تقنية البناء

Building Technology

وزارة الشئون البلدية والقروية

مجلة معمارية ، هندسية فنية ، متخصصة محكمة تصدر عن وزارة الشئون البلدية والقروية

Specialzed Architectural, Engineering & Technical Reviewed Magazine issued by The Ministry of Municipal & Rural Affairs.

العدد التاسع عشر - ١٤٣٠هـ / ٢٠٠٩م

إنتاج طوب مبانٍ صديق للبيئة باستخدام غبار الاسمنت

أ.د / محمد مرسى

أ.د / مصطفى النبوى

م / حسام عطيه

(مصر)

مواد البناء الطبيعية وأثرها في
ظاهرة السكن العشوائي - الأسباب والمعالجات
دراسة حالة مدينة صنعاء بالجمهورية اليمنية

أ.د / نجيب علي عبد الله المقطري

(اليمن)

كود البناء السعودي
"الإنجاز الرائد في الخليج العربي"

د.تميم عبد الهادي سمان

(السعودية)

تقييم الأداء البيني للمباني المكتبية :
التأثير الضوئي للواجهات الزجاجية بحاضرة الدمام

د. عقال بن خلف الجوفي

(السعودية)

مواد البناء الطبيعية وأثرها في
تعدد الأنماط المعمارية في اليمن

د. أحمد حنشور

(اليمن)

تأثير المواد الإضافية المُحسّنة لخاصية
اللزوجة على الشدات وعلى تسييل الخرسانة ذاتية الدمك
بحوث عالمية مترجمة

تأليف : جوزيف أسعد وكمال هنري خياط

أمريكا

مواد البناء الطبيعية وأثرها في تعدد الأنماط المعمارية في اليمن

د. أحمد حنشور*

المستخلص:

تشكل العوامل الطبيعية إطار البيئة المحيطة بالإنسان، حيث تتغير من مكان لآخر متضمنة لظروف مختلفة، مما يساعد على توفير مناخ مناسب لمعيشة الإنسان وتطوره، فالعامل المناخي والموقع الجغرافي بتكوينه الجيولوجي وطبوغرافية المكان، فضلاً عن توافر مواد البناء والطبيعة النباتية تؤدي إلى ازدهار هذه المناطق بالعمران. ولأن الإنسان دائم التغير في أفكاره ومعتقداته وبالتالي تتغير ملامح وسمات المدن وعمارتها من عصر إلى آخر بما يتلاءم مع احتياجات نمو الإنسان وتطوره الفكري وتقدمه الحضاري؛ ازدهرت النهضة العمرانية في اليمن في مختلف العصور، حيث كان لتوافر مواد البناء المختلفة أثر كَبير في تطوير أسلوب الهندسة المعمارية، فتوافر الأحجار الجيرية والجبس والجرانيت والبازلت البركاني وغيرها من الأحجار، إلى جانب الطين كمادة أساسية، والأخشاب التي لا يمكن الاستغناء عنها في البناء، ساعدت البنّاء اليمني على إبراز مواهبه وقدراته الفنية الإبداعية في إنشاء أسس الهندسة المعمارية اليمنية من خلال بناء القصور والمعابد والمساجد والمساكن بمختلف مساحاتها البنائية وارتفاعاتها، بما فيها المباني البرجية المتعددة الأدوار. والمعروف أنّ مادة البناء تختلف من منطقة إلى أخرى، وذلك حسب تكويناتها الصخرية، ولذلك انتشرت عدة أنماط من العمارة وفقاً للمنطقة وخصائصها المناخية، فنجد انتشار البناء بالحجر في معظم عمارة المرتفعات الجبلية، حيث استخدم الحجر كمادة أساسية في البناء بما في ذلك استخدامه في التسقيف، واعتمدت عمارة المناطق الساحلية الحارة والرطبة على البناء بالطوب المحروق (الآجر)، فضلاً عن البناء بجذوع الأشجار والأغصان والقش (العشة)، بينما انتشر في الهضاب والسهول والوديان البناء بالطين المجفف بالشمس (اللبن أو المدر) والزابور (الطين المخلوط بالرمل).

ومن خلال ما تقدم يمكننا تمييز عدة أنماط معمارية، تتداخل هذه الأنماط فيما بينها في بعض المناطق، إلا أن هذا التداخل لا يطغي على الشكل العام، فمثلاً نجد في وادي حضرموت أن مادتي الطين والأخشاب المتوافرة قد استخدمت كمادة بناء أساسية، بينما اقتصر استخدام الحجر على بناء الأساسات وبناء المنشآت الدينية والدفاعية والزراعية وقنوات الري.

١- المقدمة

تحتل اليمن الجزء الجنوبي الغربي من شبه الجزيرة العربية وتمتد سواحلها من البحر الأحمر مروراً بمضيق باب المندب وخليج عدن وبحر العرب وحتى حدود سلطنة عُمان، وهي تقع ضمن المنطقة المدارية الشمالية بين دائرتي عرض (12°، 20°) شمال خط الاستواء وبين خطي طول (41°، 54°) شرق جرينتش.

تشكل العوامل الطبيعية إطار البيئة المحيطة بالإنسان، حيث تتغير من مكان لآخر متضمنة لظروف مختلفة، فالعامل المناخي والموقع الجغرافي بتكوينه الجيولوجي وطبوغرافية المكان، فضلاً عن توافر مواد البناء، وطبيعته النباتية ساعدت على توفير مناخ مناسب لمعيشة الإنسان وتطوره،

* د. أحمد حنشور
أستاذ العمارة اليمنية القديمة المساعد – قسم الآثار
كلية الآداب – جامعة عدن
اليمن

وإلى ازدهار هذه المناطق بالعمران.

