البناية الطينية وصيانتها

بـــوادي مـــزاب

دليل تطبيقي

A programme funded by the European Union
Un programme financé par l'union européenne
برنامج ممول من الإتحاد الأوروبي

Montada
منتدى

OPVM
ديوان حماية
وادي مزاب وترقيته

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة الثقافة

Ghardaïa

إنجاز
ديوان حماية وادي ميزاب وترقيته في إطار
مشروع "منتدى" الأورومتوسطي، تحت إشراف
وزارة الثقافة الجزائرية

الفريق التقني
بن سالم خليل
حمو عبد الله بلحاج

بالتنسيق مع
بابانجار يونس
بوعروة نور الدين
موسى المال باحمد

رسومات
حمو عبد الله بلحاج
بوعروة نورالدين

صور
أرشيف ديوان حماية وادي ميزاب وترقيته

1 تقديم

أسلوب البناء بالطين نراه في غالبية القصور الصحراوية بالجنوب الجزائري ، وفي كل من مصر والعراق وبلاد الشام واليمن ، ومنطقتي نجد والإحساء في المملكة العربية السعودية ، بينما يتركز البناء باللبن الطيني في الدول الغربية في الولايات المتحدة الأمريكية وخاصة الولايات الجنوبية الغربية منها (كاليفورنيا ، تكساس ، نيو مكسيكو، أريزونا) وكذلك في الأجزاء الشرقية من بريطانيا خصوصاً وسط وجنوب منطقة (نورفلوك Norflok) وحتى في أوروبا.

وكان يتم تحضير الطوب في الماضي عن طريق خلط التربة التي غالباً ما تحوي نسبة عالية من الطمي (l'argile) مع الماء مع إضافة التبن (la paille) أو غيره من الألياف النباتية ، وتخلط جيداً بالأقدام أو باستخدام الثيران أو الأبقار ، ثم يتم تكوين الطين بعد ذلك باستخدام الملبن ، وهو قالب خشبي بدون قاع ، يحوي فراغاً أو أكثر لعمل اللبن . وتختلف مقاسات هذا القالب وعدد الفراغات التي يحويها من منطقة إلى أخرى. ويستخدم ذلك القالب في تصنيع الطوب ، حيث يوضع على الأرض ويملأ بمخلوط الطين ويدمك بالأيدي ، للتأكد من تعبئة جميع الفراغات في القالب والحصول على كتلة متجانسة. يرفع القالب بعد ذلك مخلفاً كتلة الطين المكَوَّنة على الأرض ، والتي تُترك بضعة أيام لتجف ، ويتم تنظيف القالب من عوالق الطين بالتراب الجاف أو بأداة خشبية وبغسله بالماء ، وذلك لمنع التصاق الطين بجوانبه عند تكرار العملية ، وتستمر عملية تصنيع الطوب في صفوف متراصّة ، يفصل بينها مسافة بسيطة بقدر ما تسمح بالمرور بينها قصد مراقبتها وجمعها فيما يعد، وتترك لتجف في الشمس ، مع تقليب الطوب على جنبه ، وذلك لضمان مرور تيارات الهواء من حوله وبالتالي جفافه تمامًا قبل استخدامه في البناء .

ولا تزال هذه الطريقة هي السائدة في تصنيع الطوب في معظم بلاد العالم التي تعتمد هذا الأسلوب من البناء ، إلا أنه في بعض بلدان العالم المتقدمة والولايات المتحدة بخاصة ، أدخلت (الميكنة) في عمليات الخلط والتصنيع للطين وذلك بهدف إنتاج الطوب الطيني بكميات تجارية ، نظراً للطلب المتزايد على هذا الأسلوب من البناء ، خصوصاً في ولاية (نيو مكسيكو) حيث يقيم بعض المنتجين المتخصصين في تصنيع هذه المادة.

2 البناء باللبن (القالب) الطيني بوادي ميزاب

البناء الطيني بوادي مزاب يخص أساسا المساكن المتواجدة في الواحات التي تستعمل في الإقامة الصيفية بعكس القصور التي تبنى بالجير و الحجر و الجبس التقليدي (التمشمت) وهذا يعود لوفرة المادة بالقرب من الموقع.

و تعتبر مادة الطين اضعف من المواد الأخرى من حيث المقاومة للعوامل الطبيعية و الحمولة الثقيلة.

ويفترض أن يكون البناء بهذه المادة أساسا في هذه المنطقة راجع إلى كون الواحات هو ملجأ لسكان القصر في الفترة الصيفية فقط لذا فإن الحاجة إلى استعمال مواد أكثر مقاومة غير مطلوب بصفة خاصة.

نظام تقسيم المياه الذي يعتبر من أبرز الإنجازات التي تمتاز بها هذه الواحات و التي لا تزال تؤدي وظيفتها بشكل كبير لحد الآن و التي تضمن توزيعا دقيقا للمياه لسقي البساتين و تخزينها لتغذية المياه الجوفية عن طريق الآبار و السدود.

محتوى هذه السدود من بقايا الأتربة و المواد العضوية بعد مرور السيول، تستعمل كتربة خصبة تنقل إلى البساتين للإستعمال الزراعي، كما تستغل لبناء هذه المنازل التي تستغل صيفا، و ذلك باستعمال تقنية اللبنات الطينية الذي تعتبر التقنية الوحيدة المعتمدة في بناء مساكن الواحات.

الجزء السفلي للبناية إضافة إلى الأساسات، تكون مبنية عادة بالحجر و ملاط الجير وهذا راجع إلى كون المنطقة معرضة للمياه و خاصة السيول الموسمية، و كون المنطقة تحوي بساتين ما يسمح بانتشار الرطوبة. و الطين يعتبر المادة الأكثر حساسية للرطوبة نظرا لخاصيته البلاستيكية.

الملاط الفاصل بين اللبنات يكون بالطين أو غالبا بملاط الجير ولحماية هذه البنايات يتم التلبيس الداخلي و الخارجي بملاط الجير و تنشأ حاشية على حافة الجدران بملاط الجير كذلك.

أماكن تواجد العمارة الطينية بوادي مزاب

يظهر اللون البرتقالي في الخريطة أماكن تمركز البناء الطيني بوادي مزاب في واحات القصور.
تتمركز بصفة اساسية في واحات غرداية شمال وادي مزاب وفي منطقتي مومو وانتيسة ببني يزجن، وواحات مليكة ومنطقة ازويل ببنورة و واحات العطف في اقصى جنوب وادي مزاب.

أماكن تواجد البنا، الطيني

2 - 01 تصنيع اللبن الطيني

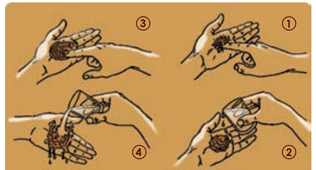
تجارب واختبارات لاختيار التربة المناسبة

علاوة على تجارب واختبارات المخبر والتي ما تكون عادة طويلة ومكلفة، هناك بعض الاختبارات الميدانية تمكن من معرفة بعض خصائص التربة والحكم على صلاحيتها أو عدم صلاحيتها أو صلاحيتها لكن بشروط لهذا النمط من البناء.
للمنشآت البسيطة تشخيص تعريفي للتربة مبني على هذه الاختبارات يمكن أن يكون كافيا شريكة أن نتيقن من انسجام دلائل هذه الاختبارات، إذا كانت هناك تناقضات فيجب اللجوء إلى اختبارات المخبر.
ويأخذ في الحسبان أن التربة المناسبة للبناء باللبن الطيني (Adobes) تكون مثالية إذا كانت تحتوي على الرمل والسيلت والطمي حسب النسب التالية: الرمل (55%-75%)، السيلت (10%-28%) الطمي (15%-18%) كما يجب تجنب استعمال التربة العضوية.

