



## دراسة تأثير التغيرات البيئية والمستجدات المعاصرة على العمارة الطينية دراسة حالة: وادي حضرموت في اليمن

ياسر خالد السقاف<sup>1</sup>، عصام صلاح سعيد<sup>2</sup>

<sup>1</sup> قسم الهندسة المعمارية – كلية الهندسة – جامعة حضرموت

<sup>2</sup> قسم الهندسة المعمارية – كلية الهندسة – جامعة اسيوط

Received 5 May 2016; Accepted 27 June 2016

### ملخص

حظيت العمارة الطينية باهتمام كبير لما لها من خصائص بيئية وإقتصادية وقد إستمرت عمارة الطين في أنحاء العالم بالرغم من التقدم الهائل في تقنيات ومواد البناء الحديثة. وفي الأونة الأخيرة تزايدت المخاطر التي تتعرض لها المباني الطينية والذي يتأثر بزيادة الرطوبة بسبب التغيرات المناخية وزيادة معدلات الأمطار وتدفق السيول التي أدت إلى دمار وتهدم في مناطق متعددة في العالم مما يهدد هذا الإرث الإنساني، بل وقد يؤدي إلى تناقص البناء بالطين أو إلى توقفها في ظل هذه المتغيرات الحتمية ما لم تكن هناك طرق معالجة وحلول فعالة مباشرة. ويعد وادي حضرموت من أهم مناطق العمارة الطينية في العالم المهتدة بهذه المخاطر. وترجع الأهمية البالغة لهذه العمارة في تعاملها الإيجابي مع ظروف البيئة المحلية بكل جوانبها، وهو ما كفل لها البقاء كشواهد حية رغم مرور الزمن وتغير الظروف الإقتصادية والإجتماعية المحيطة بها. وتواجه العمارة الطينية في وادي حضرموت تحدياً كبيراً في الفترة الأخيرة نتيجة للمتغيرات البيئية والمستجدات المعاصرة؛ والذي يهدد وجودها بشكل عام؛ وهي المشكلة التي يهدف البحث إلى تسليط الضوء عليها والبحث عن حلول لها من خلال دراسة العمارة الطينية من حيث خصائصها ومميزاتها وعيوبها والتقنيات المستخدمة فيها من خلال إطار منهجي؛ بهدف الوصول الى أفضل المعالجات التي تضمن بقاء العمارة الطينية في وادي حضرموت وتحافظ عليها من الإندثار.

**كلمات مفتاحية:** العمارة الطينية – التغيرات البيئية – وادي حضرموت – المعالجات

### 1. مقدمة

يعد الطين من أهم مواد البناء التي إستخدمتها الحضارات القديمة في مبانيها. وقد حظيت العمارة الطينية باهتمام كبير لما لها من خصائص بيئية وإقتصادية<sup>[1]</sup>؛ فقد عرف الطين كمادة فريدة للبناء شيدت بها قرى ومدن بأكملها. وقد إستمرت عمارة الطين في أنحاء العالم بالرغم من التقدم الهائل في تقنيات ومواد البناء الحديثة<sup>[2]</sup>. وقد فرضت العمارة الطينية في وادي حضرموت حضوراً متميزاً بشكل خاص؛ نابع من توظيف وإستعمال المواد البنائية المحلية بتشكيل ينسجم وبيئة الإنسان وحاجاته ومتطلباته وتواجه العمارة الطينية في وادي حضرموت خطر الإندثار نتيجة للمتغيرات البيئية والمناخية المحيطة والتي تهدد وجودها أو استمرارها<sup>[3]</sup>.

### 1.1. إشكالية الدراسة

تتركز إشكالية الدراسة في السؤال الآتي: هل تستطيع العمارة الطينية في وادي حضرموت بوضعها الحالي مقاومة التغيرات البيئية والمستجدات المعاصرة؟

## 1.2. الهدف من الدراسة

تهدف الدراسة بشكل أساسي إلى تقديم معالجات معمارية تساعد العمارة الطينية في وادي حضرموت على مقاومة العوامل البيئية والمستجدات المعاصرة المختلفة التي تهدد استمرارها.

## 1.3. فرضية الدراسة

يفترض البحث ان التغيرات البيئية والمستجدات المعاصرة في وادي حضرموت تؤدي الى إندثار العمارة الطينية فيه.

## 1.4. منهجية الدراسة

يتبع البحث في هذه الدراسة المنهج التحليلي وذلك من خلال الدراسات السابقة في العمارة الطينية بشكل عام والعمارة الطينية في وادي حضرموت بشكل خاص؛ مميزاتها وعيوبها وتقنياتها المختلفة ومدى تأثيرها بالتغيرات البيئية والمستجدات المعاصرة والطرق والتقنيات المختلفة في التعامل معها؛ إضافة إلى العمل الميداني المتمثل في دراسة وتوثيق وتحليل الوضع الراهن؛ بهدف الوصول الى معالجات تساهم في الحفاظ على العمارة الطينية في وادي حضرموت.

## 2. البناء بالطين

### 1.2. خصائص البناء بالطين

يعد البناء بالطين أحد أهم أنماط العمارة البيئية في العالم، ولعل من أهم مميزاته هو الطرق العديدة والمتنوعة والإضافات التي يمكن بها التعامل مع مادة الطين وتحسينها ونجد أن مناطق وقرى العمارة الطينية قد تعاملت مع المادة وفقاً لبيئتها ومنظورها وتطورها ومعالجاتها المحلية أولاً وكذلك عبر تناقل الخبرات بينها وهناك أيضاً مزايا مهمة خاصة بالعمارة الطينية تتلخص بالتالي:

