Journal of Engineering, Sciences, Assiut University, Vol. 35, No. 6, pp. 1597-1615, November 2007

DEVELOPING THE TRADITIONAL METHODS FOR MODERNIZATION AND MAINTENANCE THE MUD BRICK HOUSE (THE CITY OF SHIBAM HADHRAMOUT AS A MODEL)

Khaled Nasser Barashed and Sabet Salem EL-Azab
Department of Architecture, Faculty of Engineering

(Received August 12, 2007 Accepted October 31, 2007)

Yemen in general and Hadhramout in particular is replete with a rich cultural, tradition and ancient heritage. The most important one is the clay architecture arts; in Hadhramout there are many of the examples of the clay architecture such as some existed cities full of life. The most famous and important one is the Historical City of Shibam with its wall. Shibam with its palaces, fortresses, towers and houses with over 500 years of age. Their altitude reaches up to eight floors. They are considered the oldest altitude skyscrapers in the world.

Despite that the city is inhabited but its buildings still need maintenance. Also the existence of its buildings in an old architecture environment makes them suffer from physical infrastructure limitations and their inability to meet the emerging needs of life and the prosperity of modern health services - such as health services, spacious rooms and other requirements of the Modern House in addition to ongoing maintenance requirements. This made them vulnerable to emigrate and serious neglect, and hence the deterioration and oblivion.

Despite their traditional expertise for hundreds of years in building operations and maintenance, but there were some errors and deficiencies in circulation across generations need to be correct and re-examined in order to access to scientific solutions in the industry of mud bricks, roofing, and the outside layer (the coating) as well as addressing the cracks and mud building diseases .

This research aims to study the buildings-maintenance of the historical city of Shibam Hadhramout, at this time as a model for ways to restore mud buildings with the traditional methods to come up with recommendations aimed to develop the maintenance and modernization of the house in a steady scientific method .

KEYWords: maintenance, repair, mud buildings, the city of Shibam Hadhramout, Yemen.

تطوير الأساليب التقليدية في تحديث البيت الطيني و صيانته (شبام حضرموت أنموذج)

د. خالد ناصر باراشد*، م. ثابت سالم العزب**
* أستاذ التخطيط و الحفاظ المشارك، قسم الهندسة المعمارية، جامعة حضرموت
Barashed@hotmail.com
** باحث في مجال البناء بالطين (وزارة الأشغال العامة والطرق)
thabetsa@yahoo.com

الملخص
تزخر اليمن بشكل عام وحضرموت على وجه الخصوص بموروث ثقافي وتراثي وأثري أبرزها فنون العمارة الطينية. ففي محافظة حضرموت توجد العديد من الشواهد المعمارية الطينية - متمثلة في مدن قائمة تضج بالحياة وأهمها مدينة شبام التاريخية المسورة ذات القصور والقلاع والحصون والبيوت

والتي يزيد عمر بعضها عن ٥٠٠ عام ويبلغ ارتفاع مبانيها إلى ثمانية طوابق، حيث تعد أقدم ناطحات سحاب في العالم.

بالرغم أن المدينة مأهولة بالسكان إلا أن الكثير من مبانيها بحاجة ماسة إلى الصيانة، كما أن تواجد مبانيها في بيئة عمرانية قديمة جعلها تعاني من تقادم البنية العمرانية وعجزها عن تلبية الاحتياجات الحياتية المستجدة والرفاهية المعاصرة – مثل الخدمات الصحية وسعة الغرف وغيرها من متطلبات البيت الحديث، إضافة إلى متطلبات الصيانة المستمرة، مما جعلها عرضة للهجرة والإهمال الشديد، ومن ثم للتدهور والاندثار.

وبالرغم من الخبرات التقليدية المتوارثة منذ مئات السنين في عمليات البناء والصيانة إلا أن هناك بعض الأخطاء والنواقص المتداولة عبر الأجيال بحاجة إلى تصحيح وإعادة النظر فيها لما من شأنه الوصول إلى حلول علمية في عمليات صناعة الطوبة الطينية وعمليات التسقيف و اللياسة (الإكساء) وكذا معالجة التشققات والأمراض التي تصيب العمارة الطينية.

يهدف البحث المقدم هنا دراسة عملية ترميم مباني مدينة شبام حضرموت التاريخية في الوقت الراهن كنموذج لطرق ترميم وصيانة المباني الطينية بالأساليب التقليدية للخروج بحلول وتوصيات تهدف إلى تطوير عملية الصيانة والتحديث للبيت الطيني بمنهاج علمي رصين.

كلمات دالة: صيانة، ترميم، مباني طينية، مدينة شبام حضرموت، اليمن

١- المقدمة

يمثل فن العمارة الطينية أبرز الموروثات الثقافية و التراثية و الأثرية في وادي حضرموت، فهو الذي أعطى هذه المنطقة أهمية تاريخية كبيرة أظهرت قدرتها على مواءمة الخصائص البيئية ببعديها الطبيعي والاجتماعي لقرون طويلة. وفي هذا الصدد توجد بحضرموت شواهد معمارية طينية متمثلة في المدن والقصور و القلاع والحصون، يقدر عمر بعضها أكثر من ٥٠٠ سنة لا زال بعضها بحالة وظيفية و فيزيائية جيدة. أوجدت هذه الوفرة مشكلة الحفاظ على هذه الثروة الهائلة وإبراز الجوانب الفنية و التاريخية بها حيث تتعرض إلى الكثير من الإهمال و سوء الاستعمال.

إلا أنه جدير بالإشارة ونتيجة لعوامل عدة منها الهجرة وزيادة ضغط الاحتياجات الوظيفية والمعيشية الجديدة لمتطلبات الحياة العصرية على الإنسان والتي تطورت واتسعت دائرتها كما ونوعا إضافة إلى متطلبات الصيانة المستمر للمباني الطينية، والتأثر بالتطور العمراني الحاصل في المدن اليمنية الكبرى و دول الجوار وبحثا عن المتانة وسرعة البناء والتنفيذ وقلة الصيانة، دون إدراك ما يترتب على ذلك من مشكلات مناخية بيئية و اقتصادية، وما صاحب ذلك من نظرة دونية للعمارة الطينية و عزوفا لدا البعض عنها، خاصة في إنشاء المباني العامة والخدمية. جعل من تلك المباني عرضة للهجرة والإهمال الشديد، ومن ثم للتدهور.

١-١ الإشكالية البحثية

أظهرت العمارة الطينية قدرتها على مواءمة الخصائص البيئية ببعديها الطبيعي و الاجتماعي لقرون طويلة. إلا أنه ولأسباب عدة أصبحت المباني الطينية لا تلبي الاحتياجات الحياتية المستجدة والرفاهية المعاصرة في تصور المستخدم – مثل الخدمات الصحية وسعة الغرف وغيرها من متطلبات البيت الحديث، إضافة إلى متطلبات الصيانة المستمرة، مما دفع ساكنيها إلى إهمالها و هجرتها، ومن ثم أصبحت عرضة للتدهور.

١-٢ هدف البحث:

يهدف البحث إلى دراسة عملية ترميم مباني مدينة شبام حضرموت التاريخية كنموذج لطرق ترميم وصيانة المباني الطينية بالأساليب التقليدية للخروج بحلول وتوصيات تهدف إلى تطوير عملية الصيانة والتحديث للبيت الطيني بمنهاج علمي رصين للاستفادة منه وظيفيا وسياحيا.

١-٣ منهجية البحث:
أعتمد البحث على الدراسة النظرية والتطبيقية لأساليب الترميم التقليدية والحديثة وعلى الدراسة التوثيقية والميدانية لعملية ترميم مدينة شبام مع بيان أسلوب البناء التقليدي للخروج بحلول وتوصيات تهدف إلى تطوير عملية صيانة وتحديث للبيت الطيني.