01 - اختبار اللمس شكل 01

هذا الاختبار يتمثل في تفتيت عينة من التربة بعد التخلص من جميع الحصى وذلك في الحالتين الجافة والرطبة ولمسها وتحريكها بين الأصابع:

- التربة رملية إذا كانت غليظة وتمر بطريقة خشنة بين الأصابع
- التربة سلتية إذا كانت دقيقة، ناعمة الملمس وتلصق بالأصابع
- التربة طينية إذا كانت صعبة التفتيت، طويلة الذوبان في الماء، شديدة اللصق، وناعمة جدا.

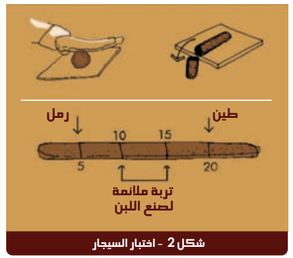


شكل 1

02 - اختبار التماسك - اختبار السيجار شكل 02

الطريقة الاولى

تحضير عينة من عجينة التربة المختارة (الحالة المرنة) وتركها في راحة لمدة تقارب أو تفوق الساعة (حتى تمكن للطمي من التفاعل مع الماء)، وبعد ذلك نقوم بتشكيل سيجار من هذه العجينة:



شكل 2 - اختبار السيجار

- العجينة يجب أن لا تلطخ الأيدي.
- فوق لوحة نشكل سيجارا قطره 3سم وطوله 20سم على الأقل.
- نقوم بدفع هذا السيجار بروية وبطء من حافة اللوحة باتجاه الفراغ
- نقوم بقياس الجزء المنفصل.
- نقوم بإعادة التجربة ثلاثة مرات ونقوم بحساب المعدل لقياس الجزء المنفصل.

إذا كان طول الجزء المنفصل:
مابين 10 إلى 15 سم فنوعية التربة ملائمة لتحضير اللبن.
أقل من 5سم فإن التربة جد رملية.
طول من 15سم فما فوق،نسبة الطمي بهذه التربة جد مرتفعة.

اختبار التماسك Test de cohésion

الطريقة الثانية شكل 03

شكل 3 - اختبار التماسك

- نقوم بفتل عينة من التربة الدقيقة حتى نحصل على شكل يشبه السيجار بقطر يساوي 12 مليمتر.
- يجب أن لا تلتصق العينة بأصابع اليد و أن نستطيع فتلها باستمرار إلى أن نحصل على حبل من التربة متصل بقطر يساوي 3 مليمتر.
- نضع الحبل المشكل على راحة اليد، نمسك به بين السبابة و الإبهام ثم نبدأ بالضغط عليه شيئا فشيئا ابتداء من إحدى نهاياته و نحاول أن نشكل شريطا رقيقا بعرض من 3 إلى 6 مليمتر بعناية و رفق للحصول على أكبر طول ممكن.
- نقوم بقياس طول الشريط المشكل مباشرة بعد انقطاعه من الحبل الأصلي، ثم نقوم باستقراء النتائج.

النتائج (اختبار التماسك) الطريقة الثانية

أ- حبل طويل من التربة من 25 إلى 30 سم، هذا يعني أن العينة المختبرة تحتوي على كمية كبيرة من الطين.

ب- حبل قصير من التربة من 5 إلى 10 سم، يتشكل بصعوبة، هذا يعني أن العينة بها كمية ضئيلة من الطين.

جـ- لا يمكن تشكيل الحبل هذا يعني أن العينة لا تحتوي على تربة طينية ، أو أن نسبة التربة الطينية بها ضئيلة جدا.

تحليل التربة بالملاحظة الحسية و البصرية

الاختبارات التالية أجريت على عينات من تربة دقيقة، تم استخلاصها عن طريق الغربلة المتدرجة لتربة خام ، يجب أن لا يتعدى قطر الحبيبات 0.4 مليمتر.

03 - اختبار المقاومة في الحالة الجافة Test de résistance à sec شكل 04

- نقوم بإعداد قريصات من تربة رخوة (terre molle) .
- نتركها تجف بتعريضها لأشعة الشمس أو بإدخالها في الفرن.
- نقوم بسحق قريصات التربة باليد بين السبابة و الإبهام بقوة و نحاول أن نحولها إلى بودرة .
- نقوم باستقراء النتائج.

شكل 4 - إختبار المقاومة في الحالة الجافة

استقراء النتائج

اختبار المقاومة في الحالة الجافة

أ- مقاومة كبيرة في الحالة الجافة القريصة التي تمثل العينة ، شديدة الصلابة و صعبة الكسر و إذا انكسرت تحدث صوتا يشبه صوت الكعكة عند انكسارها، لا نستطيع سحق هذه العينة بين السبابة و الإبهام لكن يمكن تفتيتها دون تحويلها إلى بودرة. إذا العينة هي عبارة عن تربة طينية شبه خالصة (Argile presque pure)

جـ- مقاومة ضعيفة في الحالة الجافة العينة تنكسر بسهولة و تتحول كذلك إلى بودرة بشكل سريع بسحقها بين السبابة و الإبهام ، إذا العينة هي عبارة عن تربة سلتية أو تربة رملية ، أي نسبة ضئيلة من الطين.

04 - اختبار الكثافة Test de consistance شكل 05

- نقوم بإعداد كرية من خليط لتربة دقيقة الحبيبات، قطر الكرية بين 2 و 3 سنتيمتر.
- نقوم بتبليل الكرية بطريقة تجعلها متماسكة دون أن تلتصق بأصابع اليد .
- نقوم بفتل الكرية فوق سطح مستوي أملس و نظيف حتى نحصل شيئا فشيئا على شكل يشبه حبلا رقيقا.
- إذا حدث و أن انقطع الحبل قبل أن يصل قطره إلى 3 مليمتر، النتيجة هي أن عينة التربة تعتبر جد جافة، إذا يجب إضافة قليل من الماء.
- النتيجة الجيدة هي، أن لا ينقطع الحبل المشكل من التربة إلا عندما يصل قطره مع الفتل إلى 3 مليمتر.
- بعد انقطاع الحبل ، نقوم بتشكيل كرية صغيرة من نفس العينة و نحاول سحقها بالضغط بين السبابة و الإبهام ، ثم نقوم باستقراء النتائج.

شكل 5 - اختبار الكثافة

إستقراء النتائج

اختبار الكثافة

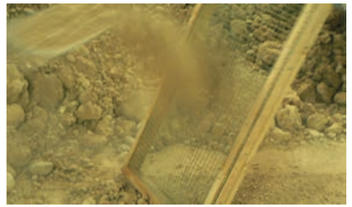
أ - حبل صلب Cordon dur الكرية التي أعيد تشكيلها من التربة تنكسر بصعوبة ، لا تتشقق و لا تتجزأ، هذا يعني أن هناك كمية كبيرة من الطين.

ج - حبل هش Cordon fragile لا نستطيع تشكيل الكرية دون أن تنكسر أو أن تتجزأ، هذا يعني أن هناك كمية كبيرة من تربة رملية و سلتية في العينة ، في حين أن التربة الطينية توجد بكمية ضئيلة.

