بسم الله الرحمن الرحيم

جامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا

كلية الدراسات العليا

برنامج ماجستير هندسة تشييد

دراسة أسباب التصدعات فى مباني الخرسانة المسلحة

Study of Cracks causes in Reinforced Concrete Buildings

بحث مقدم للاستيفاء الجزئى لمتطلبات درجة الماجستير فى الهندسة المدنية (تخصص هندسة التشيد)

إعداد:

زينب عبدالرحيم عباس إدريس

(بكالوريوس الشرف فى الهندسة المدنية / جامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا)

إشراف:

بروفيسور / د.صالح الهادي محمد احمد

يناير 2017م

بِسْمِ ٱللَّهِ ٱلرَّحْمَٰنِ ٱلرَّحِيمِ

الآيـة

قال تعالي : (وَالَّذِينَ هُمْ لِأَمَانَاتِهِمْ وَعَهْدِهِمْ رَاعُونَ)

سورة المؤمنون الآية (8)

قال تعالي : (رَبَّنَا لَا تُؤَاخِذْنَا إِنْ نَسِينَا أَوْ أَخْطَأْنَا)

سوره البقره آية رقم (286)

الاهداء

إلهي لايطيب الليل إلا بشكرك ولايطيب النهار إلى بطاعتك .. ولاتطيب اللحظات إلا بذكرك .. ولا تطيب الآخرة إلا بعفوك .. ولا تطيب الجنة إلا برؤيتك

الله ﷻ

إلى **من بلغ الرسالة وأدى الأمانة .. ونصح الأمة .. إلى نبي الرحمة ونور العالمين**

سيدنا محمد ﷺ

إلى من .. إلى من كلله الله بالهيبة والوقار .. إلى من علمني العطاء بدون انتظار أحمل أسمه بكل افتخار .. أرجو من الله أن يمد في عمرك لترى ثماراً قد حان قطافها بعد طول انتظار وستبقى كلماتك نجوم أهتدي بها اليوم وفي الغد وإلى الأبد

والدي العزيز

إلى ملاكي في الحياة .. إلى معنى الحب وإلى معنى الحنان والتفاني .. إلى بسمة الحياة وسر الوجود

إلى من كان دعائها سر نجاحي وحنانها بلسم جراحي إلى أغلى الحبايب

أمي الحبيبة

إلى من هم اقرب أليّ من روحي

إلى من شاركوني حضن ألام وبهم استمد عزتي وإصراري

اخوتي

إلى الروح التي سكنت روحي زوجى الغالى

إلى الأخوات اللواتي لم تلدهن أمي .. إلى من تحلو بالإخاء وتميزوا بالوفاء والعطاء إلى ينابيع الصدق الصافي إلى من معهم سعدت

صديقاتي

.....إلى الشموع التي ذابت في كبرياء

..... لتنير كل خطوة في دربنا

..... لتذيل كل عائق أمامنا

فكانوا رسلاً للعلم والأخلاق

أساتذتى

الشكر والعرفان

الشكر اولا واخيرا لله عز وجل الذي أنار لي الدرب ، وفتح لي أبواب العلم وأمدني بالصبر والإرادة ووفقنى لهذا

وثانيا الى الاستاذ الدكتور / صالح الهادي محمد أحمد المشرف على هذا البحث على توجيهاته ونصحه السديد

الشكر والإمتنان لكل الذين قدموا لي يد المساعدة من قريب أو بعيد

أمى الحبيبة أبى الحنون شريك حياتى صديقاتى اساتذتى الكرام

مستخلص البحث

مشكلة تصدع المنشات الخرسانية قد أصبحت من المشاكل الملحة التى يمكن أن تتكاتف الجهود للوصول الي حلها، ومن أهم أسباب هذه المشكلة عدم وجود الوعي الكافي عند المهندسين بأسباب التصدع حتي يمكن تجنبها، وبطرق العلاج حتي يمكن إتباعها. تناولت هذه الدراسة مشكلة إنهيارات المبانى وأسبابها نظراً لقلة الدراسات التى تتمحص فى هذا الموضوع وتغير المفهوم الشائع فى أن الظواهر الطبيعية هى سبب الإنهيارات. إن الأهداف الرئيسية للدراسة هي التعرف على بعض العيوب التي تحدث في المنشآت الخرسانية وأسبابها و إجراء دراسات حقلية فعلية فى منشآت خرسانية تعانى مشاكل إنشائية. إضافة الى إختبار فهم المهندسين لأسباب تلك العيوب .

فقد إعتمدت الدراسة علي عدة مصادر لتوفير المعلومات اللازمة متمثله في المراجع والمقابلات الشخصية مع الجهات ذات الصلة بموضوع البحث بالإضافة للشبكة العنكبوتية ، أتبع في هذا البحث المنهج التقويمي حيث كانت الأداة المستخدمة في جمع المعلومات دراسة حالات تصدعات لمباني متعدده في ولاية الخرطوم بالاضافة الى تصميم إستمارة لفحص المبنى.

من نتائج التحليل تم التوصل الى أن عدم الإلتزام بتطبيق التصميم على أرض الواقع وعدم الدقة فى التنفيذ وعدم الإلتزام بالمواصفات والمخططات والتنفيذ بصورة مخالفة وعدم الإلتزام بعمل الإختبارات اللازمة للتربة والاساسات والمواد بالإضافة إلى عدم تواجد المهندس أثناء سير العمل وايضاً المشاكل بعد التنفيذ كإزالة الفرم قبل المدة المحددة وضعف الشدادات وحوادث الحريق وإهمال التفتيش الدورى والصيانة كل ذلك يؤدى الى وقوع المشاكل فى المنشأ.

Abstract

The problem of cracked concrete structures has become one of the urgent problems that need to combined efforts to reach a resolution. The main reasons for this problem are the lack of sufficient awareness among the Engineers about the causes of cracks to avoid it, and the methods of treatment to be followed. This study dealt with the problem of collapsing building and their causes due to lack of studies that are examined in this subject and the change of common perception about the natural phenomena is cause of collapses. The main objectives of this study are to identify some of the defects that occur in concrete structures, and their causes and conduct actual field studies in concrete structures that suffer structural problems; as well as to test engineers to understanding the causes of these defects.

This study relied on several sources to provide the necessary information represented in the references and interviews with relevant bodies, in addition to network. In this research, the evaluation method was followed. The tool used in the collection of information was the study of cracks of multiple buildings in Khartoum state.

The analysis results indicated that non-compliance with the application of design on the ground and the lack of accuracy in the implementation and non-compliance with specifications, schemes and implementation in a manner contrary to non-compliance with the necessary tests for soil, foundations and materials; in addition to the absence of an engineer during the building work. Also problems after implementation, fire accidents, the negligence of the periodic inception and the maintenance, all these results Leeds to concrete cracking structures.

الفهرس

البند	قائمة المحتويات	رقم الصفحة
1	الآية الكريمة	أ
2	الإهداء	ب
3	الشكر والعرفان	ت
4	مستخلص البحث	ج
5	Abstract	ح
الباب الاول مقدمة		
1-1	تمهيد	2
2-1	مشكلة البحث	3
3-1	اهمية البحث	3
4-1	فروض البحث	3
5-1	اهداف البحث	3
6-1	منهجية البحث	3
7-1	حدود البحث	4
8-1	هيكلة البحث	4
الباب الثاني الإطار النظري		
1-2	الخرسانة المسلحة	6
1-1-2	إستخدامات الخرسانة المسلحة	7

2-2	الهياكل الخرسانية المسلحة	7
3-2	أنواع الاحمال المؤثرة على المنشآت	8
4-2	التصدعات فى المنشآت الخرسانية المسلحة	8
5-2	اسباب التصدعات فى المنشآت الخرسانية المسلحة	9
6-2	كيفية تكوين الشروخ فى الخرسانة	12
1-6-2	الشروخ فى الكمرات	13
2-6-2	الشروخ فى البلاطات	15
7-2	حساب الشروخ في المنشآت الخرسانية المسلحة	17
1-7-2	المسافة بين الشروخ	17
2-7-2	عرض الشرخ	19
3-7-2	عزم التشقق	21
8-2	الإختبارات اللازمة لتحديد حالة التصدع:	23
1-8-2	إختبار مطرقة شيمدت	23
2-8-2	إختبار القلب الخرسانى	25
3-8-2	إختبار الهبوط	27
4-8-2	الموجات فوق الصوتية	29
الباب الثالث الدراسات السابقة		
1-3	مقدمة	31
2-3	حالات تصدعات مختلفة	32
1-2-3	حالة تصدع مساكن الدويقة بالمقطم	32

2-2-3	حالة تصدع برج بيزا المائل	34
3-2-3	حالة تصدع مبنى بشنقاهاى	35
4-2-4	حالة تصدع مبنى كلية الدراسات التجارية والمصرفية	37
5-2-3	مبنى المعامل بمستشفى الرباط الوطني	42
6-2-3	مستشفى الزرة بمدينة ود مدنى	44
	الباب الرابع **دراسة الحالة**	
1-4	مقدمة	46
2-4	استمارة فحص المبنى	47
3-4	تعريف حالة الدراسة	48
1-3-4	مبنى مدينة قاردن سيتي	49
1-1-3-4	حساب الترخيم فى المبنى	50
2-1-3-4	حساب عزم التشقق	53
2-3-4	مبنى منطقة الجريف غرب	56
3-3-4	مبنى الانتاج الحيوانى بشمبات	57
	الباب الخامس **نتائج الدراسة والتعليق عليها**	
1-5	نتائج مبنى مدينة قاردن ستي	60
3-5	نتائج مبنى منطقة الجريف غرب	60
4-5	نتائج مبنى الإنتاج الحيوانى بشمبات	61

الباب السادس الخلاصة والتوصيات		
1-6	الخلاصة	63
2-6	التوصيات	64
	المراجع	
	الملاحق	

قائمة الجداول

رقم الجدول	عنوان الجدول	رقم الصفحة
(1-3)	حالات تصدعات مختلفة	32
(1-4)	دراسة لمبانى داخل ولاية الخرطوم	47
(2-4)	حساب الترخيم فى المبنى	49
(3-4)	حساب الترخيم فى المبنى	49
(4-4)	نتائج اختبار المطرقة	49
(4-5)	حساب عزم التشقق	53

قائمة الاشكال

رقم الشكل	عنوان الشكل	رقم الصفحة
(1-2)	الإجهادات والانفعالات لعنصر من الخرسانة المسلحه ذو قعاع مستطيل معرض لعزوم انحناء	6
(2-2)	هيكل خرسانى مسلح	7
الشروخ فى الكمرات		
(3-2)	شروخ ناتجة عن صدأ حديد التسليح الرئسى	13
(4-2)	شروخ ناتجة عن زيادة التحميل	14
(5-2)	شروخ ناتجة عن زيادة إجهادات القص	14
(6-2)	شروخ ناتجة عن صدأ حديد الكانات	14
(7-2)	حدوث شروخ فى الكمرة نتيجة نقص حديد التسليح	14
(8-2)	شروخ نتيجة زيادة إجهادات القص	14
(9-2)	شروخ ناتجة عن صدأ فى حديد التسليح	15
(10-2)	شروخ وسقوط الغطاء الخرساني	15
(11-2)	شروخ ناتجة عن وجود بعض القلويات في الركام	15
(12-2)	شروخ ناتجة عن وجود كبريتات في الركام	15
(13-2)	شروخ نتيجة انكماش الخرسانة	16
(14-2)	شروخ نتيجة صدأ حديد التسليح	16
(15-2)	ميل فى المبنى الايمن نتيجة هبوط الاساسات	16
(16-2)	شروخ قطرية فى الحوائط وراسية بجوار الأعمدة نتيجة فروق هبوط الأساسات	17

(17-2)	أسس التباعد بين الشروخ	19
(18-2)	مخطط الإجهاد للمقطع	22
(19-2)	جهاذ المطرقة	24
(20-2)	طريقة اخذ العينة	25
(21-2)	العينة المستخرجة	26
(22-2)	غالب إختبار الهبوط	28
(1-3)	حادث انهيار مساكن الدويقة بالمقطم	33
(2-3)	برج بيزا المائل	34
(3-3)	اسباب انهيار المبنى	35
(4-3)	وصف حالة المبنى	36
(5-3)	اساسات المبنى	36
(6-3)	انهيار المبنى فى مدينة شنغاهاي	37
(7-3)	منظور لمبنى كلية الدراسات التجارية والمصرفيه	38
(8-3)	ظهور التصدعات فى بلاطة السقف	38
(9-3)	ظهور التصدعات فى الحائط الجانبى	39
(10-3)	الاشكال المختلفة للقواعد	40
(11-3)	صدأ حديد التسليح	41
(12-3)	التربة المنتفخه	41
(13-3)	مبنى المعامل بمستشفى الرباط الوطني	42

(14-3)	مستشفى الذرة بمدينة ود مدنى	44
(15-3)	شكل الهبوط	44
(1-4)	مبنى قاردن ستي	49
(2-4)	زيادة مقطع الأعمدة والبدء فى عمل العارضات	54
(3-4)	هبوط شبكة التسليح العلوى للبلاطة	55
(4-4)	تشققات فى البلاطة من اعلى قرب الأعمدة	55
(5-4)	تشققات طولية فى أسفل البلاطة	55
(6-4)	منزل الجريف غرب	56
(7-4)	تشققات قطرية فى الحوائط	56
(8-4)	كسر فى العارضة الارضية	57
(9-4)	تشققات فى العمود (1)	57
(10-4)	مبنى الإنتاج الحيوانى	57
(11-4)	فواصل خشبية جديدة للمكاتب	58

قائمة الرموز

الرمز	تعريف الرمز	رقم

		الصفحة
$K1$	ثابت	18
C	الغطاء الخرساني	18
$K2$	ثابت يعتمد على قوة تماسك الصلب مع الخرسانة.	18
Ø	قطر السيخ	18
μ	نسبة الصلب فى القطاع	18
fct	تمثل إجهاد الشد للخرسانة عند العمر الذى حدث عنده الشرخ	19
fy	إجهاد الخضوع المتميز للصلب.	19
w	هى عرض الشرخ عند السطح	20
ξ	الانفعال	20
W	العرض الأقص للشرخ بالبوصة	20
B	المسافة بين محور التعادل وسطح الشد / المسافة بين محور التعادل ومركز صلب التسليح (تؤخذ 1.2 للكمرات)	20
fs	اجهاد الصلب (كبلو باوند/ بوصة مربعة)	20
Dc	المسافة من سطح الشد لمركز اقرب سيخ تسليح	20
A	متوسط المساحة المحيطة بالسيخ ، أو هى مساحة الخرسانة المتماثلةمع الأسياخ مقسومة على عدد الأسياخ (**بوصه مربعة**).	20
fr	معامل الكسر	22
e	البعد بين مركز مساحة المستطيل ومحور التعادل	22
yt	بعد الالياف العليا للخرسانة من محور التعادل	22

yb	بعد الالياف السفلى للخرسانة من محور التعادل	22
ys	بعد حديد التسليح عن محور التعادل	22
fct	إجهاد الانضغاط للخرسانة	22
fcb	إجهاد الشد للخرسانة	23
Mcr	عزم التشقق	23
Mapp	العزم المسلط	23
Mur	عزم المقاومة	52
Ig	عزم القصور الذاتي للمقطع بدون حديد التسليح	53

الباب الأول
المقدمة

الباب الاول

المقدمة

1-1 تمهيد :

منذ أن عرف الانسان مادة الخرسانة واستطاع أن يربط بينها وبين حديد التسليح في أشكال تصميمهما وتنفيذهما المختلفة توسعت المباني والمنشآت في أنماط أشكالها وارتفاعاتها وسعتها بشكل لم يشهده عصر من العصور السابقة كما تطورت وتعقدت نظريات التصميم وشروط التنفيذ ومواصفات البناء وكثرت التصدعات وإزدادت الإنهيارات .

ومنذ أن ظهرت الخرسانة عرفت على أنها لاتتحمل إلا القليل من العزوم أو القص أو الفتل وأنها ما إن تتعرض إلى حالة من هذه الحالات في أدنى صورها إلا وتظهر عليها التشققات والتصدعات ، فقد ولدت الخرسانة وولدت معها تصدعاتها وتشققاتها الذاتية التي تحدث من جراء تعرضها لأي جو حار أو بيئة غير مناسبة أو وضع غير سليم ، ولهذا فقد انطلقت بعض مواصفات وشروط التصميم على إعتبار أن مقطع الخرسانة في منطقة الشد متصدع فلا غرابة إذاً أن تتصدع الخرسانة إذا تعرضت للأجواء القاسية منذ أول يوم لصبها وإذا كانت البيئة التي حولها تعمل على الفتك بها وإذا حُمّلت مالا تستطيع أن تتحمله أو لم تلق الرعاية والصيانة التي تحافظ عليها من أي مشكلة أو خطر قد تتعرض له .

ولكن تصدع المباني الخرسانية بوجه عام لايرتبط بنظام الانشاء المستخدم بقدر مايرتبط بمستوي التصميم وتفاصيله ، ومستوي التنفيذ والرقابة علي الجودة وبالظروف البيئية المحيطة. (شريف واخرون ، 1993)

ويمكن تعريف التصدع بانه التدهور الذي يحصل في وضع البناء من تشقق أوتكسر أو تاكل أوانخفاض فى المتانة أو اى مظاهر ضعف اخرى تهدد سلامتة النشائية أوتهدد صلاحيته للاستثمار.

والتدعيم هو مجموعة الإجراءات التى تنفذ فى البناء لمعالجة التصدع وجعل البناء صالح للإستثمار بأمان فالمباني التي تنهار هي المباني التي بها خلل إنشائي او التى طرأت عليها ظروف أثرت علي مكونات المبني ومواد انشاءه نتيجة لقدم المبني او تعرضه لكارثة مما جعله قابل للإنهيار في اي لحظة ومن غير المجدي ترميمها وبالتالي تكون هذه المباني غير آمنة من الناحية الإنشائية وعرضة للإنهيار.

يسهل كثيرا إيجاد مقاول أو مهندس ينفذ المنشأ من البداية ولكن من الصعب ايجاد مهندس أو مقاول يعمل الصيانة فلذلك يجب دراسة الشروخ والتصدعات فى المنشآت الخرسانية نظرا لما تسببه من خسائر فى الافراد والممتلكات اذا لم يقوم المهندس بدراسة هذه الشروخ وتحديد أسبابها

وانواعها وكيفية علاج هذه الشروخ لتفادى الآثار السلبية التى تنتج من الإهمال فى المنشآت او حدوث الكوارث الطبيعية مثل الزلازل. (www.CNNArabic.com، 2005)

2-1 مشكلة البحث :

تنفيذ المباني شأنه شأن أي عمل تشوبه بعض العيوب والنواقص ، فبعد الانتهاء من تنفيذ المنشاءات الخرسانية قد تظهر بعض العيوب الانشائية في المبنى وذلك نتيجه قصور في التصميم او التنفيذ او الاشراف ونظرا للإنتشار الكبير لهذة العيوب تم إختيار موضوع الدراسة لمعرفة أسباب التصدعات والصول الى حلول لتلافى هذه المشكلة.

3-1 أهمية البحث :

من الصعب إيجاد منشأة خالية من العيوب . وذلك لغياب الوعى الإنشائى والضمير الإنسانى عند مراحل الإنشاء المختلفة من تصميم وتنفيذ وإشراف وصيانة وخلافه لذلك كان من الضرورى عمل هذه الدراسة بالتحليل لأنواع العيوب وأسبابها. وتغير المعتقد الشائع بان الظواهر الطبيعية هى سبب الإنهيارات.

حيث تكمن أهمية البحث فى الحصول على أعلى مستوى من العمارة خالية من المشاكل. ونسبه لقلة الدراسات التى تتمحص فى هذا الموضوع تم إختيار موضوع البحث لتناول مشاكل المبانى وأسبابها.تختلف الاسباب التى تؤدي لحدوث تلف وإنهيار للمباني من أسباب فنية وتصميمة وانشائية وتنفيذية وأخرى تعود لعوامل بيئية، وهنا ستتم دراسة مشكلة إنهيار المباني.

4-1 فروض البحث :

1- إلمام المهندسين بأسباب التصدعات في المباني
2- التصميم يتم وفقا للمتطلبات والمواصفات القياسية
3- التنفيذ يتم وفقا للعقد والمواصفات الفنية للمشروع
4- التفتيش وقرار الصيانة يتم بصوره دورية

5-1 أهداف البحث :

1- التعرف على العيوب التي تحدث في المنشآت الخرسانية وأسبابها من الناحية العلمية.
2- إجراء دراسات حقلية فعلية فى منشآت خرسانية تعانى مشاكل إنشائية.
3- تصميم استمارة لفحص المبنى.

6-1 منهجية البحث :

1- الإطار النظري يشمل (الكتب والمراجع من المكتبة التقليدية والالكترونية).
2- الدراسات السابقة
3- عمل دراسة حقلية فى منشآت خرسانية تعانى مشاكل إنشائية.
4 – عمل استمارة لدراسة وتحليل وتحديد أسباب التصدعات بالمبانى.

7-1 حدود البحث :

تنحصر حدود الدراسة داخل ولاية الخرطوم وذلك لكثر ظواهر التصدعات .

8-1 هيكلة البحث :

تشمل الدراسة ستة ابواب ، يحتوي الباب الاول على المقدمة والباب الثاني يحتوي على الإطارالنظري ويضم الباب الثالث الدراسات السابقة والباب الرابع دراسة الحالة والباب الخامس نتائج الدراسة والتعليق عليها والباب السادس الخلاصة والتوصيات.

