الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة الجزائر -2- أبو القاسم سعد الله

معهد الآثار

دراسة تحليلية وصيانة الطوب المشكِّل لمباني قصور تمنطيط بولاية أدرار

أطروحة لنيل شهادة دكتوراه الطور الثالث (ل م د) في آثار الصيانة والترميم

إعداد الطالب:
عبدالحميد خليفه

إشراف الأستاذ:
الدكتور أرزقي بوخنوف

السنة الجامعية: 1441/1440 ه - 2020/2019 م

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة الجزائر -2- أبو القاسم سعد الله **معهد الآثار**

دراسة تحليلية وصيانة الطوب المشكّل لمباني قصور تمنطيط بولاية أدرار

أطروحة لنيل شهادة دكتوراه الطور الثالث (ل م د) في آثار الصيانة والترميم

إعداد الطالب:
عبدالحميد خليفه

إشراف الأستاذ:
الدكتور أرزقي بوخنوف

أعضاء لجنة المناقشة

لقب واسم الأستاذ	الصفة	الجامعة
أ.د/ فيلاح محمد المصطفى	رئيسا	الجزائر 2
د/ بوخنوف أرزقي	مشرفا ومقرّرا	الجزائر 2
أ.د/ بن عبدالله نور الدين	ممتحنا	الجلفة
د/ ربعين أعمر	ممتحنا	الجزائر 2
د/ بلعيبود بدرالدين	ممتحنا	الجزائر 2
د/ عيساوي بوعكّاز	ممتحنا	الجلفة

السنة الجامعية: 1441/1440 ه - 2020/2019 م

بسم الله الرحمن الرحيم

إهـــــــــــــــــــــداء

نهدي ثمرة هذا الجهد إلى من كانوا سببا في وجودنا، أرواحهم لا تفارق أرواحنا ودعاؤهم سرّ نجاحنا، من يعجز اللسان عن وصف جميلهم وفضلهم الكبير علينا

* والديّ العزيزين *

إلى سندي زوجتي وجميع أفراد العائلة الكريمة

إلى روح أخي (الطيّب) طيّب الرحمن الرحيم ثراه وجعل الجنة مأواه

إلى الحاملين وعياً بقيمة الآثار والعاملين بقول الشاعر أبي يعلى المعرّي:

مررت برسمٍ في سياثَ فراعَـــني ... به زجل الأحجار تحت المعـاولِ

أتتلفها شُلّت يمينك خلّهـــــا ... لمعتبرٍ أو زائرٍ أو مُسائِـــــلِ

منازلُ قوم حدّثَتْنَا حديثَهُـــــم ... ولم أر أحلى من حديث المنـازلِ

إلى كل من يحترم العلم والعلماء عامة وطلبة علم الآثار خاصة

وإلى الغيورين على كل دلالة رمزية من هويتهم...

نهديكم هذا العمل مجدّداً.

شكـــــــر وعرفـــــــان

لو أنني أوتيت كلّ البلاغـــة وأفنيت بحر النطق في النظم والنثر
لما كنت بعد القول إلا مقصِّرا ومعترفا بالعجز عن واجب الشّكر

بعد حمد وشكر العزيز الوهّاب، فاتح الأبواب، ميسّر الصعاب والهادي إلى الصواب ومن باب قول رسولنا عليه الصّلاة والسّلام: (مَن لم يشكُرِ الناسَ لم يشكُرِ اللهَ)

نتقدم بالشكر والعرفان لأستاذي المشرف أرزقي بوخنوف على ما أفاد وأجاد به من معلومات وتوجيهات قيّمة، وجميل صبره طيلة تأطيره لإعداد هذه الأطروحة ووصولها إلى ما هي عليه، شكرا لك وجزاك الله خيرا.

جزيل الشكر للجنة الأساتذة الموقّرة التي لبّت وقبلت مناقشة هذا البحث تقييما وتقويما في سبيل تحسينه وتطويره وإنتاج معرفة ذات قيمة.

الشكر موصول لمن كان لهما الأثر/ الأستاذ حسين بقدّور والأستاذة نجيّة بن اشنهو

الشكر لكل أساتذة وإدارة معهد الآثار وجامعة الجزائر 2

و إلى جميع من ساعدنا ولو بكلمة طيبة.

شكـــراً

قائمة المختصرات والمصطلحات

اللغة العربية

تح	تحقيق
تخ	تخريج
تر	ترجمة
ج	الجزء
د	دقيقة
د ت	دون تاريخ
سا	ساعة
سم	سنتمتر
كلم	كيلومتر
ملل	ميليلتر

المصطلحات الزناتية

الكلمة	شرحها
آحفير	مكان منخفض أو الخندق المحيط
آغام	وقد نجد اغمر أو أغرم وهو القصر
آسكلو	فضاء للراحة أو المسير مغطّى بالجريد ويكون باردا في الصيف عادة
آكري	أو آكريين وهو مخزن
آفراق	صف من جريد النخل (حاجز لزحف الرمل أو حجب شيء ما)
أقبور	قديم
تاسكّات	سلّة أو قُفّة من سعف النخل
تاهقة	أو تارقة وهو مجرى الماء
تايحونا	جمع تاحنونت وهي الغرف (غرفة)
تايلوت	المزود أو شكوة الحليب وهي التاسوفرة إذا وضع بها ماء
توفاغي	توف أو تيف: أحسن وأفضل وآغي أو آغو: اللبن وبالتالي أجود اللبن
زاغز	السبخة
هنّو	في الأصل آنو وهو البئر أو أنه اسم مصري فرعوني

اللغة الاجنبية

AFNOR	Association Française de Normalisation
ASTM	American Society for Testing and Materials
ANRH	Agence Nationale des Ressources Hydriques
BTC	Brique de terre comprimée
CRATerre	Centre de Recherche Appliquée – Terre
CAPTerre	Centre Algérien du patrimoine culturel bâti en Terre
MEB	Microscope Electronique à Balayage
ICCROM	International Centre for the Study of the Preservation and Restoration of Cultural Property Centre International pour la Conservation et la Restauration des biens culturels
ICOMOS	International Concil on Monuments and Sites Conseil International des Monuments et des Sites
I.N.S.A	Institut national de sciences appliquées
pH	Puissance Hydrogène
Sd	Sans date
NTU	Nephelometric Turbidity Unit
TH	Titre Hydrotimétrique

الملخص:

تمّ استخدام كتل الطين كوحدات بناء في الحضارات المبكرة. ويمثل الطوب عنصرا في هياكل البناء بالجنوب الغربي الجزائري خاصة في قصور تمنطيط، كونه جزءًا لا يتجزأ من كتلة حائطية يستوجب فهمه من الناحية التركيبية والكيميائية. وتعتمد قابلية طوب الطين للتأثر بعوامل التلف على نوع المواد الخامة المستخدمة، أساليب البناء، الموقع، الظروف المناخية، والخصائص الميكانيكية والبنائية لكتلة الطين نفسها.

في هذا البحث تمّت دراسة الخصائص الفيزيوكيميائية والميكانيكية لطوب الطين القديم والحديث باستخدام بعض التقنيات العلمية مثل XRD، SEM والغربلة الميكانيكية الكهربائية، وذلك لتحديد المكونات والخصائص الرئيسة، والتي ستكون بمثابة مرجع لإيجاد طوب جديد لاستخدامه في أعمال الترميم. وأثبتت النتائج أن الفئة الثانية من المجموعة القديمة هي أنسب الأنواع لحفظ وصيانة المباني المدروسة بسبب خواصها الجيدة.

كلمات مفتاحية: القصر ؛ تمنطيط؛ طوب الطين؛ التلف؛ صيانة.

Abstract:

Clay blocks, were used as masonry units by the earliest civilizations. A mud brick functions as an element of masonry structures in the south-Western Sahara of Algeria especially in K'sour Tamantit. Being an integral part of a wall mass, it must be understood structurally and chemically. The susceptibility of a mud brick to be affected by decay agents depends on the type of raw materials used, the methods of construction, and location, and microclimatic conditions, mechanical and microstructural characteristics of the mud brick itself.

In this research, the physical -chemical and mechanical characteristics of ancient and new mud bricks were studied by using some scientific techniques such as XRD, SEM and electrical mechanical sieves, to determine the main components and characteristics, which will serve as reference for the contrivance of new mud bricks to be used in restoration works. Finally, our results proved that the second category in the ancient group are the most appropriate types for restoring and preserving the studied monuments, due to their good and suitable characteristics.

Key words: k'sar; Tamentit; mud brick; decay agents; conservation.

Résumé :

Les blocs d'argile ont été utilisés comme des unités dans les constructions chez les premières civilisations. La brique d'argile ou l'adobe est un élément présent dans les structures du sud-ouest Algérien, en particulier dans les k'sours de Tamantit, faisant partie intégrante de l'élément porteur représenté par le mur, cet élément doit être compris structurellement et chimiquement. La capacité de l'adobe à être affectée par des pathologies dont les facteurs de dégradation dépendent du type de matières premières utilisées, des méthodes de construction, de l'emplacement, des conditions climatiques et des propriétés mécaniques et structurelles du bloc d'argile lui-même.

Dans cette recherche, les propriétés physico-chimiques et mécaniques des briques d'argile anciennes et modernes ont été étudiées à l'aide de techniques scientifiques telles que XRD, SEM et écrans électromécaniques pour déterminer les principaux composants et propriétés, qui serviront de référence pour trouver de nouvelles briques d'argile à utiliser dans les travaux de restauration. Les résultats ont montré que la deuxième catégorie de l'ancien groupe est le type le plus approprié pour la conservation et l'entretien des monuments étudiés en raison de ses bonnes propriétés

Mots clés: k' sar; Tamentit; adobe; dégradation; conservation.

مقدمة

مقدمـــــــــــة:

يزخر الجنوب الجزائري بموروث ثقافي مادي ومعنوي هام، وفي الشق الأول منه نجد القصور الصحراوية التي حوت في طياتها أصالة في البناء وقدرة على التكيّف منذ زمن بعيد، وكانت بمثابة شواهد مادية تمدّ الباحث بمعلومات تاريخية ومعطيات أثرية حول مختلف جوانب الحياة الاجتماعية، السياسية، الاقتصادية، الثقافية والدينية السائدة.

وبمرور الزمن وتماشيا مع متطلبات المدن والأحياء الرامية إلى تحقيق مبتغيات العصر وحاجاته تولّدت مشاكل وتجاوزات أدت إلى تشويه حالة القصور وتعرضها للتلف والزوال، واستُبدِلت مادة البناء المحلّية من حجارة وتربة وطوب بمواد حديثة دخيلة كالخرسانة والأسمنت المسلح، ونجد قصور تمنطيط بولاية أدرار على غرار باقي المناطق الصحراوية شاهد عيان على ذلك. وقد أصبح من الضروري التدخل الفوري للحد من التدهور والتقليل من التلف الذي تتعرض له، وذلك بإجراء دراسات معمقة واتخاذ آليات جديدة لحفظها وصيانتها. ولمّا كان الطوب أحد أهم المواد البنائية في تمنطيط خصصناه بالدراسة، ومن ثَمَّ حمل الموضوع عنوان **دراسة تحليلية وصيانة الطوب المشكِّل لمباني قصور تمنطيط بولاية أدرار**.

وتهدف هذه الدراسة إلى التعرف على أساليب وتقنيات البناء بالطوب لضمان نشر أفضل الترميمات وتطبيقها العملي على المنشآت الطينية. ومن ثَمَّ كان لزاما:

– معرفة نوع التدهور في مباني الطين عامة مما يحدد أولويات التدخلات المناسبة للحفظ والعلاج.

– التعرف على المواد التركيبية للطوب المحلّي بإجراء تحاليل لعينات أصلية وحديثة ترميمية لتحديد نقاط القوة والضعف فيه وإنتاج أنواع جديدة كفيلة بحفظ وديمومة الهياكل.

– دراسة الجوانب المختلفة لإدارة المخاطر والحفاظ على عمارة الطين عامة والطوب خاصة.

- **أهمية الموضوع:**

يبين الموضوع من الناحية التاريخية مكانة الجزائر منذ القدم باعتبارها مواطن سكنية أولى شهدت عمارتها على ذلك، وأحد المعابر الأساسية نحو السودان الغربي في مختلف الفترات التاريخية تاركة بصماتها في نمطية البناء ومادته، ومن جهة أخرى فإن هذا العمل هو دراسة لخصائص بعض مواد البناء المشكلة من التربة لمعرفة طبيعتها وخصوصا مميزات الطوب المستعمل في كل فترة أو المضاف قصد الترميم، آخذين بعين الاعتبار اختلافا جوهريا من حيث موقع وبيئة تواجد مختلف قصور تمنطيط.

- **أسباب اختيار الموضوع:**

إن السعي الحثيث في سدّ الفراغ المتمثل في نقص البحوث المهتمة بالدراسة التقنية والمخبرية لمواد البناء وطرق ترميمها كالطوب إلا ما ندر وتخص أماكن أخرى مختلفة عن منطقة الدراسة؛ يقود إلى محاولة إيجاد حلول تتماشى وطبيعة بيئتها الخاصة مركزين على معرفة ميكانيزمات التلف.

وبالرغم مما حظيت به تمنطيط من تصنيف وطني كتراث مادي وعالمي كمنطقة رطبة إلا أنها لم تنج من فوضى العمران الحديث وإعادة البناء المخالف لقواعد الترميم وأسس الصيانة الناجعة، فمن منحى موضوعي لابد من دراسة ذلك بعمق لضمان استمراريتها والمحافظة عليها فضلا على الميل الشخصي المتمثل في كونها منطقة السكن.

ومثل هذه الدراسات ستساهم في تطوير عمارة الطين تبعا للبيئة المحلية ومتطلبات العصر، رغبة في قبولها وتبنّيها من طرف السكان، ومن ثَمّ يتم حفظ هذا التراث وعدم هجرانه. كما أن الموضوع يخص موروثا ماديا ذا قيمة تاريخية، أثرية ومعمارية، فهو جزء لا يتجزأ من أصالتنا وهويتنا وجب الحفاظ عليه وإعادة الاعتبار له وتثمينه في سبيل إمكانية تصنيفه عالميا.

- **إشكالية الموضوع:**

منذ القدم استعملت التربة والطين في أغراض شتى كطوب بناء وملاط للربط أو طلاء للتلبيس وغير ذلك. وراعى المشيّد الأول طبيعة المناخ، فأقام بناءه وفق ما يناسب ذلك، ولا زالت بعض معالمه ماثلة للعيان. لكن الملاحظ الآن أن مباني الطوب الأثرية والتاريخية ومنها قصور تمنطيط تشهد تدهورا جسيما، وهنا تُطرح تساؤلات أهمها:

ما أسباب التلف الحاصل والمتزايد؟ وفرضا أن ذلك قد يعود لطبيعة مادة البناء في حدّ ذاتها؛ فماهي عوامل الضعف فيها؟ وإذا كان بسبب عوامل أخرى خارجية؛ فكيف يمكن تحديدها؟ وما طرق وآليات تحقيق صيانة الطوب بتمنطيط والحدّ من تدهور مبانيه والمد في عمرها؟

- **منهجية البحث:**

إن طريقة العرض المتبعة في هذه الدراسة تطلبت توظيف عناصر عمل خاصة بهذا النوع من البحوث. ولمعالجة الإشكاليات السابقة استعملنا المنهج التاريخي في تتبع مراحل التعمير وكذا أهم التوسعات الطارئة في المنطقة، ولا غنى لنا عن المنهج الوصفي في تبيين حالة القصور وتشخيص أضراره، وكأساس اتخذنا التجريب في فحص وتشخيص العينات النموذجية كقاعدة عمل علمية، كما ركزنا على التحليل كأداة في إثبات أو نفي التوافق بين الجانب النظري والتطبيقي.

ولتناول الموضوع اعتمدنا جانبين أساسين:

1-الجانب النظري :

يقوم على أساس البحث في الأوعية البيبليوغرافية باللغة العربية والأجنبية لاستخراج مختلف ميزات منطقة الدراسة وطبيعة المباني وسرد تاريخها والتأويلات الخاصة بها، إضافة إلى دراسة الطوب كونه أحد المواد الأساسية في بناء هياكل تمنطيط دون إغفال أسباب تلفه.

2-الجانب التطبيقي:

مما لابد منه معرفة مراحل تشكيل الطوب وتقنيات البناء المتّبعة، وذلك باستخدام أعمال ميدانية كمعاينة المعلم وأخذ الصور والتعرف على فنّيات البنّاء، وكيف استطاع الأوائل تكييف مواد البناء بمختلف التقنيات لتحقيق المتطلبات البيئية والاجتماعية بل التناغم مع البيئة الصحراوية وقتذاك. إضافة إلى إجراء الرُّفُعات ومعرفة مواطن البناء بالطوب والبحث عن الأصلي والحديث، واختيار عينات في الجانب المخبري، والتي تخدم الدراسة التحليلية الرامية إلى تحديد خصائصه وعوامل ضعفه، ورغبة في تشكيل طوب جديد ذو قوام أحسن يتناسب والطوب الأصلي المقاوِم لاستعماله في الترميم.

- **خطة البحث:**

على ضوء ما سبق قمنا بهيكلة خطة تضمنت مقدمة للتعريف بالموضوع وإشكاليته المنبثقة من أهميته، ويليها فصل تمهيدي لعرض خصوصية منطقة تمنطيط عاصمةً لإقليم توات، حيث لا يمكن الحديث عنها دون معرفته، وذكر قيمها التاريخية والأثرية، والتي يتولد عنها التطرق للقصور باعتبارها نسيجا مكونا لوحدة تمنطيط، ثم تأتي دراسة التوسع العمراني في تمنطيط ممثلة للفصل الأول، وفيها يتم التفصيل في أسباب وأهم التوسعات آخذين بعين الاعتبار أهم التحولات البنائية الطارئة وتأثيرها في أصالتها. ولا شك أن من بين هذه الأخيرة مواد البناء وأهمها طوب الهياكل الذي يتعرض لعوامل تلف مختلفة تُضعِفه، وذلك ما تناوله الفصل الثاني.

وأما الفصل الثالث فهو لبّ الموضوع المعنون بخصائص طوب مباني تمنطيط، وفيه تم تناول معايير اختيار العينات النموذجية وبعدها الدراسة التحليلية المبنية على إجراء الأعمال المخبرية لاستخلاص خصائصه الفيزيو كيمياوية والميكانيكية واعتمادها كمرجع في ترميم وصيانة القصور، والتي تتطلب اقتراح ووضع بدائل تقنية تطبيقية مسبوقة ومحاطة بحلول نظرية وقد استوفاها الفصل الرابع.

وفي الأخير اختتمنا البحث بحوصلة إجمالا لنتائج البحث، وفتح الباب لبحوث أخرى من شأنها تدعيم حفظ وصيانة إرث فائق النظير.

- **قائمة المصادر والمراجع:**

اعتمدنا في دراستنا أوعيةً ببيليوغرافية عامة وأخرى متخصصة، فالمصادر والمراجع العامة استندنا عليها لإعطاء لمحة تاريخية عن المنطقة، وأما المتخصصة فانطوت على المواد البنائية عامة بما فيها المُشكَّلة من التربة، ومن أهمها مخطوط ا**لقول البسيط في أخبار تمنطيط**، لمحمد الطيب بن عبدالرحيم، والذي عرض فيه القبائل الوافدة إلى تمنطيط ومكانتها التاريخية، وكتاب **إقليم توات خلال القرنين 19/18 الميلاديين** لفرج محمود فرج مشيرا فيه إلى أهمية توات وعاصمتها تمنطيط ودورهما في البناء الحضاري وقتذاك، إلا أنهما لم يتعرضا إلى تخطيط وبناء قصورها بالتفصيل. وأما فيما يخص مادة التخصص فنجد كتاب **دراسات علمية في ترميم وصيانة الآثار غير العضوية** لمحمد عبد الهادي، و**دراسات علمية في ترميم المباني والمقتنيات الأثرية** لعطية أحمد إبراهيم، حيث تناولا مواد البناء عامة والتراث المبني ومشكلات تلفه، لكن يندر أن نجد موضوعا لصيقا بالطوب وإن ذُكِر فطوب مباني تمنطيط ذو خصوصية بنيوية وشكلية متفرّدة، وأخذَت أطروحة **تشخيص الطوب المشكل لهياكل قصري النزلة وتماسين (ولاية ورقلة)** للأستاذ أرزقي بوخنوف الحظ الوافر في التخصص. لكن بالرغم من انتماء ولايتيْ الدراسة (ورقلة وأدرار) لنفس المناخ (الصحراوي)؛ تبقى إشكالية بيئة تمنطيط متميزة، حيث اعتبرناها مغلقة (بيئة رطبة) داخل حيز صحراوي، وهذا ما جعل تمنطيط تحظى بدراسة خاصة من حيث مادة البناء وتنوع المحيط.

وأما عن أهم المراجع باللغة الأجنبية فنجد:

Echallier (J.C), **village désertique et structures agraires anciennes**./ Bellil (Rachid), **Ksour et saint du Gourara** /Baume (S**), les matériaux, la conservation en Archéologie** et DELOT (P), **les adobes**, **Production et mise en œuvre**.

وقد أعانتنا هذه المراجع في الشق النظري والتطبيقي، وذلك في تنميط قصور تمنطيط استنادا لخصوصية العمارة الصحراوية باعتبارها واحدة منها، وفي تشخيص مواد البناء وطرق ترميمها وصيانتها.

ومن أهم الصعوبات التي واجهتنا هي عدم القيام بكل التجارب المخبرية بسبب تكاليفها، ما قلّل إجراء التحاليل في أوسع نطاق، وهو ما جعل النتائج مرهونة بطبيعة العينات التجريبية المستعملة دون الجزم بتعميمها على كامل القصور، زيادة إلى شحّ الأوعية بالمادة العلمية المتخصصة واستغراقها في الجانب التاريخي دون التعرض المضبوط لتأريخ ومادة البناء الأولى لقصور تمنطيط. بالإضافة إلى أهم عقبة يكتفها الغموض ممثَّلةً في عدم إعطاء صورة واضحة عن بعض المتناقضات التي تقع فيها مختلف الجهات التنفيذية والمؤسسات المحلّية الفاعلة حول هذا الموروث رغم أنه يخصّ الجميع.

فصل تمهيدي

تمنطيط عاصمة إقليم توات

I- عمارة القصورة الصحراوية

II- كرونولوجية وتنميط قصور تمنطيط

III- الأهمية التاريخية والأثرية لتمنطيط

تمهيد:

يقع إقليم توات في جنوب غرب الصحراء الجزائرية التي هي جزء من الصحراء الكبرى الإفريقية بين دائرتي عرض 26° و30° شمالا وخطي طول 4° غربا إلى 1° شرقا. وتبعد أقرب نقطة منه عن العاصمة الجزائرية بحوالي (1500 كلم)، وهذا الإقليم يشتمل على عدد من الواحات والمدن والقصور التي تزيد على الثلاثمائة وخمسين متناثرة هنا وهناك على رمال الصحراء أشبه بالأرخبيل في البحار، ومغطيةً حوالي ألفي ميل مربع من الأرض.

يمثل موقع الإقليم امتدادا طبيعيا لمنخفض تنزروفت نحو الشمال؛ إذ يمتد في حدوده القديمة من واد الساورة إلى صحراء تنزروفت، حيث يعتبر الشيخ البكري أن "بينه وبين سجلماسة مسافة ثلاثة عشر يوما وغربا عشرين يوما لأول السودان، ومن غدامس عشرين يوما، ومن بلاد الزاب عشرة أيام شرقا، ومن ناحية أولاد عيسى قدر أسبوع إسراعا لبلاد البيض سيدي الشيخ، وعدد قصوره في القرن الحادي عشر مائتا قصرا أوسطها بودة وتيمي وتمنطيط"[1] .

I- عمارة القصور الصحراوية:

يعدّ البحث في العمارة الصحراوية من المواضيع الجديرة بالدراسة، توجب على الأثريين وغيرهم الغوص في أغوارها والكشف عن مدلولاتها وعلاقتها بمحيطها العام. فإن كانت الصحراء تمثل الأرض الجرداء الواسعة والمسطحة القاحلة من كل نبات أو الحاملة لطابع الموت ولونه[2] الرمادي البني؛ فإن عمارتها جدّ نفيسة، لما تحمله من فنون وخصائص ترتبط أساسا بالجوانب العمرانية والعلاقات الاجتماعية فضلا عن الميزات الطبيعية؛ تستدعي قراءات واستنباطات عِدّة لفهم كينونتها.

1- الخصائص الطبيعية لتمنطيط:

مثَّلت تمنطيط العاصمة الأولى لإقليم توات، ولذكر خصائصها الطبيعية لابد من معرفة ميزات الإقليم، والذي يشمل حاليا امتداد أدرار، تيميمون وعين صالح. فالأولى كانت تعرف باسم منطقة توات بعاصمتها البِكْر تمنطيط والثانية باسم منطقة القورارة وهي تيميمون، التي يذكرها ابن خلدون باسم تيجورارة أو تيكورارين[3]، والثالثة باسم منطقة تيديكلت ونجد منها آولف، وقد أضيف قسم رابع وهو

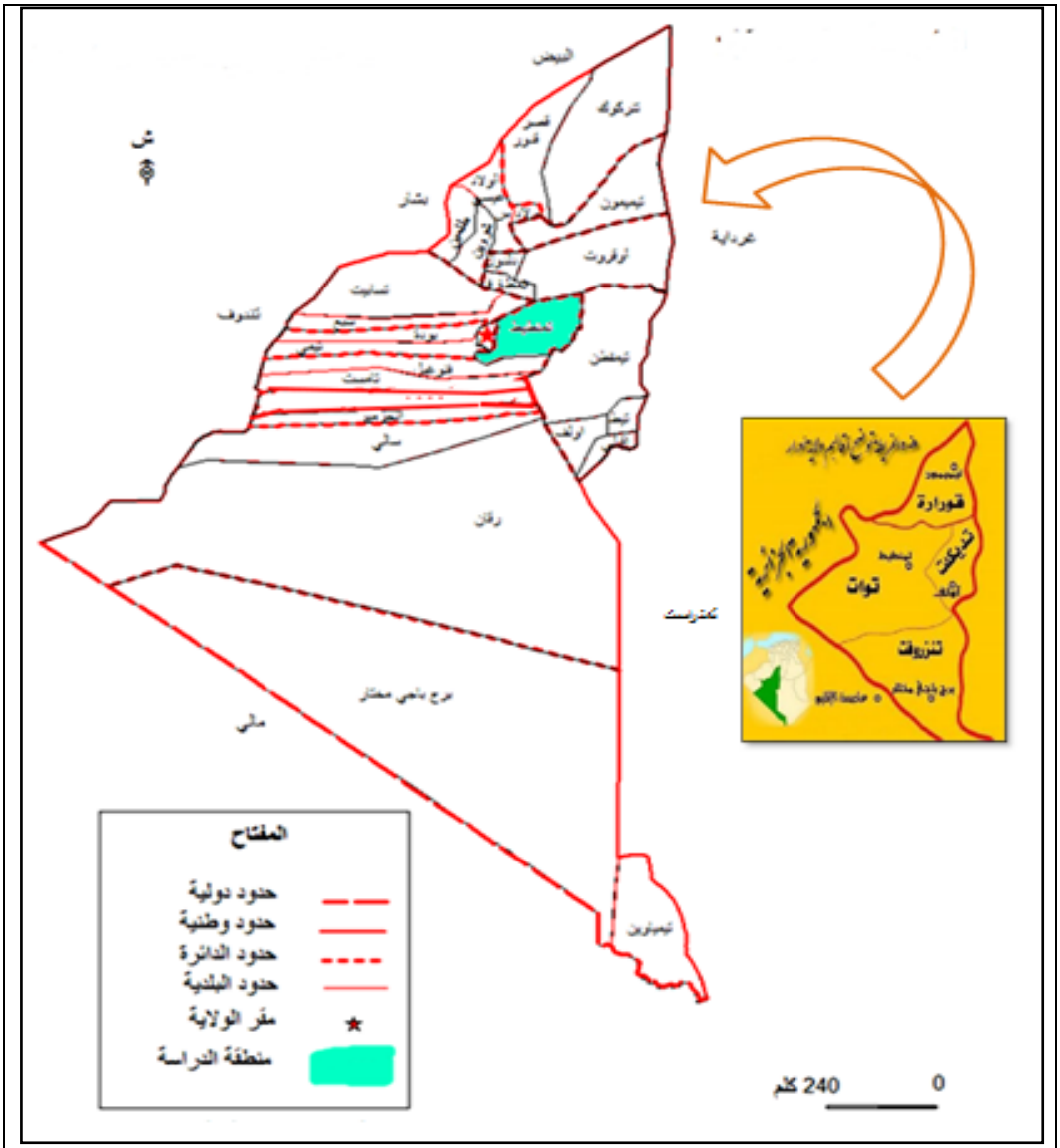
[1] محمد بن عبد الكريم البكري، **مخطوط درة الأقلام في أخبار المغرب بعد الإسلام**، خزانة تمنطيط أدرار، الجزائر، و:3

[2] جورج غيرستر، **الصحراء الكبرى**، تر: حماد خيري، المكتب التجاري للطباعة والتوزيع والنشر، بيروت، 1961، ص: 9.

[3] عبدالرحمان بن خلدون، **كتاب العبر وديوان المبتدأ والخبر في أيام العرب والعجم والبربر ومن عاصرهم من ذوي السلطان الأكبر**، ج: 6، دار الكتاب اللبناني، بيروت، لبنان، 1987م، ص: 117.

تنزروفت وعاصمته برج باجي مختار. كما أطلق بعض الكتاب القدماء على المناطق الثلاثة مجتمعة اسم إقليم توات[1].

وهناك تقسيمات لا تبتعد عن الأولى وإنما تحدّد توات بالمنطقة الوسطى التي تصل إلى غاية رقان فيسمونها توات الوسطى أو توات الأصلية[2].(الخريطة 1)



خريطة 1: إقليم توات وعاصمته تمنطيط (الجزائر) **المصدر: مديرية البناء والتعمير لولاية أدرار**

[1] هناك اختلاف كبير بخصوص مصدر كلمة توات، ونذكر منه قول السعدي " أن الكلمة أصلها تكروري بمعنى وجع الرجل ويورد لذلك قصة عند سفر سلطان مالي "كنكان موسى" فتخلّف هناك كثير من أصحابه لوجع رجل أصابه من ذلك المشي، فانقطعوا بها وتوطّنوا فيها فسُمي الموضع باسم تلك العلّة". ينظر: عبد الرحمان بن عامر السعدي، **تاريخ السودان**، مطبعة هوداس، باريس، 1964 م، ص: 7.

[2] محمد حوتية، **توات والأزواد خلال القرنين الثاني عشر والثالث عشر ميلادي**، رسالة دكتوراه في التاريخ الحديث، جامعة الجزائر، 2004، ص: 6.

1-1- الموقع:

تقع تمنطيط جنوب غرب مقر الولاية أدرار الجزائرية،على مسافة تقدر ب12 كلم، بإحداثيات لامبير(27°46’00’’N 0°16’’00’’W)، وهي عبارة عن منخفض محاذاي لواد مسعود، يحدها من الشمال بلدية أدرار وسبع وجنوبا فنوغيل، وشرقا أوقروت وتمقطن ومن الغرب بودة. وكانت تمثل عاصمة إقليم توات حتى القرن 17 م، وفي 1984م عُدّت منطقة تمنطيط بلدية تابعة لدائرة فنوغيل تشمل مجموعة من البلدان والقرى وهي تمنطيط، أولاد سيدي وعلي، أولاد الحاج المامون، نومناس، بوفادي وأبنكور[1]. والآن تعتبر أحد أهمّ بلديات ولاية أدرار ذات الموروث التاريخي الثقافي والعمراني.

1-2- المناخ:

يشمل منطقة تمنطيط كباقي مناطق الصحراء الجزائرية مناخ صحراوي قارّي، يتميز بحرارته الشديدة وسطوع الشمس صيفا، بينما يكون شديد البرودة شتاء، وكون تمنطيط مجموعة من واحات النخيل، تضم في وسطها القصر الذي يمثل المدينة بكل مرافقها، بحيث تأتي الواحات منخفضة عن القصر، ممّا يساعد في ترطيب الجو، بالإضافة إلى وجود السبخات من الجهة الشمالية، وهي عبارة عن منخفض رطب نتج عن تجمّع الماء، كل هذا أدى إلى وجود مناخ محلّي خاص ومتميز، وحسب اتفاقية "رامسار" فقد صنّفت تمنطيط كواحدة من بين المناطق الرطبة[2] (صنف قاري)، حيث نجد واحة أولاد يحيى المصنفة عالميا كمنطقة رطبة، بحسب اتفاقية رامسار 2002 بإيران، والتي تخص المناطق المعتدلة المناخ، تطبعها شتى أنواع الطيور المهاجرة التي تتبع البرك والأحواض الطينية "تدعى محلّيا الْماجَن"، لاحتوائها على نبات الديس والديدان التي تتغذى عليها تلك الطيور.

وشهدت في الفترات الأخيرة تراجعا بسبب تناقص منسوب مياه الفقارة والتي انعكست حتى على فلاحي المنطقة في ظل تنامي دور استغلال المياه بالطرق العصرية، وفي العموم فهي تعدّ واحدة من إقليم توات، الذي تشترك مناطقه في مجموعة من الخصائص الأساسية كالتضاريس والمناخ[3].

---

[1] بموجب الأمر رقم 84- 365 الصادر في 1-12-1984 للحدود الإقليمية للمقاطعات والبلديات، **الجريدة الرسمية للجمهورية الجزائرية** 9-12-1984 / 1472.

[2] تعدّ اتفاقية رامسار أحد أقدم اتفاقية عالمية في مجال البيئة تخص الأراضي والمناطق الرطبة، حيث وُضِعت 1971 بمدينة رامسار الإيرانية ودخلت حيز التنفيذ في 21 ديسمبر 1975، وهي بمثابة إطار للتعاون الدولي والقومي للحفاظ والاستعمال العقلاني للأراضي الرطبة ومصادرها. للمزيد ينظر:
www.ramsar.org/ www.ramsar.org/document/world-wetlands-day-2012-reports-algeria-2. □

[3] عبد الحميد بكري، **النبذة في تاريخ توات وأعلامها من القرن التاسع إلى القرن الرابع عشر هجري**، دار الهدى للطباعة والنشر والتوزيع، عين مليلة، 2005 ، ص: 17.

وفي دراستنا أخذنا قياسات المناخ (2004-2014) لاشتمالها على أهم الحوادث بتمنطيط كالتوسعات والتوجه خارج القصر في 2006 و2012 وعلاقتها بالمشاريع التنموية كما سيأتي لاحقا.

1-2-1- درجة الحرارة :

يفوق معدل درجة الحرارة 50°م صيفا، وهذا مما يجعل النشاط شبه منعدم صباحا وتستعمل السطوح للنوم ليلا في الصيف وذلك لانخفاض درجة الحرارة ووجود الهواء النقي بها وتنخفض بصفة ملحوظة شتاء (الجدول 1).

جدول 1: معدل درجة الحرارة (درجة مئوية ^{0}م) لولاية أدرار ما بين (2004-2014)

الشهر	جانفي	فيفري	مارس	ابريل	ماي	جوان	جويلية	أوت	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر
الحرارة	13.17	16.29	21.56	26.16	30.51	35.47	38.57	37.48	33.14	27.35	19.46	13.94

المصدر: www.tutiempo.com

2-2-1- التساقط والرطوبة:

تتميزمنطقة تمنطيط بندرة تساقط الأمطار ومعظمها يكون ما بين شهري اكتوبر وفيفري وتصل ذروتها في شهري نوفمبر وديسمبر (الجدول 2).

جدول 2 : معدل كمية الأمطار بالمليمتر (ملم) لولاية أدرار ما بين (2004-2014)

الشهر	جانفي	فيفري	مارس	افريل	ماي	جوان	جويلية	أوت	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر
الأمطار	1.8	1.09	2.82	4.49	0.38	0.81	0.1	0.3	1.75	4.24	0.25	0.3

المصدر : www.tutiempo.com

أما نسبة الرطوبة فضعيفة ما بين شهر مارس وشهر أكتوبر حيث تكون 14% وتبلغ أقصاها في شهر ديسمبر بنسبة 45% وبمتوسط سنوي يساوي 27% في الشهر (الجدول3) باستثناء داخل الواحة أين يخلق السقي مناخا حيويا يؤثر في المستوى الحراري ويرفع من رطوبة الجو.

جدول 3 : قياسات الرطوبة النسبية بالمئة (%) لولاية أدرار ما بين (2004-2014)

الشهر	جانفي	فيفري	مارس	افريل	ماي	جوان	جويلية	أوت	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر
الرطوبة	31.93	26.14	20.92	19.36	16.66	13.1	11.15	13.95	23.6	28.17	34.44	38.34

المصدر : www.tutiempo.com

1-2-3- الرياح:

تهُبّ الرياح عموما بسرعة متوسطة 20.44 كلم/ سا في نوفمبر و24.73 كلم/ سا في ماي[1] (الجدول4)، وهي رياح موسمية وتكون شمالية شرقية إلى شمالية. بالإضافة إلى رياح السيريكو الجنوبية وهي رياح رملية تصل سرعتها 100كلم/ سا وتكون خلال شهري فيفري ومارس عموما، وهذا ما أدّى إلى تصحّر المنطقة الجنوبية الشرقية وعدم وجود النخيل في هذه الجهة نتيجة لقوتها.

جدول 4 : قياسات متوسط سرعة الرياح (كم/سا) لولاية أدرار ما بين (2004-2014)

الشهر	جانفي	فيفري	مارس	افريل	ماي	جوان	جويلية	أوت	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر
الرياح	21.24	23.13	23.43	24.06	24.73	22.17	24.12	22.36	21.28	20.67	20.44	21.09

المصدر : www.tutiempo.com

1-3- التضاريس والمياه:

باعتبار منطقة توات واقعة في المجال الصحراوي، فإن استواء أرضها سِمة غالبة عليها، فهي مسطحة الشكل متألفة من الرَّق، العرق، السبخة، الهضبة والحمادة والوديان. فالرَّقُّ هو سهل مغطّى بالحصى الجافة تنتشر منها الرمال لتكون العرق. وهذا الأخير عبارة عن رمال تمتد سهولها وكثبانها بين المغرب والسودان، وينطلق من المحيط الأطلسي إلى النيل شرقا، وأشهر العروق إيكيدي والعرقان الشرقي والغربي، وتتخللهم هضاب صخرية أفقية الاتجاه تدعى الحمادة. أما السبخة فهي عبارة عن بحيرة تتبخر مياهها صيفا وتستحيل إلى ضاية من الملح تسمى بـ"الشط" أو "زاغز"، وأهمها في توات سبخة تمنطيط وتيمي وأزل ماتي. كما توجد بالإقليم بعض الهضاب، كهضبة تدمايت وهضبة الإقلاب التي ينبع منها وادي شناشن ويختفي في عرق شاش. وعن ميزات المنطقة نتطرق لما يلي:

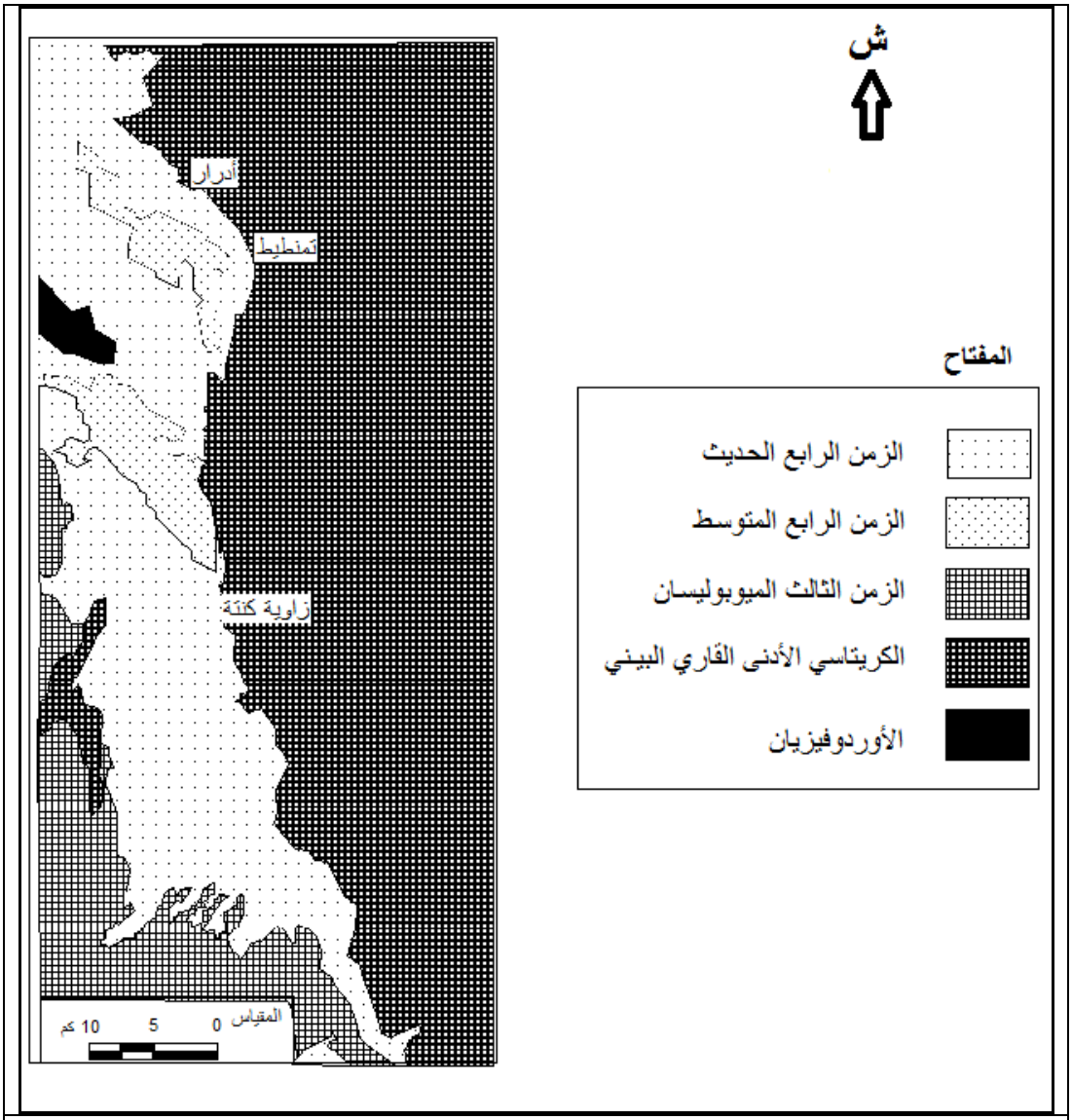
1-3-1- جيولوجية المنطقة:

تؤدي المياه والرياح الدور الأساسي في تكوين الظواهر الجيولوجية الكبرى والأشكال المختلفة للسطح. والمميزات الجيولوجية لتوات تبين أنها منطقة ذات رواسب فيضية تعود الى الزمن الجيولوجي الرابع (الخريطة 2)، حيث تتسع في الجهة الغربية وجنوب هضبة تادمايت، متميزة بصخور كريتاسية،

[1] Mohamed MOULAY, C**aractérisation écologique de peuplement de Balanites Aegyptica dans la région d'Adrar**, mémoire Master 2 en écologie et environnement .Université Tlemcen, 2014/2015, p: 15.

وشمالا نجد كثبان العرق الغربي، ومن جهة الغرب في اتجاه الضفة اليمنى لوادي الساورة الرمال، وأما من جهة الجنوب فإن هضبة المويدير بصخورها الديفونية مكونة الحدود الطبيعية لسهول توات.

ومن هناك تظهر أهمية الطبيعة الجيولوجية المتميزة؛ فالعرق الرملي الممتد بالقسم الشمالي، والحمادات ذات الشكل المتحجر، والسلاسل الجبلية بارتفاعاتها البسيطة والمكونة في معظمها من صخور الشيست[1]. كل ذلك كان له الدور الفعّال في تحديد الأرضية وكذا المواد الأساسية المستعملة في تشييدات وبناءات الإقليم فيما بعد.



الخريطة 2: جيولوجية منطقة توات **المصدر: مخطط التهيئة والتعمير لبلدية تمنطيط**

[1] Gautier E. F, **Sahara, Oranais**, paris, 1903, p :247.

1-3-2- طبوغرافية المنطقة:

تتميز جلّ القصور الصحراوية بوقوعها على قمم الجبال أو على هضاب صخرية صلبة، تسهل عملية الدفاع عنها، والتمكن من استغلال المياه، فهي تقع بالقرب من المجاري المائية كما تحيط بمعظمها بساتين، لذلك نجد ارتباط اسمها بتلك المجاري.

وقد يرتبط اسم القصور خاصة القديمة منها باسم الأشياء مثل قصر تازولت وهو اسم زناتي يعني كحل العينين أو الإثمد[1] أو بالمؤسِّس الأول كولي صالح كقصر سيدي سليمان بن علي بأولاد أوشن أو بالاتجاه والتموضع كقصر قبلي الجنوبي والقصر التحتاني أو إلى القبيلة القاطنة كقصر زاوية كنته، أو إلى الحجم كالقصر الكبير أو إلى الزمن كالقصر الجديد[2] وغيره.

ويعكس شكل تموقع تمنطيط مباشرة أسباب اختياره من طرف السكان القدامى، حيث إنه اختير بدقة وذكاء ليحقق هدفين أساسيين في تلك المرحلة، فالأول يتمثل في الدفاع عن القصر؛ إذ جاءت كتلة تمنطيط بصفة عامة مبنية على هضبة ممتدة من الشمال الغربي صوب الجنوب الشرقي، بينما الثاني فللاستفادة من المنتوج الزراعي المحلي المسقي بالفقارة، حيث إن موقع هذه البساتين الزراعية موجودة في الجانب السفلي للمنحدر. ومنه يمكن الاستخلاص بأن الشكل الطبوغرافي لموقع القصر هو عبارة عن مكان شبه مسطح ومرتفع بشكل طفيف مناسب لغرضين، أولهما دفاعي والآخر منفعي معاشي[3]، وهذا ما نجده في القصور الصحراوية عامة.

1-3-3- المعطيات الهيدرولوجية:

ذكر البعض بأن توات كانت في العصور الأولى بحرا بها المحارات والآثار البحرية، تمرّ بها الزوارق ما بين تمادنين إلى بودة، ثم إلى أوقروت[4].

---

[1] محمد باي بلعالم، **الرحلة العليّة إلى منطقة توات لذكر بعض الأعلام والآثار والمخطوطات والعادات وما يربط توات من الجهات**، دار هومة، الجزائر، 2005، ص: 23.

[2] Mohammed ABDELKRIM, **Le réseau d'agglomérations au Touat dans la wilaya d'Adrar : mécanisme d'organisation et fonctionnement spatial**, magistère en géographie et aménagement urbaine, université d'Oran 2, 2016, p : 34.

[3] عبدالحق معزوز، **العمارة الصحراوية التقليدية بمدينة تندوف**، ط1، منشورات وزارة الشؤون الدينية والأوقاف تلمسان عاصمة الثقافة الإسلامية، 2011، ص:18

[4] محمد باي بلعالم، **التعريف ببعض الجوانب من منطقة توات الجزائرية وحضارتها**، أعمال الملتقى الثقافي الأول للتعريف بمنطقة أدرار، الجزائر، 3-4 ماي 1985، ص: 43.

وينتهي بالإقليم ثلاثة أودية تصبّ مياهها الجوفية فيه لتغذي الفقّارات[1] والآبار بالمياه، التي بعثت الحياة في هذا الجزء من الصحراء، وهذه الأودية هي وادي مقيدن الذي ينتهي بمنطقة القورارة، ثم وادي مسعود الذي ينتهي بمنطقة توات والثالث وادي قاريت الذي ينتهي بمنطقة تيديكلت، ونظرا لقلة المياه اللازمة للزراعة فإن سكان الإقليم اهتموا بزراعة النخيل في المقام الأول لأن النخلة تستطيع تحمّل قساوة الطبيعة في الصحراء من جفاف وزوابع رملية وحرارة، وتحت ظلال النخيل زرع الأهالي مساحات محدودة من الأراضي بالحبوب والخضر والفواكه، وتنتشر بتوات مساحات شاسعة مغطاة بالرمال، تعتبر تهديدا خطيرا للأراضي الزراعية والفقّارات والقصور، فزحف الرمال يؤدي إلى إتلاف الأراضي وانسداد فوهات الفقارات، واندثار القصور التي هجرها أصحابها، كقصر أولاد ميمون بقصر تمنطيط الذي زاحمته الرمال من الجنوب[2].

وبعد أهمية الماء والنخلة لسكان الصحراء يأتي الجمل، وبه كانت تقطع القوافل مئات الكيلومترات فوق الرمال المحرقة صيفاً، ورغم ذلك فلم تتوقف قوافل التجار والمسافرين التواتيين في الداخل والخارج ليتبادلوا السلع والمواد الغذائية مع أسواق الشمال والجنوب. ونظراً لموقع توات في طريق القوافل التجارية العابرة للصحراء فقد أصبحت تمثل محطة هامة ومخزنا كبيراً للبضائع وبالضبط في عاصمتها تمنطيط.

---

[1] **الفقارة:**. لغة قيل أن اسمها اشتق من الفقر وفي قول آخر من التفجير لأن الماء يتفجر منها، ومن المؤرخين من يرى أن اسمها مأخوذ من الفقّارات أي فقرات الموجودة في العمود الفقري الموجود في الظهر. وأما اصطلاحا فهي نظام قديم جدا تعددت الروايات في أصله ومصدره واتفقت على شيوعه وانتشاره في أكثر من عشرين منطقة من ربوع العالم، وهي عبارة عن سلسلة من الآبار بين كل بئر وبئر مثل درجات السلم نفق يبدأ فيه العمل من مكان عالي و لا يزال ينحدر من أعلى إلي الأسفل، وقد يوجد في عمق بعض الآبار ما يصل إلي 40 متر، ثم ينخفض العمق إلي أن تخرج على وجه الأرض فهي غريبة في شكلها وفي تخطيطها وهندستها، غير أن ما يميّز المنطقة التواتية في نظامها المائي هذا هو توارثه عبر الأجيال منذ عدة قرون وإلى الآن مع المحافظة على كثير من مقوماته وأسس بنائه. ينظر:
أدرار تاريخ ونراث، **نشرية بمناسبة الملتقى الوطني الاول بعنوان الشيخ سيدي محمد بن الكبير**، يومي 23- 24 جوان 2010، ص: 9.

[2] محمد الطيب بن عبد الرحيم بابا حيدة، **القول البسيط في أخبار تمنطيط**. تح: فرج محمود فرج، ديوان المطبوعات الجامعية، المؤسسة الوطنية للكتاب، الجزائر، 1977 م، ص: 17.

2- مفهوم القصر:

- **لغة:**

يعرف القصر بأنه المنزل، وقيل كل بيت من الحجر، سمي في القرءان بذلك لأنه تقتصر فيه الحريم أي تحبس[1]، وجمعه قصور وهي تعني ما شيد من المنازل وعلا، ويطلق على كل بناية فخمة واسعة[2]، فقد عرّف بأنه مقر الخليفة وأفراد عائلته وحاشيته[3]، وبالرجوع إلى المصادر التاريخية، فهذا التعريف الأخير يقترب من ما هو متداول، حيث يقصد بالقصر مقر الخليفة وأفراد عائلته[4] وبطانته، كما يطلق لفظ القصر على سكن علياء القوم وأغنيائهم. وقد تميزت هذه القصور بتخطيطها وفخامة بنائها وجمالها لما كان يوليه الحكام والأفراد من اهتمام وتنافس فيما بينهم، فشيدوا قصورهم في المدن والبوادي،مثل قصور الأمويين والعباسيين والأغالبة وغيره[5]. كما يمكن أن يحتوي القصر على مسجد أوجامع يعرف بالجامع العتيق[6].

- **اصطلاحا:**

يختلف مفهوم القصر في المناطق الصحراوية اختلافا كليا عما سبق، فالأستاذ علي حملاوي* يعرفه بأنه القرية المحصنة أو التكتلات السكنية المتراصة والمتلاحمة فيما بينها، تقطنها مجموعات بشرية، تنتمي إلى أصول عرقية أو طبقات اجتماعية مختلفة، يحيط بهذه التكتلات أحيانا سور سميك، تتخلله مزاغل ومدعم بأبراج، وأحيانا تخلوا بتاتا من مثل هذه العناصر الدفاعية، ولكن تعوض بجدران البيوت الخارجية لتشكل في النهاية ما يشبه سورا يحيط بكافة أرجائها.

---

[1] جمال الدين محمد ابن منظور، **لسان العرب**، المجلد:11، مؤسسة التاريخ العربي، بيروت، 1993، ص: 186.

[2] **المنجد في اللغة والأعلام**، ط:21، دار المشرق، بيروت، 1986، ص:633.

[3] عبد المنعم ماجد، **تاريخ الحضارة الإسلامية في العصور الوسطى**، مكتبة الانجلو مصرية ، القاهرة ،1963، ص: 121.

[4] علي حملاوي، "القصر بالجنوب الجزائري" مفهومه ومكوناته"، **حوليات المتحف الوطني للآثار**، ع: 10، مطبعة سومر، الجزائر،2001، ص: 32.

[5] صالح يوسف بن قربة،" أبحاث ودراسات في تاريخ وآثار المغرب"**.المرجع السابق**، (ص، ص): (451، 452).

[6] علي حملاوي، **نماذج من قصور منطقة الاغواط**، المؤسسة الوطنية للفنون المطبعية وحدة الرغاية ، الجزائر، 2006، ص:18

* استعملت كلمة قصر في بعض المصادر التاريخية للدلالة على أنها تجمعات سكنية آهلة بالسكان أو هُجرت من طرف أصحابها، ويمكن للقصر أن يضم مجموعة من القصور. ينظر:

علي حملاوي، **القصر بالجنوب الجزائري... ، المرجع السابق**، ص: 32.

واتّفقت الدراسات الحديثة حول مفهوم القصر على أنه الفضاء المشترك المغلق والمُقسَّم إلى مساحات موزعة توزيعاً نوعياً، تقوم فيه مجموعة بشرية ذات المصلحة الواحدة[1] بالتخزين كالمحصول الزراعي الموسمي، وتستعمله وقت السلم لممارسة نشاطاتها اليومية، أما وقت الحروب فللاحتماء من هجوم العدو، وفي هذه الحالة يتشكل القصر من سور فتح به مدخل واحد أو ما يعرف بفم القصر، ولمزيد من الحيطة والحذر يدعم ببرج أو برجين للمراقبة[2].

والتعريف الشامل الذي ينطبق على القصر هو ذلك الهيكل العمراني لمجموعة من الناس في موقع وموضع يتوفران على متطلبات تلك الفئة البشرية المتجانسة والمترابطة في الدم والعقيدة والثقافة؛ اجتمعت حول موارد أساسية للقيام بمهمة حضارية متبادلة بين أجناس، ليس بالضرورة أن يكونوا من نفس طينتهم ولكن توسيع الأمر النفعي الشامل لحياة كلا الأطراف[3].

3- ازدواجية قصبات وقصور تمنطيط:

اختلفت الآراء في إعطاء توحيد لمعنى تمنطيط، إلا أن أغلبها يتفق على أنها اسم عجمي، فهي تركيب لاسمين أصلهما زناتي هما "تمان" وتعني "حاجب" و"تيط" العين، وبتركيب الكلمتين نحصل على حاجب العين أو "حجب العين"[4].

واختلافهم حول هذا الاسم كوْن مصدريته، هل جاء نتيجة صفة أطلقت على القصر وأخذت منه التسمية أو تشبيه لقصر تمنطيط بالحاجب كأن يكون نهاية العين؟ أم لاسم يعمل لدلالة وظيفية هي القصر حجب العين؟ والمقصود هنا هي عين الماء التي حجبها القصر، والمعروف أن القصور الصحراوية كغيرها من التجمعات الإنسانية كانت تقام قرب برك مائية أو عيون جارية. وقد ذُكِرت باسم تامنطيت، كما سماها صاحب البستان ابن مريم "تمطيطة" لمّا عقّب على كتاب نظم الدرّ والعقيان للحافظ التنسي عند تطرق هذا الأخير للمغيلي[5] خلافا لمحمد الطيب بذكره تمنطيط.

---

[1] Louis .A, **L'habitat et habitation autour des ksars de montagne dans le sud Tunisien,** IBLA, n : 127, 1971, p : 125.

[2] علي حملاوي، **القصر ...**، المرجع السابق، ص: 35.

[3] محمد الطيب عقاب، **مساكن قصر قنادسة الأثرية، دراسة معمارية وأثرية**، ديوان المطبوعات الجامعية، الجزائر، 2007، ص:20.

[4] محمد الطيب، **المصدر السابق**، ص11.

[5] محي الدين بوطالب، **الجانب الأدبي من مخطوطة الحافظ التنسي التلمساني، نظم الدرّ والعقيان في بيان شرف بني زيان ملوك الدولة الجزائرية**، منشورات دحلب، الجزائر، 1993، ص: 36.

وأما في خطاب س.أثناز (S.Athanase) أثناء كلامه عن معبودات الليبيين القدامى خلافا للوثنيين؛ ذكر بأنهم كانوا يسمون النعجة (آمان Amen) ويبجلونها[1]. فمن الممكن اعتبار اسم amen جزئية من كلمة تمنطيط (تمان وَ تيت) أي عين النعجة، ومن هناك قد يكون كل ما يتعلق بالحليب أو اللبن محل فيلولوجية المعنى الحقيقي لاسم تمنطيط، حيث نجد معظم الأسامي الأصلية بها مرتبطة باللبن أو الحليب مثل تايلوت وتيفاغي.

في المناطق الصحراوية نجد أن مدنها كانت تسمى غالبا القصر أو "لقْصر" قديما، وهو عبارة عن بناء ضخم مخصص له شكل معماري، ويكون مرتبط بواحة النخل المحيطة به، وتعرف المناطق التي يوجد بها عادة بالواحات وهو لفظ شائع عند سكان الصحراء الذيم يسمون مدنهم بالقصر، وهذا الأخير هو مدينة محصنة واحاتها غالبا ما تكون محاطة بأسوار وساحاتها تتوفر على أسوار ومتاجر للقبائل الرحل التي تحفظ فيها الحبوب كلما ذهبوا بعيدا بحثا عن الكلأ لقطعانهم ومواشيهم[2].

لكن ثمّة إشكالية في الفرق بين القصر والقصبة، وخاصة إذا ما نظرنا إلى تمنطيط؛ هل تسمى جملة قصر وتكون محتوياته قصبات؟ أو أنها تعني مجموعة من القصور المحاذية لبعضها البعض؟ فانطلاقا مما سبق وإسقاطا على تمنطيط يتضح أنها تتكون من مجموعة من القصور، كون أن المنشآت بها تتماشى والتعاريف السابقة للقصر. أما باعتبار أن القصبة هي تلك البناية الكبيرة التي تتخذ في الغالب شكلا مربعا، مع وجود باب خارجي وحيد، والتي قد تسكنها عائلة أو عائلات متّصلة بصلة الدم[3]، كما أنها تشيّد في الغالب من مزيج من الطوب والحجارة وتطلى بعد ذلك بالطين، حيث يراعى في بنائها المتانة والجودة، مما يمكنها من الصمود لدهور عديدة وهي بهذا تأخذ شكل البناء الحربي[4]، فهذا نجده ينطبق على أغلب منشآتها أيضا، وبالتالي تكون مشكّلة من قصبات عدّة، وقد تنوعت الأجناس البشرية في تمنطيط من زناته وعرب، إضافة إلى التسميات التي يطلقونها عن تلك

[1] René BASSET**, Recherches sur la religion des Berbères**, Ernest leroux, Editeur, Paris, 1910, p : 14.

[2] محمد بيدي، **"قصور منطقة عين الصفراء، قصر مقرار الفوقاني نموذجا (دراسة تاريخية وأثرية)"**، مذكرة لنيل شهادة الماجستير في الآثار الاسلامية، معهد الآثار، جامعة الجزائر2، 2010-2011، ص: 03.

[3] نور الدين بن عبدالله، "القصبات في منطقة القورارة مفهومها وإشكالية وظيفتها"، **مجلة منبر التراث الأثري**، ع: 5، مخبر التراث الأثري وتثمينه، جامعة تلمسان، 2015، ص: 22.

[4] Robert MONTAGNE, **Les Berbères et le Makhzen dans le sud Maroc**, Librairie Félix Alcan, Paris, France, 1931, p: 347.

المجمعات السكنية حيث تستعمل القصبة للدلالة عن القصر وأحيانا العكس، ومنطلق أن البربر[1] يحدّدون القصبة للمخازن العمومية والاستعمال عند الحاجة وأما القصر فهو مقر سكن الأهالي، بينما عند العرب فالقصبة هي مقر الأسر الثرية والقصر هو سكن بقية الأهالي؛ قضية ليست حتمية وهي قابلة للنقد بدليل وجود العكس[2].

ومما يحذو بنا قوله هو التحفظ من تصغير وإطلاق كلمة القصبات على كل منشآت تمنطيط، لكننا نميل إلى الازدواجية في التسمية فمنها من تصل إلى القصر بل جلّها.

وتذكر المصادر كالمخطوطات بأن تمنطيط مدينة ذات قصور قائمة بذاتها، فبالإضافة إلى ما أشار إليه حملاوي من أن القصر يمكن أن يحتوي مجموعة من القصور وهو ما ينطبق على تمنطيط، أي أنها وحدة قصر به قصور عدة؛ فإن لوجود عديد المساجد والمصليات الخاصة بكل قصر كاف على استقلاليته عن غيره، هذا من جهة، ومن جهة أخرى دال على خصوصية سكان وكِبَر تلك القصور في زمن ما. ونذكر منها مسجد أولاد علي بن موسى، تايحونا، بوصلاح، تايلوت وأولاد همالي ومسجد الشيخ سيدي أحمد ديدي، بغض الطرف عن مساجد أخرى طالتها عوادي الزمن كأولاد يحي وغيره، وكل هذا يساعد في تأريخ منطقة تمنطيط وأصل التسمية والمسميات فيها.

II- كرونولوجية وتنميط قصور تمنطيط:

بلدة تمنطيط ضاربة في التاريخ البشري، تعاقبت فيها أجناس وأجيال وقد اكتسبت شهرة وأهمية كبيرة اقتصاديا وتجاريا، وأثر تاريخ تعميرها على نمطية عمارتها.

1- التطور التاريخي لعمارة تمنطيط:

نظرا للمكانة التي تملكها تمنطيط في المغرب الأوسط قديما وحديثا، فقد تطرقت بعض المصادر والنصوص التاريخية لذكرها، وذلك أثناء سردها لبعض الأحداث التاريخية والاجتماعية والثقافية لمنطقة توات بصفة عامة، فهي عاصمتها في زمن ما.

---

[1] ينقسم البربر أو الأمازيغ بعبارة أدقّ إلى بتر وبرانس، فالبتر هم سلالة مادغيس الأبتر الذين يعيشون وفق نمط الحياة البدوية، وسكن الخيام وكسب الأنعام والميل إلى قطع السابلة والإغارة على مراكز العمران، وأما البرانس فهم سكان الهضاب والسهول والمدن، يعتمدون الزراعة فيها والصناعة في المدن.

ينظر: عبدالرحمن بن خلدون، **المصدر السابق**، ج: 6، ص: 8.

[2] نور الدين بن عبدالله، **القصبات...المرجع السابق**، ص: 25.

1-1- وصف تمنطيط من خلال النصوص التاريخية:

تعرض بعض الرحالة لذكرها (تمنطيط) أثناء الحديث عن المسالك والطرق التجارية صوب السودان الغربي، إلاَّ أنها لم تخص الجانب العمراني ولم تتعرض إلى قصورها ووصف نسيجها بدقة، والملاحظ تضارب بعضها بعضا، بدءا من التسميات وكذا زمكانية القبائل الوافدة، ومن ثم يجهل التاريخ الحقيقي للكثير من عمائرها، وكذا خلوها من الشواهد الأثرية التي تثبت أو تضحد تلك المعلومات التاريخية التي كتبت عنها وكان من بين الذاكرين لها:

أ- ابن خلدون (ت 808هـ):

يقول ابن خلدون مشيرا إلى أهمية تمنطيط وانتقال خط التجارة إليها بعد تعرض القوافل التجارية إلى السلب من قبل القبائل القاطنة على خط الطريق الذي كانت تسلكه قبل إيجاد خطِّها (تمنطيط) خلال القرن الرابع هجري (4 هـ): " لما صار الأعراب من البادية يغرون على سابلتها ويعترضون رفاقها فتركوا تلك الطريق أي خط السوس ولاتا ونهجوا الطريق إلى بلاد السودان من أعالي تمنطيط ".

ثم نجده يتحدث عنها خلال تعرضه للجانب العمراني في تاريخ الإقليم التواتي عامة وتمنطيط خاصة، فكان السبّاق في ذلك ذاكراً نصوصا تناولت عمارة الإقليم، فحديثه عن تمنطيط وعمارتها كان محل إعجاب كبير لديه، واصفا قصورها وعمرانها ونشاطها التجاري والمكانة التي حظيت بها بين البلدان وقتذاك بقوله: "..وتسمى وطن توات، وفيه قصور متعددة تناهز المئين آخذة من الغرب إلى الشرق، وآخرها من جانب الشرق يسمى تمنطيت، وهو بلد مستبحر في العمران، وهو ركاب التجار المترددين من المغرب إلى بلد مالي من السودان لهذا العهد ومن بلد مالى إليه.."[1].

ويقول أيضاً مبينا أهمية موقعها الجغرافي ذو الدور المسيطر في التجارة بين أسواق شمال المغرب وأسواق السودان الغربي، وكذا ارتباطها باسم توات، ثم أنها لم تعرف الفراغ منذ تعميرها، إذ يعدّ سوقها من أقدم الأسواق التواتيّة فيذكر " فواكه بلاد السودان كلها من قصور صحراء المغرب مثل توات وتيكورارين...وإن قبائل بين تلمسان ووجدة ...وتنتهي رحلتها في القفار إلى القصور التوات وتمنطيط... وهذه كلها رقاب السفر إلى بلاد السودان ..."[2] ثم يقول " وأما عبيد الله فلابد لهم في كل سنة من رحلة الشتاء إلى قصور توات وبلد تمنطيت ومع ناجعتهم تخرج قفول التجار من الأمصار والتلول حتى يحطوا بتمنطيت ومنها إلى بلد السودان"، وهذا ما ساعد سكان المدينة على النهوض

[1] ابن خلدون، **المصدر السابق**، ج:11، ص: 120.

[2] **نفسه**، ص: 123.

ببعض الصناعات والمهن الحرفية كصناعة الفضة والصابون وصياغة الذهب التي امتهنها اليهود إلى جانب صناعة الطين والنسيج والحدادة ومشتقات النخيل.

ب- **العياشي** (ت 1090هـ):

نظرا لعمارة أسواق مدينة تمنطيط ورخصها وتنوع منتجاتها عرض العياشي أهميتها بالنسبة للحجيج، حيث أصبحت مقصدا للقوافل المارة بالصحراء في طريقها إلى أرض الحجاز، فحجيج سجلماسة وتافيلالت وشنقيط كانوا يعرجون على أسواق توات لتجهيز قوافلهم بما تحتاج اليه من مؤونة قبل الانطلاق في رحلة الحج، لِمَا توفره من فرص العرض والطلب للتجار والزبائن معا على حد سواء، وبخاصة في صرافة الذهب والفضة وهو ما جعله يطيل البقاء في الإقليم حيث يقول: "..وسبب إقامتنا في هذه البلاد هذه المدة أن كثيرا من الحجاج إن كثيرا من الحجاج لما غلا صرف الذهب في تافيلالت أخروا الصرف إلى توات بأن (كذا) الذهب فيها أرخص وكذا سعر القوت من الزرع والتمر ،...ويوجد بها من البضائع والسلع التي تجلت من هناك السودانية شيء كثير"[1].

ج- **البكري** (ت 1133 هـ):

ذكر البكري* تمنطيط عند تعرضه لحدود توات وأنها إحدى البلدان الهامة في القصور التواتية التي بلغت مائتا قصر في القرن الحادي عشر، حيث قال: "بينه وبين سجلماسة مسافة ثلاثة عشر يوما ... وغربا عشرين يوما لأول السودان، ومن غدامس عشرين يوما، ومن بلاد الزاب عشرة أيام شرقا، ومن ناحية أولاد عيسى قدر أسبوع إسراعا لبلاد الأبيض سيدي الشيخ، وعدد قصوره في القرن الحادي عشر مائتا قصرا أوسطها بودة وتيمي وتمنطيط"[2].

د- محمد الطيب بن عبد الرحيم:

نظرا للموقع الجغرافي الهام الذي جعل تمنطيط تتوسط كبريات المدن التجارية في شمال القارة، واحتوائها العديد من السلالات البشرية المهاجرة بل استقرارهم بها، إضافة أنها كانت قبلة العديد من التجار والصناع والحرفين من شتى الأقطار، وانتشار المحلاّت بها كصياغة الذهب والفضة؛ جعلت

[1] أبو سالم العياشي، **ماء الموائد (الرحلة العياشية)**، تح: محمد حاجي، ج: 1، ط: 2، ، مطبوعات دار المغرب للتأليف والنشر، 1397 هـ/1977 م، ص: 21.

* الشيخ البكري بن عبد الكريم، المتوفى سنة 1133هـ / 1720 م، مؤسس الطريقة البكرية وهي فرع من القادرية غرب مدينة تمنطيط.

[2] محمد بن عبد الكريم البكري، **مخطوط درّة الأقلام في أخبار المغرب بعد الإسلام**، و: 3، خزانة تمنطيط، أدرار، الجزائر.

محمد الطيب المشهور بابن بابا حيدة* يفرد لها مخطوطا خصّه لتاريخ المدينة، وسمّاه القول البسيط في أخبار تمنطيط فقال: "أنه كان يوجد بها حوالي ثلاثمائة وستون صائغا يهوديا في صناعة الذهب والفضة وحدها".

وما فتئ المخطوط أن يذكرها بالجانب العلمي والثقافي والديني، وأنها ملاذ الأغنياء والفقراء وتصلح لهما في عديد وجوه، ومدى اكتساب تمنطيط بفضل وقوعها على جانب الطرق التجارية الرئيسية شهرة كبيرة، فكانت أسواقها مركب العربان وملتقى التجارة وفضاء رحب لتبادل مختلف السلع والمنتجات. وقد اجتمع في هذه المدينة بالجملة ما قال: "...فاعلم أن مدينة تمنطيط اسم لمدينة في إقليم توات، لقد اجتمع فيها العلم والعمارة والولاية والديانة والرئاسة، وانتصبت بها الأسواق والصنائع والتجارة والبضائع، وكان لا يستغني عنها غني ولا زاهد لما فيها من الدين فهي مورد الركبان، ومحشر العربان، ورئيسة البلدان، تنصت لشعرها الجيران، ويرد بها الظمآن وترتئ بها التجار في الأوان، ولا يقنع ذو سلعة عرفها إلا بسعرها"[1]. أما عن عمارتها يضيف أنها تعود إلى سبع سنين قبل الهجرة، وهو ما يؤيد قول الشيخ باي بلعالم في أن الفقارة بتوات هي فكرة يهودية[2].

كما تحدث قبل ذلك بشيء من الإسهاب عن توافد قبائل عديدة إلى القصر وتعميرهم له وفي مراحل تاريخية مختلفة قائلا " وأوّل قبيلة نزلت به يقال لها اللّمتون، ويقصد بهم الملثمون أولاد يوسف بن تشافين وفدوا إلى القصر حين انكسرت دولتهم بالمغرب و الأندلس، وبعدهم توافدت القبائل تباعا على القصر، وكانت لكل قبيلة قصرها أو قصبتها الخاصة التي تؤسسها بمجرد نزولها في القصر"[3].

ويضيف واصفا هندستها وأصل الماء فيها وكذا طبيعة وعدد أبنيتها وضيافة أهلها قائلا : " وهي متّصلة البنيان في قصور غير متباعدة السيسان بل هي متلاصقة العمران ....وحولها أصول وبساتين ماؤها بفقاقير جارية ....وقد جاءها الماء من الجهات الثلاث شرقا وغربا وقبلة بخلاف غيرها من البلدان، ويقال إن فيها ثلاثمائة وستة وستون فقارة منها ما هو جار الآن ومنها ما هو معطل، قيل

* محمد بن بابا حيدة هو الشيخ محمد الطيب بن الحاج عبد الرحيم المشهور بابن بابا حيدة، التواتي القرشي التمنطيطي، من فقهاء توات في القرن التاسع عشر الميلادي، ولد بتمنطيط 1184 هـ، ينحدر أصله من قبيلة منيارة بالمغرب، وجده أبو يحي المنياري من رجالات القرن التاسع الهجري.

[1] محمد الطيب، **المصدر السابق**، ص: 18.

[2] علي بومدين، "**الفنون والعادات التقليدية، وأهميتها في التنمية البشرية، دراسة نموذجية لمنطقة توات**"، رسالة مقدمة لنيل شهادة الماجستير في الثقافة الشعبية، جامعة تلمسان، 2012، ص: 96.

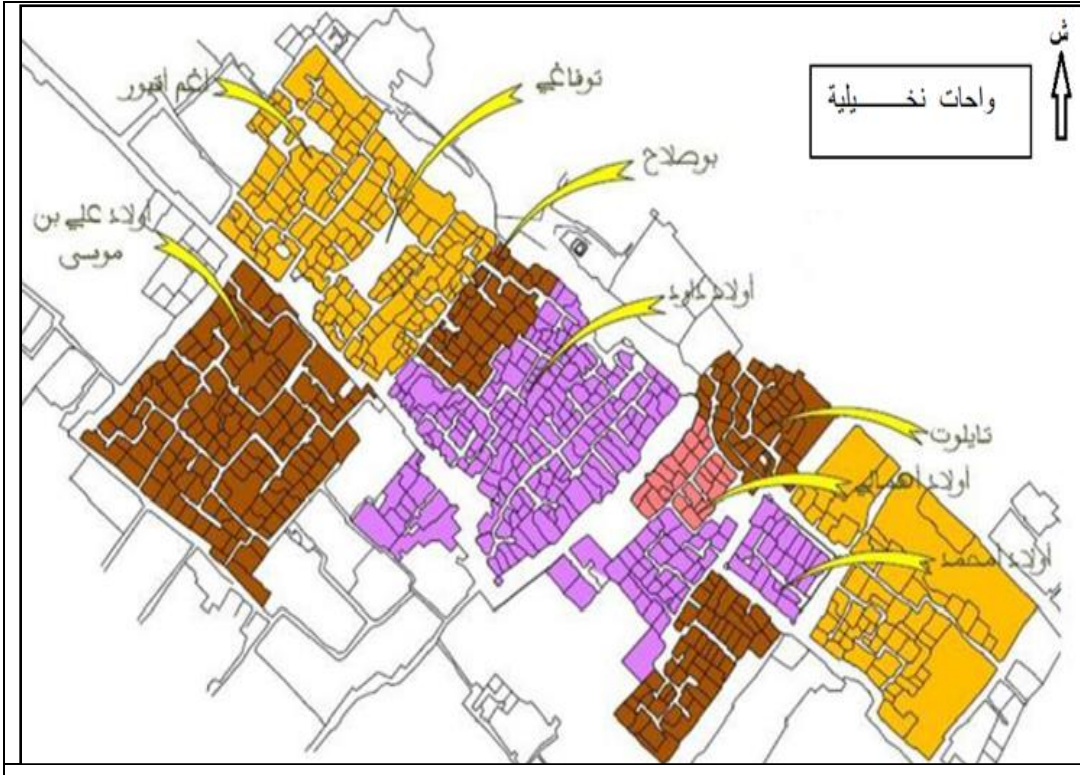
[3] محمد الطيب، **المصدر السابق**، ص: 8.

وقصورها أصل عددها كذلك ثلاثمائة وستة وستون قصرا يستضاف فيها الضيف كل يوم بقصر على عدد السنة"[1]. وهنا نلاحظ في عرضه ذكر القصبات والقصور المرتبطة بالقبائل الوافدة، ووصف تمنطيط بالقصر أو بالمدينة كابن خلدون قبله.

وعموما نجد أن ذكر تمنطيط كان مصاحبا لذكر توات باسمها مباشرة أو غير مباشر بالإشارة إليها، كما ذكرها الرحالة ابن الدين الأغواطي (ت 13هـ/19م) الذي زار مناطق عديدة داخل الوطن وخارجه[2]، والألماني جيرهاردرولف (Gerhaud ROLF) الذي زارها سنة 1281هـ/ 1864 م، ومارتن صاحب الكتابين "الواحات الصحراوية" و"أربعة قرون من التاريخ المغربي".

1-2- التّنوع البنائي لقصور تمنطيط:

مرّت تمنطيط كغيرها من بلدان إقليم توات قديما بفترات عديدة، شكّلت تنوعا بنائيا لمجموعة من القصور والأحياء (الشكل1)، والنمط العمراني لها هو خليط في هندسته بين أنماط معمارية مختلفة، وخاصة الإفريقي والإسلامي.



الشكل 1: أهم قصور وأحياء تمنطيط

[1] محمد الطيب، **المصدر السابق**، ص: 4.

[2] أبو القاسم سعد الله، **أبحاث وآراء في تاريخ الجزائر**، المؤسسة الوطنية للكتاب، الجزائر، 1986م، ص: 256.

وتتبعا للمسار التاريخي نجد أن تمنطيط مرت بالفترات التالية:

1-2-1- الفترة الجيتولية:

ظهرت في هذه المرحلة العمارة الإفريقية، فالجيتوليون* الذين استوطنوا إقليم توات قديما لا شك أنهم أسّسوا حضارة وأقاموا مدنا ونحتوا سماتها المعمارية المميزة، هذا وحسب بعض المؤرخين الإغريق والرومان أمثال "هيرودوت" أنهم سكان بيض أصحاب مهن، يسوقون الذهب من المغرب (شمال إفريقيا) نحو السودان، والسكان الأصليين لمنطقة "توات" هم جيتوليين كانوا قد تأثروا بعمارة السّكان الأفارقة لدليل وجود أصنام وبناءات مماثلة على ضفاف واد النيجر[1]، حيث كانت الجزائر المجاورة للصحراء مرتبطة بها وبأفريقيا كثيرا، وبعد رسم إطار جغرافي وثقافي انصهرت شعوب البربر فكانت بلدهم قبل الميلاد موطن الجيتوليين والغارمنتيين[2].

وقد تأثّرت العمارة القصورية بالعمارة السودانية نتيجة التلاقحات الحضارية وتماشيا مع فرضية انتقال النمط الثقافي مع الانتقال البشري[3] الناتجة آنذاك عن الحركة التجارية الدؤوبة بين الحضارات الإفريقية والقصور الصحراوية، حيث جلب التجار معهم نمط العمارة الإفريقية التي تأثّروا بها في تمبوكتو بمالي والنيجر فكان ذلك التشابه بينهما، ومن سمات العمارة القصورية الشكل المخروطي والهرمي للأبراج والأضرحة وقد وجدت مثيلاتها في تمنطيط (اللوحة 1).

---

* كان أول ذكر لموقع جيتوليا (جنوب الممتلكات القرطاجية ومملكة نوميديا الأمازيغية وشرق بلاد المور) عن طريق المؤرخ اللاتيني سالوست (القرن 1 ق.م)، ومصطلح الجيتول يستعمل لوصف جنوب الجزائر في عصر روما القديمة، أطلقه الرومان على قبائل بربرية قديمة كدلالة على نمط حياتهم المعتمد على الرعي والانتقال نحو الشمال، عابرين جبال الاطلس الصحراوي مرتين سنويا ويصلون في انتجاعهم إلى مدينة سرتا شمالا ويعودون خريفا الى الصحراء، وذكر المؤرخ اليوناني سترابون أنهم أكثر شعوب شمال أفريقيا عددا، منعتهم حياة البداوة من تأسيس مماليك مستقرة، ووصفهم العرب بأنهم بني جوّالة. ويبدو أن اسم الجيتول دخل عليه بعض التحريف عندما بدأ نقله من اليونانية واللاتينية إلى اللغة العربية، حيث كتب مرة بصورة جيتول ومرة بصورة عربية صرفة وهى جدالة، وقيل أن هنيبال (حنّبعل) أدخلهم في جيشه وكانوا العمود الفقري له وهم من أقوى القبائل الامازيغية، كما كانوا إلى جانب الملك النوميدي يوغرطة عام 107 ق.م ضد روما. و يرى الفرنسي إيميل فيليكس جوتييه المتخصص في تاريخ وجغرافية المغرب وكذا المؤرخ غابرييل كامبس أن قبائل زناتة التي تسكن المغرب الكبير هم أحفاد الجيتوليين القدماء، وحسب الباحث الجزائري رشيد بليل فإن الزناتة هم من أحفاد الشعب الجيتولي الذي سكن المغرب الكبير.

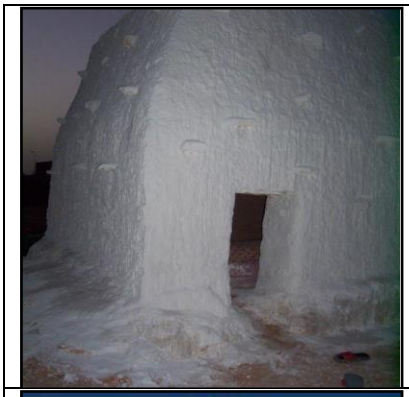
[1] Nadir. MAROUF, **Lecture de l'espace oasien**, Sindbad, Paris, France, 1980, p:39.

[2] ك ابراهيمي، **تمهيد حول ما قبل التاريخ في الجزائر**، تر: محمد البشير شنيتي ورشيد بورويبة، سحب الطباعة الشعبية للجيش، في إطار الجزائر عاصمة الثقافة العربية – وزارة الثقافة، الجزائر، 2007، ص: 135.

[3] نور الدين بن عبدالله، **القصبات...المرجع السابق**، ص: 28.

وهذا الاشتراك تجلّى أساسا في تلك البساطة البنائية، إذ كانت مواد البناء محلية، وكذا الشكل وغيره، فقد كان لإفريقيا السوداء تراثا معماريا فنيا أصيلا تميزت به حضاراتها وممالكها عبر القرون الطويلة قبل احتكاكها بالانسان الأبيض، والدراسات تؤكد أن العمارة السودانية عموما تميزت بطابعها البسيط، فمدينة نياني كانت في فترة تاريخية مبنية بالطين ذات سُقف من القصب، وكذا بالنسبة لتمبوكتو فكانت هي الأخرى ذات بناء مخلوط بالطين ومسقوف بالتبن[1].

وبغياب الإثبات بالدراسات والشواهد الأثرية تبقى الروايات الشفوية التي تؤكد وجود عمارات ذات تسعة طوابق بمملكة الصوصو بمالي خلال القرن الثاني عشر والثالث عشر للميلاد محل نظر.

عمارة تمنطيط		
عمارة تمبكتو		

اللوحة 1: أنماط من العمارة الجيتولية الإفريقية بتمنطيط ومثيلاتها في تمبوكتو مالي

وهناك ميزات تبين التشابه بين افريقيا الغربية مع سكان البوادي والواحات في بلدان المغرب العربي، حيث كان الفن المعماري الأصيل لافريقيا قبل الاسلام بسيطا، يميزه البناء المستدير والسقف ذو الشكل الهرمي المغطّى بالقشّ، أما حيطان المعمار السوداني القديم فكانت تُبنى بالطوب ونادرا ما كانت تتخللها الحجارة. وقد تميز بناء بعضها كالخواص باستعمال الآجر (الطوب المشوي) في حين

[1] محمد فاضل باري وسعيد إبراهيم كريدية، **المسلمون في غرب إفريقيا، تاريخ وحضارة**، ط:1، دار الكتب العلمية، بيروت، لبنان، 2007 ، ص: 98 .

تبنى بيوت الفقراء والمتوسطي الحال بالطوب المجفف، والذي يخلط بالتبن حتى يزداد صلابة، مع الإشارة لتواجد زريبة لتربية الماشية[1] بالقرب من البيت وهذا ما وُجِد بتمنطيط في فترة متأخرة.

وأهم سمات هذه العمارة هي بناؤها في القمم بأبراج وأضرحة مخروطية وهرمية الشكل، واستعمال الركائز على مستوى الواجهات وهي عناصر ذات ميل طفيف تدعم الجدران الخارجية، ومن مواد بنائها الحجر الكلسي واستعملت الأخشاب في الواجهات للتدعيم والتزيين.

1-2-2- الفترة اليهودية:

اختلف المؤرخون في الفترات التي توافدت فيها الجاليات اليهودية لإقليم توات*، إلاّ أنهم اتفقوا عن مجيئها للإقليم وإسهامها في تشكيل البنية البشرية والعمرانية له. وذكر اسم التواتي من الناحية العرقية نسبة لمكان يدعى توات، وهو مجموعة من الواحات في الصحراء التي يبدو أنها كانت المنطقة القصوى لليهود الفارين محاولين تهويد البربر فيها منذ القدم[2]، حيث عرفت كل من تاخفيفت** وتمنطيط بإقليم توات بعد القرن الأول ميلادي هجرة بعض العناصر اليهودية إثر نكبتهم على يد الرومان، فانطلقت في فترتين متواليتين 130م ثم 289م من السيرينايك بليبيا مرورا بجبال نفوسة وميزاب إلى أن حلّت بتوات.

وهناك هجرات أخرى لتوات كالتي كانت من الموصل في القرن السادس ميلادي (523 م)، حيث التقت مع جاليتين في الصحراء الليبية المصرية، إحداهما قادمة من الحجاز والأخرى من خيبر واتجهوا بعدها صوب توات في القرن العاشر[3]، وأيضا تلك التي كانت من الجهة الشمالية الغربية في

---

[1] عبد القادر زبادية، **الحضارة العربية والتأثير الأوروبي في إفريقيا الغربي جنوب الصحراء**، المؤسسة الوطنية للكتاب، الجزائر، 1989، ص: 52.

* هذا الاختلاف يفتح باب السبق للفترات التاريخية بالمنطقة بمنأى عن التواريخ التي تذكر. فبالرغم من التأكيد على وجود هذه الفترة بتمنطيط في مراحلها المختلفة إلا أن هناك بعض التأويلات في جعلها مرحلة ثالثة بعد (المرحلة الزناتية) باعتبار أن الزناتة فرع بربري من أحفاد الشعب الجيتولي حسب الباحث الجزائري رشيد بليل.

[2] Mauris EISEMBETH**, Les juifs de l'Afrique du nord, démographie et onomastique**, Imprimerie du lycée, Alger, 1936, p : 182.

** تاخفيفت كلمة زناتية، وهي بلدة توجد بمقاطعة زاوية كنته، وتبعد 71 كلم عن مقر الولاية أدرار، على حافة الطريق الوطني رقم 6، عند مدخلها مباشرة يتواجد بها القصر القديم بسوره ذو البناء الحجري والشكل شبه دائري فوق هضبة صخرية، ومحاطا بخندق. كانت تاخفيفت محل إقامة لليهود ثم انتقلوا إلى تمزغت (تماسخت) إحدى قصور تامست، وهي من أقدم المراكز اليهودية، وبجانبه يتواجد تزلت، وهي أنقاض مركز يهودي بربري عتيق. ينظر: **الموسوعة المغربية للأعلام الحضارية والبشرية**، ص: 61.

[3] Jacob OLIEL, **le juif au sahara. le Touat au moyen âge**, CURS édition, Paris, 1994,, p: 15.

القرن السابع (7 م) انطلاقا من الأندلس مرورا بالمغرب عبر السوس ودرعة وتافيلالت لتجد توات محطة أخيرة.

فبين هذه الفترات توافد اليهود على أرض توات، وبخاصة تمنطيط حيث بنوا قصورا ما بين الفترتين التاريخيتين للقرن الثاني والسادس الميلاديين، كقصر أولاد همالي، حيث عُثر في مسجده غلى لوحة نقش فيها تاريخ 517 م، إشارة إلى سنة إنشاء القصر[1] وكذا قصر أولاد ميمون، وكان لهم الباع في النشاط التجاري، ففي تمنطيط لوحدها كان هناك ما يزيد عن 63 صائغا يهوديا[2]، وذكر صاحب القول البسيط 360 صائغا[3]، كما عملوا على نشر ديانتهم في أواسط السكان وقتذاك.

وفي إطار الأبحاث التي كانت تقوم بها فرنسا في القرن التاسع عشر الميلادي (1205هـ)، عثر على شكل صنم ومعبد يعود لليهود في قصبة أولاد أهمالي، وحوّل المعبد إلى مسجد من طرف القبائل العربية التي سكنت فيما بعد في القرن 16 م[*]، كما وجدت صخرة مكتوب عليها بالعبرية في أحد المنازل بقصبة أولاد داود. وعمارة هذه الفترة اليهودية تكون في الغالب:

- عبارة عن قلعة تتموضع فوق مرتفع معظمها دائري يتوسّطها برج واحد.
- تتكون من أزقة رئيسية وأخرى ثانوية ومبنية بنفس المواد المحلية (الحجارة، الطين).
- لها حجرات تحت مساكنها (دهاليز) ويوجد هذا النوع بقصر أولاد أهمالي.

1-2-3- الفترة الزناتية:

شيّدت العمائر لأغراض عدّة أهمها توفير الحماية والأمان، ولقد شهدت الصحراء تعميرا من طرف قبائل مختلفة كزناته[**]، والذين دخلوا توات في 618 م واستقروا بتمنطيط[***]، وأورد ذلك ابن خلدون في حديثه عن القصور التي اختطتها زناته في الصحراء ومنها قصور السوس غربا ثم

---

[1] Echallier. J-c, **Villages désertes et structures agraires anciennes du Touat-Gourara, Sahara Algérien**, Arts et Métiers graphique, Paris 1972, p: 53.

[2] عبدالرحمان بعثمان، "حملة المغيلي على يهود توات وأثرها على الواقع الحرفي في المنطقة"، **مجلة الناصرية للدراسات الاجتماعية والتاريخية**، ع: 4، جامعة معسكر، 2013، ص: 127.

[3] محمد الطيب، **المصدر السابق**، ص: 18، 19.

[*] عثر بمحرابه على كتابه تشير إلى تاريخ517 م من طرف الباحث مارتان، ينظر: محمد بن سويسي، **العمارة الدينية الإسلامية في منطقة توات تمنطيط أنموذجا**، مذكرة ماجستير في الآثار الإسلامية، جامعة الجزائر، 2008، ص:75.

[**] تنتمي قبيلة زناته إلى فرع البتر من البربر، وعنها تفرعت قبائل كثيرة كمغراوة، بني يفرن ومنهم بنو عبد الواد، جراوة، بني مرين، بني ورنيد، بني يرنيان، واسين، بني تيغرس، وغيرهم.

ينظر: عبد الرحمن بن خلدون، **المصدر السابق**، ج: 7، ص: 57.

[***] هناك رأي آخر يرى أن البربر حلّوا بتوات 431 م، وأن مدينة تمنطيط حاضرة توات تأسست 472 م، ينظر:

Bernard SAFFROY**, Chronique du Touat, les repères pour une histoire**, c.d.s Ghardaïa, Algérie, sd, p: 01

توات...وهذا دليل على أن من شيّد تلك العمائر في القفر هم قبائل زناته، كما أن مناطق توات هي مواطن بنو يالدس من مغراوة[1]، ويزيد بأن أعدادا منهم كبيرة تنتشر في الصحراء ويحترفون فلاحة النخيل على الطريقة العربية، وهم متواجدون في شريط عريض من القصور المتتالية في الصحراء من سجلماسة إلى توات إلى قليعة فيقول "..ومنهم في قبلة تلمسان وعلى ست مراحل منها وهي قصور متقاربة بعضها من بعض؛ ائتلف منها مصر كبير مستبحر بالعمران البدوي معدود في آحاد الأمصار بالصحراء؛ ضاح من ظل الملك والدول لبعده عن القفر...والآن يعتمرها رهط من مطغرة هؤلاء"[2].

وكان لنقص خبرة البنائين التأثير في طريقة تشييد عمائرهم، والتي غلب عليها طابع البناء بالحجارة أو مزيج منها والطين فوق التلال الصخرية، إضافة إلى شكل السور الدائري أو الشبه الدائري والذي يعد محلي النشأة أو بربري، وذاك راجع لسهولة إنشاء هذا الشكل الذي لا يعتمد على الزوايا على غرار قصور تلك الناحية كقصور القورارة[3].

ولا زالت بعض المسمّيات لبعض القصور وطبيعتها في المنطقة تحمل أسماء زناتية لحدّ الآن على غرار تمنطيط، توفاغي، تاهقة، آغم آقبور، تايلوت، آسكلو، زاغز...فضلا عن أسامي وسائل العمل أو التشييد كتسكّيتن أو تسكّات، آفراق، أو تلك المستعملة في الحياة اليومية وما يتعلق بها كآكريي، تنجوهر، تلمسو، تقربوشت (أنواع من التمر)، التّاسوفرة... وهي مستعملة حتى اليوم.

1-2-4- الفترة الإسلامية:

على إثر الحملات الجهادية التي قادها حبيب بن أبي عبدة بن عقبة بن نافع (127-132هـ/744- 749 م) وصل الإسلام أرض السودان بفضل حنكته وسياسته الرشيدة[4]، وذلك الوصول يقتضي المرور بأرض توات، التي كان لها الحظّ في دخوله منذ القرن الثاني الهجري، وبحكم وقوع تمنطيط عاصمة توات في محور خط القوافل التجارية كالذهب وغيره، بل همزة الوصل فيه، جعلها محلّ طمع مختلف دويلات المغرب، على غرار الرستمية، المرابطية، الموحدية وما نتج بعدها من زيانية ومرينية والدولة السعدية.

---

[1] محمد بن عميرة، **دور زناته في الحركة المذهبية بالمغرب الاسلامي**، المؤسسة الوطنية للكتاب، الجزائر، 1984، ص: 20.

[2] ابن خلدون، **المصدر السابق، ج:** 6، ص: 245.

[3] Echallier. J-c, **Op. Cit**, p: 20.

[4] علي حملاوي، **نماذج ...المرجع السابق**، ص: 81.

وطريق الذهب لم يكن طريقا للتجارة وربح المال فحسب؛ بل طريقا للثقافة يعبره العلماء والطلاب وتنتقل بواسطته خزائن الكتب[1]، ومصطلح الثقافة يتعدى حصره في العلم بل يتوسع ليشمل بدون شك مقومات الحضارة من مختلف الصنائع والأنماط العمرانية وغيرها محملة في الأذهان ومصممة في تلك المخطوطات أو مجسدة في مواطن الإقامة والترحال لينتج بذلك التأثر والتأثير بين بعضها البعض.

وتركت بعض الدويلات بصماتها المعمارية كشاهد أثري في المنطقة عامة كالمآذن الإباضية (أحفاد الرّستميين) في تيميمون فضلا عن بعض الإشارات إلى استقرار القبائل الأمازيغية في الأرياف وبعض الواحات والقصور الجنوبية، وكان لها الدور البارز والخطير في تاريخ المغرب الإسلامي كقبيلة مطغرة التي تزعمت الحلف القبلي الأمازيغي ضد ولاة بني أمية بعد اعتناقها المذهب الخارجي[2]، وهذا ما يؤثر في البِنْية الاجتماعية وكذا العمرانية من تشييد أو تدمير.

وهكذا فإن بلدة تمنطيط استقطبت أغلب القبائل العربية والعجمية التي نزحت إلى توات بصفتها عاصمة القصور الصحراوية، ومن أهم القبائل التي أثّرت تأثيرا واضحا في عمارة تمنطيط هم المرابطون، ويمكن وضع ترتيب لمراحل تكوين هذا النوع من العمارة تبعا لتاريخ تواجدهم في:

أ- المرحلة الأولى:

كانت هناك هجرات مختلفة لبعض القبائل الأمازيغية إلى الجنوب، وهي لمطة، مسوفة، هوارة وصنهاجة[3]، وحينما انكسرت دولة هذه الأخيرة المرابطين (صنهاجة) بالمغرب والأندلس؛ فرّ اللّمتون وهم الملثمون أولاد الملك يوسف بن تاشفين* (استولى على سجلماسة، توات وقورارة 456هـ/1063م)

---

[1] عبدالمجيد مزيان، الكتاب والحضارة، **مجلة الأصالة**، ع: 11، وزارة الشؤون الدينية، الجزائر، ص ص: (75، 84)

[2] بوزياني الدراجي، **القبائل الأمازيغية أدوارها، مواطنها وأعيانها**، ج: 1، دار الكتاب العربي، الجزائر، 2007، ص: 122.

[3] **نفسه**، ص: 76.

* هو أبو يعقوب يوسف بن تاشفين بن إبراهيم اللمتوني الصنهاجي (400- 500هـ/ 1009- 1106م) الملقب بأسد المرابطين أو الملثمين، وقد سيطرت قبيلته بسيادتها وقيادتها على صنهاجة واحتفظت بالرئاسة ، تلقَّى يوسف تعاليمه الأولى في قلب الصحراء من أفواه المُحَدِّثِين والفقهاء، ونما وترعرع وتربَّى على تعاليم الإمام الفقيه ابن ياسين، ونبغ في فنون رجال الحرب والسياسة الشرعية. بدأ في الظهور بقيادته لمعركة الواحات (448هـ/ 1056م)، واعتبر المُؤَرِّخُون عام 467هـ/ 1074م فاصلاً في تاريخ الدولة المرابطية؛ إذ بسط يوسف نفوذه على سائر المغرب الأقصى الشَّمَالي باستثناء طنجة وسبتة، وتوحدت بلاد المغرب والأندلس، كما صدَّ الصليبيين عن مسلمي الأندلس وأوقف حرب الاسترداد الإسبانية لمدة 500 عام تقريبا. شملت دولة المرابطين في عهد بن تاشفين تمتدُّ من تونس والجزائر شرقاً، وحتى المحيط الأطلنطي غرباً، ومن المغرب شمالاً حتى مالي وغانا جنوباً، وتركت آثارا لها في الجزائر كالجامع الكبير بالعاصمة ومسجد ندرومة والجامع الكبير بتلمسان. ينظر: نصر الله سعدون، **دولة المرابطين في المغرب والأندلس عهد يوسف بن تاشفين أمير المرابطين**، ط1، دار النهضة العربية للطباعة والنشر، بيروت، 1985، ص:13.

إلى أن بلغوا أرض توات، ووجدوا بها الجدب وأنها أرض أمان، ونزلوا بها، ويذكر صاحب القول البسيط أنهم أول القبائل نزولا بها[1]، وبعدها جاءت القبائل الأخرى، وسكنوا قصر تايلوت الذي شيّد به أول مسجد بتوات، حيث وجد على محرابه تاريخ 106هـ/752م[2]، ثم أولاد يعقوب، ومن قبائل المرابطين قبيلة أولاد علي بن موسى الذين بنوا قصر بوصلاح ثم بنوا قصرا سمي باسمهم، وأقاموا ضريح سيدي امحمد بايوسف[3].

ب- **المرحلة الثانية (1147م- 1316م):**

يذكر محمد الطيب في القرن 14م من هذه المرحلة نزلت قبيلة أولاد داوود بن عمر وحلّوا بقصر سمّي باسمهم، وكان لهم الأثر البالغ في تمنطيط واقتصادها، حيث كانوا أهل عزة ورياسة، وقصورهم الآن هي قاعدة أسواق تمنطيط، وكان بها الحدادون والنجارون والجزارون والدلالون والعطارون.

ج- **المرحلة الثالثة (1316 م -1438م):**

نزلت قبيلة "أولاد يحي" بن يدير بن عتيق التدلسي نسبة إلى عين تدلس بالشمال الجزائري في 1430 م، وبنو قصرا باسمهم ثم قصور آغم أقبور، تاهقة وتوفاغي. كما أسّس العالم الكبير سيدي سالم العصموني*، الذي عاصر الشيخ المغيلي** المسجد القديم بتاهقة في القرن 16 م، ولقد عرفت مدينة

---

[1] محمد الطيب، **المصدر السابق**، ص: 8.

[2] عبد الحميد بكري، **المرجع السابق**، ص: 18.

[3] محمد الطيب، **المصدر السابق**، ص:12.

* **الشيخ العصموني:** من أشهر القضاة تمنطيط في القرن 10هـ، وتنسب عائلته لبني العباس القرشي وقيل إلى الحسين بن علي، من الأوائل في تولى القضاء منهم الشيخ عبد الله العصنوني وأخوه بن أبي بكر وذلك سنة 862هـ/1457م، تولى القضاء سنة 914هـ/1508م، وخلف ولدا اسمه أحمد بن سالم تولى القضاء بالقاهرة بمصر وهو متبحر في العلوم، وقد أقام بقصر تاهقة أين أسس مسجدا هناك، ينظر: محمد الطيب، **المصدر السابق**، ص:31.

** **الإمام المغيلي:** اختُلِف في سنة مولده والأشهر (870هـ-909هـ/ 1465م-1503م)، ولد بقرية مغيلة نواحي تلمسان، ونشأ في بيت علم وشرف حيث حفظ القرآن الكريم على يد الشيخ محمد بن أحمد بن عيسى المغيلي الشهير بالجلاب، وأخذ عليه بعض أمهات الكتب الفقهية المالكية، واتصل بآخرين كالشيخ عبد الرحمن الثعالبي الجزائري، وحلّ بتوات على الأرجح في 865هـ وأقام بها منجزات عمرانية كالمسجد ومصلى العيد وكرسي الإفتاء بأولاد سعيد (شمال تيميمون)، وبعد خروجه من تلمسان إثر ملاحظته سطوة اليهود عليها قصد توات ثانية وبالضبط تمنطيط، أين تمكن اليهود من نقط الاقتصاد الرئيسة، وبنوا بيَعا جديدة وبدأوا بنشر دينهم، منافين شروط أهل الذمة، فأفتى بهدم معابدهم وإجلائهم عن تمنطيط وتوات نهائيا، فلاقت هذه الفتوى التأييد والمعارضة من العلماء وقتذاك، وهو ما سمي بنازلة قضيّة يهود توات، ينظر: محمد باي بلعالم، **المرجع السابق**، 2005، ص: 81. فوزي سعد الله، **يهود الجزائر هؤلاء المجهولون**، ط: 2، دار الأمة، الجزائر، 1996، ص: 56. مبروك مقدم، **الشيخ محمد بن عبد الكريم المغيلي وأثره الإصلاحي بإمارات وممالك افريقيا الغربية خلال القرنين 8 و9 هـ**، ج: 2، دار الغرب للنشر، د ت، ص: 49.

تمنطيط في هذه الفترة نظاما دفاعيا يتماشى والتطور الحضاري وقتذاك، وهكذا أنشئت مراكز لتدريب الجيش ومخازن للسلاح، وساحة يتم فيها تدريب الرماة تسمى رحبة "الشّارة" بقصر أولاد يعقوب، وكان لها مشايخ ومعلمين متخصصين في ذلك، وتم بناء سور عظيم من الناحية الشرقية للمدينة محافظا للقصر، بداخله مخزن للسلاح يسمّى "آكريبن" بإمكان الخيل أن تصعد إلى هذا السور عن طريق معين، وقد استعمله الشيخ المغيلي في حربه ضد اليهود.

والملاحَظ أن بحلول الشيخ المغيلي زاد الاهتمام بالعلم، وكذا التشييدات والصروح التي تحميه وتذود عنه من أخطار العدو كالتواجد اليهودي، ولكن هذا لا يثبت ما ذكره مارتن، على حدّ قوله أن منطقة توات كانت تفتقر إلى أدنى شروط النظام وسيطرة للجهل والفوضى، وهذا ينافي الحقيقة فقد كانت هذه المنطقة منارة علمية استقطبت عديدا من العلماء آثروا البقاء فيها وكان لهم التأثير أيضا، من حيث الجانب الفكري وكذا المادي كبناء الدور والمساجد وغيرها[1]، وفي نفس هذه المرحلة نزل بتمنطيط أولاد امحمد الذين قيل أن أصلهم بربر، وبنوا قصرا باسمهم[2]. ومع مرور الأيام انصهرت القبائل في بوتقة واحدة لتكوّن اليوم سكان تمنطيط"[3].

2- إشكالية تنميط القصور الصحراوية:

تنوعت واختلفت الأبحاث والدراسات في سبيل تنميط القصور، فالبعض يوقفها على نوع البناء من حيث الشكل الخارجي لها، بصفة عامة أو نوعية السور المحيط بصفة خاصة، ومنهم من يجعل العناصر المعمارية المكونة لها الأساس في ذلك علاوة على الارتكازات والأرضيات التي شيّدت عليها تلك المباني، ومنهم من مزج بين الشروط السابقة ككل، لكن ظهرت اختلالات في تصنيف القصبات والقصور أيضا، وهذا ما أنتج عديدا من الأنماط القصورية، والملاحظ على بعضها أنها مشتركة في خصائص ومختلفة في أخرى، لذلك لم يكن هناك تنميط موحد ومتفق عليه لتلك القصور.

2-1- تنميط مارتن:

نجد أن مارتن حدّد ثلاثة أنماط للقصور الصحراوية، حيث ابتدأها بتنميط حسب الفترة التاريخية الممتدة من فترة ما قبل التاريخ إلى مئة سنة بعد الميلاد، ومن ميزاتها الوقوع فوق التلال الصخرية

---

[1] أحمد الحمدي، ""**محمد بن عبد الكريم المغيلي رائد الحركة الفكرية بتوات، عصره وآثاره (870هـ-909هـ/ 1465م-1503م)**"، أطروحة دكتوراه في التاريخ والحضارة الإسلامية، كلية العلوم الانسانية والحضارة الإسلامية، جامعة وهران، الجزائر، 2000، ص: 70.

[2] Martin, **Op. Cit,** p : 81.

[3] محمد البكري، **تمنطيط رمز تاريخ وعنوان حضارة**، منشورات اللجنة الثقافية، أدرار، الجزائر، د ت، ص: 05.

والبناء بخليط من الحجارة الكبيرة والصغيرة، وأما النمط الثاني فله ارتباط بالتواجد اليهودي وتمتد من القرن الأول الميلادي إلى السادس، وما يميزها أنها منتظمة نوعا ما، ذات سور مستدير الشكل، وبناء ذو طابقين بحجارة مصفحة مع الإشارة إلى مجاورتها لمسجد بمنارة. أما النمط الثالث والأخير فكان ما بعد القرن السابع الميلادي.

لكن بالرغم من اجتهاد مارتن في ذلك التنميط الذي يعدّ اللّبنة الأساسية لباقي التنميطات إلا أنه ربطه بالزمن، وذلك ما يسقطنا في مطبّ القصور غير معلومة زمن البناء، ثم ماذا عن القصور التي اختلطت فيها العناصر الزناتية بالعربية لدى النمط الثالث؟ وكذا جهل زمن وفودها؟

2-2- تنميط عبد الرحمان أيوب:

تعدّ التركيبة الاجتماعية والذي يعتبر البنَّاء عنصرا منها، إذ يترجم حاجاتها السكنية ومآلاتها في الحياة أساسية في تحديد التشكيلة العامة، كما تؤثر البيئة على ثلاثية مهمة في المباني، من حيث تخطيطها، توجيهها ومادة تشييدها، لذلك فإن بعض البناءات المشيّدة في بيئات متشابهة كانت متقاربة، واستنادا إلى الشكل الخارجي الذي يشكله السور بنى أيوب تنميطه للقصور، والتي أُنجِزت على قصور الجنوب التونسي[1]، وفي المجمل كانت كالآتي:

أ- **النمط المستطيل:**

يعد هذا النمط زمنيا الأقدم، ذو أصل بربري، حيث تتجمع الغرف السكنية مشكِّلة مستطيل، وقد تنحت في الصخور أو تبنى على مستوى الأرض.

ب- **النمط المربع:**

وهذا النمط شبيه بشكل الحصون الرومانية والقبطية المصرية والأربطة المنتشرة في العالم الإسلامي.

ج- **النمط الدائري:**

تعود بداية ظهوره إلى القرن 11م، وهو أكثر الأنماط تطورا وتنظيما في توزيع فراغاته الداخلية.

إن اعتماد عبد الرحمان أيوب في تنميطه للقصور على الشكل ذو أهمية كبرى، لكن يبقى نسبيا نوعا ما، والنقد لذلك هو وجود قصور ذات شكل دائري أو شبه دائري تسبق القرن الحادي عشر للميلاد بكثير، ثم أن الشكل المستطيل والمربع غالبا ما نجده تابعا للتواجد العربي، ونادرا ما نجد ذلك

[1] أيوب عبد الرحمن، **من قصور الجنوب التونسي "القصر القديم"**، النقائش، المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم، تونس، 1988م، ص: 134.

عند العناصر البربرية (الأمازيغية)، على غرار بعض مباني القصور والقصبات في توات خاصة وفي الجنوب الجزائري بصفة عامة. ومن ثَم فإن الشكل ليس معيارا لتنميط القصور.

2-3- تنميطات أخرى:

نذكر من الدراسات التنميطية للقصور تلك التي قام بها ج. بيسون (Bisson.J) على قصور منطقة قورارة. فهو يشترك في تقسيمه مع الباحث عبدالرحمان أيوب في اعتماده على مكونات القصر الداخلية، واستنادا إلى وجود القصبة أو عدمه، فقسمها إلى أربعة أنماط[1].

وتعتبر الدراسة التي قام بها إيشالييه (Echallier) من أهم الدراسات التنميطية التي أجريت على القصور الصحراوية في إقليم توات، حيث قام بدراسة ثلاث مائة وثلاثة وثلاثون قصرا قسمها إلى ستة أنماط وكل نمط قسمه بدوره إلى مجموعتين[2]، وهذه الأفضلية تتمثل في إجراء دراسته على مجال واسع ولعدة قصور، ثم أن العيّنات كانت في إقليم توات الغنيّ بهذا النوع من العمارة الصحراوية، كما أنه استفاد من الدراسات التي سبقته في التنميط.

ويمكن تلخيص ذلك التنميط في الجدول التالي:

[1] علي حملاوي، **نماذج ...المرجع السابق**، ص: 52.

[2] نور الدين بن عبد الله، **العمارة التقليدية لمنطقتي توات الوسطى والقورارة**، ط: 1، مكتبة النهضة المصرية، القاهرة، 2013، (ص- ص): (203- 206).

الجدول5: تنميط إيشاليه (Echallier) للقصور الصحراوية (المبني على معاينة 333 قصر)		
النوع	**المميّزات العامة**	**صورة توضيحية**
الأول	مجموعة مبنية على مرتفعات صخرية طبيعية ومحاطة بسور من الحجارة.	
الثاني	**القسم (ا):** عبارة عن بنايات فوق مرتفعات صخرية طبيعية شهدت تدخل من طرف الإنسان وتكون مغلقة بسور شبه دائري. وأما **القسم (ب)** هو بنايات بحجم أقل وتكون في قمة صخرة.	
الثالث	بناءات حجرية ذات سور مستطيل، كما تبنى على نقاط مرتفعة طبيعيا. ويتم الدخول إليها غالبا من خلال خندق أو قناة. وتحتوي هذه القصور في جوانبها على أبراج في الزوايا (واحد أو اثنين)	
الرابع	قصور متكونة من كتل الملح والطين المملّح، وهي في أغلب الأحيان رباعية الشّكل منظمة ومعقدة التركيب.	
الخامس	**القسم (ا):** هي بنايات رباعية منتظمة الشكل ومبنية بالحجارة الصغيرة الطينية أو الغارقة في الطين. وبدون أبراج في الزوايا. أما **القسم (ب)** فهي شبيهة بسابقتها لكن بها أبراج في الزوايا (ظهرت في نهاية القرن10 إلى القرن 12).	
السادس	**القسم (ا)** بنايات رباعية مبنية بالطين ولا تحوي أبراجا في الزوايا. وأما **القسم (ب)** فهو شبيه بسابقه، ولكن بها أبراجا في الزوايا.(ظهرت خلال القرن الخامس عشر ميلادي)	

3- تنميط قصور تمنطيط:

حسب الدراسات المنجزة في مضمار التنميط للقصور الصحراوية من قبل ايشاليه، وتتبعا للمعاينة الميدانية لمختلف البناءات بتمنطيط، والتي حددت الميزات المحددة لأهم قصورها، حيث كان الاختيار وفقا لاكتمال الجزء الكبير من الإحاطات والهياكل الخارجية لكل قصر، أما باقي القصور فقد خضعت للتغيير والتدمير وبذلك فقدت صبغتها الأصلية والأولية، وكذا أخذ معظم النقاط المشتركة بين ميزات قصور تمنطيط وتنميط ايشالييه، ومن ثم حاولنا تنميطها كالتالي:

جدول6: تنميط قصور تمنطيط إسقاطا على نموذج إيشالييه (Echalier)

القصر	الميزة	الصنف
تايلوت	- بنايات من الحجر على مرتفع طبيعي - ذات شكل دائري.	الصنف الثاني
أولاد يعقوب	- بناء بالحجارة، موضوع على منطقة مرتفعة - ذات شكل مستطيل.	الصنف الثالث
أولاد علي بن موسى	- بناء من الحجر الصغير الممزوج بالطين - ذات شكل مستطيل - الأبراج في الزوايا	الصنف الخامس
أولاد داود وأولاد امحمد	- بناء من الطين مع الحجر - شكل ذو هيكل مربع - وجود أربعة أبراج زاوية	الصنف السادس

وبالرغم من ذلك تبقى تلك التنميطات تابعة للميزات المأخوذة، لأن بعضها قد يعطي نمطية أخرى لتلك القصور، على غرار قصر أولاد علي بن موسى الذي اعتمد نوعين في مادة البناء؛ الطوب والحجارة المملحة أو الملح المأخوذ من السبخة والممزوجة بالملاط الطيني وهو ما يعرف بأغارف، وهذا النمط هو النمط الرابع. ما يحذو بنا القول إلى النمطية المشتركة لبعض القصور الصحراوية.

لقد اهتمّ المشيدون الأوائل بالتدقيق في اختيار موقع البناء وتخطيطه، وامتدت عنايتهم إلى التكوينات المعمارية بأشكالها الجمالية باعتبار أن الشكل يتبع الوظيفة"[1]. واتضح هذا التأثير في بناء المساجد والمساكن واستخدام الأقواس وكذا استعمال بعض الزخارف في جدران عمائرهم.

[1] عبد الحفيظ حسني، **تخطيط المدن وعماراتها في الحضارة الإسلامية**، المدينة العربية، ع: 113، 2003، ص:41.

III- الأهمية التاريخية والأثرية لتمنطيط:

أهّل موقع تمنطيط الاستراتيجي أن تحظى بمكانة تاريخية وكذا أثرية هامة.

1- الأهمية التاريخية:

يرجع استخدام طرق القوافل للتجارة إلى عهود غارقة في القدم، فقد سايرت تطور المجتمعات البشرية وربطت بينها، فانتقلت عن طريقها التجارة والثقافة والحضارة، وجاء في ركابها الآراء والأفكار الجديدة في مختلف أوجه التفكير والدين[1]، ففي الفترة الإسلامية عرف المسلمون أيسر السبل والمسالك إلى بلاد السودان الأوسط والغربي ووسائل اجتيازها، واشتهرت ثلاثة طرق رئيسية سارت فيها القوافل التجارية من شمال افريقيا و مصر والسودان منذ العصور الوسطى حتى بداية العصور الحديثة.

