



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي



Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة غرداية

Université de Ghardaïa

N°d'enregistreme

كلية العلوم والتكنولوجيا

Faculté des Sciences et de la Technologie

قسم الري والهندسة المدنية

Département Hydraulique ET Génie Civil

مذكرة تخرج لنيل شهادة الماستر في الهندسة المدنية

الشعبة: هندسة مدنية التخصص: هياكل تحت عنوان:

دراسة، إعادة التأهيل وترميم المباني الهشة بقصر ورقلة

تاريخ التقديم: 2023/06/20

عن:

مسعودي مفتاح ونواصر مداني

تم تقييمه من قبل لجنة التحكيم المكونة من:

رئيسا

أستاذ مساعد - أ- جامعة غرداية

أ. صالح عماد

مناقشا

أستاذ مساعد - أ- جامعة غرداية

أ. نسيل عبد الحميد

مشرفا

أستاذ مساعد - أ- جامعة غرداية

أ. لروي عبد الباسط

السنة الجامعية: 2022 - 2023



شكر و عرفان

"واذ تاذن ربكم لئن شكرتم لأزيدنكم"

الآية 7 من سورة إبراهيم

فله الحمد كما ينبغي لِعِزَّتِهِ جلال وجهه،

وعظيم ملكه وسلطانه ...

على كل نعمه عليّ، وعلى عونه وتوفيقيه لي إلى أن أتممت هذا العمل وبعد

أخص شكري وتقديري للأستاذ لروي عبد الباسط

على كل توجيهاته ونصحه لي

كما أتقدم بجزيل الشكر إلى الأستاذة خشية عبير

دون أن يفوتني في هذا المقام شكر كل من علمني حرفا وانتفعت به



إهداء

الى من حملتني في بطنها وهنا على وهن، ولا زلت تحملي برعايتها وحنانها الى
من الجنة تحت اقدامها الى رمز الصمود والصبر والعطاء بغير حساب الى من
بسهرها ودعائها تفتح أبواب الجنة الى من علمتني كيف أكون قويا في وجه
المتاعب والصعاب: امي الغالية

ال من احبني كوالده الذي احمل اسمه الى من أغدق على بعطائه وتنمي ان
أكون له فخر في حياته، وولدا صالحا الى: ابي العزيز

الى من اوصاني الله تعالى ببرهما ومصاحبتهما في الدنيا معروفا: والي الحبيين
اطال الله في عمرهما

وأقول لهما: "ربي ارحمهما كما ربياني صغيرا"

الى اعز وأقرب الناس الى قلبي: عائلتي جميعا كل باسمه

الى اعز وأقرب أصدقائي الذي كانوا دائما بجانبني في مشواري

إليهم جميعا، من صميم القلب اهدي ثمرة ماهداني الله تعالى اليه هذا العمل
المتواضع

مسعودي مفتاح

2023/2022



إهداء

بامتنان عميق وكلمات صادقة أهديت هذه الأطروحة المتواضعة
إلى والداي الأعزاء، نواصر الحاج عربي رحمة الله وكنة حورية، أطال
الله حياتها،

الذين كانوا دائمًا هناك من أجلي،

أمل أن أتمكن في يوم من الأيام من رد بعض ما فعلوه من أجلي،
فليباركهم الله ويغفر لهم.

إلى إخوتي وأخواتي الأعزاء

إلى كل عائلتي نواصر وكينا.

إلى جميع زملائي في الدراسة

على صداقتهم الصادقة وثقتهم، وأنا مدين لهم بامتناني.

إلى كل من ساهم بشكل مباشر أو غير مباشر في نجاحي.

نواصر المداني



المخلص:

تطرقنا في بحثنا الى تعريف بالمباني التراثية وأنواعها والمواد المستخدمة في بنائها، وسنشير الى أساليب وتقنيات البناء المستخدمة قديماً، كما سنسلط الضوء على أنواع الأمراض الهيكلية في السكن الهش وأسباب الفيزيائية والكيميائية وميكانيكية التي أدت الى ظهورها، وتعريف بالقصر العتيق وبوضعه الحالي، وتقديم بعض الحلول المقترحة لعلاج هذه الظاهرة.

وفي إطار هذا العمل، قمنا بزيارة ميدانية لبعض المباني المتضررة من القصر العتيق بمدينة ورقلة (اختيار القصر كحالة دراسة)، بهدف تعرف على أنواع الأمراض وتصنيفها حسب خطورتها وذلك من خلال تشخيص ومعاينة الأضرار، وبالاعتماد على المنهج الوصفي والتحليلي في بعض أطوار الدراسة.

علما أن هذا النوع من الدراسات يتطلب الدراستين النظرية والميدانية للوصول إلى استنتاجات علمية عن المشاكل التي يعاني منها المبنى والحلول المقترحة (الترميم او اعادة تأهيل)، والتي تهدف في أصلها إلى إعادة الاعتبار للقصر العتيق بمدينة ورقلة.

الكلمات المفتاحية: المباني التراثية، الأمراض الهيكلية، المنهج الوصفي والتحليلي، الترميم، اعادة تأهيل.

Résumé :

Abordé dans nos recherches nous discuterons d'une définition des édifices patrimoniaux, de leurs types et des matériaux utilisés pour leur construction, nous ferons référence aux méthodes et techniques de construction utilisées par le passé et nous ferons également la lumière sur les types de maladies structurelles, Dans les habitats fragiles et les causes physiques, chimiques, mécaniques qui ont conduit à leur apparition, et une définition du palais ancien et de sa situation actuelle, et apporter quelques solutions proposées pour traiter ce phénomène.

Dans le cadre de ce travail, nous avons effectué une visite de terrain de certains des bâtiments endommagés de l'ancien palais de la ville de Ouargla (en choisissant le palais comme étude de cas), dans le but d'identifier les types de maladies et de les classer selon à leur gravité, c'est-à-dire en diagnostiquant et en examinant les dommages, et en s'appuyant sur l'approche descriptive et analytique dans certaines phases de l'étude.

A noter que ce type d'études nécessite à la fois des études théoriques et de terrain pour aboutir à des conclusions scientifiques sur les problèmes dont souffre le bâtiment, et proposer des solutions (restauration ou réhabilitation), qui visent à l'origine à restaurer le respect de l'ancien palais dans la ville de Ouargla.

Mots clés : bâtiments patrimoniaux, Pathologie structurelles, approche descriptive et analytique, restauration, réhabilitation.

فهرس الصور:

- الصورة 1: شقوق مائلة وعمودية بسبب الحمل المركز والشق العمودي بسبب الأحمال الزائدة
وشيوخة المواد.....48
- الصورة 2: شقوق أفقية بسبب شيخوخة المواد وأحمال السقف.....49
- الصورة 3: شقوق عمودية بسبب أحمال السقف وشيخوخة المواد.....50
- الصورة 4: التآكل بسبب شيخوخة المواد.....50
- الصورة 5: التآكل لتسرب الرطوبة بسبب المياه.....51
- الصورة 6: شقوق أفقية على سقف السلم.....51
- الصورة 7: تبيين الأضرار على مستوى سطح المنزل.....52
- الصورة 8: طريقة دعم السقف أثناء الترميم.....53
- الصورة 9: تبيين الأضرار على مستوى على واجهة المبنى.....65
- الصورة 10: التآكل بسبب الرطوبة وشيخوخة المواد.....66
- الصورة 11: الرطوبة بسبب بفعل التسرب المياه.....66
- الصورة 12: التآكل بسبب ارتفاع الرطوبة والأملاح في الجدار.....67
- الصورة 13: الشق الأفقي والتآكل بسبب الرطوبة وشيخوخة المواد.....67
- الصورة 14: تبيين الأضرار على مستوى السلم.....68
- الصورة 15: التآكل بسبب الرطوبة بفعل تسرب مياه الأمطار على مستوى السطح.....68

فهرس الأشكال:

- الشكل 1.1 طريقة تشكيل الطوب باليد.....8
- الشكل 2.1 الحجارة الصلبة10
- الشكل 3.1 الحجارة الهشة.....11
- الشكل 4.1 مادة التمشيمت.....11
- الشكل 5.1 دورة الجبس.....11
- الشكل 6.1 جذوع النخيل.....13
- الشكل 7.1 طريقة بناء الأساسات.....15
- الشكل 8.1 البناء بالحجارة17
- الشكل 9.1 البناء بالطين.....17
- الشكل 10.1 الأسقف المسطحة في المباني الطينية.....18
- الشكل 11.1 الأسقف بالقباب في المباني الطينية.....19
- الشكل 12.1 طريقة بناء السلالم على العوارض الخشبية.....20
- الشكل 13.1 طريقة بناء الأعمدة الخشبية.....21
- الشكل 14.1 طريقة بناء الأعمدة الحجرية.....21
- الشكل 1.2 تأثير الأمطار والسيول على أساسات المبنى.....25
- الشكل 2.2 توضح ارتفاع مستوى منسوب المياه أو الرطوبة من التربة.....26
- الشكل 3.2 يوضح آلية امتصاص الشعري.....27
- الشكل 4.2 ارتفاع المياه تحت السطحية بفعل الخاصية الشعرية في الجدران.....27
- الشكل 5.2 يوضح ارتفاع منسوب للمياه الجوفية وأثرها على المبنى.....28
- الشكل 6.2 يوضح آلية التآكل لحديد التسليح.....30
- الشكل 7.2 يوضح ظاهرة التسوس في الخشب.....31
- الشكل 8.2 يوضح آلية الكرينة.....32

- الشكل 9.2 يوضح ظهور التشققات في الجدار.....36
- الشكل 10.2 يوضح إنحناء في السقف وظهور التشققات.....37
- الشكل 11.2 شروخ نتيجة تآكل حديد التسليح.....38
- الشكل 12.2 يوضح حركة التربة.....41
- الشكل 13.2 يوضح هبوط متجانس.....41
- الشكل 14.2 يوضح هبوط تفاضلي.....41
- الشكل 15.2 يوضح سلوك الجدران42
- الشكل 1.3 خريطة الموقع الإداري لمدينة ورقلة.....46
- الشكل 2.3 يوضح صورة للقصر من الأعلى.....46
- الشكل 3.3 مخطط قصر العتيق.....47
- الشكل 4.3 مقطع طبوغرافي لحوض ورقلة.....47

فهرس المحتويات:

شكر وعرفان

إهداء

ملخص

Rèsumè

فهرس الصور

فهرس الأشكال

فهرس المحتويات

مقدمة عامة

2.....الإشكالية.....

3.....الفرضيات.....

3.....أهداف الدراسة.....

3.....مفاهيم عامة.....

3.....القصر.....

3.....التراث.....

3.....الترميم.....

3.....إعادة التأهيل.....

4.....هيكله البحث.....

الفصل الأول:

5.....تمهيد.....

5.....1. مفهوم المباني التراثية.....

5.....2. أنواع المباني التراثية.....

5.....1.2 المباني الطينية.....

6.....2.2 المباني الحجرية.....

6.....أولاً: مواد البناء المستخدمة في الأبنية التراثية.....

7.....	1.المواد الترابية.....
7.....	1.1. الطين.....
7.....	2.1. الطوب.....
8.....	أ. طوب الأجر.....
8.....	ب. طوب اللبن.....
9.....	3.1. الملاط الطيني.....
9.....	4.1. الرمل.....
9.....	2.المواد الحجرية.....
10.....	1.2. الحجارة.....
10.....	أ. الحجارة الصلبة.....
10.....	ب. الحجارة الهشة.....
11.....	2.2. الجبس.....
12.....	3.2. الحجر الجيري.....
12.....	3.المواد النباتية.....
12.....	1.3. الخشب.....
12.....	أ. جذوع النخل.....
13.....	ب. خشب لعرعر.....
13.....	ج. خشب الأثل.....
14.....	ثانيا: أساليب وطرق البناء.....
14.....	1.الأساسات.....
15.....	تقنية بناء الأساسات.....
15.....	2.الجدران.....
16.....	تقنية بناء الجدران.....

17.....	3.الأسقف.....
17.....	تقنية بناء الأسقف.....
17.....	أ. الأسقف المسطحة.....
18.....	ب. الأسقف القباب.....
19.....	4.السلام.....
19.....	تقنية بناء السلام.....
20.....	5. الأعمدة والدعامات
29.....	تقنية بناء الأعمدة.....
20.....	أ. أعمدة خشبية.....
21.....	ب. أعمدة حجرية.....
22.....	الخلاصة.....
	الفصل الثاني:
24.....	تمهيد.....
24.....	1.أنواع الأمراض الهيكلية في السكن الهش
24.....	أولاً: الرطوبة
24.....	أهم مصادرها
24.....	1.مياه الأمطار
25.....	2.المياه تحت السطحية (الرطوبة الأرضية)
25.....	أ. المياه المتقطعة أو العرضية
25.....	ب. المياه الأرضية
26.....	2. أسباب الأمراض في السكن الهش
26.....	1.2. أسباب الفيزوكيميائية
26.....	أ. التكثف
26.....	ب. خاصية الإمتصاص الشعري
28.....	2.2. أسباب الميكانيكية
28.....	حركة المياه الجوفية
28.....	ثانياً: تآكل

29.....	1. التآكل في المباني الخرسانية
29.....	1.1. تآكل الخرسانة
29.....	2.1. التآكل في حديد التسليح
30.....	2. تآكل في المباني الحجرية
30.....	1.2. تآكل الجبس
31.....	2.2. تآكل الخشب
32.....	3. أسباب التآكل
32.....	1.3. أسباب الفيزو كيميائية
32.....	أ. عملية الكربنة في الخرسانة
32.....	ب. الأملاح
33.....	المصادر الداخلية
33.....	المصادر الخارجية
33.....	1. مياه البحر
33.....	2. التربة المحلية
33.....	3. الأمطار الحمضية
34.....	أهم الأملاح وأكثرها إنتشارا في مواد البناء
34.....	1. أملاح الكلوريدات
34.....	2. أملاح الكبريتات
34.....	3. أملاح النترات
35.....	1.3. أسباب الميكانيكية
35.....	2.3. الرياح والعواصف
35.....	ثالثا: التشققات
35.....	1. تشققات هيكلية
36.....	أ. التوترات الزائدة
36.....	ب. عدم التوزيع الصحيح للأحمال
36.....	ج. الإنكماش والتمدد
36.....	د. عيوب التصميم الهيكلي
36.....	1.1. تشققات رأسية
36.....	2.1. تشققات افقية
37.....	3.1. تشققات مائلة

37.....	4.1. تشققات السقف.....
37.....	أ. بسبب انحناء السقف.....
38.....	ب. بسبب تأكل حديد التسليح.....
38.....	2. تشققات غير هيكلية.....
38.....	أ. التغيرات في درجات الحرارة.....
39.....	ب. التغيرات في الرطوبة.....
39.....	ج. الحركة الترابية.....
39.....	د. التمدد والانكماش الطبيعي للمواد.....
39.....	هـ. الاهتزازات والصدمات.....
39.....	تصنيف التشققات غير هيكلية.....
39.....	أ. شروخ الانكماش الحراري.....
39.....	ب. شروخ الانكماش اللدن.....
39.....	ج. شروخ الانكماش الجفاف.....
40.....	3. أسباب التشققات في السكن الهش.....
40.....	1.3. أسباب الفيزيو كيميائية.....
40.....	أ. تأثير درجة الحرارة.....
40.....	ب. صدأ الحديد.....
40.....	ج. الرطوبة العالية.....
40.....	2.3. أسباب الميكانيكية.....
40.....	أ. حركة التربة.....
41.....	ب. هبوط أساسات التربة.....
41.....	أنواع هبوط الأساسات من حيث التجانس.....
41.....	1. هبوط منتظم متجانس.....
41.....	2. هبوط غير منتظم غير متجانس "هبوط تفاضلي".....
41.....	أسباب حدوثه.....
42.....	3. الزلازل والبراكين.....
43.....	خلاصة.....
	الفصل الثالث:
45.....	تمهيد.....
45.....	1.3. الموقع الجغرافي.....

45.....	2.3. الموقع الإداري
46.....	3.3. لمحة عن القصر العتيق
47.....	4.3. موقع الجغرافي للقصر
47.....	5.3. طبوغرافيا المنطقة
48.....	6.3. الوضعية الحالية للقصر
48.....	7.3. مشروع الدراسة
48.....	العينة الأولى
48.....	أولاً: المعاينة والتشخيص
48.....	1.الواجهة
49.....	2.الغرفة
50.....	3.المطبخ
50.....	4.بهو الاستقبال
51.....	5.دورة المياه في الطابق الأول
51.....	6.الدرج
52.....	7.سطح الطابق الأول
52.....	ثانياً: التدخلات المقترحة
52.....	1.اشغال تقوية البناية
53.....	2.معالجة التشققات
53.....	3.معالجة الرطوبة
54.....	4.معالجة الواجهة
54.....	5.الكتامة الصخرافية
54.....	6.إعادة تغطية الأرضيات والأدراج
54.....	7.مواد البناء المستعملة
54.....	أ. مواد البناء المحلية
54.....	ب. مواد البناء الحديثة
55.....	8.المستوى الأول Nivea 1
55.....	9. الرافدة Poutre INT 01
55.....	1.9.خواص المواد caractéristiques des matériaux

55.....	2.9. الهندسة Géométrie
55.....	1.2.9. تعيين الوظيفة DésignatioPosition
55.....	3.9. فرضيات الحساب Hypothèses de calcul
56.....	4.9. التحميلات chargements
56.....	5.9. النتائج النظرية Résultats théoriques
56.....	6.9. متطلبات ELU
56.....	1.6.9. متطلبات Sollicitations ELU
56.....	2.6. 9. متطلبات Sollicitations ELS
56.....	3.6.9. متطلبات ELU تركيبة نادرة Combination rare
56.....	4.6.9. أقسام نظرية صلب Sections Théoriques d'Acier
56.....	5.6.9. السهام Flèches
	6.6.9. إجهاد في قضيب التوصيل المضغوط: Contrainte dans la
57.....	Bielle comprimée
57.....	7.9. النتائج النظرية - المفصلة - détaillés Résultats théoriques
58.....	8.9. التسليح Ferrailage
58.....	10. الكمي Quantitatif
59.....	11. المستوى الثاني Niveau 2
59.....	12. الرافدة Poutre INT 02
59.....	1.12. خواص المواد caractéristiques des matériaux
58.....	2.12. الهندسة Géométrie
59.....	2.12. تعيين الوظيفة Désignation Position
59.....	3.12. فرضيات الحساب Hypothèses de calcul
60.....	4.12. التحميلات chargements
60.....	5.12. النتائج النظرية Résultats théoriques
60.....	6.12. متطلبات ELU
60.....	1.6.12. متطلبات Sollicitations ELU
60.....	2.6.12. متطلبات Sollicitations ELS
60.....	3.6.12. متطلبات ELU تركيبة نادرة combinaison rare
60.....	4.6.12. أقسام نظرية صلب Sections Théoriques d'Acier
60.....	5.6.12. السهام Flèches

6.6.12 Contraincte dans إجهاد في قضيب التوصيل المضغوط

61.....	La bielle comprimée
61.....	Résultats théoriques – détaillés 7.13
62.....	Ferraillage 8.13
62.....	Quantitatif الكمي 14
62.....	Niveau 1 المستوى الأول 15
62.....	Poteau الأعمدة 16
62.....	caractéristiques des matériaux 1.16
63.....	Hypothèses de calcul 2.16
63.....	chargements التحميلات 3.16
63.....	Résultats théoriques 4.16
63.....	Analyse de l'Elancement تحليل النحافة
63.....	Analyse détaillée تحليل المفصل
63.....	Ferraillage 5.16
64.....	Ferraillage 6.16
64.....	Barres principales 1.1.16
64.....	Armature transversale 2.1.16
64.....	Quantitatif الكمي 17
65.....	العينة الثانية
65.....	أولاً: المعاينة والتشخيص
65.....	1.الواجهة
65.....	2.الغرف
66.....	3.دورة المياه في الطابق الأرضي
67.....	4.المطبخ
67.....	5.بهو الاستقبال
68.....	6. الدرج
68.....	7.سطح الطابق الأول
69.....	ثانياً: التدخلات المقترحة
69.....	1.معالجة التشققات
69.....	2.معالجة الرطوبة

69.....	3. معالجة الواجهة
70.....	4. الكتامة الصحرافية
70.....	5. إعادة تكسية الأرضيات والأدراج.....
70.....	6. مواد البناء المستعملة
70.....	أ. مواد البناء المحلية
70.....	ب. مواد البناء الحديثة
71.....	الخاتمة.....

قائمة المراجع

الملاحق

مقدمة العامة:

تعتبر المحافظة على التراث المعماري من المواضيع المطروحة في العقود الأخيرة، وذلك نتيجة للدراسات الدولية التي تطرقت إلى الاهتمام بالمباني التراثية وتسليط الضوء عليها وعلى المخاطر التي تهددها والمشاكل التي تعاني منها هذه المباني، ووضع معايير وضوابط متبعة في الصيانة والترميم للحفاظ عليها.

وعموماً، أدركت الدول أخيراً أن السكن التقليدي يعد جزءاً هاماً من معالمها وهويتها المعمارية. وأما في الجزائر، بفضل تنوعها الجغرافي والثقافي وخصائص المجتمع، تنتوع أشكال السكن التقليدي من الشمال إلى الجنوب، نتيجة لاختلاف التضاريس والثقافات وظروف البناء. تتميز العمارة الصحراوية عن غيرها بتلبية احتياجات المناخ الحار والجاف في الصيف والبرودة الشديدة وندرة الأمطار في الشتاء، وتعتمد على مواد بناء محلية بسيطة وغير مكلفة. تتجاوب العمارة الصحراوية مع البيئة وتعكس عادات وتقاليد المجتمع الصحراوي، وتعبّر عن قدرتهم التكيف مع البيئة، وتمثل هذه العمارة تجسيداً صادقاً للتواصل مع البيئة الصحراوية وتعبيراً عن هوية المجتمع.

لكن هذا الإرث المعماري أصبح مهدداً بالزوال نتيجة عوامل التلف التي تقلل من عمره الافتراضي، إن التدهور الذي يصيب المباني يمكن أن يحدث بسبب عدة عوامل، بما فيها الإهمال الذي تتعرض له هذه المعالم والمنشآت التاريخية بعدم صيانتها بالشكل المناسب، مما يؤدي إلى تدهورها وانهارها تدريجياً، أو بسبب التنمية الحضرية التي تتمثل في توسع المدن وبناء مرافق ومنشآت حديثة على حساب هذه المعالم التاريخية، ويعتبر عدم الوعي والتثقيف الناس حول القيمة الثقافية والتاريخية لهذه المباني والحفاظ عليها عامل يساهم في اندثار هذه المعالم الحضارية بسرعة.

لحماية الإرث المعماري، يجب أن تكون هناك جهود متكاملة تشمل التثقيف والتوعية وتعزيز الوعي الثقافي بين الناس ووضع برامج من قبل الجهات المختصة لصيانة وترميم هذه المباني الأثرية وفق معايير عالمية.

الإشكالية:

يتنوع التراث العمراني والثقافي في معظم دول العالم وذلك ناتج عن وجود ثقافات معمارية مختلفة عبر تاريخها، ويختلف هذا التراث باختلاف الحضارات التي مر بها والذي يعتبر رمزا من رموز الهوية الخاصة بكل دولة وذلك لما تحمله في طياتها من قيم وشواهد لتراث الأمة، فهو العنصر الوحيد الذي يربط المجتمع بجذوره التاريخية. وتعد المباني التراثية في الجزائر من أهم عناصر التراث المادي كما مثلت المباني الهشة والأحياء السكنية نسبة كبيرة من هذا الأخير، ويعود الحفاظ على هذه المباني بفوائد اقتصادية وثقافية واجتماعية كبيرة، حيث تعد إعادة تأهيل المباني التراثية ذات الأهمية الثقافية والتاريخية بإعادة احيائها وتوظيفها من الأساليب للمحافظة عليها وإطالة عمرها، وذلك بدلا من هدمها (سمر سعيد، 2022). وهذا ما دفع السلطات إلى تطوير العديد من البرامج سواء الخاصة بالترميم أو إعادة التهيئة فيما يتعلق بالسكن الهش وذلك من أجل تجسيد مبادئ التنمية المستدامة في شقها الخاص بالمجتمع المدني، من ناحية أخرى حظي التراث العمراني بالاهتمام وذلك من خلال انشاء مؤسسات دولية ثم وطنية تتولى الاهتمام به وحمايته، كمنظمة اليونيسكو التي قامت بإنشاء هيئات تساعد في حماية المباني التاريخية والمواقع الأثرية، كما أن اهتمام الدول بالمباني التراثية يختلف من دولة لأخرى وذلك وفق جملة من المعطيات التي تلخص فيها القدرات المالية والثقافية والفنية (لعمى، 2013).

كما أن للفاعلين في ميدان العمران والبناء مثل المهندسين المدنيين دورا هاما في تجسيد مختلف برامج الترميم وكذلك إعادة التأهيل فيما يخص تحديد الأمراض الهيكلية والمشاكل التي يمكن أن تصيب الأبنية القديمة والسكنات الهشة بما فيها القصور التراثية.

في هذه الدراسة ومن أجل التعرف على مختلف الأمراض الهيكلية في المباني القديمة التي يمكن أن تصيب الهيكل طبقا لأنماط البناء والمواد المستخدمة، والمساهمة في إيجاد الحلول المناسبة لها، قمنا بأخذ القصر العتيق بورقلة كحالة دراسة، والذي يدخل أيضا في إطار برنامج مديرية السكن لولاية ورقلة (2021) المتعلق بدراسة ومتابعة أشغال ترميم وإعادة تأهيل السكنات الفردية لـ 145 مسكن.

ومما سبق جاء اشكالنا لطرح السؤال التالي :

ماهي الأسباب والعوامل التي ساهمت في تدهور هذه المباني والقصور؟ وماهي الأمراض الهيكلية التي تصيبها؟ وماذا يجب علينا نحن كباحثين فعله من أجل الحفاظ عليه مع مراعاة خصوصية المنطقة؟

الفرضيات:

عمليات إعادة تأهيل هذه المباني يمكن أن توفر حلول للقضاء على المشاكل الهيكلية للإطالة عمر هذه المباني. معظم مشاكل هذه المباني تعود إلى الشيخوخة التي تصيب مواد البناء.

أهداف الدراسة:

الهدف من الدراسة هو التعرف على أهم المشاكل التي تعاني منها المباني الهشة داخل القصر العتيق ومعرفة أنواع وأسباب الأمراض الهيكلية التي تسببها من الناحية الفيزيائية والكيميائية والميكانيكية. كما نهدف إلى التركيز على الأساليب والتقنيات المستخدمة في عمليات الترميم.

مفاهيم عامة:

القصر: تشير كلمة "قصر" إلى حقيقة أن العدو لا يستطيع دخول هذه المدن أو توغلها، لكنها تشير إلى المناطق السكنية ذات الأسوار العالية وأبراج مراقبة ويعتبر القصر مرآة تعكس الوجه الحقيقي للمجتمع الإسلامي، بقيم اجتماعية وثقافية متجذرة في تعاليم الشريعة الإسلامية وأهمية المناخ في تلبية حاجيات أخرى (كحلة و حاج سعيد، 2015).

التراث: إن كلمة التراث تعني ما تم توريثه، وتضم في طياتها الانتقال من الماضي إلى المستقبل، وفي الحقيقة أن هذا الإرث الذي حصلنا عليه من أسلافنا يجب علينا تمريره إلى الأجيال القادمة، سواء في جانب الفكر والأدب والفلسفة والثقافية أو في جانب الفنون العمارة والتصميم أو في كافة جوانب الحياة فكرياً وتطبيقاً. وطبقاً لاتفاقية حماية التراث العالمي الطبيعي والثقافي والصادرة عن اليونسكو فإن التراث يمكن تقسيمه إلى تراث ثقافي وتراث طبيعي، وبحسب منظمة اليونسكو إن التراث الثقافي قد يكون مادي أو معنوي، ويمكن أن يكون هناك نوع ثالث من التراث وهو التراث المختلط حيث توجد بعض المواقع التي تجمع بين الطبيعي والثقافي (سعادة، 2009).