وقد ازدهرت النهضة العمرانية في اليمن في العصور المختلفة بدءاً من العصر الحجري الحديث مروراً بعصر الممالك اليمنية القديمة – الذي وصلت فيه العمارة إلى مستوى عالٍ من التطور المعماري – والعصور الإسلامية وصولاً إلى العصر الحديث، وذلك على الرغم مما تعرضت له من نكسات في فترات مختلفة نتيجة الأوضاع السياسية. وكان للظروف الطبيعية الملائمة العامل الأكبر في استمرار هذه النهضة، حيث شكل توافر مواد البناء المختلفة عاملاً مهماً في تطوير أسلوب الهندسة المعمارية، فالأحجار الجيرية والجبس والجرانيت والبازلت البركاني وغيرها من الأحجار، إلى جانب الطين كمادة أساسية، والأخشاب التي لا يمكن الاستغناء عنها في البناء؛ ساعدت البنّاء اليمني على إبراز مواهبه وقدراته الفنية الإبداعية في إنشاء أسس الهندسة المعمارية اليمنية من خلال بناء القصور والمعابد والمساجد والمساكن بمختلف مساحاتها البنائية وارتفاعاتها، بما فيها المباني البرجية المتعددة.

والمعروف أنّ مادة البناء تختلف من منطقة إلى أخرى حسب تكويناتها الجيولوجية، ولذلك انتشرت عدة أنماط من العمارة وفقاً لطبيعة المنطقة من جهة وخصائصها المعمارية من جهة أخرى، فنجد انتشار البناء بالحجر في معظم عمارة المرتفعات الجبلية، حيث استخدم الحجر كمادة أساسية في البناء بما في ذلك استخدامه في التسقيف، في حين اعتمدت عمارة مناطق الهضاب والسهول والوديان على البناء بالطين المجفف بالشمس (اللبن) والزابور (الطين المخلوط بالرمل)، بينما انتشر في المناطق الساحلية الحارة والرطبة البناء بالطوب المحروق (الآجر)، فضلاً عن البناء بجذوع الأشجار والأغصان والقش (العشة).

١-١ هدف البحث

يهدف البحث إلى إبراز أثر مواد البناء في تعدد الأنماط المعمارية كنتاج طبيعي للتفاعل بين الإنسان والبيئة الطبيعية، وتفردها بصفات وخصائص معينة نابعة من ثقافة وتقاليد وقيم ومفاهيم المجتمع وبيئته العمرانية، في وجود وترسيخ عمارة محلية مميزة هي مثال للعمارة اليمنية المبنية على الاختيار السليم لنمط البناء المتوافق مع طبوغرافية المنطقة وتوافق المناخ المعماري والفهم الواعي لخواص المواد المحلية ومتطلبات الحياة اليومية من أجل إيجاد بيئة صديقة للإنسان.

١-٢ منهجية البحث

يستعرض البحث المراحل التاريخية المختلفة للتطور العمراني التي مرت بها اليمن، والتعرف على الخصائص المعمارية بالدراسة والتحليل للتراث المعماري للأجيال السابقة والاستفادة منه في تحديد اتجاهات التطور في العمارة ضمن مفهوم الهوية والانتماء باستخلاص نتائج تساهم في الحفاظ على الطابع المعماري التقليدي.

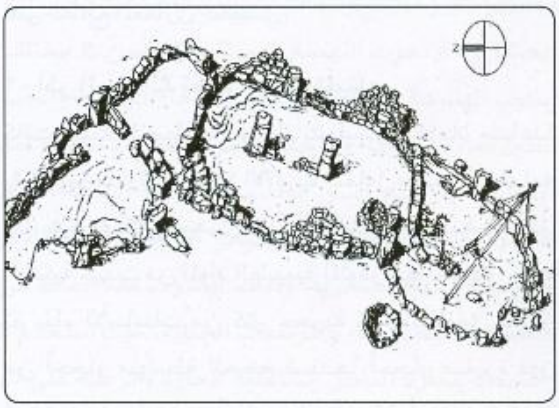
٢- أثر البيئة في تعدد أنماط البناء

كانت البيئة المحيطة بالمستوطنات البشرية عاملاً مساعداً في تطوير مدارك الإنسان الأول في التعامل معها واستخدامه لها بشكل فعال وجوهري. فالمباني التي وجدت في المناطق الجبلية شيدت من المواد الطبيعية المتوفرة في المنطقة، حيث تم بناء الأساسات من كتل حجرية كبيرة تعلوها جدران من أحجار متوسطة الحجم تسندها أحجار صغيرة دون استخدام أي نوع من أنواع مواد الربط وأحياناً مترابطة ببعضها البعض بملاط من الطين، القضاض، البوميس (نوعان من الخبث البركاني) أو النورة، وأقدمها المساكن التي وجدت في شعب العقل والجفنه ويلا الدريب التي تعود إلى الألف الثالث قبل الميلاد[١].

أما المناطق السهلية والتي تشكل التربة الطينية المادة الرئيسة للبناء فيها، فقد وجدت في مناطق شبوه وحضرموت وصعده والجوف وغيرها من المناطق السهلية والهضاب والوديان نوعان من المساكن التي يستخدم الطين في بناء جدرانها، أولهما مساكن بسيطة تتكون من طابق واحد فقط يبنى جدرانه من اللبن المجفف بالشمس وملاط الطين، والنوع الآخر عبارة عن مساكن عالية متعددة الطوابق تبنى جدرانه من اللبن وملاط الطين أو الزابور، وترتفع إلى سبعة طوابق يصل ارتفاع كل طابق منها إلى ثلاثة أمتار تقريباً.

