وزارة التعليـــم العـــالي والبحـــث العلـــمي

جامعـــــة الجزائـــــــــر2 معهـــــد الآثـــــــــار

دراسة مواد وتقنيات بناء القصور الصحراوية قصر تاغيت – نموذجا -

أطروحة لنيل شهادة الدكتوراه في علم الآثـــار تخصص صيانة وترميم

إعداد الطالبة: تحت إشراف الأستاذ:

مالكي سمية د/ ربعين أعمر

أعضاء لجنة المناقشة

أ.د/أرزقي بوخنوف	رئيسا	معهد الآثار-جامعة الجزائر2-
د/أعمر ربعين	مشرفا ومقررا	معهد الآثار-جامعة الجزائر2-
د/سليم عنان	ممتحنا	معهد الآثار-جامعة الجزائر2-
د/فاطمة بن شعبة	ممتحنا	معهد الآثار-جامعة الجزائر2-
د/خالد قلواز	ممتحنا	جامعة الشلف
د/بوعكاز عيساوي	ممتحنا	جامعة الجلفة

السنـة الجامعيـة 2022- 2023 م

الإهداء

اهدي هذا العمل المتواضع

- إلى أمي.
- إلى أبي.
- إلى أخواتي وإخوتي.
- إلى جميع أساتذتي وأستاذي المشرف الدكتور ربعين أعمر.
- إلى كل من مد لي يد الساعدة من بعيد او قريب وكل من نسيه اللسان وتذكره القلب.

شكر وتقدير

شكر خاص ل:

الأستاذ المشرف الدكتور ربعين أعمر لتوجيهه الحكيم ونقده الوجيه ومتابعته.

طاقم مخبر السيراميك بكلية التكنولوجيا ببومرداس.

طلبة الدكتوراه بكلية التكنولوجيا ببومرداس.

أساتذة كلية المحروقات ببومرداس.

الاستاذ الهاشمي مسعود بكلية التكنولوجيا ببومرداس.

الأستاذ بوكنايف بلال جامعة بشار.

أساتذة جامعة بشار.

مقدمة

تعتبر الهندسة المعمارية من مميزات المجتمع وتعبر عن ملامحه حيث أن لكل مجتمع طابعه الهندسي الخاص به والذي نتج عن تفاعل عدة عوامل بشرية ، ثقافية ، بيئية، كما تتماشى مع متطلباته الاجتماعية، حيث تزخر الجزائر بتنوع هندسي مميز فلكل جهة طابعها الخاص كما انها غنية بمناطقها وإرثها مع تنوع ثقافاتها التي ظهرت في عدة أشكال وطرازات معمارية، ونشأت العديد من الأنماط العمرانية والهندسة المعمارية المختلفة المتنوعة التي تلاءمت مع المكان والزمان والإنسان المواكب لها.

وتعتبر القصور الصحراوية من اهم الأمثلة المعمارية الجديرة بالدراسة والاهتمام حيث نشأت هذه الهندسة في بيئة خاصة بمقومات ثقافية وفكرية مميزة للمجتمع الصحراوي، وتطورت العمارة الصحراوية عبر مختلف الحقب التاريخية أين ترك الإنسان أثرا ماديا يعكس ثقافته وتقاليده.

إلا أن هذه المبانى في تدهور مستمر نظرا للطبيعية و العوامل البيئية، ومتطلبات العصر التي حتمت على الإنسان ترك هذه القصور واهمالها ما زاد من تدهورها وحتى أدى الى اندثارها، إن خسارة هذ النمط من العمران هو خسارة لقيم ثقافية ومميزات حضارية مهمة.

لهذا وباعتبارها جزء لا يتجزأ من التراث الثقافي ونظرا لخصائصها الثقافية والجمالية والفنية المتميزة وباعتبارنا نحن جزء من هذا الموروث، فمن الواجب علينا ان نكرس جزء من قوانا كادين على عاتقنا لاسترجاع مكانتها، وبدورنا نحن لم نبخل ان نختار في هذا البحث نموذجا عمرانيا بإحدى مناطق الوطن والتي كانت ولاية بشار وبالضبط قصر تاغيت الذي سيكون منطلق دراستنا حيث أننا سندرسه تاريخيا أين كانت هنالك بعض الدراسات السابقة، وكذلك الجانب الاخر الذي سنفتح فيه مجال الدراسة والذي ركزنا عليه في هذا البحث والذي لم تكن الدراسات السابقة قد تناولته الا وهو الدراسة التقنية بالدرجة الأولى التي تعطي للمتصفح نظرة عميقة كما تسهل عملية التدخل للمختصين انطلاقا من

معطيات وجب معرفتها من وصف وتحاليل مخبرية تشخيصية وتحليل تدهور وكيف يمكننا المحافظة عليها من خلال اقتراحات تقنية للصيانة والترميم.

اسباب اختيار الموضوع وأهمية دراسته:

ومن دوافع اختياري لهذا الموضوع أهميته الكبيرة في مجال الآثار وكذلك ميولي الشخصي لاستكشاف هذا النوع من الدراسات ونلخص أهميته فيما يلي:

أولا: مكانة المدينة الاثرية تاغيت بصورة عامة وقصر تاغيت كنموذج في تاريخ الامة، وما مدى إيصال هذا الموروث للغير في صورة محمية يستطيع الباحث ان يلمسها في احسن الأحوال.

ثانيا: ان هذا النوع من الدراسات قليل مقارنة مع حجم الدراسات التي تناولت تاريخ المنطقة، وبهذه الدراسة نحاول من خلالها ان نخطو خطوة إيجابية في مجال البحث بطريقة مغايرة.

ثالثا: التعريف بأهم تقنيات وكذا مواد البناء، وتقديم انجع الطرق للمحافظة من خلال التحاليل لهذه المواد وهنا نقول اننا درسنا المعلم من خلال المس مباشرة، حتى نوصل أهمية هذا المعلم بصورة يرتاح لها البحث.

رابعا: ترغيب الباحثين في مجال دراسة التاريخ والبحث في الاستفادة من هذه البحوث لتدعيم بحوثهم بشكل موثق، إضافة الى ترغيبهم في إيصال معلومات جديدة حول معالم أخرى ومطالبتهم بحماية هذه المعالم لإعطاء سند قوي للسلطات المخول لها لإيجاد حلول مناسبة وإعطاء هذا النوع من الدراسات أهمية حقيقية لأنه يمثل كيان هذه الامة.

إشكالية الموضوع:

تطرح الدراسة في طياتها مجموعة من الأسئلة وجب التوقف عندها، كون أهمية الموضوع كلها إشكاليات تصب في اطار المحافظة على القصر الصحراوي، اذن ماهي مواد وتقنيات البناء المتبعة في القصر؟ وكيف يمكننا تحليل مواد البناء لأجل الكشف عن خصائصها الميكانيكية والكيميائية، وإبراز فوارق الدراسة وطريقة البناء الحالية.

طبيعة الدراسات السابقة حول الموضوع:

من المعروف ان هذا النوع من الدراسات في اطار الترميم قليل، وان لم نقل انه منعدم، لذا كانت دراستنا أن نشير الى المحافظة عليها، ففي الجانب التاريخي اخذ هذا المعلم نصيبه من الدراسة لأنها في الأصل كانت إشارات حول تاريخ المنطقة، لكن هذا لا يستثني قوانا جاهدين لمد دراسة اكثر جدية وفي هذا الاطار نشير الى مجموعة من المؤرخين الذين درسوا هذا الجانب ونذكر منهم:

- عبد الله حمادي الادريسي حاضرة تاغيت وبلادها بني قومي والزاوية الفوقانية والتحتانية تاريخ ومناقب.

بالإضافة الى المراجع باللغة الفرنسية مثلا:

- Passager (P) Et Babbarçon (S), Taghit Sahara Oranais, Etudes Historiques Géographiques Et Médicales, Institut Pasteur d'Alger.

- Sergent (E) , Parrot(L), Contribution de l’institut Pasteur d’Algerie a la connaissance humaine du sahara.

وتشير الى تاريخ المنطقة واصولها، و الطوبوغرافية التي تميزها إضافة الى مجموعة من الكتب الأخرى التي تناولتها في هذا الخصوص، وفي اطار المحافظة التي تتناول مواد وتقنيات البناء والمواد المستخدمة في ذلك الخاصة بالفترات القديمة نجد مثلا:

- Adam (JP), La Construction Romaine Matériaux Et Techniques, Grand Manuel Picard.
- Deffontaine Pierre, L'homme Et Sa Maison Edition Gallimard.
- Donaldien (C&P), Mididillan (H&G), Habiter Le Désert Les Maisons Mozabites.

- Lazzarini (L), Genèse Et Classification Des Roches Dans Les Dégradations Et La Conservation De La Pierre, Texte Des Cours Internationaux De Venise Sur La Restauration De La Pierre Publié, Sous La Direction De Lazaarini (L) Et Pieper (R).
- Weber(J), Altération Naturelle Et Artificielle De La Pierre De Construction Autrichienne Due A La Pollution De L'air En Vème (Inter, Cong), Détérioration Et Conservation De La Pierre.

وكل هذه المراجع تصب في طابع واحد كما ذكرنا سابقا ألا وهو دراسة المادة الأولية وكيفية المحافظة عليها.

تقسيمات الموضوع:

من المتعارف عليه ان هيكلة موضوع ما يتطلب توافر مجموعة من الاليات تتطلبها طبيعة كل دراسة، وتتكون من فصول ، وان اختيارنا لهذه الدراسة وجب علينا اتباع خطة علمية في هذا الاطار، انطلاقا من الأهداف المرجوة من هذا العمل، ولذا ارتأينا الطريقة البسيطة التي تسهل على القارئ تصفح صفحات هذا البحث بصورة سلسة، حيث اتبعنا المنهج الوصفي والتحليلي، وبعد تقديم طبيعة الدراسات حول هذا الموضوع، وما استطعنا ان نجمعه في هذا الإطار من معلومات، كيفنا خطة بحثنا هذا بتقسيمه بالشكل التالي:

- مقدمة تناولنا بها اهمية الدراسة والإشكالية وطبيعة الدراسات مع تقسيمات الموضوع.
- فصل تمهيدي تناولنا فيه الاطار التاريخي والجغرافي لمدينة تاغيت وطبيعة مناخها على مدار السنة.

- الفصل الأول تطرقنا فيه الى تعريف القصور ونشأتها والاطار التاريخي والجغرافي لقصر تاغيت ومميزات المسكن، والاطار العمراني للقصر وكيفية تخطيطه ومنشآته وعناصره البنائية.
- الفصل الثاني نتحدث فيه عن مواد وتقنيات بناء القصور الصحراوية وقصر تاغيت خاصة.
- الفصل الثالث تطرقنا فيه الى عوامل التلف المؤثرة على القصر ومظاهرها مع طرق علاجها.
- الفصل الرابع وهو الفصل الخاص بالتحاليل المخبرية وتناولنا فيه بعض التحاليل على بعض عينات من القصر وتمثلت في عينتين من الطوب وعينة من الملاط وبعض التدخلات التي كانت قد اجريت عليه وتناولنا بعض التوصيات كالحفاظ والترميم والتدعيم وكيفية إعادة إحياء القصر وإعادة تأهيله.

وأخيرا الخاتمة وكان بها بعض الاقتراحات والنصائح ومدى أهمية البحث في هذا المجال وعدم اهمال هذا الإرث و ترميمه وحفظه من الضياع.

الفصل التمهيدي

الإطار التاريخي والجغرافي

تمثل الصحراء ما يقارب 6.5 % من مساحة الكرة الأرضية، أي ما يعادل خمس مساحة اليابسة أو ما يوازي 33 مليون كم وهو ما يعادل ضعف مساحة روسيا تقريبا، تتشكل هذه الصحاري من صحاري حارة (وصحاري باردة، ولكن غالبا ما يستخدم تعبير الصحراء للدلالة على الحارة أو الساخنة، الأماكن الخالية، شديدة الاتساع غير المأهولة بالسكان، وينظر اليها عند الكثير من الناس على أنها المكان الذي يجب استكشافه أو السيطرة عليه.

عند استخدام مصطلح الصحراء كثيرا ما نتحدث عن مصطلح الإيكومان (écomène)، والذي نقصد به مجموع الأماكن والمجالات التي يستحيل على الإنسان العيش بها، إذ تطرح الصحراء على الإنسان سؤالا جوهريا يكاد يكون ميتافيزقيا حول قدرته على تحمل ظروف الصحراء القاسية.

بالإضافة الى هذا فإن المجالات الصحراوية تعتبر كخاصة للمواقع والمباني الأثرية ذات القيمة المعمارية التي كانت كنتيجة لتراتب زمني طويل وتفاعل بين الإنسان وبيئته الصحراوية، وفق تقنيات وموارد محلية ساهمت في تحقيق الرفاه بمختلف أبعاده لعقود، إلا أن هذا التراث العمراني أصبح أكثر حاجة إلى الحفاظ على استمرارية نمطه خصوصا مع النمو العمراني المتسارع[1].

تمثل الصحراء الإفريقية ما مساحته 8.5 مليون كم^2 ويعيش فيها حوالي 8 مليون نسمة، بينما تمثل الصحراء الجزائرية ربع هذه الوحدة الجغرافية كما تضم حوالي 3 مليون نسمة.

وقد عرفت الصحراء الجزائرية تحولات كبيرة في السنوات الأخيرة فقد شهدت تحولات كبيرة في المائة سنة الأخيرة أكبر مما شهدته في العشر قرون الماضية، حيث انتقل معدل التحضر من 10 % سنة 1954 إلى 63 % حسب إحصاء 1998، هذا التمدن يفوق نسبة التمدن في الشمال والتي قدرت ب 53 % لنفس الإحصاء، كما يزيد عدد التجمعات

[1]- ماجد بربريس، خالد حرسوس، القصور الصحراوية في الجنوب الجزائري بين متطلبات المحافظة وإشكالية النمو العمراني، معهد تسيير التقنيات الحضرية، جامعة مسيلة، ص 1

التي يزيد عددها 100000 نسمة عن سبع تجمعات، كما تضاعف عدد السكان الحضر ب 12 نسمة[2].

1- أصل تسمية مدينة تاغيت:

أما عن اصل كلمة تاغيت فهي من كلمة تاغونت وتعني حجرة بالبربرية ، وذلك من دلائل الطبيعة الجيولوجية للمنطقة ، أو كلمة أغيل وتعني الذراع أو ممر ضيق بسبب الوادي المتعرج والضيق المحاذي للمدينة، أو من اللغة العربية إغاثه أي إنقاذ أو مساعدة من العصور الوسطى[3].

الجدول 1: يوضح الكثافة السكانية لبلديتي بشار وتاغيت

البلديه	الكثافة السكانية 2004
بشار	**153.389**
تاغيت	**6.927**

[2]- ماجد بربريس، خالد حرسوس، المرجع السابق، ص 3.

[3] Achour Cherfi, Dictionnaire Des Local d'Algérie, Casbah, Edition 2011, p1053.

الصورة 1: منظر عام لقصر تاغيت

2- الموقع الجغرافي لقصر تاغيت:

تبعد مدينة تاغيت 93 كم جنوب شرق بشار كما تبعد ب 69 كم شمال غرب أقلي أول قرى وادي الساورة ،وتبعد ب 464 كم جنوب غرب بني ونيف عبر طريق مباشر يصل تاغيت بولاية البيض التي تبعد عنها ب 450 كم شمالا، وتمتد واحة تاغيت على طول 18 كم على ضفاف وادي زوزفانة ،ثم على بعد 17 كم جنوب مقر الدائرة[4] ، وتتربع على مساحة تقدر بحوالي 8040 كم^2، بكثافة تقدر ب 0,8، تتكون من ستة تجمعات سكانية هي الزاوية الفوقانية و تاغيت المقر الاداري، بريكة، باربي، بختي، الزاوية

[4]- عبد الله حمادي الادريسي، حاضرة تاغيت وبلادها بني قومي والزاوية الفوقانية والتحتانية، تاريخ ومناقب، بوسعادة للنشر والتوزيع، ط 1،2013، ص7.

التحتانية[5], يبلغ عدد سكانها 7000 نسمة، وتتمتع تاغيت بتنوع طبيعتها ،كثبان رملية للعرق الغربي الكبير الشامخة على ارتفاع 745 م، تتكئ عليها المدينة من جهة ، ومن جهة أخرى امتدادات الصحراء الصخرية بينهما واد زوزفانة حيث يتكون هذا الأخير من اتحاد لأودية شمال فقيق المغربية، العطاطشة والصفصاف والخروع المنحدرة من جبال القصور[6]، يتغذى وادي زوزفانة من الأمطار التي تسقط في الطرف الغربي من جبال القصور وتعتبر هذه الجبال من أكبر سلسلة جبال غرب الأطلس الصحراوي[7].

عندما تسقط الأمطار بغزارة على الجبال فإن النهر لا يفيض أنذاك فوق أراضي جنوب فقيق ولكنه يفيض عندما يصل أطراف تاغيت في منطقة التجمعات السكنية ويظهر الماء في أطراف هذه الواحة على السطح ويغطى مساحة تقدر ب 5.14 كم ثم ينزل الماء إلى جوف الأرض ليستمر جريانه على طول وادي زوزفانة[8].

[5]- بن عبد العزيز سفيان، زيري نعيمة، واقع القطاع السياحي في الجنوب الغربي الجزائري وتحديات تطويره(دراسة حالة ولاية بشار) مخبر الدراسات الاقتصادية والتنمية المحلية بالجنوب الغربي جامعه بشار الملتقى الدولي بجامعه قالمة، الجزائر، حول المقاولاتية ودورها في تطوير القطاع السياحي في الجزائر 8-9 نوفمبر2015.

[6]- تاغيت تاريخ وسياحة، ربورتاج شفيقة جباني، جريدة المساء ،11-01-2009.

[7]- عبد الله حمادي الادريسي، المرجع السابق، ص10.

[8]نفسه ص 10.

3- نبذة تاريخية:

بني قومي هي حاليا مدينة تاغيت في القرن الرابع هجري كانت المنطقة تسمى بني قوم ، وحولت التسمية فيما بعد إلى بني قومي، وذلك لتعدد الأقوام الساكنة بالمنطقة[9] التي كانت أهله بالسكان منذ اكثر من 11 قرنا ، ولقد أكد إبن خلدون في تاريخه حسن الوزان أن بني قومي على الأرجح هم من قبيلة من قبائل بني عبد الواد ملوك تلمسان وأصهارهم قبل أن ينهزم أمام المرينيين في فاس عام 735 هجري 1334 م، فانحازوا إلى المرينيين بعد فراقهم عن إخوانهم بني عبد الواد[10] ليقرروا العودة والإستقرار بالصحراء. ويقول عنهم كذلك في كتابه " يبدو أن هضبة زوزفانة التي تقع عليها تاغيت سكنت منذ عصور بعيدة، وتثبت القصور وآثارها ذلك في العصور الآجورية ونظرا لعددهم الكبير سمي سكان الهضبة (قوم) من هذا جاءت تسمية بني قومي الإسم الحالي للسكان"[11]

وذكر الباحثان (p-passagere et s-babbançon)في بحثهما حول التاريخ سنة 1956 م، أنه من خلال ما سمعاه من كبار البلاد أن بني قومي وقبل تأسيس القصور كانت تسمى مدينة البيزان بها أربعة مساجد وكانت تسمى المدينة الكبيرة لكنها اندثرت وبعدها هاجر أهلها الى فاس بسبب المجاعة ، وبعد مدة أسس قصر بريكة وتدمر بعدها بسبب الحروب، وبعد ذلك اندثرت المدينة وقدم المرابطون من الساقية الحمراء بعدما عرف المغرب عدة أزمات و تحولات وإنشقاق في الوحدة السياسية وأسسوا قصر تاغيت الذي أسسه المرابط سيد أحمد وقيل حسب أراء أخرى أنه أسس من قبل مرابطوا أولاد عمارة المنتسبون الى سيدي سليمان[12].

أما بالنسبة للتركيبة الإجتماعية لبني قومي فهي كالتالي:

---

[9] Passager(P) et Babbarçon(S), Taghit Sahara Oranais Etudes Historiques Géographiques et Médicales , Institut Pasteur d'Alger, p405.

[10] عبد الله حمادي الادريسي، المرجع السابق، ص 11.

[11] - عبد الرحمان ابن خلدون، مقدمة ابن خلدون، كتاب العبر وديوان المبتدأ والخبر في ايام العرب والعجم والبربر ومن عاصرهم من ذوي السلطان الأكبر، ط1، دار الكتب العلمية، بيروت لبنان، 1993م ، ص 40.

[12] Passager(P) et Babbarçon(S) , op cit, p406.

- ❖ المرابطون.
- ❖ العرب.
- ❖ الحراطين وهم الفلاحين الذين يخدمون من أخذوا أرض أجدادهم.
- ❖ الموالي العتقاء من قبل الأسياد.
- ❖ العبيد[13].

3-1- فترة ما قبل التاريخ:

تضرب منطقة بشار بجذورها التاريخية في عمق الزمن، إذ يعود تاريخ تعميرها إلى عصور ما قبل التاريخ، كما تدل الشواهد الأثرية من الرسومات والنقوش الحجرية المتواجدة بها والتي تمثل بصمات الإنسان الأول الذي عمر المنطقة منذ ألاف السنين واتخذ من الكهوف و المغارات سكنا له[14].

وكانت النقوش الصخرية القديمة الموجودة بصحراء دائرة تاغيت عمرها يتراوح ما بين 04 آلاف إلى 07 آلاف سنة قبل التاريخ بها نقوش ورسومات للأسود وللثيران المسماة "البوفيديا"، حيث عبر الإنسان البدائي الأول بيئته والحيوانات التي عاشت معه بنقشها على الصخر، كما يعتبر الفن الصخري أهم وأقدم دليل إنساني وثقافي في المنطقة[15].

كما أنه وعلى بعد نحو 40 كلم جنوب دائرة تاغيت توجد رؤوس الرماح وأحافير حيوانات اندثرت وهذا دليل على أن المنطقة كانت تغمرها المياه قديما[16].

---

[13] عبد الله حمادي الادريسي، المرجع السابق، ص52.

[14] - Henri L'hote, Les Gravure Rupeste du Oranis, Arts et Métiers Graphique, 18 rue séguier, Paris, 1970, p 259.

[15] - عبد الله حمادي الادريسي، المرجع السابق، ص 7.

[16] - نفسه، ص 7.

3-1-1- الفترة البقرية:

موجودة بكثرة بالأطلس الصحراوي ومميزاتها ظهور قطعان البقر والغزلان بأعداد كثيرة، ثيران، الأسود، الخنازير، الفهود، الضباع، النعام والثعابين.

3-1-2- الفترة الليبية:

موجودة بقصر بربي وسكانه يتحدثون اللهجة الأمازيغية (الشلحة)، وفي المكان المسمى " جبل قبقب " نسبة إلى سقوط الأحجار باستمرار وخاصة في الليل ونسبة للأصوات التي يصدرها الحجر المتساقط.

يوجد بها الغزلان، الثيران، الجمال والسحليات، الكثبان ولا تزال في مجال البحث حيث تم كشف رموزها وهي تمتاز بقربها إلى الأمازيغية القديمة وبعض الرموز تدل على طقوس دينية وغير ذلك.

3-2- الفترة الإسلامية:

عرفت تاغيت في الفترة الإسلامية بداية الازدهار الاقتصادي خاصة التجاري في ظل الممارسات السياسية من طرف الإمارات البربرية ، و هم ظهور العرب المسلمين في الفترة الممتدة ما بين القرن السابع إلى القرن الثاني عشر ميلادي ، بحيث غير مجرى الحياة السائدة إلى أفاق جديدة .بحيث تعربت المنطقة و دخول هذه الأفواج العربية أعطى طبعا جديدا في الأوساط البربرية ، فيعود نشر الثقافة الإسلامية إلى قبيلة" بني قومي "أو "بني كومي "، أول قبيلة يعود لها الفضل في زرع أشجار النخيل بالمنطقة بحيث يصفهم حسن الوزان بقوله:" سكانه فقراء، يجمعون أرباحهم في سنة و يشترون بها فرسا يسوقونه إلى بلادهم، ثم يبيعونه إلى التجار الذاهبين إلى بلاد السودان"[17].

وذكر ان قبيلة" بني قومي "كانت حافلة بالعلم و الثقافة، لكن لم يعرف من أين أتوا و لا متى غادروا المنطقة، وإن ما تتوفر عليه المنطقة من موارد طبيعية كان سببا في حدوث صراعات قبلية حول من كان يسكنها ،و أبرز صراع كان بين قبيلتي الغنانمة و ذوي منيع،

[17]- حسن الوزان، وصف افريقيا، تر محمد حجي، ج 1، ط 2، دار الغرب الإسلامي، 1983، ص 130.

و ورد في الذكر أن الغنانمة جاؤوا إلى تاغيت بعد أن تم طردهم من الساحل الأطلسي و مروا على تغيلالت واستقروا بتاغيت أين كان يسكن ذوي منيع الذين كانوا يسكنون واد قير حيث طمعوا في ممتلكاتهم و الاستيلاء على أراضيهم واستمر الصراع فترة طويلة[18].

3-3- فترة الاستعمار:

لقد خضعت المنطقة لعدة رحلات إستكشافية في الفترة الإستعمارية من بينها رحلة الألماني جيرهارد ورولفز عام 1864 م ورحلة الفرنسي كاميل دولس عام 1888 م 1889م[19]، وفي فيفري 1897 م وصلت الجيوش الفرنسية وعلى رأسها الرائد غاردن ودخلت لأول مرة إلى منطقة زوزفانة قبل إحتلال بشار، حيث كانت هذه الرحلات تساعد الإحتلال الفرنسي على الدراسة العلمية للمنطقة واحتل الجيش الفرنسي المنطقة سنة 1900 م[20]، بعدما أجل احتلالها بسبب عدة مقاومات منها أولاد سيدي الشيخ 1864م-1883 م التي كانت أكثر المقاومات الشعبية في الجنوب الوهراني و مقاومة الشيخ بوعمامة التي وصلت إلى الفقيق سنة 1881 م[21] وأسست لها مركز عسكريا مواجها لقصر تاغيت فسمي هذا المركز باسم تاغيت وعممت التسمية على المنطقة ككل[22].

---

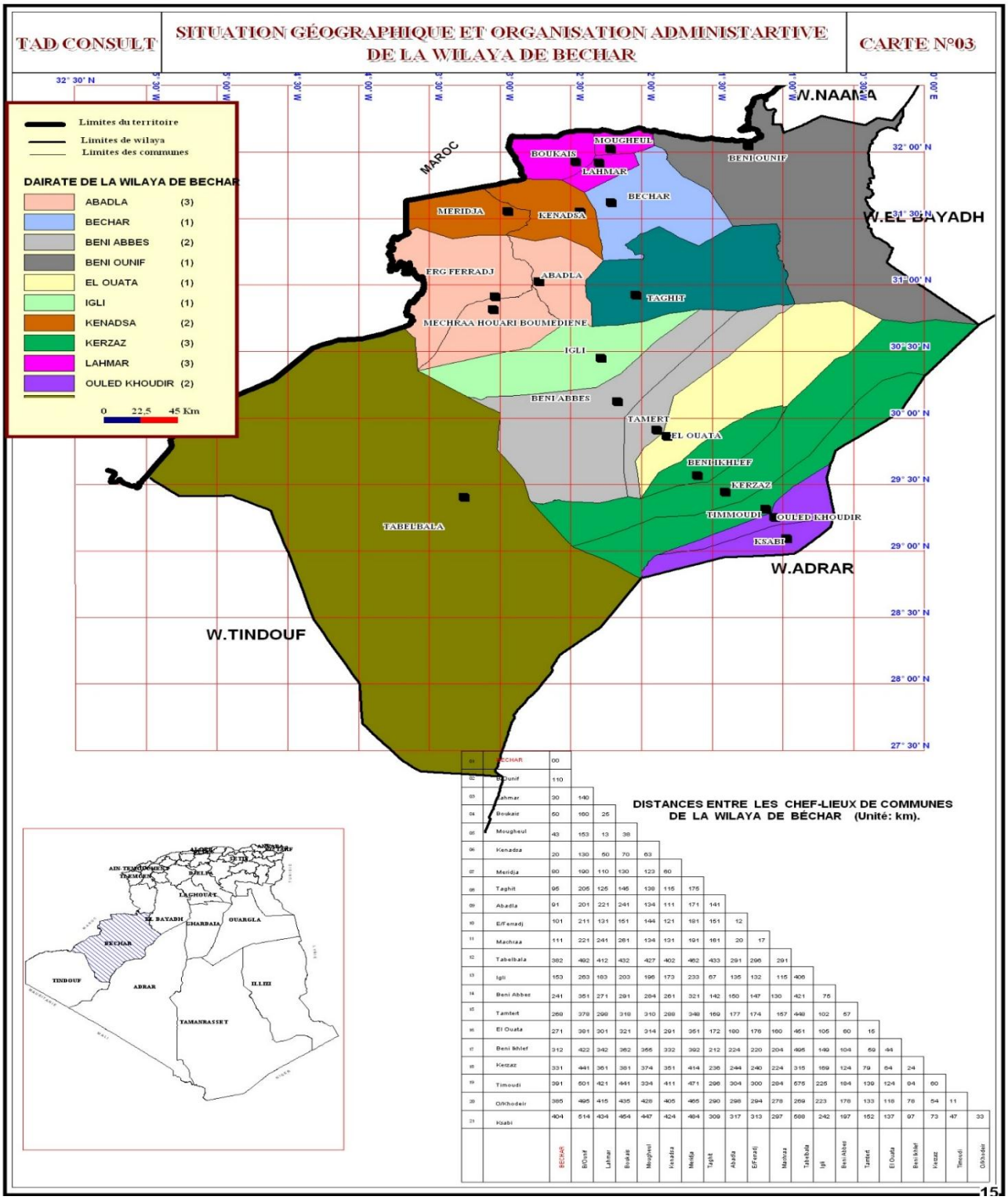
[18]- محابيب نور الدين، الأثر الثقافية ومرجعيات المقدس، دراسة انثروبولوجية لطبيعة التكتل السكاني في الجنوب الغربي الجزائري القنادسة وتاغيت نموذجا، كلية العلوم الاجتماعية، جامعة وهران، 2015، ص 44.

[19] Delerive (marc), Livre Les Forts Saharien Des Territoires Du Sud Geithner, Librairie, Paris, 1990, p141.

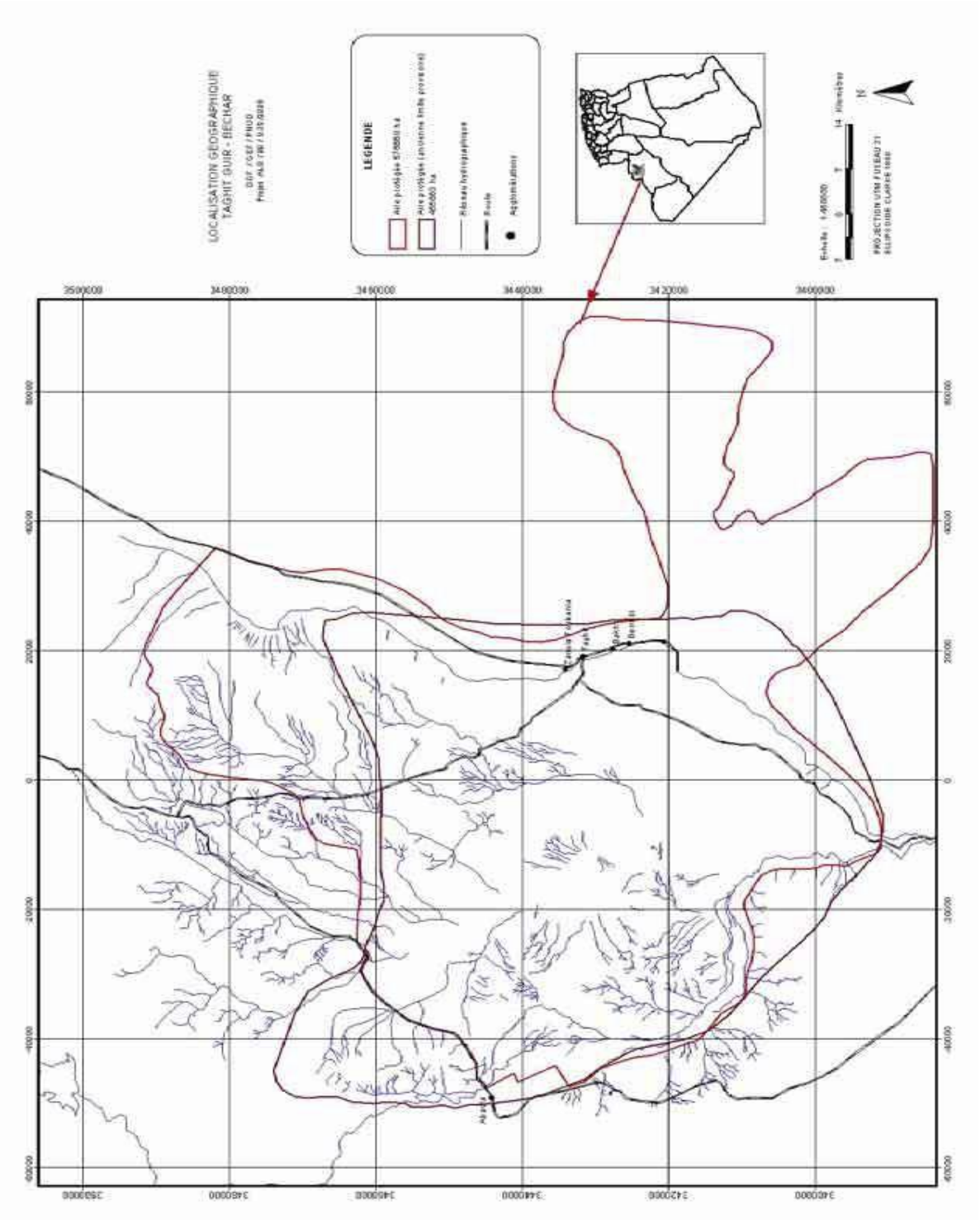
[20] Cherfi(A), op cit, p1054.

[21] Passager(P) et Babbarçon(S), op cit, pp 407 408.

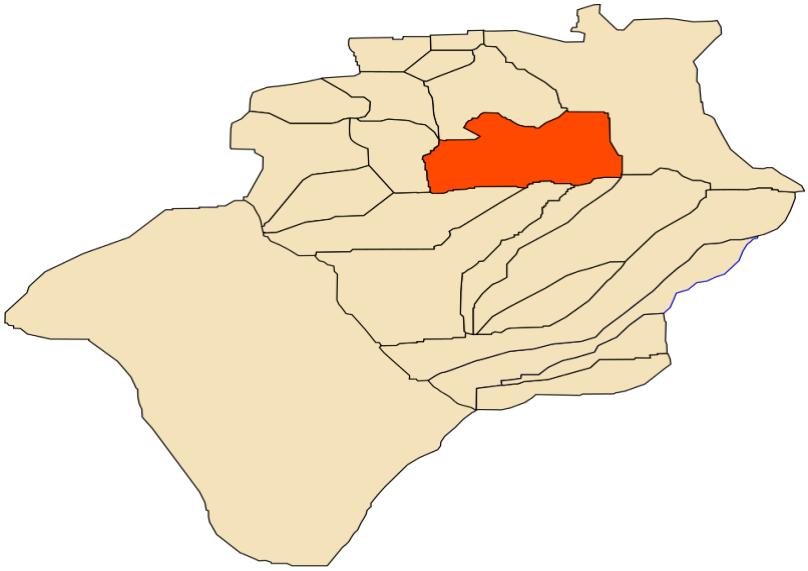
[22] Ibid, pp 408 410.



اللوحة 1: موقع ولاية بشار ودوائرها على الخريطة

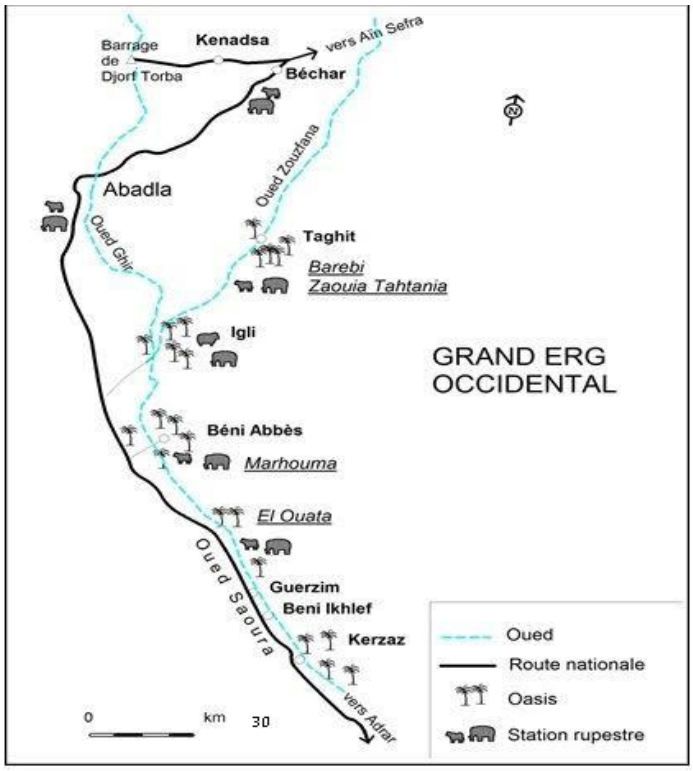


الخريطة 1: الخريطة الجيولوجية لتاغيت



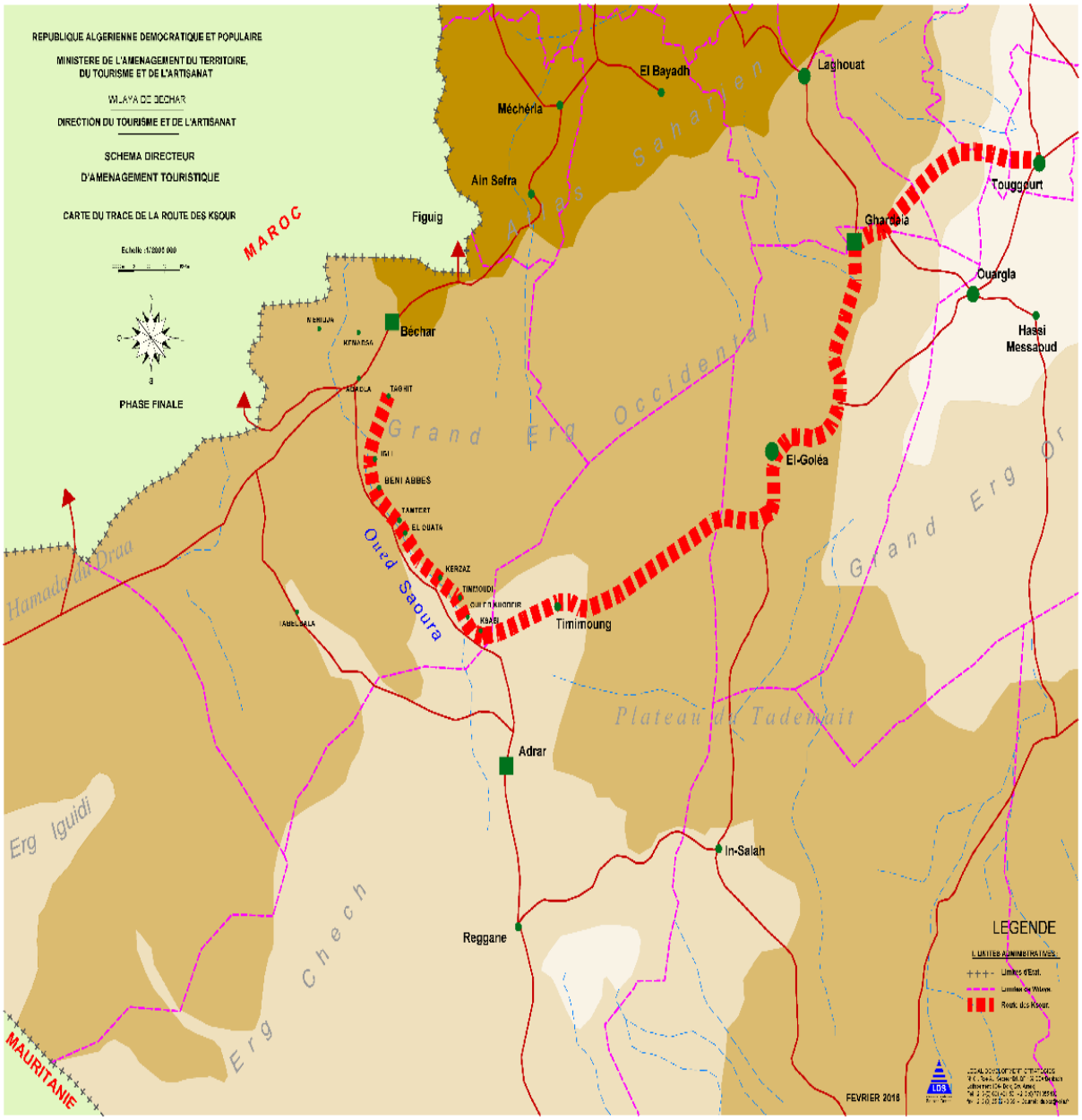
الخريطة 2: توضح موقع مدينة تاغيت بولاية بشار

/media:ملف/DZ-08-13-Taghit/تاغيت#/



الخريطة 3: العرق الغربي الأكبر

cahiers.crasc.dz.



الخريطة 4: امتداد طريق القصور

Direction tourisme et de l'artisanat
wilaya de bechar
Carte du trace de la route des ksour

4- المناخ:

يتميز المناخ في المناطق الصحراوية بارتفاع درجات الحرارة خاصة فصل الصيف فتصل الى 45 م° الى 50 م° في الظل و تنخفض بالليل لتصل الى 20 م° كحد أدنى.

ويتميز مناخ الصحاري بقلة السحب وانعدام الغطاء النباتي تقريبا، وارتفاع كثافة الاشعاع المباشر الساقط على هذه الجهات وارتفاع كثافة الاشعاع الأرضي أثناء الليل هذا بالإضافة الى انخفاض كمية ونسبة الرطوبة في الهواء حيث تتراوح الرطوبة النسبية حوالي 20 بالمئة في فترة الظهيرة وأكثر من 40 بالمئة في الليل، أما الأمطار فتتميز الى جانب ندرتها بأنها طارئة وغير ثابتة حيث ان معظمها يسقط على شكل سيول طارئة تنحدر الى بطون الأودية والمنخفضات، أما الرياح فمعظمها رياح ساخنة محملة بالغبار والأتربة وغالبا تؤدي الى هبوب عواصف رملية أو ترابية والتي تعد من أهم الملامح الخاصة للمناخ الصحراوي، وكما نعلم أن البيئة تؤثر على عمارة الإنسان فنتيجة للظروف المناخية المتنوعة في الصحراء فقد أوجد المعماري الأنماط العمرانية التي تلائم البيئة الصحراوية[23].

5- مناخ منطقة تاغيت:

5-1- الأشعة الشمسية:

يتم تعريف الأشعة الشمسية على أنها حركة الطاقة في شكل أشعة حيث تنتقل الحرارة في شكل موجات كهرومغناطيسية وبالتالي تشكل الطيف الشمسي، عندما يمر الشعاع الشمسي عبر الغلاف الجوي للأرض تقل شدته ويتم تعديل التوزيع الطيفي عن طريق الامتصاص والانعكاس والانتشار[24].

[23]- لعمودي التجاني، الاستدامة في العمارة الصحراوية، أشغال الملتقى الدولي تحولات المدينة الصحراوية، تقاطع مقاربات حول التحول الاجتماعي والممارسات الحضرية، جامعة الجزائر 2، يومي 3-4 مارس 2015، ص ص 242-243.

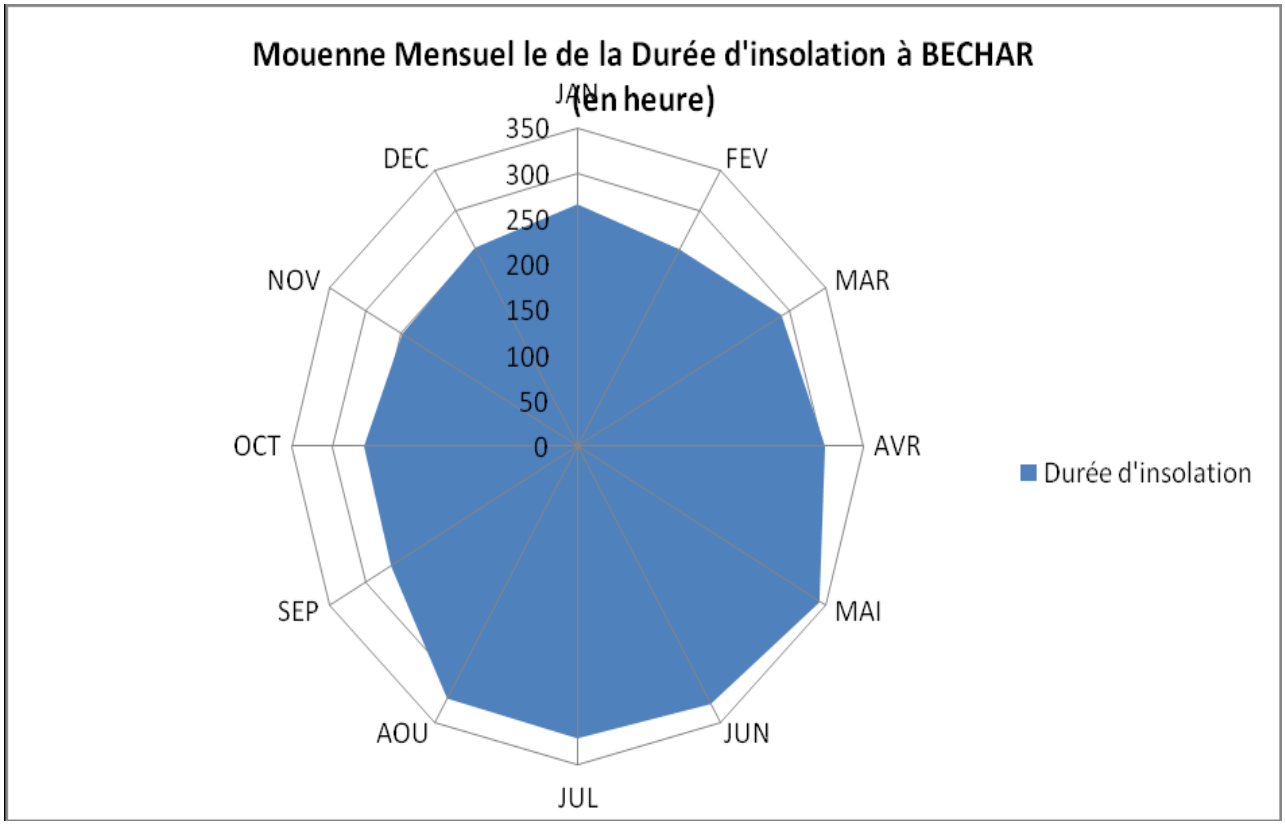
[24] -Etude du plan d'aménagement du territoire, op cit, p 18.