الترميم: هو عملية خاصة تسعى إلى حماية وكشف جمال وتاريخ المبنى، وتقوم هذه العملية على احترام المادة الأصلية والوثائق الحقيقية، وغيرها من الأعمال التي يجب القيام وتكون ذات طابع حديث وعصري، وأن أعمال الترميم تتم من خلال البحث الأثري وتاريخ المبنى قبل الترميم (صبحي، 2019).

إعادة التأهيل: هو ما يتم عمله لحل فشل أو عدم قدرة هذه المباني على العمل والمهام المتوقعة منها، ويتم ذلك عن طريق إجراء تغييرات في التصميم الداخلي والمعماري للمبنى ليتناسب مع وظيفته الجديدة دون المساس بالقيمة

الفصل التمهيدي

الأصلية للمبنى، وعملية التجديد تجعل المبنى يحقق الراحة كإضافة بعض الخدمات بطريقة غير ضارة، مثل إضافة مصعد بالإضافة إلى تلبية متطلبات مشروع المبنى الجديد مثل الواجهات والأسقف والعناصر الداخلية الأخرى (فاطمة أحمد).

هيكلية البحث:

ملخص

المقدمة العامة

الفصل التمهيدي:

الإشكالية

الفرضيات

أهداف الدراسة

مفاهيم عامة

الفصل الأول:

مفهوم المباني التراثية

أنواع المباني التراثية

المواد المستخدمة في الأبنية التراثية

أساليب وتقنيات البناء

الفصل الثاني:

أنواع الأمراض الهيكلية في السكن الهش

أسباب الأمراض الهيكلية في السكن الهش

• الفيزوكيميائية

• الميكانيكية

الفصل الثالث:

المعاينة والتشخيص

الحلول المقترحة

الخاتمة

تمهيد:

ان أول ما فكر فيه الإنسان منذ ظهوره على الأرض هو تأمين مأوى يحميه من جميع ما يحيط به من عدة مخاطر منها الظروف المناخية الحارة صيفا والباردة شتاء، بحيث كان اهتمامه توفير الحماية له بإنشاء مسكن بمواد محلية طبيعية مختلفة من البيئة المحيطة به، فتنوعت هذه المواد بين مواد ترابية، وحجرية، وخشبية، كما تميزت هذه المساكن باستعمال مواد بناء منسجمة مع تقنيات وطرق سائدة في البناء والإنشاء وكيفية تداخلهما مما يعطي للمبنى مظهر مميز، وتنوعت هذه التقنيات حسب خبرة المهندسين وكذلك الظروف البناء في تلك الفترة، ولذا سنتطرق في هذا الفصل الى المواد المستعملة، وأيضا الأساليب والتقنيات التي اعتمدها المهندسون في بناء والتشييد.

1. مفهوم المباني التراثية:

هي الأبنية المتكاملة التي تعتبر التراث المعماري للمنطقة، وتحمل قيماً تاريخية مكتسبة إما من خلال جمالها المعماري، أو طول عمرها، أو قيمتها التاريخية، لارتباطها بالأحداث مهمة في المنطقة، ويمكن أن تكون هذه الأحداث اجتماعية ودينية وسياسية واقتصادية، وقد تصنف المباني التاريخية كل مبنى يزيد عمره عن خمسين عاماً (سعيد، 2022). وهي مباني ذات طراز معماري مختلف، وأسلوب المبنى هو طريقة تصميم المبنى وواجهته التي تعكس مدارس العمارة المختلفة التي نشأت من العصور القديمة كجزء من التاريخ العمارة المحلية (النحاس وعزت مهران، 2022).

2. أنواع المباني التراثية:

وتنقسم المباني التراثية إلى قسمين رئيسيين وهما:

1.2. المباني الطينية:

تتوزع المساكن الطينية في جميع المناطق الزراعية بشكل عام في المنطقة الوسطى وفي منطقة حائل والمنطقة الشرقية ومنطقة عسير ومنطقة نجران، ومن النادر وجود هياكل خشبية بسبب قلة الأخشاب في المنطقة، والتواجد الحالي على ساحل تهامة، تمت إزالة معظمها، واستخدام الأخشاب (الأثل، نخيل، وأشجار مماثلة للمناخ الصحراوي) وهو ببساطة تغطية السقف لتحمل طبقات من الطين، والخشب، الجريد، والحصير، وصناعة الأبواب

والنوافذ الداخلية وغيرها¹. وهو المبنى الأكثر استخدامًا بشكل أساسي من التربة المتاحة والموجود في العديد من الأماكن، ويمكن دمجه مع مواد أخرى لجعله أقوى مثل القش، ويمكن تصنيع قوالب لتشكيل كتل وأكياس من التراب، أو حتى طوب طيني مشوي، وكل هذه مجرد صور يتخيل فيها المادة الأصلية للبناء الأولى وهي التربة (عطيات، 2017).

1.2. المباني الحجرية:

تتوزع البيوت الحجرية عادة في الجنوب والغرب والشمال، أي في منطقة (الدرع العربي) بشرق البحر الأحمر، حيث توجد الصخور الرسوبية (الحجر الجيري والشعاب المرجانية والأحجار الرملية في منطقة جدة والساحل الشرقي) والصخور الإندفاعية (غرانيت - بازلت) وكذلك في المنطقة الوسطى أحياناً². في الماضي، كان بناء الحجر مكلفًا ويتطلب الكثير من الجهد في القطع والتحضير والنقل، لذلك كان استخدامه في العصور القديمة محدوداً³.

أولاً: مواد البناء المستخدمة في الأبنية التراثية:

على الرغم من أهمية بناء منشأة، فإن أهمية معرفة ما نحتاج إلى بنائه تأتي من الاستخدام الفعال والمناسب للمواد البناء مع جمل إنشائية وهيكلية (صلاح الدين ، 2015). وأُعتد في إنجاز المباني على مواد محلية للخلق طابع معماري فريد يتوافق مع الظروف البيئية الطبيعية الصعبة، لذلك فالأثر المعماري الأصيل لا يتجاوز عن كونه تعبيراً مادياً عن قدرة الإنسان على التكيف مع بيئته، وهذا ما يدل على حسن استغلاله للوسائل والمواد الموجودة في المنطقة (بوتدارة و سليمانوي، 2017). استخدم القدماء نوعين من الملاط حسب طبيعة المبنى، وهما الطين ويستخدم مع الطوب المجفف بالحرارة الشمسية (اللبن) والجبس ويستخدم مع الحجارة (خالد فرج و براك الأنصاري، 2016).

1 - مجموعة من المؤلفين، دليل أعمال ترميم المباني الطينية والحجرية، الهيئة العامة للسياحة والآثار، المملكة العربية السعودية، 2009.

2 - نفس المرجع السابق.

3 - مجموعة من المؤلفين، الطرق التقليدية في الإنشاء، المؤسسة العامة للتدريب الفني والمهني تخصص تقنية معمارية.

1.المواد الترابية:

1.1. الطين:

الطين هو أحد أقدم مواد البناء المعروفة وقد تم استخدامه لأكثر من عشرة آلاف سنة، انتشر استخدام الطين في العديد من الحضارات: مثل بلاد ما بين النهرين ووادي النيل والحضارات الرومانية والهندية وحضارات الأمريكيين الأصليين والحضارات الإسلامية والهياكل الطينية التي لا تزال تستخدم في أجزاء كثيرة من العالم (قبالة، 2010). يعتبر الطين من أكثر المواد وفرة في البيئة الصحراوية، فهو سهل الاستخدام ولهذا اتجه البناؤون لاستعمالها خاصة بأن هذه المادة أثبتت أنها متينة ومقاومة لتأثيرات الطبيعة (بن سويسي، 2013). وللطين بعض الخصائص الفيزيائية التي تميزه عن غيره من المواد الطبيعية الأخرى وهي خاصية التشكيل والتجفيف، بمجرد إضافة عنصر الماء يصبح الطين ليئا وسهل التشكيل، وحال فقدانها له بأحد عوامل التجفيف يحدث التصلب (يحياوي، 2016). ويعد الطين من المواد التي لها خاصية العزل الحراري، لأن الأرض تتلقى الكثير من الأشعة الحرارية خلال النهار، وبعد انتشار هذه الحرارة خلال النهار تعيد إصدارها مرة أخرى في الليل (بوتدارة و سليمانوي، 2017).

2.1. الطوب:

الطوب هو عبارة عن طين مربع أو مستطيل يستخدم في البناء، ويتم حرقه والمعروف باسم الطوب الأحمر، وإما غير محروق يعرف طوب اللبن (محمد رزق، 2000). ويعتبر الطوب من أفضل مواد البناء المناسبة للبيئة الصحراوية، ومن الأفضل صنعه في فصل الربيع أو الخريف بسبب الظروف المناخية المعتدلة وعدم قساوتها (بن نعمان). وهو عبارة عن مزيج من الطين والتبن والماء، يتم تشكيله وتجفيفه تحت أشعة الشمس (محبوبي، 2017). يتم استخدامه بكثافة في بناء الجدران الخارجية المحيطة بالبيوت أكثر من غيرها من الأماكن الأخرى، دون أن ننسى استعماله أيضا كمادة أساسية في بناء وتصميم العديد من العناصر المعمارية والإنشائية (معزوز، 2011). وينقسم الطوب الى نوعين رئيسيين حسب طريقة التشكيل:



الشكل 1.1: طريقة تشكيل الطوب باليد. المصدر: محبوبي 2017

أ. طوب الآجر:

يعتبر الطوب الآجر من أقدم المواد التي صنعها الإنسان واستعملها في عمليات البناء والتشييد، وهو مصنوع من مادة طين المطحون يتحكم في عجنه وتجفيفه، ثم يتعرض صلصال الطين للحرق في الأفران حتى يتصلب ويصبح آجر أحمر، وكلما طالت فترة تعرضه للنار زادت صلابته وبذلك يصبح جاهزا لاستخدام (موشموش، 2009). على الرغم من طوب الآجر منتج من الطين والمعروف منذ العصور القديمة الا أنه استخدم بصورة محدودة في البناء بسبب تكلفته العالية، أما في العمارة التقليدية بالصحراء المنخفضة فيكاد ينعدم استعمالها (قنابلة، 2010). ويصنع الآجر بواسطة قوالب خشبية تختلف مقاساتها من منطقة لأخرى، حيث يكون طول الآجر يساوي ضعف عرضه، والعرض يساوي ضعف سمكه فإن هذه القاعدة ثابتة نوعا ما (طاهري، 2009).

ب. طوب اللبن:

اللبن مادة طبيعية تتكون أساسا من تربة والماء ومواد رابطة بنسب مختلفة، والتربة بدورها تتألف من خليط الطين الناعم وجزء كبير من التربة ومن الرمل والحصى (العنزاوي). وهو عبارة طين ممزوج بالقش ويجفف بأشعة الشمس ويستخدم في العمارة مثل بناء جدران كاملة أو ملئ الجدران المغطى بالآجر (القيلوبى). وتعتبر هذه المادة من أكثر المواد انتشارا في الصحراء لما يمتاز به من الوفرة والسهولة والتوافق مع البيئة الصحراوية حيث تخفض الرطوبة والحرارة المرتفعة (قنابلة، 2010).

3.1. الملاط الطيني:

هو عبارة عن خليط يشكل مادة صلبة تربط بين عناصر البناء المختلفة، حيث يتكون أساسا من الرمل والطين مع إضافة الماء (هدي، 2016). ويستخدم إما ممزوجا مع التبن أو بدونه، ويستعمل في جميع المباني كمادة لتثبيت لبنات الطوب والأحجار الصغيرة بعضها ببعض، وفي ربط وطلاء الجدران الداخلية والواجهات الخارجية للمبنى (يحياوي، 2016). وهو سائل لزج يتكون من الكلس والرمل ومسحوق الطوب ورماد الفرن، ويتم الحصول على الملاط بخلط كمية من الطين تترك في الماء لمدة لا تزيد عن أسبوع حتى يصبح سائلا لزج، ويتم إضافة المواد السابق ذكرها ثم يخلط جيدا، ويكون جاهزا للاستخدام (تمليكشت).

4.1. الرمل:

هو مادة معدنية صغيرة ينتج من تفتت الصخور الصوانية والجيرية، تجلب من المجاري المائية والكتبان الرملية المتراكمة، والتي تتواجد بكثرة في الجنوب وينقسم إلى نوعين ناعم ويستخدم في جميع أعمال البناء، والخشن لتغطية الجدران الداخلية والخارجية، كما يساعد على تماسك الطوب ببعضه البعض ومنعه من التشقق (هدي، 2016). ويمر أحيانا قبل استخدامه بمرحلة الغريلة للحصول على أنواع مختلفة من الرمل حسب مكان استخراج وطرق تقنيته، واستعمل الرمل في غالب الأحيان بإضافته للمواد الأخرى كالطين والجير (قبالة، 2010). يعتبر الرمل مادة أساسية ومتعدد الاستعمال يستخدم في أعمال البناء المختلفة، والسيليكا هي العنصر المعدني المكون من الرمل، ويتواجد بكثرة في الأراضي الصحراوية (دحمون، 2005).

2. المواد الحجرية:

1.2. الحجارة:

يعتبر الحجر من أهم المواد المستخدمة في البناء وهو معروف منذ العصور القديمة، فهي أكثر مقاومة للظروف المناخية الصعبة (محبوبي، 2017). واستعملت الحجارة في إنجاز أساسات الأسوار وجدران البيوت داخل القصبة بالإضافة إلى العديد من المباني الدينية والمدنية الأخرى. (بن سويسي، 2013). وهي عبارة عن كتل بأحجام مختلفة، ولها مساميات في البناء مختلفة حسب المادة، كما تختلف أيضا حسب طريقة تقطيعها (يحياوي، 2016). ويستخدم الحجر كمادة بناء تبدأ طبيعيا بعملية التجميع وهي في الأصل من مواد معدنية، ويتم جلب الأحجار من محاجرهم الخاصة والتي تعمل بمواد مساعدة حيث تتمزج خصائصها الفيزيائية بالجمالية (Jean-Pierr). ومن أهم الحجارة المستخدمة في المباني التراثية الحجارة الصلبة والحجارة الهشة.

أ. الحجارة الصلبة:

هو عبارة عن حجر رسوبي يتكون من حبيبات الرمل متماسكة بواسطة ملاط السليكي أو الكلسي، وتشكل أكبر مصدر لعنصر الكربون في القشرة الأرضية (الغنيم، 1998). بحيث تمتاز بقوة والصلابة وشدة مقاومتها للأمطار لذا فهي تستخدم بسمك يتراوح ما بين 50-70 سم، مما يوفر العزل الحراري للفراغ الداخلي للمبنى، وتجلب الحجارة الصلبة من الجبال المجاورة للقرية أو من الوديان (حجاري، 2017). وعادة ما تكون هذه الحجارة ذات اللون الأحمر المصفر، وذلك لاحتوائها على أكسيد الحديد (حملاوي، 2006).



الشكل: 2.1 الحجارة الصلبة. المصدر: كشيرد 2019

ب. الحجارة الهشة:

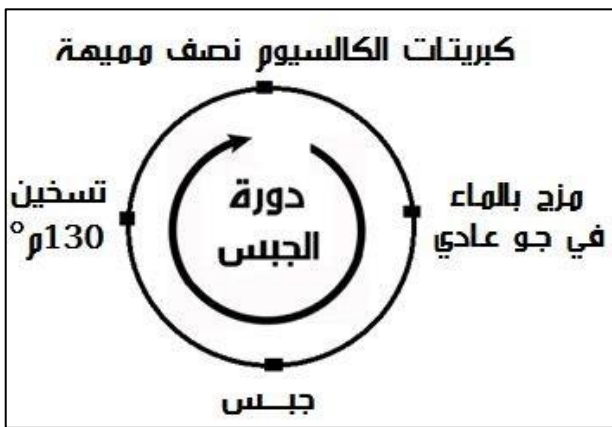
وهي عبارة عن حجارة هشة وذات مسامية عالية، وبمجرد وضعها في الماء تتفتت، وتتكون أساسا من السلس وسولفات الكلس، وتتواجد على شكل طبقة تعرف ب"الدباب" يبلغ طولها حوالي واحد متر وتستخرج من باطن الأرض خاصة بعد الأمطار الربيعية وذلك بعد ازالة الطبقة الترابية السطحية التي يصل سمكها إلى حوالي 2.5 م (قبابله، 2010). وتتواجد هذه الحجارة بكثرة في المناطق الصحراوية لاحتوائها على طبقات كلسية تعود إلى الفترة الكريتاسية، وهي تمتد من منطقة وادي ميزاب حتى منطقة تيدكلت، حيث يتم استخدامها لبناء الجدران نظرا لسهولة الحصول عليها، ومدى وملاءمتها للظروف المناخية والتغيرات الجوية (هدي، 2016). ومن هذه الحجارة تستخرج مادة الجبس، الذي تتم صناعته بعد حرق الحجارة الجيرية في فرن تقليدي ثم يطحن بمهراس خشبي سميك، كما يستخرج منها كذلك الجير بنوعيه الهوائي والمائي الذي يستخدم كملاط لاعم، أو في الطلاء الجدران الداخلية والخارجية للبيوت أو في أطر المداخل للتقليل من قوة الإشعاع الشمسي (بن نعمان).



الشكل:3.1 الحجارة الهشة. المصدر: كشيرد2019

2.2. الجبس (التمشمت):

وهو مادة بناء معروفة في المباني التقليدية، ومن أهم المواد البناء الأساسية المستخدمة في الصحراء وهي معروفة بعدة بتسميات مختلفة ومتشابهة منها التيشم، التيمنشمت، التمشمت، وهي التسمية الأكثر إشاعتا (قبالة، 2010). هو نوع من الجبس التقليدي ذو لون رمادي تستخرج مادته الأولية من اماكن محددة على عمق 1.5 متر حيث يتم حرقه في افران خاصة تحت درجة حرارة عالية تتراوح ما بين 150 درجة مئوية و 200 درجة مئوية ويستعمل كمادة لاحمة بين الحجارة (كشيرد، 2019). استخدام ملاط الجبس في البيوت الحجرية لم يكن في الأصل لربط الكتل الحجرية بعضها ببعض، لأن في وزن الكتل الحجرية ما يغني عن ذلك، وإنما كان ذلك لملئ الفجوات الصغيرة على الأسطح العليا للكتل الحجرية الكبيرة لتوزيع الثقل الذي يقع عليها (شاهين، 1994).



الشكل 5.1: دورة الجبس. المصدر: يحيوي

الشكل4.1: مادة التيمشمت. المصدر: كشيرد 2019

3.2. الحجر الجيري:

يعد من أكثر المواد المستخدمة شيوعاً منذ مئات السنين، حيث ظهر استعماله عند الفراعنة والصينيين وشعوب المايا، فقد شيّدوا العديد من المباني التي استمرت لقرون باستعمال الجير كمادة أساسية. (هدى، 2016). والمكون الأساسي لمادته هي الكلس الملتحم، وهو نوع سميك وقوي، ولونه يميل إلى اللون الزبدي (موشوش، 2009). وينتشر بكثرة في المناطق الصحراوية، وذلك لتوفره ورخص ثمنه والخصائص التي تتميز بها، كالعزل للحراري والصوت ولا يتأثر بالتشققات نتيجة للمواد الداخلة في تركيبته وسهولة تصنيعه وصيانته بشكل بسيط وسهل (العنزوي). وهو مادة متممة ومكملة ولذلك يعتبر استخدامه كمادة ثانوية كما تبين ذلك في العديد من المباني القائمة، كما يقتصر مجال استعمال هذه المادة في غالب الأحيان في تغطية الجدران الداخلية للمباني والقباب والعقود (معزز، 2011).

3. المواد النباتية:

1.3. الخشب:

تعتبر هذه المادة من أهم المواد منذ العصور القديمة، فهي مادة أساسية لها عدة استخدامات، إذ أنه من المواد الأكثر شيوعاً في المباني الصحراوية (موشوش، 2009). وهذا بسبب خصائصه التي يمتاز بها، لديه مقاومة جيدة للإجهاد ولالتواء المنخفض (مصطفى، 1990). وأشار ابن خلدون إلى أهميته فقال "وأول نفعها أنها وقودا للنيران في معاشهم وعصيا للاتكاء... ودعائم لما يخشى ميله من ثقلهم... فأما أهل البدو فيتخذون منها الأعمدة والأوتاد لخيامهم... فالسقف لبيوتهم والأغلاق لأبوابهم" (شحادة، 2001). ويستخدم الخشب بعدة طرق حسب المواد المدروسة حيث يلعب دور كبيراً داخل المبنى كما استخدم الخشب كدعم للأشياء العالية واستعمل في الأبواب والمداخل وكمادة لاحمة في عمليات البناء (البتير، 2017). ومن بين الخشب الذي استخدم نذكر ما يلي:

أ. جذوع النخيل:

تستغل أشجار النخيل القديمة أو الهالكة والطاعنة في السن في عمليات البناء، وبعد تقطيعها وإزالة من جميع أجزائها والتي يمكن استخدامها لأغراض أخرى، بعدها يتم تقسيمها طولياً إلى جزأين أو أربعة أجزاء، اعتماداً على ما يتناسب طبيعة المبنى، ثم تترك لعدة أيام في أشعة الشمس الحارقة حتى تجف ويصبح صالح للاستعمال (حملاوي، 2006). ويعد خشب النخيل مادة بناء مهمة وله استخدامات عديدة في المباني، حيث استخدم في تسقيف الأسطح والأبواب والنوافذ كما إنه استخدم في البناء لربط بين الجدران المبنى (القبليوي). بحيث تمتاز

هذه الجذوع أو السيقان بشكل أسطواني ينحصر شكلها تدريجيا من الأسفل الى الأعلى، وتكون هذه الجذوع مغطاة بقواعد الجريد القديم (الكرناف) وهذا ما يجعلها خشنة وقوية، ولكن عندما تتقدم في السن وتصبح النخلة قديمة تجف تلك القواعد ويصبح الجذع أملسا (بوتدارة و سليمانوي، 2017).



الشكل:1.6 جذوع النخيل. المصدر: Benabdallah 2018

ب. خشب العرعر:

العرعر هي شجر تسمى الساسم، ويقال لها أيضا الشيزي، وهي شجرة جبلية كبيرة لاتزال خضراء يسميها الفرس السرو (كوكب، 2001). ويتراوح إرتفاعه بين المترين إلى 6 أمتار، وهي من الأشجار العطرية التي تنمو في المناطق الجافة وشبه الجافة بإقليم النجود والأطلس الصحراوي، أخشابها قوية وصلبة وسريعة الجفاف (حليمي، 1997). من مميزاته مقاومة التسوس ولحشرات الضارة كالأرضة، لهذا استخدمت جذوعه في تسقيف الأسطح، كما يستخرج منه مادة القطران الأسود، الذي يستعمل لأغراض كثيرة، كما يستخدم لطلاء الأبواب والنوافذ، وكذلك مطهر وقاتل للبكتيريا، كما يدهن أيضا به بعض الأسقف الخشبية ليكون مضاد لحشرة الأرضة الآكلة للخشب (يحياوي، 2016). كما أنه يتميز بالضخامة وبالتالي يقتصر استخدامه على الأماكن المعرضة للضغط العالي (حجاري، 2017).

ج. خشب الأثل:

تشتهر هذه الأشجار بقلّة احتياجها للمياه، وهي من الأشجار التي لا تتأثر بالظروف المناخية والتقلبات الجوية لما تميزت به من وجود الأوراق الإبرية، وتحتوي على مواد شديدة المرارة تحميها من الحشرات والديدان، وتمثل جذوع هذه الأشجار إحدى الركائز المهمة في بناء الأسقف للمباني التقليدية القديمة (كعكي، 2004). وقد تعرف الباحثون على شجر الأثل من العصر الحجري الحديث وفترة حضارة تاسيان فترة حضارة بداريان وعصر

ما قبل التاريخ ومن العصور الأخرى (شاهين، 1994). ومن مميزات هذا النوع من الخشب أنه يستخدم لفترات طويلة ويتميز بالقوة والمتانة ومقاومته لجميع العوامل الطبيعية (معزوز، 2011).

ثانياً: أساليب وتقنيات البناء:

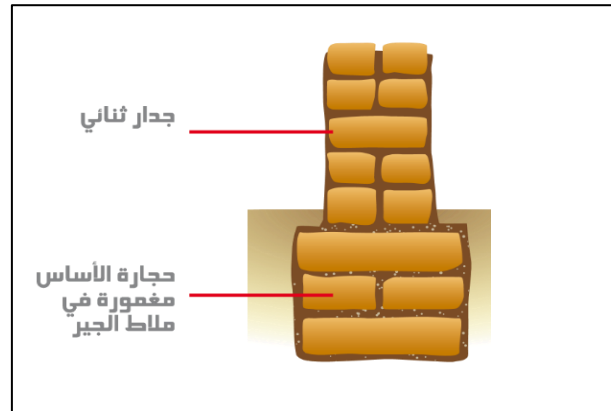
وتعني التقنية من الناحية المعمارية الى عملية ربط عناصر مواد البناء ببعضها البعض، وكيفية تداخلها، ويعتبر أيضا العنصر الأول الذي يعطي للمبنى مظهره المعماري الخاص (Martin, 1990). ويعد الاهتمام بالجوانب التقنية والفنية للبناء من الاعتبارات الأساسية لأنها الوسيلة المثالية لضمان سلامة وأمن المبنى من التلف وديمومته على مدى فترة زمنية أطول، حيث تعتبر أعمال البناء من أصعب الأنشطة التي يقوم بها الإنسان، ولما ينعكس عليه من نتائج سواء كانت إيجابية أو سلبية، ولذا تنوعت وتعددت طريقة البناء في مختلف الحضارات مع تعدد مواده الكثيرة من حجارة وما يتصل بها من أجناسها المختلفة حسب توفرها في المنطقة بالإضافة الى مواد أخرى مشكلة من طين (هدى، 2016). ويرجع تنوع تقنيات البناء في العمارة الصحراوية، إلى تنوع مواد البناء مثل طوب والحجارة والمواد المختلطة الأخرى (Lavenu et.al, 1999).

1. الأساسات:

الأساسات هي القاعدة السفلى لمنشأة هندسية أو بناء تتمثل مهمتها في نقل أحمال البناء الى التربة والتأكد من ثباتها وارتكازها على الأرض (البقري، 1984). ووضع الأسس هو أول عمل يبدأ به البناء، يتم إنشاء هذه الأساسات من خلال قطع مختلفة من الحجارة أو كتل الطين، والتي يتم وضعها في صفوف متوازية في وسط حفرة ذات عمق محدد (بن سويسي، 2008). ولقد أصبح الإنسان مدركا لأهمية الأساسات منذ زمن بعيد أي أكثر من عشرين قرنا، كتب المهندس المعماري الروماني فيتروفوس يقول "الأساسات والتي هي الجزء السفلي من المباني يجب أن توضع على أرضية صلبة، وفي حالة عدم وجودها يجب حفر الأرض تحتها للوصول إليها" (Morgan, 1914). ومن أجل تحقيق استقرار المبنى ضد أي تأثيرات خارجية كالرياح والأمطار والزلازل، وبالتالي فإن بناء الأساس يعتمد على الأرضية المراد البناء عليها، فإذا كانت الأرضية صخرية فإن الأساسات تتطلب عمقا أقل لأن قوة تحمل التربة تكون عالية جدا كما هو حال العديد من القصور حيث أن التربة المناسبة لوضع الأساسات دائما ما تكون قريبة من السطح بفضل اختيار موقعها على هضاب صخرية (Didillon, 1984).

❖ تقنية بناء الأساسات:

الخطوة الأولى التي يتخذها البناء هي حفر حفرة عميقة وغالبا ما يجد العامل طبقة سميكة من "التافزة" قد يتجاوز عمقها 50 سم، وبعد ذلك يتم رفع الجدار مباشرة على هذه الأرضية الصلبة، وكان الهدف من كل ذلك هو وضع أسس الجدران للحصول على أساس متين (بوتدارة و سليمانوي، 2017). ثم يتم تكديس صفوف الحجارة بشكل مداميك وتملأ الفراغات والفواصل بين الحجارة بملاط طيني كعنصر رابط، بحيث يكون سمك جدران الأساسات أكبر من سمك الجدران التي تبنى عليها (يحياوي، 2016). ومن الطبيعي أن يتجنب الإنسان استخدام مادة الطوب في الأساسات لما بسبب الخطر الذي يشكله على البنية ككل بسبب تأثير المياه على الطوب الذي يؤدي في النهاية الى تدميره وتخريبه إما عن طريق الظاهرة الشعرية أو بتجميع مياه الأمطار عند الأساسات (قبالة، 2010).



