جامعة بوليتكنك فلسطين

كلية الهندسة والتكنولوجيا
دائرة الهندسة المدنية والمعمارية

مشروع تخرج
"أثر نوعية مياه الخلط على بعض خصائص الخرسانة الطازجة والصلبة"

فريق المشروع
الاء رجوب
صفاء أبو تركي

مشرف المشروع
د. نبيل الجولاني

فلسطين- الخليل

2007- 2008

الإهداء

إلى الأرض التي أحببناها ..... الأرض التي باركها الله ..... إلى مسرى خاتم الأنبياء عليه الصلاة والسلام ..... فلسطين الحبيبة .

إلى الذين ضحوا بأرواحهم الطاهرة و رووا بدمائهم الزكية هذا الثرى ...إلى من هم اكرم منا جميعا .... إلى الشهداء .

إلى والدي و إخوتي الأحبة الذين علموني معنى التضحية والإيثار.

إلى أساتذتي الأفاضل الذين علموني أن الشمعة لا تحترق لتذوب.... بل لتنير الدرب للآخرين.

إلى الأصدقاء و الزملاء الذين عشنا معهم أجمل أيام العمر و عرفنا معهم معنى السعادة والأخوة.

الباحثتان

الشكر و التقدير

نحمد الله و نشكره عز و جل الذي وفقنا لإتمام ما قمنا به في المشروع . و من ثم نتقدم بالشكر إلى جامعة بوليتكنيك فلسطين و بالأخص إلى كلية الهندسة ودائرة الهندسة المدنية و المعمارية .

كما نتقدم بالشكر إلى الدكتور نبيل الجولاني مشرف المشروع الذي قدم لنا كل عون وارشاد في تحديد الفكرة وبلورتها وانجاز كتابة المشروع ومراجعته.

و لا ننسى أن نتقدم بالشكر إلى جميع العاملين في دائرة الاستشارات الفنية وخدمة المجتمع ونخص بالذكر الأستاذ جبريل الشويكي الذي لم يبخل علينا بجهده ووقته وتقديم المساعدة الكاملة في إتمام الفحوصات المخبرية .

ملخص البحث

في هذا البحث تم استخدام أنواع مختلفة من المياه في الخلطات الخرسانية، وتم فحص عدد من خصائص الخرسانة الطازجة والصلبة ومقارنتها مع خصائص الخرسانة المعدة بواسطة مياه الشرب العادية، لمعرفة تأثيرها. واهم الخصائص التي تم دراستها هي:

- الهبوط .
- مقاومة الضغط .
- مقاومة الشد .
- نسبة الامتصاص الطبيعية.

تم اعداد مجموعة من الخلطات الخرسانية وعدد من العينات التي تم فحصها بعد فترات معالجة محددة (7 ايام, 14 يوم, 28 يوم).

ان هذه المحاولة تعتبر مهمة جدا لمعرفة تاثير المياه الملوثة على بعض خصائص الخرسانة, والذي يمكن ان يؤدي الى تقليص استهلاك المياه النقية التي تستخدم حاليا في صناعة الخرسانة في ظل النقص الشديد في مياه الشرب لاحتياجات الانسان.

Abstract

In this research , attempt was be made to use different types of mixing water to prepare concrete mixes .

The effect of different types of mixing water on some properties of fresh and hardened concrete was investigated, the properties included the following :

- Slump Test .
- Compression test .
- Tensile test
- Absorption Test (Natural).

Samples were prepared and tested after specific curing periods (7, 14, and 28 days).

This attempt of using waste water in concrete mixtures is important in view of the serious shortage in fresh water for human needs and which currently consumed by concrete industry.

فهرس المحتويات

الموضوع	رقم الصفحة
صفحة العنوان	i
الإهداء	ii
الشكر والتقدير	iii
ملخص البحث	iv
Abstract	v
فهرس المحتويات	vi
فهرس الجداول	x
فهرس الأشكال و الصور	xii
الفصل الأول : المقدمة	
1.1 تمهيد	1
1.2 أهداف و أهمية البحث	2
1.3 فرضيات البحث	2
1.4 متغيرات البحث	2
1.4.1 مياه الخلط وخصائصها	2
1.4.2 الفحوصات المخبرية على الخلطات الخرسانية	3
1.4.3 زمن المعالجة	3
1.5 أدوات ومنهج البحث	3
1.6 إجراءات البحث	4
1.7 تحليل النتائج وكتابة تقرير البحث	4

الفصل الثاني : الدراسات السابقة 5

الفصل الثالث : المواد المستخدمة والفحوصات المخبرية

3.1 المواد المستخدمة في البحث 14

3.1.1 الخلطة الخرسانية 14

3.1.2 مياه الخلط 16

3.2 الفحوصات المخبرية 17

الفصل الرابع : النتائج المخبرية

4.1 نتائج فحص مياه الخلط المستخدمة في البحث 24

4.2 نتائج الفحوصات الأولية للخرسانة 25

4.3 نتائج الفحوصات العملية 27

4.3.1 نتائج استخدام المياه العادية في الخرسانية 28

4.3.2 نتائج استخدام المياه المالحة في الخرسانة 34

4.3.3 نتائج استخدام المياه الزيتية في الخرسانة 36

4.3.4 نتائج استخدام المياه العادمة المكررة في الخلطة الخرسانية 38

4.3.5 نتائج استخدام مياه ربو المحاجر في الخلطة الخرسانية 40

4.3.6 نتائج استخدام مياه دباغة الجلود في الخلطة الخرسانية 42

4.3.7 نتائج الامتصاص الطبيعي 44

4.3.8 نتائج فحص الهبوط 46

4.3.9 نتائج الضغط للمونة الاسمنتية 48

الفصل الخامس: تحليل النتائج ومناقشتها

5.1 نتائج اختبارات مقاومة الضغط لمياه الخلط المستخدمة في البحث مع نتائج البحث مع نتائج المياه العادية 50

5.1.1 نتائج مقاومة الضغط للخرسانة بالمياه العادية مع نتائج الخرسانة بالمياه المالحة بنسبة 5 % 50

5.1.2 نتائج مقاومة الضغط للخرسانة بالمياه العادية مع نتائج الخرسانة بالمياه المالحة بنسبة 10 % 52

5.1.3 نتائج مقاومة الضغط للخرسانة بمياه العادية مع نتائج الخرسانة بالمياه الزيتية بنسبة 5 % 54

5.1.4 نتائج مقاومة الضغط للخرسانة بمياه العادية مع نتائج الخرسانة بالمياه الزيتية بنسبة 10 % 56

5.1.5 نتائج مقاومة الضغط للخرسانة بالمياه العادية مع نتائج الخرسانة بالمياه العادمة المكررة 58

5.1.6 نتائج مقاومة الضغط للخرسانة بالمياه العادية مع نتائج الخرسانة بمياه ربو المحاجر 60

5.1.7 نتائج مقاومة الضغط للخرسانة بالمياه العادية مع نتائج الخرسانة بمياه دباغة الجلود 62

5.2 نتائج اختبارات مقاومة الشد بالانفلاق لمياه الخلط المستخدمة في البحث مع نتائج المياه العادية 64

5.2.1 نتائج اختبارات مقاومة الشد بالانفلاق للخرسانة بالمياه العادية مع نتائج الخرسانة بالمياه المالحة بنسبة 5% 64

5.2.2 نتائج اختبارات مقاومة الشد بالانفلاق للخرسانة بالمياه العادية مع نتائج الخرسانة بالمياه المالحة بنسبة 10% 66

5.2.3 نتائج اختبارات مقاومة الشد بالانفلاق للخرسانة بالمياه العادية مع نتائج الخرسانة بالمياه الزيتية بنسبة 5 % 68

5.2.4 نتائج اختبارات مقاومة الشد بالانفلاق للخرسانة بالمياه العادية مع نتائج الخرسانة بالمياه الزيتية بنسبة 10% 70

5.2.5 نتائج اختبارات مقاومة الشد بالانفلاق للخرسانة بالمياه العادية مع نتائج الخرسانة بالمياه العادمة المكررة 72

5.2.6 نتائج اختبارات مقاومة الشد بالانفلاق للخرسانة بالمياه العادية مع نتائج الخرسانة بمياه ربو المحاجر 74

5.2.7 نتائج اختبارات مقاومة الشد بالانفلاق للخرسانة بالمياه العادية مع نتائج الخرسانة بمياه دباغة الجلود 76

5.3 نتائج الامتصاص الطبيعي 78

5.4 نتائج اختبار الهبوط 78

5.5 نتائج الضغط للمونة الاسمنتيه 79

الفصل السادس: النتائج والتوصيات

6.1 النتائج 80

6.2 التوصيات 81

المصادر والمراجع 82

فهرس الجداول

الجدول	رقم الصفحة
الجدول (1): نتائج فحص المياه المستخدمة في البحث	24
الجدول (2): ملخص نتائج الاختبارات العملية لانواع المياه المستخدمة في هذا البحث	27
الجدول (3): نتائج اختبارات الخرسانة بالمياه العادية	28
الجدول (4): نتائج اختبارات الخرسانة بالمياه المالحة 5 %	34
الجدول (5) : نتائج اختبارات الخرسانة بالمياه المالحة 10 %	34
الجدول (6) : نتائج اختبارات الخرسانة بالمياه الزيتية 5 %	36
الجدول (7) : نتائج اختبارات الخرسانة بالمياه الزيتية 10 %	36
الجدول (8) : نتائج اختبارات الخرسانة بالمياه العادمة المكررة	38
الجدول (9) : نتائج اختبارات الخرسانة بمياه بربو المحاجر	40
الجدول (10) : نتائج اختبارات الخرسانة بمياه دباغة الجلود	42
الجدول (11) : نتائج الامتصاص الطبيعي	44
الجدول (12) : نتائج فحص الهبوط	46
الجدول (13) : نتائج الضغط للمونة الاسمنتية	48
الجدول (14) : مقارنة نتائج اختبار مقاومة الضغط للخرسانة بالمياه العادية والمياه المالحة نسبة 5%	50
الجدول (15) : مقارنة نتائج اختبار مقاومة الضغط للخرسانة بالمياه العادية والمياه المالحة نسبة 10%	52
الجدول (16) : مقارنة نتائج اختبار مقاومة الضغط للخرسانة بالمياه العادية والمياه الزيتية نسبة 5%	54
الجدول (17) : مقارنة نتائج اختبارمقاومة الضغط للخرسانة بالمياه العادية والمياه الزيتية نسبة 10%	56

الجدول (18) : مقارنة نتائج اختبار مقاومة الضغط للخرسانة بالمياه العادية والمياه العادمة المكررة 58

الجدول (19) : نتائج مقاومة الضغط للخرسانة بالمياه العادية مع الخرسانة بالمياه العادمة المكررة 59

الجدول (20) : مقارنة نتائج اختبار مقاومة الضغط للخرسانة بالمياه العادية ومياه ربو المحاجر 60

الجدول (21) : مقارنة نتائج اختبار مقاومة الضغط للخرسانة بالمياه العادية ومياه دباغة الجلود 62

الجدول (22) : مقارنة نتائج اختبار مقاومة الشد بالانفلاق للخرسانة بالمياه العادية ومياه مالحة نسبة 5 % 64

الجدول (23) : مقارنة نتائج اختبار مقاومة الشد بالانفلاق للخرسانة بالمياه العادية ومياه مالحة نسبة 10% 66

الجدول (24) : مقارنة نتائج اختبار مقاومة الشد بالانفلاق للخرسانة بالمياه العادية ومياه زيتية نسبة 5 % 68

الجدول (25) : مقارنة نتائج اختبار مقاومة الشد بالانفلاق للخرسانة بالمياه العادية ومياه زيتية نسبة 10 % 70

الجدول (26) : مقارنة نتائج اختبار مقاومة الشد بالانفلاق للخرسانة بالمياه العادية والمياه العادمة مكررة 72

الجدول (27) : مقارنة نتائج اختبار مقاومة الشد بالانفلاق للخرسانة بالمياه العادية ومياه ربو المحاجر 74

الجدول (28) : مقارنة نتائج اختبار مقاومة الشد بالانفلاق للخرسانة بالمياه العادية ومياه دباغة جلود 76

الجدول (29) : مقارنة قيم مقاومة الضغط للمونة الإسمنتية بعد 7 أيام 79

فهرس الأشكال والصور

الشكل **رقم الصفحة**

الشكل (1) : ركام خشن 14

الشكل (2) : ركام ناعم 15

الشكل (3) : رمل 15

الشكل (4) : قالب فحص الهبوط 18

الشكل (5) : مكعب اختبار مقاومة الخرسانة للضغط 19

الشكل (6) : جهاز الضغط المستخدم في كسر العينات 19

الشكل (7) : مقطع خرساني اسطواني لاختبار مقاومة الخرسانة للشد بالفلق 21

الشكل (8) : اختبار الشد بالانحناء البسيط 21

الشكل (9) : تغير مقاومة الضغط للخرسانة بالمياه العادية 29

الشكل (10) : تغير مقاومة الشد بالانفلاق للخرسانة بالمياه العادية 29

الشكل (11) : عملية الدمك لقالب مكعبات اختبار مقاومة الخرسانة للضغط 30

الشكل (12) : عملية الدمك لقالب اسطوانة اختبار مقاومة الخرسانة للشد بالانفلاق 30

الشكل (13) : مكعبات واسطوانات في حوض المعالجة تحت الماء 31

الشكل (14) : مكعب اختبار مقاومة الضغط خلال عملية قياس الوزن 32

الشكل (15) : اسطوانة اختبار مقاومة الشد خلال عملية قياس الوزن 32

الشكل (16) : مكعب خلال عملية الكسر 33

الشكل (17) : أسطوانة خلال عملية الكسر 33

الشكل (18) : تغير مقاومة الضغط للخرسانة بالمياه المالحة 5% و 10 % 35

الشكل (19) : تغير مقاومة الشد بالانفلاق للخرسانة بالمياه المالحة 5% و10% 35

الشكل (20) : تغير مقاومة الضغط للخرسانة بالمياه الزيتية 5 % و10% 37
الشكل (21) : تغير مقاومة الشد بالانفلاق للخرسانة بالمياه المالحة 5% و10% 37
الشكل (22) : تغير مقاومة الضغط للخرسانة بالمياه العادمة المكررة 39
الشكل (23) : تغير مقاومة الشد بالانفلاق للخرسانة بالمياه العادمة المكررة 39
الشكل (24) : تغير مقاومة الضغط للخرسانة بربو المحاجر 41
الشكل (25) : تغير مقاومة الشد بالانفلاق للخرسانة بمياه ربو المحاجر 41
الشكل (26) : تغير مقاومة الضغط للخرسانة بمياه دباغة الجلود 43
الشكل (27) : تغير مقاومة الشد بالانفلاق للخرسانة بمياه دباغة الجلود 43
الشكل (28) : عينات تم غمرها بالماء قبل الفحص 44
الشكل (29) : عينة خلال قياس وزنها الجاف 45
الشكل (30) : عملية الدمك في اختبار الهبوط 46
الشكل (31) : عملية قياس الهبوط 47
الشكل (32) : مكعبات المونة الاسمنتية في القوالب 48
الشكل (33) : عينات المونة الاسمنتية مغمورة بالماء 49
الشكل (34) : مكعب من المونة الاسمنتية 49
الشكل (35) : تغير مقاومة الضغط للخرسانة بالمياه العادية والمياه المالحة نسبة 5% 51
الشكل (36) : تغير مقاومة الضغط للخرسانة بالمياه العادية والمياه المالحة نسبة 10% 53
الشكل (37) : تغير مقاومة الضغط للخرسانة بالمياه العادية والمياه الزيتية نسبة 5% 55
الشكل (38) : تغير مقاومة الضغط للخرسانة بالمياه العادية والمياه الزيتية نسبة 10% 57
الشكل (39) : تغير مقاومة الضغط للخرسانة بالمياه العادية والمياه العادمة المكررة 59
الشكل (40) : تغير مقاومة الضغط للخرسانة بالمياه العادية ومياه ربو المحاجر 61

الشكل (41) : تغير مقاومة الضغط للخرسانة بالمياه العادية ومياه دباغة الجلود 63

الشكل (42) : تغير مقاومة الشد بالانفلاق للخرسانة بالمياه العادية والخرسانة بالمياه المالحة نسبة 5% 65

الشكل (43) : تغير مقاومة الشد بالانفلاق للخرسانة بالمياه العادية والخرسانة بالمياه المالحة نسبة 10% 67

الشكل (44) : تغير مقاومة الشد بالانفلاق للخرسانة بالمياه العادية والخرسانة بالمياه الزيتية نسبة 5% 69

الشكل (45) : تغير مقاومة الشد بالانفلاق للخرسانة بالمياه العادية والخرسانة بالمياه الزيتية نسبة 10% 71

الشكل (46) : تغير مقاومة الشد بالانفلاق للخرسانة بالمياه العادية والخرسانة بالمياه العادمة المكررة 73

الشكل (47) : تغير مقاومة الشد بالانفلاق للخرسانة بالمياه العادية والخرسانة بمياه ربو المحاجر 75

الشكل (48) : تغير مقاومة الشد بالانفلاق للخرسانة بالمياه العادية والخرسانة بمياه دباغة الجلود 77

الفصل الأول

المقدمــة

1.1 تمهيد

الخرسانة مادة إنشائية تتكون من مزيج متجانس من جسيمات صلدة متنوعة المقاسات تعرف بالركام (Aggregate) تشغل نسبة كبيرة من حجم المادة يثبتها هيكل رابط ولاصق من معجون الاسمنت المتصلد بفعل الماء ، وتحتوي على فجوات هوائية أو غازية بنسب قليلة .ويمكن الحصول على الخرسانة بخلط الاسمنت ، الرمل ، الحصى والماء بنسب معينة .وكذلك يمكن استعمال المضافات (Admixture) في بعض الخلطات الخرسانية . وهناك العديد من الدراسات السابقة التي تطرقت لموضوع الإضافات (Admixture) في الخرسانة وهي التي تكون خلاف مكونات الخلطة الخرسانية المكونة من ماء واسمنت وركام ،أي أن المادة تضاف إلى ماء الخلطة قبل أو بعد الخلط لإعطائها خواص إضافية في ظروف العمل وذلك لتحسين خواص الخرسانة . ومن هذه الدراسات دراسة أثر المضافات الكيماوية على الخلطات الخرسانية ، حيث أثبتت فائدتها في تحسين الخواص الطبيعية للخرسانة والمونة أثناء التشغيل أو بعدها و أيضا في تقليل نفاذية الخرسانة وانفصال حبيباتها .

وفي هذا البحث تمت دراسة تأثير أنواع مختلفة من مياه الخلط على خصائص الخرسانة ، حيث لم تتطرق الأبحاث السابقة إلى هذا الموضوع بالرغم من التوصيات باستخدام مياه الخلط بمواصفات مياه الشرب ، ولم تجري أية دراسات تؤكد أو تنفي إمكانية استخدام مياه أخرى في الخلطات الخرسانية ، حيث ممكن استخدام مياه ناتجة عن تلوث البيئة كمياه خلط في الخرسانة بدلا عن مياه الشرب العادية وبالتالي التخلص منها ، وكذلك إمكانية التوفير في المياه الصالحة للشرب لاستخدامات الإنسان في ظل النقص المتواصل في مصادر مياه الشرب .

وهذا البحث يتميز عن غيره في أنه المحاولة الأولى (حسب معلومات الباحث) التي يتم التطرق فيها لهذا الموضوع من خلال إجراء التجارب المخبرية على نوعيات مختلفة من المياه مع الخلطات الخرسانية.

وتجدر الإشارة إلى أن عدم القيام بهذا البحث سوف يساهم في استمرار أزمة نقص المياه الصالحة للشرب بسبب استخدامها في الخلطات الخرسانية في ظل التزايد المستمر في تكنولوجيا الخرسانة واستخدامها بشكل واسع .

ومن الممكن أن يستفيد من هذا البحث عدة جهات وخاصة وزارة البيئة ووزارة الصناعة ، وذلك للتخلص من المياه الملوثة للبيئة و استخدامها في مجالات أخرى كاستخدامها في الخلطات الخرسانية ، وكذلك الاستفادة من توفير المياه الصالحة للشرب وممكن أن تستفيد منه العائلات والسكان في فلسطين حيث يؤدي استخدام مياه بديلة عن مياه الشرب في الخلطات الخرسانية إلى توفير المياه بشكل مستمر وبدون انقطاع.

1.2 أهداف و أهمية البحث

الهدف الرئيسي من هذا البحث هو دراسة تأثير أنواع مختلفة من مياه الخلط على خصائص الخرسانة الطازجة و الصلبة .

وهناك بعض الأهداف الثانوية الأخرى مثل :

- التخلص من المياه الملوثة جزئيا الناتجة عن الصناعة والتي تشكل تلوثا للبيئة مثل مياه ربو المحاجر ومياه دباغة الجلود والمياه الزيتية والمياه المالحة ومياه الصرف الصحي المكررة جزئيا.
- المحافظة على كميات الشرب التي تستهلك في الخلطات الخرسانية لاحتياجات الإنسان .

1.3 فرضيات البحث

يفترض الباحث مجموعة من الفرضيات غير المباشرة وهي كالتالي :-

1- نوعية مياه الخلط لا تؤثر على قابلية التشغيل (slump) للخرسانة الطازجة .

2- نوعية مياه الخلط لا تؤثر على زمن الشك للخرسانة .

