مشروع
إعادة إعمار
المعيشة المبكر
لحضرموت والمهرة

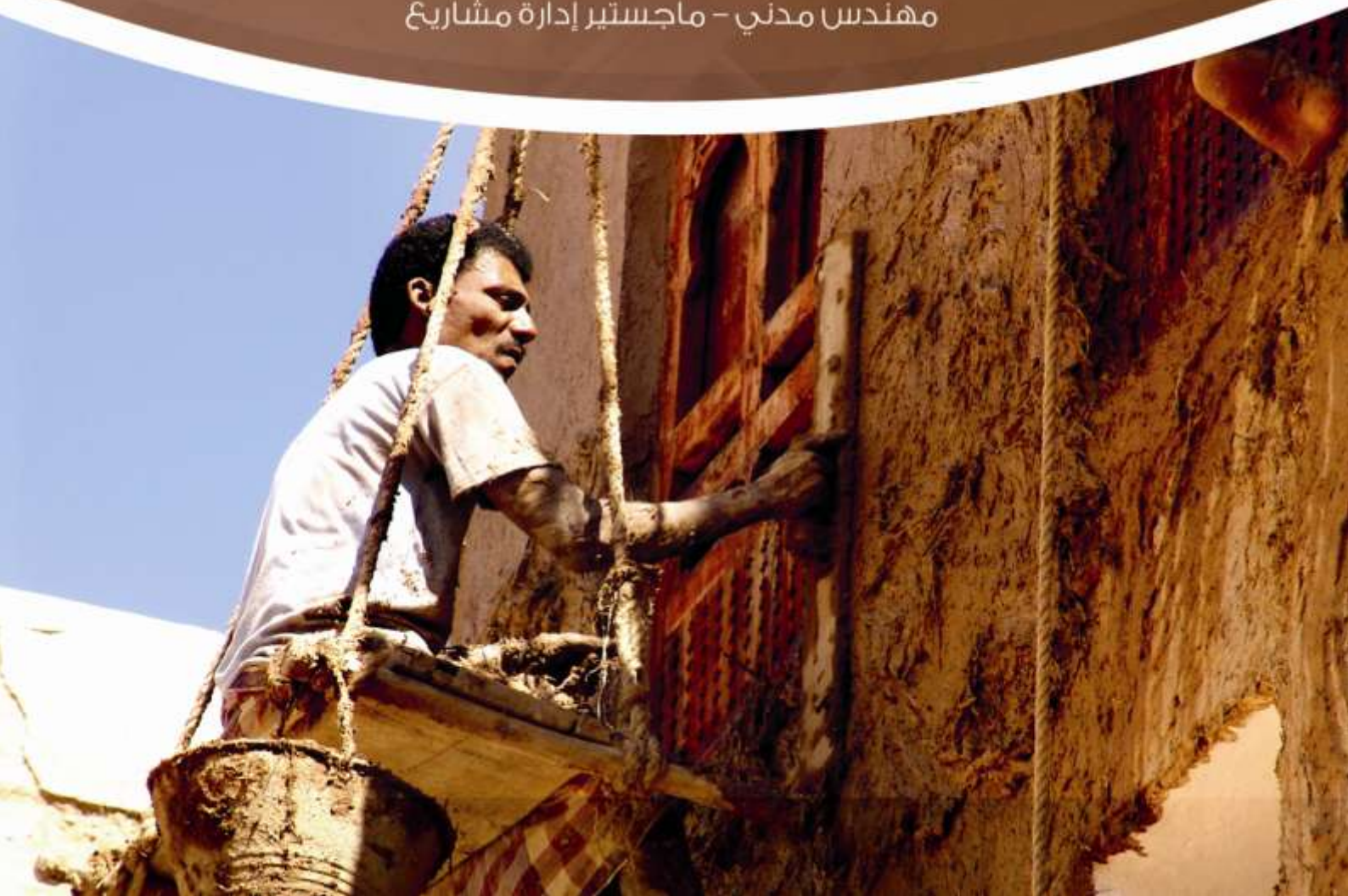
Early
Recovery
Project for
Hadhr. & Mahra

الدليل الإرشادي

لتحسين مقاومة البناء الطيني للأمطار والسيول بوادي حضرموت

إعداد/ الإستشاري مازن إبراهيم المساوى

مهندس مدني - ماجستير إدارة مشاريع



إعداد/

الإستشاري م. مازن إبراهيم المساوى

مهندس مدني – ماجستير إدارة مشاريع

مراجعة الفريق الفني للمشروع/

حسن عبدالله البرقي

فؤاد سعيد البعوض

شادية عبد الجبار الحبيشي

أمين علي باحميد

متابعة وتنسيق/

م.مروان علي بارجاء

م.عمر عوض باجيده

مراجعة لغوية/

أحمد علي السقاف

الإشراف العام/

عوض أحمد بن هامل

مدير مشروع إعادة إعمار المعيشة المبكر

e

حقوق الطبع محفوظة

لمشروع إعادة إعمار المعيشة المبكر لمحافظتي حضرموت و المهرة

التابع لبرنامج الأمم المتحدة الإنمائي – اليمن UNDP

للتواصل..

الإستشاري م. مازن إبراهيم المساوى

الجمهورية اليمنية ـ حضرموت ـ سيئون

+967 777782463

mmusawa98@yahoo.com

الطبعة الأولى ١٤٣٣هـ - ٢٠١٢م

إخراج وطباعة وكالة
المساوى
للنشر والاعلان ـ سيؤون
+967 777339345
almusawa1@gmail.com

المحتويات

المحتويات		٥
كلمة مدير المشروع		٧
شكر وتقدير		٩
مقدمة		١٠
أهداف الدليل		١٢
المصطلحات		١٣
الباب الأول: خلفية عامة عن البناء الطيني بوادي حضرموت		١٨
١-١	البناء الطيني و خصائصه	١٨
١-٢	خلفية تاريخية عن وادي حضرموت	٢٠
١-٣	البناء الطيني بوادي حضرموت	٢٢
الباب الثاني: مبادئ تحسين مقاومة البيت الطيني للأمطار والسيول		٢٥
٢-١	أسس تحسين مقاومة البيت الطيني للأمطار و السيول	٢٨
٢-٢	ضوابط اختيار موقع البناء الطيني	٢٩
٢-٣	مِن أسس تصميم البناء الطيني	٣٠
الباب الثالث: مواصفات مواد البناء الطيني المحلية		٣٢
٣-١	حجر الأساس	٣٣
٣-٢	الطين	٣٦
٣-٣	التبن	٣٨
٣-٤	صناعة المدر الطيني	٣٩
٣-٥	الجير الحي (النورة)	٤٢
٣-٦	الرماد	٤٦
٣-٧	الخشب	٤٧
الباب الرابع: أسس تنفيذ الأعمال الرئيسية للبناء الطيني		٤٨
٤-١	أعمال التأسيس	٤٩
٤-٢	أعمال المباني	٥٦

٤-٣ أعمال الإكساءات الخارجية ٦٤
٤-٤ أعمال تمديدات المياه والمجاري ٧٠
٤-٥ أسس عامة لصيانة وتحسين مقاومة المباني الطينية القائمة ٧٤
قائمة المراجع ٧٩

كلمة مدير المشروع

يأتي إصدار هذا الدليل كمساهمة متواضعة من مشروع إعادة إعمار المعيشة المبكر والتابع لبرنامج الأمم المتحدة الإنمائي(UNDP) في توثيق هذا التراث المعماري الفريد والذي يتميز به وادي حضرموت.... هذا التراث الذي نفاخر به عبر الأجيال والذي يعكس عبقرية التكيف مع البيئة والتأقلم العميق مع الوسط المحيط.

ولكن بعد حدوث كارثة أكتوبر ٢٠٠٨م وماشهدته محافظتي حضرموت والمهرة من أمطار وسيول غزيرة والتي أدت إلى سقوط عد كبير من المباني الطينية تقدر بحوالى ٥٠٠٠ بيتاً بين سقوط كلى وجزئي، برزت هناك بعض الاستفسارات والتساؤلات حول البناء الطيني لدرجة أنّ بعض الأهالي بدأوا يفقدون الثقة و يتحولون نحو البناء الإسمنتي..... وهنا يأتي السؤال. هل العيب في البناء الطيني نفسه؟ أم أن المشكلة تكمن في إهمال بعض الأسس والمبادئ وعدم الرجوع إلى المعايير التراثية التقليدية التي وضعها الأجداد والتي لو تمّ التقيد بها سوف تساهم بشكل كبير في تحسين مقاومة البناء الطيني؟! من هنا يأتي أهمية إعداد وتوثيق هذا الدليل الإرشادي لمساعدة كل المعنيين بالبناء الطيني من مهندسين ومعالمة بناء وعمال والمجتمعات المحلية بشكل عام.

إنّ إحياء التراث العمراني و المساهمة فى إعادة تأهيله ليتكيف مع متطلبات المتغيرات المناخية والبيئية تشكّل مطلباً ملحاً للأمم التي قررت المشاركة الفعّالة في العطاء الإنساني على الصعيد الثقافي والتاريخي و الذى يعكس خصوصيتها وتراثها وهويتها وثوابتها في الفضاء الإنساني العام.

ولافتقادنا للمنظومة المعرفية القديمة عن مجالات البناء الطيني و قلة المراجع العلمية لتلك الاعمال تبنى مشروع إعادة إعمار المعيشة المبكر التابع لبرنامج الامم المتحدة الانمائي (UNDP) دراسة عن الأسس السليمة لتحسين مقاومة البناء الطيني للامطار و السيول بوادي حضرموت كجهد متواضع ومساهمة إيجابية لتوثيق مايتعلق بالمحافظة على

هذه الخصوصية الفريدة لوادي حضرموت في جوانب البناء الطيني وكدليل إرشادي يستضيء به عمال و معالمة البناء الطيني و المشرفون الميدانيون.

إن إعداد هذا الدليل و طباعته ونشره من قبل مشروع إعادة إعمار المعيشة المبكر التابع لبرنامج الأمم المتحدة الانمائي (UNDP) يعد خطوة متقدمة في نشر التوعية بمعايير وضوابط البناء الطيني وكيفية المحافظة على هذا التراث الانساني الفريد بوادي حضرموت.

نأمل ان نكون قد وفقنا في تقديم هذه المساهمة المتواضعة من قبل مشروع إعادة إعمار المعيشة المبكر التابع لبرنامج الامم المتحدة الانمائي، كما يحذونا الأمل الكبير في أن يشجع هذا الدليل في تحسين البناء الطيني المقاوم للامطار السيول وأن يسترشد به عمال البناء و المعالمة و المهندسين و الجهات ذات العلاقة بالبناء الطيني وأن يعود بالنفع الاقتصادي و الاجتماعي و البيئي لحضرموت خاصة و اليمن عموماً.

هذا والله من وراء القصد

عوض أحمد بن هامل

مدير مشروع إعادة إعمار المعيشة المبكر

شكر وتقدير

أتقدم بالشكر و التقدير لمشروع إعادة إعمار المعيشة المبكر التابع لبرنامج الأمم المتحدة الإنمائي (UNDP) على الجهود الحثيثة و المثمرة ممثلاً بالمهندس عوض أحمد بن هامل مدير المشروع وأعضاء الفريق الفني الإخوة حسن عبد الله البرقي وفؤاد سعيد البعوض وأمين علي باحميد والأخت شادية عبد الجبار الحبيشي على التشجيع والمتابعة المستمرة والمراجعة الدائمة لمسودة الدليل وأغنائه بالملاحظات حتى يظهر بهذا الثوب الذي بين أيديكم كما أتوجه بالشكر والتقدير أيضاً للأخوة المهندسين ومعالمة البناء والعمال والجهات ذات العلاقة بالبناء الطيني وجمعية حماية العمارة الطينية بشبام وجمعية معالمة العمارة الطينية بتريم على تعبئتهم الاستبانة ومساعدتهم لي وامدادي بالمعلومات والضوابط السائدة قديماً بين أجدادنا القدامى والخبرات الغنية، كما أكرر شكري للمشاركين في ورشة العمل الخاصة بمناقشة مسودة هذا الدليل والذي لهم الفضل بعد الله سبحانه وتعالى في تصحيح بعض المفاهيم والمصطلحات والضوابط وبالرغم من كل الجهود التي بذلت في هذا العمل إلا أني أشعر بأنه بحاجة إلى ملاحظاتكم التي ستعينني في تطويره مستقبلاً.

والله ولي الهداية والتوفيق ،،،

المقدمة

إنّ المساهمة في إحياء التراث العمراني وإعادة تأهيله ليتناسب مع متغيرات المناخ والبيئة تشكّل مطلباً ملحاً للأمم التي قررت المشاركة الفعّالة في العطاء الإنساني على الصعيد الثقافي والتاريخي بشكل يعكس خصوصيتها وهويتها وتراثها وثوابتها في الفضاء الإنساني العام.

وتحتاج عملية المساهمة تلك إلى معرفة الخبرات المتراكمة في هذا المجال وما تمثله من ضوابط مهنية كانت سائدة في مجال البناء، بالإضافة الى معرفة ما كان سائداً من معتقدات وأوضاع اجتماعية واقتصادية وبيئية، لما لهذه الأوضاع من تأثير مباشر على العمارة القديمة.

من هنا كان لابدّ للمهتم من التعرُّف على هوية هذا التراث المتمثل في البناء الطيني بوادي حضرموت و تطويره، و أن يمتلك هذه المعارف كي يجيد استخدام المواد التقليدية بمشاركة المواد الحديثة (كالمواد الرابطة، والمواد العازلة للمياه والرطوبة) بطريقة تمكن من الحفاظ على القيمة التاريخية والثقافية للمباني الطينية وتحقق الانسجام مع العمارة الحديثة المجاورة والبيئة المعاصرة.

و حيث أنّه لم تصل إلينا المنظومة المعرفية القديمة في مجال البناءالطيني بشكل علمي تفصيلي سواء أكان في اختيار المواد وضوابط الجودة أو أسس التصميم الإنشائي للهياكل الحاملة التي تلائم المواد المتوفرة في البيئة المحيطة، ولم تصل إلى أيدينا مفاهيم التصميم والحساب الإنشائي للمباني التراثية التي مازالت شاهدة على عظمة البُناة الأوائل، مثل تحديد البحور والأحمال وحساب وتحليل القوى المؤثرة على المباني.

إنّ التعرف على مواصفات المواد التقليدية ومعرفة سلوك هذه المواد تحت تأثير الأحمال المطبقة عليها، وكذلك تحديد الطرق المثلى في التنفيذ من أجل الاستفادة من مزاياها المتعددة تأتي في المقام الأول، ثم معرفة الشروط والضوابط السليمة لاختيار موقع البناء و التصميم والتنفيذ بإتباع الطرق العلمية للبناء الطيني التي تحقق الاتزان والمتانة وتحسّن مقاومة المباني الطينية للأمطار و السيول في المقام الثاني.

وبسبب عدم وجود مرجع لأعمال البناء الطيني يستند عليه معالمة البناء أو المشرف الميداني فإنَّ مشروع إعادة إعمار المعيشة المبكر لمحافظتي حضرموت و المهرة التابع لبرنامج الأمم المتحدة الإنمائي باليمن تبنى دراسة عن الأسس السليمة لتحسين مقاومة البناء الطيني للأمطار والسيول بوادي حضرموت كجهد متواضع و مساهمة لتوثيق كل ما يتعلق بالمحافظة على هذه الخصوصية الفريدة لوادي حضرموت، لذا برزت فكرة تجميع ما توفَّر من معلومات حول المواد التقليدية في البناء الطيني، وتقديم مسودَّة لدليل فني إرشادي يتضمن معلومات مستفادة من عدة مراجع وجهوداً سابقة بُذلت في هذا المجال ومسحاً ميدانياً (استبانة) تم عملها لغرض دراسة تحسين مقاومة البناء الطيني بوادي حضرموت وُزِّعت على عدد من معالمة البناء ذوي الخبرة والمهندسين والمهتمين في هذا المجال تتضمن معلومات عن أسس اختيار موقع البناء والتصميم، وكيفية اختيار مواد البناء التقليدية المحلية، والطرق السليمة لتنفيذ المراحل الرئيسة للبناء الطيني، بالإستفادة في جميع ذلك من منهج معرفي أصيل وهو (التجربة والخطأ).

وقد تم إطلاق كلمة (دليل إرشادي) على هذا الكتيِّب وذلك لتسهيل استخدام الدليل لكل من يعمل في مجال البناء الطيني بوادي حضرموت.

ومن الطبيعي أن يخضع هذا الدليل لعملية تحديث ومراجعة مستمرة في ضوء الخبرات وتطور تكنولوجيا مواد البناء، لأن إعداد المواصفات ليس عملاً فردياً، وإنما هو مهمة هيئات ومؤسسات علمية كالجامعات والمعاهد العلمية والمؤسسات والهيئات الرسمية وكذا مشاركة القطاع الخاص والأفراد العاملين في هذا المجال.

أخيراً نأمل أن يُسهم هذا الجهد مع جهود أخرى في توثيق كل ما يتعلق بالبناء الطيني و العمارة الطينية في وادي حضرموت حتى تحافظ الأجيال تلو الأجيال على هذه الحضارة العمرانية الفريدة و هذا التراث الإنساني العالمي الخالد.

و الله من وراء القصد...

أهداف الدليل

يهدف الدليل إلى:

- شرح مبادئ التحسين لمقاومة البناء الطيني للأمطار والسيول.
- تحديد مواصفات مواد البناء التقليدية المحلية الرئيسة (كالطين والحجر والنورة....الخ)، وطريقة تحضير تلك المواد بالأسلوب الصحيح.
- توثيق الطرق المثلى لتنفيذ البناء الطيني التي تناسب طبيعة هذه المواد، واعتماداً على توثيق الخبرات العملية التي تراكمت عبر الزمن وبرعت في استخدام هذه المواد وكذا العلوم الهندسية الحديثة.
- توفير أداة إرشادية مبسَّطة لمعالمة البناء والعاملين في هذا المجال للإسترشاد بها في مجال البناء الطيني بوادي حضرموت.
- تشجيع المواطن على العودة لاستخدام المواد التقليدية المحلية في عملية البناء الطيني من خلال إبراز مزاياها خاصة في بيئة وادي حضرموت.
- تشجيع الاستثمار في صناعة مواد البناء المحلية، لتقليل استيراد مواد البناء من الخارج وبالتالي المساهمة في دعم الإقتصاد الوطني.
- رفع الوعي المجتمعي بأهمية المحافظة على استخدام المواد التقليدية للبناء الطيني وتحسين مواصفاتها واستخداماتها باستمرار.

