جامعة القاهرة
كلية الآثار
قسم ترميم الآثار

دراسة علاج وصيانة النافورات الرخامية في العصر العثماني تطبيقاً علي بعض النماذج المختارة من الوجه البحري بمصر.

دراسة مقدمة للحصول علي درجة الماجستير
في ترميم وصيانة الآثار

مقدمة من

الباحث / مصطفي أبو الفضل عثمان

أخصائي ترميم آثار بالمجلس الأعلى للآثار

إشراف

أ. د . عبد الفتاح السعيد البنا

أستاذ مساعد صيانة المباني والمواقع الأثرية – كلية الآثار جامعة القاهرة

مشرفاً

أ.د. أبو الحمد محمود فرغلي

أستاذ الفنون والآثار الإسلامية وعميد كلية الآداب – جامعة جنوب الوادي

مشرفاً مشاركاً

أ.د. علي أيمن عبد المنعم كامل

أستاذ تكنولوجيا خامات مواد البناء بمركز بحوث البناء بالقاهرة

مشرفاً مشاركاً

2008

الفصل الأول

النـــافورات والفســـاقي كأحـــد أهـــم عناصـــر المعالجات المناخية في تخطيط وتصميم مبـانـي العمـائـر الـعثـمـانـيـة

- توظيف المُفردات التشكيلية كأحد عناصر المعالجات المناخية في العمائر العثمانية .
- عناصر المعالجات المناخية في مباني العصر العثماني .
- النافورات كعنصر زخرفي وظيفي في مباني العمائر العثمانية .
- توظيف النافورات داخل القصور والمنازل في العصر العثماني .
- توظيف النافورة داخل مساجد العصر العثماني .
- توظيف النافورات في المباني العامة في العصر العثماني .
- المياه كعنصر تصميمي في العمارة العثمانية .
- تصنيف النافورات من حيث الشكل والصناعة .

الفصل الثاني

مواد البناء الأساسية والمونات المائية التي استخدمت في تشييد النافورات الرخامية في العصر العثماني .

- مواد بناء هيكل النافورة الرخامية .
- الرخام (مصادره – أسماءه في الوثائق العثمانية – ألوانه – تهيئته للاستخدام – محاجره في مصر) .
- الألباستر المصري .
- الفسيفساء الرخامية (طريقتي تطبيق الفسيفساء الأرضية – الطريقة المباشرة – الطريقة غير المباشرة) .
- استخدام الأقصاب في التوصيلات المائية .
- مونات الأجيار المائية .
- إضافات ومحسنات مون الجير التقليدية .

الفصل الثالث

مظاهر تلف النافورات الرخامية
وعوامل التلف المسببة لتلك المظاهر

- الشروخ والشقوق الشعرية .
- النقر (التسكر أو التآكل التفاضلي) .
- تَكوّنْ الطبقة السوداء علي أسطح النافورات .
- تَكوّنْ القشرة الصلبة علي أسطح النافورات .
- تزهر وتراكم الأملاح علي أسطح رخام النافورات .
- تكريش أو انبعاج الرخام .
- تغيير وتشويه أسطح النافورات الرخامية .
- هبوط وانتفاش التربة الحاملة للنافورات الرخامية .
- تكسير بعض أجزاء النافورات الرخامية .

الفصل الرابع

طرق علاج وصيانة النافورات الرخامية

- **تنظيف رخام النافورات :**
  - **الطرق الميكانيكية .**
  - **الطرق المعتمدة علي الماء .**
  - **الطرق الكيميائية .**
  - **التنظيف بالليزر .**
  - **تكنيك استخلاص الأملاح من رخام النافورات .**
- **أساليب ومواد التقوية :**
  - **مواد التقوية غير العضوية .**
  - **مواد التقوية العضوية .**
- **تجميع الأجزاء المنفصلة وملئ فجوات النافورات الرخامية .**
- **الوقاية أو الحماية .**

الفصل الخامس

دراسات معملية تجريبية لتقييم بعض المواد المستخدمة في علاج وصيانة النافورات الرخامية

- الدراسات البتروجرافية :
  - التحليل الكيفي بطريقة حيود الأشعة السينية .
  - التحليل الكمي بطريقة EDAX .
- إعداد العينات لاختبارات الخواص الهندسية :
  - تعيين الخواص الفيزيائية .
  - تعيين الخواص الميكانيكية .
- تعيين تطبيق مواد التقوية .
- تعيين الخصائص الهندسية للعينات بعد المعالجات .
- مناقشة النتائج النهائية .