يمتد الطريق الأول من تلمسان إلى تمبكتو على نهر النيجر في السودان الغربي، وأما الطريق الثاني يبدأ من تونس ويتجه إلى كانو بالسودان الأوسط، بينما الطريق الثالث فامتدّ من مصر إلى السودان الشرقي، ولا شك أن الطريق الأول من تلمسان إلى تمبكتو يقتضي المرور بهمزة الوصل الهامة تمنطيط، وقبل الإسلام وإلى وقت قريب جدّا لمّا كانت مدينة تمنطيط تتوسط مجموع طرق القوافل التجارية العابرة للصحراء (الشكل 2)، ذلك ما مكنها من الارتباط التجاري والثقافي بمعظم تلك المدن المحيطة بها شمالا وجنوبا وهذا بواسطة طرق القوافل التجارية ومنها[2]:

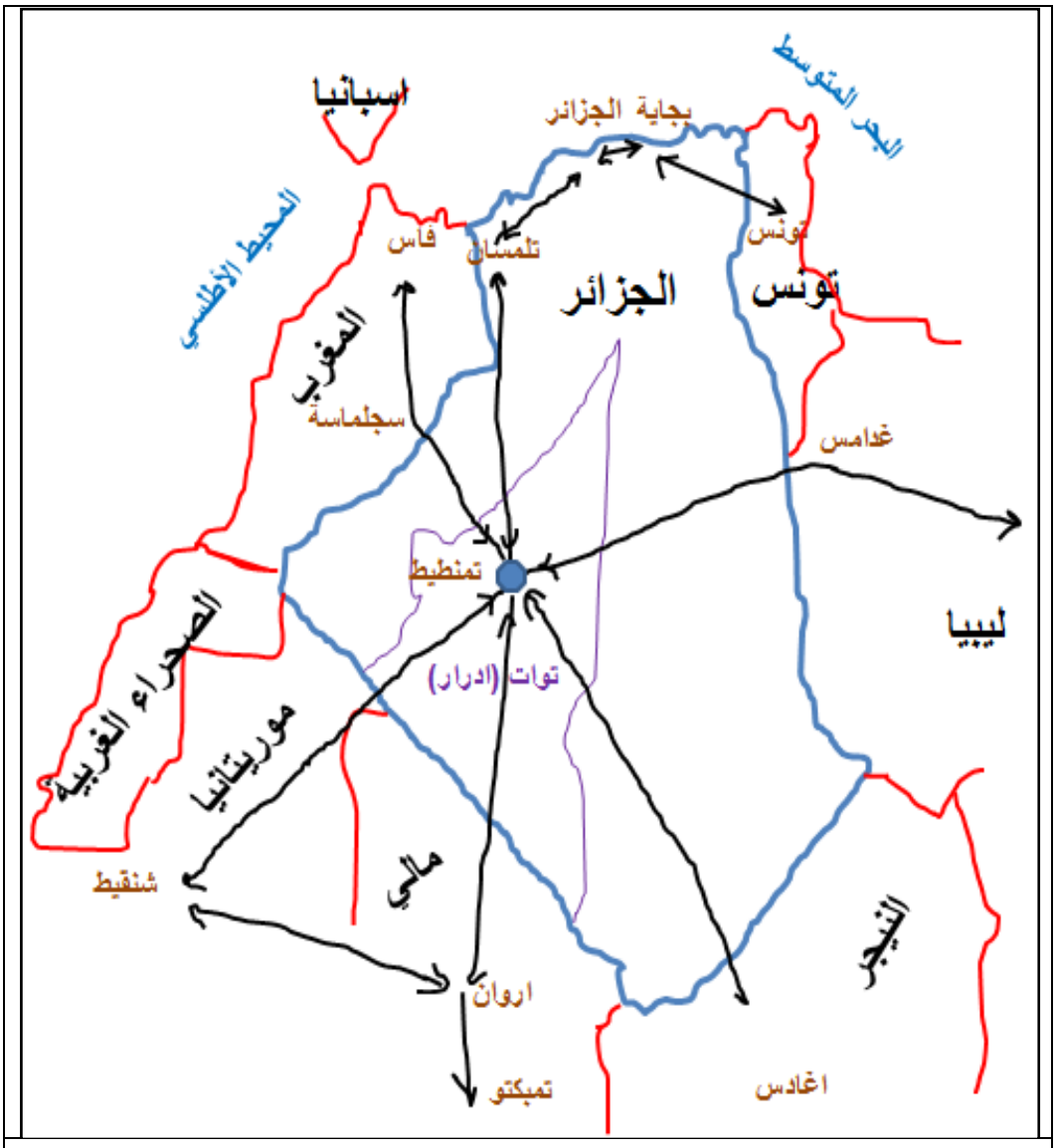
- طريق السودان الغربي: يربط المدينة بمنطقة مالي وموريتانيا.
- طريق سجلماسة: يربط المدينة بمنطقة المغرب الأقصى.
- طريق اغدامس: يربط المدينة من جهة الشرق بليبيا ومصر.
- طريق قبائل الطوارق والبربر الضاربة جنوب توات.
- طريق الشمال الجزائري: يربط المدينة بمدن الشمال كتلمسان ووهران والجزائر وبجاية.

ولقد شملت السلع المعروضة والمتبادلة في أسواق المدينة تمنطيط شتى أنواع الملابس، الأسلحة، التمور، الحناء، النحاس، ريش النعام، الشاي والتبغ، السكر، الفلفل، الصمغ العربي وغيرها.

---

[1] الشاطر عبد الجليل صيلي، **تاريخ وحضارات السودان الشرقي والأوسط، من القرن السابع إلى القرن التاسع عشر الميلاد**، الهيئة المصرية العامة للكتاب، 1972م، ص:396.

[2] عبد الرحمان عمر الماحي، "مساهمة قوافل الصحراء والحضارة الإسلامية في السودان الأوسط"، **مجلة طريق القوافل**، ص: 65.



الشكل 2: أهم طرق القوافل التجارية ذات العلاقة بتمنطيط

واستمر الاهتمام بتمنطيط وتوات في الفترة الفرنسية، حيث كانت أحد مشاريع خطوط السكك الحديدية المفترضة للنقل الصحراوي التي أولى المستدمر الفرنسي اهتماما بها فيما يخص موضوع المواصلات والطرق التي تمثل العنصر الأساسي والفعال لتسهيل عملية تنقل قواتهم العسكرية الغازية وربط مستدمراتهم المختلفة بعضها بعضا خدمة للتجارة الفرنسية، إضافة إلى فتح الأبواب والسبل لها في كل أسواق افريقيا وذلك أثناء الغزو والتوسع في جنوب الجزائر والصحراء، ومن ثَمّ كانت توات أحد أهم الأسواق التي تتجه إليها الطرق في أعماق الصحراء إلى جانب تمبوكتو ذات الأهمية الخاصة في

السودان الغربي[1]. والجدير بالذكر ما أشار إليه Cavaignac أثناء رحلته عبر مختلف الطرق المؤدية إلى الصحراء وخاصة الطريق الغربي الأكبر المنطلق من الشمال أو التل أو فقيق المغربية والموصل لتمبكتو مرورا بعين صالح مشيرا إلى دخوله توات ونزوله بها قصرا فقصرا[2]، ولا شك أن تمنطيط أحد المنازل، وخاصة أنها واقعة في تلك المسالك.

2- الأهمية الأثرية:

تظهر هوية التراث الصحراوي في تلك اللمسات الأثرية والفنّيّة المجسّدة أولا في الجانب المادي كالمخطوطات والمتوزعة عبر ثلاث مكتبات، منها الزاوية البكرية، التي تعددت مواضيعها من فلَك، تاريخ وفقه، ونجد من ذلك التراث بالخصوص القصور والفقارات، فالأولى عبّرت عن فن معماري أصيل من جميع جوانبه، أُنشِئ بمواد محلية تستجيب للخصائص الموجودة بالمنطقة وللعادات والتقاليد المتعارف عليها أيضا، والتي جعلت معظم القصور الصحراوية تأخذ مخططات متقاربة من حيث نسيجها العمراني الداخلي، والثانية الفقّارات* التي يعدّ نظامها واحد من أهم وأغرب أنظمة السقي التقليدية في العالم، استوقف المؤرخين والرحالة العرب والأعاجم بكثير من الدهشة والإعجاب.

ففي القرن التاسع الهجري نجد ابن خلدون مثلا ذكر في وصفها أنها أمر عجيب، ومن ذلك أن الإنسان التواتي استطاع بفضلها أن يلبي كافة احتياجاته الفلاحية بل وتمتد يده تصديرا إلى بلاد السودان، ما جعله يتعرض إلى أدق تفاصيل إنشائها وجريان مائها حيث يقول: " ..وفي هذه البلاد الصحراوية إلى وراء العرق غريبة في استنباط المياه الجارية لا توجد في تلول المغرب وذلك أن البئر تحفر عميقة بعيدة الهوى. وتطوى جوانبها إلى أن يوصل بالحفر إلى حجارة صلدة فتحت بالمعاول والفؤوس إلى أن يرق جرمها ثم تصعد الفعلة ويقذفون عليها زبرة من الحديد تكسر طبقها عن الماء فينبعث صاعداً فيفعم البئر ثم يجري على وجه الأرض وادياً، ويزعمون أن الماء ربما أعجل بسرعته

---

[1] يحي بوعزيز، **ثورات الجزائر في القرنين التاسع عشر والعشرين**، ج: 1، ط: 2، منشورات المتحف الوطني للمجاهد، الجزائر، 1996، (ص، ص): (320، 323).

[2] يذكر CAVAIGNAC أن هناك طريق غربي كبير تقصده القوافل من التل أو فقيق وصولا لتمبكتو مرورا بتوات (عبّر عنها بتيميمون عاصمة قورارة وعين صالح) وهو أحد الممرات الصعبة والخطرة لوجود العروق الرملية والرق ورياح السيريكو مما يضطر الرحالة للراحة والنزول بالقصور المتوالية. ينظر:

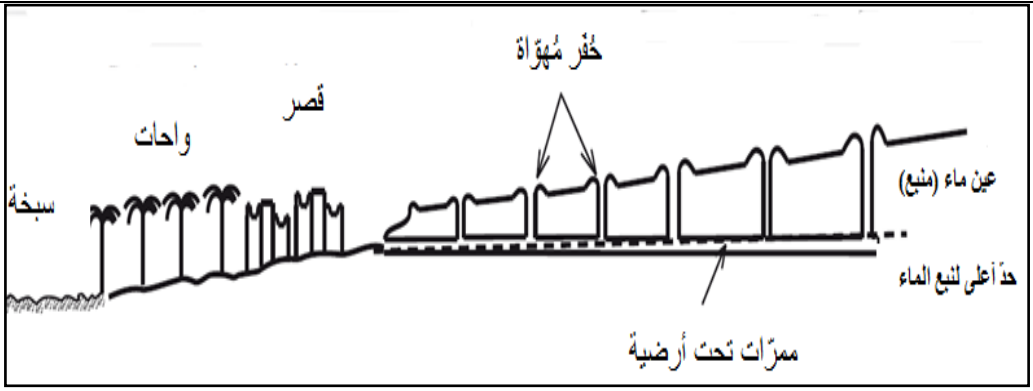
Daumas, Sahara Algérien, p : 274 et Félix JACQUOT, **Expédition du général Cavaignac dans le Sahara Algérien**, Gide et J.Baudry, libraires éditeurs, Paris, 1847, p : 202.

* تمّ إحصاء 1400 فقارة موزعة في أقاليم أدرار، وهذا حسب (ANRH، 2004).

عن كل شيء، وهذه الغريبة موجودة في قصور توات وتيكورارين ووارکلا وريغ والعالم أبو العجائب والله الخلاق العليم"[1].

واختُلف في أصل الفقارة فقيل أن الأقباط هم المهندسون الأوائل لعمارة تمنطيط وهم أول من أنشأها في القطر التواتي[2]، ولاتزال بعض آثارها باقية إلى اليوم مثل فقارة "حنّو" أو "أنّو" أو "هنّو" وهو اسم لأحد الفراعنة القدامى كما تروي بعض الكتب التاريخية. في حين يرى جاكوب أوليال أن هذه الفقارة وجميع الفقاقير الموجودة بين زاوية سيد البكري وبني تامر هي إنجازات يهودية[3].

وأنظمة الفقاقير بتموضعها المتميز بالنسبة للقصر حاضرة بتمنطيط على غرار قصور توات (الشكل 3)، فبالإضافة إلى فقارة "هنّو" التي يتم التوزيع بها وفق قاعدة التداول بين المالكين على مدار ساعات اليوم؛ توجد بها فقارات عديدة نذكر منها فقارة آرمول، المخلوف، تيمدنين، قرنج، أولاد سيدي واعلي، ميمون، سيدي توامي، أولاد حمّو، احبا النّبو، بالحاج، مازر، أولاد سيد الشيخ، تقورت وغيرها.



الشكل 3: تموضع الفقارة بالنسبة للقصور

وقد ساهم النظام المائي (الفقّارة) بشكل كبير في:

- إعطاء ديناميكية للحياة الاقتصادية والتجارية بالإقليم، فهو محركها وشريان حياتها الأساسي، وذلك لما يعطيه من حيوية خارج القصور وداخلها (اللوحة 2)، ولما يفعله في النشاط الفلاحي، مؤثّرا على باقي مناحي الحياة الاجتماعية، فهو رافد الصدى التصديري سواء شمالا وجنوبا.

---

[1] ابن خلدون، **المصدر السابق**، ج: 13، ص: 118.

[2] عبدالحميد بكري، **النبذة في تاريخ توات وأعلامها من القرن 9 إلى القرن 14الهجري**، دار الهدى للطباعة والنشر، عين مليلة، 2005، ص: 40.

[3] زاوية سيدي البكري وبني تامر تقعان ما بين مقر الولاية وتمنطيط، وللمزيد عن فقارة هنّو ينظر:
Jacob O, **Op. Cit**, p: 45.

- توازنات السكان وانتشاره داخل الإقليم، ومن ثم الاستقرار واستمرار العيش إلى الآن، وسط ظروف الطبيعة الصحراوية جدّ قاسية.

- غرس روح العدالة والمساواة بين أفراد المجتمع تبعا لقدرة كل فرد، ومدى حضوره ونجاعته في أعمال الحفر والصيانة السنوية التي يعرفها ويتطلّبها هذا النظام.

-إنتاج قيم ومثل تضامنية عليا، كما كان له الأثر على كافة التحوّلات الاجتماعية والمجالية التي عرفها الإقليم قديما وحديثا.

وأما بخصوص مميزات الفقارة، نجد أن اليونسكو صنفت كيّالي الماء كتراث لا مادي*، وهو من يقوم بتقسيم الماء، وما يسجل للفقارة جمعها ما بين المجهود البدني الذي يتجسد في حجم وطول الفقارة سواء تحت الأرض أو بوصلها بالقصر، ولكن ما يبرز عقِبها هو المجهود الفكري بعلم رياضي بحت، من خلال تقسيم الماء بين الأحياء بتساوٍ تام.

الفقارة خارج القصر	مجرى الماء داخل القصور	الفقارة في الواحة
اللوحة 2: حيوية الفقارة في تمنطيط		

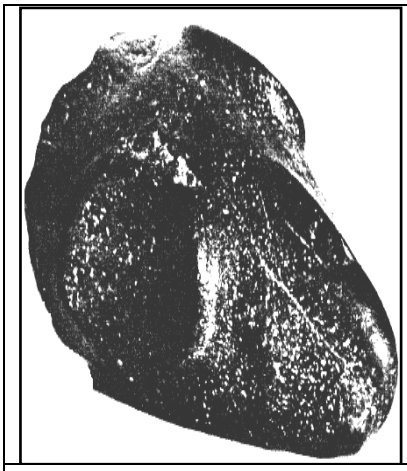
ومن بين التراث المادي المنقول الذي اشتهرت به تمنطيط شكل صنم يعود لليهود والذي عُثِر عليه في إطار الأبحاث الأثرية التي كانت تقوم بها فرنسا سنة 1905 م، وكذا الحجرة المكتوب عليها بالعبرية في أحد المنازل بقصبة أولاد داود** (الصورة 1). كما لايمكن غض الطرف عن ما أشار إليه

* كان هذا التصنيف وفقا لما أدرجت اللّجنة الدولية الحكومية المشتركة لصون التراث الثقافي غير المادي التابعة لمنظمة اليونسكو لتلك المهارات التقنية لدى "كيالي الماء" العاملين في قنوات الري والمعروفة باسم (الفقّارة) الخاصة بمنطقة تيديكلت بإقليم توات في الجزائر. ضمن سبع عناصر جديدة تمت إضافتها إلى قائمة اليونيسكو للتراث غير المادي الذي يحتاج إلى الصون العاجل، وكان ذلك في 28 نوفمبر 2018.

** يوجد هذا الحجر بالغرفة التقليدية بتمنطيط، وهو عبارة عن نقيشة كتابية (عبرية) وقد وجدها أحد السكان (أحمد سودي) كغطاء لبئر قديم في بيته بقصر أولاد داوود بتمنطيط أواخر القرن العشرين.

بَالُو لبعض الفنون والصناعات التي أبرزت مكانة تمنطيط الأثرية كبعض المدقّات التي تسمّت بها (حمل تامنتيت أو تمنطيط) وجُسِّدت في شكل حيوان على هيئة رأس حمل (كبش) بتوات كواحدة من المجسمات ذات العلاقة بالتقاليد الطوطمية أو معبودات الانسان النيوليتي بالصحراء الجزائرية[1] (الصورة 2) ونجهل مكان تواجده الآن.

الصورة 1: نقيشة بكتابة عبرية



الصورة 2: مدقة بشكل رأس حمل

ويوجد إلى جانب ذلك بعض المخطوطات التي هي الآن رهينة متاحف فرنسية النيزك كتراث طبيعي تمنطيطي جزائري مسلوب حاليا على مستوى المتحف الفرنسي للتاريخ الطبيعي بالعاصمة باريس، وللإشارة فإن نيزك تمنطيط سقط بالمنطقة في 1864م ثم تمّ الاستيلاء عليه من طرف المحتل ونقله لفرنسا سنة 1927م، كما أن دولة النيجر اتخذته رمزا في أحد طوابعها البريدية سنة 2002 (اللوحة 3)، وما يزال قصر اولاد علي بن موسى يحتفظ بمكان النيزك شاغرا، برحبة الرزّة التي تقابل ساحة مسجد الشيخ اعمر بن اعمر عبدالرحمن* بقصر أولاد علي بن موسى حاليا.

ومن مميزات هذا النيزك أنه يزن 510 كلغ وقطر حوالي نصف متر (40 سم)**، وتم تعيينه من بين 309 نيزك المصنفة على أنها حديد في الفئات الموصى بها في قاعدة بيانات نشرة

---

[1] ليونال بالو، **الجزائر في ما قبل التاريخ** ، تر: محمد الصغير غانم، عين مليلة، دار الهدى، 2005، ص: 162.

* الشيخ اعمر بن اعمر عبد الرحمن كان من أبرز علماء وأمراء المنطقة قبل حوالي5 قرون (القرن 16 م)، لذلك سمّي أحد المساجد الرئيسة بتمنطيط باسمه، حيث توجد به أطول مئذنة بنيت حديثا سنة 2006 بطول 45 م.

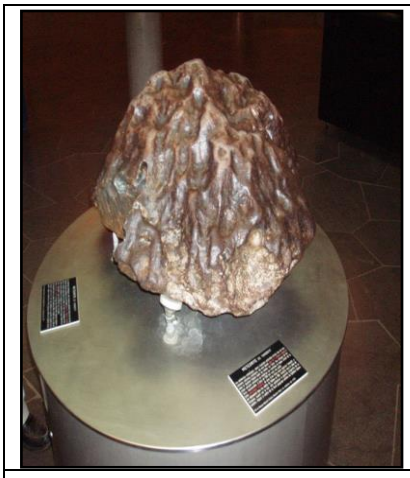
** وقد وضع له كل من1865 Rohlf، 1869:602 Buchner و 406 :1897 Wiilfing وصف حثيث من حيث اكتشافه ومكان تواجده والتركيب الكيميائي له. ينظر:

Tamentit meteoriteat Meteoritical Bulletin Database. نسخة محفوظة 12 سبتمبر 2017 على موقع واي باك مشين.

Tamentit, Touat, Alegria, **Iron Meteorites, volume 3(Staunton – Tarapaca)**, p: 1177 in http://evols.library.manoa.hawaii.edu/bitstream/handle/10524/35884/vol3-St-Tar(LO).pdf#page=12

(Meteoritical) بواسطة محرر قاعدة البيانات. والذي يعتمد على أحدث تصنيف يظهر إما في كتالوج النيازك أو(Met Base) أو في نشرة أنتاركتيكا الأمريكية أو في نشرة (Météorite) الإخبارية اليابانية أو في نشرة الأرصاد الجوية بنظام تصنيف متسق داخليًا، والتصنيف الموصى به (Iron IIIAB) يعني أن نيزك تمنطيط هو "نيزك حديدي ينتمي إلى المجموعة الكيميائية (IIIAB) ويتكون بشكل كبير من معدن (Fe-Ni) والذي يتبلور مع الذوبان[1].

وبخصوص ذكر بعض المراجع لمكانة تمنطيط التي أهلتها أن تنتقل من محطة التبادلات التجارية لعابري الصحراء فمرحلة التطور الاقتصادي وصولا لمرحلة سك العملات[2] فهي تفتقر إلى الشاهد المادي الذي يعتمده الأثري بصفة أساسية.



النيزك في متحف التاريخ الطبيعي

النيزك رمز طابع لدولة النيجر

لوحة 3: نيزك تمنطيط

وأما الجانب الآخر فهو اللامادي الذي يظهر في الزخم العلمي والثقافي من مختلف الطبوع الفلكلورية والعطاء الحرفي التجاري (الحدادة، الجلود، الفخار الأسود، صناعة الزرابي، الأطباق، الفضة، النجارة...) والنشطوي كرياضة التشكّوم* التي كان يمارسها أهل المنطقة. ولقد وجد النيزك المذكور سابقا مكانته في الإرث اللامادي، إذ ارتبط بعادات وجوانب شعبية أيضا؛ فهو مقصد العامة وملاذ نظر أهل المنطقة بصورة روحانية تبرّكا به قبل أن يكتشفه رحّالة ألماني، والذي أطلع السلطات الفرنسية عليه لتقوم بنقله إلى فرنسا.

[1] Buchwald, Vagn F**. Handbook of Iron Meteorites**, University of California Press, 1975, pp: 1418.

[2] Tayeb OTMANE, ‘’**Mise en valeur agricole et dynamiques rurales dans le Touat, le Gourara et le Tidikelt (Sahara Algérien)**’’, Thèse de doctorat en cotutelle en géographie et aménagement du territoire, université d’Oran, Algérie et université de Franche-Comté, France, 2010, p : 56.

* **التشكّوم:** لهجة زناتية وهي رياضة محلّية تستخدم فيها كرة مصنوعة من ليف النخيل وتضرب بالعصي.

وقد ساهم التراث الثقافي بشقيه المادي واللامادي وكذا الطبيعي في استقرار وازدهار المنطقة رغم الصعوبات المختلفة، فالصحراء منذ العصور التاريخية القديمة ووصولا إلى الفترة الاسلامية لم تكن يوما من الأيام عائقا أمام تقدم ونشاط الجماعات البشرية التي سكنتها، رغم ما تُكنّه من قسوة المناخ وفقر التربة وقلة المياه، كيف لا وقد كان للانسان الصحراوي الدور الكبير في بناء وتشييد العمائر، ففي معظم الحالات يكون هو الذي يبني بنفسه ويحضر مواد البناء لوحده[1].

ومما يجب ذكره أن القبائل الوافدة لمختلف قصور تمنطيط كانت في فترات متباينة، يعسر علينا إماطة اللثام عن تحديد كرونولوجيتها بالضبط، وذلك راجع إلى الخلل الواقع بين المؤرخين والكتّاب في زمكانية الإنشاء وأسماء القبائل التي حلّت بالمنطقة؛ ما يتطلب إعادة النظر في ترتيب وجودها بدراسة تأريخية وتنميطية خاصة وتبعا لمسمياتها الأولى.

والجدول التالي يبين فترات تواجد بعض القبائل بالمنطقة استنادا إلى مصادر تاريخية.

جدول 07: تسلسل تقريبي لأهم البناءات والقبائل الوافدة إلى تمنطيط

اسم البناء (قصر – قصبة)	تاريخ التأسيس(القرن)	الهيكل الخارجي	القبائل الوافدة
أولاد همالي	6 م	سور دائري بدون أبراج	أولاد همال
أولاد ميمون	8 م	سور شبه مربع بأبراج جانبية	أولاد نسلام
تايلوت	بداية 12 م	سور مستدير مبني فوق هضبة	اللّمتون (لمتونة)
أولاد يعقوب	منتصف 12 م	سور مستدير مبني فوق هضبة	أولاد يعقوب
أولاد علي بن موسى	12 م	سور شبه مربع عالي بمدخل	أولاد علي بن موسى
أولاد داوود	15 م	سور شبه مربع عالي بمدخل	أولاد داوود بن عمر
تاهقة	قبل 16 م	مجموعة مندثرة الأسوار جزئيا	قبائل مختلفة
أولاد يحي	15 م	مجموعة مندثرة ومتناثرة الأسوار	أولاد يحي
أولاد امحمّد	16 م	سور مربع ب4 أبراج زاوية	أولاد امحمّد

[1] معروف بلحاج، **العمارة الاسلامية مساجد ميزاب ومصلياته الجنائزية**، ط:1، دار قرطبة، 2007، ص:18.

خلاصة:

حازت تمنطيط مكانة أهّلَتها بأن تكون بحق عاصمة إقليم ضارب في التاريخ، ويحمل روافد ثقافية ومعمارية مختلفة، ولكن مِمّا يُستشكل في هذا المضمار هو تأريخ وطوبونومية اسمها وقصورها كأن لاً يعقل أن تكون أسماء بعضها أمازيغية (زناتية) ومُشيّدوها عرب؟ وإلا فمن أين أتى الاسم الأمازيغي للقصر؟ وهو ما يدعّم وجهة تفنيد التسلسل الزمني للتواجد البشري في كل رقعة (تيفاغي وتاهقة بعد أولاد علي بن موسى؟!) وكذا أصل السكان فيها، لذا فهناك احتمالية أن بعض القصور بأحيائها وقصباتها قد شُيِّدت قبلُ، ثم سُكِنت من قِبل قبيلة أخرى فيما بعدُ بعدَ خُلُوِّها (موت أو هجرة أصحابها) أو الاستيلاء عليها، كما أن هناك فرضية محافظة الفاتحين على الأسماء الأصلية للبلدان نظرا لسلوكهم المتميّز الذي عُرفوا به واتخاذها لربط الوثاق مع السّكان الأوائل؟.

وهذه الإشكالات تحتّم فتح دراسة تاريخية مستفيضة تميط اللثام عن الحقيقة، ويبقى الشاهد الأثري أرضيةً للبحث ودليلا أوّليا مساعدا في ذلك.

الفصل الأول

أصالة تمنطيط واستحداثات التّوسع

I- مفاهيم حول التوسع العمراني

II- اعتبارات التوزيع في تخطيط تمنطيط

III- دراسة الحالة الراهنة

تمهيد

يعدّ التخطيط العمراني نتاج اجتماعي حضري، وبما أن الإنسان هو محور كل موضوع معماري؛ وجب تصميم المباني من أجله، ممّا يقتضي معرفة ودراية باحتياجاتهم الجسدية والنفسية.

وباعتبار العمران الصحراوي بالجنوب الجزائري جزء من تراث حضاري عمراني متنوّع؛ فلقد عمل المعماري في تخطيطه مراعاة عامل المناخ القاسي، آخذا إياه بعين الاعتبار وفق ما يتماشى وحاجاته الفردية والاجتماعية. هذه المتطلبات ولّدت في الآونة الأخيرة تصادما بين المحافظة على موروث ذي أصالة وضرورةٍ فرضها التقدم، جعلت الانسان يلجأ إلى حلول أخرى ترضي رغباته كالتوسع وغيره والاستغناء عن ذلك الإرث تماشيا مع العصر.

I- مفاهيم حول التوسع العمراني

1- تعريف العمران و التوسع العمراني:

العمران هو بناء معماري وتنظيم عمراني يشغل حيزا من اليابسة، ويخضع لعوامل جغرافية مرتبطة بالبيئة المحيطة بها واقتصادية منتمية لنمط انتاج معين، ولعوامل اجتماعية وفق نظام ما، ويشكّل هذا الأخير بارتباطه بالوظائف العمرانية والقيم الحضارية ثقافة عمرانية[1].

1-1- العمران الاسلامي:

تطلق العمارة الاسلامية على المنجزات العمرانية في المناطق التي وصل إليها الاسلام واعتنقته شعوبها، مستفيدين من خبراتهم في بداية الأمر، ومثل ذلك تأثرهم بالفن الساساني والبيزنطي[2]. ومع ظهور الإسلام وإلى نهاية العهد الراشدي لم يعر المسلمون أهمية للفن والعمارة لانشغالهم بنشر الاسلام، واتسمت أعمالهم بالبساطة والبعد عن التعقيد تخطيطا وتنفيذا[3].

وبعد تثبيت أركان الدولة الاسلامية بدأ الاهتمام بالعمران، فتميّز عن باقي الحضارات من حيث التخطيط الهندسي وتركيب النسيج فضلا عن العناصر المعمارية والزخرفة. حيث يشكّل المسجد نواة

---

[1] اسحاق يعقوب القطب، "خصائص المدينة والتحضر في الدول الاسلامية "، **مجلة المدينة العربية**، ع: 22، الكويت، 1990، ص: 05.

[2] George MARÇAIS, **L'art Musulman**, 1er Ed, presse universitaire de France, paris, 1962, p : 02.

[3] صالح يوسف بن قربة ، **علم الآثار والهوية المغربية**، دار الهدى عين مليلة، الجزائر،2012 ،ص:27.

العمارة الاسلامية ومركزها الذي تنطلق منه بقية المنشآت، وحوله تشيّد المدارس والدور ومساكن الطلاب وغيرها، وفي المركز نجد دور القضاء والحكام[1].

أما حديثا فإن العمران هو الذي ينظم المدن عن طريق دراسة تسمح بتكييف المساكن اعتماد على التدابير الاقتصادية والاجتماعية والبشرية لتوفير ثلاث عناصر أساسية: السكن، العمل، الراحة[2]. ومن الصعب إعطاء ماهية دقيقة للعمران؛ كون المدينة تعبر عن اللاتنظيم واللاتوازن من الناحية الوظيفية للمجال. ويمكن الاكتفاء بتعريف روبار للعمران بأنه دراسة الطرائق التي تسمح بتكيف السكن مع متطلبات الإنسان، فهو مجموعة التقنيات الهادفة إلى تطبيق هذه الطرائق[3].

1-2- التوسع العمراني:

يعرف التوسع العمراني بأنه عملية إنتاج المجال الحضري المرتبط بالبحث عن الأشكال المادية المبتغاة من خلال الاحتياجات الجديدة والبرمجة من مساحات العمل والسكن وغيره والمدرجة ضمن مشاريع عمرانية كمختلف أعمال الحفر والبناء، وقد تأخذ هذه المشاريع مساحات واسعة مثل بناء مدن جديدة وإدخال وسائل خدماتية بها كالغاز وشبكات الكهرباء والصرف الصحي ...الخ.

ولمّا كانت المناطق الصحراوية خاضعة للمناخ القاحل أكسبها ميزات خاصة، فكانت في القدم عبارة عن مراكز التقاء محاور القوافل المختلفة ثم أخذت شكل الواحة، ثم عرفت بعد الاستقلال توسعا عمرانيا سريعا. وتختلف هذه المدن باختلاف أماكن تواجدها، فبعضها نشأ بوجود الواحات والآخر بجانب وادي ومنها ما كان مقرا للتبادل التجاري[4].

2- دوافع التوسع العمراني وأنواعه:

2-1- الدوافع والأسباب:

ينتج التوسع العمراني لأسباب سياسية كإصدار قرارات واقتصادية كالمشاريع التنموية وفق الحاجة الانسانية (السكنية وسكن) التي اعتمد ابراهام مازلو خمس مستويات لها، وهي الحاجيات

---

[1] خالد مصطفى عزب، " تخطيط وعمارة المدن الإسلامية"، **سلسلة كتاب الأمة**، وزارة الأوقاف والشؤون الإسلامية، الدوحة، 1997، ص: 47.

[2] محمد الصغير مسعودي، **العمارة والعمران الصحراوي بين الأصالة والمعاصرة**، حالة بسكرة، شهادة مهندس دولة في التسيير والتقنيات الحضرية، جامعة مسيلة، الجزائر، 2006، ص:06.

[3] بوجمعة خلف الله ، **العمران والمدينة**، دار الهدى للطباعة والنشر والتوزيع، عين مليلة، الجزائر، 2005، ص: 09.

[4] محمد عبد الوهاب الاغواطي، **"خصوصيات العمران الصحراوي دراسة حالة مدينة غرداية"**، دراسة لنيل شهادة ماجستير، جامعة عمار ثليجي، الاغواط، الجزائر، 2013، ص: 11.

الفيزيولوجية، الأمان، الائتمان، التقدير وتحقيق الذّات*، فالمسكن هو مكان للانسان ونصبه التذكاري الأبقى حسب متطلباته الاقتصادية اللازمة[1].

ومن أسباب التوسع ما هو اجتماعي كالنمو الديمغرافي وتغيره الذي يطرح إشكالية في القصور الأثرية بحدّة كتمنطيط (جدول 8) التي كانت تحوي (600 مسكن)، حيث ذُكِرت ضمن لائحة عدد سكان الواحات حسب التقديرات التي قدمها الرحالة الأوروبيون وفي طليعتهم كوين ورولف الذين وصلوا إلى هذه الواحات خلال القرن التاسع عشر[2].

وتتأثر المعالم الأثرية بهذه الظاهرة من عدة جوانب أهمها ازدياد عدد الأفراد داخل البيت الواحد، مؤدية نموا وتوسعا للمدن ما يجعل المباني الأثرية عرضة للإهمال والانهيار[3].

جدول 8: تطور الحظيرة السكنية لتمنطيط خلال التعدادات1977- 1987-1998 و2006:

الحظيرة السكنية	عدد المساكن	عدد السكان
1977	370	1443
1987	684	2809
1998	938	4044
2006	400	1894
المصدر: دفاتر المقاطعات بلدية تمنطيط 2007		

2-2- أنواع التوسع العمراني:

2-2-1- التوسع الداخلي:

يتمثل التوسع الداخلي في تكثيف البنايات داخل المدن على حساب الجيوب العمرانية والأماكن الشاغرة، وغالبا ما يكون ناتجا عن عوائق تمنع التوسع الخارجي، وبالتالي يتم النظر في استغلال المساحات الفارغة وإمكانية زيادة الطوابق كوجود الرحبات العامة والأماكن جراء التخلي عن الوظائف التي كانت بها وهذا ما نجده في تمنطيط، إذ يلاحظ التوسع على حساب المباني الأصلية ذات مواد

* يمكن تلخيص مستويات الحاجة في شروط أساسية تخص المتطلبات الفيزيولوجية كالهدوء بأنواعه وغير فيزيولوجية كالحماية ضد الآخر، وأخرى تكميلية كصلاحية السكن والشروط الصحية.

[1] حسن فتحي، **عمارة الفقراء**، تر: مصطفى ابراهيم فهمي، وزارة الثقافة، القاهرة، 1989، ص: 41.

[2] الإحصاء يشمل الرحالة أيضا، ينظر:

Elisée RECLUS**, Nouvelle géographie universelle,** T. XI (L'Afrique septentrionale), Paris, 1886, p. 856.

[3] محمود السيد، **المدن التاريخية خطط ترميمها وصيانتها**، مكتبة زهراء الشرق، القاهرة، مصر، 2002، ص:43.

البناء المحلية من طوب وحجارة واستبدالها بأخرى حديثة اسمنتية مخالفة لقواعد وأصول سابقتها من حيث تخطيطها وانتشارها عرضيا أو أفقيا، مما أثر على الفراغات البينية أيضا.

2-2-2- التوسع الخارجي:

نظرا لتنامي الحاجة عند الانسان ونظرته إلى الاستمرارية يجعله يفكر في اتخاذ منحى آخر خارج الحيّز المحدود لديه، ومن ثم يلجأ إلى التوسع الخارجي. و ينقسم هذا النوع إلى منظم وغير منظم، فالأول يحترم مخططات التعمير والمخططات التوجيهية العامة والمحددة في برامج مخطط التهيئة والتعمير* PDAU وPOS لاجتناب النقائص في اختيار المواقع والمبالغة في المساحات الأرضية المخصصة لهذه البرامج والمشاريع العمرانية، والثاني غير منظم ويتمثل في البناءات والأحياء الفوضوية غير قانونية، وهذه الظاهرة العمرانية السلبية تعاني منها أغلب بلدان العالم السائرة في طريق النمو.

3- دراسة وصفية للخصائص العمرانية والمعمارية لتمنطيط:

لم يقتصر اهتمام المشيّد الأول على بناء يأوي إليه فحسب؛ بل أسبقه بدراسة متطلبات المحيط ليتفادى الوقوع في المخاطر الطبيعية أو البشرية، ومن ثَمّ كان لزاما عليه التخطيط في الجزء المراد بناؤه واختيار المادة البنائية المناسبة.

3-1- تحليل النسيج العمراني:

تقودنا دراسة النسيج العمراني لتمنطيط للبحث عن العلاقة الوطيدة بين الأنظمة المكونة لها من حيث مبانيها وفضاءاتها الحرة. باعتبار قصور تمنطيط كتلة بناء واحدة يتضح فيها اشتراك معالم الفضاءات الحرة مع المبنية من جهة، ومن جهة أخرى تجزيئ الكتلة المبنية لذاتها داخل كل قصر.

3-1-1- علاقة نظام المباني بنظام التجزئات:

يلاحظ أن معظم المباني المكونة لقصور تمنطيط تأخذ في الغالب اتجاه التجزئات وحدودها

* PDAU (المخطط التوجيهي للتهيئة والتعمير): يدرس ويهيئ مجال كل بلدية بما فيها المجال الزراعي على عكس ما كان معمول به في مخطط التعمير التوجيهيP.U.O وقد قسم المخطط P.D.A.U مجال كل بلدية إلى عدة أقسام وهي المجال المعمّر على المدى القريب، المجال الموجه للتعمير على مدى عشر سنوات (المدى المتوسط)، مجال التعمير المستقبلي خلال العشرين سنة القادمة (المدى الطويل)، والمجال غير قابل للتعمير والمتمثل في الأراضي. وأما P.O.S (مخطط شغل الأراضي) فهو المخطط المحلّي الثاني الذي يقرر عن طريق مداولة المجلس الشعبي البلدي. ويجب أنّ يتضمن الحدود المرجعية لP.O.S الواجب إعداده وفقا لما حدده المخطط التوجيهي للتهيئة والتعمير. ينظر: علي حجيج وسعيدة مفتاح، **المسار التاريخي للتطور العمراني لمدينة الجزائر خلال الفترة ما بين 1830 – 1999، دراسة نظرية تطبيقية حول التنظيم العمراني**، مؤسسة كنوز الحكمة، الجزئر، 2011، ص:179.

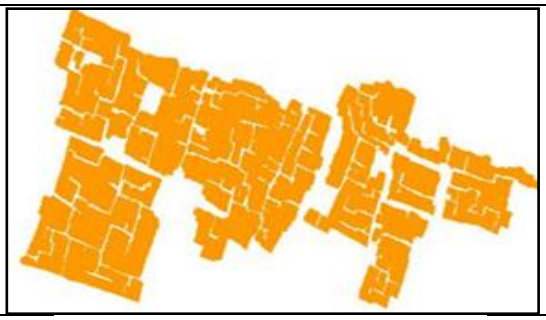
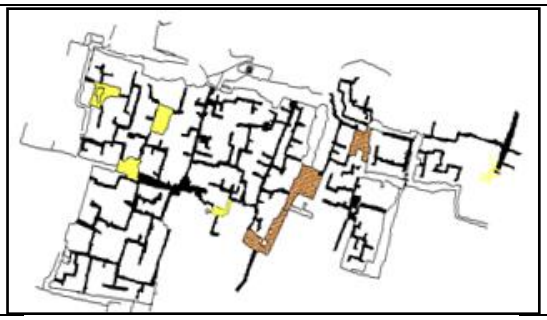
(شرق غرب وجنوب شمال) بالتماشي ونظام السقي(الفقارة) ذو الدور البالغ في تحديد اتجاه التجزئات. ومعلوم أن البناءات تشيّد بعد اتخاذ الآبار ومفازات الري في وقت سابق وإلى الآن. ومن هنا تتجلى العلاقة بين نظام التجزئة ونظام الطرق؛ فهذه الأخيرة هي التي تحدد حدود التجزئات وتبيّنها، والتجزئات بدورها تحدد لنا الشوارع الرئيسية.

3-1-2- علاقة نظام الفضاءات الحرة بنظام الطرق:

تأخذ الفضاءات الحرة كالرحبات تصنيفها وشكلها أو وظيفتها حسب نوعية الطرق الداخلة والخارجة منها بما فيها الشوارع والأزقة النافذة وغير نافذة، وتلك المسالك تحدد وظيفتها حسب موقعها بين فضائيين حرّين كرحبتين أو فضاء حر ومسكن.

كما توجد علاقة بين نظام المباني ونظام الطرق، ففي تمنطيط نجد أن المباني القديمة أو التقليدية الحديثة المبنية على أنقاض سابقتها توضع مباشرة على الطرق من أجل سهولة الدخول إليها، وهو ما ينتج فضاء جديدا أمام المسكن الخاص بها.

جدول 9: أنظمة المباني والفضاءات الحُرّة في قصور تمنطيط

الجزء المبني	الجزء الحر (الفضاءات)
	
السكنات داخل مجموع القصور	
نظام المباني يجمع كل الكتل من الشكل العمراني بكل ما تتميز به من وظائف (سكنات).	شبكة الفضاءات الحرة هي مجموع الأجزاء غير المبنية من الشكل العمراني بما فيها فضاءات عامة وفضاءات خاصة كالرحبات العامة المرتبطة بالزقاق المشترك ثم الرحبات الخاصة المرتبطة بالزقاق الذي يؤدي للمسكن الخاص.

3-2- تحليل الهيكل العمراني للمباني:

يتمثل هذا التحليل في وصف الهيكل الخاص بالمباني والمكونات التي تنتجها فيما بينها. ومعروف سابقا أن لكل قصر أو قصبة بتمنطيط تاريخ وتصميم خاص به، حيث يأتي قصر أولاد اهمالي في الدرجة الأولى لأنه أقدم قصر في تمنطيط، تم تتوالى قصور توفاغي، تايلوت، أولاد علي بن موسى، أولاد يعقوب، بوصلاح، أولاد داوود، آغام أقبور ثم أولاد امحمد في المرحلة الأخيرة. ولكل قصر ميزته البنائية وتعداد المساكن به، وقد يتواجد بعض الشبه بين قصرين.

والجدول التالي يبين التشابه والتباين بين مختلف مساكن أهم القصور التي لا زالت معالمها واضحة:

جدول 10: التقسيم الداخلي لبعض قصور تمنطيط

القصر	ميزة التقسيم
توفاغي – آغام أقبور	- شكل التجزئات طولي متدرج، وكذا قريب من المربع ومتباين. - توجد المربعة الشكل في وسط النسيج العمراني أما المستطيلة فتتمركز صوب الفضاءات كالرحبات وعلى الجدران الخارجية. - النسيج العمراني يتكاثف من الخارج نحو الداخل.
تايلوت	- شكل التجزئة غير منتظمة - أغلبها لها هيكل وخاصة شكل شبه منحرف. - نسيج التجزئات عديم الاتجاه، مع وجود بعض التجزئة العمودية على السور الخارجي. - النسيج العمراني بنفس البنية.
أولاد داود	-شكل التجزئات مستطيل متدرج - انتظام في شكل التجزيئيات . - نسيج التجزئات موازية لبعضها وعمودية على السور الخارجي - الجزء العلوي للسور الخارجي مسنن. -النسيج العمراني بنفس البنية.
أولاد علي بن موسى – أولاد امحمد	-التجزئات على شكل مربع يكون على الجدران الخارجية والمشكِّلة للجدران الخارجي أما الداخلية فيوجد بعض الانفكاك واللا ترابط بين شكل وآخر . -النسيج العمراني يتكاثر ويتكاثف من الخارج نحو الداخل.

II- اعتبارات التوزيع في تخطيط تمنطيط:

لتحديد ميزات تمنطيط العامة وجبت الإشارة إلى التوزيعات المتعلقة بالتخطيط، ويمكن التعرض للاعتبارات داخليا من حيث توزيع العناصر المعمارية والعمرانية وكذا مواد وتقنيات البناء في القصر، وخارجيا من ناحية محيط وبيئة تواجد القصر بها، ومن ثمّ نحصل على وصف عام وشامل لتمنطيط.

1- الاعتبارات الداخلية:

يظهر التخطيط العام من حيث توزيع الأنسجة والفضاءات بشكل محكم، وكذا اختيار مواد وتقنيات بناء العناصر المعمارية الذي يتماشى والخصوصية الثقافية والطبيعة المناخية كاعتبار أول.

1-1- توزيع الأنسجة والفضاءات:

تعددت أشكال وأحجام سكنات وفضاءات القصور مما خلق تباينا في الأنسجة المكونة لها.

1-1-1- الأسوار والأبراج:

الأسوار مفردها سور وهو بناء عالي وضخم يحيط بالبناء لحمايته[1]، وأسوار قصور تمنطيط ذات شكل دائري أو مربع أو مستطيل، حسب نوع القصر والمدة الزمنية التي شيدت فيها. ويبلغ علوها إلى ستة أمتار وقد يزيد، وأما سمكها فيصل إلى مترين مما يسمح بمرور فارسين جنبا بجنب، وقد كانت الأحصنة تمر فوقها ليلا ونهارا للحراسة[2]. وبُنيت الأسوار إما أحادية أو مزدوجة، كما زُيِّنت قممها أحيانا بمسننات من الطوب أو الحجارة.

توجد بتلك الأسوار أبراج دفاعية ضخمة كجزء قوي التحصينات ومسلَّح بقوة، مُعدّ للدفاع وتنفيذ الرميات[3]، ممثلة في شكل هرمي واسع في القاعدة وضيّق في الأعلى، يحتوي على سلالم بداخله ومزاغل للمراقبة، وفي أسفلها مخازن للمحاصيل الزراعية. كما أن لها وظيفة الربط بين مختلف الأسوار فهي نقطة التقائها (اللوحة 4).

---

[1] عاصم محمد رزق، **معجم المصطلحات العمارة والفنون**، مكتبة مدبولي، مصر، 2000، ص:153

[2] الصديق ثياقة وعبد النبي فاتحي، "**النمط المعماري للمدينة الصحراوية ووظائفه الاجتماعية**"، أشغال الملتقى الدولي حول تحولات المدينة الصحراوية، ، ورقلة، الجزائر، يومي 3-4 مارس 2015. ص: 115.

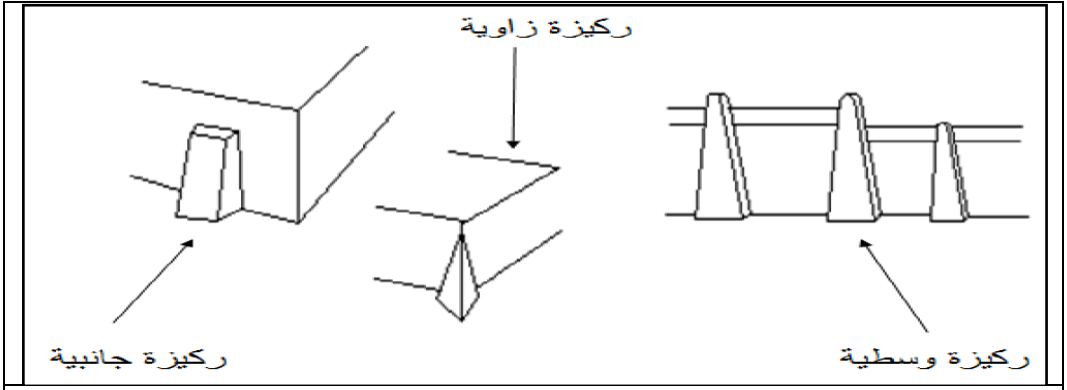
[3] بيخ بيرتون، **البرج في العمارة الإسلامية الحربية**، تر: إبراهيم خورشيد، عبدالحميد يونس وحسن عثمان، دار الكتاب اللبناني، بيروت،1981، ص:15.

وظيفة وتشكيلة البرج الداخلية

سور وبرج ركني (زاوي)

اللوحة 4: البرج بناء دفاعي وهيكل وظيفي

وتختلف الأبراج من حيث عددها وموقعها من السور، فقد يحوي القصر برجين أو أربعة، وغالبا ما تكون زاوية (ركنية)، إضافة إلى تباينها من حيث شكلها من مبنى إلى آخر، وهذا لتأدية وظيفة الإسناد والدعامة زيادة إلى وظيفة الحماية. كما وُجدت أحيانا ركائز داعمة لِجدُر الواجهات الخارجية التابعة للقصر(الشكل 4).



الشكل 4: أنماط الركائز الداعمة للأسوار والجدران في تمنطيط

1-1-2- المساجد:

يعدّ المسجد أهم عنصر في القصر، إذ يمثل المركز الديني والروحي فيه والمحور الذي تتجه إليه شوارعه وأزقته. ووقوعه في وسط القصر تتطلبه ضرورتان اجتماعية وتنظيمية، فالضرورة الاجتماعية تعني أهمية بداية السكان من مركز عمران القصر، أما التنظيمية فهي افتقار سكان القصر في انتظام حياتهم الروحية إليه. وأما معماريا فقد استعملت الأقواس في بعض المساجد كرافد يحمل عليه جذع النخل في التسقيف، ومنها الأقواس النصف دائرية في مسجد أولاد اهمالي، والمتجاوزة على شكل حدوة الفرس في مسجد أولاد علي بن موسى وكذا تايحيا، والقوس المفصص في ضريح سيدي بايوسف (اللوحة 5).

عقد ذو قوس متجاوز (مسجد تايحيا)	قوس نصف دائري (مسجد أولاد همالي)	قوس مفصص (ضريح سيدي بايوسف)
اللوحة 5: أنواع الأقواس في تمنطيط		

ويأخذ المسجد حسب موقعه في نسيج المباني بتمنطيط عدّة حالات وهي:

أ- **الالتحام:** يكون محيط الجدران الخارجي للمسجد لصيقا بالمباني المحيطة حوله من جهاته الأربع مع ترك فضاء للدخول.

ب- **الانعزال:** يكون المسجد منعزلا عن المباني من كل الجهات ومركز فضاء مشترك بينها. وهذه الحالة هي عكس الأولى.

ج- **الاندراج ونصف الاندراج:** تُحدد بوجود أماكن مشتركة بين المسجد والمساكن المحاذية له. وهذه الوضعيات لها دور في تحديد أصل كل قصر، لأن المسجد في المدينة الاسلامية يكون مركزيا، ومن ثم يمكن القول بأن هذه المساجد كانت بناء غير ذلك، وبالتالي فهي إما مضافة أو ليست أصلية.

كما وجدت وظائف تثقيفية تعليمية كالزوايا[1] والكتاتيب، كزاوية سيد البكري التي توجد بالجهة الشرقية للقصر لتدريس القرآن والدين والفقه والسنة، وكذا دار المخطوطات التي تعتبر دار معلوماتية أو مكتبة للقصر، بالإضافة إلى دار القاضي التي كانت بمثابة محكمة شرعية سابقا.

1-1-3- المساكن والبيوت:

تتنوع مساكن تمنطيط من حيث زمن إنشائها فمنها الأصلية الضاربة في القدم، ومنها القديمة والتي أنشئت على أنقاض الأصلية مع تغير في تخطيطها الداخلي، كما توجد الحديثة ذات التغيير الكلي سواء من حيث مادة البناء أو المخطط العام. ويختلف هذا الأخير في المسكن الصحراوي تبعا للخصائص المعمارية لأجزائه وكذا الفضاءات المركبة له. فاستنادا لنوعية الفضاءات الداخلية وسط

[1] **الزاوية:** الأصل مأخوذ من الانزواء بقصد العكوف على العبادة أو على تلقي العلم بعيدا عن دنيا الناس، وهي أيضا رباط المجاهد في سبيل الله وحافظ الثغور، إلا أن اللفظ اليوم يعني مراكز تحفيظ القرآن وتعليم أصول الدين الإسلامي، وتختزن في صناديقها ورفوف مكتباتها ذخائر التراث الإسلامي. ينظر: عبد العزيز شهبي، **الزوايا والصوفية والعزّابة والاحتلال الفرنسي في الجزائر**، دار الغرب للنشر والتوزيع، وهران، الجزائر، 2007، ص: 13.

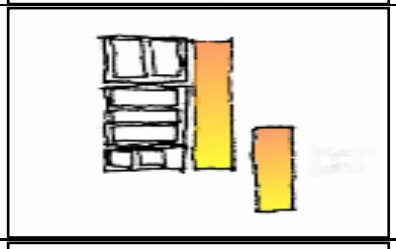
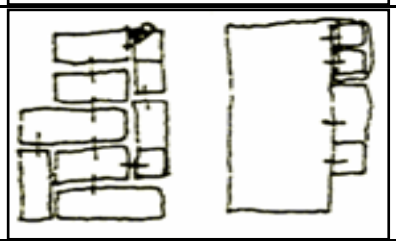
مسكن تمنطيط نجد الفِناء، ويسمى محليا وسط الدار أو الرحبة*، وكذا الرواق الذي يلي الباب مباشرة والمستخدم للمرور، ويطلق عليه السّقيفة أو السباط.

وأما من حيث وجود الرحبة والسباط أو عدمه نجد أربعة أنواع من المساكن:

- **النوع الأول:** تكون فيه الرحبة والسباط معا عنصرين موزعين لمختلف فضاءات المسكن من غرف، ويأخذ الشكل المربع تقريبا كما يلاحظ فيه الاتساع نوعا ما.
- **النوع الثاني:** تكون الرحبة فيه هي العنصر الموزع والمنظم للفضاء داخل الدار وهو متسع.
- **النوع الثالث:** يمثل السباط العنصر الموزع والمنظم لفضاءات ويتميز بالضيق والطول.
- **النوع الرابع:** يتميز هذا النوع بعدم وجود أيّ عنصر منظم وموزع لفضاءات المسكن فهو نتاج تداخلها، وكل حيّز أو غرفة يؤدي إلى حيز مجاور له مباشرة ويتميز هذا النوع بالضيق والطول.

والجدول التالي يلخص ذلك:

* **الرحبة** (وسط الدار): فضاء مركزي وحيوي للدار وهو ذاته الصحن، ذلك الفناء الذي يعد بمثابة الرئة للمنزل لكونه يساعد في التهوية وتلطيف الأجواء، وهو مصدر لتزويد الغرف بالهواء والضوء ومتنفسها، وبصفة عامة يعمل كمنظم لدرجة حرارة المنزل لذلك قلما يحس القاطنون به ضيقا في التنفس، كما أنه المركز الأساسي الذي تدور فيه النشاطات اليومية لأفراد العائلة.

جدول 11: أنواع مساكن تمنطيط (تبعا للعناصر الموزِّعة)			
النوع	العنصر الموزّع	ميزة الشكل والحجم	أمثلة تشكيلية
1	السباط + الرحبة	مربع ومتسعة نوعا ما	
2	الرحبة	مربع وأكثر اتساعا	
3	السّباط	استطالة ضيقة	
4	/	هيكل غير منتظم مع الميلان الى الطول مع ضيقه	

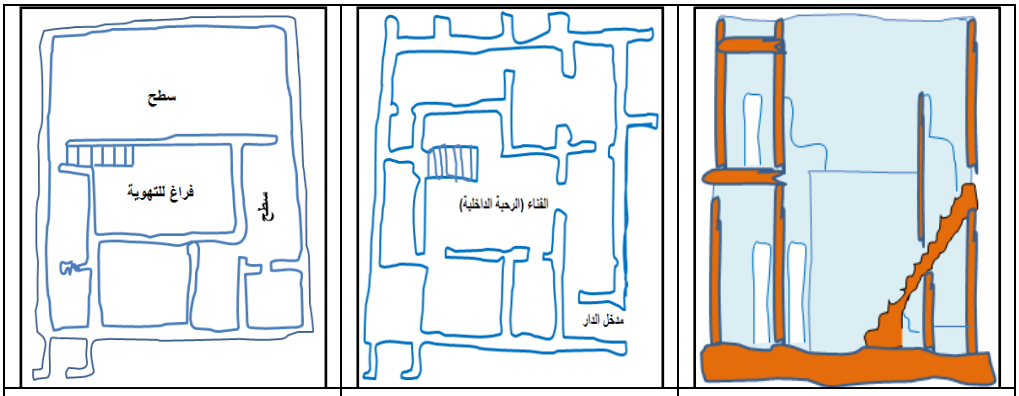
وأما عن الميزة المعمارية للمساكن باعتبارها وحدة أساسية في تكوين القصر بتمنطيط؛ فإن تصميمها غير متماثل بالرغم من تشابه مسميات أجزائها، كما تلتفّ متشابكة مع بعضها ومتجمّعة داخل سور في شكل تراكمي ومتلاصق، مما يصعِّب دراستها. ولا تتجاوز مساحة جلّ المساكن القديمة 90 م^2، وتتتكون غالبا من مستويين (أرضي، علوي) نظرا لتوفر المساحة وعدم الحاجة إلى توسيع أكبر، ولذلك كان الانتشار أفقيا وغير عمودي.

ومعظم المداخل الأساسية في تمنطيط عالية ومتسعة، ذات أبواب مصنوعة من أخشاب النخل أو من دونها، أما أبواب المنازل فهي منخفضة في الارتفاع ومداخلها ذات اعوجاج لحجب الأنظار[1]، حيث تتميز منازل القصور خاصة التي شهدت الفتح الاسلامي بالمدخل المتعرج تبعا لأغراض عدة، ككسر زاوية الرؤية من خارج الدار لداخلها حفاظا على حرمة العائلة، وهو ملاحظ جليا في قصور

[1] عليق ريحة، **قصر ملوكة بأدرار، دراسة تاريخية أثرية**، مذكرة ماجستير في الآثار الإسلامية، جامعة الجزائر، 2002، ص:60.

أولاد علي بن موسى، أولاد يعقوب وأولاد امحمد، أما السابقة منها فمداخلها غير متعرجة وتفضي مباشرة للسباط كجل مساكن أولاد همالي، أولاد داوود، توفاغي وتايلوت إلا ما ندر كالتي طرأ عليها استحداث في مخططها العام.

يتكون المستوى الأرضي للمسكن من غرف متنوعة مختلفة الوظائف، ذات شكل طولي مائل للمربع غالبا، استُعملت في وقت متأخر للضيف (غرفة الضياف) وخصّص بعضها للنساء، توجد بها أحيانا أقواس نصف دائرية متصلة بالأرض تماما ومشكلة جدارا حاملا للسقف، لذا فقد تسمّت تلك الغرف به (القوس)، وبداخلها تستغل أجزاء كحمامات، ومنها ما استُعملت كمطبخ، كما حظي الحيوان بالعناية بتحديد أماكن اصطلح عليها محليا (الزريبة والتّقمّي) (الشكل 5).



مقطع في المسكن	الدور الأرضي	الدور العلوي

الشكل 5: تصميم سكنات القصور بتمنطيط

وأما بخصوص ذكر استثناءات الزيادة عن مستويين فهو ما يميّز بعضها من وجود الدهليز أحيانا (مستوى تحت الأرضي قليلة التعرض للهدم استخدمت كملاجئ سرية أو مخازن وقيل أنها استخدمت لخزن الماء الذي يعاد تفريغه في الخندق المحيط بالقصر)، ونادرا ما تتكون من طابقين سكنيين. وكلتا الحالتين السابقتين وجدت في تمنطيط (اللوحة 6).

تحت أرضي (الدهليز)	فوق أرضي

لوحة 6: مستوى البناء والسكن بتمنطيط

ومما يشار إليه الاستواء في علو الأسطح والجدران والتشابه في مساكن كل قصر لذاتها فلا نكاد نفرق بين بيوت الأغنياء والفقراء.

وإجمالا فإن منازل القصور بتمنطيط تتميز عامة ببساطة تخطيطها فهي ذات طابق واحد، يعلوه سطح يزود بغرفة مسطحة أحيانا مما يخفف الوزن على المبنى الطيني. كما يلاحظ خلوها من النوافذ الخارجية لدواع اجتماعية فضلا عن التوجيه المناخي، وإن وجدت فتكون في الجزء العلوي من الجدران الخارجية، وتتسم هذه الأخيرة بالعلو لتحقق نسبة معتبرة من الظل بالشوارع إضافة إلى تحقيق العزل التام للمبنى. والمنازل باردة وقت الصيف لبنائها الطيني، كما أن ممراتها ضيقة، كل هذه المميزات لطفت الجو للاستقرار[1]. وتستلهم البيوت ضوء النهار والتهوية من الفناء الوسطي (الصحن) أو من فتحات السقف وذلك لتقي الغرف لهيب الشمس خاصة في فصل الصيف.

ومن العناصر الرئيسية التي تزود بها البيوت في القصر:

أ- غرف التخزين:

تسمى في وقت غير بعيد بالمخزن (القمح والشعير ومنتوجات أخرى)، وقد وجدت بقاياها في الجهة الشمالية لأجل البرودة في فصل الصيف ومن ثم المحافظة على صلاحية الطعام المخزن.

[1] علي بومدين، **المرجع السابق**، ص: 87.

إضافة إلى السقف المخروطي أو المقبب للمخازن فإن بعض الأواني تميزت بنفس الشكل أيضا*، ولقد أكد المهندس الفرنسي واستاذ اللاسلكي تورين في كتابه "أمواج من الطاقة" أن الأشكال والأجسام المختلفة كالمخروط والهرم والكرة والمكعب تعمل كأجهزة لتعديل تردّد طاقة الكون من أشعة كونية أو شمسية.

وأثبت العالم المهندس اللاسلكي التشيكوسلوفاكي كارل دربال بعد أبحاث لأكثر من 25 سنة أن بعض الأشكال الهندسية تكون مفيدة لصحتنا وإن خير نموذج للشكل المفيد للإنسان هو الكرة والهرم ويقول إن بناء غرف المرضى على شكل الكرة أو الهرم يمكن أن يعجل بشفاء المرضى بشكل كبير، كما أن الهرم ينقي الهواء وينظفه من الروائح الكريهة المقيتة.

ب- الكنيف:

وهو مرحاض من الطراز القديم (تقليدي)، والذي يستعمل فيه جذع النخل من الجهة العلوية لتفرغ فيه الفضلات التي تستغل فيما بعد كسماد للنبات، ولا يكاد يخلو بيت منه، خاصة البيوت القديمة في مختلف قصور تمنطيط على غرار باقي السكنات في إقليم توات.

1-1-4- الساحات والرحبات:

الساحات هي تلك الفراغات غير مبنية كثيرا ما أخذت اسم "الرحبة" أو "الرحيبة"، وتعرف باسم "الجماعة" حيث تشغل جزءا هاما في القصر بتموضعها وسطه، فهي ذات طابع جماعي أو اجتماعي، إذ أنها تشكل أهم مجالات اللقاء وتوفر المجال الملائم لكل الممارسات الجماعية في القصر، هذا الفراغ له دور هام في القصر فهو فراغ جامع موحد[1].

وتعد الرحبة بمثابة مركز حيوي ومجال عمومي حرّ تؤدي إليها جميع الممرات، وهي الموزع الحركي والمجالي للقصر. وتتميز الرحبة بالتناسق في تنظيم الأبعاد من خلال النسبة بين الفضاء المبني وغير المبني وتنقسم رحبات تمنطيط من خلال الطرق المارة بها إلى:

---

* في عام 1930 أجرى العالم الفرنسي **أنطوان بوفيسي** تجربته على شكل هرمي محوره نحو الشمال – الجنوب، ووضع فيه قطاً حديث الوفاة فوجد أنه لم يتحلل بل تحنط وأصبح مومياء. ثم وضع لحماً وأطعمة مختلفة فلم تتعفن كذلك. مما يؤكد الحقيقة العلمية بأن الشكل الهرمي إذا وضع في مجال مغناطيسي (الشمال – الجنوب) فإن المجال الطيفي أو الأثيري الخفي للقوة الكهرومغناطيسية يحدث تأثيرات فسيولوجية إيجابية تُستغل علمياً. كما أن أطباء إحدى مستشفيات كندا استخدموا الهرم في قسم الحروق لتسريع شفاء أماكن الحروق عند المرضى.

[1] منى دحمون،" **قصر بوسمغون بولاية البيض، دراسة أثرية وتحليلية"**، رسالة مقدمة لنيل شهادة ماجستير، قسم علم الآثار، جامعة الجزائر، 2005، ص: 66.

أ- رحبات مدمجة:

تعتبر رحبات أساسية توزع بين القصبات والقصور كرحبة السوق، وتقام بها طبوع وألوان ثقافية.

ب- رحبات معزولة:

هذه الرحبة تكون شبه معزولة عن باقي المجالات الحرة من (الطرق)، مربوطة معها بممرات ضيقة (الزقاق) وتكون هذه الرحبات داخل القصبة مثل(رحبة توفاغي، رحبة عاشوراء) وتقام فيها مختلف الأنشطة والأعياد القصورية الموسمية كالأسواق، على غرار رحبة السوق الكبير بين أولاد يعقوب وأولاد داود، والتي كانت مكان التجهيز للقوافل التجارية الراحلة، ومحطة نزول الوافدة منها، فإلى جانب دور الرحبة في ربط قصر أو قصبة بأخرى فهي محل اتصال اجتماعي وثقافي أيضا[1].

1-1-5- الشوارع والأزقّة:

أولت الحضارت السابقة وكذا الإسلامية عناية بالغة للشوارع وحثت بالمحافظة عليها ونظافتها وعدم إعاقة حركة المارين بها، فهي أساسية في تشكيل هياكل القصور، وبمثابة شريان رابط بين قلبه وبقية أطراف جسده، فتنظم بذلك حركته[2]. فالمباني المتراصة والطرقات الضيقة والمتعرجة تساهم في مقاومة وهج الشمس الحارة وتوفير مساحة ظلية للمارة والتقليل من سرعة الرياح وحرارتها وقد توقف تشييدها (الشوارع) على حسب حركة السير المتوقعة بها ووظيفتها من جهة ومن جهة أخرى فإن للمناخ الدور الفعال في توجيهها وفي اختيار مواد تشييدها، و تنقسم الطرق إلى ثلاثة أنواع:

أ- شوارع رئيسية:

تعد الشوارع الرئيسية من العناصر الأمامية للقصر ووسيلة اتصال بين الداخل والخارج، فهي تقوم بربط القصر مع المناطق المجاورة له كالبساتين والمقابر، يتم من خلالها الاتصال بالوحدات الرئيسية للقصر من رحبات وسوق ومركز القصر الذي يشغله الجامع غالبا. تربط بين الأحياء وهي متسعة كمثيلتها في المشرق العربي[3]. ونجد توجيهها (شمال جنوب) على وجه العموم، إضافة لما تتميز به من برودة فهو (التوجيه) متعامد مع جهة الشروق.

---

[1] بلقاسم الديب، "ملامح الاستدامة في التراث العمراني لمدن صحراء الجزائر" **الإنسان والعمارة**، مطبعة سخري، الوادي، الجزائر، 2013، ص:174.

[2] يحي وزيري، **موسوعة عناصر العمارة الإسلامية**، ط: 2، دار الكتاب للنشر، مصر، 1999، ص: 83.

[3] شهاب سعد عبد الكريم، **بلدة القصر وآثارها الاسلامية**، ط:1، دار الآفاق العربية القاهرة، 2001، ص:87.

ب- شوارع ثانوية (فرعية):

تعرف بالأزقة أو الدروب وتعتبر كممرات للتنقل من الرئيسية إلى الدور، والتي عادة ما تنتهي إلى بيت عائلة واحدة، وأحيانا بساحة صغيرة تتوزع حولها البيوت، كما تميز دروب القصر بقلة اتساعها وبالتعرج والالتواء وهنا تبرز القيمة الصحية ذلك لتكسير التيارات الهوائية، وأيضا لتأدية وظائف أخرى، مثل تضليل العدو أثناء الحروب.

ج- أزقة غير نافذة:

يطلق عليها محليا "الدّريب"، وهي قليلة وأشد ضيقا من الأولى وتفتح بها أبواب خاصة للعائلة فقط.

وبصفة عامة فإن الأزقّة هي عبارة عن ممرات منعرجة ومسقّفة أحيانا، تؤدي إلى مختلف أحياء وفضاءات القصر المختلفة كالمسجد والساحة العمومية، وتؤدي هذه الممرات العمومية دور المنظم. وللأزقة وظائف مناخية، اجتماعية وبنائية تلائم أهل المنطقة، فمن الفوائد المناخية لها التقليل من المسطحات المعرضة لأشعة الشمس، وتقاطع الممرات الضيقة يعيق حركة الرياح المحملة بالرمال ويحدّ من سرعتها، على غرار بعض قصور توات[1]، كما أنها توسعة للناس لممارسة بعض الحرف البسيطة (دار المعلم)، وأما وظيفتها البنائية فهي تصل المباني بعضها ببعض لتكوّن كتلة واحدة، أي بمثابة شريان للقصر يربط بين القلب وأطراف الجسد وبذلك تنظم حركته[2].

ومما تجدر الإشارة له في الشوارع ما يسمّى السّباط، فبالرغم من اختلاف مسمياته من منطقة إلى أخرى؛ إلا أنها تتوافق في أن السباط مكان بين حائطين، كما جاء في مختار الصحاح[3] ومحيط المحيط وكذا معجم البلدان[4].

وإذا كان السباط بالفارسية يأتي للدلالة على الممر الذي قد سُقّف ما فوقه[5] فعند السكان المحليين يطلق على ما يلي مدخل البيت ويكون مسقوفا، ولهذه المسالك وظائف صحية لما قد تشتمل عليه من نوافذ مفتوحة في اتجاهات مختلفة بعضها للإنارة والتهوية، وقد تغطى هذه المناطق بطابق

---

[1] عليق ريحة، **المرجع السابق**، ص:57.

[2] يحي وزيري، **موسوعة عناصر العمارة الإسلامية**، ط:2، دار الكتاب للنشر، مصر، 1999، ص:83.

[3] محمد بن أبي بكر الرازي، **مختار الصحاح**، ضبط وتخريج وتعليق: مصطفى ديب البغا، ط: 4، دار الهدى، الجزائر، 1990، ص: 188.

[4] المعلم بطرس البستاني، **محيط المحيط**، مكتبة لبنان ناشرون، بيروت، 1987، ص: 393. وياقوت بن عبد الله الحموي، **معجم البلدان**، مج: 3، دار صادر، بيروت، 1993، ص: 166.

[5] سامي نوار، **الكامل في مصطلحات العمارة الاسلامية من بطون المعاجم اللغوية**، ط: 1، دار الوفاء الاسكندرية 2005، ص:91..

مسقوف أيضا يسمى (التّفالة) يتم فيه تخزين وحفظ بعض المواد الغذائية كاللحوم المملحة والأفرشة بعد ما يتم عرضها لأشعة الشمس. كما أن لهذه الأخيرة الدور في تعقيم المواد والأفرشة من المواد الضارة. ووجود السباطات بالشوارع الضيقة والأزقة غرضه الحماية من أشعة الشمس[1]، كما أن الضيق والانحناء فيها يعمل على خفض درجة الحرارة صيفا كما يضمن الظل فيها وبذلك يبرد الهواء في الأماكن المغطاة.

1-2- مواد البناء وتقنياته:

نعني بمواد البناء[2] المواد التي استخدمها البناء التواتيّ منذ القدم مستفيدا من خصوصياتها ووفق ما يتماشى وحاجياته وتلاؤما مع طبيعة البيئة الصحراوية. وقد كانت مواد البناء في تمنطيط محلية (أصلية المنشأ) ومختلفة.

وهناك إجراءات وقائية أخذها المشيّد الأول بعين الاعتبار للتأقلم مع بيئته وحفظا لبنائه. وتخص هذه الجوانب القصر داخليا وخارجيا، بدءا من المادة الأولية وصولا إلى الجزء المبني ومرورا بالتقنيات المستعملة. ومن ثمّ يتحد العنصران (مادة البناء وطريقة الانشاء) في وحدة واحدة هي البناء[3].

وإذا كان للأبحاث التي قام بها الفرنسي إيشاليه (Echallier) حول قصور إقليم توات الدور الرائد في تنميطها، فقد حدّد المواد المستعملة في بنائها، حيث أورد أن الصبغة العامة والمواد المستعملة في البناء إما ذات أصول مشرقية عربية شبيهة بالمدن الطينية في المشرق العربي كاليمن وغيره، أو أنها من الإرث القديم، لكنه لم يجزم بذلك لقلة الحفريات. ويذكر بأن قصوره وقصباته غالبا ما تحتوي سورا مربع الشكل ذو أبراج هرمية أو تتوسط السور، والذي نجد به مزاغل، ولتدعيم النظام الدفاعي يحاط السور بخندق محفور في الصخرة الأصلية التي شيد عليها القصر، ويعلو الخندق جسر من جذوع النخل يوصلنا لمدخل القصر، كما تميزت هذه القصور بالأزقة المسقوفة[4]. أما Piétro Laureaux

[1] سعيد ناصف، **المدينة الاسلامية، دراسة في نشأة التحضر**، مكتبة زهراء الشرق، القاهرة، 2005، ص: 65.

[2] **البناء:** لغة هو وضع الشيء على الشيء ليتحقق الثبات كبناء حائط، ويطلق على الشيء المبني وعلى عملية البناء أيضا، وهو بذلك يمثل الجانب المادي في العمارة، ويستخدم الانسان في ذلك مواد مختلفة منها الطبيعي كالحجر والتراب والخشب ومنها ما هو محول أو مصنّع كالاسمنت والزجاج وغيرهما. ينظر:

مبارك قبابلة، **تطور مواد وأساليب البناء في العمارة الصحراوية**، شهادة ماجستير في الآثار الصحراوية، جامعة محمد خيضر بسكرة، الجزائر، 2010، ص: 14.

[3] محمد نوبي، **نظريات العمارة**، مطبعة الأوفست الحديثة، أسيوط، مصر، 2001، ص: 95.

[4] Echallier, **Sur quelques détails d'architecture du Sahara, (Touat, Gourara, Elgolea), le Saharien**, N44, 4eme trimestre, 1966, p:14.

فيذكر أن البربر المنحدرين من شعوب فترة العصر الحديث بنَوْا سلسلة من القرى الحجرية على مرتفعات معزولة وبأشكال دائرية، وكانت الحجارة مادة البناء في أجزائها العلوية[1].

استخدام المواد البنائية في الماضي عبّر عن ذوق محلّي للمباني الصحراوية ولها صلة بنظيراتها في مناطق مجاورة كعمارة مالي وغيره، لما كانت تمنطيط همزة وصل بين مختلف بلدان الشمال في المغرب الأوسط والسودان الغربي. وقد استُعملت المواد المتوفرة في تمنطيط من أحجار وطين وخشب وغيرها. فكان تشييدهم صادق التعبير في مختلف أشكاله، وترتبط هذه الأشكال المتعددة للبناءات المعمارية بالمواد المستعملة وأنظمة الإنشاء وأساليبه[2].

1-2-1- مواد البناء:

عملية التشييد العمراني في المناطق الصحراوية تمت بواسطة مواد بناء محلية، فالطين والجبس وبعض أجزاء الأشجار كالنخل كانت مواد أساسية في بناء المنازل والدور المختلفة في مناطق الصحراء، وهي مواد يتوفر فيها شرطان يحتاجهما ساكنة الصحراء[3] وهما الوفرة وسهولة الحصول على مواد البناء من جهة، وملاءمة هذه المواد للبيئة الصحراوية في التقليل من تأثير الظروف المناخية على سكان المنطقة من جهة أخرى. ومن أهم المواد المتاحة التي اختارها البنّاء الصحراوي:

أ- الحجارة:

تختلف الصخور بتنوع منشئها وشكلها، وحجمها فمنها النارية، والمتحوّلة والرسوبية الناتجة عن ترسبات المواد كالحجارة الكلسية والرملية[4]. ويطلق لفظ أحجار البناء على ما يمكن استخدامه في أغراضه كالأساسات لمقاومتها ظاهرة تصاعد المياه، وفي تشييد الجدران وتشكيل القباب والأقبية

[1] Piero LAUREAUX, **les ksours du Sahara Algérien, un exemple d'architecture globale**, sd, p: 2.

[2] **الأسلوب:** يعني اختزال الخصائص المميزة لنشاط ما فهي تنسب لممارسِه (النشاط)، وأما من ناحية البناء فهو اتباع كيفية متعارف عليها منذ القدم عند فئة ما ضمن منطقة معينة، ولها خصائص مكتسبة يعتريها التطور والتحسن، ليتسع المعنى فيشمل كل ما يتعلق بالبناء من تخطيط واختيار مادته وتقنياته وكيفياته الانشائية، والتي تعدّ طرق الانشاء العامة وأنواع البناء جزءا منه. ينظر:

محمد دبس، **إنشاء البيت السكني**، دار الأنس للنشر والتوزيع، 1998، ص: 36

[3] ابراهيم هياق، "الأبعاد الاجتماعية والثقافية لنمط العمران الصحراوي في الجزائر"، **الانسان والعمارة**، الندوة الفكرية التاسعة، مطبعة سخري، الوادي، الجزائر، 2013، ص: 156.

[4] محمد راتب سطّاس ومسعود أندرواس، **مواد البناء واختبارها**، الديوان الوطني للمطبوعات الجامعية، الجزائر، 1992، ص: 57.

والعقود والأرضيات. وقد أدى توفر مادة الحجر إلى شيوع استخدامها دون العناية بتهذيبها وتنسيقها وتركها ظاهرة في البناء، وبهذا أعطت للمباني شكلاً وطابعاً معمارياً مميزاً فضلا عن متانة التشييد.

وتنسجم عملية ربط الكتل الحجرية مع بعضها في الجدران مع إنشاء المباني نفسها، وتجلّى ذلك جليا في العمارة الرومانية والبيزنطية من خلال العديد من منشآتها المعمارية التي بنيت بالحجارة[1]، وبذلك تتضح أهميتها كمادة بناء مقاومة وحاملة لغيرها.

وتبعا للميزة الجيولوجية لمنطقة الدراسة تعددت أحجارها، فمنها ما كان محليا كأرضية للبناء أو ما تمّ جلبه من مقالع قريبة. ومن أكثر الحجارة شيوعا بالمنطقة الكلسية الهشّة والمنتشرة من وادي ميزاب إلى تيديكلت[2]، كما نجد الصلبة وكلاهما رسوبيان، وتستعمل دون أن يطرأ عليها تغير ملحوظ باستثناء بعض التعديلات البسيطة التي يضطر لها البنّاء أثناء البناء.

والمعروف عن العمارة الصحراوية التقليدية أنها عمارة الطين، إلا أن استعمال الحجارة وجد مكانة في تمنطيط؛ إذ شيّدت بعض القصور بها كلية، وبعضها احتلّ أجزاء عدّة إذا ما قورنت بالمادة الطينية خاصة في المراحل الأولى كأولاد همالي وهذا في بناء الأساسات والأسوار والجدران، وتسمى محليا بالصفّاح لتصفُّحِها. وجاءت تشكيلات البناء بسيطة وغير معقدة، وذلك لعدم الحاجة للزخرفة من جهة، وكذا لصعوبة تشكيل الأحجار بالآلات البسيطة التي يَشُقُّ عمل التفاصيل الدقيقة والأشكال المعقدة من جهة أخرى.

ب- **الطـين:**

تعد الطين من المواد الأكثر تواجداً في البيئة، ومنها خُلق الإنسان، وهي من أقدم مواد البناء التي عرفها واستخدمها في عمارته الأولى في عصور ما قبل التاريخ بعد انتقاله من الكهوف والمغارات منذ ما يقارب عشرة آلاف سنة. وانتشر البناء بالطين في حضارات بلاد الرافدين كبرج بابل في القرن السابع قبل الميلاد معبرا عن أول ناطحة سحاب في التاريخ ومصر والهند والمكسيك وفي بلدان افريقية عدة، وبفضلها بنيت بيوت العالم كأنها تضاريس جديدة لمادة الأرض متلائمة مع البيئة.

وعرفت هذه المادة إقبالاً واسعاً لدى سكان القصور الصحراوية، نظرا لوفرتها ومقاومة للعوامل الطبيعية منذ مئات السنين (العزل الحراري)، إضافة إلى مَا تعطي العامل فرصة التحكم في اختيار

[1] مالدوناد وباسيليو بابون، **المرجع السابق**، ص: 289.

[2] علي حملاوي، **نماذج من قصور...المرجع السابق**، ص:292

أسلوب البناء فضلا عن سهولة التشكيل والقولبة. وعادة ما تجلب من أطراف الوديان أو من الأرض بعد حفرها لتنقل إلى مكان البناء[1].

وقد شاع استخدام الطين بتمنطيط في بناء الجدران وتلبيسه بإضافة محلول جبسي وكملاط لربط مختلف أجزائه كالحجارة والطوب وسد الفراغات، وزخرفة أجزاء المرافق.

ويتم استعمال الطين بانتقاء مواقع للعجن بعد تحضير خليط التربة الطينية والماء مع إضافة بقايا عضوية ولاعضوية لزيادة تماسكها، ثم تخميرها مدة تدوم في الغالب يومين.

وأما فيما يخص البناء بها فيكون إما بشكل مباشر، وذلك بخلطها مع الحجارة الصغيرة المدكوكة أو أحجار الملح المقتناة من السبخة المجاورة للقصر، مكوِّنة مادة صلدة مقاومة سمّيت محلّيا بِ"أغارف*"، أو يكون البناء بشكل غير مباشر، وهذه الطريقة يُعتمد فيها على إنتاج الطوب وتجفيفه في الموقع أو في فضاءات مكشوفة، وفي هذه الحالة يتم تغطية طوب البناء بطبقة طينية مناسبة.

ج- **الطوب:**

استعمل الطوب بأحجام وأشكال مختلفة في بناء مرافق القصور الصحراوية عموماً وقصر تمنطيط بصفة خاصة لأسباب أهمها توفر المادة الخام المشكلة له كالطين والرمل الناعم والماء....الخ، وكذا سهولة تشكيله سواء باليد (كيفي تقليدي) أو بالقالب المستطيل الشكل بدون قاعدة[2]، وهذا ملاحظ في العمارة المرابطية المتأخرة كأولاد علي بن موسى. ولإعداد الطينة المسماة "العجْنة" يجب أن تمر بمراحل من خلالها يتم إعدادها بصفة متقنة وقوية تضمن استعمالها لمدة طويلة الآجال، متمثلة في جمع المواد ثم الغربلة من الشوائب وتليها مرحلة العجن فالتشكيل باليد أو بالقالب الذي تختلف سعته حسب المنطقة[3].

---

[1] **منى دحموني، قصر بوسمغون، دراسة أثرية تحليلية**، ماجستير في الآثار الإسلامية، جامعة الجزائر، 2005، ص: 78.

* يكون بناء أغارف بمزج الحجارة الملحية (تسمى محليا أفادريق) مع العجينة الطينية أو الملاط وإضافة الماء بنسبة 50٪ وتركها لزمن كاف لتحلل وذوبان مكوناتها جزئيا ليعطي في الأخير التحاما قويا في البناء.

[2] علي حملاوي، "البيئة الصحراوية وأثرها على العمران والعمارة"، **مجلة آثار**، ع:7، معهد الآثار، جامعة الجزائر، 2008، ص: 63.

[3] محمد عبد الهادي، **دراسات علمية في ترميم وصيانة الآثار غير العضوية**، مكتبة زهراء الشرق، مصر، 1998، ص: 162.

د- الخشب:

استخدم الخشب في المنشآت الإسلامية كمادة بناء مساعدة لتقويتها وللتسقيف[1]، وبذلك كانت له الأهمية في البناء منذ القدم سواء للماكث وللمترحل، وعنه يقول بن خلدون "فهو يتخذ وقودا للنيران في معاشهم ، ودعائم لما يخشى ميله من أثقالهم...فأما أهل البدو فيتخذون منه العمد والأوتاد لخيامهم ... أما أهل الحضر فالسقف لبيوتهم والأغلاق لأبوابهم"[2]. واعتمد صناع الخشب التواتيّون على بعض الأخشاب المحلية، كالنخل والطلح والأثل وغيره، ولمّا كانت النخلة النبات الخشبي المتوافر لساكني الصحراء كان طبيعيا اتخاذها مصدرا له، فإلى جانب ما تؤتيه من تمر ولبّ يؤكل أو حطب يطهى ويستدفأ به؛ فقد استغلها بجميع لواحقها في البناء والصناعة أيضا من جذوع وكرناف وجريد وسعف*، منتقيا منها ما يتماشى وطبيعة الاستعمال، فخصّ في البناء أمتنه وما لا تهاجمه الدود والحشرات، وأقل تضررا من الرطوبة والشمس. كما تختار منها الجذوع حسب النوع والعمر.

ويستعمل النخل في التسقيف كأعمدة أو روافد وفي إنشاء العقود والسلالم بعد قطعه طوليا إلى قسمين أو أربع في الغالب**، وتستخدم بعد أن تجف وتنقل إلى مكان الاستخدام.

كما استخدم الخشب عامة في تدعيم الجدران وصناعة الأبواب، النوافذ، الأقفال وبعض الأثاث المعماري البسيط وأغراض تزيينية في البناء، كبعض الحنيات الجدارية المستعملة لوضع الحاجات[3]. والملاحَظ في تمنطيط أنه قد غطيت نهايات كل لوحة تركيبية للأبواب بصفائح ومسامير قصديرية أو حديدية وتربط بخيوط من الليف أو الجلد (اللوحة 7)، وأحيانا يكون لهذه الجذوع دور في صناعة الميازيب كما في قصر أولاد يعقوب.

---

[1] مالدوناندو باسيليو بابون، **العمارة في الأندلس**، تر: منوفي علي ابراهيم، مج: 2، ط: 2، المجلس الأعلى للثقافة، القاهرة، (ص- ص): (336-342).

[2] ابن خلدون، **المصدر السابق**، ج: 7، ص: 512

* تستخدم النخلة في أغراض شتى، فلا يبقى منها شيء إلا له أهمية في حياة الانسان، حتى أن لباب الجذع (محليا يسمى القنّيط) وكذا الطلع وخاصة الفتي منها له فوائد صحية، إضافة إلى أنها تقدم حوالي 70% الى 90% من خشب التسقيف محليا. ينظر: محمد راتب سطّاس ومسعود أندرواس، **المرجع السابق**، ص: 208.

** غالبا ما يكون التقسيم كذلك وبصفة طولية من الأعلى إلى الأسفل بطول لا يتعدى 3 م تبعا للوظيفة المتوخاة من ذلك، ثم تجرى عليها بعض التشذيبات للحصول على وجه مسطح يسهل وضعه على الجدران. ينظر:
Rouvillois-Brigol M**, Op.Cit,** p: 88. et Godaed G**, l'oasis, Op.Cit,** p: 46.

[3] ECHALLIER**, Op.Cit,** p:16**.**

قفل خشبي للغلق (آفكر)	خيوط الليف والجلد للربط	مسامير وصفائح حديدية للتثبيت
اللوحة 7: الأبواب الخشبية وموادها التركيبية		

ومن لواحق النخل نجد الكرناف، ويسمى أيضا الخرنف (khornfe)[1] وهو الجزء الأسفل من الجريدة والملتصق بالجذع حيث بعد قطعها تجفف فترة من الزمن ثم تستعمل للتسقيف على جهتها المسطحة غالقة الفراغات بين الجذوع. إضافة إلى جريد وسعف النخل الذي استعمل في عمل الأقواس أما الليف والمسمى محليا ب"لفْدام" فينشر فوق الكرناف والسعف ويثبت بالطين المخلوط بالرمل.

1-2-2- تقنيات البناء:

تعد تقنية البناء وسيلة من وسائل ضمان سلامة المبنى واستقرار أجزائه، وهي "الوسيلة المتاحة لتناول المواد بالتشكيل في عمليات التعبير الفني الذي يجب على المعماري أن يمتلك ناصيتها "[2].

ولقد كان للظروف البيئية الدور الهام في تحديد التقنيات المستخدمة في البناء فضلا عن تخطيط المباني وتوجيهها وكذا في مادة بنائها. كما أن لثقافة وحالة المشيِّد الأول والآخذ من الثقافات الوافدة عليه أيضا الدور في ذلك، فلقد اضطر البناؤون بتمنطيط إلى استعمال تقنيات متعددة وفق ما تتطلبه مادة البناء المتوفرة في حد ذاتها. وأثبتت التجارب السابقة الكفاءة العالية في توظيف المواد بتقنيات ووسائل بسيطة حقّقت متطلبات بيئية واجتماعية. لذا حاولت الأجيال المتعاقبة الاستفادة من تجربة الأوائل في صفة بنائهم المتين.

وما يلاحظ تعدّد التقنيات واختلافها داخل هيكل البناء الواحد، فضلا عن لواحق القصر وغيره من القصور الأخرى، وذاك راجع لأسباب أهمها:

- تعدد البنائين ووظيفة كل بناء، فكلٌّ شيّد حسب الموقع والمادة المتوفرة لديه.
- عامل الزمن لفترات التشييد والمتباينة من قصر لآخر.

[1] Chieb S, **"les structures spéciales dans l'architecture de terre (ksour de la Saoura, Bechar)"** , Revue **EL ATHAR**, N:4, Dar Elhuda, Algérie, 2009, p :153.

[2] عبد الرحمن بن خلدون، **المصدر السابق**، ج: 1، ص: 509.

ومن أهم الطرق التقنيات المستخدمة نجد:

أ- طريقة المداميك:

استعملت طريقة المداميك بتمنطيط في البناء بالحجارة والذي يتناسب وسماكة الجدران ومتانته، فكان الاعتماد على أنواع عدة منها، حيث خُصّت الكبيرة العادية الأساسات التي بنيت فوق الهضبات مباشرة كأولاد اهمالي، وهُيِّئَت على أعماق متفاوتة وأحيانا مباشرة، ثم تُصَفّ تلك الحجارة بطريقة متداخلة وعكسية كتقنية آدية وشناوي. كما نجد المهذبة بزوايا شبه قائمة وُضِعت بطريقة أفقية ومتتالية ثم يتكرر البناء ليشكل صفا آخر على شاكلة سابقه وصولا لاكتمال الهيكل (اللوحة 8)، خاصة الجدران المبنية فوق الأساسات كما في قصر تايلوت وبعض الجدران الخارجية لمدخل قصر توفاغي، وبين كل أحجار البناء السابقة الذكر يستخدم ملاط طيني للربط فيما بينها.

منظر طولي (واجهة)	منظر عرضي (مقطع)

اللوحة 8: تقنية المداميك باستعمال الحجارة في الجدران

ب- طريقة السنبلة:

استعملت هذه الطريقة في البناء بالحجارة والطوب بتمنطيط بدرجة جد نادرة، إلا أننا نشاهد حضورها في المباني التقليدية الحديثة، والتي تكون على شكل حبات القمح في السنبلة، وبخاصة في الجدران الخارجية منها، ثم تملأ الفراغات البينية بملاط طيني.

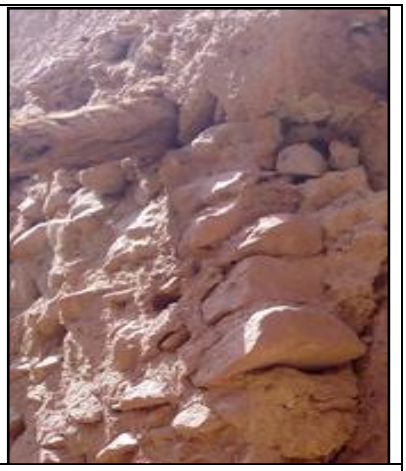
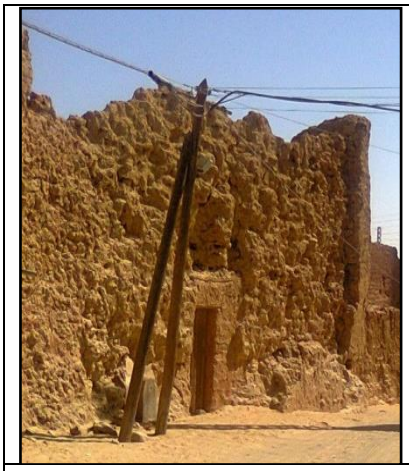
ومما يشار إليه أن هذه الطريقة تقوي البناء أيضا، وإن أمكنت تسميتها بنصف السنبلة أو السنبلة المفروقة لوجود هيكل بصورة (السنبلة المفصوصة طوليا)، إذ جاءت الحجارة مصطفة ومنتظمة بشكل طولي وتعلوها حجارة أخرى مائلة، وتُكرّر العملية، وذلك جليّ في سور قصر أولاد علي بن موسى من الناحية الشرقية (اللوحة 9)، ثم تكسى الجدران وتلبس من الأسفل إلى الأعلى.

كما يلاحظ أن لبصمات اليدين في الطوب الدور الفعال في التماسك والترابط بين كتل الطوب والملاط الرابط بينهما.

سنبلة بالحجارة في سور (أولاد علي بن موسى)	السنبلة بالطوب في قمة جدران
اللوحة 9: تقنية السنبلة باستعمال الحجارة أو الطوب في السور والجدران	

ج- طريقة كيْفية:

استعملت هذه الطريقة في بعض هياكل البناء في تمنطيط، وخاصة الجدران الخارجية والمشكّلة لسور القصر كامتدادات قصر آغرم أقبور وتوفاغي، إذ يلاحظ فيها البناء غير المنتظم للحجارة المتناثرة في الأساسات وداخل واجهات جدران المباني بصفة عشوائية (اللوحة 10).

	
جدران داخلي	سور خارجي
اللوحة 10: بناء كيْفي (غير منتظم) لجدران وسور	

1-3- التناسق بين العناصر المعمارية وموادها البنائية:

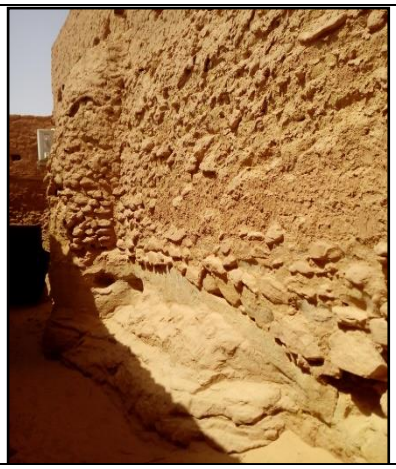
تقع الضغوط على المبنى نتيجة لنوعين من الأحمال الناتجة من أوزان المواد المستخدمة في المبني، حية (كائنات حية، أثاث..) منفصلة عن المبنى، وميتة (مواد البناء)، مما قد ينجرّ عنه

إجهادات الضغط والشد والقص في المنشأ[1]، لذلك كان من الضروري فهم طبيعة إمكانية ومعوقات المواد، وتأثرها بتلك الضغوط والأحمال لإدراك طبيعتها في المنشأ، لذلك وجب الأخذ بعين الاعتبار العلاقة بين تلك المواد البنائية وتقنية البناء بها. وقد تجلى ذلك في:

1-3-1- الأساسات:

بنيت بعض البناءات القديمة في القصور الصحراوية فوق هضبة صخرية خاصة في حالة استعصاء الحفر، ويستعمل في ذلك الحجارة المتميزة بالصلابة للحصول على قاعدة قوية ومتينة تقاوم عوامل الحت والتعرية والرطوبة، وفي تمنطيط نجد ذلك جليا، إذ أن أساسات جل أسوار القصور وبيوتها السكنية بنيت من أحجار شديدة صلبة غير منتظمة (اللوحة 11). وذلك تبعا لصلابتها وترابطها وقدرتها على مقاومة الرطوبة والملوحة ومنع امتصاص المياه السفلية أو الجانبية.

أما المساكن اللاحقة فيما بعد كقصر أولاد امحمّد والتي تعتبر حديثة عن سابقتها الأكثر قدما كأولاد همالي وتايلوت؛ فتختلف أساساتها حسب نوعية المبنى في عمقها وعرضها، ويكون عمق الحفر للأساسات يتراوح بين 1-2 م، بحيث يتم الحفر ثم ترص صفوف الأحجار فوق طبقة طينية ملاطية شديدة التماسك، والمخلوطة بأحجار جِد صغيرة، وتملأ الفراغات فيما بينها بقطع من الأحجار الصغيرة المغمورة داخل المونة الطينية، ومن ثم يكون ضمان التثبيت التام للأساسات.



بناء بالحجارة فوق صخرة صلبة (أولاد يعقوب)

بناء بالحجارة فوق أرضية مستوية (توفاغي)

اللوحة 11: البناء بالحجارة في الجدران تبعا لنمطية الأساس في تمنطيط

[1] ك وسميثيز، **أسس التصميم في العمارة**، تر: محمد الحصين، جامعة الملك سعود للنشر العلمي والمطابع، الرياض، 1988، ص: 99.

1-3-2- الأبراج:

تميزت بعض قصور وقصبات تمنطيط بوجود أبراج تعددت وتباينت وظائفها، وقد راعى فيها البناء عند الانشاء ما يلي:

- الشكل الهرمي المناسب لتوازن الأثقال بين الجزء الأسفل مقارنة بالأعلى منه.
- زيادة سماكة جدران الأساسات في الأجزاء السفلى وتخفيف كثافتها كلما ارتفع المبنى
- وجود الفتحات وزيادة عددها كلما زاد ارتفاع المبنى مقارنة بالجزء السفلي، وذلك لغرض وظيفي مما يساعد من تخفيف الحمولة العليا فوق السفلى بما فيها الأساسات، إضافة إلى الغرض الدفاعي منها.
- استخدام الأحجار الضخمة في الأساسات والمتوسطة في الأجزاء السفلية المبنية فوقها كقاعدة للمبنى لشدة تحملها للأثقال ودعامتها وكذا التصدي لأنواع المخاطر، ثم البناء بالطوب لخفة وزنه.

1-3-3- الجدران:

إن الأبنية القديمة تظهر البناء المستخدم والشبيه بطريقة المداميك المعتمدة على مواد موضوعة بطريقة متتالية وأفقية، مما يعطي شكل مسافات شبه منتظمة ومتساوية[1] وهي بالحجارة، إلا أن بعضها يرى فيه الخلط بين الحجارة طولا وعرضا وبدون مقاس ولا تنظيم رغم اختلاف الأسس المنطلقة منها، ويمكن أن ندرجها في طريقة المزج، بحيث يتحتم على البناء اختيار الحجارة في المكان المخصص لها ثم تكسى الجدران بالملاط كما في الجهة الجنوبية لقصر توفاغي، وذلك لعدم تناسق أجزائها وعدم جمال منظرها وإنما تراعى المتانة وتضاف الركائز أحيانا، وهي تقنية قديمة في المغرب الإسلامي كانت مع المرابطين كالأسوار المرابطية بمراكش[2].

كما توجد طريقة البناء بتقنية "أغارف" السابقة الذكر، وقد تميزت الأبنية المشيّدة بها بالمتانة.

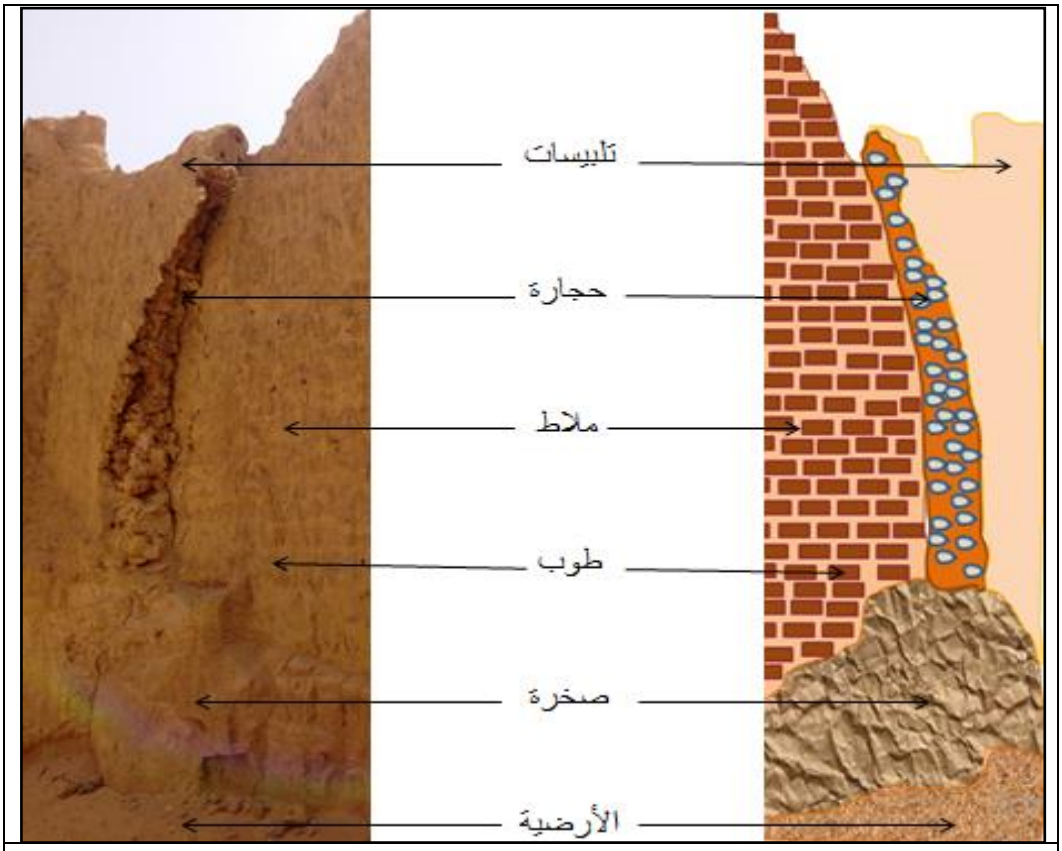
أما فيما يخص الطوب فبعد الانتهاء من تشكيله وتجفيفه تماماً يتم وضعه إما بتقنية السنبلة أو المداميك وأحيانا يكون الخلط بينهما تبعا لنوعية الطوب المستعمل فوق الأساسات أو الجدران الحجرية ويفصل بينهما ملاط من الطين وتملأ الفراغات بين كل طوبة وأخرى. وعموما فهي تتميز بما يلي:

- يكون سمك جدران الأساسات أكبر من سمك الجدران التي بُنِيَت فوقها، مع اختلاف السمك من هيكل مشيد إلى آخر حسب الوظيفة والارتفاع، فجدران الأسوار أعلى وأكثر سماكة مقارنة

[1] علي حملاوي، **نماذج من قصور...المرجع السابق**، ص: 299.

[2] **نفسه**، ص: 302.

بالبناءات السكنية الداخلية. حيث لوحظ في جدار الأسوار ازدواجية في مادة البناء (أي وجود جدران من الطوب وآخر من الحجارة منفصلين)، وقد اتخذت من الصخور انطلاقتها الأولى، ثم يليها جدار سميك مزدوج؛ بني الخارجي منه بالحجارة المتناثرة عرضا وطولا من دون ترتيب وغُطيت بالتلبيس، أما الجدار الداخلي فشُيّد بالطوب المتراص، وقد شكل هذا الجدار الداخلي أحيانا الجدار الخارجي للبيوت السكنية، وهو محمي بجدار الحجارة الخارجي (الشكل 6).



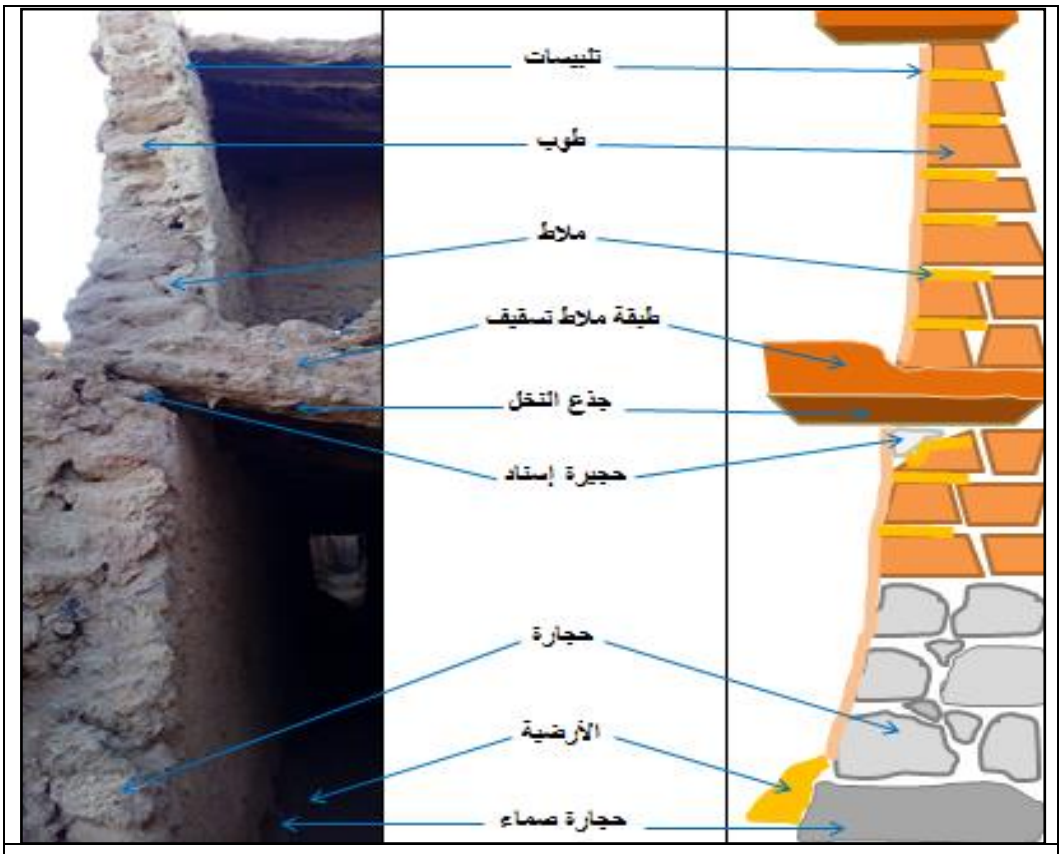
الشكل 6: تقنية بناء عينة من هيكل سور بتمنطيط

كما وجدنا أسوارا مبنية بالحجارة مباشرة من دون ازدواجية في الجدران، وتحوي حجارة في الأسفل ثم تليها تقنية أغارف لتختم في الأعلى بالطوب، والملاحظ أنها أكثر سماكة من سابقتها. إضافة إلى الأسوار المبنية بالحجارة فقط من دون ازدواجية في الجدران ولا في مادة البناء، مع الإشارة إلى أن الملاط والتلبيس من خام التربة.

– سمك جدران المباني ذات المستويين الأرضي والأول ك(آكري سيدي الشيخ بقصر أولاد يعقوب) أكبر مقارنة بذات الأرضي فقط، كما تبنى بأحجار أكثر ضخامة وبطريقة مزدوجة (صفين متلاصقين ومتداخلين في بعضهما).

- خُصّت بعض الأماكن من الجدران بالتكثيف الحجري في البناء، مثل البناء عند فوهة الفقّارات المخترقة للقصر حيطة لعدم تدهور البناء جراء الرطوبة المتصاعدة منه.

- يتم بناء جدران الأجزاء العليا كالسطوح من الحجارة المتوسطة والمهذبة ثم الطوب المقولب وتختم البنايات بالطوب المثلث الكيفي، والغرض من ذلك تخفيف الحمولة على الأجزاء السفلية المتوالية شيئا فشيئا. (الشكل 7).



الشكل 7: تقنية بناء عينة من هيكل الجدران بتمنطيط

وبنظرة نقدية وموضوعية لعشوائية التقنية المستعملة في هياكل المباني إلا أننا نجد سمكه يختلف؛ فهو يقل كلما ارتفع إلى الأعلى، إذ أن البنّاء كان يخمن أن هذا يعطي التناسب الهندسي للسور مقارنة مع طوله، وعلى حسب رأي المهندسين المعماريين في عصرنا الحالي أن الشكل الهرمي للسور يعطيه اتزانا ومتانة.

كما أن سماكة الأسوار لها الدور الإيجابي على صحة الساكنين، فالتجارب أثبتت أن الجدران المصمتة الخارجية السميكة تحقق أكبر قدر من التأخير الزمني في الناقلية الحرارية، وأن جدران الطين بسماكة 40 سم تؤخر الحرارة 15 ساعة. وبالمقابل نجد أن الجدران الأسمنتي بسماكة 20 سم لا تؤخر الحرارة سوى خمس ساعات وست دقائق فقط، مما يوفر الكثير من الطاقة التى تصرف للتكييف

أو للتدفئة، وما يلاحظ أيضا هو ندرة الفتحات أو الكوّات[1] التي تميزت بصغرها وعلوها في الجدران وقد خصصت تلك الفتحات الصغيرة التي كانت تخترق الجدار الخارجي السميك بقصد التهوية وتوفير الانارة الكافية للرؤية فضلا عن دورها في الحماية أيضا.

1-3-4- المداخل والأبواب:

بنيت المداخل في القصور الصحراوية بشكل بسيط جدا، ففي تمنطيط نرى أن جوانبه أنشئت بتقنية الحجارة المنتظمة الموحدة (خاصة المداخل الرئيسة) ويلاحظ ارتفاع جداريْ المدخل المتقابلين حوالي 2.70 م، حيث يتم مد جذع أو جذعين بطول 1.70 م تقريبا بينهما. وأما فيما يخص عرض هذه المداخل فتميزت غالبيتها بالاتساع والارتفاع كمداخل قصر أولاد همالي وأولاد داوود وأولاد امحمّد، ومنها المتوسطة والمنخفضة كمدخل قصر تاهقة الذي نميل إلى أنه مستحدث وغير أساسي نظرا لسماكة السور الأصلي للقصر، ولوجود بداية جدار محاذي لهذا المدخل، مما يدل على أنه مدخل لمنزل وليس للقصر ككل بعدما هُدِم الأصلي. (اللوحة 12)

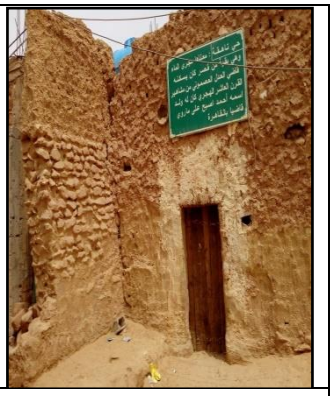
وسواء وجدت أبواب المداخل الرئيسة أو كانت بدونه؛ فهي بمصرع واحد خلافا لأبواب بعض القصور الصحراوية كورقلة ذات مصرع واحد أو اثنين[2]، كما أن كِبَر وضخامة تلك المداخل في القصر يساعد في التهوية وتحريك أو تغيير الجو الداخلي من فينة لأخرى بواسطة الرياح التي قد تغيذر وتنظف أرضية الشارع الرئيس طبيعيا.

أما المداخل الثانوية وأبواب المنازل داخل القصور فبنيت جوانبها غالبا بالحجارة مع الطوب، حيث يصل عرضها إلى 0.80 م وارتفاعها لا يتجاوز 1.80 م. وهناك المرتفعة المدخل وبنصف باب كحوانيت قصر أولاد داوود التجارية، وهي متفاوتة الحجم للاحتفاظ بالبرودة صيفا والحرارة شتاء.

وتغلق وتفتح هذه الابواب بمفاتيح خشبية ذات أسنان سميت بِ(آفكر) واستُبدِل أغلبها بمفاتيح حديدية خاصة بالبيوت الداخلية.

[1] **الكوّات:** جمع كوّ، والكوّة بالفتح والضّمّ مع تشديد الواو في اللغة بمعنى الثقبة في الحائط وجمع المفتوح على لفظه كوّاتٍ مثل حبّةٍ وحبّاتٍ، ينظر: جمال الدين محمد بن مكرم ابن منظور، **لسان العرب**، ج: 3، ط: 1، دار صادر، بيروت، لبنان، 1993، ص: 414.

[2] علي حملاوي،**"منطقة جبال عمور"**، أطروحة دكتوراه دولة في الآثار الإسلامية، جامعة الجزائر،2000، ص: 39.

		
مدخل منخفض ذو باب (تاهقة)	مدخل عالي بباب (بوصلاح)	مدخل عالي بدون باب (أغمر أقبور)
اللوحة 12: أنواع المداخل الرئيسة للقصور في تمنطيط		

1-3-5- السلالم (الأدراج):

تعتبر السلالم من أهم العناصر الإنشائية داخل المباني وذلك لتحقيق الاتصال بين أجزائها السفلية والعلوية سواء في البيوت أو الأبراج. ويتكون السّلم من عوارض جذوع النخل وبعض أجزائه كالكرناف، وتكون الضغوط الرأسية لهذه الجذوع مرتكزة على قاعدة محكمة ومائلة ميلانا مناسبا ومستندة على جدران الطوب المقابل لها، وفوق هذه الجذوع المائلة تشيّد درجات(قائمة ونائمة)، مما يكسب المبنى قوة وثباتا.

ويتم تشييد الدرجات بوضع طبقة الطين على الجذوع بتغطية كاملة وجيّدة، وتتشكّل طبقات الدرج من الطبقة الطينية ويتم إنهائها بقطع حجرية متينة، تقطع بالشكل المطلوب أو بجذوع أخرى أقل من تلك المائلة ومناسبة لتحديد قائمة الدرج بشكل عرضي. وهناك بناء للسلالم بطرق أخرى أكسبت البناء متانة.

ولراحة الساكن روعي التوازن بين قائمة ونائمة السلم فضلا عن درجة الانحدار فيه. كما أن الجزء العلوي وهو السطح الذي يخصص للنوم ليلا صيفا وفيه يتلقى الجسم القدر الكافي من الشمس شتاء في البيئة الصحراوية وغياب ذلك يؤدي للتعرض لأمراض مختلفة كالتراجع في الإبصار والهزال.

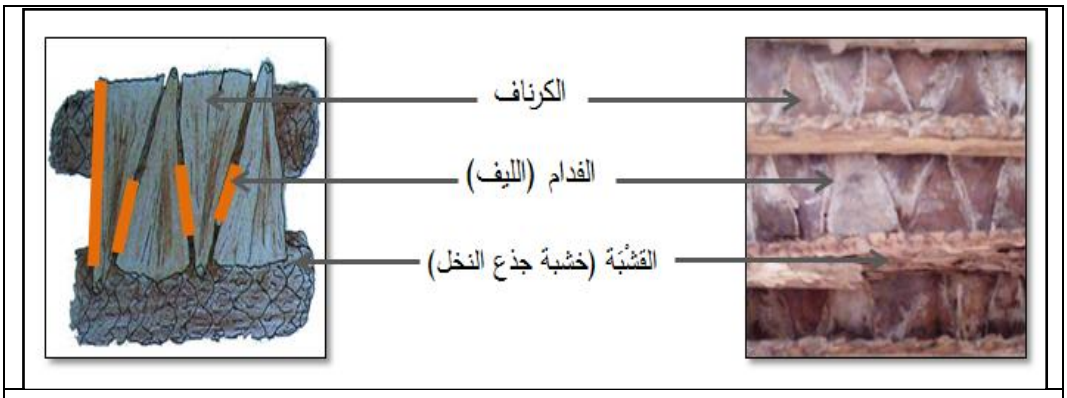
1-3-6- التسقيف:

البنَّاء هو الذي يحدّد نوع التسقيف أثناء مراحل التنفيذ تبعاً لنوع المادة البنائية ونوع الفتحة والأحمال الواقعة عليها وكذا موقعها في الجدار، وتعتمد تقنية التسقيف على جذوع النخل[1]، إضافة إلى استعمالها في التدعيم وصناعة الأبواب[2].

[1]. P DEVORS, **le Touat, étude géographique et médical**, IRS, T14, 1956, p: 243.
[2] C GODAR, **L'oasis moderne, Essais d'urbanisme saharien**, Maison de livre, Alger, 1954, PP: 59.61.

ويتم تنفيذ السقف بإعداد جذوع النخل الأنسب لذلك، ثم ترص الكبيرة منها في الاتجاه القصير للفراغ المراد تغطيته بين جدرانين عرضيا بجانب بعضها بمسافة قصيرة مقدّرة بطول الكرناف البيني المستعمل، وأحيانا لا تترك تلك المسافة تماما، ويتم تثبيت هذه الجذوع بالبناء عليها وإدخالها ضمن عرض الجدران، ويراعى أن تكون مسافة إسناد الجذوع على البناء مناسبة لنقل الأحمال التي قد تنقل عليها. كما تجدر الإشارة إلى أن بعض الجذوع المتينة، تستخدم كروافد مزدوجة ومربوطة بحبال ليفية أو جلدية، يتم البناء فوقها للوصول للسقف، وتؤخذ بعين الاعتبار للبناء فوقها في السطح.

وبعد الانتهاء من رصّ الجذوع الكبيرة وتثبيتها في عرض جدران البناء، يوضع الكرناف وفوقه الليف (الفدام) أو سيقان القمح بعد جفافها في سبيل سدّ الثغرات المحتملة (الشكل 8)، والتي بدورها تمنع طبقة الملاط الطينية المضافة فيما بعد من التسرب، وبذلك يتشكّل سقف ثابت ومانع لنفوذ المياه إلى الجزء السفلي تحت السطح، وتكون طبقة الملاط مزودة بمواد عضوية سواء حيوانية أو نباتية، كبقايا الكرناف المادة المقوية والمدعمة للطين[1] مما يؤدي إلى تماسكها والحصول على سطح مستو.



الشكل 8: مكونات النخل المستعملة في التسقيف التقليدي

وتبرز الأهمية الوقائية في إنجاز طبقة عازلة للحرارة وامتصاص الماء أو تسهيل عملية صرفه بفرش السقف في الأخير بطبقة من الملاط الطيني مع التمليس الجيد في السطوح.

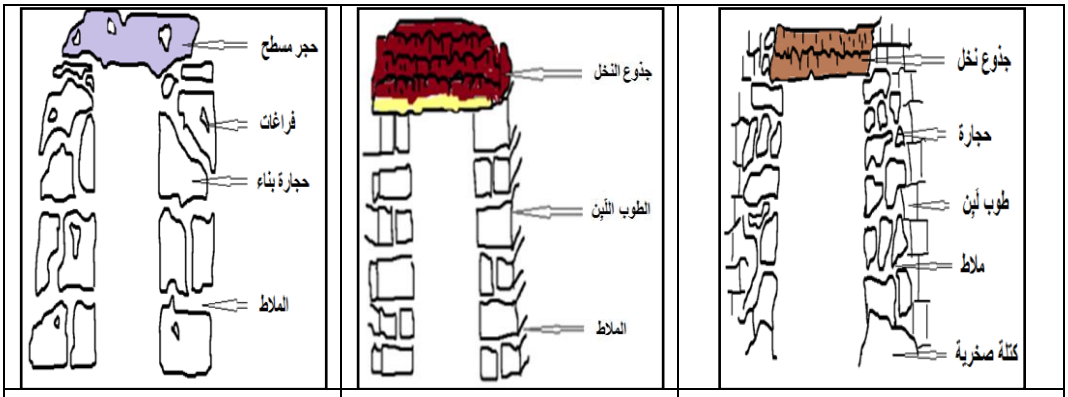
ومن العناصر التي تسهم في التسقيف:

أ- الأعتاب:

تغطى الأعتاب والتي تعتبر كعنصر إنشائي مستقيم يستخدم لتغطية الفتحات من أخشاب أو جذوع النخل التي ترص بجانب بعضها، بشكل متوازي لتكوين جسر يستند على الجدار من الطرفين

[1] C et P DONNADIEU, H et J MIDIDILLON, **Habiter le désert, Les maisons mozabites**, 3eme édition, Edition Pierre Mardaga, Bruxelles1986, P : 89.

وبمسافة بحسب نوع وعرض الفتحة، وتغطى تلك الأعتاب بطبقة طينية للحصول على سطح مستوي، وفي بعض الأحيان يتم عمل الأعتاب بقطعة واحدة من الحجر الصلب (الشكل 9).