المصطلحات

المصطلحات المستخدمة في البناء الطيني بوادي حضرموت:

أ- مواد البناء:

- المَدَر: اللَّبن المصنوع من الطين والتبن والماء، والمجفف بالشمس، واحدته مدرة.
- سَبْيَة: مدرة موضوعة بشكل طولي في الجدار.
- مَعْرُوضَة: مدرة موضوعة بشكل عرضي في الجدار.
- التِّبْل (أو التِّبن): القش الناتج من تصفية محصول القمح.
- الغُرَق: المؤنة من خليط الطين و التبن و الماء.
- الطين البكْر: الطين الجديد الذي لم يستخدم من قبل.
- الطين الصُّبَاخ: طين يحوي كمية من الأملاح والرطوبة.
- الطين الخُرْش: الطين الناتج عن هدم المباني الطينية القديمة.
- الياجور: الطين المحروق.
- اللهوف: القطع الحجرية الصغيرة الناتجة عن تكسير الأحجار و التي تستخدم لتعبئة الفراغات اثناء أعمال التأسيس.
- النورة: هي المادة الناتجة بعد حرق الأحجار الكلسية و سباطتها و تستعمل في أعمال التلبيس والطلاء.
- السكر الأحمر: نوع من أنواع السكر لونه أحمر يستورد من الخارج يخلط مع النورة لتحسين مواصفاتها.
- البَطْحَاء: الرمل.
- الحِيمُورَة: الرمل الأحمر يجلب من الجبل.

- الرَّمَاد: المادة الناتجة من حرق الأخشاب والمواد العضوية تستخدم كمادة اسمنتية.
- القُفَاش: الكتل المتماسكة من الطين تستخدم لسد الفتحات الصغيرة في المباني الطينية.
- العِلْب: شجرة السدر يستخدم خشبها في اسقف المباني و صناعة الأبواب و النوافذ.
- الحِمْر: قلب ساق شجرة العلب المحمر يستخدم في صناعة النوافذ والأبواب.
- الأَرَاك واليَعْبُور: أغصان شجيرات تستخدم فروعها في البناء.
- العُوْد: الخشب على أنواعه.
- القَّصْبَة (الماسورة): الأنابيب الحديدية.
- الرِّيْل: الجسر الحديدي ذو مقطع على شكل حرف (I).

ب- عناصر وعمليات البناء:

- تَوجِيْه الحَجَر: تعديل الأحجار بحيث تكون واجهتها مستقيمة تقريباً.
- تخْمير الطين: عملية تشبيع الطين بالماء.
- الحِمَار: عملية رص المدر في صفوف رأسية متشابكة استعداداً لنقله الى موقع البناء.
- التَّنْشير: عملية تقليب المدر الطيني على الجانب بشكل متقابل بالرؤوس وانفراج الأطراف للمساعدة في تجفيفه.
- المُوْفُر: هي وحدة البناء الرأسي عبارة عن خمس مدرات تبنى فوق بعضها البعض مع مؤنة الطين بطول الجدار.
- التَّيَاسير: العتبات أعلى الباب أو فتحة النافذة تكون من الأعواد الخشبية أو المواسير الحديدية، و مفردها: تيسورة.
- القُبُوض: المسافة الزائدة عن عرض الأعتاب و التي تثبت في الجدار.

- العَكْف: رص المدر الطيني بشكل قبوة أوعقد أو قوس.
- الجَلْبُوب: قبوة، قبوات سقف الأماكن الضيقة أو عقود.
- القِبَال: الجسور الثانوية (الفرعية)، و مفردها: قُبل.
- القَواسِم: الجسور الرئيسية التي تحمل القبال، و مفردها: قاسم.
- تعقيد السقف: عملية وضع الجسور الفرعية (القبال) وتثبيتها على الجدران و القواسم.
- الوَدْف: عملية تغطية السقف في المباني الطينية.
- المَحْضَة (التغسية): تلبيس الجدران بالطين مخلوطاً بالتبل.
- الطَّرْقة: التلبيس بالنوره والرمل أو الأسمنت.
- الجَنْوَة: الميل الناتج عن بناء المبنى الطيني إلى الداخل.
- العُكْرة: الفتحة الدائرية أو المستطيلة في أعلى الجدار المستخدمة للتهوية، و جمعها عُكر.
- العَرُوس: دعامة أساسية لهيكل المبنى، رباعية المقطع أو على شكل جدار مستطيل المقطع و تمتد من الطابق الأرضي إلى الأعلى، يلتف حولها درج البيت مبنية من المدر الطيني.
- السَّهْم: العمود الخشبي داخل الغرف لنقل أحمال السقف، الجمع أسهم.
- السَّفَن: قاعدة حجرية مربعة الشكل لاتقل سماكتها عن ١٥ سم توضع أسفل السَّهم.
- الكَبْش: قطعة خشبية توضع فوق السَّهم غالباً تكون مزخرفة.
- السَلْبة: الميول في أرضيات السطوح للحيلولة دون ركود المياه.
- السِّبَاطَة: ضرب النورة بواسطة عصي غليظة خاصة، لمعالجة الجير الحي وتحويله الى معجون متجانس وبمواصفات خاصة تجعله صالحاً للإستخدام.
- الخَشْع: عملية وضع طبقة خفيفة من النورة والماء.
- الرُّشُوشِة: عملية الطلاء بالنورة المخففة بالماء.

- الطَّبَن: الفراغ الناتج من ميول بيتين متجاورين.
- القِرَاشِة (الحِتَاتَة): عملية النزع أو الإزالة لطبقة النورة من الجدران.
- الرُّوْك: هي عملية تجرى لصقل النورة بحكها على فترة طويلة بقطعة من الحجر الأملس لغرض تنعيمها و إزالة الشقوق الصغيرة.
- المَلَس: طريقة من الطرق التي تستعمل فيها النورة داخل البيت بحيث تغدو قطعة واحدة ناعمة الملمس بواسطة (الروك).
- الرِّيم، الرُّيُوم: السطوح.
- البَحْر: المسافات بين الجدران المتقابلة الحاملة للسقوف.

جـ- أدوات البناء الطيني:

- المِطْتِل: قالب صناعة المدر ويضم مدرتين في آن واحد ويختلف حجمه بحجم المدرة، و الجمع مطاتل.
- المِثَال: القالب المستخدم في صناعة الزخارف والنقوش.
- البُلْت: قطعة حديدية تستخدم للوزن رأسياً أثناء عملية بناء الجدران.
- الشابورة: عبارة عن خيط متحرك في نهايته ثقل مرتفع بارتفاع الموفر ومربوط في الخيط العلوي الممتد من الركن للركن.
- السِّقَالة: قطعة خشبية يقف عليها العامل أثناء أعمال الإكساءات.
- الخَرَّة: قطعة خشبية مربوطة بحبل يجلس عليها العامل أثناء العمل في الواجهات.
- الشِّبْر: المسافة بين طرفي الخنصر والإبهام عند مدّهما قدر المستطاع.
- حجر الرُّوك: قطعة حجرية ملساء تستخدم لدلك تلبيس الأرضيات.
- الحَدِيْدِة: أداة حديدية مستوية تستخدم لتسوية ودلك أعمال التلبيس.
- الذراع: هي وحدة للطول يُراد بها في الأصل طول ذراع الإنسان للقياس وهو ما بين طرف المرفق إلى طرف الإصبع السبابة.

- القَامَة: وحدة قياس العمق أو الإرتفاع بطول الشخص المعتدل.
- الرِّعِة: قطعة خشبية مربعة الشكل لها أربعة أذرع لنقل الطين يحملها عاملان. و جمعها رعين.
- القَدُوم أو المِزْحَاة: أداة حديدية تستخدم للحفر.
- الطَّاب: قطعة خشبية مستوية تستخدم في أعمال المحضة لتسوية الأسطح و الجدران.
- المِيْفَا: المبنى الذي تحرق فيه الحجارة لعمل النورة.
- المَحْفَط: موقع مرصوف بالحجارة يستخدم لضرب الجير المطفي.
- المِسْبَاط: هي الأداة التي يتم بواسطتها ضرب (سباطة النورة) وهي عبارة عن عصا غليظة منحنية مع سماكة ظاهرة من الأسفل طولها حوالي ٢م و غالباً تكون هذه العصا ملساء ومن شجرة السدر (العلب).

شكل ١-١ : مدينة شبام التاريخية

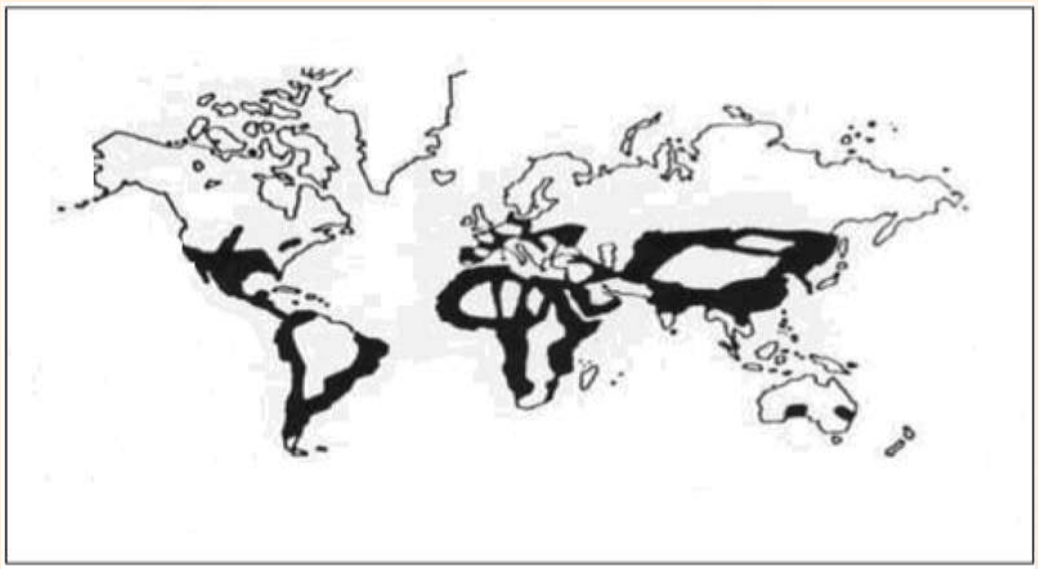
الباب الأول

خلفية عامة عن البناء الطيني بوادي حضرموت

١-١: البناء الطيني وخصائصه:

تعد مادة الطين من أقدم مواد البناء التي عرفها الإنسان واستخدمها في البناء، وتمتاز هذه المادة بالعديد من الإمكانات والمميزات الهامة، وقد تنوعت طرق استخدام هذه المادة في البناء في الماضي والحاضر تنوعاً كبيرًا إستجابة للمحددات البيئية كالمناخ ونوعية التربة والمواد المتوفرة من جهة، ونوعية الخبرات المتوفرة من جهة أخرى.

وفي الوقت الحاضر لا يزال أكثر من ثلث سكان العالم يعيشون في مساكن تستعمل الطين في البناء. ولقد شاع استخدام الطين مادة للبناء في معظم بلاد العالم، خصوصًا في المستوطنات العمرانية التي تقع بالقرب من بطون الأودية ومجاري الأنهار وفي سفوح الجبال و وسط الواحات وغيرها.



شكل ١-٢: خارطة تبيِّن الأقاليم الرئيسة في العالم التي تستعمل التراب في البناء

إن التطور الكبير الذي شهده العالم خلال النصف الأخير من القرن العشرين على صعيد إنتاج مواد البناء الحديثة وطرق المواصلات والاتصالات بشكل لم يسبق له نظير من قبل كان له أثره الكبير في الحد من استخدام مواد وطرق الإنشاء التقليدية في كثير من البلدان، إلا أن البناء بالطين الخام ما زال يحتفظ بشعبيته في العديد من المدن والمناطق الحضرية خصوصًا في بلدان العالم النامي، وذلك لما تتمتع به هذه المادة من المميزات العديدة التي من أبرزها وفرتها في غالب مواقع التنفيذ ومناسبتها للمناخ والبيئة ورخص تكلفة البناء بها.

أهم مميزات البناء الطيني:

- المقاومة العالية لسريان الحرارة، ومقاومة الحريق، وعازل جيد للصوت.
- توفره في كل بقاع الأرض ومواقع التنفيذ مما يسهم في رخص الكلفة، ولذلك تعتبر مادة رخيصة الثمن.
- تجدده على مر الزمن بفعل تأثير عوامل التعرية على الصخور.
- سهولة استخراجه باستعمال الحد الأدنى من الآلات والأدوات البسيطة.
- بساطة استخدامه بحيث يسهل البناء به باستخدام عمالة ليست بالضرورة ماهرة مما يحد من ارتفاع البطالة.
- صحي وغير ضار بالبيئة، ويتناسب مع جسم الإنسان.

أهم مشكلات وعيوب البناء الطيني:

- ضعف المقاومة الداخلية وتأثره السريع عند تعرضه للماء مما يسبب انهياره.
- ضعف الارتباط بين مادة الطين وبعض المواد الأخرى (كالحديد والأسمنت...إلخ).
- قابلية الطين لإيواء الأرضة والقوارض والحشرات كونها مادة تتناسب مع الوسط المعيشي والتكاثري لمثل تلك الحشرات.
- ضعف الجدران الطينية أمام الأحمال الرأسية الناتجة عن البحور الواسعة، مما يؤدي إلى تعديل المسافات بين الجدران المتقابلة الحاملة للسقوف (البحور) وضرورة معالجة تلك الأحمال.
- سماكة الجدران الكبيرة مما يؤثر على مساحة البناء.

- التآكل والتداعي بسبب عوامل التعرية.
- ضرورة الصيانة المستمرة والمتواصلة.

١-٢: خلفية تاريخية عن وادي حضرموت:

يتفق المؤرخون في الغالب على أن أهمية وادي حضرموت منذ الأزمنة القديمة ترجع إلى موقعه الجغرافي، كونه واحداً من أكبر الأحواض الخصبة في شبه الجزيرة العربية.

تتألف منطقة حضرموت من المدى الجنوبي الغربي المتاخم لساحل الجزيرة العربية مع خليج عدن وبحر العرب، على المحيط الهندي، و سلسلة من الأودية الداخلية المفصولة من جهة الأخدود الساحلي الجنوبي الضيق بسلسلة جبال صخرية جافة تعرف بالجُولْ. و كما هو معرَّف في دائرة المعارف الإسلامية فإن اسم المنطقة مطابق بمعناه المقتضب للوادي العميق الممتد متوازٍ مع الخليج الجنوبي للجزيرة العربية من خط الطول ٤٨ إلى ٥٠ درجة شرقاً، بين أسوار حادة الإنحدار ترتفع نحو نجد عالٍ يفصلها، من جهة الشمال عن مساحة مجدبة من الأرض مندمجة برمال الربع الخالي.

شكل ١-٣: خارطة الجمهورية اليمنية

وعلى نحو أشمل فإن اسم حضرموت كان يطلق دائماً على مساحة أكبر تضم جميع المستوطنات بين شمالي الوادي (حضرموت) و جنوبه و تنضم لها منطقة في الغرب لا تضم فيها الهضاب التي تزود بالمياه وادي حضرموت فحسب بل أيضاً عدداً من الأودية التي تسيل فيها المياه من الهضاب بالإتجاه الشمالي الغربي نحو رملة السبعتين (بقعة من الصحراء الرملية

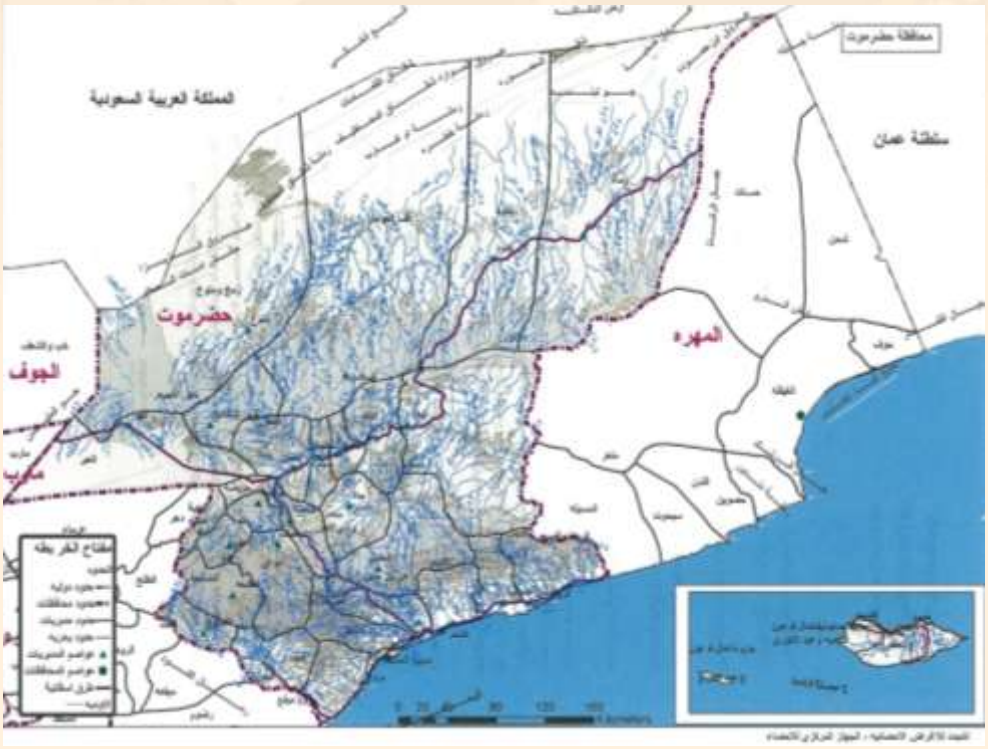
معزولة عن القسم الأساسي من الربع الخالي)... أما الحد الغربي لحضرموت فيمكن القول أنه يقع تقريباً، على خط الطول ٤٧ ويمتد من شبوه في الشمال إلى مكان (خط ٤٩ تماماً) بين بلدتي حجر ميفعة و قنا على البحر. أما الحد الشرقي فهو بلاد المهرة (بين خطي الطول ٥٠ و٥٢) و في الشمال صحراء الربع الخالي والبحر في الجنوب.