- توفير درجة عالية من العزل الحراري: وهو بذلك يكفل الحد الأمثل للراحة الحرارية على عكس ما يمكن أن نحصل عليه من مواد بناء أخرى مثل الأسمنت، وتعد هذه الخاصية من المحددات المهمة التي يجب أن تؤخذ في الاعتبار خاصة عند البناء في المناطق الحارة والصحراوية. فالطين مادة لا تنفذ خلالها الحرارة إلا بعد وقت طويل يصل الى 15 ساعة تقريباً في سماكة 40 سم، بينما لا يتعدى 5 ساعات في الجدار الاسمنتي بسماكة 20 سم<sup>[4]</sup>؛ وهي بالتالي لا تشع إلا بعد وقت طويل. فضلاً عن كونها مادة عازلة للحرارة الداخلية للبناء فإنها تقلل من الإشعاعات الخارجية في الفراغات المفتوحة.
- الوفرة: تشكل أنواع الطين المناسبة للاستعمال في البناء نسبة كبيرة من القشرة الأرضية، وندراً ما تكون هناك حاجة لشرائه أو نقله إلى مواقع التشييد. وهو ما يفسر الإنتشار الواضح لاستخدام الطين كمادة بناء في مختلف أنحاء العالم، وأيضاً استمرارها في فترات زمنية متعاقبة ومتباعدة.
- مادة عازلة للصوت: تعتبر مادة الطين عازلاً جيداً للصوت؛ حيث تؤدي هذه الوظيفة من خلال تكوينها وسماكة الجدران والمسامات المنتشرة في تكوين المادة البنائية المستخدمة<sup>[5]</sup>.
- العامل الاقتصادي: يتفوق الطين على معظم أساليب البناء الأخرى من الناحية الاقتصادية حيث يعتبر أسلوباً اقتصادياً قليل التكاليف لا يحتاج إلى تجهيزات خاصة ومعقدة أو إلى عمالة عالية المهارة والتدريب.
- سهولة التشكيل: الطين بطبيعته مادة لينة سهلة التشكيل.
- سرعة البناء: حيث لا يحتاج إلى مهارات خاصة أو فترات تصلب طويلة وإن كان يحتاج الى فترة طويلة لكي يجف قبل بناء مداميك جديدة، كما أنه يمكن هدمها بسهولة<sup>[2]</sup>.
- تعدد الوظائف: تؤدي هذه المادة أكثر من وظيفة فهي مادة إنشاء وتكوين في آن واحد وتستخدم في الأساسات والجدران الحاملة والأسقف، ويسهل عمل الأشكال الزخرفية بها وعليها.
- المقاومة الذاتية: أثبتت الأبحاث أنه مع مرور الزمن تتكون طبقة ذاتية على الجدار الطيني يمكن أن تشبه الجلد وهذه تقوم بحمايته ضد الماء.

■ البعد الثقافي الحضاري: إن البناء بالطين يعطي الفرصة لإعادة التكامل المفقود في زحام التصنيع بين فن العمارة والتقاليد الشعبية والثقافية الموروثة متيحاً المجال للانسجام والتوازن بين طبيعة كل إقليم ونتاجه المعماري.

## 2.2. التجارب العالمية في البناء بالطين

أدت أزمة الطاقة في بداية السبعينات إلى البحث عن وسائل لتوفيرها بأقل التكاليف أو بإيجاد بدائل لها في مجالات عديدة ومنها مجال البناء، وتركزت معظم الدراسات حول إيجاد أنسب المواد لإنتاج مساكن أكثر حفاظاً على الطاقة وبتكلفة أقل<sup>[6]</sup>. وقد قام المركز الدولي لأبحاث وتطبيقات البناء بالطين في منطقة جرنوبل بدراسة وحصر طرق البناء التقليدية إلى جانب دراسة مختلف أنواع التربة وتحديد ما يصلح منها للبناء، ولقد توجت جهود المركز بموافقة الحكومة الفرنسية إلى بناء أحد الأحياء السكنية الجديدة بمادة الطين في إقليم دولفين الذي اشتهر بتقليده الطويل للبناء بالطين<sup>[7]</sup>. وفي الولايات المتحدة الأمريكية بدأت نهضة البناء بالطين منذ 25 عاماً تقريباً وجاءت مزامنة لأزمة الطاقة الدولية، فاستخدام الطين أكثر توفيراً للطاقة، وأيضاً نتيجة لظاهرة اجتماعية ثقافية أمريكية في تجديد وتنوع طرز المباني الحديثة مما نتج عنه تشييد أبنية حديثة بعدد وافر من الطين في كاليفورنيا ومكسيكو الجديدة وغيرهم<sup>[8]</sup>. ويوضح شكل رقم (1) مناطق استخدام مادة الطين في البناء حول العالم.



شكل رقم (1): مناطق استخدام مادة الطين في البناء حول العالم<sup>[9]</sup>

## 2.3. أمثلة للعمارة الطينية

من أمثلة العمارة الطينية مدينة شبام اليمنية التي تم إختيارها كأحد مناطق التراث العالمي من قبل اليونسكو نظراً لتمييز وإنفراد مبانيها التاريخية المبنية من المواد الأولية البسيطة (الطين المخلوط بالتبن وجذوع الأشجار) والمتوافرة في عموم وادي حضرموت؛ والتي تعمر لسنوات طويلة وتمتاز بالقوة والمتانة. فهي صامدة على مر الزمان لم تتأثر بالعواصف أو الأمطار أو غيرها من المؤثرات. ويوضح شكل رقم (2) نماذج لمباني من الطين في مدينة شبام اليمنية.



شكل رقم (2): نماذج لمباني من الطين في مدينة شبام اليمنية بإقليم حضرموت<sup>[10]</sup>

## 2.4. التقنيات الحديثة في البناء بالطين

شهد البناء بالطين تطوراً كبيراً منذ القرن التاسع عشر وأدخلت عليه مواد المحسنات والإضافات لتغيير خواصه، كما استخدمت الميكنة ووسائل الضغط لعمل قوالب أقوى وأكثر صلابة. وقد شهد العالم في نهاية القرن العشرين وبداية القرن الحالي تحولاً كبيراً في البناء بالطين وإنشاء مراكز الأبحاث حول العالم<sup>[2]</sup>، لعمل الدراسات وتطوير المادة والبناء بالطين مع تشجيع البناء بها في تلك المناطق لما ظهر للمادة من مميزات وخصائص عديدة.

وتوجد العديد من طرق البناء بالطين سواء التقليدي أو الحديث باستخدام الإضافات المحسنة للمادة أو بدونها. ولعل أهم تلك الطرق هي الطوب الطيني المضغوط والطوب المحسن والتراب المضغوط أو البناء بالمدماميك بشكل مباشر<sup>[8]</sup>. وحتى عن طريق تعبئة أكياس خاصة أو إطارات السيارات لتشكيل الفراغ البنائي

المطلوب. وتعمل المراكز البحثية حول العالم على تحسين خصائص المادة وطرق البناء ونشر الخبرات والمزايا للبناء بالطين. ويوضح شكل رقم (3) نماذج لبعض المباني بتقنيات البناء الحديث بالطين.



