جامعة النجاح الوطنية
كلية الدراسات العليا

تطوير تقنيات البناء بالطين في المسكن المعاصر "حاله دراسية أريحا"

إعداد
ميساء محمد عبد الخالق جباره

إشراف
د. حسن القاضي

قدمت هذه الأطروحة استكمالاً لمتطلبات الحصول على درجة الماجستير في الهندسة المعمارية بكلية الدراسات العليا في جامعة النجاح الوطنية، نابلس، فلسطين.
2015م

تطوير تقنيات البناء بالطين في المسكن المعاصر "حاله دراسية أريحا"

إعداد

ميساء محمد عبد الخالق جباره

نوقشت هذه الأطروحة بتاريخ 2015/5/27م، وأجيزت

أعضاء لجنة المناقشة	**التوقيع**
1. د. حسن القاضي / مشرفاً ورئيساً	.....
2. د. سالم ذوابة / ممتحناً خارجياً	.....
3. د. معتصم بعباع / ممتحناً داخلياً	.....

الإهداء

إلى اللذين أتذوق معنى النجاح والتفوق بفضل دعائهما، وأستشعر رضا الرحمن برضاهما

والداي الكريمين أطال الله بقاءهما وأحسن ثوابهما

إلى من يحمل كل معاني العطاء، فيمسك بيدي دائماً نحو التميز والعلياء

زوجي الغالي عوني

إلى اللواتي تجتمع فيهن أسما الصفات، فهن للطيبة والحب والحنان عنوان

شقيقاتي الحبيبات : فريزة وميسون وحنان

إلى من تأنس الروح بوجودهم وتسر العين برؤيتهم

أشقائي الأعزاء : عبد الخالق ومحمد وتوفيق وأسيد ومعاذ

إليكم جميعاً أهدي محصلة جهدي هذا عسى أن أكون دائماً عند حسن ظنكم بي.

الشكر والتقدير

بعد حمده جلّ وعلا على ما أنعمه علي من واسع فضله، بأن أعانني ووفقني في إنهاء دراستي وإكمال بحثي، أتقدم بالشكر الجزيل وعظيم الامتنان إلى كل من أسهم في نجاح هذا العمل، وأخص بالذكر:

أستاذي الفاضل، الدكتور حسن القاضي على تكرمه بالإشراف على رسالتي، وتقديم النصح والإرشاد في إعدادها.

أعضاء لجنة المناقشة، الدكتور معتصم بعباع والدكتور سالم ذوابة.

أساتذتي الأفاضل في كلية الهندسة في جامعة النجاح الوطنية.

زوجي عوني شوامرة، الذي لم يدخر جهداً إلا وبذله في كل مراحل إعداد الرسالة، سواء بالعمل الميداني أو بجمع المصادر والمراجع، أو بالمراجعة والتدقيق.

الأشخاص والمؤسسات العامة الذين أجريت معهم المقابلات الشخصية، ولم يبخلوا بأي معلومات تفيد البحث، ومنهم: المهندس أسامة حمدان، المهندسين وفنيي البناء في مشاريع اليونسكو لإعادة إحياء العمارة الطينية، مكتب شمس أرض الهندسي، جمعية الديوك النسوية، وجمعية عقبة جبر النسوية، المواطنين أصحاب البيوت الطينية في أريحا ومحيطها.

كما أتقدم بجزيل الشكر إلى جامعة فلسطين التقنية- خضوري، لدعمها لي في إكمال دراستي وتقديم التسهيلات الممكنة لإنجاز بحثي، وأخص بالذكر زملائي في قسم الهندسة المعمارية.

لكم مني جميعاً كل آيات الشكر العرفان

م. ميساء جباره

الإقرار

أنا الموقعة أدناه، مقدمة الرسالة التي تحمل العنوان:

تطوير تقنيات البناء بالطين في المسكن المعاصر "حاله دراسية أريحا"

أقر بأن ما اشتملت عليه هذه الرسالة إنما هو نتاج جهدي الخاص، باستثناء ما تمت الإشارة إليه حيثما ورد، وأن هذه الرسالة كاملة، أو أي جزء منها لم يقدم من قبل لنيل أي درجة أو لقب علمي أو بحثي لدى أي مؤسسة تعليمية أو بحثية أخرى.

Declaration

The work provided in this thesis، unless otherwise referenced، is the researcher's own work، and has not been submitted elsewhere for any other degree or qualification.

Student's name: **اسم الطالبة:**

Signature: **التوقيع:**

Date: **التاريخ:**

فهرس المحتويات

الرقم	الموضوع	الصفحة
	الإهداء	ج
	الشكر والتقدير	د
	الإقرار	هـ
	فهرس المحتويات	و
	فهرس الصور	ي
	فهرس الأشكال	س
	فهرس الخرائط	ص
	الملخص	ق
	الفصل الأول: مقدمة الدراسة ومنهجيتها	**1**
1.1	المقدمة	2
2.1	مشكلة الدراسة	4
3.1	أهمية الدراسة ومبرراتها	6
4.1	أهداف الدراسة	6
5.1	خطة ومنهجية الدراسة	6
6.1	مصادر المعلومات	7
7.1	الإشكاليات التي واجهت الباحثة	7
8.1	هيكلية البحث	8
	الفصل الثاني: الطين كمادة بناء	**10**
1.2	أنواع التربة	11
2.2	التربة كمادة بناء	13
3.2	طرق تحليل مكونات التربة	14
4.2	مزايا البناء بالطين	17
5.2	سلبيات الطين كمادة بناء	21
6.2	المواد المضافة للطين لزيادة ثباته "Stabilization of soil"	23
7.2	خلاصة الفصل	28
	الفصل الثالث: التقنيات المستخدمة في المباني الطينية في العالم	**29**

الرقم	الموضوع	الصفحة
1.3	الطوب الطيني المجفف(اللَّبِن) "Mud Brick-Adobe"	30
1.1.3	أمثلة على مبانٍ أنشئت بتقنية الطوب الطيني المجفف	32
2.1.3	مزايا البناء بتقنية الطوب الطيني المجفف (اللَّبِن)	35
2.3	تقنية الطين المدكوك (دك الطين) "Rammed Earth"	36
1.2.3	مقارنة الطين المدكوك مع الخرسانة من الناحية البيئية	39
2.2.3	الطين المدكوك المثبت "Stabilized Rammed Earth"	40
3.2.3	مميزات البناء بتقنية الطين المدكوك	41
3.3	تقنية الطوب الطيني المضـــغوط " Compressed Earth Blocks" (CEB)	43
1.3.3	ميزات الطوب المضغوط	44
2.3.3	الطوب الطيني المضـــغوط المثبـــت" Compressed Stabilized (CSEB) Block Earth"	45
3.3.3	أشكال الطوب الطيني المضغوط	46
4.3.3	أمثلة لمباني استخدم فيها الطوب الطيني المضغوط	47
4.3	تقنية البناء بأكياس الطين "Earthbag"	49
1.4.3	ميزات البناء بتقنية الأكياس الطينية	53
5.3	البناء بالكرات الطينية "Cob"	55
1.5.3	مزايا البناء بتقنية الكرات الطينية"Cob"	58
6.3	الهيكل الخشبي المملوء بالطين"Wattle and Daub"	59
7.3	الطوب الطيني المحروق (الطابوق) "Fired Brick "	60
8.3	تقنية الحفر في الأرض "Dug out"	65
9.3	الأسقف الطينية	66
10.3	خلاصة الفصل	76
	الفصل الرابع: تطور العمارة الطينية في فلسطين عبر العصور	**77**
1.4	العصر الحجري الحديث (8000 ق.م –4500 ق.م)	79
2.4	العصر الحجري النحاسي (4500 ق.م – 3300 ق.م)	81
3.4	العصر البرونزي المبكر(3300 ق.م – 1950 ق.م)	82
4.4	العصر البرونزي الوسيط (1950ق.م– 1550ق.م)	84

الرقم	الموضوع	الصفحة
5.4	العصر البرونزي المتأخر (1550ق.م – 1200ق.م)	89
6.4	العصر الحديدي (1200ق.م –586 ق.م)	89
7.4	الفترة اليونانية (332 ق.م –63 ق.م)	91
8.4	الفترة الرومانية (63ق.م –324م)	91
9.4	الفترة البيزنطية (324م –638م)	93
10.4	الفترة الإسلامية المبكرة وحتى الفترة العثمانية (638– 1920)	94
11.4	خلاصة الفصل	99
	الفصل الخامس: العمارة الطينية الشعبية في أريحا	**100**
1.5	جغرافية أريحا	101
1.1.5	الموقع	101
2.1.5	الطبوغرافية	102
3.1.5	المناخ	103
4.1.5	التربة	105
2.5	التقنية التقليدية للبناء بالطين في أريحا	108
1.2.5	مراحل البناء بالطوب الطيني المجفف "اللَّبِن" في أريحا	109
2.2.5	نماذج لمباني طينية في أريحا	114
3.2.5	تقييم مشاكل المباني التقليدية في أريحا	132
3.5	خلاصة الفصل	136
	الفصل السادس: إحياء العمارة الطينية في أريحا	**138**
1.6	التجربة الفلسطينية في إعادة إحياء العمارة الطينية	140
1.1.6	تجربة الضفة الغربية	140
2.1.6	تجربة غزة	150
2.6	تقييم التجربة الفلسطينية في إعادة إحياء العمارة الطينية في فلسطين	154
3.6	الطريقة المثلى لإحياء العمارة الطينية في أريحا	161
1.3.6	التقنيات التي يمكن استخدامها في العمارة المعاصر لأريحا	162
2.3.6	طرق حل مشاكل البناء الطيني	163
4.6	خلاصة الفصل	185
	الفصل السابع: النتائج والتوصيات	**186**

الرقم	الموضوع	الصفحة
1.7	النتائج	187
1.1.7	النتائج المتعلقة بمادة الطين واستخدامها في البناء	187
2.1.7	النتائج المتعلقة بالبناء بالطين في فلسطين	189
2.7	التوصيات	191
1.2.7	التوصيات على مستوى البحث العلمي والتعليم الجامعي	192
2.2.7	التوصيات على مستوى السياسات والتشريعات	193
3.2.7	التوصيات على مستوى المؤسسات الرسمية والجهات الداعمة للعمـــارة الطينية.	193
4.2.7	التوصيات على مستوى الثقافة والإعلام	194
	قائمة المصادر والمراجع	**195**
	Abstract	**b**

فهرس الصور

الرقم	الصورة	الصفحة
صورة (3: 1)	قولبة وتجفيف الطوب اللبن في اليمن	31
صورة (3: 2)	مدينة شبام	33
صورة (3: 3)	مركز "Nk'Mip" الثقافي الصحراوي، في كندا	42
صورة (3: 4)	مكبس آلي لإنتاج الطوب الطيني المضغوط	44
صورة (3: 5)	منظر عام لمسجد المدي في الرياض	48
صورة (3: 6)	استخدام اللفائف بدلا من الأكياس المنفردة في البناء بتقنية الأكياس الطينية	50
صورة (3: 7)	تركيب الإطارات الخشبية للفتحات في جدران الأكياس الطينية	51
صورة (3: 8)	عيادة في الفلبين مبنية بتقنية الأكياس الطينية	52
صورة (3: 9)	استخدام الطوبار في أقبية أكياس الطين	52
صورة (3: 10)	كرات الطين المستخدمة في تقنية cob	56
صورة (3: 11)	نموذج لبيت بتقنية "Cob"	57
صورة (3: 12)	طريقة البناء بتقنية Wattle and Daub	59
صورة (3: 13)	لفائف الطين المستخدمة في تقنية الهيكل الخشبي	60
صورة (3: 14)	طوب طيني محروق مصمت ومفرغ	61
صورة (3: 15)	مرونة التشكيل في الواجهات باستخدام الطوب الطيني المحروق	62
صورة (3: 16)	قرية ماطماطا التونسية المحفورة بالأرض	66
صورة (3: 17)	التفاصيل البنائية في الأسقف الطينية المستوية	67
صورة (3: 18)	الأقبية الطينية في معبد رمسيس الثاني في مصر	70
صورة (3: 19)	تخطيط شكل القبو على الجدار الساند وتشذيبه	71
صورة (3: 20)	إنشاء المدماك الأول والثاني في القبو النوبي	72
صورة (3: 21)	توالي إنشاء المداميك في القبو النوبي	72
صورة (3: 22)	إدخال الحشوات الجافة بعد اكتمال أول حلقة في القبو النوبي	73
صورة (3: 23)	تكرار الحلقات المائلة في القبو النوبي	73

الرقم	الصورة	الصفحة
صورة (4: 1)	طوب على شكل سيجار	79
صورة (4: 2)	جدار مبني من طوب اللبن" السيجار" في تل السلطان – العصر الحجري الحديث قبل الفخاري	79
صورة (4: 3)	جدار مبني من طوب اللبن " الكعكة " – تل السلطان ويرجع إلى الألف السادس قبل الميلاد	80
صورة (4: 4)	صومعة للتخزين مبنية من طوب اللبن ذو الشكل المتطاول	80
صورة (4: 5)	جدار مبني من اللبن في تل الفارعة الشمالي	84
صورة (4: 6)	بقايا برج ومنطقة سكنية من طوب اللبن– تل السلطان أريحا	86
صورة (4: 7)	بوابة تل القاضي	88
صورة (4: 8)	نظام التحصينات الترابية المنزلقة "Glacis" في تل يوكنعام	88
صورة (4: 9)	بقايا حمام روماني – مار الياس	92
صورة (4: 10)	صوامع تخزين مبنية من الطوب المشوي (الطابوق) تل السلطان – أريحا	93
صورة (4: 11)	جدران من طوب اللبن – خربة الملطاع – شمال النقب الفلسطيني	94
صورة (4: 12)	منطقة الحمام في قصر هشام – أريحا	95
صورة (4: 13)	أرضية المسجد العباسي مرصوفة بالطوب المشوي	96
صورة (4: 14)	المباني الطينية والحجرية في أريحا في أواخر القرن التاسع عشر	97
صورة (4: 15)	لبيوت طينية بأسقف من القرميد في أريحا– أواخر القرن التاسع عشر	98
صورة (5: 1)	منظر عام لمخيم عقبة جبر بمبانيه الطينية	108
صورة (5: 2):	طريقة بناء جدران اللبن	111
صورة (5: 3)	بيت طيني بسقف مستوي قليل الميلان في طواحين السكر– أريحا	112
صورة (5: 4)	سقف جملوني لمبنى طيني عند المدخل الجنوبي لمدينة أريحا	113
صورة (5: 5)	مظلة خشبية تتقدم بيت عبد الله ذريعات في النويعمة	114
صورة (5: 6)	سقف بيت عبد الله ذريعات من الداخل – النويعمة	116

الرقم	الصورة	الصفحة
صورة (5: 7)	تشققات في الجدران الطينية منزل عبد الله ذريعات	116
صورة (5: 8)	الواجهة الأمامية لبيت بخيت ذريعات في النويعمة	117
صورة (5: 9)	الواجهة الأمامية لبيت أبو علي المصري	119
صورة (5: 10)	منظر عام لمسجد النويعمة في الوقت الحاضر	121
صورة (5: 11)	سقف مسجد النويعمة من الداخل.	122
صورة (5: 12)	منظر عام لبيت أم علي حوّاش في مدينة أريحا	123
صورة (5: 13)	فندق القصر الشتوي في مدينة أريحا عقب زلزال 1927م	124
صورة (5: 14)	فندق القصر الشتوي في مدينة أريحا	125
صورة (5: 15)	الدرج الداخلي في فندق القصر الشتوي – مدينة أريحا	125
صورة (5: 16)	المرحلة الأولى من إنشاء سقف الطابق الأرضي في فندق القصر الشتوي	126
صورة (5: 17)	المرحلة الثانية من إنشاء سقف الطابق الأرضي في فندق القصر الشتوي	126
صورة (5: 18)	المرحلة الثالثة من إنشاء سقف الطابق الأرضي في فندق القصر الشتوي	126
صورة (5: 19)	التأسيس لتمديدات المياه في سقف الطابق الأرضي لفندق القصر الشتوي – مدينة أريحا	127
صورة (5: 20)	بيت طيني ذو سقف قرميد	127
صورة (5: 21)	طريقة إنشاء سقف الطابق الأرضي وأرضية الطابق الأول في بيت القرميد– مدينة أريحا	128
صورة (5: 22)	استخدام التربة الحورية في قصارة واجهات بيت القرميد – مدينة أريحا	128
صورة (5: 23)	منظر عام لبيت العلمي في أريحا	129
صورة (5: 24)	المبنى الخرساني المضاف للجزء الطيني في بيت العلمي	130
صورة (5: 25)	مبنى من الطين المدكوك المدعم بالخشب وسط مدينة أريحا	131
صورة (5: 26)	تأثير الأمطار على الأجزاء السفلية من الجدران الطينية في أريحا	133

الرقم	الصورة	الصفحة
صورة (5: 27)	تقوس الجسور الخشبية وتشقق الجدران الداخلية الناتج عن تسرب مياه الأمطار	133
صورة (5: 28)	تأثير إضافة مبنى خرساني ملاصق للمبنى الطيني في تدهور حالته الإنشائية	135
صورة (6: 1)	مبنى مركز عقبة جبر النسوي	141
صورة (6: 2)	إنشاء قاعدة حجرية فوق القاعدة الخرسانية المسلحة في مطعم الديوك	142
صورة (6: 3)	إنشاء الأقواس في مركز الديوك النسوي.	143
صورة (6: 4)	مبنى مركز الديوك قبل عملية القصارة.	144
صورة (6: 5)	مبنى التوعية البيئية في حديقة القيقب	145
صورة (6: 6)	منظر عام لبيت القمر في أريحا	146
صورة (6: 7)	استخدام القواعد الحجرية في بيت القمر في أريحا	147
صورة (6: 8)	جانب من مرحلة الترميم في مشروع أسامة حمدان في أريحا	148
صورة (6: 9)	المكبس الهيدروليكي المستخدم في مشروع أسامة حمدان في أريحا.	149
صورة (6: 10)	طوب طيني مضغوط باستخدام تربة ذات محتوى عال من الطين.	150
صورة (6: 11)	مبنى طيني حديث في غزة.	152
صورة (6: 12)	مركز الشرطة في بيت لاهيا باستخدام الطوب اللّبن	153
صورة (6: 13)	العرقة الخرسانية في مطعم الديوك	157
صورة (6: 14)	تشققات وشروخ حول أقواس الطوب الطيني في مركز الديوك النسوي	157
صورة (6: 15)	شرخ رأسي في أقواس الطوب الطيني في مركز الديوك النسوي	158
صورة (6: 16)	شرخ رأسي في أقواس الطوب الطيني في مركز الديوك النسوي	158
صورة (6: 17)	ظهور الرطوبة في الأجزاء السفلية من جدران مبنى عقبة جبر النسوي	159

الرقم	الصورة	الصفحة
صورة (6: 18)	خدوش وحفر في الطوب الطيني لواجهات مركز عقبة جبـــر النسوي	159
صورة (6: 19)	أبواب واسعة من الزجاج الشفاف في مركـــز عقبـــة جبـــر النسوي	160
صورة (6: 20)	اســـتخدام نظـــام Integral Masonry Systems" " فـــي المباني الطينية	175

فهرس الأشكال

الرقم	الشكل	الصفحة
شكل (2: 1)	هرم التربة	13
شكل (2: 2)	اختبار السيجار	16
شكل (2: 3)	اختبار المقاومة في الحالة الجافة	17
شكل (2: 4)	السعة الحرارية النهارية لمواد البناء	19
شكل (2: 5)	تأثير إضافة الاسمنت على مقاومة الطين لقوى الضغط	26
شكل (2: 6)	تأثير إضافة الجير على مقاومة الطين لقوى الضغط	27
شكل (3: 1)	مسقط أفقي ومقطع رأسي لبيت في مدينة شبام	34
شكل (3: 2)	مبدأ الإنشاء بطريقة الطين المدكوك "Rammed Earth"	37
شكل (3: 3)	مبدأ القوالب الدينامكية المنزلقة في تقنية الطين المدكوك	38
شكل (3: 4)	استبدال القالب بجدران من الطوب الطيني أو الخشب	38
شكل (3: 5)	أشكال الطوب الطيني المضغوط	47
شكل (3: 6)	استخدام الشبك المعدني والمرابط المعدنية في تـــدعيم جـــدران الأكياس الطينية.	51
شكل (3: 7)	مقطعان عرضي وطولي في سقف مائل	68
شكل (3: 8)	الشكل المثالي للقبو الطيني وطريقة انتقال القوى فيه	70
شكل (3: 9)	طريقة تركيب القبو الطيني	74
شكل (3: 10)	استخدام مؤشر دوراني على ذراع متحرك للتغلب على مشاكل القبة النوبية	76
شكل (4: 1)	مسقط رأسي وآخر أفقي لبيوت تل أبو مطر	82
شكل (4: 2)	التحصينات في تل دور	90
شكل (4: 3)	مسقط أفقي للمسجد العباسي – قصر هشام	96
شكل (5: 1)	المعدل الشهري لدرجات الحرارة في محافظة أريحا في الفترة مابين (1982–2007م)	104
شكل (5: 2)	التفاوت الكبير في المعدل الشهري للأمطار والتبخر في الفترة مابين (1969–1992م) في أريحا	105
شكل (5: 3)	مسقط أفقي لبيت عبد الله ذريعات في النويعمة	115

الرقم	الشكل	الصفحة
شكل (5: 4)	مقطع رأسي (A-A) في بيت عبد الله ذريعات في النويعمة	115
شكل (5: 5)	مسقط أفقي لبيت بخيت ذريعات في النويعمة	117
شكل (5: 6)	مقطع راسي في بيت بخيت ذريعات في النويعمة	118
شكل (5: 7)	تفصيلة في سقف بيت بخيت ذريعات في النويعمة	118
شكل (5: 8)	تفصيلة في أرضية بيت بخيت ذريعات في النويعمة	119
شكل (5: 9)	مسقط أفقي لبيت أبو علي المصري	120
شكل (5: 10)	مقطع رأسي في بيت أبو علي المصري	120
شكل (5: 11)	المسقط الأفقي لمسجد النويعمة المقترح في الترميم	121
شكل (5: 12)	مقطع توضيحي لطبقات السقف في مسجد النويعمة	122
شكل (5: 13)	المسقط الأفقي للطابق الأرضي في بيت العلمي المعد للترميم	131
شكل (6: 1)	نموذج لأساسات وقاعدة مبنى طيني مقاوم للقوى الواقعة عليه	165
شكل (6: 2)	استخدام تقاطع الجدران بزوايا مكسوحة لزيادة ثبات الجدار الطيني	168
شكل (6: 3)	شكل العرقات العلوية للفتحات وأفضلها بالنسبة للتصميم الزلزالي	169
شكل (6: 4)	استخدام مواد مختلفة في إنشاء جسور الربط فوق الجدران الطينية	169
شكل (6: 5)	أنماط مختلفة لاستخدام شبكة من الألواح الخشبية أو القضبان المعدنية في إنشاء جسور الربط	170
شكل (6: 6)	استخدام الدعامات الرأسية بين الفتحات وعند تقاطع الجدران وزوايا المبنى	170
شكل (6: 7)	استخدام التسليح الرأسي في جدران الطوب ذو الشكل الاعتيادي	171
شكل (6: 8)	استخدام طوب طيني مضغوط بأشكال خاصة لتأمين التسليح الأفقي والرأسي	172
شكل (6: 9)	طريقة تركيب الشبك المعدني فوق الجدار الطيني	173
شكل (6: 10)	استخدام مطاط إطارات السيارات المستخدمة في تدعيم المباني الطينية	174

الرقم	الشكل	الصفحة
شكل (6: 11)	تصميم آمن إنشائيا لقاعدة القبو	177
شكل (6: 12)	الإجراءات الوقائية لحماية المبنى من ماء المطر	179
شكل (6: 13)	نظام معالجة عتبات النوافذ العلوية والسفلية لتصـــريف الميـــاه بعيداً عن الواجهات	180

فهرس الخرائط

الرقم	الخريطة	الصفحة
خارطة (4: 1)	خارطة فلسطين يظهر عليها المواقع التي استخدمت فيها العمارة الطينية	78
خارطة (5: 1)	موقع أريحا بالنسبة للضفة الغربية	102
خارطة (5: 2)	طبوغرافية أريحا	103
خارطة (5: 3)	أنواع التربة في أريحا	107

تطوير تقنيات البناء بالطين في المسكن المعاصر" حاله دراسية أريحا "

إعداد

ميساء محمد عبد الخالق جبارة

إشراف

د. حسن القاضي

الملخص

شكَّل الطين أحد المواد الأساسية للبناء في بلدان كثيرة من العالم، لقرونٍ عديدة، لكنه تراجع بعد ظهور مواد البناء الحديثة كالإسمنت، إضافةً لما واجهته المنشآت الطينية لبعض المشاكل الإنشائية، لكن في ظل تنامي الحاجة إلى تحقيق عمارة مستدامة، ظهرت الكثير من المحاولات العالمية الحديثة لإعادة استخدام الطين في البناء من جديد، وذلك بإجراء الأبحاث والدراسات والاختبارات العلمية، التي من شأنها أن تعزز خواصّه الإيجابية وتقلل من سلبياته، وبناءً على ذلك جاءت هذه الدراسة لتلقي الضوء على العمارة الطينية التي زخرت فيها فلسطين على مر العصور؛ في محاولةٍ لتحقيق عمارة طينية مستدامة، وآمنة إنشائياً، في منطقة أريحا.

خلصت الدراسة إلى عدد من النتائج أهمها: أن مادة الطين غير موحدة المواصفات، لاختلاف أنواع التربة ومركباتها، وقد تعددت تقنيات البناء بالطين في فلسطين، وانتشرت في أرجاءٍ واسعة منها منذ العصور الحجرية، لكنها تركزت فيما بعد في المناطق الجافة كمنطقة الغور وعلى رأسها أريحا، والتي جاءت المباني الطينية التقليدية فيها متوافقة مع بيئتها، وتميزت بأسقفها المائلة والمستوية، فيما ندر وجود القباب فيها، أما في الخمس سنوات الأخيرة ظهرت عدد من المحاولات لإعادة إحياء تلك العمارة من جديد، لكن هذه المحاولات مازالت بحاجة إلى التطوير؛ لاسيما بسبب قلة الخبرات الفنية في هذا المجال، وندرة الأبحاث والدراسات المحلية، لذلك فإن نجاح إعادة البناء في الطين في أريحا، يتوقف على مدى أمنها الإنشائي وتلبيتها لحاجات مستخدميها وانخفاض تكلفتها، ومراعاتها للظروف البيئية الموجودة فيها، والتي يمكن تحقيقها استناداً إلى التجارب العالمية الناجحة، وبالاستفادة من العوامل التي ضمنت لهذه العمارة الديمومة لقرونٍ طويلة، وبالاستعانة بالموروث التقليدي، الذي يمثله عددٌ كبير من النماذج

المعمارية في أريحا، وتعتبر تقنية الطوب المضغوط أكثر ملاءمة للعمارة المعاصرة؛ لمميزاتها الإنشائية الواسعة.

أوصت الباحثة بعددٍ من التوصيات لذوي العلاقة، أهمها: إنشاء مختبـــرات متخصصـــة بإجراء الاختبارات الدقيقة على مادة الطين، وإدخال هذه المادة ضمن المناهج التعليمية في كليات الهندسة في الجامعات المحلية، وضرورة التعاون مع الجامعات العالمية في هذا المجال، والحاجة إلى استحداث كود بناء خاص بالبناء الطيني، وإنشاء مصنع للطوب الطيني المضـــغوط وفـــق المعايير العالمية، علاوة على ضرورة نشر الوعي بين الناس بالمزايا المستدامة للطين، وذلـــك من خلال عقد الندوات وإقامة المعارض، وتقديم التسهيلات الممكنة للتشجيع على استخدامه في البناء.

الفصل الأول

مقدمة الدراسة ومنهجيتها

الفصل الأول

مقدمة الدراسة ومنهجيتها

1.1 المقدمة

اهتدى الإنسان إلى استخدام الطين كمادة أساسية للبناء، منذ ما يزيد عن عشرة آلاف عام، في أماكن مختلفة من العالم، موزعةً على جميع القارات[1]، وقد استمر استخدامه في مختلف الحضارات، حيث دلّت الحفريات الأثرية على وجود آثارٍ لعمارة طينية في حوض نهر دجلة، يعود تاريخها إلى أكثر من (7500 ق.م)، ومصاطب طينية في صعيد مصر، يتجاوز عمرها الخمسة آلاف عام، ويُذكر أيضاً، أن أجزاءً كبيرة من برج بابل، وسور الصين العظيم، أُنشِئت باستخدام الطين، إضافةً إلى عددٍ كبير من المعابد والزيقورات الرافدية، والممالك السورية القديمة[2]، كما وُجِدت آثار المباني الطينية في مدينة أريحا القديمة (تل السلطان)، الذي يعود بتاريخه إلى الألف الثامن قبل الميلاد، وتمثل المدن اليمنية القديمة أيضاً، ولاسيما مدينة شبام، الشامخة بأبراجها الطينية التاريخية- التي مازالت ماثلةً إلى الآن منذ مئات السنين- خير مثالٍ على ديمومة هذه المادة، وخواصها الإنشائية[3]، أما في أوروبا، فقد شهدت المنشآت الطينية ازدهاراً واضحاً، منذ القرن الثامن عشر إلى نهايات القرن التاسع عشر، فيما أعيد إحياؤها عقب الحروب العالمية، في القرن العشرين لإيواء مشردي الحرب ممن فقدوا بيوتهم، حيث يشهد أكثر من عشرة آلاف مسكن طيني في ألمانيا على ذلك[4].

وتعتبر مادة الطين واحدة من أهم المواد، التي يمكن استغلالها، في المباني المستدامة الصديقة للبيئة، وذلك لتوافرها في الطبيعة، وإمكانية تدويرها دون إحداث تلوث، وامتلاكها لخواصٍ فيزيائية جيدة، من حيث التوصيل الحراري، والمقاومة الحرارية وعاكسية الضوء[5]،

---

[1] الكسبي. 2010. ص.273

[2] خلوصي. ص15.

[3] الكسبي.2010. ص274.

[4] Berge. 2009. p123.

[5] Norton. 1997. p24.

علاوةً على خاصية التبادل الحراري موفرةً مبانٍ مريحة للإنسان، دون الحاجة إلى التدفئة والتبريد الميكانيكي، وقد استغل المعماري العربي حسن فتحي هذه الخواص في عمارته الشهيرة، في صعيد مصر، ذو الجو الحار نهاراً والبارد ليلاً، مستعيناً بذلك بالخبرات المحلية النوبية، في بناء القباب والأقبية بطريقةٍ فذّة دون الحاجة إلى استخدام أيٍ من أنظمة الطوبار[1].

إن نجاح العمارة الطينية التقليدية في العالم، وصمودها رغم المعضلات الكثيرة، التي تعاني منها، كضعف مقاومة الطين للقوى الواقعة عليها، وحساسيتها للرطوبة، يعزى إلى المهارة التقليدية القائمة على أسسٍ بسيطة، قوامها التجربة والتعلم من الخطأ، لكن مع مرور الزمن، وغياب الحرفيين، قلّ استخدام الطين في البناء، في أرجاءٍ واسعة من العالم، لكن في العقود الأخيرة، أدركت الكثير من الدول ضرورة الرجوع إلى الطين في مبانيها، وذلك لما يمتلكه الطين من خواصٍ مستدامة، على الصعيد البيئي والاقتصادي والاجتماعي، وهو ما يميزه عن كثيرٍ من مواد البناء الحديثة كالإسمنت، فسارعت إلى إيجاد قوانين وكودات تصميم خاصة بالعمارة الطينية (مجموعة من القواعد التي تحدد الحد الأدنى من المستوى المقبول لسلامة المنشأة)؛ للتقليل من نسبة الخطأ في تنفيذها، والاستفادة القصوى من مميزاتها، والحصول على عمارة طينية حديثة تدوم طويلاً، وكانت البداية لدى أستراليا في إصدار دليل إرشادي، وكود تصميم للمباني الطينية في (1952م)، وتبعتها ألمانيا ونيوزلندا وإسبانيا وأمريكا وزمبابوي فيما بعد[2]، وفي العقدين الآخرين، نشطت محاولات كثيرة لإعادة إحياء العمارة الطينية في أرجاء واسعةٍ من العالم، ففي أوروبا وأمريكا اللاتينية، أعدت الدراسات والخطط، لمشاريع الترميم والبناء الجديد، بناءً على أسسٍ علمية، وخططٍ ممنهجة بما يتناسب مع متطلبات العصر[3].

ومع تطور التكنولوجيا، تمكّن عددٌ من العلماء والمعماريين في العالم، من تطوير تقنيات البناء بالطين، والتقليل من عيوبه كمادة بناء[4]، بطرقٍ مختلفةٍ، إما بالممارسات الإنشائية أثناء

---

[1] فتحي.1988. ص85.

[2] Walker. 2003. pp616-618.

[3] Correia. 2008. p376.

[4] عبده.2010. ص431،432.

التنفيذ، مثل تسليح الجدران الطينية بموادٍ مختلفة، أو من خلال إضافة المثبتات للخلطة الطينية، علاوةً على التطوير على تقنيات البناء التقليدية، واستخدام تقنياتٍ حديثة، بحيث تصبح المباني الطينية أكثر ملاءمةً للظروف الجوية المختلفة، ومقاومةً للكوارث الطبيعية مثل الزلازل، حيث شهدت عددٌ من الدول تقنيات حديثة، ومتطورة للعمارة الطينية، كما هو الحال في الهند وبعض الولايات الأمريكية، حيث لم يعد مقتصراً استخدامه على المناطق الجافة فحسب[1].

وفي فلسطين فقد شاع قديماً استخدام الطين في البناء، حيث دلت الحفريات الأثرية، والدراسات التاريخية، على وجود آثارٍ لعمارةٍ طينيةٍ في مناطق متعددة، مثل النقب ومنطقة بئر السبع ومناطق عديدة في الساحل الفلسطيني، إلى جانب مناطق متفرقة في الشمال الفلسطيني، ولعلّ الغور الفلسطيني، من أكثر الأماكن التي انتشرت فيه العمارة الطينية، وعلى رأسها مدينة أريحا، فهي المدينة الفلسطينية الأقدم حضارياً، التي تضم مبانٍ طينية من أسوارٍ وحصون وقلاع وقصور وبيوت، منذ العصور الحجرية حتى وقتنا هذا، وذلك نظراً لموقعها الجغرافي، ومناخها الجاف الملائم للبناء بالطين[2]، ولكن تراجع البناء بالطين في أريحا، بعد ثمانينات القرن الماضي، حتى كاد أن يكون معدوماً، وذلك بسبب انتشار البيوت الإسمنتية، ولأن الأولى لم تعد قادرةً على تلبية احتياجات المجتمع المعاصرة، لكن في الخمس سنوات الأخيرة عادت فكرة البناء بالطين إلى الوجود من جديد، من خلال عددٍ من المشاريع المحدودة، في غزة وأريحا، لكنها مازالت بحاجة كبيرة إلى التطوير والدراسة؛ كي تؤدي وظيفة المبنى الآمن والمستدام، الذي يلبي حاجات المجتمع، والسبيل إلى ذلك يكون من خلال الاستفادة من نقاط القوة التي تتمتع بها العمارة التاريخية والتقليدية، وتطبيق الحلول الجديدة والمبتكرة، المستخدمة في العالم، بناءً على الدراسات والتجارب العلمية.

2.1 مشكلة الدراسة

مما لاشك فيه أن تحقيق العمارة المستدامة، بات من أهم الحلول المتبعة في العالم؛ للنهوض بالظروف المعيشية للإنسان، في كافة جوانبها البيئية والاقتصادية والاجتماعية، وذلك

[1] الكسبي.2010. ص276.

[2] The Archeological Encyclopedia Of The Holy Land. 1986. pp194-196.

في ظل التلوث البيئي الذي تساهم به مواد البناء الحديثة كالإسمنت، وضعف مستوى الراحة الحرارية في المباني الإسمنتية، علاوةً على ارتفاع التكلفة الإنشائية والتشغيلية لها، والتي تثقل العبء الاقتصادي على مستوى الأفراد والدول، وتتحقق العمارة المستدامة، من خلال إتباع عددٍ من الإجراءات الهامة، والتي من ضمنها استخدام مواد البناء المستدامة؛ للتقليل من تكلفة الحصول عليها والحد من التلوث الناتج عنها، ويعتبر الطين أهم تلك المواد؛ لما تتمتع به من خواص الاستدامة، التي بدت جليةً في العمارة الطينية التاريخية والتقليدية في كل أرجاء العالم، والتي تسعى العديد من دول العالم المتقدم حالياً، إلى إعادة استخدامها لتحقيق أقصى درجات الاستدامة في مبانيها المعاصرة.

ولما كانت أريحا أصل الحضارة، والموطن الأول للعمارة الطينية منذ العصر الحجري، والتي استمرت إلى وقتٍ قريب، حتى أصبحت المباني الطينية التقليدية جزءاً لا يتجزأ من الطبيعة الخلابة، التي تمتاز بها أريحا عن غيرها من المناطق الفلسطينية، وبما أن المباني الطينية في أريحا صمدت لعقودٍ طويلة؛ لمناسبة مناخها الجاف والحار للبناء بالطين، حيث وفرت تلك المباني بيئةً معيشية لمستخدميها، لم تستطع المباني الإسمنتية الحديثة توفيرها، وأنشئت بتكاليفٍ بسيطة؛ لغنى أراضي أريحا بالتربة المناسبة للبناء، ولتكاتف المواطنين في إنشائها، مما أسهم في تعميق الترابط الاجتماعي في المنطقة، صار لزاماً التفكير جدياً، بإعادة الطين إلى صدارة مواد البناء في أريحا؛ لما يعانيه المواطن الفلسطيني بشكلٍ عام من ظروفٍ اقتصادية صعبة، ولما أحدثته المباني الإسمنتية من تشوه للمشهد الحضاري لأريحا، والحاجة الماسة إلى إنتاج عمارة مستدامة، تقلل من تلك المشاكل، لكن ذلك لا يمكن تحقيقه إلا من خلال دراسة احتياجات المجتمع المعاصر، وتلافي المشاكل التي تعرضت لها المباني الطينية التقليدية في أريحا، والمحافظة على مزاياها الإيجابية، وإدخال التطوير اللازم عليها، بالاستفادة من التكنولوجيا الحديثة في هذا المجال، والتجارب العالمية الناجحة، والدراسات العلمية.

من هنا تأتي أهمية هذه الدراسة، والتي ستلقي الضوء على مادة الطين كمادة بناء بديلة عن المواد الحديثة، والتعرف على خصائصها وتقنيات البناء بها في العالم، ومن ثم تحليل العمارة الفلسطينية الطينية، من خلال حالات دراسية تم أخذها من مدينة أريحا ومحيطها،

وتسليط الضوء على الإشكاليات التي رافقتها، وسببت العزوف عن استخدامها، في محاولةٍ للوصول إلى تطوير تقنيات البناء، وإعادة إحيائها من جديد بما يتوافق مع البيئة الطبيعية لأريحا، وبما يتلاءم مع احتياجات مواطنيها الاجتماعية والاقتصادية.

3.1 أهمية الدراسة ومبرراتها

ترجع أهمية هذه الدراسة ومبرراتها إلى النقاط التالية:

- دراسة مادة الطين كمادة بناء، وإبراز إيجابياتها وسلبياتها، وأماكن إستخدامها في فلسطين.
- التعرف على تقنيات العمارة الطينية الحديثة في العالم.
- توثيق ودراسة العمارة الطينة في أريحا (كحالة دراسية).
- البحث في سبل تطوير تقنيات البناء بالطين للمباني المعاصرة في أريحا؛ لتوفير بيئة مستدامة لمستخدميها.

4.1 أهداف الدراسة

تسعى الدراسة لتحقيق الأهداف التالية:

- تسليط الضوء على المزايا البيئية، والاقتصادية، والإنشائية للطين كمادة بناء.
- استغلال التطور التكنولوجي في عالم البناء؛ من أجل تحسين خواص الطين كمادة بناء مستدامة، وإمكانية إعادة إستخدامها في أريحا.
- إيجاد مرجع بحثي للعمارة الطينية في فلسطين.

5.1 خطة ومنهجية الدراسة

تم إتباع المنهج الوصفي التحليلي، في استعراض مشكلة البحث بتفاصيلها، والظواهر المرتبطة فيها، ومن ثم تحليل تلك المعلومات للوصول إلى نتائج تحمل الحلول المناسبة لتلك

المشكلة، وقد تم ذلك، من خلال دراسة مادة الطين كمادة بناء، من حيث تركيبها وخصائصها ومزايا البناء فيها، والعيوب التي تعاني منها المباني الطينية، واستعراض التقنيات التقليدية والحديثة للبناء بالطين، في العالم أجمع؛ للاطلاع على الإمكانيات الإنشائية والبيئية والاقتصادية والاجتماعية لمادة الطين، وما توصل إليه العلم الحديث في مجال الإنشاء الطيني، ومن ثم تم استعراض تاريخ البناء الطيني في فلسطين وتطوره، تلا ذلك تحليلاً لحالات دراسية لأنماط مختلفة من المباني الطينية في أريحا، من خلال المسح الميداني والرفع المعماري، وإجراء المقابلات الشخصية مع سكانها؛ للوقوف عن كثب على إيجابيات تلك المباني وسلبياتها، وتحديد الاحتياجات الاجتماعية للسكان؛ لرسم فكرة واضحة ذات علاقات مترابطة، لكل ما يختص بالبناء الطيني في أريحا، وبناءً على ذلك تم التوصل إلى عددٍ من الحلول المجربة عالمياً، والتي يمكن تطبيقها في منطقة الدراسة؛ للنهوض بالعمارة الطينية في أريحا، والتغلب على مشاكلها.

6.1 مصادر المعلومات

اعتمدت الدراسة على مصادر المعلومات المستقاة من العمل المكتبي والميداني والتي يمكن تفصيلها كالآتي:

(1) **المصادر المكتبية:** وتشمل الكتب والمراجع والدراسات والمقالات والأبحاث والرسائل الجامعية والوثائق والإحصاءات المتعلقة بموضوع الدراسة إضافة إلى المواقع الإلكترونية ذات الصلة.

(2) **المصادر الميدانية:** وتشمل المعلومات والبيانات التي تم جمعها من خلال المسح الميداني والتصوير والرفع المعماري إضافة إلى المقابلات الشخصية مع الأشخاص ذوو العلاقة.

7.1 الإشكاليات التي واجهت الباحثة

إن أهم المشاكل التي واجهت الباحثة، هو نقص المراجع العربية التي تناولت موضوع البناء بالطين، إضافة إلى عدم وجود دراسات سابقة عن العمارة الطينية في فلسطين، فكان الاعتماد في دراستها على نتائج الحفريات الأثرية، والمسح الميداني للمباني الطينية في أريحا،

والمقابلات الشخصية، كذلك فإنه لا يوجد سجل يوثق المباني الطينية في أريحا لـــدى البلديـــة، علاوةً على صعوبة الوصول إلى الحرفيين التقليديين في مجال البناء بالطين؛ لانقطاع العمل به منذ ما يزيد عن الثلاثين عاماً.

8.1 هيكلية البحث

تم تقسيم البحث إلى سبعة فصول، وقد تم ترتيبها، تـــدريجياً؛ لرســـم فكـــرةً واضـــحة ومتسلسلة لدى القارئ، وقد تم تناول هذه الفصول على النحو التالي:

الفصل الأول: مقدمة الدراسة ومنهجيتها

ضم هذا الفصل مقدمة عامة عن موضوع الدراسة، تناولت استخدام مادة البناء بـــالطين من حيث أماكن تواجده، وتاريخه في العالم، والإشارة إلى مزاياه الإيجابية، وخصوصية أريحـــا في استخدامه، كما ضم أيضاً مشكلة الدراسة وأهميتها، والأهداف المرجو تحقيقها، إضافة إلـــى استعراض منهجية البحث، كذلك فقد تم تحديد الإشكاليات، التي واجهت الباحثة أثناء الدراســـة، ومصادر المعلومات التي تم اعتمادها في تجميع مادة البحث.

الفصل الثاني: الطين كمادة بناء

تناول هذا الفصل مادة الطين من حيث: مركباتها، وخصائصـــها الإيجابيـــة والســـلبية، والمواد المضافة لتحسين خصائصها.

الفصل الثالث: التقنيات المستخدمة في المباني الطينية في العالم.

ضمّ هذا الفصل أهم التقنيات المستخدمة في المباني الطينية في العالم، وتحديـــد طـــرق البناء بكل منها، ومزاياها الايجابية والسلبية، واستعراض الأمثلة عليها.

الفصل الرابع: تطور العمارة الطينية في فلسطين عبر العصور

تم استعراض تاريخ العمارة الطينية في فلسطين، وتطورها عبر العصور، وإلقاء الضوء على الممارسات الإنشائية، التي ضمنت ديمومة هذه العمارة، في أنحاءٍ متعددة من فلسطين.

الفصل الخامس: العمارة الطينية الشعبية في أريحا

تناول هذا الفصل التقنيات التقليدية المتبعة في المباني الطينية في أريحا، من خلال عدد من الحالات الدراسية لمباني طينية، بأنماطٍ وتصاميم مختلفة، وقد تم تحليلها ميدانياً، ورسم المساقط الأفقية والرأسية لعددٍ منها، وتم تسليط الضوء على مزاياها الإيجابية، بناءً على المقابلات الشخصية مع ساكنيها، وتحديد أهم مشاكلها، والتي تسببت في انقطاع البناء بها.

الفصل السادس: إحياء العمارة الطينية في أريحا

جاء هذا الفصل كمحصلةٍ لما تم التوصل إليه في الفصول الخمسة السابقة؛ لوضع الرؤيا المستقبلية للعمارة الطينية في أريحا، حيث تم استعراض المحاولات الحديثة، للبناء بالطين في فلسطين، وتحليلها وتحديد إيجابياتها وسلبياتها، تلا ذلك استنتاج الصورة النمطية النموذجية، التي يجب إتباعها في مشاريع إحياء العمارة الطينية في أريحا، والتي قوامها الأمن الإنشائي، وتحقيق المتطلبات الاجتماعية والاقتصادية للسكان، والتناغم مع بيئة أريحا ومناخها وتضاريسها، باستخدام الحلول الإنشائية المختلفة، التي تم استنباطها من العمارة الطينية في العالم والعمارة التقليدية والتاريخية في فلسطين، التي تم دراستها وتحليلها في الفصول السابقة.

الفصل السابع: النتائج والتوصيات

تناول هذا الفصل أهم النتائج التي خلصت إليها الدراسة، وعرض بعض التوصيات لذوي العلاقة؛ من أجل الوصول إلى عمارة طينية مستدامة في أريحا في المستقبل.

الفصل الثانـي

الطين كمادة بنـاء

الفصل الثاني

الطين كمادة بناء

اعتمد الإنسان الطين كمادة بناء أساسية منذ أزمان بعيدة، في أجزاء واسعة من العالم، حتى غدت تلك المادة رمزاً لقدرة الإنسان على استغلال الموارد الطبيعية في البناء، ويشهد العالم الحديث نهضة واسعة في إعادة استخدام الطين كمادة بناء من قبل المعماريين والبنائين والمرممين، نظراً لإدراكهم لمحدودية تقنيات الإنشاء الجديدة في مواجهة مشكلة التضخم السكاني وتوفير المساكن الميسرة، ويقينهم بأن مادة الطين ستكون على الأرجح واحدة من أكثر الموارد الهامة المتاحة لإنشاء مساكن ميسرة بجودة إنشائية عالية[1]، فقد شهد العالم في الثمانينات من القرن العشرين نهضة في الرجوع إلى الطين كمادة بناء، خصوصاً في أوروبا وأمريكا الشمالية، جاء ذلك عقب المؤتمر المنعقد في باريس عام (1982) م، بعنوان "ممارسات البناء المندثرة للمستقبل "A forgotten Building Practice For Future" والذي تمحور أساساً حول إعادة استخدام مادة الطين في البناء، والتي تصنف كثاني أكثر مادة بناء انتشاراً في العالم بعد الخيزران، ويشكل قاطنو البيوت الطينية (30%) من سكان العالم[2].

لذلك هناك دراسات كثيرة لبحث مركبات الطين، ومزاياه البيئية والإقتصادية والإنشائية، إضافةً إلى دراسة سلبياتها وطرق التقليل منها، وهذا ما سيتم تسليط الضوء عليه في هذا الفصل.

1.2 أنواع التربة

توجد التربة في الطبيعة على شكل طبقات متتابعة، تحتوي كلٍ منها على أحد مكونات التربة الرئيسية أو خليط منها، وتختلف تلك المكونات ونسب تواجدها في التربة، تبعاً لاختلاف الصخور التي نتجت عنها، إضافة إلى المناخ الذي تتواجد فيه، ويُجمع معظم علماء التربة على تقسيم التربة إلى خمسة مكونات رئيسية هي: المواد العضوية والحصى والطين والطمي

[1] World heritage Earthen Architecture Program. 2009. p8.
[2] Berge. 2009. p123.

والرمل[1]، وتبعاً لذلك فإن أنواع التربة تختلف باختلاف المكون الرئيسي لها، والتي تكون على النحو التالي:

1. التربة العضوية (Organic Soil): التربة المحتوية على نسبة عالية من المواد العضوية وتكون في الغالب في الطبقة العلوية من الأرض، وهي غير مناسبة للبناء؛ بسبب تحلل المواد العضوية مع الزمن وإحداث مشاكل في البناء.

2. التربة الحصوية (Gravel Soil): التربة المحتوية على نسبة عالية من الحصى، وهي غير مناسبة للبناء لوحدها؛ لخلوها من المواد الرابطة[2].

3. التربة الطينية (Clay): التربة المحتوية على نسبة عالية من الطين، وهي ذات حبيبات ناعمة جداً، تمتاز بخاصية التلاصق في الحالة الرطبة والقسوة في حالتها الجافة.

4. التربة الرملية (Sand): التربة المحتوية على نسبة عالية من الرمل، وهي عبارة عن حبيبات صغيرة تؤخذ عادةً من مسحوق الكوارتز وتكون تلك الحبيبات منفصلة ومرئية بالعين المجردة[3].

5. تربة الطمي – السلتية أو الغرينية (Silt): وهي أشبه بالرمل، لكنها أكثر نعومة منه، بحيث لا يمكن رؤية الحبيبات منفصلة، ويعتبر الطمي المادة اللاصقة بين جزيئات التربة، والذي يعطي الطين خاصية التماسك[4].

وأنواع التربة المشار إليها متفاوتة من حيث حجم حبيبات، وأدقها حجماً هي حبيبات الطين بينما أكبرها حجماً هي حبيبات الحصى[5]، ويمثل الجدول التالي حجم الحبيبات لكل من مكونات التربة حسب المواصفات البريطانية للبناء في الطين.

---

[1].Baker'. 1988. p19.

[2] Hand book for building homes of earth. Peace Croos. Appropriate technologies for development.p9 (www.sadl.uleth.ca).

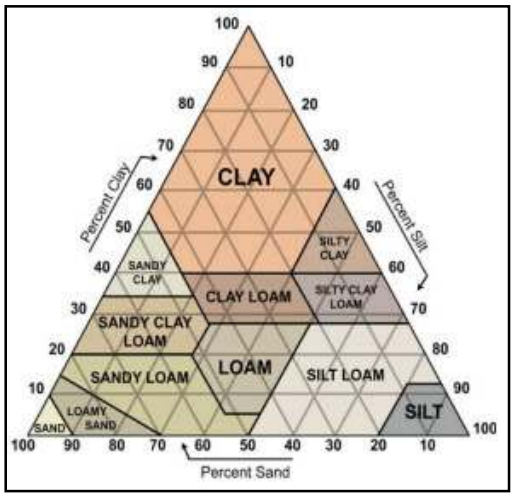
[3] Cillik. 2012. p11-12.

[4] العمارة الترابية. 2010. ص8.

[5].little. 2001. p15.

2.2 التربة كمادة بناء

من خلال التجربة العملية العالمية للبناء بالطين، فإن معظم المصادر التي تناولت هــذه التجربة تشير إلى أن أنسب أنواع التربة للبناء، هي التربة الطينية و الطمي (السلتية) والرملية، والتي يضاف إليها الحصى أحياناً، ويندرج تحت كل نوع من هذه الأنواع الثلاثة الأساسية للتربة سلسلة من أنواع التربة، التي تختلف باختلاف نسب مكوناتها من الطمي والطين والرمل، وقــد قسمت تلك الأنواع فيما يعرف بهرم التربة[1].



شكل (2: 1): هرم التربة (المصدر:.Cillik.2012.p11)

إن وجود مادة الطين "Clay" في التربة المعدة للبناء ضروري جــداً، بحيــث تشــكل جزيئات التربة الطينية المادة الرابطة الأساسية للخلطة، والتي يزداد تماسكها في حالتها الرطبة، لكن من سلبياتها هو حدوث التشققات عند جفافها، لذلك فإن وجود الرمل مهم جداً في التربــة؛ لاعتباره مادة مالئة حاملة "inert filler"، والتي تقلل من انكماش الطين عنــد جفافــه لتجنــب حدوث التشققات، أما الحصى فيوفر للخلطة الطينية خاصية الثبات، ويتم فصل مكونات التربــة كبيرة الحجم بالتنخيل، بينما يتم الحصول على المكونات الناعمة مثل الطــين بالترســيب، مــع مراعاة ضرورة الموازنة بين المكونات بحسب التقنية المستخدمة أو الظروف المحيطة بالبناء[2].

[1] Cillik. 2012. p11.

[2] little. 2001. p15. .

تختلف نسب خلط تلك المواد معاً باختلاف تقنية البناء المتبعة، والظروف المناخية المحيطة، وقد اعتاد الناس على الاستفادة من المباني الطينية القديمة لتحديد مكونات التربة التي وفرت لها خاصية الديمومة والمتانة[1]، وبحسب دليل أعمال ترميم المباني الطينية والحجرية في المملكة العربية السعودية، فإن أفضل أنواع التربة الملائمة للإنشاء هي تلك المحتوية على (25 -30%) من الطين والطمي و(70-75%) من الرمل والحصى الناعم[2].

3.2 طرق تحليل مكونات التربة

نظراً للتنوع الواسع لأنواع التربة الناتج عن اختلاف مكوناتها، يتم اللجوء إلى بعض الاختبارات اليدوية البسيطة لتحديد مركباتها، وفي حال فشل تلك الاختبارات، يتم اللجوء إلى الفحص المخبري، أما أهم الاختبارات اليدوية المألوفة عالمياً في فحص تربة البناء فهي:

أولاً: اختبار الرائحة (Smell test): إن التربة النقية عديمة الرائحة تتصف بخلوها من المواد العضوية وتكون مناسبة لاستخدامها في البناء[3].

ثانياً: اختبار اللون "Colour Test": تعتبر التربة ذات اللون الأصفر الغامق أو ذات اللون الأحمر المائل إلى اللون البني أفضل أنواع التربة المستخدمة في البناء؛ وذلك لاحتوائها على نسبة عالية من الحديد، فيما تعتبر التربة البيضاء المائلة إلى الرمادية أقل ملاءمةً للبناء، كذلك الأمر بالنسبة للتربة ذات اللون البني القاتم والمائل إلى الخضرة؛ لاحتوائها على نسبة عالية من المواد العضوية[4].

ثالثاً: اختبار غسل اليد "Hand Wash Test": ويكون ذلك بتحريك كمية من الطين المبلول في اليد حتى تتسخ، ومن ثم تغسل اليد بالماء لتنظيفها واستقراء النتائج، ففي حال سهولة تنظيف اليد دون ترك أي أثر، تكون التربة رملية، فيما الحاجة إلى بذل جهد أكبر قليلاً في تنظيف اليد تشير

---

[1] Baker'. 1988. p19.

[2] دليل أعمال ترميم المباني الطينية والحجرية.2009. ص10.

[3] Minke. 2006.p22.

[4] Baker'. 1988. p27.

إلى تربة الطمي، أما الحاجة إلى فرك اليد جيداً واستخدام الصابون في إزالة أثر الطين عن اليد، فتشير إلى أن التربة طينية[1].

رابعاً: التنخيل"Combined sieving": يتم تنخيل التربة بمناخل متدرجة من حيث حجم الفتحات لفصل المكونات بحسب حجم حبيباتها.

خامساً: الترسيب "Sedimentation":- تخلط عينة من التراب مع كمية كبيرة من الماء في وعاء زجاجي، ومن ثم تترك فترة زمنية كي تترسب التربة، حيث تتم عملية الترسيب على شكل طبقات، فيركد الحصى في الأسفل تعلوها حبيبات الرمل ومن ثم الطمي والطين، فيما تطفو المواد العضوية على سطح الماء[2].

سادساً: تحديد محتوى الماء في التربة"water content":- تحتوي التربة في وضعها الطبيعي على نسبة رطوبة تتراوح بين (10-23%)، وتكون التربة ذات المحتوى العالي من الرطوبة ذات نسبة عالية من مادة الطين، وللاستدلال على مدى رطوبة التربة يجب معرفة حجم الماء فيها، وذلك من خلال تعريض عينة من التربة موزونة مسبقاً للحرارة بدرجة (10°م)، ومن ثم إعادة وزن العينة بعد تبخر الماء منها، وفرق الوزن للعينة قبل تعريضها للحرارة وبعدها، يكون مساوياً لوزن الماء الموجود فيها[3].

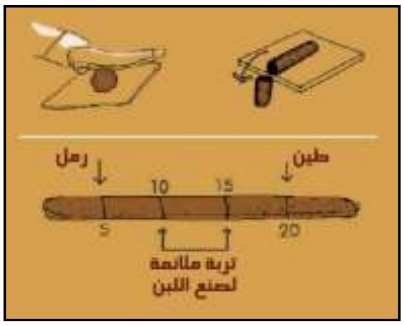
سابعاً: اختبار اللمس: ويتم ذلك بتفتيت عينة من التراب بعد التخلص من الحصى، وتحريك التراب في اليد، حيث تشير خشونة حبيبات التراب إلى التربة الرملية في حين تشير نعومتها والتصاقها بالأصابع إلى تربة الطمي، أما صعوبة تفتيت العينة وبطء ذوبانها في الماء وشدة التصاق حبيباتها الناعمة جداً تشير إلى التربة الطينية[4].

ثامناً: اختبار التماسك "Cohesion Test": يتم ذلك بتشكيل عجينة طينية في حالة اللدونة، وتشكيلها إلى ما يشبه السيجار بقطر يقارب(3سم) وبطول (20سم) على الأقل، على لوح خشبي

---

[1] Baker'. 1988. p27.
[2] Minke. 2006. p22.
[3] Berge. 2009. p127.
[4] العمارة الترابية.2010. ص11.

أو بلاستيكي، ومن ثم دفع العجينة الطينية ببطء بإتجاه الفراغ، يلي ذلك قياس طول الجزء المنفصل، ويعاد الاختبار ثلاث مرات وتسجل النتائج، فإذا كان طول الجزء المنفصل من السيجار (5سم) أو أقل تكون نسبة التربة الرملية في العينة عالية جداً، أما إذا كان طول الجزء المنفصل من السيجار مابين(10–15سم) تكون التربة ملائمة لإعداد الطوب الطيني (اللَّبِن)، أما إذا كان طول الجزء المنفصل من السيجار أكثر من (15سم) تكون نسبة الطين في العينة مرتفع جداً[1].