٢- نبذة عن مدينة شبام
تقع مدينة شبام في منتصف وادي حضرموت تقريبا (شكل ١) و الذي يرتفع حوالي 600 متر عن مستوى سطح البحر. أنشئت مدينة شبام في حوالي القرن الرابع الميلادي وأعيد بناؤها عدة مرات على نفس النمط المعماري الفريد، وهي تعتبر إحدى الأمثلة الحية التي تعكس روعة الفن والعمارة اليمنية وتعكس في نفس الوقت مدى ارتباط الإنسان اليمني بمحيطه وحفاظه على تراثه الأصيل. تقع المدينة على أكمة ترابية وسط الوادي مما يعطيها مظهر البناء على قاعدة (Podium)، تحيط بها الأراضي الزراعية من جهة الشرق والغرب والشمال أما الجنوب فيحدها مجرى الوادي. نظرا لضيق المساحة، انطلق بنيانها رأسيا حتى وصل بعض الأحيان إلى ثمانية طوابق من الطوب الطيني المجفف تحت أشعة الشمس وعلى شكل أبراج عالية مترابطة فيما بينها، محاطة بسور من الطين أستخدم كوسيلة للدفاع عن المدينة، وله بوابة واحدة من الطين أيضا تقع في الجهة الجنوبية الشرقية من المدينة تفضي إلى ساحة عامة (شكل ٢ و ٣). [٣]
جدير بالذكر أن مدينة شبام الحالية والتي تحوي على ما يربو الخمسمائة بيت قد احتلت في الماضي مساحه اكبر مما هي عليه اليوم، حيث دمرتها السيول والفيضانات على التوالي في الأعوام 1298 –1562-1532م.

٣- الأضرار العامة التي تتعرض لها المباني الطينية
رغم المميزات الكثيرة التي تتمتع بها مادة الطين كونها الأكثر تواجد في الطبيعة والأقل كلفة واستهلاكا للطاقة، إضافة إلى كونها تتمتع بخواص فيزيائية جيدة كالعزل الحراري والصوتي، إلا أنه يوجد بها سلبيات ذات أسباب طبيعية و أخرى بشرية.

١-٣ الأضرار الطبيعية :
يمكن حصر الأضرار الطبيعية في عوامل فيزيائية كعوامل التعرية المختلفة وكيميائية كالرطوبة والتملح وأخرى بيولوجية كالحشرات والقوارض. ويظهر التدهور جليا في المباني الطينية بشكل تشققات وشروخ في طبقة اللياسة أو في الطوب الطيني المعروف محليا بالمدر لأسباب عدة، منها:

- التفاوت في درجات حرارة الليل والنهار والشتاء والصيف وتأثير ذلك على الطين من تمدد وانكماش لاحتوائه على المعادن. [٦]
- تتقشر الطبقة الخارجية للطين بسبب اكتساب جزيئاته للماء مؤديا إلى تمدده ثم فقدانه له بالتبخر محدثا انكماشه. حيث تؤدي الرطوبة الصاعدة من التربة بسبب الخاصية الشعرية، أو تلك الناجمة عن المياه في المطابخ و الحمامات بسبب غياب العازل، إلى إضعاف المادة الرابطة للطوب الطيني (المدر) وسقوط أجزاء منها، خاصة في الأجزاء السفلى من الحوائط. وتعتبر الرطوبة بشكل عام أهم المشكلات التي يعاني منها الطين كونها تضعف قدرته على التحمل وبالتالي تؤدي إلى انهيار المبنى.
- تسبب مياه الأمطار المنسابة على الأسطح الخارجية والواجهات أسفل الميازيب حدوث فجوات بشكل قنوات، كما يسبب ارتدادها عند تساقطها على الأرض إتلاف لطبقة اللياسة في الجزء الأسفل من الجدران.
- تآكل الطبقة المغلفة للحوائط (طبقة اللياسة) بفعل الرياح المحملة بالرمال العالية الصلابة.

أما الأضرار ذات المنشأ البيولوجي فتسببه الحشرات مثل النمل الأبيض (الأرضة) الذي يتغذى على مادة السليلوز الموجودة في التبن المستخدم في البناء أو في أخشاب الأسقف والأبواب، أو تلك التي تسببها القوارض الضارة كالفئران والحيوانات المنزلية كالأرانب.

٣-٢ الأضرار البشرية:

لعبت شحه الموارد الاقتصادية للسكان في فترة ما قبل الوحدة اليمنية دورا هاما في تدهور الكثير من المباني والشواهد الأثرية، حيث خضعت كثير من الأراضي الزراعية و المباني السكنية و القصور الخاصة ما يقارب الثلاثة عقود من الزمن لقانون التأميم فيما كان يعرف سابقا بجمهورية اليمن الديمقراطية الشعبية. لقد أدت تلك السياسة إلى ترهيب الملاك بعدم الاستثمار في المنطقة من جهة وعدم القدرة على ترميم ممتلكاتهم غير المؤممة من جهة أخرى بسبب غياب العائدات من الممتلكات المؤممة التي كانت تغطي نفقات ترميم منازلهم وقصورهم الطينية. ظل الحال كذلك حتى قيام الجمهورية اليمنية في ٢٢ مايو ١٩٩٠، وتم إلغاء كثير من القوانين الشطرية بما في ذلك قانون التأميم، بالرغم من أن نتائجه مازالت قائمة في بعض المحافظات الجنوبية والشرقية. إضافة إلى ذلك أدت الهجرة المستمرة لأسباب اقتصادية انخفاض نسبة الذكور البالغين القادرين على أعمال الصيانة الدورية للمباني الطينية والتي كانت تتم في غير فصول الزراعة والحصاد، وتطلع الجزء المتبقي منهم إلى الخروج إلى حياة أكثر رفاهية وأقل جهد، إلى إهمال هذه المباني.

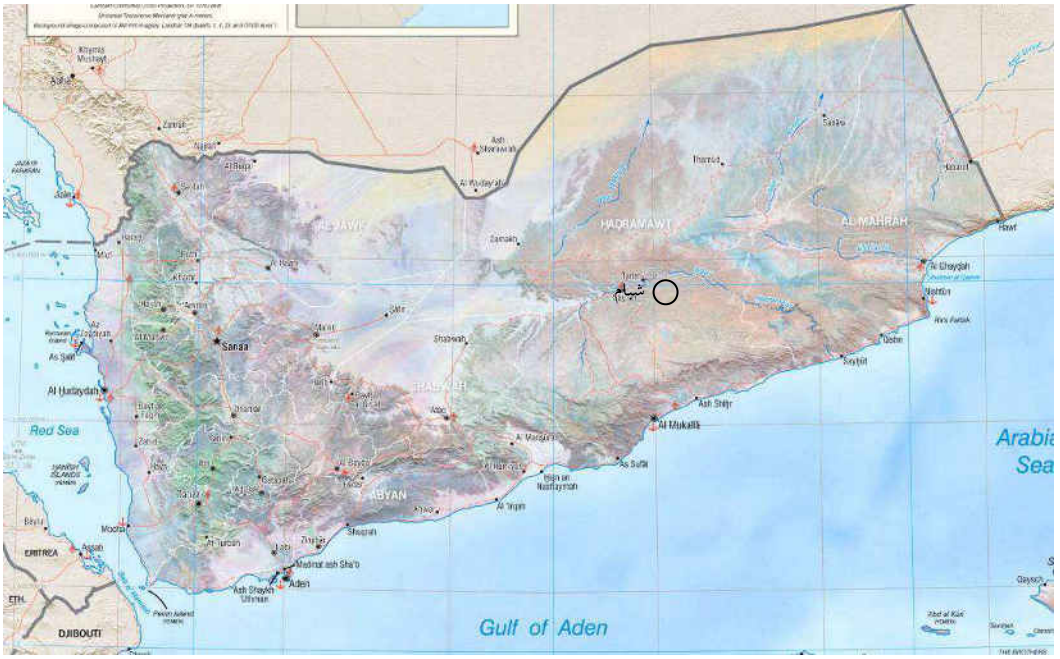
كما أدى إدخال مواد بناء حديثة بطرق غير سليمة ودون دراسة لمدى توافق الطين معها إلى ظهور أضرار إنشائية وتلوث بصري بالمباني الطينية. [١]

