دراسة لمواد البناء المستخدمة لعلاج وصيانة سبيل رقية دودو بالقاهرة
(أثر رقم ٣٣٧) (١١٧٤هـ - ١٧٦١م) *

أنشئ السبيل والكتاب على(١) روح المرحومة رقية دودو فى عام ١١٧٤هـ كما تشير بذلك الكتابات التى وردت على واجهة السبيل (وهى بنت بدوية شاهين بنت الأمير رضوان بك (٢).

يقع السبيل فى شارع سوق السلاح بواجهته الرئيسية ، وحجرة التسبيل الدائرية. (الشمالية الغربية) بشبابيك التسبيل الثلاثة .

والسبيل فى تخطيطه(٣) ينتمى إلى الأسبلة ذات الواجهات المقوسة ، والسبيل يزخر بالتفاصيل المعمارية الدقيقة الرائعة بالواجهة ، وبداخل السبيل أيضاً .

ويتكون السبيل من ثلاثة طوابق : الطابق الأول يقع تحت مستوى الأرض ويمثل الصهريج الذى يوجد خلف سلم المدخل الرئيسى ، والطابق الثانى يوجد فوق مستوى سطح الأرض بأربع درجات سلم ويمثل المدخل الرئيسى وحجرة التسبيل ذات الواجهة الدائرية (المقوسة) يتخللها ثلاثة شبابيك للتسبيل أكبرهم الأوسط ، وبالجانب الجنوبى الغربى دخله Recess داخل غرفة التسبيل بها حنية للصلاة (قبلة) (جنوب شرق) ، والسقف خشبى قديم تلفت بعض حشواته ، بالإضافة إلى الملاحق الجانبية على الواجهة والخلفية التى اندثر معظمها. والطابق الثالث يمثل الكتاب أعلا حجرة التسبيل مباشرة بنفس التقنية المعمارية ذات السقف الخشبى القديم أيضاً وملاحق الخدمات حول الكتاب اندثرت كذلك .(صور ١،٢)

التقنية المعمارية ومواد البناء القديمة المستخدمة فى السبيل :

ينتمى السبيل فى تخطيطه المعمارى وزخارفه إلى الأسبلة ذات الواجهة المقوسة بذلك كان مغايرا على الأساليب المألوفة فى الأسبلة المملوكية(٤) ، وتلك السمات المعمارية المتميزة هى ذات التأثير التركى ، ويتكون من ثلاث طوابق ، الأول فيها تحت سطح الأرض (فى باطن الأرض) وهو الصهاريج والطابق الثانى فوق مستوى سطح الأرض ويحوى غرفة التسبيل وملاحق الخدمات والطابق الثالث (الثانى العلوى) يحتوى على الكتاب . كما أن للسبيل ملاحق خلفية لم يبقى منها إلا حجرة مستطيلة تحتوى على فوهة الصهريج وبقايا حوض كبير يجاوره مسطبة(٥) .

واجهة السبيل :

تحتوى على المدخل الرئيسى ثم البروز المقوس المكون من ثلاث فتحات (عقود) شبابيك للتسبيل يعلوه فتحات الكتاب ، يليها بناء يرتد فى مستوى المدخل ، ويكون حجرى مصاصة بالواجهة ليتزود المارة بالماء .

والواجهة تشمل السبيل والكتاب معا فى بناء معمارى متجانس ودقيق الزخارف تبدأ الواجهة من مستوى أرض الشارع بمسطبة لوقوف الماره عليها ليتزودو بالماء ، ولكن إرتفع مستوى منسوب الشارع الآن حتى أن المسطبة اختفت تماماً وزاد عليها منسوب الشارع ، وترتفع الواجهة فى جزئها المقوس الذى يبرز بمقدار نصف دائرة تقريباً فى بناء من مداميك الحجر الجيرى المشذب بارتفاع ثلاثة مداميك ، العلويتان منها تبرزان للخارج لتشكل أربع حطات مقرنص حتى منسوب جلسات التسبيل الرخامية ، واجهة التسبيل تتكون من ثلاث دخلات بعقود جزء من دائرة (Sigmental Arch) ترتكز على أعمدة حجرية قليلة القطر من أعلا وتزيد لأسفل متداخله مع البناء (Engaged Column) يعلوها

---

* **د. عبد الظاهر عبد الستار أبو العلا** أستاذ مساعد بقسم ترميم الآثار بكلية الآثار - جامعة القاهرة .

شبه تاج بسيط فى بروز دائري وفى قاعدة الأعمدة كذلك ، ودخلات العقود مزخرفة بزخارف حجرية بارزة من الجفوت اللاعبة تحصر بينها مساحات بعضها مزود بزخارف حجرية ومساحات أخرى تشغلها بلاطات خزفية ذات التأثير التركي باللونين الأزرق الغامق على أرضية أزرق فاتح ، ويتخلل الدخلات الثلاث ثلاث فتحات شبابيك التسبيل أكبرها الأوسط ، ويشغل شبابيك التسبيل شبكة من البرونز رائعة التشكيل الفنى والهندسى تنتهى من أسفل بفتحات عقود صغيرة ترتكز على أعمدة برونزية ، ليسهل على المارة الشرب منها . كما تنتهى الشبكة البرونزية من أعلى فى مستوى العقد (جزء من دائرة) بزخارف نباتية تحوى ورقة الاكتش (Akanthus leaf) ذات التأثير الأوربى على الزخارف التركية .

ويحيط بفتحات التسبيل الجفوت اللاعبة المتقاطعة يحصر بينها مساحات خواصر العقود المشغولة ببلاطات خزفية تركية وأخرى مربعة الشكل محفورة بزخارف نباتية وهندسية .

ويعلو الدخلات الثلاث فى الجزء المقوس البارز جفوت لاعبة متقاطعة تحصر مساحات خواصر العقود المشغولة ببلاطات خزفية تركية فقد بعضها . وترتفع الواجهة لأعلا وتبرز بطتى مقرنص ، ثم يعلوها رفرف أو داير خشبى بارز للخارج قليلاً يتدلى منه زخارف خشبية مفرغة تحوى الورقة الثلاثية لأسفل ، والداير الخشبى يمتد أعلا غرفة التسبيل والمدخل الرئيسى وكذلك دخلتى المصاصة بطول الواجهة .

على يمين غرفة التسبيل المقوسة للخارج يقع المدخل الرئيسى للسبيل المرتد للداخل (طبقا لخط التنظيم القديم - سمت الشارع)المكون من دخله كبيرة العمق نسبياً تبدأ من أسفل أعلا المكسلتين وتنتهى لأعلا فى مستويين من الدخول تمثل عقدين ، الداخلى يمثل عقد نصف دائرى مشغول فى ظهر وبطن العقد بزخارف هندسية محفورة ، والعقد الأخر المتقدم نصف دائرى مكون من فصوص مركبة حتى سمت المدخل الخارجى ، ويحيط بدخله المدخل جفت لاعب يتقاطع فى ميمات مسدسة وممتد لأعلا ويحصر خواصر العقد المشغولة ببلاطات خزفية.