3- نوعية مياه الخلط لا تؤثر على خصائص مقاومة الضغط والشد للخرسانة الصلبة

4- نوعية مياه الخلط لا تؤثر على نسبة الامتصاص للخرسانة الصلبة .

1.4 متغيرات البحث

1.4.1 مياه الخلط وخصائصها

تشمل متغيرات البحث ثمانية أنواع من مياه الخلط :

1- المياه العادية.

2- المياه العادمة المكررة جزئيا .

3- مياه مالحة نسبة وزنية 5% .

4- مياه مالحة نسبة وزنية 10% .

5- مياه زيتية نسبة وزنية 5% .

6- مياه زيتيه نسبة وزنية 10% .

7- مياه ربو المحاجر .

8- مياه دباغة الجلود .

وقد تم إجراء فحوصات مخبرية على نوعية المياه قبل استخدامها في الخرسانة لتحديد بعض الخصائص الرئيسية لها مثل :

- نسبة المواد الصلبة الذائبة TDS .
- نسبة الحموضة PH .
- نسبة الملوحة Salinity .
- خاصية التوصيل الكهربائي EC .

1.4.2 الفحوصات المخبرية على الخلطات الخرسانية

1- اختبار الهبوط (Slump Test) .

2- اختبار مقاومة الضغط (Compression test) .

3- اختبار مقاومة الشد (Tensile test) .

4-اختبار الامتصاص (Absorption Test) .

5- اختبار الضغط للمونة الاسمنتية .

علما بأن جميع الفحوصات المخبرية أجريت حسب المواصفات القياسية ASTM .

1.4.3 زمن المعالجة :

- بعد 7 أيام من عملية الخلط .
- بعد 14 يوم من عملية الخلط .
- بعد 28 يوم من عملية الخلط .

1.5 أدوات ومنهج البحث

تم استخدام التجربة والملاحظة كأداة بحث وجمع المعلومات وتم إتباع المنهج التجريبي الاستقرائي الاستدلالي ،والذي يقوم على تثبيت جميع المتغيرات وتغيير العامل المراد قياس تأثيره ومن ثم إجراء التجربة وأخذ الملاحظات ومن ثم تحليل النتائج ومناقشتها . كما تم استخدام برامج الكمبيوتر مثل Word و Excel في تحليل النتائج وعرضها .

1.6 إجراءات البحث

تم إتباع الإجراءات التالية لتحقيق أهداف البحث :

1- تحضير العينات التي ستجرى عليها التجارب وهي : الخلطة الخرسانية المكونة من الاسمنت والرمل والحصى والمياه ،وقد تم استخدام خلطة بمقاومة (250)كغم / سم^2 تم إجراء حساباتها وتحديد كمياتها مسبقا .

2- تحضير مياه الخلط التي سيتم استخدامها في الخلطة كبديل عن مياه الخلط العادية ، وإجراء الفحوصات اللازمة كما ذكر سابقا.

3- تجهيز العينات المختلفة من الخلطات الخرسانية ووضعها في حمام المعالجة (Curing) لفترات محددة ، 7 ، 14 و28 يوم .

4- إجراء الفحوصات المخبرية اللازمة (سابقة الذكر) على الخلطة الخرسانية لتحديد خصائصها .

1.7 تحليل النتائج وكتابة تقرير البحث

1- تحليل نتائج الاختبارات على مياه الخلط وأهمها نسبة الملوحة ، نسبة الحموضة ، التوصيل الكهربائي و نسبة المواد الصلبة الذائبة (TDS) .

2- تحليل نتائج الفحوصات المخبرية للخلطة الخرسانية لكل نوع من مياه الخلط .

3- مقارنة نتائج الفحوصات باستخدام أنواع مختلفة من مياه الخلط بنتائج الفحوصات للخلطة الخرسانية القياسية باستخدام مياه الشرب العادية .

4- مقارنة نتائج البحث مع نتائج أبحاث أخرى .

5- كتابة تقرير البحث .

الفصل الثاني

الدراســـــات الســـــابقة

تعتبر الدراسات السابقة من الخطوات الأساسية للقيام بأي بحث, وهو ما يسعى إليه الباحثون قبل البدء بدراستهم لمعرفة ما تم التوصل إليه سابقا والتعرف على الأمور التي لم يتم التطرق إليها, وقد كانت الخرسانة من المواضيع التي خضعت لدراسات عديدة ومتنوعة, ذلك إنها المكون الرئيسي في عملية البناء أيا كان نوعه, ومن هذه الدراسات خصائص الخرسانة والعوامل المؤثرة عليها والمكونات الأساسية ونسبها في الخلطة بالإضافة إلى استخدام مواد في الخلطة الخرسانية تعمل على تحسين بعض خصائصها, إلا انه لم يتم الحصول على أية دراسات تتعلق بأثر نوعية مياه الخلط على خصائص الخرسانة الطازجة والصلبة, الأمر الذي قاد إلى القيام بهذه الدراسة. أما أهم الدراسات في تكنولوجيا الخرسانة فهي كما يلي:

1- دراسات تعنى بالخرسانة ومكوناتها وأنواعها حيث تعرف الخرسانة بشكل عام بأنها مادة بسيطة وفعالة بمكونات رئيسية هي : الماء ، الرمل ، الإسمنت ، الركام . وهذه العناصر تقريبا تقرر الصفات الأساسية المميزة لخلطة الخرسانة. وفي ابسط الصور فان الخرسانة هي خليط من العجينة والركام. تتكون العجينة من اسمنت بورتلاندي وماء تغطي سطح الركام الناعم والخشن. من خلال تفاعل كيميائي يسمى الهدرجة (Hydration) فإن العجينة تتصلب وتكتسب قوة لتشكل كتلة كالصخرة تسمى الخرسانة. وخصائص الخرسانة تتحدد بجودة ونوعية العجينة الإسمنتية المستخدمة ، وقوة العجينة الإسمنتية في المقابل تعتمد على نسبة الماء إلى الاسمنت في العجينة .

ولكن معظم أنواع الخلطات تحوي إضافات عديدة ذات تأثير هام على مواصفاتها. وللحصول على أفضل المواصفات يجب أن تستعمل الإضافات المناسبة في المكان المناسب. ومن المهم معرفة كل الآثار الممكنة لأنها يمكن أن تغير من سلوك الخرسانة. وربما يكون ضروريا تعديل أسلوب الصب ليكون ملائما للصفات المميزة للخلطة التي طلبتها.

ومفتاح الحصول على خرسانة قوية ومتينة يقبع في نسب الخلط وطريقة الخلط للخليط المشكل للخرسانة ، يتم اختيار نسب هذه المواد في الخلطة الخرسانية حسب نوع العمل المطلوب والمواد المتوفرة. ومع خلط هذه المواد مع بعضها يتم الحصول على الخرسانة التي تبدأ بالتصلب التدريجي مع الوقت حتى تصبح صلبة وقوية ، وتتفاوت قوتها حسب المكونات الأساسية وكذلك حسب طريقة الرج أثناء الصب ونوعية المعالجة.

تحتوي الخلطة الخرسانية عادة على (15-10) % أسمنت و (75-60) % ركام ناعم وخشن و (20-15) % ماء بالإضافة إلى نسبة (8-5) % هواء محبوس بداخل الخرسانة. هذه النسب هي نسب المكونات إلى الحجم الكلي للخرسانة.

أما بالنسبة إلى مكونات الخلطة الخرسانية فهي:

- الاسمنت (Cement)

الإسمنت هو تلك المادة الناعمة الداكنة اللون التي تمتلك خواص تماسكية و تلاصقية بوجود الماء مما يجعله قادراً على ربط مكونات الخرسانة بعضها ببعض و تماسكها مع حديد التسليح. ويتكون الأسمنت من 3 مواد خام أساسية هي كربونات الكالسيوم الموجودة في الحجر الكلسي، والسيليكا الموجودة في الطين والرمل، والألومنيا (أكسيد الألمنيوم).

هناك عدة أنواع من الاسمنت تأخذ اسمها من الغرض منها ولزوم استعمالها ولكن تبقى مكوناتها الأساسية واحدة وان اختلفت نسبتها من نوع لآخر ومن أهم هذه الأنواع :
الأسمنت البورتلاندي العادي، والأسمنت البورتلاندي سريع التصلد، والأسمنت البورتلاندي المنخفض الحرارة، والأسمنت المقاوم للأملاح والكبريتات، والأسمنت الألومينى ... الخ.

- ماء الخلط (Mixture Water)

يحتوي ماء الخلط الطبيعي على اقل من 2000 جزء في المليون (0.2%) من المواد الصلبة الذائبة ، وهو مناسب تماما للخلط . أما المياه الملوثة بمخلفات المصانع ، والتي ليس بها مواد صلدة معلقة فتعتبر مناسبة للخلط إذا لم يزيد التركيز فيها عن 2000 جزء في المليون . وقد يغض النظر عن المحتويات العالية من الشوائب (Impurities) الموجودة في المياه الطبيعية إلا الكربونات القلوية والبيكربونات التي لها تأثير سيء على الخرسانة حتى عند تركيز 2000 جزء في المليون .

نسبة الماء - الاسمنت هي النسبة بين وزن الماء الحر المخصص للتفاعل (عدا عن الماء الذي تمتصه الحصمة) إلى وزن الأسمنت في الخلطة.، والخرسانة ذات الجودة العالية يجب أن تحتوي على اقل نسبة ماء إلى اسمنت من الممكن الحصول عليها بدون التأثير على قابلية التشغيل الخاصة بالخرسانة الطازجة .

وبشكل عام فان استخدام ماء أقل يولد خرسانة ذات جودة عالية بالإضافة إلى أن الخرسانة يجب أن يتم وضعها في القوالب بشكل مناسب ودمجها بشكل مناسب والاعتناء بها في فترة التصلب بشكل مناسب أبيض . وفي المقابل فإن كثرة الماء تضعف الخرسانة وتسبب الانفصال والتدميع والمسامية وقلة الدوام والاهتراء وقلة التماسك والضعف والتقشر والانكماش والتشقق.

- الركام (Aggregate)

يعتبر الركام من المكونات الأساسية في الخرسانة حيث انه يشكل نسبة (75-60) % من حجم الخرسانة ويتكون الركام بصورة عامة من حبيبات صخرية متدرجة في الحجم منها حبيبات صغيرة كالرمل والأخرى حبيبات كبيرة كالحصى . إن لنوعية و خواص الركام تأثيراً كبيراً على خواص الخرسانة ونوعيتها. وباعتباره يشكل الجزء الأكبر من هيكل الخرسانة الذي يؤمن استقرارها وثباتها ومقاومتها لتأثير القوى الخارجية والعوامل الجوية المختلفة من الحرارة والرطوبة والتجمد ، فإن وجوده بهذه النسبة في الخلطة يقلل التغيرات الحجمية الناتجة عن عمليات التجمد والتصلب للعجينة الإسمنتية ، وبالتالي يكسب الركام متانة إضافية للخرسانة الإسمنتية.

من أجل الحصول على خرسانة متينة يجب أن يتميز ركامها بعدم تأثره بفعل العوامل الجوية المختلفة كالحرارة والبرودة والانجماد والتي تؤدي إلى تفكك الركام كما ويجب أن لا يحصل تفاعل ضار بين معادن الركام ومركبات الأسمنت ، إضافة إلى ضرورة خلو الركام من الطين ومن المواد غير النقية والتي تؤثر على المقاومة والثبات لعجينة الأسمنت . ويجب أن يكون الركام نظيفا قويا مقاوما للسحق والصدم ومناسبا من حيث الامتصاص ذا شكل وملمس مناسبين وغير قابل للانحلال ، ومقاوما للتآكل والبري.

- الإضافات (Admixture)

هي عبارة عن مواد أو تراكيب معينة ومدروسة من عدة مواد تضاف للخرسانة أثناء الخلط لأسباب عديدة منها :

- تحسين قابلية التشغيل للخرسانة الطرية.
- تعجيل التصلب للحصول على مقاومة عالية في وقت قصير .
- إبطاء عملية التصلب (الشك) في الأجواء الحارة أو النقل لمسافات بعيدة .

- تقليل الحرارة المتولدة وتقليل النضح أو النزف (Bleeding) .
- تحسين مقاومة التآكل وتقليل التقلص الحاصل أثناء التصلب .
- منع صدأ الحديد .

ويمكن تصنيف مادة الخرسانة بالاعتماد على وحدة الوزن (الكثافة) إلى ثلاث أنواع :

- الخرسانة الاعتيادية (Normal Weight Concrete) ، وهي خرسانة تحتوي على ركام طبيعي (رمل وحصى أو حجر مكسر) ، كثافة هذا النوع من الخرسانة تكون بصورة عامة حوالي 2400 kg/m^3 ، وهذا النوع من الخرسانة هو الأكثر استعمالا في الأغراض الإنشائية .
- الخرسانة خفيفة الوزن (Light Weight Concrete) ، يستخدم هذا النوع من الخرسانة في مجالات معينة، ويصنع هذا النوع باستعمال أنواع معينة من الركام الطبيعي أو المصنع ، ويقل وزن الخرسانة خفيفة الوزن عن حوالي 1800 kg/m^3 .
- الخرسانة ثقيلة الوزن (Heavy Weight Concrete) ، ويستعمل هذا النوع من الخرسانة كواق ضد الإشعاعات في المفاعلات النووية والمنشآت الأخرى حيث تسحق بعض الخامات الحديدية الطبيعية إلى حجوم مناسبة لاستعمالها كركام . تتراوح كثافة هذا النوع من الخرسانة بين 3200-4000 kg/m^3 .

أما بالاعتماد على تدرج مقاومة الانضغاط في الخرسانة ، فانه من المفيد تقسيم الخرسانة الى ثلاث انواع عامة :

- الخرسانة ذات المقاومة المخنفضة (Low Strength Concrete) ، تكون مقاومة الانضغاط لهذا النوع أقل من 20 Mpa .
- الخرسانة ذات المقاومة المتوسطة (Medium Strength Concrete) ، تكون مقاومة الانضغاط لهذا النوع أقل من 20-40 Mpa.
- الخرسانة ذات المقاومة العالية (High Strength Concrete) ، تكون مقاومة الانضغاط لهذا النوع أعلى من 40 Mpa . [1]

2- دراسة قام بها فريق علمي مصري بكلية الهندسة جامعة عين شمس حول استخدام النفايات الصناعية في تحسين قوة الخرسانة وحماية حديد التسليح من التآكل, حيث عمل على على إضافة سائل ينتج من صناعة الورق يسمى سائل اللجنين"الليجنوسلفونات" الأسود المعروف باسم السائل الأسود إلى الخرسانة. وقد أمكن إضافة هذا السائل ضمن خلطة خرسانية تشمل نفاية أخرى تنتج

عن صناعة السيليكون تسمى الفيرو سيليكون وهي "غبار السيليكا" مما حقق للخرسانة قوة تحمل عالية وحماية جيدة لحديد التسليح من التآكل.

وقد أظهرت الدراسة إن تغطية حديد التسليح بخليط من الاسمنت العادي وهذه النفايات تشكل غلافا واقيا له، حيث اظهر كفاءة عالية في وقايته من تأثير العناصر المسببة للتآكل من دون إي أثر سلبي على قوة ترابطه مع الخرسانة بل على العكس يعززها ويقويها، بالإضافة إلا انه تم التوصل إلى إن إحلال 10% من غبار السيليكا محل الاسمنت في الخرسانة والمضاف إليها إضافات الخرسانة الفائقة الخفض لماء الخلط هي من أفضل النسب التي يمكن إن تستخدم بأمان في صناعة الخرسانة. [2]

3- دراسات تتعلق بأثر بعض المضافات على خصائص الخرسانة, و المضافات هي عبارة عن مواد أو تراكيب من عدة مواد تختلف عن المكونات الأساسية للخلطة الخرسانية تضاف للخرسانة أثناء الخلط لتحسين خواص الخلطة الخرسانية وإكسابها ميزات جديدة, وهذه المواد تضاف إلى ماء الخلطة قبل أو بعد الخلط لإعطائها خواص مطلوبة، غير أن هناك مواد تضاف بعد مدة من الزمن لمنع التشققات الخرسانية أو غيرها من المشاكل الخرسانية . إلا أن لهذه المضافات مضارا لذلك ينصح بعد استعمالها إلا في الحالات الضرورية.

ومن أنواعها:

- إضافة تعجيل الشك ACCELERATORS: تعمل هذه الإضافة على تقصير زمن الشك قبل حدوث الأضرار الناتجة من تجمدها بعد الصب مباشرة.

- إضافة مبطئة للشك :PETARDERS وهي التي تقوم بإبطاء (زيادة زمن الشك) الشك للأسمنت في ظروف الأجواء الحارة تقوم بتقليل معدل نمو مقاومة الخرسانة .

- إضافة مواد تقلل مياه الخلط (WATER REDUCING AGENT): هذه المادة تعمل على تقوية مقاومة الانضغاط وتعطي قابلية للتشغيل وتقلل كمية الأسمنت مع ثبات مقاومة الضغط والقابلية للتشغيل، كما ولها لها دور في تلافي الزيادة غير المطلوبة في كمية الماء أثناء الخلط والصب في الموقع وتستخدم هذه المادة في صب الأساسات في حالة ارتفاع منسوب المياه الجوفية أو سقوط الأمطار .

- إضافة مادة مضادة للبكتيريا (ANTI PACTERIAL ADMIXTURES): تستخدم هذه الإضافة في الخرسانة الأرضية وخرسانات الحوائط التي توجد فيها البكتريا التي سببت لها البكتريا التآكل.وإضافة هذه المواد إلى أي نوع من أنواع الأسمنت فإن الأسمنت الناتج يسمى أسمنت مضاد للبكتيريا. وهذه الإضافات تكون ذات تركيز وقوة لمنع النشاط الحيوي للكائنات الدقيقة كالبكتيريا والعفن (الكائنات الميكروبيولوجية).

- إضافة الهواء المحبوس AIR ENTRAINING AGENT: ويكون بخلط كمية معينة من هذه الإضافة إلى الخلطة الخرسانية فينتج مجموعة كبيرة من الفقاعات الهوائية ميكروسكوبية منتظمة التوزيع على سطح الخلطة فتؤثر هذه الفقاعات على الخرسانة الطازجة من حيث قابلية التشغيل والنضج ، وأيضا تؤثر على الخرسانة المتصلدة من حيث التجمد والنفاذية ولها تأثير في زيادة المتانة والتحمل وتساهم في تخفيف وزن المنشأ وعملها أنها تستخدم في الطرق وممرات الطائرات والخرسانة الخفيفة.

- إضافات لحقن الخرسانة FLEXIN: وهي ماد تحقن في الخرسانة المسلحة في حالة وجود تشققات وعيوب في أجزاء المبنى وخاصة التي تحت الأرض المعرضة للرطوبة.

- إضافة مادة البيتومين BITUMENE: هذه المادة لها دور في حماية المنشآت من المؤثرات الخارجية كالرطوبة والأمطار والمياه الجوفية وذلك لتلافي الأملاح والكبريتات .

- إضافة المادة الملونة للخرسانة ADMIXTURES CONCRETE COLOURED: تستخدم في بعض الأعمال المعمارية التي تتطلب أن تكون الخرسانة فيها ذات سطح ملون ولذلك يلزم إضافة مواد ملونة للخلطة التي تصب منها طبقة رقيقة على سطح الخرسانة. وهذه الإضافات عبارة عن أكاسيد معدنية ومواد أخرى متشابهة ،ويشترط فيها أن تكون خاملة كيميائيا وعدم تغير ألوانها عند التعرض لأشعة الشمس و تضاف المادة الملونة للخلطة التي تتطلب أن تكون الخرسانة ذات سطح ملون ومن أمثلتها ثاني أكسيد المنجنيز وأكسيد أيدروكسيد الكروم. [3]

4- دراسات عن استعمالات الماء في الخرسانة والتي تشمل خلط الخرسانة بحيث تم تحديد كمية ماء الخلط حيث تتراوح نسبة الماء إلى الاسمنت من 35% إلى 60% وذلك حسب درجة التشغيل والعمل المطلوب انجازه, وقد تم التوصل إلى أن زيادة كمية ماء الخلط تؤدي إلى حدوث مشاكل في الخرسانة منها حدوث انفصال حبيبي في الخرسانة الطازجة وصعوبة وصل الخرسانة القديمة بالخرسانة حديثة الصب وغيرها

* وقد أشارت تلك الدراسات أن خصائص مياه الخلط التي يجب أن تستعمل هي:

أ - أن يكون نظيفا وخاليا من المواد الضارة مثل الزيوت والأحماض والمواد العضوية والأملاح والطين وأي مواد تؤثر تأثيرا متلفا على مكونات الخرسانة أو حديد التسليح.

ب - لا يقل بصفة عامة – الرقم الهيدروجيني (PH) – لماء الخلط عن (7) ويجب إجراء تحاليل لمعرفة الرقم الفعلي قبل استخدام الماء.

ج - يعتبر الماء الصالح للشرب مناسبا في جميع الأحوال لخلط الخرسانة . وفى حالة عدم توافره يمكن استعمال ماء من مصادر أخرى لخلط ومعالجة الخرسانة بشرط استيفاء الشروط الواردة سابقا وذلك بالإضافة إلى ما يلي :

(1) لا يزيد زمن الشك الابتدائي لعينات الأسمنت المجهزة بهذا الماء بأكثر من 30 دقيقة على زمن الشك الابتدائي لعينات بنفس الأسمنت جهزت بالماء الصالح للشرب وعلى ألا يقل زمن الشك الابتدائي بأية حال عن 45 دقيقة .