في بشار يعد الشعاع الشمسي عنصرا هاما حيث أن مدة أشعة الشمس مهمة للغاية على مدار العام واجمالي شدة اشعة الشمس يبلغ 7850 واط / م^2/ يوم، ودرجة انتشاره 1740 واط / م^2/ يوم على مستوى أفقي خلال شهر جوان الحد الأقصى لطول اليوم هو14 ساعة و4 دقائق. في فصل الشتاء يصل الإشعاع الشمسي إلى أقصى حد له في ديسمبر وهو حوالي 2060 واط/ م² / يوم ومدة اليوم 9 ساعات و56 دقيقة. توضح هذه القيم أن شدة الإشعاع الكلية تزداد خلال الفترة الحارة والجافة وتتناقص خلال الفترة الباردة والرطبة، تلعب الشمس المشرقة دورًا مهمًا للغاية في تباين درجات الحرارة[25]. (الجدول رقم:2)

jav	Fev	Mar	Avr	Mai	Jun	Jul	Aou	Sep	Oct	Nov	déc
265.8	250.4	288.8	304.0	343.0	327.3	320.6	319.6	264.4	261.7	248.0	252.1

جدول 2: إجمالي متوسط ضوء الشمس (بالساعات والأعشار)[26]

[25]- محطة الأرصاد الجوية بشار
[26]- نفسه.



مخطط 1: لمتوسط مدة سطوع الشمس شهريا ببشار[27]

2-5- درجة حرارة الهواء:

تعتمد أنظمة درجة حرارة الهواء ليلا ونهارا على تغيرات في درجة حرارة السطح درجة حرارة الهواء هي أيضًا تعدل مع التغيير في الارتفاع.

يوضح تفسير البيانات المناخية من بشار أنه يمكن تمييزها من الجداول أدناه أن منحنى متوسط درجات الحرارة الشهري يتطور بطريقة منتظمة وأدنى متوسط درجة حرارة هو 3.4 م° في جانفي أكثر الشهور برودة. تظل السعة الحرارية في النهار متغيرة قليلاً ولكنها مهمة على مدار العام (من 20 إلى 25م°).[28]

[27] - محطة الأرصاد الجوية بشار.
[28] - نفسه.

تمتد الفترة الحارة والطويلة من جوان إلى سبتمبر ويتراوح متوسط درجات الحرارة بين 37م°و43 م°ومع ذلك يتم تسجيل أعلى درجات الحرارة خلال أكثر شهور السنة حرارة جويلية مع متوسط درجة حرارة 41.1 م° اوت مع متوسط درجة حرارة الحد الأدنى من 28.0 م° وبمتوسط أقصى 41.1 م°. يمتد الموسم الثاني البارد والقصير من ديسمبر حتى فيفري حيث يتراوح متوسط درجات الحرارة بين 09 م° و 12 م° ويمكن أن يصل الحد الأدنى في يناير إلى 03 م° وهذا ما يميز موسم البرد[29].

تعاني بشار من فصول الشتاء شديدة البرودة وصيف حار للغاية حيث تشهد درجات الحرارة القصوى درجات حرارة شديدة للغاية حيث ينخفض ميزان الحرارة بمقدار 5 م° فوق الصفر خلال موسم البرد الذي يمتد من ديسمبر إلى فيفري لتتجاوز 44 م° في فترة الصيف من جوان إلى اوت[30].(الجدول رقم:3- 4- 5).

jav	fev	Mar	Avr	Mai	Jun	Jul	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec
9.8	12.3	17.2	21.5	25.8	30.9	35.1	34.0	28.4	22.8	15.1	10.8

الجدول 3: متوسطات درجات الحرارة الشهرية (بالدرجات المئوية)

Jav	Fev	Mar	Avr	Mai	Jun	Jul	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec
3.4	6.0	10.5	14.9	19.2	23.8	28.0	27.0	22.2	16.8	9.5	4.7

الجدول 4: المتوسطات الشهرية لدرجة الحرارة الدنيا (بالدرجات المئوية)

[29]- محطة الأرصاد الجوية بشار.
[30]- نفسه.

jav	fev	Mar	Avr	Mai	Jun	Jul	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec
16.9	18.6	23.2	27.5	31.7	36.9	41.1	39.9	34.2	28.6	21.0	16.7

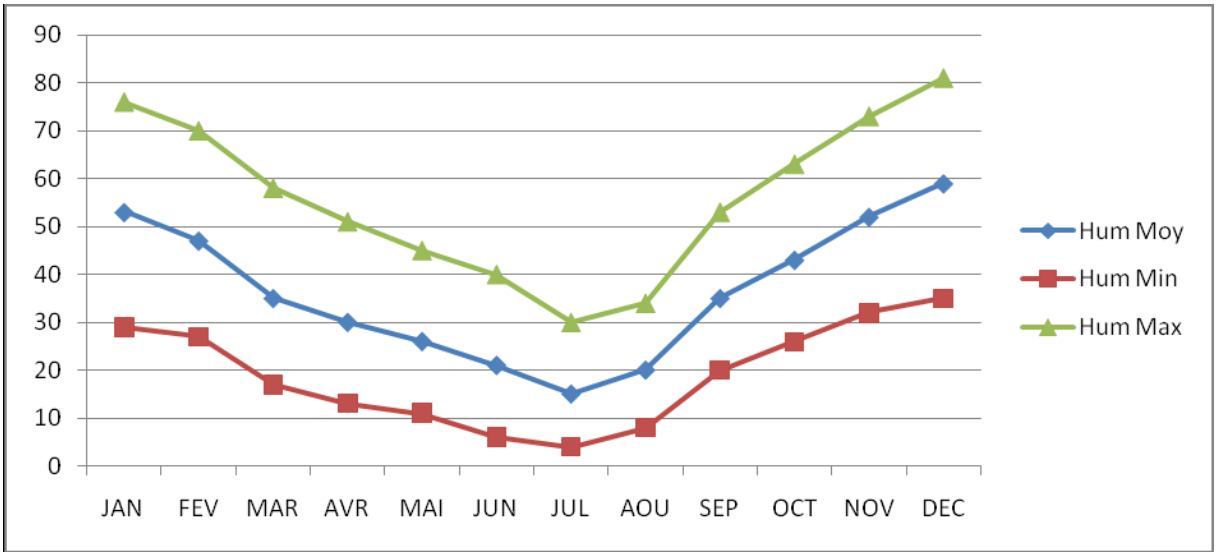
الجدول 5: المتوسطات الشهرية لدرجة الحرارة القصوى (بالدرجات المئوية)[31]

3-5- الرطوبة النسبية :

يختلف منحنى الرطوبة النسبية بشكل معاكس مع درجات الحرارة والإشعاع الشمسي ، حيث تتجاوز المتوسطات الشهرية 70٪ للفترات الرطبة.(الجدول رقم: 6).

Jav	Fev	Mar	Avr	Mai	Jun	Jul	Aou	Sep	Oct	Nov	Déc
75.6	70.3	57.7	51.2	45.4	39.7	29.7	34.1	52.9	62.7	73.0	80.9

الجدول 6: متوسطات شهرية من الرطوبة النسبية (٪)[32]



الشكل 1 : المتوسط الأدنى قدره 37٪ ، ويرتفع للوصول إلى قيمة 81٪ في ديسمبر بمتوسط 59٪ كحد أقصى.

31 -Etude du plan d'aménagement du territoire, op cit, p 18.
32 -ibid, p 18.

كلما ارتفعت درجات الحرارة انخفضت الرطوبة وكلما انخفضت درجة الحرارة ارتفعت الرطوبة هذا يشير إلى أن مناخ مدينة بشار رطب وبارد في الشتاء وحار وجاف في الصيف.

4-5- الرياح:

يتم تعريف هذا العنصر بمعلمتين: متوسط سرعة الرياح واتجاهه، تم استخدام مقياس بوفورت 1806، الذي يعتمد بشكل أساسي على الملاحظة حتى يومنا هذا. الرياح التي تسود بشار هي جنوبية مع متوسط سرعة يتراوح بين 2.1 و 3.4 م / ث مع متوسط سنوي 4.1 م / ث[33].

تباين متوسط الريح الشهرية ويتميز بـ:

الاستقرار من جانفي إلى فيفري متوسط هبوب الريح 3.5م/ث و الحد الأقصى من مارس إلى ماي تصل قيمته 5.0م/ث والتي تم التوصل إليها.

وتنخفض القيم من ماي إلى أكتوبر ثم الاستقرار من أكتوبر إلى ديسمبر حول متوسط قيمته 3.2 م/ث[34].

سمح لنا تحليل قياسات الرياح بتوزيع الرياح بشكل متكرر في الاتجاهات الثمانية.(الجدول رقم: 7).

N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	CALM
12.33	9.77	12.62	8.67	13.59	10.87	4.59	4.51	23.02

الجدول 7: الترددات بالنسبة مئوية.

[33] - Etude du plan d'aménagement du territoire, op cit, p 19.
[34] -ibid, p 19.

5-5- الأمطار:

بمتوسط سنوي يزيد عن 90 مم فترة هطول الأمطار وذلك من أكتوبر إلى افريل. تشير الإحصائيات السنوية إلى أن الفرق بين أعلى قيمة وأقل بعد يتجاوز 200 مم هذا في حالات الطقس الاستثنائية يمكن أن تصل الكميات القصوى المجمعة في يوم واحد أو حتى تتجاوز 100 مم.(الجدول رقم: 8).

Jav	Fev	Mar	Avr	Mai	jun	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Déc
9.2	6.7	8.4	8.6	5.4	3.1	0.7	3.2	7.3	11.8	11.5	9.5

الجدول 8: المتوسطات الشهرية للتساقط (في 10/1 مم)[35]

5-6- الظواهر الطبيعية:

من بين جميع الظواهر الجوية الموجودة التي تؤثر على بشار هي الجسيمات الصلبة مثل رمل وغبار، تكون معلقة في الجو والتي تحملها الرياح تشكل خطراً على النقل، خاصةً على الطريق والجو خلال الفترة من مارس إلى سبتمبر.(الجدول رقم: 9)

[35] - Etude du plan d'aménagement du territoire, op cit, p 19.

الظواهر	المعدل السنوي	فترة الحدوث
الضباب	/	نادر
العواصف	8.8	ماي- جوان- أوت- سبتمبر
السحب	/	نادر
الحجر الرملي	0.2	جانفي
البرد	0.1	أوت- ديسمبر
الضباب	7.4	فيفري- ماي- جوان- أوت- سبتمبر
التجمد	0.2	جانفي
الندى	9.7	جانفي- فيفري- ديسمبر
رمال المعلقة بالجو	65.5	من فيفري الى سبتمبر
الرمال المنجرفة	44.1	من فيفري الى سبتمبر
العواصف الرملية	4.9	مارس- أفريل- ماي- جوان- أوت

الجدول 9: متوسط تكرار حدوث الظواهر الطبيعية السنوية[36].

[36]- محطة الأرصاد الجوية بشار.

الفصل الأول

الدراسة المعمارية للقصر

العمارة هي فن البناء حسب تعريف القاموس، فهي من الناحية التحليلية تعتبر فنا وعلما ولكنها بالنظرة التكاملية تعتبر فنا، فالعمارة هي التي تأوي الإنسان ونشاطه في المجالات الروحية والمادية عامة سواء كان فردا أو جماعة من وقت أن يولد إلى أن يموت، فهي تشمل جميع المباني الدينية والدنيوية الحضرية والبدوية السكنية والعامة الثقافية والتجارية...الخ، فالعمارة من أهم الوسائل المتاحة للإنسان للتعبير عن تطلعاته التي حاول إشراك بني قومه الإحساس بها، وبما وضعه فيها من عناية بالتشكيل، ولذا فإنها تعتبر من أرقى الفنون ومن أهم أركان الثقافة[37].

كما أنها الخصائص البنائية لإنشاء مبنى ما، وهي أحد الفنون الهندسية القديمة التي عرفها الإنسان منذ حاجته لبناء مأوى له، ويهتم كذلك بتطبيق مجموعة من التصاميم الهندسية التي تعتمد على رسم الهيكل التخطيطي لبناء المباني والمعالم الحضارية الخاصة بمكان أو مدينة ما، ويعكس طبيعة الثقافة العامة والتراث السائد بالمنطقة، ولقد سعى الانسان الى استخدام المواد المحيطة به حتى يتمكن من بناء يوفر له العيش المناسب ويساهم في حمايته من تقلبات البيئة المحيطة، حيث حرصت الشعوب على الاستفادة من الموارد المحيطة من أجل تحويلها الى منازل صالحة للسكن، والذي نراه كذلك في المناطق الصحراوية وفي تاغيت محل الدراسة، ومن أهمها الطين والحجارة والخشب، ويختلف مناخ هذه المناطق الصحراوية مما جعل الانسان يبدع في إيجاد أنماط عمرانية لهذه البيئة لتلائم حياته من جميع النواحي الدينية والاقتصادية والاجتماعية والثقافية، وتعتبر العمارة الطينية امتدادا للأرض حيث أكدت ارتباط الإنسان بأرضه وشكلت الجذور التقنية والثقافية والتقليدية، كما تعتبر الهندسة الترابية نموذجا لتكيف الإنسان مع البيئة الصعبة وقلة الموارد التي كانت تساهم بدورها في نشوب خلافات ونزاعات بين

[37]- محمد جاسم الخليفي، العمارة التقليدية في قطر، ط3، المجلس الوطني للثقافة والفنون والتراث، قطر، الدوحة، 2003، ص 25

التجمعات البشرية المختلفة، مما ترك آثارا على نمط البناء ذاته من حيث إضافة التحصين للمباني[38].

1- تعريف القصر:

يعرف لغويا القصر ، وهو ما شيد من المنازل وعلا وبصيغة أخرى فهو بناية فخمة واسعة، وجمع قصر قصور، ويقصد بالقصر مقر الخليفة أو الحاكم وأفراد عائلته، وكان يطلق عليه في بداية العهد الإسلامي(الثاني هجري / الثامن ميلادي) كلمة البلاط، ويعتبر القصر أنذاك المكان المميز للطبقة الحاكمة فإليه تعود جميع موارد الدولة، ومنه تنطلق مظاهر القوة، بالإضافة الى أنه يمثل الوعاء الحقيقي للطبقة الأرستقراطية للمجتمع الإسلامي، فهو يعكس مكانتها ومدى الثراء الهائل الي بلغت اليه، ويظهر هذا الثراء من خلال تلك الأطلال الباقية عبر أقطار العالم الإسلامي، وما تعج به المتاحف العالمية من تحف فنية رائعة وثمينة، علاوة على ما خلدته المصادر التاريخية من وصف بليغ، وكذا المخطوطات العديدة المزوقة[39].

ويختلف المفهوم في القصر الصحراوي اذ يقصد من تسمية القصر او لقصر (LAGSAR) في مناطق الأطلس الصحراوي تلك التكتلات السكنية التي تقع فوق أماكن مرتفعة[40] لتسهيل عملية الدفاع عنها وتمكينها من استغلال عنصر الماء وتوزيعه بطريقة مضبوطة[41] وقريبة من الأودية، ويطلق هذا اللفظ أيضا على الكتل البنائية التي تجدها في مناطق الصحراء مجمعة ومشكلة لنا احياء وقرى تدعى لقصور [42] (LAGSOUR).

---

[38]- فيصل شمشير، (مميزات عمارة القصبات وتكنولوجيا البناء في المغرب)، مجلة تقنية البناء، ع18، السعودية، الرياض، ص 1.

[39]- علي حملاوي، نماذج من قصور السفح الجنوبي لمنطقة جبال عمورة من(10-13 ه الى 16- 19 م)، دراسة تاريخية وعمرانية، جامعة الجزائر، ص 08-09-10.

[40]- محمد مرزاق، القصر الكبير 'باجودة' بعين صالح، مجلة آفاق علمية، 2017، ص 193.

[41]- علي حملاوي، المرجع السابق، ص10.

[42]- محمد مرزاق، المرجع السابق، ص 193.

ونجد هذا اللفظ يطلق مرة أخرى على الكتل المعمارية القريبة من الواحات والمجاري المائية[43] حيث تمثل المصدر الرئيسي للسكان وحاجزا منيعا للتقليل من حدة العواصف الرملية وتساعد أيضا على تكسير التيارات الهوائية وتوزيعها[44] كما هو موجود في الصحراء الجزائرية[45].

يحيط بهذه التكتلات أحيانا سور سميك ومدعم بأبراج، وأحيانا تخلو تماما من هذه العناصر الدفاعية مثلما هو الحال في قصر تاغيت، ولكن تعوض بجدران البيوت الخارجية لتشكل في النهاية ما يشبه سور يحيط بكافة أرجائها[46].

2- عوامل نشأة القصور الصحراوية:

برزت القصور الصحراوية كبوتقة انصهرت فيها مؤثرات حضارية، عربية وبربرية وسودانية، ولا يخفى على الدارسين دور العاملين الطبيعي والتجاري اللذين كان لهما دورا مهما في نشأة القصور التي هي عبارة عن تجمع سكاني يشكل لنا ناحية أو بلدة تضم مجموعة من العمائر، تتمثل في المباني السكنية والواحات والقصبات وموارد السقاية[47].

2-1- العامل البيئي والطبيعي:

لقد كانت للمعطيات البيئية الجغرافية والطبيعية أثر كبير في تشكيل وتوجيه القصور والواحات ، وذلك بتنفيذها في مواضع مختارة حسب طبيعة الأرض وبمراعاة العوامل المشجعة على الاستقرار وخصوصا أن جل القصور الصحراوية انتبهت إلى العنصر الحيوي المتمثل في الماء ، الذي هو الركيزة الأولى لأي اجتماع عمراني، وبالنظر لقلة

[43] - Despois(J), Le Djebel Amour, Presses Universitaire de la France, Paris, 1957, p 25.

[44]- علي حملاوي، المرجع السابق، ص 10.

[45] - Despois(J), op cit, p 25.

[46]- علي حملاوي، المرجع السابق، 10.

[47]- جمال عناق، قراءة نقدية للكتابة التاريخية حول حواضر وقصور الصحراء، إقليم صحراء المغرب الإسلامي، قسم علم الاجتماع، جامعة تبسة، ص 5.

وندرة مياه الأمطار، والتي لا تكفي لسقي وري الأراضي الزراعية ورغم أن الأودية والجداول المائية قليلة وشديدة الجريان شتاءا، وفجائية وتجف تماما في الصيف، لذلك فقد لجأ ساكنة الصحراء إلى اتخاذ بعض الإجراءات اللازمة لتخزين مياه الأمطار، والاستغلال الأحسن لها وتحويلها إلى إنتاج عن طريق توجيهها إلى صهاريج للحفظ، فاستحدثت آبارًا داخل الأسوار تحسبا لعوادي الزمن. بالرغم أن المصادر الجغرافية والتاريخية لم تزودنا بمعلومات كافية حول أسماء الآبار، ومواقعها وطرق استغلالها في الفترة الإسلامية فإن هذه المعلومات التي زودتنا بها المصادر حول عنصر الشبكة المائية في بلاد المغرب الإسلامي عموما، لا تتجاوز بعض الإشارات العابرة التي يتكلم فيها الرحالة أو الجغرافيون إلى وجود قنوات وصهاريج أو جباب أو مواجل، عند وصفهم لأهم المدن أو القرى أو التجمعات السكانية الصغيرة. مثل ما يذكره ابن خلدون حول حاضرة سجلماسة وقصور تيكورارين(....فمنها على ثلاث مراحل قبلة سجلماسة وتسمى توات مستبحر في العمران وهو ركاب التجار من المغرب الى بلد مالي من السودان وعلى عشر مراحل منها قصور تيكورارين وهي كثيرة تقارب المائية في بسيط واد منحدر من الغرب الى الشرق...)، لذلك يعتبر المناخ محددا مهما في تحديد ملامح حياة المجموعات البشرية من حيث استقرارها وتفاعلها مع محيطها ارتباطا بعنصر الوفرة المائية وندرتها[48].

2-2- العامل الاجتماعي:

يظهر العامل البشري تأثير كبير في توزيع القصور حسب العرف الاجتماعي السائد في هذه الأقاليم الصحراوية حيث يبدو لنا من خلال الملاحظات في الميدان أن لكل قبيلة في الإقليم كان لها موضعها أو ملكها الخاص بها ، التي لا تستغلها قبيلة أخرى إلا بإذن ملاكها، فقد كانت القصور تحمل اسم قبائل كما كانت هناك أيضا بساتين وفقارات و نواحي تحمل هي الأخرى اسم القبيلة أو العرش بأكمله، وبالتالي فلها وحدها حق الاستغلال والإقامة بالديار والرعي والحرث بالبستان أو من سمحت له بذلك[49].

[48]- جمال عناق، المرجع السابق ، ص 6
[49]- نفسه ، ص 7.

3-2- العامل التجاري:

لقد كان للتجارة دور كبير على الاستقرار وفي تشييد العمارة والعمران وذلك بفضل حركتها التجارية النشطة ، حيث تعد التجارة من العوامل التي استقطبت الوافدين جماعات وفرادى من كل الجهات والأجناس والاستقرار وتشكيل مجتمع هجين يدين بالإسلام لذلك فإن ظهور هذه القصور، ولأنها تمثل الاستثناء الحضري الوحيد الذي ظهر بهذا المجال البدوي كنتيجة لازدهار تجارة القوافل، وإن كانت التقاليد الشبه الحضرية المرتبطة بالإستقرار التجاري ظلت تنوء بإرث البداوة ولم تتخلص منه، بل زاوجت بين أنماط عيش مجموعتي الرحل والمستقرين، بالرغم أن الفضل الكبير في ازدهار مختلف القصور الصحراوية في مراحل لاحقة يعود إلى عامل التجارة فحسب رأي (Masqueray Emile) فجلُّهم -التجار- آنذاك من الخوارج الذي اعتبر أن مجموعات الخوارج التي تنتمي إلى قبائل صنهاجة وزناتة ببلاد المغرب صفريين كانوا أو اباضيين هم عمَار الصحراء[50]. حيث لا توجد واحات ولا حواضر في الصحراء، إلا أنهم يرجع لهم الفضل في تأسيسها، وفي نقل وانتشار مؤثرات من ثقافة الشمال إلى الصحراء جنوبا، وهذا أيضا ما توصل إليه المستشرق الألماني (Joseph Schacht) في بحثه عن الأثر الإباضي في إفريقيا أن يحدد مسارهم إلى جانب الصوامع الهرمية والمحاريب المستطيلة التي تتميز بها مساجدهم، وتوصل إلى أن إفريقيا السوداء لم تتأثر بالناحية المعمارية فقط، بل استدل بذلك على تواجد المذهب الإباضي قبل غيره من المذاهب لدى شعب البال والكانوري، المندثرتين من خلال ما عثر عليه من عناصر الثقافة المادية، وهو ما تجلى أيضا فيما وصل إلينا من أنماطها المعمارية، فقد كشفت العديد من الدراسات على أوجه التشابه بين أنماط معمارية، في منطقة توات ووادي ميزاب بصحراء الجزائر مع شبيهاتها في قصور ولاَته وودَان وشنقيط وتيشيت بموريتانيا[51].

وعليه يعود الفضل في هذا التمازج الحضاري إلى ما حملته تجارة القوافل من مؤثرات ثقافية وحضارية، إلى داخل حواضر الساحل الصحراوي، وبذلك أصبح معروفا

[50]- جمال عناق، المرجع السابق، ص 7.
[51]- نفسه، ص 7

لدى المؤرخين على مدى فاعلية المسالك التجارية الصحراوية، التي تعتمد في محطات راحتها على تواجد نقاط الماء في مختلف الواحات الصحراوية ومدى أهميتها كشريان اقتصادي وحضاري حيوي فيما بين هذه الحواضر، مثل المسلك الذي يربط سجلماسة بوارجلان، والجريد ونفزاوة وصولا إلى جنوب افريقيا، فقد جعل هذا الطريق منذ نهاية القرن(02ه وبداية القرن 03ه)، نهاية القرن (08 م و09 م)، حاضرة وارجلان ذات أهمية تجارية كبيرة مع بلاد السودان ومن المحطات الواقعة على هذا المسلك نجد وادي سوف، أريغ أو توقورت، وثمة طريق ثان رابط بين المدينتين ذكره (البكري) **"**من تاهودة إلى بادس ثم قيطون بياضة**"**ومنها نصل إلى وادي سوف وورقلة (أو وارجلان) فبلاد السودان[52].

وهكذا يمكن القول بأن عراقة الصحراء ودورها الاقتصادي والعلمي والديني وتعدد المشارب العرقية والحضارية للسكان، كلها عوامل مجتمعة بالإضافة إلى العوامل الطبيعية، قد ساهمت في إعطاءه رصيدا تراثيا مهما ومتنوعا شاركت جميعا في النشأة والتنمية.

3- الإطار التاريخي و الجغرافي لقصر تاغيت:

تضم منطقة تاغيت خمس قصور تتوالى على مسافة 20 كم تبدأ شمالا متجهة نحو الجنوب وهي:

- ❖ قصر الزاوية الفوقانية.
- ❖ قصر تاغيت.
- ❖ قصر بربي.
- ❖ قصر بختي.
- ❖ قصر الزاوية التحتانية.

[52]- جمال عناق، المرجع السابق ، ص 8.

يقع القصر على بعد 93 كم عن مقر ولاية بشار و 6 كم جنوب الزاوية الفوقانية ومعظم سكان القصر من جنس الحراطين الذين ينقسمون إلى ثلاث عائلات ،كما أن معهم عائلة واحدة عربية وأخرى من السودان وهم كالتالى:

- ❖ أولاد بلخير وهم 40 عائلة ومن أعيانهم سالم ولد بلخير وهم من الحراطين.
- ❖ أولاد بوفلجة وهم 10 عائلات ومن أعيانهم الطيب بن علي و أصولهم عربية.
- ❖ أولاد كرينجي وهم 4 عائلات من العبيد.
- ❖ اولاد رابح وهم 5 عائلات ومن أعيانهم محمد ولد رابح وهم من الحراطين.

المجموع الكلي لعائلات قصر تاغيت هو 66 عائلة.

بني قصر واحة تاغيت العتيق و الذي شيد في القرن الحادي عشر على هضبة صخرية بشكل مربع يصل طول ضلعه الى 500 متر تقريبا ، متجها من الشرق صوب الكثبان الرملية الكبيرة ومتصدرا يمينا باتجاه وادي زوزفانة وواحته في الأسفل[53].

وكما أكد إبن المنطقة المهندس و المرشد السياحي مروان تاغيتي أن بنائه كان من قبل أحد أجداده على حد قوله وأن القصر يحتوي على60 منزلا غير مأهول ، حيث سكنه حوالي 66 عائلة وتركته آخر العائلات سنة 1991 م، ويواصل القصر تحدياته مع الزمن بسبب الترميمات التي أجريت عليه ومواد الترميم الأصلية من قبل أهل المنطقة.

ويرتفع صوره بنحو 4 م بأعلاه حزيات وكوات للرمي، وله باب واحد من الجنوب، تحده الرمال من الشمال ومن الغرب، وبه عين على موسى ماؤها وعمقها يصل إلى عشره أمتار تقريبا ، به خمس أبراج أما غابة النخيل تمتد على طول 4 كم شمالا و 1كم جنوب القصر وعرضها يقدر ب 300 م تقريبا[54]

[53]- عبد الله حمادي، الادريسي المرجع السابق ، ص 67.
[54]- نفسه ، ص ص 70- 71.

الصورة 2: قصر تاغيت من الجهة الشمالية، من إعداد الطالبة

4- مميزات المسكن في القصر:

تعتبر عمليه التخطيط في المدن الاسلامية من أهم الخطوات قبل الشروع في البناء، وكان يراعى عدة جوانب للتخطيط العمراني والاقتصادي والاجتماعي والسياسي والديني، حيث يجب أن يحدد الموقع الاستراتيجي للبناء[55]، والقصور الصحراوية تتماشى مع شروط بناء المدينة الاسلامية كما قال إبن خلدون" الإنسان مدني بالطبع مهما اختلفت البيئة والمنطقة وظهرت المدينة لإصلاحهم وهذا معنى العمران"[56].

[55] عثمان محمد عبد الستار، المدينة الإسلامية، عالم المعرفة سلسلة كتاب الثقافة، الكويت1988 م ،ص95.

[56] - عبد الرحمان ابن خلدون، المرجع السابق، ص ص41-42.

4-1- الجانب الجغرافي:

قصر تاغيت كغيره من القصور الصحراوية والذي يتميز بكونه على ضفاف وادي زوزفانة وعيون الواحات والفقارات التي توفر مياه للشرب والزراعة وغيرها للأهالي[57]، حيث يعتبر الماء شرط في اختيار موقع البناء لقيام الحياة والاستقرار في ظل الظروف المناخية القاسية في المناطق الصحراوية، ومن مصادر المياه بالصحراء العيون أو الفقارات مثلا عين على موسى في الجهة الجنوبية من واحة القصر والآبار والمياه الاحتياطية السطحية من مياه الامطار، فموقعه استراتيجي لما يوفره من ثروات طبيعية وبيئية كالغطاء النباتي ومواد البناء المستعملة في القصر، وكان القصر على هضبة وعرة التضاريس وأخذ شكلها بجوانبه، وأسواره الخارجية دفاعية مما يصعب الأمر ضد هجمات الأعداء[58].

4-2- الجانب الاقتصادي:

قصر تاغيت يقع على مقربة من الطرق التجارية الكبرى المعروفة في الصحراء ومن أهمها منطقة سجلماسة التي كانت عماد التجارة الصحراوية في العصور الوسطى ومنطقة تبلبالة والتي تعتبر من أهم موانئ الصحراء[59] ، وهو أحد أهم النقاط التي عرفت حركة تجارية في منطقة الساورة فكانت القوافل تستريح به لتعبئة زادها فكان تبادل الأفكار والثقافات مع التجار، وزيادة على ذلك فان للقصر موقع استراتيجي كما ذكرنا سابقا فقد بني بعيدا عن مهب الريح.

اعتمد المعماري طريقة بناء تلائم الطبيعة الصحراوية الحارة وحاول تهيئة مناخ ملائم داخل القصر عكس المناخ الخارجي لتلطيف الجو والقدرة على القيام بنشاطاته اليومية، وذلك من خلال مواد البناء كما نلاحظ أيضا القليل من النوافذ وفتحات التهوية

[57] Passager(P) et Babarçon(S) , op cit p410.

[58] عثمان محمد عبد الستار، المرجع السابق، ص 107.

[59] صالح بن قربة، أهمية تابلبالة في تجارة المغرب وبلاد السودان، مجلة الدراسات الإنسانية كلية العلوم الإنسانية، جامعة الجزائر، العدد1-2001 ص 93.

والجدير بالذكر واحة النخيل فهي تمتد على طول 20 كم وتحتوي أكثر من 110 ألف نخلة مما جعلها حاجز لمنع العواصف الرملية وتعديل وتلطيف المناخ.

5- الإطار العمراني للقصر:

5-1- خصائص البناء المتبعة:

اختلفت العمارة الصحراوية في البلدان العربية والاسلامية لكنها معظمها تراعي خصائص وجوانب ثابتة لإنشاء المبنى ونراها في:

5-1-1- الثقافة العربية الإسلامية:

يغلب على المساكن الصحراوية الطابع الديني، ويظهر الطابع الثقافي العربي الاسلامي على العمارة من المخطط العام الى أدق التفاصيل وقد خضعت إلى معايير منها النصوص الشرعية التي توصي إلى عدم الإسراف والتبذير لنعم الله، وأيضا في احترام الجار في ألا يعلو بناء الجار على جاره لكي لا يحجب عنه الشمس، فنرى انعكاس أخلاق وثقافة الانسان المسلم في البناء وشكله النهائي[60].

5-1-2- الطبيعة الصحراوية:

تتميز الطبيعة الصحراوية بمناخ صعب يتمثل في تفاوت درجات الحرارة والرياح والعواصف والجفاف، مما أدى بالإنسان الى النظر وتحديد خصائص البناء الملائمة لهذه الطبيعة، ومما ساعده على ذلك توفر المواد الطبيعية اللازمة لذلك بالمنطقة[61].

حيث استطاع المعماري التوصل الى حلول معمارية سليمة كفيلة بتحقيق الحماية من العوامل الجوية شديدة القسوة، فظهرت المباني الملتحمة او شبه الملتحمة في نسيج عشوائي وتلتف حول الفراغات الداخلية لأفنيتها مما يوفر أكبر مساحة مظللة، ويعتبر تكامل الفراغات وتداخلها من أهم القيم التخطيطية والتصميمية للعمارة التقليدية وخاصة في

[60] - قبابلة مبارك، تطور مواد وأساليب البناء في العمارة الصحراوية، مذكرة لنيل شهادة ماجستير، جامعة محمد خيضر بسكرة، 1009- 2010، ص 23.

[61] - قبابلة مبارك، المرجع السابق، ص 23.

المباني السكنية، ويعمل هذا التخطيط العضوي على منع تعرض مكوناته المختلفة كالمسكن والشوارع والممرات الى قدر كبير من المؤثرات البيئية الخارجية كأشعة الشمس المباشرة او الحرارة المنقولة بالإشعاع او الأتربة المحمولة في الهواء، ولذلك يكون الأنسب في البيئة ذات المناخ الحار الجاف او الصحراوي بشكل عام هو اللجوء الى الأنماط التخطيطية المدمجة او النسيج المتضام، وذلك بهدف التقليل بقدر الإمكان من التعرض للظروف المناخية الخارجية[62].

2-5- التخطيط المدمج او المتضام:

يعتبر التخطيط المدمج او المتضام السمة الابرز لعمارة المناطق الصحراوية الحارة شديدة الجفاف و هو ينتج عن تقارب مباني التجمع العمراني بعضها من بعض حيث تتكتل و تتراص في صفوف متلاصقة، ومن الثابت ان (البيئة الصحراوية الجافة يكون التفاوت كبير بين درجة الحرارة صيفا وشتاء وكذلك بين الليل والنهار، مما يوجب معها استخدام التخطيط المتضام المتلاحم)، وذلك لتوفير أكبر قدر من الظلال التي تسقطها المباني على بعضها البعض والناتجة عن اختلاف الارتفاعات والبروزات في الحوائط الخارجة والتكونات المعمارية بحيث لا يتعرض لأشعة الشمس سوى أقل مساحة من الواجهات والأسطح ومن ثم تكون الطاقة المكتسبة أو المتسربة إلى المباني في حدود المعدلات المنخفضة[63] ، ومن أهم ما يميز هذا النمط من التخطيط انه يوفر ممرات المشاة الآمنة والمحمية من أشعة الشمس مع وجود تدرج هرمي لحجم الشوارع ، وأيضا من سمات هذا التخطيط أن عروض الشوارع ضيقة ومتعرجة لتقليل المساحات المعرضة للشمس مما يخلق حالة من الاستقرار الحراري والحفاظ على ركود الهواء البارد أسفل الشوارع وفى الفراغات المظللة المتصلة بها، كما يعمل على الحماية من الرياح الساخنة المحملة بالأتربة، حيث تعمل الشوارع المتعرجة والمنكسرة على تفتيت الكتل الهوائية الى تيارات خفيفة وعدم

---

[62] - قبابلة مبارك، المرجع السابق، ص 23.

[63]- علاء الدين عبد الرحمن إبراهيم أبو زيد، السمات المشتركة لعمارة الصحراء الكبرى المدخل البيئي للتصميم فى المناطق الحارة الجافة، قسم الهندسة المعمارية كلية الهندسة ، جامعة الأزهر- القاهرة، 2019، ص 1643.

جعل الرياح مركبة والتي تعمل على تدمير الاشياء[64]، كما أنه يعطي مظهرا من مظاهر الثقافة الاسلامية كالتماسك والاتحاد بين المسلمين[65].

3-5- خصائص التخطيط المدمج:

من سمات هذا التخطيط ان الشوارع ضيقة وملتوية، للتقليل من المساحات المعرضة للشمس مما يعمل على الاستقرار الحراري والحفاظ على ركود الهواء البارد اسفل الشوارع، مع مراعاة أن تكون متعامدة على اتجاه الرياح السائدة بسبب احتمال هبوب الرياح المحملة بالأتربة والرمال، التي تؤدي الى رفع درجة الحرارة داخل المبنى، اما الشوارع الضيقة داخل التجمعات السكنية ذات التخطيط غير المتضام فإنها تظل قاصرة في الاستقرار الحراري حيث ترتفع درجة حرارة الهواء في هذه الشوارع، وهذا راجع الى سقوط أشعة الشمس المباشرة عليها وسخونة الأرض وانعكاس الإشعاع الشمسي من الحوائط المجاورة لها وعدم تهويتها بالكل الجيد أو توجيهها في اتجاه الهواء السائد، وهذه الأسباب تجعل من هذه الشوارع الضيقة مخزنا للحرارة، مما ينقل هذه الحرارة للقشرة الخارجية للمبنى عن طريق خاصية التوصيل الحراري، أما في الشوارع المتسعة والتي تعد من العناصر التي تزيد من الكسب الحراري ونجد ان اتساع هذه الشوارع وتحرك الهواء فيها بشكل سريع مع تشجيرها يمكن من خلاله التقليل من الكسب الحراري[66].

---

[64]- علاء الدين عبد الرحمن إبراهيم أبو زيد، المرجع السابق، ص 1643.

[65]- د. علي حملاوي، نماذج من قصور منطقه الاغواط دراسة تاريخيه وأثرية، المؤسسة الوطنية للفنون المطبعية وحده الرغاية الجزائر، 2006، ص 24.

[66]- حنان نادر الكعبي، تخطيط وبنيوية عمارة الصحراء، مديرية الأبنية الحكومية لمحافظة العقبة ، ص5.

نلاحظ ان النمط السائد في العمارة الصحراوية على مستوى أفقي بارتفاعات قليلة بدورين او ثلاثة على الأكثر موجها للداخل على أفنية تفتح عليها عناصر المسكن، وهذا النوع يوفر جوا اجتماعيا أفضل ويعطي كثافات أعلى من النمط المفتوح، ولهذا النمط عدة مميزات نذكر منها:

5-3-1- التوافق والتلاؤم مع بيئة الصحراء:

يلائم هذا النمط المناخ وبيئة الصحراء، ويظهر ذلك من خلال استخدام الفناء الداخلي في هذا النمط الذي يعد من العناصر المعمارية التي عالجت مشاكل البيئة المناخية بنجاح كبير ومشاكل البيئة بشكل عام، ويعتبر تصميم المسكن عبر الفناء من أفضل الطرق لمواجهة المشاكل البيئية للمناخ وخاصة المناطق الصحراوية، لأن الفناء يعمل كمنظم لدرجات الحرارة داخل المسكن ليلا ونهار، كما يؤدي الفناء الى تحقيق التهوية والحماية من الرياح الحارة للمساكن وذلك بتوجيه الفناء او تشكيل حوائطه بحيث تحقق ذلك[67]. إن استخدام نمط البناء الموجه للداخل ذات الأفنية الداخلية بفتحة صغيرة أعلى السقف (عين الدار) كما نرى بالمعلم المدروس يسمح بحركة الهواء داخليا في حدود المطلوب، فتنخفض درجة الحرارة في الليل ويختزن الهواء البارد في الأفنية والجدران الداخلية ويتسرب للحجرات ويستمر أثر هذا الترطيب الى ساعات متأخرة من النهار وبهذا يعمل الفناء كمنظم حراري وخزان للبرودة صيفا وللحرارة شتاءا[68].

5-3-2- تخطيط الشوارع :

شبكة الشوارع متوازية نافذة غير مغلقة النهايات و يتم تحديد نسبة البناء من إجمالي الموقع في حدود % 60 من إجمالي مساحة الأرض ، كما يتم تنفيذ أماكن الأبواب والشبابيك الخارجية بدون قيود وتنظيمات بين الجيران كما تشترك جميع الوحدات في

[67]- حنان نادر الكعبي ، المرجع السابق، ص10.
[68]- نفسه، ص10.

عناصر الانتقال الرأسية والأفقية والخدمات العامة للمبنى، وقد أدى هذا النمط إلى امتداد الشوارع وبالتالي إلى زيادة المرور العابر الذي أدى بدوره إلى حركة مرور عالية تعتبر من أكثر مصادر الضوضاء إزعاجاً[69].

5-3-3- توفير الخصوصية:

لا تحقق الخصوصية المطلوبة للسكان نظراً لعدم وجود اشتراطات منظمة لأماكن الفتحات الخارجية والبروزات، فيؤدي ذلك إلى اقتحام خصوصيتها، ولتحقيق ذلك يلجأ السكان إلى عمل ستائر أمام الفتحات أو عدم فتح النوافذ والاعتماد على الإضاءة والتهوية الصناعية لتحقيق العزل البصري المطلوب ، كما أن المسافة بين المباني لا تحقق الخصوصية.[70].

5-3-4- الجانب الاقتصادي:

يؤدي هذا النمط إلى زيادة الطلب على الطاقة نتيجة لتعرض معظم واجهات ومسطحات المباني لأشعة الشمس طوال اليوم مما يزيد من استهلاك أجهزة التكييف وبالتالي الكهرباء ، إضافة إلى استعمال السيارة لقضاء كافة اللوازم مهما كانت بسيطة ، كذلك الإسراف الشديد في استهلاك المياه لري الساحات الكبيرة المكشوفة والحدائق الخارجية المعرضة لأشعة الشمس المحرقة، كما أدى هذا النمط إلى وجود مساكن متباعدة على شكل فيلات ، أنشئت على نظام تقسيم الأراضي الشبكي الأمر الذي أدى إلى زيادة تكاليف المرافق والشوارع والأرصفة وكذلك تكاليف الصيانة لهذه المرافق والطرقات. تبرز السيارة في هذا النمط باعتبارها العامل الرئيسي الذي يؤثر على تخطيط هذا النمط ، حيث تعطي السيارة الأولوية ، ولذلك أصبحت الطرقات ومواقف السيارات ومداخل البيوت مرتبطة وقائمة لخدمة السيارة وتسهيل حركتها . وبذلك فقد هذا النمط مظهره الإنساني في

---

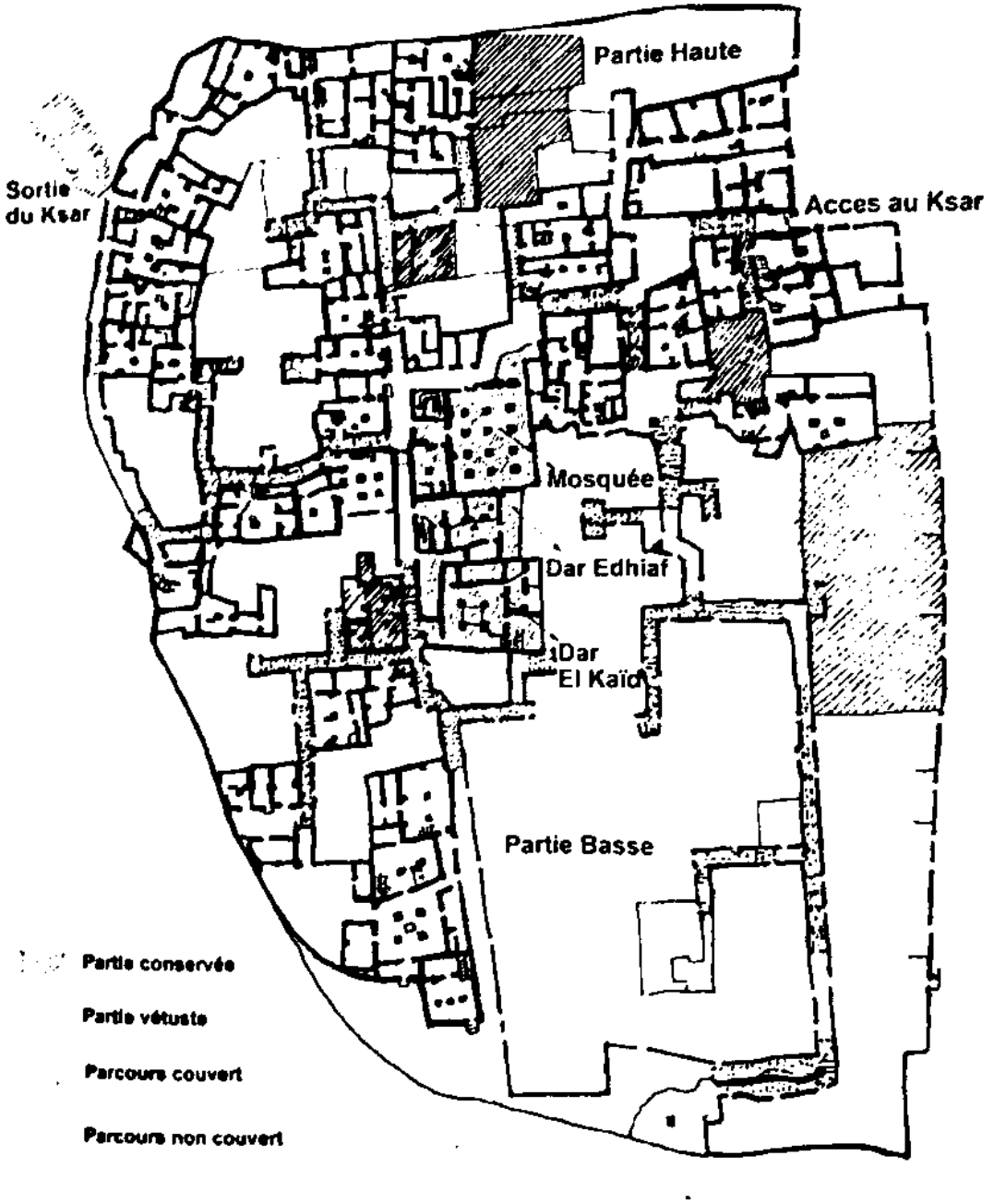
[69]- لعمودي التجاني، المرجع السابق، ص 244.
[70]- نفسه، ص 244.