ويتخلل الدخلة فتحة باب المدخل الرئيسى المكون من دلفة واحدة تتكون من خشوات خشبية هندسية الشكل - فقد جزء منها وتم ترميمه - ، يعلو الباب عتب حجرى مستقيم ، ويعلوه فتحه شباك مستطيلة (سدت الآن) على جانبيها عمودين صغيرين (two - colonnade) أحدهما مفقود ويعلو الشباك حطتى مقرنصى ، ويحيط بعتب الباب والشباك الصغير جفت لاعب يتقاطع فى ميمات ويحصر فى أعلا المساحة داخل العقد (recess) مساحة مربعة تشغلها دائرة وخواصر فى الأركان من البلاطات الخزفية .

- يمين المدخل الرئيسى حائط ممتد للخارج مشغول بدخله نهايتها مستقيمة بثلاث حطات مقرنص ونهاية الحائط مشغول بعمود ناصية للداخل بإرتفاع قليل (Engaged Column) (طبقا لخط التنظيم القديم) (أما الآن فقد تغير خط التنظيم وذلك بردود الجار إلى الداخل قليلاً) مما أثر على هذا الجدار وخاصة عقب زلزال اكتوبر ١٩٩٢م ، وحدث شق أو فالق رأس بارتفاع السبيل من جانب المدخل حتى نهاية السبيل لأعلا .
- ويمتد على يسار غرفة التسبيل المقوسة للخارج دخلتين تختصان بسبيلين مصاصة مسدودتان الآن بالآجر ، تعلوهما عقد جزء من دائرة ويحيط بهما حتى أعلا جفوت لاعبة تحصر فى أعلا المساحة دائرة تتقاطع فى محيطها أربع جفوت دائرية وتنتهيا الدخلتين لأعلا بأربع حطات مقرنص حتى سمت الواجهة ، والمشغولة فى أعلا بشريط من البلاطات الخزفية . وعلى يسار الدخلتين جدار يبرز للخارج (طبقاً لخط التنظيم القديم)ومتماثل لما يقابله تماماً .
- ترتفع الواجهة أعلا المدخل الرئيسى حتى النهاية ، وإندثر الجزء العلوى فوق دخلتى المصاصة.

- واجهة الكتاب تمتد لأعلى الواجهة المقوسة المشغولة بفتحات تتكون من أربعة عقود على شكل حدوة الفرس (horse show arch) ترتكز على ثلاثة أعمدة رخامية فى الوسط ، وكتفين فى النهايتين ويعلو الأعمدة مربع ارتكاز العقود ، والأعمدة ترتفع قليلاً بواسطة جلسة فى ارتفاع ٤٠سم ، ويغطى واجهة الكتاب حاجز خشبى مقسم إلى ثلاثة أجزاء فى الأرتفاع ، مستوى الجلسة خشب خرط دقيق تحصر بينها برامق ثم يعلوها الجزء الثانى مكون من عقود خشبية قليلة الاتساع ثم يعلوها الجزء الثالث حتى نهايته الأعمدة مكونة من عقود خشبية كبيرة الاتساع والارتفاع أيضاً حتى تزيد من الضوء الداخل .
- ويعلو واجهة الكتاب رفرف خشبى بارز مركب الشكل بديع الصنع والتكوين ، ويمتد باستقامته أفقياً فوق المدخل ، وفقد من إمتداده على يسار الكتاب .

المـدخـل الرئيسـى :-

المدخل الرئيسى يؤدى إلى بئر السلم (well of staircase) شيد السلم فى تقنية معمارية غاية فى الإتقان وحلول معمارية مبتكرة وسليمة تتناسب مع المساحة المعدة للسلم بمعنى أن المعمارى قد شيد السلم من خلال أربع قلبات (Four Flights,) وكل قلبة تتكون من أربع درجات سلم - 4) (staircases بدء من باب مدخل غرفة التسبيل حتى باب مدخل الكتاب الذى يعلوه مباشرة ، وقد شيد المعمارى كل قلبة على شكل قبو برميلى (Tannul vault)كما هو موضح بالرسم وشكل فى أعلا القبو درجات السلم الأربعة بواسطة قوالب الطوب الآجر ثم كسيت درجات السلم ببلاطات الحجر الجيرى على مستوى النائمة (Going) والقائمة (Raise) ، كما كسيت بطن القلبة (القبو) بشرائح الحجر الجيرى كذلك .

ويتقدم باب مدخل حجرة التسبيل أربع درجات سلم على اليمين غطت الدرجة الأولى . والسلم الآن حالته سيئة للغاية وتهدم بعض أجزائه وهو تحت الصلب بطريقة يمكن أن تؤدى إلى هدمة كاملا .

غرفـة التسبيل من الـداخـل :-

ينزل إليها من خلال ثلاث درجات عبر باب خشبى من دلفة واحدة يتكون من حشوتين رئيسيتين مربعتين فى المساحة أعلا وأسفل ، ويحيط بهما حشوات صغيرة مستطيلة .

حجرة التسبيل تخلو من الشاذروان ، وأرضية الحجرة الرخامية متهدمة تماماً إلا من جزء صغير عبارة رخام بأشكال هندسية ، وتمتاز جدران غرفة التسبيل بضخامتها وخاصة من مستوى التأسيس حتى منسوب جلسات شبابيك التسبيل ثم تقل فى السمك عند الارتفاع إلا فى مناطق حول فتحات الشبابيك تمثل أكفاف ضخمة ، وأجزاء المناطق فى الردود مستغلة فى عمل جلسة للداخل . والجدار (الحائط) المطل على الواجهة تتخلله ثلاث شبابيك للتسبيل اكبرهم الأوسط بعقود جزء من دائرة وتشغلها كما سبق شبكة مفرغة برونزية أسفلها فتحات عقود على أعمدة صغيرة فى اطار (حلق) خشبي لتزويد المارة بالماء . وقد اندثرت أحواض الشرب الحجرية ، ويزخرف حجرة التسبيل شريط تحصره جفوت لاعبة تحوى زخارف نباتية محفورة تدور حول الحجرة فى مستوى أسفل عتب باب المدخل ، ويسار الداخل جلسة ثم شبابيك التسبيل ، والجانب المقابل تشغله دخلة صغيرة مرتفعة عن الأرض ، ويعلوها شباك مربع الشكل تشغله مصبعات خشبية ، وفى الجانب الجنوب الغربى المقابل لباب المدخل تقع مصلى صغيرة ترتفع عن مستوى أرض الغرفة قليلاً ، وبالجانب الجنوب الشرقى منها تقع به حنية للصلاة (قبلة) بسيطة ، ويحيط بطاقية الحنية من الداخل جفت لاعب يمتد رأسياً وينتهى بميمه دائرية . وبجانب أعلا الحنية جنوب غرب فتحة نافذة دائرية يشغلها جص معشق بالزجاج ، وسقف المصلى الخشبى منخفض قليلاً عن سقف حجرة التسبيل يتقدمه كرديان من الخشب يشغلهما زخارف محفورة .

وسقف غرفة التسبيل الخشبى(٦) مغلف بألواح الخشب ، ويتوسطه حشوة مستطيلة كبيرة وأخرى داخلها أصغر يحيط بهما شريط هندسى ويحيط بهما سدائب خشبية تشكل أطباق نجمية .

الكتاب من الـداخـل :-

يصعد إليه من خلال سلم أربع قلبات بعض الدرجات هدمت ، شيد السلم بتقنية معمارية رائعة فى حدود المساحة المتاحة وذلك بأن شيد كل قلبة على شكل عقد (Arch) أو قبو (Vault) بواسطة قوالب الطوب الآجر ، ثم تدرج بدرجات السلم من أعلا إلى أربع درجات فى كل قلبة ثم كسيت درجات السلم فى النائمة (Going) والقائمة (Raise) بكتل من الحجر الجيرى بسمك ٣ سم، وكذلك كسيت بطنية العقد أو القبو بشرائح من الحجر الجيرى .

