إعادة تركيب مئذنة مسجد حسن باشا طاهر كعنصر معماري تشكيلي مركب

Reconstruction of Hasan Basha Taher Minaret as compound formative architectural element

أ.د. محمد عبد الهادى محمد
أستاذ ترميم الآثار
كلية الآثار
جامعة القاهرة.
والمستشار الثقافى لمصر ببولندا السابق.

د. أنور مهران
مدرس ترميم الآثار
المعهد العالى للسياحة و الفنادق
ترميم الآثار، أبى قير
الإسكندرية.

مقدمة :

الإنتاج الفني والمعماري هو مقياس الحضارات الصادق، وهو المرآة الصادقة والتي يمكن بها الوصول إلى نتائج حاسمة في تاريخ الحضارات والمدنيات، والمرمم هو من يتعامل مع العمل الفني المعماري ككيان قائم بحد ذاته، ويطبق عليه قوانين ونظريات الفن، والعمارة السائدة في عصر إنشائه ليوضح جوانبه المختلفة، بغض النظر عما كان موفقاً أو غير موفقاً فيه، فقد كان ذلك من مهمة المعماري الأول.

و البحث يتعرض لواحدة من أولى التجارب الرائدة في تخصص إعادة التكوين للمآذن الأثرية من خلال فكها وإعادة تركيبها مرة أخرى، مع الوضع في الاعتبار خصوصية التعامل مع التكوين المعماري للمآذن ذو السلوك المعقد في تتدرج وتغير مسقطه الأفقي والرأسي ارتفاعاً وانخفاضاً. وباعتبارها تكوين معماري تشكيلي مركب من العديد من العناصر الإنشائية والمعمارية والزخرفية.

ملخص البحث:

و البحث أتى بأهم دراسات الرفع والتسجيل وتقرير الوضع الراهن التي تمت على مئذنة حسن باشا طاهر بدءاً بمرحلة التسجيل التاريخي والمعماري والفني للمئذنة، ثم مرحلة التشخيص وأعمال المعاينات الأولية لرصد العيوب الظاهرة ورصد المعالجة المقترحة، ثم كانت مرحلة الرفع التفصيلية من خلال تنفيذ برنامج رفع متكامل تصويري وهندسي ومساحي لتقدير الإزاحة وقياس الميل، ثم مرحلة إظهار التقنيات الكامنة داخل الكتلة والتي عبرت عنها القيام بأعمال التحليل الإنشائي والمعماري والفني للمئذنة، تلي ذلك القيام بمرحلة الفحوص والتي اشتملت على مجموعة من الجسات والاختبارات والتحاليل المعملية للتعرف على ماهية

المواد والمركبات للعناصر البنائية للمئذنة، وبعد تلك المرحلة أمكن حصر وتحديد وتوصيف للتلفيات والأضرار التي تعاني منها المئذنة من خلال رصد لمظاهر التلف الإنشائي والمعماري والدقيق بها وعرض لمرحلة التنفيذ لأعمال الفك وإعادة التركيب لمئذنة حسن باشا طاهر بدءاً بتنفيذ أعمال الترميم الاعتيادية ثم عرض لأعمال الفك والتي تم تنفيذها من خلال برنامج خاص اشتمل على ثلاث مراحل جزئية وهي الترقيم والفك والتشوين، ثم أعمال إعادة التركيب للدورات من الأولى حتى الرابعة، مع إبراز كل التقنيات الأساسية في تنفيذ ذلك من فرز للقطع وتحضير الأدوات المساعدة من دوائر ومثمنات أفقية ومساطر رأسية وأعمال متابعة مساحية مع توضيح تقنية الربط بالتوازي مع أعمال تركيب درج السلم، وبعد التحقق من تكوين الكتلة وثباتها و إعادة الطابع الأصلي للقمة، وإعلان إعادة وظيفة المئذنة الأصلية وهي المناداة للصلاة.

1- دراسات التوثيق وتقرير الوضع الراهن لمئذنة حسن باشا طاهر

1- 1 التوثيق التاريخي والأثري والمعماري والفني :

1- 1- 1 الموقع: يقع مسجد حسن باشا طاهر ببركة الفيل وهي تسمية كانت تعني الأرض الزراعية التي كانت تغمرها مياه النيل وقت الفيضان على شاطئ الخليج المصري (شارع بورسعيد الآن).

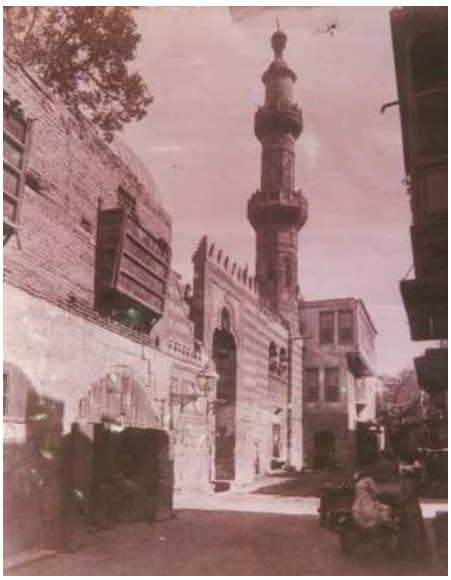
وقد تحولت هذه الأرض تدريجياً من الزراعة إلى السكن منذ عهد السلطان الأيوبي الصالح نجم الدين أيوب سنة (620هـ/1223م) وأنشئت حولها قصور الأمراء والعظماء ولم يبق من أرضها بغير بناء حتى سنة (1215هـ/1800م) إلا قطعة أقيمت عليها سراي الحلمية التي بناها عباس حلمي الأول.

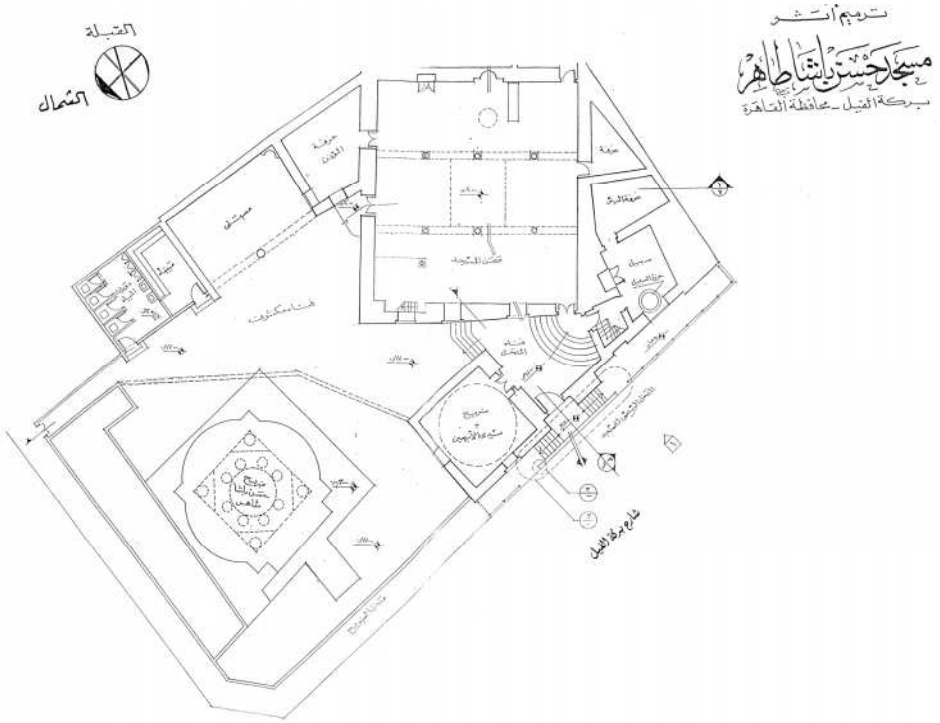
1- 1- 2 المنشئ:

وقد أنشأ حسن باشا طاهر وأخوه عابدين بك مسجدهما هذا بجوار القبة التي كان قد بدأها أخوهما محمد باشا طاهر وألحقا به سبيلاً يعلوه كتاب وقد تم الإنتهاء من بناء هذه المجموعة في سنة (1224هـ/1809م).

1- 1- 3 التوثيق المعماري والفني للمئذنة:

تتكون المجموعة من مسجد ومدفن ذو قبة وسبيل يعلوه كتاب، والمسجد مستقل من حيث مدخله المؤدي إليه، أما السبيل والضريح فهما على طريق الواجهة الشمالية الغربية وهي الواجهة الرئيسية للمجموعة.





المسقط الأفقي للمجموعة.

واجهة مجموعة حسن باشا طاهر المعمارية بعناصرها الأصلية فى مطلع القرن العشرين.

مئذنة حسن باشا طاهر في مرحلة ما قبل الميول وسيطرة مسببات التلف عليها.

أولاً: قاعدة المئذنة على شكل قاعدة مربعة طول ضلعها 2.85م وهي عبارة عن كتلة مصمتة بأربع جدران تم ملء الفراغ بينها بالمونة، تظهر تلك الكتلة على الواجهة فقط حيث نجد ضلعها الثاني ملاصقاً للجدار والثالث ناحية السبيل أما الضلع الرابع فلا يظهر في القاعدة حيث يختفي في المنطقة المحصورة بين السبيل وغرفة البئر الخاصة به.

ثانياً: الدورة الأولى

أ - منطقة الإنتقال الأولى (من المدماك الرابع حتى السابع) جاء المعماري بالدورة الأولى في مئذنة مسجد حسن باشا طاهر على طرز المآذن المملوكية وقد بدأها بمرحلة الإنتقال الأولى من المربع إلى المثمن مستخدماً في ذلك وسيلته المعمارية التشكيلية الشهيرة وهي المثلثات المقلوبة وذلك بدرجة

ميل هندسية معروفة لزوايا المثمن 22.5° بحيث نحصل في النهاية ومع تدرج إرتفاع المداميك والتي يتم تشكيلها من خلال فرم تنفيذية بتدرج زوايا الميل على عدد ثماني أضلاع وبذلك تكون كتلة المئذنة قد انتقلت من المربع إلى المثمن وللتأكيد على ذلك قام المعماري بتشكيل المدماك الثامن على هيئة مثمن صريح وهو ما يسميه أهل الصنعة "الرقبة" بإعتباره النتيجة الهندسية المنطقية لما تم في عملية الانتقال.

ب – البدن المثمن :

1- منطقة البانوهات المصمتة السفلية (من المدماك التاسع حتى الثاني عشر) عبارة عن ثماني مناطق مصمتة يطلق عليها أهل الصنعة "بانوهات" تفصل كل اثنين منهم زاوية من زوايا المثمن

2- منطقة الأعمدة المدمجة المعقودة (من المدماك الثالث عشر حتى العشرون) عبارة عن 8 مجموعات من الأعمدة المخلقة من كتلة الحجر تتكون كل مجموعة منها من عدد ثلاث أعمدة يمثل الأوسط منها زاوية المثمن، ولذا تحصر هذه المجموعات بينها عدد ثماني بانوهات طولية أربعة منها مصمتة بالتبادل مع الأربعة الأخرى التي تتوسط كل منها فتحة طولية تطل على الشرفة الصغيرة التي تحملها المقرنصات في المنطقة السابقة، وتتوج هذه الأعمدة والبانوهات سواءاً المصمتة منها والمفرغة عدد ثماني عقود منكسرة.

3- منطقة البانوهات المصمتة العلوية (من المدماك الحادي والعشرون حتى السادس والعشرون) منطقة ذات قطاع أفقي مثمن وتوجد بها ثماني بانوهات مصمتة متشابهة ومتطابقة.

ج - منطقة المقرنصات الحاملة لشرافات الدورة الأولى (من المدماك السابع والعشرون إلى الثاني والثلاثون) تشكلت تلك المنطقة من عدد ستة مداميك وخمسة حطات مقرنصات يتوجهم مدماك كرنيش حجري يسميه أهل الصنعة الطبان وقد جاءت المداميك متوالية ومتتابعة وبدرجة ميل إلى الخارج لكل مدماك عن السابق له للوصول في النهاية إلى مثمن جديد ذي طول ضلع أكبر مما يسمح بوجود مسطح أكبر يستوعب بداية محيط الدورة الثانية بالإضافة إلى أرضية الشرفة والتي تسمح بالحركة عليها.

د – الشرافات: وقد تشكلت من ستة عشر وحدة بحيث يشغل كل ضلع مثمن اثنين بالإضافة إلى عدد ستة عشر عمود يوجد ثماني أعمدة منها في نواصي المثمن والأعمدة الباقية بين كل شرفتين في الضلع الواحد.

ثالثاً: الدورة الثانية :

جاء المعماري بحطة البدن الثانية دائرية يظهر الباب بها في المداميك الخمسة الأولى في تلك الدورة.