الشكل 7.1 طريقة بناء الأساسات. المصدر: بوعروة 2012

2. الجدران:

الجدران أو الحوائط هي عناصر عمودية للمبنى تفصل بين المساحات الداخلية أو بينها وبين الفراغ الخارجي، ويتمثل دورها بشكل أساسي من جانبيين: تحديد الحيز الداخلي للمجالات، واستخدامها كعناصر حاملة (نوبي ، 2001). ويتكون الجدار من الحجارة وملاط وطبقة أو أكثر من الملاط، بالإضافة إلى الفتحات والنوافذ والأبواب (المحاري). تتميز على العموم بشكلها الغير المتساوي، ويمكن تكون مبنية بالحجارة وحدها، أو يمزج الطوب بالحجارة حيث يوضع الطوب في الجهة العلوية للجدار لخفة وزنه مقارنة بالحجارة، وأحيانا يتم بناؤها بالقوالب الطينية فقط في المباني ذات الطابع الصحراوي (حجاري، 2017). ومن المعروف أن مواد البناء لهذه الجدران كانت تختلف باختلاف البيئة والقدرات المادية (رزق، 2000). لذلك اختلفت طرق البناء،

حيث نجد في بعضها مزيجا بين أكثر من تقنية ومادة بناء، وذلك بهدف تحسين متانة المبنى وتحقيق غاية جمالية (بوخنوف، 2012).

❖ تقنية بناء الجدران:

اختلفت المواد المستخدمة في بناء القصور من حجارة وطوب ما جعلها تختلف في طريقة البناء حيث نجد هذا الاختلاف من مبنى الى آخر أو في نفس المبنى، وذلك لتعزيز مقاومة المبنى واكتسابه نظرة جمالية (بوخنوف، 2012). ويمكن أن نميز طرق خاصة في بناء جدران من الطوب، وأخرى بجدران من الحجارة، وطرق أخرى بالبناء المختلط (Lavenu et.al، 1999). وتتمثل تقنية بناء الجدران الحجرية بوضع الصفيحة المسطحة من الحجارة في الاتجاه الظاهر (المكشوف) للجدار، ويترك الوجه الغير المنتظم الى الداخل، وتربط الحجارة ببعضها البعض بواسطة ملاط الكلس وفي بعض الأحيان تملأ الفراغات بالحجارة الصغيرة (بوعروة، 2012). لا تستند مواضع الحجارة إلى أي نمط معين، لذلك لا يمكن أن نميز الصفوف التي يتركب منها الجدار، ويعتمد تماسك الجدار بشكل أساسي على الملاط (قابلة، 2010). ويختلف سمك الجدران حسب حجم المبنى وعدد طوابقه، ويرفع الجدار بشكل عام الى ثلاثة أمتار أو أقل لكل طابق، ويشيد جدار المبنى بوجهين، وجه داخلي ويسمى القفا أو الظهر، ووجه خارجي (الزهراني وآخرون، 2007). وتختلف طرق وضع الكتل الطينية باختلاف أحجامها وسمك الجدران، وتعتمد جميعها بشكل أساسي على مبدأ واحد بشكل عام وهو الترابط بين الكتل الطينية (بن سالم وبلحاج). بحيث توضع قطع الطوب بشكل أفقي ومنتالي، مما يعطي شكل مسافة منتظمة ومتساوية، مع وضع الملاط الطيني بين الطوب والآخر ليربط بينهما (بناجي، 2010). وعند الانتقال إلى الصف الثاني يتم وضع كل طوبة فوق طوبتين التي أسفلها لتحكم التماسك، وهكذا الى أن يصل البناء إلى الارتفاع المطلوب للجدار (حملاوي، 2006).



الشكل 8.1 البناء بالحجارة. المصدر: كعكي 2004
 الشكل 1.9 البناء بالطين. المصدر: بابا نجار
 بوعروة 2010

3. الأسقف:

الأسقف هي العناصر الهيكلية الأفقية الحاملة، والتي تتقل جميع الأحمال الدائمة والمؤقتة الى العناصر الإنشائية الشاقولية (الأعمدة، الجدران)، وتقسيم المبنى الى مستويات مختلفة (بغاية، 2013). والمقصود بالتسقيف تغطية المبنى أو تركيب سقف له، لحمايته من التأثيرات المناخية الخارجية وبذلك يمكن استكمال الحيز الفضائي المساحي للبناء أو يكون فاصلا بين فضاءات المبنى الواحد في استمراريته العامة (الحسن، 2005). ويتكون السقف عادة من عدة طبقات مبنية بمواد مختلفة وسمك مختلف (المحاري). اعتمد المعماري المسلم في تغطية المباني بمختلف أشكالها على عدة أنواع من وسائل تغطية حيث استخدمت في تقنيات عديدة في بنائها فظهرت الأسقف المستوية (المسطحة)، لقد أثبتت هذه التقنيات وغيرها أن لكل منطقة لديها كفاءتها الخاصة في نظام التسقيف وذلك نتيجة المواد والوسائل المتوفرة لديها (هدى، 2016).

❖ تقنية بناء السقف:

وتتميز بناء السقف بنوعين رئيسين أسقف مسطحة وأسقف بالقباب:

أ. الأسقف المسطحة:

تعد الأسقف المسطحة من خصائص المناطق ذات المناخ الحار والجاف، حيث يكون بشكل أفقيا، ولهذا يطلق عليه بـ "السطح"، والسقف لغة ظهر البيت وأعلى كل شيء فيه، وهو الوجه العلوي للسقف الذي هو أعلى البيت مقابلا لأرضه (قبالة، 2010). وذكر ابن خلدون كيفية انشاء سقف مسطح قائلا " ينتشر الخشب

والنجارة على كل جدران البيت ومن فوقها ألواح متصلة بالدهائر ويصب عليها التراب والجير ويبسط بالمراكز حتى تتداخل الأجزاء ويثبت ويعالى عليها الجير كما يُعالى على الحائط (شهادة، 2001). ويتم بناء السقف بصف وترتيب العوارض الخشبية أولاً بعرض الغرفة، وتبعد كل واحدة عن الأخرى حوالي 15-20 سم ويكون عرض الغرفة غالباً حوالي 3 م وذلك اعتماداً لأطوال العوارض الخشبية (المحاري). ومن ثم يوضع الطين الجاف في الأعلى بطبقة تتراوح سمكها من 15-20 سم، ثم ننجز طبقة من ملاط الجير وهي الطبقة العازلة، وهي أكثر تماسكاً لحماية السطح من تأثيرات الرطوبة ومياه الأمطار. (يحياوي، 2016).



الشكل 10.1 الأسقف المسطحة في المباني الطينية. المصدر: بن سالم، بلحاج

ب. الأسقف بالقباب:

القباب عبارة عن عناصر هيكلية معمارية لها شكل مقوس (منحني) من الداخل وليس لها نهايات بزواوية، تستخدم في التسقيف، في أبسط أشكالها عبارة عن نصف كرة توضع على أعمدة أو جدران المبنى ومصنوعة من مواد مختلفة، وتعود ميزة استخدام القباب في الصحراء إلى طبيعة ومناخ المنطقة، حيث تعمل القباب على تلطيف الجو من خلال زيادة حجم الهواء داخل الغرفة، حيث يرتفع الهواء الساخن إليها ويبقى الهواء البارد داخل القاعة (قبالة، 2010). يتمثل استعمال القباب في عملية التسقيف وهي من الأساليب القديمة في تسقيف المباني، وذلك لعدم وجود واحات ما توفره من مواد البناء كجذوع النخل وأغصان الأشجار، ويتم إنجاز القباب باستخدام الحجارة ورابط من الجبس المحلي (تمشمت) مما يساعد على البناء لامتيازته بالصلابة وسرعة جفافه (بغباغة، 2013).



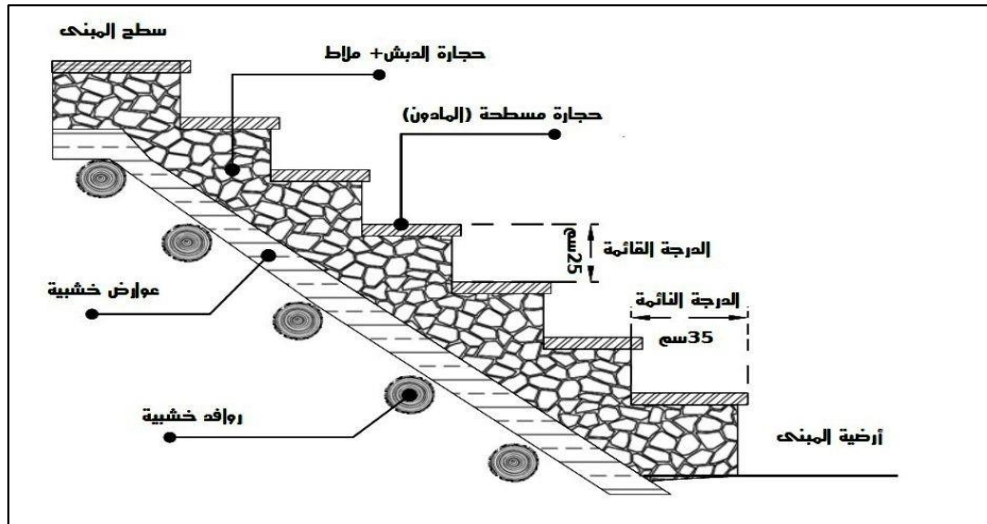
الشكل 11.1 الأسقف بالقباب في المباني الطينية. المصدر: بن سالم، بلحاج

4. السلالم:

تعتبر السلالم من أهم العناصر الإنشائية للمباني، وذلك لما تلعبه من دور في تحقيق التواصل بين الأرضيات والأسطح (يحياوي، 2016). وهي عبارة عن سلسلة من الدرجات المتتالية، التي يمكن بواسطتها المرور من مستوى أعلى أو أدنى، وبدون ذلك يكون التحرك نحو السطح صعبا ومشلولا، وتستخدم السلالم في العمارة الصحراوية بشكل واسع بسبب انتشار العمران الرأسي في أغلب المناطق من طابق واحد أو طابقين (قبابلة، 2010). وغالبًا ما يتم اختيار موقعها في أقرب مكان من مدخل المسكن حيث يقع على يمين أو يسار الباب والهدف من ذلك الحفاظ على الخصوصية، بحيث أن قربها من المدخل الرئيسي يمنع دخول الغرباء وكشف خصوصية أهل المسكن (تمليكشت).

❖ تقنية بناء السلالم:

يتم إنشاء السلالم ذات الاتجاه الواحد بطريقة تقليدية تشبه بناء التسقيف المسطح الى حد ما، حيث يتم وضع مجموعة من العوارض الخشبية بالتوازي وبميل محدد يلائم حركة الإنسان، وتغطي هذه العوارض الكبيرة بأخرى صغيرة بطريقة متعامدة عليها (يحياوي، 2016). ثم يتم نشر الطبقة الأولى من الحجارة على جذوع الأشجار وأحيانا يستعمل الأحجار المسطحة مع الجير، وبعد ذلك يبدأ في تشكيل الدرجات باستخدام الحجارة والملاط (الجير)، ويتم تشكيلها بواسطة ألواح خشبية توضع بشكل عمودي وأحيانا باليد فقط، ثم تتم تسوية الدرجات على الجانبين (القائمة والنائمة) بالجير بشكل جيد (قبابلة، 2010). أما بالنسبة للعتبات فتكون مسطحة ويتراوح ارتفاعها من 20 إلى 40 سم (هدي، 2016).



الشكل 12.1 طريقة بناء السلالم على العوارض الخشبية. المصدر: يحيوي، 2016

5. الأعمدة والدعامات:

العمود في العمارة عنصر إنشائي شاقولي، يدعم السقف أو الجدار أو العتبة أو القبو، ويهدف إلى نقل الأحمال من العناصر الأفقية إلى السقف حسب الحلول المعمارية إلى القواعد والأساسات التي تنقلها للأرض (نوبي، 2001). وقد اتخذ العمود العديد من التسميات مثل العمود في المشرق وسارية في المغرب، ولقد اعتمد المسلمون على العديد من أنواع الأعمدة بما في ذلك المضلع والثماني الأضلاع التي شاع استعمالها في زمن قايتباي في مصر أضلعها مزينة بالزخارف النباتية (زكي، 1981). إذا رجعنا إلى ظهور عنصر العمود في العمارة بصفة عامة فنجد أن أول ظهور له كان في العمارة الإغريقية ثم الرومانية، ثم سرعان ما تبنى البناء الإسلامي دعامة خاصة بعد أن اتقن الصناعة ونضج الفن والاستقلال (أرنيس، 1966).

❖ تقنية بناء الأعمدة والدعامات:

اعتمد في بناء الأعمدة في العمارة الصحراوية عدة أنواع أهمها:

أ. أعمدة خشبية:

هي عبارة عن جذوع النخيل التي تستخدم بكامل سمكها وبدون تعديلات، مما يعطيها شكل أسطواني الغرض منها هو بناء الأسقف بشكل أساسي، خاصة في المساجد والبيوت التي تكون مساحتها كبيرة نسبياً، وهي أعمدة بسيطة، قليلة الارتفاع وقاعدتها مصنوعة من الحجارة الكبيرة أو من التمشمت الذي يحكم حولها لحمايتها من

الرطوبة والاهتزازات، وغالبا ما يعلوها عارضة أفقية (كمرة) تقوم بدور تجميع قوى الثقل الموزعة على العمود مباشرة (قبالة، 2010).



الشكل 1. 13 طريقة بناء الأعمدة الخشبية. المصدر: حجازي 2017

ب. أعمدة حجرية:

هي عناصر معمارية تدخل في تصميم المبنى، تستخدم لتدعيم الأسقف وجدران المباني، ويتمثل دورها في توزيع الأحمال ونقلها نحو الأساسات، وهي أعمدة ذات مقطع مربع الشكل، تتراوح أبعادها بين (70 × 70 سم) و(1.20 × 90 سم) (يحيائي، 2016). يتم تشيدها بنفس طريقة التي تشكل بها الجدران، أي يحفر البناء خندق صغير أو حفرة وتملأ بالحجارة، لرفع ثقل الأعمدة ثم ترص الحجارة فوق بعضها البعض بطريقة متراسة وعشوائية ويربط بينهما بملاط طيني بحيث تكون مربعة ومستطيلة بارتفاع نصف الجدار (بناجي، 2010).



الشكل 1. 14 طريقة بناء الأعمدة الحجرية. المصدر: محبوب، 2017

خلاصة الفصل:

نستنتج ان تنوع مواد البناء في المباني التراثية بين مواد ترابية ومواد حجرية وذلك راجع لما توفره البيئة المحيطة بها، كما تتميز هذه المواد بوفرتها وأنها منخفضة التكاليف، فهي تعتمد على مواد محلية بشكل أساسي على الطين والحجارة والخشب، كما استعملت بطريقة مباشرة أو ادخال بعض التعديلات البسيطة وتحويلها الى مواد أخرى، وقد تنوعت طريقة استخدامها من منطقة الى أخرى، وذلك حسب المواد المتوفرة.

كما حرص المهندسون المعماريون على أساليب وتقنيات البناء تتماشى مع المواد المتوفرة في كل منطقة، والظروف المناخية التي تفرض عليهم متطلباتها لملائمة ابنيتهم في تحديد شكل وأبعاد المبنى والإمكانيات المتاحة لاستخدام المواد المحلية.

الفصل الثاني:

الأمراض الهيكلية في السكن الهش

الانواع والاسباب:

❖ الفيزيوكيميائية

❖ الميكانيكية

تمهيد:

تصاب المنشآت والمباني سواء القديمة او الحديثة بالتدهور والضعف في بنيتها الخارجية او الداخلية، وتعرف هذه الظاهرة بأمراض البنايات، وتحدث نتيجة مجموعة من الأسباب والعوامل محددة تؤدي إلى تشوهها واثلافها.

عندما تصاب المباني بالأمراض، تظهر عليها علامات واضحة من التشوهات والعيوب والتشققات في بنيتها، قد تكون هذه المشكلات شاملة لكل المبنى بأكمله أو تقتصر على أجزاء معينة منه وتتجلى هذه التشوهات بأشكال متعددة مثل انهيار أجزاء من الأسقف أو تسرب المياه وغيرها.

هذه الأعراض هي تحذيرات مبدئية تشير إلى وجود أمراض في المباني، إذا لم يتم التعامل مع هذه المشكلات بطريقة احترافية وسريعة، فإنها قد تؤدي في النهاية إلى انهيار المبنى بأكمله.

1. أنواع الأمراض في البناء الهش:

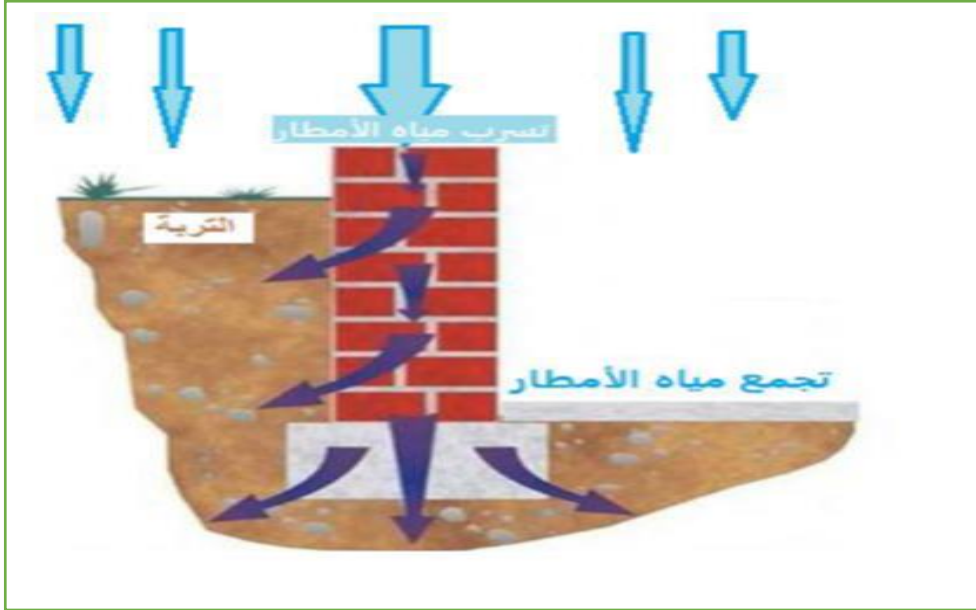
أولاً: الرطوبة:

تعدّ الرطوبة أخطر العوامل المتلفة للمباني الأثرية سواء لصفاتها التي تظهرها أم للأضرار التي تحدثها بالمباني الأثرية، فتنقل الرطوبة إلى الأبنية والجدران بطريقتين وهما: الانتقال العمودي للرطوبة بالخاصية الشعرية والانتقال الأفقي للرطوبة، وعادةً تأتي الرطوبة من الماء إما في حالته السائلة أو بشكل بخار، ومن مهامنا الكشف عن مصدرها وسبب ظهورها (SOLEDAD, 1995).

❖ أهم مصادرها:

1. مياه الأمطار:

تشكل مياه الأمطار عادة خطورة على المباني بشكل عام، وذلك لقدرة المياه على الاختراق المباشر من نقاط الضعف الموجودة في أجزاء مختلفة من المبنى، وتعدّ الأمطار التي تسقط على أسطح المباني أحد مصادر الرطوبة في داخل مواد البناء، وهي تتسرب في داخلها عبر الشقوق والمسام فيؤدي إلى ارتفاع المائي للمواد البناء (جرو ، 2019).



الشكل 1.2: تأثير الأمطار والسيول على أساسات المباني.

المصدر: لبيتر، 2016

2. المياه تحت سطحية (الرطوبة الأرضية):

تعرف الرطوبة الأرضية انها الرطوبة أو المياه التي تتسلل إلى داخل جدران المبنى، ويكون مصدرها التربة المتصلة بالأساسات والجدران، وقد تكون هذه المياه عبارة عن مياه أرضية طبيعية (مياه جوفية) أو مياه مجاري أو مياه صرف زراعي أو أي مصدر آخر للمياه في التربة، وتعرف هذه المياه بالمياه تحت سطحية. يذكر كل من Massari و Giovanni بأن الرطوبة التي تدخل إلى جدران المبنى تكون في صورتين، إما في صورة مياه متقطعة أو عرضية Ground Water أو في صورة مياه أرضية Dispersed Water (Giovanni، 1993).

أ. المياه المتقطعة أو العرضية :

مصدرها عَرَضِي ومتقطع غير دائم أو متواصل وتدخل إلى الجدران بشكل موضعي وضمن مساحة معينة وذلك بناء على مصدرها والذي قد يكون من مياه الأمطار أو تسرب مياه أحد الآبار القريبة أو أحد أنابيب الصرف الصحي. (المحاري، 2017).

ب. المياه الأرضية :

تدخل إلى جدران المبنى وتتوزع فيه بشكل منتظم، وتكون على اتصال دائم بأساسات المبنى، ومصدر هذه المياه يكون غالبا عبارة عن وجود المبنى في منطقة يرتفع فيها منسوب المياه، كقربها من البحر أو أحد الأنهار (المحاري، 2017).



الشكل 2.2: توضح ارتفاع مستوى منسوب المياه او الرطوبة من التربة.

المصدر: المحاري، 2017

2. أسباب الأمراض في السكن الهش:

1.2. أسباب الفيز وكيماوية:

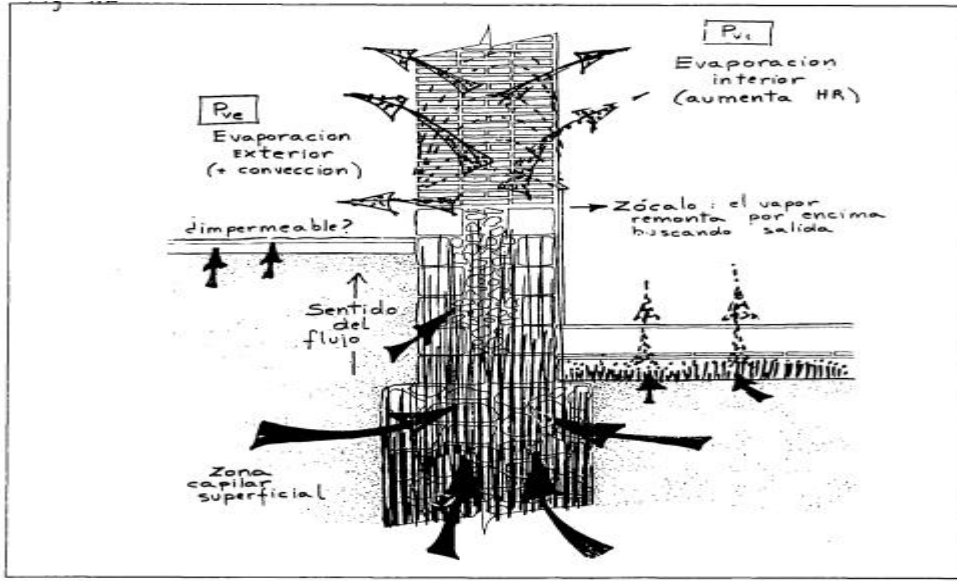
أ. التكثف :

ويمكن تعريف التكثف أنه العملية التي يتحول فيها بخار الماء بعد التشبع إلى الحالة السائلة في شكل جسيمات دقيقة (حجاب). يحتوي الهواء البارد على كمية من بخار الماء أقل مما هي في الهواء الساخن، ونتيجة لذلك تتقرب الرطوبة إلى شقوق الجدران عندما يبرد الهواء المحمل بالرطوبة بفعل عملية التكاثف حيث يتحول بخار الماء الموجود في الهواء وحالته الغازية إلى حالة سائلة بسبب انخفاض درجة حرارة الهواء المحمل به، ومن نتائج التكاثف هو ظهور قطرات مائية على سطوح الجدران (خالد فرج و براك الأنصاري، 2016).

ب. خاصية الامتصاص الشعري :

وهي ظاهرة صعود الماء في المسام الدقيقة للمواد في حالة أن قوة جذب أسطح المسام أقوى من قوة تجاذب جزيئات الماء مع بعضها، وبالتالي فإن قوة الامتصاص تعتمد بشكل عكسي على طبيعة سطح المسام وقطرها. فكلما كان قطر المسام أقل كلما ازدادت قوة الامتصاص الشعري، وهي بذلك تكون أقوى من قوة الجاذبية الأرضية، وتعرف هذه الظاهرة أيضا بالارتفاع الشعري (Torraca, 2005) Capillary Rise.

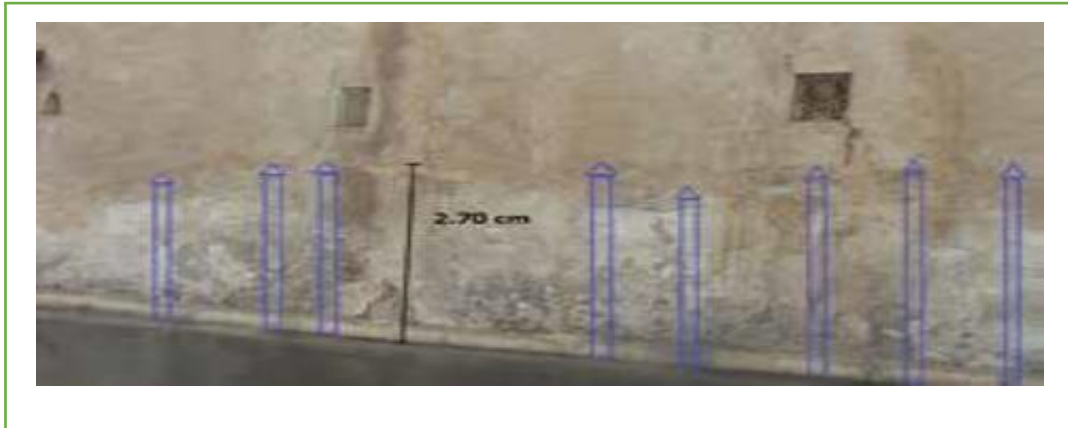
وبناء عليه فإنه كلما كان قطر المسام أقل كلما ازداد ارتفاع الماء في المسام المكونة لجدران المبنى، حيث بإمكان الماء أن يرتفع إلى 31 ملم إذا كان قطر المسام 1 ملم، وبإمكانه أن يرتفع إلى 154 ملم إذا كان قطر المسام 0.2 ملم .



الشكل 3.2: يوضح الية الامتصاص الشعري

المصدر: SOLEDAD ، 1995

- هناك بعض العوامل أو الحقائق التي تتحكم في مستوى ارتفاع المياه في الجدران وهي :
- كلما انخفضت الحرارة زاد مستوى ارتفاع المياه في الجدران.
 - كلما انخفضت الحرارة انخفضت نسبة التبخر السطحي.
 - كلما زاد سمك الجدار زاد مستوى ارتفاع الرطوبة في الجدار (المحاري، 2017).



الشكل 4.2: ارتفاع المياه تحت السطحية بفعل الخاصية الشعيرية في الجدران.

المصدر: المحاري ، 2017

2.2. أسباب الميكانيكية:

❖ حركة مياه الجوفية:

تعرف المياه الجوفية انها مياه توجد أسفل سطح الأرض في التكوين الصخري في مسام الصخور ذات تكوينات جيولوجية والمصدر الرئيسي لتكون تلك المياه هي الأنهار والأمطار والجليد الذائب، ومياه المصارف (Olumuyiwa Idowu, 2012). حيث تنتقل المياه الجوفية عبر قنوات ومسام تحت الأرض من مناطق المرتفعة الى مناطق اقل انخفاضاً، وبفعل عوامل طبيعية (مثل حركة صفائح وكثرة الامطار) تصعد المياه الجوفية الى سطح ويحدث تماس بينها وبين اساسات التي تنقل هذه المياه الى جدران عبر خاصية الشعيرية في صورة رطوبة التي تؤثر بشكل سلبي على المنشأة، وتقليل من عمره الافتراضي (Calicchia , 2021).