وباب الكتاب جهة الشمال الشرقى عبارة عن دلفة واحدة ويتكون من حشوات خشبية ، وبجانبه بقليل دخله كبيرة نسبياً ترتفع عن مستوى الأرض بحوالى ٦٠سم ، ويعلوها فتحة شباك يشغلها مصبعات خشبية ، والجانب الشمالى الغربى على الواجهة يتخلله أربع فتحات بعقود شكل حدوة الفرس ترتكز على ثلاثة أعمدة رخامية فى الوسط ،وكتفين على أقصى الجانبين ، وترتفع عن مستوى منسوب أرض الكتاب بحوالى ٥٠سم ،ويشغل مساحة العقود الأربعة من الخارج حاجز خشبى فى ثلاث مستويات فى الارتفاع والمستوى السفلى بارتفاع حوالى١م مكون من خشب خرط دقيق يتبادل مع برامق ،يعلوه جزء ثان من عقود خشبية ضيقة بارتفاع حوالى ٤٠سم وجزء ثالث بارتفاع حوالى ١٢٠سم مكون من عقود خشبية متسعة حتى تسمح بدخول الضوء (للأطفال أثناء حفظ القرآن الكريم) ، والجدار المقابل الجنوب الشرقى يتخلله فتحة شباك ، والجانب الجنوب الغربى جدار مصمت .

وأرضية الكتاب مكسوه بتربيعات من الحجر الجيرى ، كما أن سقف الكتاب الخشبى يتكون من دخلات لأعلا مكونة مستطيل كبير فى الوسط ، ويحيط به مستطيلات من الجوانب الأربعة ، ويشغل عمق الأجناب حطتى مقرنص خشبى وبقية مساحات السقف مغطى بألواح خشبية تشغلها أشكال نجمية بواسطة سدائب خشبية .

وجميع ملحقات الخدمات خلف السبيل هدمت ولم يبق إلا بعض الأطلال وغرفة بالخلف وفتحة الصهريج .

مـواد البناء القديمة المستخدمة فى السبيل :-

- الحجر الجيرى : Lime stone Ca CO_3

يتركب أساساً(٧) من كربونات الكالسيوم ، ونوعية الأحجار الجيرية التى تقل فيها نسبة شوائب الطفلة إلى أقل من ٥% لتصبح جيدة عند التشذيب النهائى وتزيد قيمة التحملية .

وقد جلبت معظم(٨) كتل الأحجار الجيرية من المحاجر القريبة من القاهرة ولم يزد حجم الحجر المستعمل فى البناء عن مثيله فى أيام دولة المماليك الجراكسة .

وقد استخدمت كتل الأحجار الجيرية المشذبة (Dressed stone Blocks) بالواجهة الرئيسية - المدخل الرئيسى ، واجهة غرفة التسبيل وتمتد لأعلا بواجهة الكتاب ، وكذلك بفتحى السبيل المصاصة الجانبى - وكذلك استخدمت تلك الكتل الحجرية فى القواطيع الممتدة من الواجهة ، وبالداخل استخدمت كتل الأحجار الجيرية غير المشذبة (Rusticated Stone Blocks) .

- الآجر (قوالب الطوب الآجر) **Fired Brick**

صنعت قديما من طين الأرض الأسود (Earth clay)مضافاً إليه طمى النيل فى خلطة متجانسة ومعتدلة فى صلابتها وشدتها بعد الحرق . ومراحل تصنيع الآجر أخذت مراحل عدة منها مرحلة العجن المتجانس ، ثم مرحلة التشكيل فى قوالب خشبية طبقاً لمقاسات ثابتة فى كل مرحلة تاريخية ، ثم مرحلة التجفيف الطبيعى تحت مناشر لحماية قوالب اللبن من التجوية ، ويقلب فى هذه المرحلة لإتمام مرحلة الجفاف الطبيعى ، بعد ذلك يرص داخل قمائن الحريق ، التى يصل فيها درجة الحرارة(٩) لأعلا من ٥٥٠مْ حتى تتم عملية التحول الكاملة لمعادن الطفلة وتأخذ قوالب الآجر اللون

البنى المحمر(١٠) (Reddish brown)وتلعب المعادن المكونة للطفلة دوراً فى اللون النهائى ، ويزيد اللون الأحمر بزيادة معدن الهيماتيت Heamatite . كما أن بعض المعادن النقية(١١) تتحول كالتالى :

$$\underset{\text{Kaolinite.}}{Al_2Si_2O_5(OH)_4} \xrightarrow[450\ ^\circ c]{\text{above}} \underset{\text{Meta-Kaolinite .}}{Al_2Si_2O_7} + 2H_2O$$

- **المونـات المستخدمة فى السـبيل :-**

من أهم المونات المستخدمة فى السبيل هى :-

مونه الخافقى :-

المستخدمة فى الصهريج فى باطن الأرض وهى مونة الجير والحمرة (مسحوق الآجر المحروق) أستخدمت كمادة مالئة دقيقة الحبيبات بنسبة (٢:١) أو (٣:١) الجير إلى مسحوق الآجر طبقا لموضع الاستخدام ، وتستخدم فى بناء الآجر خاصة فى الصهريج ، وتكسيته من الداخل بطبقة ملاط .

مـونه الجير : -

أستخدم الجير كمادة(١٢) رابطة بالإضافة إلى الرمل كمادة مالئة بنسب متنوعة (٢:١) أو (٣:١)الجير إلى الرمل طبقاً لموضع الاستخدام وصنع الجير بحرق الحجر الجيرى $Ca\ CO_3$ لأكثر من ٩٥٠ مْ فيتحول إلى اكسيد الكالسيوم ثم يطفأ فى شكل مسحوق ويستخدم هيدروكسيد الكالسيوم كمونه جير .

مـونه القصرمل :-

استخدم الجير كمادة رابطة بالإضافة إلى مادة مسحوق الرماد المحروق ، ويكثر بها مادة السبليكات وهى تشبه مادة الرماد البركانى كمادة رابطة أيضاً وأستخدمت الرمال كمادة مالئة.

مـونه الجبس :-

أستخدمت مونه التى كانت تحضر كالتالى :

$$\underset{\text{Gyp. Rock}}{CaSO_4.2H_2O} \underset{}{\overset{120\text{-}160^\circ c}{\rightleftharpoons}} \underset{\text{Powder}}{CaSO_4.\tfrac{1}{2}H_2O} + 1\tfrac{1}{2}H_2O$$

وبإضافة الماء إلى مسحوق الجبس كمادة رابطة بالإضافة إلى الرمل كمادة مالئة التى أستخدمت لتفادى تشقق الجبس وإنكماشه .