د- حبل رخو و إسفنجي Cordon mou et spongieux الكريات المشكلة من هذه النوعية من التربة تكون رخوة و إسفنجية ، أي مرنة و غير صلبة ، هذا يعني أن العينة عبارة عن تربة عضوية.

مكونات التربة

تحضير التربة



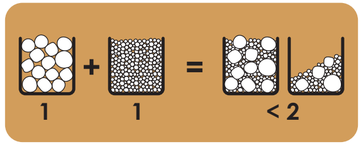
عادة ما يكون هناك عمل تحضيري في نسيج وهيكل التربة، هذا العمل التحضيري يمكن فعله يدويا أو بواسطة آلات ميكانيكية

الفرز: هذه المرحلة هي جد مضنية ويكون بنزع الحصى الكبيرة.

الغربلة: في نفس مبدأ نزع الجزيئات الكبيرة، ويستعمل لهذا الغرض الغربال ذو الفتحات الكبيرة، حيث نحتاج إلى الجزيئات التي يقل قطرها من 1سم.

فرز وغربلة التربة تعتبر مسألة تطبيقية ، حيث انه وبعد التجربة يتبين لنا ان جزيئات الحصى الكبيرة تحدث اضطرابات هيكلية وخاصة عندما يكون القالب صغير.

خلط التربة في الحالة الجافة



من المستحسن أن تخلط التربة خلطا جيدا وذلك قصد إيجاد خليط متجانس، عملية الخلط تكون فوق مساحة مستوية مبللة من قبل، وحينما تكون التربة مخلطة جيدا

نقوم بتشكيلها كومة واحدة ونحفر وسطها حفرة التي نضع فيها الماء، ومن الأهمية بمكان تحريك كامل الكومة وإلا فانه يكون تفرقة وعزل بين جزيئات التربة ولا نحصل على خليط متشابه.

تراص الجزيئات: الخليط يكون أكثر تماسكا إذا كان الخليط يتكون من جزيئات متفاوتة الحجم، حيث تتموضع الجزيئات الصغيرة بين الجزيئات الأكبر منها وبذلك تقل المسامي في الخليط وتكون المقاومة اشد.

خلط التربة في الحالة الرطبة

من المرغوب فيه تبلبل التربة المغربلة من 12ساعة إلى 24 ساعة قبل استعمالها وذلك من اجل إشباع صفيحات الطمي بالماء وإعادة ترتيبها وانتشارها وبذلك تغليف مجمل الجزيئات وكذا إذابة وإتلاف مجمعات التربة التي بقت ملتصقة، وبذلك تكون مقاومة اللبن أقوى ويمكن التحكم في التقلص و التشققات التي يكمن أن تحدث باللبن.

- **كمية الماء**

لتحضير اللبن الطيني وخلافا لتقنيات البناء الطينية الأخرى، الطين يمكن أن يكون علي عدة درجات من الحالة المرنة (احتوائه على الماء حسب كميات مختلفة) حسب القالب المستعمل.

- **الخليط الرطب**

تعتبر هذه الخطوة حاسمة في صناعة اللبن الطيني وبالتالي لا بد من التحكم فيها حيث تعتمد عليها عملية الصب ومقاومة اللبن فيما بعد. ويتم في هذه المرحلة إدخال عنصر التماسك للطين وهو الماء.

خصائص التربة تعتمد بشكل كبير على كمية الماء والهواء. حيث ان "اختبار العمود" ، يسلط الضوء على التحول من الحالة السائلة إلى الحالة الجافة من خلال الحالتين الرطبة والمرنة.

تقنية اللبن الطيني يجب ان تكون فيها التربة في الحالة المرنة (البلاستكية)ولذا يجب أن تحتوي على ما يكفي من الماء ، أي نحو الثلث. مقدار اختلاط المياه أمر مهم ، فمن الأفضل أن تكون منطقة الإنتاج بالقرب من نقطة ماء.

كيف يتم معرفة نسبة الماء داخل الخليط

لمعرفة الكمية المناسبة من الماء نقوم بتشكيل كرية من التراب ونضعها في كف اليد ونقوم بهزها:
إذا كانت الكرية تشوهت لدرجة تسطحها تماما فان نسبة الماء بالخليط مرتفعة وبالمقابل فان حافظت الكرية على شكلها رغم الاهتزاز فان نسبة الماء بالخليط مازالت غير كافية، ولكي تكون نسبة الماء بالخليط مناسبة فان الكرية يجب أن تتشوه قليلا ولكن دون أن تتسطح.

نسبة الماء غير كافية

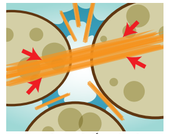
نسبة الماء مرتفعة

نسبة الماء مناسبة

التثبيت

تثبيت الطين هو تعديله بمادة أخرى التي تعمل على تحسين قوته الميكانيكية، وتماسكه، أو التقليل من انتفاخه حين الترطيب وبالمقابل انكماشه عند التجفيف.
في البناء الطيني ، يكون التثبيت بوسائل تقليدية وذلك حسب المنطقة ، عن طريق إضافة الألياف النباتية ، أو الحيوانية و / أو الرمل.
وتستخدم اليوم في كثير من الأحيان أكثر من المثبتات التقليدية مثبتات أخرى تتمثل في الاسمنت والجير والبيتومين.
وفي جميع الحالات، فإنه من المهم جدا الخلط الجيد للتربة.

تماسك العادة بفعل الألياف بعد التجفيف


إضافة ألياف نباتية لتثبيت قالب الطين

التصاق اللبن بالأرض لعدم إضافة مادة مانعة للالتصاق كالرمل أو الرماد

صب اللبن

مكان صنع اللبن

قبل البدء في صب البن الطيني يجب تحضير مساحة الإنتاج والتجفيف، حيث يجب أن تكون مسطحة وذات مستوى واحد وذلك لضمان سمك ثابت للبن، ومن ناحية أخرى، يمكن وضع طبقة رقيقة من الرمال الجافة ، والرماد ، أو نشارة الخشب ، لضمان أن اللبن لا يتلصق بالأرض وتساعد على تسهيل قلبها، وإلا قد يكون من الصعب أن تقلع أو تقلب ، وأنه قد يحدث أيضا أن اللبن يتضرر جدا لأنه اندمج مع الأرض ويبقى جزءا منها عالقا في الأرض أو على العكس من ذلك، يمكن إن تعلق بها طبقة إضافية من الأرض، تضاف إلى سمك اللبن، مما ينتج عنه عملا إضافيا في تنظيفها مرة أخرى لإعطائها الحجم الأصلي لها ولتسطيحها.

القالب

تستخدم لصنع اللبن الطيني عموما قوالب مستطيلة أو مربعة ، مصنوعة من خشب غير قابل للتعفن. بعض الأحيان تكون مصنوعة من المعدن ، والتي لها ميزة جعلها أكثر سهولة للغسل، وبالتالي يسهل نزع القالب منها.
القوالب عادة تكون مزودة بالمقابض التي تسمح، لرفع القالب وتسهيل نزعه. للإسراع في عملية الإنتاج يكمن استخدام قالب واحد يمكننا من إنتاج عدة لبنات في المرة الواحدة، حيث يوضع خشب ذو السمك الرقيق فقط لتقسيم الإطار الأولي الى عدة فراغات بمقياس اللبنة الواحدة.