توفير سبل الحركة لسكانها من المشاة ، لأن المساكن تباعدت عن بعضها البعض لتفسح المجال للسيارة ،واختلت النسب بين ارتفاعات البناء وعروض الطرقات فانحسرت الظلال التي كانت تحمي المشاة.[71].

5-3-5- الجانب الاجتماعي والديني:

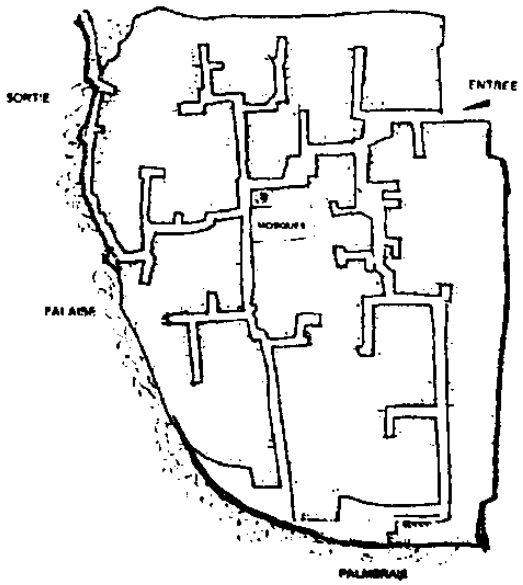
- يحقق التوافق والتلاؤم مع العوامل الاجتماعية، ويمكن تجميع المساكن في فراغات داخلية تؤدي الى تحقيق وتقوية الروابط والحوار والانتماء الى الموقع، فيحقق الهدوء، وهو مكان ملائم لإنجاز الأنشطة وتوفير الخصوصية لقضاء وقت الفراغ في هدوء وتحقيق الامن.
- يتميز بالطابع الاسلامي الديني فشكله المطل للداخل وقلة الفتحات يحفظ حرمة المسكن ويحمي سكانه من أعين الغرباء خاصة النساء، ويزيد من ألفة وتعارف السكان وتقوية الروابط الاجتماعية بينهم[72].

[71]- لعمودي التجاني، المرجع السابق ، ص245.
[72]- حنان نادر الكعبي، المرجع السابق، ص17.



المخطط 2: مخطط عام للقصر[73]

[73] -Formulaire Classement des Monuments, Sites Historique et Naturels, Direction de Culture Wilaya de Bechar, Bastion 23, p5.



المخطط 3: يوضح الشوارع الرئيسية في القصر[74]

6- المنشآت الدينية:

6-1- المسجد الجامع:

يعتبر المسجد أحد أهم العناصر المعمارية بقصر تاغيت والقصور الصحراوية عامة، ويعتبر مركز للقصر، وتحيط به بيوت القصر وتتجه نحوه جميع دروب القصر، يتميز بضخامة جدرانه وقوتها، مساحته الإجمالية تقدر ب 192م^2 ويبلغ طوله 16 م وعرضه 12 م.

يحتل موقعا استراتيجيا أساسيا لدوره الهام في العمارة الاسلامية، ويعتبر المسجد الوحيد في القصر، يسمى بالمسجد العتيق لقدمه ومكانته الهامة للسكان، يقع جنوب القصر، يحده من الشرق ساحة مجيرزة ومن الغرب درب بوشليح ومن الشمال ساحة المسجد ومن الجنوب دار الضياف، يضم مجموعة من العناصر المعمارية أهمها:

[74] - Formulaire Classement des Monuments, p4.

6-1-1- بيت الصلاة:

تأخذ شكلا مستطيلا طولها 14م وعرضها 12م وارتفاع سقفها 3 مساحتها 168م^2، ويقع مدخل بيت الصلاة في آخر الجدار الأيمن لجدار القبلة طوله 1.80 م وعرضه 1 م، وهو خشبي وخالي من الزخارف، وتموقع في ذلك الركن لعدة جوانب منها لضرورة إكمال صفوف المصلين وتجنب مرورهم أمام بعض أثناء الصلاة، يحتوي على أربع صفوف من العقود النصف دائرية ترفعها 12 دعامة مربعة الشكل طول اضلاعها حوالي 70سم على 70سم تبعد عن بعضها البعض مسافة 1.6 م.

يحتوي بيت الصلاة على 6 فتحات صغيرة للتهوية والإضاءة ونافذتان كبيرتان على جدار القبلة، وبالنسبة لكتب القرآن كانت توضع في تجويف بالجدار يسمى الكوات.

6-1-2- المحراب:

وهو تجويف بجدار القبلة وبارزا نحو الخارج ويمثل المحراب اتجاه القبلة ، يأخذ شكل نصف أسطواني يبلغ طوله 1,80م وعرضه 1م وعمقه 70 سم يعلوه عقد نصف دائري مشكل من الحجارة.

6-1-3- المنبر:

اشتقت الكلمة من كلمة " نبر" أو " انتبر" أي ارتفع، وهو مكان مرتفع مخصص لوقوف وجلوس الإمام لإلقاء خطبة الجمعة، يقع بجانب المحراب طوله 2م وعرضه 70 سم وعمقه 90 سم وهو بارز نحو الخارج يبعد عن المحراب بمسافة 40 سم.

6-1-4- المدرسة القرآنية:

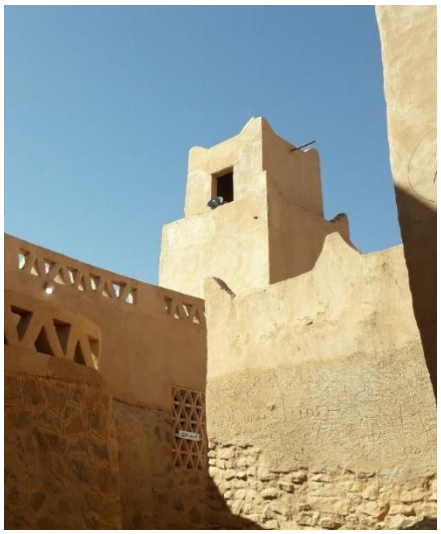
محاذية للمسجد مربعة الشكل تصل اليها من خلال سلالم والتي بجانبها بيت للوضوء

6-1-5- بيت الوضوء:

وهي قاعة صغيرة محاذية للجانب الايسر لجدار القبلة طولها 4 م وتتكون من ثلاث مراحيض ومساحة صغيرة خاصة بالوضوء.

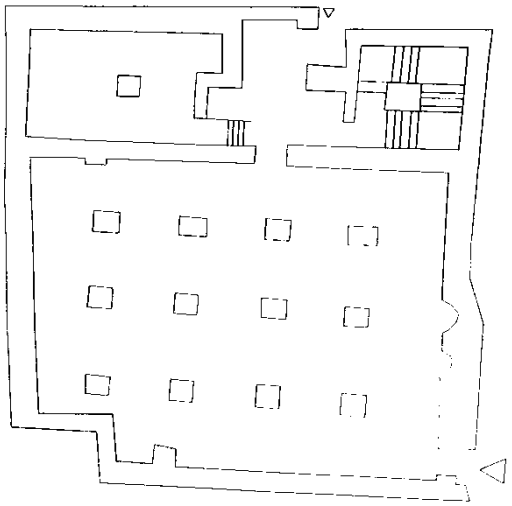
6-1-6- المئذنة:

مربعة الشكل ذات قاعدة مربعة الشكل كذلك تقع فوق المحراب مباشرة ارتفاعها 6.5 م وطول اضلاعها 2 م، تصل إليها من خلال سلالم مرورا بسطح المسجد.



الصورة 3: المئذنة من إعداد الطالبة

الصورة 4: المسجد العتيق بقصر تاغيت من إعداد الطالبة



المخطط 4: المسجد العتيق

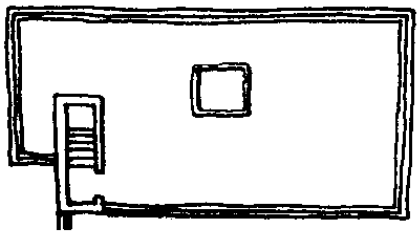
7- المنشآت المدنية:

7-1- الديور:

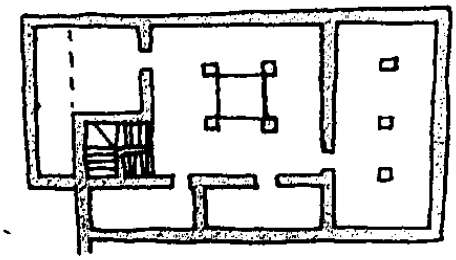
يضم القصر حوالي 66 منزل تتكون عامة من طابقين بساحة في الوسط تسمى بوسط الدار او فناء الدار، تعلوها فتحة ، وتختلف مساحاتها داخل القصر وهذا حسب عدد أفراد العائلة، ولا تختلف كثيرا بتصميمها فمعظمها مربعة أو مستطيلة الشكل فهي كلها متشابهة تقريبا وميزتها بساطة أهل القصر في نمط معيشتهم، محاطة بغرف التخزين والمطبخ في الطابق الاول أما غرف النوم وغيرها بالطابق الثاني، ترفعها دعامات مربعة الشكل طول اضلاعها حوالي 60 سم على 60 سم وطولها على حسب غنى الشخص أو فقره.

تميزت الديور في طريقة تصميمها ببعض الخصائص نذكر منها ما يلي:

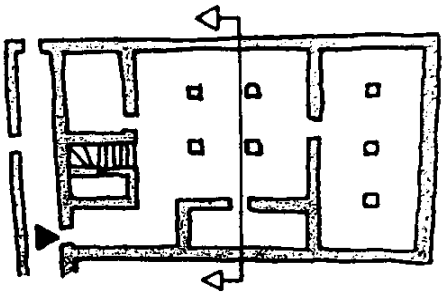
- عدم مواجهة الأبواب لبعضها البعض حفاظا على حرمة المنزل، وتفاديا لرؤية ما بداخله لتطبيق مبدأ الحرمة، وغالبية الأبواب توجد في الشوارع الثانوية أو في الأزقة.
- خلو المساكن من النوافذ التي تطل على الشوارع والأزقة.
- تتكون من طابق أرضي غالبا ما كانت تعلوه غرفة واحدة وفي بعض المساكن تجد أكثر من غرفة في الطابق الأول وهذا يتحكم فيه عدد أفراد الأسرة كذلك.
- معظم المساكن جاءت واجهاتها بسيطة، لا تحمل أي زخارف.
- بنيت بعض مساكن القصر على قواعد وأسس حجرية خاصة تلك التي تقع في مجرى سيول مياه الأمطار لتفادي تأكل جدرانها بفعل الأمطار.



المخطط 5: السطح[75]

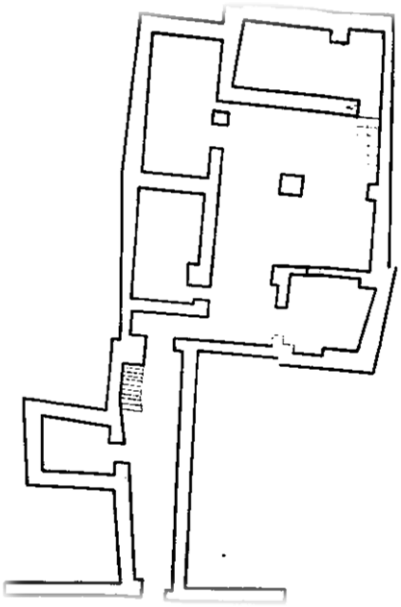


مخطط 6: طابق بمنزل[76]



مخطط 7: المنزل[77]

[75] - Formulaire Classement des Monuments, p7
[76] - ibid , p7.
[77]-ibid, p7



المخطط 8: نموذج منزل [78]

7-1-1- الفضاء المركزي:

فضاء في المنزل يقع وسط الدار وهو مخصص للاجتماعات والعمل والتجمعات الخاصة بالعائلة.

7-1-2- وسط الدار:

ويطلق عليه أيضا الحوش أو الصحن ويعرف بفناء الدار وهو عبارة عن ساحة مفتوحة أو غير مسقوفة في وسط المبنى محاط بأروقة، ويستخدم الفناء بشكل واسع في المنازل في الدول العربية، ويعتبر من الخصائص المعمارية المميزة لها .

يستخدم للفعاليات العامة والجماعية، ويكون عادة في وسط المنزل وتحيط به الغرف، ويستخدم كمتنفس خاص للعائلة وكساحة خدمة محجوبة عن أعين الجيران بواسطة الغرف المحيطة به، كما يعتبر المتنفس والرئة لكل مرافق المسكن، وتفتح جميع الأبواب والنوافذ على الفناء" الحوش"، ماعدا الفتحات الخاصة بالمجلس فهي تطل على الخارج ذلك

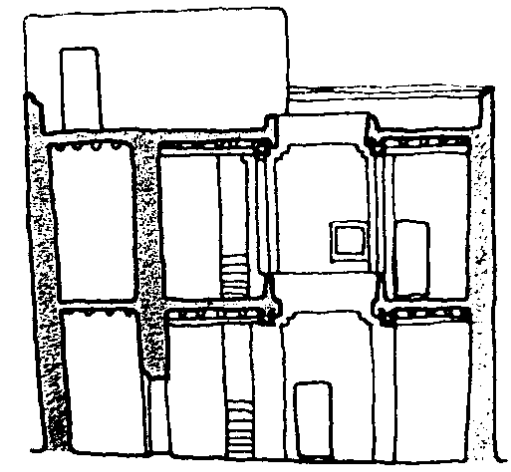
[78]- Formulaire Classement des Monuments, op cit, p7

لأن الحوش أو الفناء خاص بأهل المنزل فقط، كما أنه يوفر الإضاءة والتهوية اللازمة لأقسام المنزل ويجعل أجواءها صحية، ويعتبر الحوش المكان المناسب للهو الأطفال ولعبهم.

7-2- نماذج من الديور:

7-2-1- دار المقدم القايد:

تشكل فضاء واسع في القصر تقع بالجهة الغربية للقصر بالقرب من درب النوادي وتطل على ساحة النخيل، تتشكل من طابقين، كانت تقام بها الاجتماعات السياسية خاصة في وقت الاستعمار.



المخطط 9: مقطع طولي من منزل[79]

7-2-2- دار سيدي عبد الرحمان:

كانت تتميز ببساطتها في البناء ويمكن الوصول اليها من خلال ساحة مجيرزة.

7-2-3- المجلس(دار الضياف):

غرفة الضيافة وهي عبارة عن غرفة تخصص لاستقبال الضيوف والزوار، وهي عنصر أساسي في كل بيت عربي يعبر عن كرم الضيافة لدى العرب وحبهم للتجمع وتبادل

[79]- Formulaire Classement des Monuments, op cit, p7

الأحاديث .وهذه الوحدة المعمارية غالبا تكون عند المدخل الرئيسي للبيت أو يخصص لها باب خارجي وتكون منعزلة عن البيت أو المنزل بغرض الحفاظ على الخصوصية والستر لأهل البيت، ويتصل المجلس بباب صغير من داخل البيت لدخول صاحب البيت وأيضا لتقديم الضيافة، وهي مجاورة للمسجد تقع في درب النوادي وكانت بناية صغيرة نوعا ما.

7-3- الدروب:

7-3-1- المحور المركزي:

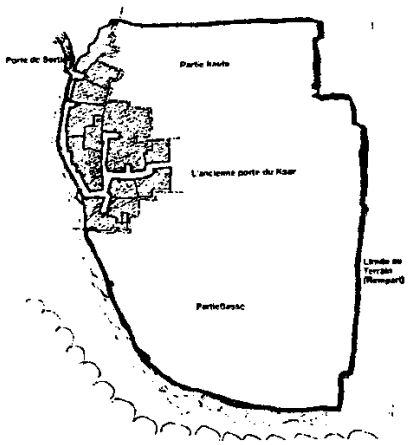
وهو طريق يربط المدخل الجنوبي بدرب بوشليح واجتاز المنطقة المركزية في القصر والتي تضم ساحة السوق وساحة المسجد، يتميز هذا الدرب بطوله حيث يربط أهم محاور ودروب القصر من درب النوادر والنوادي وبوشليح ودرب الحناين.

بالرغم من طول مسافة هذا الدرب وقدمه إلا نه في حالة حفظ حسنة بسبب التكسية الجيدة التي ساعدت على مقاومته للعوامل الطبيعية والبشرية وعدم انهياره.

في القصر 4 دروب:

7-3-2- درب بوشليح:

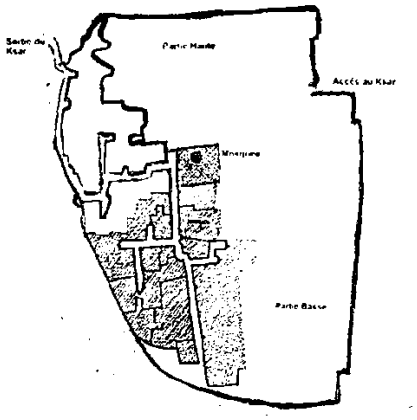
أول موقع بني في القصر يمتد من المحور الرئيسي متجها شرقا ثم يتوجه للشمال ليصل لواحة النخيل مع المحور الرئيسي يعتبر مسارا جيدا للتنقل ويعتبر أفضل مسار في القصر به ممرات مغطاة وممرات مفتوحة وهي التي تساعد في إضاءة القصر.



المخطط 10: درب بوشليح[80]

7-3-3- درب النوادي:

وهو أول إمتداد في القصر من درب بوشليح نحو الغرب ويقع في الجهة الغربية للمحور المركزي يحوي المسجد ويمتد ليصل للجزء السفلي من القصر.

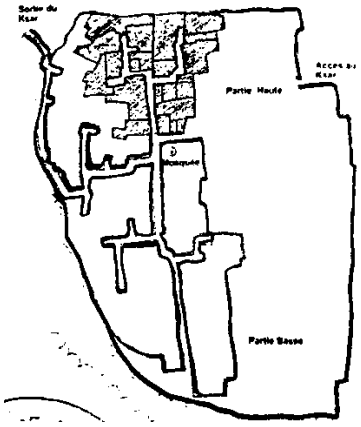


المخطط 11: درب النوادي[81]

7-3-4- درب الحناين:

وهو امتداد يبدأ قبل إنتهاء درب النوادي ويتجه شرق المحور المركزي والجهة الغربية لدرب بوشليح.

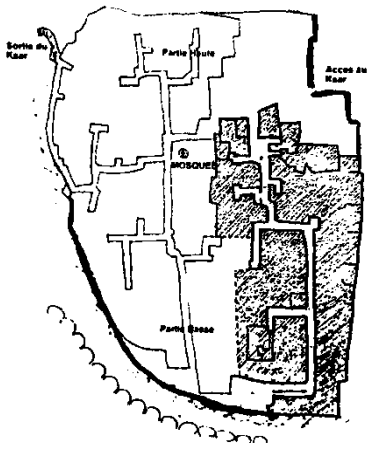
[80]- Formulaire Classement des Monuments, op cite, p4
[81]- Ibid, p4



المخطط 12: درب الحناين[82]

7-3-5- درب النوادر:

هذا الدرب يبدأ من ساحة السوق ويضم ساحة مقيرزة للجنوب الغربي من القصر ويضم كذلك أجزاء من درب النوادي.

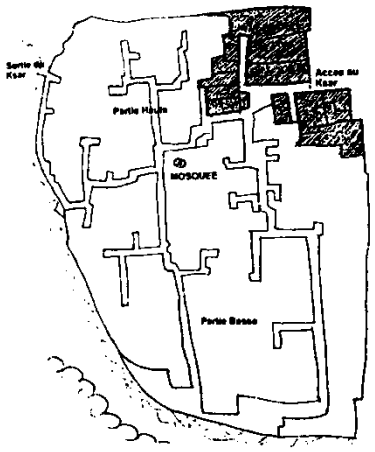


المخطط 13: درب النوادر[83]

7-3-6- فم القصر:

آخر امتدادات القصر يقع في الجهة الجنوبية، ويشمل مدخل القصر وساحة السوق، ويعتبر واجهه الاستقبال والترحيب ونقطة عبور إلزامية لزائري القصر.

[82]- Formulaire Classement des Monuments, op cite, 04
[83]- Ibid, p5.



المخطط 14: فم القصر[84]

7-4- الساحات:

يحتوي القصر على ثلاث ساحات تقع في الجزء العلوي للقصر بجانب المدخل الجنوبي للمركز الرئيسي الذي يؤدي الى المدخل الشمالي، وتعتبر هذه الساحات اماكن عمومية للقاءات والتبادل وتسمى بالجمعة.

7-4-1- ساحة السوق:

تتواجد مباشرة عند المدخل الجنوبي، وكان بها دكاكين عبارة عن مقاعد من الحجارة مبنية على قواعد الجدران وتؤدي الى درب النوادر في الغرب ودرب عائلي صغير في الشرق، وكان أيضا عبارة عن فضاء عبور داخل القصر، وكانت تقام فيه الحفلات واللقاءات والتبادلات التجارية لذلك سمي بالسوق.

[84]- Formulaire Classement des Monuments, op cit, p5.

7-4-2- ساحة المدخل:

مساحتها حوالي 120 م^2 وهي ساحة مكشوفة تتفرع منها الأزقة المؤدية للدروب، تقع عند نهاية فم القصر وبداية مدخل درب النوادر.

7-4-3- ساحة المسجد:

محاذية لساحة السوق وحائط المسجد يحدها من الجهة الغربية، في هذه الساحة انشئ مدخل للمسجد مساحتها حوالي 130 م^2، وتعتبر من أكبر الساحات فتقام بها الصلوات وخطبة الجمعة.

7-4-4- ساحة مجيرزة:

تقع في نهاية المحور الرئيسي مساحتها حوالي 120 م^2 ، وتطل مباشرة على درب النوادر، كانت محجوزة لتجمعات النساء واستعملها الجزارة لمكان مخصص للذبح لبيع الحوم، وتعرف بإسم الوزيعة لأنه يوزع بها اللحم، بها مكان مخصص لصنع البارود المستعمل في الأعراس وغيرها اسمه حجرة البارود، تتميز بمظهرها المهترئ وهشاشة الواجهات وتدهورها عامة.

7-4-5- الساحة العامة:

مساحتها حوالي 130 م^2 ، مكشوفة تعتبر ساحة خاصة بتنظيم الاجتماعات وحل النزاعات والمشاكل الاجتماعية.

7-5- العناصر المعمارية:

7-5-1- الأبواب:

والباب هو العنصر أو الأداة المستخدمة لغلق المداخل في المنزل سواء المداخل الرئيسية أو مداخل الغرف، ولهذا يمكن القول بأنه يوجد نوعان من الأبواب من حيث الوظيفة في المنازل القديمة وهما المداخل الرئيسية والذي يتميز بضخامته وعرضه الواسع وأبواب الغرف.

7-5-1-1- المدخل الجنوبي:

يمثل الباب الرئيسي للقصر عرضه حوالي 4 م وارتفاعه 3.5 م تقريبا وله دعامتان في جوانبه، يقع في فم القصر وهو واجهه الاستقبال الزوار ويؤدي الى السوق.

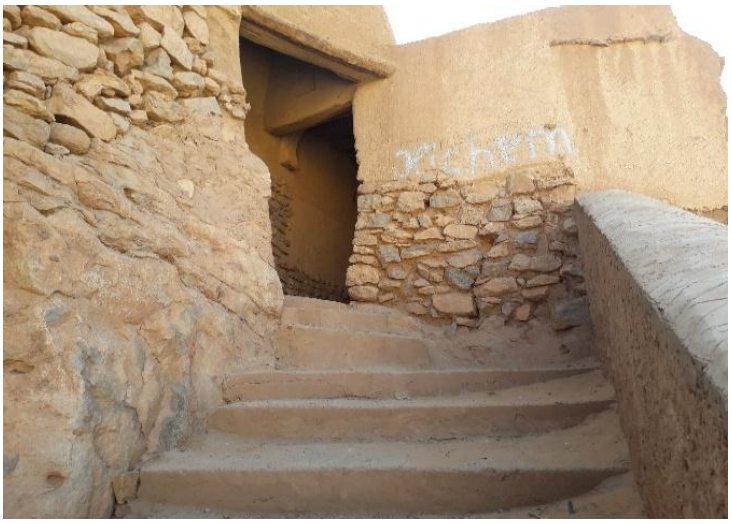
الصورة 5: المدخل الجنوبي

من إعداد الطالبة

7-5-1-2- المدخل الشمالي:

يقع في اقصى درب بوشليح عرضه حوالي 2 م تقريبا وارتفاعه حوالي 3 م، ومرتفع على الأرض ب10 م تقريبا، وهو مفتوح مباشرة على واجهة النخيل عن طريق

منحدر السلالم منها حيث عرفت ترميمات واصلاحات أرجعتها لحالة جيدة من خلال بناء صفوف من الحجارة.



الصورة 6: المدخل الشمالي

من إعداد الطالبة

3-1-5-7- أبواب الغرف:

مشكلة من جذوع النخيل غير المسطح وهذا من اجل الحفاظ على المظهر الريفي، وخالية من أي زخارف أو رسومات.

الصورة 7: باب في قصر تاغيت

من إعداد الطالبة

7-5-2- الغرف أو الحجرة:

الغرفة جمعها غرف، ويطلق عليها أيضا اسم" الحجرة"، وهذا اللفظ يطلق على الغرفة الواحدة أو مجموع الغرفة التي تشكل البيت والذي هو مشتق من المبيت ليلا، وأصل كلمة الحجر على وزن الأجر أي المنع لأن الحجرة تمنع الآخرين من الدخول في حياة الإنسان الخاصة، بنيت حول الفضاء المركزي بعلو منخفض في الطابقين الارضي والعلوي، وهذا لتحمل الجدران وقدراتها لمقاومة العوامل الطبيعية.

يوجد في المنزل نوعان من الغرف أحدهما شتوي وتتواجد عادةً في الطابق الأرضي، وتستخدم في فصل الشتاء وفي العادة تكون خالية من النوافذ وذات جدران سميكة لتحتفظ بالحرارة والدفء بداخل الغرفة، مع أن سماكة الجدران في الطابق الأرضي أمر إنشائي ضروري لتحمل الطوابق العلوي، وتوجد في الغرف فتحات صغيرة الحجم في أعلى الجدار تسمح بدخول الضوء للغرفة وتجديد الهواء، تستخدم هذه الغرف للنوم نهارا خلال فصل الصيف، حيث تحتفظ ببعض البرودة التي اكتسبتها أثناء الليل، أما النوع الثاني

من الغرف فهي الغرف التي توجد في الطابق وتستخدم في فصل الصيف وبالخصوص للنوم ليلا.

7-5-3- النوافذ:

والنافذة كعنصر معماري هي عبارة عن فتحة في الجدار ينفذ منها الهواء والضوء إلى داخل الغرفة أو المنزل .ويُتحكم في نفاذ الضوء والهواء بفتح وإغلاق هذه الفتحة في السابق باستخدام الأخشاب .وبهذا أصبح العنصر المستخدم في إغلاق تلك الفتحة يطلق عليه النافذة والشباك، وتتكون النافذة من إطار خشبي تتداخل أطراف زواياه في الجدار.

تميز القصر بقلة النوافذ فكانت أعلى البيت فوق باب المنزل، وكانت مربعة الشكل ذات أبعاد صغيرة من 40 الى 60 سم، وكان هناك نوع آخر من النوافذ في القصر وهو تلك الفتحة بالسقف وتعرف بعين الدار، وهناك فتحات صغيرة مقاساتها ما بين 20 سم الى 40 سم لتزويد القصر بالإضاءة والتهوية، مشكلة من الخشب أو الزجاج أحيانا.

7-5-4- الشبابيك:

لا تحتوي القصور الصحراوية نوافذ كفاية لذلك تعلو فتحات فناء الدار بالسقف وهي مربعة الشكل، ونجد بعض الفتحات الصغيرة المساعدة كذلك مقاسها ما بين 20 سم عرضا الى 40 سم طولا.

الصورة رقم 8: توضح النوافذ

من إعداد الطالبة

7-5-5- الميازيب:

وهي عنصر معماري أعلى الجدران الخارجية للمنازل وظيفتها صرف مياه الأمطار المتساقطة من الأسطح نحو الخارج لمنع الضرر الذي تسببه السيول.

الصورة 9: توضح الميازيب

من إعداد الطالبة

7-5-6- عين الدار:

فتحة أعلى السقف تؤدي الى السطح وتزود البيت بالضوء والتهوية اللازمة متوسطة الحجم، مقاساتها حوالي 40 سم عرضا و60 سم طولا.

الصورة 10 : عين الدار

من إعداد الطالبة

7-5-7- السلالم:

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

كانت السلالم في القصر مبنية من الحجارة وجذوع النخيل والطوب وكان تحت السلم فضاء يستعمل لحفظ الماء والمؤونة وغيرها.

7-5-8- الأسقف:

السقف وجمعها" أسقف "هو غطاء الغرفة أو المنزل .يعتبر السقف من العناصر المهمة في فن العمارة، وذلك لأهميته في المحافظة على وحدات المبنى وحجبها من مياه الأمطار والبرد شتاءً، والوقاية من أشعة الشمس والتيارات الهوائية صيفا، والسقف هو السطح أو الجزء الداخلي لغطاء المبنى أو الغرفة، أما الجزء العلوي أو الخارجي منه يطلق عليه السطح وجمعها "سطوح "أو" أسطح"، وهو كذلك مكان للراحة في المساء خاصة عندما تكون الحرارة مرتفعة، و تؤدى فيه النساء أحيانا الاشغال المنزلية.

كانت تشكل من المواد المحلية المتواجدة في المنطقة، من جذوع النخيل والجريد والكرناف والقصب، حيث تشكل الكوات في أعلى الجدران بعمق 20 الى 30 سم بشكل متوازي ونأخذ جذوع النخيل وندخلها من الجانبين ونثبتها بالملاط، ونفرش الكرناف والليف لمنع تسرب الطين والذي يعتبر بدوره عازل حراري وآخر طبقة تفرش من الجريد، ونغطيه بطبقة من عجينة الطين المتماسكة.

الصورة 11 : السقف

من إعداد الطالبة

7-5-9- الأسوار:

اهتم سكان القصر بالسور لأنه يعتبر درع حماية وردع أي هجوم أجنبي مفاجئ، يبلغ ارتفاع السور حوالي 4 م تقريبا وسمكه 0,30 م، لكن نلاحظ في قصر تاغيت الأسوار خاصة من الجهة الشمالية اختفت نهائيا بسبب انهيار الأجزاء العلوية و يصعب علينا تحديد مخطط الصور وحتى من الجهة الغربية وأما بالنسبة للجهة الشرقية كان يبلغ ارتفاع السور حوالي 3 أمتار وهذا بعد عملية الترميم.

7-5-10- الأعمدة والدعامات:

وهو عنصر انشائي عمودي مهمته في المبنى دعم السقف او الجدار او العقد، وحمل العناصر الأفقية للتسقيف الى القواعد والأساسات.

ونلاحظ في قصر تاغيت الاعتماد كليا على الدعامات والتخلي عن الأعمدة ونراها بكثرة بالمسجد اذ يحتوي على 12 دعامة حاملة لسقف المسجد والعقود وكذلك المنازل كما هو موضح في الصورة رقم 13.

مشكلة من الحجارة ومتنوعة الأشكال بعضها مستطيلة الشكل والبعض مربعة، تحمل السقف والعقود يتم بنائها باستعمال الحجارة في الجزء السفلي حوالي 50 سم من الحجارة ثم تكتمل الدعامة بالطوب طول اضلاعها 70 سم على 70 سم.

الصورة 12: الأعمدة

من إعداد الطالبة

7-5-11- الأقواس:

تعتبر من العناصر الإنشائية التي استعملت في العمارة الإسلامية لما يؤديه دورها في توزيع ثقل السقف على الركائز والجدران[85]، يتم تشكيل هذه العقود باستخدام هيكل خشبي أعد خصيصا لبنائها، فبعد تثبيت الهيكل يشرع في بناء واصل بين الجدارين أو بين الدعامتين باستعمال الحجارة أو الطوب أو الخلط بينهما ثم ربط هذه الكتل بملاط طيني حتى يلتقي البناء في أعلى نقطة في العقد، وبهذا يضمن تماسك العقد ليؤدي دوره في توزيع الثقل بين الأركان والجدران الحاملة[86].

هي عنصر معماري مقوس يعتمد على نقطة ارتكاز واحدة أو أكثر وعقود قصر تاغيت نصف دائرية الشكل عامة في المنازل والمسجد.

[85]- معروف بلحاج، العمارة الإسلامية مساجد مزاب ومصلياتها الجنائزية، ط1، دار قرطبة للنشر، الجزائر، 2008، ص 247.

[86]- بن عبد الله نور الدين، العمارة التقليدية لمنطقتي توات الوسطى وقورارة، ط1، م.ن.م، القاهرة، 2013، ص274.

الصورة 13: الأقواس

من إعداد الطالبة

12-5-7- الكوات:

عبارة عن تجويف بالجدران استعملت لوضع الكتب والإنارة والأدوات الخاصة بالمرأة، أشكالها مختلفة منها المستطيلة والمربعة والمثلثة الشكل متواجدة وموزعة بالمسجد والمنازل واستخدمت أيضا كعنصر جمالي لوضع بعض المستلزمات والأغراض المنزلية والتحف.

صورة 14: الكوات

من إعداد الطالبة

13-5-7- الأبراج:

لا توجد بالقصر أبراج إلا تلك التي بنيت في الفترة الاستعمارية عام 1936 م، والبرج هو مكان للمراقبة من خلال فتحات في جميع جوانبه لتغطية جميع الاتجاهات لأي حركة مشبوهة خارج القصر والترصد لهجمات العدو، يتميز بسماكة جدرانه ويكون أعلى البناية.

الصورة 15: برج المراقبة

من إعداد الطالبة

الفصل الثانـي

مواد وتقنيات البنـاء

إن طبيعة المناطق الصحراوية هي التي تفرض منطقها باستمرار على المعماري المحلي، وما عليه سوى اتباعها وتوجيهها لصالحه، ولم يقتصر تأثيرها على تخطيط المدن وتصميمها، بل تجاوزه الى فرض مواد بناء معينة ليكون البناء ملائما وصالحا للطبيعة الصعبة لهذه المناطق، فمعظم المواد المتوجب استعمالها في البناء تكون طبيعية ومستخرجة من البيئة المحلية، فالطين والحجارة والأخشاب المستعملة متواجدة بالمحيط المجاور للقصر.

تعتبر التربة المكون الأساسي والرئيسي للأرض وهي المادة الأكثر شيوعا في الاستخدام منذ الأزل، أثارت انتباه الإنسان الأول فكانت أول مادة يستخدمها في البناء.

انتشرت العمارة الطينية عبر التاريخ والقارات، فكان هذا النوع الذي هيمن على العالم، لما له من ميزات جاءت متوافقة مع حاجات الإنسان الأساسية، وهي تعتبر من أكثر المواد محافظة على البيئة وبالتالي التغلب على المشاكل التي من الممكن ان تواجهها العمارة.

كما اعتمد المعماري تقنيات إنشاء معينة استخدمها لتجميع هذه المادة مع المواد الأخرى وربطها مع بعضها البعض مراعيا دائما الطرق الصحيحة لصمود وسلامة المبنى امام الظروف المناخية الصعبة للطبيعة الصحراوية.

1- مواد البناء:

لم تؤثر البيئة الصحراوية على طريقة تخطيط المدن القصور الصحراوية فقط بل أثرت كذلك في تشكيل مواد بناء مما جعل هذه المواد تقاوم الطبيعة وتصمد إلى يومنا هذا. حيث أن قصر تاغيت شيد من مواد من البيئة المحيطة التي يمكن الحصول عليها دون عناء فنرى الحجارة والطين والطوب النخيل والأشجار الذي كان له الدور الكبير في اختيار موقع البناء وتعديل المناخ و أيضا الأبواب والأسقف.

يعتبر الطين من أقدم المواد المستعملة في بناء القصور الصحراوية، وهذا راجع الى وفرته وسهولة تشكيله وتحضيره وأيضا خصائصه المقاومة لطبيعة الصحراء.

1-1- الطين:

استعمل الطين للبناء منذ ألاف السنين وفي كل أنحاء المعمورة وقد طورت المجتمعات المختلفة تقنياتها الخاصة وأساليبها المعمارية الملائمة لبيئاتها في استخدام تلك المادة الغنية بالاحتمالات وحتى اليوم فإن مدناً بكاملها وصروحاً كبيرة شيدت منذ مئات السنين لا تزال تشهد على متانة هذه العمارة وجمالها وتنوعها [87].

ومع اختراع الاسمنت ومواد البناء الحديثة الأخرى تراجعت العمارة الترابية كثيراً لكن الاهتمام بها ما لبث أن عرف تزايداً ملحوظاً منذ منتصف القرن العشرين تقريباً، فبالنظر الى أزمة السكن في البلدان النامية وتعذر تلبية الحاجة المتعاظمة الى مساكن بمواد بناء صناعية بسبب ضعف الامكانات الاقتصادية بدأ التفكير في حل يعتمد على مواد البناء المحلية وعلى تنشيط "المساعدة الذاتية" في البناء.

وتوصلت الأبحاث والتجارب المستمرة منذ عقود الى معرفة مادة البناء هذه معرفة علمية دقيقة بخصائصها الفيزيائية والكيميائية وتفاعلاتها المحتملة مع المواد الأخرى، وقد نجحت تلك الأبحاث في نفض الغبار عن التقنيات التقليدية التي أصابها النسيان أو كاد فأعيد الاعتبار الى الكثير منها، وطور البعض الآخر لكي يتلاءم مع متطلبات البناء اليوم،

[87] - Gernot Minke, Building with Earth – Design and Technology of a Sustainable Architecture. Birkhauser – Publishers for Architecture. Basel, Switzerland. ISBN-13: 978-3- 7643-7477-8, 2006, P 11.

والنتائج العملية لتلك الدراسات يمكن لمسها في المشاريع الكثيرة التي أنشئت خلال العقود الثلاثة الأخيرة في عدد كبير من البلدان [88].

يعتبر الطين المادة الأساسية في صناعة الطوب، ويعتبر من الصخور الرسوبية ذات الذرات الدقيقة ومن أهم عناصره الكاولينيت والفلورايت والمونتوريلونيت والكوارتز والميكا[89]. استغل أهالي القصر استعمال الطين في تركيب مواد البناء كالطوب والملاط لتوفرها في المنطقة وسهولة انكسارها وتشكيلها وبخاصية التشبع السريع للمياه وعزلها الجيد للحرارة والبرودة والعزل الصوتي.

وللطين كما لأية مادة بناء أخرى مميزات وعيوب وبحسب الخبراء سيئاته ثلاث هي: أولاً حساسيته للماء، لذلك يجب حمايته دائماً من المطر والثلج. ثانياً تقلص حجمه أثناء عملية الجفاف مما قد يؤدي الى تشققات. ثالثاً لا يمكن إخضاع الطين لمواصفات معينة وذلك تبعا للتنوع اللامتناهي للصخور التي تشكلت منها عبر العصور الجيولوجية، فالتربة تكونت تبعا لظاهرة الحت الفيزيائي والكيميائي للصخرة الأم والتي ينتج منها خليطا من الجزيئات المعدنية ذات الأحجام المتنوعة بداية من الأحجار الى غاية مسحوق الطمي.
في المقابل للطين حسنات أو خصائص كثيرة أهمها:

1-1-1- توفير درجة عالية من العزل الحراري:

وهو بذلك يكفل الحد الأمثل للراحة الحرارية على عكس ما يمكن أن نحصل عليه من مواد بناء أخرى مثل الأسمنت، وتعد هذه الخاصية من المحددات المهمة التي يجب أن تؤخذ في الإعتبار خاصة عند البناء في المناطق الحارة والصحراوية .فالطين مادة لا تنفذ خلالها الحرارة إلا بعد وقت طويل يصل الى 15 ساعة تقريبا فى سماكة 40 سم، بينما لا

[88]- ياسر صاروط، العمار بالطين، العدد 69، ديسمبر 2003.
[89] - Carnard (C), L'évolution continental poste hercynienne du Sahara algérien, Edition de Centre national de recherche scientifique, Paris, 1969, p312.

يتعدي 5 ساعات فى الجدار الاسمنتي بسماكة 20 سم[90]، وهى بالتالى لا تشع إلا بعد وقت طويل .وفضلاً عن كونها مادة عازلة للحرارة الداخلية للبناء فإنها تقلل من الإشعاعات الخارجية في الفراغات المفتوحة.

1-1-2- الوفرة:

تشكل أنواع الطين المناسبة للاستعمال في البناء نسبة كبيرة من القشرة الأرضية، ونادراً ما تكون هناك حاجة لشرائه أو نقله إلى مواقع التشييد .وهو ما يفسر الانتشار الواضح لاستخدام الطين كمادة بناء في مختلف أنحاء العالم، وأيضا استمرارها في فترات زمنية متعاقبة ومتباعدة.

1-1-3- امتصاص المواد الضارة والروائح الكريهة:

تمتص مادة الطين بخار الماء(الرطوبة) وكذلك كل الجزيئات التي يحملها البخار ويحتفظ بها[91]

1-1-4- مادة عازلة للصوت:

تعتبر مادة الطين عازلاً جيداً للصوت؛ حيث تؤدي هذه الوظيفة من خلال تكوينها وسماكة الجدران والمسامات المنتشرة في تكوين المادة البنائية المستخدمة[92].

1-1-5- العامل الاقتصادي:

يتفوق الطين على معظم أساليب البناء الأخرى من الناحية الاقتصادية حيث يعتبر أسلوبا إقتصاديا قليل التكاليف لا يحتاج إلى تجهيزات خاصة ومعقدة أو إلى عمالة عالية المهارة والتدريب. [93]

---

[90]- عبد الله أحمد، تأثير أنظمة تكييف الهواء العاملة على كل من المتانة والخواص الفيزيولوجية للجدران الطينية لمنازل مدينة شبام التاريخية، مجلة عدن للعلوم الطبيعية والتطبيقية، المجلد السادس، ع3، عدن، اليمن، 2002، ص ص 555-556.

[91]- ياسر صاروط، المرجع السابق.

[92] - Sruthi (G- S),Mud Archetecture International, Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology, Volume 2, Special Issue 1. 2013, p 155.

[93]- - Sruthi (G- S),op cit, p 155.

1-1-6- قابليته الكبيرة للتشكيل:

تحتوي عجينة الطين المكونة للطوب اللبن على عناصر معدنية شرهة للماء كما أن وجود الماء في تكوين الطين يجعل منه لدنا، ويفيد تركيب الطفلة المتكون من صفائح تتجاذب فيما بينها بالماء، الذي يعمل على تماسكها وكلما ارتفعت نسبته فيها ازدادت اللدونة بابتعاد الصفائح عن بعضها، إذا زاد الماء تنزلق الصفائح وتصبح قليلة التماسك وبالتالي يسهل تشكيل العجينة الطينية عند تشبعها [94].

1-1-7- سرعة البناء:

حيث لا يحتاج إلى مهارات خاصة أو فترات تصلب طويلة وإن كان يحتاج الى فترة طويلة لكي يجف قبل بناء مداميك جديدة، كما أنه يمكن هدمها بسهولة[95].

1-1-8- تعدد الوظائف:

تؤدي هذه المادة أكثر من وظيفة فهي مادة إنشاء وتكوين في آن واحد وتستخدم في الأساسات والجدران الحاملة والأسقف، ويسهل عمل الأشكال الزخرفية بها وعليها[96].

1-1-9- المقاومة الذاتية:

أثبتت الأبحاث أنه مع مرور الزمن تتكون طبقة ذاتية على الجدار الطيني يمكن أن تشبه الجلد وهذه تقوم بحمايته ضد الماء.

---

[94] - العربي لقريز، خصائص مواد العمارة التقليدية وأهميتها في تشكيل عمران بوسعادة دراسة أثرية ومعمارية، مذكرة لنيل شهادة دكتوراه، جامعة الجزائر، 2013-2014، ص 119.

[95] Al-Jadeed, (M. A. A),Earthen Architecture for sustainable habitat and compressed stabilised earth block technology, 2005, p 10.

[96] - ibid, p 10.

1-1-10- البعد الثقافي الحضاري:

إن البناء بالطين يعطي الفرصة لإعادة التكامل المفقود في زحام التصنيع بين فن العمارة والتقاليد الشعبية والثقافية الموروثة متيحا المجال للانسجام والتوازن بين طبيعة كل إقليم ونتاجه المعماري.

1-1-11- التجارب العالمية في البناء بالطين:

أدت أزمة الطاقة في بداية السبعينات إلى البحث عن وسائل لتوفيرها بأقل التكاليف أو بإيجاد بدائل لها في مجالات عديدة ومنها مجال البناء، وتركزت معظم الدراسات حول إيجاد أنسب المواد لإنتاج مساكن أكثر حفاظا على الطاقة وبتكلفة أقل لكن الدفعة القوية التي تلقاها العمار بالطين جاءت كالعادة من أوروبا وأميركا وكان أحد أهم أسبابها الطلب المتزايد على مواد بناء "صديقة للبيئة" توفر في استهلاك الطاقة وتؤمن مناخاً سكنياً صحياً، لذلك تأسس العديد من مراكز الأبحاث التي تعنى حصرياً بالعمارة الطينية، وتركزت جهودها على دراسة خصائص مادة الطين لمعرفة امكاناتها بشكل دقيق، وعلى دراسة التقنيات التقليدية بهدف إعادة إحيائها وتطويرها، إضافة الى استنباط تقنيات وأساليب بناء جديدة[97] .