٤- مشاريع صيانة وترميم المباني الطينية لمدينة شبام التاريخية

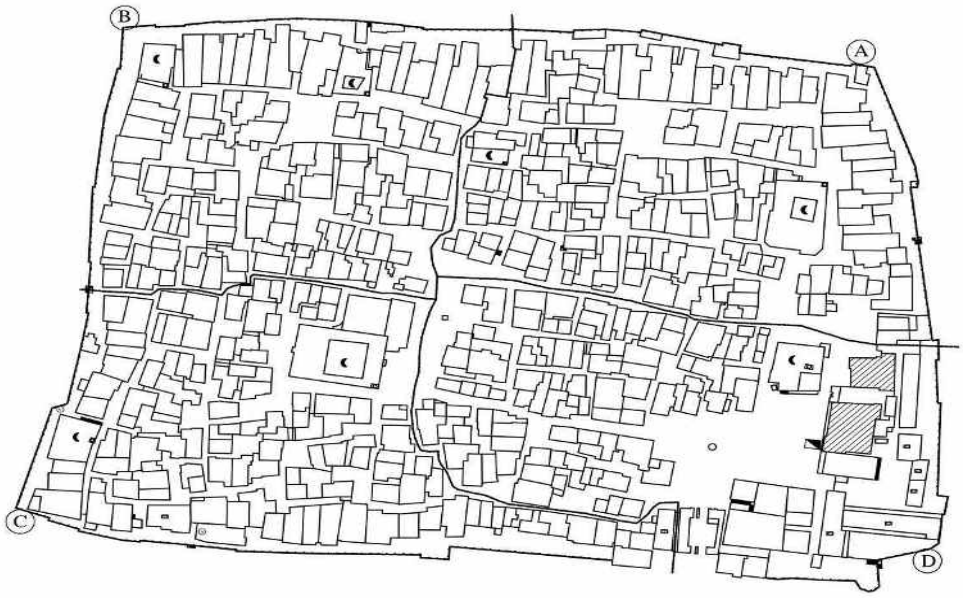
حظيت مدينة شبام بالاهتمام الحكومي والدولي منذ إدراجها ضمن التراث الحضاري والإنساني من قبل منظمة اليونسكو، حيث تم إعادة تأهيل البنى التحتية للمدينة وصيانة وترميم بعض المباني المهددة بالانهيار. وبالرغم من ذلك كانت هناك بعض السلبيات التي رافقت عمليات الصيانة والتأهيل أو لم تتطرق لها بالدراسة نذكر منها على سبيل المثال:

- شق الطريق الشرياني بمحاذاة أسوار المدينة الجنوبية وما تسببه حركة النقل المستمرة من اهتزازات تأثر سلبا على المباني المطلة على الطريق.
- سوء تنفيذ شبكة الصرف الصحي - رغم حصول المدينة عليها قبل أي مدينة أخرى في وادي حضرموت- وتسرب المياه العادمة من الشبكة وما سببه ذلك من أضرار على الأساسات الطينية لبعض المباني.
- سوء تنفيذ إمدادات الصرف الصحي في المباني. [٥]
- استخدام مكيفات الهواء التي تعتمد على تقنية البخر وما ينتج عنه من زيادة رطوبة الجدران الطينية التي سرعان ما تفقدها تدريجيا عند إيقاف تلك المكيفات. إن اكتساب الجدران للرطوبة وفقدانها المستمر يؤدي إلى تقشر في الطبقات الخارجية بسبب تغير الرطوبة النسبية ساعات اليوم والفصول وما يتسبب عنه من إذابة الأملاح في مادة البناء وانتقالها على السطح الخارجي مكونة بلورات تضغط على القشرة الخارجية محدثة تفتتا للسطح الخارجي للطوب الطيني أو كتل الطفلة.

كما حظيت المدينة مؤخرا باهتمام دولي كبير من خلال رعاية منظمة التعاون الألماني التقني (GTZ) مشروع تطوير مدينة شبام، حيث تم من خلال المشروع مسح وتقييم بيوت مدينة شبام بأسلوب علمي حديث وذلك من خلال توثيق المباني وتقييم حالتها المعمارية و الإنشائية وتقديم المساعدة المادية (جزئيا) لأصحاب البيوت التي بحاجة إلى صيانة أو ترميم. وتتم أعمال الصيانة بعد تحديدها في أعمال الرفع والتوثيق، بإيكالها إلى عمال بناء محليين تم تأهيلهم في دورات خاصة من قبل معلمي بناء مؤهلين ومنضويين في إطار جمعية الحفاظ على المدينة التاريخية لتتم بطرق تقليدية بحته و دون تدخل تقني وبإشراف مهندسي ال (GTZ) والهيئة العامة لحماية المدن التاريخية. [٥]



شكل ١:خريطة توضح مدينة شبام التاريخية من الجمهورية اليمنية.



شكل ٢: خريطة لمدينة شبام التاريخية، مقسمة إلى أربعة مناطق (A-B-C-D) لتسهيل عملية توثيقها.[٥]

٥- طرق البناء والمعالجة لمباني شبام

٥-١ الأساسات

تبنى الأساسات غالبا من الطين النيئ (وحدات من الطوب الطيني المجفف بأشعة الشمس) وفي مناطق الرطوبة من الحجر. يبدأ سمك جدار الأساس الشريطي عريضا في الأسفل ثم يتناقص سمكه تدريجيا إلى الداخل حتى يصل إلى سمك الجدار المطلوب بناؤه في الدور الأرضي. [٢]

٥-١-١ الأضرار التي تتعرض لها الأساسات

- رطوبة صاعدة من التربة بسبب السيول والأمطار وسوء تنفيذ شبكة المياه والمجاري.
- أضرار يسببها النمل الأبيض الذي يتغذى على مادة السليلوز الموجودة في التبن أو الأخشاب.
- هبوط وتشققات في الأساسات ناجم عن هبوط التربة بسبب تعرضها للرطوبة أو زيادة الأحمال أو سوء تصريف مياه الأمطار.

٥-١-٢ طرق معالجة تقليدية أثناء البناء

- استخدم مواد عضوية كالدمان (روث الماشية) لتقوية أرضية الأساسات والملح لإبعاد النمل الأبيض.
- وضع طبقة من الرماد تليها طبقة من كسر الحجر من غير مونه لمنع صعود الرطوبة عبر الخاصية الشعرية.
- استخدم مونه النورة (الجير المطفئ) أو خليط النورة والرماد في ربط حجارة الأساسات لمقاومتها للماء.
- رص أعواد شجر العلب (السدر) أو سيقان نبات اليعبور تحت الأساس لتعمل كالميدات في توزيع الأحمال على التربة لتمنع هبوطها.

٥-١-٣ طرق معالجة تقليدية بعد ظهور الضرر

- بناء حزام حول المبنى من الحجر ومونة النورة أو النورة والرماد بارتفاع متر تقريبا يسمى (الحمث)، ينتهي بمنسوب لا يسمح بدخول المياه إلى أساس المبنى.

٥-١-٤ استخدام طرق ومواد بناء مستحدثة في العمارة الطينية

- يتم بناء الحمث من الحجر و مونة الأسمنت. للتغلب على سلبية الطين أمام الرطوبة.
- يتم بناء الأساسات من الحجر ثم يتم بناء كمرات رابطة من الخرسانة المسلحة وعليها تبنى الجدران الطينية.

٥-٢ الجدران

تبنى الجدران من الطوب الطيني المجفف بأشعة الشمس والمعروف محليا بالمدر فوق الأساسات مباشرة وبدون عازل. في البيت الشبامي يصل عرض الجدار في الأسفل إلى متر أو أكثر وفي الأدوار العليا ٣٠ سم. (أنظر شكل ٣)

لزيادة صلابة الجدار الطيني أثناء البناء ترص حبات اللبن (المدر) فوق بعضها البعض بشكل شريط مستمر على طول الجدران بارتفاع ٥٠ سم تقريبا (موفر)، حيث يكتفى ببناء موفر واحد في اليوم الواحد حتى يجف الجدار ويصبح أكثر تماسكا وقوة.

يوضع اللبن على العرض (معروضة) أو بعرض مدره وطول أخرى (سبيه ومعروضة) أو طوليا (سبيه) بحسب سمك الجدار.