عملية الصب

قبل صب اللبنات يجب أن يغمر القالب في الماء أو الزيت حتى لا تلتصق به العجينة وتكون عملية نزعه سهلة.
يملأ القالب بالعجينة مع الضغط باليد لإخراج الهواء في الخليط وتكثيف اللبنة كما ينبغي أن يكون هناك مزيد من التركيز على الزوايا التي تعتبر الجزاء هشاشة جزءا من اللبن، عندما يملا القالب يسوي السطح العلوي بواسطة خشبة.

التجفيف

اللبن الطيني بعد نزع القالب مباشرة يجب ان يترك ليجف لمدة لا تقل عن 2 أو 3 أيام قبل أن يتم تحريكه، ويمكن أن يمتد هذا الوقت و قد يصل إلى عدة أسابيع اعتمادا على المناخ. وبعد ذلك يتم قلبها ليجف الجانب الآخر.
لمعرفة ما إذا كان اللبن على استعداد قابل للتحريك ، نتأكد من أنها لا يلحقها الأذى عندما نحاول مسكها بين الأصابع ولا تتسطح عندما نحاول قلبها ولكن حتى اللون يمكن بالفعل أن يعطي لنا بعض المؤشرات على محتوى اللبن من المياه.
عندما نرى الجانب العلوي من اللبن قد جف، يوضع على حافته ليجف الجانب الآخر. تجفيف لبن الطوب يعتمد على نسبة الماء في العجينة وعلى سماكة اللبنة (بقدر ما تكون اللبنة صغيرة ورقيقة ، بقدر ما تجف بسرعة وتكون قابلة للاستعمال) ولكن في المقام الأول المعايير المناخية المحلية : كل من الرطوبة والحرارة وأشعة الشمس والرياح هي التي تحدد الفترة الزمنية للتجفيف.

2 - 02 التدابير اللازمة و المرافقة لعملية صنع اللبنات الطينية

تبعا للخصائص التي تميز التربة بشكل عام و مادة الطين بشكل خاص فإن عملية صنع و إنتاج اللبنات الطينية تستلزم توافر ظروف خاصة و ملائمة تحميها من مياه الأمطار و من البرودة الشديدة و كذلك من درجات الحرارة المرتفعة تحت أشعة الشمس، فنحصل من خلالها على مادة بناء جيدة و جاهزة للاستعمال.

1- مياه الأمطار

يتم تجفيف لبنات الطين بتعريضها لأشعة الشمس ،لكن يجب في نفس الوقت حمايتها من مياه الأمطار ، نغطيها في الجو الماطر لتفادي ذوبانها ، وفي حالة الأجواء المشبعة بالرطوبة قد يتسبب ذلك في عدم تجفيف لبنات الطين تحت ظروف ملائمة وبالتالي يؤدي ذلك إلى تضرّرها .

2- البرودة الشديدة

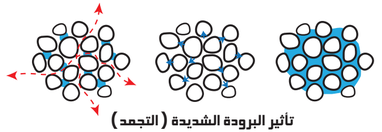
تتسبب البرودة الشديدة في عرقلة عملية صنع القوالب الطينية (الطوب) وهذا بتبطيء عملية تجفيفها الطبيعي وقد تتسبب كذلك في هشاشة هذه اللبنات في حالة التّجمد (تحت درجات منخفضة)وللحيلولة دون حدوث هذه الوضعية يجب إيقاف هذا العمل كلية خلال فترة البرودة.

3- الحرارة الشديدة

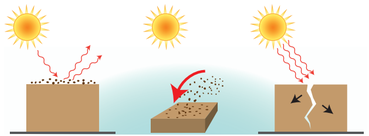
تتسبب درجات الحرارة المرتفعة في ظهور التشققات التي تظهر على اللّبنات وهذا راجع إلى الانكماش (تّراجع الحجم)الذي يحدث على مستوى اللّبنات بسبب الفقدان السريع للماء ،ولتجنب حدوث هذه الظّاهرة يجب تفادي صنع اللّبنات في الأيام التي تكون فيها الحرارة مرتفعة جدا أو اتخاذ بعض التدابير مثل تغطية القوالب مباشرة بعد فك القولبة بطبقة من الرمل أو الرماد أو أوراق النباتات ،وينصح كذلك بترك اللّبنات في الأيام الأولى لفك القولبة في الظل لتفادي الجفاف المفاجئ .

كلما كانت اللّبنات سميكة كلّما تضاعفت نسبة حدوث هذه الظّاهرة وهذا راجع إلى التباين الحراري الموجود بين صفحة اللبنة وبين مركزها وبالتالي كلّما ازداد سمك اللبنة كلما ظهرت فيها نسبة تشققات أكبر.

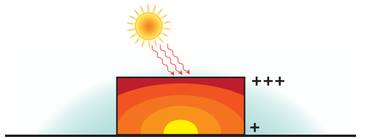
تأثير مياه الأمطار



تأثير البرودة الشديدة (التجمد)



تأثير الحرارة الشديدة



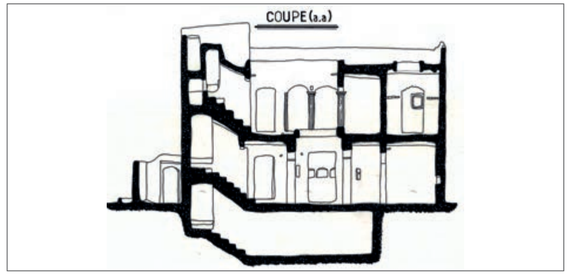
التباين الحراري الموجود بين صفحة اللبنة و بين مركزها

2 - 03 مقاسات اللبن الطيني

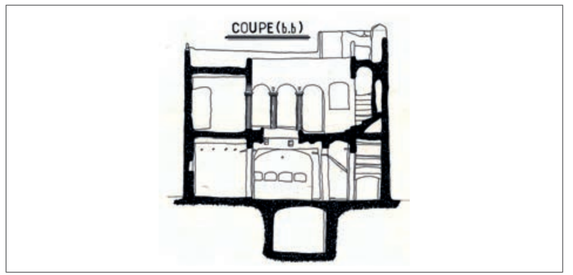
كانت مقاسات اللبنات الطينية التي تستعمل في البنايات القديمة خاصة بمقاسات (10*15*30)سم
و بعدها تم استعمال لبنات ذو مقاسات اكبر قليلا (15*20*40)سم، وهي الآن تستعمل غالبا في البناءات الطينية الجديدة

2 - 04 طرق البناء باللبن الطيني

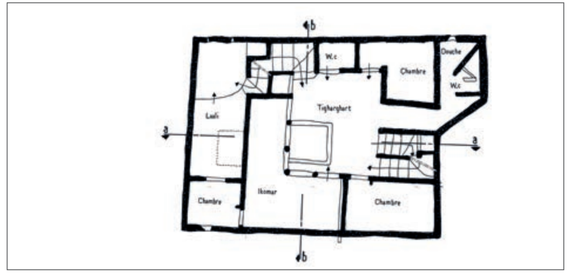
نموذج لمسكن باللبن الطيني في واحات غرداية