(2) لا تقل مقاومة الضغط لمكعبات المونة القياسية بعد 7 و 28 يوما والتي استعمل فيها هذا الماء عن 90 % من مقاومة الضغط لعينات مماثلة جهزت بماء خلط صالح للشرب عند نفس العمر . مع استخدام القالب القياسي لاختبار المونة القياسية في كلتا الحالتين.

(3) يجب عند تصميم الخلطة الخرسانية استخدام نفس نوع الماء الذي يستخدم في الخلط عند تنفيذ المنشأ وذلك في مراحل كل من الخلطات المختبرية التجريبية والتأكيدية.

د - يجوز استعمال ماء البحر – عند الضرورة – في خلط الخرسانة العادية بدون تسليح على أن يتم تصميم خلطة بنفس الماء مع زيادة محتوى الأسمنت في الخلطة للوصول إلى المقاومة المطلوبة للخرسانة وبشرط عدم ملامستها لسطح خرسانة مسلحة لان ذلك يسبب صدأ حديد التسليح. [4]

تجدر الإشارة إلى أن جميع الشروط السابقة لم يتم إثباتها بأية أدلة مخبرية وهذا هو أحد الأسباب الرئيسية لهذا البحث. كما أن أنواع المياه الغير نقية والتي سوف تستخدم كبديل عن مياه الخلط في هذا البحث يمكن أن تستخدم لمعالجة الخرسانة, حيث أن الهدف من معالجة الخرسانة هي الحفاظ على مياه الخلط من التبخر فقط.

5- دراسات عن أثر استخدام مياه الصرف المعالجة على خصائص الخرسانة .

أ- دراسة بعنوان الخواص الميكانيكية تحت درجات الحرارة العالية للخرسانة المصنعة باستخدام مياه الصرف المعالجة .

وقد اهتمت هذه الدراسة بإجراء اختبارات عن تأثير الحرارة العالية على قوة تحمل الخرسانة المصنعة باستخدام مياه الصرف المعالجة وقد تم عمل مكعبات خرسانية باستخدام المياه المعالجة أوليا وثانويا وثلاثيا ومقارنتها بالخرسانة المصنعة من مياه الشرب العادية .

وقد تم اختبار العينات لخواصها المتعلقة بزمن التصلب (setting time) وقوة التحمل على درجات الحرارة العادية والعالية (حتى 700 درجة مئوية) وكذلك مقاومة حديد التسليح في الخرسانة للتآكل وخضعت عينات المياه المعالجة إلى فحوصات لمعرفة خصائصها .

وقد دلت النتائج على أن الخرسانة المصنعة باستخدام المياه المعالجة أوليا وثانويا أظهرت انخفاضا في قوة التحمل وكذلك إطالة في زمن التصلب في درجات الحرارة الاعتيادية عن تلك المصنعة باستخدام المياه المعالجة ثلاثيا أو مياه الشرب العادية . وبشكل عام أظهرت النتائج بأن قوة تحمل الخرسانة المصنعة باستخدام المياه المعالجة أقل من تلك المصنعة باستخدام مياه الشرب العادية وكذلك على زيادة قابلية التآكل في حديد التسليح عند استخدام المياه المعالجة ثانويا وثلاثيا وخصوصا عند استخدام غطاء خرساني أرق .[6].

ب-دراسة عن استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة كمياه خلط في الخرسانة في ماليزيا .

في هذه الدراسة تم دراسة جدوى استخدام المياه العادمة المعالجة وأثرها على خصائص الخرسانة ، حيث تم استخدام المياه التي أخذت من محطات معالجة الصرف الصحي في ماليزيا ، وتم عمل اثنين من الاختبارات لدراسة تأثير هذه المياه وهما اختبار مقاومة الضغط واختبار تحديد تصلب الخرسانة (setting time) حيث تم مقارنة هذه النتائج بنتائج الاختبارات باستخدام مياه الشرب العادية ووجد أن مقاومة الضغط كانت أكبر في حالة استخدام مياه الصرف المعالجة وكذلك زمن الشك الابتدائي والنهائي .[7]

الفصل الثالث

المواد المستخدمة والفحوصات المخبرية

3.1 المواد المستخدمة في البحث

3.1.1 الخلطة الخرسانية

تتكون الخلطة الخرسانية المستخدمة في هذا البحث من الاسمنت ، ركام خشن ، ركام ناعم، الرمل ،و الماء وقد تم حساب الكميات اللازمة لعمل الخلطة الخرسانية بمقاومة 250 كغم /سم^2 ل 0.1 م^3 من الخرسانة والكميات هي كما يلي :

- اسمنت 306 غم : وسوف يستخدم الاسمنت البورتلاندي من نوع نيشر, ويتم تنخيل الاسمنت على منخل رقم 200.

- عدسية (ركام خشن) 768 غم : تتراوح حجم حبيباتها من 0.5 انش الى 3/8 انش, ومصدر الحجارة هو بلدة الشيوخ. والشكل (1) يبين عينة من الركام الخشن المستخدم في البحث.

الشكل (1) : ركام خشن

- سمسمية (ركام ناعم) 329 غم : ويتراوح التدرج الحبيبي ما بين منخل منخل رقم 4 ومنخل رقم 16, ومصدر الحجارة هو بلدة الشيوخ. والشكل (2) يبين عينة من الركام الناعم المستخدم في البحث.

الشكل (2) : ركام ناعم

- رمل 732غم : وهو ما يسمى الركام الناعم, وحجم التدرج الحبيبي للرمل يتراوح من منخل 16 الى منخل 50. والشكل (3) يبين عينة من الرمل المستخدم في البحث.

الشكل (3) : رمل

- نسبة الماء إلى الاسمنت 0.61 بما يعادل 190 لتر ماء .

3.1.2 مياه الخلط

يتم في العادة استخدام مياه الشرب حسب المواصفات العالمية ، وفي هذا البحث سوف يتم استخدام 8 أنواع من مياه الخلط في الخرسانة لفحص تاثيرها على خصائص الخرسانة, وهذه الانواع هي :

- **مياه الشرب العادية :**

وهي المياه التي تستخدم للشرب و استخدامات الإنسان وهي خالية من الأملاح والشوائب ، حيث سيتم استخدامها كمياه خلط في الخرسانة حيث تعتبر هذه المياه هي المتعارف عليها في الخلطات الخرسانية وسيتم مقارنة نتائج الفحوصات لمياه الخلط المختلفة المستخدمة في هذا البحث بنتائج هذه الخلطة القياسية .

- **مياه ربو المحاجر :**

وهي المياه التي تنتج من جراء عملية قص الحجارة في مناشير الحجر الموزعة في أنحاء فلسطين ، حيث تم استخلاص هذه المياه من المخلفات السائلة لمصنع قص الحجر من جنوب مدينة الخليل.

- **المياه الزيتية**

وهي المياه التي تحتوي على نسبة معينة من زيت المركبات المستهلك بكافة أنواعه ، وفي هذا البحث تم استخدام زيت بنسبة وزنية 5% و 10% مضافا إلى المياه العادية واستخدامه كمياه خلط في الخرسانة .

- **المياه المالحة**

هي المياه التي تحتوي على نسبة من الملح ، ومنها مياه البحار والمحيطات حيث يتم إجراء تحلية لهذه المياه لتصبح صالحه للاستخدام للشرب . وفي هذا البحث تم استخدام المياه المالحة بنسبة وزنية 5 % و 10% مضافة إلى المياه العادية واستخدامها كمياه خلط في الخرسانة .

- **مياه الصرف الصحي المكررة :**

هي المياه الناتجة عن الاستخدامات الإنسانية والتي تم تكريرها في محطات تكرير المياه العادمة وذلك لتخفيف الضغط من استخدام المخزون الاحتياطي للمياه النقية ، وكذلك للتخلص من هذه المياه بطريقة لا تؤدي إلى تلويث البيئة علما بان جزء من هذه المياه يستخدم في مشاريع الري الزراعي.

- **مياه دباغة الجلود :**

وهي المياه الناتجة عن مصانع دباغة الجلود " الصناعات الجلدية " وتعتبر مياه ملوثة وقد تم استخدامها في هذا البحث, كما تم تحديد نوعية المواد الكيميائية المستخدمة في المياه في المدابغ والتي قد تؤثر على خصائص الخرسانة النهائية.

3.2 الفحوصات المخبرية

في هذا البحث تم إجراء أربعة اختبارات مخبرية على الخلطة الخرسانية الطازجة والمتصلبة وذلك لمعرفة تأثير نوعية مياه الخلط على خصائص الخلطة الخرسانية وهذه الاختبارات هي :

1- اختبار الهبوط للخرسانة الطازجة: (ASTM C143-78)

هو اختبار يجرى في الموقع بهدف تعيين مدى الهبوط للخرسانة الطازجة وبالتالي تحديد قابلية الخرسانة للتشغيل (workability) بالإضافة لتحديد قوام الخرسانة ونسبة الماء اللازم إضافته إلى الاسمنت.

ويستخدم قالب فحص الهبوط كأداة في هذا الاختبار وهو عبارة عن مخروط ناقص مصنوع من صفائح الفولاذ وذو سطح داخلي أملس ومزود من الخارج بأيدي خاصة بالرفع والتثبيت، وتكون أبعاده وتفصيلاته حسب المواصفات البريطانية : القاعدة السفلية قطرها 200 مم والقاعدة العلوية 100مم وارتفاع المخروط 300 مم. أما قضيب الدمك المستعمل مصنوع من الفولاذ ذو مقطع دائري قطره 16 مم وطوله 600 مم وحافته السفلى مستديرة. والشكل (4) يوضح ذلك.

يوضع القالب على سطح أفقي ثابت أملس غير ماص للماء، ويملأ القالب بالخرسانة الطازجة على أربع طبقات وتدمك كل طبقة 25 ضربة موزعة على السطح وبعد ملىء القالب يمسح ويسوى السطح مع مستوى الفتحة العلوية, بعدها يرفع القالب رأسياً إلى أعلى ببطء وحذر

وبشكل يضمن عدم زحزحة الخرسانة ويوضع القالب رأسياً بجانب كتلة الخرسانة التي كانت بداخله، ويوضع قضيب الدمك على قاعدة القالب العلوية بشكل أفقي باتجاه الكتلة الخرسانية وتقاس المسافة بين القضيب وبين أعلى نقطة على سطح كتلة الخرسانة.وتكون هي قيمة الهبوط.

إذا حدث إنهيار أفقي للخرسانة عند رفع القالب يعاد الإختبار وإذا تكرر الإنهيار يعتبر قوام الخرسانة غير مطابق للمواصفات.

الشكل (4): قالب فحص الهبوط

2- اختبار مقاومة الخرسانة المتصلبة للضغط : (ASTM C873-85)

هو اختبار يهدف إلى معرفة مدى تحمل الخرسانة المتصلبة لقوى الضغط الواقعة عليها, ويستخدم فيه قوالب اختبار فولاذية (10×10×10) سم وقضيب دمك كما ويتم قياس مقاومة الضغط بواسطة جهاز الضغط.

تدهن قوالب الفولاذ بطبقة رقيقة من الزيت وتوضع فيها 3 طبقات من الخرسانة بحيث تدمك كل طبقة باستخدام القضيب المخصص لذلك, ويسوى السطح بعدها. تترك العينات لمدة يوم واحد حتى تجف توضع بعدها في الماء, ويتم إجراء الاختبارات بعد 7 و 14 و 28 يوم باستخدام جهاز الضغط الذي يقيس حمل الكسر بوحدة KN.

حيث إن:

مقاومة الضغط = 102 * حمل الكسر / المساحة المعرضة للحمل [kg/cm^2]

والشكل (5) يبين مكعب خرساني, والشكل (6) يبين جهاز فحص مفاومة الضغط للخرسانة.

الشكل (5): مكعب اختبار مقاومة الخرسانة للضغط

الشكل (6) : جهاز الضغط المستخدم في كسر العينات

3- اختبار مقاومة الخرسانة المتصلبة للشد : (ASTM C496-85)

تمثل (10-15%) من قيمة مقاومة الضغط حيث أن الخرسانة المتصلدة ضعيفة في مقاومة الشد المباشر أو الغير مباشر, وهي غالبا ما تهمل في حسابات تصميم الاجزاء المختلفة للخرسانة المسلحة

طرق تعيين مقاومة الشد-:

هناك طريقتان لتعين مقاومة الشد

أ- اختبار الشد المباشر (صعب إجرائه لصعوبة تجهيز العينات ومحوريه الأحمال).

ب- اختبار الشد غير المباشر.

يمكن إيجاد مقاومة الشد للخرسانة بصورة مباشرة بتعريض النماذج إلى قوى شد محورية (Direct Tension Test) غير إن هذه الطريقة غير شائعة الاستعمال للصعوبات التي تبرز عند وضع النموذج بين فكي جهاز الفحص ومحاولة تعريضه لقوى الشد المحورية .

ويمكن أن تحدد المقاومة المميزة للشد في الخرسانة بصورة غير مباشرة بإحدى الطريقتين التاليتين :

أ- اختبار الشد بالفلق :

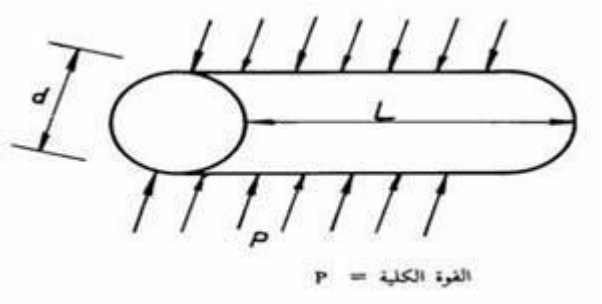
هو اختبار يهدف إلى قياس مقاومة اجهادات الشد في الانفلاق (splitting) وذلك لمقطع خرساني اسطواني .يجري الاختبار على قوالب قياسية أسطوانية قطرها 150 مم ، وطولها 300 مم ، وعمرها 28 يوماً ، وذلك بتعريضها للانفلاق ، بواسطة حملي ضغط متساويين يعملان على رأسين متقابلين كما في الشكل (7) وتحسب مقاومة الخرسانة للشد بالانفلاق من العلاقة :

$$f_{sp} = 2p/\pi dl$$

حيث أن :-

p : حمل الكسر

L : طول عينة الاختبار ويساوي 300 mm



الشكل (7) : مقطع خرساني اسطواني لاختبار مقاومة الخرسانة للشد بالانفلاق

وتكون مقاومة الخرسانة للشد مساوية لـ 0.85 من مقاومة الانفلاق ، أي:

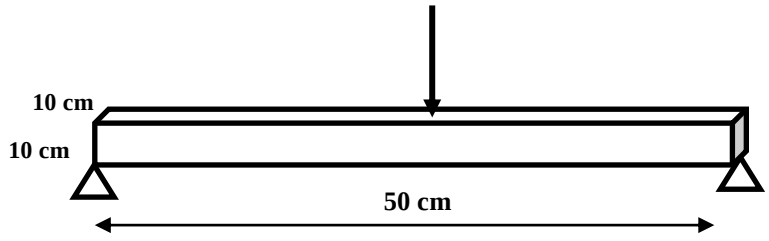
$$f_{ct} = \frac{0.55p}{d.l}$$

ويستخدم الجهاز المبين في الشكل (6) في هذا الاختبار.

ب- **اختبار الشد بالانحناء البسيط :**

هذه التجربة يمكن أن تجرى بدل الاختبار السابق بحيث يكون حجم العينة هو :

50 cm وعرض 10 cm وسماكة 10 cm وتحمل بالطريقة المبينة بالشكل رقم (8)



الشكل (8) : اختبار الشد بالانحناء البسيط

وسيتم حساب معامل التمزق (modulus of rupture) حسب المعادلة التالية:

$$M_R = \frac{3\ P\ L}{2\ b\ d^2}$$

M_R = معامل التمزق (Mpa).

P = أقصى حمل على الجسر (N).

L = طول الجسر (mm).

b = متوسط عرض الجسر (mm).

d = متوسط عمق الجسر (mm).

4-اختبار الإمتصاص : (ASTM C642-82)

هذا الاختبار يهدف إلى معرفة الوزن النوعي للخرسانة الصلبة كما يهدف لمعرفة نسبة الامتصاص ونسبة الفراغات في الخرسانة الصلبة ، ويتم عمل هذا الاختبار بغمر عينة من الخرسانة في الماء لمدة 24 ساعة ويجفف سطحها وتوزن ثم تجفف في فرن حتى يثبت وزنها . ويمثل الفرق في الوزن قبل وبعد التجفيف معبرا عنه كنسبة مئوية بمقدار الامتصاص . وتطرد عملية التجفيف الماء المعلق وكذلك الماء الكلودي (colloidal) الموجود بخلطة الخرسانة ويعتبر الامتصاص مرتبطا مع مقاومة الخرسانة للأحوال الجوية حيث أنه إذا لم تمتص الخرسانة أي ماء أي لا يدخل إلى مسامها أي ماء فان هذا يعني عدم تحللها نتيجة الصقيع في الشتاء والحرارة في الصيف (Freezing or Thawing) أو بواسطة المياه المضرة بالخرسانة . وقد تم في هذا البحث اجراء تجربة الامتصاص الطبيعي.

5- اختبار الضغط للمونة الاسمنتية :

هو اختبار يهدف إلى معرفة مدى تحمل المونة الاسمنتية لقوى الضغط الواقعة عليها, ويستخدم فيه قوالب اختبار فولاذية (5×5×5) سم وقضيب دمك كما ويتم قياس مقاومة الضغط بواسطة جهاز الضغط.

تدهن قوالب الفولاذ بطبقة رقيقة من الزيت وتوضع فيها 3 طبقات من المونة الاسمنتية بحيث تدمك كل طبقة باستخدام الاصبع, ويسوى السطح بعدها. تترك العينات لمدة يوم واحد حتى تجف توضع بعدها في الماء, ويتم إجراء الاختبارات بعد 7 ايام باستخدام جهاز الضغط الذي يقيس حمل الكسر بوحدة KN.

حيث إن:

مقاومة الضغط = 102 * حمل الكسر / المساحة المعرضة للحمل [kg/cm^2]

الفصل الرابع

النتائج المخبرية

4.1 نتائج فحص مياه الخلط المستخدمة في البحث

- تم فحص المياه المستخدمة في هذا البحث بجميع أنواعها وذلك في مجموعة الهيدرولوجيين وكانت نتائج الفحص كما في الجدول رقم (1) :

الجدول (1): نتائج فحص المياه المستخدمة في البحث

TDS (g/L)	EC (µs/cm)	Salinity (%)	pH	نوعية المياه
342×10^{-3}	703	0.3	6.76	مياه عادية
1215	1980×10^{3}	127	6.80	مياه مالحة 5%
270	436×10^{3}	282	6.62	مياه مالحة 10%
274×10^{-3}	565	0.3	7.57	مياه زيتية 5%
148.1×10^{-3}	308	0.1	7.47	مياه زيتية 10%
1641×10^{-3}	3.2	1.7	7.49	مياه عادمة مكررة
51.7	95.1×10^{3}	53	0.98	مياه دباغة جلود
680×10^{-3}	1373	0.7	8.31	مياه ربو محاجر

وبالنسبة لمياه دباغة الجلود التي تم الحصول عليها من احدى مصانع الدباغة في الخليل, فقد وجد انها تتكون من كبريتيد الصوديوم ، حمض الكبريتيك ، شيد وملح اصطناعي [8].

4.2 نتائج الفحوصات الأولية للخرسانة :

- تم إجراء اختبارات أولية للضغط والشد بالانفلاق للخلطة الخرسانية المعدة بمياه الشرب العادية والمياه الزيتية وتم أخذ قراءات كسر الضغط بعد7 أيام و 14 يوم و 28 يوم لعدد من المكعبات وكانت النتائج كما يلي :

أ) نتائج اختبار مقاومة الضغط للخرسانة باستخدام مياه الشرب العادية في الخلط :

- بعد 7 أيام من الخلط مقاومة الضغط كانت للمكعب الأول = 105 Kg/cm^2

للمكعب الثاني = 115 Kg/cm^2

المتوسط = 110 **Kg/cm^2**

- بعد 14 يوم من الخلط مقاومة الضغط كانت للمكعب الأول = 152 Kg/cm^2

للمكعب الثاني = 157 Kg/cm^2

المتوسط = 115 Kg/cm^2

ب) نتائج اختبار مقاومة الضغط ومقاومة الشد بالانفلاق للخرسانة باستخدام المياه الزيتية في الخلط :

- اختبار مقاومة الخرسانة للضغط :

- بعد 7 أيام من الخلط مقاومة الضغط كانت للمكعب الأول = 105 Kg/cm^2

للمكعب الثاني= 115 Kg/cm^2

المتوسط = 108 **Kg/cm^2**

- بعد 14 يوم من الخلط مقاومة الضغط كانت للمكعب الأول = 176.7 Kg/cm^2

للمكعب الثاني = 175.4 Kg/cm^2

المتوسط = 176 Kg/cm^2

- بعد 28 يوم من الخلط مقاومة الضغط كانت للمكعب الأول = 219.3 Kg/cm^2

للمكعب الثاني = 188.2 Kg/cm^2

المتوسط = 204 Kg/cm^2

- اختبار مقاومة الخرسانة للشد بالانفلاق :

- تم كسر الاسطوانة بعد 7 أيام و 28 يوم من الخلط .