٣- البناء بالحجر بدون استخدام المونة

انتشرت هذه التقنية في المناطق الجبلية المختلفة من اليمن حيث استعمل البنّاء اليمني الحجر في بناء منازل ترتفع أكثر من طابقين بدون استخدام أي نوع من أنواع المونة وذلك بتقنية عالية، حيث كشفت الحفائر عن أحد أقدم الأبنية التي ترجع إلى الألف الثالث قبل الميلاد، ويعتبر من البدايات الأولى للعمارة في اليمن القديم التي اكتشفت حتى الآن (شكل١)، ويمتاز بالجدران الحجرية منحنية الأضلاع؛ وشيدت قواعده من كتل صخرية جرانيتية مربعة غير مشذبة؛ في حين شيدت جدرانه بأحجار أقل حجمًا وضعت في صفوف أفقية ثبتت بأحجار صغيرة.



شكل١: مخطط البناء لموقع (Wbi) وادي يناعم في العصر البرونزي

وتطورت عن هذه التقنية تقنيات البناء الحجري ذات الجدران المزدوجة، التي وجدت في جدران مباني شُعب العُقل والجفنه ويلا (الدريب) – تقع هذه المدن على روافد وادي ذنه في منطقة خولان – ويعود تاريخها إلى القرنين الحادي عشر/ العاشر قبل الميلاد[٢]، حيث شيدت باستخدام نظام الجدران الحجرية الجافة [البناء بالأحجار بدون استخدام المونة للربط بينها]، وبتقنية بناء الجدران المزدوجة مع الحشو بالأحجار الصغيرة على شكل طبقات من كتل جرانيتية مقطوعة بشكل خشن وغير مشذبة، وضعت أساساتها على الصخر مباشرة الأمر الذي كفل لها درجة من الاستمرارية والبقاء، وتتجلى هذه التقنية بوضوح في الواجهة الجنوبية لأحد مباني الموقع الأسفل في شُعب العُقل حيث يرتفع جدار الواجهة إلى مستوى(٦ أمتار) (صورة١)[٣].

صورة ١: جدار الواجهة الجنوبية للمبنى– شُعب العُقل

وفي عصر الممالك اليمنية القديمة (سبأ، معين، أوسان، قتبان، حضرموت) تطورت هذه التقنية بظهور مبان تعتمد جدرانها على البناء بحجارة مشذبة بارتفاعات متساوية في المدماك الواحد، ووجود اختلاف في حجم المداميك عن بعضها نتيجة ارتداد المداميك العليا عن التي أسفلها للداخل بضعة سنتيمترات ليعطي مقطعاً مخروطياً للجدار، ووجدت هذه التقنية في عدد من المباني في منطقتي مارب والجوف، وتعود هذه التقنية إلى نهاية القرن الثامن قبل الميلاد[٤] (صورة ٢).

صورة ٢: ارتداد المداميك العليا عن التي أسفلها للداخل

وشكلت تقنية بناء الجدران مصقولة الحواف مرحلة متقدمة من تطور البناء حيث كان يتم صقل حواف واجهة الحجر بشكل ناعم (Smoothly dressed) في إطار يتراوح عرضه ما بين ٤ و٥سم، ويجعل ما بداخل هذا الإطار سطحاً محبباً

(Granulated) وتصقل جوانب الحجر الأخرى من أعلى وأسفل والجانبان صقلا ناعماً جداً بحيث يبدو الجدار كتلة واحدة ويترك الجانب السادس (الخلفي) كما اقتطع من المحجر (Raw) ويبنى الجدار المزدوج بنفس الطريقة (صورة ٣).

صورة ٣: صورة توضح طريقة صقل جوانب الحجر من أعلى وأسفل والجانبين صقلا ناعماً جداً بحيث يبدو الجدار كتلة واحدة (صرواح)

وقد تطورت من تقنية بناء الجدران المزدوجة المصقولة جدران سور مدينة معين (قرناو) الذي بني بطريقة الجدران المزدوجة المجوفة (Hollow wall) وذلك ببناء الجدارين متباعدين أحدهما عن الآخر مكونين فراغاً داخلياً يصل إلى ٣٠سنتيمتراً، وكانوا يصفون الأحجار صفاً طولياً (Longitudinal course) ويستخدمون أحجاراً طويلة في الصف الذي أعلاه (Transverse course) بحيث تربط بين الجدارين[٥] (صور٤و٥).

وانتشرت تقنية بناء الجدران المزدوجة في معظم أنحاء اليمن القديم ولازالت مستخدمة حتى اليوم، حيث يبدأ البنّاء ببناء أساسات صخرية تعلوها الأحجار المصقولة من الخارج والعادية من الداخل، وتوضع الأحجار في صفين متقابلين تفصل بينهما مسافة تتراوح مابين ٢٠ و ٣٠ سم، ويسمى الصف الخارجي بـ (ظهارة) والصف الداخلي بـ(بطانة)، ويملأ الفراغ بين الصفين بأحجار صغيرة مختلفة الأحجام بطريقة هندسية رائعة تربط الصفين ببعضهما وتجعل الجدار الذي قد يبلغ سُمكه (٧٠ سم) في الأسفل و (٤٥سم) في الأعلى متماسكاً، ويستطيع تحمل أثقال منزل يبلغ ارتفاعه من ثلاثة إلى أربعة طوابق . ولا تزال هذه التقنية منتشرة في مناطق واسعة من اليمن منها يافع وجبلة وظفار يريم.