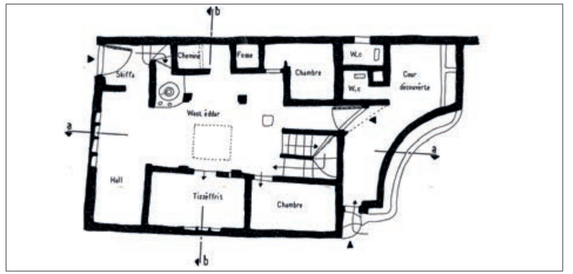
مقطع A-A



مقطع B-B



مخطط الطابق العلوي

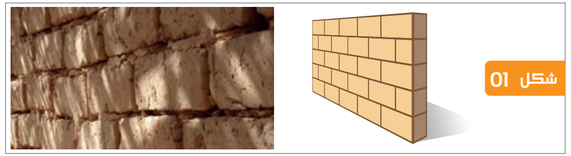


مخطط الطابق الأرضي

بناء الجدران

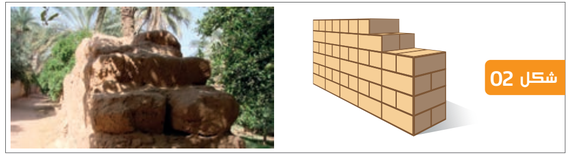
تختلف طرق وضع للبنات الطينية باختلاف مقاساتها و بسمك الجدران فهناك جدران بسمك 15 سم و 40سم، و30سم وتعتمد كلها اساسا على مبدأ واحد عموما و هو الترابط بين اللبنات وذلك بمخالفة و ضع اللبنات من صف إلى آخر حسب ما توضحه الصور

جدار بسمك 15 سم باستعمال اللبن ذو المقاسات (20*15*40) سم، مع مخالفة و ضع اللبنات في اتجاه واحد كما هو موضح في الشكل 01



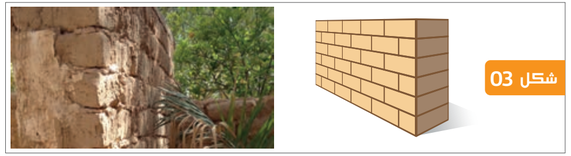
شكل 01

جدار بسمك 40 سم باستعمال اللبن ذو المقاسات (20*15*40)سم، مع مخالفة و ضع اللبنات من صف إلى آخر مع تغيير اتجاه اللبنات كما هو موضح في الشكل 02



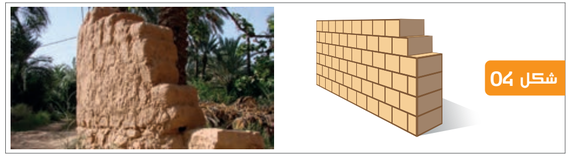
شكل 02

جدار بسمك 40 سم باستعمال اللبن بمقاسات (20*15*40) سم، مع مخالفة و ضع اللبنات حسب ما هو موضح في الشكل 03



شكل 03

جدار بسمك 30 سم باستعمال اللبنات بمقاسات (15*20*30) سم، مع مخالفة و ضع اللبنات حسب الشكل 04



شكل 04

الأساسات

أساسات جدران اللبن الطيني تكون مبنية عادة بالحجارة و الجير لتفادي انهيارها بسبب خاصية المرونة التي يتميز بها القالب الطيني، وعدم مقاومته للماء و الرطوبة، التي عادة ما تأتي من الأرض بفعل الخاصية الشعرية أو بفعل مرور السيول الموسمية و التي قد تصيب الجزء السفلي من الجدران.

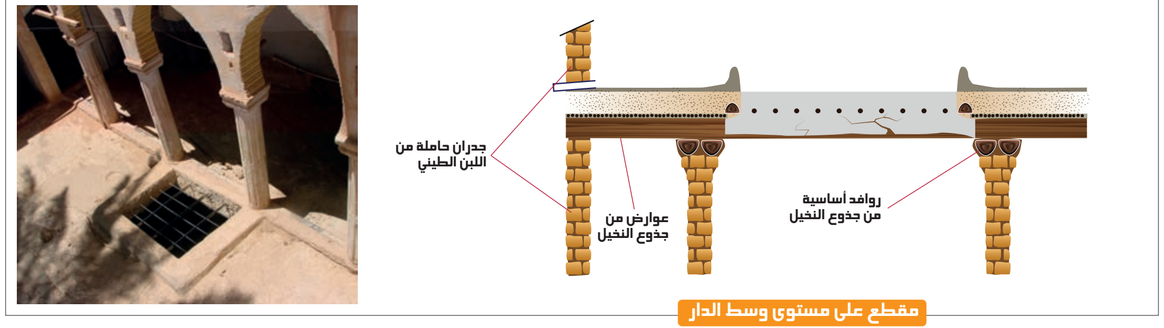
الملاط بين اللبن

الملاط المستعمل بين اللبنات قديما كان من الطين وهذا بسبب كونه يحمل نفس الخصائص الفيزيائية المكونة للبن الطيني، و أما الآن فيستعمل كذلك ملاط الجير و خاصة في جدران المنازل، أما فيما يتعلق بجدران تحويط البساتين فيكون الملاط غالبا من الطين.

العناصر الحاملة

الأعمدة في البناء الطيني تكون بالحجارة و "التمشمت" (وهو الجبس التقليدي) لأنها تعتبر اكثر مقاومة للحمولة نسبة إلى الطين و تكون هذه الأعمدة خاصة في حواف فتحة وسط الدار وفوقها توضع روافد أساسية من جذوع النخيل بين كل عمودين وفوقها توضع في اتجاه مخالف عوارض من جذوع النخيل أو من جذوع الأشجار لتحمل السقف.

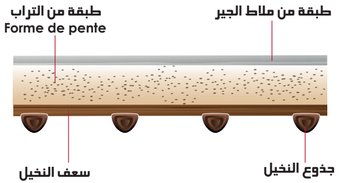
تتواجد أعمدة مبنية من الحجر و "التمشمت" كذالك على مستوى السطح العلوي لتكوين الجزء المغطى "إيكومار" وبينها تنشأ أقواس تبنى كذلك بالحجر و "التمشمت"

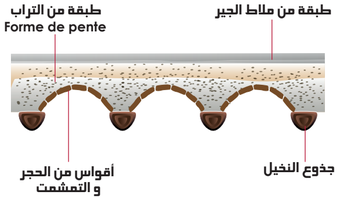


مقطع على مستوى وسط الدار

الأسقف في البنايات الطينية

تنشأ الأسقف في البناء الطيني مثل المنازل الأخرى التي تبنى بالحجر و "التمشمت" أو الجير و يقدر معدل سمكها ب 50سم.
تتكون من عناصر حاملة "عوارض" من جذوع النخيل متباعدة بمسافة حولي 60سم. وفوقها وباتجاه مخالف يتم وضع سعف النخيل في صف متراص ثم توضع طبقة من التراب لتحديد مستوى ميلان السقف (forme de pente) ثم طبقة من السماكة التقليدية (Étanchéité traditionnelle) بملاط الجير وأخير يطلى السطح بحليب الجير.
وهناك انواع اخرى من الأسقف لا تختلف اختلافا كبيرا عن التي ذكرناها ويكون الفرق فقط في طريقة ملأ الفراغ بين عوارض جذوع النخيل فنجد أحيانا اسقف على شكل اقواس تبنى بالحجر و "التمشمت" عوضا عن سعف النخيل.
وهتين الطريقتين هما الشائعتين تقريبا في بناء أسقف البنايات الطينية بوادي مزاب.



