



للعلوم



جامعة السودان

والتكنولوجيا

كلية الدراسات العليا

بالتعاون مع مركز الدراسات  
الهندسية والتقنية (سيتس)  
بمختبر تكميلي لنيل درجة  
الماجستير  
فرع إدارة التشييد

تقويم أسباب التشققات الخرسانية ووسائل  
معالجتها في السودان

Evaluation of Crack Causes and Repair Methods  
for Reinforced Concrete Structure in Sudan

إعداد المهندس:

متوكل إبراهيم الصديق

إشراف الدكتورة:

سلمى يحيى محمد

2009م

بسم الله الرحمن الرحيم

## الآية

قال تعالى:



[قَدْ مَكَرَ الَّذِينَ مِنْ قَبْلِهِمْ فَأَتَى اللَّهُ بُنْيَانَهُمْ مِّنَ  
الْقَوَاعِدِ فَخَرَّ عَلَيْهِمُ السَّقْفُ مِنْ فَوْقِهِمْ وَأَتَاهُمُ الْعَذَابُ  
مِنْ حَيْثُ لَا يَشْعُرُونَ ]

صدق الله العظيم  
سورة النحل، الآية 26



## الإهداء

إلى  
أمي العزيزة  
إلى  
أبي العزيز



إلى  
أساتذتي الأعزاء  
إلى  
كل من وقف معي مسانداً  
وداعماً وموجهاً  
إلى  
أسرتي الصغيرة التي صبرت  
على انشغالي عنهم حتى  
اكتمل ذلك الحلم وصار  
واقعاً ملموساً  
لكم جميعاً أهدي ثمرة جهدي  
المتواضع  
الباحث؛

## الشكر والعرفان

الشكر من قبل ومن بعد لله رب  
العالمين  
والشكر أجزله للدكتورة  
سلمى يحيى والتي كانت وما  
زالت وستظل عوناً لكل من

لجأ إليها بالنصح والتوجيه  
والعلم .  
وكذلك الشكر إلى كل أسرة  
(سيتس)  
وجزا الله عنا خير الجزاء كل  
من علمنا حرفاً

#### ملخص البحث

تنفيذ المباني شأنه شأن أي عمل تشوبه بعض العيوب والنواقص والتي سوف نتناول في هذا البحث بعضاً منها وهي الانفصال الحبيبي والتشققات الخرسانية وصدأ حديد التسليح وتسرب الماء من المنشآت الخرسانية المائية. وأهم أهداف البحث هي:

- أ. التعرف على بعض العيوب التي تحدث في المنشآت الخرسانية وأسبابها.
  - ب. التعرف على المواد المستخدمة في علاج تلك العيوب.
  - ج. التعرف على الأساليب والطرق السليمة المتبعة لإصلاح تلك العيوب.
  - د. اختبار فهم المهندسين لأسباب تلك العيوب وأساليب ومواد إصلاحها.
- أتبع في هذا البحث المنهج التقويمي حيث كانت الأداة المستخدمة في جمع المعلومات هي الاستبيانات وتم تصميمها من ثلاثة أقسام كل قسم يحتوي على مجموعة من الأسئلة موجهة لمجموعة من المهندسين المدنيين والمعماريين العاملين بولاية الخرطوم ومن ثم تم استخدام برنامج التحليل الإحصائي (SPSS) في تحليل البيانات وإظهار النتائج النهائية وتعميمها على مجتمع الدراسة.
- ومن أهم نتائج تحليل البيانات هي معرفة أسباب حدوث الانفصال الحبيبي وكان أهمها عدم اختيار التدرج المناسب للركام والمواد الأكثر استخداماً في إصلاحه

هي مونة الرمل الغنية بالأسمنت وكذلك معرفة أسباب حدوث التشققات الخرسانية وكان أهمها الأخطاء في التنفيذ والمواد الأكثر استخداماً في المعالجة هي أيضاً مونة الرمل الغنية بالأسمنت وأيضاً معرفة أسباب حدوث صدأ حديد التسليح وكان أهمها رداءة وضعف الخرسانة مما يتسبب في نفاذيتها والمواد الأكثر استخداماً في علاجه هي المواد البولمرية الإيبوكسية.