وكانت مقاومة الشد بالانفلاق بعد 7 أيام للاسطوانة الأولى = 26.8 Kg/cm^2

وكانت مقاومة الشد بالانفلاق بعد 28 يوم للاسطوانة الثانية = 45 Kg/cm^2

- وقد كانت نسبة مقاومة الشد إلى مقاومة الضغط كما يلي :

$$\frac{26.8}{108} * 100\% = 25\%$$

$$\frac{45}{204} * 100\% = 22\%$$

نسبة مقاومة الشد إلى مقاومة الضغط للمياه الزيتية حوالي 25% بعد 7 أيام, و22% بعد 28 يوم من المعالجة.

4.3 نتائج الفحوصات المخبرية

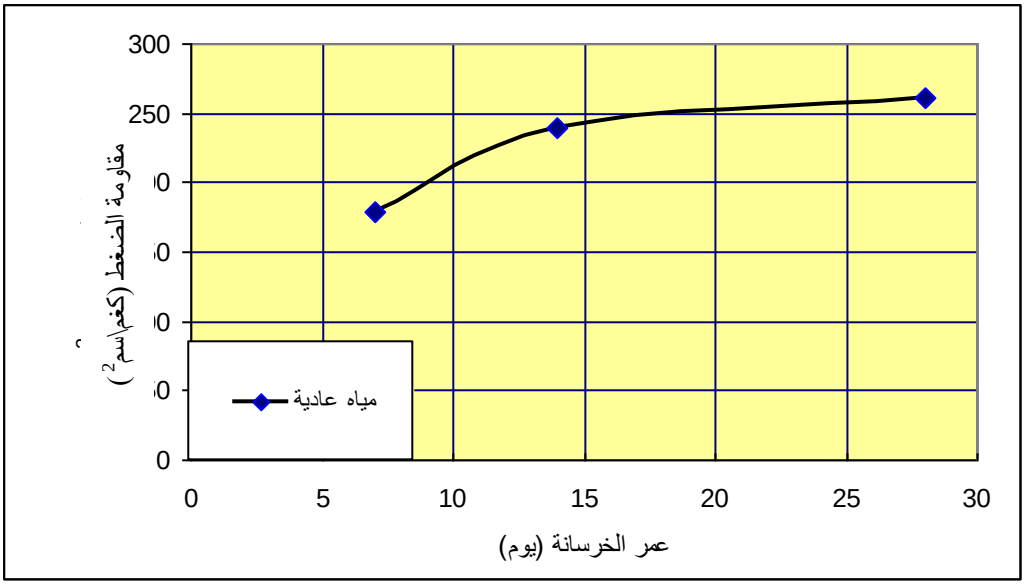
4.3.1 نتائج استخدام المياه العادية في الخرسانة

تم عمل خلطة خرسانية باستخدام مياه الشرب العادية وتم إجراء اختبار مقاومة الضغط والشد بالانفلاق وكانت النتائج كما في الجدول (3) :

الجدول (3): نتائج اختبارات الخرسانة بالمياه العادية

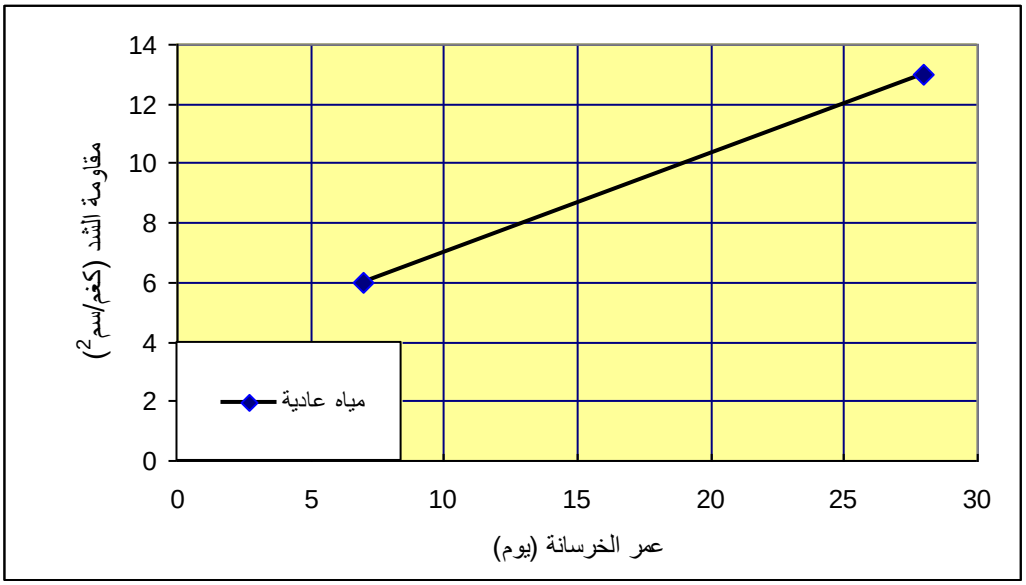
	بعد 7 ايام		بعد 14 يوم		بعد 28 يوم	
	الوزن (غم)	المقاومة (Kg/cm^2)	الوزن (غم)	المقاومة (Kg/cm^2)	الوزن (غم)	المقاومة (Kg/cm^2)
المكعب (1)	2386	180				
المكعب (2)	2380	178				
المكعب (3)	2398		2342	232		
المكعب (4)	2378		2326	248		
المكعب (5)	2394				2302	263
المكعب (6)	2398				2306	260
الاسطوانة (1)	3844	6				
الاسطوانة (2)	3844				3712	13
الجسر (1)	11626	5				
الجسر (2)	11818				11515	*5*

ويوضح الشكل (9) تغير مقاومة الضغط للخرسانة بالمياه العادية مع تغير عمر الخرسانة وذلك بعد 7 و14 و28 يوم من زمن الخلط.



الشكل (9): تغير مقاومة الضغط للخرسانة بالمياه العادية

كما ويوضح الشكل (10) تغير مقاومة الشد بالانفلاق للخرسانة بالمياه العادية مع تغير عمر الخرسانة وذلك بعد 7 و 28 يوم من زمن الخلط.



الشكل (10): تغير مقاومة الشد بالانفلاق للخرسانة بالمياه العادية

ويوضح الشكل (11) والشكل (12) عملية الدمك للمكعبات والاسطوانات الإسمنتية خلال صبهم في القوالب.

الشكل (11) : عملية الدمك لقالب مكعبات اختبار مقاومة الخرسانة للضغط

الشكل (12) : عملية الدمك لقالب اسطوانة اختبار مقاومة الخرسانة للشد بالانفلاق

أما الشكل (13) فيبين عملية المعالجة للمكعبات والاسطوانات الإسمنتية عن طريق غمرهم بالماء, حيث تتم هذه العملية بعد فك القوالب مباشرة (بعد يوم من الخلط), وتستمر عملية الغمر بالماء لمدة 7 أيام, بعدها يتم إخراجها من الماء وتركها لتجف, ثم تبدأ عملية اخذ القراءات للكسر بعد 7 أيام.

الشكل (13) : مكعبات واسطوانات في حوض المعالجة تحت الماء

الأشكال (14) و (15) توضح قياس أوزان العينات لاختباري الضغط والشد, والتي تمت عند كل عملية كسر.

الشكل (14): مكعب اختبار مقاومة الضغط خلال عملية قياس الوزن

الشكل (15): اسطوانة اختبار مقاومة الشد خلال عملية قياس الوزن

والأشكال (16) و (17) تبين عملية فحص عينة الضغط وعينة الشد في المختبر.

الشكل (16) : مكعب خلال عملية الكسر

الشكل (17) : أسطوانة خلال عملية الكسر

4.3.2 نتائج استخدام المياه المالحة في الخرسانة :

تم عمل خلطة خرسانيه باستخدام المياه المالحة وذلك بنسبتين هما : مياه مالحة 5 % ومياه مالحة 10% ,وتم إجراء اختبار مقاومة الضغط والشد بالانفلاق لكلتا النسبتين وكانت النتائج كما في الجدولين (4) و (5) :

الجدول (4) : نتائج اختبارات الخرسانة بالمياه المالحة 5 %

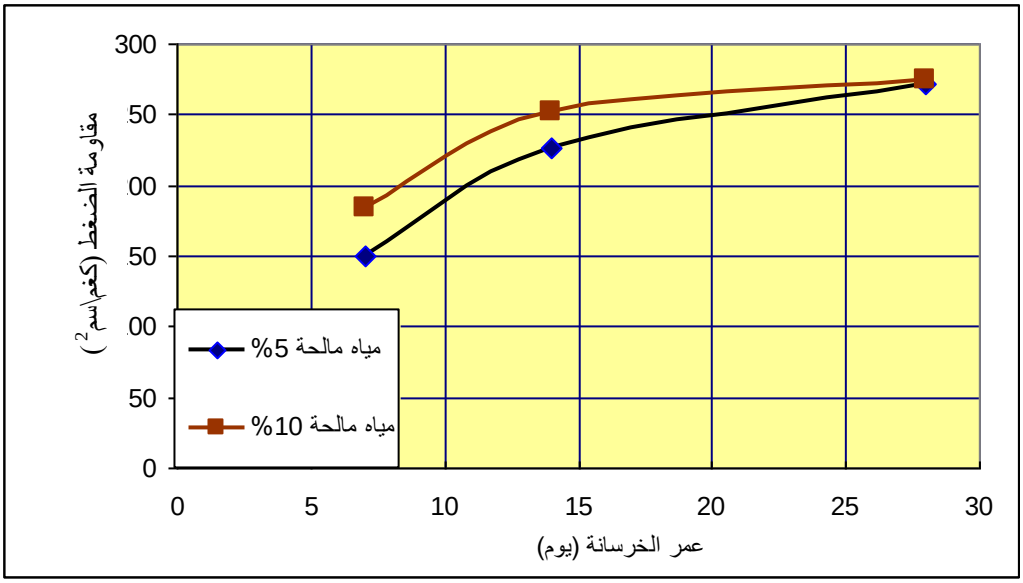
الجدول (5) : نتائج اختبارات الخرسانة بالمياه المالحة 10 %

ويوضح الشكل (18) تغير مقاومة الضغط للخرسانة بالمياه المالحة لكلتا النسبتين مع

	بعد 7 ايام		بعد 14 يوم		بعد 28 يوم	
	الوزن (غم)	المقاومة (Kg/cm^2)	الوزن (غم)	المقاومة (Kg/cm^2)	الوزن (غم)	المقاومة (Kg/cm^2)
المكعب (1)	2370	145				
المكعب (2)	2340	155				
المكعب (3)	2366		2240	205		
المكعب (4)	2392		2202	247		
المكعب (5)	2392				2312	267
المكعب (6)	2402				2316	276
الاسطوانة (1)	3832	5.5				
الاسطوانة (2)	3874				3746	10.4
الجسر (1)	11476	3				
الجسر (2)	11620				11308	*6*

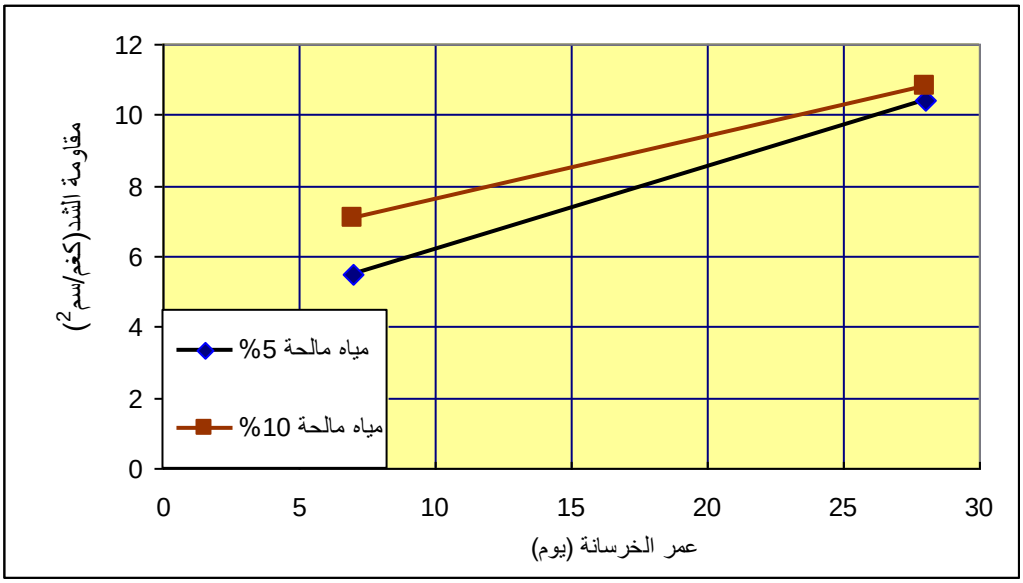
تغير عمر الخرسانة وذلك بعد 7 و14 و28 يوم من زمن الخلط.

	بعد 7 ايام		بعد 14 يوم		بعد 28 يوم	
	الوزن (غم)	المقاومة (Kg/cm^2)	الوزن (غم)	المقاومة (Kg/cm^2)	الوزن (غم)	المقاومة (Kg/cm^2)
المكعب (1)	2350	195				
المكعب (2)	2356	173				
المكعب (3)	2348		2310	250		
المكعب (4)	2386		2350	253		
المكعب (5)	2382				2308	287
المكعب (6)	2382				2306	261
الاسطوانة (1)	3834	7.07				
الاسطوانة (2)	3820				3702	10.83
الجسر (1)	11390	5				
الجسر (2)	11830				11520	*5*



الشكل (18): تغير مقاومة الضغط للخرسانة بالمياه المالحة 5% و 10 %

كما ويوضح الشكل (19) تغير مقاومة الشد بالانفلاق للخرسانة بالمياه المالحة لكلتا النسبتين مع تغير عمر الخرسانة وذلك بعد 7 و 28 يوم من زمن الخلط.



الشكل (19): تغير مقاومة الشد بالانفلاق للخرسانة بالمياه المالحة 5% و 10% .

4.3.3 نتائج استخدام المياه الزيتية في الخرسانة :

تم عمل خلطة خرسانيه باستخدام المياه الزيتية وذلك بنسبتين هما : مياه زيتية 5 % ومياه زيتية 10% ,وتم إجراء اختبار مقاومة الضغط والشد بالانفلاق لكلتا النسبتين وكانت النتائج كما في الجدولين (6) و (7).

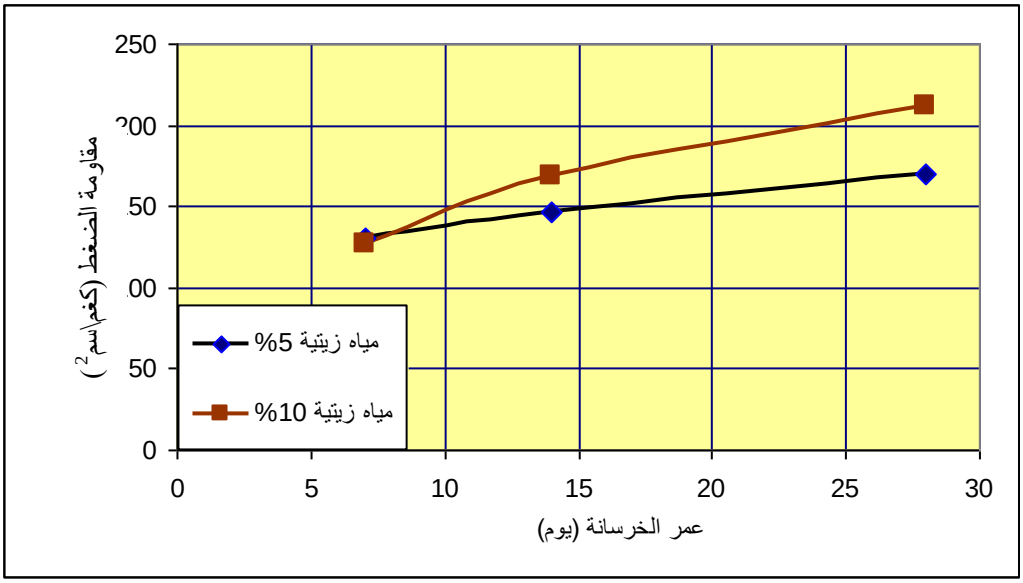
الجدول (6) : نتائج اختبارات الخرسانة بالمياه الزيتية 5 %

الجدول (7) : نتائج اختبارات الخرسانة الزيتية 10 %

	بعد 7 ايام		بعد 14 يوم		بعد 28 يوم	
	الوزن (غم)	المقاومة (Kg/cm^2)	الوزن (غم)	المقاومة (Kg/cm^2)	الوزن (غم)	المقاومة (Kg/cm^2)
المكعب (1)	2344	133				
المكعب (2)	2370	128				
المكعب (3)	2364		2350	154		
المكعب (4)	2322		2290	139		
المكعب (5)	2312				2226	159
المكعب (6)	2306				2219	180
الاسطوانة (1)	3620	6.2				
الاسطوانة (2)	3682				3618	6.5
الجسر (1)	11544	2.5				
الجسر (2)	11044				10956	*5*

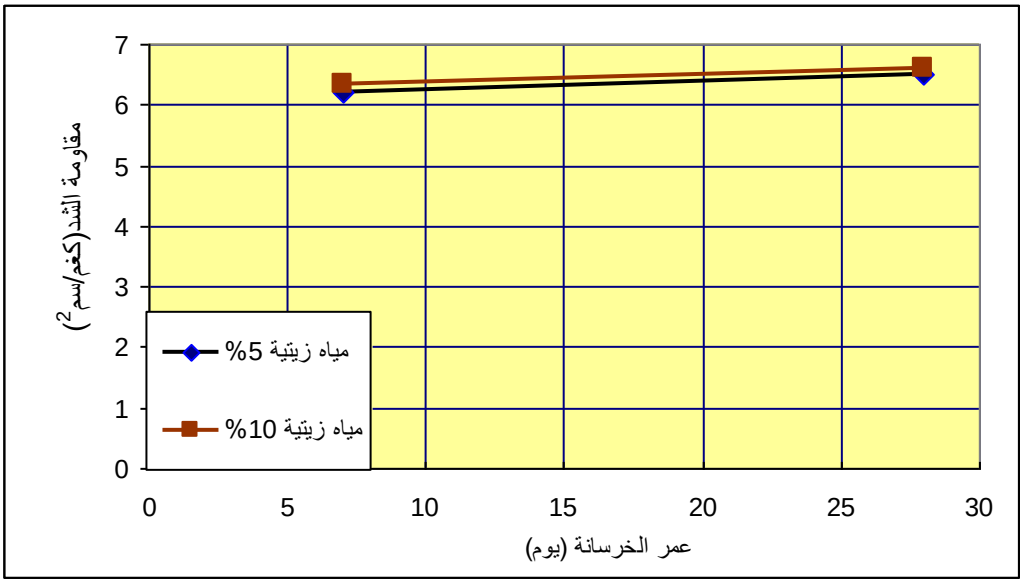
ويوضح الشكل (20) تغير مقاومة الضغط للخرسانة بالمياه الزيتية لكلتا النسبتين مع تغير عمر الخرسانة وذلك بعد 7 و14 و28 يوم من زمن الخلط.

	بعد 7 ايام		بعد 14 يوم		بعد 28 يوم	
	الوزن (غم)	المقاومة (Kg/cm^2)	الوزن (غم)	المقاومة (Kg/cm^2)	الوزن (غم)	المقاومة (Kg/cm^2)
المكعب (1)	2345	125				
المكعب (2)	2365	128				
المكعب (3)	2360		2294	172		
المكعب (4)	2380		2314	165		
المكعب (5)	2330				2252	208
المكعب (6)	2338				2248	216
الاسطوانة (1)	3780	6.35				
الاسطوانة (2)	3785				3652	6.6
الجسر (1)	11500	3				
الجسر (2)	11620				11400	*3*



الشكل (20): تغير مقاومة الضغط للخرسانة بالمياه الزيتية 5 % و 10 %

كما ويوضح الشكل (21) تغير مقاومة الشد بالانفلاق للخرسانة بالمياه الزيتية لكلتا النسبتين مع تغير عمر الخرسانة وذلك بعد 7 و 28 يوم من زمن الخلط.



الشكل (21) : تغير مقاومة الشد بالانفلاق للخرسانة بالمياه المالحة 5% و 10 %

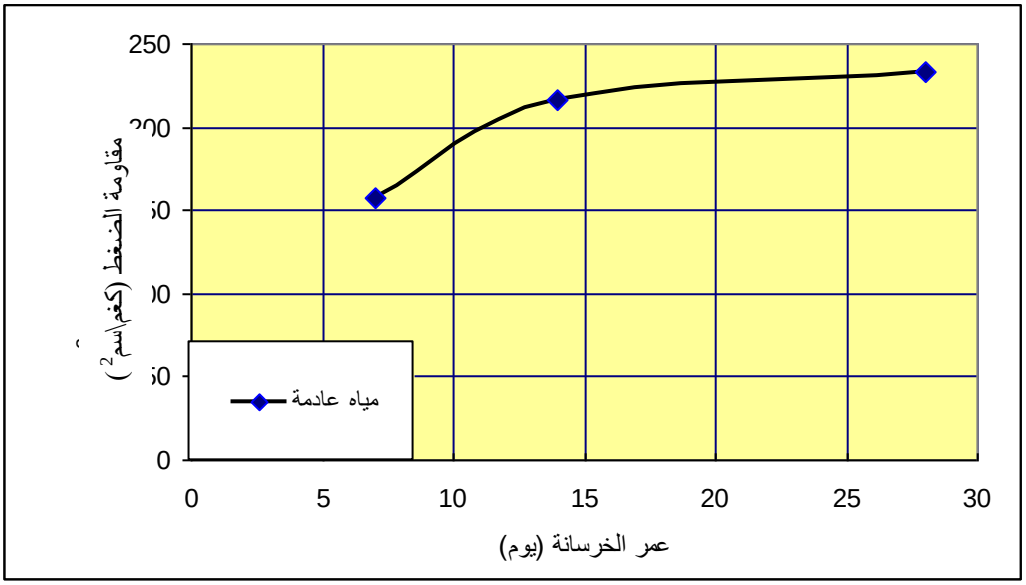
4.3.4 نتائج استخدام المياه العادمة المكررة في الخلطة الخرسانية :

تم عمل خلطة خرسانية باستخدام المياه العادمة المكررة والتي تم الحصول عليها من محطة تكرير خاراس كما ذكر سابقا , وتم إجراء اختبار مقاومة الضغط والشد بالانفلاق وكانت النتائج كما في الجدول (8).