الفصل السادس

الدراسة التطبيقية علي النافورة الرخامية بالحديقة المتحفية بمنطقة الجلاء بطنطا

1. **الدراسة التمهيدية لتجهيز النافورة لمراحل العلاج المختلفة :**
   - **الفحص البصري ورصد مظاهر التلف بالتصوير الفوتوغرافي .**
   - **دراسة البيئة المناخية لمنطقة النافورة موضوع البحث .**
   - **دراسة نظم تغذية وصرف النافورة بالماء (الأصلية ، والمُعدلة ، والحالية).**
2. **مراحل علاج وصيانة النافورة الرخامية بالحديقة المتحفية بطنطا :**
   - **أعمال فك أجزاء النافورة تمهيداً للبدء في عمليات العلاج .**
   - **تنظيف أجزاء النافورة كل علي حسب حاجته بطرق التنظيف المتنوعة .**
   - **إعادة تجميع الأجزاء المنفصلة وملئ الأجزاء المفقودة من النافورة الرخامية .**
   - **تقوية الأجزاء الضعيفة في النافورة الرخامية .**
   - **إعادة تركيب النافورة كما كانت قبل فكها .**
   - **عزل وحماية النافورة الرخامية من العوامل البيئية الهدامة .**

نـتـائـج وتوصيات الدراسة

مراجع الدراسة

فـهرس المـوضوعات

أ. الافتتاحيـة .

ب. الإهــداء .

ج. شكر وتقدير .

د. مقدمــه . أ

ه. ملخص الدراسة . ج

و. الهدف من الدراسة . و

ز. الدراسات السابقة . ح

1- الفصـل الأول : النــافورات والفســاقي كأحـد أهـم عناصـر المعالجـات المناخية في تخطيط وتصميم العمائر العثمانية 23-1

مقدمة 1

1-1- توظيف المُفردات التشكيلية لخدمة المعالجات المناخية في العمائر العثمانية . 4

1-1-1- نوعية مواد البناء . 5

1-1-2- الفناء الداخلي . 6

1-1-3- الفتحات الخارجية للمباني والمشربيات . 7

1-1-4- ملاقف الهواء . 8

1-1-5- شكل الأسقف . 9

1-1-6- الساباط . 10

1-1-7- التختبوش . 10

1-2- النافورات كعنصر زخرفي وظيفي في مباني العمائر العثمانية . 11

1-2-1- توظيف النافورات داخل القصور والمنازل في العصر العثماني . 13

1-2-2- توظيف النافورة داخل مساجد العصر العثماني . 14

1-2-3- توظيف النافورات في المباني العامة في العصر العثماني . 15

1-3- المياه كعنصر تصميمي في العمارة العثمانية . 18

1-3-1- الحلول التقنية لرفع ماء النافورات . 19

1-3-2- أشكال فوران الماء . 20

1-4- تصنيف النافورات من حيث الشكل والصناعة . 21

2- الفصل الثاني : مواد البناء الأساسية والمونات المائية التي استخدمت في تشييد النافورات الرخامية في العصر العثماني . 43-24

2-1- مواد بناء هيكل النافورة الرخامية . 24

2-1-1- الرخام . 24

2-1-1-1- مصادر الرخام في العصر العثماني . 26

2-1-2-1- أسماء الرخام في الوثائق العثمانية . 27

2-1-3-1- ألوان الرخام . 29

2-1-4-1- تهيئة الرخام للاستخدام . 30

2-1-5-1- محاجر الرخام في مصر . 32

2-1-2- الألباستر المصري . 33

2-1-3- الفسيفساء . 34

2-1-3-1- الطريقة المباشرة لتطبيق الفسيفساء الأرضية . 36

2-1-3-2- الطريقة غير المباشرة لتطبيق الفسيفساء الأرضية . 37

2-1-4- استخدام الأقصاب في التوصيلات المائية . 38

2-2- المونات المائية . 39

2-2-1- إضافات ومحسنات مونات الجير التقليدية . 42

3- الفصل الثالث : مظاهر تلف النافورات الرخامية وعوامل التلف المسببة لتلك المظاهر . 68-44