الباب الثانى
الإطار النظري

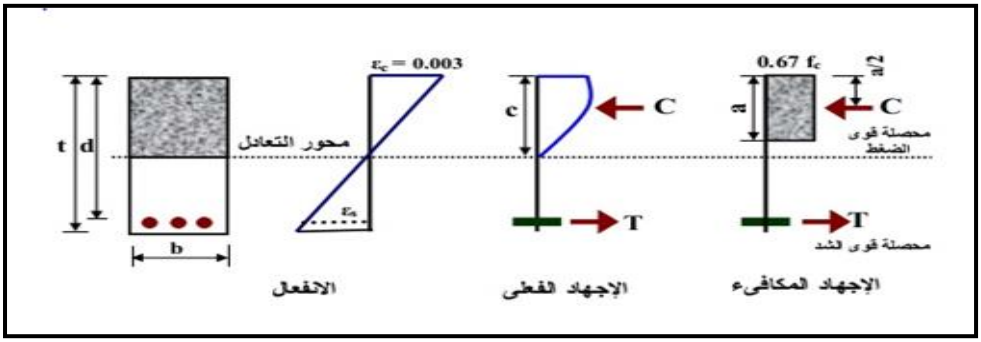
الباب الثانى

الإطار النظرى

1-2 الخرسانة المسلحة:-

الخرسانة العادية مقاومتها ضعيفة للشد ، ولهذا فعند استعمالها فى التطبيقات الإنشائية فإنه يتم استعمال إما أسياخ صلب التسليح معها لمقاومة قوى الشد وهى ما تعرف بالخرسانة المسلحة ، أو وضع قوى ضغط مسبقة على الخرسانة عن طريق كابلات صلب لمعادلة قوى الشد كما فى حالة الخرسانة سابقة الجهد ، كما أنه يمكن استعمال الخرسانة بالاشتراك مع مواد اخرى فيما يعرف بالمادة المركبة composite material ، كمافى حالة استخدام القطاعات المركبة من قطاعات الصلب والخرسانة أو إضافة أنواع من الألياف لتحسين مقاومة الشد للخرسانة وبعض الخواص الميكانيكية الأخرى .

فالخرسانة المسلحة هى خرسانة عادية ويشترك معها حديد تسليح لمقاومة إجهادات الشد وهذا النوع من الخرسانة هو الاكثر شيوعا واستخداما فى العالم العربى وذلك لسهولة تنفيذه ورخص تصنيعه .ويمكن أن يصب فى الموقع مباشرة أو يصب فى المصنع لعمل وحدات خرسانية جاهزة . ويجب أن تحقيق الاتزان equilibrium والتوافق compatibility بين الإجهادات والإنفعالات فى كل من الخرسانة والحديد . ومعظم كودات التصميم تهمل تماما مقاومة الخرسانة للشد وبالتالى فإن الحديد يتحمل كل قوى الشد المؤثرة ، أما الخرسانة فتتحمل قوى الضغط . الشكل (2-1) يوضح توزيع الإجهادات والأنفعالات على قطاع مستطيل من الخرسانة المسلحة. (محمود،2002)



شكل (2-1) الإجهادات والانفعالات لعنصر من الخرسانة المسلحة ذو قطاع مستطيل معرض لعزوم انحناء

والخرسانة الجيدة تحتاج إلى صيانة قليلة كما أنها مقاوم جيد للحريق ، ولكن لها بعض الخواص غير مستحبة مثل مايعرف بالزحف مصحوبا بإنكماش الجفاف ، إلا أنه إذا أخذ فى العتبار فى مرحلة التصميم تأثير كل من الظروف البيئية المحيطة والزحف والانكماش وغيرها من

التغيرات بعيدة المدى للمنشأ الخرسانى وعناصره المختلفة ، فإن ذلك سيؤدى إلى تفادى كثير من الصعوبات والمشاكل نتيجة تلك الخواص .

2-1-1 استخدامات الخرسانة المسلحة:-

1- عمل الهيكل الخرسانى لجميع انواع المنشآت.

2- فى الكبارى والجسور والأنفاق.

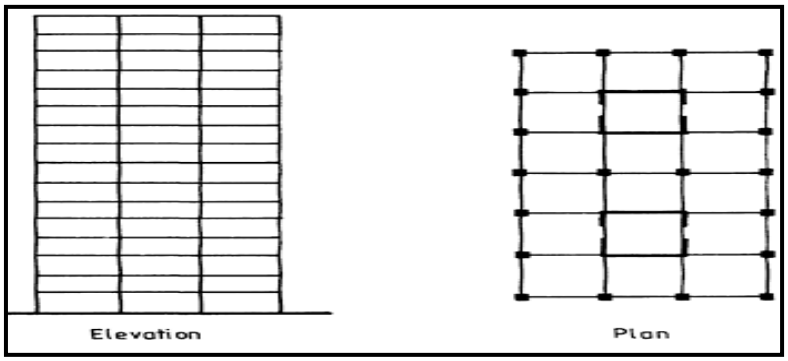
3- فى المنشآت البحرية.

4- فى خزانات المياه.

2-2 الهياكل الخرسانية المسلحة :-

المباني الهيكلية الخرسانية شائعة جدا - أو ربما هى أكثر الأنواع شيوعا فى المبانى الحديثة . وكما يوحي اسمها ، هذا النوع من المبانى يتكون من إطار أو هيكل من الخرسانة المسلحة كما موضح بالشكل (2-2). وتسمى الأعضاء الأفقية فى هذا الهيكل " الكمرات " ، و تسمى الأعضاء الرأسية " الأعمدة " . شاغلوا المبنى يمشون على مسطحات افقية من الخرسانة تسمى " البلاطات " يعتبر العمود من اهم العناصر ، لأنه العنصر الذي يحمل الحمل الأساسي للبناء . إذا حدث أن تضررت كمرة في مبنى ، سوف تؤثر عادة على طابق واحد فقط ، ولكن اذا لحقت الأضرار العمود قد ينهار المبنى بأكمله ،يرتكزالهيكل الخرسانى على الاساس الذي ينقل القوى - من المبنى ومن على المبنى - الى الأرض. بعض مكونات الهيكل الانشائي الخرساني الهامة الأخرى هي:

حوائط القص أحد العناصر الهيكلية الهامة في المباني الشاهقة . جدران القص أساساً أعمدة كبيرة جدا - ومن الممكن أن تصل مقاساتها الى سمك 400 مم و 3 متر طولا بسهولة - مما يجعلها تبدو مثل الحوائط بدلاً من الأعمدة . وظيفتها في المبنى المساعدة في احتواء القوى الأفقية المؤثرة على المباني مثل أحمال الرياح والزلازل . هذه الحوائط عادة ليست مطلوبة في الهياكل منخفضة الارتفاع . (www.alhandasa.net)



شكل (2-2)هيكل خرسانى مسلح

3-2 أنواع الأحمال المؤثرة على المنشآت :-

الهيكل الخرسانى يجب أن يقاوم الأحمال المختلفة التي تقع على البناء خلال حياته و تشمل هذه الأحمال:-

الأحمال الميتة : القوة الواقعة على المبنى الآتية من وزن المبنى نفسه ، بما في ذلك العناصر الهيكلية والحوائط و الواجهات ، وما شابه ذلك .

الأحمال الحية: القوة الواقعة على المبنى الآتية من الوزن المتوقع من الشاغلين و ممتلكاتهم ، بما في ذلك الأثاث والكتب الخ . عادة يتم تحديد هذه الأحمال في أكواد البناء و يجب على المهندسين الإنشائيين تصميم المباني لتحمل هذه الأحمال أو أكبر منها . وتختلف هذه الأحمال مع اختلاف استخدام الفراغ، ما إذا كان سكنية أومكتبية أو صناعية على سبيل المثال لا الحصر. ومن الشائع أن الأكواد تتطلب أن يكون الحد الأدنى للاحمال الحية للسكني حوالي 200 كجم / م2، و المكاتب لتكون 250 كجم / م2، و الصناعية لتكون 1000 كيلوجرام / م2، وهو نفسه 1 طن / م2 . هذه الأحمال الحية، تسمى أحيانا الأحمال الافتراضية imposed loads .

الأحمال الديناميكية : هذه عادة ما تحدث في الكباري (الجسور) والبنية التحتية المماثلة، و هي الأحمال التي أنشأتها حركة المرور، بما في ذلك الكبح (الفرملة) وتسريع الأحمال.

أحمال الرياح : وهذا عامل مهم جدا في التصميم ، وخاصة المباني الشاهقة، أو المباني كبيرة المساحة . ولا تصمم المباني لمقاومة ظروف الرياح اليومية ، ولكن لمقاومة الظروف القاسية التي قد تحدث مرة واحدة كل 100 سنة أو نحو ذلك . وتسمى هذه "سرعة الرياح التصميمية" ، و هى المحددة في قوانين البناء . عادة ما تكون هناك حاجة لأن يقاوم المبنى قوة الرياح بمقدار 150 كجم / م2 ، و التي يمكن أن تصبح قوة كبيرة جدا عند ضربها في مساحة سطح المبنى.

أحمال الزلازل : اثناء وقوع زلزال، تهز الأرض المبنى بقوة أفقيا ورأسيا . يمكن أن يسبب هذا انهيار المبنى. وكلما زاد ثقل المبنى، كلما ازدادت قوة الزلزلة. من المهم أن نلاحظ أن كلا من الرياح والزلازل تفرض قوى أفقية على المبنى، على عكس قوى الجاذبية التي يقاومها عادة ، وهي

4-2 التصدعات فى المنشآت الخرسانية المسلحة

التصدع هو التدهور الذي يحصل في وضع البناء من تشقق أوتكسر أو تاكل أوانخفاض فى المتانة أواى مظاهر ضعف اخرى تهدد سلامته الانشائية أوتهدد صلاحيته للإستثمار .

يمكن تلخيص ظواهرالتصدع في البناء بالنقاط الآتية:

1- التشققات: وهي ناتجة عن قوى شادة مطبقة على العنصر الإنشائي تفوق قدرته على المقاومة.

2- التشظي أو الانفلاع: وهو تكسر يحصل في جزء من العنصر الإنشائي نتيجة تعرضه لقوى ضاغطة تفوق قدرته على المقاومة.

3- التحلل الكيميائي أو التآكل: وهو تفتت يحصل في مادة العنصر الإنشائي نتيجة تفاعلها مع مواد كيمياوية موجودة في الوسط المحيط بها.
4- ترخيم كبير في العناصر الأفقية يجعل استعمالها غير ممكن، وينتج ذلك عن نقص في قساوة هذه العناصر.

5- ميلان (انزياح أفقي) كبير في البناء يمنع استثماره بالشكل الأمثل، وينتج هذا الميلان عن انضغاط التربة تحت جهة من البناء أكثر من الجهة الأخرى بسبب عدم تجانس تربة التأسيس تحت البناء، أو بسبب عدم إنتظام الإجهادات المطبقة على تربة التأسيس.

6- إهتزازات كبيرة أثناء الاستعمال، وهذه الاهتزازات تجعل الإستعمال غير مريح من الناحية النفسية على الأقل، كما يمكن أن يكون مزعجاً أو عائقاً للاستثمار.
ومن الجدير بالذكر أن البناء يستطيع تحمل ظواهر التصدع هذه لدرجة معينة، أي إنه ليس بالضرورة أن تكون ظواهر التصدع هذه خطيرة وتهدد سلامة البناء، إلا أنها مؤشرات خطر تستوجب دراسة البناء للتحقق من سلامته الإنشائية، وتشير إلى ضرورة مراقبة تطور التصدعات، لتقوية البناء قبل وصوله لمرحلة خطرة.

2 -5 أسباب التصدع فى المنشآت الخرسانية المسلحة

هناك أسباب متعددة تؤدى إلى شروخ وأحياناً تصدعات بالمنشآت الخرسانية ، وقد يؤدى الأمر إلى انهيار المنشأ ويمكن تقسيم هذه الأسباب إلى :-

1- عوامل خارجية .
2- عوامل طبيعية.
3- عوامل تتعلق بقصور فى الدراسات.
4- عوامل لم تؤخذ فى الإعتبار.

أولا:- العوامل الخارجية:

1- وجود أشجار ضخمة أوَ نباتات كبيرة إلى البناياتِ قدْ يسبب إنكماش التربة وهذا التأثير موسميّ عادة، ومؤثرجداً في التربة الطينيةِ .
2- مبنى عالى بجوار مبنى منخفض الإرتفاع يحدث تداخل فى الإجهادات مما يؤدى إلى حدوث هبوط .
3- جفاف مجرى مائى بجوار المبنى.
4- ردم بيارة مياة الصرف بجوار المبنى.
5- إنشاء طريق سريع بجوار المبنى يؤدى إلى اهتزاز المبنى.
6- إنشاء مبنى باستخدام خوازيق الدق مما يؤثر على المبانى المجاورة.

ثانياً:- العوامل الطبيعية:

1- الرياح :- تؤدى إلى تآكل الأسطح نتيجة الرمال المحملة بها والغازات الضارة .

2- الثلوج:- يؤدى إلى حدوث إجهادات داخلية بالخرسانة مما يؤدى إلى حدوث شروخ شعرية .

3- الحرارة :- اختلاف معامل التمدد الحرارى بين المواد يؤدى إلى حدوث الشروخ.

4- الأملاح :- مهاجمة الأملاح والكبريتات للخرسانة يؤدى إلى تآكلها. .

5- بخار الماء :- يظهر تأثيره فى الأدوار العليا لكثرة تعرضها لبخار الماء.

ثالثاً:- عوامل تتعلق بقصور فى الدراسات :

أ - قصور فى دراسات التربة (شريف ،1994)

تعرف التربة بانها تجمع للترسبات المفككة التي تنتج عن تاثير عوامل التعرية علي الصخور . وتحصل الإنهيارات المفاجئة نتيجة عدم الدراسة الوافية للتربة وأن العيوب التي يمكن إرجاعها الى التربة قد تكون نتيجة قصور في الدراسات المناسبة اوالكافية لطبيعة الموقع أو الظروف المعرضة لها بناءاَ على طبيعة الأحمال المنقولة اليه من المنشأ ، او بناءاَ على خواص التربة و تحملها أو منسوب التأسيس ونتيجة جهل المصمم لما تحت الأرض، فهنالك وسائل كثيرة لمعرفة باطن الأرض وعلم كامل يسمى علم (الجيوتكنيك) مختص بدراسة تربة الموقع قبل التنفيذ وتحديد مقاومة التربة .

أمثلة لقصور فى دراسات التربة

1- قصور فى عمل الجسات . 2 - إنشاء مبنى بدون عمل جسات .

3 - سوء عمل الإختبارات . 4 - سوء الدراسات الجيولوجية .

وهذا القصور ينتج عنه كثير من الأخطاء منها ما يلى :

1- عدم إختيار النوع المناسب للأساس .
2- عدم إختيار منسوب التأسيس المناسب .
3- عدم التقدير الحقيقى لجهد التربة .
4- حدوث تحركات للتربة نتيجة أعمال الحفر وتنفيذ أساسات مبانى مجاورة .
5- حدوث هبوط منتظم أو غير منتظم للأساسات.
6- حدوث انزلاق للمبنى .
7- حدوث التواء للمبنى.

ب - قصور فى التصميم : (خليل ،2006)

من أسباب هذا القصور

1- عدم إسناد التصميمات الإنشائية إلى مهندسين متخصصين .
2- عدم دراسة البعد البيئى (من حيث المياه الجوفية – أملاح الجو) .
3- تعلية المبنى بدون إشراف هندسى .
4- نسبة الرطوبة خلال المواسم المختلفة .
5- تعديل فى الرسومات الإنشائية دون الرجوع إلى المهندس المصمم .
6- إتباع مواصفات للتصميم لاتناسب الظروف الطبيعية التى سوف يتواجد فيها المبنى.
7- خطأ فى حساب الأحمال المتوقع أن تؤثر على أجزاء المنشأ المختلفة.
8- عدم اختيار النظام الإنشائى المناسب.
9- خطأ فى حساب أبعاد القطاعات الخرسانية أو كميات حديد التسليح اللازمة للقعاعات.
10- إستخدام نمازج إنشائية لمنشآت سابقه غير مناسبة لظروف المنشأ المراد إنشاؤه.
11- عدم إختيار سمك الغطاء الخرسانى المناسب للظروف المحيطة بالمنشأ.

القصور فى التصميم يؤدى إلى أخطار :

1- حساب أحمال الأعمدة بطريقة خاطئة .
2- اخطاء فى التحليل النشائي.
3- عدم مراعاة أطوال وامتدادات أسياخ تسليح الكمرات والبلاطات الكابولية .
4- إنهاء حديد التسليح الرئيسى فى مناطق العزوم القصوى .
5- عدم اخذ كل حالات التحميل في الاعتبار.

ج- قصور فى التنفيذ :

1- قصورفى فهم اللوحات التصميمية .
2- إ ستخدام مواد غيرمطابقة للمواصفات.
3- عيوب فى التسليح .
4- فواصل الصب والتمدد .
5- عدم تنفيذ كانات الأعمدة والكمرات طبقاً للرسومات .
6- زيادة نسبة (م/س) .
7- إستخدام أسمنت غير مطابق للمواصفات .
8- عدم عمل كمرات لتوزيع حمل السقف على الحوائط عند بدء بناء المساكن بطريقة الحوائط الحاملة .
9- عدم كفاءة جهاز التنقيذ.
10- تقليل القطاعات الخرسانية عما هو وارد لغرض التوفير.
11- عدم عمل ميول بأرضية الحمام ودورات المياه .

12- عدم عمل ميول بسطح الدور العلوى.
13- إستخدام أسلوب سيئ للصرف بالمبنى.
14- إستخدام مياه المصارف و البرك فى الخلط.
15- عدم عزل اسقف الدور الاخير.
16- عدم العزل الكيماوى للمنشأ.
17- عدم استخدام الهزاز الآلى فى دمك الخرسانة .
18- رمي الخرسانة من إرتفاعات عالية .
19- عدم الاهتمام بالمواصفات والاعتماد على الخبرة الشخصية .

د- قصور فى الصيانة :

وأسباب قصور الصيانة :

1- عدم أخذ الصيانة فى الحسبان أثناء التصميم .
2- عدم إدراج الصيانة فى التكاليف المبدئية والأساسية للمبنى .

رابعاً:- العوامل التى لم تؤخذ فى الإعتبار:

1- الحرائق : حيث أن الخرسانة عادة ما تفقد قوتها تدريجياً بارتفاع درجة الحرارة المحيطة بها عن 300 درجة مئوية.
2- الزلازل : تقوم الزلازل بالتأثير على المبنى بقوة أفقية كبيرة واهتزازات عرضية مما يؤدى إلى إنهيار المبنى.
3- انتشار مصانع بجوار المبانى تؤدى إلى تآكل الخرسانة بفعل المواد الكيماوية.
4- تغييرإستخدام المنشأ دون الرجوع الى المصمم .
5- تعرض المنشأ إلى إرتفاع أو إنخفاض المياه الأرضية.
6- عمل أساسات مجاورة دون إتباع الإحتياطات الهندسية لسند جوانب الحفر.

6-2 كيفية تكوين الشروخ فى الخرسانة:(شريف واخرون،1993)

إن عملية الشروخ فى الخرسانة تختلف باختلاف العوامل المؤدية إلى التشرخ وهى عوامل إنشائية أو عوامل طبيعية أو كيميائية أو عوامل حرارية ، وتكون الشروخ نتيجة العوامل الأنشائية والطبيعية عملية معقدة ، ويرجع ذلك الى عدد من العوامل التى تعتمد على الوقت مثل معاير المرونة للخرسانة اللدنة والزحف وهناك فرضيتان اساسيتان لتكوين الشروخ فى هذة الحالة هما : زيادة الإجهاد عن مقاومة الشد او زيادة الإنفعال عن قدرة الخرسانة للانفعال للشد .

أما بالنسبة للشروخ نتيجة العوامل الكيميائية والحرارة ، فاسس تكونها تختلف بإختلاف العوامل المؤثرة . ويمكن أن نلخص اسس تكوين الشروخ كالاتى :

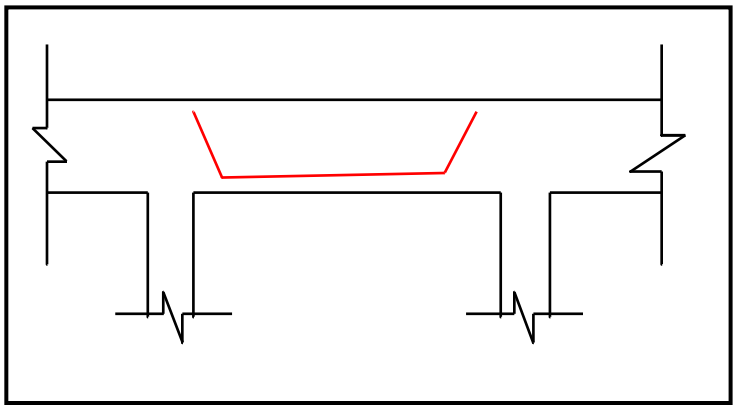
1- الشروخ التى تحدث فى الخرسانة اثناء تصلدها وجفافها لن تتكون إلا إذا كان هناك قيد على الحركة ، ولايشترط أن يكون هذا القيد خارجياً وإنما يمكن أن يكون قيدا داخلياً حسب سمك العضو ومساحة سطحه .
2- الزحف يساعد على تقليل احتمال التشريخ وخاصة فى الاعمار المبكرة للخرسانة (أقل من يوم) .
3- الشروخ الكيميائية تتكون اساساً عندما تزيد إجهادات الشد المتولدة عن تمدد المواد الناتجة من التفاعلات الكيميائية –باسبابها – المختلفة – عن مقاومة الخرسانة للشد.
4- الصقيع يؤدى إلى تصدع الخرسانة بسبب الضغط الهيدروليكى الناتج عن تجمد بعض الماء الموجود فى الفراغات مما يحدث ضغطاً على الماء الذى لم يتجمد ، ومجموع هذة الضغوط يولد شروخ .

أشكال وأنواع الشروخ فى العناصر الإنشائية المختلفة

2-6-1 الشروخ فى الكمرات

أسباب حدوث الشروخ في الكمرات:

1-صدأ حديد التسليح الرئيسي يسبب حدوث اجهادات على الخرسانة والذي ينتج عنه تكون طبقة من الصدأ على الحديد وزيادة حجم الخرسانة المسلحة يؤدي إلى حدوث شروخ كما موضح فى الشكل (2-3).



