Université Abou Bekr Belkaid
Tlemcen Algérie
جامعة أبي بكر بلقايد
تلمسان الجزائر

كلية العلوم الإنسانية و العلوم الاجتماعية

قسم: علم الآثار

تخصص: الصيانة والترميم

مذكرة لنيل شهادة الماستر بعنوان

مظاهر تلف حجارة مئذنتي أغادير والمنصورة بمدينة تلمسان طرق وأساليب معالجتها

من إعداد الطالبة :
بن شايب إلهام

إشراف الأستاذ:
د. لبتر قادة

السنة الجامعية

1440-1439/2019-2018

إهــــــــــــــــــــــــــــــــــداء

قال الله تعالى :" رب أوزعني أن أشكر نعمتك التي أنعمت علي وعلى والدي وأن أعمل صالحا ترضاه وأدخلني برحمتك في عبادك الصالحين" .

الحمد لله الذي وفقتني لإتمام هذا العمل المتواضع الذي أهدي ثمرته إلى الصدر الحنون

و القلب الرفيق أعز ما أملك في هذه الدنيا إلى من ناضلت لأجلي لأرتاح وهيأت لي أسباب النجاح التي سعت لتربيتي وتعليمي أمي الحبيبة أسأل الله أن يحفظها و يرعاها.

إلى الذين منهم نور للعين إخوتي كل باسمه وإلى زملائي وأصدقائي الذين كانوا لي نعم الصحبة وكل من تجمعهم معي صلة القرابة.

وإلى كل من ملأ قلبي ويسعه قلمي، وإلى قارئي الأصغر وكل من أعرفه.

الشـــــكر والعرفان

أحمد الله عز وجل الذي أنعمني بنعمة العلم و وفقني لبلوغ هذه الدرجة حمدا و شكرا كما ينبغي لجلال وجهك و عظيم سلطانك تباركت وتعاليت يارحمن و أقول: "اللهم لك الحمد حتى ترضى و لك الحمد إذا رضيت ولك الحمد بعد الرضى."

أتقدم بجزيل الشكر والامتنان والتقدير إلى الأستاذ المحترم " **لبتر قادة**" لقبوله الإشراف على هذا العمل و تشجيعه المتواصل وتوجيهاته التي أفادني بها طوال إعداد هذه المذكرة.

حيث قوَّم أخطائي المنهجية والتاريخية وسهل لي صياغة أفكاري وتصوراتي.

أتوجه بالشكر والتقدير إلى مسؤولي وعمال **الديوان الوطني لتسيير واستغلال الممتلكات الثقافية بتلمسان** كل باسمه ومقامه.

كما أشكر **مخبر الأشغال العمومية للغرب لولاية تلمسان** على حسن المعاملة والتسهيلات المقدمة لإنجاز هذا العمل وأخص بالذكر السيد إسماعيل على شروحاته القيمة .

وأخيرا أشكر كل الأصدقاء الذين ساعدوني وساندوني في إتمام هذا العمل

قائمة المختصرات:

باللغة العربية:

تح: تحقيق

د.ت: دون تاريخ

ج: الجزء

تر: ترجمة

ط: الطبعة

ع: العدد

بالأجنبية:

LTPO : Laboratoire des travaux publics de L'ouest –unité de tlemcen-

NBF: bleu de Méthyléne.

DRX: Diffraction de Rayon X

ATD: Analyseur Thermique Différentielle.

ATG: Analyseur Thermo-Gravimétrie.

Opcit: Ouvrage précédent cite.

Ibid:Ibidem.

مقدمة

شهدت مدينة تلمسان تاريخاً حافلاً عبرت عنه الحضارات التي استقرت بها، ومازالت آثار أغلب هذه الدول شاهدة على انجازاتهم حتى يومنا هذا، حيث تعتبر هذه المدينة محطة حضارية مهمة من محطات المغرب الإسلامي، لاحتوائها على الكثير من المعالم الأثرية والتاريخية وباعتبارها عاصمة للمغرب الأوسط.

عرفت مدينة تلمسان تطوراً هاماً في المجال الفني والعمراني، خاصة في فترة حكم الزيانيين والمرينين، الذين أبدعوا في تشييد المساجد ذات المآذن المتنوعة، والتي لا تزال قائمة إلى يومنا، ومن أهم هذه المآذن مئذنة جامع المنصورة وأغادير التي شهدت أسلوباً مغايراً لمآذن هذه الفترة، حيث شيد بدنها بالحجارة.

بعد ترسيم الحكم المدني للاستعمار الفرنسي في تسيير شؤون المدينة، بدأ الاهتمام بالتراث الأثري لتلمسان يتزايد خصوصاً بعد هذا الترسيم، فكتب عنها الأوروبيون إعجابا بجمال عمائرها، حيث نقبوا فيها لكشف أسرارها الحضارية فتواصل الاهتمام بها حتى بعد الاستقلال، ومن التظاهرات المهمة التي أولت اهتمام كبير بآثار هذه المدينة كانت في سنة 2011م مع تلمسان عاصمة الثقافة الإسلامية، تم على إثرها وضع عدة ورشات لترميم عدد من المعالم الأثرية، إلا أن البعض من هذه الترميمات كان مقبول والبعض الآخر كانت فيه أخطاء وتجاوزات أدت إلى تدهورها، ومع مرور الزمن أصبحت هذه المعالم عرضة للتلف، إذ أصبح من الضروري المحافظة عليها من خلال التدخل العلاجي لها للحد من تدهورها، ولا يكون هذه إلا من خلال إتباع إستراتيجية علمية أكاديمية تهدف لترميم وصيانة هذا الموروث الأثري ونقله إلى الأجيال اللاحقة .

وهذا ما حفزنا للقيام بهذا النوع من الدراسات فكان اختيارنا لموضوع بحثنا حول:

"مظاهر تلف حجارة مئذنتي أغادير والمنصورة بمدينة تلمسان طرق وأساليب معالجتها"

ومن الأسباب التي دفعتنا لاختيار هذا الموضوع، أسباب ذاتية تمثلت في رغبتنا للحفاظ على هذه المباني الأثرية وحمايتها من الأخطار التي تهددها، بالإضافة إلى ميولنا للجانب التطبيقي أكثر من النظري في دراسة الآثار، أما عن الأسباب الموضوعية فتكمن في أن معظم الأبحاث الأثرية تركز على الدراسات النظرية السطحية، حيث تعتبر هذه الدراسات الخطوة الأولى والممهدة لعلاج المعالم، في بعض الأحيان تكون غير مجدية إن لم يتم تجسيدها في الميدان، والسبب الثاني يتمثل في قلة الدارسين في مجال تشخيص ومعالجة أضرار الحجارة الأثرية، إلا بعض الدراسات الأجنبية.

من هنا نبرز أهمية الموضوع الذي نحن بصدد دراسته وذلك من خلال معرفة التركيبة الكيمائية والفيزيائية للحجارة، وأنواعها المستعملة في مواد المعالم الأثرية وتركيباتها، للتشخيص الأمثل للعوامل والمظاهر المؤثرة فيها، والوصول إلى السبل المثلى لحفظها وصونها.

إن الهدف من دراستنا هو تسليط الضوء على طرق تشخيص عوامل ومظاهر تلف مواد البناء الأثرية خاصة الحجارة منها، ومدى تأثرها بتلك العوامل، لغاية علمية هي إيجاد حلول مناسبة وناجعة لصيانتها وترميمها والتقليل قدر الإمكان من تأثراتها الخارجية.

تتعرض المباني الأثرية إلى مجموعة من عوامل التلف المختلفة، إلا أن ترميمها وإعادة تأهيلها من حيث القيمة الأثرية التي تفرض على العاملين في مجال الترميم الالتزام بجملة من المبادئ نابعة من احترام الأصالة التاريخية للمبنى، لذلك يهتم المرمم بمعرفة أسباب تلف حجارة بناء المعالم الأثرية القديمة حتى يتمكن من إيجاد الحلول المناسبة، وقد تجلت إشكالية هذا البحث حول مدى تأثر حجارة مئذنة أغادير والمنصورة بعوامل التلف سواء كانت داخلية أم لخارجية.

ومن خلال هذه الإشكالية نطرح مجموعة من التساؤلات الفرعية والمتمثلة في:

_ ما هي أنواع الحجارة المستعملة في بناء كل من مئذنة أغادير والمنصورة؟.

_ ما هي خصائصها ؟ وما هي أهم العوامل المؤثرة عليها؟.

_ ما هي الوسائل والتقنيات التي تمكننا من معرفة تأثير هذه العوامل؟.

_ ما هي الأساليب والطرق المتبعة لصيانتها وترميمها؟.

وحسب طبيعة الموضوع اعتمدنا على عدة مناهج، أهمها الوصفي التحليلي والتجريبي: ففي المنهج الوصفي التحليلي اعتمدنا على إعطاء صورة شاملة للمعلمين وتسجيل الحالة الراهنة لهما، وذلك ممَّا ارتسم في ذهننا من أفكار ومعطيات من خلال زيارتنا الميدانية للمعلمين، مع إبراز أهم العناصر والمكونات المعمارية وتحليلها أما عن المنهج التجريبي فاعتمدنا عليه في الأعمال المخبرية التي قمنا بها في المخبر من خلال استعمال أجهزة ووسائل خاصة بذلك.

وللإجابة على إشكالية دراستنا ارتأينا أن نقسم بحثنا إلى مقدمة وفصل تمهيدي ثم ثلاثة فصول لكل فصل خلاصة وذيلنا بحثنا بخاتمة وفي الأخير مجموعة من الملاحق لإثراء الموضوع أكثر.

بالنسبة للفصل التمهيدي الموسوم ب: "**مفاهيم وعموميات حول خام الحجارة المستعملة في بناء المعالم الأثرية**" قسمناه إلى ستة عناصر تطرقنا في العنصر الأول إلى تعريف الحجارة وأنواعها المستخدمة في البناء مع ذكر خصائصها الطبيعية والميكانيكية، ثم استعمالاتها في مجال البناء وفي العنصر الأخير العوامل المؤثرة على خام الحجارة الأثرية.

أما الفصل الأول الذي جاء بعنوان: "**الدراسة الميدانية لكل من مئذنتي أغادير والمنصورة**" قسمناه إلى عنصرين، العنصر الأول خاص بمئذنة أغادير حيث تناولنا فيه الموقع الجغرافي وتاريخ تأسيسها ثم إعطاء وصف موجز للمئذنة مع تحديد مواد وتقنيات بنائها بالإضافة إلى ذكر الأمراض التي تعاني منها الحجارة من خلال المعاينة الميدانية، أما العنصر الثاني تطرقنا فيه للدراسة الجغرافية والتاريخية وحتى الأثرية لمئذنة المنصورة وأهم الأضرار التي لحقت بالمئذنة إضافة ذكر الترميمات التي تعرضت لها المئذنة.

ثم الفصل الثاني المعنون ب " **طرق فحص وتشخيص الحجارة الأثرية** " تكلمنا فيه عن طرق الكشف عن الأمراض التي تصيب الحجارة الأثرية من خلال الوسائل والأدوات العلمية المستخدمة في هذا المجال، حيث كان لنا الحظ في القيام ببعض التحاليل المخبرية لعينات من حجارة مئذنة أغادير والمنصورة.

وكان الفصل الثالث حول معالجة الأضرار الناجمة عن عوامل تلف الحجارة جاء تحت عنوان

" **طرق معالجة وترميم الحجارة الأثرية– مقترحات ميدانية–**" تناولنا فيه مفهوم الصيانة والترميم، أساليب وأولويات الترميم، ثم تحدثنا عن طرق معالجة المباني الأثرية بصفة عامة ثم خصصنا العنصر الموالي لأهم الاقتراحات المناسبة لترميم الحجارة الأثرية في المئذنتين وهذا من خلال إعطاء الحلول المناسبة على حسب التشخيص الميداني.

ثم ختمنا بحثنا بخاتمة جاء فيها أهم النتائج المتوصل إليها، وللمزيد من التوضيح أرفقنا دراستنا بالملاحق والمخططات.

اعتمدنا في هذه الدراسة على مجموعة من المصادر والمراجع تمثلت في الرسائل الجامعة التي لها علاقة بتخصصنا وهي كالتالي:

- عيساوي بوعكاز، طرق حفظ وصيانة مواد بناء الموقع الأثري جميلة "كويكول" حالة الحجارة الكلسية.

_ شلبي زينب، دراسة تلف وصيانة حجارة الطوف "أعمدة وأطر أبواب مباني قصبة الجزائر أنموذجا".

_ مداد كمال، حفظ وترميم الأسوار الدفاعية البزنطية لمدينة تبسة.

_ عبد الصمد رقية، أثر الرطوبة والأملاح على الصخور الكلسية في المباني الأثرية " برج تامنفوست كنموذج".

بالإضافة إلى كتاب **ترميم الآثار الحجرية** لإبراهيم محمد عبد الله، كتاب **تكنولوجيا المواد وصيانة المباني الأثرية** لجورجيو توراكا ترجمة أحمد إبراهيم عطية، اعتمدنا على هذه المراجع من خلال توظيفها في تشخيص الأضرار وطرق القضاء عليها.

أما عن المصادر المادية فتمثلت في عينات الدراسة لكل من مئذنة أغادير والمنصورة.

لقد واجهتنا في دراستنا عدة عراقيل منها : المادة العلمية متشابهة من حيث اللفظ والمضمون وهذا ما صعب علينا اختيار المعلومات بدقة، بالإضافة إلى نقص وسائل العمل الميداني الخاصة بتشخيص أضرار تلف الحجارة لكل من المئذنتين، ومن الصعوبات التي واجهتنا أيضاً سوء الاستقبال والتعامل معنا من طرف الكليات الأخرى، على سبيل الذكر لا الحصر مخبر الكيمياء التابع لجامعة تلمسان.

ورغم ذلك فقد سعينا جاهدين لجمع المادة العلمية وتوظيفها لانجاز هذه المذكرة، وإنا نسأل الله على التوفيق وتجاوز هذه المصاعب، ونأمل أن تكون دراستنا في المستوى المطلوب وأن تكون فاتحة الأبواب لمثل هذه الدراسات في قسمنا .

الفصل التمهيدي: مفاهيم وعموميات حول خام الحجارة المستعملة في بناء المعالم الأثرية

1/- تعريف الحجارة

2/- تعريف الصخور

3/- أنواع الحجارة

4/- الخصائص الطبيعية للحجارة

5/- استعمالات الحجارة الأثرية في البناء

6/- العوامل المؤثرة على خام الحجارة الأثرية

تمهيد:

تعد الحجارة من بين المواد الأكثر استعمالا في البناء وقد تعددت أنواعها ومصادرها،ولكل منها صفات وسمات تنفرد بها وكبقية المواد تتعرض الحجارة بمختلف أنواعها للتلف بفعل عوامل متعددة سواء كانت داخلية لها علاقة مباشرة بالتكوين الجزيئي للحجر أو خارجية بما يحيط بها من عوامل، وفي هذا الفصل سنقدم فيه تعريفا بالحجارة ومصادرها وأنواعها وأهم خصائصها وكيف تتأثر بالعوامل المحيطة بها، كمادة خام موجودة في الطبيعة.

1/–تعريف الحجارة:

لغة: كلمة حجر تعني الصخر جمعها أحجار، أحجر، حجارة وحجار[1]، وحجر بفتحتين هو الصخر الصلب وهو الصخور بأنواعها الثلاثة : الصخور النارية ، المتحولة والرسوبية[2].

ووردت كلمة حجارة في القرآن الكريم في قوله تعالى: " **فَإِن لَّمْ تَفْعَلُوا وَلَن تَفْعَلُوا فَاتَّقُوا النَّارُ التِي وُقُودُهَا النَّاسُ وَالحِجَارَةُ أُعِدَّتْ لِلْكَافِرِينَ**"[3].

اصطلاحا: هي عبارة عن مادة بناء استعملت منذ القدم، وهي من أكثر المواد تواجدا على سطح الأرض استخدمها الإنسان في التشييد والبناء نظرا لمقاومتها لعوادي الزمن[4]، استعملت في الأرضيات والجدران والأساسات والأسوار،وكذلك في المآذن[5].

وقد ذكر ابن خلدون في مقدمته الحجارة من خلال قوله :"... وكذا حال أهل المدينة الواحدة فمنهم من يتخذ القصور و المصانع العظيمة الساحة المشتملة على عدة الدور والبيوت والغرف

---

[1] – مجد الدين محمد بن يعقوب الفيروز آبادي، **القاموس المحيط** ،دار الحديث ، القاهرة ، 2008، ص 331.

[2] –عاصم محمد رزق، **معجم مصطلحات العمارة والفنون الإسلامية** ،ط1، مكتبة مدبولي، مصر، 2000، ص73.

[3] – سورة البقرة ، الآية24، برواية ورش، عن الإمام : نافع.

[4]– إبراهيم محمد عبد الله، **ترميم الآثار الحجرية**، دار المعرفة الجامعية، الإسكندرية، د.ت ،ص5.

[5] – عاصم محمد رزق، المرجع السابق ،ص74.

الكبيرة لكثرة ولده وحشمه وعياله وتابعه ويؤسس جدرانها بالحجارة ويلحم بينها بالكلس ويعالى عليها بالأصبغة والجص ويبالغ في كل ذلك بالتجليد و التنميق..."[1].

2/–تعريف الصخور:

لغة: الصخرة هي الحجر الصلب جمع صخر ،صخر وصخرات[2].

اصطلاحا: تعتبر أساس تكون القشرة الأرضية تحتوي على المعادن المتواجدة في الطبيعة، تتكون من معدنين أو أكثر وهي ذات أنواع وأشكال مختلفة إذ يمكن أن تكون بلورية أو غير بلورية[3]، ويعرف الصخر على أنه مادة صلبة يتكون من تجمع معدن واحد وعدة معادن تتواجد في مكان واحد، أدى إلى تراكمها مجموعة من الظروف الطبيعية[4].

3/– أنواع الصخور:

تقسم الصخور إلى ثلاثة أنواع رئيسية ويكون هذا التقسيم على حسب تكوينها وطبيعتها وتركيبها الكيميائي[5]وهي كالتالي:

3–1 الصخور النارية:

تعرف كذلك بالصخور البركانية أو الاندفاعية، يعتبر هذا النوع من الصخور أساس تكون الأنواع الأخرى من الصخور[6]،تكونت نتيجة تصلب المواد المنصهرة أو نتيجة تبرد و تجمع الماجما في درجات حرارة عالية ، فمنها ما تكونت على سطح وتعرف بالصخور النارية السطحية

---

[1] –عبد الرحمان بن خلدون، **كتاب العبر وديوان المبتدأ والخبر في أيام العرب والعجم والبربر ومن عاصرهم من ذوي السلطان الأكبر**، تح: سهيل زكار،ج1، دار الفكر،لبنان،2001م، ص510.

[2] –مجد الدين محمد بن يعقوب الفيروز آبادي، المرجع السابق، ص917.

[3] – ميشيل كامل عطا الله ، **أساسيات الجيولوجيا** ،دار المسيرة ،عمان ،ص 227.

[4]– عبد الصمد رقية ، **أثر الرطوبة والأملاح على الصخور الكلسية في المباني الأثرية (برج تامنفوست كنموذج**)، مذكرة ماجستير، تخصص صيانة وترميم، معهد الآثار، الجزائر، 2009، ص9.

[5]– ميشل كامل عطا الله، المرجع السابق، ص227.

[6] – المرجع نفسه ، ص228.

البركانية مثل البازلت* ومنها ماتكونت داخل القشرة الأرضية وتسمى بالصخور النارية المتداخلة مثل :الديورايت[1]، تمتاز هذه الصخور بالصلادة وغير مسامية ، إذ تشكل حوالي 95% من صخور القشرة الأرضية[2].

3-1-1 التركيب الكيميائي للصخور النارية :

يرتكز أساسا على التركيب الكيميائي للماجما وخاصة على نسبة السيليكا المتكونة منها،بحيث تعتبر نسبة ثاني أكسيد السيليكون معيار لتصنيف الصخور تصنيفا كيميائيا[3]وهي على النحو التالي:

3-1-1-1 صخور غنية بالسيليكا :

هي صخور حامضية غنية بالسيليكا تتراوح ما بين65% إلى 80% في حين نجد نسبة الحديد والمغنيسيوم قليلة ، لهذا يكون لونها فاتح ومن أنواعها الجرانيت[4].

3-1-1-2 صخور متوسطة السيليكا :

تقدر نسبة السيليكا فيها حوالي 52%إلى 65% تمتاز بألوانها الغامقة ، توجد بها نسبة متوسطة من الحديد والمغنيسيوم من صخورها : الديوريت .

3-1-1-3 صخور قليلة السيليكا:

تقدر نسبة السيليكا فيها ب52%وأقل من 45% وهي نوعان :

---

* **البازلت**: هو عبارة عن صخر قاعدي أسود اللون ذات نسيج زجاجي ، حبيباته دقيقة به ثقوب وفجوات ، يستخدم بكثرة في أعمال الرصف والبناء ،ينظر: محمد رضا على إبراهيم ، **في الجيولوجيا وعلم الأرض** ، مكتبة إبن سينا ، القاهرة، د.ت، ص54.

[1] – إبراهيم محمد عبد الله، المرجع السابق ،ص13.

[2] –مؤلف مجهول، **أطلس الصخور والمعادن** ،تر:عماد الدين أفندي ،ط1، دار الشرق العربي ، لبنان، 2014م، ص50.

[3]– ميشيل كامل عطا الله ، المرجع السابق ،ص234.

[4] – إبراهيم محمد عبد الله ،المرجع السابق ، ص14.

أ/– صخور قاعدية: تحتوي على نسبة عالية من الحديد والمغنيسيوم كما تحتوي على52% من السيليكا وهي ذات ألوان داكنة وهذا راجع إلى نسبة الحديد المتواجد فيها ومن أنواعها: البازلت[1].

ب/– صخور فوق قاعدية : تحتوي على 45% من نسبة السيليكا كما تحتوي على نسبة من الحديدي والمغنيسيوم لونها يميل إلى اللون الأسود ومن أنواعها: البيرويدتيت.

3–1–2 التركيب المعدني للصخور النارية :

تتكون الصخور النارية من نوعين من المعادن الأساسية والإضافية فالمعادن الأساسية تتمثل في : الفلسبارات ، البيروكسينات ، الميكا*، الفلسباتويدات ، لوسيت، نيفلين والكوارتز. أما المعادن المضافة فهي ، الماجنتيت ، الألمنيت ، الآباتيت ، الزركون و الأسفين[2].

3–1–3 نسيج الصخور النارية:

يعرف النسيج على أنه البنية الداخلية للصخر[3]، وهو الحجم النسبي للبلورات الخاصة بالمعادن يعتمد على سرعة المجما[4] فهي تختلف من حيث الشكل والترتيب ويمكن تقسيمه إلى الأنواع التالية:

3–1–3–1 النسيج الدقيق الناعم: تكون بلوراته دقيقة جدا وهو ناتج عن الحمم البركانية التي تعرضت للتبريد بسرعة ما أدى بها إلى عدم تمام التبلور ومن أنواعه البازلت[5] .

3–1–3–2 النسيج الخشن: ذات بلورات كبيرة وخشنة جدا هذا راجع إلى تبرد وتبلور الصخر

---

[1]– إبراهيم محمد عبد الله، المرجع السابق ، ص14.

*الميكا : هي عبارة عن مركبات معقدة وبها سيليكات متعددة تتركب من بعض الشوائب كأكسيد الماغنيسيوم والحديد ، ينظر: هزار عمران، جورج دبورة ، **المباني الأثرية ترميمها وصيانتها والحفاظ عليها** ، دمشق ، 2005م ص156

[2]– إبراهيم محمد عبد الله ، المرجع السابق ،ص13.

[3] –م.م، أطلس الصخور والمعادن، المرجع السابق، ص 51.

[4] –محمد عبد المقصود، **الصخور من المنشأ والتكوين إلى الحضارة والعمارة والفنون**، الهيئة المصرية العامة للكتاب، القاهرة، 2007م، ص12.

[5] – المرجع نفسه، ص12.

في باطن القشرة الأرضية له ترتيب خاص به ومن أنواعه السيانيت[1].

3-1-3-3 النسيج الزجاجي: لا تظهر بلوراته وهذا بسبب التبريد السريع والمفاجئ للماجما حيث أن هذه السرعة تمنع من تكون البلورات، مكون من مواد زجاجية غير متبلورة من أنواعه الأبسيدان.

3-1-3- 4 النسيج المجهري: بلوراته صغيرة جدا إذ لا يمكن رؤيتها إلا بالاستعمال المجهر، تكون نتيجة التبرد السريع للماجما[2].

3-1-3-5 النسيج الإسفنجي: يعرف كذلك بالنسيج الفقاعي يظهر على شكل فقاقيع صغيرة تكون نتيجة تمدد الغازات داخل الماجما من أنوعه حجر الخفاف[3].

3-2 الصخور المتحولة:

تحولت هذه الصخور بفعل الحرارة والضغط الشديد داخل باطن الأرض، وتسمى هذه العملية بالتحول، قد يكون هذا التحول باطني إما عن طريق مرور الصخور من مستوى إلى آخر أو عن طريق الضغط الذي تحدثه الصفائح التكتونية[4]، ومن أسباب هذا التحول بالإضافة إلى الحرارة والضغط المحاليل الكيميائية، من خصائص هذه الصخور أنها تحتوي على مركبات معدنية بنسبة عالية مقارنة بالصخور النارية، تظهر على هيئة طبقات مستقيمة أو منحنية ولها ألوان مختلفة[5].

3-2-1 التركيب المعدني للصخور المتحولة:

من أهم المعادن المكونة لهذه الصخور نجد: الكوارتز،الكالسيت، الكلوريت، الفلسبار والجرانيت. تختلف هذه المعادن بإختلاف ظروف تحولها، بالإضافة إلى المعادن المذكورة توجد

[1]- ميشيل كامل عطا الله، المرجع السابق، ص235.

[2] - المرجع نفسه، ص235.

[3]- إبراهيم محمد عبد الله ، المرجع السابق، ص15.

[4]- محمد رضا إبراهيم ، المرجع السابق، ص 59.

[5]- م م، أطلس الصخور والمعادن، المرجع السابق، ص62.

معادن أخرى تدخل في تركيب هذه الصخور وهي تتمثل في: التلك، الرخام الجرافيت، الكورديريت[1].

3-2-2 نسيج الصخور المتحولة:

يوجد ثلاثة أنواع من الأنسجة للصخور المتحولة وهي تتمثل في :

3-2-2-1 المتورقة: تحتوي على نسبة عالية من المعادن الصفائحية، تكون هذه المعادن متوازنة ومرتبة تظهر على هيئة تورق ومن أنواع هذا النسيج الأردواز والشيست[2].

3-2-2-2 المحببة: تتكون من معادن حبيبية متلاصقة مع بعضها البعض ذات تركيب معدني معقد، يتكون الصخر الواحد من أكثر من معدن ويتغير بتغيير درجة الحرارة والضغط مثل: الهورنفيلس والرخام[3].

3-2-2-3 المخططة: يحتوي هذا النوع على نسبة عالية من المعادن تظهر على شكل ليف أو قضيب ويكون ترسيبها خطي على شكل محاور طولية تأخذ إتجاه واحد[4].

3-2-3 أنواع الصخور المتحولة:

تقسم الصخور المتحولة إلى ثلاثة أنواع وهي:

3-2-3-1 صخور متحولة حراريا: تحولت بفعل الحرارة مما ينتج عنها معادن جديدة، تتميز بنسيج حبيبي جديد وهذا نتيجة إعادة تبلور المعادن الأصلية[5]، حبيباتها متداخلة وموزعة وغير منتظمة من صخورها الرخام.

---

[1]- إبراهيم محمد عبد الله، المرجع السابق، ص40-41.

[2]- ميشيل كامل عطا الله ، المرجع السابق، ص258.

[3]- إبراهيم محمد عبد الله، المرجع السابق، ص 40.

[4]- المرجع نفسه، ص40.

[5]- محمد رضا على إبراهيم ، المرجع السابق، ص60.

3-2-3-2 صخور متحولة حركيا: وهي صخور متحولة ديناميكيا تكونت نتيجة الضغط الشديد توجد على مستوى الأسطح والفوالق[1]، معادنها ذات ترتيب خاص بها ومن أمثلتها الأردواز[2].

3-2-3-3 صخور متحولة بالحرارة والفيزياء: نشأت هذه الصخور بفعل الحرارة والضغط الشديد، تتميز بنسيج مميز عن الأنسجة الأخرى على شكل ورقي أو صفائحي، معادنها متبلورة ومختلفة ويكون هذا الإختلاف على حسب درجة الحرارة ومن أنواعها الشيست[3].

3-3 الصخور الرسوبية:

يعود أصلها إلى تفتت الصخور النارية والمتحولة بفعل عوامل طبيعية بحيث تترسب بواسطة الماء لتشكل لنا صخور رسوبية [4]، تتكون هذه الصخور نتيجة لعملية التجوية*التي تقوم بعمليات التحلل الكيميائي والفيزيائي بفعل التغير في درجة الحرارة[5]، وتتميز هذه الصخور عن غيرها من الصخور بإحتوائها على إجزاء نباتية أو حيوانية[6]، ومن خصائصها أنها توجد على هيئة طبقات ويمكن التمييز بينها من خلال اللون والشكل والنسيج، كما نجدها على شكل مستحاثات

---

[1]- إبراهيم محمد عبد الله ، المرجع السابق، ص39.

[2]- محمد رضا على إبراهيم، المرجع السابق، ص61.

[3]- إبراهيم محمد عبد الله ، المرجع السابق،ص 39.

[4]- محمد رضا على إبراهيم، المرجع السابق، ص55.

*التجوية: هي عبارة عن تفتت وتحلل الصخور بفعل عوامل جوية سواء ميكانيكية أو كيميائية ما ينتج عنة تحلل المواد وتفتتها على مستوى سطح الأرض، ينظر: غازي عطية زراك، **جيولوجيا المناجم والاستكشاف المعدني**، ط1، جامعة تكريت، العراق، 2014، ص23.

