوار بعضها وتربط بالحبال، وتوضع بشكل أفقي على مسافات متباعدة بحوالي 120 سم، وتفتقر هذه الجدران إلى وجود النوافذ. والنصف العلوي من الجدار سمكه أقل، ويضم أعمدة مربعة الشكل وتُشغل المساحات بينها بالحجارة المرجاني أو الفروش. صورة رقم (242).





صورة رقم (241)

توضح مقطع لاجد الجدران يبين أسلوب بناء جدران الدكاكين



(ب)



(i)

صورة رقم (242)

صورة "أ" و "ب" توضحان أسلوب بناء جدران الدكاكين

وأما الأسقف فهي مبنية من خشب الدنجل يعطوه البامبو ومن ثم طبقة من حصيرة المنغزور، تعلوها طبقة من الحجارة الصغيرة وفوقها طبقة سميكة من الرمل أو الطين متداخلة مع الحجارة.

#### 4- توثيق الوضع والحالة الراهنة للبيت:

بدأت عملية التوثيق أولاً بالبحث عن ملكيات هذه الدكاكين حيث تم إجراء لقاءات مع الأهالي في المنطقة والتجار في السوق للتعرف عن أصحاب المالك السابقين والحاليين للدكاكين، وللتعرف أيضاً على الاستخدامات والأنشطة القديمة التي كانت تمارس في هذه الدكاكين. فقد تم مخاطبة جهاز التسجيل العقاري في البحرين، الذي قام بتوفير نسخ من وثائق الملكية لهذه الدكاكين؛ مما سهل عملية التعرف على تاريخ الإنشاء وكذلك في عملية استخراج الرخص للترميم.

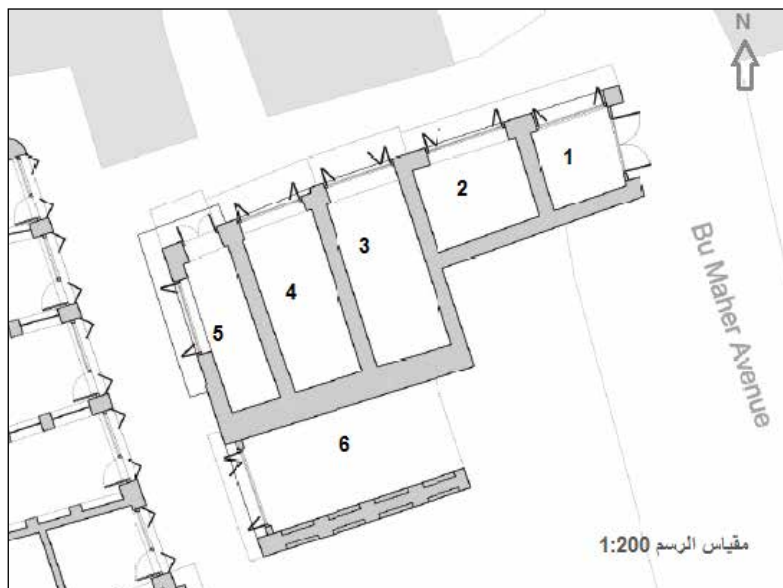
وقد تبين أن معظم هذه الدكاكين تعود في الأصل لعائلة واحدة، وأن النشاط التجاري الذي كان يمارس فيها عبارة عن بيع لأدوات وأغراض ذات استخدامات مختلفة بالإضافة إلى ممارسة الخياطة في أحد الدكاكين. كما أن أحد الدكاكين قد أوقفه صاحبه للأعمال الخيرية.

أما بالنسبة إلى توصيف الحالة الراهنة، فقد تمت برفع ورسم الدكاكين وإعداد رسومات تفصيلية لها من مخططات ورسم للواجهات وقطاعات رأسية، وكذلك تطبيق مظاهر التلف على الواجهات.

والأسلوب المتبع في توصيف الحالة الراهنة للدكاكين هو نفسه المستخدم في توصيف موضوع الدراسة السابق "بيت الشيخ سلمان".

ولتوثيق الدكاكين وتوصيف الوضع والحالة الراهنة فقد تم اتباع الخطوات التالية:

- رفع ورسم مخططات أفقية ومقاطع رأسية للدكاكين ورسم واجهاتها.
- ترقيم الدكاكين بحيث أعطي رقم لكل دكان كتعريف له حيث أعطيت لها الأرقام من 1 إلى 6، كما في المخطط رقم (167)
- توقيع مظاهر التلف على واجهات الدكاكين.
- رسم وتوثيق تفصيلي للأبواب الخشبية كعنصر أساسي في الدكاكين.
- حصر ورسم عدد العوارض الخشبية في الأسقف.
- توثيق حالة الدكاكين بالتصوير الفوتوغرافي.
- تم تخصيص لكل دكان بطاقة للتعريف بالمشاكل الموجودة به، جدول رقم (98)



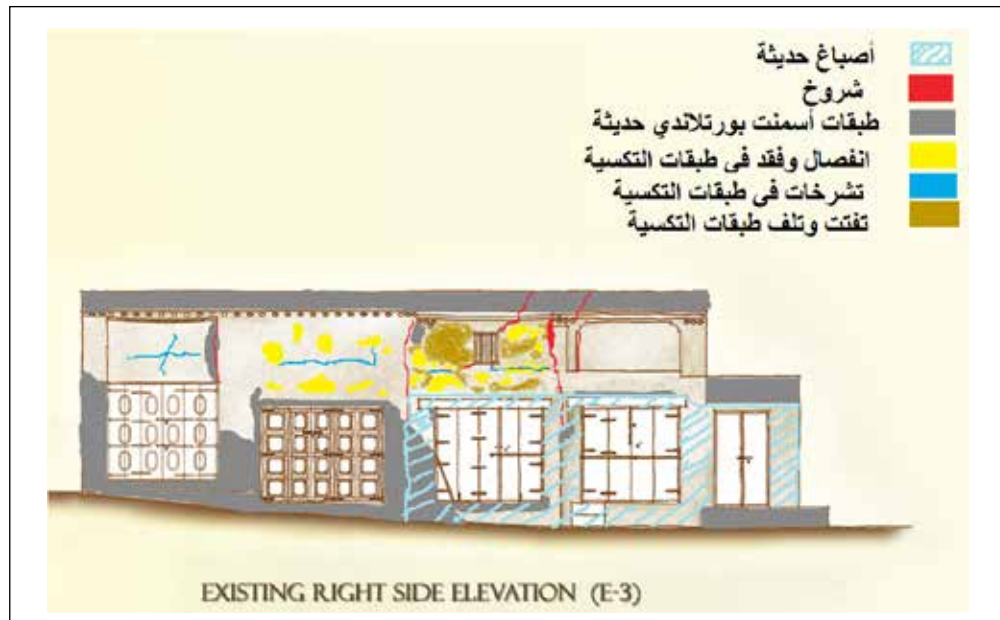
شكل رقم (167)

مخطط أفقي لمجموعة الدكاكين يوضح عملية الترقيم للدكاكين (رسم: فريق طريق اللؤلؤ)



شكل رقم (168)

يوضح مظاهر التلف على جدران الدكاكين (رسم: العالي للهندسة)



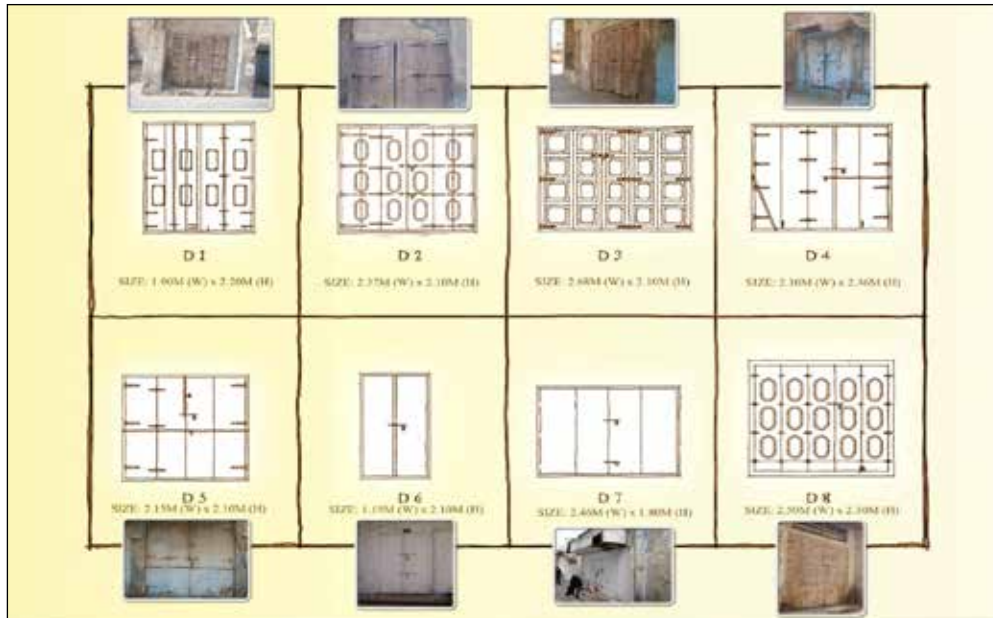
شكل رقم (169)

يوضح مظاهر التلف على الواجهة الأمامية للدكاكين (رسم: العالي للهندسة مع تعديل الباحث)



شكل رقم (170)

يوضح عملية حصر ورسم عدد العوارض الخشبية في الأسقف (رسم: العالي للهندسة)



شكل رقم (171)

يوضح عملية توثيق الأبواب الخشبية للدكاكين (رسم: العالي للهندسة)

رقم الدكان	1
عدد الأبواب	2
عدد النوافذ	-
عدد اللوحات الجصية	-
الحالة	
الجدار "أ" الغربي	هو الجدار الغربي للدكان والمشارك مع الدكان رقم 2، الجدار مازال محتفظاً بطبقة الملاط القديمة، ذات لون أبيض، توجد بالجدار بعض الشروخ الرأسية والأفقية في طبقة الملاط، توجد بالجدار عدد 2 رابط خشبي بداخل الجدار بشكل أفقي وقد سقطت طبقة الملاط من أعلاها، ويوجد إصلاح بالإسمنت الحديث عند الرابط الخشبي السفلي.
الجدار "ب" الجنوبي	هو الجدار الجنوبي، حالة واجهته الداخلية سيئة، مازال محتفظاً بطبقة الملاط القديمة، يوجد في وسط الجدار انتفاخ وشرخ رأسي يتفرع إلى عدة شروخ في الجزء الأسفل نتيجة لعملية انتفاخ السطح الداخلي للجدار، هناك تساقط للأحجار وفقد للمونة وطبقة الملاط في الجزء الأسفل من الجدار. يوجد شرخ عميق، غير نافذ في الزاوية الجنوبية الشرقية مع نقطة الاتصال بالجدار الشرقي.
الجدار "ج" الشرقي	هو الجدار الشرقي للدكان، يوجد به الباب الثاني حيث يشغل أكثر من نصف مساحة الجدار، والجزء العلوي منه سليم مع وجود شروخ بسيطة في طبقة الملاط.
الجدار "د" الشمالي	هو الجدار الشمالي للدكان حيث واجهه الدكان والباب الرئيسي، يوجد شرخ أفقي عند الرابط الخشبي تتفرع منه شروخ صغيرة.
السقف	حالته سليمة مع وجود بقايا ودلائل على تسرب للمياه على سطح الخشب.
الأرضية	هناك طبقة أتربة وغبار سميكة مع بقايا كسر حجرية والأرضية من الإسمنت الحديث وبها بعض الشروخ.

## جدول رقم (98)

بطاقة الحالة الراهنة للدكاكين

**- المشاكل ومظاهر التلف Problems & Deterioration Aspects:****1- تدهور الأسقف:**

تختلف حالة أسقف الدكاكين من دكان إلى الآخر، فأحد الدكاكين "رقم 6" حالته سيئة، حيث أن هناك بعض العوارض الخشبية "الذنجل" منحنية والأخرى مكسورة من الوسط؛ نتيجة للثقل الواقع عليها من الطبقات العلوية للسقف والتي يصل سمكها إلى 35 سم؛ نتيجة أعمال الصيانة السابقة للسقف من قبل صاحب المبنى، حيث أعتاد الناس في تلك الفترة على وضع طبقات من الطين على السقف قبل فصل الشتاء كل عام؛ تجنباً لتسرب مياه الأمطار إلى داخل المبنى من خلال السقف. كما أن من مظاهر التلف الموجودة في الأسقف هو تلف المكونات العضوية لعناصر السقف نتيجة لتسرب مياه الأمطار.