الجدول (8) : نتائج اختبارات الخرسانة بالمياه العادمة المكررة

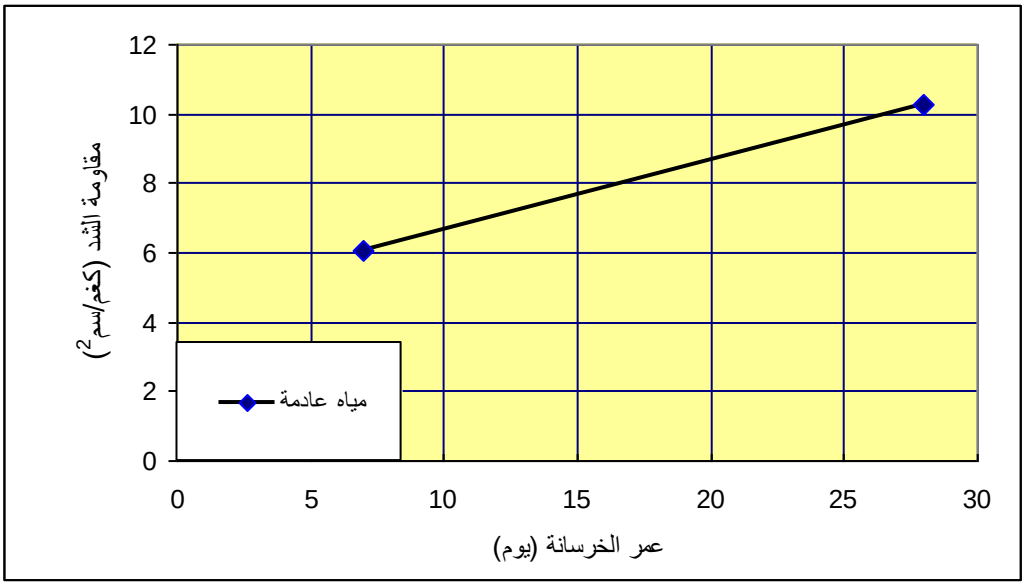
	بعد 7 ايام		بعد 14 يوم		بعد 28 يوم	
	الوزن (غم)	المقاومة (Kg/cm^2)	الوزن (غم)	المقاومة (Kg/cm^2)	الوزن (غم)	المقاومة (Kg/cm^2)
المكعب (1)	2440	162				
المكعب (2)	2458	152				
المكعب (3)	2380		2308	221		
المكعب (4)	2365		2294	212		
المكعب (5)	2415				2322	229
المكعب (6)	2405				2316	237
الاسطوانة (1)	3860	6.06				
الاسطوانة (2)	3860				3716	10.25
الجسر (1)	11560	4				
الجسر (2)	11520				11221	5

ويوضح الشكل (22) تغير مقاومة الضغط للخرسانة بالمياه العادمة المكررة مع تغير عمر الخرسانة وذلك بعد 7 و14 و28 يوم من زمن الخلط.



الشكل (22): تغير مقاومة الضغط للخرسانة بالمياه العادمة المكررة

كما ويوضح الشكل (23) تغير مقاومة الشد بالانفلاق للخرسانة بالمياه العادمة المكررة مع تغير عمر الخرسانة وذلك بعد 7 و 28 يوم من زمن الخلط.



الشكل (23) : تغير مقاومة الشد بالانفلاق للخرسانة بالمياه العادمة المكررة

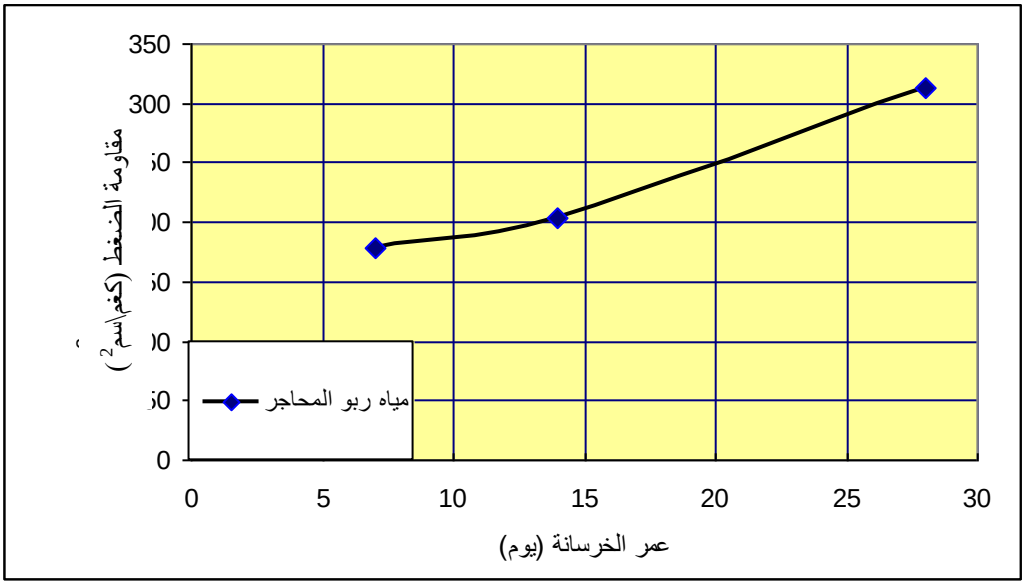
4.3.5 نتائج استخدام مياه ربو المحاجر في الخلطة الخرسانية :

تم عمل خلطة خرسانية باستخدام مياه ربو المحاجر وتم إجراء اختبار مقاومة الضغط والشد بالانفلاق وكانت النتائج كما في الجدول (9).

الجدول (9) : نتائج اختبارات الخرسانة بمياه ربو المحاجر

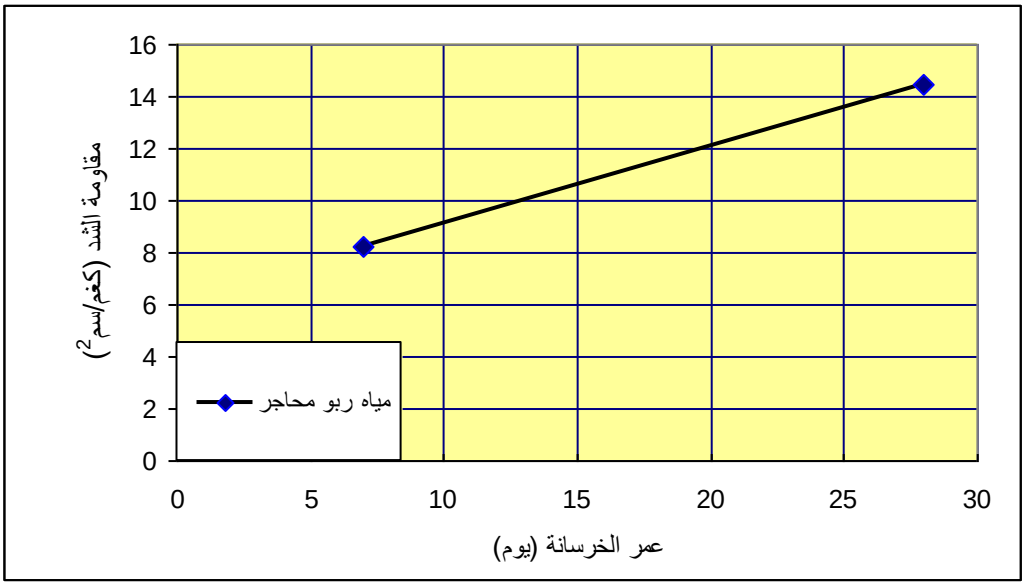
	بعد 7 ايام		بعد 14 يوم		بعد 28 يوم	
	الوزن (غم)	المقاومة (Kg/cm^2)	الوزن (غم)	المقاومة (Kg/cm^2)	الوزن (غم)	المقاومة (Kg/cm^2)
المكعب (1)	2400	191				
المكعب (2)	2392	166				
المكعب (3)	2360		2310	198		
المكعب (4)	2408		2348	210		
المكعب (5)	2364				2320	310
المكعب (6)	2404				2290	315
الاسطوانة (1)	3900	8.23				
الاسطوانة (2)	3870				3730	14.44
الجسر (1)	11470	3				
الجسر (2)	11500				11192	*6*

ويوضح الشكل (24) تغير مقاومة الضغط للخرسانة بمياه ربو المحاجر مع تغير عمر الخرسانة وذلك بعد7 و 14 و 28 من زمن الخلط .



الشكل (24) : تغير مقاومة الضغط للخرسانة بربو المحاجر

كما ويوضح الشكل (25) تغير مقاومة الشد بالانفلاق للخرسانة بمياه ربو المحاجر مع تغير عمر الخرسانة وذلك بعد 7و28 يوم من زمن الخلط .



الشكل (25) : تغير مقاومة الشد بالانفلاق للخرسانة بمياه ربو المحاجر

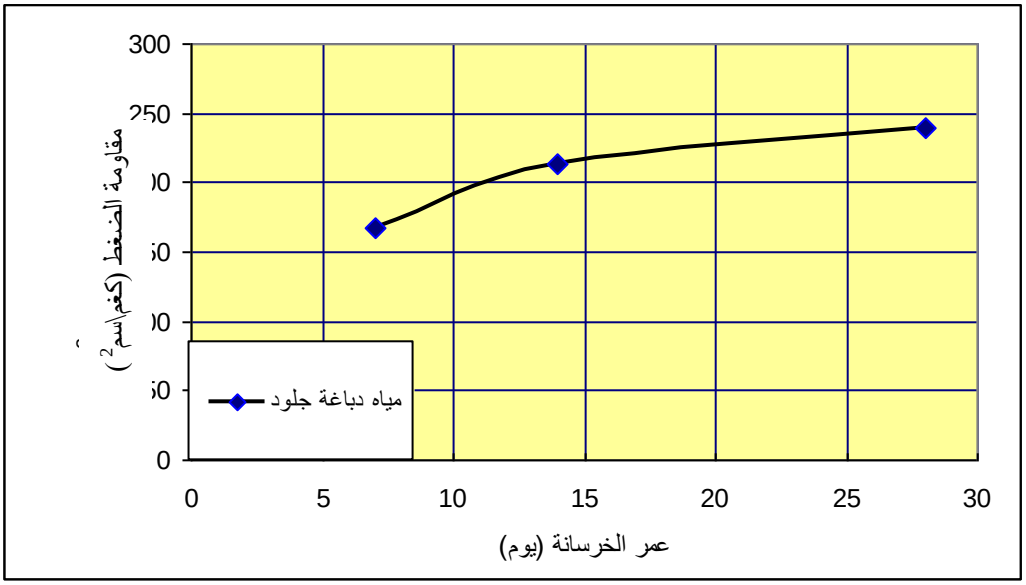
4.3.6 نتائج استخدام مياه دباغة الجلود في الخلطة الخرسانية :

تم عمل خلطة خرسانية باستخدام مياه دباغة الجلود وتم إجراء اختبار مقاومة الضغط والشد بالانفلاق وكانت النتائج كما في الجدول (10).

الجدول (10) : نتائج اختبارات الخرسانة بمياه دباغة الجلود

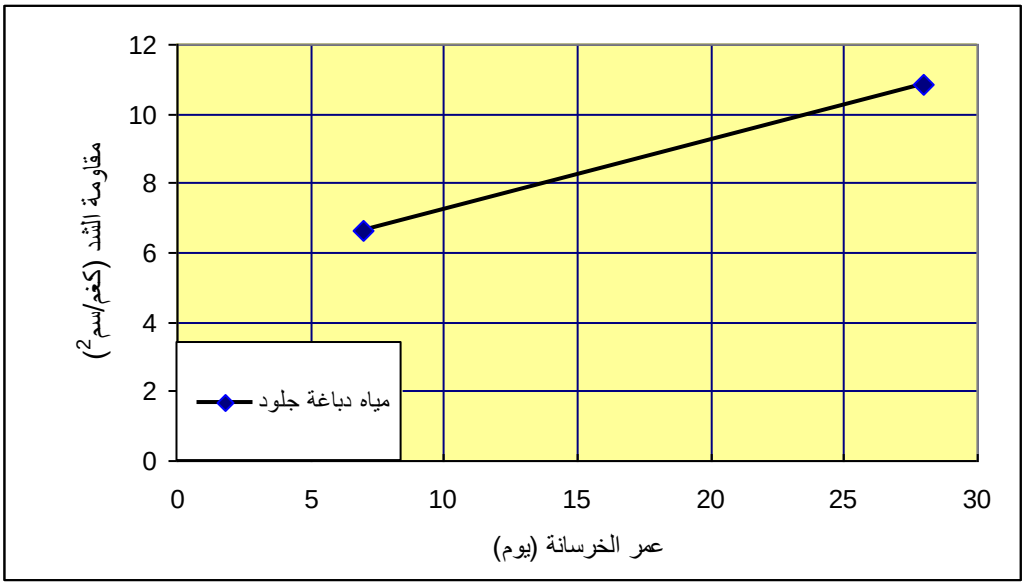
	بعد 7 ايام		بعد 14 يوم		بعد 28 يوم	
	الوزن (غم)	المقاومة (Kg/cm^2)	الوزن (غم)	المقاومة (Kg/cm^2)	الوزن (غم)	المقاومة (Kg/cm^2)
المكعب (1)	2354	171				
المكعب (2)	2342	165				
المكعب (3)	2354		2286	214		
المكعب (4)	2362		2290	213		
المكعب (5)	2366				2270	232
المكعب (6)	2356				2262	246
الاسطوانة (1)	3798	6.64				
الاسطوانة (2)	3820				3672	10.83
الجسر (1)	11380	4				
الجسر (2)	11440				11134	*5*

ويوضح الشكل (26) تغير مقاومة الضغط للخرسانة بمياه دباغة الجلود مع تغير عمر الخرسانة وذلك بعد 7 و14 و 28 يوم من زمن الخلط .



الشكل (26) : تغير مقاومة الضغط للخرسانة بمياه دباغة الجلود

كما ويوضح الشكل (27) تغير مقاومة الشد بالانفلاق للخرسانة بمياه دباغة الجلود مع تغير عمر الخرسانة وذلك بعد 7 و 28 يوم من زمن الخلط .



الشكل (27) : تغير مقاومة الشد بالانفلاق للخرسانة بمياه دباغة الجلود

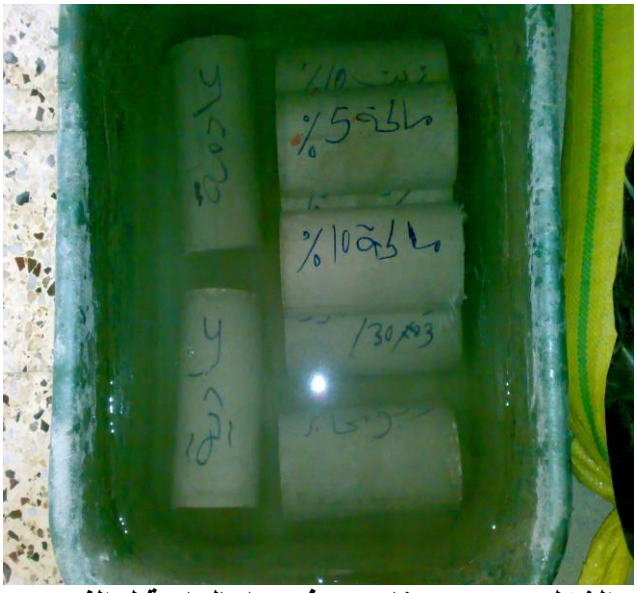
4.3.7 نتائج الامتصاص الطبيعي :

تم عمل تجربة الامتصاص لعينات من الاسطوانات لكل نوع من أنواع المياه المستخدمة في البحث والتي تم كسرها بعد 28 يوم حيث تم إيجاد الأوزان بعد وضعها بالماء (الوزن الرطب) وكذلك بعد وضعها بالفرن (الوزن الجاف), وكانت النتائج كما في الجدول (11).

الجدول (11) : نتائج الامتصاص الطبيعي

	الوزن الرطب (غم)	الوزن الجاف (غم)	الفرق في الوزن (غم)	نسبة الامتصاص (%)
مياه عادية	2019.88	1932.36	87.52	4.53
مياه مالحة 5%	1755.91	1687.95	67.96	4.03
مياه مالحة 10 %	1749.74	1682.25	67.49	4.01
مياه زيتية 5 %	1855.98	1771.29	84.69	4.78
مياه زيتية 10 %	1776.80	1708.24	68.56	4.01
مياه عادمة	1932.19	1851.66	80.53	4.35
مياه ربو المحاجر	2041.45	1958.10	83.35	4.26
مياه دباغة الجلود	1877.06	1796.70	80.36	*4.47*

والشكل (28) يوضح عينات تم اختيارها من كل نوع خلطة وتم غمرها بالماء وذلك لحساب وزنها الرطب, أما الشكل (29) فيوضح عينة بعد إخراجها من الفرن لقياس وزنها الرطب.



الشكل (28) : عينات تم غمرها بالماء قبل الفحص

الشكل (29): عينة خلال قياس وزنها الجاف

4.3.8 نتائج فحص الهبوط :

تم قياس الهبوط لكل نوع من أنواع الخلطات التي أجريت وقد كانت النتائج كما في الجدول (12).

الجدول (12) : نتائج فحص الهبوط

	الهبوط (سم)
مياه عادية	3
مياه مالحة 5 %	7
مياه مالحة 10 %	20
مياه زيتية 5 %	12
مياه زيتية 10 %	4
مياه عادمة	7
مياه ربو المحاجر	1
مياه دباغة الجلود	3

ويبين الشكلان (30) و (31) عملية قياس الهبوط للخلطة الخرسانية.

الشكل (30) : عملية الدمك في اختبار الهبوط

الشكل (31) : عملية قياس الهبوط

4.3.9 نتائج الضغط للمونة الإسمنتية

تم إجراء اختبار الضغط للمونة الإسمنتية بعد 7 أيام وكانت النتائج كما في الجدول (13).

الجدول (13) : نتائج الضغط للمونة الإسمنتية بعد 7 أيام

مكعب 3		مكعب 2		مكعب 1		
المقاومة (Kg/cm^2)	الوزن (غم)	المقاومة (Kg/cm^2)	الوزن (غم)	المقاومة (Kg/cm^2)	الوزن (غم)	
163.2	270.0	135.4	280.9	122.4	277.1	**مياه عادية**
171.4	262.8	175.4	267.0	187.7	273.2	**مياه مالحة 5%**
248.8	274.6	252.9	294.6	240.7	288.5	**مياه مالحة 10%**
221.9	283.3	230.1	282.8	204.0	280.7	**مياه زيتية 5%**
142.8	265.2	161.4	275.3	148.5	275.9	**مياه زيتية 10%**
122.4	269.1	130.8	274.1	134.6	272.3	**مياه عادمة**
146.5	267.6	170.3	279.7	154.2	264.5	**مياه ربو محاجر**
124.4	267	129.6	272	138.7	270	**مياه دباغة جلود**

توضح الأشكال (32) و (33) خطوات اختبار الضغط للمونة الإسمنتية حيث تم صبها بالقوالب الخاصة بذلك ومن ثم غمرها بالماء لمدة أسبوع وبعدها تم كسر العينات على مدة أسبوع بعد وضعها بالشمس لكي تجف.

الشكل (32) : مكعبات المونة الاسمنتية في القوالب

الشكل (33) : عينات المونة الإسمنتية مغمورة بالماء

أما الشكل (34) فيبين مكعب من المونة الإسمنتية بالمياه المالحة 5% بعد إخراجه من الماء بعد أسبوع من الخلط.

الشكل (34) : مكعب من المونة الاسمنتية

الفصل الخامس

تحليل النتائج ومناقشتها

5.1 نتائج اختبارات مقاومة الضغط لمياه الخلط المستخدمة في البحث مع نتائج المياه العادية :

5.1.1 نتائج مقاومة الضغط للخرسانة بالمياه العادية مع نتائج الخرسانة بالمياه المالحة بنسبة 5 % :

يوضح الجدول (14) مقارنه بين نتائج مقاومة الضغط للخرسانه بالمياه العادية مع نتائج الخرسانة بالمياه المالحة بنسبة 5 % وذلك بعد 7 أيام و14 و28 يوم من زمن الخلط ، وكذلك يوضح نسبة الزيادة والنقصان في مقدار مقاومة الضغط .