[5]- إبراهيم محمد عبد الله ، المرجع السابق، ص23.

[6]- م م، أطلس الصخور والمعادن، المرجع السابق، ص58.

** أحافير: من الكلمة اللاتينية أحفورة « fossils » وهي بقايا كائنات حية وآثارها ذات أحجام كبيرة وصغيرة، وهي عبارة عن بقايا صلبة ترسبت في الصخور الرسوبية وتحللت بمرور الزمن، ينظر: ميشيل كامل عطا الله، المرجع السابق، ص 267.

وأحافير**تحتوي على مسامات وكذا على خامات النفط والغاز الطبيعي، يتكون هذا النوع من الصخور من قطع صخرية كالحجارة الرملية أو من رواسب معدنية كيميائية كالملح الصخري[1].

3-3-1 التركيب المعدني للصخور الرسوبية:

تتكون الصخور الرسوبية من المعادن الأساسية المتمثلة في : الكوارتز، الكالسيت والمعادن (معادن أكاسيد الحديد والجبس ومعادن الفلسبار والميكا)[2]، يختلف التركيب المعدني لهذه الصخور حسب عوامل منها: بيئة الترسيب ونوع المواد المتوفرة في وسط الترسيب[3].

3-3-2 تصنيف الصخور الرسوبية:

يمكن تصنيف الصخور الرسوبية على حسب تكونها وهي تقسم إلى ثلاثة أنواع:

3-3-2-1 الصخور الرسوبية الميكانيكية:

تكونت نتيجة عوامل ميكانيكية بفعل الرياح أو مياه الأمطار فترسبت على سطح الأرض بحيث تراكمت وتحجرت فوق بعضها البعض، تصلبت هذه الصخور بفعل الضغط المستمر أو نتيجة لمواد لاصقة مثل: الأملاح والحديد[4]، أما من حيث النسيج فنجد النسيج الخشن والناعم وتختلف أنواع هذه الصخور في حجمها منها ذات الحجم الكبير وأخرى ذات أحجام دقيقة[5].

3-3-2-2 الصخور الرسوبية الكيميائية:

تكونت نتيجة ترسب مواد معدنية مذابة في محاليل مائية مشبعة وتتكون أحيانا نتيجة تفاعلات كيميائية، ذات نسيج بلوري مختلف الأحجام معادنها غير متبلورة تظهر على شكل صورة تجمع معدن واحد ومن أنواعها :

---

[1]- ميشيل كامل عطا الله، المرجع السابق، ص244-246.

[2]- إبراهيم محمد عبد الله ، المرجع السابق، ص24.

[3]- ميشيل كامل عطا الله، المرجع السابق، ص246.

[4]- محمد رضا على إبراهيم، المرجع السابق، ص55.

[5]- إبراهيم محمد عبد الله، المرجع السابق، ص24-25.

- صخور رسوبية جيرية مثل: الحجر الجيري.
- صخور رسوبية سيليكاتية غنية بالسيليكا مثل: حجر الصوان.
- صخور رسوبية ملحية والتي تظهر لنا على شكل أملاح مثل: الجبس[1].

3-3-2-3 الصخور الرسوبية العضوية:

تنتج عن ترسب العناصر الكيميائية مع المواد العضوية سواء كانت نباتية أو حيوانية فترسبت فوق بعضها البعض مشكلة صخور رسوبية عضوية، تقسم هذه الصخور إلى صخور كلسية سيليكية تتكون من بقايا الكائنات الحية، صخور فسفورية والتي تتكون من الفوسفات ونجد كذلك الصخور الكربونية تحتوي على عنصر الكربون[2].

4/- خصائص حجارة البناء:

قبل البدء في عملية التدخل العلاجي على أي مادة أثرية يجب على القائم بهذه العملية أن يكون على دراية بجميع الخصائص الطبيعية والفيزيائية، ومعرفة هذه الخصائص يفيد المرمم في تشخيص الأضرار وكذا في اختيار المواد المستعملة في الترميم كما هو الحال بالنسبة لخام الحجارة الأثرية والتي تتلخص مجمل خصائصها فيما يلي:

4-1 الخصائص الطبيعية للحجارة الأثرية:

4-1-1 الوزن النوعي: نقصد به النسبة بين كثافة المادة وحجم الماء وهو نوعين الوزن النوعي الظاهري والوزن النوعي الحقيقي[3].

بالنسبة للوزن النوعي الظاهري يتم حسابه عن طريق العلاقة التالية[4]:

---

[1]- ميشيل كاما عطا الله، المرجع السابق، ص249-252.

[2]- محمد رضا على إبراهيم، المرجع السابق، ص56.

[3]- غازي عطية زراك، المرجع السابق، ص22.

[4]- إبراهيم محمد عبد الله، المرجع السابق، ص75.

$$Wn = \frac{W1}{W3 - W2}$$

بحيث لأن:

Wn : الوزن النوعي

W1 : وزن العينة (الحجر) وهي جافة.

W2 : وزن العينة بحيث تكون مشبعة بالماء.

W3 : وزن العينة وهي مغمورة في الماء.

أما بالنسبة للوزن النوعي الحقيقي فهو نسبة حجم المادة ونسبة الماء[1]، فيمكن حسابه عن طريق:

$$\frac{W1}{W3 - W1}$$

2-1-4 الكثافة: تعتمد على التركيبة الكيميائية والبلورية، تتغير من حجر إلى آخر ويكون هذا التغيير حسب درجة الحرارة والضغط داخل المسام مما يؤدي إلى تمدد وانكماش الوحدة البنائية أي النسيجية وتقدر الكثافة بالغرام على السنتيمتر مكعب[2] ويتم حسابها ب:

$$D = \frac{W}{V}$$

[1]- غازي عطية زراك، المرجع السابق، ص23.

[2]- إبراهيم محمد عبد الله، المرجع السابق، ص77.

بحيث أن:

D : الكثافة

W : الوزن

V : الحجم

4-1-3 المسامية: تعرف بأنها نسبة حجم الفراغات والحجم الكلي للصخر أي هي النسبة المئوية لحجم الفراغات الموجودة بين حبيبات المادة بالنسبة للحجم الكلي لها[1]، تختلف المسامية باختلاف أنواع الصخور أي كلما تغير الصخر في الطبيعة الأصلية زادت المسامية، تكون هذه الأخيرة مرتفعة في الحجارة الرسوبية بينما منخفضة في الحجارة النارية والمتحولة ويعود هذا الاختلاف إلى حجم وشكل الفراغات بين الحبيبات المكونة لها[2]. ويعبر عنها بالعلاقة التالية:

$$N = \frac{V_v}{V}$$

بحيث أن :

N : قيمة المسامية.

Vv : قيمة حجم الفراغات.

V : قيمة الحجم الكلي للمادة.

[1]- شلبي زينب ، **دراسة تلف وصيانة حجارة الطوف (أعمدة وأطر أبواب مباني قصبة الجزائر أنموذجا)**، مذكرة ماجيستير، تخصص صيانة وترميم، معهد الآثار، الجزائر، 2011م، ص35.

[2]- إبراهيم محمد عبد الله، المرجع السابق، ص77.

4-1-4 النفاذية: أو ما تعرف بالخاصية الشعرية وهي قابلية الحجارة المسامية بنفوذ الماء داخلها، إذ تعتمد نفاذية الصخور على مجموعة من العوامل منها: مسامية الحجارة وحجم حبيباتها بالإضافة إلى السطح النوعي لهذه الحبيبات،[1] تقسم الصخور إلى نوعين وهذا حسب نفاذيتها وهي:

أ/- صخور نفاذية: هي صخور إما تحتوي مسامات وعديمة المسام، ففي حالة عدم وجود مسامات يمكن للماء النفوذ داخل الشقوق والفواصل مثل: الحجر الرملي والجيري.

ب/- صخور غير نفاذية: وهي صخور قليلة المسام أو ذات مسامات كثيرة دقيقة جدا ومنفصلة عن بعضها البعض، هذا ما يمنع الماء بالنفوذ داخلها ومن خصائص هذه الصخور أنها لا تحتوي على شقوق وفواصل[2].

4-1-5 الامتصاص: قابلية الحجر على جذب الماء والسوائل الأخرى داخل المسامات وعلى مستوى الحبيبات، بحيث يجب أن تكون نسبة الامتصاص قليلة بالنسبة للحجارة[3].

4-2 الخصائص الميكانيكية للحجارة الأثرية:

4-2-1 المقاومة والضغط: نقصد بها مقاومة الحجر للأحمال والضغوطات الواقعة عليه من خلال اتجاهات مختلفة وتقدر ب: الكيلوغرام على السنتيمتر المربع[4]. تختلف مقاومة التحمل الميكانيكي للحجارة، فلكل نوع قوة تحمل معينة وهذا راجع لعوامل مختلفة من بينها: التركيب المعدني للصخر وحجم الحبيبات المكونة له، فكلما كانت الحبيبات دقيقة الحجم زادت قوة التحمل الميكانيكي لهذا الحجر، إذ نجد الصخور النارية والمتحولة تتميز بقدرة عالية على مقاومة الضغط على عكس الصخور الرسوبية[5].

---

[1]- عبد الصمد رقية، المرجع السابق، ص31.

[2]- إبراهيم محمد عبد الله ، المرجع السابق، ص79.

[3]- عبد الصمد رقية ، المرجع السابق، ص31.

[4] - شلبي زينب، المرجع السابق، ص36.

[5]- إبراهيم محمد عبد الله، المرجع السابق، ص80-82.

4-2-2 الصلادة: هي مقاومة الحجر للخدش والتكسير وهي تختلف من صخر إلى آخر، يجب على المرمم معرفة مدى صلابة الحجر وقساوته حتى يتمكن من اختيار المواد والأساليب المتبعة في العلاج[1].

تقاس الصلادة حسب العالم موه [*] « Moh » بمقياس خاص وهو موضوع في الجدول التالي[2]:

القساوة	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
المادة	التالك	الجبس	الكالسيت	الفليوريت	الأباتيت	الأرتوكلاز	الكوارتز	التوباز	الكوندور	الماس

جدول رقم:01 يمثل مقياس الصلادة للصخور، **نقلا عن: عزت زكي حامد قادوس،المرجع السابق،ص191**.

من خلال الجدول أعلاه نرى أن جل المعادن المكونة للصخور الرسوبية تقع مابين درجة 2-3 (الجبس والكالسيت) ودرجة 7 (الكواتز)، أما الصخور المتحولة فنجدها ما بين درجة 1-2-3-7 (التالك، الجبس، الكالسيت والكوارتز) بينما الصخور النارية تقع ما بين الدرجتين 5-6 (الأباتيت والكواتز).

4-2-3 خصائص المواد الرابطة: نقصد بها المواد التي تربط ما بين العناصر الداخلية الحبيبية للحجر، وهي من السماة المميزة للحجارة الرسوبية نجدها كذلك في الحجارة المتحولة، أما عن

[1]- إبراهيم محمد عبد الله، المرجع السابق، ص84.

[*] موه: عالم نمساوي أول من وضع مقياس للصلادة في سنة1822، أعطى لكل معدن رقم خاص به سمي بمقياس Moh Scale نسبة لإسمه، ينظر: عزت زكي حامد قادوس، **علم الحفائر وفن المتاحف**، مطبعة الحضري، الإسكندرية، 2008م، ص191.

[2]- المرجع نفسه، ص 191.

الصخور النارية فهي تخلو من هذه المواد من أمثلة هذه الصخور نجد: الحجر الرملي المكون من حبيبات الكوارتز والتي تربطها كربونات الكالسيوم وأكسيد الحديد[1].

4-3 الخصائص الحرارية للحجارة الأثرية:

4-3-1 التوصيل الحراري: هو قدرة المادة (الحجر) على توصيل الحرارة من جزء إلى آخر بحيث تعتمد على البنية الداخلية للصخر ومدى كثافتها بالإضافة إلى محتوى الرطوبة ودرجة الحرارة، ويتم حساب معامل التوصيل الحراري من خلال المعادلة التالية[2]:

$$K = \frac{Q}{a\,(T1 - T2)\,2}$$

بحيث أن:

K: معامل التوصيل الحراري.

Q : كمية الحرارة المارة للعينة.

a : سمك العينة الحجرية.

2 : الوقت المستغرق لمرور الحرارة في العينة.

T1- T2 : فرق درجة الحرارة بين طرفي العينة.

[1]- عزت زكي حامد قادوس، المرجع السابق، ص195.

[2]- إبراهيم محمد عبد الله، المرجع السابق، ص85.

تعتبر الحجارة من بين المواد رديئة التوصيل للحرارة إذ نجد المعالم المعرضة للأشعة الشمسية تخزن طاقة حرارية مما تسمح بتخللها داخل الفراغات فهي تخزن الحرارة نهارا وتفقدها ليلا بعد انخفاض درجة الحرارة[1] .

4-3-2 التمدد الحراري: هي خاصية ذات أهمية بالنسبة للحجارة النارية والمتحولة والتي تعتبر من عوامل تلف الحجارة الأثرية من خلال انفصال الحبيبات نتيجة تعرضها للحرارة بحيث تختلف هذه الأخيرة ما بين الليل والنهار مما تؤدي إلى تمدد وانكماش المعادن المكونة للحجر[2] ، يختلف معامل التمدد الحراري من حجر إلى آخر ما ينتج عن هذا الاختلاف ضغوطات خاصة على مستوى معدن الكوارتز.

4-3-3 مقاومة الحريق: وهي مقاومة المادة للحريق خلال فترة زمنية معينة إذ تعتبر الحجارة من المواد الضعيفة المقاومة للحرق ويرجع هذا إلى التحليل الكيميائي والمعدني للصخر، فيؤدي إلى تشققات داخل بنية الحجر وظهور اللون الأسود الناتج عن ترسب المواد الكربونية التي تتخلل داخل المسام مسببة تلف على مستوى الحجر[3] .

5/-استعمالات الحجارة في البناء:

تعتبر الحجارة من أكثر المواد انتشارا على سطح القشرة الأرضية فقد استخدمها الإنسان منذ القدم بأشكال وأغراض مختلفة كان يستخرجها من المحاجر ويتم تحضيرها عن طريق:

أولا يتم استخراجها بأشكال غير منتظمة عن طريق التفجير أو الكسر باستخدام وسائل كالمناشير، التي تعمل على فصل الصخر إلى كتل كبيرة ثم تقطع الكتل إلى وحدات صغيرة، بعدها

---

[1]- شلبي زينب، المرجع السابق، ص37.

[2]- محمد عبد الهادي محمد، **دراسة علمية في ترميم وصيانة الآثار غير العضوية**، مكتبة زهرة الشرق، القاهرة، د.ت، ص90.

[3] - إبراهيم محمد عبد الله، المرجع السابق، ص86.

يتم صقلها بمادة خاصة بذلك ثم تنحت الفواصل إما باليد أو عن طريق آلة خاصة ويكون هذا حسب الغرض[1].

استخدمت الحجارة في البناء بأشكال مختلفة عن طريق وضعها فوق بعضها البعض، اختلفت طرق وتقنيات استعملاتها ومن بين هذه الاستعمالات نذكر ما يلي:

أولا: في تشييد الجدران ورصف الأرضيات والأساسات: عن طريق وضع الحجارة فوق بعضها البعض إما أفقيا أو عموديا.

ثانيا: في التزيين: سواء داخل البيوت أو خارجها من بين الحجارة المستعملة لهذا الغرض نجد: الرخام، كما كانت تستخدم في الأواني ، استخدمت الحجارة في البناء كونها صلبة ومقاومة لكل المؤثرات الطبيعية[2].

6/- العوامل المؤثرة على خام الحجارة الأثرية:

تتعرض الحجارة الأثرية كغيرها من المواد الأثرية إلى مجموعة من الأضرار التي تخل ببنيتها الداخلية والخارجية، هذه الأضرار التي تتسبب في حدوثها مجموعة من العوامل والمتمثلة فيما يلي:

6-1 العوامل الداخلية:

تتمثل العوامل الداخلية التي تتسبب في تلف الحجارة مع مرور الزمن حول مدى درجة نقاوة الصخر وجودة صناعته ووجود الشوائب به، وكذا خواصه الطبيعية المتمثلة في المسامية النفاذية ، الصلادة والمواد الرابطة الداخلة في تكوينه بالإضافة إلى قوة تحمله للضغوطات الواقعة عليه، كل هذا يلعب دورا أساسيا في تنشيط التفاعل بين المكونات الأثرية وما يحيط بها من عوامل تلف[3] .

---

[1] – المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني، **تقنية معمارية خواص واختبار مواد البناء**، الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج، السعودية، د.ت، ص2-3.

[2]– عيساوي بوعكاز، **طرق حفظ وصيانة مواد البناء الموقع الأثري دميلة" كويكول" (حالة الحجارة الكلسية)**، رسالة ماجستير، تخصص صيانة وترميم، معهد الآثار، الجزائر،2009م، ص42.

[3]– محمد عبد الهادي محمد، المرجع السابق، ص91.

6-2 العوامل الخارجية:

تتمثل العوامل الخارجية المؤثرة على المادة الحجرية في البيئة المحيطة بها، و يمكن تقسيمها إلى: عوامل ميكانيكية،فيزيوكيميائية، بيولوجية وأخرى بشرية لهذه العوامل تأثيرات مشتركة فيما بينها مثلا:تأثير بعض العوامل البيولوجية يكون مرتبطا بالعوامل الطبيعية (درجة الحرارة ونسبة الرطوبة).

6-2-1 العوامل الميكانيكية:

6-2-1-1 الرياح: للرياح تأثير مباشر وآخر غير مباشر، فالمباشر يظهر تأثيره من خلال عمليات التعرية والحث على مستوى الأسطح الحجرية بفعل حبيبات الرمل المحملة بها فتتسرب هذه الحبيبات على الأسطح إذ تعمل على تآكله وتشوهه[1]، كما تعمل الرياح على تبلور الأملاح سواء داخل المسام أو على الأسطح الخارجية للحجر[2]، أما التأثير غير المباشر فيتمثل في الغازات والملوثات الجوية التي تحملها منها: غاز ثاني أكسيد الكربونCO2 الناتج عن دخان المصانع فيتحول هذا الغاز إلى أحماض في وجود الرطوبة مما يؤدي إلى إضعاف البنية الداخلية للحجر، يختلف تأثير الرياح باختلاف نوعية الحجر ونوعية الملاط المستخدم فيها[3].

6-2-1-2 الاهتزازات: تنتج هذه الاهتزازات نتيجة لحركة النقل كالسيارات بحيث تتسبب في اختلال التوازن بالنسبة لحجارة الأساسات، فتؤدي هذه الأخيرة إلى ظهور الشقوق والشروخ على الحجارة الأثرية[4].

6-2-1-3 الزلازل: هي عبارة عن هزات مفاجئة للطبقات الأرضية مسببة بذلك شقوق وشروخ للمباني الأثرية نتيجة تحركات التربة، ومن أسباب حدوث هذه الزلازل الانفجار البركاني أو من خلال التصدعات التي تحدث على مستوى الصخور المكونة للقشرة الأرضية[5]. يظهر تأثير الزلازل

---

[1] محمد عبد الهادي محمد،المرجع السابق، ص96.

[2] – إبراهيم محمد عبد الله، المرجع السابق، ص99.

[3] – شلبي زينب، المرجع السابق، ص71.

[4] – محمد عبد الهادي محمد، المرجع السابق، ص94.

[5] – محمد رضا على إبراهيم، المرجع السابق، ص90-91.

على مواد البناء من خلال حدوث التصدعات والشقوق على مستوى الجدران والأساسات مما يؤدي إلى ضعف المقاومة والتحمل للحجر وبالتالي انهيار وسقوط المبنى الأثري[1].

6-2-2 العوامل الفيزيوكيميائية:

6-2-2-1 الحرارة: تأثر الحرارة على الحجارة الأثرية من خلال التغيير المستمر والمفاجئ لها ما بين الليل والنهار[2]، هذا الاختلاف يؤدي إلى انكماشها وتمددها وبالتالي ظهور الشقوق والانكسارات على مستوى الأسطح الخارجية للحجر[3]، بالإضافة إلى زيادة النفاذية مما يسهل دخول مياه الأمطار داخل المسامات ما ينتج عنه التحلل الكيميائي للمعادن المكونة للصخر وبالتالي توسع تلك الشقوق والفجوات[4]، كما تعمل الحرارة على تبلور الأملاح داخل المكونات الداخلية أو على الأسطح.

6-2-2-2 الرطوبة: للرطوبة دورًا هامًا في تلف الحجارة خاصةَ الصخور الرسوبية نظراً لما تتمتع به من خصائص كالمسامية والنفاذية، فيكون هنا التأثير تأثير كيميائي وفيزيائي[5]، تتأثر الحجارة بعامل الرطوبة نتيجة لانخفاض درجة الحرارة وارتفاع درجة المسامية للصخر بالإضافة إلى الملمس الخارجي لسطح الحجر[6].

تؤثر الرطوبة على الحجارة الأثرية من خلال إذابة الروابط المكونة لها بفعل الماء والذي يكون محمل بكميات كبيرة من كربونات الكالسيوم فيتفاعل مع أكسيد الكربون إذ يتحول إلى حمض

---

[1]- شلبي زينب، المرجع السابق، ص72.

[2]- هزار عمران، جورج دبورة، المرجع السابق، ص75.

[3]- شلبي زينب، المرجع السابق، ص65.

[4]- إبراهيم محمد عبد الله، المرجع السابق، ص93.

[5]- خلفي عبد الغني، **الفن الصخري في إقليم الساورة مظاهر تلفه وأهم مقترحات صيانته (منطقة مرحومة بني عباس أنموذجا)**، مذكرة ماجستير، تخصص صيانة وترميم، معهد الآثار، الجزائر، 2012م، ص104.

[6]- إبراهيم محمد عبد الله، المرجع السابق، ص94.

الكربون المخفف مما يعمل على تحويل كربونات الكالسيوم إلى كربونات حامضية والتي تصبح ذات قابلية للانحلال أكثر من مرة من انحلال الكربونات العادية[1].

يؤدي ارتفاع نسبة الرطوبة إلى مجموعة من الأضرار الكيميائية والفيزيائية إذ تعمل الكيميائية على إذابة الأملاح المتبلورة والمواد المعدنية المتواجدة بالحجر مما يؤدي إلى تفتتها وانهيار تركيبها الداخلي مثل: تغيير معدن الفلسبار إلى معدن الكاولينيت وهي معادن تتأثر بالماء بدرجة عالية ، كما تعمل على تهيئة الظروف المناسبة لنمو الفطريات ومعظم الكائنات الدقيقة.

أما التأثير الفيزيائي فيُحدث انفصال لطبقات الحجارة التي ترتبط بمواد قابلة للذوبان في الماء فيؤدي إلى ضغوطات داخلية بسبب تشققات الطبقات الخارجية للحجر[2]. وقد حددت أنسب درجة رطوبة مناسبة للحجارة ما بين 55%-65% [3].

6-2-2-3 الأملاح: تتبلور الأملاح داخل مسام الحجارة نتيجة الجفاف السريع الذي يولد قوة داخلية تعمل على تفتت الحجارة، توجد عدة مصادر للأملاح منها ما هو موجود في مادة البناء ومنها الأملاح الناتجة عن المواد الرابطة في البناء بالإضافة إلى الأملاح الموجودة في التربة والتي تنتقل بفعل الخاصية الشعرية*، ويوجد مصدر آخر يتمثل في مياه الأمطار التي تكون محملة بالكلورور[4]. كيميائيا تعمل الأملاح على تلف مكونات الصخور المعدنية وتحويلها إلى معادن ذات خصائص كيميائية جديدة تختلف في تركيبها الكيميائي وشكلها البلوري من خلال عملية تسمى: عملية التحلل الكيميائي.

---

[1]- لبتر قادة، **تأثير الرطوبة على المعالم الأثرية : دراسة لبعض معالم تلمسان**، مذكرة ماجستير، تخصص علم الآثار والمحيط ، كلية الآداب والعلوم الإنسانية والعلوم الجتماعية، قسم علم الآثار، جامعة أبي بكر بلقايد، تلمسان، 2007، ص42.

[2]- إبراهيم محمد عبد الله، المرجع السابق، ص94-95.

[3] - عبد الصمد رقية، المرجع السابق، ص34

*الخاصية الشعرية: هي عملية انتقال الماء من الأسفل إلى الأعلى ، ومن الحالة السائلة إلى الحالة الغازية، ينظر: فوزية سعاد بوجلابة، **أخطار التلوث على المعالم الأثرية بعض المعالم الأثرية بمدينة تلمسان:دراسة حالة**، مذكرة ماجستير، تخصص علم الآثار والمحيط، كلية الآداب والعلوم الإنسانية والاجتماعية ، قسم علم الآثار ، جامعة أبي بكر بلقايد، تلمسان، 2010م، ص19.

[4]- شلبي زينب، المرجع السابق، ص66.

أما فيزيائيا فعند تبلور المحاليل المشبعة بالأملاح وانتقالها إلى الحجر ومع وجود ظروف ملائمة من حرارة ورطوبة يتبخر الماء الموجود بالحجر تاركاً الأملاح التي تترسب على الأسطح، تسمى هذه الظاهرة ب: تزهر الأملاح على السطح أو داخل المسام، يحدث هذا التبلور للأملاح إجهادات على حدود الفواصل الحجرية والحبيبات فتؤدي إلى تفككها[1]. من أشهر أنواع الأملاح التي تؤثر على سلامة الأحجار نجد:

ـ **الكلوريدات**: كلوريد الصوديوم ، كلوريد البوتاسيوم وكلوريد الكالسيوم، تعتبر من اخطر أنواع الأملاح المتلفة للحجارة الأثرية[2] بحيث تتميز بدرجة عالية من الذوبان في الماء مما يسهل انتقالها داخل الحجارة، كما أنها تعتبر من الأملاح الهيجروسكوبية التي لها القدرة على امتصاص كميات كبيرة من مصادر المياه فهي تعد مصدر جذب للمياه داخل الحجر.

ـ **الكبريتات**: من أشهر أنواع الكبريتات التي غالباً ما توجد متبلورة داخل و خارج سطح الحجارة نجد: كبريتات الكالسيوم المائية واللامائية ، كبريتات الصوديوم، أما كبريتات البوتاسيوم والماغنيسيوم نادراً ما توجد بالحجارة، تعرف هذه الأملاح أنها قليلة الذوبان في الماء وأقل حركة داخل الحجارة فهي تمتص المياه وتحولها إلى أملاح مميئة مما يزيد من حجم بلوراتها، وعند ارتفاع درجات الحرارة تقوم بالتخلص من الماء التي قات بامتصاصه وتتحول إلى أملاح فاقدة للماء[3] .

ـ **النيترات**: نيترات الكالسيوم ، البوتاسيوم ونترات الصوديوم القلوية، توجد هذه الأملاح بنسب ضئيلة نجدها على أسطح الحجارة يعود هذا إلى سهولة ذوبانها في الماء عند سقوط الأمطار وارتفاع نسبة الرطوبة[4].

ـ **الكربونات**: تعد كربونات الصوديوم من أندر الأملاح المتزهرة فوق الأسطح الحجرية هي الأخرى تزول بفعل مياه الأمطار وتفاعل هذه الأملاح يشبه تفاعل كبريتات الصوديوم، تتميز بلوراتها بالتغير المستمر في الشكل والحجم[1].

---

[1]- إبراهيم محمد عبد الله، المرجع السابق، ص102.

[2]- إبراهيم محمد عبد الله، **مبادئ ترميم وحماية الآثار**، دار المعرفة الجامعية، الإسكندرية، د.ت، ص99.

[3] - إبراهيم محمد عبد الله، **ترميم الآثار الحجرية**، المرجع السابق، ص104.

[4] - المرجع نفسه ، ص105.

6-2-2-4 التلوث الجوي: تؤثر الغازات الجوية كغاز أكسيد الكربون، الأكسجين، أكسيد الأزون والكبريت، كبريتيد الهيدروجين، كلوريد الهيدروجين وبخار الماء بالإضافة إلى دخان السيارات والمصانع على مواد البناء بصفة عامة إذ تؤدي إلى تغيير في طبيعة وتركيبة الحجر بفعل عمليات الأكسدة التي تحدثها، فعند التقاء الأكسجين بالحجارة يتأكسد كبريت الحديد الموجود في الحجارة فيتحول إلى الحديدوز، ومع وجود الماء يتحول إلى هيدروكسيد ثم إلى ليمونت بحيث هذه المادة يكون لها تأثير سلبي على الحجارة الأثرية[2].

6-2-2-5 المياه: للماء مصادر متنوعة منها: مياه الأمطار والسيول، التكثف، المياه الجوفية، المياه الناتجة عن الأنشطة المنزلية ومياه رذاذ البحر، كل هذه المصادر تؤثر على الحجارة الأثرية فيزيائياً وكيميائياً، يساعد الماء في ظهور عوامل أخرى التي تتلف المواد الأثرية خاصة العوامل البيولوجية[3].

6-2-2-6 رذاذ البحر: يؤثر رذاذ البحر على الحجارة الأثرية من خلال الرياح المحملة بقطرات الماء والتي تكون بها أملاح فتترسب هذه الأملاح داخل المسام وبارتفاع درجة الحرارة يتبخر الماء الموجود داخل المسامات ما يؤدي بتبلور الأملاح إلى الأسطح الخارجية للحجارة[4] .

6-2-2-7 المياه الجوفية: تعتبر مصدر أساسي للرطوبة بحيث تعمل على إذابة الأملاح التي تمتصها الحجارة عن طريق الخاصية الشعرية مؤدية بذلك إلى تفتت مكوناتها الداخلية[5] .