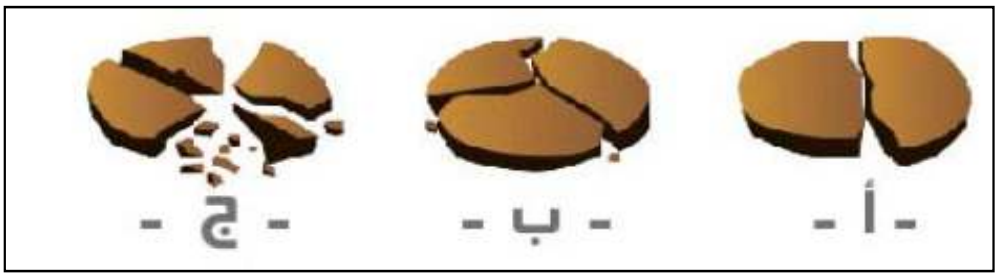


شكل (2: 2): اختبار السيجار (المصدر: العمارة الترابية.2010.ص12)

تاسعاً: اختبار المقاومة في الحالة الجافة "Resistance Test": يتم تشكيل قرص من العجينة الطينية وتجفيفها في الفرن أو بأشعة الشمس، ومن ثم محاولة الضغط عليها براحة اليد وكسرها، ومحاولة تحويلها إلى بودرة؛ لاستقراء النتائج، ففي حالة كسرها بصعوبة مرافقاً لحدوث صوت ناتج عن الكسر، وعدم القدرة إلى تحويلها إلى بودرة، كما في الشكل رقم (2:3–أ) فإن العينة تكون من التربة الطينية الخالصة، وهذا يعني أنها ذات مقاومة عالية للكسر في الحالة الجافة، لكن إذا كانت العينة متوسطة المقاومة للكسر، ويمكن تحويلها إلى بودرة كما في الشكل (2:3– ب)، فإن العينة تكون عبارة عن تربة طينية ذات نسبة عالية من الطمي أو طينية رملية، ذات مقاومة متوسطة لقوى الكسر، لكن في حال سهولة كسر العينة وسحقها إلى بودرة، كما في الشكل رقم (2:3– ج) فإن العينة تكون من تربة الطمي أو التربة الرملية ذات نسبة ضئيلة من الطين[2].

[1] العمارة الترابية. 2010. ص12.

[2] المرجع السابق. ص14.



شكل (2: 3):اختبار المقاومة في الحالة الجافة (المصدر: العمارة الترابية.2010.ص14)

عاشراً: فحص الثبات"Consistency test": يتم فحص ثبات التربة بأخذ عينة من التربة الرطبة، وتشكيلها إلى كرة بقطر(2 – 3سم)، ومن ثم تحويلها إلى خيط رفيع بقطر(3ملم)، وفي حال إنقطاع الخيط أو حدوث تشققات كبيرة فيه قبل الوصول إلى قطر(3ملم)، يتم ترطيب العينة تدريجياً؛ لضمان عدم انكسارها، بعد ذلك يتم إعادة تشكيل خيط الطين الناتج إلى كرة؛ لاستقراء نتائج الثبات، ففي حال استحالة إعادة تشكيل الخيط إلى كرة تكون التربة ذات نسبة عالية من الرمل ونسبة منخفضة جداً من الطين، أما تشكيل الكرة وصعوبة سحقها باليد تشير إلى أن العينة ذات نسبة عالية من الطين، في حين أن تشكيل الكرة وسهولة سحقها باليد يشير إلى احتواء التربة على الطين بنسبة ضئيلة[1].

4.2 مزايا البناء بالطين

يحقق الطين مزايا متعدد للبناء إذا أُحسن استخدامه بشكلٍ صحيح، ويمكن تقسيم تلك المزايا إلى مزايا بيئية ومزايا إنشائية وأخرى اقتصادية.

أولاً: المزايا البيئية: يمتلك الطين خصائص جيدة بيئياً تساهم في إنشاء مباني مستدامة، وأهم تلك الخصائص:

أ- المنشآت الطينية قليلة استهلاك الطاقة: لا تستهلك المنشآت الطينية الكثير من الطاقة في كل مراحلها، حيث أن المواد الأولية تكون موجودة غالباً في الموقع، ويتم تحضيرها باستخدام أدوات ومعدات بسيطة؛ لاعتمادها على الأيدي البشرية أكثر من اعتمادها على

[1] Minke. 2006. p23.

الآلة، وتشكل قيمة الطاقة الإنتاجية الأولية لتحضير متر مكعب واحد من الطين (1%) من الطاقة التي يحتاجها إنشاء متر مكعب واحد من الخرسانة العادية، و(0.3%) من الطاقة اللازمة لإنتاج متر مكعب واحد من الخرسانة المسلحة[1]، وعلاوةً على ذلك فإن المنشآت الطينية توفر بيئة حرارية داخلية مريحة، لا تحتاج إلى طاقة كبيرة لتكييف المبنى[2].

ب- مادة الطين قليلة المخلفات والكربون المنبعث:- لا ينتج عن استخدام الطين في البناء مخلفات ضارة، كما يمكن إعادة تدوير المنشآت الطينية- بما تحتويه أيضاً من مواد مضافة كالقش - غير المرغوب فيها إلى الطبيعة، ويتم ذلك باستخدام المؤثرات الطبيعية كالأمطار دون الحاجة إلى القوة الميكانيكية، كما يمكن إعادة استخدامها في البناء مرة أخرى، لذلك فإن غالبية تقنيات البناء بالطين الخام غير المحروق، تعتبر أقل مواد البناء في التسبب في إحداث تلوث للبيئة المحيطة، إذ ينحصر التلوث الناتج عنها بالغبار فقط، وتعتبر المنشآت الطينية أيضاً قليلة انبعاث الكربون في كل مراحل حياتها، مقارنةً مع المنشآت التي استُخدمت فيها مواد بناء أخرى كالإسمنت مثلاً[3].

ت- الراحة الحرارية داخل المباني الطينية:- تحقق المباني الطينية الراحة الحرارية للإنسان؛ وذلك لامتلاكها عدداً من المزايا الحرارية أهمها:

أ-معامل نفاذ حراري منخفض وموصلية حرارية متدنية:-

تنتقل الحرارة من الخارج لداخل المباني ذات درجة الحرارة الأقل، ويعتمد مقدار التدفق الحراري بين الخارج والداخل على المساحة المعرضة لانتقال الحرارة من سطح الجدار ومقدار النفاذ الحراري لمادة البناء، ولتحقيق راحة حرارية داخلية يجب زيادة العزل الحراري للجدار والذي يتم بخفض معامل النفاذ الحراري قدر الإمكان من خلال زيادة سماكة الجدار، واختيار

[1] الكسبي. 2010. ص275.

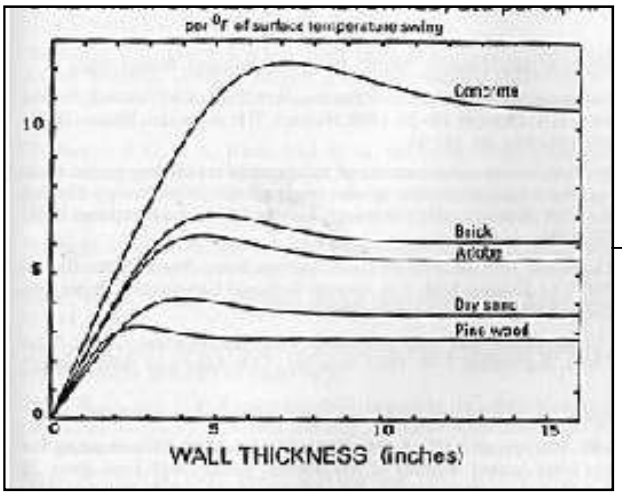
[2] Sue. 2007. pp311-12.

[3] Berge. 2009. p122.

مادة بناء ذات موصلية متدنية للحرارة أي تقاوم انتقال الحرارة خلالها، ويعتبر الطين أحد هـذه المواد، لذلك تعتبر مادة مناسبة للمناطق الحارة لتوفير أجواء معتدلة داخل المباني[1].

ب- مادة الطين ذات كتلة حرارية مرتفعة "High Thermal Mass":

المنشآت الطينية ذات الكثافة العالية تمتلك كتلة حرارية مرتفعة تمكنهـا مـن اختـزان الحرارة أثناء الجو الحار، وإطلاقها عند انخفاض درجة الحرارة في الخارج، مما يسـاعد فـي توفير جو داخلي مريح نهاراً وليلاً في الصيف والشتاء، وتتحقق هذه الميزة في أي مكانٍ علـى اختلاف البيئات الحرارية مع ضرورة مراعاة اختلاف التصميم من منطقة إلى أخرى[2]، وتزداد قدرة الجدار على امتصاص الحرارة أثناء النهار وبثها في فترة الليل- والتي تعـرف بالسـعة الحرارية النهارية "DHC"-، بزيادة سماكة الجدار ولكنها تنخفض قليلاً عند سماكة (5 انش أي ما يعادل 12.7سم) وتثبت عند سماكة (15سم)، حيث يبلغ أقصى مقدار للسعة الحرارية لجـدار من اللطوب الطيني المجفف"Adobe" تقريباً (35wh/c°m²)، مما يعني أن زيادة سماكة الجدار أكثر من ذلك سيكون لدواعي إنشائية وليس حرارية[3].



شكل (2: 4): السعة الحرارية النهارية لمواد البناء (المصدر: Addington.2001.p15)

[1] فتحي. 1989. ص81.

[2] Sue. 2007. p311.

[3] Addington. 2001. p15.

ت- مادة الطين منظم جيد لدرجة الرطوبة الداخلية للمبنى:

من مزايا الطين قدرته على امتصاص الرطوبة الداخلية الزائدة وإعادة إطلاقها في وقتٍ لاحق عندما يكون الجو الداخلي أكثر جفافاً، وهذه الخاصية تقلل من تكاثف الماء على الجدران الطينية، الذي يشجع نمو الفطريات[1].

ث- مقاومة الحريق"Fire Resistance":

تمتاز المباني الطينية في الغالب بمقاومة عالية للحريق، إلا في الحالة التي يشكِّل فيها الخشب والألياف نسبة مرتفعة فيها، لكن بالإشارة إلى المعايير الألمانية للمباني الطينية، فإنها تعتبر مقاومة للحريق حتى في حالة احتوائها على نسبة عالية من الألياف إذا كانت كثافة الطين أكثر من (1700كغم/م²)، كما يمكن زيادة مقاومة المبنى الطيني المحتوي على نسبة عالية من الألياف، في حال إضافة نسبة معينة من الجير أو الجبس إلى الخلطة الطينية[2].

ج- مضاد للسموم"Detoxifying Effect": يعتبر الطين مادة قابلة للتنفس ولها قدرة عالية على امتصاص الروائح والسموم الموجودة في الهواء الداخلي.

ح- عازل للصوت"Noise Control":- الطين ذو قيمة منخفضة لانتقال الصوت بين الفراغات، لذلك فإنه يتم اللجوء إلى استخدام بلاطات من الطين المخلوط بالقش في عزل الأسقف والجدران[3].

ثانياً: المزايا الإنشائية: للطين خصائص إنشائية متعددة تجعل منه مادة ملائمة للبناء، بشرط إتباع القواعد العلمية السليمة في اختيار التربة وخلطها واستخدامها في عمليات الإنشاء بالتقنيات المختلفة، ومن أهم تلك الخصائص:

[1] Cillik. 2012. p7. /lttle. 2001. pp8-12.
[2] Little. 2001. p13.
[3] Ciurileanu. 2012. p38./ Cillik. 2012. p20.

أ- القوة "Strength":

يعتبر الطين مادة جيدة في تحمل قوى الضغط، في حين يعتبر ضعيف تجاه مقاومة قوى الشد خصوصاً في حالته الرطبة، ولزيادة تحمل المنشأ الطيني لقوى الضغط فإنه يعمد إلى زيادة سماكة الجدار؛ لتأمين انتقال القوى من أعلى الجدار إلى أسفله وصولاً إلى الأرض، أو من خلال زيادة انضغاط المادة في الجدار، أو كبس الطوب الطيني جيداً، لزيادة كثافة المادة[1].

ب- الديمومة "Durability":

بقاء العديد من المباني والعناصر المعمارية الطينية لقرون عديدة من الزمن، هو خير دليل على ديمومة الطين كمادة بناء، ولتأمين ديمومة المباني الطينية لابد من إتباع الطرق العلمية السليمة في تعزيز مقاومتها للقوى والعوامل الخارجية المؤثرة عليها[2].

ثالثاً: مزايا اقتصادية: تعتبر مادة الطين مادة اقتصادية كمادة بناء، وخصوصاً في المناطق ذات الجو الحار والجاف، وذلك لكونها مادة محلية متوفرة في البيئة المحيطة، فهي لا تحتاج إلى نقل من مكان إلى آخر، كذلك فإن معظم تقنيات البناء بالطين سهلة التشكيل، ولا تحتاج إلى مهارة عالية، أو معداتٍ معقدة، وتعتمد على الأيدي العاملة، مما يساهم في إيجاد فرص عمل والتقليل من نسبة البطالة، إضافةً لذلك فإن المنشآت الطينية لا تحتاج إلى الكثير من أعمال الصيانة في حال توافرها ضمن أجواءٍ ملائمة[3].

5.2 سلبيات الطين كمادة بناء

بالرغم من كل المزايا التي يتمتع بها الطين والتي تؤهله ليكون مادة بناء جيدة إنشائياً، ومستدامة بيئياً واقتصادياً، إلا أن للطين بعض السلبيات التي يجب الالتفات لها، في محاولة لاختيار تقنية البناء المناسبة، كذلك محاولة التغلب على تلك السلبيات والتقليل من آثارها على المنشأ الطيني، ويمكن تلخيص أهم تلك السلبيات بالاتي:

---

[1] Little. 2001. p12.
[2] Ibid. p12.
[3] الكسبي. 2010. ص275.

1. تأثير العوامل الجوية على المنشآت الطينية "Effect Of Weathering":

يعتبر الطين مادة ضعيفة المقاومة للماء، سواء ماء المطر أو الناتج عن السيول أو الرطوبة الصاعدة من الأرضيات إلى الجدران عن طريق الخاصية الشعرية[1]، وذلك لأنه يعمل على تفريق جزيئات الطين عن بعضها، مما يتسبب في حدوث تشققات وتآكل في الجدران الطينية، كذلك فإن الثلوج تعمل على إحداث ثقل كبير فوق المنشآت الطينية مما يحدث انهياراً فيها، عدا عن الضرر الناتج بعد ذوبان الثلج وتجمع الماء حول الجدران الطينية[2]، كذلك فإن حدوث الصقيع يؤثر على قوة ترابط الطين؛ بسبب التغير الكبير في درجة حرارته[3]، كما تعمل الرياح على تآكل الجدران الطينية عن طريق الظاهرة المعروفة بنسف الرمل"Sand-Blasting"[4].

2. تأثير التآكل Effect Of abrasion:

من المشاكل التي تعاني منها المباني الطينية هو تآكل جدرانها مع مرور الزمن، في ظل انعدام الصيانة الدورية خصوصاً لمنشآت الطين غير المضغوط[5]، ويمكن إجراء فحص يدوي لمعرفة مقاومة الجدار الطيني المراد إنشاءه للتآكل، وذلك بتحضير عينة من الطين وضغطها وبعد جفافها يسجل وزنها، ومن ثم تمرر فرشاة معدنية ذات ثقل على العينة عدة مرات ثم يقاس وزن العينة، بحيث يكون فرق الوزن مؤشراً لمدى مقاومة الجدار للتآكل[6].

3. الانكماش "Shrinkage":

تتعرض المباني الطينية لظاهرة الانكماش وخصوصاً تلك التي أُستخدم في بنائها التربة الطينية، حيث أن الطين ينتفخ في حالته الرطبة، بينما ينكمش في حالته الجافة، وهذا ما يسبب

---

[1] الكسبي. 2010. ص276.

[2] توراكا.2003.ص206.

[3] Brimblecombe. 2008. p280.

[4] Ibid. p281.

[5] Little. 2001. p11.

[6] Minke. 2006.p34.

شروخاً وتشققات في المبنى الطيني عند جفافه، لذا في حال استخدام التربة الطينية فمن المفضل إتباع تقنية الطوب المجفف في البناء؛ حتى يأخذ الطوب وقته في الانكماش قبل استخدامه[1].

4. ضعف مقاومة قوى الشد "Weak Resistance To Tensile Forces"

تعتبر مادة الطين ضعيفة في مقاومة قوى الشد والذي ينتج عنه تشققات في الجدران الطينية[2]، مما حدّ من استخدامها في العناصر البنائية، التي تطلب مقاومة لعزوم الإنحناء، كالأسقف والجسور، وقلّل أيضاً من إنشاء المباني الطينية في المناطق المعرضة للزلازل[3].

5. تأثير الكائنات الحية "Effect of Organisms "

استمرار تآكل المباني الطينية وإهمالها، وعدم إخضاعها للصيانة الدورية، يوفر بيئة ملائمة لوجود الحشرات، فوجود الحبوب غير المطحونة في الخلطة الطينية يشجع الحشرات والطيور على نخر الجدران، علاوة على نمو النباتات فيها والتي تؤدي إلى إضعافها [4].

6. لا تعتبر التربة مادة بناء موحدة المواصفات، وذلك لأن التغير الجيولوجي يلعب دوراً هاماً في تعدد مركبات التربة وخواصها، لذلك فإن القوانين والمقاييس للبناء بالطين قليلة جداً في العالم[5].

6.2 المواد المضافة للطين لزيادة ثباته "Stabilization of soil"

يمكن إضافة مواد مثبتة للتربة تزيد من فعاليتها كمادة بناء وتقلل من سلبياته، ويمكن تلخيص وظيفتها بالآتي:

1. تقوية جزيئات التربة من أجل الحصول على جدار أقوى إنشائياً.

---

[1] Berge. 2009. p127.
[2] Cillik. 2012. p19.
[3] الكسبي.2010. ص276.
[4] Little. 2001. p11.
[5] Kronsoki. 2011. p8.

2. عزل التربة ضد الماء.

3. التقليل من انتفاخ التربة في حالتها الرطبة ومن انكماشها في حالتها الجافة.

4. التقليل من الحاجة إلى الصيانة المستمرة وبالتالي تقليل التكلفة على المدى البعيد[1].

أهم المواد المضافة:

1. المخلفات الحيوانية "Animals Waste"

مثل شعر الحيوانات وروثها ودمها، والتي تزيد من قوى الشد في الطين وحماية المباني الطينية من الكسر، وقد أُستخدم روث الأبقار في معظم المباني الطينية القديمة في كثير من البلدان كالهند مثلاً، لاحتوائه على كمية وافرة من الألياف، كذلك استخدم دم الحيوانات كالثيران منذ قرون بعيدة، فقد استخدم في ألمانيا في الأرضيات الطينية المضغوطة كمادة رابطة في الخلطة الطينية للحد من حدوث التشققات[2].

2. الألياف النباتية مثل القش "Straw":

يعتبر القش أو التبن من أكثر المواد المضافة شيوعاً في المباني الطينية، حيث يعتبر القش خامل التفاعل مع التربة، ومناسب للتربة الطينية أكثر من التربة الرملية، ويعمل على زيادة مقاومة الجدار الطيني لقوى الشد، كما يعمل على تقليل كثافة الخلطة الطينية إضافة إلى تسريع جفاف الجدار الطيني[3].

3. الصمغ العربي "Arabic Gum":

استُخدم الصمغ العربي في بعض المباني الطينية كمادة رابطة للطين وكعازل للماء.

---

[1] Hand book for building homes of earth. Peace Croos. Appropriate technologies for development. p38(www.sadl.uleth.ca).

[2] Baker'.1988. p35/ Minke. 2006. p41.

[3] Additives to clay (http://hubasia.org/library).

الزيت "Oil": أُستخدم زيت بذر الكتان، وزيت نبات جوز الهند، في العمارة الطينية في عدد من البلدان كالهند كمادة عازلة للماء.[1]

4. عصارة النباتات "Plant Juices":

تم استخدام عصارة بعض النباتات كمواد مثبتة للطين – خصوصاً تلك المحتوية على نسب من المواد المطاطية والمواد اللاصقة كنباتات الموز والصبار– في العمارة الطينية القديمة في عدد من البلدان، لتحسين خواص الطين، فهذه العصارة تشكل مادة رابطة وعازلة ضد الماء، وتؤدي وظيفتها بشكل أفضل عند إضافة مادة الجير إلى الخلطة الطينية لتسهيل خلطها مع الماء[2].

5. الإسمنت البورتلاندي "Portland cement"

يستخدم الاسمنت كمادة مثبتة للطين ضد تأثير الماء والرطوبة، لكن يجب الحذر من هذه المادة، وذلك لأن الاسمنت يتعارض مع " binding force" للطين مما يتسبب في تقليل قدرته على الانضغاط، لذلك فهو مناسب للخلطة الطينة ذات نسبة منخفضة من مادة الطين ونسب مرتفعة من الرمل، وفي حال استخدامه في خلطات طينية ذات نسب مرتفعة من مادة الطين يجب زيادة نسبة الاسمنت المضاف، لكن يجب الحرص على إضافة نسبة قليلة منه إلى التربة ومن ثم الخلط الجاف ثم إضافة الماء وقت الاستعمال لأن الاسمنت يبدأ بالشك بعد فترة وجيزة من الخلط[3]، وفي حال استخدام الاسمنت في تحضير الطوب الطيني المضغوط يراعى أن يعالج بالماء (الإيناع) لمدة سبعة أيام على الأقل، كذلك يجب أن تأخذ وقتاً كافياً لجفافه، ولتسريع وتعزيز عملية المعالجة يمكن إضافة (20–40غم) من مادة هيدروكسيد الصوديوم إلى كل ليتر من الماء ورشه على الطوب، وكما هو الحال بالنسبة للخرسانة فإن مقاومة الطوب الطيني المضاف إليه الإسمنت للماء تكتمل بعد (28) يوم من الصب[4].

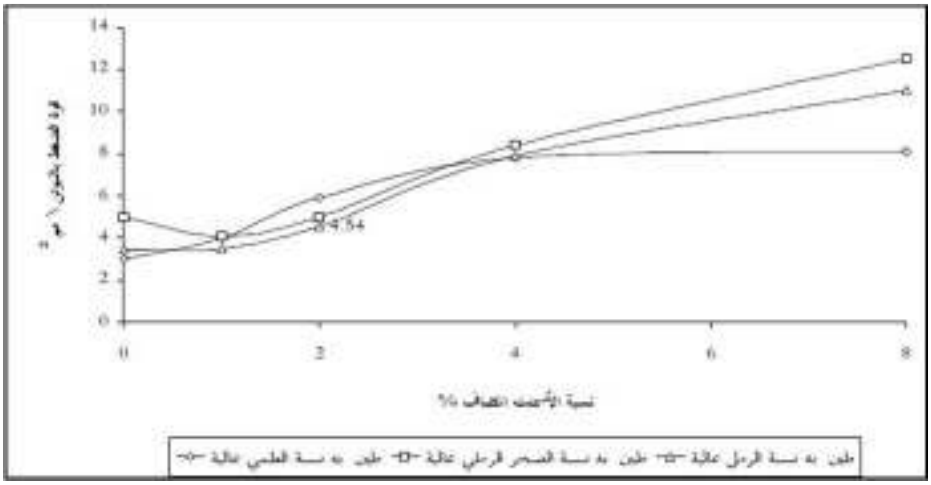
---

[1] Baker'. 1988. p35.
[2] Minke.2006.p42.
[3] Minke. 2006. p41./ Cillik. 2012. p22.
[4] Minke. 2006. p41. / Cillik.2012.p22.

6. الجير "Lime"

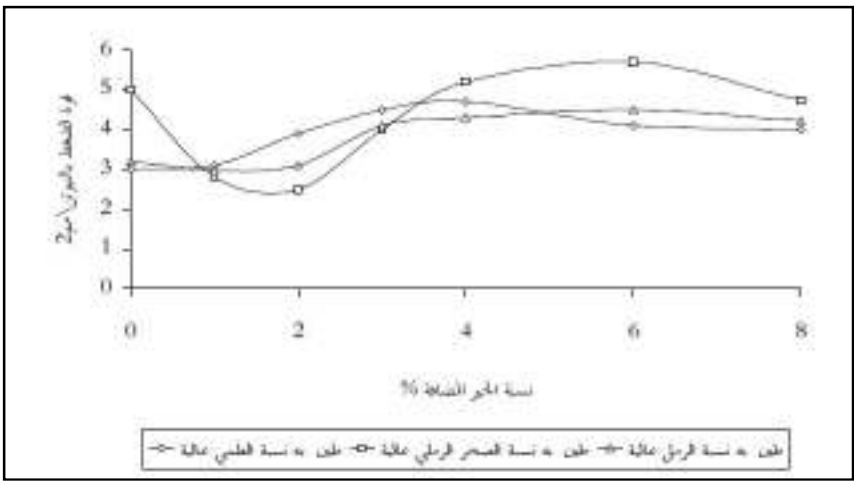
يتفاعل الجير مع التربة محدثاً تغيراً كيميائياً في تركيبها، ينتج عنه تجمعات متلاصقة وقوية من الجسيمات الدقيقة التي تعيق تغلغل الماء داخلها، حيث أن الجير يجعل الطين أكثر لزوجة، بحيث يصبح أكثر سهولة في التشكيل، وللحصول على المحتوى الأفضل من الجير في الخلطة الطينية، يجب أن تخضع الخلطة في كل مرة لاختبار مسبق؛ وذلك لأن كمية الجير المضافة تختلف باختلاف مكونات الخلطة الطينية[1]، كما يجب الانتباه إلى ضرورة إيناع الجدار الطيني الذي تم إضافة الجير له لفترة من الوقت؛ للحصول على القوة المطلوبة، حيث تصل فترة إيناعه إلى (14) يوماً، ويعتبر الجير أقل تكلفة من الإسمنت[2].

يعمل الجير والإسمنت على تفكيك قوى الربط في الطين، لتشكّل فيما بعد هي نفسها، القوى الرابطة بين الطين، وهذا ما يعلل سبب انخفاض مقاومة الطين للانضغاط في بداية الخلط، ومعاودة إرتفاعها بعد فترة زمنية وجيزة، ويجب زيادة نسبة الجير والإسمنت المضافة عند إستخدام التربة الطينية وذلك بسبب إزدياد قوى الربط بين جزيئاتها[3].



شكل (2: 5): تأثير إضافة الاسمنت على مقاومة الطين لقوى الضغط (المصدر: باراشد. 2002. ص39)

[1] Minke. 2006. p41.
[2] Cillik. 2012. p22.
[3] باراشد. 2002. ص39.



شكل (2: 6): تأثير إضافة الجير على مقاومة الطين لقوى الضغط (المصدر: باراشد. 2002. ص39)

7. الجبس "Gypsum "

أثبتت التجارب أن إضافة(3-5%) من الجبس إلى الخلطة الطينية، يقلل من تشققات الطين عند جفافه، كما يمكن استخدامه في أعمال الصيانة للمباني الطينية بعد جفافها[1].

8. الإسفلت "Asphalt"

يعرف الإسفلت أيضاً بالبيتومين، وقد استخدم في الطوب الطيني المجفف في بابل في القرن الخامس الميلادي، كمادة مثبتة للتقليل من حدوث التشققات، ويستخدم إما مذاباً في الماء أو في زيت البرافين، وتزداد فعاليته بزيادة ضغط الطين، أما آلية عمله فتكمن بتحوله إلى مادة لاصقة بين جزيئات الطين بعد جفافه مما يحد من تسرب الماء إلى داخله وبالتالي الحد من وجود الشروخ والتشققات في الجدار الطيني[2]، ويوجد أنواع مخصصة من الإسفلت يتم تصنيعها في الولايات المتحدة الأمريكية تستخدم فقط في المباني الطينية، ويتلاءم الإسفلت مع التربة الرملية أكثر من التربة الطينية[3].

[1] Cillik. 2012. p22.
[2] Minke. 2006. p41.
[3] Hand book for building homes of earth. Peace Croos. Appropriate technologies for development. p41(www.sadl.uleth.ca).

9. الرماد "Fly ash "

يعتبر إضافة رماد الخشب المحروق إلى القصارة الطينية من أبسط الطرق التي يمكن إتباعها لزيادة مقاومة الطين للرطوبة، ويمكن إضافة طلاء بأي نوع من الدهانات البيئية فوق القصارة، للحصول على نتيجة أفضل[1]، كذلك فإن خليط الرماد والجير معاً يشكل مادة شبيهة بالإسمنت البورتلاندي، حيث يمكن استخدامه على السواء مع التربة الرملية والطينية، بحيث يتم إضافة مادة الجير بنسبة (2-4%) إلى الرماد[2].

7.2 خلاصة الفصل

إن الخلطة الطينية الجيدة والمدروسة بشكل علمي دقيق من شأنها أن تحقق عمارة طينية ناجحة ذات ديمومة عالية، وأول خطوة نحو ذلك هو الإختيار المناسب للتربة بناءً على عدد من الاختبارات والشواهد، وأفضل أنواع التربة للبناء هي التربة الطينية الرملية أو الرملية الطينية وأسوءها هي التربة العضوية، وللبناء بالطين ميزات بيئية واقتصادية وإنشائية يمكن تحقيقها في حال إتباع الطرق السليمة في البناء وعدم إغفال سلبيات الطين، وإتباع الطرق العلمية المجربة مسبقاً لتفادي مشاكل البناء في المستقبل، مثل إضافة المواد المثبتة للخلطة الطينية وتطبيق طرق الإنشاء السليمة، واختيار التقنية المناسبة للبناء والتي سيتم توضيحها بالتفصيل في الفصل الثالث.

[1] Sue. 2007. p158.
[2] Hand book for building homes of earth. Peace Croos. Appropriate technologies for development. p41(www.sadl.uleth.ca).

الفصل الثالث

التقنيات المستخدمة في المباني الطينية في العالم

الفصل الثالث

التقنيات المستخدمة في المباني الطينية في العالم

استخدم الإنسان طرق وأساليب متنوعة في تشيد المباني الطينية على مر العصور في كافة أرجاء العالم بما يتناسب مع البيئة الجغرافية وتلبيةً للتطور بما يلبي الإحتياجات المتزايدة لمبانٍ بيئية وقليلة التكاليف، في هذا الفصل تم تناول عدد من أشهر التقنيات المستخدمة في المباني الطينية في مناطق متفرقة من العالم وهي: الطوب الطيني "اللبن "، الطوب المضغوط، تقنية الطين المضغوط، تقنية الطوب الطيني المضغوط، أكياس الطين، الكرات الطينية، الهيكل الخشبي، الطوب المحرق"الطابوق" وتقنية الحفر في الأرض.

1.3 الطوب الطيني المجفف(اللَّبِن) "Mud Brick-Adobe"

يعرف الطوب الطيني المجفف باللغة الانجليزية بكلمة"Adobe" وهي كلمة من أصل عربي، انتقلت من إسبانيا إلى أمريكا[1]، وهي تعرف في معظم الوطن العربي بكلمة اللَّبِن، فيما تعرف في وادي حضرموت في اليمن باسم المدر[2].

تشير المصادر التاريخية أن أول استخدام للّبِن كان في أريحا[3]، وقد شاع إستخدامه في بناء القصور الصحراوية في بلاد الشام واليمن والعراق ومصر وجنوب الجزائر ومنطقتي نجد والإحساء في المملكة العربية السعودية، فيما أستخدم في بلاد الغرب، وخصوصاً في الولايات الجنوبية الغربية من أمريكا، مثل كاليفورنيا وتكساس، إضافة إلى الأجزاء الشرقية من بريطانيا[4].

يتم تحضير الطوب بخلط المونة الطينية المكونة أساساً من التراب والماء إضافةً إلى القش أو التبن في غالب الأحيان، الذي يعمل على زيادة مقاومة الطوب اللَّبِن لقوى الشد، ويقلِّل

---

[1] http://faculty.ksu.edu.sa. / Dr_Atef_Nusair.

[2] باراشد.2002.ص36.

[3] Mehta. 2009. p3.

[4] البناية الطينية وصيانتها بوادي ميزاب. ص4.

من انكماشه، أعاد المعماري العربي حسن فتحي فكرة الإنشاء بالطوب اللَّبِن في العمارة الحديثة باستخدام الخلطة التقليدية التي كانت منتشرة في صعيد مصر، والتي تحضر بخلط متر مكعب من التربة الطينية إضافة إلى ثلث المتر المكعب من الرمل الكلسي الأبيض مع ما يقارب عشرين كيلوغراماً من القش، ويتبع عملية الخلط صب العجينة الطينية في قوالب خشبية ذات مقاييس محددة مفتوحة من الطرفين العلوي والسفلي[1]، مع الحرص على غمر القالب بالزيت أو الماء كي لا تلتصق العجينة الطينية به، وبعد صب العجينة داخل القالب تضغط براحة اليد، ومن ثم يسوى سطح القالب بقطعة خشبية للحصول على لَبِنات مستوية[2]، ويترك اللَّبِن ليجف تحت الشمس مدة زمنية يتم تحديدها تبعاً للظروف الجوية المحيطة، قد تصل إلى الشهر[3].

صورة (3: 1): قولبة وتجفيف الطوب اللبن في اليمن

(المصدر: http://draftsman.wordpress.com/category/building/)

تتأثر مباني اللَّبِن بالعوامل الجوية سلبياً مما يؤدي إلى تلفها وتآكلها، ويعتبر الماء من ألد أعداء الجدران الطينية، مما يستوجب حماية تلك المباني والمحافظة عليها من المخاطر الخارجية[4]، لذا تصقل جدران اللَّبِن بطبقة أو أكثر من قصارة الطين والجير، إضافةً إلى ذلك فلا بد من إقامتها على قاعدة صلبة من الحجارة؛ لحمايتها من تأثير الرطوبة، وتغطيتها بسقف واقٍ،

[1] Mehta. 2009. p3. /Mud Brick Roofs. 1973.pp15-16.

[2] العمارة الترابية.2010. ص18.

[3] Mehta. 2009. p3./ http://faculty.ksu.edu.sa/Dr_Atef_Nusair

[4] Guilland. 1985. p67.

يكونان بمثابة الحذاء والقبعة الذين يحميان الجسد، ومن أهم الاحتياطات المسبقة التي ساعدت في بقاء مبان اللَّبِن في أرجاء كثيرة من العالم لقرون طويلة، هو تشييدها في المناطق الجافة البعيدة عن الفيضانات والكوارث البيئية، والتخطيط الجيد لتلك المباني، وأخذ التدابير الوقائية التي تحد من تأثير الانكماش والتآكل وغيرها من الأضرار الميكانيكية التي قد تؤثر على المباني الطينية[1].

1.1.3 أمثلة على مبانٍ أنشئت بتقنية الطوب الطيني المجفف

انتشرت تقنية الطوب الطيني المجفف في أنحاء واسعة من العالم، ومازالت الكثير من الشواهد المعمارية تظهر براعة الإنسان في استخدامه لطوب اللَّبِن عبر مر العصور، والتي تتدرج من المباني البدائية البسيطة ذات الطابق الواحد كالموجودة في غور الأردن وبعض المناطق السورية،إلى المباني الأكثر تعقيداً مثل تلك المنتشرة في صعيد مصر، والمسقفة بالقباب والأقبية، والتي أعاد إحياءها المعماري حسن فتحي من جديد، علاوةً على المباني متعددة الطوابق والموجودة في عدة مناطق من اليمن، كمدينة شبام التي تعتبر أحد الأمثلة المهمة التي تستوجب الوقوف عندها والتعرف على مبانيها الطينية المميزة.

مباني مدينة شبام اليمنية

تعد مدينة شبام من أهم المدن الأثرية في وادي حضرموت، وهي من المدن المدرجة على لائحة التراث العالمي[2]، يرجع تاريخ بنائها إلى القرن السابع الميلادي، تمتاز مدينة شبام بمناخ صحراوي جاف شديد الحرارة صيفاً ومعتدل إلى بارد شتاءً[3]، وتمثل المدينة نمطاً معمارياً متميزاً، يعبِّر عن الجرأة والإبداع في البناء لدى اليمنيين؛ لاحتوائها على أولى ناطحات السحاب الطينية في العالم، حتى غدت تسمى بـ "منهاتن الشرق الأوسط، فهي تحتوي على ما يقارب الخمسمائة بيت طيني يصل إرتفاعها إلى عشرة طوابق أنشئت بتقنية الطوب الطيني المجفف[4].

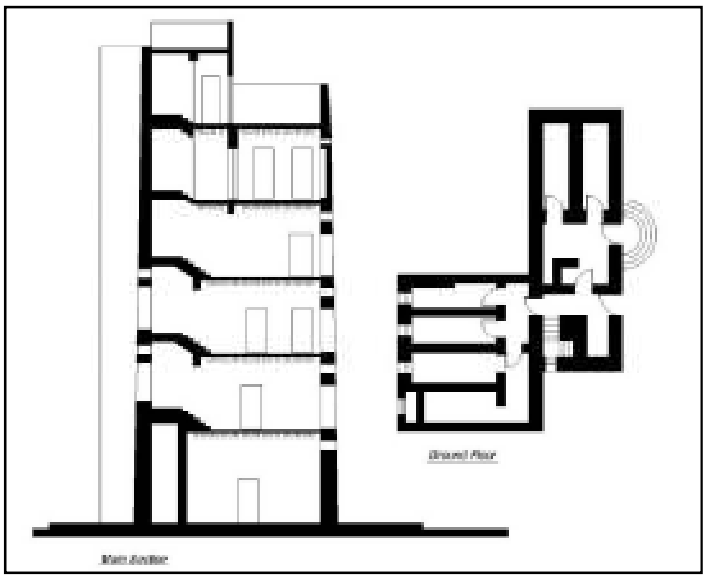
---

[1] Mehta. 2009. p4.
[2] Walsh. 2007. P32.
[3] الكسبي.2009. ص146-147.
[1] Walsh. 2007. P33. / Gerisha. 2012. p62.

صورة (3: 2): مدينة شبام (المصدر: Walsh. 2007. P32)

يبنى البيت الشبامي من الطوب الطيني المجفف "المدر" وأغصان وجذوع أشجار النخيل والسدر[1]، ويتميز البناء ببحوره القصيرة وسماكة واجهاته التي تتدرج من المتر والنصف في الطابق الأرضي إلى نصف متر في الطابق العلوي[2]، ومقاومته للظروف الجوية المحيطة التي أعطت له صفة الديمومة، والتي أثبتت الأبحاث العلمية أن ديمومة هذه المباني تعود إلى نوعية التربة المستخدمة والتي يتم الحصول عليها من أرض الوادي بعد فصل الشتاء، إضافة إلى سماكة جدرانه الكبيرة المكسوة بالجير، وأساساته الحجرية المتينة[3].

[1] http://www.yemen-nic.info.
[2] Gerisha. 2012. p63.
[3] http://www.theglobaldispatches.com.



شكل (3: 1): مسقط أفقي ومقطع رأسي لبيت في مدينة شبام

(المصدر: Gerisha.2012.p64)

ويتم البناء بحفر الأساسات بعمق يتراوح بين المتر والمترين وبعرض يصل إلى متر ونصف، ومن ثم تفرش طبقة بسماكة(3سم) من روث الحيوانات، تليها طبقة من ملح الطعام بسماكة(8سم)؛ لتقوية أرضية الأساسات، ومن ثم تفرش فوقها طبقة من أعواد شجر السدر، تليها طبقة من الرماد، وتسوّى الأساسات بوضع طبقة من كسارة الحجر، ويبنى فوقها قاعدة من الحجر بارتفاع نصف متر إلى متر، وفي بعض الأحيان يستغنى عن قاعدة الحجارة ويستعاض عنها بالطوب الطيني[1]، وغالباً ما يصل ارتفاع القاعدة الحجرية في الأبراج الطينية إلى المترين؛ لحماية المبنى من الرطوبة والتآكل الناتج عن النشاط الإنساني أو الحيوانات وحمايتها كذلك من تأثير النمل الأبيض على الجدران الطينية[2].

وتبنى جدران المبنى باستخدام الطوب الطيني المجفف في الشمس، فوق الأساسات الحجرية، وعادة تقل حجم اللبنات ووزنها في الطوابق العلوية، وهو سبب ميلان الجدران نحو الداخل في الطوابق العلوية والذي يزيد البناء قوةً وتماسكاً ومقاومةً للعواصف والأمطار[3]، أما الأسقف فتتكون من طبقتين أو ثلاثة طبقات من الأخشاب تعلوها طبقة من الطين، وفي الفراغات

[1] http://www.yemen-nic.info.
[2] Gerisha. 2012. p63.
[3] Walsh. 2007. p36.

ذات البحور الواسعة يلزم وضع أعمدة خشبية تكون في العادة من جذوع النخيل التي تثبت في أرض المبنى لتحمل السقف[1]، وفي الغالب يحاط المبنى الطيني بجدار حجري يصل ارتفاعه من متر ونصف إلى مترين؛ لحماية أجزائه السفلية من التآكل، لقربها من مياه المجاري والأمطار، ولحماية المبنى أيضاً يتم قصارة الجدران الطينية بطبقتين من الطين تتكون الأولى من الطين والتبن والثانية من الطين والرمل، ويلي ذلك صقل الجدران بطبقة من الجير؛ حتى الحصول على جدران ملساء وناعمة كالرخام، أما تجصيص الجدران الداخلية فيتم بنفس الطريقة إضافة إلى تلميعها بحجر يسمى حجر القداعة الناعم وأحيانا يستخدم زلال البيض لإعطاء الجدران لمعاناً، وبعد الإنتهاء من تجصيص الجدران الخارجية والداخلية، ترش الجدران الداخلية بالجير المخفف بالماء لزيادة الإضاءة، ومن ثم تغطية المبنى من الخارج بطبقة من الطين ورشها بالرمل وهو ما يسمى بالتجليد[2].

2.1.3 مزايا البناء بتقنية الطوب الطيني المجفف (اللَّبِن)

اعتماداً على ما سبق، يمكن إجمال إيجابيات وسلبيات البناء بالطوب الطيني المجفف، بالنقاط التالية:

أولاً: أهم إيجابيات البناء الطوب الطيني المجفف:

1. سهل الصنع والتنفيذ بحيث لا يحتاج إلى مهارة مرتفعة.
2. قليل التكلفة[3].
3. يمكن تحضير الطوب مسبقاً وتخزينه لوقت الإستخدام.
4. جدران الطوب المجفف ذات السماكات المرتفعة، يمكن أن تكون جدران حاملة مناسبة لإنشاء مباني متعددة الطوابق.

---

[1] Gerisha. 2012. p64.
[2] http://www.yemen-nic.info.
[3] Hand Book for building homes of earth. p6.

5. الطوب الطيني المجفف مناسب لبناء القباب والأقبية.

6. تحقيق كتلة حرارية مرتفعة للمبنى.

7. مباني الطوب المجفف المتقنة الإنشاء تحقق قدر عال من عزل الصوت[1].

ثانياً: أهم سلبيات البناء بالطوب الطيني المجفف:

1. جدار الطوب الطيني المجفف ذو مظهر خشن وسهل الخدش، فهو بحاجة إلى طبقة من القصارة.

2. عدم ملاءمة المناطق ذات المناخ ذات نسب الأمطار المرتفعة[2].

3. يتأثر الطوب الطيني المجفف بالتفاوت الحاد في درجات الحرارة، مما يتسبب في حدوث التشققات.

4. سهل النخر والتفتت الناتج عن الحشرات[3].

5. تثير جدران الطوب المجفف الغبار.

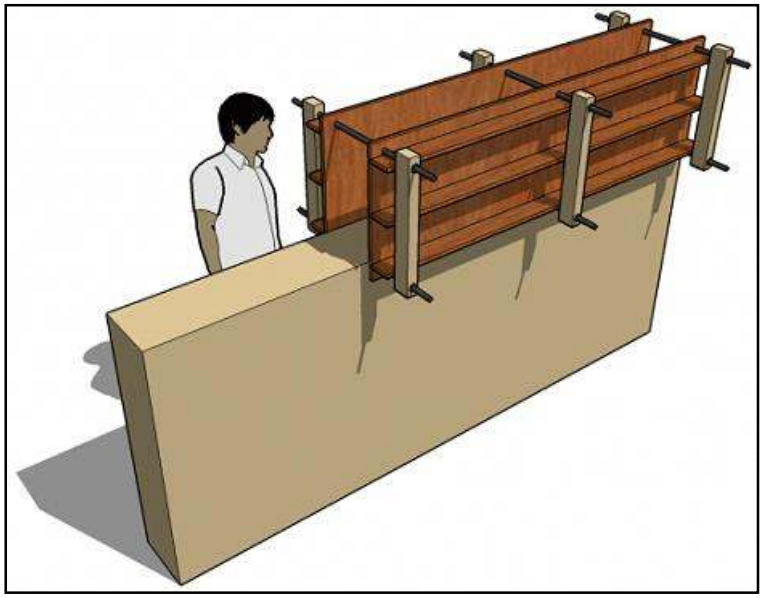
6. ضعف مقاومة منشآت الطوب المجفف للزلازل[4].

2.3 تقنية الطين المدكوك (دك الطين) "Rammed Earth"

تتم هذه التقنية بإنشاء جدران مستمرة من الطين المدكوك على شكل طبقات متراصة داخل قالب، مكون من لوحين متوازيين من الخشب أو المعدن، وهي من أقدم التقنيات المستخدمة للبناء بالطين، حيث وجدت آثار لمباني طينية أنشئت بهذه التقنية في بلاد آشور – العراق تعود إلى(5000) سنة قبل الميلاد، وتعرف هذه التقنية بأسماء مختلفة ففي فرنسا تعرف

[1] http://www.yourhome.gov.au/materials/mud-brick.
[2] Hand Book for building homes of earth. p6.
[3] El-Gohary. 2012. p67.
[4] Manandher. 1987. p11.

باسم"Pise de terre"، وفي إسبانيا "Barro apisonado" أو "Tapial"، أما الألمان فيطلقون على هذه التقنية مصطلح "Stampflehm bau"، ومازال العديد من الدول المتطورة يستخدمون هذه التقنية لاسيما باستخدام التكنولوجيا الحديثة سواء في صناعة هيكل الطوبار أو باستخدام طريقة الدك الميكانيكي، ومن أكثر الدول إقبالاً على هذه التقنية هي جنوب غرب أمريكا واستراليا[1].

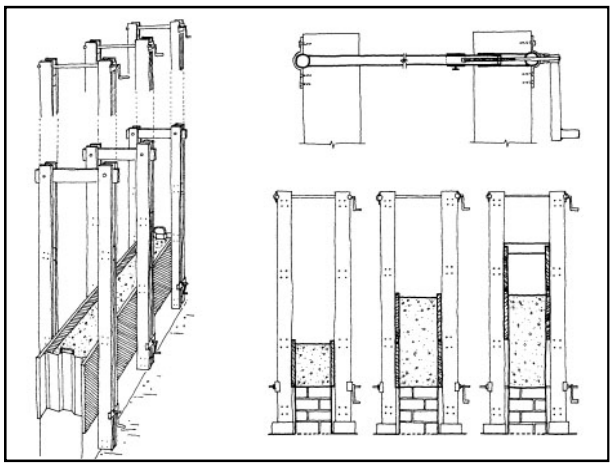


شكل (3: 2): مبدأ الإنشاء بطريقة الطين المدكوك "Rammed Earth"

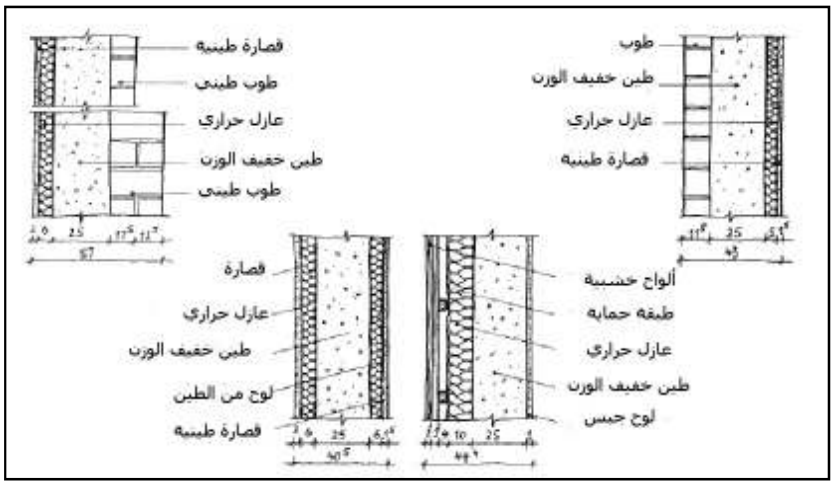
(المصدر: http://www.permaculturedesign.fr)

ويتم دك الطين إما يدوياً أو آلياً داخل القوالب، والتي يعتبر أحدثها هي الألواح المنزلقة للأعلى كما هو موضح بالشكل رقم (3:3)[2]، كما يمكن الاستغناء عن تلك الأنواع من القوالب، كونها مرتفعة التكلفة، وذلك من خلال عمل جدار واحد أو جدارين من الطوب الطيني أو من الخشب ودك الطين داخله، ويمكن بهذه الطريقة الحصول على كفاءة حرارية أعلى من الطريقة التقليدية[3].

[1] Minke. 2006. p52.
[2] Maniatids. 2003. p381.
[3] Minke. 2006. p57.



شكل (3: 3): مبدأ القوالب الدينامكية المنزلقة في تقنية الطين المدكوك (المصدر:Minke.2006.p 54)



شكل (3: 4): استبدال القالب بجدران من الطوب الطيني أو الخشب (المصدر:Minke.2006.p 58)

ويجب تحري الدقة في إختيار التربة المناسبة للحصول على نتائج جيدة، حيث أن زيادة نسبة الطين "clay" في التربة يعرض الجدار للإنكماش الذي ينتج عنه الشروخ والتشققات، أما الزيادة في نسبة الرمل في التربة عن الحد المطلوب يعرض الجدار للإنهيار أثناء الصب، وذلك بسبب ضعف مقاومة الرمل لقوى الضغط[1]، وقد أثبتت النتائج العملية أن أفضل تربة مستخدمة في هذه التقنية هي التربة الرملية المضاف إليها تقريباً(15%) من التربة الطينية[2]، إضافةً لذلك فإن نوع التربة المستخدمة يختلف تبعاً لاختلاف المناخ السائد في موقع البناء[3]، ويتم تحضير الخلطة الطينية بخلط مكوناتها جيداً ثم رشها بقليل من الماء حتى الحصول على خلطة شبه

[1] Hand Book for building homes of earth. p11.
[2] Csillk. 2012. p16.
[3] Hand Book for building homes of earth.p11.

رطبة[1]، ويتم صب الطين داخل القالب على شكل طبقات سماكة الواحدة منها حوالي (15سم)، ومن ثم دكه بمكابس خاصة، فقديماً كانت تستخدم المطارق والمداحل اليدوية لدك الطين، فيما بدأ استخدام المداحل الكهربائية والهوائية لهذا الغرض في النصف الثاني من القرن العشرين، لاسيما في أستراليا وفرنسا وألمانيا، ويمكن الإستعانة بالشاحنات القلابة لصب الطين داخل الطوبار وكبسه بالمكابس الهوائية كما حصل في إنشاء العديد من المشاريع الإنشائية في كاليفورنيا و أستراليا[2].

ويمكن تفادي الشروخ التي قد تحدث في الجدار نتيجة الفرق بين درجة رطوبة طبقات الطين في الجدار، بوضع طبقة من المونة الجيرية بين الطبقات السفلية الجافة والطبقات العلوية الرطبة[3].

ولا يوجد هناك حاجة لقصارة جدران الطين المدكوك، لكن لتحقيق ديمومة أكثر لها، يمكن إضافة طبقة واقية مثل الجير أو أنواع معينة من الدهانات أو إضافة مادة سيليكات الصوديوم أو الشمع "waxing"[4].

وتعتبر الأسقف الأفقية هي الأكثر تطبيقاً في هذه التقنية، لكن في العام(1983م)، قام مختبر أبحاث البناء (BRL) في جامعة كاسل في ألمانيا بإنشاء قبة بتقنية الطين المدكوك، من خلال تطوير قالب منزلق منحني[5].

1.2.3 مقارنة الطين المدكوك مع الخرسانة من الناحية البيئية

كما هو معروف من الناحية البيئية فإن الخرسانة تعتبر من المواد ذات الكتلة الحرارية المرتفعة"High thermal Mass"، وكذلك الأمر بالنسبة للطين المدكوك، حيث أشار المعهد الأسترالي لتبريد وتكييف الهواء" Australian Institute Of Refrigeration, Air

[1] Ciurilean. 2012. p45.
[2] Minke. 2006. pp54 -55.
[3] Ibid. pp54 -55.
[4] Maniatids. 2003. p381.
[5] Minke. 2006. p59.

Conditioning And Heating" إلى أن موصلية جدار من الطين المدكوك بسماكة (25سم) وبكثافة (1450 كغم/م³)، وحرارة نوعية(1260 جول/كغم.كلفن) هي(1.25 واط/م.كلفن) أي ما يعادل موصلية جدار خرساني بكثافة(2240كغم/م³) وهذا يعني أن جدار الطين المدكوك يمكنه تخزين الحرارة أو امتصاصها بكمية أكبر من الجدار الخرساني بالرغم من قلة كثافته مقارنة بالجدار الخرساني، إضافة لذلك فقد أظهرت الفحوصات المخبرية التي أجرتها منظمة الكمنويلث لأبحاث العلوم والصناعة"CSIRO" في عام (2000م) أن المقاومة الحرارية لجدار الطين المدكوك، أفضل بكثير من مقاومة الجدار الخرساني، وبالاعتماد على المقاومة الحرارية والكثافة والسماكة لجدار الطين المدكوك، فإن هذا الجدار يتميز بأداء حراري جيد في فصل الصيف، لكنه في المقابل يعاني من ضعف في مستوى أدائه شتاءً، وذلك بسبب بطء الكسب الحراري نهاراً وسرعة فقدان الحرارة المكتسبة ليلاً، ويمكن التغلب على هذه المعضلة بالتوجيه الجيد واستغلال أشعة الشمس في الكسب الحراري من خلال النوافذ الزجاجية، وقد أظهرت الدراسات واختبارات المحاكاة أن إستخدام وسائل التدفئة البسيطة يمكنها أن تحسن الأداء الحراري لتلك المباني شتاءً دون الحاجة إلى عزلها[1].

2.2.3 الطين المدكوك المثبت "Stabilized Rammed Earth"

الطين المدكوك المثبت (SRE) عبارة عن تطوير للتقنية التقليدية للبناء بالطين المدكوك؛ لتحسين أداء المبنى إنشائياً وحرارياً، باستخدام تكنولوجيا البناء الحديثة، مثل إضافة الإسمنت إلى الخلطة الطينية بنسبة تعتمد على نوع التربة المستخدمة وبما لا يزيد عن(5%) من وزن الخلطة[2]؛ لزيادة قوة الجدار إنشائياً، وإضافة العوازل البيئية للجدران الطينية مثل ألواح الصوف الصخري؛ لزيادة كفاءتها الحرارية والإقتصادية على المدى البعيد[3].

ومن التجارب الحديثة الناجحة للبناء بالطين المدكوك المثبت، هي تجربة البرازيل في إنتاج مساكن قليلة التكلفة، وذلك بعمل هيكل إنشائي مكون من جسر ربط " Ring beam"،

---

[1] Soebarto. 2009. pp1530-1536.

[2] .http://www.earthstructures.co.uk./ http://www.yourhome.gov.au. / Ciurileanu. 2012. p45.

[3] http://www.earthstructures.co.uk ./ http://www.yourhome.gov.au. / Ciurileanu. 2012. p45.

وأعمدة من الخرسانة مسبقة الصب، وتثبيت الطوبار الخشبي على تلك الأعمدة من كلتا الجهتين، وصب الطين المضاف إليه (6-8%) من الاسمنت في داخلها[1].

3.2.3 مميزات البناء بتقنية الطين المدكوك"Rammed Earth"

يمتاز البناء بتقنية الطين المدكوك بالعديد من المزايا الإنشائية والبيئيـــة والاقتصـــادية، والتي يمكن إجمالها بالنقاط التالية:

أولاً: المزايا الإنشائية

1. القدرة على تحمل قوى الضغط، لذلك فهو مناسب لإنشاء الجدران الحاملة"load bearing" ويعطي نتيجة أقوى من التقنيات الأخرى خصوصاً تلك التي تعتمد على الطين المبلول مثل الطوب الطيني المجفف[2].
2. جدرانه قليلة الانكماش مما يقلل حدوث الشروخ والتشققات.
3. سرعة التنفيذ في حال استخدام المعدات الصناعية والتكنولوجيا الحديثة في الإنشاء.
4. الديمومة بسبب تراص طبقات الطين وانضغاطها[3].
5. مقاوم للزلازل لسهولة تسليح الجدران المعدة بهذه التقنية[4].
6. إمكانية التشكيل الفني في الواجهات وذلك بعمل طبقات من التراب الملون، بحيث لا نحتاج إلى عمل طبقة قصارة[5].

---

[1] Minke. 2006. p 57.
[2] Csillk. 2012. p16.
[3] Cioca.2012.p45./ little.2001.p16. / Minke.2006.p 54.
[4] http://www.rammedearth.info.
[5] http://www.inspirationgreen.com.

صورة (3: 3): مركز "Nk'Mip" الثقافي الصحراوي، في كندا

(المصدر: http://www.inspirationgreen.com/rammed-earth.html)

ثانياً: المزايا البيئية

1. جدران الطين المدكوك ذات كتلة حرارية كبيرة[1].
2. جودة الهواء الداخلي للمبنى.
3. جدرانه عازلة للصوت ومقاومة للحريق وتأثير الحشرات[2].

ثالثاً: المزايا الاقتصادية

1. استخدام المواد المحلية، لذلك تعتبر غير مكلفة مقارنة مع مواد البناء التقليدية.
2. ديمومة المبنى وقلة حاجته للصيانة؛ بسبب قوة جدرانه وقاومتها المرتفعة[3].
3. يمتاز المبنى بالبرودة صيفاً؛ نظراً لكتلته الحرارية المرتفعة، ويحتاج المبنى إلى القليل من التدفئة شتاء[4].

[1] Soebarto. 2009. p1350.
[2] http://www.rammedearth.info . / http://www.yourhome.gov.au.
[3] Siurilean. 2012. p45.
[4] http://www.rammedearth.info.

كما هو الحال بالنسبة لكل تقنيات البناء بالطين فبالرغم من ميزاتها المتعددة إلا أنهـــا لا تخلو من بعض السلبيات التي يمكن إجمالها بالآتي:

1. الجدار الطيني المدكوك ذو مقاومة حرارية قليلة مقارنة بتقنيات البناء الطينـــي الأخـــرى[1]، حيث تعاني المباني المنشأة بتقنية الطين المدكوك من ضعف في مستوى الأداء الحراري في الشتاء؛ بسبب بطء الكسب الحراري والسرعة في فقدان الحرارة المكتسبة[2].

2. عدم ملاءمتها للجو الرطب[3].

3. صعوبة تنفيذ هذه التقنية للأشكال المعقدة، حيث تحتاج إلى جهد كبير وعدد عمال أكثر لفك الطوبار ونقله وتركيبه[4].