استخدمت مونه الجير فى الملاط والبناء فى كتل الأحجار الجيرية ، واستخدمت مونة القصرمل فى بناء الآجر ، وأستخدمت مونه الخافقى فى بناء الصهريج وتكسيته من الداخل ، واستخدمت مونه الجير وكذلك مونه الجبس فى اسلم فى تقنية معمارية خاصة إذ أن مونه الجبس ومونه القصرمل قوية وصلبة لذلك تم إستخدامها فى بناء العقد أو القبو بقوالب الطوب الآجر كما فى تقنية بناء العقود بمثابة قلبة السلم (Flight) ثم تم عمل تدرج درجات السلم من أعلا العقد بواسطة قوالب الآجر (كما هو موضوح بالرسم) بعد ذلك تمت تكسية السلم كل من النائمة (Going) والقائمة (Raise) بقطع من الحجر الجيرى بمقاسات الدرجة ، ومن أسفل (بطنية العقد) تمت تكسية بطنية العقد (أو قلبة السلم) بشرائح من الحجر الجيرى كذلك طولها (هو عرض القلبة) حوالى ٧٠ سم ، وعرض حوالى ٦سم ، وسمك حوالى ٢سم، بإستخدام مونه الجبس أيضاً .

والسلم شيد فى إطار تقنية معمارية وحل إنشائى رائع فى حدود مساحة السلم المتاحة وفى شكل معمارى جديد فى مثل تلك المنشأة .

أهم عوامل التلف المؤثرة علـى السـبيل :-

كثيراً من المبانى الأثرية نجدها فى حالة من الضعف نتيجة لتركها بدون صيانة وعلاج وترميم لفترات زمنية طويلة .

وما أن حدث زلزال أكتوبر ١٩٩٢ الذى بلغ قوته حوالى ٦ بمقياس رختر (Rechter) وكان مركز الزلزال يقع قريباً جداً من القاهرة على بعد حوالى ٣٠كم جنوب القاهرة .

وكان من نتيجة ذلك الزلزال المدمر والخطير على بعض المبانى والمنشآت الأثرية الإسلامية التى تقع بالقاهرة أن تأثرت جزئيا أو كلياً وظهرت بعض سمات التلف مثل :-

تشقق فى الحوائط(١٤) والعقود والقباب وميل للمنارات او المآذن ونجد شقوق رأسية . وفرك مونات مبانى الآجر نتيجة للحركة الرأسية للزلزال وكذلك القبوات ، وسقوط بعض المفاتيح الحجرية للعقود أدى إلى هدم وخلخلة بعض العقود ، وكذلك تأثرت وسقطت بعض نهايات المآذن . ونخص بالذكر سبيل رقية دودو والتلف الذى حدث نتيجة لهذا الزلزال بالواجهة أعلا المدخل الرئيسى ذلك الشق الرأسى الممتد لأعلا وكذلك هدم الخدمات خلف السبيل ، بالإضافة إلى عمليات تلف الزلزال هناك أيضاً عامل تلف خطير متمثل فى المياه الأرضية (المياه تحت السطحية Sub soil water) high ground water table نتيجة لظروف عديدة منها المتسرب من مياه الصرف الصحى ، وكذلك سواتر انفاق المترو التى أدت إلى حجز المياه الأرضية وزيادة منسوبها فى بعض المناطق ، والمياه المتسربة من خطوط تغذية مياه الشرب ، تلك المياه تحمل معها العديد من أيونات مركبات الأملاح التى تعمل منفردة ومجتمعة بالتدمير والتلف على أساسات وجدران المبانى(١٥) الإسلامية خاصة سبيل رقية دودو عبر تربة الأساسات ومن خلال مسام مواد البناء ترتفع المياه الملحية بواسطة الخاصة الشعرية لتعمل بالتدمير على بنية المسام الداخلية لكتل أحجار(١٦) البناء وكذلك قوالب الطوب(١٧) الآجر فى طور التميؤ hydration(١٨) وتخرج إلى الأسطح الحرة فى طور التزهر(١٩) Eflorescence محدثة للتلف الخطير فى شكل نقر وتساقط مناطق سطحية ، وأيونات مركبات الأملاح فى تربة الأساسات فى مصر متنوعة مثل كربونات ونترات وكبريتات وكلوريدات الصوديوم ، ولكن اكثرها شيوعاً هى أملاح كلوريد الصوديوم .

بالإضافة الى عوامل التلف السابقة . هناك تلف بعض الملوثات الغازية الجوية(٢٠) المنتشرة فى القاهرة وأهمها هى :-

- **ثانى اكسيد الكبريت Sulphur dioxide SO_2**

من أكثر غازات التلوث إصابة للأحجار(٢١) ، وفى الحقيقة فإن الترسيبات الغامقة والقشرة السوداء التى تلاحظها على أسطح المبانى التاريخية هى أساساً تتكون من كبريتات الكالسيوم . $CaSO_4$ $2H_2O$ المتكون بالتفاعل بين SO_2 ثانى اكسيد الكبريت وكربونات الكالسيوم للأحجار الجيرية .

- **كبريتيد الهيدروجين Hydrogen Sulphide H_2S**

يتواجد بتركيزات ضعيفة فى الجو وبنسبة غير كافية لقياسها بالأجهزة ، كما أنه يكون ناتج من العمليات البيولوجية بواسطة Thiobacteria .

- **أكاسيد النيتروجين Nitrogen Oxides NOX**

تلعب دوراً فى اكسده ثانى اكسيد الكبريت SO_2 وتلف الأحجار الجيرية وأكاسيد النيتروجين تصيب الأحجار الجيرية طبقاً لتحولاتها إلى حمض النيتريك ، ويتتابع إلى نترات الكالسيوم بقدر ضئيل على أسطح الأحجار الجيرية ، وأملاح النترات قابلة للذوبان فى الماء جداً وسهلة الغسيل من على سطح الحجر .

- **الأوزون Ozone O_3**

عامل قوى ومؤثر فى أكسده SO_2 اكثر من O_2 الأكسجين .

- **حمض الهيدروكلوريك Hydorchloric acids HCL**

حمض قوى حينما يتصل بسطح الحجر إذ يحول كربونات الكالسيوم إلى كلوريد الكالسيوم Calcium Chloride وهو مثل مركبات النترات ، والكلوريدات قابلة جداً للذوبان فى الماء . وهو يتواجد فى حوائط البناء كمصدر أملاح هام بجانب الأملاح المنقولة مع الهواء. ويرتفع مع الرطوبة الأرضية ، خاصة فى مواقع البناء فى المناطق الشاطئية .

- **ثانى أكسيد الكربون Carbon dioxide CO_2**

تتأثر مبانى الحجر الجيرى والحجر الرملى وكثير من المعادن بغاز ثانى اكسيد الكربون CO_2 ، والذى يعتبر أحد المكونات الطبيعية فى الهواء الجوى والذى لاغنى عنه للكائنات الحية حيث يدخل فى عملية التمثيل الضوئى لتكوين الغذاء فى النبات ، غير أنه ونتيجة للتقدم الصناعى وكونه أهم مكونات إحتراق الوقود على إختلاف أنواعه فقد أصبح هذا الغاز من أهم غازات التلوث البيئى فى المدن والمناطق الصناعية بالعالم .

