جامعـــــــة القـــــدس
عمـــادة الدراســـات العليـــا

ترميـــم الدوامـــر الفولاذيـــة في المباني التقليديـــة

م. ربـــاب صلاح عرابي الشـــويكي

رســـالة ماجســـتير

القـــــدس – فلســـــطين

1431هـ / 2010 م

بسم الله الرحمن الرحيم

ترميم الدوامر الفولاذية في المباني التقليدية

إعداد:

م. رباب صلاح عرابي الشويكي

بكالوريوس هندسة مدنية من جامعة النجاح الوطنية (نابلس)

المشرف الرئيس: د. ماهر عمرو

قدمت هذه الرسالة استكمالا لمتطلبات درجة الماجستير في الصيانة والترميم من معهد الآثار العالي/ جامعة القدس.

1431هـ / 2010 م

جامعـــة القـــدس
عمـــادة الدراســـات العليـــا
معهـــد الآثـــــــار العـــــالي

إجازة الرســـالة

ترميـــم الدوامـــر الفولاذيـــة في المبـــاني التقليديـــة

اسم الطالبة: ربـــاب صلاح عرابي الشـــويكي
الرقم الجامعي: 20611168

المشـــرف: د. مـــاهر عمـــرو

نوقشت هذه الرسالة وأجيزت بتاريخ: 5 / 12/ 2009 من أعضاء لجنة المناقشة المدرجة أسماؤهم وتواقيعهم:

1. رئيس لجنة المناقشة: د. ماهر عمرو التوقيع:.....
2. ممتحنا داخليا: د. خالد القواســـمي التوقيع:.....
3. ممتحنا خارجيا: د. محمد عبد الهادي التوقيع:.....

القـــدس – فلســـطين

1431هـ /2010 م

الإهـــــــــداء

بينما اعبرُ شطّ التخرج، لا يهيم في داخلي سوى أولئك الذين غرسوا زهرا جمــيلا فـــي طريقي.....

أولئك الذين منحوني العزم تلو العزم، لأتخطى الصعاب، وأقف واثقة الخطـــى، لأتعلـــم الإبداع منهم حرفا ولغة.....

أبـــــــي وأمـــــــي

أولئك الذين ساروا معي في طريق العلم خطوة بخطوة، وشاركوني النجاح والفرح.....

عدلي وعنان وعادل

راوية ورهام ورناد

وإلى زهرات عائلتي.....

رواء وريماء وأسحار

رباب صلاح الشويكي

إقـــــــــــرار

أقرّ أنا معدة الرسالة بأنها قدمت لجامعة القدس، لنيل درجة الماجستير، وأنها نتيجة أبحاثي الخاصـــة، باستثناء ما تم الإشارة له حيثما ورد، وأن هذه الدراسة، أو أي جزء منها، لم يقدم لنيل درجة عليا، لأي جامعة أو معهد آخر.

التوقيع:.....

رباب صلاح عرابي الشويكي

التاريخ:
2010/2/1

شـــــــكر وعرفـــــان

بعد شكري لله، لا يسع حروفي ألا أن تمتزج لتكّون كلمات شكرٍ إلى...

أبـــي وأمـــي وإخوتـــي...د. خـــالد القواســـمي، د. ماهـــر عمـــرو، د. محمـــد عبـــد الهـــــادي، د. أنور أبو عيشة، د. مروان أبو خلف، د. شادي الغضبان، د. إبراهيـــم أبـــو اعمـــــر، د. صـــلاح الهودليـــــة، م. أســـامة حمدان، م. حلمي مرقـــة، الســـيد إبراهيـــم اقطيـــــط، السيدة مرفت حموده

معهد الآثار العالي/ جامعة القدس، لجنة اعمار الخليل/ الخليل، مركز حفظ التراث/ بيت لحم

تقديرا وعرفانا مني لما قدموه من جهد وعطاء خلال دراستي في معهد الآثار وإعداد هذه الرسالة... لذا يستوجب مني تقديم الشكر والتقدير لكل هؤلاء مع تمنياتي لهم بمزيد من التقدم والازدهار في هذا العطاء والمحافظة عليه والاستمرار فيه...

شـــــــكراً

الملخـــــــص

ترميم الدوامر الفولاذية في المباني التقليدية

قام البحث على دراسة صيانة وترميم الدوامر الفولاذية التالفة بسبب الصدأ؛ الناتج من تعرضها للعوامل الجوية لأن بعض هذه الدوامر منكشفة ومعرضة بشكل مباشر للجو، أو بسبب تشقق القصارة والمونة التي تغطي هذه الدوامر بفعل الرطوبة، أو بفعل الاستخدام البشري لها عبر السنوات الماضية، أو بسبب عدم الصيانة الدورية لها أو الترميم.

وبسبب تعرض هذه الدوامر للتلف، والتي ستؤثر على المبنى ككل، وقد تؤدي إلى انهياره في حال استمرار التلف دون معالجة، كان لا بد من وجود طرق لإيقاف التلف ومعالجته حتى يتسنى للدوامر الصمود لسنوات قادمة أخرى، والتصدي للعوامل الجوية والاستخدام البشري للمبنى، أي تدعيم وترميم الدوامر بطرق علمية صحيحة، تحافظ عليها وتطيل من عمره وعمر المبنى.

ولقد كان اختيار موضوع البحث؛ بسبب ندرة وجود دراسات تتعلق بهذا الموضوع في فلسطين، أي أنه لا يوجد دراسات مباشرة ومثبتة عن ترميم الدوامر ومعالجة التالف منها، أما ما وجد بهذا الخصوص فكان عبارة عن اجتهادات من أصحاب الخبرة في الترميم، ضمن عمل اللجان المختصة في ترميم البلدات القديمة في فلسطين، علما بأن هذه الطرق لم توثق ولن تنشر، كما أنها لا ترتكز على أسس علمية واضحة.

أما عينات البحث؛ فقد كان لا بد من أخذ عدة عينات تتوفر بها درجات متفاوتة من تلف الدوامر؛ بحيث تتناول كل عينة درجة معينة من التلف، أي أن اختيار العينات اعتمد على مقدار التآكل الذي أصاب الدوامر، وقد كانت هذه العينات لثلاث مبانٍ في البلدة القديمة في مدينة الخليل؛ بحيث احتوى المبنى الأول على درجات متفاوتة من التلف، أما المبنى الثاني والثالث فقد احتوى كل منهما على درجات أخرى من التلف.

وللقيام بهذه الدراسة، كان لا بد من التطرق للبحث التاريخي للدوامر بشكل خـــاص ولتـــاريخ أســـقف المباني التقليدية والمواد المستخدمة في الأسقف بشكل عام، كما كان لا بد من دراسة طـــرق التـــرميم السابقة، والتي استخدمت في فلسطين لمعالجة التلف في هذه الدوامر وتقييمها، بالإضافة إلى اللقـــاءات الشخصية مع المختصين في هذا المجال؛ وذلك للوصول إلى طرق ترميم صحيحة.

وبنهاية البحث، تم اقتراح عدة طرق للترميم تعالج الدوامر التالفة اعتمادا على درجات التلف المتفاوتة مع المحافظة على المواد القائمة الأصلية في المبنى قدر المستطاع، وقد ارتكزت هذه الطـــرق علـــى دراسات إنشائية هندسية، وأيضا حسابات إنشائية لقدرة تحمل الدوامر قبل وبعد التلف، وحساب الأحمال الواقعة عليها، وحساب مدى مقاومتها لقوى القص والعزوم الواقعة عليها، لتحديد درجة التلف ولإيجاد طريقة مناسبة للترميم، والتي يمكن استخدامها بأمان دون المساس بالقيمة التاريخية للمبنى.

ولهذا، كان هناك طريقة لصيانة الدوامر قبل أن يصبح غير قادر على تحمل الأوزان فوقه، وطريقـــة لتدعيم الدوامر عند عدم القدرة على مقاومة قوى العزم الواقعة عليه، وطريقة أخرى لتدعيمه عند عدم قدرته على مقاومة قوى القص، وعدة طرق لتدعيم الدوامر عندما تصبح غير قادرة على مقاومة قوى القص والعزوم الواقعة عليها، أي أن هذه الطرق كانت لتدعيم الدوامر حسب حالتها الإنشائية.

Restoration of Steel Beams in the Traditional Building

Prepared by: Eng. Rabab Al- Shweiky

Supervisor: Dr. Maher 'Amro

Abstract

The research presents the study of beams that were damaged by rust; which was due by exposure of beams to the weather, the crack of plaster and cement, covering the beams, because of moisture, people's use during the passing years, or because there was no regular maintenance and restoration of beams.

The damage of beams affect the whole building and it might lead to the collapse of the building if the damage continues and is not repaired. However, there must be ways to stop and repair the damage so that the beams could resist: the weather, the people's use of the building and even the misuse of the building. In other words, to strengthen and restore the beams in the right and scientific ways that keep them and make the building resist for years.

The topic of the research was chosen due to the lack of such studies in Palestine. Till now, There have not been certified and direct studies of the restoration and repair of damaged girders. What has been said so far was just opinions of experienced people in restoration within the work of committees specialized in restoring the old cities in Palestine, These techniques have not certified or published and were not based on scientific methods.
Concerning the research samples, several samples were examined on different stages; each sample deals with certain level of damage. The choice of samples was based on the amount of the damage, which affected the beams. The three samples were chosen from three buildings in the old city in Hebron, the first building included two levels of damage, whereas the second and the third buildings included different levels of damage.

To carry out the study: it was necessary to go through the historic research of the beams in particular, as well as the history of the roofs of the traditional buildings. Moreover, the used materials in covering the roofs, i t was also necessary to study the old techniques of restoration, which were used in Palestine, to evaluate and repair the damage of the beams, another way to carry out the study is the personal meetings with the specialists in the field of research to find out the suitable restoration techniques.

In conclusion, several techniques were suggested to repair the damaged beams by conserving the original materials of the building. These techniques were based on scientific methods, and calculated the resistance of the beams before and after the damage. They also calculated the beams' resistance of the moments and shears forces as well as the degree of damage to find out the appropriate restoration technique that could be used safely and without damaging the building.

However, there is a technique to restore the beam before it couldn't resist the loads on it, there is also a technique to strengthen the beam in case it couldn't resist the moment force, in case it couldn't resist the shear force and in case which it couldn't resist the moment or shear forces. So, what is meant from these techniques was to strengthen the beams according to their constructional condition.

... الفهـــــــارس

فهرس المحتويات

الرقـــم	المبحـــــــــــــث	الصفحة
	إجازة الرسالة	
	الإهـــــــداء	
	الإقـــــرار.....	أ
	الشكر والتقدير.....	ب
	الملخـــــص.....	ج
	الملخص بالانجليزية.....	هـ
	فهرس المحتويات.....	ح
	فهرس الجداول.....	ن
	فهرس الأشكال.....	س
	فهرس الصور.....	ق

الرقـــم	المبحـــــــــــــث	الصفحة

الفصل الأول: المقدمـــــــــة..... 8-1

1.1 تمهيد..... 1

2.1 مشكلة البحث..... 2

3.1 هدف البحث..... 3

4.1 مبررات البحث..... 4

5.1 أسئلة البحث..... 5

6.1 منهجية البحث..... 5

7.1 تنظيم البحث..... 7

الفصل الثاني: المباني التقليدية..... 29-9

1.2 الحفاظ على المباني التقليدية..... 9

1.1.2. تعريف الحفاظ..... 9

2.1.2. قوانين الحفاظ..... 10

3.1.2. فلسفة الحفاظ والترميم..... 11

4.1.2. الأصـــــــــالة..... 13

2.2 تسقيف المباني التقليدية في فلسطين..... 14

1.2.2. الأســقف الخشـــبية..... 15

2.2.2. القناطـــر والأقـــواس..... 17

3.2.2. القبـــاب والعقـــود..... 20

4.2.2. الجســـور الفولاذيـــة "الدوامـــر"..... 22

الرقـــم	المبحـــــــــــــث	الصفحة

الفصل الثالث: الدوامر الفولاذية..... 30-51

1.3 الدوامر الفولاذية..... 30

1.1.3. تعريف الدوامر..... 30

2.1.3. خصائص الفولاذ..... 31

3.1.3. أشكال الدوامر..... 31

4.1.3. استخدام الدوامر في البناء..... 32

2.3 تـــلف الدوامر..... 33

1.2.3. أســباب التــلف..... 33

2.2.3. وجود الفولاذ بين المونة الجيرية في المباني التقليدية..... 35

3.3 تقييم التلف في الدوامر..... 36

4.3 طــرق ترميــم الدوامــر..... 38

1.4.3. تخفيــض الأحمـــال..... 38

2.4.3. استخدام عوارض فولاذية أو دوامر عكسية أسفل الدوامر..... 40

3.4.3. استخدام دوامر أو مقاطع فولاذية بنفس اتجاه الدوامر..... 42

4.4.3. تدعيم الدوامر بدوامر أخرى جانبية..... 44

5.4.3. استبدال الدوامــر التالفــة والسقف كاملا..... 45

6.4.3. صيانة الدوامر فقط *"التلف السطحي"*..... 48

7.4.3. الترميم بإلغاء عمل الدوامر إنشائيا..... 50

الفصل الرابع: عينـــات البحـــــث..... 52-82

1.4 العينة الأولى..... 52

1.1.4. وصف العينة..... 53

2.1.4. سبب اختيار العينة..... 55

الرقـــم	المبحـــــــــــــث	الصفحة
3.1.4.	وصف عقدة الدوامر.....	55
2.4	العينة الثانية.....	58
1.2.4.	وصف العينة.....	58
2.2.4.	سبب اختيار العينة.....	60
3.2.4.	وصف عقدة الدوامر.....	60
3.4	العينة الثالثة.....	61
1.3.4.	وصف العينة.....	62
2.3.4.	سبب اختيار العينة.....	63
3.3.4.	وصف عقدة الدوامر.....	63
4.4	تقييم العينـــــات.....	66
1.4.4.	تقييم تلف الدوامر في العينات.....	66
2.4.4.	أسباب تعرض العينات للتلف.....	69
5.4	تقييم الحالة الإنشائية للعينات.....	71
1.5.4.	التصميم الإنشائي للدوامر في العينات.....	75
2.5.4.	الأحمال الواقعة على الدوامر.....	79
3.5.4.	تصميم قوى العزم والقصّ.....	80
4.5.4.	تآكل الدامر.....	80

الفصل الخامس: ترميم العينات..... 83-139

1.5	دوامر العينـــــة الأولى "أ".....	84
1.1.5.	تحليل العينة.....	84
2.1.5.	طريقة الترميم – صيانة الدامر.....	89
3.1.5.	طريقـــــة التنفيذ المقترحة.....	89
4.1.5.	مميزات الطريقة.....	93

الرقـــم	المبحـــــــــــــث	الصفحة

2.5	دوامر العينـــــة الأولى "ب".....	93
1.2.5.	تحليل العينة.....	93
2.2.5.	طريقة الترميم – تدعيم الـــ(Flange).....	97
3.2.5.	طريقة التنفيذ المقترحة.....	97
4.2.5.	مميزات الطريقة.....	104
3.5	دوامر العينـــــة الثانية.....	105
1.3.5.	تحليل العينة.....	105
2.3.5.	طريقة الترميم – تدعيم الـــ(Web).....	110
3.3.5.	طريقة التنفيذ المقترحة.....	110
4.3.5.	مميزات الطريقة.....	114
4.5	دوامر العينـــــة الثالثة.....	115
1.4.5.	تحليل العينة.....	115
2.4.5.	طرق ترميم دوامر العينة الثالثة.....	120
3.4.5.	طريقة الترميم الأولى– تدعيم الدوامر باستخدام القضبان الفولاذية.	120
1.3.4.5.	طريقة التنفيذ المقترحة.....	121
2.3.4.5.	مميزات الطريقة.....	124
4.4.5.	طريقة الترميم الثانية–تدعيم الدوامر بالبراغي والصفائح الفولاذية.	124
1.4.4.5.	طريقة التنفيذ المقترحة.....	126
2.4.4.5.	مميزات الطريقة.....	129
5.4.5.	طريقة الترميم الثالثة–استبدال الدامر بآخر جديد (T-beam).....	130
1.5.4.5.	طريقة التنفيذ المقترحة.....	130
2.5.4.5.	مميزات الطريقة.....	133
6.4.5.	طريقة الترميم الرابعة– استبدال الدامر بدامر جديد (I-beam)....	134
1.6.4.5.	طريقة التنفيذ المقترحة.....	134
2.6.4.5.	مميزات الطريقة.....	135

الفصل السادس : الخاتمـــــــــــة..... 144-140

1.6 نتائج البحث..... 140
2.6 توصيات البحث..... 143

قائمـــــــة المراجـــــــــع..... 149-145

أولا المراجع باللغة العربية..... 145
ثانيا المراجع باللغة الانجليزية..... 146
ثالثا المجلات باللغة العربية..... 147
رابعا التقارير والمحاضرات..... 148
خامسا المراجع الالكترونية..... 148
سادسا المقابلات الشخصية..... 149

فهــرس الجـــــــداول

الرقــم	عنوان الجدول	الصفحة
1.3	مواصفات الدوامر حسب المواصفات العالمية.....	32
1.4أ	مقدار التلف السطحي والإنشائي للعينات من خلال الصور والمخططات...	72
1.4ب	مقدار التلف السطحي والإنشائي للعينات من خلال الصور والمخططات...	73
1.4ج	مقدار التلف السطحي والإنشائي للعينات من خلال الصور والمخططات...	74
2.4	كيفية حساب الأوزان على الدامر.....	79
1.5	كيفية حساب القوى المؤثرة على الدامر من الأحمال فوقه.....	86
2.5	كيفية حساب المفاهيم المطلوبة لحساب قوى العزم والقصّ للعينة الأولى"أ".	87
3.5	كيفية حساب المفاهيم المطلوبة لحساب قوى العزم والقصّ للعينة الأولى"ب"	94
4.5	كيفية حساب المفاهيم المطلوبة لحساب قوى العزم والقصّ للعينة الأولى "ب" بعد التدعيم.....	100
5.5	كيفية حساب القوى المؤثرة على الدامر من الأحمال فوقه.....	106
6.5	كيفية حساب المفاهيم المطلوبة لحساب قوى العزم والقصّ للعينة الثانية....	108
7.5	كيفية حساب المفاهيم المطلوبة لحساب قوى العزم والقصّ للعينة الثانية بعد التدعيم.....	111
8.5	كيفية حساب القوى المؤثرة على الدامر من الأحمال فوقه.....	116
9.5	كيفية حساب المفاهيم المطلوبة لحساب قوى العزم والقصّ للعينة الثالثة....	118
10.5	كيفية حساب الأوزان على الدامر.....	120
11.5	كيفية حساب الأوزان على الدامر.....	125
12.5	طرق الترميم وطريقة التدخل للعينات.....	137

فهـــرس الأشكال

الرقم	عنوان الشكل	الصفحة
1.1	مشكلة البحث.....	2
2.1	هدف البحث.....	3
3.1	مبررات البحث.....	4
4.1	أسئلة البحث.....	5
5.1	منهجية البحث.....	6
1.2	طريقة البناء بالدوامر بشكل مقوّس.....	25
2.2	طريقة البناء بالدوامر بطريقة مستقيمة.....	29
1.3	أبعاد الدوامر المستخدمة بالعينات.....	31
2.3	الحُفر التي نتجت بسبب الصدأ.....	34
3.3	تدعيم الدوامر بدوامر أخرى باتجاه معاكس.....	42
4.3	تدعيم الدوامر بدوامر أخرى بنفس الاتجاه.....	42
5.3	كيفية تصحيح طريقة تدعيم الدوامر بدوامر معاكسة لها.....	43
6.3	كيفية تصحيح طريقة تدعيم الدوامر بدوامر بنفس الاتجاه.....	43
7.3	كيفية لحام الدوامر الجديدة بالقديمة لتدعيمها.....	44
8.3	مقطع عرضي في السقف المستعار.....	47
1.4	توزيع الدوامر في المبنى الأول "العينة الأولى".....	55
2.4	مقطع عرضي في عقدة الدوامر مع المونة الجيرية.....	57
3.4	توزيع دوامر العينة الثانية في جزء من المسقط الأفقي للمبنى.....	59
4.4	مقطع عرضي في عقدة الدوامر مع المونة الإسمنتية.....	61
5.4	توزيع دوامر العينة الثالثة في جزء من المسقط الأفقي للمبنى.....	63

الرقم	عنوان الشكل	الصفحة

6.4	مقطع عرضي في عقدة الدوامر مع المونة الإسمنتية.....	64
7.4	أبعاد دوامر العينة الأولى والثالثة.....	75
8.4	أبعاد دوامر العينة الثانية.....	75
9.4	توزيع وأبعاد العينة الأولى.....	76
10.4	توزيع وأبعاد العينة الثانية.....	77
11.4	توزيع وأبعاد العينة الثالثة.....	78
12.4	مواصفات الدوامر لحسابات قوى العزم والقصّ.....	80
13.4	تعرض الدامر للصدأ.....	80
14.4أ	مراكز القوى في الدامر قبل التآكل.....	81
14.4ب	الدامر المتآكل وتغيير مركز القوى فيه.....	81
1.5	نظام الدامر كجسر بسيط.....	84
2.5	توزيع الأحمال على الدامر بشكل منتظم.....	84
3.5	الحِمل المصعّد على الدامر.....	85
4.5	مخطط قوى العزم للعينة الأولى.....	86
5.5	مخطط قوى القص للعينة الأولى.....	86
6.5	منطقة العمل التي تحتاج لتنظيف.....	89
7.5	كيفية عمل الطوبار لسطح العينة.....	90
8.5	طريقة إزالة المونة حول الدامر.....	90
9.5	كيفية حتّ الصدأ ورش الحامض على العينة.....	91
10.5	كيفية دهان الدامر بالايبوكسي.....	92
11.5	المونة الجيرية الجديدة بعد إعادتها للمكان الأصلي.....	92
12.5	كيفية تدعيم الدامر بالصفيحة وتثبيتها باللحام.....	97
13.5	طريقة أخذ القياسات للدامر.....	98
14.5	المفاهيم المستخدمة في الحسابات.....	98

الرقم	عنوان الشكل	الصفحة

15.5	معطيات الدامر المستخدمة في الحسابات.....	99
16.5	أبعاد لحام الصفيحة بالدامر.....	102
17.5	مناطق التشريك للصفيحة	103
18.5	طريقة ترتيب طبقات الفيبر جلاس على الـــ(Flange).....	104
19.5	نظام الدامر كجسر طيار.....	105
20.5	توزيع الأحمال على الدامر بشكل منتظم.....	105
21.5	الحِمل المصعّد على الدامر.....	106
22.5	مخطط قوى العزم للعينة الثانية.....	107
23.5	مخطط قوى القص للعينة الثانية.....	107
24.5	طريقة اخذ قياسات الـــ(Web).....	110
25.5	كيفية تثبيت الصفائح على الـــ(Web) باللحام.....	113
26.5	كيفية تثبيت قطع الفيبر جلاس على الدامر.....	114
27.5	نظام الدامر كجسر بسيط.....	115
28.5	توزيع الأحمال على الدامر بشكل منتظم.....	115
29.5	الحِمل المصعّد على الدامر.....	116
30.5	مخطط قوى العزم للعينة الثالثة.....	117
31.5	مخطط قوى القصّ للعينة الثالثة.....	117
32.5	طريقة الترميم بالقضيب الفولاذي.....	120
33.5	أبعاد قضيب الحديد المستخدم لتدعيم الدامر.....	121
34.5	الثقوب في السقف القديم.....	122
35.5	كيفية إدخال القضيب بالثقوب.....	122
36.5	ثني القضيب للتشريك.....	123
37.5	السقف الجديد من الاسمنت المسلح فوق القديم.....	123
38.5	طبقة القصارة بعد التدعيم.....	123
39.5	طريقة تدعيم الدامر بالصفيحة والبراغي.....	124

الرقم	عنوان الشكل	الصفحة
40.5	طريقة وضع الدامر الجديد فوق الأصلي.....	126
41.5	كيفية تحميل الدوامر الجديدة على الجدران.....	126
42.5	السقف الإسمنتي الجديد مع الدوامر.....	127
43.5	الثقوب بالسقفين بجانب الدوامر.....	127
44.5	أبعاد الصفيحة.....	128
45.5	كيفية تثبيت الصفيحة بالبراغي وتدعيم الدامر.....	128
46.5	القصارة على السطح.....	129
47.5	طريقة الترميم بقص الدامر التالف.....	130
48.5	الحفر حول الدامر.....	131
49.5	قصّ الـــ(Flange) من الأعلى.....	131
50.5	كيفية سحب الدامر من المونة الإسمنتية.....	132
51.5	كيفية إدخال الدامر داخل المونة الإسمنتية.....	132
52.5	طريقة تثبيت الصفائح بالـــ(Flange).....	133
53.5	الدامر الجديد بعد الترميم.....	133
54.5	الحفر حول الدامر.....	134
55.5	إزالة الدامر التالف.....	134
56.5	الدامر الجديد مكان القديم.....	135
57.5	إعادة المونة حول الدامر الجديد.....	135
58.5	طريقة تدعيم الـــ(Web) والـــ(Flange) بالصفائح.....	136
59.5	طريقة تدعيم الدامر بقضيب حديد على شكل "L".....	136

فهــرس الصـــــــور

الرقم	عنوان الصورة	الصفحة
1.2	التسقيف بالجسور والأغصان الخشبية.....	15
2.2	التسقيف بالحمّال الداعم للجسور الثانوية.....	16
3.2	الجسر الفولاذي المستند على الجدار والحامل للجسور الخشبية.....	17
4.2	التسقيف بأغصان الأشجار المرتكزة على القوس.....	18
5.2	طبقات القش المغطاة بالطين.....	18
6.2	القوس المرتكز على التاج الحجري.....	19
7.2	الأقواس المبنية من إطار خشبي ومغطاة بالطين.....	20
8.2	طريقة بناء العقد المتقاطع من العقاد والتراب والشيد.....	21
9.2	شكل من أشكال القباب في فلسطين.....	22
10.2	طريقة التسقيف بالدوامر الفولاذية التي تحمل الجسور الخشبية.....	23
11.2	استخدام الدوامر على العقد في تغطية الحوش.....	24
12.2	استخدام الدوامر في إنشاء الطابق الثاني.....	24
13.2	البناء بالدوامر مع البلاطة الإسمنتية على شكل مقوس.....	26
14.2	البناء بالدوامر والبلاطة الجيرية.....	27
15.2	البناء بالدوامر والبلاطة الإسمنتية.....	27
16.2	البناء بالدوامر أسفل البلاطة الإسمنتية.....	28
17.2	تغطية الدوامر بالقصارة من الداخل.....	28
1.3	التشقق في المدة الإسمنتية فوق الدوامر وبداية ظهور الصدأ.....	37
2.3	بداية تعرض الدوامر للتلف بسبب سقوط الطراشة.....	37
3.3	التشققات الذي أحدثها الصدأ في الجزء الإسمنتي للمبنى.....	38
4.3	وجود الخزانات في السطح كحمل زائد عليه.....	39
5.3	الصدأ في الدوامر قبل الترميم.....	39

الرقم	عنوان الصورة	الصفحة

6.3	الدوامر بعد الترميم بإزالة الحِمل الإضافي عن سطح المبنـــى ومعالجـــة الصدأ.....	40
7.3	الدوامر التالفة قبل الترميم.....	41
8.3	استخدام عوارض أسفل الدوامر لتقليل مسافة بحرها.....	41
9.3	الدوامر التالفة قبل الترميم.....	44
10.3	الدوامر بعد الترميم وتغيير المونة الإسمنتية فيما بينها.....	45
11.3	الدوامر التالفة التي تمت إزالتها.....	46
12.3	السقف الجديد بالطرق الحديثة.....	46
13.3	السقف التالف قبل الترميم.....	47
14.3	السقف المستعار الذي تم وضعه أسفل السقف الإسمنتي الجديد على شـــكل الدوامر الأصلية للمبنى.....	48
15.3	كيفية ترميم (Flange) الدوامر بعد إزالة القصار.....	49
16.3	الدوامر بعد ترميم الـــ(Flange) ودهانها.....	49
17.3	الدوامر التالفة قبل الترميم.....	50
18.3	الدوامر التي كُشفت بعد ترميمها بإزالة المونة الإسمنتية فيما بينها.....	51
1.4	موقع "العينة الأولى" في مدينة الخليل.....	53
2.4	واجهة المبنى الأول.....	54
3.4	سطح الحوش المغطى بالدوامر، العينة الأولى"أ".....	56
4.4	دوامر العينة الأولى "ب" المكشوفة والتي تعرضت للتلف.....	56
5.4	دوامر البرندة من الأعلى.....	57
6.4	موقع "العينة الثانية" في مدينة الخليل.....	58
7.4	واجهة العينة الثانية.....	59
8.4	التلف في دوامر العينة الثانية.....	60
9.4	موقع "العينة الثالثة" في مدينة الخليل.....	61

الرقم	عنوان الصورة	الصفحة

10.4	واجهة العينة الثالثة.....	62
11.4	دوامر العينة الثالثة التالفة.....	64
12.4	دوامر البرندة–العينة الأولى"أ" التي تتعرض لبداية التلف – الصدأ.....	66
13.4	التلف الإنشائي للدوامر في العينة الأولى"ب".....	67
14.4	التلف الإنشائي للدوامر في العينة الثانية.....	68
15.4	التلف الإنشائي للدوامر في العينة الثالثة.....	68
16.4	انكشاف الدوامر في مناطق مختلفة وبدرجات متفاوتة– العينة الأولى"أ"....	69
17.4	انكشاف الدوامر في مناطق مختلفة وبدرجات متفاوتة– العينة الثانية.....	70
18.4	انكشاف الدوامر في مناطق مختلفة وبدرجات متفاوتة– العينة الثالثة.....	70
19.4	توزيع الدوامر في العينة الأولى.....	76
20.4	توزيع الدوامر في العينة الثانية.....	77
21.4	توزيع الدوامر في العينة الثالثة.....	78

الفصل الأول ...

... المقدمـــــــــــــــــة

الفصـــــــــل الأول

المقدمـــــــــــــــــــــــــة

1.1 تمهيـــــــــــد

بدأ استخدام الدوامر الفولاذية في البناء في فلسطين في منتصف القرن التاسع عشر، حيث انتقل هذا الأسلوب للبناء من أوروبا من خلال عدة عوامل، كالاحتلال البريطاني، والتجارة، وقد استخدمت الدوامر في بعض المباني في القدس وبيت لحم ورام الله والخليل، المدن الأكثر تأثرا بالأسلوب الأوروبي.[1]

وما زالت هذه المدن تحوي بضع عشرات من هذه البيوت التي تؤرخ لفترة الانفتاح على العالم، وتعبر عن النهضة الاقتصادية التي شهدتها المنطقة؛ حيث خرجت من التركيبة الاجتماعية المعمارية التقليدية التي فرضتها طبيعة الحياة ضمن أحواش البلدة القديمة إلى الطراز الحديث.[2]

ولكن هذه الدوامر تعرضت للتلف الذي نتج عن تعرضها للعوامل الجوية والاستخدام البشري بالإضافة إلى تواجدها على تماس المونة الجيرية التي تزيد من صدأ الدوامر، مما أدى إلى تآكلها والتأثير على قدرة مقاومتها للأحمال الواقعة عليها.

---

1. حمدان،عمر، العمارة الشعبية في فلسطين، 1996، ص 277
2. قدورة، 2005.

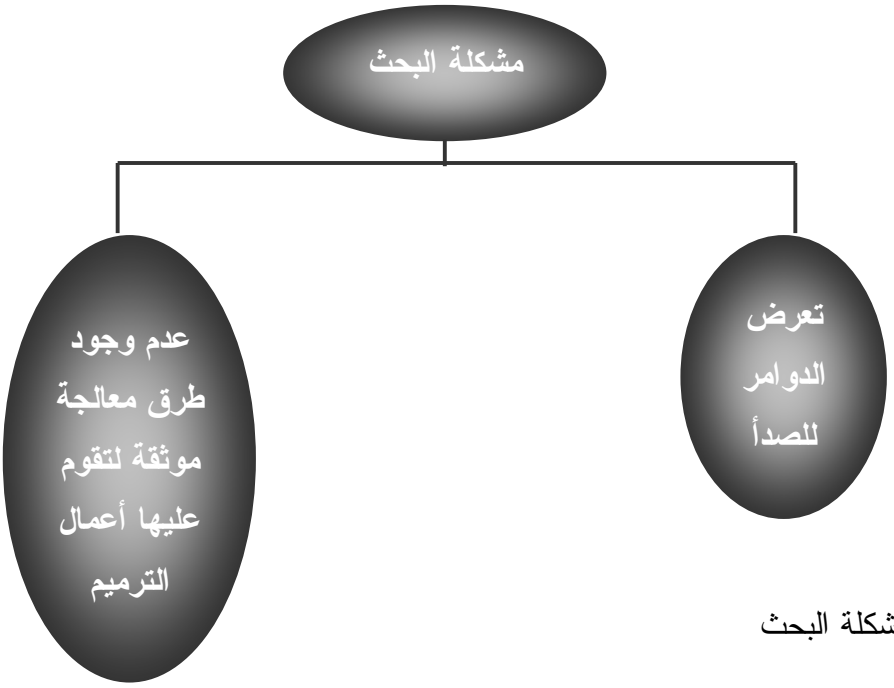
وبالتالي أصبح هذا التلف بحاجة إلى صيانة وترميم، وإيجاد حلول مناسبة لمعالجة التلف وتوفير عامل الأمان في هذه العناصر الإنشائية؛ حيث يتم ذلك عن طريق صيانة وتدعيم هذه الدوامر بعدة طرق حسب حالتها الإنشائية وحسب عمق التلف الذي أصابها، أي أن طريقة معالجة التلف تعتمد على عمق وعلى مدى مقاومة الدوامر لقوى القص والعزم المؤثرة عليها.

2.1 مشكلة البحث

تكمن مشكلة البحث في:

1. تعرض الدوامر للصدأ وبدرجات متفاوتة؛ قد يؤدي إلى عدم قدرة مقاومة الدامر للأحمال الواقعة عليه، والقوى والعزوم الناتجة عنها.

2. عدم وجود طرق موثقة ومرتكزة على أسس علمية؛ بحيث يتم اعتمادها في تنفيذ اعمال الترميم من قِبل المؤسسات المختصة، وتظهر مشكلة البحث كما في الشكل"1.1":



الشكل رقم "1.1": مشكلة البحث

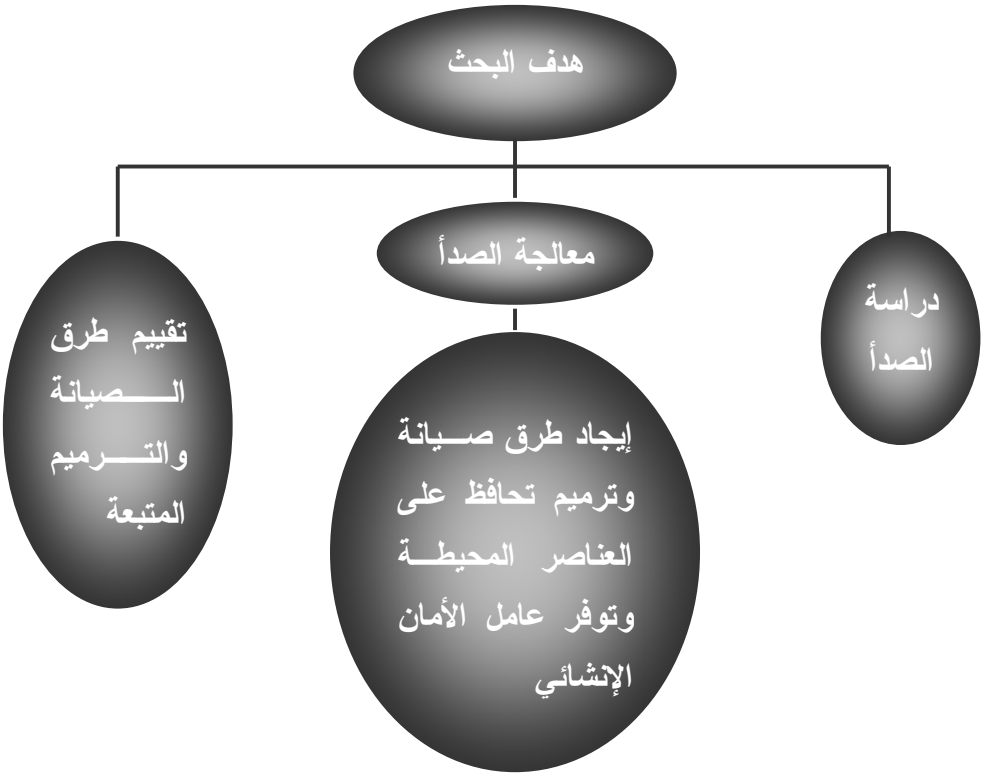
3.1 هدف البحث

يهدف البحث إلى تحقيق ما يلي:

1. دراسة الصدأ؛ من حيث الأسباب المؤدية إلى ظهوره، وكذلك دراسة العوامل المؤثرة على ازدياد عمقه في الدوامر- سواء كان بسبب انكشاف الدوامر وتعرضها للعوامل الجوية الخارجية، أو بسبب غياب التغطية التامة بظهور تشققات القصارة والمونة من حولها.

2. معالجة الصدأ؛ وذلك من خلال إيجاد طرق صيانة وترميم تحافظ على الدوامر دون المساس بالقيم التاريخية لهذه المواد أو قيم المبنى ككل، أي الحفاظ على مختلف العناصر المحيطة من مونة أصليه وغيرها بالإضافة إلى الحفاظ على طريقة الإنشاء الأصلية.

3. تقييم طرق الصيانة والترميم المتوفرة حاليا في فلسطين والمعتمدة تنفيذيا، مع دراسة سلبيات وإيجابيات هذه الطرق؛ بحيث يتم تلافي هذه السلبيات عند القيام بعمليات الصيانة والترميم، ويظهر هدف البحث كما في المخطط رقم "2.1":



الشكل رقم "2.1": أهداف البحث

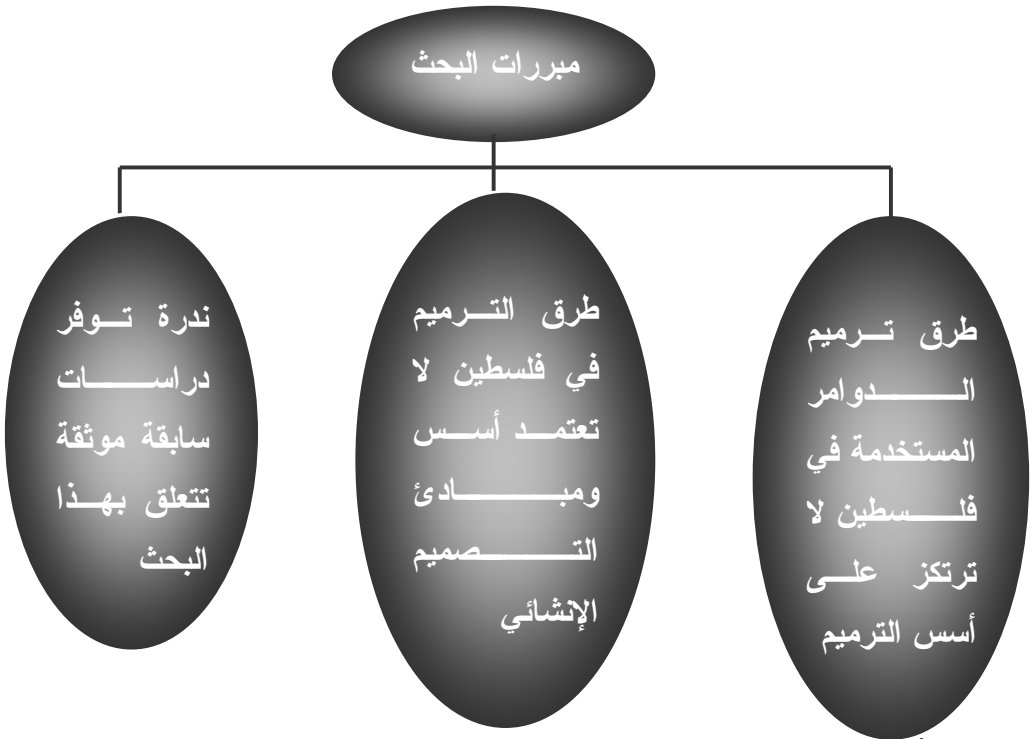
4.1 مبررات البحث

يقوم البحث على الأسباب التالية:

1. طرق ترميم الدوامر المتبعة في فلسطين لا تحافظ على العناصر المحيطة؛ وذلك لأن هذه الطرق اعتمدت إما على تدعيم الدوامر فقط، وإما على إزالة الدامر والمونة من حوله، دون الأخذ بعين الاعتبار أسس الترميم وارتكازها على المحافظة على العناصر القائمة.