مداخل حجرية طوبية بأعتاب خشبية	مداخل طوب بأعتاب خشبية	مداخل حجرية بأعتاب حجرية

الشكل 9: أشكال المداخل والأعتاب

ب- العقود:

تبنى العقود كعنصر إنشائي دائري يستخدم لتغطية الفتحات بنفس المادة البنائية للمباني، والمادة الأساسية في عمل العقود هي الحجر والطوب، فالعقود الحجرية تتنوع بتنوع الأحجار وأشكالها وطريقة تشكيلها، بينما العقود التي يستخدم فيها الطوب تكون محددة بأبعاد الطوبة المستعملة، والتي يستخدمها البنَاء في عملية تشكيل العقد، ولها أهمية في نقل الأحمال الواقعة عليها وتوزيعها إلى الأكتاف، ومن ثمّ إلى الجدران الأفقية، ويعطينا هذا النوع تشكيلات عديدة ساهمت في إثراء التسقيف وتميّزه.

ج- القباب:

تستعمل القبة[1] كعنصر تسقيف، ووجدت بقاياها في بعض الأماكن بتمنطيط كالمساجد ونحوها مطلية بالجبس أحيانا، وهي التي يرتفع إليها الهواء الساخن فيبقى البارد منه في الأسفل، وأما من الخارج فتقوم بكسر أشعة الشمس فلا تكون عمودية تماما، مما يسبب أيضا انزلاقا لمياه الأمطار فلا تتجمع فوق السطح خصوصا وأن الجبس ضعيف أمام المياه فهو يهريه، كما تطلى السطوح والجدران بمادة الجبس والجير.

[1] **القبة:** جمع قباب، تعريب كبّه، ومعناها كأس الحجامة وتطلق على انتفاخ كل شيء، والقبة من البناء نوع من التسقيف بشكل نصف كرة، والقبة وحدة معمارية مستقلة وأحيانا بناء مستقل فقد تكون مدفن أو مكان للاستمتاع وقد تلحق ببناء. ينظر:

محمد محمد أمين وليلى علي ابراهيم، **المصطلحات المملوكية في الوثائق المعمارية (648-923) هـ، (1250-1517) م**، دار النشر بالجامعة الامريكية، القاهرة، 1990، ص: 88.

تشهد تقنيات البناء المستخدمة على عمق الإرث الحضاري الصحراوي، وذلك بتطويع مواد البناء الطبيعية واستخدامها بأساليب تتوافق مع خصائص هذه المواد لتنتج مبان تلبي احتياجات المجتمع وتعكس تراثه وحضارته.

2- الاعتبارات الخارجية:

ونقصد بذلك الإجراءات المتخذة خارج حيز القصر والتي لها أخذها الساكن التمنطيطي كإجراء وقائي خدم صحته وأثر عليها بصفة مباشرة أو غير مباشرة ونذكر منها:

2-1- الحوض الملحي (السبخة):

بنيت تمنطيط بالقرب من مجمع مائي، لكن درجة الحرارة المرتفعة وقلة المياه أحيانا خاصة مياه الأمطار انعكس سلبا على محتواه فشكل كتلا بلّورية ملحية، كما انعكس أيضا على الغطاء النباتي، فنجد نمو النباتات الشوكية بقرب السبخات نظرا لمقاومتها ظروف الملوحة. كل تلك السلبيات كانت من جهة أخرى عامل اقتصاد وتجارة، فإلى جانب سلعة العبيد المستوردة شكلت الكتل الملحية مصدرا لطريق القوافل عبر الصحراء في اتجاه الجنوب[1]، كما استخدمت بعض النباتات في معالجة بعض الأمراض على غرار نبتة (الغطاس) التي استخدمت في شفاء أمراض العيون من احمرار وغيره.

2-2- الواحة والبساتين:

تتشكل الواحة من مجموعة نخل وبعض الملكيات الزراعية، موقعها يخضع للجانب الطبوغرافي للأرض، وهو الموقع المنخفض عن القصر حيث يتسنى سير الماء الجاري من الفقارة والمار بالقصر، وتمثل الواحة العامل الاقتصادي في استكمال بنائه المعماري فضلا عن الحماية للقصر من زحف الرمال بفضل شجرة النخل.

ونجد الساقية منبع الماء في القصر الذي مصدره الفقارة الممتدة خارجه باتجاه الواحة للسقي ، وتواصل امتدادها داخله مكوِّنة مصدرا للشرب والغسل. وقد اشتهرت الحواضر الصحراوية بحدائق النخيل والجنان المنتشرة حول القصور والتي أسهمت بيئيا كتوفير البرودة في فصل الصيف.

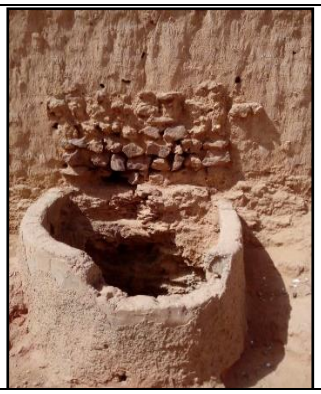
وتمنطيط تقع بجوار بساتين النخل، فإلى جانب تلطيف الجو واعتبار نخله سدّا حاجزا للرمال العاتية والرياح العاصفة؛ فإن هذا الامتداد الزراعي للقصور أضاف له بُعدا جمالياً آخر، حيث تشمخ قامات النخيل إلى الشمال منها بخضرتها، هذا اللون الذي يبعث الطمأنينة و الراحة في النفس، كما أنه اللون الوحيد المتفق على دلالته المريحة للنفس الإنسانية، لون الثقافة الاسلامية والتصوف والزهد،

[1] نبيلة حسن محمد ، **في تاريخ افريقيا الاسلامية**، دار الألمعية الجامعية، الجزائر، 2013، ص: 141.

كما يعبر عن النمو والتجدد في الحياة وكذلك السلام والأمن[1]، وله الدور الفعال في الهدوء*، وإذا توارت شمس الغروب خلف بنيانها أعطت منظراً بانورامياً رائعاً.

2-3- الفقّارات والمغارات:

تواجدت امتدادات الآبار أو الفقّارات، تحت القصر والتي كان لها الدور أيضا في تلطيف الجو وتنسيمه، فضلا عن جودة مياهها العذبة، كما استخدمت قنواتها في السقي والذي يبعث بصوت خريره على السكينة والارتياح، وإلى جانب ذلك نجد المغارات التي استخدمت سابقا كمصانع للصابون من طرف اليهود، وهي الآن تستغل برودتها في الصيف وكذا لحفظ بعض الأغذية. (اللوحة 13).

		
موقع الفقارة والواحة	فقارة داخل القصر	مغارة مستغلة
اللوحة 13: سير الفقارات ومواقع المغارات في تمنطيط		

2-4- المقبرة والأضرحة:

تتموضع المقبرة خارج القصر وتدعى"لَمْدينة" بسكون الميم أو الجبّانة، كما يحيط بقصر تمنطيط نسيج من الأضرحة البيضاء اللون الشامخة العلو في أماكن مختلفة، ومنها ما هو ملحق بالمساجد وهي تمثل ملتقى لعالمين الدنيوي والأخروي[2]، ونذكر منها ضريح ب"الغريب" قرب مسجد أولاد همالي، حيث شيّدت هذه الأضرحة بمواد محلية من حجارة وطين، وطليت بالجير، وتغطّى سقُفُها بالحجر المصفح بطريقة هرمية إلى أن تغلق في الأعلى بقبة مستوية أو مدبّبة.

---

[1] حسين صالح، **الإبداع وتذوق الجمال**، ط: 1، دار دجلة، عمان، الأردن، 2008، ص: 83.

* من التجارب التي ذكرت في تأثير اللون في النفس والسلوك ما قيل أن اللون الداكن يبعث على الملل والحزن كجسر"بلاك "في لندن اشتهر قديما بكثرة حوادث الانتحار بسبب لون دهانه القاتم وقد غير إلى اللون الأخضر وعرف بعدها انخفاضا في حوادث الانتحار، ينظر: ابتسام مرهون الصفار، **جمالية التشكيل اللوني في القرآن الكريم**، ط:1، جدارا للكتاب العالمي، الأردن، 2010 ، ص: 68.

[2] DJERRADI. M, **Les gubba et des monts des Ksares entre les temporeles et les spérituels**, thèse de magister en architecture, Département d'architecture USTO d'Oran, 2002. p: 24.

III- دراسة الحالة الراهنة:

قصور تمنطيط رغم أهميتها التاريخية والأثرية إلا أنها رهينة زحف المباني الحديثة خارجيا وأكثر من ذلك استحداثات داخلية مسّت جوهره، ولهذا نقوم بتقسيم الحالة الراهنة إلى قسمين:

1- المشاريع العمرانية الخارجية:

ساعدت بعض الكتب التاريخية والمخطوطات القديمة على تحديد نشأة تمنطيط وتطورها قديماً، بالإضافة إلى معطيات التوسع العمراني الحديث[1] الذي يحدده كل من PDAU و POS، وأسبقنا هذه المشاريع لما كان لها من تأثير مباشر على الداخلية تاريخيا، وقد مرّت بمراحل (الشكل 10) وهي:

1-1- المرحلة الأولى (ما قبل 1962):

منذ ظهور القصر بقصباته في مراحل نشأته الأولى (السابقة الذكر) فقد شهدت هذه المرحلة معارك كانت تدور حول طرق التجارة ونزاعات قبلية وسياسية مختلفة[2] أدت إلى اندثار عدد كبير من مباني قصر تمنطيط ومنها قصبة أولاد نسلم ومسجد أولاد ميمون وتاهقة، أما الجزء الأخير من هذه المرحلة فهو فترة الاستعمار الفرنسي، حيث تشكلت خلالها أولى المعالم الجديدة للمدينة من خلال بعض التجهيزات والمراكز الاستعمارية البسيطة التي هدمت حاليا، كما تم إنشاء الطريق الوطني رقم 06 الذي كان يسمى طريق الذهب سابقا.

1-2- المرحلة الثانية (1962-1975):

في هذه المرحلة لم تعرف تمنطيط توسعاً كبيرا من حيث المشاريع السكنية والتجهيزات، إذ لم تستفد من المشاريع التي أتت بها هذه المخططات التنموية المقدمة من طرف الدولة، باستثناء ظهور حي أقورار غرب القصر كنتيجة لتوسعه، غير بعيد عن حي تاهقة لوجود بداية الواحة غربا، لكن كان له دور في الإخلاء الأول لبعض المساكن بالقصر مؤقتا والبداية للانفتاح خارجه.

1-3- المرحلة الثالثة (1975-1990):

عرفت مجمعة تمنطيط في هذه المرحلة أهم توسع في نسيجها العمراني وهذا من خلال استفادتها من برامج سكنية، حيث تشكل حي سيدي يوسف وحي مولاي العربي. وهنا تواصلت الهجرة من داخل القصر نحو السكنات الجديدة بصفة رهيبة، لما شهدته تمنطيط من حالة تطور في مختلف

[1] PDAU, Phase N°02 de schéma directeur de chef-lieu de Tamantit, 2013, p : 4

[2] محمد بن سويسي، **المرجع السابق**، ص:21.

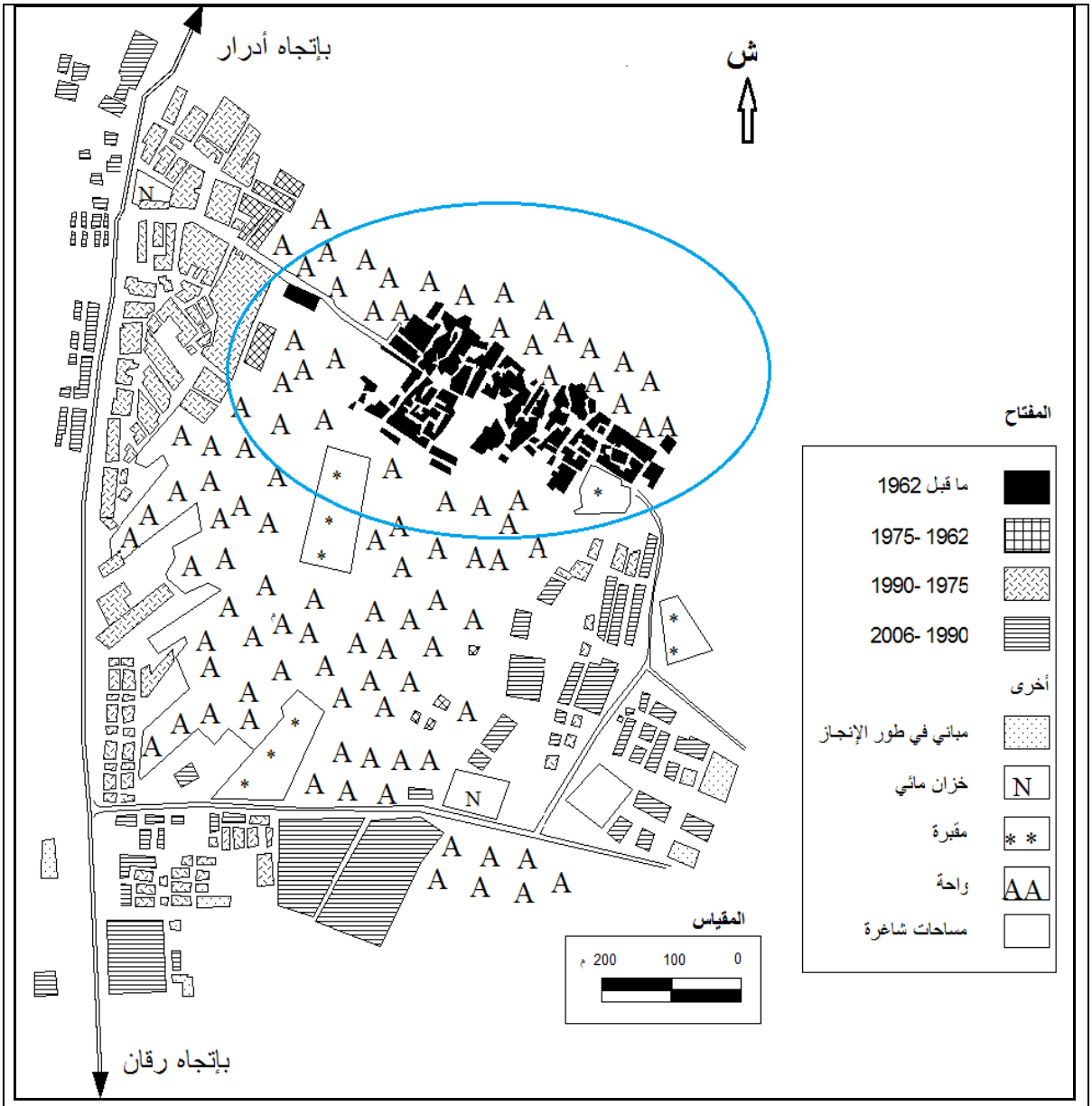
المجالات خاصة وقد تم إنشاء مقرا للبلدية (APC) سنة 1985 ومدرستين للطور الابتدائي وبعض التجهيزات الإدارية، وزودت بخط كهربائي متوسط التوتر سنة 1980.

1-4- المرحلة الرابعة (1990- 2018):

شهدت هذه المرحلة توسعاً مجالياً، حيث تشكل حي سيدي ناجم الذي تأسست به إكمالية جديدة سنة 1998 بالجهة الجنوبية الشرقية من حيز القصر، إضافة إلى إنشاء بعض السكنات غرب الطريق الوطني رقم06 قبل تصنيف تمنطيط*. كما استحدثت بعض المنشآت التعليمية والتثقيفية تلبية للضرورة والحاجات اليومية، ومن إيجابياتها إحداث انتعاش في الحركة الاقتصادية عند واجهة المدخل الرئيس للمدينة الحضرية.

والملاحظ جليا وخاصة بعد سنة 2006 م ومنح السكنات الجديدة وإلى يومنا زيادة التوسعات الحديثة، ما نتج عنه إهمال الجانب الداخلي وهجره إلا بعض الالتفاتات النادرة والمواسم الثقافية التي تفرض نفسها تماشيا مع أماكنها المعهودة.

* صنف تمنطيط ضمن الآثار والمعالم التاريخية بقرار مؤرخ في 24 رجب1420 الموافق 3 نوفمبر 1999 م، ينظر: **الجريدة الرسمية للجمهورية الجزائرية**، ع: 87 الصادر في30 شعبان1420هـ، المادة الأولى.



الشكل 10: مراحل التوسع في تمنطيط

2- الاستحداثات والمشاريع العمرانية الداخلية:

تمثلت التغييرات والتوسعات في جزأين من المباني، أحدهما مستعمل معمور وآخر غير مستعمل مهجور.

2-1- الجزء المعمور:

حظي هذا الجزء بالاهتمام من طرف الملاك والدولة، ورغم ذلك إلا أن المشاريع المنفّذة فيه تخالف معايير الترميمات المشروعة ويظهر ذلك في السكنات الاسمنتية حديثة ذات ملكيات خاصة بكل من حي تاهقة، وبالجهة الجنوبية والغربية من قصبة أولاد علي بن موسى يلاحظ بوضوح طغيان تلك السكنات، فضلا عما بني داخل سور القصبة المرمم وكذلك إعادة بناء مسجد القصبة كلّيا وشيدت به أطول مئذنة هناك وهو الآن في طور الإنجاز. كما حفرت في رحبة (الزيتون) بأولاد همالي مساحة كبيرة ثم بنيت جدرانها بالإسمنت وتركت مفتوحة لتكون مصب صرف المباني الحديثة (اللوحة 14).

خزّان صرف

بناء اسمنتي ذو طابقين

لوحة 14: الاستحداثات الاسمنتية داخل تمنطيط

وبنيت أيضا بأولاد داوود مساكن اسمنتية ذات طابقين وإعادة بناء مسجده أيضا، كما لم تسلم جنبات رحبة السوق الكبير من ذلك. وباتجاهنا نحو أولاد اهمالي نصادف بناءات أخذت مجالا أكبر من الممرّ ومن الجهة الشرقية والجنوبية لأولاد يعقوب شهدت بناءات أيضا وبالضبط خلف آكري سيد الشيخ، وجُدِّد بناء مخزن المخطوطات(كتب اختلفت موادها وزمن كتابتها) شرق قصبة أولاد امحمد.

وإضافة إلى استحداثات البنايات الطينية التي تتخللها أعمدة خرسانية ببوصلاح لجهة الواحات الشمالية فقد غُيِّرت أسقف بعض المساكن بأعمدة حديدية وزنكية مثبتة بمادة اسمنتية، وأما بعض الجدران فطليت بمادة الجير وذلك لإعطائه جمالية وإعادة بناء أجزاء من ساقية فقارة هنو.

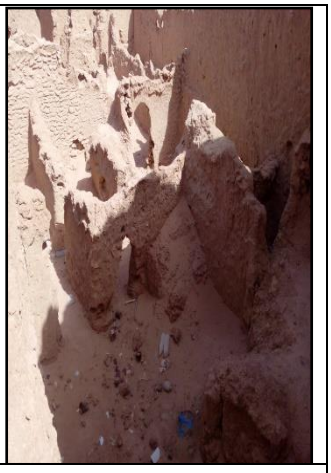
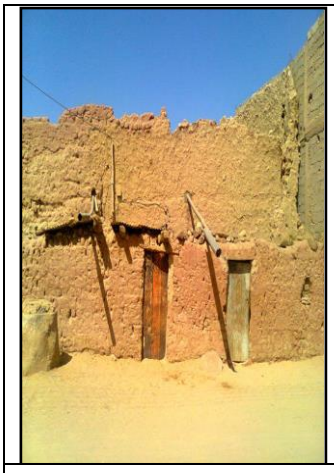
وفي الفترة الموالية تم تركيب أعمدة كهربائية ومكيفات هوائية...الخ وتوسيع الطريق المحوري داخل القصر ليشمل أجزاء أساسية من مختلف أسوار ومساكن بعض القصور سعيا من العاملين والمستفيدين سهولة التنقل بمختلف المركبات (اللوحة 15).

قبل شق الطريق	بعد شق الطريق
اللوحة 15: حالة سور قبل وبعد الشق المحوري داخل قصر أولاد داوود بتمنطيط	

2-2- الجزء المهجور:

نفور السكان ورغبتهم في التجديد والعصرنة أدى إلى هجرة المساكن القديمة، مماجعلها عرضة للتخريب والتدمير، ومن أهم المظاهر في هذا الجزء نذكر:

- معظم مساكن هذا الجزء مهدمة و بدون أسقف وأبواب مع ظهورميلان للجدران وأخرى منهارة.
- ظهور تصدعات وتشققات بجدران المباني الأثرية القريبة من تلك المستحدثة وبمحاذاة السواقي والواحات الشمالية للقصر.
- سقوط التلبيس من الجدران فيلاحظ في المباني التي تخلى عنها ملاكها وظهور جذور النباتات وثقوب النمل في أماكن مختلفة من الأساسات والملاط .
- تراكم القمامة والأوساخ حيث يعتبر هذا الجزء كمفرغة للنفايات من طرف سكان الجزء المعمور، إضافة إلى استعمال بعض منازله كأماكن خاصة بالحيوانات من ماشية وغيرها؛ ما يجعل القصور عرضة للكثير من الإتلاف (اللوحة 16).

		
مفرغة للأوساخ والنفايات	سقوط الأجزاء والتلبيسات	اتخاذ مأوى للحيوانات
اللوحة 16: حالة الأجزاء المهجورة في تمنطيط		

خلاصة:

ما يهم في تتبع القصور بتمنطيط هو وجود فسيفساء من هياكل البناء وخاصيّة كل تشييد، والمترجمة لميزة البناء ومرجعيته، ولكن يبقى العامل المناخي المتحكم العام في اختيار ذلك. وقد أثبتت المواد البنائية كفاءتها وقدرتها في التكيف مع المحيط الخارجي، حيث استطاع المشيّدون الأوائل تطويع المواد المحلية في إنتاج حلول بتقنيات بسيطة وآلات غير معقدة، وبالتالي الوصول إلى مبانٍ تتماشى وطبيعة البيئة الصحراوية.

الفصل الثانـي

عوامل تلف الطوب بتمنطيط

I- عموميات حول التربة الطينية

II- البناء بالتربة وانتشاره

III- الطوب بين تحديد المصطلح وتاريخ الاستخدام

IV- إيجابيات البناء بالطوب وسلبياته

V- إعداد الطوب عالميا

VI- إعداد الطوب محليا

VII- تقنيات البناء بالطوب في مباني تمنطيط

VIII- بانوراما تلف الطوب بتمنطيط

تمهيد:

تحتوي قشرة الأرض على ثلاث عائلات رئيسية من الصخور، وهي الصخور المنصهرة (الداخلية أو البلوتونية) وتمثل 65٪ (22٪ للجرانيت فقط) والرسوبية (الخارجية) بنسبة 8٪ (بما في ذلك 4٪ طين و2٪ كربونات كالحجر الجيري)، والصخور المتحولة ناتجة عن سابقيْها ب27٪ (منها 1٪ فقط من الرخام)[1]. ولئن كانت نسبة الطين أحد المكونات الرسوبية فقد يخضع للتحوّل في حالته الخام أو يتغيّر ويتدهور بعد استعماله في مختلف المشغولات أو المنشآت تحت تأثير عوامل عديدة بمرور الزمن وهو ما يعرف بالتلف.

I- عموميات حول التربة الطينية:

ذكر الله تعالى كلمة الطين اثنتي عشرة مرة في القرآن الكريم تذكيراً بخلق الإنسان من طين، حيث قال الله تعالى في كتابه الكريم(وَلَقَدْ خَلَقْنَا الْإِنسَانَ مِن سُلَالَةٍ مِّن طِينٍ)[2]، فالإنسان هو كائن حي مخلوق من مادة الطين لهذا يشعر الإنسان بانتمائه إلى الأرض. والطين هو عبارة عن التراب الذي اختلط به الماء فأصبح كالعجينة بعد أن كان جافا، فهي (الطين) تعدّ ومعظم الأتربة ذات أساس صخري، إذ ينتج أغلبها من الشق الرسوبي، ومن ثَمَّ لا بأس أن نشير إليها.

1- الصخور الرسوبية:

تحتوي الصخور الرسوبية الموجودة على السطح تركيبة متنوعة، فهي تغطي 75٪ من الأراضي الناشئة، كما تنتج من تطور مجموعة من الرواسب. هذه الأخيرة نجد منها المعدنية أو العضوية التي تتراكم في شكل طبقات. ونجد منها:

1-1- الصخور الكلسية:

يحتوي الحجر الجيري على أكثر من 75٪ من كربونات الكالسيوم ($CaCO_3$). ويأتي من التكتل الموجود في قاع المحيطات مكونين رئيسيين وهما الحبيبات المستمدة من الصخور المختلفة بعد التحلل عن طريق التآكل والهياكل العظمية للحيوانات البحرية (بما في ذلك الأصداف).

[1] Frédéric MAGNEN, **Proposition de méthodologie pour la conservation des murs anciens en maçonnerie de pierre**, mémoire présenté en vue d'obtenir le diplôme d'ingénieur CNAM, spécialité : construction – aménagement, Conservatoire national des arts et métiers, Paris, France, 2003, p : 11.

[2] **القرآن الكريم، رواية حفص، سورة المؤمنون، الآية: 12.**

أما في المحاجر فتوجد الطبقات متراكبة ومتباينة الصلابة، مع الإشارة إلى أن بعض الأحجار الجيرية تحوي عروقا رقيقة من الطين، والتي تشكل عنصر ضعف فيها لأنها تدفع الرطوبة.

1-2- الصخور الرملية السيليسية:

تتكون الأحجار الرملية من حبيبات الرمل الناعم والكوارتز بشكل عام متجمعة مع بعضها بشكل طبيعي بواسطة رابط متغير (جيري، سيليسي أو طينى)، ويمكن استخدام بعض أنواعها في البناء، وآخر لا يستعمل بسبب ميزة الامتصاص والاحتفاظ بالرطوبة.

2- مكونات التربة الطينية ومعادنها:

التربة هي خليط حبيبات مختلف الأحجام والأشكال والألوان، ولها أنواع كثيرة تبعا للصخور الأم التي انحدرت منها. وتنبثق التربة من الانجراف الميكانيكي والكيمياوي الذي تحلل إلى جزيئات معدنية* ذات أبعاد متنوعة من الحجر إلى غاية المسحوق الطيني.

2-1- مكونات التربة:

تتشكل التربة من مواد عضوية وأخرى فلزية معدنية، وتشمل هذه الأخيرة جزئين، فلزات غير متلَفة تتراوح (2 ملم - 2×10^{-3}ملم) وأخرى أولية دقيقة (<2×10^{-3}ملم) في حالة مشتتة أو مندمجة، وتتراص هذه الفلزات الدقيقة لتعطي أجزاء أكبر حجما كالحصى وبعض الفلزات[1].

وباعتبار الحجم فإن من أهم الحبيبات المشكلة لها:

- **الحجارة (Caillaux):** يتراوح حجمها بين 200 ملم و20 ملم، وهي جزيئات صخرية.
- **الحصى (Gravier):** يتراوح حجمها بين 20 ملم و2 ملم، وعموما تكون أكبر من 2 ملم[2]، حيث تنتج عن تفكك الصخور الأم أو الحجارة، وتستعمل في خرسانة الاسمنت وملاطه، كما تشكل هيكل التربة.

* تتكون هذه المعادن بالرجوع إلى التجوية المناخية للصخور، ونجد منها أكسيد السيليكون (سيليكا SiO_2) وأكسيد الألمنيوم (ألومين Al_2O_3) وبلورات الطين الدقيقة (الأقل من 3 ميكرون)، كما أن للعوامل الميكانيكية كفعل مياه الأنهار والوديان الدور في ذلك التكوين. ينظر:

komar A, **Matériaux et éléments de construction,** Moscou, 1969, p: 22

[1] B BARY, **Introduction à la pétrologie**, Traduit de l'anglais par D. VELDE, Masson, Paris, 1976, p. 16.

[2] Torraca GEORGE, **Matériaux de construction poreux**, ICCROM, Rome, 1986, pp : 99.

- **الرمل (Sable):** يتراوح حجمها بين 2 ملم و20 ميكرون (20×10^{-6}م) وعادة ما تكون مشكلة من جزيئات السليس أو الكوارتز، وهي قليلة الانسجام وتستعمل في إعداد التلبيس.

- **السيلت (Limon):** تسمى أيضا الطمي، ويتراوح حجمها بين 0.06 ملم و0.002 ملم، وهي مطابقة فيزيائيا وكيميائيا للرمال إلا أنها أقل حجما منها (2 ميكرون–20 ميكرون).

- **الطين (Argile):** محتوى الطين أو الصلصال من التربة هو الجزء الحبيبي أقل من 2 ميكرون (2×10^{-6}م)، هذه الحبيبات الطينية عبارة عن فيلوسيليكات مميهة نوعاً ما، تحتوي هذه المادة الماسكة على أنواع مختلفة من المعادن[1]، ولها بلورات موضوعة بشكل مندمج ما يجعلها غير لدنة، وبعد غمرها لمدة زمنية في الماء تصبح لينة سهلة الاستعمال، وبفضل معادنها يتحدد لون الطين من أسود وأبيض وأصفر وأحمر[2].

وأما من ناحية المصدر فالطين نوعان[3]، أولية تتشكل من الصخور في مكانها الأصلي، وهي عبارة عن حجارة فلدسباتية بيضاء خالية من الشوائب، وأخرى ثانوية تنتج من الاحتكاك الناجم عن العوامل الميكانيكية مثل التعرية ويتبع لونها نسبة الشوائب فيها، ويمكن تقسيمها إلى دسمة وضعيفة[4].

2-2- التركيبة الكيميائية للتربة الطينية:

تتكون التربة بشكل عام من معادن الكوارتز والفلسبار الطيني والميكا والكربونات (كالسيت والدولوميت) وأكاسيد المعادن وهيدروكسيدات بما في ذلك الهيماتيت والجويتيت وليمونيت الحديد والجبس. وتوجد هذه المعادن بشكل عام في التربة على شكل:

- حبيبات متعددة الأضلاع منتظمة نوعا ما، يتراوح حجمها بين بضعة ميكرونات ومليمترات.
- صفائح طينية صلصالية ذات أبعاد أكبر، لا تتجاوز بضعة ميكرونات.
- المجاميع المقابلة لشظايا الصخور، وتنجم أشكالها تبعا لمورفولوجية المعادن التي تكونها.

وأما عن الشكل العام للمعادن الطينية فإن الفيلوسيليكات المميّهة تستند على مجموعة من ثلاثية (SiO_4 silica)، ثم تتحد الأسطح ذات ثلاثة رؤوس مع بعضها البعض لتنتج سطحا سداسيا، لتتحد

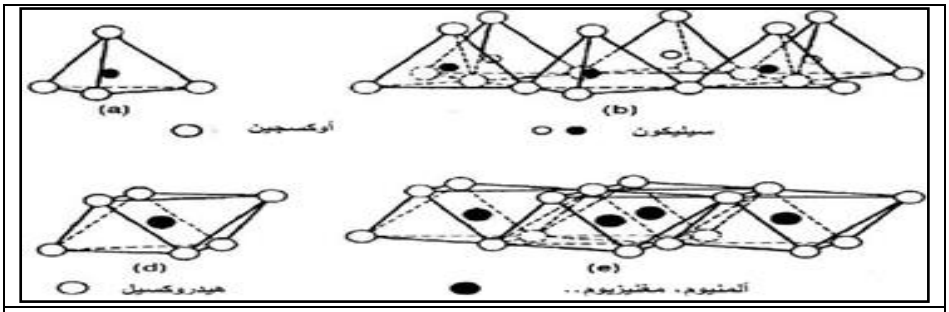
[1] يوسف توني، **معجم المصطلحات الجغرافية**، دار الفكر العربي، القاهرة، 1977، ص: 336.

[2] Oliver E; **Matériaux de construction**, x2 gd, E.M.E. Paris, 1978, p : 14.

[3] Vorogiev V, **Matériaux de construction**, Edition MIR, Moscou, 1969, p : 22

[4] توجد العديد من التركيبات الثلاثية والثمانية تبعا لنوع الطين. للمزيد ينظر:
Caillère S, Hénin S, Rautureau M**. Minéralogie des argiles**, Tome 01. Dunod, editor. Masson, 1982, p : 184.

القمة المتبقية مع(octaèdre AlO_6)[1] (الشكل 11)، مكونة فضاء به روابط الصفائح الداخلية والفراغات المسامية التي لها الدور في انتفاخ الطين أو العكس[2].



الشكل 11: عناصر التشكيلة الهيكلية للطين (Grim, 1959)

يتكون هذا الفضاء من الماء وأنواع الروابط المختلفة مشكلة تكديس وتضام مزيج الطبقات المختلفة، مما يعطي طبيعة متنوعة للطين. وهذا الأخير مؤهل للانتفاخ والتراجع والانكماش، فهو بمثابة غراء لمواد التربة، والتربة تحتوي على ماء وهواء، وبإضافة العناصر الحصوية لهما تنتج مادة يكون الطين الواصل بينها، هذه المادة هي التربة الموجهة للبناء[3]. ولذلك فالطين على عكس المكونات الأخرى لها خاصية التماسك، والتي تنتج عن تفاعلات محددة مع الماء.

وحتى تكون الطين قابلة للاستعمال لابد من توافرها على مكونات مختلفة وبنسب متفاوتة، كما في الجدول التالي[4]:

[1] **Grim RE.** "Physico-chemical properties of soils: clay minerals", **Journal of the soil mechanics and foundation division**, ASCE, Vol. 85, n° SM2, 1959, pp.: 1-17.

[2] Omar BOURAS**, Propriétés absorbantes d'argiles pontées organophiles : synthèse et caractérisation**, thèse pour l'obtention du grade de docteur en Chimie et Microbiologie de l'Eau, Université de Limoges, France, 2003, p : 26.

[3] Cabane N, **Sols traités à la chaux et aux liants hydrauliques: contribution à l'identification et à l'analyse des éléments perturbateurs de la stabilisation,** Thèse de Doctorat, Ecole Nationale Supérieure des Mines de St Etienne, Université Jean Monet, 2004, p : 182

[4] أرزقي بوخنوف، **تشخيص الطوب المشكل لهياكل قصري النزلة وتماسين (ولاية ورقلة)**، أطروحة دكتوراه في علم الآثار، معهد الآثار، جامعة الجزائر 2، 2012، ص: 81.

جدول 12: نسبة مكونات الطين القابلة للاستعمال		
المادة	الرمز الكيميائي	النسبة المئوية (٪)
أكسيد السيليس	SiO_2	85 – 35
أكسيد الألمنيوم	AL_2O_3	25 – 9
أكسيد الكالسيوم	CaO	25 – 0
أكسيد المغنزيوم	MgO	25 – 0
أكسيد الحديد	Fe_2O_3	9 – 3
أكسيد التيتان	TiO_2	3 – 2
ثاني أكسيد الكربون	CO_2	13 – 0
الماء	H_2O	11 – 5
أكسيد قلوي	K_2+ Na_2O	5 – 1
أندريد كبريتي	SO_3	3 – 0

3- مميزات وصفات استخدام خام التربة:

تتنوع ميزات البناء بخام التربة، فمنها الداخلية الخاصة بها، وهناك الخارجية التي لها مآلات على مستعمليها.

3-1- مميزات داخلية ذاتية:

تتميز التربة بخواص داخلية تجعلها مادة مطلوبة، فمنها خُلق الباني وشيّد وفيها يسكن ويعيش وإليها يعود. وأهم هذه الميزات:

3-1-1- مادة قابلة لإعادة التدوير بلا حدود:

تتمثل إمكانية إعادة التدوير في كمية الطاقة والموارد الطبيعية المستخدمة في البناء أو مواد البناء التي يمكن استخدامها في وقت الهدم، فخامات التربة هي مواد ذات مصدر أرضي، والتي يمكن جمعها محليا (سهولة الاقتناء)، وإعادة تدويرها إلى ما لا نهاية، ومن ثَم فهي تمكننا من المساهمة في الحد من استهلاكنا المتكرر لمواد جديدة، والحد من انبعاثات الغاز المسببة للاحتباس الحراري، كما يمكن إعادة استخدامها بنسبة 100٪، ففي حالة الطوب اللبن تكون إمكانية إعادة التدوير عالية للغاية، حيث يمكن سحق المادة نفسها وخلطها لأجل غير مسمى، ومن ثم تلافي تراكم المخلفات

الناتجة عن أعمال البناء والهدم. ولذلك فقد استعملت الحجارة والمادة الترابية للمساكن المنهارة داخل القصور مصدرا للمواد المستعملة في البناء[1].

وبالإضافة إلى كونها لينة فهي سهلة التشكيل لامتصاصها نسبة عالية من الماء (ما بين 60٪ إلى 70٪) من الوزن الكلي[2].

3-1-2- مادة ذات خصائص فيزيائية فريدة ومميزة:

التربة الخام متعددة القيم الفيزيائية ما يجعلها فريدة من نوعها، وبالنظر للسياقات والمتطلبات المعمارية يمكن استخدامها إما في هياكل الجدران الحاملة لأجزاء أخرى أو غير حاملة، وكما أنها منظِّمة للرطوبة فلها خصائص حرارية صوتية (عازل حراري وصوتي)، وهي أيضا مناط الراحة النفسية والبصرية[3].

إن تعدد تقنيات البناء بالتربة الخام يسمح بالتكيف مع احتياجات المشاريع ومتطلبات مختلف الجدران المبنية، فيمكن استخدامه في:

- الجدران ذو السمك الكبير وذلك بفضل التقنيات المتجانسة كالبيزي.
- الجدران ذو السمك المتوسط بتقنيات البناء بالطوب اللبن أو ذو التربة المضغوط ك BTC.
- الطبقات ذات السمك الرقيق عند الانتهاء من البناء، كلوحات مضاعفة واقية أو في التلبيس.

كما يمكن أيضًا خلطها بالألياف لزيادة قدرتها العازلة وخفة وزنها، تلبية واستجابة لمتطلبات اللوائح الحرارية الحالية إذا ما اقترنت بهذا العازل الطبيعي.

3-1-3- مادة ذات تنفيذ وتطبيق بسيط:

عرفها الأوائل الانشاء بالتراب، ولا زال متماشيا ومتكيفا مع المتطلبات الحالية، وهي تقنيات بسيطة للمهنيين المعماريين غير المتخصصين والراجين للتدريب بالبناء بها، مع إمكانية تحقيق ورشات ذاتية دون اللجوء إلى المؤسسات الصناعية المكلفة، وهذا ما يشجع الخواص والملاّك ذوو الدخل

[1] Commandant GODARD, **l'Oasis moderne, essai d'urbanisme saharien**, la maison des livres, Alger, 1954, p :63.

[2] امحمد منصوري، "عوامل وأسباب اندثار القصور الصحراوية وسبل المحافظة عليها قصور منطقة توات أنموذجا"، **مجلة منبر التراث الأثري**، ع: 4، جامعة تلمسان، 2015، ص: 160.

[3] Le guide méthodologique pour les maîtres d'ouvrage, **Construire en terre crue en milieu urbain**, HabiTerre & Bois (Actis (office public de l'habitat de la région grenobloise), École Nationale Supérieure d'Architecture de Grenoble, Unité de recherche AE & CC avec le laboratoire CRAterre et de l'atelier d'architecture A17C), Grenoble, France, 2016, p : 2.

المحدود الاستناد لهذا الحل، فالتنوع الكبير في التقنيات اليوم ينشد احتمالية البناء بها في الأوساط الرطبة كما الجافة، واستعمالها في مختلف التجهيزات المسبقة (ما قبل التصنيع) لأسباب تتعلق بالزمن وتحسين الانتاج.

3-1-4- مادة ذات منافع صحية:

تنتج مجموع الصفات والخصائص الفيزيائية المميزة لمباني التراب جوا داخلياً صحيا، خاصة من حيث نوعية الهواء وتنظيم الرطوبة ودرجة الحرارة فهي مادة طبيعية متوازنة بيئياً*، وحتى من ناحية الصوت لما لها من خاصية العزل الصوتي الذي يوفر الخصوصية التامة داخل الفراغات، وتخلق بيئة سارّة ومريحة نفسيا.

كما أن الأبنية الطينية توفر الطاقة المستخدمة للتبريد والتدفئة عن طريق خصائصها الحرارية الإيجابية حيث أنها تتميز بالقدرة على تخزين الحرارة والبرودة وفي الوقت نفسه ضعف توصيلها للحرارة الخارجية مما يؤثر في تحسين المناخ وتلاؤم الانسان معه، فمن المعروف برودة المباني الطينية صيفًا ودفؤها شتاءً وهذا ما أثبتته العديد من الدراسات الحديثة، على غرار علم النفس البيئي **في مجال العمران والذي من بين مواضيعه إيجاد العلاقة بين المناخ وسلوك الإنسان.

وهذه الخصائص تعطي الفراغات الداخلية للمباني حماية فعّالة من درجات الحرارة الخارجية التي تؤثر على ساكنيها، لذلك أطلق عليها بالإيكولوجية[1]، بالإضافة إلى امتصاص ملوثات الهواء الداخلية، ومن هناك فهو يحسن من صحة المستخدمين ويرفع من معدلات إنتاجيتهم، فضلا ما

* مادة الطين مادة طبيعية متوازنة بيئياً، حيث ذكر تقرير مينكه (Minke) أن لبيت الطين منافع جمة، إذ يحافظ على رطوبة الجو بنسبة 50% في الغرف الداخلية، ويستطيع في نفس الوقت امتصاص الرطوبة بشكل يغني عن نافذة الحمام التي تفتح لتهويته من البخار، كما أن لها ميزة هي الاحتفاظ بالحرارة الداخلية للبيت، حيث أثبتت التجارب أن درجة الحرارة في بيت طيني لن تتخطى 25 درجة مهما كانت درجة الحرارة الخارجية، فضلًا عن أن بيت الطين يوفر الكثير من تكاليف التدفئة في الشتاء.

** يعتمد علم نفس البيئة في نشأته على علم النفس الاجتماعي الذي يرى أن هناك علاقة وثيقة بين السلوك البشري والبيئة الفيزيائية المحيطة به، وبعد تأسيس هيئات علمية تبحث علاقة الإنسان السيكولوجية بالبيئة كجمعية (دراسة علاقات الإنسان بالبيئة) الامريكية اعتبرت علم النفس البيئي أحد أقسامها الرئيسية. ينظر: عبد الرحيم العيوي،" مساهمة علم النفس في حل مشاكل البيئة والنهوض"، **مجلة المنهل**، ع: 583، مصر، 2005، ص:83-84.

[1] Alpine, Suter K, ''Etude sur la population d'une région de Sahara Algérien (le Touat) '', **Revue de géologie**, N : 41, Grenoble, 1953, p : 458.

للطين في حد ذاتها من منافع للتداوي والعلاجات المختلفة للبشرة منذ قديم الأزل، فالملكة الفرعونية كليوباترا كانت تستخدم طين البحر الميت لتدليل بشرتها، حيثُ يُستخدم الطين الخاص لأقنعة الوجه ويُضاف إلى بعض مستحضرات التجميل وواقيات الشمس وبعض العلاجات. ومن ناحية أخرى؛ تنفيذها لا يتطلب أي مواد كيميائية، ولا يشكل أخطارا صحية من تآكل وغيره ؛ إذ يُعزز من إنتاج الكولاجين ويحتوي على الكثير من المعادن والفيتامينات، وله قوة امتصاص عالية للزيوت والسموم عند تطبيقه على الجلد، ويُشكل طبقة واقية تمنع فقدان الرطوبة الطبيعية.

وقد استعملت مادتها الأولية (الطين) في توات كأرضية لأحواض السقي (الماجن) وجدرانها، وكذا في عمل السواقي لما تمتاز به من النفاذية البطيئة، وأنها مادة غير مُتلِفة، فكم من معثورات أثرية وُجدت محفوظة داخل وسط دفن طيني.

3-1-5- الأداء الحراري والصوتي:

أظهرت دراسة أجراها باحثون في تركيا أن جدران من الطوب اللبن توفر عزلًا أفضل للصوت من الجدران المصنوعة من القرميد أو الخرسانة، وانطلاقا من منحنى بياني يمثل مقارنة بين درجة حرارة منزل من الطوب اللبن والآخر من كتل خرسانية وفقا لدرجة الحرارة الخارجية[1]؛ وُجِد أن الجدران الكبير لمنزل الطوب اللبن يسمح بتخزين الحرارة خلال اليوم، بحيث تظل درجة الحرارة داخل هذه المنازل باردة نسبيًا، إضافة إلى أن درجة الحرارة أكثر استقرارا بكثير في منزل الطوب اللبن، وعندما تنخفض درجة الحرارة خلال الليل، تطلق الجدران المبنية بالطوب اللبن الحرارة المتراكمة خلال النهار وتنشرها، وذلك لضعف مقاومته الطبيعية ب0.22 حريرة لكل دقيقة منه وبالسنتمتر مربع، وبذلك فإن سعة الطوب اللبن هذه؛ تتميز على المواد الأخرى بخصوصية تنظيم درجة الحرارة داخل المسكن.

3-1-6-استهلاك وتوفير الطاقة:

تعد كمية الطاقة المخزنة في المباني عنصراً هاماً يجب مراعاته، وتعتمد على المواد المستخدمة أثناء البناء؛ وهذه الأخيرة لها دورات حياة مختلفة، والتي تتضمن توفير كميات متفاوتة من الطاقة، والتربة الخام واحدة من مواد البناء الرئيسة المستخدمة وذلك لتوافرها، وبهدف تحويلها إلى مواد بناء تتطلب إنفاقًا ضئيلًا من الطاقة (القليل جدًا من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون) وهو ما يسهم في بيئة

[1] Binici, H, Aksogan, O, Bakbak, D, Kaplan h and Isik B, **Sound insulation of fibre reinforced mud brick walls. Construction and Building Materials**, n°23, 2009, p: 905.

أفضل، فالتربة صديق للبيئة وتحد من استنزاف الثروات الطبيعية، ما جعل احتمالية أن تكون مادة بناء في المستقبل. إضافة إلى أنها أحد أنسب المواد للبيئة الصحراوية من الجهة التشغيلية من استهلاك للطاقة وصيانة وغيرها[1].

ومن المعروف أن صناعة الخرسانة تستخدم كميات كبيرة من الطاقة في عملية الإنتاج، مما يزيد من مستوى الطاقة في كيلوغرام من الخرسانة. والبناء بالتربة مربح للطاقة وموفر لضروریاتها.

3-1-7- المتانة والمرونة والخصائص الجمالية:

يتميز البناء بالتربة بالقوة والمتانة، خاصة إذا ما نُفّذ بطرق جيدة، ما يؤهله للتعمير لفترات طويلة تتعدى القرون، بالرغم مما يميز الطين من هشاشة وسرعة التحلل والذوبان، ومما يُشار له؛ سهولة التغيير في العناصر المنفَّذة في هياكل تلك البنايات، من استحداث فتحات في الجدران أو القيام بحفر في أرضيات وغيره.

كما أن للإنشاء الطيني خصائص جمالية، كإمكانية تزيين الجدران الطينية بالرسوم والنقوش والألوان والخزف والزجاج، وكذا سهولة تنفيذ العناصر التشكيلية عليها كالزركشات والخطوط ومختلف الزخارف، كما نُفِّذت بها وسائل وأشغال تزيينية من أوانٍ فخارية وغيرها منذ القدم وإلى حد الآن.

وأما من حيث طريقة تراكب القطع الطينية ذاتها؛ فتعطي أشكالا مختلفة من الظلال، مما يضفي على الواجهات جمالا معماريا.

3-1-8-مقاومة الزلازل:

يتم أخذ الاعتبار في تشييد البناءات وفقا لطبيعة البيئة المحيطة، ففي البلدان الصحراوية كأدرار بالجزائر يؤخذ عاملا الحرارة والرياح، وفي كيبيك يؤخذ التساقط ووزن الثلج، ولكن في دول ذات نشاط زلزالي شديد، مثل الشيلي، يجب اتخاذ احتياطات خاصة لضمان تحمل المنازل للزلازل الشديدة. فالبناءات الطوبية في الشيلي فقدت مصداقيتها بسبب عدم معرفة خصائصها، بالإضافة إلى تلك التحيّزات التي تصنفها على أنها مادة للفقراء، مما نجم عنه أن أجزاء جيدة من منازل الطوب اللبن انهارت مؤخرا خلال الزلزال الأخير في الشيلي (2010).

[1] منصور الجديد، "عمارة الطين في البلاد العربية والغربية: طرق البناء ومحاور التطوير المقترحة"، **مجلة مركز بحوث ودراسات المدينة المنورة**، ع: 8، ص: 108-154.

وفي دولة البيرو تم إجراء العديد من الدراسات لتصميم طريقة بناء طوب مضاد للزلازل، كون هذه المواد تقليد بنائي متجذر بعمق في ثقافة هذا البلد، واستفادةً من طوب المواقع التاريخية والأثرية كتشان تشان* (Chan-Chan) التي صمدت لعوادي الزمن والحركات الزلزالية، والذي خلص إلى استخدام عصير الصبّار لزيادة مرونة اللبن لمقاومة الهزات الأرضية، وكذا وضع وفتحات والدعامات الرأسية والأفقية من قصب السكر، المدمجة بين كتل الطوب اللبن مما يزيد من صلابة وسلامة الجدران، تسهم جميعها في تحسين واضح ضد الخطر الزلزالي[1].

ومن ثَمّ فالمباني التقليدية الترابية التي لا تراعي المصداقية تستجيب بشكل سيء للزلازل، وهذا نتيجة التردد الطبيعي والحركات البطيئة نسبيا للأرض. بالإضافة إلى ذلك، وخلال حلقة الزلازل؛ يفقد الهيكل ترابطه، وتتصدع الروابط المكسورة بين الجدران والبلاطات والسقوف، وتبقى القوة الزلزالية مع وزن كتلة الهياكل عاملان يسهمان في دمار المباني الترابية بشدة.

3-2- مميزات خارجية حضارية:

للبناء بالتربة أو إدخال الطين في البناء مكانة تراثية من حيث الاهتمام، وأصبح محط أنظار المهتمين كونه يحمل بصمات كانت ولا زالت تقاوم الركب الحضاري مكانا وزمانا.

---

* **تشان تشان:** هي أكبر مدينة في عصر ما قبل الكولومبية في أمريكا الجنوبية، بها موقع أثري يقع في المنطقة البيروفية ليبرتاد، 5 كم إلى الغرب من تروخيلو، بمساحة حوالي 20 كم^2، وكانت مركز مكثف في المناطق الحضرية. شيدت من قبل تشيمور (مملكة تشيمو)، في فترة زمنية وسيطة، وهي التي انبثقت من مخلفات حضارة الموتشه، بنيت المدينة من الطوب اللبن واستمرت حتى احتلالها من قبل إمبراطورية الانكا في 1470م. وكانت عاصمة الإمبراطورية التشيمورية، حتى تم فتحها في القرن 15م. وتشير التقديرات إلى أن نحو 30,000 شخص كان يعيشون فيها. وتم إضافتها من قبل اليونسكو كموقع للتراث العالمي في 1986. وهي اليوم مهددة بشدة من قبل الأعاصير والأمطار الغزيرة والفيضانات على ساحل بيرو من المحيط الهادئ، بالإضافة إلى ذلك الزلازل التي تضرب المنطقة من فينة لأخرى. ينظر:

Michael E. Moseley, "**Chan Chan: Andean Alternative of the Preindustrial, City**", journal *Science*, New Series, Vol. 187, No. 4173, publié par American Association for the Advancement of Science, 24 Janvier 1975, pp. 219-225 (7 pages).

[1] ASTM, **Standard Guide for Design of Earthen Wall Building Systems**, West Conshohocken, ASTM International, Designation: E2392/E2392M – 10$^{\varepsilon 1}$ (Standard E2392, 2010).

3-2-1- البناء بالطين تراث حضاري:

عرفت الحضارات القديمة الطين واستخدمته في صنع الأواني الفخارية والأدوات الأخرى، كما تعدّ الانشاءات المبنية بالتراب معالم حضارية متميزة وغاية في الروعة قائمة بذاتها. والبناء بالطين من أقدم أنظمة الإسكان التي صاحبت انتقال الإنسان من حياة الكهوف والخيام إلى حياة الحضارة والارتباط بالأرض[1]. وللبناء بالطين خاصية حضارية رصعت مناطق عديدة من الأوطان، واعتنت مراكز عدّة بهذا النوع من البناء، محلية وعالمية، وتبرز مدى تفاعل الفكر الانساني مع بيئته، كما يعكس مقدرة وابداع تفاعله مع أصله وهو التراب، وعدم الاهتمام بهذا المعمار الترابي التراثي هو هدم لتراث أمة. مع الإشارة إلى التقليل من المسؤولية القانونية أو التشريعية التي تواجهها بسبب تلف المباني، مقارنة بالمباني ذات التشييد المتطور.

3-2-2- التربة مادة بناء وتشييد للهياكل (شساعة الاستخدام):

يشهد التراث المعماري الترابي في العالم اليوم على صلابة ومتانة الإنشاءات الترابية، ومع ذلك فقد تم التغاضي عن فوائد التراب كمواد بناء، بالنظر إلى تطوير مواد جديدة مثل الخرسانة الاسمنتية، ولكن في مواجهة المشكلات البيئية والاقتصادية، أظهرت العديد من البرامج والبحوث العلمية الحديثة اهتمامًا بالبناء بخام التراب، وخاصة إذا ما تُوِّج ذلك بتحسين خصائصها الفيزيائية الميكانيكية، ولا سيما متانة موادها تجاه المخاطر المختلفة كالمياه وغيرها، والتي لا تزال حتى اليوم تشكل عيبًا كبيرًا يهدد المباني الترابية. ولقد تعددت استخدامات الطين[2] قديماً وحديثا في:

أ- بناء المنشآت:

يكون ذلك داخل فضاءات عمرانية أو معمارية قارة، ونذكر منها الأسوار، الأهرام وأبراج المراقبة، أماكن العبادة كالمساجد وغيرها. كما تم استخدامها حديثاً في بناء السدود، ومرآب السيارات ومهابط مطارات الطائرات[3].

---

[1] عبد الرقيب طاهر، **"الخصائص والقيم المعمارية لعمارة الطين في اليمن"**، مؤتمر الحضارة الإنسانية من المغارة إلى العمارة، دراسات وبحوث المؤتمر، جمعية بيروت التراث، 6-2001/11/8، ص: 105.

[2] Hugo HOUBEN et al, Traité de construction en terre, CRATerre, Editions Parenthèses, Grenoble, 1989, p : 14.

[3] Ibid, p : 14.

ب-تشييد عناصر معمارية قائمة لذاتها:

نذكر منها الأساسات والأرضيات حيث تسوّى بها أو تجعل تحت غطاء اسمنتي بغرض الردم أو التمتين، كما نجد الجدران والأعمدة، الفتحات من نوافذ وأبواب، المصطبات والدكّات (estrade)، القواعد أو الدكّانات (stéréobate)، ركيزات وركيِّزات (قاعدة صغيرة) (pédicule)، التصوينات[1] (Claustras)، العتبات الخاصة بأبواب المنازل (pas de porte)، الخزائن والقباب، الأسقف المستوية أو المائلة، أسطح القرميد، المواقد...الخ

هذه العناصر ليست هي الوحيدة التي يمكن أن تكون مصنوعة من التراب، فنعلم أيضًا أن هناك العديد من التطبيقات في المبنى نفسه أو المرتبطة به كتلك التي تزيل الضرر عنه ومنها مزاييب صرف المياه عن الأسطح والمستويات الأفقية عموما، القنوات والخزانات السكنية، أرضيات زراعية وقنوات السقي. كما تستعمل كمواد عازلة وكذا في صنع الأثاث كالمزهريات وغيرها.

ج- استخدامات أخرى:

للطين أنواع عدة، وكل منها له ميزة في الاستعمال فنجد:

- **طين الكاولين:** يستخدم هذا النوع في صناعة البورسلان وصناعة الورق العالي الجودة، ويشتهر هذا النوع في البرازيل، وبريطانيا، وأمريكا.

- **كرات الطين:** يعتبر من الطين الجيد الذي يستخدم في صناعة بلاط الأرضيات والجدران، ومواسير المجاري، والأواني الفخارية، ويكثر هذا النوع في أوروبا، أمريكا والصين.

- **الطين الناري:** يستخدم الطين الناري في الأفران التي تتحمل حرارة عالية، وأبرز الدول التي تشتهر به هي ألمانيا وأمريكا.

- **طين البنتونيت:** هو عبارة عن رماد البراكين المتطاير، ويشتهر في تركيا، وقبرص، وأمريكا، وألمانيا، ويستخدم هذا النوع في أعمال الحفر كمحلول طيني.

- **طين الحشوة:** هو من أغلى أنواع الطين؛ لأنّه يستخدم في التسميد والتخصيب، ويبلغ سعر الطن الواحد 138 دولار، وتشتهر بإنتاجه أمريكا، والسنغال، وإسبانيا.

[1]Yahya CHEHABI, **Vocabulaire des termes archéologiques**, Publication de l'Académie Arabe de Damas, Imp taraki, Damas, La Syrie, 1967, (pp : 118, 174, 276, 277, 324).

- **الطين العادي:** هو أرخص أنواع الطين لأنّه متوفر في كافة البلدان التي تستخدمه في صناعة الطوب، وصناعة الأسمنت من خلال مادة الكلنكر التي تدخل في تركيبه.

3-2-3-الحاجة الاقتصادية:

أصبح السكن من أهم حاجيات السكان، وما يثقل كاهلهم هو تلك الزيادات التي يتطلّبها البناء، خاصة الاسمنتية منها والمتماشية مع روح العصرنة، لذلك بات من الضروري إيجاد حلول للدول في سبيل الخروج من هذه الأزمات، والبناء بالطين من بين الحلول الناجعة خاصة الدول النامية، والتي لها القدرة والامكانات للبناء بها، وهو في الأصل موروث يجب الاعتناء به وتوريثه للأجيال، وهذا ما حصل في بعض البلدان، وذلك ببناء سكنات فردية بتكلفة منخفضة لأنها تستخدم المواد المحلية. علاوة عن ذلك؛ فإن لهذا النهج تأثير اجتماعي اقتصادي إيجابي[1]، لأنه يفضل أعمال البناء البشرية المباشرة، على عكس النهج الحديث الحالي، والقائم على تصنيع مواد مكلفة، وعدم تطلب البناء بالتراب للمعرفة الفنية المتخصصة، ذلك ما يمكِّن توظيف الكثير من اليد العاملة غير المؤهلة المتوفرة بكثرة في العالم الثالث، مما يحد من معدلات ارتفاع البطالة المتزايد في تلك الدول، ويسهم في إنعاش اقتصادها، وذاك باستثمار تلك الموارد البشرية في قطاع البناء.

كما أن تلك السهولة تشجع على فكرة البناء الذاتي للمساكن كما كان شائعاً قديماً وكما هو حاصل الآن في قرى دول متطورة كولاية نيو مكسيكو (المكسيك الجديدة) بالولايات المتحدة الامريكية.

وفيما يلي العوامل الرئيسية التي أثرت على استخدام بعض البلدان له:

3-2-4-فقر وحاجة البلدان:

نجد في شمال وغرب افريقيا مثلا، اتُّخِذ البناء بالتربة والطين ملاذا للساكنة، وقد تبنت شركات أجنبية ذلك باتخاذ برامج ذات كفاءة تسهم في القضاء الجزئي على العوز السكني كتطبيق بعض المشاريع السويسرية السكنية في ريف الطوغو[2] تحت إدارة معماريين محليين، يَعُون قيمة ذلك. ومما

[1] Abalo P'KLA**, Caractérisation en compression simple des blocs de terre comprimée (BTEC) : Application aux maçonneries « BTC – Mortier de terre »**, Thèse de doctorat en Génie Civil: Sols, Matériaux, Structures, Physique du Bâtiment, 'Institut national des sciences appliquées de Lyon, France, 2002.

[2] Pierre FREY, Laetitia MEURIOT et Nikos TOPULOS, **Etude de cas : Mise en pratique de la construction en terre crue sur un chantier au Togo**, Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne, Suisse, 2011, pp : 1-37

لا شك فيه فإن الدول النامية تعاني العجز من حيث تحويل مادة البناء، وآلات التحويل وآلياته تتطلب إنفاقات معتبرة، ومواد البناء الحديثة التي تصدرها من الخارج.

لكن بالنظر إلى البناء بالتراب فتعدّ مادة البناء هذه رأس مال لها، بل المادة المجانية الوحيدة المتوفرة في معظم مواقع التنفيذ، مع سهولة عمليات التحضير والبناء بهذه المادة باستخدام الحد الأدنى من الآلات والأدوات البسيطة غير مكلفة، وبالتالي فهذا النوع من البناء منخفض التكاليف وبسيط، إنشاء وصيانة.

3-2-5- اختلاف الثقافات:

لا شك وأن لكل بلد ثقافة تجعله يدرك قيمة مواد البناء التي يشيّد بها، وقد ألفت العيش فيها، على غرار بعض المدن الصحراوية، ما يفرض عليها العمل بهذه المواد التقليدية والمحلية، والابتعاد عن المواد الحضرية كالإسمنت، استجابة لفئة معينة من سكانها. علاوة على أن في البناء بالطين ذاته تفضل تقنية على أخرى، فالبناء بالطوب المضغوط يختلف عن البناء باللبن ويختلف عن التراب المدكوك أو البيزي.

تتمتع بعض البلدان ببيئة هادئة إلى حد ما، ولا توجد أعاصير أو زلازل، مع نقص هطول الأمطار وزيادة إلى درجات الحرارة العالية فإن طبيعة الجو تفرض البناء بالطين.

إن معطيات الميزات البيئية، الاقتصادية والاجتماعية الثقافية؛ تبين التوافق الكامل بين البناء بالتربة والتنمية المستدامة، فبناء واستغلال العمارات ذات الانشاءات الترابية والطوبية يسمح بتقليص جلي للآثار المالية والبيئية للبناء بفضل الاقتصاد في مجال الطاقة. ويعتبر الطين من أهم المواد المستخدمة عبر الحضارات في مختلف الصناعات كالسيراميك وطلاء الورق، والمطاط، كما ويستخدم الطين في الهندسة، حيث يمكن إضافة الطين إلى التربة لمنع تسرب السدود الأرضية، كما ويمكن تقليل تسرب المياه من القنوات باستخدام الطين[1].

والبناء بالتربة يسهم فيه متطوعون مما يخلق مجتمعا مترابطا، وهذا جانب اجتماعي ثقافي مهم. والجدول التالي يبين أهم المميزات العامة للبناء بالتربة عامة والتي تشكل فيها الطين الخصوصية.

[1] www.britannica.com. vue en 15/11/2019.

جدول 13: أبرز مميزات البناء بالطين						
أبرز مميزات البناء بالطين	الأهمية النسبية بالنسبة للدول					
	العربية والنامية			الغربية والصناعية		
	عالية	متوسطة	ضعيفة	عالية	متوسطة	ضعيفة
رخص مادة الطين ووفرتها	✓			✓		
الحد من التلوث واستنزاف البيئة			✓	✓		
سهولة البناء بمادة الطين	✓				✓	
الحد من بطالة العمالة غير الماهرة	✓				✓	
تنوع طرق التشييد بالطين	✓				✓	
التوفير في عملية النقل	✓			✓		
التوفير في استهلك الطاقة	✓			✓		
الخصائص الهندسية لمادة الطين		✓				✓
سهولة تدوير المنتجات الطينية		✓			✓	

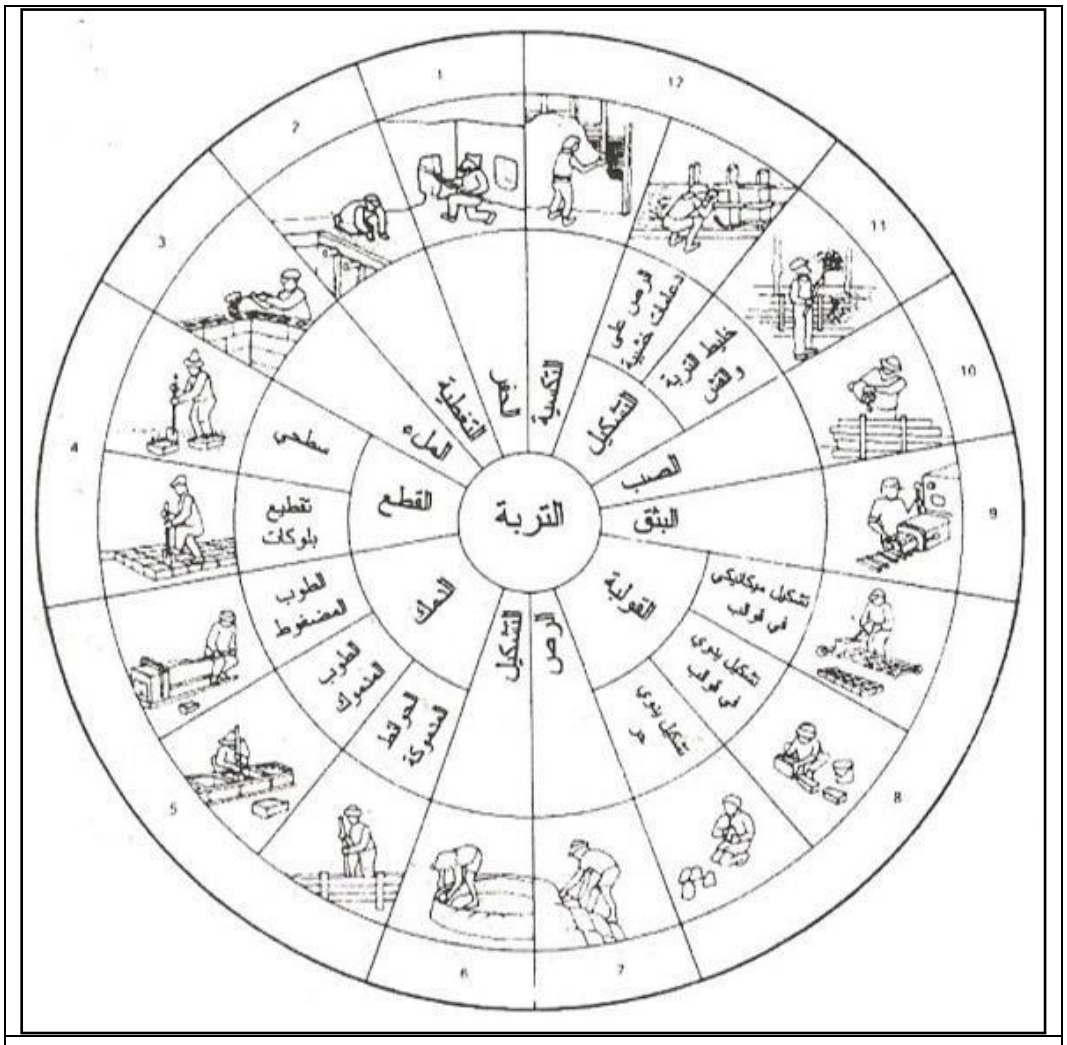
وبالرغم من هذا التنوع لاستعمال مادة التراب كخام تشييد قديماً وحديثاً؛ يبقى الاستخدام الغالب لها هو البناء وخاصة المساكن، حيث أظهرت مادة الطين وما تتمتع به من خصائص فريدة استعمالها من مختلف المجتمعات في نواح ثقافية، اجتماعية، اقتصادية وغيرها، من خلال عمارة بسيطة ومتميزة، استجابت للتفاوت الكبير في المناخ والظروف البيئية المتباينة.

II- البناء بالتربة وانتشاره:

1- طرق وأساليب البناء بالتربة (الطين):

البناء بالطين هو تقنية بناء قديمة جدًا معروفة في جميع أنحاء العالم، وقد تطورت طرق البناء بها عن طريق تصحيح التجارب بعضها بعضا تماشيا مع تواجد الإنسان. وبالرغم من اختلاف تلك الطرق والذي ساير سمة الطبيعة الجغرافية للمناطق، وكذا الرصيد الثقافي والتقليدي لساكنة تلك الأماكن فإنها تتشابه في استعمال التربة كأساس وأصل في بدء التنفيذ.

وأشار Dathier إلى أكثر من عشرين طريقة لاستخدام الطين للبناء، وحسب Houben و Guillaud توجد اثني عشر تقنية[1]، كل منها تستخدم تربة محددة وصيغ مختلفة (الشكل12).



الشكل 12: طرق استخدام التربة (الطين) في البناء (عن CRATerre)

وأما عن أساليب البناء الخمسة الأكثر شيوعًا نجد ما يلي: الطوب اللبن، التراب المدكوك، السياع، طين الجالوص وطوب التربة المضغوطة (**BTC**). ولمّا كانت مادتها الأولى هي التربة اشتركت في معظم الإيجابيات (اللوحة 17).

[1] IZEMMOUREN Ouarda, **Effet des ajouts minéraux sur la durabilité des briques de terre comprimée**, Thèse présentée en vue de l'obtention Du diplôme de Doctorat en sciences en génie civil, Université Mohamed Khider, Biskra, Algérie, 2016, p : 6 et HOUBEN Hugo**, Op.cit,** 1989, p : 15

1-1- طين الجالوص (La bauge):

تتكون تقنية الجالوص[1] أو البناء المكدّس قياسا من بناء جدار ضخم بدون هيكل، غالبًا ما يكون حاويا لمزيج من التربة والمياه والألياف النباتية، وبعد تخمير الخليط لمدة يومين أو ثلاثة؛ يتم خلطه بالماء لتسهيل البناء به، ويتم تنفيذ جدران أحادية من خلال تكديس أو لصق مدرات التربة الرطبة على خط الجدران في شكل صفوف أو طبقات أفقية فوق بعضها البعض، بارتفاع (25-35) سم فوق الأساس، ثم يترك البناء ليجف مدة يوم واحد، وبعدها يتواصل البناء يوميا بنفس الطريقة السابقة حتى الوصول إلى مستوى التسقيف، بمعدل غرفة واحدة خلال أسبوعين، وعادة ما يكون ذلك بقولبة الجدران الحاملة من دون استخدام قوالب أو هياكل مُعَدّة سابقا.

وتتمثل إيجابيات هذه التقنية في سماكة الجدران ورداءة التوصيل الحراري للتربة؛ ما يساعد في الحفاظ على المستوى المناسب من العزل الحراري والبرودة.

وأما سلبياته فهي طول مدة التنفيذ نظرا لضخامة الكتل وصعوبة استمرارية تسويتها، وتأثره الشديد بعوامل التلف، وذلك راجع لطبيعة الكتل المشبعة بالرطوبة الداخلية (بسبب التكديس) إضافة إلى عدم إمكانية إصلاح الأجزاء المتضررة كالأساسات بسبب عدم وجود أجزاء رابطة بينها. كما أن هناك صعوبة في تركيب الأجزاء الجدارية التي تحتاج للربط كالأبواب وغيرها.

1-2- الطوب اللَّبِن: (l'adobe)

يشكّل طوب الطين باليد أو في قالب ذو مقاسات معينة، دون ضغط التراب النّدي، ثم السماح ليجف في الشمس. كما يمكن أن نشيد به هياكل وأجزاء مختلفة من الأبنية، كالجدران، الأسوار، الخزائن والقباب، ويذكر Minke أن الأرض عند استخدامها كمواد بناء؛ لها أسماء مختلفة، وعند الحديث عن الطوب المصنوع يدويًا بدون حرق (القرميد) يتم استخدام المصطلحين بالطوب أو اللبن[2].

1-3- السّيّاع: (Le torchis)

يمكن تسميتها بتقنية الطين المعشب، طين القش أو الطين الوحل، وهي عبارة عن تقنية ملء التربة الهجينة ببعض المخلفات الحصوية والفتيتات الصخرية، وغالبًا ما يتم خلطها بألياف عضوية

[1] يطلق على هذه التقنية عند المصريين أيضا الطوف، وهي تقنية بناء أقدم من الطوب.

[2] Richard-Philippe WAFER, **L'adobe, une solution durable pour la construction d'habitations écologiques dans une zone à forte activité sismique comme le CHILI**, Essai présenté au Centre universitaire de formation en environnement en vue de l'obtention du grade de maître en environnement (M. Env.), Université de Sherbrooke, Québec, Canada, Octobre 2010, p : 12.

كالقش وغيره، مع تتابع عملية رش الخليط بين الفينة والأخرى لتكون كالوحل، ويكون ذلك داخل هيكل ذو ركائز خشبية أو معدنية، تصطف وتحمل بصفة منظمة فوق الأرض.

واستُعمِل هذا البناء ذو الإضافات العضوية، كتقنية متمثلة في إنجاز جدران ذو طبقتين داخلية وخارجية، بينهما فجوة (حوالي 15 سم)، وتتشكل هذه الجدران من تراكب خليط من الطين والألياف، الذي يصب أو يثبت داخليا وخارجيا في تشبيكات الأغصان الشجرية الرفيعة أو الخشب المرن[1] المثبتة بركائز خشبية بارتفاع 50 سم لكل طبقة، وتترك في الأخير لتجف.

وأهم إيجابيات هذه التقنية هو تماسك جدرانها وخُلُوّها من الشقوق المستمرة، بالإضافة إلى مقاومتها للعوامل البيئية كعوامل التعرية والأمطار.

وأما عن سلبيات هذه التقنية فتتمثل في خضوع الهيكل الخشبي وأغصان الأشجار المستخدمة في بناء الجدران لعوامل التلف الطبيعية كالتآكل والتعرية والحرائق وكذا البيولوجية كالآفات الحشرية، مما يفقد الهيكل متانته.

1-4- التراب المدكوك أو البيزي (Le pisé):

تسمى هذه الطريقة كذلك تقنية التابوت[2] أو الطابية، والبيزي بالفرنسية، وقد نشأت هذه التقنية في المناطق التي تتمتع بتربة ذات نسبة طين ضعيفة، ولهذا يتم تعويض ضعف تماسك هذه التربة بالدك والضغط، وباستخدام المواد المثبتة كالجير[3]، وهي وسيلة لبناء جدار طيني مضغوط بسماكة 50 سم على الأقل، ويكون ذلك بصب الخليط من التربة قليلة الرطوبة في طبقات متتالية داخل هيكل خشبي أو حديدي محكم، ويكون الضغط باستخدام مدقة في كامل الهيكل وفي نفس المستوى. وبعد أن يصبح الخليط متضام مع بعضه يخفَّف إحكام ربط هيكل البناء ثم يفتح ويعاد البناء فوقه بالتوالي.

وفي الأخير يتم إنجاز جدران أحادية حامية، من خلال التحامها تدريجيا في قوالب وفي جدران إسناد من طبقات فوق بعضها البعض.

---

[1] Yasmine TERKI, **De terre et d'Argile**, Ministère de la culture, Algérie, 2012, p : 74.

[2] استعمل اسم البيزي اللاتيني الأصل لأول مرة في ليون بفرنسا في 1562م، ينظر:

عبد الناصر موجان، "البناء الطيني بالجنوب الشرقي المغربي، قصبات وقصور بومالن دادس نموذجا "، **مجلة زاكورة**، المغرب، 2013.

[3] سحر هاشم محمد السيد، "البناء بالطين: قراءة في الفكر الهندسي والتراث الحضاري"، **مجلة الإصباح**، ع: 4، المكتبة الوطنية الفرنسية، باريس، فرنسا، 2020، 191.

ومن أهم إيجابيات هذه التقنية متانة هياكلها مع إمكانية الاستحداث على مستواها، إضافة إلى التحكم في ارتفاع الهياكل.

وأما عن سلبياتها فتتمثل في الأخذ بعين الاعتبار معايير الخلطة المستخدمة في عملية التشييد. وبطء التنفيذ باعتمادها على القوالب المنتظمة، وكذا الجهد العضلي والدقة في عملية الدك للحفاظ على نفس المستوى.

1-5- كتل التراب المضغوطة: Blocs de terre comprimée (BTC)

تعتبر هذه الكتل أو اللبنات الترابية المضغوطة تطور حديث للكتل المقولبة من الطوب اللبن، فهي عناصر صغيرة من البناء ذي الشكل المتوازي. تستخدم هذه التقنية بضغط التربة الجافة باستخدام مكبس لزيادة مقاومتها الميكانيكية، وكذلك مقاومتها لأضرار المياه[1]، وهذه التقنية توفر للمباني بعض المتانة مقارنة بتقنية الطوب، لكن البناء به يستلزم قاعدة متينة لضمان المقاومة الجيدة والاستقرار لما يتميز به من ثقل[2].

وأهم إيجابيات هذه التقنية أنها أشد مقاومة وصلابة مقارنة بالتقنيات الأخرى، إذ يمكن البناء بها دون دعائم وبارتفاع 18م[3]، وكذا تنوع قوالبه شكلا وحجما مع إمكانية التجديد والاستحداث في هياكله.

بينما تتمثل سلبيات هذه التقنية في عدم تماشي هذه التقنية مع البساطة والطرق التقليدية، إضافة إلى صعوبة إعدادها إذ تتطلب مهارة في التنفيذ كما أنها مكلفة مقارنة بالتقنيات السابقة.

لذلك نجد العديد من الدراسات مهتمة باستعمال تقنية الطوب اللبن، واستخدامها كعنصر بديل، وقد بني بها مسجد الميدي بالرياض السعودي، مركز الهندسة المعمارية الترابية بمالي، ورشات إلكترونية حديثة بالهند، كما حظيت سكنات جزائرية حديثة بالبناء بها.

BTC	**Pisé**	**Torchis**	**Adobe**	**Bauge**
لوحة 17: أهم تقنيات البناء بالتراب والطين				

[1] Rigassi V. **Blocs de terre comprimée**. Volume I. Manuel de production, CRATerre-EAG, Friedrich Vieweg & Sohn, Braunschweig, Allemagne, 1995, p :

[2] Fiche technique argilus ® brique de terre crue, La société ARGILUS d'enduits terre et matériaux écologique, SMABTP Contrat N°1004/001 492129, France, 1/7/2016, p: 2.

[3] Ouarda IZAMMOUREN, Effet des ajouts minéraux sur la durabilité des briques de terre comprimé, Doctorat en sciences en : GENIE CIVIL, Université Mohamed Khider – Biskra, Algérie, 2016, p : 8.

2- انتشار البناء بالتربة:

تعتبر التربة المادة الأكثر وفرة على وجه الأرض، فهي مادة البناء المفضلة والأكثر استعمالا عند الانسان على مر الأزمان إلى غاية القرن 19م، ولقد كان لعامل تصنيع أنماط إنتاج البناء الذي فرضته الحاجة المستعجلة بعد الحرب العالميتين السبب في الانخفاض التدريجي لاستعمالها.

2-1- عالمية العمارة الترابية:

يتزايد انتشار بناء العمارة بالتربة عالميا، فهي ليست خصوصية منطقة ما، وإنما تلقى الحضور في مناطق شتى، فهي بلا شك واحدة من مواد البناء الأكثر إجابة وأقدم، وأكثر من ثلث سكان العالم يعيشون في سكنات من تراب[1](الخريطة 3)، ففي أوروبا، آسيا، افريقيا والامريكيتين تراث مبني بالتربة، وقد أثبتت نجاعتها، لذلك سجلت في قائمة التراث العالمي لليونسكو، ويعدّ المسجد الكبير (جينيه Djenné) أكبر مبنى في العالم مبني من التراب[2]، ومن أمثلة ذلك:

2-1-1-افريقيا:

نجد العمارة الترابية في مدينة تومبوكتو (Tombouctou) بمالي، مراكش بالمغرب، جامع يونس بغدامس في ليبيا، تيبيبلي (Tiébélé) ببوركينافاسو، متحف قرية طوكوتو بتشاد، ساي اسلندا بالسودان، الحمامات بمصر، كلها مبنية بالتراب.

وقد شُيِّدت مؤخرا بنايات ترابية عدة في افريقيا، ففي 1968 نُفِّذت بالمغرب حوالي 2900 مسكن، من طرف المهندسيْن المعماريَيْن آلان ماسون وجان هانس؛ الذيْن لاقا شهرة في العمارة الطينية، وفي 1980 استطاع المهندس البلجيكي اوسوالد دي ليكور تصميم مركز التربية الزراعية في نيانيغ (Nianig) بالسنغال بمجموعة من المهندسين وبالتعاون مع اليونسكو والمسؤولين.

2-1-2-آسيا:

نجد من أولى ناطحات السحاب البشرية المبنية بالتربة في مدينة شيبام (Shibam) باليمن، وقد أطلق عليها مانهاتن الصحراء (Manhattan du désert)، كما نجد بها مدينة صنعاء أيضا، وحوض الفرات الأوسط بشرق سوريا (الألفية الثالثة قبل الميلاد)[3]. ونجد أيضا جدار الصين العظيم،

[1] Hugo HOUBEN et al, **Op.Cit**, pp :13, 16.
[2] Yasmine TERKI, **Op.Cit**, pp: 21-23.
[3] Ayman ALSULIMAN et Lena SULIMAN, **Mud Architecture and the Prospects of Its Sustainability.** Published Paper. Available at: https://www.researchgate.net/publication/297032349. Accessed at: 6/4/2016. P. 4.

بوخارة(Boukhara) والمركز التاريخي شخريسباز(Shakhrisyabz) في أوزبكستان، حلب بسوريا، التريف بالمملكة العربية السعودية، برج بحلا بعمان وقرية مان بالهند.

2-1-3- أوروبا:

توجد في إسبانيا، فرنسا وإنجلترا مبان ترابية يرجع تاريخها إلى العصور القديمة (أكثر من 100 عام)[1]، ونجد أيضا كلا من مركز ليون الفرنسي، أجزاء من قصر الحمراء وقرطبة باسبانيا، بورتو بالبرتغال، المساكن الخاصة والتقليدية بكل من إيرلندا وبلغاريا، متحفي الهواء الطلق لينغبي كوبنهاغن (Lyngby Cpenhagen) بالدانمارك و أرنهيم (Arnhem)، غوزو (Gozo) بمالطا.

2-1-4- امريكا:

نجد طاوس بالولايات المتحدة الامريكية، هافانا والمنازل الخاصة بساينتياغو بكوبا، ليما بالبيرو، ريونجرو أنتيوكيا(Rionegro.Antioquia) بكولومبيا. ولقد تم العثور على أقدم هيكل صالح للسكن في نيو مكسيكو. وجل هذه المدن المبنية بالتراب مدرجة في قائمة اليونسكو للتراث العالمي.

خريطة 3: انتشار البناء بخام التربة في العالم (HOUBEN Hugo, 1989)

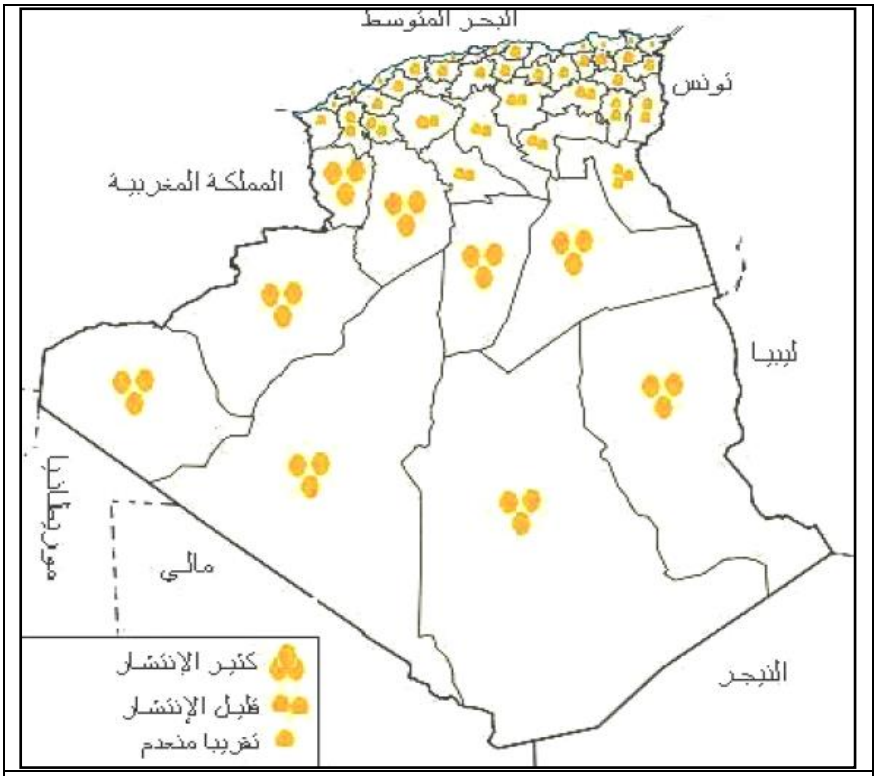
2-2- توزيع قصور التراب في الجزائر:

القصور هي مدائن الصحراء الممثلة في مجموع المراكز التاريخية للواحات الجزائرية، والتي تفوق المائة، وتتركز أغلبها في الجنوب حيث يوجد بها18 قصر مستفيد من حماية وطنية، وهي

[1] Richard-Philippe WAFER, **Op.cit**, p: 14.

تاغيت، بني عباس والقنادسة بولاية بشار، قصري ورقلة وتماسين بولاية ورقلة، قصر خنقة سيدي ناجي بولاية بسكرة، وقصري تامرنة ولعشاش مصابا بولاية الوادي، والقصور الخمسة التي تمثل المدن الخماسية للميزاب وكذا قصور متليلي، بريان، القرارة والمنيعة بولاية غرداية، وتمنطيط موضوع الدراسة بولاية أدرار[1]. ونجد أن من القصور التي بنيت بالتراب قصر بوسمغون بولاية البيض، شتمة بولاية بسكرة، قصري إيغزر وحمّاد بولاية أدرار، كما نجد بالشمال الجزائري قصر المنعة بولاية باتنة.

ولكن مستويات تركيز انتشار استعمال التربة في البناء تتحكم فيه المقومات الطبيعة كالتضاريس والمناخ، إذ نجد في المناطق الجبلية طغيان الحجارة على حساب التربة، بينما في الصحراء فنجد العكس(الخريطة 4).



الخريطة 4: انتشار البناء بخام التربة في الجزائر

[1] يوجد 18 قصر في الجنوب الجزائري من أصل 31 قصر أخرى، وقد خضع مؤخرا قصر ملوكة بولاية أدرار للحماية الوطنية، وأما القصور الخمسة التي تمثل خماسية مدن ميزاب (غرداية، بني يزقن، بونورة، مليكة والعاطف) وهي الوحيدة التي تستفيد من حماية فوق وطنية (عالمية)، بموجب تصنيف هضبة ميزاب في قائمة التراث العالمي لليونسكو (1982). ينظر: Yasmine TERKI, **Op.Cit**, p :117.

3- التشكيلات الزخرفية على التربة:

تعتبر الزخرفة في العمارة واحدة من أهم المعالجات التي لجأ اليها المعماري في كل منشآته تقريباً لدوافع عديدة ولمَا وجد لها من آثار ايجابية كمعالجة تساهم بشكل فعّال في الوصول إلى المبادئ التي يعمل عليها.

وتنوعت أنماط العناصر التشكيلية، فمنها الهندسية، الخطية، النباتية والزخرفة بالكائنات حية، وكما استعملت في زخارف الخشب والجص والنحاس، داخل أشكال ومناطق هندسية وزّعت على أساس التقابل[1]، كان تعبير الفنان بزخرفة النبات يتراوح بين التجريد المطلق والتكوين المتحرر من كل أثر طبيعي وبين التزام أشكال الطبيعة التزما يكون قريبا نسبيا حسب العصور والأقاليم[2].

ويتجلى الدور الوظيفي في التقليل من آثار المناخ السيئة كالحرارة واحتباسها وشدة الضوء وسطوعه وكذلك الرطوبة وآثارها المدمرة في المباني، فالزخرفة عادة ما تنفذ على سطح إضافي يعمل كعازل حراري ملائم باستخدامها على السطوح. فبالإضافة إلى أنها تعمل بشكل فعال لعكس الضوء وتشتيته باتجاهات مختلفة لتقليل سطوعه المزعج للعين؛ فإن لها جانبا جمالياً في المبنى، فهي من أفخر منتجات المعمار الدالة على حرفية ودقة في الصنع.

ونظرا لمرونة التربة فقد أبدعت أنامل الفنان في التشكيل عليها، فالزخارف تعد من اللمسات الأخيرة للبناء بالطين، التي تحمي المنشآت داخليا وخارجيا (الشكل 13)، ونجد من بين أهم التنفيذات النهائية والتي تعقبها الزخارف، أو تعدّ زخارف بحد ذاتها، والمطبقة على لوحة الجدران المبنية أو المكسوة بالطين.

- **النهاية السلسة الملساء** (finition lisse): وتطبق خاصة على ملاط الوجه الداخلي للبناء، وبعد العمل على تسوية السطح واستقامته تستخدم المِسْيَعة[3] (taloche) للتمليس النهائي.

---

[1] بلقيس محسن هادي، **دراسات في الفن الإسلامي**، دار دجلة، الأردن، 2001 ، ط: 1، ص: 13.

[2] محمد حسين جودي، **الفن العربي الإسلامي**، دار المسيرة للنشر والتوزيع، عمان، 2007 ، ط : 1، ص: 34.

[3] المسيعة أو المالَج وهي أداة يستخدمها الطيّان (العامل بالطين) لتمليس الطين ونحوه، ينظر:
Yahya CHEHABI, **Op.Cit**, p : 330.

- **النهاية الخَدِشة** (finition grattée):

عند معالجة الأسطح بعملية التمليس السابقة بالمسيعة تخضع لعملية الخدْش، سواء بمادة معدنية حادة أو بمكشط مسماري ذو مقبض، وفي حالة جفاف الأسطح يمكن الاستعانة بتبليلها نوعا ما.

- **النهاية البسيطة:** (finition rustique)

يتم وضع الملاط بواسطة فروع مسجّيّة (franches truellées) والمسجّة هي خشبة تدلك بها الطين، بحيث تغطي كل طبقة لاحقة الطبقة السابقة لها، ثم يتم دلك ملاط الطلاء بصفة متناوبة، لنحصل في الأخير على سطح ذو حبيبات متناثرة وغير منتظمة.

- **النهاية المحبَّبة:** (finition granulée)

يكون لملاط الطلاء مظهر ذو حبيبات صغيرة أو كبيرة (رملي أو هوائي) حسب إعداد جهاز أو أداة الإسقاط، وهذا ما يقلل من الشقوق والفجوات.

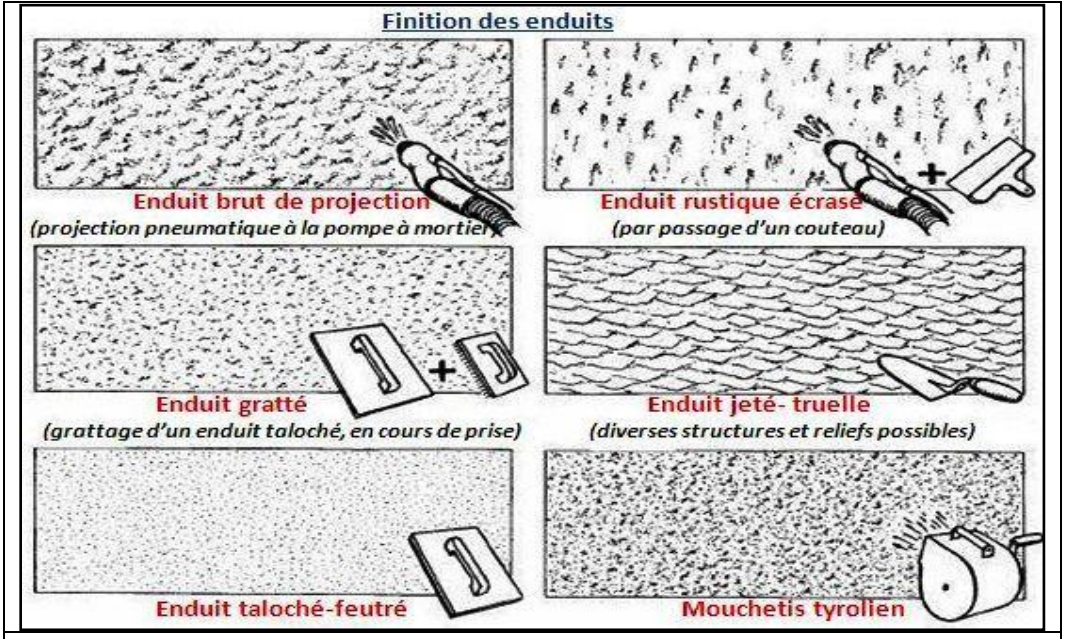
كما نجد أن هناك نهاية مشابهة لها، ولكن تكون برمي مجموعات حبيبات من تربة خشنة أو حصى صغيرة أو شظايا حجارة أو قواقع على ملاط الطلاء المنفذ حديثا (finition avec granulats projetés)، وهذه النهاية الرملية أو الحصوية تخفض من التصدعات والشروخ من دون شك.

- **النهاية المسحوقة (المهروسة):** (finition rustique écrasée)

وتكون في حالة ما إذا ما تلت تلك الزركشة المحببة والمعَدّة سابقا، بعملية سحق وضغط أو هرس بواسطة مِسْيعة وغيرها.

- **النهاية المخفوقة (المسوَّطة):**(finition fouettée)

يتم ضرب وسوط أو خفق الطلاء المنفّذ حديثًا بمكنسة أو بألياف مرنة وناعمة (ساق النخل).



الشكل 13: الأعمال النهائية المنفّذة على طلاء التربة

III-الطوب بين تحديد المصطلح وتاريخ الاستخدام:

تداخلت الدراسات في تحديد مصدر مصطلح للطوب وإعطاء مسمّى موحدا له، وذلك راجع لاختلاف البيئات الواسعة التي شملها البناء به.

1- الطوب التسمية والمسمّى:

يذكر محمد الحدّاد أن الطوب اختلفت أساميه من منطقة إلى أخرى، فبلغة أهل مصر الطوب، وفي الشام القرميد، وأما عند أهل العراق الطابوق[1]، ومنهم من قصره على الآجر[2]، بينما يرى عاصم محمد رزق أن الطوب إن حُرِق سُمِّي آجرا وإن لم يحرق فهو لَبِن. وأما عجميا فاسمه adobe أو toub بالفرنسية، ومنهم من عدّ adobe أو ottob اسبانية.

وهناك رأي أقوى يرى أن لفظة كلمة الطوب مصطلح مصري قديم، وتقابلها بالإنجليزية مصطلحات عدة، ومنها (Mud brick, Adobe, Sun-dried brick, Clay brick)، وأهمها Adobe الذي

---

[1] محمد حمزة إسماعيل الحداد، **المدخل إلى دراسة المصطلحات الفنية للعمارة الاسلامية**، ط: 3، مكتبة زهراء الشرق، القاهرة، مصر، 2008، ص: 25

[2] محمد بن علي بن طولون، **الأحاديث المائة المشتملة على مائة نسبة إلى الصنائع**، تح: مسعد عبدالحميد السعدني، دار المعرفة، الدار البيضاء، المغرب، د ت، ص: 12.

يعبر عن الطوب وعلى المباني الطينية أيضا، وهذا المصطلح اسباني مشتق عن الكلمة العربية (الطوب) وذلك أثناء فترة الحكم الإسلامي لشبه الجزيرة الإيبيرية سابقا (إسبانيا). والكلمة العربية جاءت امتدادا للكلمة القبطية (Twbe) ومشتقة من الكلمة المصرية القديمة (dbt) أو (djebet) والمنطوقة (جبت)، ولها شكل محدّد. كما احتفظ بعض الباحثين المتأخرين بكلمة طوب نفسها في اللغات العجمية دون ترجمة، وذلك باستعمالهم لفظ (tûb)[1] مباشرة نقلا حرفيا تأكيدا لمدلولها.

وهذا التطور نلخصه في الجدول التالي:

جدول 14: تطور مصطلح الطوب ورمزه

اللغة/الرمز	الهيروغليفية	الشكل	القبطية	العربية	الاسبانية
المصطلح	جبت dbt		Twbe	الطوب	Adobe

2- استخدامات مصطلح Adobe:

استخدم مصطلح Adobe في مجالات مختلفة، وخاصة للتفريق بين الطوب وأساليب ومواد البناء بالتربة، ومن هنا تتولد إشكالية شمول أو انتماء أحدهما للآخر، فمصطلح Adobe واسع الاستخدام، إذ يستعمل لوصف مواد وأساليب البناء بالتربة عامة، فهو يشمل قوالب الطوب والتي سنخصها بالدراسة، وكذا الأبنية التي تدخل فيها طبقة الملاط الطيني وحوائط الطين المدكوك، بل يتعدى كل ذلك ليصف مصطلح الطوب المبنى الطيني جملة.

وعلاوة عن ذلك نجد أن الطوب ينتقل بين كلمة الآجر واللَّبِن، لكن صفتي التربة وعدم الحرق أو الطهو ملازمة له، وهو ما يتماشى ومصطلح الطوب عند القدامى في توات؛ إشارة إلى اللبنات الترابية غير معرضة للحرق، وإنما الخاضعة لأشعة الشمس أو المرتبطة بزمن كاف لجفافها، وهي المناسبة لتسمية الطوب اللبن، وإلى زمن غير بعيد أصبحت كلمة الطوب لديهم تشمل النوعين، طوب التراب أو طوب الاسمنت.

[1] Mustapha Ameur DJERADI, "L'architecture ksourienne (Algérie) entre signes et signifiants (The architecture of ksour (Algeria) between signs and signifiers) ", **L'architecture vernaculaire**, tome 36-37 (2012-2013), http://www.pierreseche.com/AV_2012_ameur_djeradi.htm.26 septembre 2012.

3- لمحة تاريخية عن استخدام الطوب:

يعدّ الطوب الطيني تقنية من البناءات الترابية المستخدمة منذ آلاف السنين في العالم، وهي موزعة في جل القارات الخمس، كما أوضح ذلك Blondet [1]، ففي بلاد ما بين النهرين هناك هياكل من الطوب اللبن يعود تاريخها إلى عشرة آلاف سنة قبل الميلاد، وقد شيِّدت به أوريدو (3500 ق.م) وبرج بابل في بلاد الرافدين بما له من ضخامة ورمزية. وبالرغم من ترجيح باحثين كُثُر على أن أقدم الدلائل في استخدام الطوب اللبن البنائي كان في أطلال أسفل التلّ الصيني المسمى (Jericho) ذو الارتفاع سبعين قدما بعد أن قدروا عمرها حوالي عشرة آلاف سنة[2]؛ رغم ذلك فإنه لا يوجد تحديد دقيق لبداية صناعة الطوب اللبن واستخدامه بسبب تدمير المباني الطينية المطمورة بعد تأثير التطورات الحضارية في إحداث التغيرات في مستوى طبقات الطمر وكذا تلف مباني الطين جراء تأثرها بعوامل التلف وخاصة المياه الباطنية.

وهناك بعض الإشارات إلى تقنيات البناء بالطوب اللبن في العهد القديم، كحصن أم الدبادب عين بالوادي الذي يرجع للعصر الروماني، كما انتشر استعمال الطين في حضارات مصر الفرعونية[3]. ولمّا كانت من الصناعات المهمة عندهم؛ سجلوها رسوما ومناظر على جدران مقابرهم، موضحين طرق وأساليب البناء بالطوب، وتمثل ذلك الاهتمام في بناء بعض الهياكل والمعابد بالطوب اللبن. إضافة إلى إدخاله في طقوس تأسيس المعابد حتى وإن كانت حجرية واهتمام الملوك بذلك.

وأما عن انتشار هذه التقنية فقد كثرت وتشعبت الفرضيات والتفسيرات حولها، فعلى الخط الممتد من الساحل الأطلنطي إلى أفغانستان ومرورا باليمن والعراق وإيران توجد أنماط من العمارة الطينية تنمّ عن دقة كبيرة في العمل، ولا تزال البلاد العربية كغيرها من بلدان العالم تحتفظ بشواهد عدّة لأولى المدن التاريخية التي شيّدت بالكامل من التربة الطينية. وعلى غرار ذلك نجد استعمال هذه التقنية في المغرب الإسلامي بكثرة، وذلك ما ذكره أبو الوليد مروان بن أبي شحمة حيث يقول " لقد حدثني عبد الرحمان وابنه أنه كان يعمل بيده الطوب فيتصدق بثلث ما يربح فيه وينفق ثلثا على عياله

[1] Marcial BLONDET et al, **Earthquake-Resistant Construction of Adobe Buildings: A Tutorial**, Second Edition, Peru, April 2011, p: 1(Published as a contribution to the EERI/IAEE World Housing Encyclopedia. www.worldhousing.net)

[2] محمد عبد الهادي، **المرجع السابق**، ص: 158.

[3] Gernot MINKE, **Building with Earth – Design and Technology of a Sustainable Architecture.** Birkhauser – Publishers for Architecture. Basel, Switzerland, 2006, p: 11

ويرد ثلثا في التبن وما يصلح به عمل الطوب، قال لي ابنه ولم يكن له سرير يرقد عليه إنما كان قد نصب طوبا فعليه ينام في بيته"[1].

وجهل البدايات الأولى لهذا النوع من التشييد والاستعمال يحيل بالقول أن ليس ثَمّة شك في أن الطوب هو مادة لها تاريخ كون ارتباطه بجزء من ثقافة العديد من الحضارات الغامضة أصلا، ما يستدعي المزيد من البحث في خفاياه.

IV- إيجابيات البناء بالطوب وسلبياته

ما من شك أن استخدام مواد لغرض البناء يفرض التماشي مع وفرتها مكانيا والتأقلم مع طبيعة المناخ. وقد حرص البناؤون منذ القدم على ذلك تلبية لحاجة السكن والاحتماء أولا بغض النظر عن قوة المواد المكونة للبناء أو ضعفها، وتركيبة المواد تمكن من معرفة الجوانب الإيجابية والسلبية فيه.

1- مكونات الطوب ومواصفات صنعه:

1-1- مكونات الطوب

يصنع الطوب من الطين (الصلصال أو الطمي)، ويحتوي هذا الأخير على عناصر رئيسة لمركبات معدنية، تتفاوت نسبة وجودها باختلاف المقالع نتيجة للتكوين الجيولوجي للتربة، والتي من خلالها يتم إنتاج أنواع متباينة من الطوب الطيني المصنّع، وقد يتطلب الأمر مزج نوعين أو أكثر من التربة لغرض الحصول على نوع معين من الطوب الطيني ذو خواص محددة، ولأجل فهم تلك الخواص يجب معرفة طبيعة ونسب المواد الخام الداخلة في تصنيعه وعناصرها الأساسية. ويتكون غالب الطوب من تربة وماء ونسب مختلفة من مواد الربط، ولتعزيز الخصائص الميكانيكية والتركيبية كالقوة والصلابة، تجرى على مكوناته بعض التعديلات الضرورية.

وأما عن خلطة تربة الصنع فتحتوي نسبا من الرمل والطمي والصلصال وهي أنسب لصناعة الطوب[2]، زيادة إلى الحصى، مع العلم من أن المكونين الأساسيين هما الطين والرمل، أما باقي المواد الدخيلة فهي ثانوية ولكن لها دور هام في الربط واللدونة كالتبن وغيره، كما أن المخلّفات العضوية تعطي درجة معينة من المرونة للجميع.

---

[1] أبو العرب ابن أحمد بن تميم، **كتاب علماء إفريقية**، تح: علي الشابي ونعيم حسن اليافي، الدار التونسية للنشر، تونس، 1968، ص: 11.

[2] Doat P, Hays A, Houben H, Vitroux F, Matuk S, **construire en terre**, Paris, 1979, p : 111.

1-2- مواصفات مواد صنع الطوب:

إن من أهم المواصفات الهامة في اختيار تربة صناعة الطوب هو تركيبها الحبيبي، معبَّرا عنه بنسب مئوية لجزيئاته الصلبة المكونة له. ولقد قدّم الأوائل إرشادات بشأن التربة الصالحة لصنع الطوب مثل Vitruve[1] وغيره. وتبقى هذه المعايير متكاملة فيما بينها كما وكيفا لإعداد طوب مناسب.

1-2-1- مواصفات Kemp:

يذكر Kemp أن التربة المثالية لإنتاج طوب لبن جيد يجب أن تتكون من الرمل الخشن أو الحصى لضمان القوة البنائية للطوب، إضافة إلى الرمل الناعم الذي يساهم في ملء الفراغات بين حبيبات الرمل الخشنة، وبالتالي فهو يقلل من احتمال حدوث تشققات دقيقة في كتلة التربة، ولتوفير وسط لَدِن يكون عامل ربط للعناصر التركيبية بعضها بعضا لابد من إضافة الطين والغرين.

وحسبه فإنه لإعداد خليط مناسب لانتاج طوب مثالي وجب احترام نسب المكونات ب 60٪ تربة، 20٪ غرين، 20٪ طين، إضافة إلى اختيار زمن ومكان صناعة الطوب. وباتباع ذلك يمكننا وضع تقريب لمواصفات تشكيل طوب مثالي ومناسب للتشييد. (الجدول 15).

الجدول 15: مواصفات التركيب المثالي لإنتاج طوب جيد (حسب Kemp)

المكونات / الحالة	المزايا	العيوب
خليط التربة (رمل + حصى) (60٪)	زيادتها تعطي المتانة في حالة الجفاف.	التآكل والتفتت في حالة التعرض للماء الساقط كالأمطار.
غرين (20٪) + طين (20٪)	زيادتها تعطي مقاومة أكثر للماء والتآكل.	أقل مقاومة وقوة.

[1] أرزقي بوخنوف، **المرجع السابق**، ص: 72.

1-2-2- مواصفات Rigassi:

اعتمد* Rigassi في تحديد مواصفاته على النواتج التي تُستخلَص بعد التصنيع تبعا لمقاسات معينة، ومنها الميزات الحرارية كالعزل وكذا الخواص الميكانيكية والفيزيائية كمقاومة الضغط، وذلك بإجرائه مقارنة بين نواتج البناء بالتراب كالطوب، BTC والآجر ونظيراتها الحديثة كالطوب الاسمنتي. ففي لبنة طوب ذات مقاسات (40 x 20 x 20) سم تكون النواتج بالنسبة لمقاومة الضغط الرطب (0-5) ميجا باسكال، العزل الحراري (0.4٪-0.8٪) وبكتلة حجمية ظاهرية (1200 – 1700)[1].

1-2-3- مواصفات Alvarenga:

تشير الدراسة التي قامت بها Alvarenga أن إضافة تربة بيوت النمل الأبيض إلى خليط الطين يضمن جودة الطوب، واقترحت تركيبة خليط مثالية انطلاقا من ذلك، وهي (4 أجزاء رمل + 1جزء واحد من تراب النمل +2/1 جزء من روث الأبقار)[2]. ولا شك في أن هذه الخلطة تحوي قوام الطوب المتمثل في الرمل وعوامل التخمير من البقايا العضوية والتي بها مختلف الأحماض المسهمة في التفاعلات الكيميائية، كما أن تراب النمل ماهو إلا تفتيت لمكونات التربة المختلفة من صخور وغيرها باستخدام أحماض النمل (الميثانويك) فتصبح بذلك جاهزة للاستعمال.

1-2-5- مواصفات CRATerre:

اشترط المركز في التربة المُعدَّة لصنع الطوب قبل إضافة الماء لها أن تكون خالية من الجذور النباتية التي قد تستمر في النمو من جديد وكذا الحصى الكبيرة، وهذا ما يؤدي إلى إضعاف بنية

---

* تخرج من كلية الهندسة المعمارية في جامعة جنيف (EAUG) عام 1986، تحصل على شهادة الدراسات المعمقة في الهندسة المعمارية الخاصة بالتراب (CEAA-Terre) في كلية غرونوبل للعمارة في عام 1992، وفي 2010 عمل كأستاذ مساعد في فريق أبحاث هندسة المناظر الطبيعية الجبلية (TPCAU) فمهندسا معماريا مساعدا لشركة Rigassi et Associés Architectes – RA2 منذ عام 2012، وفي هذه الفترة (1988-2002) كان عضوا في مختبر CRATerre ، وله دروس ومحاضرات ألقاها في مختلف مدارس الهندسة المعمارية كستراسبورغ ، سانت اتيان ، ليون حول التنمية المستدامة والمشروع، وقد تحصل على دبلوم الجامعة للبناء المستدام وأيضا في الطاقة ودورة حياة المواد ، إلخ من جامعة غرينوبل 2015 ، كما أن له منشورات أخرى حول التنمية المستدامة والجودة البيئية وغيرها.

[1] Rigassi V, **Blocs de terre comprimé,** volume I, CRATerre- EAG, Friedirich Vieweg et Sohn, Braunschweig, Allemagne, 1995, p : 104.

[2] محمود عبد الحافظ محمد آدم، **دراسة علاج وصيانة المنشآت الطينية التاريخية "تطبيقا على بعض المباني الطينية بمدينة القصر الإسلامية بواحة الداخلة "**، رسالة ماجستير في علاج وصيانة الآثار، جامعة القاهرة، مصر، 2007، ص: 9.

الطوب. وإضافة إلى المواد العضوية بنسبة (أقل من 3٪) يبقى الرمل (55-75٪)، الطمي (10-28٪) والطين (15-18٪) أهم المكونات الأساسية[1].

2- إيجابيات البناء بالطوب:

تُظهر مواد البناء صفات أساسية في تعاملها مع الوسط الخارجي أو في تفاعلها فيما بينها تأثرا أو تأثيرا، وهذا ما يعدّ بمثابة خواص تستدعي معاهد ومخابر وأجهزة قياس تختبر فيها، من أجل تثمينها وتحسينها. وطبيعة البيئة وخبرة المنشئ القديم هي التي حددت طبيعة تلك المواد، وتقسم الصفات الأساسية لمواد البناء إلى ميكانيكية، فيزيائية وكيميائية[2]. وهذه الصفات تتداخل فيما بينها؛ إذ نجد مثلا المتانة كخاصية ميكانيكية لها علاقة مباشرة بصفة فيزيائية وهي المسامية، وهذه الأخيرة ترتبط بمدى التبلور كميزة كيميائية.

والحديث عن عمارة التراب يقود غالبية إلى ذكر البناء بالطوب، لما يتميز به من خصائص تجعله في مصافها، فعلى غرار الإيجابيات المذكورة في البناء بالتراب توجد خواص أخرى أهمها:

2-1- الطوب ذو طاقة ذاتية:

يتم التعبير عن الطاقة بالميجاجول لكل كيلوغرام (MJ/kg)، مما يسمح بمقارنة كمية الطاقة المستخدمة في عملية تصنيع المواد المختلفة. فعلى سبيل المثال تبلغ طاقة القرميد (5 MJ/Kg)، الطاقة الاسمنتية (4.2 MJ/kg) وأما طاقة طوب الطين (0.0016 MJ/kg) (معبّر عنه ب Mud)[3].

وبالتالي فإن للطوب طاقة منخفضة للغاية، مما يعطيها ميزة من حيث استهلاك الموارد الطبيعية مقارنة بمواد البناء الأخرى، فهو مادة طاقوية في حد ذاته.

2-2- الميزات التقنية:

إضافة إلى ما ذُكر من إيجابيات البناء بالتربة عامة والطوب خاصة فإن هذا الأخير يمتلك مجموعة من الميزات التقنية التي تجعله مادة بناء هامة.

---

[1] CRATerre, **Op.Cit,** p : 111.

[2] محمد راتب سطّاس ومسعود أندرواس، **المرجع السابق**، ص: 6.

[3] Chel, A. and Tiwari, G.N, **Thermal performance and embodied energy analysis of a passive house** - Case study of vault roof mud-house in India. Applied Energy, n°86, p.1956-1968, 2009, p: 1968. Contents lists available at Science Direct, Applied Energy, journal homepage: www.elsevier.com/locate/apenergy.

2-2-1- الخواص الفيزيوكيميائية:

ترتبط خواص الطوب الفيزيوكيميائية بنواح عدة:

أ- الشكل والتشكل:

نقصد بالشكل مدى تشابه الأوجه المتقابلة وتوازيها وكذا انتظام أبعادها، وهو ما يعطي مقاومة كبيرة لمختلف الضغوطات والقوى. وأما من ناحية التشكل فلابد من توافر التجانس والخشونة في ملمس الطوب لضمان الارتباط بالملاط والطلاء المستخدم في البناء، إضافة إلى تفادي التشققات والعيوب ذات التأثير المباشر على المقاومة الميكانيكية للطوب أثناء التشكيل.

ب- اللون:

تتباين ألوان الطوب حسب المكونات المركبة له، فالألوان الداكنة مرتبطة بكمية المواد العضوية الموجودة فيه، بينما الفاتحة بوجود معادن ككربونات الكالسيوم والأملاح. وتلك المواد العضوية والمعادن تتأثر أيضا بمقدار كمية أشعة الشمس الممتصة؛ إذ أن لبنات وأوجه الطوب المعرضة لأشعة الشمس بصفة أكبر تكون ذات لون فاتح أكثر، وذلك ما يتضح في لون هياكل الطوب الخارجية مقارنة بالداخلية الموجودة في الظل المشيّدة في نفس الوقت. كما أن اللون المحمر في الطوب راجع إلى أكاسيد الحديد من نوع الهيماتيت، أما المصفر دال على طغيان نسبة المغنيسيوم والليمونيت في عجينة الطوب. وإن كان رمادياً فنسبة المواد العضويّة فيه كبيرة، كما تزداد مرونة الطين بزيادة معدن السيليكا، والطين الناعم يزداد فيه النيتروجين، والطين الخشن يكثر فيه الكربون العضوي[1].

ج- الانحلالية:

تؤدي المثبتات المعدنية من جص وجير وطين دورا كبيرا في نوعية التماسك في الطوب، ودرجة هذا التماسك تختلف تبعا لانحلال المثبتات في الأوساط ونوعية الحرارة، فالطين يتميز بالانحلال الكلي، بينما الجص العادي فينحل بنسبة 60٪ في الماء المالح مقارنة بالماء العذب[2]، حيث يكون 10غ/ل في المياه المالحة التي تحتوي على Nacl و$Mgcl_2$ ، وفي درجة حرارة 12°م نجد انحلاله 2.3غ/ل و 2.54 غ/ل في 35°م. والجبس يتحلل بحمض كلور الماء وعدا ذلك فإنه يعتبر خاملا[3]،

---

[1] **https://mawdoo3.com. Vue le 25/12/2019.**

[2] أندروكوبون، إريك دودلي وروبن سيبنس، **جص الجبس**، تر: محمد بشير يوشع، دت، ص: 69.

[3] فاروق أشرف، **فن النحت والاستنساخ**، ط:1، دار القاهرة، 2002، ص: 79.

ومقاومته للضغط تزيد كلما قلّت كمية الماء[1]، وأما الجير الحي (CaO) فقدرة انحلاله في الماء أقل من 1.3 غ/ل، لذلك من المزايا إضافة مختلف المثبتات المعدنية لعجينة الطوب[2].

2-2-2- الخواص الميكانيكية:

ترتبط الخواص الميكانيكية لمادة البناء ومنها الطوب مثلا بمدى تأثرها بالعوامل الخارجية كالقوى الجانبية ومختلف الاجهادات من ثقل أو ضغط وغيره، ومن هذه الخواص[3] نجد:

أ- **المتانة:** وهي قدرة المواد على مقاومة الانكسارات تحت تأثير مختلف الاجهادات، ويعبّر عنها مخبريا بأصغر قوة محطمة ويتحكم تركيب المادة في المتانة.

ب- **الصلادة:** وهي مقاومة سطح المادة للتأكل أو الخدش، وتقاس وفق تصنيف Mohs من 1ألى 10 أو التصنيف الحديث من 1 إلى 16.

ج- **المرونة:** وهي قدرة المادة على استعادة شكلها تلقائيا بعد عملية التشوه التي خضعت لها ولكل مادة ثابت مرونة خاص بها، فالطوب المحروق أو الجاف والحجارة ليست لها القدرة في العودة للشكل الأصلي بعد إجهاد كاسر.

د- **اللدونة:** وهي إمكانية الاحتفاظ بالشكل الناتج بعد تطبيق قوة ما، فالطين الرطبة تأخذ شكلا جديدا بعد خضوعها لضغط مُغيِّر.

وتتحدد الخواص الميكانيكية للطوب على عنصرين هامين طبيعة المكونات ونوعية التشكيل.

فالتربة باعتبارها أهم المواد الخام المركبة للطوب تتغير تبعا للوسط الموجودة فيه أو الخاضعة له إما زمنيا (ليلا ونهارا أو شتاء وصيفا) كالحرارة والبرودة أو أشعة الشمس والأمطار التي تولد فروقا حرارية، وإما مكانيا (حسب التموضع)، وبالتالي فإنها تتمدد (الانتفاخ) ثم تنكمش(التجفيف) فضلا عن تغير بعض المعادن المركبة أيضا، مما يسبب فقدان التماسك بين جزيئات الطوب وتغيُّر مساماته بعد التكرار المستمر بين عمليتيْ التجفيف والرطوبة أو الانكماش والتمدد، ومن ثمّ تكون عرضة لتأثير الضغوط الجانبية بصفة سهلة ويسيرة مما ينجم عنه تشقق هياكل المباني أو انهيارها، وهو ما يتجسد في تباين أماكن التضرر فيها متأثرة بعامليْ قوى الضغط من شدة واتجاه.