صورة ٤: جدران سور مدينة معين (قرناو) الذي بني بطريقة الجدران المزدوجة المجوفة (Hollow wall)

صورة ٥: صورة لتفصيلة بناء جدار البرج الشمالي للباب الشرقي لمدينة معين

٤- البناء بالحجر والمونة

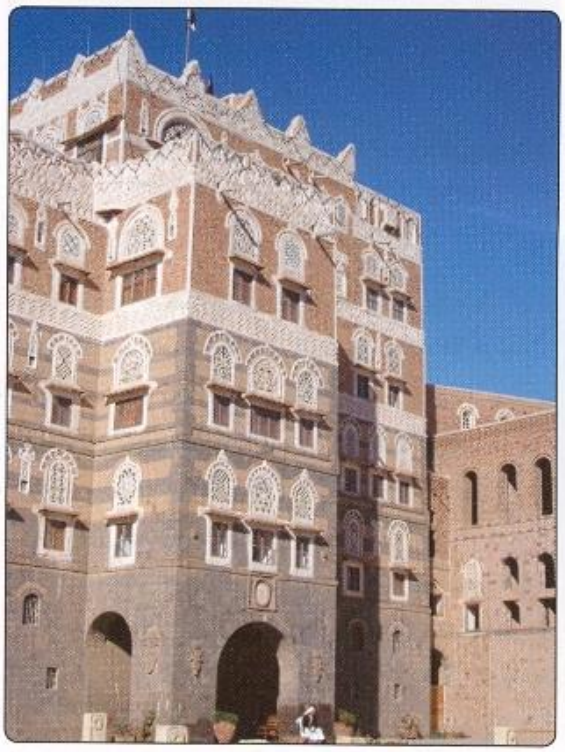
تعتبر هذه التقنية هي التقنية الأوسع انتشارًا في العالم القديم والحديث، وأغلب ما تركته الحضارات من مبان إلى يومنا ينتمي إلى هذا النمط من البناء.

استخدمت الكثير من المواد كمونة رابطة على مر العصور؛ ابتداءً من استخدام الطين والجص والنورة والرماد والبوميس والقضاض[٦] وصولاً إلى الإسمنت.

وفي هذا النمط تصقل الأحجار من الجهة الخارجية صقلاً جيدًا على شكل مربعات أو مستطيلات وتوضع في صفين متقابلين الصف الخارجي من الحجارة المصقولة والصف الداخلي من الحجارة العادية غير المصقولة، وذلك على شكل خطوط مستقيمة واحدًا فوق الآخر؛ ثم توضع المونة مع بعض الأحجار الصغيرة لكي تملأ الفراغ. (صورة ٦)

صورة ٦: مبنى مشيد بالحجر والمونة

وقد تستخدم الأحجار في بناء الأدوار السفلية وتبنى الأدوار العليا من الياجور (الطوب المحروق) حيث يتم صناعته في أفران خاصة . (صورة ٧)



صورة ٧: مبنى المتحف الوطني صنعاء طوابقه السفلية مشيدة بالحجر والمونة وطوابقه العلوية مشيدة بالياجور

٥- البناء بالطين

يعد البناء بالطين نظاماً تقليدياً متكاملاً يمتاز بصفات كثيرة أهمها سهولة التشكيل وإمكانية الزخرفة المناسبة وملاءمته للظروف المناخية القاسية. والطين مادة صحية موفرة للطاقة ولا تسبب تلوثاً بيئياً عند البناء أو في حالة الهدم والإزالة. حيث يمكن إعادة استخدام المواد نفسها في البناء والترميم أو إعادة تدويرها، إضافة إلى خواصه الفيزيائية المتميزة التي تجعل منه سكناً لائقاً يتناسب مع المناخ والبيئة. وتزخر مناطق الهضاب والسهول والوديان بالتربة الطينية الصالحة للبناء، والتي تستخدم في أغلب تلك المناطق كمادة أساسية في بناء الجدران والسقوف.

ومن أهم مميزات مادة الطين أنها مادة رخيصة الثمن، متجددة على مر الزمن بفعل تأثير عوامل التعرية على الصخور، مع سهولة الحصول عليها، وبساطة استخدامها إذ يسهل البناء بها باستخدام عمالة ليست بالضرورة ماهرة مما يحد من ارتفاع البطالة، كما تتميز بمقاومتها العالية لسريان الحرارة والحريق، وعازلة جيدة للصوت.

أما أهم عيوبها كمادة بناء فهو تأثرها السريع بالماء، مما يؤدي إلى ضعف القدرة على المقاومة، وضعف الجدران الطينية أمام الأحمال الرأسية، مما يؤدي إلى زيادة مساحة الجدران الحاملة، وضعف مقاومتها لأحمال الشد والزلازل، فضلاً عن تعرض الأسطح الخارجية للمباني الطينية للتأثيرات السلبية من عوامل التعرية، واحتياجها إلى صيانة دورية.

وقد برع البنّاء اليمني في استخدام الطين لبناء منازله، وتوصل إلى تقنية عالية لم يستطع غيره الوصول إليها لبناء مسكن يرتفع عدة طوابق مستخدماً مواده المحلية(صورة ٨) وهي تقنية لا تزال مستخدمة حتى يومنا هذا تشهد على براعته وتطوره. وتنتشر هذه التقنية في مختلف أنحاء اليمن من حضرموت وشبوه إلى صعده والجوف وغيرها من المدن اليمنية. وأهم أنماط البناء بالطين التي وجدت في اليمن هي:

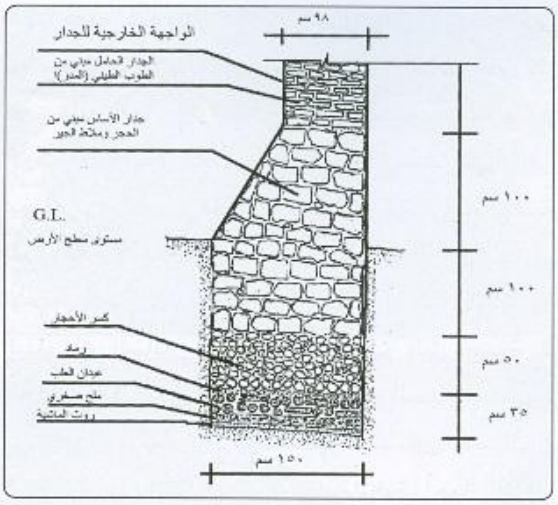
صورة ٨: إحدى مدن وادي حضرموت

٥-١ البناء بالطوب الطيني سابق التجفيف (اللبن المجفف بالشمس)