الشكل 5.2: توضح ارتفاع منسوب المياه جوفية وأثرها على المبنى.

المصدر: Stipho1993

ثانياً: التآكل:

يُعرَّف التآكل بأنه تحلل مادة أو خواصها الناتج عن تفاعل المادة مع تأثيرات خارجية أو داخلية، أو هو الضرر الناتج عن تفاعل مادتين أو أكثر أو مكوناتهما في وجود وسط مساعد، مثل الحرارة أو الرطوبة أو الملح، يحدث التآكل ببطيء شديد وبصمت في المنشآت، لكن الخسائر التي يسببها تفوق الخيال، بعضها خسائر مادية واقتصادية، بما في ذلك الخسائر الصحية التي تتعلق بصحة الإنسان وتؤثر بشكل مباشر عليه وعلى البيئة المحيطة به، عندما تبدأ المنشأة في التآكل فإنها تقلل من عمرها الإنتاجي وفعاليتها التشغيلية (الأغا، 2006). ويمكن تمييز أنواع من تآكل:

1. تآكل في المباني الخرسانية:

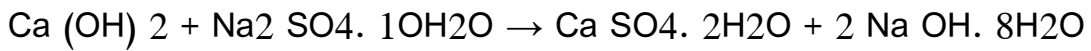
1.1. تآكل الخرسانة: الخرسانة هي مادة بناء مصنوعة من مزيج من المواد الطبيعية مثل الرمل والحصى والماء، والمواد الصناعية مثل الأسمنت والمواد المضافة، تتكون المكونات الرئيسية بشكل أساسي من المواد التالية (سليم):

67% - بنسبة 64 cao أكسيد الكالسيوم

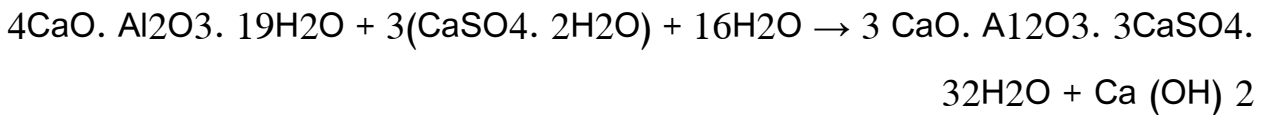
24 % - بنسبة 19 Sio أكسيد السيليسيوم

7 % - بنسبة 4 Al2O أكسيد الالومنيوم

تؤثر نسبة هذه الأكاسيد على جودة الأسمنت وظهور التشققات في الخرسانة بنسب مختلفة، ويساعد دخول الرطوبة والأحماض والكلوريدات إلى حديد التسليح في تآكل الخرسانة بسبب التفاعل الكيميائي بين الكبريت القابل للذوبان والاسمنت (الأغا، 2006). تتفاعل كبريتات الكالسيوم مع هيدروكسيد الكالسيوم Ca (HO)2 الموجود داخل الخرسانة المتصلبة وينتج من هذا التفاعل كبريتات الكالسيوم وفقا للمعادلة التالية:



فكبريتات الكالسيوم المتكونة تتفاعل بدورها مع ألومينات الكالسيوم لتشكل ألومينات الكالسيوم الكبريتية المائية أي Sulphoaluminate Calciu ويشار إليها عادة باسم Etringite

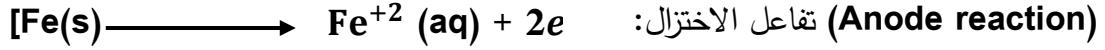


وتسبب بلورات الإترنجاييت ضغطا داخليا يؤدي الى تشرخ الخرسانة وتلفها. (محمود، 2019). لا تهاجم الأملاح الصلبة الخرسانة، ولكن عندما تكون في المحلول فإنها تتفاعل مع الجص حيث تتفاعل الكبريتات مع هيدروكسيد الكالسيوم وهيدرات ألومينات الكالسيوم لتكوين الجبس وبالتالي، يؤدي التفاعل مع الكبريتات إلى إجهاد الشد في عجينة الأسمنت المتصلبة، والضرر الذي تسببه هذه الاجهادات يظهر في صورة التشققات، مما يجعل الخرسانة هشة وسهلة التفتت (جهاد، 2009).

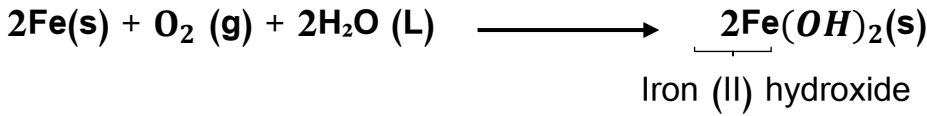
2.1. التآكل في حديد التسليح:

يعد تآكل حديد التسليح(صدأ) أهم المشكلات التي تؤرق المهندسين حول العالم وتهدد سلامة المبنى وعملية التآكل هذه تحدث في أجزاء المنشآت (مثل الاساسات والاعمدة والاسقف) وتزداد ببطء شديد ثم تبدأ بنهش

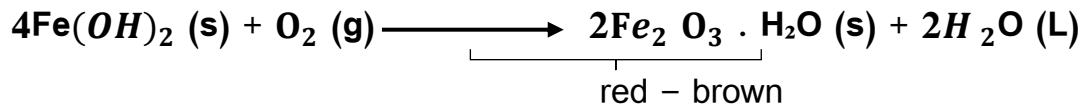
الأجزاء المختلفة منه (HARICHE, 2016). يمكن تعريف عملية تآكل حديد التسليح على أنها تفاعل كهروكيميائي يؤدي إلى الحصول على أكسيد الحديد (Jane , 2021). تمر هذه العملية بتفاعلات الأكسدة والاختزال المبينة في المعادلات التالية:
تفاعل الأكسدة:



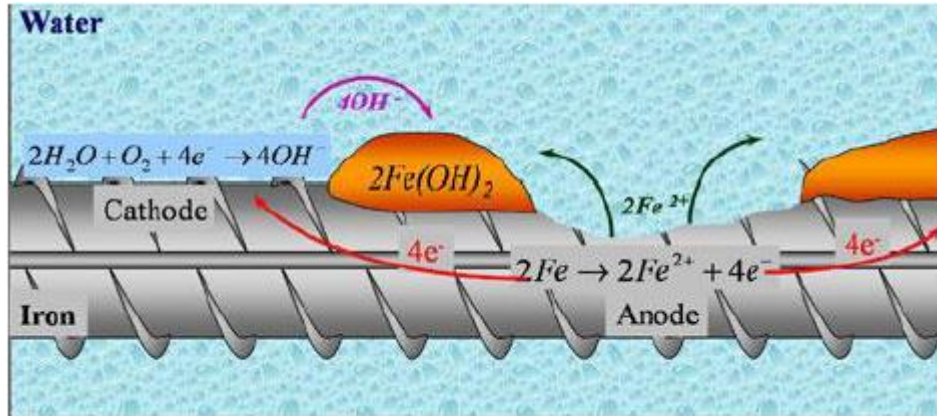
التفاعل الكلي:



يتأكسد هيدروكسيد الحديد (II) في وجود الماء والأكسجين ويتحول لونه الى اللون البني المحمر الذي هو لون أكسيد الحديد الثلاثي (III) وفقا للمعادلة التالية:



ويصاحب هذه تفاعلات تغير في حجم الحديد الأولي، هذه زيادة في الحجم التسليح يولد ضغطاً داخلية على حساب متانة الخرسانة. ويؤدي في نهاية الى التدمير كامل للمكون المعدني (الهزازي).

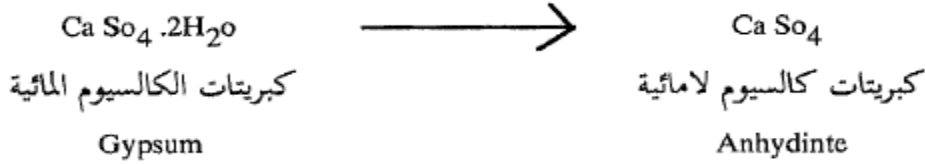


الشكل 2. 6: يوضح الية التآكل حديد التسليح. المصدر: Jane (IJEAT), 2021

2. تآكل في المباني الحجرية:

1.2. **تآكل الجبس:** الجبس مادة صلبة مصنوعة من ثنائي هيدرات كبريتات الكالسيوم، والتي تظهر كمسحوق أبيض، متوفر في الطبيعة بأشكال عديدة، يحددها محتوى الماء البلوري الموجود في التركيب البلوري، صيغته

الكيميائية (CaSO₄.2H₂O) يتكون من الأنهدريت (CaSO₄) هو معدن كبريتات الكالسيوم يوجد مرتبط بالجبس (Candy J, 2015). مثل أي مادة، الجبس عرضة للتآكل، في جو جاف للغاية مع رطوبة نسبية منخفضة، يحدث تحول الطور في ملاط الجبس حيث تحدث مرحلة تسمى الأنهدريت كما هو موضح في المعادلة:



ويحدث انتقال الطور بسبب فقدان الماء المرتبط كيميائياً في جزيئات الجبس، وقد تمت الإشارة إلى أن فقد الماء المتحد كيميائياً يتسبب في حدوث انكماش في أبعاد الخلية البنائية للجبس ومن ثم اجهاد شديد في طبقة الملاط يؤدي إلى تشققها وانفصالها عن الجدران، بمرور الزمن (شاهين).

2.2. تآكل الخشب:

استخدم الخشب منذ القدم كمادة للبناء والتشييد، وشكل مختلف الأدوات التي احتاجها الإنسان في حياته اليومية أو في ترجمة ذوقه الجمالي والفني، وهذا راجع إلى توفر المادة الخشبية بشتى أنواعها في بيئة الإنسان وكذا لسهولة استعمالها والتحكم فيها من الناحية التقنية والفنية، لكن أن هذه المادة لا تمتاز بديمومة أكبر مقارنة مع المواد الأخرى، بسبب تركيبته العضوية حيث يتركب الخشب أساساً من السيليلوز (C₆ H₁₀O₅)_n كما يحتوي على مادة اللجنين وهي المادة اللاصقة التي تربط خلايا الخشب بعضها ببعض (عثمان محمود).



الشكل 7.2: توضح ظاهرة التسوس في الخشب.

المصدر: موقع www.goodhousekeeping.com,12-5-2015

3. أسباب التآكل

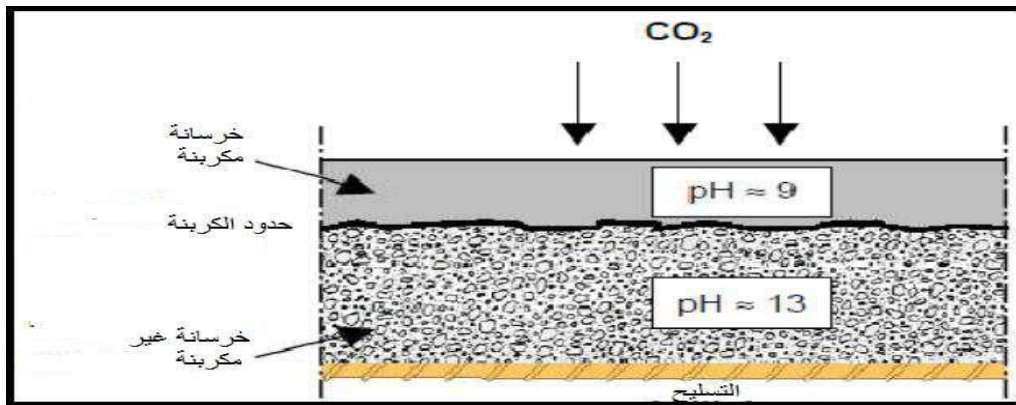
1.3. أسباب الفيزيوكيميائية:

أ. عملية الكربنة في الخرسانة:

عملية الكربنة: هي تفاعل الإسمنت المتصلب مع غاز ثنائي أكسيد الكربون CO₂ ينتج عنه كربونات الكالسيوم (CaCO₃) عن طريق تفاعل كيميائي في الخرسانة. حيث يتم هذا التفاعل بين هيدروكسيد الكالسيوم وهو أحد مكونات الخرسانة وثنائي أكسيد الكربون متواجد في الجو عن طريق تحول CO₂ من حالة الغازية الى الحالة السائلة الدخول ودخوله المسامات وبوجود الماء (المتمثل في الرطوبة) يحدث هذا التفاعل كما يلي: (محمد، 2018)



تتميز الكربنة بكونها عملية فيزيائية وكيميائية فيها سلسلة من تحدث التفاعلات الكيميائية في وجود ثاني أكسيد الكربون (CO₂) والتي يعزز خفض درجة الحموضة في الخرسانة، يدخل ثاني أكسيد الكربون إلى الخرسانة من خلال آلية انتشار تحدث تدريجياً، مما يؤدي إلى ظهور طبقة الكربونات (تسمى جبهة الكربنة) التي تزداد سمكاً بمرور الوقت وهذه طبقة تكون سهلة التفتت (TORRES ، 2015).



الشكل 8.2: يوضح الية تطور الكربنة.

المصدر: AMARNI , 2012

ب. الأملاح:

تعتبر الأملاح من أهم العوامل في تدمير مواد البناء المسامية المستخدمة في المباني التراثية، أي طبقات الحجر والملاط، وذلك بسبب مسامية هذه المواد وعملية انحلال وتبلور هذه الأملاح، يرتبط تأثير الأملاح

الضارة دائماً بوجود وسيط مثل الرطوبة أو الماء. تختلف مصادر الملح البلوري في المباني القديمة (المحاري، 2017). بين مصادر داخلية وأخرى خارجية:

❖ المصادر الداخلية:

- نوع مادة بناء (الرمل والحصى).
- نوعية الملاط (عجينة) الرابط بين مواد البناء، على سبيل المثال الخرسانة او ملاط الجبس الذي يعد مصدر رئيسي لملاح الكبريتات.
- مواد الترميم.

❖ المصادر الخارجية:

1. مياه البحر:

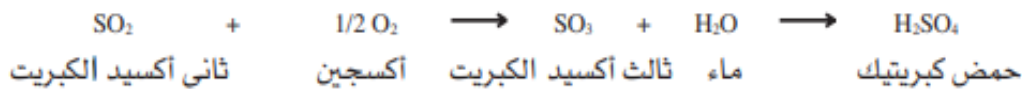
مياه البحر هي مصدر رئيسي للملاح بسبب نشاطها المتزايد في البيئة الساحلية وينتشر في مواد البناء عن طريق الأمواج أو مياه الأمطار المحملة بالأملاح الذائبة (بوجلابة، 2020).

2. التربة الملحية:

تعتبر التربة المالحة من أكثر أنواع التربة شيوعاً حول العالم، حيث تتميز هذه التربة بنسبة ملح عالية التي تعد وسط عدوانيا للبناء عليه، حيث تتموضع بلورات الملح على سطح التربة يكون تأثير الملوحة على الوضع المائي للتربة من خلال تقليل محتواها المائي، وهذا الأخير سيصبح قاسياً وجافاً، بالإضافة إلى ذلك تعاني التربة المالحة من مشاكل، مثل قدرة التحمل المنخفضة وقابلية الانضغاط العالية (MAHAMED I , 2020).

3. الأمطار الحمضية:

المطر الحمضي هو أحد العوامل التي تؤثر سلباً على مواد البناء يساهم في تكوين الأملاح المختلفة بسبب التفاعلات الكيميائية التي تحدث مع مواد البناء وهذه الامطار ماهي الا نتيجة عوامل طبيعية (مثل غازات منبعثة من الباركين) او صناعية (مثل غازات منبعثة من المصانع) وتتشكل هذه الاحماض من تفاعل غاز ثاني أكسيد الكبريت مع الأكسجين الهوا في وجود الأشعة فوق البنفسجية الصادرة عن الشمس وتتحول إلى أكسيد آخر من أكاسيد الكبريت يعرف باسم ثالث أكسيد الكبريت الذي يتحد بعد ذلك مع بخار الماء موجود في الجو ليعطي حمضاً قوياً يعرف باسم حمض الكبريتيك وفقاً للمعادلة التالية:



ويبقى حمض الكبريتيك المتكون معلقاً في الهواء على هيئة رذاذ دقيق تنقله الرياح من مكان لآخر (إسلام، 1978).

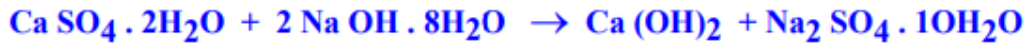
❖ أهم الاملاح وأكثرها انتشاراً في مواد البناء :

1. أملاح الكلوريدات (كلوريد الصوديوم):

تتفاعل معظم أملاح الكلوريدات مع الجير الحر الموجود في الأسمنت لتكون كلوريد الكالسيوم القابل للذوبان وبالتالي يتسرب إلى خارج الخرسانة مكوناً مترسبات بيضاء على السطح مع حدوث فراغات بالخرسانة، وتكون كلوريد الكالسيوم بدرجة تركيز عالية يؤدي إلى التلف الشديد لسطح الخرسانة (زيدي يحيى، 2016). يعتبر كلوريد الصوديوم NaCl من أكثر الأملاح شيوعاً وانتشاراً لأنه يوجد في الصخور ومواد البناء مثل الحجر والخرسانة في العديد من البيئات الحارة والباردة والرطوبة. نمو بلورات الملح داخل أنسجة، تخلق ضغطاً على جدران المسام وبالتالي يؤدي إلى تآكل في الخرسانة (محسن ، 2022).

2. أملاح الكبريتات:

تعتبر أملاح الكبريتات من أخطر أملاح على مواد البناء. نظراً لخصائص هذه الأملاح مثل القدرة على إذابة وامتصاص الماء وأخذ أشكال عديدة، إن أملاح الكبريتات المعروفة هي كبريتات الكالسيوم المائية $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ وكبريتات المغنيسيوم $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ وكبريتات الصوديوم $Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$ وتتفاعل هذه الكبريتات مع هيدروكسيد الكالسيوم $Ca(OH)_2$ وألومينات الكالسيوم الثلاثية لتشكل الجبس وفقاً للمعادلة التالية:



وتكون هذه المركبات بحجم أكبر من حجمها قبل التفاعل، وبالتالي فإن التفاعلات مع الكبريتات تؤدي إلى توليد ضغوط شد في عجينة وتلفها، وكنتيجة للهجوم الكبريتات تظهر طبقة بيضاء على الجدار (خالد حسن، 2014).

3. أملاح النترات:

هي من الأملاح التي تستخدم في مجالات كثيرة مثل الزراعة وبعض الصناعات وتعد أقل خطراً على المباني من بين املاح، ونميز ثلاثة نواع من النترات وهي نترات البوتاسيوم KNO_3 ونترات الصوديوم $NaNO_3$ وونترات الكالسيوم $Ca(NO_3)_2 \cdot 4H_2O$ وتتواجد في التربة وفي بعض الصخور (SMITH, 1912).

1.3 أسباب الميكانيكية:

❖ الرياح والعواصف:

تعتبر الرياح والعواصف من أهم عوامل الانجراف، وهي من بين الأسباب الرئيسية لهدم وتدمير جميع المواد الموجودة على سطح قشرة الأرض، بما في ذلك بالطبع المباني الأثرية، ذات صلابة عالية وتقدر خطورة الرياح وشدتها بمدى مقدرتها على حمل حبيبات من الرمال أكثر وأكبر حجماً (شاهين). في الحالات القصوى التي تتعرض فيها المباني للرياح المحملة بالرمل بشكل عنيف، يمكن أن نعتبر هذه الرياح كمناشير متحركة ذات صلابة عالية تعمل في البناء، وفي هذه الحالة، تكون الرياح والعواصف في أقصى درجات نشاطها وعدوانيتها، ومن الواضح أن مواد البناء مثل الطوب واللبن ستتأثر بشدة بهذه العوامل الطبيعية. تآكل المباني التاريخية بسبب الرياح والعواصف يمكن أن يزداد بشكل ملحوظ. فعندما تفقد المواد البنائية، سواء كانت مباني تاريخية أو حديثة، يترتب على ذلك خسارة هيكلية وتدهور للمباني، الرياح المحملة بالرمل يمكن أن تؤدي إلى خدش وتلف سطح المواد البنائية وتؤثر على قوة واستقرار المباني (خالد فرج وبراك الأنصاري، 2016).

ثالثاً: التشققات:

الشقوق هي علامات تشير إلى وجود خلل في المبنى وتحتاج إلى تقوية وترميم وتعد علامات مبكرة للانهييار المحتمل للمبنى وتلفه، قد تظهر التشققات في الجدران أو الأرضية أو السقف، وتكون بمختلف الأحجام والأشكال، هو مشكلة شائعة في الهياكل والمباني، ويحدث نتيجة للتوترات والضغط التي تتعرض لها المواد الهشة، مثل الخرسانة والطوب والجص، قد يحدث التشقق بسبب عدة عوامل، بما في ذلك الحمل الزائد على المبنى، أو حركات التربة والتمدد والانكماش الطبيعية، أو تصميم غير ملائم أو عيوب في البناء، إذا لم يتم التعامل مع التشققات بشكل صحيح، فإنها يمكن أن تتسبب في تدهور المبنى وتسبب أضراراً أكبر مع مرور الوقت. ومن هنا يجب علينا دراسة تلك الشقوق ومعرفة اتجاهاتها وأنواعها وأسبابها (Getachew, 2017). وتنوع التشققات إلى:

1. تشققات هيكلية:

تشققات هيكلية تشير إلى الشقوق والتصدعات التي تحدث في الأجزاء الهيكلية للمبنى أو الهيكل. هذه التشققات تكون غالباً مؤشراً على مشكلة في التصميم الهيكلية أو في تحمل الأحمال المطبقة على المبنى (Kabir, 2022). يمكن أن تحدث التشققات الهيكلية نتيجة لعدة عوامل بما في ذلك:

- أ. التوترات الزائدة: عند تجاوز الحمولة المطبقة على الهيكل لقدرة التحميلية للمواد المستخدمة.
- ب. عدم التوزيع الصحيح للأحمال: إذا كان التوزيع غير متساوٍ للأحمال على الهيكل.
- ج. الانكماش والتمدد: التغيرات في درجات الحرارة والرطوبة يمكن أن تتسبب في تمدد وانكماش المواد.
- د. عيوب التصميم الهيكلي: تصميم هيكلي غير صحيح يمكن أن يسبب تراكم التوترات والتشققات في الهيكل (MANAK ، 1985-1999).

1.1. تشققات رأسية:

عادةً، ينجم الشق الرأسي في الجدار عن عدم الاستقرار في أساس الخرسانة، وهذا يحدث بشكل شائع في المباني الجديدة. يُطلق على هذه الشقوق أيضًا اسم تشققات الانكماش، نظرًا لتقلص الخرسانة أثناء عملية التصلب، غالبًا ما تظهر هذه التشققات على حواف الغرف وبين الجدران والأعمدة المجاورة لها، وتكون ضيقة وغير خطيرة.⁴



الشكل 9.2: توضح ظهور تشققات الرأسية في الجدار. المصدر: الكاتب

2.1. تشققات أفقية:

الشقوق الأفقية التي تنتقل من اليسار إلى اليمين في الجدران الداخلية يمكن أن تكون مشكلة خطيرة إذا لم يتم التعامل معها بشكل صحيح. تظهر هذه الشقوق غالبًا أسفل النوافذ وبين الجدران وكمرات، ويمكن أن تكون حادة وعريضة، وتعتبر التربة السيئة تحت أساس المبنى والتلف المائي من أهم الأسباب التي تؤدي إلى حدوث الشقوق الأفقية، عندما يكون التربة غير مستقرة أو ضعيفة، فإنها يمكن أن تتحرك وتسبب ضغطًا على الجدران الداخلية للمبنى، مما يؤدي إلى ظهورها (Elmogy ، 2020).

⁴ موقع <https://n9.cl/7e59d>

3.1. تشققات مائلة:

يحدث نتيجة لسقوط غير متساوٍ في أساس المبنى، إذا وجدت هذه الشقوق في الجدران في هذه الحالة، يجب اتخاذ الاحتياطات اللازمة حتى لا يحدث انهيار في تلك المنطقة من المبنى ومن تلك الإجراءات تخفيف أحمال المبنى في هذه المنطقة وكذلك تثبيت التربة أسفل أساساته في تلك المنطقة بالحقن بالخرسانة ومحاولة إزالة أسباب حدوث هذا الهبوط إذا كانت أسباب خارجية مجاورة للمبنى أما إذا وجدت هذه الشقوق المائلة في الكمرات فهذا يعني أن تسليح تلك الكمرات غير قادر على تحمل الأحمال التي تقع عليها ويجب علاجها فوراً بالطريقة المناسبة التي تجعلها قادرة على تحمل تلك الأحمال وذلك بصب هذا الجزء من المبنى وتكسير تلك الكمرات وإعادة تنفيذها مع وضع التسليح الكافي لتحمل الأحمال الواقعة عليها.⁵

4.1. تشققات السقف:

التشققات في السطوح هي ظاهرة شائعة تحدث في مجموعة متنوعة من المواد والأسطح، بما في ذلك الخرسانة، والجدران، والأسقف. تشققات السقف يمكن أن تظهر لأسباب منها:

أ. بسبب انحناء السقف:

تتشكل هذه الشقوق عندما يحدث انخفاض كبير في جزء واحد من السقف مقارنةً بالأجزاء الباقية، وعادةً ما يُطلق عليه اسم سقف منحنى، وهو ينتج عندما تتعرض البلاطة لعزم الالتواء أو الانحناء، يزداد التوتر في مناطق الانتقال بين التسليح الرئيسي والثانوي. هذا الزيادة في التوتر تتسبب في ظهور التشققات على طول هذه المناطق (الهيبي، 2007).



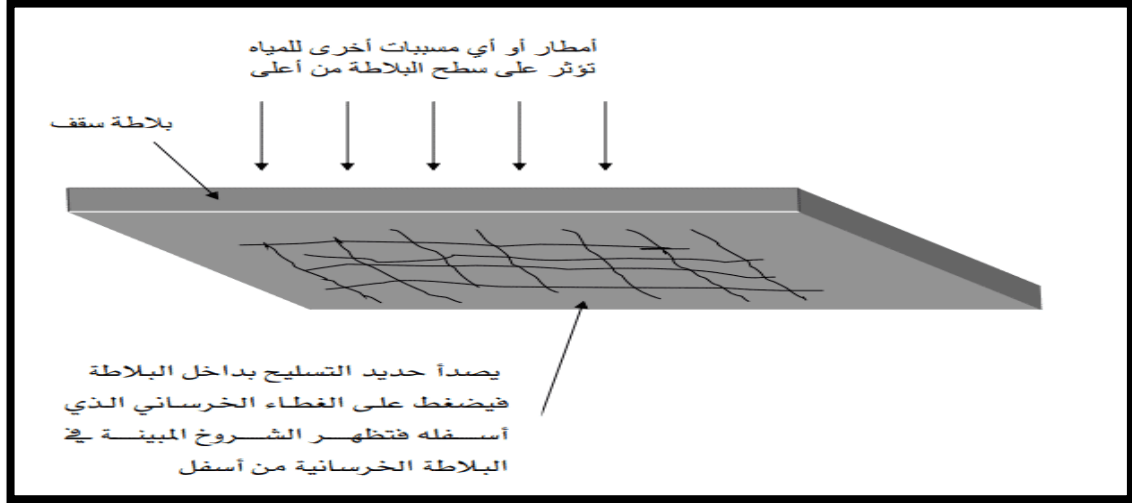
الشكل 10.2: يوضح انحناء في السقف وظهور تشققات.

المصدر: Wittocx, Lydia, et al 2022

² مجموعة من مؤلفين الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج "الوحدة التاسعة تصدعات المباني"

ب. بسبب تآكل حديد التسليح:

يواجه السقف مشكلة تآكل الحديد وتشكل الشروخ العمودية في الجزء السفلي، مما يؤدي فيما بعد إلى تفكك وتساقط طبقة الغطاء الخرسانية. تحدث هذه المشكلة نتيجة تسرب المياه من الطوابق العلوية للسقف. ولذلك، يلجأ إلى عملية الترميم بعد حساب التكلفة ومقارنتها بين إمكانية صب سقف جديد أو إجراء عملية الترميم.⁶



الشكل 11.2: شروخ نتيجة تآكل حديد التسليح.