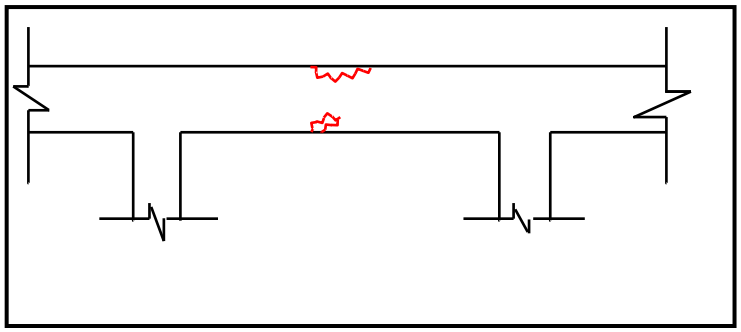
شكل (2-3) شروخ ناتجة عن صدأ الحديد الرئيسى

2-صدأ في حديد الكمرات يسبب حدوث شروخ في جانب الكمرة.

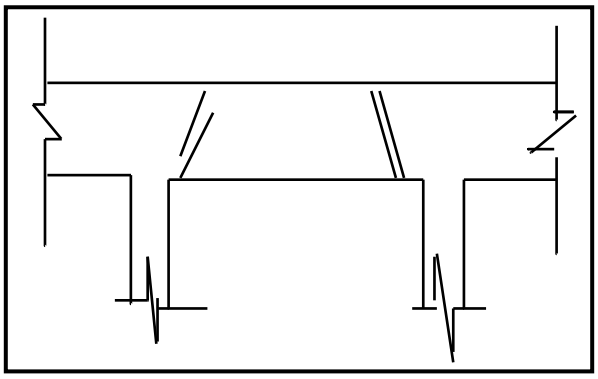
3- زيادة التحميل على الكمرة ونقص الحديد يؤدي إلى حدوث شروخ في الكمرة كما مبين فى الشكل (2-4).

4- نقص كمية حديد التسليح المقاوم للقص مما يؤدي إلى حدوث شد قطري على الخرسانة وحدوث الشروخ في أماكن الحديد كما مبين فى الشكل (2-5).

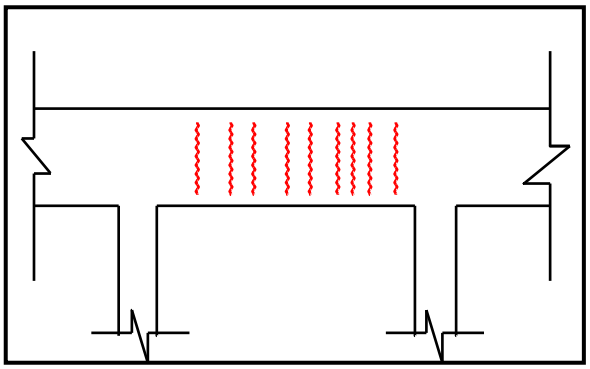
5-صدأ فى حديد الكانات يسبب حدوث شروخ كما فى الشكل (2-6).



شكل(2-4) شروخ ناتجة عن زيادة التحميل

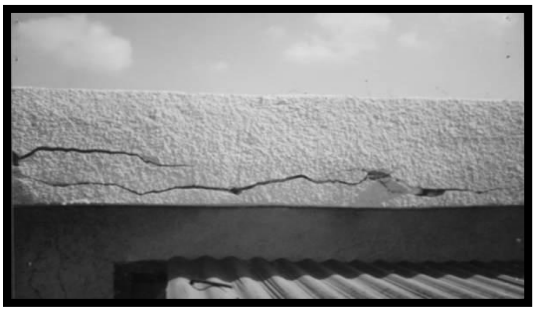


شكل (2-5) شروخ ناتجة عن زيادة اجهادات القص



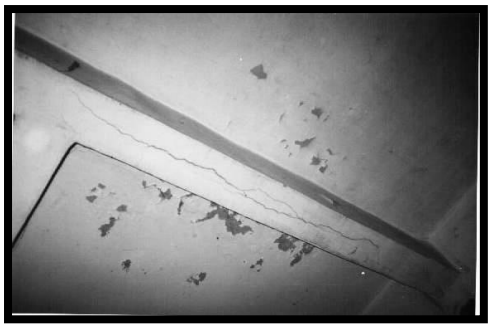
شكل (2-6) شروخ ناتجة عن صدأ حديد الكانات

وفيما يلى عرض بعض الصور لشروخ الكمرات



شكل (2-7) حدوث شروخ فى الكمرة نتيجة نقص حديد التسليح

شكل (2-8) شروخ نتيجة زيادة إجهادات القص



شكل (2-9) شروخ ناتجة عن صداء حديد التسليح

شكل (2-10) شروخ وسقوط الغطاء الخرساني ناتج عن صدأ حديد التسليح نتيجة العوامل الجوية والابخرة

2-6-2 الشـروخ في البلاطـات الخرسـانية :

أسباب حدوث الشروخ في البلاطات :

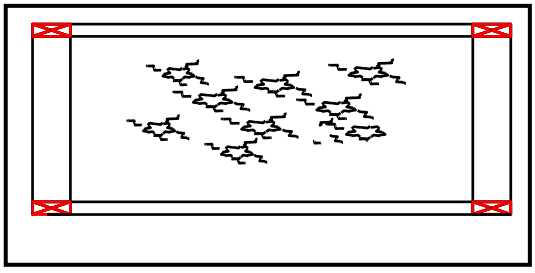
1- استخدام مواسير الرصاص لعمل الصرف الصحي للمبنى والتي تتفاعل مع الأسمنت وتكون أكسيد الرصاص الذي يؤدي إلى حدوث ثقوب في المواسير وتسرب الماء وحدوث صدأ في حديد التسليح وحدوث اجهادات داخليةعلى الخرسانة نتيجة زيادة حجم الخرسانة المسلحة وحدوث شروخ.

2- حدوث نقص في سمك البلاطة الخرسانية وخاصة في المنتصف وذلك أثناء التسوية.

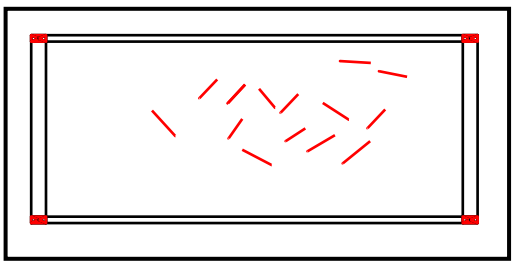
4-اتصال البلاعات بالسقف في الحمامات يؤدي إلى تسرب الماء تحت البلاطات.

5- التفاعل اليميائى بين مكونات الخرسانة –تفاعل الكام مع القلويات كما مبين فى الشكل (2-11) ووجود كبريتات فى الركام كما مبين فى الشكل (2-12)

فيما يلي بعض أشكال الشروخ فى البلاطات :

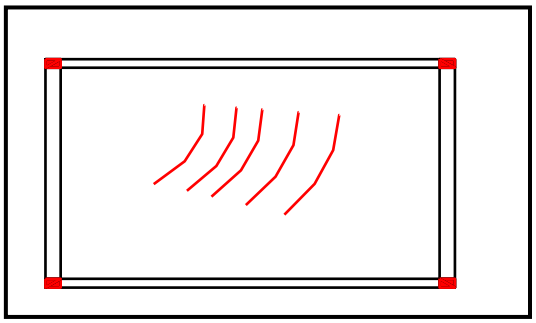


شكل (2-11) شروخ ناتجة عن وجود بعض القلويات في الركام

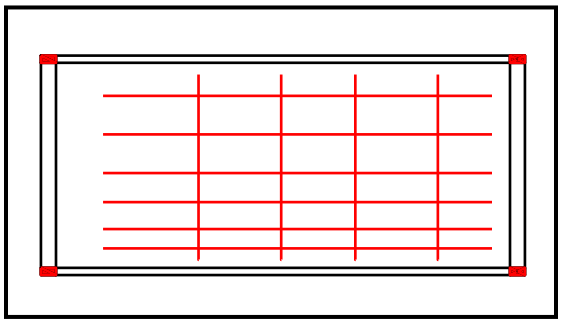


شكل (2-12) شروخ ناتجة عن وجود كبريتات فى الركام

6- وجود مواسير الصرف وحدوث عيوب بها يسبب تسرب الماء وحدوث صدأ حديد التسليح كما مبين فى الشكل (2-14).



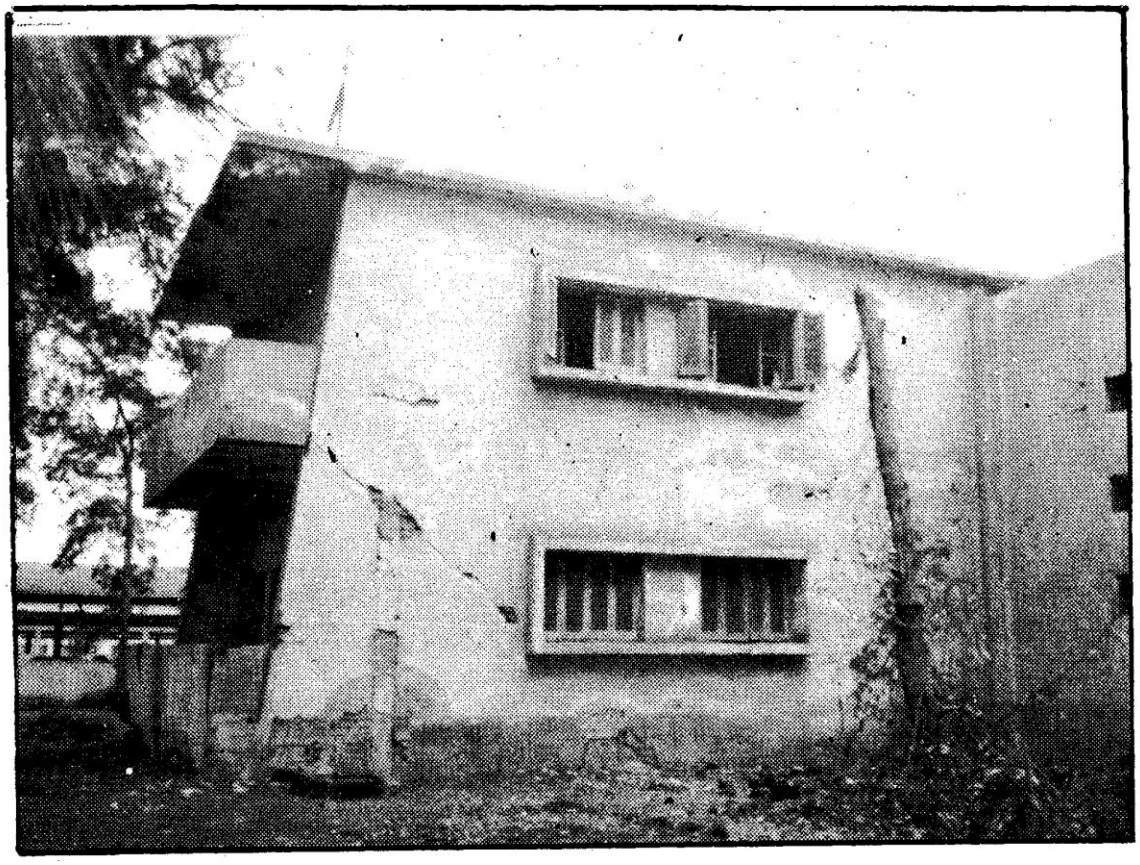
شكل (2-13) شروخ نتيجة انكماش الخرسانة



شكل (2-14) شروخ نتيجة صدأ حديد التسليح

7- قد يتسبب فرق الهبوط فى حدوث ميل فى المبنى بدون حدوث شروخ شكل (2-15) ولكنه غالبا يؤدى إلى شروخ قطرية وراسية فى المبنى ، وقد يؤدى إلى شروخ فى الاعمدة والكمرات كما فى الشكل (2-16)

شكل (2-15) ميل فى المبنى الايمن نتيجة هبوط الاساسات



شكل (2-16) شروخ قطرية فى الحوائط وراسية بجوار الأعمدة نتيجة فروق هبوط الأساسات

2-7 حساب الشروخ فى المنشآت الخرسانية المسلحة

2-7-1 المسافة بين الشروخ

أذا أخذنا حالة عضو خرسانى معرض لإجهادات شد منتظمة نتيجة قوة شد فقط ، فإن اول شرخ يمكن أن يبدأ فى أى نقطة على هذا العضو –عادة ماتكون اضعف نقطة –عند هذا الشرخ سيصبح الإجهاد مساويا للصفر ، ثم تبدا قيمة الإجهاد فى الزيادة كلما زادت المسافة من الشرخ حتى أنه بعد مسافة معينة ولتكن (S) مثلا سيصبح الأجهاد غير متأثر بالشرخ ، ولأن تكون الشرخ أدى إلى انخفاض قيم الإجهادات فى الخرسانة إلى ما دون مقاومتهما للشد فى المسافة +،- م من الشرخ فإن اى شرخ اخر يتكون لابد أن يكون على مسافة اكبر من (S) من الشرخ الأول ، وعلى هذا تكون اصغر مسافة بين الشروخ لاتقل عن (S) ، وهذه المسافة هى أقل مسافة لازمة لانتقال كل إجهادات الشد من صلب التسليح إلى الخرسانة عن طريق التماسك Bond بينهما بحيث تصل الإجهادات إلى حدها الأقصى – مقاومة الخرسانة للشد .

وإذا تكون شرخ ثانى على مسافة اكبر من (2S) من الشرخ الأول ، فستكون هناك مسافة بين الشرخين غير متاثرة بأى منهما –على (S) من كل شرخ – ويمكن أن يتكون شرخ ثالث بها – كما هو موضح فى الشكل – وبهذا التحليل يتضح أن أقصى مسافة بين الشروخ – بعد تكون كل الشروخ – لاتزيد عن (2S) . أذا أن المسافة بين الشروخ فى حالة تعرض العضو لإجهادات شد منتظمة تتراوح بين (S) إلى (2S) وبوجه عام يمكن اعتبارها (1.5S) رقم أن بعض الدراسات النظرية تقترح أن تؤخذ (1.33S) وعند الشروخ فإن قوى الشد يقاومها صلب التسليح بمفرده ، أما بعيدا عن الشروخ فتعمل قوى التماسك بين الصلب والخرسانة على نقل الإجهاد من الصلب إلى الخرسانة ، حتى إنه بعد مسافة (S) فإن الإجهاد فى الخرسانة يصبح مساويا لمقاومتها للشد ، ويمكن تكوين شرخ ثانى وهكذا .

وهناك عدة معادلات تحتوى العلاقة بين المسافة (S) ونوع وتوزيع صلب التسليح ، والدراسات توضح أنه فى الأعضاء المعرضة لإجهادات شد منتظمة أو إجهادات انحناء ، فإن المسافة (S) تكون دالة فى كل من :

الغطاء الخرسانى لصلب التسليح : فالمسافة بين الشروخ تزيد بزيادة الغطاء الخرسانى .
قطر السيخ : وهى تزيد كزالك كلما زاد القطر
نسبة الصلب فى القطاع : تقل المسافة بين الشروخ كلما زادت كمية صلب التسليح .
قوة التماسك بين الصلب والخرسانة : تقل الشروخ كلما زادت قوى التماسك ، ولذلك فيمكن كتابة المعادلة التى تربط المسافة (S) وهذه العوامل كمايلى :

$$s = k1c + k2\frac{\emptyset}{\mu} \quad \text{_____} \quad (1\text{-}2)$$

$K1$: ثابت.
C : الغطاء الخرسانى.
$K2$: ثابت يعتمد على قوة تماسك الصلب مع الخرسانة.
Ø : قطر السيخ.

μ : نسبة الصلب فى القطاع .

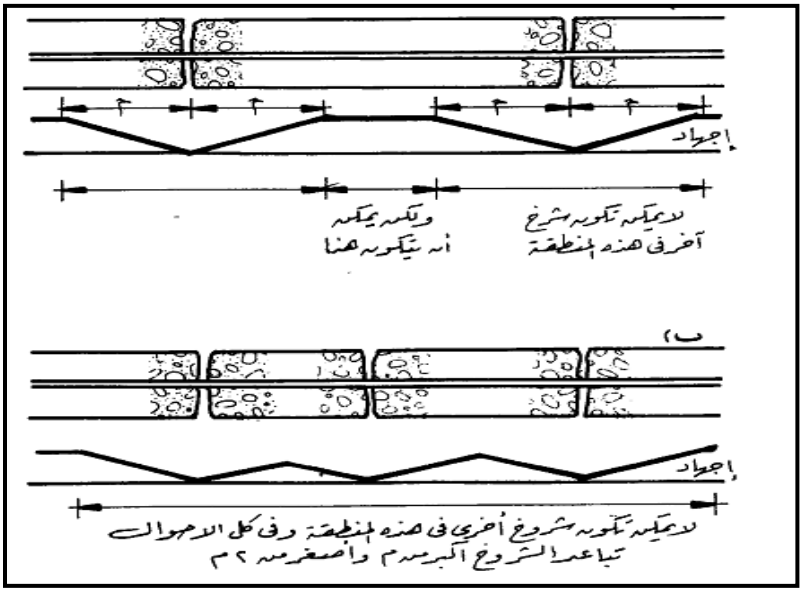
وفى كثير من الحوائط والبلاطات حيث نسبة التسليح قليلة – بالمقارنة بالكمرات كثيفة التسليح مثلا – فإن الجزء الأول من المعادلة (k1c) يصبح أقل كثيرا من الجزء الثانى يحيث تصبح المسافة S كما يلى :

$$s = k2\frac{\emptyset}{\mu} \quad \text{_____} \quad (2\text{-}2)$$

هذه العلاقة تعنى أن صلب التسليح أقوى من الخرسانة التى لم تصل إلى مقاومتها القصوى بعد وأن الصلب لن يصل للخضوع عند مكان الشرخ ، ولكى يتحقق هذا فإن كمية التسليح يجب ألاتقل عن النسبة الحرجة ، وهذه النسبة تساوى (Fct/ fy) .

حيث : fct تمثل إجهاد الشد للخرسانة عند العمر الذى حدث عنده الشرخ

fy إجهاد الخضوع المتميز للصلب.



شكل (2-17) أسس التباعد بين الشروخ

2-7-2 عرض الشرخ

إذا لم تقل نسبة صلب التسليح عن النسبة الحرجة فلن يحدث خضوع للصلب ، وفى هذه الحالة فإن عرض الشرخ فى الاعضاء المعرضه لإجهادات شد فقط (tension members) سيكون حسب المعادلة الاتية :

$$w = \xi * 2s \qquad (3\text{-}2)$$

حيث w : هى عرض الشرخ عند السطح .

ξ : الانفعال

أما الأعضاء المعرضة لانحناء فإن عدة عوامل تؤثر على عرض الشرخ ، حيث يزيد عرض الشرخ بزيادة إجهاد صلب التسليح وعمق الغطاء الخرسانى ومساحة الخرسانة التى تغلف كل السيخ ، ولكن تأثير إجهاد صلب التسليح هو العامل الاهم ، أما قطر السيخ فليس له تأثير كبير ،

كما أن عرض الشرخ عند السطح يزيد بزيادة فروق الانفعال بين صلب التسليح وبين سطح الكمرة المعرض للشد .

وقد استعرض تقرير لجنة المعهد الأمريكي للخرسانة رقم 224 لسنة 1972 الأبحاث التى أجريت فى كل من الولايات المتحدة وأوربا للوصول إلى معادلات لتحديد عروض الشرخ فى الكمرات والبلاطات ، وقد تباينت هذه المعادلات تباينا كبيرا ، ولكن التقرير اقترح معادلة مبسطة وتتوافق مع نتايج التجارب بالنسبة لعرض الشرخ فى الكمرات والبلاطات ذات الاتجاه الواحد (one way) كما يلى :

$$w = 0.076\ \mathrm{B\ fs}\sqrt[3]{\mathrm{dc}\ .\ \mathrm{A}}\ 10^{-3} \qquad (4\text{-}2)$$

حيث W : العرض الأقص للشرخ بالبوصة

B: المسافة بين محور التعادل وسطح الشد / المسافة بين محور التعادل

ومركز صلب التسليح (تؤخذ 1.2 للكمرات)

fs: اجهاد الصلب (كبلو باوند/ بوصة مربعة)

Dc: المسافة من سطح الشد لمركز اقرب سيخ تسليح

A: متوسط المساحة المحيطة بالسيخ ، أو هى مساحة الخرسانة المتماثلةمع الأسياخ مقسومة على عدد الأسياخ (بوصه مربعة).

وبناء على هذه المعادلة فقد أعطت المواصفات الأمريكية (ACI -318) قيما قصوى للجزء($F_S \sqrt[3]{d_c\ .\ A}$) على اساس أن B = 1.2 كالتالى :

175 للاعضاء الداخلية – اى العرض الاقصى لايزيد عن 0.4 مم .

145 للاعضاء الخارجية – أى أن العرض الأقصى لايزيد عن 0.33 مم

وقد اقترح تقرير الجنة الامريكية استعمال نفس المعادلة لحساب عرض الشر بالنسبة للاعضاء المعرضة لإجهادات شد فقط مع الأخذ فى العتبار ان عرض الشرخ فى هذه الحالة سيكون اكبر من عرض الشرخ للاعضاء المعرضة لانحناء لسببين :

1- عدم وجود تدرج فى الانفعال بين السيخ وبين سطح العضو – انفعال ثابت.
2- عدم وجود منطقة ضغط.