بحسب طبيعة الإختلاف الجغرافي لمنطقة حضرموت بين الساحل الجنوبي السهل و سلسلة الجبلان الشمالية العالية (تصل إلى ارتفاع ٢٠٠٠ متراً عن سطح البحر) التي تتضمن الوديان، فإن المساحات و المدن الساحلية عُرفت محلياً بحضرموت الساحل بمقابل الأودية و الجبلان التي تؤلف حضرموت الداخل (الوادي). أما المراكز الأساسية للساحل فهي حاضرتا المكلا و الشحر. و هناك عدة أودية هامة تتجه جنوباً و جنوباً غرباً من وادي حضرموت الرئيسي و تشكِّل مع هذا الأخير (الداخل). أما هذه الأودية فهي على التوالي: وادي العين، وادي دوعن و وادي عمد. و تتصل الوديان الأربعة ببعضها عند نقطة التقاء تسمى (منطقة الكسر) قرب مدينة حورة. و قد أعطيت المنطقة هذا الإسم لإن الجبل ينحدر على نحو متدرج ثم ينكسر كلياً إلى أسفل ليصل إلى سهل أملس.

وادي حضرموت موصول بشريط الساحل الجنوبي و منفذ البحر عبر وادي العين و وادي دوعن و وادي عدم. و الأخير يصل وادي حضرموت بإقليم شبوة القريب. و من بين المدن البارزة في الوديان المذكورة أعلاه حريضة (عند مدخل وادي عمد)، والهجرين، الخريبة، صيف (في وادي دوعن)، وكنينة في وادي حجر، أما مدن الداخل الرئيسة فهي شبام، سيؤن وتريم في وادي حضرموت.

يقع وادي حضرموت على بعد ١٦٥ كلم تقريباً من بحر العرب، ويمتد بشكل غير مستوٍ بين الشرق والغرب على خط ١٦ درجة بادئاً من الحافة الشرقية لرملة السبعتين حيث يبلغ أقصى عرض له ١٥ كم، مستدِقّاً منها و متجهاً نحو الشرق حيث يصل إلى أقل عرض له وهو ٢ كم في موضع خلف مدينة تريم، ومن هناك يبلغ انسداده في وادي قبر النبي هود عليه السلام، الذي يتجه حده الشرقي جنوباً شرقاً نحو البحر. وينتهي وادي حضرموت عند هذه النقطة حيث يغيِّر اتجاهه ويصبح له اسم آخر هو وادي المسيلة. يمتد وادي حضرموت عبر ٩٠٠

كم من الأرض متصلة بوديان أخرى صغيرة تأتي من الجيلان الشمالية و الجنوبية إضافة إلى ما ذُكِر أعلاه.



شكل ١-٤: خارطة محافظة حضرموت

إن طبيعة وادي حضرموت من ناحية عرضه و قربه من مصادر المياه، إضافة إلى تربته الغرينية التي تجعل الأرض خصبة لإنتاج المحاصيل الزراعية كذلك لإنتاج طوب الطين، منحته ميزات جعلت الوادي واحداً من أكثر المواضع ملاءمة للسكن الطيني.

١-٣: نبذة عن البناء الطيني بوادي حضرموت:

لقد وصفت الحضارة اليمنية بأنها حضارة الطين، ذلك أن الإنسان اليمني استطاع منذ القدم أن يستغل ويتكيف مع تراب أرضه في آيات وروائع من فنون العمارة الطينية الجميلة، التي تجسد قدرته على الخلق والإبداع، وهو ما حمله معه - أيضًا - في هجرته إلى مواطن العروبة والإسلام.

ولقد تجلّت عظمة التراث اليمني بالحفاظ على طابعه المتميز وطريقة بنائه الذي صمدت معالمه متحدية عوامل الطبيعة المختلفة، من تعرية وعوامل جوية وغيرها، ولقد كانت التقنيات والأساليب التي اتبعها أجدادنا وذلك باستخدام حلول متكاملة للبيئة شاهداً حياً وبارزاً في كل مكان بدءًا بإنشاء وتطوير الطرق المختلفة في اتباع وابتكار الطرق الهندسية الدقيقة في نقل وحصاد المياه، وتحديد مجاري السيول وسن القوانين للمحافظة على هذه المجاري ومعالجة مشاكلها وانتهاء بابتكار طرق وأنماط البناء التقليدية التي كانت متبعة في المدن والقرى وغيرها، والتي كانت دقيقة من حيث استغلالها لحيز المساحة، ولا تؤّثر على الأرض الزراعية واستخدمت فيها المواد المحلية في بناء المساكن وتعددت أنواعها وأشكالها متناسبة مع طبيعة المكان والطقس، وذلك ما نشاهده من اختلاف تصاميم المباني في رؤوس الجبال وبطون الأودية عنها في مناطق الساحل الحار كلاً بحسب ملاءمته وكفاءته، فقد كان للأجداد دور مهم وبارز في حفاظهم على البيئة والتفاعل معها لتوفير سبل عيش أفضل، لقد أمّن الناس احتياجاتهم الأساسية في ظل توازن وعدم إخلال بمكونات البيئة الطبيعية.

شكل١-٥: قصر السلطان بمدينة شبام التاريخية

تعتبر عمارة الطين في منطقة حضرموت فريدة لميزتين أساسيتين هما:

أولاً: أن المدن والأحياء التي بنيت منذ ثلاثمائة عام و أكثر مازالت قائمة و مأهولة إلى الآن. فطوال تلك المدة لم يتوقف البناء المعتمد على التقنية القديمة ذاتها، إذ ما زالت طريقة البنَّائين ذاتها لم تتغير كما أن تقنيات البناء لم يطرأ عليها اختلاف و كذا الحال بالنسبة لمواد البناء.

لقد دل الإستخدام المتواصل للمواد المحلية التقليدية في الفترة الأخيرة على قابلية استمرار البناء بالطابع المحلي في البقاء اعتماداً على مصادر طبيعية موفورة، و هذا ما يعزِّز غنى العمارة الحضرمية و تماشيها مع العصر، مقارنة مع عمارة بلدان أخرى اجتثت تقاليد عمارتها الثرية و استبدلت بطرق بناء مستوردة وبمواد حديثة، غير ملائمة غالباً للمناخ والظروف الإجتماعية والإقتصادية القائمة.

ثانياً: اعتبار هذه العمارة، فريدة في الطريقة والخصوصية، نظراً لما أمكن إنجازه بواسطة طوب الطين. فقد رُفِعت البنايات إلى ثلاثين متراً أي ما يعادل ارتفاع بناية ذات عشرة طوابق. و قد اندمجت فيها عناصر مختلفة عدة بضمنها الأقواس المقببة (العقود) والقباب ونحوها.

شكل ١-٦: أحدى قرى وادي دوعن

الباب الثاني

مبادئ تحسين مقاومة البناء الطيني للأمطار والسيول

إن ضعف مادة التربة الطينية في مقاومة تأثير المياه عليها وخاصة عن طريق الخاصية الشعرية – تعد المشكلة المركزية لهذه المادة المحبة للماء إلى حد الانهيار، كونه يؤدي إلى ميوعتها، حيث تصبح مادة مرنة بلاستيكية، وعند تبخر الماء تعود إلى حالتها الصلبة بعد الجفاف التام، وعند تعرضها للمياه الجوفية المحملة بالأملاح، تترسب تلك الأملاح على السطح مما يؤدي إلى ضعفها. و لذا سببت كارثة السيول عام ٢٠٠٨م تهدم العديد من المباني الطينية بوادي حضرموت حيث بلغ إجمالي عدد البيوت المتضررة كلياً حوالي ١١٥٩ بيتاً وإجمالي عدد البيوت المتضررة جزئياً حوالي ١٦٤٥ بيتاً في كل من مديريات سيؤن، وساه، وحورة، والقطن، وشبام، والسوم ، وتريم، ورخية حسب الكشوفات لمجلس الوزراء والمجالس المحلية.

و معظم تلك المباني المتضررة كانت مباني طينية ولكن ليس كون تلك المباني طينية هو العامل الرئيسي في تهدمها وإنما ترجع الأسباب إلى عدة عوامل أهمها:

١. إهمال مجاري السيول وعدم إصلاحها وعدم تفعيل القوانين التي تحافظ على مجاري السيول.

شكل ٢-١: يوضح وجود عوائق الأشجار في مجاري السيول

٢. بناء المباني الطينية في مناطق معرضة لمرور السيل عليها.

شكل ٢-٢: يوضح بناء المباني في مناطق معرضة لمرور السيول عليها

٣. عدم وجود أساسات حجرية في بعض المباني الطينية.

شكل ٢-٣: يوضح بناء بعض المباني الطينية في بعض مناطق وادي حضرموت
بدون أساسات حجرية

٤. عدم رفع الأساسات لمستوى مناسب.

شكل ٢-٤: يوضح انخفاض منسوب الأساس الحجري للبيت الطيني مما تسبب في وصول المياه إليه وانهياره

٥. عدم وجود أساسات تحت الجدران الحاملة الداخلية.

٦. عدم تغطية أو طرقة أو تلبيس الجدران الخارجية والأسطح لتقاوم المياه وخصوصا عندما يكون المبنى معرضًا للمياه.

٧. وجود بعض التجاوزات الإنشائية في الجدران الحاملة للمبنى (مثل الفتحات ومراكز القوى والتدعيم وزيادة أبحر الغرف) بدون دراسة هندسية.

٨. قلة جودة مواد تنفيذ البناء الطيني وعدم التقيد بمواصفات التنفيذ المطلوبة.

شكل ٢-٥: يوضح طريقة تحضير المدر الطيني بالجودة المطلوبة

٢-١: أسس تحسين مقاومة البيت الطيني للأمطار و السيول:

من الأمثال الشعبية الواردة على ألسنة معالمة البناء الطيني بوادي حضرموت خلال الأزمنة الماضية المقولة المشهورة (حزّمه وعمّمه) لإدراكهم الحاجة إلى ضرورة حماية البناء الطيني خصوصاً من تأثير الأمطار والسيول ولذا يشيرون إلى ضرورة (تحزيم) البيت الطيني بمعنى عمل الأساس الحجري الذي يمنع وصول المياه إليه و كذا (تعميم) البناء الطيني أي عمل له عمامة بيضاء من خلال الإكساءات بمادة النورة البيضاء في السطوح لحمايتها من تأثير هطول الأمطار. ولذا نؤكد بأنه لتحسين مقاومة البناء الطيني للأمطار والسيول بوادي حضرموت ينبغي الاهتمام بعمل الأسس الإرشادية للمرتكزات الرئيسة التي تؤثر على مقاومة البناء الطيني للأمطار والسيول وبالإمكان تحديدها في الاتي:

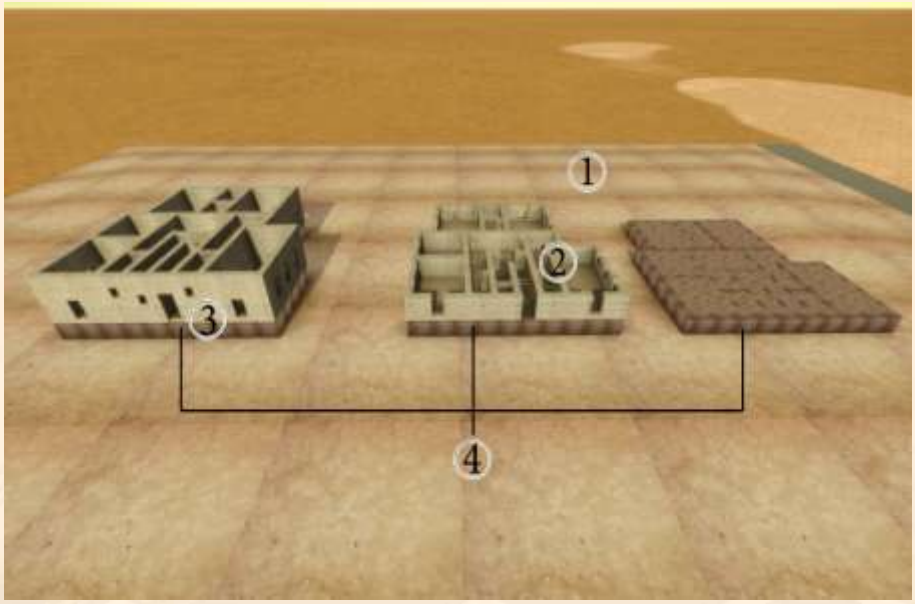
١- اختيار موقع البناء.

٢- تصميم البناء.

٣- نوعية مواد البناء.

٤- ضوابط مراحل تنفيذ البناء.

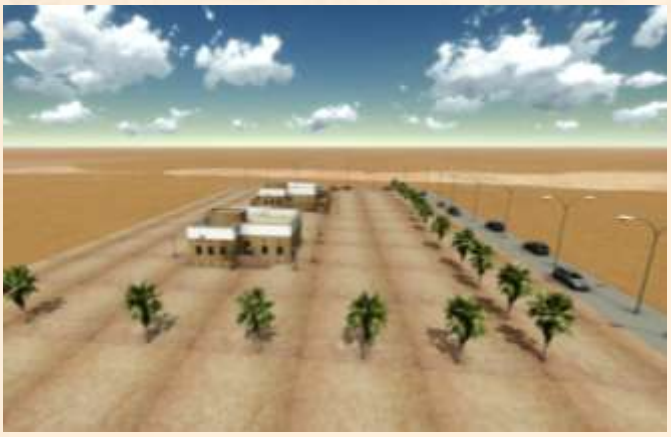
٥- ضوابط و أسس عامة لصيانة المباني الطينية القائمة.



شكل ٢-٦: المبادئ الرئيسة لتحسين مقاومة البناء الطيني

٢-٢: ضوابط اختيار موقع البناء الطيني:

إن ما ينطبق على المباني الحديثة من ضوابط و أسس لاختيار موقع البناء ينطبق تماماً على البناء الطيني بل ينبغي الإهتمام بشكل أكبر في اختيار موقع البناء الطيني لحمايته من تأثير المياه، ولذا ينبغي عند اختيار الموقع مراعاة ما يلي:



شكل ٢-٧: يبين بعض ضوابط اختيار موقع البناء الطيني

١ -أن يكون الموقع بعيداً عن مجرى السيل وغير معرضاً لمرور السيل فيه.

٢ -أن لا يكون الموقع منخفضاً.

٣ -أن يكون البناء على ارض صلبة ذات مقاومة جيدة.

٤ -أن يكون البناء على أرض مستوية.

- إذا كانت الأرض التي سيبنى عليها بها ملوحة فمن الضرورة عمل معالجات لها حتى لا تؤثر على المبنى (مثلاً عمل فرشة أسفل المباني من الأحجار المقاومة للرطوبة والأملاح).

٥ -البعد عن المواقع ذات الانزلاقات الجبلية.

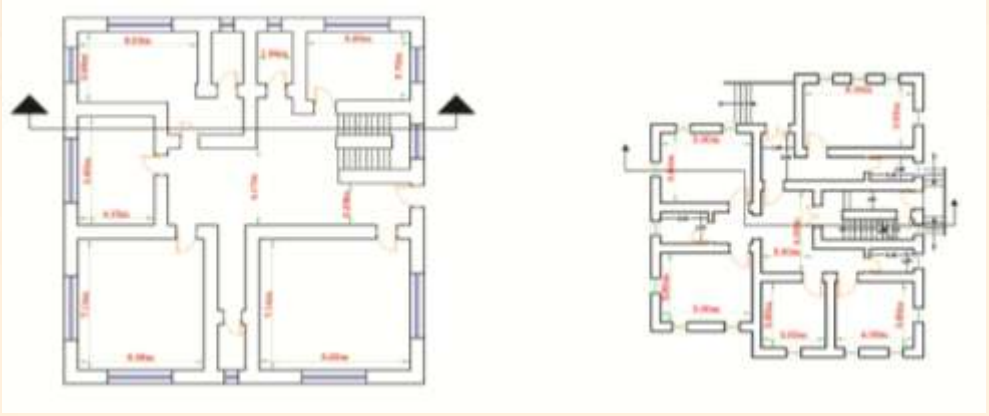
٦ -تجنب الاراضي الزراعية لضعف مقاومة تربتها.

٧ -يجب حماية موقع البناء الطيني من مياه الأمطار والسيول وذلك عن طريق:

- تأمين الميول اللازمة لتصريف المياه بعيداً عن المبنى .
- العناية بالردم حول الأساسات من حيث اختيار مواد الردم والدك بشكل جيد.
- عمل المعالجات المناسبة لحماية المباني الطينية إذا كانت قريبة من مجاري السيول بعمل بعض الحواجز والحمايات الحجرية بشرط أن لا تسبب أضراراً جانبية أخرى.

٢-٣: من أسس تصميم البناء الطيني

١- أن يحتوي التصميم على فراغات صغيرة خصوصاً في الطابق الارضي فكلما قلّت المسافة بين الجدران كلما زادت صلابة و قوة المبنى.