3.3 تقنية الطوب الطيني المضغوط " Compressed Earth Blocks"(CEB)

هو نوع مطور من الطوب الطيني المجفف"Adobe"، يحضر من الطين والرمـــل، ثـــم يضغط بمكابس خاصة بأحجام وأشكال مختلفة تلائم التصميم المراد تنفيـــذه ومنـــه المصـــمت والمفرغ، ومن أهم ميزاته هو ملاءمته لإنشاء الجدران الحاملة نظراً لكثافته العالية، وهو جيـــد أيضاً لتنفيذ القباب والأقبية والعقود، كما يوفر عزلاً جيداً للصوت والحرارة والرطوبة[5].

وتعتبر التربة المناسبة لهذه التقنية هي التي تمتلك نفس المواصفات المستخدمة في تقنية الطين المدكوك "Rammed Earth"، لكن من الصعب تحديد نسب الخلط؛ لاختلاف مواصفات التربة من منطقةٍ إلى أخرى، وبشكلٍ عام فإن نسب الخلط تتراوح بين (20–40%) من التربـــة الطينية و (60–80%) من التربة الرملية والحصى، لذلك لا بد أن تخضـــع الخلطـــة الطينيـــة للاختبار في كل عملية تحضير للطوب[6]، ويضاف أحياناً بعض المواد العازلـــة أو المثبتـــة أو

[1] Cioca. 2012. p45.
[2] Soebarto. 2009. p1536.
[3] Little. 2001. p16.
[4] Kiffmeyer. 2004. p6.
[5] http://www.constructionresources.com. / Guillaud & Others. 1995. pp10-13.
[6] Krosnowski. 2011. p22.

الرابطة للخلطة الطينية، مثل القش ونشارة الخشب والإسمنت، وبعد خلطها مع المـــاء يكـــبس الطوب إما يدوياً أو آلياً، ومن ثم يجفف بالظل حتى يصبح جاهزاً للاستخدام، وبإمكان الشخص الواحد إنتاج (150–200) طوبة يومياً باستخدام المكبس اليدوي[1]، وتـــدريجياً تطـــورت تلـــك المكابس باستخدام المحركات، مما أدى إلى تسريع العمل، وتوفير في التكلفة[2].

صورة (3: 4): مكبس آلي لإنتاج الطوب الطيني المضغوط (المصدر: http://thenauhaus.com)

1.3.3 ميزات الطوب المضغوط

تتميز تقنية الطوب المضغوط بسرعة الإنتاج في حالة استخدام المكابس الأوتوماتيكيـــة، وسرعة جفافه لاستخدام تربة قليلة الرطوبة، مما يتيح الفرصة للبناء مباشرة بعد كبس الطوب[3]، إضافة إلى إمكانية الحصول على مقاييس دقيقة وموحدة للطوب، هذا عدا عن الحصـــول علـــى جدار طيني ذو قوة تحمل عالية للضغط[4]، وللطوب الطيني المضغوط القـــدرة علـــى مقاومـــة الحريق وعزل الصوت، إضافةً إلى مقاومتها لتأثير الحشرات، واستخدام المواد الطبيعية غيـــر السامة[5]، ويتفوق الطوب الطيني المضغوط على الطوب الإسمنتي بشكلٍ كبير، من حيث الطاقة

[1] Csillik. 2012. p16. / Little. 2001. p17.
[2] Harper. 2011. p16.
[3] Minke. 2006. p63.
[4] Csillik. 2012. p16.
[5] Molla. 2012. p22.

المستخدمة لإنتاجه، إذ أن إنتاج الطوب الخرساني يستهلك من (600–800) كيلو واط.ساعة/م3، بينما يستهلك الطوب الطيني المضغوط من (5–10) كيلو واط.ساعة/م3[1].

ومن سلبيات هذه التقنية، هو الحاجة لإضافة مواد رابطة كالإسمنت؛ لزيادة استقرار الطوب وثباته، عدا عن الحاجة لحفظ درجة رطوبة موحدة للطين المستخدم في الطوب المضغوط ؛ لضمان كمية ثابتة للطين ومقدار كبس ثابت لكل الطوب[2].

2.3.3 الطوب الطيني المضغوط المثبت" Block "Compressed Stabilized Earth (CSEB)

يشكل الطين والطمي المواد الرابطة للحصى والرمل في الخلطة الطينية، لكن من المثبت عملياً أن هاتين المادتين غير مستقرتين في الحالة الرطبة لذا فمن الضروري العمل على استقرار الخلطة الطينية لضمان أداء أفضل والتقليل من عيوب الطوب الطيني[3]، فبالرغم من الميزات العديدة التي يتميز بها الطوب الطيني سواء اللَّبِن أو الطوب المضغوط، إلا أن له عدداً من العيوب التي لا يمكن تجاهلها، مثل ضعف مقاومته للماء؛ فتتابع عمليات الترطيب والتجفيف للطوب تؤدي إلى تتابع انتفاخ الطوب وتقلصه، نظراً لوجود مادة الطين التي تمتص كميات كبيرة من الماء، مما يؤدي إلى حدوث شروخ وتشققات، إضافة إلى ضعف مقاومته لقوى الشد والحاجة إلى تنفيذ الجدران بسماكة كبيرة لتحقيق أداء أفضل[4].

ومن خلال حالات دراسية متعددة للطوب المثبت "CSEB" نجد أن أكثر الطرق شيوعاً للحصول عليه، هو إضافة مواد مثبتة أو مساعدة على استقرار الخلطة الطينية ومن أهم هذه المواد هو الجير والإسمنت[5].

---

[1] Krosnowski. 2011. p7.
[2] Minke. 2006. p64.
[3] الهيئة العليا لتطوير الرياض.2005. ص4.
[4] Reddy. 2003. p493.
[5] Harper. 2011. p20.

أولاً: الاسمنت(Cement): ثبت بالتجارب العملية أن إضافة (5-7%) من الإسمنت إلى الخلطة الطينية، يعزز مقاومة الطوب الطيني للماء، ويحسن مقاومته لقوى الشد، مما يحقق نسبة ديمومة أكبر[1]، حيث يعمل على تغليف الجزيئات الخاملة في الخلطة موفراً قوة ودرجة ثبات كبيرة، ويعتمد مقدار الكمية المضافة من الإسمنت على ثلاثة عوامل رئيسية هي:- نوع التربة، وقوة الدك، والوظيفة التي سيؤديها الطوب (جدار حامل أو غير حامل).

ثانياً: الجير "Lime": ثبت علمياً تأثير الجير الفعال في تحقيق الديمومة للطوب الطيني المضغوط، فهو مادة تناسب جميع أنواع التربة وخصوصاً الطينية منها، ويعمل على استقرارها، ويعتبر الجير أقل تأثيراً على البيئة من الإسمنت لكن يلزم إضافة كمية أكبر للحصول على نفس النتيجة التي يحققها الاسمنت[2].

ثالثاً: الرمل: لا يؤثر محتوى الرمل في الخلطة الطينية على زيادة مقاومة الطوب الطيني المضغوط بشكلٍ مباشر، لكنه يعمل على تقليل امتصاص الماء، مما يقلل من الخسارة في الوزن، والذي يزيد من عمر الطوب[3].

ويمكن الاستغناء عن المواد المضافة لزيادة مقاومة الطوب الطيني وذلك بزيادة الدك أو بزيادة لدونة الخلطة أو الاثنين معاً، حيث حققت نتائج إحدى التجارب التي أجريت على عينات من التربة الطينية أن التربة من النوع "medium –plasticity silt san" ذات معامل لدونة) مقداره (15.81) ومقدار سيولة"liquid limit"(26.3) ومعرضة للدك بمقدار (44kg/cm²)، نتيجةً مقاربة جداً للطوب الطيني المضاف إليه الإسمنت من حيث قوى الضغط[4].

3.3.3 أشكال الطوب الطيني المضغوط

هناك أربعة أشكال شائعة للطوب الطيني المضغوط هي:

1. الطوب المصمت"Solid Block":- يستخدم في الجدران الحاملة.

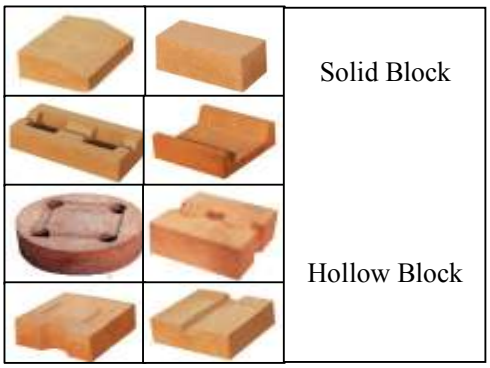
---

[1] Reddy. 2003. p492.
[2] Ibid. p20.
[3] Guettala. 2002. p66.
[4] Galindez. 2009. pp13-15.

2. الطوب المفرغ"Hollow Block":- تشكل الفراغات ما نسبته (5-10%) من الحجم وتستخدم في الجدران غير الحاملة أو حيث يتطلب وجود جدران خفيفة الوزن.

3. الطوب ذو الثقوب"Perforated Block":- يناسب هذا النوع إقامة الجدران المسلحة المقاومة للزلازل.

4. الطوب المتشابك"Interlocking Block":- ميزة هذا النوع هو إمكانية تشبيك الطوب معاً دون استخدام المونة في العناصر غير الحاملة[1].



شكل (3: 5): أشكال الطوب الطيني المضغوط (المصدر: Auroville Earth Institute(AVEI).2010.p18)

4.3.3 أمثلة لمباني استخدم فيها الطوب الطيني المضغوط

هناك أمثلة كثيرة لمباني طينية حديثة، استخدم الطوب الطيني المضغوط في إنشائها، في مناطق واسعة من العالم، منها مسجد المدي في المملكة العربية السعودية كأحد النماذج الناجحة والمميزة.

[1]Hubert. 1985. p15.

صورة (3: 5): منظر عام لمسجد المدي في الرياض (المصدر: http://www.earth-auroville.com/)

يعد مسجد المدي في الرياض الذي تبلغ مساحته (547م²) من أوائل المنشآت المعمارية في المملكة العربية السعودية التي استخدمت فيها التقنيات الحديثة في أساليب البنـــاء باســـتخدام الطوب الطيني المضغوط المثبت "CSEB"[1].

تم إنشاء جميع القواعد والأسقف المستوية من الخرسانة المسلحة، أما تسوية الأرضية فكانت من الحجارة[2]، وقد تم سقف المصلى بقبوات برميليـــة "Barrel vaults" مـــن الطـــوب الطيني المضغوط، تتدرج سماكتها من(29سم) في قاعدة القبو إلى(7سم) فـــي قمتـــه، وأنشـــئت أربعة قباب من الطوب المضغوط أيضاً بسماكة(9سم) لتسقيف منطقـــة المـــدخل والمحـــراب، وحملت القباب والقبوات على جدران وأعمدة حاملة من الطوب الطيني المضغوط المضاف إليه الإسمنت بنسبة(8.3%)، فيما أضيفت مادة البيتومين؛ لتحقيق العزل ضد المـــاء، وقـــد أنشـــئت القباب بنفس الطريقة التقليدية لبناء قباب اللَّبِن باستخدام المؤشر المتحرك، أما الأقواس والأقبية فقد أنشئت بالاستعانة بهيكل معدني، فيما استخدمت الخرسانة المسلحة مسبقة الصب في ركـــائز الأقواس، وقد نفذت العرقات والجسور باستخدام الطوب الطيني المضـــغوط المثبـــت"CSEB" المجوف بشكل"U shape"، أما مئذنة المسجد فقد تم استيحاء شكلها، من العمارة التقليدية حيث

[1] http://www.aleqt.com.
[2]http://www.earth-auroville.com.

بنيت من الطوب الطيني المضغوط، تدرجت سماكتها من (59سم) في الأسفل إلى(24 سم) في الأعلى، وقد تم تسقيفها بالقباب أيضاً[1].

4.3 تقنية البناء بأكياس الطين "Earthbag"

تتم هذه التقنية بملء أكياس من الخيش أو الكتان بنوعية جيدة من التراب الرطب ودكّه جيداً، ومن ثم رص تلك الأكياس فوق بعضها على شكل صفوف متراكبة، وهي تشبه تقنية الطين المدكوك بسبب انضغاط الطين داخل الأكياس لكنها أكثر مرونة منها[2].

استمدت هذه التقنية من استخدام أكياس الرمل في الاستحكامات العسكرية، والجدران الإستنادية؛ لصد الفيضانات، ومن ثم تطورت تدريجياً، لتصبح إحدى الطرق الحديثة والشائعة في المباني الطينية[3]، ففي سبعينيات القرن العشرين تبلورت لدى المعماري ماينك (Gernot "Mink": بروفيسور في جامعة كاسل في ألمانيا ويعد من أشهر المهتمين بتطوير المباني الطينية، قام بعدد كبير من التجارب العملية على خلطات الطين وتقنيات البناء به وجمع تجاربه في كتابه" Building With Earth") فكرة إنشاء قباب بأكياس الطين، كبيوت منخفضة التكاليف ومقاومة للزلازل في جواتيمالا "Guatemala" نتيجةً لبحث أجراه في كلية بوليتكنيك كاسل في ألمانيا؛ للحصول على مساكن بيئية بمواد طبيعية دون الحاجة إلى مواد لاصقة، وقد استخدم فيها أكياساً قطنية منقوعة بماء الجير؛ لحمايتها من تأثير الحشرات، مملوءة بفتات حجر الخفاف لانخفاض وزنه، ومن ثم تطورت فكرة ماينك لدى المعماري الإيراني نادر الخليلي وزميله إيلورا أوترام من معهد كاليفورنيا للفن والهندسة المعمارية "California Earth Art & Architectural Institute" باستغلال هذه التقنية في بناء المساكن الحديثة والدائمة، وبدأت الفكرة بالبناء بالأكياس المنفردة الشبيهة بأكياس الحبوب، ومن ثم استخدموا لفافة واحدة طويلة "Roll" مملوءة بالتراب، وقد أجرى الخليلي عدداً من الاختبارات والدراسات لطرق تحسين البناء بالأكياس؛ للحصول على مباني أكثر ديمومة واستقراراً[4].

---

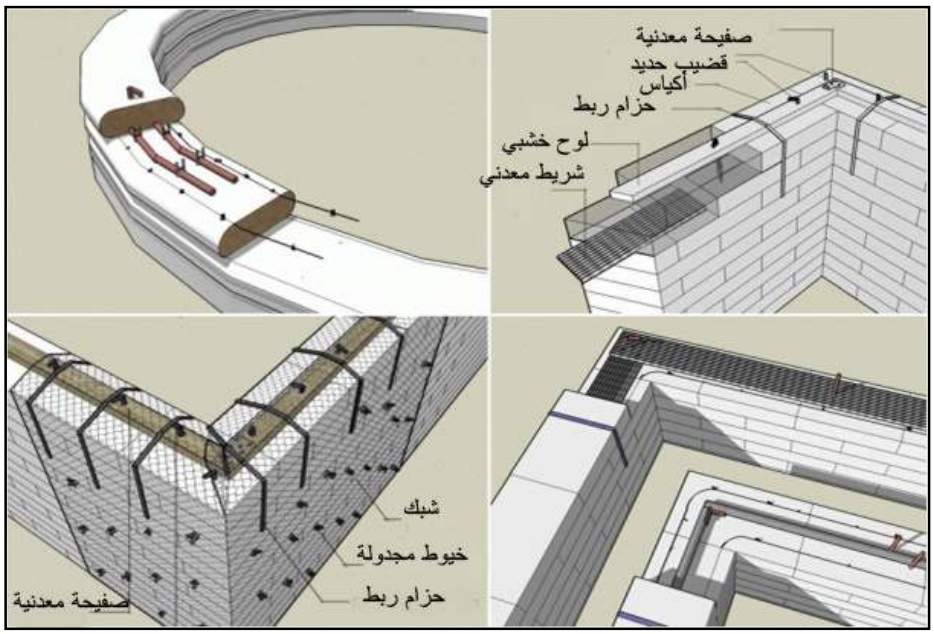
[1] http://www.aleqt.com.
[2] Kiffmeyer. 2004. p4.
[3] Croft. 2001. p1. /http://www.earthbagbuilding.com. / http://www.sandykaboul.com.
[4] Croft. 2001. p1. /http://www.earthbagbuilding.com. / http://www.sandykaboul.com.

صورة (3: 6): استخدام اللفائف بدلا من الأكياس المنفردة في البناء بتقنية الأكياس الطينية

(المصدر: http://www.sandykaboul.com)

النمط المتبع غالباً في إنشاء مباني الأكياس الطينية، هو عمل خندق ضحل ترص التربة فيه، وتملأ بالركام ومن ثم توضع أكياس الطين فوقه[1]، ومن ثم يتم رص الأكياس المملوءة بالتراب فوق بعضها على شكل مداميك، يمد فوق كل مدماك سلكاً معدنياً شائكاً، كذلك تربط الأكياس ببعضها بتلك الأسلاك أيضاً؛ لزيادة مقاومة الجدار لقوى الشد، كذلك يتم ضغط الأكياس؛ للمحافظة على استوائها وزيادة مقاومتها لقوى الضغط، ويتم الإستعانة بميزان الماء للمحافظة على استواء المداميك، كما يتم اللجوء أحياناً إلى غرس قضبان معدنية أو خشبية في الأكياس بشكل عمودي لزيادة مقاومتها، وخصوصاً في زوايا المبنى وحول الفتحات؛ للحصول على مبنى أكثر أماناً خاصة في مناطق النشاط الزلزالي[2].

[1] http://www.earthbagstructures.com./ Kiffmeyer. 2004. p4 .
[2] http://www.earthbagstructures.com./ patti 2010. pp14-16.



شكل (3: 6): استخدام الشبك المعدني والمرابط المعدنية في تدعيم جدران الأكياس الطينية.

(المصدر: http://www.tinyhousedesign.com)

أما إنشاء الفتحات فيتم من خلال تركيب إطار خشبي يأخذ شكل الأبـــواب والشـــبابيك، ولزيادة قوة منطقة الفتحات يحرص على تسليح جوانبها وعمل عرقة من الخرســـانة المســـلحة فوقها.[1]

صورة (3: 7): تركيب الإطارات الخشبية للفتحات في جدران الأكياس الطينية

(المصدر: http://www.earthhomesnow.com)

[1] www. sandykaboul. Com.

ويعتبر التسقيف بالقباب والقبوات من أكثر أنماط التسقيف شيوعاً في تقنية البناء باستخدام أكياس الطين دون الحاجة للجسور، كذلك يمكن إتباع طريقة الأسقف المستوية بالاستعانة بالجسور الخشبية في هذه التقنية[1].

صورة (3: 8): عيادة في الفلبين مبنية بتقنية الأكياس الطينية

(المصدر: http://www.earthbagbuilding.com)

ويمكن الاستعانة بالهيكل الخشبي في بناء الأقبية من الأكياس الطينية، وفي حال وجود البحور الواسعة يتم إنشاء الأعمدة المسلحة وكذلك عمل تسليح للسقف لزيادة قوته[2].

صورة (3: 9): استخدام الطوبار في أقبية أكياس الطين (المصدر: http://www.earthbagbuilding.com)

وبعد الانتهاء من بناء الجدران، يتم عمل طبقة من القصارة فوق الأكياس الطينية لحمايتها من أضرار الأشعة فوق البنفسجية وتسلل الرطوبة إلى داخل المبنى[3].

---

[1] http://www.themudhome.com.
[2] http://www.earthbagbuilding.com
[3] Croft. 2001. p2.

1.4.3 ميزات البناء بتقنية الأكياس الطينية

حققت تقنية البناء بأكياس الطين عدداً من المزايا الإنشائية والبيئية والاقتصادية، أهمها:

أولاً: المزايا الإنشائية

1. مقاومة عالية لقوى الشد نظراً لاستخدام الأكياس المنسوجة، علاوة على استخدام الأسلاك المعدنية الشائكة في ربط صفوف الأكياس[1].

2. مقاومة الفيضانات والزلازل والرياح والثلوج، حيث أجرى نادر الخليلي عدداً من تجارب المحاكاة على الأكياس الطينية لقياس مدى مقاومتها للفيضانات والزلازل والثلوج، وقد تجاوزت تلك الاختبارات عدداً هائلاً من متطلبات كود البناء، وقد أثبتت تلك التجارب مقاومة أكياس الطين للزلازل بقوة تصل إلى(7) درجات على مقياس ريختر، ولاسيما أن التجانس والتماثل في التصميم واستخدام الأشكال الدائرية والأسقف المنحنية أحد أسباب سلامة المبنى من ناحية إنشائية[2].

3. تحقيق التوازن والاستقرار في البناء، فبخلاف التقنيات الأخرى التي يلزم إضافة بعض المواد المثبتة لزيادة ثباتها واستقرارها وتحسين مقاومتها للقوى الواقعة عليها، فإن تقنية الأكياس الطينية، يمكنها أن تحقق الاستقرار والثبات ميكانيكياً حتى في حال إستخدام التراب الخام، وهذه الخاصية أدت إلى انتشار هذه التقنية، لسعة المدى في اختيار التربة دون قيود في نوعية التربة ونسب مكوناتها[3].

4. مقاومة قوى الضغط: الأكياس الطينية تقوم على نفس مبدأ تقنية الطين المدكوك، حيث يتم رص أكياس الطين وضغطها فوق بعضها البعض مما يوفر مقاومة عالية لقوى الضغط[4].

5. عدم الحاجة للهيكل الخشبي أو المعدني كما هو الحال في تقنية الطين المدكوك.

---

[1] Kiffmeyer. 2004. pp 4-8.
[2] Ibid. pp4-8.
[3] Ibid. pp4-8.
[4] Ibid.pp4-8.

6. مرونة التحكم بالأكياس وفر إمكانية البناء بمساقط أفقية دائرية مقببة، وتلك المباني توصف بمقاومتها لخطر الزلازل والفيضانات والأعاصير، وفي حال إنشاء المساقط الأفقية المستطيلة ينصح بوضع دعامات رأسية متباعدة بمقدار(5م).

7. ربط الأكياس بالأسلاك المعدنية الشائكة يوفر تحكماً أكبر أثناء التنفيذ، وزيادة قوة المبنى بحيث يتصرف ككتلة واحدة مركبة[1].

8. سرعة التنفيذ وبجهد قليل، حيث يمكن ملء الأكياس بالطين في الموقع ورصها فوق بعضها، دون الحاجة لهيكل الطوبار أو انتظار جفاف الصفوف كما هو الحال في بعض التقنيات الأخرى، إضافة إلى إمكانية التنفيذ في مختلف الظروف الجوية حتى في الجو الماطر[2].

ثانياً: المزايا البيئية

1. انخفاض نسبة الكربون المنبعث من منشآت أكياس الطين في جميع مراحلها.

2. إمكانية إعادة تدوير المواد المستخدمة سواء الأكياس أو الحشوة الطينية، كما يمكن إعادة استخدام الأكياس التي استعملت سابقا في ملء الحبوب مثلاً.

3. الأداء الحراري: كما هو الحال في باقي تقنيات البناء بالطين فإن المباني الطينية بشكل عام تتمتع بكتلة حرارية مرتفعة تجعل المبنى دافئاً شتاءً وبارداً صيفاً، وذات عزل حراري مرتفع مقارنة مع مواد البناء الأخرى[3].

4. استخدام التراب الخام وعدم الحاجة إلى إضافة الإسمنت أو أي مواد مضافة أخرى يعتبر صحياً أكثر بالنسبة للإنسان، كذلك عدم الحاجة إلى استخدام مواد البناء التقليدية كالخشب والحديد مثلاً يوفر من استهلاك الموارد الطبيعية [4].

---

[1] Croft.2001.p2. / http://www.earthbagbuilding.com./ http://www.sandykaboul.com.

[2] Croft.2001.p2. / http://www.earthbagbuilding.com./ http://www.sandykaboul.com.

[3] Kiffmeyer. 2004. p9. /Croft. 2001. p2. /patti.2010.pp4-6.

[4] www.structures.com.

ثالثاً: المزايا الاقتصادية

1. انخفاض التكلفة وسعة توافر المواد المستخدمة في تقنية أكياس الطين، حيث لا يوجد قيود على نوعية التربة المستخدمة، مما يوفر تكاليف نقل التربة إلى موقع البناء، كذلك المواد فإن الأخرى المستخدمة مثل الأكياس والأسلاك متوافرة وقليلة التكلفة.

2. سهولة التشكيل بأكياس الطينية يمكن الأشخاص من بناء منازلهم بأيديهم بقليل من المهارة[1].

أما أهم سلبيات البناء بتقنية الأكياس تتلخص بالنقاط التالية:

1. اعتماد تقنية البناء بأكياس الطين على الأيدي العاملة في تعبئة الأكياس، ورصّها فوق بعضها، وإن كانت لا تحتاج إلى مهارة عالية.

2. عدم وجود كودات ومعايير كافية للبناء بأكياس الطين، وذلك بسبب السلوك المعقد لأكياس الطين عند تعرضها للأحمال، والذي لا يمكن مقارنته بتقنيات البناء الأخرى شائعة الإستخدام كالطوب مثلاً.

3. تحلل الأكياس مع الزمن مما يؤثر على ديمومة البناء، وعدم تقبل الناس للسكن في مباني أكياس الطين[2].

5.3 البناء بالكرات الطينية "Cob"

مصطلح"Cob" إنجليزي يشير لإحدى التقنيات القديمة للبناء بالطين، والتي كانت منتشرة في جميع أرجاء العالم منذ مئات السنين[3]، وتتألف الخلطة الطينية المستخدمة في هذه التقنية من خليط الطين والرمل وكمية وافرة من الماء والقش، وتشكَّل الخلطة الطينية يدوياً إلى كرات

[1] Croft. 2001. p2.
[2] Ibid .p2.
[3] Evans.2002.pxv. / Harper.2011.p15.

كقطع العجين لصنع أرغفة الخبز[1]، وترص مباشرة بعد تشكيلها فوق بعضها، لإنشـــاء الجـــدار الطيني الذي يتم تنعيمه ونحته بعد جفافه بأدوات قطع خاصة، وفي العادة يكون مقطع الجـــدار على شكل شبه منحرف قاعدته السفلية أكبر من قاعدته العلوية[2].

انتشرت هذه التقنية في بلدانٍ كثيرة، منها إيران وأمريكا وبريطانيا التي تعتبر المـــوطن الأصلي لهذه التقنية، وخاصة مقاطعة ويلز التي تضم العديد من المباني الطينية المنفذة بتقنيـــة "Cob" والتي ما زالت قائمة منذ ما يقارب خمسة قرون من الزمن، لكن إنقطع البنـــاء بهـــذه التقنية هناك لعشرات السنين، فيما ظهرت مجدداً جهود حثيثة للفت الانتباه إلـــى مزايـــا البنـــاء بتقنية"Cob" وإعادة إحيائها من جديد، فظهرت جمعيات ومؤسسات تدعم البناء بهـــذه التقنيـــة مثل: "The cob Cottage و Becky Bee Company" والتي نفذت عدة مشاريع خصوصاً في الشمال الغربي من أمريكا[3].

صورة (3: 10): كرات الطين المستخدمة في تقنية cob

(المصدر: http://sirovenbird.wordpress.com)

---

[1] Kiffmeyer.2004.pp7-8. /Conti.2003.p480 .
http://www.dcat.net/resources/buildingstandards_cob_articles.pdf.

[2] Kiffmeyer.2004.pp7-8. /Conti.2003.p480./
http://www.dcat.net/resources/buildingstandards_cob_articles.pdf.

[3] Kiffmeyer. 2004. pp7-8 ./Evans. 2002.pxv.

يتم بناء الجدران الطينية بتقنية"Cob" من خلال رصّ الكرات الطينيـــة الرطبـــة فـــوق بعضها البعض، وتشكيلها بأسلوب نحتي بعد جفافها؛ للحصول على الشكل المطلوب، لكن تلـــك الجدران لا بد من حمايتها من الماء؛ لضمان ديمومة البناء، ويتم ذلك بعمل قاعدة حجرية تقـــي الجدران الطينية من تسرب الرطوبة من الأرض إلى الجدران، إضافة إلى عمل سقف متطـــاير بمسافة (30–60سم) عن الجدران لحمايتها من ماء المطر، وعادة يتم إمالة أسقف مباني "Cob" في مناطق تساقط الثلوج؛ لمنع تراكم الثلوج عليها، وفي الغالب يتم عمل تلك الأسقف من طبقات من أعواد القصب المتشابك وألواح الخشب المغطى بالطين[1].

صورة (3: 11): نموذج لبيت بتقنية "Cob" (المصدر: **www.thiscobhouse.com**)

وبعد الانتهاء من البناء يفضل صقل الجدران الخارجية بالقصارة، لكن يجـــب مراعـــاة أمرين في غاية الأهمية فيما يتعلق بقصارة الجدران الطينية أولاهما: هو أن الجدران الطينيـــة حساسة للرطوبة وتغير درجات الحرارة وثانيهما: هو حاجة الجدران الطينية للتنفس، ولعل مادة الجير تحقق هذان الأمران، والتي يمكن خلطها مع الرمل و شعر أو وبر الحيوانـــات، وتجنـــب استخدام المواد الحديثة كالإسمنت والمواد اللاصقة والدهانات البلاستيكية؛ لأن مـــادة القصـــارة يجب أن تكون أضعف من مادة البناء، إضافة إلى أن هذه المواد لا تتيح عملية التنفس للجدران مما يعني تجمع الرطوبة بداخلها مما يؤدي إلى ضعفها تدريجيا[2].

[1] Conti. 2003. p480. /Devon Earth Building Association. 2008. p3. /Hern. 2006. p3.

[2] Devon Earth Building Association. 2008. p4.

1.5.3 مزايا البناء بتقنية الكرات الطينية"Cob"

تتميز تقنية الكرات الطينية بعددٍ من الإيجابيات، يمكن إجمالها بالنقاط التالية:

1. مرونة التشكيل؛ لعدم الحاجة إلى طوبار أو ضغط ميكانيكي، فهي مناسبة لإنشاء الأقـواس والقباب والجدران الدائرية كما تتيح الفرصة لإنتاج مباني جميلة بأشكال غريبة وعناصـر زخرفية منحوتة، فهي غير محكومة بشكل معين كما هو الحال في مباني الطين المدكوك [1].

2. توفير منشآت طينية مستدامة ومتينة؛ بسبب خلو جدرانها من حلول المونة بين طبقاته كما هو الحال في مباني اللَّبِن.

3. توفير منشآت قوية مقاومة للزلازل أكثر من الطوب اللَّبِن، وغيره من تقنيات البناء بالطين التي لا يستخدم فيها حديد التسليح؛ وذلك بسبب وجود كمية كبيرة من القش تعمـل كقـوى رابطة بين المواد، تجعل الجدار أكثر صلابة ومقاومة[2].

4. تناسب هذه التقنية العديد من أنواع التربة، ولا تحتاج إلى مهارة عالية في البنـاء، حيـث يستطيع الشخص بناء بيته بنفسه، لذلك فهو ميسر للجميع ويناسب المجتمعات النامية[3].

ولا تخلو تقنية البناء بالكرات الطينية"Cob" من بعض السلبيات التي أهمها:

1. الحاجة إلى وقت طويل في الإنشاء لاعتماد تقنية "Cob" على الأيدي العاملة، كذلك الحاجة إلى انتظار الأجزاء السفلية من البناء حتى تجف قبل إكمال بناء الأجزاء العلوية.

2. ضرورة تغيير نسب الخلط للمواد باختلاف نوعية التربة المستخدمة.

---

[1] Kiffmeyer. 2004. pp7-8./ Conti. 2003. p480.
http://www.dcat.net/resources/buildingstandards_cob_articles.pdf.

[2] http://www.dcat.net/resources/buildingstandards_cob_articles.pdf. /
http://www.thiscobhouse.com. / Sumerall. 2012. pp3-4. / Evans. 2002. p304.

[3] http://www.dcat.net/resources/buildingstandards_cob_articles.pdf. /
http://www.thiscobhouse.com. / Sumerall. 2012. pp3-4. /Evans. 2002. p304.

3. ضعف مقاومة البناء للماء، خاصة في حال عدم عمل الاحتياطات اللازمة في الأساسات والأسقف لتلافي خطر الماء، حيث لا ينصح بالبناء بهذه التقنية في مناطق الفيضانات[1].

6.3 الهيكل الخشبي المملوء بالطين "Wattle and Daub"

تعتبر هذه التقنية من التقنيات البدائية للبناء بالطين التي كانت تستخدم منذ آلاف السنين في بناء الأكواخ في مناطق مختلفة في العالم، وأساس هذه التقنية هو إقامة هيكل خشبي مكون من قاعدة وجسر علوي تربط بينها أعمدة خشبية عمودية، تنسج حولها أغصان رفيعة بشكل شبكيّ، ويتم ملء تلك الشبكة الخشبية بالخلطة الطينية، التي تحضر من مزيج من الرمل الخشن والجير والحصى، إضافة إلى بعض المواد المضافة كروث البقر والقش لزيادة مقاومة المبنى لقوى الشد خاصة مقاومة الرياح، كما يضاف الملح أحيانا للحفاظ على درجة رطوبة الطين[2].

صورة (3: 12): طريقة البناء بتقنية Wattle and Daub (المصدر: Molla.2012.p17)

تطورت هذه التقنية تدريجياً بحيث أصبح الهيكل الخشبي ينفذ بأشكال وأنماط مختلفة، كذلك تخضع هذه التقنية لدراسات علمية لحساب القوى الواقعة عليها، وطرق زيادة مقاومتها، وتصميم الهيكل الخشبي بما يتلاءم مع تلك الحسابات، ويشكل الهيكل الخشبي العنصر الحامل

[1] Smith. 2000. pp33-35.
[2] http://www.the-edi.co.uk/downloads/wattleanddaub.pdf.

في المبنى[1]، ففي فرنسا وألمانيا تم تطوير التقنية، بعمل رقائق من الطين تلف حول قطع خشبية أسطوانية الشكل تثبت على أعمدة الهيكل الخشبي كما في الصورة رقم (3: 13)، وفي محاولات للتغلب على سلبيات تقنية الهيكل الخشبي، أحدث معهد أبحاث البناء في جامعة كاسل في ألمانيا"BRL" بعض الإضافات على الخلطة الطينية كإضافة الأسلاك المعدنية أو البلاستيكية[2].

صورة (3: 13): لفائف الطين المستخدمة في تقنية الهيكل الخشبي (المصدر: Minke.2006.p82)

وأهم ما يميز هذه التقنية هو بساطة الإنشاء وتوافر المواد وعدم الحاجة إلى مهارة عالية، مما يعني مناسبتها للفقراء من الناس لإنشاء بيوت لهم بأقل التكاليف، أما ما يعيب هذه التقنية هو ضعفها في مقاومة العوامل الجوية كالرياح والأمطار، وضعفها من الناحية الزلزالية، مما يستدعي مزيداً من الاحتياطات لزيادة ديمومتها[3].

7.3 الطوب الطيني المحروق (الطابوق) "Fired Brick "

يقترن مصطلح الطابوق بالطوب الطيني المحروق أو المفخور[4]، وهو من أقدم مواد البناء التي وجدت لها آثاراً منذ أقدم العصور كالحضارة البابلية في العراق، وقد ذكر استخدامه

[1] Molla. 2012. pp16-17. / Graham. 2003/4. p12-18.
[2] Minke. 2006. pp81-82.
[3] http://www.english-heritage.org.uk.
[4] جبار. 2013. ص71.

في القرآن الكريم في سورة القصص الآية (38) " فأوقد لي يا هامان على الطين فاجعل لي صرحا[1]" صدق الله العظيم.

يعتبر الطابوق من أهم الصناعات البنائية في العالم خصوصاً في أمريكا التي تضم العديد من المباني السكنية والتجارية المنشأة بهذه التقنية، كما للطابوق الصدارة في الوطن العربي خصوصاً في دول الخليج العربي والعراق والمغرب، ويعد الطابوق أحد منتجات السيراميك التي تتصف بمقاومتها العالية للرطوبة والحرارة والعزل الجيد للتيار الكهربائي[2]، وللطابوق استخدامات إنشائية متعددة، حيث يستخدم في بناء الجدران الخارجية والقواطع الداخلية للمبنى، كما يمكن استخدامه في إنشاء الجدران الحاملة وبلاط الأرضيات والأسقف[3].

صورة (3: 14): طوب طيني محروق مصمت ومفرغ (المصدر:http://www.weiku.com)

1.7.3 مراحل صناعة الطابوق الطيني

يتم خلط المواد الأولية مع الماء لتحضير العجينة الطينية، وتعد أفضل تربة مستخدمة لصناعة الطابوق، هي تلك المحتوية على أعلى نسبة من الطين بما لا يقل عن (40%) من وزن التربة، إضافة إلى ما يقارب (25%) من الرمل و (35%) من الغرين[4]، ومن الضروري تنقية التربة من الشوائب العالقة لضمان أفضل جودة للمنتج[5]، ولتحسين خواص الطابوق تضاف بعض

[1] سورة القصص. الآية 38.

[2] علي. 2009. ص224.

[3] Duggal. 2008. p10.

[4] Brick Industry Association. 2006. p1.

[5] http://www.uobabylon.edu.iq.

المواد بحسب نوع التحسين المطلوب، حيث يضاف رمل الكوارتز أو الرماد للتقليل من لدونة الطين والتقليل من انكماشه أثناء الحرق وبالتالي الحد من الشروخ والتشققات في الطوب، أما لزيادة مسامية الطابوق والتقليل من وزنه تضاف بعض المواد المحروقة مسبقا كنشارة الخشب ومسحوق الفحم، فيما تضاف المواد القلوية لزيادة مقاومة الطابوق للأحماض[1].

وتلي عملية خلط المواد الأولية عملية القولبة إما يدوياً، أو ميكانيكياً[2]، ومن ثم يجفف الطوب لإخراج الرطوبة منه وتحضيره لعملية الحرق، ويتم ذلك إما بتعريض الطوب للهواء والشمس في الخلاء، أو بتجفيفه في أماكن مغلقة أعدت خصيصاً لهذا الغرض، بحيث يتم الإستعانة بالغازات الناتجة عن حرق الطوب في تجفيف النيئ منه[3]، ومن ثم يُنقل الطوب المجفف إلى أفران خاصة لحرقه بدرجات حرارة مرتفعة، ويفضل أن يكون الحرق تدريجياً يتبعه تبريد تدريجي لضمان جودة المنتج[4]، وينتج عن ذلك طوب مقاوم لعوامل الطقس الصعبة، وأكثر تحملاً للقوى الواقعة عليه، مما يعني طوب طيني أكثر ديمومة من الطوب اللَّبِن[5].

صورة (3: 15): مرونة التشكيل في الواجهات باستخدام الطوب الطيني المحروق (المصدر: (http://www.gobrick.com

[1]Duggal. 2008. p9.
[2] www.arab-eng.org.
[3]http://www.uobabylon.edu.iq.
[4] Brick Industry Association. 2006. p4.
[5] http://www.uobabylon.edu.iq. /
http://www.ibstock.com/pdfs/technical- support/TIS16Howbricksaremade.pdf .

2.7.3 الخواص الهندسية للطابوق

يعتبر أفضل أصناف الطابوق هو الذي يمتاز بلونه الأحمر الغامق وسطحه المستوي والناعم وانتظام حوافه وخلوه من العيوب كالتشققات، وعدم قابليته للخدش ونسبة امتصاصه للماء عند نقعه بالماء البارد مدة (24) ساعة تكون ما بين (12–15%) من وزنه الجاف، وأن لا تقل قوة كسره عن ($N/mm^2$10)[1].

أما المعايير التي يصنف الطابوق تبعا لها يمكن إجمالها بالآتي

أولاً: الشكل والأبعاد: يمتاز الطابوق بأشكاله وأحجامه المختلفة بحسب الوظيفة التي سيؤديها، فهناك الطابوق المصمت المستخدم في الجدران الحاملة والعناصر التي تتطلب ديمومة عالية، وهناك الطابوق المجوف ذو الأشكال المتنوعة المستخدم في القواطع والجدران غير الحاملة، والمتميز بجودته العالية في العزل الحراري والصوتي[2].

ثانياً: المسامية: يعتمد مقدار المسامية في الطابوق على قوة الكبس ونسبة الماء في الخلطة ودرجة حرارة الحرق، وزيادة المسامية في الطابوق تؤدي إلى زيادة العزل الحراري وانخفاض قوة التحمل إضافة إلى زيادة قابليته لامتصاص الماء[3].

ثالثاً: تحمل الضغط: يمتاز الطابوق بتحمله لقوى الضغط الواقعة عليه، لكن مقدار ذلك التحمل يختلف من صنف إلى آخر، ويعتمد أساساً على طبيعة المواد الأولية ومقدار انضغاط الطوب ودرجة احتراقه[4].

رابعاً: امتصاص الماء: يفضل عند صناعة الطابوق تقليل قابلية امتصاصه للماء لتأثيراته السلبية عليه[5]، مثل: نقصان معدل التحمل، وترسب الأملاح على سطحه فيما يعرف بظاهرة التزهر،

---

[1] Duggal. 2008. p11.12.

[2] Brick Industry Association. 2006. p7. /Duggal. 2008.p14.

[3] Brick Industry Association. 2006. p7. /Duggal. 2008. p14.

[4] Brick Industry Association. 2006. p7. /Duggal. 2008. p14.

[5] Brick Industry Association. 2006. p7. /Duggal. 2008. p14.

وضعف المادة الرابطة بين الطابوق وتشققها لامتصاص الطابوق الماء منها، لذلك يفضل رش الطابوق بالماء قبل الاستخدام، كذلك فإن زيادة امتصاص الماء يقلل من ديمومة المنشأ، وذلك لأن تجمد الماء بداخل الطابوق يزيد من حجمه مما يتسبب في حدوث التشققات والشروخ[1].

خامساً: التزهر: وهي عملية ترسب الأملاح على سطح الطابوق نتيجة لتبخر الماء منه، ويحدث ذلك في حالة المسامية العالية للطابوق والتي تسمح بنفاذ الرطوبة إلى الداخل وإحداث حركة في الأملاح الموجودة في الطابوق، ويؤدي ذلك إلى حدوث التشقق في سطحه، وهشاشة قوام المنشأ في المستقبل[2].

وبالرغم من مزايا الطابوق مثل: تحمله للظروف الجوية القاسية وتحمله لقوى الضغط الواقعة عليه، والتي تزيد من ديمومته إضافة إلى كتلته الحرارية المرتفعة مما يجعل منشآته باردة صيفاً ودافئة شتاءً، علاوةً على كون مواده الأولية متوفرة في الطبيعة ويمكن تصنيعها محلياً، لكن هناك عدد من السلبيات للطابوق، تؤثر على استيفائه لشروط الاستدامة وأهمها:-

1. الاستهلاك المرتفع للطاقة، وبالتالي تكلفة مرتفعة للإنتاج.
2. انبعاث الغازات السامة نتيجة للحرق، وبالتالي التأثير على البيئة المحيطة وتلويثها.
3. وجود مخلفات ناتجة عن عملية الحرق أهمها الرماد[3].
4. إغلاق مسام الطوب الطيني مما يعني تقليل قدرة الطوب على امتصاص أو التخلص من الرطوبة[4].

عكفت الدول المتقدمة مثل أمريكا والتي تعتمد على الطابوق بشكل رئيسي في صناعتها الإنشائية، على عمل عدد من الأبحاث والدراسات؛ للتخفيف من تلك السلبيات، كاستخدام غازات

---

[1] Duggal. 2008. p14 ./http://www.uobabylon.edu.iq.

[2] علي. 2009. ص225.

[3] Chusid. 2009. pp30-33./ Minke. 2006. p130.

[4] Chusid. 2009. pp30-33. / Minke.2006.p130.

الحرق البديلة مثل غاز الميثان، وإعادة تدوير مخلفات الحرق، مثل استخدام الرماد الناتج عن الحرق في صناعة الطابوق[1]، والتحكم الجيد بعملية الحرق مثل ضبط درجة الحرارة، والعزل الجيد للفرن، واستخدام الأفران الكبيرة، والتجفيف الجيد للطوب قبل إخضاعه لعملية الحرق، واستخدام الطاقة الناتجة عن الاحتراق في عملية التجفيف؛ للتقليل قدر الإمكان من استهلاك الطاقة، كذلك يتم الاستعانة بصهاريج لجمع الماء المتبخر من الطابوق أثناء عملية الاحتراق وإعادة تدويرها واستخدامها[2].

8.3 تقنية الحفر في الأرض "Dug out"

يعتبر الحفر في الأرض لإقامة المساكن من أقدم طرق الإنشاء بالطين، وقد شاع استخدامها في المناطق الحارة والجافة، ويكون الحفر عادة في التربة الناعمة أو في الحمم البركانية لسهولة الحفر، فيما تتم عملية الحفر إما بشكل أفقي في التلال، بحيث يتم الوصول إلى الغرف من خلال دهاليز وأدراج، أو أن يكون الحفر بشكل رأسي، ويكون ذلك بإنشاء ساحة مكشوفة تحيط بها الغرف من جميع الجوانب، وقد وجدت نماذج جميلة من البيوت المحفورة في الأرض في الصين حيث تأوي أكثر من عشرة ملايين ساكن[3].

كذلك تعتبر قرية "ماطماطة" في تونس، من أروع النماذج للمساكن المحفورة في الأرض[4]، وقد صممت مساكنها حول ساحة وسطية يتم النزول إليها من خلال منحدر ضيق، تلتف الكهوف حول تلك الساحة مشكلة غرف البيت، والتي يتم الربط بينها أحياناً من خلال ممرات داخل الأرض، واستمر السكن فيها إلى الآن، حيث يقطنها قرابة الخمسمائة شخص[5].

---

[1] Chusid. 2009. pp30-33.
[2] Practical Action. pp2-5.
[3] http://www.earth-auroville.com/earth_dug_out.
[4] Csillk. 2012. p13.
[5] مجلة 14 أكتوبر (2014).العدد(16029). في (http://www.14october.com/).

صورة (3: 16): قرية ماطماطا التونسية المحفورة بالأرض (المصدر:Cillik. 2012.p12)

9.3 الأسقف الطينية "Earthen Roofs"

تختلف مادة بناء السقف للمبنى الطيني باختلاف الموقع الجغرافي والمواد المتوافرة هناك، لذلك تنوعت الأسقف من حيث مادة البناء فمنها المبني من الخشب أو الحديد الصلب أو الإسمنت وكذلك الطين، الذي أستخدم في المناطق الصحراوية وشبه الصحراوية[1].

أولاً: الأسقف المستوية" Flat roofs"

تعتبر الأسقف الطينية المستوية من التقنيات التقليدية لتسقيف المباني في كثير من المناطق شبه الاستوائية والمدارية والمعتدلة، خصوصاً الريفية منها[2]، والسقف المستوي عبارة عن مستوى قليل الميلان مكون من طبقة أو عدة طبقات من الطين المخلوط غالباً مع الألياف الطبيعية والجير، تغطي هيكلاً خشبياً أو قبواً أو أكثر، كما هو موضح في الصورة رقم (3: 17)، والتركيب الإنشائي لتلك الأسقف واحد، حيث يتكون السقف من عدة طبقات، محمولة على أعمدة من أغصان الأشجار أو من الحجارة، فالطبقة الأولى بمثابة هيكل رئيسي حامل مكون من جذوع الأشجار الطويلة يغطيها هيكل فرعي مكون من أغصان الأشجار أو أعواد القصب أو سعف النخيل، أما الطبقة الثالثة فتكون عبارة عن مزيج من النباتات المجففة مع التراب المدكوك، وتصب فوق الثلاث طبقات السابقة، الطبقة النهائية من الملاط الطيني والتي تعرف

[1] Guilland.1985. pp67-68.
[2] Minke. 2006. p115.

بالبلاطة، وفي العادة تكون ذات نسبة عالية من الرمل الخشن[1]، وفي المناطق الماطرة تضـــاف طبقة عازلة فوق الطبقة الأخيرة لحفظ السطح من التشققات، ففي الأناضول في تركيا تســـتخدم تربة طينية خاصة ذات محتوى عالٍ من الملح الخشن تختم به الأسطح؛ وذلك لأن الملح يساعد في إبقاء الطين رطباً مما يقلل من امتصاصها لماء الأمطار وحدوث التشققات، ويحرص سكان تلك المباني على رش الأسطح بالملح بعد موسم المطر، لتعويض الملح الذائب[2].

ومن أهم الأمور التي يجب مراعاتها في السقف الطيني المستوي، هو عزل الرطوبة من خلال إضافة مواد عازلة تقي السطح من التشققات، وكذلك تصريف مياه الأمطار التي يجب أن تتم من خلال قنوات بعيداً عن جدران المبنى، وينصح أيضاً بإمالة السطح بمقدار(1-2%)، مع ضرورة عمل تصوينة للسطح، كذلك لابد من حل مشكلة التمدد الحراري التـــي تعـــاني منهـــا الأسقف الطينية وخصوصاً في المناطق الحارة من خلال عمل تغطيـــة الســـطح بطبقـــة مـــن القصارة[3].

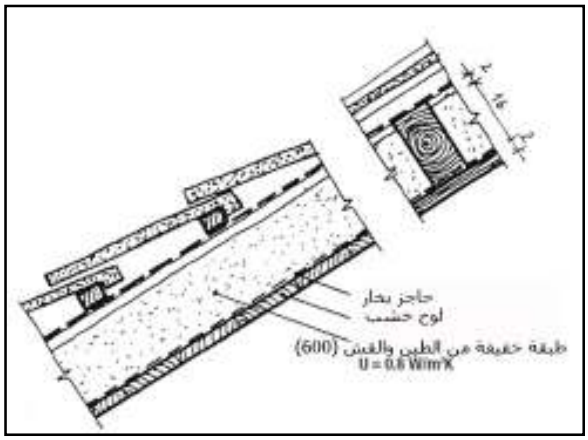
صورة (3: 17): التفاصيل البنائية في الأسقف الطينية المستوية (المصدر:البناية الطينية وصيانتها بوادي ميزاب. ص20)

[1] http://www.meda-corpus.net/arb/fitxes/F2/arb/C04_SY.pdf.
[2] Minke. 2006. pp115-116.
[3] Guilland. 1985. p73./Baker's. 1993. p75.

ثانياَ: الأسقف المائلة " Inclined Roofs"

تعد الأسقف المائلة إحدى الطرق المألوفة في تسقيف المباني الطينيـــة، حيـــث تغطـــي البلاطات الطينية هيكلاً خشبياً أو معدنياً مائلاً يعلو فراغ المبنى، وأهم ما يميز الأسقف المائلـــة هو سهولة إنشائها وانخفاض تكاليفها علاوة على نجاحها في حل أكبر مشاكل الأسقف الطينية، حيث تعتبر طريقة فعَّالة في التصريف الجيد لمياه الأمطار، ولأداء هذا الغرض بحرفية عاليـــة يجب عمل طيران للسقف عن الجدران بما لا يقل عن (**30**سم)، كما يجب ربط الجملون بنهاية الجدران بدقة لضمان ثباتها واستقرارها، وتوفير انحناء بسيط في منطقة التقاء التصـــوينة مـــع السطح، وتغطية تصوينة السطح بمادة عازلة ضد الماء مثل الطابوق والإسمنت لمنـــع تســـرب الماء إلى الجدران[1].

ولتحقيق عزل جيد للصوت والحرارة يمكن عمل فراغ بين الهيكل الخشـــبي والبلاطـــة بطبقة من الطين مخلوط بنسبة عالية من القش، حيث أثبت عملياً أن فراغاً مملوءً بالطين مقداره (60سم)، بين بلاط السقف والهيكل الخشبي، يمكن أن يحقق عزلاً حرارياً تكـــون فيـــه قيمـــة الانتقالية الحرارية (U) $0.8w/m^2k$[2]. (معدل الفقد الحراري خلال المادة والتي كلما قلت قيمتها زادت قدرة المادة على العزل).



شكل (3: 7):مقطعان عرضي وطولي في سقف مائل (المصدر: Minke.2006.p114)

[1].Guilland. 1985. p 68,70.
[2]Minke. 2006. p115.

ثالثاً: الأسقف المنحنية "Carved Roofs"

يقصد بالأسقف المنحنية، القباب والأقبية(جمع قبو)، التي تغطي الفراغات المعمارية، وقد استخدمت القباب والأقبية المنشأة من الطوب اللّبِن لتغطية مبانٍ متعددة الاستخدامات في أنحاء مختلفة من أوروبا وإفريقيا وآسيا، لما لتلك الأسقف من ميزات إنشائية وجمالية واقتصادية وحرارية[1].

تعتبر القبة والقبو من المنشآت القشرية "Shell Structure" التي تقاوم الأحمال الرأسية؛ نظراً لمقاومة مواد بنائها لقوى الضغط، التي تنتقل خلال السطح المنحني إلى القواعد، فيما تكون إجهادات الشد "Tensile Stress" محدودة جداً؛ وذلك لأن تلك العناصر تتكون من وحدات متراكبة تكون خطوط التقائها (Joints) متعامدة مع خط القوس[2]، وتنتقل القوى عبر السطح المنحني بشكل مائل، يتم تحليلها إلى مركبتين عمودية وأخرى أفقية في أسفل المنحنى، ونظراً لمقاومة الطوب الطيني لقوى الضغط وضعف مقاومته لإجهادات الشد، فإنه من الضروري تصميم الشكل الهندسي للمقطع الرأسي لكل من القبو والقبة، بما يضمن التقليل قدر الإمكان من حدوث إجهادات الشد الأفقية، وخصوصاً قوى الرفس الناشئة في أسفلهما[3]، وقد أثبت عملياً أن الشكل المثالي للقبو الطيني، هو القبو البرميلي ذو المقطع الرأسي المماثل لشكل السلسال المقلوب، الذي يتحمل فقط قوى وزنه كما في الشكل (3: 8)، أما الشكل المثالي للقبة فهو ذلك الذي لا ينتج عنه قوى شد أو ضغط حلقية "Ring Forces"، ويتم الحصول على هذا الشكل، من خلال طرق الرسم المستخدمة في الهندسة الساكنة "Statics Engineering" ويختلف الشكل باختلاف المسافة الأفقية للقبة (Span) وارتفاعها[4].

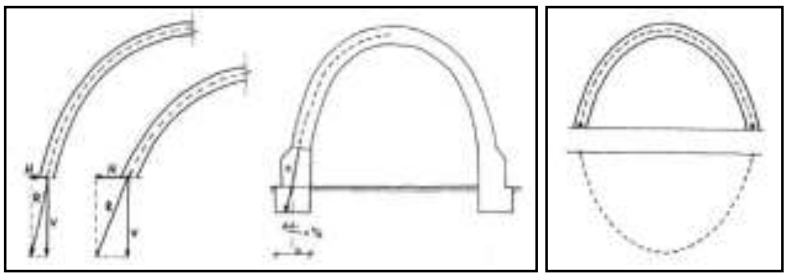
---

[1] Minke. 2006.p117.

[2] عوض. 2002. ص65.

[3] Manandher. 1987. p41.

[4] Minke. 2006. pp120-121.



شكل (3: 8): الشكل المثالي للقبو الطيني وطريقة انتقال القوى فيه

(المصدر: Minke.2006. p119,120)

وتعتبر القباب والأقبية النوبية (نسبة إلى منطقة نوبة الممتدة من جنوب مصر إلى شمال السودان) من أهم النماذج الناجحة التي صمدت لقرونٍ طويلة، حتى غدت أسساً تم إتباعها في العمارة الطينية الحديثة في العالم، والتي تستدعي الوقوف عندها لدراسة عوامل نجاحها؛ في سبيل الاستفادة منها في العمارة الطينية المعاصرة في فلسطين.

أولاً- تقنية القبو النوبي:- تعد أقبية غرف المخازن في معبد رمسيس الثاني، من أكبر الشواهد الحية على بناء الأقبية من اللّبِن في الفترة الفرعونية في صعيد مصر، والتي أنشئت بطريقة إبداعية، جعلتها صامدة إلى الآن، وقد توارث المصريون القدماء بناء الأقبية الطينية جيلاً بعد جيل حتى غدا القبو النوبي مدرسة عملية لإنشاء الأقبية الطينية حتى يومنا هذا[1].

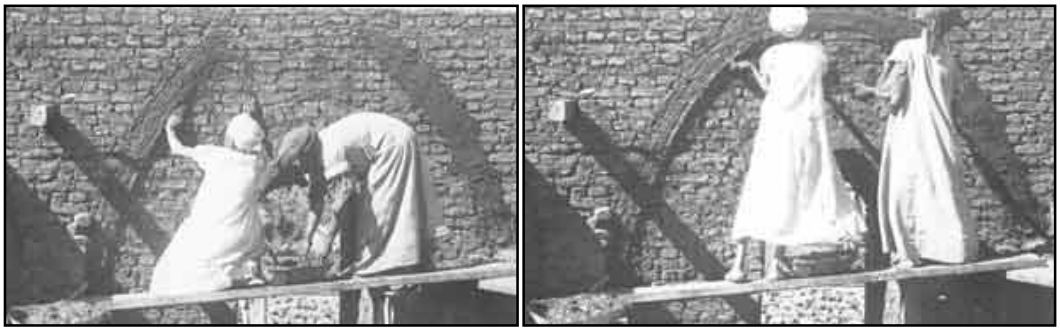
صورة (3: 18): الأقبية الطينية في معبد رمسيس الثاني في مصر (المصدر: Minke.2006. p11)

ومن الجدير ذكره أن تقنية القبو النوبي كانت ملهمة للمعماري المصري حسن فتحي في عمارته الطينية المشهورة، حيث وجد في طريقة النوبيين في بناء أقبيتهم مخرجاً لمحاولاته

[1]Mud Brick Roofs. 1973. p1.

الفاشلة في إنشاء الأقبية الطينية، والتي يعتمد نجاحها على إبداع عمال البناء دون الحاجة إلـــى أدوات معقدة أو دعامات أو هيكل خشبي أو تخطيط، وقد ذكر في كتابه الشهير عمارة الفقـــراء أنه استعان ببنائين من أسوان ممن توارثوا تقنية بناء الأقبية النوبية، لإتمام حلمه في أقبية طينية ناجحة، مفصلاً خطوات إنشاء القبو بالصور، والتي لخصها بالخطوات التالية[1]:-

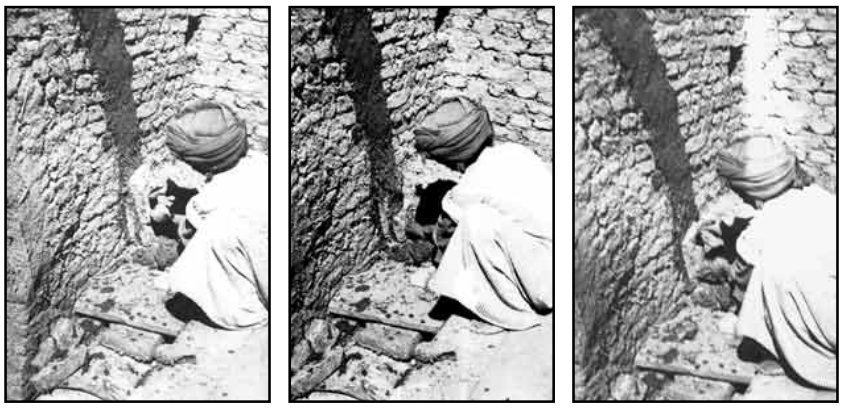
أ- يخط البنَّاءون شكل القبو على جدارٍ ساند بإستخدام مونة طينية، ومن ثم يقومون بتشذيبها لتكون أكثر حدة، ويأخذ شكل القبو عادة شكل القطع المكافئ، وهو مطابق لرسم منحنـــى عزم الانحناء، والذي ساعد في انعدام قوى الانحناء فـــي القبـــو "Bending Moments" ومما يتيح لمادة البناء أن تكون تحت تأثير قوى الضغط فقط.