٥-٢-١ الأضرار التي تتعرض لها الجدران

- شروخ ناتجة عن أحمال مركزة من الجسور أو بسبب هبوط في الأساسات.
- فلوق في جدران السطح بسبب غياب الكمرات الرابطة والموزعة للأحمال، كذلك بسبب التعرض للرطوبة أو ضعف قوة الطوب المستخدم أو زيادة الأحمال.

٥-٢-٢ طرق معالجة تقليدية أثناء البناء

- ربط الجدران المتعامدة مع بعضها أفقيا بواسطة أعواد خشبية من شجرة العلب (السدر) وتسمى هذه العيدان (البسوط)، وتعمل البسوط على تقوية الروابط بين الجدران من جهة وتوزيع الأحمال عليها لمنع حدوث شروخ قد تنجم عن اختلاف الأحمال.
- توضع أعواد العلب على أعتاب النوافذ والأبواب ويبنى أعلاها عقوف من المدر لضمان توزيع الأحمال على أكتاف الفتحات والحيلولة دون حدوث شروخ أسفل نهايات الأعواد بسبب تركز الأحمال.

٥-٢-٣ طرق معالجة تقليدية بعد ظهور الضرر

- تستخدم جدران ساندة من الطين ونادرا من الحجر تسمى (الزاحمة).
- استخدم أعمدة ساندة من الأخشاب تدعى (معاتن) لتخفيف الأحمال على الجدران حيث توضع مائلة إلى الخارج ساندة سقوف الدور الأرضي أو الأول وتملئ الفراغات بينها بالطين فتظهر أحيانا بشكل الزاحمة.
- تعبئة الفتحات والشروخ في الجدران بمونة الطين مع التبن.
- وضع عود خشب في الجدار متعامد مع الشرخ في حالة الشروخ الكبيرة
- استبدال الجزء المتهرئ من الجدار.

٥-٢-٤ استخدام طرق ومواد بناء مستحدثة في العمارة الطينية

تستخدم أنابيب حديدية ذات أقطار كبيرة (١٠ سم) كمعاتن مرتكزة على قواعد خرسانية بمسافة مترين بدلا من معاتن الأخشاب لمقاومة الحديد للأرضة. يوضع أعلى الأنابيب، تحت أعواد السقف مباشرة وعلى طول الجدار، لوحين من الخشب ثم تضغط بين الألواح قطع خشبية مثلثة الشكل (خوابير) حتى يُحمل السقف على المعاتن ثم تعبئ تلك الفتحات بالطين وقليل من الملح. (شكل ٩ وشكل ١١)

شكل ٣: البناء التقليدي بالطوب الطوب الطيني المجفف بواسطة أشعة الشمس والذي يسمى محليا (بالمدر) (الصورة إلى اليمين)، طريقة رص المدر جانبيا لتجفيفه (الصورة إلى اليسار).

٥-٣ السقوف

٥-٣-١ السقوف الخشبية

توضع أعواد أخشاب العلب (السدر) على الجدران الطينية الحاملة مباشرة وتسمى (القبال). ونتيجة لقصرها (حوالي ٣.٥م)، يستعان بعمود خشبي يسمى (السهم) أو (السارية). يوضع عليه جسر خشبي يدعى (القاسم) لإطالة بحر السقف. يثبت العمود (السارية) في الأرض بأحجار صغيرة تدعى (سفن) ويضع أعلاه ذروة خشبية تدعى (الكبش) وفوقها يوضع الجسر (القاسم) - يكون عادة من جذوع أشجار العلب القوية ذات الأقطار الكبيرة. وعلى القاسم ترص أعواد القبال بأبعاد متساوية تتراوح بين ٢٠ – ٣٠ سم.

في الأسقف المزخرفة ترص على القبال عيدان صغيرة لنبات العشر أو الأراك بدقة متناهية بأشكال هندسة وزخرفية بديعة معطية للسقف من الأسفل منظرا جميلا. (أنظر شكل ٥) توضع على هذه الطبقة من العيدان حصيرة من سعف النخيل (سلقة). أما السقوف المليسة من الأسفل فتفرش على القبال طبقة من النباتات الليفية، يوضع عليها طين مخلوط بالماء لضمان سد الفتحات بين العيدان، ثم طين جاف وتسمى هذه العملية (الودف)، ثم طبقة إنهاء أخيرة مكونة من الطين المبلل بالماء وتسمى هذه العملية بمحضة السقف.

٥-٣-١-١ الأضرار التي تتعرض لها السقوف الخشبية

- شروخ في الجدران بسبب الأحمال المركزة من الجسور أو أعواد السقف على الجدران.
- رطوبة بسبب تسرب مياه من السطوح أو من الحمامات والمطابخ لعدم وجود عازل.
- تآكل للأخشاب في السقف بسبب النمل الأبيض.
- اعوجاج أو كسر للأعواد بسبب الأحمال الزائد.
- زيادة في الأحمال بسبب زيادة سمك التسقيف بطبقات الطين (الودف والمحضة) إضافة إلى الأحمال الحية و الأثاث.

٥-٣-١-٢ طرق معالجة تقليدية أثناء البناء

- وضع حجر مسطحة تحت الجسور لتوزيع الحمل على الجدار.
- وضع حجر (سفن) تحت السارية الحاملة للسقف.
- استخدام العيدان الكبيرة الجافة للأعمدة والجسور والسقوف.
- استخدم عيدان قصيرة كوسائد تحت الجسور ويحبذ عيدان اليعبور لمقاومتها للأرضة.
- استخدام مونة الجير المطفئ والرماد في المناطق الرطبة كالحمامات والمطابخ.

٥-٣-١-٣ طرق معالجة تقليدية بعد ظهور الضرر

- سد الشروخ بالطين أو بوضع عيدان أفقية متعامدة مع اتجاه الشرخ.
- استبدال طبقة الإكساء للسطوح أو الحمامات والمطابخ بنفس الطريقة التقليدية.
- استبدال أعواد الخشب المصابة بأخرى جديدة عادة دون معالجة.
- إعادة لياسة المناطق المتضررة بمونة النورة والرماد.

٥-٣-١-٤ استخدام طرق ومواد بناء مستحدثة

- لقد اشتهرت عروق السدر بمقاومتها للنمل الأبيض والحشرات خصوصا إذا قطعت في فصل الشتاء. إلا أنه وبسبب التصحر الذي تتعرض له المنطقة في السنوات الأخيرة قل عدد أشجار السدر بشكل ملحوظ مما دفع الأهالي على استعاضتها بأنابيب مياه حديدية (قطر ٧.٥ سم) كونها أقل تعرض للصدى في بيئة صحراوية جافة ومقاومة للحشرات. (أنظر شكل ٦)
- استخدام المونة الأسمنتية بدلا من النورة والرماد.
- استخدم جسور من الخرسانة المسلحة عليها مواسير مياه حديدية في بعض المباني الحديثة وفي الترميمات والإضافات لإطالة بحر السقف و تحمل الأوزان الإضافية (كالأثاث) التي لم تكن محسوبة في العمارة التقليدية. [٢] (أنظر شكل ٦ و٧ و٨)

٥-٣-٢ السقوف القبيبة

تبنى القباب عادة في الطوابق الأرضية نظرا لثقل أوزانها. تشيد القباب على الجدران مباشرة ببحور قصيرة مربعة أو مستطيلة المسقط. أما في الفضاءات ذات البحور الكبيرة فيستعان بالعقود (العقوف) أو بأعمدة من الطوب الطيني أو الحجر وتعرف أعمدة الحجر باسم (البكار). [٢]

٥-٣-٢-١ الأضرار التي تتعرض لها السقوف القبيبة

- تشققات ناجمة عن زيادة الأحمال.

- انهيار بسبب تتضرر الجدران والأكتاف الحاملة وعدم القدرة على مقاومة القوى الرافسة.

٥-٣-٢-٢ طرق معالجة تقليدية أثناء البناء

- زرع أعواد من الخشب تربط بين العقود (العقوف) أعلى الأعمدة لتحمل القوى الأفقية (الرافسة) ولتقليل سماكة الجدران والأعمدة الحاملة للقباب.