المصدر: Bonacci et al 2000

2. التشققات الغير هيكلية:

تشققات غير هيكلية هي التشققات التي تحدث في الأجزاء غير الهيكلية من المبنى، وتحدث هذه التشققات غالباً بسبب العوامل الخارجية والظروف البيئية، قد تكون هذه التشققات أقل خطورة من التشققات الهيكلية ولكن لا ينبغي تجاهلها، فقد تؤدي إلى مشاكل تتعلق بالعزل والمظهر الجمالي للمبنى (Kabir, 2022).

والتشققات الغير هيكلية ناتجة عن العوامل التالية:

أ. **التغيرات في درجات الحرارة:** ارتفاع درجات الحرارة الشديدة أو تغيرات الحرارة السريعة يمكن أن تؤدي إلى تمدد وانكماش المواد، وبالتالي تحدث تشققات في الجدران أو الأسطح.

ب. **التغيرات في الرطوبة:** تغيرات مستوى الرطوبة في البيئة يمكن أن تؤدي إلى تورم وانكماش المواد، مما يسبب تشققات في الجدران والأرضيات.

ج. الحركة الترابية: تحت تأثير الحركة الترابية، مثل التربة المتمددة أو المتماسكة، قد تحدث تشققات في الجدران والأساسات.

د. التمدد والانكماش الطبيعي للمواد: بعض المواد تمتاز بخاصية التمدد والانكماش الطبيعي بسبب التغيرات في درجات الحرارة والرطوبة، مما يمكن أن يتسبب في تشققات.

هـ. الاهتزازات والصدمات: الاهتزازات القوية أو الصدمات المتكررة قد تتسبب في تشققات في الأسطح والجدران.

❖ تصنيف التشققات الغير هيكلية:

أ. شروخ الانكماش الحراري:

هي شقوق صغيرة ناتجة عن الحرارة الناتجة عن تفاعل الماء والأسمت مع تصلب الخرسانة، وهذه الشقوق ليس لها أي تأثير على المبنى (الهيتمي، 2007).

ب. شروخ الانكماش اللدن:

ينشأ هذا الوضع بشكل أساسي نتيجة للجفاف السريع الذي يتعرض له السطح بسبب تيارات هوائية قوية، مما يؤدي إلى تبخر الماء بنسبة أعلى مما يتم نزوله من الرطوبة في الخرسانة. ونتيجة لذلك، تحدث إجهادات شد تؤدي إلى ظهور التشققات (اسامة عبد النبي قنبر).

ج. شروخ انكماش الجفاف:

تظهر هذه الشروخ شعرية على سطوح الخرسانة أثناء عملية التصلب، نتيجة عدم وجود تسليح في تلك المناطق أو تباعد كبير بين القضبان التسليح، يمكن تجنب حدوث مثل هذه الشروخ عن طريق وضع تسليح بسيط في تلك المناطق، يعرف باسم حديد الانكماش، والذي يساهم في منع تشكل تلك الشروخ (امام م.).

1.1 أسباب التشققات في السكن الهش:

1.2 أسباب الفيزيوكيميائية:

أ. تأثير درجة الحرارة:

عندما يتعرض مواد البناء مثل الخرسانة أو الطين أو الجص لدرجات حرارة عالية، يحدث تبخر سريع للرطوبة الموجودة في هذه المواد. هذا التبخر السريع يسبب انكماش المواد بشكل مفاجئ تؤدي إلى تشققات في السطح أو الهياكل. هذه التشققات يمكن أن تكون سطحية فقط ولكنها تؤثر سلبا على متانة واستقرار المبنى على المدى الطويل (Toumi ، 2010).

ب. صدأ الحديد:

تعد مشكلة تكوّن الصدأ حول حديد التسليح امر شائعة في البناء، وتؤدي إلى ظهور شروخ تمتد طولياً في الخرسانة، ويحدث الصدأ نتيجة لتفاعل الحديد مع الأكسجين والرطوبة، وعندما يتكوّن الصدأ ينتج عنه زيادة حجم الحديد ويولد هذا ضغطاً على الخرسانة المحيطة به، مما يؤدي إلى تشكل شروخ على امتداد هذه المنطقة (Beatriz، 2014).

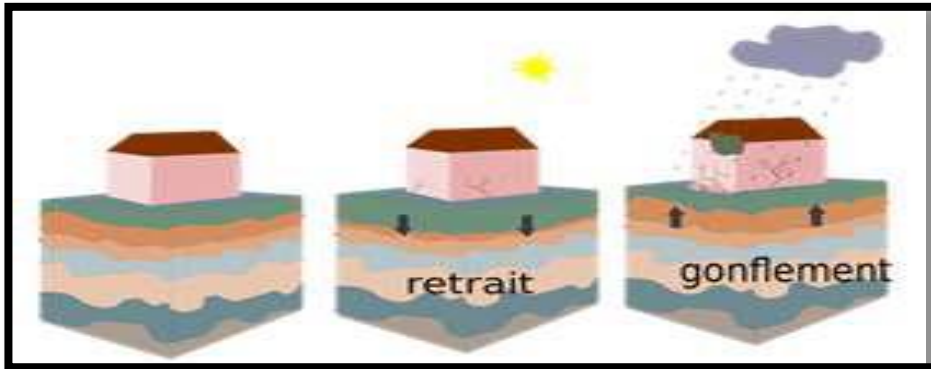
ج. الرطوبة العالية:

تؤثر المياه الجوفية بشكل كبير على الأساسات، حيث تكون في اتصال مباشر مع المبنى تحت الأرض، وتتحرك نحو التربة المحيطة بأساساته، تترتب على ذلك تكوين رطوبة في الجدران ومع مرور الوقت تظهر تشققات، قد يحدث انهيار المبنى في أي وقت بعد فترة طويلة من زيادة نسبة الرطوبة (جرو ، 2019).

2.3. أسباب الميكانيكية:

أ. حركة التربة:

يمكن أن يتغير حجم التربة الطينية السطحية نتيجة لتغير في محتواها المائي خلال فصل الصيف، نتيجة لارتفاع درجات الحرارة وتساقط الأمطار الغزيرة، يمكن أن تتسبب هذه التغيرات في هبوط تفاضلي وحركة تأسيس وتسوية التربة، تتكون شقوق القص إما بسبب عدم توزيع الضغط بالتساوي تحت أجزاء مختلفة من الهيكل، أو بسبب الضغط الزائد على التربة يفوق حد التحمل الآمن لها، أو بسبب وجود عامل أمان ضعيف في تصميم الأساس (Kalyana ، 2009).



الشكل 12.2: يوضح حركة التربة.

المصدر: Heck, Jean Vivien 2017

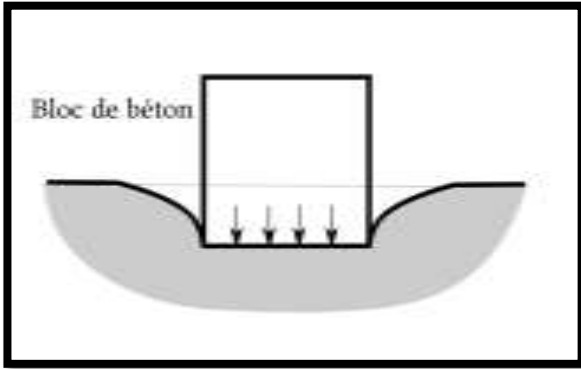
ب. هبوط أساسات التربة:

وهو يتعلق بالتحول الأفقي الذي يمكن أن تتعرض له الأساسات نتيجة نقل أحمال تفوق قدرة تحمل التربة التأسيسية، ويعكس سلوك التربة المرن عند تغير حجمها أو سلوكها اللدن عند انضغاطها وتحركها الجانبي مع تغير في هيكلها الداخلي (ابو المجد، 1994).

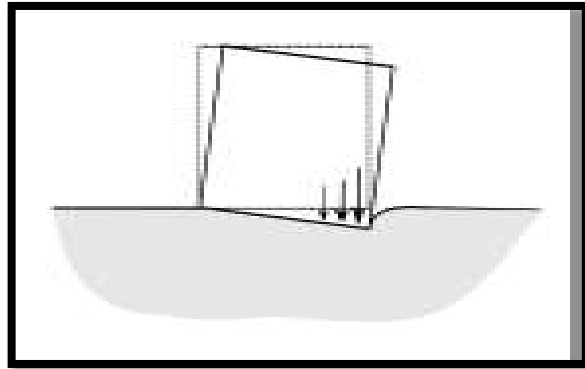
❖ أنواع هبوط الأساسات من حيث التجانس:

1. هبوط منتظم متجانس: وهو أن يتم هبوط أساسات المبنى بأكمله، وفي هذه الحالة لا يتأثر المبنى إلا إذا كان الهبوط كبيراً، حيث يمكن أن يحدث خلل في نقاط الخدمات الخارجية كأنابيب المياه، وفي بعض الأحيان لا يلاحظ هذا الهبوط.

2. هبوط غير منتظم غير متجانس " هبوط تفاضلي ": وهو هبوط أساسات المبنى ولكن بنسب متفاوتة.



الشكل 14.2: يوضح هبوط تفاضلي.



الشكل 13.2: يوضح هبوط متجانس.

المصدر: Heck, Jean Vivien 2017

❖ أسباب حدوثه: استخدام أنواع مختلفة من الأساسات في المبنى، لوضع الحمولات بشكل غير

مركزي، وعدم تجانس العربة تحميل الأساسات المتجاورة بحمولات متفاوتة.⁷

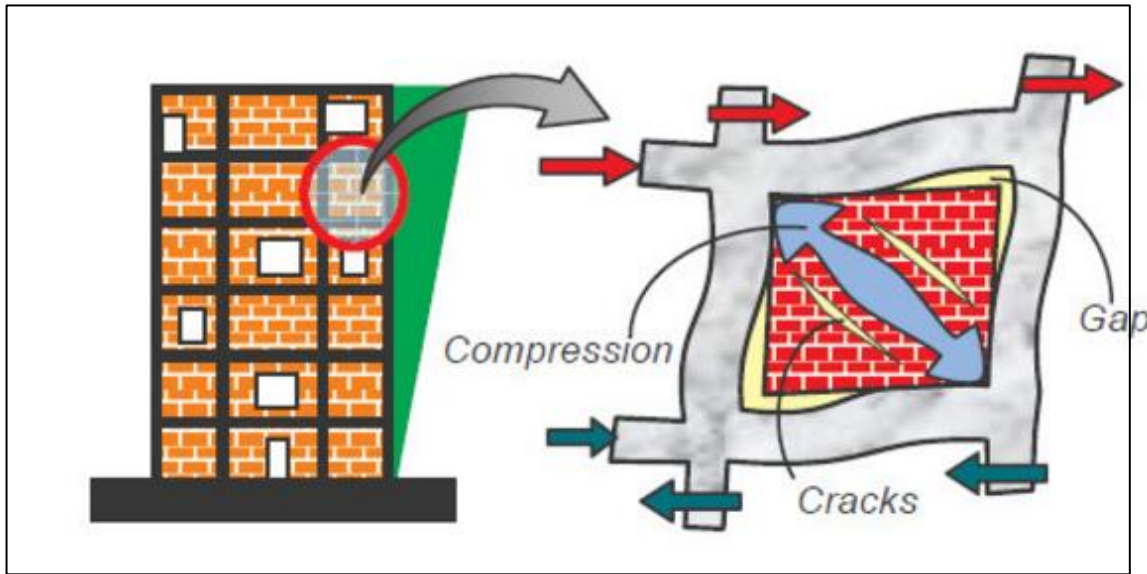
تحدث تشققات في المباني عندما يكون هناك نزول تفاضلي كبير في الأساس وقد يكون ذلك إما للأسباب التالية:

- الحمل غير المتكافئ تحت أجزاء مختلفة من الهيكل.
- وزن المنشأ المسلط على التربة تتجاوز قوة تحمل التربة.

➤ عامل الأمان المنخفض في تصميم الأساس.⁸

الزلازل والبراكين:

تأثير الكوارث الطبيعية مثل الزلازل والبراكين ليس مقتصرًا على مساهمتها في ظاهرة الاحتباس الحراري، بل تعد أيضًا من العوامل التي تحدث بدون تدخل الأفراد وتشكل عاملاً رئيسياً في ظهور تشققات الجدران المختلفة، إنها أحد الأسباب الخطيرة التي يمكن أن تؤدي إلى تدهور جدران المبنى وتوسعة الشروخ مع مرور الوقت، وبالتالي يلزم تغطية الجدران الداخلية بطبقة إسمنتية وإجراء عمليات الترميم اللازمة للمبنى.⁹



الشكل 15.2: يوضح سلوك الجدران المباني خلال الزلازل.

المصدر: موقع Işık, Ercan et al 2017

⁸ موقع [/https://www.uomus.edu.iq](https://www.uomus.edu.iq)

⁹ موقع [/ https://www.bayut.com](https://www.bayut.com)

خلاصة:

لقد تطرقنا في هذا الفصل الى تعريف بأهم الامراض التي تصيب المباني سواء القديمة او الحديثة ومسبباتها وبعض الاضرار الناجمة عنها من بين تلك الأمراض الرطوبة التي تعد من اخطرها واكثرها شيوعا في البناء، حيث انها تتسبب في ظهور أغلب الأمراض الأخرى وتؤدي الى موت البطين للمبنى، اما ظهور التشققات في الهيكل المبنى هو من الأمراض التي تتفاقم مع مرور الزمن وهو إشارة من المبنى على وجود خلل ما (احمال زائدة، مشكلة في تربة ...) يستلزم حلا فوريا له، ومن بين الأمراض التي تعاني منها المنشآت أيضا، التآكل الذي يعرف بأنه تحلل المادة او خواصها نتيجة تفاعل حادث بين مادتين في وجود وسط مساعد (الحرارة، رطوبة، املاح) وقد أشرنا الى أسباب الفيزيوكيميائية والميكانيكية التي أدت الى ظهورها (الأمراض).

الفصل الثالث

الموقع الجغرافي للولاية

الموقع الإداري

لمحة عن قصر العتيق

موقع الجغرافي للقصر

طبوغرافيا المنطقة

الوضعية الحالية للقصر

المشروع الدراسة

تمهيد:

بعد ما تطرقنا في الجانب النظري الى تعريف بالمواد المستخدمة في عمليات البناء وأنواع الأمراض التي تصيب المنشآت القديمة وحديثة وتفصيل في الأسباب ظهورها وأثرها على المبنى. في هذا الفصل سنسعى لتطبيق ما تمت مناقشته في الدراسة النظرية على الواقع العملي، من خلال دراسة عينة من " قصر العتيق في مدينة ورقلة"، وتهدف هذه الدراسة إلى تحديد وتشخيص الأمراض التي يعاني منها المبنى ومدى خطورتها عليه وحصر الأضرار التي تعرض لها، وفي النهاية، سنقدم مجموعة من الحلول والتوصيات كختام لهذه الدراسة.

1.3. الموقع الجغرافي للولاية:

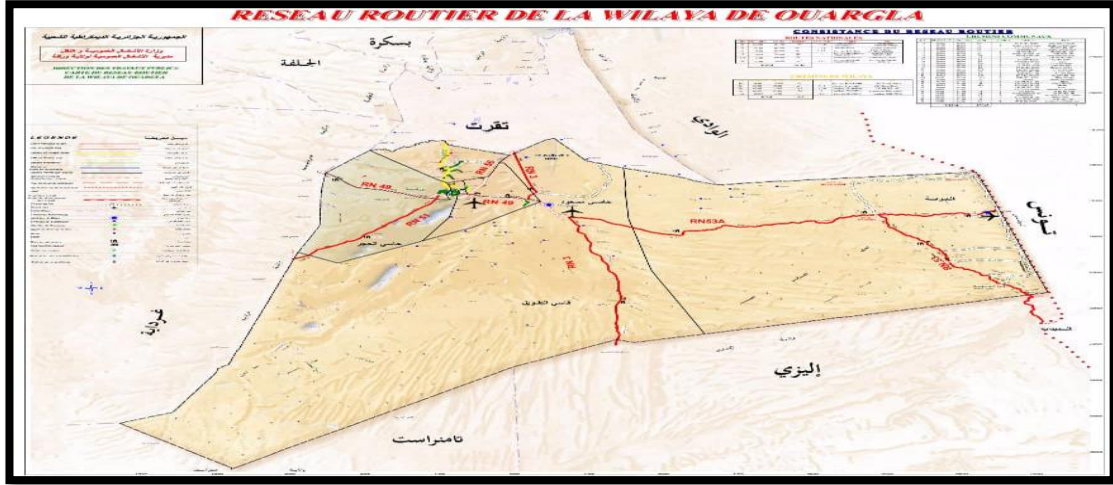
تقع ولاية ورقلة في الجنوب الشرقي من البلاد، وتمتاز بمساحة واسعة تبلغ 163,233 كم²، مما يجعلها واحدة من أكبر المناطق الإدارية في البلاد.¹⁰

وتقع ولاية ورقلة في أقصى الجنوب من منخفض الصحراء، بين خطوط عرض تتراوح بين 28° و 32° شمالاً، وخطوط طول تتراوح بين 4° و 8° شرقاً، تحيط بها من الشرق العرق الكبير وهضاب الشبكة وحماد ميزاب، وتحدها من الغرب والجنوب تادمايت وتحدها المنخفضات وادي ريغ والزيبان ونغزة والجريد من الشمال والشرق (بن محسن و الأدغم، 2017). يحدها شمالاً ولايتا الجلفة والوادي، جنوباً ولايتا تمنراست واليزي وشرقاً جمهورية تونس فيما تحدها ولاية غرداية من الناحية الغربية وتعد بهذه الرقعة الجغرافية من بين أكبر ولايات شاسعة، حيث تضم 21 بلدية موزعة على عشر دوائر (بن فطيمة، 2015).

2.3. الموقع الإداري:

تقع بلدية ورقلة في الحافة الغربية للولاية، وتحدها من الشمال الشرقي بلدية انقوسة، ومن الشمال الغربي تقع بلدية غرداية، وتحدها من الشرق بلديتي سيدي خويلد وعين البيضاء، وجنوباً بلدية الرويسات، وغرباً ولاية غرداية (رحماني، 2018).

¹⁰ مديرية السياحة والصناعات التقليدية لولاية ورقلة، مونوغرافيا ولاية ورقلة، 2009.

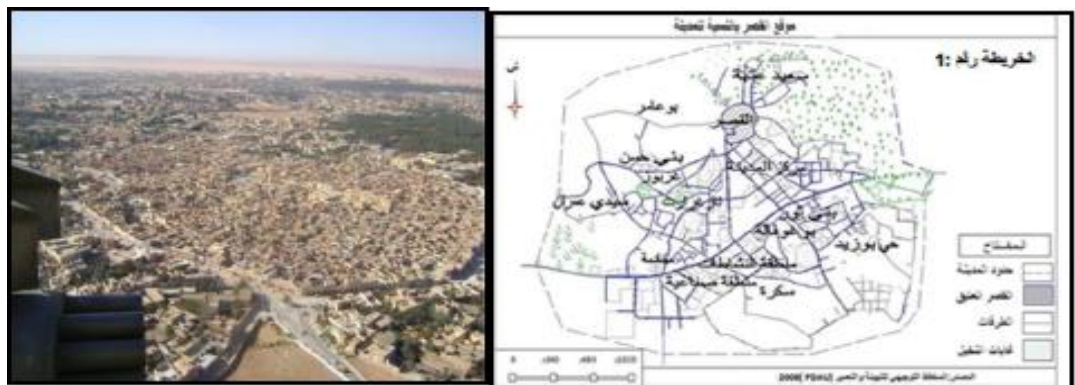


الشكل 1.3: خريطة الموقع الإداري لمدينة ورقلة.

المصدر: مديرية البرمجة ومتابعة الميزانية ولاية ورقلة

3.3. لمحة عن قصر العتيق:

يُعدُّ قصر ورقلة أحد القصور التراثية الصحراوية التاريخية المهمة، وظهر في الفترة التي تزامنت مع ظهور العديد من القصور الأخرى مثل قصور بني عباس في ولاية بشار وقصر قمار في ولاية الوادي وقصر تيممون في ولاية أدرار، وقصور غدامس في التراب الليبي، يعود أصله وفقًا لبعض المؤرخين إلى الفترة النوميدية بين القرنين السابع والعاشر قبل الميلاد، وتشير بعض المراجع إلى تأسيسه في القرون الوسطى الإسلامية، ووصفه ابن خلدون بأنه "بوابة الصحراء"، مشيرًا إلى أن أصل التسمية يرجع إلى القبائل البربرية بن واركلا أو أوقلان أو ورجلان الزناتية الذين هاجروا إلى تلك المنطقة (شواش و بوسماحة، 2015).

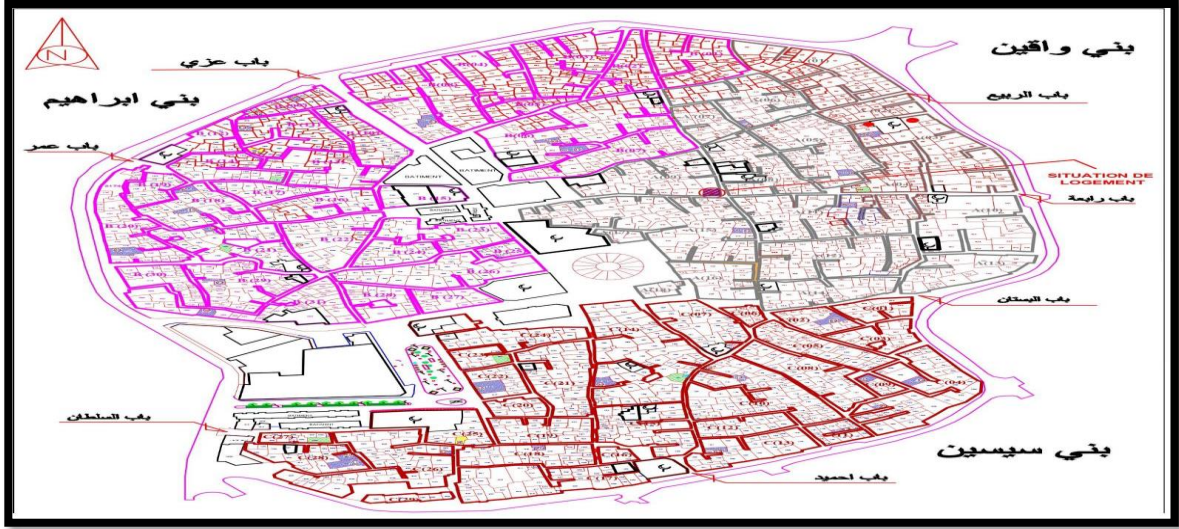


الشكل 2.3: يوضح صورة للقصر من الأعلى.

المصدر: شواش وبوسماحة، 2015

4.3. موقع الجغرافي للقصر:

يقع هذا القصر شمال مدينة ورقة فوق مرتفع أرضي مشرف على نخيل الواحة، يحده شرقا وغربا وشمالا واحات النخيل، أما جنوبا المدينة الجديدة، ويتربع على 30 هكتارا (بن محسن و الأدغم، 2017).

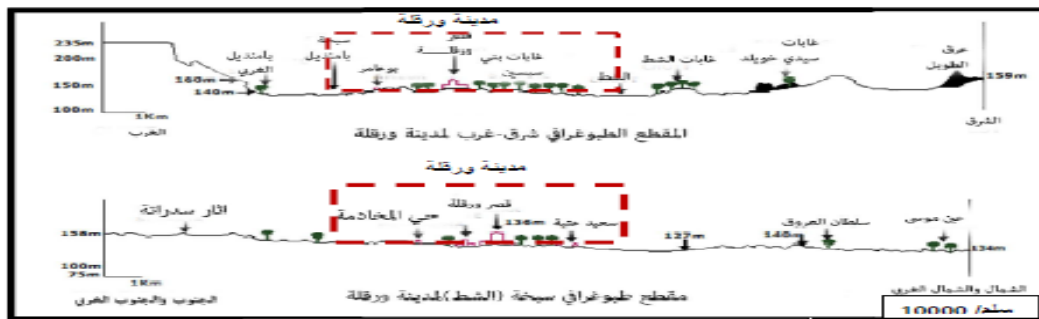


الشكل 3.3: مخطط قصر العتيق ورقلة.

المصدر: خشبية، 2022

5.3. طبوغرافيا المنطقة:

يتميز المنطقة بتضاريس مسطحة، حيث تتراوح الارتفاعات فيها بين 103 و 150 متراً عن سطح البحر. يتميز الوادي بانحداره الطفيف الذي يقل عن 1% على مدى مسافة تمتد لحوالي 30 كيلومتراً في الطول و 128 كيلومتراً في العرض. يتألف موقع منطقة ورقلة من مناطق متنوعة، بما في ذلك المناطق المغمورة التي تشكل حوالي 0.8% من المساحة والمراعي الصحراوية التي تشكل حوالي 27.46%، بالإضافة إلى الوديان الجافة والكثبان الرملية والسهول الصحراوية والحمادات التي تشكل حوالي 63.42% من المساحة، وتتكون المساحة المتبقية من التجمعات العمرانية والغابات المتناثرة (رحماني، 2018).



الشكل 4.3: مقطع طبوغرافي لحوض ورقلة.

المصدر: رحماني، 2018

6.3. الوضعية الحالية للقصر:

مازال القصر يشهد ديناميكية سكانية رغم هجرة الكثير منهم (حي بني براهيم خاصة) بسبب حالة البناء لمساكنهم المهدة بالانهيار جراء تلفها نتيجة العوامل الطبيعية وما يزال البعض منها آيل للسقوط ما لم تتخذ الإجراءات الكفيلة لترميمها وصيانتها خاصة على مستوى هذا الحي.

7.3. المشروع الدراسة:

تدرج هذه الدراسة في إطار برنامج مديرية السكن لولاية ورقلة (2021) المتعلق بدراسة ومتابعة أشغال ترميم وإعادة تأهيل السكنات الفردية لـ 145 مسكن.

• العينة الأولى:

أولا: المعاينة والتشخيص:

1. الواجهة:



الصورة 1: شقوق مائلة وعمودية بسبب الحمل المركز والشق العمودي بسبب الأحمال الزائدة وشيخوخة

المواد. المصدر: الكاتب

- مبنية محلية قديمة (تيمشمت - حجرة ورقلة) نلاحظ غياب في التلبيس وتآكل الجدار بسبب تدهور مادة البناء بفعل الزمن.
- تآكل في أعلى قمة الجدار بفعل عامل الزمن وتدهور مادة البناء.
- وجود شقوق عمودية سطحية محدودة أعلى الواجهة بسبب الحمل المركز الذي يطبقه الكمره على الجدار

- وجود تآكل في الطلاء بسبب الرطوبة الشعيرية التي تحدث بامتصاص الجدران لقنوات الصرف الصحي.

1. الغرفة:



الصورة 2: شقوق أفقية بسبب شيخوخة المواد وأحمال السقف. المصدر: الكاتب

- الجدران مبنية بمواد من الحجارة المحلية المغطاة بتليبس اسمنتي مع طلاء سقفا من الحجارة و العوارض المعدنية.
- وجود تآكل في الجزء العلوي بسبب تسرب الرطوبة في الجدران لعدم وجود العزل المائي من خلال البلاط المكسور أو المفقود تماما.
- تآكل طلاء الجداء في أماكن متفرقة خصوصا في أسفل الجدار بسبب تدهور مادة البناء بفعل الزمن.
- وجود شق مائل محدود في أعلى الجدار ناتجة عن حدوث شد و تقلص بسبب الحرارة و الرطوبة أو تراجع مواد البناء أو انخفاض المقاومة.
- وجود شق عمودي في وسط القبة بسبب وزن القبة نفسها الذي يخلق حالة أولية من الإجهاد والتشوه، أو حركة الجدران تحت تأثير الدفع الناتج عن القبة نفسها.

2. المطبخ:



الصورة 3: شقوق عمودية بسبب أحمال السقف وشيخوخة المواد المصدر: الكاتب

- الجدران مبنية بالحجارة المحلية مع تلبيس اسمنتي بالإضافة إلى طلاء سقفاها من الحجارة و العوارض المعدنية نلاحظ تآكل و تشقق الطلاء بسبب امتصاص الجدران للمياه .
- وجود شق عمودي محدود يمتد من نهاية الجدار إلى السقف بسبب الحمل المركز بين الكمرة والجدار.
- تآكل طلاء الجداء في أماكن متفرقة خصوصا في أسفل الجدار بسبب امتصاص الجدران للمياه.