وكذلك معرفة أسباب حدوث تسرب الماء من المنشآت الخرسانية المائية وكان أهمها إهمال ضبط الجودة ومراقبتها والمواد الأكثر استخداماً في إصلاحها هي مستحلب بتومين يستخدم على البارد ومواد إيبوكسية لتقليل النفاذية. الأساليب والمواد المستخدمة في إصلاح الخرسانة أصبحت لها مواصفات شاملة تعتمد على الفهم العميق لأسباب المشكلة ومجال العمل وهذا يعرف من المسح الكامل والذي بدوره يقود إلى اختيار الأساليب والمواد المثلى للإصلاح.

## Abstracts

Buildings implementation, such as any work have some defects and deficiencies , which will be dealt with in this research, as segregation, concrete cracks, steel reinforcement corrosion, and leakage from water retraining structures.

The important objectives of this research are:

- Identifying some defects and reasons that occurred on concrete structures.
- Identifying the material used in treating these defects.
- Identifying the proper methods followed to repair these defects.
- To examine the engineers, whether they understand the reasons of these defects, the ways, and materials of repairing.

The researcher follows the evaluation method. The tool of collection data is questionnaire , which is designed from three parts, every part include some group of questions for civil engineers and architects in Khartoum state, then using the statistical analysis program (SPSS) to analyze the data, so as to obtain the results and generalizing them on the study's community.

The important results are to identify the reasons of segregation, and the most important reasons is to select unsuitable grading of aggregate, and mostly we used the sand mortar with rich cement for repairing. To identify the reason of the concrete structural cracks, which is caused by

the lack of selecting suitable gradual for ruins and materials mostly used in rectifying it is cement, sand mortar mix, rich of oxygen. Also, recognizing the reasons of concrete cracks, which have been the mistakes in execution, and the materials used in rectification are also sand mortar that is enriched by cement, and also knowing the reasons for steel corrosion, such as weak and defected mix that causes leakage. The materials mostly used in rectifying it are polymers and epoxies materials.

Lastly, recognizing the reasons for water leakage at watery constructed buildings, and most important among which have been negligence of quality standard control, meanwhile, the materials mostly used in rectifying it is bitumen emulsion – used at cool – and epoxy materials to decrease leakage.

Methods and materials used in rectifying the concrete has become with comprehensive specifications depending on deep perception for the problem, work's field, which could be got by complete survey, that leads to selection of perfect methods and materials for rectification.

## الفهرس

الرقم	الموضوع	الصفحة
1	الآية	أ
2	الإهداء	ب
3	شكر وعرفان	ج
4	ملخص البحث	د
5	Abstract	هـ
6	الفهرس	و
7	قائمة الجداول	ز
8	قائمة الأشكال	ك
9	الفصل الأول المقدمة	
10	1-1 مقدمة عامة	1
11	2-1 مشكلة البحث	3
12	3-1 أهداف البحث	3

3	4-1 أهمية البحث	13
3	5-1 منهج البحث	14
4	6-1 محتويات التقرير	15
	<b>الفصل الثاني</b> العيوب التي تحدث في المنشآت الخرسانية وأسبابها	16
5	1-2 الانفصال الحبيبي	17
7	3-2-2 أسباب حدوث الانفصال الحبيبي	18
7	2-2 التشققات	19
7	2-2-2 أسباب حدوث التشققات	20
12	3-2 صدأ حديد التسليح	21
13	1-3-2 أسباب صدأ حديد التسليح	22
14	4-2 تسرب الماء من المنشآت الخرسانية المائية	23
14	1-4-2 أسباب تسرب الماء من المنشآت الخرسانية المائية	24
	<b>الفصل الثالث</b> أساليب وطرق ترميم وإصلاح العيوب	25
15	مقدمة	26
15	1-3 معالجة التشققات الخرسانية	27
21	2-3 معالجة صدأ حديد التسليح	28
32	3-3 معالجة الانفصال الحبيبي	29
32	3-4 معالجة تسرب الماء	30
	<b>الفصل الرابع</b> منهج البحث	31
36	1-4 عام	32
36	2-4 تصميم الاستبيان	33
37	3-4 طريقة تحليل البيانات	34
	<b>الفصل الخامس</b> تحليل ومناقشة النتائج	35
39	1-5 مقدمة	36