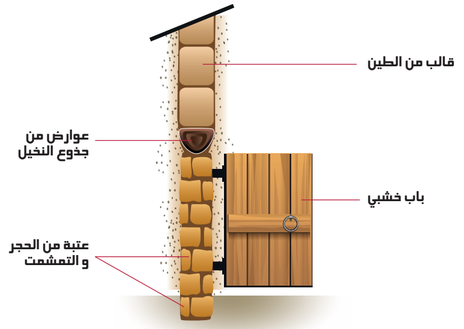


عوارض الفتحات (Le linteau)

عوارض فتحات النوافذ و الأبواب في البنايات الطينية تكون عادة من جذوع النخيل أو بعض أنواع الأشجار المتميزة بالصلابة كأشجار الزيتون و الليمون و المشمش.

عتبات المداخل

عتبات المداخل تكون مبنية بالحجر و التمشمت.



التلبيس

تعتبر مادة الطين غير مقاومة للماء ، لذلك عادة ما يكون تلبيس الجدران بملاط الجير و خاصة جدران المنازل، أما جدران التحويط فتكون غالبا بالطين أو بدون تلبيس

تلبيس بملاط الجير

جدران بدون تلبيس

تلبيس بالطين

حاشية الجدران

تنشأ فوق أعلى الجدران حاشية من ملاط الجير لحمايته من التآكل بفعل العوامل الطبيعية و خاصة مياه الأمطار

2 - 05 عوامل تدهور البناء الطيني

تعود أسباب التدهور في البناء الطيني أساسا إلى عاملين مهمين :
العامل الطبيعي: ونذكر منها الأمطار،الرياح، الفيضانات...الخ
العامل البشري:عدم الصيانة، سوء صرف المياه المستعملة و مياه الأمطار، التوسعات...إلخ

مسببات تدهور البناء الطيني

1- الماء

إن من أهم سلبيات مادة الطين في البناء ضعفها في مقاومة تأثير المياه سواء الناتجة من الأمطار والسيول أو الصاعدة من الأرضيات والقواعد عن طريق الخاصية الشعرية، وحتى تلك المتسربة من دورات المياه إذا لم يكن تصميمها وبنائها بطريقة ملائمة ، حيث يعتبر اختراق الماء للمباني الطينية أحد أبرز الأسباب التي تؤدي إلى تلفها ، بل وربما إلى انهيارها بشكل سريع ، خصوصاً السُّقُف التي تمتص المياه ويزداد وزنها مما يسهم في زيادة الأحمال على العناصر الإنشائية الداعمة لها بقدر كبير ، ويؤدي بالتالي إلى سقوطها ، ويمكن تصنيف تأثير الماء على البنايات الطينية في النقاط التالية:

- **مياه السيول**

نادرا ما تكون السيول هي السبب الرئيسي لانهيار البناءات الطينية وخاصة التقليدية منها، وذلك لعلم بناتها أنها مادة جد حساسة للماء وبالتالي فإنهم يحرصون على تجنب هذا النوع من البناء في المناطق المعرضة للفيضانات أو يتخذون الإجراءات اللازمة للحد من آثارها، كبناء الجزء السفلي من البناية بمادة أخرى مقاومة للماء.
إلا أنه وفي حالات الفيضانات العارمة و عند وجود عوائق في مجاري الوديان تحول مياه السيول من مسارها أو تؤدي إلى توسيع المناطق التي تغمرها المياه، فإن هذه البنايات والتي لها خاصية أنها تذوب تكون معرضة للانهيار أكثر من غيرها، إلا أنه وبعكس معظم مواد البناء الأخرى فإن عملية إعادة البناء تكون بنفس المواد ولا تستلزم شراء مواد أخرى، كما لا تستدعي التخلص من الأنقاض.

الأخـــاديـــد

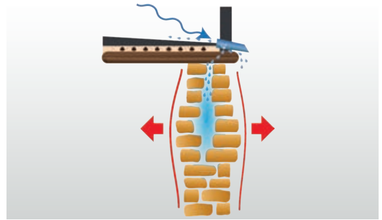
وتتكون هذه الأخاديد عامة أسفل الجدار الطيني، وتعتبر النتيجة الأولى لتصاعد الرطوبة على مستوى الجدران الطينية، وتكون مباشرة في اللبنات الطينية الأولى الموضوعة مباشرة فوق الأرضية أو فوق الأساسات والتي تكون من مادة بناء أخرى غير الطين، وعند عدم معالجة هذه الظاهرة فإن ذلك سيؤدي إلى حدوث فجوات قد تخترق الجدار إلى جانبه الآخر، وبالتالي فإنها ستشكل خطرا جسيما على البناية عامة يمكن أن يؤدي إلى انهيارها.

نحت مياه الأمطار

من أهم نقاط الضعف لدى العمارة الطينية هي سهولة نحتها وخاصة بمياه الأمطار، وبالتالي فإن كل الأجزاء المعرضة بطريقة مباشرة أو غير مباشرة للأمطار دون حماية هي معرضة للنحت والتآكل.

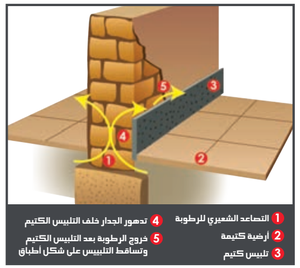
عدم تصميم وإنجاز دورات المياه وقنواتها وتصريف مياه الأمطار بشكل ملائم

عندما لا تصمم أو لا تنجز دورات المياه وقنواتها بشكل مدروس مع طبيعة البناء عامة و البناء الطيني على الخصوص، وعندما يكون تصريف مياه الأمطار غير فعال وسريع، فإن ذلك سيؤدي إلى اختراق الماء لهذه المباني الطينية، مما يؤدي إلى التغيير الحجمي للجدران وتحول مادة الطين من الحالة الجافة إلى الحالة الرطبة وما يتبع ذلك من تغير في خصائصها الفيزيائية، وخصوصاً الأسقف التي تمتص هذه المياه ،وبالإضافة إلى ذلك فإنه يزداد وزنها مما يسهم في زيادة الأحمال على العناصر الإنشائية الداعمة لها بقدر كبير ، ويؤدي بالتالي إلى سقوطها.



التلبيس والطلاء

يعد التلبيس والطلاء من الأساليب الناجعة في حماية البناء عامة والبناء الطيني على الخصوص، إلا أن استعمال بعض المواد في التلبيس لا تؤدي الدور المرجو منها في الحماية وإخفاء مادة البناء، وخاصة البناء التقليدي حيث يجب أن يكون التلبيس والطلاء من مواد تتميز بالنفاذية وغير كتيمة وتمكن مواد البناء المستعملة من التهوئة. ومن أشهر المواد التي تستعمل في التلبيس حاليا وخاصة في المواضع من البناء التي تعاني من الرطوبة هي مادة الإسمنت، إلا أن هذه المادة تؤدي المهمة العكسية المنتظرة منها، حيث سرعان ما تنفصل عن السطح، كما تؤدي إلي زيادة الرطوبة الصاعدة من الأرضيات والقواعد عن طريق الخاصية الشعرية وارتفاعها داخل الجدار، وما يؤدي ذلك إلى آثار غير مرغوب فيها.



بناء اسفل البناية بالطين

من الأخطاء الملحوظة في البناء الطيني حاليا هو بناء الجزء السفلي من الجدار بالقالب الطيني الذي يصبح عرضة للرطوبة بفعل التصاقه بالأرضية مباشرة أما بالنسبة للبناية التقليدية التي روعي فيها هذا الجانب فإن هذه الظاهرة تعود إلى ارتفاع مستوى الأرضية و ردم الجزء السفلي المبني بالحجارة فتصبح بذلك متصلة مباشرة باللبن الطيني و بالتالي يتدهور بفعل الرطوبة.