ويذوب جزء من ثانى أكسيد الكربون(٢٢)فى الهواء فى مياه الأمطار مكوناً حمض الكربونيك الضعيف

$$CO_2 + 2HO_2 \longrightarrow H_2CO_3$$

لكن رغم ضعفه فإنه يصبح قادراً على إذابة كربونات الكالسيوم والماغنسيوم فى الحجر الجيرى والرخام البدولميتى ومونات الجير والملاط(٢٣) كالتالى :

$$CaCO_3 + CO_2.H_2O \rightleftharpoons Ca(HCO_3)_2$$

$$\underset{\text{Insoluble}}{MgCO_3} + CO_2.H_2O \rightleftharpoons \underset{\text{soluble}}{Mg(HCO_3)_2}$$

وبيكربونات الكالسيوم تصبح قابلة للذوبان اكثر مائة مرة من كربونات الكالسيوم ، ويعتمد ذلك على درجة حرارة الماء ، وجزئيا على تركيز غاز ثانى أكسيد الكربون فى الهواء . كما أن ثاني اكسيد الكربون CO_2 المذاب فى الحجر الجيرى يتجه نحو البخر عندما تتزايد درجة حرارة المحلول ويصل إلى حالة من التوازن كالتالى :-

$$Ca(HCO_3)_2 \longrightarrow CaCO_3 + CO_2 + H_2O$$

وتزيد مسامية الكالسيت بسب تبلور بيكربونات الكالسيوم القابلة للذوبان فى الماء فى طور جديد (new Phase) والذى بدوره يسمح أيضاً للمحاليل الأخرى والأملاح القابلة للذوبان فى الماء فى زيادة معدلات التلف .

كما أن ثانى أكسيد الكربون CO_2 أيضاً يحدث تغير كيميائى لبعض المعادن ، وتتحول إلى معادن أخرى(٢٤) (الطفلة) مثل :

كولنة الفلسبارات . The Kaolinization of Fledspars

وسرنبة الأوليفينات . and Serpentinzation of Olivines

وهذه العمليات تظهر كالتالى :-

Kaolinization of Fledspars :-

$$2KAL\ Si_3O_8 + CO_2 + 2H_2O \longrightarrow K_2CO_3 + H_4AL_2Si_2O_9 + 4SiO_2$$

Orthoclase — Kaolinite

Serpentinization of Olivines :-

$$2Mg_2\ SiO_4 + CO_2 + 2H_2O \longrightarrow MgCO_3 + H_4Mg_3\ Si_2O_9$$

Olivine — Serpentine

وهذه العمليات أيضاً تتواجد فى البيوتيت والكلوريت فى الهورنبلد

Chloritization of hornblend and biotite

وتستمر عمليات التلف المتنوعة بفعل الماء وثانى أكسيد الكربون . تلك الملوثات الغازية الجوية تنبعث من مصادر متنوعة منها المنطقة الصناعية جنوباً فى حلوان وكذلك المناطق الصناعية فى شمال القاهرة فى مسطرد وشبراً ، كذلك حركة السيارات الكثيفة وسط القاهرة والتى تنبعث منها العديد من غازات التلوث نتيجة للإحتراق الغير كامل .

تحليل عدد من عينات مواد البناء المستخدمة فى السبيل :-

تم أخذ بعض من عينات مواد البناء المستخدمة من مناطق مختلفة ، وتم إجراء التحليل بواسطة حيود الأشعة السينية X. Ray Diffratction. لمعرفة مركباتها والتغيرات التى حدثت لها نتيجة للظروف الجوية Weathering :-

عينــة رقــم (١) :-

عينة من سطح كتل أحجار البناء ، وتوضح نمط حيود الأشعة السينية X.R.D. أن العينة تتكون أساساً من معدن الدولميت Dolomite وهو كربونات الكالسيوم والماغنسيوم $Ca\ Mg\ (CO_3)_2$ ، وتحتوى(٢٥) على قدر قليل من معدن الكالسيت $CaCO_3$ Calcite، وتحتوى على كمية ضئيلة جداً من معدن بروشيت $Bruchite\ .\ Ca\ PO_3\ (OH)\ 2H_2O$.

فوسفات الكالسيوم المائى . ويعتبر هذا المعدن بمثابة شائبة أو نتيجة للإصابة بمحاليل الأملاح المتسربة من الصرف الصحى .

ومما سبق يدل على أن كتل الحجر الجيرى الدولميتى(٢٦) المشيد منه السبيل ذات نوعية أصلب قليلاً من الكالسيت إذ ان كتل الأحجار المستخدمة من النوع الجيد وعلى قدر كبير نوعاً ما من التحملية سواء للأحمال الإنشائية أو مع التجوية المتنوعة Weathering .

عينــة رقــم (٢) :-

عينة لمونه الجير المستخدم حيث توضح نمط حيود الأشعة السينية (X.R.D) أن المكون الأساسى هو الكالسيت $(CaCO_3)$(٢٧) (Calcite) ، كما تحتوى العينة على قدر غير قليل من الرمال كمادة مالئة وهى ثانى أكسيد السيليكون (SiO_2 . Quartz. Syn .

ومما سبق يدل على أن مكون المونه هو الجير $Ca\ (OH)_2$

(Calcium hydroxide)المستخدم كمادة رابطة أساساً (Binding Material) ، كما تحتوى المونه على الرمال كمادة مالئة (Filling Material)، وأستخدمت مونه الجير بنسب متنوعة طبقاً لموضوع الاستخدام سواء كانت شديدة القوة والتماسك أو قليلة القوة والتماسك (Cohesion) بقدر نسبة الجير فى المونه (١:٢) أو (١:٣) جير إلى رمل .

عينــة رقــم (٣) :-

عينة للمونه المستخدمة فى السلم حيث توضح نمط حيود الأشعة السينية (X.R.D) أن المكون الأساسى للعينة هو الجبس(٢٨) (Gyp. $CaSO_4.2H_2O$) كمادة رابطة أساسية ، وتحتوى العينة على مسحوق أو رماد الحريق (القصرمل) المحتوى على السيليكات لكل من (Mg_4Al_4) ($Al_4Si_2) O_{20}$ / Sapphirine.) ، ($K_4H_2 (CO_3)_3 . 5H_2O$ / Pottasium hydrogen carbonate) ، (Al PO_4 Aluminum Phosphate) و (Quartz SiO_2) ، (Al_3 Ca.O.5 Si_3O_{11} / Calcium Aluminum Silicate)

ومما سبق يدل على أن المونه المستخدمة فى بناء السلم مكونة أساساً من الجبس (Gyp. Mortar) ، بالإضافة إلى رماد الحريق (القصرمل) هذا المكون كمادة رابطة قوية شديدة التماسك (Cohesion) بالإضافة كذلك إلى قدر ضئيل من الرمال كمادة مالئة .

عينة رقم (٤) :-

عينة من قوالب الآجر المستخدمة فى البناء ، ويتضح من نمط حيود الأشعة السينية (X.R.D.) أن العينة تتكون من ($(Na, K)_6 Ca_2Cl_4 (Si_6 Al_6O_{24})$ Quadridavyne) ، ($Ca . 5 SiO_3 . 5. X H_2O$ / Calcium Silicate Hydrate) ، ($(Na, Ca, K)_8 (Si, Al)_{12} O_{24} Cl_2$ / Micro Sommite) ، (SiO_2 / Silicon Oxide) و (Na , Ca) Al (Si , Al)$_3$ O_8 (Albite , Ca .) Sodium Calcium Aluminum Silicate .

ومما سبق يتضح أن العينة تتكون من الطفلة الأرضية (Earthy Clay) ومن خلال المراحل المختلفة حتى مرحلة الحريق لأعلا من ٥٥٠مْ تتحول معادن الطفلة المكونة للآجر إلى طور جديد (Phase) ثابت من تلك المركبات المعدنية ، وبعض التغيرات نتيجة للتجوية (Weathering) .