41	5-2 أسباب حدوث العيوب الخرسانية	37
41	5-2-1 تحليل أسباب حدوث الانفصال الحبيبي	38
50	5-2-2 تحليل أسباب حدوث التشققات	39
54	5-2-3 تحليل أسباب حدوث صدأ حديد التسليح	40
68	5-2-4 تحليل أسباب حدوث تسرب الماء من المنشآت المائية	41
74	5-3 المواد المستخدمة في إصلاح العيوب الخرسانية	42
74	5-3-1 تحليل المواد الأكثر استخداماً في إصلاح الانفصال الحبيبي	43
77	5-3-2 تحليل المواد الأكثر استخداماً في إصلاح التشققات	44
80	5-3-3 تحليل المواد الأكثر استخداماً في صدأ حديد التسليح	45
85	5-3-4 تحليل المواد الأكثر استخداماً في تسرب الماء من المنشآت الخرسانية المائية	46
90	5-4 ملخص النتائج وتحليلها	47
	الفصل السادس الخلاصة والتوصيات	48
93	6-1 الخلاصة	49
95	6-2 التوصيات	50
97	المراجع	51
99	الملاحق	52



## قائمة الجداول

الرقم	الموضوع	الصفحة
1	جدول رقم (5-1) المهنة	39
2	جدول رقم (5-2) الخبرة	40
3	جدول رقم (5-3) عدم أتباع الطرق السليمة في مناولة ونقل وصب الخرسانة	41
4	جدول رقم (5-4) عدم اختبار التدرج المناسب للركام	42
5	جدول رقم (5-5) عدم استعمال النسب المناسبة للركام الكبيرة والصغيرة	43
6	جدول رقم (5-6) استعمال نسب اسمنت غير مناسبة	44
7	جدول رقم (5-7) عدم التحكم في نسبة ماء الخلطة	45
8	جدول رقم (5-8) عدم استعمال الدمك الجيد بواسطة الهزاز	46
9	جدول رقم (5-9) الصب من ارتفاعات عالية	47
10	جدول رقم (5-10) فك القالب قبل وصول الخرسانة إلى الحالة الجافة	48
11	جدول رقم (5-11) استعمال معدات وفرم غير جيدة	49
12	جدول رقم (5-12) أسباب إنشائية (أخطاء في التصميم)	50
13	جدول رقم (5-13) أسباب غير إنشائية (أخطاء في التنفيذ)	51
14	جدول رقم (5-14) أسباب متعلقة بالتربة أسفل المبنى	52
15	جدول رقم (5-15) تحميل المبنى بأحمال زائدة	53
16	جدول رقم (5-16) توفر الكلور في أشكال مختلفة كبيرة قريبا من سطح الخرسانة	54
17	جدول رقم (5-17) إهمال استعمال العوازل التي تمنع تسرب الكلور	55
18	جدول رقم (5-18) زيادة نسبة الكلوريدات في الوسط المحيط او الهواء	56