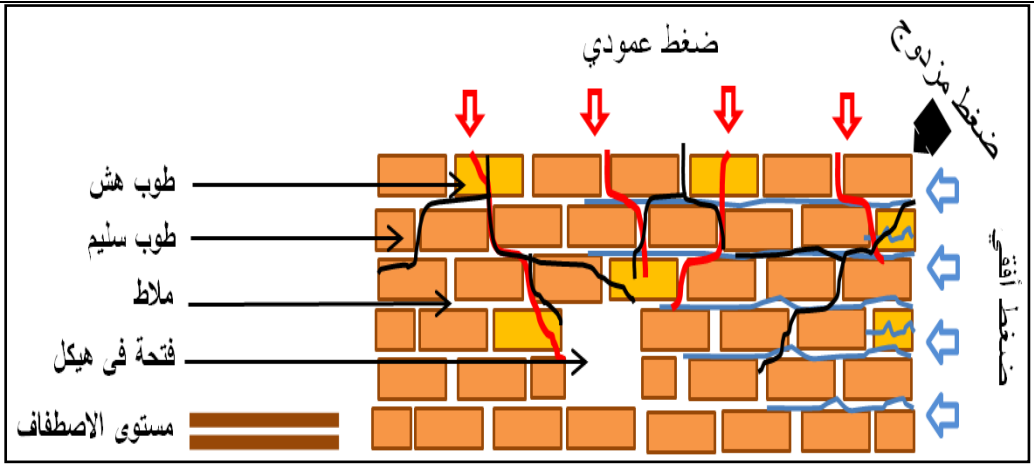
---

[1] مصطفى السيد شحاته وعبدالوهاب عوض، **خواص مواد البناء واختباراتها**، دار الراتب الجامعية، لبنان، ص: 231.

[2] أرزقي بوخنوف، **المرجع السابق**، ص: 94.

[3] محمد راتب سطّاس ومسعود أندرواس، **المرجع السابق**، ص: 29.

ويكون التأثير في أماكن الضعف في المباني سواء في الطوب الهش أو في مواطن الربط الملاطية باتجاه مستوى التسوية والاصطفاف وكذا الفتحات في المباني(الشكل 14).



الشكل 14: تأثير نوعية الضغط في مباني الطوب

من خلال الشكل تظهر نواتج قوى الضغط المتمثلة في الانكسارات والتصدعات أو الشقوق الشاقولية بالأحمر الناتجة عن الضغط العمودي والأفقية بالأزرق عن الضغط الأفقي والمتماشية مع مستوى الاصطفاف وطبقة الملاط، بينما نلاحظ تشعب تلك النواتج عند ازدواجية الضغط كمحصلة للاتجاهين.

وقد اهتمت بعض الدراسات بربط دورة (التجفيف/الرطوبة) بقدرة الانتفاخ (اللدونة) باستعمال أجهزة صعود الماء والتجفيف الطبيعي وتأثير ذلك في اللدونة، وخلصت إلى أن ظاهرة التعب في المادة المركبة تُرجِمت بالنقص في كمون الانتفاخ[1]. ونلخص ذلك في الجدول التالي:

الجدول 16: تركيب التربة وعلاقته باللدونة

الخليط	نسبة التركيب	التغير في اللدونة
1	الطين (50-80)٪	٪ 90-65
	السيلت (10-45) ٪	
	الرمل (2-15) ٪	
2	السمكتيت-إليت 80 ٪	٪ 40-15
	كاولينت 20 ٪	

[1] Omran ALSHIHABI, **Etude en laboratoire du comportement d'un sol compacté non saturé, influence des cycles de séchage-humidification**, thèse de doctorat, université des sciences et technologies de Lille 2000, p.30.

من خلال الجدول يتبين أن الخليط الأول ذو التركيب التربة يعطي لدونة وانتفاخا أكبر مقارنة بالخليط الثاني وهذا راجع لنوعية المركبات فيهما، وخاصة لما تملكه الطين من خاصية الانتفاخ في وجود الرطوبة. وأما ظاهرة التعب فهي ناجمة عن عدم قدرة العودة إلى حلقة الجفاف/الرطوبة وهي مجموعة متتالية من الحلقات التفاعلية الفيزيوكيميائية التي لها علاقة بالخاصية الميكانيكية، وتحدث بسبب توقف التبادل الأيوني والشّاردي في الروابط الكيميائية بين جزيئات المواد المركبة ووصولها لدرجة الإجهاد، وهذا ما يترجَم بالتدني في كمون الانتفاخ لينتج في الأخير ضعف تربة الطوب.

2-2-3- العزل الصوتي والحراري وكذا الكهربائي:

يتميز الطوب بنسبة عزل صوت وكهرباء عالية، تتجسد خاصية العزل الحراري في التقليل من سرعة الانتقال الحراري بكل أنواعه (التوصيل، الحمل والإشعاع) بين الوسطين الخارجي والداخلي. والجدول التالي يبين المقارنة مع مواد أخرى من ناحية التبادل الحراري[1].

جدول 17: مقارنة نسبة التبادل الحراري في مواد البناء

مادة البناء	الطوب اللبن	الآجر المشوي	قوالب الإسمنت
التبادل الحراري (حريرة/دقيقة/متر مربع) (ح.د.م^2)	0.22	0.48	0.88

وتستمد مباني الطوب هذه الخاصية من المواد المركبة سواء كانت عضوية أو غير عضوية ذات المصدر الطيني. ويكون التأثير في هذا الانتقال من جهتين:

أ- **خارجيا:**

من خلال الجدول نلاحظ أن للطوب نسبة تبادل حراري قليلة، إذ يخزن الحرارة ويحافظ على طبيعة الأوساط الداخلية وذاك تماشيا مع فصول السنة خاصة الصيف والشتاء. ويكون التأثير من حيث طبيعة الوسط سواء حرارة أو برودة، ففي الصيف يحافظ على برودة الوسط الداخلي؛ إذ يُحبَّذ عدم اكتساب مباني الطوب للحرارة الخارجية، وفي الشتاء يحدث العكس؛ حيث يُبتغى عدم فقدها من الداخل. كما تشير لدراسات ألمانية إلى أن اللبن الطيني (الطوب)، إذا تم وضعه في غرفة ذات رطوبة 95٪ لمدة ستة أشهر، لا يفقد الاستقرار لأن محتواه المتوازن من الرطوبة حوالي 5 إلى 7 ٪ من

[1] بلقاسم التخي، **ترميم وصيانة السقوف التقليدية بالقصور الصحراوية –دراسة حالة سقوف الأغواط–**، ماجستير في الصيانة والترميم، معهد الآثار، جامعة بوزريعة، الجزائر، 2010، ص: 58.

وزنه، بالإضافة إلى ذلك؛ على الرغم من الاختلافات في رطوبة الهواء الخارجي إلا أن الرطوبة النسبية داخل المسكن المبني من اللبن الطوبي تظل ثابتة تقريبًا عند 50٪ مع اختلافات تتراوح بين 5 إلى 10٪ وهو ما يوفر ظروفا صحية.

ب-**داخليا:**

يتناسب سمك هياكل مباني الطوب مع سرعة الانتقال الحراري تناسبا طرديا، ويشير حسن فتحي في مقاله المعنون ب "عمارة الفقراء" أثناء كلامه عن عمارة الطين أن من مزايا الطوب المجفف في الشمس هو أنه واحد من أقلّ الموصلات الحرارية، وذلك بسبب ناقليته الطبيعية المنخفضة جدا، حيث يذكر أن 22 سعرة حرارية/ دقيقة/ سم^2 وحدة سماكة للطوب ذو 20٪ رمل ناعم و32 سعرة حرارية/ دقيقة / سم^2/ وحدة للطوب ذو 80٪ رمل خشن، مقابل 48 للطوب المحروق و8 للكتل الخرسانية)، ومن جهة أخرى ونظرا لضعفه (الطوب) فإنه يستوجب سماكة المباني أثناء التشييد به[1]. ومن هذا يتبين أن تركيبة الطوب في حد ذاتها عامل مهم في التحكم في درجة الانتقال الحراري فهو بمعدل 110 سعرة حرارية/ دقيقة/ سم^2 لطوب مكون 100٪ رمل ناعم و40 سعرة حرارية/ دقيقة/ سم^2 لطوب مصنوع من رمل خشن خالص، فالالتصاق بين الحبيبات (التضام) يزيد من الناقلية والعكس صحيح.

بالإضافة إلى أن حجم الفراغات في منشآت الطوب (هياكل قائمة كالجدران أو مائلة وأفقية كالسقف والقباب) من حيث الكم والنوع وكذا التموضع ذات تأثير في الناقلية الحرارية أيضا، فكثرة وحجم الفتحات يؤثر في الانتقال خاصة من الخارج نحو الداخل زيادة إلى التغير في حركية الهواء الداخلي، بينما في حالة العكس (من الداخل نحو الخارج) فوُجد أن 25٪ من الحرارة المكتَسَبة تُفقد بسببها(الفراغات). أما من ناحية النوع فإن الفتحات المستعملة ككوّات، مشربيات أو نوافذ ذات ستائر أو زجاج تتباين سرعة الانتقال فيها، حيث نجد أن هذه الأخيرة (نوافذ زجاجية) تُضيع 25٪ من الحرارة المكتسبة أيضا. كما أن تموضع الفراغات في المبنى له الدور في الانتقال لما يربطه مع حالة حيز تواجد المبنى خارجيا من جهة كاتجاه الرياح وغيره، ومن جهة أخرى فالفراغات العلوية المناسبة والمتقابلة داخل المبنى تحافظ على عدم الإخلال البيِّن في الانتقال مع ضمان حركية الهواء.

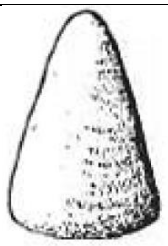
[1] Hasan FATHY, **Architecture for the poor**, Ministry of Culture, Egypt, 1969, p: 23.

2-2-4- قابلية إعادة الاستعمال:

يعتبر الطوب من المواد النادرة القابلة لإعادة الاستعمال، فبعد انهيار مبانيه يمكن استرجاع 70٪ من كمية الطوب المشيد به سابقا، واستعمالها مرات عدة دون إخلال في ميزاتها الأساسية.

2-2-5- تنوع أشكال وأحجام الطوب:

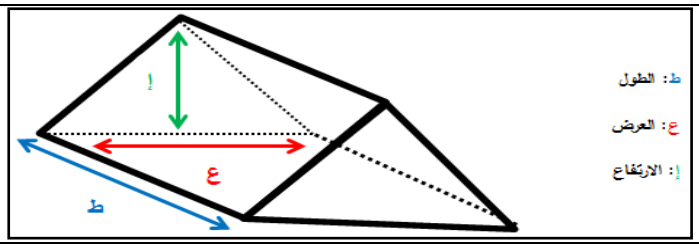
توجد أنواع عديدة من الطوب تبعا لمادته المرنة التي يمكن التحكم فيها قبل جفافه، وتطورت أشكاله البدائية ابتداء من المخروطي، الإجاصي والنصف كروي، ومرورا بالمسنن والمستوي المحدّب[1] (الشكل 15) وصولا للهيكل الخماسي والسداسي.

				
1. مخروطي	2. إجاصي	3. نصف كروي	4. مسنن	5. مستوي محدّب
الشكل 15 : تطور أشكال الطوب (عن Doat P et al, p :107)				

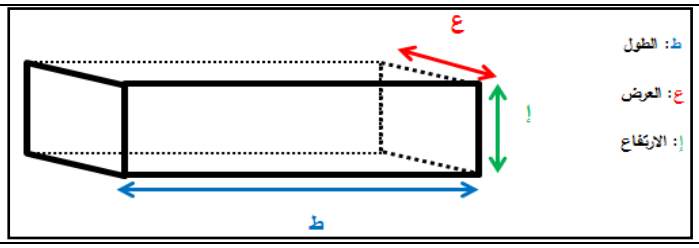
وقد ظهرت حديثا أشكال أخرى يمكن التحكم فيها، تبعا لنوع هيكل القالب، مع إمكانية تجزيء اللبنة إلى أنصاف وأرباع...الخ متماشية ونوعية الهياكل المراد بناؤها والحاجة المرجوّة (الجدول18).

[1] Doat P et al, **Op.Cit**., p : 107.

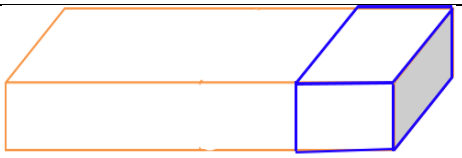
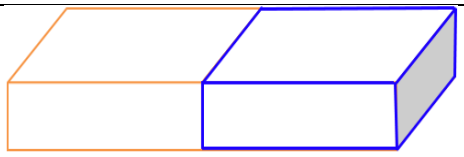
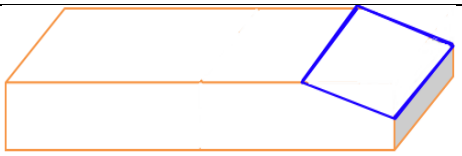
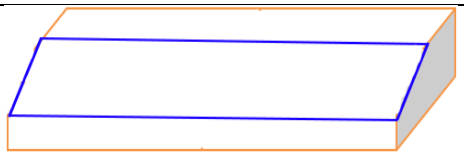
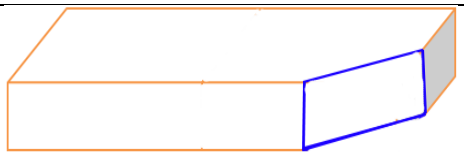
الجدول 18: أشكال قالب الطوب الخماسي والسداسي وأجزاؤه



قالب طوب خماسي كامل



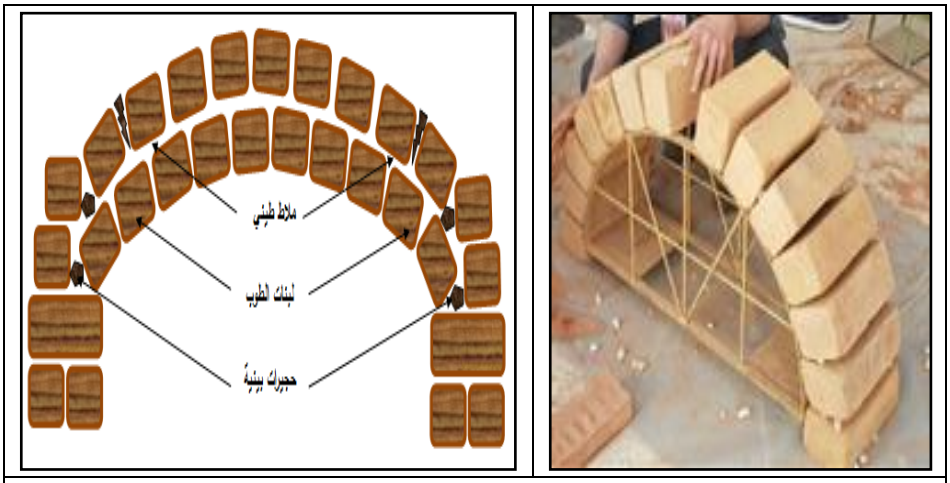
قالب طوب سداسي كامل– شاهد–

	
ربع قالب	نصف قالب
	
آدية مشطوف	شناوي مشطوف
	
قالب منصوف بطنيا (طوليا)	قالب مشطوف الركن (الزاوية)

2-2-6- تمايز الهياكل المبنية بالطوب:

نجد أنواعا مختلفة من البناءات بالطوب، فمنها الأرضية كالبلاطات والدّكانات[1] والقائمة كالجدر والأسوار والأفقية كالأقواس والعقود التي وجدت بتمنطيط رغم صعوبة تقنيات تنفيذها (الشكل 16).

[1] **الدكّانات:** مفردها دكّانة ولها تسميات محلية خاصة بالجنوب الغربي الجزائري كالتدكّانة بمنطقة أدرار وتدوكانت ببشار، وهي أماكن مخصصة للراحة أو للنوم صيفا كما أن لها وظيفة ضمان تماسك الجدران من الجهة السفلية.ينظر: قادة لبتر، "قصر موغل بولاية بشار مقاربة تاريخية وأثرية"، **منبر التراث**، ع: 5، جامعة تلمسان، 2016، ص: 157.



الشكل 16: تقنية بناء هيكل الأقواس بالطوب السداسي

وقد شُيِّدت وقتذاك ببناء الجدران في شكله العادي مع إجراء عملية التقويس بالطوب والاستعانة بجذع النخل ثم تفريغ الجزء السفلي بعد أن يتم جفاف البناء، كما وجدت بعض آثار الربط في أقواس الطوب الدالة على استخدام الحبال أو الخيوط للشد والتمتين بين مختلف طوب الهيكل.

أما في الفترة المتأخرة والحديثة أُدخلت التراكيب الخشبية والمطاطية (العجلات) أو المعدنية كتقنية جديدة ومسرعة لعملية الإنجاز.

2-2-7- الخصوصية البنائية والترميمية:

هناك سهولة في البناء بالطوب وكذا قصر مدة التنفيذ وسهولة الصيانة وبساطتها وقلة تكلفتها، إضافة إلى تنوع أساليب وتقنيات البناء في مختلف هياكل الطوب المشيدة كتقنية المداميك، آدية وشناوي والسنبلة. كما يمكن أن تبقى هياكل اللبن في حالة حفظ جيدة ولمدة أطول لما لها من مقاومة نسبية لعوامل التلف خاصة إذا أُلحِقت بتكسية خارجية. زيادة إلى إمكانية التخلص من الشقوق الرأسية الموجودة في الهياكل بربطها بإحكام، وكذا إجراء استحداثات على مستواها.

3- عيوب الطوب وإمكانية تلافيها:

لدى الطوب بعض العيوب عند مقارنتها بالمواد الصناعية الشائعة، لا يمكن قياسها جملة واحدة، فتركيبه يختلف وفقًا للمعادن الموجودة في التربة، ولذلك يجب ضبط الخليط لموازنة مكوناته المختلفة[1]، فالطوب يتقلص عندما يجف بسبب تبخر ماء الخليط.

وعلاوة على ذلك فليس للطوب مقاومة للماء، لذلك يجب أن تكون الهياكل المبنية به محمية بسقف وأغطية مناسبة مع إجراءات الصيانة بشكل دائم حتى لا تملأ مياه الأمطار الأجزاء والهياكل الحاوية لطوب اللبن والمؤدية لانفصال بعضها عن بعض. أما في حالة الانشاء الهيكلي المكثف فإن الأوزان الكبيرة الناتجة عن عناصر البناء من جدران وأسقف بسبب سماكتها تؤدي لهبوطات وخاصة في الفترات الماطرة، مما يسبب تشقق وانهيار الهياكل.

كما أن استخدام الأدوات والقوالب الخاصة بصنع اللبن قضى على إشكالية احتياج الخبرة وكذا المجهود الكبير.

وبالرغم من ضعف مقاومة الطوب للعوامل الطبيعية فله خاصية ديمومة كبيرة، والعلة راجعة لقلة نسبة الرطوبة الصحراوية، وميزة المقاومة للاهتزازات[2]، فالكثير من البناء المعماري الترابي وصل إلينا عبر قرون. وهناك أفكار خاطئة عن أنها هشة وأقل مقاومة للماء، ولا تستطيع مطلقا الاستجابة إلى المعايير المعاصرة للرفاهية والأمن والدوام، ومن ثَم أطلقوا عليها مساكن (الشكولاطة).

هذه الأفكار سلبية في محتواها من وجوه عدة، فالماء لا يمكنه الإضرار بهذه المباني إلا إذا كانت مصممة بشكل سيء، وإنجازها لم يحترم قواعد البناء بالتربة، ومن هنا يتبين أن الهشاشة قائمة على خبرة البناء التقليدي وكذا ثقافة الصيانة. مكا أن التربة كمادة بناء لها مقاومة جيدة للماء، بشرط اتباع قواعد فنية تستجيب لمعايير الحداثة. إضافة إلى أن تقنيات البناء بالتربة يُسهّل التحكم فيها، مما يسمح باستقلالية تكنولوجية، فهذا البناء إرث دائم التجدد، له قابلية الاستعمال بإضافة الماء (العنصر المضِر) إلى حطام تربة هيكل البناء.

---

[1] بالنسبة لعيوب الطوب فإنها تتوقف على نوعية التركيبة الخاصة بها (المادة الأولية)، وكذا بالرجوع إلى صانع هذه اللبِنات وظروف التصنيع، للاستزادة ينظر:

Minke, G, **Building with Earth Design and Technology of a Sustainable Architecture**. Birkhäuser - Publishers for Architecture, Berlin, 2006, 198 p.

[2] P BARDOU et ARZOUMANIAN, **Archi** des éditions parenthèses, 1978, p : 17.

وهذا هو السبب الكامن لعودة الاهتمام العالمي بهذا البناء المعماري في الربع الأخير من القرن الماضي، الذي ناصره المهندس المعماري المصري حسن فتحي*، وانتشاره في كل القارات، خاصة وأن جنوب غرب الولايات المتحدة الامريكية أصبحت النموذج في تحيين وتثمين التقنيات القديمة في البناء، وصار الاقبال على هذا النوع مفسرا للتقدم الهام في مجال البحوث التي تنفي الأفكار السلبية بخصوص فضائل هذا النمط من البناء.

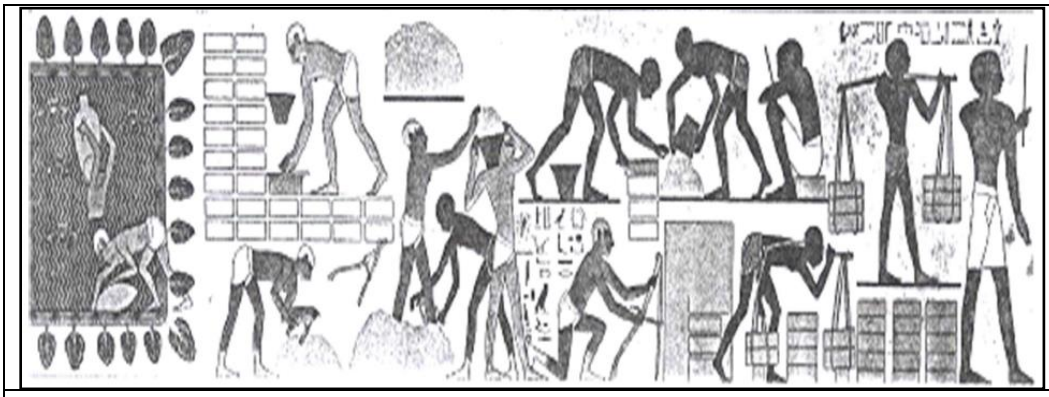
V- إعداد الطوب عالميا

يتخذ السكّان مأوى يتماشى مع الظروف الطبيعية المحيطة بهم، وللتكيّف مع البيئة التي يعيشون فيها. وعكست المكونات المعمارية صورة التأقلم، فكان الاستغلال الأمثل للمواد المحلية المتوفرة والقريبة منه كالطين بالنسبة للطوب انطلاقا من اختيار المكان وصولا إلى الاستعمال.

1- مراحل إعداد الطوب عالميا:

اهتم القدامى باتباع مراحل في سبيل إعداد الطوب، وخير شاهد على ذلك ما صوره المصريون الأوائل لتلك المراحل، بدءا من صناعة كتل الطمي المخلوط بالتبن وصولا لرصّ الطوب في صفوف وتركها تجف تحت أشعة الشمس مرورا بوضع المخلوط في القوالب الخشبية المستطيلة الشكل، كما في جدران مقبرة (رخ مي رع) بالقرنة للأسرة الثامنة عشر (الصورة 3).

* كانت عودة الاهتمام العالمي بالبناء المعماري بالتربة وخاصة الولايات المتحدة الامريكية بحسن فتحي (1900-1989)، ففي 1981 طُلب منه إنجاز قرية بالطوب في (أبيكيو) قلب المكسيك الجديد، وقام بتنظيم تربص حول تقنيات البناء بالتربة، موجه إلى المعماريين الامريكيين، ومن ثَم استفادت الولايات المتحدة المتطورة من مهارات ممثل عن الدول النامية، وقبل ذلك كان له مشروع المدينة الجديدة (قورنة) بصعيد مصر (1945-1946)، حيث ضمن فتحي شهرة عالمية، كانت له إرادة البناء مع الشعب، ممتثلا بآراء منها أن لا يكون هناك تقليد زائف ولا عصرنة مختلفة، وإنما فن معماري يكون التعبير الدائم والمرئي عن طبع المجموعة البشرية، وحصل على جائزة الآغا خان في مجال المعمار في 1980، وبالميدالية الذهبية للاتحاد الدولي للمهندسين المعماريين في 1985، وهو صاحب المقولة (طريق الواجب مستقيمة وطريق الجمال ملتو).



صورة 3: مراحل إعداد الطوب في التصوير الجداري لمقبرة (رخ مي رع) بمصر

وتبعا لآلية صنع الطوب هناك تقنيتين رئيستين في إنتاجه، واحدة يدوية والأخرى آلية ميكانيكية، تنتجان بالترتيب طوبا تقليديا وآخر حديثا متطورا.

1-1- الانتاج اليدوي:

وهذا النوع يترجم القولبة التقليدية باليد مباشرة أو بالقالب، حيث يتم استخدام أسلوب الصب اليدوي للعجائن المحتوية علي نسب عالية من الماء، ونجد في هذا النوع:

أ- القالب العادي:

ويكون ذلك باستعمال عجينة مُمَيّهه أو المسحوق (mi-molle et mi- ferme)، ومن أجل تسهيل إعادة القولبة يستخدم الماء أو الرمل للقطع (coup d'eau et coup de sable)، ويفضل استخدام طاولة قولبة خاصة بذلك في حالة الرمل.

ب- القالب المتعدد:

الخليط المستخدم يكون سائلا نوعا ما، ويتم تفريغه في قوالب متعددة، ولكي نتحاشى المخاطر المحتملة الحدوث بصفة كبرى كظهور الشقوق في لبنات الطوب؛ يجب إشباع تركيبة المزيج بالرمل الخشن والتقليل من الحصى.

ج- قالب الطبقة المتقطعة:

وفيه يتم إعداد طبقة سميكة أرضية من المادة الطينية، وتسوّى سطحيا بلوحة خاصة، ويتم تقطيع الطبقة بمقاطع معدنية ممتدة على طولها.

1-2- الإنتاج الميكانيكي:

تطورت هذه الطريقة مع نهاية القرن التاسع عشر بالولايات المتحدة الامريكية، ففي بادئ الأمر قام بكاليفورنيا (Hans Sump) باستخدام آلات مجرورة بحيوانات، ثم استُعمِل المحرّك بعجلات وحوامل هرمية مقلوبة يوضع بها الخليط، وتسهل بها عملية التفريغ، تمر فوق صفيحة تتكون من 25 قالب، ليتم التفريغ تتابعيا فوق سطح الأرض[1].

فصناعة الطوب الطيني تأتي عبر مراحل متعاقبة، تبدأ من الحفر وتنتهي بالتكسية، وقد تم تطوير أول آلة لكبس التربة في القرن الثامن عشر في فرنسا، حيث قام فرانسوا كونتورو بتطويرها؛ عندئذ بدأت الاتجاهات لتطوير أسلوب الصب الآلي للعجائن، عن طريق استخدام الكبس تحت الضغوط المرتفعة نسبيا.

ولقد كانت إعادة التجديد للطوب في الولايات المتحدة الامريكية أوائل القرن 20م (تكساس، آريزونا، المكسيك الجديدة، كلورادو، كاليفورنيا)، حيث استُعملت قوالب طوب بمعايير محددة، وكذا توظيف آلات لذلك.

وتوجد اليوم في العالم وحدات صناعية تنتج 20000 لبنة طوبية يوميا[2]، وتعددت المقاسات فمنها (15x40x40) سم، (15x30x40) سم، (10x20x40) سم أو (8x30x30) سم.

ونجد 3 أنواع من النواتج (الشكل 17):

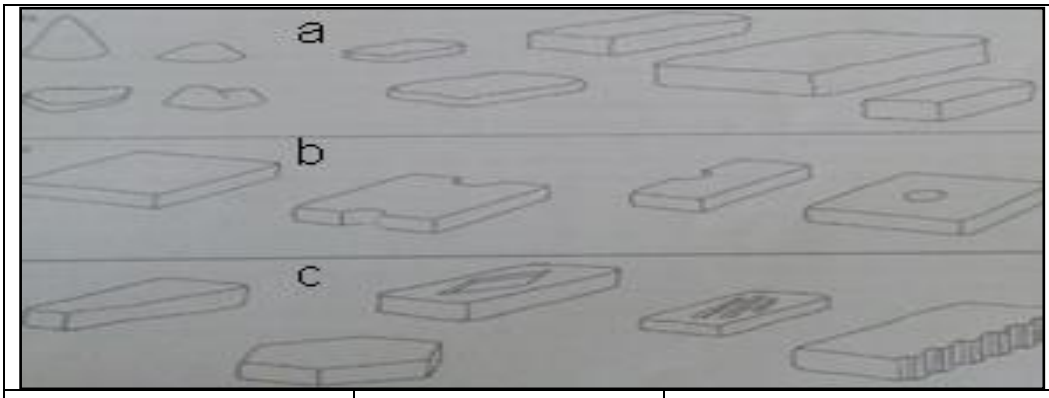
أ- **كلاسكية مألوفة:** وهي لبنات مشكلة باليد أو مقولبة باليد وميكانيكيا، وتكون القوالب فيه معدنية أو خشبية غالبا، ولها شكل مخروطي كما في (Tubalis) بالشمال النيجيري، أو مربع أو مستطيل، وبمقاسات مختلفة.

ب- نوعية: هذه اللبنات مقولبة لميزات متعددة، سواء لزخرفة أو أنها تهيّأ جانبيا أو داخليا للربط مع طينة الطلاء أو المونة، أو لتسهيل تموضعها وانسجامها مع الملاط أو اللبنات فيما بينها، تناسب الشكل الموشوري الأصل، والستعمَل غالبا في مستويات عدّة كالسطوح والشرفات وغيرها.

[1] Mohammed Yazid HARBIT, "**Patrimoine en pise (ressource textuelle, sauf manuscrits), étude et modélisation**", thèse de magister en Génie-civil, Université Abou Bekr Belkaîed Tlemcen, 2008, p: 18.
[2] Ibid, p: 15.

ج- **ضد الزلزال:**

تستخدم هذه اللبنات الخاصة لتحسين مقاومة البناء ضد الصدمات والموجات الزلزالية، شريطة إدخال الهياكل المعدنية أو الخشبية، الشاقولية أو الأفقية. ونجد هذه النماذج من اللبنات في البلدان شديدة المخاطر الزلزالية ككاليفورنيا.



a لبنات الطوب الكلاسيكي	b لبنات الطوب النوعي	c لبنات الطوب ضد زلزالي

الشكل 17: أنواع الانتاجات الميكانيكية للطوب (CRATerre 1995)

2- أنواع الطوب العالمية:

تعدّ مادة الطين واحدة من أهم المواد الأساسية المستعملة في البناء في الحضارات القديمة، والتي كانت الأساس في تركيب وتصنيع الطوب، هذا الأخير ينتمي إلى الفئة الثامنة من تقسيم Houbein، انطلاقا من مخطط الدائرة الخاص بطرق استخدامات التربة في البناء[1]، حيث يعده من فئة المقولب mouler، وأدرج 3 أنواع رئيسة من التشكيل:

2-1- تشكيل يدوي حر (Forme):

وهو طوب كيْفي يصنع ويشكَّل باليد دون استخدام هيكل أو قالب محدّد وإنتاجه قليل، وذلك بسبب تصنيع لبنة واحدة تلو الأخرى، ويعدّ طوب أطلال التل الصيني من أول استعمالاته[2]، ونجد من هذا النوع من التشكيل:

[1] هناك من له نظرة أخرى حول أنواع الطوب الطيني سواء المصنوع يدويا أو آليا، حيث تنقسم إلى ثلاثة أنواع رئيسية، هي الطوب النيئ والأحمر وطوب التربة المضغوطة، وهناك من يجعل منه قسمان طوب نيئ وآخر محروق.

[2] محمد عبد الهادي، **المرجع السابق**، ص: 158.

أ- **طوب الكتلة** (مدرات غير جافة من التراب) المستخدم في تقنية البناء بالطين القش (bauge) عن طريق التكديس، وقد استعمل في بلدان افريقية مثل غاوا ببوركينافاسو[1].

ب- **الطوب الكيفي** أو الخماسي المستعمل في تقنية البناء بالطوب اللبن، كما في بعض القصور الصحراوية مثل إقليم توات (أدرار) بالجزائر.

2-2- تشكيل يدوي في قوالب (Manuel):

تستخدم في هذا النوع قوالب خشبية أو معدنية بهيكل منتظم مستطيل أو مربع بإنتاجية قليلة (لبنة واحدة أو لبنتين)، واستخدمت كتل اللبن المنتظمة الأبعاد منذ ثلاثة آلاف سنة قبل الميلاد من قبل المصريين بقالب خشبي[2]، وقد وُجد هذا النوع أيضا في أغلب القصور الصحراوية الجزائرية.

2-3- تشكيل ميكانيكي في قوالب (Mécanique):

يتم الاستعانة بالآلات الميكانيكية في ذلك، وينتج كميات كثيرة في آن واحد بوتيرة سريعة بفضل قوالبه المرتبطة مع بعضها البعض.

3- مقاسات الطوب العالمية:

تختلف مقاسات الطوب في العالم تبعا للزمن والمكان، كما تتباين داخل منطقة محددة، وذلك للأسباب التالية:

أ- طبيعة وغرض البناءات والهياكل المشيّدة:

الهيكل يبنى لغرض وظيفي كالحمل أو الحماية أو يكون غرضه زخرفيا، ومن هناك فطوب البناء فيهما يختلف، إذ الأسوار والجدران ليست كالنوافذ، ومباني المساكن ليست كأسوار القصبات والمعابد لما تحويه من مكانة وقدسية.

ب- طبيعة ساكنة التشييدات:

وهذا راجع للمكانة التي يتبوّؤها السكان طبقيا أو ماديا، فمباني منازل عامة الشعب ليست كمباني الأمراء وعلية القوم. وقد تتداخل هذه الأسباب فيما بينها، حيث عُرف عند المصريين أن الطوب ذو الحجم الكبير يستخدم في تشييد المباني العامة كأسوار المعابد والأهرامات ومنازل علية

[1] Yasmine TERKI, **Op.Cit**, p: 70.

[2] محمد عبد الهادي، **المرجع السابق**، ص: 158

القوم، أما صغيرو الحجم فاستعملت في مباني عامة الشعب وبناء المقابر، كما شمل نوعيْ الطوب بعض المباني القبطية كالأديرة الصحراوية مع شيوع استخدام ذو الحجم الصغير فيها[1].

ج- اختلاف تقنيات الصنع:

مع تقدم الزمن أصبح التحكم في آليات تشكيل الطوب وقولبته مستساغا، وفي الغالب كلما تقدم الزمن نقصت الأحجام الطوبية، وهذا التساير يختلف من منطقة لأخرى، ففي مصر الحديثة وجدت مقاييس مختلفة ممثلة بالطول (ط)، العرض (ع) والارتفاع (إ) أي (ط xع xإ) وهي (96.5 x 53.3 x30.5) سم و(23 x 11.5 x 7.5) سم، وقبل ذلك في مصر القديمة مقاسات ب (92.5 x 45 x 30) سم تتطلب قوة بشرية وآلية لحملها أو نقلها، وفي القصور الصحراوية الجزائرية تساير ذلك من الوضع الكيفي إلى المنتظم، كما سنبينه لاحقا. و**الجدول** يبين مقاسات عالمية حسب CRATerre[2].

الجدول 19: جرد لمقاسات طوب عالمية

القارة	البلد	المقاسات	ملاحظة
آسيا	اليمن	8 × 30 × 30	هذه المقاسات المشهورة داخل كل بلد، وإلا فإن هناك مقاسات أخرى في نفس البلد.
افريقيا	مصر	11 × 14 × 22	
	تونس	4 × 10 × 20	
أوروبا	ألمانيا	12 × 12 × 25	
	فرنسا	8 × 14 × 30	
امريكا	الولايات المتحدة الإمريكية	11 × 19 × 48	
	المكسيك	8 × 20 × 40	
أستراليا	أستراليا	10 × 30 × 46	

VI- إعداد الطوب مَحلّيا

تتشابه مراحل إعداد الطوب المحلي خاصة اليدوي منه، وتتوقف الفوارق للإمكانيات المتاحة وطبيعة الجو السائد، فيصف ابن خلدون طريقة البناء بالحجر والطين، حيث يقول "البناء بالحجارة (المشذّبة) تكون بإقامة جدران يلصق بعضها ببعض بالطين والكلس الذي يعقد و يلحم كجسم واحد"[3]، أما البناء بالطين فيتم "برمي الطين والكلس بين الألواح الخشبية بالتكرار فينشأ الجدار قطعة واحدة

[1] محمد عبد الهادي، **المرجع السابق**، ص: 159.

[2] CRATerre, **Op.Cit**, p. 114

[3] - عبد الرحمان ابن خلدون، **المصدر السابق**، ص: 323.

ويتم عمل السقف بمد الخشب المحكم النجارة على حوائط البيت ومن فوقها توضع الألواح الموصولة بالدساتير ويصب فوقها التراب والكلس ويبسط حتى تتداخل أجزاؤها وتلتحم"[1].

1- مراحل إعداد الطوب محلّيا (تمنطيط):

كان لشكل الطوب اللبن (التقليدي) ومقاساته الأثر في تشكيل الهياكل وحجمها، فنجد منه ذو الشكل التكعيبي (سداسي الوجوه) كالمستطيل أو المربع، وكذا الهرمي الكيفي(خماسي الوجوه)، واسم صانعه الطوّاب*، ويتم إنجاز الطوب وفق مراحل (اللوحة 18).

1-1- إعداد العجينة (العَجْنة):

تسمى أيضا محليا بالخلطة، وتتم عن طريق اختيار المكان المناسب، والذي يحتوي على المكونات الأساسية، فالتراب متوفر في جميع الأماكن على عكس الطين الأحمر والأصفر اللذان يستخرجان من مناطق محدودة، ثم تحفر حفرة وتعجن فيها تلك المواد والكل يستعمل بنسبة 50%.

وتعدّ مرحلة الخلط جد هامة؛ إذ أن جودة الطوب المراد صنعه مرهون بخلط الطين بمواد تزيد تماسكه وتقلل انكماشه، ويكون ذلك إما بإضافة مواد مسحوقة أو مهروسة للتربة الجافة أو إضافتها (المواد) للماء في الحالة السائلة، وبذلك يضمن الطوب الاحتفاظ بشكله الأصلي دون حدوث تشرّخ، وتحدّ من تشققه[2]. وتدعى هذه الإضافات بالمثبتات الرابطة والتي يمكن تقسيمها على النحو التالي:

1-1-1- مثبتات عضوية:

لهذه المواد الدور في تحسين مقاومة الطوب للماء من خلال خلق روابط قوية بين رقائق مكوناته ومنع تشتتها وانفصالها عن بعضها البعض، وتكون هذه المواد إما لبقايا نباتية أو أنثروبيولوجية[3] (مخلفات الانسان أو الحيوان).

---

[1] عبد الرحمان بن خلدون، **المصدر السابق**، ص: 324.

* في زمن غير بعيد، اقتصر هذا العمل (ضرب الطوب) في توات على بعض الدخلاء الأجانب كطوارق مورتانيا وليبيا ومالي، وأما الرجل القصوري يأنف القيام بذلك ويفضل مهنة البناء.

[2] G TORRACA, **Op.Cit**, p : 101

[3] عبد الناصر بن عبد الرحمن الزهراني ومحمد أبو الفتوح غنيم، **كيمياء الترميم والصيانة**، دار جامعة الملك سعود للنشر، الرياض، المملكة العربية السعودية، 2015، ص: 66.

وقد استُخدِم روث البهائم للربط في طوب أطلال التل الصيني، أما المصريون القدامى فاستعمل لذلك الغرض التبن المقرط في طوب منشآتهم المختلفة[1]

أ- الإضافات النباتية:

نجد من بين هذه البقايا الألياف التي تحسِّن من قوى الشد وتزيد من قوى الضغط (10-45 كلغ/سم^2)، واستُخدم بتمنطيط على غرار مناطق توات ليف النخل (الفْدام) وليف الحبوب (البْرومي) ونباتات أخرى، وأحيانا استعمال تربة الفلاحة القديمة لما قد تحويه من بقايا النباتات أو جذورها الميتة. كما نجد التبن الذي شاع استخدامه منذ القدم وإلى الآن مع مواد أخرى في تقوية الطين وتقليل التغيرات الحجمية للطوب.

ب- البقايا الأنثروبيولوجية:

تتعدد الإضافات الحيوانية والآدمية الداخلة في تركيب الطوب، فنجد روث البهائم كمادة رابطة في كتل الطوب قديما والذي له الدور في تنشيط التخمير وربط جزيئات الطوب، وقد خُصِّصت له بتمنطيط مجالات لإعداده كالمرابض والاسطبلات. زيادة إلى إضافة الدماء سواء الحيوانية أو البشرية، هذه الأخيرة التي اكتُشف أنها استعملت في خلطة الطوب لدى الصينيين منذ القدم وهي دماء أعدائهم الذين كانوا يهاجمون مدنهم بين الفينة والأخرى، وفي تمنطيط أدخلت الدماء إلى جانب العظام والريش والرماد كونها أحد بقايا الذبح في أماكن تربية الحيوانات أو الاستخدامات اليومية. وهذه المكونات لها التأثير في زيادة قوة وتلاحم الطوب.

كما أن هناك إضافات غير مرئية ذائبة ونصف ذائبة كالعصارات النباتية والبول لها فوائد في خلطة الطوب.

1-1-2- مثبتات غير عضوية:

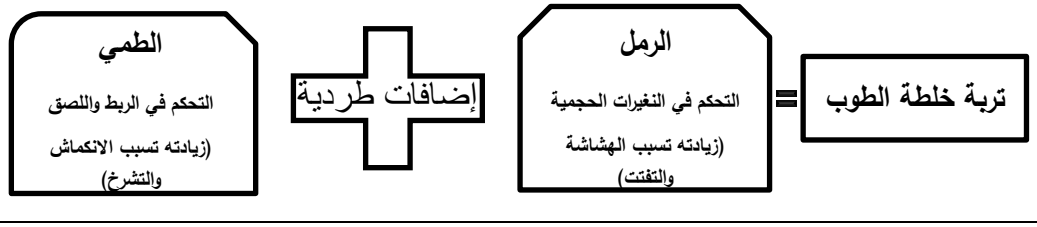
بغرض تحسين خواص الطوب وخاصة الميكانيكية منها تُضاف إلى خلطة الطين العديد من المواد غير العضوية كالرمل، الجبس، الجير وبقايا الفخار وغيرها، ولها الدور في التقليل من نسبة الانكماش في الطين عند الجفاف والحد من عملية التشرّخ.

[1] محمد عبد الهادي، **المرجع السابق**، ص: 159.

أ- الرمل:

يعتبر الرمل مادة خاملة أمام الماء، وهو ذو تركيبة معدنية غير قابلة للانتفاش وذات حجم ذري أكبر من معادن الطين، لذا فهو يحدّ من التغيرات الحجمية للطوب اللبن والتي يسببها انكماش الطمي المكون لقوالبه، وكما يشير Kemp أنه لصناعة طوب لبن صلب يستوجب خلط الرمل الجيد بالطمي مع إضافة التبن، لذلك فإن إضافة الرمل ضرورية للتربة الطمية لتفادي الانكماش الزائد عند الجفاف.

ولإحداث الاتزان في تربة خلطة الطوب لابد من أخذ الرمل والطمي بعين الاعتبار، فزيادة الرمل تتطلب الطمي كعامل لصق وربط، كما أن زيادة الطمي تستوجب زيادة الرمل للحد من التغيرات الحجمية والمسببة لانكماش وتشرّخ الطوب (المخطط 1).



مخطط 1: العلاقة بين الرمل والطمي في تربة الخلط للطوب

وقبل الوصول إلى حالة التميُّه فإن خليط تربة العجن يمر بحالات مختلفة مناسبة لكل نوع استعمال في البناء بدءا بالجاف (sec)، رطب (humide) مناسب لBTC والبيزي، لدن (plastique) للطوب، لزج (visqueux) للملاط وصولا للحالة السائلة، ويرتبط الانتقال في هذه الحالات بنسبة الرمل؛ فكلما كان الخليط ذو نسبة معتبرة من الرمل كلما زادت سرعة انتقاله من حالة إلى أخرى[1].

لذلك يحرص على عدم إضافة الكثير من الماء مرة واحدة للخلطة العجن، وللتمكن من تصحيح رطوبتها العالية جدا يتم وضع دلو من المزيج الجاف جانبًا على حواف كومة الخليط.

ب- الأحجار الجيرية:

يوجد الجير في التربة طبيعيا على شكل ركامي أو مسحوقا، وذلك بمكونه الأساس وهو كربونات الكالسيوم الذي بفضله تزيد لدونة خليط التربة وزيادة قوة الطوب، بعد تفاعله كيميائيا مع

[1] Pierre DELOT, **les adobes**, **Production et mise en œuvre,** Association le village, France, 25 janvier 2015, p: 38.

جزيئات الطين، ولإنتاج طوب ذو خاصية ميكانيكية قوية لابد أن يضاف الرمل الناعم للجير لأن هذا الأخير مادة ربط ضعيفة.

ج- الفخار والأحجار الخشنة:

استخدمت قطع الفخار وبعض شظيات الحجارة الخشنة من حصى وغيره في تركيبة الخلطة الخاصة بالطوب بصفة عشوائية غير مدروسة بغرض التثبيت كاستعمال القرميد المطحون في الآجر لنفس الغرض[1]، ومرد ذلك وجودها أثناء الخلط على مستوى السطح أو في مستويات قريبة، وهذه العشوائية أحيانا في مكان الخلط قد تكون إيجابية لإعداد عجنة مناسبة، خاصة إذا ما صادفت مناطق متأثرة بالتدخل البيولوجي على المواد الأولى كبقايا حفر الحيوانات لجحورها وغير ذلك، لما فيه من بقايا عضوية وكيميائية تسهم في ذلك.

وللإشارة فإن في تمنطيط وجدت البقايا الجيرية وبعض الشقف والأحجار المختلفة الأحجام والأشكال داخل الطوب متوزعة توزيعا عشوائيا، وهذا يعتبر خلل في الصناعة حيث تتركز المميزات الميكانيكية من متانة وصلابة في جهة دون أخرى، مما ينجم عنه اختلال في قوام لبنة الطوب وتكون عرضة للتلف الداخلي والخارجي، زيادة إلى مشكل الملوحة الزائدة عن الحد والذي يجعل من عملية التبلور رهينة أماكن غير مضبوطة.

وتتم عملية العجن والخلط باستخدام المعاول والفؤوس المناسبة، إضافة إلى عملية الدعك للخليط بالأقدام لتفكيك الكتل الكبيرة المتماسكة وغير متجانسة مع سيولة الخليط، وهذه العملية كانت تنجز قديما باستخدام الحيوانات خاصة الحمير، كما أنها تغير من خواص طين العجن كالنفاذية، المسامية الكثافة، الضغط، والقوة الميكانيكية، وذلك راجع لعملية الضغط بالأرجل وتشبع مكوناتها وكذا حدوث التلاحم بين أجزائها.

1-2- مرحلة التخمير:

بعد مرحلة الخلط تأتي مرحلة التخمير والتي تعني ترك الخليط السابق ليتشرب جيدا وتمتزج مكوناته لمدة زمنية كافية لحدوث التفاعلات الكيماوية (لابد أن تؤخذ فترة التخمّر بعين الاعتبار فهي من يومين إلى أسبوع أو أكثر)، وأثناء ذلك يتم تفكيك حبيبات الطين إلى جزيئات أصغر بسبب تخمّر

[1] Araguas P, **Brique et architecture dans l'Espagne médiévale**, bibliothèque de la casa de Velázquez, Espagne, 2003, p : 19.

المواد العضوية الموجودة في الخلطة، فتصير بفضل ذلك لَدِنة وقابلة للتشكيل. وزمن التخمر أصبح في الآونة الأخيرة غير مأخوذ بذلك الحد من الاعتبار، بالرغم مما له من دور ريادي في تحديد كمية الماء المستخدمة في إعادة الخلط الثاني عند القولبة فيما بعد، إذ بزيادة زمن التخمر يكون الاقتصاد في الماء، ومن ثَم تقل كمية الانكماش أثناء مرحلة التجفيف.

كما أن نسبة الماء المستعمل في الخلط الأول ونوعه له الدور في إنتاج لبنات مناسبة للبناء، فالدراسات أثبتت أن القوام المناسب لذلك هو15٪-20٪ من مجموع وزن الخليط في حالته الجافة. وتتوقف هذه النسبة على لدونة الطين، وأن التربة المثالية لإنتاج طوب مناسب تتراوح رطوبتها ما بين 4٪-14٪[1]، فالعنصرين السابقين (كمية الماء والزمن) هامّيْن في مرحلة التخمير.

1-3- القولبة والتشكيل:

بعد أن يعاد عجن الخميرة السابقة بإضافة الماء لها (الخلط الثاني)، تستخرج من الحفرة وتجهز في شكل كتل، وبعد اختيار المكان المناسب للقولبة والذي يفضل أن يكون مستوٍ وجاف، للمساهمة في عملية التشكيل والحفاظ على سلامة الطوب أثناء التجفيف وبعده (الجمع والنقل)، فللقضاء على ملوحة أرضية القولبة وجب فرشها وزيادة سمك الرمل بها. كما تتم عملية القولبة تبعا لنوع القالب، حيث تسوّى وتضغط أو تضرب باليد، وبعد ذلك ينزع القالب*. وغالبا ما نجد أن العلاقة بين طول وعرض لبنة الطوب تعطى:

الطول = (العرض x 2) + سمك الوصلات (الفراغ بين لبنتي طوب والمخصص للملاط)[2]

ويتم تنظيف ومسح القالب الخشبي أو المعدني وزواياه الداخلية بالماء أو اليد بين كل عملية قولبة، لتسهيل عملية الصب والاستخراج من جهة والمحافظة على وزن هيكل القالب من جهة أخرى. ولتفادي سقوط الأمطار وتجفيف قوالب الطوب جيدا يفضل صناعته في أوقات الربيع والصيف[3].

[1] محمود عبد الحافظ محمد آدم، **المرجع السابق**، ص: 10.

* في كلتا حالتي التشكيل نجد أثر الأصابع في الوجه المضروب، والذي له الأثر في تماسك الملاط بين لبنتي الطوب أثناء البناء، ومن ثَم الهيكل المبني فيما بعد.

[2] Douat P et al**, op-cit**, p : 118.

[3] Marcais A**, Manuel d'art musulman du IX au XII siècle**, T1, Paris, 1926, p : 58.

1-4- التجفيف:

بعد إتمام عملية القولبة يُترك الطوب اللبن لأشعة الشمس حتى يتم التخلص من معظم الماء الموجود فيه لمدّة 4 إلى 5 أيام في الصيف، ومن 15 إلى 20 يوم في الشتاء، وبعد ذلك يقلب لتجفيف الأوجه الأخرى وتسريع العملية التي تستغرق ثلاثة أسابيع فأكثر، وبعدها يُنقل ويُجمع ليستعمل في البناء.

وجفاف الطوب من الماء لا يعني التخلص منه نهائيا، بل معظمه وخاصة الحر، أما الماء المقيد ذو روابط الداخلية فهو يحفظ متانة وتلاحم مكونات الطوب عبر الزمن، وبذلك يفقد ثلث أرباع (3/4) رطوبته[1].

وتظهر أثناء مرحلة التجفيف وظائف ميكانيكية عديدة، إذ يتبخر الماء من الفراغات والمسامات الموجودة بين الأجزاء والحبيبات المكونة، فتتقارب وتتلاحم هذه الأخيرة فيما بينها، ومن هناك يحدث انكماش وتقلص في حجم لبنة الطوب. وظاهرة التقلص والتصلب تتداخل فيها ظاهرتان كيميائية وفيزيائية، فالكيميائية تتمثل في التجاذب بين الشوارد السالبة كOH^-،PO^{-3} والموجبة كNa^+,K^+,Mg^{+2},Ca^{+2}، وأما الفيزيائية فهي طرح الماء[2].

وما ينبغي أن نشير له هو وجوب مراعاة الفراغات بين اللبنة والأخرى خاصة أثناء استخدام القوالب الفردية، والذي يجعل من عملية التجفيف منتظمة ومتقاربة نوعا ما، إذ لابد من أن نجد ذلك الاختلاف فيما بين طوب مساحة صبّ اللبنات أي في معدل انكماش كتل الطوب، خاصة تلك الجانبية والمعرضة لأشعة الشمس والتيارات الهوائية من زوايا عدة فهي أسرع زمنيا من حيث التجفيف مقارنة بكتل الطوب الداخلية، فالأجسام الطينية المجففة في الهواء تفقد ليونتها وتصبح صلبة قليلا وأما الماء الموجود فيها فيتبخر بداية من درجة الحرارة 10 ^{0}م حتى 150 ^{0}م والرطوبة حيث يتحول الطين إلى مادة صلبة[3]، لذلك يُحبذ تجفيف الطوب المختلط بالبقايا غير الطيينية في ظروف ملائمة.

---

[1] نقاش نقولا، **قاموس عام لكل فن ومطلب أجر**، دائرة المعارف، بيروت، 1966، ص: 86.

[2] أرزقي بوخنوف، **المرجع السابق**، ص: 91.

[3] عبد الناصر الزهراني ومحمد وغنيم أبو الفتوح، **المرجع السابق**، ص: 74.

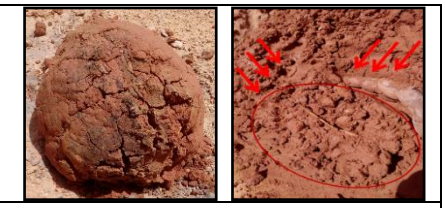
الخلط والعجن	القولبة والتشكيل	التجفيف والجمع
اللوحة 18: مراحل إعداد الطوب في تمنطيط		

2- أنوع الطوب المحلّي:

اعتمد الإنسان الصحراوي في إنجاز الطوب منذ القدم على مواد بناء محلية كالرمل والطين، والتي شكل منها مواد بناء ذات خصوصية تتناسب وواقع المنطقة، وتتموضع في الهيكل المبني، حيث نجد بتمنطيط نوعين من حالة تشكيل الطوب اللبن:

2-1- حالة التشكيل اليدوي الحرّ (الطوب الكيفي):

تسبق هذا النوع من التشكيل مراحل الإعداد الأولى من خلط وعجن وتخمير، وبعد الخلط الثاني يتم التجزيء بطرفي كف اليد للعجنة وهو ما يسمى محليا ب" لَقْشيم " ولعله من التقسيم، في سبيل إعداد كريات مناسبة للتشكيل (ذات قطر 20 سم تقريبا)، ثم تأتي قولبة الطوب اللبن بشكل هرمي خماسي، إذ يأخذ هذا الشكل بعد الضغط على قطعة الطين بكف اليدين من الجهتين المساعِدة في التكوير، لتأخذ شكل مسطح وواسع في الأسفل بضلعين ويضيق في الأعلى بضلع واحد، فينتج شكل هرمي يطلق عليه طوب لِبِدِين (اللوحة 19)، وهو مادة بناء تقليدية، شكَّلت أحد مواد بناء المساكن القصورية قديما، التواتيّة عامة وبتمنطيط خاصة، ولم يعد يستعمل بعد الاستقلال إلا في بعض الأبنية كإحاطة البساتين وحظائر واسطبلات الدّواب.

			
لَقْشيم (التقسيم) والتكوير	الضرب والّتشكيل	التجفيف والجمع	
اللوحة 19: مراحل إعداد لبنة طوب كيْفية خماسية (ما بعد العجن)			

2-2- حالة التشكيل اليدوي في قوالب:

يسمى محليا "طوب القالب"*، وقد ساد هذا النوع من اللبن منذ تأسيس القصور الصحراوية، وإلى غاية العقد الأول من الاستقلال، بعد ظهور الأنماط الحديثة من الطوب واستمر الآن، ولكن حسب الاستفسار من شهادات أكدت أن طريقة تجهيز هذا النوع من اللبن في تمنطيط حديثة، وقد كانت أثناء وعقب الفترة الاستعمارية فقط، ويتم صنعه عن طريق وضع طين العجنة في قوالب مختلفة الصنع (كانت خشبية ثم معدنية)، وبمقاسات متباينة، وأشهرها (30×15×12) سم^3 .

3- مقاسات قوالب طوب جزائرية (صحراوية):

تتباين قوالب الطوب في الجزائر كاختلافها في العالم للأسباب السابقة، مع العلم أننا أخذنا بعين الاعتبار بعض الولايات الجزائرية الصحراوية لانتشار البناء بالطوب في قصورها بقوالب تختلف شكلا، مقاسا ووزنا من منطقة (ولاية) لأخرى ومن قصر لغيره. والجدول التالي يبين أنماطا ومقاسات منها:

الجدول 20: جرد لمقاسات قوالب طوب جزائرية صحراوية

القصر	شكل الطوب	المقاسات (سم)	ملاحظة
ملوكة (ولاية أدرار)	هيكل خماسي	10 x 15 x 30	قد نجد نوعي الشكل في نفس القصر
أولاد أوشن (ولاية أدرار)	تكعيب مستطيل	10 x 15 x 30	
بوسمغون (ولاية البيض)	تكعيب مستطيل	10 x 15 x 25	
موغل (ولاية بشار)	تكعيب مستطيل	10 x 20 x 40	
زلواز (ولاية إليزي)	تكعيب مستطيل	10 x 15 x 40	

VII- تقنيات البناء بالطوب في مباني تمنطيط:

1- العناصر الانشائية في المباني الطينية بتمنطيط:

استخدمت الطين إلى جانب الحجارة في الجدران والعناصر المعمارية الأخرى بأساليب متنوعة، وخاصة أعالي وبعض زوايا البناء، لتؤدي إلى جانب الوظيفة البنائية أو الإنشائية عنصرا جماليا،

* في إقليم توات وللتفريق بين نوعي الطوب اللبن، نجد أن طوب القالب (حاليا يدعى بذلك بالقاف المثلثة) بينما الطوب الخماسي أو الكيفي فيسمى (طوب اليدين).

وذلك للتعاقب مع عناصر البناء الأخرى، مما يخلق تنوعا واختلافا في أنواع وأشكال وألوان مواد البناء، واختلاف طرق بنائها كنوع من الزخرفة التي تضفي جمالا على المباني.

1-1- المحاريب:

احتوت مساجد تمنطيط على محاريب متعددة الأشكال، بعضها قليل التجويف وكأنها وجدت لتحديد القبلة فقط، وتميزت ببساطتها وخلوها من أي زخرفة، لكنها نفِّذت بخام التربة، ويمثل محراب مسجد سيدي بايوسف الاستثناء من حيث زخرفته التشكيلية، فهو يضم عقدا نصف دائري مفصصا بزوايا حادة، و أما جوانب المحراب فعملت على شكل زوايا غائرة (اللوحة 20)، وهذه الطريقة في تشكيل المحراب ظهرت مبكرة في محراب كل من مسجد قبة الصخرة; المسجد الأموي بدمشق[1]، وقد شكل خام التربة أرضية مساعد, على إنجاز تلك الزخارف الهندسية الفريدة من نوعها في الإقليم.

عقد بأقواس نصف دائرية	محراب بقوس مفصص	مدخل بقوس حذوي متجاوز

لوحة 20: أقواس مبنية بخام التربة والطوب (تمنطيط)

1-2- الزخرفة في طريقة البناء:

تتجلى أهمية الطين في البناء سواء بالصفوف المائلة أو تقنية السنبلة* وهي وضع الطوب أو الحجارة بشكل مائل، ثم يأتي الصف الموالي بنفس الطريقة ولكن في اتجاه معاكس وهذه الطريقة نادرة وموضعية، إذ تحتل جزءا من السور ولا ينجز بها جدار كامل، وهي تقنية يمكن اعتبارها زخرفية وإنشائية معروفة في العمارة الاسلامية (على هيئة شوكة سمكة أو سنبلة) ونجد أمثلتها في بعض

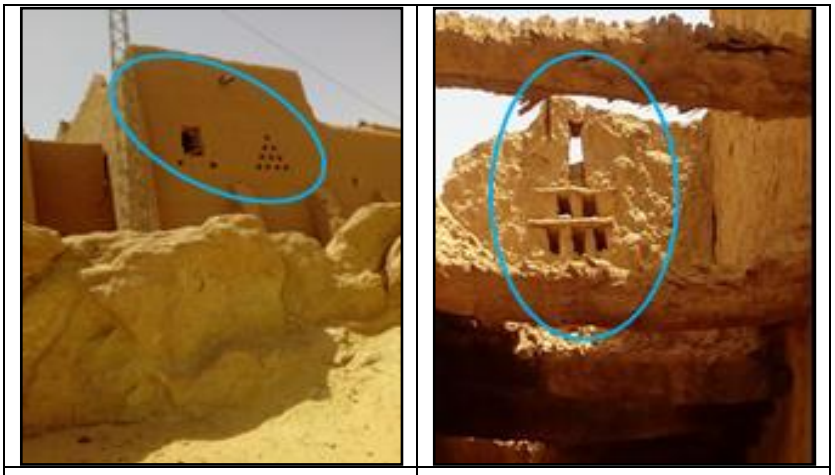
[1] فريد محمود شافعي، **العمارة في الاسلامية**، الهيئة المصرية العامة، مصر، 1970، ص: 620.

* تسمّى هذه التقنية في العمارة الرومانية Opus Spicatum واستخدمت خصوصا في البناء بالآجر.

الجدران الخارجية، وخاصة تلك المستحدثة بتمنطيط، كما يرتبط البناء المعماري أيضا بتوارث مبدأ (الأقواس) في القلاع الى الآن والتي بات لها رمزية ثقافية بالمنطقة.

1-3- الفراغات والفتحات:

إن مختلف الفتحات في العمائر لها وظائف متعددة، فهي عناصر إنشائية زخرفية في حد ذاتها، كالمشربيات، الشماسيات، الكوات... سيما إذا ما خصّت جانبا أو ناحية من البناء، إذ تكون لها مسافات محددة ومنتظمة بشكل هندسي زخرفي دقيق وبالغ التعقيد و تعمل على ضبط الهواء و الضوء إضافة لتوفيرها الخصوصية البصرية والسمعية وهذا ما يتجلى في تلك الفتحات المتناسقة والمنتظمة مع بعض، والمرتكزة على بعض الألواح فوق الممرات الداخلية أو المتشكلة بالبناءات الطوبية في الجدران الخارجية لقصر تمنطيط (اللوحة 21).



زخرفة بالطوب لجدران داخلي	زخرفة بالطوب لجدران خارجي

لوحة 21: زخارف جدارية من الطّوب

1-4- تكسية المباني:

تعتبر التكسية من أهم أعمال الصيانة التي تضمن استمرارية المنشآت خاصة الطينية منها، لذلك سميت العملية بتطيين الجدران، ويكون ذلك بملاط من الطين أو الجير أو خليط منهما، ولها وظيفة جمالية حيث تعطي الجدار اللون والملمس المطلوب، وهناك نوعين من التكسية:

أ- **داخلية:**

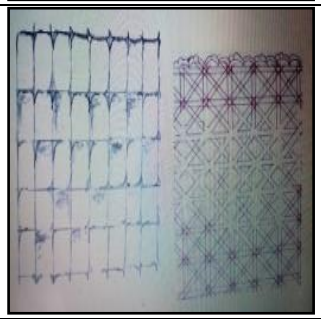
تدعى هذه التكسية بالتملاس الغرض منها جمالي وصحّي، ويستخدم لهذا الغرض الجير الناعم مخلوطا بالطين أحيانا، كما يستخدم الطين ذو اللون الأبيض بمفرده.

ب- **خارجية:**

هذه التكسية ضرورية للحوائط الطينية من أجل حمايتها من العوامل الخارجية كالمناخية منها ويستخدم فيها الجير أو الجير والطين والرمل وأحيانا الطين بمفرده، إذ تتميز زخرفة المباني بما يسمى محليا بالتصباغ في نواحي قصور تيميمون، أي تغطية الجدران الخارجية للمباني بغرض حفظها من عوادي التعرية، والذي يختلف عن الزخارف الموجودة في قصور توات، والتي تسمى بالتّبلاط.

ونميز أيضا التكسية الخشنة والزخرفية حيث يستخدم العامل يده أو أدوات بسيطة لرسم أشكال متنوعة. فنجد منها بصمة اليد كزخرفة صورية كتلك التي وجدت بمنزل الشيخ المغيلي أو تلك التي وجدت على جدران بقصر تايلوت، ولها رمزيات التدشين (طابع المشيِّد) أو الطقوس الدينية كدفع العين وغيرها، ونجد الزخرفة الكتابية والهندسية مفترقة أو ممتزجة مع بعضها البعض.

وقد نفّذت هذه الزخارف على مواد من التراب في مساحات حواشي واجهات الأبواب خاصة، وداخل بعض الأضرحة والمساكن(اللوحة 22).

		
زخرفة خطّية (ضريح أبايوسف)	زخرفة كتابية (النصر والتمكين والفتح المبين) وهندسية (الزاوية البكرية)	زخرفة هندسية (مدخل مسكن)
لوحة 22: نماذج لزخارف منفذة على مادة خام التراب بتمنطيط		

1-5- تلوين الأسطح والواجهات:

يعد اللون الأحمر الطيني رمزا الذي يرتبط بجيولوجية ومناخية المنطقة، لكونه كان مادة البناء الأكثر ملائمة للجانب المناخي، نظرا لبرودته صيفا (خاصة وأن الولاية منطقة جد حارة)، والآن استمر اللون الأحمر الطوبي دائما في الطلاء للحفاظ على تلك الرمزية التي أخدها اللون بالمنطقة، كما أن من مميزات هذا اللون أنه يكسر أشعة الشمس ولا يجعلها تنعكس للعين، إضافة إلى مزايا أخرى*.

وحذت البناءات الحالية سمة القلاع، إلا أنها تبنى بهندسة محلية وواضحة المعالم، ويضاف إلى حوافها اللون الأبيض التزييني ليطلى البقية بالأحمر الطيني دائما. كما ترص الكريات الطينية جنب بعضها البعض، لتعطي في الأخير جمالية وزينة محلية مميزة. فجاءت عمارة القصور ملائمة للبيئة التي نشأت فيها لذا نعتت أيضا بالعمارة البيئية.

والعمارة الصحراوية وظيفية، حيث تشكل هذه الأخيرة الشكل فيها، واختلاف أنماطها عبر الزمن من عمارة بربرية إلى عمارة سودانية ثم عربية إسلامية كان نتاج اختلاف الوظائف المتوخاة منها، والتي تتغير من مجتمع إلى آخر، لذا جاءت هذه العمارة مختلفة من زمن إلى آخر رغم أن البيئة التي نشأت فيها هي بيئة صحراوية، مما يثبت إن العمارة ليست هي نتاج البيئة وحدها، بل هي نتاج تفاعل العامل المكاني والزمني إضافة إلى ثقافة الانسان.

2- مواطن البناء بالطوب في تمنطيط:

تمنطيط واحدة من القصور الجزائرية المصنفة والمحمية وطنيا، وقد بنيت بالحجارة والطين، هذه الأخيرة استُخدمت في بناء هياكل مختلف الأبنية التي شيّدت في قصور تمنطيط، وقد استعملت في صناعة قوالب الطوب لإنجاز المباني أو إتمام جدرانها أوفي أغراض أخرى، كما هو الحال في بقية القصور الصحراوية، وهذا ما مكّن السكان من بناء منازلهم بسهولة ويسر، حيث يتم اقتناء هذه المواد من مناطق مجاورة غير بعيدة وتتم تهيئتها حتى تكون قابلة للاستعمال، ثم توظف حسب خاصيتها وما يتلاءم وطبيعة مناخ المنطقة.

والمعاينة الميدانية المتمثلة في تتبع وتحديد نوعية الطوب، وإعداد رفعات البناء به توصلنا إلى:

* عرف هذا اللون في النصوص الحديثة دلالات أخرى، كانت في النص القديم تظهر بصورة غير واضحة مثل دلالة الحب والرومانسية والعواطف الثائرة والحركة والحياة الصافية والمبدأ الخالد. ينظر:
صالح ويس، **الصورة اللونية في الشعر الأندلسي**، ط: 1، دار مجدلاوي، عمان، الأردن، 2014، ص: 125.

2-1- من حيث نوع الطوب:

يوجد بتمنطيط نوعا طوب اللّبِن السابقين، فالتشكيل اليدوي الحر أو الطوب الخماسي (كيفي) هو الأقدم، تبعا لمستويات تواجده في الهياكل التي بُنِي بها، خاصة بقصري أولاد علي بن موسى وأولاد امحمّد. ويتم البناء به مستقلا فوق حجارة الجزء السفلي للجدار (ارتفاع مترين تقريبا)، وغالبا ما يوجد في مستويات أسفل من الطوب الحديث، وأحيانا أسفل الحجارة الصغيرة (اللوحة 23). وأما التشكيل اليدوي في قوالب **أو** السداسي (حديث)، ظهر في الفترة الأخيرة من تاريخ المنطقة، وهذا النوع قد شملته مؤخرا كل قصور تمنطيط الموجودة من دون استثناء.

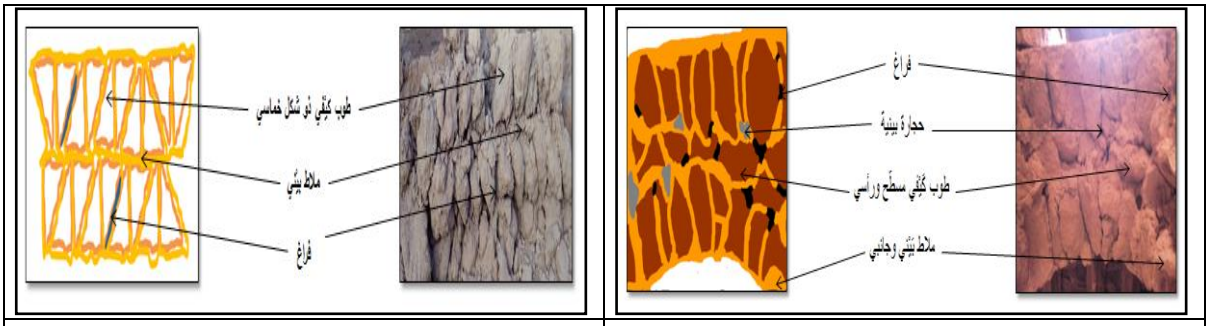
حالة تموضع الطوب تحت الحجارة	مستوى تواجد الطوب في هيكل جدران

اللوحة 23: تحديد مستوى وتموضع الطوب الكيْفي في مباني تمنطيط

2-2- من حيث تقنية البناء بالطوب:

تتم طريقة بناء الجدران بوضع لبنات الطوب بنوعيها، بارتفاعات مختلفة وفي هياكل معلومة، ولا يراعى الانتظام الكلّي في طرق تركيبها، خاصة الطوب الكيفي؛ بل يكون التموضع بشكل يسمح لها بالتماسك فيما بينها، ويكون اصطفاف هذا النوع من الطوب بصفة متعاكسة ومتداخلة، بحيث يُحدَّد سمك الهيكل وينشر الملاط وتوضع اللبنات فوقه على مستوى القاعدة، ثم يأتي الصف الموالي بطوب له قاعدة نحو الأعلى، وهكذا إلى نهاية الهيكل. كما هو مبين في الشكل 18.

وما يزيد من الالتحام في الأجزاء المبنية به هو قلة الفراغات في الهيكل، حيث يملأ بلبنة متموضعة رأسيا أو جانبيا، وهو ما يساعد فيما بعد في التحكم في تنفيذ مستويات عديدة كالمائلة وبسُمُك مختلفة (تفوق المتر في البرج)، كما يساعد في إمكانية الاستحداث على مستواه.



مقطع عرضي في جدار برج	مقطع طولي في جدار داخلي

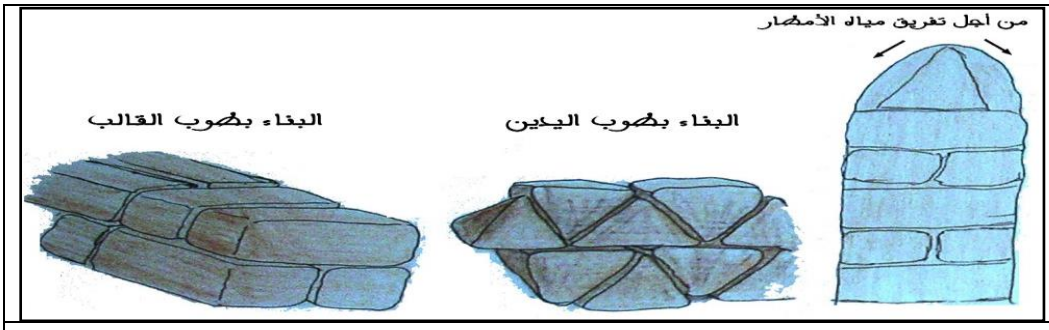
الشكل 18: مقاطع في هياكل مباني طوب

يبين الشكل مقطع عرضي لجدار من برج ذو سماكة معتبرة (1.20سم)، ممثلا بصفين من الطوب ذو الشكل الخماسي (الكيفي) بينهما صف آخر داخلي من نفس النوع، ولها تموضع مختلف، فمنه السطحي (وضع على القاعدة) والرأسي (زاوي) أو جانبي، بينما المقطع الطولي لهيكل جدران فيبين التبادل بين الأوجه المربعة في الطوب الكيفي، وفي كلتا الحالتين يتخلل ذلك الطوب الملاط وبعض الحجيرات والفراغات الحاصلة أثناء الانشاء أو لخلوّ المواد العضوية منها مع مرور الزمن.

أما الطوب السداسي فحافظ البنّاء فيه على الانتظام واستخدام تقنيات تضمن الترابط بين لبنة وأخرى في نفس مستوى بناء الهيكل أو بين هيكلين مختلفين (زاوية بين جدارين أو عنصر ربط بين جدار وسلّم أو جدار وركيزة) ونجد منها آدية وشناوي (لكن الغالب منها بني بصفة عرضية أي شناوي منفردة)، إضافة إلى المزج وغيرها.

وفي كل من النوعين السابقين نجد أن لملاط الربط وتداخل اللبنات الدور الناجع في تماسك والتحام الهياكل المبنية، كما أن تشييد هذه الأخيرة من جدران وغيرها يبتدئ من الخارج نحو الداخل لدواع أمنية خارجية أو تحسبا للطوارئ الطبيعية.

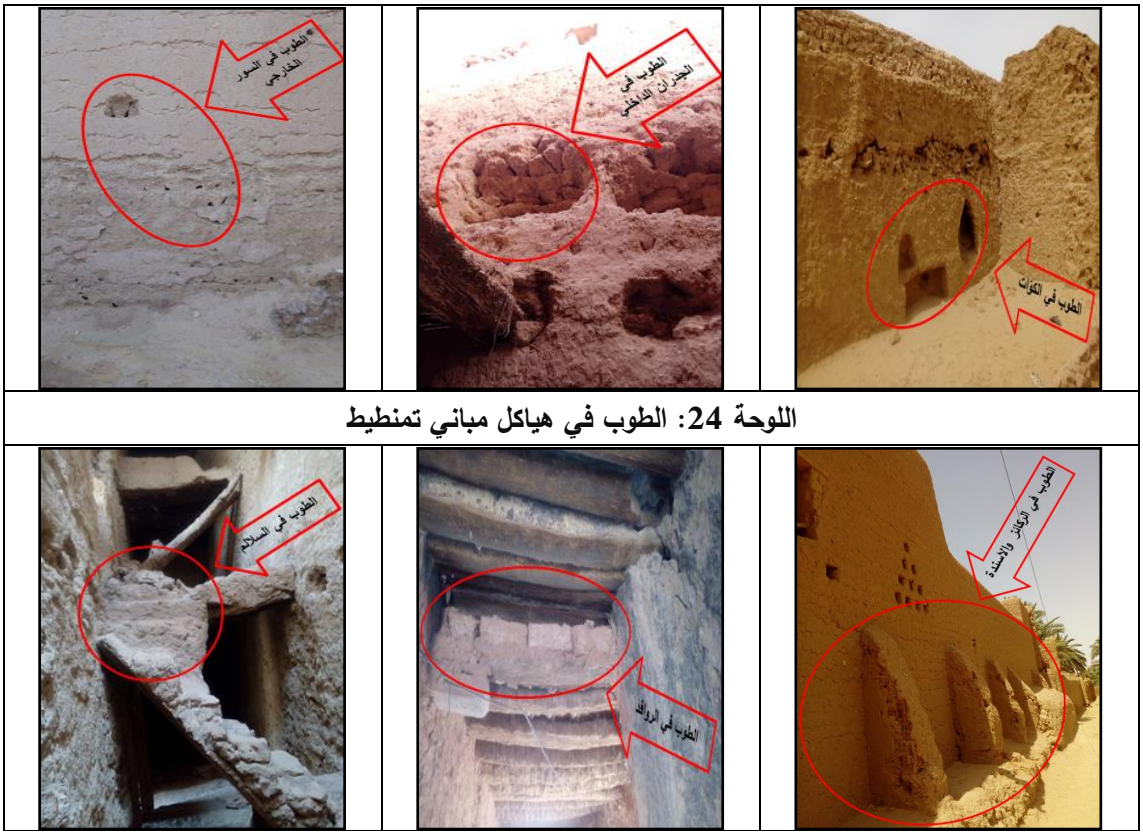
والملاحظ في هياكل الطوب أنه كلما زاد ارتفاعها قلّ سمكها، بحيث تتجاوز المتر في القاعدة عند بداية البناء بالطوب، وتضيق كلما ازدادت علوا إلى أن تصل بعض السنتيمترات، وغالبا ما تزخرف النهايات بطوب خماسي أقل حجما من طوب القاعدة. **(الشكل 19)**.



الشكل 19: أنوع الطوب المحلّي وتموضعه

2-3- من حيث نوع الهياكل:

مكننا إعداد رفعات للمباني من تحديد الارتفاع الذي يبتدأ منه البناء الطّوبي في كل جزء مبني، ونذكر من أهم الهياكل الأسوار، البروج، السلالم، الجُدُر والركائز وكذا الروافد (اللوحة 24).



اللوحة 24: الطوب في هياكل مباني تمنطيط

والجدول التالي يبين القياسات الخاصة بذلك.

جدول 21: تواجد الطوب في العناصر المعمارية بتمنطيط			
		ميزات عامة	
		نوع الطوب	مستوى التواجد
العناصر المعمارية	الأسوار	خماسي قديم (سفلي)	بعد ارتفاع 1م إلى 3م
		سداسي حديث (علوي)	يلي الخماسي القديم
	البروج	خماسي قديم (سفلي)	بعد 1.5م إلى 3.5م مع سمك متناقص تدريجيا
		سداسي حديث (علوي)	فوق الخماسي غالبا
	الجدران	خماسي قديم (سفلي)	ما بين 1 م إلى 2 م نادرا
		سداسي حديث (علوي)	البناء كاملا وخاصة جدران الأسطح المستحدثة
	الركائز والدعامات	سداسي حديث	البناء كاملا وأحيانا الجزء العلوي
	السلالم	سداسي حديث	جدران (الجوانب) وقائمة السلّم
	الروافد	سداسي حديث	بين الحوامل والسُّقُف

لكن ما لوحظ وجود الطوب محصورا داخل بناءات مغايرة، كما في بعض الجدران الداخلية والأسوار، فنجد أحيانا أغارف والحجارة أو هما معا، مشكِّلةً ازدواجية في البناء، والغرض من ذلك:

أ- وظيفي:

بفضل ميزة التمدد والتقلص يعمل الطوب كوظيفة البولستار أو المطّاط في المباني الحديثة والجذوع النخيلية المغروسة في الجدران القديمة ولكن بشكل أقل، حيث تفرغ الإجهادات الناتجة من ضغط حجارة البناء أو أغارف في الطوب تدريجيا، ما يجنِّب البناء كارثة الشق أو التصدع.

ب- بنائي:

ويظهر ذلك جليا في أن المساحات المبنية بالطوب يمكن التغيير على مستواها بسهولة، كالاستحداثات البنائية من فتحات وغيرها. كما وُجدت بعض الجُدُر بالنوعين السابقين، لكن الطوب الكيفي الخماسي في مستوى أعلى من المشكَّل بالقالب، ما يوحي باستمرارية البناء بالنوع الأقدم واستخدامه لأغراض تزيينية أو وظيفية كالحماية.

3- تقنيات البناء بالطوب وطرق ربطها:

بهدف بناء هياكل أو مباني طوب متينة إنشائيا ومنتظمة مظهريا لابد من شروط كاختيار طريقة رص لبنات الطوب في صفوف أو مجموعات مرتبطة ارتباطا وثيقا فيما بينها، كما أن نوع

الهيكل له الدور في تحديد عملية الرص، فالأسوار ليست كالعقود والجدران الداخلية ليست كالواجهات. ولابد من اعتماد البناء على الأوجه ذات السطح الكبير في لبنة الطوب، أي الطول مع العرض[1]، وتوجد بعض الهياكل التي تستوجب البناء بالعكس كالعقود والشرافات التي تقتضي الزخارف، وفيها يكون البناء بلبنات الطوب رأسيا أو مائلا. كما يُشترَط عند الرّص تفادي قطع الحل (coup de sabre)، وهو وقوع لبنات الطوب فوق بعضها مباشرة أي أن بداياتها ونهاياتها في نفس المستوى تقريبا.

ومن ثَمَّ فإنّ عملية رصّ الطّوب المستخدمة في أساليب الإنشاء جد هامة، وقد أولى لها الأقدمون عناية بالغة من أجل تشييد مبان محكمة متينة ومقاومة لعوادي الزمن.

ومن الأساليب المتبعة في البناء بالطوب نجد:

3-1- طريقة آدية – شناوي:

تعد هذه الطريقة من أقدم طرق الإنشاء وأحسنها، وذلك لندرة الارتباطات الرأسية المتوالية في الهيكل، وتستخدم فيها لبنات الطوب ذات الشكل السداسي كاملة ويتفادى استعمال أنصافها أو أقل من ذلك إلا في الحالات الضرورية كملء فراغ معين؛ لأنها مصدر ضعف الهياكل.

وتتم طريقة البناء برص الصف الأول من الطوب بصفة طولية (شكل آديات)، ثم يرص فوقه الصف الثاني بصفة عرضية (شكل شناويات)، مع الربط بين لبنات الطوب بالملاط، ومن ثَمَّ نتحصل على بناء بطريقة آدية وشناوي.

3-2- طريقة الخلط:

تسمى هذه الطريقة بطريقة المزج، وهي أضعف من تقنية آدية وشناوي، لاستعمال الطوب السداسي المجزأ إلى جانب الكامل، ويشتمل صف الطوب فيها بازدواجية بين الآديات والشناويات، حيث نجد آدية بين شناويين عرضيا، ونفس قالب الآدية فوق شناوي وتحت شناوي آخر شاقوليا.

ومن مزايا هذه الطريقة أنها اقتصادية، فالأجزاء المكسورة من الطوب تجد مكانها بأي حال في الهيكل إلى جانب إمكانية تطبيقها في حالة الهياكل السميكة المتعددة وكذا الرقيقة الأحادية بالإضافة إلى أن هذه الطريقة تعطي نظرة جمالية للمبنى فهي تقنية بناء زخرفية.

[1] في الطوب ذو الشكل الخماسي تكون المقاسات متقاربة نوعا ما، أما في الطوب ذو الشكل السداسي يتم البناء بوجه الطول مع العرض، إذ غالبا ما يكون العرض فيها أكبر من الارتفاع.

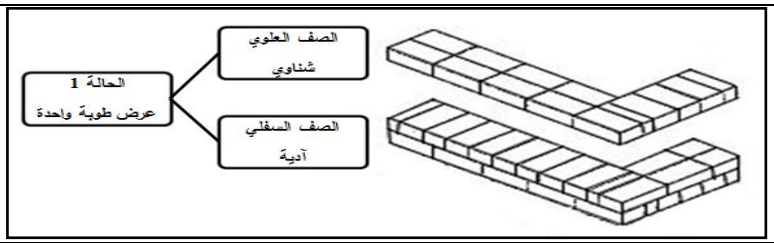
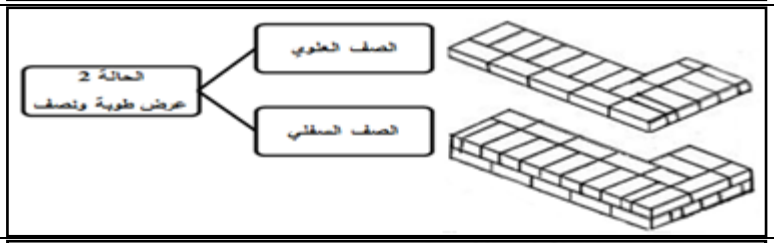
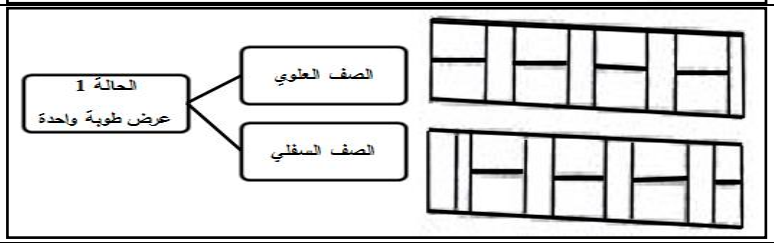
3-3- طريقة السنبلة:

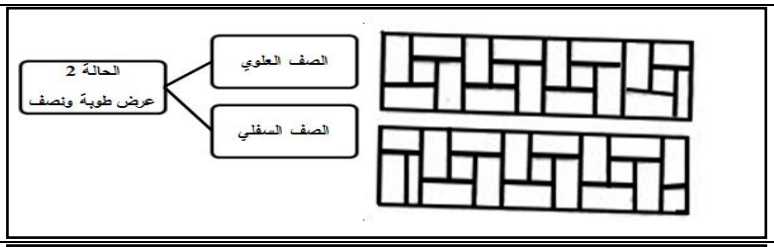
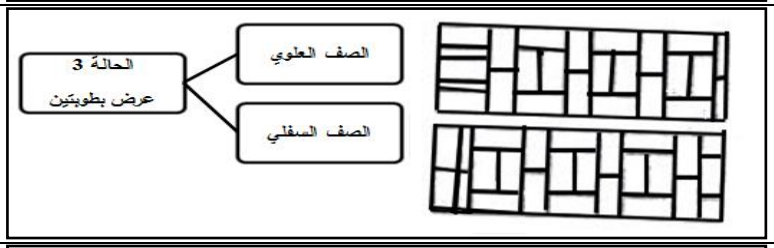
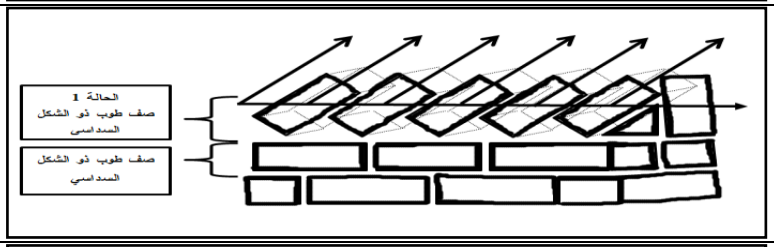
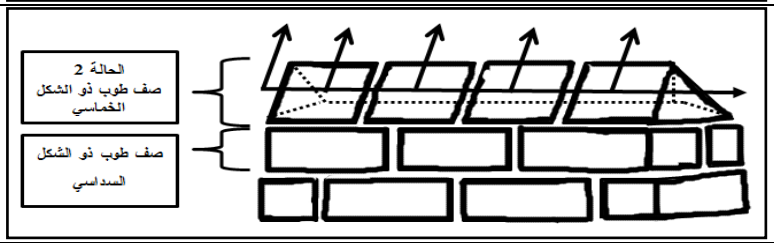
استعملت هذه الطريقة بكثرة في البناء بالحجارة، والتي تكون على شكل حبات القمح في السنبلة، ويمكن تسميتها بالسنبلة المفروقة كما أشرنا لها سابقا (الفصل الأول)، أما الطوب فبدرجة نادرة، ورغم ذلك فيتم البناء بها في الحالات الاضطرارية أو الشح في المادة البنائية، ويكون ذلك بإنشاء صف من الطوب ذو الشكل الخماسي جنبا لجنب، وأما ذو الشكل السداسي فيكون بصفة مائلة رأسية، ثم تملأ الفراغات البينية بملاط طيني.

ومما يشار إليه أن هذه الطريقة أقل متانة، ويتم تنفيذها في أعالي الهياكل خاصة الجدران والأسوار، وقد انتشرت في مباني القديمة والتقليدية الحديثة كما في الجنوب الغربي الجزائري على غرار قصور توات.

والجدول التالي يوضح مختلف التقنيات المستخدمة في البناء بالطوب.

الجدول 22: تقنيات البناء بالطوب

التقنية		حالات البناء بالطوب
آدية – شناوي	1	
	2	
تقنية المزج	1	

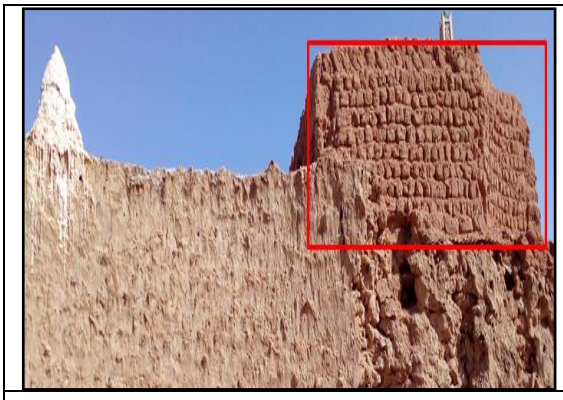
	2	
	3	
تقنية السنبلة	1	
	2	

إن ملاحظة الوجه الخارجي للهيكل المبني بالتقنية الأولى (آدية وشناوي) والثانية (المزج) تتبين له تقنية Opus Testaceum المعتمدة على استعمال اللبن أو الآجر بصفة عرضية ثم طولية مع استخدام الملاط بينها، وكذا استخدامه أيضا في تقنية Opus Quoadratum أو البناء بالنظام الكبير ممثلة باستعمال صف آدية فوق مثله بمواضع مختلفة (كتلة طوب من الصف العلوي فوق نصفين من طوبتين في الصف السفلي)، وذلك قياسا على البناء بالحجارة المصقولة عند الرومان ولكن بغياب الملاط فيها (Opus Quoadratum)، والمرتكزة على الضغط الميكانيكي في بنائها[1]، وهو ما يعطي قوة للبناء.

[1] لخضر سليم قبوب، "مواد وتقنيات بناء القصور الصحراوية بالجزائر (قصر الحارة بولاية الجلفة أنموذجا)"، **مجلة أنسنة للبحوث والدراسات**، مجلد: 8، ع: 2، جامعة الجلفة، الجزائر، 2017، ص: 116.

بالإضافة إلى هذه التقنيات توجد طرق بناء لا يمكن إدراجها كتقنية لما لها من عشوائية في البناء، كاستعمال صف شناوي (الوضع العرضي) فوق نظيره (اللوحة 25) أو إدخال الطوب بأنواعه في البناء دون مراعاة للترتيب، وهذه الطرق تعدّ عوامل هدم من حيث هي طرق بناء.

تقنية آدية وشناوي (بناء منتظم)



صف شناوي فوق مثيله (بناء عشوائي)

اللوحة 25: نماذج لأنواع البناء بالطوب في تمنطيط

VIII- بانوراما تلف الطوب بتمنطيط:

تتنوع وتتعدد عوامل تدهور الأثر وإشكالية أعمال ترميمه تبعا للظروف التي توجد بها تلك المباني الأثرية أو التي تقع تحت تأثيرها، فهناك من يقسمها إلى عوامل اجتماعية وطبيعية وإدارية وبيئية. فالإدارية تتمثل في كون أن هذه الأثار متداخلة خلايا الإشراف الوزارية، مثل وزارة الثقافة والشؤون الدينية والأوقاف ووزارة السياحة. وأما الاجتماعية فتتمثل في قلة الوعي الأثري لدى بعض المواطنين، وافتقار مناهج التعليم لمفاهيم أهمية الآثار وضرورة المحافظة عليها، بينما تتعين الطبيعية بالتغيرات المناخية كتراكم الغبار ووجود المياه الجوفية، أما العوامل البيئية فتشمل سوء وسائل الصرف الصحي والوسائل الحديثة المسببة للتلوث[1].

1- مفهوم التلف:

يعرف التلف بأنه ذلك التغيّر الحاصل في الوجه الأصلي للمادة نتيجة لمجموعة من الميكانيزمات المختلفة تحت تأثيرات خارجية أخرى، مما يستدعي تشخيصا ميدانيا وتحليلا مخبريا بغية

[1] مهند سيد طراد وآخرون، **نحو تنمية متواصلة لاستنباط منهج الصيانة والترميم للمنشآت المعمارية ذات القيمة الحضارية للمدن الأردنية القديمة**، ص: 181.

فهم وتحليل مسببات التأثر والتدهور الحاصلة في مباني الطوب المختلفة. ويتشكل مظهر التلف تحت تأثير عامل أو نتيجة تداخل عوامل فيما بينها.

2- عوامل تدهور قصور تمنطيط وإشكالية الترميم:

تتعرض المباني الأثرية عموما ومباني الطوب خاصة لعوامل تلف داخلية وخارجية، فالداخلية راجعة لسببين وهما خصوصية الطوب كنوعية المواد الأولية الداخلة في تشكيل الطوب وطريقة الصنع. إضافة إلى طرق الاستعمال وأساليب البناء بالطوب ومدى توافقه مع باقي مواد التشييد الأخرى. ويمكن إدراج هذين السببين كعامل تلف بشري ما خلا عامل التقادم في المواد، كون أنه (البشر) من يتحكم في إعداد وصنع الطوب أو الباني لهياكله.

وأما الخارجية فهي جملة العمليات المفاجئة أو الظرفية والتي تتحكم فيها عوامل مختلفة محدثة بذلك تغيرات فيزيائية أو ميكانيكية أو كيميائية تؤثر عليها وتؤدي إلى تلفها وتدهورها كالطبيعية، البيئية، البيولوجية والعوامل البشرية[1]، وأهمها:

2-1- التلف الطبيعي:

التأثير الطبيعي على المباني التاريخية والأثرية متعدد الأشكال، فنجد منه المناخي، كما أن للبيئة المغلقة (micro climatique) أو المحدودة الدور في ذلك أيضا.

2-1-1- التغيرات في درجة الحرارة:

تنتج التغيرات الحرارية أساسا من الأشعة الشمسية الساطعة أثناء النهار وفقدانها في اليل.

هذه التحولات تؤثر بشكل كبير على الأبنية الأثرية، حيث تُضعِف روابط موادها البنائية أثناء تمددها بدرجات واتجاهات متباينة، فالأسطح والواجهات والتي نجد الطوب مثالا عنها؛ ترتفع حرارتها إلى 60 درجة مئوية نهارا، مما يؤدي إلى تمدد طبقات الأسطح الخارجية، والخاضعة لذلك الارتفاع أكثر من الطبقات الداخلية التي تليها، لتنخفض الحرارة بشكل ملحوظ ليلا، وهذا ما يؤدي إلى تفككها (ظاهرة التحرشف)، وكلما زاد الفرق الحراري بين اليل والنهار زاد تفتت المواد البنائية بشكل أكبر[2].

---

[1] عماد علي الدين الشربيني ومحمد فكري محمود، "تأثير العامل البشري على مشروعات الحفاظ على هضبة الأهرام ومنطقة سرابيط الخادم بوسط سيناء"، **مجلة الاتحاد العام للآثاريين العرب**، ع: 11، مصر، 2008، ص: 157.

[2] هزاز عمران وجورج دبورة، **المباني الأثرية ترميمها صيانتها والحفاظ عليها**، منشورات وزارة الثقافة، المديرية العامة للآثار والمتاحف، دمشق، سوريا،1997، ص: 78.

2-1-2- الرطوبة:

الرطوبة عامل أساس في الظروف المناخية، لها الأهمية الكبرى في بعض الإنشاءات البنائية، كما قد تتحول إلى عائق في عمليات التشييد أو الصيانة والترميم[1]، خاصة إذا ما اقترنت بالتغيرات الحرارية، فهي مصدر تبلور الأملاح، من جهتين:

أ- صعود الماء في بناءات التراب عامة والطوب خاصة بواسطة الخاصية الشعرية حيث الاتصال المباشر بين الأساسات ومصادر الماء[2]، إذ توجد البناءات قرب مسالك الفقارات والسواقي التي تعاني التدهور، إضافة إلى رشح التمديدات الصحية وكذا أنابيب الماء السيئة (أسباب بشرية) المُستوجبة الاستبدال كحل لها[3].

ب- وجود الرطوبة برذاذات مالحة، فعند وجود تلك البناءات بجانب أوساط بَحْرية أو شبه بحرية كالضيعات المالحة، في هذه الحالة ينتج التبلور الموضعي للملح.

وتجدر الإشارة أن تأثير الرطوبة يفعّل عامل الأملاح المتلفة للمواد الأثرية، إذ تعدّ من أسباب تلفها بصفة مباشرة أو غير مباشرة ، وينتج عنها ضرر مختلف الدرجات، فقد تتبلور على الأسطح أو تحتها أو داخل مسامها أو تتفاعل معها. فالسيليكات مثلا أملاح غير قابلة للذوبان، لكن محاليلها التي تذوب ببطء تنتقل نحو أسطح مواد البناء بواسطة الخاصية الشعرية لتكوّن بقعا بيضاء من ثاني أكسيد السيليكون المائي المسمى بالأوبال Opal ($SiO_2.nH_2O$)[4].

وسبخة تمنطيط نموذج لهذه الأوساط، إذ تتميز بملوحتها، فتظهر أعراض الرطوبة من خلال الندى والتبلل في أجزاء الهياكل من المبنى، حيث تتشرب لبنات الطوب به، وأما الأملاح فتظهر باللون الأبيض المختلف عن اللون الأصلي في جدران المباني التي بنيت بالطوب وبنمط "أغارف"، كما هو شائع في قصر أولاد اهمالي وتايلوت شمال القصر بالحافة اليمنى للسبخة (اللوحة 26).

---

[1] قادة لبتر، ""**تأثير الرطوبة على المعالم الأثرية، دراسة لبعض معالم مدينة تلمسان**- ""، رسالة مقدمة لنيل شهادة الماجستير في علم الآثار والمحيط، جامعة تلمسان، 2007، ص: 26.

[2] عبد المعز شاهين، **المرجع السابق**، ص: 190.

[3] هزاز عمران وجورج دبورة، **المرجع السابق**، ص: 102.

[4] عبد الناصر الزهراني ومحمد وغنيم أبو الفتوح، **المرجع السابق**، ص: 51.

اختراق السور المزدوج	الوصول إلى قمة الأسوار	الظهور في الجدران الداخلية
اللوحة 26: تأثير الرطوبة والأملاح في مباني الطوب بتمنطيط		

تساعد الرطوبة إلى جانب تنشيط تكاثر الفطريات والبكتريا وسوس الخشب المستعمل في المباني[1] على تلف العناصر وموادها الانشائية والبنائية كالطوب، فهي تعمل على اختلال ثباتية أبعاده وخصائصه الفيزيائية، ونجد أحيانا داخل اللبنة الطوبية قطعة خشبية (أجزاء من النخل) التي تتمدد أيضا وتتقلص عند تغير الرطوبة، ومن ثمّ فإن طبقة اللبنة (الصلبة مقارنة بالخشب المرن الذي تحتويه) لا تستطيع التماشي مع ذلك التمدد والتقلص، مما ينجم عنه تشقق وتقشّط فيهما[2] خاصة إذا كانت القطعة الخشبية جانبية في اللبنة،وهو ما يؤدي إلى قِصَرِ حياة المبنى.

2-1-3- الأمطار:

تمدّنا دراسة التساقط بمعطى خاص لتحليل وتشخيص أعراض التلف في المباني، ونجد أن مواد بناء القصور الصحراوية شديدة التأثر بمياه الأمطار، فهي تعمل على تفكيكها والاختراق المباشر لسُفُفِها وانهدامها كلّية، وندرة سقوطها لا تنفي هطولها وبغزارة أحيانا (تدوم أكثر من 48 ساعة)*. فبالنسبة للطوب فإن فعل الأمطار هو عامل تلف ميكانيكي مباشر له، إذ يسبب له ظاهرة التجوية،

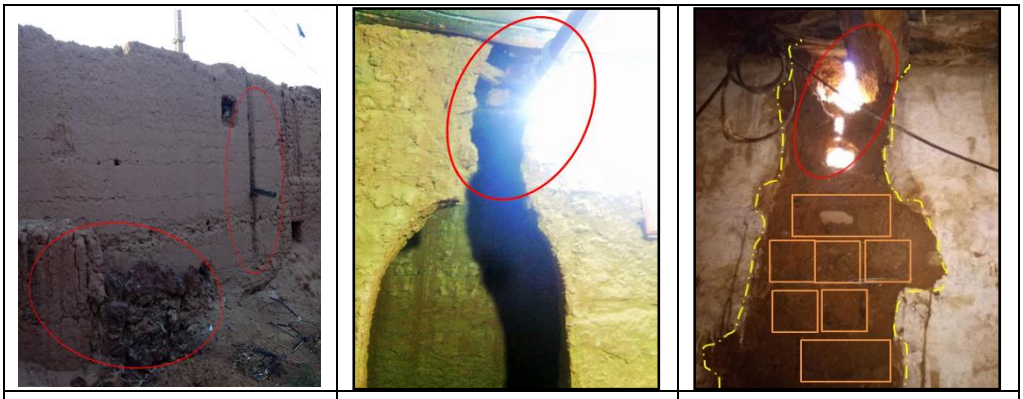
---

[1] فاروق عباس حيد، **الموسوعة الحديثة في تكنولوجيا تشييد المباني**، دت، ص: 527.

[2] يحدث التمدد والتقلص في المناطق ذات المناخ الحار والجاف، إذ لا يتقلص الخشب بدرجة ملحوظة فحسب بل تعتريه الهشاشة أيضا. ينظر: المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم، **صيانة التراث الحضاري**، إدارة الثقافة، تونس، 1990، ص: 305.

* سببت التساقطات الأخيرة بتمنطيط في 20-2018/09/27م عدّة مخلفات، منها انسداد المدخل الرئيس لتمنطيط (من حي مولاي العربي الحديث صوب القصر العتيق)، وكذا سقوط حوالي 35 من مباني الطوب (20 تضرر كلي و15 حالة تصدع).

وكذا تفريق المعادن الطينية المكونة له، وتحدث بصورة غير مباشرة عند سيلان قطرات المياه على جدرانها[1] أو بصفة ازدواجية أثناء وجود ميازيب سيئة التركيب مسببة له حتّا تدريجيا (اللوحة 27).



اختراق الماء وانفصال الطلاء	انهدام كلّي فوق محراب	تأثير الماء والميازيب

اللوحة 27: تأثير الأمطار الداخلي والخارجي على مباني الطوب بتمنطيط

وبفعل الأمطار القليلة والمتواصلة أو الغزيرة أحيانا يحدث اختراق الأماكن الهشة في الأسطح والجدران خاصة أسفل الأثقال فيتسرب الماء إلى داخل المباني من نقطة أولية لتتحول إلى فوهة محدثة شفطا للطلاء ومن ثَمّ تتعرى لبنات الطوب ثم تتشرب وتتعرض لفصل حبيباتها ليليها انهدام المبنى. كما نجد فعل السبلاش (splash)[2] وجرف المباني خاصة في المستويات شديدة الميلان، مما يسبب حتّا سفليا (érosion de pied) جد خطير.

كما أن للأمطار التأثير الكيميائي خاصة الحامضية (المختلطة بغازات ثاني أكسيد الكبريت (so_2) مثلا) تؤدي إلى هشاشة المباني التي تدخل في تربتها مركبات جيرية أو رملية بعد تعرضها للتحلل الحمضي كالطوب، ويعدّ so_2 مشكلا بشريا فهو المكون الشائع للأدخنة والغازات الناتجة عن عمليات احتراق الوقود، وكل 1 طن من هذا الأخير تعطي من (20-50) كغ من so_2 منها (14-34) كغ تتصاعد في الجو[3]، فيتسبب في تحليل العديد من معادن السيليكات المكون الأساس للطوب

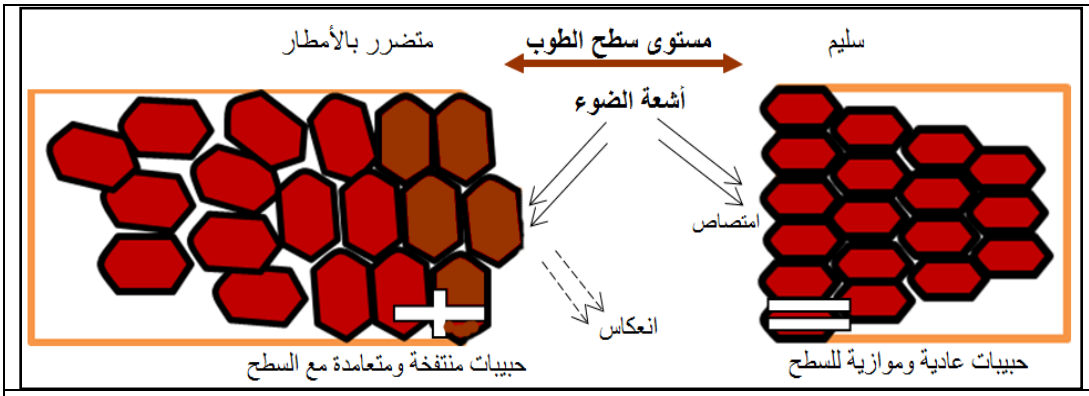
[1] جورجيو توراكا، **تكنولوجيا المواد وصيانة المباني الأثرية**، تر: أحمد ابراهيم عطية، ط: 1، دار الفجر للنشر والتوزيع، القاهرة، 2003، ص: 205.

[2] Mohamed Yazid HARBIT, **Op.Cit**, p :52

[3] Domaslowski, W. **Preventive Conservation of Stone Historical Objects**, Uniwersytetu Mikolaya Kopernika, Torun, Poland., 2003, p : 20.

اللبن[1]. كما يعتبر الماء المحتوي على غاز ثاني الكربون co_2 مذيبا خطِرا في تلف المركبات الجيرية، زيادة إلى تسببه في انتفاخ المعادن التركيبية عند الامتصاص فهو يزيل ذات الارتباط الضعيف منها.

كما أن الدراسة الميكروسكوبية لحبيبات الطوب المتعرضة للأمطار تتخذ ترتيبا موازيا لأسطح الجدران(متعامد لسطح الطوب) على خلاف ما كانت عليه في ترتيبها العمودي (موازي لسطح الطوب)، مايؤدي إلى تغيّر الخصائص الضوئية واختلاف لون الجدران المتأثر بالأمطار(الشكل 20).



الشكل 20: تأثير مياه الأمطار على حبيبات الطوب

فالسطح السليم المحافظ على لونه يمتص الضوء بصفة عادية، بينما الثاني المتضرر بالأمطار فيتغير لونه مما يحدث انعكاسا للضوء[2] وهذا ماله تأثير في التشوه البصري أيضا.

وهناك أسباب أخرى كسوء صرف الماء في المواقع والمساكن، وكذا التكثيف والمياه السطحية[3].

2-1-4- الرياح:

تتحّدد الرياح بميزتين سرعتها واتجاهها، فشدتها تسبب عوارض عدة منها تسريع ظاهرة تبلور الأملاح جراء التبخر السريع للماء وشفط في الواجهات المقابلة والمكشوفة في المباني.

[1] عبد الناصر الزهراني ومحمد غنيم أبو الفتوح، **المرجع السابق**، ص: 138.

[2] عبدالمعز شاهين، **ترميم وصيانة المباني الأثرية والتاريخية**، مطابع المجلس الأعلى للآثار، القاهرة، 1994، ص: 187.

[3] فاروق عباس حيد، **المرجع السابق**، ص: 524

بالإضافة إلى ذلك نجد ظاهرة الحتّ الريحي المسببة في نحت الجُدُر الطوبية، وجعلها مرتكزة على حواف دقيقة ومدببة[1]، وكذا التعرية بالتفريغ الهوائي[2]، وتتجلى هذه التجوية في الطوب اللبن، كما تصيب بنية الحجر في القاعدة عن طريق ظاهرة النسف بالرمل[3]، وهي تشبه في تكوينها خلية النحل، تاركة وراءها البلورات الملحية والثقوب الكبيرة المتقاربة لبعضها[4]، وغطّت بعض المساكن بالرمال مشكلة ضغطا ميكانيكيا على هياكلها.

2-2- التلف البيولوجي:

تجلى هذا النوع من التلف في مظاهر متعددة وبأسباب مختلفة، حيث نجد:

2-2-1- الحيوانات:

يتعدد خطر الحيوانات المنتشرة والمتأقلمة مع البيئة الصحراوية خاصة تلك المستوحشة منها، ونجدها ممثلة في القوارض المدمرة للمباني الطوبية، كالفئران والجرذان التي تقوم بحفر جحور أسفل الأساسات وداخل لبنات الطوب الهشة، وكذا بعض الطيور التي تتخذ غيرانا أو أعشاشا في اللبنات ما يسبب في زعزعة المبنى وتغير لونه الأصلي، إضافة إلى تركها فضلات تحوي نوعين من جراثيم الأمراض الخطيرة (بلاسمرزيم والتهاب السحايا الجرثومي)، فالتفاعل الحامضي لبقاياها العضوية وأعشاشها وحتى جثثها تشكل مشكلة في التعامل مع الأبنية الأثرية والحفاظ عليها[5].

2-2-2- الحشرات والكائنات الدقيقة:

نجد من بين الحشرات المؤثرة في المباني الخنافس والصراصير، إضافة إلى هجوم النمل على قوالب الطوب اللبن والملاط وذلك بإفرازه لحمض الميثانويك الذي قام بتفتيته واتخاذه ملجئا له، وهذا ما سبب في هشاشة وسقوط المبنى. كما أن هناك حشرات وكائنات لها التأثير المباشر وغير مباشر في الإضرار بالمبنى الطوبي، فالأول تمثل في حشرة الأرضة والحشرات خشبية التغذية

---

[1] هزاز عمران وجورج دبورة، **المرجع السابق**، 1997، ص: 117

[2] **التفريغ الهوائي:** يقصد به عملية التقاط وإزالة الحبيبات الهشّة لتصبح جزءاً مهماً من حمولة الرياح. ينظر: غادة محمد سليم إبراهيم وآخرون، **مبادئ الجيولوجيا والجيومورفولوجيا**، دار التقني للطباعة والنشر، بغداد، 1984، ص: 362.

[3] فاروق عباس حيد، **المرجع السابق**، ص: 206.

[4] مرفت تابت صليب، **تأثير المياه الجوفية على المباني الأثرية**، الدار العالمية، الجيزة، مصر، 2005، ص: 150.

[5] هزاز عمران وجورج دبورة، **المرجع السابق**، ص: 87.

(kalotermitidae)[1] وكذا بعض الكائنات الدقيقة، التي تتغذى على المواد العضوية كالخشب والفضلات، الموجودة داخل لبنات الطوب، مما يسبب في فقدان صلابتها. وقد تكون بصفة غير مباشرة وذلك بوجود أرضة تحت سطح الأرض (subterraneantermintes)، ولنخر الحشرات للعوامد الخشبية (الممثلة في النخل)، التي ترتكز عليها جدران الطوب، ما يجعلها عرضة للسقوط الكلي بعد تفتت ذاك الخشب الداعم.

2-2-3- النباتات:

إن للنباتات تأثير على واجهات المباني عموما وهي مصدر هام للرطوبة[2]، وذلك في حالة قربها أو تلامسها للجدران الطوبية؛ إذ تصدّ العالية منها (الأشجار والنخل) منافذ أشعة الشمس على المبنى، ما يسهم في عدم تجفيف مواد البناء، إضافة إلى نخر وحتّ الطوب بواسطة الأوراق والأغصان الشجرية أو جريد النخل مكونة بصمات وثقوب تضعف لبنات طوب الهياكل وملاطه، فضلا عن ما تحدثه الجذور خاصة العرضية منها من زعزعة أرضية أساسات المباني لتترجم في شقوق وتصدعات، وكذا سدّ قنوات المياه أو الصرف مما ينتج عنه تصاعد الماء المختزن في المبنى، كما أن الجذوع الساقطة قد تفني الهياكل المبنية كاملا. وفي حالة توافر الجو المناسب لإنتاش البذور فقد يكون الطوب الأرضية المناسبة لظهور نباتات عالقة ومتشبثة في الهياكل.

2-3- الأخطار البشرية

إن التخلف الحضري الناجم عن المعاملة والقساوة التي مسّت الآثار تحت وطأة العوامل الاجتماعية والطبيعية والسياسية والبشرية باعتبارها عوامل دائمة تؤثر سلبا على هياكل المباني الأثرية والمعالم التاريخية القديمة، خاصة تلك الواقعة داخل المدن[3]. ونجد من أهم هذه العوامل المؤثرة:

2-3-1- الحروب:

أثرت الحروب بصفة عامة على الخصائص البنائية المعمارية للقصور، كالتشييدات الحصينة من أبراج وأسوار وغيرها قصد الاحتماء، كما أثرت سلبا بتعرضها إلى الهجمات والتدمير الجزئي أو

[1] المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم، **المرجع السابق**، ص: 361.

[2] Yves BARET, **Traiter l'humidité**, Chantiers pratiques, Éditions Eyrolles, 2007, p : 56.

[3] أحمد بوذراع، "سياسة المحافظة على الأبنية الأثرية والمعالم التاريخية القديمة داخل المدينة"، **مجلة العلوم الانسانية**، ع: 12، الجزائر، 1999، ص: 18.

الكلي مباشرة، خاصة القصبات التي كانت ملجأ الأهالي عند وقوع الخطر. وكانت منطقة تمنطيط على غرار إقليم توات محل النزاع بين عديد من الأهالي داخليا، ففيها قبائل وإثنيات (بربر، عرب، يهود..) كانت تتصارع من أجل السيطرة على المكان، ففي القرن السابع هجري هجم أهل أقبور على تمنطيط ملحقين بها أضرارا فادحة، والعداوة الشيطانية التي كانت بين فئتي يحمد وسفيان التي ذكرها محمد البكراوي في مخطوطه درة الأقلام، وكذلك ما ذكره ابن خلدون إلى أن سكان هاته القصور كانت بينهم حروب وفتن على رئاستها[1].

في القرن التاسع الهجري (الخامس عشر الميلادي) أيضا شهدت بعض مباني تمنطيط عاصمة توات انهداما وخرابا كليا مثل ما حدث في قضية يهود توات الدينية السياسية؛ حينما أمر الإمام المغيلي بهدم الشنوغة[2]، لمّا زادوا عن حدّهم. وتعدّ تلك المعابد اليهودية التي هدمت من الجهة الأثرية التاريخية أحد العمائر الهامة في مراحل التكوين العمراني بتمنطيط؛ إذ من خلالها نتمكن من تأريخ حلقة أساسية في المنطقة، زيادة إلى إمكانية اعتمادها في التنميط، بدون إغفال مادة وتقنية وكذا أسلوب البناء فيها مقارنة بالمباني الأخرى.

وتجلّى التأثير الخارجي في الهجمات المتتالية من طرف دويلات أخرى، خاصة وأن تمنطيط كانت إحدى أهم مواطن طريق الذهب.

وأما حديثا فنجد إضافة إلى ذلك فإن تمنطيط خضعت لتوسع عمراني مبرمج من طرف الدولة، أومن مشاريع عشوائية يقوم بها الملاك، أو هما معا. كانت له نتائج وخيمة، ألحقت به التشويه والتدمير كما ونوعا. ونظرا لخطره الجسيم المتزايد والمستمر نتعرض له بشيء من التفصيل.

2-3-2- تأثيرات التوسع المبرمج:

قامت الدولة بمشاريع مخططة داخل القصر السابقة الذكر كشق الطريق المحوري، وإعادة بناء المساجد، ومخزن المخطوطات وإقامة أعمدة ومزود كهربائي...الخ، وخارجية كإنشاء الأحياء السكنية (سيدي ناجم، أقورار، مولاي العربي...الخ) كان لها تأثيران إيجابي وسلبي خطير على القصر. ولا يمكن إغفال التأثير الإيجابي المتجلي في توفير ضروريات السكن كالإنارة، والمساهمة في توسيع

[1] نور الدين بن عبد الله، **القصبات في منطقة ..... المرجع السابق**، ص: 26.

[2] **الشنوغة:** كلمة محرفة عن الفرنسية synagogue وهو الدير معبد اليهود، ينظر:
محي الدين بوطالب، **المرجع السابق**، ص: 36.

المساجد لحاجة المصلين، وإعطاء التفاتة للموروث المخطوط ببناء مخزن خاص به. لكن بالرغم من برمجة هذا التوسع، لكن كانت له نتائج وخيمة أهمها:

أ- **هجرة السكان:**

إن رغبة السكان في متطلبات عصرية، والعيش في أسر معزولة خارج الأسرة الأم، جعلهم يتجهون صوب التوسعات الخارجية، ما نتج عنه إخلاء وسوء الاستخدام وعدم الصيانة والوقاية[1]، المنصوص عليها في القانون، باعتبار القصر مصنف وتابع للقطاعات المحفوظة[2].

ب- **التواصل في شق الطريق المحوري :**

تعد الطرق وسيلة لتحقيق غايات تعود بالنفع على السكنات الكلاسيكية والمدن كالتهيئة الحديثة ، لكن بالنسبة للمباني الأثرية فعكس ذلك، حيث ينتج عن تنفيذها أضرارا شتّى كالتلف الميكانيكي والكيميائي وبخاصة في هياكل الطوب غير محكمة البنيان. فالهزات المتكررة للآلات المستخدمة في البناءات الجديدة والسيارات وأجهزة التصنيع مخلِّفة تصدعات وشقوقا[3]، وكذا عوادم السيارات التي تنتج غازات كثاني أكسيد الكربون(CO_2)، أكسيد الآزوت، أكسيد النتروجين والهيدروكاربونات، وهذه الغازات تؤثر على المبنى وينتج عنها تآكل الجدران والمواد المكونة له[4].