التشجير و المساحات الخضراء

ومن الأسباب المباشرة في تصاعد الرطوبة على مستوى الجدران هي غرس الأشجار بمحاذاتها ما يسبب بالتالي تدهورها تدريجيا، وفي غياب الصيانة الدورية يصبح المبنى مهدد بالإنهيار في أي لحظة.

2- إختلاف خصائص مواد البناء الجديدة مع الطين

من الشائع في وادي مزاب حاليا في البناء الطيني هو استعمال هيكل من الخرسانة المسلحة ولكن عدم تلاءم هذه المادة وغيرها من ومواد البناء الأخرى الجديدة مع الطين يسبب انفصال هتين المادتين ما يهدد استقرار البناية.

3- ثقل المبنى بإضافة طوابق جديدة

التوسعات العمودية التي لا تكون عادة مسبوقة بدراسة تقنية تؤثر سلبا على البناية و هو ما يؤدي بها إلى النزول وخاصة إذا كان الجو ماطرا فتتأثر الطوابق المبنية بالطوب فتحدث التشققات و الإنهيار بالتالي.
كما تحدث بسبب الحمولة المفرطة تشققات على مستوى السقف و الجدران الحاملة و الأعمدة وتتقوس بفعل الحمولة المفرطة .

4- حاشية جدران السطح

كما هو الحال في أسفل الجدار ، تعتبر المناطق العليا من البناية من المناطق الأكثر تعرض للتلف. فعدم الصيانة الدورية بإعادة الطبقة العازلة للسطع و عدم تلبيس الجدران و طلائها مع مرور الزمن يؤدي إلى تدهور حاشية جدران السطح.

5- تأثير النباتات

النباتات تجد الجدران الطينية ملائمة لإطلاق عروقها، بسبب طبيعة الطوب، فتتشقق الجدران بسبب ذلك أو بتفرع اغصانها.
كما أن نزع النباتات الملتصقة على واجهات المباني يؤثر على التلبيس والقالب الطيني.

6- عدم صيانة غلاف المبنى

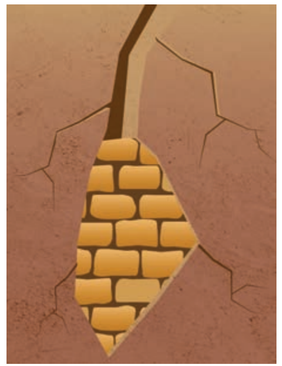
يعد عامل الصيانة مهما في الحفاظ على البناية عموما و خاصة فيما يتعلق بالبناء الطيني وذلك بسبب خصوصية هذه المادة التلبيس و الطبقة الكتيمة للسطح بمرور الزمن و العوامل الطبيعيةخاصة تتآكل فلا تؤدي دورها بصفة جيدة فتفقد بذلك دورها الأساسي و هو حماية المبنى الطيني، لذلك فإن عدم الإهتمام بتجديد هذه الحماية دوريا يؤدي حتما إلى تدهور البناية بشكل كبير و بصفة سريعة.

06 - 2 أشغال الترميم على البناء الطيني

معالجة التشققات

تعويض اللبنات المتدهورة في مناطق التشققات بلبنات لها نفس المقاسات و الخصائص المكونة للتربة

-1بناء لبنات طينية بنفس مقاسات اللبنات الأصلية.
-2 نزع اللبنات المتدهورة.
-3 تنظيف المنطقة من الشوائب و الأتربة و الغبار.
-4 رش خفيف جدا للماء لتأكيد لصق الملاط باللبنات الجديدة.
-5وضع اللبنات الجديدة بطريقة تداخل اللبنات مع بعضها لتأكيد حالة اتزان الجدار.
-6 تلبيس المنطقة المعالجة .



التلبيس

يجب إعادة التلبيس خاصة التلبيس الخارجي لحماية المبانى من عوامل التدهور

-1نزع الطبقة المتدهورة أو طبقة التلبيس الإسمنتي.
-2إعادة التلبيس بطبقتين بمواد غير كتيمة وتقليدية.

الطبقة العازلة (étanchéité terrasse) وحاشية الجدران (couronnement)

إعادة الطبقة العازلة التقليدية للسطح يجب أن تكون كاملة أي لا تخص فقط الأجزاء المتدهورة وذلك باتباع المراحل التالية :

-1تحضير الجير التقليدي تحضيرا جيدا.
-2تقشير الطبقة القديمة من الجير.
-3 التأكد من ميلان الأرضية نحو قنوات صرف مياه الأمطار وفقا للقواعد التقنية المستعملة.
-4إعادة وضع الطبقة الجديدة.
-5 طلاء الأرضية بماء الجير.
-6 إعادة تلبيس حاشية الجدران بطبقتين أو أكثر من الملاط لحماية الجدران و السطح من نفاذية مياه الأمطار.

النباتات

إعادة غرس النباتات بعيدا عن البناية لتفادي عوامل تدهور الجدران و الحرص على معالجة الأضرار التي خلفتها.

تدعيم أساسات البناية

1- لمعالجة نزول البناية وخاصة بفعل الحمولة الثقيلة و لتفادي هذا النزول كذلك أثناء مرور السيول في بعض الحالات، يستوجب :

2- نزع الحمولة الثقيلة الغير اساسية من المبنى.

تدعيم الأساسات بـ :

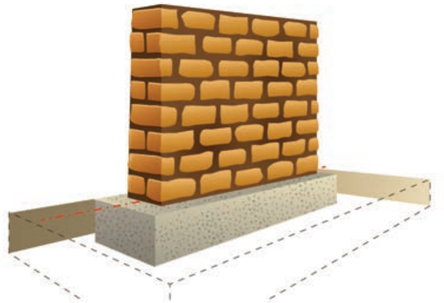
أ- حفر خندق حتى الوصول إل الأرضية المناسبة حفرا جزئيا

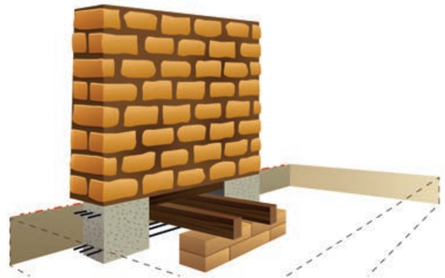
ب- تدعيم ظرفي للجدران

ج- ملء أسفل الجدار بالخرسانة المسلحة من جهة واحدة مع الأخذ بعين الإعتبار حسابات الحمولة.

د- ملء الجهة الأخرى المقابلة من الجدار بالخرسانة المسلحة.

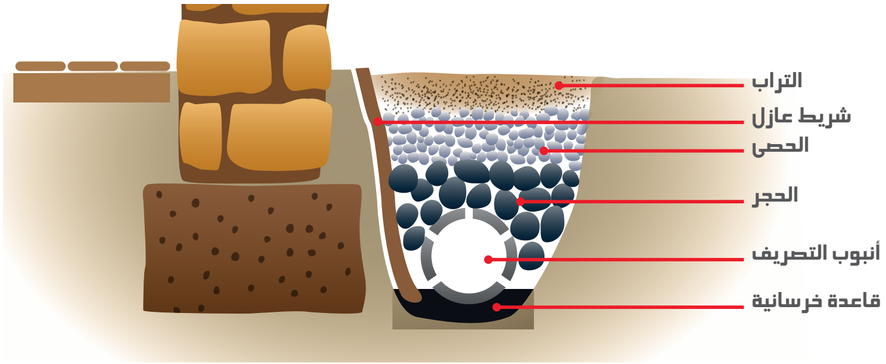
ه- بعد شد الخرسانة المسلحة يتم ردم الخندق.