3. بهو الاستقبال:



الصورة 4 :التآكل بسبب شيخوخة المواد المصدر :الكاتب

- الجدار مبني بالحجارة المحلية مغطى بتلبيس اسمنتي.
 - تأكل طلاء الجداء في أماكن متفرقة خصوصا في أسفل الجدار بسبب تدهور مادة البناء بفعل الزمن.
4. دورة المياه في الطابق الأول:



الصورة 5: التآكل لتسرب الرطوبة بسبب المياه المصدر: الكاتب

- الجدران مبنية بالحجارة المحلية مع تلبيس اسمنتي .
- دورة المياه في حالة مزرية و تأكل الطلاء نظرا لتسرب الرطوبة بسبب المياه.

5. الدرج:



الصورة6: شقوق أفقية على سقف السلم المصدر: الكاتب

- السلم مبني بالحجارة المحلية (تيمشمت) غير مدعم في حالة تأكل وتفتت على مستوى الحواف في حالة مزرية مع وجود تأكل ملحوظ في كامل الدرج على مستوى حوافه وذلك بسبب كثرة الاستعمال اليومي مع غياب التبليط .

- السقف به شق افقي يمتد على طول السلم بسبب حركة الجدران تحت تأثير الدفع الناتج عن القبة.

6. سطح الطابق الأول:



الصورة 7: تبين الأضرار على مستوى سطح المنزل المصدر: الكاتب

- جدار مبني بالحجارة المحلية (تيمشمت).
- ارضيته و جدرانه العلوية بدون تهيئة نتيجة لتدهور مواد البناء بفعل تسريب الأمطار وتأثير الرياح.

ثانيا: التدخلات المقترحة:

يجب ان تنجز التدخلات على المسكن اساسا بالتقنيات التقليدية و طرق البناء السائدة في قصر ورقلة باستخدام المواد المحلية المتوفرة في المنطقة نظرا لاستدامتها و تأقلمها مع الطبيعة الصحراوية مع إدخال بعض مواد البناء الحديثة كالخرسانة المسلحة بنسب و طرق مدروسة و متحكم فيها، و يكون الإنجاز حسب المراحل التالية :

1. أشغال تقوية البناية:

إضافة أعمدة و روافد من الخرسانة المسلحة لتدعيم هيكل البناية لضمان ديمومتها واستقرار المسكن (أنظر الملحق 1.2.3) مع تغطيتها بمزيج من الحجارة ومادة التيمشمت وتليبيها بالجبس ويشمل ذلك أيضا جميع أشغال الحفر و صب خرسانة النظافة وخرسانة الأساسات ونقوم بحساب حديد التسليح في برمجيات الربو، مع إضافة رافدة معدنية معامدة للروافد الخشبية لتدعيم السقف، ويكون ذلك بدعم السقف بدعائم معدنية كما هو

موضح في الصورة رقم 8.



الصورة 8 : طريقة دعم السقف أثناء الترميم.المصدر: الكاتب

2. معالجة التشققات:

تتم معالجة التشققات سواء كانت عمودية أو أفقية باستخدام الطريقة التقليدية في البناء السائدة في القصر نظرا لأن الشقوق سطحية غير عميقة حيث نقوم بملئ الشقوق بواسطة خليط من الإسمنت المركز مع الرمل ثم التلبيس الجيد على الشقوق بواسطة مادة التمشيم وتكون هذه العملية فقط على جدران غرفة المعيشة والمطبخ وسقف السلم.

3. معالجة الرطوبة:

✓ نظرا للوضعية الزاهنة للمسكن و بعد الملاحظة المدققة وعليه :

يطلب اصلاح مشكل التسرب و تثبيت قناة المياه في موضع ملائم وغير مضر.

✓ البدء في معالجة الرطوبة عن طريق :

- تقشير طبقة الجدران المتضررة بفعل الرطوبة لغاية الوصول الى الحجارة وإستبدال الحجارة المتضررة بحجارة اخرى من نفس النوع.
- تكسية الجدران الداخلية في مناطق الرطوبة بملاط من الجبس و فوق هذا الأخير يتم وضع مربعات خزفية لمنع صعود الرطوبة مجددا .

4. معالجة الواجهة:

تمر معالجة الواجهة بمرحلتين :

- التلبيس: يتم تقشير الطبقة القديمة والسطحية من الواجهة بالكامل ثم نقوم بالتلبيس يدويا بواسطة الجبس المحلي لإعطاء الحبكة التقليدية لواجهة المكان، أما بالنسبة للتشققات نقوم بتقشير الطبقة السطحية للوصول إلى الحجارة، بعد ذلك نقوم باستبدال الحجارة بحجارة أخرى من نفس النوع (حجرة بحجرة) مع ملئ الفراغات البينية بالملاط الجبسي وتكون هذه العملية على الواجهة الرئيسية.
- استبدال باب المسكن نظرا لكونه عنصر دخيل على العمارة المحلية و استبداله بباب حديدي يأخذ نفس الشكل التقليدي السائد والمستعمل في القصر.

5. الكتامة الصحراوية:

تتجز الكتامة الصحراوية على النحو التالي :

- يتم انجاز الكتامة في جزء من فناء السطح في السطح العلوي حيث يتم انجازه بطبقة من الرمل مع مراعاة الميل المناسب الذي يسمح بانسياب مياه الامطار وتضاف لها طبقة أخرى من ملاط الجير.
- انجاز الكتامة التقليدية المكونة من طبقة الرمل مع الملاط الجيري المعالج وفق العرف البنائي المحلي، وبسمك 10 سم، مضغوطة بعناية.

6. إعادة تكسية الأرضيات والأدراج:

تتم تكسية الأرضيات والأدراج بملاط الجبسي أو الجيري، وفق العرف المحلي، أما تكسية المطبخ ودورة المياه فتكون بمربعات الغرنيتو لمنع صعود الرطوبة مجددا.

7. مواد البناء المستعملة:

نستعمل في الاشغال مواد البناء المحلية و التقليدية للحفاظ على اصالة الطابع المعماري السائد في المنطقة بالإضافة الى مواد اخرى حديثة تضمن صلابة الهيكل و إعادة تأهيل المجالات الداخلية.

أ. مواد البناء المحلية:

حجرة ورقلة، الجبس المحلي، الجير.

ب. مواد البناء الحديثة:

- الخرسانة: لإعادة صب الكمره و العمود.
- الملاط الاسمنتي: يستعمل لتمليس الجدران و تركيب مربعات الغرانيتو و مربعات الخزفية وفي الأماكن الرطبة.
- الكتامة: الكتامة الصخرافية لمعالجة التسرب في السطح .

8. المستوى الأول (Niveau 1):

- Nom : Etage 1
- Niveau de l'étage : ---
- Tenue au feu : 0 h
- Fissuration : peu préjudiciable
- Milieu : non agressif

9. الرافدة (Poutre INT 01) :

1.9 خواص المواد (caractéristiques des matériaux) :

- Béton : $f_{c28} = 25,00$ (MPa) Densité = 2501,36 (kg/m³)
- Armature longitudinale : type HA 400 $f_e = 400,00$ (MPa)
- Armature transversale : type RL 235 $f_e = 235,00$ (MPa)
- Armature additionnelle : type HA 400 $f_e = 400,00$ (MPa)

2.9 الهندسة (Géométrie) :

1.2.9 تعيين الوظيفة (Désignation Position) :

Désignation	Position	APG (m)	L (m)	APD (m)
P1	Travée	0,25	2,49	0,25

Section de 0,00 à 2,49 (m)
25,0 x 25,0 (cm)
Pas de plancher gauche
Pas de plancher droit

3.9 فرضيات الحساب (Hypothèses de calcul) :

- Règlement de la combinaison : BAEL 91
- Calculs suivant : BAEL 91 mod. 99
- Dispositions sismiques : non
- Poutres préfabriquées : non
- Enrobage : Aciers inférieurs $c = 2,5$ (cm)
: latéral $c_1 = 2,5$ (cm)
: supérieur $c_2 = 2,5$ (cm)

- Tenue au feu : forfaitaire
- Coefficient de redistribution des moments sur appui : 0,80
- Ancrage du ferrailage inférieur:
 - appuis de rive (gauche) : Auto
 - appuis de rive (droite) : Auto
 - appuis intermédiaires (gauche) : Auto
 - appuis intermédiaires (droite) : Auto

4.9 التحميلات (chargements) :

5.9 النتائج النظرية (Résultats théoriques) :

6.9 متطلبات ELU :

1.6 متطلبات ELU (Sollicitations) : (أنظر الملحق 4)

Désignation	Mtmax. (kN*m)	Mtmin. (kN*m)	Mg (kN*m)	Md (kN*m)	Vg (kN)	Vd (kN)
P1	7,55	-1,08	-8,57	-12,54	27,28	-31,54

2.6 متطلبات ELS (Sollicitations) : (أنظر الملحق 5)

Désignation	Mtmax. (kN*m)	Mtmin. (kN*m)	Mg (kN*m)	Md (kN*m)	Vg (kN)	Vd (kN)
P1	5,47	0,00	-6,21	-9,08	19,77	-22,84

3.6.9 متطلبات ELU تركيبة نادرة (combinaison rare) :

Désignation	Mtmax. (kN*m)	Mtmin. (kN*m)	Mg (kN*m)	Md (kN*m)	Vg (kN)	Vd (kN)
P1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

4.6.9 أقسام نظرية صلب (Sections Théoriques d'Acier) :

(أنظر الملحق 6)

Désignation	Travée (cm ²)		Appui gauche (cm ²)		Appui droit (cm ²)	
	inf.	sup.	inf.	sup.	inf.	sup.
P1	1,09	0,00	0,03	1,23	0,00	1,84

5.6.9 السهام (Flèches) : (أنظر الملحق 7)

- Fgi - flèche due aux charges permanentes totales
- Fgv - flèche de longue durée due aux charges permanentes
- Fji - flèche due aux charges permanentes à la pose des cloisons
- Fpi - flèche due aux charges permanentes et d'exploitation
- ΔFt - part de la flèche totale comparable à la flèche admissible

Fadm - flèche admissible

Travée	Fgi (cm)	Fgv (cm)	Fji (cm)	Fpi (cm)	ΔFt (cm)	Fadm (cm)
P1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5

6.6.9 إجهاد في قضيب التوصيل المضغوط

:(Contrainte dans la bielle comprimée)

Valeur admissible : 13,33 (MPa)

	a/add (m)	□bc A (MPa)	Atheor (cm ²)	Ar (cm ²)
Travée P1 Appui gauche Vu = 27,28(kN) Bielle inférieure	0,21	1,06	0,78	1,20
Travée P1 Appui droit Vu = 31,54(kN) Bielle inférieure	0,21	1,23	0,91	2,26

7.9 النتائج النظرية - المفصلة - (Résultats théoriques - détaillés)

P1 : Travée de 0,25 à 2,74 (m)

Abscisse (m)	ELU		ELS		ELU - comb. acc.		A chapeau (cm ²)	A travée (cm ²)	A compr. (cm ²)
	M max. (kN*m)	M min. (kN*m)	M max. (kN*m)	M min. (kN*m)	M max. (kN*m)	M min. (kN*m)			
0,25	0,20	-8,57	0,00	-6,21	0,00	0,00	1,23	0,03	0,00
0,40	0,79	-8,57	0,00	-3,29	0,00	0,00	1,22	0,11	0,00
0,67	3,91	-3,32	0,78	-0,04	0,00	0,00	0,41	0,48	0,00
0,95	6,53	-0,04	3,59	0,00	0,00	0,00	0,01	0,94	0,00
1,22	7,43	-0,00	5,15	0,00	0,00	0,00	0,00	1,07	0,00
1,50	7,55	-0,00	5,47	0,00	0,00	0,00	0,00	1,09	0,00
1,77	7,20	-0,00	4,54	0,00	0,00	0,00	0,00	1,04	0,00
2,04	5,45	-1,08	2,36	0,00	0,00	0,00	0,15	0,75	0,00
2,32	2,37	-6,20	0,00	-1,07	0,00	0,00	0,84	0,32	0,00
2,59	0,00	-12,54	0,00	-5,75	0,00	0,00	1,84	0,00	0,00
2,74	0,00	-12,54	0,00	-9,08	0,00	0,00	1,84	0,00	0,00

Abscisse (m)	ELU		ELS		ELU - comb. Acc.	
	V max. (kN)	V red. (kN)	V max. (kN)	V red. (kN)	V max. (kN)	V red. (kN)
0,25	27,28	27,26	19,77	19,77	0,00	0,00
0,40	23,72	23,72	17,19	17,19	0,00	0,00
0,67	17,30	17,30	12,54	12,54	0,00	0,00
0,95	11,02	11,02	7,98	7,98	0,00	0,00
1,22	4,73	4,73	3,43	3,43	0,00	0,00
1,50	-1,56	-1,56	-1,13	-1,13	0,00	0,00
1,77	-7,85	-7,85	-5,68	-5,68	0,00	0,00
2,04	-14,14	-14,14	-10,24	-10,24	0,00	0,00
2,32	-20,42	-20,42	-14,79	-14,79	0,00	0,00
2,59	-26,71	-26,71	-19,35	-19,35	0,00	0,00
2,74	-31,54	-31,51	-22,84	-22,84	0,00	0,00

Abscisse (m)	ε_α	$\varepsilon_{\alpha\chi}$	ε_β	σ_α (MPa)	$\sigma_{\alpha\chi}$ (MPa)	σ_β^* (MPa)
0,25	0,73	0,00	0,30	146,02	0,00	4,00
0,40	0,05	0,00	0,09	9,60	0,00	1,18
0,67	-0,01	0,00	-0,02	-2,33	0,00	-0,29
0,95	-0,05	0,00	-0,10	-10,68	0,00	-1,31
1,22	-0,08	0,00	-0,14	-15,33	0,00	-1,88
1,50	-0,08	0,00	-0,15	-16,27	0,00	-1,99
1,77	-0,07	0,00	-0,12	-13,50	0,00	-1,65
2,04	-0,04	0,00	-0,06	-7,01	0,00	-0,86
2,32	0,02	0,00	0,03	3,21	0,00	0,40
2,59	0,46	0,00	0,23	92,83	0,00	3,07
2,74	1,07	0,00	0,42	214,10	0,00	5,65

*- contraintes dans ELS, déformations en ELS

8.9 التسليح (Ferrailage):

P1 : Travée de 0,25 à 2,74 (m)

Armature longitudinale :

Aciers inférieurs

2	HA 400 12	l = 3,02 de 0,03 à 2,86
---	-----------	-------------------------

Aciers de montage (haut)

2	HA 400 12	l = 2,94 de 0,03 à 2,97
---	-----------	-------------------------

Chapeaux

2	HA 400 12	l = 0,67 de 0,03 à 0,70
2	HA 400 12	l = 0,67 de 2,29 à 2,97

Armature transversale :

20	RL 235 6	l = 0,91
----	----------	----------

e = 1*0,01 + 19*0,13 (m)

10. الكمي (Quantitatif):

Volume de Béton = 0,19 (m³)

• Surface de Coffrage = 2,24 (m²)

- Acier HA 400
 - Poids total = 12,98 (kG)
 - Densité = 69,44 (kG/m³)
 - Diamètre moyen = 12,0 (mm)
 - Liste par diamètres :

Diamètre	Longueur (m)	Poids (kG)
12	14,61	12,98

- Acier RL 235
 - Poids total = 4,06 (kG)
 - Densité = 21,73 (kG/m³)
 - Diamètre moyen = 6,0 (mm)
 - Liste par diamètres :

Diamètre	Longueur (m)	Poids (kG)
6	18,29	4,06

1.1. المستوى الثاني (Niveau 2):

Nom : Etage 1

- Niveau de l'étage : ---
- Tenue au feu : 0 h
- Fissuration : peu préjudiciable
- Milieu : non agressif

1.2. الرافدة (Poutre INT 02) :

1.1.2. خواص المواد (caractéristiques des matériaux):

- Béton : $f_{c28} = 25,00$ (MPa) Densité = 2501,36 (kG/m³)
- Armature longitudinale: type HA 400 $f_e = 400,00$ (MPa)
- Armature transversale : type RL 235 $f_e = 235,00$ (MPa)
- Armature additionnelle : type HA 400 $f_e = 400,00$ (MPa)

2.1.2. الهندسة (Géométrie) :

1.2.1.2. تعيين الوظيفة (Désignation Position) :

Désignation	Position	APG (m)	L (m)	APD (m)
P1	Travée	0,25	2,65	0,25

Section de 0,00 à 2,65 (m)
25,0 x 25,0 (cm)
Pas de plancher gauche
Pas de plancher droit

3.1.2. فرضيات الحساب (Hypothèses de calcul) :

- Règlement de la combinaison : BAEL 91
- Calculs suivant : BAEL 91 mod. 99
- Dispositions sismiques: non
- Poutres préfabriquées : non
- Enrobage : Aciers inférieurs $c = 2,5$ (cm)
- : latéral $c_1 = 2,5$ (cm)
- : supérieur $c_2 = 2,5$ (cm)
- Tenue au feu : forfaitaire
- Coefficient de redistribution des moments sur appui : 0,80
- Ancrage du ferrailage inférieur:
- appuis de rive (gauche): Auto
- appuis de rive (droite) : Auto
- appuis intermédiaires (gauche) : Auto
- appuis intermédiaires (droite) : Auto

4.12 التحميلات : **chargements**5.12 النتائج النظرية : **Résultats théoriques**

6.12 متطلبات ELU :

1.6.12 متطلبات ELU (Sollicitations ELU): **(أنظر الملحق 8)**

Désignation	Mtmax. (kN*m)	Mtmin. (kN*m)	Mg (kN*m)	Md (kN*m)	Vg (kN)	Vd (kN)
P1	12,99	-1,34	-18,27	-21,10	47,63	-49,77

2.6.12 متطلبات ELS (Sollicitations ELS): **(أنظر الملحق 9)**

Désignation	Mtmax. (kN*m)	Mtmin. (kN*m)	Mg (kN*m)	Md (kN*m)	Vg (kN)	Vd (kN)
P1	9,41	0,00	-13,23	-15,27	34,48	-36,02

3.6.12 متطلبات ELU تركيبة نادرة (combinaison rare) :

Désignation	Mtmax. (kN*m)	Mtmin. (kN*m)	Mg (kN*m)	Md (kN*m)	Vg (kN)	Vd (kN)
P1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

4.6.12 أقسام نظرية صلب (Sections Théoriques d'Acier):

(أنظر الملحق 10)

Désignation	Travée (cm ²)		Appui gauche (cm ²)		Appui droit (cm ²)	
	inf.	sup.	inf.	sup.	inf.	sup.
P1	1,91	0,00	0,00	2,74	0,00	3,20

5.6.12 السهام (Flèches): **(أنظر الملحق 11)**

- Fgi - flèche due aux charges permanentes totales
 Fgv - flèche de longue durée due aux charges permanentes
 Fji - flèche due aux charges permanentes à la pose des cloisons
 Fpi - flèche due aux charges permanentes et d'exploitation
 ΔFt - part de la flèche totale comparable à la flèche admissible
 Fadm - flèche admissible

Travée	Fgi (cm)	Fgv (cm)	Fji (cm)	Fpi (cm)	ΔFt (cm)	Fadm (cm)
P1	0,0	0,1	0,0	0,1	0,1	0,6

6.6.12 إجهاد في قضيب التوصيل المضغوط

:(Contrainte dans la bielle comprimée)

Valeur admissible : 13,33 (MPa)

		a/add (m)	σ_{bc} A (MPa)	Atheor (cm ²)	Ar (cm ²)
Travée P1	Appui gauche Vu = 47,63(kN) Bielle inférieure	0,21	1,86	1,37	2,26
Travée P1	Appui droit Vu = 49,77(kN) Bielle inférieure	0,21	1,94	1,43	2,26

7.13 النتائج النظرية - المفصلة (Résultats théoriques – détaillés)

2.6.1 P1 : Travée de 0,25 à 2,90 (m)

Abscisse (m)	ELU		ELS		ELU - comb. acc.		A chapeau (cm ²)	A travée (cm ²)	A compr. (cm ²)
	M max. (kN*m)	M min. (kN*m)	M max. (kN*m)	M min. (kN*m)	M max. (kN*m)	M min. (kN*m)			
0,25	0,00	-18,27	0,00	-13,23	0,00	0,00	2,74	0,00	0,00
0,42	0,00	-18,27	0,00	-7,62	0,00	0,00	2,74	0,00	0,00
0,71	5,12	-7,85	0,00	-1,41	0,00	0,00	1,05	0,67	0,00
1,00	10,41	-1,34	5,37	0,00	0,00	0,00	0,19	1,49	0,00
1,29	12,61	-0,00	8,51	0,00	0,00	0,00	0,00	1,85	0,00
1,58	12,99	-0,00	9,41	0,00	0,00	0,00	0,00	1,91	0,00
1,87	12,41	-0,00	8,06	0,00	0,00	0,00	0,00	1,82	0,00
2,16	9,60	-1,34	4,48	0,00	0,00	0,00	0,19	1,37	0,00
2,45	4,26	-9,56	0,00	-1,41	0,00	0,00	1,32	0,58	0,00
2,74	0,00	-21,10	0,00	-9,40	0,00	0,00	3,20	0,00	0,00
2,90	0,00	-21,10	0,00	-15,27	0,00	0,00	3,20	0,00	0,00

Abscisse (m)	ELU		ELS		ELU - comb. acc.	
	V max. (kN)	V red. (kN)	V max. (kN)	V red. (kN)	V max. (kN)	V red. (kN)
0,25	47,63	47,60	34,48	34,48	0,00	0,00
0,42	41,56	41,56	30,09	30,09	0,00	0,00
0,71	30,91	30,91	22,38	22,38	0,00	0,00
1,00	20,25	20,25	14,66	14,66	0,00	0,00
1,29	9,59	9,59	6,95	6,95	0,00	0,00
1,58	-1,07	-1,07	-0,77	-0,77	0,00	0,00
1,87	-11,72	-11,72	-8,49	-8,49	0,00	0,00
2,16	-22,38	-22,38	-16,20	-16,20	0,00	0,00
2,45	-33,04	-33,04	-23,92	-23,92	0,00	0,00
2,74	-43,70	-43,70	-31,63	-31,63	0,00	0,00
2,90	-49,77	-49,73	-36,02	-36,02	0,00	0,00

Abscisse (m)	ε_{α}	$\varepsilon_{\alpha\chi}$	ε_{β}	σ_{α} (MPa)	$\sigma_{\alpha\chi}$ (MPa)	σ_{β}^* (MPa)
	0,25	1,10	0,00	0,54	220,34	0,00
0,42	0,52	0,00	0,29	103,92	0,00	3,83
0,71	0,02	0,00	0,04	4,12	0,00	0,51
1,00	-0,08	0,00	-0,15	-15,99	0,00	-1,96
1,29	-0,99	0,00	-0,39	-198,45	0,00	-5,17
1,58	-1,10	0,00	-0,43	-219,35	0,00	-5,72
1,87	-0,94	0,00	-0,37	-188,03	0,00	-4,90
2,16	-0,07	0,00	-0,12	-13,33	0,00	-1,63
2,45	0,02	0,00	0,04	4,12	0,00	0,51
2,74	0,64	0,00	0,35	128,32	0,00	4,72
2,90	1,27	0,00	0,62	254,37	0,00	8,26

*- contraintes dans ELS, déformations en ELS

8.13 التسليح (Ferrailage):

P1 : Travée de 0,25 à 2,90 (m)

Armature longitudinale:

- Aciers inférieurs
2 HA 400 12 l = 3,29 de 0,11 à 3,02
- Aciers de montage (haut)
2 HA 400 12 l = 3,10 de 0,03 à 3,13
- Chapeaux
2 HA 400 12 l = 0,99 de 0,03 à 0,83
2 HA 400 12 l = 0,99 de 2,33 à 3,13

Armature transversale:

- 22 RL 235 6 l = 0,91
e = 1*0,04 + 1*0,09 + 18*0,13 + 1*0,11 + 1*0,05 (m)

14. الكمي Quantitatif:

- Volume de Béton = 0,20 (m3)
- Surface de Coffrage = 2,36 (m2)
- Acier HA 400
 - Poids total = 14,87 (kG)
 - Densité = 75,47 (kG/m3)
 - Diamètre moyen = 12,0 (mm)
 - Liste par diamètres:

Diamètre	Longueur (m)	Poids (kG)
12	16,74	14,87

- Acier RL 235
 - Poids total = 4,47 (kG)
 - Densité = 22,67 (kG/m3)
 - Diamètre moyen = 6,0 (mm)
 - Liste par diamètres:

Diamètre	Longueur (m)	Poids (kG)
6	20,12	4,47

15 المستوى الأول (Niveau 1):

- Nom :
- Cote de niveau : 0,00 (m)
- Tenue au feu : 0 h
- Fissuration : peu préjudiciable
- Milieu : non agressif

Nombre : 1

16 الأعمدة (Poteau):

1.16 خواص المواد (caractéristiques des matériaux):

- Béton : fc28 = 22,00 (MPa) Poids volumique = 2243,38 (kG/m3)

- Armature longitudinale : type HA 400 $f_e = 400,00$ (MPa)
- Armature transversale : type RL 235 $f_e = 235,00$ (MPa)

- 2.2.1 Rectangle 25,0 x 25,0 (cm)
- 2.2.2 Epaisseur de la dalle = 0,00 (m)
- 2.2.3 Sous dalle = 2,55 (m)
- 2.2.4 Sous poutre = 2,30 (m)
- 2.2.5 Enrobage = 3,0 (cm)

2.16 فرضيات الحساب (Hypothèses de calcul) :

- Calcul suivant : BAEL 91 mod. 99
- Dispositions sismiques : non
- Poteau préfabriqué : non
- Tenue au feu : forfaitaire
- Prédimensionnement : non
- Prise en compte de l'élançement : oui
- Compression : simple
- Cadres arrêtés : sous plancher
- Plus de 50% des charges appliquées : après 90 jours

3.16 التحميلات (chargements) :

Cas	Nature	Groupe	N (KN)
COMB1	de calcul (poids propre)	123	105,29
COMB2	cal.ELS (poids propre)	123	76,62

4.16 النتائج النظرية (Résultats théoriques) :

- تحليل النحافة (Analyse de l'Elancement) :

	Lu (m)	K	λ
Direction Y :	2,55	1,00	35,33

- تحليل مفصل (Analyse détaillée) :

$$\lambda = \max(\lambda_y ; \lambda_z)$$

$$\lambda = 35,33$$

$$\lambda < 50$$

$$\alpha = 0,85 / (1 + 0,2 * (\lambda / 35)^2) = 0,71$$

$$Br = 0,05 \text{ (m}^2\text{)}$$

$$A = 4,52 \text{ (cm}^2\text{)}$$

$$N_{ulim} = \alpha [Br * f_c / 28 / (0,9 * \gamma_b) + A * f_e / \gamma_s] = 719,79 \text{ (kN)}$$

5.16 التسليح (Ferrailage):

- Coefficients de sécurité = 6,84
- global (Rd/Sd)
- section d'acier réelle $A = 4,52 \text{ (cm}^2\text{)}$

6.16 التسليح (Ferrailage):

1.1.16 القضبان الرئيسية (Barres principales):

- 4 HA 400 12 $l = 3,39 \text{ (m)}$

2.1.16 عبر الإطار (Armature transversale):

- 18 RL 235 6 $l = 0,88 \text{ (m)}$
 $e = 1*0,07 + 17*0,13 \text{ (m)}$

17 الكمي (Quantitatif):

- Volume de Béton = 0,14 (m³)
- Surface de Coffrage = 2,30 (m²)
- Acier HA 400
 - Poids total = 12,04 (kG)
 - Densité = 83,78 (kG/m³)
 - Diamètre moyen = 12,0 (mm)
 - Liste par diamètres :

Diamètre	Longueur	Poids
	(m)	(kG)
12	13,56	12,04

- Acier RL 235
 - Poids total = 3,51 (kG)
 - Densité = 24,43 (kG/m³)
 - Diamètre moyen = 6,0 (mm)
 - Liste par diamètres :

Diamètre	Longueur	Poids
	(m)	(kG)
6	15,82	3,51

❖ العينة الثانية:

أولاً: المعاينة والتشخيص:

1. الواجهة:



الصورة 9: تبين الأضرار على مستوى على واجهة المبنى. المصدر: الكاتب

- وجود انتفاخ وتآكل في الطلاء الواجهة مبنية بمزيج من مواد محلية قديمة (تيمشمت - حجرة ورقلة) خصوصاً في أعلى الواجهة
- نلاحظ غياب في التلبيس وتآكل الجدار ذلك نتيجة تعرضه للظروف الخارجية من تغير في درجات الحرارة والرطوبة والرياح التي تؤدي إلى انكماش وتمدد طبقات الملاط.
- تآكل في أعلى قمة الجدار بسبب تدهور مواد البناء بفعل الزمن.
- وجود شق أفقي سطحي محدود أسفل الواجهة ناتجة عن حدوث شد وتقلص بسبب الحرارة والرطوبة.
- بسبب الرطوبة الشعرية بفعل امتصاص الجدران للمياه قنوات الصرف الصحي.