وعلى اساس بعض نتائج التجارب تم اقتراح زيادة المعامل إلى 0.1 للأعضاء المعرضة لإجهادات شد ، بدلا من 0.76 للأعضاء المعرضة لانحناء ، وبذلك يصبح عرض الشرخ W :

$$W = 0.1\,B\,fs\,\sqrt[3]{\mathrm{dc}\,.\,\mathrm{A}}\,10^{-3}2 \quad \text{(5-2)}$$

هذا ومن المتوقع أن يزداد عرض الشرخ مع الوقت فى حالة التحميل لمدة طويلة ،أو التحميل بأحمال متكررة ، حيث يمكن أن يتضاعف عرض الشرخ مع الوقت فى بعض الأحوال .

والتحكم فى عرض الشرخ بحيث لايزيد عن العرض المسموح به فى المواصفات ممكن عن طريق :

1- توزيع اسياخ التسليح توزيعا جيدا .
2- خفض إجهاد الصلب عن طريق استعمال كمية أكبر من الكمية الازمة لمقاومة الأحمال .
3- تقليل الغطاء الخرسانى لتقليل عرض الشرخ السطحى ، ولكن ذلك يتعارض مع متطلبات التحميل مع الزمن التى تضع حدا أدنى للغطاء الخرسانى حسب الجو المحيط بالخرسانة .

3-7-2عزم التشقق cracking moment :

عند تحليل المقاطع الخرسانة تحت تأثير الاحمال يجب معرفة هل ان المقطع قد وصل الى مرحلة التشقق ام لا ويتم ذلك بإيجاد العزم اللازم للتشقق ومقارنته مع العزم المسلط والشكل (2-18) يوضح مخطط الإجهاد للمقطع .

لايجاد عزم التشقق تطبق المعادلة مع مساواة الاجهاد الى معامل الكسر fr والذي يساوي حسب الكود (الكود الامريكي ،ACI 318-08)

$$fr = 0.75\sqrt{fc} \quad \text{(6-2)}$$

لإيجاد موقع محور التعادل (N.A) فإنها تساوي عزم المساحة الكلية حول الضلع الاعلى لعزم مساحة الخرسانة المستطيلة والمساحة المكافئة للحديد كما يلي :

$$(Ae.yt = Ag\frac{h}{2} + (n-1)Agd \quad \text{(7-2)}$$

من المعادلة اعلاه نجد ان yt المجهول الوحيد ثم نجد yb ،ys كما يلى :

$$yb = h - yt \quad \text{(8-2)}$$

$$ys = d - yt \quad \text{(9-2)}$$

أما عزم القصور الذاتي فيمكن إيجاده كما يلي :

$$I = \frac{bh^3}{12} + bhe^2 + (n-1)As\ ys^2 \quad \text{(10-2)}$$

$$I = \frac{byt^3}{3} + \frac{byb^3}{3} + (n-1)As\ ys^2 \quad \text{(11-2)}$$

حيث : e = البعد بين مركز مساحة المستطيل ومحور التعادل

yt = بعد الالياف العليا للخرسانة من محور التعادل

yb = بعد الالياف السفلى للخرسانة من محور التعادل

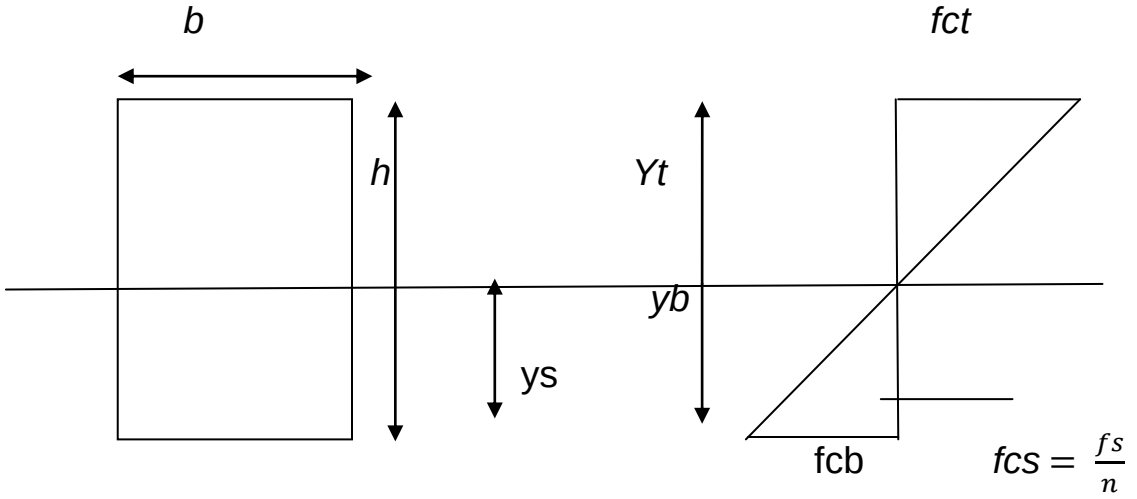
ys = بعد حديد التسليح عن محور التعادل

fct = إجهاد الانضغاط للخرسانة

fcb = إجهاد الشد للخرسانة

وبالتالي يكون عزم التشقق مساوياً إلى

$$Mcr = \frac{fr\ I}{yb} \quad \text{(12- 2)}$$



شكل (2-18) مخطط الإجهاد للمقطع

2-8 الإختبارات اللازمة لتحديد حالة التصدع:(محمود إمام ، 2002)

الإختبارات غير المتلفة للخرسانة وتهدف هذه الإختبارات إلى اختبار العضو الخرسانى دون حدوث اى تلف إو إنهيار به. ومن تطبيقاتها :

1- اختبار مقاومة الضغط للخرسانة المتصلدة.
2- إختبار صلادة السطح.
3- تحديد اماكن حديد التسليح.
4- كشف الشروخ الداخلية وتحديد اماكنها واتساعها.
5- تعين محتوى الرطوبة.
6- تعين الكثافة.
7- قياس معاير المرونة للخرسانة.

تعتبر الإختبارات غير المتلفة من أهم الإختبارات التى تساعد المهندس الإنشائي فى كتابة تقرير هندسى عن حالة البنى القائم.

أسباب اللجوء لهذه الإختبارات:

1- فى حالة عدم إجراء اختبارات مقاومة الضغط للخرسانة.
2- عند وجود مشكلة بالمنشأ مثل ظهور شروخ وتصدعات.
3- عدم التزام المقاول ببعض التعليمات مثل فك الشدادات المبكر والصب دون إشراف هندسى.
4- عدم قيام المقاول باعمال المعالجة للخرسانة.
5- عند الشك فى نوع الاسمنت المستخدم.

2-8-1 إختبار مطرقة شيمدت Hammer Test

حيث يعتمد عمل الجهاز علىالنظرية التى Rebound Number تستخدم لتعيين رقم الإرتداد تنص على أن قوة إرتداد كتلة مرنة يعتمد على قوة السطح الذى تصطدم به. ويستخدم رقم الإرتداد هذا فى الإسترشاد عن القيمة التقريبية لمقاومة الضغط للخرسانة.
مميزات مطرقة شيمدت :

1- جهاز صغير الحجم يمكن إستعماله فى المواقع وحمله فى اليد.
2- يعطى نتائج سريعة لمقاومة الضغط وسهل الإستعمال.
3- لايسبب تلف للخرسانة.
4- جهاز لايتطلب إحتياطات معقدة.
5- أرخصالأجهزةالمستخدمة لهذا الغرض.
6- يتحمل العمل الشاق فى جو التنفيذ مقارنة بالاجهزة الأخرى.
7- سهولة معايرته من وقت لآخر.

طريقة عمل الجهاز :

1- بالضغط الخفيف على زرار بالجهاز تخرج الرأس المتحرك *Plunger*.
2- يوضع الجهاز عموديا على المكان المراد إختباره ثم يضغط الجهاز فتنزلق الرأس إلىداخل الجهاز وقبل إختفائها ينفك الشاكوش ويحدث طرقة علالرأس (صدمة).
3- عند حدوث الصدمة يجب أن يكون الجهاز عموديا تماما على السطح المختبر ولا يلمس الزرار *Button* الموجود على الجهاز.
4- عند الاصتدام يرتد الشاكوش الطارق بمقدار يتناسب مع صلادة السطح المختبر محركا مؤشر يتحرك على مقياس لتعيين قيمة الإرتداد.
5- ينقل الجهاز إلى نقطة أخرى وتكرر العملية.
6- بعد إنتهاء العمل يعاد الجهاز إلى وضعه الأصلى بجعل الرأس داخل الجهاز.

طريقة الاختبار وإعداد النتائج :

1- تحدد مساحة على العضو الإنشائى فى حدود 30 × 30 سم.
2- يؤخذ عدد من القراءات حوالى 15 قراءة موزعة داخل المساحة.
3- لا تقل المسافة بين كل قرائتين عن 2.5 سم.
4- يعمل كروكى للجزء المرادإختباره وتحدد عليه مواقع النقط.
5- لكل نقطة على حدة يحسب متوسط رقم الإرتداد وتحزف القراءات الشاذة بحيث لا يزيد
1- الفرق بين أى رقم ارتداد و المتوسط عن 5 وحدات. ويعتبر رقم الإرتداد مقبول إذا كان ثلثى القراءات لا تنحرف عن المتوسط بمقدار ± 2.5 وحدة.
6- يتم تحويل رقم الإرتداد المتوسط الخاص بكلنقطة إلى مقاومة ضغط نيوتن/م2 أو كجم/سم2
7- توضع النتائج الخاصة بجميع النقط فى جدول وتحسب مقاومة الضغط المتوسطة للخرسانة بحيث لا يزيد معامل الإختلاف لمفردات مقاومة الضغط عن 15%.

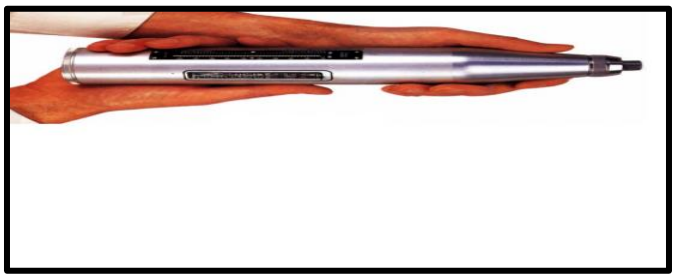
هنالك مجموعة من الاحتياطات يجب اخذها فى الاعتبار نذكر منها :

1- أن يكون الجهاز المستخدم معاير قبل الإستخدام.
2- يكون السطح المختبر نظيف خالى من التعشيش أو المسامية.
3- يكون السطح خالى من النتوءات وبعيدا عن اماكن أعمال الخرسانة.

معايرة الجهاز :

يتم معايرة الجهاز فى الحالات الآتية :

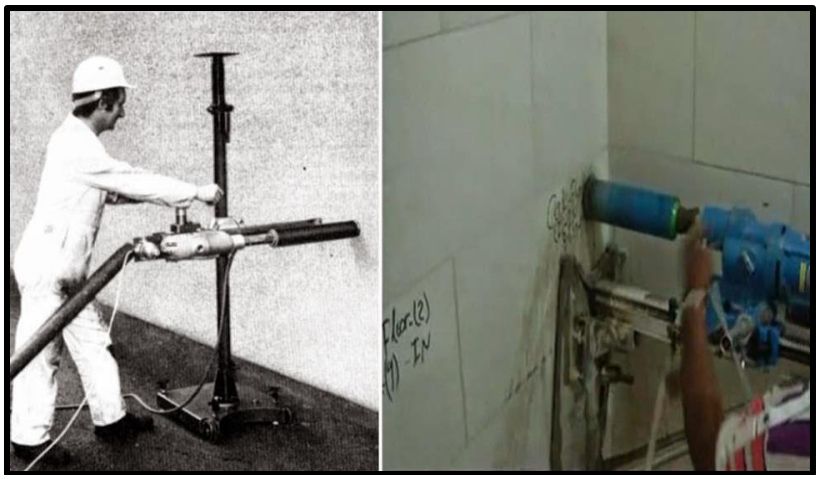
1- عند تغيير نوع الركام المستخدم (دولوميت - بازيلت - جرانيت - حجر جيرى) .
2- يتم معايرة الجهاز كل 2000 صدمة على الأكثر.
3- كل فترة زمنية وعند ترك الجهاز مدة دون إستعمال.
4- بعد عمل أى صيانة للجهاز.



شكل (2-19) جهاز المطرقة

2-8-2 إختبار القلب الخرسانى Core Test

يعتبر هذا الإختبار إختبار نصف متلف و يستخدم لتعيين مقاومة الضغط للخرسانة بصورة حقيقية وواقعية و يكون ذلك بواسطة اختبار عينة منتزعة (القلب الخرسانى) من بعض الأعضاءالإنشائية الأساسية (عادة الأعمدة-الكمرات) كما فى الشكل (2-20). الجهاز عبارة عن مثقاب به آلة ثقب اسطوانية من الماس و يعمل بالضغط الهيدروليكى.



شكل (2-20) طريقة أخذ العينة

حجم العينة *Size of Core* يعتبر قطر العينة 150مم هو القياسى إذا كانت الخرسانة من القوة بحيث لا تتأثر بالكسر أثناء انتزاع العينة من الخرسانة. وقطر 100مم هو الشائع الاستخدام. وطول العينة لا يقل عن 95% من قطرها.
استخراج العينة *Drilling* يجب أن تستخرج العينة عمودية على السطح الموجود فيه و يدون رقم العينة ومكانها و اتجاه أخذها مباشرة كما فى الشكل (2-21).
فحص العينة *Examination* تفحص العينات لتحديد الآتى:

1- وصف الركام بالعينة (الحجم و النوع وحالة السطح و الشكل)
2- حجم الفراغات و التعشيش و أماكن وجودها واتجاهها و تحديد أسبابها وهل نقص فى المونة أو نقص فى الدمك أو أنفصال حبيبى.
3- درجة دمك الخرسانية.
4- توزيع الحبيبات الخرسانية.
5- تركيز الركام بالنسبة للمونة.

قياس العينة *Measurement*

1- القطر المتوسط : يؤخذ القطر عبارة عن متوسط لعدد 6 قراءات كل قرائتين عند مستوى واحد ومتعامدتين. إحدى القراءتين فى المنتصف وواحدة عند 1/ 4 الارتفاع من الناحتين.
2- الطول: يقاس أكبر و أقل طول للعينه بعد استخراجها و يقاس الطول بعد وضع الغطاء *Cap*

على نهايتى العينه إلى أقرب 5مم.
3- التسليح : *Reinforcement* يقاس موضع أى حديد تسليح من منتصف السيخ حتى نهاية العينه حتى أقرب 2مم. وتحدد المسافات بين أسياخ حديد التسليح.
تجهيز سطح العينة (نهايتى القلب) *End Preparation*:
يتم تجهيز السطح حتى يكون مستويا تماما وأفقيا لاستخدامه فى ماكينة الاختبار ويتم ذلك أما بنشر النهايات أو عمل غطاء بأقل سمك ممكن. بسمك قليل لايزيد عن 10 مم كما يلاحظ أن لا ينكسر قبل إنهيار العينه عند إختبارها للضغط بإحدى المون الآتية:
1 – مونة الأسمنت الألومينى و الرمل القياسى بنسبة 3 إلى 1 تتكون هذه المونة من ثلاثة أجزاء من الأسمنت الألومينى أو الأسمنت فائق النعومة مع جزء واحد من الرمل الناعم الذى يمر من منخل 0.3 مم. تصب هذه المونة بوضع حلقة مستوية وأفقية حول العينة ثم تصب المونة ويسوى سطحها ويوضع فوقها قطعة مسطحة من الزجاج المستوى سمك 8 مم أو من الحديد بعد دهانها بالزيت وفى اليوم الثانى تكرر العملية للطرف الآخر من العينة.
2 – مونة الكبريت و الرمل بنسبة 1 إلى 1 مع نسبة من الكربون الأسود مقدارها 1 : 2% تتكون هذه المونة من جزئين متساويين بالوزن من الكبريت والرمل الناعم الذى يمر من منخل 0.3 مم و يحجز على منخل 0.15، ٠ مم وذلك مع نسبة من الكربون الأسود قدارها 1: 2% - يسخن الخليط لدرجة حرارة ١٣٠- ١٥٠ درجة مؤية ثم تترك لتبرد ببطء مع التقليب المستمر .يصب الخليط على مستوى أفقى من الحديد الأملس المدهون سطحه بزيت البرافين. توضع العينة فوق المونة رأسيا تماما بعد عدة ثوان يزال الجزء الزائد حول العينة من المونة ثم ترفع العينة وتكرر العملية بسرعة للطرف الآخر.

شكل (2-21) العينة المستخرجة

1. **اجراء الاختبار :**

1- يتم إجراء الاختبار مباشرة بعد استخراج العينات من الماء (أى بعد وضعها فى الماء لمدة لا تقل عن 48 ساعة) وهى مبللة .

2 - ينظف مكان العينة بالماكينة و أسطح العينة من أى أتربة أو عوالق.
3 - توضع العينة رأسيا تماما فى محور الماكينة.
4 - لا توضع أى قطع مساعدة أعلى العينة.
5 - يوضع الحمل على العينة بمعدل بطىء و يستمر حتى حدوث الكسر.
6 - يتم عمل وصف لحالة الانهيار.

الحساب *Calculations*:

$Fc=P/A$

حيث A هى المساحة المحسوبة من القطر المتوسط ، P هى حمل الكسر الناتج عبارة عن مقاومة الضغط للاسطوانة الفعلية قبل التصحيح.

يتم عمل تصحيح على أساس نسبة (الطول/القطر) وذلك من المنحنى.

يتم عمل التصحيح المناسب الذى يحول القلب الخرسانى إلى اسطوانة قياسية (*3015 x*).

لإيجاد القيمة المناظرة للمكعب يضرب الناتج فى *1,25* .

يجب أن يشتمل التقرير الخاص بنتائج القلب الخرسانى على الآتى:

1- تاريخ أخذ العينة.
2- عمر الخرسانة (إذا أمكن).
3- القطر المتوسط للعينة.
4- أكبر و أقل طول للعينة المستخرجة.
5- الطول بعد عمل الغطاء.
6- طريقة عمل الغطاء.
7- مقاومة الضغط المقاسة.
8- معامل التصحيح للعينات الاسطوانية.
9- مقاومة الضغط المقدرة للمكعب.
10- شكل الخرسانة و شكل الكسر الناتج.
11- وصف نوع الركام.
12- توزيع المواد بالخلطة الخرسانية.
13- درجة دمك الخرسانة.
14- صورة أو صور للعينات ترفق مع التقرير.
15- حجم و مقاس حديد التسليح و موضعه إن وجد.

حدود القبول

أولا : يتم عمل ثلاث عينات للخرسانة المراد اختبارها.

ثانيا:تعتبر العينة مقبولة إذا كانت مقاومة الضغط لا تقل عن 75% من المقاومة المطلوبة.

ثالثا: لا يزيد الفرق فى نتائج القلوب عن 30% من المتوسط.

3-8-2 إختبار الهبوط Slump Test

الغرض من الإختبار:

تحديد قوام الخلطة الخرسانية بتعيين مدى هبوطها بعد تشكيلها على هيئة مخروط ناقص اما فى الموقع اوالمعمل . للتأكد من نسب الخلطة الخرسانية حيث اى تغيير فيها يؤثر على قيمة الهبوط .

الادوات :

قالب الإختبار :عبارة عن مخروط ناقص ومصنوع من معدن متين بسمك ١,٥ مم على الأقل مفتوح من أعلى ومن أسفل ، قطر فتحته العليا ١٠ سم والسفلى ٢٠ سم وإرتفاعه ٣٠ سم كما بالشكل (2-22) بالاضافة الي قضيب الدمك :وهو سيخ من الصلب بقطر ١٥ مم وطول ٦٠ س

شكل (2-22) غالب إختبار الهبوط

طريقة إجراء الإختبار :

1- ينظف السطح الداخلى للقالب بحيث لاتوجد به اى مياه عالقة او اثار خرسانية .
2- يوضع القالب على سطح أفقى أملس غير مُنفذ للماء على أن يثبت جيداً.
3- يملأ القالب على ثلاث طبقات إرتفاع كل منها يساوى ثلث إرتفاع القالب تقريبا على أن تدمك كل طبقة بواسطة قضيب الدمك ٢٥ مرة موزعه تقريبا على السطح وبشرط أن ينفذ القضيب إلى الطبقة التى تحتها.
4- بعد الانتهاء من دمك الطبقة العليا للقالب يسوى سطحها مع حافة القالب .
5- يرفع القالب بعد ملئة مباشرة فى إتجاه رأسى وببطء وعناية .
6- يقاس مقدار الهبوط *Slump* بعد رفع القالب مباشرة وهو الفرق بين إرتفاع القالب وإرتفاع مركز عينة الخرسانة الطازجة.

7- تحدث ثلاثة أشكال مختلفة لحالة الهبوط فقد يكون هبوطاً حقيقياً *True Slump* أو هبوط قص *Shear Slump* أو إنهيار *Collapse*

4-8-2 الموجات فوق الصوتية Ultrasonic Method:

فى هذه الطريقة يتم احداث نبضات عبارة عن موجات فوق صوتية لتسرى خلال الجزء المختبر ويتم تعين زمن انتقالها حيث وجد أن سرعة النبضات خلال جسم صلب يعتمد على كثافة المادة المختبرة وخواص المرونة لها.

طريقة إجراء الإختبار Method of Test:

1- يتطلب إجراء هذا الإختبار كفاءة عالية.
2- إستخدام اجهزة لإنتاج نبضات مناسبة مع المادة.
3- يتم ضبط الجهاز مع جزء المعايرة المرفق مع الجهاز قبل بدء الإختبار على العينة.
4- يتم قياس المسافة التى تسيرها النبضات بدقة (اى طول السير).
5- يوضع المرسل والمستقبل على العينة وأن يكون الاتصال تام بين سطحى المرسل والمستقبل وسطح العينة يستخدم لهذا الغرض الشحم أو عجينة الجرسلين أو الصابون السائل.
6- عند وضع المرسل والمستقبل على العينة يستمر هذا الوضع حتى تثبت القراءة وإذا تأرجحت النتائج بين قاءتين يؤخذ المتوسط.
7- يكون الرقم معبر عن الوقت T لسريان النبضات خلال الجزء المختبر.
8- تكون سرعة النبضات (v) كالآتى:

$V=L / T$ Km/sec

L: طول المسارالمقاس

T: زمن انتقال الموجة

9- يستخدم منحنى المعايرة الخاص لإجاد مقاومة ضغط المكعب المكافئ .وقد وضع هذا المنحنى على اساس اختبار مجموعة كبيرة من العينات ذات المقاومة المختلفة وتم قياس سرعة النبضات فى كل حالة . دقة النتائج تتراوح بين 20% من القيمة الفعلية لمقاومة الضغط.