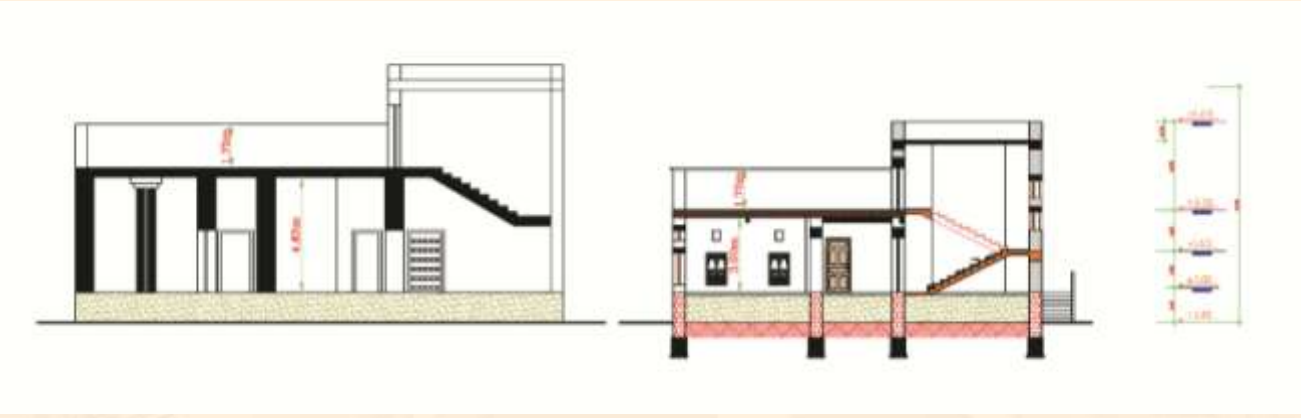
فراغات صغيرة　　فراغات كبيرة

شكل ٢-٨: يوضح تصاميم تحتوي على فراغات صغيرة و كبيرة

٢- سماكة الجدران خصوصاً في الدور الأرضي فكلما زادت سماكة الجدران كلما زادت قوة المبنى.

٣- زيادة عدد الأدوار له تأثير سلبي في قوة و صلابة المبنى.

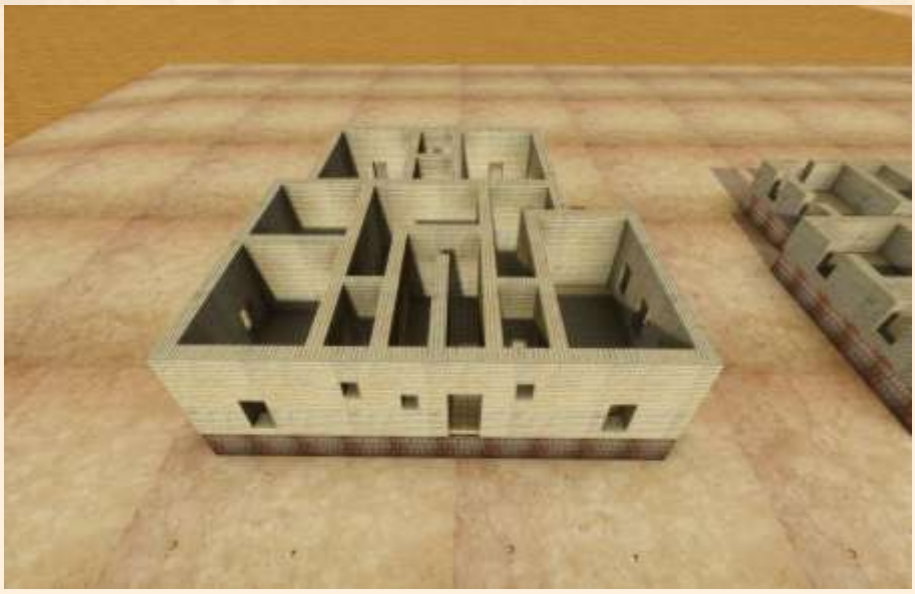
٤- زيادة ارتفاع السقوف وعرض وعدد الفتحات في المبنى يؤثر سلباً على قوة المبنى وتماسكه.



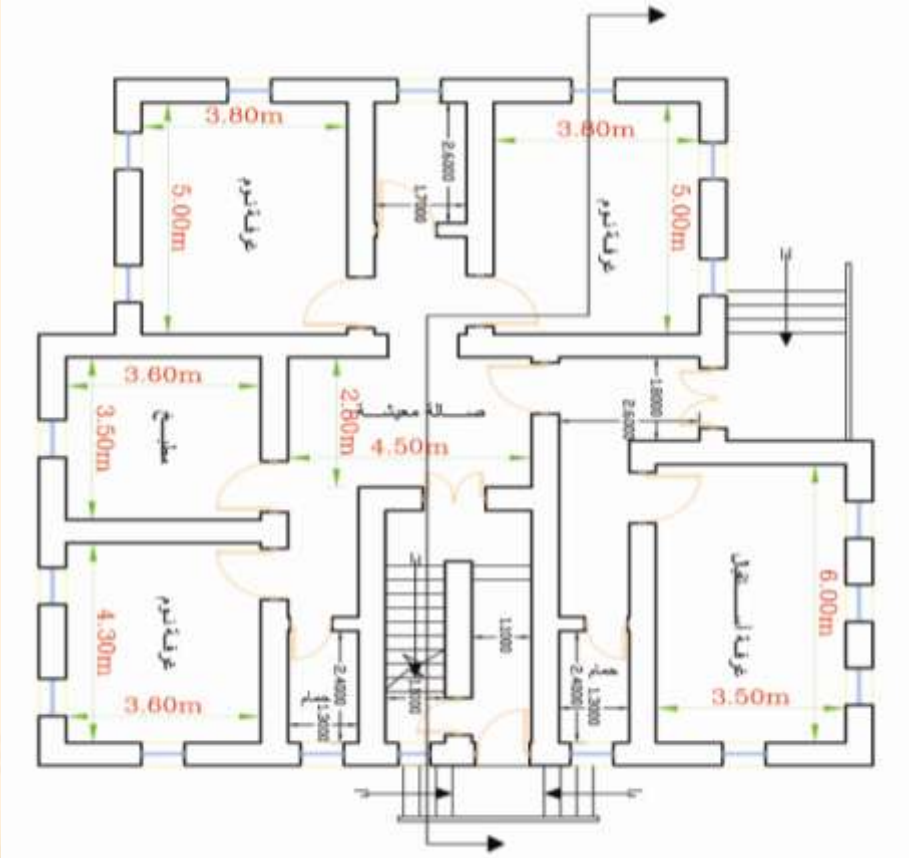
سقف منخفض　　سقف مرتفع

شكل ٢-٩: مقطع لمبنيين يوضح ارتفاع السقف بهما

٥- يجب مراعاة الاتجاه المناسب في العملية التصميمية بحيث يعطي اضاءة جيدة وتهوية ممتازة والاستفادة أكثر من الجهة الجنوبية.



شكل ٢- ١٠: منظور تصميمي للبيت الطيني



شكل ٢- ١١: مسقط تصميمى للبيت الطينى

الباب الثالث

مواصفات مواد البناء الطيني المحلية

إن التعريف بالمواد التقليدية في هذا الدليل يستوجب شرح وسرد المعلومات النظرية حول المادة التقليدية، وليس فقط الاشتراطات الفنية، حيث لا يكفي للمهتم والعامل في مجال البناء الطيني الإكتفاء بالحدس السليم والخبرات الميدانية كي يستطيع اتخاذ القرار السليم، بل يجب الإلمام بمعرفة الجوانب النظرية لمواد البناء التقليدية حتى تساعد على اتخاذ القرارات السليمة في أعمال البناء الطيني.

أبرز مواد البناء المحلية المستخدمة في وادي حضرموت هي:

١. حجر الأساس - كمادة أساسية لأعمال التأسيس.

٢. الطين- كمادة أساسية لصناعة المدر الطيني وأعمال البناء.

٣. التبن- كمادة مساعدة في أعمال البناء.

٤. النورة (الجير) - كمادة أساسية لأعمال الأكساءات (الطرقة).

٥. الرماد - كمادة مساعدة لأعمال الأكساءات.

٦. الخشب - كمادة أساسية في أعمال التشطيبات.

شكل ٣-١: منظور يوضح مواد البناء الطيني التقليدية

٣-١: حجر الأساس - كمادة أساسية لأعمال التأسيس "

يقصد بحجر الأساس جميع أنواع الصخور الطبيعية المستخدمة في الأساسات الحجرية للبناء الطيني وغيره من عمليات التشييد كالجدران الحاملة والإستنادية ونحوها و يطلق عليها مصطلح الصخور الإنشائية.

أهم أنواع الصخور الإنشائية: الجرانيت، الصخور الكلسية والصخور الرملية.

شكل ٣-٢: عامل أثناء عملية تكسير الحصى

المواصفات الفيزيائية و الكيميائية للأحجار المستخدمة للأساسات:

أ- التجانس:

تكون الحجارة جيدة الاستعمال وخاصة بحالتها الخام اذا كانت متجانسة فتفضل الحجارة المتجانسة ذات المقاومة المتوسطة على الحجارة غير المتجانسة حتى ولو كانت مقاومتها عالية , ويتم فحص تجانس الحجارة برد فعلها عند طرقها بالمطرقة ؛ فالحجارة المتجانسة تعطي صوتاً رناناً صافياً ، كما أن الضربة القوية تؤدي إلى انفلاق الحجر المتجانس بينما تؤدي إلى تفتت الحجر غير المتجانس إلى قطع.

يجب أن تكون الحجارة المتجانسة خالية من العيوب التالية:

- العروق - والتي تظهر بشكل تشققات صغيرة جداً.
- الطبقات الطرية -والتي تفصل ما بين السطوح المنطبقة للحجر.
- التكهف- أو فراغات واضحة ترى بالعين وهي عبارة عن ثقوب مملوءة بمواد طرية كالطين والأنواع المختلفة من التراب.
- مسامير قاسية: وهي عبارة عن عروق تتكون من اكاسيد قاسية جدا تجعل من عملية نحت الحجر صعبة.

ب- القساوة:

وهي خاصية ميكانيكية تعتبر الأكثر أهمية لاختيار الحجارة المناسبة للاستعمال ,فالقساوة تحدد مقاومة الحجارة على التآكل والاهتراء بسبب الاحتكاك, وتتعلق هذه الخاصية بقساوة الحبات أو البلورات المشكلة للحجارة وكذلك بقوة الروابط التي تربط الحبات والبلورات.

- طريقة تقدير القساوة السطحية للأحجار الكلسية (الجيريه) بالطريقة اليدوية المباشرة:

- في الموقع يمكن تقدير القساوة النسبية للعينات باستخدام سكين واحداث خط على سطح الحجر لعدة مرات ومقارنة النتائج واختيار الأنسب.

- يمكن استخدام طريقة صدى الصوت بالنقر على الحجر فكلما كان الصوت صافياً أكثر كلما كان الحجر قاسياً و أكثر مقاومة للضغط.

ج- الديمومة:

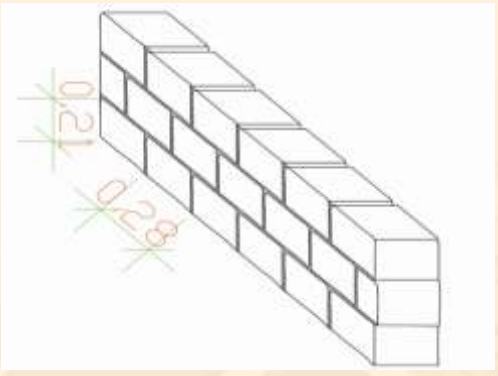
تعتمد ديمومة الحجارة على مقاومة العوامل الجوية والتأثيرات الكيميائية، ويتعلق ذلك ببنية فلزات الحجارة وتوضع بلوراتها وتركيبها المعدني. فالحجارة ذات النسيج الحبيبي الخشن هي أكثر تأثراً بالتفكك الناتج عن تغيرات درجة الحرارة من الحجارة ذات الحبيبات

الناعمة إن الشقوق و سطوح الاتصال في الحجارة تدع الماء يدخل فيها مما يؤدي إلى تفككها.

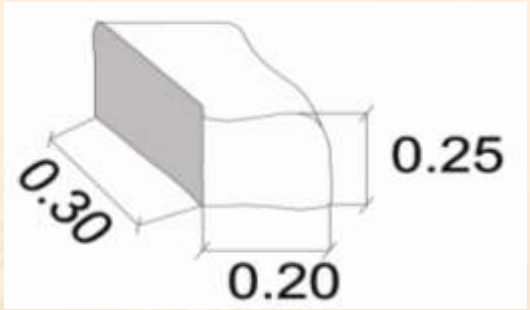
إن فعل الأمطار له تأثير كبير على الصخور الطرية، فيفتتها إلى قطع ثم تجرف السيول هذه القطع إلى المنحدرات فتتأثر أيضاً بفعل الحت.

اعتبارات أساسية في اختيار حجر الأساس:

- أن يكون الحجر المستخدم في الأساس بازلتياً صلداً أو ما يشابهه من أحجار متوفرة بالمنطقة بشرط صلابتها وقوتها وعدم نفاذيتها للماء.
- أن تكون جميع الأحجار الموردة إلى الموقع من محجر واحد ومن طبقة واحدة ويتم التوريد في شحنة واحدة، ويجب أن تكون الأحجار خالية من الطباشير والفجوات والشروخ والبقع والعروق الطفيلية و أي مواد أخرى قد تؤثر على قوة الأحجار أو تحملها أو مظهرها، يتم اختيار ما يناسب منها لطبيعة العمل،وبعد توريدها يتم تشذيبها في الموقع حسب الحاجة.
- يفضل ان لا يزيد طول الحجر المعرض للضغط في المباني عن ثلاثة أمثال عرض الحجر ويكون ارتفاع الحجر بنسبة(1 - 1.5) من عرضه.
- أن تكون الأحجار المقطوعة من طبقات عميقة في (المقالع أو المحاجر)وأن لا تكون المقالع سطحية ومعرضة مباشرة لعوامل الحت والتعرية والتآكل.
- يفضَّل تنظيف الحجر وغسله بالماء قبل استخدامه .



شكل ٣- ٣: طريقة بناء حجر الأساس



شكل ٣- ٤: مقاس الحجر المستخدم في الأساس

٣-٢: الطين - كمادة أساسية لصناعة المدر الطيني وأعمال البناء:

الطين؛ عبارة عن تراب ناعم الحبيبات يتركب من دقائق متبلورة من سليكات الألمنيوم ومن خواصه الطبيعية اللزوجة عند إضافة الماء إليه، ويتبع لون الطين المركبات المعدنية المكونة له.

الطين مادة موجودة في الطبيعة بشكل حر، وتتواجد عادة في المناطق المنخفضة وفي المناطق الزراعية وفي أطراف الأودية وخزانات السدود المائية.

إنَّ أفضل أنواع التربة لأعمال البناء الطيني هي التي تحتوي على25 – 30 % من الطين والطمي و% 70 – 75 من الرمل والحصى الناعم، وعلى كل حال فإنَّ مجموع نسبة الطين والطمي يجب ألا تزيد عن40 % .

تُصنَّف التربة حسب المواصفات البريطانية وفق التدرج الحبِّي (التحليل المنخلي) وفق الجدول رقم (١) التالي:

نوع التربة	المقياس (مم)
الركام (الكري)	60 - 2
الرمل	0.06 – 0.2
الطمي	0.002 – 0.02
الطين	أقل من 0.002

جدول رقم (١): التدرج الحبي (التحليل المنخلي) لمادة الطين

يمكن تحديد نوع التربة عن طريق عدد من الاختبارات الحقلية السريعة، تلك الاختبارات تساعد في تحديد صلاحية التربة للأغراض الإنشائية. ومن أهم الاختبارات الحقلية السريعة التي تجرى على التربة هي:

اختبار الغسيل حيث تغسل الأيدي بالتربة المبللة إذا كانت رملية ستصبح الأيدي نظيفة – وإذا كانت التربة من الطمي (Silt) سوف تظهر كمسحوق، وإذا كانت طينية سوف تعطى إحساس بالصابون ولايمكن التخلص من آثارها بسهولة.

شكل ٣- ٥: الطين المستخدم في البناء

اعتبارات أساسية في اختيار الطين:

- يجب أن يكون الطين المورَّد للبناء خالياً من الاملاح والشوائب بكراً (جديد - أي لم يستعمل من قبل) ويكون الطين من حيث مسقط الماء أو من أماكن مزحومة بالنخيل.
- يجب ألاَّ تزيد نسبة الرمل فيه بما يضعف خاصية الطين، وألاَّ يحتوي الطين على مواد عضوية.
- يجب عدم جلب الطين من الجروب (المزارع) التي تعرضت لسيل قريب فلا يسمح باستخدام طينها حتى تجف تمامًا وتُتْرَك فترة من الزمن.

بعض المناطق ذات الطين الجيد في وادي حضرموت:

- سيئون أفضل طين في منطقة تاربة (وتقع ما بين مدينة سيؤن وتريم) ثم في منطقة صليلة (وتقع شمال شرق مدينة سيؤن).

- تريم أفضل طين في منطقة خبايا (وتقع شرقي مدينة تريم) ومن ثم في منطقة الكودة (وتقع شرق مدينة تريم وسط المسيلة).

- شبام أفضل طين في منطقة جروب شبام (وتقع شمال مدينة شبام).

٣-٣: التبن (القش)- كمادة مساعدة في أعمال البناء:

التبن هو عبارة عن القش الناتج من تصفية نبات البر(القمح) وهناك حجمين من التبن:

- تبن خشن وهو ذو مقاس من (5 – 10) سم ويستخدم في صناعة المدر الطيني وكذا في مؤنة البناء والمحضة الأولية للجدران.

- تبن ناعم أو دقيق وهو ذو مقاس من (0.5 – 5) سم ويستخدم في أعمال المحضة الناعمة للجدران والسقوف (التلييس بالطين).