مبنى من الطين معاً بتقنيات الحديثة في ولاية لوزونا بالولايات المتحدة الأمريكية مبنى من الطين منقذ بالتقنيات الحديثة في أستراليا

شكل رقم (3): نماذج لبعض المباني بتقنيات البناء الحديث بالطين [11]

### 3. وادي حضرموت

يقع وادي حضرموت في محافظة حضرموت في الجزء الشرقي للجمهورية اليمنية، مجاوراً للربع الخالي بين خطي عرض (15°-17°)، وخطي طول (48°-49°15)، درجة. وتبلغ مساحة الإقليم (126000 كم<sup>2</sup>) ويشكل حوالي (78%) من مساحة محافظة حضرموت والتي تبلغ مساحتها (161000 كم<sup>2</sup>) بما يساوي (28%) من إجمالي مساحة الجمهورية اليمنية [12]. ويوضح شكل رقم (4) موقع وادي ومحافظة حضرموت بالنسبة للجمهورية اليمنية.



شكل رقم (4): يوضح موقع وادي ومحافظة حضرموت بالنسبة للجمهورية اليمنية [13]

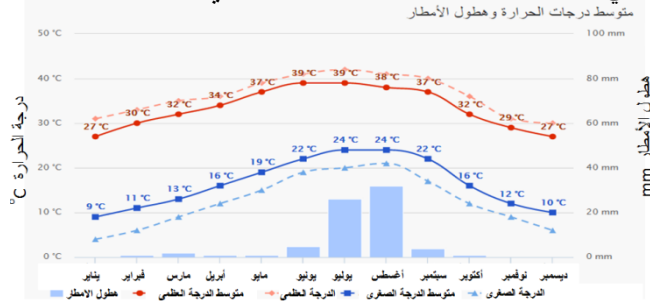
#### 1.3. الخصائص المناخية لوادي حضرموت

- الارتفاع العام في درجات الحرارة إذ لا يقل معدلها السنوي عن (27.1م°)، والزيادة واضحة في درجات الحرارة في فصل الصيف؛ إذ تبلغ معدلات درجة الحرارة في شهر يوليو (42.2م°) والانخفاض النسبي في درجات الحرارة في فصل الشتاء إذ تصل أدنى معدلات درجات الحرارة في شهر يناير (7.8م°) [14].
- المدى الحراري اليومي والفصلي كبير نتيجة للهوة الكبيرة في درجات الحرارة بين الليل والنهار وبين الصيف والشتاء حيث يصل معدل المدى الحراري نحو (32م°) [14].
- الانخفاض العام في الرطوبة النسبية في الجو إذ يصل معدلها السنوي إلى (42.4م°)، إلا أن معدل الرطوبة النسبية يرتفع في فصل الشتاء مقارنة بفصل الصيف إذ يسجل أعلى متوسطات للرطوبة في شهر يناير (55%) وأدناها في شهر يوليو (33.2%) [15].
- الاتجاه العام للرياح السائدة في هذا الإقليم غربي وشمالي غربي بواقع (20%، 16%، 12%) على التوالي، تمثل هذه الاتجاهات الثلاثة مجتمعة نحو (48%) من جملة الرياح التي تهب على هذا الإقليم [14].
- أعلى معدل للإشعاع الشمسي يصل في شهر يونيو (815 واط/م<sup>2</sup>) والسبب عائد إلى أن الشمس تكون عمودية في هذا الفصل، وأقل معدل يسجل في شهر ديسمبر (673 واط/م<sup>2</sup>) ذلك عائد إلى اختلاف زاوية السقوط وشفاء السماء [15]، ويوضح شكل رقم (5) المعلومات المناخية لوادي حضرموت.

#### 2.3. الخصائص الطبوغرافية لوادي حضرموت

وادي حضرموت أكبر أودية اليمن، وكان في السابق يمتد من منطقة الجوف شمال شرق اليمن إلى الجزء الجنوبي الشرقي من حضرموت المعروف بواد المسيلة، وقد أدى التصحر إلى طمس معالمه. يشكل هذا الوادي

ظاهرة طبوغرافية متميزة واضحة المعالم، ويجري موازيا للساحل الجنوبي في شبه الجزيرة العربية وعلي بعد (200 كيلومتر) منه ثم ينحرف إنحرافاً مفاجئاً عند قرية " قسم " في مركز تريم نحو الجنوب الشرقي مخترقاً المرتفعات الساحلية عبر وادي المسيلة لتصب مياهه الموسمية عند مدينة (سيحوت) في محافظة المهرة في بحر العرب [17]. ويلاحظ على هذا الوادي - خلاف أحواض الأودية - أن مجراه الأعلى أكثر اتساعاً من مجراه الأدنى وأن مستوى انحداره في عاليه أقل من سافلته، وهي ظاهرة طبوغرافية مثيرة. وتجري في وادي حضرموت أودية فرعية تخترق هضبته الجنوبية التي بها أودية، ومن هضبته الشمالية يجري عدد آخر من الأودية [18].



شكل رقم (5): المعلومات المناخية لوادي حضرموت [16]

#### 4. العمارة الطينية في وادي حضرموت

أشار عدد من الباحثين والمختصين إلى أهمية العمارة الطينية في وادي حضرموت الذي أطلق عليه "وادي الطين" أو "وادي العمارة الطينية" بوصفها واحدة من أهم المعالم الحية الباقية [19]، حيث تشكل نسبة المباني الطينية حوالي 95% من المباني في الوادي [14]. وأرجع بعضهم ذلك إلى الخصائص الغير اعتيادية للتراب الطيني في المنطقة والتقنيات الخاصة في البناء والحفاظ على المباني وصيانتها المستمرة بالإضافة إلى الطقس الجاف الذي يساعد على بقاء هذه العمارة [8].