صورة رقم (244)

توضح انحناء احد الأسقف وتكسر عدد من العوارض الخشبية نتيجة لضعفها وتلفها بواسطة مياه الأمطار والحمل الزائد من الطبقات العلوية



صورة رقم (243)

السك الكبير لسقف أحد الدكاكين نتيجة التداخلات السابقة



صورة رقم (245)

توضح تآكل طبقة الحصير وتساقط أجزاء من الحصى والمونة لسقف أحد الدكاكين

## 2- طبقات الإسمنت البورتلاندي Portland Cement Plaster:

منذ ظهور الإسمنت البورتلاندي الحديث في الأسواق استخدم في جميع أعمال البناء الحديث وفي أعمال ترميم المباني وذلك من قبل أصحابها؛ نظرا لتوافره في الأسواق بشكل كبير ولثدرة المواد التقليدية ولاعتقاد البنائين بقوته على تدعيم المبنى. وهكذا الحال بالنسبة إلى مجموعة الدكاكين بسوق القيصرية التي غُطيت معظم اسطح جدرانها بالإسمنت الحديث، ولكن الجيد انه لم يستخدم بشكل كثيف في تغطية اسطح الجدران إنما استخدم على أجزاء بسيطة وبالخصوص على اسطح الجدران الخارجية حيث لم يستخدم فيها بشكل كبير. وقد كان أكثر استخداما في الأجزاء السفلية من الجدران، وفي ترميم الشروخ بداخل الدكاكين.

وقد أظهرت الفحوصات لبعض أجزاء جدران البيت أن استخدام الإسمنت الحديث لم يقتصر فقط على أعمال الكساء وإنما استخدم كمونة في ملء الفراغات الموجودة بين أحجار البناء. ويصل سمك طبقات ملاط الإسمنت الحديث في بعض الأجزاء إلى حوالي 9 سم، وقد غطيت بعض الجدران بطبقتي ملاط؛ ولربما يرجع ذلك إلى إجراء أعمال ترميم للبيت في فترتين مختلفتين. ولحسن الحظ انه عند وضع طبقات الإسمنت الحديث لم يتم إزالة الطبقات القديمة وإنما تم تغطيتها.



وكما ذكرنا سابقا في البحث بأن الإسمنت البورتلاندي يعتبر من أحد مشاكل ومسببات التلف لمواد بناء المباني القديمة؛ نتيجة لصلابته العالية وعدم تميزه بخاصية المرونة **Flexibility** مما يؤدي إلى انفصاله بسهولة عن سطح المبنى ولربما يُسقط معه بعض الأجزاء القديمة. كما أن الإسمنت لا يسمح بتنفس الجدار وخروج الرطوبة منه، بالإضافة إلى أنه يؤدي إلى طمس العديد من الملامح والعناصر الزخرفية القديمة. ولا يخفى ما ينتج عن هذا النوع من الإسمنت من أملاح قلووية بجانب أملاح الكبريتات والنيترات والتي تضاف للإسمنت لإعطائه صفات معينة عند إنتاجه، وهذه الأملاح القابلة للذوبان بتعرضها للرطوبة تهاجر في أجزاء المبنى المختلفة باتجاه أسطح البحر.



صورة رقم (247)

توضح استخدام "الطابوق" في تدعيم جدران أحد الدكاكين



صورة رقم (246)

توضح استخدام الإسمنت البورتلاندي على واجهات الدكاكين

### 3- تساقط وفقد أجزاء من الجدران:

يظهر واضحا تساقط الجزء السفلي من وسط الواجهة الجنوبية للجدار الجنوبي للدكان رقم 6، كما هو مبين في الصورة رقم (248) حيث تظهر الفجوة واضحة بعرض 100 سم تقريبا وارتفاع 140 سم وعمق 30 سم في الجدار. وكذلك تساقط أجزاء من الزاوية الشرقية لنفس الجدار، وبعض الأجزاء من نقطة الالتقاء بين الدكان رقم 3 ورقم 6، حيث كانت هذه الزاوية هي نقطة الالتقاء بين جدران ثلاثة دكاكين سقط أحدهما كما في الصورة رقم (249).



صورة رقم (249)

توضح تساقط أجزاء من أسفل جدار يمثل زاوية أحد الدكاكين مما يهدد ثبات الأجزاء العلوية



صورة رقم (248)

توضح تساقط أجزاء من السطح الخارجي لجدار أحد الدكاكين

#### 4- فقدان المونة بين أحجار الجدران:

ظاهرة تساقط وفقد المونة الرابطة بين أحجار البناء في الجدران منتشرة بشكل كبير في اسطح جدران الدكاكين الداخلية والخارجية. وقد نتجت هذه الظاهرة عن ارتفاع الرطوبة والأملاح في الجدران وبالتالي ضعف وتفتت وفقد المونة وطبقات الملاط نتيجة لتبلور الأملاح وذوبانها المستمر. وهذه الظاهرة تؤدي إلى إضعاف الجدران وتساقطها جزئياً أو كلياً، ويلاحظ تواجدها دائماً في الأجزاء السفلية من الجدران.



صورة رقم (251)

توضح تساقط وفقد للمونة من أسفل جدار أحد الدكاكين



صورة رقم (250)

توضح مظهر أحد الجدران وقد فقدت المونة بشكل كبير من أجزائه السفلية

#### 5- الرطوبة والأملاح:

تتواجد مجموعة الدكاكين موضوع الدراسة على حافة منحدر طبيعي، ومنخفضة عن مستوى الطريق بحوالي 60 سم، مما يجعل أجزاء منها معرضة لتجمع مياه الأمطار عند أسفل جدرانها وبالتالي ارتفاعها بواسطة الخاصية الشعرية إلى الجدران واتجاهها نحو الأعلى، ويبلغ ارتفاع الرطوبة في جدران أحد الدكاكين إلى حوالي 190 سم؛ ومما ساعد على زيادة ارتفاع الرطوبة فيها أيضاً هو وجود بعض الركام والرمال الناتجة عن تهدم الدكاكين الخلفية.

وتكمن خطورة هذه الرطوبة في نقلها للأملاح من التربة والركام الخلفي إلى الجدران، وأيضاً إذابتها للأملاح القابلة للذوبان في الماء الموجودة في مواد البناء القديمة أو الموجودة في طبقات الملاط الإسمنتية الحديثة. وتؤدي إذابة الأملاح ومن ثم تبلورها إلى تفتت المونة الرابطة بين الحجارة في الجدران، وكذلك الضغط على طبقات الملاط وإسقاطها من على سطح الجدار.



صورة رقم (253)

توضح مستوى ارتفاع الرطوبة في الجدران والتواجد الكبير للأملاح أسفل جدار أحد الدكاكين



صورة رقم (252)

توضح مستوى ارتفاع الرطوبة في الجدران

**6- الشروخ:**

يتواجد في الدكاكين نوعان من الشروخ أحدهما شروخ في طبقات الملاط والأخرى في الجدار.

- شروخ طبقات الملاط: تتواجد هذه الشروخ في طبقات الملاط القديمة والحديثة نتيجة إما لعمليات التمدد والانكماش الناتجة عن التغيرات في درجات الحرارة، أو عن تبلور الأملاح أسفل السطح، أو نتيجة تمدد الروابط الخشبية في الجدران. ويتراوح عرض هذه الشروخ ما بين 2 إلى 5 ملم.

- شروخ في الجدار: لوحظ تواجد هذه الشروخ في وسط الجدران أو عند الزوايا وجميعها في اتجاه رأسي، يُلاحظ تواجدها في الجدران الجنوبية. وأما الشروخ الموجودة في الزوايا فتتواجد في الجدران الغربية من الدكاكين؛ وجميع هذه الشروخ ناتجة عن ازدياد ميل مباني الدكاكين باتجاه الغرب حيث يزداد انخفاض مستوى سطح الأرض عن سطح الطريق؛ ولربما هذا الازدياد في الميل ناتج عن حدوث هبوط في التربة في القسم الغربي.



صورة رقم (255)

أماكن تواجد الشروخ الرأسية في الفواصل بين الدكاكين



صورة رقم (254)

توضح احد الشروخ الأفقية في طبقة الملاط الناتج عن تمدد الروابط الخشبية في الجدار



صورة رقم (257)

توضح مظهر احد الشروخ الرأسية النافذة في زوايا احد الدكاكين



صورة رقم (256)

توضح شروخ رأسي في وسط الجدار والآخر في الزاوية

## 7- تلف الأبواب الخشبية:

توجد في الـ 6 دكاكين 7 أبواب خشبية كبيرة، 3 أبواب منها قديمة ترجع لفترة إنشاء الدكاكين وهي مصنوعة من خشب الساج، وأما باقي الأبواب فهي مستبدلة ومضافة في فترات سابقة وتختلف في نوعها وتصميمها عن الأبواب الأصلية.

أما مظاهر التلف الموجودة فيها فهي:

- تغير وبهتان لون الخشب وتحوله للون البني الفاتح أو الرمادي الفضي في بعض أجزائه؛ نتيجة للتحلل الضوئي Photodegradation لسطح الخشب نتيجة لتعرضه لأشعة الشمس والأشعة فوق البنفسجية UV.
- تشريخات رأسية مع اتجاه الألياف .
- تلف الأجزاء السفلية من الأبواب نتيجة تعرضها للاحتكاك والرطوبة والجفاف المتكرر.
- صدأ العناصر المعدنية الرابطة للأبواب.
- صعوبة في غلق وفتح الأبواب



صورة رقم (259)

توضح التشريخات الرأسية في الألواح الخشبية للباب



صورة رقم (258)

توضح تآكل الأجزاء السفلية لآحد الأبواب نتيجة تعرضها للرطوبة والأملاح



صورة رقم (261)

توضح ثقوب في خشب جذوع النخيل بفعل إصابة حشرية



صورة رقم (260)

توضح التغير اللوني لآحد الأبواب نتيجة تعرضه المستمر لأشعة الشمس



## 8- تلف وتساقط طبقات الملاط:

تغطي جميع أسطح الجدران الخارجية والداخلية للدكاكين طبقات ملاط قديمة يتراوح سمكها بين 6 ملم إلى 12 ملم. وتختلف مظاهر التلف فيها ما بين تفتت لسطحها وتشرخ، وانتفاخها Bulging أو انفصال وتساقط أجزاء منها.

- تفتت سطح طبقة الملاط: يظهر ذلك واضحا على أكثر من جزء من طبقات الملاط الخارجية حيث تكون ذات سطح متفتت وضعيف تتساقط الحبيبات منه عند اللمس باليد؛ وذلك نتيجة تعرضه للظروف الخارجية من تغير في درجات الحرارة والرطوبة والرياح التي تؤدي إلى انكماش وتمدد طبقات الملاط وإذابة وإعادة تبلور الأملاح مما يؤدي هذه العوامل في النهاية إلى ضعف وتفتت السطح وبالتالي تقلصه وتقرشه وانتهاءه.
- تشرخ طبقات الملاط: وهي نتيجة إما لعمليات التمدد والانكماش الناتجة عن التغير في درجات الحرارة والرطوبة، أو نتيجة لتمدد الروابط الخشبية في الجدار نتيجة تشبعها بالرطوبة، أو نتيجة لتبلور الأملاح أسفل السطح مما يؤدي إلى تشقق سطح طبقة الملاط وهي المرحلة التي تسبق سقوطها.
- انتفاخ وانفصال وتساقط طبقات الملاط، وهي آخر مراحل تلفها والتي تنتج عن تقدم في سوء الحالة بالنسبة للمظاهر السابقة وبالأخص نتيجة لضعف وغسل ونزح المونة المتصلة مباشرة بطبقة الملاط من الأسفل.



صورة رقم (263)

صورة عن قرب توضح الفراغ الموجود خلف ما تبقى من طبقات الملاط



صورة رقم (262)

توضح تساقط طبقات الملاط لأحد الجدران



صورة رقم (264)

توضح تآكل وتفتت سطح طبقات الملاط لأحد الجدران الخارجية للدكاكين

## ثانيا: التدخلات وأعمال الترميم والصيانة :Interventions of Conservation

### 1- التدعيمات الانشائية الطارئة:

تعتبر أعمال التدعيم الانشائي من الخطوات المهمة للحفاظ على عناصر المبنى من تعرضها للمزيد من التدهور أو السقوط سواء قبل البدء بأعمال الترميم أو أثناء العمل حيث من الضروري ضمان سلامة المبنى والعاملين بداخله. وقد قام الفريق بإجراء تدعيم للأسقف وبالخصوص سقف الدكان رقم 6 والذي كان معرضا للسقوط، كما تم تدعيم أحد الجدران وهو الجدار الخلفي المشترك لكل من الدكان رقم 1 و 2، حيث كان به انتفاخ وتساقط لبعض الحجارة في الجزء السفلي منه في الدكان رقم 1. كما تم تدعيم فتحات الأبواب بإطارات خشبية عندما تم إزالة الأبواب لإصلاحها وعلاجها في ورشة العمل.