2. طرق ترميم الدوامر في فلسطين لا ترتكز على أسس علمية تصميمية – من تحليل إنشائي ومبادئ تصميم، وانما تقوم فقط على صيانة وتنظيف الدوامر من الصدأ.

3. ندرة توفر دراسات سابقة تتعلق بموضوع البحث؛ وذلك لأن الدراسات المتعلقة بالحفاظ أو الترميم أو حتى المباني التقليدية في فلسطين نادرة وغير موثقة، ولا تتطرق لمختلف المواضيع التي تحتاجها عمليات كالحفاظ على العناصر المختلفة المكونة للمبنى التاريخي، ويظهر مخطط مبررات البحث في الشكل "3.1":



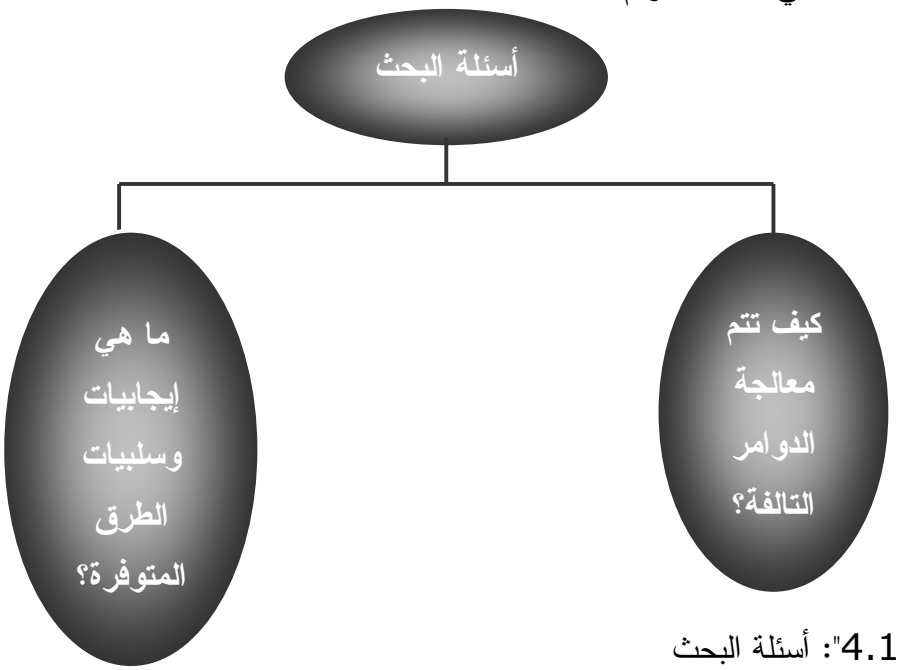
الشكل رقم "3.1": مبررات البحث

5.1 أسئلة البحث

يقوم البحث على تساؤلين رئيسيين وهما:

1. كيف تتم معالجة صدا الدوامر مع المحافظة عليها وعلى العناصر المحيطة من حولها؟
2. ما هي إيجابيات وسلبيات طرق الترميم المتوفرة، وتقييم تاثيرها على الدوامر والعناصر الأصلية المكونة للمبنى؟

وتظهر أسئلة البحث في المخطط رقم "4.1":



الشكل رقم ""4.1": أسئلة البحث

6.1 منهجية البحث

اعتمدت منهجية البحث على عدة خطوات:

1. دراسة تاريخية؛ وذلك بالتطرق إلى أشكال أسقف المباني التقليدية في فلسطين، والمواد المستخدمة في هذه الأسقف، والتطرق أيضا لدراسة الدوامر والمادة المشكلة لها، وأسباب ظهور الصدأ، والعوامل المؤثرة على هذا التلف.

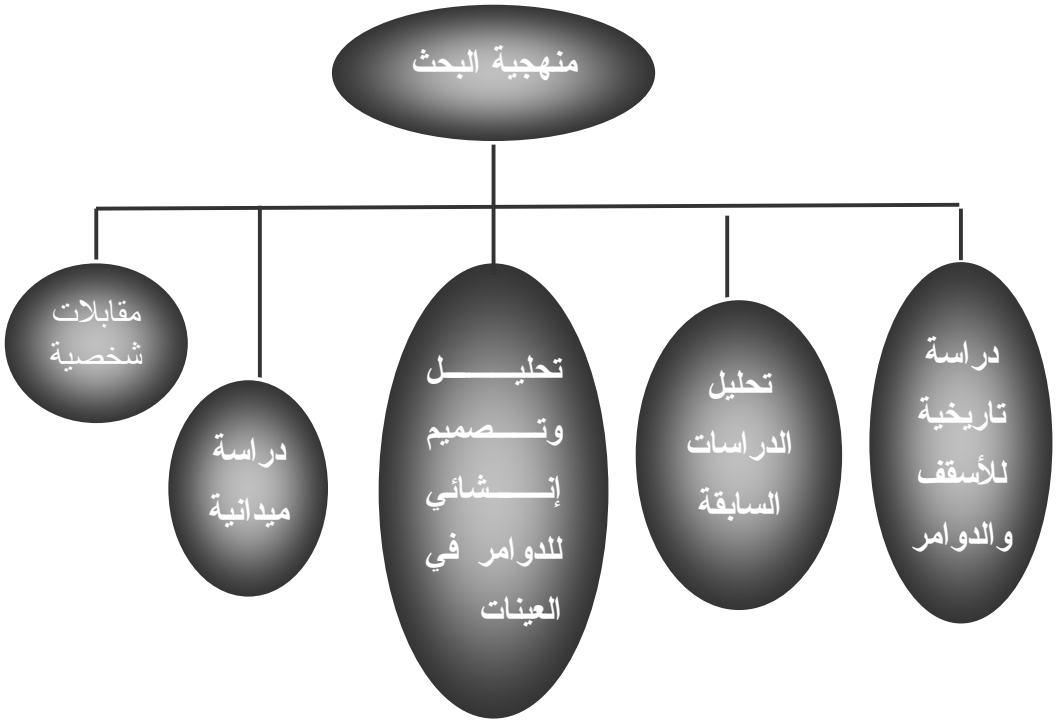
2. دراسة طرق الصيانة والترميم المتوفرة– والتي تم تنفيذها في فلسطين من قِبل اللجان المختصة؛ وذلك عن طريق تقييم مدى تطابق هذه الطرق مع أسس الترميم.

3. دراسة ميدانية؛ وذلك عن طريق تحديد عدد من العينات لدرجات متفاوتة من التلف؛ حيث تمت دراستها وتحليلها ووصفها، لتحديد مدى تأثير هذا التلف على الدوامر الفولاذية.

4. تحليل إنشائي للدوامر في العينات المختلفة؛ وذلك بتحديد الأحمال الواقعة على الدوامر، وتحليلها إنشائيا لتحديد القوى المؤثرة من عزوم وقوى قص، وإعادة التصميم لتقييم مدى مقاومة الدامر للأحمال.

5. مقابلات شخصية؛ وذلك بعمل لقاءات شخصية مع مختصين في مجالات الترميم والبناء القديم.

وتظهر منهجية البحث في المخطط رقم "5.1":



الشكل رقم "5.1": منهجية البحث

7.1 تنظيم البحث

يحتوي البحث على ستة فصول تضمن الشرح والتحليل والتصميم والنتائج كالتالي:

- **الفصـــل الأول:**

يحتوي هذا الفصل على المقدمة والتي تضم: تعريف بموضوع البحث، وتحديد مشكلته وأهدافه، كما حددت المبررات التي قادت للقيام بهذا البحث، بالإضافة إلى المنهجية التي تم اتباعها من خلال الدراسة.

- **الفصـــل الثاني:**

يتطرق هذا الفصل للمحافظة على المباني التاريخية والتقليدية وأسس الترميم، كما يتطرق لفلسفة الحفاظ وأصالة المواد والتصميم، ويعرض أيضا أشكال الأسقف وطرق التسقيف التاريخية المتعددة التي ظهرت في فلسطين، كما يعرض المواد التي استخدمت في التسقيف عبر المراحل التاريخية المختلفة التي مرت بها فلسطين.

- **الفصـــل الثالث:**

يتناول هذا الفصل التعريف بالدوامر الفولاذية من حيث أشكالها وخصائصها وتركيبها الكيماوي وتطور استخدامها في البناء، والأسباب المؤدية لظهور الصدأ، وتقييم هذا الصدأ وتقسيمه إلى تلف سطحي وتلف عميق، كما يتطرق الفصل إلى طرق الصيانة والترميم المتبعة في فلسطين من قِبل لجان الترميم المختلفة في فلسطين؛ حيث تم تقييمها ودراسة مدى تطابقها مع أسس الترميم.

- **الفصـــل الرابع:**

يحتوي هذا الفصل على تحديد عينات لمبانٍ تاريخية تحوي دوامرا فولاذية، وتشمل هذه الدراسة: دراسة تاريخية، ومعمارية ووصفية، كما تم تحديد مدى تعرض الدوامر الفولاذية للصدأ، بالإضافة لدراسة تحليلية وتصميمية للدوامر لتحديد مدى تأثير الصدأ على مقاومة الدوامر للأحمال.

- **الفصـــل الخامس:**

يعرض هذا الفصل طرق الترميم المقترحة التي تم اعتمادها في الدوامر الفولاذية في العينات المختلفة، وكيفية تنفيذها لمعالجة الدوامر الفولاذية الخاضعة للدراسة، وتقييم هذه الطرق من ناحية تطابقها مع أسس الترميم.

- **الفصـــل السادس:**

يعرض هذا الفصل النتائج التي تم الحصول عليها بتطبيق طرق الصيانة والمعالجة المختلفة لترميم الدوامر الفولاذية في العينات، ومدى تطابق هذه الطرق مع أسس الترميم وقوانين الحفاظ التي نصت عليها المنظمات الدولية لحماية المباني التاريخية والأثرية.

الفصل الثاني ...

... المبـــــــاني التـــقليديـــــــــــة

الفصـــــــــــل الثاني

المبـــــــــاني التقليديـــــــــة

1.2 الحفاظ على المباني التقليدية

1.1.2. تعريف الحفاظ:

يعرّف الحفاظ المعماري على أنه: الاهتمام بخصوصية وهوية المبنى، والعودة إلى الماضي مع استلهام مقومات الحاضر؛ بحيث تخلق جسرا يربط بين الماضي والحاضر.[1]

كما تعرّف المحافظة على أنها إحدى العمليات التي تمنع التلف الذي يؤثر على حياة التـــراث الثقـــافي والطبيعي، والهدف من هذه المحافظة هو تقديم الروعة الفنية والرســـائل الإنـــسانية لعمليـــات البنـــاء التاريخية لكل من يستخدمها أو ينظر إليها.[2]

أي أن الحفاظ على المبنى يعني إزالة التلف الذي نتج عن عدة عوامل بيئية واستخداميه و زمنية؛ بحيث يكون هذا الحفاظ بطرق صحيحة وسليمة تعالج التلف وتدعم المبنى، وتجعله صالحا للاســـتخدام مـــرة أخرى بصورة تساير الحياة العصرية، وبدون إحداث أي تغيير كبير يغير من قيم المبنـــى أو هويتـــه الأصلية.

---

1. المالكي، قبيلة، التراث العمراني والمعماري في الوطن العربي، (2004)، ص 39
2. Feilden, Conservation of Historic Building, 1982. P.3

ولتكون المحافظة سليمة وملائمة للمبنى التاريخي، يجب عمل دراسات تاريخية وإنشائية ومعمارية، وتحليل لجميع مكونات المبنى والمواد المستخدمة وطرق البناء، كما يجب دراسة التلف الذي أدى إلى تدهور المبنى والأسباب التي أدت للتلف نفسه، والتي جعلته بحاجة للترميم والتدعيم حسب المواثيق والقوانين الخاصة بالمحافظة، والتي تضمن المحافظة على قيم المبنى والمواد الأصلية قدر الإمكان.

2.1.2. قوانين الحفاظ:

زاد الاهتمام بحماية الممتلكات التاريخية بعد الثورة الصناعية،[3] وفي القرنين السابقين؛ أصبح الاهتمام بحماية المناطق والمباني التاريخية يأخذ صفة عالمية، بسبب الدعوات العديدة التي تهدف إلى وضع مواثيق وتوصيات دولية للمحافظة على التراث العالمي،[4] وكان من نتاج هذه التوصيات أهم المواثيق التي وضعت في أوروبا، كالميثاق الإيطالي للترميم في عام 1883، وميثاق أثينا في عام 1931، وميثاق البندقية في عام 1964.[5]

وقد نصت جميع هذه المواثيق على الحفاظ على المباني التاريخية بصورة صحيحة وبدون الإضرار بقيم هذه المباني كالقيم التاريخية والفنية والجمالية؛ وذلك من خلال الالتزام بالقوانين والتوصيات التي نصت عليها هذه المواثيق من الإضافات والتعديلات والتدعيمات الإنشائية والمواد والطرق الجديدة التي ستدخل على المبنى.

---

3. أبو الهيجاء، توجيه عمليات الحفاظ والترميم المعماري في فلسطين، 2002. ص 7
4. Roselli P., Restaurare la citta, oggi, Alliena, Firenze 1991, P.6 ،عن أبو الهيجاء، م.ن، 2002. ص 15
5. http://www.icomos.org/athens_charter.html ،http://www.gdrc.org/heritage/vienna.html، وأبو الهيجاء، م.ن، 2002. ص:15-16

3.1.2. فلسفة الترميم:

تقوم هذه الفلسفة على عدة دراسات قبل الدخول بعمليات الترميم:

1. <u>قرار الترميم</u>:

وقرار الترميم يعني؛ أن أي قرار للترميم يجب أن يؤخذ فقط بعد دراسة وتقييم لسلامة المبنى في حالته الحالية، كما أن درجة وطبيعة التدخل يجب أن تتوازن لتحقق المتطلبات الجديدة للسلامة، يجب أيضا أن يؤخذ بعين الاعتبار عند إجراء التدخل نوعية المواد التي ستستخدم وكيفية تصرف المبنى الإنشائي.[6]

ويقوم قرار الترميم أيضا، على أن هناك دائما عددا من الحلول المختلفة، يمكن استخدامها لحل المشكلة، بالنظر إلى الفكرة العامة والتقنيات المعروفة التي يمكن اعتمادها، أما المقياس لاختيار الحلّ المناسب؛ فلا يعتمد فقط على التأثير الإنشائي والتكلفة، وإنما أيضا على التكامل مع التقنيات والمواد التي استخدمت في إنشاء المبنى والنظر لهويته الأصلية وقيمته التاريخية.[6]

2. <u>الأهمية التاريخية</u>:

أي أن القيمة التاريخية للمبنى من أهم أهداف عمليات الترميم، ولكنها قد تخالف أحيانا؛ حيث يمكن أن يكون ضمن عمليات الترميم مجازفة كبيرة أو حدود عمل يمكن أن تكون ضرورية حتى يتسنى استغلال المبنى والاستفادة منه بطريقة حديثة، لكن هذه المجازفات قد تغير من المخطط الأصلي للمبنى.[7]

---

6. Croci, The Conservation and Structural Restoration of Architectural Heritage, 1998. P.79
7. Croci, Ibid, 1998, P.79

3. مبدأ الاسترجاع:

كما تقوم هذه الفلسفة على الاستخدام المسترجع، أي أنه عند استخدام أي مادة أو طريقة أو تقنية في الترميم يمكن أن تستبدل أو تغير في المستقبل؛ لأن استخدامها بدون استرجاع له آثاره السلبية على هوية المبنى الأصلية، والأفضلية لاستخدام المواد القديمة والتقنيات الأولى للترميم، ليس فقط لأنه مناسبا في إصلاح القيم التاريخية، وإنما أيضا لأنه تمييز لتلك القيم والهوية الأصلية للمبنى.[8]

ولكن القرار في استخدام المواد الأخرى لا يكون دائما خطأ، وليس من الحكمة استثناء احتمالية التسخير الأفضل للتقنيات أو المواد إذا كانت متطورة وآمنة في الاستخدام،[9] أي أنه يمكن استخدام أي مادة أو تقنية بشكل دائم في الترميم، إذا كانت لا تؤذي المبنى ولا تغيير من قيمه الأصلية.

4. التقنيات التقليدية:

تكون غالبا التقنيات القديمة المستخدمة في المباني التقليدية، أفضل من استخدام التقنيات الحديثة، مثل استخدام الأقواس والعقود القادرة على التحمل أكثر من التقنيات الحديثة، واستخدام المواد التي مازالت موجودة للآن كالخشب والحجر، ولكن هذه التقنيات ليس بالضرورة أن تكون دائما صحيحة؛ حيث يمكن أن يكون هناك أحيانا خطأ في التصميم، يؤدي إلى انهيار المبنى وعدم بقائه.[10]

5. التقنيات الحديثة:

الإفراط في استخدام التقنيات الحديثة في الترميم، يقود إلى ضرورة التفكير الجيد بفوائد وعيوب هذه التقنيات عند استخدامها، ولهذا تحتاج هذه التقنيات للدراسة؛ حيث يمكن أن تحدث دمارا غير مرئيا، بالإضافة إلى الآثار الجانبية التي قد تسببها للمباني، أو التغيير الكبير الذي قد يحدث في الهوية الأصلية للمبنى؛ لذا يجب أن تستخدم بحذر وبعد دراسة جيدة.[10]

وتظهر أهمية التقنيات الحديثة عند الحاجة إلى حلول جيدة وفعالة في الترميم، مثل الحاجة لتحميل القوى الإضافية على المبنى.[11]

---

8. Croci, 1998. P.80-82
9. Croci, 1998. P.80
10. Croci, 1998. P.81
11. Croci, 1998. P.82

6. خطوط التصميم:

يجب اختيار مقياس وتقنيات الترميم من خلال المعرفة التقنية والثقافية والعلمية والتاريخية، ومن المهم ابتكار طرق وخطوط مناسبة للترميم لتحليل المبنى، وتقدير سلامته، واستخدام التقنيات المختلفة والتحكم بها، وتقدير السلامة ومتطلبات الديمومة، والتوازن بين القديم والحديث.[12]

4.1.2. الأصـــــــــالة:

الأصالة مقياس مهم من مقاييس تقدير قيمة المباني التراثية، من حيث المواد الأصلية وطرق الإنـشاء التقليدية أو الأصلية للمبنى، وبالتالي هي الطريقة المميزة لإنشاء ذلك المبنى والتـي تتـأثر بـالتطور الزمني الذي يجب أخذه بعين الاعتبار ولكن بدون حساب عمليات التطور تلك ضمن أصالة المبنى.[13]

ويمكن للأصالة أن تُفقد من المبنى التاريخي عبر التطور الزمني، وإحلال المواد الحديثة بـدلا مـن التقليدية، وإضافة عناصر جديدة للمبنى؛[13] لذلك يجب معرفة معايير الأصالة التي يجب الحفاظ عليها في المبنى ليصنف ضمن المباني المحافظ عليها.

وهذه المعايير وجدت ضمن الاتفاقيات العالمية المتعلقة بالتراث؛ حيث نصت على الأصالة في التصميم والمواد وطريقة الإنشاء والموقع،[13] أي يجب أن يحافظ المبنى على مواده الأصلية وطريقته الإنشائية التقليدية، كما يجب أن يحافظ على تصميمه الذي صمم عليه عند البناء، ويجب أن تكون المحافظة عليه أيضا ضمن موقعة الأصلي.

أي أن نقله من مكانه أو نقل أي أجزاء منه أو أي تغيير جرى عليه في التـصميم والمـواد وطريقـة الإنشاء يعتبر فقدا لعنصر أساسي في أصالته وهذا يمكن أن يفقده قيمته التاريخيـة أو المعماريـة أو الفنية، وبالتالي خسارته كمبنى تاريخي أثري.

---

12. Croci, 1998. P.88

13 Feilden & Jukilehto, Management Guidelines for World Cultural heritage Sites ,1998. P. 4-5

2.2 تسقيف المباني التقليدية في فلسطين

تبدأ الأسقف – على اختلاف أنواعها ومواد وطرق بنائها – بعد الانتهاء من الجدران، وهي المرحلة النهائية في إنشاء الطابق، وتختلف طرق التسقيف من منطقة لأخرى وذلك حسب الفترة التاريخية،[14] ومواد البناء المتوفرة في المنطقة.

وقد اختلفت البيوت التقليدية في فلسطين في النمط، والإنشاء والمواد المستخدمة من منطقة لأخرى، وذلك حسب عدة عوامل، كالموقع الجغرافي، واختلاف المناخ،[15] والحالة الاقتصادية، وفي كل الأحوال فقد تطورت هذه الأنماط من الخيمة البسيطة إلى البيوت المتعددة الطوابق.[16]

وتصنف الأسقف في فلسطين إلى: سقف مسطح مستوٍ بدون دعائم، أو مع أعمدة، وأسقف بأقواس، وأسقف بعقود حجرية. أما المشهور في فلسطين فهو: الجدران السميكة والسقف ذو العقد الحجري، والجدران الرقيقة مع السقف بالدوامر الخشبية أو الفولاذية.[17]

وقد تداخلت هذه التصنيفات مع بعضها البعض، وتطورت عبر عدة سنوات مع التطور الحضاري والمعماري التي مرت به فلسطين، ودخول المواد والتقنيات الحديثة في البناء، فبعد أن كانت الأسقف تغطى بالأغصان الخشبية التي تستند على الجدران الطينية ومن ثم الحجرية، كما ظهر أيضا التسقيف باستخدام هذه الأغصان كجسور ثانوية، لتستند على الأقواس والعقود كجسور رئيسية، وفيما بعد ظهرت القباب والعقود المتقاطعة، التي استخدمت أيضا مع الدوامر وطورت استخدامها، إلى أن أصبحت الدوامر تستخدم مع المونة الجيرية ومن ثم الاسمنت.

وفيما يلي لمحة عن طرق التسقيف التي ظهرت في فلسطين، وطريقة تطورها مع تطور المواد والتقنيات؛ حيث امتزجت مواد البناء ببعضها في فترة الثلاثينات واستخدمت جميعها في نفس المبنى، من مواد بناء تقليدية ودوامر فولاذية واسمنت مسلح.[18]

---

14. Hirschfeld, The Palestinian Dwelling, 1995. P. 237
15. Amer, Traditional Arab Settlements, 1988. P. 13.
16. Amer, 1988. P.15
17. Hirschfeld, 1995. P. 116.
18. الجعبة، رام الله عمارة وتاريخ، 2002. ص 187

1.2.2. الأســقف الخشـــبية:

تسقف البيوت بجسور خشبية وأغصان الأشجار، على جدران طينية رقيقة،[19] (كما يظهر في الصورة "1.2")؛ وذلك بإقامة صفوف من الأغصان على حافتي البيت المتقابلتين،[20] وبشكل متوازٍ وهندسي مُعين؛ بحيث تبعد هذه الأغصان عن بعضها بحوالي 0.5 م، وتغطى هذه الأغصان بورق الجريد أو الأغصان الأصغر حجما، ومن ثم تغطى بطبقات من التراب المخلوط بالتبن والماء لحمايتها من الشمس والمطر.[20،21]

وقد انتشرت هذه الطريقة في التسقيف في المناطق الساحلية ومدينتي غزة وأريحا؛ نظرا لتوفر ألــواح الخشب من سيقان الأشجار في الغابات التي كانت لا زالت موجودة في تلك المناطق كأشجار البلــوط والكينيا والنخيل...[22]، كما كانت هذه الأخشاب تجلب أيضا من يافا والرملة،[23] ولذا فقد انتشر هــذا النمط من الأسقف في هذه المناطق أكثر من غيرها، بالإضافة لانتشاره في المناطق الريفيــة للمــدن الرئيسية الفلسطينية.

الصورة رقم "1.2" : تظهر التسقيف بالجسور والأغصان الخشبية (2008) *

---

19. Amer, 1988. P. 29

20. Iqtait, (n.d.). P.9؛ اقطيط، الأشكال المعمارية في رابود، 2000. ص 40

21. حسونه، التراث الشعبي الفلسطيني، 2006. (ص 367-368)

22. حمدان، م.ن، 1996، ص 521 23. حمدان، م.ن، 1996، ص 296

* جميع الصور من تصوير الباحثة إلا إذا أشير إلى غير ذلك.

كما كان التسقيف بالخشب يتم بوضع جسر خشبي قوي وطويل "الحمّال" وسط الجدار الأطول إلى الجدار المقابل بحيث يقسم الغرفة إلى جزأين متساويين، ويكون كجسر رئيس داعم للجسور الثانوية المتعاكسة والمرتكزة على الجدران، [24] (كما يظهر في الصورة "2.2"). وقد أعطت هذه الطريقة للتسقيف مجالا أكبرا لزيادة مساحة البيت، كما كانت هذه الطريقة في التسقيف هي الطريقة الأكثر شيوعا في فلسطين كنمط من البيوت العربية التقليدية.[25]

الصورة رقم "21" : تظهر التسقيف بالحمّال الداعم للجسور الثانوية (2008)

وفيما بعد استخدمت القضبان الفولاذية بدل الخشبية كجسر حديد رئيس، ويكون "الحمّال" مرتكزا على الجدار نفسه، ومستندا على السطح الداخلي للجدار الأطول،[26] (كما يظهر في الصورة "3.2")، ومن ثم توضع العوارض الخشبية مرتكزة على الدامر الفولاذي كما في الطريقة السابقة.[27]

---

24. Canaan, The Palestnian Arab House, (n.d.). P.32
25. Hirschfeld, 1995. P. 124
26. Canaan. (n.d.). P.32.
27. حسونه، م.ن، 2006، ص 367-368

الصورة رقم "3.2": تظهر الجسر الفولاذي المستند على الجدار والحامل للجسور الخشبية (2008)

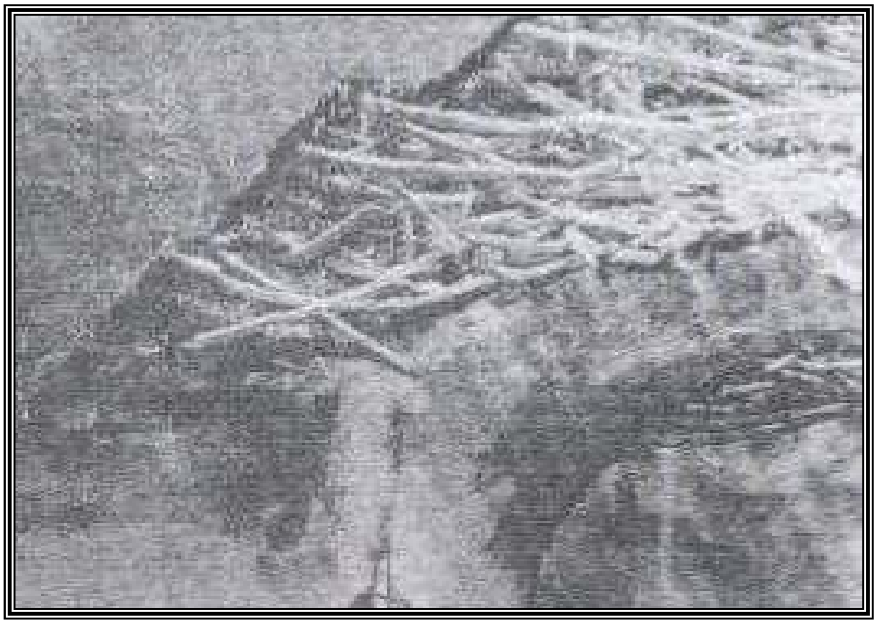
2.2.2. القناطـــــر والأقـــــواس:

تبنى أقواسا من الحجارة وتغطى بالمونة الجيرية لتأخذ مكان الحمّال،[28] ومن ثم تسقف هذه الأقواس بجسور من الأغصان الخشبية القصيرة التي تستند عليها،[29] (كما يظهر في الصورة"4.2")، وفيما بعد تغطى بطبقات من القش أو القصب، وبطبقة من التراب والطين للتغطية والحماية،[30] (كما يظهر في الصورة "5.2").

---

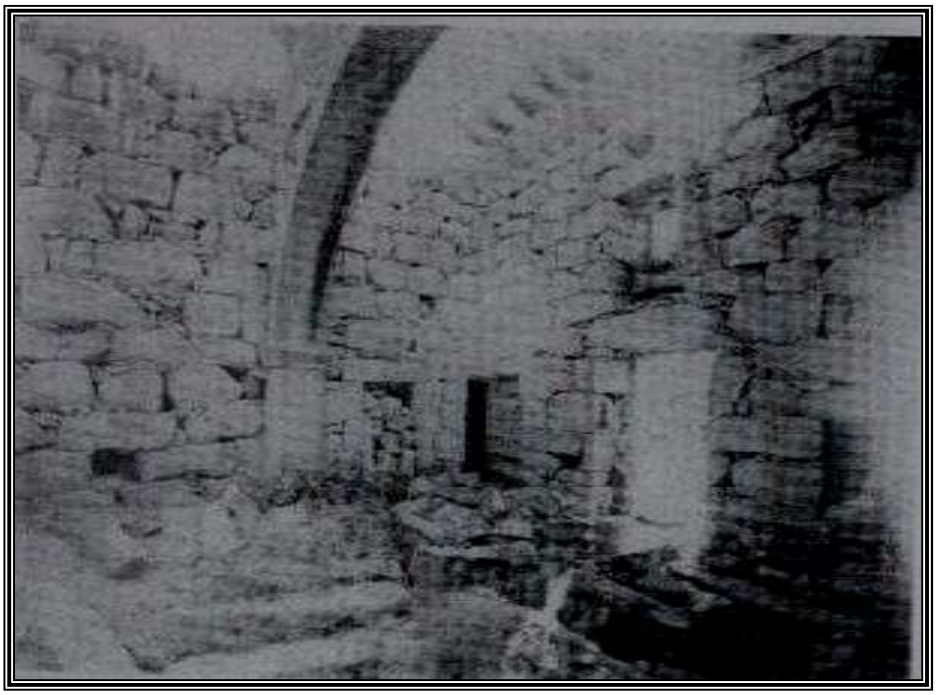
28. Canaan.(n.d.). P.32
29. Hirschfeld, 1995. P. 237,241
30. حمدان، م.ن، 1996، ص 277

الصورة رقم "4.2": تظهر التسقيف بأغصان الأشجار المرتكزة على القوس
(المصدر: سوريا، Corpus Levant ،2004. "سقف خشبي"، ص5)



الصورة رقم "5.2": تظهر طبقات القش المغطاة بالطين (المصدر Hirschfeld. 1995. P.243)

وقد استخدمت أحيانا أقواسا من الحجارة المصقولة، والتي تخرج مباشرة من الجدران لتكّون أقواسا من الحجارة الجيرية الناعمة، وتسوى كتاج بحنية لتستخدم كقاعدة لسقالات الخشب التي تستخدم في إنشاء الأقواس، بالإضافة لوظيفتها الزخرفية،[31] (كما يظهر في الصورة "6.2").



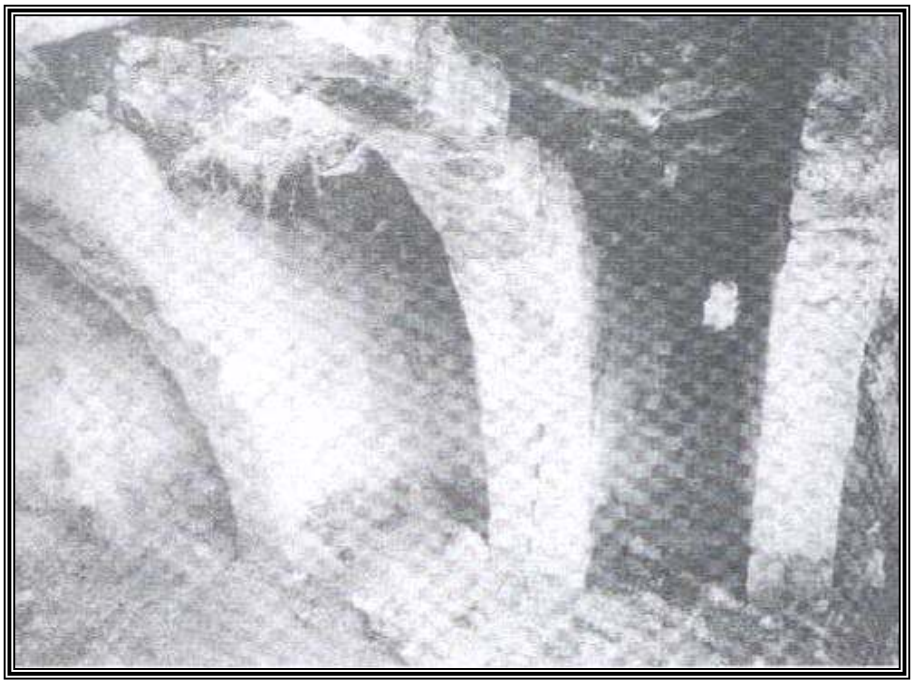
الصورة رقم "6.2": تظهر القوس المرتكز على التاج الحجري
(المصدر: Hirschfeld. 1995. P.240)

كما كانت بعض هذه الأقواس تبنى منفردة فوق إطار من الخشب؛ وذلك بعمل إطار من مجموعة من الأخشاب مختلفة الارتفاع على شكل قوس، ثم توضع أغصان رقيقة فوق الإطار ويغطى بطبقة من الطين،[32] (كما يظهر في الصورة "7.2").

---

31. Hirschfeld. 1995. P.241

32. Hirschfeld. 1995. P.125-126



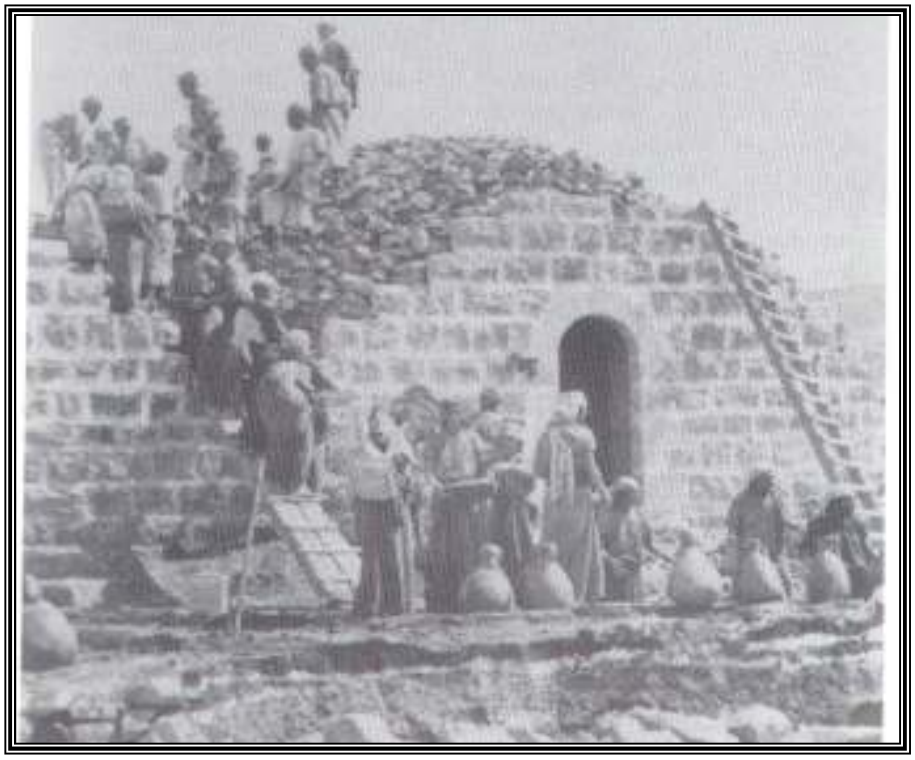
الصورة رقم "7.2": تظهر الأقواس المبنية من إطار خشبي ومغطاة بالطين
(المصدر: Hirschfeld, 1995. P.126)

3.2.2. القبـــــاب والعقـــــــود:

وهي الطريقة الشائعة في التسقيف، انتشرت في المدن الرئيسية في فلسطين، وهي عبارة عن عقد حجري تسمى "عقد متقاطع"،[33] و تبنى من حجارة خفيفة وسهلة التقطيع من الحجر الجيري "الناري"؛ بحيث تشذب حجارة البناء وترص مع بعضها ليقف العقد بحرية بدون استخدام أي مواد رابطة،[34] (كما يظهر في الصورة "8.2").

---

33. الدويك وأبو سرية، المباني السكنية، 2008، ص 222
34. Hirschfeld, 1995. P.240



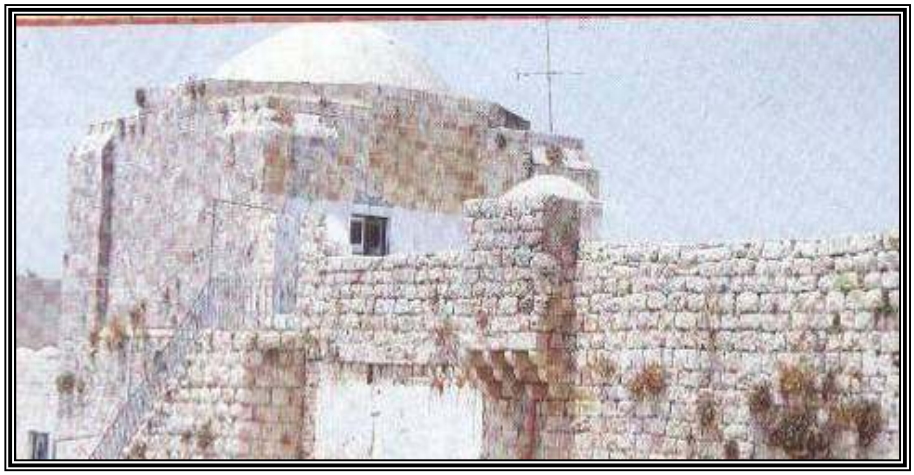
الصورة رقم "8.2": تظهر طريقة بناء العقد المتقاطع من العقاد والتراب والشيد
(المصدر: Hirschfeld. 1995. P.238)

ويقوم العقد المتقاطع على جدران حجرية من صفين بينهما حشوة ترابية، ويحمل على ركب بارزة في زوايا المبنى،[35] حيث تعد بمثابة أعمدة تبرز من الزوايا الأربعة وتلتقي في نقطة مركزية مشكّلة قبة السقف،[36] وتعقد عادة بالدبش أو العقاد مع الطين والشيد.

أما القباب فقد استخدمت في المساجد والمزارات وبعض البيوت؛ وهي عبارة عن شكل دائري يرتكز على رقبة، وتبنى أيضا من العقاد والدبش والطين والشيد، وتكون القباب عادة على شكل قوس كالرومي والفارسي والمغبون...، كما تختلف القباب أيضا بحجمها وارتفاعها حسب مكان تواجدها،[37] (ويظهر شكل من أشكال القباب كما في الصورة رقم "9.2").

---

35. حمدان، م.ن، 1996 ، ص 275-276
36. الدويك وأبو سرية، م.ن، 2008، ص 222
37. حمدان، م.ن، 1996 ، ص 276



الصورة رقم "9.2": تظهر شكل من أشكال القباب في فلسطين
(المصدر:حمدان، عمر، 1996، ص 710)

4.2.2. الجســـــور الفولاذيـــــة "الدوامـــر":

زاد انتشار استخدام الجسور الفولاذية في فلسطين بعد عام 1900؛ حيث وصلت إلى فلسطين بعد أربعين عاما منذ أن وجدت في أوروبا في منتصف القرن 19، كمظهر يشبه الأقواس الرومانية، وبعد ثلاثين عاما اختفت مظاهر العمارة الرومانية، وظهرت تقنية استخدام الجسور الفولاذية *I-Beam* للأسقف والأرضيات والتي أزالت مظاهر العمارة الرومانية من عقود وأقواس.[38]

وشاع استخدام هذا النمط من التسقيف في المباني التي تأثرت بالنمط الأوروبي وبخاصة في بيوت الأغنياء في مدن رام الله وبيت لحم والقدس[39] والخليل ونابلس، وقد بدأ استخدام الدوامر أولا مع الجسور الخشبية كدعائم رئيسية ترتكز على الجدران، وتحمل الجسور والأغصان الخشبية كتقنية جديدة للتسقيف بدخول الجسور الفولاذية لفلسطين، (كما يظهر في الصورة "10.2").