يصنع الطوب الطيني (اللبن) المجفف في الشمس من مواد طينية يمكن تمييزها من قبل البنائين بالنظر إليها، حيث يتم خلط التربة الطينية مع الماء، وتترك لفترة يوم كامل للتخمر واكتساب خاصية اللدونة، ثم يضاف إليها التبن أو غيره من الألياف النباتية، وتقلب جيدا وتترك للتخمر لفترة لا تقل عن (٤٨) ساعة، حيث ينتج عن التخمر حمض اللبنيك الذي يجعل الطوب أكثر متانة وأقل امتصاصاً للماء من الطوب المنتج في وقت أقل – يجب القيام بالخلط الجيد بحيث تكون الطوبة متجانسة[٧] – بعدها يعاد خلطه من جديد والبدء بعمل قوالب اللبن، ثم تركه ليجف تحت أشعة الشمس المباشرة لمدة تتراوح ما بين ٧- ١٥ يوماً ليصبح جاهزاً للاستخدام في البناء.

ينظف الموقع المراد البناء فيه وتحفر الأساسات إلى أقوى طبقة، ثم تبنى أساسات شريطية غالبًا ما تكون من الحجر والمونة الطينية – وقد تستخدم مونة النورة والرماد وأحياناً يتم البناء باللبن – بطريقة رصف الأحجار إلى أن يصل إلى مستوى الأرض (GL) ويبدأ يتناقص تدريجياً إلى الداخل حتى يصل سمكه إلى عرض ثلاث طوبات من الطوب المجفف أي ٩٨٠ مم تقريباً (شكل٢) على ارتفاع متر واحد وتجصص جدران الأساسات من الخارج والداخل بالنورة.

تبنى جدران المبنى من اللبن مع المونة الطينية حيث تُستخدم



شكل ٢: يوضح مقطع الأساس

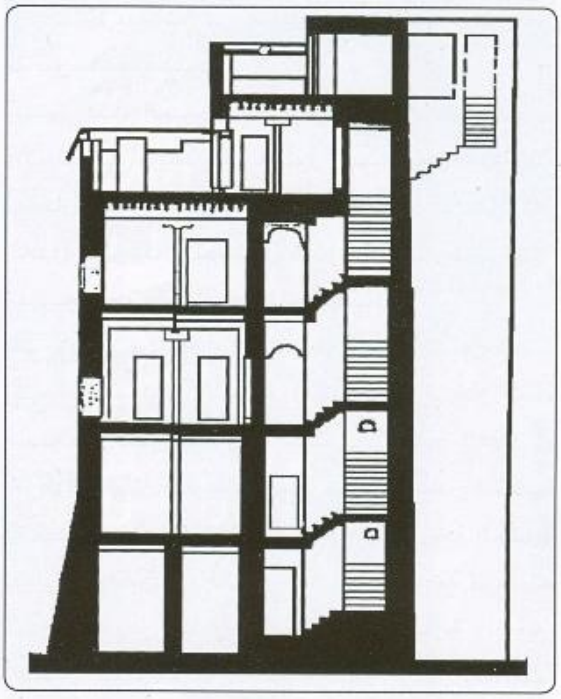
خمسة أنواع من اللبن بحسب مقاساته والطابق المراد بناؤه حيث يكون مقاس اللبنة في الطابق الأرضي(٥٠,٥ × ٣٢,٧ سم) ويتناقص تدريجيًا كلما ارتفعنا إلى الأعلى ليصل في الطابق الخامس إلى (٢٥,٥ × ٢٣ سم)، هذا التناقص يكون في الواجهة الخارجية وهو ما يوضح سبب ميل الجدران نحو الداخل، وتنتشر هذه التقنية في وادي حضرموت وبعض مناطق محافظة شبوه.

ويستمر بناء الجدران الحاملة وتحدد أماكن النوافذ والأبواب إلى أن يصل إلى مستوى الأعتاب، حيث يتم وضع أغصان العلب (النبق) فوق الفتحات وأحياناً على طول الجدران، ثم يكمل البناء إلى مستوى السقف ويترك لفترة أسبوعين ليجف قبل البدء ببناء السقف.

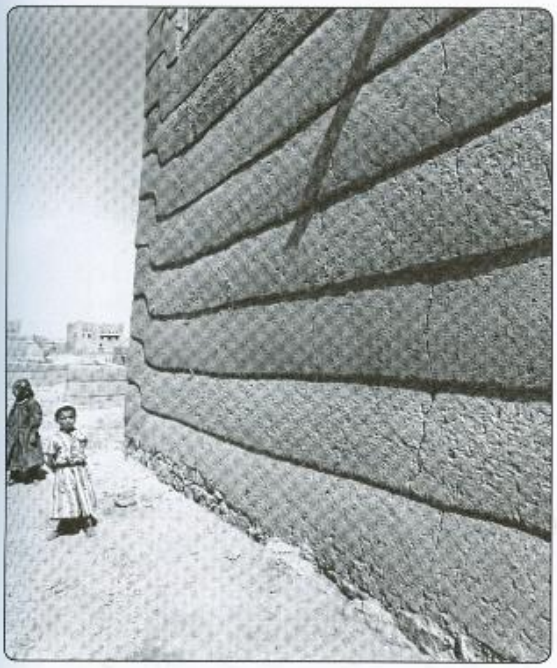
بعد الانتهاء من الجدران الحاملة توضع أغصان العلب، ونتيجة لعدم توفر الأخشاب الطويلة من أشجار العلب فيستخدم العمود والعارضة حيث يبدأ بتثبيت العمود في الأرض بأحجار صغيرة ويوضع أعلى العمود ذروة خشبية (الكبش) وفوق الذروة الخشبية توضع العارضة الخشبية وغالباً ما تكون من أشجار العلب وذي نوعية قوية، ثم تليها عملية رص أخشاب عرضية بأبعاد متساوية ٣٠٠ مم، وتفرش عليها أغصان خشبية صغيرة تتميز بمقاومتها العالية للنمل الأبيض، ثم يوضع فوقها حصير مصنوع يدوياً من سعف النخيل، وفي المرحلة الأخيرة توضع طبقة من