كما سبب شق الطريق وتوسيعه هدم أجزاء أساسية من القصر واختفاء التصميم الأصلي لها. ونظرا لارتباط إنشاء الطرق المحورية مع تلبية الحاجيات اليومية فقد أُنجزت، وانجرّت تبعاتها إلى الطرق الثانوية المرتبطة بها كالهدم، الخنادق والحفر، ناهيك عن التغييرات اللاحقة في جدران الطوب. وقد تُركَت من غير صيانة فيما بعد. (اللوحة 28).

---

[1] عبد المعز شاهين، **المرجع السابق**، ص: 260-261.

[2] بموجب المرسوم التنفيذي رقم (16-137) المؤرخ في 17 رجب 1437هـ الموافق ل 25 أفريل 2016م والخاص بالقصر العتيق لتمنطيط وحدوده، ينظر **الجريدة الرسمية الجزائرية**، ع: 27، 4 ماي 2016، ص: 5.

[3] عبدالستار العزاوي، **الترميم والصيانة للمباني الأثرية والتراثية**، ط: 1، المطبعة الاقتصادية بدبي، دولة الإمارات العربية المتحدة، 1991، ص: 48.

[4] بيريخينا باخة ديل بوثو، **علم الآثار وصيانة الأدوات والمواقع الأثرية وترميمها**، ترجمة غنيم خالد، بيروت، لبنان 2003، ص: 40.

إدخال الآلات والمحركات	غياب الصيانة اللاحقة	تصدعات في الأسوار
اللوحة 28: تأثير التهيئة الحديثة في مباني الطوب بتمنطيط		

2-3-3- التوسع العشوائي:

المخاطر الداخلية التي أحدثتها المشاريع العشوائية غير منظمة واللامدروسة كانت بمثابة جرثومة أصابت القصر بصفة بالغة، ومردّ ذلك يتحمله الفرد كالإهمال واللامبالات، وكذا الدولة في غياب التوعية والمراقبة والإبتعاد عن تطبيق القوانين الحامية للتراث، ونجد من تلك المخاطر:

أ- ظهور بناءات عصرية كلاسيكية:

بعدما كانت هناك أنماط تقليدية قديمة ظهر نوع من المساكن ذو مميزات عصرية غريبة الملامح، دخيلة على العمارة الأصلية من حيث التوزيع والتخطيط المجالي والتجهيز الداخلي للمباني، ولم تعد تحترم غايات البناء ولا مواده.

قصر تمنطيط رغم تصنيفه ضمن الآثار والمعالم التاريخية بنص القرار السابق (نوفمبر 1999) وتبعا لقانون 04/98، الذي يعرف في بابه الأول المعالم التاريخية بأنها أي إنشاء معماري منفرد أو مجموع، يقوم شاهدا على حضارة معينة، أو على تطور هام أو حادثة تاريخية[1]؛ لكننا نلاحظ عكس ذلك تماما، وهو وجود عشوائية في التدخل وبناءات جزئية وأخرى كاملة برخصة (اللوحة 29)، وهو تناقض جليّ، راجع إلى ضعف التنسيق بين مختلف القطاعات الفاعلة في ذلك، وغياب المراقبة والتغافل عن العقوبات الممكن اتخاذها بحق كل مهمل للتراث الوطني (الباب 08 من قانون 04/98 المتضمن المراقبة والعقوبات) كنزع الملكية (المادة 47 من نفس القانون) وهذا غير محقق بتاتا.

[1] القانون 04/98، **نفسه**، المادة 17، ص: 6.

تدخل عشوائي	بناء جزئي	تغيير كلي
اللوحة 29: أنماط التغييرات لمباني الطوب بتمنطيط		

ب- أعمال الهدم والتخريب "التدمير:

إن التخريب المتعمد وسوء تسيير الإدارة يقضي على المعالم الأثرية مما يصعب على الأثريين تحديد عصر تلك المباني والأطلال والتعرف عليها[1]، ففي بعض الحالات نجد أن ضعف الرقابة والإهمال أو اللامبالات وانعدام الوعي لدى المواطنين وتجاهلهم بقيمة المباني وبالقوانين التي تحكم ذلك، رغم وجود لجنة وزارية مختصة بالترخيص للبحث عن الآثار[2] المؤرخة في05 ديسمبر 1979، وأما بالنسبة لقانون 04/98 فإن للمالكين حق التمتع.

ج- الاختلالات الوظيفية للمباني التاريخية:

تتمثل خطورة الإختلالات الوظيفية للمباني في اتخاذ المباني التاريخية المهجورة والأطلال الأثرية كمصادر يأخذ منها الأفراد حجارتها، حيث نلاحظ عدة تصرفات تخريبية، كاستعمال بعض الغرف كأماكن لرمي الأوساخ والكتابات على جدران القصر وسرقة الأبواب وتفكيكها، وذلك لنقص

[1] عبد القادر الريحاوي، **المباني التاريخية، حمايتها وطرق صيانتها**، منشورات المديرية العامة للآثار، دمشق، سوريا، 1972، ص: 10.

[2] الأمر رقم 67-281 الذي يتعلق بالحفريات وحماية الأماكن والنصب التاريخية والطبيعية. ينظر:
الوكالة الوطنية للآثار وحماية المعالم والنصب التاريخية، **نصوص ونظم تشريعية في علم الآثار وحماية المتاحف والأماكن والآثار التاريخية**، الجزائر، 1991، ص: 08- 09.

الحس الأثري والتماطل في جرد تلك المنقولات لحمايتها قانونيا من طرف المؤسسات المخوّلة بذلك[1]، وتخلّي الدولة عن مسؤولتها في حماية التراث.

إضافة لما أنتجته المباني الحديثة من مسالك تزيد من حدَّة الخطر على القصر، إذ تعمل على التجوية الميكانيكية للهضبة الصخرية ركيزة البناء.

د- **التوسع على حساب الواحة:**

سبَّبَ التوسع من الناحية الجنوبية على القصر فقدان الأدوار الفعالة لواحة النخل المتمثلة في صد الرياح وكذا دورها الحيوي فضلا مما للنخلة دور في التوسع العمراني الباكر وفي تثبيت السكان[2]، فهي أراضي فلاحية بمثابة مجال غير قابل للتعمير[3] Secteur Non Urbanisable حسب تقسيم المخطط التوجيهي للتهيئة والتعمير (PDAU) .

وبالتالي لابد من تخطيط يشمل كلا من النواحي الطبيعية والحضارية التي تمس الجانب التراثي،السكاني والعمراني[4] حفاظا على التراث القديم لتتعرف عليه الأجيال اللاحقة.

هـ- التلوث البصري:

تماشيا مع روح العصرنة ونظرا للحاجة الماسة لضروريات الحياة، فلا ينفك وأن تزوّد المساكن والقصور بعناصر دخيلة كالكهرباء والغاز وشبكة التزويد بالماء وغيره، كل ذلك ولّد تأثيرات جد معتبرة في الواجهات والأسطح أو على مستوى الأرضيات، وهذه التأثيرات تكون إما جزئية كإحداث ثقوب جدرانية لاتخاذها كمسالك توصيلية، وإما جوهرية تتطلب إزاحة جدار بكامله أو تشويهه.

ونجد في تمنطيط أن تلك المتطلبات أخذت حيِّزا معتبرا، فضلا عن أماكنها التي نفّذت فيها والأضرار الناجمة عنها، فبداية من الأرضيات التي حفرت وبقيت آثارها ظاهرة، ووصولا للواجهات التي لاقت تهشيرا بالعدّادات ومكيفات الهواء ذات المقاس الكبير، والمقعَّرات الهوائية الموزعة عشوائيا على المساحة، وكذا أسلاك الكهرباء الضخمة ذات التوتر العالي والمثبتة في الجدران والأسوار، ضف

---

[1] المادة 8-11 من القانون 04/98، **المرجع السابق**، ص: 5.

[2] على غنابزية، " أثر زراعة النخيل في التوسع العمراني"، **مجلة الإنسان والعمارة**، مطبعة سخري، الوادي، الجزائر، 2013، ص: 174.

[3] على حجيج وسعيدة مفتاح، **المرجع السابق**، ص: 176.

[4] إياد عاشور الطائي، **تخطيط المدن في العالم العربي، دراسة تراثية في مطلع القرن الرابع هجري**، ط: 1، دار الدجلة، الأردن، 2010، ص: 23.

إلى ذلك شبابيك الفتحات والنوافذ المستحدثة، فإذا ما حُسِب معدل نسبة العناصر الدخيلة إلى متوسط المساحة الكلية للواجهة نجد قيمة قليلة نوعا ما، لكن بالنسبة للمتخصص في ذلك فهي نسبة لا يستهان بها، وما تحدثه من انطباع لدى الملاحظ للوهلة الأولى، وكل ذلك يشكل تلوثا بصريا يُفقِد المبنى أصالته (اللوحة 30)، وهو غير محدود وليس له حد أقصى[1]، نظرا لما قد يتزايد من التشويه والعناصر الأخرى من لافتات وغيرها. فاتخاذ الوسائل الحديثة والمسايِرة مع العصرنة مطلوب، ولكن يجب تماشيها ومكانة القصر التراثية، بدءا بمسمياتها ومفرداتها، وارتكازا على الهوية الأصيلة له[2].

مكيّف هوائي	توصيلات بأنابيب ماء	طبقات للاعلانات	لوحات تعريفية
لوحة 30: العناصر الدخيلة المسببة في التلوّث البصري			

وأما من ناحية أشكال المنشآت بين القديم والحديث فهي تتباين في الموقع الواحد، مع بروز فارق تقنيات ومواد البناء بين منشأ وآخر، مما يؤدي إلى نشاز واضح في تناغمها، زيادة إلى ظهور واجهات مختلفة الارتفاع، مغطية ومخالفة للنمط الأصلي سواء في الشكل أو الألوان دون دراسة، مما يشوه الحالة العامة للقصر كما هو الحال بالنسبة لآكري سيد الشيخ الذي حجبته بناية ذات طابق(R+1). كما أن القصر لا يرى للناظر من بعيد، خاصة من جهة حي مولاي العربي أو حي سيدي ناجم، إذ تحجب مبانيهما المرتفعة القصر كليا (الجدول 23).

[1] محمد جودي، ""**واجهات مساكن واجهات قصور سهل وادي مزاب– دراسة تنميطية**–""، رسالة لنيل شهادة الماجستير في علم الآثار والمحيط، جامعة تلمسان، 2007، ص: 123.

[2] السيد محمود البنا، ""التلوث البيئي في المدن التاريخية""، **مجلة كلية الآثار**، ع: 8، مطبعة جامعة القاهرة، مصر، 1997، ص: 819.

جدول 23: ارتفاع عينة من المباني لمجمعة تمنطيط حسب الأحياء				
		الارتفاع		
		أرضي	أرضي +1	أرضي +2
الحي	مولاي العربي (حديث)	105	19	06
	سيدي ناجم (حديث)	88	22	05
	القصر القديم	67	03	01
	المجموع	260	44	12
المصدر: مكتب الدراسات لمؤسسة الهامل (2015)				

و- الانزلاقات الأرضية:

في حالة الانهيار الأرضي التدريجي يكون للشقوق عادة عرض أوسع في الأسفل مقارنة بالأعلى، و يأخذ شكل منحني أو مقوّس كشاهد على التفكك المتنامي لمكونات الجدار الذي يقوم على أساسات هشة[1]، وفي تمنطيط وجدت هذه الأنواع من التصدعات والشقوق في البناءات القديمة وحتى تلك الحديثة الاسمنتية، فأساسات أسوار القصور جلّها محفورة نوعا ما أو مبنية على أسس متينة (هضبات صخرية)، وأما الجدران الداخلية والخاصة بالمساكن فقد بنيت على الأرضيات وفي مستوى أرفع من أساسات الأسوار، و تدلّ الشقوق على وجود أساسات مبنية في أرضيات صارت هشّة بمرور الزمن، كما توحي بوجود فراغات أرضية مثل الدهاليز أو المغارات والأنفاق، التي فقدت تماسكها مع مرور الزمن، ما جعل الردم رهين المسالك إليها، وبالتالي حدوث الانزلاق وهبوط الأرضيات. وأحيانا نجد تجمع مياه جوفية ناتجة عن التحولات الحضرية (عدم صلاحية أجزاء التوصيل كالماء الشروب أو مياه الصرف الصحي وخنادقه) تحت الأساسات، ما يؤدي إلى هبوط المبنى تدريجيا.

[1] Frédéric MAGNEN, **Op.Cit**, p : 88.

خلاصة:

منذ أن عرف الانسان صناعة الطوب كواحدة من أقدم الفنون المعروفة؛ جعلها دعما لمواد الإنشاء الأولى من خشب وحجارة، وبفضل خصائص البناء بالتربة عموما والتشييد بالطوب خاصة؛ فرضت مكانتها وأصبحت أساسية ومساعدة لاستقرار الانسان.

وقد وُجِدت لبنات الطوب في مستويات مختلفة في هياكل تمنطيط فضلا على تباين مقاساتها وأشكالها، وأن أهم عوامل تلفها باعتبارها وحدة بنائية في بيئة تمنطيط المميَّزة متعددة، فمنها الداخلية كنسب المكونات (التركيب غير المناسب) التي يتحكم فيها الصانع بدرجة أكبر، وكذا تقنية بناء هياكل الطوب باعتبارها جملة بناء، ومنها خارجية أهمها الرطوبة والرياح والأملاح. وفي سبيل إعداد طوب مثالي مناسب لترميم الهياكل المتضررة وجب القيام بتحاليل عينات من شأنها تعزيز النقائص في اللبنات الأصلية وإنتاج أخرى تتماشى ومعايير الترميم والصيانة.

الفصل الثالث

خصائص طوب مباني تمنطيط

I- اعتبارات ما قبل التشخيص

II- الدراسة المخبرية للعينات التجريبية

III- تحليل القياسات والنتائج

تمهيد:

تختلف وجهات النظر في كيفية صيانة وترميم المباني الأثرية والتاريخية، ولا يتوقف الترميم على عملية الإصلاح لما تلف من الأثر آنيا فحسب؛ بقدر ما إن ماهية ذلك الإصلاح هو الدراية والإحاطة الملمّة لما قد يتعرض له المبنى آجلا، فضلا عن معرفة طبيعة وخصائص العناصر الأصلية المكونة له والتفريق بينها وبين الأجزاء المرمَّمة[1]، وجهل ذلك يردي إلى ضياع عناصر أثرية ومعمارية هامة، لذا فإن عملية الترميم تتنوع تبعا لطبيعة وحالة الأجزاء المراد ترميمها من حيث المادة، الشكل والمظهر والسمات الفنية، إذ أن البناء الأثري لا انفكاك له عن المحتوى الفكري والفني الحضاري. كما أن المعالجة العلمية من أجل معرفة المكونات وتحديد مراحل تحضيرها وتأريخها بصفة خاصة يتأتى منه الإلمام بالجوانب الجوهرية للمبنى المكوَّن من تلك المواد.

I- اعتبارات ما قبل التشخيص:

تستوجب عملية التشخيص العلمية لأي مادة أثرية إعدادات استباقية مرتبطة بها (المواد الخام المركبة) وبالوسط الذي تتواجد به، وهي تساعد الباحث في الدراسة التحليلية في سبيل إنتاج أو استحداث مواد تكون بمثابة نظائر أو بدائل أحسن تزيد من المدّ في عمر الأثر ومنسجمة مع بيئة تواجدها به، ويكون ذلك ب:

- معرفة المواد المركبة للمبنى الأثري المراد ترميمه وصيانته.
- تسليط الضوء على العوامل المسبّبة للتلف، كبادرة دراسة تأثيراتها من أجل تفادي الأخطار الناجمة عنها والأخذ بعين الاعتبار نوعية التلف الناتجة عن العوامل السابقة، وظروف التواجد فيها.
- مواكبة سيرورة العناصر والمنتجات المستعملة في عملية الترميم والصيانة، ومعرفة مدى نجاعتها للاستفادة منها في مختلف التدخلات.

كما تستخدم في تلك الإعدادات أدوات في مكان تواجد المادة، كلبنة طوب في وسط جدار أو خشب في وسط سقف، وتوجد لوازم تتعلق بالعينات حيال نقلها للدراسة المخبرية. وتختلف أهمية تلك المعدات من وسيلة لأخرى ومن مكان لآخر، فهي ليست لها ديمومة مطلقة في الاستخدام وإنما تكون على حسب الاحتياجات والاستعمال ونذكر منها:

- اللوازم التقنية للباحث والمتماشية مع طبيعة الأثر والوسط البيئي والمكان، كاللباس الخاص والهندام اللائق من أحذية وقفازات واقية وغيرها.

[1] أحمد ابراهيم عطية، **حماية وصيانة التراث الأثري**، دار الفجر للنشر والتوزيع، مصر، 2003، ص: 138.

- بطاقات فنية خاصة بتسجيل أهم الملاحظات الأصيلة في الأثر والطارئة عليه.
- معدّات تسجيل الملاحظات العينية، وإجراء مخططات مبسطة وكيفية ورفعات معمارية، وتكون إما تقليدية من أقلام وأوراق أو حديثة كالجهاز الآلي وآلة رفع المستوى، مع مراعاة عامل الدّقة والزّمن. ويمكن اعتبار ذلك إحصاءا أوّليّا بإعطاء رموز وأرقام للمناطق أو العينات المراد دراستها.
- مصابيح كهربائية خاصة وأن بعض المقاطع الجدارية الضخمة، والتي تكون قوالب اللبن والطوب فيها داخلية، كبعض فتحات الكوات التي وجدت في الجدران السميكة للتمويه، زيادة إلى وجودها في أماكن غير موصولة بضوء الشمس، وبذلك نتمكن من معرفتها ومعرفة تقنية البناء بها.
- أدوات السّبر والثقب كالمثاقب والمخارز لمعرفة سمك الجدار الطيني عامة ونسبة البناء بالطوب خاصة، مع الإشارة إلى أن بعض العناصر المعمارية في تمنطيط مزدوجة البناء بين الحجارة والطوب أو أغارف والطوب كما سيأتي لاحقا.
- مطرقة لنزع البنيات الإسمنتية الحديثة والمغطية للهياكل الطوبية القديمة.
- بوصلة من أجل معرفة اتجاه العمائر وموقعها بالنسبة للقصر، وهذا ما يعطي نظرة حول أسباب البناء بالطوب في أمكنة دون أخرى، وكذا آلة قياس الرطوبة والحرارة لمعرفة طبيعة الوسط الداخلي الخصوصي لأماكن العينات المدروسة، وتكون المراقبة فيها دورية.
- سلالم متينة تستخدم للتشخيص العيني للطوب المتواجد في مسافات عالية وأخذ عينات منه. فهناك عينات يتعذر الوصول إليها، خاصة تلك التي توجد في قمم الأسوار الهشة أو الآيلة للسقوط، مما يستدعي استعمال منظار أو آلة تصوير دقيقة، فزيادة إلى معرفة مستويات البناء بالطوب في العناصر المشيّدة به لتمييز الطوب السليم من غيره، وتحديد عوامل التأثير فيه طبيعية أو بيولوجية أو بشرية. خاصة وأن البناء بأغارف تبدو للوهلة الأولى كمثيلتها بالطوب، بل يكون اللمس والخدش باليد أو المشارط والأزاميل ضروريا.

إضافة إلى أدوات أخرى تسهم في عملية التحري الدقيق والتشخيص الأولي في سبيل انطلاق جيد لباقي التجارب المخبرية كجذاذات الكتابة والأكياس أو العلب البلاستيكية أو الورقية لأخذ العينات.

1- الإحاطة المعرفية الأولية:

هذه المرحلة هي بادرة البحث، والتي بموجبها يتحدّد البناء الأثري وسبل اختياره، والإحاطة بالمعلومات الخاصة به من كل الجوانب، في سبيل استقراء أولي للمبنى من حيث التشييد والمساحة المحتملة له، وبصفة عامة معرفة زمكانيته. ويكون ذلك وفق المراحل التالية:

1-1- الدراسة التوثيقية:

تعدّ بمثابة بحث بيبليوغرافي أولي وذلك من حيث جمع المعلومات كَ:

- تاريخ المبنى الأثري
- تقنيات البناء وعناصره المعمارية والعمرانية المكونة له
- المواد البنائية الداخلة في الانشاء
- مختلف البحوث والدراسات المتعلقة به
- القيمة التاريخية والأثرية والفنية للمبنى وكذا تاريخ تسجيله أو تصنيفه.
- مختلف التحولات والتغيرات الطارئة عليه من حيث مادة البناء أو التصاميم.
- الوظائف السابقة والحالية التي يشغلها (دير، كنيسة، مصلى، متحف، مسكن خاص..)
- التعدادات السكنية الوافدة والحالية الشاغلة للمبنى.

1-2- المعاينة الخارجية:

تكون المعاينة الخارجية للمبنى ب:

- ملاحظة الواجهات ومستويات الأسطح وكذا نوعية التلبيسات الخارجية والظاهرة للعيان.
- معرفة عدد الطوابق أو الأفق ومستوياتها.
- التدقيق في طبيعة العناصر المحيطة بالمبنى، كالعروق، بساتين، رمال أو سبخات، وكذا المصادر المزودة للمبنى من فقارة أو قنوات التوزيع والصرف وهذه تفيد في معرفة التأثير والتأثر للمبنى مع محيطه.
- تحديد الأماكن التي استخدم فيها البناء بالطوب كالأسوار والأبراج أو المآذن.

1-3- المعاينة الداخلية:

تشمل المعاينة الداخلية للمبنى ما يلي:

- مشاهدة التجزيئات الداخلية للمبنى مع الاستعانة بمخططات معمارية ودراستها ثم إجراء المقارنة، وذلك ما يمكن من استخلاص اختلالات البناء السابقة واللاحقة.
- تحديد أماكن تواجد الطوب كبعض الجدران أو السلالم أو الدعامات أو فوق الروافد، سواء أكان قديما أو مستحدثا، لمعرفة سبب البناء به في جزء دون آخر، وهل راعت البنايات والتشييدات المستحدثة ذلك، وهو ما يدلنا على التغيرات التي قد تطرأ على العناصر المعمارية من تشوه أو تصدع

ومدى تناسب البناء بها. فالبناء بطوبة عرضيا ليس كالبناء بها طوليا فالمساحات المبنية تتباين، وكذا حمولة العناصر تختلف أيضا.

- التعرف على الأماكن المتضررة أو المتأثرة بفعل عوامل التلف كالطبقة الكاذبة، التقشر، التشقق، السقوط ...الخ

- تتبع مسار الرؤية بالنسبة للتضرّرات من الأسفل نحو الأعلى لمعرفة مصدر وشدة التأثير.

- أخذ لنسبة الفراغ كأماكن التهوية مقارنة بنسبة الجزء المصمت في المبنى.

- الأخذ بعين الاعتبار الأماكن ذات القيمة الفنية أو التشكيلية وخاصة النادرة منها، والتركيز على فحصها ومراقبتها، فلا شك أنها تحمل مدلولات أثرية تساعد في استنباط معلومات كتأريخ للمبنى ككل. وقد وجدت في تمنطيط منها كالتشكيلات والزخارف المختلفة في بعض العناصر المعمارية، خاصة واجهات المباني.

- إعطاء التفاته لطبيعة الأرضيات ومدى استوائها أو اتجاه ميلانها، وكذا رطوبتها أو صلابتها، ونفس الشيء بالنسبة للجدران، لمعرفة الأضرار التي قد تنجم مستقبلا، فضلا عن الاعتبارات التي اتخذها المشيّدون الأوائل كحلول وقائية للتقليل من الأخطار اللاحقة أو تفاديها كليّا.

2- الإعدادات التجريبية:

2-1- المواد والطرق التجريبية:

يتطلب اختيار المواد المستخدمة في صناعة الطوب اللبن معرفة بموادها الفيزيائية والكيميائية المختلفة وكذا الخواص المعدنية والميكانيكية، والتي يمكنها التنبؤ بجودة المنتجات اللبِنِية المستخدمة أو العكس. وهناك مجموعة من التجارب تجرى على خامات البناء بالتربة عامة[1]، وهي:

أ- **تجارب على مواد التربة البلورية والمجسمة (الملاط والطوب):**

نقصد بالمواد البلورية ما كان على هيئة مساحيق على خلاف المجسمة ذات الأبعاد، ونذكر من أهم التجارب نجد الفيزيوكيميائية والميزات الميكانيكية كمقاومة الضغط، الشد والصلابة ....الخ.

ب- **اختبارات ذات نطاق صغير**: كالمسامية، المحتوى المائي، سعة الامتصاص والتآكل.

ج- **اختبارات ذات نطاق كبير**: كاختبار التقادم (الشيخوخة المتسارعة أو الطبيعية).

[1] Hugo HOUBEN et al, **Op.Cit**, p: 348,349.

وكل من هذه التجارب المنفذة تحدِّد نوعية المادة الخام الترابية المعَدة لإعطاء ملاط أو طوب وتركيبتهما الخاصة، كما يجب أن تكون مخبرية ودورية. مع الإشارة إلى أن التجربة تجرى على خليط من تربة الملاط أو الطلاء أو على جزء صلب في شكل قوالب وغيرها.

وفي هذا يتم أولاً التعرف بخصائص المواد المستخدمة، يليها عرض التركيبات ثانياً، ثم الطرق التجريبية المختلفة المستخدمة في تشخيص مواد الطوب اللبن المستعمل. ففي الجزء التجريبي يتم فحص العينات الأصلية والحديثة (طوب طين أصلي ومستحدث) من أجل تحديد أهم خصائصها الكيميائية والفيزيائية والميكانيكية. وتتم بذلك التحريات والمقارنات لاستخلاص وتحديد أفضل نوع، لاستخدامه في طوب طيني جديد مناسب لترميم وحفظ القصور المدروسة بتمنطيط.

2-2- مواطن تواجد الطوب داخل القصرين:

يوجد الطوب في القصور الصحراوية الجزائرية، خاصة منطقة توات ومن بينها منطقة الدراسة تحظى بهذه المادة الأثرية التي بقيت طول الزمن صامدة رغم عوارض مختلفة.

ويعتبر الطوب مادة بناء أساس في بناء القصرين، حيث تنوع بين الأصلي الخماسي والحديث (الترميمي) السداسي، وركزنا على القصرين كون نجاح احتمالية إجراء مشاريع ترميمات خاصة بمادة الطوب عليهما تبعا لدرجة الحفظ فيهما (وجود هياكل من الطوب قائمة)، وإلا فإن هناك أجزاء من الطوب في باقي القصور اقتصرت على جدران أو دعامة وقد تطاله عوادي التلف عاجلا.

2-2-1- قصر أولاد علي بن موسى:

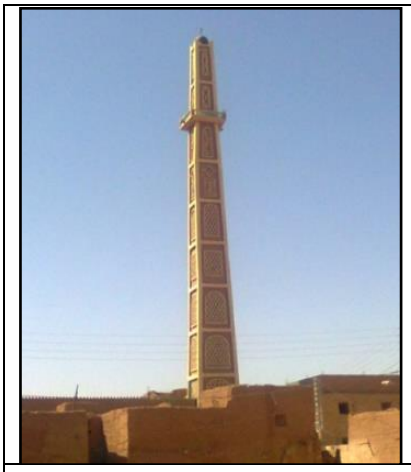
يعتبر قصر أولاد علي بن موسى من بين أكبر قصور تمنطيط، وقد شيّده الشيخ عمر بن عبدالرحمان وسكنته ذريته من بعده[1]، وفي السنوات الأخيرة أجريت عليه بعض الأشغال والترميمات، ما صعّب في تحديد دقيق لقياسات هيكله الخارجي المحيط الذي وإن يبدو مربع الشكل؛ وبالرغم من ذلك أخذنا قياسات تقريبية لذلك، حيث نجد طول 167 م شمالا، 156 م جنوبا، 137 م شرقا و135 م غربا، بمساحة 22.283 م^2 تقريبا.

وقد طالت القصر عدّة تغييرات متمثلة في البناءات المستحدثة في بعض زوايا وأجزاء الهيكل الخارجي فضلا عن الداخلية.

ونذكر من أهم التغييرات الحادثة؛ السور الخارجي والمسجد الكبير بالشمال الغربي للقصر، بعدما كان مشيدا بالحجارة والطوب ومتألفا من خمسة صفوف بمقاسات 14.9 م طولا و6.45 م

[1] Watin O.I, Origine des populations du Touat d'après les traditions conservées dans le pays, **Bulletin de la société de géographie d'Alger et de l'Afrique du Nord**, 2eme trimestre, 1905, p : 227.

عرضا؛ كما ذكر ذلك صاحب القول البسيط (..وأما مسجده الأول ففيه خمسة صفوف وفي كل صف أربع أسطوانات ثم زيد بعد ذلك واتسع، وقصر القوم ومسجدهم يدل على عددهم من قلة أو كثرة)، قبل أن يطرأ عليه التغيير الحالي، حيث تم بناء مسجد جديد اسمنتي شمل الأصلي وزاد عليه، وأزيل جدار القبلة ومحرابه، وأصبح الشكل الحالي جليا بعد تأثر زاوية السور الشمالي للقصر جراء البناء وإضافة المئذنة (اللوحة 31)، وأما سكنات القصر فهي من الحجارة والطوب،. وأغلبها تهدم جراء الأمطار الأخيرة (2018) والاستحداث الاسمنتي داخل القصر.



المسجد في أنقاض السور

مئذنة المسجد

اللوحة 31: استحداث المسجد داخل قصر أولاد علي بن موسى بتمنطيط

وللإشارة فإن التحري الميداني دلّ بأن الطوب الكيفي (الخماسي) شمل أجزاء كبيرة من نسبة البناء، خاصة في المستوى العلوي من الجدران الداخلية للمنازل (المتممة للسطح)، أو كأشكال زخرفية كالشرافات المسننة والدالة على نهاية الهيكل، وقد وجدنا أن بعض الجدران من الطوب كانت بعرض كبير يسمح بإقامة مأوى مستعمل للتمويه والاختباء وقتذاك.

وأما الطوب السداسي فقد خصّ الأجزاء المرممة حديثا أواخر القرن الماضي، والتي كانت على مستوى البنايات الداخلية كاستحداث كلّي (إعادة البناء كاملا) أو جزئي (سدّ الأبواب والفتحات الأصلية وغيرها) وكذا السور الخارجي المنهار بالجهة الشمالية من القصر(اللوحة 32).

طوب خماسي (جزء علوي أصلي)	طوب سداسي (جزء سفلي مرمم)
اللوحة 32: أنماط من تواجد الطوب في الجُدُر داخل قصر أولاد علي بن موسى	

2-2-2- قصر أولاد امحمد:

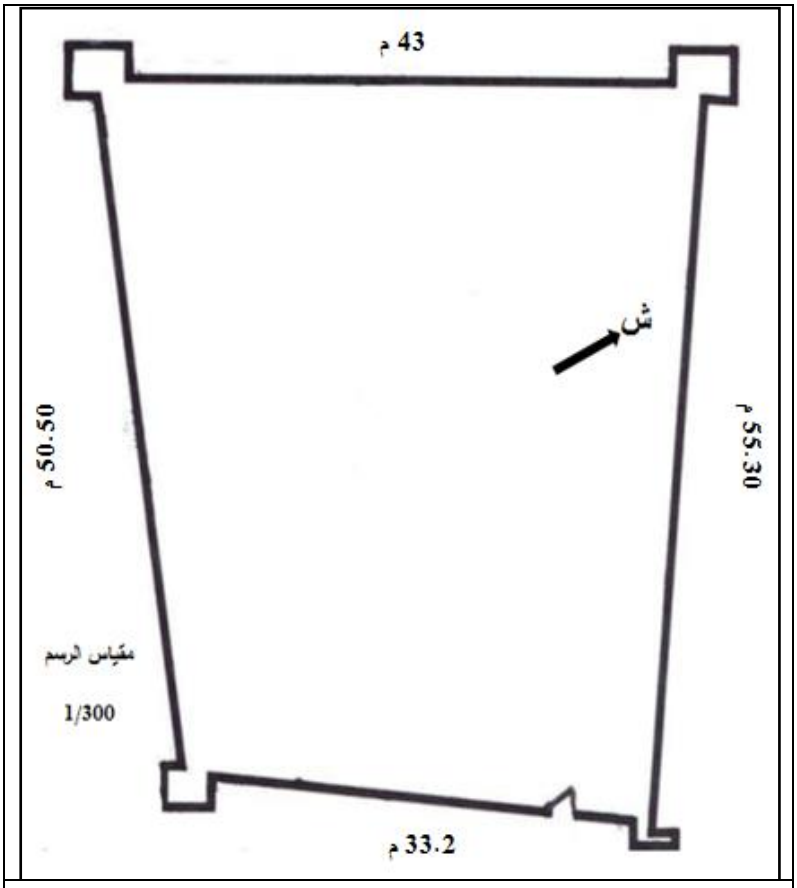
يقع قصر أولاد امحمد في الجهة الشمالية الشرقية من تمنطيط، وهي تحوز موقعا استراتيجيا هاما، متمركزا داخل إحاطة كل من مسجد الزاوية البكرية شمالا، قصر أولاد يعقوب جنوبا، أملاك عائلة البكريين شرقا وقصري أولاد اهمالي وتايلوت غربا.

يتخذ سور القصر السميك (يصل في القاعدة 1.60 م) والمبني بالحجارة والطين شكلا رباعيا غير منتظم، حيث نجد طول 55.30 م شمالا، 50.5 م جنوبا، 33.2 م شرقا و43 م غربا، بمحيط 182 م ومساحة 2.353 م^2 تقريبا (المخطط 2)، كما توجد الأبراج المتشابهة الشكل (مخروطية غير مسطحة من الأعلى) والمختلفة الحجم في زواياه الأربعة، وتتخلل السور والأبراج مزاغل[1]، ونمطية البناء في القصر كغيره من العمائر من شكل وحجم هذه تتحكم فيها مادة البناء المتوفرة[2]، إضافة إلى المرجعية الاجتماعية و الاقتصادية وكذا الدينية بصفة بارزة.

[1] **المزاغل:** من الفعل زغل، وزغل الشيء زغلا وأزغله أي صبّه دفعة واحدة، وسميت بهذا الاسم تبعا لوظيفتها، حيث تصب منها النبال دفعة واحدة على المهاجمين لصدهم من التقدم نحو الهدف، ويسهل القضاء عليهم دون حدوث أي اشتباك، وهي عبارة عن مفاذات مفتوحة في جدران البرج المطلة على الخارج ذات فتحات داخلية متسعة وخارجية ضيقة لتمكن المدافعين من سهولة الدفاع عن البرج دون إمكان تعرضهم منها لسهام المهاجمين له من الخارج، كما أن لها دور وظيفي وهو التهوية والإضاءة.

ينظر: عاصم محمد رزق، **المرجع السابق**، ص: 34.

[2] Emilio TEMPIO**, Le Mzab Une Modèle D'Architecture Spontanée**, Eldjézair, n^{0}4, Alger, p26.



المخطط 2: قصر أولاد امحمد بتمنطيط

وقد شكَّل الطوب إلى جانب الحجارة أحد المواد البنائية الهامة للأجزاء الداخلية للقصر، ويشهد على ذلك آثار المسجد القديم القصر المندثر بعد بناء آخر جديد والمتمثلة في أجزاء جدران الطوب من الأسكوب المتبقي بطول 9.60 م وعرض 1.40 م، قائم على سبعة أعمدة (قطر 0.8 م) بستة عقود ذات أقواس نصف دائرية، كما نجد آثار المئذنة المربعة (طول القاعدة 2 م) في الركن الشمال الغربي من المسجد، وقد شمل الطوب أيضا دعامات المداخل وركائز بطوب خماسي ساندة للجدران والسور وكذا أجزائه العلوية من الجهات الخارجية محافظا بذلك على هيكله العام لحدّ ما. (اللوحة 33)

طوب خماسي (جزء من جدار أصلي)

طوب سداسي(جدار مرمَّم في بائكة أصلية)

اللوحة 33: أنماط من تواجد الطوب داخل قصر أولاد امحمد

2-3- اعتبارات أخذ العينات:

تمنطيط مدينة غارقة في القدم، وتنوعت مواد وتقنيات بناء هياكلها، ودراستنا تتمثل في الطوب أساسا، وقد ركزنا في اختيار العينات على أسس هامة، فكان الاهتمام الرئيس في استخدام هذه العينات هو تقييم تأثير محتوى الطين مع المكونات الأخرى في كل عينة، وكذا دراسة النسب التركيبية والعلاقة بينها، وقد خضع الاختيار لاعتبارات عدة ابتداء من العام إلى الخاص بالنحو التالي:

2-3-1- التركيز على أماكن البناء بالطوب:

وجدنا أن قصر أولاد همالي وتوفاغي وآغام أقبور باعتبارها أقدم المباني في تمنطيط؛ قد بنيت بالحجارة أو بتقنية أغارف وتكاد تخلو من استعمال البناء بالتربة، إلا مادة الملاط المستخدمة بين الحجارة أو في الطلاء والتلبيس، إضافة إلى عدم وجود لبنات طوب سليمة وقائمة بذاتها.

2-3-2- اختيار الأماكن القديمة والسليمة (القدم والسلامة):

نصبوا في بحثنا إلى دراسة عينات الطوب السليمة، والتي قاومت عوارض الزمن، رغم عوامل التلف وبخاصة البشرية والطبيعية منها، فمن حيث سلامة المباني؛ إلى حد ما نجد قصري أولاد امحمد وأولاد علي بن موسى ذات مباني سليمة، زيادة إلى وجود هياكل من جدران وأسوار قائمة وكذا لبنات طوب كاملة. ونطمح إلى إنتاج نماذج من طوب متكامل بجميع المواصفات الفيزيوكيميائية والميكانيكية، والذي يصلح أن يكون مادة بنائية مناسبة للترميم، وبطبيعة الحال فالقصرين السابقين سليمين ولكن أولاد علي بن موسى أقدم، لذلك كان اختيارنا لطوبهما كمصدر أو مرجع لأخذ العينات.

2-3-3- التركيز على الطوب المعرض لعوامل التلف:

إن إجراء دراسات وتجارب تحليلية على مواد لم تتعرض لعوامل التلف لا يمكِّننا من معرفة خواصها، ولا من قياس درجة تلفها، ولإجراء المقارنة والمقاربة وجب الالتفات إلى جانبي العينات (المتضررة والسليمة) لذلك تم اختيار التي بقيت صامدة رغم الخطر.

المباني تلك التي بقيت صامدة وخضعت للخطر ولعوامل التلف تفتح الباب لمزيد من التجارب حول معرفة خصائصها التي جعلت منها كذلك. وكما يختلف زمن بناء القصور في تمنطيط؛ فقد يكون الاختلاف أيضا في زمن بناء هياكل قصر في حد ذاته، لذلك قمنا باختيار عينتين من هيكلين خاضعين لعوامل التلف، لكنهما سليمتين نوعا ما (عينة من الجدار الداخلي وعينة من البرج) لقصري أولاد امحمّد وأولاد علي بن موسى على التوالي.

وأما عن أصل العينات المستخدمة فمن خلال هذا البحث نسعى في اختبار وتثمين مواد منشأ أربع عينات (ثلاث عينات طوب لبِن ذات طبيعة مختلفة، إضافة إلى الملاط المستخدم في البناء). حيث تجد عينات الطوب وكذا خامات التربة من أصل الملاط المستخدمة في بحثنا مكانتها في منطقة تمنطيط، فأخذ العينات كان من مختلف أنحاء القصور الهامة (أولاد امحمد، أولاد علي بن موسى، توفاغي وأولاد همالي).

أ- عينة الجدار الداخلي ($ع_1$):

تمّ أخذ العينة من الجدران الداخلي لقصر أولاد امحمد، كونه معرض لعوامل تلف متعددة، وكذا تتالي بناء الجدران بعد السور والبرج، وتفادينا الأخذ من قمة الهياكل بل من الوسط لاحتمالية استحداث البناء فيها (ترميم حديث) مجهول الزمن.

واللوحة 34 تبين مكان أخذ العينة الأولى ($ع_1$):

قبل أخذ العينة	بعد أخذ العينة
اللوحة 34: جدران جلب العينة الأولى	

ب- **عينة البرج (ع2):**

تم اختيار العينة من قاعدة البرج الواقع بالجنوب الشرقي لقصر أولاد علي بن موسى، والخاضع لعوامل تلف منها:

- عامل التقادم كونها في الجزء السفلي من البرج وكذا عامل الثقل الفوقي
- عوامل تلف طبيعية على غرار تيارات الرياح
- عوامل بشرية منها محاذاته للخندق الشرقي للقصر وكذا للبساتين والواحات النخيلية، وبعض الاستحداثات الجانبية.

واللوحة 35 تبين مكان أخذ العينة الثانية (ع2).

المظهر من الخارج	المظهر من الداخل
اللوحة 35: برج أخذ العينة الثانية	

ج- **عينة حديثة (ع3):**

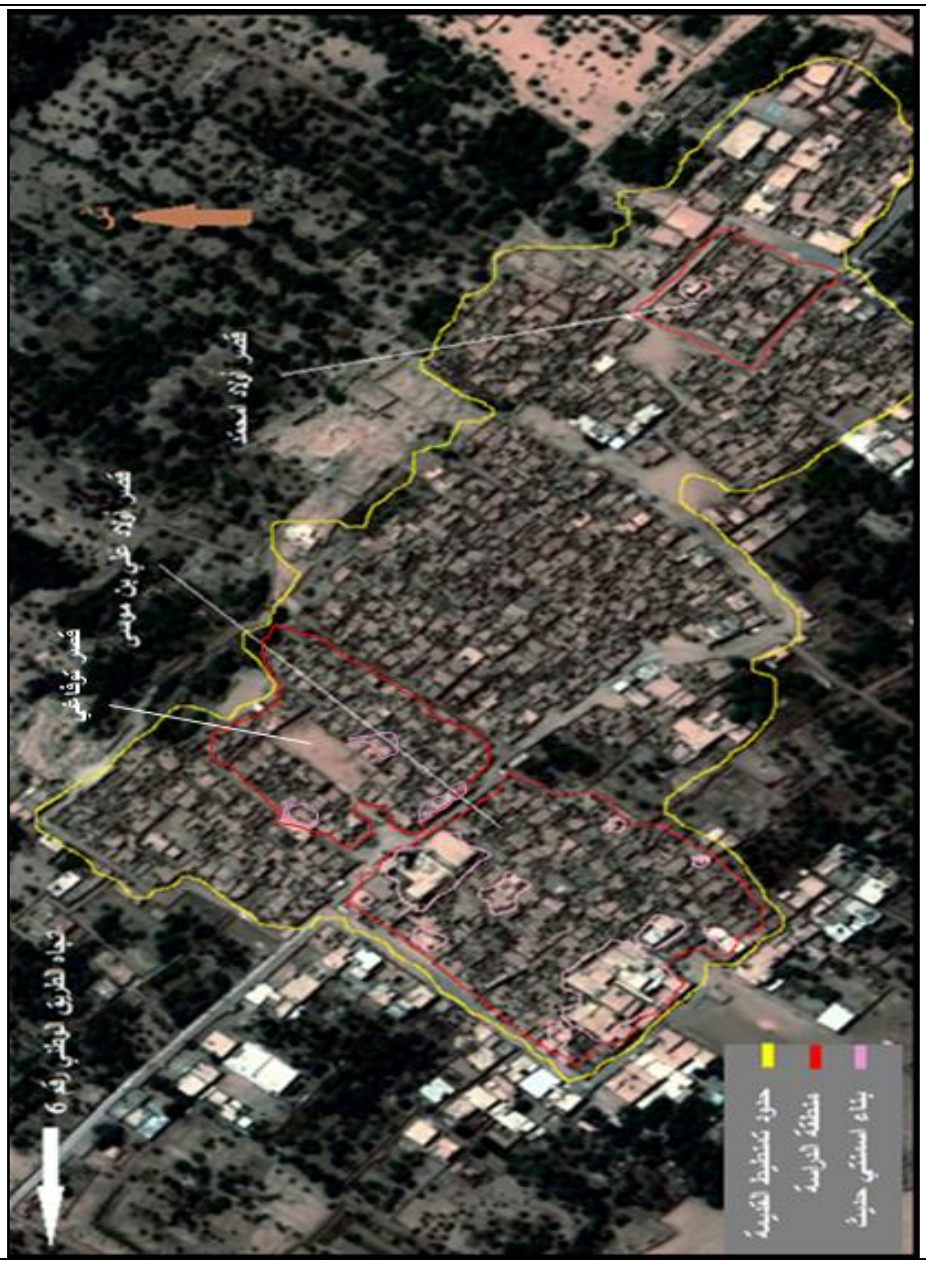
خضعت تمنطيط لترميمات عديدة منها ما كان بالطوب، وقد وقع اختيارنا على عينة طوب من الأجزاء الترميمية لسور خارجي، بعد عملية الهدم الطارئ عقب أمطار 2018، وذلك من أجل إجراء مقارنات بين الطوب الأصلي والمستحدث لاستخلاص نموذج مناسب للترميم والمعالجة (اللوحة 36).

العينة قبل الإعداد	العينة بعد الإعداد
اللوحة 36: مكان جلب العينة الثالثة	

د- **اختيار جزء (عينة ملاط):**

أُخذت هذه العينة من قصر أولاد اهمالي كون مادته الترابية الهامة وأنه هو الأقدم في سبيل إعداد مادة ملاطية أو طلائية مناسبة.

والصورة الجوية التالية تحدد منطقة الدراسة عامة (القصور بتمنطيط) وأهم الاستحداثات فيها.



الصورة 4: صورة جوية لمنطقة الدراسة ومختلف الاستحداثات فيها (المصدر:Google-Earth)

II- الدراسة المخبرية للعينات التجريبية:

لا مناص لأي انطلاقة علمية في سبيل معرفة ودراسة أثر ما من المرور بعملية التشخيص العلمي، وبالخصوص إذا تعلق الأمر بمواد البناء التي تمتلك قيمة أثرية وتاريخية وتنفذ عليها لمسات فنية، والتي لا يمكن الاستغناء عنها لاستخلاص القيم الفكرية والحضارية بصفة عامة.

ولفهم وتحليل تركيبة المواد الترابية الخام وخاصة الطين المستعملة في بناء الهياكل بتمنطيط وجب إجراء تحديد عام لفهم خصائص المواد الداخلة في ذلك من حيث طبيعتها وتركيبتها وكذلك ميزات مختلف الأنواع المختارة، وتمثل ذلك في اختيار التجارب لتحديد بعض الخصائص الفيزيائية، الكيميائية، الفيزيوكيميائية وكذا الميكانيكية، وهذه المرحلة جد هامة لمعرفة درجة تلف هذه المواد الخام وطرق إجراء الصيانة والحفظ أو استحداث لبنات علاجية مناسبة لذلك.

1- دراسة الخصائص السطحية (المورفولوجية):

بعد اختيار عينات الطوب وتصويرها؛ أُخذت لأماكن تضمن سلامتها، ثم تم نقلها للمخبر من أجل إجراء بعض التحاليل المخبرية، وتم تحضير العينات التجريبية عبر مراحل:

- فرز العينات عن بعضها وإخضاعها لحالة الاستقرار الكلي.
- تنظيف العينات ووضعها في أكياس مع تحديدها بأرقام، والقيام بأخذ مقاساتها وأوزان كل عينة.

اللوحة التالية تمثل العينات قبل إجراء التحاليل عليها.

العينة ($ع_1$)	العينة ($ع_2$)	العينة ($ع_3$)
اللوحة 37: عينات الطوب قبل إجراء التحاليل المخبرية		

1-1- أخذ القياسات (الأبعاد) والأوزان:

بعد سلسلة الإعدادات السابقة تمّ قياس أبعاد عينات الطوب التجريبي ودُوِّنت في الجدول التالي:

جدول24 : قياسات وأوزان العينات التجريبية			
العينة	ع 1	ع 2	ع 3
المقاس(الطول× العرض×الارتفاع) سم	11×18×25	13×24×27	15×16×30
الوزن (كلغ)	3.44	5.33	7.90

1-2- الرؤية والفحص بالعدسة المكبرة:

يعرف النسيج (texture) عموما بأنه معرفة طبيعة وترتيب الجسيمات الأولية للتربة، ويتم تصنيفه (نسيج التربة) وفقًا لمثلث[1] محدد بأبعاد المكونات كالطين ، الغرين ، الرمال والحصى، والتي تتحكم في جميع خصائصها الفيزيائية والبنيوية، حيث يعطي المميزات التي تحدد الترتيب والعلاقات الحجمية والمكانية للمعادن في مواد البناء، كما أن دراسة النسيج لا قيمة له دون معرفة البناء الهيكلي (structure)، حيث أن دراسة الاستقرار فيه تُعنى بالاختبار الكلي (تحديد مؤشر عدم الاستقرار الهيكلي) وكذا اختبار النفاذية الخاص بأي تربة[2] بعد سلسلة التجارب الإعدادية. ويسبق ذلك الملاحظة بالعين المجردة والتشخيص بالعدسة المكبرة لمعرفة التركيبات المجردة والمورفولوجية لكل العينات.

وملاحظة الطوب المشكل لمختلف هياكل مباني تمنطيط في كل من أولاد علي بن موسى وأولاد امحمد وتوفاغي؛ دلَّنا على وجود أنواع متعددة منه، أولها طوب حديث مترامي الأطراف في زوايا كل قصر، وثانيها رُممت به بعض الهياكل كأجزاء من الجدران الداخلية والأسوار أو سُدَّت به فتحات مع اختفاء الملاط بين طوبها، وأما ثالثها فهو قديم لم تطَلْه أيدي الساكنة، وقد ركزنا ملاحظتنا على هذا الأخير والتي دونت في الجدول 29.

2- سيرورة التحاليل المخبرية:

تحليل التربة هو عملية معقدة لتعدد الخصائص الواجب قياسها للتوصل لوصف عينة من حيث التركيب الأولي، محتواها الكلي أو الإجمالي وبعض الخواص كالتركيب المعدني وسعة التبادل الشحني الكاتيوني والأنيوني وغيره. وتحقيقا لهذه الغاية تم إعداد ترسانة من الطرق الموحدة لقياس هذه الخصائص اعتمادا على استخدام الطرق المرجعية لتحديد نوع العناصر المعدنية في عينة التجربة.

[1] Christiant Simplice Armand BALLOT et al, **Caractérisation physico-chimique des sols dans la région de Damara au centre-sud de Centrafrique**, Laboratoire des Sciences Biologiques et Agronomiques pour le Développement, Faculté des Sciences, Université de Bangui, République Centrafrique, Agronomie Africaine, 2016, p : 12.

[2] F. DUGAIN et al, les **méthodes d'analyses utilisés au laboratoire de physico-chimie des sols**, Office de la recherche Scientifique et Technique Outre-Mer CENTRE DE PEDOLOGIE DE HANN- DAKAR, 1961, p : 9

أما في الدراسة التحليلية فيتم إجراء معظم التحليلات الكيميائية لمعادن تربة العينات التجريبية على مراحل؛ ففي حالة وجود عينة منحلة أي في شكل قابل للذوبان (تربة طوب مهروس) يتم تحليل العنصر ومعرفته بسهولة، وتستخدم تقنية الطيف للقياس عموما. بالإضافة إلى ذلك؛ هناك بعض تقنيات التحليل مثل الأشعة السينية التي تنطبق مباشرة على تربة العينة الصلبة (قطع طوب).

يتم إجراء التحليلات الفيزيوكيميائية والمعدنية وكذا الميكانيكية في مختبر التحليلات المعدنية والكيميائية بجامعة تلمسان وكذا قطاع الجزائرية للمياه وحدة تلمسان.

2-1- التحاليل الفيزوكيميائية:

إن لدراسة الخصائص الفيزيائية والميكانيكية دور هام في مجال الترميمات الضخمة وخاصة بالنسبة لمواد البناء سواء في عمليات التدمير أو الإتلاف. وفي اختيار المواد الخام المناسبة لاستخدامها في أعمال الترميم لابد من دراسة بعض هذه الخصائص لعينات الطوب الطينية الأصلية القديمة وكذا الترميمية الحديثة، ومن ثَمَّ يتم تحديد المكونات الرئيسية والميزات الخاصة وكذا القياسات الحقيقية للطوب الطيني القديم، وتشخيصا لعيوب العينات الترميمية غير المدروسة حتى يتمّ تلافيها، باستخدام المعطيات الناتجة كمرجع لصناعة طوب طيني جديد ومناسب لعملية الترميم.

2-1-1- المسح بالمجهر الالكتروني وتحديد المكونات الكيميائية:

يعتبر الفحص بالميكروسكوب الإلكتروني (SEM) على نطاق واسع أداة أساسية في دراسة وتشخيص المواد الأثرية وتحديد مكوناتها، وقد ثبت أنها مساعدة لتطوير إجراءات الحفظ والصيانة التي تنطوي على الأشياء القديمة والأعمال الفنية والمباني.

وقد تم تحضير شرائح مجهرية لعينات الطوب الطينية التجريبية، وفحصت بواسطة آلة مسح مبرمجة بها ميكروسكوب إلكتروني (MEB) أو (Microscope Electronique à Balayage) (اللوحة 38) موصولة بجهاز إعلام آلي لمعالجة الصور وإعطاء منحنيات لتحديد العناصر والتعرف على المكونات الدقيقة وأبعادها، وكذا توزيع الحبيبات وارتباطها،

ولتحديد العناصر الكيميائية ورسم المنحنيات الخاصة بكل عينة اتُّبِعَت الشروط بالنحو التالي:

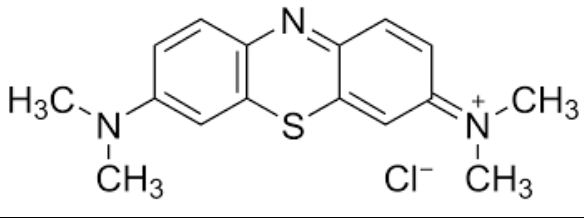
- تحديد زمن الحجز للتشخيص والمعالجة (التعيينات الهيكلية) للعينة بمعدل ساعة و4 دقائق.
- شدة وتيرة التسارع في المعالجة 15 (keV).
- استخدام الطريقة الكمية لتحديد النسب المعيارية للعناصر الكيميائية الداخلة في التركيب.
- تمثيل النتائج في الصور، منحنيات وجداول لمختلف عناصر شرائح عينات الطوب.

إعداد الشرائح	جهاز المسح المبرمج

اللوحة 38: تجربة الفحص الالكتروني وتحديد المكونات

2-1-2- اختبار أزرق الميثيلان (ANFP 18-592)

يستخدم أزرق الميثيلان على نطاق واسع في الهندسة الجيو تقنية لتقييم جزء الطين من التربة أو الركام، وتعتمد نتيجة الاختبار مباشرة على الطبيعة المعدنية للطين وكميتها في التربة، هذا القياس يتيح تقييم النشاط الغروي لمواد الطين فيها. والغرض من هذا الاختبار هو قياس قدرة الامتزاز أو الادمصاص* (adsorption) باللون الأزرق الميثيلين بفضل تركيبته (المخطط 3)، حيث تزداد كمية أزرق الميثيلين الممتزجة والممتصة في عينة ما كلما زادت مساحة السطح سواء الخارجية والداخلية منه. ونظرًا لأن جزيئات الطين هي المحددة لإجمالي المساحة السطحية في التربة؛ فيمكن اعتبار قيمة $\mathbf{V_{BS}}$ (La valeur de bleu de méthylène) أنها كمية ونشاط الطين الطبيعي الموجود في هذه التربة، والذي يستخدم كمواد ماصة لإزالة أزرق الميثيلين من المحاليل المائية[1].



المخطط 3: تركيبة أزرق الميثيلين

والهدف من اختبار قياس كمية أزرق الميثيلين ضروري لمعرفة قيمة تشبع تربة العينة التجريبية.

* الادمصاص (adsorption) : هو تراكم ذرات أو جزيئات على سطح المادة بواسطة تجاذب كيميائي أو فيزيائي، وهو يختلف عن الامتصاص (absorption) الذي يعني توغل وانتشار الذرات أو الجزيئات على سطح المادة.

[1] Fatihaa MAHAMMEDI et Belkacem BENGUELLA**, 'Adsorption of methylene blue from aqueous solutions using natural clay**', Laboratory of Inorganic Chemistry and Environment, Abou Bakr Belkaid University 13000 Tlemcen, Algeria, 14 Oct 2015, J. **Mater. Environ. Sci**. 7 (1) (2016) 285-292, ISSN: 2028-2508, CODEN: JMESCN; http://www.jmaterenvironsci.com.

هذه الكمية تسمى قيمة الأزرق يرمز لها ب(V_{BS})، ويعبر عنها بالغرام من الأزرق لكل 100 غرام من التربة. كما يتم استخدام قيمة (V_{BS}) أيضًا لتصنيف التربة، حسب الجدول التالي:

جدول 25: صنف التربة بدلالة أزرق المثيلين	
قيمة أزرق المثيلين	**صنف التربة**
0.2 >	تربة رملية
2.5-0.2	تربة طمية (غرينية)
6-2.5	تربة طمية-طينية
8-6	تربة طينية
8 <	تربة جد طينية

أ- مبدأ المعالجة:

تمّ أخذ عينات الطوب السابقة وأجريت التجربة كما يلي:

- بعد الهرس وبغربال ذو سمك 5 ملم؛ نأخذ 10غ من مسحوق العينات ع1، ع2 وع3.
- نضعها في بيشر زجاجي، ثم نضيف لها 100 سم من الماء المقطر.
- نعرض مزيج العينات للتدوير بواسطة جهاز تدوير بمعدل 700 دورة/دقيقة، لتشتيت معلق المزيج لمدة 5 دقائق.
- باستخدام جهاز زيادة الجرعات أو بواسطة حقنة نبدأ بإضافة أحجام متساوية من أزرق الميثيلان(5 سم^3)، ونقوم بالتحريك بمعدل 400 دورة/دقيقة لمدة دقيقة وذلك لمزج الخليط، مع العلم أن إضافة الأحجام السابقة تعطي تراكيز مختلفة (التباين في pH) تؤثر على نسبة الامتزاز.
- نضع بواسطة قضيب زجاجي قطرة من معلق المزيج على ورقة فلتر بيضاء (اختبار البقعة) ويجب أن يشكل القطر المتخذ رواسب مركزية يتراوح قطرها بين 8 ملم و12 ملم، مع ملاحظة ألا ينقطع التحريك أبدًا خلال كامل فترة الاختبار، وكذا المحافظة على درجة الحرارة 25°م، والتي لها التأثير في عملية الامتزاز بشكل طردي[1]. (اللوحة 39)

[1] مهند حازم ناجي، "دراسة امتزاز صبغة Méthylène Blue من محاليلها المائية باستعمال طين الأتبلغايت بطريقتي الدفعات وعمود الفصل"، **مجلة جامعة الأنبار للعلوم الصرفة**، مج: 3، ع: 3، كلية العلوم، جامعة الكوفة، العراق، 2009.

تحضير العينات والأزرق	خلط المزيج بالتدوير الآلي	إضافة الأزرق والتدوير
اللوحة 39: تجربة اختبار أزرق الميثيلين للعينات		

ب- تتبع مسار النتائج:

إذا كان الاختبار سلبي (ظهور البقع بدون هالة متمثلة بانتشار الأزرق حول قطرة الاختبار)، نقوم بإضافة 5 سم^3 من الأزرق، ونعيد اختبار البقعة بعد كل دقيقة. وبعد ذلك نترك سيرورة الامتصاص للون الأزرق بالاستمرار في المحلول وتنفيذ البقع دقيقة تلو الأخرى.

إذا كان الاختبار سالبًا عند البقعة الخامسة أو قبل ذلك نقوم بإجراء حقن جديدة باللون الأزرق للمحلول بأحجام من 2 ملل (10^{-2} لتر) إلى 5 ملل بدلاً من الخطوات من 5 ملل إلى 10 ملل في وقت سابق. وهذا التكرار لاختبار البقعة ضروري إلى غاية الوصول لنتيجة الاختبار الإيجابية (ظهور بقع ذات هالة).

وأما إذا كانت نتيجة الاختبار إيجابية ننفذ الحقن المتتابعة في خطوات من 5 مل إلى 10 مل من محلول الأزرق (اعتمادًا على طين المادة) حتى ظهور حافة محيطية زرقاء فاتحة في المنطقة الرطبة، ما يعني أن الاختبار إيجابي (وجود بقع بهالة)، وللتأكد نقوم بإجراء 5 قطرات متفرقة ومتتابعة (بعد مرور دقيقة) وذلك بدون إضافة الأزرق. ويحدد اكتمال التجربة إذا كانت إجراءات الخمس قطرات السابقة إيجابية أي بنفس النتيجة، لذا من الضروري تخفيض كميات الجرعات المحقونة، لأن معلَّق المحلول في هذه المرحلة من الاختبار في حالة التشبع.

وجملة فإن زيادة تركيز الجرعات يتم بموجبها تحديد الحجم الكلي (V) من محلول الأزرق الضروري لتحقيق الامتزاز الكلي. وفي جميع الحالات يجب أن يكون حجم الأزرق أكبر من 10 ملل، وإذا كان الحجم أقل من 10 ملل فيجب تكرار الاختبار مع كتلة أعلى.

لقياس قيمة الأزرق نستعين بالقانون التالي:

$V_{BS} = V / M \ (cm^3/g)$	
V_{BS}:	قيمة الأزرق للتربة (دون وحدة)
V:	حجم أزرق الميثيلان المضاف (سم^3)
M:	المقدار الاختباري المأخوذ (غ)

ويجدر بنا أيضا إيجاد مساحة السطوح النوعية SST (la surface spécifique totale) أو السطوح المحددة الكلية لعينة الاختبار.

$$SST \ (m^2/g) = 20.93 \times V_{BS}$$

يمثل السطح المحدد (SST) الذي يطلق عليه أيضًا "مساحة الكتلة" بأنه إجمالي السطح (AS) لكل وحدة من الكتلة (M) أي نسبة المساحة الكلية للحبيبات إلى حجمها ووزنها، ويكون سطح المعادن الطينية أكبر من باقي الأسطح من نفس الحجم ولكن ذات شكل مختلف، إذ يعتمد السطح المحدّد على شكل الجسيمات، حيث أن ميلان وتسطُّح الأجسام يزيد بزيادة السطح المحدد. (الجدول 26)

يتم التحكم بشكل أساسي في خصائص الطين من خلال سطحها الداخلي والخارجي، فهذا الأخير يشمل جزيئات الطين، والسطح الداخلي يمثل الجزء الورقي البيْني. كما تجدر الإشارة إلى أن السميكتيت (smectite) لديه أعلى قيم للسطح بالمقارنة مع جميع المعادن الأخرى[1].

الجدول 26: مساحة السطح المحددة للمعادن الطينية

المعدن	المساحة الداخلية (م^2/غ)	المساحة الخارجية (م^2/غ)	المساحة الكلية (م^2/غ)
الكاولينيت (Kaolinite)	0	30−10	30−10
الإيليت(Illite)	55−20	120−60	175−100
السميكتيت (Smectites)	700−600	80	800−700
الفيرميكولت (Vermiculte)	700	70−10	760
الكلوريت (Chlorite)	−	175−100	175−100

ويتم التعبير عن SST عمومًا بالمتر المربع / الغرام (م^2/غ)، وتعطى ب (m^2/m^3 أو m^2/kg)، وتحدد ب 10−30 m^2/g للكاولينيت (kaolinite) و500 m^2/g للمونتموريلونيت (montmorillonite).

[1] Abdelhadi ELHACHMI**, Argile et minéraux argileux: propriétés physico-chimiques et propriétés colloïdes**, Master fondamentale Chimie, Université Abdelmalek Essaadi - 2013, p : 34

2-1-3- قياس درجة الحموضة pH:

يعتبر الأسّ الهيدروجيني من أهم الخصائص الفيزيوكيميائية للتربة، فحركية وتوافر العناصر المعدنية يرتبطان بقيمته.

يتم قياس درجة الحموضة باستخدام مقياس pH متر وفقا لمعايير محددة، وذلك بتعليق كمية من المواد الجافة في حجم من الماء المقطر (منزوع أو خالي من المعادن)، مثلا 10غ في 100ملل.

تعطى قيمة pH بواسطة العلاقة:

$pH=-\log_{H+}$
pH: قيمة الحموضة
H^+: نشاط أيونات الهيدروجين في المحلول.

ويمكن اعتبار النشاط مساوياً للتركيز في المحلول المخفف، وبما أنه لا يمكن قياس الأس الهيدروجيني pH إلا في محلول، فإن الأس الهيدروجيني للتربة هو في الواقع الرقم الهيدروجيني لمحلول متوازن معه. كما أن مبدأ قياس درجة الحموضة في التربة هو التوازن الأيوني بين المرحلة الصلبة والمرحلة السائلة. بالإضافة إلى أن قياسه يوفر معلومات قيمة عن انتشار المواد العضوية أو الكربونات، حيث تُحدَّد تلك القيمة بعد تحلل الأملاح المكونة لعينات الطوب، وتعرفنا أيضا بمدى تأثرها بفعل الماء المضاف وكذا ناقلية الكهرباء فيها، وبصفة عامة محتويات تكوين الطوب.

واعتمادًا على الطرق التجريبية يتم تنفيذ تجارب المحلول المعلّق مع:

- الماء المقطر لتحديد الحموضة الفعلية .
- المحاليل الملحية مثل كلوريد البوتاسيوم أو كلوريد الكالسيوم لتقدير الحموضة المحتملة.

في الحموضة الفعلية يتم أخذ أيونات H_3O^+ فقط التي تم إطلاقها في المحلول بواسطة التربة، على عكس الحموضة المحتملة التي تأخذ أيضًا في الحسبان أيونات H_3O^+ القابلة للتبادل، والتي يتم الاحتفاظ بها على وجه الخصوص بواسطة المركَّبات الطينية الذبالية (les complexes argilo - humiques (C.A.H)، هذه الأخيرة قادرة على تثبيت أيونات H_3O^+ الموجودة في محلول التربة عن طريق التبادل مع الكاتيونات.

ويكون سريان التجربة كالتالي:

– بعد هرس عينات الطوب، قمنا بإعداد أوزان متماثلة من تربتها عينات الطوب السابقة ع1، ع2 وع3، بالإضافة إلى عينة من ملاط قصر أولاد اهمالي ع4.

- إضافة نفس الحجم من الماء المقطر إلى كميات العينات السابقة.
- ترك التجارب لفترة الترسيب الكلي للحصول على محلول مناسب، وبعدها يتم القيام بإجراء القياسات عليه.

وللإشارة فإن التجارب أقيمت في الشروط النظامية للمخبر درجة حرارة 25°م، وتم أخذ قيمة pH والناقلية تبعا للمستخلص الناتج لكل عينة مرتين باستخدام جهازي pHمتر مختلفين (اللوحة 40).

بداية القياس الأول	نهاية القياس الثاني

اللوحة 40: قياس قيمة الحموضة باستخدام جهازيpH متر

2-1-4- الناقلية الكهربائية:

الناقلية الكهربائية هي تقدير تقريبي لتركيز الأملاح الذائبة الموجودة في عينة ما، ويعتمد استخراجها على ظروف وشروط جد محددة وبعلاقة (تربة جافة / ماء بنسبة 5/1).

نقوم في التجربة بوزن 10 غرام من كل عينة اختبار والتي يتم نقلها إلى زجاجة من البولي إيثيلين، ونضيف 50 ملل من الماء المقطر إليها، ثم تغلق الزجاجة وتوضع في محرك ميكانيكي ذو حركة أفقية (يهز لمدة 30 دقيقة). وبعد الترشيح يتم قياس ناقلية التيار الذي تحمله الأيونات الموجودة بواسطة إلكترودين من البلاتين موضوعان بالتوازي في عمود من مستخلص رواسب العينة التجريبية.

2-1-5- نسبة كربونات الكالسيوم:

تكون معالجة الكربونات في مادة ما تبعا لتشخيصها الجيو تقني، وتماشيا للمعيار المتفق عليه NF P 94-048، لذا فإن طريقة Carbonatométrie تحدد نسبة كربونات الكالسيوم الموجودة في التربة والصخور أو المواد بصفة عامة. وفي مثالنا فإن عينات لَبِن الطوب أو الملاط تحوي هذه الكربونات ذات المصدر الطيني أو المضافة بشكل مثبتات في خليطها (الطوب أو الملاط) لتعطي مقاومة ميكانيكية أفضل بعد تحولها لكالسيت.

أ- الوسائل المستخدمة:

تتطلب التجربة مجموعة من الوسائل والشروط نذكر منها:

- غربال ذو فتحات 0.04 ملم.
- كالسيمتر برنارد (Calcimètre): وهو جهاز به حامل، يثبت به أنبوب مدرج به سائل بغرض قراءة الزيادة أو الانخفاض، وأحد طرفي هذا الانبوب متصل بقنينة تحديد مستوى السائل الابتدائي (الحجم h_0)، ويوصل الطرف الآخر بنظام تبريد به أنبوب الغاز المنبعث من التفاعل الناتج من بوتقة الاختبارات (تحوي هذه البوتقة مادة العينة التجريبية المتفاعلة مع HCL المتسرب من داخل أنبوب صغير بعد ميلانه).
- ماء مقطر وترمومتر لتحديد درجة الحرارة في الوسط، وتشترط أن تكون من (10-35°م).
- كمية من HCL مركز بكثافة 1.19 (نوع تحليلي مميز).
- دقيق كربونات الكالسيوم خالص للتحليل (إذا استوجب ذلك).

ب- سريان التجربة:

تعتمد التجربة على تحديد حجم ثاني أكسيد الكاربون (CO_2) المنبعث تحت تأثير حمض الكلور هيدريك (في شروط من الضغط ودرجة حرارة 25°م مناسبين) من العينة التجريبية (الطوب والملاط) كما في (اللوحة 41)، وفي تجربتنا قمنا ب:

- تجفيف عينات من ع1، ع2، ع3 وع4 في فرن تجفيف ذو درجة حرارة 105°م لمدة 24 سا.

وبعد القيام بغربلتها (فتحات 0.04 ملم) ولجهلنا بطبيعة مركبات تربة كل عينة؛ أعددنا 0.5غ من كل عينة (في الشروط من المفروض أن تكون وزن العينة المأخوذة 1غ وذلك عندما تكون نوعية التربة معلومة) وبعدها تم التأكد بالقراءة للتدريج h_0.

- وضع العينة في بوتقة اختبار جافة وإضافة HCL المركز (37.5٪) ذو الكثافة (1.19).
- بعد انطلاق CO_2 الناتج من التفاعل بين حمض الكلور هيدريك وعينات التجربة حدث تغير في مستوى قراءة التدريج للسائل وهو h_1.

جهاز كالسيمتر	عينة التجربة + HCL

اللوحة 41: تجربة الكربوناتومتري (Carbonatomètrie)

يتم التفاعل على حسب المعادلة الكيميائية التالية:

$$CaCO_3 + 2HCl \rightarrow CaCl_2 + H_2O + CO_2 \uparrow$$

وتتم معرفة كمية كربونات الكالسيوم حسب قوانين المعيار السابق (NE P 94-048):

$T_c = (120 \times V_b \times P)/m(\theta_b + 273)$
T_c : نسبة الكربونات (٪)
V_b : حجم الغاز المنبعث (سم^3)
P : الضغط الجوي (كيلوباسكال)
m : كتلة المادة المستخدمة (غ)
θ_b : حرارة وسط التجربة (°م)

ولتعيين نسبة ($CaCo_3$) في أي عينة من المادة، نقوم بتعيين حجم غاز (CO_2) المنطلق من كتلة معينة من عينة ($CaCo_3$) النقية، ثم نقيس حجم (CO_2) المنطلق من نفس الكتلة من عينة المادة المختبرة، وللإشارة فإننا أخذنا كتلة 0.5غ حيث أن حجم (Co_2) المنطلق من ($CaCo_3$) النقي هو 410 ملل. وفي الأخير نطبق العلاقة التالية:

$CaCO_3$ (٪) $= (Ve / V_{CaCO3}) \times 100$
Ve : حجم CO_2 المنطلق من العينة
V_{CaCO3} : حجم CO_2 المنطلق من عينة كربونات الكالسيوم النقية

وللعلم أن هذه التجربة أقيمت على نموذجين من كل عينة سابقة، لنحصل على معدل القيم بينهما. والنتائج المحصل عليها مدونة في الجدول 35

2-1-6- تجربة الأمواج فوق صوتية:

إن تجربة الأمواج فوق الصوتية مهمة في هذه الدراسة؛ إذ تسمح لنا بتحديد درجة التلف وإمكانية وجود عناصر معدنية وكذا الشروخ غير المرئية وميزة العازلية للصوت كخاصة هامة في الطوب، وتعتمد أساساً على قياس سرعة انتشار الأمواج الصوتية داخل قطعة طوب وذلك باستخدام جهاز

قياس صغير لتسجيل زمن مرورها، ويمتد منه سلكان طويلان بهما قطعة اسطوانية رأسية ذات سطح مستوى تمثلان مرسلا ومستقبلا. وميزة هذا الاختبار أنه غير متلف مع إمكانية استعماله مباشرة[1].

وتخضع العينات للتجريب المباشر بوضعها بين المرسل والمستقبل على حسب الترتيب التالي:

– تقطيع لبنات الطوب الجافة السابقة إلى قطع متساوية الأحجام (ع1، ع2 وع3)، وبعد تسويتها وتنظيفها تتم قراءة زمن مرور الأمواج الصوتية فيها.

– تقسيم كل قطعة من القطع السابقة إلى جزئين متساويين، ثم نخضعها لنفس التجريب السابق. وفي الأخير نحسب معدل ثلاثة قياسات. والنتائج مدونة في الجدول 36.

2-2- الخصائص الفيزيائية للعينات:

2-2-1- التدرج الحبيبي: La granulométrie

معرفة حبيبات المادة أو التحليل الحبيبي هي خاصية مهمة، تؤثر على خصائص الطوب، وذلك بتوزيع الحبيبات في الطوب الطيني، وخاصة خصائصه الكيميائية، الفيزيائية والميكانيكية المختلفة، مثل الكثافة والمسامية وامتصاص الماء. لذلك فإن الهدف الرئيس من هذه التجربة هو معرفة مختلف مقاسات ونسبة المركبات الصلبة لعينات الطوب التجريبية.

وينفَّذ بروتوكول هذه التجربة بطريقتين متكاملتين، وهي التجزئة الجافة وصولا إلى حجم 80 ميكرومتر ثم قياس الثقل النوعي إلى حجم 2 ميكرومتر عن طريق ترسيب الجسيمات حسب قانون Stokes[2]؛ ما يسمح بتصنيف المركبات تبعا لقطرها.

أ- تجربة التجفيف:

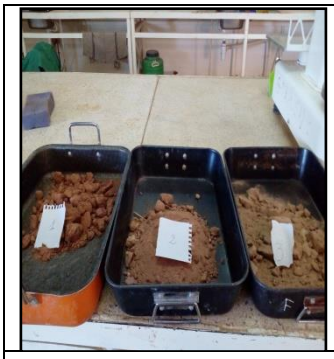
بعد عملية هرس عينات من الطوب التجريبي السابق (ع1، ع2 وع3) تمّ أخذ أوزان منها، وقبل القيام بتجربة التحليل الحبيبي (analyse granulométrique) قمنا بتحديد الرطوبة المتبقية (AFNOR NF X 31-102) بدلالة الكتلة المفقودة بعد تجفيف العينة في فرن (Etuve) ذو درجة حرارة 105°م لمدة 48 سا (اللوحة 42) بحيث تكون كتلتها ثابتة عند الدرجة 40 ^{0}م. يسمح هذا القياس بتحديد الكتلة الجافة لعينة التربة، ويتم حساب الرطوبة المتبقية كنسبة مئوية كتلية بالعلاقة التالية:

[1] بوعكاز عيساوي، **"طرق حفظ وصيانة مواد بناء الموقع الأثري جميلة "كويكول" "حالة الحجارة الكلسية""**، رسالة مقدمة لنيل شهادة الماجستير في الصيانة والترميم، معهد الآثار، جامعة الجزائر، 2009/2008، ص: 153.

[2] حسب **George Stokes**، وهو قانون يعطي قوة احتكاك السوائل المطبقة على مجال تتحرك فيه (السائل) بحيث يربط سرعة سقوط جسم في سائل بفعل الجاذبية، ويستخدم لقياس الترسيب ومعرفة اللزوجة في السوائل وكذا تحليل الجزيئات أو الجسيمات المعلَّقة ويعطى بالسنتمتر/ثانية.

$H=((m_0-m_1)/m_0)\times100$
H: الرطوبة المتبقية m_0: كتلة العينة الأولية مجففة في درجة حرارة 40 ^{0}م m_1: الكتلة النهائية للعينة بعد التجفيف في درجة حرارة 105 ^{0}م لمدة 24 ساعة والتبريد.

إضافة إلى ما سبق فإن وضع مستحضر العينات في فرن التجفيف السابق يعمل على تفكيك المواد الرابطة بين جزيئات مركبات مسحوق عينات الطوب والحصول على ناتج جاف مناسب للقيام بتجربة التحليل الحبيبي.

		
وزن العينة قبل التجفيف	التجفيف في فرن Etuve	العينات بعد التجفيف

اللوحة 42: عملية التجفيف لناتج هرس العينات التجريبية

وبعد استخراج النواتج من الفرن أُعيد وزنها، فحصلنا على النتائج المدونة في الجدول 37.

ب- **تجربة التحليل الحبيبي:**

تنفّذ تجربة التحليل الحبيبي على النحو التالي:

- أخذ العينات الجافة (نواتج التجفيف) ونثرها من الأعلى في عمود متسلسل من الغرابيل، والتي ترتب تصاعديا حسب قطر فتحاتها من الأسفل إلى الأعلى. وقد أخذنا في تجربتنا غرابيل بقطر (0.08، 0.125، 0.2، 0.5، 1.25، 2، 3.15، 5، 8، 12.5 و16) ملمتر (ملم)، مع الأخذ بعين الاعتبار قيمة القاع (<0.08 ملم).

- تعريض عمود جملة الغرابيل لعملية الغربلة الميكانيكية (5 دقائق) استعانة بعدّاد الكتروني.

- وزن نواتج الغربلة في كل غربال يسمح برسم منحنى التحليل الحبيبي، ويتم ذلك بصفة تجميعية للنواتج بدءا من الغربال ذو الفتحات الأكبر (16 ملم).

ولحساب نسب المكونات التي تسمح برسم المنحنى نستخدم الجدول 27 الذي يعطي نتائج تجربة التدرج لكل عينة، والاعتماد على الأحجام المعيارية للعينات.

وفي تجربتنا وتبعا للظروف التجريبية أخذنا حجم الحصى والطين بعين الاعتبار حيث باستثناء الأجزاء الأكبر من 2 ملم فإن التحليل الحبيبي يعرفنا بنوعية التربة الدقيقة كما يلي:

- **الرمل:** ذو الحبيبات الغليظة (Sable grossier) من 2 ملم -0.2 ملم، والدقيق الناعم (Sable fin) من 0.2 ملم – 50 ميكرومتر ($10X5^{-2}$ ملم).
- **الطمي:** ذو الحبيبات الغليظة (Limon grossier) من $10 X 5^{-2}$ ملم - $10X2^{-2}$ ملم، بينما الدقيق (Limon fin) من $10X2^{-2}$ ملم - $10X2^{-3}$ ملم.
- **الجزء الدقيق** (Fraction fine): وهو أقل من $10X2^{-3}$ ملم[1].

جدول 27: حساب نسب مركبات العينات					
رقم الغربال	فتحة الغربال (ملم)	المتبقي الجزئي (غ)	المتبقي المجمّع (غ)	نسبة المتبقي المجمّع (٪)	نسبة المار المجمع (٪)
1	…	m_1	m_1	$R_1= 100(m_1/M)$	$T_1=100-R_1$
2	….	m_2	$m_1+ m_2$	$R_2= 100((m_1+ m_2)/M)$	$T_2=100-R_2$
M: الكتلة الكلية للعينة التجريبية بالغرام (غ).					
m: كتلة كل جزء متبقي بالغرام (غ).					
R: نسبة المتبقي المجمّع ب (٪).					
T: نسبة المار أو المغربل المجمّع ب(٪).					

وانطلاقا من منحنيات التحليل الحبيبي يمكن استخراج معاملين هامين في تحديد طبيعة التربة.

- **معامل HAZEN:**

يسمح معامل آزان (HAZEN) بمعرفة ما إذا كان حجم الحبيبات منتشرًا أم موحدا (منتظما).

ويعطى بالعلاقة التالية:

$$C_U = D_{60}/D_{10}$$

C_U: معامل HAZEN

D_{60}: قطر فتحات الغرابيل التي تسمح بمرور 60٪ من المحتوى الكلي المغربل (المجمّع)

D_{10}: قطر فتحات الغرابيل التي تسمح بمرور 10٪ من المحتوى الكلي المغربل

فإذا كان: **C_U <2 فإن** حجم الحبيبات موحد ومنتظم، وإذا كان **C_U >2** فإن حجمها منتشر.

[1] A LUDOVIC , **Précis de pédologie**, Masson, Paris, 1972, p. 69.

- **معامل الانحناء (Courbure)**

يكمّل معامل الانحناء معامل HAZEN في تصنيف التربة لتحديد ما إذا كان حجم الحبيبات متدرج جيدًا أو لا. ويعطى معامل الانحناء بالمعادلة التالية:

$C_c = (D_{30})^2 / D_{10}.D_{60}$
C_c: معامل الانحناء
D_{30}: قطر فتحات الغرابيل التي تسمح بمرور 30٪ من المحتوى الكلي المغربل
D_{10}: قطر فتحات الغرابيل التي تسمح بمرور 10٪ من المحتوى الكلي المغربل
D_{60}: قطر فتحات الغرابيل التي تسمح بمرور 60٪ من المحتوى الكلي المغربل

حيث أن: $1 < C_c < 3$ فإن تدرّج الحبيبات جيد (توزيع جيد)، وإذا كان $C_c < 1$ و $C_c > 3$ فإن تدرجها غير متوازن (سيئ التوزيع).

2-2-2- الكتلة الحجمية:

الهدف من تجارب الكتلة الحجمية هو معرفة الأحجام والكتلة التي تدخل في تركيبة المادة الأولية الخام لعينات الدراسة من مونة طوب أو ملاط وغيرها. وتقاس عموما بالغرام على السنتمتر مكعب (غ/ سم^3).

وفي تحديد القيم لنوعيْ الكتلة الحجمية أجريت التجارب على ثلاثة نماذج من كل نوع من عينات المواد الأربع، وذلك لإعطاء معدلات أو متوسطات القياس المحصل عليها.

أ- الكتلة الحجمية الظاهرية (Apparente):

تعرف الكتلة الحجمية الظاهرية بأنها الكتلة الحجمية العادية، وهي الكتلة في الحالة الطبيعية للمادة مقسومة على الحجم الكلي بما في ذلك من حبيبات وفراغات وتعطى بالعلاقة التالية:

$\rho_{app} = M_E / V_E$
• ρ_{app}: الكتلة الحجمية الظاهرية (غ/سم^3)
• M_E: الكتلة الكلية للعينة (غ)
• V_E: الحجم الكلي للعينة (سم^3)

ويكون سريان التجربة بعد إحضار ثلاث نماذج من كل نوع من العينات الأربع سواء من طوب أصلي لقصر أولاد علي بن موسى (ع$_1$) وأولاد امحمّد (ع$_2$) وطوب ترميم ملقصر توفاغي (ع$_3$) وعينة من مادة ركام التلبيس لقصر أولاد اهمالي (ع$_4$)؛ أجرينا عملية الهرس، ثم قمنا بالتجربة (اللوحة 43). ولمعرفة الكتلة والحجم الكلي للعينات:

- وزن إناء ذو حجم 1 لتر وهو فارغ (M_0)، وذلك لضمان وحدة الحجم ($V_E=1$).
- وضع نتائج الهرس للعينات 1، 2، 3 و4 إلى مستوى مستوٍ أي مساو لِ 1 لتر على التوالي
- إعادة وزن الإناء بما فيه من عينات مهروسة، فحصلنا على أوزان مختلفة لكل عينة (M_1).

ومن ثم استخرجنا M_E بدلالة M_0 و M_1 حيث:

$$M_E = M_1 - M_0.$$

وبالتالي فإن:

$$\rho_{app} = M_E / V_E$$
$$\rho_{app} = (M_1 - M_0) / V_E$$

وتعطى القيمة لل ρ_{app} ب (kg/l) وللتحويل لل (g/cm^3) نضرب في 10^{-3}.

سطح مستو لعينة في حجم 1 لتر	وزن الجملة (العينة + إناء 1 لتر)
اللوحة 43: إعداد الكتلة الحجمية الظاهرية	

ب- الكتلة الحجمية المطلقة (absolue):

تعتبر الكتلة الحجمية المطلقة نوعية لأي مادة ما، لأنها تمثل نسبة الكتلة الخصوصية إلى وحدة حجم المادة دون الفراغات الموجودة بين الحبيبات. وبالتالي فهي كتلة المادة الصلبة بالنسبة لوحدة حجمها بدون الأخذ بعين الاعتبار المسامات في هذه المادة ذاتها. والكتلة الخصوصية للطوب في حد ذاتها تعطي دلالة على كمية الماء المضافة للعجنة أثناء الخلط وطاقة الضغط أثناء التشكيل[1].

$\gamma_{abs} = M_E / V_E$
• γ_{abs}: الكتلة الحجمية المطلقة ($غ/سم^3$) • M_E: كتلة حبيبات العينة (غ) • V_E: حجم حبيبات العينة فقط ($سم^3$)

[1] أرزقي بوخنوف، **المرجع السابق**، ص: 87.

ويتم سير التجريب بإحضار ثلاث نماذج من كل عينة من العينات الأربع (كما في الكتلة الحجمية الظاهرية) ليتم إعداد العينات السابقة وهرسها، وبعد ذلك قمنا باختيار تجربة الحوجلة (ballon)، وهي جد واضحة، وتتركز على الوسائل التالية: حوجلة زجاجية ذات عنق وفوهة دائرية لوضع عينة التجربة، صفيحة زجاجية لتغطية فوهة الحوجلة، ميزان آلي حساس، وقطعة اسفنج للمسح الجيد للحوجلة (اللوحة 44). ولاكتمال التجربة نقوم بما يلي:

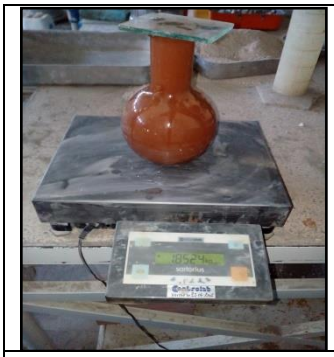
- ملء الحوجلة بالماء وتغطيتها بالصفيحة الزجاجية بدون ترك مساحة للهواء، ثم وزنها(M_1).
- وزن العينة التجريبية المدروسة (عينات الطوب المهروسة) وهي (M_2). وفي تجربتنا أخذنا 400 غ من كل عينة (ع$_1$، ع$_2$، ع$_3$ وع$_4$).
- إدخال العينة التجريبية في الحوجلة وإضافة الماء، ثم وضع الصفيحة الزجاجية، مع مراعاة عدم دخول الهواء أيضا، وبعد ذلك نقوم بوزن الجملة (M_3).

ومن ثم فإن الوزن الكلي للماء الداخل في العينة هو:

$$M= M_1+M_2-M_3$$

وباعتبار أن كثافة الماء هي 1 في درجة الحرارة المناسبة، فتكون الكتلة M مساوية لحجمها المطلق (V_{abs})، وبالتالي فإن الكتلة النوعية للعينة هي:

$$\gamma_{abs} = M_2 / V_{abs}$$

	
وزن الحوجلة + الماء	وزن الحوجلة + الماء + العينة

اللوحة 44: إعداد الكتلة الحجمية المطلقة

وأجريت القياسات وسجلت على النحو التالي:

العينة	تجربة الحوجلة			
	الحوجلة + الماء (M_1) كغ	وزن العينة (M_2) كغ	الحوجلة + ماء + العينة (M_3) كغ	حجم العينة $V_{abs}=(M_1+M_2-M_3)/\gamma_{eau(=1)}$
ع1	1.6202	0.4	1.8524	0.1678
ع2	1.6204	0.4	1.8526	0.1678
ع3	1.6028	0.4	1.8360	0.1668
ع4	1.6201	0.4	1.8520	0.1681

2-2-3- المسامية الكلية (Porosité):

انطلاقا من تحديد نوعي الكتلة الحجمية للعينات المدروسة يمكن إيجاد مسامية لها، وهي حجم الفراغات بما في ذلك المسامات الموجودة بين مواد تلك العينات بالنسبة للحجم الكلي لها.

تعطى المسامية الكلية للعينات بالعلاقة التالية:

$$P = 100 \times (1 - \rho_{app} / \gamma_{abs})$$

P: المسامية الكلية للعينات (٪)

γ_{abs} : الكتلة الحجمية المطلقة (غ/سم^3)

ρ_{app}: الكتلة الحجمية الظاهرية (غ/سم^3)

سجلنا معدل القيم للكتلة الحجمية الظاهرية والمطلقة وكذا المسامية لثلاث نماذج لكل عينة من العينات الأربع في الجدول 43.

2-2-4- الخاصية الشعيرية:

تتعدد مواد البناء من حيث تعاملها مع الماء، فمنها المواد الهيدروفيلية (hydrophile) أو المحبة للماء، ومنها الهيدروفيبية (hydrophobe) التي تطرده، حيث ينتقل الماء من مناطق المواد البنائية المشبعة والكثيرة الماء إلى الجافة قليلة النسبة منه. وهذه النسب تعطي معدل الامتصاص بنوعيه الجزئي أو الكلي.

أ- معامل الامتصاص الجزئي:

تتم معرفة امتصاص الماء عن طريق الخاصية الشعرية باختبار المعيار التجريبي NF XP 13-901، والمبدأ هو أن تغمر الطوب جزئيا في عمق 5 ملم.

يتوافق معامل امتصاص الماء C_b مع معدل امتصاص بعد زمن 10 دقيقة، وهو ما يفيدنا في تأثير مياه الأمطار أو الرشح في المباني الطوبية من خلال عملية التشرب أو بالخاصية الشعرية، ويتم التعبير عن معامل C_b لامتصاص الماء بواسطة الصيغة التالية:

$C_b = 100 \times (M_h - M_d) / (S\sqrt{t})$	
C_b :	معامل امتصاص الماء
$M_h - M_d$:	كتلة الماء التي تمتصها الكتلة أثناء الاختبار بالغرام (غ)
S :	مساحة سطح الوجه المغمور بالسنتيمتر المربع (سم^2)
t :	زمن غمر الكتلة بالدقائق (د).

ولحساب معامل الامتصاص الجزئي في العينات التجريبية (1،2 و3) اخترنا ثلاث عينات من كل عينة (صنف ع$_{1-2}$، ع$_{2-2}$ وع $_{2-3}$)، بمساحة سطح (4x4) سم^2، لمدة زمنية ثابتة (5 د)، وأجريت تجربة لكل عينة من كل نوع على حدى، ثم للعينات مجتمعة في إناء التجريبي مناسب (اللوحة 45)، وذلك للقيام بإجراء المقارنة، وقمنا بحساب معدل الامتصاص الجزئي للعينات. مثلت النتائج في الجدول 44.

إعداد العينات قبل الغمر	الغمر الجزئي لكل عينة	الغمر الجزئي للعينات مجتمعة
اللوحة 45: اختبار الامتصاص الجزئي للماء		

ب- معامل الامتصاص الكُلّي:

يمكن استخدام إجراءات مختلفة لتحديد قدرة الامتصاص الكلية للطوب، وذلك إما بغمر العينة في الماء البارد (24 إلى 48 ساعة) بعد تجفيف الفرن في كتلة ثابتة أو اختبار الغليان (5 ساعات). أو امتصاص تحت اختبار فراغ. مع الإشارة أنه من الممكن الحصول على نتائج مختلفة في كل طريقة، واخترنا لهذه الدراسة اختبار الغمر بالماء البارد واختبار الغليان.

- **الاختبار الأول:**

هو غمر الطوب في خزان ماء لمدة 24 ساعة، وقياس الزيادة في الوزن P_h بالنسبة لوزن الطوب في الحالة الجافة P_s.

يتم تحديد نسبة الامتصاص الكلي (**Twa**) من خلال الصيغة التالية:

$Twa\ \% = 100 \times (P_h - P_s) / P_s$	
Twa:	نسبة الامتصاص الكلي.
P_s:	وزن الطوب في الحالة الجافة (غ).
P_h:	وزن الطوب في الحالة المشبعة بعد الغمر (غ).

- **الاختبار الثاني:**

وهذا الاختبار يدعى اختبار الغليان، حيث يتم وضع الطوب الجاف في حوض ماء في درجة حرارة لمدة ساعة واحدة، ويتم الحفاظ عليها عند 100 درجة مئوية لمدة 5 ساعات، ثم نقوم بتبريد الطوب بين 16 و19 ساعة، وبعدها يتم إزالة الطوب الرطب ويوزن.

2-2-5- التحليل المعدني:

التحليل المعدني لكل من العينات هو تحليل نوعي تتم فيه دراسة التركيب البلوري ذو السطوح الداخلية باستعمال ظاهرة الحيود بواسطة الأشعة السينية x، طبقا لقانون براغ[1]. وهو تقنية تُستخدَم عادة لتحديد العناصر المعدنية في الحالات البلورية الصلبة، والتمييز بينها في نفس التركيب الكيميائي لكن بهياكل بلورية مختلفة، إذ أثبتت الدراسات أن التكوين الكيميائي لمركب ما لا يعدّ معيارا أساسيا في تحديد وتمييز نوعه، فالمركبات ذات التكوين الكيميائي المتشابه تختلف في بعض خصائصها الفيزيائية والميكانيكية[2].

[1] تمكن براغ من فرض نموذج بسيط للتركيب البلوري يمكن بواسطته معرفة اتجاه انعراج الأشعة السينية من البلورة بعد سقوطها عليها، وتم استنتاج معادلة براغ على أساس الترتيب الدوري للتركيب البلوري دون الاعتبار لنوع الذرات أو ترتيبها في المستويات العاكسة، وهما العاملان المؤثران فقط في شدة الانعكاسات المناظرة لقيم(n) المختلفة. للمزيد ينظر: عبد القادر دلال وطارق عبد الكاظم ناصر، **أساسيات التحليل الكيميائي الكلاسيكي والآلي في التربة والماء**، ديوان المطبوعات الجامعية، الجزائر، 1995، ص: 84.

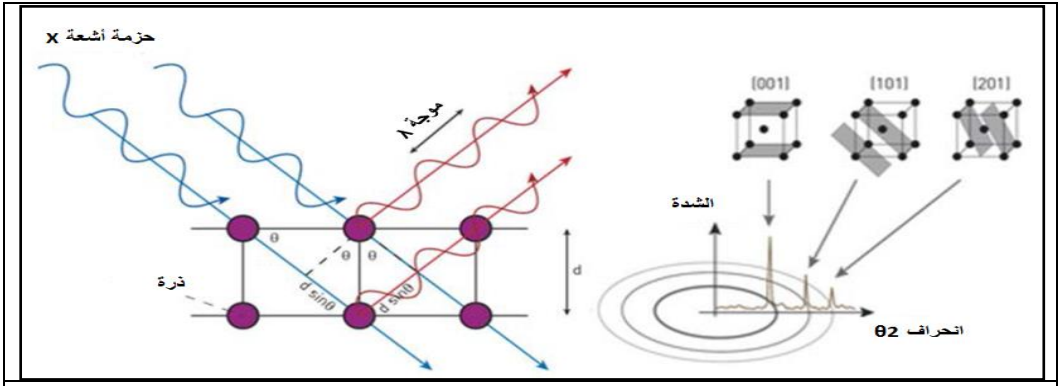
[2] محمد عبد الهادي، **دراسات علمية في ترميم وصيانة الآثار غير العضوية**، مكتبة زهراء الشرق، مصر، 1998، ص: 167.

$n\lambda = 2\ d \sin\theta$
n: عدد المستويات.
λ: طول موجة الأشعة x.
d: المسافة بين مستويين داخل البلورة.
θ: الزاوية المحصورة بين خط المستوى والشعاع الساقط على البلورة.

ويكون سريان التجربة بإعداد الشرائح حيث أجريت على عينات مشفرة لعينات الطوب السابقة ع1، ع2 وع3، وذلك بوضع وتمديد جزء منها على مساحة 1سم^2 بين شريحتين زجاجيتين رقيقين، تسمح بإدخالها في جهاز التحليل (اللوحة 46).

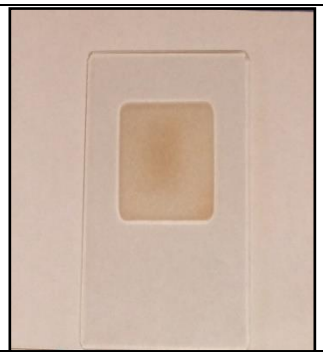
ويتم التحليل بالأشعة x (DRX) باستعمال جهاز دفراكتومتر من نوع (Rigaku-MiniFlex600)، وهو جهاز مزود ببرنامج متطور لمعالجة نتائج تعريض المركبات البلورية ذات الأبعاد المناسبة لطول موجة الأشعة السينية (في حدود 0.1 نانومتر). ثم توضع الشرائح المعَدَّة سابقا على الحامل الذي يدور بزاوية θ حول محور مضاء بأشعة x أحادية اللون.

ولمّا تكون الشرائح والكاشف ملتحمان ميكانيكيا، وبدوران الحامل بزاوية θ فإن الكاشف يدور بزاوية 2θ (حيث 2θ : 2° − 80°) وهو ما يسمى حيِّز الدوران، وتحدد سرعته بِ 4°/دقيقة، وبالتالي فإن20 دقيقة كفيلة بإجراء تحليل عينة واحدة كما هو مبين (الشكل 21).



الشكل 21: تجربة براغ لظاهرة الحيود بواسطة انحراف الأشعة السينية x لمستوى الذرات

تترجم نتائج التحاليل في شكل قمم منحنيات (pic)، وكل من هذه الأخيرة يعبّر عن مكوّن من مركبات العينات. كما يرمز للمركبات المتبلورة[1] بصيغة (HKL) ذات 3 أرقام.

	
شرائح العينات	**جهاز الانعراج الآلي من نوع Rigaku-MiniFlex600**
اللوحة 46: تجربةالتحليل المعدني للعينات	

وتظهر الأشعة السينية للعينات التجريبية في أشكال دفراكتوغرام (diffractograms)، وتم تقييم التركيب المعدني المقدر شبه كمّيّا على أساس النتائج الكيميائية.

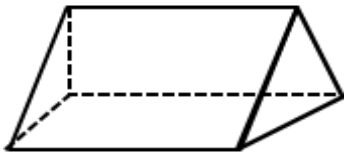
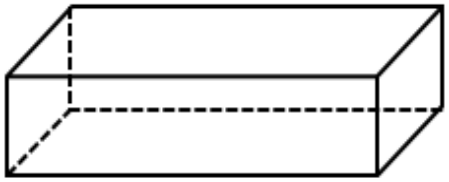
2-3- الخصائص الميكانيكية:

في سبيل تحديد الميزات الميكانيكية للطوب والمتمثلة في اختبارات الشد الجاف والضغط؛ تجنبنا القيام بالتجربتين على عينات مكتملة (قالب طوب تام)، وذلك لعدم توافر سطح سليم ومحدد بمساحة منتظمة، فالإجهاد في الشد والضغط يتطلب التركيز على نقطة محورية من مساحة منتظمة.

لجأنا إلى تقطيع العينات إلى مكعبات متساوية تقريبا على مرحلتين، بطول (ط) وعرض (ع) وسمك (س) أي (ط x ع x س)، فالأولى كانت ب (قطع 1 بمقاسات 4x4x16) وهي مناسبة لتجربة الشد (la traction)، ورمزنا لها بالرمز (ع1-1، ع2-1 وع3-1)، والثانية كانت ب(قطع 2 بمقاسات 4x4x4) مناسبة لتجربة الضغط (la compression)، ورمزنا لها بالرمز (ع1-2، ع2-2 وع3-2).

[1] **البلورة:** عبارة عن جسم صلب متجانس، يحده أسطح مستوية تكونت بفعل عوامل طبيعية تحت ظروف مناسبة من الضغط والحرارة، والأسطح المستوية التي تحدّ البلورة تعرف باسم أوجه البلورات. وهذه الأوجه في الحقيقة انعكاس وإظهار للترتيب الذري الداخلي للمادة المتبلورة، أما العملية التي تنتج لنا بلورات تعرف باسم عملية التبلور. ينظر: عبد الناصر الزهراني ومحمد وغنيم أبو الفتوح، **ترميم الآثار المعدنية وصيانتها**، جامعة الملك سعود، المملكة العربية السعودية، دت، ص: 17.

وأما عن الآلة المستخدمة في العمليتين فهي ((portique d'essai (universel didactique). والجدول التالي يبين إجراءات القطع المتبعة في ذلك.

جدول 28: إجراء القطع في العينات التجريبية (الخصائص الميكانيكية)					
العينة		القطع الأول (تجربة الشد)		القطع الثاني (تجربة الضغط)	
ع1		1		2	
				2	
		1		2	
				2	
ع2		1		2	
				2	
		1		2	
				2	
ع3		1		2	
				2	
		1		2	
				2	

2-3-1- قوة الشد الجاف:

هذا الاختبار مشتق من اختبار الشدّ القاسم أو الفاصل مبينا قوة التماسك العرضي بين جزيئات الأجسام المختبرة، حيث ينطوي على إخضاع كتلة طوب العينات لضغط طولي بين قضيبين على جانبي الكتلة، مما يؤدي إلى إجهاد الشد المتوسط العمودي أو الشاقولي، والذي يمر بين القضيبين الضاغطين. ويعطى بالعلاقة:

$$R_t = (0.9 \times 10 \times 2f) / \pi \times l \times h$$

- R_t: قوة الشد للكتل بالميجا باسكال (MPa).
- f: الحمولة القصوى المطبقة من الكتل الضاغطة بالكيلونيوتن (KN)
- π: ثابت باي وهو 3.14.
- l: عرض الكتلة بالسنتيمتر (سم).
- h: سمك الكتلة بالسنتيمتر (سم).

وقد أجرينا التجارب على عينتين ناتجتين من كل عينة أصلية (ع1، ع2 وع3). فكانت نتائج معدلات القياس لنموذجين من كل عينة (ع1-1، ع2-1 وع3-1)، كما في الجدول 47.

2-3-2- مقاومة الضغط الجاف:

يسمح هذا الاختبار بتحديد المقاومة الجافة لطوب الطين، والمُعد للبناء من أجل الحصول على نتائج مستقلة مقارنة بشكل الطوب. يتم إجراء الاختبار وفقًا لمعيار XP P 13-901، وهي تتعلق بتقديم عينة تتألف من كتلة طوب ثم نضغطهما ضغطا بسيطا إلى غاية انفصالهما.

يتم إعطاء قوة الضغط عن طريق الصيغة:

$R_c = 10 \times (F / S)$
***Rc*:** مقاومة ضغط الكتل من الطوب بالميجا باسكال (MPa).
F: الحمولة القصوى المدعومة من الكتل الضاغطة بكيلو نيوتن (KN).
***S*:** متوسط مساحة سطح الاختبار بالسنتمتر المربع (cm^2).

تمّ إنجاز تجربة الضغط على عينات ذات شكل مكعب، بضغط على مساحة (4×4) سم^2، وذلك باستعمال آلة الضغط السابقة، ذات الهيكل الحديدي الصلب، والذي يحتوي على صفيحتين لسحق العينات، توضع العينة بينهما حيث تكون في مركزيهما، وقوة الحمولة المطبقة عليها مستمرة وبسرعة مضبوطة إلى غاية بداية التشقق في العينة ثم سحقها. (اللوحة 47)

وقد أجرينا التجارب على عينتين ناتجتين من تجارب الشد الجاف السابقة (ع1-1، ع2-1 وع3-1) من كل عينة أصلية (ع1، ع2 وع3). فكانت نتائج معدلات القياس لنموذجين من كل عينة (ع1-2، ع2-2 وع3-2) كما في الجدول 48.

وبعد تحطم عينات البحث لوحظ بأن مؤشر الجهاز لم ينزل مباشرة، حيث في حالة الأجسام الصلبة وفور تحطم المادة المضغوطة كالقوالب الإسمنتية أو الحجارة الصلبة يتغير وضع المؤشر أو الزر إلى الأسفل بسرعة.

العينة سليمة	لحظة التفكك	قوة الحمولة القصوى للتفكك
اللوحة 47: تجربة مقاومة الضغط الجاف		

2-3-3- مقاومة الضغط الرطب:

تتعرض المباني والانشاءات غالبا لهجوم مائي من فترة لأخرى، وخاصة من خلال الخاصية الشعرية أو الرش، ونادرا ما نجد مبان مغمورة كاملا داخل الماء، وكتل الطّوب الرطبة لها خصائص ميكانيكية (قوة الشد والضغط) أقل مما كانت عليه في حالة الجفاف، لذلك من المفيد اختبارها في الحالة الرطبة من أجل معرفة خصائصها الدنيا وتقدير ذلك في أسوأ الحالات.

هذا الاختبار مطابق لاختبار قوة الضغط الجاف، إلا أن العينات تكون مبللة ومغمورة بالكامل لمدة ساعتين.

2-3-4- اختبار التشوه وعلاقته بالحمولة:

لخلطة لبنة الطوب بنية معقدة، فعند تطبيق أي نوع من الإجهادات سواء كان شدا أو ضغطا أو انحناء فذلك حتما يؤدي إلى تشوهات على مستوى تلك البنية، وذلك ما يقودنا إلى المعرفة الجيدة للعلاقة القائمة بين الإجهادات والتشوهات الناتجة عنها، وفي سبيل معرفة خصائص تلك البنية أيضا. فالتشوه قد يكون مرنا وهو الذي يحدث لموازنة التأثيرات الخارجية جراء التغييرات الحاصلة على مستوى الأبعاد بين ذرات البنية، فإذا ما عادت الذرات إلى هيئتها الأولى (تمدد جد طفيف ثم العودة للحالة الأصلية) بعد توقف التأثيرات الخارجية فهذا تشوه مرن خالص، واما إذا ما انتقلت الذرات من موضع لآخر فهو تشوه دائم يلي التشوه المرن مباشرة.

تتعرض الهياكل الطوب في تمنطيط لنوعي التشوهات المذكورة، إما بسبب الأثقال والأغراض البشرية اللحظية المسببة للتشوه المرن، والتي بدورها قد تؤدي إلى تشوه دائم نتيجة حمولتها المتكررة أو جراء الأثقال الذاتية في الهياكل، وهي تأثيرات مستمرة تُنتِج تشوهات دائمة مسببة كسورا آنية في لبنات الطوب والملاط البيني (بعد ظهور تشققات) أو اعوجاجا وسقوطا للهيكل الطوبي كله.

العلاقة بين الإجهاد والتشوه تنتج معامل التشوه، والذي يُعبَّر عنه فيزيائيا بأنه تغير تشوه عنصر معين من بنية ما بتغيير قيم الإجهاد المطبق عليه.

ومن أجل معرفة ذلك قمنا بتجربة التشوه آخذين بعين الاعتبار عاملا الانتقال والحمولة، وكان ذلك كالآتي:

- العينات المدروسة كانت لبنات من الطوب، وبالتالي أخذنا عينة نموذجية منها وهي لبنة من نوع ع2، والتي خضعت لإجهادات عدة كالإجهاد الذاتي لبناء هيكل البرج، وكذا إجهاد التسقيف والحمولة التي كان يتعرض لها التسقيف وقتذاك.

– عملية القص والتهذيب للحصول على أبعاد تجريبية تسمح بأخذ القياسات واستخلاص النتائج، حيث أخذنا (ط xع x إ) =(6.5x10x14) سم.

– وضع العينة المعدة في آلة ذات حمولة (600 كيلونيوتن)، هذه الآلة موصولة براسم منحنيات يعطي الحمولة بدلالة التمدد والانتقال في درجة حرارة 23°م، ثم نبدأ بتشغيل الجهاز وذلك بتثبيت سرعة التنفيذ الأولى للجهاز عند (v_1=0.05 ن/ملم^2/ثا) ثم تغييرها عند إجراء ضغط الحمولة (v_2= ملم/ثا) (اللوحة 48).

إعداد العينة	الخضوع للجهاز التجريبي	ظهور التشقق والتحطم
اللوحة 48: تجربة التشوه وعلاقته بالإجهاد		

يُستخرَج المنحنى الدال على الحمولة المعبرة عن قوة إجهاد فوقية ضاغطة وعلاقتها بالتشوه، كونه تمدد وانتقال لحبيبات أو ذرات لبنة الطوب مسببة تشوها مرنا أو دائما.

2-3-5- مقاومة التآكل والخدش:

يتم تنفيذ مقاومة التآكل للطوب وفقًا لمعايير تجريبية NF XP 13-901، وذلك بتعريض الطوب للاحتكاك باستخدام فرشاة سلك بعرض 25 ملم.

معدل الوتيرة على الوجه المواجه لسلسلة الاحتكاك هو تمريرة (ذهابًا وإيابًا) في الثانية الواحدة لمدة دقيقة أو 60 رحلة ذهابًا وإيابًا (اللوحة 49) ومن هذا الاختبار يتم استخراج معامل التآكل (Ca) للطوب الذي يمثل نسبة المواد المفقودة بالفرشاة من سطح الطوب المتآكل.

$Ca\ (cm^2/g)= S/(m_0- m_1)$	
Ca:	معامل تآكل الطوب
S:	سطح كشط الطوب ب سم^2
m_0:	كتلة الطوب قبل الكشط أو التآكل (غ)
m_1:	كتلة الطوب بعد الكشط أو التآكل (غ)

إن التجارب الخاصة بمعامل التآكل تسمح بتصنيف لبنة الطوب وفقا لمقاومتها للتآكل، فكلما زاد معامل التآكل كلما كانت مقاومة الطوب أفضل، وهو ما يعطي استباقية تبيين مدى تأثير العوامل الطبيعية التي تسهم في عملية الخدش للمباني الطوبية، ونذكر منها الرياح على سبيل المثال.

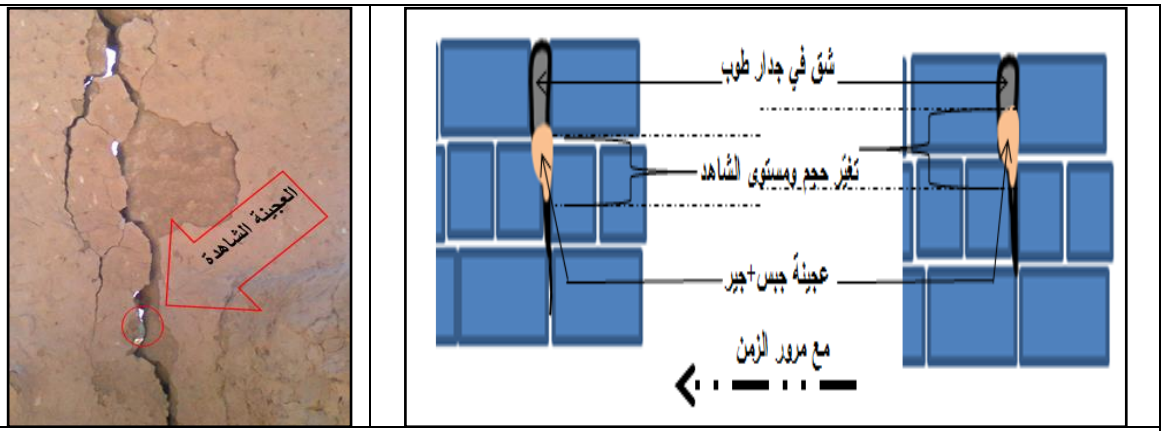
وفي مثالنا أعددنا التجارب لثلاث نماذج من كل عينة من العينات السابقة أي من صنف ع1-1، ع2-2 وع3-2، بمساحة سطح ثابتة (4x4) سم^2، وكانت نتائج معدلات التجارب مبينة في الجدول 50.

العينات قبل الخدش	عملية الخدش	العينات بعد الخدش

اللوحة 49: تجربة مقاومة الخدش (التآكل)

2-3-6- تجربة الشاهد في الهياكل:

تؤثر العوامل الخارجية والداخلية مع مرور الزمن على الهياكل الطوبية مما ينجم عنها تغير في بنيتها أو في مظهرها العام، ولمعرفة ذلك قمنا بتجربة الشاهد وهي تجربة موضعية والمتمثلة في وضع عجينة من الجبس المخلوط بالجير في شق جداري طوب خارجي وداخلي بالقصر أولاد وعلي وأولاد امحمّد، وتمَّت متابعة التغيرات الحاصلة وذلك بعد تحديد زمن وضعه وجفافه كليا.



اللوحة 50: تجربة الشاهد في هياكل الطوب

III- تحليل القياسات والنتائج:

1- تحليل الدراسة السطحية:

1-1- القياسات والأوزان:

دلَّ إجراء القياسات ومقارنة أوزان وأحجام عينات الطوب التجريبية على ما يلي:

أ- العينات القديمة (ع1 وع2):

عند ملاحظة أوزان العينات التجريبية تتجلى قيمة كل لبنة طوب في البناء، فبالنسبة للعينتين ع1 وع2 المأخوذتين من برج قصر أولاد علي بن موسى وجدار قصر أولاد امحمّد على التوالي، نجد أن البناء أُخِذ فيه بعين الاعتبار وزن وحجم اللبنة المستخدمة في البرج وبالضبط قرب القاعدة، ليتلافى الضغوط الذاتية والمتماشية مع طول الهياكل ونوعها، لذلك نجد أن لبنة الجزء السفلي من البرج أو القاعدة أكبر وزنا وحجما من تلك الواقعة في أعلاه وكذا في الجدران، وذلك ما هو ملاحظ بمقارنة لبنات الأجزاء السفلية مع العلوية فيما بين هيكلين مختلفين (برج-جدران) أو في الهيكل نفسه. إذ يتناقص الوزن كلما ارتفعنا نحو الأعلى، وتماشيا مع ذلك نجد سمك الهياكل يتناقص أيضا.

وبالتالي فإن كِبَر حجم ووزن لبنات قاعدة الهياكل يضمن المتانة فيها. كما أن تناقص حجم اللبنات وسمك الهياكل يضمن ثبات ونقص الإجهادات الأفقية كلما زدنا في ارتفاعها كالأسوار والجدران. لذلك فإن في بناء الهياكل نجد أنواعا طوبية تصلح للأجزاء السفلية، وهناك أخرى تناسب الأجزاء العلوية.

ب- العينات القديمة والحديثة (ع1، ع2 مع ع3):

بمقارنة العينات القديمة والحديثة نجد أن لبنة الطوب الحديث الترميمية أكبر من ناحية الوزن والحجم من العينتين القديمتين، وكذا من ناحية التموضع في الهياكل البنائية فإن اللبنات الحديثة ذات مقاسات متماثلة سواء في أسفل الهيكل أو أعلاه، كما حافظ هيكل البناء بها (الحديثة) على نفس السمك، وذلك ما يتنافى ومراعاة تحمل الضغوط والزيادة في الثقل الأفقي، ومن ثَمّ يتأتى عدم مراعاة هذا الجانب (الوزن والحجم) في عملية الترميم والصيانة.

1-2- الرؤية والفحص بالعدسة المكبرة:

أشارت النتائج إلى وجود سطح متآكل في الطوب الطيني وبعض المسام الدقيقة الناتجة عن عدة تأثيرات التدهور. وتُظهر الصور بعض التشققات داخل الطوب الطيني، وحبيبات غير المندمجة، الناتجة عن تأثيرات التدهور، خاصة بسبب العوامل الميكانيكية وبعض الأسباب الثانوية.

دُوِّنت الملاحظات الخاصة بالعين المجردة وعدسة التكبير والمحدِّدة لمورفولوجية مختلف العينات كما يلي:

الجدول 29: الملاحظة بالعين للعينات التجريبية

الميزة / القصر		أولاد امحمّد	أولاد علي بن موسى	توفاغي
السطح		غير مستو وغير منتظم	غير مستو وغير منتظم	مستو ومنتظم بآثار القولبة
اللون		أحمر آجوري فاتح	أحمر آجوري داكن	بني مصفر داكن
المكونات	**حبيبات**	مختلفة الأحجام	مختلفة الأحجام	مختلفة الأحجام
	حجارة	قليلة (لا تتعدى 4 سم)	قليلة (لا تتعدى 4 سم)	كثيرة (تفوق 10سم)
	بقايا	عضوية حيوانية (عظام، قواقع، روث) ونباتية (ألياف النخل وسعفه، فحم).	عضوية حيوانية(عظام، قواقع، روث) ونباتية(ألياف النخل وسعفه، فحم).	عضوية حيوانية (عظام، ريش، روث) ونباتية (ألياف النخل وسعفه)، وأخرى لا عضوية كالقماش و أجزاء معدنية.
	فراغات	ظهور ثقوب، تشققات وشروخ متقطعة	ظهور ثقوب، تشققات وشروخ متقطعة	ظهور ثقوب، تشققات وشروخ مختلفة (متقطعة ومتصلة)

من خلال الجدول نستطيع تمييز الملاحظة على نمطين من العينات:

أ- العينات القديمة ع$_1$ وع$_2$ (أولاد وعلي بن موسى وأولاد امحمّد):

كانت أسطح هذه العينات غير مستوية وغير منتظمة، لكنها مهيكلة خماسية، وهي القولبة الإنشائية الكيفية التي اعتمدها الأوائل دون اللجوء إلى قوالب، وكانت ذات لون أحمر آجوري وهو الغالب على البنايات المشيدة بهذا النوع من الطوب، ما يفسر استعمال الطين المنتشرة في المنطقة، إلى جانب استعمال حبيبات وحجارة مناسبة لعدم الإضرار أثناء القولبة اليدوية للطوب.