##### 1.4. العمارة الطينية كموروث ثقافي في وادي حضرموت

شيدت المدن القديمة من الطين على محطات الطريق التجاري القديم عبر أراضي حضرموت. وقد جاء ذكر المدن الطينية الشهيرة مثل شبام، سيئون وتريم في مطلع القرن الثالث الميلادي في النقوش اليمنية القديمة، ولا زالت الشواهد التاريخية من المباني الطينية شامخة فيها [18]. نظراً لاحتوائها على مستوطنات حضرية وبشرية إستمرت رغم القرون والأحداث المخلفة، ولم تشهد إندثاراً أو إنتهاءً كبيراً من المستوطنات في العالم [14]، ويصل عمر بعض المباني في الوادي إلى عدة قرون ولا تزال الكثير منها في حالة جيدة. ويوضح شكل رقم (6) نموذج لمبنى سكني متعدد الطوابق في مدينة شبام وتوزيع الوظائف به.



شكل رقم (6): نموذج لمبنى سكني متعدد الطوابق في مدينة شبام وتوزيع الوظائف به [22]

##### 2. 4. خصائص العمارة الطينية في وادي حضرموت

تعد مادة البناء التقليدية في حضرموت منذ القدم وإلى الآن هي مادة الطين حيث صنع منها البنائون قوالب الطين النيء "المدر" [20]. وقد اشتهر عمال وبنائي مدينة تريم بالأخص من بين أهالي حضرموت في مهنة

البناء حيث طوعوا مادة الطين لتعطي أشكالاً وزخارف معمارية لا يصدق المرء أنها من مادة الطين ولذلك أصبحت تريم اليوم تزدهر بقصورها والتي منها قصر عشة وقصر المنيصورة وغيرها. وكذلك تفخر بمآذن مساجدها المتنوعة والمختلفة المنتشرة في كل مكان، ولعل أشهرها على الإطلاق مئذنة مسجد عمر المحضار المبنية من الطين والتبن ويبلغ ارتفاعها حوالي 170 قدماً وشيدت أوائل القرن الرابع عشر الهجري وتعد أطول مئذنة أو منارة مبنية من الطين النقي في العالم<sup>[6]</sup>. ويوضح شكل رقم (7) أمثلة توضح بعض خصائص العمارة الطينية في وادي حضرموت من حيث الارتفاعات وماتنة البناء.

ويمكن تلخيص خصائص العمارة الطينية في وادي حضرموت في النقاط الآتية:

- أ- تقليل أثر الحرارة المرتفعة وتأثير الشمس على المبنى عن طريق سماكة الجدران وخصائص المادة الحرارية<sup>[21]</sup>.
- ب- يمكن باستخدامها الوصول إلى ارتفاعات تصل إلى 30 متراً في وسط الصحراء<sup>[21]</sup>، مما سبب تسميتها بـ "مانهاتن الصحراء"<sup>[19]</sup>. حيث تتميز مباني الوادي بعدد كبير من الأبراج العالية مثل مدينة شبام.
- ج- القدرة العالية على التشكيل في عمل الزخارف الخارجية والنقوش المتنوعة التي تعطي الخارج الحياة والنشاط وتعكس روح الداخل أيضاً<sup>[21]</sup>.
- د- المرونة في عمل الفتحات حيث تتعدد وتتنوع بشكل متكامل مع الإنشاء رغم كونها عمارة تقليدية.



قصر عشة في مدينة تريم<sup>[23]</sup>



مئذنة مسجد المحضار<sup>[6]</sup>

شكل رقم (7): أمثلة توضح بعض خصائص العمارة الطينية في وادي حضرموت من حيث الارتفاعات وماتنة البناء

#### 3.4 تقنيات البناء بالطين في وادي حضرموت

إعتمدت تقنيات البناء بالطين في وادي حضرموت على استخدام الخبرات والمواد المحلية المتوفرة في المنطقة. وإعتمدت الأحجار المتوفرة أحياناً لبناء الأساسات والجزء السفلي من المبنى الطيني، كما استخدم الطين في الأساسات أيضاً. واعتمدت في إنشاء الأسقف "المستوية" على الجسور الخشبية وأغصان الشجر وطبقة من الطين<sup>[8]</sup>. ويبدو أن هذه التقنية إستمرت لفترات طويلة دون تغيير يذكر فيها<sup>[20]</sup>. ويعتبر الطين المادة الرئيسية في البناء كما تعتبر النباتات الطبيعية وأحجار الحجر الجيري "limestone" مصدراً لصناعة النورة "Lime" التي تستخدم في أغراض كثيرة مثل تلييس وحماية الواجهات والأسقف وأعمال العزل والبياض وزخرفة واجهات المباني وغيرها<sup>[24]</sup>.

#### 5. تأثير التغيرات البيئية والمستجدات المعاصرة على العمارة الطينية في وادي حضرموت

##### 5.1. التغير البيئي والمناخي

حظيت ظاهرة التغير المناخي باهتمام عالمي كبير وأصبح تأثيرها واضحاً وقوياً حيث أكدت الدراسات أن هذه الظاهرة أخذت في الزيادة وستكون بشكل كبير قبل منتصف هذا القرن وهذا أصبح مشاهداً وواضحاً<sup>[25]</sup>. وفي العقد الأخير شهدت أجزاء كبيرة من العالم عواصف وأعاصير ومعدلات عالية من الأمطار الغزيرة في أماكن لم تعهدها ومنها اليمن ومنطقة حضرموت. أكدت تقارير المجموعة الحكومية التي انعقدت في باريس في فبراير 2007م (International Panel on Climate Change) أن هناك تغييرات واضحة في كميات وأنظمة سقوط الأمطار. وقد عانت اليمن منها في العام 2008م وتحديداً في محافظتي حضرموت والمهرة،



حيث تسببت العواصف في جريان سيول شديدة مع أمطار غزيرة إستمرت لقرابة 30 ساعة وأدت إلى دمار واسع للمدن والقرى والبنى التحتية بالإضافة الى خسائر مادية وبشرية كبيرة<sup>[25]</sup>. كما تكررت هذه لأعاصير مؤخرا في أكتوبر 2015 م فيما سمي بإعصار "تشابالا" ثم إعصار ميج الذي لحقه بعد أسبوع واحد فقط ولكن بأضرار أقل<sup>[27]</sup>، وهو قريب لما أشارت إليه بعض الدراسات من أن معدلات المطر خاصة في الصيف يمكن أن تكون في المنطقة بين 94% الى 188%، أعلى من المعدلات بمتوسط 114% تقريبا، وأنها ستؤثر على النطاق الداخلي وهضبة حضرموت تحديداً<sup>[26]</sup>. وعلى هذا فقد أصبحت التغيرات المناخية حقيقة عالمية بدت مؤشرات واضحة على المستويين الإقليمي والعالمي<sup>[25]</sup>. ويوضح شكل رقم (8) تأثير العوامل المناخية على المباني الطينية وواجهاتها في وادي حضرموت.