أ - منطقة الباب: يوجد الباب بالمداميك الخمسة الأولى وجاءت تلك المداميك سادة خالية من الزخارف.

ب - منطقة الحليات الزخرفية: وقد تميزت تلك المنطقة بوجود عدد اثنتا عشر حلية زخرفية تشبه خرزانة الجفت الواحدة، وهو ما يطلق عليه أهل الصنعة بسطوم، وقد توزعت تلك البساطيم على المحيط الخارجي للدورة الثانية بمسافة بينية بين كل بسطوم والآخر 64سم بدأت من المدماك السادس بقاعدة جفتية نصفها خرزانة مستقيمة والأخرى نصف دائرية وانتهت بقمة على نفس الشكل.

ج - منطقة المداميك الغائرة (**من ج**3 **حتى ج** 1) وهي عبارة عن مجموعة من المداميك والتي جاء نصف قطرها أقل من المناطق الأخرى بمقدار 7سم وقد تحددت من أعلى وأسفل بشطف زخرفي ذو تشكيل مائل.

د - منطقة المقرنصات الحاملة لشرفة الدورة الثانية وقد تشكلت من عدد أربع حطات مقرنصات دائرية يتوجها مدماك الطبان حبث ينتقل بنا كل مدماك من تلك المداميك من قطر إلى قطر أكبر تدريجياً حتى نحصل في نهاية الأمر على دائرة كبيرة تستوعب بداية الدورة الثالثة بالإضافة إلى محيط مسطح آخر لعمل أرضية الشرفة للدورة الثانية.

هـ- الشرافات وهي عبارة عن عدد أربعة عشر شرافة تناثرت وتوزعت فيها التشكيلات والتصميمات ما بين الهندسية والنباتية والسادة مع وجود عدد أربعة عشر عمود لتثبيت تلك الشرافات

رابعاً: **الدورة الثالثة** :

جاءت الدورة الثالثة خالية من أي تشكيل في البدن الخاص بها من خلال عدد إحدى عشر مدماك دائري يظهر فيهم الباب في المداميك الخمسة الأولى، وقد توجت تلك الدورة بحطتين من المقرنصات التي شكلت في النهاية أرضية الجوسق.

خامساً: (**الجوسق الحامل لقمة المئذنة**):

تشكل الجوسق في مئذنة مسجد حسن باشا طاهر من خلال مدماكين من الحجر.

2-1- **التشخيص** (**أعمال المعاينات الأولية**):

- الميل الواضح للمئذنة مع التعدي الظاهر للمباني الحديثة جهة الشرفة العلوية المثمنة للمئذنة.

الميل الواضح للمئذنة.

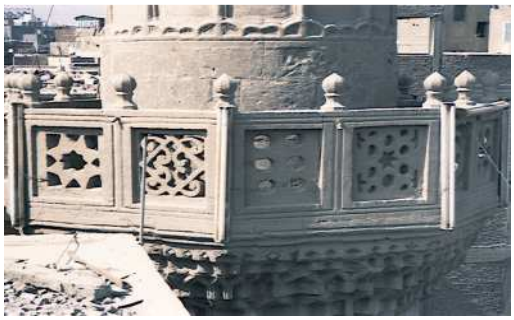
تعدي واضح للمنزل المجاور محدثاً تشوه في قاعدة المئذنة.

1. فك المئذنة القائمة إبتداءاً من سطح الأرض حتى نهايتها مع مراعاة ترقيم الأحجار والمحافظة عليها لإستخدامها في إعادة البناء وإستبدال الأحجار المتهالكة منها بأحجار جديدة.
2. إعادة تركيبها مرة أخرى في وضع رأسي سليم متزن إنشائياً.

3-1 **أعمال الرفع** :

1-3-1 **الرفع التصويري**

نهاية القاعدة المربعة ومنطقة الإنتقال والبدن المثمن للدورة الأولى.

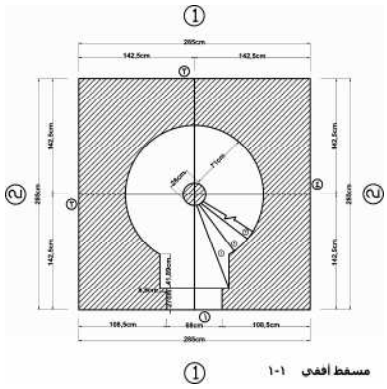


المقرنصات الحاملة لشرافات الدورة الأولى ومداميك الدورة الثانية السادة.

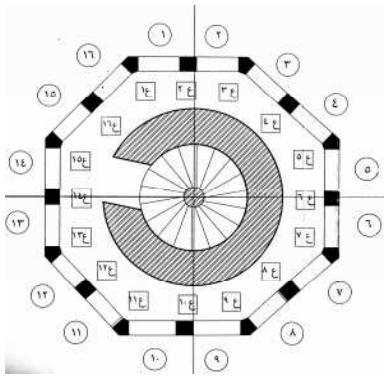
المقرنصات الحاملة لشرافات الدورة الثانية ونهاية المداميك ذات البسطوم.

الدورة الثالثة ومداميك المقرنصات المسننة التي ترتكز عليها الدورة الرابعة الحاملة لقمة المئذنة.

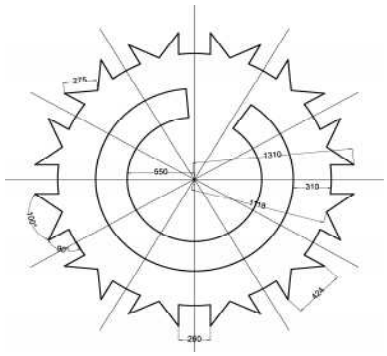
2-3-1 **الرفع الهندسي**



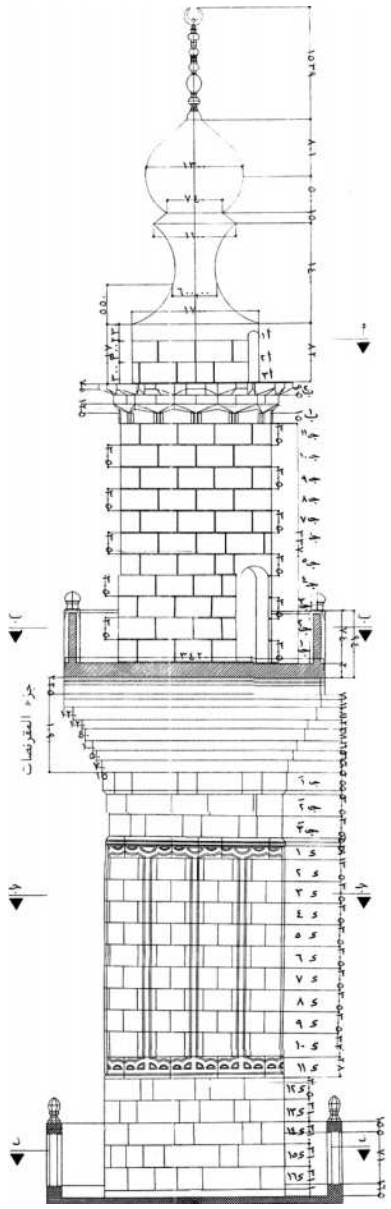
مسقط أفقي للقاعدة المربعة.



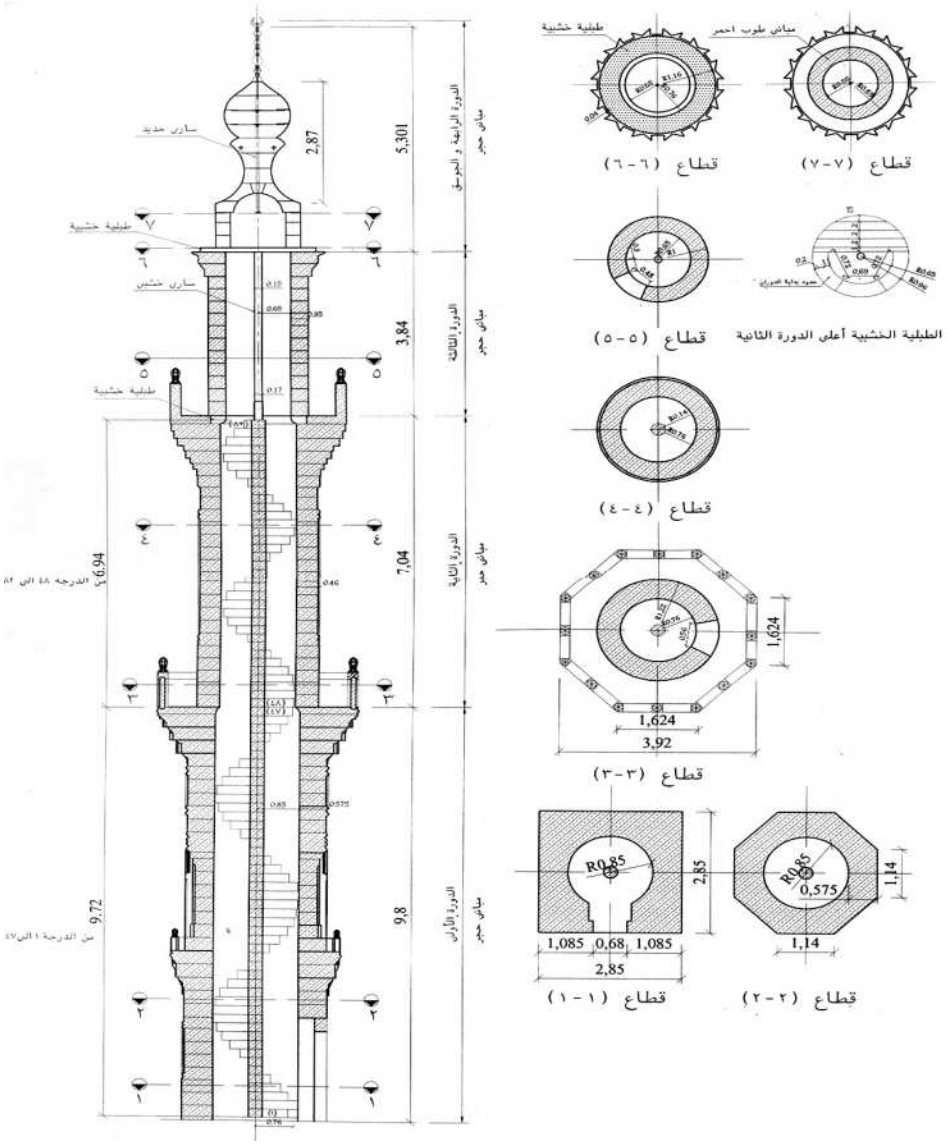
مسقط أفقي لمنطقة الشرافات والأعمدة.



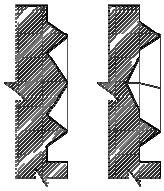
مسقط أفقي لمنطقة المقرنصات.



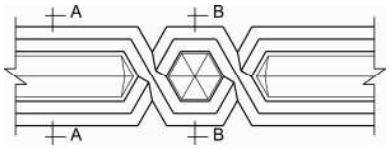
واجهة الدورة الثانية والثالثة والرابعة والقمة.



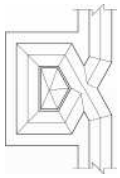
قطاع رأسي تفصيلي.



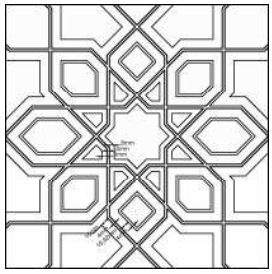
قطاع لحلية الجفت بالقاعدة ومنطقة الإنتقال.



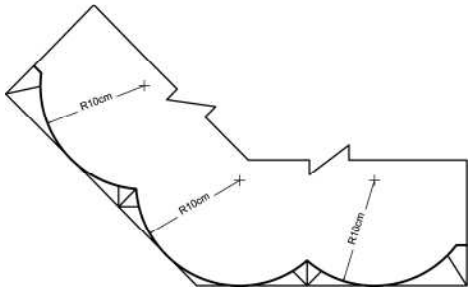
واجهة حلية جفتية بمنطقة الإنتقال.



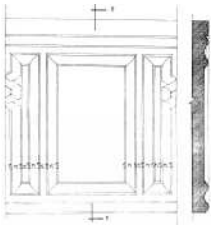
تفصيلة لميمة جفتية أعلى الباب.



الزخرفة الهندسية لمدماك توقيع المثمن.

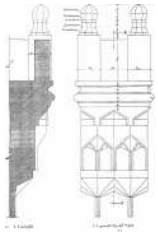


تفصيلة في أعمدة ركن المثمن المدمجة.