كما لوحظت أجزاء من الفحم وبقايا عضوية نباتية وحيوانية وهي بمثابة مثبتات استخلصت من الاستعمالات اليومية ومن الواحة، والتي كانت ولا زالت تحوي سواق وأحواض مائية (الماجن) وهي مصدر ماء الخلط (بروز قواقع)، النخل وبعض الأشجار الصحراوية، كل ذلك في سبيل إعداد عجنة متماشية مع الحاجة المستعجلة للبناء وطبيعة البيئة الصحراوية (اللوحة 51).

وبحكم ضربة اليد الكيفية لجانبي العجنة المراد قولبتها لتشكيل الطوبة الخماسية، وكذا التركيز على إنتاج لبنات متشابهة نوعا ما؛ أُغفِلَت القوة في الضغط والتي لم تكن كافية، وبالتالي نتجت شقوق

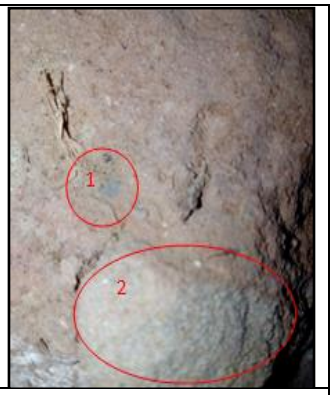
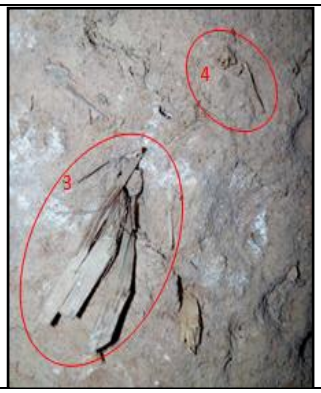
وفتحات في الطوب، إضافة إلى أسباب تعود إلى طبيعة العجنة وظروف التشكيل دون إغفال مختلف عومل التلف

1 قواقع 2 بقايا نباتية	3 بقايا حيوانية 4 حبيبات وفراغات
لوحة 51: فحص عينتي أولاد امحمد وأولاد علي بن موسى	

ب- العينات الحديثة ع$_3$ (قصر توفاغي):

يختلف طوب هياكل قصر توفاغي عن سابقيه، فهو مستو ومنتظم، ومردّ ذلك إلى استخدام القالب الذي يظهر جليّا في جانبيه الأملسين، كما أدى الاستعمال الأكبر للتربة الرملية على حساب الطين إلى ظهور لون بني مصفر.

وقد لوحظت في طوب توفاغي حبيبات وحجارة معتبرة (اللوحة 52)، فإلى جانب المثبتات العضوية وُجدت أيضا بعض المعادن الناتجة من الإضافات اللامدروسة في العجنة لبقايا المستعملات اليومية وقتذاك، وهذه كلها تسبب في ظهور فجوات وشقوق متواصلة جلية نتيجة عدم الانسجام فيما بين المكونات، إضافة إلى اللاتماسك جراء طغيان نسبة الرمل مما جعل الطوب رهينة التلف السريع.

	
1 بقايا فحم 2 حجارة	3 ألياف من نخل 4 جذر نباتي
لوحة 52: فحص عينة توفاغي	

أثناء الكسر المباشر لعينات الطوب والذي كان سهلا، وُجدت فراغات وفجوات مختلفة داخلية متواصلة أو منفصلة، منها ما يصل للسطح، وهي المحددة للمسامية داخل الطوب، ومردّ ذاك إلى:

- عدم الانسجام بين المركبات الأولية بسبب عدم الخلط الجيد لمكونات الطوب أثناء صناعته.
- نقص أو غياب المواد المثبتة المسؤولة عن تماسك مواد العجنة.

كما أن الملاحظة العامة لعينات الطوب الثلاث تبيّن احتواءها على نسب متباينة من الأملاح المتبلورة، وهذه المواد تكون ذات مصادر مختلفة، فمنها الماء المستعمل في عملية خلط العجنة وطبيعة تربة تمنطيط المحتوية على نسب من الملح، فماء وتربة السبخة والواحة تبين ذلك، كما توجد الأملاح المتحررة نتيجة تحلل المواد العضوية المستعملة كعنصر تثبيت.

وتبقى مختلف عوامل التلف سببا هاما في ضعف بنية الطوب وتبلور الأملاح، كالخاصية الشعرية، التجوية والتبخر بسبب درجة الحرارة.

2- تحليل نتائج التحاليل المخبرية:

تمتلك التركيبات الطينية المختلفة في الطوب خواصا جد مميَّزة، حيث تؤثر المعادن على سلوك التربة بشكل مختلف، لذلك من المفيد تحديد طبيعة المعادن المختلفة التي تشكلها، ومعرفة كمياتها (التقدير الكمي) المكونة لهذه الطين والعلاقة التفاعلية فيما بينها.

2-1- الخصائص الفيزوكيميائية:

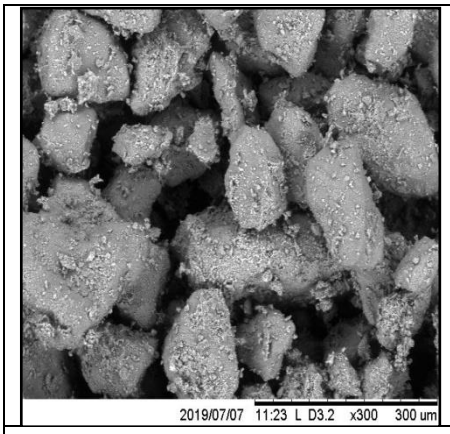
2-1-1- المسح بالمجهر الالكتروني وتحديد المكونات:

حدد الفحص بواسطة جهاز المسح وكذا منحنيات الأطياف الموافقة لها (spectre 1، 2 و3) أنسجة مختلفة لعينات أولاد امحمد، أولاد علي بن موسى وتوفاغي علي الترتيب، مع الإشارة على أن العناصر المضبوطة تتوقف على عينة التشخيص، لذلك قد نجد عناصر أخرى نادرة أثناء تحريك أو تغيير عدسة الفحص من مساحة لأخرى، وذلك ما وجدناه في عينة أخرى من أولاد امحمد بها نسبة معتبرة من المغنزيوم.

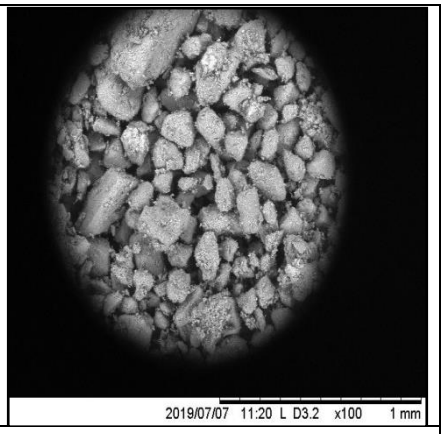
أ- العينة الأولى ع1:

بينت دراسة البنية المجهرية للعينة الأولى بواسطة MEB نسيجا حبيبيا ذو أبعاد مختلفة (أقل من 300 ميكرومتر). (اللوحة 53)

حسب الصورة نلاحظ أن بنية النسيج الطوبي توضح سطحا متشابكا بين مختلف المركبات، كما تبين أشكالا هندسية وأخرى غير هندسية، وهذا ما يدل أنها عبارة عن مركبات بلورية وغير بلورية.



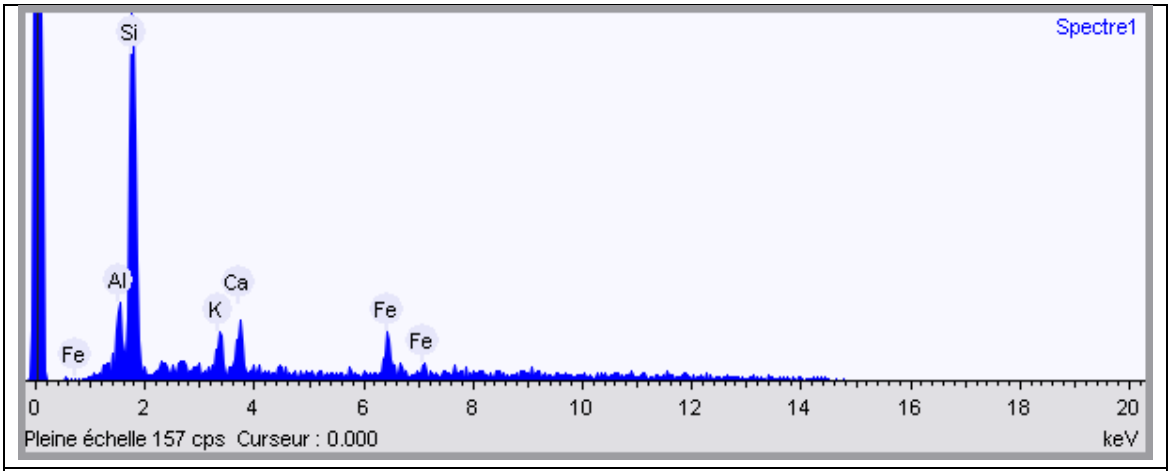
سطح بتكبير 300



سطح بتكبير 100

اللوحة 53: MEB شريحة عينة الطوب الأولى لأولاد امحمد (ع1)

وأما عن منحنى كمية العناصر الكيميائية فكانت في المنحنى التالي: (الشكل 22)



الشكل 22: منحنى العناصر الكيميائية في شريحة طوب أولاد امحمد (ع1)

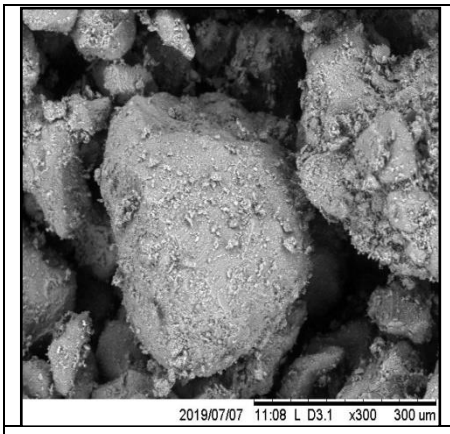
وسجلت النسب المئوية للعناصر الكيميائية في الجدول التالي:

جدول 30: العناصر الكيميائية في طوب أولاد امحمد (ع1)

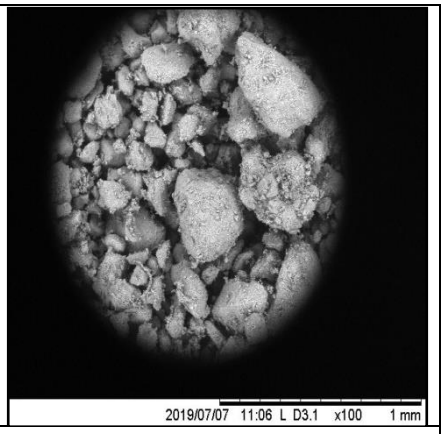
Fer (Fe)	Calcium (Ca)	Potassium (k)	Silicium (Si)	Aluminium(Al)
24.7	10.6	7.6	49.0	8.1

ب- العينة الثانية ع2:

تبين الصور للعينة الثانية نسيجا حبيبيا غير متجانس، ولها أبعاد أقل من 100 ميكرومتر، كما أنها تتميز بتركيب بلوري وغير بلوري، متصلة ومتلاحمة بعضها بعضا (اللوحة 54).



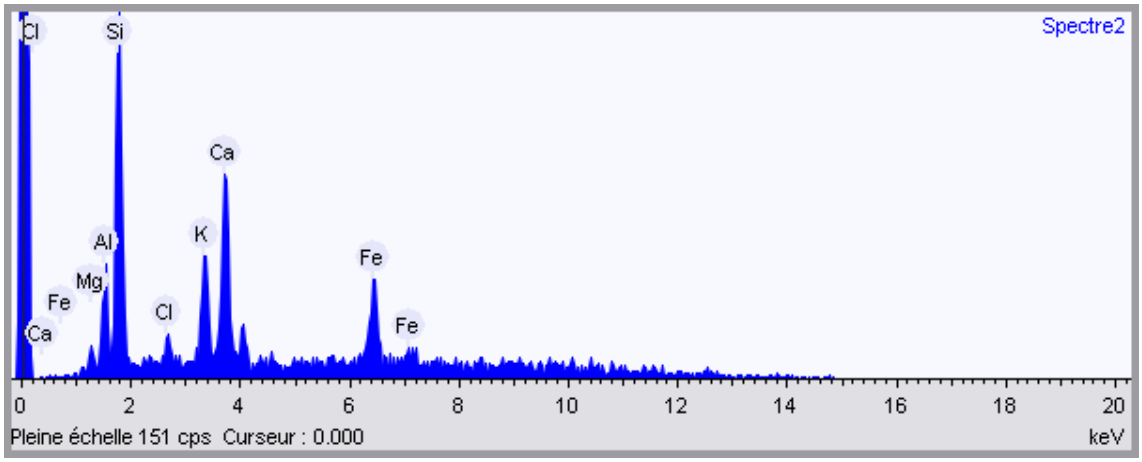
سطح بتكبير 300



سطح بتكبير 100

اللوحة 54: شريحة عينة الطوب الثانية لأولاد علي بن موسى (ع2) MEB

وأما عن منحنى كمية العناصر الكيميائية فكانت في المنحنى التالي: (الشكل 23)



الشكل 23: منحنى العناصر الكيميائية في شريحة طوب أولاد علي بن موسى (ع2)

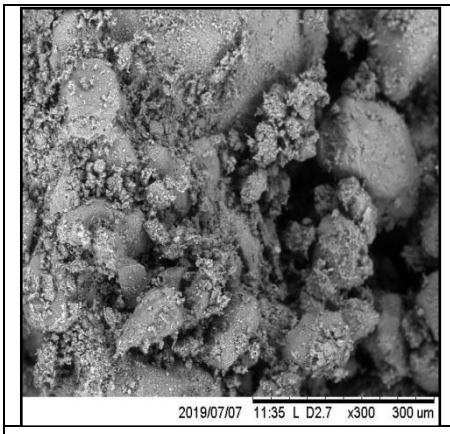
وسجلت النسب المئوية للعناصر الكيميائية في الجدول التالي:

جدول 31: العناصر الكيميائية في طوب أولاد علي بن موسى (ع2)

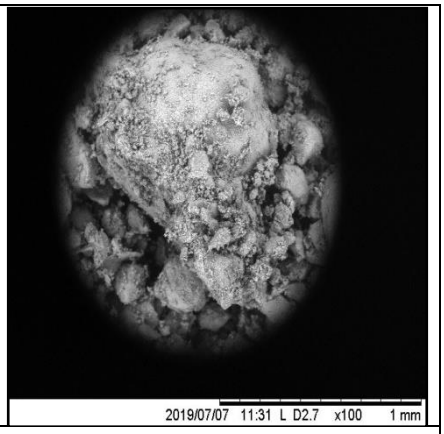
Fer (Fe)	Calcium (Ca)	Potassium (k)	Chlore (Cl)	Silicium (Si)	Aluminium (Al)	Magnésium (Mg)
29.5	22.7	10.9	2.1	25.7	6.6	2.5

ج- العينة الثالثة ع3:

تبين الصور للعينة الثالثة نسيجا حبيبيا غير متجانس، ولها أبعاد أقل من 300 ميكرومتر، متصلة بعضها بعضا، كما أن لها تركيب بلوري وغير بلوري (اللوحة 55).



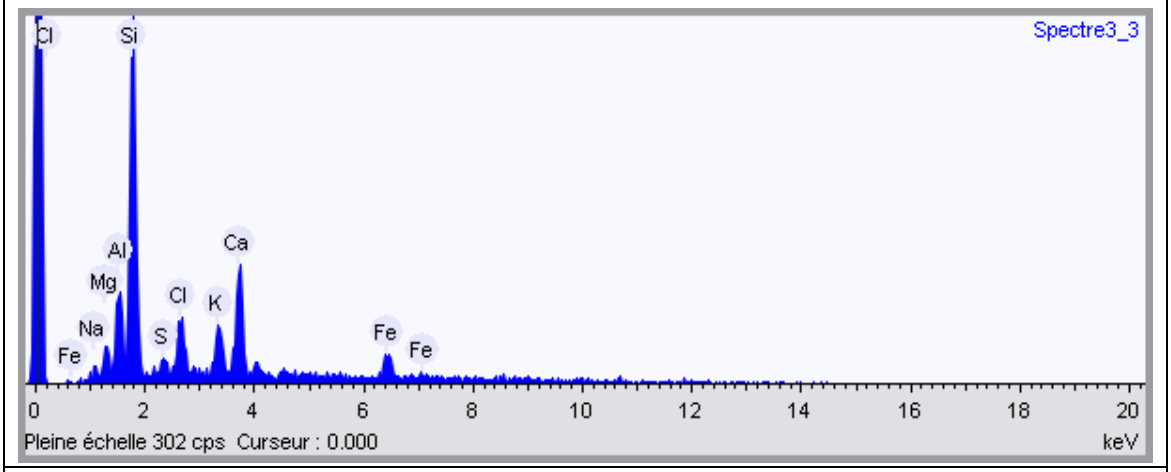
سطح بتكبير 300



سطح بتكبير 100

اللوحة 55: MEB شريحة عينة الطوب الثالثة لتوفاغي ($ع_3$)

وأما عن منحنى كمية العناصر الكيميائية فمثّلت في المنحنى التالي: (الشكل 24)



الشكل 24: منحنى العناصر الكيميائية في شريحة طوب توفاغي ($ع_3$)

وسجلت النسب المئوية للعناصر الكيميائية في الجدول التالي:

جدول 32: العناصر الكيميائية في طوب توفاغي ($ع_3$)

Fer (Fe)	Calcium (Ca)	Potassium (k)	Chlore (Cl)	Soufre (S)	Silicium (Si)	Aluminium (Al)	Magnésium (Mg)	Sodium (Na)
13.2	19.5	7.5	8.1	2.3	34.8	8.2	3.7	2.8

من خلال ملاحظة الجداول السابقة وتحليل نتائج التحليلات الكيميائية نجد أن:

- وجود عناصر كيميائية بنسب متباينة يتماشى ووجود تركيبة مختلف الأكاسيد المكونة للطين، كما أن ذلك التباين يعزى إلى طبيعة مصدرية العناصر الخام المكونة العضوية أو اللاعضوية، مع ملاحظة توافر عنصر السليسيوم Si (أكثر من 20٪) في جميع العينات دلالة على كثرة الرمل فيها.

- الحرص على وضع العينات في الجهاز بعد جفافها التام يعني التخلص من الظاهرة الفيزيائية لعملية التصلّب في العينات، ما نتج عنه فصل مختلف العناصر الكيميائية المترجِمة للشوارد

الموجبة كالكالسيوم والسالبة كالكلور بعدما كانت تتجاذب في وجود وسيط (ماء الخلط) مشكلة تفاعلات كيميائية وذلك ما يمثل الظاهرة الأولى والأساسية للتصلّب.

– ندرة أو خلوّ العينات من المعادن الثقيلة كالنيكل، الرصاص، الزنك، الكروم والنحاس التي تكون أصل التلف في عينات الطوب بصفة كبيرة.

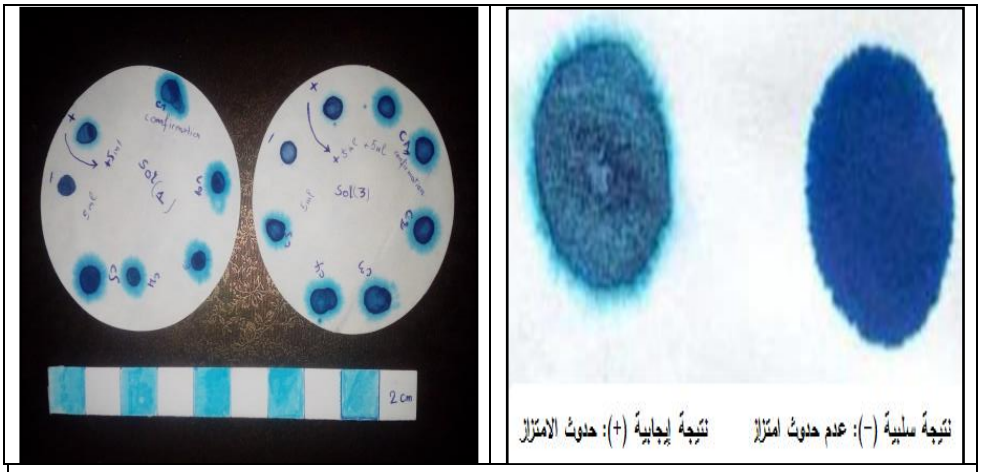
– احتمالية تشكّل الحكمية (les micelles) في طين العينات لوجود عنصري الكالسيوم (Ca) والمغنزيوم (Mg) المسؤولتين عن ذلك. وإذا كان تبلور الأملاح داخل الطوب وتزهر سطحه راجع لزيادة شاردتي الصوديوم (Na) والبوتاسيوم (K)[1] فإن حدوث ذلك (التبلور والتزهر) في هياكل تمنطيط قد لا يعزى لهما كلّه لوجودهما ضمن العناصر الكيميائية ولكن بنسب غير معتبرة (أقل من 10٪) خاصة أولاد علي وتوفاغي. لذلك نرى تشارُك عوامل عدّة في ظاهرة التبلور والتزهر في مباني قصور العينات، منها راجعة للمادة الخام بصفة ضئيلة كالبقع المعبّر عنها بثاني أكسيد السيليكون المائي (Opal) وأخرى خارجية بكمية أكبر، وهو ما يفسر ظهور التزهر بصفة ملحوظة في الأجزاء الخارجية مقارنة بالداخلية لنفس المبنى وكذا الهياكل المحاذية أو المقابلة لجهة الواحة الملحية بتمنطيط.

وبالتالي نخلص إلى أن تأثير الطين على خصائص التربة لا يعتمد فقط على محتواها من التربة (الملمس)، ولكن بشكل خاص على طبيعة وكميات العناصر الكيميائية والأنواع المعدنية المختلفة التي تكونها.

2-1-2- أزرق الميثيلان:

بينت النتائج أن العينات ع1، ع2 وع3، بالإضافة إلى عينة من ملاط قصر أولاد اهمالي ع4 أعطت نتائج سلبية في البداية (حجم 5 سم^3)، وبإضافة 5 سم^3 أخرى للمرة الثانية (حجم 10 سم^3) كانت النتائج إيجابية بالنسبة للعينات ع1، ع2 وع4 مباشرة (sol1) من اللوحة أسفله، أما بالنسبة للعينة ع3 فكانت النتيجة جليّة بعد الإضافة الثالثة (حجم 15سم^3) (sol3). (اللوحة 56)

[1] أرزقي بوخنوف، **المرجع السابق**، ص: 91.



لوحة 56: اختبار أزرق الميثيلان للعينتين ع1 و ع3

انطلاقا من القوانين السابقة:

لدينا: V (1، 2 و4) = 5+5 أي (V=10سم^3)

وكتلة المقدار الاختباري: M= 10غ

وبالتالي فإن V_{BM} ل (ع1، ع2 وع4) = 1 ومنه فإن قيمة SST ل (ع1، ع2 وع4) = 20.93

أما V (3) = 5+5+5 أي (V=15سم^3)

V_{BM} لِ ع3= 1.5 و قيمة SST لِ ع3= 31.39

سجلت قيمة الأزرق للعينات الأربع في الجدول التالي:

جدول 33: صنف تربة العينات بدلالة أزرق المثيلان

العينة	قيمة أزرق المثيلان	SST ((m^2/g))	صنف التربة
أولاد امحمد ع1	1	20.93	تربة طمية (غرينية)
أولاد علي بن موسى ع2	1	20.93	تربة طمية (غرينية)
توفاغي ع3	1.5	31.39	تربة طمية (غرينية)
أولاد اهمالي ع4	1	20.93	تربة طمية (غرينية)

بالنظر لنتائج الجدول ودراسة تأثير امتزاز تربة العينات باستخدام صبغة أزرق الميثيلان وُجِد أن:

– الامتزاز لم يحدث للوهلة الأولى في كل العينات (عند إضافة 5 سم^3 من الأزرق) راجع إلى سلبية النتيجة التي تترجم بعدم بلوغ كمية الأزرق لإحداث تفاعل أو تنشيط مع جزيئات طين تربة خلطة عينات الطوب والملاط، وحدوثه فيما بعد دال على وجود الطين في تربة العينات وبداية ردود فعلها. وبالتالي فإن تركيز الجرعة الممتصة الأولي لصبغة الأزرق له تأثير كبير على امتصاصها، إذ يختلف من مادة خام إلى أخرى (لاحظنا الاختلاف بين تربة العينات)، كما يمتزج بالطين في زمن

مختلف عند نفس درجة الحرارة (25°م). فالنتائج الإيجابية لأزرق الميثيلان تدل على النقاوة وعدم وجود شوائب في خام تربة العينات المذكورة.

– تباين قيمة الأزرق بين مجموعة العينات (ع1، ع2 وع4) من جهة والعينة ع3 من جهة أخرى، وذلك راجع لاختلاف كمية المادة الطينية في خلطة تربة كل عينة.

– ظهور وزيادة الامتزاز كان متماشيا مع درجة الحموضة وقيمة الرقم الهيدروجيني، حيث أن تساوي قيمة الأزرق في كل من ع1، ع2 وع4 دليل أن المقدار الطيني الداخل في تركيب تربة تشكيل العينات متماثل، وذلك ما يعطي فرضية الاعتماد على نمطية متقاربة في تركيبة تربة الخلطة في النماذج القديمة بالنسبة للطوب والملاط.

– اختلاف قيمة الأزرق في ع3 عن بقية العينات يفسر باتخاذ تراكيب حديثة في طوب الترميم مختلفة عن سابقتها الأصلية وإلى التكوين المختلف بينها وكذا زمن التكوين نفسه.

– انطلاقا من قيمة الأزرق (1 و1.5) يتبين أن نوع التربة المستخدمة في كل العينات هي تربة طمييية (غرينية) (0.2–2.5)، لكنها تقترب إلى التربة الطمييية الطينية كما في ع3، وهذا يدل على أن نسبة الطين فيها أكبر. وعلى كل حال فإن تربة بناء الهياكل في تمنطيط تحوي على نسب كبيرة من الرمل وقليل من الطين، لذلك فهي غرينية، وهما إحدى المكونات التضاريسية للمنطقة.

– تماشي قيمة الأزرق(V_{BM}) مع تغير مساحة السطح الممتزّ (SST)، حيث نلاحظ زيادة كمية أزرق الميثيلين الممتزجة والممتصة في العينات بزيادة مساحة السطوح والمساحة الكلية المحددة للعينات ع1،ع2 وع4 أي (10–30) (م^2/غ) وهذا لغناها بالكاولينيت فيها على عكس العينة ع3.

ومما لا شك فيه أن بنية العينات ستكون عرضة للتلف الخارجي بصفة كبيرة كالطبيعي من حت الريح وكذا البيولوجي من سهولة الحفر من بعض القوارض والحشرات وظهور نباتات إذا ما توافر الجو المناسب لنموها وتثبت جذورها بصفة سهلة، بغض النظر عن التلف الذاتي من تقادم وتفتت اللبنات مع مرور الوقت.

2-1-3- قيمة pH والناقلية الكهربائية:

تعتبر درجة الحموضة واحدة من أهم الخصائص الفيزيائية والكيميائية للتربة، حيث يرتبط تحديد العناصر المعدنية وتنقلها وتوافرها بقيمة الحموضة[1].

[1] Hlavackova, P, '**Evaluation du comportement du cuivre et du zinc dans une matrice de type sol à l'aide de différentes méthodologies''**. Thèse de Doctorat, L'Institut National des Sciences Appliquées de Lyon, 2005. p : 207

والجدول الذي بين أيدينا يبين نتائج التجربة الخاصة بذلك.

جدول 34: قياس درجة الحموضة pH والناقلية للعينات		
العينة	pH	الناقلية (فرق الكمون م فولط)
ع1	7.67	39.71 -
ع2	7.75	40.13 -
ع3	7.80	40.39 -
ع4	7.76	43.05 -

يدلنا الجدول على أن كلا من العينات المدروسة لها pH وناقلية خاص بها والعلاقة الطردية بينهما. فمن حيث pH نلاحظ أنها تتراوح بين 7.67 و7.80 وهي أكبر من 6، وبالتالي فإن محاليلها كلها قاعدية، ويمكن أن تعزى هذه القلوية إلى وجود الكربونات في عينات الطوب. وقد أظهرت دراسات مماثلة أن التربة ذات قيم الأس الهيدروجيني العالية جدًا تحتوي على نسبة عالية من الكربونات، وبالتالي فإن لها قابلية تثبيت المعادن.

كما أن قيمة pH دالة على أن العينات التجريبية تحتوي أملاحا قاعدية، ويكون مصدر هذه الأخيرة الخاصية الشعرية (ماء الرشح أو مخلفات رطوبة الوسط) أو ماء وتربة عجنة الخلط (المكونات الخام الأولى للطوب)، دون إغفال ما لمياه الأمطار الساقطة أحيانا والرطوبة الإسهام في تبلور تلك الأملاح، وخاصة الجوانب المعرضة لذلك (الطبقات الخارجية من تلبيس وملاط) وذلك ما يتجلى في خصوصيات العينة 4.

ووفقا ل (Vilenkina) حتى تكون التربة مناسبة لتحقيق الاستقرار والثبات يجب أن يكون لها درجة الحموضة أكبر من 6، وإذا كان pH أقل من 6 فإن المعالجة الأولية للتربة ضرورية، وبشكل عام فإن التربة ذات درجة الحموضة العالية تمتلك مقاومة أفضل.

ومن خلال النتائج يتبين لنا أن التربة الخام لعينات الدراسة تمتلك خاصية الاستقرار والثبات، ولا تحتاج لعمليات معالجة كبيرة، فمن المهم أخذ المواد الأولية المحلية كأحسن حل في اقتراح نموذج الترميم والصيانة.

وأما من ناحية قيم الناقلية الكهربائية لعينات التربة فتتراوح بين (39.70 و43.5)، وهذه القيم عالية ومتقاربة فيما بينها، إشارة إلى وجود قوة أيونية ناتجة من أملاح قابلة للذوبان ذات خاصة معدنية في تربة العينات. ومثلت نسبة قصر أولاد همالي أعلى قيمة وذلك للأملاح البنائية بها وكذا

اتصالها المباشر بالوجه الخارجي الخاضع لمختلف التغيرات كالطبيعية من مياه الأمطار الحامضية والرياح أو الملوثات الهوائية بصفة أكبر مقارنة بالعينات الأصلية.

2-1-4- نسبة كربونات الكالسيوم:

نتائج استخراج نسبة الكربونات هامة ولها ارتباط بقيمة pH، حيث تحدث أثناء التجربة تفاعلات مصحوبة بانطلاق غاز ثاني أكسيد الكربون CO_2 بعد إضافة Hcl للعينات تبعا للمعادلة التالية:

$$CaCO_3 + 2HCl \rightarrow CaCl_2 + H_2O + CO_2$$

وسجلت القيم في الجدول التالي:

جدول 35: نتائج نسبة الكربونات		
العينة	حجم غاز CO_2 المنطلق	نسبة الكربونات (٪)
$CaCO_3$ النقي	410	100
ع1	42.5	10.36
ع2	43	10.48
ع3	60.5	14.75
ع4	41	10.00

النتائج المدونة في الجدول تبين العلاقة الطردية بين نسبة الكربونات وحجم غاز CO_2 المنطلق، إضافة إلى احتواء العينات التجريبية على كربونات الكالسيوم بنسب مختلفة سواء الملاط أو الطوب، ما يعني استعمال مواد أولية متشابهة، وهي متماثلة خاصة بالنسبة لعينات قصور أولاد امحمد، أولاد علي بن موسى وأولاد همالي، أما عينة قصر توفاغي الترميمية فنسبة الكربونات فيها معتبرة وبالتالي فإنها لم تحترم المقادير الأصلية المعهودة.

2-1-5- الأمواج فوق الصوتية:

الجدول التالي يبين نتائج الانتشار للأمواج في العينات.

الجدول36: انتشار الأمواج فوق الصوتية	
العينة	سرعة انتشار الموجة (م/ثا)
ع1	38
ع2	38
ع3	40

من خلال جدول إجراء تجربة الأمواج فوق الصوتية نجد أن:

- سرعة انتقال الأمواج الصوتية تختلف من عينة إلى عينة أخرى لنفس اللبنة وفيما بين مختلف اللبنات، حيث نرى أن معدلاتها تقريبا متساوية في العينات الأصلية القديمة ع1 وع2 لقصري

أولاد امحمّد وأولاد علي بن موسى وهي أقل من الترميمية **ع3** لقصر توفاغي، ما يوحي بأن هناك توزيع غير متجانس في مركبات خليط العينات الأولي.

– القياس المأخوذ يبين أن ع1 وع2 أقل ب 2م/ثا من **ع3**، دلالة على أن هذه الأخيرة أكثر تماسكا من سابقتيها، ومردّ ذلك أن تركيبتها أشد تماسكا منهما أو أنها تحوي مركبات صلبة كالحصى أو الأحجار، والتي تكوّن جزءا مصمتا فيها، وبالتالي فإن سرعة الموجات وانتشارها تزداد كلما زادت صلابة وتماسك الجزيئات المكونة لخليط عينات الطوب، حيث تتماشى طرديا والكثافة الحجمية للّلبنات المشكلة للهياكل.

– سرعة انتقال الأمواج الصوتية تتماشى عكسيا مع المسافة بين قطبي الإرسال (المرسل والمستقبل) وطرديا مع الزمن، حيث أن زمن مرور الأمواج في القطع الكبيرة الحجم (ع1، ع2، ع3) كانت أكبر من القطع الصغيرة وبسرعة أقل، وبالتالي فإن لسماكة هياكل الطوب الدور في سرعة انتقال الموجات الصوتية.

– سرعة انتشار الأمواج فوق الصوتية تتناقص مع الزيادة في نسبة وجود بعض الفراغات وكذا الألياف العضوية كألياف القش والنخل، وهذا يبين وجود وزيادة الفراغات في تركيبة الطوب بدلالة زيادة نسبة بعض المركبات العضوية التي تتلاشى مع مرور الوقت وكذا نسبة تبخر الماء الداخل في تركيبة الخليط الأولي بنسب متفاوتة تاركا خلفه فراغات، وهو ما لوحظ جليا في تجربة المسامية.

– وجود الفراغات في الطوب يتبع فصل إنشائه، إذ أن الطوب المجفف في فصل الصيف والمتعرض لأشعة الشمس تكون عملية التبخر فيه كبيرة وسريعة مقارنة بفصل الربيع وتحت الظل، وهو ما يؤثر أيضا على الفراغات وبالتالي ينتج طوبا أقل تماسكا.

2-2- الخصائص الفيزيائية:

2-2-1- التجفيف والتحليل الحبيبي:

أ- **التجفيف:** سجلت نتائج التجفيف كما يلي:

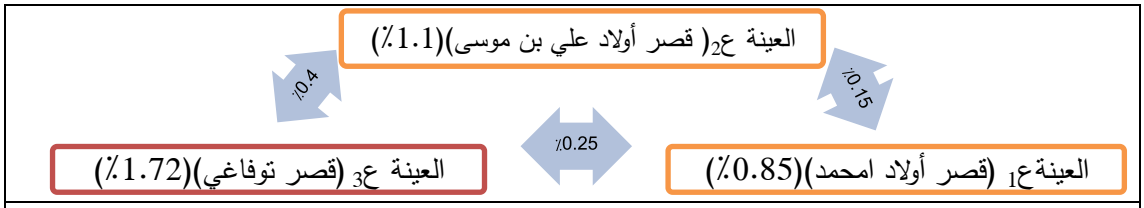
جدول37 : نتائج الأوزان بعد التجفيف

العينة	الوزن		
	قبل التجفيف (كغ)	بعد التجفيف (كغ)	المفقود (الماء) (كغ)
ع1	1	0.9890	0.011
ع2	1	0.9915	0.0085
ع3	0.7265	0.7140	0.0125

من خلال الجدول الخاص بنتائج التجفيف يتبين أن من ضمن مركبات الطوب نجد الماء ذو الدور الفعال في الربط بين المركبات الصلبة العضوية واللاعضوية، فهو إما أن يكون في شكل حر بين مسامات المواد الخام، أو يكون مقيدا حول حبيبات التكوين، وفي عينات الطوب المدروسة يكون الماء مصدره ذاتي وهو ماء التصنيع الأولي كماء الخلطة والعجن، وماء المواد الداخلة في التركيب كالمواد العضوية، أو خارجي نتيجة التأثر بالعوامل الطارئة كالرطوبة أو الأمطار.

ويفقد هذا الماء نتيجة إخضاع المواد البنائية لعوامل تُنقِصه كالعوامل الطبيعية والتي نجد من بينها الحرارة، والبيولوجية كامتصاصه من طرف الكائنات الحية من نبات وغيره. مع الإشارة أن فقدان الماء بنوعيه يتطلب درجات حرارة متفاوتة، إذ أن حرارة التجفيف تختلف ودرجة الحرق.

وبالمقارنة بين كمية الماء المفقودة في العينات السابقة (الشكل 25) نجد أن:



الشكل 25: نسب ماء العينات ومقارنتها

- **بين العينات القديمة ع1 وع2:**

نسبة الماء بين العينتين ع1 وع2 كانتا متقاربتين، وهذا يدل على أن نسبة الماء المضاف أو المستعمل في فترات الإنشاء كان متقاربا، وأما الاختلاف الطفيف بينهما فهو راجع أن كون طوب العينة الأولى ع1 والمأخوذة من الجدران خضعت لعوامل طبيعية كوجود الرطوبة (خاصة لما تتميز به تمنطيط من مناخ رطب) أثرت عليها مباشرة، فهي لبنة ذات تموضع جانبي تتأثر بدرجة أكبر من لبنة العينة الثانية ع2 والمأخوذة من داخل سمك البرج لذلك فهي محمية ونسبة الماء فيها قليلة.

- **بين العينات القديمة ع1 وع2 والعينة الترميمية ع3:**

تدلّنا النتائج أن نسبة الماء في العينة الثالثة أكبر عن سابقيه وهذا راجع لعوامل منها أن كمية الماء المستعملة أثناء خلط العجنة. وحداثة زمن تصنيع الطوب، فالعينة ع3 ترميمية وهي متأخرة عن سابقتيها ع1 وع2 بكثير. إضافة إلى تأثّرها بالعوامل الطبيعية المذكورة سابقا خاصة الرطوبة لوجودها في وسط معرض لعوامل التلف.

وبالتالي فإن لتموضع لَبِنات الطوب وسماكة الهياكل أيضا الدور في حماية الطوب المستعمل من الأخطار الخارجية، كما أن لوجود الماء في اللبنات بنسب غير مغيِّرة لخصائصه الفيزيوكيميائية

دور جد هام في المحافظة على ما يضمن سلامتها وحياتها إلى أمد بعيد، إذ أن وجود تلك النسبة من الماء فيها (كما في العينة ع2) يحول دون جفافها التام منه وبالتالي هشاشتها.

ب- التحليل الحبيبي:

الذي يهدف من التحليل الحبيبي في قياس أو معرفة التوزيع رجوعا إلى حجم مكونات العينة. ومعرفة مراحل التحليلات الحبيبية التي تكون العينة تسمح بإعطاء مفهوم عن التركيبة (texture). ويتجلى بوضوح أن مختلف العينات التجريبية لها خطوط منحنى متشابه، ففي معظمها تحوي أحجاما ب 2 ملم أو أقل. وبتطبيق عمليات الجدول 27 فإن نتائج التدرج الحبيبي في العينات كانت كالتالي:

- **عينة أولاد امحمّد (ع1):**

الجدول التالي يبين نتائج عينة أولاد امحمّد.

جدول 38 : نتائج تجربة التدرج الحبيبي لعينة أولاد امحمّد (ع1)

رقم الغربال	فتحة الغربال (ملم)	المتبقي الجزئي (غ)	المتبقي المجمّع (غ)	نسبة المتبقي المجمّع (٪)	نسبة المار المجمّع (٪)
1	**16**	98.00	98.00	9.9	**90.10**
2	**12.5**	155.00	253.00	25.58	**74.42**
3	**8**	106.50	359.50	36.34	**63.66**
4	**5**	59.50	419.00	42.36	**57.64**
5	**3.15**	47.50	466.50	47.16	**52.84**
6	**2**	28.50	495.00	50.04	**49.96**
7	**1.25**	36.00	531.00	53.68	**46.32**
8	**0.5**	83.00	614.00	62.08	**37.92**
9	**0.2**	141.00	755.00	76.33	**23.67**
10	**0.125**	132.00	887.00	89.68	**10.32**
11	**0.08**	63.00	950.00	96.05	**3.95**
12	**القاع**	37.80	987.80	99.87	**0.12**

- **عينة أولاد علي بن موسى (ع2):**

الجدول التالي يبين نتائج عينة أولاد علي بن موسى.

جدول 39: نتائج تجربة التدرج الحبيبي لعينة أولاد علي بن موسى($ع_2$)					
رقم الغربال	فتحة الغربال (مم)	المتبقي الجزئي (غ)	المتبقي المجمّع (غ)	نسبة المتبقي المجمّع (٪)	نسبة المار المجمع (٪)
1	16	29.00	29.00	2.92	97.07
2	12.5	54.00	83.00	8.37	91.62
3	8	69.50	152.50	15.37	84.62
4	5	44.50	197.00	19.86	80.13
5	3.15	44.00	241.00	24.30	75.69
6	2	30.00	271.00	27.33	72.66
7	1.25	41.50	312.50	31.51	68.48
8	0.5	72.50	385.50	38.87	61.12
9	0.2	259.50	644.50	64.99	35.00
10	0.125	160.50	805.00	81.18	18.81
11	0.08	90.00	895.00	90.26	9.73
12	القاع	95.00	990.00	99.84	0.15

- **عينة توفاغي ($ع_3$):**

الجدول التالي يبين نتائج عينة توفاغي.

جدول 40: نتائج تجربة التدرج الحبيبي لعينة توفاغي ($ع_3$)					
رقم الغربال	فتحة الغربال (ملم)	المتبقي الجزئي (غ)	المتبقي المجمّع (غ)	نسبة المتبقي المجمّع (٪)	نسبة المار المجمع (٪)
1	16	4.00	4.00	0.56	99.43
2	12.5	24.50	28.50	3.99	96.00
3	8	115.00	143.50	20.09	79.90
4	5	49.50	193.00	27.02	72.97
5	3.15	32.50	225.50	31.58	68.41
6	2	22.00	247.50	34.70	65.29
7	1.25	26.00	273.50	38.30	61.69
8	0.5	59.50	330.00	46.21	53.78
9	0.2	142.00	475.00	66.52	33.47
10	0.125	122.00	597.00	83.60	16.39
11	0.08	66.00	663.00	92.85	7.14
12	القاع	50.90	713.90	99.98	0.01

لتفسير التحليل الحبيبي لمختلف عينات الطوب قمنا بما يلي:

- **إيجاد نسب مركبات العينات:**

انطلاقا من المقاييس التجريبية والجداول السابقة يتم استخراج نسب أهم مركبات عينات القصور الخاصة بالتحليل الحبيبي في الجدول التالي:

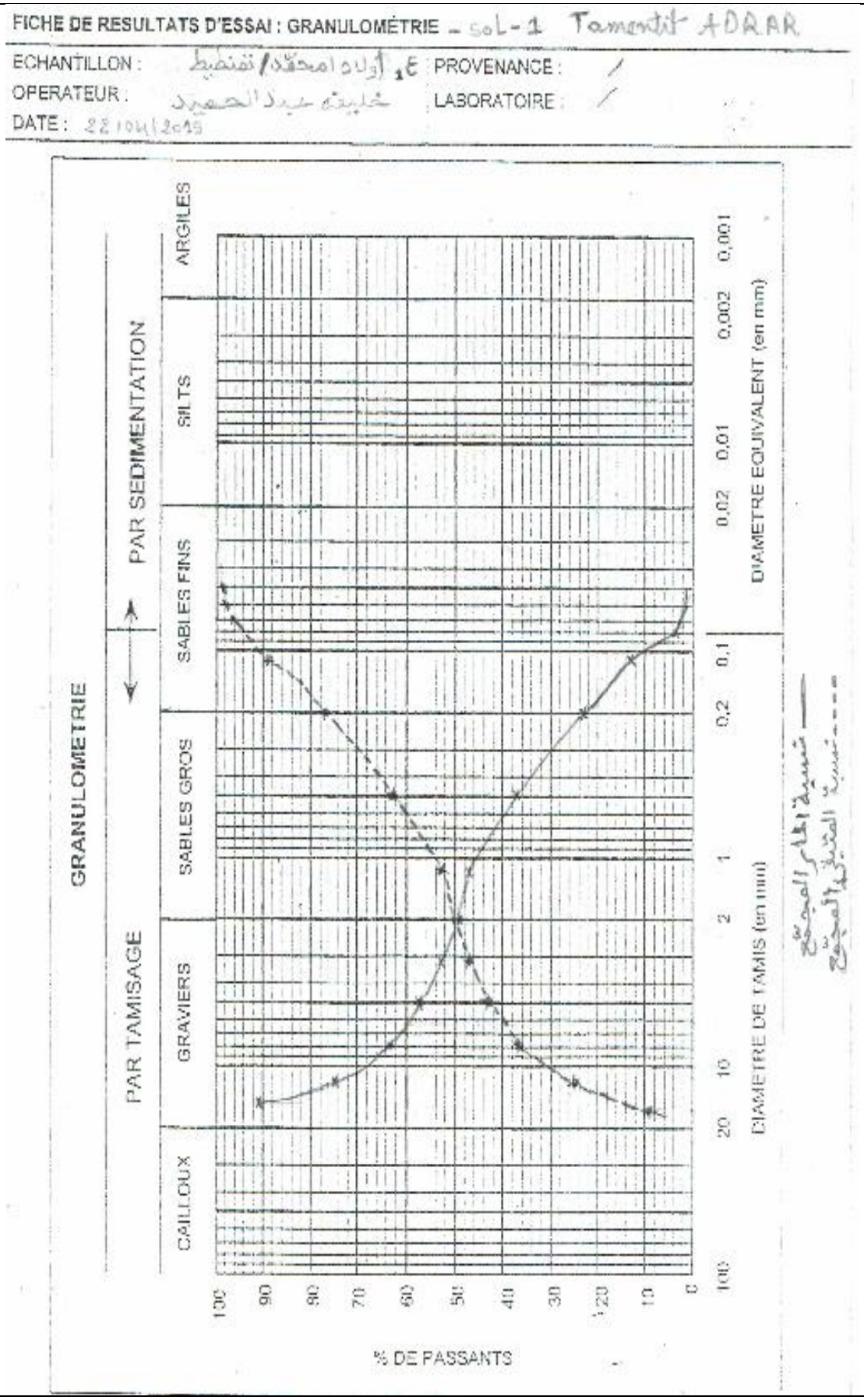
الجدول 41: نتائج نسب مركبات عينات القصور

المركب / القصر	أولاد امحمّد	أولاد علي بن موسى	توفاغي
الحصى (٪)	46.65	24.10	31.60
الرمل (٪)	42.05	56.40	52.00
الطين (٪)	10.80	18.50	16.38

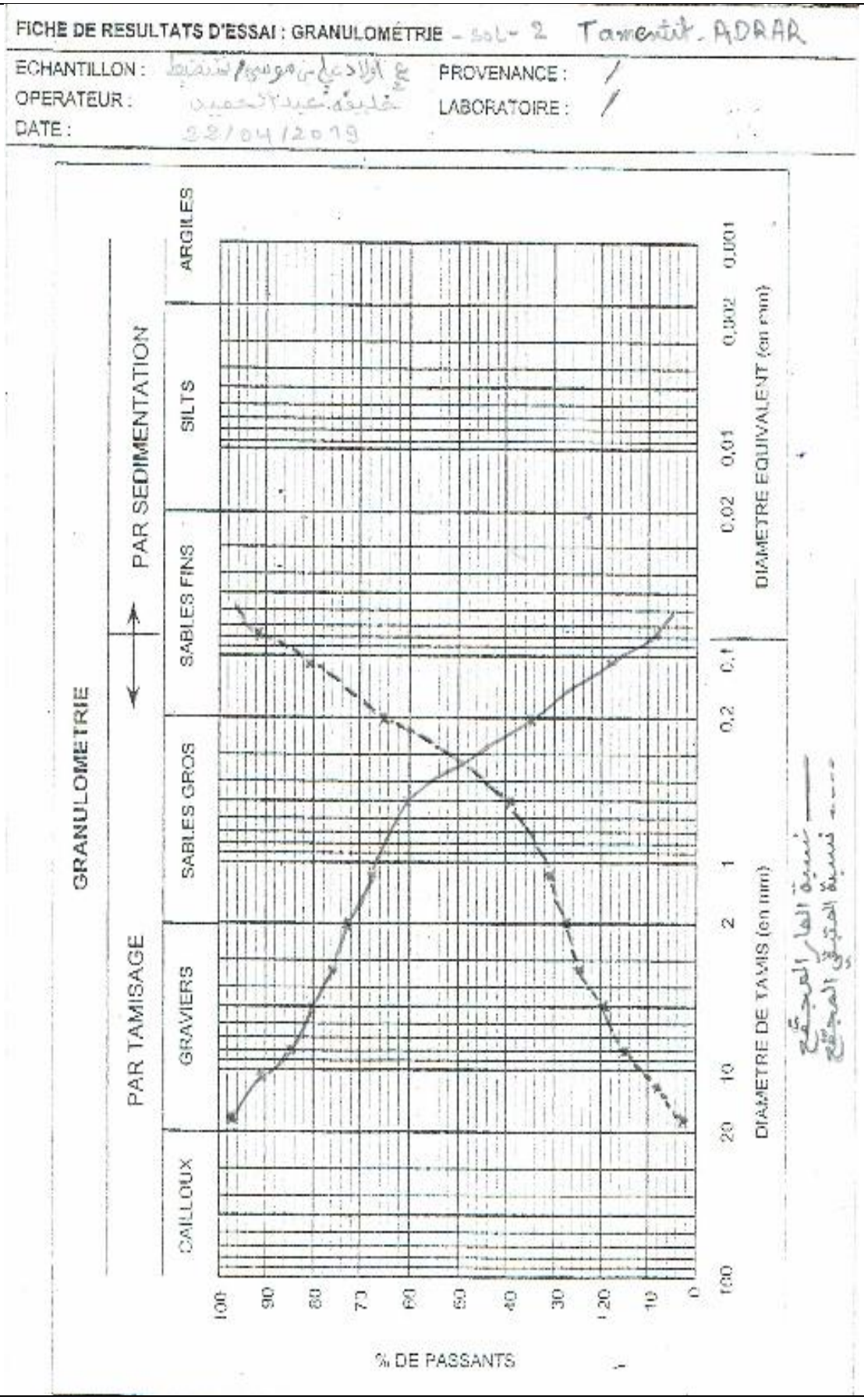
من خلال استقراء النتائج يتبين أن مركبات طوب العينات التجريبية متشابهة من حيث النوع مما يدل على الاعتماد على نفس مواد التكوين الأولية، لكن نسب هذه الأخيرة من حيث الكم تختلف من عينة لأخرى، فمقادير المكونات فيها مختلفة وغالبا ما تطغى نسبة الرمل بينما الطين أقلّها، ويلمس التماثل في القيم بين عينتي قصري أولاد علي بن موسى الأصلية وتوفاغي الترميمية على عكس عينة أولاد امحمّد التي شكلت نسبة الحصى (أكبر من 2 ملم) فيها القيمة الأعلى، وهذه النتائج مختلفة عما وُجد سابقا (الفيزيوكيمياوية) حول نوعية التربة المستخدمة، إلا إذا اعتبرنا أن الرمل والطمي متداخلان (2 ملمتر– 2 ميكرومتر) فيكون هناك تشابها، مما يوحي بالخلط غير متجانس في عجنة العينات مع وجوب الإشارة إلى أن الاختيار للعينات التجريبية غير معياري لتعميم النسب.

- **رسم منحنيات التحليل:**

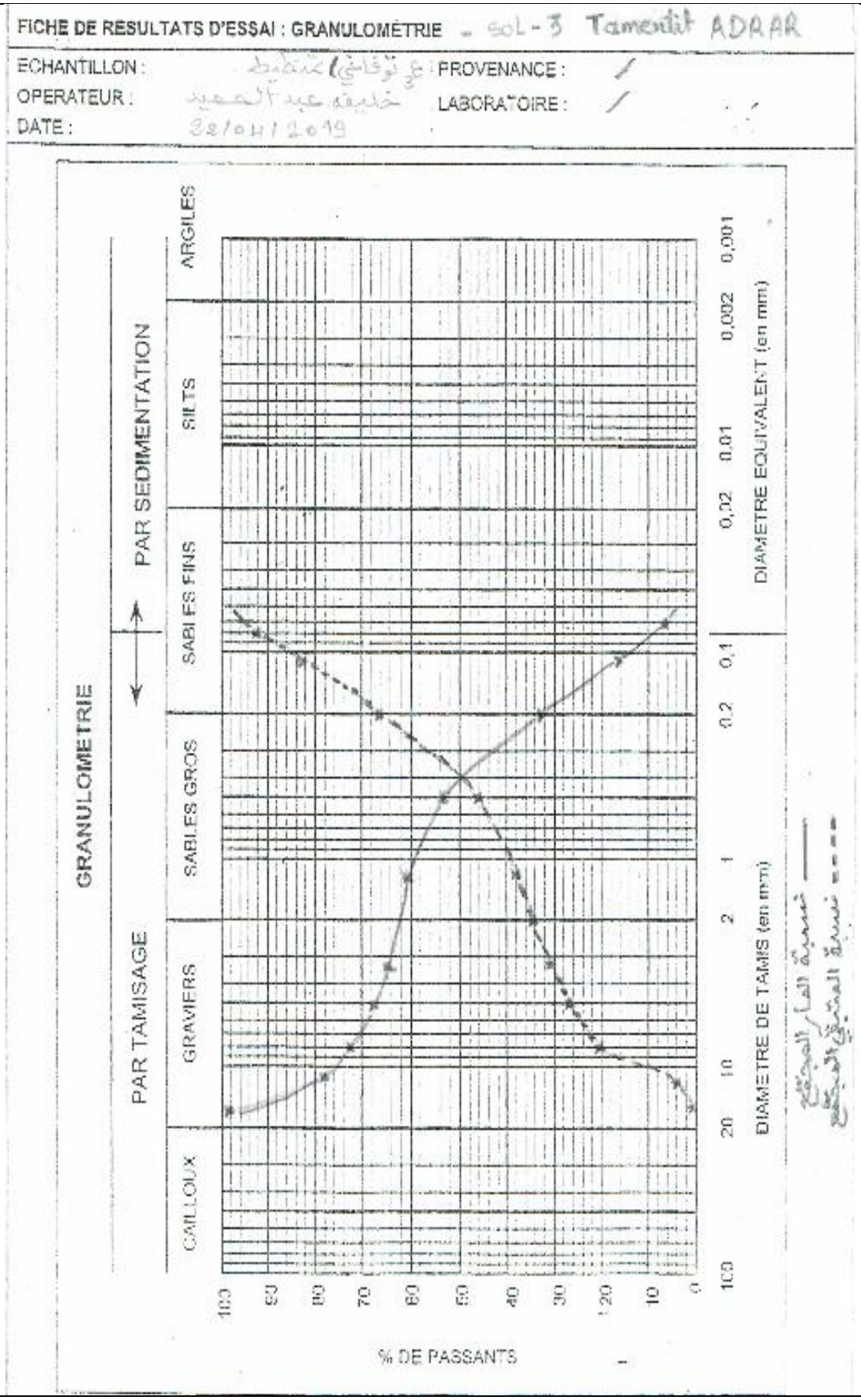
بالنسبة لرسم المنحنيات الخاصة بالتحليل الحبيبي اعتمدنا بمعادلة (نسبة المواد المارة المجمعة بدلالة فتحات مسام الغرابيل).ومُثّل ذلك في الأشكال 26، 27، 28 و29.



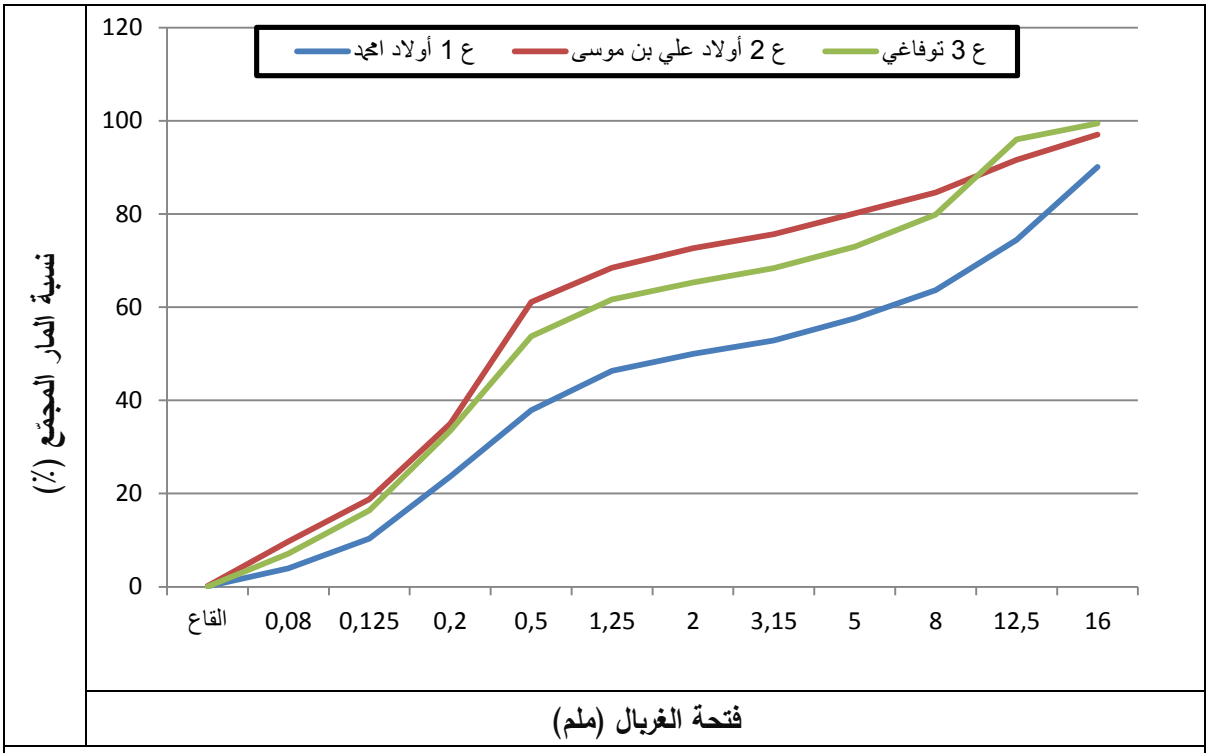
الشكل 26: منحنى نسبة المتبقي والمار المجمّع لأولاد امحمد



الشكل 27: منحنى نسبة المتبقي والمار المجمّع لأولاد علي بن موسى



الشكل 28: منحنى نسبة المتبقي والمار المجمّع لتوفاغي



الشكل 29: منحنى التحليل الحبيبي للعينات التجريبية

بعد رسم منحنيات التحليل الحبيبي (نسبة المتبقي والمار المجمّع بدلالة قطر الفتحات) لكل عينة تجريبية ومقارنتها مع بعض تبين أن:

- اختلاف منحنيي نسبة المتبقي والمار أو المغربل في كل عينة لذاتها، كما هو متجلّ بين العينات الثلاث فيما بينها أيضا. فاختلاف تلك النسبة في العينة ذاتها طبيعي إذ كلما نقصت الكمية الموضوعة في الغربال زادت كمية المادة المغربلة بدءا من أكبر حجم للحبيبات معبرا عنه بقطر فتحة الغربال وصولا لأصغرها (القاع).

- مردودية الغربلة في نسبة المتبقي المجمّع تتماشى عكسيا مع أقطار فتحات مختلف الغرابيل (تنازليا من الأكبر إلى الأصغر) والعكس بالنسبة للمردودية في نسبة المار المجمّع، أي أن كلما كان قطر الفتحات كبير كانت نسبة المرور كبيرة.

- المنحنيين (المار والمتبقي المجمّع) متعاكسان ويتقاطعان في النقطة D_{50} (الممثل لقطر فتحات الغرابيل التي تسمح بمرور 50٪ من المحتوى الكلي المغربل) أو تساوي قيمتي المغربل والمار. وهذه النقطة مختلفة في العينات حيث نجد أنها (D_{50}) ممثلة ب2.1 ملم لأولاد امحمد و0.35 لأولاد علي بن موسى و0.4 لقصر توفاغي. وانطلاقا من النقطة D_{50} يمكن تصنيف العينة على أنها مجموعة من الحبيبات غير منتظمة، حصى خفيف (graviers) أو الرمل بنوعيه الخشن والدقيق الناعم (sable gros

et fin)، وفي عينتي أولاد علي بن موسى وتوفاغي كانت نسبة الرمل أكبر مقارنة بالحصى، وهذا الأخير وجد في عينة قصر أولاد امحمد بنسبة معتبرة مقارنة بالعينتين الأخريتين.

– بعد استخراج (D_{10}، D_{30}، D_{50} وD_{60}) المناسبة لقطر فتحات الغرابيل التي تسمح بمرور (10٪، 30٪، 50٪ و60٪) من المحتوى الكلي والخاصة بمنحنى التحليل الحبيبي) وكمثال لعينة أولاد امحمد (ع1) لها (D_{10} = 16ملم، D_{30} = 10ملم، D_{50} = 2.1 ملم وD_{60} = 0.6 ملم)؛ نجد أن حجم الحبيبات كان موحدا ومنتظما في العينات لكن تدرّجها وتوزيعها لم يكن جيدا، ويفسر ذلك بعملية التحضير العشوائية واللامدروسة لخلطة العجن انطلاقا من توافر المادة الخام الأولية، وذلك ما هو مدون في جدول معاملات الانحناء وHAZEN لمختلف تربة العينات.

جدول 42: معاملات الانحناء وHAZEN (C_u/C_c) للعينات التجريبية

العينة	D_{10}	D_{30}	D_{50}	D_{60}	C_u/C_c	الملاحظة
ع1: أولاد امحمّد	16	10	2.1	0.6	**0.037** / **10.41**	C_u: حجم الحبيبات موحد ومنتظم C_c:تدرّج الحبيبات غير متوازن (سوء التوزيع)
ع2: أولاد علي بن موسى	11	1.3	0.35	0.25	**0.022** / **0.61**	C_u: حجم الحبيبات موحد ومنتظم C_c: تدرّج الحبيبات غير متوازن
ع3: توفاغي	10	3.5	0.4	0.25	**0.025** / **4.9**	C_u: حجم الحبيبات موحد ومنتظم C_c: تدرّج الحبيبات غير متوازن

2-2-2- الكتلة الحجمية والمسامية:

تمثلت نتائج الكتلة الحجمية وقياس المسامية في الجدول التالي:

جدول 43: الكتلة الحجمية ومسامية العينات التجريبية

العينــة	الكتلة الحجمية المطلقة γ_{abs} (g/m^3)(absolue)	الكتلة الحجمية الظاهرية ρ_{app} (g/m^3)(apparente)	المسامية الكلية P(٪)
ع1	2.383	1.301	45.40
ع2	2.383	1.303	45.32
ع3	2.398	1.809	24.56
ع4	2.379	1.305	45.14

وجود المسامية في عينات الطوب مردّه ضعف قوة الضغط أثناء التشكيل، فالقولبة الحديثة (العينات الترميمية) خضعت لضغط أكبر مقارنة بالعينات الأصلية، ويفسر ذلك بوجود وجه واحد

للضغط (الجزء العلوي) في خشبة أو معدن القالب الخاص بالطوب الترميمي السداسي، بينما الأوجه الأربعة فهي محصورة وتكاد تكون متشابهة. وبالرغم من حصول الضغط في وجهَيْ الطوب الخماسي يبقى الوجهان الآخران حُرَّين وبدون ضغط، مما جعل المسامية في العينات الأصلية أكبر. كما يتحكم في المسامية وجود أجزاء تركيبية غير متجانسة (صلبة، ركامية ومائعة) ناتجة عن عدم اكتمال عملية المزج الكافي في خلطة العجن لحدوث التناسق والالتحام فيما بينها والوصول لمرونة مثلى.

2-2-3- الامتصاص:

أ- الامتصاص الجزئي:

الملاحظ من خلال نتائج التجارب المسجلة في الجدول التالي يتبين أن:

جدول 44: نتائج تجربة معامل الامتصاص الجزئي

العينة	M_d (غ)	M_h (غ)	$S\sqrt{t}$ ( )	C_b
ع1	119.6	123.6	35.77	11.18
ع2	108.4	110.8	35.77	6.7
ع3	115.2	116.2	35.77	2.79

- الامتصاص يحدث في جميع عيّنات الطوب، وهذا ما يوحي بقابلية المواد الترابية عليه، والذي يؤدي إلى عدم استقرار أبعادها.

- معامل الامتصاص متباين بين مختلف العينات لكنه متقارب، وهو دلالة على الاختلاف بين ترابط مركبات لبنات الطوب لكل قصر، وهذا راجع إلى ظروف وزمن قولبة الطوب في كل قصر. لذلك فإنه لا يوجد معامل امتصاص موحد في قطع الطوب، ما يدل على التركيبة غير مستقرة فيها، والفراغات بين أجزائها من طين وغضار أو رمل...الخ، ومن ثَمَّ فالتركيبة الطينية أقل امتصاصا من التركيبة الرملية والفراغات المسامية بينهما مختلفة.

ب- الامتصاص الكلي:

من خلال التجارب لوحظ أن الاختبارات الخاصة بالامتصاص الكلي للماء غير ناجعة في الطوب المستخرج من تمنطيط، وذلك لتركيبته ولذوبانه وتحلله[1] قبل مرور ساعتين من الزمن، مع تبقي

[1] للحفاظ على هياكل الطوب وعدم ذوبانه؛ يمكن استخدام محلول عضوي ك **(اثير البترول)**، لكن نفاذيته صغيرة مقارنة بالماء، وهو لا يعطي نتائج مرضية، إذ أن مياه الأمطار والرشح تحمل صفة النفاذية للسطوح الطينية، ولا مجال للمقارنة.

بعض الكتل الحجرية والعضوية (غير قابلة للذوبان طوال الفترة المذكورة) التي احتوت عليها بعض عينات الطوب.

وتجدر الإشارة أنه يمكن استعمال الاختبار السابق (الامتصاص الكلي للماء) مع الطوب المضغوط وكذا مع تقنية أغارف المبنية باللبنات الملحية، والتي بإمكانها امتصاص الماء، والمحافظة على هيكلها لمدة زمنية طويلة، وهذه تحتاج لبحث آخر مستقل بذاته.

لكن بتطبيق نتائج الامتصاص الجزئي لمدة ربع ساعة، مع شريطة عدم التقيد بمرور 24 ساعة، نتحصل على معامل الامتصاص الكلّي كما في الجدول التالي:

جدول 45: نتائج تجربة معامل الامتصاص الكلي

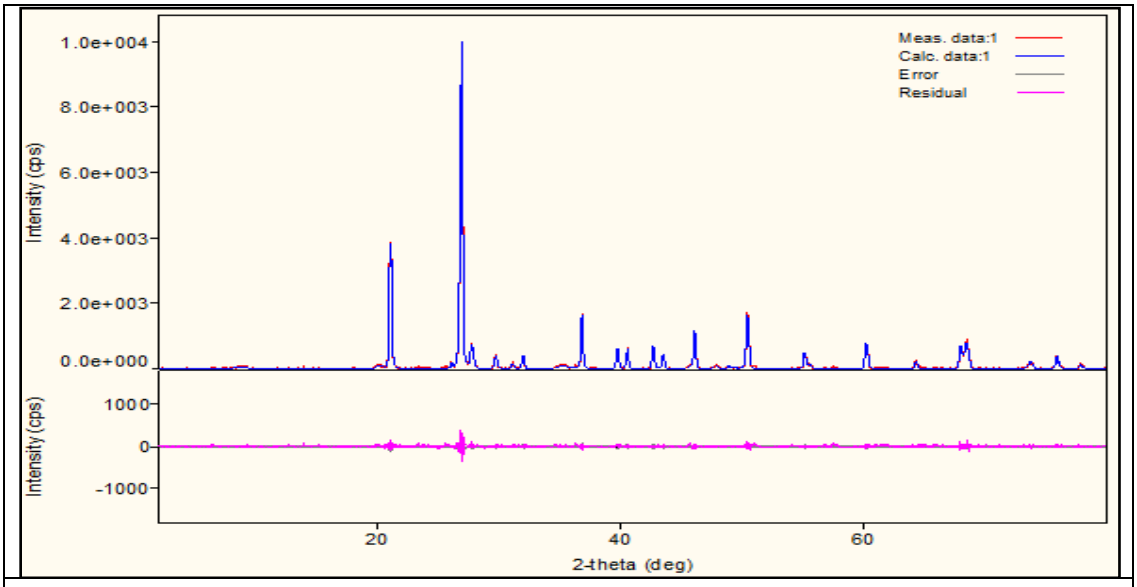
العينة	P_s (غ)	P_h (غ)	Twa
ع1	119.6	123.6	3.34
ع2	108.4	110.8	2.21
ع3	115.2	116.2	0.86

الملاحَظ من خلال نتائج الجدول أن كلا من العينات لها سعة امتصاص خاصة بها، وهي عموما ضعيفة، ومعامل الامتصاص الكلي للعينة الثالثة ع3 (0.8) الترميمية أصغر مقارنة بالعينتين الأصليتين المتقاربتين ع1 (3.3) وع2 (2.2)، ما يدل على أن العينات الترميمية خضعت للضغط بصفة أكبر مقارنة بالأصلية، وهذا راجع لوجود القالب الذي يَحصِر أثناء الضرب عكس الطوب الكيفي الذي يبقى وجهاه حُرّان (غير الوجه الأرضي ووجهي الضرب بكفي اليدين) مما يقلل الانضغاط.

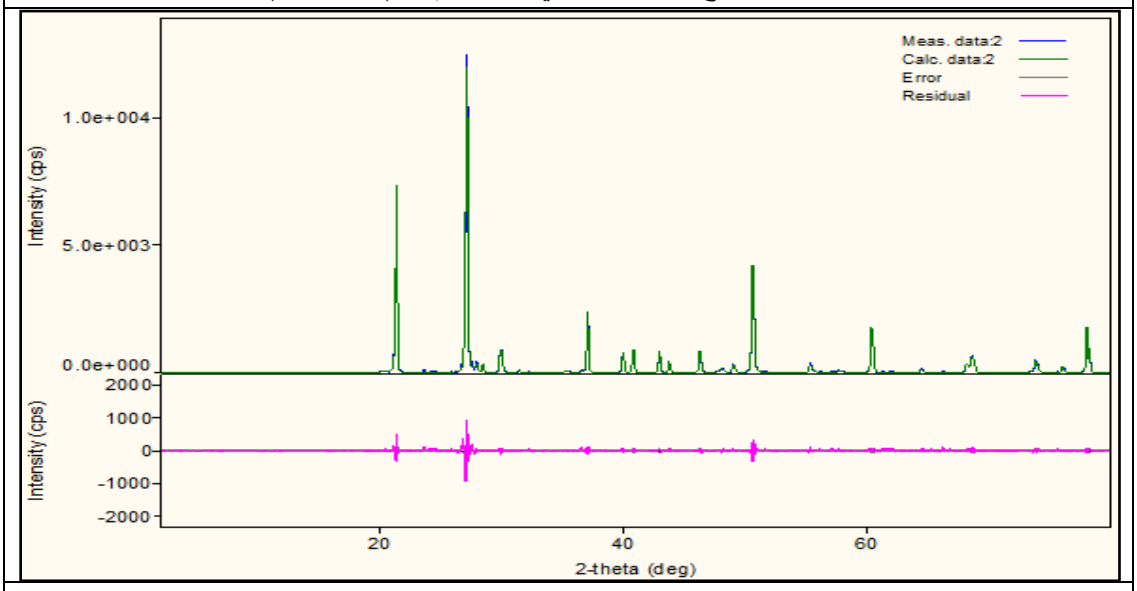
لذلك فإن في حالة الغمر الكلي لعينة الطوب ولمدة زمنية معتبرة يفقدها خصوصية التماسك، وبالتالي فإن عملية امتصاص الطوب للماء من الممكن أن يتسبب في الفصل بين أجزاء النسيج الترابي، ومنه يمكن أن يحدث تناقص في مقاومة التركيبة فيما بينها، وفي حالة الوصول لدرجة التشبع تنهار قوام الترابط بين أجزائه ومن ثم ينتج الذوبان الكلي للطوب.

2-2-4- التركيب المعدني:

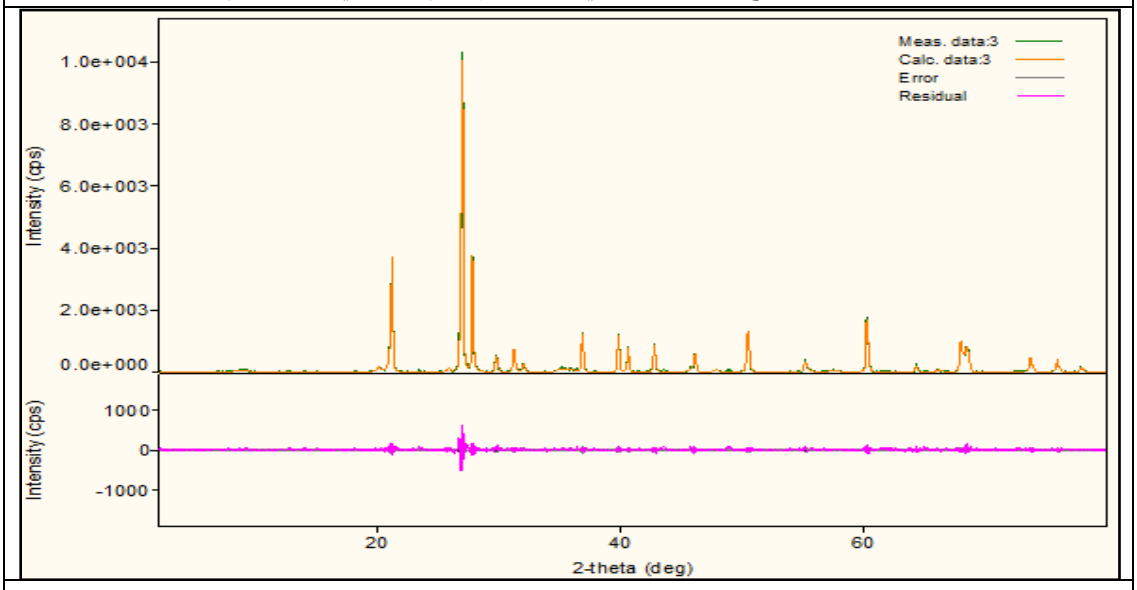
تمثل الأشكال (27، 28 و29) منحنيات الدفراكتوغرام المحصلة ب DRX لمجموع حيود عينات التربة التجريبية. وتبين أن التركيبات المعدنية للعينات متشابهة إلى حد كبير من حيث النوع، وأما من ناحية الكمّ فقد لوحظت بعض الاختلافات في كثافة أو شدة القمم من عينة إلى أخرى.



الشكل 30: نتائج التحليل المعدني للعينة رقم 1 (أولاد امحمد)



الشكل 31: نتائج التحليل المعدني للعينة رقم 2 (أولاد علي بن موسى)



الشكل 32: نتائج التحليل المعدني للعينة رقم 3 (توفاغي)

كما نرى تكوين مركبات جديدة مثل البراغونيت والناتجة من تفاعلات التفكك أو التحلل حيث يتحلل المركّب الواحد إلى مادتين أو أكثر، وقد تكون النواتج عناصر أو مركبات، كما يلاحظ أيضًا اختفاء بعض المراحل غير المسمّاة داخل الأشكال وذلك لدخولها في تفاعلات تُنقص كميتها أو لا تبقيها كلّية.

مع العلم أن هناك أشكالا أخرى (منحنيات) لتحليل نماذج من نفس العينات لم نأخذها، وقد بيّنت وجود مركب واحد فقط أو تكراره في مراحل مختلفة، لذلك فإن النتائج تبين تحليلات نماذج العينات المأخوذة فقط.

ويلخص الجدول نتائج تحليلات التبلور والتركيبات المعدنية للعينات المعالجة.

الجدول 46: نتائج التحليل المعدني للعينات التجريبية

المركب		أولاد امحمد		أولاد علي بن موسى		توفاغي	
التسمية	الرمز	الكمية (%)	التبلور	الكمية (%)	التبلور	الكمية (%)	التبلور
Paragonite 3T	$Na\ Al_2\ (Al\ Si_3\ O_{10})\ (OH)_2$	**14(4)**	**2.877**	**1.4(12)**	**2.972**	**7(3)**	**3.050**
Magnesium oxide	$Mg\ O$	**0.6(18)**	**3.006**	**0.3(11)**	**2.981**	**4(2)**	**2.936**
Quartz HP	$Si\ O_2$	**69(21)**	**1.437**	**86(40)**	**1.330**	**72(26)**	**1.182**
Calcite, syn	$Ca\ (CO_3)$	**4.8(13)**	**2.976**	**4(2)**	**1.781**	**1.3(10)**	**3.001**
Sodium oxide	$Na_2\ O$	**6.0(4)**	**2.837**	**4.1(16)**	**1.446**	**2.0(17)**	**2.934**
Titanium dioxide	$Ti\ O_2$	**1.9(14)**	**3.329**	**0.3(4)**	**3.062**	**1.4(9)**	**3.045**
Aluminum oxide	$Al_2\ O_3$	**0.1(4)**	**3.370**	**0.2(19)**	**3.161**	**7(4)**	**3.164**
Dipotassium oxide	$K_2\ O$	**0.1(4)**	**3.435**	**1.3(3)**	**2.780**	**5(4)**	**2.901**
Hematite HP, Iron(III) oxide	$Fe_2\ O_3$	**0.2(3)**	**3.012**	**0.1(9)**	**2.986**	**0.1(2)**	**3.097**
Calcium oxide	$Ca\ O$	**2.7(5)**	**1.739**	**1.5(4)**	**2.994**	**1.3(11)**	**2.680**

ما ينبغي الإشارة إليه أن هناك مركبات أخرى أشد ندرة لم يتم إدراجها، لذلك كان مجموع العينات يقارب مائة بالمائة.

تسمح مقارنة جدول 43 لناتج تحليل العينات والجدول 12 الخاص بنسبة مكونات الطين القابلة للاستعمال بملاحظة:

- توافق وجود جل مكونات الطوب الضرورية مع نتائج تحليلات العينات وظهور بعض المعادن الجديدة كالبراغونيت، الكالسيت وأكسيد البوتاسيوم ويرجع ذلك لحدوث تفاعلات كيميائية بين عناصر التركيب الأولية كما سنبينه لاحقا.

اختلاف نسب مكونات تحليلات العينات مقارنة مع عناصر مكونات الطين القابلة للاستعمال، فنجد التوافق في مجالات النسب بالنسبة لِ (MgO، SiO_2، Na_2O وCaO)، أما المعادن الأخرى (TiO_2،

Fe_2O_3 و Al_2O_3) فنجد نقصا في نسبها بسبب دخولها في تفاعلات أو نقصانها في التربة أصلا وبالتالي لابد من تلافي ذلك النقص لإعطاء طين مناسب للاستعمال.

ولتبيين نتائج قيم الكميات المعدنية ونوعيتها وكذا نسب التبلور فيها نقوم بالتحليلات التالية:

أ- تحليل نسبة التركيبات المعدنية:

- وجود اختلاف في التوزيع المعدني فيما يتعلق بعينة طوب الترميم لتوفاغي ($ع_2$) مقارنةً بعينتيْ الطوب الأصلية (أولاد امحمد($ع_1$) وأولاد علي بن موسى($ع_2$)). فبعد الكوارتز (Quartz HP) (SiO_2) يمكن ملاحظة البراغونيت (Paragonite3T)($NaAl_2(AlSi_3O_{10})(OH)_2$) وأكسيد الصوديوم (Sodium oxide)(Na_2O) بالنسبة ل($ع_1$)، وأما($ع_2$) فتأتي كمية أكسيد الصوديوم والكالسيت (Calcite, syn)($Ca(CO_3)$) تواليا، بينما نرى وجود البراغونيت (Paragonite 3T) والألومين أو أكسيد الألمنيوم (oxide Aluminum)(Al_2O_3) كمرحلة ثانية في ($ع_3$).

- تحتوي مختلف العينات على نسبة عالية من الكوارتز (Quartz HP) كنسبة أولى (تفوق 60٪)، والكوارتز أو ثاني أكسيد السيليكون (SiO_2) أو السيليكا؛ أحد أهم المعادن المكونة للصخور النارية ذات المصدر البركاني، وقد يدخل في شوائب الأحجار الجيرية كما يوجد في الرمل وأحجاره[1]، ولعلَّة توافر هذه المصادر الأخيرة كثيرا بتمنطيط يفسَّرُ المستوى العالي من السيليس الموجود في العينات التجريبية وهذا ما يعني أنها رملية.

- اشتراك العينتين الأصليتين ($ع_1$ و$ع_2$) في أكسيد الصوديوم وهو أحد المركبات القاعدية، وكذا اشتراك العينة الأصلية ($ع_1$) والترميمية ($ع_3$) في البراغونيت، وهذا المعدن شأنه شأن معدن الإيليت ذو الحبيبات المنفصلة عن الصخور المحتوية على نسبة عالية من الميكا بعد تعرضه لعملية التجوية، وقد يختلط بشوائب معدنية كالبوتاسيوم[2] وفي عيناتنا يتضح الصوديوم كشائبة.

ومعلوم أن الميكا (Mica) صخر ناري يتواجد إلى جانب غيره في صورة صخر نقي كالكوارتز البلوري أو في مخاليط البلورات المتشابكة كالجرانيت والبازلت، لكن الصخور المحتوية على الميكا تتلف بصورة أسرع من عديمته[3]. ونتيجة لتجوية الألمنيوم بصورة رئيسية زيادة إلى التغيرات العنيفة في درجات الحرارة؛ ما يسهل فصل طبقات الصخر وحدوث الانفصال الحبيبي بصورة موازية لقاعدة بلّوراته.

---

[1] عبد الناصر الزهراني ومحمد وغنيم أبو الفتوح، **كيمياء....المرجع السابق**، (ص، ص): (77، 136).

[2] محمد عبد الهادي، **المرجع السابق**، ص: 163.

[3] DOMASLOWSKI, W, **Op.cit,** p: 6.

وبصرف النظر عن فرضية التكوين الجديد لهذا المعدن بسبب التفاعلات لا نستبعد احتمالية أن تكون هذه الصخور أحد مصادره الأولى الموجودة بتمنطيط على غرار تربة توات قديما من نيازك، حمم بركانية أو رماده تركت بقاياها أو نقلت إليها، وخاصة لما للدور الذي أدته العوامل المناخية المتنوعة في تشكيل سطح الصحراء الشاسعة عبر المراحل الجيولوجية من حركات تصدع وانكسارات وثورات بركانية، وعوامل النحت الهوائي في فترات الجفاف، مما نتج عنه تنوع مظاهره التضاريسية كالمنخفضات، الكثبان الرملية، الحمادات، الهضاب، وسلاسل الجبال المتقطعة والقليلة الارتفاع ذات الأصول البركانية[1].

– وجود الكالسيت في العينة الأصلية (ع$_2$) دليل على كاربونات الكالسيوم المكون الرئيس للحجر الجيري المتوافر في تربة تمنطيط والمستعمل في خلطة الطوب، والناتج بالتفاعل الآتي:

$$CaO + Co_2 \rightarrow Ca(CO_3)$$

وكاربونات الكالسيوم أو الكربونات المتكلّسة هي أملاح بطيئة الذوبان في الماء وإذا ذابت تتحول بسرعة إلى بيكاربونات كالسيوم ($CaHCO_3$) في وجود Co_2 والرطوبة[2]، كما يسبق ذلك حدوث عملية الكربنة أو التكربن (carbonatation)؛ حيث أن الجير المنطفئ أو هدروكسيد الكالسيوم ($Ca(OH)_2$) الذي يتأتّى من تميّه الجير الحي أوأكسيد الكالسيوم (CaO) وبعد تحفيزه لمدة أيام بالتّماس مع الهواء وخاصة Co_2 يشكِّل ما يسمى بالجير الهوائي في صورة مادة متبلورة ($Ca(CO_3)$)[3]، وتكون تلك المواد الجيرية أكثر هشاشة وتدهورا في وجود الماء[4] وهذا يوافق ما لوحظ في طوب مباني تمنطيط الذي وُجِدت في تركيبه.

– خصوصية النسبة المعتبرة للألومين في العينة (ع$_3$) مرهون بوجود البراغونيت لاشتراكهما نفس المصدر السابق، إضافة لعلاقته بمركبات أخرى كما سيفسَّر في تبلوره.

---

[1] محمد رشدي جراية، **"الصحراء الجزائرية خلال العصر الحجري الحديث (6100 ق.م – 1000 ق.م)"**، مذكرة مقدمة لنيل شهادة الماجستير في التاريخ القديم، جامعة منتوري، قسنطينة، الجزائر، 2008، ص: 22، وعبد السلام بوشارب، **الهقار أمجاد وأنجاد**، الجزائر، المتحف الوطني للمجاهد، 1995، ص: 36

[2] منى فؤاد علي، **ترميم الصور الجدارية**، مكتبة زهراء الشرق، مصر، 2003، ص: 84.

[3] في وجود طين التربة تكون احتمالية بطء تفاعل ظاهرة التكربن وهو ما يسمى بالبوزولية (Pozzolanique). ينظر: Abalo P'KLA, **Op.cit**, p : 27.

[4] عبد الناصر الزهراني ومحمد وغنيم أبو الفتوح، **كيمياء ....المرجع السابق**، ص: 137.

وكما ذكرنا سابقًا فإن وجود هذه العناصر المعدنية واختلافها من عينة لأخرى يرتبط بإمكانية تثبيتها أو في ظهورها كمجموعات جديدة.

ب- تحليل عامل التبلور في تربة العينات:

يرتبط عامل التبلور بنوعية مادة التبلور، وقد مكنت التحليلات المعدنية للعينات وجود عدة مراحل تبلور متميزة، حيث نجد أن تبلور الألومين ملحوظ في العينات الثلاث وهو معدن بلوري يميز تركيب مسحوق الزجاج من أصل الرمل وكذا الجير والبوزولان الطبيعي. ويرتبط الألومين في الطين مع السيليس والكالسيوم ليعطيَ الآلومينات (Aluminates) وسيليكات معقدة[1]، وأما في الأوساط القاعدية والمشبعة بكاتيون (Ca^{+}) فإن الطين تهاجَم وتحرِّر الألومين والسيليس، كما تحرِّض الكالسيوم في وجود الماء والهيدروكسيل الآتي من الجير لتنتج آلومينات الكالسيوم المهدرجة (CAH aluminates de calcium hydraté)[2]، ونظرا لخاصية التبلور للألومين فإنه يدخل في المركبات المتحفية المستخدمة المجفِّفة[3]. كما يتضح ذلك التبلور أيضا بالنسبة لثاني أكسيد الثيثانيوم (Titanium dioxide) في العينتيْن الأصليتين للطوب.

كما تنفرد كل عينة باعتبارية في التبلور بمعادن أخرى مختلفة، فأكسيد البوتاسيوم (Dipotassium oxide) (K_2O) كناتج للأكاسيد القلوية في ع1 وأكسيد الكالسيوم في ع2، أما العينةع3 فتتميز بتبلور جليّ بالنسبة للهيماتيت (Hematite HP, Iron(III) oxide) (Fe_2O_3) والبراغونيت.

والهيماتيت يتركب من أكسيد الحديديك (Fe_2O_3) الذي يحتوي نحو 70% من وزنه حديد (Iron)[4]، وهذه الكمية تفسر نسبة التبلور الملحوظة والمتعلقة أساسا بذرتيْ الحديد الموجودة بثلاثي أكسيد الحديديك في وجود زيادة الأكسجين الهوائي، إضافة إلى صفته (الهيماتيت) الفلزية من هيأة كتل الشرائح الدقيقة[5] القابلة للتبلور. كما أن أكاسيد الحديد من نوع الهيماتيت أو الجوثيث تدخل كمواد لاحمة في الأحجار الرملية مانحة إياها لونا أحمرا أو بنيّا يميل إلى الاحمرار[6] وهي خاصية تميّز تركيبة ولون تربة تمنطيط.

---

[1] Ouarda IZMMOUREN, **Op.Cit**, p : 98.

[2] **Ibid**, p :23.

[3] محمد أبو الفتوح غنيم وعبدالناصر الزهراني، **الصيانة الوقائية في البيئة المتحفية**، جامعة الملك سعود، الرياض، 2014، ص: 41.

[4] محمد عزالدين حلمي، **علم المعادن**، مكتبة الأنجلو المصرية، القاهرة، مصر، 1994، ص: 292.

[5] حسن ممدوح عبد الغفار، **مملكة المعادن**، الشركة العربية للنشر والتوزيع، القاهرة، 1997، ص: 65.

[6] عبد الناصر الزهراني ومحمد وغنيم أبو الفتوح، **كيمياء ...المرجع السابق**، ص: 70.

وجملةً فإن التحليلات المعدنية لمختلف العينات تبين أن تربة خلطات الطوب بتمنطيط متعددة المصادر الصخرية، حيث أن المعادن المتوفرة على سطح القشرة الأرضية هي نتاج آلاف السنين من عمليات التجوية المختلفة والمؤدية إلى انفصال حبيبات الأنواع الصخرية النارية، المتحولة والرسوبية، وقد غلبت هذه الأخيرة فيها. كما بينت التحليلات أيضا مجموعات معدنية متباينة كمّا ونوعا ولكلّ منها درجة تبلور معينة، إضافة إلى أن التفاعلات الداخلية بين بعض المواد التركيبية أعطت موادا دخيلة وجديدة داخل الطوب.

2-3- الخصائص الميكانيكية:

2-3-1-قوة الشد الجاف:

دوّنت نتائج الشد الجاف في الجدول التالي:

جدول 47: نتائج قوة الشد لعينات الطوب				
خصائص اختبار قوة الشد				
R_t (MPa)	f (KN)	lxh (4x4)cm^2		
$3582.803x10^{6-}$	0.01	16	ع1-1	العينة
$3582.803x10^{6-}$	0.01	16	ع1-2	
$3582.803x10^{6-}$ >	0.01>	16	ع1-3	

من خلال الجدول والذي يبين قوة الشد الفاصل؛ تبين أن قوة التماسك العرضي بين جزيئات الأجسام المختبرة متشابهة، أي أن إجهاد الشد المتوسط العمودي متساو في لبنات الطوب.

وبالتالي فإن معرفة التلاحم في الهيكل ممثلا في جملة الطوب والملاط يرجع إلى نوعية سطح التلامس بينهما ومدة تجفيفه[1] التي لابد أن تؤخذ بعين الاعتبار.

2-3-2-مقاومة الضغط الجاف:

نستدل على قيم مقاومة الضغط الميكانيكية بنتائج نوعيه الجاف والرطب زيادة إلى إدراج تجارب أخرى ذات علاقة بالتبلور، وذلك للتأثير المتبادل بين المكونات في حالتها الجافة ثم الانتقال إلى الحالة السائلة أو الغروية (إضافة الماء لخليط العجن) وصولا إلى الحالة الصلبة (طوب جاف)، وهو

[1] يتأثر تلاحم الهياكل بمعايير تتعلق بمكونيْه الأساسيين الطوب والملاط، فبالنسبة للطوب من حيث مقاسات الحبيبات المستعملة ونسبة الماسك في عجينته، وأما بالنسبة للملاط فبسمك طبقته ونسبة المثبتات فيه أيضا، إضافة إلى نوعية سطح التلامس ومدة التجفيف. ينظر : أرزقي بوخنوف، **المرجع السابق**، ص: 115.

استدلال تراجعي يأخذ بعين الاعتبار تداخل ميكانيزمات عدة في تكوين الطوب فضلا على التفاعلات الكيميائية الحاصلة مما يستدعي تحليل ماء الخلط أيضا.

وقد سمحت تجارب الضغط الجاف بالنتائج التالية:

جدول 48: نتائج قوة الضغط لعينات الطوب				
		خصائص اختبار قوة الضغط		
		$S\ (4x4)cm^2$	$F\ (KN)$	$Rc\ (MPa)$
العينة	ع1-2	16	0.86	0.53750
	ع2-2	16	0.90	0.5625
	ع3-2	16	0.69	0.43125

من نتائج الجدول وانطلاقا من الحمولة القصوى التي تبدأ عندها العينة بالتشقق، يلاحظ أن معدل مقاومة لبنات الطوب للضغط ضعيف جدا مقارنة بمواد أخرى، زيادة إلى أن معدل مقاومة الضغط في لبنات الطوب القديمة متفاوت، حيث الانخفاض الطفيف كلما ارتفعنا من مستوى بناء إلى مستوى أعلى منه، حيث عينة البرج ع2-2 السفلية أكثر من عينة الجدران ع1-2 العلوية.

أما تباين المقاومة (الصلابة) في نفس المكعب من كل لبنة فهذا لوجود مساحات داخلية صلبة كالحجارة أو ملح تبلورت مع مرور الزمن مجهولة المصدر، وتحتاج إلى الدراسة بالتحليل من جديد (تحديد مصدرية التبلور الحقيقية)، فهي كما فرط إما ذات أصل تركيبي (المادة الخام أو من ماء الخلط) أو أنها دخيلة (تأثير خارجي) أو أنها تشارك العوامل السابقة مما أدى إلى وجود الصلابة في أجزاء معينة من مكعب لبنة الطوب نفسه.

وعدم نزول المؤشر في الجهاز إلى الأسفل راجع لاستمرار التماسك بين جزيئات وحدة الطوب بعضها بعضا، وهذا ما بيناه سابقا في الخصائص الإيجابية للطوب.

وبالنسبة للمقارنة بين مقاومتي الطوب القديم والجديد المرَمم به؛ فإن مقاومة هذا الأخير (السداسي المقولب) للضغط قليلة مقارنة بسابقيْه من الطوب القديم، ما يدل إلى نقص قيمة المقاومة والصلادة التي لم تعط لها الأهمية في عملية الترميم.

وعموما فإن مقارنة مقاومة ضغط العينات بطوب مكون من الرمل الناعم كمادة رابطة والذي تبلغ مقاومته المعيارية 52 كغ/سم^2 وتقل هذه القوة في طوب التبن المقرّط[1] فإنها مقاربة له وخاصة

[1] تبعا لدراسات علمية لجملة من الطوب اللبن. ينظر: محمد عبدالهادي، **المرجع السابق**، ص: 171.

العينة ع1-2 مما يجعل احتمالية تصنيف رمل تربتها بالناعم بغض النظر على المميزات الأخرى المتدخلة في ضبط مقاومة الضغط.

ولتحديد مصدرية التبلور أجرينا تحاليل لعينة من ماء فقارة "هنو" وهي فقارة نشطة منذ القدم بالمنطقة، وذلك نظرا لاحتمالية أن تكون نوعية الماء المستعمل في خلطة عجنة الطوب مصدرا لظهور التبلور (الملح) المؤدي إلى تغيّر بعض الخواص الميكانيكية والفيزيائية (صلابة منطقة دون أخرى) في لبنات الطوب التجريبية، خاصة أن تمنطيط تقع بمحاذاة السبخة المتميزة بملوحتها.

الجدول 49: تركيبة ماء فقارة "هنو" لمنطقة تمنطيط		
الأس الهيدروجيني في 25 ^{0}م	pH à 25^{0}c	7.87
الناقلية في 19 ^{0}م	Conductivité à 19^{0}c	7820 µ s/cm
التعكر (العكارة)	Turbidité (TH)	2.07 NTU
الملوحة	Salinité à 19^{0}c	4.3 g/l
الصلابة الكلية	Dureté total	2000 mg/l $CaCo_3$ = 200^{0}F
القاعدية الكلية	Alcalinité totale	550 mg/l $CaCo_3$ = 55^{0}F
الكالسيوم	Calcium (ca^{++})	1000 mg/l $CaCo_3$ = 400 mg/l
المغنيزيوم	Magnésium	240 mg/l
الكلورور	Chlorure	1666 mg/l
البيكاربونات	Bicarbonates	671 mg/l
الأمونيوم	Ammonium	0.06 mg/l
النتريت	Nitrites	0.013 mg/l
السولفات	Sulfate	1600L

من خلال جدول التحاليل لماء فقارة "هنّو" يتبين:

– اختلاف جليّ في النسب الشاردية للكالسيوم والمغنزيوم والكلور والأمونيوم وغيرها ما سبّب اختلافا في pH، مع الإشارة أن قيم هذه الأخيرة تتناسب مع المعايير الدولية (6.5–8.5)، زيادة إلى الصلابة المترجمة لوجود أيونات موجبة غير أحادية التكافؤ وكذا أيونات الكالسيوم والمغنيزيوم، وتدل قيمتها (TH> 32) على علوّها وعدم عذوبة الماء. أما قيمة الناقلية فهي تفوق معايير تصنيف منظمة

الصحة العالمية (O.M.S)[1] وهو ما يفسَّر بوجود نسبة كبيرة من الأملاح في مياه الفقارة بالرغم من أن القياس تمّ في درجة حرارة 19^{0}م والمعروف أن الناقلية تزيد بزيادة درجة الحرارة، فكيف بدرجة 25^{0}م؟.

– لا وجود للتعكر[2] في ماء الفقارة يعني أنه صاف وخال من المعلقات الدقيقة (الطين، الطمي، حبيبات السليس..الخ) وبالتالي لا تأثير له في تحديد لون الطوب، وأما بقية المركبات فتدخل في بعض التفاعلات الداخلية أثناء العجن لتعطي خصائص مميزة للطوب.

– احتواءه شوارد الكالسيوم (Ca^{++}) والمغنزيوم (Mg^{++}) بنسب معتبرة (400 ملغ/ل و240 ملغ/ل على التوالي) المساهمتين بشكل كبير في تشكّل الحكمية (les micelles) مقارنة بالمحتويات البلورية لخلطة تربة العينات. وإذا كنا قد وجدنا فيما سبق أن شاردتيْ الصوديوم والبوتاسيوم المسؤولتين عن تبلور الأملاح وتزهر سطح الطوب قليلتان في تربة العينات فإننا نجد الملوحة زائدة في ماء فقارة "هنّو" (حوالي 4.3 غ/ل) ولها التأثير البالغ في إنتاج الملح وحدوث التبلور والتزهر في هياكل تمنطيط بعد تدخل عوامل خارجية أخرى، حيث أن الملح عند ذوبانها بالماء وحملها إلى أماكن مختلفة من المبنى تتبلور عند جفاف محاليلها[3].

وبالتالي نخلص إلى أن خصوصية الشوارد المعدنية لماء الفقارة المستخدم في عجنة الطوب تؤثر أيضا في ظهور تبلور الملح في الهياكل، وهو ما يدعم فرضية تشاركية العوامل الداخلية والخارجية في ذلك. ومن ثَم فإن لنوعية ماء الخلط المدرجة في عوامل الصناعة إضافة إلى جانب النسب غير المثالية للمواد التركيبية الأثر في تدهور مباني الطوب.

---

[1] الصلابة في الماء تتعلق بنوعية الشوارد وهي عكس العذوبة فيه، كما أن الناقلية الكهربائية تعبّر عن نسبة وجود الأملاح الذائبة بالمياه، فارتفاعها يدل عن وجود نسبة كبيرة من الأملاح، وتصنيف منظمة الصحة العالمية للمياه الصالحة للشرب بدلالة الناقلية الكهربائية يعتبر قيمتها الجيدة والمناسبة ما بين(150– 750) µS/cm، لتصبح مياه ذات معدنية عالية إذا فاقت 1500 µS/cm، بينما مجموعة دول الاتحاد الأوروبي تسمح بوجود ناقلية بالمياه الصالحة للشرب قيمتها 1250µS/cm . للمزيد ينظر:

F. Berné, J. Cordonnier. **Traitement des eaux usées**. Editions TECHNIP, Paris, 1991.

[2] يمكننا قياس العكارة أو التعكّر من تحديد المعلومات المرئية في الماء، حيث يعكس وجود جسيمات معلقة في الماء كحطام عضوي وطين أو كائنات مجهرية أو تكون العكارة بمثابة مادة غروية ذات مصدر عضوي أو معدني، ويتم قياسها ميدانيا باستخدام مقياس العكر (Turbidimètre) بوحدة NTU. فإذا كان NTU > 5 فإن الماء صافي. ينظر:

Fiche d'Analyse physico-chimique**,** rédigée par REFEA (Agence française de recrutement et d'emploi), Paris. Consulté 18/12/2019. Et M.O. (MIZIER). **La mesure de turbidité**: un paramètre essentiel pour les eaux potables comme pour les eaux usées, L'Eau l'industrie les nuisances, 2005, p : 284.

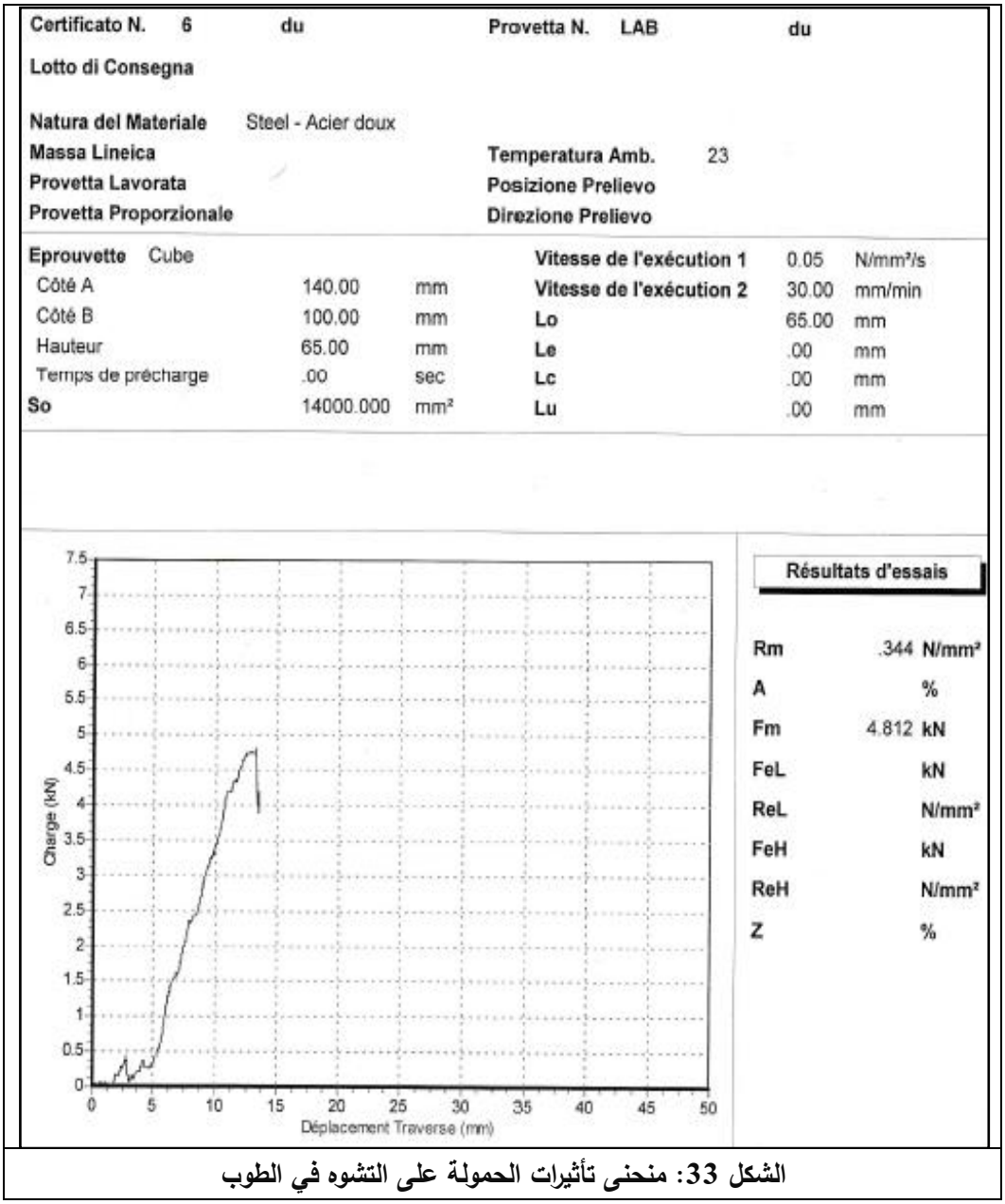
[3] ماري باردیکو، **الحفاظ في علم الآثار، الطرق والأساليب العلمية لحفظ وترميم المقتنيات الأثرية**، تر: محمد أحمد الشاعر، القاهرة، 2002، ص: 207.

2-3-3- مقاومة الضغط الرطب:

بتطبيق تجربة مقاومة الضغط الرطب على طوب منشآت تمنطيط، وُجِد أنها لا تتحمل الرطوبة إلى حد الغمر لهذه المدة الزمنية، إذ تذوب لتنتج محلولا مختلط وبعض الأجزاء غير قابلة للذوبان في الماء كالأحجار الصغيرة وبعض البقايا العضوية. ومن ثمّ يمكننا أن نستشف مدى خطورة المياه الدائمة الجريان (سواء فيضان سببه الإهمال البشري أو طبيعي كالأمطار الفيضانية ذات الغزارة المتواصلة) بتأثيراتها الفيزيائية أو الميكانيكية على مستويات الطوب، مما يجعلها عرضة للذوبان الكلي وسقوط الهياكل المبنية بها، خاصة الهشة منها والحاملة لأثقال فوقية تزيد من حدة الخطر.

2-3-4- التشوه وعلاقته بالحمولة:

يمثل (الشكل 33) منحنى تأثيرات الحمولة على التشوه في الطوب وهي تجسد علاقة امكانية حدوث التغير في هياكل الطوب تبعا لنوعية وقيمة الثقل المطبق أو الخاضعة له.



الشكل 33: منحنى تأثيرات الحمولة على التشوه في الطوب

انطلاقا من المنحنى يمكننا تمييز ما يلي:

– عدم بدء المنحنى من القيمة (0) راجع لعدم وجود سطح مستوٍ تماما لعينة الطوب المستخدمة، وذلك ما نجده في كامل الطوب التقليدي اليدوي، إذ تكون تسوية أرضية الوضع وكذا السطح فيه غير مستوية تماما وهو يفيد في تماسك الملاط مع الاعوجاج أو النتوء في اللبنة الطوبية.

– المنطقة التابعة للمنحنى في المجال [1.5–5] ملم، نرى سلوكا غير خطي، وهو يوافق الشقوق الموجودة على سطح لبنات الطوب، كما لوحظت بالعين المجردة أو عدسة التكبير، أو تلك الناجمة أثناء عملية إعداد العينة المكعبة.

- عند النقطة ذات الإحداثيين (6.5 ملم، 1.6كيلو نيوتن) تقريبا، يلاحظ ظهور أول الشقوق التجريبية في نسيج اللبنة وذلك بعد إخضاعها للحمولة.

- **[5-12.5] ملم:** وجود التمدد والانتقال وزيادته موازاة مع استمرارية الحمولة إلى غاية قيمتها القصوى (4.812) كيلونيوتن. وبالتالي فإن التمدد إلى غاية 12.5ملم هو أقصى قيمة وصل عندها الإجهاد لتقبل قيمة حمولة 4.812 كيلونيوتن، وعندها تتم بداية الانهيار والتحطم. وبالنظر إلى هذه القيمة القصوى فإن الهياكل الطوبية المبنية فوقها إن لم تجابه بقوى أفقية (الرياح العرضية) فإنها ستستمر إلى أزمان عديدة، خاصة إذا كانت أثقال اللبنات الطوبية غير معتبرة، زيادة أن هذا القياس يخص لبنة واحدة، بينما الهياكل الطوبية فيها بناء مزدوج (على حسب تقنية البناء)، بل في الأبراج نجد أن سمكه يحوي من 4-5 لبنات عرضيا، وهو ما يبين قيمة البناء بأسماك مختلفة، إلى حد أن اتخاذ فتحات من مداخل ومسالك أو نوافذ في بعض الهياكل لا يسقطها، بل تبقى محافظة على الجزء العلوي منها، حتى وإن لم تجعل العوارض الخشبية فيها.

كما أن في هذه المنطقة ([5-12.5] ملم) ورغم التزايد إلا أننا نميز السلوك غير خطي إجمالا، وهو ما يترجم تطور التشققات، وهنا يظهر دور المكونات والمركبات الصلبة، وكذا المثبتات خاصة العضوية منها، والموضوعة في اللبنات كبديل للانفلات أو الانفصال الكلي للحبيبات المكونة للطوب وذلك ما يتأتى منه تماسكها المؤقت.

- **الجزء (>12.5):** نلاحظ السلوك الخطي وهو دليل على الانهيار وعدم استيعاب الحمولة الزائدة عن 4.812 كيلونيوتن، وهو ما يوافق الحمولة القصوى والإجهاد المسمى بمعامل الانهيار، إذ من الطبيعي أن لكل مادة طاقة استيعاب تتناسب ومساحتها وكذا حجمها وقبل ذلك تركيبها.

كما يمكننا المنحنى من استخراج معامل التشوه كما يلي:

$C=F/S$
C: معامل التشوه F: قوة الحمولة القصوى لبداية التشقق (لدينا F= 4.812 كيلونيوتن) (KN) S: مساحة السطح المضغوط (لدينا S = 140سم^2) (cm^2)

وبالتالي فإن معامل التشوه هو $34x10^{-2}$ (N/mm^2) وهو جد صغير مقارنة بمعاملات التشوه لدى الأجسام الصلبة كالخرسانة المسلحة، حيث أن لكل مادة معامل خاص بها. وقد وُجد على حسب

Verbeck[1] أن معامل التشوه للبناءات الخرسانية يقل بوجود الألياف التي تحتويها، فإذا ما قارنا عينة من الطوب اللبن بنفس الحجم من عينة من الإسمنت الخالص فإننا نجد أن عينة الطوب أقل تشوها، نظرا لنوع المواد الخام المكونة وكذا المضافة من قش وألياف، والتي تسهم في تعزيز تماسكها.

لذلك فإن الحمولات المطبقة على الطوب إلى جانب العوامل الطبيعية من حرارة ورطوبة يؤثر على خصائص الطوب، فيجعلها في حالة تطور كالتغيرات في أبعادها جراء الانكماش والانتفاخ، إضافة إلى زحف المنشآت والهياكل المشيدة بالطوب، فكان من الضروري إضافة الألياف العضوية؛ فإلى جانب دورها كمثبتات فهي تعمل على امتصاص المياه من لبنات التشييد وتجعلها أكثر خفة، وكذا توقيف التشققات التي يسببها التشوه، وبالتالي تحقق استقرارا أفضل.

2-3-5- التآكل والخدش:

من خلال التجارب تبين في الحالة الأولى: حدوث التآكل والخدش في كل العينات، وأما في الحالة الثانية فبالرغم من أن عملية الكشط والخدش طُبِّقَت على العينات بصفة مستوية وثابته، إلا أننا لاحظنا أن التآكل كان مختلف على مساحة التطبيق في العينة نفسها من جهة، ومن جهة أخرى لوحظ الاختلاف بين العينات. وأعطى معدل تجارب معامل الكشط للعينات الصلبة (الطوب) ما يلي:

جدول 50: نتائج تجربة معامل الكشط للعينات

العينة	m_0 (غ)	m_1 (غ)	S ($سم^2$)	Ca
$ع_1$	12.36	10.86	16	10.66
$ع_2$	9.64	8.18	16	10.95
$ع_3$	9.00	5.72	16	4.87

من خلال الملاحظات التجريبية والجدول يتبين أن:

أ- الحالة الأولى:

تأثر العينات بالخدش دال على أن الطوب يتأثر بالعوامل الطبيعية أو المسببة لعملية الحتّ كالريح أو الماء. وأما اختلاف مستويات الخدش على مساحة التطبيق في العينة نفسها مرده إلى الاختلال في التوزيع (غير المنتظم) للمكونات في كل عينة أو تركيبات مونة الطوب، بمعنى أن خليط المادة الخام (عجينة الخلطة) والمستعملة في القولبة غير متجانس.

[1] HOUARI, H. "**contribution à l'étude du comportement du béton renforcé de fibres métalliques soumis à l'action des charge maintenue et cyclique**", Thèse de docteur, I.N.S.A, Lyon, Octobre 1993, p : 28.

ب- **الحالة الثانية:**

كان معامل الخدش متقارب في العينتين ع1 وع2، بينما كان ذلك المعامل كبيرا مقارنة بالعينة ع3، دلالة أن التركيبة في العينتين الأولى والثانية متشابهتين، وتختلف عن العينة الثالثة الترميمية، وذلك راجع إلى عدم مراعاة التركيبة في العينة الأخيرة أو أن إعادة التدوير للمادة الأصلية أفقدها قوامها الأساسية، لذلك نجد مستويات عديدة في الجدران أو الأسوار متباينة التآكل.

2-3-6- تجربة الشاهد:

الملاحظة الأولية والمتمثلة في تغير حجم ومستوى وضع العجينة (أوائل 2017) خلال ثلاثة أسابيع المتوالية خاصة في الجدار الخارجي لقصر أولاد علي بن موسى راجع إلى أن الملاط المستخدم لا ينسجم مع طبيعة طوب البناء، كما أن ظهور الانفصال وزيادة حجم الشق باتجاه أفقي، وعمودي وعمقي (نحو الداخل) كان نتيجة التأثر بالعوامل المتلفة كالاهتزاز والأثقال وحركة الأرضيات الخفيفة وغيرها، مما سبب فى تزحزح الهياكل واستمرارية تلفها، وإثر التساقط الغزير للأمطار (2018) أُزيل جدار التجربة الخارجي بأولاد علي بن موسى بالكامل وأما الداخلي بأولاد امحمّد فكان رهينة الاستحداث.

خلاصة:

تتأثر هياكل الطوب بتمنطيط بعوامل تلف متعددة، ولمعرفة سعة تأثيرها قمنا بدراسة تطبيقية اشتملت مجموعة من التجارب التحليلية والتشخيصية لعينات نموذجية من طوب أصلي وحديث وملاط أهم قصور تمنطيط، اعتمادا على طرائق كلاسيكية وأخرى بالأجهزة الدقيقة، من أجل تحديد ميزات الطوب الخارجية كالتحليل البنيوي والنسيجي من مظهر، لون ووزن، والداخلية المتعلقة بالخصائص الفيزيوكيميائية كدرجة الحموضة، نسبة كربونات الكالسيوم وأزرق الميثيلان، وكذا الفيزيائية كالتحليل الحبيبي، إضافة إلى الميكانيكية كقوة الضغط، الشدّ والتشوه.

وقد أثبتت التحاليل والنتائج أن الطوب هو خليط مواد خام مختلفة. فمن حيث معرفة العلاقة بين الخصائص الفيزيوكيميائية فقد اتسمت نتائجها بوجود تلك العلاقة الطردية بين أهم تجاربها خاصة درجة الحموضة ونسبة كاربونات الكالسيوم ، وهو ما تجلى في العينات. ونفس الشيء بالنسبة للميزات الميكانيكية حيث لوحظ الترابط المطّرد بين نتائج الشد والضغط والكشط، وهو ما يترجم العلاقة بين مختلف البلورات أو الجزيئات المكوّنة للعينات، وأما عن الصفات الفيزيائية فتبين أن للعينات التجريبية تركيب متباين حوى أغلبها الرمل والطين حسب التحليل الحبيبي، كما ظهر التساير بين المسامية والامتصاص بنوعيه في عينات التجريب.

وأما فيما يخص بعض اللاتوافق بين النتائج السابقة فمردّه أن العينات التجريبية مجهولة التركيب وكذا تقنية الصنع، إضافة إلى أن النتائج تخص النماذج التجريبية من كل عينة ولا تعمم مطلقا، ولكن من جهة أخرى بيّن هذا الاختلاف وجها إيجابيا آخر وهو أن العينات من نفس النوع ليست ذات قوام واحد متماثل، أي أن الإعداد في النسب وتحضير الخليط لصنع الطوب والملاط لم يكن دقيقا إلى درجة متناهية، لذلك كانت النتائج أحيانا غير متناسقة.

والحاصل أن العينات الأصلية القديمة لها ميزات أفضل من الحديثة لمختلف المباني بتمنطيط، ومن ثَمّ وجب التفكير في محاولة تقديم معايير أخرى مستمدّة من إيجابيات الأولى (الأصلية) ومتفادية مع مساوئ الثانية لإنتاج طوب أو ملاط متكامل القوام ومناسب للترميم.

الفصل الرابع

بدائل صيانة الطوب بتمنطيط

I- مفاهيم عامة

II- استراتيجية التدخل والصيانة

III- خلاصة عامة

تمهيد:

إن الحاجة إلى ترميم التراث المعماري الطيني عامة وقصور الطوب خاصة باتت ماسة؛ فهو إرث يمثل المحور الأساسي للتراث المادي المبني بالجنوب الجزائري من ناحية؛ ومن ناحية أخرى فإن إغفال هذا التراث أدّى إلى تلف وضياع جزء كبير لا يمكن تعويضه. لذا وجب تظافر الجهود لحمايته حفظا لقيمته التاريخية والحضارية، فضلا عن كونه أحد أهم الأسباب التي يمكن استغلالها الاستغلال الأمثل في الجانب الديني، الثقافي، الاقتصادي والسياحي.