٥-٣-٢-٣ طرق معالجة تقليدية بعد ظهور الضرر

- إعادة بناء الأجزاء المتهدمة.
- تقوية الجدران والأكتاف الحاملة.

٥-٣-٢-٤ استخدام طرق ومواد بناء مستحدثة

تشيد في المباني الطينية الحديثة جسور من الخرسانة المسلحة بدلا من العقود الطينية، حيث يستخدم فيها المدر كتخشيبة ضائعة عند صب الجسور. (أنظر شكل ٤)

٥-٤ السطوح ومناطق الرطوبة (الحمامات والمطابخ)

تبنى السطوح كما تبنى السقوف حيث يتم رفع الجدران الساترة بمقدار ١٨٠ سم وتسمى (بالتمنيع). يراعى في بناء السطح الميول كما يزود السقف بمصارف لمياه الأمطار (مراعيض). بعدها يليس (يطرق) السطح بالنورة مرتين لحمايته من الأمطار وعوامل التعرية والإشعاع الشمسي. [٤]

٥-٤-١ الأضرار التي يتعرض لها العنصر

- تلف في طبقة اللياسة أو المحضة بسبب الرطوبة في الحمامات والمطابخ أو تسرب مياه الأمطار من السطوح.
- شروخ سطحية إلى عميقة لعدم التوزيع المتساوي للأحمال على الأسطح.

٥-٤-٢ طرق معالجة تقليدية أثناء البناء

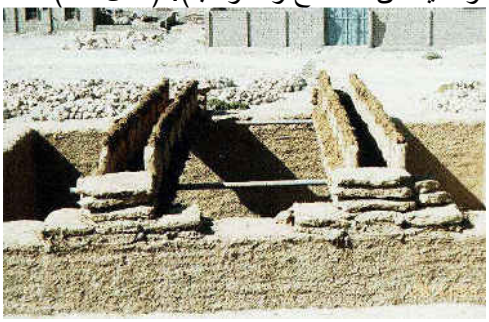
- تليس السطوح بخليط من الجير المطفئ (النورة) المعالج محليا والمخلوط بالبطحاء بنسبة ١:٢ ـ ١:٣ أو النورة المخلوطة مع البطحاء والرماد بنسبة ١:٢:٣ لمقاومة الخليط الأخير للماء وتقليل نسبة انكماش النورة.

٥-٤-٣ طرق معالجة تقليدية بعد ظهور الضرر

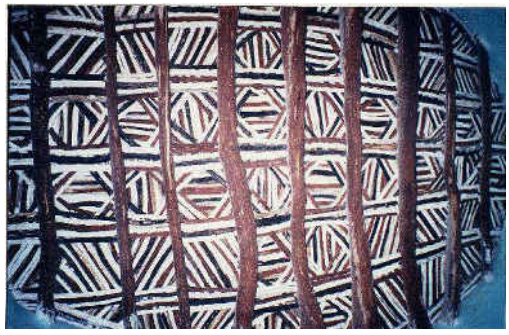
- إزالة الطبقة المتضررة ثم إعادتها بنفس الطريقة.

٥-٤-٤ استخدام طرق ومواد بناء مستحدثة في العمارة الطينية

- يستعاض عن النورة والرماد بالإسمنت حيث يتم لياسة السطوح بخليط بخليط الأسمنت والبطحاء (حبيبات رمل كبيرة من مجاري السيول مغسولة وخالية من الأملاح والشوائب). (شكل ١٢)



شكل ٤: طريقة التسقيف بواسطة القباب (الصورة إلى اليمين)، تقنية بناء التخشيبة الضائعة من المدر لجسر خرساني ستبنى عليه لاحقا قبة نصف أسطوانية من الطين، الصورة إلى اليسار)



شكل ٥: منظر لسقف تقليدي من الداخل تظهر فيه أعواد العلب و نباتات العشر معمولة بطريقة زخرفية بديعة.

شكل ٦: استخدام مواسير المياه الشبيهة بأعواد الأشجار ذات الأقطار الدائرية في تسقيف المباني الطينية، كما يلاحظ استخدام الطوب الخرساني بدلا من الطوب الطيني في بناء الأعمدة.

شكل ٧: استخدام الخرسانة المسلحة في بناء السلالم و الجسور لإطالة بحر الأسقف في العمارة الطينية.

شكل ٨: استخدام الأهالي مواسير المياه الشبيهة بأعواد الأشجار ذات الأقطار الدائرية في تسقيف مبانيهم لتقارب الصورة البصرية بينهما.

شكل ٩:التلوث البصري الناشئ من استخدام طريقة الإسناد الخارجي للجدران والأسقف بواسطة المعاتن. (لصور إلى اليمين والوسط)، مشكلات تمديدات الصرف الصحي في المباني الطينية (الصورة إلى اليسار).

٥-٥ أعمال البياض والليّاسة

تسمى الليّاسة بالطين بالمحضة، حيث يليس الجدار بطين مخلوط بالتبن الناعم، ثم يترك حتى يجف قرابة العشرة أيام ثم يمحض للمرة الثانية بطين مخلوط بالرمل الناعم. أما الليّاسة بالنورة فتدعى (الطرقة). [١] (شكل ١٣ وشكل ١٤)

يوجد نوعان من الطرقة، ففي الطريقة الأولى: تخلط النورة بالبطحاء ثم تليس الجدران والسطوح وتسمى هذه الطريقة بالحقيط أو الفحسة). أما الطريقة الثانية: فتدعى بالملس، وتستخدم لتزيين الجدران من الداخل ولدورات المياه، وهي طبقة بيضاء لامعة ملساء مقاومة للماء سهلة التنظيف.

تعتمد أعمال الطرقة كليا على النورة المخلوطة بالبطحاء أو النورة المخلوطة مع البطحاء والرماد.

تطلى جدران وسطوح البيت دوريا بالنورة خاصة قبل موسم الأمطار، فهي مادة البياض الأولى في العمارة الطينية وذلك لسد الشروخ التي قد تنجم عن انكماش الطرقة وللمحافظة على بياض السطح باستمرار ليعكس أكبر قدر من أشعة الشمس الساطعة على السطوح.

٥-٥-١ الأضرار التي تتعرض لها أعمال البياض والليّاسة

- التقشر، الانتفاخ بسبب الرطوبة أو بسبب عدم الالتزام بسماكة محضة الطين (٣ سم).
- عدم ترك محضة الجدران (الطينية) تجف لتتماسك بشكل كافي وتصبح قادرة على حمل طبقة الطرقة.
- تركيب غير سليم لمواد التلبيس، أو إضافة تتم بطريقة مستعجلة ولا تهتم بالقواعد الأساسية للحرفة.

٥-٥-٢ طرق معالجة تقليدية أثناء البناء

- أستخدم نوع جيد من الطين يعرف بالزبر، نسبة الطمي فيه عالية خالي من الأملاح. إذ تساهم نوعية الطين هذه في تماسك طبقة المحضة مع طبقة الطرقة.
- يخمر الطين بالماء قرابة يومين ثم يخلط بالتبن الناعم، ثم تترك الجدران لكي تجف تماماً من الماء.
- الطين المخلوط بالتبن أقل انكماشا من غيره وبذلك أقل عرضة للشروخ إلا أنه لا يخلو منها، لذا تترك الأسطح عادة حتى تجف، يتم بعدها سد الشروخ الناتجة عن انكماش الطين مرتين تقريبا حتى يتم التأكد من خلو الأسطح منها.

٥-٥-٣ طرق معالجة تقليدية بعد ظهور الضرر

- إزالة طبقة الليّاسة المهترئة من الجدران ثم تنظف من الأتربة وتبلل بالماء قبل إعادة تلبيسها.
- لياسة السطوح بخليط النورة والبطحاء والرماد بنسبة ١:٣:٤ أو بخليط النورة والبطحاء فقط بنسبة ١:٣.
- طلاء جدران وسطوح البيت بالنورة، وإعادة طبقات المحضة والطرقة.

٥-٥-٤ استخدام طرق ومواد بناء مستحدثة في العمارة الطينية.