وقد قام المركز الدولي لأبحاث وتطبيقات البناء بالطين CRATerre في منطقة جرنوبل بدراسة وحصر طرق البناء التقليدية إلى جانب دراسة مختلف أنواع التربة وتحديد ما يصلح منها للبناء، ولقد توجت جهود المركز بموافقة الحكومة الفرنسية إلى بناء أحد الأحياء السكنية الجديدة بمادة الطين في إقليم دولفين الذي إشتهر بتقليده الطويل للبناء بالطين [98] وفى الولايات المتحدة الأمريكية بدأت نهضة البناء بالطين منذ 25 عاما تقريبا وجاءت مزامنة لأزمة الطاقة الدولية، فاستخدام الطين أكثر توفيرا للطاقة، وأيضا نتيجة لظاهرة اجتماعية ثقافية أمريكية في تجديد وتنوع طرز المباني الحديثة مما نتج عنه تشييد أبنية

[97] - Gernot Minke, op cit, p 18.

[98]- أبا الخليل، إبراهيم، الطين مادة حديثة للبناء، مجلة البناء، العدد 37 ، ص6

حديثة بعدد وافر من الطين في كاليفورنيا ومكسيكيو الجديدة و كذلك FEB في كاسل بألمانيا وCSIRO في سيدني بأستراليا.[99]

الشكل 2: توضح مناطق البناء بالطين في العالم[100]

[99] - Alsakkaf, Yaser Khaled, Durability Properties of Stabilized Earth Blocks For Wall construction, Thesis submitted in fulfillment of the requirements for the degree of Doctor of Philosophy, Housing, Building and Planning, University Sains Malaysia, 2009, p27.

[100] - Vador, Bhavi, A Thesis in Earth Architecture- Innovattions in earth construction and potential of earth architecture in contemporary scenario, Indubhai Parekh School of Architecture, Rajkot India, 2012.

ويتميز الطين بتركيبة كيميائية مميزة نوضحها في الجدول التالي[101]:

الجدول رقم 10: التركيبة الكيميائية للطين[102]

المركب	النسبة %
أكسيد السليسيوم SiO_2	35- 85%
أكسيد الألمنيوم AL_2O_3	9-25 %
أكسيد الكالسيوم CaO	0-25%
أكسيد المغنيزيوم MgO	0-5%
أكسيد البوتاسيوم K_{2O}	1-5%
أكسيد الحديد FeO	3-9%
أكسيد التيتان TiO_2	2-3%
أندريد كبريتي	0-3%
ثاني أكسيد الكربونCO_2	0-13%
الماء	5-11%

[101]- أرزقي بوخنوف، تشخيص الطوب المشكل لهياكل قصري النزلة وتماسين(ولاية ورقلة)، 2011م، ص81.
[102]- نفسه، ص81.

الجدول رقم 11: التحليل الحبيبي للطين[103]

نوعية الراسب	القياسات
الحصى	> 2mm
الرمل	63 µm-2mm
الطمي	2 µm-63 µm
الطين	<2µm

1-1-12- طرق التشييد بالطين:

هناك العديد من الطرق تشييد بالطين قديما وحديثا ويمكن للتأمل لعمارة الطين في أقطار العالم المختلفة ان يحصي ما يزيد على 15 طريقه للتشييد بهذه المادة واسعة الانتشار.

وتتراوح تلك الطرق ما بين الاستخدام الكامل للطين في جميع عناصر المبنى كما هو الحال في طريقة الحفر لكامل المشروع داخل التربة، وبين طريقة الاستخدام للطوب الطيني في بناء كامل المبنى من حيطان وسقف باستخدام القباب، وبين هاتين الطريقتين تندرج العديد من طرق وتقنيات البناء بالطين، التي تستثمر هذه المادة بمفردها أو بالتكامل مع المواد الأخرى، وذلك في تشكيل الحيطان في المناطق المختلفة من العالم.[104]

[103]- أرزقي بوخنوف، المرجع السابق، ص 81.

[104] - Gulime de champeaux, Travers Les Oasis Sahariennes les spahis Sahariens, imprimerie R, chaplot, paris, 1902, p29-30

وتعتمد فكرة المباني الطينية بشكل عام على اختيار التربة المناسبة التي تخلط مع الكميه الصحيحة من الماء وتتشكل بالطريقة المتوافقة وطريقه التشييد المستخدمة، فتعطي كيانا صلبا وقويا، ويتم الحصول على الترابط الضروري لمخلوط التربة اما بواسطه الجفاف الطبيعي للماء من المخلوط كما هو الحال في اللبن الذي يجفف بالشمس قبل ان يبنى به، او الجفاف لمخلوط الطين في مكانه من الجدار مباشرة كما هو الحال في طريقة (la bauge)، كما أن ذلك الترابط يمكن الحصول عليه بواسطه الضغط الخارجي، لمخلوط مبلل من التربة في القوالب المخصصة كما هو الحال في طريقة التراب المضغوط (le pisé)، ومعظم انواع الطوب المحسن (blocs de terre comprimé) [105].

كما توجد هناك طريقة أخرى يمكن تسميتها بطريقة الهيكل الخشبي (torchis)، تستعمل هذه الطريقة في البيوت عن طريق إقامة هيكل خشبي من جذوع الخشب بعد قشرها ويتم ملئ الفجوات باللبن الصغير وبعده يتم التلبيس.[106]

وتحظى هذه الطرق باهتمام كبير لتطويرها نظرا لما تتسم به من سعة الانتشار وما تحمله من ميزات.

والطريقة المتبعة في قصر تاغيت وفي أغلب القصور الصحراوية في الجزائر هي طريقه البناء باللبن او قالب الطين هي السائدة.

1-2- الطوب:

كلمة عربية تعني الآجر النيئ غير المطهي وتطلق عليه (brique crus) بالفرنسية و(adobe) بالإسبانية.[107]

ونعرف الطوب على أنه عجينة مشكلة من الطين الخام والرمل، ويمكن إضافة التبن أو الجريد لزيادة تماسكه، ويعتبر المادة الرئيسية للبناء في القصور الصحراوية واستعمل

[105] - Gulime de champeaux, op cit, p29-30

[106]- ibid, p 30.

[107]- عاصم محمد رؤوف، معجم مصطلحات العمارة والفنون الاسلامية، مكتبة مدبولي، القاهرة، 2000 ، ص184.

بكثرة في قصر تاغيت وذلك لمميزاته التي تتسم بسهولة عملية تحضيره من جهة وتشكيله للبناء من جهة أخرى، وفي هذه الحالة يسمى الطوب اللبن[108]، وتتم عملية تشكيله في الهواء الطلق بعد اختيار الطينة المناسبة ثم نقلها الى موقع البناء أين يتم تنظيفها من الشوائب لنبدأ في تحضيرها ويجب ان توضع على أرضية مسطحة وتكون غالبا قريبة من منبع مائي لتفادي نقل الماء، حيث يخمر لمدة شهرين ويخلط بالماء ويفضل أن لا يكون الماء مالح لأنه أحد أسباب التدهور عند تبلوره، وحجم الماء الذي تحتاجه عجينة التربة حوالي ثلث حجم التربة[109] وبعدها يدلك جيدا بالأرجل ليتجانس وليمتاز بليونة مناسبة ويشكل في قوالب مستطيلة الشكل مجوفة من الداخل [110] أبعادها ما بين 30سم طولا و10سم عرضا، ويجفف تحت الشمس لبضعة أيام ويفضل أن يتم تشكيله خلال الأيام الجافة غير الممطرة لتتم العملية بنجاح وحبذا لو كانت في فصل الربيع أو الخريف حيث تكون درجة الحرارة أقل من فصل الصيف الذي يتسبب في تشققه[111]، ويتميز بالعزل الصوتي الجيد فمكونه الأساسي الطين وهو الذي يتميز بقدرة عالية للعزل الصوتي فهو يوفر الخصوصية لأفراد المنزل ويفصل بين الوحدات السكنية رغم تقاربها من بعضها[112].

[108]- العريفي (منير عبد لجليل)، الفن المعماري والفكر الديني في اليمن لقديم، مكتبة مدبولي، 2002 م، ص 126.

[109] - Doat (p et al), Construire en terre, CRA terre, grenoble, 1979, p 112

[110] - caratni (r), construction et Industrie du bâtiment in Bordas encyclopédie, n 63/69, Technique et Métiers Bordas, Paris, 1975 , p158.

[111]- الدكتور علي حملاوي، المرجع السابق، ص 288.

[112] - Habitat à Tozeur, Cahier des arts et techniques d'Afrique du Nord, Tunis, 1959, p 94.

الصورة 16: تخمير عجينة الطوب

من إعداد الطالبة

صورة 17: القوالب

من إعداد الطالبة

صورة 18: الطوب المشكل في مرحلة التجفيف

من إعداد الطالبة

1-2-1- مميزات تربة الطوب:

علاوة على تجارب واختبارات المخبر والتي تكون عاده طويلة ومكلفة، هناك بعض الاختبارات الميدانية تمكن من معرفة بعض خصائص التربة والحكم على صلاحياتها او عدم صلاحياتها او صلاحياتها لكن بشروط لهذا النمط من البناء.

للمنشآت البسيطة تشخيص تعريفي للتربة مبني على هذه الاختبارات يمكن ان يكون كافيا شريطة ان يتيقن من انسجام دلائل هذه الاختبارات، إذا كانت هناك تناقضات فيجب اللجوء الى اختبارات المخبر.

قبل خلط التربة مع الماء يجب التأكد من أنها لا تحتوي حجارة كبيرة الحجم وجذور نباتات ويستحسن أن تكون مكونة من رمل وطين وطمي وتركيبة تربة الطوب على حسب CRATerre تكون كما يلي:

رمل 55 الى 75% وزيادته تؤدي إلى ظهور تشققات بعد التجفيف وتخفض المقاومة الميكانيكية للقطع.

طمي 10 الى 28%.

طين 15 الى 18% تؤدي زيادة الطين الى خفض تماسك العجينة.

مواد عضوية أقل من 3% زيادتها تؤثر على المدى البعيد فتزيد المسامية وتفقد المادة المقاومة الميكانيكية والديمومة[113].

ويجب أن يكون الماء المضاف إلى التربة كافي ومضبوط لأنه عندما يكون الماء غير كافي تكون العجينة لدنة وتشكيلها غير كامل، فيجب إضافة المادة في هذه الحالة وعندما تكون كمية الماء مثالية يصبح تشكيل العجينة كاملا وأكثر كثافة، وعندما تفوق كمية الماء اللازمة فالضغط على العجينة يكون غير فعال لأن الماء يملأ الفراغات بين الحبيبات[114].

1-2-2- تجارب واختبارات التربة:

1-2-2-1- اختبار اللمس:

هذا الاختبار يتمثل في تفتيت عينة من التربة بعد التخلص من جميع الحصى وذلك في الحالتين الجافه والرطبة ولمسها وتحريكها بين الأصابع.

التربة الرملية إذا كانت غليظة وتمر بطريقه خشنة بين الأصابع.

التربة السيلسية إذا كانت دقيقة ناعمة الملمس وتلتصق بالأصابع.

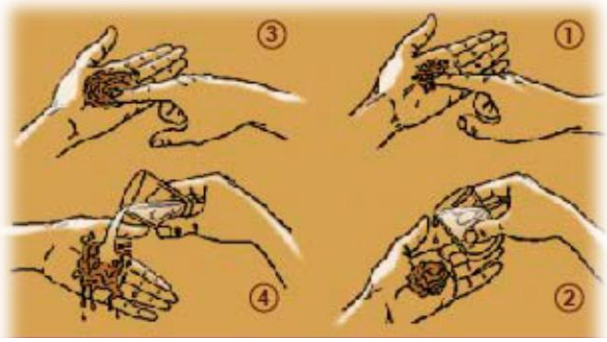
التربة الطينية إذا كانت صعبة التفتيت طويلة الذوبان في الماء وشديدة اللصق وناعمة جدا[115].

---

[113]- د. أرزقي بوخنوف، المرجع السابق، ص 87.

[114]- نفسه، ص 87.

[115]- بابا نجار، بوعروة نور الدين، العمارة الترابية، دليل مختصر للعمارة الترابية بوادي مزاب، ديوان حماية وادي مزاب وترقيته، 2010، ص 11.



الصورة 19: إختبار اللمس[116]

1-2-2-2- اختبار التماسك:

الطريقة الأولى:

تحضير عينة من عجينة التربة المختارة (الحالة المرنة) وتركها في راحة لمدة تقارب أو تفوق الساعة حتى نمكن للطمي من التفاعل مع الماء، وبعد ذلك نقوم بتشكيل سيجار من هذه العجينة، العجينة يجب ان لا تلطخ الايدي[117].

فوق لوحة نشكل سيجار قطره 3 سم وطوله 20 سم على الأقل.

نقوم بدفع هذا السيجار بروية وبطيء من حافة اللوحة باتجاه الفراغ.

نقوم بقياس الجزء المنفصل.

نقوم بإعادة التجربة ثلاث مرات ونقوم بحساب المعدل لقياس الجزء المنفصل.

إذا كان طول الجزء المنفصل ما بين 10 الى 15 سم فنوعية التربة ملائمة لتحضير اللبن.

اقل من 5 سم فان التربة جد رملية.

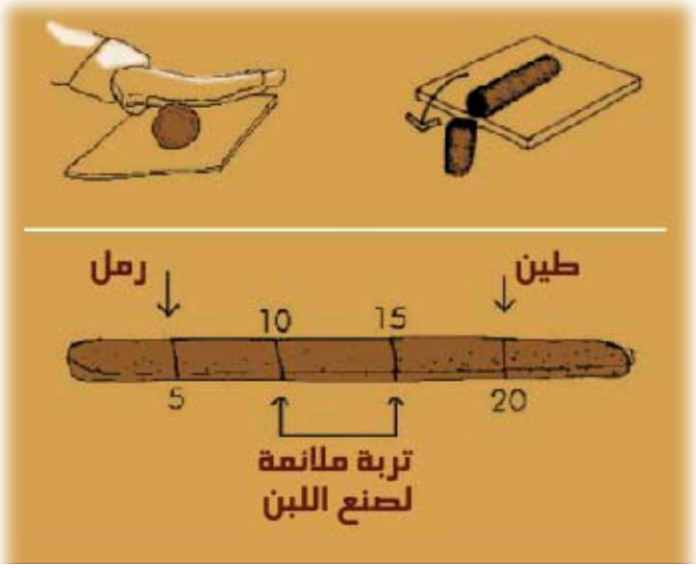
الطول 15 سم فما فوق فنسبة الطمي بهذه التربة جد مرتفعة[118].

---

[116]- بابا نجار، بوعروة نور الدين، المرجع السابق، ص12

[117]- نفسه، ص12.

[118]- نفسه، ص12.



الصورة 20: اختبار السيجار[119]

الطريقة الثانية:

نقوم بفتل عينة من التربة الدقيقة حتى نحصل على شكل يشبه السيجار بقطر يساوي 12ملم.

يجب ان لا تلتصق العينة بأصابع اليد، وان نستطيع فتحها باستمرار، الى ان نحصل على حبل من التربة متصل بقطر يساوي 3 ملم[120].

نضع الحبل المشكل على راحة اليد نمسك بهم بين السبابة والابهام ثم نبدأ بالضغط عليه شيئا فشيئا ابتداءا من احدى نهاياته ونحاول ان نشكل شريطا رقيقا بعرض من 3 الى 6 ملم بعناية ورفق للحصول على أكبر طول ممكن.

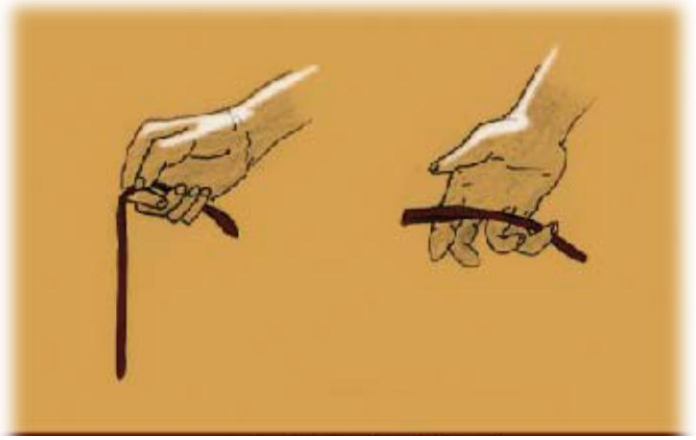
نقوم بقياس طول الشريط المشكل مباشرة بعد انقطاعه من الحبل الأصلي، ثم نقوم باستقراء النتائج[121].

[119]- بابا نجار، بوعروة نور الدين، المرجع السابق، ص12
[120]- نفسه، ص12.
[121]- نفسه، ص12.

حبل طويل من التربة من 25 الى 30 سم هذا يعني ان العينة المختبرة تحتوي على كمية كبيرة من الطين.

حبل قصير من التربة من 5 الى 10 سم يتشكل بصعوبة هذا يعني ان العينة بها كمية ضئيلة من الطين.

لا يمكن تشكيل الحبل هذا يعني ان العينة لا تحتوي على تربة طينية او ان نسبة التربة الطينية بها ضئيلة جدا[122].



الصورة 21: اختبار التماسك[123]

3-1- الملاط أو المونة:

هي المادة الرابطة التي تربط مواد البناء الأساسية كالحجر والطوب افقيا ورأسيا لتكوين وحدات تسمى الحوائط التي تشكل في مجملها ما يسمى المباني، ولا يزيد سمك المونة في المعتاد عن 4 سم، وعلى الرغم من أن المونة لا تمثل سوى اقل من 7 بالمئة من اجمالي حجم حوائط المبنى إلا أن هذا التأثير كبير في هذه الحوائط أعلى من نسبة وجودها فهي من الناحية الجمالية تضيف الى المبنى نسيجا جميلا كما أنها العامل الرئيسي وراء

[122]- بابا نجار، بوعروة نور الدين، الرجع السابق، ص 13.
[123]- نفسه، ص 13.

اظهار المبنى على الصورة التي تخيلها المصمم وأراد لها الظهور على أرض الواقع، ومن الناحية الوظيفية تقوم المونة بربط الوحدات الفردية مع بعضها وتجعلها كتلة واحدة، كما تقوم بربط وتثبيت الوصولات الإنشائية والدعائم اللازمة لإنشاء المبنى[124].

كذلك تقوم المونة بتوزيع الأحمال الواقعة على الحوائط بالتساوي على جميع الوحدات المكونة للمبنى، كما تعمل كمادة عازلة للصوت وتمنع تسرب الرطوبة والهواء من بين وحدات المبنى، وبصفة عامة تتوقف متانة المبنى على نوع المونة المستخدمة وخواصها كما تتوقف كفاءة وسرعه الانجاز على جودة مكونات المونة ونسب خلط هذه المكونات والمدى الزمني للاستعمال في البناء[125].

1-3-1- تحضير الطين:

من المعروف أن معظم الطينات تصبح لدنة عند البلل، وذلك لصغر حجم بلوراتها التي تسمح لها بالانزلاق فوق بعضها تحت أقل ضغط وعند زيادة المياه المضافة الى الطينة تتفرق بلوراتها نظرا لتخلل المياه بين جزيئاتها وفي هذه الحالة تقل درجة لدانتها بسبب تلبد البلورات، ويمكن أن تصل عجينة الطين الى حد السيولة وتفقد لدانتها كليا اذا زادت كمية المياه عن المقدار المناسب إلا أنه لو تركت الطين تحت المياه لفترة من الوقت فإن البلورات سرعان ما تعيد ترتيب نفسها مرة أخرى لتأخذ شكل التشتت او التفرق وبالتالي تزيد لدونتها، وهذا تفسير مناسب يوضح لنا سبب ترك الطين مغمور في المياه لعدة أيام قبل استعماله في المونة[126] لتزال الشوائب والتخلص من جميع مسببات فقدان تماسكه ثم يكون جاهز للتلبيس الجدران وحمايتها من التشقق والإنهيار[127].

---

[124]- أحمد إبراهيم عطية، تكنولوجيا مواد البناء الطبيعية، ط1، الدار العلمية للنشر والتوزيع، القاهرة، 2008، ص150.

[125]- نفسه، ص 150.

[126]- أحمد ابراهيم عطية،المرجع السابق، ص 171.

[127]- جورجيو توراكا، تكنولوجيا المواد وصيانة المباني الأثرية، ترجمة الدكتور أحمد ابراهيم عطية، دار الفجر للنشر والتوزيع، القاهرة، 2003، ص 133 .

وكانت مونة الطين تحضر قديما وما زالت حتى وقتنا الحاضر بمزج الطين بالماء حتى الحصول على القوام المناسب ثم يضاف اليها الرمل والتبن مع نسب مختلفة من الجبس أوالجير[128].

ويجب ملاحظة أن الرمل او التبن في مونة الطين ضروري نظرا لكونهما يقللان من الانكماش الذي يحدث للطين عند الجفاف، ويرجع جفاف مونة الطين بعد استعمالها في البناء أو حتى لو تركت معرضة للشمس التي تتبخر الماء المدمص فيزيائيا بين جزيئات الطين وينتج عن ذلك قوى تماسك وتلاصق بين الجزيئات وبعضها يؤدي الى تصلبها[129].

ويلاحظ أن مونة الطين مع الرمل فقط او مع الرمل والتبن لها خاصية مميزة لا توجد في المونات الأخرى ألا وهي خاصية الاسترجاعية، حيث أنه يمكن إعادة المونة الى حالة اللدانة بعد جفافها وذلك بإضافة الماء اليها وهذه الخاصية تعطي للبناء فرصة تحضير كمية كبيرة من المونة تكفي للاستعمال لعدة أيام وربما لمدة أشهر فقط يضاف الماء الى المونة بالكمية المناسبة لتحقيق قدرة تشغيلية جيدة إذا لوحظ جفافها، هذا بالإضافة الى ما سبق ذكره من أن الطين تزيد لدونته باستمرار غمره في الماء[130].

1-4- الإضافات:

1-4-1- الرمل:

وهو مادة معدنية ومزيج حبيبي مفكك صغير الذرات ناتج عن الصخور الصوانية والكلسية، وهو مادة متوفرة بالمنطقة ويتراوح حجم حبيباتي ما بين 0.06 إلى 2ملم[131]، فالرمل الناعم يستخدم لصناعة الملاط والتكسية والرمل الخشن في فرش الأرضيات والسطوح، ومعظم الأحيان يكون مضاف للمواد الأخرى كخليط في الطين

[128]- نفسه، ص 171.
[129]- أحمد إبراهيم عطية، المرجع السابق، ص 171.
[130]- نفسه، ص 171.
[131] - Geneviere(C . G), Les Poussiere saharienne, John libbey, eurotexte, paris 1991, p 15.

والملاط وغيرها[132]، ويدخل الرمل في تركيبة الطين أحيانا بنسبة تصل الى 60 بالمئة أو أكثر.

1-4-2- المثبتات:

دورها تحسين الخصائص الفيزيوكيميائية للطوب وهناك نوعين:

أ- مثبتات عضوية:

تتمثل في النباتات من قش وسعف النخيل وعلف التمر، وتسمى بالألياف النباتية، وحيوانية مثل شعر الماعز وروث الحيوانات، وتضاعف لتحسين جودة ونوعية الطوب، فهي تمنع تشقق اللبنات في فترة التجفيف وتسرع عملية التجفيف وترفع المقاومة الميكانيكية للطوب.

ب- مثبتات معدنية:

وهي مثبتات ذات مصدر معدني أو صخري مثل الجير فنضيف كميات قليله لكي لا تضعف التركيبة المعدنية لعناصر الطوب الكيميائية.

1-5- الجير:

إكتشف الإنسان مادة الجير منذ القديم في حضارة بلاد الرافدين واليمن وسرعان ما استبدل قدماء المصريون ملاط الجبس بملاط جديد أساسه الجير والرمل وظهر هذا في عمائرهم الباقية خاصة التي تعود للعصر الروماني[133]، وحتى بالمغرب الإسلامي والعمارة الإسلامية استعملوا الجير منذ العصور القديمة والى يومنا هذا.

---

[132] - Roche(M), Le Mizab, Architecture ibidite en Algerie, ed arthaud, pais 1970, p76.

[133]- لوكاس (الفريد) ، المواد والصناعات عند قدماء المصريين ، ترجمة زكي اسكندر، ومحمد زكريا غنيم ، مكتبة مدبولي، ط 1 ، القاهرة ، مصر،1991 ، ص 123.

وهو مادة بناء منتشرة بكثرة في الصحراء، ويستخرج بالتحويل الحراري للحجارة الرسوبية الهشة التي تتكون من كاربونات الكالسيوم[134]. ويستعمل كطبقة عازلة فوق الأسطح وهذا مع خلطه بالرمل والتراب ويستعمل أيضا كمادة لاحمة للربط بين وحدات الجدران وتلبيسها داخليا وخارجيا وكذلك لطلاء الجدران.

تستخرج الحجارة الرسوبية الهشة من مناطق قريبة من موقع البناء، وتكون على شكل طبقات أفقية بعمق يصل من 50 الى 1م[135]، ثم تحرق في أفران مخصصة لأكثر من 24 ساعه تحت درجة حرارة من 150 الى 200 م°[136].

بعد ذلك تستخرج الحجارة فتكون هشة ويتم طحنها بمطرقة لنحصل على مسحوق أبيض مصفر وأحيانا رمادي ويميل احيانا أخرى للإحمرار[137].

وتركيبته مبينة في الجدول التالي:

التركيبة	النسبة
كاربونات الكالسيوم	%88
سيليكات الألمنيوم	%11
كلورور الكالسيوم	%1

الجدول رقم 12: تركيبة الجير[138]

[134]-.علي حملاوي، المرجع السابق، ص 291.
[135]- محمد أحمد عوض، ترميم المنشآت الأثرية، ط1، دار النهضة الشرق، القاهرة 2002، ص 101.
[136]-.علي حملاوي، المرجع السابق، ص 292.
[137] - Mercier(M), La Civilisation Urbaine au Mzab, Ghardaia la mystérieuse, ed(p et g) soubiron, paris, 1932, p299.
[138]- Donaldien (C.P) mididillan (H.G), habiter le désert les maisons mozabites, 3eme édition, Edition Pierre Mardaga, Bruxelles, 1986, p 87.

6-1- الحجارة:

الحجارة نوعان منها الموجودة في أعماق تربة والموجودة على سطح الأرض، وتكون سهلة الاستخراج والاستعمال والتشذيب، ولكنها ليست مادة جيدة للبناء سواء من الحجم أو النوعية ولهذا يجب الحصول على النوعية الجيدة والمختلفة الأحجام، وذلك بالحفر حتى الوصول الى الصخرة الأم[139] ووضع الحجارة الأقل حجما على جنب لاستخدامها، ولصعوبة استخراجها وتشذيبها وتشكيلها أهملها البناء وبدأ بالبحث عن حجارة سهله التشذيب والاستعمال واستعملها في بناء الجدران والأعمدة والتيجان والعقود، وتحرق البعض منها كما ذكرنا سابقا للحصول على الجير والحصى الصغيرة التي نستعملها في تلبيس الجدران وتزيينها.

إن استعمال الحجارة في بلاد المغرب قليل إذا ما قورنت بغيرها مع المواد كالطوب وغيره، ويرجع سبب قلة استخراج الحجارة الى ارتفاع تكاليف قلعها من المحاجر لذا كانت لأبنية الأمراء والأثرياء فقط.

ونفس الأمر بالنسبة للقصور الصحراوية حيث بنيت بالطوب. واستعملت الحجارة لبناء الأعمدة وأساسات الجدران ومن أهم الحجارة المستعملة في هذه القصور الأحجار الجيرية حيث تختلف في نسيجها ويعود ذلك إلى اختلاف القرون التي تكونت خلالها[140].

أ- الصخور الرسوبية:

وهي حجارة رسوبية نتجت من بقايا صخور ومعادن مختلفة ترسبت بواسطة المياه أو الرياح عبر العصور، وتتشكل هذه الصخور غالبا من مكونات أساسية هي: الكوارتز، السيليكا، كاربونات الكالسيوم والمعادن الطينية والمواد العضوية[141].

---

[139] - Deffontaine Pierre, L'homme et sa maison édition Gallimard, France, 1972, pp 44 46.

[140] - Pomarel (CH), Fouet(R), Les Roches sédimentaires presses universitaires de France, Paris, 1953, p105.

[141]- أبو غانم عبد الاله، الجيولوجيا العامة، دار دجلة، عمان، الأردن، 2007، ص 25.

ويدخل في تكوين الصخور الرسوبية فتات بعض الصخور النارية والمتحولة التي تترسب فوق بعضها البعض، وبفعل الحرارة والضغط وبعد عملية نقل توضع لمكونات هذه الصخور إما عن طريق الرياح أو الأمطار أو الأنهار والبحار، تتراكم الرسوبيات فوق بعضها مما يؤدي إلى تصلبها مشكلة نوعا جديدا من الصخور وهي الصخور الرسوبية ذات المنشأ الميكانيكي ومثال ذلك الحجر الرملي، وقد تشكلت بعض أنواع الصخور الرسوبية من ترسب المواد الكيميائية الذائبة في الماء وعند ازدياد كمياتها يرتفع تركيز الماء، وعند التشبع تبدأ هذه المواد بالترسب بعد فقدان الماء شيئا فشيئا مكونة طبقات صخرية صلبة وتعرف بالصخور الرسوبية ذات المنشأ الكيميائي مثل الحجر الجيري[142] وهي صخر رسوبي مشكل من حبيبات رملية متماسكة فيما بينها وغير فتاتي وتشكل أكبر مصدر لعنصر الكربون في القشرة الأرضية[143] تميل للون الأحمر المصفر لاحتوائها على أكسيد الحديد، وتمتاز بصلابتها وشدة مقاومتها للعوامل الطبيعية، واستعملت لبناء أساسات الجدران وأسوار القصر، واستخدمت بكثرة في المنطقة ككل. تشكل الحجارة الجيرية ما يقدر ب 25 الى 35 % من مجموع الصخور الرسوبية وهي الحجارة الأكثر استعمالا للبناء والتزيين[144]، وهناك أنواع أخرى من الرسوبيات أساسها بقايا حيوانية أو نباتية وهي الصخور الرسوبية ذات المنشأ العضوي مثل الجص[145].

وهذه الصخور هي المستعملة في المناطق الصحراوية ، وانتشر استعمالها في هذه المناطق لوفرتها وسهولة الحصول عليها[146].

خصائص الحجارة المستعملة في القصر نوضحها في الجدول التالي:

---

[142]- نفسه، ص ص 25- 26.

[143]- الغنيم عبد الله يوسف، الموسوعة الجيولوجية ، ج 1، الطبعة الأولى، مؤسسة الكويت للتقدم العلمي، الكويت، 1998، ص13.

[144]- Lazzarini (l), Genèse et Classification des roches dans les dégradations et la conservation de la pierre texte des cours Internationaux de Venise sur la restauration de la pierre, publié sous la direction de Lazaarini(l)et Pieper(r), UNESCO, 1988, p186.

[145]- أبو غانم عبد الاله، المرجع السابق، ص 28.

[146]- علي حملاوي، المرجع السابق، ص ص 293.

الوزن النوعي	2,24- 2,70 كغ/دسم^3
مقاومة الضغط	200- 900 كغ/سم^2
الامتصاص حسب المسامية	0,30 – 20 %
لناقلية الحرارية	2,4 – 2,5 حرة/ م×ساعة×درجة
السعة الحرارية	0,18 – 0,22 %

الجدول رقم 13 خصائص الحجارة المستعملة

7-1- الخشب:

يعتبر الخشب من المواد الأساسية في بناء أجزاء القصور الصحراوية، وأهم مصادره النخيل، لتوفره بالمنطقة، فقد استغل الإنسان كل ما توفره النخلة في البناء من جذوع وجريد وسعف واستعمله في التسقيف والحوامل والأبواب وغيرها، كما ذكر ابن خلدون"... يتخذ كأوقاد وأعمده لخيام البدو الرحل وأما أهل الحضر فيستخدمونه في تسقيف بيوتهم ولإغلاق أبوابهم"[147] ،وهذا ما رأيناه في الكثير من القصور الصحراوية، وتستعمل النخلة بعد كبرها وقراب هلاكها لسهولة إقتنائها.

- **الجذوع:**

من أهم أجزاء النخلة وأهم مواد الخشب التي استعملت في البناء، وكان اختيارها على حسب معايير أهمها أن تكون طويلة وذات جذع ضخم، وبعد إزالة جميع الأجزاء التي تستعمل في أماكن أخرى، نقطعها بالطول إلى أربعة أجزاء متساوية حيث يتراوح طولها من 2 الى 3 م وسمك كل منها بين 15 و 30 سم و توضع في مياه مالحة لتشبع وتمنع

[147]- عبد الرحمان ابن خلدون، المرجع السابق، ص 730.

الحشرات ونعرضها للشمس لتجفف لمدة لا تقل عن أسبوع، وبعد ذلك تكون جاهزة لاستعمالها في عدة أماكن من أهمها التسقيف والسلالم وصناعة الأبواب والنوافذ والعوارض وغيرها[148] والذي نراه كثيرا في قصر تاغيت.

- **الجريد:**

وهو أغصان النخيل بعد اقتلاعها من النخلة، وتزال جميع الزوائد والسعف ويتم ربطها مع بعضها البعض بواسطة حبال وتترك في الماء لبضعة أيام لتقويتها من ثم تجفف وهي جاهزة للاستعمال، وتستعمل الخضراء منها لتشكيل العقود كما يستعمل السعف لتغطية الفراغات الموجودة في السطح.

1-7-1- مميزات الخشب:

خفه وزنه حيث تقدر كثافته 400 كلغ/م ولا يؤثر على العناصر الحاملة الأخرى كالجدران.

قدرته على تحمل الإجهادات مثل الضغط والشد والإنحناء لذلك يستعمل في التسقيف والعوارض.

عازل حراري جيد. [149]

1-7-2- عيوبه:

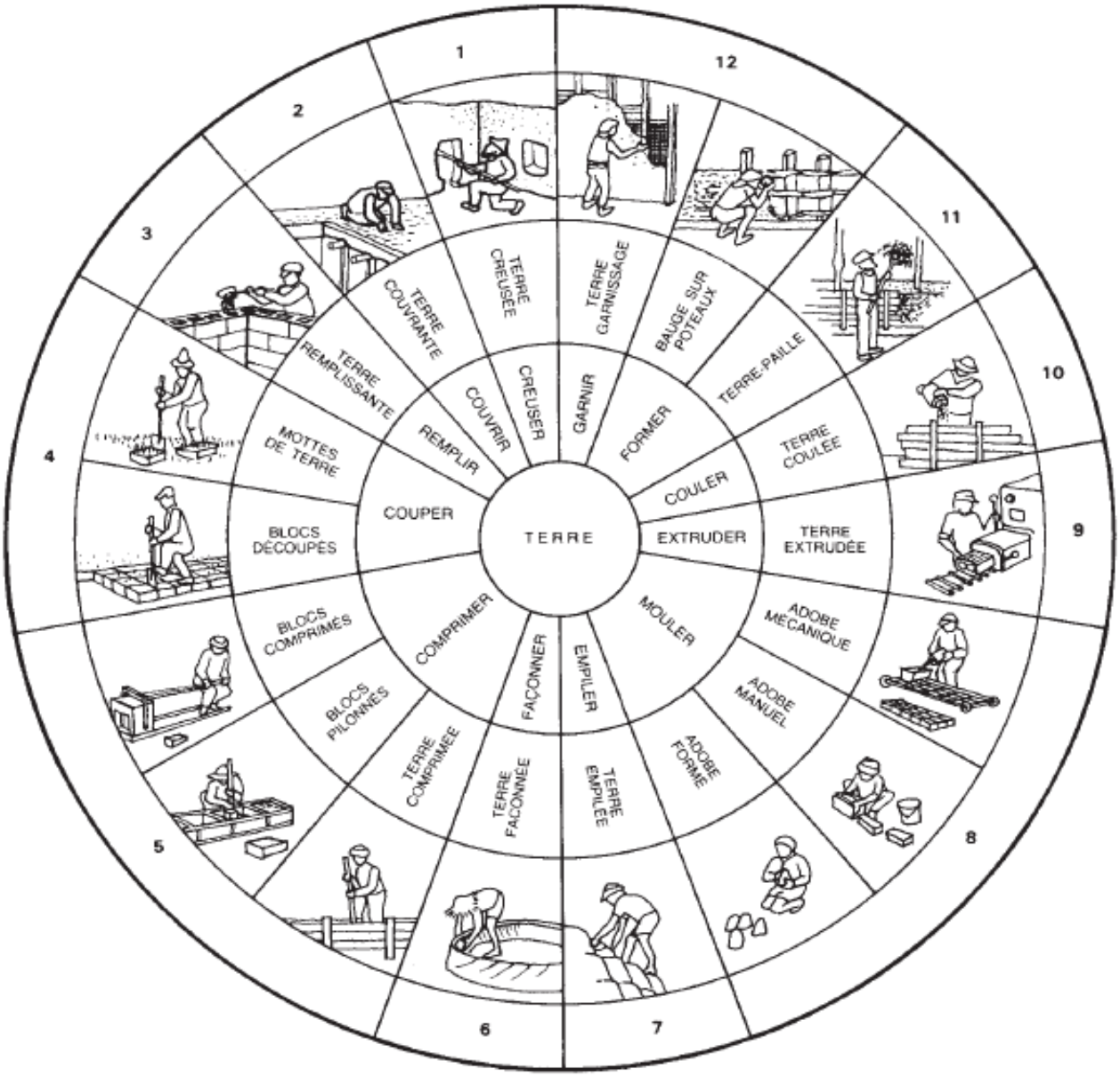
يستعمل النخيل بعد انتظار سنوات طويلة كما ذكرنا سابقا يجب أن تكون النخلة قديمة لتكون ذات جودة عالية.

ضعف مقاومته للعوامل الطبيعية المباشرة مما يؤدي إلى هلاكه.

[148] - Godar (C), L'oasis moderne essaie d'urbanisme saharienne, maison de livre, Alger, 1954, p61.

[149] - Donaldien (C&P), Mididillan (H&G),, op cite, p88.

كثرة الانحناءات والتعرج وهذا من عيوبه الطبيعية وسهولة تعرضه للحشرات مما يؤدي الى ثقوب وتشققات وانهيار.[150]



شكل 4: تشييد العمارة الترابية في العالم[151]

[150] -Ibid, p88.

[151]- أسامة عبد النبي قنبر، استخدام مادة الطين في بناء القصور الصحراوية كمدخل للاستدامة (مدينة غدامس كدراسة حالة).

2- تقنيات البناء:

تقنية بناء أي وسيلة لضمان حماية المبنى وسلامته واستقراره، لذلك كانت عدة تقنيات بالقصر حققت صموده ليومنا هذا، ويتميز بناء القصر بمواده المحلية التي لجأ إليها سكان القصر واستفادوا منها لإنشائه.

استعمل سكان القصر التقنيات المعروفة لإنجاز قصرهم حسب الظروف المناخية الصعبة التي يمر بها القصر عبر الزمن.

تستعمل الحجارة في العمارة الصحراوية لأغراض مختلفة فهنالك مناطق تعتمد الحجارة في بناء الأساسات فقط وأخرى تبني الجدران كاملة بالحجارة، وتختلف طريقة البناء باختلاف نوع الحجارة وشكلها وحجمها، ويستعمل الملاط لربط هذه الأجزاء وتسويتها فكلما كانت الحجارة صغيرة فمتانة الحائط تعتمد على قوة الملاط، وإذا كانت الحجارة مهذبة بشكل جيد فمتانة الحائط تعتمد على نوع الحجارة المستعملة وكيفية رصها فوق بعضها، ويعتمد البناء كليا في متانته على نوع الحجارة ونوع المونة (الملاط).

2-1- طبيعة تشييد القاعدة(الأسس):

عموما تشكل الأساسات من الطين والحجارة لقدرة هذه المواد على مقاومة البيئة الطبيعية للمنطقة وتجنب التآكل والتلف، ويهدف بناء الأسس الى تخفيف الضغط والثقل الناتجين على المبنى الى مستويات أخرى تحفظ للمبنى استقراره وتوزيع الثقل بالتساوي والتناسق مع مكونات المبنى وارتفاع عناصره، لذا يكون مدى عمق هذه الأسس حسب صلابة الأرضيات ونلاحظ في عمارة الجنوب ان الجزء السفلي للأساس اسمك بالنسبة للجزء العلوي، وهناك طريقتين لإعداد الأسس:

الطريقة الأولى: إذا كانت الأرض صلبة يوضع الأساس فوقها تماما حيث توضع الحجارة ثم الطوب.

الطريقة الثانية: إذا كانت الأرض هشة تحفر حفرة ثم يبني الأساس عن طريق وضع الحجارة ثم الطوب مثل الطريقة الأولى.

ونلاحظ في قصر تاغيت الطبيعة الصخرية لأرضية القصر لذلك لا تستلزم التأسيس وتطبق الطريقة الأولى في وضع القاعدة حيث أن حجارة الأساس موضوعة على الأرض مباشرة ثم نضع الطوب واكمال البناء.

2-2- الجدران:

تبني الجدران في قصر تاغيت على أساس الوظيفة والشكل وتتميز بقاعدة من الحجارة والطوب لتجنب عوامل التلف وتكون مبنية مباشرة على الأرضية.

الجدران الداخلية والخارجية مبنية بالحجارة ذات أحجام ومقاييس مختلفة حيث تجنبوا الحجارة الضخمة وكان سمك الحوائط 20 سم الى 30 سم تقريبا.

الحجر المستعمل في القصر متواجد في جميع أنحاء تاغيت وبالأخص جبل بارون القريب من القصر.

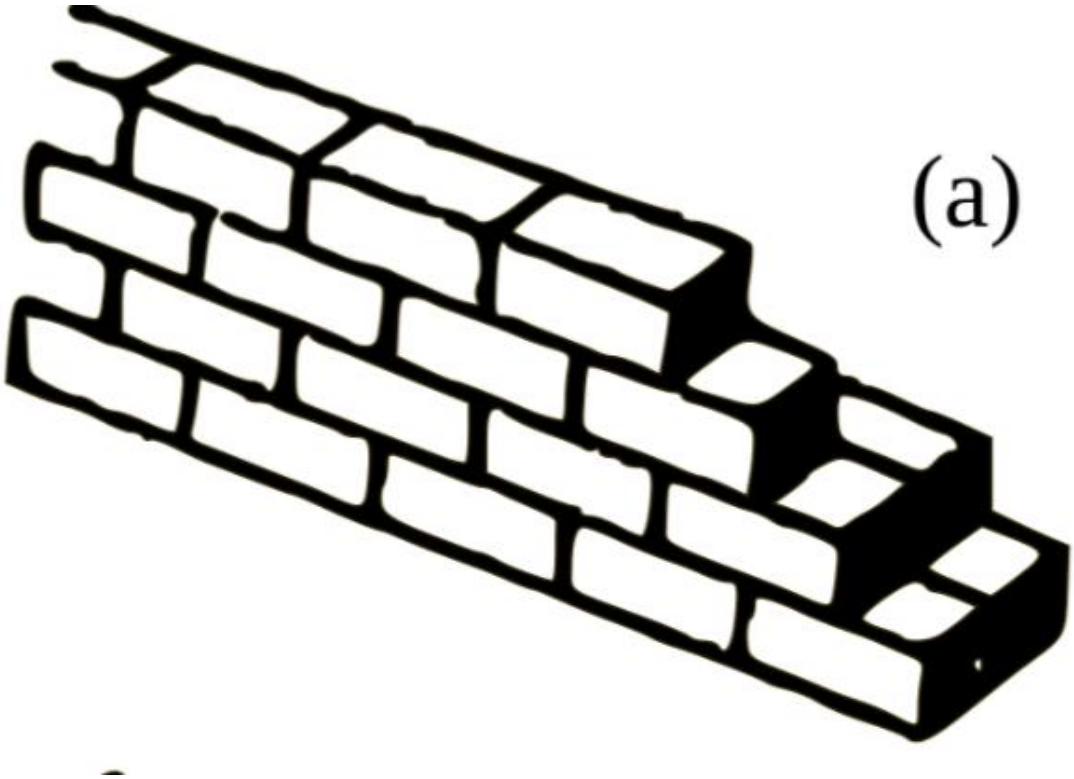
2-2-1- تقنيه المداميك:

اعتمدت هذه التقنية على وضع الطوب المنتظم المقاسات والأشكال بطريقة أفقية ومتتالية على شكل صفوف فوق بعضها البعض بين طبقتين من الملاط لالتحامه، حيث يكون الصف منتظم ومتساوي[152].

[152]- Adam (JP) , La Construction romaine matériaux et techniques Grand manuel Picard, édition Paris 1995 , p63.

ظهرت بالقرن الرابع قبل الميلاد في المشرق الإسلامي في القاهرة وقلعة صلاح الدين الأيوبي وغيرها[153].

اما بالمغرب الاسلامي فاستعملت منذ القرن الثاني هجري والثامن ميلادي واستمرت للقرنين الرابع والخامس هجري 11 ميلادي في تونس[154].



شكل 4 : يوضح طريقة المداميك

[153]- فريد شافعي، العمارة العربية في مصر الاسلامية عصر الولاة، مج1، مصر، 1970، ص 273.
[154]- علي حملاوي، المرجع السابق ص 298.