I- مفاهيم عامة:

1- الصون:

يعرف الصون بصفة عامة بأنه عمليات رامية في مجموعها إلى إطالة وجود شيء ما والحيلولة دون وقوع ضرره، أو بمعالجة ما يتعرض له من تدهور. أما في مجال الملكية الثقافية والذي تعتبر القصور الصحراوية جزءا ماديا منه؛ فإن هدف الصون هو الحفاظ على الخصائص المادية والثقافية للشيء المعني بما يضمن عدم انخفاض قيمته وبقاءه إلى ما بعد فترة حياتنا المحدودة[1].

2- ثلاثية الصيانة، الحفظ والترميم؛ أيّ علاقة؟

تتداخل الرؤى حول إعطاء صيغة موحدة لمختلف مفاهيم مجال الصيانة تبعا للتوجهات والمناهج البحثية، وهي في استمرارية وتطور زمكانيا، مما جعل شمولية المصطلحات لبعضها ينحو ذلك أيضا، ليبقى القاسم المشترك بين المصطلحات هو قيمة الأثر ومثال ذلك الحفظ، الصيانة والترميم.

وبالرغم من ظهور مصطلح يجمع لفظتي (conservation) و(restauration) للدلالة على مختلف التدخلات التقنية، والذي يهدف إلى بقاء وكمال وسهولة تداول المقتنيات الأثرية[2]، إلا أن الذي نميل له هو أن الصيانة تشمل الترميم والحفظ، فالترميم هو تدخل وإجراء يؤثر مباشرة على طبيعة ما تبقى من الأثر الحقيقي سواء كان التأثير معتبرا أو قليلا، وبالتالي فهو إجراء علاجي خاص بالضرر الذي أصبح ظاهرا بالفعل، بينما المحافظة شكل من أشكال الصون متألف من العمل الوقائي الرامي إلى وقف ومنع حدوث العمليات المؤدية إلى التغيير، ومن ثمَّ فإنه كلما توافرت المحافظة وكانت فعالة وناجعة غابت عملية الترميم.

---

[1] فيسنته فينياس وروث فينياس، **تقنيات الترميم التقليدية**، منظمة الأمم المتحدة للتربية والعلم والثقافة، باريس، 1988، ص: 3.

[2] أحمد ابراهيم عطية، **حماية وصيانة التراث الأثري**، دار الفجر والتوزيع، مصر، 2003، ص: 142.

3- الحماية المستدامة:

يعرف الترميم الوقائي بأنه مصطلح غير عادي، يمكن أن يمارس كتحصين للعمل الفني مع مرور الزمن، وعملية الترميم لا تكمن فقط في التدخلات العملية التي أجريت على المادة نفسها في أي عمل فني؛ بل هي إجراء يهدف إلى ضمان الحفاظ على العمل في المستقبل[1]، ومن ثم يمكننا الإشارة للصيانة المستمرة أو الحماية المستدامة. فالمرور الدوري المرتبط بفترات زمنية مناسبة على كافة عناصر المبنى هو صيانة وقائية تهدف للاكتشاف المبكر لأي خلل ومعالجته قبل استفحال خطره، بينما الصيانة العلاجية هي القيام بإصلاحات الخلل والعيوب الظاهرة في عناصر المبنى ومكوناته كالتنظيف والإصلاح والتقوية.

هذا النوع من الحماية يشبه عملية الحفظ ولكن بشكل أشمل وأوسع، فهي حماية على مدى الزمن. والوصول لحالة الصيانة تهدف لعناصر أربعة أهمها المنفعة، المتانة والاقتصاد[2]، وأما هدفها النهائي هو الحفاظ على الأصالة والصورة المتكاملة للممتلكات الثقافية المختلفة.

II- استراتيجية التدخل والصيانة:

لحماية قصور تمنطيط على غرار القصور التواتية التي تمثل فنا معماريا فريدا، لا سيما وأن تمنطيط تعدّ من النوع النادر، فهي ليست قصورا من الطوب فحسب؛ فزيادة على ذلك وقوعها في منطقة رطبة، ومن ثمّ وجب الأخذ بعين الاعتبار حتمية التدخل لإنقاذ هذا التراث، بل لابد وأن تكون هناك خطة واضحة واستراتيجيات مفعلة لحمايته.

إن مفهوم الحفاظ على المباني الأثرية بصفة عامة لابد وأن يتطور ليشمل مرحلتين هامتين:

- أولا: الحلول النظرية والإدارية

تسبق الحلول النظرية والإدارية التدخل المباشر على المبنى الأثري لتستمر أثناء وبعد القيام بمختلف الأعمال الترميمية، وهي جد هامة في حياته، إذ تشمل وضع خطط الصيانة المختلفة، وتأهيل المبنى بإعادة استخدامه في وظيفة مناسبة وتطبيق برامج التنمية المستدامة للارتقاء به. كل ذلك يتم من خلال خطة محكمة تحت رعاية وتنفيذ إدارة واعية ليشمل الارتقاء به وبمحيطه العمراني؛ فيكون مصدرا تمويليا قابل للتجدّد. ويمكننا ذكر أهم السبل النظرية لحماية تراث المعماري الطيني (طوب هياكل تمنطيط) وتأمينه تأمينا شاملا قدر الإمكان.

---

[1] Cesare BRANDI**, Théorie de la restauration**, édition ALLIA, 16, Rue Charlemagne Paris IV[e], 2015, p : 62.

[2] بوعكاز عيساوي، **المرجع السابق**، ص: 166.

1- الدراسة التقييمية لأعمال الترميم المنجزة:

تتمحور معظم إشكاليات وعقبات الصيانة والترميم بالنسبة للقصور في عنصرين هامين وهما الإشكاليات الإدارية والفنية، لذلك وجب القيام بتقييم الأعمال الترميمية استنادا للأسس والمبادئ الخاصة بذلك ونذكر منها:

- **التدخل الأدنى:** ويكون بالإصلاح بدل الاستبدال.
- **الإرجاع:** أي إمكانية حذف الترميم والعودة إلى مرحلة ما قبل الترميم.
- **الملاءمة الفيزيوكيميائية:** يعني تجانس المواد المرمِّمة مع المواد الأصلية.
- **التمييز:** وهو الوضوح والتفريق بين المادتين المرممة الدخيلة والأصلية.
- **الأصالة:** وهي المحافظة على الطابع الثقافي التاريخي والفني المميّز للمعلم الأثري.

وانطلاقا من ذلك تنبثق الدراسة لتشمل ما يلي:

1-1- دوافع الترميم:

تتجلى أهمية الترميم في حفظ وإبراز القيم التاريخية والجمالية للإرث المادي، على أن تسبق وتصاحب هذه التدخلات الإصلاحية دراسة تاريخية وأثرية للمعلم[1] ومن هناك يتحقق المبتغى الأمثل لعملية الترميم.

ونظرا للمكانة التاريخية والأثرية التي تتميز بها تمنطيط على غرار باقي قصور ومعالم العمارة التقليدية الصحراوية بالجنوب الغربي الجزائري، فقد جاءت عملية الترميم لاعتبارات أهمها:

أ- واجب الصيانة والترميم:

وذلك فيما يخص القصور بصفتها عنصرا من عناصر تكوين الهوية الحضارية الوطنية بموجب المادة 41 من قانون 04/98[2]. ونذكر منها التدهور الذي ألمَّ بقصور تمنطيط للأسباب السالفة بالرغم عن كونها مصنفة وطنيا من الناحية الثقافية ودوليا من الناحية البيئية.

ب- مكانة القصور:

القصور عمارة تقليدية مميزة شكلتها يد محلية أو وافدة وحملتها ذاكرة مجتمع، وآكدها مادة تشييدها وهو الحجارة والتراب(الطوب)، وبالتالي فهي إرث ثقافي تركته أمم سابقة ولاحظته أعين حاضرة، ووجب على الجميع حفظه لأجيال لاحقة.

---

[1] Charte de Venise, **Sur la conservation et restauration des monuments et des sites**, Article 9, ICOMOS, 1964, p : 2.

[2] الجريدة الرسمية، **المصدر السابق**، ع: 44، ص: 10.

ج- الإرادة السياسية:

حفزت الحكومة الجزائرية سكان الأرياف والمناطق المعزولة على الاستقرار في مثل هذه المناطق، كما سطرت برامج وأنشأت صناديق خاصة بدعم ذلك (البرنامج التكميلي والبرنامج القطاعي للتكفل بالتراث الثقافي والمحافظة على البنايات والمناطق التاريخية والمعمار التقليدي المهدد بالتلف والتدهور.

1-2- التعديلات والترميمات اللاحقة بالقصر:

حظيت تمنطيط على غرار بعض مناطق بولاية أدرار بزيارة غير رسمية للرئيس (الشادلي بن جديد) سنة 1985 والاستفادة من الاسكانات الريفية بتدشين مشروع (320 سكن). حيث ولدت تلك الزيارة إعطاء لفتة هامة ممثَّلة بضرورة الاهتمام والحفاظ على تمنطيط كإرث حضاري، مع إلزامية الترميم الفوري لها، كونها تجمع بين تراث ثقافي مادي وآخر غير مادي ذو أهمية بالغة.

أ- منهج التدخل:

تجسد ذلك في أول مرحلة وهي التوثيق، حيث سبقت عملية التدخل خطوة نظرية هامة متمثلة في التوثيق كرسم وإعداد مخططات ورُفُعات خاصة لمختلف معالم تمنطيط دامت سنتين (1987-1989)، وهي مدة كافية لمثل هذه الإنجازات، خاصة إذا تماشت مع المقاييس المتعارف عليها والمعمول بها.

ب- تقنيات التدخل:

شملت عملية الترميم أجزاء عديدة من قصور تمنطيط ومن ضمنها عينات الدراسة كأولاد امحمّد، أولاد علي بن موسى إلى جانب أولاد يعقوب كمحطات هامة لتنفيذ الترميم، وقد دامت خمس سنوات (1992-1997). ونخص في هذا الجزء التدخلات المباشرة (المبرمجة من قبل الزيارة) والمتمثلة في:

- الإضافات الحجرية والطينية الطوبية (20-40 سم) في الأجزاء العلوية من الأسوار والمتضررة.
- تلبيس الجوانب السطحية والإحاطات الخارجية كالأسوار، الأبراج ومختلف الركائز.

وإضافة لذلك فقد كانت تدخلات أخرى طالت القصور، قام بها السكان الذين لم يحظوا بالإعانات المبرمجة، وقد كانت في مجملها هامشية وغير محددة بمكان، واشتملت مختلف الهياكل

سواء الجُدُر، الأسطح، السقف، الركائز والدعامات واختلفت هذه التعديلات عن منحى التوسعات الداخلية الاسمنتية كون معظمها كان بمواد محلية وأهمها الطين والطوب. (اللوحة 57)

تجديد البناء والتسقيف	إعادة البناء والاسناد	بناء الركائز والدعامات
اللوحة 57: الترميمات بالطوب غير المبرمجة		

1-3- الجهات الوصية بعملية الترميم:

تتداخل جهات عدة في تأطير عملية الترميم، كل له دور منوط به، وهي:

1-3-1- إداريا:

ما عدا الترميمات غير المبرمجة فإن الجهات الوصية إداريا في المبرمجة منها تتمثل في مديرية الثقافة، فمن خلال المرسوم التنفيذي رقم 414/94 المؤرخ في 19جمادى الثاني 1415 الموافق ل23نوفمبر 1994 المتضمن إحداث مديريات الثقافة في الولايات وتنظيمها[1] الذي حدد تتابع عملية استرجاع التراث الثقافي والتاريخي وترميمه أحد أهم مهامها[2]، على أن توكل مهمة الترميم لمصلحتي الإدارة والتخطيط والتكوين ومصلحة التراث، فالأولى تتكلف بالأمور الإدارية والمالية فيما يخص مشروع الترميم، فيما تقوم المصلحة الثانية كفرقة تقنية وفنية لمتابعة ومراقبة أعمال المشروع.

1-3-2- فنيا:

حسب المادة التاسعة من قانون 04/98 فإن عملية الإشراف على عماية الترميم يتولاها مكتب دراسات أو مهندس معماري مؤهل[3]، وكذا المادتين الأولى والسادسة من المرسوم التنفيذي رقم

[1] الجريدة الرسمية، **المصدر السابق**، ع: 79، 1994، ص:22.

[2] **نفسه**، ص: 23.

[3] **نفسه**، ع: 44، ص: 5

322/03[1]، ويضم هذا المكتب مختصين معماريين مكلفين بالرفع المعماري ووضع المخططات وتقديم تقنيات البناء، كما يضم مهندسين مدنيين لتحديد السعر الوحدوي والكمي للمواد.

كما يوجد المقاول الذي يُختار عن طريق المنافسة اعتمادا على إمكانياته وخبرته المسبقة في التدخل على المعالم، ويشرف على متابعته مكتب الدراسات ومديرية الثقافة.

ومن هنا تتشكل ثلاثية الترميم بمديرية الثقافة كصاحب المشروع، مكتب الدراسات كمسؤول فني وأما مؤسسة المقاولة فهي هيئة منفذة.

وإسقاطا على قصور تمنطيط جاءت تركيبة الطاقم المشرف على عملية الترميم مقيدة من حيث الشكل ومشابهة لمضامين التشريع الوطني المعمول به حتى قبل قانون 04/98، حيث تداخلت عدّة جهود في إعداد مهمة تنفيذ الأمر الرئاسي، فمنها المجلس الشعبي البلدي، مكتب الدراسات برباوي المسمى (أغارف)، المعهد الوطني للهندسة المعمارية (EPAU) بالحراش ومديرية السكن والتجهيزات. تجلّت هذه الإعدادات في توزيع المهام قبل عملية التدخل وكانت بالنحو التالي:

أ- **صاحب المشروع:**

أوكلت الجهة الوصية والمسؤول الأول عن إنجاز المشروع هي للمجلس الشعبي البلدي ومديرية السكن قبل استحداث مديريات الثقافة.

ب- **المتابعة الفنية:**

تولى رئاسة وإدارة المشروع فنيا كلا من مكتب برباوي والمعهد الوطني للهندسة المعمارية بالجزائر العاصمة (EPAU).

ج- **التنفيذ:**

تم إسناد مهمة تنفيذ الترميم مقاولات عامة وخاصة تابعة إداريا لدائرة فنوغيل*.

1-4- نقائص التأطير ومنهجية التدخل:

إن الوقوف على إيجابيات وسلبيات جهات التأطير والمنهجية المتخذة في تنفيذ عملية الترميم جد هامة حيث تمكننا من معرفة مدى تناسب الجهات المشرفة والمنفذة مع القوانين المعمول بها دوليا أو وطنيا، ويساعد في ذلك الدراية بالمواصفات وخواص مواد البناء الأصلية للمعلم والمواد الدخيلة

[1] الجريدة الرسمية، **المصدر السابق**، ع: 60، ص: 11

* حسب الأمانة العامة لبلدية تمنطيط 2016 التابعة إداريا لفنوغيل.

والمضافة في الترميم، ومدى تناسبها مع المعايير العلمية. وذاك بهدف الاستفادة من المواد المستخدمة في الترميم الحالي واقتراحها أو التخلي عنها.

وبالتركيز على الجانب التقني لابد وأن يتبع أسلوب الترميم أساسيات علمية حسب مقترح J P Adam، ونذكر منها:

أ- التشخيص:

تحت إطار الصيانة والترميم يكون التدخل ب:

- تشخيص طبيعة وخصائص المواد البنائية الأصلية للمبنى.
- إجراء اختبارات معمقة وتحاليل للمواد الجديدة المضافة من حيث خصائصها وعيوبها ثم مطابقتها بخصائص المواد الأصلية.

ب- تسجيل التدخلات:

أثناء عملية التدخل يشترط وجود ملفات على شكل ملاحق تضم منهجية مسطرة لمختلف التدخلات مصحوبة بصور فوتوغرافية وبدليل بعض اللقطات التي تُتخذ أثناء التدخل مع مخططات ورفع أعمال التوثيق.

ج- انسجام التدخلات:

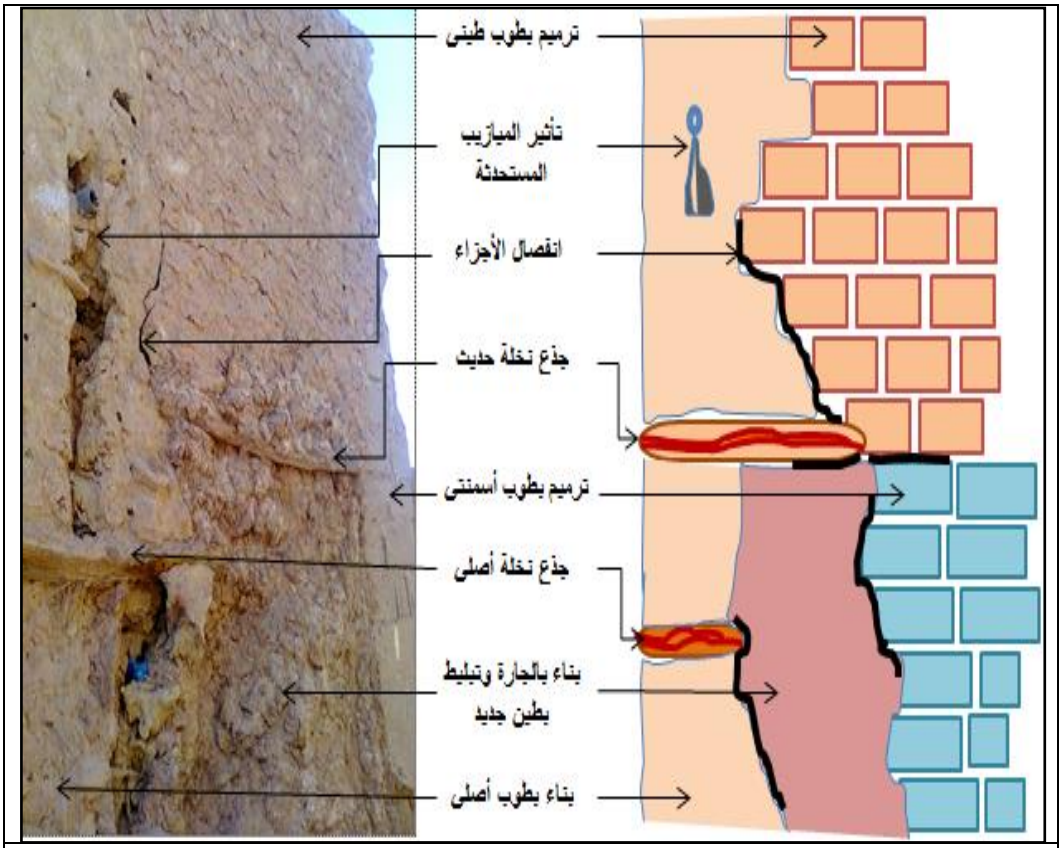
ويتوقف ذلك على مدى توافق المواد المضافة مع المواد الأصلية من الناحية الفيزيائية والميكانيكية (من حيث التركيبة أو البنية) لضمان عدم تعرض المبنى للخطر.

وتمّت التدخلات الترميمية في تمنطيط باستعمال مواد محلية متوفرة كالطين، وكذا الحجارة الصفّاح المنتشرة والصماء المجلوبة من مقالع أو محاجر قريبة، وإعداد هذه الحجارة البنائية يُنتِج فتيتات وجزيئات دقيقة لها دور في إعطاء صلابة ومتانة لطلاء البناء بعد خلطها بالماء وجفافها عُرفَت محليا "التِّيف"، إضافة إلى استخدام تقنية أغارف في البناء أيضا. إضافة إلى البناء الاسمنتي لتكون هناك ازدواجية في التدخلات، كما استخدمت مواد أخرى اصطناعية كالجير المعالج (المصنّع)، (اللوحة 58)، وهو ما يتنافى وانسجام التدخلات بالرغم من دوره في حفظ الأسوار إلى حد كبير.

التدخلات المبرمجة	التلبيس بالجير المصنع	ازدواجية التدخل

اللوحة 58: الترميمات المبرمجة والاستحداثات في قصري أولاد امحمد وأولاد علي بن موسى بتمنطيط

وللتماشي مع روح العصرنة استخدم الطوب الاسمنتي أيضا خاصة في الشق غير مبرمج الذي لم يحظ بمواد مكمّلة على غرار سابقه (المبرمج)، بهدف تسريع عملية الترميم، إضافة إلى المحافظة على الملكية الخاصة لفترة أطول دون تدخل جهات إدارية مخولة بذلك (الشكل 34).



الشكل 34: الترميمات الحديثة غير المبرمجة وتأثيراتها

د- النقد:

ما يلمس في عملية الترميم المبرمجة هو بطء وتيرتها وتقطعاتها، إذ بعد الزيارة (1985) انطلق إعداد الرُّفُعات بعدها بسنتين (1987-1989) ثم الابتداء بالتدخل إلى غاية (1992-1997)، وهذه التقطعات من شأنها فتْح الباب لتأثير عوامل التلف المختلفة، وهذا نظرا للترتيبات غير مسبقة للعملية التي جاءت فجائية وبأمر رئاسي، ما نتج عنه ترميم استعجالي غير علمي. وبالتالي فإن منهج التدخل يفتقر إلى التحليل العلمي كدراسة مادة البناء بالتشخيص والمعاينة والفحص ثم المعالجة، وكذا الخصوصية في استخدام المادة البنائية الأولى أو المشابهة لها كالطوب، ناهيك عن اهتمام الترميم بالجزء الخارجي وإهمال الجزء الداخلي للقصور؛ الذي امتدت له يد بعض الخواص المستفيدين بالتغيير الجذري فضلا عن هدمها كليا لحد الآن بحجة الملكية. إضافة إلى الوثائق الخاصة بعملية الإشراف والتدخل (التوثيق التقريري) بقيت قيد التحفظ من الجهات المعنية لحد الآن.

وما تجدر الإشارة له هو تهميش أو إقصاء الأثري في عملية الترميم قبل، أما الآن حتى وإن تمثل في مصلحة التراث عن مديرية الثقافة؛ فدوره غير فعال كون أن هذا المنصب يتبوّؤه تخصصات أخرى كعلم الاجتماع أو التاريخ أو الهندسة المعمارية.

أما الترميمات الأخرى (غير المبرمجة) فنعتبرها اجتهاد من أصحابها، ولابد من ذكر الجوانب الإيجابية المتمثلة في:

- محاولة محاكاة بعض المواد الأولية كالطين والحجارة والخشب (النخل).
- ترتيب المادة البنائية حول درجة متانتها (حجارة، اسمنت، طين).
- سماكة الجدران الخارجية مقارنة بالداخلية وفي الجزء السفلي بالعلوي.

لكن هدمت الإيجابيات السابقة بعض التجاوزات التي غُيِّب فيها الغرض من الترميم، وتحول إلى هدف بعينه بمعنى البناء من أجل البناء.

ومن أهم ما نجم عن الترميمات الجانبية هذه:

- غياب أساسيات الترميم ونحصرها في عدم اختيار المادة الترميمية المناسبة، ومنها استخدام مادة دخيلة وهي مادة الاسمنت التي تولّد عنها اللانسجام في المبنى، فضلا عن المادة الطينية غير مدروسة والمعدّة جيدا، حيث يلاحظ الانفصال بينها وبين الأصلية، وكذا ما انجر عنها تشوه بصري.
- وضع الميازيب للحاجة لكن بدون أخذ بعين الاعتبار الميلان فيه وكذا موضعه من الأسطح؛ ما نجم عنه ضرر بالمبنى متمثلا في الشروخ أثناء صرف المياه المستعملة أو المنسابة عن المطر.

- التخلي عن التخطيطات الأصلية التي تترجم القيمة العلمية وتحدد المرجعية الدينية أو بصفة عامة الاعتبارات البنائية والانشائية.

ويرجع ذلك بطبيعة الحال إلى عدم تحديد الهدف المرجو من العملية، وقبل ذلك جهل أهمية التراث وما للبناء بمادة الطين من فوائد، وكذا التسرع في الإنجاز بصرف النظر عن العائدات المالية غير ممنوحة (عدم الاستفادة) حسب أقوال الساكنة*، وهذه الحجج المادية تحمل طياتها أجوبة لأصحابها. فالمسكن هو ملك وجب ترميمه وصيانته على الأقل للغرض الذاتي وهو المأوى، وأما نقص الإمكانيات يبرر بوجود بل وفرة المادة الأولية، فالطين مادة قابلة للتدوير فضلا عن وفرتها بالمنطقة.

ومن ثَمّ تم القضاء على أصالة الفضاءات بدءا من التصميمات الأولية وصولا إلى اندثار المباني بعد هجرتها أو سوء استغلالها، ويرجع جل ذلك إلى نقص التوعية والتحسيس.

2- ضرورة توثيق التراث المعماري الطيني:

إن عدم توثيق التراث توثيقا أثريا علميا من أكبر المخاطر التي تواجه التراث المعماري الطيني مقارنة بالمشيد بالحجارة المقاومة لعوادي الزمن؛ وغياب أو ندرة أرشيف القصور الصحراوية القديمة على غرار تمنطيط وخاصة الجانب العمراني منها كالشكل؛ إذ هناك منشآت الطينية انهارت ولا سبيل لاستعادتها وبنائها على وضعها السابق، فضلا عن ذكرها في دفات المخطوطات ذكرا عارضا. وهذه المشكلة واجهت المباني المشيدة بالطوب اللبن. ولذلك فإن إجراء أعمال التوثيق العلمي من أهم وسائل تأمين وحماية التراث المعماري.،ومن أنواع التوثيق والرصد الضرورية لهذا الإرث:

- توثيق النواحي التاريخية والأثرية للمباني الطينية.

- توثيق فوتوغرافي وفوتوجرامتري لكافة العناصر المعمارية والزخرفية وللموقع بشكل عام، إضافة إلى التدليل بالرسومات والصور لحالة الأماكن والمعالم بمساهمة مختصين[1] والقيام بمختلف الرّفعات المعمارية والمساحية للمبنى باستخدام برامج إلكترونية حديثة كأنظمة المعلومات الجغرافية: sig (Système d'**i**nformation **g**éographique) وLidar (Light Détection and Ranging)، وهذه الوسائل تحسن وتزيد من سعة الحيز المدروس.

* لقاءات متكررة مع بعض مُلاّك البيوت المرممة ومسؤولين محليين جوان 2017 بتمنطيط.

[1] Baya BENNOUI, " **La restitution archéologique en Algérie aux XIX ème siècles** », Nouvelles de l'archéologie Algérienne NAA, N^0 1, publication du centre national de recherche en archéologie CNRA, Algérie, 2018, 44.

- توثيق مظاهر التلف وتوثيق الحالة الراهنة للمبنى الأثري.

كما يراعى متابعة سيرورة المباني وتحيين التعديلات التوثيقية المتمثلة في القيام بعملية المسح الكلي للمنطقة وأحوازها باستخدام روبورتاجات، وكذا الرفع المساحي الذي يحدَّد بموجبه مناطق التدخل الخاصة (لدى الملاّك) والتركيز على التدخلات ذات الأولوية (الاستعجالية) والخاضعة لعملية البناء المستحدث. وذلك ما تقتضيه الصيانة خاصة مراقبة المباني وهياكل الطوب بشكل دوري لمعرفة حالتها و معالجتها في حال حدوث أي تلف، ويجب إنشاء بطاقة ترميمية خاصة لكل أثر تتضمن على الأقل المعلومات التالية:

- نوع الطوب وحجمه وكذا المعطيات المتعلقة بالشروط البيئية المحيطة به وأسباب تلفه.
- الهدف من الصيانة وتاريخها
- المواد و الادوات المستعملة في عملية الصيانة.

ويمكن اعتبار ذلك جردا[1] أوليا ممهّدا للجرد العام. وفي ما يلي نعطي نموذجا لذلك، ثم نردفه بإسقاط على تمنطيط.

2-1- ورقة تقنية افتراضية للمعلم:

للجرد أهمية كبرى في المحافظة على التراث الثقافي بنوعيه المادي واللامادي، وفي الجدول نحاول وضع ورقة تقنية كمقترح لما قبل تصنيف معلم تمنطيط، بأخذ النموذج المعمول به في برنامج مشروع الجرد العالمي للممتلكات الثقافية مع بعض التعديل، والذي عُنْوِن بِـ" برنامج دعم حماية وتثمين التراث الثقافي في الجزائر"، كانت مشاركتنا فيه تبعا لوصاية وزارة الثقافة والاتحاد الأوروبي، وهو مستمد من قانون 98/04، وقد كان وفق ثلاث مراحل.

[1] **الجرد** لغة: جرد الشيء يجرده جردا، وجرده أي قشره، وجرد الجلد يجرده أي نزع منه الشعر، ويقال رجل أجرد، أي لا شعر له، ويقال ثوب جرد، بين القديم والجديد، وأما اصطلاحا فهو جمع معلومات محددة في جذاذة أعدت لذلك مسبقا، ويمكن أن يتغير من عملية إلى أخرى، وعادة ما يعتني الجرد بنوع محدد من التراث، فجرد الموقع هو تعمير جذاذات أعدت لذلك، وجمعها في خزانة معلومات أو كتاب وبالنظر إلى الطريقة التي تتم بها عملية الجرد نجد نوعين منه، يدوي أي تقليدي وهو مهم في الأماكن التي لا تتوفر على أجهزة الإعلام الآلي، وآلي أي حديث عصري وذلك باستعمال الإعلام الآلي، يعمل على الرفع من القدرة على معالجة المعلومات و تصنيفها وجردها، في شكل سجل يمكن الوصول إليه عند الحاجة. ينظر:

المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم، "**المسح الأثري في الوطن العربي**"، 1993، ص: 43.

أحمد الرفاعي، "**استخدام الحاسب الآلي في المتحف**"، حوليات المتحف الوطني للأثار، ط: 4، 1944، ص: 7.

- **المرحلة 1:** خاصة بجرد أولي (مستوى 1)، ممثلة ببطاقة إحصاء أو تعداد للمتلكات العقارية المحمية وغير المحمية.

- **المرحلة 2:** خاصة بما قبل التصنيف وهو شبه مثبت (مستوى 2)، ممثلا ببطاقة جرد للمتلكات التي لها تصنيف.

- **المرحلة 3:** خاصة بجرد أو تصنيف نهائي وعالمي (مستوى 3)، تحت وصاية اليونسكو.

وفي مثالنا تمنطيط نضع مختصرات تساعدنا على فهم الجدول الخاص بالمرحلة الثانية، التي تمناسب عينة البحث، كون تمنطيط مصنفة في التراث الثقافي المادي الوطني.

- (أ) التراث الثقافي المادي اللامنقول أو العقاري المراد جرده، سواء كان معلما أو موقعا أو في شكل قطاع محفوظ، وهنا لدينا قصور تمنطيط تشكل مجموعة معالم أثرية، كما لها صبغة القطاع المحفوظ.

- (ب) التراث الثقافي المادي اللامنقول، والذي جُرِد أو لم يُجرد (له رقم افتراضي)، وله ارتباط ب(أ)، كبعض المعالم والمواقع الأثرية القريبة، من أضرحة أو مغارات...الخ ، والتي لها صلة ب (أ).

- (ت) التراث الثقافي المادي المنقول، والذي جُرِد أو لم يُجرد بعد (له رقم افتراضي)، وله ارتباط ب(أ)، كبعض المخطوطات أو أدوات البناء والمستعملات القديمة كالفؤوس، مكاشط...الخ

- (ث) التراث الثقافي اللامادي، والذي جُرِد أو لم يُجرد بعد (له رقم افتراضي)، وله ارتباط ب (أ)، ونذكر على سبيل المثال بعض المواسم أو الأعياد ذات العلاقة بالمعلم كالزيارات أو الرقصات الفلكلورية وغيرها.

وهذه الطريقة لها الدور بالتعريف والمسح لأنواع التراث الثقافي الموجود في منطقة معينة، والذي يتأتّى منه إمكانية وضع خريطة أثرية وشاملة، خاصة بمنطقة ما تزيد عن احتوائها للجانب المادي إلى اللامادي، كما تتيح هذه الورقة التقنية الفهم الجيد للتراث الثقافي المادي، وكذا ضمان تحديده وصونه في ظل انتظار أو غياب الحماية القانونية له. والنموذج كالتالي:

1	**رقم الجرد**
1.1	رقم الجرد المؤقت لدى المؤسسة المسيرة ل (أ)
2.1	رقم الجرد ل (ب)
3.1	رقم الجرد ل (ت)
4.1	الارتباط بالتراث اللامادي (ث)
2	**المسمّى والوظيفة**
1.2	تسمية (أ)
2.2	تسميات أخرى
3.2	الرتبة (طبيعة الممتلك الثقافي)
4.2	التنميط
5.2	الوظيفة المشغولة الحالية
3	الموقع
1.3	الولاية
2.3	الدائرة
3.3	البلدية
4.3	الحي أو الناحية
5.3	الرقم البريدي
6.3	إحداثيات لامبير الجيوغرافية
4	**الوضعية القانونية والتشريعية**
1.4	حالة الوضع القانوني
2.4	طبيعة الحماية القانونية
3.4	إسم المالك أو المستخدم أو المسير
5	**الوصف**
1.5	وصف مختصر
2.5	المساحة
3.5	مواد وتقنية البناء
4.4	العناصر الملاحَظة والمميَّزة في (أ)، الظاهرة والموزّعة والزخرفية
6	**التاريخ**
6.1	تحليل تاريخي مختصر وواضح
6.2	أحداث أو شخصيات ذات علاقة ب(أ)
6.3	تاريخ مضبوط وواضح
6.4	التأريخ بالفترة أو القرن
6.5	المرحلة الثقافية أو الحضارية
7	**الصيانة والتسيير**
1.7	حالة الحفظ
2.7	نوع ودرجة التلف
3.7	المخاطر الرئيسة
4.7	سريان التأثر
8	**القيمة الثقافية**
1.8	حجج القيمة الثقافية الحالية
9	**الببليوغرافيا**
1.9	أهم المصادر والمراجع
10	**الصور**
1.10	صورة موضحة للممتلك
2.10	صور أخرى ثانوية معبرة كالتصاميم أو صور قديمة
تاريخ تحرير البطاقة	
محرر الوثيقة	
ما قبل التحرير(المراجعات التقني) من قبل المحرر	
تاريخ التحرير النهائي من قبل الهيئة المسؤولة	
ورقة تقنية لما قبل الجرد النهائي (ورقة جرد مبسطة) **(الممتلكات الثقافية العقارية غير المحمية وفقًا للقانون 98-04)**	

2-2- الإسقاط النموذجي على تمنطيط:

بإسقاط النموذج على تمنطيط باعتبارها قطاعا محفوظا لمجمع قصور تكون الورقة كالتالي:

1	**رقم الجرد**
1.1	رقم الجرد المؤقت لدى المؤسسة المسيرة ل (أ) ونضع /01
2.1	رقم الجرد ل (ب)
3.1	رقم الجرد ل (ت)
4.1	الارتباط بالتراث اللامادي (ث)
2	**المسمَى والوظيفة**
1.2	قصور تمنطيط
2.2	(□□□□□□□) باللغة لأمازيغية
3.2	ملكيات خاصة
4.2	التنميط
5.2	سكنات مأهولة وأخرى فارغة
3	**الموقع**
1.3	أدرار
2.3	فنوغيل
3.3	تمنطيط
4.3	تمنطيط الحي القديم
5.3	01029
6.3	O27° 46′ 00″ N, 0° 16′ 00″
4	**الوضعية القانونية والتشريعية**
1.4	حالة الوضع القانوني
2.4	طبيعة الحماية القانونية
3.4	اسم المالك أو المستخدم أو المسير
5	**الوصف**
1.5	وصف مختصر
2.5	المساحة
3.5	مواد وتقنية البناء
4.4	العناصر الملاحَظة والمميَّزة في (أ)، الظاهرة والموزّعة والزخرفية
6	**التاريخ**
6.1	تحليل تاريخي مركز
6.2	أحداث أو شخصيات ذات علاقة ب(أ)
6.3	تاريخ مضبوط وواضح
6.4	التأريخ بالفترة أو القرن
6.5	المرحلة الثقافية أو الحضارية
7	**الصيانة والتسيير**
1.7	حالة الحفظ
2.7	نوع ودرجة التلف
3.7	المخاطر الرئيسة
4.7	سريان التأثر
8	**القيمة الثقافية**
1.8	حجج القيمة الثقافية الحالية
9	**الببليوغرافيا**
1.9	أهم المصادر والمراجع
10	**الصور**
1.10	صورة موضحة للممتلك
2.10	صور أخرى ثانوية معبرة كالتصاميم أو صور قديمة
تاريخ تحرير البطاقة	
محرر الوثيقة	
ما قبل التحرير(المراجعات التقني) من قبل المحرر	
تاريخ التحرير النهائي من قبل الهيئة المسؤولة	
ورقة تقنية لما قبل الجرد النهائي (ورقة جرد مبسطة) (الممتلكات الثقافية العقارية غير المحمية وفقًا للقانون 98-04)	

3- توعية المجتمع المدني:

يعتبر التحسيس بأهمية هذا الإرث ذا أهمية بالغة، لذلك وكنقطة عملية قمنا بترشيد وتوزيع المعايير الترميمية لمختلف الجمعيات المدنية المساهمة في الحفاظ على التراث، خاصة وأن بعضها يحمل مبادرات ذاتية تحتاج الدعم، ولها آفاق وتطلعات في سبيل إنشاء عينات نموذجية بنائية أو ترميمية على غرار جمعية إحياء تراث تمنطيط، أغارف وغيرهما. وقد وُجدت بعض الاجتهادات الترميمية الفعالة من حيث النوع ولكنها محتشمة من ناحية العدد كبناءات نمطية مقبولة (اللوحة 59).

كوّات بأعتاب محلية	تسقيف وزخرفة داخلية
اللوحة 59: نموذج انجازات ترميمية فعّالة	

وما يلاحظ في هذه الترميمات المميزة هو محاولة استعادة نموذج البناءات الأصلية كاتخاذ الفتحات من كوّات وغيرها، واستخدام مواد محلية في البناء والتسقيف، بل تعدّى الأمر إلى الحفاظ على الزخرفة الأصيلة التي تنبئ عن استلهام ما تجود به طبيعة المنطقة كالنخل؛ بالرغم من إدخال بعض العناصر الحديثة. فمثلا استُخدمت عارضة حديدية عرضية كرافد للتسقيف تماشيا مع مساحة الغرفة، لكنها غُطيت بجريد النخل للحفاظ على أصالة المكان، وهو أمر جذاب من شأنه التثمين والتعميم إن تطلب الأمر ذلك.

وتشمل عملية التحسيس أيضا:

- وضع تمثيلات افتراضية للمعلم ومواده البنائية في الحاسوب ومجسمات صغيرة[1] من شأنها اختصار عملية الصيانة والإشهار وتوسيع دائرة المعارف بصفة أسرع لدى السكان فضلا عن الزوار.
- اعتبار عملية الإسهام في حماية مباني الطوب بتمنطيط والارتقاء به مسؤولية مشتركة حتى في غياب القوانين، لأن ترميم المباني وصيانتها بدون استعمالها أو توظيفها توظيفا لائقا يتماشى وطبع

[1] Louis FREDIRIC, Manuel **pratique d'archéologie**, Robert LAFONT, Paris, 1967, p : 342.

السكان تلغي أهمية الحفاظ عليها بتاتا، بل لابد من ربط الأثر بالمجتمع المحيط به أو العكس. كما أن قِصَرَ مفهوم الترميم والحماية على معالجة التصدعات المنتشرة واستكمال الناقص منه ثم عزله الأثر بعد ذلك عن بيئته ومجتمعه ولا نحسن استثماره والاستفادة منه اجتماعيا واقتصاديا هو اعتداء عليه.

- إشراك المجتمع المحلي من ممثلي الأحياء في التصميم[1] وبناء المشاريع العمرانية لضمان أنسجة ذات خصوصيات اجتماعية واقتصادية كفيلة بحفاظ الموروث الثقافي للمنطقة بصفة عامة، كما أن لها الدور الهام في إقناع الملاّك الخواص في التخلي عن المعلم، ومن ثَم تسهيل تهيئته وتخصيصه كموقع أو متحف مفتوح. ففي الماضي تعتبر مشاركة الأهالي في تصميم وبناء مساكنهم أحد أهم أسباب نجاح المشروعات الإسكانية والتي تتضمن في نفس الوقت تحقيق مساكن اقتصادية كونها تلبي احتياجات السكان بشكل مباشر وأنها تعتمد على الموارد الموجودة بالبيئة التي حوله.

- ربط منشآت الطوب بمختلف النشاطات الفلاحية وخاصة واحة النخل وذلك لضرورتين، أولاهما أن لا تفقد الواحة وظيفتها وبالتالي لابد من تحفيز المجتمع المحلي على ذلك فضلا عن تثبيته وضمانا لعدم حدوث قطيعة بين البناءات القصورية وواحاتها كما حدث في بعض المناطق الصحراوية رغم أنها مصنفة[2]، وثانيا اعتبار واحة النخل مصدرا معينا للبناء بالطوب كالتسقيف وغيره، إضافة إلى عائداتها المناخية الهامة. وهذا الربط بين مباني الطوب والنشاط الفلاحي يقتضي احترام خصوصية القطاعين بالضرورة.

- إعطاء نفس آخر لتنمية الحرف القديمة المندثرة من دباغة ونسيج وحلي وغيرها؛ كأهم عوامل إحياء القصور وضمانا لتأهيلها وعدم شغورها، وفق ما يلائم طابع كل مبنى.

- تحفيز المجتمع المحلي على البناء بالطوب بالقيام بمسابقات تنافسية في مضمار البناء المحلي ومن ثمّ الوصول إلى حرص الملاك على أعمال الصيانة من أنفسهم في مواعيدها، ومن الأفضل مشاركتهم في أعمال الصيانة ثم المرور إلى مرحلة القيام بالصيانة الذاتية بعد تدريبهم

---

[1] **التصميم:** هو دراسة الطرق والأسس والتطبيقات والاجراءات المتبعة في التصميم بصفة عامة والاهتمام الاساسي لها يكون في ماهية هو التصميم وكيف يكون تطبيقه؟ هذا الاهتمام يحوي على دراسة كيف يعمل المصممون وكيف يفكرون وكيفية وضع هيكل مناسب للعملية التصميمية وتطوير التطبيقات والتقنيات والاجراءات لطرق تصميم جديدة والتفكير في طبيعة وامتداد المعلومات التصميمية وتطبيقاتها على مشاكل تصميمية. ينظر:
رامي الجبالة وعامر خطاب، **التصميم**، مكتبة المجتمع العربي، 2006، ص: 15.

[2] Imen BENSALAH et al, " Urbanisation de la vallée du M'zab et mitage de la palmeraie de Ghardaïa (Algérie) : un patrimoine oasien menacé ", **Open Edition Jurnals, Revue belge de géographie *Belgeo,*** 2 | 2018, p : 7.

وتأهيلهم حرصا على البقاء الجيد لممتلكاتهم أكثر من عمرها الافتراضي التقديري* وهو ما يضمن بعد ذلك تقليصَ المنح الحكومية.

4- الحماية القانونية والتشريعية:

يمكن أن نذكر بعض الإجراءات التي من شأنها إعادة الإحياء لقصر تمنطيط والحد من التزايد المستمر في خرابه تحت مسمى التنمية المستدامة، بحيث تحقق تلك الحلول التوفيق بين الحاجة التنموية والبيئية للأجيال الحاضرة والمستقبلية[1] والحفاظ على القصر باعتباره تراث غير متجدد.

4-1- إعطاء أولوية للنصوص القانونية:

من أجل حماية التراث وجب الاطلاع ودراسة النصوص والقوانين للتّمكن من تطبيقها وكذا التفعيل الميداني من قبل المؤسسات والهيئات (الدولية والوطنية) الوصية على ذلك. فالتراث الأثري إرث للبشرية جمعاء لا يخص فردا أو أمة بعينه. والحفاظ عليه مهمة وطنية وعالمية، وحمايته واجب وضرورة معنوية لكل شخص، تُرجِم في شكل قوانين تكون مؤسسة بطرق علمية مع ضمان المال لتمويل برامج الحماية للتراث الأثري[2].

4-1-1- النصوص الدوليـــــة:

من بين النصوص الدولية نجد ميثاق أثينا (1931) وفيه القواعد الأولى للترميم التي مسّت إعادة قيمة التراث التاريخي. ثم ميثاق فينيس (1964) الذي اهتم بالتراث التاريخي والوسط المحيط به، واعتبار الترميم عملية عالية التخصص. ولمّا كان الطوب مادة انشائية بامتياز شُيِّد به مبنى تاريخي (كتمنطيط)؛ فهو يستوجب الترميم به على غرار المواد الأثرية الأخرى لما يحمله من عناصر فنية وجمالية، وتتطلب الفهم وإدراك أسلوب تصميمها وتحليل تلك العناصر[3]. كما نجد اتفاقية إيطاليا (1972) حيث خصت الأسس المفصلة للتدخل دون إغفال ميثاق أمستردام (1975) الذي تطرق لأول مرة إلى الحماية والحفاظ مندمجة مع الترميم.

---

* **العمر الافتراضي للمبنى:** هو العمر الذي يصير فيه المسكن دون قيمة وغير صالح للاستعمال أو الانتفاع به نهائيا، فقيمة المبنى تكون عالية عند بداية إشغاله لتقلّ تدريجيا حتى وصولها إلى الصفر بعد فترة زمنية، ويطلق على هذه الفترة بالعمر الافتراضي للمبنى السكني.

[1] موسشت دوقلاس، **المرجع السابق**، ص: 7.

[2] ICOMOS, **Charte International pour la Gestion du Patrimoine Archéologique**, Article 03, 1990, p : 13.

[3] أحمد ابراهيم عطية، **المرجع السابق**، ص: 138.

4-1-2- النصوص الوطنيـــــة:

توجد نصوص وطنية تسهم في حفظ المعالم الأثرية، ومن أهمها:

أ- قانون رقم 98-04:

وهو أهم القوانين الخاصة بالحماية والصيانة (المؤرخ في 15 جوان 1998) والمتعلق بحماية التراث الثقافي ويهدف إلى التعريف به وتحديد القواعد العامة لحمايته والمحافظة عليه وتثمينه كالجرد وغيره، كما يعمل على تنظيم كل أعمال الصيانة والترميم والتهيئة ورد الاعتبار بإجراء صيانة دورية تضمن حياة هذه الآثار، خاصة في مواده 82، 84 و87، وهو ما ينطبق على قصور تمنطيط بصفتها تراث مصنف ضمن القطاعات المحفوظة.

ب- المراسيم التنفيذية:

تسهم المراسيم التنفيذية في الحفاظ على المختلف ضروب التراث المختلفة كتعيين القطاعات المحفوظة (المرسوم التنفيذي رقم 137/16 في موضوعنا)، كما نخص منها السابقة كوثيقة 281/67 الخاصة بالحفريات وحماية المواقع الطبيعية والمعالم التاريخية، والمرسوم التنفيذي رقم 03- 322 في 09 أكتوبر 2003 الذي يتضمن ممارسة الأعمال الفنية وكذا أعمال الصيانة والترميم المتعلقة بالممتلكات الثقافية العقارية المحمية، والمرسوم رقم 03- 323 المؤرخ في 05 أكتوبر 2003 الذي يحدد كيفيات إعداد مخطط حماية المواقع الأثرية والمناطق المحمية التابعة لها واستصلاحها.

وأهم هذه المراسيم نجد المرسوم التنفيذي رقم 27/14 المؤرخ في 01 فبراير 2014 والمتعلق بالمواصفات المعمارية والعمرانية والتقنية المطبقة على البنايات في ولايات الجنوب[1]، وهو يشمل المجال السكني وشروط التدخلات أو التشييد الجديد وفق نمط يتماشى والخصوصيات الصحراوية.

ج- القرارات الوزارية:

نذكر من القرارات القرار المؤرخ في 13 أفريل 2005، والذي يتضمن تطبيق المادة 12 من المرسوم التنفيذي رقم 03- 322، ويحدد هذا القرار الأحكام الخاصة بتنفيذ ممارسة الأعمال الفنية المتعلقة بالممتلكات الثقافية العقارية المحمية[2]. وكذا القرار الوزاري المشترك المؤرخ في 31 ديسمبر

[1] الجريدة الرسمية، **المرجع السابق**، ع: 6، 2014.

[2] **نفسه**، ع: 45، 2005.

2008 والذي يحدد قائمة إيرادات ونفقات حساب التخصيص الخاص رقم 123-302 المعنون بالصندوق الوطني للتراث الثقافي[1].

وأهم القرارات الوزارية هي إنشاء مؤسسة خاصة للاعتناء بهذا الموروث (البناء بالطين) كال CAPTerre (المركز الجزائري للتراث الثقافي المبني بالطين)*، ولكن ينبغي أيضا استحداث مراكز للبناء المحلي تنضوي وحدات متخصصة في مواد البناء المحلي كالطوب تمتلك شقا نظريا متمثلا في قاعدة بيانات وآخر تقنيا يُعنى بالتصاميم وأساليب الانشاء وسبل الصيانة المثلى، وتكون هذه البيانات قابلة للتحيين ومستمرة إلى ما بعد الهدم الكلّي للمبنى دعما لإعداد خريطة خاصة بالمجمع القصوري.

4-2- توحيد وجهات النظر بين القطاعات الوزارية:

يعتبر التراث وخاصة المبني منه كالقصور مجمعا لمواضيع شتّى، لذا وجب التكامل بين وزارة السكن والعمران، البناء والتعمير، السياحة ووزارة الثقافة بتطبيق قوانين توافقية وتكميلية بينها ميدانيا وإعطاء حلول تصب في قالب الآثار. فمثلا الأخذ بعين الاعتبار قانون 90-29 المؤرخ في 01 ديسمبر 1990 والمتعلق بالتهيئة والتعمير، والمرسوم التنفيذي رقم 91-175 المؤرخ في 14 ذي القعدة عام 1411 الموافق 28 ماي سنة 1991 الذي يحدد القواعد العامة للتهيئة والتعمير والبناء حيث يضع التوجهات العامة للحفاظ على المعالم التاريخية والمواقع الأثرية، ومن مواده الهامة المادتين 04 و06 اللتان تضعان معايير وحدودا فيما يخص الحد الأقصى وارتفاع المباني وذلك لضمان حماية

[1] الجريدة الرسمية، **المرجع السابق**، ع: 9.

* المركز الجزائري للتراث الثقافي المبني بالطين (CAPTerre) هو مؤسسة عمومية ذات طابع إداري تحت وصاية وزارة الثقافة؛ يهدف إلى ترقية العمارات الطينية والمحافظة على التراث المعماري المبني بالطين. تم إنشاؤه بموجب المرسوم رقم 79-12 المؤرخ في 19 ربيع الأول 1433هـ الموافق لـ12 فبراير 2012م. يقع مبنى المركز في المحور الأساسي لمدينة تيميمون بولاية أدرار، وقد تم بناؤه بين (1912-1917) بإشراف ضابط بالهندسة العسكرية الفرنسي **فرانسوا أتينور** لتلبية حاجيات التموين العسكري فسمي **"بناية التموين العسكري لتميمون"**، وخلال هذه المرحلة ساعد جليا في الملاحة الجوية لوجود مخططات أولية للصليب الدال على المحاور الأساسية الأربع، وبتاريخ 11 جويلية 1925 قامت الشركة العامة TRANS ATLNTIQUE بامتلاك المبنى جاعلة منه أشهر فنادقها بالصحراء، وحضر حفل افتتاح المؤسسة المتوافق مع العام الجديد 1926 شخصيات بارزة مثل **أندريه سيتوران** و**دوقة لوكسمبورغ الكبيرة**، وتم تغيير اسمه **"فندق الواحة الحمراء"** ثم أغلق في 1996. ويقع مقر المركز في الجوهرة المعمارية الطينية **"الواحة الحمراء"** التي صنفت معلما تاريخيا بموجب القرار المؤرخ في 30 ربيع الأول 1936م الموافق لـ21 يناير 2015م بطراز سوداني جديد مبني بالطوب الطيني ومزخرف الفضاءات بأنماط بربرية وزناتية منقوشة بالكامل شاهدة على مهارة اليد المحلية.

المواقع الأثرية والثقافية وكذا التاريخية. وكذا المادة 55 فيما يخص شروط المشاريع والأبنية المراد إنجازها فيما يخص الكتلة، اللون، اختيار مواد البناء مع الأخذ بعين الاعتبار المحيط المحلي[1].

كما أن لقطاع الإعلام الفعالية في ذلك من خلال إعداد برامج مناسبة مكتوبة ومسموعة ومرئية في مجال إنماء الوعي المعرفي بأهمية الصيانة وتأثيراتها السلبية في حالة إهمالها على حياة السكان، وكذا نشر ثقافة صيانة المباني والتشريعات المنوطة بها بمشاركة باقي المؤسسات كالصناعة والغاز والكهرباء وكافة الأجهزة الأمنية المعنية بالحماية والصيانة.

4-3- استدراك الفراغ القانوني:

يخص استدراك الفراغ القانوني التراث غير مصنّف مما قد يطال التراث المادي منه من تدهور، ومحاولة الربط الوطيد بين بعديْ التراث الأساسيين والمتكاملين مع الطابع العمراني، البعد المادي المعتمد على المكان والبيئة والمحيط بالبعد الثقافي الحضري الذي يضم المجتمع والأنشطة والسلوكيات وغيرها. كما يجب إدراج مواد تهتم بالتراث في الأطوار الأولى من التعليم لتبقى راسخة في الأذهان، زيادة إلى إصدار تشريعات لحل مشاكل الطبقات الفقيرة بدعم ومنح مالية لصيانة مساكنهم.

وأما عن الجهات الوصية فلابد من إصدار قوانين تخص التسيير والرعاية ومنها:

- احترام التخصص (عمران صحراوي) بالنسبة للجهات المخولة بذلك، والإلمام بمتطلبات الفضاء الصحراوي (رؤساء المصالح البلدية، مديرية البناء والتعمير، مكاتب الدراسات، ديوان الترقية العقارية...)، إضافة إلى الرقابة والمتابعة من طرف المسؤولين والمتدخلين في تصميم السكن الصحراوي والإبقاء على مسؤولية القيام بالصيانة تبعا لصيغة الملكية وانتقالها في حالة الاستئجار. زيادة إلى الاعدادات الاستباقية لحالات الطوارئ والتدهور المفاجئ الخاص بعملية الصيانة.

ثانيا: الحلول التطبيقية

تتمثل الحلول التطبيقية في الدراسة التشخيصية والتحليلية لمواد بناء القصور التي تشمل أعمال الترميم الانشائي والمعماري والدقيق لعناصر المباني الأثرية وملحقاتها.

تختلف مواد البناء في قصور تمنطيط، ما يستوجب دراستها بالتحليل والتشخيص، فنجد من أهمها الحجارة والطوب، هذا الأخير كان من مادة الطين، حيث شُيِّدت به عدة هياكل، فضلا عن تغطيتها به أو بمادته الأولى، وفي هذه الدراسة التي خصته بالتحديد؛ وُجد أن التركيب المعدني والخواص الفيزيوكيميائية والميكانيكية للطوب متشابهة لحد كبير بالنسبة للعينات الأصلية القديمة

[1] الجريدة الرسمية، **المرجع السابق**، ع: 52، 1990.

ومختلفة عن الترميمية الحديثة، وبقي تلافي النقائص في هذه العينات الأخيرة لاستنتاج نماذج مثلى للصيانة والترميم. ويجب أن تحظى مواد البناء الأخرى أيضا بدراسة مستفيضة تنتج خواصها وتطرح تساؤلات حول صيانتها وخاصة الحجارة وتقنية أغارف التي ميزت منطقة توات وخاصة تمنطيط.

1- تحضير طوب الترميم:

تشمل الدراسة التشخيصية والتحليلية حالتين متكاملتين تخص مواد البناء وكذا تقنيات الإنشاء. وتحضير الطوب الترميمي لابد أن يسبق بتحديد المكونات الأصلية والأساسية (الفصل الثالث) والأمثل المناسبة لبيئة الإنجاز والتشييد (تمنطيط خاصة).

1-1- معايير تجريبية لصناعة الطوب:

تتطلب صناعة الطوب نسبا وكميات تركيبية تتوقف عليها طبيعة البيئة التي يجب أن يتلاءم معها، ولمّا كانت تمنطيط أحد البلدان الصحراوية الجزائرية، أدرجنا بعض الدراسات المتعلقة ببعض البلدان العربية، خاصة التي لها مواد بنائية كالطوب وتشملها كذلك بيئة صحراوية، ونذكر منها:

أ- مواصفات مشروع قصر المصمك السعودي:

بموجب المشروع التنفيذي لترميم قصر المصمك بمدينة الرياض بالمملكة العربية السعودية، الذي قام به الإيطالي "جيورجيو ألبيني" تحت إشراف الإدارة العامة للآثار والمتاحف وأمانة مدينة الرياض تعينت مواصفات لمواد البناء الطوبي بأسلوب تقليدي ليستعمل في استكمال العناصر المفقودة من القصر، وهي (خليط من التربة الطينية الصحراوية، الرمل، الاسمنت البورتلاندي، كمية من التبن المقرط) شريطة أن تكون خالية من الأملاح والشوائب، وأن تكون المياه المستعملة نظيفة وصالحة للشرب، ومتابعة ذلك بالتخمير والتعطين لمدة أسبوع، ليخلص في الأخير أثناء التنفيذ إلى استبعاد الاسمنت البورتلاندي لاحتوائه على الأملاح[1].

كما أوصى ألبيني بإجراءات وقائية وهي الاهتمام بملاط الحوائط وبتركيبة تكسب الطوب صلابة وتمنع تسرب الأمطار إليها وهي استخدام راتنج الإيثيل سيليكات 40 بحجم 66٪ وكحول إيثيلي تجاري 96٪ بحجم 32.6٪، ويتم رش الهيكل الطوبي تدريجيا حتى عمق 0.5 سم.

[1] عبد المعز شاهين، **ترميم وصيانة المباني الأثرية والتاريخية**، مطابع المجلس الأعلى للآثار، وزارة الثقافة، مصر، 1994، ص: 232.

ب- مواصفات مشروع البناء المصري:

أتت هذه المواصفات على المسار الأول وبالتنسيق مع الإدارة العامة للآثار والمتاحف المصرية، وقد اقترح الباحث التراثي عبد المعز شاهين وصفة أخرى لا تختلف كثيرا عن سابقتها ولكنها حسبه مرجوة النتائج، وتتمثل في ثلاثة أجزاء (3) من التربة الطينية الصحراوية، جزء (1) من الرمل، جزء من التبن المقرط وجزئين (2) من الماء، ويمكن التحكم في هذا الأخير للوصول إلى القوام المناسب لعملية صبّ القوالب[1].

ج- مواصفات دوّات وفريقه (Doat P et al):

ركّز دوّات وفريقه على نوعية الأرضيات المناسبة للصنع بصفة عامة، وهي الخالية من الحصى الكبيرة وجذور النباتات، كما اشترط نسبا من تركيبات التربة وهي الرمل (76٪)، الطمي (28٪)، الصلصال (18٪)، والمواد العضوية (أقل من 3٪) وأما عن نسبة الماء المضافة فتكون الثلث (1/3) من نسبة الخليط[2].

د-مواصفات مركز الطين (CAPTerre) الجزائري:

في إطار مشاركتنا في التربص المقام في المركز الجزائري للتراث الثقافي المبني بالطين تحت وصاية وزارة الثقافة لمدة عشرة أيام وبمشاركة خبراء عالميين من أوروبا كبلجيكا وامريكا كالبرازيل حول "الأسس العلمية التقنية والمنهجية" وبعنوان "البناء بالبيزي والطوب والورشات التطبيقية"[*]، والذي كان البناء بالطين أحد محاوره الأساسية.

وانطلاقا من تجارب ميدانية توصل المتربصون إلى أن مسألة النسب التركيبية لخلطة الطوب تتوقف أساسا على نوعية التربة، ومقارنة بتقنيات البناء الأخرى فإن الطوب يستلزم كمية أكبر من الطين (20٪-30٪) خلافا للBTC (15٪).

ومن أهم نتائج التربص أن تركيب الخليط المناسب للطوب:((2-3) أحجام رمل خشن + حجم واحد طين + حجم واحد ماء)، والتأكيد على استعمال الرمل الخشن وإلا يفقد الطوب الصلابة وتتفتت أطرافه. كما يفضل استخدام الطوب القديم البالي (المسترجَع) مع إضافة عُشُر(1\10) الحجم الكلّي

[1] عبد المعز شاهين، **المرجع السابق**، ص: 235.

[2] Doat P et al, **Op.Cit**, p: 112.

[*] كان ذلك أيام 19-28 /2017/11 وقد تمحور التكوين في عنوان عريض **"معمار التراب، ثقافة تشييد وتنمية مستدامة"** لمدة ستة أشهر، وجاء في إطار مشروع شراكة معاهد لمدة ثلاث سنوات بين CAPTERRE وCRATerre، المركز العالمي للبناء بالتراب للمدرسة الوطنية العليا للهندسة المعمارية غرونوبل.

طين واجتناب إضافة الحصى قدر الامكان، فالرمل الخشن يغني عنه، وخاصة حصى المحاجر نظرا للسلبيات المنجرة عنه ومنها:

- الحصى يؤذي عند الإعداد اليدوي (الخلط والقولبة) ما يسبب صعوبة في التحضير والبناء.
- إمكانية تشقق الطوب أثناء تلامسه مع بعض حيث ترتكز عليها القوى (الحصى).
- مُكلِف اقتصاديا من حيث شرائه وجلبه من المحاجر وخاصة لدى الدول الفقيرة.
- يسبب جمعه إضرارا بيئيا بتعرية السطح وحدوث قحولة للتربة والتصحر المبكر.

وبالمقارنة بين النتائج الحاصلة في مختلف العينات ومختلف المواصفات وخاصة تجارب التربص من حيث النسب نجد التوافق الكبير وخاصة العينات الأصلية (أولاد علي بن موسى) إلى حد كبير لكن من دون تخصيص بنوعية الرمل المستعمل، والاختلاف في وجود الحصى فيها، وهو ما يدعم إمكانية استعمال العينات الأصلية كمرجع لإعداد الطوب الجديد.

1-2- إعداد الطوب الجديد:

إذا كان قالب الطوب جد متضرر أو أن له تأثير على الهيكل في حالة سقوطه فيفضل استبداله كلية. ولابد من توافر ميزات في قوالب التجديد ومنها أن تكون مساوية لسابقتها ومنسجمة مع المبنى، أي بمعنى مدروسة ومُعدّة سابقا (الخصائص الفيزيوكيمياوية والميكانيكية). ومن ثم يتم تغيير لبنات (قوالب) الطوب لضمان سلامة المباني.

قبل البدء في عمليات الإعداد قمنا باختبارات لتقييم تربة العجن، يمكن إجراؤها في الموقع تتبعا للمواد من 302 إلى المادة 304 من "Traité de construction en terre"، حيث تتم بسهولة:

أ- **الفحص البصري:**

وتعرف بالكمية الغالبة من حيث نسبة الرمل والحبيبات الدقيقة المكونة، فالملاحظة البصرية توحي بنوع التربة المستخدمة وخاصة إذا عُرف اللون.

ب- **اختبار الرائحة:**

إذا كانت رائحة العفن أو الذبال يدل على أن التربة زراعية بها مواد عضوية، وإن كانت هذه الأخيرة لها الدور في التماسك، وفي تجربتنا اخترنا نوعا من التربة غير زراعي.

هـ- **تجربة الكرة:**

نصنع كرية من الأرض وبعد أن تجف نقوم بمحاولة سحقها بالإبهام، فإذا تحطمت فإنه تحتوي على القليل من الطين ولابد من تعزيزها.

د- **اختبار اللمس:**

ويكون هذا الاختبار بعد الملامسة المباشرة للعينة، حيث أن:

- المركب رملي = الملمس خشن + غياب التماسك.
- المركب غريني = خشونة ضعيفة + غياب اللزوجة والميوعة.
- المركب طيني = يقاوم السحق الجاف + مائع + اللزوجة الرطبة.

هـ- **اختبار غسل اليدين:**

إذا كان المركب طيني فنجد هناك صعوبة في غسل اليدين، وقمنا بذلك بالرغم من أن درجة الغسل اليد كانت متفاوتة، مما جعلنا نعيد خلط العجْنَة مرارا وتكرارا.

و- **اختبار السطوع:**

ويعتمد هذا الاختبار على اللون الظاهر في مقطع الجزء الداخلي للكرية بعد قطعها إلى النصف فيكون المركب غرينيا إذا كان اللون شاحبا وباهتا، وأما المركب الطيني فله لون لامع.

ز- **اختبار التماسك:**

نحضر كرية رطبة غير لزجة، ندخل سكين مسنن بداخلها.

- جد طينية = اختراق السكين صعب + التصاق عجينة الكرية عند السحب.
- طين معتدل = تغلغل السكين سهل + تماسك عجينة الكرية عند السحب.
- قليلة التطيّن = اختراق السكين بسهولة جدا + الاتّساخ عند السحب.

و- **تجربة الترسيب:**

نقوم بملء قارورة زجاج (ربع الحجم بالتربة ¼ وثلاثة أرباع حجم ماء ¾)، ثم نقوم بالخض والمزج بقوة ونتركها تستقر لمدة ساعة، ثم نهزها مرة أخرى ونتركها لتستقر.

يقسم مزيج التربة صعوداً من الحصى والرمل والغرين والطين والمواد العضوية والماء، وهذا تسايرا مع الثقل المميز لكل مادة.

وقد اخترنا كل المواد الترابية الموجودة في تمنطيط وقمنا بإجراء التجربة وتخصيصها في قارورة على حدة:

T1: البالي وهي المادة الركامية الناتجة عن انهيار المباني القديمة.

T2: الطين الصفراء بحكم تواجدها بالقرب من المنطقة، وقد خُصَّت بها بعض المباني في الفترات الأخيرة. إما في الطوب أو كمادة طلائية.

T3: التافزة وهي مصطلح محلّي لنوع من الحجارة الكلسية، لها خاصية امتصاص الماء والاحتفاظ به، وقد شكلت مادة بناء محلية في تمنطيط فضلا على أنها أحد الأرضيات والركائز التي شيّدت عليها المباني، وذلك في حالتها المتصلبة.

T4: الطين الحمراء: وهي المادة الأكثر استعمالا في المنطقة.

T5: تراب ونعني بها الرمل المأخوذ من داخل أحياء المارة، واخترناها كون احتمالية أن تكون هجينة المكونات، من حتّ للهياكل الطّوبية القديمة والحديثة، نقل للمواد العضوية والحبيبات الحصوية الصغيرة المتناثرة.

T6: أغارف وهي الأحجار الملحية المجلوبة من السبخة المجاورة لتمنطيط، والمستعملة في البناء كتقنية ميّزت بعض قصور تمنطيط قديما.

ومن ثمَّ تبين التغير على مستوى جميع القارورات وكانت النتائج جلية فيما يخص الترسيب، وقد تمايزت المعلقات تبعا للونها في كل مزيج على حدة. وبالرغم من تماثل مستوى المادة المترسبة في جل العينات، إلا أن في حالة الطين وخاصة الحمراء فكان أعلى، وكانت نسبتها الحقيقية أقل من الارتفاع النسبي لطبقة الطين كاملة (نظرا لأن الطين يتضخم بالماء)، وهذا القياس تقريبي وتعتمد دقته على نوع الطين المستخدم.

وقد وقع اختيارنا للطين الحمراء لقوة تماسكها وتوافرها وكذا تماشيا مع التقليد المعمول به في إعداد خليط العجنة لصنع طوب محلي.

ط- الانكماش والانسحاب:

قمنا بملء هيكل خشبي مدهون طوله 20 سم به مجموعة من المستطيلات المتماثلة بتربة مختلف عينات اختبار الترسيب السابق بإزالة الحصى منها، وبعد جفافها نقيس الانكماش (الصورة 5).

صورة 5: تجربة الترسيب والانكماش

- إذا لم يكن هناك أي انكماش تقريبًا وكانت التربة قابلة للتفتت، فهذا يعني أن التربة رملية.
- إذا كان قابلاً للتفتيت وله انسحاب معناه أن التربة غرينية.
- إذا كان الانكماش مهمًا وكان من الصعب التخلص منه، فذلك دلالة على أن التربة طينية.

مثلت نتائج اختبار الانكماش للعينات السابقة (عينات الترسيب) في الجدول التالي:

الجدول 51: نتائج اختبار الانكماش والتفتت

العينة	T1	T2	T3	T4	T5	T6
الانكماش	−	+++	−	++++	−	+
التفتت	+	−	++	−	+++	−
+ وجود الانكماش والتّفتّت / − غياب الانكماش والتّفتّت						

من خلال التجارب ونتائج الجدول تبين أن الانكماش حدث في عينة أغارف والطين وبدرجة أكبر الحمراء منها، وذلك راجع لتبخر الماء وكذا طبيعة الطين المتميزة بالرابطة المميّهة بين حبيباتها، وشدتها في الحمراء دليل على نقاوتها وخلوها من الشوائب مقارنة بالصفراء. أما التفتت فكان في البالي والتافزة وبدرجة أكبر في التراب (الرمل)، وهذا نظرا لغياب المادة الرابطة بين جزيئات هذه العينات.

وانطلاقا من ذلك يتبين أن العينة الأنسب والتي تتماشى وميزة الطوب هي العينة الأولى T1كونها أقل انكماشا بحيث لا يتأثر الطوب مع مرور الزمن بعامل التمدد والتقلص فيحدث التشرُّخ فيما بعد من جهة، ومن جهة أخرى فهذه العينة تتفتت ولكن بدرجة أقل مقارنة بالعينات التي لا تتكمش. وهذا دليل على ثبات قيمة مادة الطوب الأولى نوعا ما، وهي خاصية إعادة الاستعمال.

وبالمقارنة مع T6 (أغارف) فإن نتيجته كانت إيجابية ومقاربة لِT1 (البالي)، لكن مع إيجابية عدم التفتت وقلة الانكماش نجد وجود ملح متبلورة وظاهرة على سطح الخشبة التجريبية؛ ما يمثل الجانب السلبي من حيث أن تبلور الملح هو في حد ذاته عامل تلف.

ووصولا إلى هدفنا الرامي إلى إعداد طوب يتميز بصفات فيزيائية وميكانيكية تضمن قوامه الأولى، وانطلاقا مما سبق من التحاليل وشروط الإعداد وكذا النتائج السالفة الذكر؛ تمَّ اقتراح نموذج طوبي يتميز بالتعديل في المادة الأولى (العينات التحليلية ع$_1$، ع$_2$) أو الركامية.

ظ- اختبار اللَّفَّة:

انطلاقا من تربة مغربلة (0-2 مم) وبواسطة راحة اليد نقوم بصنع لفة رطبة طولية (يشترط ألا تلتصق باليد) بطول 20 سم وقطر 10 مم، ثم نجرب استطالة هذه اللفة حرة في الهواء ومدى محافظتها على الاستطالة (اللوحة 60)، ونتبع الحالات الممكنة التالية:

- **الحالة 1:** إذا حافظت اللفة على استطالة بطول ما بين (5-15 سم) ، فإن مزيج هذه التربة مناسب لتصنيع الطوب.

- **الحالة 2:** إذا انكسرت هذه الاستطالة قبل طول 5 سم، فمزيج التربة هذه به كم معتبر من الرمل ولابد من إضافة الطين.

- **الحالة 3:** إذا استمرت الاستطالة أكثر من 15 سم، دليل على الكم المعتبر من الطين في هذه التربة ولابد من إضافة الرمل.

وللإشارة فإن هذا الاختبار مع ذلك غير دقيق، لكنه يسمح بإدراك حدود المادة التجريبية (التربة) بشكل أفضل.

عملية اللف	تحرير اللفة	حالات الاستطالة
اللوحة 60: اختبار اللّفّة		

بعد الاختبارات التي قمنا بها في الأخير حاولنا قدر الإمكان إعداد خليط مناسب لصنع طوب ملائم للشروط المعمول بها سابقا. واستبعدنا التقنيات الأخرى رغم نجاعتها (كتقنية أغارف).

وبتتبع مراحل إعداد الطوب المحلي تمكنا من صنع عينات نموذجية، وقد تلخص ذلك في اختيار مكان عجْنة الخلط جانب قصر أولاد علي بن موسى، وإعداد تركيبة الخليط متماشية مع المعايير السابقة، وتم استخدام الطين الحمراء وإدخال المادة الركامية (الحطام الطوبي القديم)، وتفادينا وضع كتلها الحطامية مباشرة، بل لابد من تفتيتها للتخلص من الحجارة أو نزعها مباشرة، فالكتل

الجافة الداخلة في صناعة الطوب تغير وتقلل من قوامه مع إدماج بعض الإضافات العضوية النباتية كمثبتات، ومنها بقايا خشب النخل المتدهور، الليف، سيقان القمح والرماد، وتركنا الخليط لمدة يومين.

ونظرا لصعوبة جلب المياه من الفقَّارات الجانبية كفقارة هنّو وغيرها؛ الذي استُعمل سابقا في مختلف البناء فقد اقتصرنا على ماء الحنفيات العادي في جميع مراحل الإعداد. وتمّ صنع لبنات طوب كَيْفي خماسي بمقاربة للمقاسات الأولى، وتماشيا مع العينات التجريبية المختارة في التحليل الأوّلي (قصريْ أولاد امحمّد وأولاد علي بن موسى). (اللوحة 61)

إعداد العجنة	كرات الطوب	الصنع والتجفيف
اللوحة 61: إعداد طوب الترميم		

ع- اختبار ميزات الطوب الجديد وتحسين القوام:

بعد القيام بتجربة الخصائص الميكانيكية وخاصة الضغط والشدّ للعينات الجديدة المنبثقة من المادة الاسترجاعية مع إضافة كمية من الطين الحمراء، وبتطبيق نفس المراحل السابقة (التجفيف تحت الظل، القص التكعيبي) حصلنا على نتائج لكل منها (اللوحة 62).

العينة سليمة	لحظة التفكك	قوة الحمولة القصوى للتفكك
اللوحة 62: تجربة مقاومة الضغط الجاف للعينة الجديدة		

وقد لاحظنا تقارب معدل النتائج مقارنة بالعينات الأصلية كما في الجدول التالي:

جدول 52: نتائج قوة الضغط والشد لعينات الطوب الجديدة				
خصائص اختبار قوة الشد		خصائص اختبار قوة الضغط		العينة
R_t (MPa)	f (KN)	Rc (MPa)	F (KN)	S (4x4)cm^2
$3582.803x10^{6-}$	0.01	0.6	0.96	16

النتائج الحاصلة في الطوب الجديد مقبولة بالنظر للطوب الأصلي وإن كنا نحرص في الطوب اللبن المرجوّ على المقاومة والخِفّة لضمان المتانة والصلابة في المباني، فمن الممكن استعمال بعض الإضافات المعدنية كالبوزولان الطبيعي (صخر بركاني غني بالسليس والألومين (**silice** SiO_2 **et**) **alumine** Al_2O_3)) ومسحوق الزجاج مع الجير في خلطة العجنة التي لها التأثير على الخصائص الميكانيكية للطوب المضغوط من شد وضغط جاف ورطب ضد قوى التدهور كالرياح ومختلف الضغوطات، وكذا خصائص الديمومة كالامتصاص الكلي والشعري والانتفاخ والكشط اتجاه أكبر عدو للبناء بالتربة وهو الماء، خاصة وأن بعض الدراسات المتخصصة في الهندسة المدنية أثبتت نجاعتها بالنسبة للطوب المثبت (إضافات بنسبة 30%)[1] وما لذلك من فوائد أخرى كاستهلاك زجاج النفايات والتقليل من الغازات المسببة للاحتباس الحراري، وإن كانت هذه الحلول مكلفة لكنها تفي بغرض المشاريع الاستثمارية في البناء بالتربة للمدى الطويل، كما تحتاج لجهود دولية لتنفيذها.

ولتحسين الخواص الميكانيكية وتقوية مقاومة الشد والانحناء وطاقة الانهيار يمكن تعزيز عجنة الطوب بألياف النخل المغسولة بالجافيل ذو التركيز الضعيف (المفيد في إقصاء مادة الخشبين) لما لها (الألياف) من قدرة عالية على امتصاص الماء[2] وإحداث التماسك في خلطة العجن، لكن هناك دراسات أكّدت تآكلها، مما يشكل عائقا أمام انتشار تعميم استعمالها في المركبات الاسمنتية على المدى الطويل[3] وبالضرورة يكون ذلك أشد في مادة الطوب البنائية لسهولة اختراقها وتدهورها مقارنة بسابقتها. وهذه النتيجة تفتح الباب لدراسة إمكانية استعمال ألياف النخل في الطوب لما لها من فوائد في تقويم قوامه شريطة ضمان عدم تلفها وطول مدته.

---

[1] Ouarda IZAMMOUREN, **Op.cit**, pp : 82-97.

[2] يمكن استعمال الجير الحي (CaO) أيضا في امتصاص الماء من التربة الجدّ رطبة للإسهام في عملية الالتحام بين مركباتها. ينظر: Abalo P'KLA**, Op.Cit**, p : 27

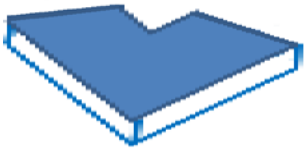
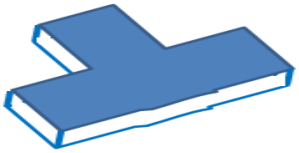
[3] عبد المالك مخروفي، **"المساهمة في دراسة خصائص وتشوهات خرسانة ألياف النخيل في المناطق الجافة والحارة"**، مذكرة لنيل شهادة الماجستير في الري والهندسة المدنية، جامعة قاصدي مرباح ورقلة، 2003، ص: 38.

1-3- إعداد طوب وظيفي مستحدث:

حقيقة إن للطوب الكيفي ذو الهيكل الخماسي الدور في بناء الهياكل المشيدة به، نظرا لما يتميز به من سهولة التموضع، لكن لا يحتّم الاقتصار عليه؛ بل يجب اعتماد أنماط أخرى مختلفة الشكل لها وظائف عدة تماشيا مع التطور الحادث، ما يعني اختيار قوالب تزيد من متانة الهياكل كطوب الربط وطوب الزخرفة كل له ميزته ومكانته في البناء، مع احترام الثقل والحجم المناسبين. ومن ثَمَّ يتم التحكم أيضا في تقنية البناء (الجدول 53).

فتركيبة خلطة الطوب هامة ولكن لا غنى لها عن شكله وقولبته، فهما يتماشيان جنبا إلى جنب وهذا ما يعطي بناء أشد متانة.

الجدول 53: الطوب الوظيفي وتموضعه

شكل الطوب	تقنية البناء (الصف الأعلى والأسفل)
	
	

2- الحلول الاستباقية والمعالجة:

تعدّ نوعية الوظيفة التي تؤديها العمارة باختلاف مواد إنشائها وخاصة منها هياكل الطوب جزءا مهما من الاعتبارات التراثية والاجتماعية التي يجب الحفاظ عليها وتدعيمها تبعا للمواثيق الدولية في مجال الحفاظ على التراث الأثري، دون إغفال ضمان استمرارية هذا الموروث والحيلولة دون اندثاره، من خلال صيانته وحمايته من الأخطار البشرية والطبيعية التي تهدده وباستمرار[1].

[1] يمينة بن صغير حاضري، "القصور الصحراوية بالجزائر صورة للإبداع الهندسي"، **مجلة البحوث والدراسات**، ع: 15، الجزائر، 2011، ص: 137.

2-1- مواجهة الأخطار الطبيعية:

لا شك وأن كل مبنى أثري واقع داخل حيّز بيئي وجبت أقلمته معه، هذا لا ينفي وجود تأثيرات جانبية سلبية عليه مع مرور الزمن، ولكن هذه الأضرار يمكن التقليل منها.

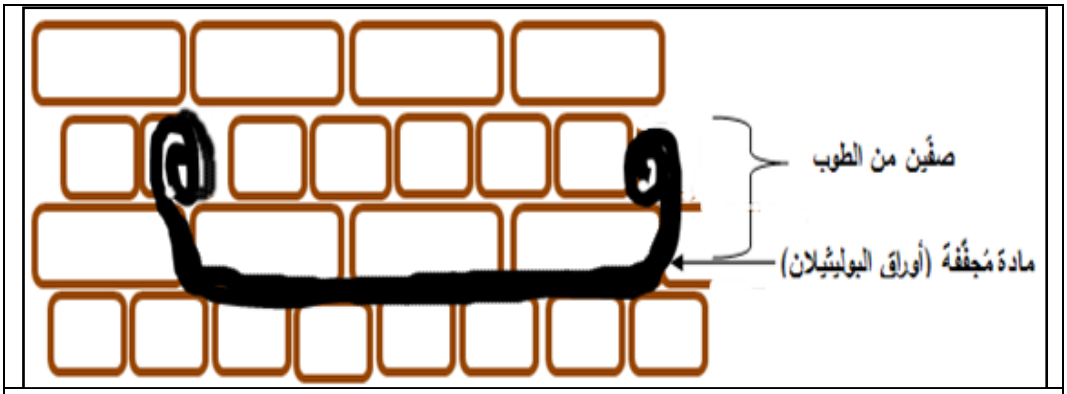
2-1-1- الرطوبة والأمطار:

يزداد تأثير الرطوبة والأمطار أو صعود المياه بزيادة القوى الفيزيائية غير متوازية في أبنية الطوب، لذلك يكون التدخل على 3 مستويات:

أ- هياكل الطوب الظاهرة:

تتواجد المسامات في هياكل الطوب على نوعين؛ فجوات معزولة وهي فراغات داخل الأحجار المكونة للطوب ليست لها علاقة مع الوسط الخارجي، وهناك مسامات مفتوحة على الخارج وهي المحددة للمسامية[1] التي تقاس في المخبر تحت درجة الضغط، وبفضلها ينتقل الماء في المباني.

ويتم القضاء على المسامية بطرق تتماشى ونوعية الهياكل. فإذا كانت الهياكل رقيقة وفي مستوى منخفض يتم الحفر جزئيا على مستوى كامل محيط الهيكل ونقوم بإدخال مادة ماصة عازلة كطبقة الرصاص، أو إدراج طبقات مسطحة ورقيقة من حجر الأردواز، بحيث يكون حد إدخال هذه المواد (2 سم) حتى نحافظ على طبقة الملاط. أما إذا كانت الهياكل غليظة تتعدى (90 سم) نقوم بالحفر وحقن ملاط مطعم بالريزين أو البوليثيلان[2] ثم نغلق الشق (الشكل 35).



الشكل 35: القضاء على ماء المسامية في الهياكل السميكة (DUVAL G, 1990)

[1] Frediric MAGNEN, **Proposition de méthodologie pour la conservation des murs anciens en maçonnerie de pierre**, mémoire d'ingénieur CNAM (Construction – Aménagement), Conservatoire National des arts et métiers, Paris, 2013, p : 28.

[2] DUVAL G, **Restauration et réutilisation des monuments anciens : techniques contemporaines**, Mardaga, Bruxelles, 1990, p : 37.

وأما الرطوبة الصاعدة بالخاصية الشعرية في الهياكل الطوبية فيتم القضاء عليها عن طريق تثبيت شريط من الزفت (un film goudronné) أسفل الهياكل، ويتم وضعه على وسط غير حساس للرطوبة كالحجر والخرسانة الإسمنتية ...الخ، ففي حالة وضعه على قاعدة ترابية فإن الرطوبة تظل مسدودة أسفله، وبالتالي فإن الطبقة الترابية تفقد تماسكها ومن ثَمَّ يتفاقم الضرر على الهيكل والمبنى ككل، فمن الضروري تثبيت شريط الزفت أسفل الطبقة التالفة.

كما يكون التدخل باستخدام طبقات عازلة لمنع انتقالات الرطوبة أو الماء بين مواد البناء، جوفية كانت أو مياه المطر أو الرشح أو الخاصية الشعرية[1].

وقد استخدم القدامى بعض الأساليب التي من شأنها إعطاء بناء طوبي متين ومتماسك وهذه الطرق تتماشى مع سمك الجدار، حيث يتم وضع طبقات ليفية أو نسيج من العصيّ أو الليف على الملاط الأفقي بين كل خمسة أو ثمانية صفوف، فهي إلى جانب ربط البناء؛ تعمل على تجفيفه داخليا عن طريق التوصيل conduction كما يمكن إضافة القصب داخل العقود والحنايا وغيرها.

كما نتجنب عودة نفوذ المياه إلى داخل الشروخ الناتجة عن ضعف قوى الشد في مواد البناء، والتي تكون إجهادات القص السبب في هبوط مبانيها.

أما على مستوى الجبهات العلوية كقمم الجدران الطوبية، فيمكن إضافة المواد اللزجة والتي تسمح بانزلاق الماء (استخدام الطوب الخماسي المناسب لذلك) وتصرفه إلى مستويات غير مضرة بالطوب، وكذا عمل ميلان ومزاريب في السطوح الطينية مع خلق نظام جيد لتصريف المياه[2].

كما يستخدم لهذا الغرض جريد النخل المتراص كحل مناسب؛ إذ يسمح بانزلاق الماء، إضافة إلى التقليل من صدمة قوة سقوط القطرات المائية على السطح.

كما أن هناك حل آخر وهو استخدام الوسائل الكهربائية الحديثة[3] التي تعمل على سحب هذه المياه لتساق خارج المعلم وهذا في حالة غمر وركود الماء فيها.

ب- **التدخل الإحاطي الخارجي:**

يشمل هذا التدخل محيط الهياكل التي تتأثر بالماء بصفة عامة، فللتخلص منه يتم عمل سُقُف فوق مباني الطوب شريطة فعاليتها الكبيرة في الوقاية، وذلك بأن تكون مراعية للخفّة وغير نفوذة وألا

[1] هزاز عمران وجورج دبورة، **المرجع السابق**، ص: 209.

[2] **نفسه**، ص: 210.

[3] إبراهيم أحمد عطية ومحمد عبد الحميد الكفافي، **المرجع السابق**، ص: 127.

تلامس المبنى، ومن الأحسن مراعاة الانحدار فيها، ويجب أن تزود بمزاييب ذات مصبات بعيدة عن الجدران لتفادي الحت الناتج عن صرف المياه العلوية. إضافة إلى جودة المظهر بمعنى الشكل الجمالي الذي لا يغير من قيمة المبنى، وأن تتماشى السُّقف وطبيعة البلد أو الهيئة المرممة، فالمظلات أو السقائف تتباين من حيث مادتها (خشبية أو معدنية) وكذا ثباتها أو تحركها.

كما يمكن تغطية الهياكل الظاهرة بأغطية بلاستيكية كبيرة، ولكن هذه الأخيرة قد تُنتِج قطرات ندية داخلية تضُرُّ بالطوب خاصة إذا لم تكن بها مساحات لتفريغ الهواء.

ج- **التدخل السفلي:**

يمس التدخل الأرضي أو السفلي بصفة عامة الأساسات وحواشي جدران الطوب أساسا، وذلك بتجنب تجمع المياه الجانبية، والتي من شأنها الإضرار من جديد بالمبنى بالخاصية الشعرية أو الجرف والتآكل السفلي، وتوضع أنظمة تصريف مناسبة لذلك، كاستخدام أسلوب المنحدرات لدفع المياه اتجاه قنوات تؤدي الى نظام صرف جيد[1]، ولابد من تأمين المبنى من أخطار الهبوط المسبب للشروخ.

وفي تمنطيط كغيرها من مناطق توات يمكن اتِّخاذ الرمال حلاّ لهذا المشكل، خاصة في المسالك الضيقة المفتوحة، وكعنصر حماية للهياكل من خطر المياه الجانبية أو النافذة إليه لقدرتها (الرمال) على امتصاص الماء، لكن شريطة ألا تترك لمدة طويلة في نفس المكان، وذلك لما لها من قدرة على الاحتفاظ بالماء والذي يعود سلبا على المبنى الطيني. وللحد من هذه المياه المتوغلة في الأرضيات بامتصاصها هو إحداث أحواض لتجميعها وإقامة مجاري مائية[2] لأخذها بعيدا عن المعلم.

2-1-2- الرياح:

اتخذ المشيِّد الأول تخطيط وهندسة الشوارع والأجزاء المبنية من توجيه والتواء حلاّ وقائيا داخليا لتفادي الأخطار الطبيعية من رياح وغيرها.

وأما خارجيا فإن تشجير المناطق المتاخمة للمباني الأثرية يعمل على صدّ الرياح والعواصف المحملة بالرمال[3]، وهو الدور الذي كانت تؤديه واحة النخل بتمنطيط في زمن ما، والتي تعاني تدهورا مذهلا جراء الاختلالات البيئية كالتصحر، وكذا البشرية كالحرائق المتوالية ونقص الاهتمام بها. لذلك فإن إعادة التشجير من شأنه التقليل أو كسر تيارات الريح الضارة والجامعة للأكوام الرملية.

---

[1] فاروق عباس حيد، **المرجع السابق**، ص:562.

[2] عبد القادر الريحاوي، **ترميم المباني التاريخية**، منشورات عامة للآثار والمتاحف، دمشق، سوريا، 1972، ص:22.

[3] عبد المعز شاهين، **ترميم وصيانة المباني الأثرية والتاريخية**، سلسلة الثقافة الأثرية والتاريخية، مطابع المجلس الأعلى للآثار، مصر، 1994، ص: 204.

ويمكن التقليص من خطورة الرياح أيضا بإزالة الرمال والعروق القريبة من مباني القصور خاصة من الجهة الشمالية والشمالية الشرقية لتمنطيط عن طريق الرش المستمر لها أو باستعمال راتنجات ولدائن صناعية وخاصة راتنجات سيليكون أستر (Silicone Esters) وهي مكلفة جدا وصعبة التنفيذ. لذلك فإن من الحلول الناجعة تتبع التخطيط السابق في البناء بتمنطيط كالأزقة المتماشية واتجاه الرياح.

2-1-3- الأملاح:

للتخلص من الأملاح المترسبة على أسطح طوب البناء يمكننا استخدام التنظيف الميكانيكي، حيث تتم الإزالة بواسطة أدوات وأجهزة لازمة لتحقيق ذلك، كما هو مستخدم في تنظيف الترسبات الملحية الظاهرة على أسطح الأحجار[1]، كما يمكن استخدام كمادات طينية بعد استخلاصها من الأملاح (حيث تنقع في ماء عذب لمدة 48 سا)، وهذه الطريقة تصلح في جدران قصور الطوب بتمنطيط، دون المساس بالهياكل ذات الزخارف أو النقوش.

لكن ما ينبغي الإشارة له أن هذه الطرق وغيرها، كطريقة الغسل الكثيف بالماء العذب لا يمكن تطبيقها على نطاق واسع (قصر من الطوب)، فمن جهة فهي مكلفة[2]، ونظرا لطبيعة الطوب العدائي للماء المباشر الذي يسبب له الذوبان من ناحية أخرى.

لو كان المطلوب الحفاظ على هياكل القصر دون خصوصية لطوب البناء ذو الفوائد السابقة، فإن الملح الناتجة في الهياكل البنائية أفضل، بالنظر لصلابتها ومتانتها، مالم تتحول إلى أملاح قابلة للذوبان عند أي تغير مناخي مفاجئ، كدرجة تبخر أو سطوع حراري أو هطول أمطار حامضية، ومن ثَم تتحول إلى بلورات موضعية، زيادة لما تحدثه من تشوه للون طوب البناء الأصلي. وذلك إشارة إلى تقنية أغارف التي صمدت رغم عوادي الزمن، إذ تحول الملاط الطيني البيني فيها إلى مادة حجرية، مشكلا إلى جانب الحجارة الملحية طبقة جد متماسكة.

2-1-4- الحرارة:

يعدّ البناء بالطين والتربة كما ذُكِر سالفا في حد ذاته حلا لمشكل الحرارة، فمن ناحية التخطيط البنائي حُدِّدت اتجاهات الأزقة وسماكة أو ارتفاع الهياكل تفاديا للسطوع الضوئي المتوالي على الأبنية.

---

[1] محمد عبد الهادي، **المرجع السابق**، ص:213.

[2] جورجيو توراكا، **تكنولوجيا المواد وصيانة المباني الأثرية**، تر: أحمد ابراهيم عطية، ط: 1، دار الفجر للنشر والتوزيع، القاهرة، 2003، ص: 220.

بالإضافة لذلك وجب استعمال اللون الفاتح في الطلاء كالأبيض، والذي ازدانت به بعض هياكل الطوب كجدران الأسطح، الأضرحة وكذا الواجهات. ومثال ذلك الجير، فاللون الأبيض يعمل على عكس الحرارة والتقليل منها، ومن هناك تكون حماية للهياكل من الأشعة الساقطة عليها[1]، على عكس الألوان الداكنة التي تعمل على امتصاصها. ومن الأحسن تجنب إغلاق الجدران الخارجية بالطلاء المحكم كالاسمنتي الذي يغير من طبيعة وميزات مباني الطوب.

2-2- مواجهة الأخطار البيولوجية:

يؤدي عدم التتبع والصيانة المستمرة للمبنى من استقرار عدد معتبر من الكائنات الحية فيه، ولمجابهة ذلك هناك حلول ترتبط بالوجود البشري في المساكن ووجود الإضاءة المستمرة، كما نقوم بنزع أعشاش الكائنات الحية من طيور ونحل وغيرها ميكانيكيا باليد، كالتشميع وسدّ الفجوات والغيران والفتحات التي يمكن اتخاذها كملاجئ من طرف تلك الكائنات، خاصة وأن الطوب مناسب لذلك، والعمل على تزويد المباني بالمصائد وسدّ الفتحات بأسلاك شبكية[2]، كما يمكن استخدام المعالجات الكيميائية الحارقة للأقدام والأطعمة السامة والمانعة للإخصاب والتكاثر، واستعمال المبيدات الحشرية من ماء وكحول إيثيلي، ماء ونشادر أو مسحوق ثالث أكسيد الزرنيخ* والملح بتركيزات مناسبة، وغير مضرة بمادة الطوب أو تبخير الأماكن المتضررة بأبخرة كبريتية[3].

كما يمكن أن يشبع التبن المستخدم في صناعة الطوب بمادة الكريوزوت كأسلوب وقائي وذلك بمعدل جزء واحد من الماء إلى أربعة أجزاء من التبن أي (جزء ماء + 4 أجزاء تبن) حتى يكتسب مناعة ضد الإصابة بحشرة النمل الأبيض[4].

ويراعى في معالجة النباتات السطحية طبيعة الطوب ونوعية النباتات، وذلك بطريقتين:

---

[1] شفق العوضي الوكيل وآخرون، **المناخ وعمارة المناطق الحارة**، ط: 3، عالم الكتب، القاهرة، 1989، ص: 58.

[2] عبد المعز شاهين، **المرجع السابق**، ص: 218.

* حسب تقرير المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم فإن مسحوق ثالث أكسيد الزرنيخ ذا فعالية كبرى كميا وزمنيا، حيث أبدت التجارب المقامة في معهد CSIRO باستراليا مدى مقارمته للأرَضة وخلاياها، حيث أن 1.75غ منه يقضي على مستعمرة بها 1.5 مليون نملة أرَضَة في أسبوعين.

[3] عبد المعز شاهين، **المرجع السابق**، ص: 217

[4] نفسه، ص: 232.

أ- نزع وقلع النبات مع ترك الجذور المتشبثة لفترة زمنية كافية لجفافه لعدم إلحاق الضرر بالطوب والملاط أو الطلاء بصفة اعتيادية وملء التجاويف والفراغات المحتمل نمو النبات فيها من جديد بملاط مناسب بعد تنقيتها وترطيبها.

ب- إبادة النباتات بالمحاليل الكيميائية خاصة المتسلقة التي تتطلب قطع جذرها الرئيس لتوقيف التغذية بالنسغ مع قطع عُقَد حبلها السري والقضاء عليها، وأما الأعشاب فترش بمبيدات كيميائية غير ذائبة في الماء بل في المذيبات العضوية بطيئة التبخر لعدم تجديد الإضرار بالطوب كالغليفوسات (Glyfosate) والثُّلوين المتميزة بالتسرب لأعماق الطوب والعمل على تقويته وتماسكه.

وكحل للاستخدام الضروري للنخل أو النباتات الشجرية جانب المباني وجبت مراقبتها ووضعها في أماكن تجنبها ملامسة جُدُر الطوب وتحول دون أخطارها، وعلى الأقل ببعد نصف طولها[1] وإلا فاجتثاثها أفضل. مع الإشارة أن قلع النخل لابد أن يتبع بنزع الجذع الأرضي والجذري كليا قدر الإمكان وملئه بالتربة المدكوكة، لأنه يتحول بسهولة إلى فراغات أرضية تكون سببا في حدوث انزلاقات وبالتالي تدهور البناء المجاور لها.

2-3- مواجهة الأخطار البشرية:

لمّا كانت الأخطار البشرية آكذ أخطار التلف بصفة عامة، فإيجاد حلول لها يتطلب جهودا مستمدة من درجة تلك الخطورة نفسها. والحفاظ على المظهر الخارجي للبناء الأصلي وأجزائه المتميزة المتبقية يتطلب الصرامة[2]، ويمكننا حوصلة ذلك من ناحيتين:

2-3-1- التدخل البنائي:

إن التدخلات المباشرة على المبنى الأثري يجب أن يحترم المادة البنائية الأصلية، خاصة وأن صناعة الطوب لا تلافي المصاعب، فهي محلية ولا يوجد العذر في إنتاجها، ومن ثَم يكون الترميم أو إعادة البناء منسجم مع ما يحيط به[3]. وأما عن التطورات العمرانية الحديثة؛ وجب تنظيمها وتنفيذها

[1] Yves BARET, **Op.Cit**, p : 56.

[2] المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم، **المرجع السابق**، ص: 339.

[3] السيد محمود البنا، **المدن التاريخية خطط ترميمها وصيانتها**، ط: 1، مكتبة زهراء الشرق، القاهرة، مصر، 2002، ص: 817.

بتآلف مع المباني التراثية[1]، وخاصة لما يتعلق الأمر بالتلوث البصري فلابد من مراعاة أبعاد الارتفاع أو العرض التي تحجب المباني القديمة[2].

2-3-2- الحيز الخارجي:

تطال القصور تدخلات أخرى غير بنائية، ولكنها تتعلق بالحيز العام الذي يحيط ويتواجد القصر به، فالممارسات التجارية كوضع اللافتات والملصقات أو ركن السيارات التجارية وكذا الأنشطة الثقافية يجب أن تنظم وتقنن، كما يجب الاعتناء بالمظهر الخارجي من نظافة وغيرها، التي تتطلب الرقابة الدائمة والإجراءات الفورية للحفاظ على ذلك[3]، والحياد عن ذلك يسهم سلبيا على المحيط العام للقصر كالتلوث البصري وغيره، لذا يمكن تخصيص أماكن خاصة مسموح بها بالقرب من أي موقع أثري[4]، شريطة أن تكون مدروسة.

ومن بين العناصر المهمة في حفظ ترميم وصيانة المعلم هو تأهيله الوظيفي في الحياة المعاصرة، فإعادة استخدامه وتأهيله وإدماجه في الحياة المعاصرة توظيفا ملائما يسهل في عملية صيانته وحمايته، كما أوضح ذلك ميثاق البندقية عن أهمية توظيف المعالم الأثرية[5]. فتعدد مرافق قصور تمنطيط المدنية والعسكرية والدينية يسمح لها بأن توضع في شتى المجالات وضعا يعيد لها نَفَس عمارتها، ومثال ذلك أن مساجد الطوب أجدر أن تقتصر على مصليات أحياء أو أن تخصص للمخطوطات محققة بذلك راحة للمصلين وجذبا للزوار المتمتعين. فدفات المخطوط الورقية والجلدية تتماشى وروح التراب والطوب على شاكلة الزمن واللون.

وكما سبق تبقى إشكالية التنسيق بين مختلف الجهات الفاعلة والوصية على هذا التراث، وتفعيل النصوص القانونية والتشريعية[6] إلى جانب عنصر التحسيس ضمانا لحفظه وتأدية دوره على الوجه اللائق به.

---

[1] السيد محمود البنا، **المرجع السابق**، ص: 818.

[2] المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم، **المرجع السابق**، ص: 338.

[3] أسامة محمود ابراهيم، **المرجع السابق**، ص: 134.

[4] المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم، **المرجع السابق**، ص: 340.

[5] السيد محمود البنا، **المرجع السابق**، ص- ص: 128-132.

[6] عز الدين بويحياوي، "المحافظة على التراث الوطني من وجهة نظر عالم الآثار"، **مجلة الثقافة**، ع: 16، الجزائر، 2007، ص: 20.

3- التدخلات على طوب المباني:

ونعني بها مختلف التدخلات المنفذة التي تناسب طبيعة هياكل مباني الطوب بتمنطيط مراعين حالة هياكلها ومركزين على طبيعة المناخ الخاص بها.

3-1- التدخلات التركيبية:

يمكن تحقيق تقوية تركيبة هياكل الطّوب باستخدام تقنيات وأساليب تمسّ لبنات الطوب مباشرة، وتعمل على خفض الأضرار بالمباني ونذكر منها:

3-1-1- تدعيم وتقوية الهياكل:

تختلف الأضرار في هياكل الطوب تبعا لدرجة عامل التلف، ما يتطلب أولوية تدخل دون آخر.

أ- الحقن:

تعدّ عملية الحقن من أهم التدخلات المباشرة الحديثة على قوالب الطوب وكذا مستويات مبانيه بهدف تقويته ولكن بدون خلق نقط صلبة، والتي قد تؤدي إلى إخلال التوازن بسلامة الهيكل فضلا عن وجود مضاعفات سلبية نتيجة تفاعلات غير مرغوب فيها بعد عملية التزاوج بين القديم والحديث[1] أو الأصيل والمعالج لتتحقق بذلك قابلية التمايز. وبالتالي لابد أن يكون الحقن مدروسا وخلال فترات، حيث نقوم بتقسيم الهيكل أفقيا ونبدأ من الأسفل ثم الأعلى مراعين طبيعة العناصر الداخلة في الهيكل باستخدام بعض الراتنجات والمقويات كما ذُكِر سابقا في مواجهة الأخطار الطبيعية أو البيولوجية.

وإضافة إلى المواد الذائبة في المذيبات العضوية كالتُّلوين يجب أن تكون مضادة لعوامل التلف الكيميائي[2] ومقاومة تأثيرات غازات التلوث الجوي والكائنات الحية كالإيثيل السيليكات المذابة في الزيلين (Ethyle Silicate Xylène).

ب- مقاومة الإجهادات:

لمقاومة إجهادات الشد في المباني الثقيلة والضخمة تستخدم الأخشاب وسعف النخيل بغرض توزيع اجهادات الضغط. كما يتم التدعيم البيْني (الداخلي) أو الضمني بإضافة توصيلات متنوعة بين هيكلي الطوب والذي يؤخذ فيه موضع الإضافة بعين الاعتبار، حيث نتجنب إلحاق الضرر بالهيكل خاصة الأماكن الهشة، أو نضيف المركبات المعدنية ذات الأشكال المختلفة (X، Y، T، S، I)، فعلى سبيل المثال توضع السيقان والروابط المعدنية في الملاط البيني أو على شكل شبابيك معدنية على

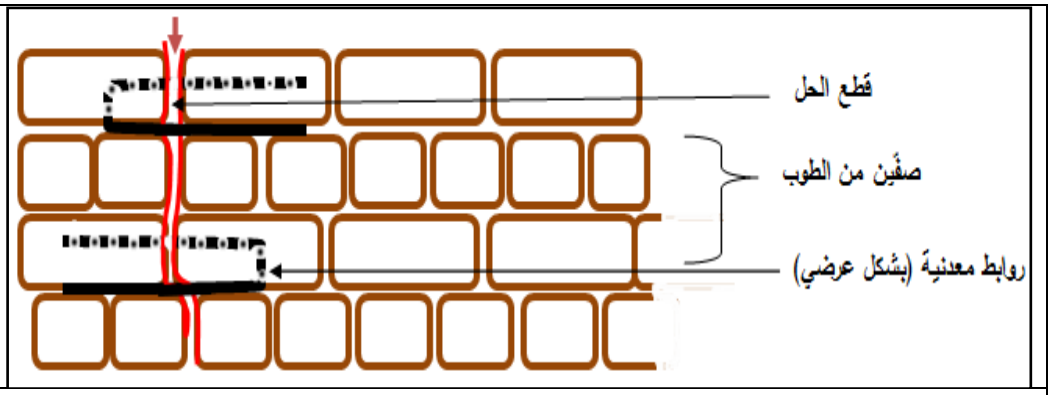
[1] عاصم محمد رزق، **المرجع السابق**، ص: 182.

[2] تشمل عوامل التلف الكيميائي الرطوبة، الحرارة، الضوء، الأكسجين والأشعة فوق البنفسجية. ينظر: محمد عبدالهادي، **المرجع السابق**، ص:178.

سطحه، أو توقيف أوتاد عمودية داخل جسم البناء[1]؛ بحيث يربط بين جزئين منفصلين من جدار لم تراعى فيهما طريقة الإنشاء، وبخاصة في قطع الحل حيث تقع لبنات الطوب فوق بعضها مباشرة؛ أي أن نهاية وبداية الطوب متماثلة فوق بعضها البعض أو متقاربة عموديا، وهي جد مفيدة أيضا في حال اهتزاز الهيكل أو المبنى.

ج- الشقوق والتصدّعات:

بخصوص تجنب خطر الشقوق والتصدعات في هياكل الطوب وجب تطهير محيط المبنى كالمصارف المائية وغيرها، وأما ترميمها فلابد من التأكد من سيرورة تغيراتها (الشقوق والتصدعات) فصليا أو سنويا، وفي حالة عدم وجود تطور في مستواها فيتم ملؤها بخلطة ملاطية مناسبة، إضافة إلى وضع قضبان حديدية غير قابلة للصدأ (Inox) المطلي بالجير وذلك لاسترجاع قوى الشدّ التي أدّت إلى تكوين الشق؛ في مستوى متعامد معه وعلى بعد متر واحد من جهتي الشق خاصة في الهياكل الكبرى[2] (الشكل 36) (كما ذكر مع صنف X، Y، T، S، I) وهي بمثابة دعائم ظاهرة.



الشكل 36: التدعيم بالتوصيلات المعدنية داخل هيكل الطوب (COIGNET J et L)

وأما عن انتفاخ الهيكل الطوبي أو تبطُّنه الذي تسببه الأثقال المفرطة فيتم التخلص منه عن طريق خفض الحمولات من على الهياكل وسدّ الجدران وإعادة البناء، كما يتم وضع شادّات (خشبة التثبيت Tirant) فيما بين الأجزاء المتضررة في الهيكل.

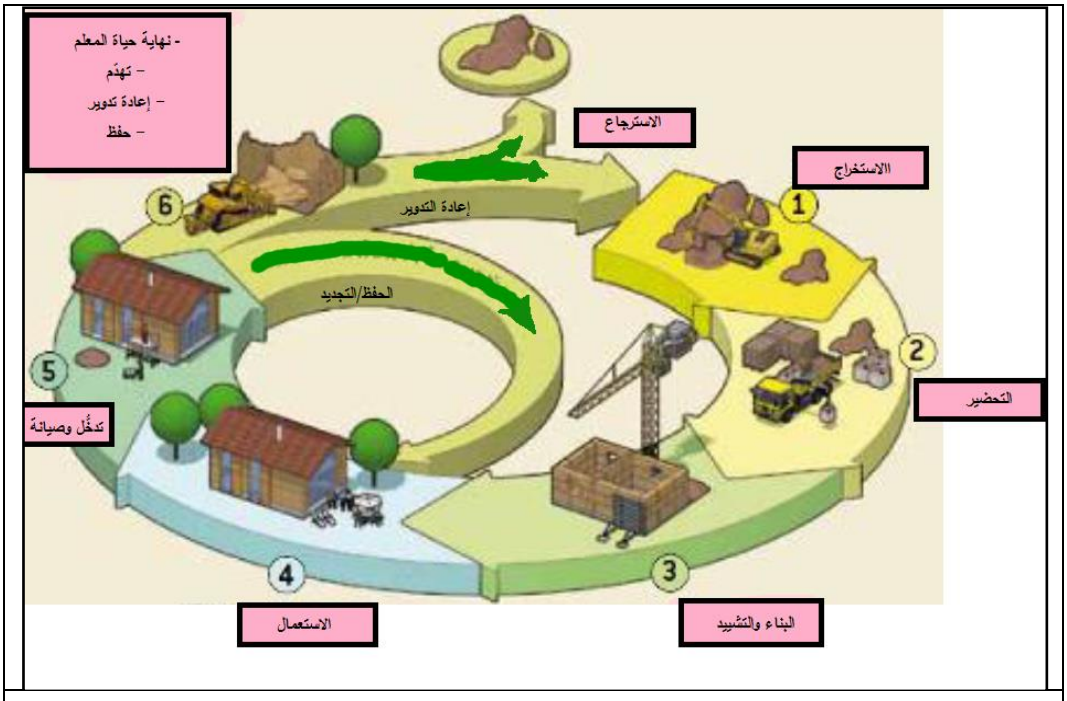
3-1-2- تجميع الهدم وإقامة البناء:

بعد الاطلاع على أرشيف الوثائق والصور والمتعلقة بالمعالم يأتي دور المرمم. فالقاعدة المعمول بها في ترميم الأطلال والمباني الأثرية هي صيانة ما هو موجود منها، وهذا لا ينفي

[1] Marcial BLONDET et al, **Earthquake-resistant Construction of Adobe building**: A TUTORIAL, Catholic University of Peru, 2011, p: 11.

[2] Jean et Laurent COIGNET**, la maison ancienne**, édition Eyrolles, Germain, Paris, 2010, p : 104

الاستغناء عن مادة البناء المنهدمة والمتناثرة والتي بموجبها يمكن إعادة البناء والدخول في دورة حياة المباني من جديد (الشكل 37).



الشكل 37: دورة مبنى من تراب. تعديل عن (PNR Livradois FOREZ)

ولمّا كانت القصور (أولاد امحمّد، أولاد علي بن موسى وتوفاغي) مختلفة من حيث مواد البناء (حجارة، تربة، خشب وغيرها)؛ وجب جمعها واستعمال ما صلُح منها في إعادة البناء، وما يهمنا هو الركام الطيني لإعادة استخدامه في الهياكل المعنية بذلك. فإذا كانت العناصر المجمَّعة تشكِّل اكثر من 50٪ من المبنى فالقواعد المعمول بها هي الاكتفاء بإعادة بناء ما يمكن تجميعه من عناصر المبنى و إلا فلا إعادة للبناء، مع أن مدارس الترميم اتفقت على إمكانية استخدام مواد البناء الحديثة و لكن في حدود ضيقة، تماشيا مع كمّ التجميع وربط العناصر وأن لا تغلب صفة الحداثة على البناء[1]، وكذا عدم استحداث عناصر جديدة وكل ما من شانه طمس خصائص البناء. ويكتفي المرمم على صيانة وتسوية المباني وتركها في أماكنها وتجميل محيطها خارجيا أو تحويلها إلى متحف مكشوف.

وكما سبق فإن المواد الطينية ومنها الطوب قابلة لإعادة الاستعمال (70–100٪)، ونظرا لأهمية الركام الطيني (الطوبي) الموجود بقصور تمنطيط فإن إعادة تجميعه كفيلة بتجديد بناء الهياكل

[1] عبد المعز شاهين، **المرجع السابق**، ص: 238.

وصناعة طوب من الركام نفسه من جهة، ومن جهة أخرى حتى وإن لم تتجاوز 50٪ إلا أنه يمكن إعادة صناعة لبنات لها نفس خصائص الطوب الاصلي، بل الأجدر تغليب أهمية طول حياة المبنى الطوبي أكثر من صفة الحداثة، ومن ثَمَّ فإن محدودية استخدام مواد البناء ترفض في هذه الحالة، والواجب هو توسيع مجال إدخال مواد حديثة تزيد من عمر المبنى في حالة التجديد والترميم. والبناء بالطوب يلغي صفة الحداثة من أصلها، إذ مجرد البناء به فهو تقليد.

وصفوة القول أنّ ميزة البناء بالطوب تجعل للمباني خصوصية تنفرد بها عن باقي المباني الأخرى، والمبتغى الأسمى هو إيجاد قصور محافظة على نمطها الطّوبي المتميز ومتماشية مع روح العصرنة.

3-2- التدخلات الإنشائية:

نقصد بالتدخلات الإنشائية إعادة البناء بنفس النمط والأسلوب الأصلي الذي أُنشئت به تجريبيا لغرض آني أو مستقبلي وهو حفظ المبنى.

3-2-1- التدخل على مستوى الهياكل القاعدية:

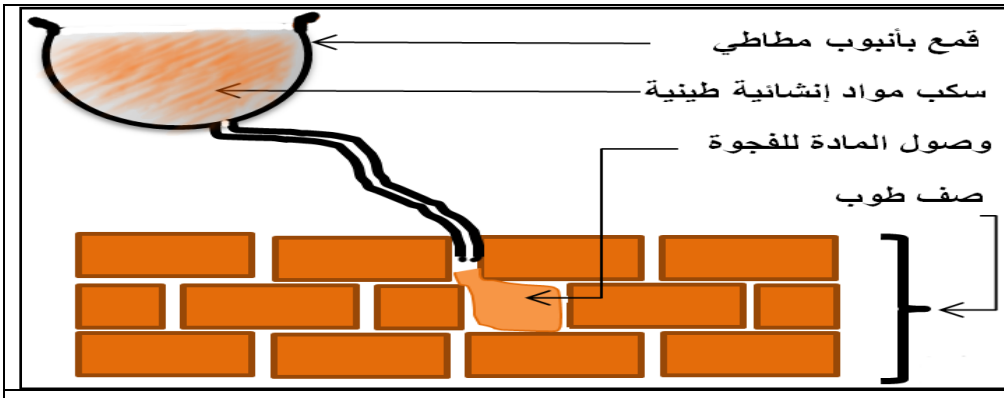
الهدف من هذا التدخل هو تقوية وتدعيم الأساسات والأجزاء السفلية (القاعدة) التي تليها، خاصة إذا كانت مطمورة تحت الارض والذي يتطلب بحثا منفردا ونوعيا يخصّ الجانب الجيوتقني. ونجد منها:

أ- التدعيم بالمواد الطينية:

توجد الفراغات على في المباني الطينية على أشكال، فمنها ما تحتاج إلى ترميم بمواد جافة كالطوب خاصة الظاهرة منها (فوهات)، وأخرى تستوجب مادة طينية سائلة تنفذ إلى أغوار الفجوة.

ب- الحقن بالضّخ:

ونقصد بها ضخ مواد انشائية غروية ذات أصل طيني مناسبة للمادة البنائية داخل المسامات والفراغات الموجودة بالأساسات والجُدُر خاصة جد متضررة أو الهشة منها، وذلك بعد عملية التنظيف لإظهار فجوات ناجمة عن تلف المواد الرابطة بين كتل الطوب، ويكون باستعمال الضخ يدويا حيث يستخدم وعاء أو قمع به خليط المواد الانشائية مزود بأنبوب مطاطي يسمح بالدخول للأماكن المستهدفة بالحقن (الشكل 38). وقبل السكب يتم مسبقا خلط المادة في إناء آخر باليد أو بخلاط كهربائي بإضافة الماء للحصول على خليط متجانس.



الشكل 38: الحقن اليدوي للمواد الانشائية الطينية

وتضمن هذه الطريقة استبعاد الانهيار أثناء الحقن بعيدا عن استخدام آلات ميكانيكية قد تحدث أثرا للمبنى المتضرر باهتزازها، زيادة إلى إمكانية التحكم في سكب المادة الغروية وضبط وصولها للفراغات بواسطة الأنبوب المطاطي، كما يمكن رؤية خروج المادة من الجهة المقابلة أو المجاورة لجهة السكب ومن ثَمّ يتم سدّ منافذها مما يجعل الامتلاء التدريجي للفجوات مساهما في تماسك وترابط الأجزاء الداخلية البينية للطوب والجدار معا.

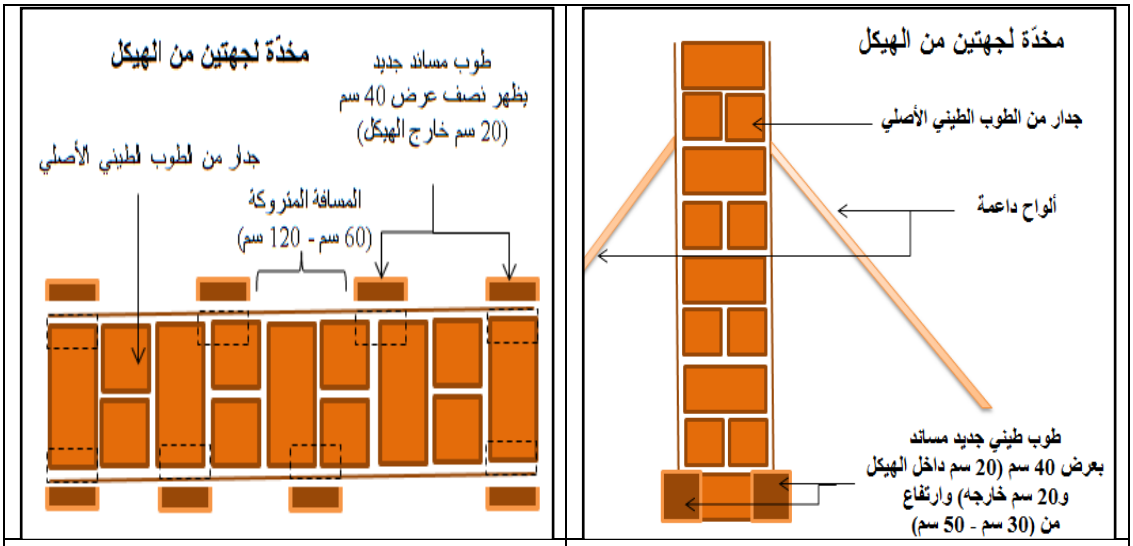
ج- التغيير والاستبدال:

في حالة ضرورة استخدام الطوب في الأساس وخاصة تحت الأرض؛ فلابد من ردمها بالرمال الناعمة كما وُجِد بمدينة الشارقة، والتي أوضحت أسسا طينية في شكل صفوف ذات ارتفاع يتراوح ما بين (40-60 سم)[1].