الباب الثالث
الدراسات السابقة

الباب الثالث

الدراسات السابقة

1-3 مقدمة :(سعيد،2002)

هنالك العديد من الأسباب التى تؤدى الى تصدع المبانى مثل عدم اخذ الاحتياطات الفنية وإتباع المعايير الهندسية عند التأسيس،التأسيس على تربه طفيلية دون عمل إحلال للتربة ودك جيد للتربة، وعدم الحيطة لوجود كيماويات في التربة قد تودي لتآكل وتفاعلات للخرسانة وحديد التسليح، يحدث هذا كلما قرب المبني من المصانع ومرامي النفايات. إهمال عمل الإختبارات فإختبارات إجهاد التربة عامل رئيس ومهم يتناساه الكثيرون لأسباب عديدة أهمها الرغبة في التوفير واستخراج التراخيص بطريقة صورية وإسناد الأمر إلي غير أهله. هناك أيضا مشكلة التأسيس علي أنقاض ومناطق ردم أو أماكن أثرية حيث إن هذا يعني وجود طبقات ردم يجب إزالتها للوصول للأرض المناسبة للتأسيس وبموجب التقارير الفنية الواردة من المختصين .

البناء في مناطق معرضة للانهيار دون اخذ ذلك بالإعتبار أثناء التصميم .هناك مناطق قد تكون معرضه للهزات الأرضية حيث من المفترض أن يتم الأخذ بالاعتبار للزلازل والهزات عند تصميم الأعمال الخرسانية والمباني حيث يتم حساب الجهد الذي يحدث نتيجة للزلازل طبقا للكود. عدم ملائمة التصميم الإنشائي والمعماري يحدث في حالة إهمال المالك أو المسؤول عن التنفيذ أو المصمم إتمام التصميم بشكل كلي أو جزئي.

عدم دقة التصميم الإنشائي والإهمال في الأخذ بالمعايير والكود وعمل حسابات خاطئة للأحمال بأنواعها المختلفة. عدم الإستناد لتقارير جيده ومن مصادر موثوق بها بالنسبة لأعمال التربة والأساسات. عدم التقيد بالمواصفات والمخططات أثناء التنفيذ أو التنفيذ بصوره مخالفه- فقدان الالتزام بالكود والإلمام بالمواصفات والمواد والمخططات التنفيذية كل هذا بالإضافة لعدمالعناية بضبط ورقابه الجودة أثناء التنفيذ مسببات قد تؤدي لمشاكل في المبنى أو انهياره مستقبلا. فعلى كل مهندس أن يتفهم كيفية الرقابة وضبط الجودة لكافة الخامات والمواد المستخدمة في مشروعه ومدى تأثيرها عليه. استخدام مواد سيئة لا تصلح ولا تتوافق مع المواصفات- معظم المهندسين يكتفون بالمعاينة الظاهرية للمواد دون عمل الإختبارات لهذه المواد وهنا يجب الاهتمام بصوره أكبر للمواد التي تدخل في الخرسانة مثل الماء والرمل والزلط وحديد التسليح والاسمنت والإضافات.- حديد التسليح يجب أن يستخدم وفقا لما ورد بالمخططات وإن لزم التعديل فيتوجب عمل الحسابات التصميمية الدقيقة له.

2-3 حالات تصدعات مختلفة وجدول (3-1) يبين الحالات المعنية:

جدول (3-1)

الرقم	العنوان	المقدم	الجهه	المكان
1	حالة تصدع مساكن الدويقة بالمقطم	رهام وسيم عبد الحميد	جامعة الزقازيق	منطقة الدويقة
2	حالة تصدع برج بيزا المائل	محمد عبد الرضاء	ملتقى نادى الهندسة العلمى	مدينة بيزا
3	حالة تصدع مبنى بشنقاهاى	م/اسماء	ملتقى نادى الهندسة العلمى	الصين
4	حالة تصدع مبني كلية الدراسات التجاريه والمصرفيه	إيناس ناصر	رسالة ماجستير	الخرطوم
5	مبنى المعامل بمستشفى الرباط الوطني	معهد بحوث البناء والطرق	جامعة الخرطوم	الخرطوم
6	مستشفى الذرة بمدينة ود مدنى		رسالة ماجستير	مدنى

3-2-1حالة تصدع مساكن الدويقة بالمقطم:

هذا الحدث حذرت منه رسالة ماجستير للباحثة «رهام وسيم عبد الحميد» عام 2004 بقسم الجغرافيا بكلية الآداب جامعة الزقازيق، وفي الرسالة المعنونة بـ«هضبة المقطم» دراسة في الجيومورفولوجيا التطبيقية» تم التحذير من إنهيار الصخور علي منطقة الدويقة بسبب هشاشة الصخور المحيطة بالمنطقة من أعلي وهشاشة التربة المقامة عليها المباني وذلك بسبب تسريبات

المياه وطرق الري غير السليمة والبناء الذي يتم بشكل عشوائي علي حواف هضبة المقطم دون مراعاة لاختلاف طبيعة التربة في المقطم عن غيرها في باقي منطقة الوادي والدلتا.

شكل(3-1) حادث انهيار مساكن الدويقة بالمقطم

(www.gate.ahram.org.eg)

كما تظهر فى مشكلة هضبة المقطم بشكل عام أنها تتكون من أحجار رسوبية تنقسم إلي أربعة أنواع (حجر جيري - وحجر رملي- ورمال – وطفلة)، ورغم أن الحجر الجيري صلب لكنه يفقد صلابته إذا تخللته الشقوق والفواصل والانكسارات في حين أن باقي الأحجار أقل في الصلابة وجميعها قابل للإذابة والانتفاخ والانتفاش مع تخلل الماء لها فيزيد امتداد الفواصل والشقوق وهذا يؤثر علي خطورة البناء في المنطقة إذا تضافر مع سوء التعامل مع الهضبة.

فمشكلة الدويقة علي وجه الخصوص هي أن مبانيها والقديمة منها تحديدا مقامة في مجري جوف وادي اللبلابة وهو واد تكون منذ العصر المطير وكان يمتد ليصب في نهر النيل ثم جف بعد ذلك» في حين أن باقي الأبنية مقامة علي حواف الوادي، وهكذا يواجه ساكنو الدويقة خطرين الأول هو أن المباني مقامة علي تربة قابلة لتفكك والإنهيار بسبب تسريبات المياه، والثاني هو البناء علي الحواف القابلة للإنهيار في أي وقت.

2-2-3 حالة تصدع برج بيزا المائل:

تقع مدينة بيزا في منطقة مصب نهر الارنو علي ارض شاطئية تتركب تربتها الي عمق 54متر والتربة المقام عليه البرج تتركب من طبقات غير مرتبة من الطين الخالص والرمل الخالص وخليط من الاثنين بسماكات مختلفة وتحت هذه الطبقات المسامية تمتد طبقة متجانسة من الطين وصف الحاله كان من المفترض ان يكون البرج عموديا ولكنه بداء بالميلان بعد البدء ببنائه بفترة وجيزة وعرف باسم برج بيزا المائل بلغ ميلان البرج حوالي 18 قدم أي مايعادل خمسة درجات وسبب هذا الميلان هو رخاوة وهبوط في تربة المبني المقام عليها البرج اغلق البرج ومنع من تسلقة لانه معرض للإنهيار في أي وقت. (magazine.comwww.anuur،2007)

شكل(3-2) برج بيزا المائل

(magazine.comwww.anuur)

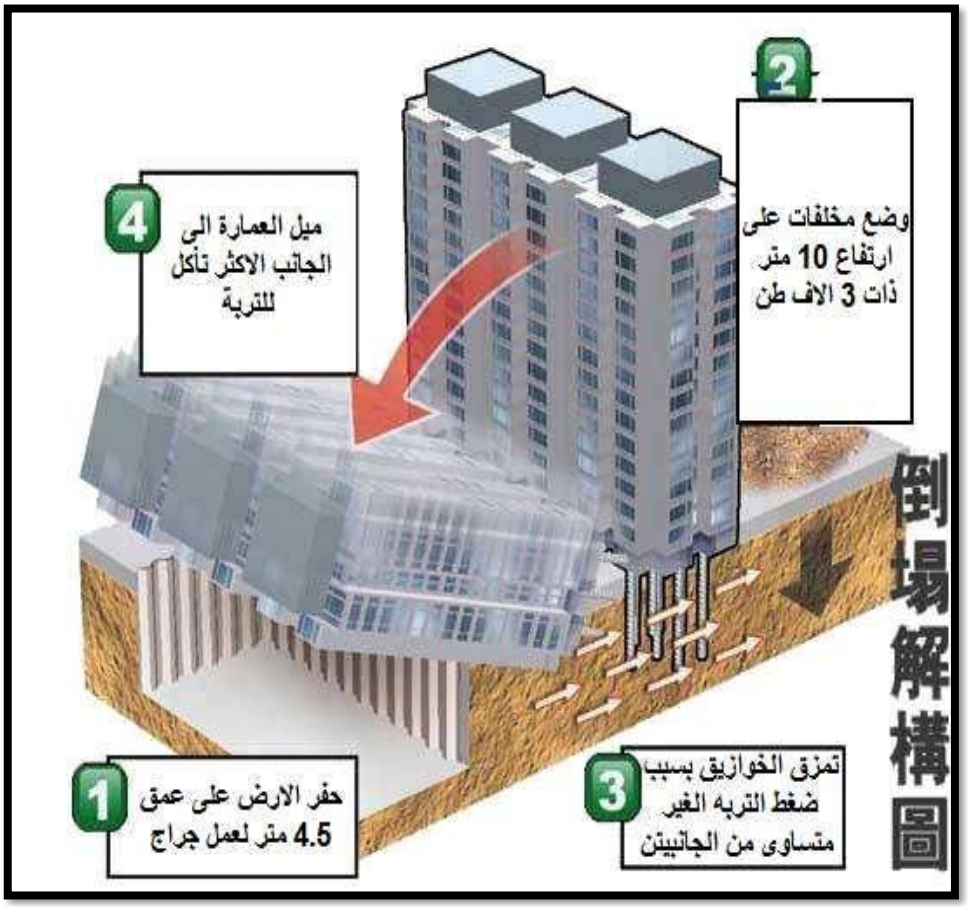
شكل الهبوط

بمجرد وصول البناء الي ارتفاع متر ابتدء الاساس في الهبوط مصحوبا بميل لمحور البناء ازداد مقداره تدريجيا مع تقدم البناء ولمعالجة فعل الهبوط غير المنتظم علي البرج كانت ارضيات الادوار المختلفة تبني افقية بدون مراعاة لميل البرج ومنسوب هذه الارضيات اعطت مقدار الزيادة في ميل البرج .

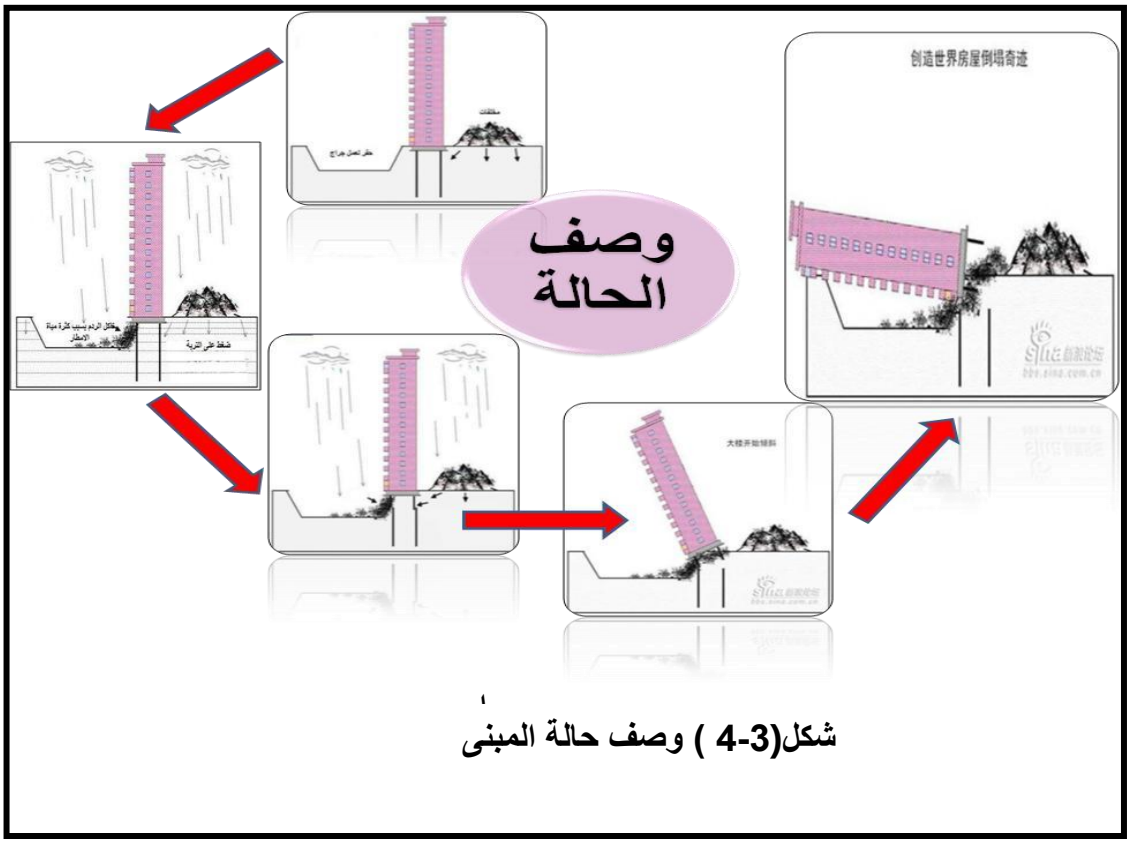
3-2-3 حالة تصدع مبنى بشنقاهاى :

يقع المبني في مدينة شنغاهاي بالصين والمبني مكون من 13طابق ،التربة طينية وضعيفة لايمكنها تحمل اى شيء ولا مقاومة اى شيء لذلك عندما إنشق الخازوق اصبح محمل على هذه التربة الضعيفة كما تمثلت الأساسات في الخوازيق حيث استخدم الخازوق الاسطواني المفرق.كانت هنالك أسباب رئيسية فى إنهيار المبنى كما تبين فى الشكل (3-3) حيث يوجد علي الجانب الايمن من المبني مخلفات إرتفاعها 10امتار وتزن 3 الاف طن وادت الي ضغط كبير علي التربة وفي الجانب الشمالى يوجد حفر للارض لعمل جراج موقف السيارات تحت الارض وعمق الحفر 4.5 متر. وعند نزول الامطار وكثرة مياه الامطار علي التربة تحولت التربة في جدران الحفر الي إنهيار التربة بسبب ملئ التربة بمياه الامطار حتي اصبحت داخل الخوازيق ومع استمرار مياه الامطار إنهارت العمارة تدريجيا بميل كما تظهر فى الشكل(3-4).

(https:// mz-mz.net)

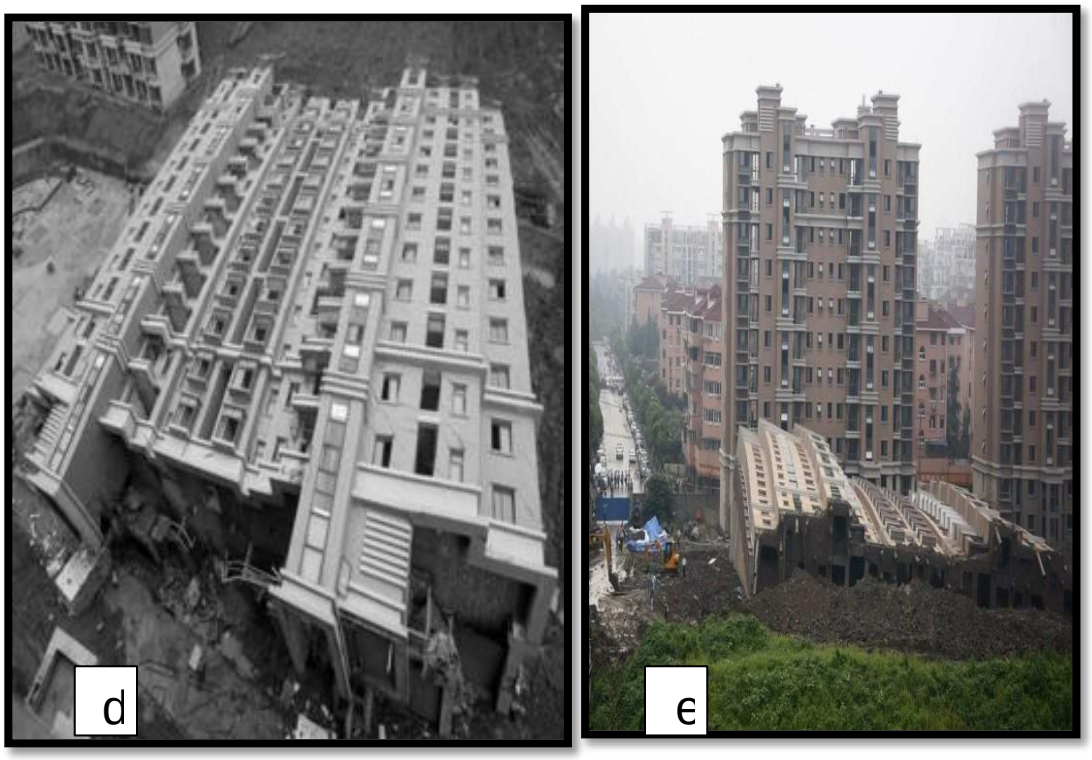


شكل(3-3) اسباب انهيار المبنى



شكل(3-4) وصف حالة المبنى

شكل (3-5) اساسات المبنى



شكل (3-6) انـهيار المبنى فى مدينة شنغاهاي

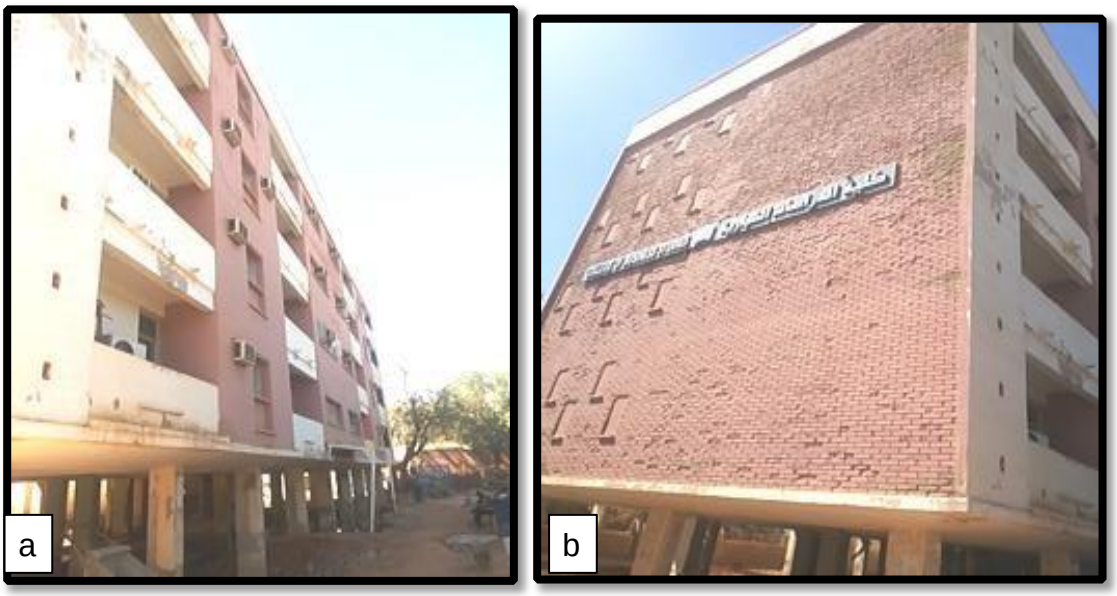
(https:// mz-mz.net)

3-2-4 حالة تصدع مبنـي كلية الدراسات التجاريه والمصرفيه :

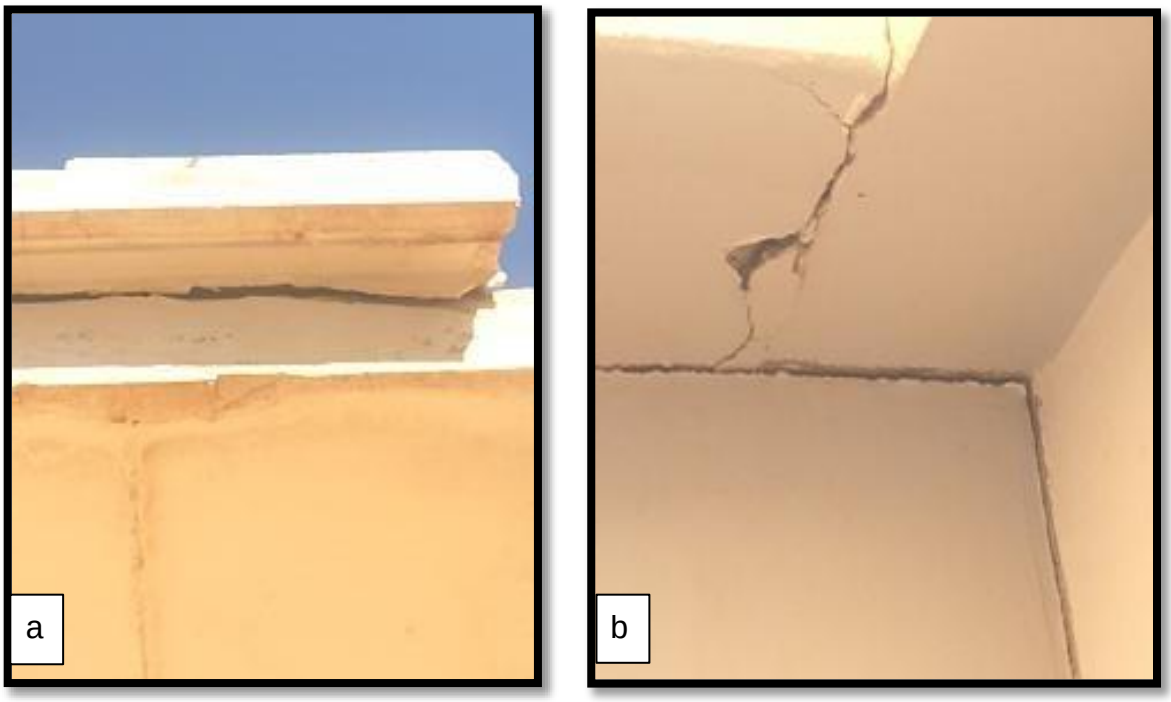
يقع في مدينة الخرطوم بجامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا بالقرب من شارع الغابه ويتكون المبني من خمسة طوابق مصممة بنظام البلاطة المسطحة و الشكل (3-7) يبين منظور للمبنى.