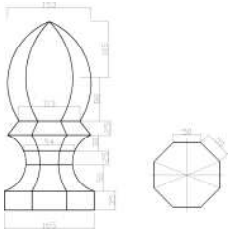


تفصيلة البانوه المصمت.

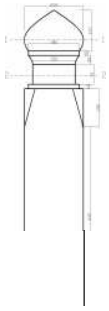
قطاع رأسي لحلية الجفت المحددة للبانوهات.



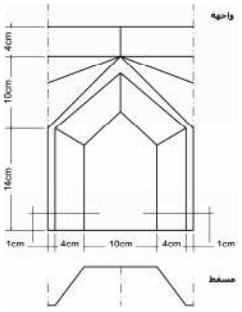
الحرمدان المقرنص الحامل للدروات الصغيرة.



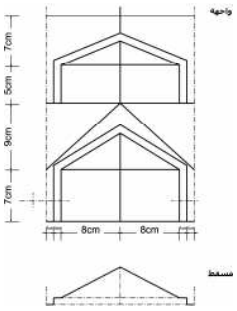
قمة أعمدة الشرفات للدورة الأولى.



عمود شرافات الدورة الثانية.



تفصيلة للمقرنص في المدماكين رقم 29 و 30.



تفصيلة للمقرنص في المدماك رقم 3.

3-3-1 **الرفع المساحي** :

وكان من الإجراءات الرئيسية في حالة مئذنة مسجد مسجد حسن باشا طاهر الراهنة وقد تم إستخدام جهاز التيودوليت لتحديد مقدار الميل للمئذنة وإتجاه هذا الميل.

أ- طريقة الرصد :

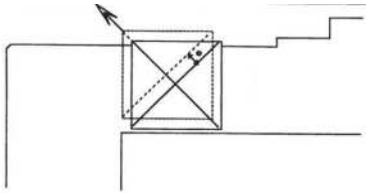
تم تحديد نقطتين إفتراضيتين A , B وتم رصد ميل المئذنة من هاتين النقطتين الثابتتين وتم ربط إحداثيات هاتين النقطتين بحيث تكون الزوايا والمسافات بينهما وبين المئذنة متساوية من حيث البعد، والزوايا بينهما في حدود (50°- 130°) لإعطاء أفضل زوايا ممكنة لرؤية المئذنة،كما تم ربط إحداثيات هاتين النقطتين بنظام الإحداثيات المستخدمة في الرفع المساحي للموقع العام X , Y , Z.

تم تقسيم المئذنة إلى ثلاثة أجزاء أولهما الجزء الأول وهو المستوى الثماني للمئذنة والذي يعلو قاعدتها وتم تسميته البدن المثمن، وثانيهما وهو الجزء الإسطواني الذي يعلو المستوى المثمن وتم تسميته البدن الدائري الأول، وثالثهما البدن الدائري الأخير وتم تسميته البدن الدائري الثاني، تم كذلك عمل قطاعات عرضية لكل المراحل الثلاثة لبدن المئذنة وذلك لتحديد الميول بين القاعدة المربعة والجزء الأول الثماني وكذلك الميول بين الجزء الإسطواني والجزء المثمن، وتوجد هذه الإزاحات غالباً نتيجة الهبوط غيرالمنتظم للتربة أو الحركة الديناميكية للزلازل وفي بعض الأحيان نتيجة الإرتفاع الكبير للمآذن وصغر محيطها بالنسبة للإرتفاع.

ب- تحليل الرصد :

1 – **الإزاحة**: بتسجيل الرصد وجد أن الجزء المثمن به إزاحة عن قاعدة المئذنة المربعة الشكل بمقدار 5.5 سم في إتجاه الشمال وكذلك إزاحة مقدارها 3.2 سم في إتجاه الغرب ونجد أن محصلة هذه الإزاحات تبلغ 8.7 في الإتجاه الشمالي، وبتسجيل الرصد وجد أن الجزء الإسطواني به درجة ميل عن الجزء المثمن بمقدار 4.6 سم في إتجاه الشمال وكذلك إزاحة مقدارها 2.8 سم في إتجاه الشمال وتبلغ محصلة هذه الإزاحات 7.4 سم في إتجاه الشمال.

2 - **قياس الميل** : وذلك من خلال وحدة قياس مركبة من جزئين مثبت أحدهما بجدار المئذنة في إتجاه محدد ومعلوم وهو عبارة عن حامل معدني مثبت ميكانيكياً في وضع رأسي والجزء الثاني وهو الذي يقوم بالقياس ذو درجة حساسية عالية للتيارالكهربي ويعطي قياساً بوحدة المللي أمبير.



133 رسم تخطيطي لبيان ميول المئذنة ـ عمل الباحث. شكل

المنسوب	الميل الأعظم	الإتجاه
من منسوب سطح الجامع وحتى منسوب الشرفة الأولى	3° 33′ 00″	في إتجاه 36° 58′ 233° من الشمال
من منسوب الشرفة الأولى وحتى منسوب الشرفة الثانية	32″ 18′ 1°	في إتجاه 54° 44′ 255° من الشمال
من منسوب سطح الجامع وحتى منسوب الشرفة الثانية	9″ 45′ 2°	في إتجاه 48° 56′ 265° من الشمال

مناسيب ودرجات ميول المئذنة وإتجاهاتها

و بأسقاط عمود من منسوب الشرفة الثانيةحتى منسوب سطح المسجد والتى سجلت قيمة الميل الأكبر وجد أنها حوالى،55سم من الشمال فى الأتجاه الجنوبى الشرقى،مما يؤكد على خطورة الميل وضرورة الفك.

4-3-1 **التحليل الإنشائي** Sructural Analysis

تم إجراء ودراسة التحليل الإنشائي للمئذنة تحت تأثير الأحمال المختلفة التي تؤثر في إتزانها حيث تم دراسة التحليل الإنشائي للمئذنة تحت تأثير الأحمال الرأسية، وتعد الأحمال الميتة الرأسية وهي أحمال المئذنة نفسها أكثر الأحمال الرأسية أهمية. وكذلك تم دراسة التحليل الإنشائي للمئذنة تحت تأثير الأحمال الأفقية وتعتبر أحمال الزلازل أهم وأخطر أنواع هذه الأحمال الأفقية وبمساعدة العديد من الأسباب والعوامل الأخرى كالمياه والتربة تعد من أهم أسباب ميول مئذنة مسجد حسن باشا طاهر.

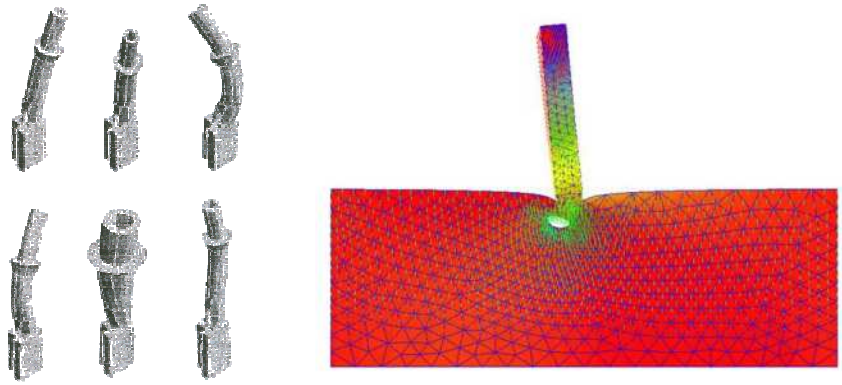
وتم إجراء التحليل الإنشائي بتصميم نموذج رياضي مجسم وتم وضع هذا النموذج الرياضي للأحمال الرأسية (الأحمال الدائمة التي تمثل كتلة المئذنة) والأحمال والإجهادات الأفقية المتمثلة في أحمال الزلازل.

وبالنسبة لتأثير الأحمال الأفقية المتوقعة للزلازل طبقاً لأزمنة التردد الطبيعي الخاصة بها عند التعرض للحركة الديناميكية الناشئة من أحمال الزلازل ومن ذلك التغيرات المحتلفة في شكل المئذنة خلال زمن التردد الطبيعي الأساسي.

وتحدث للمئذنة تشوهات Deformation في الشكل تحت تأثير الأحمال الرأسية الدائمة (كتلة المئذنة).

كما أنه يحدث للمئذنة تشوهات تحت تأثير الحركة الفجائية للأحمال الرأسية الدائمة والأحمال الأفقية للزلازل وتظهر أكثر في البدن الخارجي في دورتيه الدائريتين الثانية والثالثة وكذلك قمة المئذنة وقد أظهر التحليل الإنشائي أن أقصى قيمة للإزاحة الأفقية في هذه الحالة تبلغ (9°) وهي قيمة كبيرة مما يؤكد عدم ثبات المئذنة في الوضع الحالي.

أما عن الإجهادات فأخطرها هي إجهادات الشد الناتجة عن أحمال وزن المئذنة (الأحمال الدائمة) بالإضافة إلى أحمال الزلازل خاصة في حالة الميول الراهنة للمئذنة لأنه في حالة عدم الميول قد تكون الإجهادات الناتجة عن أحمال وزن المئذنة وأحمال الزلازل متوقعة وآمنة ولا تؤثر على الإتزان الإنشائي للمئذنة. كما أنه بحساب إجهادات المئذنة الواقعة على التربة وجد أنه بلغت الكتلة الكلية للمئذنة (487,02 طن) ولذلك فهي تؤثر بقوة مقدارها (5.1 كجم/ سم^2) وتم حساب هذه القوة المؤثرة عن طريق ناتج قسمة الكتلة الكلية للمئذنة على مساحة القاعدة للمئذنة وهي مربعة الشكل ويبلغ طول ضلعها 2.85 متر وعلى هذا نجد أن المئذنة غير متزنة في الوضع الراهن تحت هذه القوة التي تؤثر بها على التر



المحاكاة الرقمية بطريقة العناصر الدقيقة والتي تؤكد عدم مقدرة المئذنة على مواجهة الأحمال الأفقية خاصة في إرتكازها على هذا النوع من التربة ذات المشاكل بسبب المياه الجوفية.

5-3-1 **الفحوص** Investigations :

1-5-3-1 **طبيعة التربة أسفل المئذنة** :

تمت دراسة طبيعة التربة والتعرف على خواصها الطبيعية والميكانيكية والكيميائية، وذلك لإعطاء التوصيات الخاصة بالتأسيس والإحتياطات الواجب مراعاتها عند التنفيذ.

يقع موقع المشروع المعد له هذا التقرير ببركة الفيل- السيدة زينب- مسجد حسن باش طاهر- مبنى المئذنة.

أ - تنفيذ أعمال الجسات:

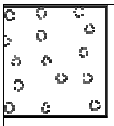
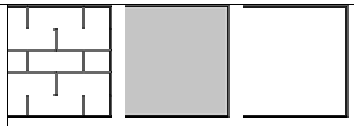
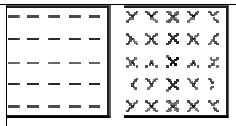
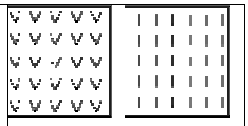
تم تنفيذ عدد جسة واحدة (عمق 20 متر) وتم تنفيذ الجسة يدوياً، وتم إستخراج عينة مقلقلة وذلك كل 1.00 متر أو عند تغير طبقات التربة، وتم تعبئة العينات المقلقلة في أكياس من البلاستيك وتم ترقيم العينات بطريقة توضح رقم الجسة المأخوذة منها وكذلك العمق ونقلت جميع العينات إلى المعمل لإجراء التجارب المعملية المطلوبة لتأكيد الفحص النظري للعينات ولتحديد خواص التربة. وكذلك تم رصد منسوب المياه الجوفية بالموقع إبتدائياً (أثناء تنفيذ الجسات) ونهائياً (بعد خلع العدة بمدة 24 ساعة) لإجراء التجارب والإختبارات المعملية على عينات التربة التي نقلت للمعمل ومنها التصنيف البصري للعينات بالإضافة إلى الإختبارات الآتية:

1- التدرج الحبيبي للتربة الرملية: تم إستخدام المناخل القياسية لتحديد منحنيات التدرج الحبيبي لعينات ممثلة لطبقات التربة الرملية واستخدمت نتائج التدرج الحبيبي لضبط دقة تصنيف الطبقات السابق إجراؤه والمبني على الفحص النظري للعينات.

2- التحليل الكيميائي: تم تعيين نسبة المركبات الكيميائية الموجودة في عينات التربة المستخرجة من الجسات المنفذة.