---

38. Schaffer, (n.d.)
39. حمدان، م.ن، 1996، ص 277

أي أن استخدامها في فلسطين انتشر في الأعوام ما بين 1901-1930، مع اختفاء استخدامها بعد عام 1914 بسبب الحرب العالمية الأولى، إلى أن عادت مرة أخرى بعد الحرب بسبب عودة إمكانية الاستيراد مرة أخرى بعد أن كانت محدودة بالحرب، كما أن عمليات البناء كانت متوقفة أيضا، وقد تنوع استخدامها مع المواد الحديثة كالقرميد والمونة الجيرية ومن ثم الاسمنت، كما تنوع مكان استخدامها في تسقيف الأسطح والبرندات والأدراج.[40]

الصورة رقم "10.2": تظهر طريقة التسقيف بالدوامر الفولاذية التي تحمل الجسور الخشبية

وقد استخدمت الدوامر أولا في بعض إضافات المباني؛ وذلك باستخدام الدوامر والقطع الحجرية والحصى الطبيعي، مع المادة الرابطة من الشيد والرماد،[41] ويدعى هذا النظام: "نظام البلاطة المركب"،[42] ولكن هذا النوع من العقدات، لم يكن أساسيا في عقدات البلدات القديمة في فلسطين؛ ولكنها استخدمت فقط لإضافة أجزاء من المباني مثل طابق ثانٍ على السطح الأخير أو إضافة بعض البرندات، ومن ثم أصبحت تستخدم لإنشاء المباني في السنوات اللاحقة.[43]

---

40. الجعبة، م.ن، 2002، ص 187

41. مواد البناء وطرق الإنشاء على مباني البلدة القديمة.(ب.ت.)، ص 111

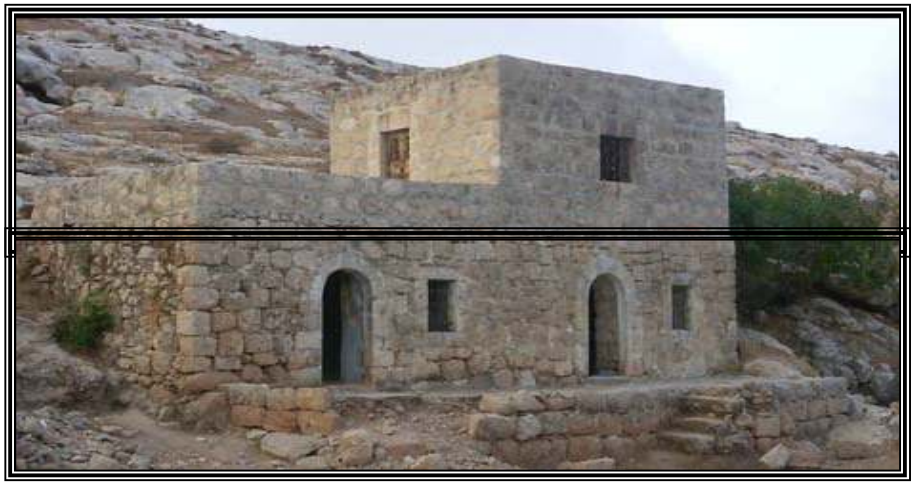
42. مركز حفظ التراث، 2008

43. مواد البناء وطرق الإنشاء على مباني البلدة القديمة، م.ن، (ب.ت.)، ص 111

أي أن الدوامر الفولاذية استخدمت جنبا إلى جنب مع العقود المتقاطعة في المدن الفلسطينية؛[44] كطريقة تكميلية في التسقيف لمباني العقد المتقاطع؛ حيث استخدمت لزيادة المساحة المغطاة مثل تغطية الحوش مثلا أو تغطية غرفة أخرى، أو إضافتها على البناء الأصلي، وكانت الدوامر الفولاذية ترتكز على جدران الغرف العقدية نفسها وبنفس السماكة الأصلية للغرفة، (كما يظهر في الصورة "11.2").

الصورة رقم"11.2":تظهر استخدام الدوامر على العقد المتقاطع في تغطية الحوش(2007)

كما استخدمت لإنشاء طابق ثانٍ فوق طابق العقد المتقاطع؛ وذلك باستخدام جدران أقل سماكة (من 40–80 سم) تقريبا، وتسقف بالفولاذ باستخدام الاسمنت، (كما في الصورة رقم "12.2").[45]



الصورة رقم "12.2": تظهر استخدام الدوامر في إنشاء الطابق الثاني(المصدر: اقطيط ، 2000 ، ص 40)

---

44. الجعبة، م.ن، 2002، ص 187 45. Iqtait, (n.d.). P.12 ، اقطيط ، م.ن، 2000، ص 40

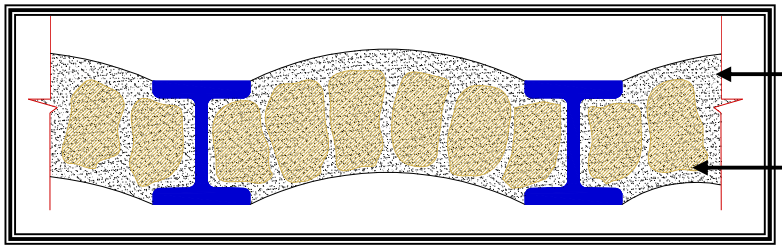
وقد يكون هذا الاختلاف في الأسلوب الإنشائي بين الطابقين، إلى الاعتقاد الذي كان سائدا بتلك الفتـــرة من أن الدعامات الفولاذية غير قوية بما فيه الكفاية بحيث لا تتحمل طابق أخر فوقها، كمـــا يمكـــن أن يكون السبب بسبب تكاليف استيراد الدعامات الفولاذية الباهظة الثمن،[46] أو لأن إنشاء الطابق العلوي كان في مراحل لاحقة للطابق السفلي.

ولهذا تم استخدام العقد المتقاطع في الطابق الأرضي، في حين شكّل الطابق الثاني بُعدا اجتماعيا يعبر عن النهوض الطبقي لصاحبه، ورمزا للتطور والانفتاح الحضاري، لذلك تم تسقيفه بمواد مستوردة من أوروبا.[47]

وكانت هذه الدوامر تُصف على شكل عوارض بحيث تكون المسافة بين كل دامرين حوالي 70–80 سم، ومن ثم تحاط بالشيد والتراب أو الاسمنت،[48] وقد كانت الدوامر تبنى حسب الأشكال التالية:

1. <u>على شكل قوس:</u>

كانت تتشكل من بلاطة جيرية أو إسمنتية، أو حجارة كلسية على شكل قوس تربط بالمونة الجيرية وتتخلل الدوامر بعد أن استبدلت الأسقف الخشبية بالجسور الفولاذية المتوازية، في القرن التاسع عشر، [49] (كما يظهر في الشكل "1.2").

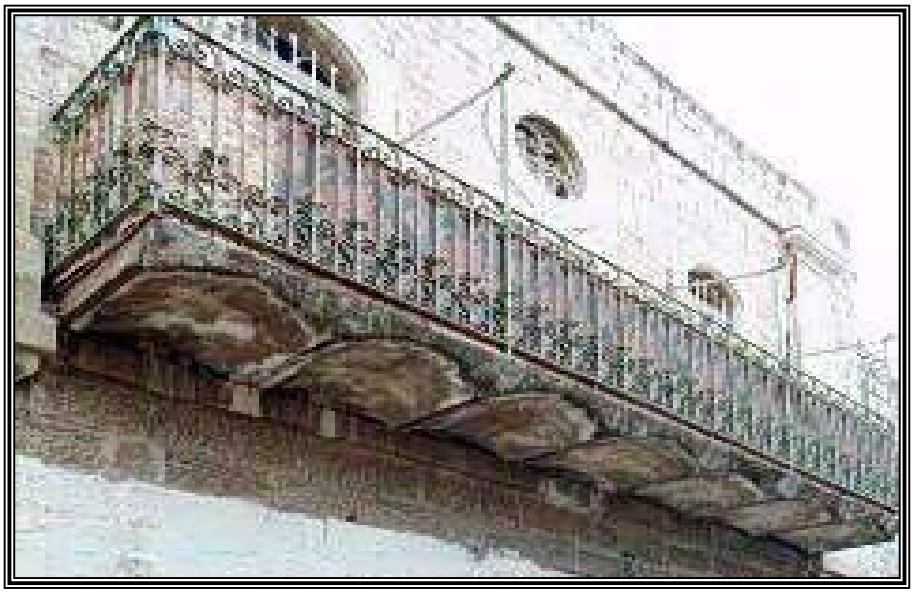


الشكل رقم "1.2": يظهر طريقة البناء بالدوامر بشكل مقوّس [50]

---

46. الجعبة، م.ن، 2002، ص 64
47. Iqtait, (n.d.). P.12 ، اقطيط ، م.ن، 2000، ص 40
48. حمدان، م.ن، 1996، ص 277
49. Croci, 1998. P. 37-38
50. القواسمي، ترميم الدوامر، 2007. رسم: الباحثة

ويتم تشكيلها بعد تشكيل الطوبار بشكل مقوس باستخدام التراب والنتش، ومن ثم يتم صبّ المونة الجيرية للحصول على الشكل المقوس للسقف بعد إزالة الطوبار،[51] وتتم أحيانا قصارة السطح من الداخل والخارج، وفيما بعد أصبحت هذه العقدة المقوسة من المونة الجيرية فقط، ومن ثم من الاسمنت، (كما يظهر في الصورة رقم"13.2").



الصورة رقم "13.2": تظهر البناء بالدوامر مع البلاطة الإسمنتية على شكل مقوس
(المصدر: سجل رواق، 2008)

47. <u>على شكل مستوٍ :</u>

كانت هذه التقنية تسمى بعقود الاسمنت أو "بلاطة"، عندما تكون على شكل مستوٍ مرتكزة على جسور من القضبان الحديدية التي كانت تستخدم في سكة الحديد؛[52] أي أن هذه الدوامر تمد بشكل متوازٍ مع بعضها وترتكز على الجدران المتقابلة للبيت، وبعد تثبيتها بالمونة الجيرية أو الإسمنتية مع الجدار، يتم صبّ المونة الجيرية، (كما يظهر في الصورة "14.2") أو الإسمنتية (كما يظهر في الصورة "15.2") بين هذه الدوامر بحيث تربطها معا لتشكل سطح البيت، ثم أصبحت المونة الإسمنتية تصب أحيانا فوق الدوامر وليس فيما بينها، (كما في الصورة "16.2").

---

51. النتشة، كانون ثاني 2009، اتصال شخصي.

52. حمدان، م.ن، 1996، ص 277

وقد ظهرت هذه التقنية كصورة متطورة عن الدوامر مع البلاطة الإسمنتية المقوسة، ومن الناحية الإنشائية، أصبح البناء بالدوامر مع الاسمنت من تكنولوجيا البناء الحديث، مع البناء التقليدي من عقود وأقواس، بحيث أصبح المجال مفتوحا لإنشاء الطوابق المتعددة، بدون الحاجة لمواد بناء كثيرة وثقيلة؛ حيث كانت غالبا تستخدم في الطوابق العليا، مع عقد متقاطع للطابق السفلي.[53]

الصورة رقم "14.2": تظهر البناء بالدوامر والبلاطة الجيرية (2008)

الصورة رقم "15.2": تظهر البناء بالدوامر والبلاطة الإسمنتية (2008)

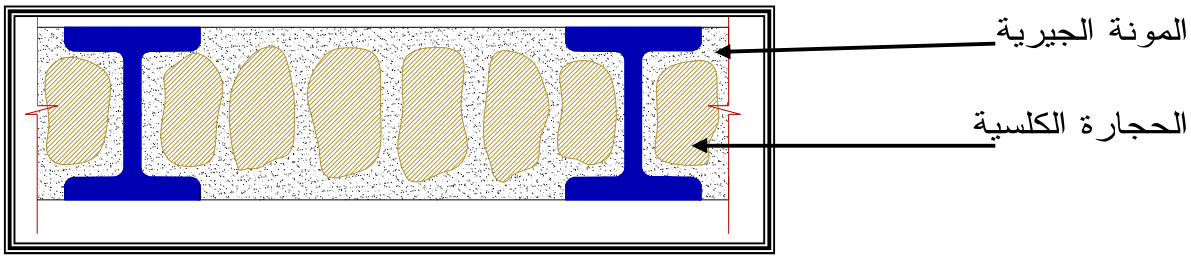
53. الجعبة، م.ن، 2002، ص 63-64

الصورة رقم "16.2": تظهر البناء بالدوامر أسفل البلاطة الإسمنتية (2008)

وقد يغطى هذا السطح من الداخل والخارج بالقصارة كطبقة عازلة وتجميلية بالمونة الجيرية تحمي الدوامر وطبقة السطح الجيرية أو الإسمنتية من عوامل الزمن، (كما يظهر في الصورة "17.2").

الصورة رقم "17.2": تظهر تغطية الدوامر بالقصارة من الداخل (2007)

وبالإضافة لتشكل البلاطة المستوية من طبقة مصمتة من الجير أو الإسمنت، كانت أيضا هذه البلاطة تتشكل من رصّ الحجارة الكلسية بجانب بعضها بشكل مستقيم أيضا، وتربط مع بعضها بمونة جيرية وتثبت بالدوامر، ومن ثم تغطى بالقصارة الجيرية من الأعلى والأسفل،[54] (كما يظهر في الشكل"2.2").



الشكل رقم "2.2": يظهر طريقة البناء بالدوامر بطريقة مستقيمة [55]

وبهذا كان لاستخدام هذه الدوامر في البناء نقلة نوعية في تطوره؛ حيث أصبح باستطاعة البنّاء الحصول على مسافات أكبر للغرف، عدا عن تميزه بالسهولة والسرعة بالنسبة لإنشاء العقود والقباب التي كانت سائدة في فلسطين.

54. الشويكي، صدأ الدوامر في المباني التقليدية، 2008، ص 57

55. القواسمي، م.ن، 2007. رسم: الباحثة

الفصل الثالث ...

... الدوامـــــــر الفولاذيـــــــــة

الفصـــــــل الثـــــالث

الدوامـــــــر الفـــولاذيـــــــــــة

3.1 الدوامر الفولاذية

1.1.3. تعريف الدوامر:

هي مقاطع فولاذية تكون غالبا على شكل حرف I، استخدمت في تسقيف البيوت والمباني الفلـــسطينية مع نهاية القرن التاسع عشر.[1]
تُصنف الدوامر كفولاذ كربوني معتدل 'mild carbon steel'؛ حيث تشكّل نسبة الكربون فيه ما بـــين 0.15–0.29%، ذو إجهاد خضوع يتراوح ما بين 230–240 نيوتن/ملم^2، ووجود الكربون تزيد مـــن قدرته على مقاومة الصدأ،[2] كما يمكن زيادة إجهاد الخضوع؛ وذلك عن طريق إضافة مواد أخرى أو بالعلاج الحراري.

وتختلف نسبة الكربون الممزوجة بالفولاذ، وهذا الاختلاف يشكّل عدة أنواع منه؛ الفـــولاذ المـــنخفض الكربون "Low carbon steel"، والفولاذ المتوسط الكربون " Medium carbon steel"، والفـــولاذ العالي الكربون "High carbon steel "، والفولاذ المعتدل " Mild carbon steel".[3]

---

1. الجعبة، م.ن، 2002، ص 55
2. Ashurst, Partical Building Conservation, 1988, P.21
3. Materials engineer, Steel Alloys, 2009

2.1.3. خصائص الفولاذ:

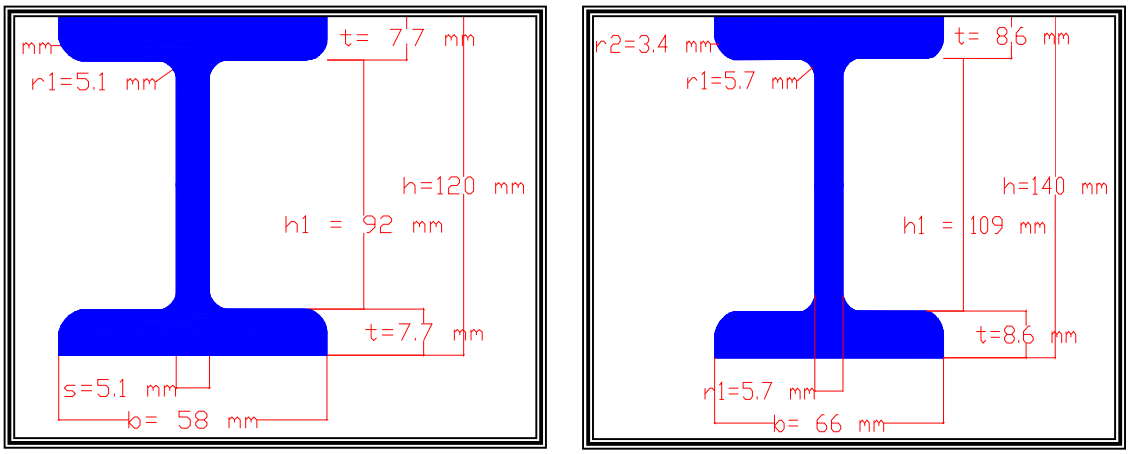
يتمتع الفولاذ الكربوني بشكل عام بالمرونة[4] ؛ التي تؤدي إلى استخدامه كعنصر إنشائي حامل، حيث يظهر تحذير للانهيار بسبب زيادة قيم التشوه فيه.

كما يتمتع أيضا بصفات المعادن بشكل عام، كاللمعان: الذي يجعله لا يحتاج لتغطيه في الأعمال المعمارية والفنية، الموصلية: للكهرباء والحرارة، القوة: يتحمل الأوزان، الديمومة: يبقى لعدة سنوات، يمكن خلطه بمعادن أخرى: وهذا يزيد من أنواعه، كما يمكن طلائه: لحمايته من العوامل الجوية.[5]

هذه الخصائص جعلت الفولاذ يتمتع بالقوة والصلابة وزيادة التحمل للقوى، كما أمكن تشكيله على شكل جسور، ذات عزم قصور ذاتي عالٍ مما يؤدي إلى مقاومة العزوم الناتجة عن الأحمال.

3.1.3. أشكال الدوامر في العينات:

كانت أشكال وأبعاد الدوامر الفولاذية التي استخدمت في عينات البحث للدراسة في مدينة الخليل، حسب الشكل رقم "1.3"، أما الأبعاد فكانت كما تظهر في الجدول رقم "1.3":



الشكل رقم "1.3": يظهر أبعاد الدوامر المستخدمة بالعينات

---

4. Johnson, Environmental Earth Science Archive, 2009
5. Properties of Steel, 2009

الجدول رقم "1.3": يظهر مواصفات الدامر حسب المواصفات العالمية

I	h mm	b mm	$s=r_1$ mm	t mm	r_2 mm	h_1 Mm	A Cm2	g KN/m
120	120	58	5.1	7.7	3.1	92	14.2	0.111
140	140	66	5.7	8.6	3.4	109	18.2	0.143

4.1.3. استخدام الدوامر في البناء:

بدأ استخدام الحديد الخام في المباني في القرن التاسع عشر كجسور، بسبب قوته الكبيرة لتحمل الشدّ، أما الحديد المسبوك فقد استخدم كجسور وأعمدة في نهاية القرن الثامن عشر، وقد كانت على شكل I ،T بسبب القدرة على مقاومة العزوم، بحيث كان الـ (Flange) السفلي أكبر من العلوي ليتحمل الشدّ،[6] ثم كان إنتاج الفولاذ التقليدي في فرن الصهر، وذلك باتحاد الحديد مع بعض الكربون عند تسخينه على طبقة من الفحم،[7] وبذلك استبدل استخدام الحديد في المباني بالفولاذ.

وقد كان استخدام الحديد والمعادن الأولى في المباني القديمة للعناصر الزخرفية، وكإضافات لتثبيت فواصل الحجر والخشب، ومن ثم استخدمت كعناصر إنشائية أكثر حداثة؛[8] وذلك بسبب تقدم عجلة الصناعة الانجليزية في القرن الثامن عشر والتاسع عشر، التي أدت إلى التغيير في تكنولوجيا البناء، والتي حثّت على خطوات تقنية ومتقدمة في صناعة الفولاذ.[9]

وقد كان دخول الدعامات إلى فلسطين للمرة الأولى في سنة 1870 في المستشفى الاسكتلندي في الناصرة، وبالرغم من دخول هذه التقنية الجديدة للبناء، فقد استمر أيضا التسقيف التقليدي "العقد المتقاطع".[10]

---

6. Ashurst, 1988. P.20-21
7. Ashurst, 1988. P.16
8. Ashurst, 1988. P.53
9. Ashurst, 1988. P.38
10. الجعبة، م.ن، 2002، ص 64

ومع زيادة التطور الحضاري الذي ظهر بعد الهجرة إلى أوروبا، ظهر أيضا التطور المعماري الـذي أثر على المدن الفلسطينية، بالمؤثرات الخارجية المستوردة، وذلك باستيراد أشكال معماريـة جديـدة وابتكارها، وإدخال مواد معمارية جديدة أيضا كالقرميد والجسور الفولاذية (الدوامر)، التي سهلت عملية التحكم بالبناء.[11]

ومن ثم بدأت المباني تختلف في شكلها وحجمها ومعالجاتها عن البيوت في المنـاطق الريفيـة، فـي النصف الثاني من القرن التاسع عشر، وبالتحديد بعد حكم إبراهيم باشا، بحيث أصبحت ذات مظـاهر معمارية خرجت عن الموروث المعماري المألوف فيها.[11]

2.3 تـلف الدوامر

1.2.3. أسـباب التـلف:

تتلف الدوامر الفولاذية نتيجة تعرضها للصدأ، والذي يؤدي إلى تآكلها وتقليل أبعادها الذي يؤثر علـى مدى مقاومتها للأحمال الواقعة عليها سواء كانت أحمالا حية أو ميتة.

ويتكون الصدأ نتيجة تعرض الحديد للهواء والماء؛ حيـث يبـدأ فـي التكـون مـن نقـرة صـغيرة (Pit Formation)، ثم تزداد هذه النُقر ويحدث اتحادا فيما بينها،[12] لأن للحديد قابلية كبيـرة للتـأثر بغاز الأوكسجين، وخاصة بوجود الرطوبة، وبهذا تتكون طبقة من الصدأ على السطح الخارجي للحديد، وهي عبارة عن هيدروكسيد الحديدوز والحديديك.[13]

أي أن تفاعل الحديد مع الأوكسجين يشكل أوكسيد الحديد Fe_2O_3 ذو اللون الأسود والذي يتحول إلـى أوكسيد الحديد المائي $Fe_2O_3\ 3H_2O$ ذو اللون الأحمر "الصدأ" عند تفاعله مـع المـاء،[14] والـصدأ تفاعل بطيء تزداد سرعته بوجود الماء وذلك وفق المعادلة الكيميائية التالية:[15]

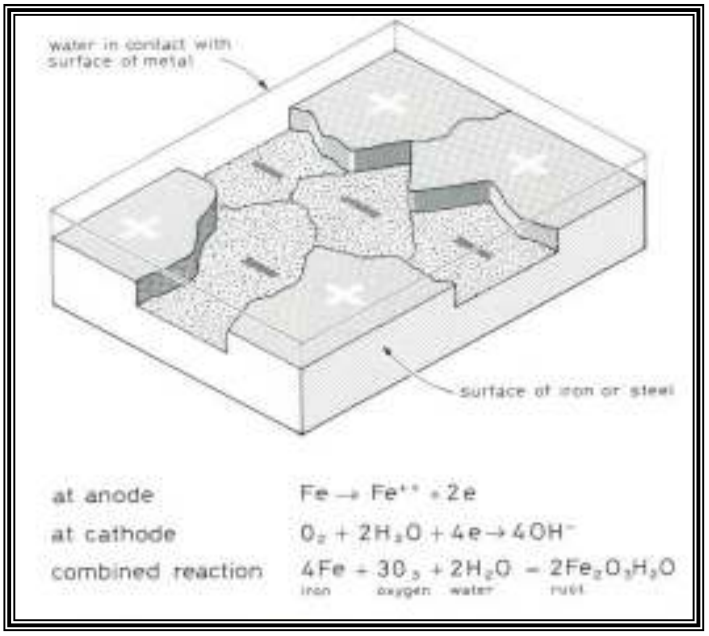
---

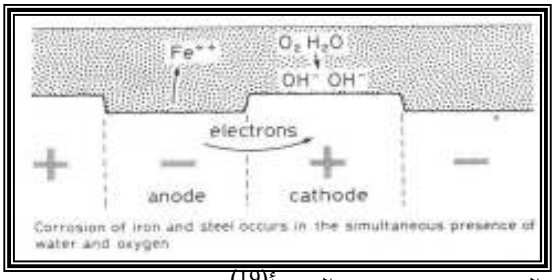
11. الجعبة، م.ن، 2002، ص 54-55
12. تآكل حديد التسليح، 2005
13. شاهين، طرق صيانة وترميم الآثار، 1975، ص 177-178.
14. سوريا، Corpus Levant . "معالجة الصدأ" ص 3
15. تآكل حديد التسليح. 2005

حديد + هواء (أوكسجين + بخار ماء)--------> صدأ الحديد

$$4\,Fe + 3O_2 \longrightarrow 2Fe_2O_3$$

كما يعتبر تكون الصدأ ظاهرة كهربائية كيميائية؛ حيث تتحد الشوائب الموجودة في الحديد اتحادا كهربيا مع معدن الحديد، ومما يزيد من سرعة التفاعل؛ الماء والمواد المذابة المتحللة كهربائيا،[16] كالكربون والأوكسجين والرماد المتطاير...،[17] ويستمر التفاعل أسرع في المواضع التي يتراكم فيها الصدأ ويصبح سطح المعدن كما لو كان به حُفر،[16] (كما يظهر في الشكل رقم "2.3")، وتزداد طبقة الصدأ مع مرور الزمن مؤدية إلى تآكل الحديد الأصلي.[18]





الشكل رقم"2.3": يظهر الحُفر التي نتجت بسبب الصدأ[19]

---

16. Lee, Concise Inorganic Chemistry, (1991). P. 672
17. Ashurst, 1988. P.8
18. سوريا، Corpus Levant . "معالجة الصدأ". ص: 1
19. Ashurst, 1988. P.9

ويؤثر الصدأ على الحديد بعدة أشكال؛ كالتأثير على السطح كاملا "هجوم منتظم"، أو على مناطق معينة "حفر"، وإذا كان الحديد غير متجانس فستتأثر بعض المناطق دون غيرها "هجوم مختار"، ويمكن أن يكون الصدأ أيضا على أماكن الإجهاد خلال عمل العنصر "صدأ إجهاد"، أما إذا كانت طبقة مقاومة الصدأ مزالة فستتآكل الطبقة "تآكل".[20]

2.2.3 وجود الفولاذ بين المونة الجيرية في المباني التقليدية

مادة الجير الحي، عبارة عن بودرة بيضاء كاوية وقلوية تتفاعل بشدة مع الماء لتكوّن هيدروكسيد الكالسيوم، وبوجود الماء والأكسجين الذي يصل إلى الحديد من خلال مسامية المونة الجيرية يحدث صدأ الحديد؛ وذلك بزيادة قلوية المحيط بسبب اختزال الأكسجين – أي تأكسد الحديد (الصدأ) وإنتاج الهيدروكسيد.

$$O_2+4E+2H_2O \longrightarrow 4OH^-$$

أي أن وجود المونة الجيرية – بوجود الماء – يمكن أن تسبب صدأ الدوامر، وذلك لأن استعمال (الجير المطفأ) هيدروكسيد الكالسيوم ($Ca(OH)_2$) – الناتج من إضافة الماء على الشيد – في المونة يعمل كمادة لاحمة حسب المعادلات التالية: [21]

$$CaCo3 \longrightarrow CaO + Co_2$$

$$CaO + H_2o \longrightarrow Ca(OH)_2$$

$$Ca(OH)_2+CaO_2 \longrightarrow CaO_3 + H_2O$$

بالإضافة إلى أنه يساعد في إيجاد كمية من الماء والتي تعتبر عاملا مهما في حدوث الصدأ؛ أي أن وجود الكربونات والأكسجين تكفي لحدوث الصدأ خلال اختزال الأكسجين،[22] وكما هو معروف فإن تفاعلات الجير (الكربونات) تستمر لعدة سنوات، حسب المعادلة التالية:

$$O_2 + 4e + 2H_2O \rightleftarrows 4OH^-$$

---

15. Ashurst, 1988. P.8
16. حمدان، م.ن، 1996 ص 526
17. القيسي، معالجة وصيانة الآثار، 1981، ص 74

وذلك بسبب وجود الالكترونات والأيونات الحرة؛ حيث تتحلل FeO إلى أيون O^{-2} وأيون Fe^{+2} والتي تساعد في زيادة سرعة تأكسد الحديد أي سرعة الصدأ.[23]

وبهذا تتعرض الدوامر للتآكل الذي يؤدي إلى نقصان سماكة الدامر (Web) و(Flange)، وهذا يؤثر على قوى التحمل والقص والثني للدامر وللمبنى ككل، لأن عمليات التلف التي تؤثر على الحديد (الصدأ)، تقلل مقطع التحمل وتزيد من حجم الحديد بنسبة 6-8% بسبب الصدأ، والذي يشقق مواد البناء ويضعف المبنى.[24]

3.3 تقييم التلف في الدوامر

يبدأ تلف الدوامر بانكشافها للعوامل الجوية وتعرضها للماء والهواء والرطوبة أو الاستخدام البشري أو التلف المتعمد، ويكون التلف:

1. تلف سطحي:

أي تلف على السطح فقط، ولا يصل إلى البنية الإنشائية للدوامر، أي أن تأثيره على عوامل المقاومة الإنشائية ضئيل، وهذا التلف يظهر مع بداية انكشاف الدوامر بظهور التشققات (كما يظهر في الصورة "1.3") أو سقوط القصارة أو الطراشة التي تغطي الدوامر (كما يظهر في الصورة "2.3")؛ وذلك بسبب العوامل الجوية والزمنية والاستخدام، بحيث تظهر الدوامر بصورة جزئية، وتؤدي إلى الصدأ الذي لا يؤثر بصورة كبيرة على درجة المقاومة الإنشائية، ويمكن معالجته بطرق الصيانة كالحتّ والدهان، ومع الزمن يزداد عمق الصدأ إذا لم يعالج في المرحلة الأولى لبداية انكشاف الدوامر؛ بحيث يؤثر بشكل ملحوظ على مدى مقاومة مقطع الجسر للأحمال.

---

18. Lee, (1991). P. 765
19. Ashurst, 1988. P.53

الصورة رقم "1.3": تظهر التشقق في المدة الإسمنتية فوق الدوامر وبداية ظهور الصدأ (2007)

الصورة رقم "2.3": تظهر بداية تعرض الدوامر للتلف بسبب سقوط الطراشة(2007)

2. تلف عميق:

أي ازدياد عمق طبقة الصدأ ووصوله إلى الدوامر بشكل كبير مما يؤدي إلى نقصان سماكة المقطع المقاوم للأحمال، (كما يظهر في الصورة "3.3")، وهذا قد يحصل بسبب عدم معالجة التلف السطحي في مراحله الأولى أو بانكشاف الدوامر بصورة كاملة وتعرضها الكبير والمتواصل لعوامل الصدأ والتلف، وبالتالي التسبب في تقليل قوة التحمل للدوامر والذي يؤثر سلبيا على المبنى، وهذا التلف يحتاج عادة إلى استخدام طرق إنشائية لتقوية المقطع وزيادة مدى مقاومته للأحمال.

الصورة رقم "3.3": تظهر التشققات الذي أحدثها الصدأ في الجزء الإسمنتي للمبنى(2007)

4.3 طرق ترميم الدوامر

تم تنفيذ عدة طرق لترميم الدوامر في فلسطين كانت كالتالي:

1.4.3. تخفيض الأحمال:

أي بإزالة أية أحمال إضافية أضيفت مع مرور الزمن مثل طبقات الرمل والبلاط أو خزانات المياه؛ (كما يظهر في الصورة"4.3")كما يجب التقليل من الأحمال التي وجدت منذ تشييد البناء، كما تم في المبنى التالي في مدينة الخليل،[25]بحيث أزيلت طبقة الطمم الإضافية لسقف المبنى والتي تتكون من الاسمنت.

20. مرقة، كانون أول 2008، اتصال شخصي.

الصورة رقم "4.3": تظهر وجود الخزانات في السطح كحمل زائد عليه (2007)

وقد أدى تخفيض الحِمل عن الدوامر إلى عودتها لوضعها الطبيعي قبل الانحناء، ومن ثم تم تنظيف الدوامر من الصدأ ودهانها وإعادة القصارة، بعد وضع مونة من الاسمنت والرمل حول الدوامر لعزلها من العوامل الجوية لتجنب الصدأ مرة أخرى، (كما يظهر في الصورة "5.3" والصورة "6.3").

الصورة رقم "5.3": تظهر الصدأ في الدوامر قبل الترميم
(المصدر: لجنة اعمار الخليل،2008)

الصورة رقم "6.3": تظهر الدوامر بعد الترميم بإزالة الحِمل الإضافي عن سطح المبنى ومعالجة الصدأ (المصدر: لجنة اعمار الخليل، 2008)

تقييم الطريقـــــــة

هذه الطريقة جيدة لإمداد الدوامر بعدة سنوات إضافية للصمود في المبنى وعدم الانهيار، حيث تؤدي إلى خفض قوى القصّ والعزوم على هذه الدوامر بتقليل الحِمل الواقع عليها، كما تخفض هذه الطريقة الانحناء الذي أصاب الدوامر بسبب تأثير هذه الأحمال.

ولكن هذه الطريقة لا يمكن تنفيذها دائما وبكل الحالات؛ لأن بعض المباني لا تحمل أصلا أوزانا إضافية يمكن التخلص منها، كما أنه لا تتم بهذه الطريقة معالجة الصدأ المتواجد في الدوامر، أي عدم التخلص من التلف.

2.4.3. استخدام عوارض فولاذية أو دوامر عكسية أسفل الدوامر:

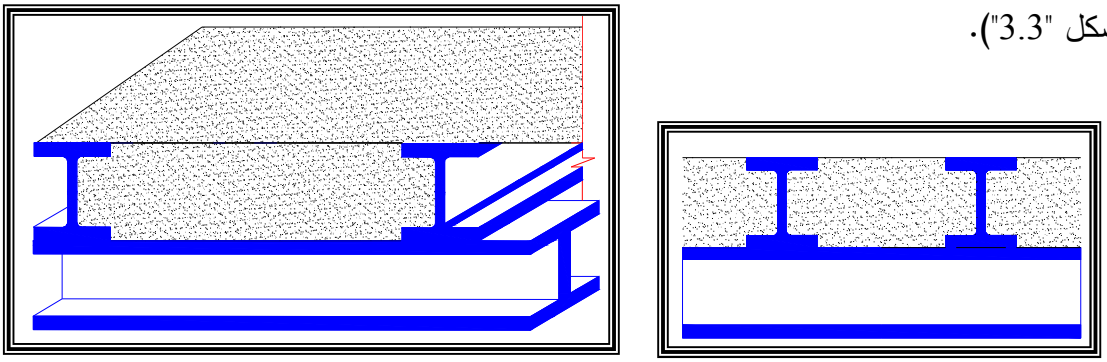
وذلك لتقليل مسافة بحر الدامر الأصلي الذي يعمل على نقل الأحمال؛ حيث تؤدي هذه العملية إلى نقل الحِمل من الدوامر الأصلية إلى الدوامر العرضية المضافة، أي تقليل مسافة البحر للدامر الأصلي، الذي يؤدي إلى خفض قوى القص والعزوم المؤثرة على المقطع وكذلك يخفض من قيمة الانحنـــاء، (كمـــا يظهر في المبنى التالي من تنفيذ لجنة اعمار الخليل في الصورة "7.3" و"8.3").[26]

21. مرقة، كانون أول 2008، اتصال شخصي، ولجنة اعمار الخليل، 2008

الصورة رقم "7.3" تظهر الدوامر التالفة قبل الترميم
(المصدر: لجنة اعمار الخليل، 2008)

الصورة رقم "8.3": تظهر استخدام عوارض أسفل الدوامر لتقليل مسافة بحرها
(المصدر: لجنة اعمار الخليل، 2008)

ويتم ذلك بحفر الجدران التي تستند عليها الدوامر، وحتّ القصارة عن الجزء المطلوب وضع العارض أسفله، ومن ثم وضع العارض وتثبيته بالجدار بمونة جيرية وبالدوامر عن طريق اللحام، (كما يظهر في الشكل "3.3").



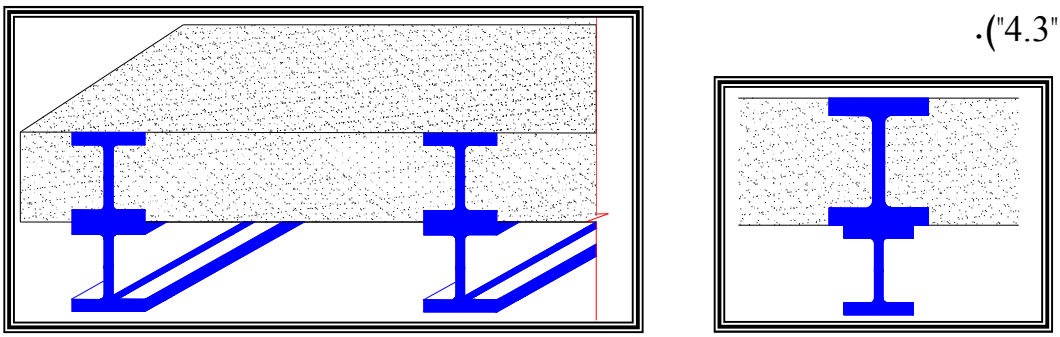
الشكل رقم "3.3": يظهر تدعيم الدوامر بدوامر أخرى باتجاه معاكس*

تقييم الطريقـــــــة

تؤثر هذه الطريقة بشكل كبير في خفض قوى القص والعزوم المؤثرة على المقطع، ولكـــن لا يمكـــن استخدامها دائما، بسبب عدم توفر الارتفاع الكافي في الطابق، كما أن هذه الطريقة تؤثر على الـــشكل الجمالي للسقف بوجود دوامر ظاهرة.

3.4.3. استخدام دوامر أو مقاطع حديدية بنفس اتجاه الدوامر:

وتوضع هذه الدوامر أسفل الدوامر الأصلية التالفة وبنفس الاتجاه لزيادة سماكتها وزيادة قدرتها علـــى التحمل؛ وذلك بحفر الجدران التي تستند عليها الدوامر، وحتّ القصارة من أسفل الدوامر، ومـــن ثـــم وضع الجسور الجديدة وتثبيتها بالجدار بمونة جيرية وبالدوامر عن طريق اللحام، [27] (كما يظهر فـــي الشكل "4.3").



الشكل رقم "4.3": يظهر تدعيم الدوامر بدوامر أخرى بنفس الاتجاه

---

22. مرقة، كانون أول 2008، اتصال شخصي، ولجنة اعمار الخليل، 2008

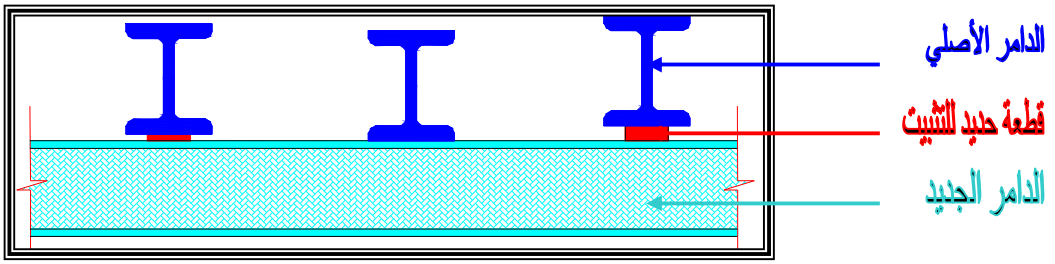
* جميع الرسومات من رسم الباحثة (وبدون مقياس رسم) إلا إذا أشير إلى غير ذلك.

تقييم الطريقـــــــة

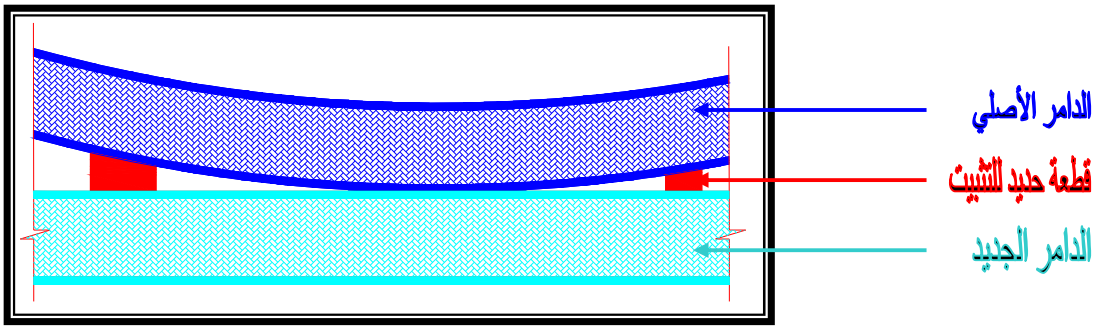
تؤدي هذه الطريقة إلى زيادة مساحة المقطع المقاوم للأحمال، وبالتالي زيادة قيم المقاومة لقوى القص والعزوم، ولكن استخدام هذه الطريقة غير متاح دائما؛ بسبب عدم توفر الارتفاع المعماري المطلـــوب، كما أن هذه الطريقة تؤثر على الشكل الجمالي للسقف بوجود دوامر ظاهرة.