شكل ٣- ٦: التبن المستخدم في البناء

٣-٤: صناعة المدر الطيني (اللِّبن):

يتكون المدر الطيني من المواد التالية: الطين، التبن (القش) والماء. وتتضمن طريقة صناعة المدر الطيني في الموقع الخطوات التالية:

- تجهَّز مساحة مستوية من الأرض و تنظَّف لتصنيع المدر عليها، وينثر عليها بعض الرمل والتبن حتى لا تلتصق المدرة بشوائب أخرى قد تحتاج إلى تنظيف بعد الجفاف حتى لا تؤثر على جوانب وقوة المدرة الطينية.

شكل ٣- ٧: تنظيف و تسوية موقع تصنيع المدر الطيني

- يتم تجهيز الطين بحيث يشتمل على إزالة الشوائب والحصى والحجارة من الطين.

يتم نقل الطين من الموقع بعد التأكد من صلاحيته للبناء، و يوضع في موقع التخمير حيث تعمل فتحة من الأعلى (حومة) على رأس الزفة، بحيث تصبح كحوض ماء ثم يتم تعبئتها بالماء من الأعلى حتى تمتلئ بالماء، بحيث تكون كمية الماء (700-900) لتر لكل (1م٣) طين، ويتم التخمير للطين دون إضافة التبن لفترة ٢٤ ساعة.

شكل ٣- ٨: تخمير الطين

للتأكد من نسبة الماء إلى الطين فإنه يتوجب أخذ عجينة بحجم البيضة في الكف، فإذا لم تلتصق على راحة اليد فإن الماء كاف، وإذا التصقت باليد و لم يستطع تنظيف الراحة إلاَّ بإضافة تربة جافة فإن نسبة الماء عالية، ويجب إضافة الطين وإعادة الخلط حتى الوصول إلى النسبة المطلوبة.

شكل ٢- ٩: قالب صناعة المدر (المفتل)

- بعد مرور فترة التخمير يبدأ الخلط اليدوي عادة بواسطة المجاريف والأيدي والأرجل ومعها يتم إضافة التبن بنسبة (0.5 ٪ من وزن التربة الجافة) حيث تنثر الكمية على سطح الخلطة مع التقليب والخلط ويستمر الخلط حتى يختفي أثر التبن الجاف أي الوصول إلى التجانس التام.

- تنقل الخلطة إلى موقع الطبع وتوضع أكوام على الأرض، ويقوم العامل بتكويمها بحجم المدرة مع زيادة نسبة (10٪) لتسوية المدرة ودكها في القالب (المفتل)، ويدمك بالأيدي لتعبأة جميع الفراغات في القالب ثم ينزع القالب في الحالتين مع بقاء المدرة المصنَّعة على الأرض لتجف.

شكل ٢- ١٠: صناعة المدر الطيني و رصه في خطوط

- ينظَّف القالب من بقايا الخلطة باليد باستخدام التراب الجاف أو الماء بعد كل طبعة وتستمر العملية بحيث يكون المدر المطبوع في خطوط متوازية.

- إن تقدير الماء اللازم عند الخلط، واستواء المساحة المخصصة للطبع ونظافتها، وكذلك تعبئة القالب بشكل جيد، ونزع القالب بشكل رأسي، كل ذلك ينتج عنه مدرة سليمة ومستوية ومستقيمة.

- تختلف مقاسات المدر باختلاف مواقع استخداماتها كالتالي:

  • الدور الأرضي (47x30x7 سم).

  • الدور الأول والثاني (45x30x7 سم)

  • إذا كان المبنى سيبنى أكثر من ٣ طوابق فيجب حساب الأحمال وقوة تحمل الجدار وتصمم بناء على ذلك سماكة الجدران التي يجب أن لا تقل عن 60 سم.

- يوضع الطين بالقرب من مواقع التصنيع من خلال تكديسه في أكوام كبيرة معرضاً للهواء مع ضرورة عزله تماماً عن الماء والرطوبة مما يحسِّن من قابليته للإستخدام حينما يكون جافاً حيث يُترك للجفاف من ٣-٤ أيام صيفاً و لمدة أسبوع شتاءً.

- بعدها يتم تقليب المدر الطيني على الجانب بشكل متقابل بالرؤوس و انفراج الأطراف (التنشير) و تتم هذه العملية لفترة يومين إلى ثلاثة أيام شتاءً أما صيفاً ليوم واحد فقط.

شكل ٣- ١١ طريقة تقليب المدر الطيني للتجفيف (التنشير)

- و تتحكم في عملية التجفيف للمدر الطيني عوامل كثيرة أهمها:

١. نسبة الرطوبة في خلطة المدرة الطينية.

٢. سماكة المدرة الطينية.

٣.الظروف المناخية للمنطقة وخاصة في مساحة الطبع والتجفيف (حرارة الشمس، الهواء، الرطوبة،.....الخ).

٤. أسلوب وطريقة التجفيف والرص للمنتج.

- عملية لرص للمدر الطيني ينبغي ألا تتجاوز (6-8) مدرات رأسياً.

شكل ٣- ١٢ طريقة رص المدر الطيني

٣-٥: النورة - كمادة تشطيبات أساسية (أعمال الطرقة):

طريقة تصنيع النورة:

تمر عملية تحضير وصناعة مادة النورة في مختلف مناطق وادي حضرموت بعدة مراحل نوجزها في الآتي:

أولاً: مرحلة التحضير:

تستغرق هذه المرحلة عدة أيام ويتم فيها الآتي:

- صيانة وتنظيف وإعادة تجهيز الفرن (الميفا) وموقع العمل بشكل عام.
- توفير الكمية الكافية من الحطب بمختلف أنواعه (جذوع و سعف النخيل) والمواد الأخرى المساعدة على الحرق.
- توفير الكمية الكافية من الأحجار الجيرية والتي تكفي الفرن الواحد.
- استبعاد الأحجار التي تتخللها بعض المواد غير الجيرية والتي لا تتأثر بالحرق وتسبب عيوب كبيرة في النورة المنتجة.

- إعداد الحجارة المطلوبة من الوادي وتجهيزها (توجيهها وتسحيتها) لغرض رصّها بالفرن.

شكل ٣- ١٣: أفران حرق الحجر الجيري

- رص وبناء الحجارة بالغرفة الرئيسية للفرن والمخصصة لذلك ويكون البناء بشكل مخروطي متناسق علي أن يتم وضع الحجارة ذات الحجم الكبير في الأسفل ثم الأصغر إلى الأعلى ويتخلل هذا البناء فراغات موزعة بانتظام تعمل على توصيل الحرارة إلى الجزء العلوي من البناء.

ثانياً: مرحلة الحرق:

- في هذه المرحلة يتم حرق الأحجار الجيرية (كربونات الكالسيوم) بشكل متواصل لمدة ثلاثة أيام متواصلة (حوالي ٧٢ ساعة)، وبعملية الحرق تتم إزالة الرطوبة والتفاعل لإنتاج ثاني أكسيد الكربون (الدخان المتصاعد أثناء عملية الحرق) ومنتجة ما يسمى بالجير الحي.

ثالثاً: مرحلة طفي النورة وتجهيزها للبيع:

- بعد الحرق يتم أخذ الجير الحي من الفرن وخزنه بصورة سليمة لا تسمح بوصول أي رطوبة أو ماء إليه حتى لا تتم أي تفاعلات نتيجة ذلك.

- يتم أخذ الجير الحي إلى أحواض مخصصة لتتم عملية إضافة الماء (الطفي) (تنبعث منه خلال ذلك كميات هائلة من الحرارة) منتجة ما يسمى بالجير المطفي المتميئ (هيدروكسيد الكالسيوم).

- يجب ترك الجير المطفي لمدة لا تقل عن يوم كامل، وكلما زادت مدة الطفي تحسنت خواص النورة من تبلور ولزوجة.

- بعد ذلك تبدأ عملية الخلط للمزيج بالضرب بأعواد خشبية مخصصة (مسباط) لذلك لمدة يوم كامل من الصباح حتى المساء فيما يسمى بعملية السباطة والتي تهدف إلى سحق ما تبقى من حبيبات الجير الحي وخلطه بالماء بصورة جيدة وكاملة.

شكل ٣- ١٤: عملية سباطة النورة

يمكن إنتاج:

- نورة متوسطة الجودة (نخب ثاني) تستخدم في الطرقة العادية والتحديد، يقوم بسباطة البرميل الواحد من الجير الحي باستخدام مكائن آلية أو عامل واحد في اليوم.

شكل ٣- ١٥: عملية حفظ النورة (تسكين)

- نورة جيدة عالية الجودة (نخب أول) يتم زيادة عدد العمال وطريقة السباطة ومدتها ويستخدم هذا النوع في مواقع خاصة (الأساسات والأسطح وطرقة الملس والتلبيس الخارجي وغيرها) حسب الطلب.

- كما يجب حفظ النورة بعد الطفي في أحواض خاصة (تسكين) محكمة الإغلاق لفترة لا تقل عن أسبوع قبل استخدامها لزيادة جودتها وتتناسب فترة الحفظ طرديًا مع الجودة المطلوبة.

نستنتج مما سبق إن إنتاج نورة ذات جودة عالية يعتمد على الآتي:

١. نوعية الحجر الجيري المستخدم.

٢. فترة الحرق وتواصله بنفس الوتيرة.

٣. فترة الطفي.

٤. عدد عمال السباطة وطريقة السباطة.

٥. فترة حفظ النورة بعد الطفي.

- كما يتم إضافة مادة السكر الأحمرالتي تستخدم لتقوية النورة وزيادة التماسك بينها.

- لمعرفه النورة المسبوطة جيداً من غيرها، يتم مزج النورة مع كمية من الماء وتحريكها فإن ترسبت النورة في الوعاء فهي غير جيدة.

٣-٦. الرماد - كمادة مساعدة في أعمال الإكساءات

- يجوز استخدام الرماد الناتج من حرق روث الحيوانات أو الأخشاب والخالي من المحروقات أو الديزل أو من حرق الكفرات .
- يترك الرماد ليبرد (فترة كبيرة) ويمكن تخزينه حسب الحاجة لفترات طويلة .ثم يتم تصفيه الرماد بمنخل (شبك فتحاته بحدود ٤ ملم).
- تتم سباطة الرماد بإضافة النورة المطفية (البودرة) مع إضافة كمية من الماء بواسطة عاملين لمدة يوم كامل.
- نسبة الخلط ١: ٢ (رماد: نورة).
- يجب استخدام الرماد بعد سباطته مع النوره مباشرة ولا يخزن أكثر من يومين كحد أقصى.

شكل ٣- ١٦ عملية معالجة الرماد (السباطة)

شكل ٣- ١٧: استخدام الرماد في تلبيس الجدار الخارجي للمبنى الطيني (الحمث)

٣-٧. الخشب:

إنَّ استخدام الأخشاب في تصنيع الأبواب والشبابيك كان يعتبرالأساس لمئات السنين ثم وفي العصر الحديث استخدمت قطاعات الحديد والزجاج ثم الألومنيوم في تصنيع الأبواب والشبابيك.

يكون الخشب المستعمل في أعمال الأبواب و النوافذ من أحد الأصناف التالية:

١- خشب شجرة السدر (العلب) وخصوصاً الذي يقطع في الأوقات الشتوية المناسبة حيث يتميز بمقاومته لحشرة الأرضة.

٢- الخشب القاسي: ويعرف بالخشب الأحمر مثل خشب المارينتي أو الماليزي (الجاوي).

٣- الخشب الطري: ويعرف بالخشب الأبيض مثل خشب الصنوبر ومنه الخشب السويدي المتوفر في حضرموت.

اعتبارات أساسية في اختيار الخشب:

١) يجب أن تكون جميع الأخشاب المستخدمة في أعمال النجارة من نوع جيد ويجب أن تكون خالية من العيوب التالية:

- الشقوق الطويلة والعرضية والمستديرة
- العقد الحية والمتحركة وبخاصة تلك المتواجدة على حواف الألواح.
- التصمغ والعصارة الزيتية التي ما تزال رطبة.
- الاعوجاج والتموج والفتال.

٢) يفضَّل استخدام خشب السدر (العلب) المقاوم للتآكل من حشرة الأرضة، و إذا لم يوجد فبالإمكان استخدام الخشب المارنتي أو السويدي بشرط دهانه بمادة حماية ضد حشرة الأرضة.

٣) يفضَّل أن تكون حلوق الأبواب والنوافذ من الحديد حتى لا تتأثر بحشرة الأرضة.

الباب الرابع

أسس تنفيذ الأعمال الرئيسة للبناء الطيني

إن الأعمال الرئيسة التي تؤثر في تحسين مقاومة البناء الطيني للأمطار و السيول كالتالي:

١- مرحلة التأسيس.

٢- مرحلة المباني.

٣- مرحلة الإكساءات الخارجية.

٤- أعمال تمديدات المياه و المجاري.

و فيما يلي شرح الأسس الإرشادية المطلوب مراعاتها في التنفيذ لكل مرحلة من تلك المراحل:

شكل ٤-١: الأعمال الرئيسة المؤثرة في تحسين مقاومة البناء الطيني للأمطارو السيول

٤-١: مرحلة التأسيس: (وتشمل أعمال الحفر وبناء الأساسات والردم):

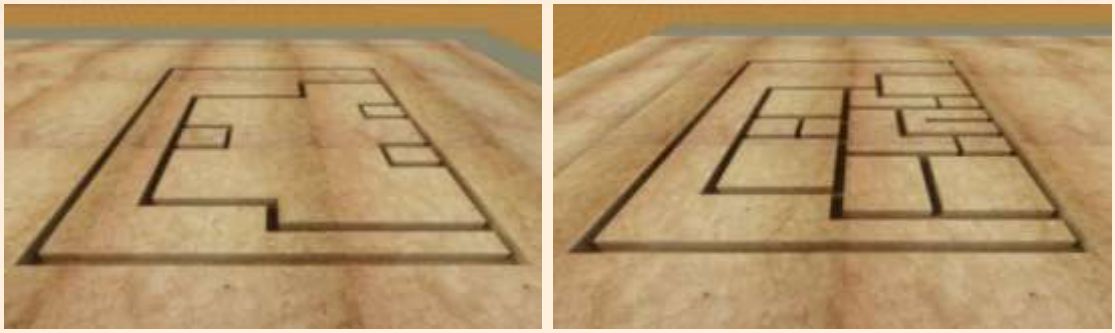
٤-١-١ أعمال الحفر:

- تجري الحفريات للأساسات حتى الوصول إلى العمق المطلوب للأرض الصالحة للتأسيس، ويجب التأكد من ذلك من قبل المختص.
- يجب أن يكون قاع الحفر مستويًا بدون أي ميلان كما ينبغي تنظيف قاع الأساسات ودكها جيدًا قبل المباشرة ببناء الأساس.
- هناك نوعان من التربة في منطقة حضرموت في الغالب:

- التربة الجبلية: فيها تدرج حبيبي جيد بين الطين والرمل والركام، وقوة تحمل الضغط جيدة، ويتم الحفر فيها للأساس بعمق يتفاوت من ٦٠سم - ١م حسب طبيعة الأرض وبعرض لا يقل عن ٨٠ سم.
- التربة الزراعية (الطينية): تكون مكوناتها طينية رملية عادة، وأحياناً تكون فيها مواد عضوية وذات ملوحة وقوة تحملها ضعيفة، ويتم الحفر فيها للأساس إلى عمق الأرض الصلبة والصالحة للتأسيس بعمق يتفاوت من ١م – ١,٥م بشرط الوصول إلى التربة الصالحة للتأسيس وبعرض لايقل عن ٩٠ سم.

شكل ٤-٢: أعمال الحفر للأساسات

- في كل الأحوال يجب أن لا يقل عمق التأسيس من أخفض نقطة بالموقع عن ٦٠ سم.
- يفضَّل بناء أساس حجري تحت جميع الجدران الداخلية والخارجية خصوصاً في التربة الزراعية (الطينية)، ولذا تتم أعمال الحفر لجميع الجدران الداخلية والخارجية، وبالنسبة للتربة الجبلية فيفضل على الأقل بناء أساسات حجرية داخلية لقواطع الحمامات و المطابخ فقط و لذا يلزم الحفر لتلك القواطع فقط.



التربة الطينية　　التربة الجبلية

شكل ٤-٣:أعمال الحفر للموقع حسب نوع تربة

٤-١-٢: أعمال البناء للأساسات:

- بعد استكمال أعمال الحفر حتى المنسوب المطلوب، يتم صب خرسانة عادية للأرضيات، بنسبة خلط ١: ٣: ٦ (اسمنت، رمل، كري)، وبسمك لايقل عن ١٠ سم.
- يتم وضع طبقة الأحجار(الجعم) و تغريقها في الطبقة الأولى للخرسانة مع مراعاة الرش بالماء للجعم لتنظيفه.
- يتم صب الخرسانة فوق الجعم مع مراعاة ملء الفراغات بين الأحجار وعلى أن تكون نسبة الخلط للخرسانة ١: ٣: ٦ (اسمنت، رمل، كري)، و تكرر العملية إلى الإرتفاع المطلوب.
- يتم عمل طبقة نهائية سمك ١٠سم فوق الجعم مع تسوية الطبقة الأخيرة لتكون جاهزة لبناء الساس الحجري عليها.

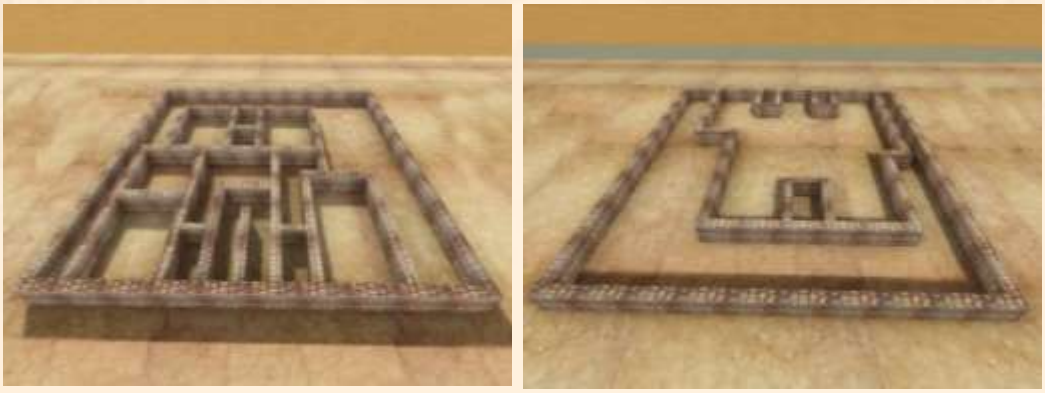
- في التربة الجبلية: ارتفاع طبقة الجعم يتفاوت من ٢٠ - ٦٠ سم حسب طبيعة الأرض وبعرض الحفر. و في التربة الزراعية (الطينية): ارتفاع طبقة الجعم يتفاوت من ٦٠ -١١٠ سم حسب طبيعة الأرض وبعرض الحفر.