الطين والتبن بسُمك (١٥٠- ٢٠٠مم). وبعد أن يجف الطين توضع فوقه طبقة من الجير المطفي. يتراوح ارتفاع جدار كل طابق مابين ٢,٨ و ٣,٢متر، ويكون سمك الجدار في الطابق الأرضي ٩٨٠مم ويتناقص السمك كلما ارتفعنا إلى الأعلى ليصل إلى سمك ٢٣٠مم في الطابق الأخير. هذه التقنية المستخدمة في تناقص سمك الجدار تؤدي إلى تخفيف الأحمال كلما ارتفعنا نحو الأعلى، مما يدل على تطور تقنية البناء لدى البنائين اليمنيين؛ حيث يظهر الميل بوضوح في واجهات المباني من الخارج بينما يبقى الجدار مستقيماً من الداخل (شكل٣)، ويستخدم المهندسون الإنشائيون اليوم نفس هذه التقنية بطرق مختلفة لتخيف أحمال الأدوار العليا.

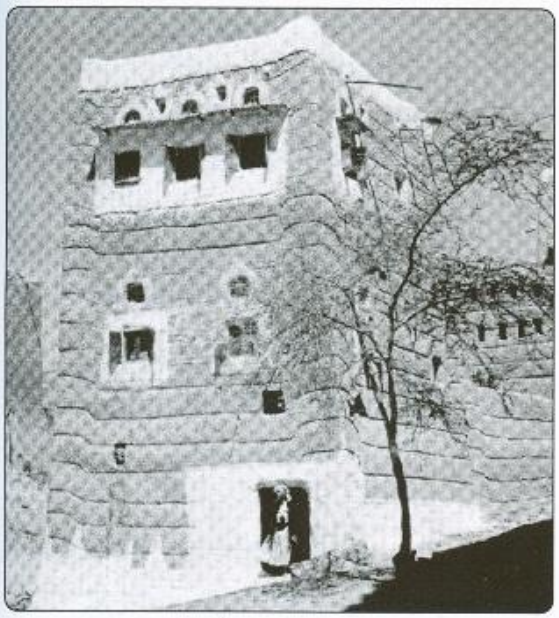
والجدير بالذكر أن الأرضيات تشيد بمستوى أفقي منتظم في كل طابق، وبعض الأرضيات التي تحتاج إلى ميول، يقوم المعلم بعمل ميول منتظم، مما يدل على إتقان العمل والحفاظ على مستوى ارتفاع الطوابق.



شكل ٣: يوضح مقطع المبنى



صورة ٩: طبقات شريطية طويلة من الطين على امتداد الجدار



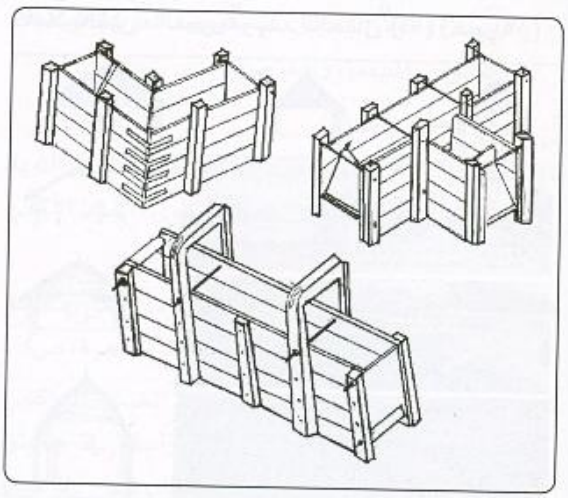
صورة ١٠: مبنى من الطين الزابور

٥-٢ البناء بالطين المجفف موقعياً وبشكل مباشر (الزابور)

وتنتشر هذه التقنية في مناطق صعده والجوف (صور٩و١٠)

وبعض نواحي صنعاء، والزابور في اللغة يعني الخطوط الطويلة، وتعتمد هذه التقنية على إضافة الرمل إلى الطين بنسبة ١٠٪، ويخلط جيداً ثم يغمر بالماء للتخمر لفترة لا تقل عن خمسة أيام، بعدها يبدأ بناء الجدران الطينية على شكل مداميك من الطين بعضها فوق البعض على الأساس الحجري، وتتم عملية البناء بواسطة قوالب خشبية (شكل ٤) قابلة للتعديل بحسب سمك الجدار؛ حيث تملأ القوالب الخشبية بالطين بواسطة قذفه باليد بقوة لتحقيق عملية الالتصاق والربط مع الأساس الحجري أو الطبقة الطينية السفلى، وبعد أن يجف المدماك الأسفل نسبياً يبدأ المعمار ببناء مدماك آخر عليه، وترص المداميك تباعاً حتى الانتهاء من البناء الهيكلي كاملاً [٨].

ويكون سُمك المداميك السفلية كبيراً ويقل تدريجياً كلما ارتفعت فوق بعضها، ومتوسط سُمك المدماك في البناء البرجي (٧٠سم) تقريباً، وأكبر سُمك للجدار الطيني وبتقنية البناء بالزابور يظهر في جدار سور صنعاء (المصمت)، والذي يصل سُمك مدماكه الأول إلى نحو(٦م)، وسُمك مدماكه الأخير عند السطح يصل إلى نحو(٣م) لعرض الممر (صور١١و١٢)، هذا بالإضافة إلى الذروة المرتفعة عليه والتي يبلغ سُمكها نحو (١م) أيضاً، ويعتبر سُمك جدار هذا السور هو أكبر سُمك لجدار مصمت من الطين المجفف (الزابور).