مشكلة المبنى:

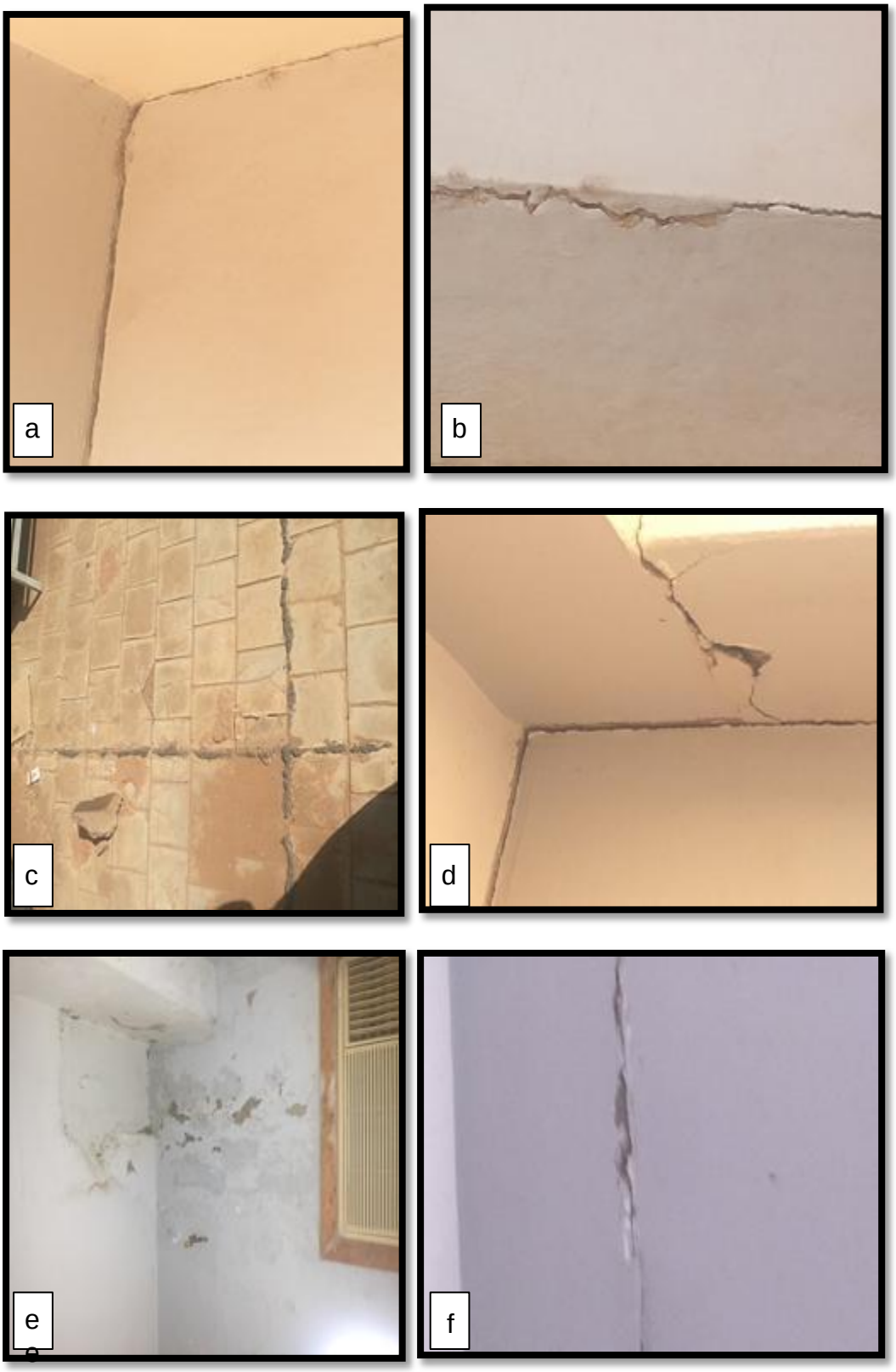
بدأت المشكله في بادئ الامر بظهور التصدعات في جميع اجزاء المبني كما تبين في الشكل(3-7)وفى بلاطة السقف الشكل (3-8) فى الحائط الجانبى، وبعدها انهارت غرفة طرفية فى الطابق الأرضى المبنى بدأت تظهر فيه مشكلة صعوبة قفل الابواب ، وكانت اكثر منطقة تعانى من المشاكل هى الجهة الغربية من المبنى.



شكل(3-7) منظور لمبني كليه الدراسات التجاريه والمصرفيه



شكل(3-8) ظهور التصدعات في بلاطةالسقف



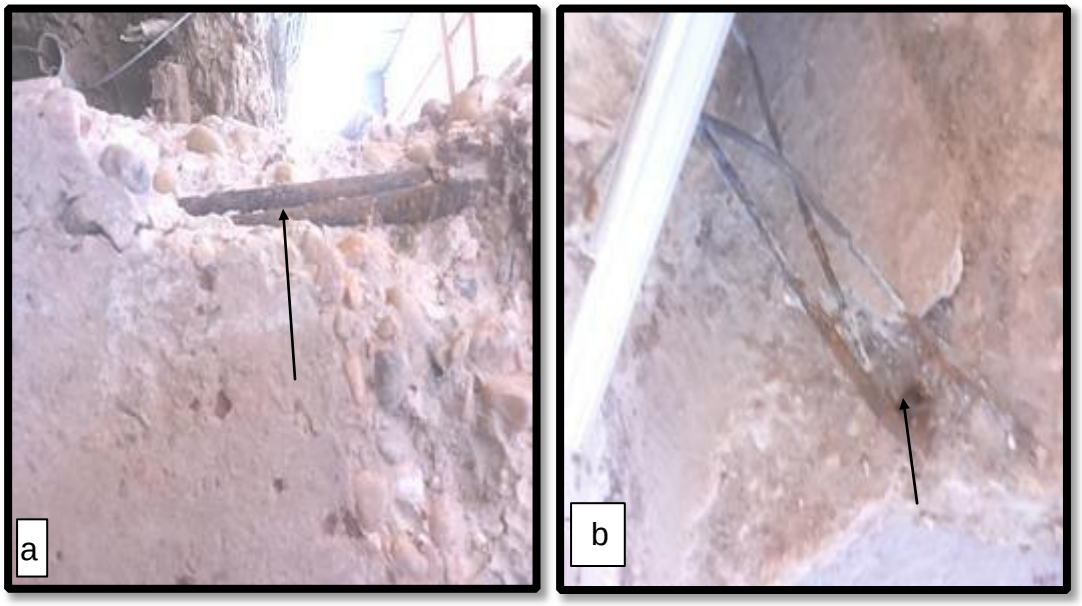
شكل(3-9) ظهور التصدعات في الحائط الجانبي

واستدعي الأمر اخلاء المبني بالكامل للبحث عن اسباب هذه المشكلة , و لم توجد خرط قديمه فتم تصميم قواعد بنظام isolated وعند الحفر واكتشاف نوعية الأساسات المقام عليها المبنى وجدت القواعد منشأه بنظام الاساسات الخازوقية concrete pile فتم تغير التصميم بتصميم جديد على القواعد الموجودة فالقواعد كانت صغيره 14 قاعده باشكال واحجام مختلفة من الاساسات الخازوقية كمامبين فى الشكل (3-10).

فالمشكلة الاساسية كانت تكمن فى القواعد حيث حدث انهيار للاساسات العميقه مما أثر ذلك على انهيار بلاطة الخازوق Cap Pile.

شكل (3-10) الاشكال المختلفه للقواعد

نسبة للعوامل المؤثرة تعرض حديد التسليح الى الصدأ والتآكل كما فى الشكل (3-11) مما ادى الى ضعف قوته ،فإستدعى الامر الى معالجته لكى يكتسب القوه اللازمة بزرع حديد تسليح وربطه بالحديد القديم.



شكل(3-11) صدأ حديد التسليح التربة تحت التاسيس

شكل (3-12) التربة المنتفخة

5-2-3 مبنى المعامل بمستشفى الرباط الوطني: المبنى يقع فى مدينة الخرطوم بري بمستشفى الشرطة «كلية المختبرات الجنائية التابعة لجامعة الرباط» المبنى مكون من أربعة طوابق، وقد صرح اللواء طبيب عبد اللطيف عشميق حينها أن المبنى كلف «6»مليارات جنيه، وحوى معدات طبية حديثة بمبلغ «3» ملايين دولار.

مشكلة المبنى :

بتاريخ 2005/2/22 إنهار المبنى انهياراً كاملاً قبل إنهاء تشطيباته كما مبين فى الشكل (3-13)، وقد تبينّ أن هنالك قصوراً في حسابات الأحمال قد وضح بعد مقارنة تصاميم الأعمدة وبعض الأساسيات للتصميم الذي نفذ مع التصميم الذي أعدته اللجنة بناء على حسابات الأحمال الصحيحة، كما أن هنالك حسابات غير صحيحة للبلاطات الخرسانية المسطحة، وكان التقرير قد نشر بمجلة الجمعية الهندسية ـ «مجلد 54 – عدد 44 – أغسطس 2005»، وأرجع المصدر الأمر لاثنين: إما عدم كفاءة المهندسين المنفذين، أو الفساد في تحرير مواد البناء .

(شكل 3-13) مبنى المعامل بمستشفى الرباط الوطني

(www.sudacon.net)

بعد معاينة المبنى واجراء الفحوصات اللازمة من قبل اللجنة المختصة إتضح أن اسباب الإنهيار هى:

1- ضعف الاعمدة الخرسانية للمبنى حيث وصلت نسبة الخطأ في تصميمها إلى أكثر من 45% مقارنة مع حمولة التصاميم المعتمدة.

2- زيادة الضغط على التربة عند مستوى الاساس إلى 25% عن الضغط الذي اعتمد بعد فحص التربة.

التجاوزات:

3- تم تغيير مقاس مقطع الأعمدة المستطيلة من 25×50 سم إلى 25×45 سم

4- تناقص عدد اسياخ الاعمدة الداخلية من 10اسياخ بمقاس 16 مليمتر إلى 8 اسياخ بنفس المقاس.

5- تغيير مقاس حديد كانات الأعمدة من 8 إلى 6ملميتر واستخدام كانة واحدة فقط بدلاً من اثنين كما هو مبين في التصاميم الانشائية.

6- الرسومات اشارت إلى استخدام حديد مقاس 16 سم فوق منطقة الأعمدة في البلاطة الخرسانية على تباعد 15سم بينما تم استعمال مقاس 12 مليمتر بمسافات تباعد 30 سم في نفس المنطقة.

7- الحديد في البلاطة الخرسانية كما جاء في المواصفات عالي الجهد (420 N/mm2) والذي تم استعماله عند التنفيذ حديد مرن من مقاس 12 مليمتر في الطبقة العليا بالعمود في كل الطبقة السفلى للبلاطة الخرسانية بجهد(250 N/mm2)

8- المبنى تم تصميمه بأقل من 50% من الحمولة التي كان يجب أن يصمم عليها كما أن المهندس المصمم قام بتنفيذ أساس واحد فقط ولم يقدم تصميم للأساسات الأخرى، كما أنه لم يتم فحص التربة قبل تصميم الاساسات حيث تبين بعد إجراء الإختبارات على التربة أن مقاومتها المطلوبة للتصميم تعادل 160كيلونيوتن على المتر المربع بينما تم التصميم على مقاومة قدرها 200 كيلونيوتن.

9- الخلطة الخرسانية والمواد المستعملة من رمل وحصى مطابقة للمواصفات اجمالاً إلا أن تجاوزات التنفيذ تركزت في اختلاف مقاسات الحديد وعدم الالتزام بمقاسات الاساسات الموضحة في تصاميم التنفيذ المعتمدة.

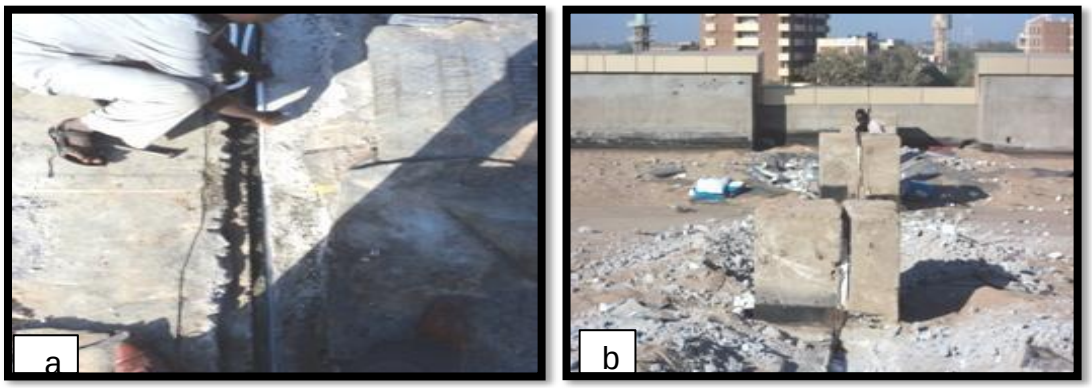
6-2-3 مستشفى الزرة بمدينة ود مدنى:

يقع المبنى فى مدينة ود مدنى بالقرب من برج الجزيرة أساسات المبنى من اللبشة الحصيرية . والشكل (3-14) يوضح صورة للمبنى من الخارج.

شكل (3-14)مستشفى الذرة بمدينة ود مدنى من الخارج

مشكلة المبنى:

حدث هبوط فى المبنى فى منطقة فاصل التمدد من 5سم إلى 7سم شكل (3-15) والذى أدى بدوره إلى ظهور التشققات (الرأسية) فى منطقة فاصل التمدد و(الأفقية) فى الأرضية .حيث نجد أن التربة فلى هذه المنطقة تربة طينية بالإضافة إلى وجود المياه الجوفية كل هذه العوامل أدت إلى ظهور هذه التشققات.



شكل (3-15) شكل الهبوط

الباب الرابع
دراسة الحالة

الباب الرابع

دراسة الحالة

4 -1 مقدمة:

للحكم على حالة مبنى اصابه التصدع لابد من عمل دراسة شاملة تحتوى على جميع الأعراض والعيوب الموجودة فى المبنى ، كما تحتوى على البيانات المطلوبة للتشخيص ،ويمكن عمل حصر للبيانات المطلوبة وتحديد خطوات ومسار الدراسة بالتحدث مع العميل – صاحب المبنى – والمستخدمين للمبنى ، ومعاينة المبنى على الطبيعة لفحصه بصريا كفحص مبدئى .

ويجب الحصول على معلومات كافية ودقيقة لتكوين خلفية سليمة عن الموضوع ، ثم يمكن فحص اللوحات الهندسية ومراجعة الحسابات الإنشائية إذا أظهر الفحص المبدئى أن العيوب قد تكون لها علاقة بالتصميم أو التفاصيل الإنشائية ومن المفيد جدا للدراسة فحص مستندات التنفيذ – إن وجدت – والتعرف على ظروف وطرق الإنشاء ومواد البناء التى استخدمت وغير ذلك من المعلومات الهامة .

والدراسة الاولية تحدد ضرورة عمل فحص شامل ودراسة دقيقة من عدمه والفحص الشامل يقوم به متخصص ، ويشمل الوصف الدقيق للمنشأ ، وحالته الراهنة ، وظروف تحميله ، والبيئة المحيطة به كمايشمل المواد التى استخدمت فى إنشائه وطرق التنفيذ المستخدمة ، وفى حالة وجود شروخ وتشققات بالمنشأ فيجب تحديد أماكنها وقياس عرضها ومتابعتها مع الزمن لمعرفة هل توقفت عن الحركة ام مازالت تتسع مع الزمن .

وقد تتطلب الدراسة عمل إختبارات لتحديد مكونات الخرسانة المستخدمة وقوتها أولتحديد إحتمال صدأ صلب التسليح ، أو غير ذلك من الإختبارات الهامة لمرحلة التشخيص . وبذلك تشمل مرحلة الدراسة الاتى :

1- توصيف الأعراض .

2- تجميع المعلومات عن خلفية الموضوع .

3- فحص المبنى وإختباره .

وقد تم تصميم استمارة لفحص المبنى وإختباره من خلال هذا البحث كما هو موضح ادناه :

4 - 2 إستمارة فحص المبنى

معلومات أساسية :

- اسم المشروع : ----------
- المالك : ----------
- الاستشاري : ----------
- المقاول :--- ----------
- تاريخ تسليم المبنى : ----------

التصدعات بالموقع

العنصر	موقع العنصر	نوع التصدع	شكل التصدع

الإجراءات :

الكشف النظري : ----------

الإختبارات المطلوبة : ----------

نتائج الإختبار : ----------

المعالجة المطلوبة : ----------

3-4 تعريف حالة الدراسة:

تختص حالة الدراسة بمبانى داخل ولاية الخرطوم والتى تعانى من مشاكل إنشائية حيث تم التعرف على الاسباب التى ادت الى حدوث التصدعات والجدول (4-1) يوضح المبانى المعنية.

جدول (4-1) دراسة لمبانى داخل ولاية الخرطوم

المبانى	وصف الحالة	أسباب التصدع
1- مبني مدينة قاردن ستي	- وجود شقوق فى الجزء السفلى من البلاطة - حدوث ترخيم فى البلاطة - وجود شقوق فى الجزء العلوى من البلاطة حول الأعمدة	- فك الفرم قبل الفترة المنصوص عليها -هبوط السقالات بعد تصلد الخرسانة وقبل وصولها للقوة المطلوبة
2- مبني منطقة الجريف غرب	- حدوث تشققات محيطية فى العمود - حدوث شقوق قطرية فى الحائط	- حدوث تسرب من شبكة مياه الصرف الصحى ومياه ري الحديقة الموجودة بالمنزل - التربة التى شيد عليها المبنى تربة طينية غير عضوية عالية ولها ضغط انتفاخ
3- مبنى الإنتاج الحيواني	- وقوع حريق شديد بالمبنى	الحريق

4-3-1 مبني مدينة قاردن ستي: يقع المبني شرق كلية الشرطة بري عبارة عن هيكل خرسانى مكون من أربعة طوابق ومصمم بنظام البلاطة المسطحة (flat slab).