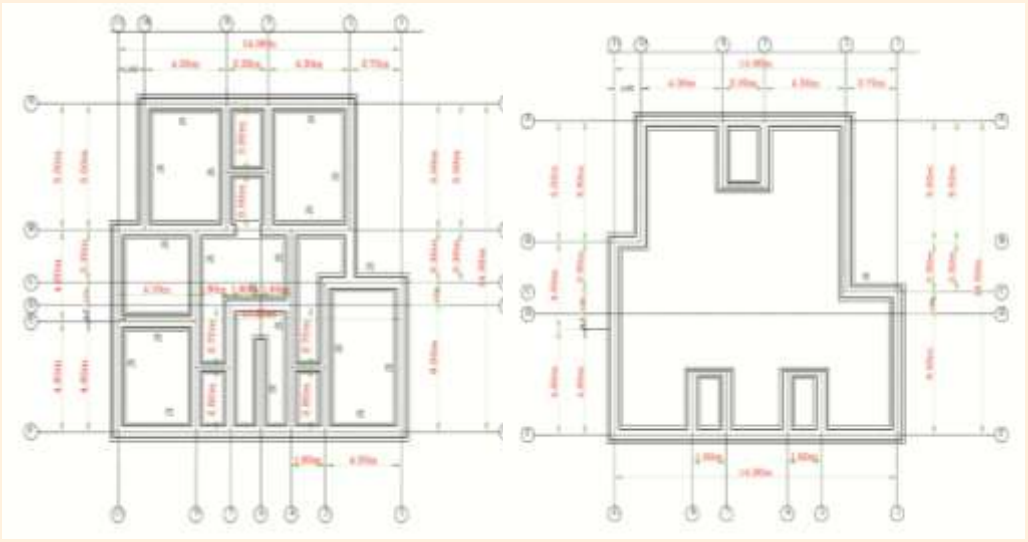
شكل ٤-٤: أعمال طبقة الحجر المغرقة في الأسمنت (الجعم)

- بناء الأساس الحجري: يجب أن لا يقل عرض الأساس الحجري عن عرض الجدارالطيني مضافاً ١٠ سم من كل طرف، وبعمق لا يقل عن ٢٠ سم عن سطح الأرض الطبيعية وارتفاع لا يقل عن ١م من منسوب الشارع الرئيسي.

شكل ٤-٥: بعد الإنتهاء من عمل طبقة الجعم المغرقة في الأسمنت

- يفضّل بناء أساس حجري تحت جميع الجدران الداخلية والخارجية خصوصاً في التربة الزراعية (الطينية) وبالنسبة للتربة الجبلية فيفضل على الأقل بناء أساسات حجرية داخلية لقواطع الحمامات و المطابخ فقط.





في التربة الجبلية　　في التربة الطينية

شكل ٤-٦: منظور و مساقط توضيحية لبناء الأساس الحجري حسب نوعية تربة الموقع

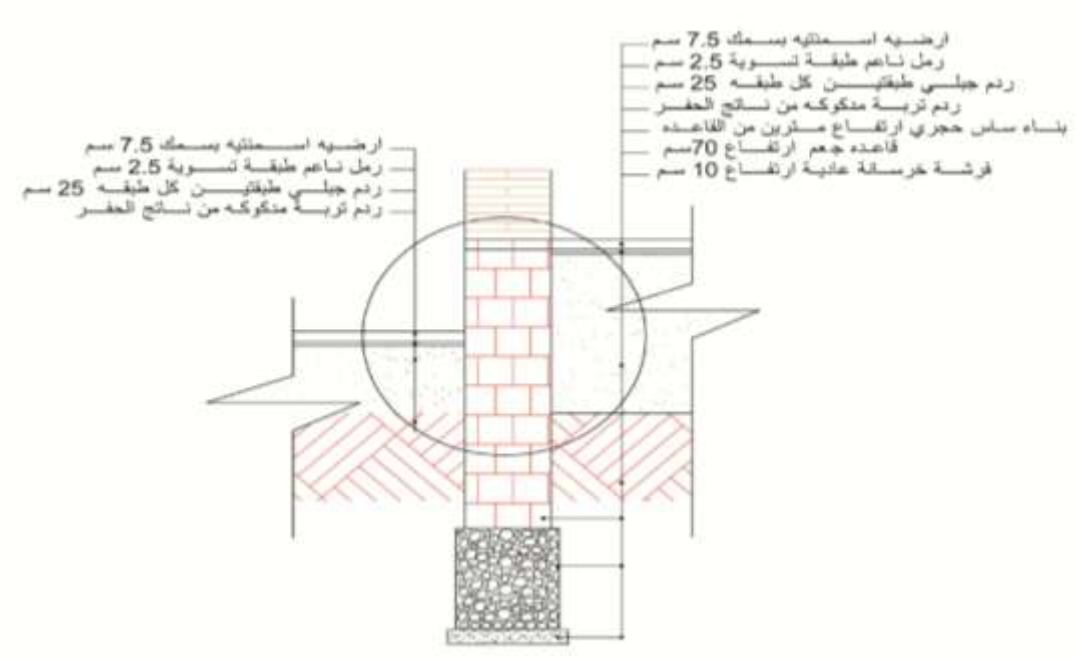
- يتم بناء الأساس الحجري بإستخدام الحجر الصلب مربوع (نصف وقيص) أو المبروم ويفضل أن يكون في الحجر ذيل ليعمل على تماسكه و ترابطه.
- من جهة والمغرق بالمونة الأسمنتية ٣: ١ (أسمنت: رمل) من الداخل والخارج والتكحيل من الخارج وعمل طبقة علوية للتسوية بمونة الأسمنت ٣: ١ (أسمنت: رمل).

- يجب الرش بالماء جيداً للأساس الحجري لفترة لا تقل عن أسبوعين بمعدل مرتين في اليوم.

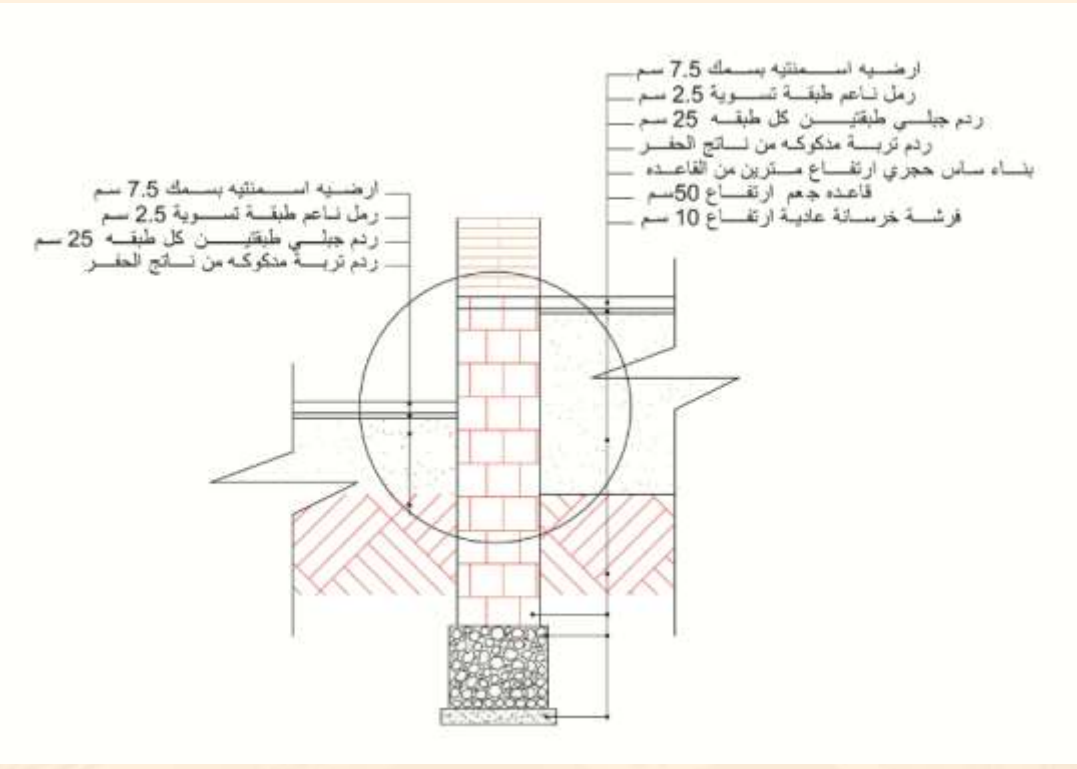
شكل ٤-٧: بناء الأساس الحجري

- يفضَّل عزل الأساس الحجري الخارجي بالزفت السائل من الخارج تحت منسوب الشارع.
- ينبغي أن يرتفع الأساس الحجري بحيث يقي البناء الطيني من وصول مياه السيول إليه ويعتمد على حسب الموقع وقربه من مجرى السيول.
- في كل الأحوال يجب أن لا يقل ارتفاع منسوب الأساس الحجري عن متر واحد من منسوب الشارع.
- يراعى عند بناء الأساس الحجري أن تكون فواصل واجهته الخارجية الأفقية متوازية ومنتظمة وأن تكون الفواصل الرأسية عمودية ومتخالفة قدر الإمكان.
- يفضَّل تلبيس الأساس الحجري من الداخل بالطين (محضة) قبل الردم.

شكل ٤-٨: بعد الإنتهاء من بناء الأساس



في التربة الطينية



في التربة الجبلية

شكل ٤-٩ قطاعات توضيحية لأعمال التأسيس للبناء الطيني حسب نوعية تربة الموقع

٤-١-٣ أعمال الردم:

- يجب أن تحتوي الأتربة المستعملة للردم على ركام متدرج الأقطار ومختلط ذي نسبة أملاح مقبولة من منتخب المواد الناتج من أشغال الحفر أو من المواد المستوردة من خارج الموقع إذا كانت مواد الموقع غير صالحة للردم، وبحيث تكون تلك المواد جافة.

شكل ٤-١٠ أعمال الردم للأساس الحجري

- يجب أن يتم الردم في الأماكن اللازمة على طبقات متعاقبة سمك الواحدة منها لا يزيد عن (30) سم ترش بالماء وتدك جيداً قبل وضع الطبقة التي تليها.
- يجب أن يكون منسوب الردم النهائي بعد الدك أقل من منسوب الأساس الحجري بقدر 10سم وذلك حتى نمنع وصول المياه من الردم للجدار الطيني سواء عن طريق التبخر أو الخاصية الأسموزية.
- إذا كان في الموقع مبانٍ قديمة كالبيارات أو خلافه تحت منسوب التأسيس وجب إزالتها وردم موقعها بتربة صالحة مدكوكة.

٤-٢: مرحلة المباني: (وتشمل بناء الجدران والأسقف والدرج):

٤-٢-١ بناء الجدران:

- تجهَّز المونة الطينية (الغُرَق) التي تستخدم في تماسك اللَّبن مع بعضه في الجدار بنفس مكونات وطريقة الخلط لعجينة المدر الطيني (السابق ذكرها في مواصفات مواد البناء) مع الاختلاف في نوعية وكمية التبن والماء.

شكل ٤-١١: تجهيز المونة الطينية لأعمال البناء

- يتم وضع طبقة من الغرق على سطح الأساس الحجري بسماكة 2 إنش تقريباً، ثم يتم وضع اللَبنات الأولى، ثم طبقة أخرى من الغرق، وهكذا حتى بناء خمس مدرات (مُوفُر).

شكل ٤-١٢: أعمال البناء للجدران الطينية (الموافر)

- عند الانتهاء من الموفر الأول توضع أعواد خشبية بشكل متداخل (عيدان اليعبور- لا يُؤكَل من قبل الأرضة-) عند أماكن التقاء الجدران وتشابكها والزوايا والأركان وتعمل هذه الأعواد على تقوية الربط الداخلي لهذه المناطق مع الجدران ويبنى الموفر الثاني هكذا ولا يستخدم اليعبور مرة أخرى إلا فوق التياسير (العتبات).

- عند الانتهاء من كل موفر يتم ترك الجدار ليجف بواسطة الجو الخارجي لمدة لا تقل عن ثلاثة أيام (فترة يباس) لكل موفر وعند وصول الجدران لارتفاع العتبات يترك الجدار لفترة ٣ أسابيع في الصيف و ٤-٥ أسابيع في الشتاء ويتأكد بعدها المختص من جفاف الطين داخل الجدار.

شكل ٤-١٣: بناء الجدران الطينية

- يتم إزاحة كل صف من المدر (اللّبن) مليمتر واحد نحو الداخل أثناء بناء الجدران ليعطي ميلان للجدار بمعدل سنتيمتر واحد لكل متر، و هذا يعطي استقراراً أكثر للمبنى.

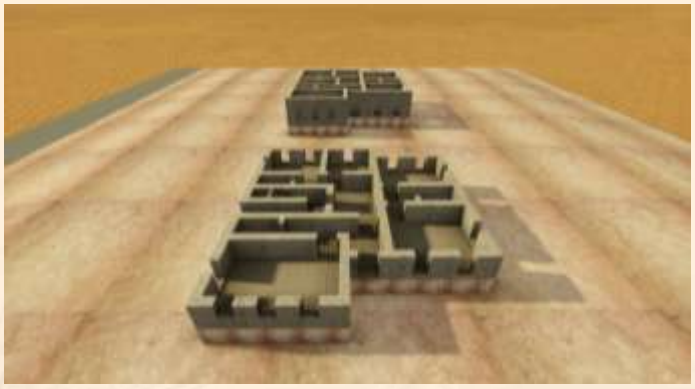
- تبنى العتبات عند أماكن الفتحات (الأبواب والشبابيك) حسب مخططات التصميم ويفضَّل أن لا يزيد عرض الأبواب عن ١,٥م والنوافذ عن ١,٢م والمسافة بين الفتحة والأخرى لا تقل عن ١,٥م تقريباً.
- يفضَّل أن تكون العتبات (التياسير) من خشب السدر (العلب) وخصوصاً الذي يقطع في الأوقات الشتوية المناسبة لمقاومته لحشرة الأرضة أو من الأنابيب الحديدية أو الصبَّات الخرسانية أو من الأنابيب الحديدية وتعتمد أقطار الأنابيب على نوعيتها و سماكتها وأبعاد الفتحات نحو التفصيل التالي:

* فتحة بعرض ١,٥ م فأكثر يستخدم لها عدد 2 قصب (أنابيب حديدية) قطر 2 إنش.
* فتحة بعرض ١,٢ م فأقل يستخدم لها عدد 3قصب (أنابيب حديدية) قطر 1,5 إنش.

- في حالة العقود نصف الدائرية يتم ثني القصب على البارد لأخذ شكل العقد ، وبعدها يرص اللبن فوق العتبة بشكل عقد.(عكف) بالطين والمدر.

شكل ٤-١٤: عمل العتبات (التياسير) بالأنابيب الحديدية

- يُستكمل بناء الجدران فوق العتبات حتى الوصول لمستوى السقف، ثم يترك الجدار لفترة يباس لا تقل عن أسبوعين و يتأكد فيها المختص من جفاف الطين داخل الجدار.
- يراعى استقامة البناء أفقياً عن طريق شد خيط أفقي من الركن إلى الركن ورأسياً عن طريق استخدام البلت والشابورة.
- يراعى التربيط الجيد لجميع البناء بحيث يتداخل المدر خصوصاً عند الزوايا والأركان بين الجدران بحيث لا يقل التداخل بين المدر في البناء عن ١٥ سمكما ينبغي الإهتمام بسد جميع الفراغات في البناء بلأجزاء الصغيرة من المدرو تسمى هذه العملية بـ (التشحير).



شكل ٤-١٥: منظور لبناء الجدران الطينية

- ينبغي بناء جدران السطح الداخلية والخارجية بما لايقل عن ٥٠ سم لضمان ثبات المواسير الحديدية والقواسم ولمنع تشققات طرقة السطح.

٤-٢-٢ بناء جدران الحمامات والمطابخ:

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، 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.
- 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.
- تنفيذ طبقة عازلة للمياه والرطوبة.

وهناك أمور ينبغي مراعاتها عند بناء جدران الحمامات و المطابخ منها:

- في حالة بناء أحد الجدران الداخلية من البلك الأسمنتي (في الحمامات و المطابخ) يجب أن يتم عمل شبك معدني مجلفن بعرض (20) سم وبفتحات رباعية (1) سم لربط الجدران المختلفة في المادة عند مكان الالتقاء ويُثبَّت جيداً مع محضة الجدران.
- قبل محضة أرضيات الحمامات والمطابخ يجب أن تعزل بعمل مادة عازلة (مثلاً الإسفلت) على الأرضية بسماكة لا تقل عن (15) ملم على وجهين، وبعد مد الوجه الثاني يفرش طبقتين متعامدتين من الفلت بتداخل لا يقل عن 15 سم بالاتجاهين، وبسمك كلي لا يقل عن 10 ملم، ويتم التنفيذ بحسب الأصول مع ارتفاعها عند الجدران بحيث لا يقل عن 10 سم وتقفيلة (ختم)، وجميع ما يلزم لتشطيب وانهاء العمل على أكمل وجه.
- يفضَّل عمل صبة أسمنتية تحت المواسير و تمتد الى الكوع والكرسي.
- ينبغي تبليط جدران الحمامات و المطابخ بارتفاع لا يقل عن ١,٥ م.
- ضرورة إبعاد الحوض الرئيسي والبيارة من البيت بمسافة كافية عن البيت.