شكل رقم (8): تأثير العوامل المناخية على المباني الطينية وواجهاتها في وادي حضرموت (الباحث)

## 5.2. التطور التكنولوجي

لعب التطور التكنولوجي دوراً هاماً في إهمال العمارة الطينية والإبتعاد عنها والتوجه نحو المباني الخرسانية<sup>[27]</sup>. فالصناعات الغربية أثرت بشكل كبير على العمارة العربية المعاصرة التي أخذت تسير هذه التكنولوجيا بحجة أنها تكنولوجيا العصر، وفي هذا الاتجاه خطورة كبيرة؛ إذ أن ذلك يرتبط دائماً بالاعتماد على الغرب اقتصادياً وثقافياً، الأمر الذي يفقد المجتمع العربي هويته، كما يفقد العمارة العربية هويتها بالتبعية. وقد بقيت اليمن بشكل عام وحضرموت بشكل خاص خارج تلك النهضة الشاملة التي ظهرت في بقية أجزاء الجزيرة العربية وسمحت لها عزلتها بالبقاء محتفظة بطابعها المعماري ونسيجها الحضري بعيداً عن التأثيرات الخارجية لفترة طويلة<sup>[28]</sup>.

## 5.3. ثقافة المجتمع

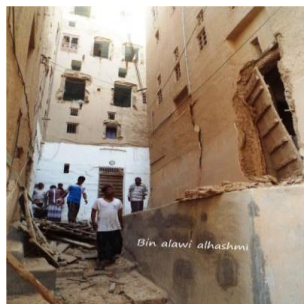
كان لثقافة المجتمع دوراً هاماً في التعامل مع هذه المادة وتوظيفها التوظيف الأمثل الذي يستجيب لجميع المتطلبات الثقافية والاجتماعية للشعوب، الخاصة بكل منطقة أو قطر. إلا أنه ومنذ الخمسينات من القرن الميلادي المنصرم بدأ البناء بالطين في البلاد العربية بالإضمحلال بدرجات متفاوتة، شأنها في ذلك شأن بلدان العالم النامي<sup>[28]</sup>. وقد كان ذلك الإضمحلال نتيجة طبيعية لما شهده العالم خلال العقود القليلة الماضية، من تغيرات كبيرة وكثيرة في المجالات السياسية والثقافية والاجتماعية وغيرها كافة. وقد أسهمت الثورة العالمية العارمة في مجال الإتصال والمواصلات في إنتقال سريع وتداخل مستمر للثقافات والتقنيات بين الشعوب المختلفة. وكما هو معروف في علم الإجتماع من تقليد المغلوب للغالب وإعجابه به، على الرغم من أنها لم تُحظْ بالوقت الكافي ولا الدراسة الكاملة لمعرفة موافقتها للأحوال الاقتصادية والاجتماعية والبيئية لشعوب المنطقة، ولمقدار فعاليتها في الظروف البيئية للبلاد العربية. وقد ساهمت العمارة الطينية في وادي حضرموت في حفظ العلاقات الإنسانية وإحترام التقاليد وحقوق الجار على الرغم من تقاربها الشديد في بعض المباني وساهمت في تحقيق الاقتصادية والتكافل نظراً لمحلية المواد والخبرات في البناء خاصة<sup>[19]</sup>. وقد بقيت العمارة الطينية في حضرموت محتفظة بطابعها المعماري ونسيجها الحضري بعيداً عن تلك التأثيرات الخارجية.

## 5.4. التغيرات السياسية

أثرت التغيرات والقرارات السياسية بشكل مباشر على العمارة الطينية في مدينة حضرموت والمتمثلة في إهمال التراث المعماري من قبل الدولة وعدم الإهتمام به أو بصيانتته وأحياناً توظيفه بشكل لا يحافظ على

هوية وطابع المبني مما يؤثر سلباً على قيمة المبني وديمومته؛ كما تعد النزاعات الداخلية والحروب وآثارها المدمرة التي تطل العماراة في الوادي من العوامل الأساسية في هدم وإندثار عدد كبير من المباني الطينية في الإقليم بشكل عام وفي وادي حضرموت بشكل خاص.

الشكل رقم (9) يبين جانب من الدمار الذي أصاب أجزاء من وادي حضرموت جراء الفيضانات والسيول وكذلك النزاعات السياسية والتفجيرات التي حدثت في المنطقة<sup>[29]</sup>.



شكل رقم (9): صور من الدمار الذي اصاب اجزاء من وادي حضرموت جراء السيول والحروب<sup>[29]</sup>.

## 6. المعالجات المقترحة لاستمرار العماراة الطينية في وادي حضرموت

### 6.1. معالجات على مستوى المادة

#### 6.1.1. تحسين خصائص المادة البنائية (الطين)

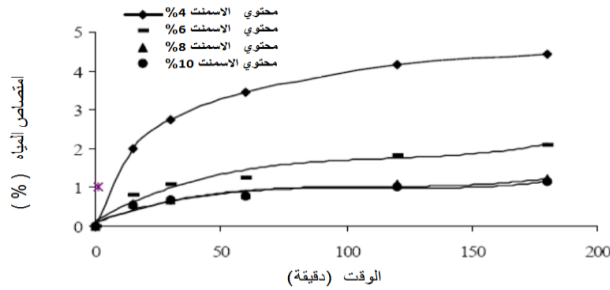
تحسين الخصائص الفيزيائية والكيميائية للطين من أهم عوامل نجاح استخدام المادة وذلك من خلال:

- التراب المحسن: إن الوصول بالمادة المحلية إلى أفضل النسب والقوة في الإنشاء هو أمر مطلوب وأساسي، ومن المهم تحديد طريقة الإضافة والتحسين المناسبة للمادة المستخدمة<sup>[8]</sup>.
- تساهم المواد المضافة في تحسين متانة المادة وتحمل قوى الضغط بنسبة أكبر بكثير من تلك المستخدمة بدون الإضافات كما يمكنها تحسين مقاومة المادة للتآكل والتقليل من إمتصاص الماء وخطاره. ويمكن تقسيم أو تحديد طرق تحسين مادة التراب أو مادة البناء الطيني إلى ثلاثة طرق أساسية<sup>[8]</sup> وهي كالآتي:
  - أ- تحسين ميكانيكي: عن طريق كيس وضغط التربة أو قوالب الطين وتغيير كثافتها وقوة ضغطها ونفاذيتها.
  - ب- التحسين الفيزيائي: عن طريق تغيير شكل وملمس المادة بالتحكم بالخليط وحجم ونوع الجزيئات والحبيبات وعن طريق التجفيف أو الحرارة والتجميد أو المعالجات الكهربائية.
  - ج- التحسين الكيميائي: وهنا يتم تغيير خصائص التراب (مادة البناء) بإضافة مواد جديدة ومحسنة أو مواد كيميائية محددة، ويمكن استخدام أنواع كثيرة من المحسنات للتربة المطلوبة للبناء<sup>[30]</sup>، ويعتبر الأسمنت من أهم الإضافات التي تحسن من خصائص الطين حيث يقلل إضافة الأسمنت الى قوالب الطين من امتصاص القالب للمياه؛ ويحتاج الطين عادة الى نسبة من 6% - 10% من مادة الأسمنت للحصول على قدرة مناسبة على عدم إمتصاص المياه<sup>[8]</sup>. الشكل رقم (10) يبين تأثير النسب المختلفة المضافة من مادة الأسمنت على معدل إمتصاص مادة الطين للماء والذي يلاحظ فيه تقريبا تطابق المنحنيين لمحتوى الأسمنت 8% ولمحتوى الأسمنت 10%.

#### 6.1.2. الاستفادة من تقنيات الحديثة في البناء

بعد إدخال التكنولوجيا الحديثة في تشغيل الطين من العوامل الهامة في تحسين خصائص المنتج النهائي وذلك عن طريق: استخدام الماكينات الحديثة سواء في عملية الخلط للحصول على مزيج متجانس خالي من الفراغات مما يزيد من قوة تحمل الوحدات البنائية. وتساهم الماكينات في إنتاج الوحدات البنائية بشكل قياسي منتظم حيث يتم إنتاج كميات أكبر من القوالب او المداميك التي لا تعتمد بشكل أساسي على العامل البشري. كما يعد استخدام الطرق الحديثة في البناء والربط بين الوحدات البنائية المنتظمة من العوامل التي تخفض في تكلفة المباني بشكل عام لما توفره من سهولة وسرعة في عملية البناء<sup>[2]</sup>.



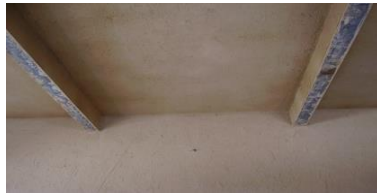


شكل رقم (10): معدل امتصاص الطين للماء بالنسبة للوقت لنسب مختلفة من الأسمنت المضاف [31]

## 2.6. معالجات على مستوى المبني

### 2.6.1. معالجات داخلية

- إستبدال أخشاب الأسقف المستخدمة للجسور الأساسية والعرضية بجسور معدنية من الحديد مع عمل عوارض من مواسير الحديدية تفرش عليها أغصان وأوراق الشجر وتغطي بالطين لعمل الأرضيات، وهو ما أعطي المباني الطينية فراغات أوسع وأشكال أكثر إنتظاماً كما حد من خطر تأثير الأرضة (النمل الأبيض) على المبني. وهذه الطريقة قد بدأت في الظهور مؤخراً وأثبتت فاعليتها وكفاءتها ويوضح شكل رقم (11) إستبدال أخشاب الأسقف المستخدمة للجسور الأساسية والعرضية بجسور معدنية من الحديد وعوارض من مواسير المياه وتغطيتها بفروع الأشجار والطين
- إستخدام المواسير المعدنية لعمل الأعتاب والعقود للشبابيك.
- التشطيبات الداخلية: استخدام مواد محسنة كيميائياً لزيادة تماسك اللياسة الطينية مع الطبقة النهائية من التشطيب إضافة الى سد الفجوات والثقوب للقضاء على الحشرات والقوارض.
- حماية العناصر الخشبية: من حلق وأعتاب وأسقف باستخدام مواد دهانات مقاومة للحشرات بشكل عام والنمل الأبيض بشكل خاص لما يسببه من تلف لهذه العناصر قد تؤدي الى إنهيار أجزاء من المبني في بعض الأحيان.



شكل رقم (11): يوضح استبدال أخشاب الأسقف المستخدمة للجسور الأساسية والعرضية بجسور معدنية من الحديد وعوارض من مواسير المياه وتغطيتها بفروع الأشجار والطين [8].

### 2.6.2. معالجات خارجية

- المعالجات الإنشائية من المعالجات الهامة للمباني الطينية فهي التي تحمي الأساسات والدور الأرضي من الرطوبة والعوامل الخارجية ولها عدة طرق منها:
- عمل لياسة بالرماد أو الأسمنت لكرسي المبني ويطلق على هذا النوع من المعالجات (الحمث)، شكل رقم (12-أ).
- إستخدام مادة الأسمنت في تدعيم الأساسات الحجرية، لاسيما في المناطق المنخفضة أو الواقعة في قيعان الوديان.
- عمل جدران سائدة ويطلق على هذا النوع من المعالجات (جدران زاحمة)، شكل رقم (12-ب).
- معالجة الجدران التي بها ملحوظة بإزالة الطبقة القديمة وإحلالها بترتبة جديدة.
- إستخدام مادة الأسمنت في أسطح المنازل لحمايتها من مياه الأمطار.