صورة (3: 19): تخطيط شكل القبو على الجدار الساند وتشذيبه (المصدر: فتحي.1989.ص16)

ب- توضع طوبة ملاصقة للمونة الموجودة على الجدار بشكل رأسي، تمثل المدماك الأول في القبو، ومن ثم توضع حشوة صغيرة من المونة عند طرفها السفلي المكشوف، بحيث يـــتم إلصاق نصف طوبة لتلك المونة في المدماك الثاني بشكل مائل على الجدار، فيما توضـــع فوقها طوبة ثالثة كاملة بشكل مائل أيضا تكمل المدماك الثاني، والهدف من ذلك تشـــريك الحلول لزيادة قوة القبو ومنع انهياره، أما المدماك الثالث في القبو فيتم إنشاؤه بطوبة مائلة أكثر من ميلان المدماك الثاني.

[1] فتحي. 1991. ص15.



صورة (3: 20): إنشاء المدماك الأول والثاني في القبو النوبي (المصدر: فتحي.1989.ص16)

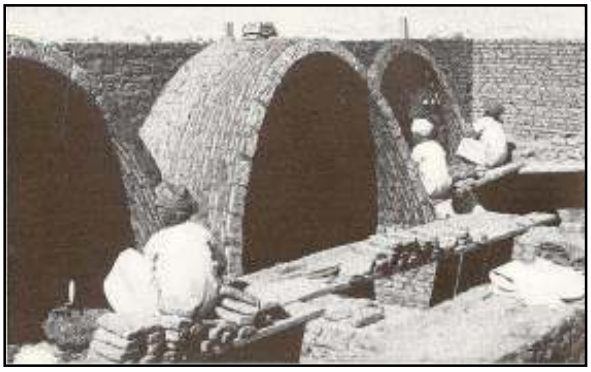
ت- توالي إنشاء المداميك بحيث يرتفع كل مدماك عن سابقه، ويشار هنا إلى ضرورة إبقاء أطراف الطوبة جافة، مما يضمن إلصاق أطراف الطوب معاً بشكل مباشر من غير مونة، والهدف من ذلك هو عدم انكماش الطرف العلوي للطوبة بفعل المونة الطينية والذي قد ينتج عنه تشوهاً في شكل القطع المكافئ مما يتسبب في إنهيار القبو.

صورة (3: 21): توالي إنشاء المداميك في القبو النوبي (المصدر: فتحي.1989.ص16)

أ- اكتمال أول حلقة في القبو، بسمك ستة وحدات من الطوب في الأسفل وطوبة واحدة في الأعلى، يقوم البناءون بعد ذلك بإدخال الحشوات الوتدية الجافة بين فراغات الطوب.

صورة (3: 22): إدخال الحشوات الجافة بعد اكتمال أول حلقة في القبو النوبي (المصدر: فتحي.1989.ص17)

ب- تكرار حلقات الطوب المائلة التي تدعم المداميك التالية للقبو حتى الوصول للشكل المطلوب[1].



صورة (3: 23): تكرار الحلقات المائلة في القبو النوبي (المصدر: فتحي.1989.ص17)

وقد نقل حسن فتحي تلك التجربة إلى العالم، حيث أنشأ عدداً من المشاريع الهامة خارج مصر ولعل أهمها قرية دار الإسلام في أمريكا في العام(1980م)، حيث اصطحب معلمي البناء النوبيين معه لينفذوا القباب والأقبية الطينية بطريقتهم الفذة[2].

ومن أهم عوامل نجاح القبو النوبي هو شكل المقطع الرأسي للقبو، المماثل لشكل السلسال المقلوب[3]، إضافة إلى الطوب المستخدم في البناء ذو الأبعاد(25×15)سم وبسماكة

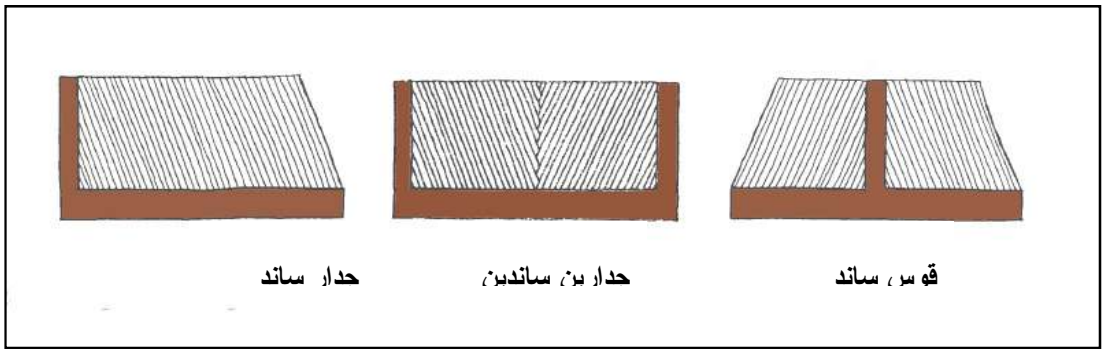
---

[1] فتحي. 1991. ص.15.

[2] السيد. ص2. 2010 / .Norton.1997.p10

[3] فتحي. 1991. ص74.

تتراوح بين(5– 6) سم، كذلك فهو خفيف الوزن؛ لارتفاع نسبة القش فيه، مما يعني أن وزن الطوبة الواقع على الحل قليل جداً، مما يمنع انزلاق الطوب أثناء الإنشاء، إضافة إلى حفر أخدودين مائلين على الوجه الأكبر للطوبة باستخدام أصابع اليد؛ لزيادة تماسك الطوب، علاوة على التحكم بزاوية ميلان العقد الأفقية والتي تتراوح ما بين(65ºو 70º)، حيث أثبتت التجارب العملية أن تقليل مقدار الزاوية عن هذه القيم، يؤدي إلى انهيار القبو أثناء الإنشاء من الأسفل، في حين أن زيادة مقدار الزاوية يتسبب في انهيار القبو أثناء إنشائه من الأعلى، كذلك من الضروري إسناد القبو على جدار ساند أو جدارين، أو قوس ساند "Supporting Arch"[1]، وجدير بالذكر أن التجارب العملية، التي أجريت في مختبر أبحاث البناء في جامعة كاسل الألمانية "BRL"(Building Research Institute) لتطوير القبو الطيني، استندت على مبدأ القبو النوبي، مع استحداث بعض الإضافات؛ لتخفيض الجهد والتكلفة مثل إستخدام طوب مربع الشكل بأبعاد (20×20×6) سم، واستخدام الخيط المشدود في ضبط ارتفاع مداميك القبو[2].



شكل (3: 9): طريقة تركيب القبو الطيني (المصدر: Minke. 2006. p124)

ثانياً: تقنية القبة النوبية: بالرغم من متانة القبو الإنشائية، إلا أن القبة تفوقه في تلك الميزة، حيث يذكر حسن فتحي: أنه إذا أمكن عمل قبو من الطوب اللَّبِن ببحر ثلاثة أمتار، فإن بحر القبة يصل إلى خمسة أمتار، وتكتسب القبة متانتها الإنشائية من شكلها الكروي، الذي يمتلك كل مزايا الشكل البيضاوي[3]، وقد تميزت القبة النوبية ببراعة إنشائها كما هو الحال بالنسبة للأقبية النوبية

[1] Minke. 2006. p124.
[2] Ibid. p124.

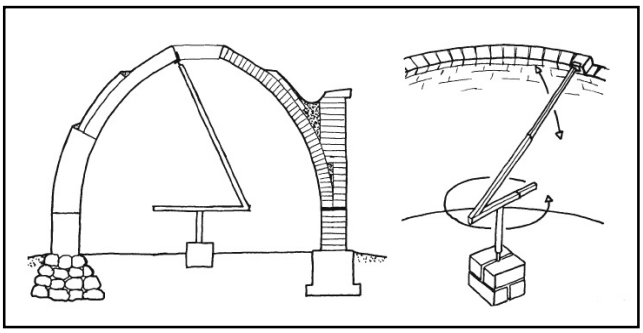
[3] فتحي 1991. ص74.

التي ذكرت سابقا، وما يميزها عن غيرها هو إنشاؤها بالطوب الطيني المجفف باستخدام مؤشر متحرك لضبط ارتفاع وزاوية ميلان حلقات الطوب[1]، كما تستخدم الأسافين الحجرية بين الطوب لملء الفراغات الناتجة عن إمالة الطوب مما يضمن عدم انزلاقه، لكن ما يعيب هذه التقنية هو اقتصارها على إنشاء القباب الكروية، وكما هو معروف إنشائياً فإن القبة الكروية خصوصاً ذات البحور(المجازات) الواسعة تكون معرضة لحدوث إجهادات شد حلقية في أسفلها، مما يستدعي أخذ الاحتياطات اللازمة لمنع انهيارها، مثل إضافة حديد التسليح في الجزء السفلي من القبة أو إضافة جسر حلقي من الباطون المسلح[2].

وبهدف التغلب على مشاكل القبة النوبية التقليدية، تم تطوير المؤشر المتحرك واستبداله بمؤشر مثبت على ذراع أفقي محمول على قاعدة مركزية، يتم التحكم بطول الذراع الأفقي بحيث تختلف زاوية دوران المؤشر في كل حلقة، كما هو موضح في الصورة السابقة، وهذا يساعد في إنشاء قباب مرتفعة بأشكال مثالية تضمن عدم حدوث إجهادات شد[3]، فيما قام مختبر أبحاث البناء في جامعة كاسل في ألمانيا (BRL)، في الآونة الأخيرة بإحداث تطوير آخر في ذلك المؤشر، بما يساعد في إنشاء قباب بأشكال مختلفة يتم تصميمها مسبقاً تبعاً لحسابات إنشائية دقيقة حسب قوانين الإستاتيكا، والتي تضمن عدم حدوث إجهادات الشد في أسفل القبة، ويتكون المؤشر الدوراني الأخير الموضح بالشكل رقم (3: 10)، من عمود مثبت في أسفل الفراغ يحمل ذراعاً متحركاً يثبَّت عليه قوس معدني يأخذ شكل انحناء القبة، يحمل هذا القوس زاوية معدنية قائمة تثبت فوق صفوف الطوب، وإحدى تطبيقات هذه التقنية هو قبة أنشئت في جامعة كاسل ذات بحر"Span" يساوي سبعة أمتار وبارتفاع ستة أمتار وبسماكة(20) سم، وقد استخدمت برامج الحاسوب في تحديد الشكل المثالي للقبة، مع ملاحظة أنه تم إمالة الصفوف العلوية من الطوب؛ لمنع انزلاقها أثناء التنفيذ، ومنع تركيز الصوت في القبة[4].

---

[1] Norton.1997.p10.
[2] Minke.2006. p12.
[3] Norton. 1997. p11.
[4] Minke. 2006. pp126-130.



شكل (3: 10): استخدام مؤشر دوراني على ذراع متحرك للتغلب على مشاكل القبة النوبية

(المصدر: Minke.2006. p127)

10.3 خلاصة الفصل

البناء بالطين واسع التطبيق، ومنتشر في معظم أرجاء العالم ومتعدد التقنيات، التي تمتلك كل منها ميزات كبيرة، في الوقت الذي تمتلك عدداً من السلبيات، لكـــن الدراســـات والأبحـــاث مستمرة للتقليل قدر الإمكان من تلك السلبيات والتغلب عليها، فقد شهد عالم البناء بالطين تطوراً ملحوظا بما يتناسب ومتطلبات العصر، آخذاً من الجذور التاريخية للبناء بالطين أساساً لذلك.

ومن الصعب المقارنة بين تقنيات البناء بالطين لتحديد أيها أفضل، لكن يمكن القول بأن أفضل التقنيات، هي تلك التي تتلاءم مع موقع البناء والمناخ السائد والتي تستخدم فيها مواد البناء المتوفرة محلياً، بحيث تتوفر فيها خصائص المتانة والديمومة وانخفاض التكلفة، إضافة إلى عدم إضرارها بالبيئة الخارجية.

الفصل الرابع

تطور العمارة الطينية
في فلسطين عبر العصور

الفصل الرابع

تطور العمارة الطينية في فلسطين عبر العصور

يتناول هذا الفصل بشكلٍ موجز، تاريخ تطور العمارة الطينية(الترابية) في فلسطين، بمختلف أنواعها وأنماطها، ابتداءً من العصور الحجرية، وحتى نهاية العهد العثماني، وقد تم الاعتماد بالدرجة الأولى على تقارير التنقيبات الأثرية ونتائجها، بالإضافة إلى وصف الرحالة والجغرافيين، الذين زاروا فلسطين في فترات زمنية مختلفة، إلى جانب بعض الزيارات الميدانية.

اهتدى الإنسان منذ فجر التاريخ لبناء مسكنه، من الطبيعية المحيطة به، مثل: القصب، وأغصان الأشجار، والحجارة، والطين، حيث استخدم الحجارة والطين في بناء الجدران، ويعتبر طوب اللَّبِن أكثر مواد البناء شيوعيا في فلسطين على مر العصور، حيث تم استخدامه في كافة أرجاء فلسطين بمختلف أقاليمها الجغرافية.

خارطة (4: 1): خارطة فلسطين يظهر عليها المواقع التي استخدمت فيها العمارة الطينية

(المصدر: الباحثة بتصرف عن: www.bible-archaeology.info/IsraelMap2a.jpg)

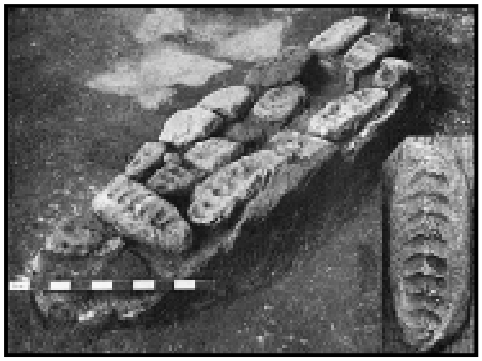
1.4 العصر الحجري الحديث (8000 ق.م –4500 ق.م)

يعود أقدم استخدام للطوب اللَّبِن في فلسطين، إلى العصر الحجري الحديث قبل الفخاري "PPNA"، حيث وُجدت آثاراً لبيتين من الطين، الأول بمسقط دائري والآخر بمسقط مستطيل في تل السلطان في أريحا، اُستخدم في بنائهما أكثر من نمط من طوب اللّبِن، ويعتبر أقدم شكل للطوب هو البيضاوي ذو قاعدة مستوية، كذلك استخدم طوب على شكل سيجار "Cigar shape" نفذت على سطحه أخاديد أو تسنين بأصابع اليد قبل تجفيفه؛ من أجل تماسك المونة مع الطوب.

صورة (4: 1): طوب على شكل سيجار

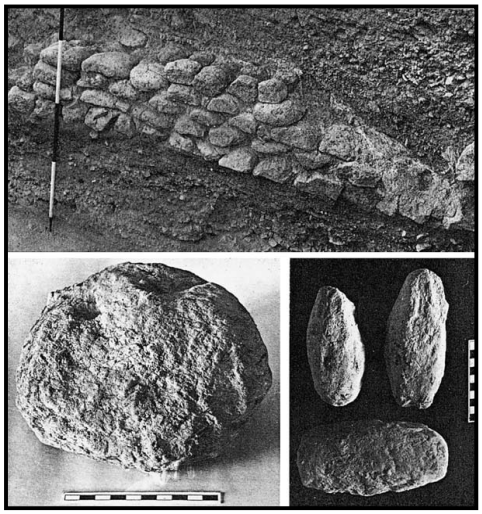
المصدر: http://www.ashmolean.org/ash/objectofmonth/2004-07/relobjects.htm

لاحقاً وفي العصر الحجري الفخاري "PNB"(تقريبا 5000 ق.م) استخدم نمطاً آخر، من طوب اللّبِن وهو ما عرف باسم "Bun shape" أي شكل الكعكة؛ لاحتوائه على قاعدة منبسطة وحواف دائرية وسطح محدب[1].



صورة (4: 2): جدار مبني من طوب اللبن" السيجار" في تل السلطان – العصر الحجري الحديث قبل الفخاري (المصدر: Wright.G.R.H.2005)

[1] Wright. 1985. p350. /p195 The Archaeological Encyclopedia. 1986.



صورة (4: 3): جدار مبني من طوب اللبن " الكعكة " – تل السلطان ويرجع إلى الألف السادس قبل الميلاد

(المصدر:Wright.G.R.H.2005)

تميز العصر الحجري الحديث الفخاري، باستخدام الفخار كمادة أساسية في الاستخدام المنزلي في الحياة اليومية[1]، وقد كشفت الحفريات الأثرية أيضاً، عن صوامع تخزين الحبوب والمواد الغذائية مبنية من طوب اللبن تعود لتلك الفترة.

صورة (4: 4):صومعة للتخزين مبنية من طوب اللبن ذو الشكل المتطاول

(المصدر: Kenyon 1981: Pl. 181a)

[1] إبراهيم، الموسوعة الفلسطينية. المجلد الثاني. 1990. ص 42–45.

2.4 العصر الحجري النحاسي (4500 ق.م – 3300 ق.م)

في العصر الحجري النحاسي تقريبا(4000 ق.م) استمر استخدام طوب اللَّبِن ذو شكل الكعكة، كما ظهرت أيضاً أشكال أخرى منها ما كان بسطح محدب[1]، ويلاحظ أن شكل وحجم طوب اللَّبِن في هذا العصر، أصبح أكثر تنظيماً، مما انعكس على شكل الجدران والمباني، وقد تمثلت هذه الحقبة التاريخية في منطقة تليلات الغسول "Tuleleilat Ghassul " والتي تقع على بعد كيلومترين شمال شرق البحر الميت، حيث شيد الغسوليون مساكنهم من طوب اللّبِن، المشكل يدوياً والمجفف تحت الشمس، وكانت تلك البيوت ذات شكلٍ مستطيل، ومتلاصقة مع بعضها البعض، يفصل بينها ممرات رصفت أرضياتها بالحجارة.

أما جدران المباني فقد أقيمت على أساسات من الحجارة، ثم بني الطوب اللَّبِن عليها وسقفت بالخشب، وقد أضيفت القصارة على الجدران، ثم نفذت العديد من الزخارف والرسومات عليها بالألوان المختلفة، وضم كل بيت من بيوت العصر النحاسي صومعة للتخزين، ومقاعد للجلوس، بنيت من الحجارة أو من طوب اللَّبِن[2].

عُثر في بيسان على نمطين من البناء، ففي النمط الأول بنيت الجدران من طوب اللّبِن المسمى بـ"Plano – convex " أي مستوٍ من الأسفل ومحدب من الأعلى، ثم استخدم الشكل المسطح لاحقاً "Flat brick"، أما النمط الثاني فهو استخدام الطوب اللبن ذو الشكل المستطيل في المباني المعروفة باسم "apsidal hose" (أي بيت ذو مسقط أفقي مستطيل الشكل ينتهي بانحناء)[3].

إضافةً لاستخدام تقنية اللّبِن في البناء الطيني في العصر الحجري النحاسي، فقد تم استخدام تقنية أخرى مميزة، تكاد تكون حالة فريدة في فلسطين، وهي تقنية حفر المنازل في التربة، تحت سطح الأرض، وهو ما يعرف باسم "subterranean dwelling"، فقد عرف هذا

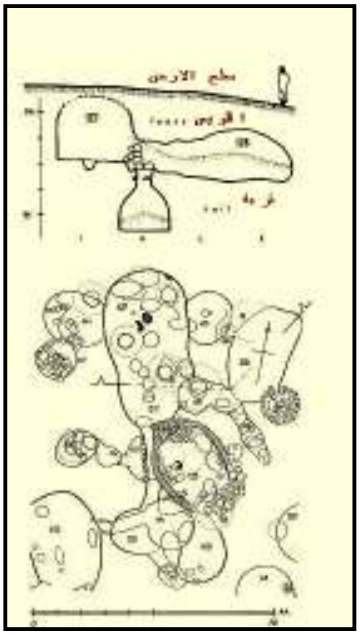
---

[1] Wright. 1985. p350.

[2] The Archaeological Encyclopedia. 1986. pp386-87./ أولبرايت.1971. ص 71.

[3] The Archaeological Encyclopedia. 1986. p177.

النمط من العمارة، في تل أبو مطر، والذي يقع على بعد ميلاً واحداً جنوب شرق بئر السبع، حيث حفرت البيوت في تربة اللويس الناعم، وامتازت تلك البيوت بمسقط أفقي بيضاوي أو دائري وبمتوسط مساحة (270× 420 سم) تربط بينها الممرات، ويتم النزول إليها من خلال ممرات قطعت في الأرض، يتراوح عرضها ما بين(120– 210) سم، فيما أنشئ العديد من صوامع التخزين والمواقد في أرضية الغرف، كما أنشئت على أسطحها أيضاً صوامع تخزين، ومواقد وأحواض مياه، وفي فترة لاحقة أقيمت فوقها بيوت ذات مسقط أفقي مستطيل الشكل، من طوب اللّبِن، ويوجد لكل بيتٍ منها، ساحة مركزية؛ بهدف المحافظة على نظام الاستيطان والسكن بجوف الأرض[1].



شكل (4: 1): مسقط رأسي وآخر أفقي لبيوت تل أبو مطر (المصدر: Wright.G.R.H :2005)

3.4 العصر البرونزي المبكر(3300 ق.م – 1950 ق.م)

استخدمت العمارة الطينية بشكل واسع في فلسطين في العصور البرونزية المختلفة، حيث شمل هذا الاستخدام، كافة ألأقاليم الجغرافية لفلسطين وهي: منطقة الغور والمنطقة الجبلية الوسطى، والمنطقة الشمالية لفلسطين والسهل الساحل الفلسطيني والنقب الصحراوي، وقد تميزت

[1] The Archaeological Encyclopedia. 1986. p12,176.

بيسان في العصر البرونزي باستخدام طوب اللّبِن ذو الشكل المستطيل، في إقامة الجدران المستقيمة، والتي حلّت مكان المباني الدائرية، التي وُجدت هناك من قبل[1].

أما في منطقة أريحا، فقد استخدم طوب اللّبِن في تل السلطان، حيث بنيت الأسوار بسماكة (350سم)، وفي منطقة النقب ظهر استخدام طوب اللّبِن في تحصينات سور المدينة في تل الشيخ أحمد ألعريني وتل عراد وتل حلف، واستخدم طوب اللِّبن أيضاً في المباني والتحصينات في كثير من المواقع، في منطقة جبال فلسطين الوسطى، مثل تل الفارعة الشمالي، أما في شمال فلسطين فظهر استخدام اللّبِن في منطقة تل دان (تل القاضي)، كما أستخدم في السهل الساحلي الفلسطيني في تل دور الذي يقع على بعد (30كم) جنوب مدينة حيفا.

كشفت الحفريات الأثرية في تل السلطان، عن بقايا بيت ذو شكل مستطيل (8.2م×5.5 م) ومقسم إلى غرفتين، تم عمل أرضية إحداهما من التراب المدكوك "beaten earth"، وقد بني البيت من طوب اللبن ذو اللون المائل للرمادي بأبعاد (40×60× 14) سم، كذلك فقد تم الكشف عن عدة أنواع وأحجام من طوب اللّبِن، منها ذات اللون المائل للأصفر أو للرمادي بأبعاد (30×40سم)، أيضا تم العثور على طوب لبِن بأحجام مختلفة منها(35×40سم) و (50×65سم) مستخدم في الأرضيات[2].

كما تم الكشف عن بقايا بيوت مبنية من طوب اللّبِن، تم تسقيفها بجسور خشبية في تل الفارعة(الذي يقع على الطريق الرئيس بين بلدة الفارعة ومخيم الفارعة)، أيضاً تم الكشف في هذا التل عن أن مدينة العصر البرونزي المبكر، أحيطت بسور مبني من طوب اللّبِن ومدعم بالأبراج[3].

أيضاً استخدم طوب اللَّبِن في تحصينات موقع تل السكن في غزة، وتمثل ذلك في جدار يعود للعصر البرونزي المبكر الثالث في تل سالم والذي يقع إلى الجنوب من بيسان، وقد

[1] أولبرايت.1971. ص 75.

[2] Marchetti and Loranzo. 2000. pp27-28.

[3] The Archaeological Encyclopedia. 1986. p137.

أظهرت الحفريات الأثرية التي جرت في الموقع عام (1986م) بقايا مبانٍ، شيدت من طوب اللّبِن ذات لون بني غامق وتعود للعصر البرونزي المبكر[1].

صورة (4: 5): جدار مبني من اللبن في تل الفارعة الشمالي (المصدر: الباحثة)

خلال الألف الثالث قبل الميلاد (العصر البرونزي المبكر)، استخدمت التحصينات الضخمة في تل الصارم والذي يقع في غور الأردن إلى الجنوب من بيسان، حيث عثر الآثاريون في المنحدر الجنوبي الغربي من التل، على جدار مبني من اللّبِن، بعرض (9.5 م) ومتاخم لمتراس ترابي، الجزء المتبقي منه بعرض (13م) وارتفاع(3.5 م)، وهذا يدلل على أن موقع تل الصارم، كانت من المدن الرئيسة، ذات التحصينات القوية في منطقة بيسان، في العصر البرونزي المبكر[2].

4.4 العصر البرونزي الوسيط (1950ق.م- 1550ق.م)

يتميز العصر البرونزي الوسيط بظهور دولة المدينة، حيث استخدمت التحصينات الدفاعية في تحصين المعسكرات والمدن، وقد استخدم نمطين من التحصينات الترابية وهي: المتاريس "Rampart" التي تدعم جدران اللّبِن، والنظام المائل أو المنزلق "glacis" حيث تبنى مداميك طوب اللَّبِن في الجزء العلوي من الجدار المائل[3]، وبالتالي فإن استخدام الجدران والتحصينات الدفاعية، والأبراج والبوابات، من أهم التطور المعماري الحاصل في تلك الحقبة، فقد بنيت الاستحكامات الضخمة من طوب اللّبِن، وقد ظهر هذا النمط في تل دان (تل القاضي)

[1] Elisenberg. 1987. pp96-97.
[2] The Oxford Encyclopedia of bible and archaeology. 2013. p222.
[3] Dajani. 1956. pp41-45.

وحاصور، كما استخدمت استحكامات ترابية في مواقع أخرى مثل: تل بلاطة وتل الدوير وتل بيت مرسم وتل العجول، وفي أريحا استخدمت الأسوار المنحدرة أو المنزلقة "glacis walls" حيث أنشئ الجزء السفلي من السور، من كتل حجرية كبيرة غير مهذبة، وتعرف ب "Cyclopean"، أما الجزء العلوي فقد شيد من طوب اللّبِن[1].

تعددت أنماط تصميم البيوت في العصر البرونزي الوسيط، والتي تعتمد على تلبية المتطلبات البيئية و الاحتياجات الاجتماعية في المنطقة، فكان مخطط البيت عبارة عن ساحة مستطيلة أو مربعة تحيط بها الغرف إما متلاصقة مع بعضها أو منفردة، وتكون التهوية والإنارة من خلال باب الغرفة؛ لأن الشبابيك كانت صغيرة جداً، وقد أنشئت هذه البيوت إما من الحجارة أو من طوب اللّبِن الممزوج بالتبن والقش، بأحجام مختلفة، وقد ظهر على بعضها علامات فارقة، قد تكون علامات الصانع كما هو الحال في تل جيزر(أو شوشة)، أما البيوت المبنية من الحجارة فقد كان يستخدم فيها الطين كمونة رابطة بين مداميكه الحجرية، وقد ظهر هذا النوع من البيوت في تل العجول(غزة القديمة)، لكن أساسات وقواعد البيوت كانت اقل سماكة من قواعد القاعات والقصور والمعابد[2].

تم إتباع عدة أساليب في إنشاء أرضيات البيوت منها: التراب المدكوك "Beaten Earth" وهو الأكثر استخداماً وشيوعاً في فلسطين في العصر البرونزي المتوسط، أو من الطين المدكوك والممزوج مع الشيد، كما هو الحال في تل جيزر(أبو شوشة) وأحيانا كانت تستخدم رصفة حجرية مع طبقة من قصارة الشيد، وكذلك استخدم الجبس كطبقة قصارة للأرضيات، وقد عثر الآثاريون في تل مجدو على مسطبة مبنية من طوب اللبن بمدماك واحد وبسماكة (15سم) أقيمت على أرضية سميكة من الجير، أيضاً استخدم هذا النمط في تل السلطان في أريحا، أما الاكتشاف المميز فهو استخدام الأرضيات الخشبية في تل السلطان في غرفة رقم (71) والغرفة رقم (73)[3].

---

[1] أولبرايت. 1971. ص 90-92.

[2] Dajani. 1956. pp27-31.

[3] Ibid. pp31-32.

أما جدران البيوت فهي بسماكاتٍ مختلفة، وتكون في العادة مستقيمة، لكن يوجد بعض الحالات كانت فيه الجدران متعرجة، ويتم تثبيت الطوب مع بعضه باستخدام الطين أو الجير، وتقصر الجداران بالطين وأحيانا بالجبس، كما ظهر في تل مجدو وتل السلطان، وتحتوي الجدران أحياناً على تجاويف ربما كانت تستخدم لأغراض التخزين[1]، ويلاحظ في تسقيف بيوت العصر البرونزي الوسيط، اتباع نفس النمط المستخدم في العمارة التقليدية، حيث يحمل السقف المكون من جسور أفقية مغطاة بسعف النخيل وأوراق النباتات تعلوها طبقة من الطين أو الحور على سيقان الأشجار[2].

كشفت التنقيبات الأثرية التي جرت عام (1998م) من قبل وزارة السياحة والآثار الفلسطينية، وبالتعاون مع جامعة لاسابينزا الايطالية "La Sapienza" في تل السلطان في أريحا، عن مبنى عام ضخم، وحارة سكنية، تقع في الجهة الجنوبية من التل، بنيت جميعها من طوب اللَّبِن، مرفوعة فوق أساسات حجرية، إلى جانب الكشف عن نظام التحصينات، وهي المتاريس الترابية، والتي شاع استخدامها في كثير من المواقع في فلسطين، مثل تل بلاطة(في نابلس) وتل سيلون(شيلو)(شمال رام الله) وتل المتسلم(مجدو)[3].

صورة (4: 6): بقايا برج ومنطقة سكنية من طوب اللبن– تل السلطان أريحا

(المصدر:الباحثة. 2014)

[1] Dajani. 1956. pp33-34.
[2] Ibid. pp34-36.
[3] marchetti.2000.pp193-202.

وما يميز العصر البرونزي الوسيط أيضاً، هو تشييد مباني الأشراف أو قصور الحكام، حيث يعتبر القصر المكتشف في تل العجول (غزة القديمة) أكبر وأضخم قصر يعود لتلك الفترة، وتبلغ مساحة القصر بما فيه الفناء الداخلي ما يقارب (2000م2)، وبلغت سماكة جدرانه متران، وقد بنيت كل جدران القصر من طوب اللبن، المرفوعة فوق أساساتٍ حجرية[1].

استخدم طوب اللبن أيضاً في تل بلاطة في العصر البرونزي الوسيط، في البوابتين الشمالية والجنوبية، ففي البوابة الشمالية، استخدم طوب ذو لون وردي، بينما استخدم الطوب ذو اللون البني الفاتح في البوابة الجنوبية، أما أبعاد الطوب المستخدم في البوابتين فكان (38×38×12) سم[2].

أظهرت نتائج الحفريات التي جرت في تل القاضي (بالقرب من جبل الشيخ) في العام (1966م) عن تحصينات العصر البرونزي الوسيط، فقد تم الكشف عن المتاريس الترابية المائلة، والداعمة لأسوار المدينة؛ بهدف تقوية التحصينات وتدعيمها، حيث غطي السطح الخارجي للمتراس المائل بالحور؛ لمنع انجراف التربة، علاوة عن الكشف عن بوابة ذات ثلاثة أقواس شيدت من طوب اللبن[3]، بلغت أبعادها(13.53×15.45م) وما تبقى من ارتفاعها في الوقت الحاضر هو (47) مدماك من طوب اللَّبِن أي ما يقارب(7 م)، ويحيط بالبوابة من كلا الجانبين أبراج وغرف مزدوجة، بنيت هي الأخرى من طوب اللَّبِن، تم استخدام ثلاثة أنماط من طوب اللَّبِن في تل القاضي، تختلف من حيث اللون وهي: اللون البني الفاتح، والبني المحمر الضارب للسواد، أما أبعاد الطوب المستخدم فكانت في الغالب (40×40×13) سم وأحياناً (40×53×13) سم[4].

---

[1] أولبرايت. 1971. ص 95.

[2] Campbell. 2002. p110.

[3] The Archaeological Encyclopedia. 1986. p96. / Biran. 1993. pp 324-325.

[4] Roberts.2012.p8. /Biran. 1994. p79.

صورة (4: 7): بوابة تل القاضي

(المصدر: http://anirenicon.files.wordpress.com/2012/09/z1.jpg)

وفي مجدو (تل المتسلم) تم الكشف عن جدار مبني من طوب اللَّبِن بعرض (180سم) وقد أقيم على مداميك مبنية من الحجارة [1]، كما أظهرت نتائج الحفريات التي جرت في تل يوكنعام (شمال غرب مجدو) بقايا سور مدينة العصر البرونزي الوسيط، حيث بني من طوب اللَّبِن، بعرض ثلاثة أمتار، وقد أقيم فوق أساسات حجرية، وقد تبقى فقط مايقارب (2.5م) من ارتفاع السور، إلى جانب ذلك فقد استخدمت التحصينات الترابية المنزلقة خارج أسوار المدينة[2].

صورة (4: 8): نظام التحصينات الترابية المنزلقة "Glacis" في تل يوكنعام

المصدر: Ben- Tor.1990.pp195-196

[1] Aharoni. p1003. / Loud. 1948. p6.
[2] Ben- Tor. 1990. pp195-196.

5.4 العصر البرونزي المتأخر (1550ق.م – 1200ق.م)

أظهرت الحفريات الأثرية التي جرت في عسقلان عام (2007م) بقايا بيوت ومنشآت بنيت من طوب اللَّبِن المائل للون الأحمر أو للون الرمادي الداكن وبلغت أبعاده (18سم×42سم) بينما كانت سماكة الجدار(60سم)، إلى جانب ذلك تم الكشف عن معصرتين للخمر قد بنيتا من طوب اللّبِن، وقصرت جدرانها الداخلية بالمونة الطينية[1]، كما تم الكشف عن بناية ضخمة، بنيت من طوب اللَّبِن بعرض متر واحد، أقيمت على أساسات حجرية في تل الصارم بالقرب من بيسان[2].

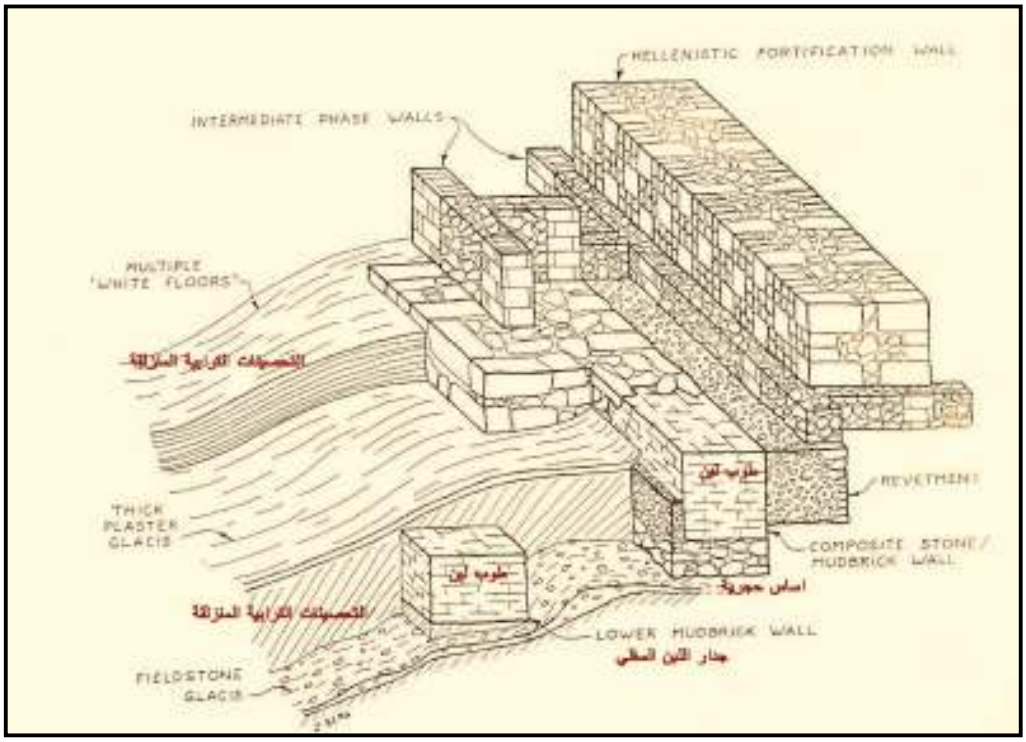
6.4 العصر الحديدي (1200ق.م –586 ق.م)

كانت البيوت في مجدو تتكون من جسور خشبية كبيرة، مرفوعة على جدران من طوب اللّبِن، الذي تغير لونه إلى اللون الأحمر بفعل الحرق الذي تعرضت له المدينة في العصر الحديدي الأول (1200–1000 ق.م)[3]، أما في تل دور فقد كشفت نتائج الحفريات التي جرت بالموقع عام (1988م) عن عدة مبان وجدران من طوب اللّبِن، منها جدار سمكه من الأعلى متران ومن الأسفل ثلاثة أمتار[4]، إلى جانب استخدام التحصينات الترابية المائلة أو المنزلقة[5]، كذلك استخدم طوب اللّبِن أيضاً في القرن التاسع قبل الميلاد في تحصينات العصر الحديدي في لخيش(تل الدوير) إلى الغرب من الخليل[6].

ظهر استخدام طوب اللّبِن بشكل واسع في العصر الحديدي في تل بئر السبع، حيث استخدم في تحصينات وأسوار مدينة العصر الحديدي، وقد أقيمت تلك التحصينات على أساسات من الحجارة، وكانت أبعاد طوب اللبن المستخدم(50× 30×15) سم[7].

---

[1] http://www.hadashot-esi.org.il. / Report_Detail_Eng.aspx?id=1749&mag_id=118.
[2] The Oxford Encyclopedia of bible and archaeology. 2013. p223.
[3] www.netours.com/content/view/139/26/1/2.
[4] Stern.Epraim. 1991. pp28-32.
[5] Excavations and surveys in Israel. 1988/89.vol.7-8.p44.
[6] Finkelstine. 2012. p20.
[7] www.unesco.org/archi2000/Herzog.



شكل (4: 2):التحصينات في تل دور (المصدر: Excavations and surveys in israel.1988/98.p44)

تميزت المدينة في تل الصارم- والذي ينخفض تقريبا (116م) عن سطح البحر في وادي بيسان- بالازدهار والتطور في مجال التخطيط العمراني، وتصميم البيوت، على الرغم من أن المدينة لم تكن مسورة، فقد كانت البيوت متلاصقة مع بعضها، ويفصل بينها ساحات صغيرة، تم تشييدها من طوب اللّبِن دون استخدام الأساسات الحجرية كما هو مألوف، فقد استخدموا حزم من أعواد الخشب والعوارض الخشبية ووضعها في خنادق الأساسات، بحث تعطي الجدران مرونة؛ بهدف حمايتها من اهتزازات الزلازل، التي تنشط دائماً في غور الأردن، كذلك استخدم الخشب في الأرضيات المدكوكة، علاوة على ذلك، فإن تلاصق جدران المباني مع بعضها البعض ساهم بشكلٍ كبير، في إمكانية بناء أكثر من طابق من طوب اللّبِن بسبب متانة الجدران، وتعد مقاعد اللّبِن التي تقام على طول الجدار هي السمة المشتركة في تلك البيوت[1].

[1] The Oxford Encyclopedia of bible and archaeology. 2013. pp223-224.

7.4 الفترة اليونانية (332 ق.م –63 ق.م)

يلاحظ في الفترة اليونانية التابعة للفترة الكلاسيكية، اقتصار استخدام طوب اللّبِن على العمارة الشعبية فقط، والاستغناء عنه في المباني العامة[1]، فقد أصبحت الحجارة والرخام هي مواد البناء الأساسية؛ لتتلاءم مع المباني اليونانية الضخمة والمتينة[2]، فقد تم العثور على بقايا بيوت بنيت من طوب اللّبِن، تعود للفترة اليونانية في منطقة القلشة في يافا، وذلك من خلال الحفريات الأثرية عام (2007م)[3]، كذلك في يافا تم الكشف في العام (2005م) عن مبنى سكني، جدرانه من طوب اللّبِن مقامة على طبقة من الكركار التي تعلو الصخر[4].

8.4 الفترة الرومانية (63ق.م –324م)

تراجع استخدام اللّبِن في البناء في منتصف القرن الميلادي الأول، واقتصر استخدامه على تشيد المنازل في المقاطعات الرومانية، وذلك بسبب استخدام الطوب المحروق أو المشوي والخرسانة في البناء[5].

بدأ إنتاج الطوب المشوي في الفترة الرومانية، لبناء الجسور والقناطر المائية والقبوات والقباب الضخمة، وعلى الرغم من أن الطوب المشوي عرف في العصر الحديدي (1200 ق.م)، إلا أن الطوب المشوي الروماني تميز عن ما سبقه، فكان أقل سماكةً وذو أنماط وأشكال مختلفة منها: المربع والمستطيل والدائري ومتعدد الأضلاع، حتى أن القرميد"Tile" قد أنتج بنفس الطريقة والأسلوب من الطين المشوي، مما يوفر اقتصاديا في تسقيف المباني، وقد عثر على مصنع لإنتاج الطوب المشوي والقرميد بالقرب من القدس يعود للفترة الرومانية، حيث تم ختم الطوب والقرميد بختم الجيش الروماني (الفيلق الروماني)[6].

---

[1] Dodge. 1984. pp151.
[2] Ibid. pp24-25.
[3] Arbel. 2009. pp1-9.
[4] Hadashot-esi.org.il www.
[5] Dodge. 1984. p25.
[6] The Archaeological Encyclopedia. 1986. p68.

استخدم طوب اللّبِن إلى جانب الطوب المشوي في أقبية حمام روماني تم اكتشافه عام (2010م) بالقرب من دير الروم الأرثوذكس، والمعروف باسم "مار الياس"، والذي يقع على شرق الطريق الرئيس الذي يربط مدينة القدس مع مدينة بيت لحم، ويظهر أحياناً على أسطح بعض أنواع الطوب المشوي كتابات مثل Legio X Fretensis[1].

صورة (4: 9): بقايا حمام روماني – مار الياس

(المصدر: http://www.hadashot-esi.org.il/Report_Detail_Eng.aspx?id=8488)

تميزت الفترة الرومانية ببناء الحمامات العامة، فالحمامات الأولى في فلسطين بناها الحاكم الروماني هيرود، في كل من: مسعدة جنوب البحر الميت، وجبل الفردیس(هيرديون) شرق بيت لحم، وقد بني الحمام الروماني بمسقط أفقي مستطيل، يتكون بشكلٍ عام من عدة غرف وهي: غرفة الملابس "Apodyterium" ثم الغرفة الباردة "A frigidarium" ثم الغرفة الدافئة(المعتدلة) "Atepidarium" ثم الغرفة الساخنة المقسمة لعدة أقسامٍ أيضاً، ويبنى الحمام بشكلٍ عام من الداخل وبكل أقسامة (الواجهات والأسقف والأرضيات) من الطوب المشوي، وينقل الماء الساخن من مكان الوقود إلى الغرفة الساخنة عبر أنابيب فخارية[2].

استخدم طوب اللَّبِن في قمران، التي تقع شمال غرب البحر الميت وإلى الجنوب من مدينة أريحا، في برج ضخم مكون من ثلاثة طوابق، بني الأول والثاني منها من الحجارة في

[1] http://www.hadashot-esi.org.il/report_detail_eng.aspx?id=8488&mag_id=121.
[2] The Archaeological Encyclopedia. 1986. p52.

حين بني الطابق الثالث من طوب اللِّبن[1]، إلى جانب ذلك فقد استخدم طوب اللّبِن أيضاً في قمران في تشييد المقابر في الفترة الرومانية[2].

وفي موقع تلول أبو العلايق (والذي يقع جنوب غرب مدينة أريحا، بالقرب من واد القلط) تم الكشف في العام (1981م) عن موقع روماني، يمتد إلى أكثر من مائة دونم، وهو عبارة عن قصر الحاكم الروماني، ويعرف باسم "قصر هيرود الشتوي"، وقد ضم العديد من المعالم المعمارية من بينها قاعة ضخمة أبعادها(7.5x9.5 م) بني الجزء السفلي منها من الحجارة، في حين بنيت الأجزاء العلوية من طوب اللّبِن[3].

صورة (4: 10): صوامع تخزين مبنية من الطوب المشوي (الطابوق) تل السلطان – أريحا

(المصدر: الباحثة.2014)

9.4 الفترة البيزنطية (324م -638م)

استمر استخدام طوب اللّبِن في كثير من المواقع في فلسطين في الفترة البيزنطية، فقد تم الكشف عن بقايا بيوت، وجدران مبنية من طوب اللّبِن، شيّدت فوق صف من حجارة الحقل، في خربة الملطاع شمال شرق النقب، وكان الطوب في هذه الفترة بأحجامٍ مختلفة منها: ذو الشكل المربع(10x40x40) سم، وأخرى تتراوح بين (40x40-25x40) سم، واستخدم الطوب المحروق أيضاً في تلك المباني إلى جانب طوب اللّبِن[4].

---

[1] The Archaeological Encyclopedia. 1986. p318.
[2] Mageness. 2002. p168.
[3] Excavations and surveys in Israel. 1982. p46.
[4] http://www.hadashot-esi.org.il/Report_Detail_Eng.aspx?id=1749&mag_id=118.

صورة (4: 11): جدران من طوب اللبن – خربة الملطاع – شمال النقب الفلسطيني

(المصدر: http://www.hadashot-esi.org.il/Report_Detail_Eng.aspx?id=1749&mag_id=118)

في العام (1983م) تم الكشف عن قرية بيزنطية، بالقرب من عين ديوك شمال غـرب مدينة أريحا، وقد ضمت تلك القرية الكثير من المعالم الأثرية والمعمارية، منها كنـيس يعـرف اليوم باسم كنيس نعران وأرضيات فسيفسائية ومبان وغيرها، حيث استخدم طوب اللّبِن في بناء جدران إحدى المباني، مقامة على قاعدة من الحجارة[1].

10.4 الفترة الإسلامية المبكرة وحتى الفترة العثمانية (638– 1920)

كان إنتاج الطوب المشوي بشكلٍ عام في الفترة الأموية لغرض تشييد المباني الضخمة، في حين جاء استخدام طوب اللّبِن في بناء البيوت المتواضعة[2]، فقد اسـتمر اسـتخدام الطـوب المشوي (الطابوق) من الفترة الرومانية إلى الفترة الإسلامية المبكرة، في الحمامـات والبـرك والقناطر والقباب وغيرها، وقد ظهر استخدامه جلياً في مواضع مختلفة من قصر هشـام فـي أريحا، فمعظم القبوات والقباب والأقواس وحتى بعض الجدران بنيت منه، وظهر استخدامه أيضاً في واجهات برك الحمام الكبير، والبركة المزخرفة، وغرفة الحمام الأرضـي underground bath"، وتم تغطية جدران الطابوق من الداخل بطبقة من القصارة؛ لعزل الجدران عن الماء، وقد استخدم الطابوق ذو الشكل الدائري في بناء الحمام، وكان ذلك بوضعه فوق بعضه الـبعض على شكل عمود حتى الارتفاع المطلوب، تحمل فوقها جسوراً حجرية[3].

[1] Excavations and surveys in Israel. 1983. pp72-73.
[2] Baramki. 1955. p121.
[3] Ibid. 1955. pp14-120.

صورة (4: 12): منطقة الحمام في قصر هشام – أريحا (الباحثة. 2014)

إلى جانب ذلك فقد تم الكشف عن قاعة كبيرة أبعادها (10.90X 28.59) م في قصر هشام تتكون من عدة أروقة تحملها سبعة عقود استخدم طوب اللّبِن في بنائها[1].

شيدت المباني في مدينة الرملة في الفترة الأموية والفترة العباسية من طوب اللّبِن والحجارة، كما ذكر المقدسي "... الرملة قصبة فلسطين بهية حسنة البناء خفيفة الماء... بنيانهم حجارة منحوتة حسنةً، وطوب"[2].

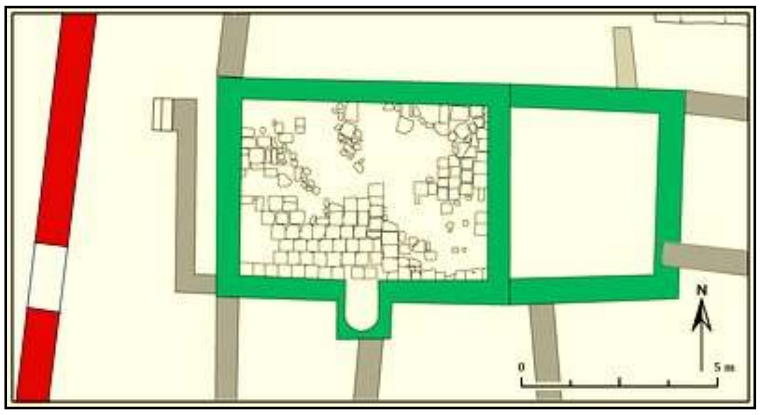
استمر استخدام كلٍ من طوب اللّبِن والطوب المحروق في الفترة العباسية، فقد استخدم طوب اللّبنِ في إنشاء البيوت وحظائر الحيوانات، حيث تم الكشف في العام (2012م) عن حظائر حيوانات مبينة من طوب اللّبِن، على أساسات حجرية، ولاسيما في المنطقة الواقعة شمال الحمام الكبير من قصر هشام، وفي المنطقة الشمالية من القصر تم الكشف عن مسجد رصفت أرضيته بالطابوق، وهو إعادة استخدام لنفس الطابوق الذي كان مستخدماً في الفترة الأموية[3].

---

[1] Baramki. 1955. pp42-43.

[2] المقدسي. ص 165.

[3] مقابلة شخصية مع عوني شوامرة متخصص في الآثار – وزارة السياحة والآثار وهو احد المشاركين في الحفريات الحديثة قصر هشام – أريحا بالتعاون مع جامعة شيكاغو) بتاريخ 20014/9/15.



شكل(4: 3): مسقط أفقي للمسجد العباسي – قصر هشام

(المصدر: 'http://www.jerichomafjarproject.org/site-setting/area-8lsr')

صورة (4: 13): أرضية المسجد العباسي مرصوفة بالطوب المشوي (المصدر: الباحثة.2014)

في أواخر القرن الخامس عشر وصف الراهب الإيطالي الفرنسيكاني فرنسيكو سريانو (Francisco Suriano) مدينة الرملة قائلاً: أنها مدينة مستديرة الشكل، ومتهدمة، وقليلة السكان، وبيوتها مبنية بأكثرها من الطين المقوى بالتبن، ثم تحدث عن مدن الساحل الفلسطيني، أنها مبنية من طوب اللّبِن المصنوع من الطين والتبن، وكيف شهد بنفسه في مدينة غزة شتاء عام (1470م) حيث هطلت أمطار غزيرة، أدت إلى انهيار نصف بيوتها، ولاحظ أن البيوت التي لم تهدم نما العشب في شقوقها، وعلى جدرانها بفعل الحبوب الباقية في التبن[1].

زار الرحالة "هنري مندل" أريحا عام(1697م) ووصفها بأنها قرية صغيرة فيها خمسون بيتاً من الطوب المجفف، ويحيط بها سور من شجر النبق، يحميها من الحيوانات والبشر، وكذلك

[1] رافق.1990.ص 728– 729.

مرَ بها الرحالة الانجليزي "ايلوت واربرتن" في العام (1843م) وذكرها بقوله: " أريحـــا قريـــة صغيرة، لم أر في هذه القرية سوى نخلة واحدة، في حين كان يطلق عليها قديماً مدينة النخيل.. أما بيوتها فمبنية من اللِبن الترابية"[1].

في أواسط الثمانينات من القرن الثامن عشر زار الرحالة قسطنطين فرانسوا شاســيبوت (Constantine Francis chasseboet conte de Volney) الملقب "بالكونت دو فولني" أو "فلني" فلسطين، وذكر أن البيوت المنتشرة في الساحل الفلسطيني من الرملة وحتى غزة، قد بنيت من الطين، وأنها هشة تعكس فقر سكانها، الذين يحصلون على الدفء في الشتاء من الحيوانات التي تقاسمهم المسكن، وفي الصيف ينامون في الهواء الطلق.[2]

صورة (4: 14): المباني الطينية والحجريـــة فـــي أريحـــا فـــي أواخـــر القـــرن التاســـع عشـــر (المصدر: http://www.palestineremembered.com/GeoPoints/Jericho_525/Picture_73715.htm (l

استمر استخدام طوب اللّبِن في المناطق الساحلية ومنطقة الأغوار فـــي فلســـطين، فقـــد وصف الرحالة تمسون في القرن التاسع عشر، البيوت في الساحل الفلسطيني ولاسيما منة يازور القريبة من أسدود، على أنها بنيت من الطين بعد أن تم خلطه بالتبن، وأنها مباني منخفضـــة ولا

[1] حمودة. 1990. ص18.

[2] رافق.1990.ص 775.

يوجد لها نوافذ، ولا يدخل إليها الضوء، وهي مرصوصة مع بعضها البعض، ولكن الناس راضية عنها[1].

صورة (4: 15): لبيوت طينية بأسقف من القرميد في أريحا- أواخر القرن التاسع عشر (المصدر: (http://www.palestineremembered.com/GeoPoints/Jericho_525/Picture_73704.html

في عام (1901م) زار الرحالة جرانت فلسطين، وذكر أن العديد من المباني في المناطق المنخفضة، قد شيدت من طوب اللّبِن المخلوط بالتبن والقش، ولكن المباني في المناطق المرتفعة استخدم فيها الحجارة بشكل عام، حتى العمارة الفقيرة منها، والتي تعرف "بالسقايف" فقد بنيت من حجارة غير منتظمة(دبش) فوق بعضها البعض، مع استخدام الطين كمونة رابطة، بين الحجارة وفي عقد السقف[2].

ويذكر عمر حمدان في كتابه العمارة الشعبية في فلسطين أن طوب اللّبِن ظل يستخدم في فلسطين منذ أقدم العصور، وحتى يومنا هذا، ولاسيما في مناطق غزة وأريحا، ولكن استعماله تراجع بشكل كبير في الوقت الحاضر، وأصبح انتشاره ضئيلاً بعد انتشار الطوب الإسمنتي، رغم ذلك نرى بعض البيوت مبنية من طوب اللّبِن، الذي يحضر من التراب الأحمر الممزوج بالتربة الرملية، والمتوفر في تربة غزة والمناطق الغورية، كذلك استخدم الطين كمونة بين مداميك البيوت الحجرية الشعبية، وفي قصارة الواجهات الداخلية والخارجية للسقائف[3].

---

[1] تومسون.1987. ص 162-163.

[2] Grant. 1907. p75.

[3] حمدان.1996. ص 520،521، 274، 275.

11.4 خلاصة الفصل

عرفت فلسطين عدة أنواع وأنماط للعمارة الطينية، سواء في العمارة الدينية أو المدنية أو العسكرية، فكان طوب اللبن أول مادة رئيسة استخدمها الإنسان للبناء منذ العصور الحجرية، حيث بنى منها الإنسان بيته، وما يحويه من منشآت، وصوامع تخزين، إلى جانب بناء الأسوار والتحصينات، من خلال إنشاء عدة مداميك من الحجارة، ثم بناء مداميك اللبن فوقها، وقد استمر هذا النمط من البناء حتى الوقت الحاضر، وظهر ذلك جلياً في العمارة الطينية التقليدية في مدينة أريحا.

استمر إستخدام طوب اللبن في فلسطين، ولكن ليس بالوتيرة التي عرفتها العصور الحجرية والبرونزية؛ وذلك بسبب استخدام مواد أساسية أخرى في البناء مثل: الحجارة والطابوق وحديثاً الإسمنت، الذي ساهم في تغيير شكل ونمط العمارة التقليدية في فلسطين بشكل عام.

وعرف أيضاً في فلسطين، نمطاً آخر من العمارة الطينية، وهو تشكيل ونحت البيوت تحت الأرض (subterranean houses) والذي وجدت آثاره في منطقة النقب، ولاسيما بئر السبع،وتعود هذه التقنية إلى العصر الحجري النحاسي حوالي (4500ق.م).

إلى جانب ذلك يلاحظ انتشار التحصينات باستخدام التراب بشكل مائل أو منزلق، والمعروف بالتحصينات الترابية "Rampart" (المتراس الترابي) وقد استخدم في تدعيم وتحصين أسوار المدن في العصور البرونزية والعصر الحديدي في فلسطين.

أما الطوب المشوي (الطابوق)، فقد عرف في العصر الحديدي في فلسطين، ولكن شاع استخدامه بشكل واسع في الفترة الرومانية واستمر لفترات لاحقة، واعتبر الطوب المشوي إلى جانب الحجارة كمواد أساسية للبناء، وقد جاء استخدام الطابوق في القباب والأقواس والعقود، بالإضافة لأنظمة المياه.

الفصل الخامس

العمارة الطينية الشعبية في أريحا

الفصل الخامس

العمارة الطينية الشعبية في أريحا

تعد منطقة أريحا مثالاً نموذجياً للعمارة الطينية في فلسطين، حيث شهدت عبر العصور المتعاقبة نشاطاً عمرانياً، باستخدام الطين كمادة أساسية للبناء، حيث المناخ الملائم والأفضل في فلسطين للعمارة الطينية، مما جعلها متحفاً للعمارة الطينية على مر العصور، والتي تركت شواهد أثرية معمارية لكل عصرٍ منها، منذ العصر الحجري وحتى وقتنا المعاصر، ويعد هذا السبب الرئيس في اختيار منطقة أريحا حالةً دراسية في هذا البحث.

لابد من التعرف على خصائص منطقة أريحا الجغرافية والطبوغرافية والمناخية، التي جعلت منها موطناً مناسباً للمباني الطينية عبر العصور، ومن ثم تحليل عدد من المباني الطينية سواء المأهولة بالسكان أو المهجورة، من خلال الزيارات الميدانية والمقابلات الشخصية؛ للتعرف على طرق إنشائها، ودراسة خصائصها ومشاكلها، وأسباب حدوث تلك المشاكل.