شكل (4-1) مبنى قاردن ستي

مشكلة المبني :

- وجود شقوق فى الجزء السفلى من البلاطةيمتد على طول البحر فى الإتجاه الطويل ، تتسع هذه الشقوق وتتمدد فى منتصف البحر . تبدأ الشقوق بعرض 2 mm عند اطراف الرقعة (panel) وعند منتصف بحر البلاطة يتراوح عرض الشقوق بين 2mm الى 5mm.
- يوجد ترخيم فى بلاطة السقف (A)مقداره 54.5 mm . ملحق (2)
- هناك تشققات فى الجزء العلوي من البلاطة حول الأعمدة تمتد على شكل دائرة نصف قطرها 50cm وذلك فى الاعمدة :

(2)،(5)،(6)،(7)،(10)،(14)،(18)،(19)،(20)،(21)،(22)،(23)
،(24)،(25)،(26)،(27) انظرالملحق (1)

4-3-1-1 حساب الترخيم في المبنى:

جدول(4 -2) *حساب* الترخيم في المبنى

station	*c*	1	2	3	4	5	6	*A*
Reading	1.49	1.435	1.428	1.426	1.442	1.45	1.475	1.49

جدول(4-3) *حساب* الترخيم في المبنى

station	*B*	1	2	3	4	5	6	*D*
Reading	*1.512*	1.5	1.472	1.463	1.465	1.475	1.489	1.5

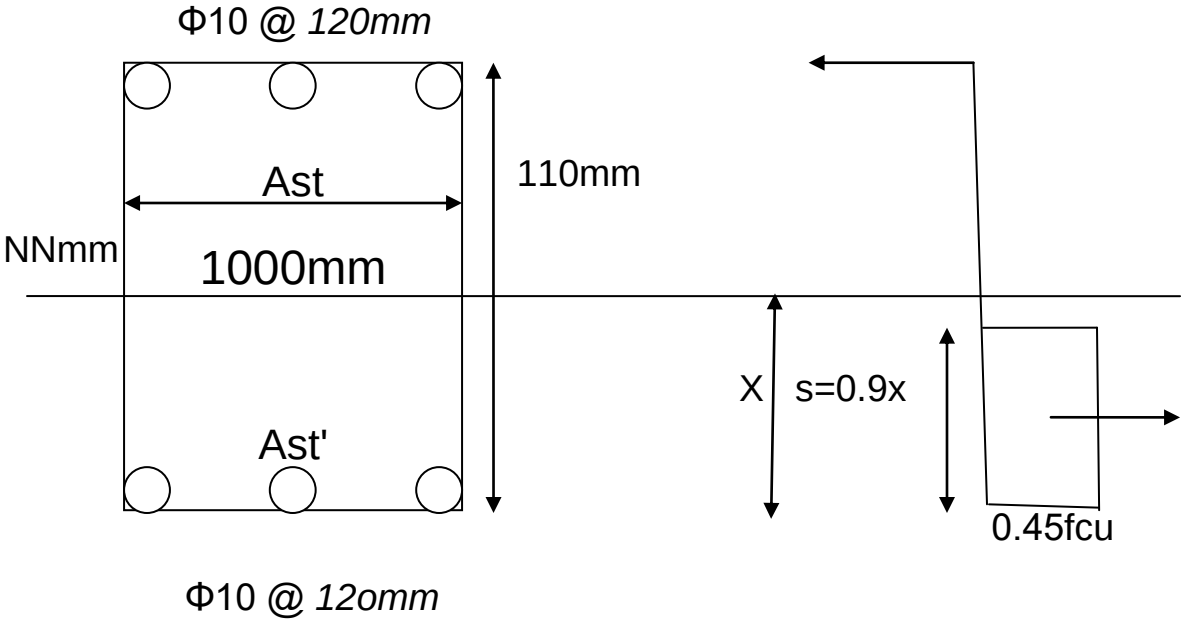
- 1.49 – 1.428 = .062
- 1.512 – 1.465 = .047
- (.062 + .047)/2 = 54.5mm

نتائج اختبار المطرقة والجدول (4-4) يوضح النتائج المعنية:

جدول (4-4) نتائج إختبار المطرقة

Position	No	Average	Correction	fcu N/mm
1	12	22.75	+3.3	20
2	12	23	+3.3	20

حساب عزم مقاومة المقطع للبلاطة جوار العمود :



Ast= 654.5mm²

Ast'= 561 mm²

d=110-30=80mm

fsc=0

fst=fcc

0.87fyAst=0.45fcu*0.9xb

0.87*250*654.5=0.45*20*0.9*1000x

X=18mm

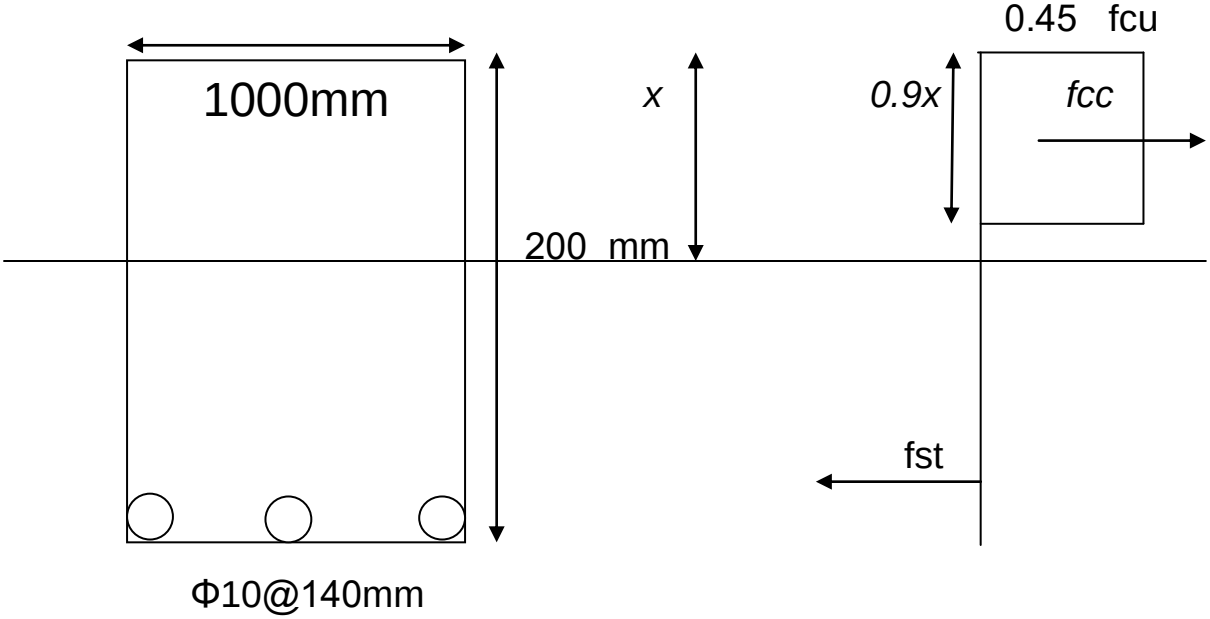
MuR=fst*z

Z=d-0.9x/2=72mm

MuR=0.87*250*654.5*72

MuR=10.25 KNm/m

حساب عزم مقاومة المقطع عند منتصف البلاطة :



Ast=2 561 mm²

d=200-30=170mm

fst=fcc

fst=0.87fyAst=0.87*250*561=122017.5 N

fcc=0.45fcu*0.9*x*b=0.45*20*0.9*1000x

fcc=8100xN

122017.5=8100x

X=15.1 mm

MuR=fst*z

Z=d-0.9/2=163.5 mm

MuR=122017.5*163=19.89*10^6 N.mm/m

MuR=20 KNm/m

2-1-3-4 حساب عزم التشقق :

- M cracking=$\frac{fr\ .Ig}{yt}$

Where:

Fr (tensile strength of concrete)=0.75$\sqrt{fcu}$

=0.75$\sqrt{20}$ =3.354 N/mm^2

- Ig= the moment of inertia of the cross section neglecting reinforcement =$\frac{bd^3}{12}$
- =$\frac{1000*200^3}{12}$=666.67*$10^6 mm^4$
- Yt =distance from N.A to tension face =200-15=185mm
- Mcr= $\frac{3.354*666.67*10^6}{185}$=12.1*$10^6$ N.mm
- Mcr=12.1*10^6 N.mm
- applied (own weight)=10.92 kN m/m

-M cracking=$\frac{fr\ .Ig}{yt}$ 2

Where:

- Fr (tensile strength of concrete)=0.75$\sqrt{fcu}$

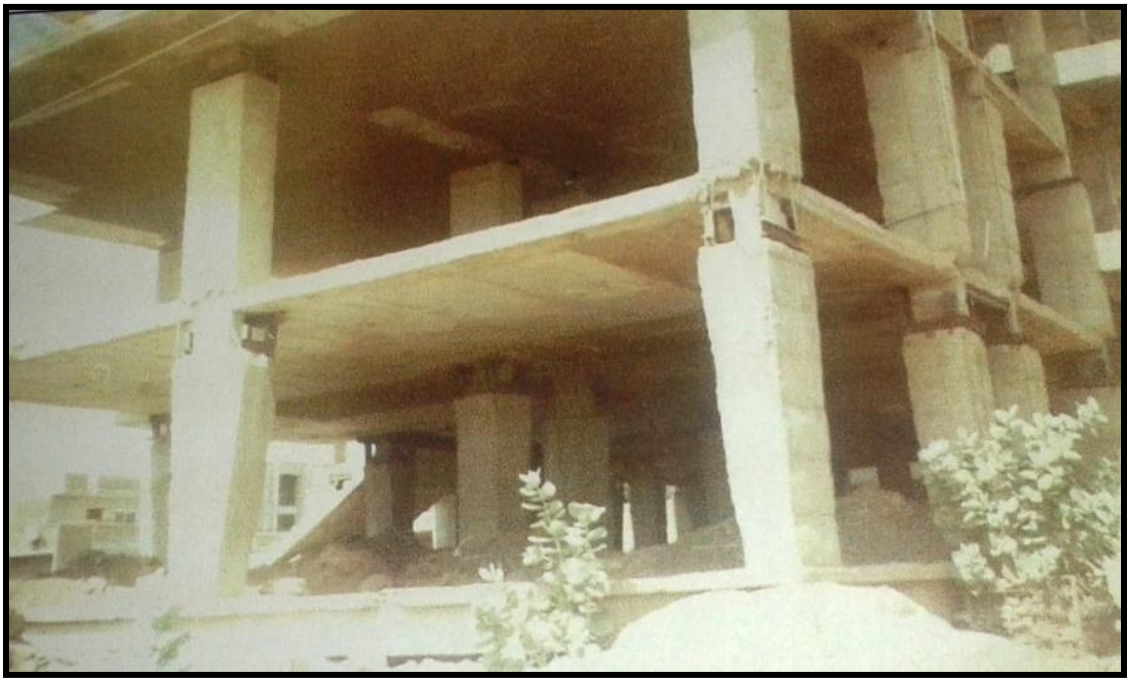
=0.75$\sqrt{20}$ =3.354 N/mm^2

- Ig= the moment of inertia of the cross section neglecting reinforcement =$\frac{bd^3}{12}$
- =$\frac{1000*110^3}{12}$=110.92*$10^6 mm^4$
- Yt =distance from N.A to tension face =110-18=92mm
- Mcr= $\frac{3.354*110.92*10^6}{92}$=4.04*$10^6$ N.mm

- Mcr=4.04*10^6 N.mm
- applied (own weight)=13.6 kN m/m

جدول (4-5) حساب عزم التشقق

Section	عزم المقاومة Mur	العزم المسلط Mapp	عزم التشقق Mcr	العزم المسلط/ عزم المقاومة Mapp/Mur
منتصف البحر	20	10.92	12.1	% 54.6
جوار الاعمدة	10.25	13.6	4.04	% 132.7



شكل (4-2) زيادة مقطع الأعمدة والبدء فى عمل العارضات

شكل (4-3) هبوط شبكة التسليح العلوى للبلاطة

شكل (4-4) تشققات فى البلاطة من اعلى قرب الأعمدة

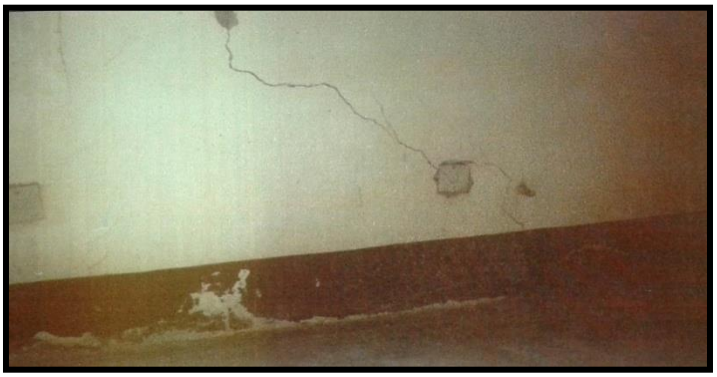
شكل (4-5) تشققات طولية فى أسفل البلاطة

2-3-4 مبنى منطقة الجريف غرب: يقع المبنى فى مدينة الجريف الحارة الخامسة ، عبارة عن منزل سكنني مكون من طابقين من الخرسانة المسلحة وهومقام على تربة فوارة.

شكل (4-6) منزل الجريف غرب

مشكلة المبنى :

- حدوث تشققات محيطية فى العمود رقم (1) انظر الملحق (2).
- حدوث تشققات علوية وجانبية فى العارضة الأرضية رقم (1).
- حدوث شقوق قطرية فى الحوائط.
- حدوث تموجات فى أرضيات الطابق الأرضى لكل المبنى.
- تمت إزالة ردميات الصالون والمطبخ فوجد عدم تجليد العارضة الأرضية لكل المبنى ، حدوث تسرب من شبكات الصرف الصحى .



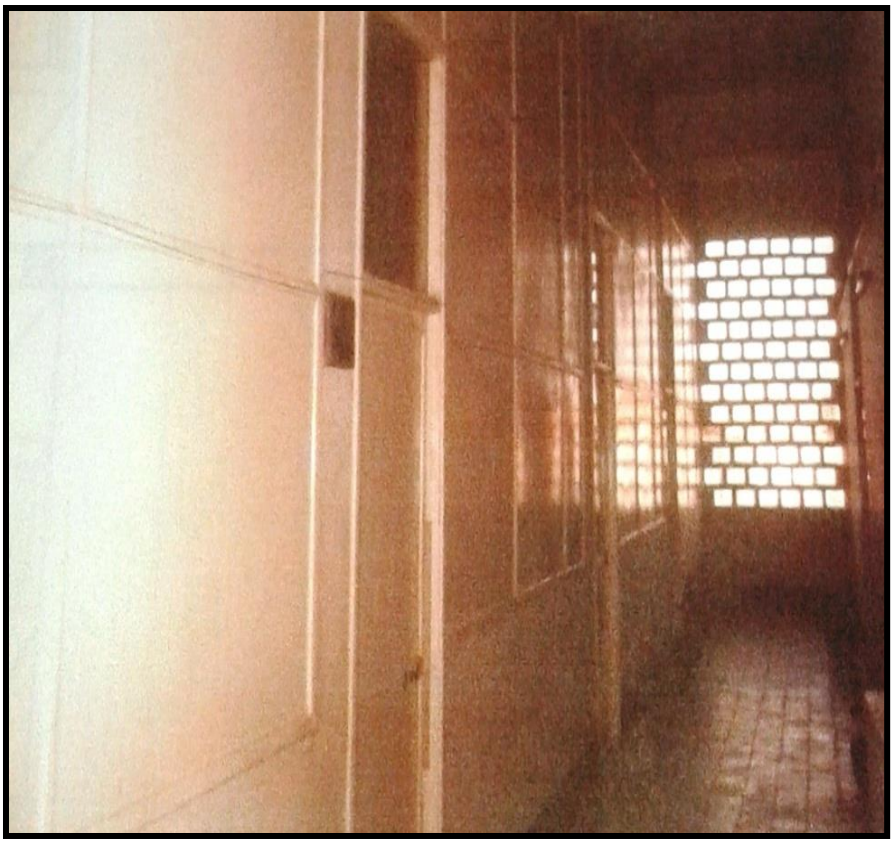
شكل (4-7) تشققات قطرية فى الحوائط

شكل (4-8) كسر فى العارضة الارضية

شكل (4-9) تشققات فى العمود (1)

4-3-3 مبنى الإنتاج الحيوانى بشمبات: يتكون المبنى من ثلاث طوابق بهيكل وسقوفات خرسانية ذات كمرات ، إرتفاع الطابق الأخير حوالى 4 أمتار ،الحيطان الخارجية من طوب اسمنتى مفرغ .هنالك ممر حاجزه الجنوبى عبارة عن طوب مبيض ومجلد بالأبلكاش من الداخل ،توجد فواصل داخلية من الخشب تقسم المبنى لمكاتب ومعامل.النوافذ من الحديد والزجاج والخشب كما أن هنالك دواليب على الحوائط بعمدان.السقف مجلد بشبكة خشبية مثبت عليها الواح بلوستايرين.

شكل (4-10) مبنى الإنتاج الحيوانى



شكل (4-11) فواصل خشبية جديدة للمكاتب

مشكلة المبنى :

وقوع حريق بالمبنى ليس هنالك تقرير متكامل للواقعة إلا أن مشاهدة المسولين بمعهد بحوث البناء والطرق تؤكد بأن الحريق كان شديدا لمدة 4 ساعات وبصورة اقل لمدة 12 ساعة وقد شمل الحريق الجزء الشرقى للطابق الثانى أما الجزء الغربى فلم يتأثر بأكثر من الدخان.

فقد أثر الحريق على كل من الحيطان والسقوفات والأعمدة والشبابيك والمواد التى تخص إنتاج الحيوان والفواصل الخشبية ولقد سجلت الملاحظات التالية :

- تشقق الأعمدة الخارجية قرب اتصالها مع الكمرات.
- تقوس كمرات السقف.
- انفصال غطاء الخرسانة عن الكمرات وبلاطة السقف وظهور حديد التسليح وتغير لون الخرسانة إلى الون الأحمر .
- تشقق الأعمدة الداخلية فى عدة مواضع.
- ميلان فى عمودين وتفتيت غطاء الخرسانة فيهما.

الباب الخامس

نتائج الدراسة والتعليق عليها

الباب الخامس

نتائج الدراسة والتعليق عليها

1-5 نتائج مبني مدينة قاردن ستي:

هنالك تشققات (cracks) فى البلاطة حول الاعمدة من أعلى ، فى أسفل منتصف بحر البلاطة (A) (**شكل (4-4)**). تم كشف البلاطة فى منطقتين جوار الاعمدة وعند منتصف بحر البلاطة فوجد أن التسليح العلوى قد هبط وأصبح على بعد 12cmمن سطح البلاطة العلوى علما بأن سمك البلاطة 20cm. قمنا بعمل اختبارات لحديد التسليح المستخدم (Φ10mm) فوجد أن إجهاد الخطوع $fy=250N/mm^2$. أيضا قمنا بإجراء اختبار المطرقة المرتدة (Hammer Test) لتحديد قوة الخرسانة فوجد انها تساوى $20N/mm^2$ جدول (4-4) هذه القيمة تعتبر مقبوله.

بحساب عزم مقاومة المقطع (MuR) للعزم السالب في منتصف البحر البلاطة (A) وجد أنه اكبرمن العزم الناتج من الوزن الذاتي للبلاطة وأن النسبة بينهما تساوى % 54.6 جدول (4-5)

بإعادة حساب عزم مقاومة المقطع (MuR) للعزم السالب فى شريط الاعمدة قبل هبوط شبكة التسليح وجد أنه اقل عن العزم الناتج من الوزن الذاتى والنسبة بينهما تساوى 132.7%جدول (4-5)

تم حساب الترخيم (Deflection) للبلاطة (A)فوجد أنه يساوى 54.5 mm وبمقارنته بالترخيم المسموح به (Span/250=32mm) نجد أن نتيجة هذا الترخيم غير مقبوله .

من المرجح أن التشققات فى اسفل البلاطة (A) يمكن إرجاعها لسبب او اكثر من الأسباب الآتية:

1- فك الفرم قبل المدة المنصوص عليها

2- هبوط السقالات بعد تصلد الخرسانة وقبل وصولها للقوة المطلوبة.

2-5 نتائج مبنى منطقة الجريف غرب:

شيد هذا المبنى على تربة فوارة دون مراعاة تجليد عوارضه الارضية (Grade beam) . حدث تسرب من شبكة مياه الصرف الصحى ومياه رى الحديقة الموجودة بالجهة الشمالية للمنزل .

أدت هذه التسربات إلى تغير المحتوى المائى (Moisture Content) للتربة ومن ثم فورانها ، أدى ذلك الفوران إلى كسر العارضة (1) **شكل (4-8)**. بعد حفر الاساسات تم استعمال التربة المحفورة فى اعمال الردميات مما كان له واضح الأثر فى فوران البلاط

الذى أثر بدوره على الأبواب ، كما ظهرت تشققات على حوائط المبنى (انظر الصورة المرفقة) **شكل (4-7)**.

أجريت تجارب معملية على التربة التى شيدعليها المبنى فوجد أنها تربة طينية غير عضوية عالية اللدونة (Inorganic clay of high plasticity) ولها ضغط انتفاخ.

3-5 نتائج مبنى الإنتاج الحيوانى بشمبات:

السبب فى نشوب هذا الحريق هو الالتماس الكهربائى فى توصيلات المبنى،وقد ساعد على انتشاره تلقيم السقوفات بشبكة خشبية من الواح بولستايرين اضافة الى وجود فواصل خشبية ومواد كيميائية قابلة للاشتعال بالمعمل. لم نتمكن من الحصول على خرط التوصيلات الكهربائية لمعرفة سبب الالتماس هل كان بسب ضعف الاسلاك أم بسب خطأ فى التوصيلات.

بعد إجراء الاختبارات بواسطة اللجنة المختصة وجد أن قوة تحمل خرسانة السقف والاعمدة والعارضات فى مواقع مختلفة تتراوح بين $17N/mm^2$ و $23N/mm^2$ وهذه النتائج على الرغم من أن بعضها أقل من الحد الادنى إلا أنه يمكن اعتبارها مناسبة ومقبولة.

بالنسبة للحديد فان درجة الحرارة C^o(300-600) تفقده حوالى 25% من مقاومته وهذه القيمة المفقودة من مقاومة الحديد تم تعويضها بتخفيف الاحمال اعلى المبنى مثل ازالة صهريجى المياه واستبدال الحوائط طوبة ونصف الى نصف طوبة.

الباب السادس
الخلاصة والتوصيات

الباب السادس

الخلاصة والتوصيات

1-6 الخلاصه :

مشكلة إنهيارات المنشآت الخرسانية من المشاكل الخطيرة التى تخلف خسائر مادية وبشرية كبيرة ويجب تكاتف الجهود للوصول الى حلها والحد من وقوعها ونشر الوعى الكافى لدى جمهور المهندسين والقائمين على العملية البنائية، فقد خلصت الدراسه الى الاتى:

1- تعددت الأسباب والطرق التي تؤدي الي حدوث تصدعات فى المبانى من اسباب اساسيه او ثانويه ، فليس التصميم الإنشائي القاصر هو المشكلة الوحيدة التي تتسبب فى تصدع المنشات وإنما دقة التنفيذ ومدى الالتزام بتطبيق التصميم في أرض الواقع يؤدى الى الاخطاء التي بدورها تؤدى الى ظهور المشاكل التى تؤدى غالبا الى االتصدع ولتفادي هذه الأخطاء يجب التنسيق بين المهندس المعماري والمهندس المدني ، فلابد على جهة المراقبة مراجعة المخططات قبل الشروع في الانجاز فمراقبة عملية البناء خلال مدة الإنجاز مراقبة دقيقة تمنع وقوع المشاكل في المبني .