عينة رقم (٥) :-

عينة من الرخام ، ويتضح من نمط حيود الأشعة السينية (X.R.D.)أن العينة تتكون أساساً من الكالسيت (Calcite , Syn . $Ca Co_3$) ، كما تحتوى العينة على قليل من مركب (Calcite , magnesium (Ca, Mg) CO_3) .وقليل جداً كذلك من (Copper Zirconium Cu Zr)

ومما سبق يتضح أن عينة الرخام المستخدمة فى تكسية أرض حجرة التسبيل هى صخر متحول(٢٩) (Metamorphic Rocks) عن الحجر الجيرى أو الدولميتى تحت ظروف خاصة من الحرارة والضغط ، ويحدث تغير كيميائى نتيجة لذلك ويتحول إلى كربونات الكالسيوم المتبلورة ومحتفظاً بنفس التركيب الكيميائى .

عينة رقم (٦) :-

عينة مونه ، ويتضح من نمط حيود الأشعة السينية (X.R.D.) أن المكون الأساسى للعينة هو ثانى أكسيد السيليكون (SiO_2 Quartz , Syn)(٣٠)، كما يحتوى أيضاً على الكالسيت Calcite , Syn $CaCO_3$، وايضاً ثانى أكسيد السليكون SiO_2، وكذلك كمية ضئيلة جداً من ($Ca_4 Al_6 O_{12} SO_4$ Calcium Aluminium Oxide Sulfate) وكوارتز عالى SiO_2 High Quartz .

ومما سبق يتضح أن عينة المونه المستخدمة تحت رخام حجرة التسبيل ، تتكون أساساً من المادة الرابطة وهى الجير $Ca(OH)_2$ (هيدروكسيد الكالسيوم) وأطوار متعددة من ثانى أكسيد السيليكون وهى الرمال المستخدمة كمادة مالئة فى المونة ، وتحتوى العينة على كمية ضئيلة جداً من كبريتات الكالسيوم والالمنيوم ويمكن أن تكون شائبة فى المونة أو أيونات لمحاليل الأملاح المتسربة من مياه الصرف الصحى .

التوصيات والمقترحات :-

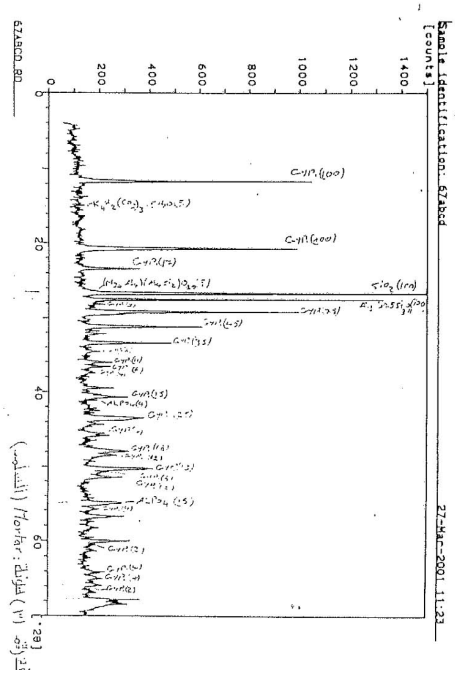
- يتضح بعد إجراء التحاليل بطرق حيود الأشعة السينية (X.R.D) أن مواد البناء القديم المستخدم فى السبيل هى كتل الأحجار الجيرية المشذبة المستخدمة فى الواجهة والحوائط المشتركة معها ، والمكون الأساسى لها هو معدن الدولميت Dolomite Ca $Mg(CO_3)_2$. كما أستخدمت كتل الأحجار الجيرية غير المشذبة فى الحوائط الداخلية وهى من الدولميت كذلك مختلفة الأحجام .
- الآجر:مصنع من غرين النيل بالإضافة إلى الطين الأرضى earthy clay،المكون الأساسى من Calcium silicate hydrate , silicon oxide , sodium Aluminum silicate وقد أستخدم فى بناء قلبات السلم شكل قبوات (Vaults) فى تقنية جديدة فى مثل تلك المنشآت (السبيل) ، كما إستخدم كذلك فى بناء الملحقات الداخلية للسبيل المتهدمة الآن .
- المونات : أستخدمت كل من مونات الجير Calcium hydroxide $Ca(OH)_2$ ، وهو المكون الأساسى والمادة الرابطة بالإضافة إلى الرمل كمادة مالئة بنسب ٢:١ أو ٣:١طبقاً لموضع الإستخدام، كذلك استخدمت مونه القصرمل مع الجير كمادة رابطة بالإضافة إلى الرمل كمادة مالئة ، كما أضيفت مادة الجبس (مادة رابطة قوية) فى السلم .
- يجب القيام بأعمال الدراسة الكاملة لمشروع متكامل لصيانة وترميم سبيل رقية دودو .
- يجب القيام بأعمال الترميم الأساسية السريعة للسبيل من خلال تدعيم وترميم الشق أو الفالق الرأسى الممتد من أعلا المدخل الرئيسى ويتسع لأعلا حتى النهاية حيث أنه ثابت وليس من النوع الخطير ، وذلك بفك بعض الكتل حول الفالق وعلى إرتفاع كل مدماكين بحيث يكون تسليح وتدعيم الفالق (Reinforced) من الداخل بشرائح(٣١) من الصلب الغير قابلة للصدأ ، بأطوال مختلفة وتكون معزولة تماما بمادة (Baralloid B72) بارالويد (ب٧٢) بتركيز ٢%ويثبت وسط سمك الجدار ، ثم تعاد كتل الحجر الجيرى وتكون متشابهة تماماً فى المكونات لتلك القديمة وأكبر منها فى مقاس الطول ليغطى الشق أو الفالق ، وتستخدم مكونات المونه القديمة ، وبعد الإنتهاء من فك وتسليح وإعادة الكتل الجديدة ، يعاد بعد ذلك فى تغيير الكتل التالية بالتبادل حول الفالق الرأسى حتى يتم تغطيته تماماً وتدعيم وتسليح تلك المنطقة من السبيل (كما بالرسم) .
- يجب القيام بتدعيم وإستكمال درجات السلم المتهدمة وذلك بتسليح قلبات السلم من أسفل (بطنية السلم) بشرائح من الصلب الغير قابل للصدأ بطول القلبة وإستكمال المفقود من درجات السلم بقوالب الطوب الآجر المستخدمة قديماً ، وإستخدام نفس المونه القديمة (القصرمل) إلا أنه يمكن الإستغناء عن الجبس ، وإستخدام بدلا منه قليل جداً من الأسمنت الأبيض المنتج طبقاً للمواصفات القياسية الأمريكية (A.S.T.M,C150 Type 11) الخالى من الأملاح (كما بالرسم) يجب القيام برفع مخلفات الملحقات الخلفية المتهدمة وإعادة تشييدها بنفس التقنية المعمارية القديمة ، والقيام كذلك بأعمال التنظيف الميكانيكى والكيميائى لكتل أحجار الواجهة ، وأيضاً الشابيك البرونزية وعزلها ، وكذلك الأسقف الخشبية وعزلها وتقويتها . وإستكمال كل أعمال الترميم والصيانة من خلال المشروع المتكامل .
- يجب توظيف السبيل فى إطار خدمة المجتمع فى العمل الثقافى بعد الإنتهاء من كافة أعمال الصيانة والترميم .