ب – نتائج الاختبارات من واقع الجسات :

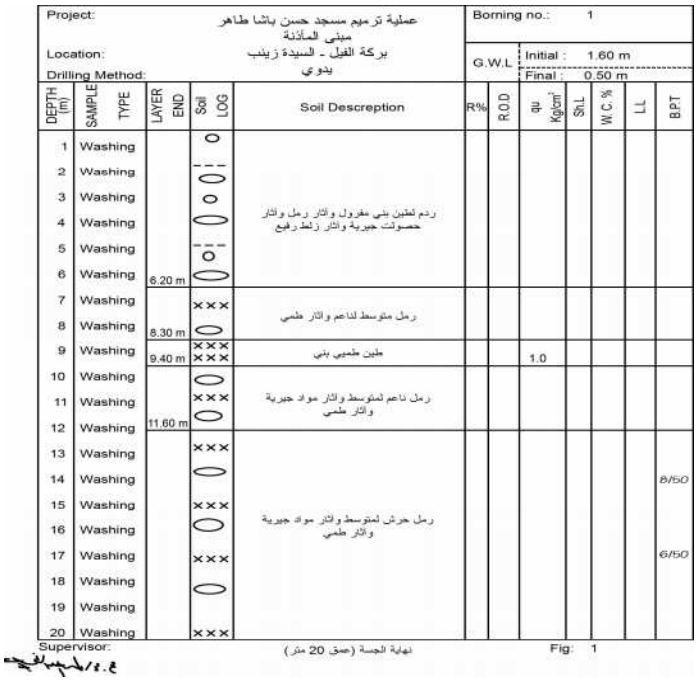
نتائج الإختبارات المعملية والحقلية أوضحت أن التربة بالموقع تتكون بصفة عامة من طبقة سطحية من الردم من سطح الأرض الطبيعية بالموقع وحتى عمق 6.20 متر تليها طبقة من الرمل المتوسط لناعم وآثار طمي حتى عمق 8.30 متر تليها طبقة من الطين الطميي البني حتى عمق 9.40 متر تليها طبقة من الرمل الناعم لمتوسط وآثار طمي وآثار مواد جيرية حتى عمق 11.60 متر تليها طبقة من الرمل الحرش لمتوسط وآثار مواد جيرية وآثار طمي والتي امتدت حتى نهاية عمق الجسة المنفذة (عمق 20 متر).

				
Gravel	Lime stone	Fill Sand	Clay Silt	Peat and Organic matter	Sands tone
20 – 11.60	11.60 – 9.40		9.40 – 8.30	8.30 – 6.20	

يوضح قطاع الجسات.

Description		Nominal Diameter (mm)
Cobbles		More than 60.0
Gravel	Coarse	60.0 to 20.0
	Medium	20.0 to 6.0
	Fine	6.0 to 2.0
Sand	Coarse	2.0 to 0.6
	Medium	0.6 to 0.2
	Fine	0.2 to 0.06
Silt	Coarse	0.06 to 0.02
	Medium	0.02 to 0.006
	Fine	0.006 to 0.002
Clay		Less tan 0.002

يوضح تقسيمات تتابع حجم الجزيئات المكونة للتربة.



يوضح تدرج طبقات التربة بالموقع.

Sample No.	Boring No. / Depth (m)	Soil Inspection	PH Value	SO_4 - (W%)	Cl - (W%)	Electric Resistivity (ohm/cm)
1	1 / 7 m	Medium / Fine sand with Traces of Silt, Yellow	7.45	0.2710	0.3050	1280
2	1 / 16 m	Coares ? Medium sand with traces of Calcreous materials & Silt, Yellow	7.77	0.2880	0.3974	1350

Clay			Silt			Sand			Gravel			Boulders
	Fine	Medium	Coarse	Fine	Medium	Coarse	Fine	Medium	Coarse	

يوضح نتائج التدرج الحبيبي ودرجة الحموضة ونسبة تركيز الكبريتات والكلوريدات في عينات من التربة أسفل المئذنة

ج - مقترح التدعيم من خلال قراءة الجسات:

بناءاً على الجسات المنفذة بالموقع ونتائج التجارب الموقعية والمعملية التي أجريت على العينات المستخرجة منها أمكن إعطاء التوصيات الآتية:

1- يتم التأسيس وتقوية الأساسات بإستخدام نظام الخوازيق الإبرية Micropiles على ألا يقل طول الخازوق عن 18 متر تحت منسوب سطح الأرض عند وقت تنفيذ الجسة.

2- تحدد قوة تحمل الخوازيق الإبرية ألا يقل حمل التشغيل المتوقع للخوازيق عن 30 (ثلاثون) طن للخازوق الواحد، ويتم تأكيد الحمل التصميمي للخازوق بعمل تجربة تحميل على خازوق غير عامل وذلك قبل البدء في التنفيذ على أن يحمل هذا الخازوق إلى ضعف الحمل التصميمي على الأقل.

3- يتم إجراء تجارب التحميل على الخوازيق العاملة طبقاً للكود المصري للكود المصري لميكانيكا التربة وتصميم الأساسات (الجزء الرابع للكود المصري).

6-3-1 **الإختبـارات** :

1-6-3-1 **التحاليل المعملية** :

1- 3- 6- 1- 1 التحليـل بإسـتخدام حيـود الأشـعة السـينية X-Ray Diffraction :

أ – ظروف التشغيل : تم تجهيز العينات وفحصها بإستخدام جهاز Philips Analytical X-Ray B.V. طبقاً لظروف التشغيل الآتية:

Diffractometer type	:	P'W 18
Tube anode	:	Cu
Generator tension [KV]	:	40
Generator current [MA]	:	25
Wave length Alpha 1 [A]	:	1.54056
Wave length Alpha 2 [A]	:	1.54439

ب – النتـــائج :

وقد أعطى الفحص النتائج التالية:

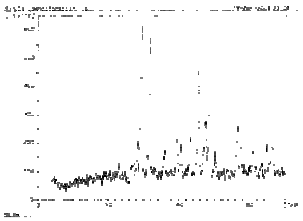
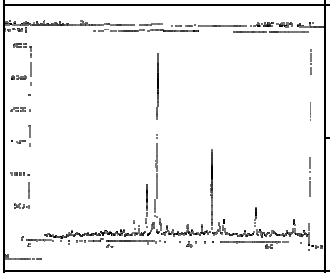
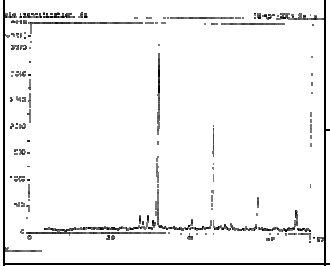
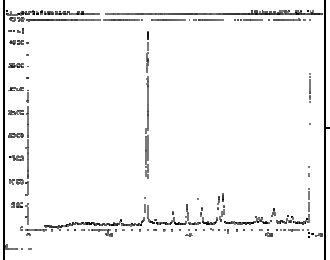
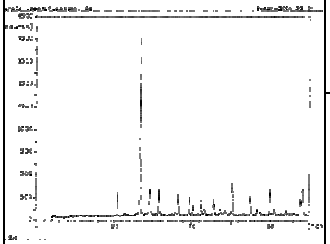
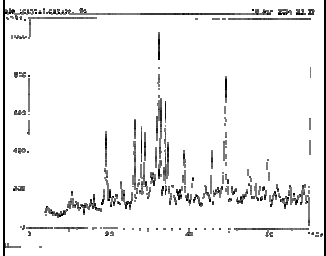
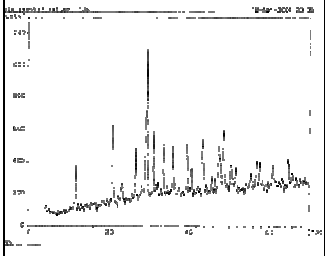
رقم العينة	مكان أخذ العينة	Percentage (%)	RI (%)	The Compounds		Chart
1	من أحجار القاعدة	53 %	100 %	$CaCO_3$	Calcite	
		47 %	98.3 %	NaCl	Halite	

Chart	The Compounds		RI (%)	Percentage (%)	مكان أخذ العينة	رقم العينة
	Halite	NaCl	100 %	78 %	من طبقة الأملاح المتكلسة على الدرج في الدورة الأولى	2
	Calcite	$CaCO_3$	28 %	22 %		
	Halite	NaCl	100 %	94 %	من أحجار الدورة الأولى (الأعمدة المدمجة)	3
	Calcite	$CaCO_3$	6.5 %	6 %		
	Calcite	$CaCO_3$	100 %	98 %	من أحجار الدورة الأولى (مقرنصات ودلايات)	4
	Halite	NaCl	2.4 %	2 %		
	Quartz	SiO2	100 %	79 %	من أرضية الدورة الأولى	5
	Calcite	CaCO3	13.5 %	11 %		

رقم العينة	مكان أخذ العينة	Percentage (%)	RI (%)	The Compounds		Chart
6	من شرفات الدورة الثانية	50 %	100 %	Na_2SO_4	Thenardite	
		26 %	52 %	NaCl	Halite	
		24 %	46.4 %	$CaCO_3$	Calcite	
7	من المونة المستخدمة في ملء العراميس	41 %	100 %	$CaCO_3$	Calcite	
		28 %	67.6 %	SiO_2	Quartz	
		16 %	83.6 %	$CaSO_4.2H_2O$	Gypsum	
		16 %	36.6 %	$CaMg(CO_3)_2$	Dolomite	

نتائج تحاليل التركيب الكيميائي بإستخدام حيود الأشعة السينية X.R.D..

ج – القراءة وتفسير النتائج :

ومن الجداول وأشكال الحيود يتضح لنا الآتي:

1. **عينات الأملاح يتصدر ملح كلوريد الصوديوم (الهاليت) صدارة التركيب ولعل هذا يرجع إلى التربة الحاملة المتشبعة بالمياه أسفل المئذنة.**
2. **عينات الأحجار يأتي الكالسيت (كربونات الكالسيوم) في صدارة التركيب مع وجود نسب متفاوتة من ملح الهاليت كمكون طرأ على التركيب.**
3. **عينة المونة المستخدمة في ملء العراميس تشير إلى أن مكوناتها عبارة عن بودرة الحجر الجيري والرمل والجبس.**

2-**خطة الترميم**

1-2 **فك المئذنة** :

1-1-2 **الترقيم** Numbering

حيث تم عمل نظام ترقيمي رأسي بتوالي إرتفاع مداميك المئذنة رأسياً وكذلك ترقيم أفقي لكل مدماك على حدة مشتملاً على ترقيم وحداته البنائية.

- **الدورة الأولى**

حيث تم ترقيم المداميك من أسفل لأعلى بدءاً من رقم 1 حتى رقم 32 بالإضافة إلى ترقيم شرافات الدورة.

رقم المدماك	ترتيب المدماك رأسياً
32	1
31	2
30	3
29	4
28	5
27	6
26	7
25	8
24	9
23	10
22	11
21	12
20	13
19	14
18	15

الدورة الثانية :

حيث تم ترقيم المداميك على ثلاث مراحل:

أ- مرحلة المداميك السادة السفلية من د16 حتى د1.

ب- مرحلة المداميك الغائرة الوسطى من ج3 حتى ج1

ج- مرحلة مداميك المقرنصات والطبان:

الأولى	د16	1
	د15	2
	د14	3
	د13	4

17	16
16	17
15	18
14	19
13	20
12	21
11	22
10	23
9	24
8	25
7	26
6	27
5	28
4	29
3	30
2	31
1	32

	د12	5
	د11	6
	د10	7
	د9	8
	د8	9
	د7	10
	د6	11
	د5	12
	د4	13
	د3	14
	د2	15
	د1	16
الثانية	ج3	17
	ج2	18
	ج1	19
الثالثة	الأغربة	20
	الدلايات	21
	الفجاوي	22
	الطيقان	23
	الطبان	24

التتابع الرأسي لأرقام مداميك الدورة الثانية.

التتابع الرأسي لأرقام مداميك الدورة الأولى.

- **الدورة الثالثة** :

حيث تم ترقيم المداميك من أسفل الدورة لأعلاها على مرحلتين:

أ - المرحلة الأولى من ج1 إلى ج11

ب - المرحلة الثانية مدماكي المقرنصات ب1، ب2

رقم المرحلة	رقم المدماك	ترتيب المدماك رأسياً
الأولى	ج1	1
	ج2	2
	ج3	3
	ج4	4
	ج5	5
	ج6	6
	ج7	7
	ج8	8
	ج9	9
	ج10	10
	ج11	11
الثانية	ب1	12
	ب2	13

التتابع الرأسي لأرقام مداميك الدورة الثالثة.

الدورة الرابعة "الحاملة لقمة المئذنة" :

وهي عبارة عن مدماكين فقط أتى بهما المعماري بديلاً للجوسق التقليدي في حمل قمة المئذنة وهما ف1، ف2.