2- ظهور بعض العيوب في الأعضاء الخرسانية قد يؤثر على المظهر فقط و قد يكون دليلا على وجود تدهور خطير يجب تداركه وسرعة إصلاحه ، و قد يتمثل في هذه العيوب التلف الحادث للمبنى كله و قد تكون هذه العيوب مجرد إشارة الى وجود مشاكل اعمق و اخطر، وان خطورة ظهور أي عيب من عيوب الخرسانة يعتمد على نوع المنشأ كما يعتمد على وقت ظهوره وشكل هذا العيب الأمر الذي يستوجب ضرورة التعامل مع مشكلة ظهور العيوب في الأعضاء الخرسانية بالإهتمام و الفهم الكامل بسببها و مدى خطورتها.

3- المشكله عند ظهورها قد تكون بسيطة وصغيرة فإذا تم التدقيق فيها لمعرفة الأسباب التى أدت الى حدوثها واتباع الطريق الأمثل للاصلاح الصحيح لكانت العواقب بسيطة والخسائر الماديه والبشرية اقل ولكن عند اهمالها او اتباع طريقة خاطئة للاصلاح الصحيح تتفاقم المشكلة وتتحول من مشكلة صغيرة يمكن تلافيها وعلاجها الى مشكلة كبيرة يصعب علاجها والحد من عواقبها وتؤدى حتما الى التصدع.

5- عند حدوث التصدعات كثيرا مايتم الاستسلام دون الرجوع الى الأسباب ولكن مع تطور التكنلوجيا اصبح من الممكن أن تتلافى المشكلة منذ بداية ظهورها فتستخدم التقنيات الجديدة للكشف عن المشاكل، وتتم حماية جميع عناصر المبنى و عزلها باختيار نوعية العازل الجيد والمناسب لمنطقة العزل من الاخطار التى تواجهة وتهدد سلامته، ويتم التنبؤ بحدوث مشكلة

قبل وقوعها بطرق الكشف المتطورة ليتم تلافيها والحد من وقوعها للحفاظ علي سلامة المبنى والحفاظ على الامان والسلامه العامه.

6- اخذ الإحتياطات والتدابير السليمة بعمل الجسات والإختبارات اللازمة قبل وبعد واثناء التنفيذ ، والإشراف الفعال ، وضبط الجودة للاعمال والمواد المستخدمة فى البناء ، وإجراء الصيانة الدورية الشاملة للمبنى يقلل من إحتمالات وقوع الكوارث ويزيد معدل الامان.

7- الأخطاء التى تصاحب التصميم مثل تفاصيل الرسومات التنفيذية وتقدير مقاومة المواد قد تؤدى إلى حدوث التصدعات.

8- بعض الأخطاء التى تصاحب العملية التنفيذية قد يكون لها اثر فعالفى تدهور المنشآت.

2-6 التوصيات:

من خلال الدراسة نوصى بالاتى :-

1- تصميم الأساسات يجب أن يبنى على دراسة سليمة لخواص التربة لكل منطقة على حدا وعدم التعميم ، وذلك نسبة لتباين أنواع التربة الفوارة من منطقة لإخرى فى السودان.

2- يجب إعداد ومراجعة خرط التصميم الإنشائية بواسطة بيوت خبرة وجهات متخصصة فى هذا المجال.

3- يجب مطابقة كل المواد المستخدمة فى التشيد للمواصفات المنصوص عليها فى ممستندات العطاء.

4- يجب ان يضم فريق التنفيذ والإشراف مهندس مدنى او اكثر.

5- يجب إستخدام المنشأ للأغراض التى صممت من اجلها ، وفى حالة تغير الإستخدام يجب مراعات الجوانب المترتبة على هذا التغير.

6- يجب تزويد المنشآت الأكثر قابلية للاحتراق بوحدات متكاملة للإطفاء وتزويدها بأجهزة إنزار مبكر ووجود عدد كافى من منافذ الهروب.

7- نوصى بالتعرض للأسباب الأخرى للتصدعات مثل القصور فى تفاصيل الرسومات التنفيذية وتغير إستخدام المنشآت إذ اقتصر هذا البحث على ثلاث من اسباب التصدعات (أخطاء تنفيذية قصور فى دراسة التربة –الحرائق).

8- نوصى بدراسة الحرائق التى تتعرض لها منشآت القطاع الصناعى والعيوب التى تصب المنشست الحديدية.

9- نوصى بمواصلة الدراسة فى مجال التصدعات التى تصيب المنشآت.

المراجع والمصادر

1/ شريف ابو المجد واخرون ، تصدعات المنشات الخرسانية وطرق اصلاحها ، الطبعة الثانية 1993م، دار النشر للجامعات المصرية مكتبة الوفاء.

2/ شريف ابو المجد ، اساليب المعاينات وأسباب الإنهيار، 1990م ، دار النشر للجامعات المصرية

3/ خليل ابراهيم واكد ، أسباب إنهيار المبانى وطرق التصميم والصيانة ، الطبعة الثانية ، 2006 م ، دار الكتب العلمية للنشر والتوزيع

4/ حسين جمعة ، إنهيار العمارات ، 1997م ، القاهرة مكتب الدراسات والستشارات الهندسية دار قابس للطباعة والنشر

5/ حسين جمعة ، الشروخ والترميمات ،2003م ، منشأة المعارف

6/ محمد عبد الرضا الشمرى ، خواص ومقاومة المواد ، الطبعة الولى ، 2009 م ، عمان الاردن دار صفاء للنشر

7/ سعيد ، تلف وانهيار المنشات ،2002 م ، دار النهضة للنشر

8/ د.أبودية، أيوب عيسى، عيوب الأبنية ، الطبعة الثانية2002 م، ألأردن ،دار الفارابى.

9/ عبداللطيف ابو العطاء البقرى ، الإنشاء والإنهيار،1994 م ، دار الكتب العلمية للنشر

10/ محمود إمام ، الخرسانة ،2002 م ، الرياض ، المملكة العربية السعودية

11/ اسماء ، اسباب انهيار المبانى ، 2008 م ، ملتقى نادى الهندسة

12/ رهام وسيم عبد الحميد ، رسالة ماجستير ، 2004 م ، جامعة الزقازيق

13/ الكود الامريكي ،ACI 318-08 ، Detroit، 1990، USA

14/ الكود البريطانى BSI CP110، Part 1 ،London 1982

15/ الكود المصرى لتصميم وتنفيذ المنشآت المسلحة ، وزارة الإسكان والتعمير ،مركز بحوث البناء والإسكان والتخطيط العمرانى ، 1989م ، القاهرة

16/ حبيب زين العابدين، الحكم على سلامة المنشآت،1987م ، العبيكان للطباعة والنشر

17 /Mosley W. H. Bungey J. H. & Hulse R . ((Reinforced concrete design)) printer and bound in great Britain. 385 PP .

18/ Holmberg، Crack width Prediction and minimum Reinforcement for Crack Control ، No 2، 1973

19/ IHston and Stevens، Cracking in Reinforced Concrete London، part 2، Dec 1972

www.alhandasa.net

www.anuur magazine.com،2007

https/ar.Wikimedia.org

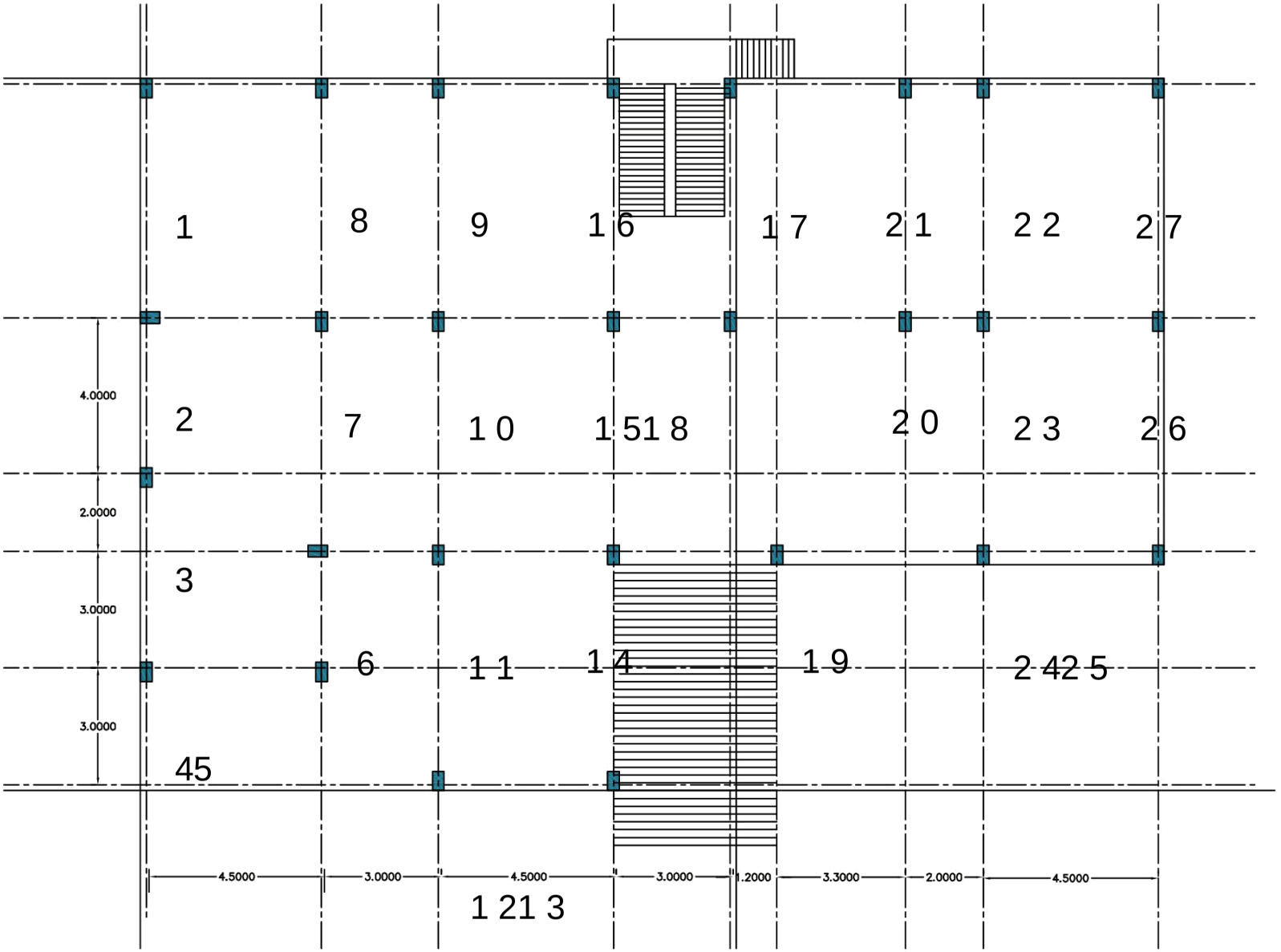
www.sudacon.net

www.mz-mz.net

https://gate.ahram-org.eg

www.CNNArabic.com،2005

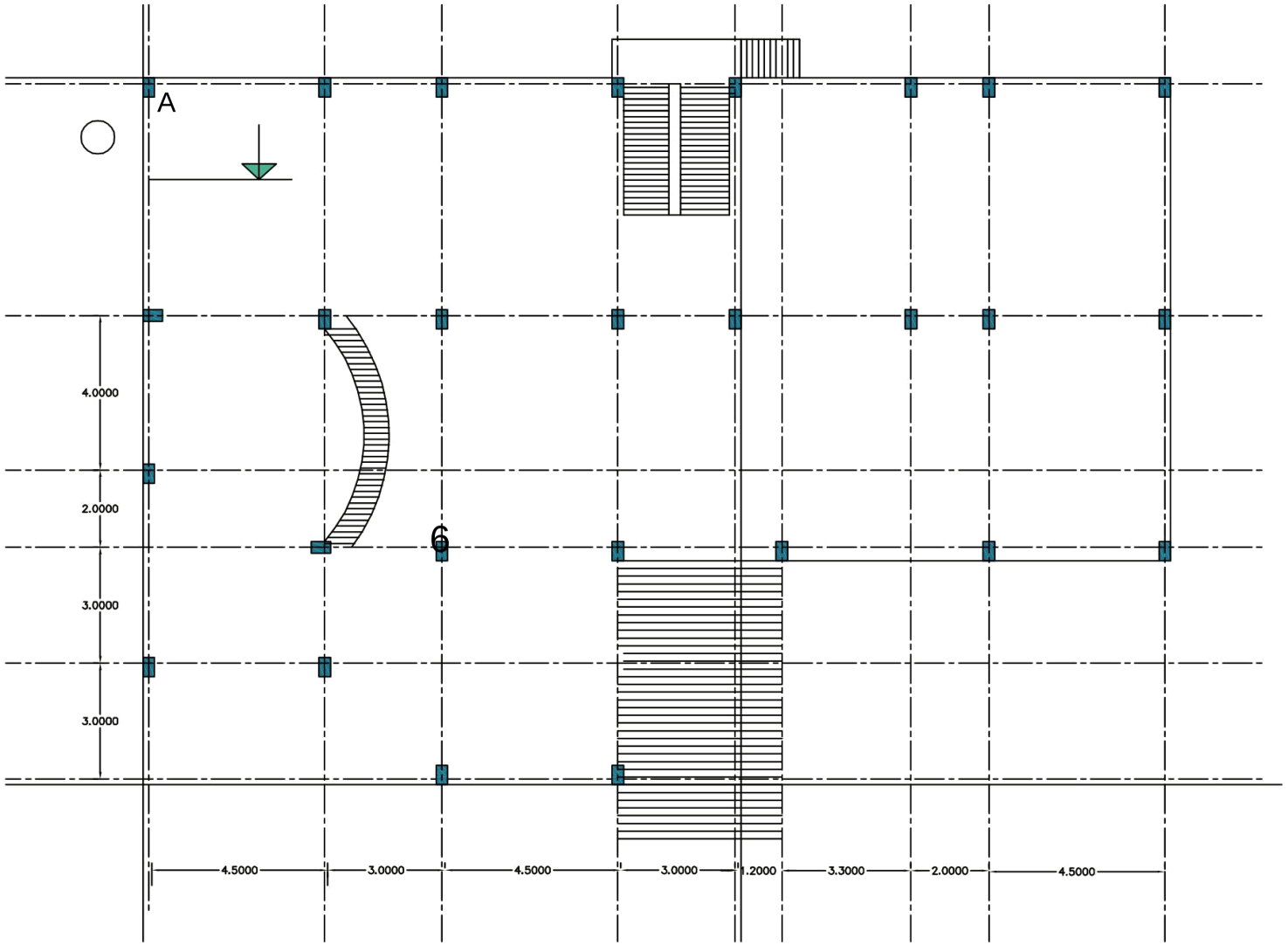
الملاحق



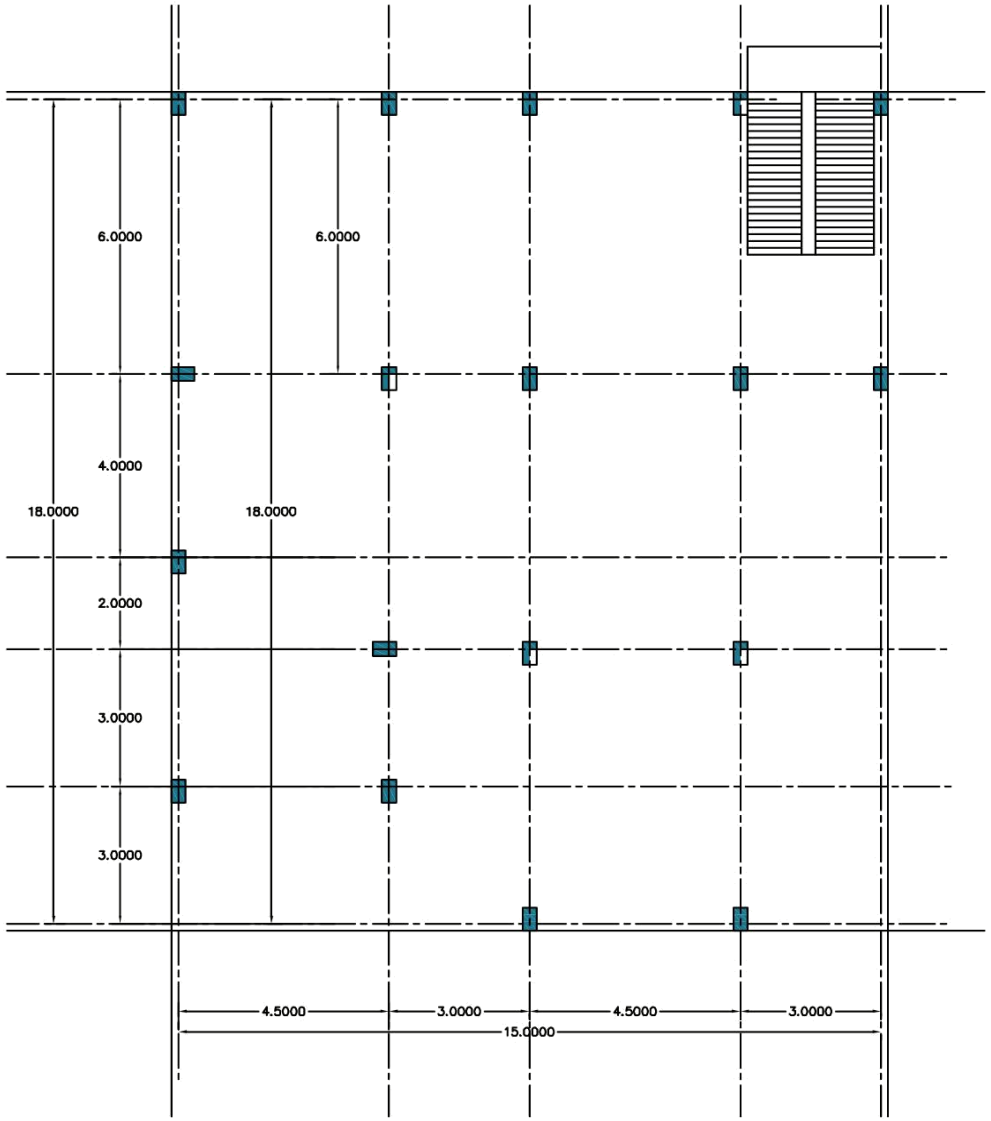
ملحق (1)

Ground Floor

ملحق (2)

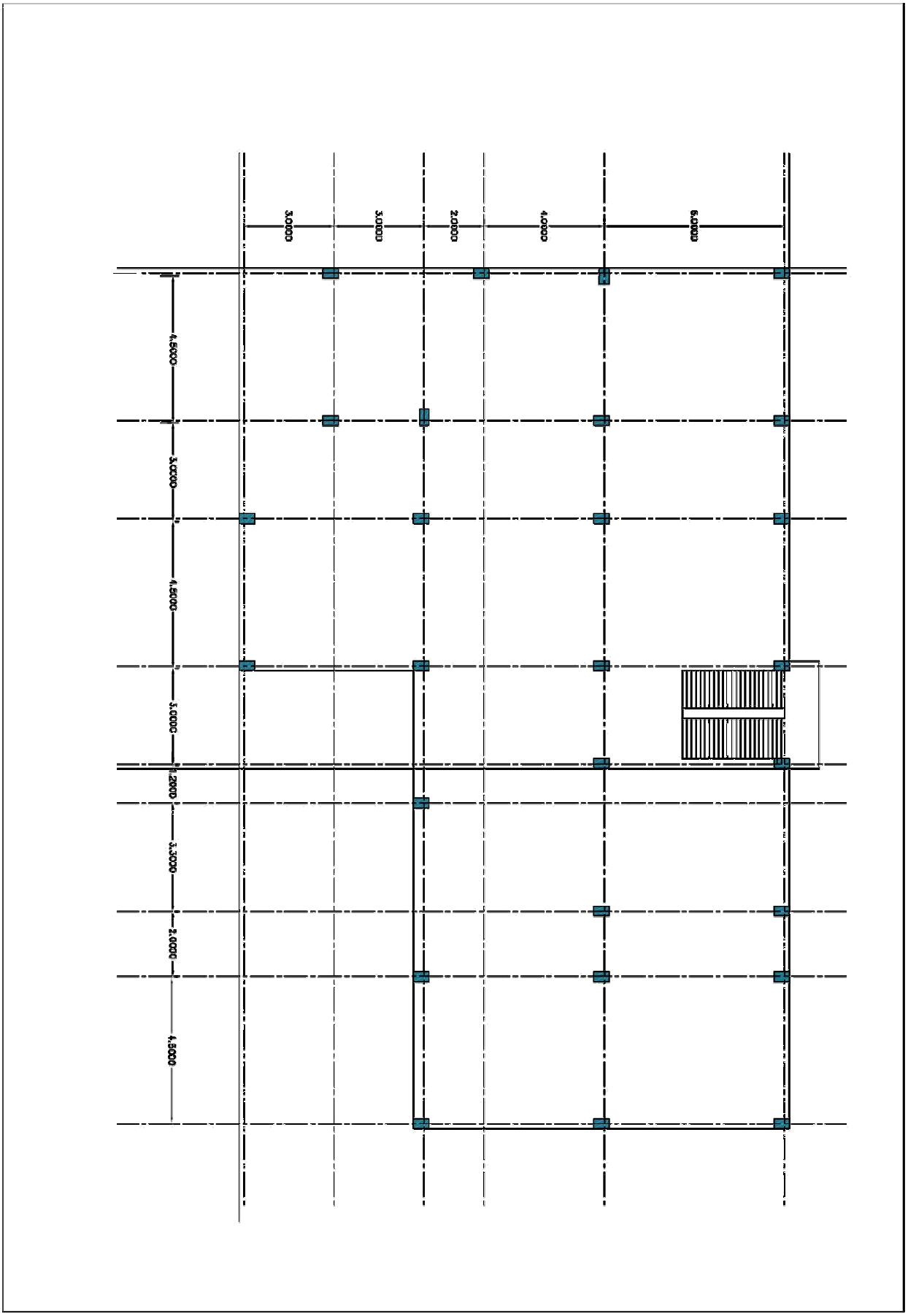


1 s t F l o o r



ملحق (3)

3 rd Floor



2 nd Floor

ملحق (4)