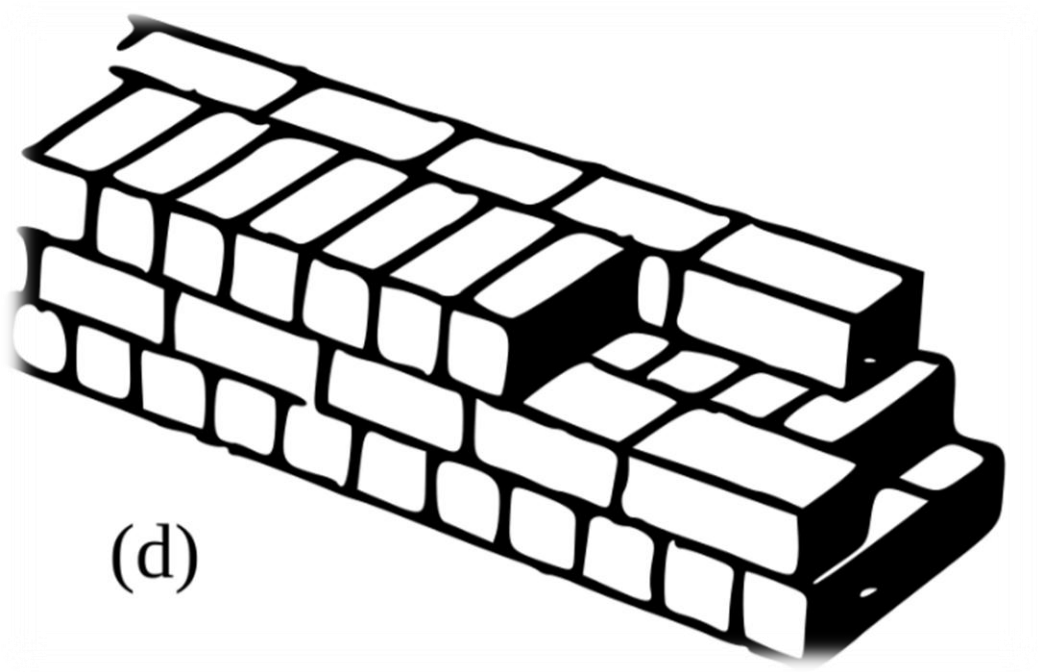
الصورة 22: طريقة المداميك

من إعداد الطالبة

2-2-2- طريقة وضع الطوب المتساوي أفقيا وعموديا:

تستعمل في هذه الطريقة الطوب المتساوي المقاسات والزوايا القائمة، فتوضع الطوبة أفقيا على إحدى جانبيها والأخرى على إحدى واجهتيها ونكمل الصف بوضع الطوبة الأولى طولا على أحد بطنيها وبذلك يظهر لعيان أحد جانبيها والثانية توضع طولا على بطنها باتجاه داخل الجدار بحيث لا يظهر منها سوى إحدى الواجهتين، وتتميز هذه الطريقة بقدرتها الشديدة في تحمل الضغط الأفقي والرأسي وتعتبر عازل جيد للحرارة، وتستعمل في الجدران الخارجية، ومن مزايا هذه التقنية كذلك أنها تضفي مظهرا سليم الوضع باستخدام كتل رشيقة[155].

[155]- د. أرزقي بوخنوف، المرجع السابق، ص 103.



الشكل 5 : يوضح طريقة وضع الطوب أفقيا وعموديا

الصورة 23: لجدار بطريقة وضع الطوب أفقيا وعموديا

من إعداد الطالبة

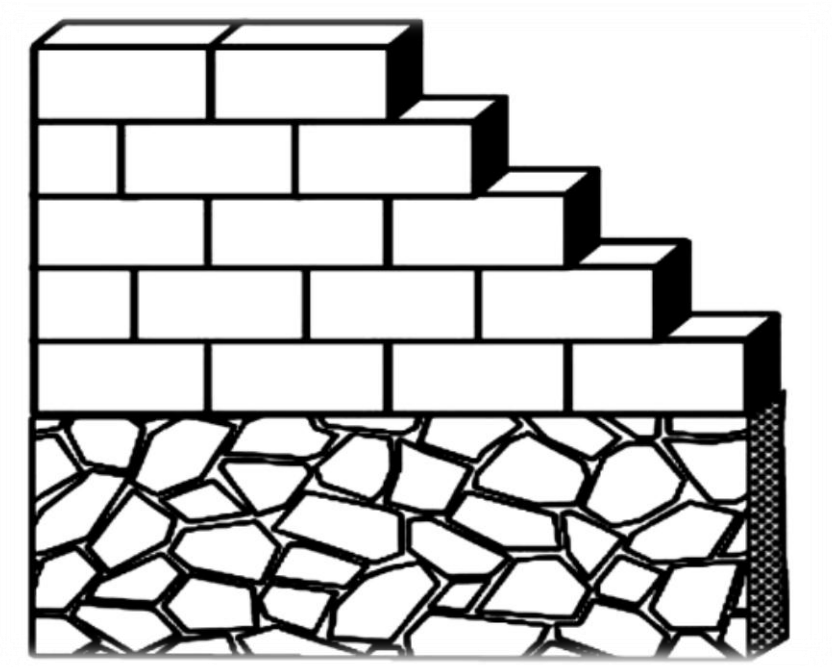
2-2-3- البناء بالحجارة غير المهذبة غير المنتظمة (الدبش):

يعتمد في هذه التقنية على حجارة كمادة أساسية وتستعمل بشكلها الطبيعي المستخرج به من المحجر وهي حجارة صغيرة أو متوسطة الحجم بشكل غير منتظم حيث توضع أفقيه متتالية وتكرر العملية في الصف الثاني والثالث إلى نهاية الحائط، ونستعين بالحجارة الصغيرة لملئ الفراغات ونربط بينها بالملاط حيث يجب أن تتميز المونة بمتانتها وقوتها لأن متانة الحائط تعتمد على متانة المونة[156].

صورة 24: تقنية البناء بالحجارة غير المهذبة غير المنتظمة (الدبش)

من إعداد الطالبة

[156]- البقري عبد اللطيف، الموسوعة الهندسية لإنشاء المباني، عالم الكتب، القاهرة 1984، ص 164.



شكل 6 : يوضح تقنية الدبش

2-2-4- البناء بالحجارة غير المهذبة المنتظمة:

تعتمد هذه الطريقة على الحجارة غير المهذبة المنظمة المتميزة في شكلها، فتكون متوسطة الحجم مستوية الأسطح ومستطيلة نوعا ما او مربعة، حيث نقوم بوضع الحجارة فوق بعضها البعض على شكل صفوف على حسب حجم الحجارة ونلاحمها بالملاط التي يكسبها شكل منتظم.

صورة 25: البناء بالحجارة غير المهذبة المنتظمة

من إعداد الطالبة

2-2-5- البناء بالملاط كمادة أساسية وكمية قليلة من الحجارة (المزج):

اعتمد في هذه التقنية على الملاط كمادة أساسية لبناء الجدار وإضافة القليل من الحجارة الصغيرة الحجم، حيث ناخذ الملاط على شكل عجينة متماسكة ونضعه على الحائط بشكل تكتلات ونضيف الحجارة وتضغط إلى أن تنغمس في الملاط ويضاف الملاط فوقها وهكذا إلى أن يتم إنهاء الجدار.

صورة 26: البناء الملاط كمادة أساسية وكمية قليلة من الحجارة (المزج)

من إعداد الطالبة

الفصل الثالث

عوامل ومظاهر التلف وطرق العلاج

تعتبر عوامل التلف العوامل الهدامة التي يتركز نشاطها في الوسط المحيط بالمباني الأثرية والتي تتسبب في تلف مواد بنائها ويمكن تمييز تأثيراتها المختلفة حيث يؤدي البعض منها الى تفكك مكونات المبنى او ما بينها من مون ومواد رابطة، ويؤدي بعضها الآخر الى تشويه وحتى انهيار المبنى.

ومن الممكن أن ينشا هذا التفكك من الأحمال الزائدة عن الحد على طبقات البناء المختلفة او نتيجة الانتشار الحراري غير المنتظم والمظاهر الفيزيائية الأخرى، هذا ونجد أن هذه الظواهر لا تكون بذلك الاتساع المسبب من التفاعلات الكيميائية التي يمكن أن تتواجد حول الأثر أيضا.

ومن هنا يمكن ان تؤدي هذه العوامل الى اسباب تلف فيزيائية وأخرى كيميائية ونجد أن هذه العوامل يمكن لكل منها أن يكون سببا للتلف الذي يصيب الأثر او تعمل كلها مجتمعه على إحكام دائرة التلف حول الأثر قد يؤدي الى القضاء على الاثر نهائيا وقد فضلنا دراسة كل عامل من العوامل المؤثرة في صورة منفردة وذلك لتوضيح مدى الاتفاق والاختلاف في ميكانيكية ومظاهر التلف الناجمة عنها.

1- عوامل التلف:

1-1- العوامل الفيزيوكيميائية:

1-1-1- الرطوبة:

تعتبر الرطوبة باختلاف انواعها من أخطر العوامل الفيزيوكيميائية، والتي تسبب أضرارا بالغة لمواد البناء وتؤدي الى هلاكه وانهياره ان لم نتخذ الاحتياطات اللازمة لحمايتها، والرطوبة انواع منها:

أ- مياه الأمطار:

تظهر على الجزء العلوي من الجدران وقليلا ما تصل إلى الأسفل والأساسات، وفي حالة القصور غير المجهزة بشبكات تصريف المياه فمن الممكن جدا أن تمتصها الجدران لتظهر في منتصف الجدران أو قاعدتها وتتوقف عملية تغلغل المطر في الحوائط على معدل التساقط وسرعة الرياح والتركيب المسامي لمواد البناء[157] ووجود تشققات، وتظهر على شكل بقع رطبة وتعمل على إذابة الأملاح الموجودة وبعد انتهاء التساقط وجفاف الجدران بارتفاع درجة الحرارة وسرعة الرياح الذي يؤدي الى تبلور الأملاح على السطح الذي يؤدي الى فقد مكانة مواد البناء وقوة ترابطها ، وتعتبر مياه الامطار مياه حامضية لأنها تحتوي على أحماض الغازات الطبيعية مثل حمض الكربونيك H_2CO_3 نتيجة وجود غاز ثاني اكسيد الكربون CO_2 [158] في الجو حيث يذاب في مياه الامطار و تحوله الى حمض الكربونيك H_2CO_3 .[159]

$$CO_2+H_2O \longrightarrow H_2CO_3$$[160]

والذي يحول ماده كربونات الكالسيوم $CaCO_3$ الموجودة في مواد البناء القابلة للذوبان في الماء و الذي يتم امتصاصها مما يؤدي الى مزيد من عمليات التفكك وضعف مواد البناء[161].

---

[157]- جورجيو توراكا، المرجع السابق، ص 50.

[158]- Del Monte, Sone (M), Monumental Decary And Air Pollution In Weathering And Air Pollution, 1 Course, 2/9,9/9, Venezia, Milano , 1991., pp101-109.

[159] - Waller(R), Température et Humidité sensible minéralogique et Spécimen perrologique, in (le soin et la Conservation des matériaux géologiques), Butterworth, Heinemann LTD, Londres, 1992, p64.

[160]- ibid, p64.

[161]- Son (1,2), Yuen (G. C. S), Building Maintenance Technology, London1993, pp 22-23.

الصورة 27: تأثير الأمطار على القصر

من إعداد الطالبة

ب- المياه الجوفية:

توجد على أعماق مختلفة من سطح التربة كمياه الصرف الصحي مما يؤدي الى تلوث المياه الجوفية واختلاطها بمياه الأمطار الحمضية تتسرب عبر الشقوق والفواصل الى الأساسات و مواد البناء بواسطة الخاصية الشعرية و قوة الامتصاص، ومما يميز الخاصية الشعرية هي كونها غير متغيرة ويزيد الارتفاع الذي تبلغه عند تقاطع الجدران[162].

الصورة 28: تأثير المياه الجوفية على الجدران، من إعداد الطالبة

[162]- منار سقا أميني، اثار الرطوبة في احداث تصدعات المباني وطرق التفاعل معها، مقال، مؤتمر تصدعات المباني بالعالم العربي وكيفية معالجتها، الرياض، 29 فبراير الى 03 مارس 1992م، ص ص 89- 95.

ت- التكاثف:

يؤثر التكاثف على مواد البناء عدة تأثيرات حيث أن قطرات الماء الناتجة عن عملية التكاثف تعمل على تمدد مواد البناء وغالبا ما تحتوي هذه القطرات على أملاح قابلة للذوبان آتية من الأملاح الموجودة في مواد البناء أو من تفاعل الغازات الجوية مع مواد البناء مثل CO_2 و SO_2 وعند حدوث الجفاف تتبلور الاملاح مسببة تشوه وتلف المبنى[163].

وزيادة الرطوبة تؤدى الى نمو الفطريات حيث أن النمو الفطري يبدأ عند ارتفاع الرطوبة النسبية اكثر من 7 % والجراثيم والفطريات موجودة في الهواء وعلى سطح المباني، وتبدأ في النمو بألوان مختلفة منها البني والأسود والأخضر والأصفر، وتعمل على تشويه المظهر الجمالي للمبنى وتسهل نمو الطحالب لقدرتها على امتصاص الرطوبة من الهواء وسهولة نموها على الجدران الخارجية مما يؤدي الى انهيار المبنى وفقدان توازنه[164].

الصورة 29: انهيار أجزاء من السقف

من إعداد الطالبة

[163]- Olivier(A) , Douglas (J), Stirling(J.S), dam press in building, Landing , 1996 p07.
[164]- Ranson (W . L), Building failures diagnosis and avoidance, Landing, 1983 p07-45-46.

1-1-2- الحرارة:

و تعتبر من أهم عوامل التلف في المناطق الصحراوية وتغيراتها المستمرة من أسباب تلف مواد البناء، حيث تتغير درجات الحرارة خلال فصول السنة فتتسم بالبرودة شتاءا والحرارة المرتفعة صيفا.

يعمل ارتفاع الحرارة الى انتقال تأثيرها على مواد البناء عبر الشقوق و المسام الموجودة في هذه المواد عن طريق الحمل والتوصيل والإشعاع ودرجة الحرارة هي المقياس الذي يعبر عن مقدار سخونة أي جسم نتيجة لحرارته فكلما زادت الطاقة الحركية لجزيئات الجسم كلما زادت درجة حرارته، ولابد من التفريق بين الحرارة ودرجة الحرارة فدرجة الحرارة هي مقياس اما الحرارة فهي مقدار الطاقة الحرارية[165].

ويؤدي التأثير الحراري على المواد الي زيادة حجم البلورات المعدنية التي تتكون منها هذه المواد نتيجة عمليات التمدد الحراري وعندما تنخفض درجه الحرارة يحدث تقلص في هذه البلورات وهذا يساعد على تفكك روابط مكونات مواد البناء، وتتغير أبعاد المبنى وطوله وتحريك عناصره، وبالتالي يحدث إجهادات وتشوه العناصر المعمارية، كما أن التأثير الحراري يكون أقل ضررا على الحجارة ذات المكونات المتجانسة والمسامات الدقيقة كالحجر الرملي[166].

1-1-3- الرياح:

تعتبر هبوب الرياح من أخطر العوامل الجوية التي تؤثر على المباني الأثرية و تتوقف خطورة الرياح على سرعتها ، فالرياح في المناطق الصحراوية الحارة تحمل معها كميات كبيرة من الرمال والأتربة التي تتصادم مع أسطح المباني الأثرية وتحدث شقوق وفجوات

[165] - Balderrama (A. A), Dommages Causés par le Tremblement de Terre à une Structure de Maçonnerie Historique, en (C.B.D.S.) Vol I1, Boston, 1990. P102.

[166]- جورجيو توراكا، المرجع السابق ، ص ص59-62.

كبيرة في المبنى، والعواصف الحادة تسبب مباشرة تلف فيزيائي وذلك بإزالة أجزاء منه ولذلك يجب مراعاة وضع اتجاهات الرياح وسرعتها بعين الاعتبار عند تصميم المبنى.

تلعب الرياح دور خطيرا في اختلاف التوازن الطبيعي فعندما تهب باردة تسبب انخفاض درجة الحرارة و ينجم عنها تلف المكونات المعدنية التي تتكون منها أحجار المباني، كما تقوم الرياح بنقل التلوث الجوي إلى أسطح المباني لذلك لها دور مهم في التلوث البيئي ولها دور هام في زيادة تبخر المياه عن طريق التيارات الهوائية، و تولد قوى السحب والتي تعمل على زيادة تبلور الأملاح فوق السطح، كما تحمل الرياح الجراثيم الفطرية والبكتيريا بالترسب على أسطح المباني وبتوفر الظروف البيئية المناسبة تنمو وتسبب تلف عضوي للمنشآت الاثرية[167].

ويظهر التلف الناتج عن تأثير الرياح على الأسطح وذلك بسبب الطبيعة المسامية والبنية الضعيفة وانخفاض درجة صلابتها خاصة بعد مرور وقت وبمساعدة العوامل الأخرى ومن هذه المظاهر:

نجد حدوث تفكك حبيبي وتحولها الى مركبات حبيبية مفردة حيث يصل التفكك الى عمق أكثر من 1 سم بسبب التفتت والشقوق على الأسطح والجدران ويعرف هذا النوع من التفكك بالتفكك الحبيبي[168].

حدوث تآكل دائري لبعض الكتل ويكون ناتج عن الدوامات الهوائية وهو ما يسمى بالتلف الدائري وينتج عنه تآكل وتحطم في الزوايا والأعمدة.

حدوث بعض الخدوش مع العلامات الطولية الناتجة عن الرياح الشديدة ذات الوجه الواحد مما يؤدي إلى وجود بعض الخطوط الغائرة المستقيمة الشكل التي تعمل على إضعاف ذلك الجزء من المبنى.

[167]- ابراهيم محمد عبد الله، علاج وصيانة المباني، الطبعة الاولى، دار الوفاء لدنيا الطباعة والنشر، ط 1، الاسكندرية، 2011، ص ص 240-241.

[168] - Balderrama (A. A), op cit, p102

1-1-4- ظاهرة الكثبان الرملية:

ومما تجدر الإشارة إليه أن ظاهرة الكثبان الرملية - التي تعد صفة مميزة للصحاري الجافة - تعتبر من أكبر عوامل التلف ومعوقات التنمية، حيث تنتشر الرواسب الهوائية وهي تتخذ أشكالا عديدة من أبرزها الكثبان أو الغرود، وتعتبر الصحراء الغربية أكثر مناطق تأثرا بحركة الرواسب الرملية.

وتعتبر الكثبان الرملية من أشد المخاطر التي تواجهها المنشآت الأثرية والتراثية، فكم ردمت تلك الكثبان من مواقع أثرية وغطت من مبان وقرى بأكملها، ووصفها بأنها تمثل اللعنة الكبرى في الصحراء بصفة عامة.[169]

1-1-5- التلوث:

من أخطر عوامل التلف التي تؤثر على مواد البناء وهي شوائب غازية أو صلبة أو سائلة تحدث تغير فيزيائي أو كيميائي أو بيولوجي بالبيئة المحيطة، مما يؤدي إلى اختلال التوازن البيئي، ويعتبر التلوث البيئي إحدى المشكلات الهامة التي تواجهنا في حياتنا اليومية نتيجة النشاط المتزايد للإنسان والتطور التكنولوجي والمصانع ...الخ[170].

والبيئة الطبيعية تتميز بتوازن دقيق قائم بصفة مستمرة بين عناصرها المختلفة ويعرف هذا التوازن بالنظام البيئي والذي يمكننا من معرفة معلومات عن المنظومة البيئية المحيطة بالمباني الأثرية التي تتأثر بها[171].

---

[169]- فخري، أحمد. الصحراوات المصرية، المجلد الثاني، واحات البحرية والفرافرة. (ترجمة د /جاب الله على جاب الله). القاهرة، 1999، مطابع المجلس الأعلى للآثار، ص54.

[170] -Urzi (C), Changement de Couleur de l'air de la Roche Causé par le Climat, La Pollution, La Biologie Croissance ou par Interaction des trois dans (C.S.O.M.) Vol. 1, Relim, UNISCO, Londres, 1993, p59.

[171] -Urzi (C),op cit, p60.

والملوثات طبقا لمصدرها تنقسم إلى:

أ- ملوثات طبيعية:

تنتج عن مكونات البيئة ذاتها دون تدخل الإنسان وتتمثل في الحبيبات الصلبة الملوثة للهواء وهي حبيبات الأتربة والرمال وكربونات الكالسيوم $CaCO_3$ المتطايرة وأكاسيد النيتروجين التي تتكون في الهواء نتيجة التفريغ الكهربي و مركبات الكبريت الناتجة عن المصادر الطبيعية.

- **ثاني اكسيد الكربون:**

وهو الغاز الذي يتكون جزئيا من أصل طبيعي أو نتيجة تنفس الكائنات الحية ويكون مصدرا رئيسيا للتلوث في الأماكن المغلقة مثل الحجرات والكهوف، حيث توجد دورات هوائية وحيث يكون تركيز الغاز عاليا.

يتحول غاز ثاني أكسيد الكربون الى حمض الكربونيك عند توفر نسب كافية من الرطوبة أيا كان مصدرها وذلك عن طريق عملية التميؤ وبالرغم من كونه حمض ضعيف لا يتسبب في أضرار كثيره للأثار خاصة عند زوال عنصر الرطوبة فإن الميكانيكية الناتجة عنه تتخلص في إذابته لأملاح الكربونات المكونة للطبقات فوق أسطح الجدران لتشكل بعد ذلك طبقة ملحية هشة من بكربونات الكالسيوم والتي تتحول مرة أخرى بفقدها للماء الى طبقة صلبة من كربونات الكالسيوم[172].

- **الرمال والأتربة:**

تعتبر من أهم الملوثات المحطمة للخواص الطبيعية للمواد الأثرية ومن أهمها الأتربة والذرات الجوية الدقيقة.

[172] - Weber (J), Altération Naturelle et Artificielle de la Pierre de Construction Autrichienne Due à la Pollution de l'air en vème (Inter. Cong, détérioration et Conservation de la Pierre.Vol.I Italie,1985, p88.

وتتكون من جزيئات دقيقه وخفيفة الوزن يمكنها أن تظل معلقة في الهواء، تحتوي على السيليكا الدقيقة وكربونات الكالسيوم الناتجة من التربة، بالإضافة إلى الكربونات والكبريتات الناتجة من المعادن القلوية المشتقة أساسا من مياه البحر وبالرغم من صغر حجمها إلا أنها تسبب الكثير من الأضرار الخطيرة لها[173].

تترسب هذه المعلقات على أسطح الأحجار وتلتصق بها نتيجة توفر مصادر الرطوبة والأبخرة العضوية المنتشرة في الجو مما يؤدي الى حجب بعض المناظر، بالإضافة إلى أنها تلعب دور العامل المساعد والمنشط لتكوين بؤر الأحماض الضارة بالأسطح الأثرية وبالتالي تؤدي إلى الظاهرة المسماة بالتجوية الكيميائية[174].

ويؤدي ترسب هذه الجزيئات بسطح الأثر الى طمس وإخفاء العديد من التفاصيل في المبنى وينتج عن هذا حدوث التغيرات لونية في الأسطح، وعادة ما تكون الظاهرة المشاركة في هذه العملية على علاقة جيدة مع بيئة التلوث من دخان وأتربة متطايرة والظواهر المكلفة الاخرى.

- **ثاني اكسيد الكبريت:**

يعتبر غاز ثاني أكسيد الكبريت من أخطر الغازات المعدنية الملوثة والمؤذية التي يمكنها أن تعمل على تآكل أسطح المباني سواء بطريق مباشر أو غير مباشر، وهو يتولد من احتراق الكبريت والمواد المحتوية عليه مثل الفحم التي تتراوح فيه نسبه الكبريت بين 1.3 الى 1.5 %والبترول بنسبة 0.1% وزيت الوقود 1.2 الى 2.6 % والغاز الطبيعي بنسبة 0.002 % كما يتولد هذا الغاز من مخلفات الأفران والمداخن وتزداد نسبته بصفة عامة في المدن الصناعية[175].

[173] - Urzi (C), op cit, p60.
[174] - ibid, p 60.
[175] - Weber(J), op cit, p88.

إن ميكانيكية التلف الناتجة عن تأثير هذا الغاز ميكانيكية ذات خطوات معقدة تؤدي في النهاية الى تحطيم الأثر المؤثرة به، وفيها يتم أكسدة غاز SO_2 الى SO_3 الأكثر خطورة مع الوقت، وعند استمرار عملية الأكسدة في وجود نسبة مرتفعة من الرطوبة يتم تحول غاز SO_2 الى حمض كبريتوز الذي يتحول الى حمض كبريتيك باستمرار عملية الأكسدة.

حيث تتكون طبقات ملحية من الجبس على أسطح الجدران نتيجة تفاعل ثاني اكسيد الكبريت الجوي مع عناصر الرطوبة أهمها التكاثف مما يؤدي بدوره إلى حدوث بعض الانفعالات التي تؤدي الى إحداث العديد من الشقوق الأفقية والرأسية المحطمة للمبنى[176].

كما يخلق ضغوط في الحوائط المسامية مما يسبب وجود شقوق متنوعة في الحجر ويؤدي الى استمرار زيادة حجمها إلى القضاء التام على الحائط، وانتشار الشقوق على الأسطح مما يؤدي الى فقد أجزاء من الحجر بسبب اختلاف معامل التمدد الحراري[177].

ب-ملوثات الصناعية:

وهي تنتج من فعل الانسان في الطبيعة وتتمثل في الحبيبات الكربونية المنبعثة بواسطة احتراق الزيوت المعدنية، وتوجد معها حبيبات من التربة مثل الكوارتز الفلدسبارات والمعادن الطبيعية و المعادن الصناعية والناتجة عن الأفران والمطابخ الملحقة بالمنازل[178] ، والمركبات الغازية التي تؤدي إلى زيادة في الهواء البيولوجي بدرجات مختلفة على الكائنات فهو يحفز نمو بعض الكائنات فمثلا يزيد تركيز غاز ثاني اكسيد الكربون CO_2 في الجو ويؤدي إلى تكاثر الكائنات الكلوروفية وبذوبانه مع الماء ينتج حمض الكربون [179].

$$CO_2+H_2O \longrightarrow H_2CO_3$$

[176] - Baer(N. S), Nanks(P. N), Pollution de L’air Intérieur , Effet sur la Culture et Les Matériaux Historiques, in (soin des Collections), Routledge, NY, 1994, p46.

[177] - Ibid, p46.

[178]- إبراهيم محمد عبد الله، المرجع السابق، ص 241.

[179] - Baer(N. S), Nanks(P. N), op cit, p47.

وكذلك فإن تكاثر المركبات الأزوتية والكبريتية تؤدي بدورها إلى تكاثر البكتيريا الكبريتية التي يمكنها تحويل غاز ثاني اكسيد الكبريت SO_2 إلى حمض الكبريتيك H_2SO_4 عن طريق الأكسدة الإنزيمية[180].

$$SO_2+H_2O \longrightarrow H_2SO_4$$

ونجد الغازات المؤثرة مباشرة مثل ثاني أكسيد الكربون CO_2 والأكسجين H_2O أكسيد الأزوت والكبريت H_2SO_2 كبريتيد الهيدروجين H_2S وكلوريد الهيدروجين HCL وبخار الماء والغبار المتطاير كلها متواجدة بالجو وتؤثر بشكل كبير على المباني ومواد البناء الأثرية وتحدث تغيرات بطبيعة الحجارة بسبب عملية الأكسدة الإماهة، ونجد بعض الغازات بالوسط الملوث تساهم في تعقيد حالة حفظ الحجارة فبوجود الماء تذوب هذه الغازات مشكلة أحماض تتفاعل مع بعض الفلزات المشكلة للحجارة[181].

1-1-6- الأملاح:

تؤثر الأملاح بشكل مباشر على الحجارة ، حيث تتبلور على السطح وداخل المسام ومصادرها متعددة منها الموجودة داخل الحجارة قبل استعمالها و الناتجة عن التحلل الكيميائي لمادة الحجر من الأملاح الناتجة عن التلوث الجوي في بعض الغازات التي تتحول بفعل الرطوبة الى أحماض الكربونيك H_2CO_3 والكبريتيك H_2SO_4 التي تتفاعل مع الأحجار وتحولها إلى كبريتات الكالسيوم $CaSO_4$ أو كربونات الكالسيوم $CaCO_3$ ، بالإضافة إلى الأملاح في التربة التي تتكون من كلوريد الصوديوم NaCL و كبريتات الصوديوم Na_2SO_4 وكربونات الصوديوم Na_2CO_3 ونترات الصوديوم $NaNO_3$ ، وبواسطة

[180] - Ibid, p47..

[181]- هزار عمران، جورج دبورة، المباني الاثرية وترميمها وصيانتها والحفاظ عليها، دمشق1997، ص ص 77- 78.

مياه الرشح و مياه الأمطار تنتقل إلى الأساسات والجدران بالخاصية الشعرية[182] ، وهنالك مصدرين للأملاح منها:

أ- الأملاح القابله للذوبان:

وتتمثل في عملية تبلور الحبيبات بعد تبخر الماء مما يؤدي إلى ضغط شديد على الجدران فتشققه و تشوهه وهي على شكل كبريتات الصوديوم Na_2SO_4 والبوتاسيوم K_2SO_4 وكلوريدات الصوديوم NaCL.

ب-**الاملاح غير قابله للذوبان:**

وهي مواد صلبة تتحد مع الأملاح القابلة للذوبان ولها قابلية الترسب من جديد في المسامات مخلفة آثار على المادة الأثرية كتحول الكالسيت الظاهر على وجه المادة.

الصورة 30: تأثير الأملاح.

من إعداد الطالبة

[182]- محمد عبد الهادي، مبادئ ترميم وصيانة الاثار غير العضوية، مكتبة نهضة الشرق جامعة القاهرة، القاهرة، 1996م، ص 89.

2-1- العوامل البيولوجية:

يعتمد التلف البيولوجي لمواد البناء على عدة عوامل منها نوع الكائن الحي المتواجد بالوسط المحيط وقابلية هذه الكائنات للالتصاق بالأسطح الأثرية وكذلك ظروف الرطوبة والحرارة والمواد المغذية بالوسط المحيط إضافة الى مدى توفر المعادن اللازمة للنمو وتنقسم إلى:

1-2-1- الكائنات الحية الدقيقة:

أ- البكتيريا:

عبارة عن كائنات حية بدائية النواة تتميز بصغر حجمها ويتراوح قطرها من 0,5 الى 1 µm (ميكرون)[183] فضلا عن صغر حجمها تتميز بسرعة انقسامها وتكاثرها وتفرز رائحة مميزه عند تواجدها بكميات كبيرة، تظهر على شكل بقع بنية وتشكل قشريات أو مواد لزجة وتحدث تفاعلات كيميائية غير عضوية بعمليتي الأكسدة والاختزال، وقد تؤدي هذه التفاعلات إلى تكوين أحماض قوية أو ضعيفة تؤدى إلى تآكل مواد البناء المسامية التي تتأثر بهذه الأحماض[184]، و لا تحتاج إلى الأكسجين للتنفس وعوضا عن ذلك تؤكسد طعامها المولد للطاقة عن طريق اختزال المواد الكيميائية غير العضوية مثل الكبريتات SO_{4-2} والنيترات NO_{3-}وثاني أكسيد الكربون CO_2 والمنغنيز Mn وحتى الحديديك Fe_2O_3 ، ولا يعتبر هذا النوع من التنفس كاف ومنه تفرز أحماضا بدلا من ثاني اكسيد الكربون CO_2 نتيجة ذلك[185] ، وتحتاج البكتيريا في نشاطها إلى نسبة رطوبة عالية في الجو تصل إلى 70 % ووجودها مرتبط بدرجة الحموضة حيث تفضل مستوى رقم هيدروجيني PH يتراوح ما بين 6الى 8 وبعضها لا يستطيع العيش في منطقة مضاءة[186].

ومن أهم أنواع البكتريا:

---

[183]- عبد الله ابراهيم محمد، ترميم الاثار الحجرية، دار المعرفة الجامعية، 2012، ص 116.

[184]- جورجيو توراكا، المرجع السابق، ص 109.

[185]- كارونين(ج ا ج)، روبنسون(و س)، اساسيات ترميم الاثار، ترجمة الزهراني(بن عبد الناصر عبد الرحمن)،جامعة الملك سعود للنشر، المملكة العربية السعودية، 2006م، ص ص 23-24.

[186]- هزار عمران، جورج دبورة، المرجع السابق، ص 79.

- بكتريا Mieroflora :المؤكسدة للكبريت أي البكتريا التي تعتمد في نموها علي مركبات الفسفور والكبريت وهذا النوع من البكتريا يفرز أحماض مثل حمض الكبريتيك الذي يهاجم الأحجار الجيرية التي تحتوي علي مادة كربونات الكالسيوم ويحولها إلي مادة كبريتات الكالسيوم المائية "الجبس".
- بكتريا Thiobacilli: تنمو بأعداد كبيرة تزيد عن 10.000/جم من التربة وربما أكثر من ذلك إذا توافرت لها الظروف الملائمة للنمو والتكاثر وخاصة الرطوبة العالية ومواد الغذاء الوفيرة.
- البكتريا ذات دورة النيتروجينwloi Nitrogen cycle : تستمد طاقتها من خلال المواد النيتروجينية كما أنها تفرز حمض النيتريك ورغم اعتبار هذا الحمض من الأحماض الضعيفة إلا أنه يلعب مع غيره من الأحماض دوراً هاماً في تلف مواد البناء[187].

ب- الفطريات:

كائنات حية غير ذاتية التغذية لكونها خالية من الكلوروفيل تنتشر في التربة الرطبة والجافة والمياه االعذبة والمالحة، وفي الهواء لها جدار خلوي يحدد شكلها ويتكون جسم الفطر من خلية واحدة ومن خيوط تنتظم بشكل يعرف بالهايفا" ويسمى مجموع الهايفات، وقد تعيش بصورة طفيلية أو معيشة تكافلية[188] وكلها هوائية تحتاج للأكسجين O_2 للتنفس وتحتاج لنسبة رطوبة لا تقل عن 56 %، وتنمو في الأماكن الأكثر حموضة من الكائنات الدقيقة الأخرى[189] وتتلف الحجارة من خلال تأثيرها الميكانيكي و الكيميائي.

[187] - Balderrama(A. A), op cit,107.

[188]- خطاب سعيد علي، ترميم وصيانة المباني الثرية والمعمارية، دار الكتب العلمية للنشر، 2008، ص 42.

[189]- كرونين(ج ا م)، روبنسون(و س)، المرجع السابق، ص 23

- **التأثير الميكانيكي:**

تتغلغل الفطريات في الحجارة بواسطة تركيبتها الخيطية وبسبب نموها تشوه الجدران من خلال الضغط فتدخل إلى التجاويف الصغيرة وتتكاثر لتحدث شقوق على مستوى السطح وفقدان التماسك[190].

- **التأثير الكيميائي:**

ويكمن في تفاعل المواد التي تنتجها مع العناصر الفلزية المشكلة لسطح الحجارة ومن بين هذه المواد الأحماض الكربونية H_2CO_3 والكبريتية H_2SO_4 والنيترية HNO_3 الى جانب أحماض عضوية مثل حمض اللبن $C_3H_6O_3$ حمض الأستيك $C_2H_4O_2$ حمض الغلوكونيك $C_6H_{12}O_7$ وحمض الأوكساليك $C_2H_2O_4$.

وأكبر مجموعة فطر مسؤولة عن التلوث تشمل فطر (mushroom) مثل الفطر المتعفن الجاف حيث يمكن رؤية كتلته الخيطية تنساب عبر المواد العضوية التي تتغذى عليها الفطريات في كثير من الأحيان كما تفرز الفطريات إنزيمات تقوم بتحليل المواد العضوية إلى وحدات كيميائية صغيرة ويمكن بعد ذلك امتصاصها بواسطة هذه الخيوط[191].

ت- الطحالب:

كائنات حية ذاتية التغذية لاحتوائها على مادة الكرولوفيل تتواجد في أماكن مختلفة منها الأماكن الرطبة او المياه العذبة تنمو الطحالب منتجة غشاء طحلبي يغطي السطح تماما إضافة إلى دورها في تسهيل التصاق الأتربة والاتساخات على الجدران بينما يؤدي تخلخل خيوطها بين طبقات الجدران إلى حدوث ضغوط ميكانيكية متلفة وتهيئ مياه الرشح ومخلفات

---

[190]- Caneva(G), Salvadori(O), Aleration Biologique de la pierre « La Degradation et La Conservation de la Pierre, Teste des Cours Internationaux de Venise sur La Restauration de La Pierre » Publier sous La Direction de Lazarini(L), Pieper, UNESCO 1982, p157

"هايفا الفطر بالانجليزية hypha او غزل الفطر وتدعى ايضا مايسيليوم وهو تجمع للخيوط الفطرية وهو احد عناصر الثمر الفطري.

[191]- Caneva(G),Salvadori(O),op cit, p157.

الطيور الظروف المناسبة لها لنمو الطحالب[192]، ويتمثل دور الطحالب في عمليات التلف البيولوجي للأحجار من خلال عدة طرق منها إفرازها للعديد من الأحماض مثل حمض الأوكساليك $C_2H_2O_4$ والكبريتيك H_2SO_4 والتي تتفاعل مع المكونات المعدنية لمواد البناء مثل كربونات الكالسيوم $CaCO_3$ مؤدية إلى تحولها إلى مواد قابلة للذوبان كما ينشأ عنها ثقوب و حفر نتيجة عمليات التحلل البيوكيميائي كذلك تتسبب الطحالب في عمليات التغيير اللوني لأسطح الاحجار[193].

ث- الأشنات:

عبارة عن كائن ثنائي يعيش فيه كل من الطحالب والفطريات علاقة تكافلية يمد كل منهما الآخر بما يمكنه البقاء حيا، اذ يحصل الفطر من خلاله على الغذاء والأملاح و بعض الفيتامينات من الطحلب، بينما يحصل الطحلب من الفطر على الماء و بعض الأملاح والحماية من الظروف البيئية الصعبة كارتفاع وانخفاض درجة الحرارة والجفاف، وللأشنات دور مهم في ترسيب العناصر الثقيلة كاليورانيوم U[194]، تشكل الأشنات في الغالب الأجزاء الخارجية للمباني الأثرية ولها عدة ألوان منها الأبيض الأخضر والأصفر والبرتقالي والأسود.

تتميز أضرار الأشنات بكونها أضرار ميكانيكية بما تفرزه من مواد أيضية والتي تساهم في تحليل المواد العضوية بالإضافة الى الأضرار الميكانيكية بما تسببه من تشوهات جمالية نتيجة لإفرازها تصبغات لونية ونتيجة الشقوق الدقيقة التي تسببها الجذور وهايفات الفطر المكون لها، و يمكن تلافي أضرارها باستخدام التنظيف الميكانيكي وهو من الطرق الأمنة و يستخدم فيه عده أدوات منها الفرش الناعمة والمشارط[195].

---

[192]- Nicolas (K), The Restauration painting, traslated by cambridge, UK, 1999, p 104.

[193]- شاهين عبد المعز، ترميم وصيانة المباني الاثرية والتاريخية، المجلس الاعلى للاثار المصرية، ص 189.

[194]- Nicolas(K), op cit, p 104.

[195]- رشا عبد العظيم ياسين، دراسة تأثير التلف البيولوجي على المكونات، مجلة الملوية للدراسات الاثرية والتاريخية/ المجلد 4/ ع 8/ السنة الرابعة، جامعة سامراء كلية التربية، حزيران 2017، ص 279.

1-2-2- النباتات:

عندما تتجمع مياه الأمطار أو مياه الرشح في التربة التي تحتضن أساسات المبنى فإن بذور النباتات تحملها الرياح والطيور وتستقر عاده في الشقوق و الفواصل، و تحيى وتنمو وتمد جذورها إلى الداخل و تسبب شقوق وتصدعات فتمارس ضغطا ميكانيكيا على جدران المبنى[196] ،وتستغل المناطق الهشة الفاقدة لتماسكها هذا بالنسبة لتأثيرها الميكانيكي أما الكيميائي فيرجع إلى حموضة أطراف الجذور الناتجة عن شحنة سالبة للطبقة الخارجية لأطراف الجذور التي تسعى إلى توازنها بطبقة من أيونات الهيدروجين أو أيونات أخرى، تكون هذه الحموضة بمعدل PH يتراوح بين 2 الى3,85 مسؤولة عن انفصال ذرات من التركيبة الفلزية للحجارة المتصلة مع أطراف الجذور، إضافة إلى ذلك فإن هذه الأحماض تحلل كربونات الكالسيوم $CaCO_3$ خصوصا في الحجارة الكلسية وتشكل مركبات تنحل في الماء وتهاجر الى أماكن الترسب فتشكل مع الطحالب سطحا كتيما صلبا فوق السطح الحامل كما أنها تحتاج للأكسجين للتنفس[197].

1-2-3- الحيوانات:

تمثل عاملا مهما في تلف المبنى إذ نجد قطعان الماشية للمالكين وغيرهم في القصر وهذا يشكل خطرا على المبنى خاصة القديمة الآيلة للسقوط وعندما تمشي عليها هذه القطعان تنهار، اضافة إلى تشويه المنظر الجمالي للمبنى.

والطيور كالوطاويط وكذلك الفئران التي تعتبر من أهم الحيوانات التي تتلف الحجارة فبفضلاتها تؤدي إلى التلف الكيميائي، فهي تحتوي على مركبات لها تأثير سلبي على الفلزات مثل الأزوت العضوي وغير العضوي والفوسفات وعناصر أخرى، كما تحتوي على عدة أحماض مثل حمض البول $C_5H_4N_4O_3$ وحمض الفوسفوريك H_3PO_4 حمض النيتريك HNO_3 وتؤدي إلى تلف الفلزات وتتفاعل مع كربونات الكالسيوم $CaCO_3$ و

---

[196]- نفسه، ص 280.

[197] - Caneva(G),Salvadori(O), op cit, p 158.

تفقد ذرات الكالسيوم في حالة حمضي الفوسفوريك H_3PO_4 والنيتريك HNO_3 يتشكل فوسفات الكالسيوم $Ca(H_2PO_4)_2$ ونترات الكالسيوم $Ca(NO_3)_2$ مما يؤدي إلى فقدان تماسك الحجارة المكونة من كربونات الكالسيوم $CaCO_3$ كالحجارة الكلسية ، و تشكل فضلات الحيوانات عناصر مغذية لكائنات حية متعددة التغذية كالبكتيريا والفطريات[198].

أ- النمل الأبيض:

يتغذى النمل الأبيض بالمواد السيليلوزية، لذلك فهو يهاجم الأخشاب والتبن المهروس في قوالب اللبن والتلبيس الطيني، فيضر بها ضررا بالغا قد لا يمكن تداركه، ويكثر النمل الأبيض في البلدان الإستوائية وشبه الإستوائية، وقد أمكن التعرف على ما يقارب 1900 نوعا من هذه الحشرة، ويعيش النمل الأبيض معيشة جماعية في مستعمرات، وفي بعض الأحيان تزيد المستعمرة الواحدة الى ما يزيد عن المليون من الجنود الذكور والإناث، ويهاجم النمل الأبيض ويحفر أنفاقه أسفل الأساسات وحولها فيخلخل التربة، وقد يؤدي الى تصدع المباني إذا ما توفر له الوقت اللازم لذلك، ويهاجم النمل الأبيض العناصر الخشبية وقوالب التلبيس الطيني ويقضي عليها بسرعة عجيبة، ويستدل على وجود النمل الأبيض من المجموعات المجنحة الطائرة التي تتواجد عادة في مكان الإصابة في فصل الربيع[199].

3-1- العوامل الميكانيكية:

1-3-1- حركة التربة:

تؤدي حركة المياه في التربة إلى تحريكها مما يؤدي إلى شقوق المباني وقد لا تكون المياه ناتجة عن إرتفاع مستوى المياه الأرضية فقد تكون ناتجة عن تآكل التمديدات الصحية التي تؤثر على أساسات المبنى وذلك لاحتوائه على بعض المواد الضارة بالأساسات، كما أن التغيرات المتعاقبة في منسوب المياه الجوفية وانخفاضها يؤدي إلى الارتفاع في الوزن

[198] - شاهين عبد المعز، المرجع السابق، ص 179.
[199]- عبد المعز شاهين، المرجع السابق، ص ص 217- 218.

الحجمي لتربة التأسيس مما يسبب ضغط وإجهاد وينتج عن هذا هبوط أجزاء في المبنى وتصدعات، أما ارتفاع منسوب المياه الجوفية والذي ينتج عن مياه غزيرة أو سطحية أو تسرب دائم من أنابيب الصرف الصحي أو شبكة مياه قريبة من الأساسات يؤدي إلى تغير في الخواص الفيزيائية والميكانيكية للتربة التأسيس مما يتبعه انخفاض قدرة تحمل التربة فتنهار اثر تحملها للإجهاد الدائم[200].

1-3-2- الزلازل:

تعتبر الزلازل من أكثر الظواهر الطبيعية تدميرا وبالرغم من أنها نادرا ما تستمر لأكثر من ثواني معدودة إلا ان الطاقة الناجمة عنها يمكن ان تعادل 200 مليون طن من مادة TNT التي تعتبر من أقوى المتفجرات.

حيث تظهر شقوق وتصدعات تشوه المبنى وحتى هلاك أجزاء منه وتتوقف قدرة المبني على مقاومة التأثيرات الزلزالية على عدة اعتبارات أهمها ما يلي:

- نوعية المبنى.
- مدى ارتباط وتماسك عناصره المعمارية.
- النظام الانشائي لهذا المبنى من حيث توزيع الضغوط والأحمال على العناصر المعمارية[201]

1-4- العوامل البشرية:

1-4-1- هجرة المباني:

عند انتقال السكان الأصليين من المبنى كما نرى في قصر تاغيت دمار وتدهور المبنى لتعرضه لمختلف عوامل التلف وذلك لانعدام الصيانة الدورية، إضافة إلى تأثير الزوار باتصالهم المباشر بالمبنى سواء بالأرجل أو الأيدي ودخان السجائر، وتؤدي حركة الزوار الى احتكاك الأرجل بالأرضيات مما يؤدي إلى تآكل الأسطح، وكذلك الإهتزازات، فالحركة المستمرة بالإضافة الى الأصوات المرتفعة يؤدي إلى تساقط الأجزاء الهشة

[200]- ابراهيم محمد عبد الله، المرجع السابق، ص 261.
[201]- نفسه ، ص 263.

لمكونات المبنى، مثل الحجارة والملاط، ولا ننسى التدخلات غير المناسبة من قبل الأشخاص قليلي الخبرة وعدم إتباع أسس علمية صحيحة، واستعمال مواد غير مناسبة، ونرى في القصر محل الدراسة أن الترميم كان من قبل أهل القصر فقط ومن غير متابعة من أشخاص متمكنين وذوي خبرة أو تجارب تؤكد مدى صلاحية هذه الخطوات العلاجية.

1-4-2- الحرائق:

تتأثر مواد البناء على اختلاف أنواعها بالحرائق فتقضي على الأخشاب المستعملة في الأبواب والنوافذ وتؤثر على التركيبة الكيميائية على المواد الأخرى سواء كانت طوب أو حجارة مثلا الحجر الجيري فيتحول من صلب نوعا ما الى سريع التفتت مما يؤدي إلى التصدع و إنهيار المبنى عامة[202].