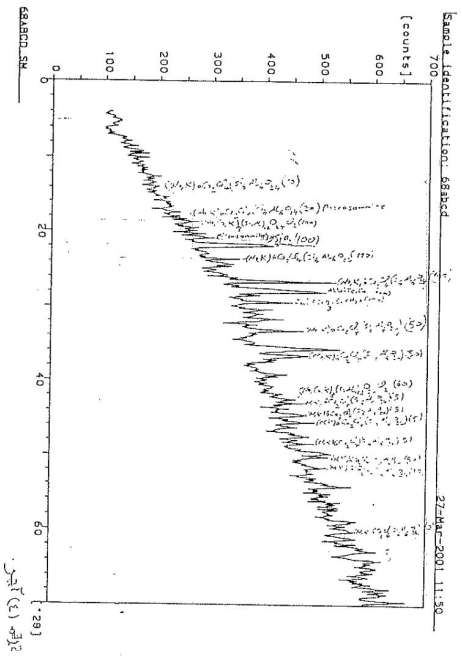
المصـــادر والمراجـــع

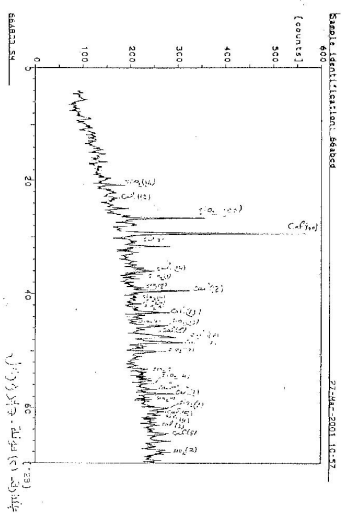
١ - محمود حامد الحسينى (دكتور) : الأسبلة العثمانية بمدينة القاهرة ١٥١٧-١٧٩٨م مكتبة مدبولى ١٩٨٨م صـــ٢٥٨-٢٦١ .

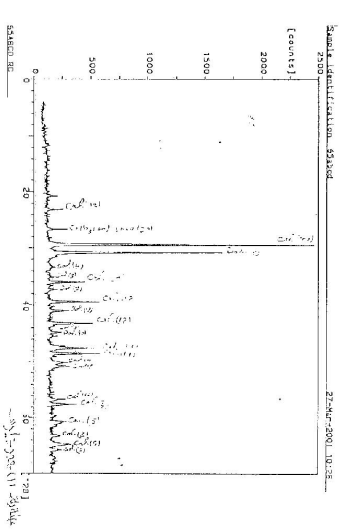
٢ - عبد الرحمن زكى (دكتور) : القاهرة . تاريخها . وآثارها - من جوهر القائد حتى الجبرتى المؤرخ ، القاهرة ١٩٦٦م صـ٢١١-٢١٢ .
٣ - محمد مصطفى نجيب (دكتور) : القاهرة تاريخها . فنونها . آثارها - العمارة فى العصر العثمانى - الأسبلة ، الأهرام ١٩٧٠م ، صـ ٢٦٠ .
٤ - حسنى نويصر (دكتور) : مجموعة سبيل السلطان قاتيباى بالقاهرة . رسالة ماجستير ، جامعة القاهرة ١٩٧٠م .
٥ - محمود الحسينى (دكتور) : المرجع السابق ١٩٨٨م ، صـ٢٥٨ .
٦ - محمد مصطفى نجيب (دكتور) : المرجع السابق - السقوف الخشبية ، صـ٢٦٥ .
7 - Winkler. E, applied mineralogy, springer-verlag, New York 1975,P.18
٨ - محمد مصطفى نجيب (دكتور) : المرجع السابق ، صـ ٢٥٦ .
٩ - صالح أحمد صالح (دكتور) : علاج وصيانة الفخار منهج دراسى ١٩٧٦ كلية الآثار -جامعة القاهرة .
10 - Worool. W.C., Ceramic raw material pergamon Press, England, 2nd edd, 1982 P. 62 .
11- Worool . W.C., OP, Cit., P. 26 .
١٢- عبد الظاهر عبد الستار أبو العلا (دكتور) : دراسة لبعض المونات القديمة المستخدمة فى المنشآت والمبانى الأثرية فى مصر واليمن . مجلة كلية الآداب جامعة صنعاء . " الندوة العلمية الأولى للآثار اليمنية ٣-٥ يونيو ١٩٩٦م ، صـ٦٥-٨٦ .
13- - Worool . W.C., OP, Cit., P. 104 .
14- - Fouad. B. A., Structural Considerations in the Restoration of Islamic Monuments in Cairo,The Arab Cont., Inter., Symp, on Protection and restoration of Islamic Monuments, May 1993 PP. 3-4 .
15- Vso , B. H., Moisture in Monuments . un Pulished report of TNO for Building Materials and Building Structures , Delft, Holland 1970 .
16- Evans, I. S., Salt crystallization and rock weathering : a review. Revue de Geomorphologie Dynamique, XIX (4), 1970 (153- 177) .
17- Robinson , G., Charcterization of brick and Their resistance to Deterioration mechanisms, Committee on monuments 1982, P. 145 .
18- Winkler , E. M., and Wilhelm , E. J., : Saltburst by hydration pressure in architectural stone in urban atmosphere. Geolog. Soc. America Bull, 81 , (z) , 1970 (567-572) .
19- Hoffmann D, and Miesel . K., " Moisture movement in brick " 5th ,Inter., cong., on deterioration and conservation of stone (Lausanne, 1985) PP. 103 .
20- Amoroso. G. G. and Fassina. V, " Stone decay and conservation almospheric pollution, cleaning, consolidation and protection " Elsevier, Amsterdam 1983, book of PP. 453 .
21- Winkler. E. M., OP . Cit., 1975. P. 147 .
22- -------, OP , Cit 1975 P. 139 .
23- Amoroso, & Fassino., OP. Cit., 1983. P.96