- استخدام الأسمنت كمادة بديلة للنورة والرماد في الليّاسة ومناطق الرطوبة.
- يستعاض عن الرماد بالإسمنت حيث يتم لياسة السطوح بخليط النورة والبطحاء والأسمنت بنسبة ١:٣:٤ وبعض الأحيان بخليط الأسمنت والبطحاء فقط بنسبة ١:٣.
- استخدام السيراميك في الحمامات والمطابخ كمادة بديلة للملس. استخدام الطلاء الزيتي كمادة إنهاء أخيرة في التشطيبات الداخلية.

٥-٦ صناعة الطوب الطيني (المدر) كمادة بناء أساسية

ينتج الطوب الطيني المجفف بواسطة أشعة الشمس والذي يسمى محليا (بالمدر) باختيار طين جيد نسبة الطمي به عالية وخالي من الأملاح. ويتميز الطين في منطقة شبام بلدونةٍ عالية و بلون أحمر لاحتوائه على مركبات الحديد.

يخمر الطين بالماء يوم كامل، يخلط بعدها مع التبن بعد تفتيته، ثم يخلط بكمية وافرة من الماء حتى يصبح لدنا جدا وتشكل وحدات الطوب بوضعها في قالب خشبي يسمى (مفتل) يعطي شكل الطوبة النهائي. يتم صب القوالب الطينية على أرضية تسوى ثم ترش بالرمل أو الطين الجاف ليمنع التصاق

القوالب الطرية بالأرض. يترك الطوب خمسة إلى سبعة أيام ليجف ثم يقلب ويرص عموديا ليجف أكثر ويصبح بعدها جاهزا للاستعمال. [٣] (شكل ٣ وشكل ١٠)

يوجد هناك ثلاثة أحجام مختلفة من الطوب الطيني المجفف بواسطة أشعة الشمس المستخدم في منطقة الدراسة تختلف باختلاف الاستخدام: الحجم الكبير ١.٨ قدم × ١ قدم × ٣ بوصة، ويستخدم في الجدران الحاملة - خاصة الأدوار الأرضية، و الأساسات، والوسط بحجم ١.٥ قدم × ١ قدم × ٣ بوصة ويستخدم في الجدران الفاصلة و الطوابق العليا، والصغير والمسمى (العكف) بحجم ١.٤ قدم × ١٠ بوصة × ٣ بوصة، ويستخدم في بناء القباب و العقود.

٥-٦-١ الأضرار التي يتعرض لها الطوب الطيني

- قلة التبن وعدم تخمره بشكل كافي يؤدي إلى ضعف جهد كسر الطوبة.
- تشقق الطوبة أثناء الجفاف.
- تكسر الطوب الطيني أثناء النقل.
- عدم استواء سماكة الطوبة بسبب عدم استواء الأرض التي يصنع عليها الطوب مما يسبب ضعف الجدار الطيني.

٥-٦-٢ طرق معالجة تقليدية أثناء البناء

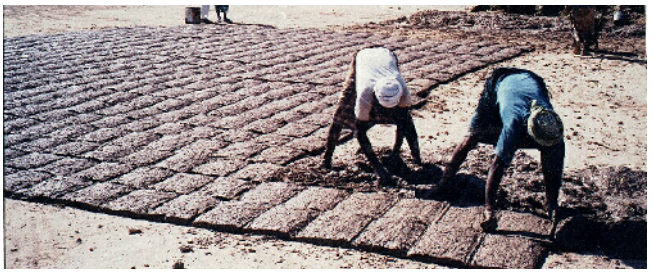
- يخمر الطين بالماء قرابة اليومين، يخلط بعدها مع التبن بعد تفتيته، ثم يخلط بكمية وافرة من الماء، أثناء ذلك يحدث تحلل لمادة السيليلوز الموجودة في التبن، حيث تزداد قوة ترابط الطين ويقلل انكماشه.
- تسوية الموقع الذي تتم عليه عملية إنتاج الطوب حتى تكون سماكة الطوب متساوية. [٦]

٥-٦-٣ طرق معالجة تقليدية بعد ظهور الضرر

استبدال الطوب المتضرر بآخر سليم.

٥-٦-٤ استخدام طرق ومواد بناء مستحدثة في العمارة الطينية

- استخدام الطوب الطيني المضغوط.
- استخدام البلك الأسمنتي بدلا من الطوب الطيني. (شكل ٦)



شكل ١٠: صورة توضح طريقة إنتاج الطوب الطيني المجفف بواسطة أشعة الشمس والذي يسمى محليا (بالمدر) بواسطة القالب الخشبي (المفتل).

شكل ١١: إسناد الجدران بواسطة أعمدة خشبية – معاتن من الخشب – الصورة إلى اليمين، و استخدام المواسير الحديدة حديثا ذات الأقطار الكبيرة كمعاتن.

شكل ١٢: إنهاء السقوف حديثا بمادة الأسمنت بدلا من النورة.

شكل ١٣: لياسة الجدران الخارجية بالطين (المحضة)

شكل ١٤: تبييض إحدى الواجهات بالنورة.

٦- تطوير الأساليب التقليدية في تحديث البيت الطيني و صيانته

تعد خبرة البنائين اليمنيين في مجال البناء بالطين من أهم الخبرات العالمية نظراً للمخزون الثقافي والحضاري وتراكم هذه الخبرات عبر القرون، فلقد مارس الإنسان اليمني عملية البناء بالطين بأساليب المعلم المتمرس ومنهجية الخبير المتمكن. إلا أنه ومع تطور البحث العلمي وصناعة البناء ظهرت تقنيات ومواد بناء جديدة لم تكن متاحة في السابق مما توجب الاستفادة منها. ويمكن تلخيص بعض المقترحات الخاصة بترميم وصيانة عناصر البيت الطيني بالتالي:

٦-١ الأساسات

تعاني الأساسات في المباني الطينية في منطقة الدراسة من أضرار عده لعل أهمها هبوط التربة وما يسببه ذلك من شروخ وتشققات في الأساسات بسبب الرطوبة، أو الأحمال المتزايدة وعدم توزيعها بانتظام، أو بسبب الاهتزازات الناتجة عن حركة النقل الثقيل على الطريق الشرياني المار جنوب منطقة الدراسة. وكون مدينة شبام منطقة أثرية شديدة الأهمية للتراث المحلي و العالمي وجب صيانتها مع مراعاة الشكل المعماري الفريد لمبانيها ونسيجها الحضري. لذا يجب أولا تشخيص مسببات تلك العيوب بأسلوب علمي دقيق قبل الشروع في المعالجة، على أن يتم ذلك على النحو التالي:

- فحص نوعية التربة وقدرتها على التحمل (جهد التربة)، وحساب الأحمال الميتة و الحية للمبنى تسهل على المهندس والبناء من اتخاذ القرار السليم في عملية الصيانة.
- إزالة المسببات – إذا كانت بسبب رطوبة ناتجة عن رشح مواسير المياه أو الصرف الصحي أو كلاهما معا - وتهوية الأساسات في مراحل حتى تجف، كما يجب أثناء ذلك تدعيم المبنى.
- تقوية التربة بواسطة حقنها بالمقويات أو بالأسمنت اللباني تحت ضغط عالي لرفع المبنى عدة مليمترات ووقف هبوطه.
- رفع الأساسات بحقن التربة برغوة الراتينج الصناعي والتي يتضاعف حجمها بعد الحقن بشكل كبير حيث تصل قوة الضغط لديها إلى ١٠٠ كجم / سم^{٢}. وتستخدم هذه الرغوة بشكل خاص لرفع الأساسات وسد الشروخ الناتجة عن هبوط التربة. [٩]
- تغيير أو تعميق الأساسات، وتتم هذه العملية في مراحل يتم خلالها تدعيم السقوف من الداخل والخارج. يجب أن تبنى الأساسات الجديدة أو الأجزاء المرممة من مواد مقاومة للرطوبة كالحجارة و وضع طبقة عازلة.
- معالجة المبنى من الأرضة من خلال حفر خندق حول أساسات المبنى ورش الأساسات بمادة مضادة للأرضة كما تحقن الأساسات من داخل الطابق الأرضي بنفس المادة كل (٥٠ - ١٠٠سم).