الصورة 31: ناتج الحرائق

من إعداد الطالبة

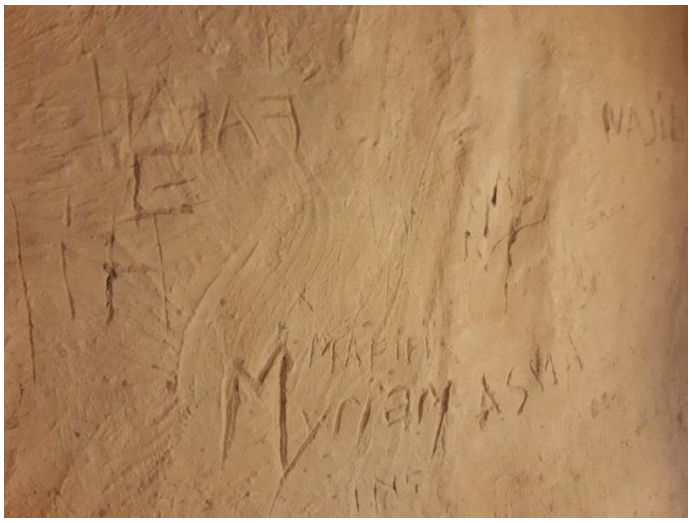
[202]- عبد المعز شاهين، المرجع السابق، ص170.

3-4-1- الهدم والتخريب:

توجد حالات كثيرة من الهدم والتخريب للمباني الأثرية و تشويه معالمها لأسباب أهمها الجهل وقلة الوعي و انعدام المستوى الثقافي لدى المواطنين فنرى في قصر تاغيت مثالا على ذلك كتابات على الحوائط و النقش عليها وتخريبها، ولا ننسى دور مالكي القصر اذ يربون المواشي و الدجاج و غيرها و التي تتسبب في تغيير التركيبة الكيميائية للمواد الأثرية من خلال التلوث و تشويه المنظر الجمالي للقصر.

الصورة 32: التخريب البشري رمي النفايات

من إعداد الطالبة



الصورة 33: كتابات عشوائية على الحائط

من إعداد الطالبة

1-4-4- الترميم الخاطئ:

تتعرض المباني الأثرية لأخطار كثيرة نتيجة ما يقوم به المرممون قليلو الخبرة في ترميم المبانى فنلاحظ في القصر بعض الترميمات الخاطئة وغير مدروسة من سكان القصر وذلك يؤدي الى طمس هوية المعالم الأثرية وتغيير العناصر الأساسية.

تدل العديد من الوقائع على تدهور خطير للتراث الحضري والمعماري نتيجة نقص الصيانة في المدن الصحراوية، فالجديد يلتهم القديم والأنسجة الحضرية الموروثة تتآكل، وبالموازاة نجد الهياكل الحديثة توظف بشكل فوضوي يعمل على تحقيق تدهور كبير في التراث العمراني القديم وفي تشويه نسيجه المهدد بالزوال، إضافة الى تغيير معالمه وأحيانا الاختزال التدريجي لمحتوياته والعزلة وعدم ادماجه مع النسيج العمراني الحديث.

هذا الوضع ميز العديد من المناطق مهما كان المجال الذي تنتمي اليه، بحيث أن الاختلاف كان يكمن في شكل ودرجة التدهور والإهمال الذي لحق به.

فاذا أخذنا هذه المدن الصحراوية فإن تجاهلها في السابق وحرمانها من برامج التنمية أدى الى تدهورها بشكل كبير ومتسارع، حيث نجد قصور مهجورة بسبب التوسعات التي تمت خارجها، والتي تسببت في نزوح الأهالي وهجرانهم لها بحثا عن الرفاهية وأماكن توفر التجهيزات والشبكات الضرورية وكل مستلزمات العيش الرغد التي لا يمكن توفيرها بقصرهم، وقصور أخرى مهددة بالانهيار نتيجة السياسة التنموية للدولة سواء من خلال التقسيم الإداري الذي رقى مناطق على حساب أخرى ودعمها بتوطين التجهيزات بالقرب منها.

2- المعالجة:

2-1- المعاجة من أخطار التلف الميكانيكي:

تنحصر في تكسيتها وملء الفراغات والتشققات الموجودة فيها بمواد ذات مقاومة كافية لتأثيرات المياه تتماثل تماما مع مواد البناء الأصلية من حيث التمدد والانكماش والمظهر ، والخواص الكيميائية والطبيعية وفي تغطية الجدران غير المسقوفة لضمان عدم

تسرب مياه الامطار اليها عبر شقوقها و فراغاتها، وفي معالجة بلاط الحوائط إما بمواد غير منافذة لمياه الأمطار أو طاردة لها[203].

2-1-1- طرق التصدي الرياح:

من أهم الطرق والأساليب التي تمكنوا بها من التقليل من أخطار الرياح والتلف المصاحب لها:

- إزالة الرمال من حول المبني.
- إقامة مصدات للرمال المتحركة.
- تثبيت الأرض من حول المبني لصد الرياح والعواصف[204].
- تشجير المناطق المجاورة للمبني لصد الرياح والعواصف وخاصة المحملة بالرمال[205].

2-2- المعالجة من أخطار التلف الفزيوكيميائي:

فتنحصر في استخدام الطبقات العازلة التي لا تنفذ منها المياه الأرضية، وفي عمل مصدات رأسية للمياه حول الأساسات والأجزاء السفلية من الجدران لتقليل آثار هذه المياه عليها، وفي إجراء الصرف المغطى للتقليل من مياه الرشح وخفض منسوبها، ويتم ذلك عن طريق تغطية أرضية المباني الأثرية بشبكة من الأنابيب التي تنتهي بمجموعة من الأبيار العميقة التي تحفر خارج المبنى لتجميع هذه المياه ودرأ خطرها، واستخدام أسلوب الأسموزية الكهربائية* وتجفيف الحوائط الرطبة ومنع تسرب المياه اليها[206].

---

[203]- عاصم محمد رزق، علم الاثار بين النظرية والتطبيق، مكتبة مدبولي، ط 1، مصر، 1996، ص 186.
[204]- رشا عبد الوهاب محمود الجمعة، تلف المصادر التراثية، كتاب منهجي، كلية الآثار، جامعة سامراء، ص 233.
[205]- عبد المعز شاهين، المرجع السابق، ص 204.
[206]- عاصم محمد رزق ، المرجع السابق، ص 186.

2-2-1- طرق معالجة الرطوبة:

- استعمال طبقات عازلة للرطوبة لمنع انتقال مسارات الرطوبة او المياه من منطقة الى أخرى وكذا منعها من المرور بين مواد البناء وعدم انتشارها داخل المبنى سواء كانت جوفية أو رشح أو غيرها.
- تبليط الأسقف وتغيير مواد البناء إذا لزم الأمر وسد الشقوق والفواصل لمنع تسرب المياه الى داخل الجدران وانشاء مزاييب محكمة الغلق وتثبيتها بصورة صحيحة لمنع تسرب المياه.

2-2-2- طرق معالجة الأمطار:

ويمكن تلخيص التلف المصاحب على النحو الآتي:

- انشاء شبكة من المجاري لتصريف مياه الأمطار والسيول وحملها بعيدا عن المبنى حتى لا تجتمع حول الجدران.
- زيادة مقاومة المبنى وازالة نقاط الضعف فيه وذلك عن طريق سد الشقوق والفجوات التي قد توجد في الجدران أو السقف[207].
- تكميل الفواصل بمونة قوية لا تتأثر بالماء.
- تغطية بلاطات الأسقف بطبقة عازلة تمنع تسرب المياه، وتزويدها بالعدد الكافي من المزاييب التي تمنع تجمد المياه عليها.
- معالجة بلاط الجدران (بالراتنجات) و اللدائن الصناعية التي تزيد من مقاومة تأثير المياه[208] .
- تغطية قمم الجدران غير المسقوفة بطبقة عازلة من مونة تقاوم تأثير المياه وتمنع تسربها الى داخل الجدران.

---

[207]- عزت زكي حامد قادوس، الحفائر الأثرية، دار المعرفة الجامعية، 2010م، ص 206.

[208]- عبد المعز شاهين، ترميم وصيانة المباني الأثرية والتاريخية، المجلس الأعلى للآثار المصرية، 1994م، ص 208.

2-2-3- طرق معالجة الحرارة:

يتم من خلال تغطية المباني والمواقع الأثرية بسقائف ووسائل حماية مؤقتة، ويجب أن يكون السقف مصنوع من مواد متوفرة محلياً وان يكون السقف المؤقت حماية وعزل جيد للحرارة وعملية حماية جيدة من الأمطار ويجب ان لا يقل عمر التسقيف عن خمس سنوات، ويجب سد الثقوب والشقوق بنفس المونة الأصلية.

2-2-4- طرق معالجة الأملاح:

قبل البدء باستخلاص الأملاح يجب اتباع عدة نقاط عامة وهي تشمل كل أنواع مواد البناء تقريبا التي تشمل المبنى الأثري وهي:

- عزل الأساسات عن التربة دون وصول مياه الرشح والنشع اليها.
- كتل المواد المشبعة بالأملاح والتي لا تسمح حالتها بالعلاج واذا وجدت في درجات ثابتة من الحرارة والرطوبة النسبية فلا خوف من تفاقم حالتها، حيث تكون الأملاح قد تبلورت واكتسبت نوعا من الثبات والتوازن مع الظروف غير المتغيرة المحيطة بها، وفي هذه الحالة هو المحافظة على ثبات الحرارة والرطوبة النسبية من أملاح يدوياً بدون استخدام فرشاة ناعمة وجافة بأداة صغيرة إذا كانت الحالة تمنع ذلك[209].
- تقوى كتل مادة البناء قبل استخلاص الأملاح لسد مسامها[210].

2-3- المعالجة من أخطار التلف البيولوجية:

تتمثل في سد الشقوق وتكحيل الفواصل جيدا بطريقة لا تسمح لبذور النباتات بالتواجد فيها وفي منع الحيوانات والوطاويط من الإقامة فيها عن طريق غمرها بالضوء وعدم إتاحة فرصة من الفجوات بها وفي الرش المستمر بالمبيدات لمنع تكاثر النمل الابيض فيها

[209]- رشا عبد الوهاب محمود الجمعة، المرجع السابق، ص 84.
[210]- عبد المعز شاهين، المرجع السابق، ص 243.

ومقاومة عشوش النحل البري أولا بأول وتفادي التغيرات المستمرة في درجة الرطوبة النسبية إبعادا للفطريات والكائنات الدقيقة[211].

2-3-1- الحيوانات:

أ- الوطاويط:

تقاوم الوطاويط باتخاذ الإجراءات التالية:

- العمل على ان يغمر الضوء كل أرجاء المبنى.
- سد الفجوات والشقوق التي يمكن أ تتخذها الوطاويط مهاجعا لها.
- تبخير الأماكن الموبوءة بأبخرة الكبريت[212].

ب- الفئران:

تقاوم الفئران بالطرق الآتية:

- العمل على ان يغمر الضوء كل أرجاء المبنى.
- سد الفجوات والشقوق التي يمكن أ تتخذها الفئران مهاجعا لها.
- تبخير الأماكن الموبوءة بالعدد الكافي من المصائد.
- مقاومة الفئران بالمبيدات الكيميائية ومنها فوسفيد الزنك.
- الحرص على نظافة المبنى بصفة دائمة.

ت- النمل الأبيض:

لمقاومة النمل الأبيض نتبع الخطوات التالية:

- رش المستعمرات والشقوق بمبيدات الكيروزوت.

---

[211]- نفسه، ص 187.

*- الأسموزية الكهربائية هي طريقة علمية حديثة اتخذت لعزل الرطوبة بتجفيف جدران المبنى من الرطوبة الزائدة ومنع تسرب المياه.

[212]- عبد المعز شاهين، المرجع السابق، ص 217.

- حفر أنفاق حول الجدران وملأها بمبيد الكيروزوت للقضاء على المستعمرات الموجودة أسفل الأساسات.
- رش الأخشاب المصابة وكذلك قوالب اللب والتلبيس الطيني بالكيروزوت أو بالمحاليل المبيدة التي تحتوي على مبيدات الكلوروفينول او النفتالينات المعدنية[213].

2-3-2- الكائنات الحية الدقيقة:

تقاوم الكائنات الحية الدقيقة باتباع الخطوات التالي:

- تفادي التغيرات المستمرة والمفاجئة في الرطوبة النسبية في أجواء المبنى.
- تثبيت الرطوبة النسبية في أجواء المبنى فيما بين 55- 65 % في درجة حرارة تتراوح ما بين 17- 25 درجة مئوية.
- رش أسفل الجدران والأجزاء المصابة بمحاليل المبيدات الكيميائية، ويمكن استخدام محلول فلوريد الصوديوم التجاري ويحضر بإذابة 5 غ في كل لتر من الماء أو فلوريد المغنيسيوم التجاري ويحضر بإذابة 25 غ في كل لتر من الماء، ويقلب بأداة خشبية[214].

[213]- عبد المعز شاهين، المرجع السابق ، 217.
[214]- نفسه، ص219.

الفصل الرابع

الجانب التطبيقي

تنبه علماء الآثار إلى إمكانية دراسة المواد الأثرية بشكل معمق باستخدام التقنيات العلمية الحديثة، وقد كان للعلوم الفيزيائية الكيميائية خاصة أثر كبير في علم الآثار الحديث خلال تحليل المخلفات الأثرية والتعرف على مكوناتها المختلفة، وقد كانت البدايات عبارة عن محاولات فردية ولكن في الخمسين سنة الماضية أحدث التقدم السريع في استخدام التقنيات العلمية المختلفة مثل" التقنية الإشعاعية التقنية النووية " ثورة كبيرة في أساليب البحث الأثري مما ساعد على تأسيس علم جديد سمي" علم كيمياء الآثار" كعلم مستقل له تقنياته أساليبه الخاصة ، يعطي التحليل الكيميائي معلومات هامة في مجال علم الآثار وأهمية هذه المعلومات هي إثبات التركيب النوعي للمصدر أو الأثر وهذا يؤدي إلى متطلبات أسلوب لتحليل الكيميائي المستخدم هما:

- أن يكون سريعا.
- ألا يكون ضاراً.

شهد علم الآثار في الفترات الماضية ثورة علمية حقيقية يتضح هذا في تسخير التطور الهائل في مختلف أنواع العلوم التطبيقية من فيزياء وكيمياء وغيرها في اكتشاف ودراسة اللقى الأثرية علية تتجلى مساهمة العلوم التطبيقية في مساعدة علماء الآثار على حل المشاكل المختلفة التي تواجههم في ثلاث مجالات:

- تحديد التاريخ المطلق للقى الأثرية .
- تحليل المواد الأثرية
- الكشف عن الكنوز الأثرية

ولقد تم استخدام الكثير من التقنيات العلمية في تحليل عينات الطوب وعينة الملاط لمعرفة بنيتها الأساسية والمواد الأولية وخصائصها ودرجة تدهورها والتقنيات المستخدمة في صناعتها.

لقد تم الحصول على العينات الخاصة بموضوع البحث من قصر تاغيت فقد اخذت العينات الثلاثة عينتين من الطوب وعينة من الملاط من أماكن مختلفة حسب درجة التدهور وبدأت عمل التحاليل من خـلال مختبـرات كلية العلوم والتكنولوجيا بولاية بومرداس.

إلا انه لابد من القول أن العمل ومنذ البداية أخذ يسير بطريقتين هما:

- العمل الميداني.
- العمل المخبري.

1- البروتوكول الدراسة:

1- أخذ العينات:

- أخذ كمية 300 غرام تقريبا من كل عينة وكانت ثلاث عينات: عينتين طوب وعينة ملاط.
- مباشرة التحليل.

2- التحليل البنيوي الماكروسكوبي:

- أخذ 200 غرام من العينة الى المخبر للعمل عليها.
- ملاحظة اللون.
- ملاحظة الملمس.
- ملاحظة درجة الهشاشة.

3- التحليل الميكروسكوبي:

- أخذ حوالي 10 غ من كل عينة.
- ضغط العينة بواسطة جهاز الضغط بعد التقوية.
- لصق العينة المضغوطة على الشريحة باستعمال الغراء(super glue).
- وضع العينة فوق الصفيحة الساخنة لمدة ساعة ونصف.
- نزع العينة.

- وضع العينة على جهاز الفرك حتى تبقى طبقة رقيقة جدا على الشريحة الزجاجية حتى يتسنى مرور الضوء.
- ملاحظة العينة بالمجهر.

4- التحاليل الفيزيوكيميائية:

- **حساب الكتلة الحجمية:**

- نأخذ مقدار من العينة
- وضع داخل الأنبوب المدرج المملوء بالماء المقطر
- ونقرأ الحجم الذي قامت بإزاحته العينة عند غمرها تماما

- **حساب الكتلة الخصوصية:**

- نأخذ مقدار من العينة نسحقها ونمررها في منخل نأخذ مقدار 4 غ.
- نزن البيكنومتر وهو فارغ ونضيف العينة ونزنه مرة أخرى ثم نضيف الطوليان ونضعه في حمام مائي لمدة نصف ساعة.
- ثم نزنه ثم نفرغ المحتوى ونملؤه لخط جورج بالطوليان ونزنه ونفرغه مرة أخرى.
- ونعيد ملأه بالماء المقطر لخط جورج ونزنه بين كل عملية وأخرى.
- نغسل البيكنومتر جيدا ونجففه في المجفف قبل أي عملية ونحسب.

- **حساب المسامية:**

- نجفف العينات حتى يتم الحصول على كتلة ثابتة في مجفف من نوع (memmert).
- تضع العينات في حمام مائي.
- بعد ساعتين نخرج العينات ونعيد وزنها.

- نحسب امتصاص الماء.

- **حساب حجم الحبيبات:**

- حساب نسبة الرطوبة في الحالة الطبيعية.
- نأخذ كتلة المقياس فارغ.
- نأخذ كتلة العينة.
- نجمع كتلة العينة والمقياس.
- M_0 هي الكتلة الأولية قبل التسخين.
- ندخل العينة في فرن لا تتجاوز حرارته 110 ْم لمدة نصف ساعة ونكرر العملية.
- نخرج العينة ونعيد وزنها الى أن تثبت الكتلة عند قيمة معينة.
- نجد ان الكتلة المتحصل عليها في الاخير متساوية مع الكتلة السابقة.

- **حساب نسبة كاربونات الكالسيوم:**

- نأخذ مقدار 0.4 غ من العينة.
- نضع العينة في الدورق ونقوم بلصق كرة صغيرة من البلاستيسين تحت الأنبوب الصغير.
- باستخدام ماصة نصب ما يكفي من حمض الهيدروكلوريك المركز في الأنبوب.
- وباستخدام ملقط كبير نضع الأنبوب في الدورق من دون إفراغه ونغلقه بالغطاء جيدا.
- نقوم بتغيير ارتفاع الكبسولة بحيث يكون الماء المالح على نفس المستوى في الكبسولة والأنبوب المدرج.
- نلاحظ المستوى ويجب أن يكون 0، ونغلق فتحة الدورق كذلك.
- نقوم بإمالة الدورق للسماح بتدفق الحمض فوق العينة، وننتظر حتى ينتهي الفوران.

- يتم إطلاق ثاني أكسيد الكربون.
- نفتح الدورق ونضيف القليل من الحمض إلى العينة ونتأكد من أن الحمض كان زائدًا وأن كل كربونات الكالسيوم قد تم مهاجمتها.

- **حساب نسبة الاملاح:**

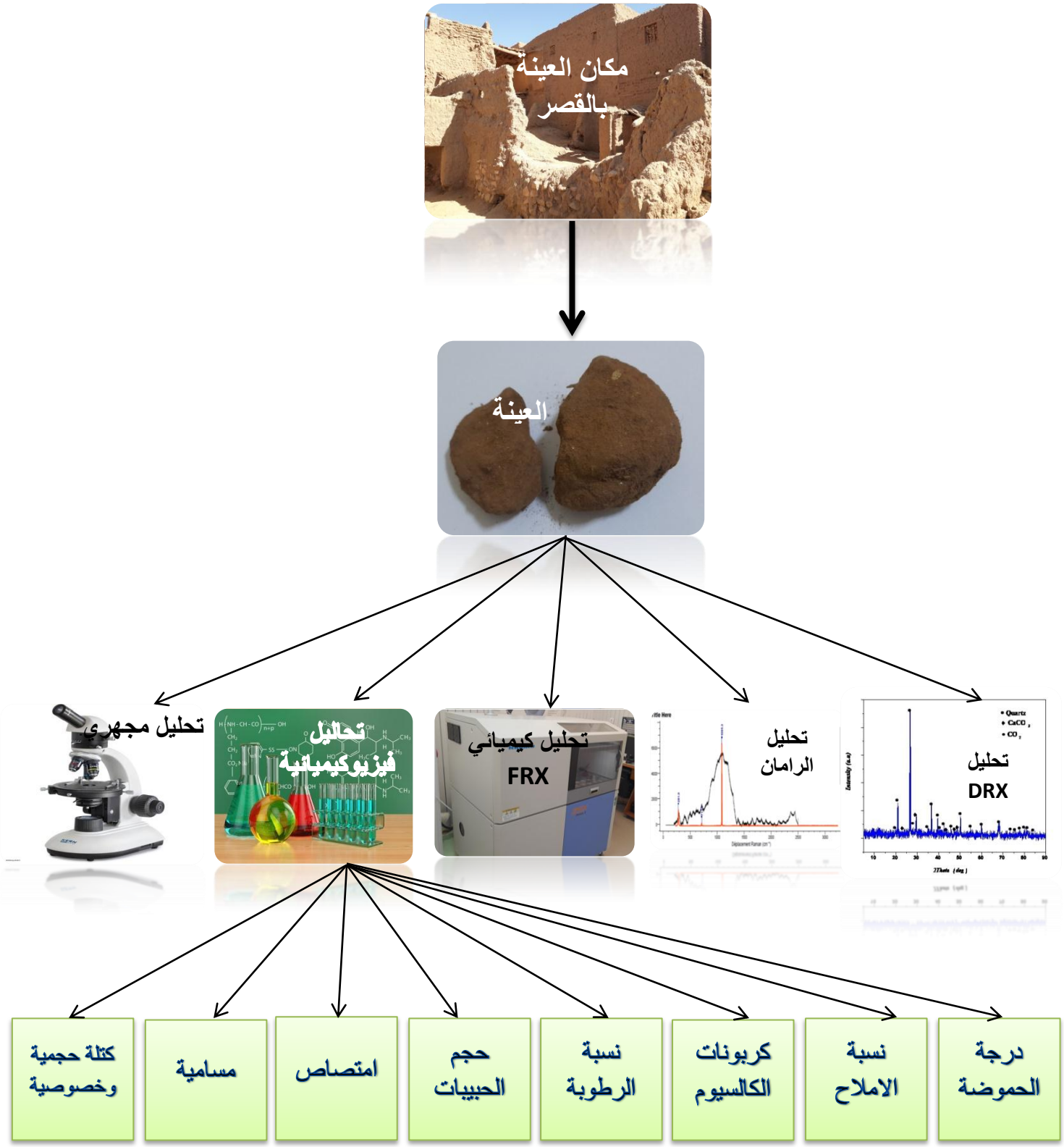
- نأخذ مقدار 3,11 g من الطوب.
- نأخذ حوجلة سعتها من 500 الى 700 مل نملأ مقدار 250 مل من الماء المقطر.
- ونضيف عليها العينة وندخل شريط مغناطيسي داخلها نضعها فوق الجهاز الخلاط.
- نتركها تدور لمدة ساعة من 40 الى 50 دورة في الدقيقة ونصفي الخليط في قارورة بواسطة قمع وورقة ترشيح.
- ننزع اول 50 مل التي من خلالها نتحصل على كمية الأملاح الموجودة بالعينة
- نضعها فوق صفيحة ساخنة حتى يجف المحلول وتتبقى كمية الأملاح المترسبة.
- نحسب الفرق بانقاص وزن الوعاء فارغ وبالرواسب.

- **قياس درجة الحموضة PH:**

- نأخذ المحلول المصفى من عملية الأملاح المذابة ونضعه في وعاء ندخل جهاز قياس الحموضة PH بداخله وننتظر الى أن تثبت النسبة ونسجل القيمة.

5- التحاليل الكيميائية:

- التركيبة الكيميائية.
- التحليل الطيفي بالأشعة تحت الحمراء بجهاز الرامان.
- التحليل المعدني DRX.



الشكل 7: يوضح البروتوكول، من إعداد الطالبة

6- العمل الميداني:

ترتب عليه زيارات ميدانية متكررة متعددة للقصر حيث تم جلب العينات من الطوب والملاط مما موجود داخل أسوار القصر ولم تشمل العينات الحجارة المتساقطة خارج الأسوار لأنها بالأساس هي التي تم تساقطها بفعل العوامل الطبيعية أو العوامل البشرية.

7- العمل المخبري:

3-1- التحليل البنيوي:

3-1-1- الملاحظة بالعين المجردة:

من خلالها نتمكن من ملاحظة المادة عن قرب والتعامل معها واكتشاف لونها وملمسها ومدى هشاشتها ونرى العينة في الصورة رقم 48 و49 و50.

3-1-2- الملاحظة بالمجهر الضوئي:

وهذه التقنية معروفة وشائعة في معرفة أنواع الصخور ومكوناتها مركباتها وتصنيعها، التي يستعمل فيها المجهر المستقطب أهميته في معرفة تراكيب المادة.

تتمثل عملية التحليل المجهري ومن خلال تحديد الصفات الضوئية للبلورات التي تعتمد على القص من حيث المبدأ عن طريق استخدام قطعة من الزجاج الخشن فوق مصدر ضوئي للحصول على إنارة متجانسة من الضوء الأبيض النقي، بعد انطلاق الأحزمة الضوئية من مصدر الإضاءة واختراق ذلك للشريحة الزجاجية الموجودة فوق القاعدة الدائرية للمجهر حينها ينتقل الضوء بما يحمله من معلومات عن المادة المراد فحصها والموضوعة على الشريحة إلى العدسة الشيئية التي تعمل بدورها على تكبير الحزم الضوئية عن طريق انتقالها إلى المحلل الذي يسمح للضوء بالمرور إلى العدسة العينية التي يزداد كبرها، تظهر المادة المراد فحصها بشكل كبير وواضح وعلى ضوء ذلك تسهل

لنا دراسة المواد التي يتم تحليلها عن طريق التحليل بواسطة المجهر، تمت هذه التجربة بجامعة التكنولوجيا ببومرداس.

الصورة رقم 34 : صفيحة التسخين، من إعداد الطالبة

الصورة رقم 35 : العينات بعد الصاقها بواسطة غراء خاص على الشريحة الزجاجية وتسخينها، من إعداد الطالبة

الصورة رقم 36 : جهاز لفرك العينة بعد نزعها من الصفيحة الساخنة لتشكيل الطبقة الرقيقة على الشريحة الزجاجية للملاحظة بالمجهر، من إعداد الطالبة

الصورة رقم 37: المجهر الضوئي

3-2- التحاليل الفيزيوكيميائية:

3-2-1- الكتلة الحجمية:

3-2-1-1- تعريف الكتلة الحجمية:

لكل مادة كتلة حجمية والمادة هي كل شيء له حيز خاص به فتختلف الكتلة الحجمية للمادة حسب نوعها فالمادة الصلبة لها كتلة حجمية تختلف عن المواد السائلة وتختلف عن المواد الغازية، لذلك فتعرف الكتلة الحجمية أنها مقدار فيزيائي يختلف من مادة لأخرى ونرمز له ب ρ، ويمثله حاصل قسمة كتلة المادة على حجمها فهي تمثل عدد الجرامات الموجودة في كل سنتيمتر مكعب من المادة، ووحداتها متعددة $g\cm^3$ او $kg\m^3$ او g\l بالنسبة للغازات.

ولكل مادة كتلة حجمية خاصة بها وسبب اختلاف الكتلة الحجمية للمواد هي طريقة توزيع الجزيئات بوحدة الحجم للمادة.

الكتلة الحجمية = الكتلة / الحجم

- ويمكن أن نحصل على الكتلة من هذا القانون فتكون: الكتلة = الكتلة الحجمية X الحجم.
- ويمكن أن نحصل على حجم المادة فيكون: الحجم = الكتلة / الكتلة الحجمية.
- ويلاحظ من تلك القوانين أن العلاقة بين الكتلة الحجمية والكتلة علاقة طردية عند ثبات الحجم أي كلما زادت الكتلة زادت الكتلة الحجمية والعكس أي كلما قلت الكتلة قلت الكتلة الحجمية.
- وتكون العلاقة عكسية بين الكتلة الحجمية والحجم عند ثبات مقدار الكتلة فنلاحظ كلما زاد الحجم قلت الكتلة الحجمية والعكس صحيح أي كلما قل الحجم زادت الكتلة الحجمية.

3-2-1-2- العوامل المؤثرة في الكتلة الحجمية:

أولا: درجة الحرارة: نلاحظ عند تسخين المادة ترتفع درجة حرارة جزيئاتها وتبدأ بالحركة وتبتعد عن بعضها فيحدث تمدد حرارة جزيئاتها وتبدأ بالحركة وتبتعد عن بعضها فيحدث تمدد في المادة فتنخفض الكتلة الحجمية لها.

ثانيا: الضغط: عندما نعرض المادة للضغط يحدث تقارب بين جزيئات المادة مع بعضها مما يسبب زيادة الكتلة الحجمية للمادة.

المعدات والمواد:

- ميزان
- انبوب مدرج سعته 100سم^3.
- المادة المراد دراستها.
- ماء مقطر.

نأخذ مقدار من العينة ونضعها داخل الأنبوب المدرج المملوء بالماء المقطر ونقرأ الحجم الذي قامت بإزاحته العينة عند غمرها تماما، ونعوض بالمعادلة التالية:

$$M_v = M / V$$

حيث أن:

M_v هي الكتلة الحجمية.

M هي الكتلة.

V هو الحجم.

النتائج المحصل عليها موضحة في الجدول رقم 14.

3-2-2- الكتلة الخصوصية:

المعدات والمواد:

-ميزان.

- بيكنومتر.

-منخل.

-هاون مع مدقة.

-فرن التجفيف.

- طوليان.

- المادة المراد دراستها.

- ماء مقطر.

- حمام مائي.

نأخذ مقدار من العينة نسحقها ونمررها في منخل نأخذ مقدار 4 غ، نزن البيكنومتر وهو فارغ ونضيف العينة ونزنه مرة أخرى ثم نضيف الطوليان ونضعه في حمام مائي لمدة نصف ساعة ثم نزنه ثم نفرغ المحتوى ونملؤه لخط جورج بالطوليان ونزنه ونفرغه مرة أخرى ونعيد ملأه بالماء المقطر لخط جورج ونزنه بين كل عملية وأخرى نغسل البيكنومتر جيدا ونجففه في المجفف قبل أي عملية ونحسب بالصيغة التالية:

$$M_s = \frac{(M2 - M1) \times \int solvant}{M4 + (M2 - M1) - M3} \ g/cm^3$$

حيث أن:

M_s هي الكتلة الخصوصية.

M_1 هي كتلة البيكنومتر وهو فارغ.

M_2 كتلة البيكنومتر مع العينة.

M_3 هي كتلة البيكنومتر مع العينة مع الطوليان.

M_4 هي كتلة البيكنومتر مع الطوليان.

M_5 هي كتلة البيكنومتر مملوء بالماء المقطر.

$$\int \text{solvant} = \frac{M4 - M1}{Vp}$$

V_P هي حجم البيكنومتر.

$$V_p = \frac{M5 - M1}{H20} Cm^3$$

النتائج المحصل عليها في الجدول رقم 15.

3-2-3- قياس المسامية:

يتم حساب المسامية المشتركة بالصيغة التالية:

$$P_c = \left(1 - \frac{M_v}{M_s}\right)100 \; ; \text{en } \%$$

النتائج المحصل عليها في الجدول رقم 16.

4-2-3- قياس قيمة الإمتصاص:

يتم اللجوء إليها بالنسبة لعمليات التحليل عند حاجتنا لتحديد قدرة امتصاص الحجارة للماء في فصل الشتاء, بنفس لوقت عند ظهور الماء في التربة ودوره في تخريب تدمير أساسات البناء الأثرية.

المعدات والمواد:

- الميزان
- حمام الماء
- فرن التجفيف
- المادة المراد دراستها
- ماء صالح للشرب

وضع التشغيل:

1. جفف العينات حتى يتم الحصول على كتلة ثابتة
2. ضع العينات في حمام مائي
3. بعد 30 دقيقة أخرج العينات
4. احسب امتصاص الماء بالصيغة

$$Ap = \frac{M_2 - M_1}{M_1} 100\ \%$$

M1: كتلة العينة الجافة

M2: كتلة العينة المشبعة بالماء

والنتائج المحصل عليها في الجدول رقم 17.

3-2-5- قياس حجم الحبيبات:

قياس الحبيبات بالليزر هو تقنية تم إنشاؤها في السبعينيات بشكل عام، يسمح قياس الحبيبات بقياس حجم الجسيمات، أو بشكل أكثر دقة من أنصاف أقطارها، يسمح توزيع حجم جسيمات الليزر بقياس الأحجام بين 0.05 و 900 ميكرومتر، وهو أكثر دقة بكثير من تقنية الغربال، لذلك فهي مناسبة بشكل خاص لتعليق البوليمرات لأي نوع من المسحوق (معدني أم لا).

وتكمن أهمية توزيع حجم الجسيمات للمادة في فهم خصائصها الفيزيائية والكيميائية، ويؤثر على القوة وخصائص تحمل الصخور والتربة، ويؤثر أيضًا على تفاعل المواد الصلبة المشاركة في التفاعلات الكيميائية.

وبالتالي تصنيفها لتحديد فيما بعد وملاءمتها للاستخدام بالأغراض الهندسية وتصنف التربة عادة بناء على تجربة التحليل الحبيبي الى:

1. تربة جيدة التدرج مؤلفة من الحبيبات الخشنة الى الناعمة وهذه أفضل أنواع التربة للأعمال الإنشائية لأنها تسمح بالوصول لكثافة عالية للتربة عن طريق إملاء الحبيبات الناعمة للفراغات المتشكلة بين الحبيبات الخشنة وبالتالي زيادة قدرة تحملها.
2. التربة وحيدة التدرج وهذه تحتوي على حجم واحد من الحبات وغالبا ما تستخدم كفلاتر خلف الجدران الاستنادية.
3. التربة سيئة التدرج حيث يوجد انقطاع بمخطط التحليل الحبيبي وهذه غير مرغوبة بالأعمال الإنشائية.

قياس الحبيبات بالليزر هو تقنية تعتمد على حيود الضوء وفقًا لنظرية فراونهوفر:

- نعتبر الجسيمات الكروية غير المسامية وغير الشفافة

- هذه الجسيمات لها قطر أكبر من الطول الموجي
- الجسيمات بعيدة بما فيه الكفاية عن بعضها البعض
- يتم تحريك الجسيمات بحركة عشوائية
- تشتت الجزيئات الضوء بنفس الكفاءة بغض النظر عن حجمها

عندما يضيء شعاع الليزر جسيمًا يمكن للمرء أن يلاحظ أطراف الحيود وفقًا لفراونهوفر، تعتمد شدة الإشعاع المنكسر وزاوية الانعراج على حجم الجسيمات. كلما كان الجسيم أصغر، زادت زاوية الانعراج.

تكمل نظرية مي وتستبدل نظرية فراونهوفر للجسيمات الأصغر من 10 ميكرومتر.

يحدد معيار ISO 13320 النظرية والشروط الصحيحة لاستخدام مقاييس التحبيب بالليزر.

أول شيء يجب القيام به هو تفريق العينة بشكل عام ، يتم استخدام الماء كمشتت ، لكن الماء ، مثل أي مشتت آخر ، يسبب ظاهرة الحيود التي يمكن اعتبارها ضوضاء في الخلفية. لذلك من الضروري في الخطوة الأولى قياس هذه الضوضاء بمفردها من أجل مقارنة اختلافات الانعراج لاحقًا. القياسات سريعة جدًا ، يستغرق الأمر بضع ثوانٍ لقراءة 2000 إلى 4000 مرة من الضوء المشتت بواسطة آلاف الجسيمات الموجودة في نفس الوقت في شعاع الليزر.

من الممكن أيضًا إجراء قياسات في العملية الجافة ، حيث يتم قياس كمية أكبر من الجسيمات، يعطي القياس المستمر وعبر الإنترنت استجابة فورية.

مبدأ:

يمر شعاع الليزر الذي يركز على الميكرون عبر السائل والجسيمات الموجودة في المنطقة الحساسة تخلق خاصية الانقراض والانتثار الخلفي لحجمها وعددها.

النتائج المحصل عليها موضحة في الشكل رقم 8.

الصورة رقم 38: جهاز قياس حجم الحبيبات، من إعداد الطالبة

3-2-6- نسبة الرطوبة:

3-2-6-1- تعريف الرطوبة:

الرطوبة الطبيعية هي النسبة المئوية لوزن الماء الموجود في عينة من التربة إلى وزن هذه العينة جافة والغاية من التجربة هو تحديد المحتوى المائي (الرطوبة الطبيعية).

الأجهزة المستخدمة:

- فرن تجفيف كهربائي آلي الضبط يمكن تثبيت درجة حرارته عند 110 - 105 مْ.

- ميزان حساس بدقة 0.01 غ.
- مقياس خزفي.

الصورة رقم 39 ميزان الكتروني، من إعداد الطالبة

- نأخذ كتلة المقياس فارغ.
- نأخذ كتلة العينة.
- نجمع كتلة العينة والمقياس.
- M_0 هي الكتلة الأولية قبل التسخين.
- ندخل العينة في فرن لا تتجاوز حرارته 110°م لمدة نصف ساعة ونكرر العملية.
- نخرج العينة ونعيد وزنها الى أن تثبت الكتلة عند قيمة معينة.

نجد ان الكتلة المتحصل عليها في الاخير متساوية مع الكتلة السابقة.

نزن العينة بدون المقياس بطرح قيمة المقياس فارغ من القيمة الأخيرة المتحصل عليها وهنا نكون قد تحصلنا على عينة جافة تماما من الرطوبة.

نطرح وزن العينة المجففة من وزن العينة قبل التجفيف ثم نحسب النسبة المئوية بالنتائج المحصل عليها

النتيجة المحصل عليها في الجدول رقم 18.

3-2-7- قياس نسبة الكاربونات $CaCO_3$:

مقياس الكلس عبارة عن مجموعة كيميائية تسمح بفضل جرعة الحمض القاعدي بالتخلص من ثاني أكسيد الكربون الموجود في المحلول بشكل عام، ويتم إجراء هذا الاختبار عن طريق معايرة المحلول بحمض الهيدروكلوريك وهو حمض قوي.

يكشف جهاز مقياس الكلس حجم ثاني أكسيد الكربون الناتج عن عمل حمض الهيدروكلوريك (HCl) على كربونات الكالسيوم (CaCO3) في عينة الدراسة سواءا كانت من التربة أو الصخور.

الخطوة 1: تركيب الجهاز ومكوناته:

يمكنك عمل مقياس الكلس باستخدام:

- مصباح.
- انبوب متدرج 100 سم^3.
- دورق إرلنماير 100 سم^3. (استعملنا قارورة بدراستنا).
- أنبوب زجاجي صغير يبلغ ارتفاعه حوالي نصف ارتفاع الدورق.
- غطاءان من ثقب واحد مناسبان للأنبوب المتدرج والدورق.
- 1.5 متر من أنبوب مرن مقسوم نصفين.
- ميزان لوزن العينة.
- رف للأنبوب الصغير.
- ملقط.
- القليل من البلاستيسين (لا يهاجمه الحمض).
- ماصة متدرجة.
- حمض الهيدروكلوريك مركز إلى حد ما.

صورة رقم 40: جهاز الكالسيمتر، من إعداد الطالبة

خطوة 2: تحضير القياس:

نحضر محلول مشبع من كلوريد الصوديوم (حوالي 4/1 لتر) يسكب في الكبسولة.

ملاحظة: إذا تم استخدام الماء غير المملح ، فسوف يذوب جزء من ثاني أكسيد الكربون المنطلق في الماء وستتشوه النتيجة.

نقوم بتفريغ الميزان ثم وزن العينة

ملاحظة: إذا كانت كتلة $CaCO_3$ أكبر من 0.4 غ ، فسيكون حجم ثاني أكسيد الكربون المنطلق أكبر من أن يتم قياسه.

- نضع العينة في الدورق ونقوم بلصق كرة صغيرة من البلاستيسين تحت الأنبوب الصغير.
- باستخدام ماصة نصب ما يكفي من حمض الهيدروكلوريك المركز في الأنبوب.
- وباستخدام ملقط كبير نضع الأنبوب في الدورق من دون إفراغه ونغلقه بالغطاء جيدا.

- نقوم بتغيير ارتفاع الكبسولة بحيث يكون الماء المالح على نفس المستوى في الكبسولة والأنبوب المدرج.
- نلاحظ المستوى ويجب أن يكون 0، ونغلق فتحة الدورق كذلك.
- نقوم بإمالة الدورق للسماح بتدفق الحمض فوق العينة، وننتظر حتى ينتهي الفوران.

ملاحظة: للحصول على قياس دقيق يُنصح بالانتظار لإعادة توازن درجة الحرارة مع درجة حرارة الهواء المحيط (تفاعل طارد للحرارة).

- يكون الضغط في الأنبوب المتدرج أكبر من الضغط الجوي.
- يجب إعادة الضغط الجوي عن طريق خفض المصباح حتى يتم الحصول على نفس المستوى في المصباح والأنبوب.
- يتم إطلاق ثاني أكسيد الكربون الآن عند الضغط الجوي ويمكن إجراء القياس.
- نفتح الدورق ونضيف القليل من الحمض إلى العينة ونتأكد من أن الحمض كان زائدًا وأن كل كربونات الكالسيوم قد تم مهاجمتها.

والنتائج موضحة في الجدول رقم 19.

3-2-8- تركيبة الأملاح (مقاومة تبلور الأملاح):

وهي طريقة لفحص معرفة مدى تأثير تبلور الأملاح الذائبة ما بين الصخور وتأثيرها على الحجارة الأثرية لأنها تعتبر عامل أساسي من عوامل التلف التي تساهم فيها العوامل الطبيعية مثل تأثير الحرارة والرطوبة على الآثار.

يعرف باسم تحليل الاملاح الذائبة وهو اختبار يمكننا من معرفة نسبة الاملاح الذائبة في العينة المدروسة.

نأخذ مقدار 3,11 g من الطوب.

نأخذ حوجلة سعتها من 500 الى 700 مل نملأ مقدار 250 مل من الماء المقطر ونضيف عليها العينة وندخل شريط مغناطيسي داخلها نضعها فوق الجهاز الخلاط نتركها

تدور لمدة ساعة من 40 الى 50 دورة في الدقيقة ونصفي الخليط في قارورة بواسطة قمع وورقة ترشيح ننزع اول 50 مل التي من خلالها نتحصل على كمية الأملاح الموجودة بالعينة بوضعها فوق صفيحة ساخنة حتى يجف المحلول وتتبقى كمية الأملاح المترسبة.

الصور رقم 41 : توضح تصفية محلول الأملاح المركز، من إعداد الطالبة

- نأخذ وعاء فارغ ونزنه m1= 57,46 g
- نفرغ 50 مل من المحلول المصفى في الوعاء
- نضعه فوق صفيحة ساخنة ليتبخر

وبعد ذلك في الفرن للتأكد من انه جاف تماما ونزنه مرة أخرى m2= 57,48

نحسب كمية الاملاح بطرح القيمة الأولى وزن الإناء فارغ من القيمة الأخيرة بعدما ترسبت الأملاح الناتجة عن المحلول بعدما جف الاناء تماما.

الصور رقم 42: توضح خطوات ترسب الأملاح، من إعداد الطالبة

النتائج موضحة في الجدول رقم 20.

3-2-9- قياس درجة الحموضة:

نأخذ المحلول المصفى من عملية الأملاح المذابة ونضعه في وعاء ندخل جهاز قياس الحموضة بداخله وننتظر الى أن تثبت النسبة ونسجل القيمة وهي موضحة في الجدول رقم.

الصورة رقم 43: جهاز قياس الحموضة، من إعداد الطالبة

النتائج موضحة في الجدول رقم 21.

3-3- التحاليل الكيميائية:

3-3-1- التركيبة الكيميائية FRX:

الفلورة بالأشعة السينية (FRX) هي تقنية تحليلية يمكن استخدامها لتحديد التركيب الكيميائي لمجموعة متنوعة من أنواع العينات، بما في ذلك المواد الصلبة والسوائل والعجائن والمساحيق السائبة، تستخدم الأشعة السينية أيضًا لتحديد سمك وتكوين الطبقات والطلاء، يمكنه تحليل عناصر تتراوح من البريليوم (Be) إلى اليورانيوم (U) بتركيز يتراوح من 100٪ بالوزن إلى مستويات أقل من جزء في المليون.

وقد استخدم في تحليل العينات التي تم طحنها طريقة عمل تألق الأشعة السينية (Fluorescence-Ray-X)ونهدف منه التعرف على مكونات العينات المختلفة، تتكون الطريقة من تسهيل مهمة إسقاط حزمة من الأشعة السينية التي تعرف بالأشعة السينية الابتدائية على العينة المراد فحصها فتؤدي إلى تهيج ذرات العناصر تحرير عدد من الالكترونات في مداراتها الداخلية عند قيام الكترونات المدارات الخارجية بملء الفراغات الناتجة في المدارات الداخلية ينبعث فوق الطاقة على شكل أشعة مميزه لكل عنصر لهذا يطلق على هذه الظاهرة اسم تألق طلاع الأشعة السينية.

تتميز هذه الطريقة بعدة خصائص منها:

- قدرتها على إيجاد تركيز العناصر في عينات الدراسة أكثر من غيرها.
- سهولة التحليل.
- الدقة العالية في التحليل.
- تحليل عينات مطحونة مثل الحجارة (حجارة القلاع) موضوع البحث.
- تحليل عينات سائلة.
- سرعة الحصول على النتائج.

قمنا بإجراء هذا التحليل بمخبر السيراميك بسطيف حيث يسمح بمعرفة التركيبة الكيميائية وتسهيل كشف النسب المرتفعة للأكاسيد السائدة في العينة وتحصلنا على النسب الموضحة في الجدول رقم 22 و23 و24.