6-2-2-8 الأمطار والسيول: تعتبر الأمطار من العوامل المؤثرة على مواد البناء الأثرية بفعل الهطول الغزير لها مما يسبب انجراف التربة أو زيادة نسبة الرطوبة فيها بالإضافة إلى ارتفاع منسوب

---

[1] – إبراهيم محمد عبد الله، **ترميم الآثار الحجرية**، المرجع السابق، ص106.

[2] – هزار عمران ، جورج دبورة، المرجع السابق، ص73.

[3] – شلبي زينب، المرجع السابق، ص62.

[4] – المرجع نفسه، ص65.

[5] – إبراهيم محمد عبد الله، **ترميم الآثار الحجرية**، المرجع السابق، ص99.

المياه الجوفية، تعمل الأمطار على إذابة المواد الحمضية منها غاز ثاني أكسيد الكربون CO_2 بحيث يذوب هذا الغاز في مياه الأمطار فيتحول إلى حمض الكربونيك[1] .

$$CO_2 + H_2O \Longrightarrow H_2CO_3$$

تحتوي الأمطار على نسبة عالية من كربونات الكالسيوم إذ تتفاعل مع مواد البناء كالحجارة مكونة بيكربونات الكالسيوم والماغنيسيوم، فتعمل على إذابتها في الماء وتصبح بذلك ضعيفة البنية وقابلة للذوبان في الماء، كما تساعد الأمطار في تحويل الغازات إلى أحماض تعمل هذه الأخيرة على إتلاف الحجارة ومن بين هذه الغازات نذكر: حمض الكربونيك الذي يحول كربونات الكالسيوم إلى بيكربونات الكالسيوم الذائبة في الماء يؤثر بكثرة على الحجر الجيري[2].

6-2-3 العوامل البيولوجية:

تعتبر العوامل البيولوجية من أكثر العوامل ضرراً بمواد البناء لها تأثيرات فيزيائية، كيمائية وميكانيكية ومن بين هذه العوامل نذكر: النباتات، الفطريات، الطحالب والأشنة، الحيوانات بالإضافة إلى الكائنات الدقيقة، سوف نتطرق لكل هذه العوامل بالتفصيل:

6-2-3-1 النباتات: تتمثل في الأشجار والأعشاب التي تنمو على الجدران والأساسات وحتى داخل الشقوق والشروخ، لهذه النباتات تأثير كيميائي يتمثل في الإفرازات التي تفرزها الجذور المتمثلة في المواد الحمضية بحيث تتفاعل مع مركبات الحجارة فيؤدي إلى تآكلها، إضافة إلى تكوين المواد الذبالية نتيجة تعفن الجذور مما يؤدي إلى تراكم الأملاح في البنية الداخلية للحجارة الأثرية[3].

أما عن التأثير الميكانيكي فيظهر من خلال الضغوطات التي تسببها الجذور والتي تنمو داخل الحجر وبالتالي تزيد من حجم الشقوق والتصدعات للحجارة[4].

---

[1] – إبراهيم محمد عبد الله، **ترميم الآثار الحجرية**، المرجع السابق ، ص95.

[2] – عبد الصمد رقية، المرجع السابق، ص35.

[3] – إبراهيم محمد عبد الله، **ترميم الآثار الحجرية**، المرجع السابق، ص118.

[4] – شلبي زينب، المرجع السابق، ص73.

6-2-3-2 الكائنات الدقيقة: تنمو هذه الكائنات المجهرية في وجود الظروف المناسبة والمتمثلة في: درجة الحرارة ونسبة الرطوبة والضوء بالإضافة إلى المواد الغذائية التي تتغذى عليها، وهي ذات ألوان وأشكال مختلفة لها هي الأخرى أضرار فيزيائية وكيميائية، من بين هذه الكائنات نذكر: الطحالب الفطريات، البكتيريا والأشنة والحيوانات بأنواعها[1].

6-2-3-3 البكتيريا: يوجد نوعين من البكتيريا : البكتيريا ذات التغذية التي توفر غذائها من المواد غير العضوية كالأملاح المعدنية والماء وثاني أكسيد الكربون، تنمو وتتكاثر في وجود الرطوبة وهي تتمثل في البكتيريا الكبريتية التي تعتمد على الكبريت الموجود في الحجارة فتحوله إلى كبريتيد وثيوكبريتات وأملاح الكبريت، وعند صعودها بفعل الماء تنتج البكتيريا الهوائية فتتسبب في حدوث حمض الكبريت الذي يعتبر حمض مدمر للحجارة[2]، أما النوع الثاني فهو البكتيريا العضوية التغذية والتي تعتبر المركبات العضوية غذائها مثل الكربون والهيدروجين، تعرف كذلك بالبكتيريا النترية التي تعمل على تأكسد الأمونياك فتحوله إلى النيترات التي تحلل في كربونات الكاسيوم[3].

6-2-3-4 الطحالب: هي عبارة عن نباتات تنمو في الأماكن الرطبة تظهر على شكل وحل أخضر وهي من أكثر الأنواع نمواً في الحجارة منها السيانوفيسي[4]، وهي ذات أنواع مختلفة:

الطحالب الخضراء تنمو على الأسطح الملساء والرطبة التي يصلها الضوء وهي إتحاد نوعين من الطحالب(الخضراء والزرقاء) النوع الثاني ذات اللون الأسود تنمو عللى الأسطح الخشنة وهي المسؤولة عن الطحالب الزرقاء. أما النوع الثالث ذات اللون الأحمر ينجم عن الطحالب الخضراء عندما يكون المعلم عرضة للرياح والامطار الحمضية، تعمل هذه الأخيرة على تشوه المظهر الخارجي للحجارة كما أنها تنتشر على الجدران والأرضيات وتتمثل أضرار الطحالب على الحجارة الأثرية[5]، في:

---

[1] – إبراهيم محمد عبد الله، **مبادئ ترميم وحماية الآثار**، المرجع السابق، ص106.

[2] – هزار عمران، جورج دبورة، المرجع السابق، ص72.

[3] – المرجع نفسه، ص73.

[4] – شلبي زينب، المرجع السابق، ص75.

[5] – إبراهيم محمد عبد الله، **ترميم الآثار الحجرية**، المرجع السابق، ص116.

_ احتباس الرطوبة داخل المسام، تعمل على تحليل مواد البناء الكربوناتية والسيليسية من خلال الأحماض التي تفرزها.

_ يمكن لبعض أنواعها أن تعمل على زيادة نسبة الأمونيا والمواد الطينية على الأسطح بفعل عمليات التحلل البيوكيميائي فيؤدي إلى تغيير الألوان.

- تشكل الطحالب طبقة أو قشرة على السطح الخارجي للحجر تختلف على حسب الرطوبة والضوء بحيث تعمل على ترسب الغبار والأتربة وتزيد من نسبة الرطوبة وبالتالي تفتت الحجر.

6-3-2-5 الأشنة: تنتج من إتحاد أنواع معينة من الطحالب والفطريات تنشأ على الأسطح الخارجية للحجر، ذات ألوان متعددة تقوم بتكوين طبقة إسفجية بألوان رمادية وبيضاء على أسطح الحجارة بحيث تتميز هذه الطبقات بقدرتها على امتصاص الرطوبة أو المياه المترسبة داخل جدرانها، كما تعمل الأشنة على سحق وتنعيم الحبيبات السطحية وكذلك التقشر والتبخر بالإضافة إلى تآكل الأسطح الحجرية[1].

6-3-2-6 الفطريات: تظهر على شكل بقع وتنتشر على السطح مكونة الغزل الفطري ذو ألوان مختلفة : الأخضر، الرمادي، البني والأسود، ذاتية التغذية يعتبر الماء والأكسجين مصدر نموها، تعد هذه الأخيرة من أخطر الأنواع ضرراً بالحجارة الأثرية إذ تستمد طاقتها من خلال عمليات الأكسدة للمواد غير العضوية، لها تأثير كيميائي من خلال الإفرازات فهي تعمل على إذابة معدن الكالسيت وبالتالي تحلل وتفتت الحجارة الكربوناتية وحتى المادة الرابطة بينها[2].

6-3-2-7 الحيوانات: تتمثل في الطيور والوطاويط والحشرات ، لها تأثير ميكانيكي يتمثل في النقر والخدش بمخالبها ومناقيرها فتؤدي إلى تشوه أسطح الحجارة بفعل الفضلات والأعشاش التي

[1]- المرجع نفسه، ص117.

[2] - المرجع نفسه، ص115.

تحدثها، أما تلفها الكيميائي فيظهر من خلال تفاعل فضلاتها إلى أحماض بوجود الرطوبة مثل: حمض النيتريك وحمض الفوسفاريك[1].

أما الحشرات بأنواعها تعمل على حفر أنفاق وثقوب في التربة وفي الأساسات تؤدي في الأخير إلى ظهور الشقوق على مستوى الأسطح وتصدعها، بالإضافة إلى التأثير الكيميائي من خلال الإفرازات العضوية إذ تؤدي إلى تفاعلات كيميائية تتسبب في تحلل المركبات الداخلية للحجر بالإضافة إلى تحلل أجسامها بعد موتها في التربة يؤدي إلى زيادة عملية التفتت والتفكيك.

6-2-4 العوامل البشرية:

يعتبر الإنسان العامل الرئيسي في تلف الآثار الحجرية يكون تأثيره إما بطريقة مباشرة أو غير مباشرة، إذ نجد الحرائق تؤثر على الحجارة الجيرية من خلال التفاعلات الكيميائية بفعل الحرارة فتحولها إلى الجير الحي الذي يتميز بقلة الصلابة وسرعة التفتت والذوبان في الماء[2]، كم تتسبب في ظهور طبقة سوداء نتيجة الدخان مما تؤدي إلى ضعف المقاومة الميكانيكية للحجارة[3] .

بالإضافة إلى أعمال الترميم الخاطئة من خلال التدخل على المعلم عن طريق نزع أو إضافة أجزاء جديدة وكذا استعمال مواد غير مناسبة ولا تتلاءم مع المواد الأصلية، دون أن ننسى التخريب والهدم العمدي لمواد البناء كسرقة الحجارة الموجودة بالقرب من المعالم واستعمالها لأغراض شخصية، ضف إلى ذلك الكتابة علة الحجارة وهذا راجع إلى نقص الوعي لدى الأفراد وكذا نقص الرقابة والحماية من طرف السلطات الوصية.

خلاصة الفصل:

[1]- شلبي زينب، المرجع السابق، ص77.

[2]- عبد المعز شاهين، **ترميم وصيانة المباني الأثرية والتاريخية**، مطابع المجلس الأعلى للآثار، 1994م، ص170.

[3] - شلبي زينب، المرجع السابق، ص78.

تضمن هذا الفصل كل العناصر التي ترتبط بمادة الحجارة وخصائصها وأهم العوامل التي قد تعرضها للتلف وبالتالي إعطاء فكرة شاملة حول خام الحجارة الأثرية والتي من خلالها يمكن التعرف على حجارة العينات المختارة في الدراسة والمتمثلة في حجارة مئذنتي " أغادير والمنصورة" و تسليط الضوء على الأضرار التي تعاني منها لاستنتاج العوامل المسببة لها، حيث أن العامل الأساسي في تفاوت درجات تراص الحجارة، يرجع أساساً إلى اختلاف تركيبة الحجارة الخام، ضف إلى ذلك البنية النسيجية للحجارة المنتقات لعملية البناء.

الفصل الأول: الدراسة الميدانية لكل من مئذنتي أغادير والمنصورة

1/- مئذنة أغادير

2/- مئذنة جامع المنصورة

تمهيد:

قبل أي تدخل على المعلم الأثري ينبغي أن تكون هناك دراسة توثيقية تاريخية ومعمارية إضافة إلى تشخيص مظاهر التلف التي آل إليها المعلم، فقد خصصنا هذا الفصل للدراسة التاريخية والوصفية لكل من مئذنة أغادير والمنصورة حيث تطرقنا إلى مواد وتقنيات البناء المستعملة في البناء وتحديد الأمراض التي تعاني منها الحجارة الأثرية جراء عوامل التلف، وقد أخذنا بعين الاعتبار الترميمات والتدخلات السابقة التي طرأت على المئذنتين.

1/- مئذنة أغادير:

تعتبر مدينة تلمسان من حواضر المدن الإسلامية في بلاد المغرب وأهم فترة شهدت فيها هذه المدينة أوج ازدهارها خلال الفترة الزيانية، حيث جعل منها بنو عبد الواد عاصمة لهم فأسسوا دولتهم في سنة633هـ/1235م على يد يغمراسن بن زيان، عرفت مدينة تلمسان تطورا كبيرا في فنونها وعمرانها الذي شكل جزءا مهما في ثقافتهم وحضارتهم المحلية، وقد شغلوا جل اهتماماتهم على العمارة الدينية التي تعتبر القلب النابض لأي مدينة إسلامية فقد اهتموا بإنشاء المآذن كمئذنة الجامع الكبير ومئذنة أغادير التي هي موضع دراستنا.

1-1 الموقع الجغرافي:

توجد المئذنة في الشمال الغربي لمدينة تلمسان[1]، تقع على بعد 15م من باب المذبح الحالي المؤدي إلى طريق الصفصيف[2].يحدها شرقاً بيت الصلاة بحيث يفصل بين المئذنة وهذه القاعة طريق، أما شمالاً نجد الحمام المعروف "بحمام الغولة " وجنوباً توجد مجمعات سكنية.

---

[1]- دحماني صبرينة نعيمة، **جرد المعالم التاريخية والمواقع الأثرية لمدينة تلمسان: دراسة تمهيدية لوضع الخريطة الجزائرية الأثرية**،أطروحة الدكتوراه، تخصص علم الآثار والمحيط، كلية العلوم الإنسانية والاجتماعية، جامعة أبي بكر بلقايد، تلمسان، 2015، ص30.

[2]- وليم وجورج مارسي، **المعالم الأثرية العربية لمدينة تلمسان**، تر: مراد بلعيد وآخرون، ط1، شركة الأصالة، الجزائر، 2011، ص168.

وحسب الحفريات التي أقيمت من طرف ألفرد بل في سنة1910م يرجح أن موقع المئذنة كان في منتصف الجدار الخلفي المقابل لجدار القبلة، شأنها شأن مئذنة الجامع الكبير بتلمسان (الصورة الجوية رقم: 01).

1-2 الإطار التاريخي:

تعد مئذنة أغادير من أقدم المآذن الأثريّة بمدينة تلمسان والتي لا تزال قائمة إلى يومنا هذا[1] شيدت في سنة 668هـ/1269م على يد يغمراسن بن زيان*،الّذي يعتبر مؤسّس الدّولة الزّيانيّة بينما المسجد فتاريخ بنائه كان في سنة 174هـ/ 790ممن طرف"إدريس بن عبد الله بن الحسن بن لحسين بن علي بن أبي طالب" مؤسس الدولة الإدريسية،دخل ادريس إلى مدينة أغادير مصلحاً فبنى مسجدها واتقنه وصنع فيه منبرا مكتوب فيه العبارة الآتية[2]:

"بسم الله الرّحمان الرّحيم هذا ما أمر به الإمام إدريس بن عبد الله بن الحسن بن الحسين بن علي بن أبي طالب رضي الله عنهم، وذلك في شهر صفر سنة أربع وسعبين ومائة".

وقد ورد في كتاب يحيا بن خلدون ما يلي: "كان بناؤه الصّومعتين بالجامعين الأعظمين من تاجرارت وأقادير"[3].

---

[1]– صالح بن قربة، **المئذنة المغربية الأندلسية في العصور الوسطى**، المؤسسة الوطنية للكتاب، الجزائر، 1986، ص85.

* يغمراسن بن زيان: هو يغمراسن بن زيان بن ثابت بن محمّد بن عبد الوادي أمير المسلمين أبو يحيى ولد سنة 603هـ/1206م، أوّل من استقلّ بتلمسان وهو من سلاطين الدولة الزيانية توفي سنة 681هـ/ 1283م، ينظر: لابن الأحمر، **تاريخ الدولة الزيانية بتلمسان**، تح: هاني سلامة، ط1، مكتبة الثقافة الدينية، د.ت، ص59.

[2]–ابن ابي زرع الفاسي، **الانيس المطرب بروض القرطاس في اخبار ملوك المغرب و تاريخ مدينة فاس**، صور للطباعة والوراقة، الرباط، 1972، ص21.

[3]– أبي زكرياء يحي بن خلدون: **بغية الرواد في ذكر الملوك من بني عبد الواد**، م 1، بيير بونطانا الشّرقيّة، الجزائر، 1903م، ص 116.

وكتحليل لهذه العبارة فإنّ مئذنة أغادير أنشئت في وقت متزامن مع مئذنة الجامع الكبير بتلمسان، كما وردت هذه العبارة في كتاب محمّد بن عبد الله التنسي من خلال:"هو بنى الصّومعتين بالجامعين الأعظمين من أجادير* وتاجرارت وهي تلمسان الحديثة"[1].

وسُئِل أن يكتب فيها اسمه فأبى وقال[2]: **"عُلِم ذلك عند ربّي"**. وأجمل ما يميّز هذه المئذنة هو علوّها لقول يحي بن خلدون: «...**أي علمه الله همة وحسن ظن بالخالق**....»[3].

وكذلك طريقة بنائها، لأنّ نصف البدن السّفلي لها مبني بالحجارة المهذبة ونصفها العلوي مبني بالآجر، وبالرّغم من انهيار مسجدها إلّا أنّها بقيت شامخة في موضعها الأصلي.

1-3 وصف المئذنة: (المخطط رقم: 01).

1-3-1 الوصف الخارجي: (اللوحة رقم:01).

وكغيرها من مآذن المغرب الإسلامي تتكون مئذنة مسجد أغادير من جزءين: البرج الرئيسي (البدن) والجوسق أو ما يسمى بغرفة المؤذن، وهي عبارة عن برج مربع الشكل، يبلغ ارتفاعها الكلي حوالي27 م[4]. (الصورة رقم: 02).

*أجادير: أو أغادير كلمة أمازيغية تعني الجدار القديم أو المدينة المسورة، عبارة عن قرية بنيت على أنقاض معسكر روماني إذ تعتبر النواة الأولى لمدينة تلمسان، ينظر: الرزقي شرقي، **المعالم التاريخية والمواقع الأثرية بمدينة تلمسان في عدسات مصوري القرن 19م**، نشر ابن خلدون، تلمسان، 2013، ص13.

[1]- محمد بن عبد الله التنسي، **تاريخ بني زيان ملوك تلمسان مقتطف من نظم الدر والعيقان في بيان شرف بني زيان**، تح: محمود آغا بوعياد، المؤسسة الوطنية للفنون ر، 2011، ص 125.

[2]- المرجع نفسه، ص125.

[3]-أبي زكرياء يحي بن خلدون، المرجع السابق، ص116.

[4]-Fardeheb yacine , les enjeux patrimoniaux des sites historiques anciens , entre sauvetage, sauvegarde et mise en valeur.(cas d'etude : le site historique d'agadir a tlemcen),thèse de magister en architecture, spécialité ville, patrimoine et urbanisme, faculté de technologie, université abou bake belkaid, tlemcen, 2016, p90.

1-3-1-1 القسم السفلي: (البدن)

يتكون هذا العنصر المعماري من قاعدة مربعة الشكل، لها أربع واجهات الواجهة الجنوبية بها مدخل عرضه 0.84م، طولها الإجمالي حوالي 5.60م، أما طول الواجهة الشمالية هو 5.55م، وطول الواجهة الشرقية 5.30م، أما الجهة الغربية فيبلغ طولها حوالي 5.53م.

و ينقسم هذا البرج بدوره إلى جزأين :

الجزء الأول: مبني بالحجارة، حيث نجد عند مدخل الباب على الجهة اليسرى كتابة رومانية، وارتفاع هذا الجزء عن الأرضية إلى نهاية البناء بالحجارة حوالي6 أمتار.

الجزء الثاني: مبني بالآجر.

1-3-1-2 القسم العلوي: (الجوسق)

يحتوي على قاعدة مربعة الشكل، عرض كل جهة منها 2.33م، نخرج من الجوسق من الجهة الجنوبية، عرض هذا المدخل 0.84م، وارتفاعه حوالي 1.85م، سقفه برميلي الشكل، يحيط بالجوسق مساحة فارغة و هي سطح البدن.

سقيفة هذا الأخير قبيبة لكنها ليست دائرية و كأنها مربعة الشكل ذات اللون الأبيض.

1-3-2 الوصف الداخلي:

1-3-2-1 القسم السفلي: (البدن)

عند دخولنا للمئذنة نجد باب حديدي، لونه أخضر قاتم، ارتفاعه حوالي 2.00م . (صورة رقم 03). يتم الصعود إليها عن طريق سلم، عدد درجاته 122درجة (الصورة رقم: 04)، كلما صعدنا إلى الأعلى نجد فتحات وظيفتها التهوية، وفتحات أخرى ضيقة من الداخل وعريضة من الخارج (المزاغل) . عددها الإجمالي 16 نافذة (اللوحة رقم: 02)، حتى طريقة التسقيف بهذه المئذنة تختلف من جزء إلى أخر (اللوحة رقم: 03)، فالجزء السفلي المبني من الحجارة الرومانية سقفه من الداخل يحتوي على نفس هذه الحجارة لكنه مسطح (صورة رقم 09) أما الجزء العلوي

المبني من الآجر على شكل قبو متقاطع، جملوني الشكل(صورة رقم 10). وعند الوصول إلى آخر دورة في المئذنة نجد غرفة مستطيلة الشكل تعرف بالخلوة، و هي متواجدة في الجهة الغربية للمئذنة.

1-3-2-2 القسم العلوي: (الجوسق)

نصعد إلى الأعلى عبر 9 درجات، يتوسطه باب حديدي ذو مصرعين حديث الصنع، نجد 16 شرفة ، شكل كل واحدة منها مثلث مسنن، في الجهة الشرقية توجد غرفة صغيرة داخل الجوسق مربعة الشكل ومتساوية الأضلاع.

1-3-3 الوصف الزُخرفي:

بالنسبة للبدن فنجد الزخرفة الموجودة بالواجهة الغربية هي نفسها الموجودة بالجهة الشرقية، والزخرفة الموجودة بالجهة الجنوبية هي نفسها الموجودة بالجهة الشمالية، وهذه الزخارف موجودة في الجزء العلوي المبني من الآجر. يحتوي هذا الجزء على إطارين الأول يوجد به معينات متشابكة تحمل شكل هندسي ، تحمل عقدين يتوسطهما عمود رخامي، أما الإطار الثاني فيحتوي على زخرفة هندسية. أما فيما يخص زخرفة الجوسق فهي متماثلة، أي الزخرفة التي نجدها بالواجهة الجنوبية هي نفسها الموجودة بالواجهات الأخرى، تحتوي هذه الزخرفة على فصوص مدببة موضوعة داخل عقد نصف دائري بها فسيفساء ذات اللون الأخضر تتخلله نجوم رباعية الرؤوس .

1-4 مواد البناء:

لقد شاع استعمال مادة الآجر بكثرة في بناء المآذن الإسلاميّة ، غير أننا نجد مئذنة أغادير قد بني جزءها السّفلي بحجارة تعود إلى الفترة الرّومانيّة، وكأيّ عمارة يستلزم بناءها بموادّ بناء ، فقد اقتصرت هذه الأخيرة في هذا العنصر المعماري (اللوحة رقم 04) على ما يلي :

1-4-1 الحجارة: تعتبر الحجارة من أقدم المواد الّتي استعملها الإنسان في عمليّة البناء، استخدمت بكثرة في عمائر الحضارات القديمة كالحضارة الفرعونيّة والرومانيّة، وهي على عدّة أنواع

وذلك حسب المنطقة وتضاريسها[1]، فنجد أن مادة الحجارة قد استعملت في بناء الجزء السفلي للمئذنة، وخاصة في قاعدتها بحيث تحتوي على حجارة مصقولة تعود للفترة الرومانية أخذت من الموقع الروماني القريب إلى المبنى[2] و هي من نوع الجرانيت[3]، وتعتبر من أقدم الطرق البنائية حيث استمدها المهندس المسلم من عمارة الحضارات القديمة خاصة الرومانية منها، نظرا لصلابتها ومقاومتها للرطوبة[4] (الصورة رقم 11).

1-4-2 الآجر: هو من أهمّ الموادّ الّتي استخدمت في بناء العمائر المختلفة حيث نجد أن جل المآذن الزّيانيّة قد استخدم فيها المهندس الزياني مادة الآجر، وهو عبارة عن مادّة طينيّة[5]، يتمّ عجنها ثمّ تجفيفها ثمّ حرقها في الأفران حتّى تتصلب وتصبح آجر أحمر وكلّما كانت درجة الحرارة كبيرة كلّما زادت صلابته. وقد استخدمت هذه المادّة في بناء الجزء العلوي للمئذنة (الصورة رقم: 12).

1-4-3 الخشب: ونجد استعمال هذه المادة في باب المئذنة وكذا في الفتحات من الداخل (الصورة رقم: 13).

1-4-4 الملاط: يُعتبر من المواد المهمّة في البناء، وهو بمثابة الرّابط والماسك بين كلّ المواد المستعمل، يتكوّن من حبيبات دقيقة من الرّمل والطّينة والماء يستعمل كمادة لاحمة [6]، بحيث كان

---

[1]- عبد القادر قرمان، **المنشآت المدنيّة في مدينة مليانة في العهد العثماني (دراسة أثريّة)**، رسالة ماجستير، تخصص الآثار الإسلامية، معهد الآثار، الجزائر، 2007م، ص170.

[2] - Fardeheb Yacine, Burau d'etudes M A.C.A.T, Etude de restauration du minaret d'agadir et du Hammam avec mise en valeur de leurs sites respectifs, Première partie, Kifane, Tlemcen,1999, p08.

[3] -Ibid, p11.

[4]- طرشاوي بلحاج، **المآذن الزيانيةوالمرينية في تلمسان (دراسة تاريخية وفنية)**، رسالة ماجيستير، شعبة الفنون الشعبية، قسم الثقافة الشعبية، كلية الآداب والعلوم الإنسانية والعلوم الاجتماعية، جامعة أبو بكر بالقايد، تلمسان، 2003م ص95.

[5]- عبد القادر قرمان، المرجع السابق، ص174.

[6]- سعيد مهيب، **مواد وتقنيات البناء في قصر الدّاي بقلعة الجزائر في العهد العثماني**، رسالة ماجستير، تخصص الآثار الإسلامية، معهد الآثار، الجزائر، 2009، ص 50.

الملاط في القديم يستخدم بنسب معينة : لكل 300كيلوغرام من الجير توضع حوالي واحد متر مكعب من الرمل[1] (الصورة رقم:14).

1-4-5 الجير: مصدر مادة الجير هو الحجر الجيري الغني بكميات كبيرة من كربونات الكالسيوم (الكالسيت) أو من الحجر الجيري الغني لكميات كبيرة من كربونات الماغنيزيوم (الدولمين) يستخدم الجير في أعمال بياض الجبس وأعمال بياض الإسمنت[2] استعمل هذا الجير في سقف المئذنة للجزء العلوي والأقبية المتقاطعة.

1-4-6 الرّخام: هو حجر طبيعي ينتمي إلى مجموعة الصّخور المتحوّلة من الكالسيت والدولوميت (الحجر الجيري) بفعل الحرارة والضغط، و يكون بعدّة ألوان مختلفة، وبما أنّ الكالسيت هو أبيض اللّون فالرّخام النّقيّ هو الأبيض النّصف شفاف[3]، وقد استخدم الرّخام في تزيين واجهات المئذنة ويظهر ذلك في حمل العقود على واجهات المئذنة. (الصورة رقم: 15)

1-4-7 الزليج: يطلق مصطلح الزليج على تلك القطع الخزفية المتعددة الأشكال والألوان، ويتم تجميعها حسب مخططات دقيقة لتشكيل لوحات زخرفية جميلة ذات تصاميم هندسية أو نباتية أو كتابية تستعمل لتبليط الأرضيات وكسوة الأجزاء السفلية للجدران[4]. واستخدم الزليج في مئذنة أغادير في الجوسق من خلال الإطارات التي تحتوي على مجموعة من شبكة المعينات الهندسية ذات اللون الأخضر والأبيض بالإضافة إلى الأطباق النجمية (الصورة رقم: 16).

1-5 تقنيات البناء:

1-5-1 تقنية النظام الكبير: استعملت هذه التقنية عند الرومان وقد شاع استخدامها في المدن الرومانية الموجودة في شمال إفريقيا، تتمثل هذه التقنية في وضع الحجارة المصقولة فوق بعضها البعض بطريقة أفقية ،تختلف من حيث الشكل و المقاسات على حسب المكان المناسب لكل

---

[1] - Fardeheb yacine, Burau d'etudes M.A.C.T, Deuxième partie, op.cit, p23.

[2]- المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني، المرجع السابق، ص04.

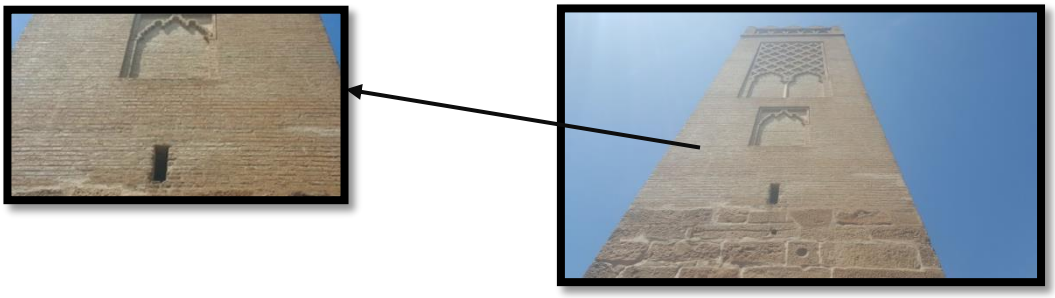
[3] - المرجع نفسه، ص24.