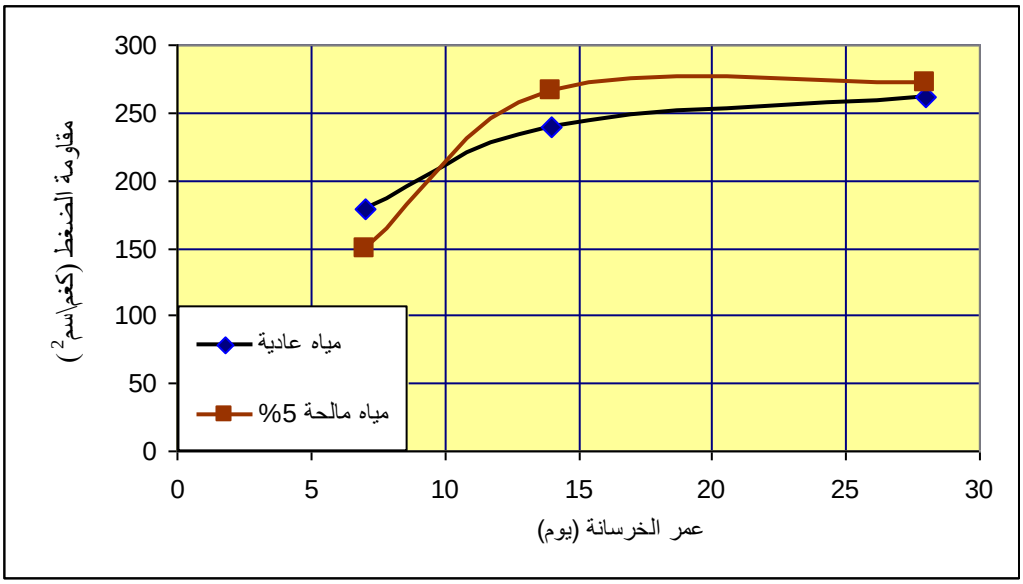
الجدول (14) مقارنة نتائج اختبار مقاومة الضغط للخرسانة بالمياه العادية والمياه المالحة نسبة 5%

	مياه عادية	مياه مالحة 5%	نسبة الزيادة في مقاومة الضغط %	نسبة النقصان في مقاومة الضغط %
مقاومة الضغط بعد 7 ايام (كغم/سم^2)	179	150	-	16.2
مقاومة الضغط بعد 14 يوم (كغم/سم^2)	240	266	10.8	-
مقاومة الضغط بعد 28 يوم (كغم/سم^2)	261.5	271.5	3.8	-

- استخدام المياه المالحة بنسبة 5 % في الخلطة الخرسانية أدت إلى نقص مقاومة الضغط بعد 7 أيام من المعالجة بمقدار 16.2 % ، ومن هذا يمكن الاستنتاج أن المياه المالحة تزيد من زمن التصلب الأولي (زمن الشك الابتدائي) .

- بعد 14 و 28 يوم من زمن الخلط كانت مقاومة الضغط للخرسانة بالمياه المالحة نسبة 5% أكبر من مقاومة الضغط للخرسانة بالمياه العادية حيث كانت نسبة الزيادة في المقاومة هي 10.8% بعد 7 أيام و 3.2 % بعد 28 يوم على التوالي

والشكل (35) يبين مقارنه بين نتائج مقاومة الضغط للخرسانة بالمياه العاديه ومقاومة الضغط للخرسانة بمياه مالحة نسبة 5% وذلك بعد 7 و 14 و28 يوم من زمن الخلط .



الشكل (35) : تغير مقاومة الضغط للخرسانة بالمياه العادية والمياه المالحة نسبة 5%

- يتضح من الشكل السابق أن الخرسانة المالحة تعمل على زيادة مقاومة الضغط بعد 14 يوم أكثر من الخرسانة العادية ، بينما زيادة مقاومة الضغط للخرسانة بالمياه العادية تكون الى حد معين ثم يحدث ثبات بعد ذلك في قيمة المقاومة .

5.1.2 نتائج مقاومة الضغط للخرسانة بالمياه العادية مع نتائج الخرسانة بالمياه المالحة بنسبة 10 % :

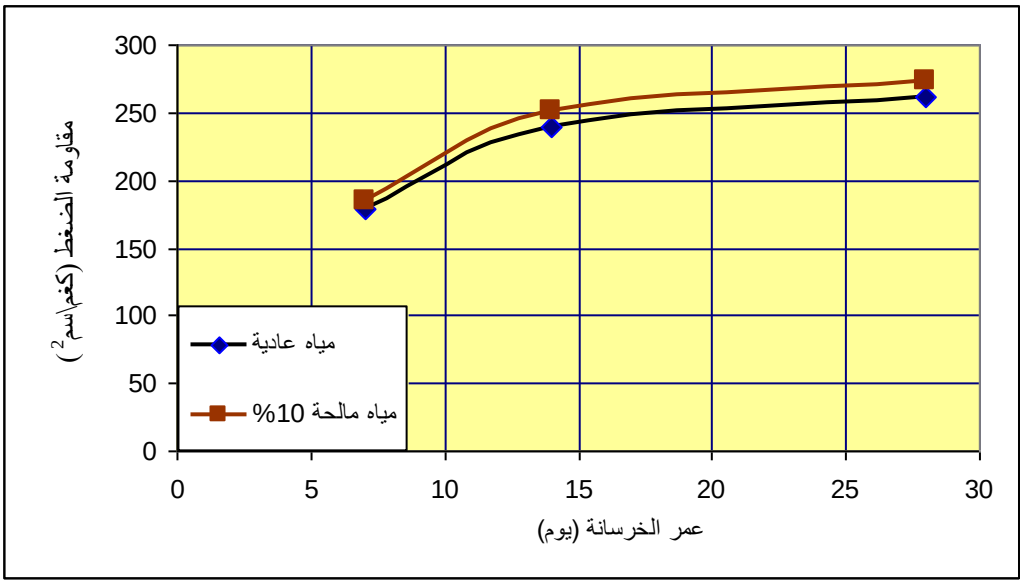
يوضح الجدول (15) مقارنه بين نتائج مقاومة الضغط للخرسانه بالمياه العادية مع نتائج الخرسانة بالمياه المالحة بنسبة 10% وذلك بعد 7 أيام و14 و28 يوم من زمن الخلط ، وكذلك يوضح نسبة الزيادة والنقصان في مقدار مقاومة الضغط .

الجدول (15) مقارنة نتائج اختبارمقاومة الضغط للخرسانة بالمياه العادية والمياه المالحة نسبة 10%

	مياه عادية	مياه مالحة 10%	نسبة الزيادة في مقاومة الضغط %	نسبة النقصان في مقاومة الضغط %
مقاومة الضغط بعد 7 ايام (كغم/سم^2)	179	184	2.7	-
مقاومة الضغط بعد 14 يوم (كغم/سم^2)	240	251.5	4.8	-
مقاومة الضغط بعد 28 يوم (كغم/سم^2)	261.5	274	4.8	-

- بعد 7 ايام و 14 و 28 يوم من زمن الخلط كانت مقاومة الضغط للخرسانة بالمياه المالحة نسبة 10% أكبر من مقاومة الضغط للخرسانة بالمياه العادية وكانت نسبة الزيادة في مقاومة الضغط 2.7% عند 7 ايام و 4.8% عند 14 و 28 يوم من زمن الخلط .
- نظرا لأن تأثير الاملاح سيء على حديد تسليح الخرسانة حيث يعمل على صدأ الحديد ، وبالرغم من أن مقاومة الضغط للخرسانة بمياه مالحة نسبة 10% أعطت نتائج ايجابية الا أنه لا يمكن استخدامها في الخرسانة المسلحه ، ويمكن استخدامها في الخرسانة غير المسلحة أو في عملية معالجة الخرسانة .

والشكل (36) يبين مقارنه بين نتائج مقاومة الضغط للخرسانة بالمياه العاديه ومقاومة الضغط للخرسانة بمياه مالحة نسبة 10% وذلك بعد 7 و 14 و28 يوم من زمن الخلط .



الشكل (36): تغير مقاومة الضغط للخرسانة بالمياه العادية والمياه المالحة نسبة 10%

- نلاحظ من الشكل السابق تصاعد مقاومة الضغط للخرسانة بالمياه المالحة نسبة 10% ، حيث أعطت بعد 7 و 14 و 28 يوم قيمة مقاومة ضغط أعلى من الخرسانة بالمياه العادية .

5.1.3 نتائج مقاومة الضغط للخرسانة بالمياه العادية مع نتائج الخرسانة بالمياه الزيتية بنسبة 5% :

يوضح الجدول (16) مقارنه بين نتائج مقاومة الضغط للخرسانه بالمياه العادية مع نتائج الخرسانة بالمياه الزيتية بنسبة 5% وذلك بعد 7 أيام و14 و28 يوم من زمن الخلط ، وكذلك يوضح نسبة الزيادة والنقصان في مقدار مقاومة الضغط .

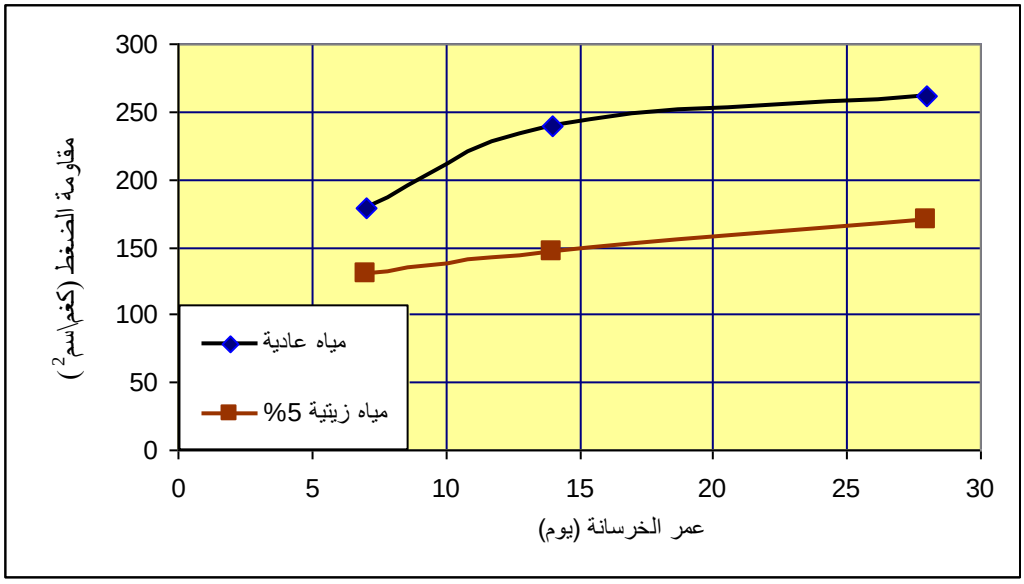
الجدول (16) مقارنة نتائج اختبار مقاومة الضغط للخرسانة بالمياه العادية والمياه الزيتية نسبة 5%

	مياه عادية	مياه زيتية 5%	نسبة الزيادة في مقاومة الضغط %	نسبة النقصان في مقاومة الضغط %
مقاومة الضغط بعد 7 ايام (كغم/سم^2)	179	130.5	-	27
مقاومة الضغط بعد 14 يوم (كغم/سم^2)	240	146.5	-	39
مقاومة الضغط بعد 28 يوم (كغم/سم^2)	261.5	169.5	-	35

- بعد 7 أيام و 14 و28 يوم من زمن الخلط كانت مقاومة الضغط للخرسانة بالمياه الزيتية نسبة 5% أقل من مقاومة الضغط للخرسانة بالمياه العادية وكانت نسبة النقصان في مقاومة الضغط 27% عند 7 ايام و 39%عند 14 و35% عند 28 يوم من زمن الخلط .

- يعمل الزيت على تقليل قابلية التشغيل ، حيث باضافة المياه الزيتية تتماسك الخرسانة ، كما يعمل على نقص مقاومة الضغط بشكل عام .

والشكل (37) يبين مقارنه بين نتائج مقاومة الضغط للخرسانة بالمياه العاديه ومقاومة الضغط للخرسانة بمياه زيتية نسبة 5% وذلك بعد 7 و 14 و28 يوم من زمن الخلط .



الشكل (37): تغير مقاومة الضغط للخرسانة بالمياه العادية والمياه الزيتية نسبة 5%

- يلاحظ من الشكل السابق بأن قيم مقاومة الضغط للخرسانة بالمياه الزيتية 5% تتصاعد بشكل بطيء جدا مقارنة بمقاومة الخرسانة بالمياه العادية ويرجع ذلك إلى كون الزيت يقلل من قابلية التشغيل ، وبالتالي صعوبة الحصول على خلطة خرسانية متجانسة (خاصة بالنسبة لتوزيع الاسمنت) .

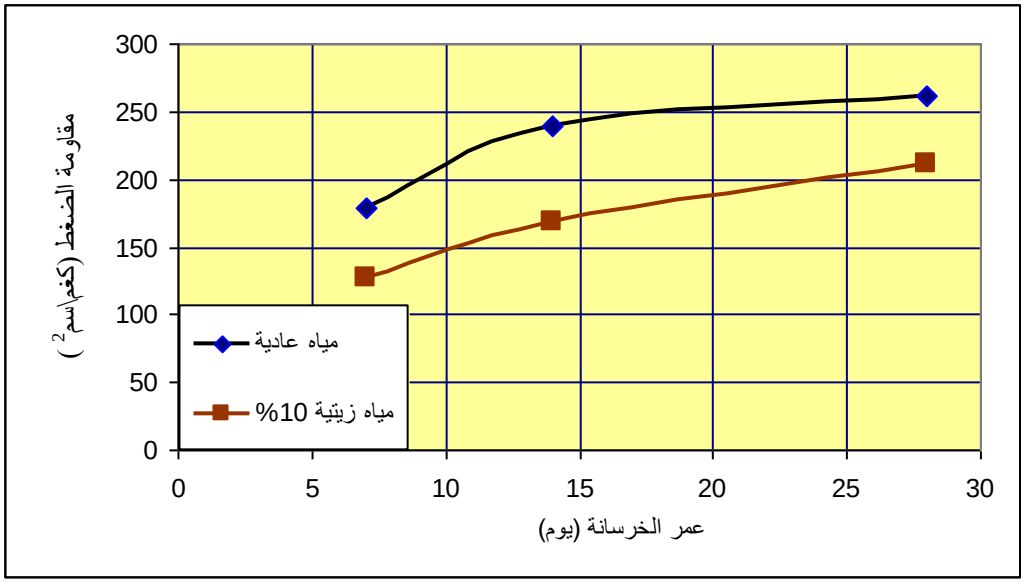
5.1.4 نتائج مقاومة الضغط للخرسانة بالمياه العادية مع نتائج الخرسانة بالمياه الزيتية بنسبة 10 % :

يوضح الجدول رقم (17) مقارنه بين نتائج مقاومة الضغط للخرسانه بالمياه العادية مع نتائج الخرسانة بالمياه الزيتية بنسبة 10% وذلك بعد 7 أيام و14 و28 يوم من زمن الخلط ، وكذلك يوضح نسبة الزيادة و النقصان في مقدار مقاومة الضغط .

الجدول (17) مقارنة نتائج اختبارمقاومة الضغط للخرسانة بالمياه العادية والمياه الزيتية نسبة 10%

	مياه عادية	مياه زيتية 10%	نسبة الزيادة في مقاومة الضغط %	نسبة النقصان في مقاومة الضغط %
مقاومة الضغط بعد 7 ايام (كغم/سم^2)	179	126.5	-	29
مقاومة الضغط بعد 14 يوم (كغم/سم^2)	240	168.5	-	30
مقاومة الضغط بعد 28 يوم (كغم/سم^2)	261.5	212	-	20

والشكل (38) يبين مقارنه بين نتائج مقاومة الضغط للخرسانة بالمياه العاديه ومقاومة الضغط للخرسانة بمياه زيتية نسبة 10 % وذلك بعد 7 و 14 و28 يوم من زمن الخلط .



الشكل (38) : تغير مقاومة الضغط للخرسانة بالمياه العادية والمياه الزيتية نسبة 10%

- من الجداول (16 و 17) والأشكال (37 و 38) يتضح لنا أن المياه الزيتية بنسبة 10% تعمل نقص مقاومة الضغط للخرسانة بنسبة تراوحت من 20%-30% مقارنة مع الخرسانة بالمياه العادية .

يمكن تفسير هذا النقص في مقاومة الضغط لكون المياه الزيتية تعمل على انزلاق حبيبات الركام في الخلطة الخرسانية على بعضها كما تعمل على تغطية الحبيبات بطبقة زيتية تمنع التلاصق بينها حتى بوجود المادة الإسمنتية .

5.1.5 نتائج مقاومة الضغط للخرسانة بمياه الشرب العادية مع نتائج الخرسانة بالمياه العادمة المكررة :

يوضح الجدول (18) مقارنه بين نتائج مقاومة الضغط للخرسانه بالمياه العادية مع نتائج الخرسانة بالمياه العادمة المكررة وذلك بعد 7 أيام و14 و28 يوم من زمن الخلط ، وكذلك يوضح نسبة والنقصان في مقدار مقاومة الضغط .

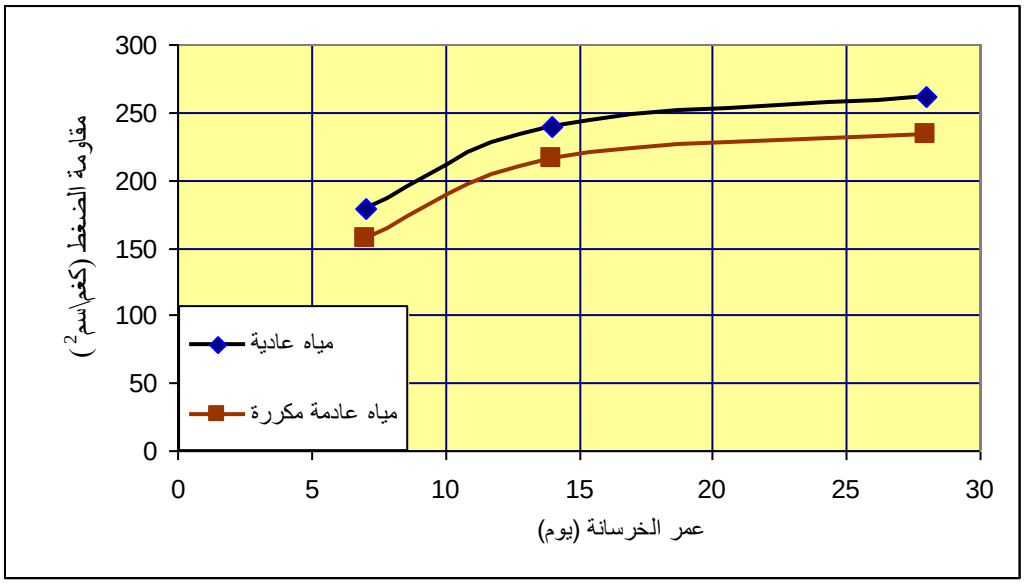
الجدول (18) مقارنة نتائج اختبار مقاومة الضغط للخرسانة بالمياه العادية والمياه العادمة المكررة

	مياه عادية	مياه عادمة مكررة	نسبة الزيادة في مقاومة الضغط %	نسبة النقصان في مقاومة الضغط %
مقاومة الضغط بعد 7 ايام ($كغم/سم^2$)	179	157	-	12.3
مقاومة الضغط بعد 14 يوم ($كغم/سم^2$)	240	216.5	-	9.8
مقاومة الضغط بعد 28 يوم ($كغم/سم^2$)	261.5	233	-	10.9

- بعد 7 أيام و 14 و28 يوم من زمن الخلط كانت مقاومة الضغط للخرسانة بالمياه العادمة اقل من مقاومة الضغط للخرسانة بمياه الشرب العادية وكانت نسبة النقصان في مقاومة الضغط 12.3% بعد 7 أيام و 9.8% بعد 14 و 10.9 % بعد 28 يوم من زمن الخلط.

- يجب الأخذ بعين الاعتبار تأثير المياه العادمة المكررة على حديد التسليح حيث بمرور الوقت تتحلل البكتيريا والمواد العضويه التي توجد ضمن مكونات هذه المياه وتتفاعل مع الحديد مما يؤثر سلبيا ويؤدي الى صدأ الحديد .

والشكل (39) يبين مقارنه بين نتائج مقاومة الضغط للخرسانة بالمياه العاديه ومقاومة الضغط للخرسانة بالمياه العادمة المكررة وذلك بعد 7 و 14 و28 يوم من زمن الخلط .