رقم المدماك	ترتيب المدماك رأسياً
ف1	1
ف2	2

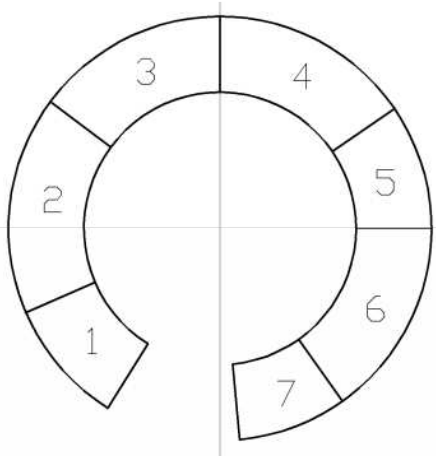
التتابع الرأسي لأرقام مداميك الدروة الرابعة.

2-1-2 **الفـــك** :

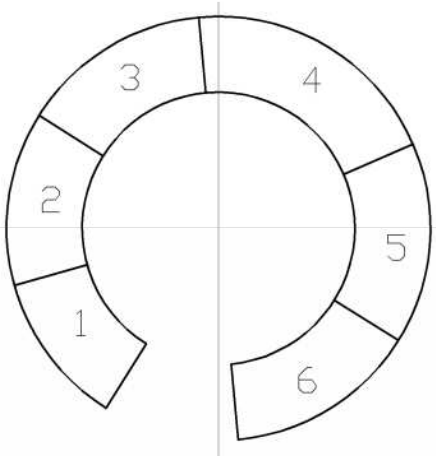
حيث تمت عمليات الفك من أعلى لأسفل عكس أعمال الترقيم ولقد تم تصميم جداول للفك تناسب حالة المئذنة حيث تم إدراج كل المعلومات الممكنة عن القطع البنائية للمئذنة والتي كان يصعب التوصل إليها إلا مع مرحلة الفك ذاتها وهي المعلومات الخاصة بإستكمال الأبعاد مثل عمق القطعة وحالتها الإنشائية وباقي المعلومات الأخرى الواردة في جداول قاعدة البيانات، حيث كان الغرض من ذلك عمل قاعدة بيانات هندسية . إنشائياً ومعمارياً وزخرفياً . عن كل قطعة حجر بنائية على حدة، الأمر الذي سوف يكون له أكبر الأثر في إتخاذ قرار الترميم السليم عند أعمال إعادة التركيب، ولإتمام ذلك كان لابد من تحويل كل قطر مدماك إلى مسقط أفقي مستقل بذاته تظهر فيه كل الوحدات البنائية بحيث يسهل تسجيل كل المعلومات المطلوبة.

وعلى هذا نجد أن برنامج الفك كان كالآتي:

- **الدورة الرابعة الحاملة لقمة المئذنة** :



المسقط الأفقي للمدماك ف 2 ـ الدورة الرابعة.

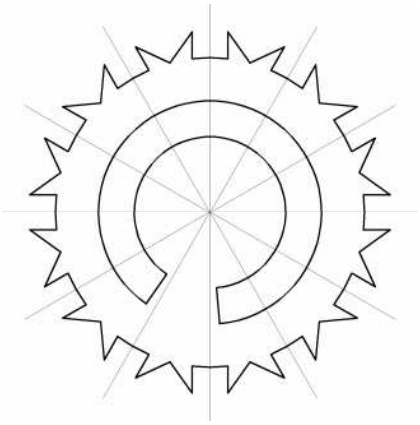


المسقط الأفقي للمدماك ف 1 ـ الدورة الرابعة.

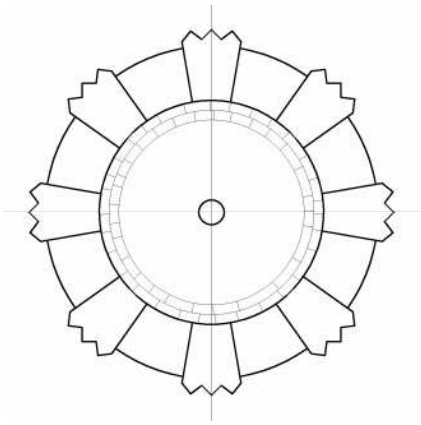
رقم القطعة	الأبعاد			الوظيفة المعمارية	الحالة الإنشائية		المدماك الداخلي	رقم الدرجة
	طول	عرض	إرتفاع		تالفة	صالحة		
1	0.65	0.30	0.30	زاوية		-		
2	0.90	0.30	0.30	حمل		-		
3	0.85	0.30	0.30	حمل		-		
4	0.85	0.30	0.30	حمل		-		

رقم القطعة	الأبعاد			الوظيفة المعمارية	الحالة الإنشائية		المدماك الداخلي	رقم الدرجة
	طول	عرض	إرتفاع		تالفة	صالحة		
5	0.60	0.30	0.30	حمل		-		
6	0.80	0.30	0.30	حمل		-		
7	0.56	0.30	0.30	زاوية		-		

- **الدورة الثالثة** :

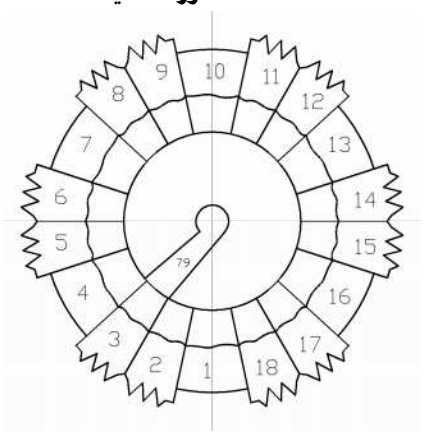


المسقط الأفقي للمدماك ب 2 ـ الدورة الثالثة.

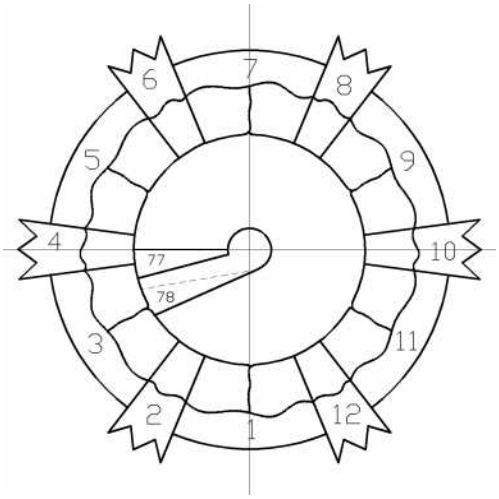


المسقط الأفقي للمدماك ب 1 ـ الدورة الثالثة.

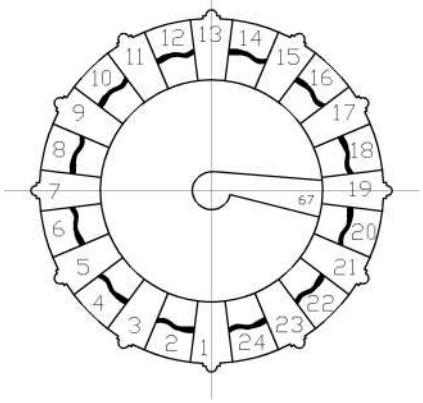
الدورةالثانيـــــــــــة



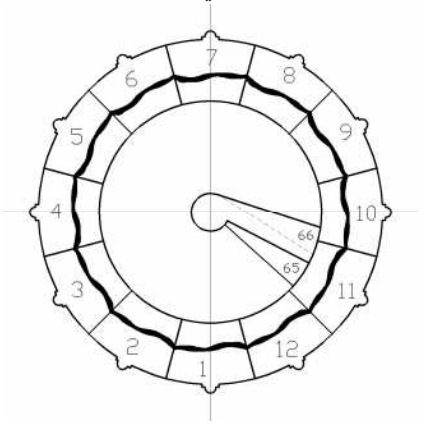
المسقط الأفقي لدماك الدلايات ـ الدورة الثانية.



المسقط الأفقي لدماك الأغربة ـ الدورة الثانية.



المسقط الأفقي للمدماك د 4 ـ الدورة الثانية.

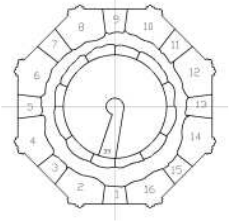


المسقط الأفقي للمدماك د 5 ـ الدورة الثانية.

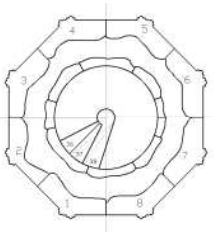
رقم القطعة	الأبعاد			الوظيفة المعمارية	الحالة الإنشائية		التشكيل المعماري	رقم الدرجة	رقم القطعة	الأبعاد			الوظيفة المعمارية	الحالة الإنشائية		التشكيل المعماري	رقم الدرجة
	طول	عرض	ارتفاع		تالفة	صالحة				طول	عرض	ارتفاع		تالفة	صالحة		
ع1	1.07	0.20	0.20	عمود شرفة		-	قمة مسلوبة		ع8	1.07	0.20	0.20	عمود شرفة		-	قمة مسلوبة	
ش1	0.70	0.50	0.10	شباك شرفة		-	هندسي		ش8	0.70	0.50	0.10	شباك شرفة		-	هندسي	
ع2	1.07	0.20	0.20	عمود شرفة		-	قمة مسلوبة		ع9	1.07	0.20	0.20	عمود شرفة		-	قمة مسلوبة	
ش2	0.70	0.50	0.10	شباك شرفة	-		سادة		ش9	0.70	0.50	0.10	شباك شرفة	-		هندسي	
ع3	1.07	0.20	0.20	عمود شرفة		-	قمة مسلوبة		ع10	1.07	0.20	0.20	عمود شرفة		-	قمة مسلوبة	
ش3	0.70	0.50	0.10	شباك شرفة	-		هندسي		ش10	0.70	0.50	0.10	شباك شرفة	-		هندسي	
ع4	1.07	0.20	0.20	عمود شرفة		-	قمة مسلوبة		ع11	1.07	0.20	0.20	عمود شرفة		-	قمة مسلوبة	
ش4	0.70	0.50	0.10	شباك شرفة	-		هندسي		ش11	0.70	0.50	0.10	شباك شرفة	-		هندسي	

قاعدة بيانات مدماك الشرافات ـ الدورة الثانية

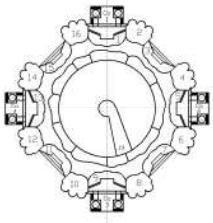
الدورة الأولى:



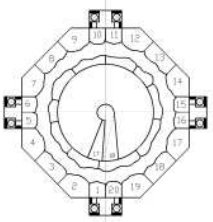
المسقط الأفقي للمدماك 25 ـ الدورة الأولى.



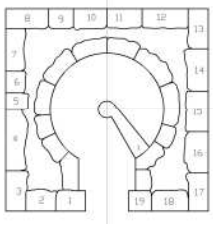
المسقط الأفقي للمدماك 24 ـ الدورة الأولى.



المسقط الأفقي للمدماك 13 ـ الدورة الأولى.



المسقط الأفقي للمدماك 12 ـ الدورة الأولى.



المسقط الأفقي للمدماك 1 ـ الدورة الأولى.

2-2 **أعمال التشوين** :

استغلت تقريباً كل المساحات الأفقية بالمسجد وملحقاته لأعمال التشوين وكذلك لكثرة عدد القطع المفكوكة ولصلاحية أغلبها لإعادة التركيب تم الإعتماد على التشوين الرأسي أيضاً من خلال بعض الأرفف المعدنية الرأسية ودمسها بالخشب ورص القطع المفكوكة عليها.

دمسات ذات أدوار متكررة لإمكانية فرز المداميك.

3-2Re-composition **أعمال إعادة التكوين**

بعض التقنيات والتطبيقات التنفيذية التي تم الإعتماد عليها في مرحلة إعادة التركيب:

الفـــرز:■

تعد المرحلة التحضيرية الأساسية التي تم اللجوء إليها لتفادي تداخل تشوين القطع الحجرية لضيق المكان وتكرر نقلها لتنفيذ باقي أعمال الترميم الخاصة بالمسجد ، بالإضافة إلى كثرة عدد القطع التي

تم فكها والذي يتعدى (1500) قطعة حجر بالإضافة إلى (82) درجة سلم داخلي وعدد (30) شرفة و(30) عمود شرفة حيث كان التشوين رأسياً على أرفف.