2. الغرف:



الصورة 10: التآكل بسبب الرطوبة وشيخوخة المواد. المصدر: الكاتب

- الجدران والأسقف متفتتة ومتساقطة بسبب ارتفاع الرطوبة والأملاح في الجدار.
- تكسية الارضية بالبلاط غير منجزة بسبب تدهور مواد البناء بفعل الزمن.
- وجود تآكل في الجزء السفلي بسبب تسرب الرطوبة الشعيرية وامتصاص الجدران لمياه.
- وجود انتفاخ في أعلى الجدار مع شقوق متفرقة وهذا يعود إلى حدوث تسرب في مياه الامطار من فوق أو بسبب حدوث انكماش حراري.

3. دورة المياه في الطابق الأرضي:



الصورة 11: الرطوبة بسبب بفعل التسرب المياه المصدر: الكاتب

- الجدران مبنية بالحجارة المحلية مع تلبيس اسمنتي دورة المياه في حالة مزرية نظرا لتسرب الرطوبة بسبب المياه.
- التشطيبات وتكسية الارضية بالبلاط والخزف للجدران والسقف غير منجزة نتيجة لتدهور مواد البناء بفعل الزمن.
- تآكل الطلاء بسبب الرطوبة بفعل التسرب للمياه وذلك لعدم وجود العزل المائي من خلال البلاط المكسور أو المفقود تماما.

4. المطبخ:



الصورة 12: التآكل بسبب ارتفاع الرطوبة والأملاح في الجدار. المصدر: الكاتب

- التشطيبات وتكسية الارضية بالبلاط والخزف للجدران غير منجزة بسبب تدهور مواد البناء بفعل الزمن.
- الجدران الداخلية ملبسة بالجبس تظهر عليها علامات التفتت والتساقط بسبب ارتفاع الرطوبة والأملاح في الجدران.

5. بهو الاستقبال:



الصورة 13: الشق أفقي والتآكل بسبب الرطوبة وشيخوخة المواد المصدر: الكاتب

- تآكل طلاء الجدار في أماكن متفرقة خصوصا في أسفل الجدار بسبب ضعف مواد البناء بفعل الزمن.
- وجود شق أفقي في السقف بسبب شيخوخة المواد.
- تآكل وتفتت في أعلى السقف بسبب الرطوبة بفعل التسريب لمياه الأمطار.

6. الدرج:



الصورة 14: تبين الأضرار على مستوى السلم المصدر: الكاتب

- الدرج مبني بالحجارة المحلية (تيمشمت) غير مدعم في حالة تآكل وتفتت على مستوى الحواف بسبب ارتفاع الرطوبة بفعل التسرب لمياه الأمطار.
- وجود تآكل ملحوظ في كامل الدرج على مستوى القائمة والنائمة بسبب كثرة الاستعمال اليومي مع غياب التبليط.

7. سطح طابق الأول:



الصورة 15: تبين الأضرار على مستوى سطح المنزل المصدر: الكاتب

- الأرضية في حالة مزرية بسبب تسرب مياه الأمطار مع غياب التبليط.
- تآكل طلاء الجدران بسبب عمليات التمدد والانكماش الناتجة عن التغير في درجات الحرارة والرطوبة.

ثانياً: التدخلات المقترحة:

يجب ان تنجز التدخلات على المسكن اساسا بالتقنيات التقليدية وطرق البناء السائدة في قصر ورقلة باستخدام المواد المحلية المتوفرة في المنطقة نظرا لاستدامتها وتأقلمها مع الطبيعة الصحراوية مع إدخال بعض مواد البناء الحديثة كالخرسانة المسلحة بنسب وطرق مدروسة ومتحكم فيها، ويكون الإنجاز حسب المراحل التالية:

1. معالجة التشققات:

تتم معالجة التشققات سواء كانت عمودية أو أفقية باستخدام الطريقة التقليدية في البناء السائدة في القصر نظرا لأن الشقوق سطحية غير عميقة حيث نقوم بملئ الشقوق بواسطة خليط من الإسمنت المركز مع الرمل ثم التلبيس الجيد على الشقوق بواسطة مادة التمشيمت وتكون هذه العملية فقط على سقف بهو الإستقبال.

2. معالجة الرطوبة:

نظرا للوضع الراهن للمسكن و بعد الملاحظة المدققة وعليه :

1. يطلب اصلاح مشكل التسرب وتثبيت قناة المياه في موضع ملائم وغير مضر .
2. البدء في معالجة الرطوبة عن طريق:

- تقشير طبقة الجدران المتضررة بفعل الرطوبة لغاية الوصول الى الحجارة.
- استبدال الحجارة المتضررة بحجارة اخرى من نفس النوع.
- تكسية الجدران الداخلية في مناطق الرطوبة بملاط اسمنتي وفوق هذا الأخير يتم وضع مربعات خزفية لمنع صعود الرطوبة مجددا. تتم هذه العملية في المطبخ ايضا.

3. معالجة الواجهة:

تمر معالجة الواجهة بمرحلتين:

1. التلبيس: يتم تقشير الطبقة القديمة والسطحية من الواجهة بالكامل ثم نقوم بالتلبيس يدويا بواسطة الجبس المحلي لإعطاء الحبكة التقليدية لواجهة المكان، ونخص بالذكر الجزء العلوي البارز في الطابق الاول والخالي من التلبيس.

2. استبدال باب المسكن نظرا لكونه عنصر دخيل على العمارة المحلية واستبداله بباب حديدي يأخذ نفس الشكل التقليدي السائد والمستعمل في القصر.

4. الكتامة الصحراوية:

تنجز الكتامة الصحراوية على النحو التالي:

يتم انجاز الكتامة في جزء من فناء السطح في السطح العلوي حيث يتم انجازه بطبقة من الرمل مع مراعاة الميل المناسب الذي يسمح بانسياب مياه الامطار وتضاف لها طبقة أخرى من ملاط الجير.

انجاز الكتامة التقليدية المكونة من طبقة الرمل والملاط الجيري المعالج وفق العرف البنائي المحلي، وبسمك 10 سم، مضغوطة بعناية.

طلاء المساحات الخارجية بطبقتين متقاطعتين من مستحلب جيري.

5. إعادة تغطية الأرضيات والأدراج:

تتم تغطية الأرضيات والأدراج بملاط الجبسي أو الجيري، وفق العرف المحلي، أما تغطية المطبخ ودورة المياه فتكون بمربعات الغرنيتو لمنع صعود الرطوبة مجددا.

6. مواد البناء المستعملة:

نستعمل في الاشغال مواد البناء المحلية والتقليدية للحفاظ على اصالة الطابع المعماري السائد في المنطقة بالإضافة الى مواد اخرى حديثة تضمن صلابة الهيكل وإعادة تأهيل المجالات الداخلية.

أ. مواد البناء المحلية:

حجرة ورقلة، الجبس المحلي، الجير.

ب. مواد البناء الحديثة:

❖ الخرسانة: لإعادة صب الكمرات والعمود.

❖ الملاط الاسمنتي: يستعمل لتمليس الجدران وتركيب مربعات الغرانيتو ومربعات الخزفية وفي الأماكن الرطبة.

❖ الكتامة: الكتامة الصحراوية لمعالجة التسرب في السطح.

الخاتمة:

وفي نهاية هذا البحث حول دراسة الأمراض الهيكلية وتشخيصها والذي يعد من المواضيع الحالية الأكثر أهمية في مجال البناء عموماً وفي المباني الأثرية والتقليدية خصوصاً وذلك للحفاظ على هذه المباني وحمايتها من التدهور، لما لها من بعد حضاري ومادي.

من خلال هذه الدراسة والمتمثلة أساساً في المشاركة في مشاريع إعادة التأهيل والترميم الخاصة بالمنشآت التاريخية والتي تعتبر من الأعمال التي تتطلب جهداً خاصاً من المهندسين المعماريين والمدنيين على حد سواء، وذلك نظراً لخصوصية كل معلم ومنطقة. لاقتراح أنسب الحلول. ومن خلال التدخلات الميدانية التي أقيمت على القصر العتيق لإعادة تأهيل المباني الهشة، بينت لنا الدراسة التشخيصية لعينة الدراسة ظهور العديد من المشاكل التي أدت إلى خرابه نتيجة لعوامل عدة من أهمها:

- العوامل الطبيعية التي تتجسد في تأثيرات المناخية كالتغيير المستمر في درجات الحرارة ونسبة الرطوبة نتيجة لتكاثف قطرات مياه الأمطار على أسطح المسكن، بالإضافة إلى تزويد قنوات الصرف الصحي ومياه الصالحة للشرب داخل القصر التي أصبحت مصدراً للرطوبة من خلال المشاريع بحد ذاتها، أو تسربها في الطبقة السفلية لمواد البناء، إضافة إلى صغر حجم المساحات وقلة فتحات التهوية.
- ضعف وتراجع المواد بسبب الشيخوخة التي تصيب مواد البناء وانخفاض مقاومتها مما أدى إلى ظهور عامل التآكل على مستوى الجدران والأسقف.

كما ننوه إلى أن برامج إعادة التأهيل المقترحة من طرف السلطات المعنية بمجال البناء تعتبر في أغلبها حلولاً مؤقتة لا تراعي طبيعة مواد البناء التقليدية، وأن الجمع بينهما يولد مشاكل أخرى على سبيل المثال عدم توافقها الفيزيائي والكيميائي، ومن ناحية أخرى تأثيرها على القيمة التاريخية والسياحية للمعلم بالإضافة إلى القيمة الجمالية ولكنها يمكن أن تساهم في بقاء مثل هذه المباني مأهولة بالسكان وتساهم ولو بشكل جزئي في الشق الاجتماعي للتنمية المستدامة.

وفي الأخير وبناء على النتائج المتوصل إليها من هذا البحث نوصي بضرورة:

- تعزيز التوعية وتنقيف الأفراد والمسؤولين وتحسيسهم بأهمية التراث والمحافظة عليه.
- تخصيص موارد كافية لتنفيذ برامج شاملة للترميم وليس فقط لإعادة التأهيل.
- تبني نهج شامل ومتكامل في التعامل مع المباني الهشة في تشخيص الأمراض.

- التدريب والتأهيل المستمر للمهندسين المعماريين والمدنيين وضمان تطبيق مواصفات ومعايير دولية في عمليات الترميم.
- توفير الدعم المالي والتقني اللازم.

فإن الحفاظ على المباني التراثية والهشة يعد تحديا هاما يتطلب تعاونا وجهودا مشتركة من الجميع، بما في ذلك الحكومات والمؤسسات والمجتمع المحلي، من أجل الحفاظ على التراث المعماري والثقافي للأجيال القادمة.

• المراجع باللغة العربية:

1. ابن خلدون (عبد الرحمان ابن خلدون، 808هـ)، كتاب العبر وديوان المبتدأ والخبر في أيام العرب والعجم والبربر ومن عاصرهم من ذوي السلطان الأكبر المعروف بتاريخ ابن خلدون، الجزء الأول تحقيق خليل شحادة، دار الفكر، بيروت 2001.
2. أحمد الحسن، رئيس مهنا، البناء تغطية، الموسوعة العربية، مج 5، دار الفكر، دمشق، 2005.
3. احمد امين واحمد طارق الاجباري الهيتي، دراسة الانهيارات والتشققات الابنية المنفذة على ترب الطينية وطرق تدعيمها، المجلة العراقية للهندسة المدنية العدد التاسع 2007.
4. أحمد مصطفى، تشكيل الخشب، دار الفكر العربي، القاهرة، 1990.
5. أرنيس كونل، الفن الإسلامي، ترجمة الدكتور أحمد موسى، دار صادر بيروت، لبنان، 1966.
6. اسامة عبد النبي قنبر، بحث حول فواصل الخرسانة، جامعة طنطا كلية الهندسة، قسم الهندسة المدنية.
7. اسراء يونس جهاد، خواص الخرسانة المنتجة باستخدام ركام ناعم بمحتوى أملاح اعلى منحدود المواصفة، مجلة الهندسة والتكنولوجيا، المجلد 27، العدد 15 2009.
8. بابا نجار يونس، بوعروة نور الدين، العمارة الترابية، ديوان حماية وادي ميزاب وترقيته، 2010.
9. بغباغة عبد العزيز، أنواع التسقيف في البنايات التقليدية بوادي ميزاب، ديوان حماية وادي ميزاب وترقيته، 2013.
10. البقري عبد اللطيف، الموسوعة الهندسية لإنشاء المباني، عالم الكتب، القاهرة، 1984.
11. بن سالم خليل، حمو عبد الله بلحاج، البناية الطينية وصيانتها بوادي مزاب دليل تطبيقي، ديوان حماية وادي مزاب وترقيته.
12. بن سويسي محمد، العمارة الدينية الإسلامية في منطقة توات، تمنطيط نموذجاً (من القرن 6 هـ الى 13 هـ / 12م. 19م)، دراسة تاريخية، أثرية، عمرانية ومعمارية، مذكرة لنيل شهادة الماجستير في الآثار الإسلامية، معهد الآثار، جامعة الجزائر، 2007/ 2008.
13. بن محسن محمد وثيق، الأدغم صفاء، قصور ورقلة بين التاريخ والحضارة، مذكرة مقدمة لاستكمال متطلبات شهادة ماستر أكاديمي، جامعة ورقلة 2017.
14. بن نعمان إسماعيل، نظرة على القصور الصحراوية من خلال بعض مقالات الأستاذ الدكتور على حملاوي رحمه الله، أستاذ محاضر معهد الآثار بجامعة الجزائر.
15. بناجي مليكة، مساجد زاوية كنته وقصر تاخيفت بولاية أدرار، رسالة ماجستير في الآثار الإسلامية، معهد الآثار، جامعة الجزائر، 2010.

16. بوتدارة عبدالوافي، سليمانوي نورالدين، الشيخ سيدي أحمد ديدي (1878-1951م) وعمارة مدرسته بتمنظيط -دراسة وضعية، مذكرة لنيل شهادة الماستر في التاريخ، كلية العلوم الإنسانية والاجتماعية والعلوم الإسلامية، جامعة أدرار، 2017.
17. بوخونوف أرزقي، تشخيص الطوب المشكل لهياكل قصري النزلة وتماسين، ولاية ورقلة، أطروحة دكتوراه، معهد الأثار، جامعة الجزائر 2، 2021-2022.
18. بوعروة نور الدين، البناء بالحجارة تحضير الملاط وتقنيات البناء، ديوان حماية وادي ميزاب وترقيته، 2012.
19. تمليكشت هجيرة، مميزات العمارة السكنية بالقصور الصحراوية بالجزائر (مساكن قصر تمنظيط نموذجاً)، مجلة الإتحاد العام للآثارين العرب.
20. جرو عبد الله حمه صالح، بهار سعيد حسن، أثر الرطوبة في مواد البناء في الأبنية السكنية الأثرية (مدينة السليمانية حالة الدراسة)، مجلة السليمانية للعلوم الهندسية، المجلد 6 - العدد 3 - 2019.
21. حاوي خالد حسن، تأثير هجوم الملاح الكبريتية الخارجية على الخرسانة، مجلة جامعة بابل للعلوم والهندسة، العدد 3، المجلد 22، 2014.
22. حجاب، أيمن حسن، تأثير الرطوبة على المبان الأثرية الإسلامية بمدينة القاهرة، مجلة الاتحاد العام للآثارين العرب.
23. حجاري درية، العمارة التقليدية الريفية بالأوراس القنطرة - غوفي - منعة نموذجاً، رسالة لنيل شهادة الدكتوراه علوم في الأثار الإسلامية، معهد الأثار، 2017.
24. حلومي عبد القادر، النباتات الطبيعية، الاتحاد العالمي لحفظ الطبيعة، 1997.
25. حمد مدحت إسلام، التلوث مشكلة العصر، سلسلة كتب الثقافة الشهرية 152، المجلس الوطني للثقافة وفنون والأداب الكويت 1978.
26. حملاوي علي، نماذج من قصور منطقة الأغواط -دراسة تاريخية أثرية، طبع المؤسسة الوطنية للفنون المطبعية، 2006.
27. خالد فرج منتهى، براك الأنصاري عابد، تأثير العوامل الطبيعية على المباني التراثية - مدينة سامراء القديمة انموذجاً" دراسة ميدانية"، مجلة الملوية للدراسات الأثرية والتاريخية، المجلد 3، العدد 6، كلية الأثار، جامعة سامراء، 2016.
28. خشبية عبير، ترميم سكنات القصر العتيق ورقلة الحصنة رقم 35،04 مسكن مكتب الدراسات المعمارية والعمرانية 2022.

29. دحمون منى، قصر بوسمغون دراسة أثرية تحليلية، رسالة ماجستير في الآثار الإسلامية، معهد الآثار، جامعة الجزائر، 2004-2005.
30. دلال بن فطيمة، تصورات المهندسين للتخطيط الحضري في المدينة الصحراوية دراسة ميدانية بمدينة ورقلة، مذكرة مقدمة لاستكمال متطلبات شهادة ماستر أكاديمي، جامعة ورقلة 2015.
31. دليل أعمال ترميم المباني الطينية والحجرية، الهيئة العامة للسياحة والآثار، 2009.
32. دليل أعمال ترميم المباني الطينية والحجرية، الهيئة العامة للسياحة والآثار، المملكة العربية السعودية، 2009.
33. دياب كوكب، المعجم المفصل في الأشجار والنباتات في لسان العرب، ط1، دار الكتب العلمية، بيروت، 2001.
34. رحمانى بوبكر، تحولات أشكال السكن الصحراوي الأسباب والانعكاسات حالة ورقلة، مذكرة مقدمة لنيل شهادة الماجستير في الجغرافيا وتهيئة الأقاليم، جامعة باتنة 2017-2018.
35. زكي محمد حسن، فنون الإسلام، ج3، دار الرائد، بيروت لبنان، 1401هـ / 1981م.
36. الزهراني عبد الله، جبور سعد الله، جهاد عيسى، أنماط العمران القديم في منطقة عسير بالمملكة العربية السعودية ونشوتها وطرائق الحفاظ عليها، مجلة جامعة دمشق العلوم الهندسية، مج 23، العدد الأول، 2007.
37. زيدي يحيى، ساكر عبد الرزاق، تحليل كيفية تأثير المياه الصاعدة على منشآت الري الخرسانية، مذكرة تخرج لنيل شهادة الماستر في الري كلية العلوم والتكنولوجيا قسم الهندسة المدنية جامعة الوادي 2006-2015.
38. سعادة أيمن عزمي جبران، آليات تفعيل المشاركة الشعبية في مشاريع الحفاظ المعماري والعمراني (حالة دراسية الضفة الغربية)، رسالة لنيل شهادة الماجستير في الهندسة المعمارية، كلية الدراسات العليا، جامعة النجاح الوطنية في نابلس - فلسطين، 2009.
39. سمر سعيد عبادي محمد، دور إعادة توظيف المباني التراثية في تنمية المجتمع المحلي، مجلة المعهد العالي للدراسات النوعية، مجلد2، عدد2، 2022.
40. شاهين عبد المعز، ترميم وصيانة المباني الأثرية والتاريخية، سلسلة الثقافة الأثرية والتاريخية مشروع المائة كتاب 24، مطابع المجلس الأعلى للآثار، 1994.
41. شريف ابو المجد، تصدع المنشآت الخرسانية وطرق علاجها، دار النشر للجامعات المصرية، مكتبة الوفاء 1994.

42. شواش احمد، بوسماحة عبد القادر، المخالفات العمرانية والتحويلات الاجتماعية حالة القصر، ورقلة العتيق، مخبر المصادر الطبيعية وتهيئة الفضاءات الحساسة، جامعة أم البواقي 2015.
43. صبحي محمود جمال، إعادة توظيف المباني التراثية بين الواقع والمأمول، "دراسة حالة المباني التراثية بمركز مدينة المنيا القديم"، مجلة الهندسية والتكنولوجيا، المجلد 38، العدد 1، كلية الهندسة، جامعة المنيا، 2019.
44. صلاح الدين محمود حمد، تأثير مواد البناء على اختيار الجملة الإنشائية (حالة دراسية الأبنية العامة في سورية)، رسالة لنيل درجة الماجستير في الهندسة المعمارية، كلية الهندسة المعمارية، جامعة دمشق، 2015.
45. طاهري عبد الحليم، مدرسة صالح باي ومقبرته العائلية بحي سوق العصر بمدينة قسنطينة، رسالة لنيل درجة الماجستير في الآثار الإسلامية، معهد الآثار، جامعة الجزائر، 2009.
46. الطرق التقليدية في الإنشاء، المؤسسة العامة للتدريب الفني والمهني تخصص تقنية معمارية.
47. عاصم محمد رزق، معجم المصطلحات العمارة والفنون الإسلامية، دار النشر مكتبة المدبولي، 2000.
48. عثمان محمود يحيي، طرق ترميم أخشاب الأسقف الخشبية الأثرية، مجلة الآداب والعلوم الإنسانية المجلد 89، العدد 1، جامعة المنيا كلية الآداب 2019.
49. عطيات ديالا، ميزات العمارة الطينية وفرص تطبيقها، عمارة واحة سيوة أنموذجاً، المجلة الإلكترونية الشاملة متعددة التخصصات، العدد الثالث، 2017.
50. عمر عبد الله الهزاري، التاكل وسيطرة عليه، الفصل الثامن عشر، كلية العلوم، قسم الكيمياء الكهربية، جامعة أم القرى.
51. العنزاري أحمد محمد، تطوير وإعادة استخدام بعض مواد البناء التقليدية في المناطق الصحراوية، نقابة المهندسين السوريين، فرع محافظة ريف دمشق.
52. عوده محمد الأغا، التآكل في المنشآت وآثاره السلبية، مجلة جامعة الأقصى، سلسلة العلوم الطبيعية، 10، 2006 (SE).
53. الغنيم عبد الله يوسف، 1998، الموسوعة الجيولوجية، ج 1، الطبعة الأولى، مؤسسة الكويت للتقدم العلمي، الكويت.
54. فاطمة احمد محمد حسين، المعايير التصميمية لإعادة توظيف المباني التراثية لتحقيق مبدأ الإستدامة، دراسة حالة مجموعة الغوري، كليه الفنون التطبيقية، جامعة بنى سويف.

55. فوزية سعاد بوجلابة، تأثير دورة الأملاح داخل المواد وعلى الأسطح في الإضرار بالمباني الأثرية. مجلة منبر التراث الأثري العدد 8 (2020).
56. قبابلة مبارك، تطور مواد البناء وأساليب البناء في العمارة الصحراوية، رسالة ماجستير في علم الآثار، كلية العلوم الإنسانية والاجتماعية، جامعة بسكرة، 2010.
57. الفليوبي هاني أحمد محمد، العمارة التقليدية بمنطقة الجريد عمارة المسكن نموذجاً، مجلة الإتحاد العام الأثريين العرب، المجلد 23، العدد 2، 2022.
58. كحلة رجاء، حاج سعيد نهلة، تأثير العوامل المناخية على نمط وتخطيط المدن الصحراوية حالة مدينة تفرت، مذكرة مكملة لنيل شهادة ماستر تسيير التقنيات الحضرية، معهد تسيير التقنيات الحضرية، 2015.
59. كشيرد علي، مواد البناء التقليدية، الديوان الوطني لتسيير واستغلال الممتلكات الثقافية المحمية، 2019.
60. كعكي عبد العزيز بن عبد الرحمن، البيوت التقليدية في المدينة المنورة أثر مواد البناء وأساليبها في تجانسها العمراني، مجلة مركز بحوث ودراسات المدينة المنورة، 2004.
61. لبتز قادة، تأثير الرطوبة على المعالم الأثرية بقصور الجنوب الجزائري (دراسة حالات)، رسالة لنيل شهادة دكتوراه علم الآثار والمحيط، كلية العلوم الاجتماعية والعلوم الإنسانية، جامعة تلمسان، 2017.
62. لعلى عبد الرحيم، المباني الأثرية والتراثية - الأخطار التي تهددها وبعض طرق معالجتها، جامعة يحي فارس المدية.
63. ماني محمد، المساهمة في تحسين خصائص خرسانة رمل الكثبان بواسطة التصحيح الحبيبي والتعزيز بالألياف، أطروحة تخرج لنيل شهادة دكتوراه علوم، جامعة ورقلة (2018).
64. مبارك هدي، أعمال ترميم للمنشآت الدفاعية بقصر تمنطيط (دراسة تقييمية)، مذكرة لنيل شهادة الماجستير في صيانة وترميم المباني الأثرية والمعالم التاريخية، كلية العلوم الإنسانية والعلوم الاجتماعية، جامعة تلمسان، 2016.
65. المحاري سلمان، حفظ المباني التاريخية مبان من مدينة المحرق، حكومة الشارقة، الإمارات العربية المتحدة.
66. محبوبي سمية، مواد وتقنيات البناء في قصور ولاية البيض (قصر الشلالة الظهرانية وقصر بوسمغون) دراسة حالة، مذكرة لنيل شهادة الماستر في علم الآثار، جامعة تلمسان، 2017.