صورة رقم (266)

توضح عملية التدعيم لسقف أحد الدكاكين



صورة رقم (265)

توضح عملية تدعيم لجدار خلفي لأحد الدكاكين

### 2- إزالة الطبقات الإسمنتية الحديثة:

أولى الخطوات التي تم اتخاذها ضمن أعمال الترميم والصيانة بعد عمليتي التدعيم والتوثيق هي إزالة الطبقات الإسمنتية الحديثة، والتي تم استخدامها سابقا من قبل أصحاب الدكاكين لتدعيم المبنى، وبالخصوص على الواجهات الداخلية لبعض الدكاكين وأيضا لسد الشروخ، وكذلك طبقت على أجزاء من أسطح الواجهات الخارجية. وبالرغم من أن هذه نوع من التدخل ساعد على ثبات المبنى لبعض الوقت إلا أنه بدأ بالانفصال والتساقط لاحقا من على أسطح الجدران؛ نتيجة لاختلاف خواصه عن خواص المواد القديمة في الجدران، كما هذه الطبقات الحديثة عملت على تشويه الواجهات الخارجية. ولا يخفى دورها في نشر الأملاح القاعدية في الجدران. وقد تم إزالة هذه الطبقات واستظهار الأجزاء القديمة باستخدام أدوات معدنية مشطوفة صغيرة Chisel مع المطرقة، مراعاة لعدم خدش الأسطح القديمة.





صورة رقم (268)

توضح مظهر الجدار بعد إزالة طبقات الإسمنت البورتلاندي



صورة رقم (267)

توضح عملية إزالة طبقات الإسمنت البورتلاندي

### 3- علاج وترميم الأسقف:

لقد كانت حالة الأسقف جيدة بشكل عام في معظم اسقف الدكاكين فيما عدا الدكان رقم 6 والذي كان حالته سقفه سيئة جدا وقابل للسقوط. أما بقية اسقف الدكاكين الأخرى فقد كانت تالفة جزئيا. لذلك تم التدخل في علاج الأسقف باتباع المنهجية والخطوات التالية:

- وثقت جميع الأسقف بالتصوير الفوتوغرافي والرسم وحصر عدد التالف منها والسليم.
- سقف الدكان رقم 6، تم تفكيكه بالكامل وعلاج العوارض الخشبية السليمة، ومن ثم تمت إعادة تركيب العوارض من جديد مع إضافة عوارض جديدة عوضا عن التالف منها. ولم يتم إعادة تركيب الطبقات الأخرى الأصلية نظرا لتلفها بالكامل، وكانت هناك فكرة بإعطاء السقف وظيفة جمالية فقط دون اعطائه وظيفة انشائية حيث يتم تغطية السقف من الأعلى بسقف حديث يرتكز على أعمدة معدنية مثبتة بالأرض دون المساس بالجدران الأصلية أو تحميلها أوزان إضافية.
- أزيلت الطبقات العلوية لجميع الأسقف، مع الحفاظ على الطبقات السفلية والمتمثلة في العوارض الخشبية وحصير المنغورور حيث تم علاجها في مكانها برشها بالزيتون البترولوية.
- غُطي السقف من الأعلى بطبقة عازلة لمياه الأمطار.
- تم مراعاة احداث ميل في الطبقات العلوية باتجاه مخارج تصريف مياه الأمطار.
- وُضعت طبقة بسبك 10 سم من البلاطات المعدة في الموقع المتكونة أساسا من الجير والرمل، مع ايجاد ميل بنسبة باتجاه المرازيم الحديثة التركيب.



صورة رقم (270)

توضح مظهر أعلى سقف الدكاكين بعد إزالة الطبقات المضافة



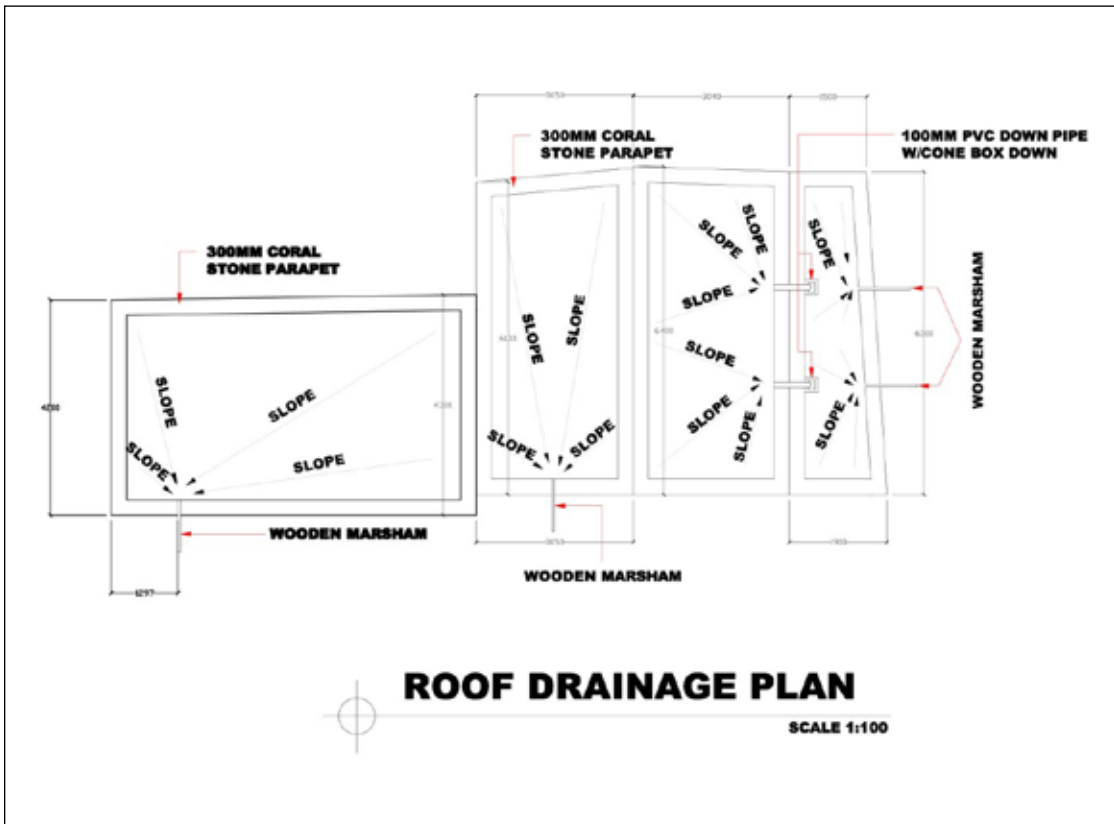
صورة رقم (269)

توضح عملية إزالة الطبقات المضافة أعلى سطح الأسقف لتخفيف الوزن



صورة رقم (271)

توضح صف العوارض الخشبية بعد العلاج في الدكان رقم 6



شكل رقم (172)

رسم يوضح اتجاهات ميل طبقات السطح العلوية باتجاه فتحات صرف مياه الأمطار "المرازيم"

#### 4- مراقبة وعلاج الشروخ:

منذ البدء بإجراء أعمال التوثيق وملاحظة وجود عدد من الشروخ الرأسية في بعض زوايا الدكاكين تم وضع أشرطة جصية عليها لمراقبتها ومعرفة حالتها من حيث الثبات أو النشاط، وقد تم كتابة تاريخ وضعها ومراقبتها فيما بعد بشكل دوري، وتبين طوال فترة 6 أشهر وحتى أثناء العمل في الموقع عدم تشرخ هذه الأشرطة مما يدل على ثباتها. صورة (272)

ولعلاج هذه الشروخ تم أولاً تنظيفها ووضع روابط خشبية صغيرة من خشب المانجروف "الذنجل" في الزوايا بشكل أفقي بحيث تعمل على ربط الجدارين مع بعضهما، وقد وضعت هذه الروابط على مسافات تبعد رأسياً كل واحدة عن الأخرى بحوالي 120 سم. وبعدها تم إعادة ملء الشرخ بالمونة والحجارة الصغيرة عند بعض الأجزاء.



صورة رقم (272)

توضح عملية مراقبة تحرك الشروخ في جدران الدكاكين باستخدام طبقات جبسية

#### 5- التحكم في الرطوبة الأرضية:

- تكسير الأرضيات الإسمنتية للدكاكين والتي كانت تعمل كحاجز يمنع نفاذ وتبخر الرطوبة من الأرض وبالتالي اتخاذها من الجدران وسيلة للتحرك بحثاً عن سطح يسمح لها بالتبخر.
- حفر خندق أو ممر حول الجدران من الداخل بعمق 30 سم وعرض 30 سم؛ ليسمح للرطوبة بالتبخر عند أسفل الجدار والتقليل من كمية الرطوبة المرتفعة في الجدار.
- وضع طبقة ملاط قربانية **Sacrificial layer** على سطح الجدار من الأسفل والذي تم الكشف عنه للسماح للرطوبة بالتبخر بسهولة.
- وضع صف من كتل "الطابوق" الإسمنتي على جدار الخندق المواجهة.
- ملء الخندق بأحجار صغيرة "حصى" ومن ثم تغطية الخندق ببلاطات من الجير مجهزة في الموقع مع الحرص على وجود حفر مستطيلة الشكل في الجدار متصلة بالخندق بداخل الجدار لتسمح للرطوبة بالخروج.



صورة رقم (274)  
توضح شكل أرضية الدكاكين بعد تغطية  
الخدق ورصف أرضية الدكان



صورة رقم (273)  
توضح الخدق أو الممر عند أسفل الجدران  
بداخل الدكاكين بعد ملئه بالحصى

## 6- علاج وصيانة العناصر الخشبية:

تتمثل العناصر الخشبية الموجودة في الدكاكين بشكل أساسي في الأسقف التي تم التعرض إليها مسبقا في العنوان رقم 4 من هذا الفصل، إضافة إلى الأبواب؛ والتي يوجد منها 4 أبواب أصلية، وتوجد في الدكاكين ذات الأرقام 1 و 2 و 6، حيث يوجد في الدكان رقم 1 عدد 2 من الأبواب، أما أبواب الدكاكين الأخرى فهي أبواب حديثة مضافة، ولكنها أيضا تالفة؛ ولذا تم استبدالها بأبواب أخرى حديثة من نفس نوع خشب الأبواب القديمة، ولكن مع إيجاد اختلاف في تصميمها.

ولعلاج الأبواب الأربعة القديمة، تم اتخاذ الخطوات التالية:

- إزالة الأبواب الخشبية بالكامل ونقلها إلى ورشة النجارة التي أعدت لهذا الغرض.
- فك العناصر المعدنية ومعالجتها كل على حدا.
- التنظيف الميكانيكي للخشب باستخدام الفرش الناعمة ثم الخشنة وبعد ذلك باستخدام ورق السنفرة الناعم جدا مع الحرص على التنظيف باتجاه الألياف.
- التنظيف الكيميائي باستخدام خليط من الماء المقطر والكحول بنسبة 1:1.
- تطهير الخشب باستخدام زيوت بترولية ومن ثم عزلها بمواد العزل الخاصة بالأخشاب دون التأثير على لون سطح الخشب.
- التدعيم والتقوية الميكانيكية للأبواب بتثبيت عوارض خشبية صغيرة من الخلف بعد الحفر لها قليلا في سمك خشب الباب مع استخدام تقنية المسامير الخشبية القديمة.
- التخلص من بعض الأجزاء التالفة في بعض الأبواب وبالخصوص السفلية منها نتيجة لتعرضها للرطوبة وذلك بقطعها واستكمالها بقطع خشب من نفس النوع مع مراعاة تطابق اتجاه الألياف بينهما.
- إعادة تركيب العناصر المعدنية في أماكنها لأداء وظائفها القديمة.



صورة رقم (276)  
توضح عملية الاستكمال والتقوية لاحد  
الأبواب الخشبية من الخلف



صورة رقم (275)  
توضح عملية استكمال أحد الأجزاء التالفة لاحد  
الأبواب الخشبية في دكاكين سيادي



صورة رقم (277)

توضح عملية استبدال أحد الأجزاء التالفة من أحد الأبواب في الدكاكين باستخدام نوعية الخشب القديم



صورة رقم (279)

توضح المظهر العام للأبواب الخشبية في الدكاكين بعد الصيانة



صورة رقم (278)

توضح المظهر العام للأبواب الخشبية في الدكاكين قبل الصيانة

## 7- تقوية الجدران:

ترتكز هذه الخطوة أساساً على إعادة ملء الفراغات الموجودة بين الحجارة في الجدران، والنتيجة عن فقد المونة بينها؛ بفعل عوامل التلف المختلفة كما في جدران الدكان رقم 6. وكذلك علاج ظاهرة انتفاخ سطح أحد الجدران، كما في الجدار الجنوبي للدكان رقم 1. وأيضاً بإعادة بناء أجزاء متساقطة من الجدار كما في الجدار الجنوبي للدكان رقم 6.

### - إعادة ملء الفراغات بين الحجارة في الدكان رقم 6:

لقد تمت عملية العلاج باتباع الخطوات التالية:

- تنظيف الفراغات بين الحجارة في الجدار من الأتربة والعوالق.
- تندية الفراغات بالماء المقطر.
- تجهيز مونة تتكون من (2 جبس - 1 جير - 1/2 رمل) وخطها جيداً بخلاط كهربائي مع استخدام أقل كمية ممكنة من الماء.