[4]- عولمي محمد لخضر، **الزخرفة المعمارية في عهد المرينيين والزيانيين دراسة تحليلية ومقارنة**، رسالة لنيل شهادة الدكتوراه، قسم التاريخ وعلم الآثار، كلية العلوم الانسانية والاجتماعية، شعبة علم الآثار، جامعة تلمسان، 2013ص47 -48.

قطعة[1]. وقد جسدت هذه التقنية في الجزء السفلي لمئذنة أغادير حيث تم ملء الفواصل بطبقة من الملاط لتثبيت الحجارة، غير أنه لاحظنا وجود قطع الآجر في بعض الأماكن ما بين الحجارة وبعد التطلع على تقرير الترميم لم نجد أي إشارة لإضافة هذه القطع في عمليات الترميم ومن هنا يبقى السؤال مطروح حول هذه القطع إن كانت أصلية (أي استعملت في بناء المئذنة) أو استعملت أثناء الترميم ولم تذكر في التقرير الخاص بأعمال ترميم المئذنة في إطار تلمسان عاصمة الثقافة الإسلامية.

الصورة رقم: 17 تمثل تقنية النظام الكبير المستعملة في المئذنة

1-5-1 تقنية السافات العمودية : تستخدم في هذه التقنية قطع الآجر والملاط حيث توضع عمودياً وأفقياً [2]، وقد اعتمدت هذه التقنية في بناء الجزء العلوي للمئذنة.



الصورة رقم: 18 تمثلت تقنية السافات العمودية المستخدمة في بناء المئذنة

1-6 مظاهر التلف العامة للمئذنة: (اللوحة رقم:05)

[1] – عيساوي بوعكاز، المرجع السابق، ص 59.

[2] – لبتر قادة، المرجع السابق، ص71.

بعد المعاينة الميدانية للمئذنة استطعنا أن نحدد أهم العوامل التي تأثر في المعلم الأثري وتساهم في إتلافه مع مرور الزمن وهذا من خلال ملاحظتنا الشخصية بالعين المجردة من مظاهر ويمكن حصرها في ما يلي:

-تآكل الملاط في كل من الجهات الأربعة للمئذنة بفعل عوامل التعرية كالرياح والأمطار حيث تسهل نحته وتآكله بالإضافة إلى العوامل البيولوجية وكذا ارتفاع الرطوبة مما يؤدي إلى تساقطه .

-وجود النباتات والحشائش على مستوى الجدران والأرضية مما يدل على إهمال السلطات الوصية.

- ظهور الطحالب ذات اللون الأخضر التي تنمو في الأسطح الرطبة وهذا ما لاحظناه على مستوى الجهة الشمالية للمئذنة ،و على مستوى الشرفات والتي تعمل على تشوه السطح الخارجي للمئذنة مما تؤدي إلى احتباس الرطوبة وترسب الأتربة والغبار .

-نلاحظ ظهور بقع سوداء على الجدران بفعل التلوث الجوي والرطوبة .

-ظهور كتابات ورسومات على الجدران وهذا راجع إلى نقص الوعي.

-نلاحظ كذلك وجود تشققات على مستوى الآجر خاصة على المناطق المرممة مما يدل على استعمال مواد لا تتلاءم مع المواد الأصلية .

-كما نلاحظ وجود فضلات الطيور على مستوى النوافذ والسلم مما يؤدي إلى تشوه المظهر .

-تسوس الخشب بفعل بعض الحشرات التي تتغذى على المواد الخشبية .

-كما شد انتباهنا الإضافات والتعديلات التي طرأت على المعلم أثناء عمليات الترميم ما يدل على عدم إحترام طابع المعلم من خلال استعمال مادة الإسمنت في الملاط .

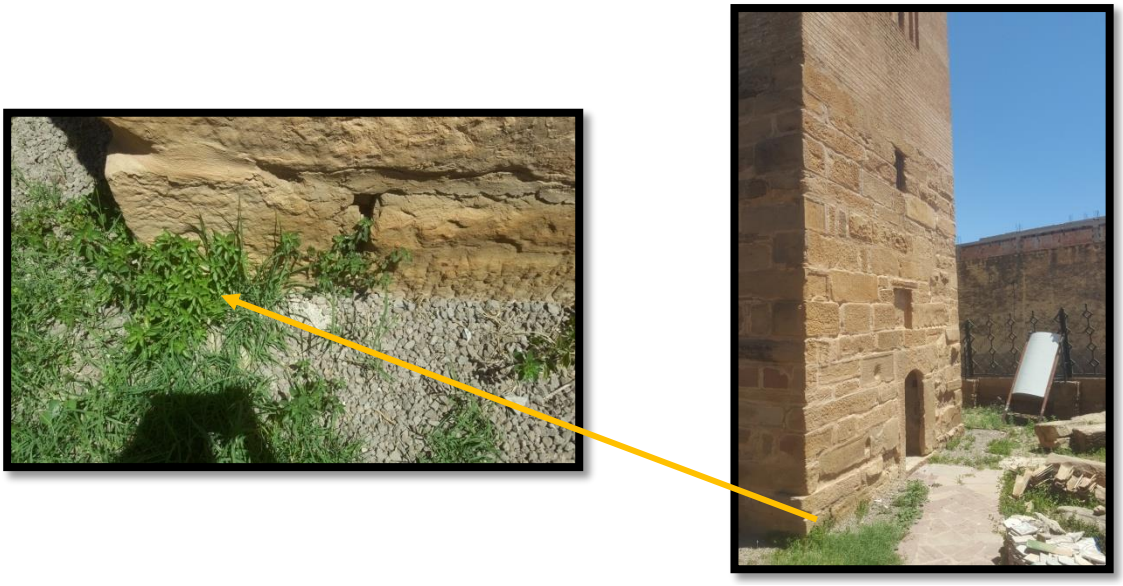
- نقص الرقابة الدورية للمئذنة إذ لاحظنا وجود بعض مواد البناء الغريبة عن الموقع (القرميد والبلاطات) التي جلبت من مسجد أبي الحسن التنسي أثناء ترميمات 2011م وهذا حسب شهادة أحد مسؤولي الأمن بالموقع) والتي تعمل على تشوه المنظر الخارجي للمئذنة (تلوث بصري) .

1-7 مظاهر تلف الحجارة المستعملة في بناء المئذنة:

وبعد الإشارة إلى مظاهر التلف العامة للمئذنة خصصنا هذا العنصر لتحديد الأضرار التي لحقت بالحجارة باعتبارها موضوع دراستنا، وأهم ما يمكن تشخيصه من مظاهر التلف على مستوى الحجارة ما يلي:

1-7-1 وجود النباتات:

نلاحظ نمو النباتات على أسطح الحجارة والأساسات كما نجدها محيطة بالمئذنة بحيث تلتصق وتنمو على مستوى الملاط ما أدت إلى تحليل وتفكيك بعض الأجزاء منه وسقوطه وبالتالي إحداث فراغات بين الحجارة وانفصالها عن طريق الضغط عليها بفعل جذور هذه النباتات ، بالإضافة إلى ارتفاع نسبة الرطوبة داخل الحجارة خاصة الموجودة في أماكن الظل غير المعرضة لأشعة الشمس وهذا ما نلاحظه في الجهة الغربية للمئذنة ، بالإضافة إلى تأثيرها الكيميائي خاصة على مواد البناء والمتمثل في الإفرازات الحمضية التي تفرزها[1]، أما عن التأثير الميكانيكي فيظهر لنا من خلال الشقوق والشروخ التي أحدثتها على الأسطح الخارجية مما سهل تسرب المياه داخلها وترسب الأتربة، حيث أن كلى هذه التأثيرات عملت على تشوه المنظر الخارجي للمئذنة .



[1] -Jean-marc Laurent , Pierre de taille restauration de façades, ajout de lucarnes, Editions Eyrolles , saint-Germain,2003, p27.

الصورة رقم: 27 توضح ظهور النباتات على مستوى حجارة الأساس

1-7-2 التفتت:

يحدث بفعل تعرض الحجارة للجفاف أو بفعل ارتفاع نسبة الرطوبة كما ذكرنا سابقا حيث أن الرطوبة تعمل على تقليل تماسك مكونات الحجر مع بعضها البعض كما تعمل حرارة الشمس على تجفيف السطح الخارجي للحجر، تزداد هذه الظاهرة عندما يكون الحجر يحتوي على طبقة غير مسامية والتي تمنع من تحرك الأملاح[1] ،كما هو الحال بالنسبة لحجارة مئذنة أغادير،كما أن للطحالب دور في تفتت الحجر بفعل الأحماض التي تنتجها.

الصورة رقم: 28 تفتت الحجارة.

1-7-3 التقشر:

هو عبارة عن انفصال إما جزئي أو كلي لطبقات رقيقة يحدث بفعل تعرض الحجارة للأمطار أو تعرضها لصعود المياه بفعل الخاصية الشعرية[2]، أو نتيجة تبلور الأملاح إذ نلاحظه على مستوى قاعدة المئذنة في الجهة الشمالية ،تظهر لنا على شكل صفائح نتيجة لتبخر الماء وتبلور

[1]- شلبي زينب، المرجع السابق، ص82.

[2]- شلبي زينب، المرجع السابق، ص81.

الأملاح داخل مسام الحجارة الأثرية بالإضافة إلى ارتفاع أو انخفاض درجة الحرارة فيظهر تأثيرها على السطح الخارجي بشكل أسرع من الأجزاء الداخلية للحجر ما يؤدي إلى تفكك الحبيبات على المدى الطويل[1].

الصورة رقم: 29 تقشر الحجارة.

1-7-4 التورق:

هو عبارة عن تشكل طبقة تظهر لنا على شكل أوراق متطابقة فوق بعضها البعض، مختلفة النوع والحجم ويكون هذا الاختلاف على حسب نوع الحجارة و موضعها في البناية[2]. والسبب في ظهور التورق هو الاختلاف في درجة الحرارة ما بين الليل والنهار ما يؤدي إلى تمدد وانكماش ما يؤدي إلى ظهور الأملاح على مستوى هذه الطبقات، نلاحظ هذه التورقات على مستوى حجر الأساس الواقعة في الجهة الشمالية للمئذنة.

[1] - Jean-Marc Laurent, op.cit, p27.

[2] – عيساوي بوعكاز، المرجع السابق، ص94.

الصورة رقم: 30 تمثل ظهور التورق على حجارة القاعدة.

1-7-5 تغير الألوان:

نلاحظ تغير لون الحجارة على مستوى الأسطح الخارجية للمئذنة في واجهاتها الأربعة، ويمكن أن نرجح هذا الاختلاف إلى:

- إما لتركيبة الحجر بحد ذاته إذ أن حجر الجرانيت يتميز بألوانه الفاتحة، مثلا إذا كان يحتوي على معدن الفلسبار يكون لونه وردي مائل إلى اللون الأحمر وفي حالة ما إذا كان يحتوى على معدن الأليجوكليز نجده يأخد اللون الأبيض[1].

- أو بفعل تأثيرها بعوامل التلف الفيزيوكيميائية والتي تم الإشارة إليها سابقا بالتفصيل.

_ نلاحظ كذلك تشكل ما يعرف بمرض الباتينا[2] على أسطح بعض حجارة المئذنة.

- كما نلاحظ ظهور الصدأ على الحجر لكننا نجهل مصدره.

الصورة رقم: 31

الصورة رقم: 32

الصورة رقم:33

اللوحة رقم:06 توضح تغير الألوان بالنسبة للحجارة.

[1]- إبراهيم محمد عبد الله، ترميم الآثار الحجرية، المرجع السابق، ص18.

[2]- الباتينا: هي عبارة عن طبقات ذات ألوان مختلفة تظهر على الأسطح الخارجية للحجارة بفعل التقادم الزمني لها، تحدث عن طريق تفاعل المكونات الداخلية للمادة مع العوامل الخارجية لها ألوان مختلفة من بينها البرتقالي البني والأسود، ينظر: عيساوي بوعكاز، المرجع السابق، ص 97.

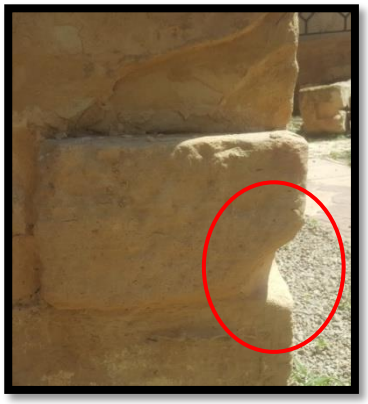
1-7-6 التآكل:

نلاحظ هذا المظهر بكثرة في حجارة مئذنة أغاير،يحدث بفعل عمليات التعرية الناتجة عن الرياح والأمطار إذ تعمل الرياح على تآكل الأسطح الخارجية للحجارة نتيجة لما تحمله معها من حبيبات الرمل فيكون تأثير الرياح على الحجارة الأثرية يتوقف على سرعتها وشدتها وعلى صلابة الحبيبات المحملة بها[1]، حيث تعمل على حدوث ثقوب وفجوات على الأسطح الخارجية للحجارة وتتضح لنا هذه الظاهرة بوضوح على مستوى واجهات المئذنة. أما عن الأمطار فتعمل على زيادة الرطوبة داخل الحجارة فيظهر تأثيرها من خلال تآكل الملاط وبالتالي تآكل أسطح الحجر .

الصورة رقم: 34 تآكل الحجارة.

1-7-7 انكسار حواف أركان الحجارة:

نقصد به كسور على مستوى أركان الحجارة يكون بشكل كامل أو جزئي ، يحدث هذا الانكسار بفعل الحملات الزائدة على الحجر، نلاحظه على مستوى أركان حجارة مئذنة أغادير.



[1]- إبراهيم محمد عبد الله، ترميم الآثار الحجرية، المرجع السابق، ص98.

الصورة رقم:35 توضح الإنكسار الصورة رقم:36 توضح الانكسارات

اللوحة رقم:07 تمثل انكسار الحواف.

1-7-8 التشققات:

نلاحظ ظهور بعض التشققات الصغيرة على مستوى الحجارة يمكن رؤيتها بالعين المجردة.

الصورة رقم: 37 وجود كسور صغيرة الصورة رقم:38 وجود الشقوق الصغيرة

اللوحة رقم: 08 ظهور التشقق.

كل هذه المظاهر المؤثرة على المئذنة يرجع سببها إلى عوامل التلف الطبيعية المحيطة بالمعلم والمتمثلة في الحرارة والرطوبة وكذا الأمطار والرياح، يزداد تأثير هذه العوامل على المبنى الأثري مع مرور الزمن.

1-8 الترميمات التي طرأت على مئذنة أغادير:

شهدت مئذنة أغادير مجموعة من التدخلات سنة 1999م من طرف مكتب الدراسات "A.C.A.T" وكانت هذه الأعمال من إشراف المهندس المعماري فار الذهب ياسين، دامت لمدة سنتين من سنة 1999م إلى سنة 2001م. وبعد الاطلاع على تقرير الترميم يمكن تلخيصها كما يلي:

_ استعمال عوازل المياه في جوسق المئذنة لتصريف مياه الأمطار.

_ استبدال قطع الآجر المتضرر بقطع جديدة.

_ غلق النوافذ عن طريق سياج لتفادي دخول الحمام مما يسمح بدخول الهواء.

_ إصلاح الملاط المضرر بكثرة المتكون من (الرمل، الإسمنت، ومسحوق الرخام).

_ تنظيف محيط المئذنة من خلال نزع الحشائش والنباتات المحيطة بها.

_ وضع سياج حديدي من الخارجي يحمل نفس أشكال المعينات الموجودة في المئذنة[1].

رغم أن هذه المئذنة تعتبر أول وأقدم مئذنة في مدينة تلمسان والتي صنفت بتاريخ 20 ديسمبر 1967م وقد ورد ذلك في الجريدة الرسمية رقم 7 الصادرة بتاريخ 23 جانفي 1968م إضافة إلى الترميمات التي شهدتها في سنة 1999م إلا أنها تعاني من الإهمال ونقص الرقابة الدورية من طرف الجهات المعنية بحماية هذه المعالم وهذا من خلال المعاينة الميدانية للمئذنة التي تجسدت في أهم الأضرار التي لحقت بها.

2/– مئذنة المنصورة:

ترك المرينيون تراثا معماريا عظيما في المدة التي حكموا فيها المغرب الأقصى والأوسط، يتمثل في المباني كالمساجد والقصور والمدارس مع زخرفتها التي تعد من سمات الفن المريني آنذاك[2]، ومن مميزات تلك المساجد عمارة المئذنة التي استطاعت بشكلها وزخرفتها أن تعطي طرازا خاصا ميز العمارة المرينية، فمن بينها مئذنة جامع المنصورة التي جاءت منفردة بتصميمها وتخطيطها مقارنة بالمآذن المرينية الأخرى. من خلال هذا العنصر سنتطرق للموقع الجغرافي للمئذنة وتاريخ تأسيسها بالإضافة إلى الوصف المعماري مبرزين أهم المشاكل التي تعاني منها ثم التدخلات التي تعرضت لها المئذنة.

2-1 الموقع الجغرافي:

[1] - Fardeheb yacine, Burau d'etudes M.A.C.T, troisiéme partie, opcit, p9-10.

[2] – صالح بن قربة، المرجع السابق، ص 101.

تقع هذه المئذنة في الجهة الشمالية لجامع المنصورة[1]، وهذا الأخير بني في موقع استراتيجي بالنسبة لمدينة المنصورة فهو يقع على مستوى هضبة صلبة من الصخور الكلسية ولا يبعد عن الباب الغربي لسور المدينة إلا ببضعة أمتار[2]. يحدها من الجهات الأربعة أراضي زراعية ومباني سكنية (الصورة الجوية الجوية رقم: 02).

2-2 الإطار التاريخي:

شيدت مئذنة جامع المنصورة من قبل السلطان المريني أبو يعقوب بن عبد الحق* و يرجع تاريخ تأسيسه إلى سنة 702هـ/1302م، وقد نصت على ذلك الكتابة التأسيسية التي تعلو مدخل المئذنة والتي جاء فيها: " **الحمد رب العالمين والعاقبة للمتقين أمر ببناء هذا الجامع المبارك أمير المسلمين المجاهد في سبيل العالمين المرحوم أبو يعقوب بن عبد الحق رحمه الله**"[3].وقد أشارت النصوص التاريخية إلى تأسيس الجامع وبناء مئذنته في قوله:"... ثم أمر بإدارة السور سياجاً على ذلك سنة 702هـ/1302م وصيرها مصراً...وابتنى بها مسجداً جامعاً وشيد له مئذنة رفيعة فكان من أحفل مساجد الأمصار وأعظمها..."[4]. يفهم من هذا القول أن جامع المنصورة يعد من روائع الفن المعماري الإسلامي لما يتميز به من ضخامة وفخامة والذي لا تزال أجزاء من صومعته قائمة حتى اليوم تحتفظ بأصالتها المعمارية وقيمتها الفنية، ومن خلال ذكر كلمة المرحوم في الكتابة التأسيسية دليل على أن الكتابة نقشت بعد وفاة الأمير أبو يعقوب، تعرضت هذه المئذنة للتخريب

---

[1]- دحماني صبرينة نعيمة، المرجع السابق، ص 107.

[2]- عبد العزيز محمود لعرج، **مدينة المنصورة المرينية بتلمسان (دراسة تاريخية أثرية في عمارتها وفنونها)**، ط1، زهراء الشرق، القاهرة، 2006، ص121.

* أبو يعقوب بن عبد الحق هو الأمير عبد الحق بن محيو بن أبي بكر بن حمامة بن محمد الزناتي، ولد سنة 607هـ لقب بعدة ألقاب من بينها أمير المسلمين، الناصر بدين الله , ينظر: ابن ابي زرع الفاسي، المصدر السابق، ص297-298، ينظر أيظا: ابن الأحمر، المصدر السابق، ص61.

[3]- صالح بن قربة، المرجع السابق، ص 115-116.

[4]- عبد الرحمن إبن خلدون، **تاريخ ابن خلدون المسمى ديوان المبتدأ والخبر في تاريخ العرب والبربر ومن عاصرهم من ذوي الشأن الأكبر**، تح: خليل شحادة، ج 7، دار الفكر، بيروت، 2000م، ص293.

من طرف بنو زيان بعد وفاة الأمير أبو يعقوب واشتدى الصراع بينهم وبين بنو مرين**دام الحصار مدة سنتين من 735هـ حتى 737هـ، وبعد الحصار استولى السلطان المريني على مدينة المنصورة مجددا فقام بإعادة بنائها وتعميرها وترميم ما خربه بنو زيان [1]، وفي هذا الصدد نجد ابن خلدون يتحدث عن مدينة المنصورة في عهد ابي الحسن المريني من خلال قوله:" ...واختط السلطان بغربي تلمسان البلد الجديد لسكناه ونزل عساكره وسماه المنصورية..."[2].

2-3 وصف المئذنة: (المخطط رقم: 02).

تعتبر مئذنة المنصورة أعلى مئذنة في الجزائر والثالثة في المغرب الإسلامي بعد مئذنتي الكتبية والحسان[3]، تتميز هذه المئذنة عن المآذن الموجودة بتلمسان باحتوائها على المدخل الرئيسي لمسجد المنصورة وهي إحدى خصائص العمارة الدينية لبنو مرين، شأنها شأن مئذنة أغادير تتكون هي الأخرى من جزئين البرج الرئيسي وهو البدن والجوسق بحيث اندثر هذا الأخير[4] (الصور رقم: 39).بنيت المئذنة من الحجارة والآجر يبلغ ارتفاعها حوالي 38م[5] (الصورة رقم: 40) وهي مربعة الشكل كانت لها وظيفتين الأولى عسكرية للمراقبة والثانية دينية للآذان[6] (اللوحة رقم: 09)، توجد هذه المئذنة في الجهة الشمالية للمسجد مقابلة للمحراب تعلو المدخل الرئيسي عرض هذا المدخل 2.50 م وارتفاعه 3.36 م (الصورة رقم: 41) يؤدي مباشرة إلى صحن الجامع (الصورة رقم: 42) عبر رواق ذات الشكل المستطيل طوله حوالي (10م)، (اللوحة رقم: 10) يعلو المدخل عقد متجاوز نصف دائري يرتكز على عمودين من الرخام .للمئذنة ثلاثة واجهات، الواجهة الرئيسية الشمالية والتي تتضمن المدخل بحيث لا تزال محافظة

**بنو مرين: حسب ابن خلدون المرنيين كانوا كعبد الواد ملوك تلمسان من الطبقة الثانية لجبل زناتة وهم حسب تقسيمه من أعلى قبائل زناتة حسبا وأشرفهم نسبا، ينظر: عبد الرحمن ابن خلدون،المصدر السابق، ج7، ص196-197.

[1]- عبد العزيز محمود لعرج، المرجع السابق، ص122.

[2]- عبد الرحمن ابن خلدون، المصدر السابق، ج7، ص340.

[3]- صالح بن قربة، المرجع السابق، ص116.

[4]- عبد العزيز محمود لعرج، المرجع السابق، ص144.

[5]- الرزقي شرقي، المرجع السابق، ص113.

[6] - عبد العزيز محمود لعرج، المرجع السابق، ص145.

على زخارفها بينما نلاحظ انهيار كلي بالنسبة للواجهة الجنوبية كما نلاحظ بعض الأجزاء من الواجهتين الشرقية والغربية.

تخطيطها الداخلي يشبه تخطيط المآذن الموحدية الكبرى، حيث تتكون من نواة مركزية مجوفة، طول ضلعها 2،71م[1]، مكونة من سبعة غرف متتالية فوق بعضها البعض وهذا ما ظهر لنا من خلال المعاينة الميدانية حيث لاحظنا فتحات متعددة على شكل مزاغل وأخرى على شكل نوافذ مختلفة الأشكال وظيفتها التهوية والإضاءة وحتى للمراقبة [2] (اللوحة رقم: 11)، وحسب ما ذكر ابن مرزوق عن كيفية الصعود إلى الأعلى تتم عن طريق ممر دائري يسير فيه شخص أو اثنين فوق دابتهما بحيث يقول في هذا الصدد "... ولا شك أن صومعته لا تلحق بها صومعة في مشارق الأرض ومغاربها صعدتها غير مرة مع الأمير أي على الناصر، وهو رحمة الله علي فرسه وأنا على بغلتي من أسفلها إلى أعلاها... وكانت على الباب الجوفي منه ولها ممران، يطلع فيهما إلى أعلاها..."[3].

أما من حيث الزخارف تزخر مئذنة المنصورة بشتى الزخارف، أهمها زخارف شبكة المعينات ويختلف عنصر المعينات فيها من حيث تكوينه اختلاف كلي عن عناصر المعينات في شبكات المآذن المرينية الأخرى في تلمسان وفاس، بحيث تتركب لوحة المعينات من عقدين مفصصين، وهي تكون هيئة شطرنجية منتظمة[4]، يكسو سطح هذه المعينات قطع من الزليج بنية وزرقاء بشكل متناوب، وقد استعمل الزليج بشكل واسع لتغطية سطح المعينات الهندسية بشكل تام[5].

2-4 مواد البناء : (اللوحة رقم: 12).

[1]- عولمي محمد لخضر ، المرجع السابق ، ص 183.

[2]- ليلى بن أباجي، **مآذن تلمسان دراسة فنية ومعمارية**، مجلة منبر التراث الأثري، ع1 ، مخبر التراث الأثري وتثمينه، تلمسان، 2012،ص275.

[3]- عبد العزيز محمود لعرج، المرجع السابق، ص147.

[4]- عبد العزيز لعرج، **جمالية الفن الإسلامي في المنشآت المرينية بتلمسان 669 – 869هـ/1269 – 1465م**، دراسة أثرية فنية جمالية، ط1، دار الملكية، الجزائر، 2007، ص 165.

[5]- علومي محمد لخضر، مرجع سابق، ص 188، 189.

تعددت مواد البناء في مئذنة المنصورة حيث اتخذت كل مادة مكانها الذي يليق بها، إذ نجد الآجر الحجارة والرخام والزليج المستخدم في الزخرفة ،أما في ما يخص المواد المستخدمة في بناء وزخرفة مئذنة الجامع فهي تتمثل في:

2-4-1 الحجارة : استعمل المرينيون الحجر في عمائرهم متأثرين بالعمارة الموحدية، التي شيدت مبانيها من نفس المادة، لكن تخلوا عنها فيما بعد لفائدة الآجر تأثرا بالعمائر الزيانية [1] ونجد أن الحجارة قد استعملت في بناء المئذنة وهي حجارة رسوبية مسامية ذات تركيبة جيرية رملية من نوع ترافرتين[2] (الصورة رقم: 43).

2-4-2 الآجر: يعرف في بلاد المغرب باسم الآجر المشوي، وهو من مادة الطين يصنع في قوالب ثم يدخل إلى الأفران، يسهل التلاعب به في عملية البناء وإنشاء الواجهات لذلك كثر استخدامه [3] ، واستعمل الآجر في بناء العقود وفي مدخل للمئذنة (الصورة رقم:44).

2-4-3 الخشب : كان يستعمل عادة في العمارة الإسلامية لتغطية السقوف بمختلف أشكالها، إضافة إلى استعماله في الأبواب والنوافذ والمشربيات والأثاث، وقد عرف استخدامه توسعا كبيرا في عهد بني مرين [4] ، وفي مئذنة جامع المنصورة نجده في المدخل والجدران وبعض فتحات المئذنة من الداخل(الصورة رقم: 45).

2-4-4 الزليج : يطلق هذا المصطلح على مجموعة القطع الخزفية ذات الأشكال والألوان المتعددة، فتجمع وتشكل لإعطاء مخططات دقيقة مشكلة بذلك لوحات زخرفية جميلة ذات تصاميم هندسية أو نباتية أو كتابية، يتم استعمالها في تبليط الأرضيات بشكل أساسي وأجزاء من الجدران ، وأحيانا في تكسية الأعمدة والعقود...وغيرها، وانتقلت فيما بعد إلى تكسية واجهات المآذن إذ نجدها مثلا في مئذنة جامع الكتبية ومئذنة جامع القصبة بمراكش [5]، ونجدها تغطي

[1]- طرشاوي بلحاج ، المرجع السابق ، ص 95.

[2] - Sidi Mohamed Negadi ,Michel Terrasse,Agnés Charpentier, L'image de tlemcen dans les archives françaises,L'imprimerie Mauguin,2011,p108.

[3]- طرشاوي بلحاج ، المرجع السابق ، ص 95 .

[4]- عولمي محمد لخضر ، المرجع السابق ، ص 56 -57 .

[5]- عولمي محمد لخضر ، المرجع السابق ، ص 47 -51.

واجهات المآذن المرينية بتلمسان، واستعملت هذه البلاطات الخزفية في الواجهات الثلاثة ة لمئذنة جامع المنصورة (الصورة رقم: 46) .

2-4-5 الرخام: استعمل الرخام في مئذنة المنصورة في الأعمدة التي تحمل العقود في واجهاتها الثلاثة كما استخدم في مدخل المئذنة (الصورة رقم: 47).

2-4-6 الجص:هو عبارة عن حجارة رسوبية كان استعماله في العمارة المرينية لغرضين[1]:

-أولاً: لتغطية الفجوات بين الحجارة.

-ثانياً: لغرض جمالي كالزخرفة.

وكان استخدامه في مئذنة المنصورة في زخرفة الواجهة الشمالية لها.

2-4-7 الملاط: يعتبر مادة لاحمة بين مواد البناء إذ استعمل في مئذنة المنصورة لتثبيت الحجارة وقطع الآجر، ومن خلال المعاينة الميدانية نلاحظ ظهور مسحوق الرخام في تركيبة الملاط (الصورة رقم: 48) .