٦-٢ الجدران

تتعرض الجدران لبعض العيوب تبدأ بالتنميلات وتنتهي بالشروخ الكبيرة التي تهدد المبنى بالانهيار الكامل. لذا يجب المبادرة في صيانة الجدران المتضررة، ومنع تسرب الرطوبة ومياه الأمطار وعوامل التعرية الأخرى إلى جوف الجدار الطيني التي تسبب إضعافه. ومن التدابير التي يجب اتخاذها في حالة تضرر الجدار الطيني:

- إزالة العوامل المسببة للشروخ – في الأساسات، أو في السقوف والجسور.
- إذا كانت الشقوق صغيرة فيتم توسعتها ١ سم وفي حالة الشقوق العميقة أكثر من ذلك. ثم يتم ترطيبها بالماء حتى تصبح حواف الشروخ لدنة، بعدها يتم تعبئتها بمونة الطين والتبن المخمرة ٤٨ ساعة. يحبذ طين نسبة الرمل الخشن به عالية ونسبة الماء قليلة جدا لتجنب الانكماش عند الجفاف، تضغط مونة لدنة في الشق بواسطة سكين حتى تمزج المونة اللدنة مع الطين المرطب في حواف الشق ثم يضاف الطين الأقل لدونة ويضغط في الشق بواسطة مضرب خشبي يتناسب وفتحة الشق. عند ظهور تنميلات خفيفة في المونة المضافة يتم ضربها مرة أخرى بواسطة المضرب الخشبي.أما الشقوق الكبيرة فيتم تعبئتها بمزيج الطين بشعر الماشية (الأبقار) أو بألياف ثمار جوز الهند لتجنب الانكماش الشديد.[٨]
- في حالة الشروخ الكبيرة أو التهدم الجزئي للجدار فيجب إسناد السقوف من الداخل والخارج وصلب المبنى ثم استبدال الجدران المهترئة من الأساس حتى السقف بنفس سماكة الجدران ثم تركها لتجف. بعدها يوضع لوحين من الخشب تحت عيدان السقف و يعبئ الفضاء بين اللوحين

بخوابير من الخشب ليتحمل الجدار الجديد أحمال السقف، بعدها يفك الإسناد. جدير بالذكر أن عملية الاستبدال هذه تناسب المباني الطينية قليلة الأدوار.

- أما في حالة المباني متعددة الأدوار وذات القيمة التاريخية – كما هو الحال في مباني مدينة شبام – فينصح تطوير طريقة استخدام الإسناد التقليدية باستخدام المعاتن، وذلك بمعالجة المسببات للعيوب التي طرأت على الجدران ثم الشروع في عملية الإسناد الدائمة للمبنى بالمعاتن. وتتم العملية بإسناد مؤقت للمبنى من الداخل والخارج ثم القيام بعملية الإسناد الدائمة للجدار من الداخل وبنفس استقامتها بواسطة أعمدة من الحديد مرتكزة على أساسات من الخرسانة المسلحة دون مستوى سطح الأرض. وتتميز هذه الطريقة في الإسناد بكونها لا تشوه المبنى الأثري من الخارج و لا تغير في النسيج الحضري للمدينة من خلال تضييق الأزقة والشوارع.

٦-٣ السقوف

- معالجة السقوف الخشبية القديمة والحديثة بمادة مضادة للحشرات خصوصا النمل الأبيض.
- استخدام المواسير الحديدة في السقوف المليسة للمباني الغير أثرية والتي لا تكون فيها عروق الأشجار ظاهرة - لقدرتها على التحمل و مقاومتها للآفات. أما في المباني الأثرية فيجب استخدام الأخشاب التقليدية بعد معالجتها بمواد مضادة للحشرات.
- استخدام عازل للرطوبة في مناطق الرطوبة.
- استخدام طبقة ميول في مناطق الرطوبة و البلل – الحمامات و المطابخ والسطوح.

٦-٤ أعمال البياض واللياسة

تعد طبقة اللياسة الغلاف الواقي لحماية الجدران من الطقس وآثاره وزيادة ديمومة الجدران وتحسين مظهرها وإخفاء عيوبها، لذا يجب أن تكون مقاومة لعوامل التعرية والرطوبة ومسامية منفذه للرطوبة من الداخل. ومن البديهي أن يصاب خط الدفاع الأول في العمارة الطينية ببعض العيوب بسبب عوامل السالفة الذكر لذا يجب المبادرة بصيانتها مع مراعاة التالي:

- الدقة في تركيب مواد التلبيس وذلك من خلال استخدم طين جيد و خلطة بالتبن الدقيق المغربل ليكونا مزيجا ناعما، ثم تخمير المزيج بالماء ٤٨ ساعة حتى يتكون حمض اللبنيك الذي يزيد من مقاومة الطين للرطوبة ويقلل انكماشه.
- تنظيف الطبقة الأولى بواسطة مكنسة أو فرشاة خشنة، قبل تنفيذ الطبقة الثانية من المحضة.
- أما في حالة تضرر طبقة اللياسة (المحضة) فيجب تنظيفها جيدا ثم ترطيبها بالماء، ثم محضها محضة أولى والالتزام بسماكة الطبقة الأولى (١– ١.٥ سم)، وذلك لضمان تماسكها مع طبقة المحضة الثانية بشكل جيد، على أن لا تزيد عن سماكة المحضتين عن ٣ سم. أما في حالة وجود أضرار ذات أعماق اكبر من ٤-٦سم، فإنه ينصح تعميق مناطق الضرر حتى يتمكن من ملئ الفجوة بالطوب والمونة، فإن ذلك يوفر في الوقت ويسرع من عملية الجفاف ويقلل من الانكماش.
- ينصح باستخدم روث الحيوانات كونه من المواد العضوية التي تزيد من مقاومة الطين للماء، وهي طريقة ليست جديدة فقد أستخدم روث الحيوانات قديما لهذا الغرض، كما استخدم بول الأبقار في الهند كملاط نهائي للجدران الطينية.
- لسد التنميلات و الشروخ الصغيرة الناتجة عن انكماش الطين ينصح استخدم مونة تحتوي مكوناتها على (٢-٣) طين نسبة الرمل الخشن فيه عالية، (١) جبس، (٠.٥-١) جير، كما يجب ترطيب الشقوق قبل ذلك، برشها بالماء. ويمكن التخلي عن الجير في سد التنميلات الداخلية. [٨]
- طلاء الجدران بعد إنهاء المحضة الأخيرة بطلاء الجير المخفف بالماء مع إضافة ملح الطعام للخلطة حتى يتأخر تماسك الجير، على أن تتم عملية الطلاء ٣-٤ مرات، ويراعا في المرة الأولى أن يكون الطلاء مخفف جدا حتى يتمكن الطين من امتصاصه بشكل جيد. إلا أن هذا النوع من الطلاء غير قابل للغسل.[٨] وللحصول على طبقة مقاومة قابلة للغسل يجب مزج الجير بمنتجات الألبان قلية الدسم (الزبادي) التي تزيد من قدرته على مقاومة الرطوبة والغسل، إلا أن استخدام هذه المزيج غالي الثمن لذا نجده يستخدم فقط في اللياسة الداخلية و التي تسمى الملس. وتوجد هناك وسائل أخرى

لتحسين خواص الطين مثل تقسية القشرة الخارجية والحد من نفاذيته للماء، بطرق طبيعية مثل رش طبقة المحضة بزيت بذرة الكتان، أو صناعية بمركبات السيليكون. [٧]

٦-٥ الطوب الطيني

خلط ١م^3 من الطين مع (١٤-٢٠) كجم من القش أو التبن جافا، ثم خلط المزيج بالماء ويترك ليتخمر فترة لا تقل عن (٤٨) ساعة. حيث ينتج عن التخمر حمض اللبنيك الذي يجعل الطوب أمتن وأقل امتصاصاً للماء.