1.5 جغرافية أريحا

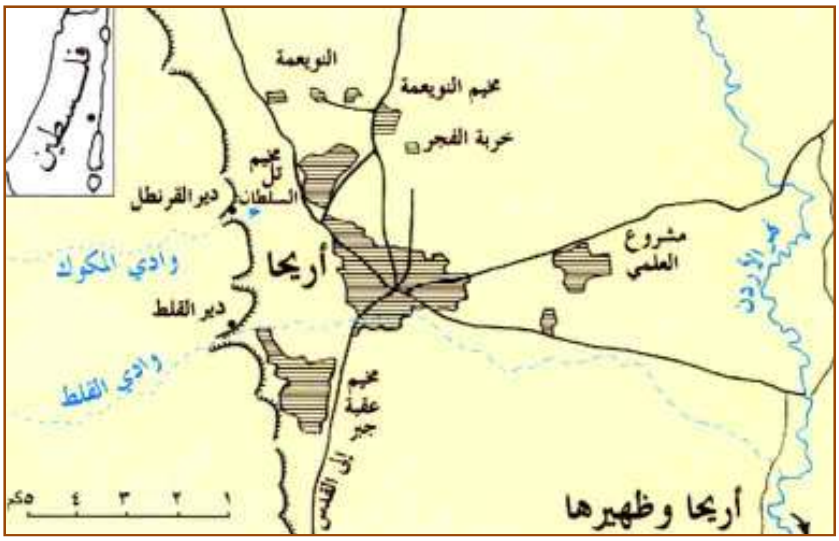
1.1.5 الموقع

تقع أريحا على بعد (38كم) شمال شرق مدينة القدس، وعلى بعد عشرة كيلومترات غرب نهر الأردن، واثني عشر كيلومتراً شمال البحر الميت، وتنخفض عن مستوى سطح البحر بما يقارب (230م)، وهي جزء مما يعرف بوادي الصدع العظيم (الشق الآسيوي الإفريقي)، وتتميز أريحا بوفرة المياه؛ لوجود أودية وينابيع وعيون مياه فيها أهمها: عين السلطان وعين الديوك وعين النويعمة، مما جعل تربتها خصبة؛ لاحتوائها على مادتي الطين والطمي، الأمر الذي جعلها منطقة جذبٍ للعيش[1].

وتضم محافظة أريحا أربعة عشر تجمعاً وهي: (مدينة أريحا ومرج نعمة ومرج الغزال والجفتلك وفصايل والعوجا والنويعمة وعين الديوك الفوقا ومخيم عين السلطان ومخيم عقبة جبر

[1] طه. 2010.ص 16. / حمودة. 1990.ص16 – 21.

ودير القلط ودير حجلة والنبي موسى)، في العام (2011م) بلغ عدد سكان أريحا (20253) نسمة، أما الكثافة السكانية فيها فتقدر ب(78.8فرد/كم²)[1]، ومتوسط حجم الأسرة في المحافظة (5,6) فردا[2].



خارطة (5: 1): موقع أريحا بالنسبة للضفة الغربية

(المصدر: http://israj.net/vb/showthread.php?t=8559&langid=1)

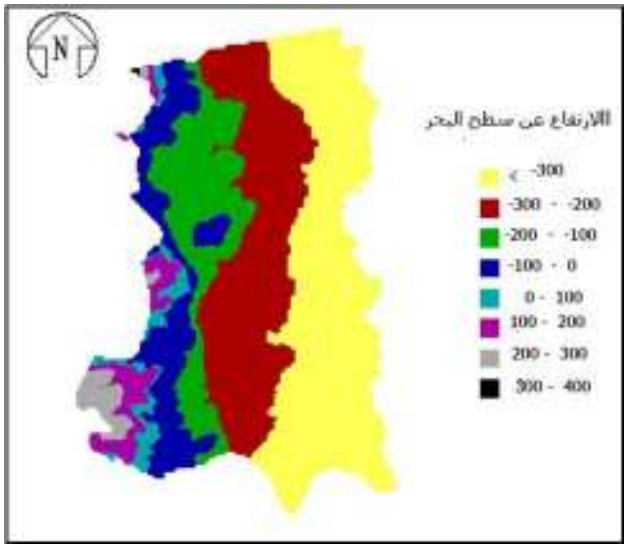
2.1.5 الطبوغرافية

تتميز طبوغرافية أريحا بالانخفاض المتتالي، ابتداءً من المرتفعات الشمالية لأريحا، والتي يبلغ ارتفاعها(350م) فوق سطح البحر، وانتهاءً بأخفض منطقة والمحاذية للبحر الميت، والتي تنخفض عن سطح البحر بمقدار(370م)، وتقع المنطقة المبنية الفلسطينية في أريحا ضمن الارتفاعات (100−300م) تحت مستوى سطح البحر[3].

[1] الجهاز المركزي للإحصاء الفلسطيني. 2011. ص42،29.

[2] الجهاز المركزي للإحصاء الفلسطيني. 2009. ص37.

[3] ARIG. 1995. p15.



خارطة (5: 2): طبوغرافية أريحا:(المصدر ARIG.1995.p14)

3.1.5 المناخ

يسود المناخ شبه الصحراوي في أريحا، مما يعني تميزها بالمناخ الحار الجاف صيفاً والدافئ المعتدل شتاءً، وقلة الأمطار وندرة حدوث الصقيع والإنجاد[1]، وفيما يلي نوجز الملامح الأساسية لعناصر المناخ في أريحا:

1. **الحرارة:** تتميز أريحا بارتفاع درجة حرارتها التي يتجاوز معدلها السنوي(23ºم)، حيث يعتبر صيف أريحا شديد الحرارة، وتبلغ درجة الحرارة ذروتها في شهر آب، والتي تتراوح بين (22ºم– 38ºم)، فيما تنخفض الحرارة في فصل الشتاء وتسجل أدنى درجاتها في شهر كانون الثاني، والتي تتراوح بين (7ºم– 22ºم)[2]، وتسجل أريحا عادةً أعلى درجات للحرارة في فلسطين، حيث بلغ أعلى معدل لدرجات الحرارة في العام (2010م) في محطة أريحا للرصد الجوي (25.6ºم)[3]، ويلعب الموقع الجغرافي وتضاريس أريحا دوراً رئيسياً في ارتفاع درجات الحرارة، حيث أن وقوعها خلف المرتفعات الغربية يحول دون وصول المؤثرات البحرية، إضافة لكونها منطقة منخفضة يحدث فيها تسخين للهواء الهابط[4].

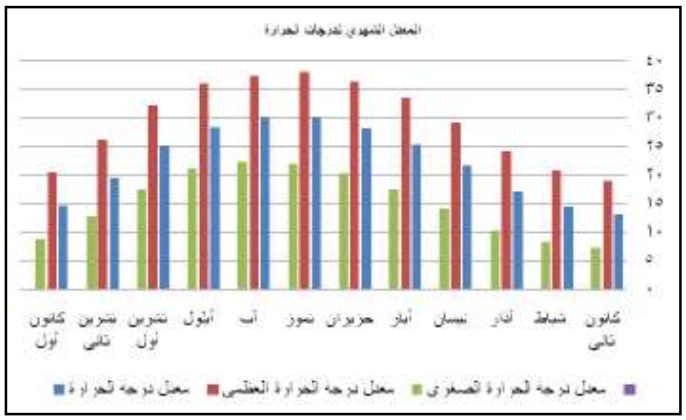
---

[1] حمودة. 1990. ص24–25.

[2] ARIG. 1995. p17.

[3] الجهاز المركزي للإحصاء الفلسطيني.2011. ص33.

[4] أبو الليل. 2012. ص60.



شكل (5: 1): المعدل الشهري لدرجات الحرارة في محافظة أريحا في الفترة مابين (1982–2007م)

(المصدر: دوابشة.2011.ص71)

2. **الرياح:** يقدر معدل سرعة الرياح اليومية في منطقة أريحا بـــ(3.27م/ث)، حيث تصل أقصى سرعة لها في فصل الربيع، إذ تبلغ ذروتها(15م/ث) [1]، ويتغير اتجاه الريح في أريحا خلال اليوم الواحد من الشمالي الغربي أثناء الليل إلى الجنوبي صباحاً، حيث تمنع المرتفعات الغربية المحاذية لأريحا من استفادتها من الرياح الشمالية الغربية الباردة التي تسود في مدن الضفة الغربية في أوقات الصيف[2].

3. **الأمطار:** تعتبر منطقة أريحا قليلة الأمطار، حيث يتراوح معدل سقوط الأمطار السنوي فيها مابين (150–200ملم)، باستثناء منطقة العوجا التي يصل فيها معدل هطول الأمطار السنوي إلى (500ملم)[3]، كذلك فإن أيام المطر في أريحا قليلة جداً إذ تتراوح بين (20–25) يوماً[4]، أما الثلوج فهي نادرة الهطول في أريحا، لكن في العام (1950م) هطلت الثلوج بغزارة على أريحا حتى غطت التلال ومجاري الأودية، لكن لم تشهد أريحا أي تساقط للثلوج بعد ذلك[5].

4. **الإشعاع الشمسي:** يعتبر الإشعاع الشمسي المصدر الرئيسي لطاقة الغلاف الجوي والعامل الأساسي في التغيرات المناخية، وتتميز أريحا بارتفاع معدلات الإشعاع الشمسي والذي يتراوح

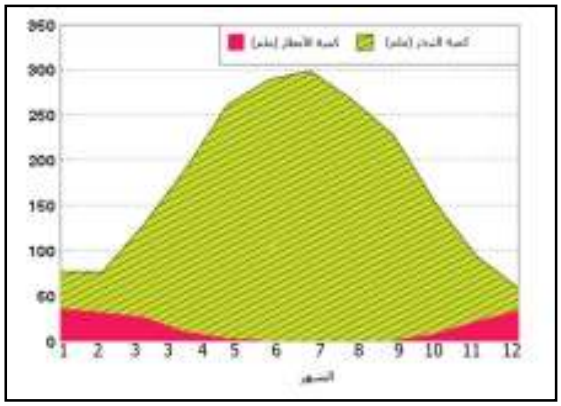
---

[1] ARIG. 1995. p17.
[2] Ibid. p17.
[3] الجهاز المركزي للإحصاء الفلسطيني. 2011. ص29.
[4] أبو الليل. 2012.ص77.
[5] ARIG. 1995. p19.

ما بين (2.61كيلو واط. ساعة/م²) في شهر كانون أول إلى (7.61كيلو واط. ساعة/ م²) في شهر تموز[1].

5. **الرطوبة:** تتفاوت معدلات الرطوبة باختلاف درجات الحرارة، إذ تشير قراءات الأرصاد الجوية الفلسطينية في الفترة ما بين (1982–2007م) لمحافظة أريحا، أن أعلى معدل للرطوبة النسبية كان في شهر كانون الأول إذ بلغ (70%)، بينما سُجل أدنى معدل للرطوبة النسبية في شهري أيار وحزيران والذي بلغ (38%)[2].

6. **التبخر:** يعتبر مستوى التبخر في أريحا مرتفعاً جداً خاصة في فصل الصيف؛ لارتفاع عدد الأيام المشمسة وارتفاع درجات الحرارة، حيث يبلغ المعدل السنوي للتبخر حوالي (2100ملم)[3].



شكل (5: 2): التفاوت الكبير في المعدل الشهري للأمطار والتبخر في الفترة مابين (1969–1992م) في أريحا (المصدر:ARIG.1995.p20)

4.1.5 التربة

تعتبر المادة الأصلية التي تشكلت منها التربة في أريحا هي ناتج إرسابات اللسان(نسبة إلى شبه جزيرة اللسان في البحر الميت، خصوصاً المنطقة الواقعة حول نهر الأردن وقرب البحر الميت)، لكن التربة في محيط أريحا تنتمي إلى تربة الطمي، المنقولة بمياه وسيول الأودية

[1] أبو الليل. 2012. ص77.

[2] دوابشة. 2011. ص75.

[3] الجهاز المركزي للإحصاء الفلسطيني.2011.ص 29.

الهابطة من المرتفعات الجبلية إلى غور الأردن، واستعرض دوابشة أنواع التربة في أريحا، بحسب خارطة التربة للضفة الغربية إلى[1]:

1- **تربة الرندزينا "Rendzina":** تتشكل هذه التربة من الحجر الطباشيري، وهي ذات محتوى كلسي عالٍ، ومحتوى عضوي منخفض، ولون التربة رمادي أو بني مائل للرمادي، تنتشر هذه التربة في المناطق المرتفعة المطلة على أريحا.

2- **التربة الحصوية "Desert Stony Land":** تتكون هذه التربة من الرمال والطين والرواسب الناتجة عن تأثير الرياح، وتنتشر على الأطراف الشرقية لمنطقة أريحا، على امتداد مصاطب الجروف.

3- **التربة الحصوية والتربة الفيضية والخشنة "Regosoils and coarse desert alluvium":** تنتشر في الجزء الجنوبي من منطقة أريحا بمساحات محدودة، أما التكوين الأساسي لها فهو مزيج من الصخور ورواسب الحياة النباتية.

4- **تربة الطمي (الغرينية) البنية الجافة "Alluvial arid brown soils":** تنتشر هذه التربة بشكلٍ رئيسي في مدينة أريحا ومنطقة العوجا، وقد تكونت نتيجة لعمليات تعرية الصخور المارلية الطينية والمواد الصلصالية، ويكثر وجودها على المراوح والسهول الفيضية.

5- **تربة الطمي (الغرينية) المشتركة "Colluvial – alluvial soils":** تتكون هذه التربة من رواسب التربة الجبلية نتيجةً لانزلاقها، وتكون ممزوجة بالحصى والحجارة، لكن مكونها الرئيسي هو الطين، وهي ذات لون بني، تتواجد عند قواعد الجبال والأحواض الواقعة بين المناطق الجبلية.

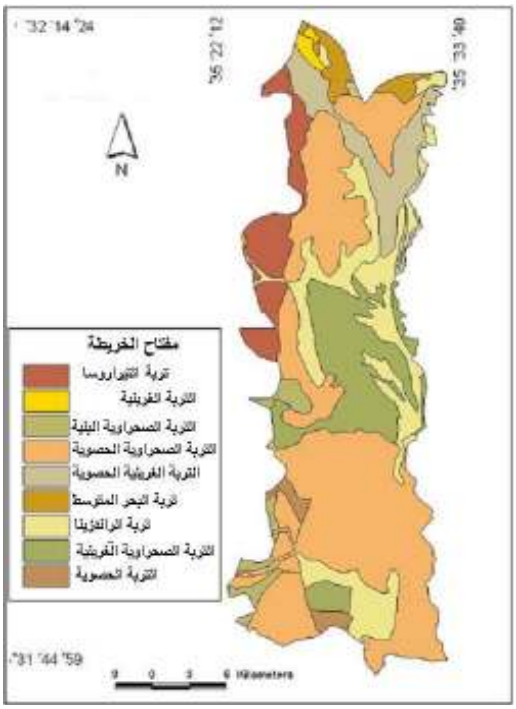
6- **تربة التيراروسا "Tera rossa soils":** تغطي هذه التربة معظم أراضي الضفة الغربية، وتنشأ في المنحدرات الشديدة، التي يوجد بينها بعض الأودية العريضة أو السهول المحصورة، وتكون بلون أحمر أو أحمر مائل للبني، وهي تربة طينية قليلة العمق بمقدار (50سم) تقريباً، ويتراوح محتواها العضوي بين (2-8%).

[1] دوابشة. 2011. ص61.

7- **تربة البحر المتوسط البنية الغابية "Mediterranean brown forest soils":** تنتج هذه التربة عن الحجر الجيري شبه الصلب، وهي ناعمة القوام ذات لون بنـــي أو بنـــي مائـــل للرمادي، لا يتجاوز عمقها (40-60سم)، ويصل محتواها العضوي ما بين (3-12%).

8- **تربة الطمي(الغرينية): "Alluvial soils":** نشأت هذه التربة عن رواسب حديثة ولونها بني، تنتشر في الأحواض الداخلية بين الجبال، وهي تربة عميقة، أهم ما يميزها هـــو ظـــاهرة الانكماش والتشقق، يتراوح محتواها الكلسي ما بين (10-50%) أما محتواها العضوي فيتراوح بين (1-2%).

9- **تربة الطمي (الغرينية) الصحراوية "Desert alluvial soils":** نشأت هذه التربة نتيجة لترسبات مختلفة، وألوانها متنوعة يغلب عليها اللون البني، وقوامها رملي إلى طينـــي، ويصـــل محتواها الكلسي من (5-50%)، أما محتواها العضوي يتراوح بين (0.3-0.5)، وذات نســـبة مرتفعة من الأملاح، وتتواجد في الجهة الجنوبية من أريحا[1].



خارطة (5: 3): أنواع التربة في أريحا (المصدر: - دوابشة.2011.ص64.)

[1] دوابشة.2011. ص61-63.

2.5 التقنية التقليدية للبناء بالطين في أريحا

من خلال الدراسة الميدانية التي قمتُ بها في مدينة أريحا ومحيطها؛ للتعرف على طرق البناء بالطين للمباني التقليدية، تبين أن مدينة أريحا ومعظم القرى والمخيمات المحيطة فيها، غنية بالمباني الطينية التقليدية التي مازال عدد كبير منها مأهولاً بالسكان؛ لاسيما بسبب بساطة وسهولة إنشائها وقلة تكاليفها، والميزات الحرارية التي يتمتع بها ساكنوها صيفاً وشتاءً[1]، كما تبين أيضاً أن تقنية البناء بالطوب الطيني المجفف (اللَّبِن) هي التقنية الأكثر شيوعاً، ويشير سجل رواق للمباني التاريخية للعام (2006م) في فلسطين، إلى أن اللِّبِن والقصب والخشب والقرميد شكلنّ المادة الأساسية في بناء المباني التقليدية في التجمعات السكانية في محافظة أريحا، حيث بلغ عدد مباني اللَّبِن في أريحا التي شملتها الدراسة (395 مبنى) وتشكل نسبة (47.36%) من مجموع المباني القديمة التي تم توثيقها، علاوةً على المباني الطينية القديمة التي لم يشملها سجل رواق والتي أنشئت بعد الخمسينات من القرن الماضي، ويشير السجل أيضاً أنه لا يوجد طراز معماري مميز للمباني القديمة في أريحا، فمعظمها ذات طابق واحد، باستثناء بعض المباني المكونة من طابقين والتي تتركز في مدينة أريحا[2].

صورة (5: 1): منظر عام لمخيم عقبة جبر بمبانيه الطينية (المصدر: http://thomasmayerarchive.de/details.php?image_id=99302&mode=search&l=english)

[1] – نجاة ارميلية ومحاسن ارميلية (مسؤولة جمعية الديوك النسوية ونائبتها) / مقابلة شخصية بتاريخ 2014/12/24.

[2] – رواق. 2006. ص360–363.

1.2.5 مراحل البناء بالطوب الطيني المجفف "اللَّبِن" في أريحا

طريقة البناء باللبن هي نفسها في جميع المباني على اختلاف استعمالاتها سواء، المباني السكنية أو المباني العامة مثل المساجد، ويستغرق إنشاء بيت طيني بمساحة (4x4م) عشرة أيام تقريبا لإكماله، منها ثلاثة أيام لإنشاء السقف[1]، واستناداً إلى مقابلة شخصية أُجريت مع اثنين من فنيي البناء بالطوب الطيني التقليدي في أريحا وهم (عبد الله أحمد عيد سمرات ومحمد حسن أبو خربيش) بتاريخ (2013/12/30)، و إلى دراسة توثيقية للمباني الطينية في قرية العوجا، بالقرب من مدينة أريحا، أعدها معهد الآثار في الجامعة العبرية في العام (2001م)، يمكن تلخيص عملية البناء بالخطوات التالية:

أولاً: إعداد اللِّبِن: يتم في البداية اختيار التربة المناسبة، والتي تكون غنية بمادة الطين والطمي، وهي ما تعرف في أريحا بالتربة الحمراء، كذلك تستخدم أحيانا التربة الحورية[2]، وتستثنى التربة المالحة؛ لعدم ملاءمتها للبناء، وبعد ذلك يتم عمل حفرة في المنطقة ذات التربة المناسبة بعمق نصف متر تقريباً وبمساحة تتحدد بحسب كمية الطوب المراد إعدادها، مع ضرورة إبقاء التربة المستخرجة في نفس الحفرة، ومن ثم تغمر تلك الحفرة بالماء، وتترك لمدة يوم واحد؛ لتوحيد درجة رطوبة الطين، يتم بعد ذلك إضافة القصل (العقد الموجودة في سيقان نباتات القمح والشعير) إلى الطين، خلطه جيداً بواسطة الدوس بالأرجل وبالاستعانة بالمعدات اليدوية كالمجرفة، مع مراعاة رش الماء تدريجياً أثناء الخلط، حتى الوصول إلى درجة الرطوبة المطلوبة، بحيث يصبح الخليط قابلاً للتشكيل، وبعد الانتهاء من عملية الخلط يتم قولبة الخلطة الطينية إلى لبنات (جمع لبِنة)، بواسطة قالب خشبي مفتوح القاعدتين، والذي يتوقف حجمه على حجم الطوبة المراد إعدادها، وقبل كل استعمال للقالب يتم مسحه من الداخل بقطعة من الخيش المبلول، ثم يضغط الطين داخل القالب باليد، ومن ثم يرفع القالب بلطف، وتبقى الطوبة في مكانها ثلاثة أيام تحت أشعة الشمس حتى تجف تماماً، وفي العادة يتم تصنيع الطوب الطيني في أريحا خلال موسم الصيف فقط، أما أبعاد الطوبة المتعارف عليها في منطقة أريحا هي

[1] أحمد عيد سمرات و محمد حسن أبو خربيش (فنيي بناء بالطوب الطيني) / مقابلة شخصية بتاريخ 2013/12/30.
[2] Garfinke. 2009. p45.

(20x40x20سم)، كما شاع استخدام الطوبة ذات الأبعاد (20x60x20سم) وخصوصاً في مدينة أريحا، حيث كان يطلق عليها اسم طوبة ونصف (الطوب الريحاوي).

ثانياً: الأساسات: يتم تحضير أساسات البناء من خلال حفر خندق بعمق (60سم) وعرض(30سم) على حدود المبنى المراد إنشاؤه، وتسوى أرضية الخندق وترش بالماء، ثم توضع طبقة من الحجارة المتباعدة عن بعضها قليلاً، تحضر مونة طينية شبه سائلة تتكون فقط من التراب والماء، وتصب فوق طبقة الحجارة؛ حتى تتخلل الفراغات الموجودة بينها، ومن ثم تضاف طبقة ثانية من الحجارة وتصب فوقها المونة الطينية، وتكرر العملية حتى الوصول إلى مستوى سطح الأرض[1].

ثالثاً: الجدران: تبنى جدران اللّبِن في العادة بسماكة متر واحد[2]، ويتم إنشاء زوايا المبنى بارتفاع ثلاثة مداميك في البداية، ويكون ذلك بوضع لبنة في الاتجاه الطولي، تقابلها لبنة بالاتجاه العرضي مشكلةً زاوية، تعلو كل منها لبنة تخالفها بالاتجاه، كما هو موضح في الصورة رقم(5: 2)، يلي ذلك ضبط استقامة واستواء المداميك، باستخدام الخيط الذي يمد من الزوايا، وبعد ذلك يستكمل بناء مداميك الطوب، بوضع مونة طينية مكونة من التراب والماء فقط لتثبيتها، مع مراعاة رش كل مدماك يتم الانتهاء منه بالماء قبل المباشرة بالمدماك التالي، ويفترض بالبنَّاء تحديد مواقع الفتحات (الأبواب والشبابيك) مسبقاً، ويحرص على جعل المدخل في الجهة الشرقية المخالفة لاتجاه المطر، وفوق الفتحات توضع ألواح من الخشب بنفس سماكة الواجهة؛ لتثبت فوقها مداميك الطوب[3].

---

[1] عبد الله أحمد عيد سمرات و محمد حسن أبو خربيش (فنيي بناء بالطوب الطيني) / مقابلة شخصية بتاريخ 2013./12/30

[2] Garfinke. 2009. p45.

[3] عبد الله أحمد عيد سمرات و محمد حسن أبو خربيش (فنيي بناء بالطوب الطيني) / مقابلة شخصية بتاريخ 2013/12/30.

صورة (5: 2): طريقة بناء جدران اللبن (المصدر: الباحثة)

رابعاً: الأسقف: عرفت الأسقف الطينية في أريحا على مر العصور، سواءً لتغطية المباني الطينية أو المباني الحجرية، ومن اللافت ندرة استخدام القباب والأقبية في تسقيف المباني التقليدية في أريحا، حيث بلغ عدد المباني القديمة المقببة الموثقة في سجل رواق للمباني التاريخية ثلاثة مبانٍ فقط[1]، فيما لم يتم العثور سوى على مبنى طيني واحد فقط بقبة وهو ما سيتم تحليله معمارياً لاحقاً في هذا الفصل، لكن النمط السائد في التسقيف هو الأسقف المستوية قليلة الميلان أو الأسقف الجملونية، والتي تتسم ببساطة التركيب والإنشاء، وكلاهما يتكون من ثلاث طبقات، الأولى مكونة من شبكة من الجسور الخشبية تضم جسراً رئيسياً سميكاً، يوضع على جدران المبنى في وسط الفراغ دون تثبيت، أما الطبقة الثانية فتتكون من أعواد القصب المتراصة، والمحمولة على الجسور الخشبية، وتفرش فوقها طبقة ضحلة من الطين، والتي يتم معالجتها دورياً قبل المطر، بدكها بمداحل حجرية ثقيلة؛ لمنع تسرب الماء منها[2]، وفي العادة يتم عمل طيران في السقف عن الواجهات لحمايتها من مياه الأمطار، وفيما يلي تفصيلاً للطريقة التقليدية للتسقيف.

1- السقف المستوي قليل الميلان: يتم إنشاؤه برفع إحدى الواجهات بمقدار مدماكين من الطوب عن الواجهة المقابلة التي تبقى بنفس الارتفاع، وإمالة الواجهتين المجاورتين لها بمقدار ميلان السقف، ثم تثبت الجسور الخشبية المعروفة محلياً بـ "الأسهم" والتي تؤخذ من سيقان شجر الحور (نوع من الأشجار الصفصافية شبيهة بالسرو المتواجدة في أريحا) بشكلٍ طولي بين

[1] رواق. 2006. ص361.

[2] Garfinke. 2009. p45.

الواجهات، ويتراوح طول السهم الواحد بين (4–5م)، ويفصل بين السهمين المتتاليين مسافة تتراوح بين (40–50سم)، تطلى الأسهم بمادة تدعى الجنزارة (سلفات النحاس) لمنع تسوس الخشب[1]، ثم تفرش طبقة من أعواد البوص أو القصب فوق الأسهم، مع ضرورة ربط الأعواد مع بعضها بالأسلاك لتثبيتها، وفي بعض الأحيان كان يتم الاستعانة بإضافة طبقة من ورق الموز فوق أعواد القصب؛ لعزل السقف من الماء[2]، وفيما بعد استخدم النايلون ليؤدي هذا الغرض[3]، ومن ثم تصب مونة طينية مكونة من التراب والماء المخلوط مع التبن، فوق طبقة البوص أو القصب بسماكة(10سم)، ويدك الطين جيداً بعد صبه وينعم باستخدام قطعة من الخشب، ويترك ليجف مدة أربعة أيام، وبعد انقضاء تلك الفترة وجفاف السطح تماماً، يتم معالجة التشققات التي قد تظهر بالدلك بقطعة من الخيش المبلل، وبذلك يتم الانتهاء من إنشاء السقف.

صورة (5: 3): بيت طيني بسقف مستوي قليل الميلان في طواحين السكر– أريحا (المصدر:الباحثة)

2– السقف الجملوني: يتم إنشاؤه بعمل واجهتين متقابلتين على شكل مثلث، تثبت عليها الأسهم الخشبية بمسافة من (40–50سم) على أن يتم وضع سهم رئيسي على قمتي الواجهتين، ومن ثم تغطية الأسهم بطبقة من أعواد القصب، تليها الطبقة الطينية المخلوطة بالتبن بسماكة(10سم)[4]،

[1] أحمد عيد سمرات و محمد حسن أبو خربيش (فنيي بناء بالطوب الطيني) / مقابلة شخصية بتاريخ 2013/12/30.

[2] رسيلة حسين ذريعات (إحدى سيدات أريحا اللواتي سكنّ البيوت الطينية وعاصرن إنشاءها / مقابلة شخصية بتاريخ 20014/1/1.

[3] نجاة ارميلية (مسؤولة جمعية الديوك النسوية) / مقابلة شخصية بتاريخ 20014/12/24.

[4] أحمد عيد سمرات و محمد حسن أبو خربيش (فنيي بناء بالطوب الطيني) / مقابلة شخصية بتاريخ 2013/12/30.

كذلك وجدت أسقف جملونية مغطاة بالقرميد تستخدم خصوصاً في الطابق الأخير من المبنى الطيني المكون من طابقين، ويعتبر هذا النمط اقل انتشاراً من الأسقف المستوية.

صورة (5: 4): سقف جملوني لمبنى طيني عند المدخل الجنوبي لمدينة أريحا (الباحثة)

خامساً: الأرضيات: يتم تحضير الأرضيات الطينية من خليط من التراب والماء بدون مواد مضافة مثل التبن، وفي بعض الحالات يتم إضافة حصى الوادي إلى الطين ليزيد من تماسكه، أما في الفترات اللاحقة انتشر استخدام الإسمنت في عمل أرضيات المباني الطينية[1].

سادساً: القصارة: يتم صقل الجدران من الداخل والخارج بالقصارة، والتي تكون بطبقتين الأولى مكونة من الطين المخلوط بنسبة عالية من التبن بسماكة (1-2سم)، وتضاف فوقها طبقة من الجير الأبيض[2]، يعقب ذلك عملية دلك للواجهات المغطاة بالطين؛ بغرض إغلاق الشقوق وتنعيم أسطح الواجهات، أما الواجهات الداخلية فبعد الانتهاء من مرحلة القصارة تدهن بالشيد المضاف إليه النيلة للحصول على اللون الأزرق[3]، ويحرص سكان المباني الطينية في أريحا على ترميم القصارة الخارجية سنوياً؛ لعلاج التشققات التي قد تظهر فيها خصوصاً بتأثير المطر، وعادةً ما تقوم النساء بهذه المهمة[4].

---

[1] المرجع السابق.

[2] Garfinke. 2009. p45.

[3] Ibid. p45.

[4] أم فارس الأخرس (مسؤولة جمعية عقبة جبر النسوية)/ مقابلة شخصية بتاريخ 2015/1/3.

2.2.5 نماذج لمباني طينية في أريحا

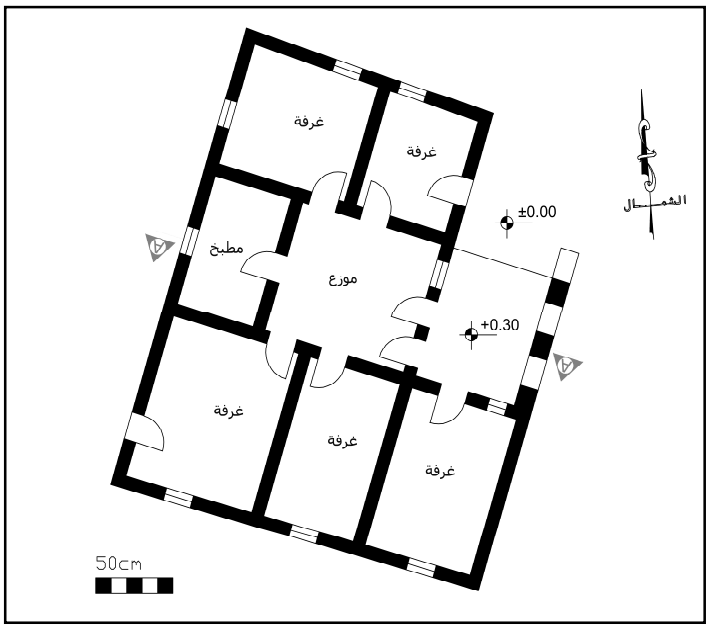
تم اختيار عينة من المباني الطينية في أريحا لدراستها وتحليلها، والتعرف على طـــرق إنشائها ومميزاتها، وسيتم تصنيف تلك المباني ضمن مجموعتين رئيسيتين، المجموعة الأولـــى تضم مباني طينية مكونة من طابق واحد، والمجموعة الثانية تضم مباني مكونة من طابقين.

أولاً: مباني مكونة من طابق واحد

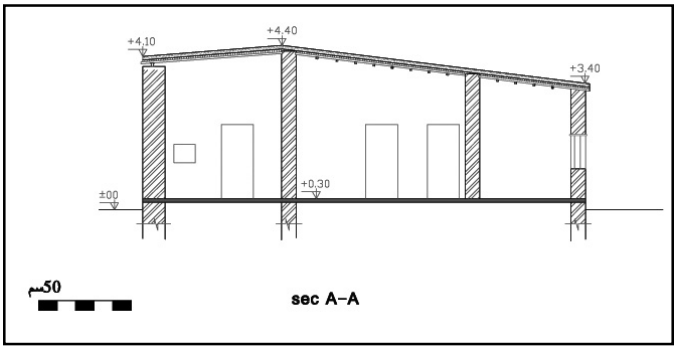
1. بيت عبد الله سالم محسن ذريعات

يقع هذا البيت في قرية النويعمة، ويعود تاريخ إنشائه إلى العام (1969م)، ويتكون مـــن خمسة غرف ومطبخ، ذات سقف مائل باتجاه الغرب، تتقدمها مظلة خشبية مائلة بالجهة الشرقية، أنشئت جميع جدران المبنى من طوب اللَّبِن بسماكة (40سم)، أما سماكة جدران المظلة فكانـــت (60سم)، واستخدم البلاط في أرضيات بعض الغرف، في حين أستخدمت المدة الخرسانية فـــي بعضها الآخر.

صورة (5: 5): مظلة خشبية تتقدم بيت عبد الله ذريعات في النويعمة (المصدر: الباحثة. 2014)



شكل (5: 3): مسقط أفقي لبيت عبد الله ذريعات في النويعمة (المصدر:الباحثة. 2014)



شكل (5: 4): مقطع رأسي (A-A) في بيت عبد الله ذريعات في النويعمة (المصدر: الباحثة. 2014)

استخدم القصب في تسقيف المبنى بالطريقة التقليدية التي تم شرحها سابقاً، لكن يشير سكان المنزل إلى ظهور الكثير من المشاكل كالتلف والتعفن والتكسير وتسريب مياه الأمطار في السقف، لذلك تم تغييره في مطلع التسعينات، وذلك باستبدال أعواد البوص بألواح من الخشب الصناعي، لكن ذلك لم يكن الحل الأمثل للسقف، فقد ظهرت في الفترة اللاحقة مشاكل كبيرة في السقف، أهمها تقوس الخشب وتعفنه، وذلك بسبب امتصاصه لماء المطر، والذي يعمل على انتفاخه، ومن ثم انكماشه في فصل الصيف، لذلك قام سكان البيت بمحاولة التخفيف من تلك المشكلة، بتغطية سطح المبنى بأغشية بلاستيكية (نايلون)، وإزالة الألواح الخشبية في بعض أجزاء المبنى واستبدالها بصفائح معدنية.

صورة (5: 6): سقف بيت عبد الله ذريعات من الداخل – النويعمة (المصدر: الباحثة. 2014)

تسببت العوامل الجوية لا سيما الأمطار بتهالك واضح في القصارة الخارجية لجدران المبنى وإحداث الشروخ والتشققات فيها، لذلك يقوم سكان البيت بصيانة دورية للمبنى قبل موسم المطر، حيث تغلق كافة الشقوق، وترمم القصارة المتهالكة[1].

صورة (5: 7): تشققات في الجدران الطينية منزل عبد الله ذريعات (المصدر: الباحثة 2014)

لكن على الرغم من المشاكل التي يواجهها ساكنو هذا البيت الطيني، إلا أنهم يشيدون بميزاته الحرارية، حيث أنه دافئ شتاءً ومعتدل صيفاً، بحيث يترك أبناء العائلة ممن يسكنون البيوت الخرسانية صيفاً بيوتهم ويلجئون إلى قضاء نهارهم في بيت العائلة الطيني بسبب الاختلاف الكبير في درجات الحرارة[2].

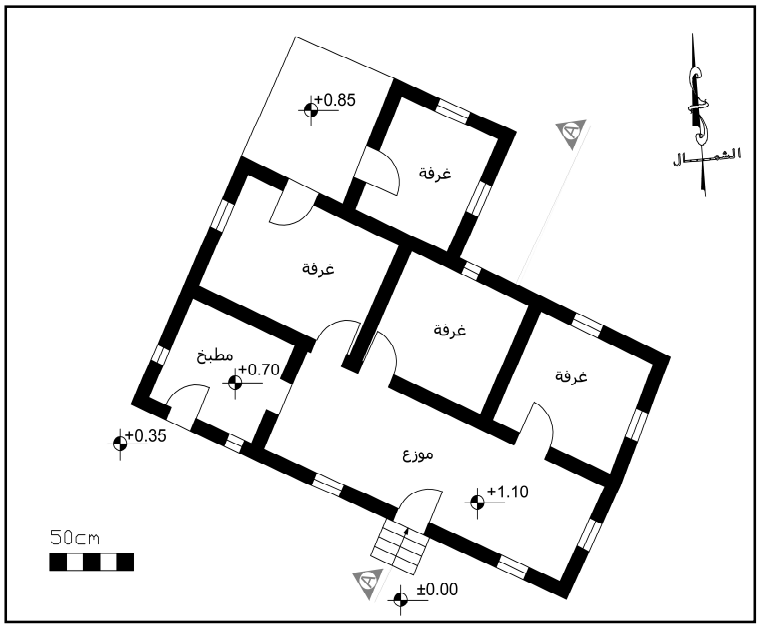
2. بيت محمد بخيت دريعات

يقع هذا البيت في قرية النويعمة، ويعود تاريخ بنائه إلى مطلع الستينات، يتكون من ثلاثة غرف وممر ومطبخ، مضافاً إليها غرفة حديثة البناء في الجهة الشمالية، يميل سقف المبنى

[1] السيد عطا عبد الله سالم محسن ذريعات (أحد سكان المنازل الطينية)/ مقابلة شخصية بتاريخ2014/1/1.

[2] المرجع السابق.

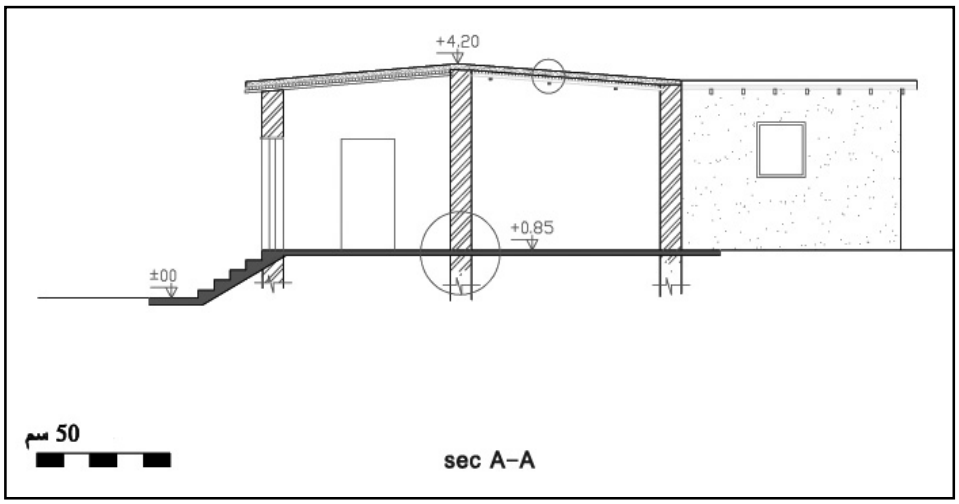
بالاتجاهين الجنوبي والشمالي كما هو موضح في المقطع الرأسي مخطط رقم (5: 4)، أنشـــئت جدران المبنى من طوب اللَّبِن بسماكة(4سم)، أرضية المبنى عبارة عن مدة خرسانية.



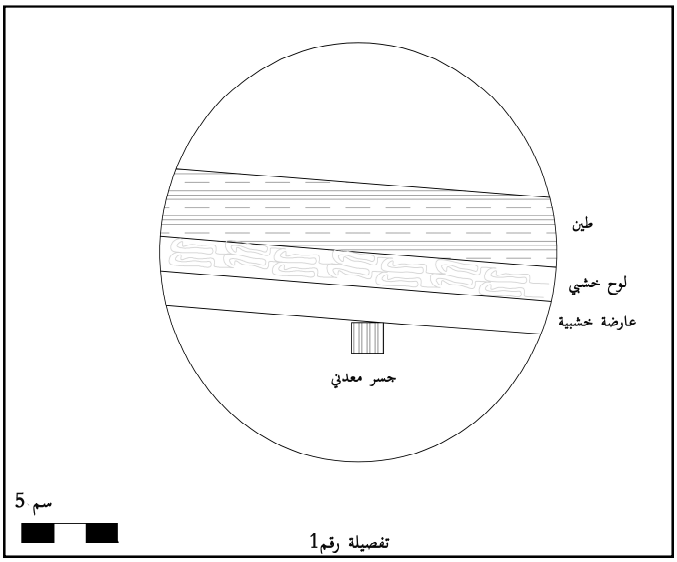
شكل (5: 5): مسقط أفقي لبيت بخيت ذريعات في النويعمة (المصدر: الباحثة. 2014)

صورة (5: 8): الواجهة الأمامية لبيت بخيت ذريعات في النويعمة (المصدر: الباحثة. 2014)

يتكون السقف في بعض أجزاء المبنى من جسور حديدية (دوامر) طوليـــة وعرضـــية، تحمل ألواحاً خشبية محكمة الإغلاق، وفي أجزاء أخرى استخدمت الجسور الحديديـــة إضـــافة للجسور الخشبية في حمل الألواح الخشبية، وتعلو الألواح الخشبية طبقة من الطين.

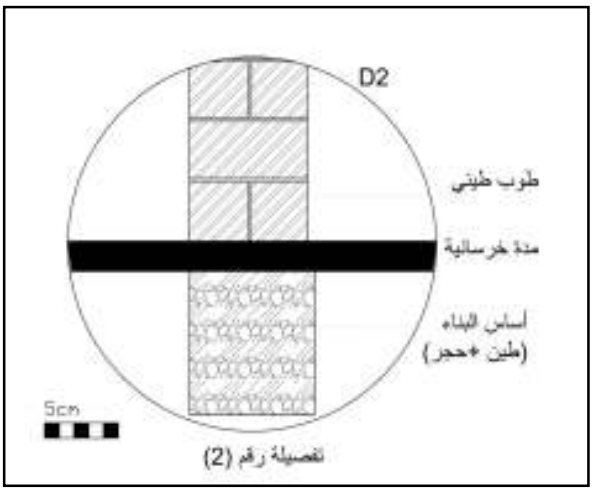


شكل (5: 6): مقطع راسي في بيت بخيت ذريعات في النويعمة (المصدر: الباحثة. 2014)



شكل (5: 7): تفصيلة في سقف بيت بخيت ذريعات في النويعمة (المصدر: الباحثة. 2014)

يعاني سكان البيت من مشكلة تسريب مياه الأمطار من خلال السقف، مما تسبب في تعفن الخشب وتقوسه، لذلك تم تغطية السطح بأغشية بلاستيكية (النايلون)؛ للتغلب على تلك المشكلة.



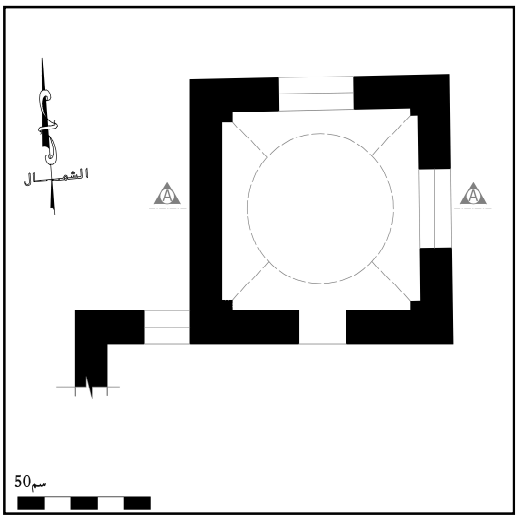
شكل (5: 8): تفصيلة في أرضية بيت بخيت ذريعات في النويعمة (المصدر: الباحثة. 2014)

3. بيت أبو علي المصري

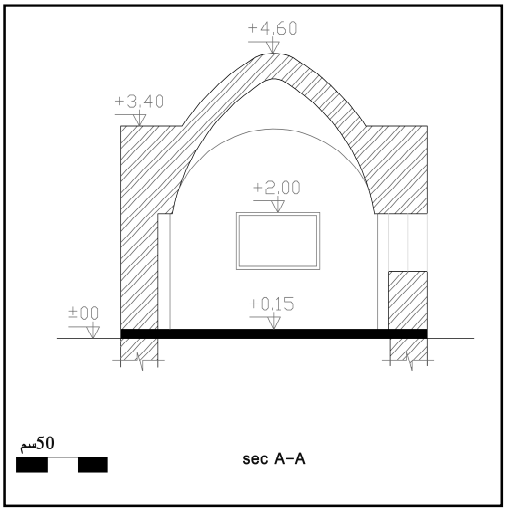
بيت طيني مبني من اللَّبِن مهجور منذ فترة بعيدة، يقع في قرية النويعمة بجانب قصر هشام، يعود بناؤه إلى ثلاثينيات القرن الماضي، وهو من المباني التقليدية المميزة في منطقة أريحا، إذ يعتبر المبنى الطيني الوحيد ذو قبة، وهو عبارة عن غرفة واحدة مربعة الشكل، تم تحميل القبة على أربع ركب موجودة في زوايا المبنى.

صورة (5: 9): الواجهة الأمامية لبيت أبو علي المصري (المصدر: الباحثة. 2014)

تسببت العوامل الجوية وفي ظل غياب الصيانة للمبنى في تهالك القبة وحدوث انهيار في جزئها العلوي، كذلك تساقطت قصارة الجدران لكن بقي المبنى قائماً مما يمكن إعادة ترميمه وتأهيله.



شكل (5: 9): مسقط أفقي لبيت أبو علي المصري (المصدر: الباحثة. 2014)



شكل (5: 10): مقطع رأسي في بيت أبو علي المصري (المصدر: الباحثة. 2014)

4. مسجد النويعمة

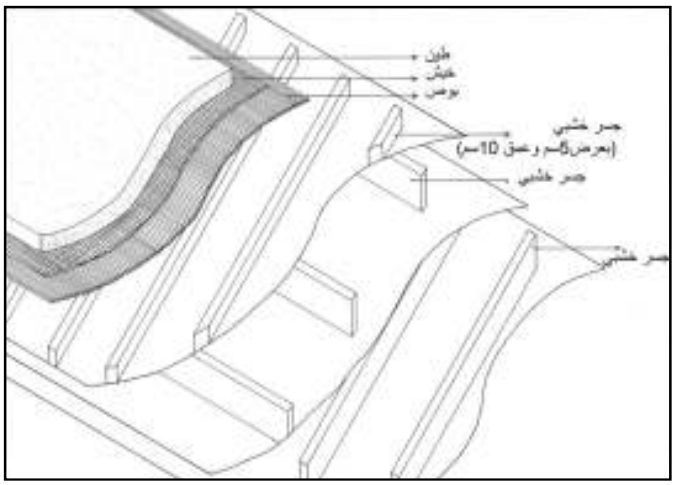
مسجد أثري مبني من الطوب اللَّبِن، في قرية النويعمة بالقرب من أريحا، قامـــت وزارة السياحة و الآثار بترميمه في العام (1997م)، وقد اعتمدوا في ذلك على الإبقاء على نفس نظامه الإنشائي القديم، والذي يتبع نفس النظام للمباني الطينية التقليدية في أريحا، لكن إهمـــال المبنـــى وعدم الاهتمام بصيانته أدى إلى تدميره مجدداً.

صورة (5: 10): منظر عام لمسجد النويعمة في الوقت الحاضر (المصدر: الباحثة. 2014)

يتكون المسجد من قاعة للصلاة مستطيلة الشكل، يتقدمها رواق المدخل في الجهة الشمالية، إضافة إلى مئذنة في الجهة الشمالية الغربية من المسجد، جميع أجزاء المسجد بما فيه المئذنة مبني من الطوب الطيني المجفف "اللبن.

شكل (5: 11): المسقط الأفقي لمسجد النويعمة المقترح في الترميم (المصدر: أرشيف وزارة السياحة والآثار)

يقوم النظام الإنشائي لقاعة الصلاة في مسجد النويعمة، على اثني عشر عموداً من الأعمدة الطينية، ذات المقطع المربع الشكل بأبعاد (60×60سم)، فيما يربط جسر حلقي من الخرسانة قاعدة الجدران الطينية الخارجية، سقف مسجد النويعمة جملوني الشكل يتكون مقطعه الرأسي من ثلاثة جسور خشبية متراكبة ومتعاكسة في الاتجاه، تعلوها طبقة من خشب البوص مغطاة بطبقة من الخيش صبت فوقها طبقة من الطين.



شكل (5: 12): مقطع توضيحي لطبقات السقف في مسجد النويعمة (المصدر: أرشيف وزارة السياحة والآثار)

ومن خلال الزيارة الميدانية للمسجد لوحظ انهيار جزء من السقف، لكن هيكله الإنشائي المكون من الجسور الخشبية المغطاة بالبوص، والمرفوعة على الأعمدة الطينية مازالت قائمة بحيث توضح طريقة الإنشاء.

صورة (5: 11): سقف مسجد النويعمة من الداخل. (المصدر: الباحثة. 2014)

أنشئت فتحات المسجد بنفس الطريقة التقليدية للفتحات الطينية المتبعة في أريحا، والمتمثلة بإنشاء عرقة من الخشب فوق الفتحات تبنى فوقها مداميك اللبن، أما الجدران الداخلية والخارجية للمسجد فقد تم صقلها بطبقة من القصارة الطينية، لكن الظروف الجوية المحيطة أدت إلى إزالة جزء كبير منها، وتفاقمت المشكلة في ظل هجران المبنى وغياب الصيانة، حيث رافق ذلك انهيار جزء من الجدران الطينية والسقف.

ثانياً: مباني مكونة من طابقين

المباني الطينية ذات الطابقين محدودة جداً، توجد غالبتها في مدينة أريحا، بينما ينـدر وجودها في القرى، وهي ذات أنماط مختلفة من حيث طريقة تسقيف السقف الأخير، لكن يلاحظ بالمجمل أنها تشترك بنفس الطريقة الإنشائية خصوصاً فيما يتعلق بسقف الطابق الأرضي، وفيما يلي بعض النماذج لتلك المباني:

1- بيت أم علي حوّاش

يقع البيت إلى الشرق من قصر هشام في مدينة أريحا، ويتميز بوجود العليّة (العليّة عبارة عن بيت من طابق أرضي تعلوه غرفة واحدة في الطابق العلوي تستخدم في الغالب كغرفة للضيوف)، استخدم في إنشاء البيت الطوب اللبن بمقاسات (20x20x40سم)، والذي يحتوي على كمية وافرة من التبن، وقد تم كساء الجدران بطبقة من القصارة الطينية.

ذكر جيران المبنى أن العلية كانت مهجورة منذ مدة طويلة، لكنها بقيت قائمة إلى أن قام المالك بهدمها قبل فترة وجيزة[1]، مما أدى إلى انهيار سقف الطابق الأرضي بالكامل، وثلاثة من واجهات العلية في الطابق العلوي، فيما تبقى منها واجهة واحدة فقط.

صورة (5: 12): منظر عام لبيت أم علي حوّاش في مدينة أريحا (المصدر: الباحثة. 2014)

[1] رسيلة حسين ذريعات/ مقبلة شخصية.2014/1/1.

من خلال المشاهدة تم تحليل طريقة إنشاء الطابق العلوي، حيث أنشئ سقف الطابق الأرضي بالطريقة التقليدية المشار إليها سابقاً، وذلك بمد جسور خشبية (سيقان الأشجار) في الاتجاه العرضي وأخرى في الاتجاه الطولي للفراغ، تكسوها طبقة من أعواد القصب مغطاة بطبقة من الطين، ويضاف فوق السقف طبقة من الحصى، ومن ثم طبقة من الطين لتشكل أرضية للطابق العلوي.

2- فندق القصر الشتوي

يقع فندق القصر الشتوي على شارع تل السلطان في مدينة أريحا، وهو بناء طيني ضخم، يتكون من عدد كبير من الغرف موزعة على طابقين، يصل بينهما درج من الرخام، وقد تم تدميره جزئيا في زلزال عام (1927م)[1]، ثم أعيد ترميمه فيما بعد، ويعرف حالياً بقصر الملك حسين.

صورة (5: 13): فندق القصر الشتوي في مدينة أريحا عقب زلزال 1927م

(المصدر: http://www.maan-ctr.org/magazine/Archive/Issue35/topic1.php)

[1] http://www.maan-ctr.org/magazine/Archive/Issue53/topic4.php.

صورة (5: 14): فندق القصر الشتوي في مدينة أريحا (المصدر: الباحثة. 2014)

صورة (5: 15): الدرج الداخلي في فندق القصر الشتوي – مدينة أريحا (المصدر:الباحثة. 2014)

من خلال الزيارة الميدانية للمبنى، تبين أن سماكة جدران المبنى هي (60سم) بواقع لبنتين ذات مقاس (40×20×20سم)، إحداهما بالاتجاه الطولي والثانية بالاتجاه العرضي، وأن سقف الطابق الأرضي يتكون من عدة طبقات بسماكة مدماكين من الطوب اللَّبِن (40سم) تقريباً، وقد تم تنفيذه من خلال ثلاثة مراحل، تمثلت المرحلة الأولى بوضع جسر خشبي بين كل طوبتين في كلاً من مدماكي السقف، في أحد اتجاهات الواجهة، أما المرحلة الثانية فكانت بتغطية الجسور الخشبية سابقة الذكر من أعلى بطبقة من الألواح الخشبية المتراصة باتجاهٍ معاكس لاتجاه الجسور العلوية، وتم تنفيذ المرحلة الثالثة من إنشاء السقف بتغطية أسفل الجسور الخشبية بطبقة من أعواد القصب المتراصة والمغطاة بطبقة من القصارة.

صورة (5: 16): المرحلة الأولى من إنشاء سقف الطابق الأرضي في فندق القصر الشتوي (المصدر: الباحثة)

صورة (5: 17):المرحلة الثانية من إنشاء سقف الطابق الأرضي في فندق القصر الشتوي (المصدر: الباحثة)

صورة (5: 18): المرحلة الثالثة من إنشاء سقف الطابق الأرضي في فندق القصر الشتوي(المصدر: الباحثة)

ويُعد التأسيس لأعمال التمديدات الكهربائية والصحية، من الأمور التقنية التي تُميِّز فندق القصر الشتوي، عن غيره من المباني الطينية التقليدية في أريحا، حيث تم تنفيذ أعمال التمديدات لمواسير المياه في سقف الطابق الأرضي أثناء إنشائه، كذلك توجد آثار لتمديدات الكهرباء على جدران المبنى.

صورة (5: 19): التأسيس لتمديدات المياه في سقف الطابق الأرضي لفندق القصر الشتوي – مدينة أريحا (المصدر: الباحثة. 2014)

3- مبنى طيني ذو سقف من القرميد

بيت طيني مهجور مكون من طابقين، يقع إلى الغرب من المدخل الجنوبي لمدينة أريحا، يتميز هذا المبنى بسقف جملوني من القرميد يغطي الطابق الأول، ويلاحظ استخدام الخشب بشكل أساسي في إنشاء الأسقف والفتحات، لكن بسبب هجران المبنى وغياب الصيانة فإنه يعاني من تدهور واضح في الواجهات والأسقف.

صورة (5: 20): بيت طيني ذو سقف قرميد (المصدر: الباحثة. 2014)

استخدم الطوب اللبن المحتوي على نسبة عالية من التبن في إنشاء المبنى بينما استخدمت المونة من التربة الحورية المخلوطة بالماء فقط، كمادة رابطة بين الطوب، وقد استخدم الخشب بعدة طبقات في إنشاء سقف الطابق الأرضي وأرضية الطابق الأول، حيث تم تثبيت جسور من الألواح الخشبية بالاتجاهين الطولي والعرضي في الواجهات الطينية، ومن ثم تم تغطيتها من الأسفل بطبقة من خشب الأبلكاج وقد دعِّمت بألواح خشبية رفيعة لحمايتها من التقوس، فيما تم تغطية الجسور الخشبية بألواح خشبية مشكلة أرضية الطابق الأول.

صورة (5: 21): طريقة إنشاء سقف الطابق الأرضي و أرضية الطابق الأول في بيت القرميد– مدينة أريحا (المصدر: الباحثة. 2014)

أما سقف الطابق الأول فهو عبارة عن سقف جملوني، مكون من شبكة من الألواح الخشبية المغطاة بطبقة من الخشب المتراص، تعلوها طبقة من القرميد، وقد تم عمل طيران في كلا سقفي الطابق الأرضي والأول، مرفوع على أعمدة خشبية.

غطيت واجهات المبنى الخارجية بطبقة من القصارة الطينية المكونة من خليط التربة الحورية مع الماء، وهي ذات الخلطة المستخدمة في المونة الرابطة بين الطوب، لكن بسبب هجران المبنى وغياب صيانته، يلاحظ تقشر القصارة في أجزاء كبيرة من واجهاته الخارجية.

صورة (5: 22): استخدام التربة الحورية في قصارة واجهات بيت القرميد – مدينة أريحا. (المصدر:الباحثة)

ويلاحظ أن المبنى يعاني من تلف في بعض أجزائه وتصدع في واجهاته، فعدا عن العوامل الجوية وخصوصاً الأمطار التي بدا تأثيرها واضحاً جداً، إلا أنه من الملاحظ أيضاً أن التدخل الخاطئ من قبل مستخدمي المبنى في إضافة تمديدات المياه والصرف الصحي، أدى إلى تهتك واجهات المبنى، علاوة على أن هجران المبنى، شجع الطيور على إحداث حفرٍ في جدرانه الخارجية لتتخذ منها أعشاشاً.

4- بيت العلمي

يقع هذا البيت بالقرب من مركز مدينة أريحا، ويعتبر من المباني الطينية المميزة في المدينة، بناه فيضي العلمي في العام (1919م)، وهو من الشخصيات المقدسية الاعتبارية، التي كان لها وزنها الاجتماعي والسياسي في أوائل القرن العشرين، وقد ورث المبنى ولده موسى العلمي الذي كان أيضاً شخصية فلسطينية مشهورة[1].

بني البيت من الطوب الطيني المجفف "اللبن" وغطي بسقف جملوني، يتكون من هيكل خشبي مغطى بالقرميد، يتكون من: ثلاثة غرف نوم وغرفة مكتب، موزعة على طابقين، يصل بينهما درج خشبي، يتميز هذا البيت بتعريشاته الخشبية ذات اللون الأزرق المخضر، والتي تلقي ظلالها على المبنى، بحيث تشير إلى حرفية عالية في الصنع.

صورة (5: 23): منظر عام لبيت العلمي في أريحا (المصدر: الباحثة.2014)

غطيت نوافذ المبنى بشبك معدني من الخارج؛ لحماية ساكنيه من الحشرات والقوارض والزواحف، كذلك فإن درفات النوافذ الخارجية ذات غطاء متحرك "shutters" ؛ للتحكم في الإضاءة الداخلة الى فراغات المبنى، وقد صنعت من الخشب المطلي باللون الأزرق المخضر، ومازالت موجودة بوضعها الأصلي بحالة جيدة إلى الآن.

[1] Al Khasawneh. 2001. pp88-90.

وعلى الرغم من غنى مالكي البيت، الذي يصل إلى حد الأرستقراطية، إلا أن المبنى كان متوافقاً مع النمط المعماري التقليدي المتبع في المباني الطينية في أريحا، حيث بنيت جدرانه من اللَّبِن، وصقلت من الداخل والخارج بطبقة من القصارة، المكونة من الطين المصنوع منه الطوب مضافاً إليه الجير، وسقفه جملوني من الخشب وأساساته من الحجارة.