شكل ٤: يوضح القوالب الخشبية في بناء جدران الزابور

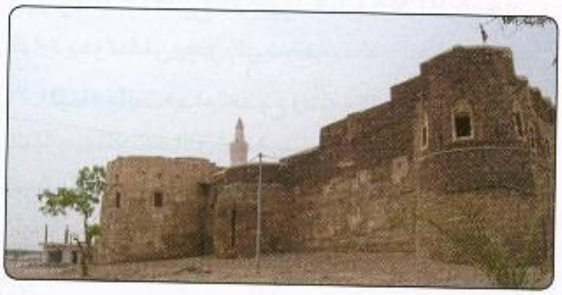
صور (١١و١٢): توضح ترميم سور مدينة صنعاء القديمة

٥-٣ بناء الجدران باستخدام الطين المحروق (الياجور)

الياجور أكثر مواد البناء سهولة في التركيب والتشكيل الهيكلي ويكثر استخدامه في التشكيل المعماري للكتل والتشكيل الزخرفي للوحدات والعناصر والمواضيع الزخرفية الخارجية.

طوبة الياجور هي الأساس القياسي في نُظم بناء وتركيب المداميك ورصها فوق بعضها، وكذلك في نظم تركيب العقود للفتحات. وهي وحدة الأساس للزخرفة الخارجية بمختلف أنواعها، ويتم بناء الجدار بسمك طوبة أو طوبتين برصها في صفوف متعامدة بعضها فوق بعض (صورة ١٣).

ويتميز بسهولة ومرونة تشكيله في البناء المستوي والمنتظم



صورة ١٣: أعلاه قلعة زبيد مبنية من الياجور

الأبعاد وكذلك القشري والجمالوني البسيط، وبمرونة التشكيل والتركيب للكتل والعناصر المعمارية المستوية والزخرفية، كما يمتاز بقوة الترابط بين مداميكه وحسن التصاق الطوب ببعضه بمونة الطين أو النورة أو الجبس، وقدرة وكفاءة عالية في العزل الحراري ومقاومة الحرائق، فضلاً عن سهولة نقله وخفة وزنه.

ولتحضير الياجور يتم غربلة الطين وفصل الشوائب وجعله أكثر تجانساً، ثم يضاف الماء إلى الطين ويخلط إلى أن تصبح المادة لدنة، وتسمى هذه العملية بـ (التخمير)، كما يضاف أحياناً قليل من الرمل أو الأكاسيد لتحسين خواص الطوب عند الجفاف والحرق.

يتم صب الخليط في قوالب تلائم المقاسات المطلوبة للطوبة وتركها لتجف، ثم ترص في أفران الحرق، وهي عبارة عن أفران تصنع خصيصاً لغرض حرق طوب اللبن من الطوب نفسه، يكون مسقطها الأفقي عادةً مربعاً، وتوجد بأسفلها فراغات لدخول الرياح لتسهيل اشتعال النار وزيادة سرعة الاحتراق، ويحتاج إنتاج الطوب لدرجات حرارية عالية تصل إلى (1000^{o} م)، ويطلق على هذه الأفران المحرَّق وجمعها المحاريق (صورة ١٤).

صورة ١٤: توضح أفران حرق الياجور

بعد رص الطوب في الفرن يتم تلبيسه بطبقة سميكة من الطين لتحفظ الحرارة، وتستمر فترة الحرق ٣- ٦ أسابيع، ثم يترك لفترة أسبوع لكي يبرد الطوب؛ لأن تعرضه للهواء البارد وهو ساخن يؤدي إلى تشققه.

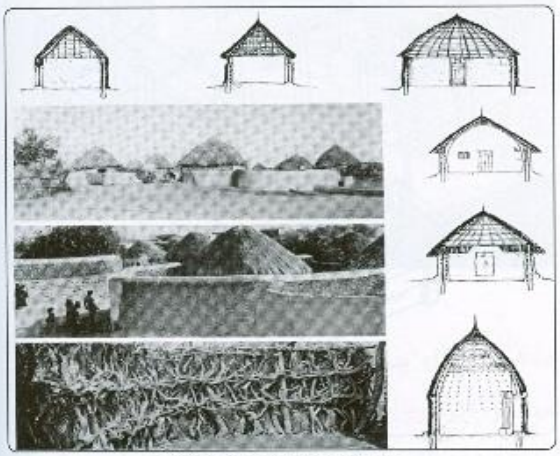
٦- البناء باستخدام جذوع الأشجار وأغصانها

تتميز مساكن منطقة تهامة بنمط من الاستقرار السكاني فريد من نوعه في شبه الجزيرة العربية وهو استخدام الأكواخ المبنية من جذوع وغصون الأشجار والأعشاب[٩]، وقد وُجد هذا النمط السكني منذ وجود الإنسان في تهامة، والسبب الرئيس – في رأينا – لبناء هذا النمط السكني يتمثل في أنها من المناطق الصحراوية ذات المناخ الحار الرطب.

وقد ذكر كارستن نيبور في سنة ١٧٦١م هذا النوع من المباني حيث قال: " تهامة معظم بيوتها عبارة عن أكواخ، وبناؤها لا يكلف كثيراً، فهي تبنى من أغصان الشجر والأعشاب و تكسى جدرانها من الخارج بالطين المخلوط بروث الأبقار، ومن الداخل بالكلس. سقوفها مبنية بأعشاب متوفرة بكثرة في تهامة، ونادراً ما تكون هناك نوافذ، أما الأبواب فهي مجرد قطعة من الحصير، وفي هذه البيوت وحولها توضع سرر أشبه بكراس طويلة منسوج سطحها بخيوط من القش، وقد يكون هناك أكثر من كوخ للأسرة الواحدة تحاط جميعها بسياج واحد مبني من أغصان الشجر"[١٠].