كما أنه عند وضع هذه الدوامر تحت الأصلية فستترك فراغات فيما بينها،[28] بـــسبب انحنـــاءات فـــي الدوامر الأصلية حدثت مع الزمن، ووجود هذه الفراغات يؤثر على فاعلية الـــدوامر الجديـــدة التـــي وضعت من أجلها.

لذا يجب تصحيح الوضع بوضع قطع معدنية في هذه الفراغات، حتى يتم نقل الأحمال من خلالها إلـــى الدوامر الجديدة، وليتم التدعيم بالدوامر الجديدة بشكل صحيح، (كما يظهـــر فـــي الـــشكل رقـــم "5.3" ورقم"6.3").



الشكل رقم "5.3": يظهر كيفية تصحيح طريقة تدعيم الدوامر بدوامر معاكسة لها



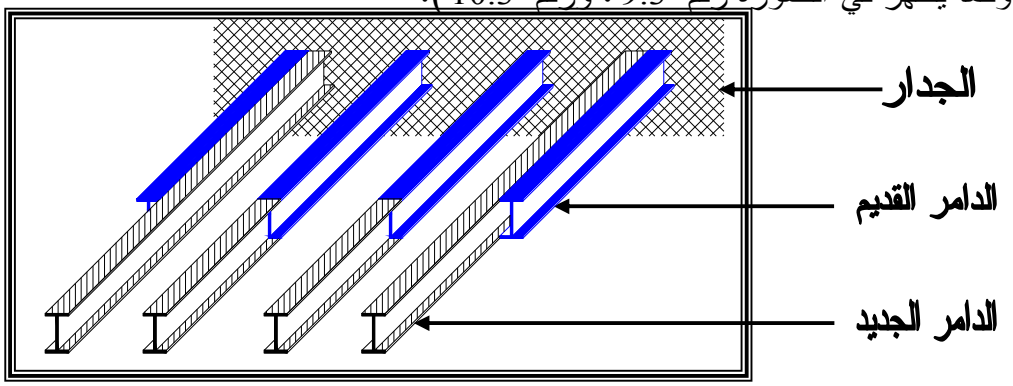
الشكل رقم "6.3": يظهر كيفية تصحيح طريقة تدعيم الدوامر بدوامر بنفس الاتجاه

---

28. القواسمي، شباط 2009، اتصال شخصي

4.4.3. تدعيم الدوامر بدوامر أخرى جانبية:

تقوم هذه الطريقة على لحام دوامر جديدة بالدوامر القديمة لتدعيمها؛ بحيث تثبت الدوامر الجديدة على (Flange) القديمة وتلحم معها بشكل جيد، أي زيادة مقطع الدامر لتزيد القوة على التحمل، (كما يظهر في الشكل رقم"7.3")؛[29] وذلك بعد إزالة المونة الإسمنتية ما بين الدوامر، بحيث تستبدل بمونة جديدة بعد ترميم الدوامر بنفس الشكل الأصلي، (كما تم تنفيذه في مركز حفظ التراث لمعالجة دوامر البرندات، وكما يظهر في الصورة رقم "9.3"، ورقم "10.3").



الشكل رقم "7.3": يظهر كيفية لحام الدوامر الجديدة بالقديمة لتدعيمها(مركز حفظ التراث،2008)

الصورة رقم "9.3": تظهر الدوامر التالفة قبل الترميم(المصدر: مركز حفظ التراث،2008)

---

29. مركز حفظ التراث، 2008

الصورة رقم "10.3": تظهر الدوامر بعد الترميم وتغيير المونة الإسمنتية فيما بينها
(المصدر: مركز حفظ التراث،2008)

تقييم الطريقـــــــة:

تكون الدوامر بنفس أبعاد ومواصفات واتجاه الدوامر الأصلية، تزيد هذه الطريقة من مساحة مقطع الدامر الذي تقع عليه الأحمال الحية والميتة، بالإضافة إلى زيادة قدرته على مقاومة قوى العزوم.

ولكن هذه الطريقة لا تعطي الدامر قدرة كبيرة في مقاومة قوى القص المؤثرة عليه؛ وذلك لأن الدوامر المضافة مثبتة فقط بالدوامر القديمة من الخارج ولم يتم تشريكها بالجدار لتعطي قوة إضافية.
بالإضافة إلى أن في هذه الطريقة تم التخلص من المونة حول الدوامر، وبالتالي فقدان قيمة مـــن قـــيم المبنى التاريخية والأثرية.

5.4.3. استبدال الدوامـــر التالفـــة والسقف كاملا:

أي إزالة السقف المكون من الدوامر والاسمنت أو الجير، وبشكل كامل (كما يظهـــر فـــي الـــصورة "11.3")، ومن ثم استبدال السقف كاملا بآخر جديد من الاسمنت حسب الطرق الحديثة، حسب ما تـــم تنفيذه في مركز حفظ التراث،[30] (كما يظهر في الصورة "12.3").

---

30. مركز حفظ التراث، 2008

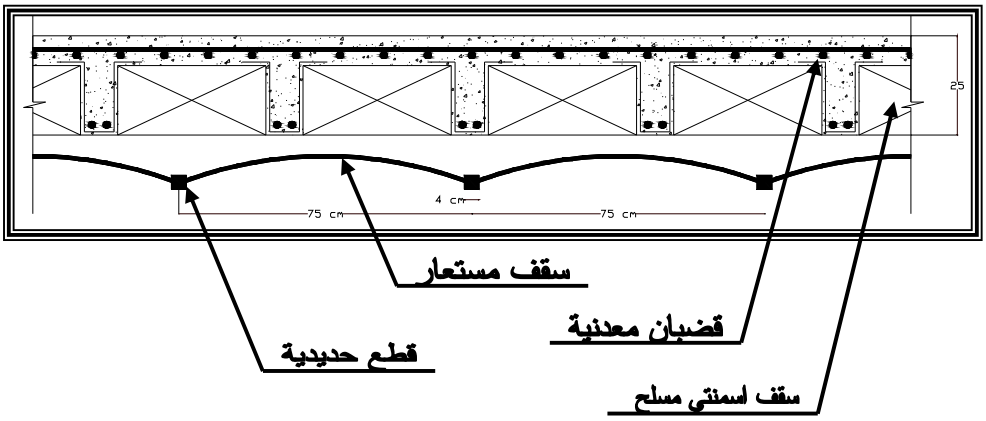
الصورة رقم "11.3": تظهر الدوامر التالفة التي تمت إزالتها

(المصدر: مركز حفظ التراث، 2008)

الصورة رقم "12.3": تظهر إنشاء السقف الجديد بالطرق الحديثة

(المصدر: مركز حفظ التراث، 2008)

وقد يعوض السقف الأصلي بالإضافة للسقف الإسمنتي الجديد بسقف مستعار يشبه الأصـــلي؛ وذلـــك بوضع جسور حديدية مربعة المقطع (40*40 مم) (كما يظهر في الشكل رقم"8.3")، وتثبيتهـــا مكـــان الدوامر الأصلية، ومن ثم يصبّ الاسمنت فيما بينها بطريقة مقوسة، وفيما بعد تتم القصارة والطراشة والدهان لتأخذ شكل السقف القديم، (كما تم ذلك في مبنى من تنفيذ مركز حفظ التراث، كما في الصورة "13.3" والصورة "14.3")، كما قد يكون استبدال الدوامر والسقف القديم بشكل نهائي، واستبداله بسقف جديد من الاسمنت المسلح بغض النظر عن الشكل الأصلي للسقف.



الشكل رقم"8.3": يظهر مقطع عرضي في السقف المستعار

الصورة رقم "13.3": تظهر السقف التالف قبل الترميم(المصدر: مركز حفظ التراث،2008)

الصورة رقم "14.3": تظهر السقف المستعار الذي تم وضعه أسفل السقف الإسمنتي الجديد على شكل الدوامر الأصلية للمبنى (المصدر: مركز حفظ التراث،2008)

تقييم الطريقـــــــة:

تضمن هذه الطريقة إعادة توزيع الحِمل كما كان بالأصل؛ وذلك باستبدال الدامر بدامر جديد بنفس مواصفات وأبعاد الدامر الأصلي لتحمل الأوزان الواقعة عليه.

ولكن استخدام هذه الطريقة؛ تؤدي إلى فقدان المواد الأساسية التي شيد بها المبنى من الدوامر وأجزاء من المونة المحيطة به عند إزالتها للتمكن من إزالة الدوامر التالفة، وبفقد هذه الأجزاء من المبنى تفقد القيمة التاريخية والأثرية أيضا.

6.4.3. صيانة الدوامر فقط "*للتلف السطحي*":

في هذه الحالة يتم إزالة طبقات القصارة الجيرية عن الدوامر ودهانها، ومن ثـــم اســـتبدال القـــصارة الجيرية بأخرى جديدة لكن بدون تغطية الدوامر كما كانت في الأصل، وهذه الطريقة تستخدم فقط عندما تكون الدوامر والمونة الجيرية بحالة جيدة، (كما في الصورة رقم "15.3" ورقم"16.3")، من تنفيذ مركز حفظ التراث.[31]

---

31. مركز حفظ التراث، 2008

الصورة رقم "15.3": تظهر كيفية ترميم (Flange) الدوامر بعد إزالة القصارة
(المصدر: مركز حفظ التراث، 2008)

الصورة رقم "16.3": تظهر الدوامر بعد ترميم الـــ(Flange) ودهانها
(المصدر: مركز حفظ التراث، 2008)

تقييم الطريقـــــــة:

طريقة جيدة لمعالجة التلف السطحي بحيث تمنع من زيادة التلف؛ حيث يتم في هذه الطريقة التخلص من التلف السطحي الواقع بالدامر، ولا تعالج تلف الدامر الذي لا يمكن رؤيته.

7.4.3. الترميم بإلغاء عمل الدوامر إنشائيا:

تتم هذه الطريقة بترميم الدوامر بعد إزالة المونة الإسمنتية فيما بينها وبدون استبدالها بمونـــة جديـــدة، ولكنها تستبدل بإنشاء سقف من الاسمنت بالطريقة الحديثة فوق هذه الدوامر، بحيث يحمل السقف الجديد على جدران المبنى بدلا من الدوامر، أي إلغاء دور الدوامر الإنشائي وتركها مكشوفة تحـــت الـــسقف الجديد، وقد نفذت هذه الطريقة في مركز حفظ التراث،[32] (كما يظهر في الصورة رقم"17.3" ورقـــم "18.3").

الصورة رقم "17.3": تظهر الدوامر التالفة قبل الترميم
(المصدر: مركز حفظ التراث، 2008)

---

32. مركز حفظ التراث، 2008

الصورة رقم "18.3":تظهر الدوامر التي كُشفت بعد ترميمها بإزالة المونة الإسمنتية فيما بينها (المصدر: مركز حفظ التراث، 2008)

تقييم الطريقـــــــة:

يتم في هذه الطريقة التخلص من المونة بين الدوامر وإصلاح التلف الواقع بالدامر، لذا فإن هذه الطريقة تفقد المبنى جزءا من قيمته التاريخية والأثرية بإزالة المونة، ولكنها يمكن أن تحافظ على شكل السقف الأصلي عند الاستعاضة عنه بسقف مستعار من نفس الشكل.

وبهذا تكون هذه الطرق هي التي استخدمت في فلسطين لتدعيم الدوامر، وقد كان يتم استخدام كل طريقة بناء على تقدير المهندس المشرف على المبنى، ولكن هذه الطرق تمت بدون دراسة إنشائية للدوامر والمبنى، وبدون تطبيق قوانين الحفاظ للمحافظة على قيم المبنى التي من أجله يتم الترميم، أي أن هذه الطرق تحتاج لدراسة وتقييم جيدان قبل القيام بتنفيذ أيا منها.

الفصل الرابع ...

... عينـــــــــات البحـــــــــث

الفصـــــل الرابـــــــع

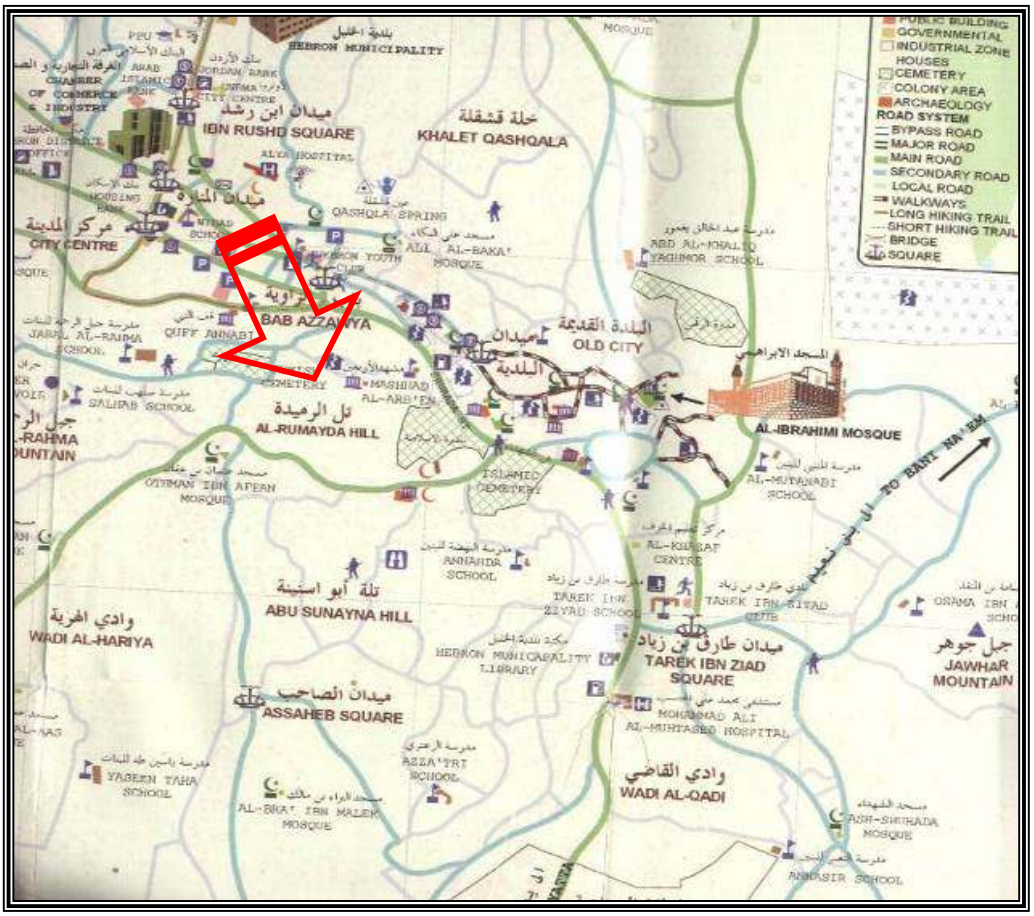
عينـــــــــــات البحـــــــــث

تم اختيار ثلاثة مبانٍ في البلدة القديمة لمدينة الخليل؛ بحيث اعتمد اختيار العينات على حالة الـــدوامر الإنشائية ومقدار مقاومة الدوامر لقوى القص والعزم الواقعة عليها؛ فالمبنى الأول يحتوي على عينتين: الأولى "أ" ذات دامر يتحمل قوى القص والعزم، والعينة الأولى "ب" ذات دامر يقاوم قوى القـــص ولا يقاوم قوى العزم، أما المبنى الثاني فيحوي عينة واحدة لدامر يقاوم قوى العزم ولا يقاوم قوى القـــص، والمبنى الثالث يحوي أيضا عينة واحدة ذات دامر لا يقاوم قوى القص أو قوى العزم.

1.4 العينة الأولى

العينة عبارة عن مبنى في تل الرميدة / البلدة القديمة لمدينة الخليل، يقع في حي الشهداء فـــي نهايـــة السفح الشرقي لتل الرميدة،[1] ويظهر موقع المبنى بالنسبة لمدينة الخليل (كما في الصورة رقم "1.4")؛ ويحوي هذا المبنى دوامر العينة الأولى "أ"، ودوامر العينة الأولى "ب".

1. ورشة عمل ميدانية، 2007



الصورة رقم"1.4": تظهر موقع العينة الأولى في مدينة الخليل
(المصدر: الخريطة السياحية لمدينة خليل الرحمن، بلدية الخليل، 2008)

1.1.4. وصف العينة:

يتكون البيت من طابقين، و للمبنى مدخل خارجي في الجهة الشرقية يؤدي إلى الطابق الأرضي، ومن ثم إلى الطابق العلوي عن طريق درج حجري يؤدي إلى حوش مغلق من حوله الغرف، وللمبنى برندة صغيرة مسقوفة على المدخل وتضم الدرج المؤدي إلى السطح، (وتظهر الصورة رقم "2.4" واجهة المبنى الأول).[2]

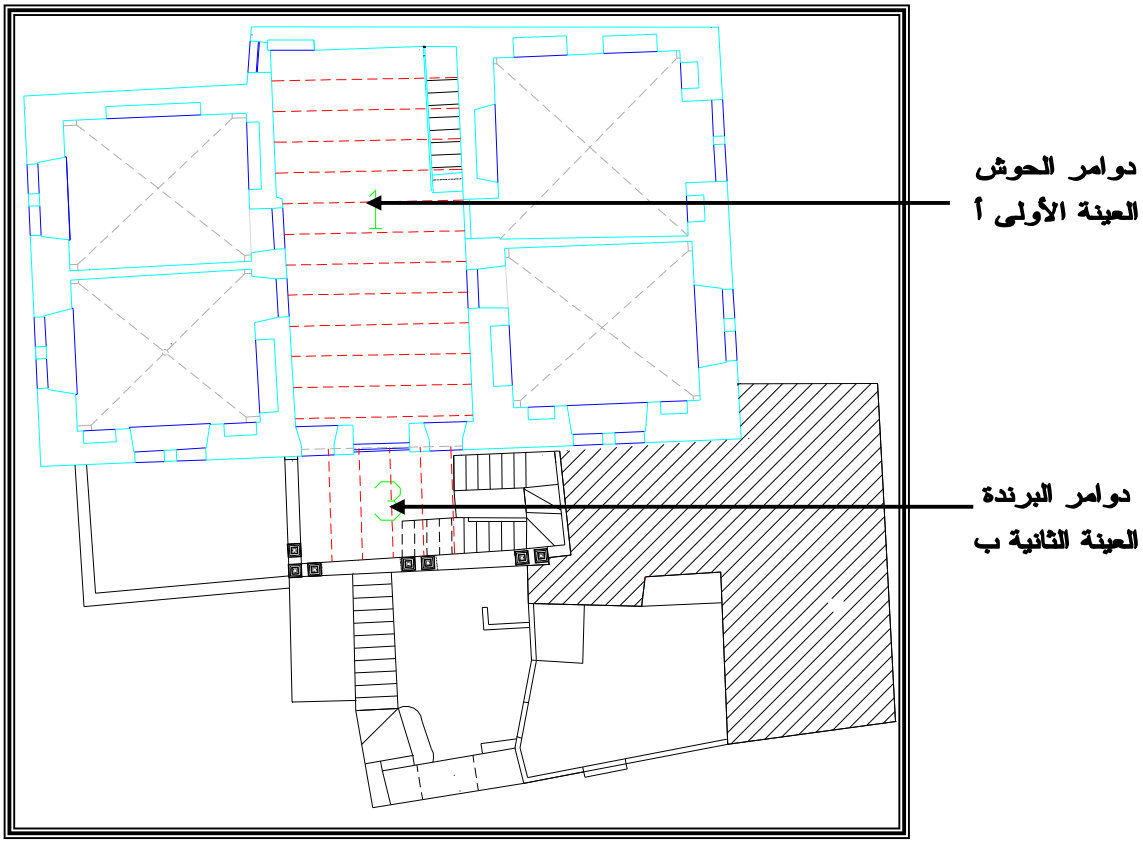
---

2. ورشة عمل ميدانية، 2007

الصورة رقم "2.4": تظهر واجهة المبنى الأول
(المصدر: ورشة عمل ميدانية، 2007)

ويضم الطابق الأرضي ثلاث غرف منفصلة ذات عقود متقاطعة، مفتوحة على ممر عبارة عن حوش صغير معقود بقوس برميلي، وهذا القوس البرميلي يحمل الدرج المؤدي إلى الطابق الأول؛ والذي يضم حوشا مسقوفا بالدوامر ومن حوله أربع غرف ذات عقود متقاطعة، كما يحوي أيضا هذا الطابق مطبخا صغيرا مسقوفا بالدوامر، ويشكل هذا السقف أرضية لسدة مسقوفة أيضا بالدوامر ضمن امتداد سقف الحوش، وتشكل البرندة المسقوفة بالدوامر المدخل الرئيس للمبنى، التي تضم سده أخرى تشكل جزءا من الدرج الذي يؤدي إلى السطح،[3] (ويظهر توزيع الدوامر بالمبنى كما في الشكل "1.4").

3. ورشة عمل ميدانية، 2007



الشكل رقم "1.4": يظهر توزيع الدوامر في المبنى الأول "العينة الأولى"

2.1.4. سبب اختيار العينة:

تم اختيار العينة بناء على حالة الدوامر الإنشائية فيها؛ فهي تحوي دوامر مغطـــاة بالقـــصارة ولكنهـــا تعرضت للتشقق (دوامر العينة الأولى "أ")، كما تحوي دوامر مكشوفة تعرضت للعوامل الجوية (دوامر العينة الثانية "ب").

3.1.4. وصف عقدة الدوامر:

يحوي هذا المبنى عينتان من الدوامر، دوامر العينة الأولى "أ"– تغطي الحوش؛ وهي عبارة عن دوامر عرضية تستند على جدران الغرف الجانبية، وتبتعد عن بعضها بمسافة 75 سم، وترتبط مـــع بعـــضها بمونة جيرية على شكل مستقيم، وهذه الدوامر مغطاة بالقصارة الجيرية من الداخل وبمونة إسمنتية على

السطح، لذا فهذه الدوامر لا تتعرض للتلف لأنها غير معرضة لعوامل الصدأ، (كما يظهر في الصورة "3.4").

الصورة رقم "3.4": تظهر سطح الحوش المغطى بالدوامر، العينة الأولى"أ" (2007)

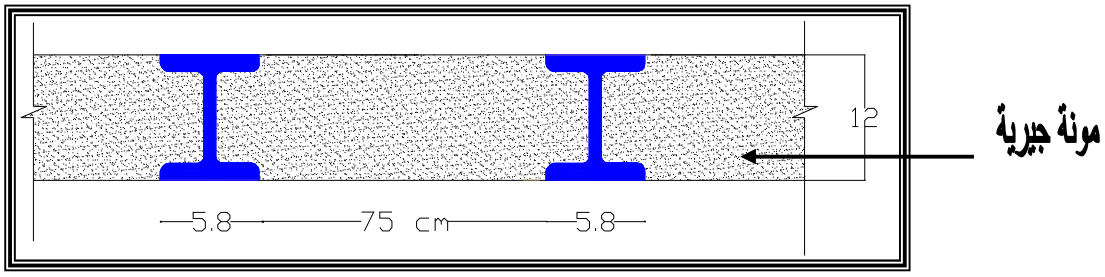
أما دوامر العينة "ب"؛ فهي التي تغطي البرندة، هذه الدوامر مكشوفة ومعرضة للعوامل الجوية، وتبتعد عن بعضها بمسافة 75 سم ، وتستند على الجدران الداخلية للمبنى من جهة وعلى تيجان أعمدة البرندة من الجهة الأخرى، وترتبط مع بعضها بمونة جيرية على شكل مستقيم، (كما يظهر في الصورة "4.4").

الصورة رقم "4.4": تظهر دوامر العينة الأولى "ب" المكشوفة والتي تعرضت للتلف(2007)

وقد تعرضت هذه الدوامر للتلف بسبب تعرضها للماء والهواء بعد تشقق المدة الإسمنتية فوقها نتيجة الرطوبة، (كما يظهر في الصورة رقم"5.4")، بالإضافة إلى أن تواجدها داخل المونة الجيرية زاد من هذا التلف، لذا فقد أصبحت بحاجة للترميم والتدعيم.

الصورة رقم "5.4": تظهر دوامر البرندة من الأعلى (2007)

ويتشكل مقطع هذه العقدات من صف متوازٍ من الدوامر بينهما عقدة من المونة الجيرية على شكل مستقيم (كما يظهر في الشكل "2.4"):



الشكل رقم "2.4": يظهر مقطع عرضي في عقدة الدوامر مع المونة الجيرية

2.4 العينة الثانية

العينة عبارة عن مبنى يقع في البلدة القديمة لمدينة الخليل، في الجزء الشمالي من الحيّ، وينتمي إلى نمط بيت الأحواش، (ويظهر موقع المبنى/ العينة الثانية في مدينة الخليل في الصورة رقم "6.4").

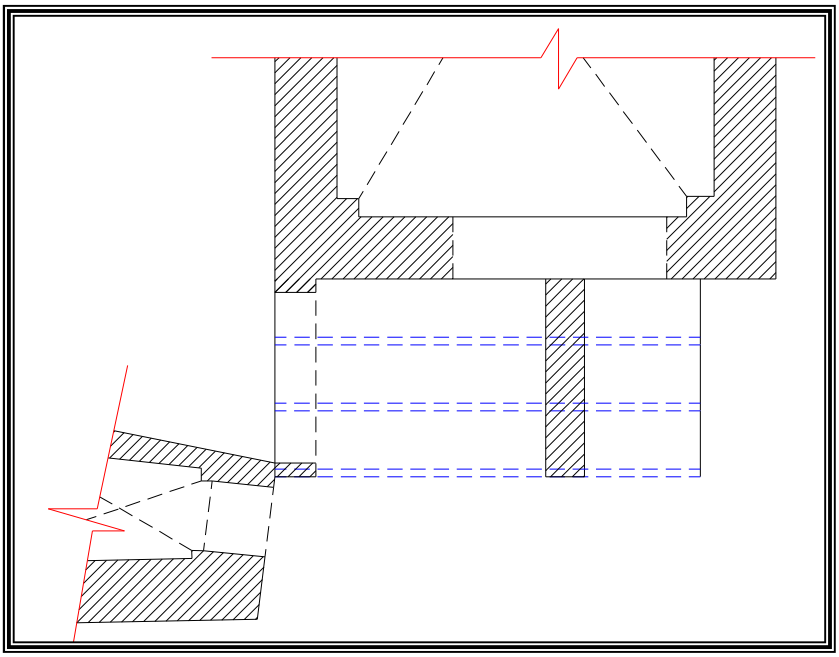
الصورة رقم "6.4": تظهر موقع "العينة الثانية" في مدينة الخليل
(المصدر: الخريطة السياحية لمدينة خليل الرحمن، بلدية الخليل، 2008)

1.2.4. وصف العينة:

يتكون المبنى من طابقين؛ الطابق الأرضي عبارة عن عدة غرف مهجورة تلتف حول الحوش، وتسقف بعقد متقاطع، يتم الوصول للمبنى من خلال الحوش على الطريق، أما الطابق الثاني؛ فيضم أيضا عدة غرف ولكنها مأهولة، وتطل على برندة مسقوفة بالدوامر، (وتظهر واجهة المبنى في الصورة رقم "7.4").

الصورة رقم "7.4": تظهر واجهة العينة الثانية (2009)

يضم الطابق الأرضي غرفا ذات عقد متقاطع تلتف حول الحوش المسقوف بالدوامر؛ حيث تشكل برندة للطابق العلوي تعمل كحوش آخر لهذا الطابق الذي يضم أيضا غرفا ذات عقود متقاطعة، (وتوزيع الغرف حول الدوامر يظهر في الشكل رقم"3.4").



الشكل رقم "3.4": يظهر توزيع دوامر العينة الثانية في جزء من المسقط الأفقي للمبنى

2.2.4. سبب اختيار العينة:

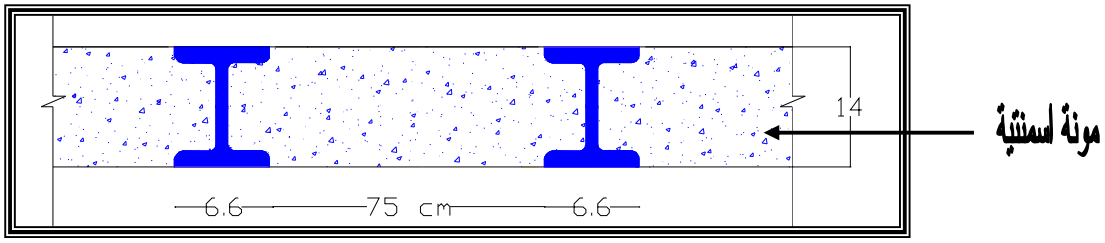
تم اختيار دوامر هذا المبنى كعينة للدراسة بسبب تعرضها للتلف العميق، الذي نتج عن تعرضها للعوامل الجوية لأنها غير مغطاة بالقصارة، مما أدى إلى خفض مدى مقاومتها لقوى القص والعزوم.

3.2.4. وصف عقدة الدوامر:

تتكون هذه البرندة من ثلاثة قضبان من الدوامر بشكل طولي ومتوازٍ ، وتبتعد عن بعضها بمسافة 75سم، وترتبط مع بعضها بمونة إسمنتية، وترتكز على الجدار من جانب وعلى الجدار المقابل من الجانب الآخر، ومن ثم تمتد على شكل "طيّار"، هذه الدوامر مكشوفة ولا تحتوي على طبقة من القصارة، وبسبب هذا الانكشاف زاد تعرضها للتلف، (كما يظهر في الصورة رقم "8.4").

الصورة رقم "8.4": تظهر التلف في دوامر العينة الثانية (2009)

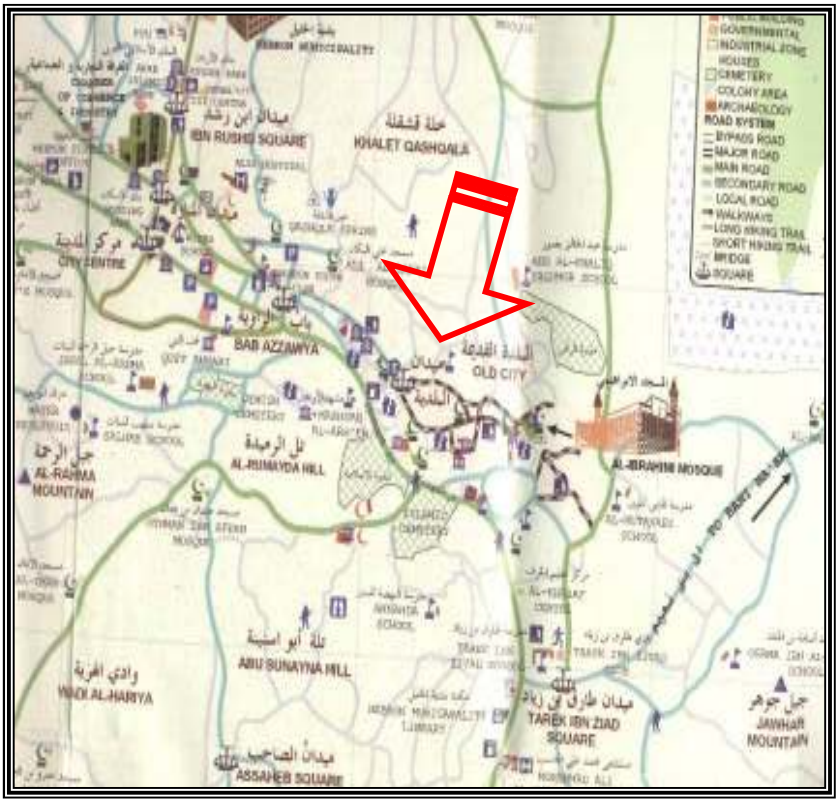
ويتشكل مقطع هذه العقدة من صف متوازٍ من الدوامر بينهما عقدة من المونة الاسمنتية علـــى شـــكل مستقيم كما يظهر في الشكل "4.4":



الشكل رقم "4.4": يظهر مقطع عرضي في عقدة الدوامر مع المونة الإسمنتية

3.4 العينة الثالثة

العينة عبارة عن مبنى يقع في البلدة القديمة لمدينة الخليل، ويظهر موقع المبنى/ العينة الثالثة في مدينة الخليل (كما في الصورة رقم "9.4").

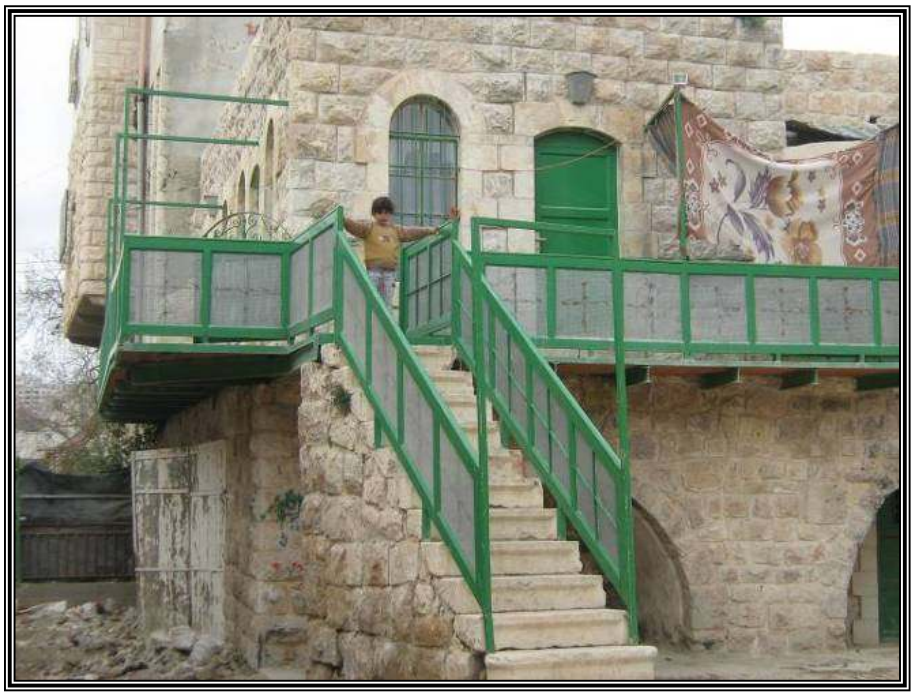


الصورة رقم "9.4": تظهر موقع العينة الثالثة في مدينة الخليل

(المصدر: الخريطة السياحية لمدينة خليل الرحمن، بلدية الخليل، 2008)

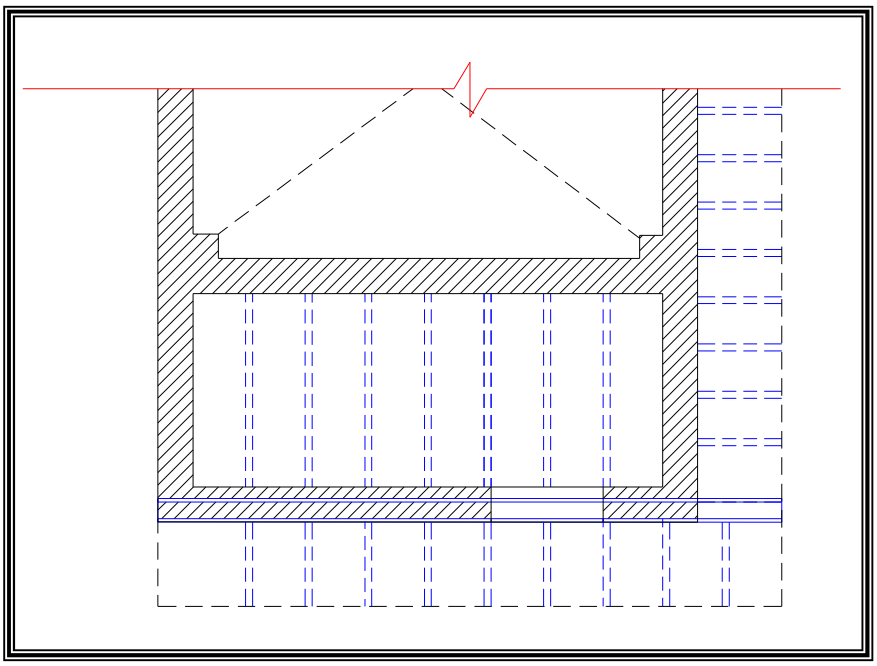
1.3.4. وصف العينة:

يتكون المبنى من طابقين، الطابق الأرضي يحوي غرفا مهجورة لكل غرفة مدخل منفصل، أما الطابق العلوي فيتم الوصول إليه عن طريق درج معلق ببرندة من الدوامر؛ بحيث يحوي غرفا مأهولة، (وتظهر واجهة المبنى في الصورة رقم "10.4").



الصورة رقم "10.4": تظهر واجهة العينة الثالثة (2009)

يضم الطابق الأرضي ثلاث غرف؛ غرفتان ذات عقود متقاطعة والغرفة الثالثة سقفت بالدوامر الفولاذية، أما الطابق العلوي فيضم أيضا ثلاث غرف؛ غرفتان ذات عقود متقاطعة، والثالثة سقفت أيضا بالدوامر الفولاذية، وتبعد هذه الدوامر عن بعضها بمسافة 75 سم، وترتبط مع بعضها بمونة إسمنتية، وترتكز على الجدارين المتقابلين للغرفة، (كما يظهر في المسقط الأفقي في الشكل رقم "5.4").



الشكل رقم "5.4": يظهر توزيع دوامر العينة الثالثة في جزء من المسقط الأفقي للمبنى

2.3.4. سبب اختيار العينة:

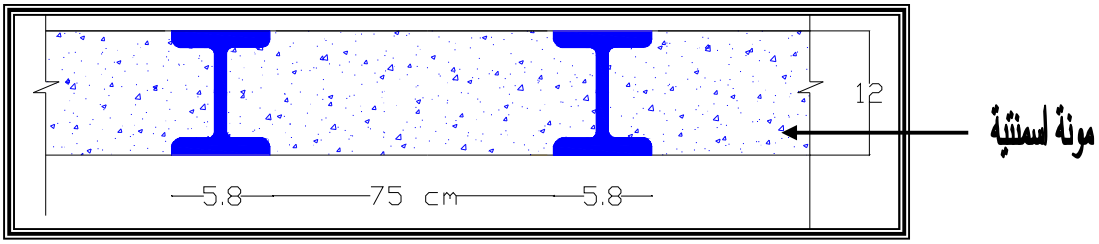
سبب اختيار العينة يكمن في المقاومة الإنشائية للدوامر؛ حيث تظهر هذه الدوامر حالة شديدة من التلف "العميق"، بسبب تشقق قصارة الناتج عن الرطوبة، بالإضافة لإهمال المبنى حيث أصبح بحاجة كبيرة للترميم، بالتالي أصبحت غير قادرة على مقاومة قوى القص والعزوم، أي أنها أصبحت معرضة للانهيار.

3.3.4. وصف عقدة الدوامر:

تسقف الغرف بسبعة قضبان من الدوامر بشكل طولي ومتوازٍ ، وتبتعد عن بعضها بمسافة 75 سم، وترتبط مع بعضها بمونة إسمنتية، وترتكز على الجدار من جانب وعلى الجدار المقابل من الجانب الآخر، غطت هذه الدوامر بالقصارة، ولكن هذه التغطية لم تمنعها من التلف، (كما يظهر في الصورة رقم "11.4").