3-1- الشروخ والشقوق الشعرية . 44

3-2- النقر (التسكر أو التآكل التفاضلي) . 49

3-3- الطبقة السوداء . 51

3-4- القشرة الصلبة . 51

3-5- تزهر وتراكم الأملاح . 56

3-6- تكريش أو انبعاج الرخام . 59

3-7- تشوه الشكل الجمالي . 59

3-8- هبوط التربة الحاملة للنافورات الرخامية . 63

3-9- كسر بعض الأجزاء . 66

4- الفصل الرابع : طرق علاج وصيانة النافورات الرخامية . 95-69

4-1- تنظيف رخام النافورات . 69

4-1-1- الطرق الميكانيكية . 70
4-1-2- الطرق المعتمدة علي الماء . 71
4-1-3- الطرق الكيميائية . 73
4-1-4- الطرق المُعتمدة علي الحرارة . 76
4-1-5- تكنيك استخلاص الأملاح من رخام النافورات . 76
4-1-5-1- استخلاص الأملاح غير القابلة للذوبان في الماء . 77
4-1-5-2- استخلاص الأملاح القابلة للذوبان في الماء . 77
4-2- مواد التقوية وأساليب تطبيقها . 80
4-2-1- مواد التقوية غير العضوية . 82
4-2-2- مواد التقوية العضوية . 84
4-2-2-1- راتنجات الثرموبلاستيك . 84
4-2-2-1-1- مركبات راتنج الفينيل . 85
4-2-2-1-2- راتنجات الأكريلك . 85
4-2-2-2- راتنجات الثرموستنج . 86
4-2-2-2-1- راتنجات السليكات والسليكونات . 87
4-2-2-2-2- راتنجات الايبوكسي . 88
4-2-2-2-3- راتنجات البولي استر . 89
4-2-3- طرق تطبيق مقويات الرخام . 90
4-3- تجميع الأجزاء المنفصلة وملئ الفجوات للنافورات الرخامية . 90
4-4- الوقاية أو الحماية . 93
5- الفصل الخامس : دراسات معملية تجريبية لتقييم بعض المواد المستخدمة في علاج النافورات الرخامية . 96-162
5-1- الدراسات البتروجرافية . 96
5-1-2- التحليل الكيفي بطريقة حيود الأشعة السينية . 96
5-1-3- التحليل الكمي بطريقة EDAX . 103
5-2- إعداد العينات لاختبارات الخواص الهندسية . 104
5-2-1- الخواص الفيزيائية . 112
5-2-1-1- الكثافة الكلية . 113
5-2-1-2- نسبة المسامية . 113
5-2-1-3- نسبة امتصاص الماء . 113

5-2-1-4- الديمومة . 113
5-2-2- الخواص الميكانيكية . 117
5-2-2-1- اختبار مقاومة الضغط . 117
5-2-2-2- اختبار مقاومة البري . 119
5-3- تطبيق مواد التقوية . 124
5-3-1- مادة الايثوكسي إيثيل سليكات . 124
5-3-2- مادة البولي أيزو سيانات . 125
5-3-3- مادة سليكات الإيثيل . 125
5-3-4- مادة البارالويد B-72 الذائب في التولوين . 126
5-3-5- مادة البارالويد B-72 الذائب في البولي أيزو سيانات . 126
5-4- تعيين الخصائص الهندسية للعينات بعد المعالجات . 127
5-4-1- العينات المعالجة بمادة الايثوكسي إيثيل سليكات . 127
5-4-2- العينات المعالجة بمادة البولي أيزو سيانات . 136
5-4-3- العينات المعالجة بمادة سليكات الإيثيل . 141
5-4-4- العينات المعالجة بمادة البارالويد B-72 الذائب في التولوين . 147
5-4-5- العينات المعالجة بمادة البارالويد B-72 الذائب في البولي أيزو سيانات . 152
5-5- تفسير النتائج . 157
6- الفصل السادس : الدراسة التطبيقية علي النافورة الرخامية بالحديقة المتحفية بمنطقة الجلاء بطنطا . 163-195
6-1- الدراسة التمهيدية لتجهيز النافورة لمراحل العلاج المختلفة . 163
6-1-1- الفحص البصري ورصد أهم مظاهر التلف بالتصوير الفوتوغرافي 163
6-1-2- دراسة البيئة المناخية لمنطقة النافورة موضوع البحث . 165
6-1-3- دراسة نظم تغذية وصرف النافورة بالماء (الأصلية ، والمُعدلة ، والحالية) 168
6-2- مراحل علاج وصيانة النافورة الرخامية بالحديقة المتحفية بطنطا . 172
6-2-1- أعمال فك أجزاء النافورة . 172
6-2-2- تنظيف رخام النافورة . 177
6-2-3- البدء في إعادة تجميع الأطباق والبرامق و لصق الأجزاء المنفصلة 184