2-5 تقنيات البناء:

من بين التقنيات المستعملة في مئذنة المنصورة نجد:

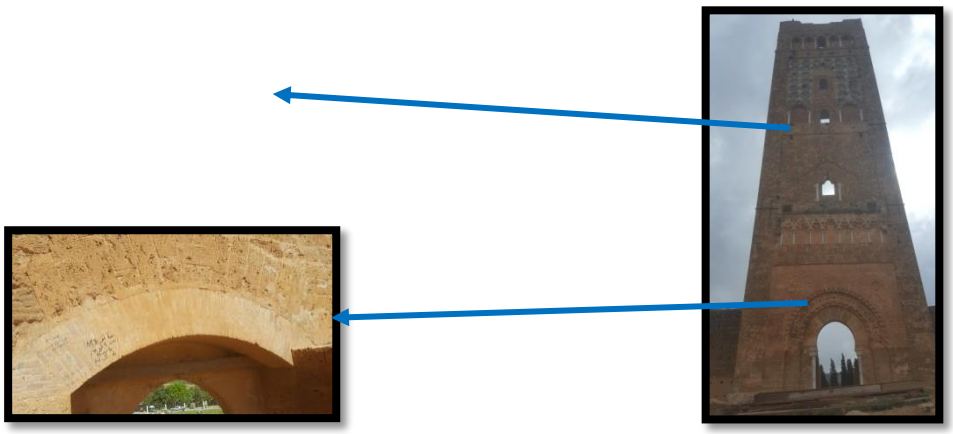
2-5-1 التقنية المنتظمة: تستعمل في هذه التقنية الحجارة المصقولة أو المشذبة حيث توضع كل قطعة فوق الأخرى ويربط فيما بينها بالملاط، تستخدم أحياناً خام الحجر في البناء دون تشذيبها، ومن خلال الدراسة الميدانية نلاحظ تجسد هذه التقنية في بناء مئذنة جامع المنصورة.

[1]- محمد عياش، **الإستحكامات العسكرية المرينية من خلال مدينتي فاس الجديد، والمنصورة بتلمسان** (دراسة تارخية أثرية)، رسالة ماجستير، تخصص آثار إسلامية، معهد الآثار، جامعة الجزائر، الجزائر، 2006، ص102.

الصورة رقم: 49 توضح تقنية البناء بالحجارة المنتظمة.

2-5-2 تقنية بناء العقود:

حيث تستعمل فيها قطع الآجر بشكل أفقي تلتحم فيما بـ وتوضع فوقها عارضة خشبية[1]، وقد استعملت هذه التقنية في بناء المئذنة إذ نلاحظ استخدام قطع الحجارة في العقود المدمجة في الجدار التي تزين الواجهة الشمالية للمئذنة كما نجدها مجسدة في المدخل.



الصورة رقم: 50 تمثل تقنية بناء العقود.

2-5-3 تقنية السافات العمودية:

[1]- لبتر قادة، المرجع السابق، ص74.

استعملت هذه التقنية في تشييد جوسق المئذنة.

الصورة رقم:51 توضح تقنية السافات العمودية

2-6 مظاهر التلف العامة للمئذنة(اللوحة رقم: 13)

-تغير الألوان منها ما هو ظاهري على السطح ومنها ما هو باطني ويرجح هذا إلى البنية والتركيبة الداخلية للحجارة أو عوامل التلف المختلفة.

_ فقدان أجزاء من الزخرفة على مستوى الواجهة الشمالية للمئذنة بفعل العوامل الطبيعية.

_ وجود بقايا فضلات الحمام التي تعمل على تشوه سطح الحجر.

- وجود النمل في على مستوى الأساسات في أماكن تآكل الملاط حيث تعمل على حفر أنفاق داخلها مما تؤدي إلى تصدعها.

- تشقق وتآكل الملاط بفعل عوامل التعرية.

- نمو النباتات والحشائش على مستوى الأساسات والجدران مما يؤدي إلى ظهور الشقوق بفعل ضغوطات جذورها على الحجارة، بالإضافة إلى ظهور الأملاح بفعل المواد التي تفرزها وبالتالي

ل على تشوه المنظر الخارجي للمئذنة.

لجدران بفعل غياب ثقافة الحفاظ على المعالم

2-7 مظاهر تلف الحجارة:

شأنها شأن مئذنة أغادير هي الأخرى تعاني من عوامل تلف تؤثر عليها بمرور الزمن ومن بين المظاهر التي تسببها هذه العوامل تتمثل في:

2-7-1 تآكل الحجارة:

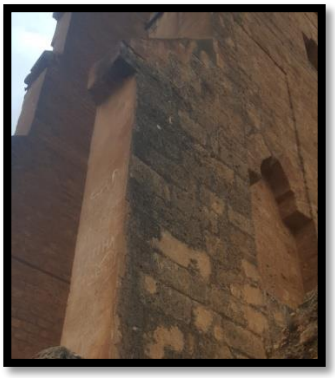
نلاحظ تآكل حجارة مئذنة المنصورة بشكل كبير على مستوى الأسطح الخارجية والداخلية لها، بفعل الرياح والأمطار التي تعمل على حث الطبقات الخارجية من خلال تغلغلها داخل مسام الحجارة مما ينتج عنها زيادة نسبة الرطوبة فبانخفاضها تتبلور الأملاح داخل المسامات وعند ارتفاعها تذوب ما يؤدي إلى إضعاف البنية الداخلية للحجر وبالتالي ظهور الثقوب والفجوات .

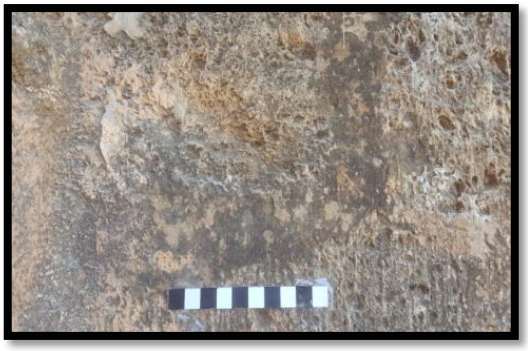
الصورة رقم: 58 توضح ظهور الثقوب بفعل التآكل.

2-7-2 المرض الأسود:

يعرف هذا المظهر على أنه طبقة سوداء اللون تترسب على أسطح الحجارة الأثرية بفعل التلوث الجوي[1](دخان المصانع والسيارات، والغازات كأكسيد الكربون والكبريت)، والتي تؤثر على الحجارة بفعل أكسدة هذه الغازات مع مكونات الحجر إذ تعمل على تفككها وتشكل طبقة عليها مما تشوه المنظر الخارجي للمئذنة، نلاحظ ظهوره في كل من الواجهتان الشرقية والغربية للمئذنة.

[1]- فوزية سعاد بوجلابة، المرجع السابق، ص85.





الصورة رقم : 59 ظهور المرض الأسود على الجدران. الصورة رقم:60 على مستوى الحجارة السفلية

اللوحة رقم: 14 تمثل تشكل المرض الأسود على أسطح الحجارة.

2-7-3 ترسب الأملاح:

بما أن حجارة مئذنة المنصورة حجارة رسوبية مسامية فهي عرضة لهذا النوع من التلف لاحتوائها على مسامات كثيرة، مع العلم أن كلما كانت الحجارة متعددة المسامات كلما كانت أكثر عرضة للأملاح هذا ما نلاحظه على حجارة مئذنة المنصورة، إذ تعتبر الأملاح الذائبة العامل الأساسي في تلف الحجارة [1]، نلاحظ ترسب الأملاح على أسطح الخارجية للمئذنة خاصة في أسفل الجدران بفعل الخاصية الشعرية بالإضافة إلى تأثيرها الكيميائي من خلال الضغوطات التي تسببها البلورات في حالة تمددها مما تؤدي إلى تفتت الحجارة .

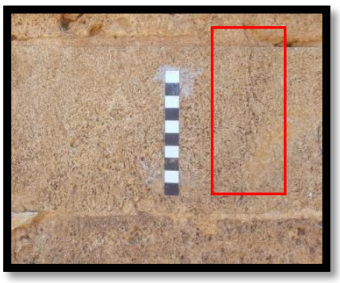
الصورة رقم: 61 تزهر الأملاح الصورة رقم: 62 ظهور الأملاح على الأساسات

اللوحة رقم: 15 توضح تزهر الأملاح على الأسطح الحجرية.

[1] - Jean-Marc Laurent , Op.cit , p25.

2-7-4 ظهور التشققات والكسور:

يمكن ملاحظتها بالعين المجردة وهي تظهر على مستوى الحجارة والملاط الداخلية والخارجية للمئذنة يمكن أن تكون نتيجة للأحمال الزائدة على الجدران أو بفعل الاهتزازات.



الصورة رقم: 63

الصورة رقم: 64

الصورة رقم:65

اللوحة رقم: 16 توضح ظهور الكسور والشقوق على الأسطح الداخلية والخارجية والداخلية للحجارة .

2-7-5 تفتت الحجارة وتقشرها:

تظهر على أسطح الخارجية للحجارة، تنتج بفعل الرطوبة والأملاح بالإضافة إلى التلوث الجوي الذي يحتوي على الأحماض والتي تعمل على تفتت وتحلل الحجارة .

الصورة رقم:66

الصورة رقم:67

اللوحة رقم: 17 توضح ظاهرة التفتت والتقشر.

2-7-6 وجود بيوت العناكب:

نلاحظ انتشارها في كل واجهات المئذنة على مستوى الجدران حيث تعمل على تشويه السطح الخارجي للحجارة .

الصورة رقم: 68

الصورة رقم:69

اللوحة رقم: 18 تمثل ظهور بيوت العناكب على الحجارة الأثرية.

2-7-7 بقايا فضلات الحمام:

يظهر تأثيرها على الحجارة من خلال ترسبها على الأسطح وكذا الأعشاش التي تحدثها مما يسبب تشويه المنظر الخارجي للحجر دون أن ننسى التأثير الكيميائي لها إذ نلاحظ ظهورها على مستوى الجدران العلوية للمئذنة.

الصورة رقم :70 توضح ظهور فضلات الحمام على الحجارة.

2-7-8 ظهور الطحالب:

نلاحظ تشكل الطحالب الخضراء على مستوى الحجارة الأثرية إذ تعمل على تشوه المنظر الخارجي لها كما تؤدي إلى احتباس الرطوبة داخل المسام مما تسبب تميؤ الأملاح وهجرتها وإعادة تبلورها في أماكن أخرى من الحجارة.

الصورة رقم: 71 توضح تشكل الطحالب على الحجارة.

2-7-9 ظهور الفطريات:

تظهر على الأسطح الخارجية للحجارة في الجهة الشمالية للمئذنة نلاحظها على شكل بقع ذات ألون رمادية مائلة إلى الأسود تعمل على إذابة معدن الكالسيت الموجود في الحجر من خلال الأحماض التي تفرزها كما تتسبب في نقل الأملاح الذائبة داخل الحجارة مما يؤدي إلى تفتت وتشوه سطح الحجر.

الصورة رقم: 72 توضح تشكل الفطريات

2-7-10 تآكل الملاط:

يتأثر الملاط بعوامل التعرية مما تؤدي إلى نحته وتآكله كما قد يتأثر بفعل الرطوبة والأملاح شأنه شأن الحجارة وبالتالي تساقطه.

الصورة رقم: 73

الصورة رقم:74

اللوحة رقم: 19 توضح تآكل الملاط.

2-8 أهم الترميمات التي طرأت على المئذنة:

شهدت مئذنة جامع المنصورة مجموعة من الترميمات، منها تلك التي مست عدة أجزاء منها في ظل الإحتلال الفرنسي من طرف المهندس المعماري duthoit وكان هذا في سنة 1875م[1].

كما تعرضت معظم معالم تلمسان لعمليات ترميمية واسعة خاصة في سنة 2011م بمناسبة تلمسان عاصمة الثقافة الإسلامية، وقد اندرجت مئذنة المنصورة ضمن هذه المعالم، حيث جرت هذه الترميمات من طرف مكتب الدراسات KATEC بإشراف المهندس قهواجي محمد تتلخص أعمال الترميم في:

_ ملء الشقوق بالملاط المتكون من الرمل والجير.

_ تدعيم العقود بأعمدة رخامية لتفادي سقوطها.

[1] -Sidi Mohamed Negadi ,Michel Terrasse,Agnés Charpentier, opcit, p105.

_ نزع النباتات العالقة بالجدران.

_ إضافة قطع من الزليج على مستوى الجهة الغربية للمئذنة.

_ استعمال المساسيك الحديدية لتدعيم الجدران العلوية.

_ تسيج المئذنة لضمان الحماية والأمن لها.

_إعادة بناء الأجزاء المتدهورة بالآجر[1].

خلاصة الفصل:

نستنتج من خلال دراستنا الميدانية للمئذنتين أنهما ذات قاعدة مربعة الشكل بنيت بنفس مواد وتقنيات البناء خاصة مادة الحجارة، والتي هي موضوع بحثنا إلا أنهما يختلفان من حيث النوع، إذ نجد مئذنة جامع المنصورة مبنية بالحجارة الرسوبية من نوع الترافرتين، بينما مئذنة أغادير فهي حجارة نارية من نوع الجرانيت، هذا ما أدى إلى خلق نوع من الاختلاف في درجة تلفهما، هذا الاختلاف راجع إلى تركيبة المادة الخام باعتبار أن الصخور النارية تتميز بمقاومتها لعوامل التلف المختلفة بفعل ترابط وتماسك بلوراتها وقليلة المسامات على عكس الصخور الرسوبية.

و رغم البعد الزمني للمئذنتين إلا أنهما يشتركان في عامل من عوامل التلف ألا وهو التأثيرات الفيزيوكيميائية الناتجة عن مياه الأمطار وارتفاع درجة الحرارة والرطوبة، أدت هذه العوامل إلى حدوث مجموعة من المظاهر المتمثلة في التآكل والتفتت ،تبلور الأملاح وظهور الفطريات على الجدران كل هذه العوامل ساهمت في تلف الحجارة الأثرية للمئذنتين ولمعرفة خصائص ومكونات الحجارة وتلفها يتم إجراء مجموعة من التحاليل المخبرية التي تساعدنا في تشخيص الأضرار التي أصابت هذه الحجارة والتي سنأتي على ذكرها في الفصل الموالي.

[1] - Kaouadji mohamed, **Bureau d'tudes d'Architecture KATEC**, Etude de Consolidation et de Restauration du Site Historique de la Mansourah,Mission 7,3éme fase, Tlemcen,2011 ,p62-77.

الفصل الثاني: طرق فحص وتشخيص الحجارة الأثرية

1/- اختيار العينات

2/- التحليل باستعمال المجهر المستقطب

3/- التحليل عن طريق حيود الأشعة السينية

4/- التحليل بطريقة الخصائص الحرارية

5/- التحليل باستعمال الموجات فوق صوتية

6/- تحديد المسامية

7/- تحديد النفاذية

8/- تحليل حمض الكلور

9/- تحليل السلفات

10/- تحليل الميثيلين

تمهيد:

الهدف من هذه التحاليل هو معرفة خصائص الحجارة المستعملة في بناء كل من مئذنة أغادير والمنصورة إذ تعتبر الخطوة المهمة في تشخيص وتحديد الأضرار التي لحقت بالمئذنتين، ومن خلال النتائج المتوصل إليها يمكننا تقديم اقتراحات حول كيفية ونوعية المواد المستعملة في ترميمها وصيانتها للحد من تدهورها، حيث قمنا بإجراء هذه التحاليل في مخبر الأشغال العمومية للغرب الجزائري وحدة تلمسان LTPO وقد اخترنا مادة الحجارة كعينة للدراسة باعتبارها موضع دراستنا. ومن بين التجارب التي أقيمت في المخبر كانت حول الخصائص الفيزيائية والكيميائية للحجارة، فالتحاليل الفيزيائية تمثلت في تحديد المسامية والنفاذية لعينة الدراسة ، أما عن الكيميائية فكانت حول معرفة وجود كل من الكربونات والسيلفات وكذا تحليل NBF.

1/- اختيار العينات:

قمنا باختيار عينات الدراسة: الأولى خاصة بمئذنة أغادير جلبت من الموقع المجاور للمئذنة (العينة 1)، والثانية الخاصة بمئذنة المنصورة (العينة 2) تم اختيار هذه العينات وفقا للملاحظة بالعين المجردة والدراسات السابقة لنوعية هذه الحجارة.

بعد اختيار العينات ونقلها للمخبر قمنا بتحضيرها لإجراء التحاليل المتوفرة في المخبر.

الصورة رقم: 75 تمثل عينات الدراسة قبل إجراء التحليل

2/– التحليل باستعمال المجهر المستقطب: (Le microscope polarisant)

هو عبارة جهاز ضوئي يعمل بطريقة آلية يستخدم لفحص العينات بطرق طيفية حيث يقوم بإلتقاط صورة للعينة وتسجيلها مباشرة على جهاز الحاسوب، الغرض من هذا التحليل هو معرفة المكونات الداخلية للحجارة من أجل الاستفادة منها أثناء الترميم من خلال استعمال مواد ملائمة مع المواد الأصلية[1].

الصورة رقم:76 تمثل جهاز المجهر المستقطب نقلا عن: عيساوي بوعكاز، المرجع السابق، ص103.

3/– التحليل عن طريق حيود الأشعة السينية (DRX):

يستخدم هذا التحليل لمعرفة المكونات المعدنية للحجر وكذا معرفة البنية البلورية الفيزيائية والكيميائية له، تظهر نتائجه عن طريق رسومات بيانية تترجم هذه الرسومات في جدول بواسطة برنامج خاص ولمعرفة هذه المكونات يستخدم جهاز يسمى: **" Diffractométre Bruker D8 advance"**

[1]- عيساوي بوعكاز، المرجع السابق، ص103.

يعمل هذا الجهاز بإرسال موجات كهرومغناطسية إلى العينة فيحدث تبادل فيزيائي بينهما ويقوم بتحليل المعطيات وفقا لقانون Bragg [1]'s Law:

درجة الحيود × طول موجة الأشعة = 2 × المسافة بين طبقات الذرات× جيب الزاوية

$$n\sqrt{} = 2d \sin\theta$$

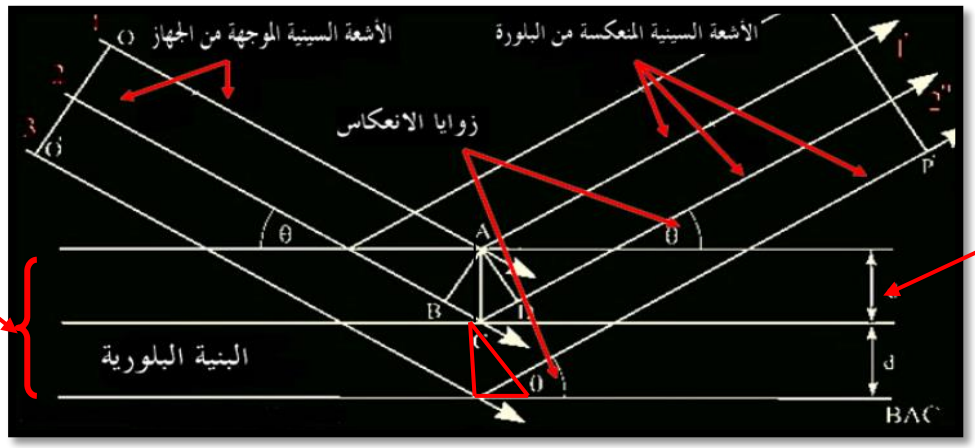
حيث أن

$$\sin\theta \frac{AB}{AC}$$

ملاحظة: جيب الزاوية تعني الزاوية المشكلة بين الشعاع الساقط ومستوى الطبقة البلورية

n :تمثل درجة الحيوذ

d : المسافة البينية



المادة الأثرية

المسافة البينية

الصورة رقم:77 توضح انعكاس الأشعة السينية نقلا عن:

https//www.chemistrysources.com

(بتصرف)

[1]- https//www.cemistryources.com بتاريخ 13جوان2019، على الساعة 19:51.

الصورة رقم:78 تمثل جهاز Diffractométre نقلا عن: عبد الصمد رقية،أثر الرطوبة، المرجع السابق، ص108.

4/– الخصائص الحرارية: (ATD- TG)

معرفة السلوك الحراري للحجر على أساس أن كل معدن يحدث له تغيير حراري إما بالامتصاص أو بالفقد عن درجة الحرارة، تظهر نتائجه على شكل منحنى يسمى بالمنحنى الحراري الهدف من هذا التحليل هو معرفة الخواص الحرارية للحجارة من خلال تحديد التغيرات التي طرأت على المادة (الصلبة ، الغازية، السائلة)، وكذا معرفة التفاعلات كالتحلل والتأكسد يعتمد في هذا التحليل على جهاز يسمى "Analyseur Thermique Différentielle " من خلاله يمكن معرفة[1]:

_ معرفة درجة انتقال الحرارة.

_ معرفة نقطة الانصهار.

_ معرفة التفاعل الحراري للحجارة.

[1]– عيساوي بوعكاز، المرجع السابق، ص115.

5/- استعمال الموجات فوق الصوتية :

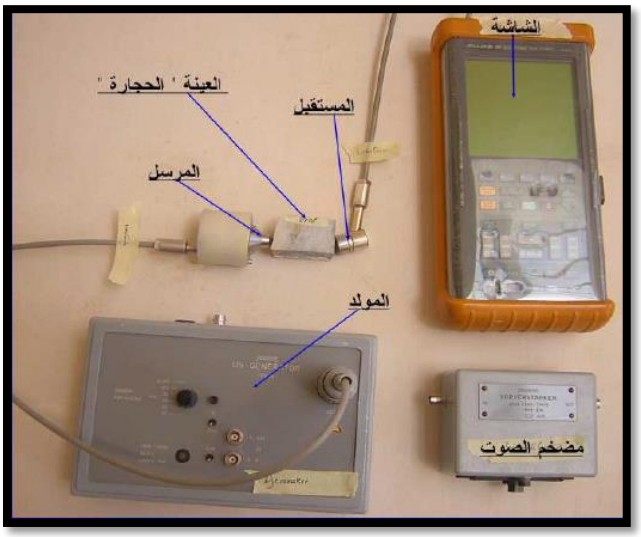
من خلال استعمال هذا التحليل يمكننا معرفة :

_ تحديد درجة تلف الحجارة.

_ تحديد العناصر المعدنية الموجة في الحجارة.

_ تحديد الشروخ والشقوق غير المرئية.

إذ يعتبر هذا التحليل تحليل غير متلف للحجارة الأثرية،يتكون جهاز الموجات فوق الصوتية من مولد كهربائي، مرسل، مستقبل، مضخم، شاشة لرسم البيانات، أما بالنسبة لطريقة استعماله فتكون بوضع المرسل والمستقبل على الحجارة المراد دراسته يجب أن تثبت جيداً على سطح الحجارة وتسجل النتائج على الشاشة[1]



الصورة رقم:79 تمثل جهاز قياس الموجات فوق الصوتية نقلا عن: عيساوي بوعكاز،المرجع السابق، ص153.

ويمكن حسابها عن طريق العلاقة التالية:

$$V = \frac{L}{T}$$

[1]- عيساوي بوعكاز، المرجع السابق، ص153-154.

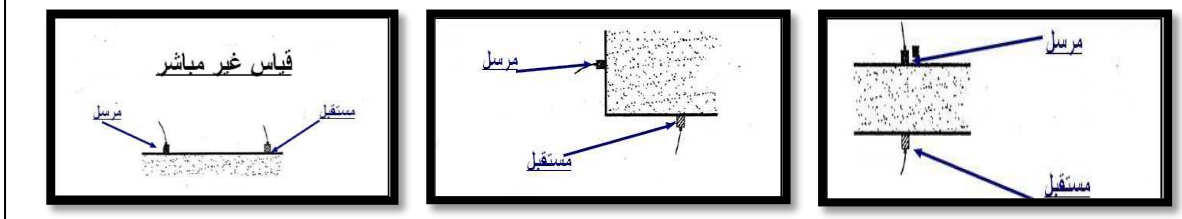
حيث أن :

L : تمثل طول المسار المقاس

T : تمثل زمن انتقال الموجة.

V : تمثل سرعة انتقال الموجة وتكون على ثلاث اتجاهات إما قياس مباشر أو نصف مباشر أو غير مباشر.

يعتبر القياس المباشر الأفضل لقياس الموجات الصوتية وهذا لإمكانية وصل هذه الموجات بشكل جيد.



1 تمثل القياس المباشر 2 تمثل القياس نصف المباشر 3 تمثل القياس غير المباشر

الشكل رقم:01 يوضح أشكال قياس الموجات الصوتية نقلا عن: عيساوي بوعكاز، المرجع السابق، ص153.

ومن بين التحاليل التي استطعنا القيام بها في هذه الدراسة نجد: المسامية والنفاذية، تحليل الكربونات والسيلفات بالإضافة إلى تحليل NBF وسوف نتطرق لكل واحدة منها بالتفصيل:

6/- تحديد المسامية:

كما سبق الذكر حول تعريف المسامية على أنها حجم المسامات الموجودة في الحجارة بالنسبة للحجم الكلي لها، و يمكن حسابها بطريقة مخالفة لما سبق ذكره في الفصل التمهيدي عن طريق العلاقة التالية:

$$Ab = 100 \times \frac{Ma - Ms}{Ms}$$

حيث أن :

Ab: تمثل نسبة امتصاص الماء (%).

Ma: تمثل وزن العينة وهي مشبعة بالماء بالغرام.

Ms: تمثل وزن العينة وهي جافة.

ومن خلال هذه العلاقة قمنا بحساب المسامية لحجارة مئذنة أغادير والمنصورة من خلال المراحل التالية[1]:

أولاً: قمنا بغسل عينة الحجارة لنزع الأتربة المترسبة عليها بالماء العادي ثم تجفيف وترسيب الشوائب بواسطة غربال 4مم.

ثانياً: وضع العينة في الفرن على درجة 150° لمدة 15 إلى 20 دقيقة حتى تجف.

ثالثاً: وزن العينة وهي جافة (Ms) بعد إخراجها من الفرن.

رابعاً: وضع عينة الدراسة في الماء لمدة 24 ساعة، حيث تقدر درجة حرارة الماء ب 20° درجة مئوية.

[1]- عن مخبر الأشغال العمومية للغرب وحدة تلمسان.

خامساً: إخراجها وتجفيفها بواسطة قماش عادي غير ماص .

سادساً: وزن العينة بعد تجفيفها (Ms).

سابعاً: وزن العينة وهي مغمورة في الماء في أنبوب غمر خاص (M'a).

وانطلاقاً من هذه المراحل قمنا بحساب المسامية كما يلي:

$$\text{نسبة المسامية} = \frac{\text{وزن العينة وهي مشبعة بالماء بالغرام} - \text{وزن العينة وهي جافة}}{\text{وزن العينة وهي جافة}} \times 100$$

$$\text{نسبة المسامية} = \frac{1653.8 - 1714}{1653.8} \times 100$$

$$\text{نسبة المسامية} = 3.64\%$$

ومنه تقدر مسامية حجارة مئذنة أغادير ب: 3.64%.

أما بالنسبة لمئذنة المنصورة فقمنا بنفس المراحل السابقة وكانت النتائج كالتالي:

$$\text{نسبة المسامية} = \frac{\text{وزن العينة وهي مشبعة بالماء بالغرام} - \text{وزن العينة وهي جافة}}{\text{وزن العينة وهي جافة}} \times 100$$

$$\text{نسبة المسامية} = \frac{876.2 - 945.8}{876.2} \times 100$$

نسبة المسامية =7.94%.

تقدر نسبة مسامية مئذنة جامع المنصورة ب: 7.94%.

7/- النفاذية:

وهي قابلية الحجارة على امتصاص الماء ولها علاقة مع المسامية حيث كلما كانت نسبة امتصاص الحجر للماء قليلة كلما كان الحجر صلب ويمكن حسابها عن طريق:

$$N = 100 \times \frac{Mw - Ms}{Mw - M'w}$$

حيث أن:

N: تمثل نسبة امتصاص الماء %

Mw: تمثل وزن العينة بعد إخراجها من الماء مباشرة دون تجفيفها.

Ms: تمثل وزن العينة وهي جافة.

M'w :تمثل وزن العينة وهي مغمورة في الماء.

بالنسبة لمئذنة أغادير تم تحديد نسبة الامتصاص عن طريق:

$$\text{نسبة الإمتصاص} = \frac{\text{وزن العينة بعد إخراجها من الماء—وزن العينة وهي جافة}}{\text{وزن العينة بعد إخراجها من الماء—وزن العينة وهي مغمورة في الماء}} \times 100$$

$$\text{نسبة الإمتصاص} = \frac{1653.8-1724}{984-1724} \times 100$$

$$\text{نسبة الإمتصاص} = 9.48\%$$

إذن فإن نسبة امتصاص الماء لحجارة مئذنة أغادير تقدرب:9.48%.

أما حجارة مئذنة المنصورة فتتبعنا نفس المراحل السابقة الذكر وكانت النتائج كالآتي:

$$\text{نسبة الإمتصاص} = \frac{\text{وزن العينة بعد إخراجها من الماء—وزن العينة وهي جافة}}{\text{وزن العينة بعد إخراجها من الماء—وزن العينة وهي مغمورة في الماء}} \times 100$$

$$\text{نسبة الإمتصاص} = \frac{876.2-955}{492-955} \times 100$$

نسبة الإمتصاص = 17.00%.

إذن فإن نسبة إمتصاص الماء لحجارة مئذنة المنصورة تقدر ب: 17.00%.

الصورة رقم:80 تمثل الغربال المستعمل في ترسيب الأتربة

الصورة رقم:81 تمثل الميزان

الصورة رقم:82 تمثل إناء لوزن العينة في الماء

الصورة رقم:83 تمثل الفرن

اللوحة رقم:20 مراحل انجاز تحليل المسامية والنفاذية

8/- تحليل حمض الكلور Hcl:

من خلال هذا التحليل يمكننا التعرف على وجود كربونات الكالسيوم في العينات المدروسة وكانت طريقة التحليل كالتالي:

ـ في البداية نقوم بسحق كمية من حجارة عينات الدراسة بعد تكسيرها ثم غربلتها في غربال 2مم.

ـ بواسطة ميزان خاص قمنا بوزن عينة من المسحوق بدقة عالية يصل الارتياب بها إلى 0 بحيث تقدر ب0.5غ.