الصورة رقم "11.4": تظهر دوامر العينة الثالثة التالفة (2009)

ويتشكل مقطع هذه العقدة من صف متوازٍ من الدوامر بينهما عقدة من المونة الاسمنتية علـــى شـــكل مستقيم كما يظهر في الشكل "6.4":



الشكل رقم "6.4": يظهر مقطع عرضي في عقدة الدوامر مع المونة الإسمنتية

4.4 تقييم العينـــــات

وجد التلف في العينات عل شكلين؛ التلف السطحي والتلف العميق، وذلك تبعا لدرجة تعرض الـــدامر للصدأ، وللمدة الزمنية لهذا التعرض، وحسب استخدام المبنى، وقد كانت أنواع التلـــف فـــي العينـــات كالتالي:

1.4.4. تقييم تلف الدوامر في العينات:

تلف سطحي؛ وهذا التلف نتج عن تصدع القصارة الجيرية – بسبب الرطوبة – أسفل الدوامر ، وقـــد كان ذك في العينة الأولى "أ" (كما يظهر في الصورة "12.4")، وهذا التصدع أدى إلى كشف الدوامر وتعرضها للماء والهواء وبالتالي الصدأ، ولكن هذا التلف بقي محدودا ولم يؤثر علـــى مـــدى مقاومـــة الدامر لقوى القص والعزوم، لأن انكشاف الدوامر كان بشكل بسيط فقط "كما ظهر في دوامر العينة"أ"، لذا فإن الدوامر تحتاج فقط للصيانة ولا تحتاج للتدعيم الإنشائي.*

الصورة رقم "12.4": تظهر دوامر البرندة– العينة الأولى "أ"
التي تتعرض لبداية التلف – الصدأ (2007)

---

* طريقة المعالجة في الفصل الخامس للعينة الأولى "أ"

<u>تلف عميـــق</u>؛ وهذا التلف أدى إلى تآكل الدوامر بسبب الصدأ لأنها كانت مكشوفة، ومعـــرض بـــشكل مباشر للماء والهواء، (كما يظهر في الصورة "13.4" و"14.4" و"15.5")، هذا الجزء التالف قـــد يؤدي إلى انخفاض عامل الأمان من خلال تعرض هذه الدوامر الحاملة إلى التآكل، أي نقصان أبعـــاد الجسور الفولاذية I-Beam بشكل ملحوظ، وهذا التلف يؤدي إلى عدم قدرة تحمل هذه الجـــسور للأحمال الواقعة فوقها وبالتالي إلى انهيار العقدات، لذا فهذا التلف بحاجة للترميم والتدعيم الإنشائي.

الصورة رقم "13.4": تظهر التلف الإنشائي للدوامر في العينة الأولى "ب" (2007)

الصورة رقم "14.4": تظهر التلف الإنشائي للدوامر في العينة الثانية (2009)

الصورة رقم "15.5": تظهر التلف الإنشائي للدوامر في العينة الثالثة (2009)

2.4.4. أسباب تعرض العينات للتلف:

تعرضت العينات للتلف – الصدأ بسبب سقوط القصارة الجيرية عن الدوامر أو بسبب عدم وجود القصارة أصلا؛ وبالتالي انكشافها للعوامل الجوية وتعرضها المتواصل للماء والهواء، وتعرضها لعوامل الحتّ والرياح ولعدة سنوات متواصلة، وبهذا ظهر التلف في هذه العينات سواء أكان سطحيا أم إنشائيا.

وهذا الانكشاف للدوامر وقع في بعض المناطق دون أو أكثر من المناطق الأخرى، ولهذا فقد تعرضت الدوامر للصدأ على عدة مراحل وبدرجات متفاوتة. (وهذا التفاوت يظهر في الصورة "16.4" و"17.4" و"18.4").

الصورة رقم "16.4": تظهر انكشاف الدوامر في مناطق مختلفة وبدرجات متفاوتة
العينة الأولى "أ" (2007)

الصورة رقم "17.4": تظهر انكشاف الدوامر في مناطق مختلفة وبدرجات متفاوتة
العينة الثانية (2009)

الصورة رقم "18.4": تظهر انكشاف الدوامر في مناطق مختلفة وبدرجات متفاوتة
العينة الثالثة (2009)

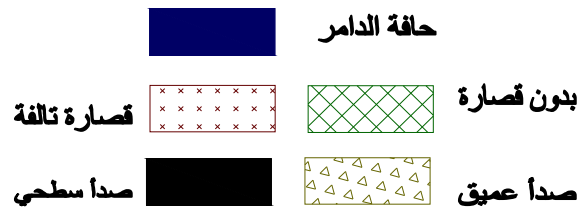
5.4 تقييم الحالة الإنشائية للعينات

تتمثل حالة الدوامر الإنشائية بمدى تأثير الصدأ على مقاومتها للأحمال؛ حيث يشكل الـــصدأ العامـــل الأساسي في التلف الإنشائي للدوامر، وهذا الصدأ يتفاوت في العمق حسب مدى تعرض الدامر للمـــاء والهواء وحسب المدة الزمنية للتعرض لهذه العوامل وحسب العمر الزمني للقصارة المزالة عن الدامر.

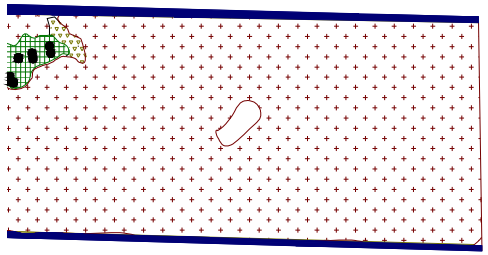
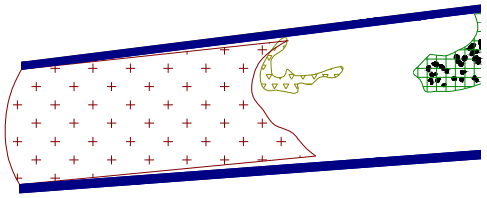
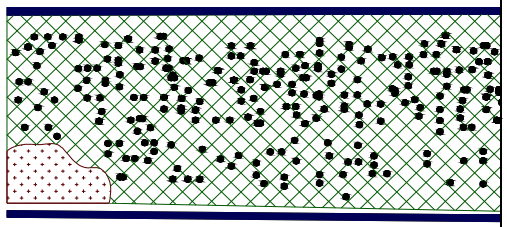
وقد يشكّل الصدأ خطر انهيار العناصر الإنشائية في المبنى بتأثيره المباشر على الدوامر؛ حيث تعمّـــق الصدأ في بعض أجزاء الدوامر المكشوفة وأدى إلى تآكلها ونقصان أبعادها (Web & Flange)، وهذا الانخفاض في الأبعاد يؤثر على قدرة تحمل الدوامر التي تنقل الأوزان فوقها إلى الأرض،[4] أي أنها قد تسبب مشكلة إنشائية للمبنى، ويظهر مدى تلف الدوامر في العينات من خلال الجدول "1.4"*:

---

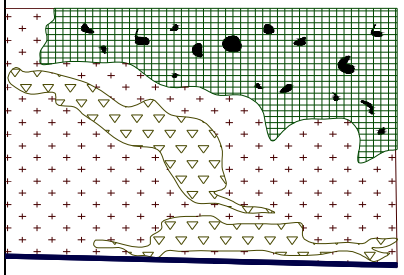
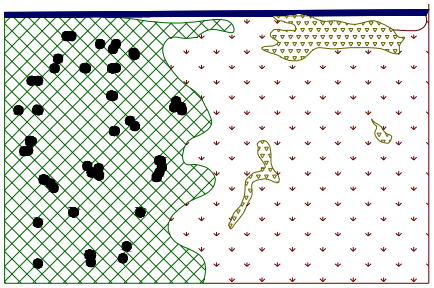
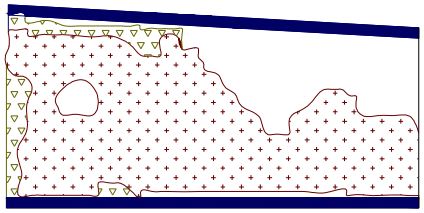
4. Van de Lindt , 2006. P.1

*


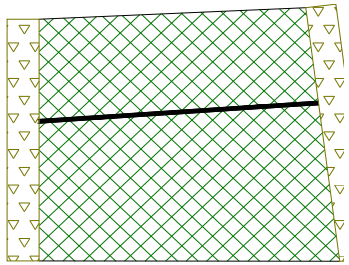
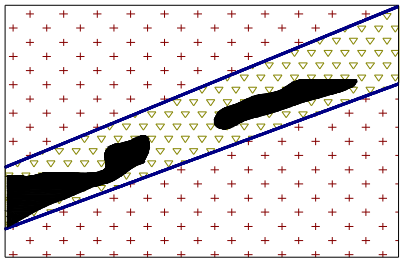
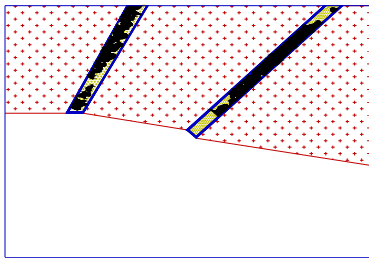
الجدول رقم "1.4أ": يظهر مقدار التلف السطحي والإنشائي للعينات من خلال الصور والمخططات

صور دوامر العينة الأولى "أ"	مخطط العينة	نوع التلف
		**<u>تلف سطحي</u>** التلف سطحي ولم يتعمق في الدوامر؛ لأن الدوامر مغطاة وغير معرضة للعوامل الجوية المختلفة.
		
		

الجدول رقم "1.4ب": يظهر مقدار التلف السطحي والإنشائي للعينات من خلال الصور والمخططات

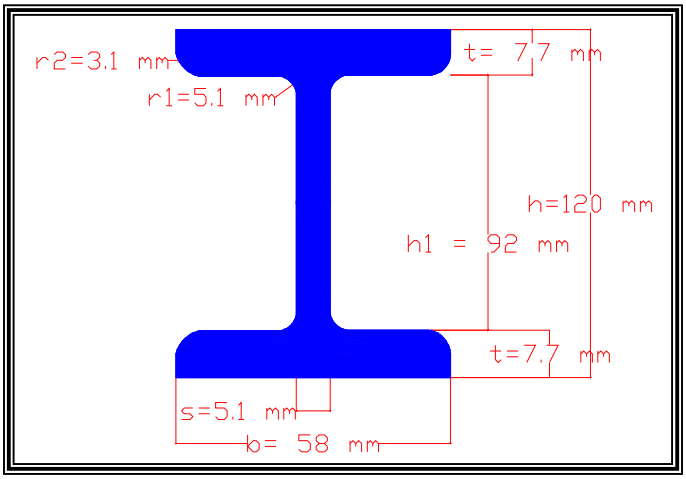
صور دوامر العينة الأولى "ب"	مخطط العينة	نوع التلف
		**تلف عميق** التلف كبير؛ لأن الدامر مكشوف منذ مدة، وبالتالي أثر الصدأ على أبعاد المقطع المقاوم للأحمال.
		
		

الجدول رقم "1.4ج": يظهر مقدار التلف السطحي والإنشائي للعينات من خلال الصور والمخططات

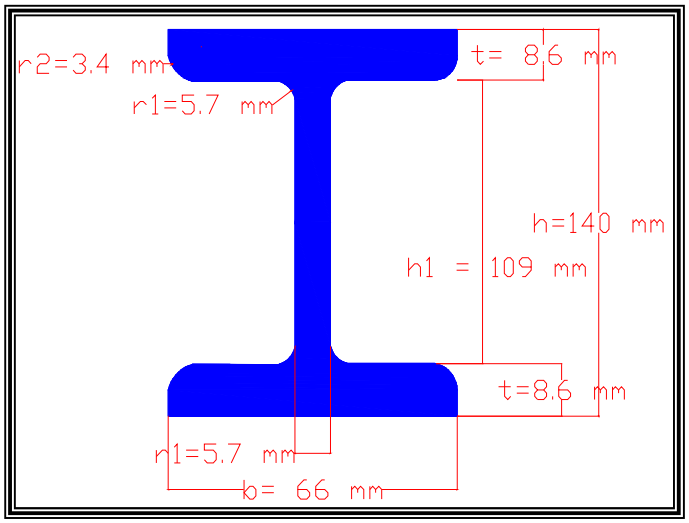
صور دوامر العينة الثانية	مخطط العينة	نوع التلف
		**تلف عميق** التلف كبير؛ لأن الدامر مكشوف منذ مدة، وبالتالي أثر الصدأ على أبعاد المقطع المقاوم للأحمال.
صور دوامر العينة الثالثة	**مخطط العينة**	
		
		

1.5.4. التصميم الإنشائي للدوامر في العينات:

من خلال قياس الدوامر في العينة وبالرجوع للجداول الخاصة، كانت قياسات الدوامر (كما تظهر في الشكل "7.4" والشكل "8.4"):



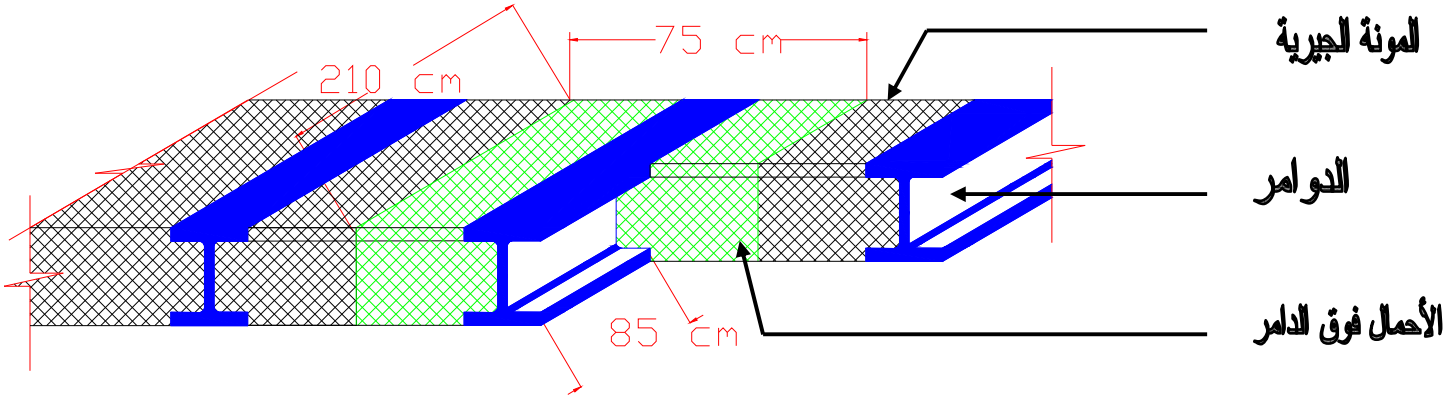
الشكل رقم "7.4": يظهر أبعاد دوامر العينة الأولى والثالثة



الشكل رقم "8.4": يظهر أبعاد دوامر العينة الثانية

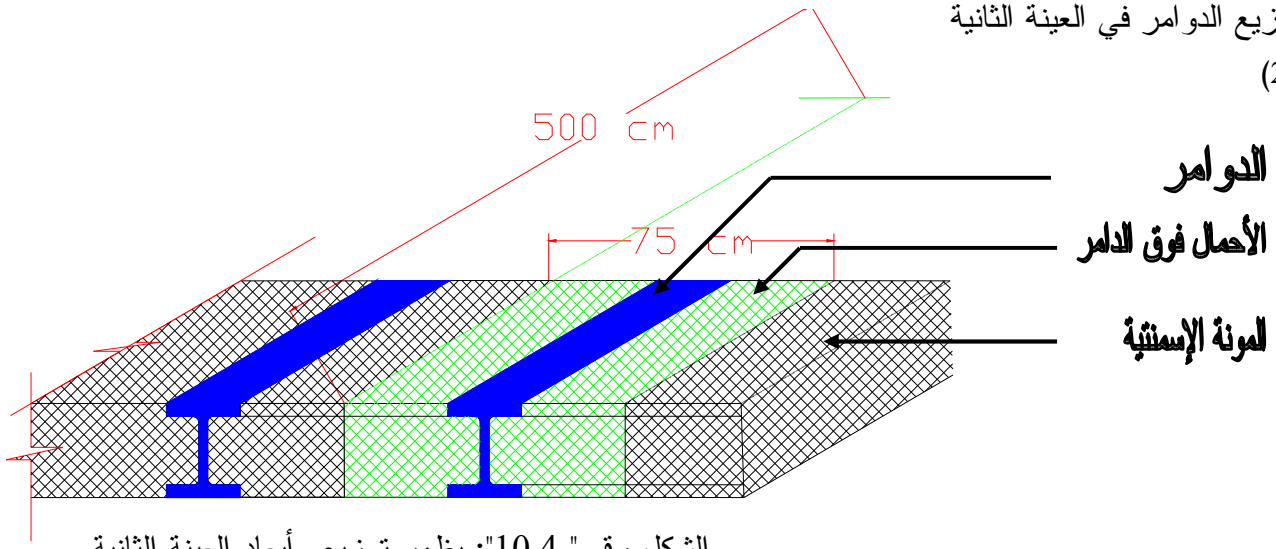
وتُمثل العينات في المباني التي تتوزع فيها الدوامر بانتظام، كما يظهر في الصور والأشكال التي توضح توزيع وأبعاد الدوامر في العينات، (كما يظهر في الصورة رقم "19.4" والشكل رقم "20.4" للعينة الأولى، والصورة رقم "21.4" والشكل رقم "9.4" للعينة الثانية، والصورة رقم "10.4" والشكل رقم "11.4" للعينة الثالثة).

الصورة رقم "19.4": تظهر توزيع الدوامر في العينة الأولى
(2007)



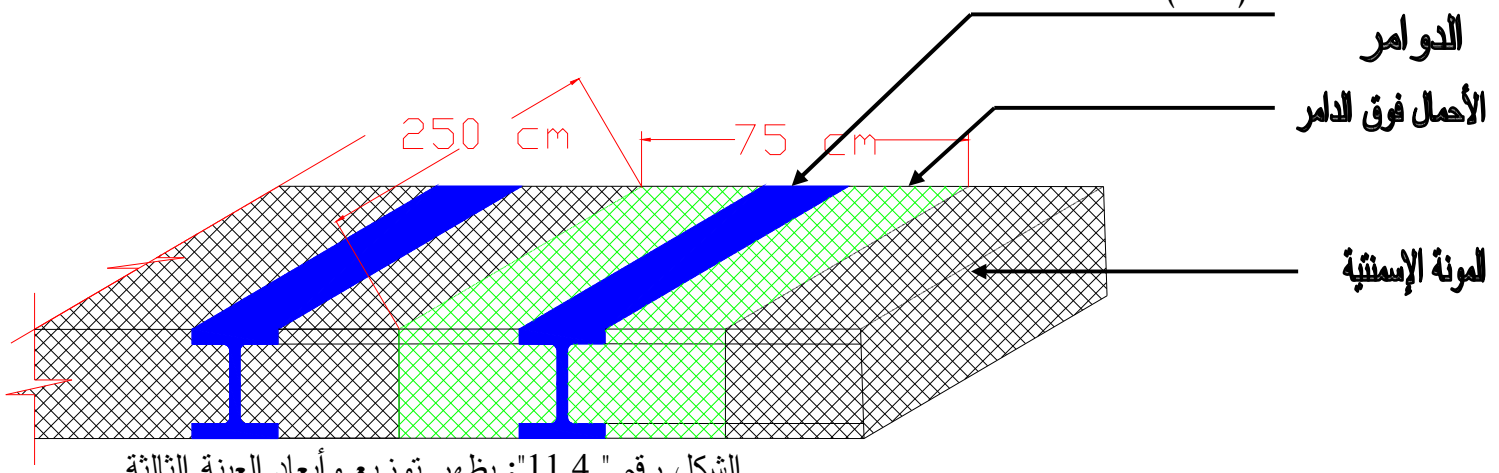
الشكل رقم " 9.4"": يظهر توزيع وأبعاد العينة الأولى

الصورة رقم "20.4": تظهر توزيع الدوامر في العينة الثانية (2009)



الشكل رقم " 10.4": يظهر توزيع وأبعاد العينة الثانية

الصورة رقم "21.4": تظهر توزيع الدوامر في العينة الثالثة (2009)



الشكل رقم " 11.4": يظهر توزيع وأبعاد العينة الثالثة

تظهر الأشكال السابقة أن تصميم العينات متشابه في الشكل والأبعاد بين الـــدوامر والطريقـــة، أي أن المسافة بين الدوامر متشابهة مع الاختلاف في طولها وطريقة ارتكازها، بالإضافة إلى اختلاف المونة ما بين الجيرية والإسمنتية، أما من حيث التلف؛ فدوامر العينة الأولى "أ" أصيبت بتلف سطحي، بينمـــا العينات الأخرى فقد كان التلف فيها عميقا ومؤثرا على المقاومة الإنشائية للدوامر.

2.5.4. الأحمال الواقعة على الدوامر:

تنقسم الأحمال على العينة إلى:

1. **الأحمال الميتـــة** "DL": وهي الأحمال التي لها حجم ثابت وتبقى في نفس المكان، وتـــشمل أوزان العناصر الإنشائية والأدوات المثبتة كالمونة الجيرية أو الإسمنتية المشكّلة لسطح الدوامر، وما يغطيها من قصارة جيرية أو إسمنتية وطراشة.

2. **الأحمال الحية** "LL": وهي الأحمال التي يمكن أن يتغير حجمهـــا أو موقعهـــا، كـــوزن الأثـــاث والأشخاص على السطح.

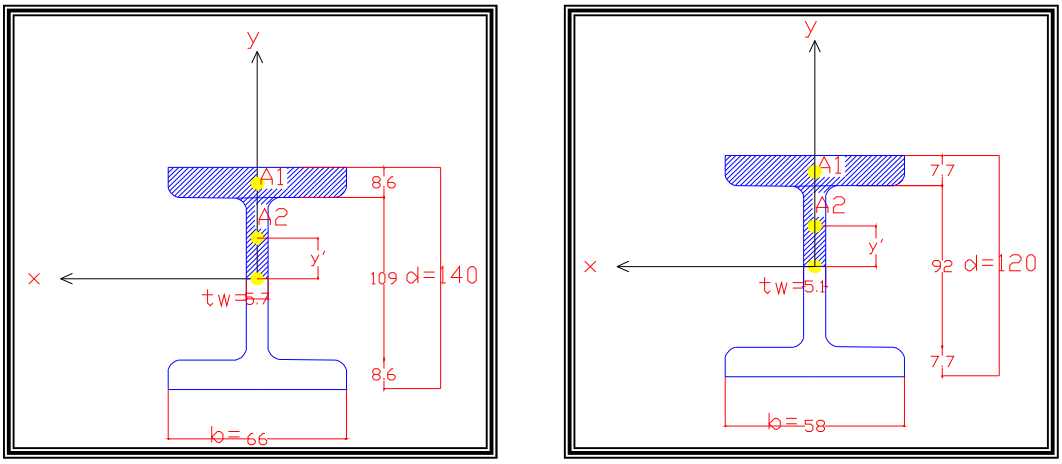
قبل البدء بترميم العينات يجب معرفة مدى قدرتها على التحمل، لذا يجب معرفة التحليـــل الإنـــشائي لتصميمها حسب الطريقة الإنشائية المتبعة في التصميم الحديث، أما الأحمال على الدامر فتتشكل مـــن وزن المونة الجيرية أو الإسمنتية كحمل ميت، بالإضافة للحمل الحيّ، وهذه الأحمال يتم حسابها، (كما في الجدول رقم "2.4"):

الجدول رقم "2.4": يظهر كيفية حساب الأوزان على الدامر

الوزن على الدامر		KN/m	KN/m المجموع
الوزن الميت	وزن الدامر	0.25	0.25
	وزن البلاطة الجيرية	0.12*18*0.75=1.62	1.87
	وزن البلاطة الإسمنتية	0.12*24*0.75=2.16	2.41
الوزن الحي		2*0.75=1.50	1.50

3.5.4. تصميم قوى العزم والقصّ:

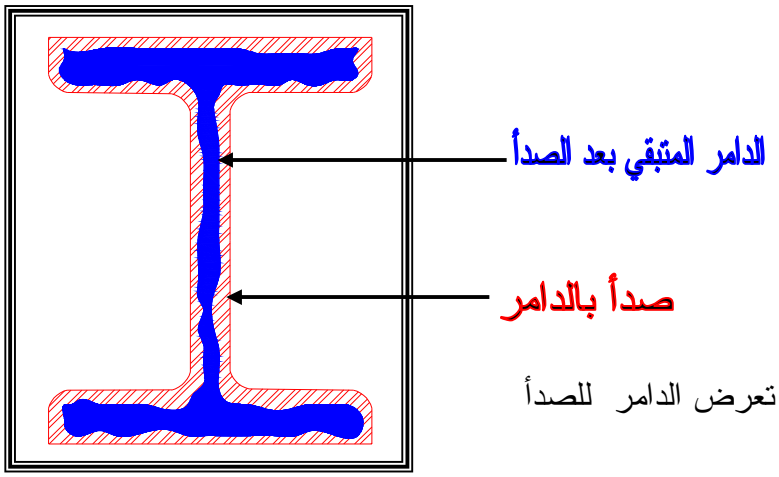
ليكون الدامر آمن بمواصفاته من حيث القدرة على الحِمل، يجب أن تكون قوى العزم والقصّ لتصميم الدامر أكبر أو تساوي قوى العزم والقصّ الناتجة عن الحِمل فوق الدامر، ($Ø \times Mn \geq Mu$)، ($Ø \times Vn \geq Vu$)، ولتحديد قوى العزم للدامر يجب أولا حساب (y', Sx, Zx)، على أن تكون ($Mn = Ø \times Zx \times Fy \geq Mu$)، وتكون قوى القصّ ($Vn = Ø \times 0.6 \times Fy \times Aw \geq Vu$) ومع اعتماد $Ø = 0.9$ ، $Fy = 235\ N/mm^2$، وكما تظهر مواصفات الدوامر في الشكل "12.4":



الشكل رقم "12.4": يظهر مواصفات الدوامر لحسابات قوى العزم والقصّ

4.5.4 تآكل الدامر:

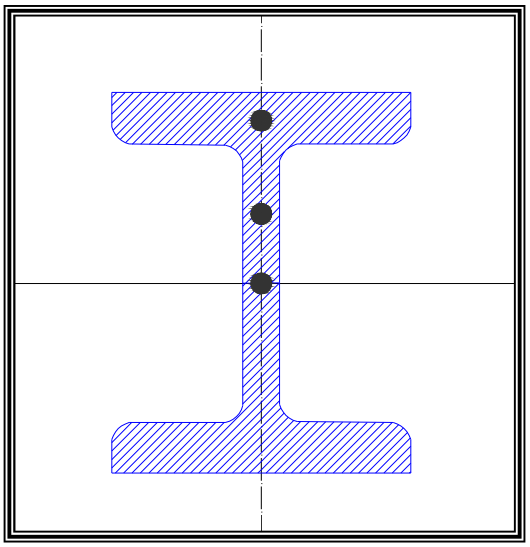
تعرض الدامر للتآكل بسبب الصدأ الذي أثر عليه، وبالتالي أصبح بحاجة للترميم وإعادة تصميم الدامر من جديد، بحيث يعاد إلى أبعاده الحقيقية الحاملة للمبنى، ويظهر تآكله (في الشكل "13.4"):



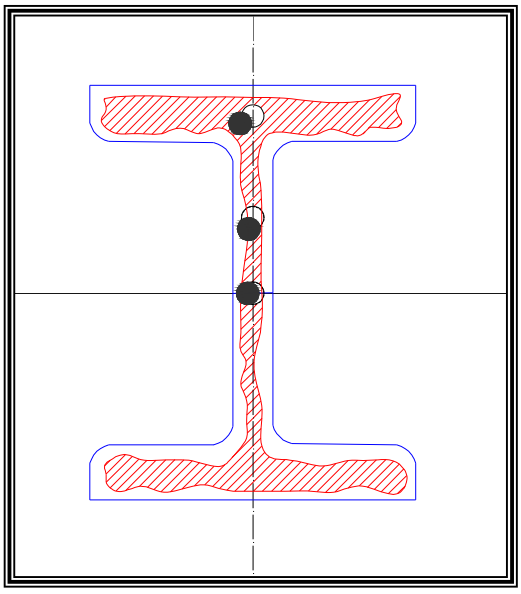
الشكل رقم "13.4": يظهر تعرض الدامر للصدأ

أي أن أبعاد الدامر تقلصت بدرجات متفاوتة بأجزاء الدامر المختلفة، وابتعدت عن الأبعـــاد الأصـــلية للدامر بعدة مليمترات تزداد مع الزمن، وقد تصل إلى التآكل التام للدامر بعد ســـنوات إذا لـــم تـــرمم بالشكل الصحيح والسريع.

وتآكل الدامر يؤدي إلى تغير نقطة المركز، أي الاختلال في الدامر وفي كيفية نقل الأحمـــال الواقعـــة عليه، كما يظهر في الشكل رقم "14.4":



الشكل رقم "14.4: أ": يظهر مراكز القوى في الدامر قبل التآكل



الشكل رقم "14.4: ب": يظهر الدامر المتآكل وتغير مركز القوى فيه

كانت عينات الدراسة عبارة عن ثلاث مبانٍ؛ يحتوي المبنى الأول على دوامر العينة الأولى "أ" و"ب"، والمبنى الثاني يحتوي على العينة الثانية، أما المبنى الثالث فيحتوي على العينة الثالثة، وقد كان اختيار العينات بناء على الحالة الإنشائية للدوامر في كل مبنى، وبهذا تكون هذه المباني الثلاثة نموذجا لحالات تلف الدوامر الناتج عن الصدأ في المباني الأخرى في فلسطين.

وقد اختلف التلف ما بين تلف سطحي وتلف عميق؛ وذلك تبعا لموقع الدوامر، فالدوامر الداخلية أقل تلفا من الخارجية، ويختلف التلف أيضا تبعا لحالة المبنى الإستخدامية، فالمبنى المأهول أقل تلفا من المهجور، والدامر المعرض للرطوبة أكثر تلفا من الدامر البعيد عن الماء.

وبالنتيجة فإن التلف السطحي أصبح بحاجة إلى صيانة الدوامر حتى لا يزداد الصدأ ويؤثر سلبيا على المبنى، أما التلف عميق فقد أدى إلى تآكل الدوامر وبالتالي حاجة هذه الدوامر إلى إعادة التصميم والتدعيم والترميم أصبح ضروريا للمحافظة على الدوامر والمونة والمبنى ككل.

الفصل الخامس ...

... ترميـــــــم العينـــــــات

الفصـــــل الخامـــــــس

ترميـــــــــم العينـــــــــات

لاختيار طريقة الترميم لا بد من وجود مقاييس تقوم عليها هذه الطرق، وقد اعتمدت المقاييس في هذا البحث على قدرة تحمّل مقطع الدامر المتبقي لقوى القصّ والعزم بعد التلف والتآكل، أي أن نسبة النقصان في الـــ(Web) والـــ(Flange) هي التي تحدد الطريقة التي ستستخدم في تدعيم الدامر.

فأحيانا يكون الدامر مقاوما لقوى القصّ والعزوم الواقعة عليه من الأحمال حتى بعد التآكل، وقد يكون الدامر مقاوما لقوى القصّ ولا يقاوم قوى العزم، أو قد يقاوم قوى العزوم ولا يقاوم قوى القصّ، أو قد يكون غير مقاوما لكلا قوى القصّ و العزوم.

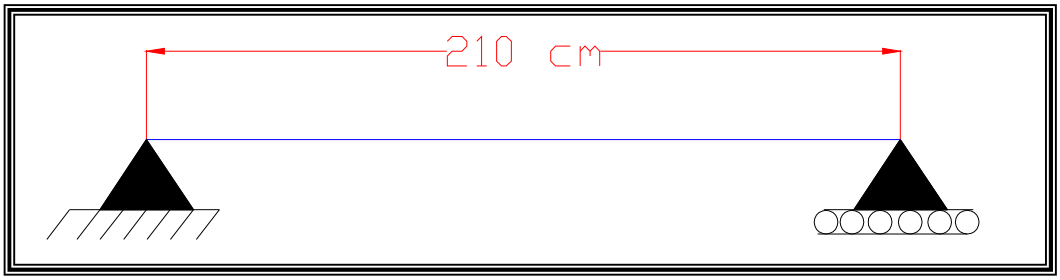
واعتمادا على هذا المقياس، تم أخذ عينات تتناول الحالات السابقة، فدوامر العينة الأولـــى "أ": تتحمـــل قوى القصّ والعزم ولكنها بحاجة للتخلص من التلف الذي أثر على الدامر ومنع ازدياد تعمقه، ودوامر العينة الأولى "ب": لا تقاوم قوى العزم، لذا فهي بحاجة لتدعيم الـــ(Flange)، والعينة الثانية: لا تقاوم قوى القصّ، لذا فهي بحاجة لتدعيم الـــ(Web)، أما العينة الثالثة: فهي لا تقاوم أياً من قوى العـــزم أو القصّ، لذا فهي بحاجة لتدعيم الدامر ككل أو استبداله بدامر جديد.

1.5 دوامر العينـــــة الأولى "أ"

1.1.5. تحليل العينة:

- **النظام المتبع:**

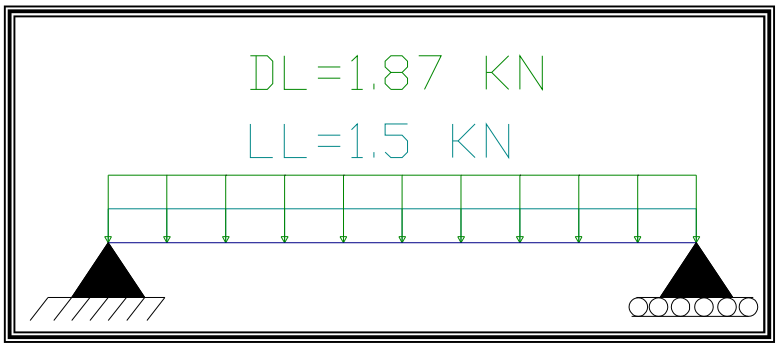
يتشكل النظام المتبع للدوامر من جسر بسيط "simply supported beam" ، أي أنه يرتكــز علــى داعمين؛ الجدار من جانب وأعمدة البرندة من الجانب الآخر، وهذا النظام يظهر (كما في الشكل "1.5"):



الشكل رقم "1.5": يظهر نظام الدامر كجسر بسيط

- **الأحمال:**

أما الأحمال فهي عبارة عن حِمل موزع "distributed load" على الدامر، ويظهــر توزيــع هــذه الأحمال كما في الشكل "2.5":

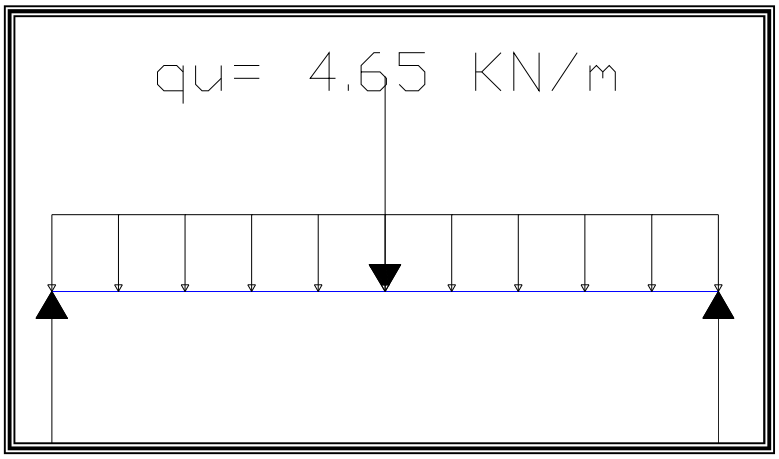


الشكل رقم "2.5": يظهر توزيع الأحمال على الدامر بشكل منتظم

وهذه الأحمال تؤثر على الدامر كحِمل موازٍ "factored load" يتم حسابه كالتالي:

$$qu= 1.2*DL +1.6\ LL$$
$$1.2*1.87+1.6*1.5=4.65\ KN/m$$
$$qu= 4.56\ KN/m$$

ويظهر هذا الحِمل المصعّد من الحمل الميت والحيّ في الشكل "3.5":



الشكل رقم "3.5": يظهر الحِمل المصعّد على الدامر

وتكون قيم العزم والقصّ (كما في الجدول رقم "1.5").

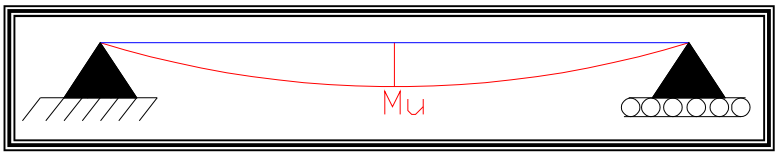
الجدول رقم "1.5": يظهر كيفية حساب القوى المؤثرة على الدامر من الأحمال فوقه *

قوى القصّ (Vu)	**قوى العزم (Mu)**
qu.l/2	$qu.l^2/8$
2.1*4.65/2	$(2.1)^2*4.65/8$
KN 4.88	KN.m 2.65

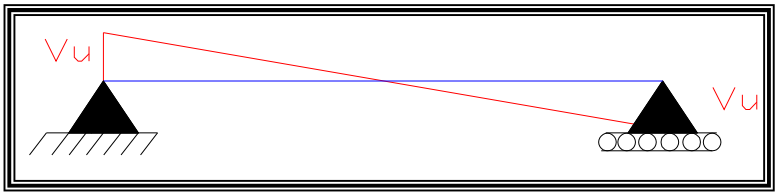
* قوى العزم: الحد الأقصى في وسط البحر، قوى القص: الحد الأقصى على المساند "رد الفعل".

- **التحليل الإنشائي:**

بما أن دامر العينة عبارة عن جسر بسيط، لهذا فإن تخطيط قوى العزم والقص للعينة يكون (كما في الشكل رقم "4.5" و"5.5").



الشكل رقم "4.5": يظهر مخطط قوى العزم للعينة الأولى

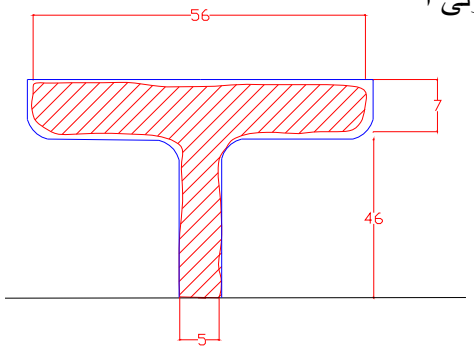


الشكل رقم "5.5": يظهر مخطط قوى القص للعينة الأولى

- **التصميم الإنشائي:**

لتحليل الدامر وتقييم مدى مقاومته للأحمال، يتم حساب العزوم وقوى القصّ بسبب تأثير الأحمال الواقعة عليه، (والجدول رقم "2.5" يظهر المفاهيم المطلوبة للحسابات).

الجدول رقم "2.5": يظهر كيفية حساب المفاهيم المطلوبة لحساب قوى العزم والقصّ للعينة الأولى"أ"



	المساحة (ملم^2) (م)		بُعد المركز	م × البعد	نقطة المركز y' (ملم)	Sx (ملم^3) (y' × م)	Zx (ملم^3) (Sx × 2)
	A1=58*7	406	49.5	20097			
	A2=46*5	230	23	5290			
المجموع	A	636		25387			
				25387/636	40		
			636		40	25387	50774

- **مقاومة المقطع المتبقي للعزوم:**

بما أن عزم الدامر (Mn) هو

$$(Ø\ Mn = Ø \times Zx \times Fy)$$

إذن

$$0.9*50774*235\ KN.m = 10.74 > 2.65\ (Mu) \quad \text{..... قوى العزم}$$

أي أن

$$(Ø\ Mn = Ø \times Zx \times Fy > Mu)$$

أي أن الدامر يتحمل قوى العزم الواقعة عليه.

- **مقاومة المقطع المتبقي لقوى القصّ:**

أما قوى القصّ للدامر فهي كالتالي، مع اعتماد أن (Aw=tw*d)، وأن

$$(Ø\ Vn = Ø \times 0.6 \times Fy \times Aw)$$

إذن

$$0.9*0.6*235*(120*5)\ KN = 76.2 > 4.88\ (Vu) \quad \text{..... قوى القصّ}$$

أي أن

$$(Ø\ Vn = Ø \times 0.6 \times Fy \times Aw > Vu)$$

أي أن مقاومة قوى القصّ للدامر أكبر من قوى القص المؤثرة على الدامر؛ وهذا يدل على أن تآكل الـ(Web) والـ(Flange) كان بسيطا ولم يؤثر على مقاومة المقطع لقوى العزوم ولقوى القصّ، لذا فإن الدامر لا يحتاج للتدعيم الإنشائي، ويحتاج فقط للصيانة حتى لا يستمر الصدأ وتآكل الدامر ويصبح غير قادر على مقاومة الأحمال الواقعة عليه.