٦-٦ الإمدادات بالبنى الإرتكازية

إن الأعمال التقنية التي يجب أن يراعى فيها الشروط والقواعد عند تنفيذ المباني الطينية هي:

التمديدات الصحية: يتم التمديد في الأرضيات لأنابيب المياه والمجاري، مع الحرص على عدم التسرب. وفي حالة تسليك المواسير الخاصة بالمياه في الجدران فيجب استعمال غلاف واقٍ وتثبيته على ألواح خشبية، ويحبذ عمل فتحات للتفتيش عند ربط الزوايا أو التسليك المفتوح. كما يراعى عدم دمج خطوط التمديدات (الصحية والكهربائية) مع خطوط المياه. كذلك عدم إحداث فتحات في الجدران الحاملة لغرض تنفيذ التمديدات الكهربائية أو التمديدات الأخرى للضرورة الإنشائية وإن كان ذلك سهلا، إلا انه يتوجب عمل تصميمات مسبقة حتى يتم تنفيذ تلك الأعمال مباشرة أثناء البناء.

عزل الحمامات: إن مصدر القلق بالنسبة للبيت الطيني هو تسرب المياه إلى جدرانه وتعتبر الحمامات والمطابخ مصدر هذه المياه، وعليه فإنه يجب عزل الجدران عن الحمامات والمطبخ عزلاً تاماً، ويجب تبليط تلك الجدران بالسيراميك مع تركيب سيفون أرضي لتسهيل تنظيف الأرضيات وعمل العزل التام لأرضيات الحمام والمطبخ أثناء تنفيذ الأرضيات والجدران. ويحبذ بناء جدراناً إضافية من الداخل من الياجور خاصة للحمامات، كما يجب تأمين تهوية جيدة لتلافي الاحتباس الهوائي داخل الحمامات والمطابخ.

أما بالنسبة للحمامات العلوية فيجب تنفيذها وفق الشروط التالية:

- عدم تسرب المياه إلى طبقات التلبيس وطوب الجدران، و تنفيذ طبقة عازلة للمياه والرطوبة.
- عدم السماح بتآكل طبقات التلبيس نتيجة للاحتباس الحراري أو الرطوبة.
- ربط شبكة التصريف لمياه الأمطار والغسيل والمجاري مباشرة إلى قنوات التصريف الرئيسية.
- ضرورة الصيانة الدورية المستديمة.

٧- التوصيات

- ضرورة القيام بدراسات شاملة عن المعلم التاريخي قبل الشروع بعملية الصيانة، فقد لوحظ أن أعمال الصيانة التي يقوم بها الأفراد أو المنظمات الدولية في منطقة الدراسة بشكل عام ومدينة شبام على وجه الخصوص تفتقر للدراسات التي تشمل فحص نوعية التربة وجهد التربة، وحساب الأحمال الميتة و الحية للمبنى وقدرة تحمل الجدران و الأساسات لها.
- الالتزام بتركيب المواد ونسب الخلط المستخدم في العمارة الطينية و الاستفادة من الخبرات الأبحاث الجديدة في هذا المجال، فقد لوحظ عند إنتاج المدر أو المونة المستخدمة في المحضة، عدم الالتزام بالمقادير الصحيحة بنسب الخلط أو بفترة تخمر التبن مع الطين والماء (١م^3 من الطين مع ٢٠ كجم من القش أو التبن، وفترة تخمر لا تقل عن ٤٨ ساعة.
- التحري الجيد لمسببات العيوب التي تصيب الأساسات والمبادرة في إزالتها قبل القيام بالإصلاحات.
- تصحيح الأخطاء الفنية التي تقع بها بعض المؤسسات العاملة في مجال صيانة المباني والمدن التاريخية حيث استخدمت بعض المنظمات العاملة في عملية صيانة مدينة شبام التاريخية طريقة الإسناد الخارجي بواسطة الأعمدة الخشبية أو مواسير المياه ذات الأقطار الكبيرة، مما شوه من شكل المعالم المصانة والنسيج الحضري للمدينة (شكل ٩)، بالرغم وجود طرق تقليدية تعتمد على الإسناد الداخلي تؤدي نفس الغرض وتحافظ على الشكل الخارجي للمبنى. فعلى سبيل المثال تنفذ طريقة الإسناد الداخلي للمبنى في وادي دوعن ببناء أعمدة من الحجارة في تجويف يحفر في الجدار الطيني المتضرر من الداخل و به تسند السقوف. وتدعى هذه الطريقة بالتسهيم.

- إن خبرة اليمنيين في مجال البناء بالطين تعد من أهم الخبرات نظراً للمخزون الثقافي والحضاري وتراكم هذه الخبرات عبر القرون، إلا أنه ومع تطور صناعة البناء ظهرت تقنيات و مواد بناء جديدة لم تكن متاحة في السابق مما توجب دراستها والاستفادة من إمكانياتها وتطبيقها حسب الحاجة.
- إن اختيار الأهالي مواد بناء حديثة كمواسير المياه الشبيهة بأعواد الأشجار ذات الأقطار الدائرية في تسقيف مبانيهم، يدعي للاهتمام بدراسة الصور البصرية لعمارة وادي حضرموت بهدف دراسة المفاهيم المرتبطة بها ومدي تأثير الصور الذهنية المختزنة لدى الأفراد في تطوير بيئتهم المعمارية والعمرانية.
- ضرورة نشر الوعي والمعرفة بخواص و مميزات مادة الطين والمواد المحلية الملائمة للبناء التقليدي من خلال إنشاء مراكز للتدريب والتطوير للعمارة المحلية ومساعدة الحرفيين في هذا المجال، سيؤدي نقل هذه المهارات و التقنيات المهددة بالانقراض إلى الأجيال القادمة.
- تشجيع المواطنين على إنشاء المساكن التقليدية منخفضة الكلفة من خلال تقديم الاستشارات الفنية مع تضمينها جميع وسائل الراحة العصرية الممكنة. علما بأن مادة الطين متوفرة بشكل كبير في وادي حضرموت وتصلح لمثل هذا النوع من البناء.
- تطوير المواد المستخدمة في صيانة المباني الطينية كونها مباني لازالت تستخدم للأغراض السكنية والسكنية التجارية إضافة إلى أهميتها التراثية.

المراجع العربية

[١] باراشد، خالد ناصر (٢٠٠٢)، مواد البناء المحلية في وادي حضرموت (دراسة تحليلية)، مجلة جامعة حضرموت للدراسات والبحوث.

[٢] باراشد، خالد ناصر (٢٠٠٣)، تقنيات البناء بالطين ومعوقاته في وادي حضرموت (دراسة تحليلية)، مجلة جامعة عدن للعلوم الطبيعية والتطبيقية، المجلد ٧، العدد ٢، ص ٢٣٥-٢٤٤.

[٣] رموضة وباراشد (٢٠٠٤)، سالم عوض وخالد ناصر، الخواص الفيزيائية لطين البناء في مباني حضرموت، مجلة جامعة عدن للعلوم الطبيعية والتطبيقية، المجلد ٨، العدد ٣، ص ٤٩٧-٥٠٧.

[٤] رموضه وآخرين (١٩٨٨)، سالم عوض ، الخصائص الهندسية لمدينة شبام، دراسة مقدمة للندوة العلمية لصيانة مدينة شبام و آثار وادي حضرموت ٢٢-٢٣ فبراير ١٩٨٨م، جامعة عدن.

[٥] العزب (٢٠٠٦)، البناء بالطين (أسس عامة للتنفيذ)، ثابت سالم، الجمهورية اليمنية، وزارة التعليم الفني والتدريب المهني، ص ٨٧-١٠٣.

[٦] مصطفى (٢٠٠٢)، صالح لمعي ،الحفاظ على المباني التاريخية في العمارة الطينية، التنمية العمرانية في المناطق الصحراوية ومشكلات البناء فيها، وزارة الأشغال العامة والإسكان المملكة العربية السعودية - الرياض، ص ٦٠٧-٦١٧.

المراجع الأجنبية

[7] Houben and Guillaud (1994), Hugo, Hubert, Earth Construction, CRA Terre-EAG, 1994, pp. 331-345.

[8] Minke (1999), Gernot, Lehmbau-Handbuch, Oekobuch, Staufen bei Freiburg, pp 71-95.

[9] Schweizer Bau Dokumentation, 13/1/2005, Bodenverdichtung durch Uretek Deep Injektions, http://www.baudoc.ch/7/company/07/02/39/company_ 7.html.