19	جدول رقم (5-19) تخزين المواد الكيميائية في مخزن حديد التسليح	57
20	جدول رقم (5-20) الغطاء الخرساني غير كافي	58
21	جدول رقم (5-21) رداء وضعف الخرسانة مما يتسبب في نفاذية الخرسانة	59
22	جدول رقم (5-22) زيادة نسبة الماء للأسمنت أو انخفاض نسبة الاسمنت	60
23	جدول رقم (5-23) إهمال احتياطي الصب في الجو الحار	61
24	جدول رقم (5-24) رشوحات وتسربات التمديدات الصحية	62
25	جدول رقم (5-25) المد والجزر في المباني المطلة على البحار والأنهار	63
26	جدول رقم (5-26) احتواء ركام وماء الخلطة على نسبة عالية من الكلوريدات	64
27	جدول رقم (5-27) إهمال ضبط الجودة ومراقبتها بالنسبة للخرسانة وموادها	65
28	جدول رقم (5-28) إهمال الدمك والهز المناسب	66
29	جدول رقم (5-29) ترك العناية بمعالجة الأسطح الخرسانية مما يعرضها للانكماش	67
30	جدول رقم (5-30) عدم دمك الخرسانة دمكاً جيداً	68
31	جدول رقم (5-31) ضعف قوة ومقاومة الخرسانة لاستخدام اسمنت قليل او ماء كثير	69
32	جدول رقم (5-32) رداء وضعف قوة الخرسانة مما يسبب نفاذية الخرسانة	70
33	جدول رقم (5-33) إهمال ضبط الجودة ومراقبتها مثل استخدام ركام كبير	71
34	جدول رقم (5-34) الفواصل الإنشائية في المنشأة الخرسانية	72
35	جدول رقم (5-35) تعرض الخرسانة لأوساط حمضية	73
36	جدول رقم (5-36) مونة الاسمنت والرمل الغنية بالاسمنت	74
37	جدول رقم (5-37) المونة البولمرية (الايوكسية)	75
38	جدول رقم (5-38) المواد البولمرية الأسمنتية	76
39	جدول رقم (5-39) استخدام الخرسانة البولمرية الأسمنتية	77
40	جدول رقم (5-40) الخرسانة البولمرية الأسمنتية	78
41	جدول رقم (5-41) الخرسانة البولمرية السائلة مثل الايوكسي	79
42	جدول رقم (5-42) مواد بولمرية أسمنتية	80
43	جدول رقم (5-43) استخلاص الكلور	81
44	جدول رقم (5-44) إعادة الحالة القلوية للوسط حول الخرسانة	82
45	جدول رقم (5-45) الطريقة الكهروكيميائية	83

46	جدول رقم (5-46) مواد بتومينية تستخدم على البارد	84
47	جدول رقم (5-47) مواد عازلة بولمرية	85
48	جدول رقم (5-48) مواد ايبوكسية لتقليل النفاذية	86
49	جدول رقم (5-49) مستحلب بتومين مطاط يستعمل على البارد	87
50	جدول رقم (5-50) الخطوط العريضة للمواصفات للأداء العالي للإصلاح	88
51	جدول رقم (5-51) مستحلب بتومين مطاط يستعمل على البارد	89

### قائمة الأشكال

الرقم	الموضوع	الصفحة
1	شكل رقم (2-1) شكل من أشكال الانفصال الحبيبي	6
2	شكل رقم (2-2) شكل من أشكال الانفصال الحبيبي	6
3	شكل رقم (2-3) الانكماش اللدن	11
4	شكل رقم (2-4) شروخ نتيجة التقلصات الحرارية	11
5	شكل رقم (2-5) شروخ نتيجة الانكماش الجاف	12
6	شكل رقم (2-6) صدأ حديد التسليح	13
7	شكل رقم (2-7) صدأ حديد التسليح	13
8	شكل رقم (3-1) معالجة الشروخ	17
9	شكل رقم (3-2) الخرسانية البوليمرية	17
10	شكل رقم (3-3) خطوات إصلاح الرقعة	25
11	شكل رقم (5-1) المهنة	39
12	شكل رقم (5-2) الخبرة	40
13	شكل رقم (5-3) عدم اتباع الطرق السليمة في مناولة ونقل وصب الخرسانة	41
14	شكل رقم (5-4) عدم اختيار التدرج المناسب للركام	42
15	شكل رقم (5-5) عدم استعمال النسب المناسبة للركام الكبيرة والصغيرة	43
16	شكل رقم (5-6) استعمال نسب اسمنت غير مناسبة	44
17	شكل رقم (5-7) عدم التحكم في نسبة ماء الخلطة	45