الشكل (39) : تغير مقاومة الضغط للخرسانة بالمياه العادية والمياه العادمة المكررة

- يلاحظ من الشكل السابق تقارب قيم مقاومة الضغط للخرسانة بالمياه العادمة والخرسانة بالمياه العادية إلى حد معين ، وهذه النتائج تختلف عما جاء في بعض الدراسات[7] والتي بينت أن استخدام المياه العادمة في الخلطات الخرسانية يزيد من مقاومة الضغط كما هو مبين في الجدول التالي :

الجدول (19) : نتائج مقاومة الضغط للخرسانة بالمياه العادية مع الخرسانة بالمياه العادمة المكررة [7]

	مياه عادية	مياه عادمة	نسبة الزيادة في مقاومة الضغط %
مقاومة الضغط بعد 7 أيام (كغم/سم^2)	249.3	267.3	*7.20*
مقاومة الضغط بعد 28 يوم (كغم/سم^2)	338.4	378.9	*11.96*
مقاومة الضغط بعد 90 يوم (كغم/سم^2)	420.4	390.1	*7.2*

5.1.6 نتائج مقاومة الضغط للخرسانة بالمياه العادية مع نتائج الخرسانة بمياه ربو المحاجر :

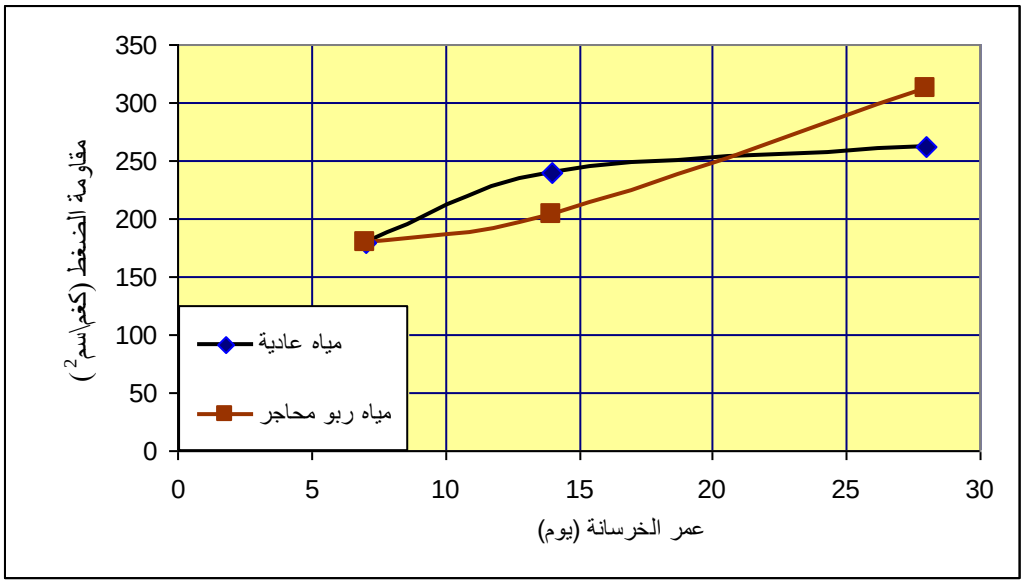
يوضح الجدول رقم (20) مقارنه بين نتائج مقاومة الضغط للخرسانه بالمياه العادية مع نتائج الخرسانة بمياه ربو المحاجر وذلك بعد 7 أيام و14 و28 يوم من زمن الخلط ، وكذلك يوضح نسبة والنقصان في مقدار مقاومة الضغط .

الجدول (20) : مقارنة نتائج اختبارمقاومة الضغط للخرسانة بالمياه العادية ومياه ربو المحاجر

	مياه عادية	مياه ربو محاجر	نسبة الزيادة في مقاومة الضغط %	نسبة النقصان في مقاومة الضغط %
مقاومة الضغط بعد 7 ايام (كغم/سم^2)	179	178.5	-	0.3
مقاومة الضغط بعد 14 يوم (كغم/سم^2)	240	204	-	15
مقاومة الضغط بعد 28 يوم (كغم/سم^2)	261.5	312.5	19.5	-

- بالنسبة لمقاومة الصغط للخرسانة بمياه ربو المحاجر فيلاحظ أن أكبر قيمة كانت عند 28 يوم من زمن الخلط حيث كانت النسبة في زيادة المقاومة هي 19.5% .

والشكل (40) يبين مقارنه بين نتائج مقاومة الضغط للخرسانة بالمياه العاديه ومقاومة الضغط للخرسانة بمياه ربو المحاجر وذلك بعد 7 و 14 و28 يوم من زمن الخلط .



الشكل (40) : تغير مقاومة الضغط للخرسانة بالمياه العادية ومياه ربو المحاجر

- يتضح من الشكل السابق بأن مقاومة الضغط للخرسانة بمياه ربو المحاجر تعمل على زيادة زمن التصلب الأولي حيث أن مقاومة الخرسانة بالمياه العادية هي تقريبا نفسها ، بينما بعد 14 يوم كانت مقاومة الخرسانة بالمياه العادية أعلى منها للخرسانة بمياه ربو المحاجر حوالي(15%)، في حين إن مياه ربو المحاجر تعطي قيمة أعلى لمقاومة الضغط بعد 28 يوم (20%) أكبر من الخرسانة بالمياه العادية ، وهذا أمر مهم جدا حيث يمكننا استخدام مياه ربو المحاجر في الخلطات الخرسانية بدل المياه العادية وهذا يوفر كميات كبيرة من المياه الصالحة للشرب .

5.1.7 نتائج مقاومة الضغط للخرسانة بالمياه العادية مع نتائج الخرسانة بمياه دباغة الجلود :

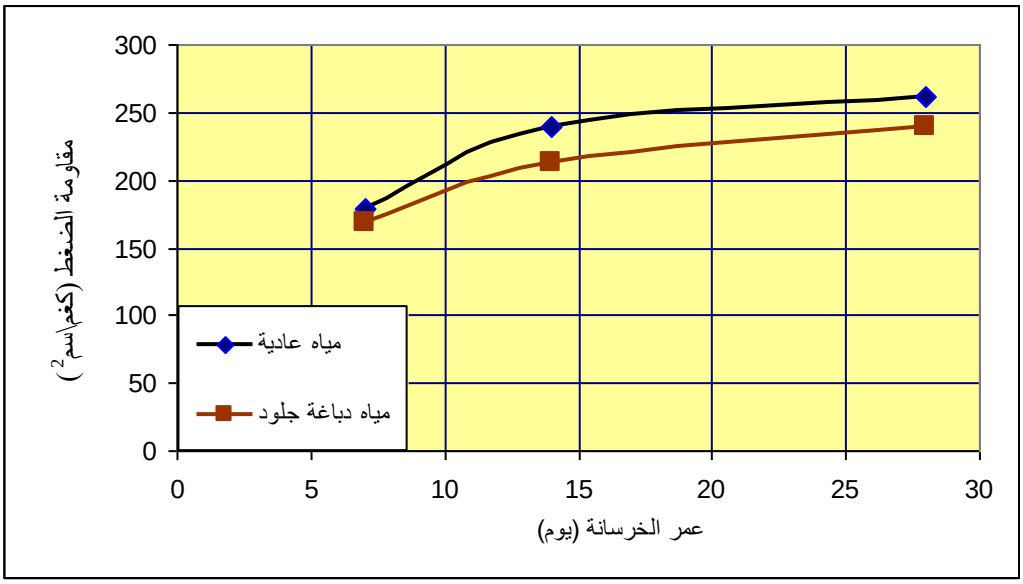
يوضح الجدول (21) مقارنه بين نتائج مقاومة الضغط للخرسانه بالمياه العادية مع نتائج الخرسانة بمياه دباغة الجلود وذلك بعد 7 أيام و14 و 28 يوم من زمن الخلط ، وكذلك يوضح نسبة النقصان في مقدار مقاومة الضغط .

الجدول (21) : مقارنة نتائج اختبار مقاومة الضغط للخرسانة بالمياه العادية ومياه دباغة الجلود

	مياه عادية	مياه دباغة جلود	نسبة الزيادة في مقاومة الضغط %	نسبة النقصان في مقاومة الضغط %
مقاومة الضغط بعد 7 ايام (كغم/سم^2)	179	168	-	6.14
مقاومة الضغط بعد 14 يوم (كغم/سم^2)	240	213.5	-	11
مقاومة الضغط بعد 28 يوم (كغم/سم^2)	261.5	239	-	8.6

- بعد 7 أيام و 14 و28 يوم من زمن الخلط كانت مقاومة الضغط للخرسانة بمياه دباغة الجلود أقل من مقاومة الضغط للخرسانة بالمياه العادية وكانت نسبة النقصان في مقاومة الضغط 6.14 % عند 7 أيام و 11% عند 14 و 8.0 % عند 28 يوم من زمن الخلط .

والشكل (41) يبين مقارنه بين نتائج مقاومة الضغط للخرسانة بالمياه العاديه ومقاومة الضغط للخرسانة بمياه دباغة الجلود وذلك بعد 7 و 14 و28 يوم من زمن الخلط .



الشكل (41) : تغير مقاومة الضغط للخرسانة بالمياه العادية ومياه دباغة الجلود

- من الشكل السابق يتضح لنا أن النقص في مقاومة الضغط للخرسانة يكون بشكل شبه منتظم بعد 14 و 28 يوم من زمن الخلط .

5.2 نتائج اختبارات مقاومة الشد بالانفلاق لمياه الخلط المستخدمة في البحث مع نتائج المياه العادية :

5.2.1 نتائج اختبارات مقاومة الشد بالانفلاق للخرسانة بالمياه العادية مع نتائج الخرسانة بالمياه المالحة بنسبة 5 % :

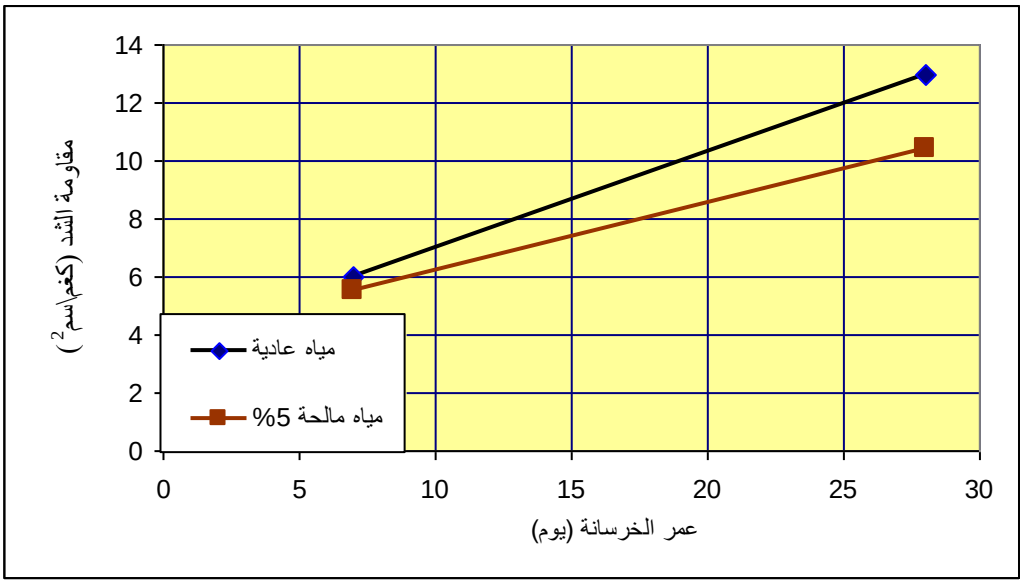
يوضح الجدول (22) نتائج اختبارات مقاومة الشد بالانفلاق للخرسانة بالمياه العادية والخرسانة بالمياه المالحة نسبة 5 % وكذلك نسبة الزيادة في مقاومة الشد .

الجدول (22) : مقارنة نتائج اختبار مقاومة الشد بالانفلاق للخرسانة بالمياه العادية ومياه مالحة نسبة 5 %

	مياه عادية	مياه مالحة نسبة 5 %	نسبة الزيادة في مقاومة الشد %	نسبة النقصان في مقاومة الشد %
مقاومة الشد بالانفلاق بعد 7 ايام (كغم/سم^2)	6	5.5	-	8.33
مقاومة الشد بالانفلاق بعد 28 يوم (كغم/سم^2)	13	10.4	-	20

- بالنسبة لمقاومة الشد بالانفلاق فقد كانت أكبر في حالة الخرسانة بالمياه العادية عنها في الخرسانة بالمياه المالحة ، حيث كانت نسبة النقص في المقاومة 8.33 % بعد 7 أيام و 20% بعد 28 يوم من زمن الخلط .

والشكل (42) يبين مقارنه بين نتائج مقاومة الشد بالانفلاق للخرسانة بالمياه العاديه والخرسانة بمياه مالحة نسبة 5 % وذلك بعد 7 و 28 يوم من زمن الخلط.



الشكل (42) : تغير مقاومة الشد بالانفلاق للخرسانة بالمياه العادية والخرسانة بالمياه المالحة نسبة 5%

5.2.2 نتائج اختبارات مقاومة الشد بالانفلاق للخرسانة بالمياه العادية مع نتائج الخرسانة بالمياه المالحة بنسبة 10 % :

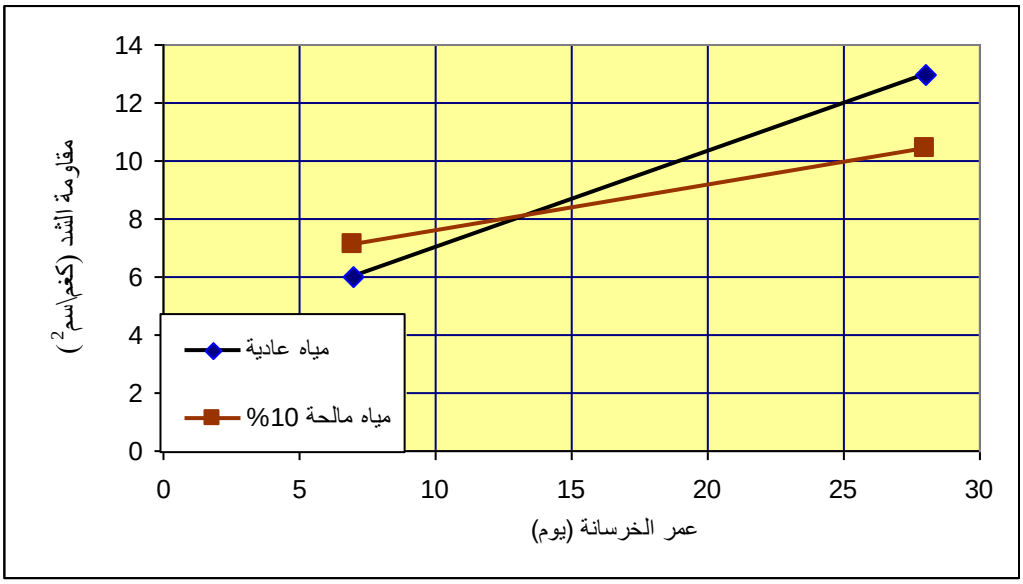
يوضح الجدول (23) نتائج اختبارات مقاومة الشد بالانفلاق للخرسانة بالمياه العادية والخرسانة بالمياه المالحة نسبة 10 % وكذلك نسبة الزيادة في مقاومة الشد .

الجدول (23) : مقارنة نتائج اختبارمقاومة الشد بالانفلاق للخرسانة بالمياه العادية ومياه مالحة نسبة 10 %

	مياه عادية	مياه مالحة نسبة 10 %	نسبة الزيادة في مقاومة الشد %	نسبة النقصان في مقاومة الشد %
مقاومة الشد بالانفلاق بعد 7 ايام (كغم/سم^2)	6	7.07	17.8	-
مقاومة الشد بالانفلاق بعد 28 يوم (كغم/سم^2)	13	10.4	-	20

- مقاومة الشد بالانفلاق للخرسانة بالمياه المالحة نسبة 10 % كانت أكبر من المقاومة للخرسانة بالمياه العادية بعد 7 أيام من زمن الخلط حيث كانت النسبة في الزيادة 17.8 % ، وكانت أقل بعد 28 يوم حيث كانت نسبة النقص في المقاومة 20 % .

والشكل (43) يبين مقارنه بين نتائج مقاومة الشد بالانفلاق للخرسانة بالمياه العاديه والخرسانة بمياه مالحة نسبة 10 % وذلك بعد 7 و 28 يوم من زمن الخلط.



الشكل (43) : تغير مقاومة الشد بالانفلاق للخرسانة بالمياه العادية والخرسانة بالمياه المالحة نسبة 10%

- يتضح من الشكل السابق مقدار الفرق في مقاومة الشد للخرسانة بالمياه العادية والخرسانة بالمياه المالحة نسبة 10% بعد 7 أيام وبعد 28 يوم ، يمكن تفسير زيادة مقاومة الشد بعد 7 أيام لكون الخرسانة تتميز بعامل لدونة أعلى منها بعد 28 يوم ، في حين أن الخرسانة بعد 28 يوم تكون ذات مرونة أعلى وتكون مقاومة الشد لها أقل مقارنة مع الخرسانة العادية .

5.2.3 نتائج اختبارات مقاومة الشد بالانفلاق للخرسانة بالمياه العادية مع نتائج الخرسانة بالمياه الزيتية بنسبة 5 % :

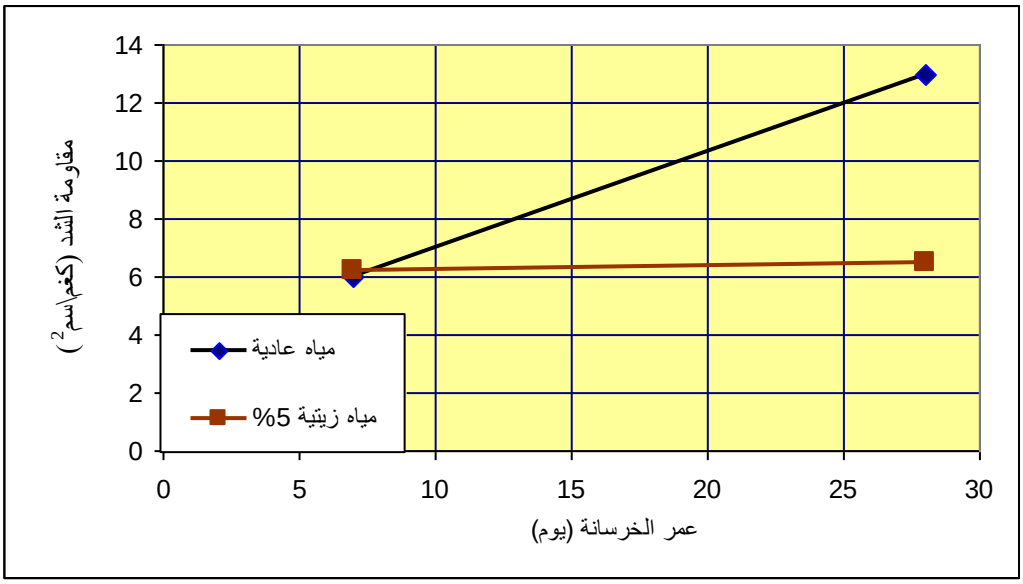
يوضح الجدول (24) نتائج اختبارات مقاومة الشد بالانفلاق للخرسانة بالمياه العادية والخرسانة بالمياه الزيتية نسبة 5 % وكذلك نسبة النقصان في مقاومة الشد .

الجدول (24) مقارنة نتائج اختبارمقاومة الشد بالانفلاق للخرسانة بالمياه العادية ومياه زيتية نسبة 5 %

	مياه عادية	مياه زيتية نسبة 5 %	نسبة الزيادة في مقاومة الشد %	نسبة النقصان في مقاومة الشد %
مقاومة الشد بالانفلاق بعد 7 ايام (كغم/سم^2)	6	6.2	3.33	-
مقاومة الشد بالانفلاق بعد 28 يوم (كغم/سم^2)	13	6.5	-	50

- مقاومة الشد بالانفلاق للخرسانة بالمياه الزيتية تكاد تكون ثابتة بعد 7 أيام من زمن الخلط ، بينما تساوي حوالي 50% من مقاومة الشد للخرسانة العادية بعد 28 يوم .

والشكل (44) يبين مقارنه بين نتائج مقاومة الشد بالانفلاق للخرسانة بالمياه العاديه والخرسانة بمياه زيتية نسبة 5 % وذلك بعد 7 و 28 يوم من زمن الخلط.



الشكل (44) : تغير مقاومة الشد بالانفلاق للخرسانة بالمياه العادية والخرسانة بالمياه الزيتية نسبة 5%

- كما يتضح من الشكل السابق تغير قيم مقاومة الشد للخرسانة بالمياه الزيتية نسبة 5% بنسبة قليلة حيث تكاد تكون القيم ثابتة ، بعد 7 أيام و 14 يوم .

5.2.4 نتائج اختبارات مقاومة الشد بالانفلاق للخرسانة بالمياه العادية مع نتائج الخرسانة بالمياه الزيتية بنسبة 10 % :

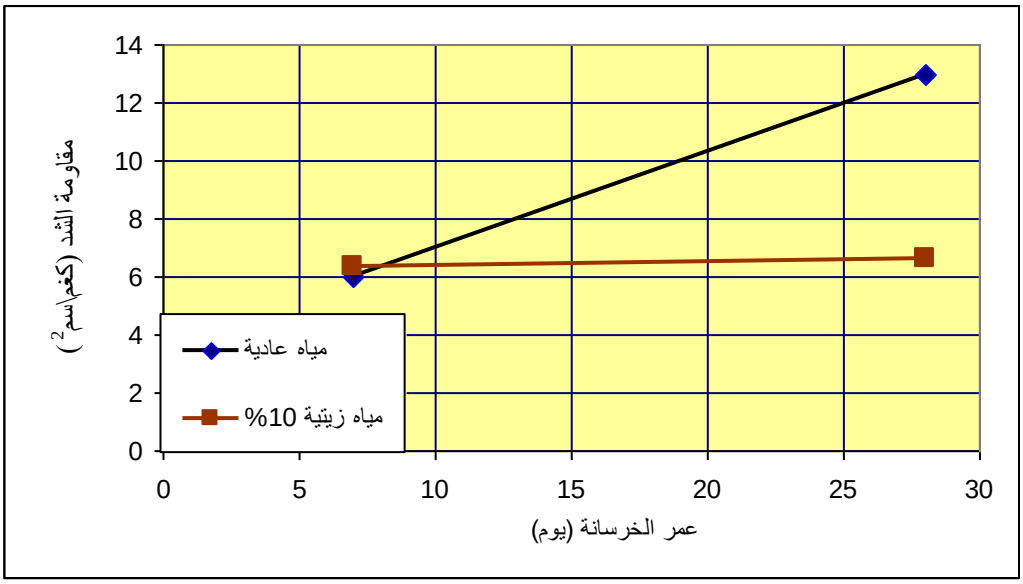
يوضح الجدول (25) نتائج اختبارات مقاومة الشد بالانفلاق للخرسانة بالمياه العادية والخرسانة بالمياه الزيتية نسبة 10 % وكذلك نسبة النقصان في مقاومة الشد .