- تم وضع المونة بين الحجارة باليد مع الحرص على ارتداء القفازات، على أن يتم الضغط باليد عند وضع المونة لضمان دخولها بين الحجارة، وتم تكرار هذا العملية حتى تم الملء بالكامل مع مراعاة عدم تغطية المونة لكامل سطح الحجر.
- تم تغطية السطح بطبقة من الخيش الرطب بعد الانتهاء من العمل وبين فترات العمل؛ لضمان عدم تبخر الماء بشكل سريع من المونة.



صورة رقم (281)

توضح عملية إعادة ملء الفراغات بين  
الحجارة بالمونة في الدكان رقم 6



صورة رقم (280)

توضح ظاهرة فقد المونة بين الحجارة في أحد  
الجدران الداخلية للدكان رقم 6

### - علاج ظاهرة انتفاخ الجدران في الدكان رقم 1:

- لوحظ في هذا الجزء انتفاخ السطح الداخلي للجدار وتشرخه وتساقط الحجارة السفلية منه، واتبعت الخطوات التالية لعلاجها:
- فك السطح المنتفخ والمتشرخ بحذر شديد.
  - تنظيف الجدار من الأتربة والحجارة الصغيرة المتساقطة.
  - بعد تنديت الجدار بالماء تم تقوية الجزء الداخلي من الجدار بالمونة المكونة من (2 جبس - 1 جير - 1/2 رمل) بتطبيق أسلوب التلطix بحيث ترمى المونة بشدة على الجدار.
  - بعد جفاف المونة تم البدء بإعادة بناء الجدار بنفس المواد القديمة من أحجار بحرية ومونة مكونة من (2 جبس - 1 جير - 1/2 رمل)، وقد تم وضع عوارض خشبية صغيرة من خشب المانجروف "الذنجل" بشكل عمودي بداخل الجدار لربط سطحي الجدار ببعضهما.
  - بعد استكمال إعادة البناء كُسييت الحجارة بطبقة ملاط من (2 جير - 1 جبس - 1 رمل).



صورة رقم (283)

توضح مظهر الجدار الجنوبي من الداخل في الدكان رقم 1 بعد فك  
الجزء المنتفخ وإعادة بناءه مع وضع العوارض الخشبية



صورة رقم (282)

توضح ظاهرة انتفاخ الجدار الجنوبي من الداخل  
في الدكان رقم 1 وتشرخه



**- إعادة بناء أجزاء متساقطة من الجدار الجنوبي للدكان رقم 6:**

لوحظ في وسط الجدار الجنوبي وجود فجوة ناتجة عن تساقط أحجار البناء، وقد تم ترميمها باتباع الخطوات التالية:

- تنظيف الجدار من الأتربة والحجارة الصغيرة المتساقطة.
- تنديية الجدار بالماء ثم إعادة صف الحجارة المتساقطة بالمونة السابقة الذكر، مع وضع عوارض خشبية صغيرة من خشب المانجروف "الذنجل" بشكل عمودي بداخل الجدار لربط سطحي الجدار ببعضهما.



صورة رقم (285)

توضح مظهر الجدار الجنوبي للدكان رقم 6 بعد عملية إعادة بناء الجزء المفقود



صورة رقم (284)

توضح مظهر الفجوة في الجدار الجنوبي للدكان رقم 6 الناتجة عن تساقط الحجارة بسبب فقدان المونة

**8- استكمال وإعادة كساء الجدران (التلييس - المساح)**

نتيجة لعوامل التلف المختلفة؛ فإن الكثير من طبقات الملاط وبالأخص الموجودة على الأسطح الخارجية تعرضت للتلف والتساقط والبعض الآخر تم إزالته سابقاً عند وضع طبقات الملاط الإسمنتية من قبل أصحاب الدكاكين، وضمن خطة العلاج تقرر أن تتم إعادة الكساء لعدد من الأسطح الداخلية، باتباع الخطوات التالية حيث تم تطبيق 3 طبقات ملاط:

- وضع طبقة الملاط الأولى، والمكونة من (2 جبر - 1 جبس - 1 رمل) بسمك يصل إلى 2 سم بعد تنديية السطح مع مراعاة الضغط عليها بشدة لضمان ارتباطها بالحجارة وبذلك يكون السطح متعرجاً.
- بعد تهشير سطح الطبقة الأولى يتم تغطيتها بطبقة من الخيش الرطب لمدة أسبوع تقريباً مع مراعاة الحفاظ على رطوبة الخيش بتندييته بشكل يومي.
- تطبيق الطبقة الثانية بنفس مكونات الطبقة السابقة وبسمك 1 سم مع الضغط عليها أيضاً أثناء التطبيق ومن ثم تمسح بالمسطرين للحصول على سطح مستوي وتترك بعد ذلك أسفل طبقة الخيش لمدة أسبوع آخر.
- يتم تنفيذ الطبقة الثالثة بنفس مكونات الطبقات السابقة، بسمك 1/2 سم مع تسوية سطحها جيداً وتحفظ أيضاً رطبة لمدة أسبوع آخر.

ويتم تطبيق مثل هذه الخطوات عند القيام باستكمال أجزاء من طبقات كساء مفقودة، مع مراعاة أن يكون السمك أقل، ولا يرتفع أو يتساوى مع سطح طبقة الملاط القديمة.



صورة رقم (287)

توضح عملية تطبيق طبقة الملاط الثانية على الجدار



صورة رقم (286)

توضح عملية تطبيق طبقة الملاط الأولى على الجدار



صورة رقم (288)

توضح عملية استكمال طبقات الملاط المفقودة ويظهر التباين في سمك طبقة الملاط أو ارتفاعها مقارنة بطبقات الملاط القديمة

## 9- صيانة وتثبيت طبقات الملاط:

فُقدت أجزاء كثيرة من طبقات الملاط القديمة نتيجة لعوامل التلف المختلفة وبالأخص تبلور الأملاح والأمطار، وبعضها الآخر على وشك السقوط وبالأخص عند أطراف المساحات التي فقدت سابقاً، ويمكن ملاحظة هذه الظاهرة بكثرة على أسطح الجدران الخارجية. ولعلاج هذه الظاهرة اتخذت الخطوات التالية التي يمكنها توضيح أجراءي على واجهة الجدار الجنوبي للدكاكين 1 و2:

- الضرب أو الدق بشكل خفيف على سطح طبقة الملاط لمعرفة حالتها بحيث إذا تردد الصوت أو كان مرتفعاً فهو دليل على حالته السيئة وعدم وجود مادة رابطة في الخلف، أما إذا كان الصوت خفيفاً ومكتوماً فهو دليل على سلامة طبقة الملاط وثباتها نتيجة وجود مادة رابطة في الخلف.
- تم عمل ثقوب صغيرة بمتقاب كهربائي، لا يسبب اهتزازات عنيفة تؤدي لتساقط طبقة الملاط. وقد تم عمل هذه الثقوب في شكل صف أفقي يبعد كل ثقب عن الآخر بمسافة 10 سم، على أن تتم عملية التقوية بالحقن بدءاً من الأسفل باتجاه الأعلى.
- حقن الماء المقطر خلال الثقوب لتنظيف الأتربة والعوالق الموجودة بين سطح الجدار وطبقة الملاط من الداخل وكذلك بغرض التندية.
- تم سد أطراف طبقة الملاط من الأسفل بوضع مونة مكونة من (1 جير + 1/2 جيس) وبشكل مائل بزواوية 90° لمنع تسرب مادة الحقن من الأسفل.

- حقن الثقوب بمونة مائعة تتكون من (2 جير + 1 جبس) وقد أضيفت لها مادة الجبس لتساعد على التسريع من تصلبها مما يمنع تسرب المحلول إلى مسام الجدار وبالتالي عدم تثبيتها لطبقة الملاط، كما أن هذه المادة سوف تكون بعيدة عن الظروف الخارجية مما لا يؤثر على مادة الجبس.



صورة رقم (290)

توضح مظهر الثقوب بعد حقن الماء بداخلها لغسل بقايا الأثرية الموجودة بين الجدار وطبقة الملاط



صورة رقم (289)

توضح عملية ثقب طبقات الملاط بالمتقاب الكهربائي



صورة رقم (292)

توضح عملية حقن مونة التثبيت



صورة رقم (291)

توضح عملية سد الأطراف السفلية من طبقة الملاط لمنع تسرب المادة عند الحقن



صورة رقم (293)

توضح مظهر طبقة الملاط بعد عملية الحقن والتثبيت



صورة رقم (295)

توضح الواجهة الأمامية لدكاكين سيادي بعد الترميم



صورة رقم (294)

توضح الواجهة الأمامية لدكاكين سيادي قبل الترميم



صورة رقم (297)

صورة أخرى توضح الواجهة الأمامية لدكاكين سيادي بعد الترميم



صورة رقم (296)

صورة أخرى توضح الواجهة الأمامية لدكاكين سيادي قبل الترميم



صورة رقم (299)

توضح الواجهة الخلفية لدكاكين سيادي بعد الترميم



صورة رقم (298)

توضح الواجهة الخلفية لدكاكين سيادي قبل الترميم



## النتائج والتوصيات

### النتائج:

1. أحجار البناء السائدة الاستخدام في المواقع الأثرية والمباني التاريخية في البحرين هي الحجر الجيري الدولوميتي والحجر الجيري والحجارة ذات النشأة البحرية سواء المرجانية أو الفروش.
2. استُخدم في البحرين خمسة أنواع من الأخشاب في المباني التراثية سواء في تشييد الأسقف أو الأبواب والنوافذ أو كدعامات وروابط خشبية في الجدران، وهذه الأخشاب هي جذوع النخيل، خشب الدنجل "المانجروف"، خشب الساج، المانقور، والخيزران.
3. أسلوب البناء بما يعرف بجدران "الدبش" هو الأسلوب الشائع في بناء جدران المباني التراثية بمدينة المحرق. وقد تكون جدران دبش صماء، أو هيكلية، أو صماء وهيكلية معاً.
4. السقف المستوي هو النوع الشائع في بناء الأسقف في البحرين عبر الفترات التاريخية المختلفة وفي مدينة المحرق بشكل خاص، ويتكون بشكل أساسي من خشب الدنجل.
5. تأخذ الغرف في البيوت التقليدية في البحرينية بشكل عام الشكل المستطيل؛ وذلك بسبب استخدام خشب الدنجل أو الجندل "المانجروف" في التسقيف، حيث يُلزم طول هذه الأخشاب البناء بإنشاء غرف لا يتعدى عرضها 3 م وهو طول العارضة الخشبية للدنجل.
6. من أخطر عوامل التلف التي تواجه المباني القديمة في مدينة المحرق هو هجر تلك المباني من قبل السكان الأصليين، واستخدامها من قبل العمال الأجانب ذوي الدخل المادي المنخفض، والذين يعملون على تغيير التصميم الداخلي للمبنى واستخدامها بطرق غير لائقة. كما أن الهجران الدائم من قبل السكان لمنزلهم يعرضها لخطر التدمير والخراب على المدى البعيد.
7. أدى التوسع العمراني والاتجاه نحو البناء الحديث إلى إزالة العديد من المباني القديمة في مدينة المحرق حيث حلت محلها المباني الحديثة.
8. تم التوصل من خلال تحليل ودراسة عينات أحجار البناء لمباني مدينة المحرق، أن هذه الحجارة هي حجر بحري شاطئ تكون بفعل ترسب وتراكم الأصداف البحرية مع مكونات التربة البحرية المختلفة التي تتكون من حبيبات مختلفة أساسها الرمل "الكوارتز" والمركبات الأخرى من الكالسيت والأوجايت والأورثوكليز والدولوميت والجبس والالبيت. ويعرف هذا النوع من الحجارة باسم الحجر الرملي الكربوناتي carbonate-cemented sandstone الناتج عن ترسب المكونات السابقة في البحر.
9. تم التوصل من خلال دراسة المونة المستخدمة في المباني القديمة بمدينة المحرق أن مكونات المونة تختلف من مبنى لآخر، ولكنها تتكون بشكل أساسي من مادة الجبس، حيث وُجد في عدد من المباني أن المونة تتكون فقط من الجبس، وفي عدد آخر من المباني وُجد أن المونة تتكون أساساً من الجبس المضاف له التربة أو الرمل.
10. بدراسة طبقات الملاط لوحظ أن عدد طبقات بعضها قد يصل إلى 4 طبقات والبعض الآخر طبقتان أو طبقة واحدة.
11. لوحظ استخدام الكالسيت "الجير" بشكل ملحوظ في تكوين طبقات الملاط، حيث لم يستخدم في إعداد المونة، فيما يظل الجبس هو المادة الشائعة الاستخدام أيضاً في تكوين طبقات الملاط.