ـ نضع العينة في أنبوب زجاجي ثم نضيف لها نسبة من حامض الإيدروكلوريك (الهيدروكلوريك) Hcl المخفف والقليل من الماء المقطر.

ـ ثم نقوم بتوصيل أنبوب الإختبار مع جهاز قياس نسبة كربونات الكالسيوم في المسحوق.

ـ نسكب حامض الهيدروكلوريك الموجود في الأنبوب الزجاجي ثم نسجل حجم الملح الذي نراه على الجهاز المعروف بجهاز " Calcimetre"[1]، حيث يتفاعل هذا الحامض مع 3CaCo ما ينتج 2Co ما يؤدي بضغط الأنبوب وبالتالي ينزل حجم السائل على الجهاز وتعطينا المعادلة التالية:

$$CaCo_3 + 2Hcl \longrightarrow Cacl_2 + Co_2 + H_2O$$

وكانت النتائج بالنسبة لمئذنة المنصورة تقدر ب: 110سم3 وتم حسابها عن طريق:

[1] - هو جهاز يستخدم لتحديد نسبة الكربونات الموجودة في الحجارة، عن مخبر الأشغال العمومية للغرب الجزائري تلمسان.

$$\text{نسبة كربونات الكالسيوم} = \frac{\text{وزن كربونات الكالسيوم على المنحنى}}{\text{وزن التربة}} \times 100$$

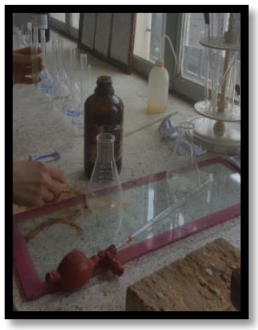
$$\text{نسبة كربونات الكالسيوم} = \frac{0.44}{0.5} \times 100$$

نسبة كربونات الكالسيوم = 88 غ.

ملاحظة: القيمة 0.44 هي معامل يتم الحصول عليه عن طريق نظام إلكتروني يحسب من خلاله المعايير الثابتة للقياس valeurs fixe .

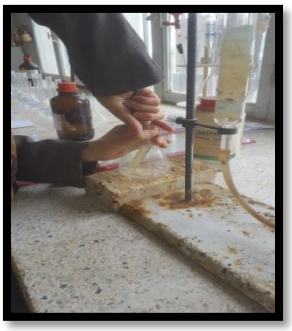
أما فيما يخص مئذنة أغادير فهي تحتوي على 1.81 غ من نسبة كربونات الكالسيوم.

م1: وزن العينة



م2: وضع العينة في أنبوب

م3: إضافة حمض Hcl



م4: غلق الأنبوب بإحكام

م5: خلخلة الحمض مع العينة جيداً

م6: تسجيل النتائج الظاهرة على الجهاز

م: المرحلة

اللوحة رقم: 21 تمثل مراحل إجراء تحليل الكربونات

9/- إختبار نسبة السيلفات:

الغرض من هذا التحليل هو التعرف على نسبة السيلفات الموجودة في الحجارة، نتبع نفس المراحل الأولى إلا أن الطريقة تختلف حيث:

أولاً: نقوم بوزن العينة بمقدار 1 غ.

ثانياً: وضع العينة في إناء زجاجي وإضافة حوالي 25ملل من الماء المقطر.

ثالثاً: وضع العينة فوق فرن وتركها حتى الغليان من أجل تفكك الجزيئات عن بعضها البعض.

رابعاً: بعد مرحلة الغليان قمنا بترشيح المسحوق في أنبوب زجاجي بواسطة ورق ترشيح خاص.

خامساً: وضع العينة بعد تصفيتها في إناء وإضافة القليل من كلوريد الباريوم المركز Bacl2.

سادساً: وضعها فوق الفرن مرة أخرى وننتظر حتى الغليان إذ يتفاعل كبريتات الصوديوم Na2So4 مع كلوريد الباريوم Bacl2 مما ينتج راسب أبيض من كبريتات الباريوم BaSo4.

ففي حالة تشكل هذا الراسب الأبيض دليل على وجود نسبة من السيلفات .

م1: وضع العينة في إناء

م2: إضافة 25ملل من الماء المقطر

م3: وضع العينة فوق الفرن

م4: ترشيح العينة بورق خاص

م5: إضافة الماء المقطر

م6: وضعها فوق الفرن وإضافة لها Hcl المركز

م: المرحلة

اللوحة رقم: 22 تمثل مراحل تحليل السيلفات على عينات الدارسة

10/- تحليل الميثيلين الأزرق " NBF" :

يعرف بكلوريد الميثيلثيونينيوم أو الميثيلين الأزرق، الهدف من هذا التحليل هو معرفة التركيبة البنيوية لعينة الدراسة وكذا التعرف على نوعية الحجر إن كان حجر طيني أو رملي، اتبعنا نفس المراحل السابقة إلا أن عينة هذا التحليل قدرت ب30غ بدل 1غ تم حسابها عن طريق :

_ قمنا بوضع العينة في إناء اختبار خاص بهذا التحليل.

_ إضافة حوالي 500ملل من الماء المقطر .

_ ترك العينة في الجهاز لمدة 5 دقائق حتى تتحرر الجزيئات عن بعضها البعض.

_ بعد تحرر الجزيئات قمنا بإضافة محلول الميثيلين في الإناء بواسطة الجهاز.

_ نترك الخليط في الجهاز لمدة 10 دقائق.

_ قمنا باختبار العينة بواسطة ورق الترشيح عن طريق أداة اختبار خاصة.

_ قمنا بوضع قطرة من المحلول على الورق ولاحظنا اللون الظاهر عليها وكانت النتيجة متشابهة بالنسبة للمئذنتين وكانت المراحل كالتالي:

م1: وزن العينة م2: وضعها في إناء م3: إضافة الماء المقطر م4: تركها لمدة 5د

م5: إضافة الإثيلين م6: تركه لمدة 10د م7: إختبار المحلول م8: تسجيل النتائج

م: المرحلة

اللوحة رقم: 23 تمثل مراحل اختبار الميثيلين

تحليل النتائج:

هناك عدة تجارب أخرى لم نتطرق إليها والتي لها علاقة بالحجارة الأثرية,فكل هذه النتائج تساعد على معرفة المواد المستخدمة في فترة ما و التقنيات التي كانت تستخدم بالإضافة إلى أنواع الخامات المستخدمة في البناء.

فمن خلال النتائج المخبرية المتحصل عليها، استنتجنا أن مسامية الحجارة المستعملة في بناء مئذنة المنصورة أكبر من نظيرتها في مئذنة أغادير بحوالي الضعف،مما يدل على أن الحجر مسامي وهذا ما يفسر نوع خام الحجارة المستعملة في المئذنتين مختلف، وقد جلبت من محاجر مختلفة ومتغيرة في التركيب الجيولوجي فارتفاع نسبة المسامية في الحجارة يؤدي إلى زيادة امتصاص الماء فيها، أما

بالنسبة لنفاذية هذه الحجارة فنلاحظ أن نسبة امتصاص الماء لحجارة مئذنة المنصورة أكبر من نسبة امتصاص الماء الخاصة بحجارة مئذنة أغادير وهذا ما يفسر ارتفاع نسبة الرطوبة في الحجارة مما يدل على وجود علاقة بين المسامية والنفاذية، ومنه نستنتج أن كلما كانت المسامات كبيرة في الحجر كلما كانت نسبة الإمتصاص أكثر.

أما فيما يخص وجود نسبة كربونات الكالسيوم في العينتين فنلاحظ أن حجارة مئذنة المنصورة تحتوي على نسبة عالية من الكربونات حوالي 88 غ ،على عكس حجارة مئذنة أغادير فتحتوي على نسبة ضئيلة من الكربونات تقدر ب: 1.81 غ ، ومنه يمكننا القول أن حجارة مئذنة جامع المنصورة هي حجارة كلسية غنية بكربونات الكالسيوم كلما كانت نسبة الكربونات مرتفعة كلما كانت الحجارة صلبة ومقاومة لعوادي الزمن.

وما لاحظناه من خلال تحليل السيلفات هو لا وجود لتشكل الراسب الأبيض في المحلول إذن لا وجود للسيلفات في كلا العينتين.

بالنسبة لتحليل المثيلين Bleu de méthyléne فقد تحصلنا على نفس النتائج لكل من حجارة أغادير والمنصورة رغم أن المسامية والنفاذية للحجارتين مختلفة إلا أن نوعية الحجارة المستعملة في البناء وخصائص التركيبة لها متشابهة مما جعل الحجارتين يقومان عوامل التلف والضغط بنفس الطريقة، إذ كلما كانت نسبة الميثيلين أقل من 10% كلما كان الحجر أكثر مقاومة وهذا ما يفسر أن كل من حجارة مئذنة أغادير والمنصورة هي حجارة صلبة ومقاومة لعوامل التلف.

الفصل الثالث: طرق معالجة وترميم الحجارة الأثرية– اقتراحات ميدانية–

1/– مفهوم الصيانة والترميم

2/– أساليب الترميم

3/– أولويات الترميم

4/– طرق علاج وصيانة المباني الأثرية

5/– اقتراحات الصيانة والترميم لصيانة مئذنتي أغادير والمنصورة

تمهيد:

تعتبر عملية الصيانة والترميم آخر مرحلة للتدخل العلاجي على المعلم الأثري و بعد الفحص والتشخيص، حيث تختلف تقنياتها وأساليبها من معلم إلى آخر ومن مادة إلى أخرى على حسب درجة ونوع الضرر، ولا يكون التدخل إلا من خلال إتباع طرق وأساليب العلاج، فقد حاولنا من خلال العناصر السابقة تحديد عوامل التلف المؤثرة على حجارة البناء لكل من المئذنة أغادير والمنصورة فالهدف من هذا الفصل هو تقديم واقتراح الحلول المناسبة لإيقاف الضرر الذي لحق بالمئذنتين.

1 مفهوم الصيانة والترميم:

1-1 الصيانة: Conservation

أ/_لغةً: من الفعل صان يصون، والصون أن تقي الشيئا أو ثوباً وصان الشيء صوناً، وصيانةً وصياناً واصطانه[1].

ب/_اصطلاحاً: مصطلح الصيانة والترميم يطلق على الأعمال التطبيقية والبحثية التي يقوم بها المتخصصين في الصيانة والترميم في سبيل المحافظة على المعالم التاريخية بشتى أنواعها وصيانتها من التلف في الحاضر والمستقبل مستعينين في تحقيق هذا الهدف ما وفرته لهم علوم الكيمياء والفيزياء وغيرها من العلوم التجريبية من نتائج علمية وأجهزة حديثة يستخدمها المتخصصون في صيانة الآثار[2].

ومن خلال هذا المفهوم يمكن القول أن عملية الصيانة هي مجموعة من الوسائل والتقنيات المستخدمة في الحفاظ على المعلم ومحيطه بهدف الإطالة من عمره، وهي عملية تسبق عملية الترميم وتكون أثناء القيام بالترميم وبعد الانتهاء منه.

---

[1]– ابن منظور محمد بن مكرم، **لسان العرب**، تح: عبد الله علي كبي،ر ومحمد أحمد،حسن الله، وهشام محمد الشاذلي، دار المعارف، القاهرة، 1119م، ص2530.

[2]– محمد عبد الهادي محمد، المرجع السابق، ص20.

2-1 الترميم: Restauration

أ/_لغةً: مشتقة من الفعل رمم، الرم أي إصلاح الشيء الذي فسد بعضه من نحو جبل يبلى فترمه، أو دار ترم شأنها مرمة. ورم الأمر: إصلاحه بعد انتشاره الجوهري: رممت الشيء أرمه وأرمه رماً ومرمةً إذا أصلحته[1].

ب/_اصطلاحاً: هو مجموعة الأعمال التطبيقية التي يقوم بها المرمم من أجل حماية المبنى من الانهيار أو التلف[2]، إذ يعتبر خطوة مهمة في المحافظة على المبنى الأثري من خلال التدخل المباشر عليه ولا يكون هذا إلا بأسس علمية وذلك باحترام طابع المعلم وكذا المواد الأصلية له هذا ما نصت عليه المادة 09 من ميثاق البندقية1964[3].

ويعرف كذلك على أنه إعادة استرجاع المبنى التراثي إلى حالته الأصلية بتفاصيله السابقة[4]، ومنه نجد أن عملية الصيانة تعتبر أشمل من عملية الترميم ويظهر الفرق بينهما من خلال التعريف السابق، إذ تعتبر الصيانة أعمال بحتية تطبيقية بينما الترميم فهو التدخل المباشر على المعلم وهو بمثابة عميلة جراحية يقوم بها المرمم المختص في ذلك، إذن هناك علاقة وطيدة بين الصيانة والترميم فكلاهما مرتبط بالآخر .

2_أساليب الترميم:

تنقسم أساليب ترميم المباني الأثرية إلى ثلاثة أقسام وهي كالتالي[5]:

---

[1]– ابن منظور، المرجع السابق، ص1736.

[2]– محمد عبد الهادي محمد، المرجع السابق، ص20.

[3]– ميثاق البندقية: الميثاق الدولي لصيانة وترميم المعالم والمواقع 1964م، بالبندقية، المادة 12، لابد أن تندرج استبدالات القطع(الأجزاء) المفقودة بصور متجانسة مع الكل إلا انها ينبغي في نفس الوقت أن تكون قابلة للتمييز عن الأجزاء الأصلية حتى لا يزيف الترميم الشواهد الفنية والتاريخية، ينظر: هزار عمران، المرجع السابق، ص147.

[4]– صالح لمعي مصطفى، **أسس ترميم المعالم الأثرية طبقاً للمواثيق الدولية**، مجلة شادروان، ع الأول، آذار، 2010 ، ص5.

[5]– عبد المعز شاهين، المرجع السابق، ص12.

2–1 الترميم المعماري:

وهو كل ما يتعلق بالتجديد وإضافة عناصر معمارية، يتضمن معالجة الأبنية المنهارة واستبدال الأجزاء المتضررة بمواد حديثة تتلاءم مع المواد الأثرية في طبيعتها وشكلها ومظهرها وتكملة الأجزاء الناقصة وتحميل الأجزاء الآيلة للسقوط ولا سيما الأسقف واالجدران، أو إبراز خصائص معمارية ذات دلالة معينة.

يجب أن تتم أعمال الترميم بحيث لا تطمس أو تغيير الطرز المعمارية الأثرية مع سهولة التفريق بين الأجزاء المضافة والأجزاء الأصلية.

2–2 الترميم الهندسي:

يقصد به وضع المساند وعزل الأرضيات، يتضمن تدعيم الأساسات وحقنها وعزلها وإقامة الحوائط الساندة وحل المشكلات المترتبة عن مياه الرشح والنشع، وغير ذلك من الأعمال الهندسية الإنشائية التي تتضمن بقاء المعالم وعدم اختلال توازنها.

يجب استخدام مواد تتلاءم في خواصها الطبيعية مع المواد الأثرية بحيث لا يترتب على استخدامها أية أضرار جانبية في المستقبل.

2–3 الترميم الدقيق:

يتمثل في ملأ الشقوق والفجوات أو حقنها وتثبيت الأسقف وعلاج النقوش والزخارف يتضمن جميع الأعمال الخاصة بملء الشقوق والفجوات وحقن الشروخ وتثبيت القشور السطحية وترميم وعلاج الزخارف والنقوش الجدارية وتنظيف وتثبيت الألوان وتجميع وتقوية الكتل الحجرية واستخلاص الأملاح وترميم جميع العناصر المعمارية المرتبطة بالنحت والتصوير، ويتم ذلك من دون تغيير لطبيعة هذه العناصر شكلاً وموضوعاً.

3_ أولويات الترميم:

قبل التدخل على المعلم يجب أولاً تحديد الحالة الراهنة له من خلال المعاينة الميدانية حتى نتمكن من تحديد التقنيات الممكن استخدامها وهذا يتوقف على مختصين في هذا المجال من مهندسين متخصصين في الترميم وكذا خبراء في مجال الكيمياء وتحدد أولويات الترميم فيما يلي[1]:

3–1 الحالة الإستعجالية:

تشمل العناصر المعمارية ذات الصفة المتدهورة والمهددة بالانهيار نتيجة المؤثرات المفاجئة مثل ارتفاع المياه الجوفية أو الهزات الأرضية، حيث يجب على المرمم في هذه الحالة التدخل الفوري والسريع لإيقاف التلف ومعالجته.

3–2 الحالة المتوسطة:

تتمثل في المباني التي تعاني من هبوط الأرضيات وعدم ثباتها، حدوث الشقوق والشروخ، حيث يقوم المرمم في هذه الحالة بملء تلك الشروخ بمادة الجبس ويسجل زوايا الميل حتى يتأكد من ثباتها وعدم اتساعها، ولا يكون هذا إلى باتخاذ عينات من التربة وفحصها لتحديد طرق التدخل على المبنى الأثري.

3–3 الحالة العادية:

تشمل العناصر المعمارية التي تحتاج إلى ترميم جزئي لبعض أجزائها التالفة مثل ظاهرة التآكل والتحلل بفعل المؤثرات الجوية.

4 طرق علاج وصيانة المباني الأثرية:

هناك العديد من الطرق والأساليب المتبعة لصيانة وحماية المعالم التاريخية من التلف إذ تتوقف درجة تدخل المرمم على حسب حالة المعلم حيث يبتدئ عمله بالتنظيف الميكانيكي والكيميائي إلى الوصول إلى الحماية وسوف نتطرق لها بالتفصيل:

---

[1]– أحمد إبراهيم عطية، عبد الحميد الكفافي، **حماية وصيانة التراث الأثري**، ط1، دار الفجر للنشر والتوزيع، القاهرة، 2003، ص118-119.

1-4 التنظيف:Nettoyage

يعتبر التنظيف المرحلة الأولية للعلاج، إذ يعد وسيلة فعالة للحفاظ على الآثار الحجرية وللقيام بهذه العملية يشترط على القائم بأعمال الصيانة أن يكون يتمتع بالخبرة والمهارة اللازمة في الميدان وأن يكون على دراية بنوعية وخصائص المادة المراد تنظيفها[1]، كما يعرف هزار عمران التنظيف على أنه إزالة القشرة السطحية للحجر ولا يجوز التنظيف إلا إذا كانت الطبقة الداخلية للحجارة في حالة جيدة أو تنظيفها بعد تقويتها، حيث يجب أن تكون طرق التنظيف حذرة وموثوقة وينبغي مراعاة الشروط اللازمة لإزالة هذه الترسبات ومن بينها[2]:

_تلاءم المواد المستخدمة في التنظيف مع المواد الأصلية لا في الوقت الراهن ولا في المستقبل.

_أن تكون الإزالة سريعة وسهلة دون المساس بطبقة الحجر الأساس.

_أن تكون المواد المستعملة اقتصادية وغير ضارة.

حيث تهدف هذه الشروط إلى إعادة مسامية الحجر ومنع امتصاص الرطوبة وتجنب الأملاح القابلة للذوبان في الماء، تنقسم طرق التنظيف إلى نوعين تنظيف ميكانيكي وتنظيف كيمائي.

1-1-4 التنظيف الميكانيكي:

يعرف بالتنظيف اليدوي تتعدد طرق هذا التنظيف على حسب نوع الحجارة ودرجة التلف وكمية الأوساخ المترسبة عليها[3]، يعتمد على إزالة الأتربة والاتساخات السطحية وغيرها من المواد التي تضر بالأثر الحجري وتشمل على الأساليب الميكانيكية الآتية :

_ إزالة طبقات الأتربة يدويا أو باستخدام أدوات بسيطة كالفرشاة (الخشنة والناعمة) والأزاميل أو باستخدام ماكينات تحمل رؤوس الكربوراندم مخروطية الشكل .

[1]– إبراهيم محمد عبد الله، ترميم الآثار الحجرية، المرجع السابق، ص128.

[2]– هزار عمران، جورج دبورة، المرجع السابق، ص169.

[3]– هزار عمران،جورج دبور، المرجع السابق، ص170.

-استخدام ماكينات لقذف الحبيبات الجافة المقترنة بالهواء المضغوط تستخدم لتنظيف الحجارة الرملية والكلسية تستعمل في الماكينات بودرة كربونات الكالسيوم والماغنيسيوم وبيكربونات الصوديوم أو أكسيد الألمنيوم أو كبريد السليكون (صلبة أو ناعمة على حسب مواد الإتساخات الموجودة على الحجر .

-بعد التنظيف الميكانيكي تستخدم المبيدات العضوية لإزالة البقع العالقة بأسطح الأحجار من بين المبيذات المستخدمة نجد كحول الايثيلي، كحول ميثيلي، الأسيتون، البنزين، رابع كلوريد الكربون والبيريدين، حيث تتميز هذه المبيدات بقدرة عالية على إزالة البقع الناتجة عن مخلفات الطيور والكائنات الدقيقة كما يراع عند استخدامها اتخاذ الإجراءات الأمنية لوقاية القائم بالترميم لما لها القدرة على الاشتعال السريع[1].

_ التنظيف باستعمال الكمدات بحيث تستخدم مركبات ذات قدرة لاصقة عالية على التوضعات أكبر من قوة التصاق التوضعات بالحجر نفسه، ويعتبر الغراء الحيواني من أكثر المركبات فاعلية إذ يصنع هذا الأخير طبقة شديدة القساوة وذات قدرة عالية الالتصاق[2] .

4-1-2 التنظيف الكيميائي:

يستعمل هذا الأسلوب للضرورة القصوى وعلى حسب حالة المعلم ويعتمد لكسر الروابط الأولية للإتساخات، تستخدم فيه مختلف المبيدات والمواد الكيمائية مع الماء المقطر وتعتمد عمليات التنظيف على:

_ المحاليل الحمضية والقلوية .

_ عجائن المذيبات الجيلاتينية مثل: الكسالين، تيترا كلورور الكربون والتولوين .

_ استخدام الصابون ومنظفات.

[1]– إبراهيم محمد عبد الله، **مبادئ ترميم وحماية الآثار**، المرجع السابق، ص121-122.

[2]– هزار عمران، جورج دبورة، المرجع السابق، ص172.

_ التنظيف بالبخار حيث تبلل مناطق تواجد الترسبات ويتم إزالتها بالفرشاة ويكون التنظيف بشكل أفقي تستعمل في هذه العملية جهاز عبارة عن خزان مركب على عجلات.

_ التنظيف بالموجات فوق صوتية تستعمل لإزالة الترسبات السوداء والكربونية.

_ استخدام أشعة الليزر.

_ استخلاص الأملاح عن طريق الكمادات[1]،حيث يتم اختبارها لمعرفة طبيعتها إما أملاح قابلة للذوبان أو أملاح غير قابلة للذوبان،

ففي حالة وجود الأملاح القابلة فيتم استخلاصها عن طريق غسلها جيداً وباستمرار وتجنب جفافها حتى لا يؤدي إلى تبلورها، وإذا كان المعلم يحتوي على أملاح غير قابلة للذوبان فهنا يمكن استخدام الأحماض لإزالتها ومن بين الأحماض المستعملة نجد حامض الهيدروكلوريك، حامض السيتريك، حامض الاكساليك[2] .

4-2 التقوية:Consolidation

و يتم ذلك بإضافة محاليل كمياوية تساعد المبنى على التماسك وتزيده صلابته تستخدم هذه العملية عندما تكون الحجارة في حالة متدهورة من التلف يستعمل في المناطق المتضررة فقط[3].

تعتبر عملية التقوية من أهم عمليات الصيانة إذ تعمل على تقوية الحجارة تماسكها وإعطائها نوع من الحماية والمقاومة لعوامل التلف المختلفة[4]، وقبل الشروع في هذه العملية ينبغي مراعاة ما يلي:

_ حالة الحجر وخواصه الطبيعية (المسامية والنفاذية).

---

[1]– إبراهيم محمد عبد الله، **مبادئ ترميم وحماية الآثار**، المرجع السابق، ص123.

[2]– عبد الصمد رقية، **واقع الصيانة والترميم للأبراج العسكرية بالجزائر(برج تامنفوست، برج حمزة، برج موسى أنموذجا)**، أطروحة الدكتوراه، تخصص صيانة وترميم، معهد الآثار، الجزائر،2016، ص210.

[3] -Philipe Bromblet, Guide « Techniques de conservation de la pierre », Association Medistone, 2010, p14.

[4]- جورجيو توراكا، **تكنولوجيا المواد وصيانة المباني الأثرية**، تر: أحمد إبراهيم عطية، ط1، دار الفجر للنشر والتوزيع، القاهرة، 2003، ص178.

_ الطرق المستخدمة في التقوية.

_ إزالة الأملاح قبل البدء في التقوية.

_ خصائص الكيميائية والفيزيائية للمواد المستخدمة في التقوية[1] .

_ استخدام محاليل كيميائية بتراكيز مناسبة لا تسبب تفاعلات بينها وبين الحجارة ومن أفل المحاليل المستخدمة نجد محلول الكالانون في كحول الإثيلي الساخن.

_ القيام بأعمال التقوية في جو معتدل حيث أن سرعة المذيبات العضوية تسبب في تغيير نسب المحاليل كما تؤدي إلى تراكم مواد التقوية على الأسطح الحجرية.

_ القيام بعملية التقوية على مراحل أولاً استخدام محاليل مخففة وبعد جفافها تستخدم محاليل ذات تزكيز حتى نهاية هذه العملية[2].

4-2-1 طرق التقوية:

تختلف طرق التقوية على حسب نوع وحجم الحجارة المراد تقويتها وهي تتمثل في:

4-2-1-1 التشبيع:

الهدف من هذه العملية هو تشبيع الحجارة بالمواد المقوية المستعملة أي وصول هذه المواد إلى لب الحجر مما تؤدي إلى زيادة تماسك الأجزاء السليمة للحجر[3]، تستخدم المواد المقوية على شكل سائل ومن بين الطرق المستعملة في التشبيع ما يلي[4]:

❖ **التشبيع بالغمر:** تستخدم هذه التقنية في حالة الحجارة الصغيرة حيث يتم غمرها في مادة كيميائية مقوية عن طريق:

---

[1] -Tbasso Lazzarini, « traitements de conservation de la pierre », Dans La dégradation et la Conservation de la pierre, N16, UNESCO, Venise, p218.

[2]– عبد المعز شاهين، المرجع السابق، ص 255.

[3]– جورجيو توراكا، أحمد إبراهيم عطية، المرجع السابق، ص178.

[4]– عبد العز شاهين، المرجع السابق، ص257.

_ أولاً غمر الحجارة في الأسيتون لفترة معينة من الزمن حتى تفتيح المسام.

_ ثانياً وضع القطعة في حوض مجهز ويغمر بالمقويات الكيميائية الذائبة في المذيبات العضوية.

_ ثالثاً إزالة الطبقة الرقيقة الموجودة على الأسطح بالمذيبات العضوية حيث يسمح بغمر الحجر في الأسيتون مما يسمح بتسربها داخل المسام الذي يتبخر فيما بعد.

❖ **التشبيع بالحقن:** تستخدم هذه الطريقة على الحجارة التي توجد بها شقوق وفجوات وعلى مناطق تآكل الملاط في الجدران كما تستعمل لسد الثقوب ، يفضل وضعها على المناطق البعيدة عن الزخارف والألوان، وتتم هذه العملية باستخدام قطعة من القطن المبللة بالأسيتون.

❖ **تقنية الغطاء الورقي:** تستعمل على الحجارة المستخدمة في البناء حيث يتم تغطية السطح بغطاء ورقي يلتصق بسطح الحجر عن طريق لاصق ويحفظ الغطاء بعد ذلك وباستمرار مبللا بسائل التشبيع، حيث تعتمد هذه التقنية على حفظ الغطاء وسطح الحجر رطباً ومبللا لعدة ساعات وفي بعض الأحيان يحفظ لأيام.

❖ **التقوية بواسطة خلخلة الهواء:** تساعدنا في خلخلة وتسرب المادة المقوية إلى مسام الحجارة وتتم عن طريق تفريغ الهواء في المسام مما يسهل تسرب ودخول المادة المقوية إلى داخل الحجارة ، تستعمل هذه التقنية على الحجارة المنخفضة المسامات[1].

❖ **التقوية باستخدام المعادن:** نلاحظ هذه التقنية مستخدمة في مئذنة جامع المنصورة، حيث تعتمد على وضع أسياخ من الحديد على مستوى الجدران التي تعاني من حدوث شقوق كبيرة تؤدي مع الوقت إلى انفصال الجدران وبالتالي سقوطها، حيث تطبق أسياخ المعدن على هذه الشقوق ويتم ربطها ويفضل استخدام الفولاذ الذي لا يصدأ ويثبت باللدائن القوية من الإيبوكسي المخلوط بمسحوق الجير[2] .

[1]– شلبي زينب، المرجع السابق، ص98.

[2]– عبد المعز شاهين، المرجع السابق، ص 257.

4-2-2 المواد المستخدمة في التقوية:

تقسم المواد المستعملة في تقوية الحجارة إلى مجموعتين أساسيتين:

4-2-2-1 المقويات العضوية:

لتقوية الحجارة الأثرية تستخدم لدائن الثرموستنج حيث تكون على شكل سائل تخلط بمصلب الذي يقوم بتصلب المقوي بعد تسربه داخ المسام من بينها لدائن الفورمالدهيد، لدائن الميلامين، كما تستخدم راتينجات الإيبوكسي والبولي استر بحيث تخلط مع المذيبات التي تعمل على لزوجها وتؤخر تصلبها وتعمل على ملء الفزغات والفجوات الموجودة في الحجارة بالراتنج مثل: خلات الفينيل المبامرة، البولي ميتا أكريلات والبولي ميثيل ميثا كريلات[1]، ومن مميزات هذه المقويات أنها تعمل على تحسين الخواص الميكانيكية للحجر وتبقى داخل المسام لفترة طويلة وتعمل على كمادة واقية ضد عوامل التجوية[2].