6-2-4- ملئ الأجزاء المفقودة من النافورة الرخامية . 184
6-2-5- تقوية أجزاء من النافورة الرخامية بمادة سليكات الإيثيل . 185
6-2-6- إعادة تركيب عناصر النافورة الرخامية . 190
6-2-7- عزل وحماية النافورة الرخامية من العوامل البيئية الهدامة . 191
نتائج الدراسة . 196
توصيات الدراسة . 201
المراجع العربية . 204
المراجع الأجنبية . 214

فـهرس الجداول

جدول رقم 2–1 يوضح ألوان الرخام تبعاً لنوعية المعادن الداخلة في تركيبه . 30

جدول رقم 3–1 يوضح مصادر الملوثات الهوائية . 68

جدول رقم 4–1 يوضح مسميات مركبات السليكون طبقاً لنوع الرابطة . 88

جدول رقم 5–1 يوضح نتائج التحليل للعينة A1 المأخوذة من النافورة الألباستر بالحديقة المتحفية بطنطا . 98

جدول رقم 5–2 يوضح نتائج تحليل العينة الرخامية A2 المأخوذة من النافورة الألباستر بالحديقة المتحفية بطنطا . 99

جدول رقم 5–3 يوضح نتائج تحليل العينة الرخامية A3 المأخوذة من النافورة الألباستر بالحديقة المتحفية بطنطا . 100

جدول رقم 5–4 يوضح نتائج تحليل العينة A4 المأخوذة من النافورة الألباستر بالحديقة المتحفية بطنطا . 101

جدول رقم 5–5 يوضح نتائج تحليل العينة A5 المأخوذة من النافورة الألباستر بالحديقة المتحفية بطنطا . 102

جدول رقم 5–6 يوضح نتائج تحليل عينة ألباستر B1 المأخوذة من نافورة الحديقة المتحفية . 105

جدول رقم 5–7 يوضح نتائج تحليل عينة ألباستر B2 المأخوذة من نافورة الحديقة المتحفية . 106

جدول 5–8 يوضح نتائج تحليل عينة ألباستر B3 المأخوذة من مركبات تلف النافورة الحديقة المتحفية . 107

جدول 5–9 يوضح نتائج تحليل عينة ألباستر B4 المأخوذة من مركبات تلف النافورة الحديقة المتحفية . 108

جدول رقم 5–10 يوضح نتائج تحليل عينة ألباستر B5 المأخوذة من مركبات تلف النافورة الحديقة المتحفية 109

جدول رقم 5–11 يوضح كافة الاختبارات المعملية التي أجريت للعينات الرخامية التي تم استخدمت في الدراسة التجريبية . 111–110

جدول رقم 5–12 يوضح الخواص الفيزيائية للعينات الرخامية الطبيعية غير المُجواه . 115

جدول رقم 5–13 يوضح الخواص الفيزيائية للعينات الرخامية غير المعالجة المُجواه صناعياً . 115

جدول رقم 5–14 يوضح قيم مقاومة الضغط لعينات الرخام الطبيعية . 119