وأما عن تدعيم سمك قاعدة طوب قليلة التضرّر فيكون باستعمال أسلوب المساند أو المخدّات، وذلك بزيادة نصفه (السمك) من الجهتين على طول الجدار الحامل، حيث يتم بناء صف أو صفين بمقدار (15 - 20 سم) عرضا و(30 - 50 سم) ارتفاعا تبعا لحالة الهيكل مع أخذ بعين الاعتبار طبيعة المادة البنائية بدقة وموقع المبنى ومختلف الأثقال المحمولة وميلانها لاختيار نموذج المساند. وتزيد الصفوف المضافة عرض القاعدة في الجدران أو الأسس، ومن الأفضل وضع ألواح داعمة وواقية نظرا لاحتمالية اتكاء الجدران أو الهيكل أثناء الترميم شريطة أن لا تؤثر بثقلها عليه.

ويتم الاستبدال في الأساسات جزئيا بترك مسافة ما بين (60 - 120 سم) طولا حسب الحاجة، ونقوم بإدخال الطوب الجديد بعد وضع ملاط طيني مناسب للالتحام مع الأساس الأصلي (الشكل 39). ويمكن استعمال هذه الطريقة في حالة التضرر الكلي لكن مع الحذر الشديد.

[1] عبد الستار العزاوي، **المرجع السابق**، ص: 50.

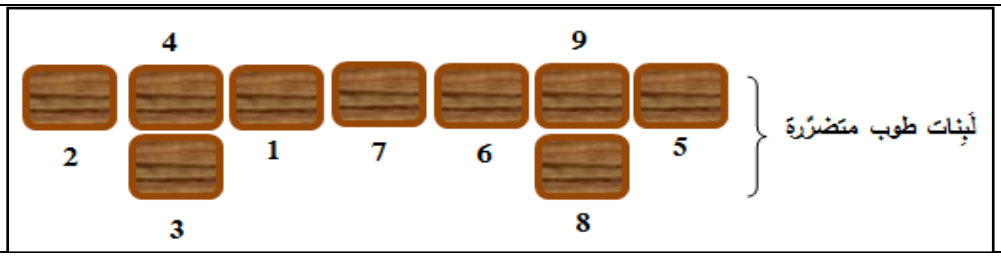


مقطع عمودي | مقطع أفقي

الشكل 39: تدعيم الأجزاء القاعدية والأساسات بالمساند (المخذّات)

أما في حالة ما إذا كانت القاعدة متضررة كليا؛ فبعد حساب الحمولة ومقاومة الأرضية يمكننا تجزئة الأساس، وهذا بشرط ألا تخضع الأرضية لضغوط جانبية تُفقدها الاتزان، وأن تكون بمعزل تام عن وجود المياه خلال كل مراحل التغيير القاعدي.

ويجب أن يتم استبدال أجزاء الطوب فيها جزءا بجزء ويشترط مرحلية استبدال الاجزاء المتتابعة القصيرة واجتناب قدر الامكان الاستبدال للجزئين المتجاورين[1] وهو ما يعبّر عنه بلمسة البيانو (الشكل 40)، مع مراعاة عدم التسرع في وتيرة الاستبدال. كما يتم حقن تربة البناء بواسطة السيليكات والملح غير ألكينية وهي مكلفة.



الشكل 40: مرحلية الاستبدال الكلي في قاعدة طوب متضرر (FROIDEVAUX Y.M)

د- التدعيم بالمواد غير الطينية:

تعتبر الأساسات عامل التحكم في ارتفاع الهياكل فهما يتناسبان طرديا، وقد غلب استخدام الأحجار منذ القدم في أسس مباني الطوب مراعاة للمتانة.

[1] Froidevaux Y.M, **Technique de l'architecture ancienne**, Mardaga, Bruxelles, 1986, p : 158.

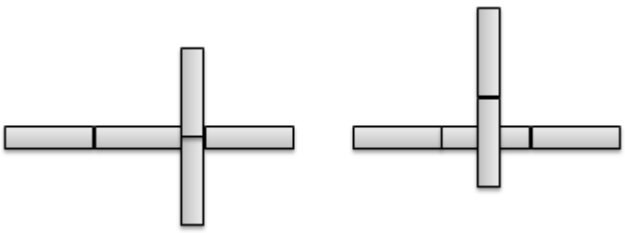
وللتقليل من فعل الخاصية الشعرية في الحالات التي تفرض المياه الأرضية وطأتها كقرب مصادر مائية تستخدم الأحجار والأخشاب، وفي هذه الأخيرة لابد أن تكون الأمور جد مدروسة من اختيار الأجود منها وغير قابلة للتسوس على طول الزمن، وهذه إحدى سلبياتها مما يعرضها للتلف أو فقدان توازن الهياكل المبنية فوقها.

وهناك طريقة أنجع تناسب مناطق قصور تمنطيط على غرار توات عامة، وقد وافقت الاستعمال قديما حيث تُتّخذ الأحجار في بناء الأساسات وقواعد الجدران ك(التافزا) وهي أحجار مسامية ولكنها تعمل عمل الاسفنج، حيث تقوم بامتصاص المياه ومقاومة تأثيره ثم يتم فوقها التشييد بالطوب.

هـ- اختيار تقنية الرّصّ في بناء الهياكل:

بهدف بناء هياكل أو مباني طوب متينة إنشائيا ومنتظمة مظهريا لا بد من اختيار طريقة الرّصّ لوحدات الطوب في صفوف مرتبطة ارتباطا وثيقا فيما بينها، كما أن نوع الهيكل هو الذي يحدد عملية الرص، فالأسوار ليست كالجدران والإنشاءات الداخلية ليست كالواجهات. (الجدول 54)

الجدول 54: طرق ربط صف الطوب لتمتين الهياكل

نوع البناء	الصف السفلي والعلوي
جدار مبني بطريقة شناوي	
جدارين متقاطعين (T)	
جدارين متقاطعين (+)	
جدارين متعامدين (L)	
جدارين متقاطعين (زاوية حادة)	

Activer Windows
Accédez aux paramètres de l'

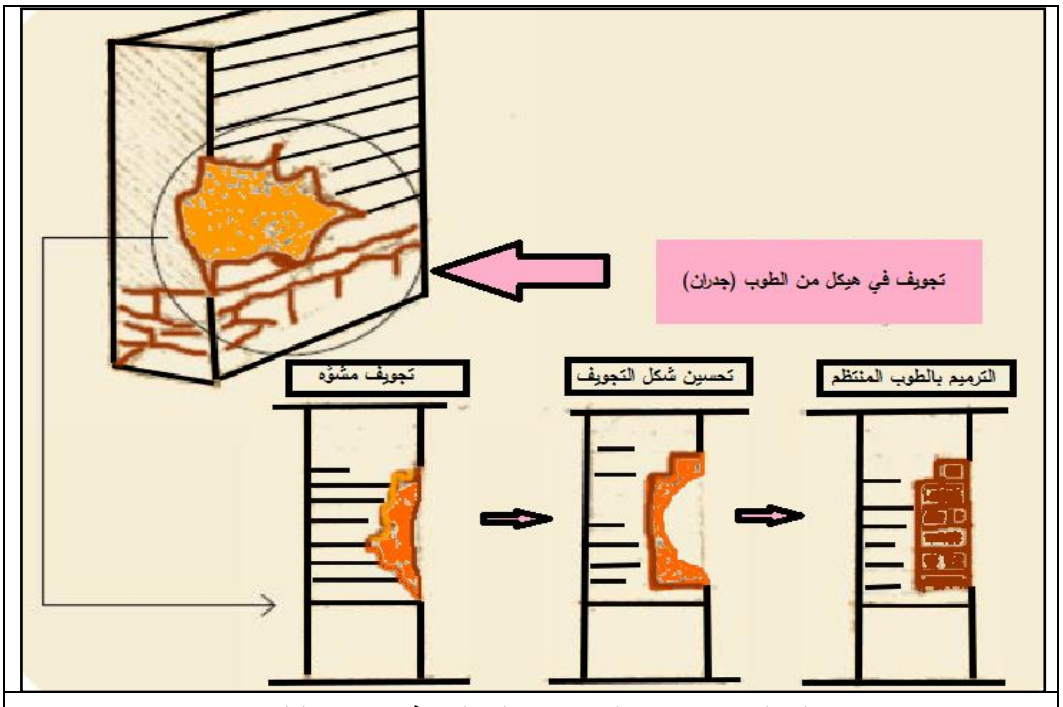
ومراعاة للمتانة يعتمد البناء على الأوجه ذات الأسطح الكبيرة في لبنة الطوب (الطولXالعرض) وتوجد بعض الهياكل التي لا تستوجب ذلك كالزخارف، كما يشترط عند الرّصّ تفادي قطع

الحل، ومن ثم فإن عملية رصّ الطوب المستخدمة في أساليب الإنشاء جد هامة، أولى لها الاقدمون عناية بالغة من أجل إنشاء مبان متينة ومقاومة لعوادي الزمن.

3-2-2- ملء التجاويف في هياكل الطوب القائمة:

قد تكون أعمال الصيانة للطوب في المبنى سيئة، فهي مثبته بصفة جافة وبالتالي يمكن إصلاح هياكلها بدون مشاكل السَّحْب الجاف. ولإصلاح التجاويف يتم تركيب دعائم أفقية في القاعدة والأعلى وعمودية في الجانبين (محيطة بالتجويف) لإعطاء صيانة فعالة للهيكل، بحيث يتيح نزول أثقال الأحمال (الفوقية) ونقله بشكل صحيح إلى الجزء الأسفل، ولا بأس من اتباع الترميم الذي يُعْنى بفقد أجزاء من البناء الأصلي ومن ثَّمّ التهديم الجزئي لإظهار الجزء المتضرر جيدا وهو ما يسهم في عملية إصلاح وصيانة مثلى بطوب منتظم.

بعد تنظيم الهدم لابد من ترطيب التجويف قبل ملئه بالمادة الطوبية ليتم الربط والالتحام الجيد بين الجزء المبني بالطوب والجزء السليم. (الشكل 41).



الشكل 41: ترميم التجاويف والفراغات في جدران الطوب

وفي حالة إذا كان الجزء السفلي للهيكل الطوبي متضرر بالكامل، فإن الحفر في هذا المستوى يتعدّد مع ترك بعض أجزاء هيكل الطوب بدون حفر للحفاظ على عدم انهياره.

3-3- تدخلات جانبية:

وهي بمثابة تدخلات غير مباشرة على الطوب ولكن تساهم في ثباته وتماسكه والحفاظ عليه لاتصال عناصرها به مباشرة، وتساير التدخلات هذه عملية استبدال الطوب، كما قد تكون قبله وبعده ونذكر منها:

3-3-1- السُّقُــف:

يتم تغيير السقف المتضررة بنفس المواد الأصلية أو بأحسن منها شريطة محافظتها على أصالة البناء، حيث يعدّ النخل بأجزائه عنصرا مهما في عملية التسقيف وتغطية المباني الطوبية، وذلك برصّها مع بعضها جنبا إلى جنب، كما يجب تفادي وضعها في مستويات تسهل من انزلاقها أو دخولها في الفتحات الواسعة بين الآديات والشّناويات التي تحوي قطع الحل، فالمباني الخالية من هذا القطع يتوزع عليها ثقل السقف وهي أحسن من ذات القطع، مع مراعاة وضع الروافد عند تغطية المساحات والفتحات الكبرى كتمديد جذع نخلة فوق هيكل الجدار، ويتم إسناد باقي الجذوع المتماثلة فوقه بالتساوي، وبعد التسقيف تتم التسوية السطحية بإحكام.

مع الاشارة إلى عدم تجاوز جذوع التسقيف للهياكل المبنية خارجيا، فكما يجب أن توضع بشكل مناسب يضمن عدم انزلاقها كذلك يجب ألا تتجاوز الأبنية المغطاة، مما قد يشكل وسيلة يسيرة لتلف وانجراف الطوب اللبن بسهولة تحت تأثير الأمطار أو المياه السطحية، وهذا ما يجب استبعاده أيضا في وضعية الميازيب وكذا الأعمدة المعدنية الثقيلة.

3-3-2- ملاط الربط:

يتقارب تركيب وخواص الطوب اللبن مع ملاط ربطه، فهذا الأخير يعطي تجانسا للبناء، وهو بذلك يؤدي دورا من الناحية الجمالية كما الوظيفية (الربط). وحتى يعزَّز الملاط تتم إضافة مكونات عضوية مثل الالياف النباتية وروث البهائم؛ وأخرى غير عضوية كبعض الأحجار وهيدروكسيد الكالسيوم $Ca(OH)_2$. وتتوقف مكونات الملاط على العناصر التي تدخل في تحضيره وما يوفره المحيط المباشر والتي تكون على مقربة مكان المعلم المراد بناؤه[1]، كما يشترط في ملاط الربط :

[1] كمال مدّاد، **"الأسوار الدفاعية البيزنطية لمدينة تبسة"**،
Nouvelles de l'archéologie Algérienne NAA, N^0 1, publication du centre national de recherche en archéologie CNRA, Algérie, 2018, p : 44.

– أن يكون متقاربا في خصائصه مع الطوب.

– ألا يكون أقوى منه حتى لا يعجل تلفه، كاستخدام ملاط اسمنتي له معدل انكماش وتمدد مختلف كثيرا عن الطوب.

– احترام المسافة المخصصة لملاط الربط بين الطوب اللبن (12–20 مم) حتى تكون الأثقال موزعة بالتساوي على كامل الهياكل الطوبية.

3-3-3- طبقات الطلاء:

تغطى هياكل الطوب بطبقة من الطلاء ذات معايير تركيبية كالمدروسة لأولاد اهمالي، وهو ما يضمن حماية جزئية لها، إلى جانب تنفيذ بعض الزخارف عليها أيضا. وقبل إضافة الطلاء لابد من فصل المتضرر منه والطبقات الكاذبة (الناجمة من عدم انسجام الطلاء مع الطبقة الأصلية) واستبداله بآخر ذو قوام أحسن، ونجد أنواعا عديدة منها الطلاء الطيني، الجيري، الطيني الجيري....الخ، وهذه الطلاءات بمثابة طبقات جديدة للهياكل الطوبية. مع الإشارة إلى تجنب استخدام الطلاء الطيني الجبسي (كبريتات الكالسيوم) خاصة في الأوجه الخارجية وبالجهات المحاذية للواحات والمتميزة بالرطوبة لأن الجبس يذوب ببطء في الماء ولا يحبّذ استخدامه في الأسطح المكشوفة في الأجواء الرطبة[1].

كما أن نتائج التحاليل بالنسبة لنسب مكونات الملاط التجريبي لها الفعالية والقابلية للتطبيق في مختلف هياكل ومباني الطوب.

4- اقتراح خريطة أثرية للمنطقة:

تكون الخريطة الأثرية مصدرا للدارسين اللاحقين في معرفة الأغوار المختفية من قصور مندثرة، وكذا تطوير ميكانيزمات البحث الأثري والتاريخي باستخدام أحدث التقنيات التكنولوجية واستدعاء باحثين مختصين في العلوم المساعدة لعلم الآثار[2]، ولا شك أن ذلك يتطلب عملا مزدوجا بين الجانب النظري والتطبيقي، كاستعمال وسائل حديثة من رقمنة المعطيات المتعلقة بالتراث المادي وكذا إدخال نظم المعلومات الجغرافية في عملية الجرد.

[1] جورجيو توراكا، **المرجع السابق**، ص: 143.

[2] رابح حاجي ياسين وحميدة فورالي ، **المرجع السابق**، ص: 48.

خلاصة:

في سبيل صيانة قصور تمنطيط وبالضبط المبنية بالطوب منها ركزنا على عنصرين هامين لا انفكاك بينهما، نظري وتطبيقي. فهذا الأخير قمنا فيه بإعداد طوب مناسب للترميم بمرجعية لعينات أصلية مصدرها هياكل مباني قديمة من قصور تمنطيط وبماء حنفية للخلط، وأجرينا الاختبارات الأساسية خاصة الميكانيكية ومنها الضغط والشد معتمدين على النسب التجريبية المحصّلة، مع الاستفادة من تجارب مشابهة للبيئة الصحراوية.

ونظرا للميزة البيئية لتمنطيط (البيئة رطبة في مناخ صحراوي) ركزنا على تربة أصلية مسترجعة، كما قدمنا حلولا لزيادة القوام ولكن معظمها مكلف، لذا أخذنا بعين الاعتبار خصوصية وفرة المادة الأولية. وأسبقنا ذلك بإعطاء اقتراحات وحلول نظرية عامة أخرى لصيانة وحفظ تراث الطوب تشمل المشاكل الطبيعية والبيولوجية مركزين فيها على عنصر التحسيس كحلّ فعال.

خاتمة عامة

خاتمـــة:

يقود الإلمام بالمواضيع ذات الصلة بالمواد الخام البنائية عموما وبالطين على وجه الخصوص إلى المعرفة الجيدة والشاملة بالطوب أحد مكونات مباني قصور تمنطيط وعلاقتها مع المحيط، ومن ثَمّ ضرورة القيام بالتشخيص والترميم الملائم حسب مقاييس علمية ملائمة للصيانة المثلى، والمجيبة لإشكالية بحث الدراسة التحليلية والصيانة لمباني الطوب بتمنطيط.

وقد توصلنا من خلال ذلك إلى جملةِ نتائج أهمها:

– احتواء تمنطيط على غرار القصور الصحراوية عددا كبيرا من العناصر المعمارية كالعقود والأقبية والسلالم والمداخل. كما وُجدت أيضاً بعض الزخارف المتنوعة منفذة على الطين كالنباتية والهندسية، في حين نلمس ندرة الكتابات التأسيسية.

– استخدام مواد مختلفة في البناء، فبالإضافة إلى استعمال الحجر أُدخل الطوب في تشييد هياكل مختلفة كالجدران والأسوار والأبراج والركائز وغيرها، كما استُخدِم خشب النخل فى روابط بين مداميك الحوائط وعمل أسقف السلالم.

– يعتبر البناء بالطين عامة وبالأخص الطوب ذو فائدة كبيرة خاصة على صحة الانسان، فضلا عن ميزاته البنائية المتنوعة.

– هياكل القصور بتمنطيط متباينة درجة التلف ومرحلة تشخيصها جد هامة، ولكن جلّها في حالة متقدمة من التدهور.

– تتداخل عوامل تلف متعددة في التأثير على الطوب كالطبيعية والبيولوجية، والتي تولدت عنها أضرار عديدة، ونذكر منها الرياح، وجود الأملاح ونفاذية المياه إلى هياكل مباني الطوب في نماذج القصور المذكورة، ولكن أشدّها وطئا هو العامل البشري بالرغم من تصنيفها ضمن التراث الثقافي الوطني.

– بالرغم من الإعداد غير المدروس للطوب البنائي قديما وحديثا لوحظ أن الخصائص التركيبية للعينات الأصلية أحسن قواما من الترميمية الحديثة، مما حذا بنا أخذ الأصلية مرجعا لتقليد طوب الترميم.

– وجود توافق بين نتائج مختلف التحاليل المتخذة في الدراسة، وقد دلّت بأن عينات الطوب ذات تربة مختلفة القوام يغلب فيها الرمل والطين، كما أن لها تقاربا في المحتوى مع الملاط المستخدم.

– معظم الترميمات الطارئة في تمنطيط سواء المبرمجة وغير المبرمجة وصَمَتْها سرعة وتيرتها من دون اتخاذ هدف محدد مما غيّر مسار الترميم المعمول ولم تمس الجوهر الأصلي وهو المادة البنائية بالدراسة الدقيقة.

– تدعيم الأجزاء المتضررة يكون عن طريق المعالجة التركيبية والاصلاحات الانشائية، وتبعا لنوعية التلف يكون نمط التدخل، فبعض الهياكل يفي التغيير فيها جزئيا ومنها ما تستلزم الاستبدال كليا.

وصفوة القول في مثل هذه الدراسات التحليلية أنها تقتضي الإلمام بالعديد من المعارف المتداخلة كالجوانب التاريخية والعلمية، وهي لا تقتصر على الهياكل المعمارية المركبة للمباني فقط؛ ولكنها تستوجب مشروعات ترميمية مدعومة ماليا في سبيل إعادة التهيئة والاعتبار. وعنصر التحسيس وتوريث مهارة الترميم والصيانة غير كافية؛ بل لابد من إقحام الجانب المخبري المتخصص قدر الإمكان والمساعد في تحليل عينات البناء لإعطاء نتيجة حقيقية مجدية، واستعمال الأجهزة الفعالة ومسايرتها تقنيا في هذا الجانب.

وتعدّ الالتفاتة المقدمة للجهات الوصية والمتمثلة في طريقة معالجة وصيانة المباني بما فيها الهياكل وتقوية الطوب بها عملا تقنيا قابلا للممارسة، يقابله عدم التدخلات العشوائية على السطوح والهياكل البنائية، وكذا التغييرات الجوهرية بداعي التّماشي وروح الاستدامة، مما يخلط أوراق الترميمات بصفة عامة.

وانطلاقا من نتائج الدراسة يمكن طرح التوصيات التالية:

– التركيز في بناء القصور الصحراوية على المواد المحلية عامة والطوب خاصة تماشيا مع النمط البيئي للمنطقة. ولا يتأتّى ذلك إلا بالمزاوجة بين العمل المخبري العلمي والاستفادة من الخبرات السابقة لحصول اقتران الجانبين النظري والتطبيقي.

– تأسيس مراكز تعليمية ومهنية لتوريث البناء بالطوب والتدريب على استخدامه ومعرفة السبل الكفيلة بصيانته، إضافة إلى البحوث الأكاديمية والمهنية المتخصصة وتشجيع الروح التنافسية خدمة لتطويره.

– إعداد أجيال تحمل على عاتقها مسؤولية الحفاظ على التراث المحلي والايمان بالفكر الترميمي بعد الانشائي من منطلق ذاتي، والوعي بأهمية هذا الموروث الثقافي الهام. ويدعِّم ذلك إرادة سياسية تكفل وتتابع وتيرة تنفيذ البرامج والمشاريع الخاصة به من ترميم وبناء وصيانة.

– تفنيد كل ما من شأنه الانقاص من أهمية البناء بالطين والدعوة إلى تطوير وابتكار أفكار انشائية تتماشى والطابع المحلي. ولابد من التأكيد على أن البناء أو استخدام مادة الطين ليست نظرة رجعية بالعمارة إلى الوراء؛ بل الدعوة إلى تطوير صناعته واستعماله كأداة ضرورية في التنمية المستديمة.

– الاعتماد على عنصر التحفيز المعنوي كأهم رافد تحسيسي وتوعوي في الحفاظ على البناء بالطين، وإقامة المعارض والمحاضرات وحلقات النقاش الخاصة بذلك، ويكون للمجتمع المدني اليد الفاعلة فيه، كالجمعيات الثقافية والعلمية التي تمتلك الدور الفاعل في زيادة الترسانة التحسيسية بالبناء الطيني.

– إلقاء المسؤولية على عاتق الملاّك بدون الاعتماد على المدد المادي، وإن كان ولابد فينبغي أن تنال حصص المشاريع الاقتصادية كالحرفية السياحية والفندقية المحلية النصيب الأوفر، وتتماشى وهدف التنمية المستدامة حفاظا على الأصل وضمانا للأجيال اللاحقة.

وأخيرا فإن معالجة وصيانة مباني الطوب بتمنطيط كغيرها من القصور باعتبارها موروثا ثقافيا مبنيا ثمينا تتطلب تحديد أهداف وأبحاث علمية متكاملة مقرونة بمشاريع واستثمارات مالية ومدعومة بقرارات سياسية لرد الاعتبار لها وانتشالها إلى أحسن وجه.

قائمة

المصادر والمراجع

- **المصادر والمراجع باللغة العربية:**
  - ❖ **القرآن الكريم، رواية حفص عن عاصم.**
- **المصادر:**

1- ابن بابا حيدة بن عبد الرحيم (محمد الطيب)، **القول البسيط في أخبار تمنطيط.** تحقيق: فرج محمود (فرج)، ديوان المطبوعات الجامعية، المؤسسة الوطنية للكتاب، الجزائر، 1977.

2- ابن منظور جمال الدين (محمد)، **لسان العرب**، الجزء الثالث، الطبعة الأولى، دار صادر، بيروت، لبنان، 1993.

3- أبو العرب ابن أحمد بن تميم (محمد)، **كتاب علماء إفريقية**، نشر: بن أبي شنب (محمد)، تح: الشابي (علي) وحسن اليافي (نعيم)، الدار التونسية للنشر، تونس، 1968.

4- البكري (محمد)، **مخطوط درة الأقلام في أخبار المغرب بعد الإسلام**، خزانة تمنطيط بأدرار، الجزائر.

5- بن خلدون (عبدالرحمان)، **كتاب العبر وديوان المبتدأ والخبر في أيام العرب والعجم والبربر ومن عاصرهم من ذوي السلطان الأكبر**، الجزء السادس، دار الكتاب اللبناني، بيروت، لبنان، 1987.

6- بن طولون (محمد)، **الأحاديث المائة المشتملة على مائة نسبة إلى الصنائع**، تحقيق: السعدني عبدالحميد (مسعد)، دار المعرفة، الدار البيضاء، المغرب، دون تاريخ.

7- الرازي (محمد)، **مختار الصحاح**، ضبط وتخريج وتعليق مصطفى ديب البغا، الطبعة الرابعة، دار الهدى، الجزائر، 1990.

8- السعدي (عبد الرحمان)، **تاريخ السودان**، مطبعة هوداس، باريس، 1964.

9- بلعالم (محمد باي)، **الرحلة العليّة إلى منطقة توات لذكر بعض الأعلام والآثار والمخطوطات والعادات وما يربط توات من الجهات**، دار هومة، الجزائر، 2005.

- **المراجع:**

1- ابراهيمي (ك)، **تمهيد حول ما قبل التاريخ في الجزائر**، ترجمة: شنيتي (محمد البشير) وبورويبة (رشيد)، سحب الطباعة الشعبية للجيش، في إطار الجزائر عاصمة الثقافة العربية – وزارة الثقافة، الجزائر، 2007.

2- أبو القاسم (سعد الله)، **أبحاث وآراء في تاريخ الجزائر**، المؤسسة الوطنية للكتاب، الجزائر، 1986.

3- أشرف (فاروق)، **فن النحت والاستنساخ**، الطبعة الأولى، دار القاهرة، مصر، 2002.

4- أمين محمد (محمد) وابراهيم علي (ليلى)، **المصطلحات المملوكية في الوثائق المعمارية (648-923) هـ،(1250-1517) م**، دار النشر بالجامعة الامريكية، القاهرة، 1990.

5- باخة ديل بوثو (بيريخينا)، **علم الآثار وصيانة الأدوات والمواقع الأثرية وترميمها**، ترجمة غنيم (خالد)، بيروت، لبنان 2003.

6- باري (محمد فاضل) و كريدية (سعيد إبراهيم)، **المسلمون في غرب إفريقيا، تاريخ وحضارة**، الطبعة الأولى، دار الكتب العلمية، بيروت، لبنان، 2007.

7- باسيليو بابون(مالدونادو)، **العمارة في الاندلس (عمارة المدن والحصون)**، ترجمة منوفي علي (ابراهيم)، المجلد الثاني، الطبعة الثانية، المجلس الأعلى للثقافة، القاهرة، 2010.

8- بالو(ليونال)، **الجزائر في ما قبل التاريخ** ، ترجمة: محمد الصغير غانم، عين مليلة، دار الهدى، 2005.

9- بكري (عبدالحميد)، **النبذة في تاريخ توات وأعلامها من القرن 9 إلى القرن 14الهجري**، دار الهدى للطباعة والنشر، عين مليلة، 2005.

10- بن عبد الله (نور الدين)، **العمارة التقليدية لمنطقتي توات الوسطى والقورارة**، الطبعة الأولى، مكتبة النهضة المصرية، القاهرة، 2013.

11- بن عميرة (محمد)، **دور زناته في الحركة المذهبية بالمغرب الاسلامي**، المؤسسة الوطنية للكتاب، الجزائر، 1984.

12- بن قربة (صالح يوسف)، **علم الآثار والهوية المغربية**، دار الهدى عين مليلة، الجزائر، 2012.

13- البنا محمود (السيد) ، **المدن التاريخية خطط ترميمها وصيانتها**، الطبعة الأولى، مكتبة زهراء الشرق، القاهرة، مصر، 2002.

14- بوعزيز (يحي)، **ثورات الجزائر في القرنين التاسع عشر والعشرين**، الجزء الأول، الطبعة الثانية، منشورات المتحف الوطني للمجاهد، الجزائر، 1996.

15- بيرتون (بيخ)، **البرج في العمارة الإسلامية الحربية**، ترجمة إبراهيم خورشيد، عبدالحميد يونس وحسن عثمان، دار الكتاب اللبناني، بيروت، لبنان، 1981.

16- تابت صليب (مرفت)، **تأثير المياه الجوفية على المباني الأثرية**، الدار العالمية، الجيزة، مصر، 2005.

17- توراكا (جورجيو)، **تكنولوجيا المواد وصيانة المباني الأثرية**، ترجمة: أحمد ابراهيم عطية، الطبعة الأولى، دار الفجر للنشر والتوزيع، القاهرة، 2003.

18- الجبالة (رامي) وخطاب (عامر)، **التصميم**، مكتبة المجتمع العربي، 2006.

19- جودي حسين (محمد)، **الفن العربي الإسلامي**، الطبعة الأولى، دار المسيرة للنشر والتوزيع، عمان، 2007.

20- حجيج (علي) ومفتاح (سعيدة)، **المسار التاريخي للتطور العمراني لمدينة الجزائر خلال الفترة ما بين 1830 – 1999، دراسة نظرية تطبيقية حول التنظيم العمراني**، مؤسسة كنوز الحكمة، الجزائر، 2011.

21- حملاوي (علي)، **نماذج من قصور منطقة الاغواط**، المؤسسة الوطنية للفنون المطبعية وحدة الرغاية، الجزائر، 2006.

22- خلف الله (بوجمعة)، **العمران والمدينة**، دار الهدى للطباعة والنشر والتوزيع، عين مليلة، الجزائر، 2005.

23- دبس (محمد)، **إنشاء البيت السكني**، دار الأنس للنشر والتوزيع، 1998.

24- الدراجي (بوزياني)، **القبائل الأمازيغية أدوارها، مواطنها وأعيانها**، الجزء الأول، دار الكتاب العربي، الجزائر، 2007.

25- الريحاوي (عبد القادر) ، **ترميم المباني التاريخية**، منشورات عامة للآثار والمتاحف، دمشق، سوريا، 1972.

26- الريحاوي(عبد القادر)، **المباني التاريخية، حمايتها وطرق صيانتها**، منشورات المديرية العامة للآثار، دمشق، سوريا، 1972.

27- زبادية (عبد القادر)، **الحضارة العربية والتأثير الأوروبي في إفريقيا الغربي جنوب الصحراء**، المؤسسة الوطنية للكتاب، الجزائر، 1989.

28- الزهراني (عبد الناصر) وغنيم أبو الفتوح (محمد)، **ترميم الآثار المعدنية وصيانتها**، دار جامعة الملك سعود للنشر، الرياض، المملكة العربية السعودية، دون تاريخ.

29- الزهراني (عبد الناصر) وغنيم أبو الفتوح (محمد)، **كيمياء الترميم والصيانة**، دار جامعة الملك سعود للنشر، الرياض، المملكة العربية السعودية، 2015.

30- سطاس راتب (محمد) وأندرواس (مسعود)، **مواد البناء واختباراتها**، الديوان الوطني للمطبوعات الجامعية، الجزائر، 1992.

31- سعدون (نصر الله)، **دولة المرابطين في المغرب والأندلس عهد يوسف بن تاشفين أمير المرابطين**، الطبعة الأولى، دار النهضة العربية للطباعة والنشر، بيروت، 1985.

32- سميثيز (ك.و)، **أسس التصميم في العمارة**، ترجمة محمد الحصين، جامعة الملك سعود للنشر العلمي والمطابع، الرياض، 1998.

33- السيد (محمود)، **المدن التاريخية خطط ترميمها وصيانتها**، مكتبة زهراء الشرق، القاهرة، مصر، 2002.

34- شافعي فريد (محمود)، **العمارة في مصر الإسلامية**، الهيئة **المصرية** العامة، مصر، 1970.

35- شاهين (عبد المعز)، **ترميم وصيانة المباني الأثرية والتاريخية**، سلسلة الثقافة الأثرية والتاريخية، مطابع المجلس الأعلى للآثار، مصر، 1994.

36- شاهين (عبد المعز)، **ترميم وصيانة المباني الأثرية والتاريخية**، مطابع المجلس الأعلى للآثار، وزارة الثقافة، مصر، 1994.

37- شاهين(عبد المعز)، **ترميم وصيانة المباني الأثرية والتاريخية**، مطابع المجلس الأعلى للآثار، القاهرة، 1994.

38- شحاته مصطفى (السيد) وعوض (عبدالوهاب)، **خواص مواد البناء واختباراتها**، دار الراتب الجامعية، بيروت، لبنان، دون تاريخ.

39- شهاب سعد (عبد الكريم)، **بلدة القصر وآثارها الاسلامية**، الطبعة الأولى، دار الآفاق العربية، القاهرة، 2001.

40- شهبي (عبد العزيز)، **الزوايا والصوفية والعزّابة والاحتلال الفرنسي في الجزائر**، دار الغرب للنشر والتوزيع، وهران، الجزائر، 2007.

41- صالح (حسين)، **الإبداع وتذوق الجمال**، الطبعة الأولى، دار دجلة، عمان، الأردن، 2008.

42- الصفار مرهون(ابتسام)، **جمالية التشكيل اللوني في القرآن الكريم**، الطبعة الأولى، جدارا للكتاب العالمي، الأردن، 2010.

43- صيلي عبد الجليل (الشاطر)، **تاريخ وحضارات السودان الشرقي والأوسط، من القرن السابع إلى القرن التاسع عشر الميلاد**، الهيئة المصرية العامة للكتاب، 1972.

44- الطائي عاشور (إياد)، **تخطيط المدن في العالم العربي، دراسة تراثية في مطلع القرن الرابع هجري**، الطبعة الأولى، دار الدجلة، الأردن، 2010.

45- طراد سيد (مهند) وآخرون، **نحو تنمية متواصلة لاستنباط منهج الصيانة والترميم للمنشآت المعمارية ذات القيمة الحضارية للمدن الأردنية القديمة**، دون تاريخ.

46- عبد الرحمن (أيوب)، **من قصور الجنوب التونسي "القصر القديم"، النقائش**، المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم، تونس، 1988.

47- عبد الهادي (محمد)، **دراسات علمية في ترميم وصيانة الآثار غير العضوية**، مكتبة زهراء الشرق، مصر، 1998.

48- العزاوي (عبد الستار)، **الترميم والصيانة للمباني الأثرية والتراثية**، الطبعة الأولى، المطبعة الاقتصادية بدبي، دولة الإمارات العربية المتحدة، 1991.

49- عطية ابراهيم (أحمد)، **حماية وصيانة التراث الأثري**، دار الفجر والتوزيع، مصر، 2003.

50- عقاب (محمد الطيب)، **مساكن قصر قنادسة الأثرية، دراسة معمارية وأثرية**، ديوان المطبوعات الجامعية، الجزائر، 2007.

51- علي فؤاد (منى)، **ترميم الصور الجدارية**، مكتبة زهراء الشرق، مصر، 2003.

52- عمران (هزاز) ودبورة (جورج) ، **المباني الأثرية ترميمها صيانتها والحفاظ عليها**، منشورات وزارة الثقافة، المديرية العامة للآثار والمتاحف، دمشق، سوريا،1997.

53- العوضي الوكيل (شفق) وآخرون، **المناخ وعمارة المناطق الحارة**، الطبعة الثالثة، عالم الكتب، القاهرة، 1989.

54- العياشي (أبو سالم)، **ماء الموائد (الرحلة العياشية)**، تحقيق: محمد حاجي، الجزء الأول، الطبعة الثانية، مطبوعات دار المغرب للتأليف والنشر، 1397هـ/1977.

55- غنيم أبو الفتوح (محمد) و الزهراني (عبدالناصر)، **الصيانة الوقائية في البيئة المتحفية**، جامعة الملك سعود، الرياض، 2014.

56- غيرستر(جورج)، **الصحراء الكبرى**، ترجمة: حماد خيري، المكتب التجاري للطباعة والتوزيع والنشر، بيروت، 1961.

57- فتحي (حسن)، **عمارة الفقراء**، ترجمة مصطفى ابراهيم فهمي، وزارة الثقافة، القاهرة، 1989.

58- فوزي (سعد الله)، **يهود الجزائر هؤلاء المجهولون**، الطبعة الثانية، دار الأمة، الجزائر، 1996.

59- فينياس (فيسنته) وفينياس (روث)، **تقنيات الترميم التقليدية**، منظمة الأمم المتحدة للتربية والعلم والثقافة، باريس، 1988.

60- كوبون (أندرو)، دودلي (إريك) وسيبنس (روبن)، **جص الجبس**، ترجمة محمد بشير يوشع، دون تاريخ.

61- ماجد (عبد المنعم)، **تاريخ الحضارة الإسلامية في العصور الوسطى**، مكتبة الانجلو مصرية، القاهرة، 1963.

62- محمد (غادة) وآخرون، **مبادئ الجيولوجيا والجيومورفولوجيا**، دار التقني للطباعة والنشر، بغداد، 1984.

63- محمد البكري، **تمنطيط رمز تاريخ وعنوان حضارة**، منشورات اللجنة الثقافية، أدرار، الجزائر، دون تاريخ.

64- محمد حسن (نبيلة)، **في تاريخ افريقيا الاسلامية**، دار الألمعية الجامعية، الجزائر، 2013.
65- معروف (بلحاج)، **العمارة الاسلامية مساجد ميزاب ومصلياته الجنائزية**، الطبعة الأولى، دار قرطبة، 2007.
66- معزوز (عبدالحق)، **العمارة الصحراوية التقليدية بمدينة تندوف**، الطبعة الأولى، منشورات وزارة الشؤون الدينية والأوقاف في تلمسان عاصمة الثقافة الإسلامية، الجزائر، 2011.
67- مقدم (مبروك)، **الشيخ محمد بن عبد الكريم المغيلي وأثره الإصلاحي بإمارات وممالك افريقيا الغربية خلال القرنين 8 و9 هـ**، الجزء الثاني، دار الغرب للنشر، دون تاريخ.
68- ممدوح عبد الغفار(حسن)، **مملكة المعادن**، الشركة العربية للنشر والتوزيع، القاهرة، 1997.
69- المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم، **صيانة التراث الحضاري**، إدارة الثقافة، تونس، 1990.
70- ناصف (سعيد)، **المدينة الاسلامية، دراسة في نشأة التحضر**، مكتبة زهراء الشرق، القاهرة، مصر، 2005.
71- نوار (سامي)، **الكامل في مصطلحات العمارة الاسلامية من بطون المعاجم اللغوية**، الطبعة الأولى، دار الوفاء الاسكندرية 2005.
72- نوبي (محمد)، **نظريات العمارة**، مطبعة الأوفست الحديثة، أسيوط، مصر، 2001.
73- هادي محسن (بلقيس)، **دراسات في الفن الإسلامي**، الطبعة الأولى، دار دجلة، الأردن، 2001.
74- الوكالة الوطنية للآثار وحماية المعالم والنصب التاريخية، **نصوص ونظم تشريعية في علم الآثار وحماية المتاحف والأماكن والآثار التاريخية**، الجزائر، 1991.
75- ويس (صالح) ، **الصورة اللونية في الشعر الأندلسي**، الطبعة الأولى، دار مجدلاوي، عمان، الأردن، 2014.

- **الموسوعات والمعاجم والقواميس:**

1- البستاني بطرس (المعلم)، **محيط المحيط**، مكتبة لبنان ناشرون، بيروت، 1987.
2- بوشارب (عبد السلام)، **الهقار أمجاد وأنجاد**، الجزائر، المتحف الوطني للمجاهد، 1995.
3- توني (يوسف)، **معجم المصطلحات الجغرافية**، دار الفكر العربي، القاهرة، 1977.
4- الحدّاد حمزة إسماعيل (محمد)، **المدخل إلى دراسة المصطلحات الفنية للعمارة الاسلامية**، الطبعة الثالثة، مكتبة زهراء الشرق، القاهرة، مصر، 2008.
5- حلمي عزالدين (محمد)، **علم المعادن**، مكتبة الأنجلو المصرية، القاهرة، مصر، 1994.
6- الحموي (ياقوت)، **معجم البلدان**، المجلد الثالث، دار صادر، بيروت، 1993.
7- حيد عباس (فاروق)، **الموسوعة الحديثة في تكنولوجيا تشييد المباني**.
8- رزق محمد (عاصم)، **معجم المصطلحات العمارة والفنون**، مكتبة مدبولي، مصر، 2000.
9- **المنجد في اللغة والأعلام**، الطبعة:21، دار المشرق، بيروت، 1986.
10- نقولا (نقاش)، **قاموس عام لكل فن ومطلب أجر**، دائرة المعارف، بيروت، 1966.
11- وزيري (يحي)، **موسوعة عناصر العمارة الإسلامية**، الطبعة الثانية، دار الكتاب للنشر، مصر، 1999.

- **الملتقيات والندوات:**

1- بلعالم (محمد باي)، **التعريف ببعض الجوانب من منطقة توات الجزائرية وحضارتها**، أعمال الملتقى الثقافي الأول للتعريف بمنطقة أدرار، الجزائر، 3-4 ماي 1985.

2- ثياقة (الصديق) وفاتحي (عبد النبي)، "**النمط المعماري للمدينة الصحراوية ووظائفه الاجتماعية**"، أشغال الملتقى الدولي حول تحولات المدينة الصحراوية، ورقلة، الجزائر، يومي 3-4 مارس 2015.

3- طاهر (عبد الرقيب)، **"الخصائص والقيم المعمارية لعمارة الطين في اليمن"**، مؤتمر الحضارة الإنسانية من المغارة إلى العمارة، دراسات وبحوث المؤتمر، جمعية بيروت التراث، 6-2001/11/8.

4- مجموعة مؤلفين، أدرار تاريخ ونراث، **نشرية بمناسبة الملتقى الوطني الاول بعنوان الشيخ سيدي محمد بن الكبير**، يومي 23- 24 جوان 2010.

- **المجلات والدوريات:**

1- بعثمان (عبدالرحمان)، "حملة المغيلي على يهود توات وأثرها على الواقع الحرفي في المنطقة"، **مجلة الناصرية للدراسات الاجتماعية والتاريخية**، العدد الرابع، جامعة معسكر، الجزائر، 2013.

2- بن عبدالله (نور الدين)، "القصبات في منطقة القورارة مفهومها وإشكالية وظيفتها"، **مجلة منبر التراث الأثري**، العدد الخامس، مخبر التراث الأثري وتثمينه، جامعة تلمسان، 2015 .

3- البنا محمود (السيد)، ""التلوث البيئي في المدن التاريخية""، **مجلة كلية الآثار**، العدد الثامن، مطبعة جامعة القاهرة، مصر، 1997.

4- بوذراع (أحمد)، "سياسة المحافظة على الأبنية الأثرية والمعالم التاريخية القديمة داخل المدينة"، **مجلة العلوم الانسانية**، العدد: 12، الجزائر، 1999.

5- بويحياوي (عز الدين)، "المحافظة على التراث الوطني من وجهة نظر عالم الآثار"، **مجلة الثقافة**، العدد: 16، الجزائر، 2007.

6- الجديد (منصور)، "عمارة الطين في البلاد العربية والغربية: طرق البناء ومحاور التطوير المقترحة"، **مجلة مركز بحوث ودراسات المدينة المنورة**، العدد الثامن، المملكة العربية السعودية، 2008.

7- الجريدة الرسمية للجمهورية الجزائرية الديموقراطية.

8- حاضري (يمينة بن صغير)، "القصور الصحراوية بالجزائر صورة للإبداع الهندسي"، **مجلة البحوث والدراسات**، العدد: 15، الجزائر، 2011.

9- حسني (عبد الحفيظ)، "تخطيط المدن وعماراتها في الحضارة الإسلامية"، **مجلة المدينة العربية**، العدد: 113، الكويت، 2003.

10- حملاوي (علي)، "البيئة الصحراوية وأثرها على العمران والعمارة"، **مجلة آثار**، العدد السابع، معهد الآثار، جامعة الجزائر2، 2008.

11- حملاوي (علي)، "القصر بالجنوب الجزائري" مفهومه ومكوناته"، **حوليات المتحف الوطني للآثار**، العدد العاشر، مطبعة سومر، الجزائر،2001.

12- الديب (بلقاسم)، "ملامح الاستدامة في التراث العمراني لمدن صحراء الجزائر" **الإنسان والعمارة**، الندوة الفكرية التاسعة، مطبعة سخري، الوادي، الجزائر، 2013.

13- السيد محمد هاشم (سحر)، "البناء بالطين: قراءة في الفكر الهندسي والتراث الحضاري"، **مجلة الإصباح**، العدد الرابع، المكتبة الوطنية الفرنسية، باريس، فرنسا، 2020.

14- الشربيني علي الدين (عماد) وفكري محمود (محمد)، "تأثير العامل البشري على مشروعات الحفاظ على هضبة الأهرام ومنطقة سرابيط الخادم بوسط سيناء"، **مجلة الاتحاد العام للآثاريين العرب**، العدد: 11، مصر، 2008.

15- عزب مصطفى (خالد)، " تخطيط وعمارة المدن الإسلامية"، **سلسلة كتاب الأمة**، وزارة الأوقاف والشؤون الإسلامية، الدوحة، 1997.

16- العيوي (عبد الرحيم)،" مساهمة علم النفس في حل مشاكل البيئة والنهوض"، **مجلة المنهل، العدد:** 583، مصر، 2005.

17- غنابزية (علي)، " أثر زراعة النخيل في التوسع العمراني"، **مجلة الإنسان والعمارة**، مطبعة سخري، الوادي، الجزائر، 2013.

18- قادة لبتر، "قصر موغل بولاية بشار مقاربة تاريخية وأثرية"، **مجلة منبر التراث**، العدد الخامس، جامعة تلمسان، 2016.

19- قبوب (لخضر سليم)، "مواد وتقنيات بناء القصور الصحراوية بالجزائر (قصر الحارة بولاية الجلفة أنموذجا)"، **مجلة أنسنة للبحوث والدراسات**، المجلد الثامن، العدد الثاني، جامعة الجلفة، الجزائر، 2017.

20- القطب يعقوب (اسحاق)، "خصائص المدينة والتحضر في الدول الاسلامية "، **مجلة المدينة العربية**، العدد: 22 ، الكويت، 1990.

21- الماحي (عبد الرحمان عمر)، "مساهمة قوافل الصحراء والحضارة الإسلامية في السودان الأوسط"، **مجلة طريق القوافل**. دون تاريخ.

22- مزيان (عبدالمجيد)، "الكتاب والحضارة"، **مجلة الأصالة**، العدد: 11، وزارة الشؤون الدينية، الجزائر.

23- منصوري (امحمد)، "عوامل وأسباب اندثار القصور الصحراوية وسبل المحافظة عليها قصور منطقة توات أنموذجا"، **مجلة منبر التراث الأثري**، العدد الرابع، جامعة تلمسان، 2015.

24- موجان (عبد الناصر)، "البناء الطيني بالجنوب الشرقي المغربي، قصبات وقصور بومالن دادس نموذجا **"، مجلة زاكورة**، المغرب، 2013.

25- هياق (ابراهيم)، "الأبعاد الاجتماعية والثقافية لنمط العمران الصحراوي في الجزائر"، **الانسان والعمارة**، الندوة الفكرية التاسعة، مطبعة سخري، الوادي، الجزائر، 2013.

- **المذكرات والأطروحات:**

1- الاغواطي (محمد عبد الوهاب)، "**خصوصيات العمران الصحراوي دراسة حالة مدينة غرداية**"، رسالة مقدمة لنيل شهادة الماجستير في العمران، جامعة عمار ثليجي الاغواط، الجزائر، 2013.

2- بن سويسي (محمد)، "**العمارة الدينية الإسلامية في منطقة توات تمنطيط أنموذجا**"، رسالة مقدمة لنيل شهادة الماجستير في الآثار الإسلامية، معهد الآثار، جامعة الجزائر، 2008.

3- بوخنوف (أرزقي)، "**تشخيص الطوب المشكل لهياكل قصري النزلة وتماسين (ولاية ورقلة)**"، أطروحة مقدمة لنيل شهادة الدكتوراه في علم الآثار صيانة وترميم، معهد الآثار، جامعة الجزائر2، 2012.

4- بومدين (علي)، "**الفنون والعادات التقليدية، وأهميتها في التنمية البشرية، دراسة نموذجية لمنطقة توات**"، رسالة مقدمة لنيل شهادة الماجستير في الثقافة الشعبية، جامعة تلمسان، 2012.

5- بيدي (محمد)، "**قصور منطقة عين الصفراء، قصر مقرار الفوقاني نموذجا (دراسة تاريخية وأثرية)**"، رسالة مقدمة لنيل شهادة الماجستير في الآثار الاسلامية، معهد الآثار، جامعة الجزائر2، 2011.

6- التخي (بلقاسم)، "**ترميم وصيانة السقوف التقليدية بالقصور الصحراوية – دراسة حالة سقوف الأغواط**"، رسالة مقدمة لنيل شهادة الماجستير في الصيانة والترميم، معهد الآثار، جامعة بوزريعة، الجزائر، 2010.

7- جراية (محمد رشدي)، "**الصحراء الجزائرية خلال العصر الحجري الحديث (6100 ق.م – 1000 ق.م) "**، رسالة مقدمة لنيل شهادة الماجستير في التاريخ القديم، جامعة قسنطينة، الجزائر، 2008.

8- جودي (محمد)، ""**واجهات مساكن واجهات قصور سهل وادي مزاب– دراسة تنميطية**–""، رسالة مقدمة لنيل شهادة الماجستير في علم الآثار والمحيط، جامعة تلمسان، الجزائر، 2007.

9- الحمدي (أحمد)، "**محمد بن عبد الكريم المغيلي رائد الحركة الفكرية بتوات، عصره وآثاره (870هـ-909هـ/ 1465م-1503م)**"، أطروحة مقدمة لنيل شهادة الدكتوراه في التاريخ والحضارة الإسلامية، جامعة وهران، الجزائر، 2000.

10- حملاوي (علي)،"**منطقة جبال عمور"**، أطروحة مقدمة لنيل شهادة الدكتوراه في الآثار الإسلامية، جامعة الجزائر، 2000.

11- حوتية (محمد)، ""**توات والأزواد خلال القرنين الثاني عشر والثالث عشر ميلادي"**، أطروحة مقدمة لنيل شهادة الدكتوراه في التاريخ الحديث، جامعة الجزائر، 2004.

12- دحمون (منى)، "**قصر بوسمغون بولاية البيض، دراسة أثرية وتحليلية**"، رسالة مقدمة لنيل شهادة الماجستير في الآثار، جامعة الجزائر، 2005.

13- عبد الحافظ محمد آدم (محمود)، "**دراسة علاج وصيانة المنشآت الطينية التاريخية "تطبيقا على بعض المباني الطينية بمدينة القصر الإسلامية بواحة الداخلة "**، رسالة مقدمة لنيل شهادة الماجستير في علاج وصيانة الآثار، جامعة القاهرة، مصر، 2007.

14- عليق (ريحة)، "**قصر ملوكة بأدرار، دراسة تاريخية أثرية**"، رسالة مقدمة لنيل شهادة الماجستير في الآثار الإسلامية، جامعة الجزائر، 2002.

15- بوعكاز عيساوي، **"طرق حفظ وصيانة مواد بناء الموقع الأثري جميلة "كويكول" "حالة الحجارة الكلسية""**، رسالة مقدمة لنيل شهادة الماجستير في الصيانة والترميم، معهد الآثار، جامعة الجزائر، 2009/2008.

16- قبابلة (مبارك)، "**تطور مواد وأساليب البناء في العمارة الصحراوية**"، رسالة مقدمة لنيل شهادة الماجستير في الآثار الصحراوية، جامعة محمد خيضر بسكرة، الجزائر، 2010.

17- لبتر (قادة)، ""**تأثير الرطوبة على المعالم الأثرية- دراسة لبعض معالم مدينة تلمسان-** ""، رسالة مقدمة لنيل شهادة الماجستير في علم الآثار والمحيط، جامعة تلمسان، الجزائر، 2007.

18- مسعودي (محمد الصغير)، "**العمارة والعمران الصحراوي بين الأصالة والمعاصرة، حالة بسكرة**"، مذكرة مقدمة لنيل شهادة مهندس دولة في التسيير والتقنيات الحضرية، جامعة المسيلة، الجزائر، 2006.

- **المراجع باللغة الأجنبية:**

1- ALSULIMAN (Ayman) et SULIMAN (Lena), **Mud Architecture and the Prospects of Its Sustainability.** Published Paper. Available at: https://www.researchgate.net/publication/297032349. Accessed at: 6/ 4/ 2016.

2- ARAGUAS (Philippe), **Brique et architecture dans l'Espagne médiévale**, bibliothèque de la casa de Velázquez, Espagne, 2003.

3- BALLOT (Christiant Simplice Armand) et al, **Caractérisation physico-chimique des sols dans la région de Damara au centre-sud de Centrafrique**, Laboratoire des Sciences Biologiques et Agronomiques pour le Développement, Faculté des Sciences, Université de Bangui, République Centrafrique, Agronomie Africaine, 2016.

4- BARDOU (Patrick) et ARZOUMANIAN (Varoujan), **Archi de terre**, Editions parenthèses, France, 1978.

5- BARET (Yves), **Traiter l'humidité, Chantiers pratiques**, Éditions Eyrolles, 2007.

6- BARY (B), **Introduction à la pétrologie**, Traduit de l'anglais par VELDE (D), Masson, Paris, 1976.

7- BINICI (H), AKSOGAN (O), BAKBAK (D), KAPLAN (H)., AND ISIK (B), **Sound insulation of fibre reinforced mud brick walls. Construction and Building Materials**, n°23, 2009.

8- BLONDET (Marcial) et al, **Earthquake-Resistant Construction of Adobe Buildings: A Tutorial**, Second Edition, Peru, April 2011.

9- BLONDET (Marcial) et al, **EARTHQUAKE-RESISTANT Construction of Adobe building**: A TUTORIAL, Catholic University of Peru, 2011.

10- BRANDI (Cesare)**, Théorie de la restauration**, édition ALLIA 16, Rue Charlemagne Paris IV^{e}, 2015.

11- BUCHWALD, Vagn (F)**. Handbook of Iron Meteorites**, University of California Press, 1975.

12- CAILLERE (S), HENIN (S) et RAUTUREAU (M), **Minéralogie des argiles**, Tome 01. Dunod, editor. Masson, 1982.

13- CHEHABI (Yahya), **Vocabulaire des termes archéologiques**, Publication de l'Académie Arabe de Damas, Imp Taraki, La Syrie, 1967.

14- COIGNET (Jean et Laurent), **la maison ancienne**, édition Eyrolles, Germain, Paris, 2010.

15- Commandant GODARD, **l'Oasis moderne, essai d'urbanisme saharien**, la maison des livres, Alger, 1954.

16- DELOT (Pierre), **les adobes, Production et mise en œuvre,** Association le village, France, 25 janvier 2015.

17- DEPOT (Pierre), **Les adobes Production et mise en œuvre**, Association le village, France, 2014.

18- DEVORS (P), **le Touat, étude géographique et médical**, IRS, T14, 1956.

19- DOAT (Patrice), HAYS (Alain), HOUBEN (Hugo), VITOUX (François), MATUK (Silvia), **construire en terre**, CRAterre, Paris, 1979.

20- DOMASLOWSKI (W). **Preventive Conservation of Stone Historical Objects**, Uniwersytetu Mikolaya Kopernika, Torun, Poland, 2003.

21- DONNADIEU (C et P), MIDIDILLON (H et J), **habiter le désert, Les maisons mozabites**, 3eme édition, Edition Pierre Mardaga, Bruxelles, Belgique, 1986.

22- DUGAIN (François) et al, les **méthodes d'analyses utilisés au laboratoire de physico-chimie des sols**, Office de la recherche Scientifique et Technique outre-mer centre de pédologie de Hann- Dakar, Mali, 1961.

23- DUVAL (G), **Restauration et réutilisation des monuments anciens: techniques contemporaines**, Mardaga, Bruxelles, 1990.

24- ECHALLIER (Jean-Claude), **Sur quelques détails d'architecture du Sahara, (Touat, Gourara, Elgolea), le Saharien**, N: 44, 4eme trimestre, 1966**.**

25- ECHALLIER (Jean-Claude), **Villages désertes et structures agraires anciennes du Touat-Gourara, Sahara Algérien**, Arts et Métiers graphique, Paris, 1972.

26- EISEMBETH (Mauris)**, Les juifs de l'Afrique du nord, démographie et onomastique**, Imprimerie du lycée, Alger, 1936.

27- EMILIO (Tempio)**, Le Mzab Une Modèle D'Architecture Spontanée**, Eldjézair, n^{0}4, Alger.
28- FATHY (Hassan), **Architecture for the poor**, Ministry of Culture, Egypt, 1969.
29- FREDIRIC (Louis), Manuel **pratique d'archéologie**, Robert LAFONT, Paris, 1967.
30- FROIDEVAUX (Yves-Marie), **Technique de l'architecture ancienne**, Mardaga, Bruxelles, 1986.
31- GAUTIER (E. F), **Sahara, Oranais**, paris, 1903.
32- GERNOT (Minke), **Building with Earth Design and Technology of a Sustainable Architecture**. Birkhäuser - Publishers for Architecture, Berlin, 2006.
33- GODAR (C), **L'oasis moderne, Essais d'urbanisme saharien**, Maison de livre, Alger, 1954.
34- HOUBEN (Hugo) et al, **Traité de construction en terre**, CRATerre, Editions Parenthèses, Grenoble, 1989.
35- JACQUOT (Félix), **Expédition du général Cavaignac dans le Sahara Algérien**, Gide et J.Baudry, libraires éditeurs, Paris, 1847.
36- KOMAR (A), **Matériaux et éléments de construction,** Edition MIR Moscou, 1969.
37- LAUREANO (Piétro), **les ksours du Sahara Algérien, un exemple d'architecture globale**, ICOMOS Information, N : 3, édizioni Scientifiche Italiane, 1987.
38- Louis (A), **L'habitat et habitation aut Our des ksars de montagne dans le sud Tunisien,** IBLA, n : 127, 1971.
39- LUDOVIC (A), **Précis de pédologie**, Masson, Paris, 1972.
40- MARÇAIS (George), **L'art Musulman**, 1er Ed, Presse universitaire de France, paris, 1962.
41- MARCAIS (Georges)**, Manuel d'art musulman du IX au XII siècle**, Tome: 1, Paris, 1926.
42- MINKE (Gernot), **Building with Earth – Design and Technology of a Sustainable Architecture.** Birkhauser – Publishers for Architecture. Basel, Switzerland, 2006.
43- MIZIER (M.O), **La mesure de turbidité**: un paramètre essentiel pour les eaux potables comme pour les eaux usées, L'Eau l'industrie les nuisances, 2005.
44- MONTAGNE (Robert), **Les Berbères et le Makhzen dans le sud du Maroc**, Librairie Félix Alcan, Paris, France, 1931.
45- NADIR. (Maarouf), **Lecture de l'espace oasien**, Sindbad, Paris, France, 1980.
46- OLIEL (Jacob), **le juif au Sahara. le Touat au moyen âge**, CURS édition, Paris, 1994.
47- OLIVER (E); **Matériaux de construction**, x2 gd, E.M.E. Paris, 1978.
48- RIGASSI (Vincent), **Blocs de terre comprimé**, volume I, CRATerre- EAG, Friedirich Vieweg et Sohn, Braunschweig, Allemagne, 1995.
49- RIGASSI (Vincent). **Blocs de terre comprimée**. Volume I. Manuel de production, CRATerre-EAG, Friedrich Vieweg & Sohn, Braunschweig, Allemagne, 1995.
50- SAFFROY (Bernard)**, Chronique du Touat, les repères pour une histoire**, c.d.s Ghardaïa, Algérie, sans date.
51- TERKI (Yasmine), **De terre et d'Argile**, Ministère de la culture, Algérie, 2012.
52- TORRACA (George), **Matériaux de construction poreux**, ICROM, Rome, 1986.
53- VOROGIEV (V), **Matériaux de construction**, Edition MIR, Moscou, 1969.

- **Thèses et mémoires :**

1- ABDELKRIM (Mohammed), "**Le réseau d'agglomérations au Touat dans la wilaya d'Adrar: mécanisme d'organisation et fonctionnement spatial**", thèse de magister en géographie et aménagement urbaine, université d'Oran 2, 2016.
2- ALSHIHABI (Omran), "**Etude en laboratoire du comportement d'un sol compacté non saturé, influence des cycles de séchage-humidification**", thèse de doctorat, université des sciences et technologies de Lille, France, 2000.
3- BOURAS(Omar)**,** "**Propriétés absorbantes d'argiles pontées organophiles: synthèse et caractérisation**", thèse de doctorat en Chimie et Microbiologie de l'Eau, Université de Limoges, France, 2003.
4- CABANE (N), "**Sols traités à la chaux et aux liants hydrauliques: contribution à l'identification et à l'analyse des éléments perturbateurs de la stabilisation**", thèse de doctorat en Mines, Ecole Nationale Supérieure des Mines de St Etienne, Université Jean Monet, 2004.
5- DJERRADI (Mustapha Ameur), "**Les gubba et des monts des Ksares entre les temporeles et les spérituels**", thèse de magister en architecture, Département d'architecture USTO d'Oran, 2002.

6- EL HACHMI (Abdelhadi)**,** "**Argile et minéraux argileux: propriétés physico-chimiques et propriétés colloïdes**", Master fondamentale en Chimie, Université Abdelmalek Essaadi, 2013.

7- FREY (Pierre), MEURIOT (Laetitia) et TOPULOS (Nikos), "**Etude de cas : Mise en pratique de la construction en terre crue sur un chantier au Togo**", Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne, Suisse, 2011.

8- HACENE (Houari)**.** "**Contribution à l'étude du comportement du béton renforcé de fibres métalliques soumis à l'action des charge maintenue et cyclique**", thèse de doctorat, I.N.S.A, Lyon, Octobre 1993.

9- HARBIT (Mohammed Yazid), "**Patrimoine en pise (ressource textuelle, sauf manuscrits), étude et modélisation**", thèse de magister en Génie-civil, Université Abou Bekr Belkaîed Tlemcen, 2008.

10- IZAMMOUREN (Ouarda), "**Effet des ajouts minéraux sur la durabilité des briques de terre comprimé**", thèse de doctorat en sciences en génie civil, Université Mohamed Khider – Biskra, Algérie, 2016.

11- MAGNEN (Frédéric), "**Proposition de méthodologie pour la conservation des murs anciens en maçonnerie de pierre**", mémoire présenté en vue d'obtenir le diplôme d'ingénieur CNAM, spécialité : construction – aménagement, Conservatoire national des arts et métiers, Paris, France, 2003.

12- MAGNEN (Frediric), "**Proposition de méthodologie pour la conservation des murs anciens en maçonnerie de pierre**", Mémoire d'ingénieur CNAM (Construction – Aménagement), Conservatoire National des arts et métiers, Paris, 2013.

13- MAGNEN (Frediric), "**Proposition de méthodologie pour la conservation des murs anciens en maçonnerie de pierre**", mémoire présenté en vue d'obtenir le diplôme d'ingénieur CNAM (Construction – Aménagement), Conservatoire National des arts et métiers, Paris, 2013.

14- Moulay (Mohamed), "C**aractérisation écologique de peuplement de Balanites Aegyptica dans la région d'Adrar**", mémoire Master 2 en écologie et environnement .université Tlemcen, 2015.

15- OTMANE (Tayeb), "**Mise en valeur agricole et dynamiques rurales dans le Touat, le Gourara et le Tidikelt (Sahara Algérien)**", thèse de doctorat en cotutelle en géographie et aménagement du territoire, université d'Oran, Algérie et université de Franche-Comté, France, 2010.

16- P'KLA (Abalo)**,** "**Caractérisation en compression simple des blocs de terre comprimée (BTEC) : Application aux maçonneries « BTC – Mortier de terre »**, thèse de doctorat en Génie Civil: Sols, Matériaux, Structures, Physique du Bâtiment, 'Institut national des sciences appliquées de Lyon, France, 2002.

17- WAFER (Richard-Philippe), **L'adobe, une solution durable pour la construction d'habitations écologiques dans une zone à forte activité sismique comme le CHILI**, Essai présenté au Centre universitaire de formation en environnement en vue de l'obtention du grade de maître en environnement (M. Env.), Université de Sherbrooke, Québec, Canada, Octobre 2010.

- **Chartes et Fiches :**

1- Charte International pour la Gestion du Patrimoine Archéologique, Article 03, 1990.

2- Charte de Venise, Sur la conservation et restauration des monuments et des sites, Article 9, ICOMOS, 1964.

3- Fiche technique argilus ® brique de terre crue, La société ARGILUS d'enduits terre et matériaux écologique, SMABTP Contrat N°1004/001 492129, France, 1/7/2016.

4- Fiche d'Analyse physico-chimique**,** rédigée par REFEA (Agence française de recrutement et d'emploi), Paris.

5- PDAU, Phase N°02 de schéma directeur de chef-lieu de Tamantit, 2013.

- **Les sites :**

- www.ramsar.org/ www.ramsar.org/document/world-wetlands-day-2012-reports-algeria-2
- https://mawdoo3.com. Vue en 20/10/2018.
- www.britannica.com. Vue en 15/11/2019.

- **Revues et guides:**

1- ALPINE, Suter (K), « Etude sur la population d'une région de Sahara Algérien (le Touat) », **Revue de géologie**, N: 41, Grenoble, 1953.

2- ARVIND (Chel) and G.N (Tiwari), "**Thermal performance and embodied energy analysis of a passive house** - Case study of vault roof mud-house in India"**, Applied Energy, n°86, p.1956-1968, 2009. Contents lists available at Science Direct, journal homepage: www.elsevier.com/locate/apenergy.**

3- ASTM, **Standard Guide for Design of Earthen Wall Building Systems**, West Conshohocken, ASTM International, Designation: E2392/E2392M – 10^{E1} (Standard E2392, 2010).

4- BENSALAH (Imen), YOUSFI (Badreddine), MENAA (Nadjat) et BOUGATTOUCHA (Zohir), « Urbanisation de la vallée du M'zab et mitage de la palmeraie de Ghardaïa (Algérie) : un patrimoine oasien menacé », **Open Edition Jurnals, Revue belge de géographie *Belgeo,*** 2/ 2018.

5- **Bulletin de la société de géographie d'Alger et de l'Afrique du Nord**, 2eme trimestre, 1905.

6– CHIEB (S), "les structures spéciales dans l'architecture de terre (ksour de la Saoura, Bechar)", **Revue EL ATHAR**, N: 4, Dar Elhuda, Algérie, 2009.

7- DJERADI (Mustapha Ameur), "L'architecture ksourienne (Algérie) entre signes et signifiants (The architecture of ksour (Algeria) between signs and signifiers) », **L'architecture vernaculaire**, tome 36-37 (2012-2013), http://www.pierreseche.com/AV_2012_ameur_djeradi.htm.26 septembre 2012.

8- **GRIM (RE).** "Physico-chemical properties of soils: clay minerals", **Journal of the soil mechanics and foundation division**, ASCE, Vol. 85, n° SM2, 1959.

9- Le guide méthodologique pour les maîtres d'ouvrage, Construire en terre crue en milieu urbain, HabiTerre & Bois (Actis (office public de l'habitat de la région grenobloise), École Nationale Supérieure d'Architecture de Grenoble, Unité de recherche AE&CC avec le laboratoire CRAterre et de l'atelier d'architecture A17C), Grenoble, France, 2016.

10- MAHAMMEDI (Fatihaa) et BENGUELLA (Belkacem)**,** "Adsorption of methylene blue from aqueous solutions using natural clay', Laboratory of Inorganic Chemistry and Environment, Abou Bakr Belkaid University 13000 Tlemcen, Algeria, 14 Oct 2015, in J. **Mater. Environ. Sci**. 7 (1) (2016) 285-292, ISSN: 2028-2508, CODEN: JMESCN; http://www.jmaterenvironsci.com.

11– MICHAEL (E) et MOSELEY, "Chan Chan: Andean Alternative of the Preindustrial, City", **journal *Science***, New Series, Vol. 187, No. 4173, publié par American Association for the Advancement of Science, 24 Janvier 1975.

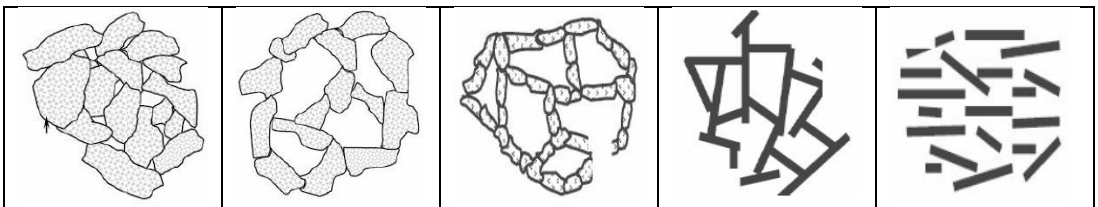
12- Nouvelles de l'archéologie Algérienne NAA, N^0 1, publication du centre national de recherche en archéologie CNRA, Algérie, 2018.

ملحق

الخرائط والأشكال والصور

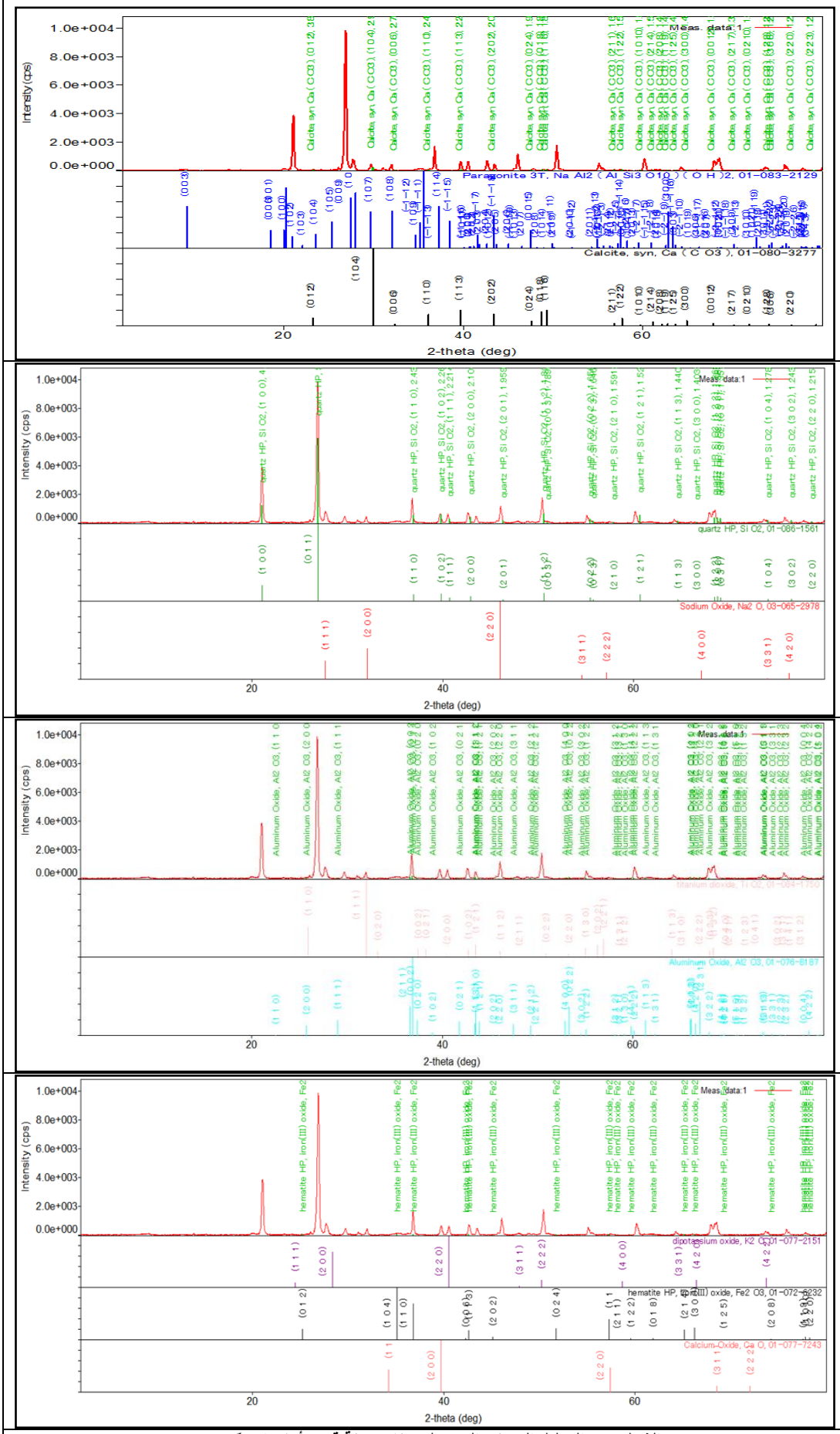
الأشكال

الشكل 42: أقاليم ولاية أدرار وعواصمها

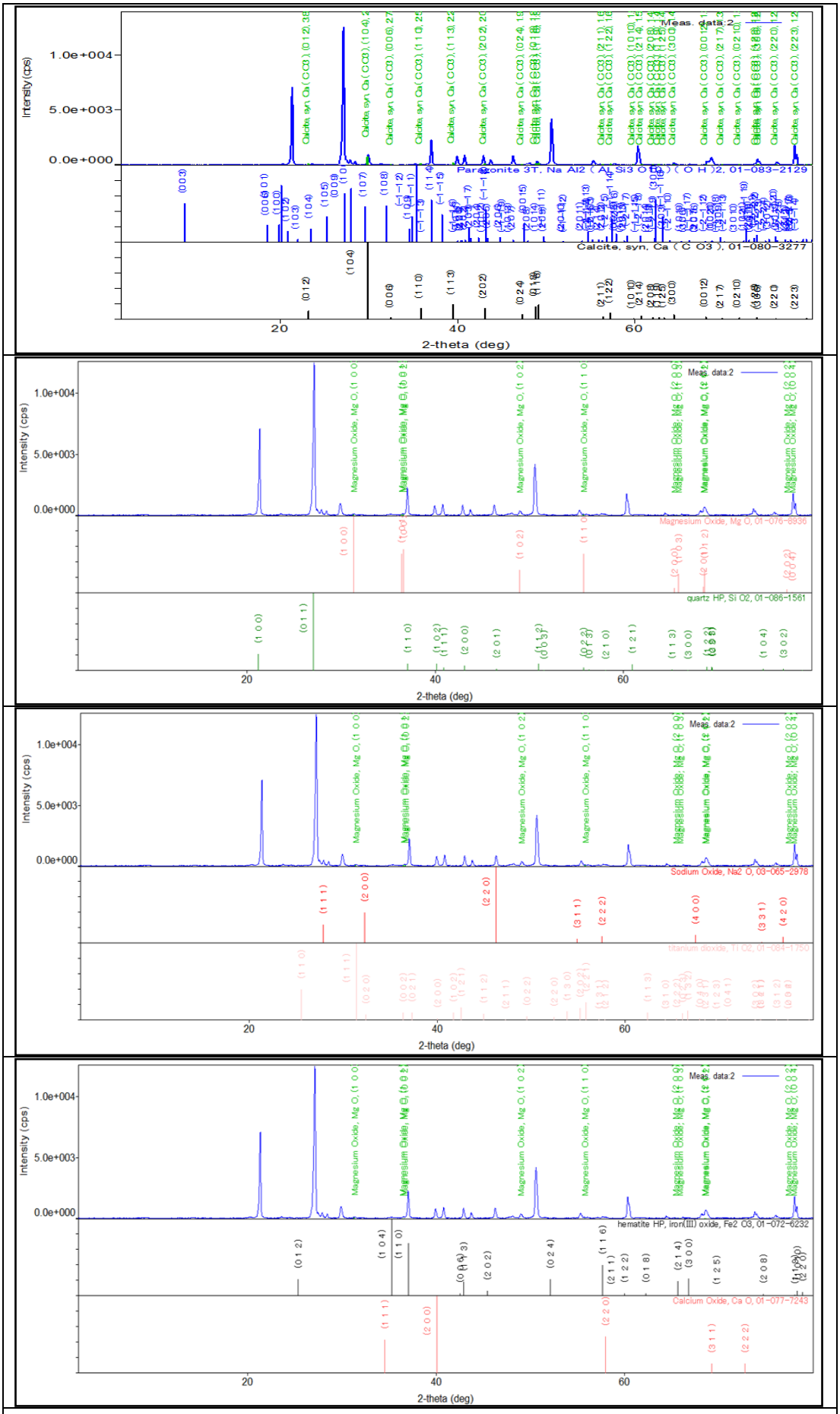


1.تشتت	2.أشعث	3.خلوي	4.سائب	5.كثيف
أ. تربة متماسكة			ب. تربة غير متماسكة	

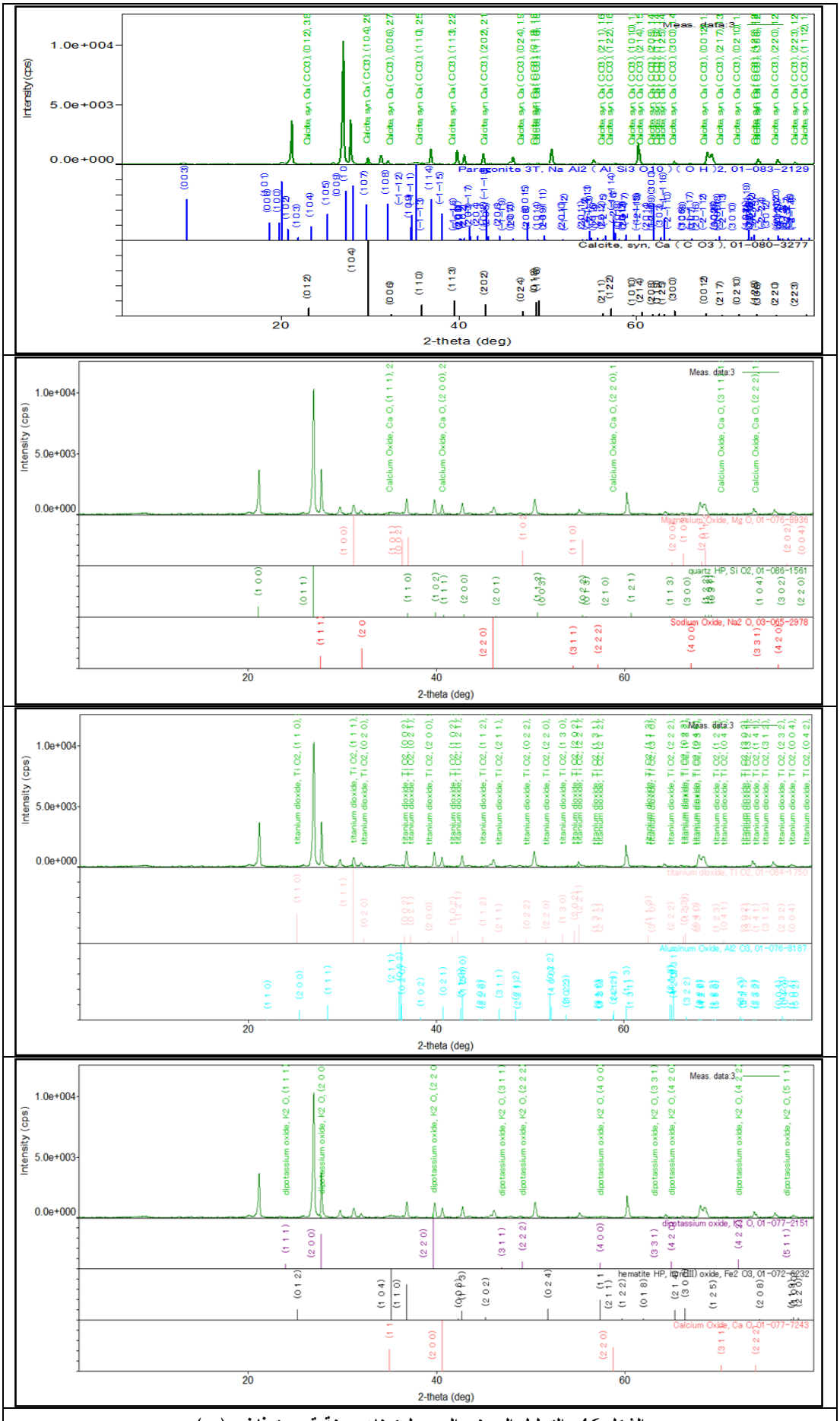
الشكل 43: حالات تركيب حبيبات التربة



الشكل 44: التحليل المعدني المبين لمكونات عينة قصر أولاد امحمّد ($ع_1$)



الشكل 45: التحليل المعدني المبين لمكونات عينة قصر أولاد علي بن موسى (ع2)



الشكل 46: التحليل المعدني المبين لمكونات عينة قصر توفاغي (ع3)

الصّور واللّوحات

الصورة 6: أحد مداخل قصر بتمنطيط قديما (جسر فوق خندق)

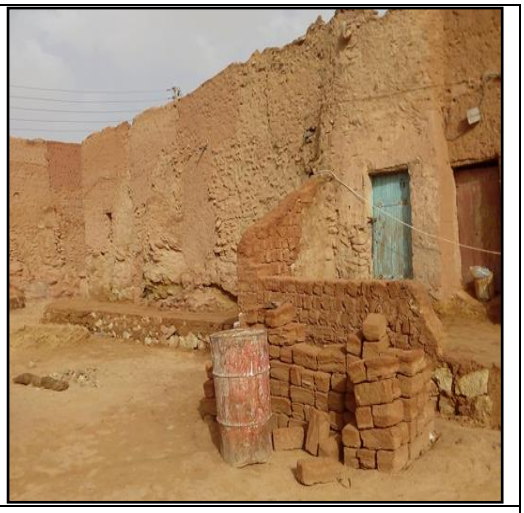
الصورة 7: حجارة الصفّاح البنائية

أماكن الاختباء والتمويه	التدعيم بركائز بنائية
اللوحة 63: نماذج لاستعمال الطوب في هياكل تمنطيط	

سقوط الزوايا (الركينة) بسبب الأمطار	سقوط الطوب بسبب الأثقال
اللوحة 64: نماذج للتلف الحاصل للهياكل وأسبابه	

التنظيف	القطع	القياس
اللوحة 65: إعداد العينات للتجريب		

المواد الإضافية (المثبتات العضوية)	نماذج من لبنات مستطيلة
اللوحة 66: إعداد طوب جديد سداسي الوجوه	

	
إعادة بناء هيكل بالطوب	إعداد قاعدة (دكّانة) بالحجارة والطين
اللوحة 67: نماذج ترميم وتهيئة حديثة بمواد محلية (تمنطيط)	

فهرس الملاحق

- **فهرس الجداول:**

الجدول	العنوان	الصفحة
1	درجة الحرارة (درجة مئوية ^{0}م) لولاية أدرار ما بين (2004-2014)	09
2	كمية الأمطار بالمليمتر (ملم) لولاية أدرار ما بين (2004-2014)	09
3	قياسات الرطوبة النسبية بالمئة (%) لولاية أدرار ما بين (2004-2014)	09
4	قياسات متوسط سرعة الرياح (كم/ سا) لولاية أدرار ما بين (2004-2014)	10
5	تنميط إيشاليه (Echallier) للقصور الصحراوية (المبني على معاينة 333 قصر)	32
6	تنميط قصور تمنطيط إسقاطا على نموذج إيشالييه (Echalier)	33
7	تسلسل تقريبي لأهم البناءات والقبائل الوافدة إلى تمنطيط	41
8	تطور الحظيرة السكنية لتمنطيط خلال التعدادات1977- 1987-1998 و2006	46
9	أنظمة المباني والفضاءات الحرة في قصور تمنطيط	48
10	التقسيم الداخلي لبعض قصور تمنطيط	49
11	أنواع مساكن تمنطيط (تبعا للعناصر الموزِّعة)	54
12	نسبة مكونات الطين القابلة للاستعمال	89
13	أبرز مميزات البناء بالطين	99
14	تطور مصطلح الطوب ورمزه	110
15	مواصفات التركيب المثالي لإنتاج طوب جيد (حسب Kemp)	113
16	تركيب التربة وعلاقته باللدونة	118
17	مقارنة نسبة التبادل الحراري في مواد البناء	119
18	أشكال قالب الطوب السداسي وأجزاؤه	122
19	جرد لمقاسات طوب عالمية	130
20	جرد مقاسات قوالب طوب جزائرية صحراوية	138
21	تواجد الطوب في العناصر المعمارية بتمنطيط	146
22	تقنيات البناء بالطوب	148
23	ارتفاع عينة من المباني لمجمعة تمنطيط حسب الأحياء	164
24	قياسات وأوزان العينات التجريبية	180
25	صنف التربة بدلالة أزرق المثيلين	183
26	مساحة السطح المحددة للمعادن الطينية	185
27	حساب نسب مركبات العينات	192
28	إجراء القطع في العينات التجريبية	201
29	الملاحظة بالعين للعينات التجريبية	207
30	العناصر الكيميائية في طوب امحمّد	210
31	العناصر الكيميائية في طوب أولاد علي بن موسى	211

32	العناصر الكيميائية في طوب توفاغي	**212**
33	صنف تربة العينات بدلالة أزرق المثيلان	**214**
34	قياس درجة الحموضة PH والناقلية للعينات	**216**
35	نتائج نسبة الكربونات	**217**
36	انتشار الأمواج ما فوق الصوتية	**217**
37	نتائج الأوزان بعد التجفيف	**218**
38	نتائج تجربة التدرج الحبيبي لعينة أولاد امحمّد	**220**
39	نتائج تجربة التدرج الحبيبي لعينة أولاد علي بن موسى	**221**
40	نتائج تجربة التدرج الحبيبي لعينة توفاغي	**221**
41	نتائج نسب مركبات عينات القصور	**222**
42	معاملات الانحناء وHAZEN (Cu/Cc) للعينات التجريبية	**227**
43	الكتلة الحجمية ومسامية العينات التجريبية	**227**
44	نتائج تجربة معامل الامتصاص الجزئي	**228**
45	نتائج تجربة معامل الامتصاص الكلي	**229**
46	نتائج التحليل المعدني للعينات	**231**
47	نتائج قوة الشد لعينات الطوب	**235**
48	نتائج قوة الضغط لعينات الطوب	**236**
49	تركيبة ماء فقارة "هنو" لمنطقة تمنطيط	**237**
50	نتائج تجربة الكشط للعينات	**242**
51	نتائج اختبار الانكماش والتفتت	**271**
52	نتائج قوة الضغط والشد لعينات الطوب الجديدة	**274**
53	الطوب الوظيفي وتموضعه	**275**
54	طرق ربط صف الطوب لتمتين الهياكل	**289**

- **فهرس الخرائط:**

الخريطة	العنوان	الصفحة
1	إقليم توات وعاصمته تمنطيط (الجزائر)	**07**
2	جيولوجية منطقة توات	**11**
3	انتشار البناء بخام التربة في العالم	**105**
4	انتشار البناء بخام التربة في الجزائر	**106**

- **فهرس المخططات:**

المخطط	العنوان	الصفحة
1	العلاقة بين الرمل والطمي في تربة الخلط للطوب	133
2	قصر أولاد امحمد بتمنطيط	174
3	تركيبة أزرق الميثيلين	182

- **فهرس الأشكال:**

الشكل	العنوان	الصفحة
1	أهم قصور وأحياء تمنطيط	21
2	أهم طرق القوافل التجارية ذات العلاقة بتمنطيط	35
3	تموضع الفقارة بالنسبة للقصور	37
4	أنماط الركائز الداعمة للأسوار والجدران في تمنطيط	51
5	تصميم سكنات القصور بتمنطيط	55
6	تقنية بناء عينة من هيكل سور بتمنطيط	70
7	تقنية بناء عينة من هيكل الجدران بتمنطيط	71
8	مكونات النخل المستعملة في التسقيف التقليدي	74
9	أشكال المداخل والأعتاب	75
10	مراحل التوسع في تمنطيط	80
11	عناصر التشكيلة الهيكلية للطين	88
12	طرق استخدام التربة (الطين) في البناء	100
13	الأعمال النهائية المنفّذة على طلاء التربة	109
14	تأثير نوعية الضغط في مباني الطوب	118
15	تطور أشكال الطوب	121
16	تقنية بناء هيكل الأقواس بالطوب السداسي	123
17	أنواع الانتاجات الميكانيكية للطوب	128
18	مقاطع في هياكل مباني طوب	144
19	أنوع الطوب المحلِّي وتموضعه	145
20	تأثير مياه الأمطار على خصائص حبيبات الطوب	155
21	تجربة براغ لظاهرة الحيود بواسطة انحراف الأشعة السينية x لمستوى الذرات	199
22	منحنى العناصر الكيميائية في شريحة طوب أولاد امحمد ($ع_1$)	210
23	منحنى العناصر الكيميائية في شريحة طوب أولاد علي بن موسى ($ع_2$)	211
24	منحنى العناصر الكيميائية في شريحة طوب توفاغي ($ع_3$)	212
25	نسب ماء العينات ومقارنتها	219
26	منحنى نسبة المتبقي والمار المجمّع لأولاد امحمد	223
27	منحنى نسبة المتبقي والمار المجمّع لأولاد علي بن موسى	224

28	منحنى نسبة المتبقي والمار المجمّع لتوفاغي	225
29	منحنى التحليل الحبيبي للعينات التجريبية	226
30	نتائج التحليل المعدني للعينة أولاد امحمد	230
31	نتائج التحليل المعدني لعينة أولاد علي بن موسى	230
32	نتائج التحليل المعدني لعينة توفاغي	230
33	منحنى تأثيرات الحمولة على التشوه في الطوب	240
34	الترميمات الحديثة غير المبرمجة وتأثيراتها	253
35	القضاء على ماء المسامية في الهياكل السميكة	276
36	التدعيم بالتوصيلات المعدنية داخل هيكل الطوب	284
37	دورة مبنى من تراب	285
38	الحقن اليدوي للمواد الانشائية الطينية	287
39	تدعيم الأجزاء القاعدية والأساسات بالمساند (المخدّات)	288
40	مرحلية الاستبدال الكلي في قاعدة طوب متضرر	288
41	ترميم التجاويف والفراغات في جدران الطوب	290
42	أقاليم ولاية أدرار وعواصمها	313
43	حالات تركيب حبيبات التربة	313
44	التحليل المعدني المبين لمكونات عينة قصر أولاد امحمّد ($ع_1$)	314
45	التحليل المعدني المبين لمكونات عينة قصر أولاد علي بن موسى ($ع_2$)	315
46	التحليل المعدني المبين لمكونات عينة قصر توفاغي ($ع_3$)	316

- **فهرس الصور:**

الصورة	العنوان	الصفحة
1	نقيشة بكتابة عبرية	39
2	مدقة بشكل رأس حمل	39
3	مراحل إعداد الطوب في التصوير الجداري لمقبرة (رخ مي رع) بمصر	126
4	صورة جوية لمنطقة الدراسة ومختلف الاستحداثات فيها	178
5	تجربة الترسيب والانكماش	270
6	مدخل لقصر بتمنطيط قديما (جسر فوق خندق)	317
7	حجارة الصفّاح البنائية	317

- **فهرس اللوحات:**

اللوحة	العنوان	الصفحة
1	أنماط من العمارة الجيتولية الإفريقية بتمنطيط ومثيلاتها في تمبوكتو مالي	23
2	حيوية الفقارة في تمنطيط	38
3	نيزك تمنطيط	40
4	البرج بناء دفاعي وهيكل وظيفي	51

5	أنواع الأقواس في تمنطيط	52
6	مستوى البناء والسكن بتمنطيط	56
7	الأبواب الخشبية وموادها التركيبية	65
8	تقنية المداميك باستعمال الحجارة في الجدران	66
9	تقنية السنبلة باستعمال الحجارة أو الطوب في السور والجدران	67
10	بناء كيْفي (غير منتظم) لجدران وسور	67
11	البناء بالحجارة في الجدران تبعا لنمطية الأساس في تمنطيط	68
12	أنواع المداخل الرئيسة للقصور في تمنطيط	73
13	سير الفقارات ومواقع المغارات في تمنطيط	77
14	الاستحداثات الاسمنتية داخل تمنطيط	81
15	حالة سور قبل وبعد الشق المحوري داخل قصر أولاد داوود بتمنطيط	82
16	حالة الأجزاء المهجورة في تمنطيط	83
17	أهم تقنيات البناء بالتراب والطين	103
18	مراحل إعداد الطوب في تمنطيط	137
19	مراحل إعداد لبنة طوب كيْفية خماسية (ما بعد العجن)	137
20	أقواس مبنية بخام التربة والطوب (تمنطيط)	139
21	زخارف جدارية من الطّوب	140
22	نماذج لزخارف منفذة على مادة خام التراب بتمنطيط	141
23	تحديد مستوى وتموضع الطوب الكيْفي في مباني تمنطيط	143
24	الطوب في هياكل مباني تمنطيط	145
25	نماذج لأنواع البناء بالطوب في تمنطيط	150
26	تأثير الرطوبة والأملاح في مباني الطوب بتمنطيط	153
27	تأثير الأمطار الداخلي والخارجي على مباني الطوب بتمنطيط	154
28	تأثير التهيئة الحديثة في مباني الطوب بتمنطيط	160
29	أنماط التغييرات لمباني الطوب بتمنطيط	161
30	العناصر الدخيلة المسببة في التلوّث البصري	163
31	استحداث المسجد داخل قصر أولاد علي بن موسى بتمنطيط	172
32	أنماط من تواجد الطوب في الجُدُر داخل قصر أولاد علي بن موسى	173
33	أنماط من تواجد الطوب داخل قصر أولاد امحمد	175
34	جدران جلب العينة الأولى	176
35	برج أخذ العينة الثانية	177
36	مكان جلب العينة الثالثة	177
37	عينات الطوب قبل إجراء التحاليل المخبرية	179
38	تجربة الفحص الالكتروني وتحديد المكونات	182

39	تجربة اختبار أزرق الميثيلين للعينات	184
40	قياس قيمة الحموضة باستخدام جهازيpH متر	187
41	تجربة الكربوناتومتري (Carbonatomètrie)	189
42	عملية التجفيف لناتج هرس العينات التجريبية	181
43	إعداد الكتلة الحجمية الظاهرية	194
44	إعداد الكتلة الحجمية المطلقة	195
45	اختبار الامتصاص الجزئي للماء	197
46	تجربة براغ لظاهرة الحيود بواسطة انحراف الأشعة السينية x لمستوى الذرات	200
47	تجربة مقاومة الضغط الجاف	202
48	تجربة التشوه وعلاقته بالإجهاد	204
49	تجربة مقاومة الخدش (التآكل)	205
50	تجربة الشاهد في هياكل الطوب	205
51	فحص عينتي أولاد امحمد وأولاد علي بن موسى	208
52	فحص عينة توفاغي	208
53	MEB شريحة عينة الطوب الأولى لأولاد امحمد ($ع_1$)	210
54	MEB شريحة عينة الطوب الثانية لأولاد علي بن موسى ($ع_2$)	211
55	MEB شريحة عينة الطوب الثالثة لتوفاغي ($ع_3$)	212
56	اختبار أزرق الميثيلين للعينتين $ع_1$ و $ع_3$	214
57	الترميمات بالطوب غير المبرمجة	250
58	الترميمات المبرمجة والاستحداثات في قصري أولاد امحمد وأولاد علي بن موسى	253
59	نموذج انجازات ترميمية فعّالة	260
60	اختبار اللّفّة	272
61	إعداد طوب الترميم	273
62	تجربة مقاومة الضغط الجاف للعينة الجديدة	273
63	نماذج لاستعمال الطوب في هياكل تمنطيط	318
64	نماذج للتلف الحاصل للهياكل وأسبابه	318
65	إعداد العينات للتجريب	318
66	إعداد طوب جديد سداسي الوجوه	319
67	نماذج ترميم وتهيئة حديثة بمواد محلية (تمنطيط)	319

فهرس المحتويات

الفهرس	
إهداء	
شكر وعرفان	
قائمة المختصرات والمصطلحات	
الملخص	
مقدمة	
الفصل التمهيدي: تمنطيط عاصمة إقليم توات	**05**
تمهيد	**06**
I- عمارة القصور الصحراوية	**06**
1-الخصائص الطبيعية لتمنطيط	**06**
1-1- الموقع	**08**
1-2- المناخ	**08**
1-2-1- الحرارة	**09**
1-2-2- التساقط والرطوبة	**09**
1-2-3- الرياح	**10**
1-3- التضاريس والمياه	**10**
1-3-1- جيولوجية المنطقة	**10**
1-3-2- طبوغرافية المنطقة	**12**
1-3-3- المعطيات الهيدرولوجية	**12**
2-مفهوم القصر	**14**
3-ازدواجية قصبات وقصور تمنطيط	**15**
II- كرونولوجية وتنميط قصور تمنطيط	**17**
1-التطور التاريخي لتمنطيط	**17**
1-1- وصف تمنطيط من خلال النصوص التاريخية	**18**
1-2- التّنوع البنائي لقصور تمنطيط	**21**
2-إشكالية تنميط قصور تمنطيط	**29**
2-1- تنميط مارتن	**29**
2-2- تنميط عبد الرحمان أيوب	**30**
2-3- تنميطات أخرى	**31**
3-تنميط قصور تمنطيط	**33**
III- الأهمية التاريخية والأثرية لتمنطيط	**34**
1- الأهمية التاريخية لتمنطيط	**34**
2- الأهمية الأثرية لتمنطيط:	**36**
خلاصة	**42**

الفصل الأول: أصالة تمنطيط واستحداثات التوسع	**43**
تمهيد	**44**
I- مفاهيم حول التوسع العمراني	**44**
1-تعريف العمران والتوسع العمراني	**44**
1-1- العمران الاسلامي	**44**
1-2- التوسع العمراني	**45**
2-دوافع التوسع العمراني وأنواعه	**45**
2-1- الدوافع والأسباب	**45**
2-2- أنواع التوسع العمراني	**46**
2-2-1- التوسع الداخلي	**46**
2-2-2- التوسع الخارجي	**47**
3-دراسة وصفية للخصائص العمرانية والمعمارية لتمنطيط	**47**
3-1- تحليل النسيج العمراني	**47**
3-1-1- علاقة نظام المباني بنظام التجزيئات	**47**
3-1-2- علاقة نظام الفضاءات الحرة بنظام الطرق	**48**
3-2- تحليل الهيكل العمراني للمباني	**49**
II- اعتبارات التوزيع في تخطيط تمنطيط	**50**
1-الاعتبارات الداخلية	**50**
1-1- توزيع الأنسجة والفضاءات	**50**
1-1-1- الأسوار والأبراج	**50**
1-1-2- المساجد	**51**
1-1-3- المساكن والبيوت	**52**
1-1-4- الساحات والرحبات	**57**
1-1-5- الشوارع والأزقة	**58**
1-2- مواد البناء وتقنياته	**60**
1-2-1- مواد البناء	**61**
أ- الحجارة	**61**
ب- الطين	**62**
ج- الطوب	**63**
د- الخشب	**64**
1-2-2- تقنيات البناء	**65**
أ- المداميك	**66**
ب- السّنبلة	**66**
ج- طريقة كيْفية	**67**

1-3- التناسق بين العناصر المعمارية وموادها البنائية	**67**
1-3-1- الأساسات	**68**
1-3-2- الأبراج	**69**
1-3-3- الجدران	**69**
1-3-4- المداخل والأبواب	**72**
1-3-5- السلالم	**73**
1-3-6- التسقيف	**73**
أ- الأعتاب	**74**
ب- العقود	**75**
ج- القباب	**75**
2-الاعتبارات الخارجية	**76**
2-1- الحوض الملحي (السبخة)	**76**
2-2- الواحة والبساتين	**76**
2-3- الفقّارات والمغارات	**77**
2-4- المقبرة والأضرحة	**77**
III- دراسة الحالة الراهنة للقصر	**78**
1-المشاريع العمرانية الخارجية	**78**
1-1- المرحلة الأولى (ما قبل 1962)	**78**
1-2- المرحلة الثانية (1962- 1975)	**78**
1-3- المرحلة الثالثة (1975- 1990)	**78**
1-4- المرحلة الرابعة (1990- 2018)	**79**
2-الاستحداثات والمشاريع العمرانية الداخلية	**81**
2-1- الجزء المعمور	**81**
2-2- الجزء المهجور	**82**
خلاصة	**83**
الفصل الثاني: عوامل تلف الطوب بتمنطيط	**84**
تمهيد	**85**
I- عموميات حول التربة الطينية	**85**
1-الصخور الرسوبية	**85**
1-1- الصخور الكلسية	**85**
1-2- الصخور الرملية السيليسية	**86**
2-مكونات التربة الطينية ومعادنها	**86**
2-1- مكونات التربة	**86**
2-2- التركيبة الكيميائية للتربة الطينية	**87**

3-مميزات وصفات استخدام خام التربة	**89**
3-1- مميزات داخلية ذاتية	**89**
3-1-1- مادة قابلة لإعادة التدوير بلا حدود	**89**
3-1-2- مادة ذات خصائص فيزيائية فريدة ومميزة	**90**
3-1-3- مادة ذات تنفيذ وتطبيق بسيط	**90**
3-1-4- مادة ذات منافع صحية	**91**
3-1-5- الأداء الحراري والصوتي	**92**
3-1-6- استهلاك وتوفير الطاقة	**92**
3-1-7- المتانة والمرونة والخصائص الجمالية	**93**
3-1-8- مقاومة الزلازل	**93**
3-2- مميزات خارجية حضارية	**94**
3-2-1- البناء بالطين تراث حضاري	**95**
3-2-2- التربة مادة بناء وتشييد للهياكل(شساعة الاستخدام)	**95**
3-2-3- الحاجة الاقتصادية	**97**
3-2-4- فقر وحاجة البلدان	**97**
3-2-5- اختلاف الثقافات	**98**
II- البناء بالتربة وانتشاره	**99**
1-طرق وأساليب البناء بالتربة (الطين)	**99**
1-1- طين الجالوص (La bauge)	**101**
1-2- الطوب اللَّبِن (l'adobe)	**101**
1-3- السيّاع (Le torchis)	**101**
1-4- التراب المدكوك (Le pisé)	**102**
1-5- كتل التراب المضغوطة (BTC)	**103**
2-انتشار البناء بالتربة	**104**
2-1- عالمية العمارة الترابية	**104**
2-2- توزيع قصور التراب في الجزائر	**105**
3-التشكيلات الزخرفية على التربة	**106**
III- الطوب بين تحديد المصطلح وتاريخ الاستخدام	**109**
1-الطوب التسمية والمسمّى	**109**
2-استخدامات مصطلح Adobe	**110**
3-لمحة تاريخية عن استخدام الطوب	**111**
IV- إيجابيات البناء بالطوب وسلبياته	**112**
1-مكونات الطوب ومواصفات صنعه	**112**

1-1- مكونات الطوب	**112**
1-2- مواصفات مواد صنع الطوب	**113**
1-2-1- مواصفات Kemp	**113**
1-2-2- مواصفات Rigassi	**114**
1-2-3- مواصفات Alvarenga	**114**
1-2-4- مواصفات CRATerre	**114**
2-إيجابيات البناء بالطوب	**115**
2-1- الطوب ذو طاقة ذاتية	**115**
2-2- الميزات التقنية	**115**
2-2-1- الخواص الفيزيوكيميائية	**116**
2-2-2- الخواص الميكانيكية	**117**
2-3- العزل الصوتي والحراري والكهربائي	**119**
2-4- قابلية إعادة الاستعمال	**121**
2-5- تنوع أشكال وأحجام الطوب	**121**
2-6- تمايز الهياكل المبنية بالطوب	**122**
2-7- الخصوصية البنائية والترميمية	**123**
3- عيوب الطوب وإمكانية تلافيها	**124**
V- إعداد الطوب عالميا	**125**
1-مراحل إعداد الطوب عالميا	**125**
1-1- الانتاج اليدوي	**126**
1-2- الانتاج الميكانيكي	**127**
2-أنواع الطوب العالمية	**128**
2-1- تشكيل يدوي حر (Forme)	**128**
2-2- تشكيل يدوي في قوالب (Manuel)	**129**
2-3- تشكيل ميكانيكي في قوالب (Mécanique)	**129**
3-مقاسات الطوب العالمية	**129**
VI- إعداد الطوب مَحلّيا	**130**
1-مراحل إعداد الطوب محلِّيا (تمنطيط)	**131**
1-1- إعداد العجينة (العَجْنة)	**131**
1-1-1- مثبتات عضوية	**131**
1-1-2- مثبتات غير عضوية	**132**
1-2- مرحلة التخمير	**134**
1-3- القولبة والتشكيل	**135**

1-4- التجفيف	**136**
2-أنوع الطوب المحلِّي	**137**
2-1- حالة التشكيل اليدوي الحر(الطوب الكيفي)	**137**
2-2- حالة التشكيل اليدوي في قوالب	**138**
3-مقاسات طوب جزائرية (صحراوية)	**138**
VII- تقنيات البناء بالطوب في مباني تمنطيط	**138**
1-العناصر الانشائية في المباني الطينية بتمنطيط	**138**
1-1- المحاريب	**138**
1-2- الزخرفة في طريقة البناء	**138**
1-3- الفراغات والفتحات	**140**
1-4- تكسية المباني	**140**
1-5- تلوين الأسطح والواجهات	**142**
2- مواطن البناء بالطوب في تمنطيط	**142**
2-1- من حيث نوع الطوب	**143**
2-2- من حيث تقنية البناء بالطوب	**143**
2-3- من حيث نوع الهياكل	**145**
3-تقنيات البناء بالطوب وطرق ربطها	**146**
3-1- طريقة آدية شناوي	**147**
3-2- طريقة الخلط	**147**
3-3- طريقة السنبلة	**148**
VIII- بانوراما تلف الطوب بتمنطيط	**150**
1-مفهوم التلف	**150**
2-عوامل تدهور حالة قصور تمنطيط	**151**
2-1- التلف الطبيعي	**151**
2-1-1- التغيرات في درجة الحرارة	**151**
2-1-2- الرطوبة	**152**
2-1-3- الأمطار	**153**
2-1-4- الرياح	**155**
2-2- التلف البيولوجي	**156**
2-2-1- الحيوانات	**156**
2-2-2- الحشرات والكائنات الدقيقة	**156**
2-2-3- النباتات	**157**

2-3- الأخطار البشرية	**157**
2-3-1- الحروب	**157**
2-3-2- تأثيرات التوسع المبرمج	**158**
2-3-3- التوسع العشوائي	**160**
خلاصة	**165**
الفصل الثالث: خصائص طوب مباني تمنطيط	**167**
تمهيد	**167**
I- اعتبارات ما قبل التشخيص	**167**
1-الإحاطة المعرفية الأولية	**168**
1-1- الدراسة التوثيقية	**169**
1-2- المعاينة الخارجية	**169**
1-3- المعاينة الداخلية	**169**
2-الإعدادات التجريبية	**170**
2-1- المواد والطرق التجريبية	**170**
2-2- مواطن تواجد الطوب داخل القصرين	**171**
2-2-1- قصر أولاد علي بن موسى	**171**
2-2-2- قصر أولاد امحمّد	**173**
2-3- اعتبارات أخذ العينات	**175**
2-3-1- التركيز على أماكن البناء بالطوب	**175**
2-3-2- اختيار الأماكن القديمة والسليمة (القدم والسلامة)	**175**
2-3-3- التركيز على الطوب المعرض لعوامل التلف	**176**
II- الدراسة المخبرية للعينات التجريبية	**179**
1-دراسة الخصائص السطحية (المورفولوجية)	**179**
1-1- أخذ القياسات والأوزان	**179**
1-2- الرؤية والفحص بالعدسة المكبرة	**180**
2- سيرورة التحاليل المخبرية	**180**
2-1- التحاليل الفيزوكيميائية	**181**
2-1-1- المسح بالمجهر الالكتروني	**181**
2-1-2- اختبار أزرق الميثيلان	**182**
2-1-3- قياس درجة الحموضة pH	**186**
2-1-4- الناقلية الكهربائية	**187**
2-1-5- نسبة كربونات الكالسيوم	**187**

2-1-6- تجربة الأمواج فوق صوتية	**189**
2-2- الخصائص الفيزيائية للعينات	**190**
2-2-1- التدرج الحبيبي(La granulométrie)	**190**
أ- تجربة التجفيف	**190**
ب- تجربة التحليل الحبيبي	**191**
2-2-2- الكتلة الحجمية	**193**
أ- الكتلة الحجمية الظاهرية (Apparente)	**193**
ب- الكتلة الحجمية المطلقة (absolue)	**194**
2-2-3- المسامية الكلية (Porosité)	**196**
2-2-4- الخاصية الشعرية	**196**
أ- معامل الامتصاص الجزئي	**196**
ب- معامل الامتصاص الكُلِّي	**197**
2-2-5- التحليل المعدني	**198**
2-3- الخصائص الميكانيكية	**200**
2-3-1- قوة الشد الجاف	**201**
2-3-2- مقاومة الضغط الجاف	**202**
2-3-3- مقاومة الضغط الرطب	**203**
2-3-4- اختبار التشوه وعلاقته بالحمولة	**203**
2-3-5- مقاومة التآكل والخدش	**204**
2-3-6- تجربة الشاهد في الهياكل	**205**
III- تحليل القياسات والنتائج	**206**
1-تحليل نتائج الدراسة السطحية	**206**
1-1- القياسات والأوزان	**206**
1-2- الرؤية والفحص بالعدسة المكبرة	**206**
2-تحليل نتائج التحاليل المخبرية	**209**
2-1- الخصائص الفيزوكيميائية	**209**
2-1-1- المسح بالمجهر الالكتروني وتحديد المكونات	**209**
2-1-2- أزرق الميثيلان	**213**
2-1-3- قيمة pH والناقلية الكهربائية	**215**
2-1-4- نسبة كربونات الكالسيوم	**217**
2-1-5- الأمواج فوق الصوتية	**217**
2-2- الخصائص الفيزيائية	**218**
2-2-1- التجفيف والتحليل الحبيبي	**218**

2-2-2- الكتلة الحجمية والمسامية	**227**
2-2-3- الامتصاص	**228**
أ- الامتصاص الجزئي	**228**
ب- الامتصاص الكلي	**228**
2-2-4- التركيب المعدني	**229**
أ- تحليل نسبة التركيبات المعدنية	**232**
ب- تحليل عامل التبلور في تربة العينات	**234**
2-3- الخصائص الميكانيكية	**235**
2-3-1- قوة الشد الجاف	**235**
2-3-2- مقاومة الضغط الجاف	**235**
2-3-3- مقاومة الضغط الرطب	**239**
2-3-4- التشوه وعلاقته بالحمولة	**239**
2-3-5- التآكل والخدش	**242**
2-3-6- تجربة الشاهد	**243**
خلاصة	**244**
الفصل الرابع: بدائل صيانة الطوب بتمنطيط	**246**
تمهيد	**246**
I- مفاهيم عامة	**246**
1-الصون	**246**
2-ثلاثية الصيانة، الحفظ والترميم؛ أيّ علاقة؟	**246**
3- الحماية المستدامة	**247**
II- استراتيجية التدخل والصيانة	**247**
- أولا: الحلول النظرية والإدارية	**247**
1-الدراسة التقييمية لأعمال الترميم المنجزة	**248**
1-1- دوافع الترميم	**248**
1-2- التعديلات والترميمات اللاحقة بالقصر	**249**
1-3- الجهات الوصية بعملية الترميم	**250**
1-3-1- إداريا	**250**
1-3-2- فنيا	**250**
1-4- نقائص التأطير ومنهجية التدخل	**251**
2-ضرورة توثيق التراث المعماري الطيني	**255**
2-1- ورقة تقنية افتراضية للمعلم	**256**
2-2- الإسقاط النموذجي على تمنطيط	**259**

3-توعية المجتمع المدني	**260**
4-الحماية القانونية والتشريعية	**262**
4-1- إعطاء أولوية للنصوص القانونية	**262**
4-1-1- النصوص الدولية	**262**
4-1-2- النصوص الوطنية	**263**
4-2- توحيد وجهات النظر بين القطاعات الوزارية	**264**
4-3- استدراك الفراغ القانوني	**265**
- ثانيا: الحلول التطبيقية	**265**
1-تحضير طوب الترميم	**266**
1-1- معايير تجريبية لصناعة الطوب	**266**
1-2- إعداد الطوب الجديد	**268**
1-3- إعداد طوب وظيفي مستحدث	**275**
2-الحلول الاستباقية والمعالجة	**275**
2-1- مواجهة الأخطار الطبيعية	**276**
2-1-1- الرطوبة والأمطار	**276**
2-1-2- الرياح	**278**
2-1-3- الأملاح	**279**
2-1-4- الحرارة	**279**
2-2- مواجهة الأخطار البيولوجية	**280**
2-3- مواجهة الأخطار البشرية	**281**
2-3-1- التدخل البنائي	**281**
2-3-2- الحيز الخارجي	**282**
3- التدخلات على طوب مباني تمنطيط	**283**
3-1- التدخلات التركيبية	**283**
3-1-1- تدعيم وتقوية الهياكل	**283**
3-1-2- تجميع الهدم وإقامة البناء	**284**
3-2- التدخلات الإنشائية	**286**
3-2-1- التدخل على مستوى الهياكل القاعدية	**286**
3-2-2- ملء التجاويف في هياكل الطوب القائمة	**290**
3-3- تدخلات جانبية	**291**
3-3-1- السُّقُـف	**291**
3-3-2- ملاط الربط	**291**
3-3-3- طبقات الطلاء	**292**

4- اقتراح خريطة أثرية للمنطقة	**292**
خلاصة	**293**
خاتمة عامة	**295**
المصادر والمراجع	**299**
ملحق الخرائط والأشكال والصور	**313**
فهرس الملاحق	**321**
فهرس المحتويات	**328**

الملخص:

تمّ استخدام كتل الطين كوحدات بناء في الحضارات المبكرة. ويمثل الطوب عنصرا في هياكل البناء بالجنوب الغربي الجزائري خاصة في قصور تمنطيط، كونه جزءًا لا يتجزأ من كتلة حائطية يستوجب فهمه من الناحية التركيبية والكيميائية. وتعتمد قابلية طوب الطين للتأثر بعوامل التلف على نوع المواد الخامة المستخدمة، أساليب البناء، الموقع، الظروف المناخية، والخصائص الميكانيكية والبنائية لكتلة الطين نفسها.

في هذا البحث تمّت دراسة الخصائص الفيزيوكيميائية والميكانيكية لطوب الطين القديم والحديث باستخدام بعض التقنيات العلمية مثل XRD، SEM والغربلة الميكانيكية الكهربائية، وذلك لتحديد المكونات والخصائص الرئيسة، والتي ستكون بمثابة مرجع لإيجاد طوب جديد لاستخدامه في أعمال الترميم. وأثبتت النتائج أن الفئة الثانية من المجموعة القديمة هي أنسب الأنواع لحفظ وصيانة المباني المدروسة بسبب خواصها الجيدة.

كلمات مفتاحية: القصر ؛ تمنطيط؛ طوب الطين؛ التلف؛ صيانة.

Abstract:

Clay blocks, were used as masonry units by the earliest civilizations. A mud brick functions as an element of masonry structures in the south-Western Sahara of Algeria especially in K'sour Tamantit. Being an integral part of a wall mass, it must be understood structurally and chemically. The susceptibility of a mud brick to be affected by decay agents depends on the type of raw materials used, the methods of construction, and location, and microclimatic conditions, mechanical and microstructural characteristics of the mud brick itself.

In this research, the physical -chemical and mechanical characteristics of ancient and new mud bricks were studied by using some scientific techniques such as XRD, SEM and electrical mechanical sieves, to determine the main components and characteristics, which will serve as reference for the contrivance of new mud bricks to be used in restoration works. Finally, our results proved that the second category in the ancient group are the most appropriate types for restoring and preserving the studied monuments, due to their good and suitable characteristics.

Key words: k'sar; Tamentit; mud brick; decay agents; conservation.

Résumé :

Les blocs d'argile ont été utilisés comme des unités dans les constructions chez les premières civilisations. La brique d'argile ou l'adobe est un élément présent dans les structures du sud-ouest Algérien, en particulier dans les k'sours de Tamantit, faisant partie intégrante de l'élément porteur représenté par le mur, cet élément doit être compris structurellement et chimiquement. La capacité de l'adobe à être affectée par des pathologies dont les facteurs de dégradation dépendent du type de matières premières utilisées, des méthodes de construction, de l'emplacement, des conditions climatiques et des propriétés mécaniques et structurelles du bloc d'argile lui-même.

Dans cette recherche, les propriétés physico-chimiques et mécaniques des briques d'argile anciennes et modernes ont été étudiées à l'aide de techniques scientifiques telles que XRD, SEM et écrans électromécaniques pour déterminer les principaux composants et propriétés, qui serviront de référence pour trouver de nouvelles briques d'argile à utiliser dans les travaux de restauration. Les résultats ont montré que la deuxième catégorie de l'ancien groupe est le type le plus approprié pour la conservation et l'entretien des monuments étudiés en raison de ses bonnes propriétés

Mots clés: k' sar; Tamentit; adobe; dégradation; conservation.