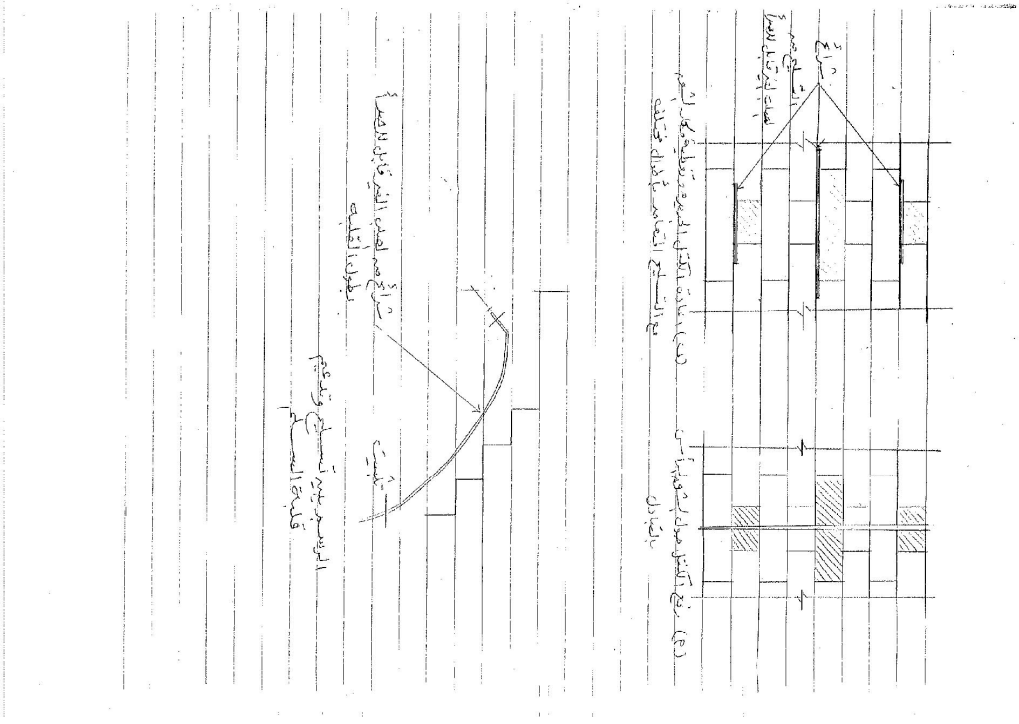
24- Lazzarini. L., Gensis and classification of Rock . The Deterioration and Conservation of stone UNESCO, No. 16, 1987, P. 6 .
25- Winkler. E. M., OP. Cit., 1975 P.137
26- Ordaz . J, and Esbert. R., " Prosity and capillarity in some sandstone and dolomite monumental stone 5th ., cong., deterioration and conservation of stone (Iausanne) 1985, PP. 93 -100.
27- Charles. S &George. S, The Rocks and Minerals of warld, London, 1977, P. 228 .
28- Heinrich. E, Microscopic identification of Minerals, London, Mcgraw Hill 1965, P. 129 .
29- Charles. S & George. S., OP. Cit., 1977, P. 10 .
30- Heinrich. E., OP. Cit., 1965, P. 94 .
31- Croci. G., Safety Evaluation and Restoration Techniques of Islamic Monuments , International conference on The Restoration And conservation of Islamic Monuments in Egypt 12- 15 June 1993. The American University in Cairo Press 1995. PP. 153-172 .

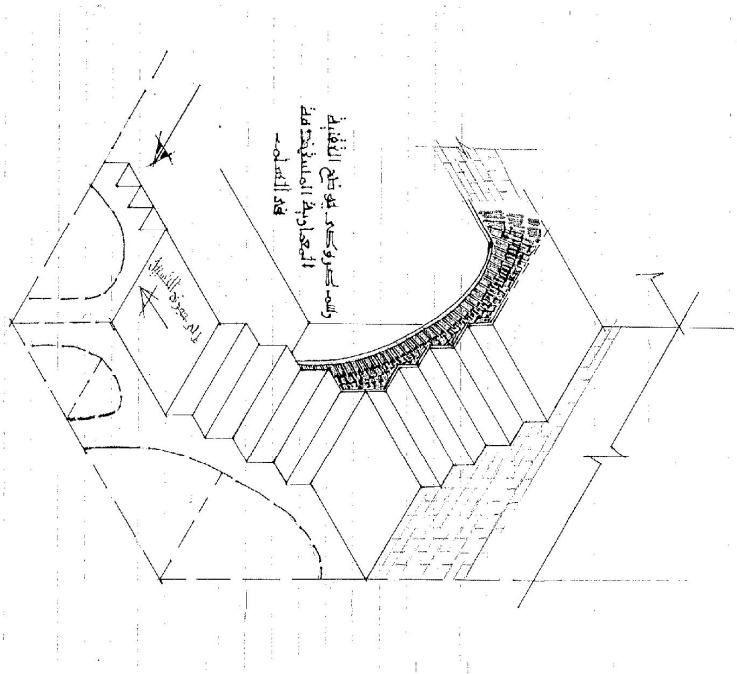


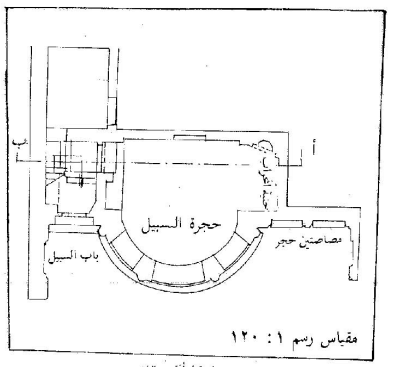




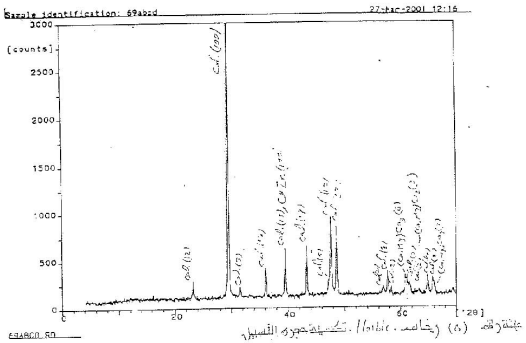




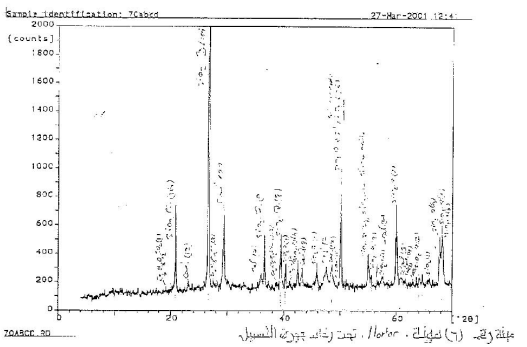




شرقية أفقي (١٢)
سبيل رقية دودو بسوق السلاح . أثر ٣٣٧ . الدور الأرضي .
(عن : محمود طلبي)

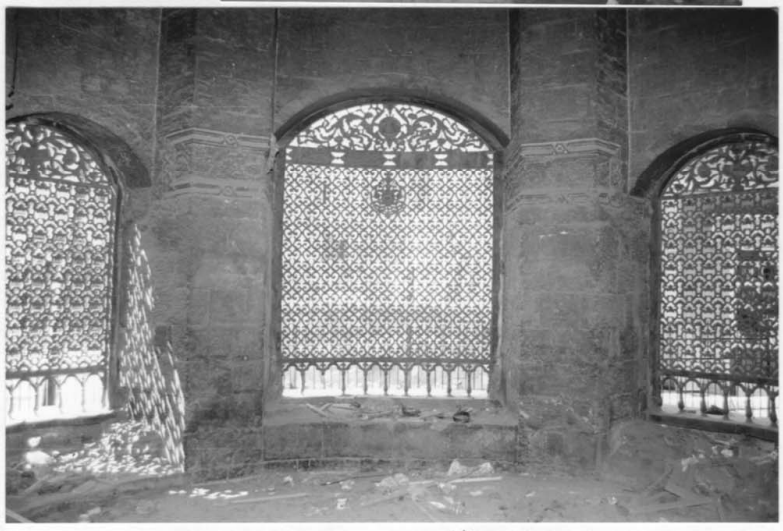


لقطة رقم (٥) لعينة من الهباب . Horbic . تحت رقم ٦٩ من حجرة السبيل



لقطة رقم (٦) لعينة من الهباب . Horbic . تحت رقم ٧٠ من حجرة السبيل

صورة (١)
واجهة سبيل
وقبة دودو



صورة (٢) غرفة التسبيل من الداخل