4-2-2-2 المقويات غير العضوية:

تعتمد على السوائل التي لها القدرة على ربط البلورات مع بعضها البعض كما أنها تقوي الحجارة من خلال تكوين السيليكا المائية أو كربونات الكالسيوم والباريوم، كما أن هناك بعض المقويات التي تعمل على تكون الأملاح القابلة للذوبان منها سيليكات الصوديوم والبوتاسيوم.ومن محاسنها أنها تتمتع بمقاومة جيدة للتأثيرات إلا أنها لا تقاوم الصدمات الميكانيكية[3].

4-3 الحماية : Protection

تعني وقاية المعالم الأثرية في الأخطار الطبيعية والبشرية بمختلف أنواعها والقضاء عليها[4] ولحماية أسطح الحجارة نقوم باستخدام الزيوت المجففة كزيت بذرة الكتان أو شمع البرافين حيث

[1]– محمد عب الهادي محمد ، المرجع السابق، ص155.

[2]– جورجيو توراكا، أحمد إبراهيم عطية، المرجع السابق، ص183-184.

[3]– جورجيو توراكا، أحمد إبراهيم عطية، المرجع السابق، ص182.

[4]– هزار عمران، جورج دبورة، المرجع السابق، ص101.

تستعمل هذه الزيوت على الحجارة القليلة المسامات، كما يستخدم راتنج الأكريلك لحماية السطح ،تستعمل هذه المواد كمادة حامية للأسطح وبنسب معينة بحيث يجب أن تكون سهلة النزع وغير قابلة للذوبان[1]

5 اقتراحات الصيانة والترميم لحماية مئذنتي أغادير والمنصور:

بعد قيامنا بالتحاليل المخبرية ومعاينتنا الميدانية من خلال تشخيص الأضرار الناتجة عن عوامل التلف المختلفة واستنادا إلى المراجع المعتمدة في الجانب النظري، توصلنا إلى وضع مجموعة من الاقتراحات لعلاج وحماية حجارة مئذنة أغادير والمنصورة التي تعرضت للتلف ومن هنا يمكننا اقتراح جملة من الحلول لإيقاف الضرر اللاحقة بها، تمثلت هذه الاقتراحات في:

- أول ما يجب القيام به هو التنظيف حيث يعتمد هذا الأخير على طبيعة وحالة الحجر كما يجب الأخد بعين الاعتبار أن عملية التنظيف حالة خاصة تتطلب اختبارات أولية ويتم تنفيدها من قبل مرممين أكفاء[2] ، ولتنظيف الحجارة من الترسبات والأتربة نستعمل الفراشي الرطبة، المكاشط، الماء العذب، الصابون الذي لا يحتوي على نسبة عالية من القلويات والقليل من النشاذر حيث تستعمل بنسب محددة:

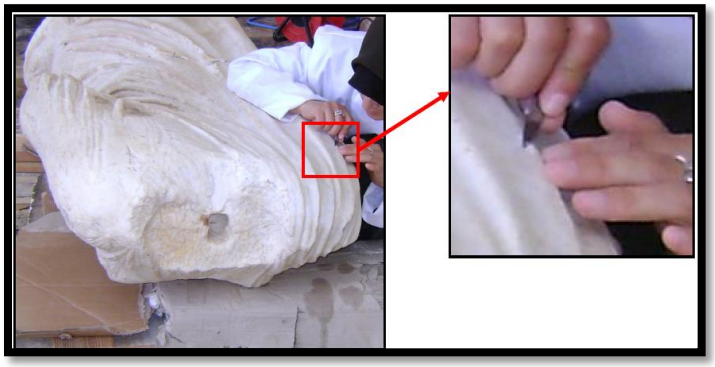
_ 1000سم3 من الماء.

_ 100 سم3 من النشادر.

_ 100 غرام من الصابون.

[1]– جورجيو توراكا، أحمد ابراهيم عطية، المرجع السابق، ص188–190.

[2] - Conservation Science Consulting Sàrl, Conservation de la pierre naturelle (Produit et méthodes de traitement), La science au service des monument et des sites, P10.



الصورة رقم:84 طريقة التنظيف اليدوي باستخدام المشرط نقلا عن شلبي زينب، المرجع السابق، ص90.

- **أما بالنسبة لتنظيف الحجارة من التلف البيولوجي نقوم ب:**

تستعمل المبيدات والمركبات العضوية وغير العضوية لقتل الطحالب عن طريق التبخير أو الرش أو تكليس المناطق المصابة أو استعمالها ككمادات، ثم يتم تنظيفها بالاستعمال محلول مخفف من النشادر بواسطة فرشاة، ومن بين الشروط الواجب توفرها في هذه المركبات:

_ أن تكون عديمة اللون وألا تكون سامة.

_ ألا تكون قابلة للذوبان في الماء وألا تؤثر على الحجارة.

_ يجب أن تكون متينة حيث تتحمل الظروف الطبيعية.

و من بين المركبات المستعملة نجد للقضاء على الطحالب نجد:

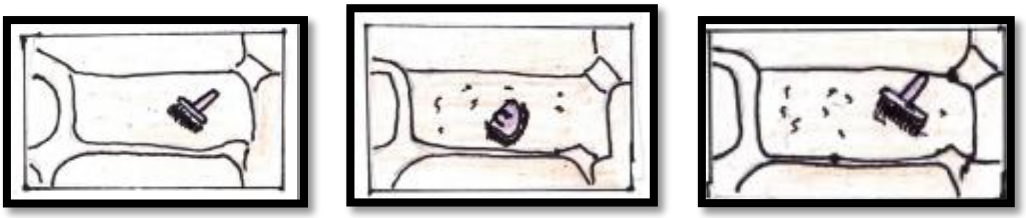
_ فلوريد الصوديوم بتركيز 4.2%.

_ البنتاكلوروفينولات الصوديوم تستعمل بتركيز من 03 إلى 05%.

_ الفورمالين بتركيز 10%.

بعض هذه المواد تكون قابلة للذوبان في الماء ففي هذه الحالة يتم تطبيق طبقة عازلة للماء تكون من راتنج البولي إثيلين لحماية السطح من تسرب الماء داخل المسامات ومن هجمات البكتيريا والطحالب[1].

- لإزالة أعشاش الحشرات نستعمل الأزاميل الدقيقة والمكاشط، ثم تنظف آثارها بالماء أو باستخدام الماء والكحول، أو بالماء والنشاذر[2].
- أما عن الأشنات فيتم إزالتها عن طريق استخدام الكمادات التي تحتوي على العجائن الطينية كالسبيوليت والأتابولجيت تضاف إليها بعض المبيدات لانحلال الأشنة، وتستعمل لمدة شهر أو شهرين[3].



م1: وضع المركب م2: تنظيفها بالفرشاة م3: تطبيق الراتنج

م: المرحلة

الشكل رقم:02 يوضح مراحل تنظيف الطحالب نقلاً عن عبد الصمد رقية، أثر الرطوبة ...، المرجع السابق، ص146 (بتصرف).

[1]– مداد كمال، **حفظ وترميم الأسوار الدفاعية البيزنطية لمدينة تبسة**، مذكرة ماجستير، تخصص الآثار القديمة، معهد الآثار، الجزائر،2009، ص75.

[2]– عبد المعز شاهين، المرجع السابق، ص253-254.

[3]– شلبي زينب، المرجع السابق، ص90.

- ولإزالة الترسبات السوداء الناتجة عن المرض الأسود نستعمل المذيبات العضوية السابقة الذكر، حيث يظهر مفعولها على حسب الترسبات الموجودة في الحجارة فإذا كانت كبيرة تزال تلك البقع وإذا كانت قليلة فلا تؤثر فيها[1].
- إزالة بقع الصدأ: يتم نزعها عن طريق خليط متكون من كلوريد الأمونيوم بإضافة 4 أجزاء من مسحوق التلك وسائل النشادر المخفف بالماء تخلط حتى الحصول على عجينة وتستعمل ككمادات فوقع بقع الصدأ، كما تستخدم كمادات أخرى تتكون من جزء واحد من ستارات الصوديوم وستة أجزاء من الماء و يضاف لها الجلسرين والاسبيداج وتترك هذه العجينة لعدة أيام.
- إزالة النباتات والحشائش: يجب أخذ الحذر عند نزع النباتات خاصة عندما تكون في أماكن وجود الملاط حتى لا نؤدي إلى إزالة الملاط بين الحجر، كما يجب القضاء عليها قبل نمو جذورها وتغلغلها داخل الجدران لذا وجب مراقبتها باستمرار، فتكون طرق نزع هذه النباتات بطريقتين:

أولاً الطريقة الميكانيكية :

_ تتمثل في إزالة أوراق الأشجار بمقص ثم فصل الجذور عن بعضها البعض.

_ بعد عملية الفصل يتم قطع الأغصان بواسطة منشار في حالة عدم نزعها كلياً نستعمل أدوات خاصة لاقتلاع الأجزاء الملتصقة على الحجارة.

_ ثم يتم ملء تلك الفراغات بمبيدات خاص حتى لا تنمو النباتات مرة أخرى[2].

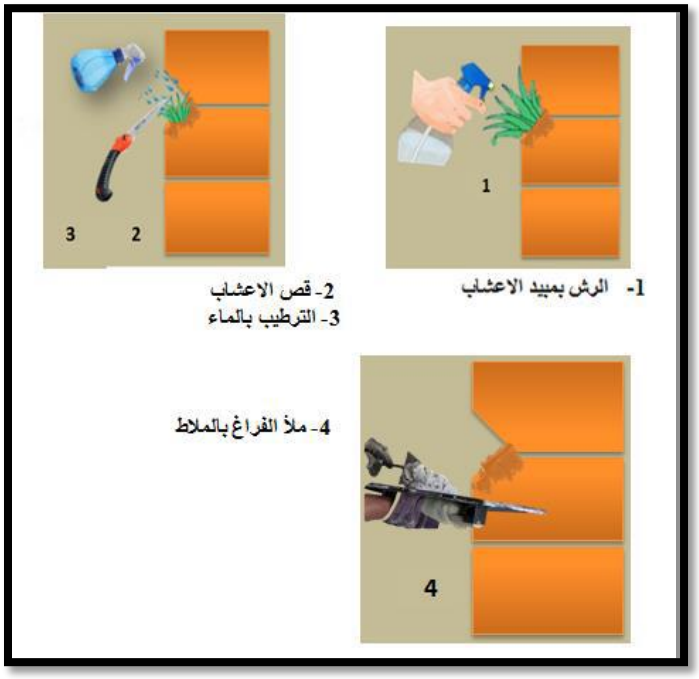
ثانياً الطريقة الكيميائية:

تستعمل في هذه المرحلة المبيدات عن طريق رشها على أماكن نزع النباتات حيث يتم ترطيب الفواصل بالماء ثم ملء الفراغات بالملاط الكلسي[3].

[1]– هزارن عمران، جورج دبورة، لمرجع السابق، ص173.

[2]– مداد كمال، المرجع السابق، ص77.

[3]– عبد الصمد رقية، واقع الصيانة...، المرجع السابق، ص329.



الشكل رقم:03 توضح طرق علاج النباتات نقلا عن عبد الصمد رقية، واقع الصيانة.....، المرجع السابق، ص330.

ومن بين المنتجات المستعملة لمنع نمو النباتات نجد[1]:

أ_ مبيدات ما قبل النمو: يتم استعمالها عن طريق رشها على الجذور المتبقية حيث يجب أن تكون فعالة لمدة معينة ووضعها على عمق بسيط، وألا تكون قابلة للذوبان في الماء ومن أهم المبيدات المتعملة لهذا الغرض:

_ السينازين Sinazine من مميزاته أنه يتصف بنفاذيته الضعيفة.

_ الديورون Diuron وهو منتج ضعيف النفاذية وغير قابل للذوبان.

كما يمنع إستعمال كلورات الصود (NaClo3) Chlorate de Soude التي تسوق تحت اسم "مبيد شامل للأعشاب" حيث يعتبر مادة سامة ومدمرة للحجارة الأثرية وتتمتع بقابيلة ذوبانها في الماء بشكل كبير[2].

[1]– مداد كمال، المرجع السابق، ص77–78.

[2]– المرجع نفسه، ص77.

ب_ مبيدات ما بعد النمو: تستعمل على النباتات التي تنمو على التربة يتم رش ه على الأوراق وتتم طريقتها ب:

_ رش الجدران بمحلول الفرمول Formol المخصص لتدمير النباتات بتركيز10% .

_ بعد القضاء على النباتات يتم تنظيف السطح بفرشاة ناعمة مبللة.

_ ثم نقوم برش المكان بمحلول الزنك الذي يمنع نمو النباتات.

و من أنواع المبيدات المستخدمة :

_ الغليفوسات Glyphosate و هو حامض الفوسفورميتيلامينو.

_ فيتوهرمون Phytohormone يستعمل بواسطة الحقن.

- **إزالة الأملاح:**

تشكل الأملاح تلفاً كبيراً على الحجارة الأثرية بما لها دور في تفتت أسطحها وتآكلها، فقبل التدخل العلاجي للقضاء على هذا النوع من التلف يجب دراسة هذه الأملاح لمعرفة سبب ظهورها ولتحديد مصادرها وأنواعها ولا يكون هذا إلا بإجراء تحاليل كيميائية وفيزيائية للحجارة .

توجد نوعين من الأملاح المتبلورة على الحجارة الأثرية وهي:

الأملاح القابلة للذوبان في الماء كالكلوريدات و كبريتات الكالسيوم وغيرها من الأملاح التي سبق ذكرها، يتم استخلاصها عن طريق الكمدات أو الغسل المباشر بالماء من خلال وضع كمادات رطبة على مناطق وجود الأملاح حيث يتسرب الماء داخل الحجر مما يعمل على إذابة الأملاح، حيث تنتشر الأيونات على طبقة إزالة الملح.ثم تتبلور الأملاح على الكمدات[1].

تتوقف سرعة إزالة الأملاح على طبيعة الحجر وطبيعة الكمدات المستعملة لها الغرض.

[1]– مداد كمال، المرجع السابق، ص71.

كما يمكن استخدام العجائن إزالة الأملاح، مثل عجينة الطين أو الكاولة أو استعمال ورق الجرائد حيث يتم تقطيعه إلى أشرطة صغيرة تغمر في الماء لمدة 24 ساعة ثم توضع على الأسطح مع إضافة كميات من كاربو كسي ميثيل سليلوز لالتصاقها[1].

أما عن الأملاح غير القابلة للذوبان مثل كبريتات الكالسيوم فيتم استخلاصها باستعمال الأحماض كحمض الهيدروكلةريك بنسبة 2 % ثم تغسل أماكن المعالجة بالماء النقي لعدة مرات حتى لا تؤثر الأحماض على الحجارة[2].

- **إصلاح الملاط:**

في هذه المرحلة يتم نزع الملاط المتضرر في الحجارة واستبداله بملاط آخر يتناسب في تركيبته مع الملاط الأصلي المستعمل في بناء المئذنة، وتتمثل مراحل علاج الملاط في:

_ تنظيف مكان تآكل الملاط جيداً ثم ملئه بملاط جديد المتكون من الكلس والرمل وفي بعض الأحيان استعمال مسحوق الرخام لاعطائه المثانة والتماسك باعتباره مقاوم لعوامل التلف.

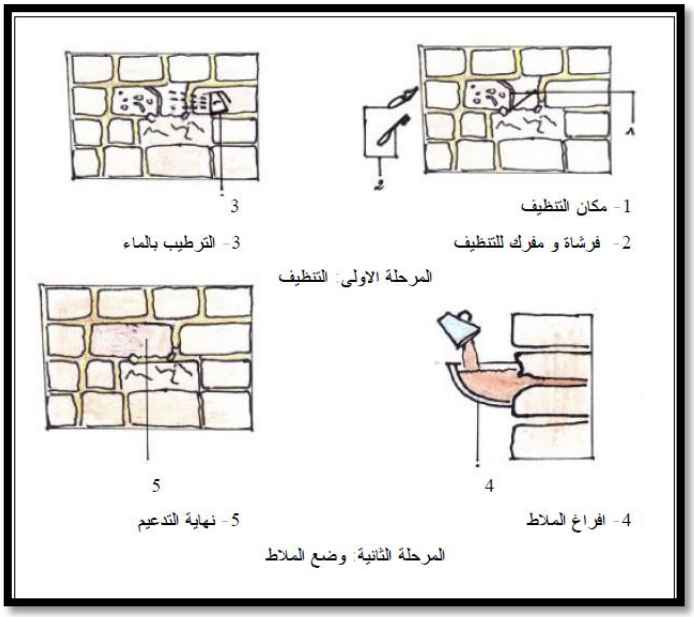
_ ثم نقوم بحقن المنطقة بملاط مكون من الكلس الطبيعي الهيدروليكي بمقدار معين، وفي حالة عدم الحصول على الكلس الهيدروليكي يتم إضافة البوزلان على الكلس المطفئ بالماء لإعطائه القوة والصلابة داخل الجدران الحجرية.

_ تملء الفراغات بالملاط بواسطة أدوات خاصة مع الحرص على عدم تسريه على الحجارة[3].

[1]–شلبي زينب، المرجع السابق، ص 94.

[2]– محمد عبد عبد الهادي، المرجع السابق، ص99.

[3]– عبد الصمد رقية، **أثر الرطوبة**...، المرجع السابق، ص128–129.



الشكل رقم: 04 يمثل تقنية إصلاح الملاط في الحجارة نقلا عن: عبد الصمد رقية، أثر الرطوبة...، المرجع السابق، ص129.

- **سد الشقوق الصغيرة:**

نقوم أولا بتنظيف الشقوق باستعمال إسفنجة مبللة بالماء ثم نقوم بوضع أنابيب بلاستيكية والإبر وتثبيتها جيداً في أماكن وجود الشقوق ثم نقوم بحقن الماء داخلها من جهة لمعرفة عمق وامتداد تلك الشقوق ومعرفة الفتحات من خلال تسرب الماء نحو الخارج ومن جهة أخرى لترطيب الحجارة، بعد هذه العملية نقوم بحقن غراء ذات حبيبات صغيرة بواسطة حقنة خاصة وباستعمال قطنة نقوم بالضغط على الأنبوب البلاستيكي حتى نتفاذ تسرب الملاط إلى الخارج، نقوم بتفريغ المحتوى حتى تتشبع الشقوق وفي حالة تسربه إلى الخارج نقوم بسدها بواسطة قطنة مبللة ونتركها تجف لمدة يوم حتى يتماسك الملاط جيداً ثم ننظف السطح الخارجي للحجر عن طريق الكشط بفرشاة معدنية لنزع الترسبات الصلبة ثم بفرشاة ناعمة [1].

[1]- عيساوي بوعكاز، المرجع السابق، ص179-183.

م1: تثبيت الأنابيب

م2: حقن الماء

م3: حقن الملاط

م4: تنظيف السطح بالفرشاة

م: المرحلة.

اللوحة رقم:24 تمثل مراحل ملء الشقوق نقلا عن: عيساوي بوعكاز، المرجع السابق ص 182-183.

- **علاج الحجارة المعرضة للتفتت:**

يتم علاج الحجارة الأثرية بإتباع المراحل التالية:

_ نقوم بتعيين الحجارة المراد ترميمها.

_ ثم نقوم بنحت هذه الحجارة بواسطة إزميل ومطرقة للحصول على فجوات.

_ نضع الملاط الكلسي الذي يتكون من مقادير معينة من العجينة الكلسية والرمل ومسحوق الحجر الكلسي.

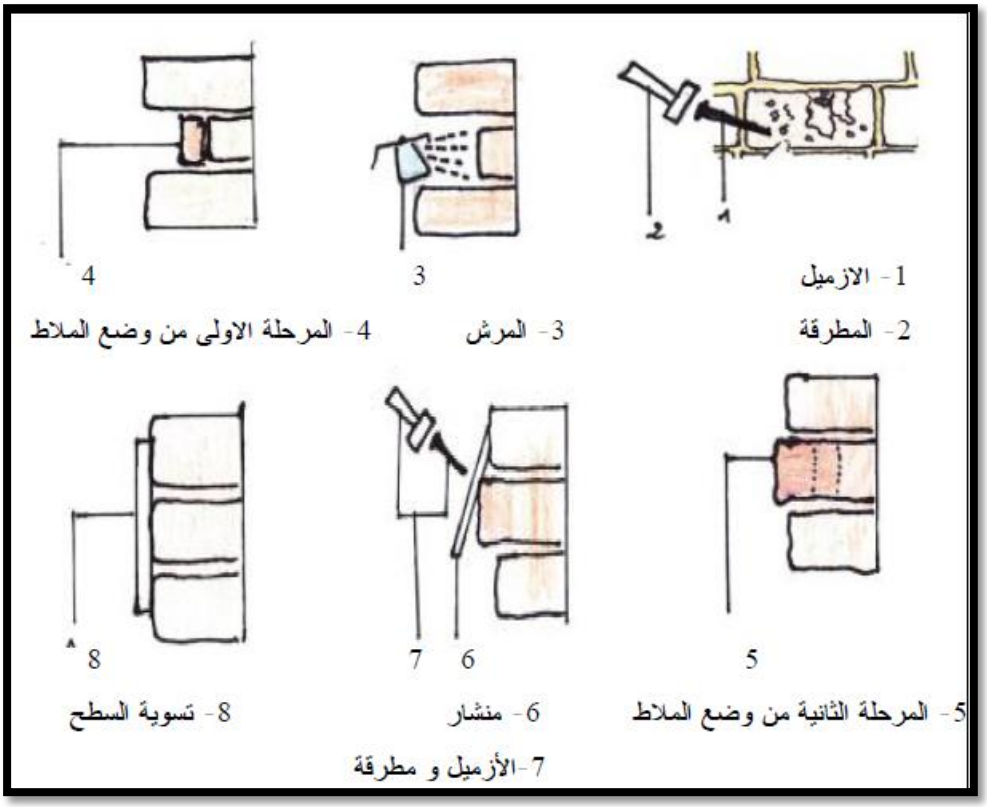
_ نقوم بترطيب الماء بواسطة الرش ثم نضع العجينة باستخدام المسطرين داخل الفجوات يجب أن تكون الطبقة مرصوصة بشكل جيد، ثم نتركها لتجف لمدة يومين أو ثلاثة.

_ في المرحلة الموالية بعيد رش الحجارة بالماء ونضع الطبقة من العجينة حتى تغطى تلك الفجوات والحرص على تماسكها جيداً ثم نتركها تجف لثلاثة أيام.

_ نقوم بتغطية سطح الحجارة بقطعة من القطن الرطبة وندعها تجف.

_ في المرحلة الأخيرة نقوم بتنظيف السطح باستخدام شفرة أو إزميل ومطرقة وتسويته حتى نحصل على الشكل الأصلي للحجارة[1].

[1]– عبد الصمد رقية، المرجع السابق، ص 141.



الشكل رقم:05 يمثل مراحل ترميم الحجارة المعرضة لظاهرة التفتت نقلا عن: عبد الصمد رقية، أثر الرطوبة...، المرجع السابق، ص142.

خلاصة الفصل:

ومن خلال ما سبق ذكره نستنتج أن كل الأعمال السابقة الذكر حول الترميم لا تكتمل إلا من خلال توفير الصيانة الدورية والمراقبة المستمرة للمعالم خاصة الموجودة في الهواء الطلق حتى نقلل من تأثير هذه العوامل.

الخاتمة

لعبت المآذن دورا كبيرا في الحضارة الإسلامية عامة وفي مدينة تلمسان خاصة، إذ تمثل أهم ما تبقى من هذا التراث المعماري الإسلامي وهذا استنادا لقيمتها الدينية والفنية والمعمارية، فلكل حضارة من الحضارات بصمة خاصة بها من حيث التصميم العمراني لمعالمها الأثرية وخاصة الدينية، وما يزيد هذا العناصر الأثرية حلية وجمالا هو حفاظها على أصالتها الفنية وطرازها المعماري، الذي يبقى صورة توضح هوية تلك العمارة.

وإن مسألة صيانة هذه المعالم الأثرية، لا تقتضي بالضرورة صيانتها من أجل زيارتها، وإنما وجوب ترميمها والمحافظة عليها لغايات علمية ثقافية، ويتوقف هذا على دراسة علمية دقيقة للمواد المكونة للمعلم المراد ترميمه وصيانته، ويكون من خلال تحديد درجات التلف التي آلت إليه هذه الأخيرة، حتى يتمكن المرمم من وضع اقتراحات مناسبة لها، بغرض العمل على حماية المعلم دون المساس بجوهره أو تشويه قيمته الفنية والأثرية، ويكون هذا التدخل من طرف مرممين مختصين في مجال الصيانة والترميم لهم خبرة في الميدان.

حيث تعتبر مئذنة المنصورة وأغادير من بين أهم المعالم الأثرية الفريدة من نوعها في مدينة تلمسان من حيث تخطيطها المعماري وموادها وتقنياتها المستعملة في البناء، رغم الصراعات التي شهدتها المئذنتين ورغم قدمهما وتعرضهما لعوامل التلف المختلفة إلا أنهما بقيتا كشاهد عيان على عظمة الدولة الزيانية والمرينية.

من خلال هذه الدراسة والمعاينة الميدانية لهاتين المئذنتين استطعنا أن نشخص مظاهر التلف التي أصابت حجارة البناء الأثرية، وتجلى هذا من خلال ترسب الأملاح والتفتت والتقشر وغيرها من المظاهر التي سبق ذكرها، حيث كان لنا الحظ في القيام ببعض التحاليل الكيميائية والفيزيائية لعينات الدراسة لحجارة مئذنة أغادير والمنصورة والتي استطعنا من خلالها تحديد بعض مكونات الحجارة الأثرية المستعملة في بناء المئذنتين، وقد أدت هذه الدراسة إلى استخلاص النتائج التالية:

_ تحديد مواد وتقنيات البناء للعينتين، بالنسبة لتقنيات البناء فكانت نفس التقنيات المستعملة في مئذنة أغادير استعملت في مئذنة المنصورة .

_ من خلال المعاينة الميدانية تمكنا من تحديد مظاهر التلف التي أصابت المئذنتين والتي تمثلت في العوامل الداخلية والخارجية:

* تآكل الحجارة وتفتتها وتقشرها.

* تآكل الملاط وسقوطه بفعل العوامل الجوية .

* ظهور بعض التشققات والكسور بفعل الضغط الزائد على الحجارة.

* تزهر وتبلور الأملاح على مستوى الأساسات والجدران راجع لعدة عوامل.

* نمو النباتات والحشائش في أماكن الملاط وعلى مستوى الجدران.

* غياب الصيانة الدورية من طرف المسؤولين.

_ من خلال تقارير الترميم المنجزة من طرف مكاتب الدراسات لكل من فار الذهب ياسين وقهواجي محمد، على حسب ما وجد في هذا التقرير فإن حجارة مئذنة المنصورة هي حجارة رسوبية من نوع ترفارتين، بينما حجارة مئذنة أغادير فهي حجارة نارية من نوع الجرانيت.

_ ومن خلال معرفة نوع خصائص الحجارة المستعملة في البناء استطعنا أن نرجح مدى تأثر هذه الحجارة بالعوامل الخارجية والداخلية، من خلال تركيبها الكيميائي والفيزيائي، فإن الحجارة النارية المستعملة في مئذنة أغادير هي الأقل ضرراً بعوامل التلف بفعل تركيبها الداخلي وتماسك بلوراتها ومقاومتها لعوادي الزمن المختلفة على عكس الحجارة الرسوبية المستعملة في بناء مئذنة المنصورة، وهذا ما لاحظناه من خلال تشخيصنا الميداني للأمراض التي لحقت بالمئذنتين .

وختاماً لبحثنا نقدم بعض الاقتراحات التي نراها ملائمة لصيانة وحفظ المعلمين وهي:

_ أول ما يجب القيام به هو إعادة التهيئة، وهذا بتنظيف المحيط الخارجي للمئذنتين من خلال نزع الحشائش والنباتات على مستوى الأرضيات والجدران، بالنسبة لمئذنة أغادير يجب نزع تلك الأشياء المحيطة بالمئذنة كالحجارة الزائدة وبعض الأمور التي لا علاقة لها بالمئذنة التي سبق ذكرها.

ـ عدم التدخل على المعلم بمواد لا تتناسب مع المواد الأصلية حتى لا نؤدي إلى إحداث تغيرات في مظهر المبنى.

ـ وضع تبليط للأرضية ذات ألوان فاتحة حتى لا نحجب النظر وتكون متناسبة مع المئذنة.

ـ إعادة تسييج المعلمين بسياج لا يحجب النظر وحتى نتفادى التأثير بالعوامل البشرية.

ـ تنظيف الجدران من العامل البيولوجي المتمثل في بقايا فضلات الحمام.