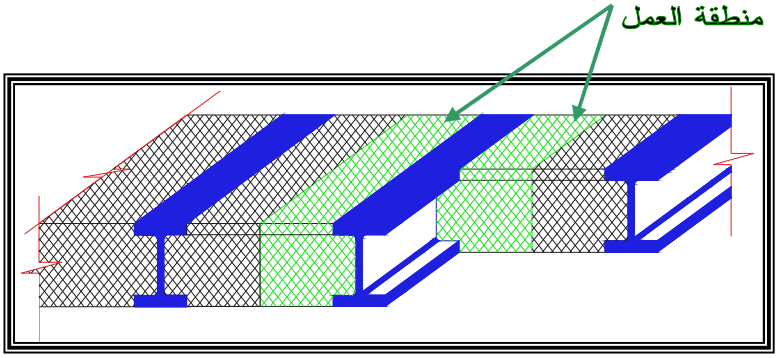
2.1.5. طريقة الترميم – صيانة الدامر:

تقوم هذه الطريقة على إزالة الصدأ عن الدامر، وتنظيفه من أي آثار قد تزيد من تآكله وتلفه بالمستقبل؛ وذلك لأن الدامر غير تالف بشكل كبير، أي أن سماكة الـ(Web) والـ(Flange)، ما زالت ضمن الحدود التي تسمح للدامر بمقاومة الأحمال الواقعة عليه؛ وذلك لأن الصدأ كان سطحيا، وبالتالي فإن التآكل لم يؤثر على قدرة الدامر التحميلية.

3.1.5. طريقة التنفيذ المقترحة:

أ. تنظيف منطقة العمل:

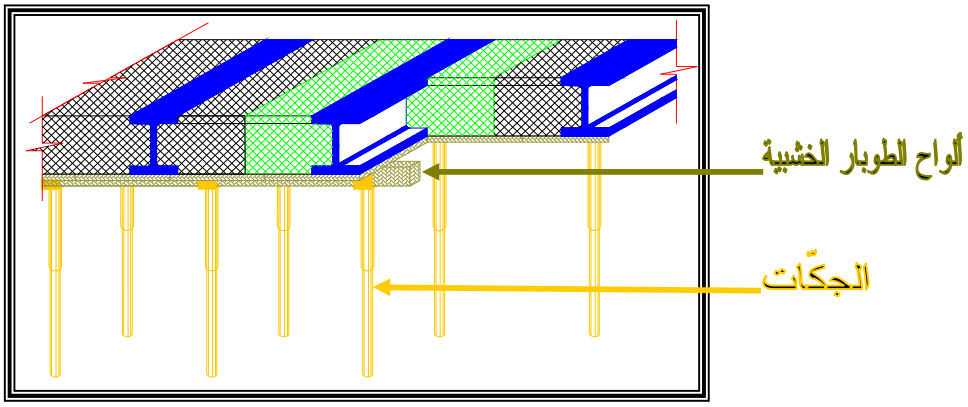
تنظف منطقة العمل (كما في الشكل "6.5")، أي الدامر وما حوله من مونة جيرية من الغبار والأوساخ، التي تراكمت من سنين، تنظف المنطقة بفرشاة ناعمة، ومن ثم باستخدام الماء لإزالة أي عوالق بالدامر والسطح.



الشكل رقم "6.5": يظهر منطقة العمل التي تحتاج لتنظيف

ب. طوبار السطح:

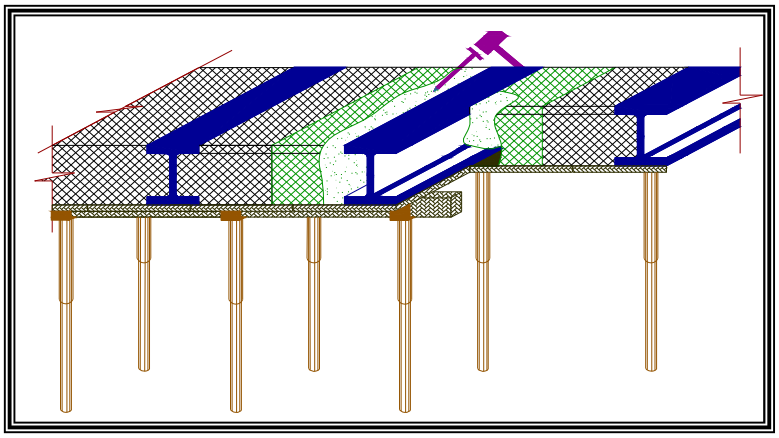
يتم عمل طوبار لسطح البرندة لإزالة المونة بسهولة ولعدم الإضرار بالسطح ككل، أي المحافظة على سطح البرندة من الانهيار عند ترميم الدامر، ويكون ذلك بمد الألواح الخشبية بشكل متوازٍ مع الدوامر تحت سطح البرندة، ومن ثم تثبت بالجكّات وتلصق جيدا بالسطح، (كما يظهر في الشكل"7.5").



الشكل رقم "7.5": يظهر كيفية عمل الطوبار لسطح العينة

ج. إزالة المونة حول الدامر:

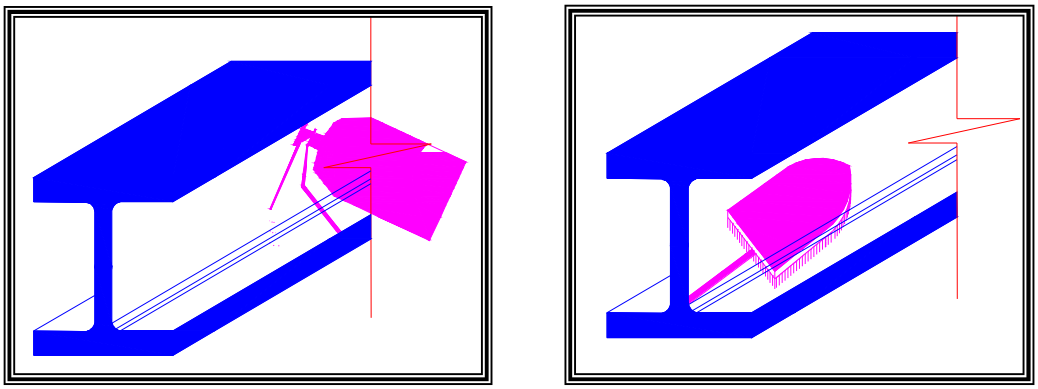
بعد تثبيت السطح جيدا على الطوبار؛ يتم فتح المنطقة حول الدامر لإزالة المونة الجيرية، التي يتم إزالتها بالدقّ باستخدام المطرقة والازميل، (كما يظهر في الشكل "8.5")، وبطرقات خفيفة حتى يتم المحافظة على المونة الغير مطلوب إزالتها من التشقق أو التفتت، وبالتالي الانهيار بعد إزالة الطوبار؛ لذا تطرق المنطقة المطلوب إزالتها بخفة وبطء، ومن ثم إزالة الفتات الذي نتج عن الدقّ، وتنظف المنطقة من آثار المونة، ويفرك الدامر بفرشاة ناعمة لإزالة ما علق به من بقايا المونة.



الشكل رقم "8.5": يظهر طريقة إزالة المونة حول الدامر

د. إزالة الصدأ عن الدامر:

تتم إزالة الصدأ الذي وقع على الدامر؛ وذلك باستخدام فرشاة سلك خشنة وبقوة وعلى الناشف، مع التكرار لعدة مرات حتى تزول طبقة الصدأ تماما، ومن ثم يعالج الدامر بحامض السيتريك [1] أو الفسفوريك [2] بواسطة فرشاة بلاستيكية قاسية، (كما يظهر في الشكل "9.5")، فيما بعد يشطف الدامر بالماء الغزير لإزالة أي أثر للحامض لتفادي حدوث تآكل الدامر، ثم يجفف الدامر جيدا بقطعة قماش قطنية.[1]



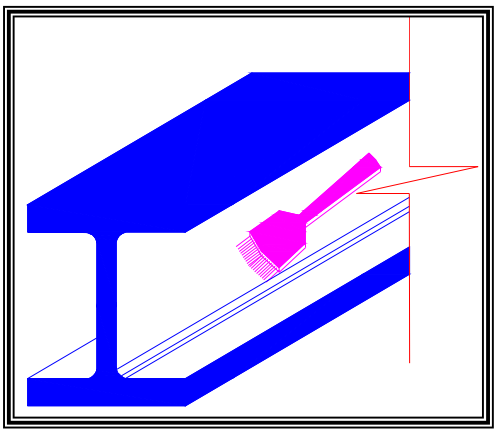
الشكل رقم "9.5": يظهر كيفية حتّ الصدأ ورش الحامض على العينة

هـ. دهان الدامر:

بعد استخدام الحامض يجب دهانه فورا بمادة عازلة تمنع الصدأ،[3] لذا يدهن الدامر بالايبوكسي بواسطة فرشاة،[4] (كما في الشكل "10.5")؛ وذلك لحماية الدامر من الصدأ مرة أخرى، ولأن الايبوكسي يغطي الحفر والتشققات ويعطي قوة إضافية للفولاذ الذي أصبح غير متجانس بسبب حتّ الصدأ،[5] كما أنه لا يفقد قوته مع مرور الوقت،[6] ثم يترك الدامر إلى أن يجف.[7]

---

1. سوريا، Corpus Levant . إصلاح الحجر التالف عند نقاط تماسه مع الحديد. ص: 2
2. Waite, 1991 . P.7
3. Waite. Ibid. P.8
4. سوريا. م.ن.، "إصلاح الحجر التالف عند نقاط تماسه مع الحديد". ص: 2
5. Waite. Ibid. P.11
6. بوثو، 2002. ص: 183
7. Son & George. Ibid. PP: 242-243

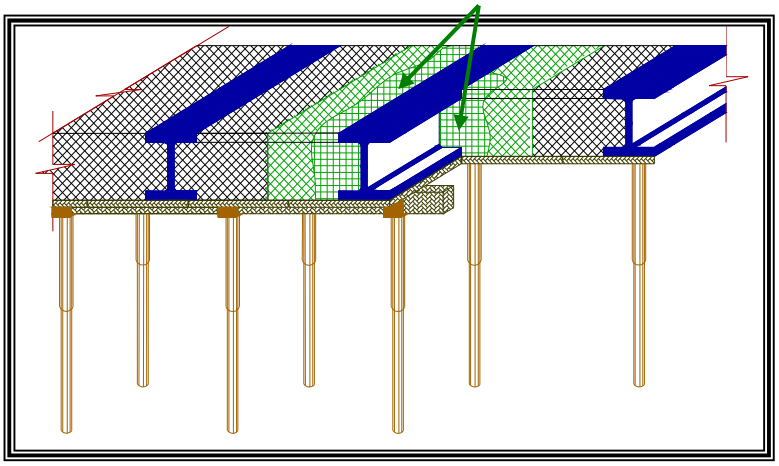


الشكل رقم "10.5": يظهر كيفية دهان الدامر بالايبوكسي

و. إعادة المونة حول الدامر:

يتم عمل مونة جيرية من خلط الشيد والتراب بنفس نسب المونة الأصلية؛ وذلك لضمان التجانس في الصفات الفيزيائية والكيميائية بين المونة الجديدة والأصلية، ليكون التمدد والتقلص بصورة متجانسة بينهما حتى لا يحدث تشققات وتفتت في المستقبل.

بعد خلط المونة توضع في مكانها الأول وبنفس الطريقة الأولى، وعلى عدة طبقات بحيث تسوى كل طبقة قبل وضع الطبقة الثانية، ثم يسوى سطح المونة جيدا مع سطح الدامر كما كان، و(كما يظهر في الشكل "11.5").



الشكل رقم "11.5": يظهر المونة الجيرية الجديدة بعد إعادتها للمكان الأصلي

ز. فكّ الطوبار وإعادة القصارة والطراشة:

بعد جفاف المونة يتم فكّ الطوبار، وتنظيف أي عوالق علقت بالمونة وسطح الدامر بفرشاة ناعمة، ومن ثم يرشّ السطح بالماء لتجهيزه للقصارة، ويقصر بخليط متجانس للقصارة الأصلية، وبعد جفافها ينظف السطح لعمل الطراشة.

4.1.5. مميزات الطريقة:

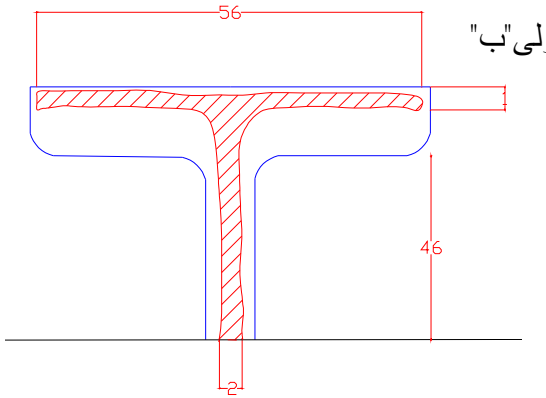
- تحافظ على الدامر الأصلي وجزء كبير من المونة حوله.
- تعزل الدامر عن العوامل الجوية، وبالتالي تمنع استمرار التلف الناتج عن الصدأ.
- تحافظ على شكل السقف الأصلي.

2.5 دوامر العينـــــة الأولى "ب"

1.2.5. تحليل العينة:

تختلف دوامر العينة الأولى"أ" عن دوامر العينة الأولى "ب" في نسبة التلف المؤثر عليها؛ وذلك تبعـــاً لمكان وجودها في المبنى، أي أن "أ" تتعرض لتلف سطحي، أما "ب" فتتعرض لتلف عميـــق، ولكنهـــا تتشابه في النظام المتبع والتحليل الإنشائي والأحمال، أما الحسابات الإنشائية للدامر المتآكل لقوى القص والعزم الواقعة عليه نتيجة الأحمال، فهي كالتالي، (والجدول رقم "3.5" يظهـــر المفـــاهيم المطلوبـــة للحسابات).

الجدول رقم "3.5": يظهر كيفية حساب المفاهيم المطلوبة لحساب قوى العزم والقصّ للعينة الأولى"ب"



	المساحة (ملم^2) (م)		بُعد المركز	م × البعد	نقطة المركز (ملم) Y’	Sx (ملم^3) (y’ × م)	Zx (ملم^3) (Sx × 2)
	A1=56*1	56	46.5	2604			
	A2=46*2	92	23	2116			
المجموع	A	148		4720			
				4720/148	32		
			148		32	4720	9440

- **مقاومة المقطع المتبقي للعزوم:**

بما أن عزم الدامر (Mn) هو

$$(Ø\ Mn = Ø \times Zx \times Fy)$$

إذن

$$0.9*9440*235\ KN.m = 2.0 < 2.65\ (Mu)$$ ..... قوى العزم

أي أن

$$(Ø\ Mn = Ø \times Zx \times Fy < Mu)$$

أي أن الدامر لا يتحمل قوى العزم الواقعة عليه، لذا فهو بحاجة لتدعيم الـــ(Flange).

- **مقاومة المقطع المتبقي لقوى القصّ:**

أما قوى القصّ للدامر فهي كالتالي، مع اعتماد أن (Aw=tw*d) ، وأن

$$(Ø\ Vn = Ø \times 0.6 \times Fy \times Aw)$$

إذن

$$0.9*0.6*235*(120*2)\ KN = 30.5 > 4.88\ (Vu)$$ ..... قوى القصّ

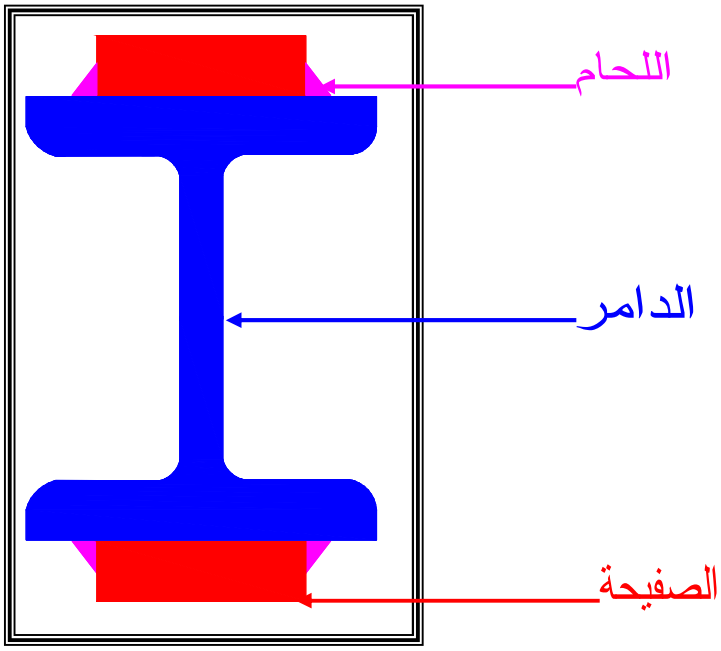
أي أن

$$(Ø\ Vn = Ø \times 0.6 \times Fy \times Aw > Vu)$$

أي أن قوى القصّ للدامر أكبر منها للأحمال فوق الدامر أيضا؛ وهذا يدل على أن تآكل الـــــ(Web) كان بسيطا ولم يؤثر على تحمل قوى القصّ له.

2.2.5. طريقة الترميم – تدعيم الـــ(Flange):

تقوم الطريقة على استخدام صفيحة من الفولاذ على الـــ(Flange) من الأعلى والأسفل، أي على الأماكن المعرضة للشدّ في الأسفل والأماكن المعرضة للضغط في الأعلى، (كما يظهر في الشكل"12.5").

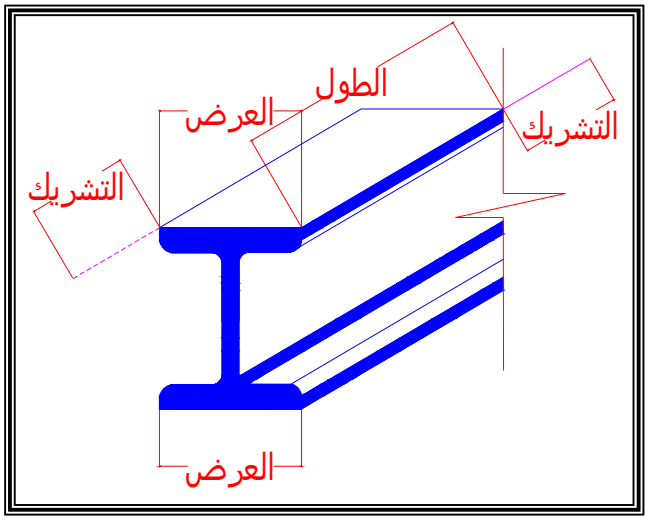


الشكل "12.5": يظهر كيفية تدعيم الدامر بالصفيحة وتثبيتها باللحام

3.2.5. طريقة التنفيذ المقترحة:

أ. إجراء القياسات:

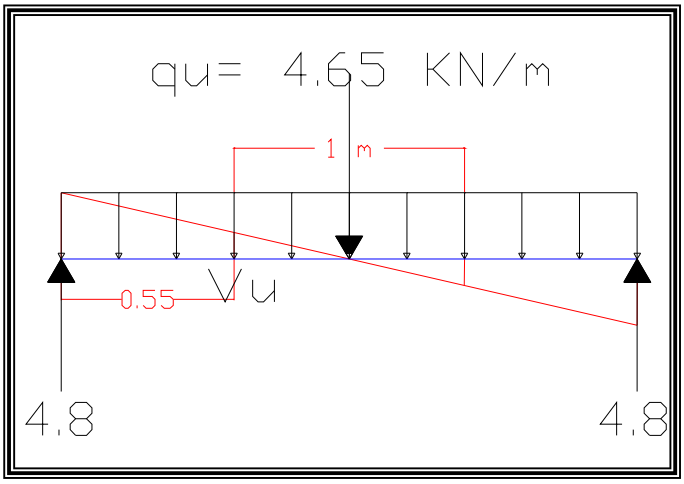
عمل القياسات اللازمة للدامر ليتم تثبيت القطعة بالشكل الصحيح، حتى يتم إعادة تشغيله لنقل الأحمال، وذلك لتفعيل قوى العزم المؤثرة على الدامر من جديد، وتكون القياسات (كما يظهر في الشكل "13.5").



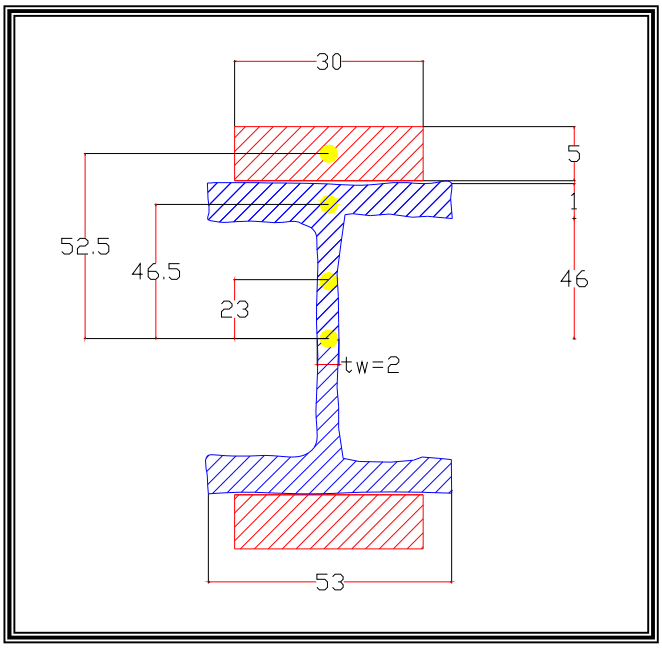
الشكل رقم "13.5": يظهر طريقة أخذ القياسات للدامر

ب. إجراء الحسابات:

تجرى الحسابات الخاصة بالصفيحة حتى تتحمل القوى بشكل صحيح، وتكون مفاهيم الحسابات (كما في الجدول رقم "4.5")، وحسب المعطيات (في الشكل "14.5" والشكل "15.5").



الشكل"14.5": يظهر المفاهيم المستخدمة في الحسابات



الشكل رقم "15.5": يظهر معطيات الدامر المستخدمة في الحسابات

الجدول رقم "4.5": يظهر كيفية حساب المفاهيم المطلوبة لحساب قوى العزم والقصّ للعينة الأولى "ب" بعد التدعيم

المساحة (ملم^2)			بُعد المركز (ملم)		م × البعد (ملم^3) Sx	Zx(ملم^3) 2*م* البعد
مساحة الصفيحة	30*5	150		52.5	7875	
مساحة A1	56*1	56	148	46.5	2604	
مساحة A2	46*2	92		23	2116	
				34.75	12595	25190
عزم القصور (I) (ملم^4)	I_I	$\frac{(56)(1)^3(2)+(2)(92)^3+(2)(52.5)^2(148)}{12 \quad 12}$				197880.8
	I	$197880.8+\frac{2(56)(92)^3}{12}+2(34.75)^2(150)$				7827904.22

وبهذا تكون مقاومة المقطع المدعم للعزوم حسب المعادلة التالية:

$$(Ø\ Mn = Ø \times Zx \times Fy)$$

$$0.9*25190*235 = 5.33 > 2.65\ KN.m$$

وبما أن $(Ø\ Mn = Ø \times Zx \times Fy > Mu)$

فهذا يعني أن الدامر أصبح أكثر أمنا نتيجة قوى العزم.

وتكون مقاومة قوى القصّ بعد التدعيم حسب المعادلة التالية:

$$(Ø\ Vn = Ø \times 0.6 \times Fy \times Aw)$$

$$0.9*0.6*235*(2*120) = 30.5 > 4.88\ KN$$

وبما أن

$$(Ø\ Vn = Ø \times 0.6 \times Fy \times Aw > Vu)$$

إذن الدامر آمن أيضا نتيجة قوى القصّ.

3. تثبيت الصفيحة:

تثبت الصفيحة بالدامر باللحام، وتكون أبعاد اللحام بعد الأخذ بعين الاعتبار أن:
$x=3mm$, $t= 5\ mm$ وأن $Fuw=360$ ، وهذا حسب الحسابات التالية:

$$te = 0.707*3 = 2.121\ mm$$

$$ØRnw = 2*0.75*5*0.6*360 = 1620\ N/mm$$

$$Ø\ Rnw = 2*0.75*2.121*0.6*360 = 687.2\ N/mm$$

ولايجاد Ø Rn يجب أخذ Ø Rnw الأصغر، أي 687.2 الناتجة عن te وليس عن t
وذلك للتأكد من أن أبعاد اللحام صحيحة بحيث تكون

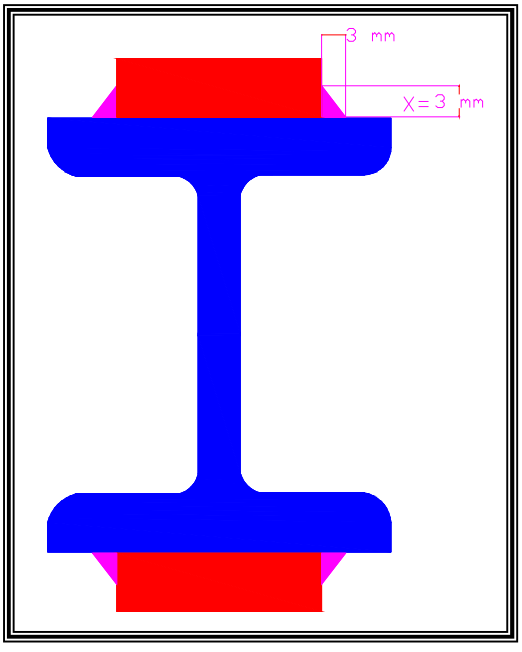
$$Ø\ Rn > q$$

$$q = Vu*X*Sx/I$$
$$4.8*0.55*25190/7828 = 8.5\ KN/m$$

وبذلك يكون التأكد من صحة تصميم اللحام في المعادلة التالية:

$$Ø\ Rn = 2*10*687.2 = 13.74 > 8.5\ KN/m$$

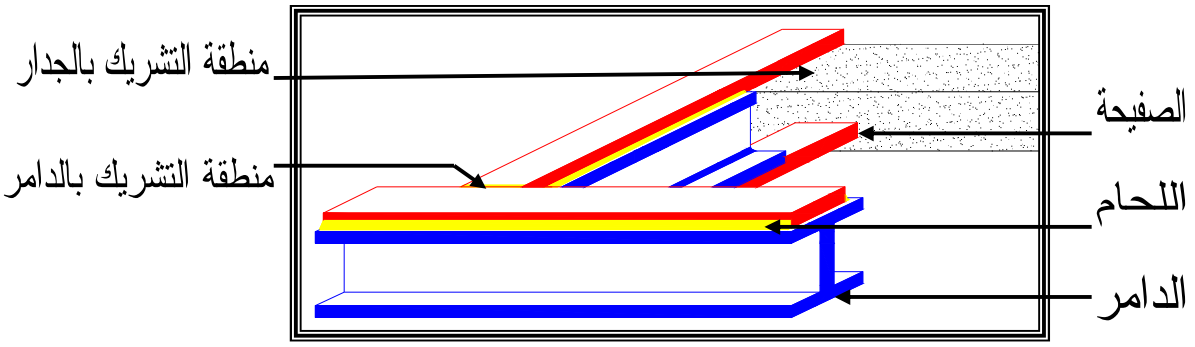
أي أن أبعاد اللحام التي استخدمت صحيحة وملائمة لتطبق لتثبيت الصفيحة بالدامر لتدعيمه، وتكون أبعاد اللحام (كما في الشكل "16.5").



الشكل رقم "16.5": يظهر أبعاد لحام الصفيحة بالدامر

4. تشريك الصفيحة:

تشرك أطراف هذه الصفيحة بالجدران؛ وذلك بزيادة طولها عن طول الدامر بـــ 10 سم من الجانب المرتكز على الجدار، وبطول 1.5 سم من الجانب المرتكز على الدامر الآخر، وحتى يتم لحامه مع صفيحة ذلك الدامر، (كما يظهر في الشكل "17.5").



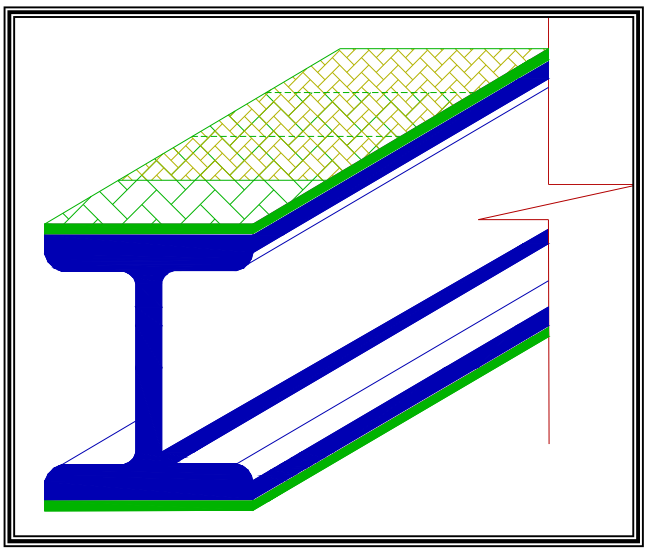
الشكل رقم "17.5": يظهر مناطق التشريك للصفيحة

كما ويمكن عمل تدعيم للـــ(Flange) باستخدام طبقات من الفيبر جلاس والايبوكسي[8] بدل الـــصفائح لتزيد قوى الشدّ وبالتالي قدرتة على تحمل قوى العزم، وتكون طريقة التنفيذ كالتالي:

1. توضع الطبقة الأولى من الفيبر جلاس على جزء من الـــ(Flange) وتلصق بالايبوكسي.
2. بعد جفافها توضع الطبقة الثانية متداخلة مع الأولى وتلصق أيضا بالايبوكسي.
3. تكرر الطريقة عدة مرات وعلى طول الدامر، (كما في الشكل رقم "18.5").

---

8. القواسمي، ترميم الدوامر، (2007)



الشكل رقم "18.5": يظهر طريقة ترتيب طبقات الفيبر جلاس على الــ(Flange)

4.2.5. مميزات الطريقة:

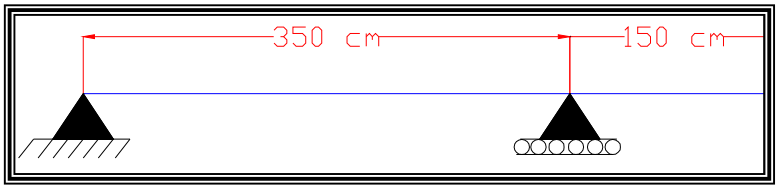
- تحافظ على الدامر الأصلي وجزء كبير من المونة حوله.
- تحافظ على شكل السقف الأصلي.
- تزيد من قدرة الدامر على تحمل قوى العزم الواقعة عليه.
- تطيل عمر الدامر بعد التدعيم.

3.5 دوامر العينـــــة الثانية

1.3.5. تحليل العينة:

- **النظام المتبع:**

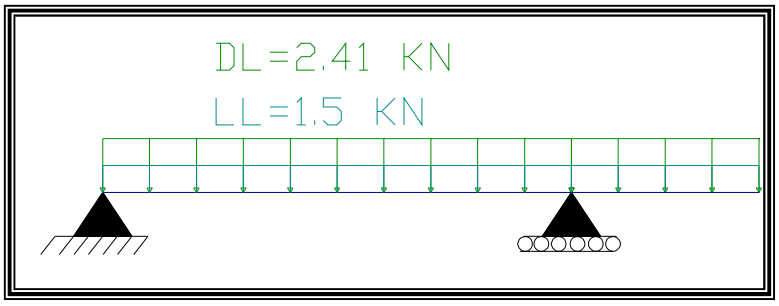
يتشكل النظام المتبع للدوامر من جسر طيّار "cantilever beam" ، أي أنه يرتكز على الجدار مـــن جانب وعلى الجدار المقابل من الجانب الآخر ويستمر كجسر طيّار من الجانب الثاني، وهـــذا النظـــام يظهر (كما في الشكل "19.5"):



الشكل رقم "19.5": يظهر نظام الدامر كجسر طيّار

- **الأحمال:**

أما الأحمال فهي حِمل موزع "distributed load" على الدامر، ويظهر توزيع هذه الأحمال كما في الشكل "20.5":

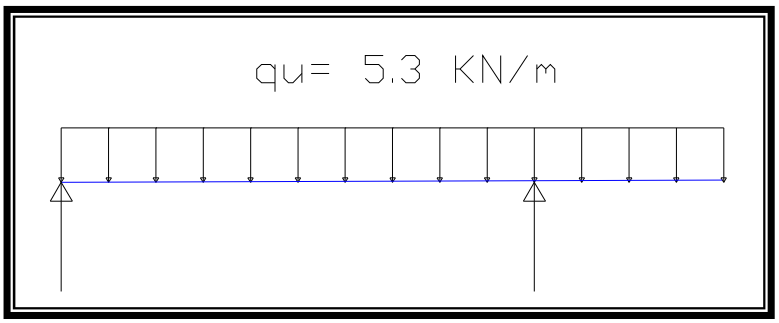


الشكل رقم "20.5": يظهر توزيع الأحمال على الدامر بشكل منتظم

وهذه الأحمال تؤثر على الدامر كحِمل موازٍ "factored load" يتم حسابه كالتالي:

$$qu= 1.2*DL +1.6\ LL$$
$$1.2*2.41+1.6*1.5=5.3\ KN/m$$
$$qu= 5.3\ KN/m$$

ويظهر هذا الحِمل المصعّد من الحمل الميت والحيّ في الشكل "21.5":



الشكل رقم "21.5"": يظهر الحِمل المصعّد على الدامر

وتكون قيم العزم والقصّ (كما في الجدول رقم "5.5").

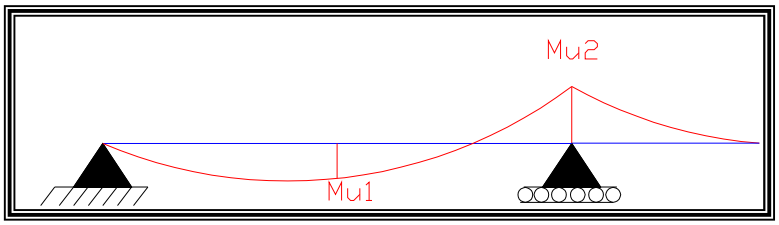
الجدول رقم "5.5": يظهر كيفية حساب القوى المؤثرة على الدامر من الأحمال فوقه

قوى العزم1 (Mu)	**قوى العزم2 (Mu)**
$qu.(l_1+l_2)^2(l_1-l_2)^2/8l_1^2$	$qu.l_2^2/2$
$(5.3)(3.5+1.5)^2(3.5-1.5)^2/8(3.5)^2$	$(5.3)(1.5)^2/2$
KN.m 5.4	6 KN.m

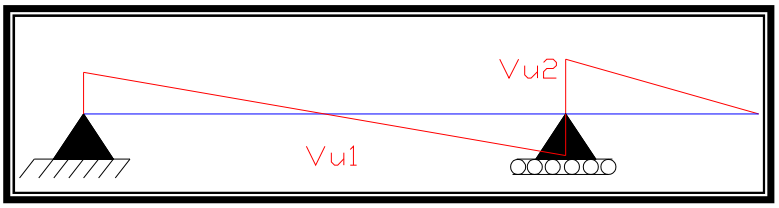
قوى القصّ1 (Vu)	**قوى القصّ2 (Vu)**
$qu(l_1^2-l_2^2)/2l_1$	$Qu(l_1+l_2)^2/2l1$
$(5.3)(3.5^2-1.5^2)/2(3.5)$	$(5.3)(5)^2/2(3.5)$
KN 7.57	KN 19

- **التحليل الإنشائي:**

بما أن دامر العينة عبارة عن جسر طيّار، لهذا فإن تخطيط قوى العزم والقص للعينة يكون (كما في الشكل رقم "22.5" و"23.5").



الشكل رقم "22.5": يظهر مخطط قوى العزم للعينة الثانية

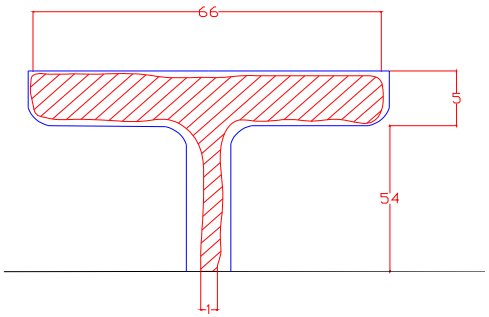


الشكل رقم "23.5": يظهر مخطط قوى القص للعينة الثانية

- **الحسابات الإنشائية:**

لتحليل الدامر وحساب قدرته على التحمل، يتم حساب قوى العزم وقوى القصّ للأحمال الواقعة عليه كالتالي، (والجدول رقم "6.5" يظهر المفاهيم المطلوبة للحسابات).

الجدول رقم "6.5": يظهر كيفية حساب المفاهيم المطلوبة لحساب قوى العزم والقصّ للعينة الثانية



	المساحة (ملم^2) (م)		بُعد المركز	م × البعد	نقطة المركز (ملم) Y’	Sx (ملم^3) (y’ × م)	Zx (ملم^3) (Sx × 2)
	A1=66*5	330	57	18810			
	A2=54*1	54	27	1458			
المجموع	A	384		20268			
				20268/384	52.1		
			384		52.1	20268	40536

- **مقاومة المقطع المتبقي للعزوم:**

بما أن عزم الدامر (Mn) هو

$$(Ø\ Mn = Ø \times Zx \times Fy)$$

إذن

$$0.9*40536*235\ KN.m = 7.51 > 6.0\ (Mu) \quad \text{..... قوى العزم}$$

أي أن

$$(Ø\ Mn = Ø \times Zx \times Fy > Mu)$$

أي أن الدامر يستطيع تحمل قوى العزم الواقعة عليه.

- **مقاومة المقطع المتبقي لقوى القصّ:**

أما قوى القصّ للدامر فهي كالتالي، مع اعتماد أن (Aw=tw*d) ، وأن

$$(Ø\ Vn = Ø \times 0.6 \times Fy \times Aw)$$

إذن

$$KN \quad 0.9*0.6*235*(140*1) = 17.76 < 19\ (Vu) \quad \text{..... قوى القصّ}$$

أي أن

$$(Ø\ Vn = Ø \times 0.6 \times Fy \times Aw < Vu)$$

أي أن الدامر لا يتحمل قوى القصّ الواقعة عليه، وبالتالي فإن الدامر بحاجة لتدعيم الـــ(Web).

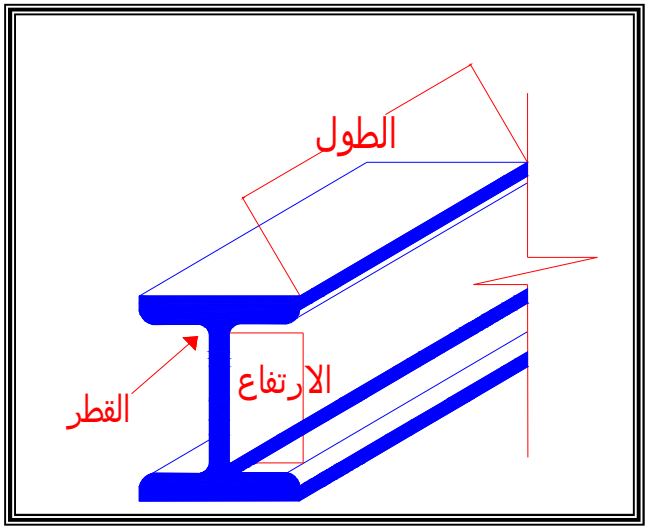
2.3.5. طريقة الترميم – تدعيم الـــ(Web):

تقوم هذه الطريقة على زيادة سماكة الـــ(Web) باستخدام صـــفيحتين مـــن الفـــولاذ علـــى جـــانبي الـــ(Web)، بحيث تثبتان باللحام؛ وذلك لتدعيم الـــ(Web) لأن الدامر لا يتحمل قوى القصّ، لذا يـــتم تدعيمه حتى يتم تحمل هذه القوى.

3.3.5. طريقة التنفيذ المقترحة:

أ. القياسات:

أخذ قياسات الـــ(Web) بشكل صحيح، (كما يظهر في الشكل رقم "24.5").



الشكل رقم "24.5": يظهر طريقة اخذ قياسات الـــ(Web)

ب. الحسابات:

إجراء حسابات القوى بعد تثبيت الصفائح، للتأكد من الأبعاد الصحيحة التي تـــدعم الـــدامر، وتكـــون معطيات الحسابات (كما في الجدول رقم "7.5").