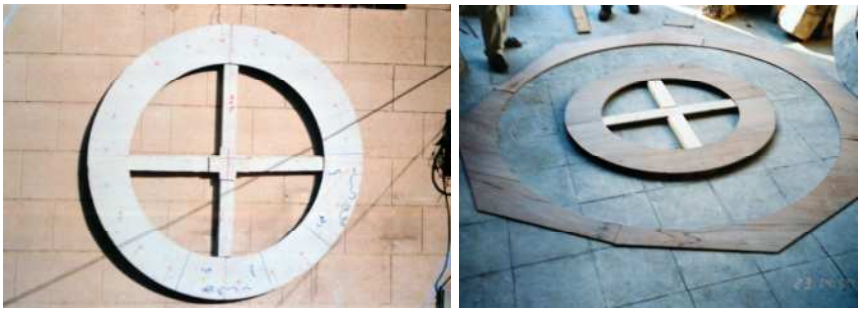
وهذا بالإضافة إلى محاولة الإستفادة من وحدة وتجاور العلاقات التشكيلية التي كانت تربط القطع ببعض والتي كانت كثيراً ما تفض النزاع وإختلاف الرأي بمنطقية ترتيب تركيب القطع.

فرز القطع البنائية المكونة لمداميك المئذنة ورصها على نفس مساقط تركيبها في الطبيعة.

الأدوات المساعدة:■

بعد كل الثوابت التي تم التوصل إليها وإعتمادها في مرحلة الفرز وتثبيت الأبعاد أفقياً ورأسياً تم عمل مجموعة من الأدوات المساعدة لضمان دقة أعمال إعادة التركيب أفقياً ورأسياً ، وتتلخص هذه الأدوات فيما يلي:

1- الدوائر الأفقية للضبط ومتابعة دقة التركيب الأفقي للقطع حيث يتم الإعتماد على دائرتين في كل مدماك، الأولى للمحيط الخارجي والثانية للمحيط الداخلي وذلك من خلال عمل تطابق لمحاور المئذنة المحددة مساحياً بنقاط ثابتة وتلك المحاور الأربعة المرسومة على فرمة الدائرة الداخلية.



إعداد الدوائر الأفقية وتوقيع فتحات الأبواب وقوائم الدرج لضبط أفقية عملية التركيب.

2- المساطر الرأسية التي كان لها دورها الهام في الضبط الرأسي تكاملاً مع الدوائر في الضبط الأفقي ، حيث أستخدمت تلك المساطر في عملية تحري ومتابعة دقة التركيب الرأسي.

إعداد المساطر الرأسية وتوقيع قوائم الدرج لضبط رأسية عملية التركيب.

أعمال المتابعة المساحية:■

تم أولاً إختيار مجموعة من النقاط الثابتة لإمكانية المقارنة والمتابعة أولاً بأول وكانت هناك نقطتين ثابتتين ، الأولى على سطح إحدى البنايات المجاورة للمئذنة والثانية من سطح المسجد أسفل المئذنة.

ومن خلال تلك النقاط تم توقيع المحاور الأربعة للمئذنة إعتماداً على جهاز التيودوليت لمتابعة دقة ثبات تلك النقاط وعدم حدوث أي خلل

في مكانها يكون قد حدث من تصاعد عملية البناء مما يفيد في التأكد من سلامة أعمال البناء أفقياً ورأسياً.

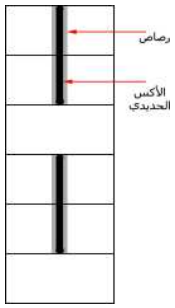
ثم إجراء التأكد المرحلي أولاً بأول من ثبات نقطة المركز لقاعدة ودوائر المئذنة في جميع دوراتها ومراحلها التصاعدية المختلفة للتأكد من إتزان الكتلة ووقوع أحمالها الرأسية في نقطة المركز دائماً لتلافي أي ميول أو تشوه في التصاعد التحويلي لكتلة المئذنة.

تم تحديد نقاط (إحداثيات) إفتراضية 1,2,3,4,5 وذلك إعطاء لإحداث زوايا ممكنة لرؤية المئذنة للحصول على نتائج دقيقة كما تم ربط تلك النقاط بنظام الإحداثيات المستخدمة في الرفع المساحي للموقع العام X,Y,Z.

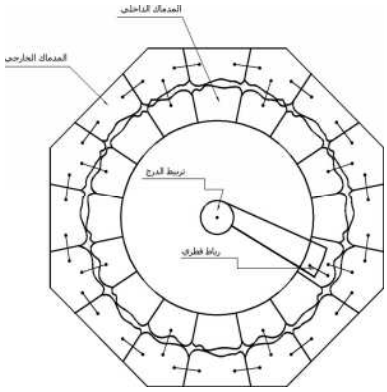
أحد النقاط الثابتة على سطح إحدى البنايات المجاورة ومقارنة تماثل القراءات ـ التي تؤخذ على فترات ـ للمسافة البينية بينها وبين نقاط محاور التماثل على بدن المئذنة.

تقنية الربط الميكانيكي:■

استخدمت تقنية الربط الميكانيكي بإستخدام الكلبسات الحديدية (حرف U) لربط القطع البنائية المكونة للمدماك أفقياً من خلال قطع المدماك الواحد لربط البدن الخارجي.



قطاع يوضح توزيع التربيط الرأسي لدرج السلم الداخلي.



مسقط أفقي يوضح طريقة وتوزيع مواضع الربط.

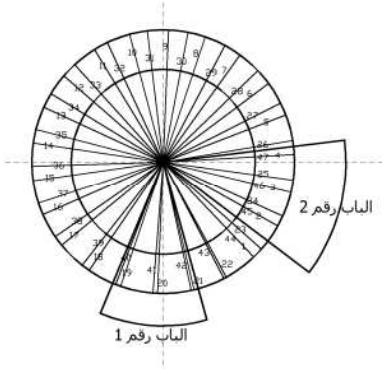
الدورة الأولى "البدن المثمن":

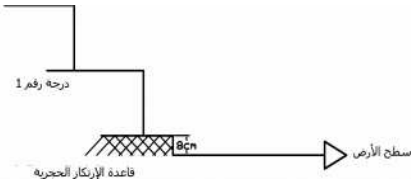
أ - الأعمال التحضيرية :

1- **الفـــرز**:

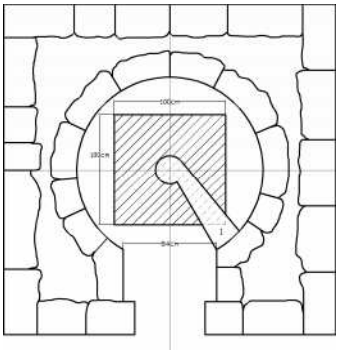
جانب من فرز المداميك الخاصة بالدورة الأولى

مسقط أفقي يوضح كيفية توزيع الدرج وتوقيع فتحات الأبواب على الفرمة الأفقية لبدن الدورة الأولى.





رسم تخطيطي يوضح بداية ارتكاز درج السلم على قاعدة الارتكاز الحجرية.



مسقط أفقي يبين الكتلة المركزية من الحجر الجيري 1.0 » 1.0 » 0.5
والتي تم تثبيتها بمثابة قاعدة عمود السلم.

ب – أعمال التركيب :

1- القاعدة المربعة وهي المرحلة التي تشغل المداميك من 1- 3 بطول ضلع 2.85م وهي تحتوي داخلها على الكتلة الحجرية 1 × 1 × 0.5م والذي أتاح لنا مشروع الترميم الراهن تثبيتها لتكون بمثابة القاعدة التي سيرتكز عليها عمود السلم الداخلي.

صعود الكتلة قاعدة الإرتكاز.

توقيع مدماك القاعدة المربعة وتحديد فتحة الباب 1.

تثبيت الدرجة رقم 1.

نهاية مباني القاعدة المربعة تمهيداً لبدء الإنتقال.

2- منطقة الإنتقال من القاعدة المربعة إلى البدن المثمن بإستخدام المثلثات المقلوبة.

3- البدن المثمن وبعد الوصول بالأضلاع من عدد 4 إلى عدد 8 بواسطة المثلثات المقلوبة تم توقيع مدماك (الرقبة) بعد الإنسحاب للداخل بقيمة بروز حلية الجفت وعلى هذا فقد تم توقيع البدن المثمن بطول الضلع 1.14م.

توقيع أضلاع البدن المثمن.

وعلى هذا نجد أن البدن بدوره يحتوي على الإنتقالات الرأسية الآتية:

1- مدماك القد (التوقيع).

2- البانوهات المصمتة التي تحتوي أربعة منها والتي تقع على المحاور الأربعة الرئيسية على الدورات الصغيرة المحمولة على الحرمدانات المقرنصة مع ملاحظة أن كل اثنين متقابلين متشابهين.

3- منطقة الأعمدة المدمجة والتي تحصر بينها (8) بانوهات أربعة منهم مفرغة وأربعة مصمتة وقد توجت تلك المجموعات من الأعمدة بالعقود المنكسرة.

4- منطقة البانوهات المصمتة العلوية

5- المقرنصات ومدماك الطبان

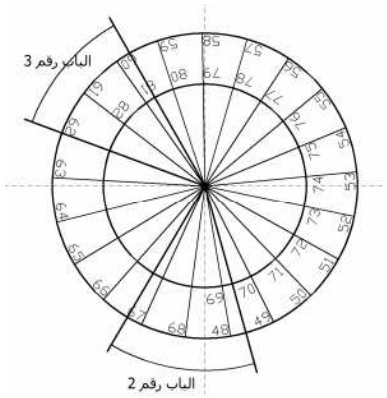
ربط عمود الدرج الداخلي بالحديد والرصاص.

الدورة الأولى بعد التركيب

- **الدورة الثانية** :

أ – الأعمال التحضيرية :

جانب من فرز المداميك الخاصة بالدورة الثانية ـ مدماكي 1 **و** 3.



جانب من فرز المداميك الخاصة بالدورة الثانية ـ مدماكي 9 **و المقرنصات**.

مسقط أفقي يوضح توزيع الدرج وفتحات الأبواب على الفرمة الأفقية لبدن الدورة الثانية.

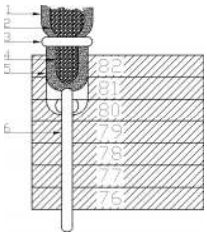
قد منطقة المداميك الغائرة أسفل المقرنصات.

ب – أعمال إعادة التركيب :

جانب من أعمال التركيب في منطقة المداميك السادة.

الدورة الثالثة :

جانب من أعمال فرز المداميك الخاصة بالدورة الثالثة.



1. رصاص بين الـ Cover والإسطوانة
2. Cover حديدي لنهاية الساري يثبت في الإسطوانة
3. إسطوانة مثبتة في البالتة
4. رصاص بين الحجر والإسطوانة
5. بالتة بالدرجة رقم (81)
6. الأكس الرابط

قطاع يوضح ربط الدرجات من 76 – 82 وتثبيت البالتة الحديدية المطوقة لبداية الساري الخشبي.

تحديد مكان فتحة الباب وقد قطري الدورة الثالثة الداخلي والخارجي.

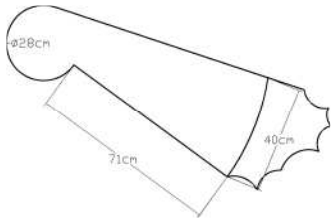
بلتة قاعدة الساري الخشبي وتسقيف مسطح الدائرة وعمل منطقة الإنتقال الداخلي.

- **الدورة الرابعة** :

جانب من أعمال إعادة تركيب الدورة الرابعة.

- **الدرج الداخلي** :

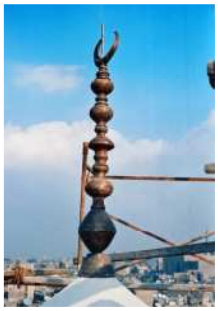
رقم الدرجة	قديم	جديد	رقم الدرجة	قديم	جديد	رقم الدرجة	قديم	جديد	رقم الدرجة	قديم	جديد
1		-	25		-	49	-		73	-	
2		-	26	-		50	-		74	-	
3		-	27		-	51	-		75	-	
4		-	28	-		52	-		76	-	
5		-	29	-		53	-		77	-	
6		-	30	-		54	-		78		-
7		-	31	-		55	-		79	-	
8		-	32	-		56	-		80		-
9		-	33	-		57	-		81		-
10		-	34	-		58	-		82		-
11		-	35	-		59	-		**الدرج الأصلي**	54	
12	-		36	-		60	-		**الدرج المستبدل**		28
13	-		37	-		61	-				
14	-		38	-		62	-				
15	-		39		-	63	-				
16	-		40	-		64	-				
17		-	41	-		65	-				
18		-	42		-	66	-				
19	-		43		-	67	-				
20	-		44		-	68	-				
21	-		45		-	69	-				
22		-	46	-		70	-				
23		-	47		-	71	-				
24	-		48		-	72	-				



مسقط أفقي للدرجة 12 **بكامل أبعادها**.

يبين أرقام الدرجات التي أعيد بناءها والأخرى التي تم استبدالها.