- لا يتم البدء بأي عمل بعد العزل إلا بعد التأكد و الفحص للأسطح المعزولة من قبل المختص بفحص السطح بعدم تسرب الماء منه ثم تغطى بالمحضة والطرقة بالنورة أو تعمل أرضية أسمنتية.

٤-٢-٣: بناء الأسقف:

تتكون الأسقف من الجسور الرئيسية (القواسم) و الجسور الثانوية (القبال)، وينبغي أن تصمم الجسور حسب الأحمال التي عليها وأبحر (عرض) الغرف و تفصيلها كالتالي:

- **الجسور الرئيسية:** تكون بالريلات (الجسور الحديدية والتي تكون مقطعها على شكل حرف I) أو الجسور الخرسانية أو بالخشب، وتثبت القواسم على الجدران الحاملة حيث توضع بسط (أعواد خشبية/أو مقاطع حديدية) بطول لا يقل عن 60 سم وعرض لا يقل عن ٥ سم أو عمل صبة خرسانية لتوزيع الحمل على الجدار الحامل، و يعتمد تصميم الجسور الرئيسية على أبعاد الغرف و نوعية الريلات الحديدية كالتالي:

١. في الغرف الكبيرة (التي عرضها أكثر من ٤م) تستخدم الريلات الحديدية 10x5 إنش أو جسر خرساني (30 سم عرض x 60سم ارتفاع).

٢. أما الغرف الصغيرة (٤م و أقل) فتستخدم الريلات الحديدية ٨x٤ إنش أو جسر خرساني (٣٠ سم عرض x ٤٠ سم ارتفاع).

مع ملاحظة أن لا تزيد المسافة بين القاسم و القاسم أو الجدار أكثر من ٢ م.

و يراعى أن لا يستند الجسر الرئيسي فوق فتحات الجدار الطيني.

شكل ٤-١٦: استخدام الخشب في الجسور الثانوية (القبال)

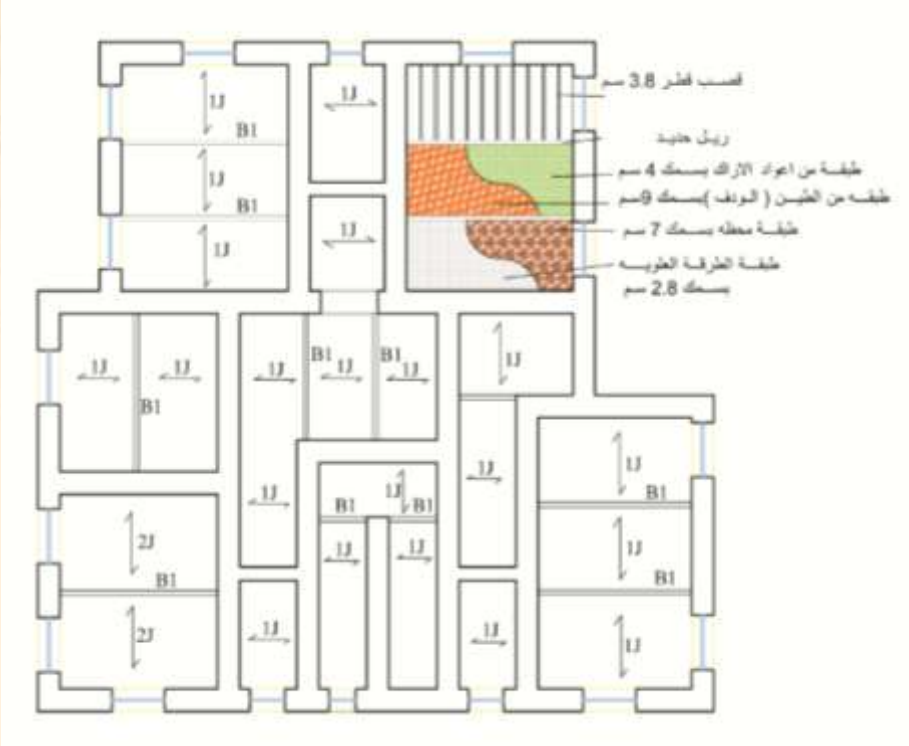
- **الجسور الثانوية:** تكون بالأنابيب الحديدية (القصب) أو الخشب. وتمتد بين القاسم والجدار وبين القواسم. وتعتمد أقطارها على نوعيتها و سماكتها وأبعاد الغرف حيث يستخدم القصب ذو القطر 2 إنش بمسافة محورية 30 سم بينها أو الخشب ٣x٦ إنش بمسافة بينها 20 سم أو ٢x٦ إنش بمسافة بينها ١٥ سم.

شكل ٤-١٦ استخدام الأنابيب الحديدية في الجسور الثانوية (القبال)

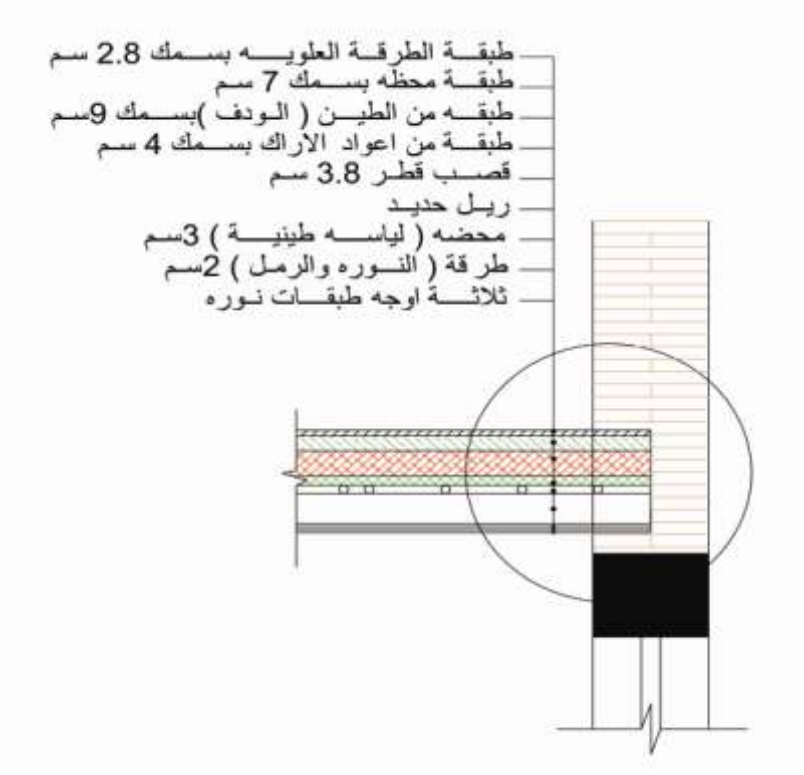
- توضع وتفرش أعواد الأراك أو اليعبور فوق القبال (الجسور الثانوية) كطبقتين متعامدتين ويراعي تشابك العيدان مع بعضها.
- يتم وضع مونة طينية (طين مخلوط بالتبن) فوق العيدان بسمك لا يقل عن 10 سم وتترك لتجف لمدة أسبوعين، ثم يُرص المدر الطيني الجاف بشكل مستوٍ ليغطي كامل السقف.
- عمل محضة بالطين والتبن لأرضية السقف.

ملاحظة: في حالة استخدام الخشب يجب دهانه بمادة حماية ضد حشرة الأرضة أو يستخدم خشب مقاوم للأرضة (خشب حُمُر).

شكل ٤-١٧: فرش أعواد الأراك و طبقة الطين لتغطية السقوف



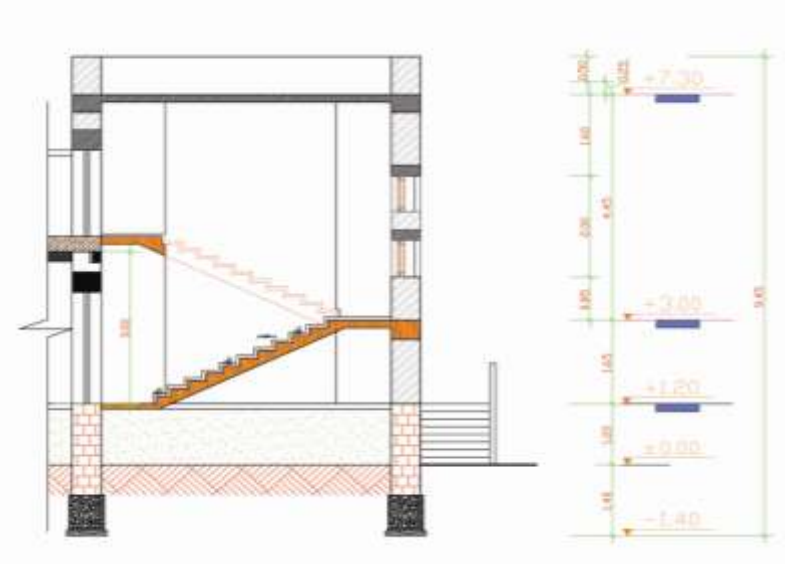
شكل ٤-١٨: مسقط لتوزيع الجسور الجسور الرئيسية و الثانوية بالسقوف
و توضيح مكونات طبقة السقف



شكل ٤-١٩: مقطع توضيحي لمكونات السقف

٤-٢-٤: بناء الدرج الطيني:

- يتم سقف الدرج بالقبال (الجسور الثانوية) بإستخدام خشب ذي مقطع ٣x٣ إنش أو قصب (أنابيب حديدية) و تعتمد أقطارها على عرض الدرج حيث يستخدم قطر ٢ إنش بمسافات لا تزيد عن ٣٠ سم ثم تفرش أعواد الأراك مثل السقف ومن ثم تحدد دعسات الدرج ببنائها بالمدر بحيث يتداخل بناء الدرج مع الجدران.



شكل ٤-٢٠: مقطع لدرج البناء الطيني

شكل ٤-٢١: بناء الدرج الطيني

٤-٣: مرحلة الإكساءات الخارجية (وتشمل أعمال المحضة بالطين والطرقة بالنورة والدهان):

٤-٣-١: أعمال المحضة (اللياسة بالطين):

- تحضير المحضة: كميات الطين والتبن اللازمة للنسب المختلفة:

نوع الخلطة	نسبة الخلطة	
خلطة المحضه الخشنة	١ تبن خشن: ٣ طين بكر مخمر لزج وقابل للتماسك	للوجه الأول والثاني
خلطة المحضه الناعمة	١ تبن ناعم: ٤ طين بكر مخمر لزج وقابل للتماسك	للوجه الثالث (النهائي)

- تقدر كمية الماء في الخلطة بحيث تكون الخلطة لزجة ومتماسكة.
- تترك خلطة المحضة للتخمر على الأقل ساعتين قبل الاستعمال.

- **محضة (تلبيس) الجدران:**

- يتم تعديل الجدران الطينية من الخارج بالتقريش وبالحتاتة والخيط والبلت.
- يرش الجدار المراد محضه بالماء بشكل خفيف ومنظَّم ليتشبع وجه الجدار بالرطوبة ثم توضع كمية من الطين بمقدار الكف (قزعة أو لقمة) تفرش على الجدار بحيث تشكل طبقة بسماكة ١ سم ثم يتم وضع خلطة المحضة الخشنة مباشرة وتعدل وتليَّس هذه الطبقة بالطاب (وصلة خشبية أو الألمنيوم للتلييس) على كامل الجدار مع مراعاة استقامة الجدران.
- بعدها يتم بنفس الطريقة عمل الوجه الثاني من المحضة الخشنة لكامل الجدار مع مراعاة

شكل ٤-٢٢: محضة الجدران الخارجية (الواجهات)

استقامة الجدران والأركان والزوايا وعند الفتحات وتترك لتجف لمدة لا تقل عن يومين.

- يتم طرح المحضة الناعمة للوجه الثالث والنهائي مع مراعاة استقامة الجدران والأركان والزوايا وتكون مستوية أفقيًا ورأسياً ومسحًا مع حلوق الأبواب وعند الفتحات، وتترك لتجف لمدة لا تقل عن عشرة أيام للمحضة الداخلية ويومين للمحضة الخارجية.

- **محضة (تلييس) أرضيات الأسطح:**

- قبل المحضة لأرضيات الأسطح يجب عمل نسبة ميلان للسطح بحيث لا تقل النسبة عن (5.0 %) وبسماكة (٧-١٢) سم من الطين مع التبن الخشن والكري بنسبة خلط (10طين مع التبن: ٣ كري) بحيث يعطي ميلاناً كافياً إلى جهة المزاريب أو أماكن تصريف المياه لتسيير المياه بسهولة ويجب أن يكون الميلان للسطح خالياً من أي تقعر بحيث لا تتجمع المياه في برك.
- تكون محضة الأرضيات بالطين مضافاً إليه نسبة بسيطة من الكري (الركام قياس ٥-٢٠ ملم) لتعديل ميول الأرضية وتحقيق تصريف المياه في المناطق المعرضة للماء وتكون الطبقة الأولى (الغسة) اليد لكامل الأرضية ثم توضع طبقة المحضة وتعدل باستخدام الطاب مع مراعاة ميول الأرضية وخاصة في أرضيات المطابخ والحمامات والسطوح (الريوم) ويجب أن تتم المحضة بطبقة ثانية خفيفة يراعى فيها استخدام التبن الناعم في حال تبين وجود شقوق كبيرة في المحضة بعد أن تجف.
- يجب أن تغطى الأرضيات المعرضة للماء بطبقة عازلة للماء ومقاومة مثل الطرقة بالنورة أو بأرضية أسمنتية.

شكل ٤-٢٣: مقطع توضيحي لمكونات الإكساءات الخارجية

٤-٣-٢: أعمال الطرقة بالنورة (اللياسة بالجير):

- طرقة جدران السطوح و الجدران الخارجية للمبنى:

- يتم عمل طرقة لجميع جدران الأسطح بمونة النورة وذلك برش الجدار بالماء ووضع طبقة لا تزيد عن ٢ ملم من الطين ووضع النورة عليها بمزجها بالسكر الأحمر (وذلك لأن السكر الأحمر يقوي النورة ويزيد قوة التماسك) قبل أن تجف بحيث تتداخل مع بعض ثم وضع الطبقة الثانية من النورة والسكر الأحمر مباشرة بعد الطرقة الأولى وتعديلها بالطاب أو ماشابهه والعمل يشمل الروك الجيد لسد أي تشققات على أن تكون النورة مسبوطة وذات نوعية ممتازة، مع استخدام بطحة خالية من الشوائب والأتربة.
- النورة المستخدمة للتلبيس الخارجي (طرقة خارجية وللأسطح) تخلط بنسبة واحد كيلو سكر أحمر للبرميل الواحد من النورة المسبوطة..

شكل ٤-٢٤: عملية الروك باستخدام الحجر

- تنفذ الطرقة للجدران الخارجية مثلها في الجدران الداخلية ماعدا:
  - ✓ سماكه الطرقة تكون من ٢- ٢،٥ سم.
  - ✓ الرمل (البطحة) المستخدمة تكون خشنة أكثر.
- يفضَّل أن تكون الطرقة في فصل الشتاء.

- طرقة الأرضيات الخارجية (أرضيات الريوم – الأسطح-):

تتم الطرقة للأرضيات بعمل طبقة محضة خفيفة ثم تفحس الطرقة مع المحضة بشكل خفيف بحيث يختلط الطين مع النورة ثم توضع طبقة من النورة والرمل بسماكة ٢ سم تقريباً وتسوَّى بالفأرة وتترك لتجف على الأقل يوم واحد ثم فحسها جيداً (روكها) بالحديدة والحجارة مع استخدام النورة الخفيفة لسد الشقوق الصغيرة، ويجب تعديل الأرضية بالميزان وتسويتها بشكل أفقي ثم تخشع وتردف كما هي في طرقة الجدران.

شكل ٤-٢٥: أعمال الإكساءات الخارجية

كما يمكن خلط النوره مع الاسمنت أو الرماد كالتالي:

✓ طرقة باستخدام الاسمنت والنورة لأرضيات الأسطح:

تكون نسبة الخلط (١ إسمنت: ٢ نورة: ٤ بطحة: ٢ كري) وتضاف كمية من الماء حتى تصبح الخلطة سهلة العمل، وتتم عملية الروك باتجاه واحد حتى يصبح السطح أملس تمامًا (تقريبًا يوم كامل لعامل واحد) ثم تعاد عملية الحف في اليوم الثاني في الاتجاه العرضي (المعاكس).

✓ طرقة بإضافة الرماد لأرضيات الأسطح:

تسبط النورة مع الرماد ولمدة ثمان ساعات تقريبًا وتخلط بنسبة (١ نوره: ٤,٥ رماد منخول: ٠,٥ بطحة)، ثم يترك لفترة يباس يومين إلى ثلاثة أيام و تتم عملية الحف (الروك) بحجر أملس لملئ الشقوق بعد أن تكون الطرقة قد جفت لمدة يومين على الأقل.

- تتم جميع أعمال الإكساءات (محضة/طرقة/رشوشة) للجدران بنفس مواصفات الإكساءات الأخرى في البيت ويفضل أن تكون طرقة الأرضيات بالرماد ويمكن إضافة مونة اسمنتية عند الطرقة لزيادة التحسين بنسبة لا تزيد عن ٥% ..كما يمكن عمل وزرة (لحمة) على الجدار بارتفاع ٢٠ سم. ولا تقل سماكة طرقة الأرضيات عن ٢,٥سم ويراعى فيها عمل ميول الأرضية في اتجاه المراعيض (المزاريب) مع التأكيد على ضرورة حف (روك) الطبقة الأخيرة بشكل جيد لمدة ثلاثة أيام متواصلة أثناء فصل الصيف أما في فصل الشتاء فيتم الروك على يومين متتاليين ويترك اليوم الثالث ويعاد الحف في اليوم الرابع.