12. بدراسة عينات المونة وطبقات الملاط وكذلك عدد من العينات الملحية، لوحظ أن ملح الهاليت "كلوريد الصوديوم" هو الملح الأكثر انتشارا وتأثيرا على تلف مواد البناء القديمة في المحرق والبحرين بشكل عام.
13. أظهرت التحاليل أن المكون الأساسي للعناصر الزخرفية الجصية هو الجبس ممثلا في الجبس والانهيدريت، بالإضافة إلى وجود الكوارتز والكالسيت بنسب بسيطة جدا في بعض العينات.
14. أظهرت نتائج تحاليل ودراسة تربة المحرق من الكوارتز "أعلى نسبة"، والكالسيت والجبس، مع وجود بعض المركبات الطينية، كما تتميز بنسبة ملوحتها العالية.
15. يُستنتج من نتائج الفصل المعدني لعينة تربة من المحرق أنها تتكون من معادن طينية وهما المونتموريلونيت Montmorillonite والكاولينيت Kaolinite، وهذا يجعل للتربة دورا في تلف المباني القديمة في المحرق من خلال انتفاش وانكماش التربة بفعل تمدد وانكماش هذه المركبات بسبب الرطوبة والمياه.
16. أظهرت نتائج دراسة التتابع الطبقي لتربة المحرق أن التربة تتميز بكونها رملية طينية وتزداد نسبة الطمي فيها كلما زاد عمقها تحت سطح الأرض، وتبين أن منسوب المياه تحت السطحية في الموقع تقع على عمق حوالي 250 سم من سطح الأرض.
17. يُستخلص من نتائج عيني مياه أحدهما من مدينة المحرق والأخرى من مدينة المنامة أنهما تتميزان بكونهما معتدلتا القلوية، وأن عينة مياه المحرق تتصف بالملوحة العالية ونسبة الأملاح الذائبة العالية أيضا وذلك بالمقارنة بعينة المياه المأخوذة من المنامة. وكلتا العينتين تتكونان من عناصر الأملاح الذائبة الممثلة في الكالسيوم والكلوريد والصوديوم والمغنيسيوم والبوتاسيوم، ولكنها تتواجد بعينة المحرق بنسبة أعلى بكثير من عينة المنامة.
18. وبناءً على نسبة الملوحة العالية لمياه المحرق يظهر واضحا مدى قدرة المياه الأرضية أو تحت السطحية في مدينة المحرق على تلف المباني القديمة من خلال كونها مصدر أساسي للأملاح التي تهاجم مواد البناء في صورة محاليل ملحية في الماء. وهذا ما يفسر وجود نسبة عالية من الأملاح في الحجارة والمونة وطبقات الملاط في جدران المباني القديمة.
19. بعد إجراء التجارب على عدد من عينات المونة التجريبية تم التوصل إلى أن العينة أو خلطة المونة رقم (Mix 3) والمكونة من (2 جبس - 1 جير - 1/2 رمل) هي الأفضل لاستخدامها كمونة ربط بين الحجارة؛ نظرا لتقارب خصائصها الفيزيائية مع خصائص المونة القديمة واتسامها بمقاومة ضغط عالية ونسبة مسامية وامتصاص عالية للماء، وكذلك نظرا لتشابه مكوناتها مع مكونات المونة القديمة في مباني المحرق القديمة من حيث نسبة الجبس العالية، اما وجود الجير فيها فهو للتحسين من خواصها.
20. أن العينة أو خلطة المونة رقم (Mix 10) والمكونة من (2 جير - 1 جبس) هي الأنسب لاستخدامها كمونة كساء؛ نظرا لكونها هي الأعلى من حيث نسبة المسامية وامتصاص الماء وذات مقاومة ضغط متوسطة مقارنة بالعينات الأخرى، كما أنها تتشابه إلى حد ما مع مكونات مونة الكساء القديمة في مباني المحرق إلا أن المونة القديمة ذات نسبة جبس عالية؛ ونظرا لتلف الجبس في الظروف الخارجية من حرارة ورطوبة تم الاستعاضة عنه بزيادة نسبة الجير فيها.
21. أن العينة أو خلطة المونة رقم (Mix 3) والمكونة من (2 جبس - 1 جير - 1/2 رمل) مناسبة للاستخدام كمونة كساء وبالخصوص على الأسطح الداخلية، نظرا لتشابه مكوناتها مع مكونات مونة طبقات الملاط الأصلية المستخدمة في المباني القديمة في المحرق.



22. تم التوصل من خلال الاختبارات إلى أن أفضل مادة تقوية من بين المواد التي تم إجراء التجارب عليها في هذا البحث، والتي يمكن استخدامها في أعمال التقوية للزخارف الجصية، هي مادة "الكالوسيل Calosil" التي تم إنتاجها بتقنية النانو. حيث أظهرت النتائج أن لهذه المادة القدرة على التغلغل بداخل مسام المادة بشكل كبير نظرا لصغر جزيئاتها بالإضافة لكونها مادة طبيعية غير مخلقة وتركيبها مشابه لمادة الزخارف الجصية، حيث تتكون أساسا من الكالسيوم.

### التوصيات:

- 1- حث وتشجيع السكان المحليين والملاك الأصليين للمباني القديمة في مدينة المحرق للرجوع لهذه المدينة واحيائها وإعادة النشاط لازقتها واسواقها.
- 2- الاسراع في وضع القوانين والأنظمة التي تضمن حماية المباني التاريخية في المحرق.
- 3- ايقاف جميع أعمال الهدم للمباني التاريخية في مدينة المحرق.
- 4- تنظيم أعمال البناء والإنشاء ضمن حدود الأحياء القديمة لمدينة المحرق.
- 5- حصر وتوثيق جميع المباني القديمة في مدينة المحرق.
- 6- الاسراع في تدعيم جميع المباني القديمة في المحرق والمعرضة للانهدام بشكل كلي أو جزئي.

### المراجع العربية والمعربة

1. ابراهيم عبدالله: دراسة علاج وصيانة مواد البناء والعناصر الزخرفية في بعض المباني الأثرية بمدينة رشيد، رسالة دكتوراه، كلية الآثار - جامعة القاهرة، 2000.
2. ابراهيم صقر "د": المدخل إلى جيولوجيا المياه الأرضية في دول مجلس التعاون الخليجي، مؤسسة العين للنشر والتوزيع- الإمارات، 1989
3. أحمد شعيب "د": محاضرات سنة ثالثة، مشكلة الأملاح وعلاجها في النقوش الجدارية، كلية الآثار- قسم ترميم الآثار، 2000
4. احمد شعيب و السيد البنا: ترميم وصيانة الآثار علم وفن، مجلة كلية الآداب، جامعة جنوب الوادي، العدد 6، 1996
5. أحمد عطية: دراسة علاج وصيانة المنشآت الأثرية المشيدة بالطوب الأحمر، رسالة ماجستير، قسم ترميم الآثار - كلية الآثار- جامعة القاهرة، 2002.
6. أرنولد ويلسون: الخليج العربي من العصور الأولى حتى بداية القرن العشرين، ترجمة مركز المؤسسة، الطبعة الأولى، الدار العربية للموسوعات، بيروت، 2012.
7. السيد محمود البنا "د": دراسة لأسس وقواعد استكمال الأجزاء الناقصة من المباني الأثرية؛ تطبيقا على بعض المباني الأثرية بمدينة القاهرة، مجلة كلية الآثار، العدد السابع، جامعة القاهرة، 1997.

8. السيد محمود البنا "د": مقدمة في علاج وصيانة الحجارة الأثرية، مذكرة للسنة الثانية- قسم ترميم- كلية الآثار- جامعة القاهرة، 1998-1999
9. النصوص الأساسية المتعلقة باتفاقية التراث العالمي 1972، مركز التراث العالمي، باريس، 2005.
10. برديكو: الحفظ في علم الآثار، ترجمة د. محمد الشاعر، المعهد العلمي الفرنسي للآثار الشرقية، القاهرة، (2002)
11. توراكا: تكنولوجيا المواد وصيانة المباني الأثرية، ترجمة احمد عطية، دار الفجر للنشر والتوزيع، 2003
12. جراهام اندرسون: مشكلة حفظ المباني التراثية في المناطق الحضرية بإمارة الشارقة، ترجمة حيدر الامين، دائرة الثقافة والاعلام، حكومة الشارقة، الطبعة الأولى، 1995.
13. جون يارود: المحرق؛ العمارة التقليدية لمدينة قديمة، ترجمة علي عبدالرؤف، مركز الشيخ ابراهيم، 2006
14. جين مون: مستوطنة دلمون في سار، كتاب "بقايا الفردوس"، البحرين، 2002
15. خلدون بشارة: دليل رواق لصيانة وترميم المباني التاريخية في فلسطين، مركز المعمار الشعبي، رام الله، فلسطين، 2004
16. راشد العريفي: العمارة البحرينية، سلسلة التراث البحريني 2، المنامة، 1978.
17. سلمان المحاري: المواقع الأثرية في مملكة البحرين – المشاكل والتحديات؛ مقترحات الترميم والصيانة، المؤسسة العربية للدراسات والنشر، بيروت، 2009
18. صفا عبدالقادر: دراسة تقنية وعلاج وصيانة المراكب الخشبية الأثرية في العصر الفرعوني تطبيقاً على احد النماذج المختارة، رسالة ماجستير، قسم الترميم، كلية الآثار، جامعة القاهرة،
19. صفا حامد: دراسة علمية لفحص التغيرات في التركيب التشريحي لبعض أنواع الأخشاب الأثرية – الناتجة عن عوامل التلف المختلفة وطرق العلاج المناسبة تطبيقاً على بعض النماذج المختارة، رسالة دكتوراه غير منشورة، قسم الترميم- كلية الآثار – جامعة القاهرة، (2009)
20. طارق عبدالحמיד: دراسة العوامل البيئية المؤثرة على معبد هيبس بالواحات الخارجة وطرق علاجه وصيانته، رسالة ماجستير- قسم ترميم الآثار- كلية الآثار- جامعة القاهرة- 1997
21. طارق والي: المحرق؛ عمران مدينة خليجية 1783 – 1971م، البحرين، 1990.
22. طارق والي: نهج البواطن في عمارة المساكن- البحرين، 1992.
23. طارق والي: البيان والتبيان في العمارة والعمران، البحرين، 1993.
24. عاطف شريف "د": الهواء وتأثيراته على المنشآت، مجلة ندوة جامعة القاهرة؛ الرؤية العلمية للحفاظ على الآثار، 1990

25. عاطف عبد السميع: دراسة علاج وصيانة المقابر الملكية في عصر الدولة القديمة بهضبة الجيزة، رسالة ماجستير، 1997
26. عبدالظاهر أبو العلا "د": صيانة الحجارة والمباني الحجرية بهضبة الجيزة تطبيقاً على تمثال ابي الهول وإحدى مقابر المنطقة، رسالة دكتوراه، قسم الترميم، كلية الآثار - جامعة القاهرة، 1989.
27. عبدالفتاح البنا "د": دراسة مقارنة للمواد والطرق المختلفة المستخدمة في علاج وصيانة الآثار الحجرية وتأثيرها على خواصها، رسالة ماجستير، قسم الترميم، كلية الآثار - جامعة القاهرة، 1990.
28. عبدالمعز شاهين: ترميم وصيانة المباني الأثرية والتاريخية، المجلس الأعلى للآثار، القاهرة، 1994.
29. عز عربي: دراسة وعلاج تلف الألوان في الصور الجدارية لمقابر الأشراف بالبر الغربي بالأقصر تطبيقاً على إحدى المقابر المختارة، رسالة ماجستير، قسم ترميم الآثار - كلية الآثار - جامعة القاهرة، 2004
30. عمران و دبورة: المباني الأثرية، ترميمها وصيانتها والحفاظ عليها، وزارة الثقافة، دمشق، 1997
31. غلوب ب.ف: البحرين؛ البعثات الدنماركية في دلمون القديمة، ترجمة: د. محمد البندر، 2003
32. فاطمة حلمي: محاضرات لتطبيقات التكنولوجيا الحديثة في مجال الآثار والدراسات الحقلية - السنة التمهيدية للمجستير - قسم ترميم الآثار - كلية الآثار - جامعة القاهرة، 2000.
33. كيرفران، مونيك: حفريات قلعة البحرين، الجزء الأول - البحرين، 1982
34. محمد الجوهري: دور بعض العوامل المتلفة المؤثرة في تجوية الحجر الرملي المستخدم في بيت الولادة بإدفو، كتاب المؤتمر الخامس لجمعية الأثريين العرب، القاهرة، 2002
35. محمد الخليفة: العمارة التقليدية في قطر، المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب، الدوحة، 2003.
36. محمد النبھاني: التحفة النبھاني في تاريخ الجزيرة العربية، دار إحياء العلوم - بيروت، المكتبة الوطنية - البحرين، 1986.
37. محمد حلمي: علم المعادن، مكتبة الأنجلو المصرية، القاهرة، 1994.
38. محمد عبدالله و بشير العابدين: تاريخ البحرين الحديث (1500 - 2002م)، مركز الدراسات التاريخية، جامعة البحرين، 2009
39. محمد عبدالهادي: دراسات علمية في ترميم وصيانة الآثار غير العضوية، مكتبة زهراء الشرق، القاهرة، 1997.
40. محمد عبدالهادي "د": تشخيص الأملاح داخل تمثال أبو الهول بالميكروسكوب الإلكتروني الماسح، مجلة ندوة جامعة القاهرة؛ الرؤية العلمية للحفاظ على الآثار، 1990
41. محمد علي التاجر: عقد اللال في تاريخ أوال، مؤسسة الأيام للصحافة والطباعة والنشر، 1994.