الجدول (25) مقارنة نتائج اختبارمقاومة الشد بالانفلاق للخرسانة بالمياه العادية ومياه زيتية نسبة 10 %

	مياه عادية	مياه زيتية نسبة 10 %	نسبة الزيادة في مقاومة الشد %	نسبة النقصان في مقاومة الشد %
مقاومة الشد بالانفلاق بعد 7 ايام (كغم/سم^2)	6	6.35	5.5	-
مقاومة الشد بالانفلاق بعد 28 يوم (كغم/سم^2)	13	6.6	-	49.2

- يلاحظ من الجدول السابق (25) أن مقاومة الشد للخرسانة بالمياه الزيتية بعد 7 أيام و 28 يوم لم تتغير كثيرا عنها في حالة الخرسانة بالمياه الزيتية بنسبة 5% (جدول 24) .

والشكل (45) يبين مقارنه بين نتائج مقاومة الشد بالانفلاق للخرسانة بالمياه العاديه والخرسانة بمياه زيتية نسبة 10 % وذلك بعد 7 و 28 يوم من زمن الخلط.



الشكل (45) : تغير مقاومة الشد بالانفلاق للخرسانة بالمياه العادية والخرسانة بالمياه الزيتية نسبة 10%

- من الشكل السابق ، يلاحظ أن مقاومة الشد ثابتة بعد 7 أيام و 14 يوم من زمن الخلط للمياه الزيتية بنسبة 10% في حين أنها تساوي 50% من مقاومة الشد للخرسانة العادية بعد 28 يوم ، وهي نفس النتائج تقريبا عند استخدام مياه زيتية بنسبة 5% .

5.2.5 نتائج اختبارات مقاومة الشد بالانفلاق للخرسانة بالمياه العادية مع نتائج الخرسانة بالمياه العادمة المكررة :

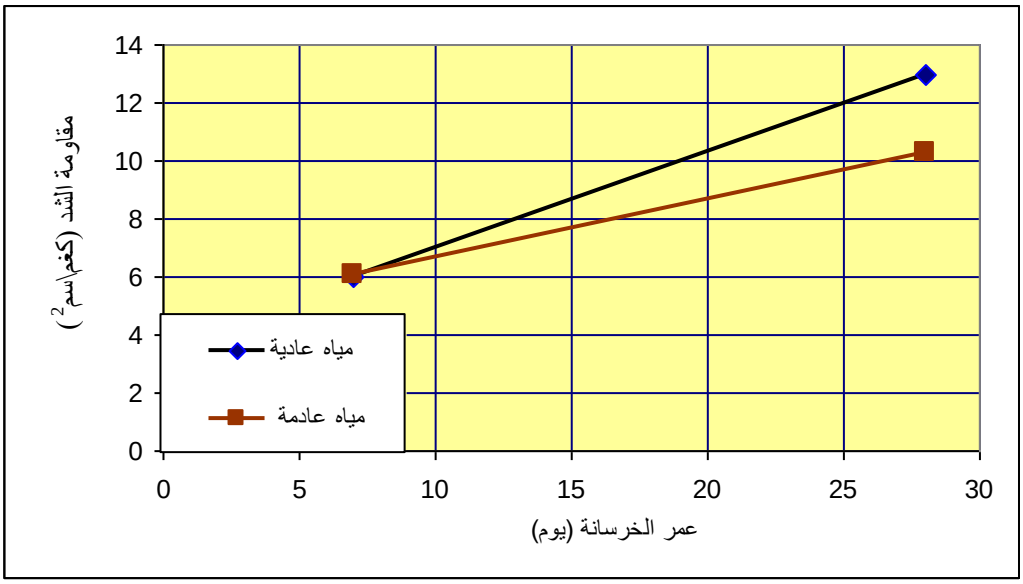
يوضح الجدول (26) نتائج اختبارات مقاومة الشد بالانفلاق للخرسانة بمياه العادية والخرسانة بالمياه العادمة المكررة وكذلك نسبة النقصان في مقاومة الشد .

الجدول (26) : مقارنة نتائج اختبار مقاومة الشد بالانفلاق للخرسانة بالمياه العادية والمياه العادمة المكررة

	مياه عادية	مياه عادمة مكررة	نسبة الزيادة في مقاومة الشد %	نسبة النقصان في مقاومة الشد %
مقاومة الشد بالانفلاق بعد 7 ايام (كغم/سم^2)	6	6.06	1	-
مقاومة الشد بالانفلاق بعد 28 يوم (كغم/سم^2)	13	10.25	-	21

- بالنسبة للخرسانة بالمياه العادمة فقد كانت مقاومة الشد بعد 7 أيام قريبة من مقاومة الشد للخرسانة بالمياه العادية إلا أنها كانت أقل بعد 28 يوم .

والشكل (46) يبين مقارنه بين نتائج مقاومة الشد بالانفلاق للخرسانة بالمياه العاديه والخرسانة بمياه عادمة مكررة وذلك بعد 7 و 28 يوم من زمن الخلط.



الشكل (46) : تغير مقاومة الشد بالانفلاق للخرسانة بالمياه العادية والخرسانة بالمياه العادمة المكررة

- يلاحظ من الشكل السابق أن مقاومة الشد للخرسانة بالمياه العادمة المكررة هي حوالي 79% من مقاومة الشد للخرسانة بالمياه العادية بعد 28 يوم .

5.2.6 نتائج اختبارات مقاومة الشد بالانفلاق للخرسانة بالمياه العادية مع نتائج الخرسانة بمياه ربو المحاجر :

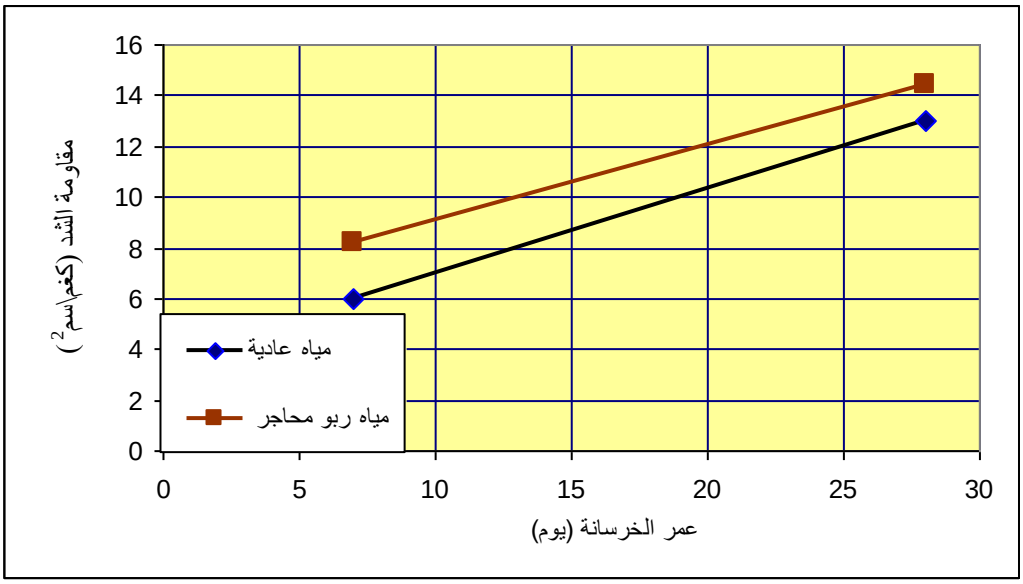
يوضح الجدول (27) نتائج اختبارات مقاومة الشد بالانفلاق للخرسانة بمياه الشرب العادية والخرسانة بمياه ربو المحاجر وكذلك نسبة النقصان والزيادة في مقاومة الشد .

الجدول (27) : مقارنة نتائج اختبار مقاومة الشد بالانفلاق للخرسانة بالمياه العادية ومياه ربو المحاجر

	مياه عادية	مياه ربو محاجر	نسبة الزيادة في مقاومة الشد %	نسبة النقصان في مقاومة الشد %
مقاومة الشد بالانفلاق بعد 7 ايام (كغم/سم^2)	6	8.23	37.2	-
مقاومة الشد بالانفلاق بعد 28 يوم(كغم/سم^2)	13	14.44	11.1	-

- مقاومة الشد للخرسانة بمياه ربو المحاجر بعد 7 أيام وبعد 28 يوم من زمن الخلط أعطت قيم أكبر من مقاومة الشد للخرسانة بالمياه العادية وكانت نسبة الزيادة 37.2 % بعد 7 أيام و 11.1% بعد 28 يوم .

والشكل (47) يبين مقارنه بين نتائج مقاومة الشد بالانفلاق للخرسانة بالمياه العاديه والخرسانة بمياه ربو المحاجر وذلك بعد 7 و 28 يوم من زمن الخلط.



الشكل (47): تغير مقاومة الشد بالانفلاق للخرسانة بالمياه العادية والخرسانة بمياه ربو المحاجر

- من الشكل السابق يلاحظ أن مقاومة الشد للخرسانة بمياه ربو المحاجر أعلى منها في حالة الخرسانة بالمياه العادية ، ولذلك يمكن استخدام الخرسانة بمياه ربو المحاجر في الأعضاء الانشائيه التي تكون معرضة للشد بشكل أكبر .

5.2.7 نتائج اختبارات مقاومة الشد بالانفلاق للخرسانة بالمياه العادية مع نتائج الخرسانة بمياه دباغة الجلود :

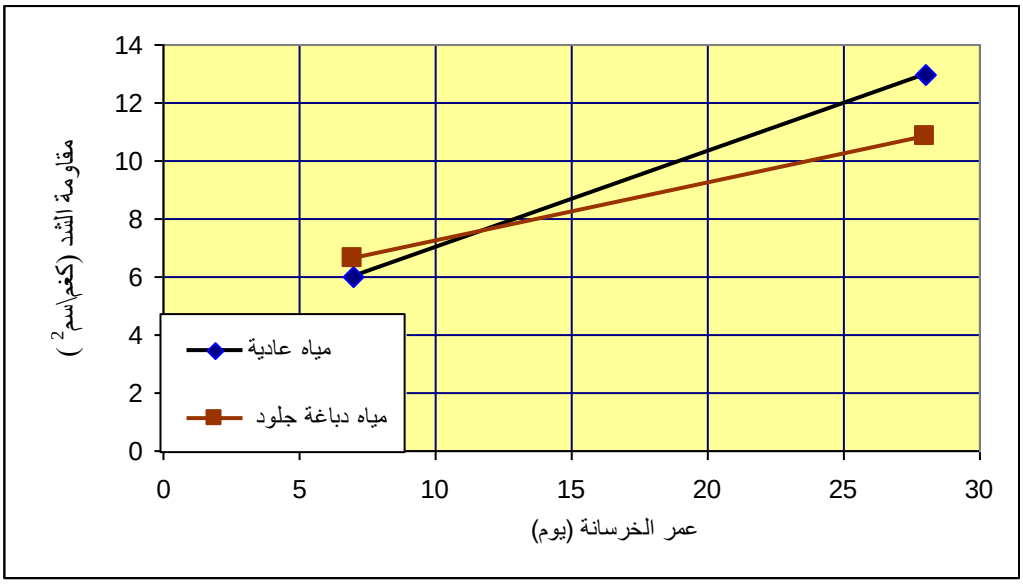
يوضح الجدول (28) نتائج اختبارات مقاومة الشد بالانفلاق للخرسانة بمياه الشرب العادية والخرسانة بمياه دباغة الجلود وكذلك نسبة النقصان في مقاومة الشد .

الجدول (28) : مقارنة نتائج اختبار مقاومة الشد بالانفلاق للخرسانة بالمياه العادية ومياه دباغة جلود

	مياه عادية	مياه دباغة الجلود	نسبة الزيادة في مقاومة الشد %	نسبة النقصان في مقاومة الشد %
مقاومة الشد بالانفلاق بعد 7 ايام (كغم/سم^2)	6	6.64	10.7	-
مقاومة الشد بالانفلاق بعد 28 يوم (كغم/سم^2)	13	10.83	-	16.7

- مقاومة الشد للخرسانة بمياه دباغة الجلود كانت أكبر من مقاومة الشد للخرسانة بالمياه العادية بعد 7 أيام في حين أنها كانت أقل بعد 28 يوم .

والشكل (48) يبين مقارنه بين نتائج مقاومة الشد بالانفلاق للخرسانة بالمياه العاديه والخرسانة بمياه دباغة الجلود وذلك بعد 7 و 28 يوم من زمن الخلط.



الشكل (48): تغير مقاومة الشد بالانفلاق للخرسانة بالمياه العادية والخرسانة بمياه دباغة الجلود .

- من الشكل السابق يلاحظ أن مياه دباغة الجلود تعطي مقاومة شد أقل بنسبة 16.7% عن مقاومة الشد للخرسانة بالمياه العادية ، من هذه النتائج ونتائج مقاومة الضغط للخرسانة بمياه دباغة الجلود يتبين لنا أن استخدام هذا النوع من المياه في الخلطات الخرسانية غير مشجع وغير عملي بسبب نقص المقاومة في الحالتين .

5.3 نتائج الامتصاص الطبيعي :

- نلاحظ من الجدول (11) صفحة (44) بأن أعلى قيمة للامتصاص الطبيعي كانت للخرسانة بالمياه الزيتية نسبة 5% حيث كانت 4.78% وهي قيمة أعلى من نسبة امتصاص الخرسانة بالمياه العادية .

- أقل قيمة للامتصاص الطبيعي كانت للمياه المالحة 10% والمياه الزيتية 10% .

- باقي النسب كانت اقل من نسبة الامتصاص الطبيعي للخرسانة بالمياه العادية .

- بشكل عام يلاحظ أن اثر استخدام أنواع مختلفة من مياه الخلط في الخرسانة لم يؤثر بشكل واضح على نسبة الامتصاص الطبيعي للماء .

5.4 نتائج اختبار الهبوط :

- نلاحظ من الجدول (12) صفحة (46) بأن أقل قيمة للهبوط كانت للخرسانة بمياه ربو المحاجر حيث كان مقدار الهبوط 1سم، وهذا يفسر ارتفاع مقاومة الضغط والشد لهذه الخرسانة .

- أعلى قيمة للهبوط كانت للخرسانة بالمياه المالحة نسبة 10 % ، حيث يعمل الملح على فصل الماء عن حبيبات الخلطة الخرسانية وبالتالي زيادة الهبوط .

5.5 نتائج الضغط للمونة الاسمنتيه :

يبين الجدول رقم (29) قيم مقاومة الضغط للمونة الإسمنتية للخرسانة باستخدام مياه الخلط المستخدمة في البحث .

الجدول (29) : مقارنة قيم مقاومة الضغط للمونة الإسمنتية بعد 7 أيام

المقاومة (Kg/cm^2)	
140.33	مياه عادية
178.2	مياه مالحة 5 %
247.5	مياه مالحة 10 %
218.7	مياه زيتية 5 %
150.9	مياه زيتية 10 %
129.3	مياه عادمة
157	مياه ربو المحاجر
130.9	مياه دباغة الجلود

- نلاحظ من الجدول السابق بان أكبر مقاومة ضغط للمونة الإسمنتية كانت للخرسانة بالمياه المالحة نسبة 10 % ، وهذه النتيجة متوافقة مع نتائج مقاومة الضغط للخرسانة بالمياه المالحة بنسبة 10% مقارنة مع الخرسانة بالمياه العادية جدول (15) .

- أقل مقاومة ضغط للمونة الإسمنتية كانت للخرسانة بالمياه العادمة المكررة ، وهذه النتيجة أيضا متوافقة مع نتيجة مقاومة الضغط للخرسانة بالمياه العادمة مقارنة مع مقاومة الضغط للخرسانة بالمياه العادية في جدول رقم (18) .

الفصل السادس

النتائج والتوصيات

6.1 النتائج

في هذا البحث تم دراسة تأثير ثمانية أنواع من مياه الخلط على خصائص الخرسانة الطازجة والصلبة وهي المياه العادية والمياه المالحة نسبة 5 % ونسبة 10 % و المياه الزيتية نسبة 5 % ونسبة 10% و المياه العادمة المكررة ومياه ربو المحاجر ومياه دباغة الجلود ، وتم اجراء بعض الفحوصات المخبرية و أهمها اختبار مقاومة الضغط واختبار مقاومة الشد بالانفلاق واختبار الهبوط واختبار نسبة الامتصاص الطبيعي ، وأهم النتائج التي تم التوصل إليها ما يلي :

1- الخرسانة باستخدام مياه مالحة نسبة 5 % أعطت مقاومة ضغط عالية مقارنه بالخرسانة بالمياه العادية وذلك بعد 14 يوم و 28 يوم .

2- الخرسانة باستخدام المياه المالحة نسبة 10 % أعطت مقاومة ضغط اعلى من المياه المالحة نسبة 5 % وكذلك أعلى من مقاومة الضغط للخرسانة بالمياه العادية بعد 7 أيام و 28 يوم .

3- الخرسانة باستخدام المياه الزيتية بكلتا النسبتين أعطت مقاومة ضغط أقل من مقاومة الضغط للخرسانة بالمياه العادية .

4- الخرسانة باستخدام المياه العادمة أعطت مقاومة ضغط أقل من المياه العادية ولكن بنسبة نقص حوالي 11% بعد 28 يوم.

5- مقاومة الضغط للخرسانة بمياه ربو المحاجر أعطت بعد 28 يوم أكبر منها في حالة الخرسانة بالمياه العادية و بزيادة حوالي 19.5 % .

6- مقاومة الضغط والشد للخرسانة بمياه دباغة الجلود كانت أقل من مقاومة الخرسانة بالمياه العادية بشكل عام بعد 28 يوم.

7- مقاومة الشد بالانفلاق للخرسانة بالمياه العادية كانت أكبر من مقاومة الشد للخرسانة باستخدام مياه الخلط الاخرى وذلك بعد 28 من زمن الخلط باستثناء الخرسانة بمياه ربو المحاجر حيث أعطت مقاومة أعلى بالمقارنة مع أنواع المياه الأخرى بما فيها المياه العادية.

8- إضافة المياه المالحة بنسبة 10% والمياه الزيتية 5% تعمل على زيادة قابلية التشغيل.

9- إضافة مياه ربو المحاجر تعمل على تقليل قابلية التشغيل اقل من المياه العادية.

6.2 التوصيات

1- استخدام مياه ربو المحاجر كمياه خلط في الخرسانة بدل المياه العادية ، نتائج الضغط والشد أعلى من الخرسانة بالمياه العادية بعد 28 يوم .

2- استخدام المياه العادمة المكررة في الخرسانة غير المسلحة , وخاصة في خرسانة النظافة أو في الأنابيب الخرسانية الخاصة بشبكات الصرف الصحي.

3- امكانيه استخدام المياه المالحة في الخرسانة غير المسلحة بحديد الفولاذ وإمكانية استخدامها في خرسانة النظافة وفي معالجة الخرسانة .

4- عدم استخدام المياه الزيتية ومياه دباغة الجلود في الخلطات الخرسانية لأنها تقلل المقاومة بشكل كبير وتحتوي على مواد كيميائية قد تضر بالخرسانة على المدى الطويل .

5- إجراء دراسات حول معرفة أثر أنواع المياه على حديد التسليح وخاصة الصدأ .

6- إجراء دراسات لمعرفة اثر العناصر الكيميائية والمواد الصلبة الذائبة في المياه على خصائص الخرسانة.

المصادر والمراجع

1- الدكتور إبراهيم علي الدرويش ،" تكنولوجيا الخرسانة " ، منشأة معارف الإسكندرية ، ط (4) ، 1982م .

2- جريدة الشرق الاوسط, "النفايات الصناعية لتحسين قوة الخرسانة" ،العدد 8149 , 2001 م. http ://www.asharqalawsat.com

3- منتديات معماري ، " المواد المضافة للخرسانة المسلحة " ، 2007 .
http://www.m3mare.com

4- المهندس جمال صبرة ، " استعمالات الماء في الخرسانة " ، صبرة للمهندسين الإنشائيين ، 2007 . http://www.sabraeng.com

5- الدكتور المهندس علاء محمود حسين التميمي ، " تصميم المنشآت الخرسانية والمنشآت مسبقة الجهد " ، دار المناهج ، ط (2) ، 2001 م .

6- محمد ترو ، وابراهيم الغصين ، " الخواص الميكانيكية تحت درجات الحرارة العالية.
للخرسانة باستخدام مياه الصرف الصحي المعالجة " ، كلية الهندسة والبترول ، جامعة الكويت ، 2003

7- محمد سالم ، محمد اسماعيل و محمد علي ، " إعادة استخدام النفايات السائلة في تكنولوجيا الخرسانة " ،كلية الهندسة المدنية ، جامعة ماليزيا ، 2001 .

8- مصنع الزعتري لدباغة الجلود ،الخليل ، فلسطين ، 2008 م.