46	شكل رقم (5-8) عدم استعمال الدمك الجيد بواسطة الهزاز	18
47	شكل رقم (5-9) الصب من ارتفاعات عالية	19
48	شكل رقم (5-10) فك القالب قبل وصول الخرسانة إلى الحالة الجافة	20
49	شكل رقم (5-11) استعمال معدات وفرم غير جيدة	21
50	شكل رقم (5-12) أسباب إنشائية (أخطاء في التصميم)	22
51	شكل رقم (5-13) أسباب غير إنشائية (أخطاء في التنفيذ)	23
52	شكل رقم (5-14) أسباب متعلقة بالتربة أسفل المبني	24
53	شكل رقم (5-15) تحميل المبني بأحمال زائدة	25
54	شكل رقم (5-16) توفر الكلور في أشكال مختلفة كبيرة قريبا من سطح الخرسانة	26
55	شكل رقم (5-17) إهمال استعمال العوازل التي تمنع تسرب الكلور	27
56	شكل رقم (5-18) زيادة نسبة الكلوريدات في الوسط المحيط أو الهواء	28
57	شكل رقم (5-19) تخزين المواد الكيميائية في مخزن حديد التسليح	29
58	شكل رقم (5-20) الغطاء الخرساني غير كافي	30
59	شكل رقم (5-21) رداء وضعف الخرسانة مما يتسبب في نفاذية الخرسانة	31
60	شكل رقم (5-22) زيادة نسبة الماء للاسمنت أو انخفاض نسبة الاسمنت	32
61	شكل رقم (5-23) إهمال احتياطي الصب في الجو الحار	33
62	شكل رقم (5-24) رشوحات وتسربات التمديدات الصحية	34
63	شكل رقم (5-25) المد والجزر في المباني المطلة على البحار والأنهار	35
64	شكل رقم (5-26) احتواء ركام وماء الخلطة على نسبة عالية من الكلوريدات	36
65	شكل رقم (5-27) إهمال ضبط الجودة ومراقبتها بالنسبة للخرسانة وموادها	37
66	شكل رقم (5-28) إهمال الدمك والهز المناسب	38
67	شكل رقم (5-29) ترك العناية بمعالجة الأسطح الخرسانية مما يعرضها للانكماش	39
68	شكل رقم (5-30) عدم دمك الخرسانة دمكاً جيداً	40
69	شكل رقم (5-31) ضعف قوة ومقاومة الخرسانة لاستخدام اسمنت قليل أو	41

	ماء كثير	
42	شكل رقم (5-32) رداء وضعف قوة الخرسانة مما يسبب نفاذية الخرسانة	70
43	شكل رقم (5-33) إهمال ضبط الجودة ومراقبتها مثل استخدام ركام كبير	71
44	شكل رقم (5-34) الفواصل الإنشائية في المنشأة الخرسانية	72
45	شكل رقم (5-35) تعرض الخرسانة لأوساط حمضية	73
46	شكل رقم (5-36) مونة الاسمنت والرمل الغنية بالاسمنت	74
47	شكل رقم (5-37) المونة البولمرية (الايوكسية)	75
48	شكل رقم (5-38) المواد البولمرية الإسمنتية	76
49	شكل رقم (5-39) استخدام الخرسانة البولمرية الإسمنتية	77
50	شكل رقم (5-40) الخرسانة البولمرية الإسمنتية	78
51	شكل رقم (5-41) الخرسانة البولمرية السائلة مثل الايوكسي	79
52	شكل رقم (5-42) مواد بولمرية إسمنتية	80
53	شكل رقم (5-43) استخلاص الكلور	81
54	شكل رقم (5-44) إعادة الحالة القلوية للوسط حول الخرسانة	82
55	شكل رقم (5-45) الطريقة الكهروكيميائية	83
56	شكل رقم (5-46) مواد بتومينية تستخدم على البارد	84
57	شكل رقم (5-47) مواد عازلة بولمرية	85
58	شكل رقم (5-48) مواد ايوكسية لتقليل النفاذية	86
59	شكل رقم (5-49) مستحلب بتومين مطاط يستعمل على البارد	87
60	شكل رقم (5-50) الخطوط العريضة للمواصفات للأداء العالي للإصلاح	88
61	شكل رقم (5-51) مستحلب بتومين مطاط يستعمل على البارد	89