المئذنة حتى الوصول بأعمال التركيب إلى نهاية الدورة الرابعة.



تجميع كرات الهلال النحاسية.

4-المئذنة بعد أنتهاء اعمال التركيب

تفاصيل تكوين التحول الرأسي للمئذنة بعد الترميم.

مئذنة حسن باشا طاهر تستعيد مكانها على خط سماء منطقة بركة الفيل بالسيدة زينب.

جدير بالذكر أن أهم الأجراءات الخاصة بأعمال إستبدال الأحجار التالفة فى بدن المئذنة الخارجي والداخلي قائم على إحترام الخامة الأصلية وإتباع التقنيات التقليدية فى التنفيذ ، وهذا يتفق مع المادة 9 من ميثاق فينسيا 1964 و التى تنص على أن عملية الترميم تستند على إحترام المادة الأصلية.

كما أن أعمال إعادة الطابع الأصلى لقمة المئذنة و إستكمال المفقود من عناصر المئذنة الإنشائية وإعادة تشكيل عناصر الحليات المعمارية تتفق مع ما ورد فى المادة 13من مبادىء لاهور 1980 والتى تنص علىأنه ينبغى الإستعاضة عن الأجزاء المفقودة من الآثار الإسلامية بما يحل محلها ضماناً للإستقرار أو توخياً لأسباب جمالية.

النتـــــائج

وقد خرج البحث بمجموعة من النتائج بشأن المحاور التالية:

- **العمارة والتشكيل المعماري**:

1. العمارة أحد قنوات التعبير الإنساني عما يعتمل في نفس المعماري من انفعالات نتيجة لما يجابه مجتمعه من إشكاليات تجهد عقله في البحث عن حلول.
2. أن لكل حضارة طابعها ومذاقها وتقاليدها ومعتقداتها والعمارة سجل كامل لكل ذلك لمن يجتهد بحثًا ودراسة.
3. تبين أن المعماري يتعامل مع الوحدة الإنشائية لا من وجهة نظر الكفاءة الإنشائية فقط ولكن يحورها لتكون حاملاً وموصلاً للغة فنية معمارية.
4. العمارة ذاتها هي فن تشكيل الكتل بالإضافة إلى شكل وملمس الأسطح والألوان والمقياس والبناء والإضاءة المتغيرة فهي تجمع في إبداع بين عناصر متناقضة متكاملة لإخراج عمل فني معماري ويحقق الإبداع ويعبر عن بيئته وعصره.

- **الترميم بشكل عام**:

1. الترميم عمل يتوجه إلى المعالم حسب مفهومها الاصطلاحي كوثائق فريدة وغير متكررة وتحتوي على رموز للمذاق والفن ولمعرفة المواد وكذلك كدليل على مرور الزمن.
2. في المجال الفني التشكيلي التقليدي من الرسم إلى العمارة، فإن

الترميم وباستمرار يتعامل فقط مع الأصل مع كل مخاطر الخطأ والضرر ولذلك يجب أن يكون علم الترميم ضمن احتياطات كاملة لما قد يحدث من مثل هذه الأخطاء.

3. من ضمن قواعده الأساسية قاعدة أقل تدخل ممكن.
4. الأثر هو مادة تحمل رسالة من الماضي بها معلومات تعكس تاريخ أو تكنولوجية قديمة والتعامل مع الأثر تعامل غير مسئول جرم هائل لأنه تدمير هائل لدليل لا يمكن استرجاعه مرة أخرى.
5. ليست هناك فلسفة ترميمية يمكن تعميمها على كل الحالات من جميع العصور وفي كل الأماكن بل يتعين انتقاء الرؤية والفلسفة الترميمية المناسبة لكل أثر على حدة والتي تضع في الاعتبار جميع الظروف التاريخية والأثرية والجمالية المحيطة لهذا الأثر.
6. يمكن لكل حالة من حالات التلف أن تعالج بشكل منفصل ومستقل بالرغم من حقيقة أن الحلول الجماعية يمكن أن تُطبق بنجاح على كثير من المشكلات.
7. أسوأ من الترميم إصلاح الترميم (ترميم يتبعه إصلاح يتبعه إصلاح) وكل واحد من الإصلاحات يحتاج إلى إصلاح.
8. الفرق الحقيقي بين أعمال الترميم المتخصصة وأعمال الصيانة العادية التي تمارس يوميًا في حياتنا العادية مع التشابه أحيانًا هو أن العمل لا يعد ترميمًا إلا إذا أخذ في الاعتبار بحثًا وتطبيقًا طبيعة المادة موضوع الترميم وأسباب تلفها ومواد الترميم وسبب

اختيارها مع عمل وثائق لكل المراحل.

9. عند مناقشة المبادئ والقوانين الترميمية العامة لابد أن نتعامل معها بفكر ووعي أثري فني مرن فهي ليست حتمية وإن كانت ضرورية، فهي ليست وصفة جاهزة للتطبيق بل على المرمم أن يبحث في كل حالة على حدة ويوزن بين كل عناصر والمعطيات المتاحة حتى يصل إلى الترميم العلمي المناسب.

- **الترميم المعماري لمئذنة مسجد حسن باشا طاهر**:

1. بتطبيق التكنولوجيا الإنشائية يمكن إعادة إنتاج الأبداع الإنشائي التقليدي الموحد القوى بشكل سليم وطبيعي.
2. ترتكز فلسفة أعمال الترميم المعماري على إعادة بناء الأحداث التاريخية المتعلقة بأعمال إعادة البناء للأعمال المادية.
3. الحوائط الحاملة تتكون من عدد من المواد المختلفة عن بعضها في الخواص الطبيعية والميكانيكية التي تتفاعل مع بعضها تفاعلاً إنشائيًا يؤدي في النهاية إلى تصرف إنشائي مختلفًا عن التصرف المعروف لكل مادة من مكونات الحائط على حدة.
4. دائمًا ما يكون العمل الاثرى في حاجة إلى بناء من نوع خاص ومدرب في حقل صيانة وترميم المباني الأثرية كي يستطيع أن يقيم في نفسه وزنًا خاصًا للمبنى الأثري ويعرف قيمته واعيًا بأثريته، فضلاً عن اكتسابه للأسلوب المناسب لمعالجة المباني الأثرية، بالإضافة إلى فهمه للأساليب القديمة لفن المعمار.
5. تبين من خلال دراسة تأثير التربة على المآذن الأثرية أنها قد تؤدي

إلى عدم اتزانها لأسباب متعددة منها زيادة محتوى الرطوبة في التربة الجافة والذي قد يؤدي إلى انتفاش طبقات الطين وبالتالي التأثير على الأساسات واتزان المئذنة، كما أن اختلاف البيئة المحيطة بالمئذنة التي قد تؤدي إلى زيادة أو نقصان أي مركب كيميائي معدني أو عضوي قد يغير من تصرف التربة وبالتالي التأثير على المآذن الأثرية.

6. ومن خلال دراسة الأحمال وتأثيرها على المآذن الأثرية تبين أن المآذن الأثرية والمباني بشكل عام تتعرض لنوعين من الأحمال هما الأحمال الرأسية وتضم الأحمال الدائمة والأحمال الحية، وكذلك الأحمال الأفقية التي تشمل أحمال الرياح الزلازل ويتم حساب هذه الاحمال من خلال معادلات رياضية ويجب ألا تتعدى الإجهادات الناتجة عن هذه الأحمال عن الأجهادات المسموح بها للمواد المستخدمة في بناء المئذنة .

7. بدراسة تأثير الزلازل على المآذن الأثرية وُجد أنها تتعرض إلى التلف فعل الزلازل وقد يؤدي ذلك إلى انهيار المآذن حيث تتميز المآذن بتكوين معماري خاص من حيث الارتفاع وصغر أقطارها بالنسبة لارتفاعها وقد تتعرض بعض أجزائها للانهيار مثل منطقة الجوسق والأعمدة الحاملة له في المآذن المملوكية، كما أن ميول المآذن ترجع في أحيان كثيرة إلى تأثير الزلازل على التربة والأساسات الحاملة لها.

8. بدراسة طرق علاج وترميم وصيانة المآذن الأثرية تبين أنها تشمل

العديد من العمليات طبقاً لحالة المئذنة المراد ترميمها وصيانتها، ومن هذه العمليات خفض منسوب المياه الجوفية وأعمال الترميم ولتدعيم الإنشائي كعلاج التربة الحاملة وتدعيمها وأعمال الترميم المعماري كأعمال الفك وإعادة البناء والاستبدال والاستكمال.

9. نجد من الناحية الإنشائية أن المئذنة عندما توجد ضمن مكونات المنشأ الأثري فإنها تسلك سلوكًا إنشائيًا يتوقف على سلوك المنشأ الأثري ككل، بحيث تتأثر المئذنة بأي مشكلات يعاني منها المنشأ من حيث تعرضه لهبوط في التربة فهي عند اتصالها به تؤثر فيه وتتأثر به ، أما إذا وُجدت مستقلة Separate وغير متصلة به فإنها تتصرف إنشائيًا كوحدة مستقلة (Unit) وبذلك يكون تأثرها أقل مما يتعرض له باقي مكونات المنشأ الأثري.

10. كان لابد من متابعة الأعمال مساحيًا خطوة بخطوة الأمر الذي أدى إلى بطء البرنامج التنفيذي لحين عمل التقارير المساحية والتأكد من سلامة أعمال البناء واتزان كتلة المئذنة.

11. جدير الذكر أن هذا المشروع إعادة البناء للمئذنة بناءًا كليًا يُعد من التجارب الأولى الناجحة الذي تطلب جهدًا مميزًا من كل العاملين في المشروع من مهندسين ومرممين ومساحين ومصورين وبنائين ونحاتين وعمال.

التوصـــــيات

وينتهي البحث لمجموعة من التوصيات بشأن المحاور التالية:

- **دور الدولة في توجيه المجتمع للحفاظ على المباني الأثرية**:

1. توضيح فكرة التراث الثقافي كذاكرة للفرد والمجتمع مما يجعل من الحفاظ عليه حاجة اجتماعية من حاجات الإنسان وليست موضة عابرة قادمة من الغرب.
2. تأمين مرجع جامعي يغطي النقص الموجود في المكتبة العربية في هذا التخصص.
3. البداية من حيث انتهى الآخرون في كيفية مواجهة الكوارث الطبيعية بمعنى أن يتم الاتصال بالبلاد التي لها خبرة في مجابهة الكوارث الطبيعية لمعرفة ما تستخدمه من وسائل تكنولوجية وعلمية حديثة، وذلك يتأتى عن طريق التبادل العلمي وإرسال المبعوثين إلى تلك البلاد.
4. إيجاد الحلول المناسبة لمشكلة المياه السطحية وتحت السطحية وتنفيذ هذه الحلول في أسرع وقت مع الاهتمام بسرعة تنفيذ مشروع صرف القاهرة الكبرى وتجديد شبكات المياه بها.
5. أن يكون قانون حماية الآثار ملزمًا للجميع إلزامًا تامًا وعدم التراخي في هذا الشأن.
6. ضرورة تكثيف الجهود العلمية والجيولوجية للكشف عن أماكن محاجر جديدة تكون مماثلة للمحاجر التي تم استخدامها في المباني القديمة.
7. التأكيد على أهمية التدريب والتطوير المستمر للمهندسين

والمرممين والفنيين وتأهيلهم مهنيًا وإطلاعهم على كل ما يستجد من تقنيات صناعة الترميم في العالم.

8. العمل على إصدار مجلة علمية بحثية باللغة العربية توزع على نطاق واسع في الوسط الترميمي تعنى بسلامة المباني وتقويمها بحيث تعرض فيها نتائج البحوث في هذا المجال.

9. التسجيل الكامل لكل مراحل الترميم السابقة للوقوف على مدى نجاحها وإمكانية إعادة تطبيقها وكذلك كافة الدراسات العلمية السابقة الخاصة بالأثر.

10. يجب التأكد من أن المواد الأثرية الداخلة في العملية الترميمية لا تتفاعل مكوناتها مع بعض و مع مادة الأثر بصورة متلفة عند تطبيقها مما يؤثر بالضعف على خواصها الميكانيكية ويزيد من هشاشتها كما أن هذه المواد يجب ألا تتفاعل مع مادة الأثر لإنتاج مادة جديدة تغير من تركيب مادة الأثر، مما يدخل في نطاق تغير المعالم الأثرية أو التزييف.

11. عند استخدام مواد أو تراكيب جديدة مأخوذة من أبحاث تطبيقية عالمية منشورة يجب التأكد من إمكانية نجاح تطبيقها على الآثار المصرية وذلك بإجراء تجارب معملية يليها تجارب حقلية في ظروف تشبه واقع التطبيق.