42. محمد مدحت عبدالجليل: العمران التقليدي في دولة الإمارات العربية المتحدة، مركز زايد للتراث والتاريخ، العين، 2004
43. منال عبدالعزيز: دراسة علمية تطبيقية في علاج وصيانة الصور الجدارية، رسالة ماجستير، - قسم ترميم الآثار - كلية الآثار - جامعة القاهرة، 2002،
44. منى فؤاد "د": دراسة الترميم الصور الجدارية في مقابر العصر الصاوي، الأسرة 26 مع التطبيق العملي على إحدى المقابر المختارة، رسالة دكتوراه، قسم ترميم الآثار - كلية الآثار - جامعة القاهرة، 1993.
45. منى فؤاد "د": دراسة صيانة بعض الصور الجدارية بمنطقة سقارة مع التطبيق العملي على إحدى مقابر المنطقة، رسالة ماجستير، قسم ترميم الآثار - كلية الآثار - جامعة القاهرة، 1988.
46. ميساء النعاز: المحرق؛ عراقة الماضي واشراقه الحاضر، وزارة الداخلية - محافظة المحرق، 2002.
47. ناصر مكارم الشيرازي: الأمتل في تفسير كتاب الله المنزل، دار أحياء التراث العربي، الجزء 16، بيروت، 2005.
48. نسرين الحديدي: دراسة بعض التغيرات الفيزيائية والميكانيكية والكيميائية للأخشاب الأثرية النالفة وطرق تقويتها مع التطبيق العملي على بعض القطع الخشبية بالمتحف الإسلامي بكلية الآثار، رسالة دكتوراه، قسم الترميم، كلية الآثار - جامعة القاهرة، 2002.
49. لوريمر: دليل الخليج - القسم الجغرافي، قطر، 1976،
50. هاملتون: المعجم الجيولوجي المصور في المعادن والصخور والحفريات، ترجمة د. محمد عوض الله، الهيئة المصرية العامة للكتاب، القاهرة، 1999،
51. هاني عبدالعزيز: دراسة في علاج وصيانة الأخشاب الأثرية المنفذة بأسلوب الخرط، رسالة دكتوراه، قسم الترميم، كلية الآثار، جامعة القاهرة، 2003
52. يوسف عقل: دراسة في علاج وصيانة الأبواب الخشبية في العصر العثماني مع عمل تطبيقات على باب الدخول لسبيل وكتاب ومسجد الشيخ المطهر، قسم الترميم، كلية الآثار، جامعة القاهرة، 2008
53. المعجم الوجيز: مجمع اللغة العربية - جمهورية مصر العربية، 1990،
54. الملامح المعمارية للمدن التقليدية في البحرين، سلسلة عمران البحرين (1)، وزارة الاسكان، 1990

### المراجع الأجنبية

1. A.A'Zami: Badgir in Traditional Iranian Architecture, In: International Conference "Passive and Energy Cooling for the Built Environment", Santorini, Greece, 2005,
2. A'zami,A & Others: Climatic responsive architecture in hot and dry regions of Iran, In: International Conference "Passive and Low Energy Cooling for the Built Environment", May 2005, Santorini, Greece

3. Abd Elhady,M: durability of monumental sandstone in Upper Egypt, in prog. Of an international Isymp. Of the engineering geology of ancient works, monuments and historical sites, Vol.2, Athens, 1988.
4. Abd El-Hady.M: Ground Water and the Deterioration of Islamic Building in Egypt, in "The Restoration and Conservation of Islamic Monuments in Egypt" edited by Bacharach, Cairo, 1993.
5. Aggelakopoulou,E & Others: Properties of lime-metakolin mortars for the restoration of historic masonries, In: Applied Clay Science, Vol.53, 2011.
6. Alessandrini,G & Toniolo,L: On the cleaning of deteriorated stone minerals, In: Conservation of Stone mad Other Materials, Vol.2, Paris, 1993, pp. 503-511.
7. Ali-Mohamed & Others: Estimation of atmospheric inorganic water-soluble particulate matter in Muharraq Island, Bahrain, (Arabian Gulf), by ion chromatography, In: Atmospheric Environment, Vol. 35 (2001),
8. AlMukhtar,M & Beck,K: Physical-mechanical characterization of hydraulic and non-hydraulic lime based mortars for a French porous limestone, In: Heritage, Weathering and Conservation, Madrid, Spain, 2006.
9. Alvi, S.H: Climatic Changes in Bahrain, GeoJournal, Vol. 37, No. 1, the Muslim World 1995,
10. Alyin Orbasli: The Conservation of Coral Buildings on Saudi Arabia's Northern Red Sea Coast, Journal of Architectural Conservation, Volume 15 Number 1 March 2009.
11. **Andrew, C.** Stone cleaning: A Guide for Practitioners. Edinburgh: Historic Scotland and the Robert Gordon University, 1994.
12. Arizzi,A & Others: Experimental testing of the durability of lime-based mortars used for rendering historic buildings, In: Construction and Building Materials, Vol. 28, Elsevier, (2012),
13. Arnold & Zehnder: Decay of Stony Materials by Salts on Humid Atmosphere, in "VI th International Congress on Deterioration and Conservation of Stone", Torun, 1988,
14. Arnold,A: Crystallization and Habits of salt efflorescence on walls, in: Int Cong on Deterioration and conservation of stone, Lausanne, Vol.1, 1985
15. Ashurst,J: Mortars for stone buildings, in: Conservation of building and decorative stone, Vol.2, London, 1990.
16. Ashurst.J: Mortars, Plasters and Renders in Conservation; A Basic Guide. (London: Ecclesiastical Architect's and Surveyor's Association), 1983.

17. Ashurts, J: Methods of repairing and consolidating stone buildings, In: Conservation of Building & Decorative Stone, Part 2, Elsevier, Oxford, (2004),
18. Atzeni..C: Some mechanisms of microstructure weakening in high-porous calcareous stones, in: Materials and Structures, 39, 2006
19. Ayse.G.K: Weathering on Monuments in Tourism Area, Turkey, [www.icis.unimass.nl](http://www.icis.unimass.nl).
20. **Baglioni, P & Giorgi, R:** Soft and hard nanomaterials for restoration and conservation of cultural heritage, The Royal Society of Chemistry, (2006),
21. Baker, R: SURFACE REPAIR OF LIMESTONE BY CONSOLIDATION AND USE OF LIME MORTAR, Historic Preservation - Technical Procedures, <http://w3.gsa.gov>
22. Balderrama.A & Chiari.G: Protection and Conservation of Excavated Mud Brick, In: Conservation on archaeological excavations, ICCROM, 1995.
23. Bekir, Eskici: wall paintings and plasters of Side Harbour Bath: Techniques, problems and conservation Methodolgy, Ankara University Journal of the Archaeology Department Faculty of Letters, Anatolia, Turkey, 2004.
24. Benavente,D & Others: Role of pore structure in salt crystallisation in unsaturated porous stone, Journal of Crystal Growth, Vol. 260, (2004),
25. Binda,L & Others: Repair and investigation techniques for stone masonry walls, In: Construction & Building Materials, Vol.11, 1997.
26. Blanchelte,R & Others: Assessment of deterioration in archaeological wood from ancient Egypt, In: Journal of American Institute for conservation, Vol.33, 1994,
27. Borgia, G., et al: Performance Evolution of Hydrophobic Treatments for Stone Conservation Investigated by MRI, In: Magnetic Resonance Imaging, Vol.19, (2001).
28. Bowen,R & Jux,U: Afro-Arabian Geology, A Kinematic View, London, 1987.
29. Callebaut.K: State of the Art of Research/Diagnostic of Historical Building Materials in Belgium, [www.Arcchip.cz](http://www.Arcchip.cz)
30. Cabas & Others: Crystallization and Dissolution of Airborne Sea-Salts on Weathered Marble in Coastal Environment at Cyclades-Greece, in: Atmospheric Environment, Vol. 34, Paris, 2000.
31. Carretti, E., and Die, L: Physicochemical Characterization of Acrylic Polymeric Resins Coating Porous Materials of Artistic Interest, In: Progress in Organic Coatings, Vol. 49, (2004),



32. Carretero, M.I & Others: Application of sepiolite–cellulose pastes for the removal of salts from building stones, in: Applied Clay Science, 33, 2006,
33. Cavaco, LSR: Execution techniques for rendering mortars of ancient buildings, Master thesis, IST/UTL, Lisbon; 2005 (only in Portuguese).
34. Cazalla, O. & Others: The carbonation of lime mortars: the influence of aging of lime putty. In: Protection and conservation of the cultural heritage of the Mediterranean cities: proceedings of the 5th international symposium on the conservation of monuments in the Mediterranean Basin, Sevilla, Spain, 2002.
35. Charola, E.: Salts in the deterioration of porous materials: an overview, Journal of the American Institute for Conservation JAIC, Vol. 39. No.3, 2000,
36. Christopher Kendall & Others: HOLOCENE MARINE CEMENT COATINGS ON BEACH. ROCKS OF THE ABU DHABI COASTLINE (UAE); ANALOGS FOR CEMENT FABRICS IN ANCIENT LIMESTONES, in: Carbonates and Evaporites, v. 9, no. 2, 1994,
37. Ciarlo, A. & Others: Microflora action in the decay of stone, in: Vth Int. Cong on deterioration and conservation of stone, Lausanne, Vol. 2, 1985.
38. Collepardi, M.: Degradation and restoration of masonry walls of historic buildings, In: Materials and Structures, 23, 1990.
39. Cotrim, H. & Others: Freixo palace: Rehabilitation of decorative gypsum plasters, in: Construction and Building Materials, 22, 2008
40. Cronyn, J.M.: The Elements of Archaeological Conservation, London, 1990.
41. Cruci, G.: The Conservation and structural Restoration of Architectural Heritage, UK, 1998
42. Canva, G. & Altieri: biochemical Mechanism of Stone Weathering Induced by Plant Growth, in" VI th International Congress on Deterioration and Conservation of Stone", Torun, 1988,
43. Charola, E.A & Others: Gypsum; A review of its role in the deterioration of building materials, In: Environmental Geology, Vol. 52, No.2, Springer, 2007,
44. Clifton, J.A.: Stone consolidation Materials, A status report, US Department of Commerce/ National Bureau of standards, (1980). [www.palimpset.stanford.edu](http://www.palimpset.stanford.edu).
45. Collepardi, M.: Degradation and restoration of masonry walls of historic buildings, In: Materials and Structures, 23, 1990,

- 
46. Cragio, R: To Do no Harm: Conserving & Maintaining Historic Adobe Structures, [http://www.getty.edu/conservation/publications/pdf\\_publications/gsap\\_part2d.pdf](http://www.getty.edu/conservation/publications/pdf_publications/gsap_part2d.pdf).
  47. Goins, Elizabeth.S: Standard Practice for Determining Components of Historic Cementitious Materials, Materials Research Series, National Park Services, USA, 2004,
  48. Dalongeville.R: Bahrain, a geological Phenomenon, In: Traces of Paradise, The Archaeology of Bahrain 2500 BC-300AD, UCL, London, 2000.
  49. Daniel.T.Potts: Dilmun; New Studies in the Archaeology and Early History of Bahrain, Berlin, 1983
  50. David.B: Weathering and Decay of Masonry, in "Conservation of Building and Decorative Stone" edited by Ashurst&Dimes, Part 1, 1990.
  51. Degryse, P.; Elsen, J.; Waelkens, M: Study of ancient mortars from Sagalassos (Turkey) in view of their conservation, In: Cement and Concrete Research, 21, 2002,
  52. Dei,L & Salvadori,B: Nanotechnology in cultural heritage conservation: nanometric slaked lime saves architectonic and artistic surfaces from decay, In: Journal of Cultural Heritage, Vol.7, 2006,
  53. Delgado Rodrigues: Consolidation of decayed stones. A delicate problem with few practical solutions, Historical Constructions, P.B. Lourenço, P. Roca (Eds.), Guimarães, Portugal, 2001.
  54. Dimes, f.G: The nature of building and decorative stones, in: Conservation of Building & Decorative Stone, Elsevier, 2004.
  55. DoornKamp, & Others: Geology, Geomorphology and Pedology of Bahrain, Geo Abstracts Ltd., Norwich, (1980),
  56. Doria.R: Mortars for restoration: Basic requirements and quality control, Materials & Structures Journal, V.19, No.6, Greece, 1986.
  57. Duluca,M: The Medieval stucco in The Abbey of S. Stefano in Bologna, In: European Cultural Heritage, Vol.7, Germany, 1993,
  58. Ebrahim Majed: The traditional construction of early twentieth century houses in Bahrain, Arab gulf States Folklore Centre, Doha, Qatar, 1987.
  59. Elert,K & Others: Lime Mortars for the Conservation of Historic Buildings, in: Studies in Conservation, Vol. 47, No. 1, 2002