حماية البناية من الرطوبة

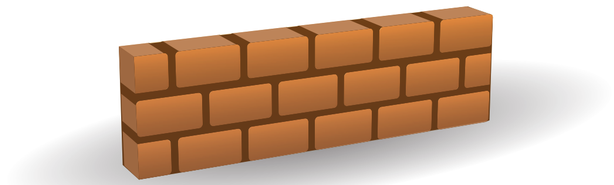
بالنسبة للمناطق المعرضة للرطوبة يمكن حماية الجزء السفلي المبني بالحجر بإنشاء منطقة عازلة للماء تسمح بصرف المياه بعيدا عن الجدار بالتقنية المعروفة بالعزل (le drainage)



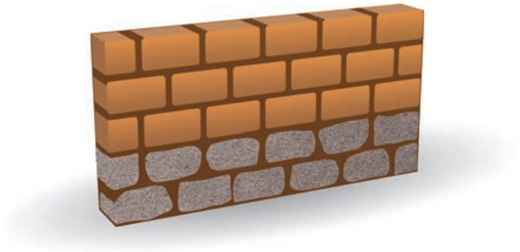
2 - 07 توصيات عامة للحفاظ على اللبن الطيني

للحفاظ على البناية الطينية يتعين علينا احترام بعض القواعد البسيطة التي تكفل توفير الظروف الملائمة لضمان قدرة البناية على الثبات و مقاومة الأحمال و عدم اختلال الاتزان، و لجعل البناية أكثر مقاومة لعوامل الطبيعة خاصة منها الرطوبة و المياه المتسربة و الرياح و كذلك النباتات ، بالإضافة إلى العامل البشري الذي لا يمكن إهماله.و من بين هذه النقاط:

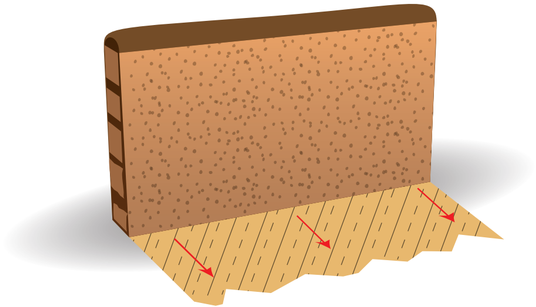
* أن يكون سقف البناية في حالة جيدة في كل الأوقات .
* يجب أن تستند البناية على أساسات متينة.
* أن لا يكون هناك تماس مباشر بين الجدران الطينية و الأرضية ، بمعنى أن تستند الجدران الطينية على جزء سفلي مبني من الحجارة.
* تفادي أي تغييرات في مخطط البناية دون دراسة مختصة .
* عدم اللجوء إلى فتح نوافذ أو أبواب جديدة على مستوى الجدران.
* ضمان عدم وجود نباتات قريبة من البناية.
* عدم استعمال مواد بناء غير متجانسة مع مادة الطين مثل الاسمنت.
* يجب أن تكون الأحمال المطبقة على هيكل البناية مدروسة و غير مبالغ فيها.
* يجب أن تكون أبعاد البناية ،خاصة الأجزاء الحاملة منها مدروسة بشكل جيد.
* احترام القواعد الخاصة بتحضير مواد البناء و على الخصوص نسبية المكونات و الإطار الزمني لإعدادها ، وهذا يطبق على ملاط التلبيس و الرابط و كذلك اللبنات.
* الصيانة الدورية للبناية .
* يجب أن تعتمد طريقة البناء بقوالب الطين على احترام التراصف المتداخل بين صفوف اللبنات لضمان الانخراط ببعضها البعض و بالتالي تشكيل كتلة متراصة لا توجد بها نقاط ضعف قد تتسبب في ظهور بداية للتشققات العمودية التي تؤدي لا محالة إلى انفصال أجزاء كبيرة من البناية . (أنظر الشكل)



* بناء الجزء السفلي للجدران بالحجارة و ملاط الجير المعد بطريقة جيدة ، ثم توضع بعد ذلك فوقه صفوف اللبنات الطينية بشكل متداخل لضمان الانخراط الجيد بينها ، هذه الطريقة يفترض أن تجعل لبنات الطين بعيدة عن أي تماس مع الرطوبة التي ستؤثر سلبا على البناية إن وضعت لبنات الطين مباشرة على مستوى الأرض.



* يجب تلبيس الجدران الطينية بطبقة من ملاط طيني أو بملاط الجير المعد بشكل جيد،و كذلك وضع طبقة من الجير بشكل محدب فوق الجدار للحفاظ عليه من مياه الأمطار ،أما بالنسبة للأرضية الخارجية المحاذية للجدار فيجب أن يكون ميلها متجها نحو الخارج بعيدا عن البناية بشكل يجعل المياه تبتعد عن قاعدتها.



الفهرس

1 - تقديم	04
2 - البناء بالبن (القالب) الطيني بوادي مزاب	05
2.1- تصنيع اللبن الطيني	06
تجارب و اختبارات لاختيار التربة المناسبة	06
تحضير التربة	11
صب اللبن	12
2.2- التدابير اللازمة و المرافقة لعملية صنع اللبنات الطينية	14
2.3- مقاسات اللبن الطيني	15
2.4- طرق البناء باللبن الطيني	16
2.5- عوامل تدهور البناء الطيني	23
مسببات التدهور	23
2.6- أشغال الترميم على البناء الطيني	29
2.7- توصيات عامة للحفاظ على اللبن الطيني	32

المراجع

Bibliographies

- Traité de construction en terre, L'encyclopédie de la construction en terre – volume 1, Hugo Houben, Hubert Guillaud, Editions Parenthèses, Marseille, 1989
- Terre crue techniques de construction et de restauration, Bruno Pignal, édition groupe Eyrolles Paris 2005.
- Bâtir en terre (2eme édition), Technique américaine, centre régional des éditions techniques (CRET), Paris.
- Construire en adobe : base de donnée documentaire, Ravi KOLACHANA, mémoire de CEAA Terre 1990-92, école d'architecture de Grenoble.
- Adobe guide de construction parasismique, Wilfredo Carazas Aedo, MISEREOR édition : CRATerre.
- The adobe story, a global treasure, Paul G. Mc Henry, JR. University of New Mexico Press edition reissued 2000.
- Manuel pour l'entretien et la réhabilitation de l'architecture traditionnelle syrienne, (CORPUS Levant)

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة الثقافة

COL·LEGI D'APARELLADORS, ARQUITECTES TÈCNICS
I ENGINYERS D'EDIFICACIÓ DE BARCELONA

OPVM
ديوان حماية
وادي مزاب وترقيته

Avec le soutien de

MINISTERIO DE ASUNTOS EXTERIORES Y DE COOPERACIÓN
aecid

www.montada-forum.net

Ce document a été réalisé avec l'aide financière de l'Union Européenne.
Le contenu de ce document est de la responsabilité exclusive du
CAATEEB, et ne peut en aucun cas être considéré comme reflétant la
position de l'Union Européenne.