في فترة لاحقة تم توسعة البيت، بإضافة جزء خرساني ملاصق للمبنى الطيني الأصلي بسقف مستوٍ، ويضم غرفة طعام ورواق ومطبخ في الطابق الأرضي، إضافةً إلى غرفة نوم وحمام وبلكونة خشبية في الطابق العلوي[1]، يلاحظ اتساق العناصر المعمارية المضافة لاحقاً في الجزء الخرساني، مع تلك الأصلية الموجودة في الجزء الطيني من المبنى، لكن تلك الإضافة على المبنى غيبت النمط المعماري المتماثل الذي كان موجوداً في المبنى الأصلي[2].

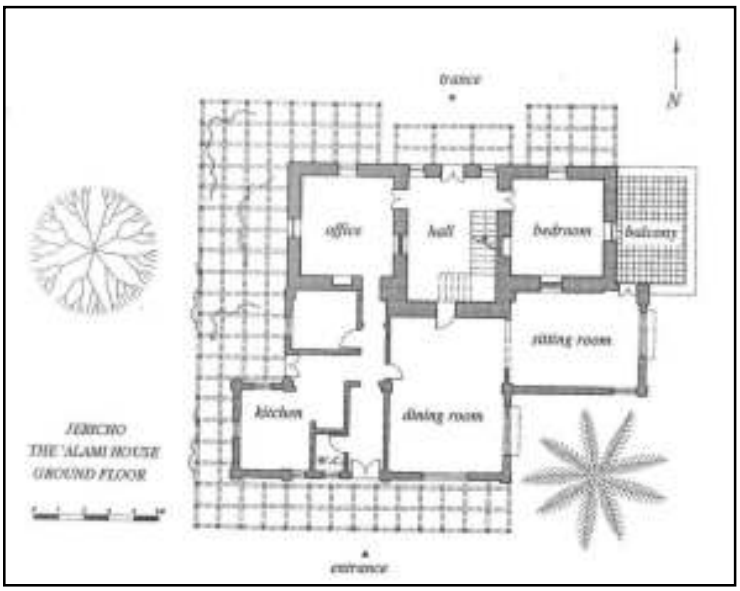
قامت مؤسسة رواق بترميم المبنى في العام (1994م)، بحيث تم المحافظة على جميع عناصره، وإعادة استخدامها بما فيها الألوان والأثاث ورفوف الكتب، والدرج الخشبي المؤدي إلى غرفة المعيشة في الطابق العلوي التي توزع على باقي الغرف، كذلك تم المحافظة على الأرضية الخشبية الأصلية، والتي تعطي للمبنى تفرداً عن باقي المباني الطينية في أريحا[3]، لكن المبنى حالياً مهجور بالرغم من حالته الإنشائية الجيدة الملائمة للسكن.

صورة (5: 24): المبنى الخرساني المضاف للجزء الطيني في بيت العلمي (المصدر: الباحثة. 2014)

[1] Al Khasawneh. 2001. p90.

[2] Ibid. p91.

[3] Ibid. p94.



شكل (5: 13): المسقط الأفقي للطابق الأرضي في بيت العلمي المعد للترميم

(المصدر: Al Khasawneh.2001. p92)

إضافة ً إلى النماذج السابقة وجد في مدينة أريحا نموذجاً متفرداً للبناء الطيني، حيث لم ينفذ بنفس الطريقة التقليدية الشائعة في أريحا، والمتمثلة بتقنية البناء بالطوب الطيني المجفف، وإنما تم تنفيذه بتقنية الطين المدكوك، والمدعمة بدعامات رأسية وأفقية من الخشب، وسقفه مستوي من الخرسانة، يشغل البناء الطيني الطابق العلوي من مبنى تقليدي، موجود في وسط مدينة أريحا، بنيت الطوابق السفلية منه من الحجارة.

صورة (5: 25): مبنى من الطين المدكوك المدعم بالخشب وسط مدينة أريحا (المصدر: الباحثة)

3.2.5 تقييم مشاكل المباني التقليدية في أريحا

استناداً لنماذج المباني الطينية التي تم استعراضها في هذا الفصل، بدا جلياً أن الكثير من المباني الطينية التقليدية في أريحا صمد لعشرات السنين أمام الكثير من التحديات، لكن اللافت أن معظم تلك المباني تعاني من عدد من المشاكل أدت إلى تدهورها، مما اضطر بعض ساكنيها إلى هجرتها مما زاد الأمر سوءاً، وساعد في تدمير تلك المباني، وتعزى تلك المشاكل إلى عدة أسباب، أهمها أربعة أسباب رئيسية وهي: العوامل الجوية والكائنات الحية (القوارض والحشرات والطيور والنباتات) إضافة إلى النشاط الإنساني وأثره في إحداث العيوب أو مضاعفتها، علاوة على تأثير قوى الزلازل، وفيما يلي ندرج تأثير كل من تلك الأسباب ودوره في إيجاد المشاكل في البناء الطيني:

أولاً: تأثير العوامل الجوية

من خلال الدراسة النظرية المستفيضة للعمارة الطينية في العالم ومميزاتها، فإن ضعف مقاومة المنشآت الطينية للعوامل الجوية ولا سيما الأمطار أصبح أمراً مسلماً به، حيث يعد الماء العدو الأكبر للبناء الطيني، وقد ثبت ذلك قطعياً من خلال الدراسة الميدانية للعمارة الطينية في أريحا، كذلك تتسبب الرياح الجنوبية والشرقية المحملة بالأتربة في تآكل القصارة للواجهات الخارجية، لكن يتفاوت مقدار تأثير العوامل الجوية على المباني الطينية من مبنى إلى آخر، تبعاً لعدة عوامل أهمها: دقة الإنشاء ومهارة التنفيذ وإتباع القواعد السليمة في البناء، وأخذ الاحتياطات اللازمة لتفادي تأثير العوامل الجوية مسبقاً، إضافةً إلى الصيانة الدورية الجيدة قبل وبعد موسم المطر، ومن أهم ظواهر تأثير العوامل الجوية هو تآكل الجدران وتساقط القصارة، التي يبدو تأثيرها أكثر وضوحاً على الواجهات المكشوفة (الخالية من المظلات أو الطيران في الأسقف)، خاصة تلك المقابلة لاتجاه الرياح السائدة والأمطار، لاسيما الواجهات الغربية والشمالية، علاوة على ذلك فإن أكثر أجزاء الجدران الطينية تضرراً من الأمطار، هي الأجزاء السفلية؛ وذلك بسبب تجمع الأمطار حولها وإحداث تأثير مباشر عليها.

صورة (5: 26): تأثير الأمطار على الأجزاء السفلية من الجدران الطينية في أريحا (المصدر: الباحثة)

أما على صعيد الأسقف، فإن سكان البيوت الطينة في أريحا يعانون من تسرب مياه الأمطار من خلال الأسقف، خصوصاً تلك التي لم تطبق فيها قواعد الإنشاء الصحيحة والخالية من المواد العازلة للماء، الأمر الذي يؤدي إلى تشبع الأخشاب المستخدمة في إنشاء الأسقف بالماء ومن ثم تعفنها وتقوسها، وبالتالي ضعفها واحتمال انهيارها، كذلك يؤدي تسرب الماء عبر السقف إلى تقشير الجدران الداخلية وتساقط قصارتها، وهو ما يضطر السكان أحيانا إلى استبدال الجسور الخشبية بأخرى معدنية، أو استبدال الألواح الخشبية بصفائح معدنية، أو تغطية سطح المبنى الخارجي بالخرسانة، ويجمع غالبية المواطنين الذين هجروا بيوتهم الطينية، أن مشكلة تسريب السقف للماء، واضطرارهم لصيانته وتغطيته بالأغشية البلاستيكية بشكلٍ دوري، هو السبب الرئيس وراء تركهم لبيوت اللَّبِن، على الرغم من مزاياها البيئية[1].

صورة (5: 27): تقوس الجسور الخشبية وتشقق الجدران الداخلية الناتج عن تسرب مياه الأمطار (المصدر: الباحثة. 2013)

[1] نجاة ارميلية (مسؤولة جمعية الديوك النسوية)/ مقابلة شخصية بتاريخ 2014/12/24.

ثانياً: تأثير الكائنات الحية (الحشرات والقوارض والطيور والنباتات)

ويظهر للحشرات والقوارض والطيور تأثيراً واضحاً على المباني الطينية؛ وذلك بسبب ليونة طوب اللَّبِن واحتوائه على نسبة عالية من التبن، الذي يعتبر جاذباً لتلك الكائنات، والتي تقوم بنخر الجدران الطينية محدثةً الثقوب فيها، حيث تؤدي مع الوقت في ظل غياب الصيانة إلى تفاقم المشكلة وإحداث الحفر، وتشكيل خطر الانهيار على المبنى، وكذلك خطر على حياة ساكني المباني الطينية، ويشير سكان البيوت الطينية في أريحا، أنهم يعمدون إلى التقليل من خطر الحشرات والقوارض برش المبيدات الحشرية، وتربية القطط للقضاء عليها[1]، ومن الملاحظ أيضاً أن بعض الطيور كالدوري مثلاً، يتخذ من الأسقف الخشبية مكاناً مناسباً يبني فيه أعشاشه، كذلك فإن وجود التبن وبقايا الحبوب في الخلطة الطينية، يعمل على نمو النباتات والحشائش فيها، إذا لم تتوفر الصيانة الدورية للمبنى.

ثالثاً: تأثير النشاط الإنساني

يساهم التدخل الخاطئ من قبل الإنسان في إحداث ضررٍ للمباني الطينية وتلفها، وتتعاظم المشكلة في ظل غياب كود بناء خاص بالمباني الطينية في فلسطين، علاوة على عدم توفر خبرات فنية كافية في هذا المجال.

من خلال تحليل المباني الطينية التقليدية في أريحا ميدانياً، لوحظ أنها تقسم الى قسمين هما: مباني طينية مأهولة لكنها تعاني من عدد من المشاكل، إضافة الى مباني طينية مهجورة وضعها الإنشائي سيء، بسبب غياب الصيانة، وفيما يخص الأولى فتتركز معظم المباني الطينية المأهولة بالسكان في القرى والمخيمات المحيطة لمدينة أريحا، وتتصف غالبيتها بسوء وضعها الإنشائي، والذي يعزى غالباً إلى سوء الوضع المادي لساكنيها، فتلك البيوت تتصف ببساطة التصميم، وصغر مساحتها، وخلوها في الغالب من الوحدات الصحية كالحمامات، وإتباع أبسط أساليب البناء في إنشائها بعيداً عن المتطلبات البيئية المحيطة، فعلى سبيل المثال لم يراعى في

[1] رسيلة حسن ذريعات (إحدى سيدات أريحا اللواتي سكنّ البيوت الطينية وعاصرن إنشائها)/ مقبلة شخصية. 2014./1/1.

إنشاء هذه البيوت أنظمة عزل جيدة للأسقف الخشبية والجدران الطينية، مما ترتب عليه حدوث مشاكل في البناء نتيجة لتسرب مياه الأمطار، ونخر القوارض والحشرات، وبسبب قلة وعي السكان للطرق الصحيحة في صيانة المباني الطينية، فإنهم يلجئون إلى معالجة تلك المشاكل بطرق غير ملائمة، مثل استخدام الصفائح المعدنية في التسقيف، واستخدام الإسمنت في إغلاق الحفر المتشكلة في الجدران الطينية.

ومن الأمور التي يسهم بها الإنسان في تدهور المباني الطينية في أريحا، هو إحداث بعض التغييرات على المبنى الطيني الأصلي، كإضافة التمديدات الكهربائية، وتمديدات المياه والصرف الصحي، والذي يترتب عليه إحداث حفر في الواجهات الطينية، والتي تساعد في تدهور حالتها الإنشائية، وتزداد المشكلة تفاقماً في حال إضافة بناء جديد ملاصق للقديم، خصوصاً إذا كان من مادة غير الطين كالخرسانة مثلاً، الأمر الذي يحدث شرخاً واضحاً في منطقة الالتصاق.

صورة (5: 28): تأثير إضافة مبنى خرساني ملاصق للمبنى الطيني في تدهور حالته الإنشائية

(المصدر: الباحثة)

أما المباني المهجورة فهي منتشرة في مدينة أريحا والقرى المجاورة لها؛ وذلك بسبب تغير احتياجات السكان وعدم تلبية تلك المباني لمتطلباتهم العصرية، ولكن من اللافت أن المباني المنتشرة في مدينة أريحا هي أحسن حالاً من تلك الموجودة في القرى، لاسيما بسبب إنشائها وفقاً

لأسس البناء السليمة؛ نظراً للوضع الاقتصادي الجيد لمالكيها، إلا أن سبب تدهور وضعها الإنشائي يعود أساساً إلى هجرة ساكنيها لها، مما ترتب عليه غياب الصيانة الدورية.

رابعاً: تأثير الزلازل على المباني الطينية

تعتبر منطقة أريحا منطقة ذات نشاط زلزالي، وقد شهدت حدوث عدد من الزلازل أشهرها زلزال عام (1927م)، ومن المعروف أن مادة الطين ضعيفة تجاه قوى الشد الناتجة عن الزلازل، مما يؤدي إلى تهدم المنشآت الطينية، إذا لم يراعى في إنشائها الإجراءات الوقائية؛ للحد من تأثير تلك القوى.

3.5 خلاصة الفصل

إن الخصائص المناخية لأريحا، لاسيما تدني نسبة الأمطار وارتفاع قيمة الإشعاع الشمسي، جعلت منها بيئة ملائمة لاحتضان المباني الطينية على مر العصور، عدا عن توفر التربة الحمراء والتي تعرف بتربة الوادي الغنية بمادة الطين والطمي، إضافة إلى التربة الحورية المناسبة للبناء بالطين، الأمر الذي شجع على توارث الخبرات الفنية للبناء بالطين، والاستمرار بالعمارة الطينية إلى الوقت الحاضر.

تبين من خلال تحليل النظام الإنشائي للمباني الطينية التقليدية، أنها تتبع نفس المبدأ في كل المباني، والتي تمتاز ببساطة التصميم، وتتكون إما من طابق واحد أو من طابقين، كذلك تم العثور على مبنى واحد منفذ بطريقة الطين المدكوك المدعم بالأخشاب في مدينة أريحا.

تميزت المباني الطينية أيضاً في أريحا، بأسقفها الجملونية والمستوية قليلة الميلان المتطايرة عن جدران المبنى؛ لحمايته من مياه الأمطار، وتسهيل تصريفها، وتشترك الأسقف بطريقة إنشائها، إذ يتكون السقف من عدد من الجسور الخشبية المتراكبة، تغطى بطبقة من البوص أو الألواح الخشبية المتراصة، وتصب فوقها طبقة من الطين، كما وجدت أيضاً الأسقف الجملونية المغطاة بالقرميد خصوصاً في مدينة أريحا، لكن لوحظ أن الأسقف المقببة نادرة جداً وتكاد أن تكون معدومة، إذ لم يتم العثور إلا على مبنى واحد مقبب فقط.

تتمتع المباني الطينية في أريحا بعدد من الميزات البيئية والاقتصادية، مما جعل عـــدداً كبيراً من العائلات يتمسكون بالسكن فيها، لكن بنفس الوقت يلاحظ أن نسبة كبيـــرة مـــن تلـــك المباني تعاني من عدد من المشاكل، مثل تلف القصارة الخارجية، ووجود التشققات في الجدران، وتسرب الماء من الأسقف؛ مما يتسبب في تعفن الخشب وتقوسه، وتبين أن وجـــود مثـــل هـــذه المشاكل كان بسبب غياب الصيانة الدورية للمبنى الطيني، أو بسبب قلة الخبرة في اختيار طرق التعامل المناسبة مع المبنى الطيني، وطرق الصيانة الصحيحة، علاوة على ضعف الإمكانيـــات المادية والفنية لمالكي المبنى.

الفصل السادس

إحياء العمارة الطينية في أريحا

الفصل السادس

إحياء العمارة الطينية في أريحا

على الرغم من المزايا التي تتمتع بها المباني الطينية، في تحقيق الاستدامة في الإنشاء، وانخفاض التكلفة، والعزل الحراري والصوتي، علاوةً على كون الطين مادة محلية سهلة المنال، ويمكن تدويرها في الطبيعة دون إحداث تلوث، إلا أن معظم المنشآت الطينية في فلسطين، والمتركزة في أريحا ومنطقة الأغوار على وجه الخصوص، قد تعرضت للهجران من قبل ساكنيها، ولم تعد قادرة على تلبية احتياجات السكن المعاصرة، وذلك لما تعانيه من مشاكل إنشائية، لا يمكن إغفالها، إضافةً إلى عدم ملاءمتها للمتطلبات الاجتماعية المعاصرة.

لوحظ خلال الدراسة الميدانية للعمارة الطينية في أريحا تردي الوضع الإنشائي للمباني الطينية، إضافةً إلى أن مشاريع ترميم المباني الطينية في فلسطين تكاد أن تكون معدومة، لكن في السنوات القليلة الماضية وجدت بعض المشاريع الحديثة للبناء بالطين، من خلال بعض الجهود الفردية والرسمية، مثل: مجموعات الحراك الشبابي لحماية الأغوار، والتي حملت على عاتقها بناء بيوت بسيطة من الطين للمواطنين الذين هدم الاحتلال بيوتهم، إضافةً إلى مبادرات فردية من قبل بعض الأشخاص، لرغبتهم في إنشاء بيوت طينية لهم، علاوة على مبادرات بعض المؤسسات الخاصة، ولكن الدور الأبرز في هذا المجال كان من قبل اليونسكو، من خلال برنامج أطلقته لإعادة إحياء العمارة الطينية في أريحا، إضافة إلى دور وكالة الغوث "الأونروا" في تنفيذ بعض المباني الطينية في غزة، لحل مشكلة مشردي الحروب الإسرائيلية.

في هذا الفصل سيتم استعراض التجارب الحديثة للبناء بالطين في فلسطين، من خلال تجربتي غزة والأغوار وتقييمهما، كذلك سيتم تناول التجارب الحديثة المتبعة للتقليل من مشاكل البناء الطيني الأساسية، وهي: المشاكل الإنشائية والمشاكل الناتجة عن العوامل الجوية، وإمكانية الاستفادة منها في تطوير العمارة الطينية في أريحا وإعادة إحيائها.

1.6 التجربة الفلسطينية في إعادة إحياء العمارة الطينية

1.1.6 تجربة الضفة الغربية

أولاً: برنامج اليونسكو في إعادة إحياء العمارة الطينية في الأغوار

تبنت اليونسكو مشروعاً لإعادة إحياء العمارة الطينية في الأغوار، بهدف تعزيز الوجود الفلسطيني، في ظل وجود المعيقات وتهديدات الاحتلال الإسرائيلي، وإيجاد حل لمشكلة السكن هناك، وتعزيز المشاركة المجتمعية، من خلال استغلال الموارد الطبيعية والطاقات البشرية في إنشاء مباني مستدامة صديقة للبيئة وقليلة التكلفة، تتماشى مع تقليد البناء السائد في المنطقة منذ آلاف السنين، ويضم المشروع: مشروعاً تجريبياً، وثلاثة مراكز نسوية، إضافةً لنموذج لوحدة سكنية مستدامة وقليلة التكاليف، يمكن إنشاؤها ذاتياً من قبل المالك، وقد أُعتمدت تقنية البناء بالطوب المضغوط المثبت "CSEB" في جميع المباني، والذي حقق عدداً من المزايا(بحسب التقارير الصادرة عن اليونسكو) فاقت مزايا كثيرٍ من مواد البناء التقليدية كالخرسانة، من حيث العزل وتوافر المواد محلياً، دون تكبد العناء وتكاليف الإنشاء الكلية، من حيث تكلفة المواد ونقلها وتحضيرها، عدا عن إمكانية الإنشاء الذاتي من قبل أصحاب المبنى، وتقليل الطاقة المستخدمة في تحضير مواد البناء ونقلها واستخدامها في البناء، علاوة على المساعدة في حل مشكلة البطالة، حيث وفر هذا البرنامج (4000) يوم عمل لأكثر من (240)عامل في ستة مشاريع إنشائية[1].

أنشئت جميع مباني المشروع بطابق واحد ما عدا مبنى مركز عقبة جبر النسوي، فقد بني جزء منه بطابقين، بحيث استخدمت الجسور الخرسانية في تسقيف الطابق الأرضي، فيما تم تسقيف الطابق الأول بقبة من الطوب الطيني المضغوط المثبت.

[1] Tina. 2013. pp1-5.

صورة (6: 1): مبنى مركز عقبة جبر النسوي (المصدر:الباحثة.2015)

تم إتباع نفس طريقة الإنشاء في جميع المباني التي نفذتها اليونسكو، مع وجود بعض الاختلافات البسيطة من مبنى إلى آخر، وذلك بتحضير الطوب من خليط التراب الملائم للبناء وحصى الوادي والناعمة والإسمنت، أما نسب الخلط فكانت كالآتي: (4 مقادير من التراب +5 مقادير من حصى الوادي+ مقدار واحد من الناعمة) مضافاً لها كمية قليلة من الإسمنت تقدر بنسبة (4-8%) من حجم الخلطة[1]، حيث يتم غربلة التربة للحصول على التراب الصالح للبناء، وفي كل المشاريع تقريباً، كانت تناط هذه المهمة بالنساء[2]، ومن ثم يتم خلط المواد الجافة معاً، يليه إضافة الماء تدريجياً بطريقة الرش، حتى الوصول إلى خليط متوسط الرطوبة، وبذلك يكون الخليط جاهزاً للكبس في مكبس هيدروليكي بالأبعاد المطلوبة للطوبة، ويتبع ذلك عملية تخزين للطوب في مكانٍ جاف ومظلل، لحين استخدامه في البناء، حيث يُصف الطوب المنتج فوق بعضه البعض، على لوحٍ خشبيٍ مرتفع عن الأرض؛ لحمايته من الرطوبة، ويغطى بالنايلون لمدة ثلاثة أيام؛ لضمان إيناعه ذاتياً من خلال تكاثف البخار، ومن ثم يتم إزالة النايلون عن الطوب، وتعريضه للشمس مع استمرار رشه بالماء لمدة ثلاثة إلى أربعة أيام، حيث يصبح الطوب جاهزاً للاستخدام بعد سبعة إلى ثمانية أيام من كبسه[3].

تبدأ عملية البناء بمرحلة الأساسات، والتي تكون في العادة من الخرسانة المسلحة، وفي كل المشاريع المنفذة تمّ عمل قاعدة من الخرسانة المسلحة بسماكة (28سم) تقريباً فوق سطح

[1] ناصر أصلان (مهندس مشرف على مشاريع اليونسكو)/ مقابلة شخصية. بتاريخ: 2013/11/14.

[2] أم فارس الأخرس(مسؤولة جمعية عقبة جبر النسائية)/ مقابلة شخصية. بتاريخ: 2015/1/3.

[3] ناصر أصلان (مهندس مشرف على مشاريع اليونسكو)/ مقابلة شخصية. 2013/11/14.

الأرض[1]، أما في مبنى مطعم الديوك التابع للمركز النسوي فقد تم إنشاء قاعدة من الخرسانة المسلحة، تعلوها قاعدة حجرية (حجارة الدبش) مستمرة على حدود الجدران، ملئت بالخرسانة، ويعد هذا الأسلوب الأكثر استخداماً في المباني التقليدية والحديثة على السواء؛ للتقليل من تأثير الرطوبة ومياه الأمطار على أساسات المبنى الطيني.

صورة (6: 2): إنشاء قاعدة حجرية فوق القاعدة الخرسانية المسلحة في مطعم الديوك

(المصدر: مرسم-شمس-أرض-للتصميم-البيئي/www.facebook.com/pages)

وبعد الانتهاء من قاعدة البناء، تبنى الأعمدة الطينية مباشرة فوق القاعدة الخرسانية باستخدام مونة طينية دون وجود لتسليح رأسي يربط بين الأعمدة والقاعدة الخرسانية، وتكون هذه الأعمدة عبارة عن ركب سميكة من الطوب الطيني، تربط بينها الأقواس؛ لتحميل السقف[2].

وفي كل المشاريع تم إتباع نفس طريقة البناء بالحجر في إنشاء القوس الطيني بسماكة طبقتين من الطوب، وذلك بإستخدام طوبار خشبي مصمم بحسب الشكل المطلوب.

[1] إبراهيم سليم دوّاس (فني بناء في مشروع جمعية الديوك النسوية)/ مقابلة شخصية 2014/1/3.

[2] المرجع السابق.

صورة (6: 3): إنشاء الأقواس في مركز الديوك النسوي.

(المصدر: مرسم-شمس-أرض-للتصميم-البيئي/www.facebook.com/pages)

بعد الإنتهاء من بناء الأقواس، يتم بناء الجدران بسماكة طوبة واحدة (30سم)، وفي المجازات الكبيرة كانت تصل سماكة الواجهة إلى (120سم)[1]، أما طريقة البناء فهي نفس الطريقة التقليدية السائدة للبناء بالطوب الطيني سواء في فلسطين أو خارجها[2].

أُنشئت العرقات الخرسانية المسلحة فوق الفتحات، ويلي ذلك مرحلة التسقيف، وقد تم اختيار التسقيف بالقباب والأقبية، المكونة من طبقتين من الطوب في كل المباني التي قامت اليونسكو بتنفيذها، مستعينين بإنشائها بالطوبار الخشبي المعد مسبقاً بحسب الشكل المطلوب.

بعد الانتهاء من مرحلة البناء، تأتي مرحلة القصارة، حيث ظهر اختلاف في تنفيذها من مبنى إلى آخر، وتستخدم المونة المكونة من التراب والرمل والاسمنت والماء في القصارة الداخلية وتنفذ إما على كامل الواجهات الداخلية، كما في مطعم الديوك، أو على حلول الطوب فقط، كما في مركز الديوك النسوي، أما قصارة الواجهات الخارجية، فإما أن تكون قصارة شبريز مكونة من الإسمنت المخلوط بمادة ملينة "البوجبونت"؛ لحماية المبنى من تأثير العوامل الجوية، لاسيما الأمطار، كما في مبنى مركز بردلة النسوي مركز عقبة جبر، أو أن تكون القصارة من الطين المخلوط بالشيد كما في مركز ومطعم الديوك، وبعد الانتهاء من القصارة، يتم طلاء المبنى بدهان الأملشن المستخدم في طلاء الجدران الخرسانية، فيما يستخدم البلاط

[1] ناصر أصلان (مهندس مشرف على مشاريع اليونسكو)/ مقابلة شخصية. بتاريخ2013/11/14.

[2] إبراهيم سليم دوّاس (فني بناء في مشروع جمعية الديوك النسوية)/ مقابلة شخصية. بتاريخ 2014/1/3.

الصيني في تغطية الواجهات الداخلية للمطبخ لحمايتها من تأثير الرطوبة، أما إطارات الأبـــواب والشبابيك، فقد استخدم الحديد في تنفيذها[1].

صورة (6: 4): مبنى مركز الديوك قبل عملية القصارة.

(المصدر: مرسم-شمس-أرض-للتصميم-البيئي/www.facebook.com/pages)

ثانياً: دور المؤسسات الخاصة في إعادة إحياء العمارة الطينية

من أبرز المؤسسات الخاصة التي نشطت في مجال البناء بالطين في فلسطين، هو مكتب هندسي بيئي، يطلق عليه اسم "مرسم شمس أرض" مقره في مدينة رام الله، قام بتصميم عدد من المباني الطينية ضمن مشروع اليونسكو لإعادة إحياء العمارة الطينية والإشراف عليها، مثـــل: المركز النسوي والمطعم التابع له في قرية الديوك، وقد تم إتباع تقنية الطوب المضـــغوط فـــي غالبية المشاريع وتقنية الأكياس الطينية في مشروع واحد فقط، وقد قام مهندس إنشائي إيطـــالي ذو خبرة بالبناء بالطين بتصميم المباني إنشائياً، تم تسقيف كل المباني بنظام الأسقف المقببة، وقد أخضعت التربة المستخدمة في كل مرة لعددٍ من الاختبارات، بهدف تحليل مكوناتها والتعـــرف على خصائصها في الحالة الجافة والرطبة، وكذلك أُخضع الطوب أيضاً لعـــدة اختبـــارات فـــي مختبرات مواد البناء كاختبارات تحمل قوى الضغط والكسر؛ للتأكـــد مـــن صـــلاحيته للبنـــاء،

[1] ناصر أصلان (مهندس مشرف على مشاريع اليونسكو)/ مقابلة شخصية. بتاريخ 2013/11/14.

واستخدم المكبس اليدوي في المشاريع الأولى، ومن ثم تم تطويره إلى مكبس هيدروليكي ينتج أربع طوبات في آنٍ واحد[1]، ونستعرض فيما يلي مشروعين من أهم مشاريع شمس أرض:

1. مبنى التوعية البيئية

المبنى عبارة عن غرفة بيئية أنشئت بإستخدام الطوب الطيني المضغوط المثبت بمساحة(55م²)، تم إنشاؤه في حديقة القيقب في رام الله، وهو بمثابة متحف صغير يستخدم لتوفير التوعية البيئية لطلاب المدارس من خلال طرق البناء الصديقة للبيئة، باستخدام المواد المحلية التي يمكن تدويرها، وكيفية استغلال الطاقة الشمسية والطاقة المتجددة، ويحتوي المبنى على ملقف لتلطيف الهواء الداخل إلى المبنى في الصيف، كذلك أستخدم فيه نظام "Wall Trombe" (نظام بيئي يستخدم في الكسب الحراري غير المباشر من خلال الكتلة الحرارية للجدار والاستفادة من الزجاج، لتوفير بيئة حرارية مريحة للإنسان داخل الفراغ) من خلال واجهته الجنوبية الزجاجية لتجميع الحرارة وتدفئة المبنى في الشتاء، وتم اختيار نظام القبو في التسقيف وقد أستعين بالطوبار الخشبي في إنشائه، بعد الانتهاء وصقلت واجهات المبنى الخارجية بثلاثة طبقات من القصارة الطينية المخلوطة مع الجير[2].

صورة (6: 5): مبنى التوعية البيئية في حديقة القيقب

(المصدر.الباحثة 2015)

[1] مرسم شمس أرض للتصميم البيئي. مقابلة عبر موقع التواصل الاجتماعي. 2015/2/10.

[2] http://shamsard.wordpress.com.

2. بيت أحمد داوود (بيت القمر)

يعتبر بيت القمر أول محاولة لمرسم شمس أرض في إعادة إحياء العمارة الطينية في أريحا، وهو عبارة عن بيت خاص بالسيد أحمد داوود، وقد تم تنفيذه باستخدام تقنية الأكياس المملوءة بالتراب والرمل والحصى، ويتكون البناء من عدد من الدوائر التي يتناقص قطرها تدريجياً بالصعود على أعلى مشكلةً القباب[1].

صورة (6: 6): منظر عام لبيت القمر في أريحا (المصدر: الباحثة.2015)

تم اختيار تقنية البناء بأكياس الطين نظراً لكونها الأسرع والأقل تكلفة من غيرها من تقنيات البناء بالطين لاسيما تقنيات الطوب المعروفة في المنطقة، وتبعاً لفريق شمس أرض فإن هذا المبنى شكل تحدٍ لهم في استمرار العمل، بالرغم من المعوقات التي واجهوها والمتمثلة في التطبيق العملي لمعلومات نظرية جمعوها عن تقنية غير مألوفة حتى تقليدياً، الأمر الذي تسبب في بطء العمل في بدايته علاوة على تشكيك الآخرين بنجاحه.

تم تصميم المبنى بمراعاة توفير أجواء داخلية مريحة تمثلت بسماكة جدرانه الكبيرة لزيادة كتلتها الحرارية واستخدام نظام الملقف الذي يساعد في التقاط الهواء السائد وإدخاله إلى المبنى بعد ترطيبه، علاوةً على إنشاء فتحات صغيرة في القباب بهدف تعزيز عمليتي التهوية والتبريد داخل المبنى، ويعتبر الفرق الكبير في درجات الحرارة بين الأجواء الحارة جداً خارج

[1] www.aljazeera.com/news/middleeast/2014/03/palestinians-revive-earthen-architecture.

المبنى والباردة داخله هو أول انطباع يأخذه زائرو المبنى أثناء تجولهم داخله، كذلك فإن الشكل النهائي للمبنى جعل منه معلماً مميزاً في منطقة تواجده شجع الكثيرون على زيارتـــه لا ســـيما الصحفيون[1].

تمت عملية التنفيذ باستخدام الأكياس البلاستيكية، حيث وضع أول مدماك من الأكيـــاس فوق قاعدة حجرية لعزل المبنى عن الرطوبة ومياه الأمطار المتجمعة حوله، وقد استُخدِم نظـــام التسليح الأفقي في المبنى، كما هو شائع عالمياً، وذلك بوضع الأسلاك الشـــائكة بـــين مـــداميك الأكياس، ومن ثم دك الأكياس يدوياً باستخدام معدات خاصة.

صورة (6: 7): استخدام القواعد الحجرية في بيت القمر في أريحا

(المصدر: مرسم-شمس- أرض- للتصميم-البيئي/www.facebook.com/pages)

ثالثاً: الجهود الفردية في إحياء العمارة الطينية

أخذ بعض الأشخاص على عاتقهم إحياء العمارة الطينية، من خلال إنشاء مباني طينيـــة خاصة بهم، ولعلّ أهم هذه المحاولات، هي تجربة المهندس أســـامة حمـــدان (مـــدير مدرســـة الفسيفساء في أريحا)، حيث يقوم بتنفيذ مشروع سياحي، يضم شققاً سكنية صـــغيرة، ستســـتخدم فندقاً للسياح القادمين لأريحا، وقد اختار استخدام المباني الطينية؛ للاستفادة من خصائصها البيئية والاقتصادية على المدى البعيد، من خلال تقليل استخدام الطاقة غير المتجددة في تكييف المبنى.

يتم تنفيذ المشروع على مرحلتين هما:

[1] Masad. 2013. p 39,41.

المرحلة الأولى: ترميم عدد من المباني الطينية التقليدية المهجورة في الموقع

تتم عملية الترميم بإعادة بناء الأجزاء المتهدمة من الجدران، باستخدام طوب اللَبِن المعد في الموقع بنفس الطريقة التقليدية، أما ترميم الأسقف، فيكون بإنشاء عدة طبقات من الخشب المتراكبة، مع إحداث فراغ هوائي بين الطبقات؛ لتوفير العزل الحراري، وتغطية آخر طبقة بالنايلون، تعلوها طبقة من الصفيح المعدني ومن ثم طبقة من الأخشاب، تعلوها صبة طينية من تراب الحوّر؛ نظراً للزوجته وقلة مسامه، للتقليل من تسرب الماء إلى الداخل، كذلك يتم عمل تمديدات كهربائية وصحية في المباني، إضافةً إلى إعادة قصارة الجدران الداخلية والخارجية، لكن هذه العملية تخضع إلى التجربة في اختيار المادة المناسبة وطريقة تنفيذها، وبحسب مالك المشروع المهندس أسامة حمدان- ذو الخبرة الكبيرة في أعمال ترميم المباني التقليدية في فلسطين- فإن العمل في ترميم المباني الطينية التقليدية ليس بالأمر السهل؛ وذلك لانقطاع البناء بالطين لفترات طويلة، مما أدى إلى قلة ذوي الخبرة في هذا المجال، علاوة على عدم وجود مصادر تتناول البناء بالطين في أريحا، فأعمال الترميم في هذا المشروع قائمة على مبدأ التجربة، مما تسبب في ارتفاع تكلفته، إذ بلغت تكلفته لغاية الآن ما يقارب (125) ألف شيقل[1].

صورة (6: 8): جانب من مرحلة الترميم في مشروع أسامة حمدان في أريحا

(المصدر: الباحثة.2014)

[1] أسامة حمدان/ مقابلة شخصية.بتاريخ: 2015/1/3.

المرحلة الثانية: البناء الجديد

في نفس الفترة التي تجري فيها أعمال الترميم في المشروع، يتم التحضير لبناء عدد من الشقق الصغيرة في الأرض المجاورة، حيث تم الانتهاء من مخططات التصميم ودراسة الجدوى الاقتصادية للمبنى، الذي سيتم بناء جدرانه من الطوب الطيني المضغوط، بينما سيكون هيكله الإنشائي (الأساسات والقواعد والأعمدة) من الخرسانة المسلحة، على أن يكون السقف مستوي وقليل الميلان باستخدام الأخشاب والطين، بنفس النمط التقليدي الشائع في أريحا، ويرجع ذلك لقلة الثقة في مدى أمان المباني الطينية الحديثة في أريحا، لا سيما المباني المقببة، وذلك لعدم وجود خبرات فنية كافية في هذا المجال، حيث أن نمط الأسقف المقببة لم يكن شائعاً في أريحا.

ويتم حالياً تحضير الطوب للمشروع باستخدام مكبس هيدروليكي، والذي ينتج أربع طوبات بحجم (15×15×30سم) وبوزن (10 كغم) للطوبة الواحدة، ويحتاج المكبس إلى اثنين من العمال أحدهما لتحضير الخلطة الطينة، بينما يقوم الآخر بعملية الكبس، وتحتاج هاتان العمليتان إلى تحري الدقة في الخلط، من حيث نسب المواد المستخدمة ودرجة رطوبتها، بالإضافة إلى تقدير مقدار الكبس المناسب، للحصول على طوب موحد المواصفات من حيث الضغط الشكل ومقدار الانضغاط، مع ضرورة تنظيف المكبس بقطعة قماش مبللة قبل كل عملية كبس[1].

صورة (6: 9): المكبس الهيدروليكي المستخدم في مشروع أسامة حمدان في أريحا.

(المصدر: الباحثة.2015)

[1] أسامة حمدان. مقابلة شخصية. بتاريخ: 2015/1/3.

تم عمل عدة محاولات لتصنيع الطوب في الموقع ؛ لتحديد نسب الخلط المناسبة، وقد تبين أن إضافة (8%) من الإسمنت لا يحسِّن من جودة انضغاط الطوب، وقد أجريت العديد من التجارب على عدة أنواع من التربة، وكانت أسوءها التربة المحتوية على نسبة كبيرة من الطين والحصى، وتم التوصل إلى أن إضافة أربعة مقادير من الطبقات السفلية من تربة الموقع والمخلوطة مع مقدار واحد من حصى السمسمية، تؤدي إلى الحصول على طوب طيني ذو شكلٍ جيد ودرجة عالية من القساوة[1].

صورة (6: 10): طوب طيني مضغوط باستخدام تربة ذات محتوى عال من الطين. (المصدر: الباحثة.2015)

ويشير المهندس أسامة أن إعداد الطوب مكلف جداً، ويأخذ وقتاً طويلاً لإنتاجه مقارنةً بالطوب الإسمنتي، بالرغم من توافر مواده الخام في الموقع، حيث أن المكبس يحتاج إلى اثنين من العمال، أجرة كل منهما (100شيقل) لإنتاج (120) طوبة يومياً[2].

2.1.6 تجربة غزة

تسببت الحروب الإسرائيلية المتتابعة على قطاع غزة، في هدم آلاف المنازل وتشريد عشرات الآلاف من السكان، الذين أضحوا مشردين دون مأوى، وازداد الأمر سوءاً في ظل الحصار الإسرائيلي الذي يمنع دخول مواد البناء لاسيما الإسمنت وحديد التسليح، وتبعاً لذلك تولدت فكرة إحياء البناء بالطين في غزة في العام (2008م)، وقد تبنتها جهات رسمية كالأونروا التي أعدت خطة لتنفيذ (5000) وحدة سكنية، إضافةً إلى جهات حكومية، مثل وزارة الأشغال

[1] أسامة حمدان. مقابلة شخصية. بتاريخ: 2015/1/3.

[2] المرجع السابق.

العامة والإسكان، التي أدرجت فكرة البناء بالطين كأحد البدائل المؤقتة المطروحة لإيواء المشردين[1].

وتعتبر مساكن الطين المؤقتة أفضل بكثير من الكرفانات التي تقام كحل مؤقت لحين إعمار غزة، من حيث التكلفة وأجوائها الداخلية، والتي يعاني ساكنوها من الحر الشديد صيفاً والبرد القارص والغرق شتاءً، حيث يشير أحد المواطنين إلى أنه بنى بيتاً له ولأسرته بمساحة (80 م²) بتكلفة ثلاثة آلاف دولار فقط، ويوفر هذا البيت ظروفاً معيشية أفضل بكثير من الكرفانات[2].

ولتقييم ممارسات البناء بالطين في غزة، أجريت دراسة بحثية لنيل درجة الماجستير في الجامعة الإسلامية، من قبل الطالب حامد أبو عجوة في العام (2011م)، وقد استندت الدراسة على عمل استبيان استهدف الشركات الإنشائية التي قامت بتنفيذ المشاريع الإنشائية الطينية، التابعة للأونروا ووزارة الأشغال العامة والإسكان، تبين فيها أن غالبية المشاريع (67%) قد نُفذت بتقنية الطوب الطيني المضغوط المثبت (CSEB)، ثم تلتها تقنية الطوب اللَّبِن والتي شكلت نسبة (25%) من المباني المنفذة[3]، وقد حققت هذه المشاريع بعض النتائج الإيجابية أهمها: خلق فرص عمل، والتقليل من نسبة البطالة، نظراً للحاجة إلى عدد كبير من الأيدي العاملة، والتوفير في استهلاك الطاقة، والتي تظهر بشكلٍ واضح في المشاريع الاستثمارية مثل المطاعم، إضافةً لكون هذه المشاريع اقتصادية في حال توفرت التربة المناسبة في الموقع، إلى جانب ذلك فقد أظهرت الدراسة أن المشاريع المنفذة لم تخلو من التحديات والمعيقات، إضافةً إلى وجود عدد من المشاكل والأخطاء والتي أهمها: عدم وجود حديد تسليح في أساسات المباني علاوةً على إضافة الإسمنت بكميات كبيرة لتحضير الطوب، دون الالتزام بنسب محددة؛ للتغلب على مشكلة تشقق الجدران، وذلك لضعف الخبرة في مجال البناء بالطين، وعدم وجود دراسة مخبرية صحيحة لفحص الطوب لتحديد نسب الخلط[4].

---

[1] Abu Ajwa, 2011. p147.
[2] http://classic.aawsat.com/details.asp.
[3] Abu Ajwa, 2011. p147.
[4] Abu Ajwa. 2011. p104,105,119,120.

وفي مقابلة صحفية لجريدة الاقتصادية، في شهر تشرين الثاني من العام (2014م) مع المهندس عماد الخالدي (والذي يعد من أبرز الناشطين في تطوير البناء بالطين في غزة والذي يعمل ضمن الشركة المتخصصة للعمارة البديلة)، ذكر أنه قام بتطبيق أكثر من تقنية في هذا المجال، أهمها تقنية الطوب الطيني المضغوط، الذي حقق مستويات جيدة ضمن الفحوصات التي خضع لها في مختبرات متخصصة بمواد البناء، من ضمنها مختبرات الجامعة الإسلامية، ويتم إنتاج هذا الطوب دون الحاجة لاستخدام الإسمنت، إذ تقتصر مكوناته على الرمل والتربة المحلية المعروفة بالكركار(تربة طينية بنية اللون مائلة إلى الحمرة يطغى على تكوينها الكلس والرمل) والذي يحتوي على مواد رابطة تغني عن وجود الاسمنت[1].

وفي تحقيق صحفي لوكالة "معا" بتاريخ (2014/11/22م)، يشير المواطن مشرف العر، وهو أحد الأشخاص الذين فقدوا منازلهم بسبب الحرب الإسرائيلية على غزة في العام (2009م)، إلى أنه لجأ إلى بناء مسكن مؤقت باستخدام الطوب الطيني المضغوط المكون من الرمل والكركار، لإيواء أسرته لحين إعادة بناء بيته المهدم، ويذكر أنه يسكن بيته الطيني منذ أربع سنوات، ويوفر له هذا البيت كل الاحتياجات التي يقدمها البيت الخرساني[2].

صورة (6: 11): مبنى طيني حديث في غزة.

(المصدر: http://mgdp-1.blogspot.com/2014/11/blog-post.html)

[1] http://www.eqtesadia.ps/economy-and-people/33273.html.
[2] http://www.maannews.net/arb/ViewDetails.aspx?ID=741776.

وفي تقرير لصحيفة الحدث بتاريخ (2014/11/23م) يذكر الخالدي: أنه قام بتطوير تقنيات البناء بالطين، حيث يوفر مساكن مؤقتة سهلة الفك والتركيب، دون الحاجة لوجود قواعد وأساسات، من خلال إقامة هيكل خشبي، وكساؤه بألواح خفيفة الوزن معدة مسبقاً من الطوب الطيني المضغوط، ويقول بأن تكلفة المتر المربع من الطوب الطيني المضغوط في غزة تقدر بـ(190) دولاراً، أما تكلفة وحدة سكنية مؤقتة بمساحة (40م²) معدة بنظام الهيكل الخشبي والألواح الطينية لا تتجاوز (7) آلاف دولار[1]، وتشير التقارير الصادرة عن الأونروا في العام (2010م) بأن تكلفة الوحدة السكنية الواحدة بمساحة (60م²) باستخدام تقنية الطوب الطيني المضغوط المثبت (CSEB) بلغت (18000) دولار أي بمعدل 300 دولار للمتر المربع[2].

وفي إطار تشجيع الحكومة في غزة للمواطنين على البناء بالطين، قامت بإنشاء بعض المباني الحكومية باستخدام الطين، مثل مبنى مركز الشرطة في بيت لاهيا والذي تم بناؤه بإستخدام تقنية الطوب الطيني المجفف (اللَّبِن)، وتم التحميل الإنشائي باستخدام نظام القباب والأقبية[3].

صورة (6: 12): مركز الشرطة في بيت لاهيا باستخدام الطوب اللّبن (المصدر:.Abu Ajwa 2011.p146)

ومن ضمن محاولات الغزيين لكسر الحصار الواقع عليهم، وحل مشكلة مشردي الحرب، فقد طبقوا تقنية البناء بالأكياس الطينية، وذلك باستخدام أكياس طويلة من النايلون المملوءة بالرمل المخلوط بالطين، وقد تم تنفيذ عدد من المشاريع بهذه التقنية، من ضمنها: مبنى

[1] http://alhadath.ps/article.php?id=6aaf88y6991752Y6aaf88.
[2] Abu Ajwa. 2011. p126.
[3] Ibid. p141.

إداري ومسجد تابع لجمعية مبرة الرحمة، ونادي للفروسية على شاطئ غزة [1]، ويذكر المهندس حسن أبو كميل (وهو أحد الرائدين في البناء بأكياس الطين في غزة) أن إنشاء مبنى بمساحة (150م²) باستخدام تقنية الأكياس، يستغرق عشرة أيام فقط لإنجازه [2].

بالرغم من المزايا الإيجابية التي حققتها المباني الطينية الحديثة، إلا أن فكرة البناء بالطين كبديل عن الإسمنت في المشاريع التي طرحتها الأونروا والحكومة في غزة، لم تلقَ إقبالاً كبيراً من المواطنين؛ وذلك لتخوفهم من ضياع حقهم في إعادة مساكنهم المهدمة، إضافةً لذلك، فإنه من الصعب تطبيق فكرة البناء بالطين في برنامج إعادة إعمار غزة؛ بسبب الأزمة السكانية، وقلة الأرض المتاحة للبناء، التي يعاني منها قطاع غزة، والتي تفاقمت في ظل الحصار والحرب، مما يُحتّم إنشاء مشاريع إسكانية بامتداد رأسي، والذي لا يلبيه الطين في مبانيه، ذات الامتداد الأفقي بارتفاع طابقين بحد أقصى، لكنها تعتبر نموذجاً جيداً لمساكن الإيواء المؤقت لمشردي الحرب، وكذلك كمساكن دائمة لمن يمتلكون مساحة كافية من الأرض، وللمشاريع السياحية كالشاليهات والمطاعم، في حال تم تطبيق القواعد العلمية للتقليل من سلبياتها ومشاكلها.

2.6 تقييم التجربة الفلسطينية في إعادة إحياء العمارة الطينية في فلسطين

إن إجراء تقييماً للتجربة الفلسطينية الحديثة للبناء بالطين، أمرٌ في غاية الأهمية؛ لعرض النواحي الإيجابية وإتباعها، ودراسة النواحي السلبية وأسبابها؛ لأخذ العبر والاستفادة منها في مستقبل العمارة الطينية في أريحا، لكن يجب الإشارة هنا إلى أمورٍ في غاية الأهمية وهي: أن معظم المشاكل التي ظهرت في المباني الطينية الحديثة، كانت بسبب أخطاء تقنيةٍ في التصميم والتنفيذ، ولم تكن بسبب استخدام الطين بذاته، وأن معظم المشاريع الحديثة لم تستند إلى دراسة المباني الطينية التقليدية في أريحا، وخصائصها والظروف المناخية المحيطة، وخصائص التربة الموجودة فيها، ولم تستند أيضاً إلى الاختبارات العلمية على المواد المستخدمة وخواصها، فتمت عملية الإنشاء في غالبية المشاريع، على مبدأ التجربة فقط، وفيما يلي نستعرض أهم ايجابيات وسلبيات هذه التجربة، بناءً على الزيارات الميدانية والمقابلات الشخصية:

[1] http://alresalah.ps/ar/index.php?act=post&id=14592.
[2] https://www.youtube.com/watch?v=naAC527wouM.

أولاً: الإيجابيات

إن تجربة إعادة إحياء العمارة الطينية في الضفة الغربية وغزة، أعادت إلى الأذهان عمارةً فلسطينيةٍ ذات بعد تاريخي كبير، بنمطٍ يتفق مع العمارة المعاصرة، فلمس فيها مستخدموها ارتباطاً روحياً، أعادتهم إلى ذكرياتهم مع البيوت الطينية التي سكنوها في الماضي، مما يسهم في تشجيع المواطنين على الرجوع إلى المباني الطينية، وهو ما عبّر عنه الكثير من سكان أريحا، الذين يتمنون أن تتاح لهم الفرصة، لإنشاء بيوتٍ طينيةٍ خاصةٍ بهم، في حال أثبتت التجارب الحديثة نجاحها من الناحية الإنشائية، والاقتصادية، والبيئية، والاجتماعية.

علاوةً على ذلك فقد أعادت المباني الطينية في أريحا، التناغم مابين البناء والطبيعة الخلابة، التي تتميز بها أريحا بنباتاتها ومياهها، الأمر الذي سيعزز مكانة أريحا سياحياً في المستقبل، مما سيساعد في إنعاشها اقتصادياً، ويضاف لهذا أيضاً عددٌ من الإيجابيات الملموسة، التي استطاعت هذه التجربة تحقيقها والتي يمكن تلخيصها بالنقاط التالية:

1. استخدام الطوب الطيني المضغوط قلّل من مشاكل طوب اللَّبِن، من حيث قساوة الطوب ومقاومته للرطوبة والقوارض والحشرات وإثارة الغبار.

2. إدخال تقنية جديدة على العمارة الطينية في فلسطين لم تكن موجودةً من قبل، وهي البناء بالأكياس الطينية، وقد حققت نتائج إيجابية من النواحي الاقتصادية والبيئية والإنشائية، و لعبت دوراً مهماً في تقبل الناس لنمطٍ غير مألوف للبيوت.

3. استخدام نمط الأسقف المقببة، ساعد في تغيير النظرة السلبية اتجاه المباني الطينية التقليدية البسيطة، حيث بدت هذه المباني بمنظرٍ جميل تستسيغه جميع فئات المجتمع.

4. قدمت بعض المباني الطينية الحديثة ارتياحاً حرارياً ملموساً لمستخدميها، حيث ظهر الفرق في درجات الحرارة واضحاً بين الخارج والداخل، فمثلاً تشير النساء اللواتي يعملن في مبنى

مركز الديوك النسوي، أنه لم يتم تشغيل أجهزة التكييف خلال فترة الصيف، وتم الاكتفاء بتشغيل المراوح فقط أثناء الجو الحار[1].

5. تشغيل فئة كبيرة من الشباب العاطلين عن العمل، وتفعيل دور النساء في المجتمع، من خلال إدماجهن في أعمال البناء.

6. ساعدت مشاريع البناء بالطين في إيجاد حل مؤقت لأزمة البناء في غزة.

ثانيا: السلبيات

لا تخلو أي تجربة حديثة، من وجود بعض نقاط الضعف فيها، كما هو الحال في التجربة الحديثة للبناء بالطين، والتي يمكن وصف السلبيات الموجودة فيها بأنها ناتجة عن أخطاءٍ تقنية، سواء في الجانب الإنشائي أو البيئي أو الاقتصادي.

أولاً الجانب الإنشائي: تبين من خلال الزيارة لبعض المباني الطينية الحديثة في أريحا، أنها تعاني من عدد من المشاكل الإنشائية أهمها:

1. عدم وجود خبرات محلية في بناء العقود والأسقف المقببة، مما اضطر القائمين على مشروع اليونسكو على جلب معلم البناء الذي قام بتنفيذ مشاريع الأونروا في غزة؛ ليقوم ببناء مبانيهم في أريحا، وقد تم التنفيذ بنفس طريقة البناء بالحجر، على الرغم من اختلاف خصائصه الإنشائية عن الطوب الطيني[2].

2. تخوف المواطنين من مدى الأمان الإنشائي للمباني الطينية الحديثة في أريحا، بالرغم من إعجابهم بشكلها، وذلك لأن نمط البناء بالقباب غير مألوف في المنطقة، ولم يستخدم الحديد في إنشائها.

[1] محاسن ارميلية (نائبة رئيسة جمعية الديوك النسوية)/ مقابلة. بتاريخ:2014/12/24.

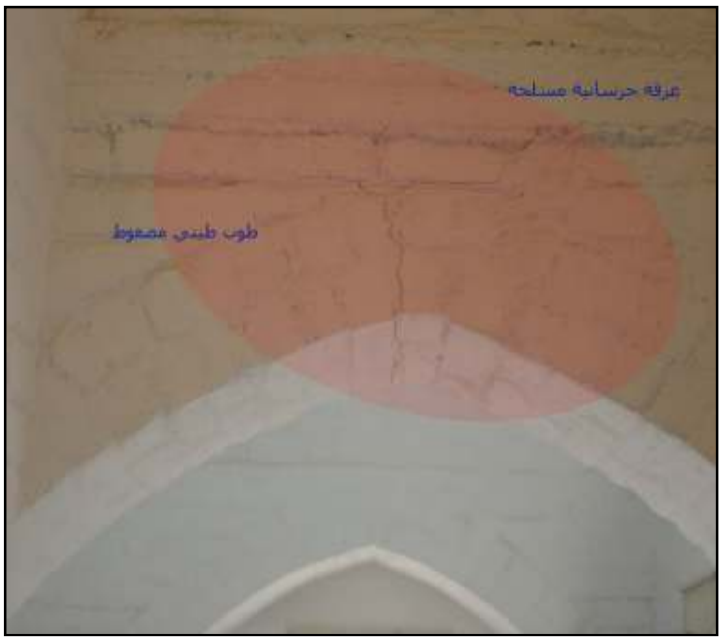
[2] أسامة حمدان/ مقابلة شخصية. بتاريخ: 2014/1/3.

3. عدم وجود اتصال رأسي بين أجزاء الهيكل الإنشائي في كل المباني، حيث لا يوجد أي اتصال بين العرقات الخرسانية المسلحة مع القاعدة.

صورة (6: 13): العرقة الخرسانية في مطعم الديوك (المصدر: الباحثة:2013)

4. ظهور تشققات في أسقف وجدران المباني، ففي مركز الديوك النسوي لوحظ وجود تشققات في جدرانه الداخلية، خصوصاً في الأقواس وأماكن التقاء الطوب الطيني مع العرقات الخرسانية، وقد تكون هذه الشروخ خاصةً المائلة والأفقية ناتجة عن تربيح المبنى، والتي يمكن إعادة ترميمها، لكن وجود شروخ رأسية في القوس ينذر بوجود مشكلة إنشائية قد تكون ناتجة عن حركة ركائز القوس.

صورة (6: 14): تشققات وشروخ حول أقواس الطوب الطيني في مركز الديوك النسوي (المصدر: الباحثة.2014)



صورة (6: 15): شرخ رأسي في أقواس الطوب الطيني في مركز الديوك النسوي

(المصدر: الباحثة.2014)

صورة (6: 16): شرخ رأسي في أقواس الطوب الطيني في مركز الديوك النسوي

(المصدر: الباحثة.2014)

5. سوء تنفيذ القصارة الخارجية وظهور تشققات فيها، في كلا مركزي الديوك وعقبة جبر.

6. ظهور الرطوبة في الأجزاء السفلية من جدران مبنى مركز عقبة جبر النسوي؛ وذلك بسبب عدم أخذ الاحتياطات اللازمة لتصريف المياه بعيداً عن أساسات المبنى وجدرانه.

صورة (6: 17): ظهور الرطوبة في الأجزاء السفلية من جدران مبنى عقبة جبر النسوي

(المصدر: الباحثة.2015)

7. انتفاخ في البلاط الأرضي لمركز عقبة جبر النسوي، والذي يعزى في الغالب إلى عدم عمل قاعدة خرسانية أو حجرية مرتفعة عن الأرض؛ للحد من تسرب الرطوبة إلى البلاط الأرضي.

8. وجود خدوش في الطوب الطيني في الواجهات الداخلية لمركز الديوك النسوي، وذلك بسبب عدم تطبيق القصارة الداخلية على كامل الواجهات، والاكتفاء بتطبيقها على منطقة الحلول بين الطوب فقط.

صورة (6: 18): خدوش وحفر في الطوب الطيني لواجهات مركز عقبة جبر النسوي (المصدر: الباحثة.2014)

9. ظهرت مشاكل في تمديدات المياه والتمديدات الصحية، في كلا مبنيي عقبة جبر والديوك، والذي تعزيه مسئولتي المركزين إلى إهمال من المقاول والعمال[1].

[1] أم فارس الأخرس (مسؤولة جمعية عقبة جبر النسوية)/ مقابلة شخصية. بتاريخ: 2015/1/3/ نجاة ارميلية. مقابلة شخصية. بتاريخ: 2014/12/24.

ثانياً: الجانب البيئي: بالرغم من المزايا البيئية التي حققها استخدام الطين في البناء، إلا أن سوء استخدامه في المباني الحديثة، قللت من الإحساس بتلك المزايا، حيث ظهرت بعض المشاكل البيئية في هذه المباني أهمها:

10. عدم مراعاة مناخ أريحا الحار، ومعدل الإشعاع الشمسي المرتفع، في تصميم مبنى مركز عقبة جبر النسوي، حيث تم عمل أبواب ضخمة من الزجاج الشفاف غير المعالج حرارياً في الواجهات الخارجية المحيطة بالساحة، وقد تسبب ذلك في ارتفاع درجة حرارة فراغات المبنى في الصيف، خصوصاً الجزء الذي يستخدم كحضانة أطفال[1].

صورة (6: 19): أبواب واسعة من الزجاج الشفاف في مركز عقبة جبر النسوي.(المصدر:الباحثة.2015)

11. استخدام كمية كبيرة من الإسمنت في مشاريع اليونسكو، خصوصاً في مبنى عقبة جبر، ويظهر ذلك من خلال معاينة الطوب المستخدم في البناء والقصارة الداخلية للمبنى، على عكس ما يروّج له القائمين على المشروع، باستخدام الإسمنت بنسبة (8%) من الخلطة الطينية فقط.