ويتم بناء العشة من أساس دائري مكون من جذوع أشجار مقطعة يتم غرسها في الأرض على أبعاد متساوية يطلق عليها "ساس"؛ ويكسى الأساس بحزام من فروع الأشجار يشد شداً محكماً ويربط بالحبال مكوناً الجدار الخارجي للعشة ويطلق عليه "التعفوف"، ويكون حجمه كثيفاً من الخارج ومستوياً من الداخل، وفي بعض المناطق يبنى الأساس من الطين والتبن ثم يغلف بالتعفوف كسابقه.

وبعد ذلك يتم بناء رأس العشة حيث يقام على شكل قبة بوضع أخشاب من أشجار السدر تسمى "الضلوع" توضع هذه الأخشاب على التعفوف من جميع الجهات وبين كل ضلع وآخر قدر عشر بوصات وتتلاقى رؤوسها في الأعلى وتشد بعضها إلى بعض بفروع أشجار وحبال رفيعة ابتداء من أسفل الضلوع حتى أعلاها وبشكل دائري، ثم يكسى الرأس كاملاً بالقش " العجور " ويشد بالحبال"[١١] (صور ١٥)



صورة ١٥: توضح العشة وملحقاتها

٧- الخلاصة

من خلال دراسة أنماط البناء المختلفة للعمارة اليمنية نجد إنها لا تكون منفصلة تماماً وتتداخل فيما بينها في بعض المناطق، إلا أن هذا التداخل لا يطغي على الشكل العام، وأن تطويع البنّاء اليمني للبيئة وما يتوفر فيها من مواد واستخدامها في البناء أكد قدرته على إيجاد بيئة صديقة للإنسان، ومن هذا المنطلق يمكننا أن نستخلص الآتي:

١. إن البناء كان يتم على أساس الفهم الواعي لخواص المواد المحلية ومتطلبات الحياة اليومية .

٢. البعد التخطيطي المدروس لاختيار مواد البناء المتوافقة مع البيئة المحيطة بالموقع.

٣. إيجاد بدائل لنمط البناء بحسب العوامل الطبيعية والبيئة المحيطة بالإنسان.

٤. الاختيار السليم لنمط البناء المتوافق مع طبوغرافية المنطقة وتوافق المناخ المعماري.

٥. التفرد في نمط البناء الرأسي وإظهار المباني وكأنها قلاع حصينة وهذا يدل على كفاءة ومهارة عالية لدى البنائين اليمنيين.

المراجع

1.de Maigret, 2002, Arabia Felix, Stacey International, P134

٢. ديمجرية، ١٩٨٨، المجموعة المعمارية الأثرية السبئية في وادي يلا (خولان الطيال، الجمهورية العربية اليمنية) تقرير أولي، اسيميو، روما، ص ٣٩.

٣. المرجع السابق، ص ٢٩.

٤. شميدت، ١٩٨٢، معبد ودم ذو مسمعم، تقارير أثرية من اليمن. ترجمة عبد الفتاح البركاوي. المعهد الألماني للآثار، صنعاء، ص١٩ – ٢٠

٥. توفيق، محمد، ١٩٥١، آثار معين في جوف اليمن، مطبعة المعهد العلمي الفرنسي للآثار الشرقية، القاهرة، ص٨

٦. البوميس والقضاض نوعين من الخبث البركاني استخدمهما البنّاء اليمني كمادة رابطة في مناطق مختلفة من اليمن حيث استخدم البوميس في عدن والقضاض في صنعاء والمناطق المجاورة لها.

٧. فتحي، حسن، ٢٠٠١، عمارة الفقراء، مكتبة الأسرة، القاهرة، ص ١٣٣.

٨. طاهر، عبدالرقيب، ٢٠٠٥، أسس التصميم المعماري والتخطيط الحضري في العصور الإسلامية المختلفة دراسة تحليلية على العاصمة صنعاء، منظمة العواصم والمدن الاسلامية، جدة، ص ٤٦٠.

٩. أبوالعلا،محمود طه،١٩٦٦،جغرافية شبه جزيرة العرب،مكتبة الانجلوالمصرية، القاهرة، ج١، ص١٣٨.

١٠. الصائدي، أحمد قائد، المادة التاريخية في كتابات نيبور عن اليمن ، دراسات يمنية، عدد ٣٨، ص٢٣.

١١. شجاب، محمد سالم، ١٩٨٧، قبيلة الزرانيق وحركتهم التاريخية، مجلة اليمن الجديد، العدد٢، ص٤٢.

١٢. شكل ١ [عن: de Maigret, 2002, p 143].

١٣. شكل ٢ [عن رموضه، سالم عوض، صالح محمد مبارك و أحمد إبراهيم حنشور ، ١٩٨٨، الخصائص الهندسية لمدينة شبام، الندوة العلمية لصيانة مدينة شبام وآثار وادي حضرموت، عدن]

١٤. شكل ٣ [عن رموضه وآخرون، ١٩٨٨]

١٥. صورة ١[عن :ديمجرية، ١٩٨٨]

١٦. صورة ٤ [عن Yemen Nel paese della Regina di Saba, 2000]،

١٧. صورة ٥ [عن Breton, 1994, Planche 21c].

١٨. الصور (١٣-١٥) [عن : طاهر، عبدالرقيب ومجموعة باحثين، مركز الطاهر للاستشارات الهندسية، ٢٠٠٥، أسس التصميم المعماري والتخطيط الحضري في العصور الإسلامية المختلفة دراسة تحليلية على العاصمة صنعاء، منظمة العواصم والمدن الإسلامية، جدة، ص٤٦٢]

١٩. صورة ١٧ [عن: طاهر ومجموعة باحثين، ٢٠٠٥، ص ٤٦٥]

٢٠. الصور (١٨-٢٢) [عن : طاهر، عبدالرقيب، ٢٠٠٧، القبة في التراث المعماري اليمني الخصائص والقيم المعمارية الوظيفية والجمالية، المؤتمر الدولي السادس للحضارة اليمنية، عدن]