شكل ٤-٢٦ أعمال طرقة السطوح

- الرشنة:

هي عملية رش طبقة من البطحة الخشنة على سطح النورة وهي لا تزال ندية ويتم في الجدران و الأسطح الخارجية و يمكن إنهاء الطرقة برشنة بعد الخشع مباشرة حسب الطريقة التالية:

شكل ٤-٢٧: أعمال الرشنة

ترش البطحة الخشنة بقوة باليد فوق الطرقة بحيث يتداخل الرمل مع النورة ويتماسك، ثم تمسح البطحة بالحديدة ليستوي السطح وتترك حتى تجف تمامًا ويمكن أن ترش الرشنة بالنورة الثخينة (كثيفة) مع السكر الأحمر، كما يمكن أن تترك طبقة الرشنة ظاهرة على الواجهات.

٤-٣-٣: أعمال الطلاء بالنورة (الرشوشة) و الدهان:

يتم طلاء الواجهات بالنورة المسبوطة جيدًا والمخلوطة مع السكر الأحمر ثلاث مرات بحيث يتم تعبئة المسامات الناتجة من الطرقة بالنورة، وتكون النورة المستخدمة للجدران الخارجية كثيفة (ثخينة) بمعدل (١ نورة: ٢-٣ ماء)

شكل ٤-٢٨: صيانة واجهات المباني المطروقة

٤-٤: أعمال تمديدات المياه والمجاري و تصريف مياه الأمطار:

يشمل هذا القسم أعمال تركيب الأدوات الصحية وتمديد شبكات المياه والتصريف داخل المبنى وخارجه و كذا تصريف مياه الأمطار.

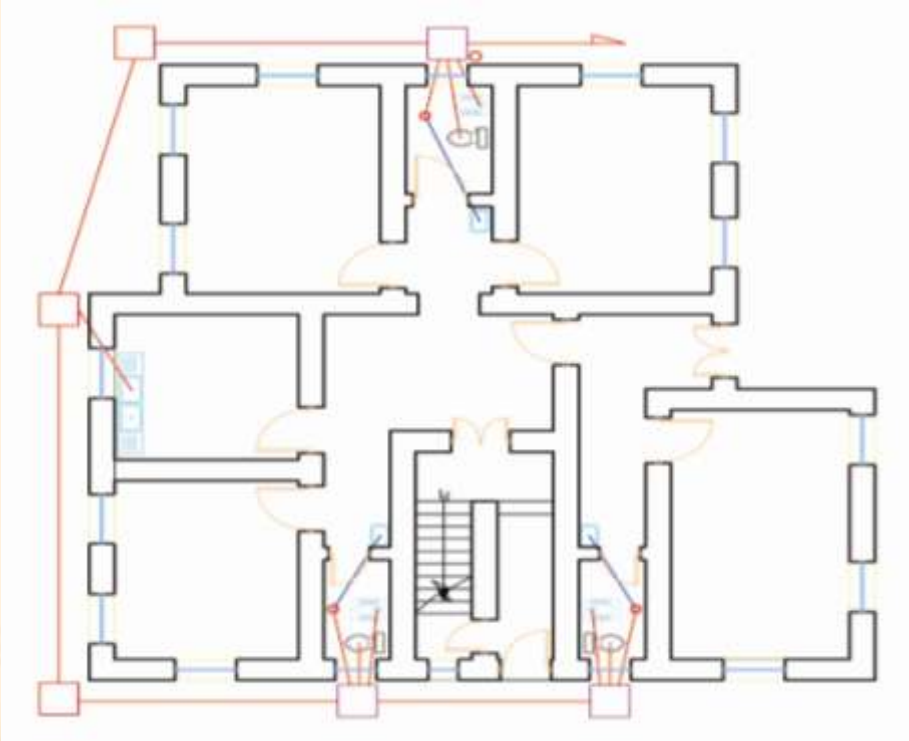
٤-٤-١: تمديدات تغذية المياه:

- في حالة تمديد مواسير المياه تحت سطح التربة خارج المبنى، يتوجب عمل خنادق لها وتُسحب داخل أنابيب بلاستيكية ثم يردم فوقها، ويجب عدم إخفاء أي جزء من المواسير إلا بعد تجربتها والتأكد من عدم تسرب المياه منها.
- تركيب وتمديد أنابيب التغذية داخل المبنى حسب المخططات وتكون على النحو التالي::
  ١. مكشوفة ومثبتة على الجدران أو السيراميك.
  ٢. أو تُخفى داخل الجدران وتُمدَّد داخل أنابيب بلاستيكية (قطر ٢،٥- ٣ إنش) ويكون لها مخرج تصريف خارجي يمكن رؤية أي تسرب يحدث للقيام بإصلاحه..

٤-٤-٢: تمديدات مواسير تصريف المجاري:

- تعمل خنادق الحفريات بالعرض المناسب::
  "٦٠سم لعمق (١٠٠)سم"-"٧٠سم لعمق(١١٠-٢٠٠)سم"-"٨٠سم لعمق (٢٠٠)سم"
- يجب أن يزيد عمق حفر الخنادق 25 سم عن أسفل منسوب السماكة الخارجية للماسورة المصممة.
- يتم تمديد المواسير بحيث يكون رأس الماسورة للأعلى والذيل عند مخرج السيلان.
- تفحص المواسير الممددة بطريقة المرايا العاكسة للتأكد من نظافتها وصحة ميلانها ثم تفحص الفحص الهيدروليكي وذلك بتعبئة الخط لضمان عدم تسرب الماء منه.
- بعد التأكد من المواسير التي تم تمديدها، يتم الردم أولاً بطبقة من الرمل لا تقل عن 10 سم أعلى وحول المواسير ثم فوق المواسير لباقي ارتفاع الخنادق بمواد منتقاة خالية من الحجارة والكتل الصلبة وذلك على طبقات بسمك (25 سم) لكل منها مع رشها بالماء ودكها جيداً..

شكل ٤-٢٩: تركيب أنابيب الصرف الصحي من خارج المبنى



شكل ٤-٣٠: مسقط تمديدات الصرف الصحي

٤-٤-٣: حفر التفتيش:

- **عمل طبقة من الخرسانة العادية نسبة خلط ١: ٣: ٦ (اسمنت، رمل، كري) وبسماكة 15 سم وببروز 15 سم من جوانب الغرفة بكل الاتجاهات مع مايلزمها من معالجة وخدمة أثناء الصب وبعده.**
- **تعمل حفر التفتيش بالأشكال الموضحة على المخططات وتبنى من البلك المصمت مقاس ٤٠x٢٠x٢٠ سم، وتعمل الحفريات بأبعاد كافية من الخارج.**
- **يتم تلييس المناهل من الداخل ومن الخارج بمونة أسمنتية ١: ٦ (اسمنت، رمل) بسماكة لا تقل عن 2 سم على طبقتين وتنفيذ الميول اللازمة وعمل إنحناءات (حواري) للقاع، وتعمل أقنية المجاري بمونة الأسمنت والرمل (١: ٣) ويفضل أن يستعمل الأسمنت المقاوم للأملاح لهذه المجاري، وتصقل إلى درجة النعومة.**

٤-٤-٤: تصريف مياه الأمطار:

إنَّ طبيعة قنوات (فتحات) تصريف مياه الأمطار في سطوح المباني الطينية تتناسب مع طبيعة أمطار المناطق الجافة قليلة المطر في كميته وزمن استمراره، في حين أنَّ زيادة الأمطار معناه عدم كفاية وكفاءة هذه القنوات والفتحات في تصريف مياه الأمطار من على سطوح المنازل خاصة وأن تصميمات البيوت الطينية في وادي حضرموت تعطي للأسطح (الريوم) أهمية في التصميم، ويتم توزيعها في أكثر من دور لأهميتها في ليالي فصل الصيف، و لذا ينبغي مراعاة ما يلي:

- **الإهتمام بعمل التصريف الصحيح لمياه الأمطار في السطوح بعمل ميول مناسب للسطوح ومخارج كافية لتصريف كميات الأمطار الكبيرة المتوقعة مستقبلاً التي ستشكل خطورة على المبنى الطيني إذا ما بقيت فترة ولو بسيطة دون تصريف سريع مما يعرّض المنزل للتهدم سريعاً.**
- **عدم استخدام الأنابيب البلاستيكية في تصريف مياه الأسطح ذات الأقطار الصغيرة (٠،٥ – ٢ بوصة) التي بدأ استخدامها مؤخراً في بعض المباني الطينية.**

شكل ٤-٣١: استخدام أنابيب البلاستيك لتصريف مياه الأسطح

- يفضّل استخدام الأسلوب التقليدي الذي يعتمد على قنوات تصريف مفتوحة من الخشب أو الخزف وبفتحة كبيرة لا تسمح بتعشيش الطيور بل وممكن أن تصرف مياه فوق طاقة القناة القائمة مما يمكن أن يقلل من خطر بقاء الماء فترة أطول على سطح البيت الطيني.

شكل ٤-٣٢: قنوات تصريف مياه الأمطار من السطوح

شكل ٤-٣٣: استخدام القنوات التقليدية في تصريف مياه الأمطار

٤-٥: أسس عامة لصيانة وتحسين مقاومة المباني الطينية القائمة:

- **الصيانة والترميم:**

بشكل عام هي إعادة البناء وهي محاولة استعادة الأثر الأصلي بقدر الإمكان من خلال عمليات متعددة كالتنظيف والاستكمال والتقوية والإصلاح.

عناصر الترميم:

إن صيانة المباني الطينية تحتاج إلى دراسة تحضيرية تعنى بالمعالجة والتشخيص والتي على أساسها يتم وضع المعالجات والمقترحات للترميم والصيانة.

- **المشاكل الرئيسية التي تعاني منها المباني الطينية:**

من أهم المشاكل التي تعاني منها المباني الطينية و التي تحتاج بسببها إلى صيانة دورية ما يلي:

١- مشكلة الرطوبة والمياه.

٢- مشكلة الصيانة الدورية.

٤-٥-١ معالجة مشكلة الرطوبة والمياه

وتتم معالجتها من خلال القيام بعمل تصميم للتمديدات الصحية يوضّح فيه التركيب السليم للمجاري ومواسير المياه ووضع المعالجات الصحيحة للتصريف النهائي إلى المجاري العامة، وذلك من خلال التالي:

- تركيب المواد الصالحة من المواسير البلاستيكية المضغوطة بدلاً عن الحديد المجلفن لدورات المياه.
- تركيب أنابيب لتصريف مياه الأمطار في سطوح المنازل إلى أسفل المباني مع ضمان إزاحة المياه عن الجدران والأساسات.
- يجب أن تكون الأساسات حجرية ومرفوعة عن منسوب الأرض.

- معالجة العيوب الإنشائية في مواقع دورات المياه مثل جدران وأرضيات الحمامات وسطوح المنزل لضمان عدم تسرب المياه إلى المبنى الطيني.
- إزاحة حظائر الحيوانات (الأحواش) عن الجدران وتأثيرات بول الحيوانات على المباني.
- عدم استخدام التربة ذات الملوحة ومعالجة الجدران التي بها ملوحة وإزالة التربة القديمة واستبدالها بأخرى.
- إزاحة المياه عن الأساسات ورصف الشوارع يضمن عدم تسرب المياه إلى الأساسات.
- صيانة الأساسات القديمة بعمل لياسة بالرماد أو الإسمنت على كرسي المبنى (الحمث) وصيانة الجدران بعمل جدران ساندة وتسمى باللهجة المحلية بـ (الزاحمة).
- استعمال مواد عازلة للرطوبة وخاصة في دورات المياه والمطابخ.

شكل ٤-٣٤: صيانة المباني القائمة بعمل لياسة بالرماد لكرسي المبنى (الحمث)

شكل ٤-٣٥: صيانة المباني القائمة بعمل جدران ساندة (زاحمة)

٤-٥-٢: الصيانة الدورية:

بعض الأسس والضوابط الإرشادية للقيام بأعمال الصيانة الدورية للمباني الطينية:

- معالجة أسطح المنازل وفحص (مزاريب) المياه في سطوح المنازل بما يضمن عدم تسرب المياه إلى الجدران والسقوف بما في ذلك تلبيسها بالنورة.
- معالجة أجزاء التلبيس للجدران المتأثرة (بالرطوبة، الأمطار، القدم أو غيرها) لضمان عدم تسرب الرطوبة أو المياه إلى الجدران، ويتعين أن تكون مواد التلبيس متناسبة مع الجدران ومتوافقة مع الأجزاء الملبسة لضمان التماسك والديمومة.
- ضمان تغطية الفتحات في الجدران أو بين البيتين المتجاورين بالطين حتى لا تتسرب مياه الأمطار.
- إزالة المخلفات التي تعيق مجاري السيول، مع ضمان إزاحة مياه الأمطار عن الأساسات.
- محاربة النمل الأبيض (الأرضة) في السقوف الخشبية مع وضع المعالجات اللازمة أثناء الاستبدال للعيدان أو المرابيع الخشبية المتضررة.
- نقل حظائر الحيوانات بعيداً عن المبنى.
- إزالة الأملاح التي تظهر أسفل المباني أولاً بأول وعمل التجديد لها.
- أعمال الرصف للشوارع بشرط أن يكون مدروساً و منفَّذاً بشكل جيد حتى لا يكون له تأثير سلبي على المباني الطينية.

شكل ٤-٣٦: يوضّح جزء من أعمال مشروع البنية التحتية بمدينة شبام المتضمنة رصف الشوارع

خطوات ترميم السطوح:

- تصفية أرضيات وجدران السطوح من طبقات النورة المتهالكة، وازالة طبقات التلييس الضعيفة حسب أصول العمل التقليدي المعمول به.
- إعادة التلييس بالنورة والرمل لطبقات الجدران والأرضيات المزالة.
- الرشوشة بالنورة للأرضيات والجدران مع سد الثقوب والفتحات الصغيرة التي تظهر على السطح، و يفضل أن تكون الرشوشة أكثر من مرة.
- تتم عملية الصيانة الدورية للمباني الطينية قبل موسم الأمطار و يفضَّل أن تكون في فصل الشتاء، كما ينبغي القيام بعملية الصيانة بعد هطول الأمطار.

شكل ٤-٣٧: صيانة سطوح البيوت الطينية

- **خطوات صيانة واجهات المبنى:**

- أولاً: واجهات المباني الطينية:
  - ✓ إزالة الطبقة الخارجية غير الصالحة من الواجهات.
  - ✓ رش الطبقة الخارجية بالماء وتلييسها بالطين (محضة)، وبها يتم تعديل السطح، ثم يتبعها فترة جفاف (٢ – ٣ أيام صيفاً) (٧ – ١٠ شتاءً).

شكل ٤-٣٨: صيانة الواجهات الطينية للبيوت

- ثانياً: واجهات المباني المطروقة بالنورة:

✓ تصفية واجهات المباني من طبقات النورة المتهالكة، وإزالة طبقات التلييس الضعيفة حسب أصول العمل التقليدي المعمول به.

✓ إعادة التلييس بالنورة والرمل للطبقات المزالة.

✓ الرشوشة بالنورة للواجهات مع سد الثقوب والفتحات الصغيرة، و يفضَّل أن تكون الرشوشة أكثر من مرة.

شكل ٤-٣٩: صيانة الواجهات المطروقة بالنورة في البيوت الطينية

قائمة المراجع

- الإدارة العامة للمشاريع و الشؤون الفنية، إدارة وكيل محافظة حضرموت لشئون الوادي الصحراء، "المواصفات الفنية العامة و الخاصة و التصاميم لإنشاء مبنى سكني من الطين لمتضرري السيول بالوادي و الصحراء "، سيؤن، حضرموت، ٢٠٠٩م.

- الدملوجي، سلمى سمر، "وادي حضرموت هندسة العمارة الطينية مدينتا شبام وتريم" ، شركة المطبوعات للتوزيع و النشر ،بيروت، لبنان، ١٩٩٥م.

- السقاف، أحمد محمد،"المخاطر المحتملة للتغيرات المناخية على العمارة الطينية في حضرموت"، بحث مقدم إلى الندوة العلمية التخصصية حول دراسة وتشخيص كارثة السيول بحضرموت والإسهام في المعالجات والحلول، سيؤن، ٢٠٠٩م.

- العزب، ثابت سالم، "البناء بالطين أسس عامة للتنفيذ" ، وزارة التعليم الفني و التدريب المهني، اليمن ،الطبعة الأولى ، ٢٠٠٦م.

- الكاف، عادل علوي، "مواصفات عامة للبناء الطيني في حضرموت"، تريم، حضرموت، ٢٠٠٩م.

- المساوى، مازن إبراهيم، "نظام إدارة الجودة الشاملة ومدى تطبيقه في تنفيذ مشاريع البنية التحتية في اليمن مدينة شبام حضرموت حالة دراسية"، بحث ماجستير، جامعة سانت كليمنتس العالمية، ٢٠١١م.

- المؤتمر العلمي الأول (دراسات وبحوث)، "العمارة الطينية على بوابة القرن الحادي والعشرين" ، جامعة حضرموت للعلوم والتكنولوجيا، مركز العمارة الطينية ،اليمن، حضرموت، ٢٠٠٠م.

- الهيئة العامة للسياحة والآثار، "دليل أعمال ترميم المباني الطينية والحجرية" المملكة العربية السعودية، ٢٠٠٩م.

- الهيئة العامة للمحافظة على المدن التاريخية – فرع شبام والمشروع اليمني الألماني للتنمية الحضرية بشبام – حضرموت، "معايير البناء الطيني ضمن مدينة شبام التاريخية"، شبام، حضرموت، ٢٠٠٦م.

- هيئة الهلال الأحمر الإماراتي، "المواصفات الفنية العامة للمباني الطينية"، مشروع بناء مدينة الشيخ خليفة السكنية لمتضرري السيول، سيؤن، حضرموت، ٢٠٠٩م.

- Deithier, J Down to Earth. Centre of George Pompidou, Paris, 1981. English edition published by Thames & Hudson Ltd. London, 1982.

- Jerome, Pamela, " Hadramaut province,Yemen: Report on the effects of the 23-24 October 2008 flash flood , New York, USA, 2009.