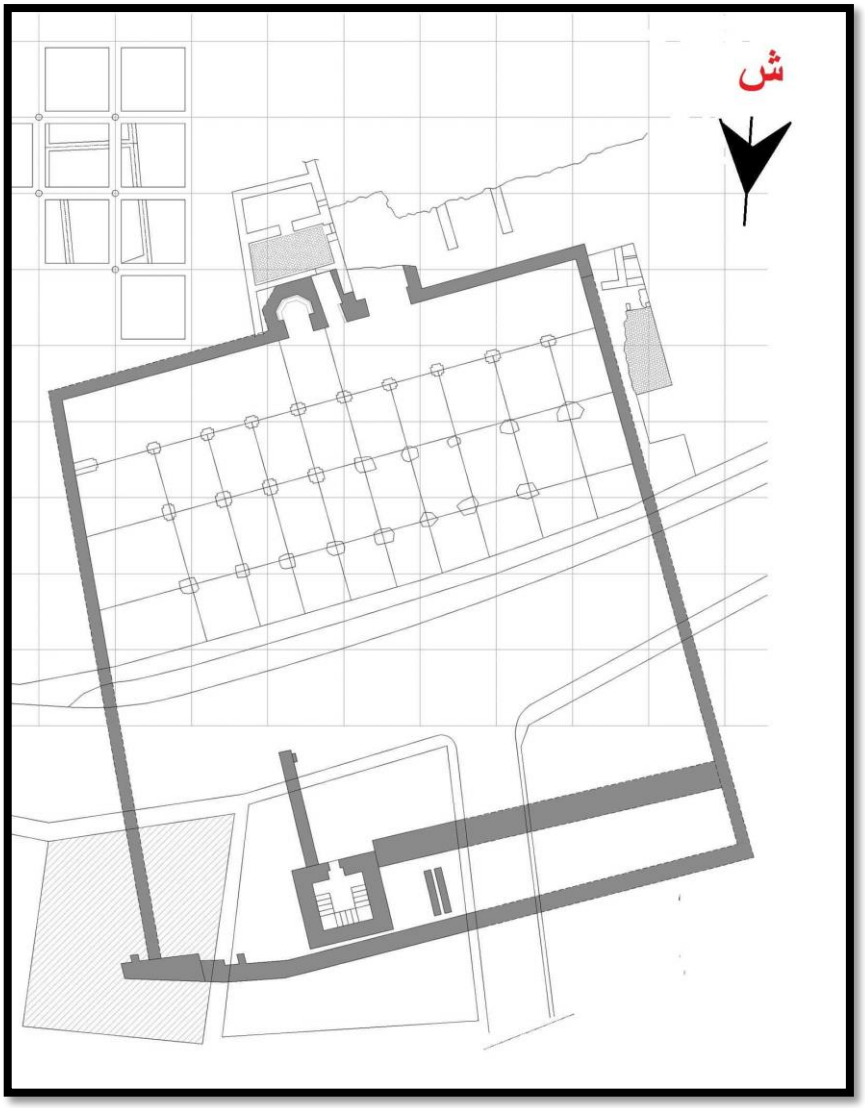
ـ مراقبة سلوك الزوار والسياح وتوعيتهم بأهمية وبقيمة المعالم الأثرية والتاريخية باعتبارها شاهدة على فترة من فترات تاريخ مدينة تلمسان، ويكون هذا من طرف الحراس وحتى باستخدام لافتات وملصقات.

ـ ضرورة القيام بالصيانة الدورية حتى لا نزيد من تدهور تلك المعالم.

الملاحق

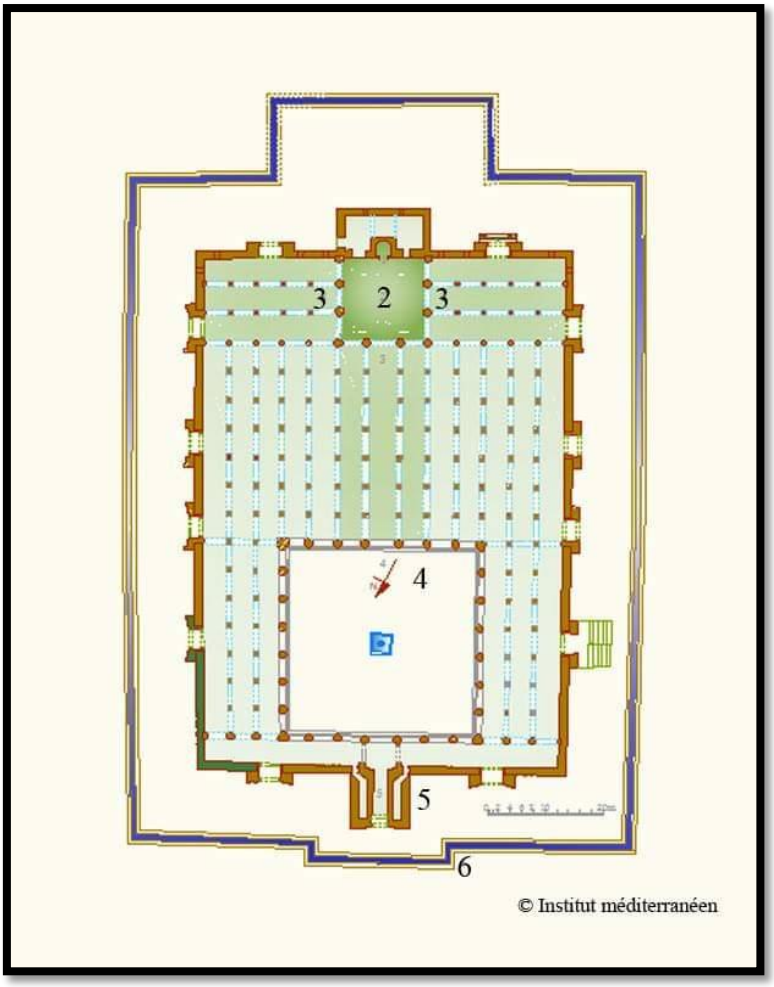
ملحق

المخططات



المخطط رقم: 01 مخطط مسجد أغادير نقلا عن مكتب الدراسات

A.C.A.T



المخطط رقم: 02 مخطط جامع المنصورة نقلا عن

KATEC

ملحق الصور الجوية

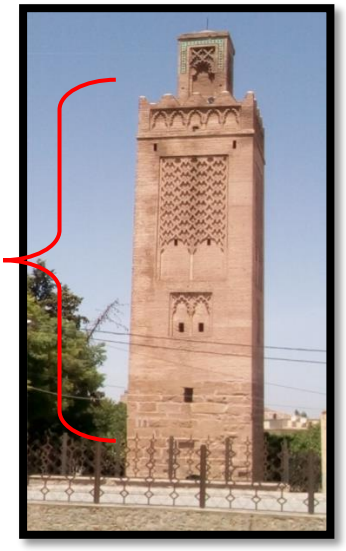
الصورة رقم: 01 صورة جوية لمسجد أغادير عن

Google earth

الصورة رقم:02 صورة جوية لجامع المنصورة عن

Google earth

ملحق الصور



الصورة رقم:02 الواجهة الرئيسية للمئذنة

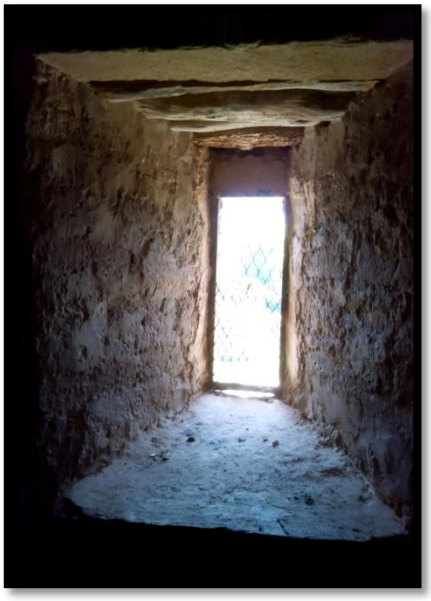
الصورة رقم: 03 مدخل المئذنة

الصورة رقم:04 سلم المئذنة

اللوحة رقم: 01 مئذنة أغادير

الصورة رقم: 05

الصورة رقم: 06

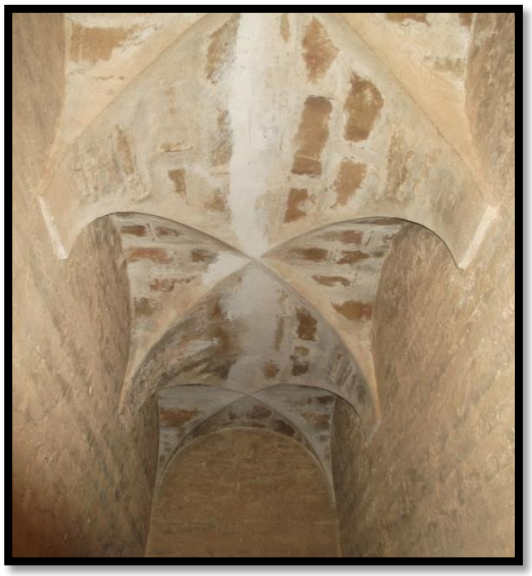


الصورة رقم: 07

الصورة رقم: 08

اللوحة رقم: 02 نوافذ مئذنة أغادير

الصورة رقم: 09 السقف المبني بالحجارة



الصورة رقم: 10السقف المبني بالآجر

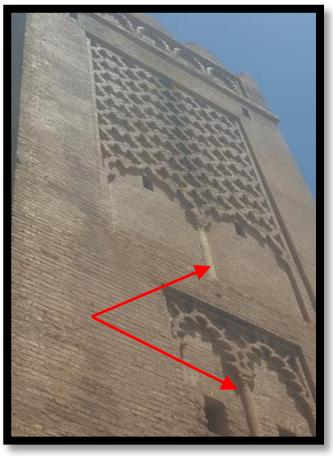
اللوحة رقم: 03 سقف مئذنة أغادير

الصورة رقم:11 الحجارة

الصورة رقم:12 الآجر

الصورة رقم: 13 الخشب

الصورة رقم:14 الملاط

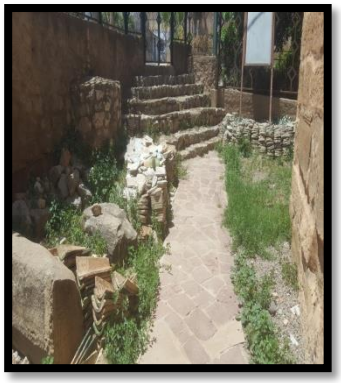


الصورة رقم:15 الرخام

الصورة رقم: 16 الزليج

اللوحة رقم: 04 مواد بناء مئذنة أغادير

الصورة رقم:19 مواد غريبة عن الموقع



الصورة رقم:20 نقص الرقابة

الصورة رقم:21 الإهمال

الصورة رقم: 22 تآكل الملاط

الصورة رقم:23 ظهولر الأشنة

الصورة رقم:24 تسوس الخشب

الصورة رقم: 25 ظهور التشققات

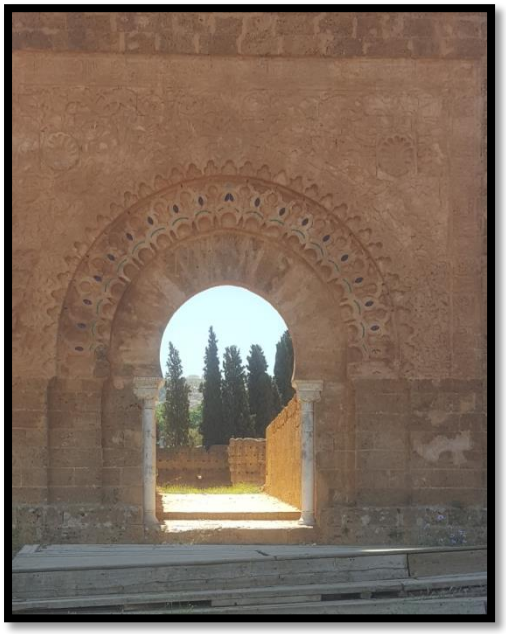
الصورة رقم: 26 بقايا فضلات الحمام

اللوحة رقم :05 تمثل مختلف المظاهر الموجودة بمئذنة أغادير

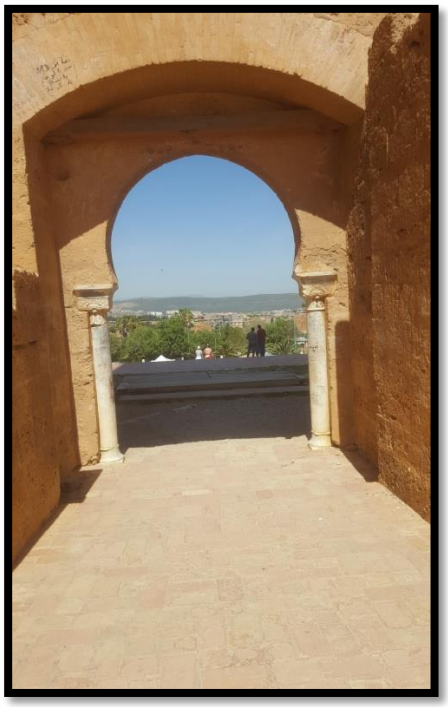
الصورة رقم: 39 الواجهة الجنوبية للمئذنة

الصورة رقم: 40 الواجهة الشمالية للمئذنة

اللوحة رقم: 09 مئذنة جامع المنصورة

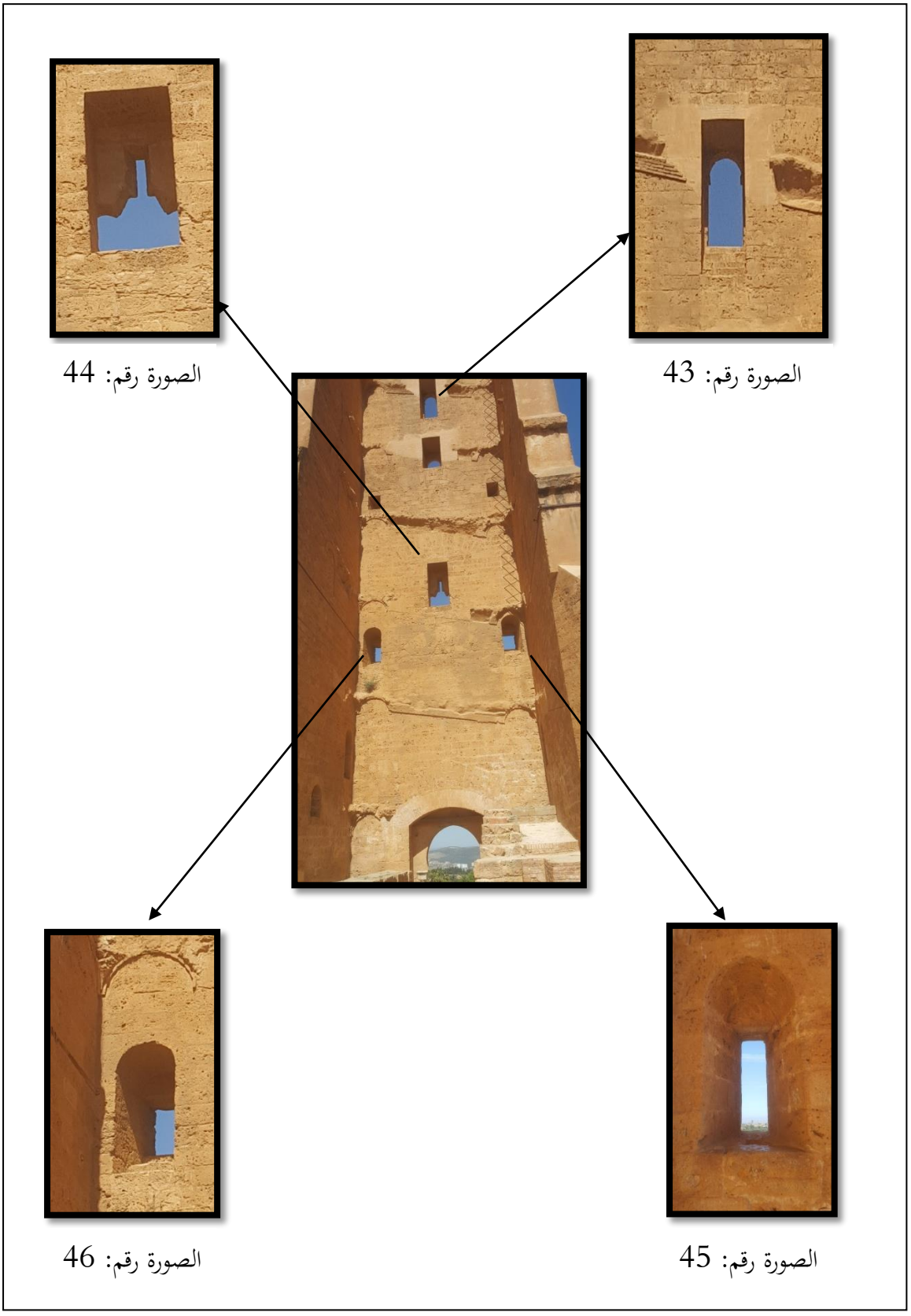


الصورة رقم: 41 مدخل المئذنة من الجهة الرئيسية



الصورة رقم: 42 مدخل المئذنة من الواجهة الخلفية

اللوحة رقم:10 مدخل مئذنة أغادير



اللوحة رقم:11 نوافذ مئذنة المنصورة

الصورة رقم:43 الحجارة

الصورة رقم: 44 الآجر

الصورة رقم: 45 الخشب

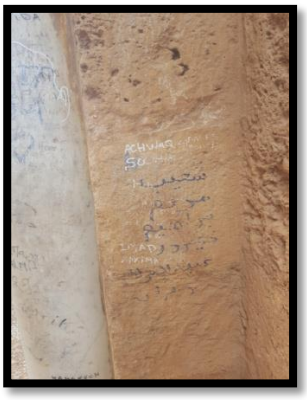
الصورة رقم:46 الزليج

الصورة رقم:47 الرخام

الصورة رقم:48 الملاط

اللوحة رقم:12 مواد بناء مئذنة المنصورة

الصورة رقم:52 وجود النمل



الصورة رقم:53 ظهور الكتاابة

الصورة رقم: 54 تآكل الرخام

الصورة رقم:55 فقدان بعض الأجزاء

الصورة رقم: 56 نمو النباتات

الصورة رقم:57 فضلات الحمام

اللوحة رقم: 13 مظاهر التلف المختلفة لمئذنة المنصورة

قائمة المصادر والمراجع

قائمة المصادر والمراجع

فهرس الجداول:

الجدول رقم01: مقياس موه.....ص10

فهرس الأشكال:

الشكل رقم01: أشكال قياس الموجات الصوتية.....ص70

الشكل رقم 02: مراحل تنظيف الطحالب.....ص96

الشكل رقم 03: طرق علاج النباتات.....ص98

الشكل رقم 04: تقنية إصلاح الملاط.....ص101

الشكل رقم 05: مراحل ترميم الحجارة المعرضة لظاهرة التفتت.....ص104

فهرس اللوحات:

اللوحة رقم 01: تغير ألوان حجارة مئذنة أغادير.....ص46

اللوحة رقم 02: إنكسار حواف مئذنة أغادير.....ص47

اللوحة رقم 03: ظهور الشقوق.....ص48

اللوحة رقم 04: ظهور المرض الأسود في مئذنة المنصورة.....ص57

اللوحة رقم 05: تزهر الأملاح على سطح حجارة مئذنة المنصورة.....ص58

اللوحة رقم 06: ظهور الكسور والشقوق.....ص59

اللوحة رقم 07: ظاهرة تفتت وتقشر الحجارة.....ص58

اللوحة رقم 08: ظهور بيوت العناكب.....ص59

اللوحة رقم 09: تآكل الملاط.....ص62

اللوحة رقم 10: مراحل ملء الشقوق.....ص102

فهرس الصور:

الصورة رقم 01: تقنية النظام الكبير المستعملة في مئذنة أغادير.....ص41

الصورة رقم 02: تقنية السافات العمودية.....ص41

الصورة رقم 03: ظهور النباتات على مستوى حجارة أغادير.....ص44

الصورة رقم 04: تفتت حجارة مئذنة أغادير.....ص45

الصورة رقم 05: تقشر حجارة مئذنة أغادير.....ص45

الصورة رقم 06: ظهور التورق.....ص46

الصورة رقم 07: تآكل الحجارة.....ص48

الصورة رقم 08: تقنية البناء بالحجارة المنتظمة لمئذنة المنصورة.....ص55

الصورة رقم 09: تقنية بناء العقود.....ص56

الصورة رقم 10: تقنية السافات العمودية.....ص56

الصورة رقم 11: ظهور الثقوب على مستوى حجارة المنصورة.....ص58

الصورة رقم 12: ظهور فضلات الحمام.....ص61

الصورة رقم 13: ظهور الطحالب.....ص62

الصورة رقم 14: تشكل الفطريات.....ص62

الصورة رقم 15: مراحل التنظيف اليدوي.....ص96

فهرس المحتويات:

الإهداء

الشكر والعرفان

مقدمة.....ص أ

الفصل التمهيدي: مفاهيم وعموميات حول خام الحجارة المستعملة في بناء المعالم الأثرية

1/- تعريف الحجارة.....ص7

أ/- لغة.....ص7

ب/- اصطلاحا.....ص7

2/- تعريف الصخور.....ص 8

أ/- لغة.....ص 8

ب/- اصطلاحا.....ص 8

1/3- أنواع الصخور.....ص 8

1-3 الصخور النارية.....ص 8

1-1-3 التركيب الكيميائي للصخور النارية.....ص9

1-1-1-3 صخور غنية بالسيليكا.....ص9

2-1-1-3 صخور متوسطة السيليكا.....ص9

3-1-1-3 صخور قليلة السيليكا.....ص9

أ/- صخور قاعدية.....ص10

ب/- صخور فوق قاعدية.....ص10

3-1-2 التركيب المعدني للصخور النارية.....ص10

3-1-3 نسيج الصخور النارية.....ص10

3-1-3-1 النسيج الدقيق الناعم.....ص10

3-1-3-2 النسيج الخشن.....ص10

3-1-3-3 النسيج الزجاجي.....ص11

3-1-3-4 النسيج المجهري.....ص11

3-1-3-5 النسيج الإسفنجي.....ص11

3-2 الصخور المتحولة.....ص11

3-2-1 التركيب المعدني للصخور المتحولة.....ص11

3-2-3 نسيج الصخور المتحولة.....ص12

3-2-3-1 المتورقة.....ص12

3-2-3-2 المحببة.....ص12

3-2-3-3 المخططة.....ص12

3-2-3 أنواع الصخور المتحولة.....ص12

3-2-3-1 صخور متحولة حراريًا.....ص12

3-2-3-2 صخور متحولة حركياً.....ص13

3-2-3-3 صخور متحولة بالحرارة والفيزياء.....ص13

3-3 الصخور الرسوبية.....ص13

3-3-1 التركيب المعدني للصخور الرسوبية.....ص14

3-3-2 تصنيف الصخور الرسوبية.....ص14

3-3-2-1 الصخور الرسوبية الميكانيكية.....ص14

3-3-2-2 الصخور الرسوبية الكيميائية.....ص14

3-3-2-3 الصخور الرسوبية العضوية.....ص15

4/- خصائص حجارة البناء.....ص15

4-1 الخصائص الطبيعية للحجارة الأثرية.....ص15

4-2 الخصائص الميكانيكية للحجارة الأثرية.....ص18

4-3 الخصائص الحرارية للحجارة الأثرية.....ص20

5/- استعمالات الحجارة الأثرية في البناء.....ص21

6/- العوامل المؤثرة على خام الحجارة الأثرية.....ص22

6-1 العوامل الداخلية.....ص22

6-2 العوامل الخارجية.....ص22

6-2-1 العوامل الميكانيكية.....ص22

6-2-2 العوامل الفيزيوكميائية.....ص23

6-2-3 العوامل البيولوجية.....ص28

6-2-4 العوامل البشرية.....ص31

خلاصة الفصل.....ص31

الفصل الأول: الدراسة الميدانية لكل من مئذنتي أغادير والمنصورة

1/- **مئذنة أغادير**.....ص 33

1-1 الموقع الجغرافي.....ص33

1-2 الإطار التاريخي.....ص34

1-3 وصف المئذنة.....ص35

1-3-1 الوصف الخارجي.....ص35

1-3-1-1 القسم السفلي (البدن).....ص36

1-3-1-2 القسم العلوي (الجوسق).....ص36

1-3-2 الوصف الداخلي.....ص36

1-3-2-1 القسم السفلي (البدن).....ص36

1-3-2-2 القسم العلوي (الجوسق).....ص37

1-3-3 الوصف الزخرفي.....ص37

1-4 مواد البناء.....ص37

1-4-1 الحجارة.....ص37

1-4-2 الآجر.....ص38

1-4-3 الخشب.....ص38

1-4-4 الملاط.....ص38

1-4-5 الجير.....ص39

1-5-6 الرخام.....ص39

1-4-7 الزليج.....ص39

1-5 تقنيات البناء.....ص39

1-5-1 تقنية النظام الكبير.....ص39

1-5-2 تقنية السافات العمودية.....ص40

1-6 مظاهر التلف العامة للمئذنة.....ص41

1-7 مظاهر تلف الحجارة.....ص42

1-7-1 وجود النباتات.....ص42

1-7-2 التفتت.....ص43

1-7-3 التقشر.....ص44

1-7-4 التورق.....ص45

1-7-5 تغير الألوان.....ص45

1-7-6 التآكل.....ص46

1-7-7 انكسار حواف أركان الحجارة.....ص47

1-7-8 التشققات.....ص47

1-8 الترميمات التي طرأت على مئذنة أغادير.....ص48

2/- **مئذنة المنصورة**.....ص49

2-1 الموقع الجغرافي.....ص49

2-2 الإطار التاريخي.....ص50

2-3 وصف المئذنة.....ص 51

2-4 مواد البناء.....ص52

2-4-1 الحجارة.....ص52

2-4-2 الآجر.....ص53

2-4-3 الخشب.....ص53

2-4-4 الزليج.....ص53

2-4-5 الرخام.....ص53

2-4-6 الجص.....ص54

2-4-7 الملاط.....ص54

2-5 تقنيات البناء.....ص54

2-5-1 التقنية المنتظمة.....ص54

2-5-2 تقنية بناء العقود.....ص55

2-5-3 تقنية السافات العمودية.....ص55

2-6 مظاهر التلف العامة للمئذنة.....ص56

2-7 مظاهر تلف الحجارة.....ص56

2-7-1 تآكل الحجارة.....ص56

2-7-2 المرض الأسود.....ص57

2-7-3 ظهور الأملاح.....ص58

2-7-4 ظهور التشققات والكسور.....ص58

2-7-5 تفتت الحارة وتقشرها.....ص59

2-7-6 وجود بيت العناكب.....ص59

2-7-7 بقايا فضلات الحمام.....ص60

2-7-8 ظهور الطحالب.....ص60

2-7-9 ظهور الفطريات.....ص61

2-7-10 تآكل الملاط.....ص62

2-8 الترميمات التي طرأت على مئذنة المنصورة.....ص63

خلاصة الفصل.....ص63

الفصل الثاني: طرق فحص وتشخيص الحجارة الأثرية

1/- اختيار العينات.....ص65

2/- التحليل باستعمال المجهر المستقطب.....ص66

3/- التحليل عن طريق حيود الأشعة السينية.....ص66

4/- التحليل بطريقة الخصائص الحرارية.....ص68

5/- التحليل باستعمال الموجات فوق صوتية.....ص69

6/- تحديد المسامية.....ص71

7/- تحديد النفاذية.....ص73

8/- تحليل حمض الكلور.....ص76

9/- تحليل السلفات.....ص78

10/- تحليل الميثيلين.....ص80

تحليل النتائج.....ص81

الفصل الثالث: طرق معالجة وترميم الحجارة الأثرية– اقتراحات ميدانية–

1/- مفهوم الصيانة والترميم.....ص84

1-1 الصيانة.....ص84

أ/- لغةً.....ص84

ب/- اصطلاحاً.....ص84

1-2 الترميم.....ص85

أ/- لغةً.....ص85

ب/- اصطلاحاً.....ص85

2/- أساليب الترميم.....ص85

2-1 الترميم المعماري.....ص86

2-2 الترميم الهندسي.....ص86

2-3 الترميم الدقيق.....ص86

3/- أولويات الترميم.....ص87

3-1 الحالة الإستعجالية.....ص87

3-2 الحالة المتوسطة.....ص87

3-3 الحالة العادية.....ص87

4/- طرق علاج وصيانة المباني الأثرية.....ص87

4-1 التنظيف.....ص88

4-1-1 التنظيف الميكانيكي.....ص88

4-1-2 التنظيف الكيميائي.....ص89

4-2 التقوية.....ص90

4-2-1 طرق التقوية.....ص91

4-2-2المواد المستخدمة في التقوية.....ص93

4-2-2-1 المقويات العضوية.....ص93

4-2-2-2 المقويات غير العضوية.....ص93

3-4 الحماية.....ص93

5/- اقتراحات الصيانة والترميم لصيانة مئذنتي أغادير والمنصورة.....ص94

خلاصة الفصل.....ص104

خاتمة.....ص105

الملاحق

ملحق المخططات.....ص109

ملحق الصور الجوية.....ص112

ملحق الصور.....ص115

قائمة المصادر والمراجع.....ص126

فهرس المحتويات.....ص133

الملخص:

تعتبر مئذنة أغادير والمنصورة أحد أهم المعالم الأثرية في مدينة تلمسان باعتبارهما بداية الفن الزياني والمريني في المنطقة، وقد بني جزء من هاتين المئذنتين بالحجارة المهذبة، تتعرض هذه الأخيرة لعوامل تلف مختلفة والتي تؤدي بمرور الزمن إلى تدهور واندثار المعلمين لذلك وجب البحث عن الحلول المناسبة لحمايتها وصيانتها.

الكلمات المفتاحية:

مئذنة أغادير، مئذنة المنصورة، الحجارة، مظاهر التلف، الحماية.

Résumé:

Les minarets d'Agadir et de Mansourah sont considérés parmi les plus importants monuments archéologique dans la ville de Tlemcen, car ils marquent la naissance de l'art Zianide et Mérinide dans la ville, dont une partie des deux bâtisses était construit en pierre taille. Cette dernière est exposée à des facteurs de dégradation qui peuvent provoquer à long terme de graves pathologies dans ces monuments, c'est pour cela il fallait chercher des solutions pour les protéger et les préserver.

Les mots clés: Le minaret d'Agadir, Le Minaret de Mansourah , la pierre, la dégradation, protection.

Abstract:

The Minarets of Agadir and Mansourah are considered among the most important archeological monuments in the city of Tlemcen, as they mak the brith of Zianide et Mirinide art in the city. One part of the two building was built of cut stone, The latter is exposed to degradation factors that can cause long-term serious pathologie in these monuments. That's why we had to look for solution to protect and preserve them.

Key words: The minaret of Agadir, The minaret of Mansourah, The stone , Degradation, Protection.