الجدول رقم "7.5": يظهر كيفية حساب المفاهيم المطلوبة لحساب قوى العزم والقصّ للعينة الثانية بعد التدعيم

	المساحة ($ملم^2$) (م)		بُعد المركز	م × البعد	نقطة المركز y' (ملم)	Sx ($ملم^3$) (م × y')	Zx ($ملم^3$) (Sx × 2)
	A1=66*5	330	57	18810			
	A2=54*(1+2+2)	270	27	7290			
المجموع	A	600		26100			
			26100/600		43.4		
			600		43.4	26100	52200

- **مقاومة المقطع المدعم للعزوم:**

بما أن عزم الدامر (Mn) هو

$$(Ø\ Mn = Ø \times Zx \times Fy)$$

إذن

قوى العزم ..... (Mu) 6.0 < 11.04 = 0.9*52200*235 KN.m

أي أن

$$(Ø\ Mn = Ø \times Zx \times Fy > Mu)$$

أي أن قوة تحمل الدامر للعزم بعد التدعيم أصبحت أكثر من السابق.

- **مقاومة المقطع المدعم لقوى القصّ:**

أما قوى القصّ للدامر فهي كالتالي، مع اعتماد أن (Aw=tw*d) ، وأن

$$(Ø\ Vn = Ø \times 0.6 \times Fy \times Aw)$$

إذن

قوى القصّ ..... (Vu) 19.0 < 88.8 = 0.9*0.6*235*140*5 KN

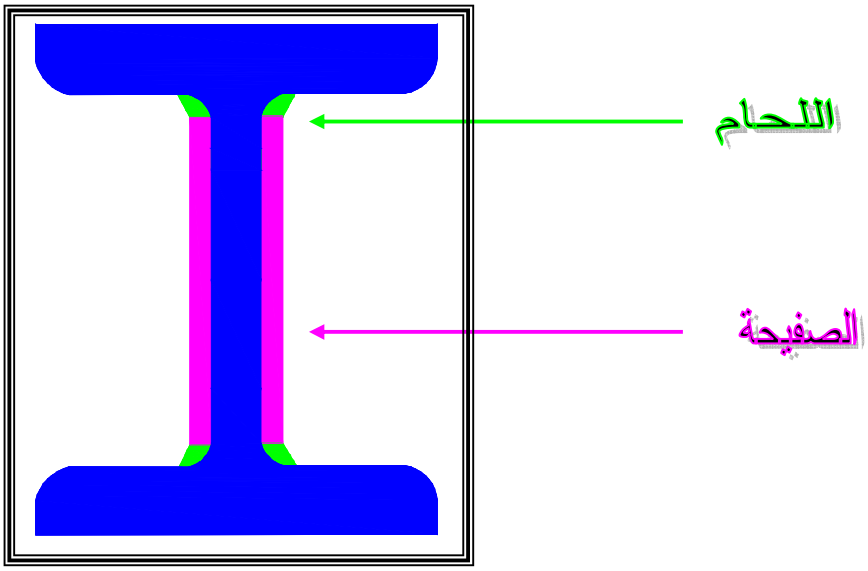
أي أن

$$(Ø\ Vn = Ø \times 0.6 \times Fy \times Aw > Vu)$$

أي أن قوة القصّ للدامر أصبحت أيضا أكبر بعد تدعيم الـــ(Web)، أي أن الدامر أصبح قادرا علـــى تحمل قوى القصّ.

ج. تثبيت الصفائح:

تثبت الصفائح على الـــ(Web) من الجانبين باللحام، (كما يظهر في الشكل رقم "25.5").



الشكل رقم "25.5": يظهر كيفية تثبيت الصفائح على الـــ(Web) باللحام

كما يمكن وضع طبقات من الفيبر جلاس والايبوكسي[9] بدل الصفائح لتـــدعيم الـــــ(Web)، وتكـــون بالطريقة التالية:

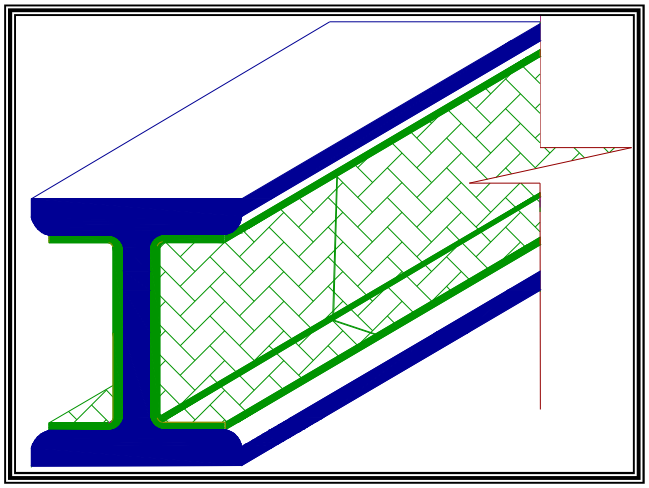
1. تثبت الطبقات طبقة تلو الأخرى على الدامر بعد إزالة المونة من حوله، توضع الطبقة الأولى على الدامر ومن ثم تدهن بالايبوكسي بفرشاة ناعمة.

2. تعاد الطريقة لعمل عدة طبقات من الفيبر جلاس على أن تترك كل طبقة لتجف قبل وضع الطبقـــة الأخرى، مع مراعاة التداخل فيما بينها.

---

9. القواسمي، م.ن، (2007)

3. يراعى أيضا عدم ترك فقاعات الهواء فيما بين الطبقات أو فيما بين الطبقة الأولى والدامر، وذلــك لتجنب إضعاف الطبقات بدخول الهواء فيما بينها، وبالتالي منع تسربه لمنع أي فرصة لحدوث الصدأ، ويكون تثبيت الطبقات على الدامر (كما في الشكل رقم "26.5").



الشكل رقم "26.5": يظهر كيفية تثبيت قطع الفيبر جلاس على الدامر

4.3.5. مميزات الطريقة:

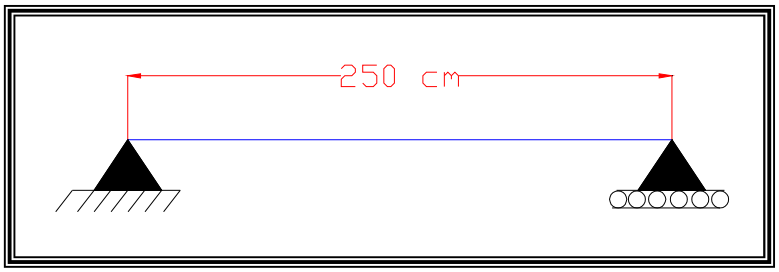
- تحافظ على الدامر الأصلي وجزء كبير من المونة حوله.
- تحافظ على الشكل الأصلي للسقف.
- تزيد من قدرة الدامر على تحمل قوى العزم الواقعة عليه.
- تطيل من عمر الدامر والمبنى بعد التدعيم.

4.5 دوامر العينـــــة الثالثة

1.4.5. تحليل العينة:

- **النظام المتبع:**

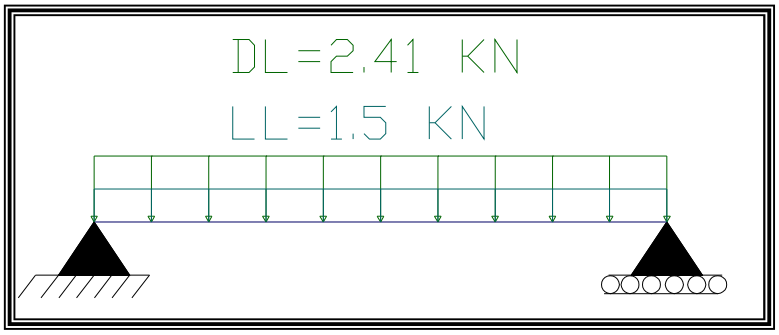
يتشكل النظام المتبع للدوامر من جسر بسيط "simply supported beam" ، أي أنه يرتكــز علــى داعمين؛ الجدار من جانب وأعمدة البرندة من الجانب الآخر، وهذا النظام يظهر (كمــا فــي الــشكل "27.5"):



الشكل رقم "27.5": يظهر نظام الدامر كجسر بسيط

- **الأحمال:**

أما الأحمال فهي حِمل موزع "distributed load" على الدامر، ويظهر توزيع هذه الأحمال كما في الشكل "28.5":

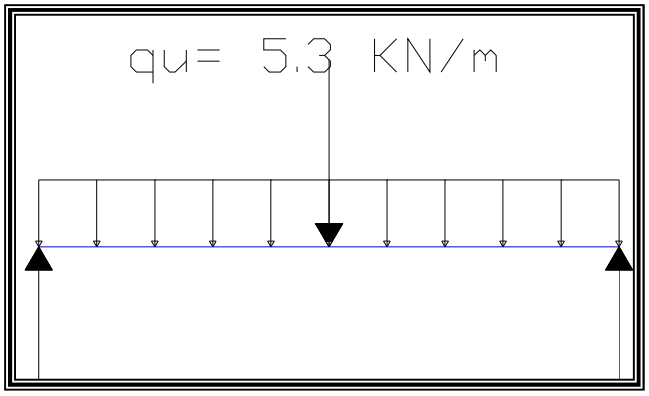


الشكل رقم "28.5": يظهر توزيع الأحمال على الدامر بشكل منتظم

وهذه الأحمال تؤثر على الدامر كحِمل موازٍ "factored load" يتم حسابه كالتالي:

$$qu= 1.2*DL +1.6\ LL$$
$$1.2*2.41+1.6*1.5=5.3\ KN/m$$
$$qu= 5.3\ KN/m$$

ويظهر هذا الحِمل المصعّد من الحمل الميت والحيّ في الشكل "29.5":



الشكل رقم "29.5": يظهر الحِمل المصعّد على الدامر

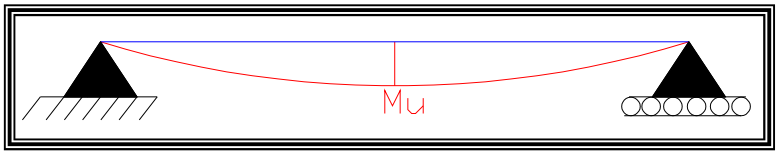
وتكون قيم العزم والقصّ (كما في الجدول رقم "8.5").

الجدول رقم "8.5": يظهر كيفية حساب القوى المؤثرة على الدامر من الأحمال فوقه

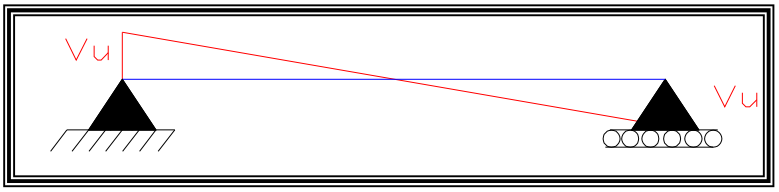
قوى القصّ (Vu)	**قوى العزم (Mu)**
qu.l/2	$qu.l^2/8$
2.5*4.65/2	$(2.5)^2*4.65/8$
KN 6.63	KN.m 4.14

- **التحليل الإنشائي:**

بما أن دامر العينة عبارة عن جسر بسيط، لهذا فإن تخطيط قوى العزم والقص للعينة يكون (كما في الشكل رقم "30.5" و"31.5").



الشكل رقم "30.5": يظهر مخطط قوى العزم للعينة الثالثة

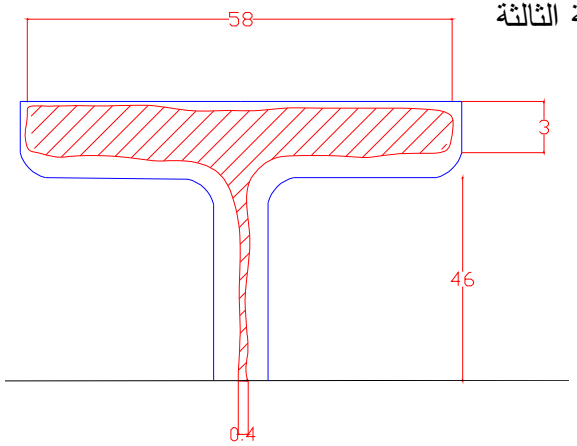


الشكل رقم "31.5": يظهر مخطط قوى القص للعينة الثالثة

- **الحسابات الإنشائية:**

لتحليل الدامر وحساب قدرته على التحمل، يتم حساب قوى العزم وقوى القصّ للأحمال الواقعة عليه كالتالي، (والجدول رقم "9.5" يظهر المفاهيم المطلوبة للحسابات).

الجدول رقم "9.5": يظهر كيفية حساب المفاهيم المطلوبة لحساب قوى العزم والقصّ للعينة الثالثة



	المساحة (ملم^2) (م)		بُعد المركز	م × البعد	نقطة المركز (ملم) Y’	Sx (ملم^3) (y’ × م)	Zx (ملم^3) (Sx × 2)
	A1=58*3	174	47.5	8265			
	A2=46*.4	18.4	23	423.2			
المجموع	A	192.4		8688.2			
				8688.2/192.4	45.2		
			192.4		45.2	8688.2	17376.4

- **مقاومة المقطع المتبقي للعزوم:**

بما أن عزم الدامر (Mn) هو

$$(Ø\ Mn = Ø \times Zx \times Fy)$$

إذن

$$0.9*17376.4*235\ KN.m = 3.68 < 4.14\ (Mu) \quad \text{..... قوى العزم}$$

أي أن

$$(Ø\ Mn = Ø \times Zx \times Fy < Mu)$$

أي أن الدامر لا يستطيع تحمل قوى العزم الواقعة عليه.

- **مقاومة المقطع المتبقي لقوى القصّ:**

أما قوى القصّ للدامر فهي كالتالي، مع اعتماد أن (Aw=tw*d) ، وأن

$$(Ø\ Vn = Ø \times 0.6 \times Fy \times Aw)$$

إذن

$$0.9*0.6*235*120*0.4\ KN = 6.1 < 6.63\ (Vu) \quad \text{..... قوى القصّ}$$

أي أن

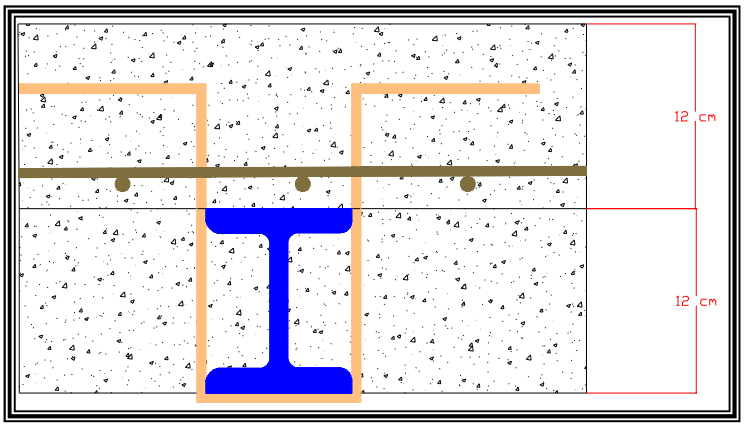
$$(Ø\ Vn = Ø \times 0.6 \times Fy \times Aw > Vu)$$

أي أن الدامر لا يقاوم أيضا قوى القصّ الواقعة عليه، وبالتالي فإن الدامر أصبح تالفا وبحاجة ماسة للتدعيم أو الترميم، وهناك عدة طرق لترميم هذه الحالة من التلف، وسيتم شرحها في البنود اللاحقة.

2.4.5. طرق ترميم دوامر العينة الثالثة:

3.4.5. طريقة الترميم الأولى – تدعيم الدوامر باستخدام القضبان الفولاذية:

تقوم هذه الطريقة على إنشاء سقف جديد من الاسمنت المسلح فوق السقف الأصلي، ومن ثم ربـــط الدامر التالف في السقف القديم مع السقف الجديد بواسطة قضيب من الفولاذ على شكل "U"، (كما في الشكل رقم "32.5").



الشكل رقم "32.5": يظهر طريقة الترميم بالقضيب الفولاذي

إجراء الحسابات:

ليتم إجراء الحسابات الضرورية لتنفيذ هذه الطريقة، تحسب أولا الأحمال فوق الدامر (كما يظهر في الجدول رقم "10.5").

الجدول رقم "10.5": يظهر كيفية حساب الأوزان على الدامر

الوزن على الدامر		KN/m	المجموع KN/m
الوزن الميت	وزن الدامر	0.25	0.25
	وزن البلاطة الإسمنتية القديمة	0.12*24*0.75=1.62	2.16
	وزن البلاطة الإسمنتية الجديدة	0.10*24*0.75=2.16	1.80
المجمـــــــــــــــوع			4.21
الوزن الحي		2*0.75=1.50	1.50

وهذه الأحمال تؤثر على الدامر كحِمل موازٍ "factored load" يتم حسابه كما في المعادلة التالية، على أن تكون المسافة بين كل قضيبين (e = 1 m):

$$Tu = 1.2*DL +1.6\ LL * e$$
$$(1.2*4.21+1.6*1.5)*1=7.45\ KN$$
$$Tu = 7.45\ KN$$

وللتأكد من أن هذه الطريقة دعمت الدامر بالشكل الصحيح، يجب أن تكون قوى تحمل الدامر أكبر من القوى الواقعة عليه كالتالي:

$$Ø\ Tn \geq Tu$$

ولحساب قوى تحمل الدامر بعد التدعيم، تكون حسب المعادلة التالية:

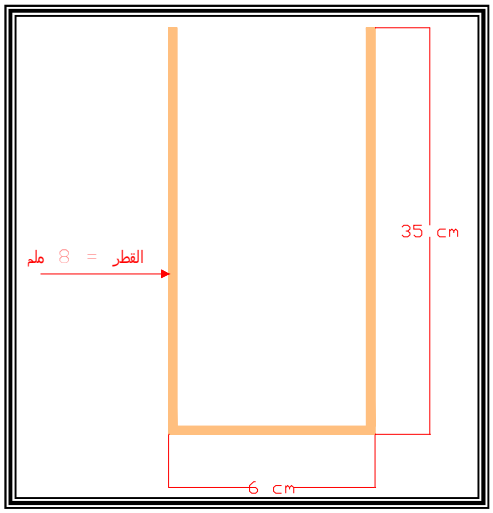
$$Ø\ Tn = Fy * Ab$$
$$420\ (\pi\ db^2/4) = 0.9 * 420*3.14*8^2/4$$
$$= 19\ KN > 7.45\ KN$$

أي أن سماكة القضيب صحيحة، والمسافة بين كل قضيبين كافية ومناسبة.

1.3.4.5. طريقة التنفيذ المقترحة:

أ. تحضير القضيب الفولاذي:

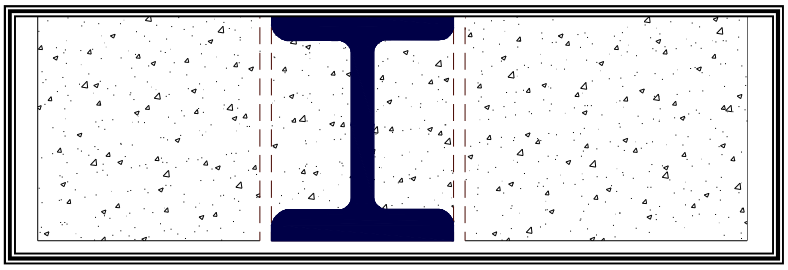
يحضر قضيب من الفولاذ على شكل حرف "U" بسماكة 8 ملم و بالأبعاد الي تظهر في (الشكل رقم "33.5").



الشكل رقم "33.5": يظهر أبعاد قضيب الفولاذ المستخدم لتدعيم الدامر

ب. ثقب البلاطة الإسمنتية:

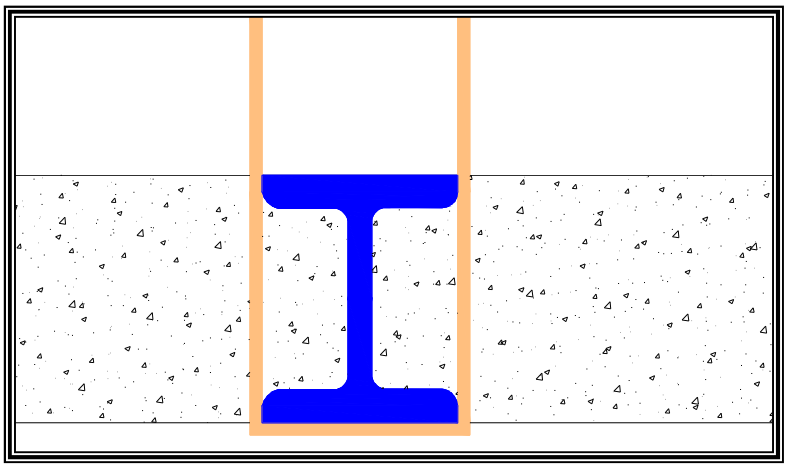
يتم عمل ثقوب ب"drill" على جانبي الدامر لإدخال القضيب فيهما، (كما يظهر في الشكل رقم "34.5").



الشكل رقم "34.5" يظهر الثقوب في السقف القديم

ج. إدخال القضيب بالثقوب:

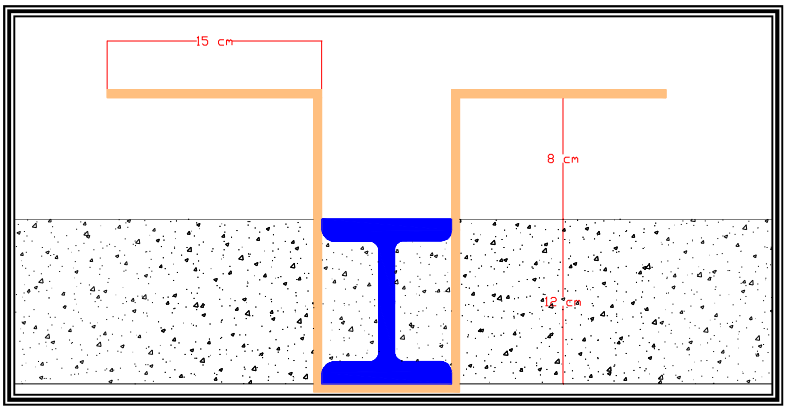
يتم إدخال القضيب بالثقوب من أسفل لأعلى بحيث يدق بخفة، حتى يتم تثبيته جيدا وبدون التسبب في تفتت المونة، (كما في الشكل رقم "35.5").



الشكل رقم "35.5": يظهر كيفية إدخال القضيب بالثقوب

د. ثني القضيب للتشريك:

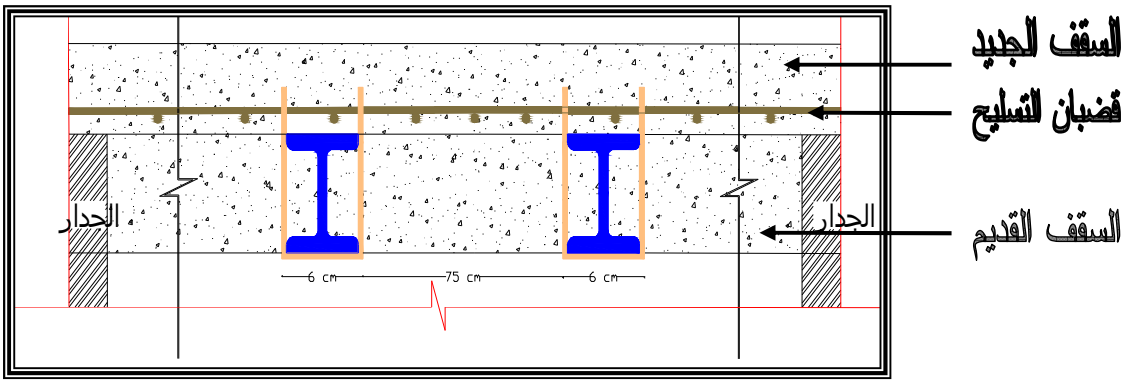
يتم ثني القضيب من الطرفين بمسافة 15 سم؛ وذلك لضمان التشريك،(كما في الشكل رقم"36.5").



الشكل رقم "36.5": يظهر ثني القضيب للتشريك

هـ. إنشاء السقف الجديد:

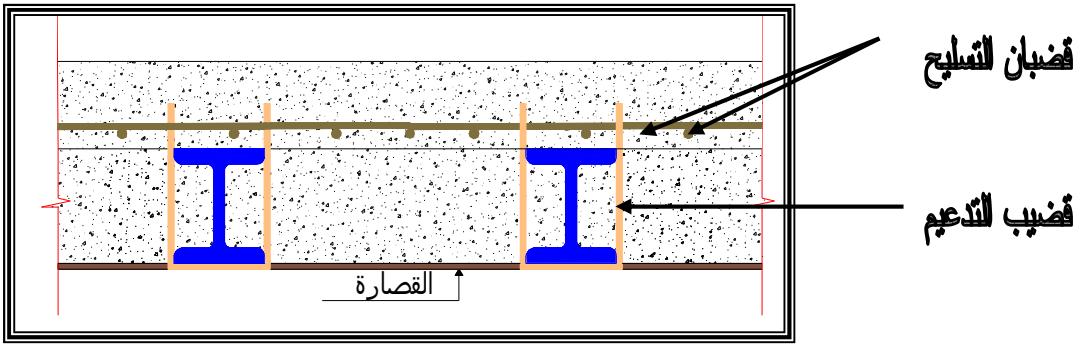
يصب السقف الجديد فوق القديم محمّلا على الجدران، (كما في الشكل رقم "37.5").



الشكل رقم "37.5": يظهر السقف الجديد من الاسمنت المسلح فوق القديم

و. القصـــــارة:

يتم تسوية القضيب مع طبقة القصارة ومن ثم الطراشة، (كما في الشكل رقم "38.5").



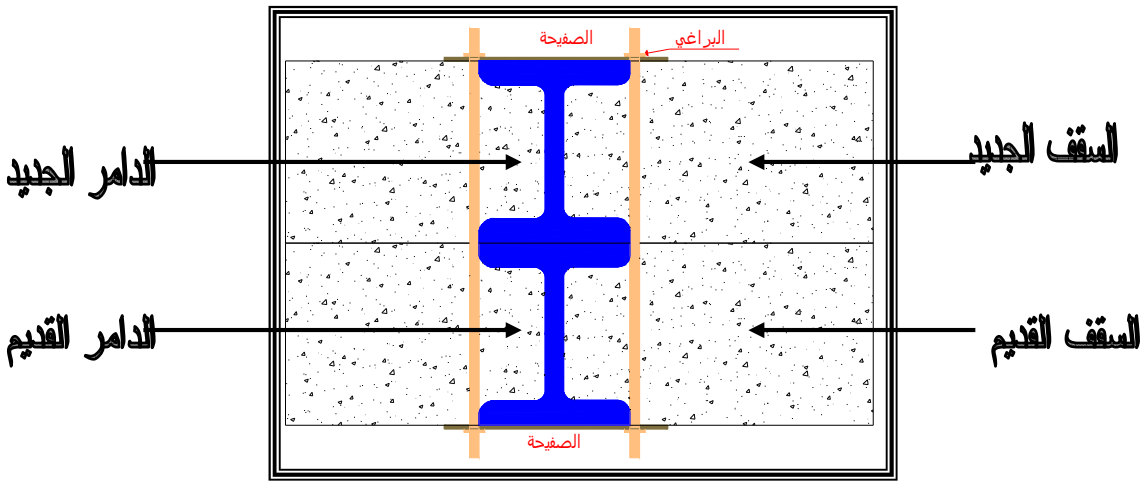
الشكل رقم "38.5": يظهر طبقة القصارة بعد التدعيم

2.3.4.5. مميزات الطريقة:

- تحافظ هذه الطريقة على المواد الأصلية من دوامر ومونة إسمنتية.
- تحافظ على الشكل الأصلي للسقف من الداخل.
- تدعم السقف والدوامر وتطيل عمره الزمني.
- يعمل السقف الجديد كطبقة عازلة للسقف القديم.
- يمكن إضافة أحمال إضافية للمبنى بدون حدوث انحناء أو هبوط للسقف.

4.4.5. طريقة الترميم الثانية – تدعيم الدوامر بالبراغي والصفائح الفولاذية:

تقوم هذه الطريقة على تدعيم الدامر بدامر آخر من فوقه، وذلك بعمل سقف جديد من الاسمنت يحوي دوامر جديدة بنفس مواصفات وأبعاد الدوامر الأصلية؛ بحيث يربط الدامريين معا بصفيحة من الفولاذ وبراغي وتثبت من الأعلى والأسفل بصواميل، (كما في الشكل رقم "39.5").



الشكل رقم "39.5": يظهر طريقة تدعيم الدامر بالصفيحة والبراغي

إجراء الحسابات:

ليتم إجراء الحسابات الضرورية لتنفيذ هذه الطريقة، تحسب أولا الأحمال فوق الدامر (كما يظهر في الجدول رقم "11.5").

الجدول رقم "11.5": يظهر كيفية حساب الأوزان على الدامر

الوزن على الدامر		KN/m	**KN/m المجموع**
الوزن الميت	**وزن الدامر الأصلي والجديد**	0.25+0.25	0.50
	وزن البلاطة الإسمنتية القديمة	0.12*24*0.75=1.62	2.16
	وزن البلاطة الإسمنتية الجديدة	0.10*24*0.75=2.16	1.80
المجموع			4.46
الوزن الحي		2*0.75=1.50	1.50

وهذه الأحمال تؤثر على الدامر كحِمل موازٍ "factored load" يتم حسابه كما في المعادلة التالية، على أن تكون المسافة بين كل قضيبين (e = 2 m):

$$Tu = 1.2*DL +1.6\ LL * e$$
$$(1.2*4.46+1.6*1.5)*2=15.5\ KN$$
$$Tu = 15.5\ KN$$

وللتأكد من أن هذه الطريقة دعمت الدامر بالشكل الصحيح، يجب أن تكون قوى تحمل الدامر أكبر من القوى الواقعة عليه كالتالي:

$$Ø\ Tn \geq Tu$$

ولحساب قوى تحمل الدامر بعد التدعيم، تكون حسب المعادلة التالية:

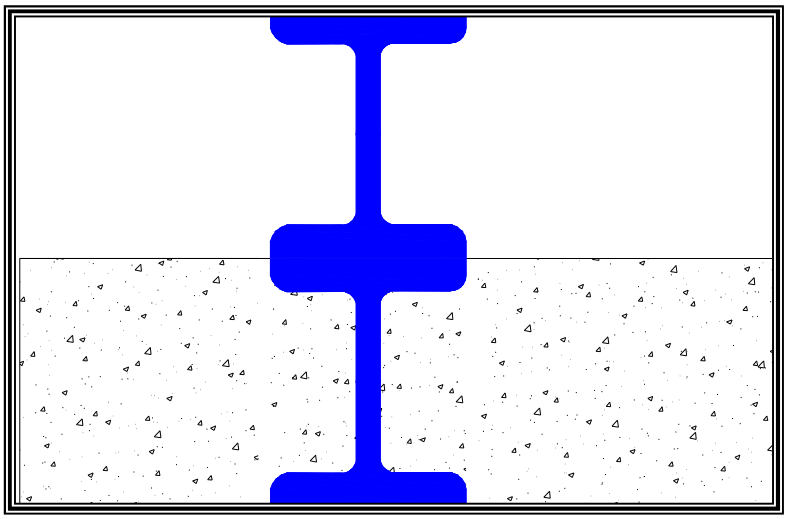
$$Ø\ Tn = Ø\ Ab * Fub$$
$$0.75 * 0.75 * (\pi\ db^2/4)(800)$$
$$= 0.75 * 0.75 * 3.14*10^2/4*800$$
$$= 35.33\ KN > 15.5\ KN$$

أي أن سماكة البراغي صحيحة، والمسافة بينهما كافية ومناسبة.

1.4.4.5. طريقة التنفيذ المقترحة:

أ. وضع الدوامر الجديدة:

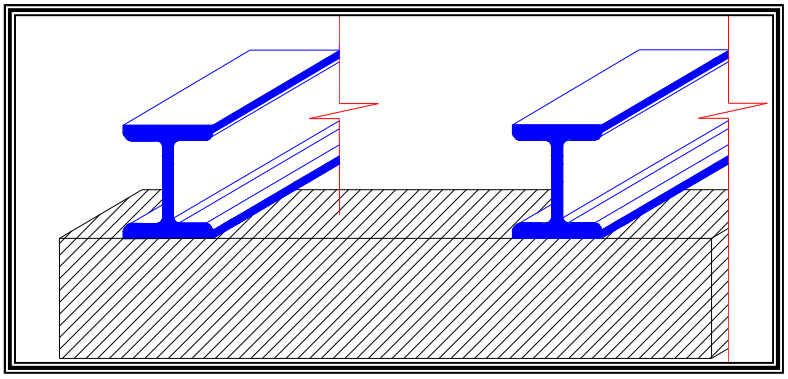
توضع الدوامر الجديدة فوق الأصلية على أن تكون بنفس الأبعاد حتى يتم تثبيت البراغي بشكل جيد بدون فراغات بينها وبين الدامر في حالة كون أحد الدامرين أصغر من الآخر، (كما في الشكل رقم "40.5").



الشكل رقم "40.5": يظهر طريقة وضع الدامر الجديد فوق الأصلي

ب. تثبيت الدوامر الجديدة:

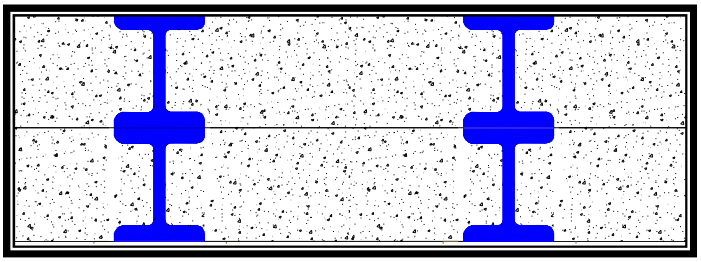
تحمّل الدوامر الجديدة على جدران المبنى، (كما في الشكل رقم "41.5").



الشكل رقم "41.5": يظهر كيفية تحميل الدوامر الجديدة على الجدران

ج. إنشاء السقف الجديد:

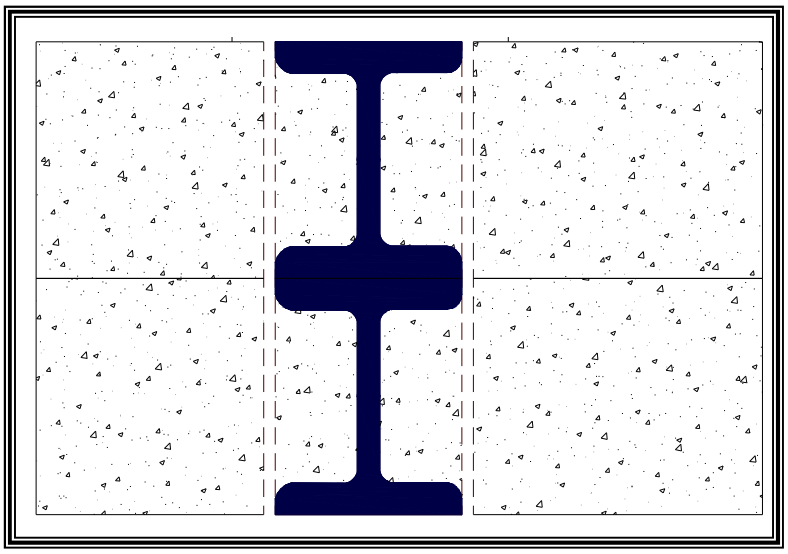
تصب طبقة من الاسمنت بين الدوامر الجديدة لتشكل السقف الجديد، (كما في الشكل رقم "42.5").



الشكل رقم "42.5": يظهر السقف الإسمنتي الجديد مع الدوامر

د. إنشاء الثقوب:

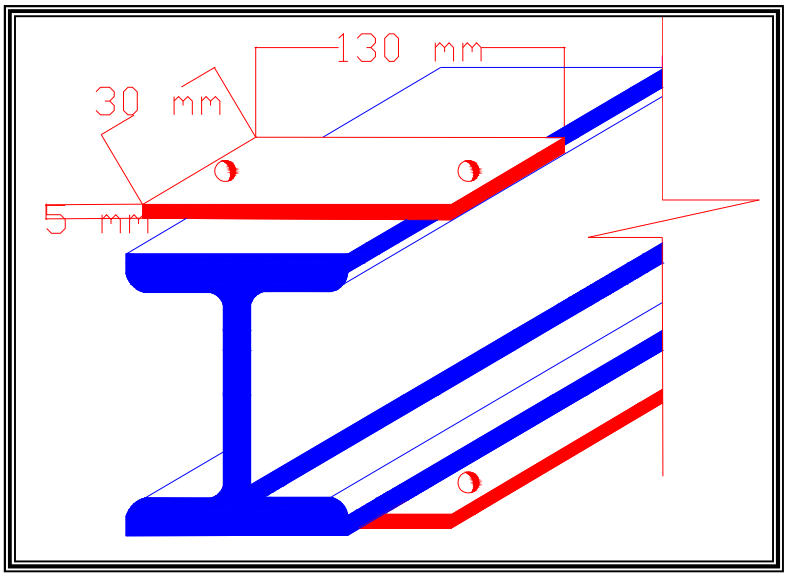
بعد جفاف السقف الجديد؛ يتم ثقب السقفان ب"drill" بقطر 12 ملم بجانب الدوامر، (كما في الشكل رقم "43.5").



الشكل رقم "43.5": يظهر الثقوب بالسقفين بجانب الدوامر

هـ. تثبيت الصفيحة:

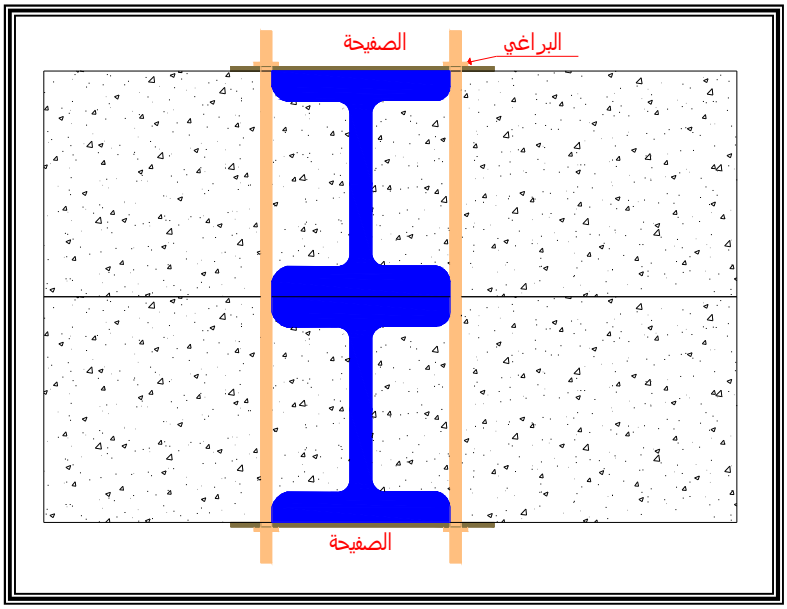
يتم وضع صفيحة من الفولاذ تحت الدامر القديم وفوق الدامر الجديد، وتكون أبعاد الصفيحة (130 mm*30 mm *5 mm)، وبمسافة 2 م بين كل صفيحتين حسب الحسابات السابقة، (كما في الشكل رقم "44.5").



الشكل رقم "44.5": يظهر أبعاد الصفيحة

و. التثبيت بالبراغي:

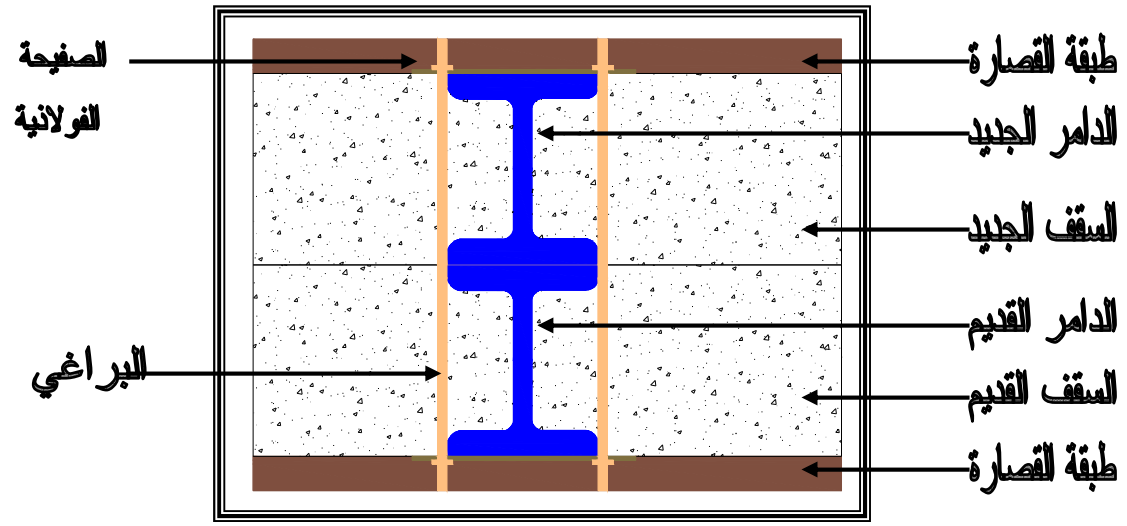
يتم إدخال براغي بقطر 10 ملم وبطول 40 سم بالثقوب وثبت بصواميل من الأعلى والأسفل وتشدّ جيدا، (كما يظهر في الشكل رقم "45.5").