12. أي تدخل ترميمي في المباني الأثرية لابد أن يخضع لمعايير دولية قياسية ولابد أن يتحرر إلى حد كبير من وجهات النظر الفردية للقائمين بالأعمال.

13. الاهتمام بأعمال التحليل والنمذجة الرياضية Engineering

numerical analysis and modeling من خلال تحليل العناصر المعمارية الأصلية وبحث ودراسة الفلسفة وراء البناء وكذلك تحليل الوضع الإنشائي للأثر وعناصره واتزانه من خلال إنتاج نموذج رياضي تقني يمثل الحالة الراهنة للأثر ومفرداته يمكن الاعتماد عيه في تحديد العوامل المؤثرة على اتزان الأثر والتنبؤ بسلوكيات الأثر مع التغيرات المحتملة للعوامل البيئية.

14. إجراء دراسة تحليلية إنشائية تتضمن تقدير الحمولات وحساب الإجهادات بأنواعها المختلفة وخاصةً في المناطق الحرجة المحتوية على مظاهر ضعف وذلك باستخدام الطرق الحديثة في التحليل الإنشائي والأسباب الإلكترونية والبرامج المتقدمة، إضافة إلى دراسة استقرار المبنى الأثري تحت تأثير الأحمال الديناميكية مثل الزلازل ومرورالمركبات والرياح.

15. في حالة دراسة إمكانية تطبيق إحدى التقنيات الحديثة نوصي بأنه لابد أن تتوافر بعض المعايير والمحددات لتطبيق التقنية:

- عامل الأمان Life safety : يجب أن تحقق التقنية عامل أمان كافي لتطبيقها أو تعطي إنذارات كافية عند حدوث مشكلة تمكن مستخدم المنشأ من التصرف أو إخلاء المنشأ (مثال: كمرة مدعمة بتقنية تشكل لحدوث مشكلة إنشائية بدلاً من انهيارها المفاجئ).
- التوافق والتكامل مع النظام الإنشائي للمبنى القائم Structural Integrity لتجنب حدوث مشاكل إنشائية.
- كفاءة التقنية نفسها من حيث قدرتها في رفع مقاومة العنصر

المدعم والكفاءة الإنشائية. Structural Efficiency.

- استمرارية كفاءة التقنية بمرور الزمن تحت تأثير العوامل الطبيعية وغير الطبيعية Durability.
- توافر أدوات ومواد تطبيق التقنية Availability of Materials.
- توافر منفذ التقنية Availability of trade (مدى احتياج التقنية إلى عمالة عادية أو مدربة أو متخصصة).
- توافق مواد التقنية مع مادة البناء الأصلي Material Compatibility.
- التقنية تحقق شرط التدخل بأضيق الحدود الممكنة Minimum Intervention.
- يمكن إزالة التقنية أو استبدالها بتقنية أفضل بدون إحداث أضرار للمنشأ وذلك في حالة التطور المستقبلي للتقنيات ومواد البناء Reversibility.
- لا يؤدي تطبيق التقنية إلى إعاقة شاغلي المبنى من استخدامه بعد التنفيذ (مثال: يوجد طرق للتدعيم ذات كفاءة عالية ولكنها لا تُطبق في المباني الأثرية لأنها تؤدي إلى غلق فراغات انتقال للمستخدم) Public usage.

12. من الأهمية الكبرى أن نوثق المعلومات Documentation of Information التي نكون قد جمعناها والمشاكل التي نكون قد درسناها والبدائل التي وضعت وقيمة القرارات التي اتخذت وأيضاً تسجيل نتائج الأعمال وذلك للمتابعة في المستقبل ونقل هذه الوثائق إلى الأجيال القادمة.

المراجع

1. السيد عبد الفتاح القصبي: تدعيم المباني الأثرية المصرية بالخوازيق الأبرية، بحث منشور، المؤتمر العربي الثامن للهندسية الإنشائية، القاهرة، 2000م.
2. حسن الباشا وآخرون: القاهرة، تاريخها- فنونها- آثارها ، الأهرام ، القاهرة، 1975م.
3. ستانلي ليبول: سيرة القاهرة ، الهيئة المصرية العامة للكتاب ، 1998م.
4. سهير زكي حواس: الصيانة والمحافظة والتحكم في العمران ودورها في استمرار حياة العناصر البنائية والبيئة العمرانية ذات القيمة، المؤتمر العلمي الدولي الثالث لكلية الهندسة- جامعة القاهرة، 1993م.
5. عاصم محمد رزق: معجم مصطلحات العمارة والفنون الإسلامية، مكتبة مدبولي، القاهرة ،2004م.
6. علي رأفت: ثلاثية الإبداع المعماري ، الإبداع الفني في العمارة ، 1997م.
7. عمرو عزت سلامة: تشخيص وترميم آثار الزلازل والمباني والمنشآت، نقابة المهندسين المصرية، القاهرة، 1992م.
8. فريد شافعي: العمارة العربية الإسلامية، ماضيها وحاضرها ومستقبلها، الرياض، 1982م.
9. كريم الغزالي كسيبه: فقه العمارة، مفهوم العمارة الإسلامية

بين النظرية والتطبيق، ماجستير، قسم الهندسة المعمارية، كلية
10. محمد عبد الهادي محمد وآخرون: التربة مصدر من مصادر تلف المنشآت الأثرية بمدينة القاهرة، مجلة كلية الآثار، العدد السابع، 1997م.
11. محمد عبد الهادي محمد: تلف المباني الأثرية بالقاهرة وطرق صيانتها وتأهيلها، المؤتمر العربي لترميم وإعادة تأهيل المنشآت، وزارة الإسكان والمرافق، القاهرة، 1998م.
12. محمد عبد الهادي محمد: دراسات علمية في صيانة الآثار غير العضوية، مطبعة زهراء الشرق، القاهرة، 1990م.
13. محمد علي حسن زينهم: التواصل الحضاري للفن الإسلامي وتأثيره على فناني العصر الحديث، مطبوعات بريزم الثقافية، وزارة الثقافة المصرية، القاهرة، 2001م.
14. معاذ أحمد عبد الله- علي غالب أحمد غالب: دليل إعداد مشروعات صيانة وترميم الآثار، وزارة الثقافة، هيئة الآثار
15. ولفرد جوزيف دللي- ترجمة محمود أحمد: العمارة العربية بمصر، في شرح المميزات البنائية الرئيسية للطراز العربي، الهيئة المصرية العامة للكتاب، ط2، 2000م.
16. يحيى حمودة: التشكيل المعماري، دار المعارف، القاهرة، 1977م.

الدوريات والتقارير والمنشورات:

1. أخطار ارتفاع منسوب المياه الجوفية بإقليم القاهرة الكبرى ، وزارة الأشغال العامة والموارد المائية، مركز البحوث المائية، معهد بحوث المياه الجوفية، أكاديمية البحث العلمي والتكنولوجيا، القاهرة، 1993م.
2. أسس التصميم المعماري والتخطيط الحضري في العصور الإسلامية المختلفة- دراسة تحليلية على العاصمة القاهرة، منظمة العواصم والمدن الإسلامية، مركز الدراسات التخطيطية والمعمارية، 1990م.
3. التقرير النهائي (المرحلة الأولى) لدراسة المياه الجوفية بإقليم القاهرة الكبرى، وزارة الري، مركز البحوث المائية، معهد بحوث المياه الجوفية، أكاديمية البحث العلمي والتكنولوجيا، القاهرة، 1982م.
4. تقرير لجنة حفظ الآثار العربية عن سنة 1930- 1932م.
5. كراسات لجنة ضغط الآثار العربية، عن سنة 1933 ، كراسة رقم 9 ص23، وكراسة رقم 10.
6. الكود المصري لأسس تصميم واشتراطات تنفيذ أعمال المباني، ج7، مقاومة المباني من الحوائط الحاملة للزلازل، الاشتراطات الإنشائية والمعمارية، وزارة الإسكان، مركز البحوث والبناء والتخطيط العمراني، 1996م.
7. هيئة التوحيد القياسي- المواصفات القياسية المصرية م.ق.م، 474 سنة 1963م، الخاصة باختبارات الأسمنت.

1. **Abdel-Hady, M.: Geotechnical Problems of Monumental Stone, Cairo, 1989.**
2. **Abdel-Hady, M.: The Durability of Lime Stone and Sand Stone Monuments in Atmospheric Conditions in Egypt, ph. D. Thesis, Warsaw University, 1986.**
3. **Abdel-Razek, A. M.A.: Studies on some factors affecting Calcium-Silicate reactions, in "General Organization for Housing Building and Planning Research", M.Sc., Cairo University, 1980.**
4. **Abo Useif D.B.: The Minarets of Cairo, The American University in Cairo Press,1987.**
5. **Aborg, G., Stjfhoorn, and Lofvendahl, R.: Laser determination of weathering depth and provenance by carbon and oxygen isotopes, conservation of stone and their materials proceedings of the international rileum UNESCO Congress,1999.**
6. **Aboud, F. B.: Structural Consideration in the Restoration of Islamic Monuments in Cairo in the Restoration of Islamic Monuments in Cairo, in: The Arab Contractors Training Institute on Protection and Restoration of Islamic Monuments, 1994.**
7. **Abouseif. D. B.: The Minarets of Cairo, Cairo, 1985.**
8. **Adel, A. Gawad: On the Structural Stability and Repair of Historical Monuments, Faculty of Eng., Cairo University, 1996.**
9. **Agnew, N.O.R.: Adobe Preservation, 5th International Meeting of Experts on the Conservation of Earthen Architecture, Rome, 1987.**
10. **Ahmed M. Salah Ouf: Rebuilding and Replacement of decayed Building Materials, A Last Expansive Approach to Urban conservation, in: Arabic Symposium for Reuse Buildings, Cairo, 1998.**
11. **Al Heib M. et Verdel T.: Surveillance et instrumentation des monuments historiques. Troisième séminaire régional : Science et technologie pour la préservation dess. monuments et des sites historiques, Beyrouth, Liban, 1998.**
12. **Albert. O. Halse: The use of color in interiors, London, 1968.**
13. **Alessandrini, G., Peruzzi, R. and Fantasma, F., Noto Calcarenite, S.R.: The protective treatments and the evaluation of their effectiveness, in the 8th Cong.**

On Deter. And Cons. of Stone, Berlin, 1996.

14. Ashurst, J. and Ashurst, N.: Cleaning Marble, In: Practical Building Conservation, Vol.1, Stone Masonry, English Heritage, Technical Hand Book, England, 1988.
15. Ashurst, J. and Ashurst, N.: Control of Damp in Buildings In: Practical Building Conservation, Vol. 1, Stone Masonry, English Heritage Technical Hand Book, England, 1988.
16. Bali, J. and Young, M.: Mapping the Assessment of Large Numbers of Buildings, in New Millemiun Inter., Forum on Conservation of Cultural Property, 2000.
17. polyurethanes polymers as consolidants for poroms materials, 9th, 2000.
18. Fitzener, B., Heinrichs & la bauchardiere D.: The banged Petroglyph in Msan/Korea Studied on Weathering Damage and Risk Diagnosis. Environmenty geology, 2004.
19. Fitzener, B.: Documentation and Evaluation of Stone Damage on Stone, Proceeding of the 10th International Congr., on Deter., and Conservation of Stone, 27-28 July, Stockholm, Vol.II, pp.69-77 Icomos, Sweden, 2004.
20. Laurenzi, Tabasso, M.: Products and Methods for the Conservation of Stone, Problems and Trends, 10th, Inter. Congress on The Deterioration and Conservation of Stone, Sweden, 2004.
21. Lazzarini, L., Gianni, L. and Costantin, M.: New data on the characterization and conservation of the Easter Islan's Pyroclastics, 9th Inter. Congress on the Deterioration and Conservation of Stone, 2000.
22. Stone, in: 9th International Congress on Deterioration and Conservation of Stone, Venice, 2000.
23. Siedel, M., and Klemm, W.: Evaluation of the environmental influence on solpahte salt formation at monuments in Germany by Sylpher isotope medsurements, 9th international congress in deterioration and conservation of stone Venice June 19-24, 2000.
24. Siedle, H.: Results of Laser Cleaning Encrusted Oolithic Limestone on Angel Sculptures Form the Cologne Cathedral, in: 9the International and congress on

Deterioration Conservation of Stone, Venice, 2000.

25. Vallet, J., Simon, S., Martinet, G.: Durability of consolidates on a French altered limestone after eighteen years of natural again, 9th, 2000.

26. Vicini, s.: Chemistry for Conservation Culture Heritage: Application of in Situ Polymerization for the Consolidation and Protection, in: 9th International Congress on Deterioration and Conservation of Stone, Venice, 2000.

614. www.Cintec.com

615. X-Ray Laboratory, Faculty of Archeology, Conservation Department, Cairo University .