3-3-2- التحليل الطيفي بالأشعة تحت الحمراء بجهاز رامان:

مطياف رامان متحد البؤر من (LabRam HRevolution) من (Horiba Jobin Yvon)،وهو أحد أساليب التحليل الطيفي الجزيئي، والذي يستخدم تفاعل الضوء مع المادة للحصول على تكوين المادة و خصائصها، وهو جهاز ذو دقة مكانية جيدة جدًا ، وذلك بفضل الجمع بين مجهر بصري مجهز بأهداف مختلفة (× 10 ، × 40 ، × 100) ، ودقة طيفية ممتازة نظرًا لبعدها البؤري 800 مم جنبًا إلى جنب مع حواجز شبكية 2400 أو 1800 أو 600 أو 300 خط لكل مم (gr / mm)، يحتوي جهاز قياس مايكرو رامان على ما يلي:

- لوحة حامل عينة تسمح بالتعديل الدقيق في X و Y و Z بفضل محركها في اتجاهات الفضاء الثلاثة ، ولإجراء تصوير رامان لسطح عينة أو وفقًا لطبقة عند العمق Z أسفل السطح، اللوحة تعمل في درجة حرارة الغرفة، مع هدف x100 ، تكون الدقة المكانية (xy) في حدود 1 ميكرومتر.
- مجهر ضوئي أوليمبوس (BX41) يستخدم لتركيز الليزر على سطح العينة وتجميع الإشارة بترتيب بضعة ميكرومتر. يحتوي هذا النظام على خمسة تكبيرات (× 10 × 40 × 100 × UV40 ×NIR100) وغشاء متحد البؤر، أيضًا للتحكم في دقة العمق في الطبقات المراد تحليلها، يمكن ضبط ثقب يسمح للإشارة المجمعة بالمرور من خلال 0 إلى 1000 ميكرومتر.
- مصدر إثارة ناتج إما عن طريق ليزر الهيليوم نيون المنبعث باللون الأحمر (633 نانومتر) وأيضًا بواسطة ليزر (He-Cd) المنبعث من الأشعة فوق البنفسجية (325 نانومتر). ويبلغ الطول الموجي للأشعة تحت الحمراء (785 نانومتر).
- مرشح "نوتش" يعمل كمرشح شق عند تردد خط الليزر المثير المستخدم وبالتالي يزيل تشتت رايلي و يعمل هذا الفلتر أيضًا كفاصل لتوجيه شعاع الإثارة.

- جهاز أحادي اللون للتحليل الطيفي، يتكون من 4 حواجز شبكية (300 ، 600 ، 1800 و 2400 خط لكل مليمتر) ويسمح بذلك تشتت المكونات المختلفة للضوء المنتشر بواسطة العينة.
- نظام كشف يتكون من كاميرا CCD متعددة القنوات مبردة لدرجة حرارة النيتروجين السائل k77 بواسطة تأثير بلتيير لتقليل الضوضاء (الإلكترونية)، تبلغ دقة هذه الكاميرا 1024 × 256 بكسل 26 ميكرومتر لكل منهما.
- كاميرا ملونة لعرض المنطقة التي تم تحليلها.

هذا الجهاز التجريبي مجهز بنظام تحكم حاسوبي، يتم تحليل خصائص أطياف رامان التي تم الحصول عليها (التردد، الشدة، موضع القمم، إلخ) بواسطة برنامج (LabSpec) من (Horiba). (والنتائج موضحة في الشكل 9 و10 و11).

الصورة رقم 44: جهاز رامان

3-4- التحليل المعدني DRX :

حيود الأشعة السينية (DRX) هي تقنية لتوصيف المواد المتبلورة، سواء كانت ضخمة، في شكل مسحوق أو رواسب في المختبر، يتم تطبيق هذه التقنية بشكل أساسي على المواد غير العضوية: المعادن، السبائك، السيراميك.

حيث يتم إرسال حزم الأشعة السينية التي ينتجها الأنبوب إلى العينة التي تنحرف فيها الذرات، تتداخل هذه الحزم المنعرجة مع بعضها البعض، مما يؤدي إلى إنتاج إشارة مكثفة في مناطق محددة من الفضاء، هذه الإشارة هي التي يجمعها الكاشف، ويتم رسمها في شكل منحنى (حيود) الذي يُظهر قممًا عند زوايا محددة جدًا للانحراف، موقع هذه القمم هو توقيع حقيقي لترتيب الذرات داخل بلورة (المسافة بين الذرات، بين المستويات داخل البلورات).

يجعل حيود الأشعة السينية من الممكن تمييز المنتجات التي لها نفس التركيب الكيميائي ولكن بترتيبات ذرية مختلفة، على سبيل المثال تحتوي كربونات الكالسيوم مثل الكالسيت والأراجونيت مع نفس الصيغة الكيميائية($CaCO_3$) على أنماط حيود مختلفة، من ناحية أخرى فإن الأطوار ذات الطبيعة الكيميائية المختلفة ولكن ذراتها منظمة وفقًا لنفس الترتيب تظهر أوجه تشابه كبيرة وهي قمم الحيود الموجودة في نفس مواضع الزاوية.

في الخليط من الممكن تحديد طبيعة كل مرحلة من المراحل البلورية الحالية ، بشرط أن يكون توقيع كل مرحلة من هذه المراحل معروفًا مسبقًا، يتم إجراء تحديد الهوية في خطوتين الأولى (البحث) تتكون من مقارنة القمم التي تم الحصول عليها مع تلك الموجودة في قاعدة البيانات التي تضم مئات الآلاف من السجلات، تتبع هذه الخطوة خطوة تحقق (تطابق) في ضوء التركيب الكيميائي، يتم إجراء التحقق من قبل المستخدم الذي يجب أن يكون لديه معرفة جيدة بالعينة من أجل إزالة الغموض والالتباس.

4- نتائج التحليل:

4-1- نتيجة الملاحظة بالعين المجردة:

- **اللون:**

بني عامة بالنسبة للعينة الأولى وأصفر فاتح بالنسبة للعينة الثانية وأصفر فاتح بالنسبة لعينة الملاط وتحتوي العينات كذلك على حبيبات بيضاء دليل على وجود الكلس وحبيبات سوداء دليل على وجود الفحم.

- **السطح:**

غير مستوي يحتوي على حجارة بمقاسات تصل الى 2 أو 3 ملم الى 1 سم وقد تصل الى 2 سم كما يحتوي على قطع من جريد النخيل وقطع من البلاستيك والريش وهذت دليل على الخلط العشوائي.

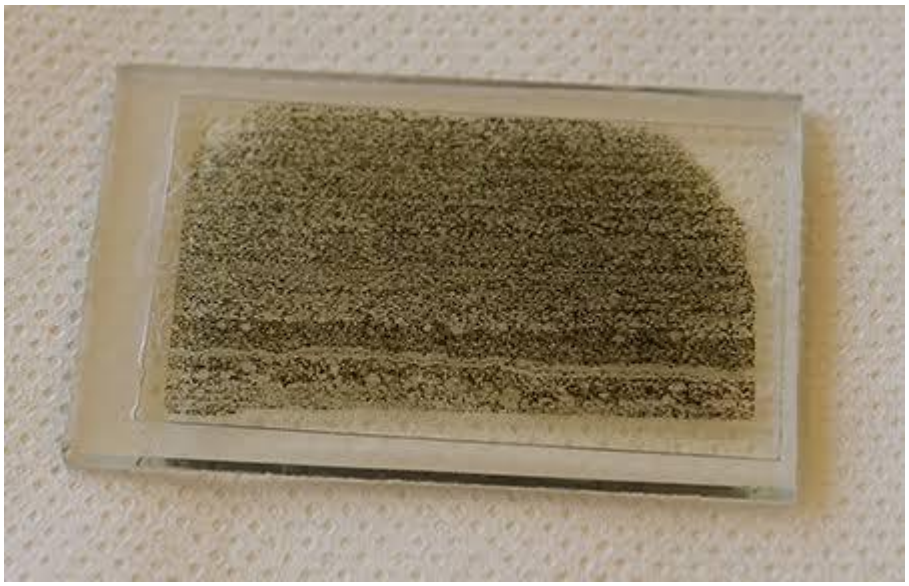
كما نلاحظ تشققات وشروخ وثقوب على السطح وهذا دليل على عدم الضغط الجيد عند استعمال القوالب، ونلاحظ كذلك هشاشته عند ملامسته بواسطة اليد وتفتته وهذا بفعل تأثره بالعوامل الطبيعية وقلة نسبة المادة الماسكة التي تزيد من صلابته.

الصورة رقم 45: تمثل عينة الطوب 1

الصورة رقم 46: تمثل عينة الطوب 2، من إعداد الطالبة

الصورة رقم 47 تمثل عينة الملاط، من إعداد الطالبة

2-4- الملاحظة بالمجهر:



الصورة رقم 48: الشريحة الزجاجية بعد فركها، من إعداد الطالبة

الصورة رقم 49: ملاحظة الشريحة بالمجهر، من إعداد الطالبة

4-3- نتيجة الكتلة الحجمية:

الجدول رقم 14:

العينة	الكتلة الحجمية غ/سم^3
عينة الطوب 1	2.60
عينة الطوب 2	2.45
عينة الملاط	2.08

4-4- نتيجة الكتلة الخصوصية:

الجدول رقم 15:

العينة	الكتلة الخصوصية غ/سم^3
عينة الطوب 1	2.98
عينة الطوب 2	2.96
عينة الملاط	2.37

4-5- نتيجة المسامية:

الجدول رقم 16:

العينة	المسامية %
عينة الطوب 1	12.75
عينة الطوب 2	8.92
عينة الملاط	12.23

نلاحظ أن المسامية ضعيفة مقارنة بالفراغات الموجودة بالعينات.

4-6- نتيجة الإمتصاص:

الجدول رقم 17:

العينة	الامتصاص %
عينة الطوب 1	20
عينة الطوب 2	15
عينة الملاط	15

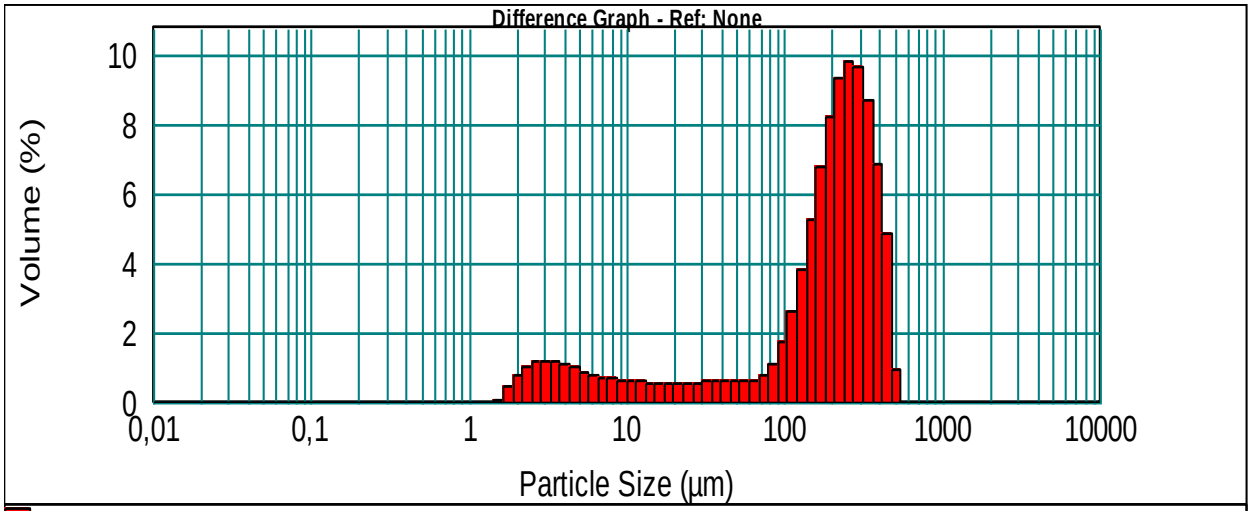
نلاحظ كذلك أن درجة الامتصاص ضعيفة مقارنة بالفراغات الموجودة بالعينات وطبيعتها التي كان يجب أن تكون نسب درجة امتصاصها أكبر من هذه النسب.

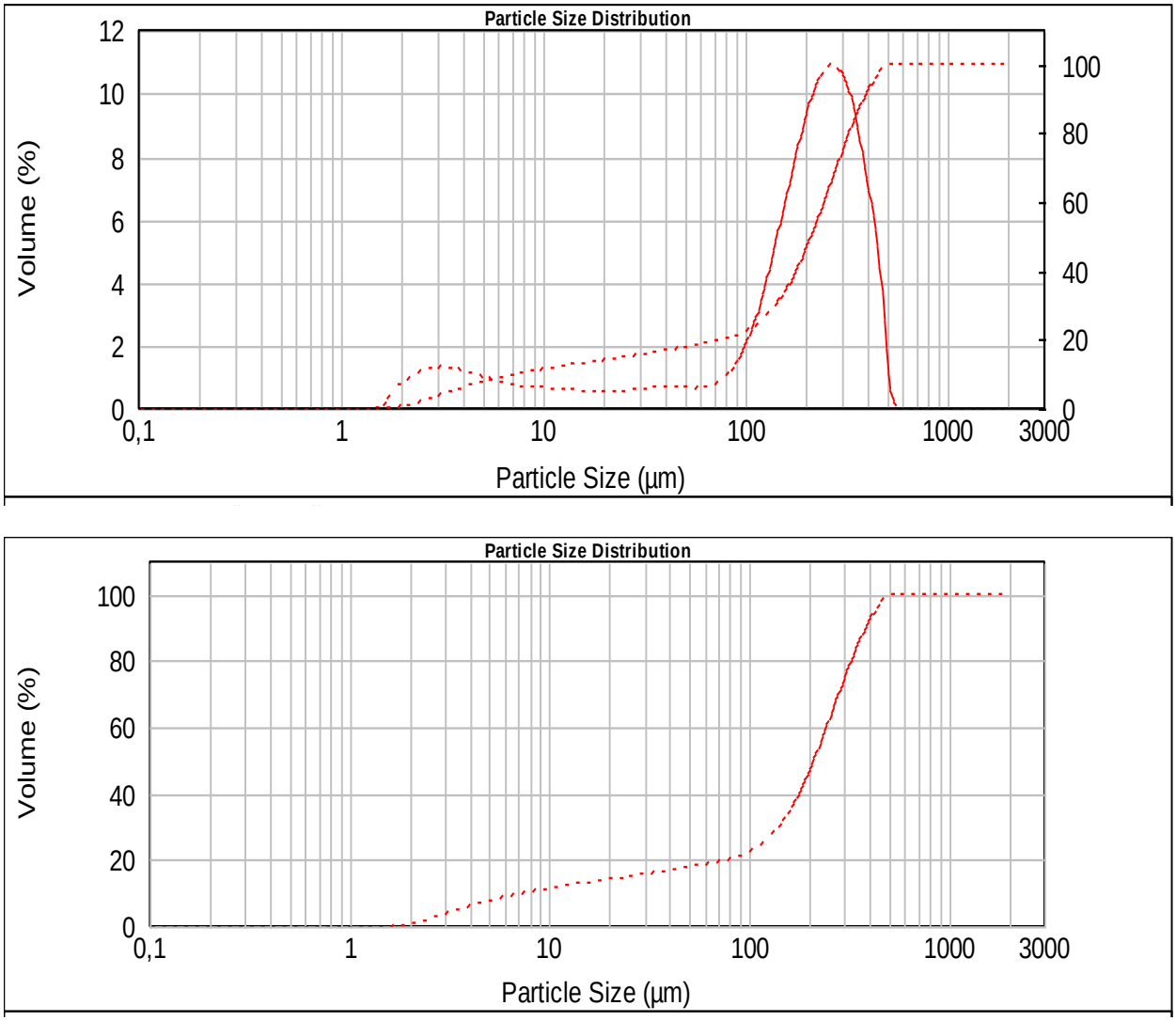
4-7- نتيجة الرطوبة:

الجدول رقم 18:

العينة	الامتصاص %
عينة الطوب 1	1.77
عينة الطوب 2	1.85
عينة الملاط	1.34

4-8- نتيجة حجم الحبيبات:





شكل رقم 8 حجم الحبيبات

نلاحظ أنها تربة جيدة التدرج لأنها مؤلفة من الحبيبات الخشنة الى الناعمة والتي تعتبر أفضل أنواع التربة للأعمال الإنشائية لأنها تسمح بالوصول لكثافة عالية للتربة عن طريق إملاء الحبيبات الناعمة للفراغات المتشكلة بين الحبيبات الخشنة.

4-9- نتيجة CaCo3:

الجدول رقم 19:

العينة	حجم الغاز المطروح ملل	نسبة الكاربونات %
عينة الطوب 1	15	13.2
عينة الطوب 2	14	12.4
عينة الملاط	18	16

نلاحظ أن نسبة الكاربونات بالعينات الثلاثة متقاربة وهذا دليل على اعتماد المادة الأولية نفسها في خلط العينات بالنسبة للطوب و الملاط.

4-10- نتيجة نسبة الأملاح:

الجدول رقم 20:

العينة	نسبة الأملاح %
عينة الطوب 1	0.64
عينة الطوب 2	0.96
عينة الملاط	0.64

4-11- نتيجة قيمة ph :

الجدول رقم 21:

العينة	قيمة ph
عينة الطوب 1	8.28
عينة الطوب 2	7.99
عينة الملاط	8.40

نلاحظ أن الأملاح التي تحتويها هي أملاح قاعدية وهذا من خلال نتيجة درجة حموضتها وتكون من الماء المضاف في خلط الطوب أو من تربة الطوب نفسها.

12-4- نتيجة FRX:

Résultat		
Echantillon : Adobe 1		**Date d'analyse : 08.12.2021**
Type d'Echantillon : Oxyde/ Poudre		
No.	Oxyde	Résultats (% massique)
1	CO2	16.707
2	Na2O	2.514
3	MgO	3.0507
4	Al2O3	9.9252
5	SiO2	42.5812
6	P2O5	0.3021
7	SO3	1.629
8	Cl	4.7167
9	K2O	3.9779
10	CaO	11.5569
11	TiO2	0.4185
12	Cr2O3	0.0139
13	MnO	0.0244
14	Fe2O3	2.4747
15	NiO	0.0026
16	CuO	0.003
17	ZnO	0.01
18	As2O3	0.002
19	Br	0.002
20	Rb2O	0.005
21	SrO	0.0215
22	Y2O3	0.0011
23	ZrO2	0.0168
24	BaO	0.0436

جدول رقم 22: يوضح التركيبة الكيميائية لعينة الطوب رقم 1

Résultat		
Echantillon : Adobe 2		**Date d'analyse : 08.12.2021**
Type d'Echantillon : Oxyde/ Poudre		
No.	Oxyde	Résultats (% massique)
1	CO2	18.1991
2	Na2O	0.9666
3	MgO	2.8118
4	Al2O3	11.2315
5	SiO2	46.0503
6	P2O5	0.3467
7	SO3	1.4776
8	Cl	1.5974
9	K2O	3.0171
10	CaO	11.1662
11	TiO2	0.4569
12	Cr2O3	0.0045
13	MnO	0.0367
14	Fe2O3	2.5452
15	NiO	0.0027
16	CuO	0.0039
17	ZnO	0.0083
18	As2O3	0.0017
19	Br	0.0011
20	Rb2O	0.0043
21	SrO	0.0177
22	Y2O3	0.001
23	ZrO2	0.0082
24	BaO	0.0435

جدول رقم 23: يوضح التركيبة الكيميائية لعينة الطوب رقم 2

Résultat

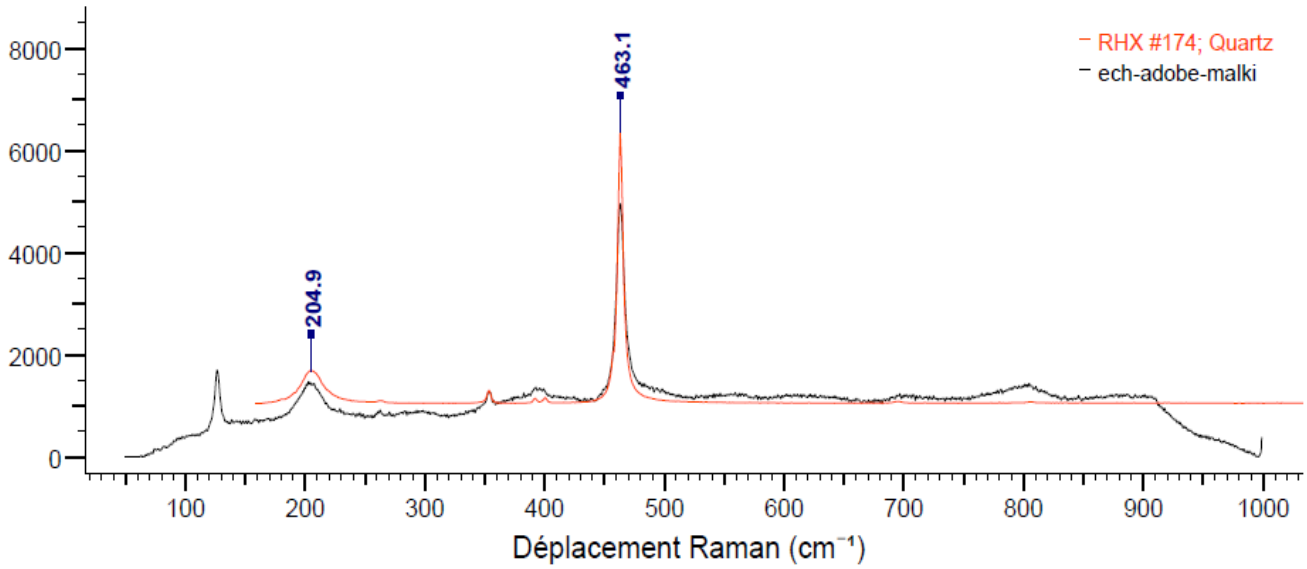
Echantillon : Mortier **Date d'analyse : 08.12.2021**

Type d'Echantillon : Oxyde/ Poudre

No.	Oxyde	Résultats (% massique)
1	CO2	15.7547
2	Na2O	0.5317
3	MgO	2.8165
4	Al2O3	11.8168
5	SiO2	46.2464
6	P2O5	0.2218
7	SO3	0.9814
8	Cl	0.5933
9	K2O	2.736
10	CaO	14.5593
11	TiO2	0.4844
12	Cr2O3	0.0167
13	MnO	0.0489
14	Fe2O3	3.0931
15	NiO	0.0049
16	CuO	0.0023
17	ZnO	0.0089
18	As2O3	0.0013
19	Br	0.0053
20	Rb2O	0.0045
21	SrO	0.0186
22	Y2O3	0.0014
23	ZrO2	0.0238
24	BaO	0.028

جدول رقم 24: يوضح التركيبة الكيميائية لعينة الملاط

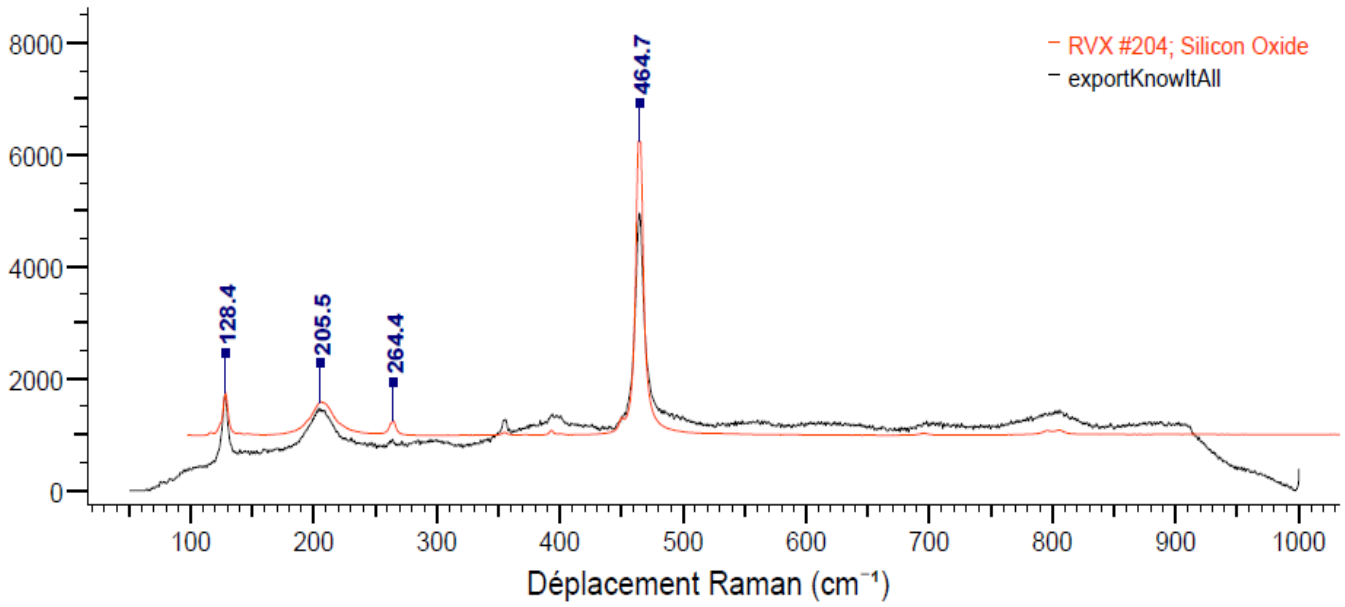
13-4- نتائج تحليل الرامان:



Corrections manuelles : Ligne de base, Bruit
Ranges: Entier
Algorithme de recherche : Corrélation
Chemin de requête : S.O.

Nom	Valeur
HQI résultant	93.30
Abréviation de base de données	RHX
Titre de la base de données	Raman - Forensic - HORIBA
ID d'enregistrement	174
Nom	Quartz
CAS Registry Number	14808-60-7
Classification	mineral
Comments	Ghiare Berceto, Italy
Formula	SiO2
Instrument Name	HORIBA LabRAM
Raman Laser Power	632.8
Source of Sample	Bersani, Parma, Italy
Source of Spectrum	HORIBA Scientific
Substance Type	tectosilicate; silicon oxide
Synonyms	C.I. Generic name: Pigment White 27; PW27; Gems: Rock crystal - Citrine - Morion - Girasol - Prasiolit - Hematoid - Ametyste

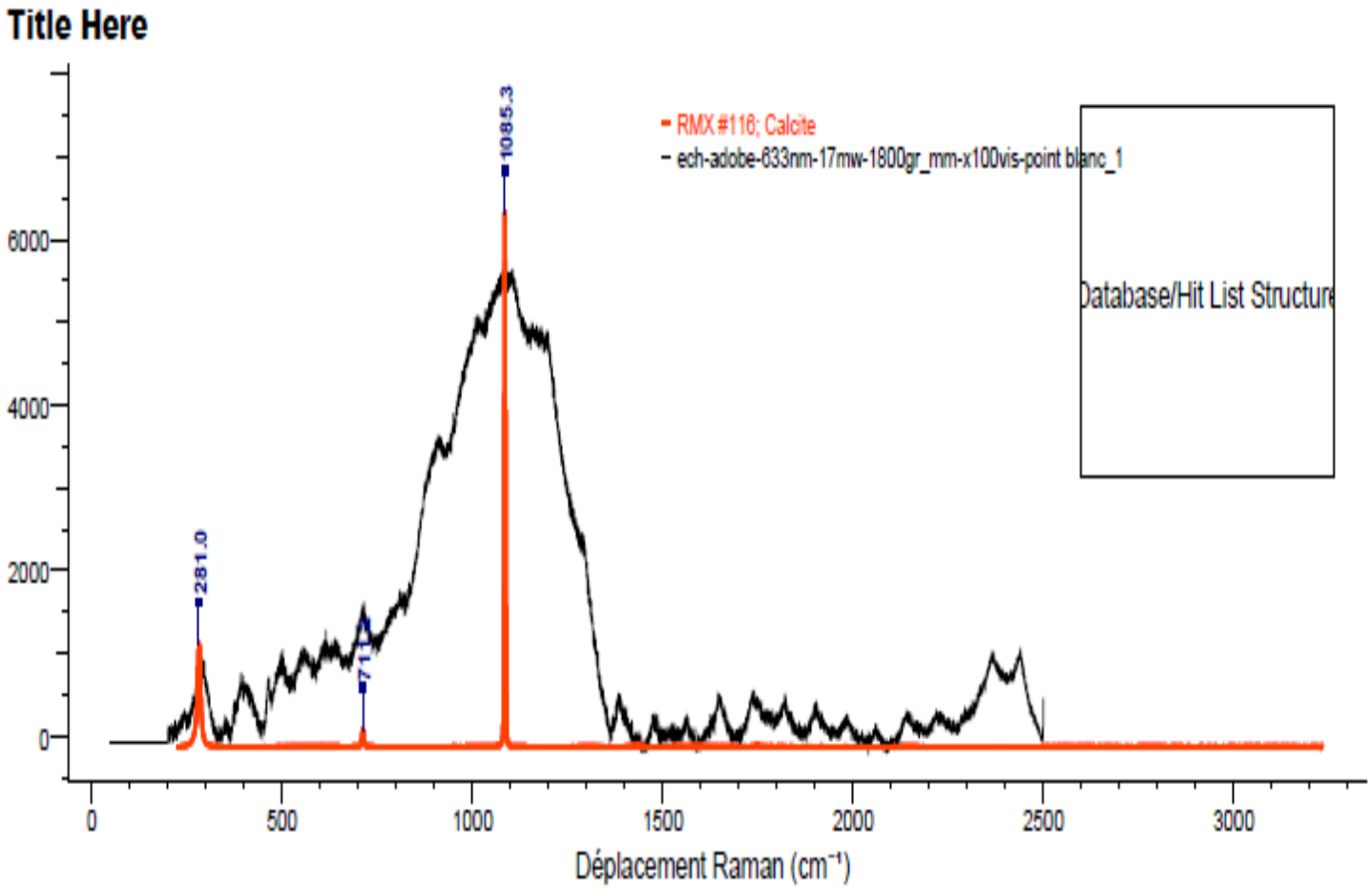
الشكل رقم 9: نسبة الكوارتز بعينة الطوب



Corrections manuelles : Ligne de base, Bruit
Ranges: Entier
Algorithme de recherche : Corrélation
Chemin de requête : S.O.

Nom	Valeur
HQI résultant	92.72
Abréviation de base de données	RVX
Titre de la base de données	Raman - Semiconductor Materials - HORIBA
ID d'enregistrement	204
Nom	Silicon Oxide
Comments	alpha-SiO2
Formula	SiO2
Instrument Name	HORIBA
Raman Laser Power	514.5
Sample Description	trigonal
Source of Sample	ENS, Lyon, France
Source of Spectrum	HORIBA Scientific
Substance Type	dielectric; oxide; spectrum from mineral Quartz

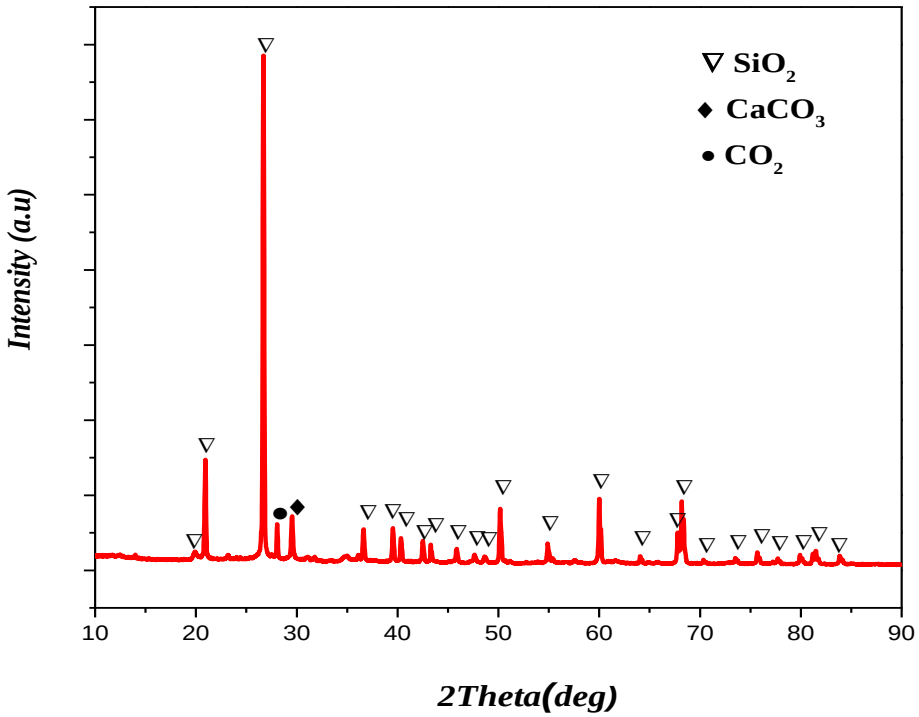
الشكل 10: نسبة ثنائي أكسيد السليسيوم بعينة الطوب



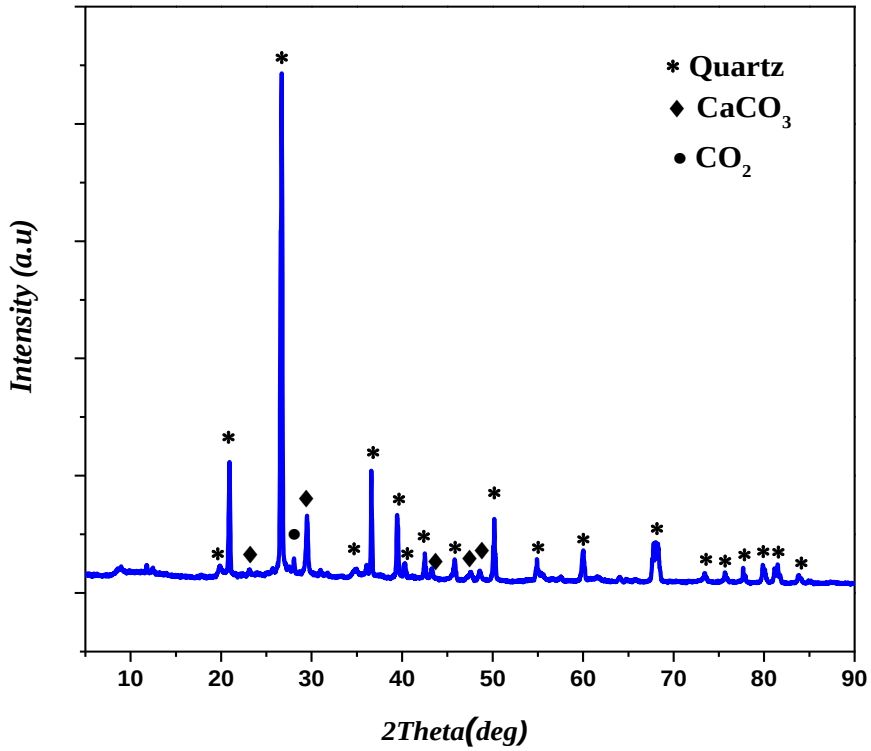
Nom	Valeur
Nom	Calcite
Classification	carbonate
Comments	con.H
Formula	CaCO3
Instrument Name	HORIBA
Raman Laser Power	785
Source of Sample	Caltech
Source of Spectrum	HORIBA Scientific

الشكل 11: نسبة الكالسيت بعينة الطوب

14-4-نتائج تحليل المعدني DRX:



الشكل 12: نتيجة DRX للعينة 1



الشكل 13: نتيجة DRX للعينة 2

5- تحليل النتائج المخبرية:

نلاحظ من خلال النتائج المحصل عليها لتحليل التركيبة الكيميائية والتحليل المعدني لعينات الطوب والملاط أنه يتكون من الكوارتز (Quartz) ذو الصيغة الكيميائية (SiO_2) وهو المكون الاساسي للرمل، إضافة إلى الكالسيت وهو معدن كاربوناتي يتكون من كاربونات الكالسيوم ($CaCo_3$) يحدد من خلال حجم ثاني أكسيد الكربون المطروح خلال تعريض الطوب والملاط لحمض الكلورودريك وهذا ما أظهره تحليل نسبة الكاربونات والذي يعمل كرابط وماسك للطوب، كما نلاحظ من خلال الدراسة الماكروسكوبية وجود بقايا سعف النخيل وأحيانا بقايا التبن التي استعملت بشكل وبكميات مختلفة بهدف زيادة التماسك بين المكونات الاساسية وزيادة مقاومة الشد، كما أظهرت التحاليل احتواء عينات

الدراسة على بعض المكونات الثانوية الاخرى كالمغنيزيوم والبوتاسيوم التي كان مصدرها التربة والرمل، كما اظهرت الدراسة الحبيبية قلة استعمال المادة الرابطة الذي يتكون أساسا من الكالسيت بكميات قليلة وهذا راجع لطبيعة الطوب والملاط الطيني عكس الملاط الجيري الذي يضاف اليه كربونات الكالسيوم بكميات كبيرة وهذا راجع لاستعمال المواد المحلية المتوفرة، واستعمال هذه المواد يتوافق مع نوعية هندسة المباني التي تتكون من طابقين على الأكثر.

وأظهرت نتائج التحليل عن طريق استخدام الميكروسكوب إلى استعمال وظهور معدن الكالسيت ($CaCo_3$)، و تواجد الكالسيت كمادة إضافية وبنفس الوقت مادة لاصقة كما ذكرنا سابقا وكذلك ظهور مادة الكوارتز على شكل مادة مضافة إلى عينة الملاط وعينات الطوب، كما أظهرت النتائج من خلال جهاز الرامان والتحليل المعدني التطابق مع التحاليل الأخرى في معظم مكونات التحاليل للعينات مع اختلاف طفيف بين عينات الطوب وعينة الملاط.

وكاستنتاج أدت الطرق التقليدية في تشكيل الطوب كذلك لفقدان بعض الخواص الهامة التي تساهم في صلابة الطوبة واستقرار المبنى وأدت الى فقدان متانة مادة البناء وانهيارها مع مرور الوقت وتعرضها للعوامل الطبيعية لأنها لم تضغط جيدا عند التشكيل في القوالب مما ادى الى الشقوق والفراغات التي لوحظت على الطوبة وهذا كله يؤدي الى عدم التماسك وفقدان اجزاء وانهيار المبنى ككل.

وهذا لا ينفي ملائمة الخواص الهندسية للطوبة للبيئة الطبيعية الصحراوية بما أن نسبة الأمطار قليلة جدا بهذه المناطق فهذا النوع مناسب جدا لاستعماله بالبناء لتميزه بالسماكة والتي تعمل كعازل للحرارة الداخلية والخارجية، فلا يتأثر المحيط الداخلي بتقلبات

الحرارة الشديدة في الطبيعة الصحراوية، كما ان التقاليد الهندسية للمجتمع الصحراوي تركز على الصيانة الدورية للمباني في فصل الخريف بعد أن تتدهور بفعل تساقط الامطار الرعدية في فصل الصيف.

وفي هذه الحالة ولكي نتجنب حدوث انهيارات وخراب للمبنى يجب الصيانة الوقائية وهي الإجراءات الاحترازية التي نقوم بها لكي نمنع أو نحد من مظاهر التلف الذي يقع على المبنى الأثري في الوقت الراهن أو مستقبلا بقدر الامكان، والمراقبة الدورية لكل عنصر من عناصره وعلى فترات زمنية منتظمة، وكذلك إعادة الأجزاء المنهارة مع التلبيس بشكل منتظم، كما تتكامل معها بما لا يتعارض مع أهمية الأثر وعلاقته بالمحيط الخارجي ، حيث أن الأثر جزء لا يتجزأ من المكان الموجود فيه حيث يؤثر ويتأثر به، ومن الاحسن أن تكون مع بداية كل فصل خريف لتجنب أي خطر من أخطار العوامل الطبيعية كتساقط الامطار والرياح والزوابع الرملية.

6- بعض تدخلات الترميم التي أجريت بالقصر:

بما أن القصر ملك للخواص تعذر إجراء تدخلات ميدانية مباشرة ولم استطع التدخل حتى وان لم تكن مأهولة فكانت بعضها فنادق والآخر مقهى وحتى حضائر للحيوانات والبعض مغلقة من طرف الملاك إلا انني شاركت ببعض الأعمال التي كانت تجرى في ذلك الوقت ولجأت الى مساعدة أحد السكان بعملية لترميم بيته حيث اعتمد طريقة التكسية بالملاط وملأ بعض الفراغات الموجودة بالحائط، من خلال جلب الاجزاء المندثرة وإعادة خلطها بالماء وتكسية الحوائط وهذا لكسب الوقت لأنه وعند تشكيل الطوب والملاط من جديد يحتاج للكثير من الوقت للخلط والتخمير والتجفيف لذلك قام باستخدام المادة الموجودة.

الصورة رقم 50: توضح خلط المادة من إعداد الطالبة

الصورة رقم 51: توضح تلبيس الجدار من إعداد الطالبة

وبالنسبة لأعمال الترميم الأخرى بالقصر فقام بها بعض المتطوعين من مالكي القصر كذلك حيث كانت بدايتهم بالتنظيف وجمع القمامة المتراكمة وحرقها بعيدا عن القصر وجمع الأجزاء المنهارة والمتساقطة من الطوب والملاط والتربة ووضعها في أماكن مخصصة لغرض إعادة استخدامها كما ذكرنا سابقا، وبعد ذلك نأتي الى تصليح الجدران التي تعرضت بعض أجزائها للسقوط وملأها بالملاط المجهز أما المنهارة كليا فنفس العملية كما ذكرنا لعملية التلبيس جمع الطوب المتساقط والتربة المسترجعة وإعادة تشكيل الطوب بقوالب وتجفيفه لعدة أيام واستخدامه لإعادة بناء هذه الجدران، وملأ الفراغات والشقوق كما هو موضح في الصورة رقم 59 و60.

الصورة رقم 52: توضح عملية التنظيف، من إعداد الطالبة

الصورة رقم 53: لاسترجاع التربة المتساقطة، من إعداد الطالبة

الصور رقم 54: توضح القصر بعد التنظيف

من إعداد الطالبة

الصورة رقم 55: توضح ملأ الفراغات

من إعداد الطالبة

الصورة رقم 56: توضح تسوية نهايات الجدران ، من إعداد الطالبة

الصورة رقم 57: توضح بناء الجدار، من إعداد الطالبة

7- توصيات:

ومن أجل الحصول على نتائج ايجابية نتناول بعض الإجراءات المعتمدة :

- إعداد رسوم هندسية كاملة للأثر من مساقط و مقاطع و واجهات و تفاصيل.
- التصوير الفوتوغرافي للمبنى بزوايا مختلفة، و لكل جزء من أجزائه و تكبيرها بالمقاسات المطلوبة
- ترقيم القطع و الاجزاء للمبنى بمادة يسهل ازالتها و تنزيل هذه الارقام على الرسم المعد لذلك.
- فحص مادة البناء كيميائيا حتى يمكن تقوية الجزء الضعيف قبل فكه.
- يتم معالجة الاجزاء التالفة بعناية فائقة.
- يجب إعادة استخدام المواد القديمة سواء الطوب أو الأحجار او الاخشاب او الرخام و غيرها بعد معالجتها و تقويتها.

14-7-عملية الحفظ:

يطلق علي الأعمال التطبيقية والبحثية التي يقوم بها المختصون في صيانة الأثار في سبيل المحافظة عليه، وتهدف هذه العملية إلى الإبقاء والحفاظ على الوضع الحالي للمبنى باتخاذ التدابير اللازمة المذكورة في عملية الوقاية، مع إمكانية إجراء بعض الإصلاحات الضرورية لمنع المزيد من التدهور. وبشكل عام تركز عملية الحفاظ على إجراء الصيانة المستمرة مع إجراء الإصلاح للمواد والعناصر أكثر منه التركيز على أعمال الاستكمال أو البناء، وأن إجراء أي إضافات خارجية حديثة ال تقع ضمن نطاق هذه العملية. وأن الصيانة أو الإصلاح حتى ولو كان بالاستبدال لتوصيلات الكهرباء والماء تعتبر ضمنها ولكن بشكل محدود.

1-14-7. إجراءات عملية الحفظ:

حيث تحقق الاستقرار لمواد وعناصر البناء التالفة كإجراء أولي لحين البدء في تنفيذ الإجراءات الإضافية اللازمة. وتضم عملية استقرار البناء على إجراء تعزيز أو تدعيم إنشائي للمبنى وتثبيت الأجزاء غير الآمنة منه، وذلك بطريقة مؤقتة والتي تؤثر على مظهر المبنى التاريخي. وبالرغم من أن هذه العملية ليست ضرورية في كل مشروع حفظ، إلا أنها مع ذلك تعتبر جزء لا يتجزأ منها.

- حماية وصيانة مواد وعناصر البناء:

إن عملية الحماية بشكل عام تعتبر أقل درجات التدخل في عملية الحفاظ، وهي خطوة تحضيرية لأعمال أو خطوات أخرى. ومن أمثلة الإجراءات المتخذة في هذه العملية هي إزالة الترسبات والتكلسات من على أسطح مواد عناصر البناء، وتنفيذ طبقات الملاط الحامية، وتنظيف أنظمة صرف المياه من أسطح الأسقف، وتركيب أنظمة الإنذار.

- إصلاح مواد وعناصر البناء (التثبيت، التقوية، الحماية):

تبدأ هذه الخطوة عندما تتطلب حالة المبنى المزيد من إجراءات الحفظ. إن الهدف من عملية الحفاظ هو الاحتفاظ بالحالة القائمة لمواد وعناصر البناء باستخدام أقل قدر من المواد الدخيلة. تبدأ هذه الخطوة كغيرها من خطوات الحفاظ بأقل درجة من التدخل مثل تقوية المواد الهشة والضعيفة، وإعادة تكحيل المونة، وإجراء التدعيم الإنشائي بمواد حديثة مثل الحديد. وينبغي أن تكون جميع هذه التدخلات موثقة ومتناسبة مع مواد وعناصر البناء الأصلية بصريا وفيزيائيا ويمكن التعرف عليها وتمييزها بسهولة عند التدقيق[215].

[215]- عبد الله محمد الجاسم، استراتيجيات الحفاظ على المواقع الأثرية والإرتقاء بها، العدد الثالث، جامعة الملك سعود، الآثار والسياحة، 2018،، ص4.