12. استخدام أكياس بلاستيكية في مشاريع البناء بأكياس الطين سواء في غزة أو أريحا، وهو ما يؤثر سلباً على البيئة في حالة تحلله أو وصول الأشعة فوق البنفسجية له.

[1] أم فارس الأخرس. مقابلة شخصية.2015/1/3.

ثالثاً: الجانب الاقتصادي: الأصل في المباني الطينية أن تكون اقتصادية، لتوافر المواد الخام في الطبيعة وإمكانية الحصول عليها دون الحاجة إلى النقل، لكن تبين أن تقنية الطوب المضغوط تحتاج إلى عدد كبير من العمال، وتستغرق وقتاً طويلاً في إعداد الطوب، حيث استخدمت المكابس اليدوية أو الهيدروليكية، التي تنتج طوبة واحدة أو طوبتين في مشاريع اليونسكو ومرسم شمس أرض، فيما استخدم مكبساً هيدروليكياً ينتج أربع طوبات في مشروع المهندس أسامة حمدان، وقد ترتب على ذلك تكلفة عالية خصوصاً في الضفة الغربية، حيث يتقاضى العامل أجراً أكبر مما يتقاضاه العامل في غزة، وهذا هو السبب الرئيس في اختلاف التكلفة بين مشاريع مباني الطين في غزة والضفة الغربية، علاوةً على ذلك يلاحظ الزيادة الكبيرة في تكاليف المشاريع المدعومة كمشروع اليونسكو، حيث وصلت تكلفة مطعم الديوك بمساحة (40م²) إلى (50) ألف دولار، وكان من المقرر أن يشمل هذا السعر الأعمال الخارجية للساحات، لكن ذلك لم يحدث، إذ مازالت الساحات غير مؤهلة[1]، أما تكلفة البناء بأكياس الطين كانت أقل بكثير من تقنية الطوب المضغوط، وذلك لسرعة العمل، وعدم الحاجة إلى وقت كبير لتنفيذها، حيث بلغت تكلفة بيت القمر في أريحا ما يقارب (30000) دولار، أي ما يقارب نصف تكلفة بيت خرساني بنفس المساحة.

3.6 الطريقة المثلى لإحياء العمارة الطينية في أريحا

تبين من خلال المسح الميداني الذي أجريته على العمارة الطينية في أريحا على مر العصور، أنها تتمتع بمزايا إيجابية جعلتها تصمد أمام العديد من التحديات، وفي المقابل تعاني من العديد من المشاكل التي كانت سبباً رئيسياً في عزوف الناس عنها، ولكنهم في نفس الوقت، يبدون رغبتهم بالرجوع إليها في حال تم التغلب على هذه المشاكل، لذا فإن الحصول على مبنى طيني يلقى إقبالاً من المواطنين، يجب أن يكون قائماً على أسسٍ علمية وقواعد صحيحة، تستند على الاستفادة من البناء التاريخي والتقليدي في أريحا، والاستعانة بالتطور التكنولوجي

[1] نجاة ارميلية (مسؤولة جمعية الديوك النسوية)/ مقابلة شخصية. بتاريخ: 2014/12/24.

والتجارب العالمية، وبما يتناسب مع المتطلبات الاجتماعية المعاصرة، ويتوافق مع البيئة الطبيعية للمنطقة من حيث المناخ والطبوغرافية.

1.3.6 التقنيات التي يمكن استخدامها في العمارة المعاصر لأريحا

بالرجوع إلى تقنيات البناء بالطين المعروفة في العالم، والتي تم استعراضها في الفصل الثالث، فإن عدداً منها استخدم في العمارة التاريخية والتقليدية والحديثة في أريحا، كما أن باقي التقنيات أيضاً يمكن استخدامها فيها، لكن تتفاوت تلك التقنيات من واحدة لأخرى في خصائصها الإنشائية والبيئية والاقتصادية والاجتماعية ودرجة ملاءمتها للبناء المعاصر في أريحا، فمن خلال الدراسة الميدانية لوحظ أن مباني اللّبن التاريخية والتقليدية صمدت طويلاً أمام تحديات الظروف الجوية، بالرغم من بساطة إنشائها، لكنها تمتلك عدداً من المشاكل التي تم استعراضها في الفصل الخامس، لذلك فإن التطوير الذي أدخل على طوب اللّبِن بإنتاج طوب مضغوط حسّن إلى مدى كبير من خصائص المباني الطينية الإنشائية في مقاومتها للقوى الواقعة عليها، وتحملها للظروف الجوية، وذلك لتفوق الطوب المضغوط على طوب اللّبن من حيث القساوة والقوة، وإمكانية إنشاء أكثر من طابق باستخدامه، ومرونة تشكيله بما يتناسب مع التصميم المطلوب والقوة الإنشائية المرجوة من المبنى، وبذلك يمكن القول بأن إتباع تقنية الطوب الطيني المضغوط في البناء المعاصر في أريحا، يمكنه أن ينهض بالعمارة الطينية فيها ويزيد من الإقبال عليها، في حال تم الاستفادة من التجارب العالمية في إنتاجه واستخدامه في البناء، مثل إنتاج أشكالٍ مخصصة تساعد في قوة ترابطه وتسهل عمليات تسليح البناء، وذلك بتطوير المكابس الخاصة به، وإنتاجه في مصانع متخصصة، وإخضاعه للفحوصات الدقيقة قبل استخدامه.

كذلك يمكن البناء بطريقة أكياس الطين التي تم تجربتها في العمارة الحديثة في فلسطين، لكن لا يمكن تعميمها وذلك لمحدودية أشكال البناء التي تتلاءم مع هذه التقنية، وعدم تقبل الكثير من الناس لهذا النمط من البناء، عدا عن عدم ضمان مدى ديمومة الأكياس المستخدمة فيها، أما تقنية الطين المدكوك فتحتاج إلى تكنولوجيا متطورة يصعب توفيرها في أريحا خصوصاً ما يتعلق في إعداد الطوبار، أما تقنيتي الهيكل الخشبي المملوء بالطين وتقنية الكرات الطينية فهما

من التقنيات البدائية، وينتج عنها مباني ضعيفة إنشائياً خصوصاً في مقاومة قوى الرياح والزلازل، وفي المقابل فإن البناء بالطين المحروق (الطابوق) ملائم جداً للبناء في أريحا التي اشتهرت به عمارتها الطينية في العصر الروماني والعصور الإسلامية، والتي تميزت بقوتها إنشائياً، لكن إعادة تطبيقها في العمارة المعاصرة سيترتب عليه آثاراً سلبيةً على البيئة، وذلك من خلال زيادة التلوث البيئي في المنطقة أثناء عمليات الاحتراق، الأمر الذي يتعارض مع فكرة إنتاج عمارة مستدامة باستخدام الطين.

وأيٍ كانت التقنية المتبعة في البناء، فلا بد من تنفيذها حسب الأسس العلمية الصحيحة التي تضمن سلامة البناء وديمومتها، ومراعاة حل المشاكل التي ظهرت في المباني التقليدية في أريحا.

2.3.6 طرق حل مشاكل البناء الطيني

قد يكون الحل الأمثل للحصول على عمارة طينية معاصرة، في تحقيق مبدأ الاستدامة في البناء، مرتكزاً على ثلاثة جوانب أساسية هي: الجانب البيئي والجانب الاقتصادي والجانب الاجتماعي، يسبقها الأمن الإنشائي للمبنى.

أولاً: الجانب الإنشائي

أ- زيادة ثبات واستقرار المبنى الطيني: من أهم المشاكل الإنشائية التي تعاني منها المنشآت الطينية، هو ضعف مقاومتها لقوى الشد والقص، فيما يقابلها مقاومة جيدة للانضغاط، وتعتبر هذه المشكلة سبباً رئيسياً في ضعف البناء الطيني في مقاومة القوى الأفقية، لاسيما تلك الناتجة عن الهزات الأرضية والزلازل، وللتقليل من مدى تأثير هذه المشكلة، فإنه يتطلب من المصمم الإلمام الجيد بخواص البناء الطيني الإنشائية، ومحاولة تعديلها بالطرق المناسبة، وذلك من أجل التغلب على نقاط ضعف المباني الطينية وجعلها آمنة لمستخدميها، الأمر الذي سيساعد على زيادة تقبل الطين كمادة بناء تناسب الوقت المعاصر، ويشجع على إعادة استخدام وإحياء العمارة الطينية من جديد، ويأتي هذا في

ظل التخوف من احتمال حدوث انزلاقات أرضية، قد ينتج عنها في المستقبل القريب زلزال معتدل الدرجة أو قوي نسبياً، يكون مركزه على الأرجح في منطقة البحر الميت، استناداً إلى موقع فلسطين وتاريخها الزلزالي، حيث تأثرت المدن الفلسطينية خلال القرنين الماضيين بعدد من الزلازل أهمها زلزال عام (1837م) وزلزال عام (1927م)[1].

أحد الحلول التي يمكن إتباعها لتلافي الضعف الإنشائي للبناء الطيني، هو إنشاء هيكل إنشائي (أعمدة وجسور) للمبنى من مادة غير الطين كالخرسانة المسلحة، وملء الفراغات في هذا الهيكل بالطين، الذي يكون بمثابة الحشوة فقط للهيكل الإنشائي، لكن في غالبية المباني الطينية فإن الجدار الطيني يعتبر عنصراً إنشائياً حاملاً، ولزيادة ثباته وتعزيز استقراره، لابد من أخذ الإجراءات الوقائية التي تضمن ذلك، وتكون بداية هذه الإجراءات بالاختيار المناسب لموقع البناء، وذلك بتجنب البناء على المنحدرات، أو فوق التربة الرخوة؛ لتقليل تأثير الحركات الأرضية على المبنى، وضرورة أن يكون تردد الرنين للمبنى معاكس لتردد رنين الأرض المقام عليها، أي في حالة الجدران الصلبة والمصمتة، فإن الأرض يجب أن تكون ذات ليونة باحتوائها على تربة رملية أو طينية، أما في حال إنشاء الجدران ذات الهياكل الخشبية الخفيفة، فيجب إنشاؤها على أرض صخرية صلبة[2]، كذلك يجب اختيار شكل التصميم المناسب، حيث أثبتت الدراسات أن أكثر الأشكال مقاومةً، هي تلك المضغوطة كالمربع والمستطيل، وأفضلها على الإطلاق هي الأشكال الدائرية، كذلك فإن تحقيق التماثل في التصميم يحقق مقاومة أعلى لقوى الزلازل[3].

ويشترط في قواعد وأساسات المبنى أن تتلاءم مع طبيعة الأرض المراد إنشاء البناء عليها، والطبيعة الإنشائية للمبنى (نوع الجدران وسماكتها)، وطبيعة الأحمال والقيمة المسموح بها، وطبيعة مناخ المنطقة، إذ أن قوة القواعد والأساسات تتحدد بمدى مراعاتها لهذه الظروف وليس باحتوائها على كمية عالية من الخرسانة والحديد[4]، ومن المفضل أن تكون أساسات المبنى

---

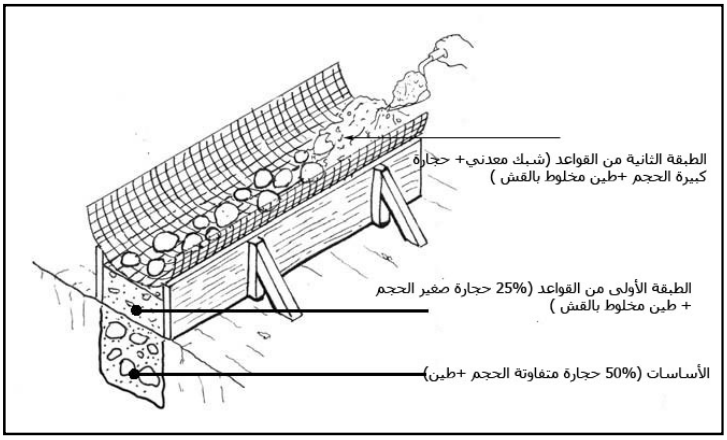
[1] الدبيك. 2009.ص33-37.

[2] Minke. 2006. p137.

[3] Ibid. p137.

[4] Guilaud. 1985. p46.

جميعها بنفس المستوى[1]، وتعتبر الطريقة التقليدية لإنشاء أساسات المبنى، من الطرق السليمة الموصى بها، وذلك باستخدام الحجارة المتفاوتة الحجم التي تفصل بينها مونة طينية مخلوطة بالقش، والتي يمكن تقويتها بإضافة الشبك المعدني، وكذلك الأمر بما يتعلق بقاعدة المبنى، التي يجب رفعها عن الأرض بما لا يقل عن (30سم)، وفي حال البناء على تربة ضعيفة، يتم ربط الجدران من أسفل بجسر من الخرسانة المسلحة[2].



شكل (6: 1): نموذج لأساسات وقاعدة مبنى طيني مقاوم للقوى الواقعة عليه

(المصدر: Neumann.2007.p-22)

وقبل البدء ببناء الجدران، يجب اختيار التربة المناسبة التي سيتم استخدامها، تبعاً للتقنية المراد البناء بها، والتعرف على مكوناتها، وإجراء الاختبارات اليدوية عليها، كاختبار السيجار والكرات الطينية، التي تم استعراضها في الفصل الثاني من هذه الدراسة، وتعتبر أفضل تربة مناسبة للبناء، هي التربة الرملية الطينية التي يغلب عليها الرمل، أو التربة الطينية الرملية التي يغلب عليها الطين، وفي حال عدم التمكن من الحصول على هذا النوع من التربة يتم اللجوء إلى خلط المكونات(إضافة الرمل إلى الطين) والابتعاد عن إستخدام التربة السطحية العضوية، وتعتبر معظم أنواع التربة في أريحا التي تم تناولها في الفصل الخامس مناسبة للبناء وذلك لغناها بمادتي الطين والطمي.

[1] Minke. 2006. p137.
[2] Blodet. 2011. p8.

وفي حالة البناء بطوب اللَّبِن يجب أن تحتوي التربة على كمية كافية من مادتي الطين والرمل، وتعتبر التربة الحورية المستخدمة في المباني التقليدية في أريحا ذات خصائص جيدة أثبتت نجاحها في إعداد طوب اللَّبِن على مر العصور، كذلك يعتبر التقليد المتبع في تحضير طوب اللَّبِن بإضافة القش إلى الخلطة الطينية، إجراءً جيداً للحد من فرصة حدوث التشققات في الطوب، وتعزيز قوته وزيادة مقاومته تجاه قوى الشد، ويتم تحديد كميته المناسبة أثناء الخلط بحيث يبقي الطين قابلاً للتشكيل، أما في حالة اختيار تقنية البناء بالطوب المضغوط، فيفضل أن تكون التربة ذات نسبة عالية من الرمل، وخلطها بتربة طينية وإضافة الحصى إلى الخلطة، وذلك لتوفير خصائص القوة والصلابة والتماسك، والحد من حدوث التشققات بعد جفاف الطوب، وتعتبر الطريقة التقليدية المتبعة في أريحا بغمر تربة البناء بالماء قبل تشكيلها لمدة يوم واحد، تطبيقاً جيداً يجب إتباعه؛ للسماح بتغلغل الماء وتوزيعه بشكل مناسب بين جزيئات الطين، الأمر الذي يزيد من تماسكه أثناء البناء وعدم تشقق المونة، وفي حالة كبس الطوب، فيفضل استخدام المكابس الأوتوماتيكية، التي توفر ضغطاً كافياً وموحداً لكل الطوب، كما يجب إخضاع عينات من الطوب للفحص المخبري، لتحديد مقدار مقاومتها للضغط والكسر، أما تجفيف الطوب الطيني بمختلف أنواعه، فينصح أن يتم في الظل، وبعد مرور أربعة أيام من بداية التجفيف يجب تقليب الطوب لضمان جفافه بالكامل، كما ينصح بتنظيف الطوب المنوي استخدامه في البناء سواء اللِّبِن أو الطوب المضغوط من الغبار، وذلك بتغطيسه بالماء لمدة خمس ثواني قبل البدء بالبناء[1]، علاوةً على ذلك فإن عمل أخاديد في الطوب الطيني (طوب السيجار)- الذي يعود إلى العصر الحجري والذي وجدت آثاره في تل السلطان في أريحا الموضح في صورة رقم (4: 1)، يعتبر إجراءً جيداً يمكن إتباعه؛ لزيادة قوة التماسك بين الطوب، وهو نفس الأسلوب الذي اتبعه حسن فتحي في مبانيه، كذلك تم تطوير هذا الأسلوب في إنتاج أشكال جديدة من الطوب الطيني المضغوط والتي تمت الإشارة إليه في شكل رقم (3: 5) في الفصل الثالث.

وتعتبر المونة المستخدمة في ربط مداميك الطوب، عاملاً مهماً في تقوية جدار الطوب الطيني، إذ يجب الحرص أن تكون منسجمة مع الطوب من حيث قوتها والمواد المستخدمة فيها،

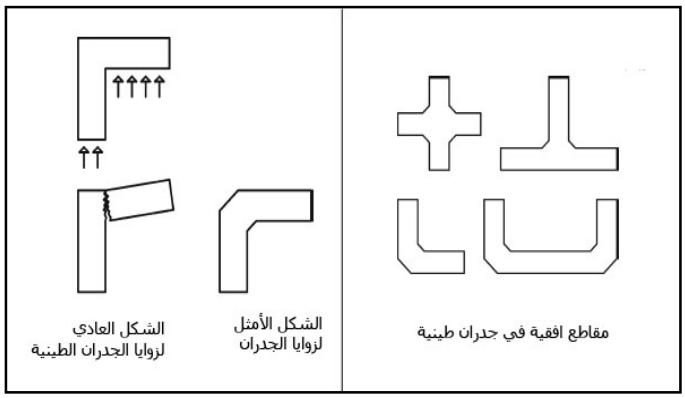
[1] Blodet.2011.pp6-7.

إذ أن انخفاض قوة المونة يؤدي إلى تآكلها وتسرب الماء خلالها مما يضعف الجدار، كذلك فإن زيادة قوة المونة عن الحد المطلوب يؤدي إلى ركود الماء وتجمعه على الجزء الخارجي منهـا، الأمر الذي يعمل على تواجد الأملاح، التي تعمل على تآكل المونة وإضعاف الطوب[1]، لذلك من الضروري اختيار مواد ذات خصائص ميكانيكية كافية لربط الطوب معاً، تتلاءم مع المواد التي يتكون منها الطوب، وبشكلٍ عام يجب أن تحتوي على نسبة من الرمل أعلى من النسبة الموجودة في الطوب، وفي حال البناء بطوب اللِّبِن، فمن الضروري إضافة القش إلى المونة بنسبة تضمن عدم تشققها، أما في حالة استخدام الطوب المضغوط المثبت المضاف إليـه الاسـمنت، فيجـب إضافة الجير أو الإسمنت بنسبة تتراوح بين (4-8%) إلى المونة لتحقيق نفس قـوة الطـوب، ولزيادة تماسك المونة مع الطوب ينصح برش الطوب بالماء؛ لتقليل زمن جفـاف المونـة، ولا يجوز استخدام المونة الإسمنتية في بناء جدران الطوب الطيني؛ وذلـك لضـعف قـوة تـرابط الاسمنت مع الطين[2]، كذلك يجب الحرص على توحيد سماكة الحلول الرأسية والأفقيـة بحيـث تتراوح بين (1- 1.5سم)، وملؤها جيداً بالمونة؛ لأن ذلك يساعد في ثبات الجدران فـي حالـة حدوث قوى الانحناء والقص[3].

في حال تصميم الجدار الطيني بحيث يكون عنصراً حاملاً، يجب مراعـاة أن لا تقـل سماكته عن (40سم)، وأن لا يتجاوز ارتفاعه ستة أضعاف سماكته[4]، كذلك يمكن زيـادة قـوة الجدران الطينية ومقاومتها للقوى الأفقية، باستخدام الجدران المتقاطعة والتي يكون شكل المقطع الأفقي فيها منتمي لأحد أشكال الأحرف التالية (L,T,U,Y,Z) وبزوايا مكسوحة[5]، علـى أن لا يزيد طول المسافة الحرة (المسافة بين تقاطعات الجدران) عن عشرة أضعاف سـماكة الجـدار وبحدٍ أقصى (7م)[6].

---

[1] Neumann. 2007. pp12-16. /Guilaud. 1985. pp25-26.
[2] Sutton. 2011. p2.
[3] Blodet.2011. p7. /Minke. 2006. p137.
[4] Blodet. 2011. p8.
[5] Minke. 2006. p139.
[6] Blodet. 2011. p8



شكل (6: 2): استخدام تقاطع الجدران بزوايا مكسوحة لزيادة ثبات الجدار الطيني

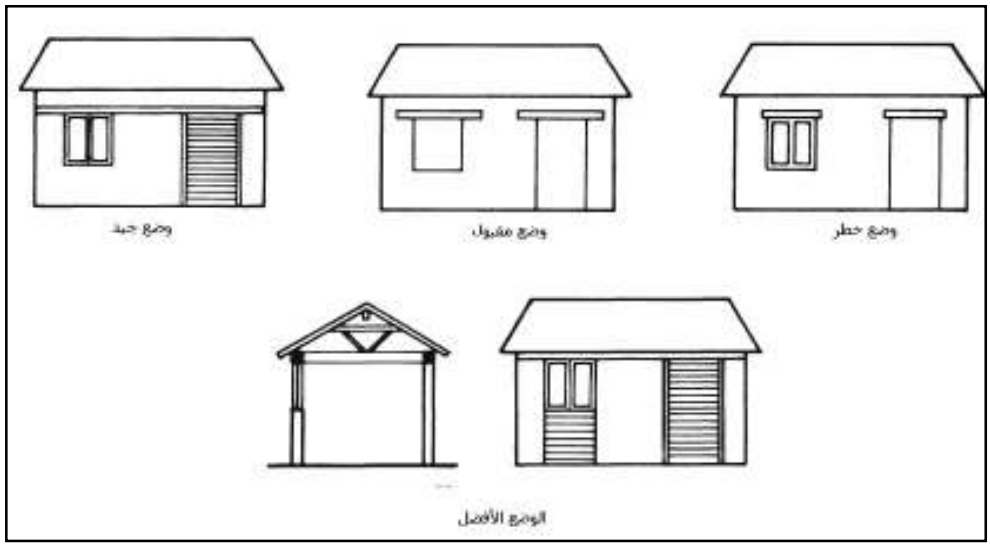
(المصدر: Minke.2006.p139)

تعتبر الفتحات عوامل ضعف للجدار الطيني، بإمكانها زعزعة ثباته، لذا فمن الضروري اتخاذ الإجراءات السليمة في تصميمها وإنشائها؛ وذلك للتقليل من فرصة حدوث التشققات حولها، الأمر الذي يساعد في تسرب الماء خلال الجدار وتهديده بالانهيار، ومن ضمن هذه الإجراءات: تقليل عدد الفتحات في الواجهة، بحيث لا تتجاوز نسبة مساحتها إلى مساحة الجدار(1:3)[1]، ويشترط أيضاً زيادة المسافة الفاصلة بين زوايا الفتحات وزوايا الجدار، بحيث لا تقل عن (1م)، وكذلك يجب أن لا تقل المسافة الفاصلة بين فتحتين عن قيمة سماكة الجدار وبحد أدنى (60سم)؛ وذلك لضمان عدم حدوث انبعاج في المسافة الفاصلة بتأثير القوى الرأسية[2]، ومن الأمور الاحترازية التي تم إتباعها في العمارة التقليدية، هو إنشاء عرقات من الخشب فوق الفتحات في الجدران الطينية، والتي يمكن استبدالها بالخرسانة المسلحة، لكن يجب الحرص أن يكون الحد الأدنى للمسافة بين نهاية الفتحة ونهاية العرقة من كلا الجهتين على الأقل (40سم)، ويفضل الاستعاضة بالعرقات المنفصلة بجسر ربط على طول الجدار، والأفضل في حالة التصميم الآمن زلزالياً، أن يتم رفع الفتحات إلى أعلى بحيث تكون العرقات هي نفسها الجسر الذي يربط جدران المبنى مع بعضها[3]، أما أثناء تركيب إطارات الفتحات، فيجب الانتباه إلى عدم إحداث اهتزازات وضربات قوية، تؤثر على قوة الجدار[4].

---

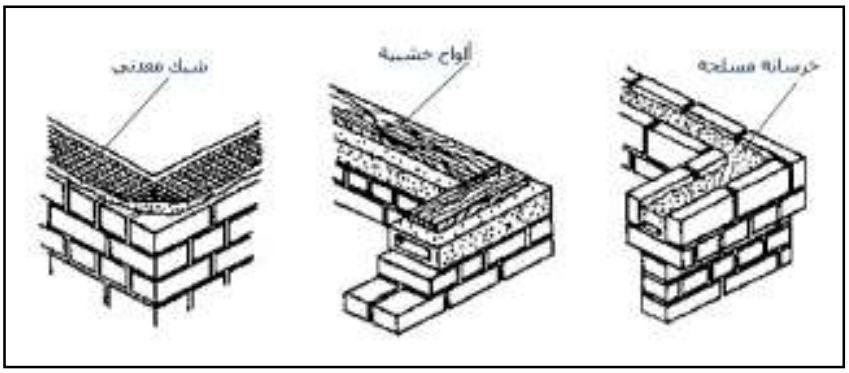
[1] Minke. 2006. p140.
[2] Guillaud. 1985. pp57-60.
[3] Minke. 2006. p140.
[4] Guillaud. 1985. pp57-60.

من الأمور التي يجب إتباعها في التصميم الإنشائي الآمن للمباني الطينية، هو استخدام جسور الربط أعلى الجدران؛ لأنها تعمل على ربطها معاً وكذلك ربطها مع السقف، وذلك لضمان تصرف المبنى ككتلة واحدة، خصوصاً في حال حدوث زلزال أو هزة أرضية، ويعد أيضاً إجراءً ضرورياً في حالة الجدران قليلة السمك، كما يمكن استخدام عدة مواد لإنشاء جسور الربط، مثل الخرسانة المسلحة والألواح الخشبية وأعواد الخيزران أو شجر الكينا[1]، أو استخدام أعواد القصب التي تشتهر فيها أريحا.



شكل (6: 3): شكل العرقات العلوية للفتحات وأفضلها بالنسبة للتصميم الزلزالي

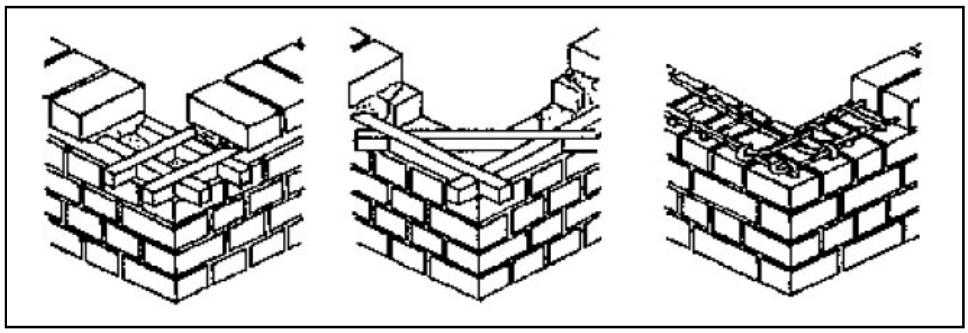
(المصدر: Minke.2006.p140)



شكل (6: 4): استخدام مواد مختلفة في إنشاء جسور الربط فوق الجدران الطينية

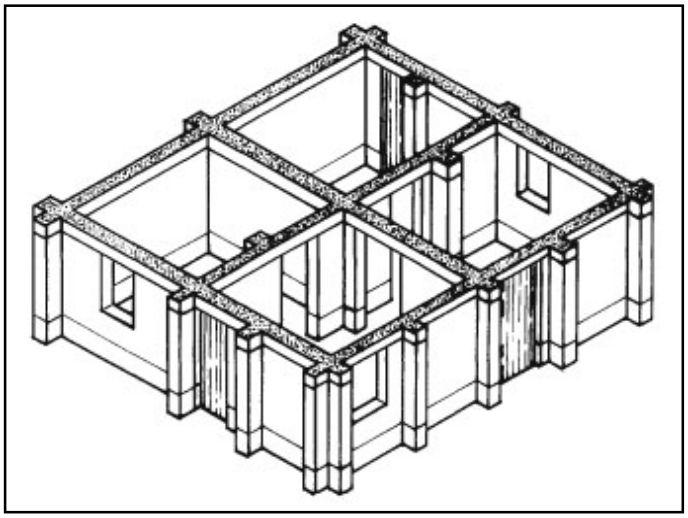
(المصدر: Guillaud.1985.p64)

[1] Guillaud. 1985. p63. /Blodet. 2011. p9.



شكل (6: 5): أنماط مختلفة لاستخدام شبكة من الألواح الخشبية أو القضبان المعدنية في إنشاء جسور الربط فوق الجدران الطينية (المصدر: Guillaud.1985.p65)

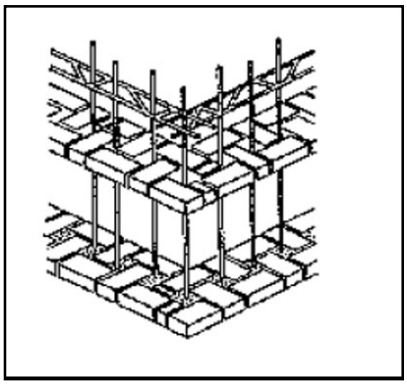
كذلك من الحلول المقترحة لتدعيم الجدران الطينية وتقويتها خصوصاً قليلة السماكة، هو الاستعانة بركائز ودعامات رأسية لا تقل المسافة بينها عن (4م)، أو تدعيمها بأعمدة متصلة بالأساسات، توضع في أماكن الضعف في الجدار مثل المسافات الفاصلة بين الفتحات وزوايا المبنى وأماكن تقاطع الجدران[1]، وقد أُثبت عملياً نجاح هذا الإجراء في تدعيم المباني الطينية، حيث كان له دوراً كبيراً في منع انهيار مباني اللَّبِن في سنتياغو عقب زلزال تشيلي في العام (2010م)[2].



شكل (6: 6): استخدام الدعامات الرأسية بين الفتحات وعند تقاطع الجدران وزوايا المبنى (المصدر: Minke.2006.p137)

[1] Minke. 2006. p137.
[2] Blodet. 2011. p9.

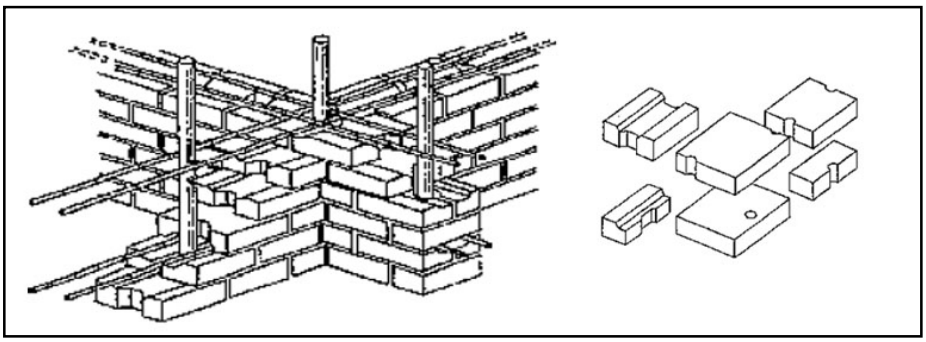
ولزيادة قوة المبنى الطيني ومقاومته للقوى الواقعة عليه، وبخاصة في حالة التصميم الآمن لمقاومة تأثير الزلازل، فإنه يتحتم عمل تسليح للمبنى، وتركيزه في مناطق الضعف في المبنى كالزوايا وجوانب الفتحات وكذلك في العرقات وأساسات المبنى، وبالطبع هذا التطبيق ليس جديداً، إذ وجدت آثار لوجود الخشب في أساسات بعض المباني الطينية في تل الصارم والتي تعود إلى العصر الحديدي، كذلك يعتبر هذا من عوامل ثبات الأبراج الطينية في اليمن، ويمكن استخدام مواد متعددة في تسليح المباني الطينية، كالأخشاب والحديد والشبك المعدني والأسلاك الشائكة والخراطيم البلاستيكية، ويتم التسليح الرأسي بتثبيت قضبان التسليح كأعواد القصب أو الخيزران بشكلٍ رأسي في أساسات المبنى الحجرية، وربطها من أعلى بجسر الربط العلوي الذي يربط الجدران بالسقف، أما المسافة الأفقية بين قضبان التسليح، فتكون على النحو الذي يضمن أداءً فعَالاً للتسليح، وتأمين عملية التسليح في الجدران، يكون إما بزيادة سماكة الجدران المبنية من الطوب العادي وزيادة سماكة المونة الرابطة كما في الشكل رقم (6: 7)، أو باستخدام أشكال مطورة من الطوب كاحتوائه على فتحات أو قنوات كما في الشكل (6: 8)[1].



شكل (6: 7): استخدام التسليح الرأسي في جدران الطوب ذو الشكل الاعتيادي

(المصدر: Guillaud.1985.p63)

[1] Guillaud. 1985. p63.



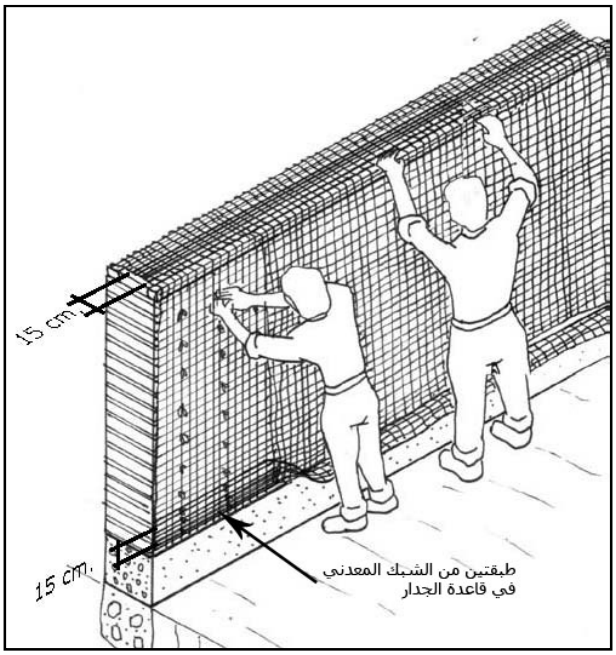
شكل (6: 8): استخدام طوب طيني مضغوط بأشكال خاصة لـــتأمين التسليح الأفقي والرأسي (المصدر: Guillaud.1985.p63)

كذلك فإن التسليح الأفقي للجدران الطينية يساعد في زيادة مقاومتهـــا، وأنســـب أنـــواع التسليح في هذه الحالة، هو استخدام الشبك المعدني أو البلاستيكي، فيما يمكن اســـتخدام ألـــواح الخشب أو أعواد القصب أو الخيزران، لكن ذلك يتطلب قدراً كبيراً من الدقة، إذ تعتبر منـــاطق التقائها مع الطين نقاط ضعف تحتاج إلى التقوية، لكن يمكن تطبيقها في جدران الطوب وذلـــك بتثبيتها بين الحلول الأفقية التي تفصل بين المداميك[1]، ويشار هنا إلى انه تـــم تطبيـــق التســـليح الرأسي والأفقي في أحد المباني التقليدية في مدينة أريحا والمنشأ بتقنية الطين المدكوك، والـــذي تم استعراضه في الفصل الخامس من هذه الدراسة.

قامـــت جامعـــة البيـــرو البابويـــة" Pontifical Catholic University of Peru " (PUCP) بإجراء عدة تجارب على مجموعة مباني من طوب اللَّـــبِن، تحتـــوي علـــى قاعـــدة خرسانية متينة وجسر ربط علوي، وقد استخدم فيها أعواد من القصب في التســـليح العمـــودي والأفقي للجدران، وقد أثبتت تلك التجارب فعالية هذه المباني في مقاومة الانهيار، ونتيجة لـــذلك فقد استخدم هذا النوع من التسليح في إنشاء عدد من مباني اللَّبِن في البيرو والسلفادور، مع فارق استبدال القصب في التسليح الأفقي بالأسلاك الشائكة[2]، كذلك فقد أجريت اختبارات فـــي نفـــس الجامعة على استخدام الخراطيم البلاستيكية في التسليح الرأسي، والشبك البلاستيكي أو المعدني في التسليح الأفقي، فأبدت مقاومة كبيرة للقوى الناتجة عن الزلازل والهزات الأرضية[3].

[1] Oliveira. 2012. p4.
[2] Blodet. 2011. p10.
[3] Ibid. 2011. p11.

كذلك أُثبت عملياً أن الجدران الطينية المغلفة بالشبك المعدني، والمغطاة بالقصارة الطينة أو الإسمنتية، قد زادت ليونتها ومقاومتها للقوى الأفقية، بحيث أصبحت قادرة على امتصـــاص الطاقة وتشتيتها، حيث تم تطبيق هذه الفكرة في مباني من اللَّبِن في البيرو، وقد أثبتت نجاحاً في مقاومة الانهيار عقب تعرضها لزلزال في عام (2007م)، فيما انهارت المباني الطينيـــة غيـــر المسلحة، وفي تجارب حديثة استخدم شبك البوليمرات (Polymer mesh)، وقد تم تطبيقها في إنشاء وترميم أكثر من ألف بيت طيني في المناطق التي تأثرت بزلزال البيرو عام (2007م)[1]، أما طريقة تثبيت الشبك فتتم ابتداءً من مرحلة التأسيس للمبنى، حيـــث يوضـــع الشـــبك فـــوق الأساسات ويمد للخارج، وتوضع خيوطاً بلاستيكية على مسافاتٍ محددة فوق مـــداميك الطـــوب وبشكلٍ عرضي، بحيث يبقى متدلياً من الجانبين، لاستخدامها لاحقاً فـــي ربـــط الشـــبك فـــوق الواجهة[2].

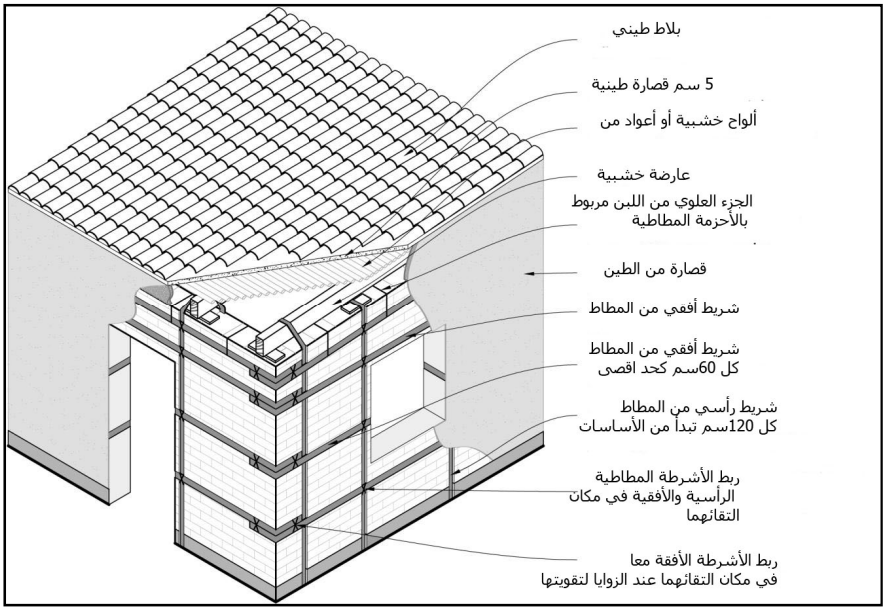


شكل (6: 9): طريقة تركيب الشبك المعدني فوق الجدار الطيني (المصدر: Neumann.2007.p26)

كذلك يمكن الاستفادة من كثيرٍ من المواد رخيصة الثمن في عملية التسليح، فعلى ســـبيل المثال تم تطبيق اختبار استخدام أشرطة من المطاط المأخوذة من عجلات السيارات المستعملة،

[1] Blodet.2011.p14,17.
[2] Neumann. 2007. p26.

في جامعة ريا في نيوزلاندا، والذي يتم بربط المباني الطينية الحديثة أو القائمة بهذه الأشـــرطة، وقد أثبت أن هذه الطريقة تمنع المبنى من الانهيار، حتى في حالة تعرضه لهزة أرضية قويـــة[1]، كذلك استخدمت أشرطة البوليبروبلين في تسليح المباني الطينية في اليابان، وأثبتت نجاحها فـــي الاختبارات التي خضعت لها في مجال زيادة مقاومتها للقوى الناتجة عـــن الـــزلازل، ويكـــون استخدامها بعمل شبكة من هذه الأشرطة تربط بها جدران المباني الطينية[2].



شكل (6: 10): استخدام مطاط إطارات السيارات المستخدمة في تدعيم المباني الطينية

(المصدر: Charleson.2011.p6)

ويمكن الاستفادة أيضاً من التجارب الحديثة في استخدام الجملونات المعدنيـــة، لتشـــكل الهيكل الإنشائي للمبنى، والتي يتم تلبيسها بالطوب الطيني؛ لتحقيق الصلابة للجدران، ويطلـــق على هذه الطريقة اسم "Integral Masonry Systems"، وقد تم تطبيقها في نموذج لمبنى من طابقين، كمشروع بحثي مشترك بين جامعتي البوليتكنك في مدريد وجامعة البيرو وتم إخضاعه للاختبار الزلزالي حيث صمد دون حدوث أي تشققات[3].

[1] Charleson. 2011. p6.
[2] Blodet. 2011. p16.
[3] Ibid. p16.

صورة (6: 20): استخدام نظام Integral Masonry " "Systemsفي المباني الطينية

(المصدر:Blodet.2011.p11)

أما أسقف المباني الطينية فيجب الحرص أن تكون خفيفة قدر الإمكان؛ لتقليل الحمل على الجدران، لذلك فإن إتباع النمط التقليدي الموجود في أريحا لتسقيف المباني الطينية، سواء الأسقف المستوية قليلة الميلان أو الجملونية، هي الحل الأمثل والأكثر أمناً من الناحية الإنشائية، لكن يجب الحرص على تثبيت ألواح الأخشاب معاً بشكلٍ جيد في كل طبقة، وتثبيت كل طبقة من الأخشاب مع الطبقات التي تليها، وضرورة ربط السقف جيداً مع الجدران بجسر ربط، وفي حال تغطية آخر طبقة من السقف بالطين فيجب أن يتم تنفيذ ذلك بطبقتين تنفذ كل منهما في يوم مستقل.

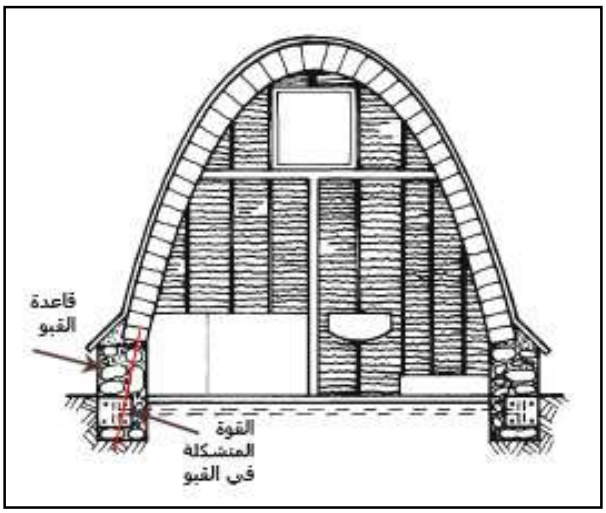
وفي حال الرغبة بإنشاء الأسقف المنحنية، فلا بد من تصميمها بدقة باستخدام برامج الحاسوب الإنشائية، وإخضاعها لبرامج المحاكاة؛ للتأكد من قدرتها على مقاومة القوى الواقعة عليها؛ نظراً لوزنها الثقيل الذي يتسبب بضغوطٍ جانبية على الجدران، ومن ضمن الحلول التي يتم إجراؤها لضمان أدائها الإنشائي هو: زيادة سماكة الجدران أو استخدام الدعامات الرأسية والجسور الرابطة وضرورة اختيار الشكل المناسب للقبة والقبو، ولعلَّ إتباع طريقة حسن فتحي في إنشاء الأسقف المقببة دون الحاجة إلى الطوبار – والتي تم تفصيلها في الفصل الثالث من

هذه الدراسة- يعتبر من أفضل الطرق التي تضمن بناءً سليماً من الناحية الإنشائية، كذلك فإن الرجوع إلى التجارب الحديثة أمراً ضرورياً، خصوصاً في ظل غياب الخبرات الفنية في بناء الأسقف المقببة في أريحا، ولتجنب المشاكل الإنشائية في المباني الحديثة، كما حصل في بعض المباني التي قامت اليونسكو بتنفيذها، لا سيما مبنى المركز النسوي في الديوك، والذي تم تحليله في الفصل الخامس.

كما يجب تصميم قاعدة القبو، بالشكل الذي يؤمن مرور القوى المتشكلة في أسفله خلال الثلث الداخلي من القاعدة، كذلك يجب أن تحتوي الأساسات على الخرسانة المسلحة أو على الأقل جسر من الحديد؛ لمقاومة القوى الإضافية المتشكلة، خصوصاً في حال حدوث الهزات الرضية والزلازل[1]، علاوةً على ضرورة إنشاء القبو بشكل السلسال المقلوب كما في الشكل رقم (3: 8) والمطابق للقبو النوبي الذي تم شرحه في الفصل الثالث؛ وذلك لأن القبو في هذه الحالة يحمل القوة الناتجة عن وزنه فقط، ولا يتشكل عزم انحناء خلاله، وقد ثبت نجاح هذا القبو عملياً في زلزال عام (2003م) الذي ضرب مدينة بام الإيرانية، حيث انهارت الأقبية المسطحة والمدببة، بينما قاوم قبواً ذو شكل السلسال المقلوب الزلزال ولم ينهار منه سوى واجهته الأمامية، وقد يكون الحل سهلاً في هذه الحالة، بإنشاء الواجهة الأمامية للقبو من مادة مرنة كالخشب مثلاً وصقلها بالقصارة الطينية[2].

كذلك يمكن الاستفادة من تجربة ماينك" Minke " في إنشاء قبو مسلح، من خلال استخدام طوب مخصص بشكل حرف (U)؛ لتأمين مرور قضبان التسليح خلالها، و يمكن استخدام أعواد الخيزران أو قضبان الحديد التي تأخذ شكل القبو، بحيث يتم تثبيتها مع جسر من الخرسانة المسلحة في أسفل القبو، وقد قام بتطبيق هذه الفكرة في ملجأ للأيتام في مدينة بام في إيران[3].

[1] Minke. 2006. p146.
[2] Ibid. p145.
[3] Ibid.pp145-146.



شكل (6: 11): تصميم آمن إنشائيا لقاعدة القبو (المصدر: Minke.2006.p146)

ب- علاج المشاكل الناتجة عن العوامل الجوية: لقد بدا جلياً تأثير العوامل الجوية على المباني الطينية في أريحا، لا سيما الأمطار والرطوبة والرياح، من خلال الدراسة الميدانية التي تم تناولها في الفصل الخامس، ويكمن الحل الأمثل لهذه المشاكل بأخذ الإحتياطات الإنشائية اللازمة أثناء التنفيذ في كل مراحل البناء، والتي اتضح من خلال تحليل المباني الطينية التقليدية في أريحا، واستعراض الأسس الإنشائية للمباني الطينية على مر العصور في فلسطين أن هذا الأمر كان يؤخذ بالحسبان أثناء الإنشاء، سواء برفع المبنى على قاعدة حجرية أو إمالة السقف وعمل طيران لإبعاد ماء المطر عن الواجهات التي كانت تصقل بالقصارة للحد من تأثير العوامل الجوية وكذلك اتجاه الفتحات الذي كان مخالفاً لاتجاه المطر لمنع دخوله إلى داخل المبنى، لكن يمكن الاستفادة أيضاً من الخبرات العلمية الحديثة في زيادة تدعيم المبنى لمقاومة العوامل الجوية المختلفة، كإضافة طبقة رقيقة من الإسمنت بسماكة تتراوح بين (4-5سم) في قعر حفرة الأساسات، كما يمكن أيضاً الاستفادة من التجربة اليمنية وذلك بإضافة الملح في الأساسات؛ لتقويتها ومنع انتقال الرطوبة خلالها، ورفع المبنى على قاعدة حجرية أو إسمنتية، كذلك يجب توفير نظام جيد لتصريف المياه بعيداً عن أساسات المبنى، وأحد الحلول هو إنشاء ميلان ملاصق للجدران من الأسفل، ينتهي بتجويف مملوء بالحصى تصب فيه المياه، أما خيارات المواد المستخدمة لإنشاء هذا الميلان متعددة، فيمكن استخدام الطين أو الطوب الطيني المجفف أو

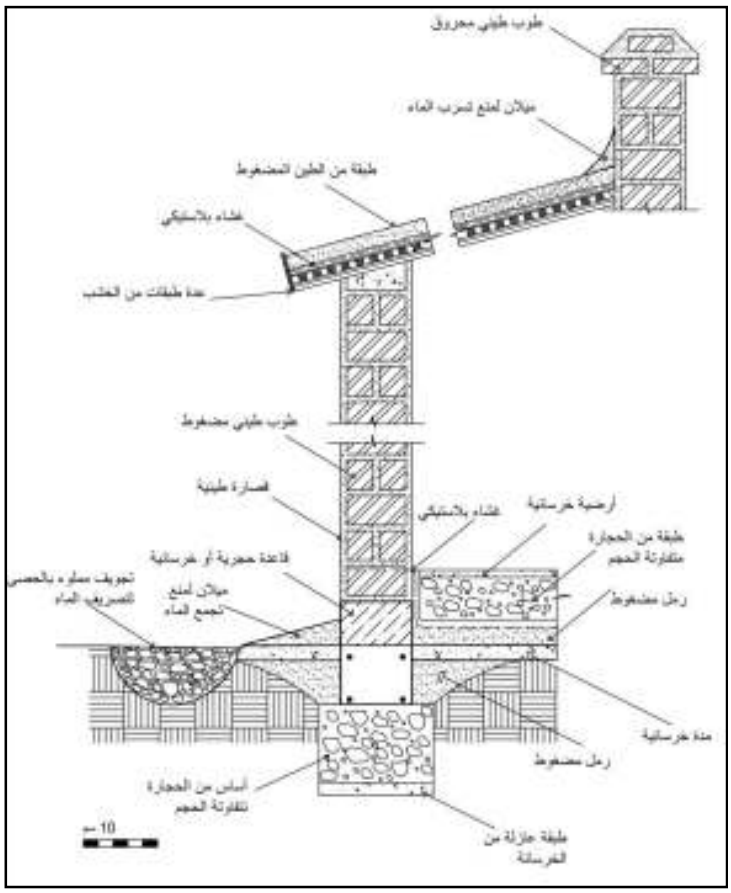
المضغوط أو المحروق، كما يمكن استخدام الإسمنت أيضاً، ويفضل صقل الميلان بطبقة قوية من القصارة خصوصاً في حال إستخدام الطين في إنشائه، إضافةً لما سبق يمكن تغطية أساسات المبنى الطيني وقواعده بالإسفلت السائل لعزل الرطوبة عن جدران المبنى[1].

كذلك فإن المهارة في تنفيذ الأسقف وعزلها، يعتبر عاملاً أساسياً في منع وصول الماء وتأثير الرطوبة إلى باقي أجزاء المبنى، وهو ما تنبه له الأجداد على مر العصور، إذ تعتبر الأسقف البارزة عن الجدران وذات الميلان، من أفضل أنماط الأسقف التي تعزل الجدران عن مياه الأمطار، ولا بد أيضاً من حماية أماكن التقاء الجدران بالأسقف، لذا ينصح بعمل انحناء من المونة عند التقاء السطح مع جدار التصوينة، كذلك يتوجب تغطية الجزء الأعلى من التصوينة بالرخام أو الإسمنت أو الطوب المحروق.

أما جدران المبنى فقد ثبت عملياً أن الطوب الطيني المضغوط أكثر مقاومةً من طوب اللَّبِن، وتزداد مقاومته للرطوبة في حال إضافة الرمل الخشن والحصى، كذلك فإن إضافة الإسمنت بنسبة لا تتجاوز (8%) من حجم الخلطة، تحسن من مقاومة الطوب الطيني للرطوبة، كما توفر القصارة طبقة عازلة ضد الرطوبة، إذا أُحسن تنفيذها، واختيار مادة تناسب مادة الجدران والمناخ المحيط، بشرط امتلاكها خاصية قابلية التنفس كالطين والجير، وتطبق كالدهان على طبقتين على الأقل، لكنها بحاجة إلى الصيانة الدورية والتجديد المنتظم، ولتحسين كفاءتها يمكن استخدام المواد المضافة كزيت الكتان أو الشبة أو مادة ستيرين الكالسيوم، ويجب الحذر من استخدام الجبس للجدران الخارجية أو المناطق التي قد تصلها الرطوبة، فيما يمكن تحسين خصائصها بخلطها مع الجير، الذي يحسن مقاومة القصارة للرطوبة، كذلك يشترط في الدهان المستخدم للجدران للمباني الطينية أن يكون مرناً وقابل للتنفس مثل (Latex, Acrylic)[2].

[1] توراكا. 2003. ص209-210. /Blodet. 2011. p8.

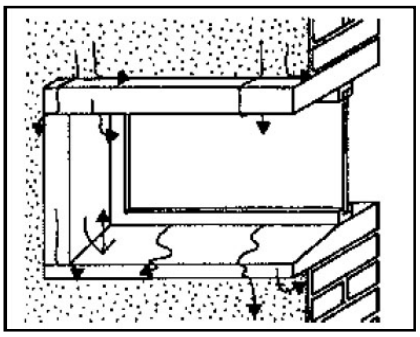
[2] Guillaud. 1985. p79.



شكل (6: 12): الإجراءات الوقائية لحماية المبنى من ماء المطر (المصدر: الباحثة)

يجب التنبه أيضاً أن الفتحات تعتبر معبراً سهلاً لدخول الماء إلى المبنى، لذلك لابد من أخذ الاحتياطات اللازمة للحد من ذلك، إذ من الضروري تصريف المياه بعيداً عن الفتحات، كذلك تسنين السطح السفلي لكل من عرقة الأبواب والنوافذ والعتبة السفلية للنوافذ؛ لتصريف الماء بطريقة التنقيط، علاوةً على ذلك فإن استخدام مادة عازلة أسفل عتبة النافذة لكونها مكاناً تتجمع فيها المياه، يعد تطبيقاً احترازياً للحد من مشكلة الرطوبة[1]، وينصح أيضاً بتركيب إطار الفتحات بحيث تكون بنفس مستوى السطح الخارجي للجدار وليس غائرة إلى الداخل للتقليل من فرصة دخول الماء إلى داخل المبنى[2].

[1] Guillaud. 1985. p59.
[2] Baker's. 1993. p80.



شكل (6: 13): نظام معالجة عتبات النوافذ العلوية والسفلية لتصريف المياه بعيداً عن الواجهات

(المصدر: Guillaud.1985.p59)

ولا يقتصر خطر الرطوبة على مياه الأمطار والمياه السطحية، إذ أن تمديدات المياه والتمديدات الصحية يجب أن تنفذ بحرصٍ بالغ في المباني الطينية؛ لضمان منع تسرب الماء منها والتأثير على سلامة المنشأ، لذا فمن الضروري التأسيس لها جيداً في أرضية المبنى، بحيث تكون الأنابيب محمية بأغلفة واقية "Pipe Sleeves" أما الأنابيب الرأسية والأفقية داخل المبنى فيجب أن تكون خارج الجدار، لضمان حمايته من الرطوبة، ويمكن تغليفها بإطارات خشبية؛ لتحسين مظهرها، أما جدران الحمامات الملاصقة للتمديدات الصحية فيجب وقايتها من الرطوبة إما باستخدام البلاط أو القصارة العازلة للرطوبة، كذلك من الضروري توفير تهوية جيدة للحمامات والمطابخ لتفادي تكاثف البخار داخلها.

أما وقاية الجدران الطينية من تأثير الرياح المحملة بالأتربة والتي تعمل على حتِّها وتآكلها، فيمكن التغلب على هذه المشكلة، باستخدام الطوب الطيني المضغوط في الواجهات المقابلة لاتجاه الرياح السائدة، وزرع الأشجار في محيط المبنى لتؤدي وظيفة مصدّ للرياح.

ت- مكافحة الكائنات الحية التي تؤثر على المبنى الطيني: تعتبر المباني المنشأة بالطين غير المضغوط والتي يدخل في تركيبها القش، عرضةً أكثر من غيرها لخطر الحشرات والقوارض ونمو النباتات وتأثير الطيور، وفي حال استخدام هذه التقنيات يمكن الاستعانة بالطريقة التقليدية لعلاج هذه المشكلة من خلال الصيانة الدورية، وإغلاق الحفر الموجودة في الجدار أولاً بأول، وكذلك استخدام المبيدات الحشرية الحيوية التي لا تضر بالإنسان والبيئة.

يمكن إضافة المواد المثبتة للخلطة الطينية، والتي تم استعراضها في الفصل الثاني؛ لتعزيز خصائصها الإنشائية، لكن في حالة أخذ الاحتياطات الإنشائية التي تم ذكرها، فإنه لا داعي لاستخدام هذه المواد؛ وذلك من أجل المحافظة على خصائص المبنى الطيني الطبيعية، حيث أن إضافة هذه المواد يعزز خاصية معينة ويقلل من خواصٍ أخرى.

ثانياً: الجانب البيئي

إن تمسك العديد من المواطنين في أريحا بالبقاء في بيوتهم الطينية، وحنين من تركوها للعودة إليها ثانيةً، يعود بشكلٍ رئيسي إلى مميزاتها الحرارية التي تم تناولها في هذه الدراسة، لكن الحفاظ على هذه المزايا في العمارة المعاصرة، من الصعب تحقيقه بالاكتفاء فقط باستخدام الطين في البناء، بل يجب أن يقترن ذلك بتطبيق القواعد الصحيحة لتعزيز المزايا البيئية في البناء الطيني، والاستفادة القصوى منها، وتجنب المشاكل التي قد تحدث كما حصل في مبنى مركز عقبة جبر النسوي من خلال استخدام فتحات زجاجية كبيرة.

من أهم الأسس التي يجب أن يبنى عليها التصميم المعماري البيئي في أريحا، هو دراسة مناخ المنطقة؛ لاستغلال إيجابياتها وتجنب سلبياتها، فمن الضروري اختيار السماكة المناسبة للجدار الطيني، من خلال حساب قيمة العزل الحراري والانتقالية الحرارية، بحيث لا تتجاوز القيمة التي حددها الدليل الفلسطيني للعمارة الخضراء، كما يجب أن يتلاءم شكل المبنى وتوزيع الفراغات مع حركة الهواء واتجاه الشمس، خصوصاً في ظل الارتفاع الكبير لدرجات الحرارة صيفاً، ففي هذه الحالة يفضل أن يكون انفتاح المبنى نحو الداخل كعمل فناء داخلي مكشوف، وإنشاء الفتحات في الواجهات الخارجية بشكلٍ مدروس من حيث التوزيع والمساحة، وضرورة توفير فتحات علوية صغيرة، لتأمين تهوية جيدة للمبنى، إضافةً لذلك فإن تصميم الفتحات يجب أن يضمن توفير الإضاءة الطبيعية في معظم ساعات النهار؛ لتقليل الحاجة إلى استخدام وسائل الطاقة غير المتجددة في الإضاءة.