(ب)



(أ)

شكل رقم (12-أ) صيانة المباني القائمة بعمل لياسة بالرماد لكرسي المبني (الحمث)

شكل رقم (12-ب) صيانة المباني القائمة بعمل جدران سائدة (زاحمة)

شكل رقم (12): الأشكال المختلفة لحماية الأساسات وتدعيم المبني الطيني من الخارج [20]

## 6.2.1. معالجات على مستوي محيط المبني

- تنفيذ غرف التفتيش على مسافات بعيدة نسبياً عن المبني بما يضمن عدم تأثر الأساسات بمياه الصرف في هذه الغرف خاصة عند حدوث الانسدادات.
- التأكد من سلامة تشطيبات الأسطح بما يضمن عدم نفاذية أو تسرب المياه والتأكد من عمل الميول اللازم لسهولة وسرعة التصريف، استخدام مواسير تصريف بلاستيكية بأقطار كبيرة لضمان عدم الانسداد. ويوضح شكل رقم (13) المعالجات المختلفة التي تتعلق بتصريف مياه الأمطار في المباني الطينية.
- ضمان صرف مياه الأمطار بما يضمن عدم تأثر الجدران الخارجية والأساسات للمبني وذلك عن طريق عمل أنابيب صرف بلاستيكية تصب بشكل مدرّوس في مجار مخصصة لهذا الغرض.
- رصف الشوارع المحيطة بما يضمن عدم تسرب المياه إلى الأساسات. ويوضح شكل رقم (14) رصف وتبليط الطرق المحيطة بالمباني بما يضمن حماية المبني والأساسات



استخدام الأنابيب البلاستيكية لتصريف المياه



التأكد من سلامة تشطيبات الأسطح بما يضمن عدم نفاذية أو تسرب المياه

شكل رقم (13) المعالجات المختلفة التي تتعلق بتصريف مياه الأمطار في المباني الطينية [20]



شكل رقم (14): رصف وتبليط الطرق المحيطة بالمباني بما يضمن حماية المبني وعدم تسرب المياه إلى الأساسات [20]

## 7. الخلاصة والتوصيات

من خلال الدراسة نجد أن العمارة الطينية في وادي حضرموت تراث إنساني وحضاري مميز، كما أنها بيئة سياحية واقتصادية مهمة وعمارتهما من أهم مناطق العمارة الطينية في العالم؛ كما أظهرت الدراسة أن المؤثرات المناخية والبيئية المتغيرة أصبحت واقعاً علمياً ملموساً وفقاً للعديد من التقارير والدراسات العلمية. قام البحث باستعراض تلك المؤثرات وإنعكاساتها على العمارة الطينية في وادي حضرموت والحلول والمعالجات الحالية لها؛ كما قام البحث بتقديم عدد من المعالجات المقترحة للحفاظ عليها وضمان استمرارها وهو ما يمثل تحد كبير يواجه الحفاظ على المباني الطينية من الإندثار؛ وبناءً على ما سبق يوصي البحث بالآتي:

- وضع ضوابط وأسس صحيحة للتعامل مع المباني الطينية عند الصيانة والترميم.
- إختيار المواد والطرق المناسبة لأعمال الصيانة والترميم عند التعامل مع المباني الطينية.
- الاستفادة من التقنيات وطرق البناء الحديثة وتطبيقاتها في العمارة الطينية.
- الإهتمام بالمعالجات الحديثة سواءً على المستوي الداخلي أو الخارجي للمبني.
- وضع تشريعات وقوانين من قبل الجهات المسؤولة تمنع التعامل العشوائي من هدم وإضافة المباني القائمة.
- توعية السكان بأهمية هذا الإرث التاريخي وحثهم على المحافظة عليه.
- تبني برنامج عملي للحفاظ على المباني والمناطق الأثرية المتضررة. ومعالجة المباني ذات القيمة.
- ضرورة تطبيق الحلول التقليدية من إقامة سدود وقنوات تصريف مياه لحد من خطورة جريان مياه الأمطار والسيول الشديدة، مع زراعة وتشجير المنحدرات لحماية المنشآت التي بها من الانجراف.
- الاهتمام بالأبحاث والدراسات العملية والميدانية، خاصة فيما يتعلق بتطوير المادة البنائية وخصائصها أو استخدامات التكنولوجيا والتقنيات الحديثة المختلفة؛ حيث أن أغلب الأبحاث المنشورة في هذا الموضوع هي أبحاث نظرية أو أدبية أو تاريخية.
- الإستفادة من المراكز البحثية للعمارة الطينية الموجودة في عدد من مناطق العالم ومشاركة الخبرات وإرسال المتدربين.
- ضرورة زيادة الإهتمام بالعمارة الطينية لكونها موروث ثقافي وحضاري مهم في وادي حضرموت.

#### المراجع

- [1] Bahobail, Mohammed Ali, 2011, the mud addetivs and their effect on thermal conductivity of adobe bricks, Journal of Engineering Sciences, Assiut University, Vol. 40, No 1, pp.21-34.
- [2] Al-Jadeed, M. A. A, 2005, Earthen Architecture for sustainable habitat and compressed stabilised earth block technology.
- [3] Mehta, Deepa, 2009, On Conservation and Development: The Role of Traditional Mud Brick Firms in Southern Yemen, Paper prepared for GLOBELICS: Inclusive Growth, Innovation and Technological Change: education, social capital and sustainable development, Dakar, Senegal.
- [4] بارعدي، عبدالله أحمد وآخرون، 2002، تأثير أنظمة تكييف الهواء العاملة على كل من المتانة والخواص الفيزيوقحرارية للجدران الطينية لمنازل مدينة شبام التاريخية، مجلة عدن للعلوم الطبيعية والتطبيقية، المجلد السادس، العدد الثالث، عدن، اليمن، ص 555-565.
- [5] Sruthi, G S, 2013, MUD ARCHITECTURE, International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology, Volume 2, Special Issue 1.
- [6] Minke, Gernot, 2006, Building with Earth Design and Technology of a Sustainable Architecture”, Birkhäuser – Publishers for Architecture Basel, Berlin, Boston.
- [7] أبا الخليل، إبراهيم، الطين مادة حديثة للبناء، مجلة البناء، العدد 37، ص 60.
- [8] Alsakkaf, Yaser Khaled, 2009, Durability Properties of Stabilized Earth Blocks For Wall construction, Thesis submitted in fulfillment of the requirements for the degree of Doctor of Philosophy, Housing, Building and Planning, University Sains Malaysia.
- [9] Vador, Bhavi, 2012, a thesis in Earth Architecture- Innovations in earth construction and potential of earth architecture in contemporary scenario, Indubhai Parekh School of Architecture, Rajkot India.
- [10] <http://wikimapia.org/photo/2525534> , 2016
- [11] <http://webecoist.momtastic.com/2009/02/02/earthen-architecture-natural-dirt-mud-brick-building>
- [12] مشروع الأعمال الاستشارية لتطوير وادي حضرموت، 2004، تقرير المرحلة الثانية، جامعة حضرموت للعلوم والتكنولوجيا.
- [13] احمد، كامل عبد الناصر، يوسف، وائل حسين، 2005، مشروع الأعمال الاستشارية لتطوير وادي حضرموت النو العمراني للمدن بأقليم حضرموت المحور الرابع، جامعة حضرموت للعلوم والتكنولوجيا.
- [14] السقاف، محمد عبد الله، 2007، العمارة الطينية ومستقبل البناء بالطين بوادي حضرموت- جامعة حضرموت.