- الاستكمال المحدود للعناصر التالفة بشكل كبير:

إذا لم تجدي نفعا الخطوة السابقة يتم اللجوء إلى هذه الخطوة من التدخل الاستكمال الأجزاء المتهالكة أو الأجزاء المفقودة لعناصر البناء، وذلك عندما تكون هناك نماذج متبقية دالة على الشكل الأصلي. وينبغي في المواد المستخدمة في الاستكمال أن تتلاءم مع القديم بصريا وفيزيائيا. أما في حالة الرغبة في إجراء استكمال لأجزاء بارزة مفقودة مثل السلالم الداخلية والأفاريز الزخرفية الخارجية، فإنها تنطوي تحت مظلة خطوة التأهيل أو الترميم[216].

7-15-التدعيم:

تعني كلمة التدعيم الإسناد لإعطاء القوة وإضافة لواصق ومواد تدعيمية ومقوية لمنع السقوط، وفي مجال الإنشاءات الهيكلية والبناءات المعمارية فإنها تعني اعطاء التوازن والأمن لغرض زيادة سلامته وديمومته، ولا يعني المحافظة الكلية على العناصر الأصلية بل استحداث هيكل جديد أو بعض العناصر المكونة للهيكل، بهدف المحافظة على المبنى ككل أو على الاقل المحافظة على شكله، وهذا بالتقيد بالقوانين التشريعية لهدف حماية المبنى، ويعتبر استعمال المواد والأساليب التقليدية ضروريا ونستطيع استخدام الأساليب الحديثة إذا ثبتت ملائمتها بالتجربة.

7-16-الترميم:

يتضمن ترميم القصر استبدال الأجزاء المنهارة بمواد مماثلة لطبيعة المبنى في الشكل واللون والمظهر، واستكمال الاجزاء الناقصة وتدعيم الاجزاء الآيلة للسقوط كالأسقف والاعمدة والادراج، وحقن الأساسات واعادة بناء الحوائط ومنع تسربات الرشح والنشع واستخلاص الاملاح، وملأ الفجوات والشقوق وتقوية الالكتل الحجرية، وغيرها من الاعمال التي تضمن استمرار المبنى وتوازنه وعدم اختلاله.

[216]- نفسه، ص 4.

وفي جميع الحالات يجب أن تتم الأعمال الترميم بحيث لا تطمس أو تغير من الطرز المعمارية الأثرية، وبطريقة يسهل معها التفريق بين الأجزاء القديمة والأجزاء الحديثة، ويجب استخدام مواد تتوافق في خواصها الطبيعية مع المواد الأثرية المستعملة في المبنى، بحيث لا يترتب على استخدامها أية اضرار جانبية في المستقبل.

17-7-اعادة توظيف القصر:

ترتبط عملية الحفاظ بعناصر مكملة كالترميم الذي ذكرناه آنفا، وكذلك ما يوفر الحماية للمبنى هو استعماله بعد ترميمه إما في وظيفته الأساسية التي انشئ من أجلها مع إضافة بعض المرافق العصرية وملائمتها بالنمط المعماري للقصر، يستهدف التوظيف من حيث المبدأ استخدام المبنى في الغرض الذي أنشئ من اجله لأنه بالطبع يناسب هندسته وامكانياته دون الحاجة لإجراء تعديل وتبديل قد يسيء الى أصالته ومكانته التاريخية، أو في وظيفة جديدة كما راينا في القصر فمن سكانه من استعمل سكنه لغرض السياحة وانشئ مقهى ومكان للراحة وكذلك فندق والذي لاحظنا اقبال كبير عليه من قبل السياح، واستعمال المبنى بعد ترميمه ليس بهدف إعاقة حركة النمو والتطور والتقدم ولكن على أساس أن يكون الجديد استمرارا للقديم وخلق بيئة منسجمة، يعتبر استخدام المبنى التراثي بعد ترميمه هدفا حيويا لأن بقاء المبنى مهجورا لا يؤدي دوره في المجتمع وسيعرضه للانهيار، ومن ثم فان عملية إعادة التوظيف تجعل المبنى التراثي متصلا بالحياة والمجتمع كما أن استثماره على هذا الشكل سيعطيه أسباب العناية والبقاء في متناول الاجيال، ويجب أن تكون الوظيفة الجديدة للمبنى ملائمة لطبيعة المبنى الانشائية والطبيعة المعمارية، ويجب كذلك أن تكون الوظيفة الجديدة للمبنى خاضعة لرؤية المتخصصين في المجال وبالتالي نجاح العملية.

إن المباني الاثرية تعتبر شواهد على التاريخ البشري و جسرا تنتقل خلاله الخبرات و العادات الاجتماعية بين الاجيال و رأفةً بتلك المباني التي تمثل ماضي الشعوب كان لا بد من إحياء الماضي و تحريك النبض فيه من خلال الترميم و إعادة تأهيل المباني بحيث نعيد لتلك المباني رونقها لأن التراث الذي لا يستخدم يندثر.

و من أجل الحفاظ المستدام تتوجب إعادة استغلال و توظيف المباني إذ أن عدم استعمالها يودي الى تلفها مرة أخرى.

و من حسن الحظ ان ثمة تقنيات تستخدم هذه الأيام في الترميم و تساهم بشكل كبير في الحفاظ على التراث و إحياءه و إصلاح ما تتعرض له الأبنية من تلف و تصدعات بفعل الزمن و عليه لا بد أن يكون الأثر نابضا بالحياة بعد ترميمه.

الخاتمة

الخاتمة:

خلصت هذه الدراسة الى أن القصور الصحراوية تمثل مكونا أساسيا للتراث المعماري للمجتمع الصحراوي الذي يحمل عدة مميزات متعلقة بالهوية المحلية وبالثقافة السائدة ويرتبط ارتباطا بالخصائص البيئية، حيث ترجم الانسان الصحراوي هذه المميزات في طيات معماره.

نظرا لكون هذه الاهمية والقيم العليا التي تتلخص في القصور الصحراوية وقصر تاغيت واحد منها وجب ايلاء أهمية قصوى للمحافظة عليها من خلال تكثيف الدراسات المتعلقة بالجانب المعماري والاثري، وتحليل مختلف مكوناتها تحليلا علميا من شأنه الوصول الى فهم العلاقة التقنية والهندسية التي تربط مختلف عناصره، وهذه الدراسة سلطت الضوء على جزء مهم في العينة المدروسة من حيث التعرف على مكونات مواد البناء وعلاقتها بالخصائص الهندسية، وذلك من خلال طرح نموذج لبرتوكول دراسة ينسجم والاجابة على الاشكالية المطروحة، ويمكن اخذه كنموذج لدراسات المواضيع المشابهة.

كما أن نتائج هذه الدراسة تستوجب إرفاقها بعدة عمليات من أجل تحقيق الأهداف المرجوة، منها إعادة إعمار وتأهيل القصر وإعطاءه وظيفة معمارية أخرى تتماشي مع طبيعته المعمارية مثل إقامة متاحف تعريفية بالمنطقة وتقاليد سكانها واقامة مقاهي ومطاعم تقليدية، وإعادة إحياء السوق الواقعة بالجهة الجنوبية للقصر، وكذلك تحويل بعض المنازل لفنادق لإقامة السياح بما أن منطقة تاغيت تعتبر منطقة سياحية من الدرجة الأولى خاصة في المناسبات فهي تستقبل وفود كبيرة من السياح وهذا ما سيساعد على التعرف على القصر أكثر وشد الانتباه له ولقيمته، ولا ننسى إضافة بعض المرافق والمؤهلات العصرية مثل تزويده بخطوط الهاتف والأنترنيت وتزويد الإضاءة وقنوات الصرف الصحي، بشرط مراعاة خصائصه المعمارية وعدم طمسها أو تشويهها، حتى يتسنى اعادة دمج القصر داخل المحيط العمراني للمدينة، حيث يمكن جعله كنواة أساسية في التوسع العمراني، كما يمكن استنساخ النموذج المعماري للقصر وبناء قصور وهياكل معمارية عصرية مشابهة، مع

اعادة توجيه السكان المحليين الى اعتبار القصر نموذج يمثل هويتهم وتاريخهم، وربط نشاطاتهم اليومية بالقصر ومحيطه.

إن الحاجة إلى ترميم والمحافظة على القصور الصحراوية باتت ماسة، ذلك لأن هذا التراث يمثل المحور الأساسي للتراث الحضاري من ناحية، ومن ناحية أخرى فإن إهمال هذا التراث لفترات طويلة قد يؤدى إلى تلف وضياع جزء كبير لا يمكن تعويضه من هذا التراث، ويجب الآن أن تتضافر جهود جميع المؤسسات لحماية التراث المعماري حفظا لقيمته التاريخية والحضارية، فضلا عن كونه أحد أهم الأسباب التي يمكن استغلالها الاستغلال الأمثل في زيادة الدخل القومي وتحسين الأوضاع الاقتصادية للبلاد.

إن الفكرة القديمة التي سيطرت على عقول مجتمعاتنا ومؤسساتنا ومسئولينا والمثقفين منا فضلا عن غيرهم، من أن المبنى أو الموقع الأثري يجب أن نحافظ عليه ونحميه ونرممه ونصونه من حين لآخر، ثم نغلقه بحيث لا يستغل ولا يستثمر ولا ينتفع منه، لقد باتت هذه الفكرة قاصرة ولا تؤدي الغرض المقصود ولا الهدف المنشود من مواقعنا الأثرية والتراثية، ولا تربط الأثر بالمجتمع المحيط به أو العكس. كما أن قصر مفهوم الترميم والحماية على رأب التصدعات المنتشرة بالمبنى الأثري واستكمال الناقص منه، ونحو ذلك من أعمال الترميم، ثم غلقه وعدم الانتفاع به، وهذا لا يعتبر مقياسا حقيقيا لعملية الترميم الصحيحة ومفهومها السليم في عصر التطور العلمي والتنافس على الأولويات بين المجتمعات الدولية.

إن هذا الاعتقاد يجسد حال أكثر المواقع الأثرية والتراثية في الجزائر، لا سيما المواقع الطينية في الصحراء الجزائرية، لأن التراث المعماري الطيني يتميز بحساسيته لعوامل وقوى التلف، الأمر الذي يعرض هذا التراث للدمار إذا لم تتخذ الإجراءات الوقائية العاجلة لحمايته فإن الاهتمام به أقل ما يكون لأن مثل هذه المناطق لا تحظى غالبا بشهرة إعلامية ولا تسلط عليها الأضواء إلا في مناسبات خاصة، وكنتيجة حتمية لهذا التغافل وعدم الاهتمام؛ فقد ضاع الكثير من التراث الطيني ، وجزء أكثر في طريقه للاندثار.

وتتمثل أهمية التراث المعماري للقصور الصحراوية في أنها جزء لا يتجزأ من ملامح القرى والمدن فهي تجمع بين الأصالة والجمال والأهمية التاريخية والثقافية، وتمثل أيضا مدرسة معمارية وتخطيطية يمكن الاستلهام منها لتمييز طرزها المعماري وكفاءة استغلال الفضاء فيها وظيفيا وجماليا اضافة الى القيمة الرمزية والروحية والاهمية السياحية وما يتبعها من اهمية سياسية واقتصادية.

لذلك يجب حث وتشجيع السكان المحليين والمالكين الأصليين للمباني القديمة في الصحراء الجزائرية للرجوع لهذه المدينة واحيائها وإعادة نشاط ازقتها واسواقها، وإعادة بعض المواقع التي تم ترميمها وصيانتها إلى حالتها الأصلية وخاصة تلك المواقع التي يمكن ان تؤثر في المجتمع بشكل كبير ليس فقط لأهميتها التاريخية بل لجماليتها الرائعة وخامتها وقدمها أو لأي سبب آخر، وتوعية الناس الذين يعيشون في المناطق المجاورة للآثار حول أهمية تلك المخلفات والإرث الحضاري بشكل عام لكي يفهموه ويحترموه.

ولا ننسى ضرورة وضع حارس مقيم وثابت في المواقع التي تمت صيانتها وترميمها ليس فقط خلال مدة العمل بل بشكل دائم حتى استكمال أعمال الصيانة والترميم في الأعوام اللاحقة لإنجاح مهمة العمل، مع ضرورة المحافظة على صحة العاملين في مجال الترميم والصيانة نتيجة للأخطار التي يتعرضون إليها وخصوصاً لخطورة تعاملهم مع المواد الكيميائية وتعرضهم لبعض الإشعاعات وخاصة من كان لهم فترة طويلة في هذا المجال، والاهتمام بنوعية المواد المستخدمة في عملية الترميم والمتوفرة في الأسواق المحلية لكي تكون مطابقة للمعايير المتفق عليها عالميا للهدف نفسه.

توصي الدراسة وتؤكد على أن من مستلزمات النجاح لأعمال الترميم والصيانة لجميع المكتشفات الأثرية والتراثية يعود لمعرفة وتحليل موادها الأولية المشتركة في بنائها، وهذه العملية من أهم مقومات وضبط عملية الترميم والصيانة لتلك المواقع، وتقترح بضرورة مخاطبة الجهات المسئولة والداعمة للآثار بشكل عام الحد من الزحف السكاني والتوسع الزراعي والصناعي وغير ذلك من المشروعات التي تهدد المناطق الأثرية، ومتابعة الإشراف المباشر وغير المباشر عن المسؤولين عن حراس الآثار،

وكذلك متابعة القضايا الخاصة بالآثار وحصر التعديات وتقديم التقارير اللازمة للجهات المسؤولة واتخاذ اشد العقوبات بحق المعتدين على الآثار بشكل عام وكذلك التي تتعرض لأعمال الصيانة والترميم.

وتؤكد الدراسة على أن الترميم والصيانة ليستا عملاً روتينياً بسيطاً بل هي أعمال متشابكة مكثفة يجب أن تتم بوجه عام وأن يراعى في ذلك تسجيل كامل الأثر وما به من مشاكل ترميمية وما تعرض له من أضرار، وعمل دراسات علمية وتقنية مكثفة للتعرف على ظروفه لمعالجة ذلك مع دراسة أنسب المواد اللازمة للترميم، واستمرار أعمال الصيانة والترميم ومتابعة ذلك.

وهنالك بض الاقتراحات المهمة الخاصة بالدراسة كضرورة إنشاء أقسام متخصصة لإعداد الكوادر اللازمة لأعمال الترميم والصيانة وأن لا يترك الأمر عشوائياً للأثريين غير المدربين، والاهتمام في مجال الصيانة والترميم ولو على مستوى الدراسات العليا، وعقد ندوات ودورات خاصة في هذا المجال لطلبة أقسام الآثار في الجامعات الحكومية ودوائر الآثار بشكل عام، كما تقترح الدراسة ضرورة تجنب الآثار ضرر أو خطر استخدام وسائل التنقيب الحديثة وأن يتجنب أي مخاطرة في هذا المجال، ودراسة عوامل التلف التي تؤثر بالأحجار قبل البدء في معالجتها.

إن إنجاح أعمال الصيانة والترميم يؤدي إلى الكثير من الفوائد التاريخية وتتمثل في الحفاظ على هوية المبنى الأثري الفنية والجمالية وتخليص الآثار من مظاهر الإهمال وإعادة استخدام وتوظيف بعض العناصر الجمالية المناسبة وبمعنى أدق وأوضح الحفاظ عليه للأجيال القادمة، وإعادة توظيفها أو استخدامها بدلاً من البناء الجديد، وبذلك ازدهار السياحة وزيادة الدخل السياحي، وخلق فرص عمل جديدة أثناء تنفيذ برامج الصيانة والترميم.

قائمة المراجع

المصادر:

- عبد الرحمن ابن خلدون، مقدمه ابن خلدون، كتاب العبر وديوان المبتدا والخبر في ايام العرب والعجم والبربر ومن عاصرهم من ذوي السلطان الاكبر،ط 1، دار الكتب العلمية، بيروت، لبنان،1993 .
- حسن الوزان، وصف افريقيا، تر محمد حجي، ج 1، ط 2، دار الغرب الإسلامي، 1983.

المراجع باللغة العربية:

- ابراهيم محمد عبد الله ، ترميم الاثار الحجرية، دار المعرفة الجامعية، 2012.
- ابراهيم محمد عبد الله، علاج وصيانة المباني، دار الوفاء لدنيا الطباعة والنشر، ط1، الإسكندرية 2011م.
- ابراهيم محمد عبد الله، علاج وصيانة المباني، الطبعة الاولى، دار الوفاء لدنيا الطباعة والنشر، ط 1، الاسكندرية، 2011.
- أبو غانم عبد الاله، الجيولوجيا العامة، دار دجلة، عمان، الأردن، 2007.
- البقري عبد اللطيف، الموسوعة الهندسية لإنشاء المباني، عالم الكتب، القاهرة 1984.
- بن عبد الله نور الدين، العمارة التقليدية لمنطقتي توات الوسطى وقورارة، ط1، م.ن.م، القاهرة، 2013.
- جورجيو توراكا ، تكنولوجيا المواد وصيانة المباني الأثرية ، ترجمة الدكتور أحمد ابراهيم عطية، دار الفجر للنشر والتوزيع، القاهرة ،2003.
- جيوفاني مزاري، الرطوبة في المباني التاريخية، المركز الإقليمي لصيانة الممتلكات الثقافية في الدول العربية،(بغداد د. ت).
- خطاب سعيد علي، ترميم وصيانة المباني الأثرية والمعمارية، شارع الشيخ ريحان، عابدين، ط1، القاهرة، 2008م.

- رشا عبد الوهاب محمود الجمعة، تلف المصادر التراثية، كتاب منهجي، كلية الآثار، جامعة سامراء.
- سالم عبد العزيز، المغرب الكبير العصر الاسلامي، دراسة تاريخيه وعمرانية واثرية، دار النهضة العربية بيروت.
- عبد الله حمادي الادريسي، حاضرة تاغيت وبلادها بني قومي والزاوية الفوقانية والتحتانية، تاريخ ومناقب، بوسعادة للنشر والتوزيع، ط 1،2013.
- عبد المعز شاهين، ترميم وصيانة المباني الأثرية والتاريخية، المجلس الأعلى للآثار المصرية، 1994م.
- عثمان محمد عبد الستار، المدينة الإسلامية، عالم المعرفة، سلسله كتاب الثقافة، الكويت، 1988 .
- العريفي (منير عبد لجليل)، الفن المعماري والفكر الديني في اليمن لقديم، مكتبة مدبولي، 2002 م.
- عزت زكي حامد قادوس، الحفائر الأثرية، دار المعرفة الجامعية، 2010م
- علي حسن حافظي، مواد البناء ببلاد المغرب من خلال كتاب الاعلام بأحكام البنيان، ابن الرامي، سلسلة ندوات ومناظرات رقم 80، المعمار المبني بالتراب في حوض البحر الابيض المتوسط، م -ك -أ -ع -إ، بالرباط.، المملكة المغربية، 1999 .
- علي حملاوي، نماذج من قصور منطقه الاغواط، دراسة تاريخيه وأثرية، المؤسسة الوطنية للفنون المطبعية، وحده الرغاية، الجزائر ، 2006.
- علي حملاوي، نماذج من قصور السفح الجنوبي لمنطقة جبال عمورة من(10-13 ه الى 16- 19 م)، دراسة تاريخية وعمرانية، جامعة الجزائر.
- بابا نجار يونس، بوعروة نور الدين، العمارة الترابية، دليل مختصر للعمارة الترابية بوادي مزاب، ديوان حماية وادي مزاب وترقيته، 2010.
- الغنيم عبد الله يوسف، الموسوعة الجيولوجية، ج 1 ، ط1، مؤسسة الكويت للتقدم العلمي ، الكويت، 1998 .

- فخري، أحمد، الصحراوات المصرية، المجلد الثاني، واحات البحرية والفرافرة. (ترجمة د /جاب الله على جاب الله). القاهرة، مطابع المجلس الأعلى للآثار، 1999.
- فريد شافعي، العمارة العربية في مصر الإسلامية، عصر الولاة، مج1، مصر، 1970.
- كارونين(ج. ا. ج)، روبنسون(و. س)، اساسيات ترميم الاثار، ترجمة الزهراني(بن عبد الناصر عبد الرحمن)،جامعة الملك سعود للنشر، المملكة العربية السعودية، 2006م.
- لوكاس (الفريد) ، المواد والصناعات عند قدماء المصريين ، تر زكي اسكندر، ومحمد زكريا غنيم ، مكتبة مدبولي، ط 1 ، القاهرة ، مصر،1991 .
- ماجد بربريس، خالد حرسوس، القصور الصحراوية في الجنوب الجزائري بين متطلبات المحافظة وإشكالية النمو العمراني، معهد تسيير التقنيات الحضرية، جامعة مسيلة.
- محمد أحمد عوض، ترميم المنشآت الأثرية، ط1، دار النهضة الشرق، القاهرة 2002.
- محمد جاسم الخليفي، العمارة التقليدية في قطر، ط3، المجلس الوطني للثقافة والفنون والتراث، قطر، الدوحة، 2003.
- محمد عبد الهادي، دراسات علمية في ترميم وصيانة الآثار غير العضوية، مكتبة زهراء الشرق القاهرة، 1997م.
- محمد عبد الهادي، مبادئ ترميم وصيانة الاثار غير العضوية، مكتبة نهضة الشرق جامعة القاهرة، القاهرة، 1996م.
- معروف بلحاج، العمارة الإسلامية مساجد مزاب ومصلياتها الجنائزية، ط1، دار قرطبة للنشر، الجزائر، 2008.

الرسائل الجامعية:

- أرزقي بوخنوف، تشخيص الطوب المشكل لهياكل قصري النزلة وتماسين(ولاية ورقلة)، مذكرة لنيل شهادة الدكتوراه، جامعة الجزائر، 2011م.
- محابيب نور الدين، الأثر الثقافية ومرجعيات المقدس، دراسة انثروبولوجية لطبيعة التكتل السكاني في الجنوب الغربي الجزائري القنادسة وتاغيت نموذجا، كلية العلوم الاجتماعية، جامعة وهران، 2015.
- العربي لقريز، خصائص مواد العمارة التقليدية وأهميتها في تشكيل عمران بوسعادة دراسة أثرية ومعمارية، مذكرة لنيل شهادة دكتوراه، جامعة الجزائر، 2013-2014.
- جمال عناق، قراءة نقدية للكتابة التاريخية حول حواضر وقصور الصحراء، إقليم صحراء المغرب الإسلامي، قسم علم الاجتماع، جامعة تبسة.

المقالات والملتقيات:

- أسامة عبد النبي قنبر، استخدام مادة الطين في بناء القصور الصحراوية كمدخل للاستدامة (مدينة غدامس كدراسة حالة).
- بن عبد العزيز سفيان، زيري نعيمة، واقع القطاع السياحي في الجنوب الغربي الجزائري وتحديات تطويره) دراسة حالة ولاية بشار، مخبر الدراسات الاقتصادية(والتنمية المحلية بالجنوب الغربي جامعة بشار الملتقى الدولي بجامعة قالمه)،الجزائر (حول المقاولاتية ودورها في تطوير القطاع السياحي في الجزائر 8-9 نوفمبر، 2015.
- حنان نادر الكعبي، تخطيط وبنيوية عمارة الصحراء، مديرية الأبنية الحكومية لمحافظة العقبة.
- رشا عبد العظيم ياسين، دراسة تأثير التلف البيولوجي على المكونات، مجلة الملوية للدراسات الاثرية والتاريخية/ المجلد 4/ ع 8/ السنة الرابعة، جامعة سامراء كلية التربية، حزيران 2017.

- علاء الدين عبد الرحمن إبراهيم أبو زيد، السمات المشتركة لعمارة الصحراء الكبرى المدخل البيئي للتصميم فى المناطق الحارة الجافة، قسم الهندسة المعمارية كلية الهندسة ، جامعة الأزهر- القاهرة، 2019.
- لعمودي التجاني، الاستدامة في العمارة الصحراوية، مجلة العلوم الإنسانية والاجتماعية، عدد خاص بالملتقى الدولي(تحولات المدينة الصحراوية- تقاطع مقاربات حول التحول الاجتماعي والممارسات الحضارية)، جامعة الجزائر.
- مقال عن: محطة الأرصاد الجوية بشار.
- منار سقا أميني، اثار الرطوبة في احداث تصدعات المباني وطرق التفاعل معها، مقال، مؤتمر تصدعات المباني بالعالم العربي وكيفية معالجتها، الرياض، 29 فبراير الى 03 مارس 1992م.

المجلات:

- أبا الخليل، إبراهيم، الطين مادة حديثة للبناء، مجلة البناء، العدد 37 .
- تاغيت تاريخ وسياحة روبورتاج شفيقه جباني جريدة المساء11-01-2009
- صالح بن قربة، أهمية تابلبالة في تجاره المغرب وبلاد السودان، مجله الدراسات الإنسانية، كليه العلوم الإنسانية، جامعه الجزائر، العدد1-2001 .
- عبد الله أحمد، تأثير أنظمة تكييف الهواء العاملة على كل من المتانة و الخواص الفيزيولوجية للجدران الطينية لمنازل مدينة شبام التاريخية، مجلة عدن للعلوم الطبيعية والتطبيقية، المجلد السادس، ع3، عدن، اليمن، 2002.
- محمد مرزاق، القصر الكبير 'باجودة' بعين صالح، مجلة آفاق علمية، 2017.
- فيصل شمشير، مميزات عمارة القصبات وتكنولوجيا البناء في المغرب، مجلة تقنية البناء، ع18، السعودية، الرياض.
- ياسر صاروط، العمار بالطين، العدد 69، ديسمبر 2003.

المعاجم:

- عاصم محمد رؤوف، معجم مصطلحات العمارة والفنون الاسلامية، مكتبة مدبولي، القاهرة، 2000 ، ص184.

- عبد الله أحمد، تأثير أنظمة تكييف الهواء العاملة على كل من المتانة والخواص الفيزيولوجية للجدران الطينية لمنازل مدينة شبام التاريخية، مجلة عدن للعلوم الطبيعية والتطبيقية، المجلد السادس، ع3، عدن، اليمن، 2002.

المراجع بالفرنسية:

- Achour Cherfi, Dictionnaire Des Local d'Algérie, Casbah, Edition 2011.
- Adam (JP), La Construction Romaine Matériaux Et Techniques, Grand Manuel Picard, Edition Paris, 1995.
- Al-Jadeed, (M. A. A), Earthen Architecture For Sustainable Habitat And Compressed Stabilised Earth, Block Technology, 2005.
- Alsakkaf, Yaser Khaled, Durability Properties Of Stabilized Earth Blocks For Wall Construction, Thesis Submitted In Fulfillment Of The Requirements For The Degree Of Doctor Of Philosophy, Housing, Building And Planning, University Sains Malaysia, 2009.
- Balderrama(A. A), Dommages Causés Par Le Tremblement De Terre A Une Structure De Maçonnerie Historique, En (C.B.D.S.) Vol I1, Boston, 1990.
- Caneva(G), Salvadori(O), Aleration biologique de la pierre « la degradation et la conservation de la pierre, teste des cours internationaux de venise sur la restauration de la pierre » publier sous la direction de Lazarini(L), Pieper, UNESCO 1982.

- Caratni (R), Construction Et Industrie Du Bâtiment In Bordas, Encyclopédie, N 63/69, Technique Et Métiers Bordas, Paris, 1975.
- Carnard (C), L'évolution Continental Poste Hercynienne Du Sahara Algérien, Edition De Centre National De Recherche Scientifique Paris, 1969.
- Deffontaine Pierre, L'homme Et Sa Maison Edition Gallimard, France, 1972.
- Del Monte, Sone (M), Monumental Decary And Air Pollution In Weathering And Air Pollution, 1 Course, 2/9, 9/9, Venezia, Milano , 1991.
- Delerive (marc), Livre Les Forts Saharien Des Territoires Du Sud Geithner, Librairie, Paris, 1990.
- Despois(J), Le Djebel Amour, Presses Universitaire De La France, Paris, 1957.
- Doat(P Et Al),Construire En Terre, CRA Terre, Grenoble, 1979.
- Donaldien (C, P), Mididillan (H, G), Habiter Le Désert Les Maisons Mozabites, 3eme Edition, Pierre Mardaga, Bruxelles, 1986.
- Geneviere(C . G), Les Poussière Saharienne, John Libbey, Eurotexte, Paris 1991.
- Gernot Minke, Building with Earth , Design and Technology of a Sustainable Architecture , Birkhauser ,

Publishers for Architecture. Basel, Switzerland. ISBN-13, 978-3- 7643-7477-8, 2006.

- Godar (C), L'oasis Moderne Essaie D'urbanisme Saharienne, Maison De Livre, Alger, 1954.
- Gulime De Champeaux, Travers Les Oasis Sahariennes Les Spahis Sahariens, Imprimerie R, Chaplot, Paris, 1902.
- Habitat (A), Tozeur Cahier Des Arts Et Techniques d'Afrique Du Nord, Tunis, 1959.
- Henri l'hote, Les Gravure Rupeste du Oranis, Arts et Métiers Graphique, 18 rue séguier, Paris, 1970.
- Lazzarini (L), Genèse Et Classification Des Roches Dans Les Dégradations Et La Conservation De La Pierre, Texte Des Cours Internationaux De Venise Sur La Restauration De La Pierre Publié, Sous La Direction De Lazaarini (L) Et Pieper (R), UNESCO, 1988.
- Mercier(M), La Civilisation Urbaine Au Mzab, Ghardaia La Mystérieuse, Ed (P) Et (G) Soubiron, Paris, 1932.
- Nicolas (K), The Restauration painting, traslated by cambridge, UK, 1999.
- Olivier (A) , Douglas (J), Stirling(J.S), dam press in building, Landing , 1996.
- Passager (P) Et Babbarçon (S), Taghit Sahara Oranais, Etudes Historiques Géographiques Et Médicales, Institut Pasteur d'Alger, 1981.

- Pomarel (Ch), Fouet (R), Les Roches Sédimentaires Presses Universitaires De France, Paris, 1953.
- Ranson (W . L), building failures diagnosis and avoidance, Landing, 1983.
- Roche(M), Le Mizab, Architecture Ibidite En Algerie, Ed Arthaud, Pais 1970.
- Son (1,2), Yuen (G. C. S), Building Maintenance Technology, London, 1993.
- Sruthi, (G S), MUD ARCHITECTURE, International Journal Of Innovative Research In Science, Engineering And Technology, Volume 2, Special Issue 1, 2013.
- Urzi (C), Changement De Couleur De L'air De La Roche Causé Par Le Climat, La Pollution, La Biologie Croissance Ou Par Interaction Des Trois Dans (C.S.O.M.) Vol 1, Relim, UNISCO, Londres, 1993.
- Vador, Bhavi, A Thesis In Earth Architecture- Innovattions In Earth Construction And Potential Of Earth Architecture In Contemporary Scenario, Indubhai Parekh School Of Architecture, Rajkot India, 2012.
- Weber(J), Altération Naturelle Et Artificielle De La Pierre De Construction Autrichienne Due A La Pollution De L'air En Vème (Inter. Cong, Détérioration Et Conservation De La Pierre, Vol.I, Italie,1985.

المجلات والموسوعات:

- Baer(N. S) Nanks(P. N), Pollution De L’air Intérieur, Effet Sur La Culture Et Les Matériaux Historiques, In (Soin Des Collections), Routledge, NY, 1994.
- Formulaire Classement Des Monuments, Sites Historique Et Naturels, Direction De Culture Wilaya De Bechar Bastion 23.
- Elaph. Com/ Web/ Reparts/2009/3/417846. Html.
- Http:// Ar.M.Wikipeia.Org/ Wiki/ Taghit.
- Waller(R), Température et Humidité Sensible Minéralogique et Spécimen Perrologique, In (le soin et la Conservation des matériaux géologiques) Butterworth, Heinemann LTD, Londres, 1992.

الفهارس

فهرس الصور

1	منظر عام لقصر تاغيت	14
2	قصر تاغيت من الجهة الشمالية	40
3	المئذنة	51
4	المسجد العتيق بقصر تاغيت	51
5	المدخل الجنوبي	61
6	المدخل الشمالي	62
7	باب في قصر تاغيت	62
8	توضح النوافذ	64
9	توضح الميازيب	65
10	عين الدار	65
11	السقف	67
12	الأعمدة	68
13	الأقواس	69
14	الكوات	69
15	برج المراقبة	70
16	تخمير عجينة الطوب	83
17	القوالب	83
18	الطوب المشكل في مرحلة التجفيف	84

19	إختبار اللمس	86
20	اختبار السيجار	87
21	اختبار التماسك	88
22	طريقة المداميك	102
23	جدار بطريقة وضع الطوب المتساوي أفقيا وعموديا	103
24	تقنية البناء بالحجارة غير المهذبة غير المنتظمة (الدبش)	104
25	البناء بالحجارة غير المهذبة المنتظمة	105
26	البناء الملاط كمادة أساسية وكمية قليلة من الحجارة (المزج)	106
27	تأثير الأمطار على القصر	110
28	تأثير المياه الجوفية على الجدران	110
29	انهيار أجزاء من السقف	111
30	تأثير الأملاح	120
31	ناتج الحرائق	128
32	التخريب البشري رمي النفايات	129
33	كتابات عشوائية على الحائط	129
34	صفيحة التسخين	144
35	العينات بعد الصاقها بواسطة غراء خاص على الشريحة الزجاجية وتسخينها	144
36	جهاز لفرك العينة بعد نزعها من الصفيحة الساخنة لتشكيل الطبقة الرقيقة على الشريحة الزجاجية للملاحظة بالمجهر	145
37	المجهر الضوئي	145
38	جهاز قياس حجم الحبيبات	153
39	ميزان الكتروني	154
40	ميزان الكتروني	156

41	تصفية محلول الأملاح المركز	159
42	خطوات ترسب الأملاح	159
43	جهاز قياس الحموضة	160
44	جهاز رامان	163
45	عينة الطوب 1	164
46	عينة الطوب 2	165
47	عينة الطوب 3	165
48	الشريحة الزجاجية بعد فركها	166
49	ملاحظة الشريحة بالمجهر	166
50	خلط المادة	179
51	تلبيس الجدار	179
52	توضح عملية التنظيف	180
53	استرجاع التربة المتساقط	180
54	القصر بعد التنظيف	181
55	ملأ الفراغات	181
56	إصلاح الجدران	182
57	بناء الجدار	182

فهرس اللوحات:

1	موقع ولاية بشار ودوائرها على الخريطة	19

فهرس الجداول

1	الكثافة السكانية لبلديتي بشار وتاغيت	13

2	إجمالي متوسط ضوء الشمس (بالساعات والأعشار)	25
3	متوسطات درجات الحرارة الشهرية (بالدرجات المئوية)	27
4	المتوسطات الشهرية لدرجة الحرارة الدنيا (بالدرجات المئوية)	27
5	المتوسطات الشهرية لدرجة الحرارة القصوى (بالدرجات المئوية	28
6	متوسطات شهرية من الرطوبة النسبية (٪)	28
7	الترددات بالنسبة مئوية.	29
8	المتوسطات الشهرية للتساقط (في 10/1 مم)	30
9	متوسط تكرار حدوث الظواهر السنوية	31
10	التركيبة الكيميائية للطين	79
11	التحليل الحبيبي للطين	80
12	تركيبة الجير	93
13	خصائص الحجارة المستعملة	95
14	نتيجة الكتلة الحجمية	167
15	نتيجة الكتلة الخصوصية	167
16	نتيجة المسامية	167
17	نتيجة الإمتصاص	168
18	نتيجة الرطوبة	168
19	نتيجة CaCo3	170
20	نتيجة نسبة الأملاح	170
21	نتيجة قيمة ph	170
22	يوضح التركيبة الكيميائية لعينة الطوب رقم 1	171
23	يوضح التركيبة الكيميائية لعينة الطوب رقم 2	172
24	يوضح التركيبة الكيميائية لعينة الملاط	173

فهرس الخرائط

1	الخريطة الجيولوجية لتاغيت	21
2	توضح موقع مدينة تاغيت بولاية بشار	22
3	العرق الغربي الأكبر	22
4	امتداد طريق قصور الصحراوية	23

فهرس المخططات

1	متوسط مدة سطوع الشمس شهريا ببشار	26
2	مخطط عام للقصر	48
3	الشوارع الرئيسية في القصر	49
4	المسجد العتيق	51
5	مخطط السطح	53
6	مخطط طابق بمنزل	53
7	مخطط المنزل	53
8	مخطط نموذج منزل	54
9	مخطط مقطع طولي من منزل	55
10	مخطط درب بوشليح	57
11	مخطط درب النوادي	57
12	مخطط درب الحناين	58
13	مخطط درب النوادر	58
14	مخطط فم القصر	59

فهرس الأشكال

1	المتوسط الأدنى للرطوبة	28
2	توضح مناطق البناء بالطين في العالم	78
3	تشييد العمارة الترابية في العالم	98
4	يوضح طريقة المداميك	101
5	يوضح طريقة وضع الطوب المتساوي افقيا وعموديا	103
6	يوضح تقنية الدبش	105
7	البروتوكول	142
8	نتيجة حجم الحبيبات	169
9	نسبة الكوارتز بعينة الطوب	174
10	نسبة ثنائي أكسيد السليسيوم بعينة الطوب	175
11	نسبة الكالسيت بعينة الطوب	176
12	نتيجة DRX في العينة 1	178
13	نتيجة DRX في العينة 2	179

الفهرس

إهداء

شكر وتقدير

المقدمة

الفصل التمهيدي: الإطار التاريخي والجغرافي للقصر.

1- أصل تسمية مدينة تاغيت.....13

2- الموقع الجغرافي لمدينة تاغيت.....14

3- نبذة تاريخية عن مدينة تاغيت.....16

3-1- فترة ما قبل التاريخ:.....17

3-2- الفترة الإسلامية.....18

3-3- الفترة الاستعمارية.....19

4- المناخ.....24

5- مناخ منطقة تاغيت.....24

5-1- الأشعة الحرارية.....24

5-2- درجة حرارة الهواء.....26

5-3- الرطوبة النسبية.....28

5-4- الرياح.....29
5-5- الأمطار.....30
5-6- الظواهر.....30

الفصل الأول: الدراسة المعمارية للقصر.

1- تعريف القصر.....34
2- عوامل نشأة القصور الصحراوية.....35
2-1- العامل البيئي والطبيعي.....35
2-2- العامل اجتماعي.....36
2-3- العامل التجاري.....37
3- الإطار التاريخي و الجغرافي لقصر تاغيت.....38
4- مميزات المسكن في القصر.....40
4-1- الجانب الجغرافي.....41
4-2- الجانب الاقتصادي.....41
5- الإطار العمراني للقصر.....42
5-1- خصائص البناء المتبعة.....42
5-2- التخطيط المدمج او المتضام.....43
5-3- خصائص التخطيط المدمج.....44
5-3-1- التوافق والتلاؤم مع بيئة الصحراء.....45
5-3-2- تخطيط الشوارع.....45
5-3-3- توفير الخصوصية.....46
5-3-4- الجانب الاقتصادي.....46

5-3-5- الجانب الاجتماعي والديني.....47
6- المنشآت الدينية.....49
1-6- المسجد الجامع.....49
1-1-6- بيت الصلاة.....50
2-1-6- المحراب.....50
3-1-6- المنبر.....50
4-1-6- المدرسة القرآنية.....50
5-1-6- بيت الوضوء.....50
6-1-6- المئذنة.....51
7- المنشآت المدنية.....52
1-7- الديور.....52
1-1-7- الفضاء المركزي.....54
2-1-7- وسط الدار.....54
2-7- نماذج من الديور.....55
3-7- الدروب.....56
1-3-7- المحور المركزي.....56
2-3-7- درب بوشليح.....56
3-3-7- درب النوادي.....57
4-3-7- درب الحناين.....57
5-3-7- درب النوادر.....58
6-3-7- فم القصر.....58
4-7- الساحات.....59
1-4-7- ساحة السوق.....59
2-4-7- ساحة المسجد.....60

7-4-3- ساحة المدخل.....60
7-4-4- ساحة مجيرزة.....60
7-4-5- الساحة العامة.....60
7-5- العناصر المعمارية.....61
7-5-1- الأبواب.....61
7-5-2- الغرف أو الحجرة.....63
7-5-3- النوافذ.....63
7-5-4- الشبابيك.....64
7-5-5- الميازيب.....64
7-5-6- عين الدار.....65
7-5-7- السلالم.....65
7-5-8- الأسقف.....66
7-5-9- الأسوار.....67
7-5-10- الأعمدة والدعامات.....67
7-5-11- الأقواس.....68
7-5-12- الكوات.....69
7-5-13- الأبراج.....70

الفصل الثاني: مواد وتقنيات البناء.

1- مواد البناء.....73
1-1- الطين.....73
1-1-1- توفير درجة عالية من العزل الحراري.....74
1-1-2- الوفرة.....75
1-1-3- امتصاص المواد الضارة والروائح الكريهة.....75
1-1-4- مادة عازلة للصوت.....75

1-1-5- العامل الاقتصادي.....75
1-1-6- قابليته الكبيرة للتشكيل.....76
1-1-7- سرعة البناء.....76
1-1-8- تعدد الوظائف.....76
1-1-9- المقاومة الذاتية.....76
1-1-10- البعد الثقافي الحضاري.....77
1-1-11- التجارب العالمية في البناء بالطين.....77
1-1-12- طرق التشييد بالطين.....80
1-2- الطوب.....81
1-2-1- مميزات تربة الطوب.....84
1-2-2- تجارب واختبارات لاختيار التربة المناسبة.....85
1-3- الملاط أو المونة.....88
1-3-1- تحضير مونة الطين.....89
1-4- الإضافات.....91
1-4-1- الرمل.....91
1-4-2- المثبتات.....91
أ- مثبتات عضوية.....91
ب- مثبتات معدنية.....91
1-5- الجير.....91
1-6- الحجارة.....93
1-7- الخشب.....95
أ- المميزات.....97
ب- العيوب.....97

2- تقنيات البناء.....99
2-1- طبيعة تشييد القاعدة(الأسس).....99
2-2- الجدران.....100
2-2-1- تقنيه المداميك.....100
2-2-2- طريقه وضع الطوب المتساوي أفقيا وعموديا.....102
2-2-3- البناء بالحجارة غير المهذبة غير المنتظمة (الدبش).....104
2-2-4- البناء بالحجارة غير المهذبة المنتظمة.....105
2-2-5- البناء بالملاط وكمية قليلة من الحجارة (المزج).....106

الفصل الثالث: عوامل ومظاهر التلف وطرق العلاج.

1- عوامل التلف.....108
1-1- العوامل الفيزيوكيميائية.....108
1-1-1- الرطوبة.....108
أ- مياه الأمطار.....109
ب- المياه الجوفية.....110
ت- التكاثف.....111
1-1-2- الحرارة.....112
1-1-3- الرياح.....112
1-1-4- ظاهرة الكثبان الرملية.....114
1-1-5- التلوث.....114
أ- ملوثات طبيعية.....115
ب- ملوثات الصناعية.....118
1-1-6 الأملاح.....119

1-2- العوامل البيولوجية.....120
1-2-1- الكائنات الحية الدقيقة.....120
أ- البكتيريا.....120
ب- الفطريات.....122
ت- الطحالب.....123
ث- الأشنات.....123
1-2-2- النباتات.....124
1-2-3- الحيوانات.....126
1-3- العوامل الميكانيكية.....126
1-3-1- حركة التربة.....126
1-3-2- الزلازل.....127
1-4- العوامل البشرية.....127
1-4-1- هجرة المباني.....127
1-4-2- الحرائق.....128
1-4-3- الهدم والتخريب.....128
1-4-4- الترميم الخاطئ.....130
2- إقتراحات التدخل والمعالجة.....131
2-1- المعالجة من أخطار التلف الميكانيكي.....131
2-1-1- طرق التصدي الرياح.....131
2-2- المعالجة من أخطار التلف الفزيوكيميائي.....131
2-2-1- طرق معالجة الرطوبة.....132
2-2-2- طرق معالجة الأمطار.....132
2-2-3- طرق معالجة الحرارة.....133
2-2-4- طرق معالجة الأملاح.....133

2-3- المعالجة من أخطار التلف البيولوجية.....134

2-3-1- الحيوانات.....134

أ- الوطاويط.....134

ب- الفئران.....134

ت- النمل الأبيض.....135

2-3-2- الكائنات الحية الدقيقة.....135

الفصل الرابع: الجانب التطبيقي.

1- بروتوكول الدراسة.....138

2- العمل الميداني.....143

3- العمل المخبري.....143

3-1- التحليل البنيوي.....143

3-1-1- الملاحظة بالعين المجردة.....143

3-1-2- الملاحظة بالمجهر الضوئي.....143

3-2- التحاليل الفيزيوكيميائية.....146

3-2-1- الكتلة الحجمية.....146

3-2-2- الكتلة الخصوصية.....148

3-2-3- قياس المسامية.....149

3-2-4- قياس قيمة الإمتصاص.....150

3-2-5- قياس حجم الحبيبات.....151

3-2-6- نسبة الرطوبة في العينة.....153

3-2-7- قياس نسبة الكاربونات $CaCO_3$.....155

3-2-8- تركيبة الأملاح.....158

3-2-9- قياس درجة الحموضة.....160

3-3- التحاليل الكيميائية.....160

3-3-1- التركيبة الكيميائة FRX.....160
3-3-2- التحليل الطيفي بالأشعة تحت الحمراء(الجهاز التجريبي رامان).....161
3-4- التحليل المعدني DRX.....163
4- نتائج التحليل.....164
4-1- نتيجة الملاحظة بالعين المجردة.....164
4-2- نتيجة الملاحظة بالمجهر.....166
4-3- نتيجة الكتلة الحجمية.....167
4-4- نتيجة الكتلة الخصوصية.....167
4-5- نتيجة المسامية.....167
4-6- نتيجة الإمتصاص.....168
4-7- نتيجة الرطوبة.....168
4-8- نتيجة حجم الحبيبات.....168
4-9- نتيجة CaCo3.....170
4-10- نتيجة نسبة الأملاح.....170
4-11- نتيجة قيمة ph 170
4-12- نتيجة FRX.....171
4-13- نتائج تحليل الرامان.....174
4-14- نيجة التحليل المعدني DRX.....178
5- تحليل النتائج المخبرية.....179
6- بعض تدخلات الترميم التي أجريت بالقصر.....181
7- التوصيات.....186
7-1- الحفاظ.....186
7-1-1- إجراءات وتعليمات عملية الحفاظ.....187
7-2- التدعيم.....188

3-7- الترميم.....188
4-7- اعادة توظيف المباني التراثية(إعادة التأهيل).....189
الخاتمة 190
قائمة المراجع.....196
الفهرس.....207