60. Elena Charola & Others: HYDRAULICITY IN LIME MORTARS REVISITED, RILEM TC-167COM International Workshop, University of Paisley, May 1999.
61. El Hadidi & Darwish: The effect of solvents on the chemical composition of archaeological wood, In: Giza through the ages conference, Faculty of Archaeology, Cairo University, 2008.
62. Ellis.P: The Analysis of Mortar, The Past 20 Years, www.buildingconservation.com, 2002.
63. Elisabeth M. R & Others: A safe hydraulic architecture as wood anatomical explanation for the difference in distribution of the mangroves Avicennia and Rhizophora, Functional Ecology, British Ecological Society, 2009
64. Faria,P & Others: Comparative evaluation of lime mortars for architectural conservation, In: Journal of Cultural Heritage, Vol.9, 2008,
65. Favaro,M & Others: Evaluation of polymers conservation treatments of outdoor exposed stone monuments, Part1; Photo oxidative weathering, in: Polymer Degradation & Stability, Vol.91, 2006,
66. Feilden.B: Conservation of historic buildings, 3ed edition, Elsever, UK, 2003,
67. Ferreira Pinto, A Rodrigues, D: Stone consolidation: The role of treatment procedures, In: Journal of Cultural Heritage, Vol. 9 (2008),
68. Fielden,B: The presentation and conservation of archaeological sites in Bahrain, In: Bahrain through the ages; the archaeology, edited by Shikha Haya & Mihael Rice, KPI Limited, London, England, 1986.
69. Flemming.H: Qalat al-Bahrain in the Bronze Age, in: Bahrain, the civilization of two seas, 1999.
70. Flemming,H: Qalat al-Bahrain in the Bronze Age, in: Traces of Paradise- The Archaeology of Bahrain 2500 BC-300AD, London, 2000
71. Flemming.H & Hellmuth.A: Qala'at al-Bahrain, Mosegard, Denmark, 1994.
72. Francesca Cappitelli & Others: Bacterial and fungal deterioration of the Milan Cathedral marble treated with protective synthetic resins, in: Science of the Total Environment, 385, Elsevier B.V., 2007,
73. Frank G. Matero: A programme for the conservation of architectural plasters in earthen ruins in the American Southwest, for Union National Monument, New Mexico, USA. In: Conservation and Management of Archaeological Sites, V.1, (1995),

- 
74. Frank G Matero, & Tagle,A.A: CLEANING, IRON STAIN REMOVAL, AND SURFACE REPAIR OF ARCHITECTURAL MARBLE AND CRYSTALLINE LIMESTONE: THE METROPOLITAN CLUB, In: JAIC, Volume 34, Number 1, Article 4, 1995,
  75. Frank G.Matero and Oliver,A: A Comparative Study of Alkoxysilanes and Acrylics in Sequence and in Mixture, In: Journal of Architectural Conservation,Vol.3, Issue 2 July 1997.
  76. Franzen.C & Mirwald.P: Moisture sorption behavior of salt mixtures in porous stone, in: Chemie der Erde, 69, Elsevier, 2009.
  77. Garrod, E: Stone Consolidation- halts Decay and Prolong Life, www.buildingconservation.com, 2004.
  78. Genester,C & Pones,C: Ancient covering plaster from several convents, Islamic and Gothic in Pullma de Mallorca, Spain, Analytical characterization, In: Journal of Cultural heritage, Elsevier, 2003,
  79. Giorgi R, Dei L, Baglioni P: A new method for consolidating wall paintings based on dispersions of lime in alcohol, In: Studies in Conservation, Vol. 45, (2000),
  80. Giovanni & Massari: Damp Buildings-Old and New, ICCROM, Rome, 1993.
  81. Giuseppe Sabatini & Others: Laser cleaning methodologies for stone fac,ades and monuments: laboratory analyses on lithotypes of Siena architecture, in: J. Cult. Heritage, 1, 2000,
  82. Goins, Elizabeth.S: Standard Practice for Determining Components of Historic Cementious Materials, Materials Research Series, National Park Services, USA, 2004.
  83. Gonçaves, Teresa D: Compatible renders for the conservation of ancient buildings, in: Compatible materials for the protection of European cultural heritage, Volume 1. Technical Chamber of Greece (1998).
  84. Grant.A: A new method for assessing the resistance of stone to algal disfigurement and the efficacy of chemical inhibitors, in: Vth Int. Cong on deterioration and conservation of stone, Lausanne, Vol. 2, 1985.
  85. Groot,C & Others: Selection of plasters and renders for salt laden masonry substrates, in: Construction and Building Materials, 23, Elsevier Ltd, 2009,
  86. Groot,C: Performance and repair requirements for renders and plasters, RILEM TC203-RHM, ITAM, Prague, (2010).

87. Guebas,F & Others: Utilization of mangrove wood products around Mida Creek (KENYA) amongst subsistence and commercial users, In: Economic Botany, USA, Vol. 54, (2000).
88. Hamilton, D: Methods of Conserving Archaeological Material from Underwater Sites, Texas A&M University, (1999).
89. Hayen.R & Others: The Influence of Production Processes and Mortar Compositions on the Properties of Historical Mortars, 9<sup>th</sup> Canadian Masonry Symposium, University of New Brunswick, Canada, 2001.
90. Honeyborn,D: Weathering and decay of masonry, in: Conservation of building and decorative stone, Vol.2, London, 1990.
91. Honeyborne,D: Effect of Larg Numbers of Visitors in Historic Buildings, in: Conservation of Building & Decorative Stone, Elsevier, Oxford, 2004.
92. Horie.C.V: Materials for conservation, Oxford, (1987),
93. Isabel Torres & Others: The influence of the thickness of the walls and their properties on the treatment of rising damp in historic buildings, in: Construction and Building Materials, 24, 2010
94. Izaguirre & Others: Ageing of lime mortars with admixtures: Durability and strength assessment, In: Cement and Concrete Research 40, Elsevier Ltd, 2010,
95. Kapsch, Robert: "HABS/HAER: A User's Guide" in: APT Bulletin- The Journal of Preservation Technology, Ontario, Canada, 1990.
96. Kassler,P: The structural & geomorphic evolution of the Persian Gulf, In: The Persian Gulf, Berlin, 1973.
97. Kendal,C & Others: Holocene marine cement coatings on beach-rocks of the Abu Dhabi coastline (UAE): analogs for cement fabrics in ancient limestones. Carb Evap, 1994
98. Kervran.M & Axelle Rougelle: Qalát Al-Bahrain; A trading and Military Outpost, Brepols, Belgium, 2005.
99. Koonkhunthod, N & Others: Composition and diversity of woody regeneration in a 37 year-old teak (*Tectona grandis* L.) plantation in Northern Thailand, Forest Ecology and Management, Vol. 247, 2007
100. Kumar.R: Biodeterioration of Stone in Tropical Environments, GCI, USA, 1999.

- 
101. Kumar,R & Ginell,W: A NEW TECHNIQUE FOR DETERMINING THE DEPTH OF PENETRATION OF CONSOLIDANTS INTO LIMESTONE USING IODINE VAPO, In: JAIC, Volume 36, Number 2, Article 4, 1997,
  102. Krumbien,W & Others: Interactions of microbes with consolidants and biocides used in the conservation of rocks and mural paintings, In: Conservation of stone and other materials, Paris, 1993,
  103. Lambropoulos,A & Others: A comparative study for mortars containing Barium Hydroxide; Application on monuments conservation, In: The 9<sup>th</sup> International Congress on Deterioration & Conservation of Stone, Vol.2, 2000,
  104. Lanterna, A. & Others: Mineral inorganic treatments for the conservation of calcareous artifacts, in: Proceedings of the 9<sup>th</sup> International Congress on Deterioration and Conservation of Stone, vol. 2, (2000),
  105. Larsen.C: Life and land use on the Bahrain islands; the geoarchaeology of an ancient society, The University of Chicago Press, Chicago, USA, 1983.
  106. Larsen,J: The Conservation of Stone sculpture in Museums, In: Conservation of Building and Decorative Stone, London, 1990,
  107. Lewcock, R: The traditional architecture of Bahrain, in: Bahrain through the ages; the archaeology, edited by Haya khalifa & Michael Rice, KPI limited, England, 1986,
  108. Lewcock.R & Hughes.R: Conservation Techniques for the Monuments of the State of Bahrain, UNESCO, Paris, 1981.
  109. Lindqvist.J & Sandstrom.M: Quantitative analysis of historical mortars using optical microscopy, in: Materials and Structures Journal, V.33, NO.10, 2000.
  110. Lubelli.B & Rooij.M: NaCl crystallization in restoration plasters, in: Construction and Building Materials, 23, Elsevier Ltd, 2009.
  111. Lukaszewicz, J: Reinforcement of historical limestone objects by means of tetraethoxysilane-based treatments, In: Recent progress in the consolidation of calcareous materials, StoneCore, Litomyšl, Czech Republic, (2010).
  112. López-Arce, P: Influence of porosity and relative humidity on consolidation of dolostone with calcium hydroxide nanoparticles: Effectiveness assessment with non-destructive techniques, In: Materials Characterization, No 61, Elsevier, (2010),



113. MacDonald, J. Chemical cleaning of sandstone: Comparative laboratory studies. In: Stone Cleaning and the Nature, Soiling and Decay Mechanisms of Stone, ed.R. G. M. Webster, London, (1992),
114. Malinowski,E.S & Hansen,T.R: Hot Lime Mortar in Conservation - Repair and Replastering of the Facades of Lacko Castle, In: Journal of Architectural Conservation, Vol.17, Issue 1, March 2011.
115. Maurenbrecher.A: Review of Factors Affecting the Durability of Repointing Mortars for Older Masonry, 9<sup>th</sup> Canadian Masonry Symposium, University of New Brunswick, Canada, 2001.
116. Maravelaki-Kalaitzaki, P: Hydraulic lime mortars with siloxane for waterproofing historic masonry, Cement and Concrete Research, Volume 37, Issue 2, 2007.
117. Martin E: Conserving Buildings, A manual of techniques and materials, Prservation Press, Newyork, 1997
118. Matero,F: A program for the conservation of architectural plasters in earthen ruins in the American southwest, in: conservation and management of archaeological Sites, Vol.1, 1995.
119. **Maxwell, I.** Stone cleaning—for better or worse? An overview, In: Stone Cleaning and the Nature, Soiling and Decay Mechanisms of Stone, ed. R. G. M. Webster, London, (1992),
120. Middendorf.B & Others: Investigation Methods for the Characterization of Historic Mortars, P.1 Mineralogical Characterization, in: Materials and Structures Journal, V.38, NO.8, 2005.
121. Mills, R: Structural failure and repair, In: Conservation of vuilding & decorative stone, part2, 2001,
122. Miller,J: Care and repair of antiques and collectables, Octopus Publishing Group, London, UK, 1997,
123. Mirowski.R: A new method of impregnation of stone historical objects, in: VI th International cong on deterioration of stone, Nicholas Copernicus Univ, Torun, 1988,
124. Mishra, A.K & Others: Role of higher plants in the deterioration of historic buildings, Science of The Total Environment, Volume 167, Issues 1-3, 1 May 1995.
125. Moon,J: The Dilmunite Settlement at Saar, In: Traces of Paradise- The Archaeology of Bahrain 2500 BC-300AD, London, 2000,

- 
126. Mona,F & Wafika,N: The use of enzymes in the detachment of mural painting, In: proceeding of the 3<sup>rd</sup> Conference of Archaeology, Cairo Univeristy-Fayoum, 2003,
  127. Monik Keravan: Bahrain in the 16<sup>th</sup> century an impregnable island, Ministry of Information-Bahrain, 1988.
  128. Mora,P, Mora,L and Philipot,P: Conservation of Wall Painting, Butterworths, (1984).
  129. Mottershead, D & Others: The influence of marine salts, aspect and microbes in the weathering of sandstone in two historic structures, in: Building and Environment, 38, 2003,
  130. Moropoulou,Antonia; & Others: Criteria and methodology for restoration mortars compatible to the historic materials and structures. In: *Proceedings of the 9th International Congress on Deterioration and Conservation of Stone, Venice, 2000*, Vol. 2, Elsevier Inc. 2000.
  131. Muhammed Nayeem: Bahrain, Hyderabad Publishers, Hyderabad, India, 1992
  132. Mushaima.H: From Dilmun to Dublin and beyond, Arab world tours, Manama, 2005,
  133. Navarro, C.R & Sebastian, E: Role of particulate matter from vehicle exhaust on porous building stones (limestone) sulfation, *The Science of the Total Environment* 187, 1996.
  134. Navarro,C.R & Others: SALT WEATHERING: INFLUENCE OF EVAPORATION RATE, SUPERSATURATION AND CRYSTALLIZATION PATTERN, In: *Earth Surface Processes and Landforms*, No.24, 1999,
  135. Owen & Others: Scanning electron microscope and infrared studies of weathering in Southern Pine, *Journal of Molecular Structure*, Vol. 300, 1993.
  136. Teutonic.J.M & Others: A comparative Study of Hydraulic Lime-based Mortar, in: *International RILEM Workshop on Historic Mortars; Characterization and Tests*, Paisley, Scotland, 2000.
  137. Torgal,F.P & Others: Some considerations about the use of lime–cement mortars for building conservation purposes in Portugal: A reprehensible option or a lesser evil?, *Construction and Building Materials*, Vol. 30, Elsevier, (2012).
  138. Papayanni.I: Aggregate Gradation of Ancient Mortars; Relationship to Strength and Porosity, in: *Conservation of Stone and Other Materials*, V.2, etidited by: M.J.Thiel, Paris, 1993.
  139. Pavia,S & Caro,S: Lime mortars for masonry repair: Analytical science and laboratory testing versus practical experience, In: *Proceedings of International Seminar Theory and Practice in Conservation- a tribute to Cesare Brandi*, Eds. J. Delgado Rodrigues ans J. M. Mimoso. Laboratorio Nacional de Engenharia Civil, Lisboa, 2006,