- [15] الجوهي، محمد سالم، 2000، أشهر الراحة ومتطلبات الوصول إلى الراحة الحرارية وعلاقتها بالعمران، المؤتمر العلمي الأول، العمارة الطينية على بوابة القرن الحادي والعشرين، دراسات وبحوث، جامعة حضرموت للعلوم والتكنولوجيا، مركز العمارة الطينية، المكلاص99-104.
- [16] شمشير، فيصل و المشهور، صادق حسين، 2009، " الخصائص الهندسية لمدينة شبام وتأثير كارثة السيول"، المؤتمر الهندسي الثاني- كلية الهندسة- جامعة عدن- الجمهورية اليمنية-30-31 مارس 2009
- [17] عباس، شهاب محسن، 1998، جغرافية اليمن الطبيعية، صنعاء.
- [18] <http://www.yementourism.com/gov>
- [19] الدملوجي، سلمى سمر، 1995، وادي حضرموت- هندسة العمارة الطينية- مدينتا شبام وترميم، شركة الطبوعات للنشر والتوزيع، لبنان.
- [20] المساوي، مازن ابراهيم، 2012، الدليل الارشادي لتحسين مقاومة البناء الطيني للأمطار والسيول بوادي حضرموت، مشروع إعادة إعمار المعيشة المبكر- برنامج الأمم المتحدة الانمائي UNDP، وكالة للطباعة والنشر والتوزيع، سينون -اليمن.
- [21] Al-Sakkaf, Yaser K. and Ramli, Mahyuddin, 2007, Study on the traditional buildings in Yemen: Materials and constructions. Paper presented at the International Conference on Built Environmenta in Developing Countries (ICBEDC2007). School of Housing Building and Planning (U.S.M).Penang, Malaysia.
- [22] Al-Tarimi, Sabri Awadh Abood, 2004, The Environmental Architectural Elements in Traditional Yemeni Architecture Analytical study on building materials, fenestrations efficiency in thermal control and natural lighting in "Sana'a and Hadhramout", A Thesis Submitted for the Degree of Master of Science in Architectural Engineering.
- [23] Pamela Jerome, RA, 2004, Updated feasibility study: Preservation of the mudbrick mansions of Tarim, Yemen, Unesco, Unit for Arab Countries Division of Cultural Heritage, Paris, France.
- [24] السقاف، أحمد محمد عبد اللاه، 2000، المواءمة البيئية في العمارة الطينية بوادي حضرموت وأهميتها في تحقيق أهداف التربية البيئية، المؤتمر العلمي الأول، العمارة الطينية على بوابة القرن الحادي والعشرين، دراسات وبحوث، جامعة حضرموت للعلوم والتكنولوجيا، مركز العمارة الطينية، المكلا
- [25] السقاف، احمد محمد و السقاف، سالم محمد، 2008، الكوارث المحتملة للتغيرات المناخية على العمارة الطينية في حضرموت، مجلة تقنية البناء، وزارة الشؤون البلدية والقروية، المملكة العربية السعودية
- [26] Aljably, Abdulmalec, (1999), Climate change scenarios for Yemen (final report), Environmental protection council, March.
- [27] بازرعة، طارق غازي واخرون، 2009، الدراسات البيئية لتطوير المناطق التراثية في مدن وادي حضرموت، مجلة العلوم الهندسية، جامعة أسبوط، المجلد 37 العدد 3، ص 743-778,7783-743 .
- [28] ابراهيم، عبد الباقي و ابراهيم، حازم، 1986، المنظور التاريخي للعمارة في المشرق العربي، مركز الدراسات التخطيطية والمعمارية، القاهرة.
- [29] <http://www.7adramout.net/hdgatewaynews/189546/> 2015
- [30] Kerali, A. G, 2001, Durability of Compressed and Cement-Stabilised Building Blocks. Unpublished Doctor of Philosophy in Engineering, University of Warwick, Warwick.
- [31] Meukam, P., Jannot, Y., Noumowe, A., & Kofane, T. C. 2004, Thermo physical characteristics of economical building materials Construction and Building Materials, 18(6), 437- 443.

## **STUDY OF THE EFFECT OF ENVIRONMENTAL CHANGES AND CONTEMPORARY ADVANCES ON MUD ARCHITECTURE CASE STUDY: WADI HADHRAMAUT, YEMEN**

### **ABSTRACT**

Clay Architecture won a great interest due to its environmental and economic characteristics. Despite the huge advances in techniques and modern building materials, mud architecture has maintained its popularity in many parts of the world. Recently, there was an increase in risks of construction of mud faces, which is influenced by the increase in humidity due to climatic changes, increase of rainfall, and the flow of the floods. Which led to a destruction and demolition to various areas in the world and threatened the legacy of human and may even lead to a decrease in construction of mud or to its end, especially under these inevitable changes; unless there are ways to address effective solutions directly? Wadi Hadhramaut mud architecture is considered one of the world most threatened areas caused by these risks and it is the problem that the research aims to highlight and look for solutions.

Problematic search is concentrated in the following question. Can the mud architecture in Wadi Hadhramaut, within its current form, resists the environmental and climatic variables? To answer this question we need to study the mud architecture in Wadi Hadhramaut, the advantages and disadvantages of the different technologies, and its vulnerability towards the unstable surrounding environmental and climatic effects, ways and different techniques to handle. The research mainly aims to provide architectural treatments that help mud architecture resist the various environmental factors, which threaten its continuation. Moreover, the research within this study follows the analytical method through; the previous studies, and analysis of the status; in addition to the fieldwork represented in studying and documenting the current situation.