67. محسن محمد صالح، تقييم مثبطات التبلور الملحي في تثبيت ملح كلوريد الصوديوم بالحجر الجيري، مجلة كلية الآثار، العدد الخامس والعشرون 2022.
68. محمد محمود، تكنولوجيا الخرسانة، قسم هندسة المدنية، جامعة الأنبار كلية الهندسة 2019
69. محمود امام، الخرسانة باب العاشر الانكماش وزحف كلية الهندسة جامعة منصوره 2005.
70. مديرية البرمجة ومتابعة الميزانية ولاية ورقلة
71. مديرية السياحة والصناعات التقليدية لولاية ورقلة، مونوغرافيا ولاية ورقلة 2009.
72. معزوز عبد الحق، العمارة الصحراوية التقليدية بمدينة تيندوف، معهد الآثار جامعة الجزائر، الطبعة الأولى، 2011.
73. مهند سليم مهنا، مقرر تكنولوجيا المواد لطالب الهندسة المعمارية. وزارة التعليم العالي والبحث العلمي - جامعة الانبار 2005.
74. موشموش محمد، مساجد مدينة تنس دراسة (تاريخية، أثرية، معمارية)، مذكرة لنيل شهادة الماجستير، معهد الآثار، جامعة الجزائر، 2009.
75. النحاس أسامة محمد كمال، عزت مهران رشا محمد هاني حسن، أساليب التعامل مع مشكلات تطبيق سياسات الحفاظ على المباني التراثية ذات القيمة، مجلة التراث والتصميم، المجلد 2، العدد الحادي عشر، 2022.
76. نوبي محمد حسن، نظريات العمارة، مطبعة الأوفيسيت الحديثة، أسويط 2001.
77. يحياوي عبد الحليم، مشروع أعمال الترميم - قصر أربوات الفوقاني، رسالة ماجستير في علم الآثار، جامعة، تلمسان، 2016.
- المراجع باللغة الأجنبية:

78. ADAM Jean-Pierre, La Construction Romaine matetiaux et techniques, deuxième édition grands manuels picard.
79. AMARNI Lynda Durabilité des éléments en béton armé en milieu agressif Corrosion renforcée. Mémoire de maîtrise, Faculté de génie de la construction Département de Génie Civil, Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou 2012.
80. Beatriz Sanz Merino, Experimental and numerical study of cracking of concrete due to reinforcement corrosion, Tesis doctoral ,Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos Universidad Politécnica de Madrid, 2014.
81. Belkacem Toumi, Musa Resheidat, Influence of High Temperatures on Surface Cracking of Concrete Studied by Image Scanning Technique. Jordan Journal of Civil Engineering, Volume 4, No. 2, 2010.
82. Benabdallah Charifa, Techniques de réhabilitation et de restauration du bâti ancien construit en terre Cas d'étude (Mausolée de Sidi Ba Youcef à Tamentit) ,Mémoire

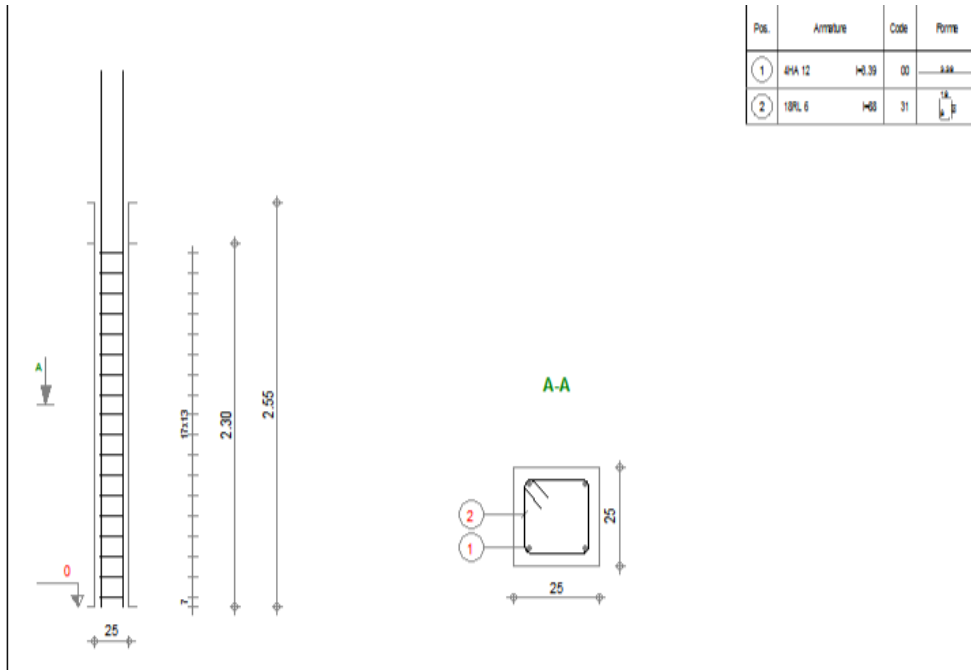
- de Fin d'étude En vue de l'obtention du diplôme de Master en Génie Civil Option ،
Département Génie Civil,2018.
83. Bhavan Manak and others, Handbook on Causes and prevention of cracks in buildings. New Delhi, India. (1984)
 84. Calicchia, Moisture Damage in Ancient Masonry, Article Minerals 11, 2021.
 85. Didillon (H et J M) & donnadien (C et P), Habiter le désert: les maison mozabites.03 eme Ed, mardaga, druxelle ,1984.
 86. Elmogy Dyaa Ehab , Report on the types of cracks and how to treat the mcracks and how to treat them. Cairo – Egypt, 2020.
 87. García Matos, Candy J Estudio del yeso tradicional y sus aplicaciones en la Universidad Politécnica de Cataluña 2015.
 88. Getachew, Hanathe Cause and Significance of Crack and Structural Defect Assessment of School Building in Dire Dawa City ,Addis Ababa University, Ethiopia ,2017.
 89. Giovanni e Ippolito Massari, Trattamento igienizzante delle zone umide ULRICO HOEPLI EDITORE SPA, VIA HOEPLI 5, MILANO (Italia), 1993.
 90. Harishi, Lazhar, Ce comportement sanitaire des éléments de structure en béton armé sous les effets simultanés de la charge et de la corrosion, terne,2016.
 91. HOYT SMITH. GALE, Nitrate deposits US Department of the Interior Geological Survey, Bulletin 523, 1912.
 92. Jane, Helena, Corrosion Monitoring and Prevention Techniques. International Journal of Engineering and Advanced Technology (IJEAT) Volume-10 Issue-3 , 2021.
 93. Kalyana RamaJ, Raghava Sudhir, Sampath Kumar, VikranthLavenu M et mataouchek V ,Dictionnaire d'Architecture ,ed, Gisserot ,Paris 1999.
 94. MAHAMEDI , A. Caractérisation et traitement à la chaux. Mémoire Master Faculté de Technologie Département de Génie Civil, Université Mohamed Boudiaf - M'sila,2020.
 95. Martin (R), "L'appareil architecture" ,Encyclopedia universail, T.2 Paris1990.
 96. Morgan (H.et J.m), The ten book on architecture ,Ed. Plain Label Book, Harvard 1914.
 97. Olumuyiwa Idowu, O. Groundwater: Characteristics, qualities, pollutions and treatments: An overview. International Journal of Water Resources and Environmental Engineering Vol. 4(6) 2012.
 98. Sadegh Kabir, Causes and Effects of Structural Cracks .International Journal for Modern Trends in Science and Technology, 8(02), 2022.
 99. Soledad García Morales. Metodología de diagnóstico de la altura del amortiguador capilar y densificación endoscópica en edificios históricos 1995.
 100. Study of cracks in buildings. Mahindra University Hyderabad, India (2009)
 101. Torraca, Giorgio. Porous building materials, Materials science for architectural conservation. ICCROM International Centre for the Study of the Preservation and Restoration of Cultural Property 2005.

102. Torres, Ramen and others, Process de Carbonation de los concretos hidráulicos para pavimento rígido, 2015.
103. Işık, Ercan, Mehmet Fatih Işık, and Mehmet Akif Bülbül. "Web based evaluation of earthquake damages for reinforced concrete buildings." Earthquakes and Structures 13.4 (2017): 423-432.
104. HECK, Jean Vivien. Retrait et gonflement des argiles: Protéger sa maison de la sécheresse: Conseil aux constructeurs de maisons neuves, Guide 2. 2017.
105. Bonacci, J. F., and M. Maalej. "Externally bonded FRP for service-life extension of RC infrastructure." Journal of Infrastructure systems 6.1 (2000): 41-51.
106. Wittocx, Lydia, et al. "Revamping corrosion damaged reinforced concrete balconies: Life cycle assessment and life cycle cost of life-extending repair methods." Journal of Building Engineering 52 (2022): 104436
107. Stipho, A. S., "The Impact of Rising Ground Water Level on the Geotechnical Behavior of Soil in Hot Climate Regions" (1993).

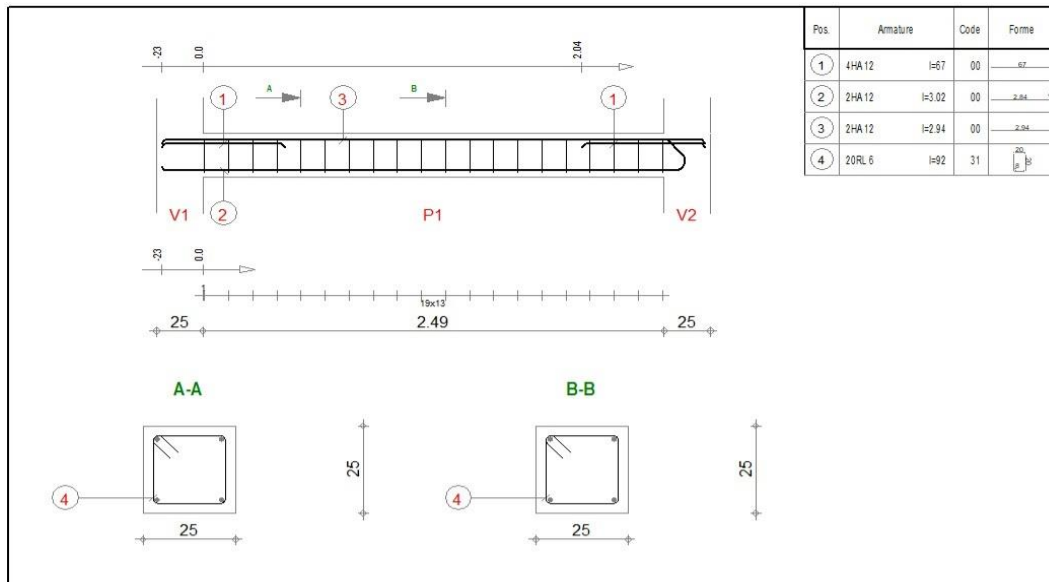
• مواقع إلكترونية:

- www.goodhousekeeping.com, 12-5-2015
- <https://n9.cl/7e59d>
- <https://cutt.us/idLLa>
- <https://emufeed.com>
- <https://www.uomus.edu.iq>
- <https://www.bayut.com>

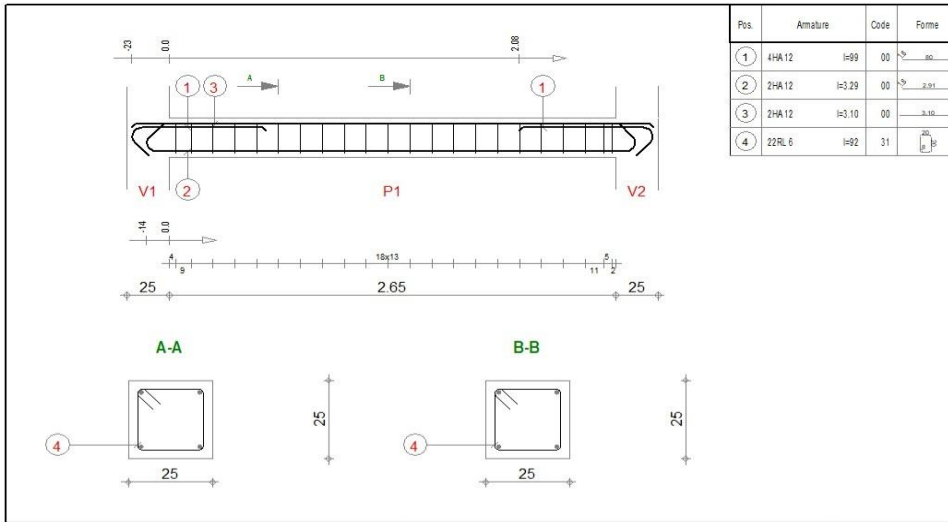
الملاحف



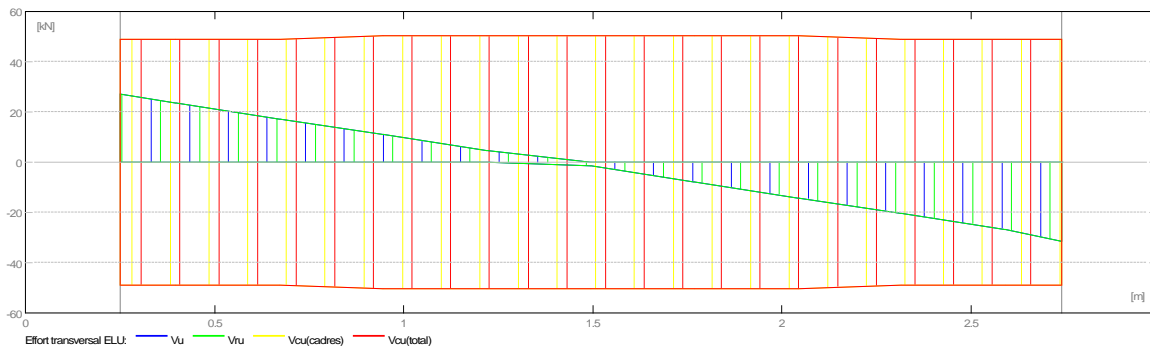
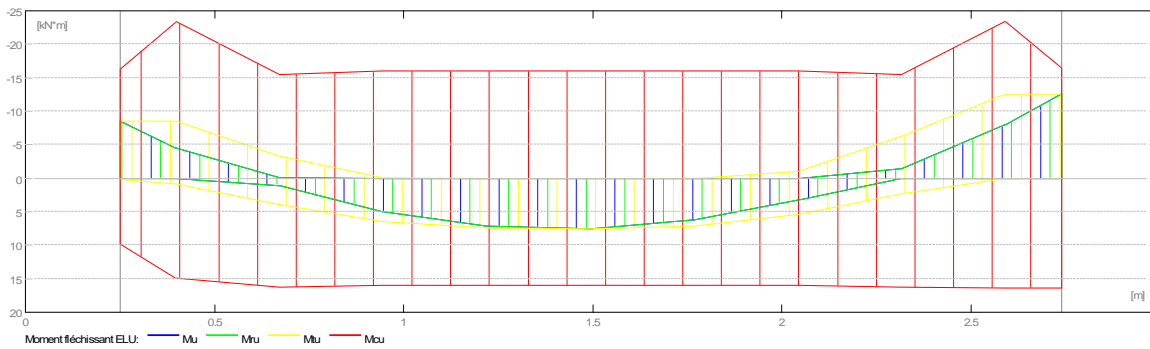
الملحق 1: مخطط التسليح الأعمدة



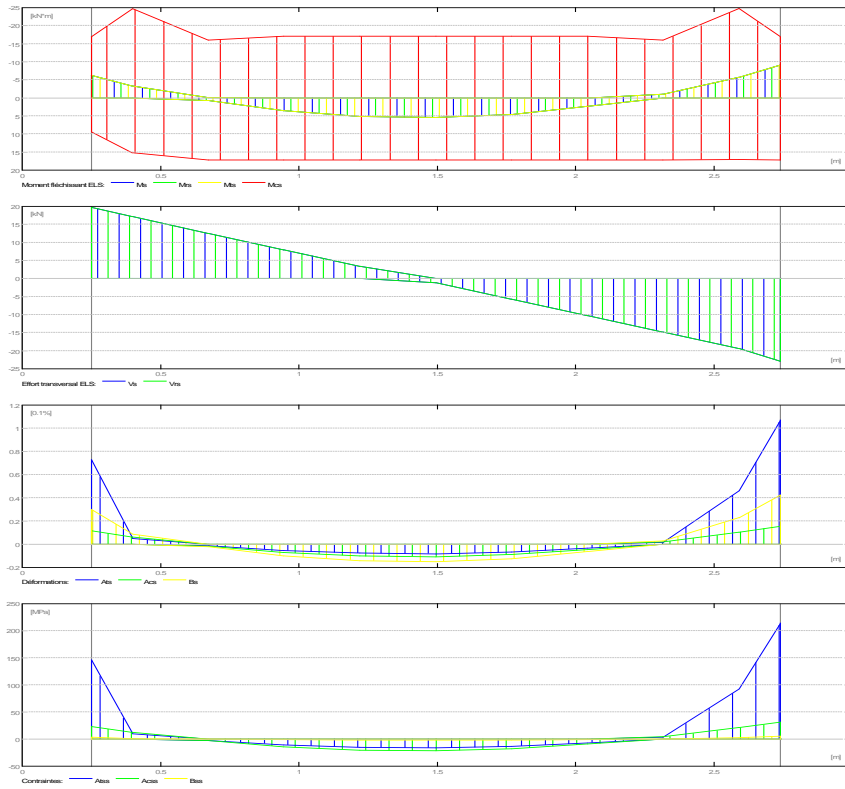
الملحق 2: مخطط التسليح الرافدة للمستوى الأول



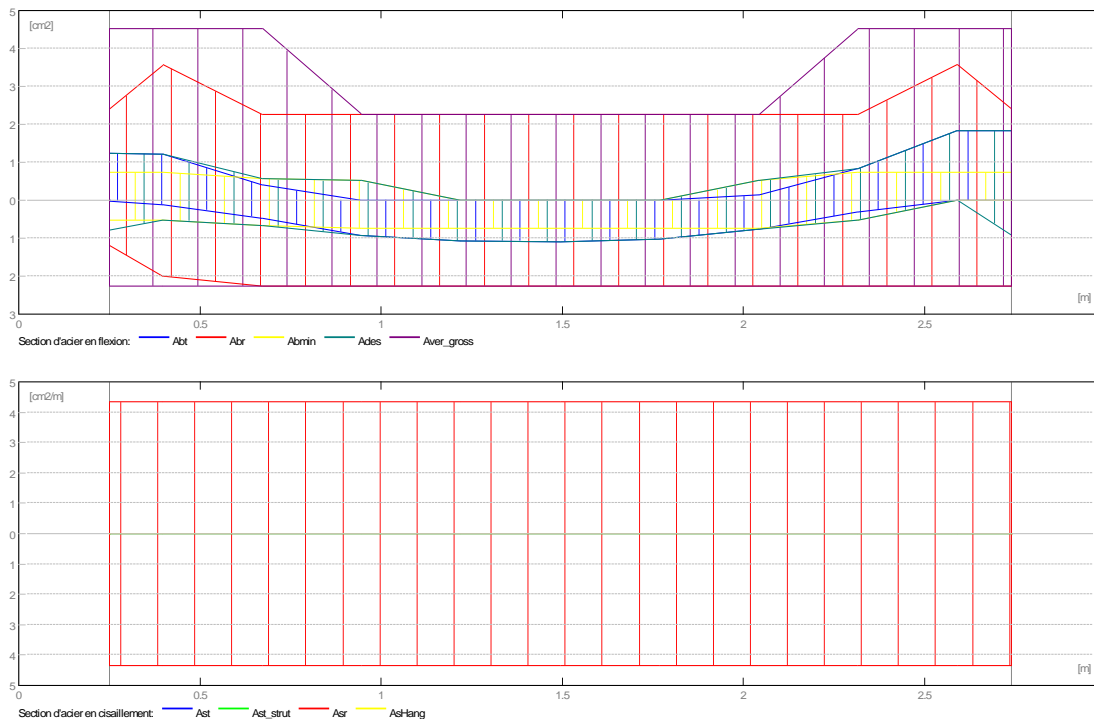
الملاحق 3: مخطط التسليح الرافدة للمستوى الثاني



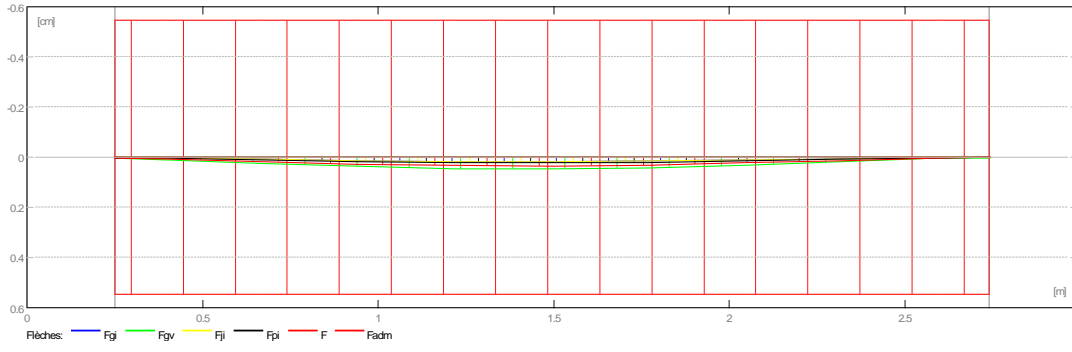
الملاحق 4: متطلبات ELU المستوى الأول



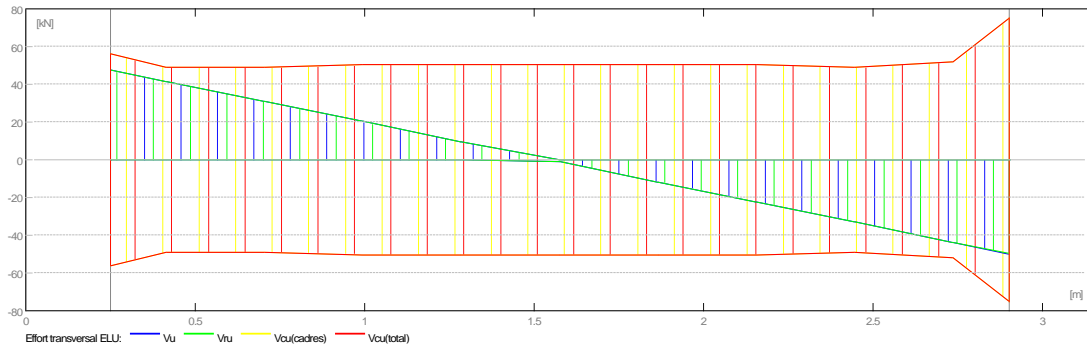
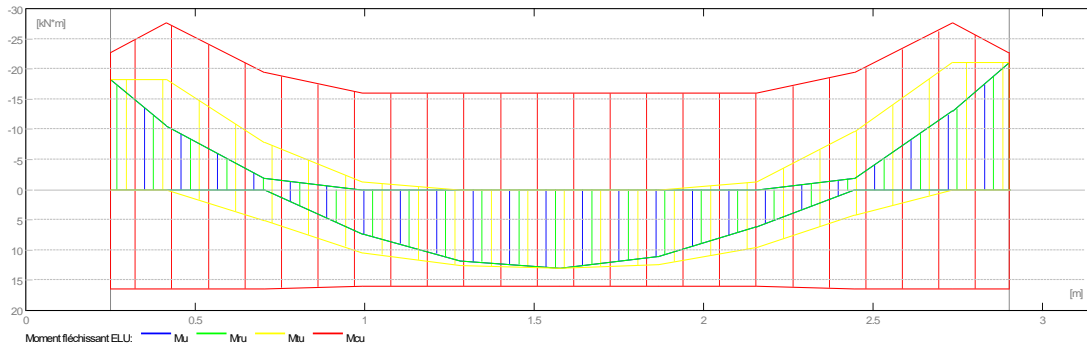
الملحق 5: متطلبات ELS المستوى الأول



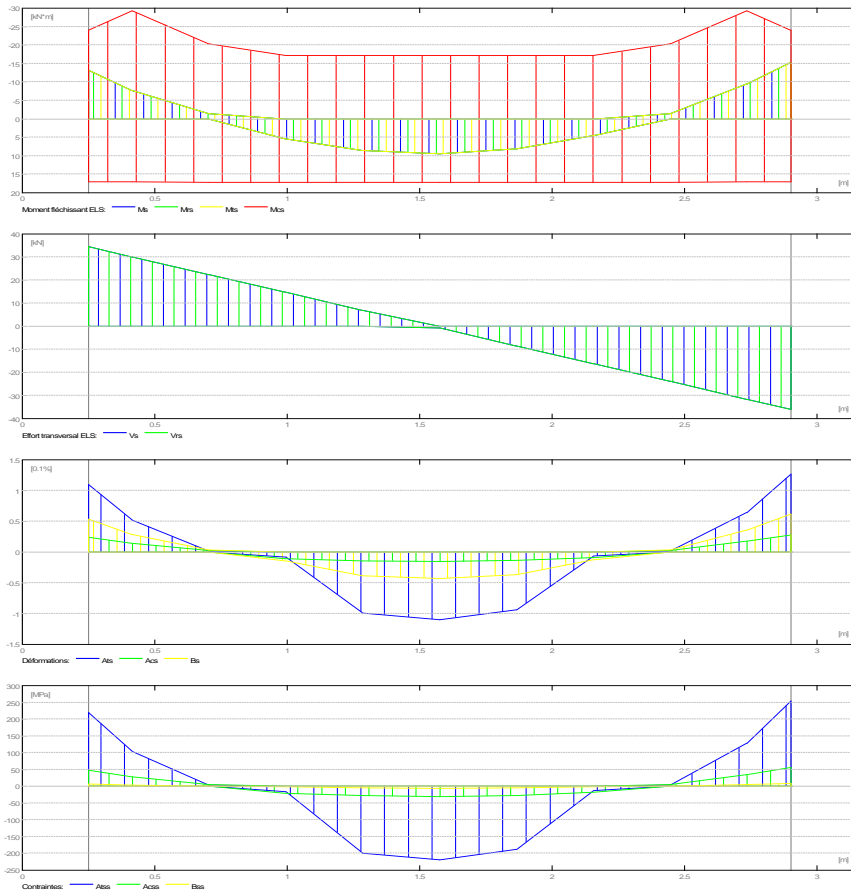
الملحق 6: أقسام نظرية صلب المستوى الأول



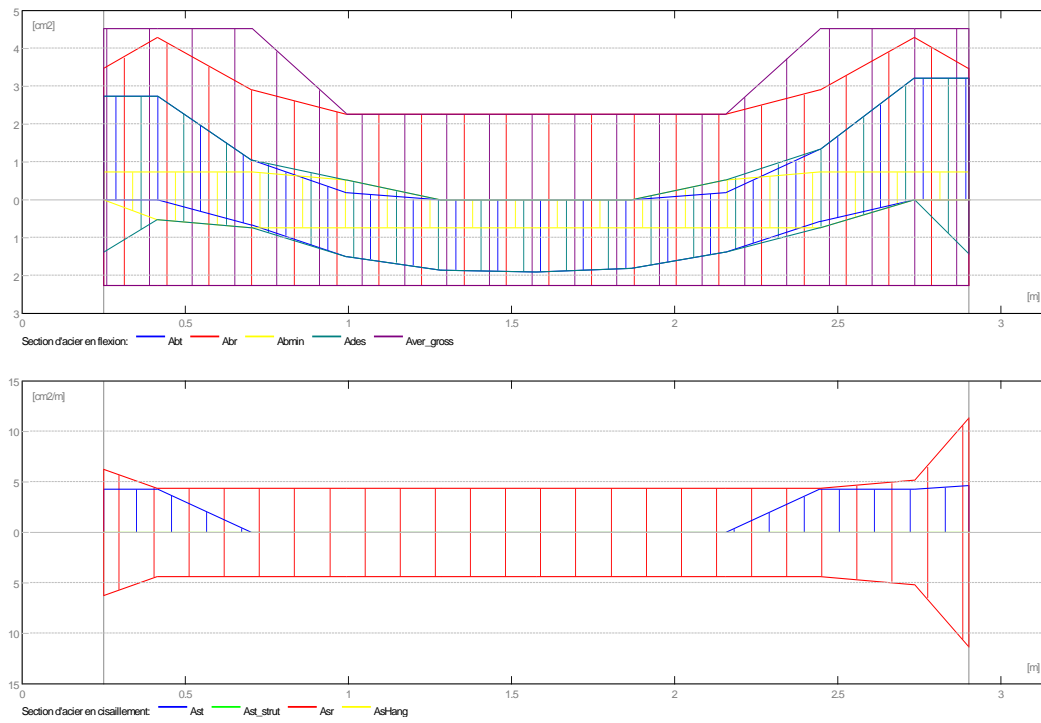
الملحق 7: السهام في المستوى الأول



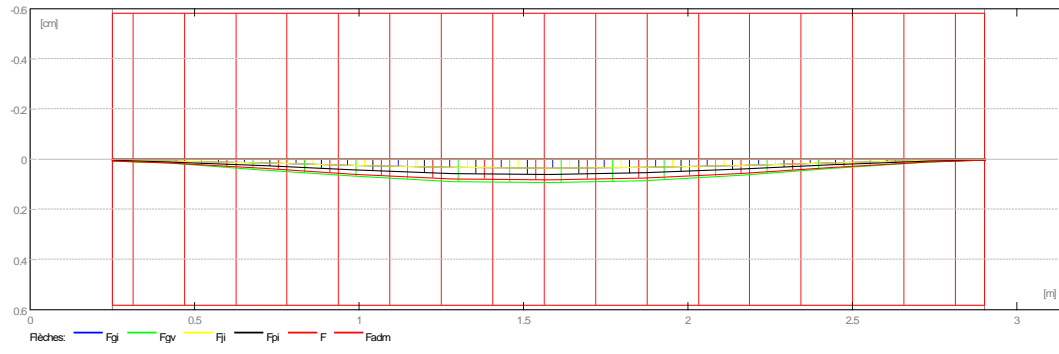
الملحق 8: متطلبات ELU المستوى الثاني



الملحق 9: متطلبات ELS المستوى الثاني



الملحق 10: أقسام نظرية صلب المستوى الثاني



الملحق 11: السهام المستوى الثاني