ومن الأمور التي لم يغفلها القدماء في بناء بيوتهم الطينية في أريحا، هو استخدام الأسقف المائلة والتي عدا عن أهميتها في تصريف مياه الأمطار بعيداً عن الجدران الطينية،

فإنها تعمل أيضاً على تشتيت أشعة الشمس؛ لتقليل تأثيرها على الراحة الحرارية في الداخل، وذلك بسبب ارتفاع معدل الإشعاع الشمسي في أريحا، والذي يعتبر الأعلى بين محافظات فلسطين، لكن من الممكن الاستفادة بشكلٍ أكبر من الأسقف المائلة في المباني المعاصرة، من خلال عمل فراغ هوائي بين طبقات السقف لتوفير عزل حراري، كما تم الإشارة إليه في الفصل الثالث والموضح في الشكل رقم (3: 7)، إضافةً لذلك فإن الأسقف المنحنية تعتبر حلاً مثالياً لتقليل تأثير الإشعاع الشمسي وتوفير تهوية جيدة، في حالة إنشائها بارتفاعٍ مناسب يسمح بحركة الهواء داخل الفراغ، علاوةً على ذلك فمن الضروري أيضاً توفير كاسراتٍ للشمس بما يتناسب مع استخدام المبنى واتجاه فراغاته.

ولتوفير بيئة صحية لمستخدمي المبنى، فمن الضروري العمل على توفير غطاءٍ أخضر حوله، وأخذ الاحتياطات اللازمة للحد من المشاكل البيئية، كالرياح المحملة بالغبار التي تهب على أريحا، حيث يمكن التقليل من أثرها بتركيب الشبك على فتحات المبنى، وزراعة الأشجار في محيطه، كذلك من الضروري أيضاً الحد من استخدام المواد السامة أو المواد التي يصعب تدويرها في الطبيعة، كالتقليل قدر الإمكان من استخدام الإسمنت بأن لا تتجاوز نسبته في الطوب المثبت عن (8%)، واستخدام أكياس الخيش والكتان في مباني الأكياس الطينية بدلاً من أكياس البلاستيك التي تم استخدامها في غزة وأريحا.

ثالثاً: الجانب الاقتصادي

تبين من خلال الدراسة الميدانية للعمارة الطينية في أريحا، أن أحد الأسباب الرئيسية التي شجعت الناس على البناء بالطين في الماضي، هو انخفاض تكلفتها؛ نظراً لتوافر المواد التي كانوا يستخدمونها في الطبيعة، علاوةً على انتشار مبدأ التعاون الاجتماعي بين الأهل والجيران في البناء والمعروف بمصطلح (العونة)، مما جعل تكاليف الإنشاء قليلة جداً أو حتى معدومة، لكنّ هذا لم يتحقق في المباني الحديثة على الرغم من استخدام التربة المحلية لصلاحيتها في البناء، والتي تم استخراجها في غالبية المشاريع، من ناتج الحفريات في الموقع، إلا أن تكلفة الأيدي العاملة كانت مرتفعة جداً، وشكلت ما يقارب ثلاثة أرباع التكلفة، ويعود ذلك إلى اعتماد

تقنية الطوب المضغوط المثبت، والذي يتم إنتاجه باستخدام مكابس يدوية أو هيدروليكية بطيئة جداً وذات إنتاج قليل، وحاجتها إلى أكثر من عامل، إذ تبلغ تكلفة إعداد الطوبة الواحدة ما يقارب (1.7 شيقل)، عدا عن وزن الطوب الثقيل، حيث يصل وزن الطوبة إلى (10كغم)، والذي يحتاج إلى جهدٍ كبير في حمله واستخدامه في البناء، علاوةً على ذلك فإن تخوف القائمين على المشاريع الحديثة في أريحا، من القوة الإنشائية للطين جعلتهم يلجئون إلى إضافة كميات كبيرة من الاسمنت، دون الالتزام بالحد المطلوب والذي لا يتجاوز (8%) من حجم الخلطة.

إن عمل دراسة للجدوى اقتصادية للمبنى قبل البدء في عملية الإنشاء، يعتبر عاملاً أساسياً في تقليل تكاليف إنشائه، على أن تشمل هذه الدراسة كل مراحل حياة المبنى، بما فيها تكاليف الإنشاء والصيانة والتبريد والتدفئة، وذلك باختيار التقنية المناسبة والتي تتلاءم مع الظروف الطبيعية للمكان، والظروف الاقتصادية للمستخدمين، إذ من الممكن العودة إلى استخدام تقنية البناء بطوب اللَّبِن التقليدية، أو تقنية الأكياس الطينية التي تم تطبيقها في أريحا وغزة، والتي ثبت أنها أقل تكلفة من البناء بالطوب المضغوط؛ لسهولة وسرعة إنشائها، مع ضرورة تطبيق الاحتياطات اللازمة للتغلب على مشاكلها الإنشائية بالحلول التي تم استعراضها سابقاً، أما في حال استخدام تقنية الطوب المضغوط، فلا بد من تطوير المكابس المستخدمة واستبدالها بمكابس أوتوماتيكية سريعة الإنتاج، وعدم زيادة كميات الاسمنت عن الحد المطلوب.

إن التصميم المعماري البيئي للمبنى وإنشاءه بما يتلاءم مع قواعد الإنشاء الصحيحة والآمنة، من شأنها أن تقلل من تكلفة إنشائه على المدى البعيد، وذلك من خلال التقليل من الحاجة إلى الصيانة الدورية، والحد من استهلاك الطاقة غير المتجددة في أعمال التدفئة والتبريد والإضاءة النهارية.

رابعاً: الجانب الاجتماعي

تغيرت النظرة الاجتماعية للبناء الطيني مع مرور الزمن، لاسيما بسبب المشاكل التي رافقته، عدا عن أن البيت الطيني البسيط ذو الطابق الواحد، لم يعد قادراً على تلبية احتياجات الأسرة المعاصرة، فمعظم البيوت الطينية، خاصةً تلك الموجودة في القرى والمخيمات المحيطة

بمدينة أريحا، تتسم بصغر مساحتها، وخلوها من الخدمات لاسيما المطبخ والحمام، فقد كانت هذه البيوت تناسب الوضع الاجتماعي للسكان، في فترة ما قبل الثمانينات من القرن الماضي، لكنها لم تعد تفي بالمتطلبات الاجتماعية المعاصرة، وهو ما تسبب في عزوف الناس عن السكن فيها، وبناءً عليه فقد وجد السكان ضالتهم في المباني الإسمنتية، على الرغم من تكلفتها العالية، إلا أنها استطاعت أن تلبي احتياجاتهم، من حيث المساحة وعدد الطوابق والحماية من المخاطر البيئية المحيطة.

بناءً على ما سبق فإنه يمكن للمبنى الطيني أن يلبي الاحتياجات الاجتماعية المعاصرة، في حال تمت المحافظة على ميزاته وتعزيزها، ووجدت الحلول العملية لمشاكله الإنشائية والبيئية، وهناك عدد من القضايا المهمة التي يجب تطبيقها من أجل ذلك أهمها:

أ- تغيير النظرة السلبية اتجاه المباني الطينية: إن التشجيع على إعادة استخدام المباني الطينية يتطلب تغيير النظرة السلبية اتجاهها، إذ ارتبطت بالبساطة والفقر، لكن ذلك يحتاج إلى جهودٍ كبيرة، في نشر التوعية المجتمعية بالمزايا الإيجابية للبناء الطيني وعرض النماذج الناجحة، والتقنيات الحديثة الموجودة في العالم، وبيان مدى قدرتها على التغلب على مشاكل البناء الطيني.

ب- التصميم المعماري: يلعب التصميم المعماري دوراً مهماً في تشجيع إعادة استخدام المباني الطينية، إذ أن صغر مساحة المساكن الطينية القديمة، وخلوها من الخدمات، أدت إلى هجرانها أو إضافة غرف إسمنتية ملاصقة لها، لذلك فمن الضروري توفير الاحتياجات الضرورية للأسرة المعاصرة في البيت، وتحقيق التوزيع الأمثل لفراغاته بمساحات كافية، وبما يتفق مع البيئة المحيطة، عدا عن ذلك فإن المنظر الخارجي للمبنى، يلعب دوراً هاماً في تقبل استخدام المباني الطينية، فالكثير من الناس يولون هذا الأمر أهمية كبرى، لما له من أثر على النفس البشرية، فهناك ممن أجريت معهم مقابلات شخصية في أريحا، يخجلون من منظر البيوت الطينية التي يسكتونها لما تعانيه من تشوهٍ خصوصاً في أسقفها الخشبية المغطاة بالنايلون.

ت- تعزيز المشاركة المجتمعية: علاوةً على المزايا البيئية للمبنى الطيني، فإن انخفاض تكلفة بنائه في السابق، وسهولة وسرعة إنشائه والتي كانت تعتمد على مبدأ العونة (المشاركة المجتمعية) الذي كان سائداً بين أهل القرية الواحدة، يعتبر من أهم الأمور التي شجعت على إنشائها في ذلك الحين، لذلك فإن تعزيز فكرة المشاركة المجتمعية، سيلعب دوراً كبيراً في نجاح إعادة إحياء العمارة الطينية، حيث تشير الدراسات الميدانية أن أجور الأيدي العاملة تشكل نسبةً كبيرة من تكلفة البناء، لذلك فبالمشاركة المجتمعية يمكن التقليل من التكلفة، علاوة على توطيد أسس التعاون وتحسين العلاقات الاجتماعية بين الناس.

4.6 خلاصة الفصل

نشطت في الآونة محاولاتٍ لإعادة إحياء العمارة في فلسطين، لاسيما في غزة وأريحا، وقد نفذت هذه المحاولات من خلال مؤسساتٍ رسمية كاليونسكو والأونروا، إضافةً لبعض جهود القطاع الخاص، وجاءت فكرة إعادة إحياء العمارة الطينية؛ لاعتباراتٍ ثقافية واقتصادية وأخرى بيئية، تم تنفيذ غالبية المباني باستخدام الطوب الطيني المضغوط المثبت، فيما نفذ بعضها باستخدام تقنية الطوب الطيني المجفف، كما أجريت بعض المحاولات للبناء بأكياس الطين.

واجهت العمارة الطينية الحديثة بعض الإشكاليات، مثل صعوبة تقبل الناس للسكن في البيوت الطينية، لا سيما في غزة؛ نظراً لكونها نمطاً غير مألوف، إضافةً إلى بعض المشاكل الإنشائية؛ والتي كان سببها الرئيسي هو عدم دراسة البيئة المحيطة بالمبنى، وعدم الرجوع إلى أسس العمارة التقليدية، كما أنها لم تراعي قواعد الإنشاء الصحيحة، لاسيما استخدام التربة المناسبة ونسب الخلط الملائمة لتقنية الطوب المضغوط المثبت، كذلك تبين أن تكلفة المباني التي إنشاؤها، خاصةً تلك التابعة لليونسكو، كانت مرتفعة جداً؛ وذلك لاعتمادها على الأيدي العاملة بشكلٍ كبير، واستخدام مكابس الطوب البسيطة.

يمكن التوصل إلى عمارة طينية معاصرة، ذات مزايا إيجابية، إذا تم إنشاؤها وفقاً لقواعد إنشائية سليمة، بالاعتماد على الطرق التقليدية القديمة، وبالاستفادة من التجارب العالمية القديمة والحديثة، ومراعاة تحقيق مبدأ الاستدامة في البناء، بجوانبه الثلاثة: الاقتصادية والبيئية والاجتماعية.

الفصل السابع

النتائج والتوصيات

الفصل السابع

النتائج والتوصيات

بناءً على الدراسة المستفيضة لمادة الطين كمادة بناء، وتاريخ استخدامها في فلسطين، ودراسة وتحليل العمارة الطينية في أريحا، ومحاولات إعادة إحيائها من جديد، فإنه بالإمكان استخلاص عددٍ من النتائج المهمة، التي ستعمل على تعميق فكرة إحياء وتطوير العمارة الطينية في أريحا، لتصبح جزءاً من العمارة المعاصرة، وبناءً عليها، فإنه سيتم إدراج عددٍ من التوصيات للجهات ذات العلاقة؛ من أجل الوصول إلى عمارةٍ طينية مستدامة في أريحا، تحقق لمستخدميها الأمن الإنشائي، بما يتوافق مع متطلبات العصر الحديث.

1.7 النتائج

خلصت الدراسة إلى عددٍ من النتائج المهمة، والتي تجيب بشكلٍ مباشر على الأسئلة التي تتعلق بالبناء بالطين في فلسطين، وطرق تطويرها؛ لتصبح جزءً من الحلول الممكنة، للحصول على عمارة مستدامة في المستقبل، بما يتوافق مع الخصائص التي يتمتع بها الطين، والاستفادة من التقنيات العالمية لاستخدامه في البناء، وبالرجوع إلى الطرق التاريخية والتقليدية، التي ساعدت في ديمومة المباني الطينية على مر العصور، وسيتم تقسيم النتائج إلى قسمين رئيسيين، وهما:

1.1.7 النتائج المتعلقة بمادة الطين واستخدامها في البناء

1. تختلف خصائص الخلطة الطينية، باختلاف خصائص التربة المستخدمة فيها، والتي تتفاوت حسب مصدر التربة، والعوامل التي أدت إلى تشكلها، والظروف المناخية الموجودة فيها.
2. تعد التربة الرملية الطينية والتربة الطينية الرملية، أفضل أنواع التربة المستخدمة في البناء، كذلك فإن احتواء التربة على نسبة من الطمي ضروري لحدوث التماسك بين جزيئاتها، أما التربة العضوية فيجب استبعادها.

3. تختلف نسب مكونات الخلطة الطينية باختلاف التقنية المراد استخدامها، ولا يوجد نسب ثابتة يمكن تعميمها للأسباب المذكورة في البند الأول، إذ لا بد من إجراء عدد من الاختبارات اليدوية البسيطة لتحديد ذلك، في كلتا حالتي التربة، الجافة والرطبة، وفي حال لم يتم التوصل إلى نتائج أكيدة، يتم اللجوء إلى الفحص المخبري.

4. يمكن تحسين خواص الخلطة الطينية، باستخدام المواد المثبتة كالأنسجة النباتية، والمخلفات الحيوانية، وغيرها من المواد كالجير والإسمنت، لكن استخدامها يجب أن يتم بحذرٍ شديد، وبنسب محددة لضمان فعاليتها، وبما لا يُغيِّب خصائص الطين الإيجابية كقابليته للتنفس.

5. تقنيات البناء بالطين متعددة وكثيرة، وتتفاوت خصائصها الإنشائية والبيئية والاقتصادية، من واحدة لأخرى بحسب الموقع الذي تتواجد فيه، ونوع التربة المستخدمة فيها، والظروف الجوية الموجودة ضمنها.

6. يعد البناء بتقنية الطوب الطيني المجفف " اللَّبِن" من أكثر التقنيات التقليدية شيوعاً في العالم، وقد تم تطويرها فيما بعد، بكبس الطوب في مكابس يدوية أو هيدروليكية؛ لتحسين خواصه، والذي يعرف بتقنية الطوب الطيني المضغوط.

7. تُعد تقنية الطوب الطيني المضغوط من أكثر التقنيات المستخدمة في العمارة المعاصرة؛ لسهولة التعامل مع الطوب، وصلابته، وقوة تحمله للقوى الخارجية، ويمكن إضافة التحسينات على الطوب، باستخدام المواد المثبتة كالإسمنت، بالنسب العلمية الموصى بها، كما يمكن إنتاج طوب بأشكال مخصصة؛ لتسهيل استخدام عناصر التسليح اليدوية والأفقية، وتعد التربة المحتوية على نسبة عالية من الرمل مضافاً لها الطين والطمي، أفضل تربة مستخدمة في هذه التقنية.

8. تعتبر مادة الطين مادة مستدامة، وقد ثبت أنها قادرة على مواكبة العمارة الحديثة، بما تتطلبه احتياجات الإنسان المعاصر، فقد أثبتت التجارب العالمية أنه يمكن التغلب على سلبيات الطين، بإتباع الإجراءات الإنشائية الصحيحة، والاستفادة من التقدم العلمي والتكنولوجي.

2.1.7 النتائج المتعلقة بالبناء بالطين في فلسطين

1. استخدم البناء بالطين في أرجاء واسعة من فلسطين منذ العصور الحجرية، لكنه تركز فيما بعد في المناطق ذات نسب الأمطار المتدنية ودرجات الحرارة المرتفعة، كالنقب والساحل الفلسطيني والأغوار من ضمنها أريحا، التي استمر البناء بالطين فيها حتى مطلع الثمانينات من القرن الماضي.

2. تعددت تقنيات البناء بالطين في فلسطين على مر العصور، مثل: الطوب الطيني المجفف بأشكالٍ مختلفة، والكرات الطينية "Cob"، والطين المدكوك، إضافةً لنحت البيوت تحت الأرض، والذي وجدت آثاره في منطقة بئر السبع.

3. بدأ استخدام الطوب الطيني المشوي "الطابوق"، في فلسطين منذ الفترة الرومانية؛ وجاء استخدامه للتعديل على خواص الطوب الطيني، لا سيما صلابته ومقاومته للماء، وقد شاع استخدامه في إنشاء العقود والقباب.

4. تتبع العمارة الطينية في فلسطين، في كل الحقب التاريخية المتتابعة، لنفس النظام الإنشائي، من حيث أساسات المبنى وجدرانه وتسقيفه، وهو ما يؤكد على التواصل الحضاري للفلسطينيين.

5. عمل الفلسطينيون على مر العصور على تدعيم المباني الطينية، بطرقٍ مختلفة ساعدت في ديمومتها، كاستخدام الأساسات الحجرية وإضافة الأخشاب إليها، وإضافة القش إلى الخلطة الطينية، علاوةً على تسنين الطوب؛ لزيادة تماسكه مع بعضه.

6. إن البيئة الجغرافية والمناخية لأريحا جعلتها موقعاً ملائماً للبناء بالطين، على مر العصور، حيث أصبحت المباني الطينية جزءاً من المشهد الطبيعي الثقافي للمنطقة.

7. تميزت المباني الطينية في أريحا، بالأسقف المستوية قليلة الميلان والأسقف الجملونية، فيما ندر استخدام الأسطح المقببة، حيث لم يتم العثور إلا على مبنى واحد بقبة.

8. لم يقتصر إنشاء المباني الطينية في أريحا على الفقراء، إذ وجدت أيضاً بيوتاً طينية سكنها الأغنياء والشخصيات المشهورة.

9. تميزت المباني الطينية في أريحا بمزايا بيئية واقتصادية واجتماعية، جعلت الكثير من سكان أريحا يتمسكون بالسكن فيها، حتى الوقت الحالي.

10. تعاني الكثير من المباني الطينية في أريحا من تدهورٍ في وضعها الإنشائي؛ بسبب عدد من العوامل أهمها تأثير العوامل الجوية المختلفة لا سيما الأمطار، وتأثير الكائنات الحية، إضافةً لتأثير التدخل السيئ من قبل المستخدمين، كذلك فإن هجرة عدد كبير من المباني الطينية، أدت إلى تدهور وضعها الإنشائي؛ بسبب غياب الصيانة الدورية.

11. إن المزايا البيئية والاقتصادية والثقافية التي تمتلكها العمارة الطينية، ساعدت في الرجوع إليها في السنوات الأخيرة، من خلال استخدام التقنيات الحديثة، لا سيما في غزة بسبب الحصار والحروب الإسرائيلية المتتابعة، وفي أريحا حيث الموطن الأصلي للعمارة الطينية.

12. قدمت التجارب الحديثة للبناء الطيني في فلسطين عدداً من الإيجابيات، التي أسهمت في إعادة إحياء فكرة البناء بالطين إلى الذاكرة الفلسطينية، لكنها تحتاج إلى المراجعة لاحتوائها على عددٍ من الأخطاء التقنية، التي يمكن تلافيها بعددٍ من الإجراءات على الصعيد الإنشائي والبيئي والاقتصادي والاجتماعي.

13. من أهم الأخطاء الموجودة في البناء الطيني الحديث في فلسطين، هو استخدام نسب مرتفعة من الاسمنت في الخلطة الطينية، وخلوه من التسليح الرأسي الذي ينعكس سلباً في مقاومة المباني الطينية للزلازل، وعدم إجراء الاختبارات الدقيقة على الطوب قبل استخدامه؛ لعدم وجود كود بناء ومختبرات ذات اختصاص في مجال البناء بالطين.

14. قلة الخبرات الفنية المتخصصة بالبناء بالطين في فلسطين لاسيما بناء القباب والعقود، ويتم إتباع طريقة البناء بالحجر في إنشائها مما يشكل خطراً على وضعها الإنشائي مستقبلاً.

15. ارتفاع تكاليف البناء بالطوب الطيني المضغوط؛ نظراً لبطء عملية إعداده بسبب استخدام مكابس يدوية أو هيدروليكة بدائية لإنتاجه، واعتماده على الأيدي العاملة التي تشكل ثلاثة أرباع التكلفة، لذلك يعتبر البناء بالطين في المشاريع الاستثمارية أكثر جدوى اقتصادياً من المباني السكنية لارتفاع تكلفة إنشائها خصوصاً باستخدام تقنية الطوب المضغوط.

16. ساعدت المباني الطينية الحديثة في إيجاد حل مؤقت لإيواء مشردي الحروب الإسرائيلية في غزة، لكن لا يمكن تطبيقها في برنامج إعادة الإعمار في غزة؛ لصعوبة إنشاء أكثر من طابقين في المبنى الطيني.

17. إن الحل الأمثل لتطوير العمارة الطينية في أريحا، يكمن في ضمان الأمن الإنشائي للمنشآت الطينية، وتحقيق مبدأ الاستدامة في جوانبه الثلاث وهي: الجانب البيئي والاقتصادي والاجتماعي.

18. يمكن تطبيق كل تقنيات البناء بالطين في أريحا، لكنها تتفاوت من حيث، سهولة وسرعة التنفيذ، وتكلفة الإنشاء، وملاءمتها لمناخ أريحا، ومدى تحقيقها للأمن الزلزالي، ويمكن القول بأن أفضلها هي تقنية البناء بالطوب الطيني المضغوط، في حال تم تطوير المكابس المستخدمة في تحضيره.

2.7 التوصيات

إن إحياء العمارة الطينية في أريحا وتطويرها، لا يمكن أن يتم، إلا من خلال تضافر جهود العديد من ذوي العلاقة؛ للحصول على عمارة مستدامة قوامها استخدام مواد محلية صديقة للبيئة، استطاعت على مر العصور، أن تثبت ديمومتها وجدارتها كمادة إنشاء، لتلاؤمها مع طبيعة أريحا ومناخها الجاف، مما سيسهم في إعادة الصورة الحضارية لها، ودعم قطاع الإنشاء فيها.

لقد تم تقسيم التوصيات إلى أربع فئاتٍ هي:

الفئة الأولى: التوصيات مستوى البحث العلمي والتعليم الجامعي.

الفئة الثانية: التوصيات على مستوى السياسات والتشريعات

الفئة الثالثة: التوصيات على مستوى المؤسسات الرسمية، والجهات الداعمة للعمارة الطينية.

الفئة الرابعة: التوصيات على مستوى الثقافة والإعلام.

1.2.7 التوصيات على مستوى البحث العلمي والتعليم الجامعي

1. إدخال مادة الطين ضمن المناهج التعليمية، في كليات الهندسة، والكليات التي تتعلق بعلوم المواد في الجامعات الفلسطينية؛ لتمكين الطلاب من دراسة هذه المادة من حيث تركيبها، وخواصها وطرق تطويرها، إضافةً إلى دراسة العمارة الطينية في أريحا بمختلف فئاتها وتاريخها.

2. تعزيز التعاون بين الجامعات المحلية مع الجامعات العالمية التي تعنى بدراسة العمارة الطينية، والتي تضم مختبرات علمية متطورة متخصصة في إجراء الفحوصات والتجارب العملية على مادة الطين، كجامعة كاسل في ألمانيا؛ بهدف الاستفادة من خبراتهم.

3. إنشاء مختبرات متخصصة بمادة الطين؛ من أجل إجراء الفحوصات الدقيقة على التربة قبل تشكيلها، واختبار قوتها ومقاومتها بعد تشكيلها واستخدامها في التقنيات المختلفة.

4. عمل دراسات محاكاة باستخدام برامج الحاسوب، على نماذج لجدران طينية بسماكاتٍ مختلفة، معدة بتقنياتٍ مختلفة، ضمن الظروف البيئية لأريحا؛ لتحديد قيمة الانتقالية الحرارية، والعزل الحراري لكلٍ منها، واختيار أنسبها، بما يتفق مع المعايير الفلسطينية للمباني الخضراء.

5. إجراء البحث العلمي والدراسة التطبيقية، على إمكانية تعميم فكرة البناء بالطين، في المحافظات الفلسطينية ذات المناخ المغاير لمناخ أريحا، كالمناطق الباردة وكثيرة الأمطار مثل رام الله والخليل.

6. دعم البحث العلمي، والدراسات التطبيقية المتخصصة بالعمارة الطينية، وربط نتائجها بالقطاع التنموي الميداني.

7. عقد الدورات المتخصصة لتدريب الكوادر الفنية اللازمة للبناء بالطين وترميم المباني الطينية، وفقاً للقواعد العلمية الصحيحة واستناداً إلى مبادئ البناء التقليدية.

2.2.7 التوصيات على مستوى السياسات والتشريعات

1. استحداث كود بناء خاص بالبناء الطيني، بما يتناسب مع الظروف البيئية المحيطة، والتربة المحلية، والتقنيات الملائمة، وتضمينها في وثائق المواصفات والمقاييس الفلسطينية.

2. سن قانون خاص بحماية المباني الطينية القائمة، والحفاظ عليها، وترميمها وفقاً للقواعد العلمية الصحيحة.

3.2.7 التوصيات على مستوى المؤسسات الرسمية والجهات الداعمة للعمارة الطينية.

1. التشجيع الرسمي على تبني البناء بالطين في المشاريع الحكومية في أريحا، بالتقنيات التقليدية والحديثة، بما يتلاءم مع الطبيعة المحلية للمنطقة؛ من أجل تشجيع المواطنين على العودة إلى البناء الطيني.

2. تعزيز الجذب السياحي لأريحا، من خلال إنشاء المرافق السياحية باستخدام مادة الطين، كإنشاء متحف للعمارة الفلسطينية، أو قرية سياحية، بطابعٍ تقليدي؛ لتعميق فكرة الرجوع إلى العمارة الطينية.

3. دعم وتطوير ما تبقى من ذوي الخبرة العملية المحلية، في مجال البناء بالطين، واستثمار خبراتهم في تدريب كوادر جديدة؛ من أجل الحفاظ على الموروث الحضاري، الكامن في المباني الطينية، وجلب ذوي الخبرة في بناء العقود والقباب والأقبية الطينية، وذوي الخبرة في مجال التقنيات الحديثة من الخارج؛ لتدريب الكوادر المحلية.

4. تقديم الدعم الحكومي لإنشاء معمل لإنتاج الطوب الطيني المضغوط في أريحا، وفقاً للمواصفات والمقاييس العالمية، وبما يتوافق مع البيئة المحيطة والتربة المحلية، باستخدام المكابس الأوتوماتيكية سريعة الإنتاج، وبأسعار منافسة، والذي سيسهم في تخفيض تكاليف الإنشاء.

5. تقديم التسهيلات الممكنة، للتشجيع على البناء بالطين، كتخفيض رسوم ترخيص المباني الطينية.

6. يجب على المؤسسات والجهات التي تعمل بالبناء الطيني، أن تتوخى أقصى درجات الدقة في مشاريعها، بما يحقق عمارة طينية آمنة ومستدامة بيئياً واقتصادياً واجتماعياً، وفقاً للمعايير العلمية الصحيحة، لأن نجاح المشاريع التي ينفذونها، يترتب عليه نتائج إيجابية، في إحياء العمارة الطينية في أريحا، كذلك فإن فشل تلك المشاريع، سيترتب عليه نتائج عكسية، تتمثل في التنفير من المباني الطينية وتجنب إنشائها.

4.2.7 التوصيات على مستوى الثقافة والإعلام

1. الترويج للعمارة الطينية، وإبراز مزاياها المستدامة، عبر وسائل الإعلام المختلفة؛ للمساعدة في تغيير النظرة الدونية اتجاهها، وذلك من خلال عقد الندوات، والتقارير الصحفية، وإقامة المعارض؛ لاستعراض تاريخ العمارة الطينية في فلسطين، وما وصل إليه العلم، في إنتاج نماذج معمارية تحاكي العصر، وبتقنياتٍ مختلفة.

2. تشجيع إطلاق المسابقات المعمارية والإنشائية، في مجال التصميم والتنفيذ الإبداعي، للمباني الطينية، بما يتلاءم مع الظروف البيئية المحيطة.

قائمة المصادر والمراجع

أولاً: المراجع العربية والمعربة

إبراهيم. معاوية. **فلسطين من أقدم العصور إلى القرن الرابع قبل الميلاد.**(الموسوعة الفلسطينية) القسم الثاني. الجزء الثاني. الطبعة الأولى. بيروت. 1990.

أبو الليل. محمد "محمد زكريا". **التحليل الجغرافي لدرجات الحرارة في الضفة الغربية- دراسة تطبيقية باستخدام.**GIS رسالة ماجستير. الجامعة الإسلامية. غزة- فلسطين. 2012.

أولبرايت. وليم. (ترجمة: د. زكي اسكندر ود.محمد عبد القادر محمد). **آثار فلسطين.** جمهورية مصر العربية.1971.

باراشد.خالد ناصر محمد.**مواد البناء المحلية في وادي حضرموت – دراسة تحليلية.**هندسة معمارية.حضرموت للدراسات والبحوث.المجلد الثاني/العدد الثاني.ص(31-47).2002.

توراكا.جورجيو(ترجمة أحمد إبراهيم عطية). تكنولوجيا المواد وصيانة المباني الأثرية.دار الفجر للنشر والتوزيع. 2003.

تومسون.و.م. **الأرض والكتاب في رحلات في الأردن وفلسطين.**(ترجمة سليمان موسى). الهيئة العامة لمكتبة الإسكندرية. 1987.

جبار. ضياء نعمه وآخرون. **دراسة مقارنة للخواص الفيزيائية بين الطابوق العراقي والإيراني المثقب. مجلة القادسية للعلوم الهندسية.** المجلد السادس. العدد الثالث.2013.

الجهاز المركزي للإحصاء الفلسطيني. **الأحوال المناخية في الأراضي الفلسطينية: التقرير السنوي لسنة 2008.** رام الله – فلسطين. 2009.

الجهاز المركزي للإحصاء الفلسطيني. **النتائج النهائية للتعداد- تقرير السكان- محافظة أريحا والأغوار.** رام الله-فلسطين. 2009.

الجهاز المركزي للإحصاء الفلسطيني. **كتاب فلسطين للإحصاء السنوي لسنة2011**. رقم "12". رام الله– فلسطين. 2011

الجهاز المركزي للإحصاء الفلسطيني. **كتاب محافظة أريحا والأغوار الإحصائي السنوي(3)**. رام الله– فلسطين. 2011.

حمدان. عمر. **العمارة الشعبية في فلسطين.** (تحرير:د. ناجي عبد الجبار و د. مروان أبو خلف) الطبعة الأولى. جمعية إنعاش الأسرة – البيرة. فلسطين.1999.

حمودة. أحمد عبد الرحمن. **أريحا عبر التاريخ (موسوعة المدن الفلسطينية)**. دار الثقافة. منظمة التحرير. 1990.

الدبيك. جلال. **الزلازل وتخفيف مخاطرها.** جامعة النجاح الوطنية. نابلس– فلسطين. 2009.

دوابشة. محمود. **الرعي في المراعي المفتوحة " الأغنام والماعز" في محافظة أريحا.** أطروحة ماجستير في الجغرافيا. جامعة النجاح الوطنية. نابلس. فلسطين. 2011.

رافق. د.عبد الكريم. **فلسطين في عهد العثمانيين (الموسوعة الفلسطينية)** القسم الثاني. الجزء الثاني. الطبعة الأولى. بيروت. 1990.

رواق. **نتائج التسجيل الميداني(سجل رواق للمباني التاريخية في فلسطين):** سلسلة رواق في تاريخ العمارة في فلسطين،9.2. المجلد الثاني. فلسطين. 2006.

السيد.وليد أحمد. **التراث"المفكر فيه" – قراءات في فلسفة التراث في فكر حسن فتحي.**Lonaard- Issue 1..2010

طه. حمدان. **أريحا تاريخ حي –عشرة آلاف سنة من الحضارة.** مؤسسة الناشر – رام الله– فلسطين. 2010.

عبده. مختار علي عبد الحفيظ. **تطوير تقنية حديثة للبناء الطيني.** مؤتمر التقنية والاستدامة في العمران.كلية العمارة والتخطيط.جامعة الملك سعود. (ص431– ص450). 2010م.

علي. هند باسل. **دراسة أسباب زيادة نسبة التلف في اللبن الجاف وظاهرة التزهر للطـــابوق الفخاري**. مجلة الهندسة والتكنولوجيا. المجلد (27). العدد (12). 2009.

عوض. رياض عبد الكريم.**استخدام وحدات مسبقة الصب في إنشاء القباب: قبة مسجد صلاح الدين الأيوبي في طولكرم – فلسطين**. مجلة جامعة النجاح للأبحاث (العلوم الطبيعيـــة). المجلد 16(1). 2002.

فتحي. حسن. **عمارة الفقراء**. ترجمة د. مصطفى إبراهيم فهمي. الطبعة الثانية. مطبوعات دار اليوم. القاهرة. 1991م.

فتحي.حسن.**الطاقات الطبيعية والعمارة التقليدية**.المؤسسة العربية للدراسات والنشر.1988.

الكسبي. أشرف. **تفعيل استخدامات الطين في البناء: نحو تنمية عمرانية مستدامة في الـــيمن**. ندوة التنمية العمرانية الأولى: التطوير العقاري والإسكان المســـتدام. الـــدمام. (25–27) أكتوبر. كتاب البحوث وأوراق العمل. (ص269–ص282). 2010.

الكسبي. محمد محمود. **العمارة الحديثة في اليمن وعلاقتها بالعمارة التقليدية**. المؤتمر الهندسي الثاني. كلية الهندسة. جامعة عدن. الجمهورية اليمنية.(30–31) مارس 2009.

المقدسي. شمس الدين أبي عبد الله محمد المقدسي. **أحسن التقاسيم في معرفة الأقاليم**. طبع في مدينة ليدن المحروسة بمطبعة بريل سنة 1906.

نصير. عاطف علي يوسف. **عمارة التراب**. جامعة الملـــك ســـعود.28نـــوفمبر2007. فـــي (/http://faculty.ksu.edu.sa)

النعامي. صالح. **بناء البيوت الطينية يزدهر في غزة**. جريدة الشرق الأوسط.العـــدد (11127) 2009/5/16.

الهيئة السعودية العامة للسياحة والآثار. **دليل أعمال ترميم المباني الطينية والحجرية**.المـــؤتمر الدولي الأول للتراث العمراني في الدول الإسلامية.2009.

الهيئة العليا لتطوير الرياض. برنامج المحافظة على التراث. **محاضرة العمارة الطينية وتقنيات البناء بالتربة المضغوطة**.2005/1/10.

وزارة الثقافة– الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية. **البناية الطينيـــة وصـــيانتها بـــواي ميزاب– دليل تطبيقي.**

وزارة الثقافة– الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية. **العمارة الترابية.دليل حمايـــة وادي ميزاب وترقيته.** 2010.

ثانياً– المراجع الأجنبية

Abu Ajwa.Hamed.2011. **Mud Building Practices In Construction Projects in the Gaza Strip**. A thesis Submitted in practical Fulfillment Of The Requirement for The Degree Of master degree Of Science In civil –Engineering project Management. The Islamic university- Gaza – Palestine.

Addington.Michelle.2001. **Properties And Methodology Of Earth Structure**. Harvard Graduate School Of Design.

Aharoni.Yohanan.1993. **Megiddo: The Neolithic period to the end of the bronze age. In NEAEHL**. Volume. III.(edited: by E. Stern)pp.1003-1012. Israel exploration society. Jerusalem.

Al Khasawneh. Diala.2001. **Memoirs Engraved In Stone: Palestinian Urban Mansions**. Riwaq.

Applied Research Institute – Jerusalem (ARIJ). **Environmental Profile For The West Bank.** Volume2: Jericho District. October 1995.

Arble.Yacove.2009. **Preliminary report**. Yafo, The Qishle. Israel Antiquities Authority.vol.121.

Auroville Earth Institute(AVEI).**Compressed Stabilized Earth Blocks And Stabilized Earth Techniques**. UNISCO Chair Earthen Architecture.5-7th November 2010.

Baker's. Laurie.1993. **Mud**. Published by COSTFORD (Centre Of Science And Technology For Rural Development). India. 2nd edition.

Baramki.D.c. 1955. **Arab Culture and architecture of Umayyad period**. (PhD dissertation) London.

Berge. Bjorn. 2009. **The Ecology Of Building Materials**. Second Edition. Translated By Chris Butters And Filip Henley. Architecture Press. Elsevier.

Bica.Samarand and others. **What Characteristics Define Ecological Building Materials**."Politehnica" University of Timisoara.Romania. the 7th IASME / WSEAS International Conference on HEAT TRANSFER, THERMAL ENGINEERING and ENVIRONMENT (HTE '09).

Biran.Avraham.1993. **Dan. In NEAEHL**. Volume. I.(edited: by E. Stern)pp.323-332. Israel exploration society. Jerusalem.

Biran.Avraham.1994. **Biblical Dan**.Israel exploration society. Hebrew Union college –Jewish institute of religion. Jerusalem.

Blodet. Marcial & Others.2011. **Earthquake- Resistant Construction Of Adobe Buildings**: ATUTORIANL. Second Edition. Published as a contribution to the EERI/IAEE World Housing Encyclopedia. http://www.world-housing.net/

Brick Industry Association. **Technical Notes On Brick Construction (Manufacturing of Brick**). December 2006. Reston, Virginia. Seen in http://www.gobrick.com.

Brimblecombe. Peter & Others.2008. **Impact Of Climate Change On Earthen Buildings**. Pp287-282. Terra 2008: The 10th International Conference On The Study And Conservation Of Earthen Architectural heritage. Mali. February 1-5,2008.

Campbell,Edward,F.2002. **ShechemIII, The Stratigraphy and Architecture of Shechem- Tell Balatah**, vol. I. America school of oriental research, Archaeological Report 6. Boston MA.

Chaleson.Andrew.2011. **Seismic Strengthening Of Earthen Housing Using Straps Cut From Used Cars**: A Construction Guide. First Edition. the EERI/IAEE World Housing Encyclopedia.

Chusid. Michael and others.2009. **The building Brick Of Sustainability**. The Construction specifier. May 2009.

Cillik.Barbara.2012. **From earth for the earth .Earth building technologies as a key stone of the sustainable architecture**. Bchelor

of architectural technology and construction management. Via university collage. Horsens. Denmark.

Ciurileanu. Gabriela (Cioca),and Ildiko Bucur Harvath. 2012. **The Use of cement stabilized rammed earth for building a vernacular modern houses**. Technical university of Cluj-Napoca.

Conti. Anna Paola**.** 2003**. Earthen Houses In The Marche: The Mecerata Area Villa Ficana**. 9th International Conference on the study and Conservation of Earthen Architecture.Terra 2003.Yazid-Iran.

Correia. Maiana & Celia Neves.2008. **Knowledge Transfer And Networking In earth Architecture**. Pp 372-377. Terra 2008: The 10th International Conference On The Study And Conservation Of Earthen Architectural heritage. Mali. February 1-5,2008.

Croft.Chris.2011. **Structural Research Of Earthbag Housing Subject To Horizontal Loading.** The University Of Bath. United King Dom / http://www.structure1.com/Earthbag.pdf

Devon Earth Building Association. **COB Dwellings**: Compliance with The Building Regulation 2000- The 2008 Devon Model.

Dodge.Hazel.1984. **Building materials and techniques in the eastern Mediterranean from Hellenistic period to the fourth century A.D**.PHD thesis. The university of Newcastle upontyne.

Duggal. S.K**.** 2008**. Building Materials** (Third Revised Edition).New Age International(P) Limited, Publishers. New Delhi.

Eisenberg.E.1987. **Tel Shalem**. in Excavations and Survey in Israel1986.volume 5 The Israel department of antiquities and museums numbers 88-89.Jerusalem.S.

El-Gohary, Mohammed.2012. ***The Contrivance Of New Mud Bricks For Restoring And Preserving The Edfa Ancient Granary- Sohag, Egypt***. **International Journal Of Conservation Science.** Volume 3,Issue 2,April- June 2012:67-78.

Establishing, Adaptation, And Implementation Of Energy Codes For Building **Construction Techniques Survey In Palestine Territories.** August 2002.

Evans. Ianto & Micheal G. 2002. Smith. **The Hand-Sculpted Houses: A Practical & Philosophical Gide To Building A Cob Cottage**. Illustrated By Deanne Bednar.

Excavations and Surveys in Israel 1988/89.1990. Hadashot Arkheologiyot. Volumes7-8. Israel Antiquities Authority.numbers92-93. Jerusalem.

Excavations and Surveys in Israel. 1982. Hadashot Arkheologiyot. Number 78-81. Jerusalem. Israel Department Antiquities and museums.

Figueiredo.A & Others. 2012. **Seismic Retrofitting Solution Of An Adobe Masonry Wall**. Materials And Structure. DOI 10.1617/s11527-012-985-1. RILEM.

Finkelstine.Israel. 2012. **The great wall of tell en –Nasbeh –mizpah' the first fortification in Judah.** Institute of Archaeology Telaviv university.Vetus testamentum 26 (2012)pp14-48.Brill.

Galidez. Fernando..2009. **Compressed Earth Blocks (CEB) With No Added Cement**. Seguridad Y Medio Ambiente -Nº115.

Garfinkel. Y & D. Ben- Shlomo.2009. **SHA'ARAGOLAN2: The Rise Of Urban Concepts In The Ancient Near East.** QEDEM Reports 9. The Institute of Archeology. The Hebrew University Of Jerusalem In Cooperation With The Israel Exploration Society.

Gerisha.Hesham.2012. **Mud Stadium**.5/2012.Newyork Science Journal. http://www.sciencepub.net/newyork.

Golebiowski.Jessica.2009. **Rammed Earth Architecture's Journey To The High Hills Of The Santee And It's Role As An Early** Concrete.MA Thesis.Clemon University & The college Of Charleston.

Graham. Tony.2003/4. **Wattle And Daub: Craft, Conservation And Wiltshire Case Study**. A dissertation To Wards The Degree Of Master Of Science In Conservation O Historical Buildings At The University Of Bath. http://www.the-edi.co.uk/downloads/wattleanddaub.pdf

Grant, Elihu .1907. **The Peasantry of Palestine.** Boston, New York [etc.]: The Pilgrim Press. **The Oxford Encyclopedia of Bible and**

Archaeology.2013. (edited by: D.M master and others) volume I. Oxford niversity.pp221230.

Grant. Elihu 1907. **The Peasantry of Palestine.** Boston, New York [etc.]: The Pilgrim Press.

Guettala.A. and others. 2002. **Durability Of Lime Stabilized Earth Blocks**. Courrier Du Savoir-Nº02.Juin.pp61-66.

Guillaud. Hubert & Others 1995. **Compressed Earth Blocks**. Manual of design and construction Volume II.

Guillaud. Hubert and others.1985. **Compressed earth blocks: manual of design and construction.**Volume 11.Manual of design and construction. A publication of the Deutsches Zentrum fur Entwincklung stechnlogien – GATE in:Deutsche Gesellschaft fur Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH in coordination with BASIN.

Hand book for building homes of earth. Peace Croos. Appropriate technologies for development(www.sadl.uleth.ca).

Harper. Doug. 2011. **Alternative Methods of Stabilization for Unfired Mud Bricks**. B. Eng Civil and Structural Engineering. School of Civil Engineering & Geosciences, Newcastle University.

Hern. Stephen.2006. **A Hand- built Home From The Ground Up**. Home Power Magazine.112. April & may 2006. (www.homepwer.com).

Kenyon, K. 1981. **The architecture and Stratigraphy of the Tell. In T Holland (ed.) Excavations at Jericho** V. 3, 1-393. Jerusalem: The British School of Archaeology.

Kiffmeyer. Donald and Kaki Hunter.2004. **Earth building: The tools, tricks and techniques**. New society publishers.

Krosonowski.Adam.2011. **A proposed Best Practice Method Of Defining A standard Of Care For Stabilized Compressed Earthen Block Production**. A master Of Science Thesis. University Of Colardo At Boulder.

Little. Becky and Tom Morton.2001**. Building with earth in Scotland: Innovative design and sustainability**. Scottish executive central research unit.

Loud.Godan.1948. **Megiddo II season of 1935-1939**. Oriental institute Publications. University of Chicago press. Chicago.

Magness. Jodi.2002. **The Archaeology of Qumran and Dead sea Scrolls**. Wm. B. Eerdmans Publishing co.

Manadher, Rammish And Alan Rodger.1987. **Roofing With Mud Bricks**. Research Discussion Paper No3. Center For Applied Research On The Future. Department Of Architecture And Building. The University Of Melbourne. November 1987.

Maniatidis.Vasilios and Peter Walker. 2003. **UK National Guidelines For Rammed Earth**.9th International Conference on the study and Conservation of Earthen Architecture.Terra 2003.Yazid-Iran.

Marchetti,Nicolo and Lorenzo Nigro (editors). 2000. **Excavation at Jericho**,1998, Preliminary report on Second season of archaeological excavations and surveys at Tell es-Sultan, Palestine, Universia Di Roma (Laspinza) and Palestinian Department of Antiquities.

Marchetti,Nicolo.2000. **Area A middle bronze building and residential quarter in the lower town "Quaderni di Gerico" Excavation at Jericho**,1998, Preliminary report on Second season of archaeological excavations and surveys at Tell es-Sultan, Palestine, Universia Di Roma (Laspinza) and Palestinian Department of Antiquities

Masad. Dana. 2013. **Shaded By Earth**. This Week In Palestine. Issue No. 186. October 2013.pp38-41. (www.this weekinpalestine.com).

Meadowcroft. Howard. 2013. **Mud Brick Architecture Of Yemen**. January 9.2013. http://www.theglobaldispatches.com. Seen on 20/4/2014.

Mehta, Deepa.20009. "**On Conservation and Development: The Role of Traditional Mud Brick Firms in Southern Yemen.**."GLOBELICS 2009: Inclusive Growth, Innovation and Technological Change: education, social capital and sustainable development, October 6th – 8th, 2009, Dakar, Senegal.

Minke,Gernot.2006. **Building with earth-Design and technology of sustainable architecture.** Birkhauser- Publishers for Architecture. Germany**.**

Molla.Habtemarlam. 2012. **Study Of Stabilized Mud Block As An Alternative Building Material And Development Of Models**. School of Graduate Studies of Addis Ababa University.

Mud Brick Roofs (Ideas And Methods Exchanges No.42). Published By Office Of inter National Affairs US Department Of Housing And urban Development. Washington. DC 20140. USA. March 1957 reprinted January 1973.

Neumann. Jolio Vargas & Others. 2007. **Building Hygienic And Earthquake- Resistant Adobe Houses Using Geomesh Reinforcement For Arid Zones**. Translated By Jimena Ledgard. First Edition. National Library Legal Deposit Number 2007/124444. Peru.

Nigro. Lorenzo. 2010 **Tell es-Sultan/Jericho and the Origins of Urbanization in the Lower Jordan Valley Results of Recent Archaeological Research**. In Proceedings of the 6th International Congress on the Archaeology of the Ancient Near East May, 5th-10th 2008, "Sapienza" – Università di Volume 2 Excavations, Surveys and Restorations: Reports on Recent Field Archaeology in the Near East. Edited by: Paolo Matthiae, Frances Pinnock, Lorenzo Nigro and Nicolò Marchetti with the collaboration of Licia Romano. Harrassowitz Verlag · Wiesbaden.

Norton. John.1997. **Woodless Construction Unstabilized Earth Brick Vaults & Dome Roofing Without Formwork**. Development Workshop. Building Issues. Volume 9. Number 2. 1997.

Oliviera, C.F & Others.2012. **Earthen Construction: Structural Vulnerabilities and Retrofit Solutions For Seismic Actions**. 15 WCEE.LISBOA. http://www.iitk.ac.in./

Practical Action. The Schumacher Center. Bourton On Dunsmore. Regby. Warwickshire. UK**. Ten Rules For Energy Efficient, Cost Effective Brick Firing (A Gide For Brick Makers And Field-Workers).**

Reddy.Venkatarama.and others.2003. **Durability Of Stabilized Mud Block Buildings In South India**. 9th International Conference on the study and Conservation of Earthen Architecture.Terra 2003.Yazid-Iran.

Roaf.Sue & Others.2007. **Echo house-** A design Guide. Third edition. Architectural Press – ELSEVIER

Roberts. Homsher.2012. **"Mud bricks and the process of construction in middle bronze age southern Levant"**. in Bulletin of American school of oriental research.No.368.november.

Sadeq, Moain. **Urban History of South-Western Palestine during the Bronze Age A Historical and Archaeological Study in the View of Gaza Region in International Journal of Business**, Humanities and Technology Vol. 2 No. 7; December 2012.

Smith. Michael G. 2002. **Cob Construction**. Building Standard Magazine. January-February 2000.

Soebarto.Veronica. 2009. **Analysis Of Indoor Performance Of Houses Using Rammed Earth Walls**. Eleventh International IBPSA Conference. Glasgow-Scotland. July 27-30,2009.

Stazi. alessandro. 2003. **An Experimental Valuation Of Mud-Plaster Stabilized With Natural materials In tow Italian Regions(Marche& Abruzzo).** 9th International Conference on the study and Conservation of Earthen Architecture.Terra 2003.Yazid-Iran.

Stern.Ephraim,John Berg and Ilan Sharon.1991. **Tel Dor.** in Excavations and Survey in Israel 1989/1990.volume.9. The Israel Antiquities Authority.Jerusalem. Israel.

Stouter.patti.& Others. **Choosing Traditional House Plan For Hazardous Areas –Earthbag How-Tos**. Copyright 2010 Patti Stouter And www.earthbagstructures.com.

Sutton. Andy And Others. 2011, **Unfired Clay Masonry, An Introduction To Low – Impact Building Materials**, Information Paper IP 16/11. Building Research Establishment (BRE).

Tel Yoqnam-1988. In Excavations and Surveys in Israel 1988/89. Hadashot Arkheologiyot. Volumes7-8. Israel Antiquities Authority.numbers92-93. Jerusalem.

Tina. Marwa yousef And Antonelli. 2013. **Reviving Earthen Architecture in The Jordan Valley Towards Adequate Housing For Marginalized Communities**. Central Europe Towards Sustainable Building 2013. Low- Tec and High- Tech Materials And Technologies For Sustainable Buildings. Seen in (http://www.cesb.cz/cesb13/proceedings/3_materials/CESB13_1247.pdf)

Traditional Mediterranean Architecture (Earth Roofing). http://www.meda-corpus.net

Walker.peter and others. 2005. **Rammed Earth**: **Design and Construction Guidelines. BRE Book shop**.1st published 2005.

Walker.Peter.2003. **review Of Structural Design Procedures For Earth Buildings**. Pp616-629. 9th International Conference on the study and Conservation of Earthen Architecture.Terra 2003.Yazid-Iran.29 November – 2 December 2003.

Walsh.Tony.2007. **The Mud Brick Valley- Wadi Hadramaut: The Life And Lines Of Yemen's Ancient Architecture**. Oman Today. January 2007.

World heritage Earthen Architecture Program. Project Document. 2009-2017. UNISCO**.**

Wright.G.R.H.1985. Additives to clay (http://hubasia.org/library/additives-clay-organic-additives

Wright.G.R.H.1985. **Ancient building in South Syria and Palestine.** Volume I.E J.Brill.Leiden the Netherlands.

ثالثاً- الموقع الالكترونية

http://abari.org/rammed-earth

http://alhadath.ps/article.php?id=6aaf88y6991752Y6aaf88

http://alresalah.ps/ar/index.php?act=post&id=14592

http://anirenicon.files.wordpress.com/2012/09/z1.jpg

http://buildsimple.org

http://classic.aawsat.com/details.asp

http://draftsman.wordpress.com/category/building

http://faculty.ksu.edu.sa/Dr_Atef_Nusair/

http://hubasia.org/library

http://israj.net/vb/showthread.php?t=8559&langid=1

http://mgdp-1.blogspot.com/2014/11/blog-post.html

http://occupiedpalestine.wordpress.com/2013/10/09/hamas-calls-for-lifting-the-siege-on-yarmouk-refugee-camp

http://safebangladesh.files.wordpress.com

http://safebangladesh.files.wordpress.com

http://safebangladesh.files.wordpress.com/2011/07/case-study-construction-of-rammed-earth-house

http://shamsard.wordpress.com

http://sirovenbird.wordpress.com

http://thenauhaus.com

http://thomasmayerarchive.de/details.php?image_id=99302&mode=search&l=english

http://www.14october.com

http://www.adobe-home.com/about-rammed-earth

http://www.aleqt.com

http://www.ashmolean.org/ash/objectofmonth/2004-07/relobjects.htm
http://members.westnet.com.au/gary-david-thompson/page11-3.html

http://www.bokra.net/Articles/1032628

http://www.constructionresources.com

http://www.dcat.net/resources/buildingstandards_cob_articles.pdf

http://www.earth-auroville.com/al_medy_mosque

http://www.earth-auroville.com/earth_dug_ou

http://www.earthbagstructures.com

http://www.earthhomesnow.com

http://www.earthstructures.co.uk

http://www.english-heritage.org.uk

http://www.eqtesadia.ps/economy-and-people/33273.html

http://www.gobrick.com

http://www.hadashot-esi.org.il/Report_Detail_Eng.aspx?id=1749&mag_id=118

http://www.hadashot-esi.org.il/Report_Detail_Eng.aspx?id=8488

http://www.hadashot-esi.org.il/report_detail_eng.aspx?id=8488&mag_id=121

http://www.ibstock.com/pdfs/technical-support/TIS16Howbricksaremade.pdf

http://www.inspirationgreen.com

http://www.inspirationgreen.com/rammed-earth.html

http://www.jerichomafjarproject.org/site-setting/area-8lsr

http://www.lasapienzatojericho.it/Brochure_Jericho

http://www.maan-ctr.org/magazine/Archive/Issue53/topic4.php

http://www.maan-ctr.org/magazine/Archive/Issue53/topic4.php

http://www.maannews.net/arb/ViewDetails.aspx?ID=741776

http://www.meda-corpus.net/arb/fitxes/F2/arb/C04_SY.pdf

http://www.palestineremembered.com/GeoPoints/Jericho_525/Picture_73715.html

http://www.palestineremembered.com/GeoPoints/Jericho_525/Picture_73704.html

http://www.permaculturedesign.fr

http://www.rammedearth.info

http://www.sandykaboul.com

http://www.sgtk.ch/rkuendig/dokumente

http://www.structure1.com

http://www.the-edi.co.uk/downloads/wattleanddaub.pd

http://www.theglobaldispatches.com

http://www.themudhome.com

http://www.tinyhousedesign.com

http://www.uobabylon.edu.iq

http://www.weiku.com

http://www.weiku.com

http://www.yemen-nic.info

http://www.yourhome.gov.au/materials/mud-brick

https://www.youtube.com/watch?v=naAC527wouM

www.aljazeera.com/news/middleeast/2014/03/palestinians-revive-earthen-architecture

www.arab-eng.org

www.bible-archaeology.info/IsraelMap2a.jpg

www.earthbagbuilding.com

www.facebook.com/pages /مرسم- شمس-أرض-للتصميم-البيئي

www.naturalbuildingblog.com

www.sadl.uleth.ca

www.unesco.org/archi2000/Herzog

www.youtube.com/watch?v=V98zyHNbZMo

رابعاً- المقابلات الشخصية

إبراهيم سليم دوّاس. فني بناء في مشروع جمعية الديوك النسوية. 2014/1/3م

أسامة حمدان. مدير مدرسة الفسيفساء في أريحا وأحد رواد العمارة الطينية فيها. 2015/1/3م.

أم فارس الأخرس. مسؤولة جمعية عقبة جبر النسوية. 2015/1/3م.

رسيلة حسين ذريعات. إحدى سيدات أريحا اللواتي سكنّ البيوت الطينية وعاصـــرن إنشـــاءها. 20014/1/1م.

عبد الله أحمد عيد سمرات و محمد حسن أبو خربيش. فنيي بناء بـــالطوب الطينـــي المجفـــف. 2013/12/30م.

عطا عبد الله سالم محسن ذريعات. أحد سكان المنازل الطينية.2014/1/1م.

عوني شوامرة. متخصص في الآثار – وزارة السياحة والآثار وهـــو احـــد المشـــاركين فـــي الحفريات الحديثة قصر هشام – أريحا بالتعاون مع جامعة شيكاغو). 20014/9/15م.

محاسن ارميلية.نائبة رئيسة جمعية الديوك النسوية. 2014/12/24م.

مرسم شمس أرض للتصميم البيئي. مقابلة عبر موقع التواصل الاجتماعي. 2015/2/10م.

ناصر أصلان. مهندس مشرف على مشـــاريع اليونســـكو لإعـــادة إحيـــاء العمـــارة الطينيـــة. 2013/11/14م.

نجاة ارميلية. مسؤولة جمعية الديوك النسوية. 20014/12/24م.

An–Najah National University
Faculty of Graduate Studies

Developing Of Earthen Techniques In the Contemporary Residential Buildings " Jericho as a Case Study"

By
Maysa Mohammed Abd El-Khaliq Jbarah

Supervisor
Dr. Hasan Al Qadi

This Thesis is Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of Master of Architectural Engineering, Faculty of Graduate Studies, An-Najah National University, Nablus, Palestine.

2015

Developing Of Earthen Techniques In the Contemporary Residential Buildings "Jericho as a Case Study"

By
Maysa Mohammed Abd El-Khaliq Jbarah
Supervisor
Dr. Hasan Al Qadi

Abstract

Earth is the most natural building material which has been used for many centuries in different regions of the world, but it was declined by time, because of using modern building materials, like cement, and some disadvantages for earthen construction, but recently it has been coming back to the world of construction, according to the growing concerns with sustainable architecture, throw researches and scientific experiments to improve its advantages and reduce its disadvantages. This is held out in order to study the earthen architecture in Palestine, especially in Jericho- which has the oldest use of earthen techniques, and it is rich with traditional earthen architecture- in attempt for developing it, to get safety and sustainable architecture in the future,

The study concludes that, loam isn't a standardized building material, many techniques has been used in Palestinian earthen architecture, since the stone ages, spread in different areas of Palestine, but it was concentrated later in arid regions especially in Jericho, that has a distinctive traditional building, characteristics with its flat and inclined roofs, while the using of domes and vaults was very rare, recently there are some efforts for reviving it, but it still needs improvement because of the lake of skills and local researches, so in any attempt to reuse earth in construction it must

be taken in account four aspects: environment, economy, social needs, and the structural safety, which can be achieved by applying the scientific principles, and benefit from the successful traditional practices, the most suitable earthen technique for contemporary architecture is the compressed block because of its structural advantages.

The study presented a number of recommendations for all parties in the field of earthen construction like: establishing specific labs for earthen construction, including the study of earthen architecture in the local faculties of engineering, and making cooperation with the universal ones which deal with this field, finding a code building for earthen construction, establishing a factory for producing compressed earth block in Jericho according to the universal standards, and the need to grow the awareness with the sustainable advantages of the earthen buildings.