الشكل رقم "45.5": يظهر كيفية تثبيت الصفيحة بالبراغي وتدعيم الدامر

ز. تسوية السطح:

يسوى السطح بالقصارة مع مستوى الصفيحة والبراغي ومن ثم تتم الطراشة، (كما في الشكل رقم "46.5").



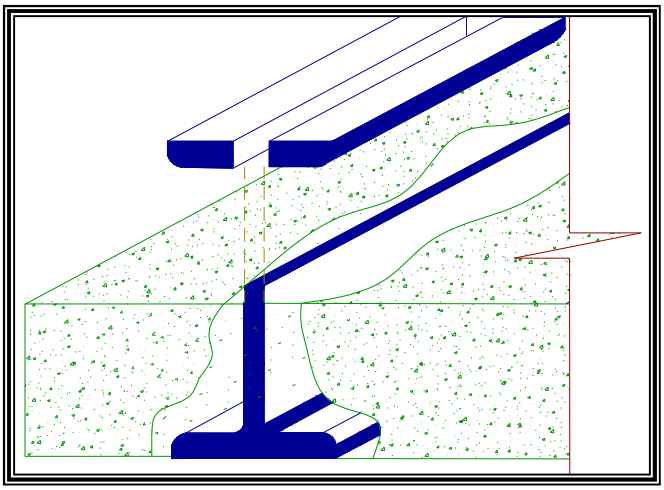
الشكل رقم "46.5": يظهر القصارة على السطح

2.4.4.5. مميزات الطريقة:

- تحافظ هذه الطريقة على المواد الأصلية من دوامر ومونة إسمنتية.
- تحافظ على الشكل الأصلي للسقف من الداخل.
- تدعم السقف والدوامر وتطيل عمره الزمني.
- يعمل السقف الجديد كطبقة عازلة للسقف القديم.
- يمكن إضافة أحمال إضافية للمبنى بدون حدوث انحناء أو هبوط للسقف.

5.4.5. طريقة الترميم الثالثة – استبدال الدامر بآخر جديد على شكل (T-beam):

تقوم هذه الطريقة على سحب الدامر التالف من أسفل بعد حفر منطقة صغيرة من المونة (حوالي 10 سم) من حوله،[10] وبعد قصّ الـ(Flange) العلوي له، ومن ثم وضع دامر جديد على شكل حرف(T) في الحفرة، وتركيزه جيدا في مكان الدامر القديم، ومن ثم لحام قطعتين من الفولاذ بالجزء العلوي منه، لتشكّل (Flange) جديد لدامر جديد، فيما بعد تعاد المونة الإسمنتية مكان المونة القديمة ويغطى الدامر جيدا، (كما يظهر في الشكل رقم "47.5").



الشكل رقم "47.5": يظهر طريقة الترميم بقص الدامر التالف

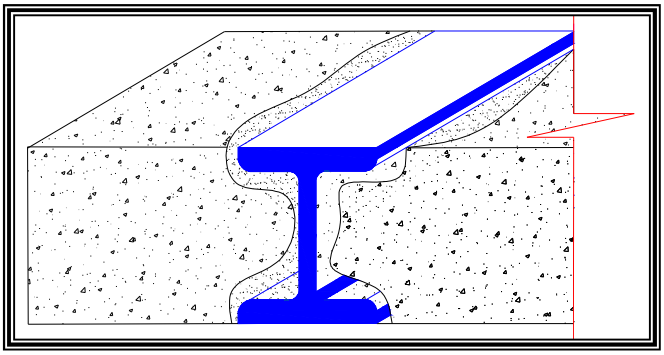
1.5.4.5. طريقة التنفيذ المقترحة:

أ. الحفر:

يتم الحفر حول الدامر بمسافة 10 سم، كما يحفر الجدار الذي يرتكز عليه الدامر ليسهل سحبه، (كما يظهر في الشكل رقم "48.5").

---

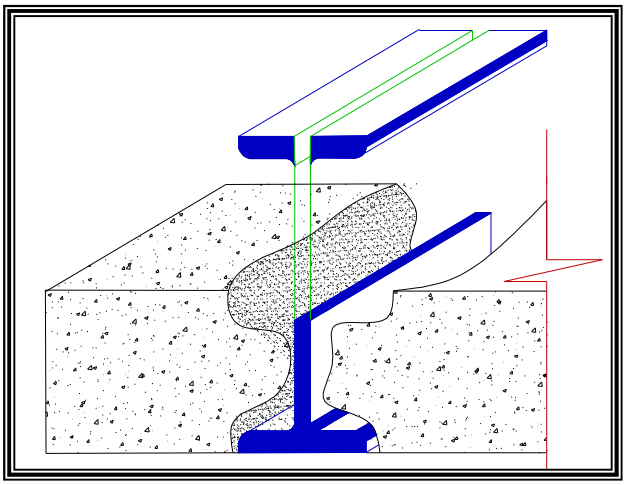
10. القواسمي، ترميم الدوامر، 2009



الشكل رقم "48.5": يظهر الحفر حول الدامر

ب. تحضير الــ(Flange):

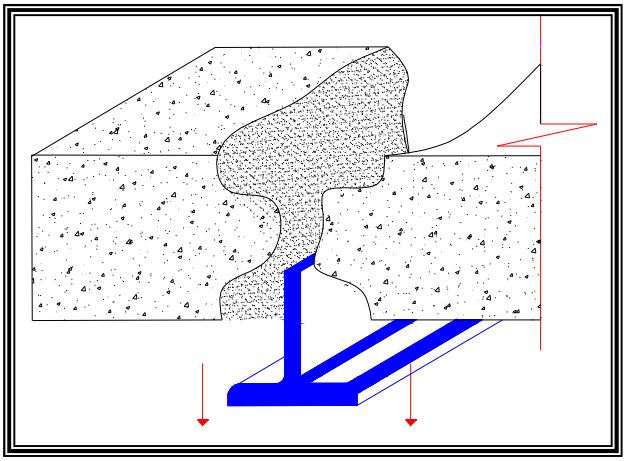
يقصّ (Flange) الدامر العلوي، (كما يظهر في الشكل رقم "49.5").



الشكل رقم "49.5": يظهر قصّ الــ(Flange) من الأعلى

ج. سحب الدامر:

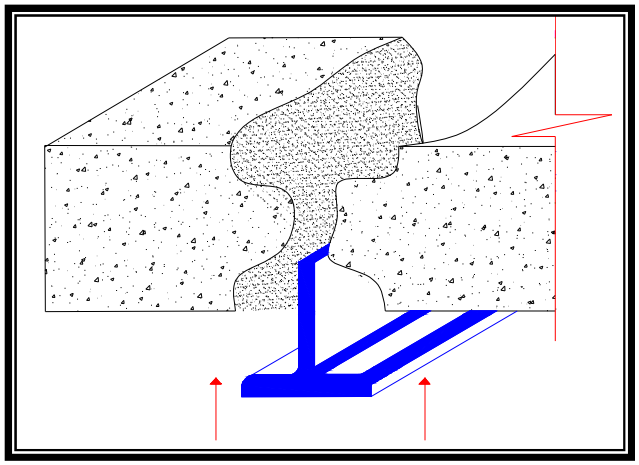
يتم سحب الدامر من الأسفل، (كما يظهر في الشكل رقم "50.5").



الشكل رقم "50.5": يبين كيفية سحب الدامر من المونة الإسمنتية

د. استبدال الدامر:

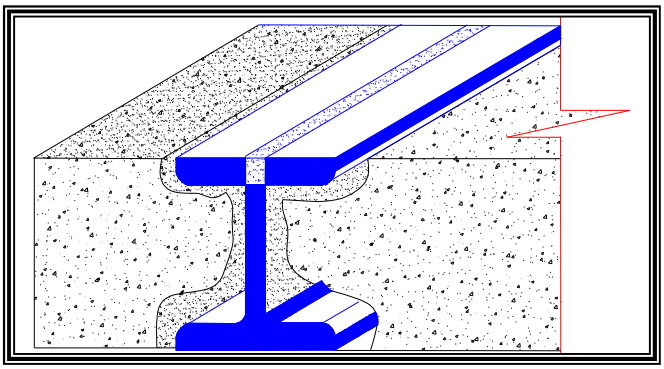
يتم إدخال الدامر الجديد على شكل "T" مكان القديم التالف من الأسفل للأعلى، (كما في الشكل رقم "51.5").



الشكل رقم 51.5": يبين كيفية إدخال الدامر داخل المونة الإسمنتية

هـ. لحام الدامر:

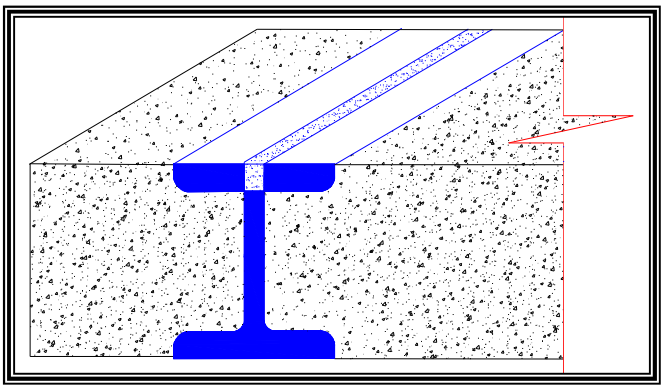
لحام صفيحتين من الفولاذ لتشكّل (Flange) جديد للدامر، وذللك بالطرف العلوي من الدامر "T" الذي يرتفع حوالي 2 سم فوق المونة، (كما يظهر في الشكل رقم "52.5").



الشكل رقم "52.5": يظهر طريقة تثبيت الصفائح بالـــ(Flange)

و. إعادة المونة:

تعاد مونة إسمنتية حول الدامر بنفس مواصفات القديمة لتغطي الدامر من جديـــد، ومـــن ثـــم تـــتم القصارة والطراشة، (كما يظهر في الشكل رقم "53.5").



الشكل رقم "53.5": يظهر الدامر الجديد بعد الترميم

2.5.4.5. مميزات الطريقة:

- تحافظ على المونة حول الدامر، ولا تتخلص إلا من كمية بسيطة منها.
- تحافظ على شكل السقف الأصلي.
- تعطي عمرا جديدا للسقف باستبدال الدامر التالف.

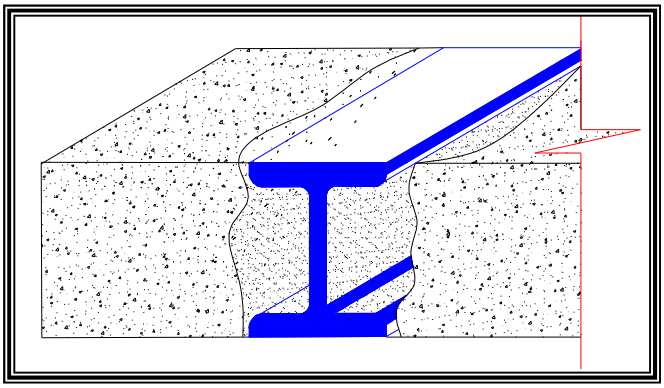
6.4.5. طريقة الترميم4 – استبدال الدامر بدامر جديد على شكل (I-beam):

تقوم هذه الطريقة على استبدال الدامر القديم التالف بدامر جديد على شكل "I" ، وذلك لأن الدامر القديم لا يتحمل القوى الواقعة عليه، فيكون استبداله كطريقة أخيرة للترميم، مع المحافظة قدر الإمكان على المونة من حوله.

1.6.4.5. طريقة التنفيذ المقترحة:

أ. الحفر:

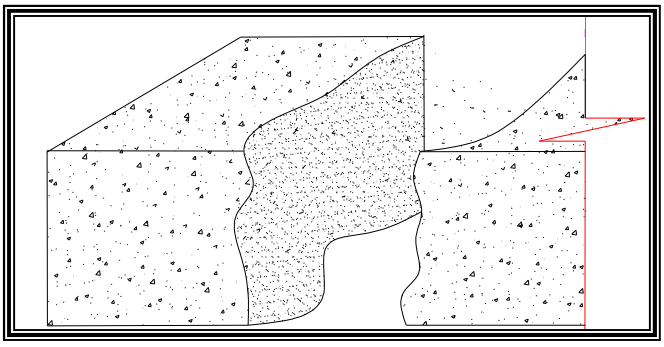
يتم الحفر حول الدامر كما يحفر الجدار الذي يرتكز عليه الدامر ليسهل سحبه، (كما يظهر في الشكل رقم "54.5").



الشكل رقم "54.5": يظهر الحفر حول الدامر

ب. إزالة الدامر:

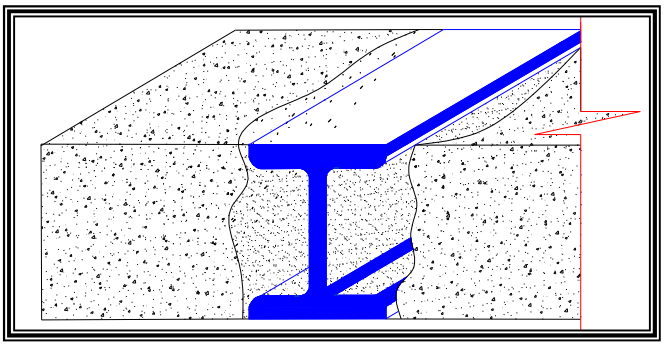
يتم إزالة الدامر التالف من المونة الاسمنتية، (كما يظهر في الشكل رقم "55.5")



الشكل رقم "55.5": يظهر إزالة الدامر التالف

ج. استبدال الدامر:

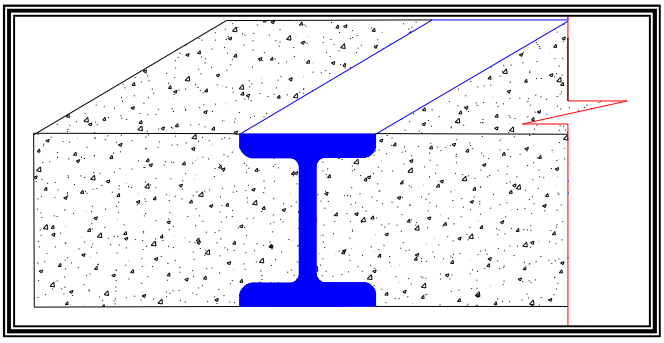
يتم وضع دامر جديد بنفس مواصفات وأبعاد الدامر القديم، (كما يظهر في الشكل رقم "56.5")



الشكل رقم "56.5": يظهر الدامر الجديد مكان القديم

د. تغطية الدامر:

تعاد مونة إسمنتية بنفس مواصفات القديمة حول الدامر لتغلق المنطقة المفرغة حوله ومن ثم تعـــاد القصارة والطراشة، (كما في الشكل رقم "57.5").

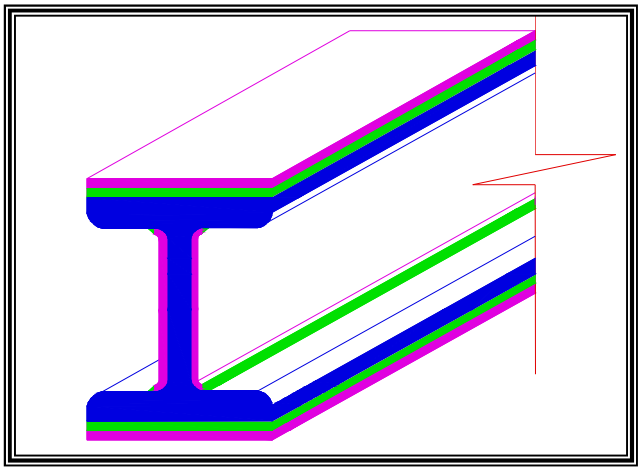


الشكل رقم "57.5": يظهر إعادة المونة حول الدامر الجديد

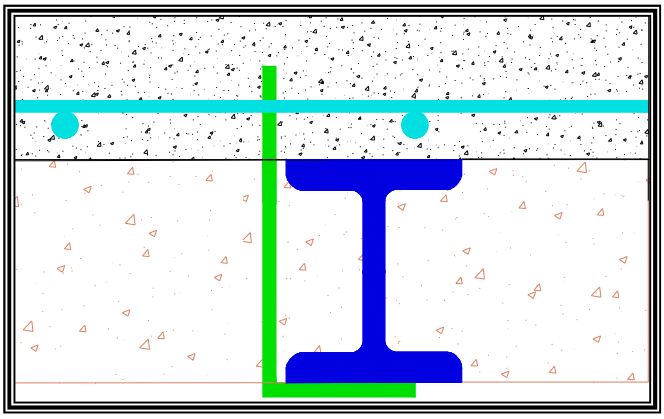
2.6.4.5. مميزات الطريقة:

- تحافظ على أكبر قدر ممكن من المونة حول الدامر.
- تحافظ على الشكل الأصلي للسقف.
- تضمن استمرار أطول لعمر المبنى بسبب إزالة الأجزاء التالفة.

هذا، ويمكن التحكم بهذه الطرق حسب تغيير الحالات؛ أي أنه من الممكن استخدام الطريقة الثانيـــة والثالثة معا عند عدم قدرة الدامر تحمل لقوى القص والعزم معا وبنفس الخطوات والحسابات في الطريقتين، (كما يظهر في الشكل رقم "58.5")، كما يمكن استبدال قضيب الفولاذ على شـــكل "U" في العينة الثالثة بقضيب على شكل "L"، أيضا بنفس طريقة التنفيذ السابقة، (كما يظهر في الـــشكل رقم "59.5").



الشكل رقم "58.5": يظهر طريقة تدعيم الـــ(Web) والـــ(Flange) بالصفائح



الشكل رقم "59.5": يظهر طريقة تدعيم الدامر بقضيب فولاذ على شكل "L"

وبهذا تكون هذه الطرق المقترحة للترميم قد تمت بناءً على الحالة الإنشائية للدوامر ومدى تحملهـــا الأوزان الواقعة عليها، (وهذا يظهر في الجدول رقم "12.5"):

الجدول رقم ""12.5": يظهر طرق الترميم وطريقة التدخل للعينات

العينة	الحالة الإنشائية		طريقة الترميم	طريقة التدخل	أهم مميزات الطريقة		
	قوى العزم	قوى القصّ			تحافظ على الدامر الأصلي	تحافظ على المونة الأصلية	تحافظ على الشكل الأصلي للسقف
الأولى "أ"	تتحمل	تتحمل	ترميم الصدأ	حتّ وتنظيف الصدأ	*	*	*
الأولى "ب"	لا تتحمل	تتحمل	تدعيم الـ(Flange)	تدعيمه بصفيحة علوية وسفلية	*	*	*
الثانية	تتحمل	لا تتحمل	تدعيم الـ(Web)	تدعيمه بصفائح جانبية	*	*	*
الثالثة	لا تتحمل	لا تتحمل	تدعيم الـ(Flange) والـ(Web)	تدعيمه ببراغي وصفيحة فولاذية	*	*	*
				تدعيمه بقضيب فولاذ "U"	*	*	*
				استبداله بـ(I-Beam)		*	*
				استبداله بـ(T-Beam)		*	*

وبالإضافة إلى أن هذه الطرق تدعم الدوامر وتحافظ على المواد الأصلية للمبنى، فإنها أيضا تتناسب مع بعض بنود الاتفاقيات والتوصيات الدولية المتعلقة بحماية المعالم التاريخية، كالتالي:

- ❖ فالطريقة الأولى والثانية والثالثة والرابعة والخامسة؛ تحافظ على الدامر الأصلي في المبنى بعدم استبداله بدامر آخر؛ وذلك عند تدعيم الدامر نفسه، بعد تنظيفه وتجهيزه للتدعيم، وهذا يعني المحافظة على القيمة التاريخية والأثرية للمبنى؛ وهذا يتناسب مع الميثاق الايطالي للترميم: "يجب حماية وتقوية المعالم التاريخية بإصلاحها عند الحاجة وليس ترميمها، ويجب تجنب إضافة عناصر جديدة أو تجديد المبنى"،[8] وكما جاء في ميثاق البندقية : "... يجب أن يراعى في ذلك الشكل الجمالي والقيمة التاريخية".[9]

- ❖ جميع هذه الطرق تحافظ على شكل المبنى من الناحية الجمالية، ولا تؤثر على المنظر العام أو النسب المعمارية، ولا تؤدي إلى أي ضرر جمالي أو تشويه لشكل المبنى الأصلي؛ وهذا كما ينص عليه ميثاق ايطاليا: "في حالة وجود حاجة ماسة لوضع إضافات أو تجديدات من أجل الحفاظ على تماسك المبنى أو لأسباب أخرى ضرورية،...، مع الحرص في الوقت نفسه على أن لا تتعارض هذه الإضافات والتجديدات مع الشكل الجمالي للمبنى".[10]

- ❖ تميزت وسائل التدعيم المضافة عن الدامر، ويمكن تمييز وجودها بسهولة عند فحصه؛ أي أنها تظهر بسهولة عند الفحص حتى بعد تغطيته بالقصارة والطراشة؛ وذلك مما يتضمنه ميثاق ايطاليا: "... الإضافات والتجديدات يجب أن تعمل بشكل يختلف عن طابع المبنى الأصلي،..."،[11] كما أضاف في بند آخر: "الإضافات التي توضع يجب في جميع الأحوال أن تكون متميزة عن الشكل الأصلي ...، حتى لا تخدع عين الناظر"،[12] وجاء أيضا في ميثاق البندقية: "يجب أن تميز عن العناصر الأصلية حتى لا يشكل ذلك تزييفا لها...".[11]

---

8. Roselli P., Restaurare la citta, oggi, Alliena, Firenze 1991, P.6 عن أبو الهيجاء، 2002. ص:15
9. أبو الهيجاء، م.ن،، ص: 17
10. أبو الهيجاء، م.ن،، ص: 16
11. أبو الهيجاء، م.ن،، ص:16
12. أبو الهيجاء، م.ن،، ص:17

- كانت الإضافة لأسباب إنشائية فقط وبطريقة بسيطة؛ وذلك لتدعيم الدامر وإعادة فاعليته الإنشائية للعمل بعد التآكل الذي نتج عن الصدأ، والذي أدى إلى تقلص أبعاده والتقليل من قدرته على التحمل، كما أن هذه الإضافات لا تحتوي على أي إضافات معمارية أو جمالية، ولم تغير من معالم الدامر أو المبنى، كما جاء في ميثاق ايطاليا: "الإضافات التي تلزم فقط لأسباب إنشائية يجب أن تكون بسيطة وخالية من التفاصيل المعمارية الهندسية".[13]

- أيضا لم يؤثر استخدام هذه الطرق على تركيب ما حولها من الكتل؛ حيث استخدمت على الدامر الأصلي بدون التأثير على شكله أو حجمه بشكل كبير، ولم يؤثر تركيبها على المونة الجيرية أو الإسمنتية أو عناصر المبنى الأخرى المحيطة بالدامر، كما أن تركها بدون تغير لونها يحافظ على اللون الأصلي للدامر، كما جاء في ميثاق البندقية: "عملية الحفاظ على المبنى يجب أن تتناسب مع طبيعة الظروف البيئية التقليدية المحيطة، ويجب أن لا يكون هناك أي هدم أو إضافة أو استخدام من شأنه أن يغير من العلاقات بين الكتل المكونة والألوان".[14]

- كما أن هذه الإضافات تتناسق مع الدوامر الأصلية، ومع شكل المبنى ككل، ولا تؤثر على الشكل العام له؛ وذلك بكونها من نفس خامة الدامر الفولاذية وبنفس اللون والخصائص والصفات، كما أنها لا تؤثر على شكل المبنى الكلي لأنها صغيرة الحجم ومتناسقة الشكل مع الدامر الأصلي، وهذا ما نصّ عليه ميثاق البندقية: "الإضافات غير مسموح بها إلا في حالة تناسقها مع جميع عناصر المبنى واتزان مكوناته وعلاقته المتناغمة مع البيئة المحيطة".[15]

- يعتبر استخدام هذه الطرق وتثبيتها باللحام أو البراغي كمواد جديدة تدخل على المبنى؛ حيث كانت للناحية الإنشائية ولعمل التدعيم والتقوية فقط، وبدون أن تؤثر على جمالية المبنى، كما جاء في ميثاق أثينا: "استخدام المواد الحديثة يمكن في حالات الضرورة لمعالجات التقوية والدعم والترميم، ويشترط أن لا يؤثر سلبيا هذا الاستخدام على طبيعة المبنى الجمالية".[16]

---

13. أبو الهيجاء، م.ن،، ص:16
14. أبو الهيجاء، م.ن،، ص:17
15. أبو الهيجاء، م.ن،، ص:17
16. أبو الهيجاء، م.ن،، ص:16

❖ أيضا استخدمت هذه الطرق حسب الوسائل الحديثة لإنشاء المباني المعدنية، وثبتت باللحام والبراغي بطريقة علمية أيضا، كما أنها لا تؤثر على سلامة الاستخدام كما ينص ميثاق البندقية: "عندما تكون التقنيات التقليدية غير مناسبة فإن دعم وتثبيت المعلم يمكن أن يكون باستخدام كافة الوسائل الحديثة التي تثبت علميا ومن خلال الخبرة سلامة استخدامها".[17]

17. أبو الهيجاء، م.ن،، ص:17

الفصل السادس ...

... الخاتمـــــــــــــــــــة

الفصـــــل الســـادس

الخـــاتمـــــــــــــــــــة

وفي نهاية البحث نجد أن مشكلته؛ وهي تعرض الدوامر للتلف وعدم وجود طرق علمية مطبقـــة فـــي فلسطين لحل هذه المشكلة، كان لها عدة حلول من خلال هذه الدراسة، والتي اشتملت على عدة عينات، تم اختيارها حسب الحالة الإنشائية للدوامر، أي حسب قدرتها على تحمل الأوزان الواقعة فوقهـــا بعـــد تعرضها للتآكل بسبب الصدأ.

كما اشتمل البحث على عدة أهداف؛ وهي دراسة التلف الذي أصاب الدوامر، ومن ثم معالجته من خلال الوصول إلى طرق ترميم علمية تحافظ على الدوامر والمونة الأصلية في المبنى، وتعيد مقاومة الدوامر الأصلية للأوزان الواقعة عليها، والتي تسبب قوى القص والعزوم على هذه الدوامر.

1.6 نتائج البحث

كانت نتائج البحث كالتالي:

1. تقييم طرق الترميم السابقة والتي تم تنفيذها في فلسطين، ومعرفة مدى محافظتها على المـــواد الأصلية في المبنى.

2. إيجاد طرق صيانة وترميم تحافظ على الدوامر الأصلية كما تحافظ على المونة من حولها قدر الإمكان، وتعيد هذه الطرق للدوامر قدرتها على مقاومة الأوزان فوقها.

وقد كانت **طرق الترميم السابقة** بايجابياتها وسلبياتها كالتالي:

1. الطريقة الأولى: كانت بتخفيض الأحمال الزائدة التي تقع على الدوامر، وهي طريقة مؤقتة لذا فإن الدوامر تحتاج لمعالجة أخرى مدروسة في المستقبل.

2. الطريقة الثانية: كانت باستخدام عوارض فولاذية أو دوامر عكسية أسفل الدوامر الأصلية، تقلل هذه الطريقة من مسافة بحر الدامر وبالتالي تزيد من مقاومته على التحمل، ولكنها لا تعالج التلف الذي أصابه.

3. الطريقة الثالثة: كانت أيضا باستخدام مقاطع فولاذية أو دوامر جديدة ولكن بنفس اتجاه الدوامر الأصلية، تزيد هذه الطريقة من مساحة مقطع الدامر أي الزيادة في مقاومة الأحمال، ولكنها أيضا لا تعالج التلف الذي أصابه.

4. الطريقة الرابعة: كانت بتدعيم الدوامر بدوامر جديدة جانبية، تزيد من مقطع الدامر وتزيد مقاومته للأحمال، ولكنها لا تحافظ على المونة من حوله.

5. الطريقة الخامسة: كانت عن طريق استبدال الدوامر التالفة والسقف بشكل كامل، أي تعوض المبنى عن السقف التالف، ولكنها تتخلص من الدوامر والمونة الأصلية فيه.

6. الطريقة السادسة: كانت بتنظيف الدوامر من الصدأ فقط، وهي طريقة مؤقتة لزيادة عمر الدامر، ولا تعالج التلف الذي أصابه.

7. الطريقة السابعة: كانت بإلغاء عمل الدوامر إنشائيا، تنظف الدامر من الصدأ، ولكنها تتخلص من المونة حوله.

أما **طرق الترميم المقترحة** فقد كانت نتائجها وايجابياتها وسلبياتها كالتالي:

1. الطريقة الأولى: كانت لصيانة الدامر الذي لم يتأثر بالصدأ بشكل كبير، أي أنه لم يتآكل وما زال قادرا على تحمل القوى الواقعة عليه؛ لذا فقد تمت معالجته عن طريق صيانته فقط، أي عن طريق إزالة الصدأ وتنظيفه بشكل جيد ومن ثم طلائه بالمواد العازلة، أي أنها تعزل الدامر الأصلي وتحافظ عليه وعلى جزء كبير من المونة حوله، كما أنها تحافظ على شكل السقف الأصلي.

2. الطريقة الثانية: كانت للدوامر التي لا تقاوم قوى العزوم الواقعة عليها، لذا كان من الضروري إعادة قدرتها على تحمل القوى الواقعة عليها بتدعيم الـ(Flange)، حتى تعود إلى الأبعاد التي تمكنها من تحمل هذه القوى بعد أن تآكلت بسبب الصدأ ، كما أنها تحافظ على الدوامر الأصلية وجزء كبير من المونة حولها، بالإضافة إلى أنها تحافظ على شكل السقف الأصلي.

3. الطريقة الثالثة: كانت للدوامر التي لم تعد قادرة على تحمل قوى القص الواقعة عليها؛ وذلك بسبب تعرضها للصدأ، لذا كان لا بد من تدعيم الـ(Web)، لتعود إلى الأبعاد التي تمكنها من تحمل هذه القوى من جديد قدر الإمكان، أي أنها تحافظ على الدوامر الأصلية والمونة من حولها، بالإضافة إلى المحافظة على شكل السقف الأصلي.

4. أما الدوامر التي لم تعد قادرة على تحمل قوى القص أو قوى العزوم الواقعة عليها، فقد تم إتباع أربع طرق أخرى لمعالجتها:

أ. الطريقة الأولى: كانت عن طريق تدعيم الدامر بقضيب من الفولاذ على شكل حرف "U" وتثبيته بإنشاء سقف جديد فوق السقف القديم، وهذه الطريقة تحافظ على المواد الأصلية للسقف من دوامر ومونة، كما تحافظ على شكله الأصلي أيضا.

ب. الطريقة الثانية: كانت بتدعيم الدامر باستخدام البراغي والصفائح الفولاذية؛ وذلك بعد إنشاء سقف جديد فوق القديم أيضا، بحيث تحافظ على شكله الأصلي، بالإضافة لحفاظها على الدوامر الأصلية والمونة حولها.

ت. الطريقة الثالثة: كانت باستبدال الدامر التالف بدامر جديد (T-Beam)، تحافظ هـذه الطريقـة على الشكل الأصلي للسقف، وعلى قدر كبير من المونة حوله، ولكنها لا تحافظ على الـدامر الأصلي.

ث. الطريقة الرابعة: كانت أيضا باستبدال الدامر التالف بجديد (I-Beam)، هذه الطريقـة أيـضا تحافظ على الشكل الأصلي للسقف وعلى قدر كبير من المونة، ولكنها تـتخلص مـن الـدامر الأصلي.

وبهذا تكون هذه الطرق قد عالجت عنصرا مهما في المباني التقليدية في فلسطين، بل وساهمت بإطالة عمر الكثير من هذه المباني، والحفاظ عليها وعلى المواد الأصلية فيها قدر الإمكان، والحفـاظ علـى قيمتها التاريخية والأثرية.

بالإضافة إلى أن هذه الطرق؛ قامت على دراسة إنشائية وتحليلية للمبنى والدوامر، والأحمال والقوى الواقعة عليها، أي أنها دراسة علمية هندسية إنشائية، متلائمة مع قوانين الحفاظ الدولية، وهذا يزيد من صحتها وملائمتها للاستخدام في الحفاظ على المباني.

2.6 توصيـــات البحـــــث

قبل أي عملية للترميم يجب القيام بما يلي:

1. عمل دراسة وتحليل إنشائي للمبنى بشكل عام وللدوامر بشكل خاص، ومعرفة الأحمال وطريقة انتقالها للدوامر، وطريقة تأثيرها عليها.

2. يجب دراسة قوانين ومواثيق الحفاظ جيدا، والتأكد دائما أنها أنشأت للحفاظ على المباني الأثرية؛ وذلك عن طريق مناداتها بالحفاظ على المواد الأصلية.

3. يجب دراسة المبنى دراسة تاريخية وتحليلية، لمعرفة أهميته من الناحية التاريخيـة، وبالتـالي تقدير طريقة الترميم بناء على هذه الأهمية.

4. دراسة مواد وطرق البناء من الناحية التقنية، ليتم اختيار الطريقة المناسبة والتي تتناسب مع الدوامر والمونة الجيرية أو الإسمنتية وطرق بناءها.

5. دراسة طرق الترميم بصورة جيدة قبل اختيار أيا منها، ودراسة تأثيرها على الدوامر والمونة والمبنى، حتى لا تؤثر هذه العمليات على المبنى بشكل سلبي، وبالتالي تؤدي إلى تدميره بدل الحفاظ عليه.

6. عمل ورشات عمل للمختصين بالترميم، يتم تدريبهم على طرق الترميم، وكيفية اختيار الطريقة المناسبة لكل حالة.

وبالنهاية تبقى هذه الطرق قيد الاقتراح، لها من السلبيات كما لها من الإيجابيات، ويبقى خيار تنفيذها للمهندس المشرف على الحالة: في الطريقة التي سوف يستخدمها، ومتى يستخدمها؟ وكيف سيستخدمها؟

... المراجـــــــــع

قائمـــــــة المراجـــــــــــع

أولا: المراجع باللغة العربية

- أبو الهيجاء، أحمد: (2002). توجيه عمليات الحفاظ والترميم المعماري في فلـسطين. نقابـة المهندسين، القدس.

- بوثو، بيرخينيا: (2002). علم الأثار، الطبعة الأولى. ترجمه خالـد غنـيم. بيـسان للنـشر والتوزيع.

- الجعبة، نظمي وخلدون بشارة: (2002). رام الله عمارة وتاريخ. مركز المعمار الشعبي.

- حسونة، خليل: (2006). التراث الشعبي الفلسطيني. مكتبة اليازجي، غزة.

- حمدان،عمر: (1996). العمارة الشعبية في فلسطين، الطبعة الأولى. جمعية إنعاش الأسرة.

- الدويك، غسان، أبو سرية، حافظ: (2008). المباني السكنية. في: نظمـي الجعبـة (محـرر) الخليل القديمة: سحر مدينة وعمارة تاريخية، الطبعة الأولـى (ص ص 191–222). لجنـة اعمار الخليل، فلسطين.

- شاهين، عبد المعز: (1975). طرق صيانة وترميم الآثار. الهيئة المصرية العامة للكتاب.

- القيسي، باهرة: (1981). معالجة وصيانة الأثار. المؤسسة العامة للآثار والتراث، بغداد.

- المالكي، قبيلة: (2004). التراث العمراني والمعماري في الوطن العربي، الطبعـة الأولـى. الوراق للنشر والتوزيع، عمان.

❖ مواد البناء وطرق الإنشاء على مباني البلدة القديمة. منشورات: جامعة النجاح، (ب.ت.)

❖ سوريا، Corpus Levant : (2004). العمارة التقليدية في سورية. "إصلاح الحجر التالف عند نقاط تماسه مع الحديد ". وثائق المشرق، سوريا.

❖ سوريا، Corpus Levant : (2004). العمارة التقليدية في سورية. "سقف خشبي". وثائق المشرق، سوريا.

❖ سوريا، Corpus Levant : (2004). العمارة التقليدية في سورية. "معالجة الصدأ". وثائق المشرق، سوريا.

ثانيا: المراجع باللغة الانجليزية

❖ Amer, El-Sayed: (1988). Traditional Arab Settlements. Ed. Sue Kield, England.

❖ Ashurst, John &Nicola: (1988). Partical Building Conservation, Vol. 4. England.

❖ Canaan. T.:(n.d). The Palestnian Arab House. Jerusalem.

❖ Croci, Giorgio: (1998). The Conservation and Structural Restoration of Architectural Heritage. Computational Mechanics Publications Southampton.

❖ Feilden, Bernard: (1982). Conservation of Historic Building. Butterworth &co. Ltd.

❖ Feilden, Bernard &Jukilehto, Jukka : (1998). Management Guidelines for World Cultural Heritage Sites, Second Edition. ICCROM, London.

❖ Hirschfeld, Yizhar: (1995). The Palestinian Dwelling. Franciscan printing press, Jerusalem.

- Schaffer, Y. :(n.d.). Changes in The Building Technology in Israel From Ancient Times Until The 20th Century and Their Influence on Everyday Life.

- Son, Lee, & Yuen, George: (1993). Building Maintenance Technology. The mamillan Press LTD., Hong Kong.

- Lee. J.D: (1991). Concise Inorganic Chemistry. London.

ثالثا: المجلات باللغة العربية

- إقطيط، إبراهيم: (2000). "الأشكال المعمارية في رابود، جنوب الخليل". مجلة الآثار الفلسطينية، 2. (ص ص 36-46).

- الشويكي، رباب: (2008). "صدأ الدوامر في المباني التقليدية". مجلة المهندس الفلسطيني، 53. (ص ص 56-59).

- الخريطة السياحية لمدينة خليل الرحمن، بلدية الخليل، 2008.

رابعا: التقارير والمحاضرات

- مركز حفظ التراث، (2008). تقرير عن: "دار منصور"، بيت لحم. 2008/2/28.

- القواسمي، خالد: (2007). محاضرة بعنوان: "ترميم الدوامر". جامعة القدس. (غير منشور).

- القواسمي، خالد: (2009). محاضرة بعنوان: "ترميم الدوامر". جامعة القدس. (غير منشور).

❖ ورشة عمل ميدانية: (2007). "خطة ترميم لبيت الأقواس /تل الرميدة". فريق العمل: "ربـــاب الشويكي، شيرين ساحوري، إياد حمدان".

خامسا: المراجع الالكترونية

❖ تآكل حديد التسليح: (2005/3/5، ربيع الاول 1417 هـــ). مجلة المهندس العدد4. 11.11.2008http://www.almuhands.org/forum/showthread.php

❖ قدورة، جنين. 2005/10/29. موقع arabwit.
.2008/4/25 ،http://www.arabwit.net/vb/archive/index.php/t-207.html

❖ سجل مركز رواق.
27.04.2008, http://riwaqregister.org/sites.aspx?DistrictCode=45

❖ Athens charter, http://www.icomos.org/athens_charter.html

❖ Iqtait, Ibrahim:(n.d.). An Architectural Survey of Raboud (South of Hebron).
_ , Feb., 2009http://www.webjournal.union.it/coitation.php

❖ Johnson, Andy, Environmental Earth Science Archive, Steel Properties. http://www.newton.dep.anl.gov/askasci/eng99/eng99164.htm, 22/3/2009

❖ Waite, John: (1991). The Maintenance and Repair of Architectural Cast Iron. Washington. http://www.oldhousejournal.com/notebook/npsbriefs/brief27.shtml, February 23, 2008

❖ Materials Engineer, Steel Alloys. http://www.materialsengineer.com/E-steels.htm , 22/3/2009

❖ Properties of Steel. 22/3/2009
http://www.bluescopesteel.com/index.cfm?objectid=0793EA3F- D3D0-
45A3-9084F6499A0FAB03

❖ Vienna charter, http://www.gdrc.org/heritage/vienna.html

سادسا: المقابلات الشخصية

❖ القواسمي، خالد. (شباط، 2009): طرق ترميم الدوامر. اتصال شخصي.

❖ مرقة، حلمي. (كانون أول، 2008): طرق ترميم الدوامر. اتصال شخصي.

❖ النتشة، توفيق. حداد عربي (كانون ثاني، 2009): طريقة البناء بالدوامر. اتصال شخصي.

❖ لجنة اعمار الخليل / الخليل.

❖ مركز حفظ التراث / بيت لحم.