140. Pel,L & Others: Physical principles and efficiency of salt extraction by poulticing, In: Journal of Cultural Heritage, Vol. 11, 2010, pp 59–67.
141. Peroni, Simonetta Et Alii: Lime based mortars for the repair of ancient masonry and possible substitutes,; Mortars, cements and grouts used in the conservation of historic buildings. Symposium, ICCROM, Rome, 3-6 Nov, 1981.
142. **Pianski, J & Others:** Nano-particles for stone conservation – state of the art, characteristics and recent developments, In: Recent progress in the consolidation of calcareous materials, StoneCore, Litomyšl, Czech Republic, (2010).
143. Pinto, F & Rodrigues, D: Stone consolidation: The role of treatment procedures, Journal of Cultural Heritage, No.9, Elsevier, (2008).
144. Powers,R.W: Geology of the Arabian Peninsula-Sedimentary Geology of Saudi Arabia, Washington,D.C, 1966.
145. Price.C.A: Stone Conservation, in: Research in Conservation, J. Paul Getty Trust, USA, 1996.
146. Price C.A , K. Ross, G.White: A further appraisal of the “lime technique” for limestone consolidation, using a radioactive tracer, In: Studies in Conservation, Vol. 33 (1988).
147. Qiang Liu & Others: Advanced design of Chinese traditional materials for the conservation of historic stone buildings, in: Journal of Archaeological Science, 38, Elsevier Ltd, 2011,
148. Ragetter.R: Traditional domestic architecture of Arab Region, American University of Sharjah, 2003,
149. Rivers.J: Thebes(Luxor,Egypt); Traffic and Visitor Flow Management in the West Bank Necropolis, in" Visitor Management" edited by Myra Shackely, Oxford, 1998
150. Robert.K & other: The early Dilmun settlement at Saar, Archaeology International Ltd, UK, 2005.
151. Robertson,K & Bish,D: The Dehydration Kinetics of Gypsum: The Effect of Relative Humidity on Its Stability and Implication in The Martian Environment, Lunar and Planetary Science XXXVIII, USA, 2007.
152. Van Grieken.R & Others: Salt Induced Decay in Calcareous Stone Monuments & Buildings in A marine Environmet in SW France, in: Construction & Building Materials 17, No.3, 2003.
153. Sabbioni,C & Others: Atmospheric deterioration of ancient and modern hydraulic mortars, In: Atmospheric Environment, Vol.35, 2001.

- 
154. Saiz-Jimenez.C: Biogeochemistry of Weathering Processes in Monuments, in: Geomicrobiology Journal, V.16, No.1, Taylor & Francis, 1999.
  155. Sanlaville.P & Paskoff.R: Shoreline changes in Bahrain since the beginning of human occupation, In: Bahrain through the ages, the archaeology, edited by Sh. Haya & Michael Rice, KPI, London,1986.
  156. Sanjurjo-sandez,J & Alvis,C: Decay effects of pollutants on stony materials in the built environment, In: Environmental Chemistry Letters, Springer, 2011.
  157. Sarah M. Sweetser: roofing for historic buildings, Preservation Briefs, NPS, USA, <http://www.nps.gov/history/hps/tps/briefs/brief04.htm>
  158. Schuller,M.P & Others: Structural Evaluation of Historic Masonry Buildings, In: APT Bulletin, Vol. 26, No. 2/3 (1995),
  159. Schnabel,L: Evaluation of the barium hydroxide-urea consolidation method, in: Proceedings of the 7th International Congress on Deterioration and Conservation of Stone, vol. 3, (1992)
  160. Schniewind, A.P: Consolidation of dry archaeological wood by impregnation with thermoplastic resins, In: Archaeological wood, properties, chemistry and preservation, American Chemical Society, Washington DC, 1990.
  161. Schueremans,L & Others: Characterization of repair mortars for the assessment of their compatibility in restoration projects: research and practice, In: Construction & Building Materials, Vol.25, 2011,
  162. Sehlsted-Persson: High temperature drying of Scots Pine, A comparison between HT and LT drying, Holzalsroh and Werkstoff, Vol. 53, 1995,
  163. Sharon C. Park: Controlling Unwanted Moisture in Historic Buildings, 1996, <http://www.nps.gov/history/hps/TPS/briefs/brief39.htm>
  164. Shoeib, A & Roznerska, Maria: Problem of preliminary consolidation of ancient wall paintings being damaged by soluble salts in the Imn-m-Int's tomb in Saqqara, In: Zabytkoznawstwo i konserwatorstwo 30, no. 327, 1998.
  165. Shoeib,A: Weathering effects on an ancient Egyptian limestone which has been affected by salt, in: the 1<sup>st</sup> Syp, Bari, " The conservation of monuments in the Middetarean Basin, 1989
  166. Shoeib,A & El-Banna,Sayd: Investigation on composition, Structure and technology of Gypsum plaster for contemporary reconstructure of ancient wall painitng renderings, in: Bullein of the Faculty of Arts, South Valley University, No.6, 1996,

- 
167. Siz-Jimenez.C: Biogeochemistry of Weathering Processes in Monuments, in: Geomicrobiology Journal, V.16, No.1, Taylor & Francis, 1999.
168. Silveira,P.M & Others: Gypsum coatings in ancient buildings, in: Construction and Building Materials, 21, 2007
169. Slaton & Normandin: Masonry Cleaning Technologies; Overview of Current Practice and Techniques, Cleaning Techniques in Conservation Practice, Edited by Kyle C. Normandin and Deborah Slaton, Journal of Architectural Conservation, Volume 11 Number 3 November 2005.
170. Spencer R.J. (2000) Sulfate minerals in evaporite deposits. Rev. Mineral. Geochem. 40.
171. Srivastava.K.M: Madinat Hamad-Burial Mounds 1984-85, Bahrain, 1991.
172. Stefaniduo,M & Papayanni,I: The role of aggregates on the structure and properties of lime mortars, In: Cement and Concrete composites, Vol.27, 2005,
173. Steiger.M & Others: Sea Salt in Historic Buildings; Deposition, Transport and Accumulation, in: Proceedings of the 4<sup>th</sup> International Symposium on the Conservation of Monuments in the Mediterranean; new Concepts, technologies and materials for the conservation of historic cities, sites and complexes, V.1, Greece, 1997.
174. Steiger,M & Others: Weathering and Deterioration, In: Stone in Architecture, edited by: Seigesmund, 4<sup>th</sup> edition, Springer, 2011,
175. Taylor,T: Termites as a threat to buildings and the current physical and chemical methods for their control, In: SEMINAR MATERIAL EVIDENCE, Conserving historic building fabric April 13 –14, (2000).
176. Teresa.G: Compatible Renders for the Conservation of Ancient Buildings, in: Compatible materials for the Protection of European Heritage, V.1, Technical Chamber of Greece, 1998.
177. Torraca.G: Porous Building Materials; Materials Science for Architectural Conservation, 2<sup>nd</sup> edition, ICCROM, Italy, 2005.
178. Torraca.G: Porous building materials, 2<sup>nd</sup> edition, ICCROM, 1982.
179. Torres MI: Humidade ascensional em paredes, Master Thesis, FCTUC; 1998.
180. Unger,A: Conservation of wood artifacts, Springer, Berlin, Germany, 2001

- 
181. Urzi & Others: Recent advances in the molecular biology and ecophysiology of meristematic stone-inhabiting fungi. In: Proceedings of the International Congress on Microbes and Art. Plenum Publishing Co. Ltd., New York, 2000.
  182. Valentini.F & Others: New cleaning strategies based on carbon nanomaterials applied to the deteriorated marble surfaces: A comparative study with enzyme based treatments, Applied Surface Science, No. 258, 2012.
  183. Van Balen K. & Others: weaker can be better: learning from the past contributes to sustainable construction technology with lime, International Building lime Symposium, Orlando-Florida, 2005
  184. Van Hees, Rob P.J: Damage diagnosis and compatible repair mortars, In: International RILEM Workshop on Historic Mortars: Characteristics and Tests: Paisley, Scotland, 2000.
  185. Van Grieken.R & Others: Cultural Heritage & the Environment, Pure & Appl.Chem, V.70, No.12, Britain, 1998.
  186. Van Grieken.R & Others: Salt Induced Decay in Calcareous Stone Monuments & Buildings in A marine Environmet in SW France, in: Construction & Building Materials 17, No.3, 2003,
  187. Varela & Vieira: Cement: A crucial material in mortar production. 1st Conference of Construction mortars, APFAC, Lisbon 2005.
  188. Ventolà,L & Others: Traditional organic additives improve lime mortars: New old materials for restoration and building natural stone fabrics, In: Construction and Building Materials, Vol. 25, (2011),
  189. Veiga, R: Behavior of façades coatings with a mineral binder. Functional demands and performance evaluation, In: Proceedings of the 1st national congress national on construction mortars. Lisbon: APFAC (CD ROM); 2005
  190. Walters,B: Nitrification- the main source for notrate deposition in building stones, in: "VI th International Congress on Deterioration and Conservation of Stone", Torun, 1988.
  191. Watkinson, D: Preservation of Metallic Cultural Heritage, L.L. Shreir's, Corrosion (Chapter 4.43) 2010,
  192. Warren.J: Conservation of Earth Structures, BH,
  193. Weaver.M: Conserving buildings, a manual of Technologies and Materials, Preservation Press, USA, (1997),



- 
194. Wolbers.R: Cleaning Painted Surfaces – Aqueous Methods, Archetype Publications, 2000.
  195. Wollenzien & Others: On the isolation of micro colonial fungi occurring on and in marble and other calcareous rocks, In: The Science of the Total Environment 167, 1995
  196. Yarood,J: Al-Muharraq, Architectural heritage of Bahrain city.
  197. Young, M.E & Others: Chemical Consolidants and Water Repellents for Sandstone in Scotland, Historic Scotland Research Report, 2003,
  198. Young, M.E. & M. Murray: Stone consolidants and chemical treatments in Scotland, 1999, <http://www2.rgu.ac.uk/schools/mcrg/miconsol.htm>
  199. Nomination file for World Heritage List, Ministry of culture & Information, 2010,
  200. <http://www.icomos.org/en/charters-and-texts>
  201. <http://ar.wikipedia.org>
  202. <http://en.wikipedia.org/wiki/Teak#Uses>
  203. <http://ar.wikipedia.org>
  204. [www.momra.gov](http://www.momra.gov)
  205. [www.in-situ.be/Appear\\_Contrib\\_english](http://www.in-situ.be/Appear_Contrib_english)
  206. [http://www.nps.gov/hps/tps/standguide/restore/restore\\_index.htm](http://www.nps.gov/hps/tps/standguide/restore/restore_index.htm)
  207. <http://www.wacker.com>





إيكروم (المركز الدولي لدراسات حفظ وصون الممتلكات الثقافية) هي منظمة عبر حكومية أسستها يونسكو عام 1956 ومقرها مدينة روما في إيطاليا. وقد قامت إيكروم وحكومة الشارقة بتأسيس إيكروم-الشارقة (المركز الإقليمي لحفظ التراث الثقافي في الوطن العربي) بالاستناد إلى اجتماع الجمعية العمومية السابع والعشرين لمنظمة إيكروم (تشرين الثاني/نوفمبر 2011). يمثل المركز منظمة إيكروم في خدمة الدول العربية الأعضاء. وقد اتخذ القرار بإنشاء المركز في الإمارات العربية المتحدة بناء على قرار مجلس وزراء دولة الإمارات في مارس 2015، واتفاق المقر الذي وقع بين إيكروم ووزارة الشؤون الخارجية لدولة الإمارات العربية المتحدة في أكتوبر 2015.

المعرفة ... مستقبل تراثنا



المركز الإقليمي لحفظ التراث الثقافي  
في الوطن العربي (إيكروم - الشارقة)،  
الإمارات العربية المتحدة

PO Box: 48777, Sharjah, U.A.E.  
E-mail: athar-centre@iccrom.org  
www.iccrom.org/athar

www.facebook.com/iccrom   
@ICCROM 

بدعم من:



ISBN 978-92-9077-263-7 (Print)  
ISBN 978-92-9077-265-1 (PDF)  
© ICCROM 2017